

广西国兴稀土矿业有限公司
六汤稀土矿开采工艺优化技改项目

环境影响报告书

(公示稿)

建设单位：广西国兴稀土矿业有限公司

编制单位：广西博宇生态环境有限公司

编制时间：二〇二四年七月

概 述

1 项目由来

六汤稀土矿开采工艺优化技改项目位于崇左市江州区太平镇境内,自 1988 年以来矿山隶属单位发生多次变更,采矿权亦经过转让。六汤稀土矿区从 1989 年开始开采,期间盗采严重,历经了池浸、堆浸等各种高污染开采工艺。1989 年崇左县环保局(原南宁地区环境保护局)批准了崇左县矿产公司崇左六汤稀土矿的开采活动。2011 年,六汤稀土矿采矿权转移到了广西有色金属集团崇左稀土开发有限公司,同年崇左市环保局以崇环管验(2011)72 号文对广西有色金属集团崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿进行了竣工验收批复。

2012 年六汤稀土矿采矿权转移到了中铝广西有色崇左稀土开发有限公司。2014 年中铝广西有色崇左稀土开发有限公司对六汤稀土矿的矿权范围进行整合,整合后矿权面积由 0.8643 平方公里扩至 4.0472 平方公里,混合稀土氧化物生产规模由 500 吨/年扩至 1000 吨/年,组织北京矿冶研究总院编制完成了《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响报告书》(以下简称《原环评报告》),2014 年 10 月,中华人民共和国环境保护部(现已改名为中华人民共和国生态环境部)以环审(2014)275 号文对该项目进行了批复。根据环评批复要求,项目需按“先试后采”的要求,先期开展两年试验开采,试采工艺主要是采用了硫酸铵作为浸出剂和碳酸氢氨作为除杂沉淀剂。2019 年广西博环环境咨询服务有限公司对试采区进行了回顾性评价,编制了《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿试验开采环境影响回顾性评价报告》,并获得了广西壮族自治区生态环境厅审查意见(桂环函(2019)774 号)。2019 年 9 月中铝广西有色崇左稀土开发有限公司组织了六汤稀土矿项目(废气、废水、噪声部分)竣工环境保护验收工作,同年 12 月自治区生态环境厅以(桂环审(2019)391 号)批复了六汤稀土矿项目固体废物污染防治设施竣工环境保护验收。自 2017 年 6 月起,六汤稀土矿区由于市场销售等原因停产至今。2019 年 12 月 31 日,中铝广西有色崇左稀土开发有限公司变更为广西国兴稀土矿业有限公司,同时采矿权变更到广西国兴稀土矿业有限公司。

我国南方离子型稀土矿的开采已有 50 余年的历史,提取工艺经历了池浸工艺、堆浸工艺和原地浸矿工艺的发展阶段。原地浸矿工艺的发明和应用,最大限度地减少了资源提取对山体植被的破坏和水土流失的发生,使其成为了工信部唯一鼓励类离子型

稀土资源开采方法。目前，离子型稀土矿开采的主流工艺仍是原地浸取工艺，以硫酸铵为浸矿剂，将稀土从矿石中浸出得到稀土母液，以碳酸氢铵或草酸为沉淀剂沉淀富集稀土，得到的稀土草酸盐或碳酸盐经过煅烧得到离子型稀土精矿（REO>92%），但使用硫酸铵作为浸矿剂、碳酸氢铵或草酸为沉淀剂导致铵盐被引入环境，地下水中铵累积后最终出露导致矿区内地表水超标。为了减少铵盐对周围环境的影响，广西国兴稀土矿业有限公司拟引入生态友好型镁盐浸取离子型稀土原矿新技术，对稀土开采工艺进行技术改造，改为无铵开采工艺，减少了传统硫铵-碳铵工艺稀土的反吸附，解决了沉淀除杂稀土损耗问题，具有对稀土离子置换效果好、贫富兼采、无铵化等特点，基本可实现稀土资源一次性开采，有效提高综合回采率和产品质量。

2022年12月，广西建工第一建筑工程集团有限公司编制完成了《广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿矿产资源开发利用方案》，方案于2022年12月在广西壮族自治区矿产资源储量评审中心通过了专家评审（见附件11），该开发利用方案设计开采时间为5.5年（含建设期0.5年），开采面积为0.7719平方千米，采用“集液巷道+导流孔+收液管为主、导流孔+收液管为辅”的原地浸矿采场工艺，浸矿剂采用硫酸镁，除杂沉淀剂为碳酸氢钠。本次评价结合现状监测数据分析，东南次级水文地质单元历史采空区对下游水系水质产生影响，对东南地下水环境敏感目标潜在环境风险较大，为此建设单位承诺对开发利用方案开采范围进行优化调整，不再对位于东南次级水文地质单元内的矿块进行开采，相关承诺书见附件25，调整范围示意图附图34。调整后开采面积从0.7719平方千米调整为0.6932平方千米，生产服务年限从5年调整为4.5年。

本次技改项目名称为广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿开采工艺优化技改项目，已于2023年12月进行了核准，项目代码为2312-450000-07-02-877524。2023年10月，广西国兴稀土矿业有限公司已获得自然资源部发放的采矿证（证号：C4500002011035120108357），年限至2026年12月31日。

2 建设项目特点

(1)广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿开采工艺优化技改项目所在矿区采矿证证载矿区面积4.0472平方千米，该范围内有部分基本农田，《广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿矿产资源开发利用方案》确定的开采范围已避让基本农田，不涉及生态保护红线。

(2) 技改工程采用原地浸矿生产工艺，主要采用了“集液巷道+导流孔+收液管为主、导流孔+收液管为辅”的原地浸矿收液系统。原地浸矿采场主要工程内容包括高位池、注液孔、注液管网、集液巷道、导流孔、收液管、截渗池、收液井、母液中转池、事故应急池、内部避水沟等，母液处理车间已建，处理能力可以满足技改项目要求，无需扩建。

(3) 原地浸矿采用硫酸镁作为浸矿剂，母液处理车间采用碳酸氢钠作为沉淀剂开采稀土，产品为碳酸稀土，开采规模 REO（折算成 92% 的氧化稀土）500t/a。技改后采用硫酸镁无铵原地浸矿，不会增加区域环境的氨氮源强，通过优化水污染全程管控措施，加强区域地表水地下水截水措施和处理措施，提高污水处理站处理后尾水氨氮、硫酸盐排放标准（氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准要求，硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016-2018）中表 1 一级排放限值（ $\leq 800\text{mg/L}$ ）标准要求，技改后项目建设运营有利于改善区域环境氨氮等污染现状，降低原地浸矿过程对周围环境的影响。

(4) 根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）：“表 B.1，天然放射性核素 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 免管浓度值为 1Bq/g ”。本项目原矿、除杂渣中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 均未超过 1Bq/g 的管理限值，不需要编制辐射环境影响评价专篇。

3 环境影响评价的工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 682 号）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令 44 号）的有关规定，广西国兴稀土矿业有限公司委托我公司承担广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿开采工艺优化技改项目的环境影响评价工作。我公司接受委托后立即组织有关专业技术人员开展环境状况调查和收集相关资料，进行环境影响因素识别与评价因子筛选，明确了评价重点与环境保护目标，确定工作等级、评价范围和评价标准，制定了工作方案；根据工作方案，项目组对评价范围进行了现场勘查。通过对项目周围的自然环境、社会环境进行调查评价以及项目的工程情况进行详细的调查分析，并在此基础上预测和分析项目对周围环境的影响程度、范围，分析和论证项目采取的环境保护措施以及在技术上的可行性的合理性以及处理效果，从环境保护的角度论证项目的合理性。同时，本着“以改善环境质量为核心，恪守生态

保护红线、环境质量底线和资源利用上线”“执行环境准入负面清单”等原则，提出切实可行的环保措施和防治污染对策，并完成项目报批稿的编制。在建设单位完成项目公众参与工作后，本报告对公众参与过程中公众提出的意见进行认真分析并给出是否采纳的意见及理由。整合上述工作成果，编制完成环境影响评价文件。

4 分析判定相关情况

(1) 环评文件类别的判别

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》以及《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）的有关要求，本项目属于“七、有色金属矿采选业 09”中“10 稀有稀土金属矿采选 093”，应编制环境影响报告书。

(2) 《稀土行业规范条件》（2016）符合性

本项目是对稀土开采工艺进行技术改造，矿区范围未做调整，项目选址符合矿产资源规划、城市建设规划、土地利用总体规划、环境保护规划、安全生产规划等要求，矿区未涉及生态保护红线、自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区，项目已取得采矿许可证，年产量为 REO（折算成 92%的氧化稀土）500t，本次技改选用低污染、低排放、低能耗、经济高效的清洁生产工艺，未使用《产业结构调整指导目录》、《高能耗落后机电设备（产品）淘汰目录》中规定应淘汰的落后工艺、技术、装备及生产落后产品。采选综合回收率可达到 75%以上，生产用水循环利用率可达到 90%以上，项目符合《稀土行业规范条件》（2016）相关要求。

(3) 产业政策相符性分析

根据《产业结构调整指导目录》（2024年本）中“七、有色金属 ……稀土采选、冶炼分离项目（符合稀土开采、冶炼分离总量控制指标要求的稀土企业集团项目除外）”属于限制类。本技改项目是采用原地浸矿工艺的稀土开采项目，是对原有的开采工艺进行优化，改用无铵开采工艺后对环境更友好，符合《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》的要求，符合《稀土行业规范条件》（2016）要求。在中稀广西稀土有限公司 2024 年第一批稀土开采、冶炼分离总量控制指标下达（每年下达两次）表中（见附件 26），广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿已获得总量控制指标 REO 300 吨，不属于《产业结构调整指导目录》（2024年本）限制类、淘汰类项目，因此符合国家产业政策要求。未采用《矿产资源节约与综合利用鼓励、限制和淘汰技术目录》（国土资发〔2014〕176号）中限制和淘汰类技术，符合相关产业政策要求。

(4) 与《矿产资源节约与综合利用鼓励、限制和淘汰技术目录》（修订版）相符性分析

六汤稀土矿区未使用《矿产资源节约与综合利用鼓励、限制和淘汰技术目录》中淘汰和限制使用的技术，与其相符。

(5) 与《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》相符性分析

六汤稀土矿开采工艺优化技改项目采用无铵原地浸矿开采工艺，产品碳酸稀土送下游冶炼企业作为原料。项目建设满足《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》（环发〔2005〕109号）中“对于有色、稀土等矿山，宜研究推广溶浸采矿工艺技术，发展集采、选、冶于一体，直接从矿床中获取金属的工艺技术”的要求，属于采矿部分“鼓励采用的采矿技术”，满足《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》的要求。

六汤稀土矿开采工艺优化技改项目采取边开发边复垦，破坏土地复垦率可以达到85%以上，符合《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》（环发〔2005〕109号）新建矿山应做到边开采、边复垦，破坏土地复垦率达到85%以上的要求。

(6) 与《关于印发广西壮族自治区主体功能区规划的通知》（桂政发〔2012〕89号）相符性分析

根据《广西壮族自治区主体功能区规划》，全区分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域、禁止开发区域。省级重点开发区域包括了崇左市江州区和凭祥市，面积3602平方公里，地处广西西南部，与越南接壤，是我区重要边境口岸和边关旅游城市。可利用土地资源、水资源和农林矿产资源比较丰富，大气环境和水环境良好，城镇化水平不高，人口集聚和经济发展水平不高，区位优势明显，交通条件便利，开发潜力相对较大。功能定位：建设全区重要的边境口岸以及进出口加工、国际物流、蔗糖等基地，成为重要的边关旅游文化城市和富有南国边关特色的山水园林城市，打造面向东盟开放合作的区域性新兴城市。本技改工程矿区面积4.0472km²，设计开采范围不涉及限制开发区域和禁止开发区域，因此技改工程与《关于印发广西壮族自治区主体功能区规划的通知》（桂政发〔2012〕89号）相符。

(7) 与《广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发广西壮族自治区生态功能区划的通知》（桂政办发〔2008〕8号）相符性分析

根据《广西壮族自治区生态功能区划》，广西壮族自治区生态系统主要服务功能包括生态调节功能、产品提供功能与人居保障功能。其中，生态调节功能主要是指水源涵养、土壤保持、生物多样性保护等维持生态平衡、保障区域生态安全等方面的功

能；产品提供功能主要包括提供农产品、林产品等功能；人居保障功能主要是指城市发展功能，包括中心城市、重点城镇等。

根据《广西壮族自治区生态功能区划》，六汤稀土矿开采工艺优化技改项目位于左江流域岩溶平原农村产品提供功能区。全区有农林产品提供生态功能三级区 26 个，面积 8.26 万km²，占全区土地面积的 34.91%。主要分布在桂东北、桂中、桂东南、桂南和桂西南的平原、台地和低丘。这些区域的生态服务功能主要是提供农林产品，兼顾生态调节功能保护。主要生态问题：耕地面积减少，土壤肥力下降；农业面源污染及城镇生活污水污染比较突出；部分农业区干旱；林种结构单一，森林质量下降；矿产开采造成的植被破坏、水土流失问题比较突出。

生态保护主要方向与措施：调整农业产业和农村经济结构，合理组织农业生产和农村经济活动；坚持保护基本农田；加强农田基本建设，增强抗自然灾害的能力；推行农业标准化和生态化生产，发展无公害农产品、绿色食品和有机食品；加快农村沼气建设，推广“养殖—沼气—种果”生态农业模式；协调木材生产与生态功能保护的关系，科学布局和种植速生丰产林区，合理采伐，实现采育平衡。

六汤稀土矿开采工艺优化技改项目涉及矿区面积 4.0472km²，六汤稀土矿开发利用项目接续采矿过程废水全部回用，不外排，末采矿块淋洗废水经处理后达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）表 2 新建企业直接排放标准，为进一步改善区域水环境氨氮含量，本次技改要求污水处理站外排废水中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求；硫酸盐（以SO₄²⁻计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016-2018）中表 1 一级排放限值（≤800mg/L）标准要求，最终排放至黑水河；矿区历史遗留废弃地目前已全部进行生态恢复。废弃地大部分恢复为甘蔗地、木薯、桉树林地等。六汤稀土矿开采工艺优化技改项目采取环保措施实现上述生态环保目标，对左江流域岩溶平原农村产品提供功能区的影响很小，不会影响或降低左江流域岩溶平原农村产品提供功能区的功能作用。

（8）与《广西矿产资源总体规划（2021-2025 年）》相符性分析

《广西矿产资源总体规划（2021-2025 年）》要求严格按照国家下达的年度稀土矿开采指标数量，有序推进钟山花山稀土矿、平南大洲-六陈稀土矿、梧州岑溪糯垌稀土矿等国家规划矿区和崇左市江州稀土矿、玉林市兴业县小平山-龙江稀土矿等重点开采区的开发利用。本项目属于崇左市江州稀土矿，严格按照国家下达的年度稀土矿开

采指标数量进行开采，技改开采工艺采用无铵开采工艺，属于绿色浸萃工艺，与《广西矿产资源总体规划（2021-2025年）》相符。

（9）与《崇左市矿产资源总体规划（2021-2025年）》相符性

本项目属于崇左市江州区重要矿产开采规划区，与《崇左市矿产资源总体规划（2021-2025年）》相符。

（10）与《崇左市江州区矿产资源总体规划（2021-2025年）》相符性

本项目属于崇左市江州区重要矿产开采规划区，项目已设采矿权1个，规划期已设采矿权保留1个，与《崇左市矿产资源总体规划（2021-2025年）》相符。

（11）与《广西壮族自治区生态环境厅关于印发实施广西壮族自治区“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单（试行）的通知》（桂环规范〔2021〕6号）相符性分析

本项目为技改项目，位于崇左市江州区，设计开采区不涉及生态红线；大气、水等污染物排放未导致区域环境质量降级，不会突破区域环境质量底线；项目建设和运营不会突破区域资源利用上限。因此本项目与《广西壮族自治区生态环境厅关于印发实施广西壮族自治区“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单（试行）的通知》要求基本相符。

表2 与自治区三线一单相符性分析

管控要求类别	生态环境准入及管控要求	项目情况	相符性
陆域产业布局生态环境总体准入及管控要求			
空间布局约束	1. 鼓励和引导新建工业项目进驻工业园区。新建企业应符合批准实施的国土空间规划、“十四五”规划纲要和相关专项规划。	本项目为技改项目，在规划的稀土矿区内开采，符合相应的国土空间规划等规划	相符
	2. 禁止新建、扩建《产业结构调整指导目录》明确的淘汰类项目；禁止引入不符合现行《市场准入负面清单》禁止准入类事项。新建项目要严格落实国家有关产业重大生产力规划布局要求，并符合广西优化主导产业布局及相关产业规划布局。新建化工项目应布局在自治区认定的化工园区内。	本项目不属于《产业结构调整指导目录》限制和禁止类产业。	相符
	4. 建设项目使用林地，应当按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》审核和审批，严格保护和合理利用林地，促进生态林业和民生林业发展。公益林、天然林依据《中华人民共和国森林法》《中华人民共和国森林法实施条例》《国家级公益林管理办法》《国家级公益林区划界定办法》《天然林保护修复制度方案》等国家和自治区有关规定进行管理	项目用地为规划矿区，用地手续已按相关法律法规要求办理。	相符
	6. 严格执行能耗“双控”、碳达峰和碳中和目标要求，	/	/

管控要求类别	生态环境准入及管控要求	项目情况	相符性
	新建项目能源利用效率应达到国内先进水平		
所有陆域一般生态空间			
空间布局约束	<ol style="list-style-type: none"> 1. 生态保护红线外的一般生态空间，除符合国土空间规划和布局要求、符合矿产资源总体规划、能源开发利用规划外，原则上按限制开发区域的要求进行管理。 2. 从严控制生态空间转为城镇空间和农业空间。生态空间与城镇空间、农业空间的相互转化利用，应符合国土空间规划用地布局和用途管制要求或符合国土空间规划修改的条件。 3. 一般生态空间内符合区域准入条件的建设项目，涉及占用生态空间中的林地、草原等，按有关法律法规规定办理；涉及占用生态空间中其他未作明确规定的用地，应当加强论证和管理。 4. 严格限制农业开发占用生态保护红线外的生态空间，符合条件的农业开发项目，须依法由县级以上地方人民政府统筹安排。生态保护红线外的耕地，除符合国家生态退耕条件，并纳入国家生态退耕总体安排，或因国家重大生态工程建设需要外，不得随意转用。 5. 科学规划、统筹安排荒地、荒漠等生态脆弱地区的生态建设，因各类生态建设规划和工程需要调整用途的，依照有关法律法规办理转用审批手续。 6. 在不改变利用方式的前提下，依据资源环境承载能力，对依法保护的生态空间实行承载力控制，防止过度垦殖、放牧、采伐、取水、渔猎、旅游等活动对生态功能造成损害，确保自然生态系统的稳定。 7. 鼓励城镇空间和符合国家生态退耕条件的农业空间转为生态空间。 8. 鼓励各地根据生态保护需要和规划，结合土地综合整治、工矿废弃地复垦利用、矿山环境恢复治理等各类工程实施，因地制宜促进生态空间内建设用地逐步有序退出。 9. 生态保护红线外的一般生态空间，可根据《中华人民共和国森林法》有关规定开展正常的林业生产经营活动。 	<p>本项目稀土开采符合《广西矿产资源总体规划（2021-2025年）》《崇左市矿产资源总体规划（2021-2025年）》《崇左市江州区矿产资源总体规划（2021-2025年）》等规划；项目设计开采范围距离最近的生态红线距离约230m，设计开采范围不涉及基本农田等生态保护红线内的生态空间。项目开采完成后及时进行复垦矿区。</p>	相符
左右江革命老区生态环境总体准入及管控要求			
空间布局约束	<ol style="list-style-type: none"> 1. 坚持在高水平保护中高质量发展，将生态优势转化为发展优势，实现产业生态化和生态产业化协同发展。 2. 有序承接产业转移，推进产业集群发展和人口集聚，引导企业入园集聚发展。加快推进新型工业化、城镇化、信息化进程，提高综合承载能力。 3. 强化矿产资源开发管理和生态修复，大力实施石漠化治理，水土流失综合治理、矿山环境治理、退耕还林等重点生态修复工程，因地制宜开展生态移民。 4. 统筹推进左右江流域革命老区山水林田湖生态保护修复工程。加快百色、河池、崇左等西江上游地区生态公益林建设，建设生态屏障，提升水源涵养和水土保持功能。探索跨流域、区域横向生态补偿机制，严 	<p>项目为开采工艺技改项目，技改后开采工艺为无铍开采，对环境更友好，同时建设单位按要求强化矿产资源开发管理和生态修复。</p>	符合

管控要求类别	生态环境准入及管控要求	项目情况	相符性
	<p>格控制人为因素对自然生态环境的干扰，维护国家生态安全。</p> <p>5. 防控农业面源污染，控制化肥、农药使用量。调整种植业结构与布局，在百色、河池等缺水地区鼓励发展节水栽培技术，根据当地气候特点，选用耐旱、耐瘠、抗病的旱地作物新品种；在桂西、桂中南、桂北工矿企业区及喀斯特地貌岩溶地区地下水易受污染地区，优先种植需肥需药量低、环境效益突出的农作物。</p> <p>6. 区直各部门、相关地市人民政府在符合国家法律规范和部门规章要求的前提下，允许在职能范围内对涉边境地区建立相对宽松的约束条件或采用特定快速工作机制开展项目管理，涉及保密的制度和政策按相应管理规定进行。</p>		
污染物排放管控	<p>1. 加强百都河、那布河、平孟河、水口河、难滩河、归春河、平而河等跨国界河流水体的污染防治，提高跨国界水体的环境监测与预警能力，完善区域环保基础设施，探索和建立跨境水体水环境保护长效机制和跨国联动机制。</p> <p>2. 涉重金属建设项目实行污染物排放总量控制，加大历史遗留污染场地治理力度，积极开展重金属污染土壤调查与修复试点工作，防范涉重金属环境风险。</p>	项目生产废水不外排，不涉及跨国界河流，不属于重金属管控项目	符合

(12) 与《崇左市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（崇政规〔2021〕2号）的相符性分析

本项目与《崇左市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》基本相符。

表3 与崇左“三线一单”相符性

管控类别	生态环境准入及管控要求	本项目	相符性
空间布局	1.自然保护区、森林公园、湿地公园、水源保护区、风景名胜区、公益林、天然林等具有法律地位，有管理条例、规定、办法的各类保护地，其管控要求原则上按照各类保护地的现行规定进行管理，重叠区域以最严格的要求进行管理。纳入生态保护红线管理的各类自然保护地，还应执行国家、自治区有关生态保护红线内各类开发活动的准入及管控规定和要求。	本项目已取得《广西壮族自治区自然资源厅关于广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿矿区范围及母液处理车间范围“三区三线”符合性意见的函》，设计开采范围不涉及基本农田等生态红线等敏感区。	相符
污染物排放管控	1.全面实行排污许可制，严格落实“一证式”环境管理，督促企业持证按证排污。	项目已取得排污许可证，技改项目审批后变更排污许可证	相符
	2.按照《关于加强高耗能、高排放建设项目生态环境源头防控的指导意见》（环环评〔2021〕45号）要求，依据区域环境质量改善目标，制定配套区域污染物削减方案，采取有效的污染物区域削减措施，腾出足够的环境容量。	项目不涉及	/

管控类别	生态环境准入及管控要求	本项目	相符性
	3.严格执行危险化学品企业环境保护防护距离要求,对一、二级重大危险源和有毒有害、易燃易爆的化工企业,按照“一企一策”、“一园一策”的原则管理。	项目不涉及	/
	4.加强工业废水排放管控和达标排放管理,推进各类工业污染源稳定达标排放。实施工业集聚区污水集中处理分类管理,规范工业集聚区雨污分流系统设置,禁止雨污混排。推动实施农副食品加工、印染、化工等行业清洁化改造。	项目不涉及	/
	7.新、改、扩建涉及重点重金属排放建设项目依照相关规定实行总量控制。	本项目属于稀土矿开采项目,不属于重点重金属排放项目	相符
	8.实施重点行业企业挥发性有机物(VOCs)综合整治。落实重点行业“一行一策”VOCs、重点监管企业“一企一策”、综合治理。动态更新重点行业企业VOCs排放清单,大力推进低VOCs含量产品源头替代,强化企业精细化管控,加大清洁生产改造力度,全面加强生产工艺过程VOCs无组织排放控制,严格控制挥发性有机污染物排放。	项目不涉及	/
环境风险	1.提升生态环境风险防控基础能力。加快市县环境应急管理队伍、环境应急物资等环境应急基础保障能力建设,重点加强市县及工业园区、港口码头、企业环境应急物资储备。推动饮用水水源地水质生物毒性预警体系和重点化工园区有毒有害气体预警体系建设,进一步完善跨区域、跨流域、跨部门应急联动协作机制。	本项目编制有应急预案,加强环境风险管控。	相符
	2.加强中一越跨国河流风险防范能力,重点加强平而河、归春河和水口河等跨国界河流水质状况监控;建立健全上下游水环境保护联防联控、跨市、跨流域联防联控、突发环境事件应急联动等水污染防治攻坚常态化管理机制,切实加强水环境污染应急能力建设,提升重点流域水环境保护能力。	/	/
	3.提升固体废物减量化、资源化、无害化水平。加强工业固体废物管理、加强危险废物利用处置,建立危险废物清单。严格固废转运管理及跨省转移审批,严厉打击固废跨省跨市非法转移倾倒处置,开展相应违法犯罪行为环境损害赔偿。	本项目固体废物均有效处置。	相符
	4.深化重金属及尾矿库风险管控。根据重金属污染物产生和排放情况以及区域环境质量现状,严格产业功能分区,防止重金属污染的扩散;对存在重金属污染的区域进行分区分期治理和防控,重点对大新县铅锌矿、扶绥淩井铅锌矿区等重金属污染问题加强防范和整治力度。	本项目不设置尾矿库。	相符

管控类别	生态环境准入及管控要求	本项目	相符性
	5.推进城镇生活垃圾处理能力建设，强化渗滤液处理设施运营管理，防止渗滤液积存，加强农村生活垃圾收运、处理体系建设，降低农村垃圾焚烧污染。	项目不涉及	/
资源开发效率要求	4.推进矿产资源开发管控和有效利用，提高矿产资源开发保护水平，发展绿色矿业，推进矿产资源可持续利用。严禁矿产资源的无序开采、私挖滥采、采富弃贫、大矿小开，实施资源开发和节约并举，提高矿产资源利用率。	本项目稀土开采位于规划的矿区内，已取得采矿证。本次技改采用无铵开采工艺，对环境更友好，稀土回收率优于国家要求。	相符

(13) 与《崇左市环境管控单元生态环境准入及管控要求清单（试行）》的相符性分析

根据表 4 分析，项目属于崇左市太平-江州稀土矿区重点管控单元（ZH45140220005），与《崇左市环境管控单元生态环境准入及管控要求清单（试行）》相符。

表 4 与《崇左市环境管控单元生态环境准入及管控要求清单（试行）》的相符性分析

	生态环境准入及管控要求	本项目情况	是否相符
空间布局约束	1. 临近生态保护红线的矿产资源勘查开发，应采取有效措施，避免产生不利影响。 2. 根据资源储量情况、开发利用情况，对稀土实行开发利用总量调控。严格执行矿山最低开采规模，依据《产业结构调整指导目录》（2019），限制 20000 吨/年（REO）以下混合型稀土矿山开发项目，5000 吨（REO）/年以下的氟碳铈矿稀土矿山开发项目，500 吨（REO）/年以下的离子型稀土矿山开发项目。 3. 建矿山不符合最低开采规模的，要通过技术改造，逐步达到最低开采规模要求。现有大矿小开、一矿多开的矿山，要通过收购兼并、股份联营等途径实行矿权及资源整合。对于整改后仍然达不到要求的矿山，应依法予以关闭。 4. 原则上避免大规模排放大气污染物的项目布局建设。禁止新建、改建、扩建煤电、石化、化工、钢铁、有色金属冶炼、建材等高排放、高污染项目。	本项目属于离子稀土开采技改项目，开采规模为 500 吨（REO）/年的离子型稀土。	相符
污染物排放管控	1. 矿产资源勘查以及采选过程中排土场、露天采场、尾矿库、矿区专用道路、矿山工业场地、沉陷区、矸石场、矿山污染场地等的生态环境保护与治理恢复工作须满足《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）》（HJ651-2013）要求。落实边开采、边保护、边复垦的要求，使新建、在建矿山损毁土地得到全面复垦。 2. 全面开展“散乱污”企业及集群综合整治行动。加大区域内大气污染治理力度，优化大气污染物排放项目布局，引导新建、扩建排放大气污染工业项目采用清洁生产工艺、先进的污染防治工艺。强化不利气象条件下秸秆焚烧控制，空气污染预警情况下严格执行秸秆焚烧管控。加强 VOCs 排放企业源头控制。	本项目采选过程中矿区专用道路、矿山工业场地、矿山污染场地等的生态环境保护与治理恢复工作可以满足《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）》（HJ651-2013）要求，生产过程落实边开采、边保护、边复垦的要求，使新建、在建矿山损毁土地得到全面复垦。	相符
环境风险防控	1. 严格按照相关法律法规标准规范要求，做好生产设施及尾矿库防渗措施，严防尾矿对地下水、土壤造成污染。 2. 开展环境风险评估，制定突发环境事件应急预案并备案，配备应急能力和物资，建设环境应急队伍，并定期演练。	本项目采用原地无铵浸矿工艺，不设尾矿库，对生产设施如母液收集沟、中转池和母液处理车间均进行防渗处理，防渗满足相关要求。项目已制定环境风险预案，并备案，建设有环境应急队伍。	相符
资源开发利用效率要求	1. 矿山开采回采率、选矿回收率和综合利用率等三项指标应符合自然资源部发布的相关矿种矿产资源合理开发利用“三率”最低指标要求（试行）。 2. 铅锌矿山企业选矿废水循环利用率应达到 85% 及以上，选矿用新水单耗不高于 1.5 立方米/吨。	项目离子型稀土开采指标满足《关于稀土矿资源合理开发利用“三率”指标要求》（试行）。	相符

(14) 与广西“三区三线”划定成果相符性分析

2023年10月，广西国兴稀土矿业有限公司已获得自然资源部发放的采矿证（证号：C4500002011035120108357），采矿证证载矿区面积4.0472平方千米。根据《广西壮族自治区自然资源厅关于广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿矿区范围及母液处理车间范围“三区三线”符合性意见的函》（附件15），广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿拟开采范围不占用永久基本农田（含补划地块）、生态保护红线及城镇开发边界，符合“三区三线”管控要求。

(15) 《稀土管理条例》符合性

本项目已获得核准，项目属性为国有控股项目，核准目录分类为稀土，目前已依法取得采矿许可证，拟引入生态友好型镁盐浸取离子型稀土原矿新技术，对稀土开采工艺进行技术改造，改为无铵开采工艺，减少了传统硫铵-碳铵工艺稀土的反吸附，解决了沉淀除杂稀土损耗问题，具有对稀土离子置换效果好、贫富兼采、无铵化等特点，基本可实现稀土资源一次性开采，有效提高综合回采率和产品质量，符合《条例》中有关“持续提升稀土资源开发利用水平，推动稀土产业高端化、智能化、绿色化发展”的相关要求，本次技改对现有工程提出“以新带老”措施，通过建立“地下截获井+地表拦截坝+环保坝+风险坝”环境风险防范体系，确保实现环境质量改善目标，将环境影响严格控制在矿界范围内，有效防止环境污染事故，项目实施符合《稀土管理条例》相关要求。

5 关注的主要环境问题及主要影响

- (1) 技改前铵盐开采遗留的历史环境问题及以新带老措施；
- (2) 技改后无铵开采对周围地表水、地下水环境和土壤环境影响及环境改善情况；
- (3) 技改工程运营期结束后生态恢复措施。

6 环境影响报告书的主要结论

广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿开采工艺优化技改项目已取得采矿证，符合广西矿产资源总体规划、崇左市矿产资源总体规划、崇左市江州区矿产资源总体规划要求。项目采用无铵原地浸矿开采工艺替代原含铵原地浸矿开采工艺，不再新增铵根离子，同时对历史采矿区实施截获工程措施，项目产生的废气、废水、噪声和固体废物等得到有效治理，采取的污染防治措施和环境风险防范措施技术可行，项目正常情况下向外排放的污染物可以达标排放，对环境的影响可控在矿区范围内，有利于改

善区域水和土壤环境质量；项目在落实报告书提出的各项环保措施以及环境风险防范措施，严格执行“三同时”制度，确保污染治理设施稳定运行、污染物达标排放，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

目 录

1	总则	1
1.1	编制依据	1
1.2	评价程序	8
1.3	环境影响因素识别和评价因子筛选	9
1.4	评价工作等级	12
1.5	评价范围	19
1.6	评价标准	20
1.7	环境保护目标	25
2	工程概况及工程分析	28
2.1	现有工程基本情况	28
2.2	技改工程概况与工程分析	93
2.3	技改项目工艺先进性	147
3	环境现状调查与评价	150
3.1	自然环境概况	150
3.2	环境质量现状调查与影响分析	194
4	环境影响预测与评价	372
4.1	施工主要内容	372
4.2	施工期环境影响评价	373
4.3	运营期大气环境影响与评价	381
4.4	运营期地表水环境影响预测与评价	384
4.5	运营期地下水环境影响预测与评价	392
4.6	运营期声环境影响预测与评价	509
4.7	运营期固体废物影响预测与评价	512
4.8	运营期土壤环境影响预测与评价	515
4.9	运营期生态环境影响分析	526
4.10	辐射影响分析	540
5	环境风险分析与评价	543
5.1	风险调查	543

5.2 环境风险潜势初判	546
5.3 环境风险评价等级及评价范围	550
5.4 环境风险识别	551
5.5 风险事故情形分析	553
5.6 环境风险预测与评价	556
5.7 环境风险管理	565
5.8 环境风险防范措施	567
5.9 应急预案	573
5.10 小结	584
6 环境保护措施及可行性论证	585
6.1 设计阶段环保措施	585
6.2 施工阶段环保措施	585
6.3 运营期环保措施可行性分析	586
6.4 生态环境保护措施	597
6.5 闭矿阶段污染控制措施	608
6.6 环保投资估算	609
7 环境影响经济损益分析	611
7.1 分析方法	611
7.2 环保投资	611
7.3 环境影响经济损益分析	611
7.4 小结	612
8 环境管理与监测计划	614
8.1 环境管理	614
8.2 排污管理要求	617
8.3 环境监测	624
8.4 环境保护“三同时”验收一览表	635
9 评价结论	638
9.1 项目概况	638
9.2 环境质量现状	638
9.3 污染物排放情况	644

9.4 运营期主要环境影响	645
9.5 环境保护措施	652
9.6 环境管理与监测计划	657
9.7 公众意见采纳情况	657
9.8 评价结论	657

附图：

附图 1 项目地理位置图

附图 2 矿区平面布置图

附图 3 矿区开采现状图

附图 4-1 A-A 勘探线地质剖面图典型原地浸矿采场平面图及剖面图

附图 4-2 B-B 勘探线地质剖面图项目周围环境敏感点分布图

附图 5 典型原地浸矿采场平面图及剖面图

附图 6 母液处理车间平面布置图

附图 7-1 矿区土地规划图

附图 7-2 矿区采场划分及生产规划图

附图 8 项目周围环境敏感点分布图

附图 9 项目周边水系分布图

附图 10-1 项目大气、地表水环境现状监测布点图

附图 10-2 项目地下水环境现状监测布点图 1

附图 10-3 项目地下水环境现状监测布点图 2

附图 10-3 项目土壤环境现状监测布点图

附图 10-4 项目声环境现状监测布点图

附图 11 项目与周围保护区的位置关系图

附图 12 项目地表水在线监控分布图

附图 13 项目区域地形地质图

附图 14 项目区域水文地质图

附图 15-1 项目场地水文地质图

附图 15-2 开采区水文地质图

附图 16-1 B-B'勘探线水文地质剖面图

附图 16-2 C-C'勘探线水文地质剖面图

- 附图 16-3 D-D'勘探线水文地质剖面图
- 附图 16-4 E-E'勘探线水文地质剖面图
- 附图 17-1 场地典型钻孔柱状图 CK08
- 附图 17-2 场地典型钻孔柱状图 CK09
- 附图 17-3 场地典型钻孔柱状图 CK11
- 附图 17-4 场地典型钻孔柱状图 CK13
- 附图 17-5 场地典型钻孔柱状图 CK14
- 附图 17-7 场地典型钻孔柱状图 CK34
- 附图 18 项目与广西壮族自治区生态功能区划位置示意图
- 附图 19 项目与广西壮族自治区主体功能区划位置示意图
- 附图 20 项目设计开采区与 2014 年拟开采区位置对比图
- 附图 21 样方样线布设图
- 附图 22 植被类型分布图
- 附图 23 土地利用类型分布图
- 附图 24 生态系统类型分布图
- 附图 25 植被覆盖度空间分布图
- 附图 26 生态保护目标空间分布图
- 附图 27 生态公益林分布图
- 附图 28 生态监测布设图
- 附图 29 矿体开采顺序图
- 附图 30 项目截获工程布置图
- 附图 31 项目历史开采时序图
- 附图 32 第一年开采矿块平面布置图
- 附图 33 生态保护措施平面图
- 附图 34 国家重点保护及濒危以上物种适宜生境分布图
- 附件：
- 附件 1 委托书
- 附件 2 项目核准
- 附件 3 项目采矿证

附件 4 崇左市环保局对广西有色金属集团崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿进行了竣工验收批复

附件 5 崇左市环境保护局关于印发中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响后评价报告书审查意见的通知》（崇环发〔2012〕175 号）

附件 6 中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响报告书批复

附件 7 中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿试验开采环境影响回顾性评价报告审查意见

附件 8 中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿项目固体废物污染防治设施竣工环境保护验收的批复（桂环审〔2019〕391 号）

附件 9 中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿项目竣工环境保护验收监测报告（废气、废水、噪声部分）验收意见、中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿项目固体废物污染防治设施竣工环境保护验收的批复（桂环审〔2019〕391 号）

附件 10 公司名称变更证明

附件 11 广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿矿产资源开发利用方案评审意见书（桂储评开审〔2022〕23 号）

附件 12 六汤稀土储量核实报告评审意见书

附件 13 项目排污许可证

附件 14 项目取水证

附件 15 关于广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿开采工艺优化技改项目“三区三线”符合性意见的复函

附件 16 中铝广西有色稀土开发有限公司关于中央环境保护督察“回头看”反馈意见问题（编号三十）整改工作验收销号台账

附件 17 2020 年中环督反馈问题整改销号审批单（整改措施 16-5、19-9）

附件 18 六汤整合区无古文物证明

附件 19 稀土矿成分检测报告

附件 20 废水处理渣检测结果

附件 21 除杂渣固废性质鉴别结果

附件 22 项目环境质量监测报告

附件 23 母液处理车间用地手续

附件 24 崇左市生态环境局关于责令广西国兴稀土矿业有限公司采取有效措施收集矿区外渗含氨盐废水的整改通知及备案

附件 25 承诺书

附件 26 关于下达 2024 年第一批稀土开采、冶炼分离总磷控制指标的通知

附件 27 1989 年建设项目环境影响报告表

附件 28 建设项目竣工环境保护验收申请登记卡（崇环管验〔2011〕72 号文）

附表

附表 1 植物样方表

附表 2 评价区维管植物名录

附表 3 野生动物野外监测表

附表 4 陆生脊椎动物名录

附表 5 建设项目环境影响评价自查表（大气、地表水、土壤、风险、噪声、生态）

附表 6 建设项目环评审批基础信息表

1 总则

1.1 编制依据

1.1.1 国家法律、法规、政策

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日修订，2015年1月1日起施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修正）；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日修订，2018.1.1实施）；
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日修订、实施）；
- (5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022年6月5日起施行）；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年修订）；
- (7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日实施）；
- (8) 《中华人民共和国环境保护税法》（2018年10月26日修正）；
- (9) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012年修订）；
- (10) 《中华人民共和国森林法》（2019年12月28日修订，2020年7月1日起施行）；
- (11) 《中华人民共和国湿地保护法》（2021年12月24日通过，2022年6月1日起实施）；
- (12) 《中华人民共和国土地管理法》（2019年修正）；
- (13) 《中华人民共和国城乡规划法》（2015年4月24日修正）；
- (14) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2022年12月30日修订，2023年5月1日起施行）；
- (15) 《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日修订通过，2011年3月1日施行）；
- (16) 《中华人民共和国渔业法》（2013年12月28日修正）；
- (17) 《中华人民共和国农业法》（2012年12月28日修订，2013年1月1日施行）；
- (18) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017年10月7日修订）；
- (19) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（2016年2月6日修订）；

- (20) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013 年 12 月 7 日修订）；
- (21) 《中华人民共和国地质灾害防治条例》（2003 年 11 月 24 日）；
- (22) 《基本农田保护条例》（2011 年 1 月 8 日修订）；
- (23) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施；
- (24) 《稀土管理条例》（2024 年 10 月 1 日实施）；
- (25) 《中华人民共和国森林法实施条例》（2018 年 3 月 19 日修订）；
- (26) 《地质遗迹保护管理规定》（1995 年 5 月 4 日发布）；
- (27) 《中共中央办公厅国务院办公厅关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》（2019 年）；
- (28) 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）；
- (29) 《陆生野生动物重要栖息地认定暂行办法》（国家林业和草原局，2023 年 12 月 1 日）；
- (30) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2011.1.8.修改）；
- (31) 《建设项目环境保护管理条例》（2017.7.16 修正，2017.10.1 起施行）；
- (32) 《矿山地质环境保护规定》（2019 年自然资源部令第 5 号修改）；
- (33) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月修订）；
- (34) 《“十四五”噪声污染防治行动计划》（环大气〔2013〕1 号）；
- (35) 《地下水管理条例》（中华人民共和国国务院令 748 号，2021 年 12 月 1 日起施行）；
- (36) 国务院关于印发《空气质量持续改善行动计划》的通知（国发〔2023〕24 号）；
- (37) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35 号）；
- (38) 《产业结构调整指导目录（2024）》；
- (39) 《国家危险废物名录》（2021 年版）；
- (40) 《突发环境事件应急管理办法》（环境保护部令第 34 号，2015 年）；
- (41) 《危险废物转移管理办法》（生态环境部 公安部 交通运输部 部令 第 23 号）；

- (42) 《关于加强危险废物鉴别工作的通知》（环办固体函〔2021〕419号）；
- (43) 《关于加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77号）；
- (44) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2012〕98号）；
- (45) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）；
- (46) 《关于落实大气污染防治行动计划严格环境影响评价准入的通知》（环办〔2014〕30号）；
- (47) 《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》（环办环评〔2017〕84号）；
- (48) 《危险化学品目录（2022 调整版）》；
- (49) 《危险化学品安全管理条例》（国务院令 645 号，2013 年修订）；
- (50) 《排污许可管理办法》（生态环境部 部令 第 32 号）；
- (51) 《排污许可管理条例》（国令第 736 号）；
- (52) 《关于加强资源环境生态红线管控的指导意见》的通知（发改环资〔2016〕1162号）；
- (53) 《关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见》（环发〔2015〕178号）；
- (54) 《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》（国环规环评〔2017〕4号）；
- (55) 《关于加强建设项目环境影响评价事中事后监管的实施意见》（环环评〔2018〕11号）；
- (56) 《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》（环规财〔2018〕86号）；
- (57) 《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》（环发〔2005〕109号）；
- (58) 《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令 第 592 号），2011 年 3 月 5 日；
- (59) 《国土资源部关于印发〈矿产资源节约与综合利用鼓励、限制和淘汰技术目录〉的通知》（国土资发〔2010〕146号），2010 年 9 月 9 日；

(60) 《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》，国发[2011]12 号，2011 年 5 月 10 日；

(61) 国土资源部关于贯彻落实《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》的通知，国土资发[2011]105 号，2011 年 7 月 24 日；

(62) 《稀土行业规范条件（2016 年本）》（中华人民共和国工业和信息化部公告 2016 年第 31 号），2016 年 6 月 30 日；

(63) 《稀土行业规范条件公告管理办法》（中华人民共和国工业和信息化部公告 2016 年第 31 号），2016 年 6 月 30 日；

(64) 《稀土矿产资源合理开发利用—三率指标要求（试行）》（国土资源部），2013 年 12 月 30 日；

(65) 《自然资源部关于进一步完善矿产资源勘查开采登记管理的通知》（自然资规〔2023〕4 号）；

(66) 《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002），2003 年 4 月 1 日实施。

1.1.2 地方法规、政策

(1) 《广西壮族自治区环境保护条例》（2016 年修订）；

(2) 《广西壮族自治区人民政府关于同意广西水功能区划（修订）的批复》（桂政函〔2016〕258 号）；

(3) 《广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发广西壮族自治区建设项目环境准入管理办法的通知》（桂政办发〔2012〕103 号）；

(4) 广西壮族自治区生态环境厅关于印发《广西壮族自治区建设项目环境影响评价分级审批管理办法（2022 年修订版）》的通知（桂环规范〔2019〕8 号）；

(5) 《广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发广西土壤污染防治工作方案的通知》（桂政办发〔2016〕167 号）；

(6) 《广西壮族自治区水污染防治条例》（广西壮族自治区第十三届人民代表大会公告〔第十二号〕）；

(7) 《广西壮族自治区大气污染防治条例》（广西壮族自治区人大常委会公告〔十三届第十二号〕）；

(8) 《广西壮族自治区土壤污染防治条例》（2021 年 9 月 1 日施行）；

- (9) 《广西壮族自治区固体废物污染环境防治条例》（2022年7月1日施行）；
- (10) 《广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发广西生态保护红线管理办法（试行）的通知》（桂政办发〔2016〕152号）；
- (11) 《广西壮族自治区生态环境厅关于印发实施广西壮族自治区“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单（试行）的通知》（桂环规范〔2021〕6号）；
- (12) 《广西工业产业结构调整指导目录（2021年本）》；
- (13) 《广西壮族自治区矿产资源管理条例》（广西壮族自治区第九届人民代表大会常务委员会第二十一次会议），2000年12月2日；
- (14) 《广西壮族自治区实施〈中华人民共和国森林法〉办法》（2014.5.30修改，2014.7.1起施行）；
- (15) 《广西壮族自治区野生动物保护条例》（2023年7月1日起施行）；
- (16) 《广西壮族自治区野生植物保护办法》（2016年修正）；
- (17) 《广西生态保护红线监管办法（试行）》（2023年）；
- (18) 《广西壮族自治区人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（桂政发〔2020〕39号）；
- (19) 《广西壮族自治区古树名木保护条例》（2017年6月1日起施行）；
- (20) 《广西壮族自治区地质环境保护条例》（广西壮族自治区第十届人民代表大会常务委员会第十九次会议），2006年3月30日；
- (21) 《广西生态保护正面清单（2022）》和《广西生态保护禁止事项清单（2022）》（桂环发〔2022〕54号）；
- (22) 《广西壮族自治区深入打好重污染天气消除、臭氧污染防治和柴油货车污染治理攻坚战行动实施方案》（桂环发〔2023〕57号）；
- (23) 《崇左市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（崇政规〔2021〕2号）；
- (24) 《崇左市环境管控单元生态环境准入及管控要求清单（试行）》；
- (25) 《崇左市矿产资源总体规划（2021-2025年）》；
- (26) 《崇左市江州区矿产资源总体规划（2021-2025年）》；
- (27) 《崇左市生态环境局关于印发崇左市2023年度水、大气、土壤污染防治工作计划的函》（崇环函〔2023〕97号）。

1.1.3 技术导则与规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (3) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；
- (6) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- (8) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
- (9) 《环境影响评价技术导则 生物多样性影响》（DB 45/T 1577-2017）；
- (10) 《危险废物鉴别技术规范》（HJ 298-2019）；
- (11) 《危险废物鉴别标准 通则》（GB5085.7-2019）；
- (12) 《固体废物鉴别标准 通则》（GB34330-2017）；
- (13) 《建设项目危险废物环境影响评价指南》（2017年10月1日起施行）；
- (14) 《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）》（HJ 651-2013）；
- (15) 《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》（HJ710.1-2014）；
- (16) 《生物多样性观测技术导则 水生维管植物》（HJ 710.12-2016）；
- (17) 《生物多样性观测技术导则 两栖动物》（HJ710.6-2014）；
- (18) 《生物多样性观测技术导则 爬行动物》（HJ710.5-2014）；
- (19) 《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ710.4-2014）；
- (20) 《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》（HJ710.3-2014）；
- (21) 《生物多样性观测技术导则 淡水底栖大型无脊椎动物》（HJ710.8-2014）；
- (22) 《淡水浮游生物调查技术规范》（SC/T 9402-2010）；
- (23) 《淡水渔业资源调查规范 河流》（SC/T 9429-2019）；
- (24) 《全国生态状况调查评估技术规范-生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166-2021）；
- (25) 《全国生态状况调查评估技术规范-生态系统服务功能评估》（HJ 1173-2021）；

- (26) 《工业企业土壤和地下水自行监测 技术指南（试行）》（HJ 1209-2021）；
- (27) 《危险废物管理计划和管理台账制定技术导则》（HJ 1259-2022）；
- (28) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；
- (29) 《一般工业固体废物管理台账制定指南（试行）》（生态环境部公告 2021 年第 82 号）；
- (30) 《有色金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0320-2018）；
- (31) 《有色金属采矿设计规范》（GB50771-2012）；
- (32) 《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）》（HJ 651-2013）；
- (33) 《排污许可证申请与核发技术规范总则》（HJ942-2018）；
- (34) 《排污许可证申请与核发技术规范 工业固体废物（试行）》（HJ1200-2021）。

1.1.4 国际公约及物种名录

- (1) 《生物多样性公约》（1993 年）；
- (2) 《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》（2021 年）；
- (3) 《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录（2019 年）；
- (4) 《中国特有种子植物的多样性及其地理分布》（2015 年）；
- (5) 《国家重点保护野生动物名录》（2021 年）；
- (6) 《国家重点保护野生植物名录》（2021 年）；
- (7) 《广西壮族自治区重点保护野生动物名录》（2022 年）；
- (8) 《广西壮族自治区重点保护野生植物名录》（2023 年）；
- (9) 《重点管理外来入侵物种名录》（2023 年 1 月 1 日施行）；
- (10) 《中国第一批外来入侵物种名单》（2003 年）；
- (11) 《中国第二批外来入侵物种名单》（2010 年）；
- (12) 《中国外来入侵物种名单（第三批）》（2014 年）；
- (13) 《中国自然生态系统外来入侵物种名单（第四批）》（2017）；
- (14) 《中国特有种子植物的多样性及其地理分布》（2015 年）；
- (15) 《中国生物多样性红色名录-高等植物卷》（2020），生态环境部 中国科学院公告 2023 年 第 15 号；

(16) 《中国生物多样性红色名录-脊椎动物卷》(2020), 生态环境部 中国科学院公告 2023 年 第 15 号;

(17) 《关于发布〈中国生物多样性红色名录-大型真菌卷〉的公告》(生态环境部 中国科学院 公告 2018 年第 10 号);

(18) 《全国极小种群野生植物拯救保护工程规划-极小种群(狭域分布)保护物种》(2011-2015 年)。

1.1.5 其他依据

(1) 环评委托书;

(2) 项目采矿证;

(3) 《广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿矿产资源开发利用方案》(广西建工第一建筑工程集团有限公司)及评审意见书(桂储评开审〔2022〕23 号);

(4) 《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿试验开采环境影响回顾性评价报告》及审查意见;

(5) 《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响报告书》及批复;

(6) 关于广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿开采工艺优化技改项目“三区三线”符合性意见的复函;

(7) 《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿 矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案》及评审意见书;

(8) 建设单位提供的项目其他资料。

1.2 评价程序

本项目评价工作程序见图 1.2-1。

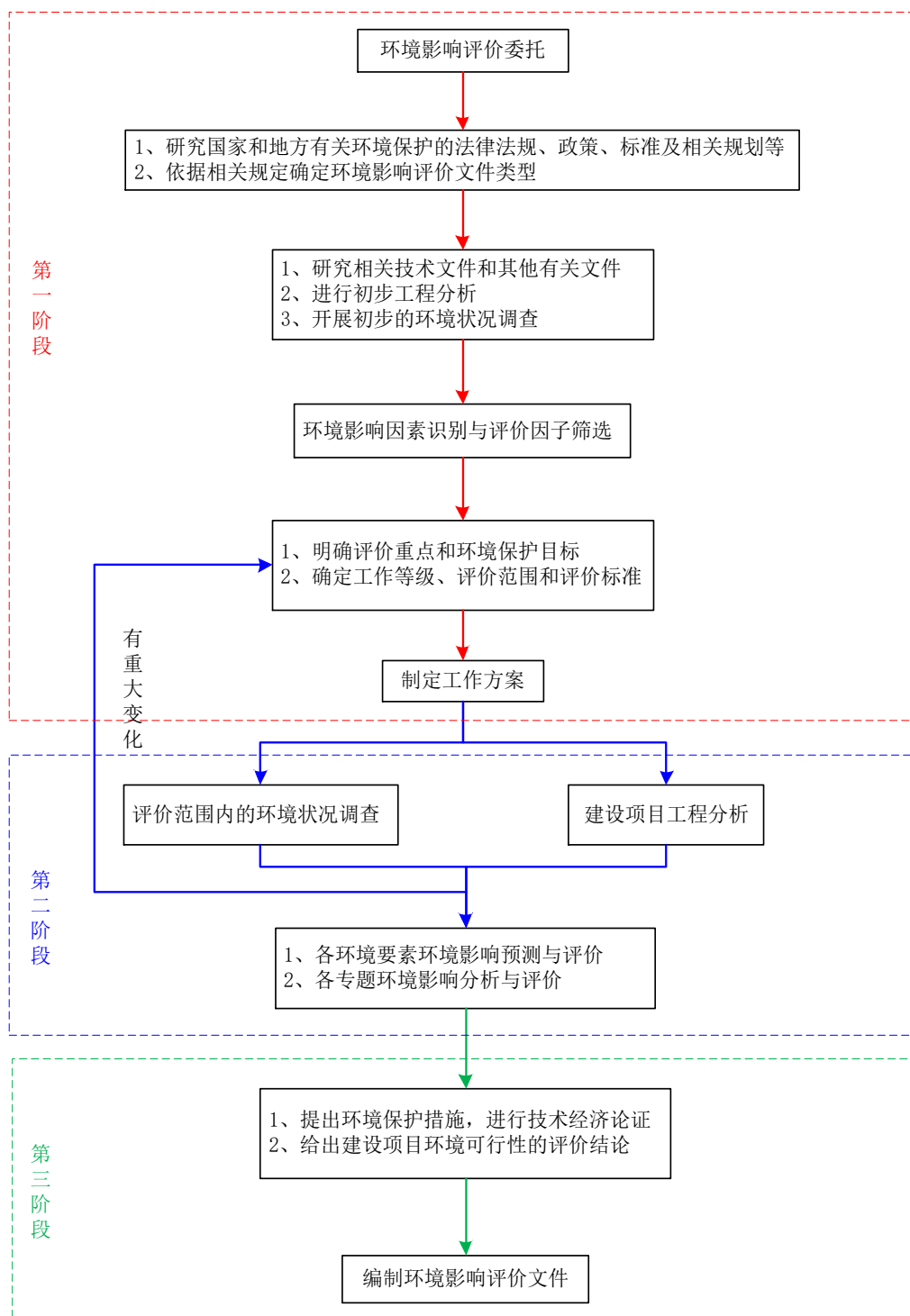


图1.2-1 建设项目环境影响评价工作程序图

1.3 环境影响因素识别和评价因子筛选

1.3.1 环境影响因素识别

根据技改项目的生产工艺和污染物排放特征以及所处地环境状况，分析工程对自然环境、生态环境、社会环境、人文资源等诸因素可能产生的影响，采用矩阵法对可能受到影响的环境要素进行识别，其结果见表 1.3-1。

表1.3-1 项目环境影响因素识别表

影响因素 开发活动		自然环境					社会经济环境			
		大气	水	声	生态	土壤	社会经济	生活水平	人群健康	就业
施工期	挖填土方	-1S		-1S	-1S	-1S	+2S	+1S	-1S	+1S
	物料堆存	-1S							-1S	
	材料运输	-1S		-1S					-1S	+1S
	建筑施工	-1S		-2S	-1S		+2S	+1S	-1S	+1S
运营期	废气排放	-1L			-1L				-1L	
	母液渗漏		-2L			-1L				
	废物处置		-1L		-1S				-1L	
	项目运营	-1L	-1L	-1S	-1S		+3L	+2L	-1L	+2L
开采结束后	降雨渗漏		-1L			-1L				

注：（1）表中“+”表示正效应，“-”表示负效应；

（2）表中数字表示影响相对程度，“1”表示轻微影响，“2”表示有中等影响，“3”表示有重大影响；

（3）表中“S”表示短期影响，“L”表示长期影响。

综合分析认为：稀土矿矿山开采在施工期、运营期和服务期满后影响周围环境的主要因素主要有地下水、地表水，其次是生态环境、固体废物，环境空气、声环境及事故引起的环境风险影响等。

（1）施工期影响：施工废水及生活污水对水环境的影响；矿山在施工开挖注液孔、截液沟、导流孔时产生的粉尘、运输车辆产生的扬尘等对环境空气的影响；施工机械设备产生的噪声对声环境的影响；开挖土方、生活垃圾等固体废物对环境的影响。

（2）运营期影响：主要是采区渗漏液对地下水、地表水环境的影响；母液处理车间生产过程硫酸挥发无组织排放对大气环境的影响、设备运转产生的噪音对声环境的影响等。

（3）开采结束后：主要是采区尾水（采区残留浸矿剂在雨水和地表径流作用下的解析）对地下水和地表水环境影响。

表1.3-2 项目环境影响因子一览表

阶段	影响要素	污染来源	影响因子	影响程度	污染特点
施工期	空气环境	施工机械、运输车辆	CO、SO ₂ 、NO ₂ 、THC	轻微	暂时性
		场地平整、材料堆存等	扬尘（TSP）	轻微	暂时性
		车辆运输洒落	TSP	轻微	暂时性

阶段	影响要素	污染源	影响因子	影响程度	污染特点	
	水环境	施工生活污水	COD _{Cr} 、NH ₃ -N、SS 等	轻微	暂时性	
		车辆冲洗	SS、石油类	轻微	暂时性	
	声环境	施工机械、运输车辆	L _{eq} (A)	轻微	暂时性	
		施工作业	L _{eq} (A)	轻微	暂时性	
	固体废物	生活垃圾	生活垃圾	轻微	暂时性	
		建筑垃圾	废土石方、建筑垃圾	轻微	暂时性	
生态环境	施工作业	植被破坏、土地利用	轻微	暂时性		
营运期 正常工 况	环境空气	无组织				
		开采	扬尘	轻度	面源	
		硫酸储罐区	硫酸雾	轻度	面源	
	水环境	渗漏母液	pH、COD、硫酸盐、Mg、钠等	轻度	连续性	
		渗漏淋洗液	pH、COD、硫酸盐、Mg、钠等	轻度	连续性	
		生活污水	COD _{Cr} 、BOD ₅ 、NH ₃ -N、SS	轻度	连续性	
	声环境	生产车间	L _{eq} (A)	轻微	连续性	
	固体废物	采场	注液孔废弃土石方、收液系统 废弃土石方	轻度	回填	
		母液处理车间	除杂渣、污水处理站污泥、废 弃包装袋等	轻度	有效处置	
		其他	生活垃圾	轻度	有效处置	

表1.3-3 污染影响型建设项目土壤环境影响源及影响因子识别表

污染源	工艺流程/节点	污染途径	全部污染物指标 ^a	特征因子	备注 ^b
注液孔	注液、淋洗	垂直入渗	pH、硫酸盐、镁、钠、含 盐量、铅、镉、砷	pH、硫酸 盐、镁、钠、 含盐量	正常排放
污水处理站	污水处理	垂直入渗	pH、硫酸盐、镁、钠、含 盐量、铅、镉、砷	pH、硫酸 盐、镁、钠、 含盐量	正常排放
母液处理车 间	除杂、沉淀	垂直入渗	pH、硫酸盐、镁、钠、含 盐量、铅、镉、砷	pH、硫酸 盐、镁、钠、 含盐量	正常排放

^a 根据工程分析结果填写。

^b 应描述污染源特征，如连续、间断、正常、事故等；涉及大气沉降途径的，应识别建设项目周边的土壤环境敏感目标。

表1.3-4 建设项目土壤环境影响类型与影响途径表

不同时段	污染影响型				生态影响型			
	大气沉降	地面漫流	垂直入渗	其他	盐化	碱化	酸化	其他
建设期								
运营期		√	√		√		√	
服务期满后		√	√		√		√	

注：在可能产生的土壤环境影响类型处打“√”，列表未涵盖的可自行设计。

1.3.2 评价因子筛选

根据对技改工程主要环境识别的分析结果，筛选出该项目在施工期和运营期的主要评价因子如表 1.3-5：

表1.3-5 项目环境影响评价因子一览表

环境要素	现状评价因子	影响评价因子
环境空气	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃ 、TSP、硫酸雾、氨	TSP、硫酸雾
地表水	pH 值、氨氮、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、铜、铅、锌、砷、镉、铬（六价）、汞、氟化物、氯化物、硝酸盐、硫酸盐、硫化物、石油类、镁离子、钠离子	氨氮、硫酸盐、镁、钠、砷、铅、镉等
地下水	pH、总硬度、溶解性总固体、耗氧量、硫酸盐、氯化物、氟化物、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、铁、锰、锌、铜、镉、铬、铅、砷、汞、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻	氨氮、硫酸盐、钠、镁、砷、铅、镉等
声	Leq[A]	Leq[A]
土壤	pH 值、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘、石油烃、总铬、全氮、氨氮、可溶性硫酸盐、镁、钠	pH、氨氮、硫酸根、镁离子、TDS、SSC、酸化等

表1.3-6 生态影响评价因子筛选表

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
物种	分布范围	工程占用导致植物个体减少，动物分布范围发生变化；直接	长期可逆	弱
	种群数量	工程占用植物各种群数量降低，动物部分种群数量下降；直接	短暂可逆	弱
	种群结构	对各个生长阶段植株无差别占用，动物在清表过程中会远离占地范围；直接	—	无
	行为	清表、施工行为、运营期噪声，使动物远离项目区域；直接和间接	长期可逆	中
生境	生境面积	动物生境和植物生境减少；直接	长期可逆	中
	质量	施工期及运营期扬尘及噪声降低动植物生境质量；直接和间接	长期不可逆	弱
	连通性	项目占用以及车辆通行降低了区域生境连通性，对植物授粉等影响较低；直接和间接	长期可逆	弱
生物群落	物种组成	工程占用导致边缘效应，导致区域植物和动物群落发生改变，周边类似生境较多，物种不会消失，直接和间接	长期不可逆	弱
	群落结构	群落水平分布发生改变；直接	长期不可逆	弱
	植被覆盖度	区域植被覆盖度降低；直接	长期可逆	弱

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
生态系统	生产力	区域植物生产力降低；直接和间接	长期可逆	弱
	生物量	区域植物生物量下降；直接	长期可逆	弱
	生态系统功能	水源涵养能力有一定程度下降；直接	长期可逆	弱
生物多样性	物种丰富度	物种个体数目下降，但种类数不变；直接	短期可逆	弱
	均匀度	物种分布格局及各物种种群数量基本保持不变；直接	短期可逆	弱
	优势度	短期内区域草本植物群落占优；间接	—	弱
生态保护红线	主要保护对象	主要保护对象为水土保持以及水源涵养林地，项目临近左江干流流域-高峰岭水源涵养生态保护红线，不占用	长期可逆	弱
	生态功能	临近左江干流流域-高峰岭水源涵养生态保护红线，对生态系统功能发挥影响小	长期可逆	弱

1.4 评价工作等级

1.4.1 大气评价等级

1.4.1.1 大气等级判定依据

根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），选择推荐模式中的估算模式对本项目的大气环境影响评价工作进行分级。

根据项目工程分析结果，项目排放的空气污染物主要为硫酸雾等，故选择以上因子作为主要污染物，计算污染物的最大地面浓度占标率 P_i （第 i 个污染物）及地面浓度达标准限值 10% 时所对应的最远距离 $D_{10\%}$ 。

其中 P_i 定义为：

$$P_i = C_i / C_{oi} \times 100\%$$

式中：

P_i ——第 i 个污染物的最大地面浓度占标率，%；

C_i ——采用估算模式计算出的第 i 个污染物的最大地面浓度， mg/m^3 ；

C_{oi} ——第 i 个污染物的环境空气质量标准， mg/m^3 。硫酸雾选用 HJ2.2-2018

附录 D 参考限值。

表1.4-1 评价工作等级

评价工作等级	评价工作分级判据
一级	$P_{\max} \geq 10\%$
二级	$1\% \leq P_{\max} < 10\%$
三级	$P_{\max} < 1\%$

评价工作等级按表 1.4-1 分级判据进行划分。最大地面浓度占标率 P_i 按上述公式计算。根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），利用大气环评专业辅助系统（EIAProA）大气预测软件，采用 AERSCREEN 模型筛选计算。

1.4.1.2 估算模式参数

估算模式参数如下：

表1.4-2 项目厂区估算模型参数表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数（城市选项时）	/
最高环境温度/°C		41.2
最低环境温度/°C		-1.9
土地利用类型		落叶林
区域湿度条件		潮湿
地面分扇区数及度数		共设一个扇形区域 0°~360°（落叶林）
AERMET 通用地表类型		落叶林
AERMET 通用地表湿度		潮湿气候
是否考虑地形	考虑地形	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	地形数据分辨率/m	90m
是否考虑岸线 熏烟	考虑岸线熏烟	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否
	岸线距离/km	项目周边 3km 范围内无大型水体
	岸线方向/°	/

1.4.1.3 估算结果

AERSCREEN 模型计算得出的估算结果表明，最大占标率 $P_{max}=0.50%<1%$ ，占标率 10%的最远距离 $D_{10\%}$ 为 0m，根据大气导则判定环境空气评价工作等级为三级，不需要设置大气评价范围。

表1.4-3 主要污染源估算模型计算结果表

序号	污染源名称		污染因子	下风向最大质量浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	最大浓度占标率%	占标准 10%对应 $D_{10\%}$ (m)
1	面源	硫酸储罐区	硫酸雾	1.4896	0.50	/

1.4.2 地表水评价等级

本技改工程生产期间生产废水全部返回生产工序循环使用，无废水排放；浸采完成后对采区采用清水清洗，清洗尾水直接用于下一批次采场浸矿补充水；最后一个矿区淋洗结束后，清洗水处理达标后排入无名水沟 1，彻底闭矿后无废水排放。生活污水经厕所收集后用于周围林灌。根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ2.3-2018）中有关规定， $200\text{m}^3/\text{d}\leq Q < 20000\text{m}^3/\text{d}$ ，或 $6000\leq W < 600000$ ，直接排放项目为二级评价。

截获工程截获污水污染物主要是 pH、硫酸盐、镁、钠、氨氮等，W 为 48，因此本次地表水评价等级按二级进行评价。

1.4.3 地下水评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）的规定，本项目为采选（含单独尾矿库）中的其他，类别为Ⅲ类，母液处理车间项目为采选（含单独尾矿库）中的选矿厂，类别为Ⅱ类。项目位于火山岩水文地质单元内，处于崇左向斜核部低山丘陵火山岩区，山脊为地表水与地下水的分水岭边界，沟谷、洼地为地下水的排泄边界，微-未风化流纹质角砾熔岩为底部隔水层边界。根据地下水的径流排泄方向，可分为 3 个次级水文地质单元，分别为屯垌溪次级水文地质单元、数村溪次级水文地质单元及东南部次级水文地质单元。矿区外东部存在居民饮用水井（如百叫、那民、岜珍屯等），敏感程度为较敏感。同时由于本项目开采采用原地浸矿工艺，项目整体按Ⅰ类项目考虑，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）表 2，按照评价工作等级分级，本项目地下水环境影响评价工作等级为一级。

表1.4-4 地下水评价工作等级分级表

项目类别	I	II	III
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

1.4.4 噪声评价等级

本项目位于规划采矿区内，声功能区为《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 2 类区。项目评价范围内无声环境敏感目标，受影响人群较少，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）：“5.1.3 建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 1 类、2 类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增高量在 3dB（A）~5dB（A），或受噪声影响人口数量增加较多时，按二级评价。”故按导则规定确定评价工作等级为二级。

1.4.5 生态评价等级

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），陆生生态和水生生态可分开评价，由于项目涉水工程不涉及水生生态敏感区，项目建设不会导致水文情势发生明显改变，水生生态评价等级为三级。

对于陆生生态，根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022）、《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）、《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），本工程对地下水水位和土壤影响范围主要集中在设计开采区，该范围涉及部分公益林，生态评价范围分布有左江干流流域-高峰岭水源涵养生态保护红线，但不占用，综上，项目评价范围陆生生态影响评价等级为二级。

表1.4-5 生态评价工作等级表

评价内容	工作等级	划分依据	项目实际情况
生态影响	/	涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；	项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境。
	/	涉及自然公园时，评价等级为二级；	项目评价范围内不涉及自然公园。
	二级	涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；	临近左江干流流域-高峰岭水源涵养生态保护红线，陆生生态影响评价等级为二级。
	/	根据 HJ 2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；	根据 HJ 2.3，项目不属水文要素影响型。
	/	根据 HJ 610、HJ 964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；	在地下水和土壤影响方面，评价范围有公益林分布，陆生生态影响评价等级为二级。
	/	当工程占地规模大于 20km ² 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定；	本工程占地规模小于 20.0km ² 。
	三级	上述情况以外，且不涉及水生生态敏感区，评价等级为三级。	水生生态等级为三级。
项目评价等级评定			陆生生态和水生生态可以分开评价，对于陆生生态，项目评价范围内涉及临近生态红线区域定为二级；对于水生生态，涉及饮用水保护区及占用生态红线水域定为级:其余区域定为三级，

1.4.6 风险评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 B，项目涉及危险物质为 98%硫酸等。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）计算，项目危险物质数量与临界量比值 $Q=3$ ，行业及生产工艺 M2，危险物质及工艺系统危险性 P 等级为 P4，环境风险潜势等级为 III 级，确定风险评价工作级别为二级。其中，大气环境敏感程度为 E1，大气环境风险评价等级为二级；地表水环境敏感程度分级为 E2，地

表水环境风险评价等级为三级；地下水环境敏感程度分级为 E2，地下水环境风险评价等级为三级。

表1.4-6 评价工作等级划分

序号	项目 P 等级	环境要素	环境敏感程度	该种要素环境风险潜势等级	项目环境风险潜势等级
1	P4	大气环境	E1	III	III
2		地表水环境	E2	II	
3		地下水环境	E2	II	

1.4.7 土壤评价等级

依据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（试行）（HJ964-2018）表 A.1 土壤环境影响评价项目类别，本项目属于“采矿业”类中的“金属矿”，属于I类项目。根据稀土矿山特征，原地浸矿采场既为生态影响型，又为污染影响型场地，母液处理车间为污染影响型场地。

（1）生态影响型

本次监测结果表明矿区及周边土壤 pH 值为 4.02~7.46，含盐量 0.21~0.5g/kg，a 为 0.73，开采区敏感程度取较严值，因此敏感程度为敏感，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），判定评价等级为一级。

表1.4-7 生态影响型敏感程度分级表

敏感程度	判别依据		
	盐化	酸化	碱化
敏感	建设项目所在地干燥度 $a > 2.5$ 且常年地下水位平均埋深 $< 1.5m$ 的地势平坦区域；或土壤含盐量 $> 4g/kg$ 的区域	$pH \leq 4.5$	$pH \geq 9.0$
较敏感	建设项目所在地干燥度 > 2.5 且常年地下水位平均埋深 $\geq 1.5m$ 的，或 $1.8 < \text{干燥度} \leq 2.5$ 且常年地下水位平均埋深 $< 1.8m$ 的地势平坦区域；建设项目所在地干燥度 > 2.5 或常年地下水位平均埋深 $< 1.5m$ 的平原区；或 $2g/kg < \text{土壤含盐量} \leq 4g/kg$ 的区域	$4.5 < pH < 5.5$	$8.5 < pH < 9.0$
不敏感	其他	$5.5 < pH < 8.5$	

a 是指采用 E601 观测的多年平均水面蒸发量与降水量的比值，即蒸降比值。

表1.4-8 生态影响型评价工作等级划分表

项目类别 敏感程度	I类	II类	III类
敏感	一级	二级	三级
较敏感	二级	二级	三级
不敏感	二级	三级	-

注：“-”表示可不开展土壤环境影响评价工作。

（2）污染影响型

原地浸矿采场，注入硫酸镁浸矿液，对土壤环境存在污染风险，项目类别为 I 类。按照污染型场地，设计开采面积 69.69hm²，母液处理车间占地面积约 2.88hm²，共 72.57hm² 规模判定为大型（≥50hm²）。矿区周边均有居民点和农田，依据敏感程度分级表 1.4-9，考虑敏感程度为“敏感”。本项目污染影响型土壤评价工作等级分级详见表 1.4-10，确定本项目污染影响型土壤评价等级为一级。

表1.4-9 污染影响型敏感程度分级表

敏感程度	判断依据
敏感	建设项目周边存在耕地、园区、牧草地、饮用水水源地或居民区、学校、医院、疗养院、养老院等土壤环境敏感目标的
较敏感	建设项目周边存在的其他土壤环境敏感目标的
不敏感	其他情况

表1.4-10 污染影响型评价工作等级划分表

评价工作等级 敏感程度	I 类			II 类			III 类		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小
敏感	一级	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级
较敏感	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	-
不敏感	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	-	-

注：“-”表示可不开展土壤环境影响评价工作。

1.4.8 评价等级小结

据以上分析，本项目的的评价工作等级划分见表 1.4-11。

表1.4-11 评价工作等级划分表

评价内容	工作等级	判据	建设项目情况
空气环境	三级	依据 HJ/2.2-2018，主要污染物最大地面浓度占标率 $P_{max} < 1\%$ ；大气评价等级为三级	大气污染物的最大占标率为 $P_{max} = 0.5\% < 1\%$ ，评价等级为三级
地表水环境	二级	依据 HJ2.3-2018，直接排放， $200 \leq Q < 20000$ ，或 $6000 \leq W < 600000$ 间接排放建设项目，评价工作等级为二级。	生活污水经收集后用于周围林灌，不外排；正常生产时生产废水回用生产工序，不外排；截获工程截获污水污染物主要是 pH、硫酸盐、镁、钠、氨氮等，W 为 48。
地下水环境	一级	依据 HJ610-2016，I 类项目环境敏感程度为敏感，评价工作等级等于一级。	项目属于 I 类项目，项目周边有分散居民地下水井，地下水环境为较敏感。
声环境	二级	依据 HJ/2.4-2021，处在 GB3096 规定的 1 类、2 类地区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增高量在 3dB (A) ~5dB (A)，或受噪声影响人口数量增加较多时	项目选址位于 GB3096-2008 规定的 2 类标准地区，厂界执行 2 类标准。
生态环境	二级	根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022) 根据 HJ 610、HJ 964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影	<u>由于项目涉水工程不涉及水生生态敏感区，项目建设不会导致水文情势发生明显改变，水生生态评价等级为三级。评价范围属于城市近郊，不涉及生态敏感区，区域植被较为单一，不是区域明星物种白头</u>

评价内容		工作等级	判据	建设项目情况
			响评价等级不低于二级；在矿山开采可能导致矿区土地利用类型明显改变，评价等级应上调一级	叶猴的分布区域，分布的重要野生动植物相对较少， <u>综上，项目评价范围陆生生态影响评价等级为二级。</u>
环境风险	大气	二级	根据 HJ169-2018，环境敏感程度为 E1，环境风险潜势等级 III，则为二级评价；环境敏感程度分级为 E2，环境风险潜势等级 II，地表水环境风险评价等级为三级	大气环境敏感程度为 E1，环境风险潜势等级 III，大气环境风险评价等级为二级
	地表水	三级		地表水环境敏感程度分级为 E2，环境风险潜势等级 II，地表水环境风险评价等级为三级
	地下水	三级		地下水环境敏感程度分级为 E2，环境风险潜势等级 II，地下水环境风险评价等级为三级
土壤环境		一级	根据 HJ964-2018，生态环境影响型项目敏感程度为敏感，土壤环境影响评价项目类别为 I 类，工作等级定为一 级。	项目土壤环境影响评价项目类别为 I 类，所处区域含盐量 0.21~0.5g/kg，为中度酸化区，为敏感区
			根据 HJ964-2018，占地规模为大型（≥50hm ² ），敏感程度为敏感，土壤环境影响评价项目类别为 I 类，工作等级定为一 级。	项目开采区占地面积占地 77.19hm ² ，母液处理车间占地面积约 2.88hm ² ，共 80.07 hm ² ；敏感程度为敏感，项目土壤环境影响评价项目类别为 I 类

1.5 评价范围

本次各环境要素的评价范围见表 1.5-1。

表1.5-1 各环境要素评价范围

编号	项目	评价范围	
1	大气环境	大气评价等级为三级，不设大气评价范围	
2	地表水环境	<u>屯垌水库至屯垌溪与黑水河汇合口，共 4.5km；数村溪至黑水河汇合口，共 6.1km；黑水河与数村溪汇合口上游 200m 至黑水河与屯垌溪汇合口下游 200m，共 6.4km；矿界内无名水沟。</u>	
3	地下水环境	采用 HJ 610-2016 中推荐的自定义法确定评价范围。以矿区范围内为主要评价范围，其周边以碳酸盐岩地层接触面为边界，底部以完整的火山岩为边界。地表水流域，地表水分水岭与地下水分水岭一致，沟谷、洼地为地下水的排泄边界，微、未风化流纹质角砾熔岩为底部隔水层边界； <u>矿区内又可细分为屯垌溪次级水文地质单元、数村溪次级水文地质单元及东南部次级水文地质单元三个次级水文地质单元，本项目各开采矿段分布于上述三个次级水文地质单元内；评价范围面积约为 17.3 平方千米。评价范围内水文地质测绘精度为 1/50000，矿区内各次级水文地质单元水文地质测绘精度为 1/5000</u>	
4	声环境	为母液处理车间边界外 200m 范围内	
5	生态环境	生态影响评价范围西北侧以数村溪为界，东北、南侧以第一山脊线为界，西北侧平坦地区以道路为界，东南侧以道路为界，共 13.27km ²	
6	环境风险	大气环境	项目厂界外扩 5km
		地表水环境	屯洞溪：矿区排放口至黑水河汇合口
		地下水环境	屯垌溪次级水文地质单元、数村溪次级水文地质单元及东南部次级水文地质单元
7	土壤环境	项目占地及周边 5km	

1.6 评价标准

1.6.1 环境功能区划

项目所在区域环境功能属性详见表 1.6-1。

表1.6-1 项目所在区域环境功能区划

序号	项目	环境功能区划类别
1	环境空气	本项目位于崇左市江州区，属于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）所规定的二级标准，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准
2	地表水环境	根据《广西壮族自治区水功能区划》，屯洞溪、屯洞水库、数村溪、黑水河为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类，矿界内无名小沟参照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类执行，重点关注沿程浓度变化情况
3	地下水环境	地下水执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的III类标准
4	声环境	项目所在位置属于《声环境质量标准》（GB3096-2008）中2类区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准
5	生态环境	项目所在区域不涉及重要生态功能区

1.6.2 环境质量标准

(1) 环境空气质量标准

本项目 SO₂、NO₂、TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、CO、O₃ 执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准。硫酸雾执行《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 参考限值。

表1.6-2 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）（摘录）

污染物	取值时间	浓度限值		
		单位	数值	来源
二氧化硫（SO ₂ ）	年平均	μg/m ³	60	《环境空气质量标准》 （GB3095-2012）二级标准及修改单
	24小时平均		150	
	1小时平均		500	
二氧化氮（NO ₂ ）	年平均	μg/m ³	40	
	24小时平均		80	
	1小时平均	μg/m ³	200	
可吸入颗粒物（PM ₁₀ ）	年平均	μg/m ³	70	
	24小时平均	μg/m ³	150	
细颗粒物（PM _{2.5} ）	年平均	μg/m ³	35	
	24小时平均	μg/m ³	75	
总悬浮颗粒物（TSP）	年平均	μg/m ³	200	
	24小时平均	μg/m ³	300	
CO	24小时平均	mg/m ³	4	
	1小时平均	mg/m ³	10	
O ₃	日最大8小时平均	μg/m ³	160	
	1小时平均	μg/m ³	200	
硫酸雾	1小时平均	μg/m ³	300	《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D
	24小时平均	μg/m ³	100	

(2) 地表水环境质量标准

区域地表水水质执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III类标准。

表1.6-3 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）（摘录）单位：mg/L，pH 值除外

序号	水质指标	III类标准	序号	水质指标	III类标准
1	pH 值（无量纲）	6~9	11	砷 \leq	0.05
2	COD _{Cr} \leq	20	12	总汞 \leq	0.0001
3	BOD ₅ \leq	4	13	石油类	0.05
4	高锰酸钾盐指数 \leq	6	14	氟化物 \leq	1.0
5	氨氮 \leq	1.0	15	硫化物 \leq	0.2
6	铜 \leq	1.0	16	石油类 \leq	0.05
7	锌 \leq	1.0	17	氯化物* \leq	250
8	铅 \leq	0.05	18	硝酸盐* \leq	10
9	六价铬 \leq	0.05	19	硫酸盐* \leq	250
10	镉 \leq	0.005			

注：*硝酸盐、硫酸盐、氯化物参照《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）表 2 中集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值。

（3）地下水环境质量标准

地下水环境执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的III类标准。

表1.6-4 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）（摘录）单位：mg/L（pH 值除外）

序号	项目	III类标准
1	pH 值	6.5~8.5
2	溶解性总固体	≤ 1000
3	总硬度（以 CaCO ₃ 计）	≤ 450
4	耗氧量	≤ 3.0
5	硝酸盐	≤ 20
6	亚硝酸盐	≤ 1.0
7	氨氮（NH ₃ -N）	≤ 0.5
8	砷	≤ 0.01
9	汞	0.001
10	铅	≤ 0.01
11	镉	≤ 0.005
12	六价铬	≤ 0.05
13	锌	≤ 1.00
14	铜	≤ 1.00
15	硫酸盐	≤ 250
16	铁	≤ 0.3
17	钠	≤ 200
18	氯化物	≤ 250

（4）声环境质量标准

项目所在区域的声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

表1.6-5 《声环境质量标准》（GB3096-2008）（摘录） 单位：dB（A）

声环境功能区类别	昼间	夜间
2 类	60	50

（5）土壤环境

矿区内建设用地土壤环境执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1 第二类用地的筛选值标准。项目周边农用地土壤土质执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）。

表1.6-6 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（摘录） 单位：mg/kg

序号	污染物项目	筛选值	管制值
		第二类用地	第二类用地
1	砷	60	140
2	镉	65	172
3	铬（六价）	5.7	78
4	铜	18000	36000
5	铅	800	2500
6	汞	38	82
7	镍	900	2000
8	四氯化碳	2.8	36
9	氯仿	0.9	10
10	氯乙烷	37	120
11	1,1-二氯乙烷	9	100
12	1,2-二氯乙烷	5	21
13	1,1-二氯乙烯	66	200
14	顺-1,2-二氯乙烯	596	2000
15	反-1,2-二氯乙烯	54	163
16	二氯甲烷	616	2000
17	1,2-二氯丙烷	5	47
18	1,1,1,2-四氯乙烷	10	100
19	1,1,2,2-四氯乙烷	6.8	50
20	四氯乙烯	53	183
21	1,1,1-三氯乙烷	840	840
22	1,1,2-三氯乙烷	2.8	15
23	三氯乙烯	2.8	20
24	1,2,3-三氯丙烷	0.5	5
25	氯乙烯	0.43	4.3
26	苯	4	40
27	氯苯	270	1000
28	1,2-二氯苯	560	560
29	1,4-二氯苯	20	200
30	乙苯	28	280
31	苯乙烯	1290	1290
32	甲苯	1200	1200
33	间二甲苯+对二甲苯	570	570
34	邻二甲苯	640	640
35	硝基苯	76	760
36	苯胺	260	663
37	2-氯酚	2256	4500
38	苯并[a]蒽	15	151
39	苯并[a]芘	1.5	15
40	苯并[b]荧蒽	15	151
41	苯并[k]荧蒽	151	1500

序号	污染物项目	筛选值	管制值
		第二类用地	第二类用地
42	蒽	1293	12900
43	二苯并[a,h]蒽	1.5	15
44	茚并[1,2,3-cd]芘	15	151
45	萘	70	700
46	总石油烃 (C ₁₀ ~C ₄₀)	4500	9000

表1.6-7 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》单位：mg/kg

序号	项目		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	锌		200	200	250	300

表1.6-8 土壤盐化分级标准

分级	土壤含盐量 (SSC) / (g/kg)	
	滨海、半湿润和半干旱地区	干旱、半荒漠和荒漠地区
未盐化	SSC<1	SSC<2
轻度盐化	1≤SSC<2	2≤SSC<3
中度盐化	2≤SSC<4	3≤SSC<5
重度盐化	4≤SSC<6	5≤SSC<10
极重度盐化	SSC≥6	SSC≥10

注：根据区域自然背景状况适当调整

表1.6-9 土壤酸化、碱化分级标准

土壤 pH 值	土壤酸化、碱化强度
pH<3.5	极重度酸化
3.5≤pH<4.0	重度酸化
4.0≤pH<4.5	中度酸化
4.5≤pH<5.5	轻度酸化
5.5≤pH<8.5	无酸化或碱化
8.5≤pH<9.0	轻度碱化
9.0≤pH<9.5	中度碱化
9.5≤pH<10.0	重度碱化
pH≥10.0	极重度碱化

注：土壤酸化、碱化强度指受人为影响后呈现的土壤 pH 值，可根据区域自然背景状况适当调整。

1.6.3 污染物排放标准

(1) 大气污染物

施工期大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中表 2 的无组织排放监控浓度限值。

运营期生产工艺废气执行《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）中表 5 和表 6 的规定，见表 1.6-10。

表1.6-10 生产工艺废气执行标准

污染因子	排放限值			标准名称及类别
	企业边界浓度	1.0	mg/m ³	
颗粒物	度	1.2	mg/m ³	《稀土工业污染物排放标准》 (GB26451-2011)表 6
硫酸雾				

(2) 废水污染物

施工期废水经过场地沉砂处理后，用于施工区洒水降尘和施工回用水，不外排。

运营期废水排放执行《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）表 2 新建企业直接排放标准，为进一步改善区域水环境质量，本次技改要求污水处理站外排废水中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求；硫酸盐（以 SO₄²⁻计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016-2018）中表 1 一级排放限值（≤800mg/L）标准要求。

表1.6-11 废水排放标准 单位：mg/L（pH 除外）

序号	污染物项目	直接排放	间接排放	污染物排放监控位置	标准
1	pH 值	6~9	6~9	企业废水总排放口	稀土工业污染物排放标准（GB 26451-2011）及修改单
2	悬浮物	50	100		
3	氟化物(以 F 计)	8	10		
4	石油类	4	5		
5	化学需氧量	70	100		
6	总磷	1	5		
7	总氮	30	70		
8	总锌	1.0	1.5		
9	钍、铀总量	0.1		车间或生产设施废水排放口	
10	总镉	0.05			
11	总铅	0.2			
12	总砷	0.1			
13	总铬	0.8			
14	六价铬	0.1			
15	氨氮	1		《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准	
16	硫酸盐(以 SO ₄ ²⁻ 计)	800		参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016-2018）中表 1 一级排放限值标准执行	

(3) 噪声排放标准

项目施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的标准；营运期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准。

表1.6-12 噪声污染控制标准

标准名称	项目	标准值 (dB (A))
《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）	昼间	70
	夜间	55
《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类	昼间	60
	夜间	50

（4）固废处置

一般固体废物暂存区满足防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求，回填区等环境管理满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中有关规定；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中的有关规定。

1.7 环境保护目标

1.7.1 环境空气保护目标

本项目大气环境评价等级为三级，不设置大气评价范围，无大气环境保护目标。

1.7.2 地表水环境保护目标

矿区周边地表水无集中式饮用水取水点，距离矿区最近的集中式水源地位于项目区黑水河上游约 10km 的黑水河江州新和饮用水源区（黑水河江州区新和镇那立水坝至江州区新和水电站段），以及位于黑水河下游约 25km 的左江崇左饮用水源区（左江水利枢纽坝址至崇左水文站段）。距离矿区下游最近地表水保护目标为矿区内季节性无名水沟、屯垌水库（灌溉功能）、屯垌溪、数村溪、黑河水。地表水环境保护目标详见表 1.7-1。

表1.7-1 地表水环境保护目标

序号	保护目标	概况	与最近矿块方位	距离
1	屯垌水库	水库上游积雨区面积 3.04km ² ，库底标高 169.82m，功能为灌溉，位于矿区内部。	西侧，矿区内	矿区内
2	屯垌溪	黑水河支流，位于矿区西侧屯垌水库下游	西侧	发源于矿区内
3	矿区内无名水沟 1~4	矿区内两侧山体汇水形成的冲沟，下游汇入屯垌水库	西侧	矿区内
4	矿区内无名水沟 5~6	矿区南侧山体汇水形成冲沟	南侧	矿区内
5	数村溪	黑水河支流，位于矿区北侧 500 m 处	北侧，矿区内	发源于矿区内
6	黑水河	左江一级支流，位于矿区西侧	西侧	2200m

注：屯垌溪、数村溪、矿界内无名水沟未划定地表水功能区划。

1.7.3 地下水环境保护目标

经调查，矿区及周边无地下水水源地保护区分布，无特殊地下水资源（如热水、矿泉水、温泉等）保护区分布。矿区内无民井分布，矿区内低洼地带分布有下降泉水，但无饮用功能；矿区外民井主要分布在周边村屯。

1、民井

目前那民、百叫、那温的供水工程是从那民以东 2.4km 的更亨屯山泉水（机井）引水；屯垌为屯垌以南 700m、黑水河沿岸的地下水水井。地下水环境保护目标为矿区周边的地下水、原地浸矿采场下游及周边居民水井。

2、泉水

矿区外泉水主要分布在矿区外东南侧金楼断层一带，其中泉点 M05 为雁楼村集中供水点，岜雁屯以分散泉点为取水来源，除 M05 外其余矿区外围泉点大部分无饮用功能。地下水环境保护目标详见表 1.7-2。

表1.7-2 地下水环境保护目标

序号	村屯	坐标		距离 m	相对 位置	人数	取水类型及方式	与矿区上下游关系	所在次级水文地质单元
1	那民屯	107° 15' 1.184" E	22° 26' 53.208" N	200	东	89	更亨屯山泉水（民井）	下游	东南次级水文地质单元
2	那温屯	107° 14' 26.574" E	22° 26' 21.558" N	1170	南	130		下游	
3	那岜屯	107° 14' 2.0" E	22° 25' 37.693" N	2520	南	500	民井	下游	
4	岜雁屯	107° 15' 31" E	22° 27' 29.340" N	850	东	99	分散泉水	侧游	
5	岜珍屯	107° 15' 1.0" E	22° 26' 44.261" N	470	东南	34	民井	下游	
6	百叫屯	107° 14' 44" E	22° 26' 29.05" N	940	南	105	更亨屯山泉水（民井）	下游	
7	雁楼	107°15'08.26"E	22°27'00.03"N	740	西	512	M05 下降泉	下游	
8	宜村	107°15'51.34"E	22°28'08.69"N	1480	东北	520	民井	侧游	
9	更亨屯	107°15'57.32"E	22°28'9.21"N	2470	东	112	民井	侧游	
10	稠村	107°15'15.11"E	22°28'22.45"N	1189	东	55	民井	侧游	
11	叫城	107°12'34.89"E	22°28'57.20"N	1590	西北	170	民井	侧游	数村溪次级水文地质单元
12	屯垌	107°12'43.92"E	22°26'56.58"N	1460	西	700	民井	下游	屯垌次级水文地质单元

1.7.4 生态环境保护目标

本次技改项目生态环境保护目标见表 1.7-3。

表1.7-3 生态环境保护目标

序号	敏感目标	与项目边界线位置关系	保护级别/涉及或影响长度	保护对象/内容
重要野生植物、古树名木				
4	保护植物	评价范围内	自治区级	美丽崖豆藤

序号	敏感目标	与项目边界线位置关系	保护级别/涉及或影响长度	保护对象/内容
	特有植物	评价范围内	中国特有	红花青藤、红鳞蒲桃、锈毛莓、锥、毛冬青、显齿蛇葡萄、白花龙、单色蝴蝶草、露兜草，共 9 种。
重要野生动物				
2	重要野生动物	评价区域	国家二级重点保护野生动物	蛇雕、黑翅鸢、普通鵟、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、领角鸮、斑头鸮、红隼、画眉、豹猫，共 10 种。
			广西壮族自治区重点保护的野生动物	广西重点保护动物 22 种，其中爬行类 1 种，即变色树蜥；鸟类 20 种，分别为池鹭、四声杜鹃、戴胜、赤红山椒鸟、黑卷尾、发冠卷尾、棕背伯劳、红嘴蓝鹊、大嘴乌鸦、大山雀、红耳鹎、白头鹎、白喉红臀鹎、黄腰柳莺、长尾缝叶莺、棕颈钩嘴鹎、八哥、乌鸫、黑脸噪鹛、凤头鹛。哺乳类 1 种，为黄鼬。
			特有种	中国壁虎 1 种。
			易危	铅色水蛇和豹猫，共计 2 种
生态公益林				
3	公益林	评价范围内共有自治区级公益林 273.08 hm ² ，矿区范围内分布有自治区级公益林 7.56 hm ² 。	自治区级公益林	公益林水源涵养功能
4	永久基本农田	矿区范围内	永久基本农田	永久基本农田 4.3537 公顷
生态红线				
5	生态红线	生态评价范围内	左江干流流域—高峰岭水源涵养区在本项目的北部，距离矿区范围 10m，距离母液处理车间 880m，距离设计开采区 230m	评价范围分布有左江干流流域-高峰岭水源涵养生态保护红线，该生态保护红线林地属地多为国家二级公益林，主要功能为水源涵养。

1.7.5 土壤保护目标

本项目土壤环境敏感保护目标主要为评价区内的农用地土壤和永久基本农田。

2 工程概况及工程分析

2.1 现有工程基本情况

2.1.1 矿区整体历史情况回顾

现广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿历史已久，矿山所属公司经历多次变更，矿山各采区也经过了整合，矿区整体历史情况归纳如下：

2.1.1.1 矿山开采历史沿革

1988 年，六汤稀土矿开始筹建，原属国有矿山，为原崇左县矿产公司（崇左市成立时变更为崇左市矿产公司）所有，矿产公司原隶属江州区经贸局。

1989 年广西壮族自治区地矿局为该矿山颁发了采矿许可证，有效期限 10 年（自 1989 年 4 月至 1999 年 4 月）。由于种种原因，矿山建成后基本一直处于停产和半停产状态。

2001 年 4 月由广西壮族自治区国土资源厅颁发采矿许可证，证号为 4500000140009，采矿权人为崇左县矿产公司，矿山名称为崇左县矿产公司六汤稀土矿，得到采矿许可证后恢复生产，在矿区中部开展采剥工作（采剥区域见附图 3 中所示“2005 年以前采空区”），采用堆浸方式进行开采。但由于新安装的水电设备运转不正常等原因，2001~2003 年也未能正常生产，三年仅生产 REO 量 140t；2004 年 4 月矿山完善供水供电设施，并对生产进行了扩能改造，生产才基本得以正常。

2005 年 4 月有效期届满后，办理了采矿权延续、变更登记，采矿权人更名为崇左市矿产公司，矿山名称变更为崇左市矿产公司六汤稀土矿。但从 2005 年起至 2010 年，由于种种原因，矿山并未进行开采工作。

2009 年崇左市政府通过引进广西有色金属集团稀土开发有限公司管理六汤稀土矿，并于当年 4 月 1 日成立了广西有色金属集团崇左稀土开发有限公司（国有企业）。

2009 年 3 月至 2010 年 12 月期间，公司进行了采矿许可证及相关证件的办理，六汤稀土矿也于 2011 年 1 月份正式恢复生产，2011 年采用新的原地浸矿工艺后共生产稀土 133.47t（REO）。

2010 年 5 月广西有色金属集团稀土开发有限公司通过增资扩股形式使广西有色金属集团崇左稀土开发有限公司成为国有控股企业。

2011 年 5 月 5 日广西壮族自治区国土资源厅采矿权转让审批通知（桂国土资转让〔2011〕第 9 号文），同意将崇左市矿产公司六汤稀土矿《采矿许可证》转让给广西有色金属集团崇左稀土开发有限公司。

2011 的 12 月，广西有色金属集团公司将崇左稀土公司整体转让给中铝广西有色稀土开发有限公司，从而成为中铝广西有色稀土开发有限公司的控股子公司（仍为国有控股企业）和中国铝业稀有稀土板块的稀土矿山实体企业之一。

2012 年 3 月，公司完成了企业名称的工商变更，企业名称由“广西有色金属集团崇左稀土开发有限公司”变更为“中铝广西有色崇左稀土开发有限公司”，2012 年 12 月完成了采矿权证变更。

2014 年~2015 年进行了采矿权与探矿权两证合一整合，2015 年 4 月 2 日取得两证整合扩界后的采矿权证，矿区面积由 0.8643km^2 扩大至 4.048 km^2 ，并办理了相应的环保、安全等审批手续。

2020 年 4 月，采矿权人名称由中铝广西崇左有色稀土开发有限公司变更为广西国兴稀土矿业有限公司，矿山名称也随之变更为：广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿。

表2.1-1 崇左六汤稀土矿采矿权历史沿革

变化情况	发证单位	许可证号	采矿权人	矿山名称	采矿权有效期限	矿区面积
六汤稀土矿筹建于1988年		-	-	-	-	
采矿权首次设立(2001年4月)	广西国土资源厅	证号: 4500000140009	崇左县矿产公司	崇左县矿产公司六汤稀土矿	-	0.8643 km ²
采矿权延续、变更登记(2005年4月)	广西国土资源厅	-	崇左市矿产公司	崇左市矿产公司六汤稀土矿	-	0.8643 km ²
采矿权延续、变更登记(2006年4月)	广西国土资源厅	证号: 4500000630049	崇左市矿产公司	崇左市矿产公司六汤稀土矿	自2006年4月12日至2014年4月12日	0.8643 km ²
采矿权变更登记(矿区范围拐点坐标由1954年北京坐标系变更为1980西安坐标系,2011年3月)	广西国土资源厅	证号: C4500002011035120108357	崇左市矿产公司	崇左市矿产公司六汤稀土矿	自2011年3月11日至2014年4月11日	0.8643 km ²
采矿权转让、变更登记(2011年5月)	广西国土资源厅	证号: C4500002011035120108357	广西有色金属集团崇左稀土开发有限公司	广西有色金属集团崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿	自2011年9月4日至2014年4月4日	0.8643 km ²
采矿权转让、变更登记(2012年12月)	广西国土资源厅	证号: C4500002011035120108357	中铝广西有色崇左稀土开发有限公司	中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿	自2012年12月6日至2014年4月6日	0.8643 km ²
探矿权、采矿权整合(2015年5月)	广西国土资源厅	证号: C4500002011035120108357	中铝广西有色崇左稀土开发有限公司	中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿	自2015年4月2日至2022年5月2日	4.048 km ²
采矿权转让、变更登记(2020年4月)	广西国土资源厅	证号: C4500002011035120108357	广西国兴稀土矿业有限公司	广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿	自2015年4月2日至2022年5月2日	4.048 km ²
采矿证延续	自然资源部	证号: C4500002011035120108357	广西国兴稀土矿业有限公司	广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿	自2022年5月3日至2026年12月31日	4.0472 km ²

表2.1-2 崇左六汤稀土矿探矿权历史沿革

变化情况	探矿权人	矿权名称	勘查单位	许可证号	有效期限	勘查面积 (km ²)
首次设立	中国冶金地质总局中南局南宁地质调查所	广西崇左县六汤稀土矿普查	中国冶金地质总局中南局南宁地质调查所	证号: 4500000110014	2001.01.20 至 2004.01.20	6.15
探矿权延续		广西崇左县六汤稀土矿普查		证号: 4500000430070	2004.02.19 至 2006.02.19	6.15
探矿权延续		广西崇左县六汤稀土矿普查		证号: 4500000630357	2006.02.19 至 2008.02.19	6.15
探矿权延续		广西崇左县六汤稀土矿普查		T45120080503007244	2008.05.15 至 2009.02.19	6.15
探矿权变更	南宁矿润投资有限公司	广西崇左县六汤稀土矿详查	广西地润矿业投资有限公司	T45120080503007244	2010.04.19 至 2011.02.19	6.15
探矿权变更	中铝广西有色崇左稀土开发有限公司	广西崇左市六汤稀土矿勘探	广西二七四地质队	T45120080503007244	2013.3.31.至 2015.3.31	6.15

2.1.1.2 矿山历史开采情况

六汤稀土矿区从 1989 年开始开采，矿区历年生产情况如下表 2.1-3，具体采空区位置见附图 3，历史开采时序图见附图 31。

根据现场调查，采空区内注液孔、收液沟、排水沟等工程已基本完成回填复垦，母液处理车间 1 已于 2020 年拆除并进行了复垦。

表2.1-3 六汤稀土矿山历年开采情况

年代	采矿工艺	生产稀土氧化物量 (t)	开采区位	开采面积 (km ²)	所属水文单元	备注
1989~1999	池浸	不详	现矿区北部矿块	0.091	屯垌次级水文地质单元	开采初期, 规模小, 处于半停产状态, 无准确统计数据
2001~2003	池浸、堆浸	140				水电设备运转不正常
2004	堆浸	125				稀土价格复苏, 开采逐步复苏
2005~2008	—	0				广苏公司承包开采
2009~2010	—	0				矿山许可证的转让工作, 无开采
2011	原地浸矿	133.47	现矿区中北部	0.1072	屯垌次级水文地质单元	原地浸矿工艺正式生产。
2012	原地浸矿	350				按照自治区国土资源厅 2012、2013 年指标进行生产。
2013	原地浸矿	500		按照自治区国土资源厅 2014 第一批指标进行生产。		
2014	原地浸矿	466.31		0.05884	屯垌次级水文地质单元	
2015	原地浸矿	636.78	现矿区西北部和中东部	0.5348	大部分位于屯垌次级水文地质单元, 北部涉及数村溪次级水文单元, 南部涉及东南次级水文单元	进行试验地块矿块开采
2016	原地浸矿	1007.60				
2017	原地浸矿	321.93				
2017年6月至今	—	0	—	—	—	矿山停产

2.1.1.3 环保手续情况

(1) 原有的环境影响评价表

1989, 崇左县矿产公司为崇左六汤稀土矿在崇左县环保局(原南宁地区环境保护局)填写了崇左六汤稀土矿的环评报告表(见附件 27)。1989 年 8 月 8 日, 崇左县环境保护局同意批准了崇左六汤稀土矿的开采活动。

(2) 原有的矿山环保验收

2011 年, 崇左市环保局对广西有色金属集团崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿进行了竣工验收批复, 批复文号为崇环管验〔2011〕72 号文, 见附件 28。

(3) 原有的环境影响后评价

2012 年, 北京矿冶研究总院编制完成了《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响后评价报告书》(以下简称《2012 年矿区后评价报告》)。2012 年 12 月 3 日, 崇左市环境保护局印发了《崇左市环境保护局关于印发中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响后评价报告书审查意见的通知》(崇环发〔2012〕175 号), 通过了六汤稀土矿环境影响后评价报告书。

(4) 环保核查

根据《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》(国发〔2011〕12 号)和《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》(国发〔2011〕35 号), 本项目于 2013 年 12 月 26 日通过环境保护部的核查, 属于符合环保法律法规要求的稀土企业名单(第四批), 详见“中华人民共和国环境保护部公告 2013 年第 78 号”文。

(5) 整合后矿山的环境影响评价报告书

2014 年, 北京矿冶研究总院编制完成了《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响报告书》, 2014 年 10 月, 中华人民共和国环境保护部(现已改名为中华人民共和国生态环境部)以环审〔2014〕275 号文对该项目进行了批复。

(6) 回顾性影响评价

2019 年, 广西博环环境咨询服务有限公司编制完成了《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿试验开采环境影响回顾性评价报告》。2019 年 3 月广西壮族自治区生态环境厅以《广西壮族自治区生态环境厅关于印发中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿试验性开采项目环境影响回顾性评价报告审查意见的函》(桂环函〔2019〕774 号)对回顾性评价报告进行了审查。

(7) 竣工环保验收

2019年9月27日，中铝广西有色崇左稀土开发有限公司在崇左市组织召开《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿项目（废气、废水、噪声部分）竣工环境保护验收》会议，并形成了项目（废气、废水、噪声部分）竣工环境保护验收意见。同年12月获得了《广西壮族自治区生态环境厅关于中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿项目固体废物污染防治设施竣工环境保护验收的批复》（桂环审〔2019〕391号）。

2.1.2 矿区范围及资源特征

2.1.2.1 矿区范围

广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿为一整合矿山，由原中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿采矿权及广西崇左市六汤稀土矿勘探探矿权整合而成，各采矿权、探矿权矿区范围如下：

（1）原中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿采矿权

采矿许可证号为 C4500002011035120108357，矿区面积 0.8643km²，有效期限自 2011 年 9 月 4 日至 2014 年 4 月 6 日，矿区范围 11 个拐点坐标见表 2.1-4。

表2.1-4 原采矿权范围及其拐点坐标表

拐点编号	西安 80 坐标	
	X	Y
A	2484740.500	36421210.070
B	2485092.510	36421226.070
C	2485324.510	36421106.070
D	2485598.510	36420726.070
E	2485778.520	36420726.070
F	2485940.510	36421248.070
G	2485658.510	36421438.070
H	2485718.510	36421824.080
I	2485588.510	36421998.080
J	2485014.500	36421836.070
K	2484740.500	36421634.070
矿区面积：0.8643 km ² ；开采深度 420~200m		

根据广西壮族自治区二七四地质队 2013 年 8 月提交的《广西崇左市六汤矿区 I 号矿段稀土矿资源储量核实报告》、桂国土资储备字〔2014〕5 号“关于《广西崇左市六汤矿区 I 号矿段稀土矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案证明”，截至 2013 年 7 月 31 日，原采矿权范围内保有矿石量（122b+333）167 万 t，全相稀土氧化物总量 2168.79t，平均品位为 0.132%。

（2）广西崇左市六汤稀土矿勘探探矿权

广西崇左市六汤稀土矿探矿权许可证号为 T45120080503007244，勘查区面积 6.15km²，有效期为 2013 年 3 月 31 日至 2015 年 3 月 31 日。探矿权范围拐点坐标见表 2.1-5。

表2.1-5 广西崇左市六汤稀土矿勘探探矿权边界拐点坐标表

拐点序号	西安 80 坐标			
	X(m)	Y(m)	经度	纬度
1	2487051.409	36420163.273	107.1327	22.2844
2	2487038.304	36422736.394	107.1457	22.2844
3	2483808.205	36422723.305	107.1457	22.2659
4	2483821.296	36420149.748	107.1327	22.2659
以下为矿权中间扣除范围				
5	2486126.305	36420590.544	107.1342	22.2814
6	2486117.571	36422305.993	107.1442	22.2814
7	2485194.685	36422301.346	107.1442	22.2744
8	2485196.850	36421872.459	107.1427	22.2744
9	2484735.407	36421870.124	107.1427	22.2729
10	2484741.972	36420583.421	107.1342	22.2729

根据广西壮族自治区二七四地质队 2013 年 7 月 30 日提交的《广西崇左市六汤矿区稀土矿详查报告》、桂规储评字〔2013〕51 号“关于《广西崇左市六汤矿区稀土矿详查报告》评审意见书”，截止至 2013 年 6 月 30 日，探矿权储量估算范围内保有矿石量（332+333）原矿为 1008.97 万 t，全相稀土氧化物 10372.68t，平均品位 0.112%。

（3）中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿

根据广西壮族自治区国土资源厅〔2014〕6 号文“关于划定中铝广西崇左稀土开发有限六汤稀土矿矿区范围的批复”，中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿矿山整合后命名为中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿，矿区面积 4.0472km²，开采标高 420m~200m。整合后的矿区范围内无其他矿权设置，矿区范围拐点坐标见表 2.1-6。整合后六汤稀土矿矿区范围见图 2.1-1。

表2.1-6 2014 年整合后的矿区拐点坐标表（西安 80 坐标）

拐点编号	X	Y
1	2484740.50	36421210.07
2	2485092.51	36421226.07
3	2485324.51	36421106.07
4	2485598.51	36420726.07
5	2485778.52	36420726.07
6	2485940.51	36421248.07
7	2485658.51	36421438.07
8	2485718.51	36421824.08
9	2485588.51	36421998.08
10	2485196.77	36421887.51
11	2485194.68	36422301.34
12	2485381.22	36422302.28
13	2485381.22	36422729.67

拐点编号	X	Y
14	2484612.08	36422726.56
15	2484612.08	36422681.64
16	2484570.78	36422681.64
17	2484570.78	36422726.39
18	2483808.68	36422722.57
19	2483820.48	36420311.42
20	2484250.10	36420311.42
21	2484250.10	36420151.96
22	2485856.95	36420158.28
23	2485856.95	36420589.15
24	2485263.50	36420586.10
25	2485263.50	36420331.14
26	2485094.44	36420331.14
27	2485094.44	36420585.23
28	2484925.35	36420584.36
29	2484925.35	36420404.20
30	2484741.97	36420404.20
以下为矿权中间扣除范围		
31	2485014.50	36421836.07
32	2484740.50	36421634.07
33	2484735.41	36421870.12
34	2485142.45	36421872.18
矿区面积	4.048km ²	

中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿矿区内资源原矿（122b+332+333）1136.28 万 t，全相稀土氧化物 12202.87t，全相平均品位 0.117%。

矿区开采方案最终确定设计开采范围见图 2.1-2。

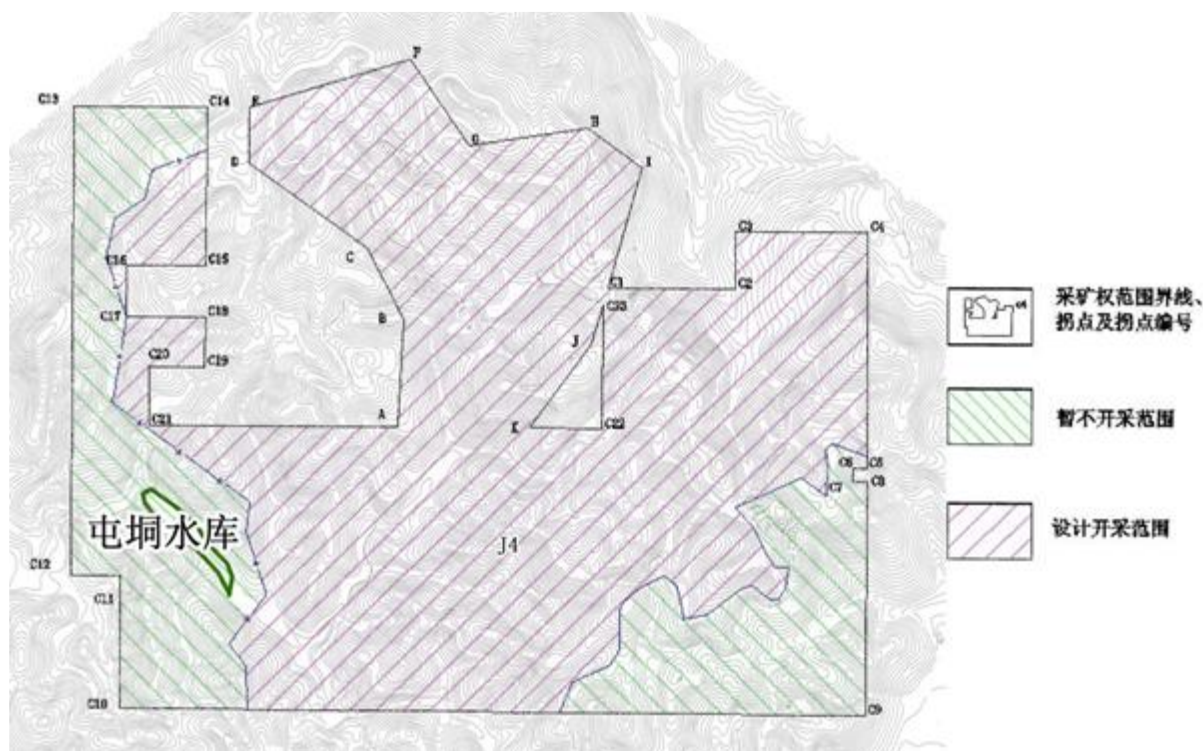


图2.1-1 2014年整合后矿权范围

2.1.2.2 试验地块开采情况

根据《关于中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响报告书的批复》（环审〔2014〕275号），项目建设和运行管理应按照“先试后采”的要求，先期开展2年试验开采并开展环境影响回顾性评价，重点关注项目建设对矿区生态、地下水、地表水、土壤等产生的环境影响，评估开采工艺的合理性以及环保措施的有效性。若评估结论可行，方可进行全矿区的资源开发。

为落实先试后采的环评批复要求，项目在2015年8月至2017年6月开展了试验开采，并优先选择水文地质独立、开采条件良好的地块。

根据建设单位提供的试验开采范围可知，截至2017年6月30日，整合后的六汤稀土矿开采期间无其他矿权设置，各采矿权、探矿权矿区范围无发生变化，资源储量无发生变化，实际开采范围见附图3。

根据建设单位进行的比选，选定的试验开采地块的储量情况见表2.1-7。

表2.1-7 项目试验开采地块地质资源储量表

矿厚 (m)	块段面积 (m ²)	块段体积 (m ³)	干矿体重 (t/m ³)	干矿石量 (吨)	稀土氧化物 (吨)	平均品位(%)
						离子相 RE ₂ O ₃
5.31	314209	1667641	1.44	2401401	1114.88	0.046

2.1.3 现有工程建设内容

现有工程主要由历史采矿恢复场地、试验地块、母液处理车间、环保工程、公辅工程四大部分组成。试验地块的实际建设内容主要是注液孔、收液沟、排水沟建设、收液沟铺膜等工程，已经全部拆除，并于2020年进行了复垦。

现有工程原有两个母液处理车间，其中1车间已经于2020年拆除并进行了复垦。因此现有工程母液处理车间主要为2车间（以下统称“母液处理车间”），试采区和母液处理1车间已经拆除并复垦，故建设内容表主要对母液处理车间（原2车间）及其他配套设施进行回顾分析，具体见表2.1-8。

表2.1-8 现有工程主要建设内容

工程名称		环评建设内容	备注
母液处理	除杂池	设7个700m ³ 的除杂池，用防水油毡布进行防渗。	保留
	沉矿池	设4个800m ³ 的沉矿池	保留
	贮矿池	设3个700m ³ 的贮矿池	保留
	贮渣池	设1个490m ³ ，1个150m ³ 贮渣池（运营时改做应急池），用防水油毡布进行防渗。	拟改建
	产品仓库	设1个600m ² 的稀土产品仓库，地面硬化防渗。	保留
	配液池	设3个640m ³ 配液池，用防水油毡布进行防渗。	保留
	配硫酸铵液池	设1个60m ³ 配液池，用防水油毡布进行防渗。	拟取消
	配碳铵液池	设2个40m ³ 配液池，用防水油毡布进行防渗。	拟改建
	产品压滤	设2台板框压滤机，1个440m ³ 的滤液收集池，用防水油毡布进行防渗。	拟改建
应急池	设1个800m ³ 应急池，用防水油毡布进行防渗。	拟改建	

工程名称		环评建设内容	备注	
公辅工程	给水	生产供水：从屯垌以南 200m 的黑水河沿岸引水，生产期间采用车间下游的拦水坝回抽用于部分补充新水。 生活供水：来自黑水河	保留	
	排水	母液处理车间周围设排水沟，雨污分流，自然排放天然雨水，使用旱厕，矿山生产用水全部循环使用，正常情况下无外排废水。	保留	
	供电	母液处理车间供电由当地供电局供电，设有备用柴油发电机紧急供电。	保留	
	运输	现有车间均已有的砂石路能够达到，不新增道路。矿山外部运输主要是稀土产品、硫酸铵、碳酸铵、除杂渣等物品的运输。运输均由厂家运送。	保留	
环保工程	废气	遮挡设施	母液处理车间设置有稀土产品仓库和辅料堆棚，减少生产过程扬尘的产生。	保留
	废水	生产废水	(1) 屯垌流域出口建有梯级环保坝，兼作地表水流域出口收集系统，从环保坝回抽汇水到母液处理车间污水处理站，处理后排入环保坝下游水体。污水处理站采用“高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”的组合工艺处理废水，处理规模 1000m ³ /d。 (2) 在屯垌溪、数村溪小流域各设置一个地表水质自动监测装置	保留并技改
		生活污水	办公区有少量生活污水，用作林灌不外排。	保留
	地下水	防渗工程	母液处理车间池体使用防水油毡布进行防渗。	保留
	固废		(1) 除杂渣暂存在 1 个 450m ³ 的贮渣池；污水处理站污泥暂存在污泥间，外送综合利用。 (2) 生活垃圾集中收集后定期运至当地环卫部门指定的场所统一处理。	改建
	生态	水土保持	地面硬化，设置护坡工程 and 水泥排水沟。	保留
	环境风险	母液处理车间事故池	设 1 个 800m ³ 的应急池。	保留

2.1.4 现有工程总体布置

现有工程由历史恢复稀土采场、原地浸矿采场、母液处理工程、环保工程和公辅工程组成。

现有工程除母液处理车间外，其余母液处理 1 车间、试验采场均已拆除复垦完毕。母液处理车间占地约 2.88hm²，由南面高点至东面低点依次布置清水池、高位水池、除杂池、沉矿池、贮矿池、值班宿舍、产品仓库、原辅料仓库、配液池、污水处理站、应急池，及下游建设的环保坝等。

2.1.5 现有矿山主要技术经济指标

现有工程主要技术经济指标统计见表 2.1-9，药剂使用情况见表 2.2-10。

表 2.1-9 现有工程（试验开采区）主要技术经济指标

序号	指标名称	单位	数量	备注
一	试验地块资源量			

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	矿石量	万 t	240.14	
2	碳酸稀土	t	4348	
3	稀土氧化物	t	1114.88	折合 REO
4	平均品位	%	0.046	
二	开采方式			原地浸矿
三	产品方案			碳酸稀土
四	碳酸稀土	t	1060.56	折合 REO
五	试验开采年限	年	2	
六	主要技术指标			
1	资源综合回收率	%	≥85	
2	浸矿液回收率	%	≥92	
3	母液处理回收率	%	≥98	

表2.1-10 现有工程（试验开采区）药剂使用量

药剂	年耗量 (t/a)	单耗 (t/tREO)	备注
硫酸铵	4475.05	8.44	浸矿剂
硫酸	198.89	0.38	
碳酸氨	2837.00	5.35	沉矿除杂剂

2.1.5.2 现有公辅工程

(1) 供电

主要用电设备有空压机、压滤机、水泵等，用电总负荷为 480kW。现有矿山供电主要引自当地村庄，并配有一台 50kVA 柴油发电机作为应急供电。现有矿山母液处理车间变压器为 650kVA。

(2) 供排水

①水源

生产及生活用水均取自黑水河，年取水量 10.26 万 m³。矿区取水点位于矿区西侧的黑水河新和镇作字会屯垌段。取水点距离现有车间距离约 3.6km。管线沿进矿道路敷设，管径 100mm，镀锌管。

②排水

母液处理车间周围设排水沟排放天然雨水。生活污水汇入厕所化粪池内后，用作林灌用水，不外排。矿山生产用水全部循环使用，不外排。

现有氧化稀土生产规模为 500t/a，现有工程总用水量为 17526.80m³/d，其中新水量为 638.52m³/d（生活用新水量约 7.5m³/d）。循环水量为 17361.37m³/d。

2.1.6 现有工程开采工艺流程

2.1.6.1 现有矿山生产流程

现有工程采用的工艺流程主要由原地浸矿采场工艺流程、母液处理车间工艺流程组成，整体工艺流程如图 2.1-2 所示。

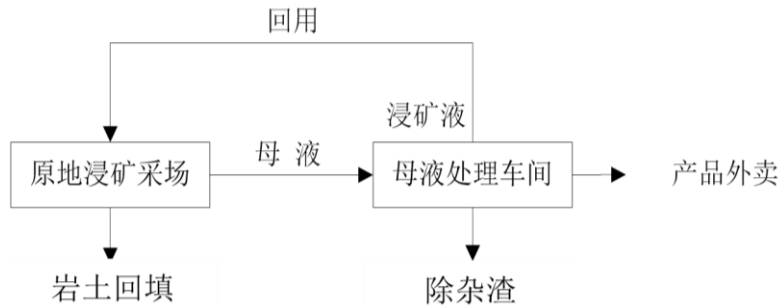


图2.1-2 整体工艺流程图

2.1.6.2 原地浸矿工艺流程

离子型稀土原地浸取是用浸矿液从天然埋藏条件下的非均质矿体把呈吸附态的稀土离子交换浸出并回收稀土元素的回收方法。

现有工程采用“集液巷道+导流孔+集液沟为主，导流孔+集液沟为辅”的原地浸矿采场工艺，浸矿剂采用硫酸铵，母液处理车间除杂沉淀剂为碳酸氢氨。原地浸矿采矿工艺过程主要包括六个阶段：

① 储量升级

为了满足原地浸矿设计要求，矿块单体设计前必须对矿区工业矿块进行补充地质勘探。

② 注水检漏

原地浸矿采场施工期一般为 4 个月，施工结束后，开始注水检漏。首先将高位池中的清水注入到矿体的注液孔中，注入清水的水量和正常采矿时注入的浸矿液水量相同，然后通过收液巷道将注入的清水进行收集并考察清水的回收率。如果注入矿体的清水回收率能够达到设计指标（母液回收率 $\geq 92\%$ ），说明注液孔和收液巷道的布置是比较合适，就可以进行浸矿作业。如果注入矿体的清水回收率达不到设计指标，对该矿体中注液孔和收液巷道工程的布置进行完善。注水检漏时间约 1 个月。

③ 注液浸矿

硫酸铵溶液通过注液孔注入原地浸矿采场中，使得浸矿液与原地浸矿采场中的原矿进行交换，在此过程中，原地浸矿采场母液回收量较少，主要作用为使离子型稀土交换到浸矿液中。浸矿时间约 2 个月。

④ 加注顶水

矿体中的稀土矿注液浸取完成后，对矿体进行加注顶水处理，加注顶水不再添加硫酸铵和硫酸，而是使用回收液直接注入注液孔中，将矿体中的稀土母液顶出；当从收液巷道里收集的母液稀土含量低于可回收程度后，停止注水，加注顶水完成。加注顶水约 5 个月。

⑤ 清水清洗

在加注顶水完成后，原地浸矿采场的土壤内还含有氨氮，存在潜在环境风险，因此在加注顶水完成后，要求矿山进行加注清水清洗，然后利用原地浸矿采场的收液系统进行尾水收集，将收集的尾水全部回用到母液处理车间，尾水中氨氮浓度较高，少部分直接用于第二批次矿山的生产补加水，大部分经过处理后降低氨氮含量，返回原地浸矿采场进行洗矿。在清水清洗时期对矿体进行周期性监测，如果清洗尾水中的氨氮浓度能够达标，则可以提前停止清洗。

⑥ 封孔闭矿

清水清洗完成后将注液孔周边的岩土回填，恢复植被，封孔闭矿即完成。

原地浸矿工艺流程见图 2.1-3。

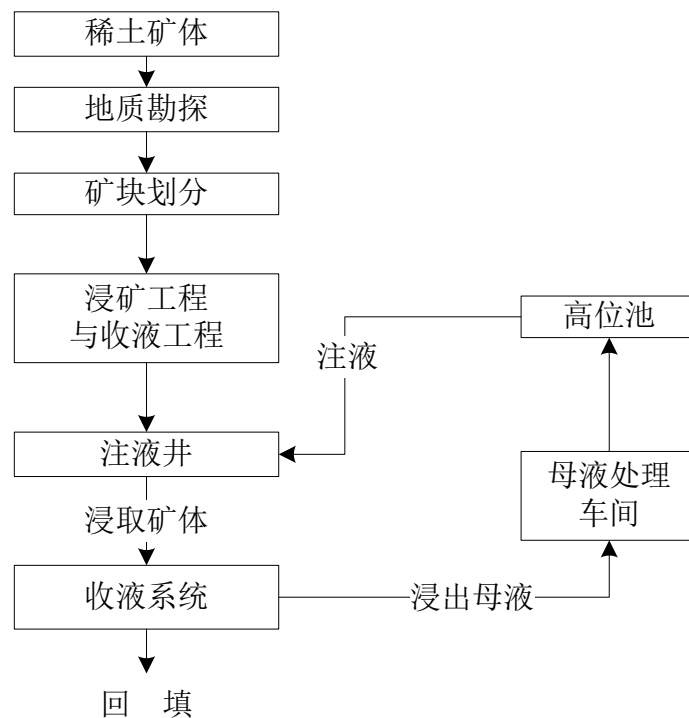


图2.1-3 现有工程原地浸矿工艺流程图

2.1.6.3 母液处理车间工艺流程

① 原地浸取回收区或是堆浸场母液经收集后泵送到母液处理车间的母液中转池，母液自流入除杂池，往池中加入饱和碳铵水溶液或氢氧化钠，并不断用气泵搅拌均匀，控制池中母液 pH 为 5.4 左右即可，除杂后的母液经澄清后放到沉矿池中沉淀。

② 母液沉淀

经除杂后的母液自流到沉矿池后，往池中加入饱和碳铵水溶液，并不断用气泵搅拌均匀，控制碳铵水溶液用量至池中母液 pH 为 6.7 左右即可，池中溶液经澄清后，沉下的部分为碳酸稀土，上部的溶液为上清液，上清液可放到配液池处理后重新配液或作为顶水使用。沉淀工序用时约为 8~10h。

③ 碳酸稀土陈化结晶

沉矿池沉下的部分为碳酸稀土，将其放入贮矿池中陈化 10h 左右，形成碳酸稀土结晶。经压滤机压滤后装包入库。压滤滤液放入澄清池澄清，上清液返回配液池配制浸矿液，压滤滤渣即为产品。

④ 上清液回调及配液

母液沉矿池的上清液 pH 在 6.7 左右，作为顶水使用或配入硫酸铵作为浸矿液，浸矿液 pH 不在 4.8~5.2 范围内的用硫酸进行调节。母液处理车间生产周期约为 1.5 天。

⑤ 压滤及包装

贮矿池里的碳酸稀土盐经板框压滤机压滤后，装包入库。

⑥ 除杂渣贮存、处置

母液处理车间在生产稀土过程中会产生除杂渣，除杂渣的主要成分为含有 Al、Mg、Fe 等元素的碳酸盐沉淀，除杂池里的除杂渣在积存到一定量后，将其贮存到贮渣池内。

现有工程母液处理工艺流程见图 2.1-4。

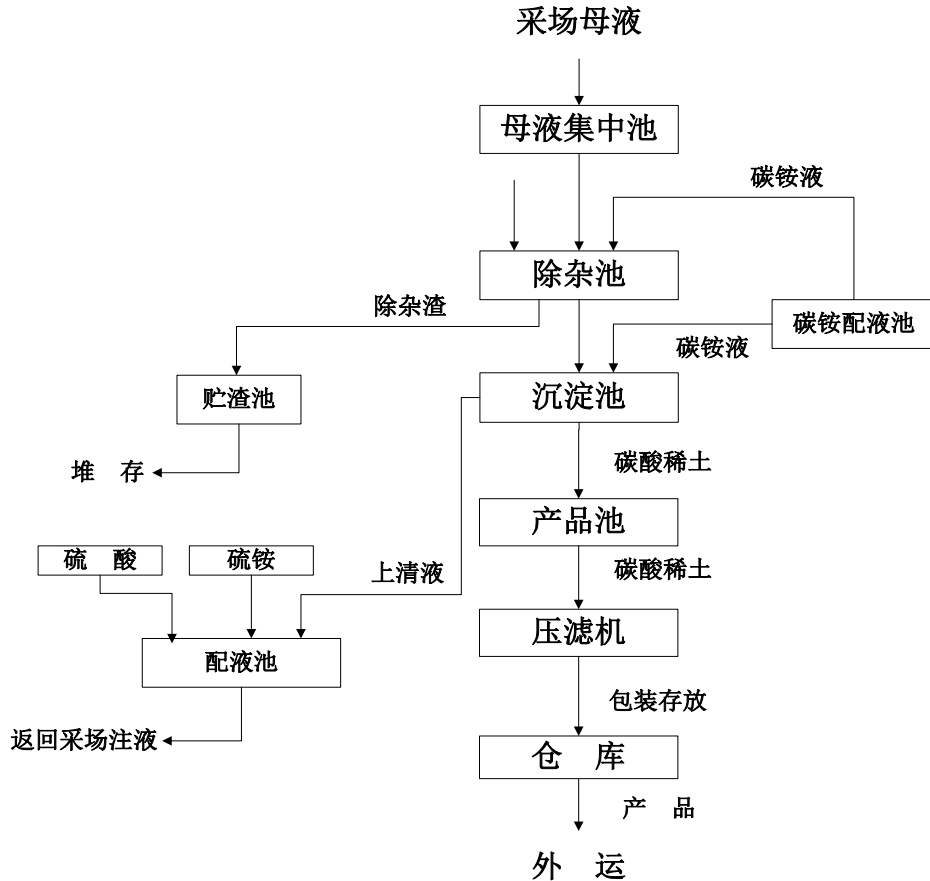


图2.1-4 现有工程母液处理车间工艺流程图

2.1.6.4 现有母液处理车间组成

现有母液处理车间主要由除杂池、沉矿池、贮矿池、压滤车间、仓库等组成，现有母液处理车间的各工程情况一览表见表 2.1-11。

表2.1-11 现有母液处理车间的工程情况一览表

序号	工程与设备名称	数量	单位	规格及型号	备注
1	除杂池	7	个	700 m ³	防水油毡布进行防渗
2	沉矿池	4	个	825 m ³	防水油毡布进行防渗
3	贮矿池	3	个	700 m ³	防水油毡布进行防渗
4	贮渣池	1	个	490 m ³	防水油毡布进行防渗
		1	个	150 m ³	运营时改做应急池，水毡布进行防渗
5	产品仓库	1	个	600m ²	地面硬化防渗
6	配液池	3	个	640m ³	水毡布进行防渗
7	配硫酸铵液池	2	个	40m ³	水毡布进行防渗
8	配碳铵液池	2	个	60m ³	水毡布进行防渗
9	脱水工艺	1	个	设 1 个 440m ³ 的，用防水油毡布进行防渗。	滤液收集池，水毡布进行防渗
		1	台	板框压滤机	
10	应急池	1	个	800m ³	水毡布进行防渗

表2.1-12 现有母液处理车间设备

序号	设备名称	规格型号	数量(台)	备注
1	空压机	2V-4/5	4	
2	压滤机	XMY60/920-UB	2	
3	清水泵	DF100-45*8	2	水源地
4	防腐水泵	IH100-65-315B/45kW	3	输送浸矿液至高位池
		IH125-100-200B/30kW	2	母液自中转池输送至车间
		ZW80-50-60	2	输送碳铵溶液
5	变压器	500kVA	1	母液处理车间使用
		400KVA	1	用于矿山开采
6	发电机	300GF	3	备用

2.1.7 现有矿山工程污染源

2.1.7.1 废气污染源

废气污染源主要是原地浸矿采场施工时产生的扬尘,以及矿山松散物料装卸和堆存时产生的扬尘。

由于现有工程 2017 年 6 月已经停产,故根据矿区 2016 年的例行监测数据,项目母液处理车间厂界东南西北无组织排放的颗粒物浓度可达到《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011)中表 6 的规定大气污染物排放浓度限值要求。矿区无历史硫酸雾监测数据,故此处不再评价。

表2.1-13 无组织废气监测结果

序号	监测点位名称	监测日期	频次	颗粒物 (mg/m ³)	最大值 (mg/m ³)	标准值 (mg/m ³)	达标情况
1	母液处理 车间厂界 东面	2016.4.13	1	0.404	0.404	1.0	达标
			2	0.412			
			3	0.365			
		2016.4.14	1	0.385			
			2	0.404			
			3	0.423			
2	母液处理 车间厂界 南面	2016.4.13	1	0.385	0.442	1.0	达标
			2	0.353			
			3	0.327			
		2016.4.14	1	0.442			
			2	0.327			
			3	0.365			
3	母液处理 车间厂界 西面	2016.4.13	1	0.365	0.462	1.0	达标
			2	0.314			
			3	0.346			
		2016.4.14	1	0.404			
			2	0.462			
			3	0.346			
4	母液处理 车间厂界	2016.4.13	1	0.327	0.327	1.0	达标
			2	0.294			

序号	监测点位名称	监测日期	频次	颗粒物 (mg/m ³)	最大值 (mg/m ³)	标准值 (mg/m ³)	达标情况
	北面	2016.4.14	3	0.288			
1			0.308				
2			0.288				
3			0.269				

2.1.7.2 废水污染源

1、一般污染物

矿山在正常情况下，在母液处理环节中所产生的废水经收集后能够全部回用，不外排。矿山生产人员较少，不设生活区。在厂区设置厕所，生活污水定期用作林灌，不外排。

由于现有工程采用硫酸铵作为浸矿液，原地浸矿采场浸矿母液回收率 92%，约有 8% 无组织渗漏，矿区开采临近区域内地表水和地下水部分出现氨氮超标，对此主要采取截留措施将超标废水抽回进行处理。2018 年在母液处理车间（原六汤矿山第二车间）已建设一个污水处理站，将汇集于车间下游环保坝氨氮超标的废水用提升泵抽至污水处理站，经过废水处理车间处理达标后通过管道排放至环保坝下游无名水沟 1。

污水处理站采用“高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”处理工艺（见图 2.1-5），处理规模为 1000m³/d。经过 pH 调节后向含氨氮废水中投加流水氯化镁和磷酸氢二钠，三者反应生成 MgNH₄PO₄·6H₂O（简称 MAP 鸟粪石）沉淀。此法工艺简单，操作简便，反应快，影响因素少。折点加氯法是投加过量的氯或次氯酸钠，使废水中的氨氮氧化成氮气的化学脱氮工艺。该方法的处理效率可达到 90%~100%，处理效果稳定，不受水温影响。



研究表明，该沉淀剂能使氨氮浓度在 900mg/L 以下时，氨氮去除率均在 90% 以上，当氨氮浓度小于 50mg/L 时，处理后水样中残留氨氮可降至 1 mg/L 以下。

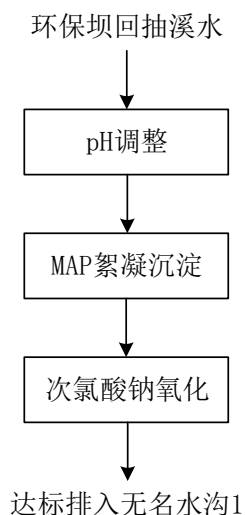


图2.1-5 现有工程污水处理站工艺流程

根据 2020~2023 年对污水处理站进出水水质监测可以看出，环保坝收集的溪水 pH 在 3.8~4.5 之间，氨氮在 9.22~32.2mg/L 之间（平均 19.16mg/L）；经处理后尾水 pH6.2~8.65、氨氮 0.053~0.332mg/L（平均 0.18mg/L），可以满足《稀土工业污染物排放标准》（GB 26451-2011）废水直接排放标准要求，氨氮处理效率在 96.79%~99.61%。

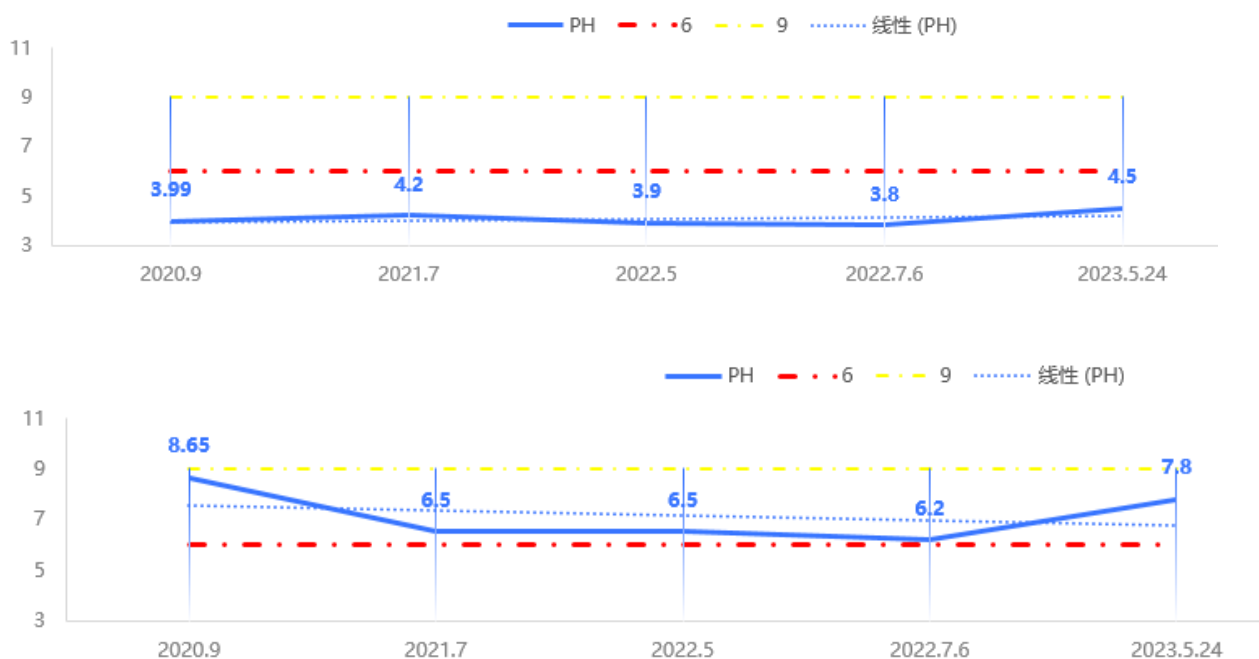


图2.1-6 污水处理站进出水 pH 比对图（pH 无量纲）

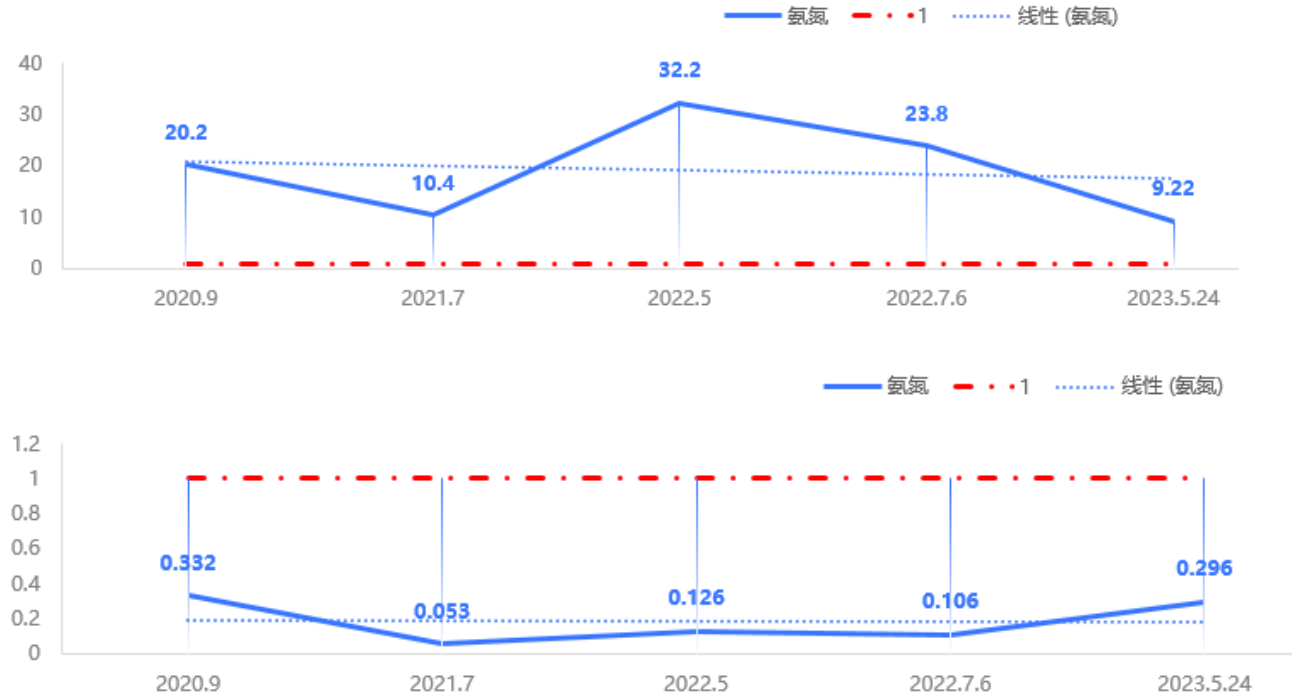


图2.1-7 污水处理站进出水氨氮比对图 (mg/L)

2、重金属污染物

根据《回顾性评价》2018年7月对采空区内收液孔渗出水监测，除pH、氨氮、硝酸盐、硫酸盐明显高于其他地下水点位外，铅、镉等金属离子因浸矿母液的交换，也明显高于其他地下水点位，说明原地浸矿在离子发生交换作用时会带出少量重金属。

2.1.7.3 噪声

现有矿区噪声源主要是母液处理车间空压机、压滤机和水泵产生的噪声。声源强度通常为80~85dB(A)。母液处理车间周围200m范围内没有村庄等敏感目标。自2017年6月停产后，母液处理车间主要噪声源为污水处理站运行时水泵和压缩机的噪声。由于没有正常的生产经营活动，自2017年至今未对母液处理车间厂界进行噪声监测。本次现有工程噪声影响分析引用2016年4月噪声监测结果进行分析。根据表2.1-15，经采取减震等措施后对母液处理车间东南西北厂界噪声值可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)表1中2类标准。

表2.1-14 历史母液处理车间监测数据

序号	监测位置	监测时间	监测值 dB(A)				达标情况	
			昼间		夜间		昼间	夜间
			I	II	I	II		
1#	东厂界	2016年4月13日	48.0	50.1	44.8	44.4	达标	达标
		2016年4月14日	49.2	50.8	45.3	44.4	达标	达标

序号	监测位置	监测时间	监测值 dB(A)				达标情况	
			昼间		夜间		昼间	夜间
			I	II	I	II	I	II
2#	南厂界	2016年4月13日	46.2	47.5	43.3	43.2	达标	达标
		2016年4月14日	46.4	47.1	43.0	43.2	达标	达标
3#	西厂界	2016年4月13日	45.8	47.7	43.5	45.0	达标	达标
		2016年4月14日	46.2	47.1	43.0	43.2	达标	达标
4#	北厂界	2016年4月13日	46.8	48.0	42.6	44.1	达标	达标
		2016年4月14日	47.6	48.3	43.5	44.1	达标	达标
GB12348-2008 中 2 类标准限值			60		50		/	/

2.1.7.4 固体废物

(1) 注液孔及收液系统岩土

现有工程注液孔岩土就近堆存在注液孔周边，待浸矿完毕后，回填注液孔，目前采区注液孔基本回填复垦。收液系统岩土主要为收液沟、收液巷道等在建设过程中产生的岩土，这部分岩土 70%用于回填收液巷道，以防巷道坍塌；30%的岩土将用于原遗留采场的植被复垦工作，目前采区收液系统岩土基本回填复垦。

(2) 除杂渣

现有工程母液经过除杂工艺产生除杂渣，满负荷情况下产量约为 800t/a。

(3) 污水处理站污泥

污水处理站 2019~2022 年污泥产生量约为 15.84~38.36t/a，平均 29.95t/a，外送综合利用，此阶段截获的污水量平均约为 301m³/d。

(4) 生活垃圾

本项目共有员工 59 人，生活垃圾年产量约 9.74t，集中收集后定期运至当地环卫部门指定的场所统一处理。

此外机械维修产生极少量废机油、含油手套等，定期转运。

2.1.7.5 现有工程污染物产生、排放情况

现有工程排污许可属于登记管理，固定污染源排污登记回执登记编号：91451400685196332M002X。

根据《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响报告书》，浸矿母液无组织污染物渗漏氨氮约 253.44t/a，硫酸盐为 525.15t/a。

2.1.8 原环评中的环保措施落实情况

根据中铝广西有色崇左稀土开发有限公司委托北京矿冶研究总院编制完成的《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响报告书》（2014 年 9 月）（以下简称“原环评”），报告中从设计阶段、施工阶段、生产阶段、闭矿阶段提出全过程

环境保护对策措施。结合广西博环环境咨询服务有限公司编制完成的《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿试验开采环境影响回顾性评价报告》(2019.2)(以下简称“回顾性评价”), 现有环保措施落实情况具体如下:

2.1.8.1 设计阶段污染预防措施落实情况

原环评报告中提出每个原地浸矿采场在设计阶段必须严格落实污染预防措施及试验开采措施落实情况如下:

表2.1-15 设计阶段污染预防措施落实情况

序号	原环评提出的环保措施	环保措施落实情况	本次技改落实情况
1	由具有勘探资质的单位提供生产地质储量报告, 明确稀土矿体的空间分布特征, 核实离子稀土的品位, 以确定浸矿剂硫酸铵的合理浓度和用量。	落实 , 建设单位委托编制了《广西崇左市六汤矿区稀土矿资源储量核实报告》, 并进行了评审	已落实 , 已于 2022 年 4 月重新组织完成《广西崇左市六汤矿区稀土矿资源储量核实报告》编制, 并已通过评审
2	由具有勘探资质的单位提供详细的原地浸矿采场水文地质报告和工程地质报告, 明确矿体底板情况, 明确底板是否存在断层、破碎带等不良水文条件和工程地质条件的结论, 对采场是否适用原地浸矿工艺给出明确结论。	落实 , 2014 年 8 月已编制专项水文地质勘查报告。	已落实 , 2014 年 8 月已编制专项水文地质勘查报告, 本次技改开采范围未超出 2014 年设计范围, 浸矿工艺未调整, 仅更换浸矿剂和除杂沉淀剂
3	由具有设计资质的单位进行原地浸矿采矿初步设计和施工图设计, 对于水文地质报告和工程地质报告认为不适于采用原地浸矿工艺的矿体, 不得开采。对于水文地质报告和工程地质报告认为采用原地浸矿工艺存在较大风险的, 必须经专家论证, 采取切实可行的控制措施, 方可采用原地浸矿工艺, 否则不能开采。收液工程必须采用多级监控收液系统。	落实 , 由广西建工第一建筑工程集团有限公司编制完成了《广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿矿产资源开发利用方案》, 并进行了评审	已落实 , 2022 年 12 月组织完成《广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿矿产资源开发利用方案》, 并已通过评审, 已进一步明确不开采区, 收液系统包括集液巷道、导流孔、收液管、截渗池、收液井, 并在上述环节设置收液监控系统

2.1.8.2 施工阶段污染控制措施落实情况及可行性分析

原环评报告中提出控制措施及试验开采措施落实情况如下:

表2.1-16 施工阶段污染预防措施落实情况

序号	原环评提出的环保措施	现有环保措施落实情况	本次技改落实情况
1	每个原地浸矿采场的施工必须落实施工环境监理制度, 按设计施工。	落实 , 矿区自 2017 年开始停产, 根据回顾性评价, 2016 年第 1~3 季度有落实采场环境监理。	继续落实 , 本次技改依托原母液处理车间, 开采矿块较为分散, 拟落实环境监理制度。

序号	原环评提出的环保措施	现有环保措施落实情况	本次技改落实情况
2	清污分流措施施工，内部避水沟、外部排水沟视地基情况采用浆砌石或混凝土材料。	部分落实，矿区自2017年开始停产，根据回顾性评价，已落实内部避水沟、外部排水沟，但仅为表土浅沟，未采用浆砌石或混凝土材料，目前已完成复垦。	<u>方案优化</u> ，本次技改采用收液波纹管，仅设内部避水沟，外部沟沿加高20cm
3	收液巷道和集液导流孔用水泥进行防渗，收液沟用HDPE膜防渗，隐蔽工程必须由当地环保部门组织进行阶段验收（预验收），方可进入下一工序施工。	部分落实，矿区自2017年开始停产，根据回顾性评价，收液巷道和集液导流孔已采用水泥进行防渗，收液沟用塑料膜或HDPE膜防渗，隐蔽工程未进行预验收，目前采空区已完成复垦。	<u>拟继续落实</u>
4	严格落实地下水监测井、收液井的施工。	已落实地下水监测井，收液井已复垦，无法核实。	<u>拟继续落实</u>
5	原地浸矿采场注液、收液工程施工完成后，必须进行工程验收，工程验收合格后，方可进入注液工序。验收时必须由当地环保部门组织，验收结果报上级环保部门备案。	未落实，矿区自2017年开始停产，根据回顾性评价，注液和收液工程未进行工程验收即进行注液，目前已完成复垦。	<u>拟继续落实</u> ， <u>预验收成果送当地环保部门备案</u>

2.1.8.3 生产阶段污染控制措施落实情况

环评报告中提出控制措施及试验开采措施落实情况见表 2.1-18:

表2.1-17 生产阶段污染预防措施落实情况

类型	原环评提出的环保措施		现有环保措施落实情况	本次技改落实情况
清洁生产 工艺措施	(1) 注水检漏措施	首先将高位池中的清水注入到矿体的注液孔中，注入清水的水量和正常采矿时注入的浸矿液水量相同；然后通过收液巷道将注入的清水进行收集并考察清水的回收率。如果注入矿体的清水集液巷道回收率能够达到设计的母液回收率时，说明注液孔和收液巷道的布置是比较合适，就可以进行浸矿作业。如果注入矿体的收液巷道清水回收率达不到设计的母液回收率，需对该矿体中注液孔和收液巷道工程的布置进行完善。通过先注入清水能够了解到矿体下的地层构造是否具有大的裂隙，可以保证以后进行浸矿作业时，浸矿母液不会因为地层构造的缺陷而大量流失到地下，防止浸矿母液对地下水的污染。	部分落实。 根据 2016 年第 2、3 季度的环境监测报告，建设单位已在采矿块浸矿前进行清水试验工作，注水回收率不低于 92%，回收率达到设计标准。但后续开采矿块未完全落实清水试验。	拟继续落实
	(2) 清水清洗措施	矿体中的稀土矿浸取完成后，需要对矿体进行闭矿处理。虽然已经浸矿完成，但是仍然有大量的浸矿母液残留在矿体中，氨氮吸附残留在土壤中。故需要在闭矿时，使用清水注入注液孔中，让清水将矿体中的氨氮解析出来。当从收液巷道里收集的清洗尾水达到排放标准时，可以停止注入清水。	部分落实。 根据中铝广西有色稀土开发有限公司提供的《原山氨氮含量与清水淋洗时间的关系》，2018 年以来，北京矿业研究总院在江西赣州稀土公司开展了工业试验，得到以下结论：清水淋洗可显著降低原山氨氮含量，随着清水淋洗时间的延长呈下降趋势，且下降的幅度越来越缓，当土体氨氮浓度降至 170~180mg/L 时，再继续清水淋洗对其浓度影响已非常小。根据建设单位资料，矿山闭矿后采用清水进行了清洗，但清洗终止时尾水未能达到排放标准，未整理清洗台账。	拟落实 ，但本次技改采用硫酸镁浸矿剂和碳酸氢钠沉矿剂，不再引入铵盐，引入的镁、钠元素对环境相对友好，淋洗效果好，将淋洗废水达到排放标准时停止淋洗
	(3) 封孔闭矿措施	清水清洗完成后，将注液孔周边的岩土回填，恢复植被，封孔闭矿即完成。	已落实。 根据现场调查，试验开采地块已将注液孔周边的岩土回填，恢复植被，封孔闭矿已完成，措施可行。	拟继续落实
	(4) 计量监控	为保证采场母液回收率，需进行计量监控收	已落实。 根据 2016 年 2、3 季度的环境监测	拟继续落实

类型	原环评提出的环保措施		现有环保措施落实情况	本次技改落实情况
	措施	液，每天收液均进行计量，及时统计，确保母液回收率达到设计要求 92% 以上。注入浸矿剂和回收的母液均进行计量，即在高位浸矿液池、母液集中池均安装水表。如母液回收率达不到设计要求，则停止注液，查明原因，采取措施。原地浸矿采矿的注液和收液必须严格按照操作规程进行，严格计量监控，并记录归档备案。	报告，建设单位已在采矿块浸矿前进行清水试验工作，注水回收率不低于 92%，回收率达到设计标准。建设单位已建立生产记录台账，记录注液量、收液量、新鲜水补给量、原料用量等。	
大气污染防治对策分析	(1) 注液孔施工的大气污染防治措施分析	注液孔挖掘、回填复垦和临时堆放会产生无组织扬尘。主要防治措施为注液孔岩土装袋堆放。此防治措施简单、效果明显，是矿山常用的扬尘防治措施。	已落实。 根据 2016 年第 2、3 季度的环境监理报告，建设单位已将采矿块注液孔岩土堆放在注液孔周边。	拟继续落实
	(2) 母液处理车间大气污染防治措施分析	母液处理车间主要大气污染源为稀土产品产生的无组织扬尘。防治措施为室内存放和及时装袋。此防治措施简单、效果明显，是常用的扬尘防治措施。	已落实。 根据 2016 年第 2、3 季度的环境监理报告，母液处理车间稀土产品采取室内存放和及时装袋措施，措施可行。	拟继续落实
	(3) 临时弃土场扬尘污染防治措施分析	临时弃土场扬尘主要是排土时产生的扬尘和风蚀扬尘，本项目可研中给出的控制措施是：临时弃土场形成后，及时恢复植被。	已落实。 临时弃土场已及时恢复植被。	方案优化 ，本次技改结合现有工程经验，考虑注液孔、截渗池、收液井土方工程量较小，且工程运行周期较短，因此考虑将上述土方堆存在工程旁，采用播撒草籽或表面遮盖防止水土流失，不设置临时弃土场
	(4) 道路扬尘污染防治措施分析	运输车辆严禁超载并要求运输车辆加盖篷布或使用带盖箱体密封车。	已落实。 根据 2016 年第 2、3 季度的环境监理报告，建设单位已采取限制车速，抑制粉尘的产生；加强对运输车辆装载量的管理，严禁超载并加盖篷布或使用带盖箱体密封车。	拟继续落实
		限制车速、车辆加盖篷布或使用带盖箱体密封车是常用的道路扬尘治理技术，在矿山使用普遍，效果明显。		
(5) 无组织排	(1) 松散物料运输采用密闭车辆运输；	已落实。 根据 2016 年第 2、3 季度的环境监	拟继续落实	

类型	原环评提出的环保措施		现有环保措施落实情况	本次技改落实情况
	放粉尘防控措施	(2) 尽量避免松散物料露天堆放, 确需露天临时堆放时, 表面需进行遮盖, 周边设临时拦挡措施。	理报告, 建设单位通过加盖篷布或使用带盖箱体密封车、岩土袋装、产品堆放室内等措施降低无组织扬尘对周围环境的影响。	
废水污染防治措施分析	(1) 母液车间废水利用措施	(1) 沉淀池溢流水和压滤机压滤废水汇入回收池, 在回收池中通过调节 pH 和硫酸铵浓度后, 将其输送到高位浸矿液池当作浸矿液重复利用, 不外排; (2) 矿山不设集中生活区, 母液车间设置防渗消毒旱厕, 用作农肥不外排。	已落实。 根据 2016 年第 2、3 季度的环境监理报告, 建设单位均已采取相应措施, 与环评一致。	拟继续落实
	(2) 原地浸矿采场清水清洗废水处理利用措施	原地浸矿采场清水清洗的废水收集后, 部分作为下一采场的浸矿液配制, 部分进行处理, 处理到氨氮达到排放标准后, 作清水清洗的水源加以利用。	已落实。 2017 年对试验地块进行清水清洗, 清洗尾水经收集后部分抽回母液车间配置原地浸矿母液。	方案优化, 根据现有工程经验, 清洗废水收集后全部用于下一采场的浸矿液配置, 未采矿块淋洗废水经处理后全部循环利用。
	(3) 清水清洗废水处理工艺合理性	选择膜分离技术的组合工艺进行处理, 处理出水用于浸矿采场清洗, 浓水中含有一定浓度稀土和较高浓度氨氮, 送至母液车间配制原地浸矿母液, 同时可以回收部分稀土。	措施变更。 2018 年 10 月, 确定处理工艺为“高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”的组合工艺, 处理规模为 1000m ³ /d, 矿区停产后尾水无利用途径, 经处理后外排至屯垌溪。	方案优化, 由于本次技改调整浸矿剂为硫酸镁, 调整沉矿剂为碳酸氢钠, 尾水涉及镁、硫酸根等污染物去除, 因此在现有组合工艺前段增加钙矾石沉淀, 同时将污水处理规模从 1000m ³ /d 提升至 1500m ³ /d, 未采矿块淋洗废水利用母液处理车间工艺池处理达标后, 全部循环利用。
		根据母液处理车间的规模 (2 个车间均为 500t/a) 以及数村溪和屯垌溪小流域废水的处理量, 在 2 个母液处理车间分别布置处理能力为 3000m ³ /d 的尾水处理站, 矿区尾水处理站总规模为 6000m ³ /d。膜系统回收率按照 R=80% 进行设计, 回用水量为 4800m ³ /d, 浓缩液水量为 1200m ³ /d (含微量稀土、氨氮)。	基本落实。 在母液处理 2 车间建设屯垌溪小流域水处理站, 建设规模为 1000m ³ /d, 将膜处理系统变更为采用“高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”的组合工艺。 未落实部分: 数村溪片区尚未建设污水收集站。	方案优化, 数村溪片区污水收集站不再建设, 完善各小流域截获工程, 依托现有工程污水处理系统, 在现有组合工艺前段增加钙矾石沉淀, 同时将污水处理规模从 1000m ³ /d 提升至 1500m ³ /d, 将氨氮排放浓度从 15mg/L 提升至 1mg/L, 同时新增硫酸盐管控浓度为 800mg/L

类型	原环评提出的环保措施		现有环保措施落实情况	本次技改落实情况
地下水污染控制措施	(1) 源头控制措施	① 清污分流措施 在原地浸矿采场内设避水沟，周围设置雨水和山泉排水沟，将雨水和山泉水与矿块浸出液分别收集，浸出液收集后送车间处理。母液处理车间采取清污分流措施，防止清水进入池内。	已落实。 根据 2016 年第 2、3 季度的环境监理报告，建设单位在采原地浸矿采场已修建内部避水沟、外部排水沟；措施可行	拟继续落实
		② 清水清洗措施 在浸矿结束后，进行加注清水清洗，然后利用原地浸矿采场的集液系统进行尾水收集，将收集的尾水部分用于下一个矿块的开采，部分送至母液处理车间污水处理站进行处理后返回采场清洗。清水清洗的时间约为浸矿结束后 1 年的时间。	部分落实。 根据中铝广西有色稀土开发有限公司提供的《原山氨氮含量与清水淋洗时间的关系》，2018 年以来，北京矿业研究总院在江西赣州稀土公司开展了工业试验，得到以下结论：清水淋洗可显著降低原山氨氮含量，随着清水淋洗时间的延长呈下降趋势，且下降的幅度越来越缓，当水体氨氮浓度降至 170~180mg/L 时（约 60 天），再继续清水淋洗对其浓度影响已非常小。根据建设单位资料，矿山闭矿后采用清水进行了清洗，但清洗终止时尾水未能达到排放标准，同时未对清洗工段进行记录。	方案优化， 浸矿结束后，加注清水清洗进行收集后全部用于下个矿块配液，已开采矿块中残留化学剂随地下水渗出，拟保留截渗池、收液井对渗出液进行收集，直至下游截获井浓度达标方可对截渗池、收液井进行复垦
	(2) 防渗措施 收液巷道、收液孔等所有巷道底板均采用防渗水泥浆进行防渗漏处理。原地浸矿采场高位池、收液沟、收液池、中转池，母液处理车间母液集中池、除杂池、沉淀池、配药池、配液池、事故池等储存或输送含有大量氨氮污染物的设施用 HDPE 防渗膜进行防渗处理。防渗层的防渗性能应不低于 1.5m 厚渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的粘土层。池底基础采用“抗渗钢筋混凝土整体基础+素混凝土垫层+原土夯实”。	部分措施变更。 ①收液巷道和集液导流孔已采用水泥进行防渗，与原环评一致，措施可行。 ②收液沟用普通塑料膜防渗，防渗措施发生变更。普通塑料容易被砂石刮划产生破漏，导致母液外溢，存在环境风险隐患。 ③高位浸矿液池、母液收集池、中转池、事故池采用防水油毡布防渗，防渗措施发生变更。企业委托青岛科标化工分析检测有限公司于 2015 年 6 月 24 日对 HDPE 膜和塑料薄膜和 8 月 25 日对防水油毡布进行了拉伸强度、撕裂强度、水蒸气透过系数等三项检测项目进行分	方案优化， 集液巷道拟采用防渗水泥浆进行防渗漏处理，本次技改拟采用收液波纹管进行收集，提高母液收集率，采场使用高位水罐，母液中转池采用防渗毡布，母液处理车间依托现有工程，通过更换防渗毡布确保在生产过程中母液不会渗漏。	

类型	原环评提出的环保措施		现有环保措施落实情况	本次技改落实情况
(3) 地下水污染截获防控措施			析,根据测试结果,防水油毡布水蒸气透过系数 $6.7 \times 10^{-15} \text{g} \cdot \text{cm}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$, 仅比 HDPE 膜高了 1 个数量级。从拉伸强度和撕裂强度来看,防水油毡布却高于 HDPE 膜,措施总体可行。	
	① 矿块所在小水文地质单元地下水截获与监测措施	矿体所在小水文地质单元地下水污染防治措施主要采取水力截获方法(A类水力截获线),截获方式为截获井。截获点布设在小水文地质单元出口处,用于截获运营期和退役期受到污染的地下水。	部分落实。 经调查,建设单位于 2018 年开始进行水力截获井选点,截至 2019 年 2 月 1 日,A 类水力截获井已全部施工完毕。经与原环评报告对比,原环评布设的 5 条 A 类水力截线除 4 号线不设置外(试验开采不涉及数村溪次级水文地质单元)其他均施工完毕。但未进行抽水工作。	拟继续落实, 矿体所在小水文地质单元地下水污染防治措施主要采取水力截获方法,截获方式为截获井(大口井),截获点布设在小水文地质单元出口处,用于截获运营期和退役期受到污染的地下水。
	② 小流域出口地下水污染防治措施	由于矿区水文地质条件的复杂性和原地浸矿的特殊性,尽管采取了源头、采区地下水污染防治措施—水力截获措施,仍有可能部分污染地下水向小流域下游汇集,根据水文地质条件、水质条件,从技术和经济性方面进行论证,确定水力截获(B类水力截获线)小流域边界(即屯垌小流域和数村小流域出口处)地下水污染防治措施。具体防控措施应根据水文地质条件、水质条件,从技术和经济性方面进行论证,确定最优的水力截获方案。	部分落实。 经调查,建设单位于 2018 年开始进行水力截获井选点,截至 2019 年 2 月 1 日,B 类水力截获井已施工完毕。经与原环评报告对比,原环评布设的 2 条 B 类水力截获线均施工完毕。但未进行抽水及处理工作。	拟继续落实, 在小流域出口设置水力截获工程,确保截获系统正常运行。
③ 流域废水收集处理利用	在屯垌溪小流域出口处和数村溪小流域出口处各设置一个污水收集处理系统。污水收集系统位于火成岩与灰岩接触带附近的火成岩区。根据流域渗漏污水	部分落实。 ①经调查,试验地块主要影响的区域为屯垌溪流域,并在 2 车间建设氨氮处理工艺,收集规模为 $1000 \text{m}^3/\text{d}$,与原环评一致。②数村溪片区无开采计划,故未建设污水收集站。	方案优化, 数村溪片区污水收集站不再建设,完善各小流域截获工程,依托现有工程污水处理系统,在现有组合工艺前段增加钙矾石沉淀,同时将污水处理规模从 $1000 \text{m}^3/\text{d}$ 提	

类型	原环评提出的环保措施		现有环保措施落实情况	本次技改落实情况
		量,设计屯垌溪水处理收集规模为 1000m ³ /d,数村溪水处理收集规模为 500m ³ /d。收集的污水用于生产或送至母液处理车间处理。		升至 1500m ³ /d,将氨氮排放浓度从 15mg/L 提升至 1mg/L,同时新增硫酸盐管控浓度为 800mg/L,未采矿块淋洗废水利用母液处理车间工艺池处理达标后,全部循环利用。
(4) 用水保障措施	经原环评预测,屯垌水库有可能受到氨氮及硫酸盐污染,为解决屯垌水库灌溉问题,矿方提供了保证屯垌农用灌溉用水承诺书。取水可能受影响村庄为屯垌屯、那民屯、百叫屯、那温屯、那岵屯,生活用水总量为 510m ³ /d。建设单位出文承诺进行自来水供水改造。		<p>供水水源发生变更: 环评中供水水源为位于矿区上游 10km 处的黑水河江州新和饮用水源区,目前那民、百叫、那温的供水工程是从那民以东 2.4km 的更亨屯山泉水(机井)引水;屯垌实际供水工程为屯垌以南 700m、黑水河沿岸的地下水水井。</p> <p>未落实: 供水工程还未延伸到那岵。</p>	<p>方案优化,现有工程实施情况反映,目前屯垌水库虽未能稳定达到 III 类水质,但未影响其灌溉功能,未对下游农作物产生减产等不利影响,本次技改不再引入铵盐,历史采空区渗水经处理后排放浓度可低于 1mg/L,可逐步实现屯垌水库稳定达标目标。考虑东南次级水文地质单元下游存在民井,且经现场调查,虽已实现水源变更,目前村民仍使用现有水井井水,为此本次评价提出不再开采涉及东南次级水文地质单元内的矿块,建设单位已出具相关承诺函(见附件 25)</p>
(5) 地下水长期监测措施	<p>A 类监测点: 根据各自的目的不同,监测频率不同。</p> <p>矿块下游泉点、钻孔点、矿块下游垂直监控井和下游监测井的监测频率:根据矿体开采计划,在开采矿体下游进行监测,仅在注液阶段和清水清洗阶段进行监测,每个月 3 次。</p> <p>母液处理车间下游 J7、J8: 仅在矿山生产期和清水清洗期进行监测。</p> <p>水力截获井及与之配合的下游水质监测井的监测频率:根据矿体开采计划,水力截获线 1 在第 1 年开始监测,水力截获线 2 在第 4 年开</p>		<p>近期已落实。根据回顾性评价及建设单位资料,建设单位 2018 年开始进行水力截获井选点,截至 2019 年 2 月 1 日,A 类水力截获井已全部施工完毕。</p>	<p>方案优化,直至 2024 年 7 月,采场已针对采空区实施 8 口截获井,但实施效果一般,拟实施截获大口井,提高采空区渗水收集效果,并将井内渗出水抽至污水处理站处理达标。对于拟开采区,完成浸矿及母液收集后,仍保留截渗池、收液井,直至下游地下水截获井达标后方进行复垦。本次评价优化截获井(大口井)、采区下游地下水截获井,监测频率见“8.3.2 运营期环境监测</p>

类型	原环评提出的环保措施	现有环保措施落实情况	本次技改落实情况
	<p>始监测，水力截获线 3 在第 7 年开始监测，水力截获线 4 在第 3 年开始监测，水力截获线 5 在第 1 年开始监测。在注液阶段和清水清洗阶段的监测每个月 3 次，在退役后大气降雨清洗阶段每 1 个月监测 1 次。原则上，截获井在某一时刻监测达标后，需再持续监测一个水文年，如果仍未出现超标现象，可不再进行监测。</p> <p>B 类监测点：流域水力截获线及与之配合的下游水质监测点监测频率：两个流域级的水力截获线在第 1 年开始监测。在注液阶段和清水清洗阶段的监测每个月 3 次，在退役后大气降雨清洗阶段每 1 个月监测 1 次，母液处理车间下游水质 1 个月监测 1 次。原则上，截获井在某一时刻监测达标后，需再持续监测一个水文年，如果仍未出现超标现象，可不再进行监测。流域下游泉点及居民饮用水点：从第 1 年开始监测，每 1 个月进行 1 次。重点区域和出现异常情况下应增加监测频率；</p> <p>C 类监测点：背景值的地下水监测每年至少两次，分丰水期和枯水期进行，出现异常情况下应增加监测频率；</p>	<p>近期已落实。根据回顾性评价及建设单位资料，矿区内的 B 类监测点于 2018 年开始进行水力截获井选点，截至 2019 年 2 月 1 日，B 类水力截获井已施工完毕，2024 年 5 月，已启动抽水并进行处理。矿区外的 B 类监测点主要为周围村屯的居民饮用水井，建设单位已进行每季度一次的监测。</p> <p>未落实。经调查，环评布设的背景点钻井 CK20 无水，S15-1 为季节性出露的裂隙水，无法长期监测。建设单位重新选择在试验矿区西北面地下水上游布设 1 个监控井，但由于水位不稳定，无法长期监测。</p>	<p>计划”章节</p> <p>方案优化，实施屯垌溪和数村流域级截获井（保留抽水设施，超标时抽回处理），与矿区外民井一并构成 B 类监测点，具体监测点位及跟踪监测频次见“8.3.2 运营期环境监测计划”章节</p> <p>方案优化，本次技改拟在采区上游设置 J30 水井作为背景点，具体监测点位及跟踪监测频次见“8.3.2 运营期环境监测计划”章节</p>
噪声控制措施分析	母液处理车间主要噪声源有：压滤机和水泵，均为固定源。母液处理车间噪声主要控制措施为工艺设计中产生噪声较大的设备采取降低噪声的措施，如压滤机设备考虑在基础安装方面采取防振减噪及隔声措施；设备选型时，选择满足国家噪声标准要求的低噪声设备。采取上述措施后，类比其它同类噪声设备厂房外	已落实。 根据 2016 年第 2、3 季度的环境监理报告，矿山噪声防治措施满足工程实际和环评要求。采矿场远离居民，同时机械设备安装室内，运输车辆夜间禁止运输。	定期对已有设备及降噪措施进行检查

类型	原环评提出的环保措施		现有环保措施落实情况	本次技改落实情况
析		的噪声实测值，大体在 70dB(A) 以下。		拟继续落实
	(2) 道路交通噪声控制分析	(1) 合理调度运输车辆作业时间，昼间运输，夜间不运输； (2) 加强运输车辆的维护管理，确保运输车辆在最佳工况下行驶。		
表土与固体废物处理处置措施	(1) 表土利用措施分析	矿山清基表土送至表土堆场堆存，作矿山土地复垦时的土壤重构覆盖材料用，表土堆场采取拦挡等措施防止水土流失。	部分落实。 本工程未设置表土堆场，清基表土直接堆在山脚，在闭矿后已回填。2023 年 7 月~8 月开展了水土保持监测，监测结论如下：项目水土保持防治责任范围为 19.79hm ² ，扰动土地整治率达到 99.44%，水土流失总治理度达到 99.44%，水土流失控制比达到 1.0，林草植被恢复率达到 99.12%，林草覆盖率达到 62.30%，项目建设过程中防护措施及时到位，未见重大水土流失。	方案优化 ，本次技改涉及土方工程量较小，不设置表土堆场，注液孔、集液巷道、收液沟土方均就近堆存，采区覆盖或播撒草籽防止水土流失，闭矿后回填
	(2) 原地浸矿采场岩土综合利用、处置措施	本项目单个注液孔施工产生岩土量较少，约 0.05m ³ ，就近装袋堆存在注液孔周边，待浸矿完毕后，回填注液孔，生产期共产生注液孔弃土 1.44 万 m ³ 。	已落实。 根据 2016 年第 2、3 季度的环境监理报告，建设单位已将采矿块注液孔岩土装袋堆放在注液孔周边，浸矿完毕后，回填注液孔。	
		挖掘收液巷道和导流孔产生岩土量 16.52 万 m ³ ，用于回填到采场开采区约 11.56 万 m ³ ，堆存于临时弃土场的约 4.96 万 m ³ 。最后回填集液池和母液中转池等。	部分落实。 本工程实际未设置表土永久堆场，挖掘收液巷道和导流孔产生的岩土临时堆场在山脚，阶段性回填，堆放过程中造成一定的水土流失。	
(3) 除杂渣利用与处理措施分析	项目母液处理车间产生除杂渣 50t/a，根据放射性评价结论，本项目在 1 车间设 2 个贮渣池，容积分别为 690m ³ 、350m ³ ，2 车间设 2 个贮渣池，容积均为 500m ³ ，每个贮渣池底部和池壁均采用 HDPE 膜防渗处理，服务期满后，填埋绿化，贮渣池设有渗滤液收集设施，渗滤液回用于生产。	落实。 母液处理车间设有贮渣池 1 个 450m ³ 贮渣池，贮渣池容积可满足现状的生产的要求；贮渣池底部和池壁采用防水油毡布防渗处理，池壁高出地面 0.5m，防止雨水进入。	方案优化 ，本次技改将原贮渣池改建为上清液池，经压滤得到除杂渣堆放至一般固废暂存间内，定期外运综合利用	

类型	原环评提出的环保措施		现有环保措施落实情况	本次技改落实情况
	(4) 生活垃圾处置措施分析	在母液处理车间设置适量的垃圾桶, 收集生活垃圾, 定期用垃圾运输车运至当地环卫部门指定的垃圾处置场进行妥善处置。	已落实。 与原环评一致。	拟继续落实
事故应急防控措施与合理性	事故应急防控措施	(1) 为防止母液处理车间发生事故性排放, 除杂池和沉淀池采用多池交替使用方案, 始终保持 1 个除杂池和 1 个沉淀池放空状态, 作为应急事故池。在除杂池和沉淀池沉淀渣清除时, 及时检查防渗膜的完好性, 发现渗漏, 及时处理。	已落实。 母液处理车间 1 已复垦, 母液处理车间设 1 个 800m ³ 的应急池。	已落实, 本次技改依托原母液处理车间, 事故应急防控依托已建 800m ³ 事故应急池
		(2) 在每个母液处理车间山脚低凹处各设 2 个容积不小于 500m ³ 事故池, 母液处理车间坡脚设事故排放收液沟, 沟底防渗, 将事故排放的母液及时收集进事故池。		
		(3) 原地浸矿采场下游低洼处按流域设一定数量事故池, 原则每个原地浸矿采场设 1 个, 池容积不小于 100m ³ 。	措施变更。 原地浸矿采场、母液输送管线未增设事故池, 而是设置了环保坝。因为环保坝的地势较低, 区域地表水在环保坝汇集后才排出矿区范围外, 如采场、管线发生泄漏, 母液将流入环保坝, 故环保坝兼做其事故池。	逐步落实, 目前已在采区下游低洼处按流域设置了一级环保坝 (2000m ³) 和二级环保坝 (3000m ³), 同时已在无名小沟 3 设置拦截坝 2, 容积约 60m ³ , 后续将逐步落实无名水沟 4 设置拦截坝 1、无名水沟 5 设置拦截坝 3、数村溪设置拦截坝 4, 同时在屯洞水库上游设置风险坝
		(4) 母液输送管线每隔一定距离, 设置止回阀, 在母液管线沿线每隔一定距离, 在低洼处设置事故池收集母液输送管线事故泄漏母液, 及时将事故池母液抽至母液处理车间利用。事故池容积不小于 50m ³ 。		拟继续落实
		(5) 在矿区出口下游地表水水体设置监测断面, 当出矿区地表水监测断面水质指标超过进		已落实。 建设单位对屯洞溪、数村溪和黑水河地表水进行监测。矿区内设置环保坝收集地

类型	原环评提出的环保措施		现有环保措施落实情况	本次技改落实情况
		矿区地表水监测断面水质指标时，矿山应立即停产，采取措施，消除对地表水的影响。	表溪流，超标水体抽回污水处理站处理后排放无名水沟 1。	
		(6) 母液处理车间收液池地面设排水沟，及时将池体外的汇水排出。池体四周高出地面 0.5m 以上，防止雨水进入其中。	已落实。	已落实 ，本次技改依托原母液处理车间
		(7) 建立完善的硫酸储罐的储存系统；加强对输送管线的定期检查，发现问题及时排查、修复，解决潜在的风险隐患，确保管道的安全性。管道终端设控制阀，具备紧急关闭的功能。泄漏时，启动相应的应急措施。在硫酸的经营、运输、储存过程中必须严格执行《危险化学品安全管理条例》等有关规定。	已落实。 硫酸储罐单独设置仓库堆放，并做好围堰等风险防范措施。	已落实 ，已对硫酸罐区顶棚加高 1.2m， <u>旁边修复事故应急池（11m³）1 个，并设置应急物资柜</u>
生态恢复措施	南方离子稀土赋存分散，点多面广，厚度不大，原地浸矿收液工程设计是原地浸矿污染控制的关键。每个原地浸矿采场的施工、浸矿、清水清洗时间约 2 年，以后即进入封孔闭矿期。整个项目属于生产阶段，单个原地浸矿采场属于闭矿阶段。可实现边开采边复垦。原地浸矿采场清水清洗结束后，将注液孔周边袋装的岩土回填注液孔，并根据情况栽植植被。		已落实。 建设单位采取边开采边复垦方式。在原地浸矿采场清水清洗结束后，将注液孔周边袋装的岩土回填注液孔，并根据情况栽植植被，对水土流失等生态破坏较小。	拟落实 ，拟采区边开采边复垦方式， <u>优先回填注液孔，截渗池、收液井作为采空区渗水收集措施保留，直到下游截获井水质稳定达标后进行复垦</u>

2.1.8.4 闭矿阶段污染控制措施落实情况及落实情况

表2.1-18 闭矿阶段污染预防措施落实情况一览表

序号	原环评提出的环保措施	现有环保措施落实情况	本次技改落实情况	
1	原地浸矿采场尾水收集利用	(1) 原地浸矿采场浸矿结束后即进入闭矿期, 保留清污分流工程、母液多级收集工程, 收集采场尾水, 将尾水送母液处理车间, 收集尾水中微量稀土。	已落实。	拟继续落实 , 本次技改母液多级收集工程包括集液巷道、导流孔、母液收集波纹管、截渗池和收液井, 清污分流工程为避水沟
		(2) 定期对尾水水质进行监测, 直至尾水水质达到排放标准时, 停止尾水的收集处理。	已落实。 建设单位原采用药剂法进行处理, 现已建设处理规模 1000m ³ /d 的生产废水处理站, 采用“高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”的组合工艺处理。由于试采结束后没有继续开采下一个矿块, 因此处理后的尾水主要用于浸矿采场清洗, 未返回配液。废水处理站的出水水质满足《稀土工业污染物排放标准 (GB 26451-2011)》中直接排放标准。	拟继续落实 , 闭矿顺序为先进进行注液孔回填, 保留集液巷道、导流孔、母液收集波纹管直至渗出液达到排放标准, 保留截渗池和收液井直至下游截获井、地下水监控井水质稳定达标
		(3) 尾水中微量稀土回收后的废水, 及无稀土回收价值的尾水全部回到母液处理车间尾水处理站进行处理达标后外排。尾水处理站利用母液处理车间清洗尾水处理工艺。		拟继续落实
2	生态恢复措施	母液处理车间复垦: 定期对原地浸矿采场尾水水质进行监测, 当尾水水质达到排放标准时, 停止尾水的收集处理。母液处理车间进行土地复垦工作。原地浸矿采场清水解析氨氮约需 1~1.5 年, 故母液处理车间安排在项目闭矿结束后 2 年进行。复垦措施为将母液处理车间的池体进行平整, 栽植马尾松、杉树等植被。	正在落实。 实际试采区结束后, 由于需要收集处理矿区内出露到环保坝的溪流, 因此母液处理车间未拆除复垦, 同时项目所在矿区仍有可开采稀土, 未彻底闭矿。	方案优化 , 为确保区域环境质量, 考虑闭矿顺序为先进进行注液孔回填, 保留集液巷道、导流孔、母液收集波纹管直至渗出液达到排放标准, 保留截渗池和收液井直至下游截获井、地下水监控井水质稳定达标 (稳定达标是指稳定 1 年达标)
		原地浸矿采场的复垦: 原地浸矿采场采用边开采边复垦方案, 在生产阶段大部分已复垦, 一期项目闭库阶段, 只有最后一年的原地浸矿采场未复垦。因此, 一期项目	已落实。 原地浸矿采场已落实边开采边复垦, 除部分注液孔因当地农户要求保留外, 其余注液孔均已回填。	拟继续落实

序号	原环评提出的环保措施		现有环保措施落实情况	本次技改落实情况
		闭库阶段原地浸矿采场复垦对象为最后一年的原地浸矿采场。复垦措施为原地浸矿采场注顶水结束后，将注液孔周边袋装的岩土回填注液孔，并根据情况栽植植被。		
3	地下水监控收集处理措施	原地浸矿采场和母液处理车间下游地下水监控井继续进行监测，直至达到地下水 III 类标准限值要求。	部分落实。 本项目未彻底闭矿，已在采场下游布置地下水监控井，实际主要监测矿区周围村屯地下水，矿区内地下水监测井未进行正常监测。	拟继续落实， 加强对 A 类、B 类、C 类监测井跟踪监测

2.1.9 回顾性评价中提出的整改落实情况

对比《广西壮族自治区生态环境厅关于印发中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿试验性开采项目环境影响回顾性评价报告审查意见的函》（桂环函〔2019〕774号）的审查意见，项目执行情况如下：

表2.1-19 回顾性评价报告书审查意见减缓措施执行情况

序号	减缓措施和要求	本项目落实情况	本次技改落实情况
1	(一) 重点监控试验区域的地下水出露点, 将出露的地下水引至三级环保坝, 抽回至氨氮处理车间处理后外排; 车间下游钻井内的超标废水抽至氨氮处理车间处理达标后排放, 并对其进行长期监测监控, 直到解除污染。	部分落实。 从 2018 年至今一直将重点监控区域出露地下水(即用环保坝拦截的溪水)抽回母液处理车间进行达标处理后排放。但下游截获井内超标废水未能及时抽回母液处理车间进行达标处理后排放	方案优化, 本次技改针对历史采空区渗水采区构建“地下水截获井+地表拦截坝+环保坝+风险坝”环境风险防治体系, 截获或拦截尾水经污水处理站处理达标后排放至二级环保坝下, 确保矿界外环境质量达标, 加强对矿区 A 类、B 类和 C 类地下水监控井的跟踪监测
2	(二) 按照环评要求对建成的水力截获井进行长期监控; 尽早进行地表水在线监测系统的比对验收工作; 尽早完成氨氮处理车间的调试并持续对超标水体进行治理; 选用合理的尾水处理方案并保持运行, 以保证即使在停产状态下, 亦能对雨后区内渗出的含氨氮水进行处理, 废水排放及污染物监测要求按照《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011) 执行。	落实。 1、主要对矿区周围村屯的水井(B类截获井)和环保坝内截流的溪流进行了长期监控; 2、2018年11月6日~8日公司委托广西南环环保科技有限公司开展在线监测比对监测, 比对监测结果表明在线监测设备运行合格, 设备运行正常; 3、原建成的三级环保坝对地表溪流进行截流, 但随着停产后矿区管理松懈, 一、二级环保坝未进行防渗, 逐渐荒废, 实际未起到截流暂存的作用, 主要依靠第三级环保坝, 根据实地踏勘, 优化环保坝设置方案, 取消了第二级坝(取消后总容积不变), 2024年3月重新修整了一级环保坝, 并做好防渗等措施, 连同第三级坝收集截流地表溪流, 同时超标水体泵送回母液处理车间污水处理站处理, 治理后废水达标后外排。	拟继续实施, 对历史采空区采取地下+地表截获手段, 将尾水截获泵至污水处理站处理, 尾水排放标准进行优化, 外排废水中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求; 硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计) 满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》(DB36 1016-2018) 中表 1 一级排放限值 ($\leq 800\text{mg/L}$) 标准要求
3	(三) 建设单位后期需做好注水检漏、清洗的数据记录, 做好矿区开采计划、中途停产计划等, 根据计划提前完善相应的环保措施, 并做好采场开采前的环保验收。	基本落实。 回顾性评价审查后, 矿区一直未恢复生产。停产后矿区对无名水沟 1、无名水沟 2 汇集到环保坝的超标水体进行了达标处理, 对已开采的矿山进行了清洗, 但未做好清洗台账; 对母液处理车间 1 和其他已开采区进行了复垦。	拟继续实施
4	(四) 回顾性评价预测清洗尾水排至黑水河后, 对黑水河水质影响不大, 建设单位可考虑将废水排放口布置在黑水河矿区取水口下游 100 米。	未落实。 后评价至今矿山一直未进行开采活动, 因此未考虑将废水排放口布置在黑水河矿区取水口下游 100 米。	拟继续实施, 本次技改调整了浸矿剂和沉矿除杂剂, 后续不再引入氨源, 后续正常生产过程中无废水不外排, 矿区最后矿块淋洗水和闭矿区渗水经污水处理站处理达到《稀土工业污染

序号	减缓措施和要求	本项目落实情况	本次技改落实情况
			<p>物排放标准》（GB26451—2011）要求，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以SO₄²⁻计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表1一级排放限值（≤800mg/L）标准后排入黑水河，根据预测结果，技改项目实施后对区域水环境影响可以接受。</p>
5	<p>（五）由于原地浸矿工艺对浸矿母液的回收率要求较高，根据地质勘探情况，发现矿区地质条件不适宜进行原地浸矿工艺的，如存在地质断层或大型裂隙，或其矿区下游有明显的地下水敏感区域，如地下水集中式饮用水源地等情况，应优先选用堆浸工艺进行回采，严格控制污染物扩散。</p>	<p>落实。项目开发利用方案已根据地质勘探情况考虑了不适宜进行原地浸矿工艺开采的区域，具体见图2.2-1。该部分设计不开采矿段既不适宜采用原地浸矿工艺进行开采，同时也不考虑采用堆浸工艺进行开采。因此，技改后项目设计开采区无地质条件不适宜进行原地浸矿工艺的采区，技改项目不采用堆浸工艺开采。</p>	<p>方案优化，《广西崇左市六汤矿区稀土矿资源储量核实报告》对于采用原地浸矿工艺不适宜的区域明确为设计不开采范围，同时本次环评从环境风险防范角度提出优化调整范围，此范围亦明确不再开采</p>

2.1.10 环保督察存在问题及整改情况

六汤稀土矿已于 2017 年 6 月停止开采，但矿区开采后生态环境影响仍不容忽视，历年环保督察（检查）基本情况如下表：

表2.1-20 历年环保督察（检查）基本情况一览表

环保督察	督察主体	督察时间	反馈意见问题
中央环保督察“回头看”	中央第五环境保护督察组	2018 年 6 月~7 月	问题 1 使用落后灼烧窑、烟气直排
			问题 2 未按环评批复报告要求及时安装氨氮在线监测
			问题 3 未按环评批复要求完成试验性开采环境影响回顾性评价
			问题 4 排出矿界废水氨氮超过环评报告书要求的污染物排放标准（15mg/L）
2020 年环保督察	中央第四生态环境保护督察组	2020 年 9 月	广西国兴稀土矿业有限公司六汤矿山水污染物在线监测设施、屯垌溪断面水质自动监测设施运行不正常
			在生态环境部警示案例通报中指出（1）“中铝广西有色崇左稀土公司崇左六汤矿山开采过程中未按要求开展注水实验，在注水回收率数据未达到环评要求的情况下就开始注入浸出液进行生产，存在较大环境风险”；（2）“崇左六汤矿山氨氮废水处理系统加药装置长期损坏，药剂无法正常添加”。
日常督察	崇左市生态环境局	2021 年 9 月	仍有部分矿区外渗含铵盐废水未经收集治理随地表径流出矿区外

2.1.10.2 中央环境保护督察“回头看”反馈意见问题（编号三十）整改落实情况

2018 年 6 月~7 月，中央第五环境保护督察组进驻广西开展“回头看”期间，对中铝广西有色稀土开发有限公司所属矿山（六汤稀土矿山）进行了督察，指出了企业在资源开发过程中存在的环境影响问题。随后，崇左市、江州区环保、国土、水利、林业等部门按照中央环保督察要求，举一反三对中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿山（以下简称崇左公司）进行了检查，指出了现场存在的 4 项问题。中铝广西有色崇左稀土开发有限公司 2019 年 6 月 15 日编制了《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司举一反三环保问题整改验收报告》（2019 年 6 月），具体落实情况如下：

表2.1-21 中央环境保护督察“回头看”反馈意见问题（编号三十）整改落实情况

序号	问题	本项目情况	是否落实
1	问题 1 使用落后灼烧窑、烟气直排。	2018 年 6 月 30 日采用机械设备拆除 9 个窑体将泥土回填平整；将 350 m ² 的作业区大棚拆除，用运输车辆清理运走，并清理地面杂物。对灼烧窑的土地进行平整和铺盖表土层及复垦。最后并通过了验收	落实
2	问题 2 未按环评批复报告要求及时安装氨氮在线监测	在线监测从 2018 年 8 月开始运行，2018 年 11 月 6 日~8 日公司委托广西南环环保科技有限公司开展在线监测比对监测并通过验收	落实
3	问题 3 未按环评批复	2019 年六汤回顾性评价报告于 3 月 26 日获得了广	落实

序号	问题	本项目情况	是否落实
	要求完成试验性开采环境影响回顾性评价	西生态环境厅以桂环函〔2019〕774号文下达的审查意见。	
4	问题4 排出矿界废水氨氮超过环评报告书要求的污染物排放标准（15mg/L）。	2018年12月25日在六汤矿山母液处理车间建设污水处理站，将汇集于车间下游环保坝氨氮超标的废水用提升泵抽至污水处理站，经过废水处理车间处理达标后通过管道排放至环保坝下游无名水沟1，排放标准可以满足《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）；根据监测数据排出矿界的废水氨氮排放浓度小于15mg/L。	落实

2019年整改工作以《广西壮族自治区自然资源厅 广西壮族自治区生态环境厅关于同意中铝广西有色稀土开发有限公司中央环境保护督察“回头看”反馈意见问题（编号三十）验收情况通过核查的意见》（桂自然资函〔2019〕3413号）通过了验收；同年中铝广西有色稀土开发有限公司向中央环境保护督察“回头看”反馈意见自治区整改工作领导小组办公室申请了销号备案。

2.1.10.3 2020年环保督察问题整改情况

2020年9月，中央第四生态环境保护督察组对广西国兴稀土矿业有限公司开展督察，指出了企业在生态环境保护中存在的问题。广西国兴稀土矿业有限公司根据存在的问题进行了整改，具体整改问题反馈及落实情况如下：

表2.1-22 2020年环保督察问题整改情况表

序号	问题	本项目情况	是否落实
1	问题十六：广西国兴稀土矿业有限公司六汤山水污染物在线监测设施、屯垌溪断面水质自动监测设施运行不正常。	2020年9月，广西国兴公司立即与设备维护单位进行排查，恢复了设备数据上传功能，同时委托了第三方运行维护，强化监管，确保废水外排数据正常传输、真实有效。	已落实，后续将继续加强在线监测系统正常运行
2	问题十九：在生态环境部警示案例通报中指出（1）“中铝广西有色崇左稀土公司崇左六汤矿山开采过程中未按要求开展注水实验，在注水回收率数据未达到环评要求的情况下就开始注入浸出液进行生产，存在较大环境风险”；（2）“崇左六汤矿山氨氮废水处理系统加药装置长期损坏，药剂无法正常添加”。	2020年9月广西崇左稀土重新认真学习了《环境影响评价法》、六汤稀土矿试验开采环境影响回顾性评价报告和批复的要求；2020年9月广西稀土制定了《采区注水试验操作规程》，作为新水试验前技术交底的重要内容，新采区严格实施注水试验方案；2020年9月修复了废水处理加药装置，并加强了巡检和维护，加药装置保持了正常运行。为进一步提高可靠性，增加了一台备用电机。	已落实，后续将严格执行《采区注水试验操作规程》，加强污水处理系统巡检和维护

2021年11月4~8日公司完成了整改自主验收，由集团对整改情况进行销号处理，详见附件16，2021年11月11~15日在中铝广西稀土门户网站上公示，公示期满未收到

反对意见；2022年2月编制了《广西国兴稀土矿业有限公司中央生态环境保护督察反馈问题整改报告》。

2.1.10.4 崇左市生态环境局整改

2021年9月26日，崇左市生态环境局对广西国兴稀土矿业有限公司下发了整改通知《崇左市生态环境局关于责令广西国兴稀土矿业有限公司采取有效措施收集处理矿区外渗含铵盐废水的整改通知》（崇环发〔2021〕30号），主要问题是发现仍有部分矿区外渗含铵盐废水未经收集治理随地表径流出矿区外。

建设单位接到通知后，安排人员对矿山进行了排查，针对屯垌水库上游另一条支流有含铵盐超标废水外渗，随即采取了截流措施并向崇左市生态环境局备案（桂国兴稀土字〔2021〕12号）。具体措施整改落实情况如下：在矿区南部溪沟修建了拦截坝（经纬度坐标未 107.235366039°，22.450234447°，具体位置见附图 30 拦截坝 2），然后通过管道将溪水引流到无名水沟 1 上的中转水池，再抽回母液处理车间的污水处理站达标处理。2021年11月30日完成在环保坝下流附近新建一个中转水池，收集池采用油布防渗，容量约 200m³。后续将继续维持南部无名水沟 4 的地表水拦截（拦截位置见附图 30 拦截坝 1），并将拦截溪水送回污水处理站处理，直至污染消除。

从 2022 年 2 月份开始，建设单位在屯垌水库种植狐尾藻 2500 斤，面积约 10000m²，并通过通过污水处理车间添加次氯酸钙和氢氧化钠混合药剂，每天约 25 公斤，共计 7500 公斤，2023 年 3 月 2 日，崇左市生态环境局委托广西南环检测科技有限公司进行取样监测，屯垌水库的氨氮≤1.0mg/L，pH 值 7~8（无量纲），修复后屯垌水库的水质氨氮和 pH 达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水标准。

	
<p>矿区南部无名水沟 4 拦截坝 1</p>	<p>中转水池</p>
	
<p>屯垌水库种植的狐尾藻 1</p>	<p>屯垌水库种植的狐尾藻 1</p>

图2.1-8 矿区南部无名水沟 4 及屯垌水库整改措施

2.1.11 矿区复垦与生态环境治理情况

六汤稀土矿是一座有 30 多年历史的老矿山，经历离子型稀土矿开发利用的池浸、堆浸和原地浸三个技术发展阶段。2009 年之前矿区池浸、堆浸区域留下的约 500 亩采空区及渣场，2012 年前一直没有得到有效治理，矿区水土流失严重，生态环境恶化。

由采矿权历史沿革可知，矿区 2015 年进行了采矿权和探矿权两证合一，矿区面积由 0.8643km² 扩大至 4.048 km²，其中 0.8643km² 范围内实际占用土地后复垦竣工报告于 2016 年 8 月获得崇左市国土资源局土地复垦验收确认书。由于矿区范围扩大，设计开采

范围随之扩大，2016年中铝广西有色崇左稀土开发有限公司委托编制了《矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案》并获得备案（批准号：桂国土矿地环审[2016]41号）。

根据企业内部统计，自2015年5月截至2017年底，共投入土地复垦资金89.2万元，共完成复垦面积为54.63公顷，期间矿山开采区域全部复垦完成。项目回填注液孔约6500个，回填集液导流沟约3400米，回填避水沟约2500米，土地平整、土壤改良5.43公顷，播撒草种约2.36公顷、播撒草种20千克，高位水池整平种草0.37亩。

2020年9月对原母液处理1车间进行复垦，复垦面积约39亩，填方量约5407m³，复垦资金约57.92万元，播撒草种约20公斤。

项目采空区均已进行相应复垦工作。



图2.1-9 已复垦的原母液处理1车间



图2.1-10 已复垦的矿山采区

2.1.12 现有矿山存在问题及“以新带老”措施

1、采空区渗水收集与处置问题

根据《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响报告书》对原地浸矿采场尾水收集利用提出的相关要求为：“定期对尾水水质进行监测，直至尾水水质达到排放标准时，停止尾水的收集处理。”尾水排放标准执行《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）表2新建企业直接排放标准，《稀土工业污染物排放标准》中未规定的项目执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表1标准和表4一级标准，即氨氮排放标准为15mg/L，实际监测数据表明，采空区矿体渗水氨氮浓度超出15mg/L，根据中铝广西有色稀土开发有限公司提供的《原山氨氮含量与清水淋洗时间的关系》，2018年以来，北京矿业研究总院在江西赣州稀土公司开展了工业试验，得到以下结论：清水淋洗可显著降低原山氨氮含量，随着清水淋洗时间的延长呈下降趋势，且下降的幅度越来越缓，当土体氨氮浓度降至170~180mg/L时，再继续淋洗氨氮浓度几乎不再下降，由此可判断历史矿山虽采取了淋洗措施，但淋洗效果不佳，矿体内仍残留较多铵盐随着时间推移慢慢渗出。

根据现场踏勘，采空区现已完成复垦，即注液孔、集液巷道、导流孔、收液沟、收液井已完成回填，已无法依托原收液系统完成对超标地下水的截获，残留在山体中的污染物逐渐渗出，随着时间的推移，渗出浓度已明显降低（具体见表 2.1-23），渗出后最终往溪沟中汇集，稀土矿区地下水呈现流向弥散、近源补给、短途径流、就近排泄的特点，由于污染特征已发生变化，现阶段主要采取“地表截留+地下截获”方式收集采空区渗水，渗水经处理达标后外排，待后期开采活动重启后可回用于生产调配用水，因此本次评价按地表截留和地下截获两个方面进行阐述。

（1）地表截留措施

在无名溪沟小流域采取设置拦截坝的方式进行收集，后通过自流进入中转池或环保坝内，最终泵送至污水处理站处理。为摸清环保坝内和坝下污水水质情况，本次评价在对二级环保坝截留水以及坝下断面水质进行采样分析（具体数据见 3.2.2 章节 W19、W9、W11 断面监测数据），与《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响报告书》对应断面（8#、9#、10#和 12#）数据进行比对情况如下：

表 2.1-23 回顾性评价阶段与本次评价环保坝前和坝后水质对比一览表

水期	监测日期	代表点位	pH 值（无量纲）	氨氮（mg/L）	硫酸盐（mg/L）
2018 年丰水期	2018 年 7 月	8#（一级环保坝前）	4.69	105	975
	2018 年 7 月	9#（二级环保坝前）	6.09	24.2	539
	2018 年 7 月	10#（三级环保坝前）	4.37	25	460
	2018 年 7 月	12#（环保坝后）	3.45	24	412
2023~2024 年丰水期	2024 年 5 月	W19（环保坝前）	4.1	5.35	195
	2023 年 9 月	W9（环保坝后）	4.9	4.36	129
	2023 年 8 月	W11（环保坝后）	4.9	4.81	142
2024 年枯水期	2024 年 2 月	W9（中转池）	4.1	24	423
	2024 年 2 月	W11（环保坝后）	5	9.41	115

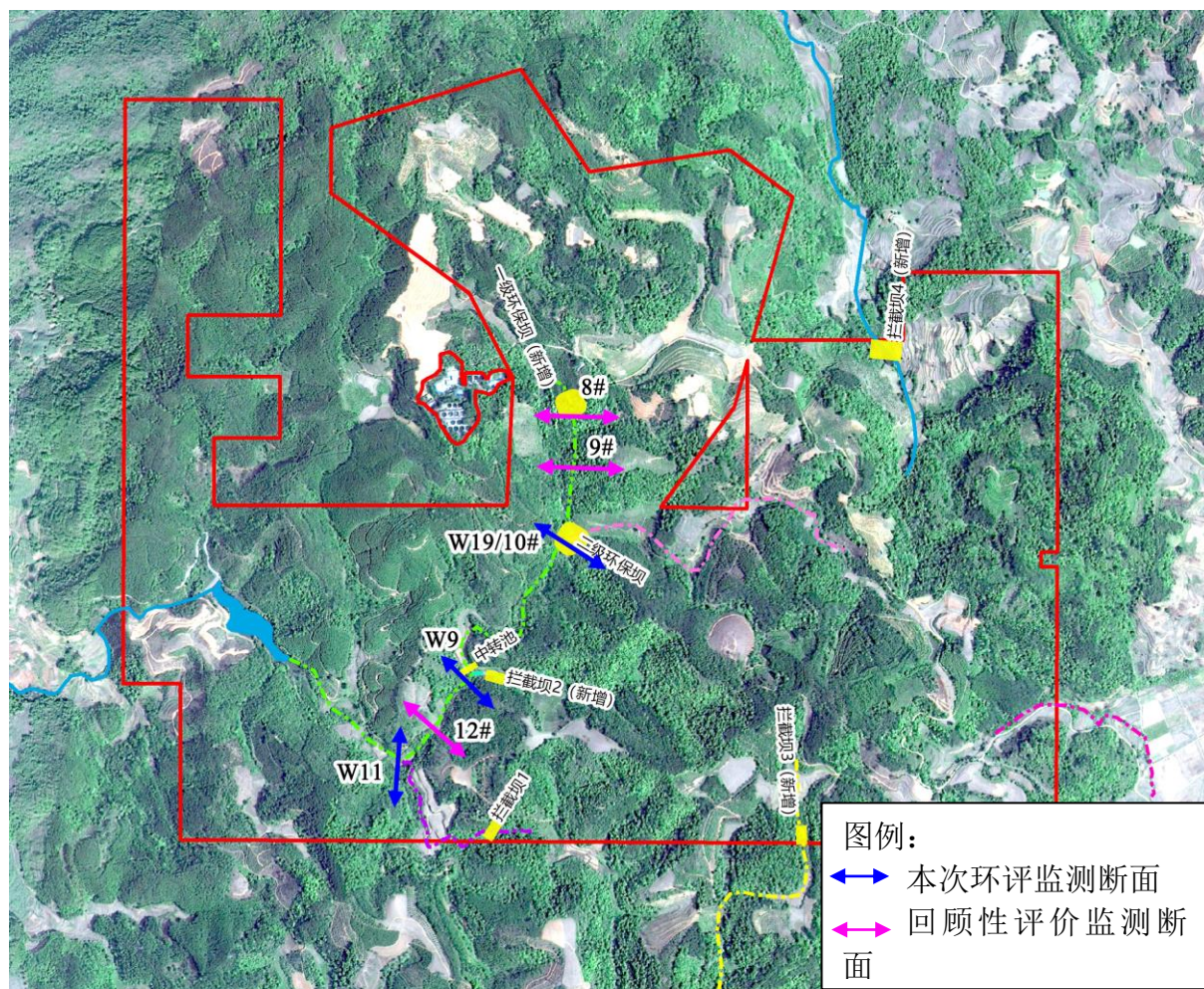


图2.1-11 回顾性评价与本次评价环保坝前后水质代表点位分布图

背景说明：2018年7月矿区已停止开采活动1年时间，此时在溪沟上已建成一、二、三级环保坝，8#、9#、10#点位分别在上述一、二、三级环保坝水池中取样，12#点位则在无名水沟3（具体见附图9）汇入后取样，而此采样时期，矿区内无名水沟3尚未建成拦截坝。本次环评取样时，原一、二级环保坝因缺乏管理实际未能有效截获超标溪水，因此已优化成新一级环保坝，扩大容积至2000m³，并铺设防水土工膜防渗，配套抽水泵和管道，确保环保坝的截流溪水能送回污水处理站处理，一级环保坝已于2024年3月完工。与原来三级环保坝相比，以新带老后两级环保坝总容积5000m³保持不变，且已在无名水沟3建成拦截坝，W19点位在二级环保坝前水池取样，W9、W11分别在无名小沟3和无名小沟4汇入后取样。

从上表数据分析可知：

1) 从丰水期数据对比可知，环保坝前2018年氨氮、硫酸盐浓度明显高于本次评价取样数据，而环保坝前数据可以较为直观的反映出矿山渗水水质情况，说明随着时间的

推移，采空区渗水浓度逐步下降，其中氨氮平均降幅为 89.14%，硫酸盐平均降幅为 74.0%。

2) 2018 年 12# 采样数据反映无名水沟 3 汇入后水质情况，从数据可以看出，无名水沟 3 汇入后，pH 值出现反弹，渗出水明显偏酸，推断是由于无名水沟 3 汇入后造成。

3) 从本次环评同断面枯丰期水质对比可知，枯水期水质明显劣于丰水期，这反映环保坝不仅仅收集采空区渗水，还收集地表径流，由此丰水期一定程度稀释了渗出水。

针对上述问题，本次评价提出“以新带老”措施如下：

1) 完善优化采空区渗水与地表径流收集系统，为收集采空区渗水，分小流域共设置 4 座拦截坝和 2 座环保坝，其中屯垌河流域设置 2 座拦截坝+2 座环保坝，东南面流域无名小沟 5 在矿界处设置 1 座拦截坝，数村河流域设置 1 座拦截坝，将拦截坝基础部分筑基到中风化层，尽可能将渗水收集进污水处理系统。

2) 减少渗水处理负荷，拟采用 DN250 管道和地表槽沟相结合收集无名水沟 1 和无名水沟 2 沿线 3 个点位的的地表径流，直接引至二级环保坝下游，拟采用 DN250 管道收集无名水沟 3 和无名水沟 4 地表径流，将其引至无名水沟 4 汇入口下游，实施快速导排。

3) 提高采空区渗水废水处理标准，处理后氨氮浓度降至 1mg/L，可以逐步改善矿区氨氮污染现状。

4) 进一步完善环境风险防范，在屯垌水库上游设置风险坝，风险坝正常情况保持常开状态，发生环境风险事故情形时，关闭闸阀，截获事故废水至中转池，最终进入污水处理站处理达标后排放。

地表截获系统工程内容如下：

表2.1-24 地表截获系统工程内容一览表

流域	截获工程名称	工程规模	工程实施进度
屯垌河流域	一级环保坝	容积 2000m ³ ，铺设防水土工膜防渗，配套抽水泵和管道	2024 年 4 月已建成投入使用
	二级环保坝	容积 3000m ³ ，铺设防水土工膜防渗，配套抽水泵和管道	已正常运行多年
	无名水沟 4 拦截坝 1 ⁽¹⁾	初步估算容积约 60m ³ ，拟铺设铺设防水土工膜防渗，配套管道自流至中转池	已建成投入使用
	无名水沟 3 拦截坝 2	容积约 60m ³ ，铺设铺设防水土工膜防渗，配套抽水泵和管道	已建成投入使用
	中转池	容积 200m ³ ，铺设防水土工膜防渗，配套抽水泵和管道	已建成投入使用
	风险坝	截留总容积 3000m ³ ，其中风险坝前溪流沟容积 2000m ³ ，风险坝旁设置 1000m ³	拟建

流域	截获工程名称	工程规模	工程实施进度
		水池，正常情况下正常过水，事故情形下关闭闸阀，坝前溪水部分自流至旁边的水池，部分滞留在溪沟内	
东南无名溪沟流域	无名水沟 5 拦截坝 3	初步估算容积约 60m ³ ，拟铺设铺设防水土工膜防渗，配套管道自流至中转池	拟建
数村溪流域	数村溪拦截坝 4 ₍₂₎	初步估算容积约 225m ³ ，拟铺设铺设防水土工膜防渗，配套管道自流至二级环保坝前	拟建
<p>备注：</p> <p>(1) 拦截坝 1、拦截坝 3 和拦截坝 4 容积仅初步估算，后期将根据实际施工条件进行优化调整</p> <p>(2) 根据现状监测，数村溪矿界处氨氮可以达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的 III 类标准值，仅硝酸盐超出《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）表 2 中集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值 1.12~3.75 倍，不影响数村溪的使用功能，且考虑历史采空区涉及数村溪次级水文地质单元面积仅占总采空区面积的 7.84%，残留浸矿液量较小，因此对于该拦截坝考虑在本次技改项目实施该次级水文地质单元开采活动时同步建设。</p>			



图2.1-12 环保坝及尾水排放管情况



图2.1-13 技改后环保坝建设情况

(2) 地下截留措施

根据本次环评现状监测结果表明，天然泉眼出露地下水如 U16、U19（取样层主要为上部松散岩类孔隙水）相对于钻孔成井监测的地下水（取样层为下部山岩类裂隙水）超标倍数更大，说明场区内受污染的地下水主要为上部的松散岩类孔隙水，该类地下水通过泉眼排泄渗出后汇集成溪沟造成地表水溪流超标，该污染特征与《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿试验开采环境影响回顾性评价报告》地下水监测情况基本一致，例如 S12 点位是已开采矿块遗留导流孔渗出水，地下水接受大气降水后带出浸矿残留母液，其中 pH、氨氮、硫酸盐这些项目特征污染物均出现超标，为了解自开展回顾性评价以来地下渗水水质变化情况，本次评价选取开采区或邻近开采区泉点进行对比分析，回顾性评价阶段与本次评价地下水渗出水水质前后对比见下表：

表2.1-25 回顾性评价阶段与本次评价地下水渗出水水质前后对比一览表

监测日期	代表点位	pH 值		氨氮		硝酸盐		硫酸盐	
		无量纲	标准指数	mg/L	标准指数	mg/L	标准指数	mg/L	标准指数
2018年7月	S12 (导流孔渗水)	4.05	5.90	109	218	45.8	2.29	620	2.48
2019年1月	3# (污染中心2)	5.51	2.98	30.5	61	/	/	456	1.82
2019年1月	6# (污染中心1)	4.24	5.52	42.4	84.8	/	/	466	1.86
2019年1月	13# (7#采场)	6.43	1.14	9.93	19.86	/	/	66	0.26
回顾性评价所有代表点位最大值		4.05	5.90	109	218	45.8	2.29	620	2.48
2023年8月	U16 (泉点)	5.7	2.60	1.03	2.06	18.4	0.92	80.6	0.32
2023年9月	U17 (泉点)	7	0	2.02	4.04	10.8	0.54	92.5	0.37
2023年8月	U19 (泉点)	4.6	4.80	19	38	57.2	2.86	277	1.11
2023年9月	U21 (钻井)	5.3	3.40	16.1	32.2	90.6	4.53	351	1.40
2023年8月	U22 (泉点)	6.5	1.00	0.296	0.592	19	0.95	33.6	0.134
本次评价所有代表点位最大值		4.6	4.80	19	38	90.6	4.53	351	1.40

回顾性评价与本次评价代表点位分布图如下：

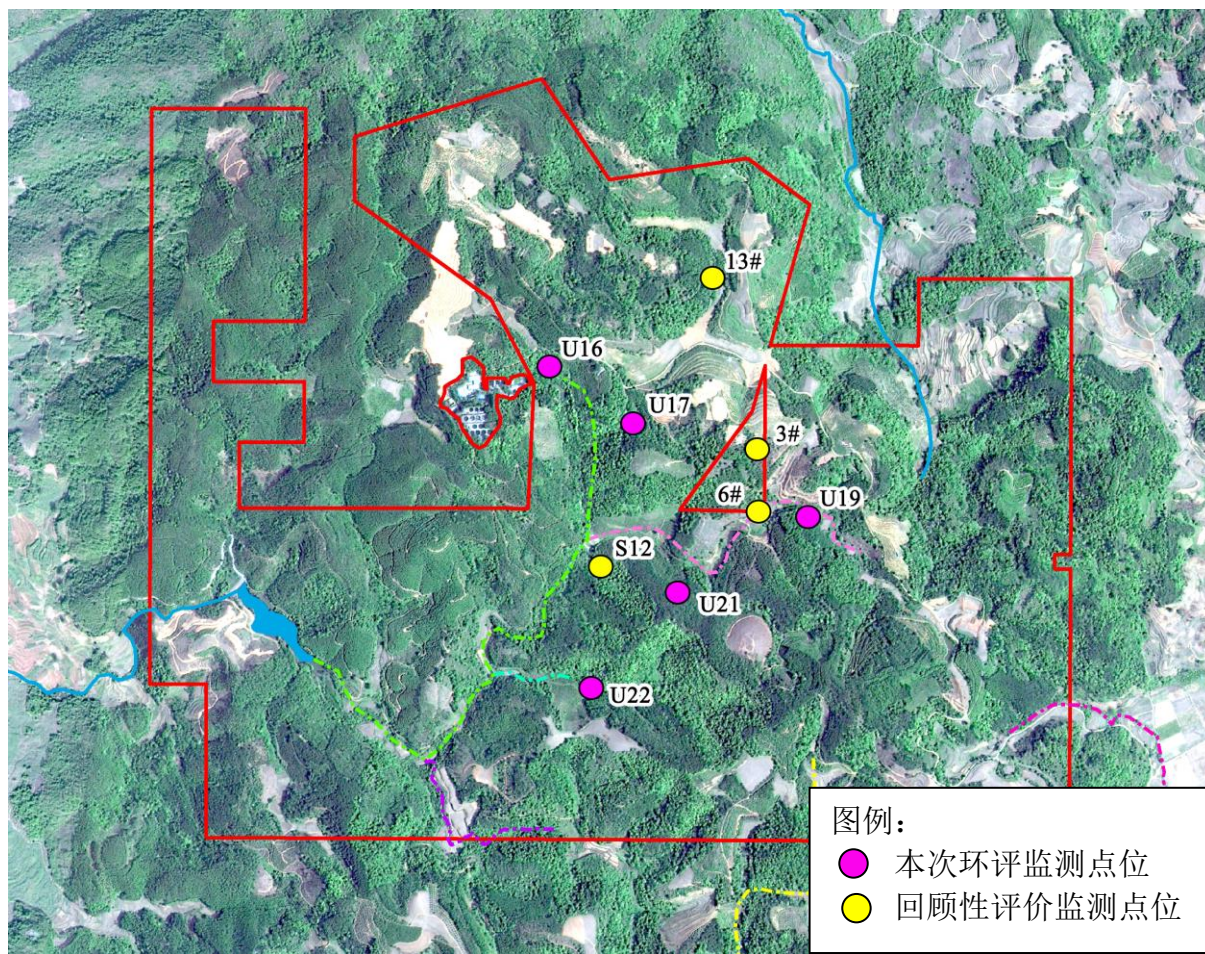


图2.1-14 回顾性评价与本次评价渗出水水质代表点位分布图

回顾性评价后，矿山未恢复开采活动，由此可知上述对比结果可大概反映出自然环境下，采空区渗水水质总体变化趋势，由上述图表可知，两个阶段渗水 pH 值、氨氮、硫酸盐标准指数总体下降，其中氨氮下降幅度为 82.57%、硫酸盐下降幅度 43.55%，而硝酸盐浓度总体上升，这是因为随着时间的推移，氨氮可以氧化成硝酸盐氮，反应式为： $\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+$ ，硝酸盐浓度上升是氨氮消解后的必然结果，且从两个阶段的监测结果可知，渗出水氨氮污染物尚未稳定达到排放标准限值（即 15mg/L），但实际情况注液孔、集液巷道、导流孔、收液沟、收液井均已完成回填，造成渗出水收集较为困难，自本次环评任务承接后，建设单位已在采空区设置 8 口截获井，由于截获井孔径较小（200mm），截获地下水量小，无法达成地下水截获目标，为此提出增设大口径截获井对历史采空区渗水进行截获，井深揭穿微风化层、孔径 0.8~1.0m，建议施工前先开展勘探确定井的结构和深度，大口井截获井布置位置见附图 30。其中，D1 大口径截获井可与已设 J4、J5 截获井形成水力截获线，D2 大口径截获井可与已设 J6、J7 截获井

形成水力截获线，D3 大口径截获井可与已设 J8 截获井形成水力截获线，D4 大口径截获井设置于拦截坝 4 下游。

技改项目通过加强地下水截获井和监控井联动管理，对超标地下水及时回抽污水处理站处理，减少地下水环境中的氨氮含量。目前针对历史采空区“以新带老”已完成施工并正常运行 J1~J8 截获井，井内液位上升后自动启动抽水泵，将井内水泵至母液处理车间污水处理站处理，随后将陆续完善 D1~D3 大口径截获井，数村流域 D4 大口径截获井和拦截坝 4 随着后续该水文地质单元矿块开采进度设置，截获井布置图见附图 30。

	
<p>1#截获井 (107° 14' 18.894", 22° 27' 38.198")</p>	<p>2#截获井 (107° 14' 7.865", 22° 27' 19.109")</p>
	
<p>3#截获井</p>	<p>4#截获井</p>

<p>(107° 14' 5.681" , 22° 27' 18.919")</p>	<p>(107° 14' 25.778", 22° 27' 24.779")</p>
	
<p>5#截获井 (107° 14' 23.820", 22° 27' 24.549")</p>	<p>6#截获井 (107° 13' 57.176", 22° 27' 7.041")</p>
	
<p>7#截获井 (107° 13' 58.751", 22° 27' 3.573")</p>	<p>8#截获井 (107° 14' 36.275", 22° 27' 4.168")</p>

图2.1-15 技改项目已设截获井（部分）

(3) 截获水量估算

在采区地表截留+地下截获措施、辅以地表导流措施后，将有效收集历史采空区所在流域超标废水，从原地浸矿工艺分析可知，矿块地下水和地下水联系较紧密，地下水径流补汇入地表水体是最主要的污染途径，一般在无自然降雨情况下，采区无尾水渗漏产生；当有自然降雨时，降雨入渗到已闭矿的采区，大部分雨水通过采区植被和地表径流排至就近溪流中，少部分降雨入渗到采区矿体中，经过地下水短距离径流后出露至周围地表水体，估算公式如下：

$$Q=A \cdot k \cdot Y$$

其中：A——汇水面积，经核算，地表截留+地下截获措施所服务的屯垌河流域面积为 73.32hm²、数村溪 6.24hm²、东南水文单元 3.64hm²；

k——降雨入渗系数，取值 0.1；

Y——平均降雨量，取值 1.2m；

经计算，3 个流域拦截水量分别为屯垌河流域 220.95m³/d，数村河流域 18.82m³/d，东南水文单元流域 10.96m³/d，合计 250.73m³/d，考虑数村溪矿界处沿程 pH、氨氮、硫酸盐均可以达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的 III 类标准值，仅硝酸盐超出《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）表 2 中集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值 1.12~3.75 倍，不影响数村溪的使用功能，且考虑历史采空区涉及数村溪次级水文地质单元面积仅占总采空区面积的 7.84%，残留浸矿液量较小，因此对于该拦截坝考虑在本次技改项目实施该次级水文地质单元开采活动时同步建设，因此在减排估算时暂不考虑数村河流域减排效果，结合流域实测数据和污水处理站处理效率，可得到总减排效果如下表：

表 2.1-26 截获工程减排效果一览表

截获水量	污染物	截获前水质		截获处理后水质	减排量 (t/a)
		屯垌溪单元	东南水文单元		
231.91m ³ /d	pH (无量纲)	3.6	3.5	pH: 6~9	氨氮: 5.23 硫酸盐: 39.28
	氨氮 (mg/L)	59.8	124	氨氮: 1mg/L	
	硫酸盐 (mg/L)	863	689	硫酸盐:	
	截获水量 (m ³ /d)	220.95	10.96	428.57mg/L	

经处理后尾水可作为本次技改项目生产用水源，可用于矿山生产调度用水。截获工程的退役应根据跟踪监测结果来确定，统筹考虑技改项目后拟定的跟踪监测方案见表 8.3-3 和表 8.3-4。

2、污水收集及污水处理设施运行问题

2018 年 12 月 25 日在六汤矿山母液处理车间建设了一座污水处理站，“高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”的组合工艺，处理规模为 1000m³/d，将汇集于车间下游环保坝氨氮超标的废水用提升泵抽至污水处理站，经处理达标后通过管道排放至环保坝下游屯垌溪，排放标准可以满足《稀土工业污染物排放标准》（GB26451-2011）。污水处理站建成运行以来基本满足设计规模的处理要求，尾水氨氮浓度符合达标（1mg/L 以下）要求。可见，污水处理站可有效降低区域水环境中的氨氮污染负荷。但在实际运行过程，由于稀土矿区利用环保坝拦截地表径流进行治理再排放，所以其系统受季节性地表径流

影响较大，其在运行过程中会出现连续暴雨情况下冲击处理系统导致收集效果下降的情况，并且截获系统如遇山洪会有溢流或被淹没的风险。

针对上述问题，本次评价提出“以新带老”措施如下：

(1) 完善优化采空区渗水与地表径流收集系统，采空区渗水共设置 4 座拦截坝+2 座环保坝，尽可能将渗水收集进污水处理系统，为减少渗水处理负荷，拟采用 DN250 管道收集无名水沟 1 和无名水沟 2 沿线 3 个点位的地表径流，直接引至二级环保坝下游，拟采用 DN150 管道收集无名水沟 3 和无名水沟 4 地表径流，将其引至无名水沟 4 汇入口下游，实施快速导排，具体工程示意图见图 30。

(2) 强化运行投入与监控

加强污水处理站的运行管理，保障运行资金的稳定投入，技改后由于调整了浸矿剂和沉矿剂，为进一步提高污水处理有效处理，处理工艺从“高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”调整为“钙矾石法+高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”处理工艺，处理规模从 1000m³/d 提高到 1500m³/d。后续运行需做到：一是保证加药装置正常运行，根据实际进水量及处理量合理添加药剂。二是及时清淤保证系统稳定性，由于稀土矿区地表径流中 SS 含量高，所以长时间运行中会出现泥沙淤积，导致系统阻塞，降低处理能力的情况，所以在日常运行中要加强对泥沙的清淤，保证可以高效率、满负荷运行；同时能实时监控及管理进水口流量和水质考核指标（重点是氨氮）、设备运行状况、系统阻塞情况等数据，确保自动监控设施稳定运行，相关数据至少保存一年以上。

(3) 强化处理系统在强降水天气下的应急措施

在应对强降水天气下地表径流量大幅增加的情况下，必须强化运行维护与应急措施，保障系统运行。一是无名水沟 1 从母液处理车间到二级环保坝这一块区域做好截排水措施，山体中上部的地表径流通过排水沟、引流管等措施直接排入二级环保坝下游的无名水沟 1，减少地表径流进入环保坝内，降低山洪冲击减轻废水暂存和处理量；二是增设无名水沟 3 和无名水沟 4 小流域截排水措施，山体中上部的地表径流通过排水沟、引流管等措施降低山洪冲击减轻废水暂存和处理量；三是编制风险应急方案，实时关注天气预报，在暴雨预警下启动应急方案，提前减少注液量，减少环保坝、除杂、沉淀池、配液池等池子的溶液容积，提高系统抗冲击能力。四是做好环保坝（5000m³）、母液处理车间事故应急池（800m³）联动工作，对环保坝上游的地表水应收尽收，处理达标后

送回配液池暂存或是排入无名水沟 1。五是加强暴雨后的运行维护，由于暴雨冲刷，进入系统的尾水泥沙含量大幅增加，所以暴雨后会出现系统泥沙淤积情况，必须及时清理疏通，确保系统抗负荷能力。六是加强连续暴雨极端天气后的系统检修与调试，在遇到不可抗力的强降水天气情况，如山洪冲击后，需及时对系统进行检修与调试，确保系统快速恢复正常的生产，保障可以在负荷内稳定运行，保证处理效率。

(4) 规范设施设备运行管理

保持污水处理站的稳定连续运行，每年要进行年度维护保养、设备置换等生产建设计划，因设施大修、检修、维护等需减产、停产，要严格按照相关法规向上级部门和环保主管报告，并按规定时间恢复正常运营。严格按照操作规范，加强每日巡检维护工作，并做好巡检记录，确保各项设施设备运行状态良好。设置备用电源，确保外围停电时厂站能正常运行，提高保障能力。

(5) 规范处理站水质监测管理

规范监测设施建设，加强监测设施的日常维护、校验、检修等工作，定期对在线监测设施进行维护，建立相应的维修保养记录，确保在线监测设施正常运行，并保证与县环境环保局稳定联网。加强对出水进行监测，如发现超标，必须采取应急措施，暂停排水，调整优化处理站环节及工艺参数。

3、流域在线监控系统维护问题

建设单位在屯垌溪和数村溪分别建立的在线监测系统（具体位置可见附图 12），可以长期对屯垌溪和数村溪的 pH、氨氮浓度进行监测，及时发现超标的情况。但由于 2017 年以来矿区停产，数村溪在线监控系统因用电问题有时运行不正常，或是屯垌溪和数村溪枯水期断水等导致在线监测数据不正常，同时出现在线监测异常时建设单位未能及时响应，查找超标原因，启动应急措施的情况。

以新带老措施：加强在线监测系统的维护，及时添加药剂，保障供电；建设单位应对屯垌溪和数村溪在线监测系统进行监控，当出现超标情况时及时查看在线系统，查找异常原因。如是因为溪流断流导致在线监测系统数据异常则做好相应记录，保留相关证明；如是因为矿区内溪流导致在线系统超标则应查找原因，启动相关应急预案，减少矿区内溪流流出矿界，降低对下游水环境的影响。

	
<p>屯垌溪在线监测机房</p>	<p>屯垌溪在线监测取水点</p>
	
<p>数村溪在线监测机房</p>	<p>数村溪在线监测取水点</p>

图2.1-16 矿区外地表水在线监测设置情况

4、跟踪监测不到位问题

根据 2014 年《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响报告书》要求，地下水水质监测包括 A、B、C 类监测点，其中 A 类监测点是基于采区和母液处理车间下游的水质监测点，监测运营期母液处理车间下游、采区在注液期和清水清洗期以及采区退役期的下游地下水水质；B 类监测点是基于小流域控制的水质监测点及周边的居民地下水饮用取水点，用于监测矿山生产期、退役期、停产对其下游地下水的影响；C 类监测点主要用于背景值监测，结合现场调查和回顾性评价可知，原环评要求设置的各类监测点实际设置及监测落实情况见下表：

表2.1-27 现有工程各类监测点实际设置及监测落实情况一览表

监测点类型	次级水文地质单元	原环评设置要求	实际设置情况	原环评监测要求	实际监测情况
A 类监测点	屯垌次级水文地质单元	根据生产情况设置收液井 ⁽¹⁾	生产时在集液沟下游设置截渗池和收液井，目前已回填	在注液阶段和清水清洗阶段监测，每个月3次	由于2017年6月至今矿山未恢复生产，原监测情况已无从查实
		根据生产情况在收液井下游设置监测井 ⁽²⁾			
		矿块下游泉点 ⁽³⁾	利用矿区天然泉点		
		A类水力截获井 ⁽⁴⁾	2024年4月建成8口截获井，但孔径较小，截获效果不佳	在注液阶段和清水清洗阶段的监测每个月3次，在退役后大气降雨清洗阶段每1个月监测1次，截获井在监测达标后，需再持续监测一个水文年，如果仍未出现超标现象，可不再监测	
		A类水力截获井下游水质监控井 ⁽⁵⁾			
	母液处理车间下游监控井 ⁽⁶⁾	母液处理车间1下游已设置2个监控井，但目前该车间已完成复垦；母液处理车间2未设置	在注液阶段和清水清洗阶段监测	本次评价在母液处理车间地下水富集区设置1口钻井，即U24点位，2023年9月和2023年11月分别进行采样，即U24点位	
	数村溪次级水文地质单元	根据实际生产情况设置收液井	已开采区涉及数村溪次级水文地质单元区域较小，生产时在集液沟下游设置截渗池和收液井，目前已回填	在注液阶段和清水清洗阶段监测，每个月3次	由于2017年6月至今矿山未恢复生产，原监测情况已无从查实，本次环评对该次级水文地质单元内地下水泉点进行采样监测，即U20点位
		根据实际生产情况在收液井下游设置监测井			
		矿块下游泉点	利用矿区天然泉点		
		A类水力截获井	曾经设置但未进行截获，仅做水质监测井	在注液阶段和清水清洗阶段的监测每个月3次，在退役后大气降雨清洗阶段每1个月监测1次，截获井在监测达标后，需再持续监测一个水文年，如果仍未出现超标现象，可不再监测	
A类水力截获井下游水质监控井	未设置				
B类监测点	屯垌次级水文地质单元	B类水力截获井 ⁽⁷⁾	回顾性评价后设置截获井（即U30点位）但未进行截获，仅做水质监测井	在注液阶段和清水清洗阶段的监测每个月3次，在退役后大气降雨清洗阶段每1个月监测1	《回顾性评价》和本次评价对小流域出口处泉点进行监测，即U13、U14和U15，

		<u>B 类水力截获井下游水质监测井⁽⁸⁾</u>	<u>未设置</u>	<u>次,截获井在某一时刻监测达标后,需再持续监测一个水文年,如果仍未出现超标现象,可不再进行监测</u>	<u>同时对已有截获井U30进行了监测</u>
		<u>流域下游泉点</u>	<u>利用天然泉点</u>	<u>每1个月进行1次。重点区域和出现异常情况下应增加监测频率</u>	
		<u>饮用水点</u>	<u>屯垌饮用水井</u>		
	<u>数村溪次级水文地质单元</u>	<u>B 类水力截获井</u>	<u>回顾性评价后设置1口截获井(即U11点位)但未进行截获,仅做水质监测井</u>	<u>在注液阶段和清水清洗阶段的监测每个月3次,在退役后大气降雨清洗阶段每1个月监测1次,截获井在某一时刻监测达标后,需再持续监测一个水文年,如果仍未出现超标现象,可不再进行监测</u>	<u>本次环评对该次级水文地质单元内地下水泉点进行采样监测,即U20点位,对该水力截获井进行采样监测,即U11点位</u>
		<u>B 类水力截获井下游水质监测井</u>	<u>未设置</u>		
		<u>流域下游泉点</u>	<u>利用天然泉点</u>	<u>每1个月进行1次。重点区域和出现异常情况下应增加监测频率</u>	
	<u>东南次级水文地质单元</u>	<u>饮用水点⁽⁹⁾</u>	<u>宜村、雁楼、那民、百叫、那温、那邕、邕雁</u>		<u>自2018年起基本按每季度监测1次的频次开展相关工作</u>
<u>C 类监测点</u>	<u>东南次级水文地质单元</u>	<u>背景点钻井CK20(钻井)和泉点S15-1⁽¹⁰⁾</u>	<u>已设置CK20钻井,但长期无水,S15-1属于季节性出露裂隙水</u>	<u>每年至少两次,分丰水期和枯水期进行,出现异常情况下应增加监测频率</u>	<u>无法进行长期监测,本次评价对原拟定背景点附近泉点进行采样分析,即U18点位</u>
<u>备注:</u>					
<u>(1) 收液井设置目的是为了确母液回收率,兼顾矿块级水力截获,一般会随着闭矿进行回填;</u>					
<u>(2) 收液井下游监测井设置目的为矿块级水力截获以及水质监控;</u>					
<u>(3) 矿块下游泉点水质监测可了解开采对下游水质影响情况,以确定何时开始截获以及了解截获后水质变化情况,同时可作为退役后的水质长期监测点;</u>					
<u>(4) A 类水力截获井,其主要作用是为了对矿块小水文地质单元地下水进行截获,兼顾水质监测,何时开始截获,何时结束,由矿块下游泉点水质和下游水质监测井监测结果共同判断;</u>					
<u>(5) A 类水力截获井下游水质监测井,设置在矿块小水文地质单元出口处,自矿块检漏至退役期均需要进行监测,一旦检测出现超标就启动采区防控措施,即水力截获措施;</u>					
<u>(6) 母液处理车间下游监测井主要监控母液处理过程中地下水水质变化情况;</u>					
<u>(7) 在次级水文地质单元出口处设置 B 类水力截获井,主要用于截获小流域出口处地下水,兼顾水质监测,何时开始截获,何时结束,由下游水质监测井、下游泉点或饮用水点监测结果共同判断;</u>					

(8) B类水力截获井下游水质监测井和泉点，用于长期监测小流域出口地下水水质情况；

(9) 周边村庄饮用水点，作为敏感保护目标长期监测；

(10) 背景监测点，位于采区和车间上游，作为地下水背景值监测。

以上(1)~(6)构成A类监测点，(7)~(9)构成B类监测点。

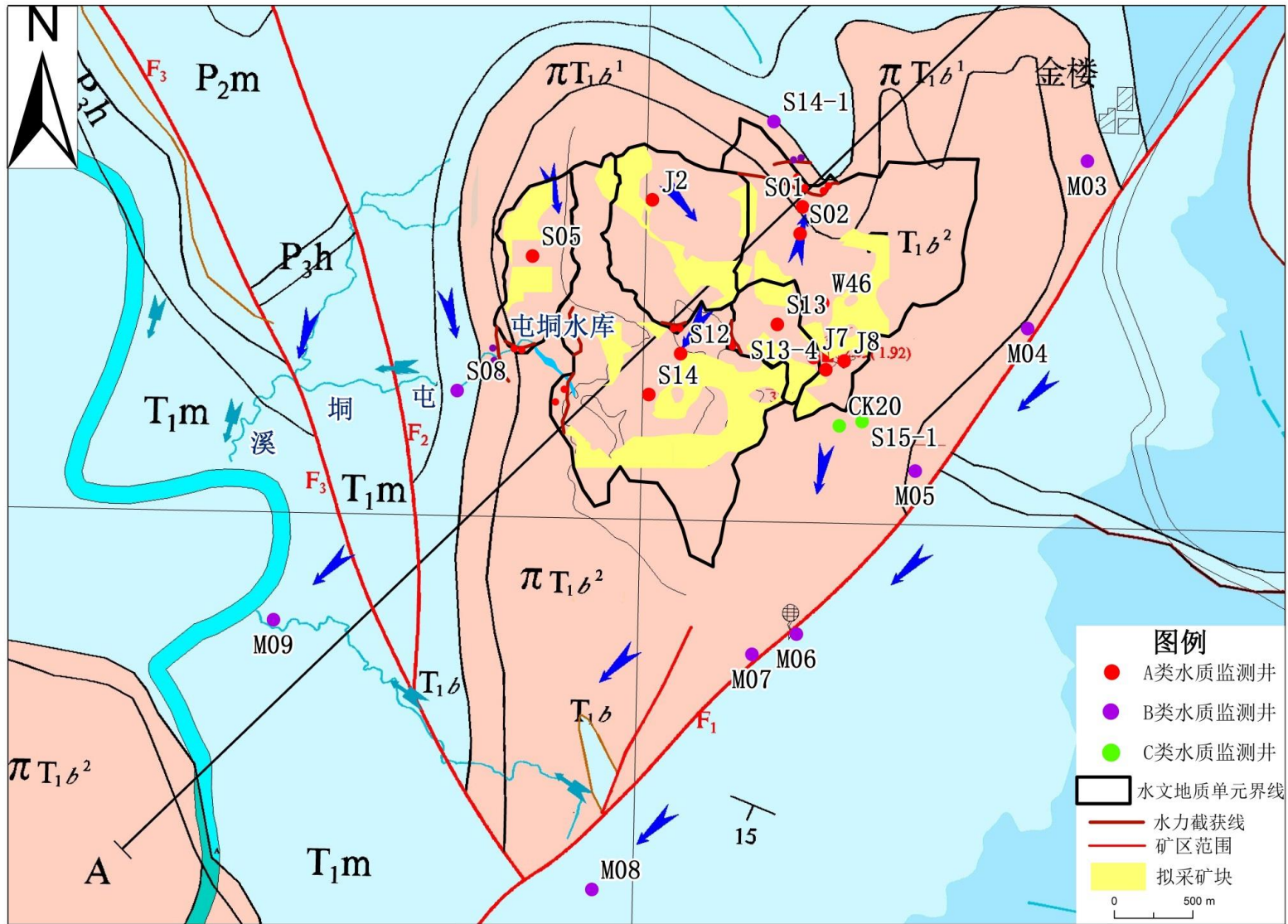






图2.1-17 原环评水质监测计划布点图

由上表可知，原环评从时间尺度和空间尺度均给出了监测计划和相关要求，且水力截获与监测监控紧密关联，在开采期监测要求更为严格，但由于矿区已于 2017 年 6 月至今处于停采状态，且采空区注液井、集液巷道、导流孔、收液沟和收液井均已回填，残留在山体中的污染物逐渐渗出，考虑实际情况，本次环评结合历史采空区和技改项目开采方案情况，重新拟定长期监测计划。

5、母液处理车间防渗、地面开裂等问题

主要有①母液除杂池、沉矿池、贮矿池、配液池等防渗毡布已经出现破损、位移等情况；②母液处理车间部分地面存在开裂破损情况；③原料仓库地面、围挡破损；④母液处理车间雨污分流系统不完善，未设置初期雨水池；⑤硫酸罐区事故应急池损坏且无应急物资；⑥母液处理车间未建设初期雨水池；⑦未建设一般固废暂存间。

表2.1-28 母液处理车间现有存在问题以新带老措施

存在问题	整改措施	整改前	整改后
<p>母液除杂池、沉矿池、贮矿池、贮渣池、配液池等防渗毡布已经出现破损、位移等情况</p>	<p>对除杂池、沉矿池、贮矿池、压滤液池、上清液池、配液池等防渗毡布进行替换、修复。</p>		
<p>母液处理车间部分地面存在开裂破损情况</p>	<p>对母液处理车间的地面进行修复</p>		

存在问题	整改措施	整改前	整改后
原料仓库地面、围挡破损	对原料地面和围挡进行修复		
母液处理车间雨污分流系统不完善，未设置初期雨水池	完善了母液处理车间内外雨水沟设置，车间外雨水直接从车间外雨水沟外排，车间内雨水通过雨水沟进入初期雨水收集池，处理后回用生产。	/	

存在问题	整改措施	整改前	整改后
<p>硫酸罐区事故应急池损坏且无应急物资</p>	<p>硫酸罐区顶棚加高1.2m，旁边修复事故应急池（11m³）2个，并设置应急物资柜。</p>		
<p>未建设一般固废暂存间</p>	<p>在产品库内新增一个一般固废暂存区，占地约 50 平方米</p>	<p>/</p>	

2.2 技改工程概况与工程分析

六汤稀土矿由广西国兴稀土矿业有限公司进行开采。为降低开采过程中对周围环境的影响，广西国兴稀土矿业有限公司拟对六汤稀土矿开采工艺进行优化技改，开采工艺仍沿用原地浸矿开采工艺，主要是优化开采使用的浸矿剂和母液处理使用的除杂沉淀剂，改为无铵药剂，2022年12月，广西建工第一建筑工程集团有限公司编制完成了《广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿矿产资源开发利用方案》，方案于2022年12月在广西壮族自治区矿产资源储量评审中心通过了专家评审（见附件11），本章节将介绍方案的主要内容，并对方案进行环保合理性分析提出优化调整建议，具体见2.2.12章节。

2.2.1 技改工程基本情况

项目名称：广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿开采工艺优化技改项目

建设单位：广西国兴稀土矿业有限公司

项目性质：技改

建设地点：崇左市江州区太平镇境内（东经 107°13'31"~107°15'01"，北纬 22°27'00"~22°28'09"。中心坐标为东经 107°14'21"，北纬 22°27'20"。）

建设规模：该项目建设内容为离子型稀土矿原地浸矿开采，采矿设计规模为 99 万 t/a，最终产品为碳酸稀土，年产量为 REO（折算成 92%的氧化稀土）500t。

占地面积：矿区面积 4.0472km²。本次设计开采范围 77.19hm²，母液处理车间占地面积约 2.88hm²，共 80.07hm²。

服务年限：5.5 年。其中生产服务年限为 5 年，基建工期约为 0.5 年。

劳动定员及工作制度：职工 64 人，年工作 300 天，每天 3 班，每班 8 小时工作制度，管理人员实行间断工作制。

工程投资及环保投资：总投资为 6673.41 万元，环保投资为 694 万元，环保投资占总投资的 10.40%。

2.2.2 矿区范围与资源特征

建设单位已于 2023 年 10 月获得了六汤稀土矿采矿证延续，采矿权有效期至 2026 年 12 月 31 日。采矿证号为证号：C4500002011035120108357，矿山名称为广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿，矿区面积为 4.0472 km²，设计开采矿区面积：0.7719km²。

2.2.2.1 采区范围

点号	2000 国家大地坐标系		点号	2000 国家大地坐标系	
	X坐标	Y坐标		X坐标	Y坐标

2.2.2.2 矿床特征

本项目的风化壳离子吸附型稀土矿床的赋矿层位是酸性火山岩体的风化壳。在平面上，矿体与风化壳的发育程度密切相关，风化壳厚度越大，风化程度越高，矿体厚度随之增大，一般在山腰厚度最大，山顶次之，山脚最薄或者没有。在剖面上，矿体常富集在风化壳的中、下部，品位变化形态像抛物线状，中部品位最高，往上及往下品位呈下降趋势甚至尖灭。

风化壳剖面由下往上可划分为：原岩、微风化层、中风化层、强风化层、全风化层及坡残积层，各个分层特征详细如下：

(1) 原岩：为流纹熔岩、角砾熔岩，灰绿色，块状构造、火山角砾熔岩结构，角砾成分主要为蚀变流纹岩，次为石英、长石晶屑。胶结物有石英、长石、玻璃质、磁铁矿、褐铁矿等，基本分析全相稀土品位 0.007%~0.049%。

(2) 微风化层：呈灰绿色，呈块状构造、火山角砾状结构，主要成分为蚀变流纹岩，次为蚀变石英、长石晶屑。胶结物有蚀变石英、长石、玻璃质、褐铁矿等，含少量稀土氧化物。

(3) 中风化层：呈灰绿、褐绿色，块状构造、火山角砾熔岩结构，角砾成分主要为蚀变流纹岩，次为石英、长石晶屑，见少量石英、长石砂砾等粘土矿物，含少量球状风化残存球体，胶结物有石英、长石、玻璃质、磁铁矿、褐铁矿等，含少量稀土氧化物。

(4) 强风化层：呈黄褐色、灰黄色、红褐色、粘土质结构及含粉砂粘土质结构，块状构造。主要成分为粘土矿物，次为石英、长石粉砂，其上部是次要的含矿层位，含稀土氧化物（REO）0.03%~0.069%。

(5) 全风化层：为原岩完全风化的原地残积物，褐黄色夹杂灰白色、紫红色。因风化甚强而呈土状结构，因自上而下原岩结构的残存程度增加，部分矿物质结合性增强，地层松散性减弱，自上而下由粘土质结构向砂质粘土结构转变。主要矿物：上部以粘土矿物为主（占 85%左右），含少量粉砂质石英、长石（占 15%左右）；下部以粘土矿物为主（占 70%左右），含较多的细粒长石，石英砂粒（占 30%左右）。该层下部偶

见球粒风化残存球体。本地层厚度一般为 1m~10m。在本层由上方分离成阳离子状态的稀土元素易被本层的粘土矿物所吸附，并常富集在该层的中、下部，成为本矿床的主要赋存部位，稀土氧化物浸出相品位基本在 0.265% 以下。

(6) 残坡积层：以表土坡堆积物为主的残坡积层，灰褐色、褐黄色、浅紫红色，粘土质结构，由腐殖质土及粉质黏土、粉土和少量石英、钛铁矿、磁铁矿等组成。厚 0m~4.00m，一般在 3.00m 以内。残坡积层浸出相品位一般在 0.042% 以下，该层基本不构成矿层。

上述各分层之间呈渐进性过渡，基本无明显界线。残坡积层与全风化层的区别是残坡积的颗粒较细小，粘性大，松散但易结团，而全风化层较密实，手捏呈粉砂状，黏性小；另外残坡积层颜色灰而深，全风化层颜色黄且浅。全风化层、强风化层与半风化层的区别是半风化层的原岩结构较清晰，较坚硬密实，不易手捏碎成砂砾状，碾磨成细粒时也无粘性，颜色转褐。

2.2.2.3 第四系地貌特征

矿区总体上属低山丘陵地貌，最高点为顶平槽关，海拔+423.60m，最低为屯洞水点，海拔+134m，地形高差一般为 40m~150m 之间，最大相对高差 290m。山麓堆积物和冲洪积层发育，风化壳多被冲刷或掩盖，山坡自然坡度一般 15°~25°，最大山坡自然坡度小于 35°；矿区地貌起伏不大，具有形成大面积、连续发育风化壳的有利地理条件。其特点为山顶、山脊较平坦，山坡平缓，水系及冲沟发育，侵蚀作用微弱，风化壳十分发育，规模较大，且常被冲沟分割，矿区矿体赋存于本地貌单元中。

2.2.2.4 矿体特征

矿区内稀土矿体是经历史沿革分割形成的I号矿体和 101 号矿体。其中《广西崇左市六汤矿区稀土矿详查报告》（桂规储评字〔2013〕51 号、桂资储备案〔2013〕73 号）涉及 101 号矿体，《广西崇左市六汤矿区I号矿段稀土矿资源储量核实报告》（桂规储评字〔2013〕69 号、桂资储备案〔2014〕5 号）涉及I号矿体。

1、I号矿体特征

I号矿体位于矿区中部偏北，那民屯 320°方位 2km 处的低山区域，分布标高 292.85m~420.00m，矿体埋深 0m~15.20m。矿体主要赋存于流纹熔岩全风化层中上部，与上、下层风化带呈过渡关系。总体呈北西至南东向分布，北西长 1270m，北东宽 800m，

矿体面积 0.66km²，延展规模属于中型。矿体平面形态呈不规则“V”形分布，边界模数 Fr 0.91，属简单型；剖面上以似层状或透镜状产出，产状平缓，分布较连续，总体上北高南低，东高西低。矿体内部结构较简单，有 2 个无矿小天窗，面积共 4138m²，占整个矿体包围面积的 0.92%；矿体平面上风化壳含矿率为 99%，属于连续矿化类型。

矿体由 167 个工程控制，原详查施工的井（钻）探工程 83 个，见矿工程 80 个，见矿率 96.39%；2014 年～2018 年生产勘探累计施工钻孔工程 84 个，见矿工程 81 个，见矿率 96.43%。施工工程深度 1.60m～21.20m，平均 8.54m。单工程矿厚 1.00m～13.20m，平均矿体厚度 5.30m，厚度变化系数 58.10%，属于稳定类型。单工程全相稀土品位（TRE₂O₃）0.050%～0.365%，平均 0.140%，品位变化系数 43.4%，属于较均匀类型。矿体有盖层的工程共 157 个，占见矿工程的 97.52%，厚 0.20～14.00m，平均 2.69m。经矿山 2014～2018 年度利用原地浸矿工艺开采，在矿体内形成 1 个连续采空区。采空区边界距矿体零点边界约 42m～200m 不等，仅在矿体北西、北东和南部坡地有少量块段未开采。

矿体资源量估算面积 524978m²，累计查明稀土矿矿石量 346.83 万 t，全相稀土氧化物资源量 4567.18t。保有资源量 814.29t，其中控制资源量为 38.78t，占 4.76%，平均品位 0.133%；推断资源量为 775.51t，占 95.24%，平均品位 0.163%。另有低品位全相稀土氧化物资源 71.72t。动用全相稀土氧化物资源量 3752.89t。

2.101 号矿体特征

101 号矿体位于东、西和南部，那民屯西北侧 300m～3000m 范围的低山区域，分布标高 148.54m～380.60m，矿体埋深 0m～13.10m。矿体主要赋存于流纹熔岩全风化层中上部，与上、下层风化带呈过渡关系。矿体总体呈东西向分布，东西长 2600m，南北宽约 930m～2300m，矿体面积 2.05km²，延展规模属于大型。矿体平面形态总体呈不规则“U”形，边界模数 Fr0.35，属较简单型；剖面上以似层状或透镜状产出，产状平缓，分布较连续，总体地势为东西两侧高，中西部较低。矿体呈不规则港湾状开窗，矿体平面上风化壳含矿率 69%，属于较连续矿化类型。

原详查施工的钻（井）探工程 217 个，见矿工程 148 个，见矿率 68.20%；2015 年～2017 年度累计施工钻孔工程 88 个，见矿工程 84 个，见矿率 95.45%。施工工程深度 0.70m～13.20m，平均 5.66m。单工程矿厚 1.00m～10.00m，平均矿体厚度 4.03m，厚度

变化系数 52.05%，属于稳定类型。单工程全相品位（ TRE_2O_3 ）0.050%~0.402%，平均 0.122%，品位变化系数 46.22%，属于较均匀类型。矿体有盖层的工程共 215 个，占见矿工程的 92.67%，厚 0.20m~5.90m，平均 1.33m。

经矿山 2015 年度~2017 年度及 2021 年度利用原地浸矿工艺开采，在矿体中东部形成东西宽约 760m、南北宽约 1000m 的采空区，采空区平面形态呈不规则“锤头”形。矿体资源量估算面积 1776165m²，累计查明稀土矿矿石量 504.68 万 t，全相稀土氧化物资源量 5861.00t；保有资源量 3505.08t，其中制资源量为 1312.37t，占 37.44%，平均品位 0.136%；推断资源量为 2192.71t，占 62.56%，平均品位 0.142%；基本农田压覆资源量 93.93t。另有低品位全相稀土氧化物资源 2151.66t，基本农田压覆低品位资源 132.78t。动用全相稀土氧化物资源量 2261.99t。

2.2.2.5 矿石质量

1、矿石矿物组成

矿石为酸性火山岩风化残积土，结构疏松，矿物成分由原岩风化的次生矿物与难风化的原生矿物组成。次生矿物以粘土矿物为主，包括高岭石、埃洛石、蒙脱石、水白云母、三水铝石、蛭石、云母—蒙脱石混层矿物以及铁和锰的氧化物等，难风化原生造岩矿物以风化残余的石英、长石和云母为主，少量为副矿物锆石、独居石、磷钇石等。

矿石（土）的矿物组分、结构、构造因各处地层风化程度而有所差异。一般情况下，上部全风化层为松散粉砂泥质粘连接构，土状构造，粘土矿物为主要成分，占 60%~90%，含少量粉砂状石英、长石，占 10%~40%；下部半风化层为细—中粒疏松孔隙结构，块状构造，主要成分为石英和长石，含量约 30%~50%，云母、高岭石及其他粘土矿物为 50%~70%。

2、矿石化学组分

（1）基本化学组分

矿石化学全分析结果见表 2.2-3。从表可以看出矿石的基本化学组分为： SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 K_2O 、Ti、 MgO 、 Na_2O 、 P_2O_5 、Zr、Mn、Ce 等。其中 SiO_2 70%，属于酸性岩浆风化岩（土）。

表2.2-3 矿石基本化学组分表

2.2.2.6 矿石类型与品质

1、矿石的自然类型

本矿床分布在火山熔岩全风化中下部层至半风化层上部，为粘土化火山熔岩风化壳，因此其矿石自然类型为火山熔岩风化壳离子吸附型稀土矿石。

2、矿石的工业类型

1999年，中南地质勘查局南宁地质调查所在I矿段详查时，对52个样进行稀土分量分析，结果配分平均为：La20.6%、Ce19.0%、Pr4.7%、Nd20.2%、Sm3.8%、Eu0.6%、Gd4.3%、Tb0.6%、Dy3.9%、Ho0.8%、Er2.2%、Tm0.28%、Yb1.6%、Lu0.23%、Y17.1%。其中轻稀土La~Eu占68.9%，重稀土Gd~Y占31.1%。计价元素Eu、Y为17.7%，矿石以轻稀土为主。

2013年，广西壮族自治区二七四地质队在I矿段南部的崇左六汤矿区稀土探矿权区（101矿体范围）开展详查工作时，对30个组合样进行了离子稀土分量分析，矿石的轻稀土分配（La~Eu）占总量的63%~73%，平均为69%；重稀土分配（Gd~Y）占总量的27%~37%，平均为31%，矿石的计价元素 $Y_2O_3/\sum REO=16.47\% \sim 24.14\%$ ，平均为19.29%， $Eu_2O_3/\sum REO=0.43\% \sim 0.61\%$ ，平均为0.538%，其结果与I矿段相近。

矿区的矿石配分类型为低铈低钇~中铈中钇轻稀土。

3、矿石品质

矿区矿石全相稀土品位平均品位0.129%，变化系数54%，矿石浸出相品位平均品位0.078%，变化系数51%，属于分布较均匀型，矿石浸取率平均为60.66%，为低品位易浸取矿石类型。

由稀土分配化验结果可知，本矿床矿石含镨钕（23.88%）、铈（0.54%）、铽（0.60%）、镝（3.33%）、钇（19.29%）均较高，是属于有较高开发利用价值的稀土类型。

2.2.2.7 矿体围岩与夹石

稀土矿体的围岩是指矿体的顶板、底板。矿体的顶板为表土层，多为粘土化较彻底的残坡积层或全风化层。表土层厚小于18.30m，平均1.85m，只有少数的见矿工程无顶板。矿体底板大多数为半风化层或原岩，极少数为全风化层，部分工程未穿矿。底板形态随基底原岩起伏变化而变化，倾向随风化岩体朝向各有所异，倾角 $0^\circ \sim 25^\circ$ 。

2.2.2.8 采区资源储量

广西壮族自治区二七四地质队于 2022 年 4 月编制完成的《广西崇左市六汤矿区稀土矿资源储量核实报告》，并于 2022 年 5 月 20 日经广西壮族自治区矿产资源储量评审中心组织评审通过（桂储评字〔2022〕20 号）。截至 2022 年 4 月，矿区范围内未压覆矿石量 329.87 万 t，全相稀土氧化物资源量 4319.37t，其中控制资源量 1351.15t，推断资源量 2968.22t；基本农田压覆稀土矿矿石量 7.11 万 t（基本农田压覆范围分布在 101 矿体），全相稀土氧化物资源量 93.93t，其中控制资源量 60.36t，推断资源量 33.57t。另有低品位（块段平均品位达到边界品位以上、未达到工业品位）全相稀土氧化物资源 2223.38t；基本农田压覆矿石量 16.88 万吨，全相稀土氧化物量 132.78 吨、浸出相稀土氧化物量 80.50 吨；累计查明低品位全相稀土氧化物资源 2356.16t。

2.2.2.9 设计利用矿产资源储量

1、设计不利用的矿产资源量范围

本方案设计不开采范围见图 2.2-1；设计不利用矿产资源包括两个方面，一是基本农田压覆资源；二是由于地质条件、下游饮用水源保护、环境保护等需要，暂无法开采的矿产资源，包括矿区东南部、西部及西北部分水岭外及矿区西南屯垌水库直接汇水面范围内的矿产资源。

经计算，设计不利用的矿区东南部、西部及西北部分水岭外以及矿区西南屯垌水库直接汇水面的矿产资源量如下：干矿资源量：179.91 万 t，其中工业品位资源量 64.52 万 t、低品位资源量 115.39 万 t；全相稀土氧化物资源量：1541.31t，其中工业品位资源量 722.53t、低品位资源量 818.78t；浸出相稀土氧化物资源量 934.30t，其中工业品位资源量 437.82t、低品位资源量 496.48t。

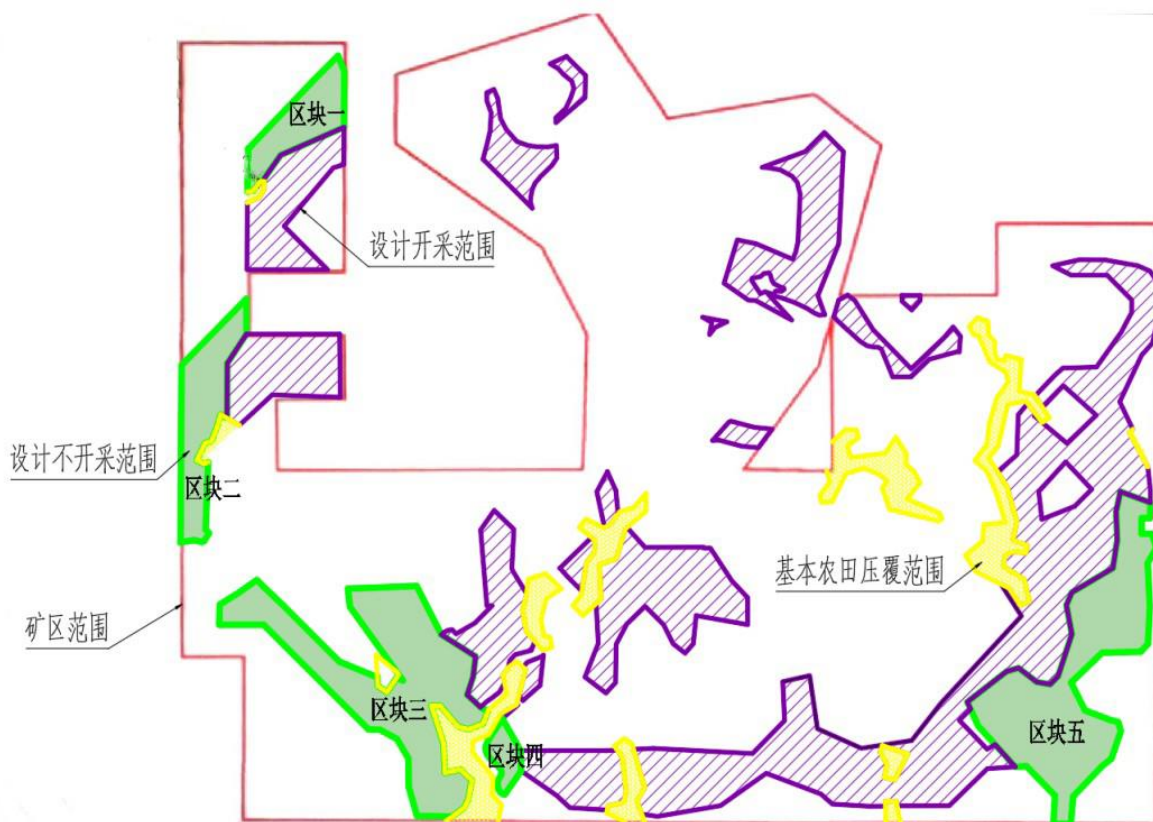


图2.2-1 设计不开采范围与矿区范围叠合图

表2.2-4 设计不开采范围情况一览表

区块名称	位置	设计不开采的原因	包含的资源块段	
			工业品位块段	低品位块段
区块一	矿区西北	①不设计开采的矿块其底部为火山岩与石灰岩地层接触带，存在地层接触裂隙，而且岩溶地区本身裂隙较为发育，会导致浸矿液渗漏无法回收，因此，该块段无法采用原地浸矿法开采。②不设计矿块位于矿区西北地下水分水岭外侧，由于分水岭外向矿界外侧的汇水最终流入到矿区范围外的岩溶地区，浸矿液无法回收，易造成泄漏风险，污染区域地下水。③其西北侧为左江干流流域-高峰岭水源涵养区范围，外渗浸矿液会污染水源涵养区。综上所述，该区块不设计开采。	101-020TD	101-500TD
区块二	矿区西侧	位于矿区西北地下水分水岭外侧，由于分水岭外向矿界外侧的汇水最终流入到矿区范围外的岩溶地区，浸矿液无法回收，易造成泄漏风险，污染区域地下水。		101-031TD 、 101-032TD、 101-040TD

区块名称	位置	设计不开采的原因	包含的资源块段	
			工业品位块段	低品位块段
区块三、区块四	矿区西南	不设计矿块位于矿区西南屯洞水库直接汇水面(第一重山)范围,屯洞水库功能为农灌,为减少风险事故情况下对屯洞水库水质影响,因此该区域列为不开采区。	101-600KZ、 101-601KZ、 101-602KZ、 101-610TD、 101-612TD、 101-630TD、 101-629TD	101-603KZ、 101-625KZ、 101-639KZ、 101-604TD、 101-605TD、 101-606TD、 101-607TD、 101-608TD、 101-609TD、 101-531TD、 101-611TD、 101-614TD、 101-618TD、 101-626TD、 101-627TD、 101-628TD、 101-530TD、 101-638TD
区块五	矿区东南	①不设计开采的矿块其底部为火山岩与石灰岩地层的接触带,存在地层接触裂隙,而且岩溶地区本身裂隙较为发育,会导致浸矿液全部渗漏无法回收,因此,该块段无法采用原地浸矿法开采。②矿区东南地下水分水岭外侧,由于分水岭外向矿界外侧的汇水最终流入到矿区范围外的岩溶地区,而M05、M06和M07泉水点分散地下水取水点,位于区块五下游的岩溶地区,渗漏的浸矿液会直接污染M05、M06和M07地下水。综上所述,该区块不设计开采。	101-280-2KZ、 101-370KZ、 101-403KZ、 101-430KZ、 101-281TD、 101-373TD、 101-401TD、 101-412TD、 101-431TD、 101-435TD	101-420-2KZ、 101-433KZ、 101-434KZ、 101-320TD、 101-410TD、 101-421TD、 101-432TD、 101-440TD、 101-513TD、 101-514TD

2、设计利用的资源储量

矿山设计利用的矿产资源储量为:

干矿资源量为 462.62 万 t (其中工业品位资源量 265.35 万 t、低品位资源量 197.27 万 t); 全相稀土氧化物资源量为 5001.44t (其中工业品位资源量 3596.84t、低品位资源量 1404.60t); 浸出相稀土氧化物资源量为 3031.88t (其中工业品位资源量 2179.83t、低品位资源量 852.05t)。经加权平均计算,设计利用矿石全相稀土品位为 0.108%,浸出相稀土品位为 0.066%。

2.2.3 矿山开采计划

2.2.3.1 矿山生产规划

根据开采方案,将矿区划分 50 个采场,其中I矿段共划分为 9 个采场,分别为I-1、I-2、I-3.....I-9 号采场; 101 号矿体划分为 41 个采场,分别为 101-1、101-2、101-3.....101-41 号采场。第一年回采I-1、I-2、I-3、I-4、I-6、I-7、I-8、I-9、101-1 及 101-2

号采场，各年回采计划见表 2.2-5，矿区采场划分及生产规划见附图 7-2，矿体开采顺序见附图 29。

表2.2-5 采区各年开采计划

生产年	采场编号	干矿资源量(万 t)	开采面积(m ²)	干矿体重(t/m ³)	块段体积(m ³)	所在水文单元
1	I-1	4.67	5717.83	1.44	32430.56	屯洞溪次级水文地质单元
	I-2	14.39	19621.48	1.44	99930.56	屯洞溪次级水文地质单元
	I-3	2.28	3107	1.44	15833.33	屯洞溪次级水文地质单元
	I-4	19.49	18371.82	1.44	135347.22	屯洞溪次级水文地质单元
	I-6	6.8	15212	1.44	47222.22	屯洞溪次级水文地质单元
	I-7	7.59	15118	1.44	52708.33	屯洞溪次级水文地质单元
	I-8	0.72	737.28	1.44	5000	屯洞溪次级水文地质单元
	I-9	2.74	6362.92	1.44	19027.78	屯洞溪次级水文地质单元
	101-1	9.43	15669	1.44	65486.11	屯洞溪次级水文地质单元
	101-2	24.89	30527.56	1.44	172847.22	屯洞溪次级水文地质单元
	小计	93	130444.9	1.44	645833.33	
2	I-5	18.72	18751	1.44	130000	数村溪次级水文地质单元
	101-2	2.87	4161	1.5	19133.33	屯洞溪次级水文地质单元
	101-3	7.7	21559.81	1.5	51333.33	屯洞溪次级水文地质单元
	101-4	15.13	30051	1.5	100866.67	屯洞溪次级水文地质单元
	101-5	3.19	6718	1.5	21266.67	屯洞溪次级水文地质单元
	101-6	8.32	15235	1.5	55466.67	数村溪次级水文地质单元
	101-7	4.47	11539	1.5	29800	屯洞溪次级水文地质单元
	101-8	7.34	16536.22	1.5	48933.33	屯洞溪次级水文地质单元
	101-9	2.58	4229.48	1.5	17200	屯洞溪次级水文地质单元
	101-10	0.08	262.28	1.5	533.33	屯洞溪次级水文地质单元
	101-13	5.89	15199	1.5	39266.67	屯洞溪次级水文地质单元
	101-14	8.17	17375	1.5	54466.67	屯洞溪次级水文地质单元
	101-29	0.38	1251.81	1.5	2533.33	数村溪次级水文地质单元
	101-30	6.02	10108.21	1.5	40133.33	数村溪次级水文地质单元
	101-31	2.14	6448	1.5	14266.67	数村溪次级水文地质单元
小计	93	179424.81	1.5	620000		
3	101-11	2.2	4961.69	1.5	14666.67	屯洞溪次级水文地质单元
	101-12	4.29	5487.93	1.5	28600	屯洞溪次级水文地质单元
	101-13	9.37	24295.04	1.5	62466.67	屯洞溪次级水文地质单元
	101-15	3.87	9059	1.5	25800	屯洞溪次级水文地质单元
	101-16	1.53	5033	1.5	10200	屯洞溪次级水文地质单元
	101-17	1.67	4848	1.5	11133.33	屯洞溪次级水文地质单元
	101-18	2.44	6805	1.5	16266.67	屯洞溪次级水文地质单元
	101-19	5.29	10707	1.5	35266.67	屯洞溪次级水文地质单元
	101-20	11.22	23065.89	1.5	74800	屯洞溪次级水文地质单元
	101-32	8.23	17688.5	1.5	54866.67	数村溪次级水文地质单元
	101-33	4.72	7816.04	1.5	31466.67	数村溪次级水文地质单元
	101-34	24.85	30504.24	1.5	165666.67	数村溪次级水文地质单元
	101-35	13.32	20190.67	1.5	88800	数村溪次级水文地质单元
	小计	93	170462	1.5	620000	
4	101-21	10.65	21756.84	1.5	71000	屯洞溪次级水文地质单元
	101-22	9.65	19712.47	1.5	64333.33	屯洞溪次级水文地质单元
	101-23	6.7	18268.63	1.5	44666.67	屯洞溪次级水文地质单元
	101-24	9.78	17865.5	1.5	65200	屯洞溪次级水文地质单元
	101-25	8.07	14236.43	1.5	53800	东南部次级水文地质单元
	101-26	8.62	13198.49	1.5	57466.67	东南部次级水文地质单元
	101-27	7.94	11788.93	1.5	52933.33	东南部次级水文地质单元
	101-35	7.06	1571.73	1.5	47066.67	数村溪次级水文地质单元
	101-36	10.78	21911.6	1.5	71866.67	数村溪次级水文地质单元

生产年	采场编号	干矿资源量(万 t)	开采面积(m ²)	干矿体重(t/m ³)	块段体积(m ³)	所在水文单元
	101-41	13.75	16869.07	1.5	91666.67	屯垌溪次级水文地质单元
	小计	93	157179.7	1.5	620000	
5	101-28	22.03	33409.54	1.5	146866.67	东南部次级水文地质单元
	101-37	14.55	24037.52	1.5	97000	数村溪次级水文地质单元
	101-38	14.94	16518.04	1.5	99600	数村溪次级水文地质单元
	101-39	20.68	36759.67	1.5	137866.67	数村溪次级水文地质单元
	101-40	11.73	17616.21	1.5	78200	屯垌溪次级水文地质单元
	101-41	6.68	6075.64	1.5	44533.33	东南部次级水文地质单元
	小计	90.61	134416.63	1.5	604066.67	
合计		462.61	771928.04	/	3115100	

2.2.3.2 基建工程

矿山基建主要的工程内容为高位池及注液孔、集液巷道、导流孔、收液管、截渗池、收液井、母液中转池、事故应急池等。具体工程内容见表 2.2-6、表 2.2-7，第一年矿块的平面布置见附图 32。

表2.2-6 第一年采场基建工程量表

采场 编号	面积 (m ²)	集液主巷道		集液支巷道		收液管		避水沟		导流孔		注液孔		截渗池
		长度 (m)	工程量 (m ³)	长度 (m)	工程量 (m ³)	长度 (m)	工程量 (m ³)	长度 (m)	工程量 (m ³)	长度 (m)	工程量 (m ³)	长度 (m)	工程量 (m ³)	工程量 (m ³)
I-1	5717.83	200	316.27	400	632.55	216	32.40	218	26.16	1620	12.72	3500	133.05	<u>60</u>
I-2	19621.48	770	1217.66	1540	2435.31	687	103.05	440	52.80	3900	30.63	15899	604.36	
I-3	3107.00	120	189.76	240	379.53	90	13.50	160	19.20	1100	8.64	9751	370.68	
I-4	18371.82	600	948.82	1400	2213.92	587	88.05	400	48.00	3900	30.63	8550	325.01	<u>80</u>
I-6	15212.00	499	789.01	1164	1841.04	488	73.22	333	39.92	3243	25.47	7110	270.27	
I-7	15118.00	496	784.14	1157	1829.66	485	72.77	331	39.67	3223	25.31	7066	268.60	
I-8	737.28	0	0	0	0	98	14.70	100	12.00	5760	45.24	228	8.67	
I-9	6362.92	240	379.53	480	759.06	418	62.70	206	24.72	2400	18.85	2370	90.09	
101-1	32527.56	1440	2277.18	2880	4554.35	719	107.85	350	42.00	6000	47.12	28800	1094.78	<u>60</u>
101-2	13669.00	400	632.55	800	1265.10	691	103.65	500	60.00	6000	47.12	5860	222.76	
合计	130444.90	4765	7534.92	10061	15910.52	4479.25	671.89	3037	364.46	37146.00	291.73	89134.00	3388.27	<u>200</u>

表2.2-7 第一年基建工程量汇总表

工程名称	长度 (m)	工程量 (m ³)	备注
高位池	/	30	使用移动式 PVC 罐
母液中转池	/	3000	4 个母液中转池容量
集液主巷道	4765	7534.92	
集液支巷道	10061	15910.52	
收液管	4479	671.89	
避水沟	3038	364.46	
导流孔	37146	291.73	
注液孔	89134	3388.27	
截渗池	/	200	开挖至微风化层
合计	148623	28161.81	不含高位池及母液中转池

2.2.4 技改工程组成

六汤稀土矿开采工艺优化技改项目主要由原地浸矿采场工程、母液处理车间、环保工程和公辅工程组成，其中母液处理车间、环保工程和公辅工程基本依托现有工程。

2.2.4.1 原地浸矿采场

原地浸矿采场工程见表 2.2-88。

表2.2-8 原地浸矿采场工程建设内容表

工程名称		建设位置	建设内容
注液工程	高位池	采场顶部	在相应的采场区域高点设置高位池，高位池采用移动式储水罐。
	注液孔	采场表面	注液孔为 $\phi 110\text{mm}$ 左右的圆孔，孔深为见矿后 $1\text{m}\sim 1.5\text{m}$ ，注液孔网度为 $2\text{m}\times 2\text{m}$ ，分布采用菱形均匀布置，孔口插入 PVC 注液管 ($\phi 25\text{mm}$)。
收液工程	集液巷道	采场	沿矿体长度方向共布置平行巷道作为集液主巷，巷道方位垂直矿体长度，巷道间距为 $20\text{m}\sim 25\text{m}$ ，巷道位于矿体下盘，巷道长约 60m 。按 $8\text{m}\sim 15\text{m}$ 的间距，在集液主巷两侧布置集液支巷，集液支巷方位垂直于集液主巷，巷道长 $10\text{m}\sim 15\text{m}$ 。若矿体底板倾角稍大，集液巷道距矿体较远，不利于矿液渗漏，必要时可在巷道顶板施工扇形钻孔，形成网格状收液系统。 巷道断面为半圆拱形（半圆拱直径 1.2m ，巷道壁高 1.2m ），巷道坡度为 $2^\circ\sim 3^\circ$ ，巷道底板修成浅“V”字形并在中间修浅沟（梯形断面，下底宽 0.2m 、上底宽 0.3m 、深 0.2m ），刷上水泥砂浆，形成人工防渗假底，并铺设木板和茅草，以防巷道四周围岩坍塌堵塞母液流出。集液主巷有不少于 2 个通地面出口。
	导流孔		集液导流孔是在收液主巷道底板下方打集液导流孔，导流孔高程位置由矿体边界和矿层厚度决定，一般低于收液巷道 1m （没有收液巷道的，低于矿层底部 $1\text{m}\sim 2\text{m}$ ）。 导流孔位于矿体下盘，沿矿体长度方向布置，孔间距为 $0.5\text{m}\sim 0.8\text{m}$ 、坡度为 $5^\circ\sim 8^\circ$ ，导流孔方位垂直矿体长度，孔径为 $\phi 100\text{mm}$ ，孔深 $20\text{m}\sim 100\text{m}$ ，以掘进至微风化岩石或基岩为止。孔口插入 PVC 导流管 ($\phi 100\text{mm}$)。
	收液管	采场周边	技改后由原来的收液沟改为收液管。在矿体的山脚下，沿矿体边界布置收液管（波纹管），收液管（波纹管 $\phi 200\text{mm}$ ）上方开口接导流孔收集管，矿体排出的液体经过收液管进入母液中转池，最后通过管道输送到母液处理车间。
	截渗池	采场周边	根据矿体底板变化情况在收液管下游设置截渗池，截渗池容积根据矿体实际情况设置，一般 50 到 150 立方米，池深视到潜水层或见基岩为准，

工程名称	建设位置	建设内容	
		收液阶段，截渗池作为收液管补充，确保母液回收效率达到 92%。闭矿时作为保留工程予以保留，直至截获水质稳定达到排放标准后回填，属于矿区级截获设施。	
	收液井(又叫垂直监控收集孔)	采场周边	在采场的山脚下，距离矿块 20~30m 处挖垂直监控收集孔作为浸矿母液渗流情况的观察井，井深视到潜水层或见基岩为准，一旦发现母液渗下，便作为收液井，确保母液回收效率达到 92%，闭矿时作为保留工程予以保留，直至截获水质稳定达到排放标准后回填。闭矿时作为保留工程予以保留，直至截获水质稳定达到排放标准后回填，属于矿区级截获设施。
	母液中转池	采场周边	采场浸出的母液，经过集液导流管汇集至母液中转池。母液中转池一般布置在采场外最低的位置处，池容按照浸矿液的流量来进行设计，母液中转池采用砖混结构，池直径 13m~16m，深 4m，有效容积一般为 500m ³ ~800m ³ 。池底和池壁使用防水油毡布进行防渗，防止浸矿液腐蚀池壁和池底。
清污分流工程	避水沟	采场表面	在巷道口、导流孔上部沿矿块长度方向内部设置一条矩形避水沟（宽 0.4m、深 0.3m），起到排水引流的作用，实现雨污分流，以防下雨时雨水流到收集管。 在母液中转池边设置排洪引流沟（矩形，宽 0.3m、深 0.3m），防止沿山体汇集的雨水进入母液池实现雨污分流要求。
管线工程	浸矿液线路	母液处理车间至采场高位池	浸矿剂管路为母液处理车间配液池至高位池管路，管路采用 DN100~150、PN1.0~1.6MPa 的 PVC 管，根据实际的扬程和流量选定离心化工泵作为转液泵。管路采用地上敷线方式进行敷设，一般沿山脚沟边、乡村道路边放置，可移动，可重复使用；在浸矿剂输送管每隔一定距离，设置止回阀。
	清水线路	母液处理车间至采场高位池	与浸矿液线路采用同一线路，只是不同时期使用。
	矿块注液管路	采场高位池至注液孔	从高位池铺设 1 条注液总管（φ110mm PVC 管）至采场，采场内设注液主管（φ25mm PVC 管）和注液支管（φ18mm PVC 管）。注液主管一般从高往低安排布置，每 5 排孔（间隔 10m）布置一根注液主管，每根注液主管上、下两端各装一个 PVC 球阀，上部用于截断、下部用于排污。注液支管则是垂直于注液主管，注液支管和注液主管连接处安装闸阀，控制各支管流量，支管上安装 6 分塑料龙头连接各个注液孔。注液孔安装注液管道（φ18mm PVC 管）至孔底附近，管口超出地表 10cm，管口上部连接各支管水龙头。注液方式采用由上而下，根据矿体的厚度控制不同地点的注液量。注液管网采用地上敷线方式进行敷设（在山体坡度较大的地方，应采取措施固定管路，防止管路下滑），可移动、可重复使用。
	母液线路	采场至母液处理车间	母液管路为矿块母液中转池至母液处理车间管路，采用 DN160mm PVC 管，用泵送至母液处理车间。在母液输送管线路沿线低洼处，适当布置事故井，作为管线破损泄漏时收集母液用。矿区母液线路总长约 6000m。母液输送管网采用地上敷线方式进行敷设，一般沿山脚沟边、乡村道路边放置，可移动，可重复使用。
临时堆土点	临时堆土点	原地浸矿采场	在原地浸矿采场周边就近设置临时堆土点，用于临时贮存收液巷道和收液池等施工产生的临时废弃土石方。
环保工程	事故应急池	采场周边	母液输送管线每隔一定距离，设置止回阀，并在低洼处设置临时事故应急池
	防渗工程	原地浸矿采场	母液集中池、环保坝、拦截坝、中转水池、收液巷道、收液孔、危废暂存间等为重点防渗区，一级环保坝、拦截坝、中转水池采用防水土工膜

工程名称	建设位置	建设内容
		进行防渗（厚度 0.6 毫米，渗透系数 $K \leq 1.7 \times 10^{-13}$ 厘米/秒），对收液巷道底板采用防渗水泥浆进行防渗漏处理，其他重点防渗区采用防水油毡布进行防渗（厚度 0.5 毫米，渗透系数 $K \leq 4.1 \times 10^{-13}$ 厘米/秒），工艺池设置防渗检漏装置；对收液巷道采用防渗水泥浆进行防渗漏处理。
地下水截获井（线）*	矿块级小流域出口	在开采矿块较低处，沿地下水流向垂直方向布置截获井（井数以能控制浸出液可能泄漏路线上的地下水为准），作为注液期、收液期、淋洗期、闭矿期以及服务期满后的长期跟踪监测井，有截获功能
*备注：结合项目采场划分及生产规划图，矿块 101-1~101-12 未在“以新带老”截获工程服务范围内，需要设置地下水截获井（D5、D6 截获井），具体分布见附图 30。		

相关工程的联动关系见下图：

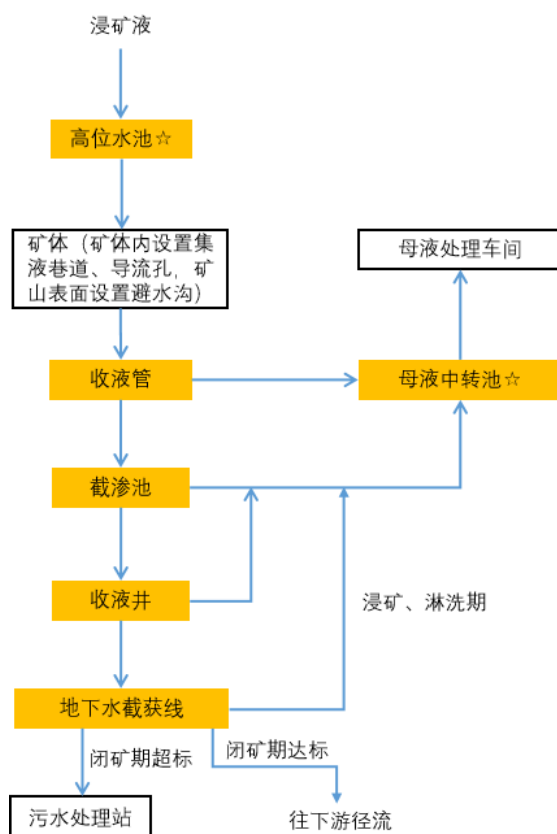


图2.2-2 相关工程的联动关系图

相关工程联动关系图的有关说明：

- (1) 浸矿、淋洗共用注液管线工程和收液工程；
- (2) 计量点位为高位水池和母液中转池；
- (3) 当收液系统中母液浓度低于 0.1g/L 时，停止注液，进入淋洗阶段；
- (4) 当收液系统中淋洗水浓度低于排放标准时，停止淋洗；
- (5) 闭矿时先往注液井底部填充石灰，后将堆存在注液孔周边的岩土填入注液井，在井口用防渗油布进行蒙盖封堵；
- (6) 沿地下水流向垂直方向、矿块所在小流域出口处布置截获线，作为注液期、

收液期、淋洗期、闭矿期以及服务期满后的长期跟踪监测井，任何时期发现超出《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的III类标准时，截获抽回至母液处理车间处理。

2.2.4.2 母液处理车间

本次技改依托现有的母液处理车间，现有工程已经该车间用地不在矿区范围，与矿区紧邻，用地性质为租赁。具体建设内容见表 2.2-99。

表2.2-9 母液处理车间建设内容表

工程名称	工程内容	备注	
主体工程	除杂池	设 7 个 700m ³ 的除杂池，重新布设防水油毡布进行防渗。	依托现有改建
	沉矿池	设 4 个 800m ³ 的沉矿池，重新布设防水油毡布进行防渗。	依托现有改建
	贮矿池	设 3 个 700m ³ 的贮矿池，重新布设防水油毡布进行防渗。	依托现有改建
	硫酸镁配液池	设 3 个 640m ³ 硫酸镁配液池，重新布设防水油毡布进行防渗。	依托现有改建
	碳酸氢钠配液池	设 2 个 40m ³ 碳酸氢钠配液池，重新布设防水油毡布进行防渗。	另外 1 个 60 m ³ 配液池废弃不用
	上清液池	利用原有贮渣池改建一个上清液中转池，容积为 450m ³ ，采用防水油毡布进行防渗。	依托现有贮渣池改建
	产品压滤	更新 2 台板框压滤机，1 个 440m ³ 的滤液收集池，重新布设防水油毡布进行防渗。	依托现有改建
辅助工程	空压机	设 1 台新空压机替换原有 2 台，原有另 2 台空压机保留。	部分换新
	水泵房	共设 9 台水泵，其中 3 台防腐水泵用于输送浸矿液至高位池；4 台防腐水泵用于母液自中转池输送至车间；2 台防腐水泵输送碳酸氢钠溶液。	技改换新设备
	仓库	产品仓库：设 1 个 600m ² 的稀土产品仓库，地面采用防渗水泥硬化，防渗满足一般防渗要求，四周为彩钢板围挡，设置顶棚，满足防水、防渗漏、防扬尘的要求。	不变
		浸矿及沉淀剂仓库：设 2 个 240m ² 硫酸镁浸矿剂仓库、210m ² 碳酸氢钠沉淀剂仓库。仓库采用防渗水泥硬化，防渗满足一般防渗要求，四周设置挡墙，设置顶棚，满足防水、防渗漏、防扬尘的要求。	依托现有改建
	硫酸储罐	设 4 个硫酸储罐，长 3.5 米，直径 2.0 米，设围堰 6m×4m×0.3m，同时设 2 个硫酸罐应急池（11m ³ ），顶棚加高 1.2m	不变
倒班宿舍	倒班宿舍等。	不变	
环保工程	污水处理站	污水处理站：目前采用“高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”组合的处理工艺，处理规模为 1000m ³ /d；技改后改为“钙矾石法+高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”处理工艺，处理规模变为 1500 m ³ /d。 主要处理对象：“以新带老”截获工程和新增截获井截获污水以及淋洗废水，处理后尾水生产期用于生产用水，闭矿期外排至黑水河，尾水执行《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011），其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以 SO ₄ ²⁻ 计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表 1 一级排放限值（≤800mg/L）。	改建
	化粪池	设置 1 个化粪池，生活污水用作林灌，不外排。	依托现有
	初期雨水池	母液处理车间地势较低处设一个初期雨水池，容积为 400m ³ 。	新增
	防渗工程	母液处理车间的除杂池、沉矿池、贮矿池、压滤液池、上清液池、配液池、硫酸镁配液池、碳酸氢钠配液池、上清液中转池、应急池、初期雨水池、危废暂存间等为重点防渗区，采用防水油毡布进行防	更换人工防渗材料

工程名称	工程内容	备注
	渗（厚度 0.5 毫米，渗透系数 $K \leq 4.1 \times 10^{-13}$ 厘米/秒），工艺池设置防渗检漏装置；一般固废暂存区、产品库和原料库等为一般防渗区，防渗结构等效黏土防渗层大于等于 1.5 米，渗透系数小于等于 1×10^{-7} 厘米/秒。各水池池底基础采用“抗渗钢筋混凝土整体基础+素混凝土垫层+原土夯实”。	
一般固废暂存间	在产品库内设一个一般固废暂存区，占地约 50m ²	新增
危废暂存间	在原污水处理站泵房内设置危废暂存间，占地约 6m ² ，内设 0.5m ³ 危废暂存桶，用于收集设备机械维修过程产生的废机油、废含油手套等	新增
生活垃圾收集池	生活垃圾收集后定期运至当地环卫部门指定场所统一处理	依托现有
事故应急池	设 1 个 800m ³ 的应急池	依托现有
硫酸储罐事故应急池	设 2 个 11m ³ 事故应急池	新增
淋洗废水处理池	最后一个矿块的淋洗废水无接续矿块利用，经处理后达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以 SO ₄ ²⁻ 计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表 1 一级排放限值（ $< 800\text{mg/L}$ ），处理达标废水外排至黑水河。	依托现有工艺池

2.2.4.3 环保工程

母液处理车间及原地浸矿采场的环保工程分别见表 2.2-108 和表 2.2-9，小流域级环保工程如下表：

表 2.2-10 流域级环保工程主要内容

工程类别	环保工程名称	环保工程内容	备注
地表水在线监测	屯垌溪在线监测	在矿区外屯垌溪设置在线监测系统 1 套，监测项目包括 pH、氨氮	依托现有
	数村溪在线监测	在矿区外数村溪设置在线监测系统 1 套，监测项目包括 pH、氨氮	依托现有
地表水截留工程	一级环保坝	容积 2000m ³ ，铺设防水土工膜防渗（厚度 0.6 毫米，渗透系数 $K \leq 1.7 \times 10^{-13}$ 厘米/秒），配套抽水泵和管道	新增
	二级环保坝	容积 3000m ³ ，铺设防水油毡布（厚度 0.5 毫米，渗透系数 $K \leq 4.1 \times 10^{-13}$ 厘米/秒），配套抽水泵和管道	依托现有
	拦截坝 1	设置于无名水沟 4 上，初步估算容积约 60m ³ （厚度 0.6 毫米，渗透系数 $K \leq 1.7 \times 10^{-13}$ 厘米/秒），拟铺设防水土工膜防渗，配套管道自流至中转池	依托现有
	拦截坝 2	设置于无名水沟 3 上，初步估算容积约 60m ³ （厚度 0.6 毫米，渗透系数 $K \leq 1.7 \times 10^{-13}$ 厘米/秒），拟铺设防水土工膜防渗，配套管道自流至中转池	依托现有
	中转池	容积 200m ³ ，铺设防水土工膜防渗（厚度 0.6 毫米，渗透系数 $K \leq 1.7 \times 10^{-13}$ 厘米/秒），配套抽水泵和管道	依托现有
	风险坝	截留总容积 3000m ³ ，其中风险坝前溪沟容积 2000m ³ ，风险坝旁设置 1000m ³ 水池（厚度 0.6 毫米，渗透系数 $K \leq 1.7 \times 10^{-13}$ 厘米/秒），正常情况下正常过水，事故情形下关闭闸阀，坝前溪水部分自流至旁边的水池，部分滞留在溪沟内	新增
东南	拦截坝 3	设置于无名水沟 5 上，初步估算容积约 60m ³ （厚度 0.6 毫米，渗透	新增

工程类别	环保工程名称	环保工程内容	备注
	无名水沟 5 流域	系数 $K \leq 1.7 \times 10^{-13}$ 厘米/秒), 拟铺设铺设防水土工膜防渗, 配套管道自流至中转池	
	数村溪流流域	初步估算容积约 225m ³ (厚度 0.6 毫米, 渗透系数 $K \leq 1.7 \times 10^{-13}$ 厘米/秒), 拟铺设铺设防水土工膜防渗, 配套管道自流至二级环保坝前	新增
地下截获	流域级截获 (D4 截获线)	设置于数村溪出矿界处 (拦截坝 4 坝下), 设置截获井 (流域内矿块开采时同步设置), 截获井口径约为 1m, 配水泵, 井深视到潜水位或见基岩为准, 日常作为流域级地下水监控井, 一旦发现超标, 则抽回处理	新增
	东南水沟流域级截获 (D3 截获线)	设置于无名水沟 5 出矿界处, 设置 2 口截获井, 其中 1 口为已设 J8 截获井 (300mm), 增设 1 座口径约为 1m 截获井, 与已设 J8 截获井共同组成该小流域截获线	新增
其他	屯垌水库水质改善	技改后增种 10000m ² 狐尾藻改善屯垌水库水质	新增

备注: 地下截获井 (线) 工程布置见附图 30

2.2.4.4 公辅工程

主要公辅工程内容见表 2.2-1111。

表2.2-11 公辅工程主要内容

工程名称	主要内容	备注
给水	生产供水: 母液处理车间均从屯垌以南 200m 的黑水河沿岸引水, 生产期间采用车间下游的环保坝收集的溪水回抽后用于部分补充新水。 生活供水: 来自黑水河	依托现有
排水	原地浸矿采场、母液处理车间周围设排水沟, 雨污分流, 自然排放天然雨水, 使用化粪池, 矿山生产用水全部循环使用, 正常情况无外排废水; 截获工程截获水经处理达标后参与全厂生产用水调度, 未能调度的排放至二级环保坝下 10m 处 (处理后水质氨氮浓度低于 1mg/L)	依托现有
供电	母液处理车间供电由当地供电局供电。在停电情况下, 母液处理车间采用柴油发电机进行紧急供电。	依托现有
运输	现有车间均已有土路能够达到, 不新增道路。矿山外部运输主要是稀土产品、硫酸镁、碳酸氢钠、除杂渣等物品的运输。运输均由第三方运送。	依托现有

2.2.5 辅料消耗及贮存

本项目所需的原材料主要有七水硫酸镁、碳酸氢钠、浓硫酸等, 项目主要原材料情况见表 2.2-12, 技改前后主要药剂变化情况见表 2.2-13。

表2.2-12 项目辅料消耗表

序号	名称	年用量 t/a	单耗 t/tREO	形态	贮存方式	备注
1	七水硫酸镁	8000	16	固体	辅料仓库	折硫酸镁单耗为 7.8t/tREO
2	碳酸氢钠	2000	4.0	固体	辅料仓库	
3	98%硫酸	375	0.75	液体	硫酸罐	
4	次氯酸钠	2	/	固体	污水处理站	
5	片碱	3	/	固体	污水处理站	
6	漂白粉	105	/	固体	污水处理站	
7	磷酸氢二钠	5	/	固体	污水处理站	

表2.2-13 技改前后药剂变化情况一览表

序号	药剂名称	技改前年用量 t/a	技改后年用量 t/a	变化量 (t/a)
----	------	------------	------------	-----------

序号	药剂名称	技改前年用量 t/a	技改后年用量 t/a	变化量 (t/a)
1	硫酸铵	4475.05	0	-4475.05
2	硫酸	198.89	375	+176.11
3	碳酸氨	2837.00	0	-2837.00
4	七水硫酸镁	0	8000	+8000
5	碳酸氢钠	0	2000	+2000

2.2.6 项目总体布局

稀土矿区主要由原地浸矿采场、母液处理车间等组成。母液处理车间位于整个矿区中北部，设计采场I矿段主要分布在母液处理车间东面，101矿段主要在母液处理车间东南面、南面和西面。集液巷道等工程掘进产生的废弃土石方，部分回填，部分用于采区联络线路维护。矿山不设置生活区，在母液处理车间设有倒班宿舍。

母液处理车间由南到北主要布置清水池、除杂池、沉淀池、贮矿池、压滤及产品库、一般固废暂存区（产品库南端）、压滤液池、上清液池、原料库、硫酸罐区；产品库西面为倒班宿舍和办公区，东面依次布置碳酸氢钠配液池、硫酸镁配液池、泵站、污水处理站、变电站、应急池、初期雨水池等设施。

2.2.7 主要技术指标

技改工程主要技术经济指标统计见表 2.2-14。

表2.2-14 主要技术经济指标

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	稀土回收技术指标			
1.1	开采规模	万 t/a	99	原矿
1.2	回收工艺方式			原地浸取工艺
1.3	原矿平均品位	%	0.066	离子相
1.4	浸矿液回收率	%	92	
1.5	母液处理回收率	%	90	
1.6	稀土开采回收率（浸出相）	%	84	
1.7	稀土采选综合回收率	%	76	
1.8	年产稀土碳酸盐（折算成 92%的氧化稀土）	t/a	500	
1.8	生产服务年限	a	5	
2	主要原辅材料消耗			
2.1	七水硫酸镁	t/a	8000	
2.2	碳酸氢钠	t/a	2000	
2.3	浓硫酸	t/a	375	
3	能源消耗			
3.1	新鲜水	m ³ /a	103028	
3.2	电	kWh/a	3000000	
4	投资及资金筹措			
4.1	项目总投资	万元	6673.41	
4.2	环保投资	万元	616	

表2.2-15 原地浸矿开采工艺采矿技术指标

序号	指标	本项目	“三率”指标 ^①	是否满足
1	离子相开采回采率	84%	≥84%	满足
2	原地浸矿母液回收率	92%	≥90%	满足
3	离子相稀土综合回收率	76%	≥67%	满足
注 ^① ：原国土资源部关于稀土矿资源合理开发利用“三率”指标要求（试行）的公告				

2.2.8 公辅工程

2.2.8.1 供电

矿山供电电源引自当地电网，现已有 10kV 架空输电线路接到矿区。

2.2.8.2 供水

(1) 取水

矿区供水主要从矿区外的西侧的黑水河取水，矿区从黑水河采用 DN110mm 管经加压泵站送至母液处理车间清水池，由清水池引出供水管道供应母液处理车间使用。

为了满足生活用水水质的要求，在母液处理车间清水池设生活水净化站，清水池内清水经净化站进行净化、消毒后，自流送至各用水点。该取水工程及管网已经建成，技改后取水工程不变。

本项目矿山已有近 35 年开采历史，由于从采空区渗出液浓度仍不能达到尾水排放标准，因此需采取截获工程对渗出超标废水进行收集、处理，处理达标后可以作为本技改项目矿块生产调度用水（如注水检漏或浸矿剂配液或淋洗用水），不外排。

(2) 生活用水系统

本项目生活用水主要为员工生活用水和办公生活用水，项目运营期共 64 名员工，根据广西壮族自治区地方标准《城镇生活用水定额》（DB45/T 679-2017），生活用水量按 150L/人·d 计，则用水总量为 9.6m³/d（2880m³/a）。

(3) 生产用水

技改工程生产用水主要是母液处理车间用水、原地浸矿采场注水、注液、清洗用水等，生产时先采用处理后达标的截获水进行生产，不够时由黑水河抽水补充。

2.2.8.3 排水

(1) 生产废水

生产期：沉矿池上清液和压滤机压滤废水汇入配液池，在配液池中通过调节 pH 和硫酸镁浓度后，输送到高位池做浸矿液重复利用，不外排。

清洗期：浸采完成后对采区进行清洗，将采区矿体中残留的硫酸根、镁、钠等清洗出来，收集后经处理后接续用于下个矿块淋洗用水，接续利用期间无清洗废水外排。末采矿块由于无接续利用对象，经处理后达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表 1 一级排放限值（ $\leq 800\text{mg/L}$ ），处理达标后排放至黑水河。

（2）生活污水

矿山不设集中生活区，仅设倒班宿舍。母液处理车间设置厕所，生活污水用作周围区域林灌，不外排。生活污水按产生量 0.8 计，即产生量约为 $7.68\text{m}^3/\text{d}$ （ $2304\text{m}^3/\text{a}$ ）。

（3）初期雨水

为了防止雨后母液处理车间地面雨水、其它废水外排，污染周围环境，在母液处理车间地低洼处设置初期雨水池。

根据崇左市暴雨强度计算公式：

$$q = \frac{4030(1 + 0.621 \lg P)}{(t + 12.5) P^{0.823}}$$

其中：P 为设计暴雨重现期，取 P=2；

t——降雨历时，取 15min。

则暴雨强度为 $272.49\text{L/s}\cdot\text{hm}^2$ 。

初期雨水设计流量的计算公式为：

$$Q = \Psi \cdot q \cdot F$$

其中：Q——雨水设计流量（L/S）；

q——设计暴雨强度（L/s·ha）；

Ψ ——径流系数，取 0.9；

F——汇水面积（公顷）。

除杂池、沉矿池、贮矿池、绿地、办公区等外，母液处理车间初期雨水收集面积约 1.74hm^2 。根据上述公式，初期雨水历时按 15min 计算，则项目初期雨水量约为 384.05m^3 ，新建一个初期雨水池（ 400m^3 ）收集。初期雨水收集后返回生产工序使用。

2.2.8.4 水平衡

结合稀土矿山浸矿、母液处理工艺特点，参考赣州稀土公司以及项目矿山历史开采实际情况，项目用水总体情况见下图：

图2.2-3 项目用排水总体情况图

在矿山接续生产过程中，采用“硫酸镁浸矿+碳酸氢钠沉淀”工艺的水平衡情况见图 2.2-4 和表 2.2-16。

图2.2-4 项目接续生产过程时工艺水平衡图（单位：m³/d）

表2.2-16 接续生产过程水平衡

序号	工段	总用水量 (m ³ /d)	给水量 (m ³ /d)				排水量 (m ³ /d)			
			新水量	物料 带入	回用 水量	上段工 艺来水	回用水	无组织 渗漏	产品、废 渣带走	下段工艺 去水
1	配液									
2	采场注液									
3	除杂									
4	沉淀、压滤									
生产用水小计										
5	生活用水									
合计										

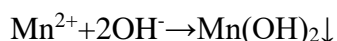
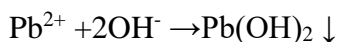
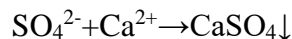
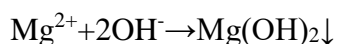
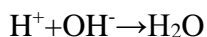
根据经验，淋洗期注液孔用水量为 0.3t/d，在矿块接续开采过程中，通过用水调度确保淋洗水全部回用于矿山开采，仅末采矿块无接续利用时经处理后达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以 SO₄²⁻计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表 1 一级排放限值（≤800mg/L），处理达标后外排至黑水河。

2.2.8.5 污水处理站工艺

技改后，由于采用无铵开采工艺，同流域范围内矿块开采过程中，注液、淋洗工段泄露污染物发生变化，“以新带老”截获工程截获水质将发生一定变化，浸矿液为硫酸镁，不再含有氨氮污染物，技改后仍利用原有污水设备，在污水处理站旁边通过增加设备及处理工艺池的方式增加钙矾石法沉淀工艺，用于去除尾水中的镁、硫酸根等污染物，同时污水处理站处理规模有 1000m³/d 增加到 1500m³/d，主要用于处理截获工程截获废水

和淋洗废水的处理。技改后污水处理站处理工艺变为“钙矾石沉淀+高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”（见图 2.2-5）。

污水处理站的废水通过氢氧化钙和偏铝酸钠，降低镁和硫酸根浓度，然后再经过 pH 调节后向含氨氮废水中投加流水氯化镁和磷酸氢二钠，三者反应生成 $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ （简称 MAP 鸟粪石）沉淀，然后投加过量的氯或次氯酸钠，使废水中的氨氮氧化成氮气。钙矾石法反应原理：先用氢氧化钙将 pH 值调整至 10，然后添加偏铝酸钠 pH 值约为 11，最终达到处置效果。钙矾石处理效果的影响因素主要有 pH 值和摩尔比 ($n(\text{Al}^{3+}):n(\text{SO}_4^{2-})$)，主要控制参数如下：pH=11；温度为常温；反应时间：60min。尾水处理过程发生的化学反应如下：



技改后钙矾沉淀增加 4 个约 7.2m^3 反应池，高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化的原有反应池加高，增加电芬系统加快反应同时配套增加其他融药反应釜(含 2 台搅拌机)、加药泵等设备，污水处理站处理规模有 $1000\text{m}^3/\text{d}$ 增加到 $1500\text{m}^3/\text{d}$ 。污水处理工艺流程如下：

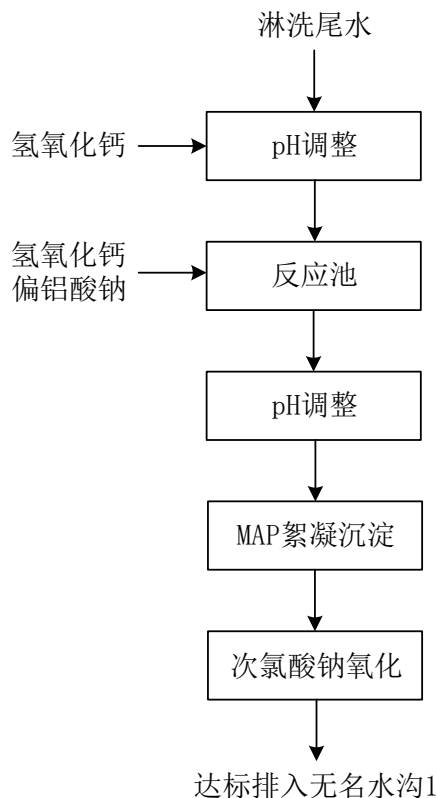


图2.2-5 技改后污水处理站工艺流程

矿块同一时期需要淋洗注液孔数约为 3000 个，根据经验数据，单孔在淋洗用水量为 0.3t/d，每天淋洗水量约为 900t/d，依托污水处理站进行处理，该方案已经在赣州龙南足洞矿区（矿区试验点基本情况见表 2.2-20）得到试点验证，根据监测数据反映，钙钒石法对硫酸根去除效率可达 85%以上，通过该方法可以有效去除淋洗尾水中的大部分硫酸根，处理的尾水硫酸根小于 800mg/L。该方法原料简单易得，工艺成熟。

2.2.9 技改工程主要设备

技改工程采场及母液处理车间主要涉及见表 2.2-17 和表 2.2-18。

表2.2-17 采场主要采矿主要设备表

序号	设备名称	规格	单位	数量	备注
1	洛阳铲	特制	把	20	采准作业
2	空压机	W-3.2/7	台	1	采准作业
3	风镐	开山牌G20	台	2	采准作业
4	水平定向钻机	HXZT-25T	台	1	配 150m 钻杆
5	挖掘机	斗容0.8m ³	台	2	辅助作业
6	矿用局部通风机	JK58-1NO.3 型	台	2	

表2.2-18 母液处理车间主要设备表

序号	设备名称	规格型号	数量（台）	作用	备注
1	空压机	2V-4/5	4	工艺池鼓风搅拌	
2	压滤机	X12MZGS200/1250-Ub	1	压滤产品	技改换新

序号	设备名称	规格型号	数量(台)	作用	备注
		X12MZGS100/1250-UB	1	压滤渣头	技改换新
3	清水泵	DF100-45*8	2	水源地(黑水河)	技改换新
4	防腐水泵	DF155-30*6	3	输送浸矿液至高位池	技改换新
		Df155-67*2	4	母液自中转池输送至车间	
		IH100-65-315B	2	输送碳酸氢钠溶液	技改换新
5	变压器	500kVA	1	母液处理车间使用	
		400KVA	1	用于矿山开采	
6	发电机	300GF	1	备用	

2.2.10 原地浸矿采矿工艺流程及产污环节分析

本次技改仍沿用原地浸矿开采工艺，主要优化了浸矿药剂及除杂沉淀药剂类型，采用“硫酸镁浸矿—碳酸氢钠除杂沉淀”代替“硫酸铵浸矿—碳酸氢铵除杂沉淀”，降低稀土开采过程对环境的影响，同时还可以满足稀土综合回收要求。

相比传统原地浸矿工艺，技改工程显著优化之一是采用了硫酸镁作为浸矿剂，用来替代传统的硫酸铵浸矿剂。镁盐作为浸矿剂，避免了铵盐的引入。此外，根据现阶段的研究情况，镁盐浸矿剂替代铵盐浸矿的工艺优化措施从环境角度还有如下优势：

①与传统铵盐相比，镁盐浸矿剂对稀土离子的浸出周期相当，浸出率更高，母液中稀土峰值浓度和平均浓度更高，此外，硫酸镁作为浸矿剂可以最大程度将原矿配分中的稀土全配分回收，高价值铈、镨等元素配分比之原矿配分有所增加。

②相比于铵根离子，镁离子作为土壤和水体中的常量因子，生物体的必需元素环境容量更大，镁盐浸矿剂对环境影响更小。

③更短、更高效的富集工艺

传统富集工艺采用碳酸氢铵除杂和沉淀生产碳酸稀土，而项目采用碳酸氢钠除杂沉淀工艺，避免了除杂沉淀环节引入铵根离子。

2.2.11 母液处理工艺流程及产污环节分析

表2.2-19 母液处理产污环节及污染防治措施一览表

项目	排放源	主要污染物	污染防治措施
废气	硫酸储罐	硫酸雾	加强通风
	道路运输	颗粒物、NO _x 、CO、THC 等	运输过程采取洒水降尘、加强运输车辆管理、严格控制车辆装载量、车厢封闭或覆盖、限速以及运输车辆清洗干净后方可出厂、运输道路两侧加强绿化等措施。
	采场扬尘	颗粒物	/
废水	生产废水	Mg ²⁺ 、SO ₄ ²⁻ 、pH 值等	技改后项目生产废水主要为母液处理车间产生的上清液、除杂渣压滤工序产生的压滤水等，均循环回用于配液浸矿，不外排。
	淋洗尾水	Mg ²⁺ 、SO ₄ ²⁻ 、pH 值等	淋洗尾水经污水处理站处理达标后循环用于矿块淋洗，直至淋洗水达到排放标准即可停止淋洗，生产时期回收淋洗水接续用于下个矿块生产用水，不外排，最后矿块

项目	排放源	主要污染物	污染防治措施
			的淋洗水经污水处理站处理达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以SO ₄ ²⁻ 计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表1一级排放限值（≤800mg/L），处理达标后外排至黑水河。
	闭矿期渗水	Mg ²⁺ 、SO ₄ ²⁻ 、pH值等	闭矿后截获水经处理达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以SO ₄ ²⁻ 计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表1一级排放限值（≤800mg/L），处理达标后外排至黑水河。
	生活污水	COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N、TN、TP	生活污水经化粪池处理后用于林灌，不外排。
固废	注液孔弃土		注液孔临时弃土用于堆筑注液孔口拦水围堰，做好防止水土流失措施，待浸矿完毕后，回填注液孔。
	收液系统弃土		巷道等弃土就近堆存在巷道周边，做好防止水土流失措施，待浸矿完毕后，回填。
	除杂渣		暂存在一般固废库，外售综合利用
	污水处理站污泥		暂存在一般固废暂存区，定期外送综合利用
	废弃包装袋		暂存在一般固废暂存区，定期外送综合利用
	废机油、含油手套等		采用带盖的密闭专用危废桶暂时储存在危险废物暂存间
	生活垃圾		集中收集后定期运至当地环卫部门指定场所统一处理

2.2.12 《开发利用方案》环保合理性分析

2.2.12.1 工艺技术可行性

2023年7月，广西冶金研究院有限公司受中铝广西有色稀土开发有限公司委托，广西冶金研究院有限公司对广西岑溪市糯垌矿区稀土矿进行综合利用试验研究，并编制了《广西岑溪市糯垌矿区稀土矿综合利用试验研究报告》。广西岑溪市糯垌矿区稀土矿同属于离子吸附型稀土矿，与本工程稀土矿类型类似，因此相关工艺参数主要参考该项目确定，全流程试验稀土浸出率70.95%，离子相稀土浸出率93.72%，除杂损失率6.23%，沉淀率98.35%，离子相稀土总回收率86.43%，稀土总回收率65.43%，试验指标较好。全流程试验，硫酸消耗量为0.87t/tREO，浸矿剂硫酸镁消耗量为8.79t/tREO，除杂剂和沉淀剂碳酸氢钠消耗量为4.0t/tREO。

表2.2-20 全流程试验结果

序号	指标名称	数值	序号	指标名称	数值
1	矿石全相稀土品位（%）	0.107	6	离子相稀土浸出率（%）	93.72
2	矿石离子相稀土品位（%）	0.081	7	除杂作业稀土损失率（%）	6.23
3	浸渣全相稀土品位（%）	0.031	8	稀土沉淀率（%）	98.35

<u>4</u>	<u>母液稀土品位 (mg/L)</u>	<u>335.22</u>	<u>9</u>	<u>离子相稀土总回收率 (%)</u>	<u>86.43</u>
<u>5</u>	<u>稀土浸出率 (%)</u>	<u>70.95</u>	<u>10</u>	<u>稀土总回收率 (%)</u>	<u>65.43</u>

赣州稀土矿业有限公司自 2016 年以来，以南方离子型稀土矿山为研究对象，开发了一套具有自主知识产权的“硫酸镁浸矿——氧化镁富集”开采工艺体系，为证明该工艺适用性，2020 年，该公司组织中国恩菲工程技术有限公司选取了龙南足洞具有代表性的矿块开展了“硫酸镁浸矿——氧化镁富集”新工艺的现场中试，取得了良好试验效果，获取了浸矿工艺参数、对周边环境影响情况和配套环保措施的有效性等基础数据，本小结重点阐述浸矿工艺类比分析，对周边环境影响情况类比情况见“4 环境影响预测与评价”相关小结阐述，配套环保措施的有效性类比情况见“6 环境保护措施及可行性论证”相关小结阐述，上述中试与本项目可类比条件分析如下：

表2.2-21 赣州中试与本项目可类比条件分析一览表

序号	类比项	龙南足洞	本项目	类比性分析	
1	矿床特征	全风化层是离子吸附型稀土矿床的主要赋矿层位，矿体主要赋存于该层位的中上部，严格受风化壳范围及地形地貌因素制约，山顶矿体较厚，山脊矿体厚度次之，山坡两翼及坡脚矿体厚度较薄	赋矿层为酸性火山岩体的风化壳，矿体与风化壳的发育程度密切，风化壳厚度越大，风化程度越高，矿体厚度随之增加，中部品位最高	相似	
2	试验矿块面积	62207m ²	本项目计划采场面积从3107m ² ~36759.67m ² 不等	本项目计划采场面积较小且较为分散	
3	TRE ₂ O ₃ 平均品位	0.0907%	I号矿体平均品位 0.140%，101号矿体平均品位 0.122%	相似	
4	浸矿剂	硫酸镁溶液	硫酸镁溶液	一致	
5	注液工程	高位池	75m ³ ，安装水位控制器，设置监控探头	采用移动式储水罐	相似
		注液孔	φ0.18m 的圆孔孔深为见矿 1m~1.5m，注液孔网度为 3×2m	φ110mm 左右的圆孔，孔深为见矿后 1m~1.5m，注液孔网度为 2m×2m	基本一致
6	收液工程	导流孔	孔距 1m，孔径 10cm，倾角 3°~5°	孔间距为 0.5m~0.8m、坡度为 5°~8°，导流孔方位垂直矿体长度，孔径为 φ100mm，孔深 20m~100m	基本一致
		集液沟	宽 0.5m、深 0.5m，集液沟外围用沙袋围挡（防止外部雨水汇入集液沟），沟底多为基岩出露，无基岩出露情况下敷设防渗布	采用 φ200mm 收液管，管上方开口接导流孔收集管	本项目采用收液管，可有效避免雨水汇入
		母液收集池	99m ³	池直径 13m~16m，深 4m，有效容积一般为 500m ³ ~800m ³	本项目由于矿块分布分散，拟设母液收集池更大
		截渗池	/	收液管下游设置截渗池，一般 50m ³ ~150m ³ ，池底开挖至潜水层或见基岩为准	本项目设置截渗池兼具收液和环保回收井功能
		事故应急池	110m ³	一般在母液收液管线低洼处设置 50m ³ ~80m ³ ，数量根据实际开采设计确定	基本一致
7	环保工程	内部避水沟	0.4m*0.3m 避水沟，属于母液与雨水分流措施，以防下雨时雨水流到集液沟，降低母液浓度	沿矿块长度方向内部设置一条矩形避水沟（宽 0.4m、深 0.3m），起到排水引流的作用，母液中转池边设置排洪引流沟（矩形，宽 0.3m、深 0.3m）	一致
		外部排水	集液沟外围侧高于地面 20cm，防止外侧雨水汇流	收液管沟外围侧高于地面约 20cm	基本一致

	<u>沟</u>	<u>到集液沟，起到雨污分流作用</u>		
	<u>防护距离</u>	<u>矿体边缘至注液区 20~30m 设置防护距离，防滑坡和起到缓冲和防护目的</u>	<u>设置防护距离，范围为矿体边缘至注液区 20~30m</u>	<u>一致</u>
	<u>防渗漏</u>	<u>高位池、收集池铺设防渗篷布，厚度 0.47mm，满足防渗要求。高位水池、母液收集池等池底和池壁用防渗材料进行防渗处理</u>	<u>高位池、收集池、母液中转池、应急池采用人工防渗材料进行重点防渗</u>	<u>一致</u>
	<u>环保回收井</u>	<u>设置 2 个环保回收井，回收井下部直径在 1m，上部井口直径约 0.6m，配水泵，井深视到潜水层或见基岩为准</u>	<u>收液管下游设置截渗池，一般 50m³~150m³，池底开挖至潜水层或见基岩为准</u>	<u>基本一致</u>
	<u>观察井</u>	<u>在试验矿体边缘处设置 2 个观察井，井直径 0.18m</u>	<u>每个采场根据具体设计情况设置 1~2 垂直监控收集井（又称收液井）</u>	<u>一致</u>
	<u>地下水截获井</u>	/	<u>在矿块级小流域出口处设置地下水截获井（井数以能控制浸出液可能泄漏路线上的地下水为准），作为注液期、收液期、淋洗期、闭矿期以及服务期满后的长期跟踪监测井，有截获功能</u>	<u>“以新带老”截获工程范围未覆盖的区域，增设矿块级小流域出口地下水截获井，确保上游矿块开采活动不会对下游水体造成污染</u>
	<u>流域级污水处理站</u>	<u>由于试验矿块所在的整个矿区面积大，在每个流域出口设置污水处理站，部分采用钙钒石法处理流域污水</u>	/	<u>本项目矿区面积较小，生产规模仅与类比工程某个富集车间规模相当，且本项目涉及 3 个小流域，在流域出口布置污水处理站不具有经济可行性，此外亦不具备用地条件</u>

由上表可知，类比工程所采用的浸矿剂与本项目一致，矿体特征也与本项目相似，注液工程、收液工程和环保工程的设置相似度高，仅在矿块面积出入较大，这是由于本项目属于历史矿山，本次技改拟开采矿块面积小且分散，因此在母液收集以及母液回收拟采取的措施不尽相同，如本项目采用截渗池作为收液系统的补充工程，而类比工程采用环保回收井，设置目的相同，此外本项目拟在矿块级小流域出口处设置地下水截获井，作为注液期、收液期、淋洗期、闭矿期以及服务期满后的长期跟踪监测井，根据类比工程监测数据显示，在进入注液期、淋洗期后，跟踪监测井中水污染物浓度随即上升，直至淋洗结束后，水质趋于稳定，考虑部分矿块所在流域缺少截获措施，且流域出口处亦无污水处理工程，因此考虑增设地下水截获井，截获水可依托收液系统回到母液处理车间处理后外排，总体而言类比分析可知，采用无铵浸矿工艺可行。

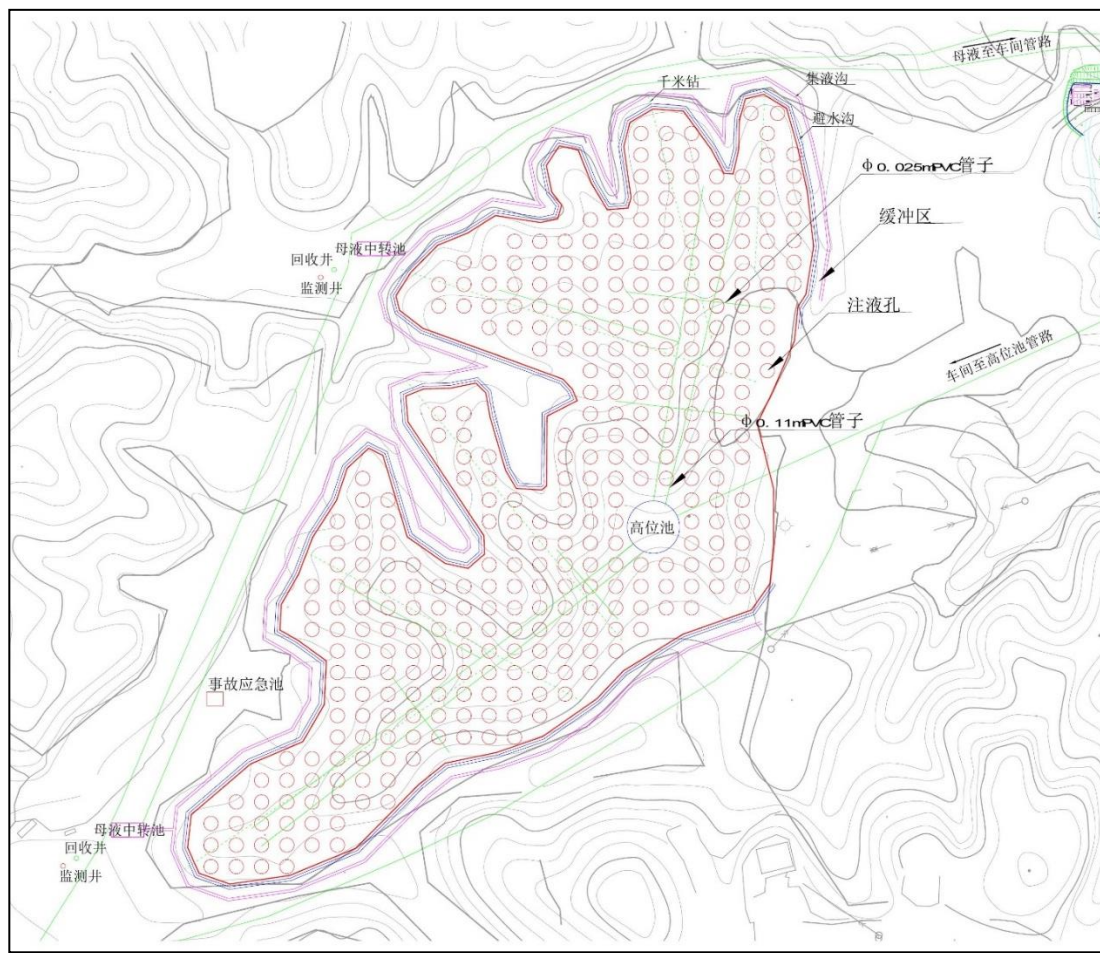


图2.2-6 赣州典型采场工程平面布局图

龙南足洞试验矿块的母液回收率 93.93%，对比硫酸铵体系，无铵新工艺的母液回收率和采选综合回收率均有所提高，采用“硫酸镁浸矿—氧化镁富集”开采工艺体系替代传统的“硫铵浸矿—碳铵沉淀”工艺体系，源头上避免铵盐的使用和氨氮的引入，减缓历

史开采离子型稀土引起的环境氨氮超标问题，该工艺破解了稀土开采和环境保护之间的制约关系，是目前离子型稀土矿绿色化发展重要抓手。

2.2.12.2 矿山开采计划合理性分析

《开发利用方案》从地质条件是否适用原地浸矿法开采、对岩溶区域泄露环境风险、屯洞水库环境风险等角度明确了设计不开采范围（见图 2.2-1），其中对于矿区东南面分水岭以外仍有部分矿块位于开采范围内，考虑矿区东南地下水分水岭外侧，存在 M05、M06 和 M07 泉水点分散地下水取水点，而注液期、淋溶期渗漏污水如若截获不到位，将直接影响到下游分散点取水点，环境风险隐患高，为此本次评价建议将涉及东南次级水文地质单元内的矿块调整为不开采区（优化范围示意图见附图 2），调整面积约 75035m²，涉及矿块为 101-24（部分）、101-25、101-26、101-27、101-28，调整后生产服务年限为 4.5 年，矿区开采计划调整后见下表：

表2.2-22 优化调整后采区各年开采计划

生产年	采场编号	干矿资源量(万 t)	开采面积(m ²)	干矿体重(t/m ³)	块段体积(m ³)	所在水文单元
1	I-1	4.67	5717.83	1.44	32430.56	屯洞溪次级水文地质单元
	I-2	14.39	19621.48	1.44	99930.56	屯洞溪次级水文地质单元
	I-3	2.28	3107	1.44	15833.33	屯洞溪次级水文地质单元
	I-4	19.49	18371.82	1.44	135347.22	屯洞溪次级水文地质单元
	I-6	6.8	15212	1.44	47222.22	屯洞溪次级水文地质单元
	I-7	7.59	15118	1.44	52708.33	屯洞溪次级水文地质单元
	I-8	0.72	737.28	1.44	5000	屯洞溪次级水文地质单元
	I-9	2.74	6362.92	1.44	19027.78	屯洞溪次级水文地质单元
	101-1	9.43	15669	1.44	65486.11	屯洞溪次级水文地质单元
	101-2	24.89	30527.56	1.44	172847.22	屯洞溪次级水文地质单元
	小计	93	130444.9	1.44	645833.33	
2	I-5	18.72	18751	1.44	130000	数村溪次级水文地质单元
	101-2	2.87	4161	1.5	19133.33	屯洞溪次级水文地质单元
	101-3	7.7	21559.81	1.5	51333.33	屯洞溪次级水文地质单元
	101-4	15.13	30051	1.5	100866.67	屯洞溪次级水文地质单元
	101-5	3.19	6718	1.5	21266.67	屯洞溪次级水文地质单元
	101-6	8.32	15235	1.5	55466.67	数村溪次级水文地质单元
	101-7	4.47	11539	1.5	29800	屯洞溪次级水文地质单元
	101-8	7.34	16536.22	1.5	48933.33	屯洞溪次级水文地质单元
	101-9	2.58	4229.48	1.5	17200	屯洞溪次级水文地质单元
	101-10	0.08	262.28	1.5	533.33	屯洞溪次级水文地质单元
	101-13	5.89	15199	1.5	39266.67	屯洞溪次级水文地质单元
	101-14	8.17	17375	1.5	54466.67	屯洞溪次级水文地质单元
	101-29	0.38	1251.81	1.5	2533.33	数村溪次级水文地质单元
	101-30	6.02	10108.21	1.5	40133.33	数村溪次级水文地质单元
101-31	2.14	6448	1.5	14266.67	数村溪次级水文地质单元	
小计	93	179424.81	1.5	620000		
3	101-11	2.2	4961.69	1.5	14666.67	屯洞溪次级水文地质单元
	101-12	4.29	5487.93	1.5	28600	屯洞溪次级水文地质单元
	101-13	9.37	24295.04	1.5	62466.67	屯洞溪次级水文地质单元
	101-15	3.87	9059	1.5	25800	屯洞溪次级水文地质单元
	101-16	1.53	5033	1.5	10200	屯洞溪次级水文地质单元

生产年	采场编号	干矿资源量(万 t)	开采面积(m ²)	干矿体重(t/m ³)	块段体积(m ³)	所在水文单元
	101-17	1.67	4848	1.5	11133.33	屯垌溪次级水文地质单元
	101-18	2.44	6805	1.5	16266.67	屯垌溪次级水文地质单元
	101-19	5.29	10707	1.5	35266.67	屯垌溪次级水文地质单元
	101-20	11.22	23065.89	1.5	74800	屯垌溪次级水文地质单元
	101-32	8.23	17688.5	1.5	54866.67	数村溪次级水文地质单元
	101-33	4.72	7816.04	1.5	31466.67	数村溪次级水文地质单元
	101-34	24.85	30504.24	1.5	165666.67	数村溪次级水文地质单元
	101-35	13.32	20190.67	1.5	88800	数村溪次级水文地质单元
	小计	93	170462	1.5	620000	
4	101-21	10.65	21756.84	1.5	71000	屯垌溪次级水文地质单元
	101-22	9.65	19712.47	1.5	64333.33	屯垌溪次级水文地质单元
	101-23	6.7	18268.63	1.5	44666.67	屯垌溪次级水文地质单元
	101-24	9.78	17865.5	1.5	65200	屯垌溪次级水文地质单元
	101-37	14.55	24037.52	1.5	97000	数村溪次级水文地质单元
	101-38	14.94	16518.04	1.5	99600	数村溪次级水文地质单元
	101-35	7.06	1571.73	1.5	47066.67	数村溪次级水文地质单元
	101-36	10.78	21911.6	1.5	71866.67	数村溪次级水文地质单元
	小计	84.11	141642.33		560733.34	
4.5	101-41	13.75	16869.07	1.5	91666.67	屯垌溪次级水文地质单元
	101-39	20.68	36759.67	1.5	137866.67	数村溪次级水文地质单元
	101-40	11.73	17616.21	1.5	78200	屯垌溪次级水文地质单元
	小计	46.16	71244.95	1.5	307733.34	
合计		409.27	693218.98	/	2759500.03	

2.2.13 物料平衡分析

略

2.2.14 施工期环境影响因素分析

2.2.14.1 大气污染

施工期的大气污染源主要为“三材”运输卸载产生的扬尘、临时物料堆场在大风气象条件下形成的风蚀扬尘等，风蚀扬尘产生量与风力、含水率等因素有关，难以定量。施工期废气主要污染物为颗粒物。以及施工内燃机械产生燃烧废气，废气中的污染物为NO₂、CO等。

2.2.14.2 水污染

施工期水污染源主要为施工设备冲洗废水和施工人员产生的生活污水。冲洗废水主要污染物为SS；生活污水主要污染物为SS、COD、BOD等。由于母液处理车间依托现有工程母液处理车间，技改工程主要是原有矿山运输道路维护、母液处理车间设备设施维护等，采场施工比较简单，用到的大型机械不多，施工时人员不多，并且不会在施工场地驻扎，因此产生的冲洗废水和生活污水量很小。施工人员生活污水可利用已建的

母液处理车间厕所，生活污水经化粪池后用于周围林灌，不得随意排入周围地表溪流或是水塘。

2.2.14.3 噪声

施工期噪声源主要为各类施工机械和车辆交通噪声。

根据类比调查可知，巷道工程、母液收集池等施工机械主要是挖掘机、水泵、风镐和空压机等施工设备，噪声以撞击声为主，噪声级一般在 90~100dB（A）。

交通噪声主要来自建筑施工机械以及来往车辆的交通噪声。

2.2.14.4 固体废物

本项目基建土石方工程量主要是原地浸矿注液系统和集液巷道、清污分流系统等采场工程形成的弃土以及生产工人产生的生活垃圾。由于原地浸矿采场的特殊开采方式，施工期注液孔弃土产生量为 $0.2\text{m}^3\sim 0.5\text{m}^3$ ，在注液孔附近就近临时堆存，做好防水土流失措施，以便以后回填。

集液巷道、导流孔等工程掘进产生的岩土，一部分（60%~70%）回填到采场采空区集液巷道中，一部分（20%）用于矿山联络公路的修筑和维护，剩余部分（约 10%~20%，每个采场约 $50\text{m}^3\sim 240\text{m}^3$ ）就近平铺在各巷道口附近较为平缓低洼处（临时存放，后期作为复垦用土），平铺厚度不超过 1m，待巷道施工完毕后，采取种植植被（撒播适宜当地气候环境的草籽等）方式进行绿化。临时存放渣土的区域，在靠山侧修筑避水沟，以防水土流失。

施工期按施工人员 20 人，人均产生生活垃圾 0.75kg/d，施工期约 6 个月，生活垃圾产生量约为 2.7t，集中收集后定期运至当地环卫部门指定场所统一处理。

2.2.14.5 生态环境

本项目工程建设主要包括高位池、注液孔、集液巷道、导流孔、母液收集池和母液管线等。施工期生态环境影响主要是：高位池、母液收集池及其他辅助设施的建设将使被占用土地利用类型发生改变，由林地变为工矿用地。工程建设会导致局部地貌形态发生改变，地表植被的铲除或压占将会改变局部区域内的生态景观类型与格局；同时局部地表土壤产生扰动，短期内会造成水土流失，水土流失类型以水蚀为主，尤其在暴雨情况下，水力侵蚀更为严重。

2.2.15 运营期环境影响因素分析

2.2.15.1 大气环境影响因素分析

运营期采场的大气环境污染源主要是原地浸矿采场进行注液孔、收液系统等工程建设时产生的无组织排放扬尘；母液处理车间主要是硫酸储罐大小呼吸、松散物料装卸产生的扬尘和物料运输产生的粉尘。

2.2.15.2 水环境影响因素分析

运营期采场主要废水为母液无组织渗漏、清洗水无组织渗漏等，主要污染因子为 pH、硫酸盐、镁离子、钠离子等；母液处理车间产生的沉矿池上清液、压滤车间压滤废水等全部回收利用，正常情况下矿山生产废水不外排，淋洗废水经污水处理站处理后循环用于下个矿块生产用水，不外排，最后一个矿块的淋洗废水无接续矿块利用，经处理后达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表 1 一级排放限值（ $\leq 800\text{mg/L}$ ），处理达标后外排至黑水河。生活污水经化粪池后用于林灌。

2.2.15.3 噪声污染源及防治措施

原地浸矿采场高位池和浸矿管线主要通过自流注液，母液收集池通过自流汇集至母液处理车间，采场无明显噪声源。母液处理车间噪声源主要是压滤设备、空压机和水泵产生的噪声，通过采用低噪声设备、优化布局等措施降低噪声影响。

2.2.15.4 固体废物与渣土影响因素分析

运营期固体废物主要是注液孔废弃土石方、收液系统废弃土石方、除杂渣、污水处理站污泥、废气包装袋、维修产生废机油、含油手套和生活垃圾等。

2.2.15.5 生态环境影响

运营期对生态影响主要是原地浸矿采场中会进行注液孔、集液巷道、避水沟、收液管、高位池、母液中转池、母液处理车间等工程的建设，在建设过程中将会对地表进行占地破坏，对植被也会造成破坏。注液孔、集液巷道、避水沟、收液管、高位池、母液中转池、母液处理车间等工程均在闭矿后进行回填和复垦。

2.2.16 运营期污染源强

2.2.16.1 大气污染源强

（1）硫酸储罐大小呼吸

硫酸储罐主要排放量为呼吸排放和工作排放等两种排放方式，根据《工业污染源调查与研究（第二辑）》，可用以下方法估算其污染物的排放量：

表2.2-23 罐区设置参数

罐组	规格 (m ³)	数量 (个)	直径 (m)	高度 (m)
硫酸储罐	11	4	3.5	2

①呼吸排放 (小呼吸)

呼吸损失是由于温度和大气压力的变化所引起蒸气的膨胀和收缩而产生的蒸气排出, 它出现在罐内无任何液面变化的情况, 是非人为干扰的自然排放方式, 可用下式估算其污染物的排放量:

$$L_B = 0.191 \times M \times (P / (100910 - P))^{0.68} \times D^{1.73} \times H^{0.51} \times \Delta T^{0.45} \times F_P \times C \times K_C \quad (1)$$

式中: L_B —固定顶罐的呼吸排放量 (kg/a);

M —储罐内蒸气的分子量;

P —在大量液体状态下, 真实的蒸气压力 (Pa);

D —罐的直径 (m);

H —平均蒸气空间高度 (m);

ΔT —一天之内的平均温度差 (°C);

F_P —涂层因子 (无量纲), 根据油漆状况取值在 1~1.5 之间;

C —用于小直径罐的调节因子 (无量纲); 直径在 0~9m 之间的罐体, $C = 1 - 0.0123(D-9)^2$, 罐径大于 9m 的 $C = 1$;

K_C —产品因子 (石油原油 K_C 取 0.65, 其他的有机液体取 1.0)

②工作排放 (大呼吸)

工作损失是由于人为的装料与卸料而产生的损失。因装料的结果, 罐内压力超过释放压力时, 蒸气从罐内压出; 而卸料损失发生于液面排出, 空气被抽入罐体内, 因空气变成有机蒸气饱和的气体而膨胀, 因而超过蒸气空间容纳的能力从而蒸出。通过查询相关资料, 以上工作损失可用下式对其进行估算:

$$L_w = 4.188 \times 10^{-7} \times M \times P \times K_N \times K_C \quad (2)$$

式中: L_w —固定顶罐的工作损失

K_N —周转因子 (无量纲), 取值按年周转次数 ($K = \text{年投入量} / \text{罐容量}$) 确定 $K \leq 36$, $K_N = 1$, $36 < K \leq 220$, $K_N = 11.467 \times K^{-0.7026}$, $K > 220$, $K_N = 0.26$, 其他的同 (1) 式。

根据上述公式、罐区储存物料性质、物料年使用量、储罐参数等, 本项目罐区的无组织排放详见下表。

表2.2-24 储罐区呼吸损耗参数选定和计算结果一览表

M	P	D	H	ΔT	FP	C	KC	KN	单罐小呼吸损耗	单罐大呼吸损耗	数量	合计
g/mol	Pa	m	m	°C	/	/	/	/	kg/a	kg/a	个	kg/a
98	130	2	3.5	5	1	0.36	1	1	1.05	0.0053	2	2.10

表2.2-25 技改工程硫酸罐区大气污染物无组织排放量

序号	面源名称	尺寸	污染物	污染物产生情况 kg/h	污染物排放量 t/a	排放速率 kg/h	运行时间
1	硫酸罐区	长×宽×高 8×6×5m	硫酸雾	0.00024	0.0021	0.00024	8760

(2) 道路运输扬尘

本项目交通运输量计算结果见表 2.2-36。

表2.2-26 本项目交通运输量预测表

序号	固废种类	运输量 (t/a)	平均载重 (t/车)	运输数量 (车次/a)
1	硫酸	375	20	19
2	硫酸镁	8000	20	400
3	碳酸氢钠	2000	20	100
4	碳酸稀土	2174	20	109
5	次氯酸钠	2	20	0.1
6	片碱	3	20	0.2
7	漂白粉	105	20	5
8	磷酸氢二钠	5	20	0.3
合计		14914		746

本技改项目建成后，在矿区内来往的运输车辆将产生一定的道路扬尘，其无组织排放源强确定如下：

$$Q=0.123*(V/5)*(W/6.8)*0.85*(P/0.5)*0.72$$

式中：Q—汽车扬尘量，kg/km·辆；

V—汽车速度，取 40km/h；

W—汽车载重量，t，主要采用载重量为 20t（空车约 5t）的车辆运输；

P—表面道路积尘，母液处理车间及联系外部运输道路均采用水泥硬化路面，在不采取任何路面抑尘措施时，可飞扬的空车道路扬尘量为 0.015kg/km·辆，载重时道路扬尘量为 0.05kg/km·辆。

经计算，母液处理车间内部及联系外部运输道路本项目联系外部的运输距离约 2500m，项目原辅材料及产品年运输量约 14914t/a，平均发空车、重载各 746 车次/年，则运输车辆道路起尘量为 0.19t/a（0.079kg/h，按每天运输时间为 8h 计）。运输过程中在采取洒水降尘、严格控制车辆装载量、车厢封闭或覆盖、限速以及运输车辆清洗干净后方可出厂等措施后，可降低 80% 以上的运输道路扬尘，因此，本项目运输产品和其他生产原辅材料时的道路扬尘排放量预计为 0.038t/a(0.016kg/h)。

(3) 交通运输移动废气源

汽车尾气的排放量与车型、车况和车辆数等有关，参考《环境保护实用手册》，有代表性的汽车排出物的测定结果和大气污染物排放系数见表 2.2-37。

表2.2-27 国家工况测试各种车型的平均排放系数

车种	单位	平均排放系数		
		NOx	CO	THC
小型车	g/km	1.5	44.2	5.2
中型车	g/km	4.3	51.7	8.1
大型车	g/km	14.65	2.87	0.51

按照《道路交通管理 机动车类型》(GA 802-2019)，本项目运输车辆主要为大型车（载重 20t）。本项目生产原辅材料及产品运输车辆进出母液处理车间的来回平均运输距离为 5km，则车辆运输时产生的汽车尾气污染物 NO_x、CO、THC 的排放量分别为 0.016t/a、0.19t/a、0.030t/a，详见下表 2.2-38。在采取加强运输车辆管理、限制车速、加强矿区绿化等措施后，本项目技改后运输车辆尾气影响较小。

表2.2-28 本项目交通运输移动废气源强核算表

运输方式		运输量 (车次/年)	污染物	排放系数 (kg/km)	运输距离 (km)	排放量 (t/a)
交通运输移动源	生产原辅材料及 产品运输	746	NO _x	3.21	5	0.016
			CO	38.55		0.19
			THC	6.04		0.030

2.2.16.2 水环境影响因素分析

1、生产阶段

(1) 母液处理车间生产废水

矿区开采阶段母液处理环节产生的沉矿池上清液约为 3220 立方米/天，在 4 个沉矿池（总容积 3300 立方米）和 7 个除杂池（4900 立方米）中循环使用，不外排；压滤车间产生的压滤废水量约为 141.83 立方米/天，直接泵回配液池（640 立方米）进行使用，不外排；矿区淋洗阶段的淋洗水约为 900 立方米/天，经收集进入母液车间污水处理站处理后用于配液或淋洗用水，不外排，未采矿块淋洗废水经处理后达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以 SO₄²⁻计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表 1 一级排放限值（≤800mg/L），处理达标后外排至黑水河。

(2) 生产期原地浸矿采场母液渗漏

原地浸矿过程中不可避免会有少部分母液渗漏，母液渗漏下渗进入地下水，生产期间原地浸矿采场主要的水污染源为母液的渗漏。根据回顾性影响评价，采场母液回收率约 92.37%，因此正常生产过程在确保采场收液系统（集液巷道、导流孔、收液管、截渗池、收液井）和截获工程联动运行良好情况下，渗漏率保守考虑可以控制在 8% 以内。

本项目与新丰左坑稀土矿、赣南矿业采用一样的硫酸镁无氨浸出工艺，矿体赋存形态及成矿机理一致，因此本项目母液浓度类比矿冶科技集团有限公司编制的《新丰广尿稀土开发有限公司新丰左坑稀土矿原地浸矿淋洗与土壤盐化酸化影响研究实验总结报告》和赣州稀土矿业有限公司同为全覆式矿山的定南岭北矿区无铵工艺试验的母液污染物浓度进行监测结果（见表 2.2-29）。

表 2.2-29 类比项目母液浓度

污染因子	单位	新丰左坑监测值	定南岭北监测值	稀土工业污染物排放标准 (GB 26451-2011)	《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类
pH	无量纲				
硫酸盐	mg/L				
Mg	mg/L				
As	mg/L				
Hg	mg/L				
Cr ⁶⁺	mg/L				
Pb	mg/L				
Cd	mg/L				

赣州稀土矿业有限公司在定南岭北矿区进行了“硫酸镁浸矿+碳酸氢钠除杂沉淀”工艺试验，选择了木子山 1#矿块作为试验矿块，为新工艺的工业化应用和推广提供支撑和指导。根据其试验，母液中钠离子浓度约为 420mg/L，根据水平衡，渗漏母液量平均约为 280t/d。

表 2.2-30 原地浸矿采场生产期渗漏母液污染源强 (pH 无量纲)

污染因子	pH (无量纲)	镁	硫酸盐	钠	As	Pb	Cd
污染物浓度 (mg/L)							

(3) 母液处理车间生活污水

矿山生产人员 64 人，根据《建筑给水排水设计规范（2009 年版）》，人均用水按 150L/d 计，污水排放系数取 0.8，污水产生量为 7.68m³/d，生活污水用作周围林灌。

表 2.2-31 项目生活污水产生及排放情况

地块	废水量 (m ³ /a)	污染物 名称	污染物产生量		处理 措施	处理后		处理后去向
			浓度 (mg/L)	产生量 (t/a)		浓度 (mg/L)	排放量 (t/a)	
生活污水	2304	COD	300	0.69	化粪池	200	0.46	周围林灌
		NH ₃ -N	25	0.06		20	0.046	
		BOD ₅	250	0.58		150	0.35	
		SS	200	0.46		100	0.23	

2、淋洗阶段（或称清洗阶段）

浸采完成后对采区进行清洗，将采区矿体中残留的硫酸根、镁、钠等清洗出来，收集后经处理后接续用于下个矿块生产补充水，接续利用期间无清洗废水外排。最后一个矿块的淋洗废水无接续矿块利用，经处理后达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表 1 一级排放限值（ $\leq 800\text{mg/L}$ ），处理达标后外排至黑水河。

淋洗期间矿块渗漏尾水量根据单孔淋洗水量进行估算，根据实际经验，淋洗阶段单孔淋洗水量约为在 0.3t，同一时间洗孔平均数量约为 3000 个，因此淋洗用水量约为 900t/d，在确保采场收液系统（含集液巷道、导流孔、收液管、截渗池、收液井）和截获工程（水力截获）运行良好情况下，渗漏率可以控制在 8%，淋洗期间渗漏尾水污染物浓度情况见表 2.2-42。

表2.2-32 清洗期原地浸矿采场渗漏源强

污染因子	pH（无量纲）	硫酸盐	镁	钠	砷	铅	镉
污染物浓度（mg/L）							

3、闭矿期

一个母液处理车间对应多个采区，当一个采区浸采结束后进行闭矿处理，母液处理车间继续为下一个采区注液和收液，直到对应的采区全部开采完后进行母液处理车间的闭矿处理，拆除并复绿，闭矿后母液处理车间生产线无生产废水和生活污水排放。

在清洗结束后进行采场的封孔闭矿，关闭注液系统，并持续跟踪收液系统尾水污染物排放浓度，待淋洗废水收集完后封堵采区收液系统，彻底闭矿。一般在无自然降雨情况下，采区无尾水渗漏产生；当有自然降雨时，降雨入渗到已闭矿的采区，大部分雨水通过采区植被和地表径流排至就近溪流中，少部分降雨入渗到采区矿体中，经过地下水短距离径流后出露至周围地表水体。

表2.2-33 闭矿期设计开采区渗漏废水源强

污染因子	pH	镁	硫酸盐	钠	砷	铅	镉
污染物浓度（mg/L）							

4、整个开采期间污染源核算

（1）截获水量估算

截获工程将随着矿山开采计划推进而逐步实施，截获水量随之会发生变化，具体实施计划见下表：

表2.2-34 截获工程实施计划表

工程统称	截获流域		工程内容	实施时间	备注	
“以新带老”截获工程	屯垌流域	无名溪沟 4	拦截坝 1	基建期		
			J6、J7 截获井	已建成		
			D2 截获井	基建期		
		无名溪沟 3	拦截坝 2	已建成		
			无名溪沟 1	一级环保坝	已建成	
				上游 J1 截获井	已建成	
		无名溪沟 2	下游 J2、J3 截获井	已建成		
			二级环保坝	已建成		
			J4、J5 截获井	已建成		
	东南水文单元	无名溪沟 5	D1 截获井	基建期		
			拦截坝 3	基建期	属于流域级截获工程	
			J8 截获井	已建成		
D3 截获井	基建期					
新增截获工程	屯垌流域	101-1~101-4 矿块下游	D5 截获井（线）	第 1 生产年		
		101-5~101-14 矿块下游	D6 截获井（线）	第 2 生产年	与 J6、J7、D2 形成截获线	
	数村流域	数村溪	拦截坝 4	第 2 生产年	属于流域级截获工程	
			D4 截获井（线）	第 2 生产年		

从上表可知，在基建期将完成“以老带新”截获工程，新增截获工程在生产前两年逐步完善，其中数村溪流域较为特殊，数村溪矿界处沿程 pH、氨氮、硫酸盐均可以达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准值，仅硝酸盐超出《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）表 2 中集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值 1.12~3.75 倍，不影响数村溪的使用功能，且考虑历史采空区涉及数村溪次级水文地质单元面积仅占总采空区面积的 7.84%，残留浸矿液量较小，因此对于该拦截坝考虑在本次技改项目实施该次级水文地质单元开采活动时同步建设，即在第 2 生产年进行落实。

1) “以老带新”截获工程水量

由“以新带老”措施分析章节可知，屯垌流域和东南水文单元历史采空区目前存在地下水渗出浓度超出原环评排放标准，需要采区地表截留+地下截获工程（以下简称“以新带老”截获工程）对各小流域水量进行截获处理，工程内容包括 3 座拦截坝、1 座中转池、2 座环保坝以及 J1~J8 截获井、D1~D3 截获井，截获水量与截获范围、入渗系数直接相关，根据估算，屯垌流域截获水量 220.95m³/d，东南水文单元流域 10.96m³/d，合计 231.91m³/d。

2) 新增截获工程水量

根据分析，未在“以老带新”截获工程服务范围内的矿块为 101-1~101-14，为与“以老带新”截获工程联动，在已考虑矿块级截渗池、收液井的基础上，考虑增设地下水截获井（线）（具体分布情况见附图 30），分别在数村河流域出口处设置地下水截获井（线）D4，井数以能控制浸出液可能泄漏路线上的地下水为准；101-1~101-4 矿块下游、屯垌水库上游设置地下水截获井（线）D5，井数以能控制浸出液可能泄漏路线上的地下水为准；在 101-5~101-14 矿块下游增设 D6 截获井，与已设 J6、J7、D2 截获井联合形成地下水截获线。

结合矿区开采计划，以及各截获井所服务范围、入渗系数可计算得到，第一年 D5 建设，截获面积为 46196.56m²（101-1 和 101-2 部分矿块），新增截获水量为 13.92t/d，第二年 D6 截获井建设，截获面积为 177610.45m²（101-2~101-10 和 101-13、101-14 矿块），新增截获水量为 53.52t/d，第二年 D4 截获井建设，截获范围为 232836m²，新增截获水量为 70.17t/d。

（2）截获水质

由于“以新带老”截获工程和新增截获工程的水均进入污水处理站处理，各股水汇入污水处理站形成综合污水水质，因此本次评价分年度给出综合污水水质。

1) 基建期——仅“以新带老”截获工程运行

由“以新带老”章节分析可知，数村河流域截获工程随着矿块开采才实施，因此基建期暂不考虑数村溪截获工程运行，此时截获工程可平均截获水量为 231.91m³/d，截获水质以现状监测数据取数，可得到在此期间污水处理站进出水水质情况如下：

表2.2-35 基建期污水处理站进出水水质一览表

污染因子	硫酸盐	镁	砷	铅	镉	钠	氨氮	渗出水
历史采空区渗水浓度--屯垌溪单元								
历史采空区--东南水文单元								
综合进水浓度 (mg/L)								
处理效率 (%)								
处理后浓度 (mg/L)								
处理污水总量 (m ³ /d)								

2) 第 1 年开采

结合开采计划，第 1 年未涉及数村河流域矿块的开采，因此运行的截获工程主要为“以新带老”截获工程和 D5 截获井（线），均进入污水处理站处理，同时收液系统回收淋洗废水也进入污水处理站处理，此时污水处理站处理水量为 1145.83m³/d，处理后尾水全部用于矿山配液或淋洗用水。经估算在此期间污水处理站进出水水质情况如下：

表2.2-36 第1年污水处理站进出水水质一览表

截获工程	污水组成 污染因子	硫酸 盐	镁	砷	铅	镉	钠	氨氮	渗出水 量 (t/d)
“以新带老”截 获工程 (截获 总水量 231.91m ³ /d)	历史采空区 渗水浓度-- 屯垌溪单元								
	历史采空区 --东南水文 单元								
D5 截获井(截 获水量 13.92m ³ /d)	矿区渗水								
/	淋洗废水 (900t/d)								
综合进水浓度 (mg/L)									
处理效率 (%)									
出水浓度 (mg/L)									
处理污水总量 (m ³ /d)									

3) 第2年~第5年开采

结合开采计划,第2年涉及数村河流域矿块的开采,因此运行的截获工程主要为“以新带老”截获工程和 D5 截获井(线)、D4 截获井(线)和 D6 截获井(线),均进入污水处理站处理,同时收液系统回收淋洗废水也进入污水处理站处理,此时污水处理站处理水量为 1269.52m³/d,处理后尾水全部用于矿山配液或淋洗用水。经估算在此期间污水处理站进出水水质情况如下:

表2.2-37 第2年~5年污水处理站进出水水质一览表

截获工程	污水组成 污染因子	硫酸 盐	镁	砷	铅	镉	钠	氨氮	渗出水 量 (t/d)
“以新带老”截 获工程 (截获 总水量 231.91m ³ /d)	历史采空区 渗水浓度-- 屯垌溪单元								
	历史采空区 --东南水文 单元								
D5 截获井(截 获水量 13.92m ³ /d)	矿区渗水								
D4 截获井(截 获水量 53.52m ³ /d)	矿区渗水								
D6 截获井(截 获水量 70.17m ³ /d)	矿区渗水								

截获工程	污水组成 污染因子	硫酸 盐	镁	砷	铅	镉	钠	氨氮	渗出水 量 (t/d)
∟	淋洗废水 (900t/d)								
综合进水浓度 (mg/L)									
处理效率 (%)									
出水浓度 (mg/L)									
处理污水总量 (m ³ /d)									

值得说明的是，矿块接续开采时，淋洗废水经处理后接续用于下个矿块生产补充水，接续利用期间无清洗废水外排。最后一个矿块的淋洗废水无接续矿块利用，经处理后达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以SO₄²⁻计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表1一级排放限值（≤800mg/L），处理达标后外排至黑水河，因此本次评价将预测末采矿块废水排放时对黑水河的环境影响。

4) 闭矿期

随着最后一个矿块淋洗结束，整个采区进入闭矿期，此阶段“以新带老”截获工程和新增截获工程持续发挥作用，继续截获渗出水，经处理达标后引至环保坝下排放。此阶段截获工程可平均截获水量为396.52m³/d，在此期间污水处理站进出水水质情况如下：

表2.2-38 闭矿期污水处理站进出水水质一览表

截获工程	污水组成 污染因子	硫酸盐	镁	砷	铅	镉	钠	氨氮	渗出水 量 (t/d)
“以新带老”截获工程（截获总水量231.91m ³ /d）	历史采空区 渗水浓度-- 屯垌溪单元								
	历史采空区 --东南水文 单元								
D5 截获井（截获水量13.92m ³ /d）	矿区渗水								
D4 截获井（截获水量53.52m ³ /d）	矿区渗水								
D6 截获井（截获水量70.17m ³ /d）	矿区渗水								
综合进水浓度 (mg/L)									

截获工程	污水组成 污染因子	硫酸盐	镁	砷	铅	镉	钠	氨氮	渗出水 量 (t/d)
处理效率 (%)									
出水浓度 (mg/L)									
处理污水总量 (m ³ /d)									

综上所述，污水处理站处理的尾水中，大部分为淋洗废水，截获废水量随着截获工程的投入实施而逐渐增加。在生产期，处理达标后的尾水可全部用于浸矿液配液用水和淋洗用水，不外排；最后一个矿块的淋洗废水无接续矿块利用，经处理后达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以SO₄²⁻计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表 1 一级排放限值（≤800mg/L），处理达标后外排至黑水河。待所有矿块闭矿后，仍保留截获系统，截获废水经处理达标后引至黑水河排放。

2.2.16.3 噪声污染源

原地浸矿采场高位池和浸矿管线主要通过自流注液，母液收集池通过自流汇集至母液处理车间，采场无明显噪声源。母液处理车间噪声源主要是压滤设备、空压机和水泵产生的噪声。技改后对压滤机、防腐泵和清水泵等部分设备进行更换，其他空压机等基本不变。母液处理车间的主要噪声源及源强见表 2.2-39。

表2.2-39 技改工程室外噪声预测源强

序号	车间	声源名称	空间相对位置			(声压级/距声源 距离) / dB(A)/m	声源控制措 施	数量 (台)	运行 时段
			X	Y	Z				
1	母液 处理	空压机 1	-8	-84	315	90~100	基础减震、隔 声	1	间歇
2		空压机 2	-7	-84	315	90~100		1	间歇
3		空压机 3	-15	-40	311	90~100		1	间歇
4		空压机 4	40	14	312	90~100		1	间歇
5		压滤机 1	-26	-10	309	80~85	基础减震	1	间歇
6		压滤机 2	-28	-11	309	80~85	基础减震	1	间歇
7		清水泵 1	56	21	312	75~85	基础减震	1	间歇
8		清水泵 2	72	23	307	75~85	基础减震	1	间歇
9		防腐泵 1	21	33	310	75~85	基础减震	1	间歇
10		防腐泵 2	21	22	310	75~85	基础减震	1	间歇
11		防腐泵 3	20	17	311	75~85	基础减震	1	间歇
12		防腐泵 4	17	1	312	75~85	基础减震	1	间歇
13		防腐泵 5	35	20	311	75~85	基础减震	1	间歇
14		防腐泵 6	56	21	312	75~85	基础减震	1	间歇
15		防腐泵 7	72	22	307	75~85	基础减震	1	间歇
16		防腐泵 8	61	22	308	75~85	基础减震	1	间歇
17		防腐泵 9	66	30	307	75~85	基础减震	1	间歇
18	污水处 理站	污水处理站水泵 1	107	20	309	75~85	基础减震、隔 声	1	间歇
19		污水处理站水泵 2	121	23	308	75~85		1	间歇
20		污水处理站水泵 3	125	26	308	75~85		1	间歇

序号	车间	声源名称	空间相对位置			(声压级/距声源距离) / dB(A)/m	声源控制措施	数量(台)	运行时段
			X	Y	Z				
21		污水处理站水泵 4	112	22	308	75~85		1	间歇

2.2.16.4 固体废物污染源强核算

(1) 注液孔废弃土石方

单个注液孔施工产生废弃土石方量较少，约 0.5m^3 ，就近堆存在注液孔周边，待浸矿完毕后，回填注液孔，生产期每年约产生注液孔弃土 0.34万 m^3 。

(2) 收液系统废弃土石方

根据设计要求集液巷道的巷道断面为半拱形，(半圆拱直径 1.2m ，巷道壁高 1.2m)，根据设计，首采场巷道及收液系统挖方量约为 $2.48\text{万 m}^3/\text{a}$ ，以此类比，5 年生产期内全部挖方量约为 12.4万 m^3 。巷道弃土就近平铺在各巷道口附近较为平缓低洼处(临时存放，设置排水沟，后期作为复垦用土)，平铺厚度不超过 1m ，待巷道施工完毕后，采取种植植被(撒播适宜当地气候环境的草籽等)方式进行绿化。集液巷道回填时采用人工进行回填，集液巷道回填时无法完全充满整个巷道，顶部约会留出 $15\sim 30\text{cm}$ 的孔隙，回填率约为 80% ，剩余 20% 用于矿山联络公路的修筑和维护。

(3) 除杂渣

根据广西南环环保科技有限公司对项目除杂渣样品的成分分析、腐蚀性和浸出毒性(水平震荡法)结果，各测定项目浓度均低于《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-2007)中浸出毒性鉴别标准值，由此可以判定除杂渣不属于危险废物，同时其浸出液没有污染物浓度超过 GB8978 最高允许排放浓度，但 pH 在 $6\sim 9$ 范围之外，因此按第 II 类一般工业固体废物进行管理。本次技改后除杂剂从碳酸氢铵调整为碳酸氢钠，除杂渣主要成分是仍然碳酸铝、碳酸钙、碳酸铁、碳酸硅等杂质，同时还有少量的碳酸稀土，因此可判断除杂渣在技改前后成分基本相似，仍然可以按第 II 类一般工业固体废物进行管理。根据除杂渣的放射性核素检测结果，除杂渣中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 均未超过 1Bq/g 的管理限值，除杂渣属可免于辐射安全监督管理物料。

根据赣州稀土矿业有限公司在定南岭北矿区进行了“硫酸镁浸矿+碳酸氢钠除杂沉淀”工艺试验统计结果分析，每生产 1t (REO) 稀土产生除杂渣约 0.8t ，本项目生产 500t (REO) 稀土产生除杂渣约 400t ，属于一般固体废物，压滤后装袋暂存在一般固废暂存区。

表2.2-40 除杂渣放射性核素含量检测结果 (单位: Bq/kg)

编号	采样点位	采样坐标	样品名称	238U	232Th	226Ra
1	1号渣场-1	N22°27'20.12"; E107°14'51.00"	渣样	475	180	145
2	1号渣场-2		渣样	646	142	165
3	1号渣场-3		渣样	423	172	163
4	1号渣场-4		渣样	525	109	297
5	1号渣场-5		渣样	710	174	368
6	3号废渣-1	N22°27'27.79"; E107°14'24.65"	渣样	712	132	263
7	3号废渣-2		渣样	453	138	347
8	3号废渣-3		渣样	751	105	553
9	3号废渣-4		渣样	439	163	249
10	3号废渣-5		渣样	418	113	302
GB27742-2011 规定值			废渣	小于 1000	小于 1000	1000

表2.2-41 除杂渣腐蚀性和浸出毒性鉴别结果 单位: mg/L (pH: 无量纲)

序号	检测项目	监测结果	GB5085.1-2007、GB5085.3-2007	
			限值	是否超标
1	腐蚀性 (以pH 值计)	5.20	pH≥12.5 或 pH≤2.0	否
2	铜	0.00068	100	否
3	锌	0.005L	100	否
4	镉	0.00376	1	否
5	铅	0.128	5	否
6	铬	0.00008L	15	否
7	六价铬	0.004L	5	否
8	汞	0.00004	0.1	否
9	铍	0.0190	0.02	否
10	钡	0.0656	100	否
11	镍	0.00200	5	否
12	砷	0.00484	5	否
13	银	0.000053	5	否
14	硒	0.00007	1	否
15	氟化物	3.01	100	否

(4) 污水处理站污泥

根据赣州稀土矿业有限公司在定南岭北矿区进行了“硫酸镁浸矿+碳酸氢钠除杂沉淀”工艺试验统计结果分析,产能为 100t/aREO 生产结束后产生的污泥量约为 120t,本项目产生为 500t/aREO,由此可估算产生污泥量约为 600t/a,同时考虑本项目的特殊性,配套“以新带老”截获工程及其末端污水处理站,经核算处理截获污水产生污泥量为 138.14t/a,因此本项目技改后产生污泥量合计为 738.14t/a,污泥主要成分为硅铝酸盐(占比 3%)、碳酸盐(钙、镁,占比 17%)、硫酸盐(钙、镁,占比 13%)、金属氧化物(钙、镁等,占比 7%)、水(占比 60%)。该企业曾委托中科检测技术服务(广州)股份有限公司出具的《固体废物危险特性鉴别报告》,无铵工艺产生的污泥不具有易燃性、反应性等危险特性,不具有腐蚀性及浸出毒性,不具有毒性物质含量超标的危险特性,不具有急性毒性等危险特性,属于一般工业固体废物,污泥属性已经在全国固体废物

物管理信息系统内备案，备案属性为一般工业固体废物，因此本次技改项目污水处理站污泥按一般工业固体废物进行管理，暂存在一般固废暂存区，定期外送综合利用。

(5) 废弃包装袋

废弃包装袋主要来自硫酸镁、碳酸氢钠、污水处理站药剂的包装袋，年产生量约为 0.2t，为一般固体废物，暂存在一般固废暂存区，定期外送综合利用。

(6) 生活垃圾

技改工程生活垃圾集中收集后定期运至当地环卫部门指定场所统一处理，本次劳动定员 64 人，按每人每天 1kg 生活垃圾产生系数核算，每年产生生活垃圾 19.2t/a。集中收集后定期运至当地环卫部门指定场所统一处理。

(7) 危险废物

项目产生的危险废物主要为废机油、含油手套等约 0.06t/a，采用危废暂存桶暂存，定期转运。

本项目各矿区固体废物产生量见表 2.2-42。

表2.2-42 项目固体废物污染源源强一览表

序号	固体废物名称	危险废物类别	废物代码	产生量 (t/a)	产生工序	形态	主要成分	产生周期	危险性	污染防治措施
1	注液孔废弃土石方	/	/	3400m ³	采场注液	固体	原土	间断	/	回填注液孔
2	收液系统废弃土石方	/	/	24800m ³	采场	固体	原土	间断	/	回填收液系统, 其余回用矿山公路修筑和维护
3	除杂渣	/	/	400	母液沉淀除杂	固体	碳酸铝、碳酸铁、稀土等	连续	/	外售综合利用
4	污水处理站污泥	/	/	600	污水处理	半固体	硫酸钙、氢氧化锰、氢氧化镁等	连续	/	外售综合利用
5	废弃包装袋	/	/	0.2	污水处理站、母液处理车间	固体	废包装袋	连续	/	外售综合利用
6	生活垃圾	/	/	19.2	办公、值班	固体	生活垃圾	连续	/	定期运至当地环卫部门指定场所
7	废机油、含油手套	HW08	900-214-08	0.06	机械设备维修	固体	废机油	间断	毒性、易燃性	定期转运

2.2.17 项目“三废”排放情况汇总

2.2.17.1 技改工程三废排放情况

技改工程污染物排放情况见表 2.2-53。

表2.2-43 技改工程污染物排放情况

种类	内容	单位	产生量	削减量	排放量
废水	生活污水	废水量	m ³ /a		
		COD	t/a		
		氨氮	t/a		
	末采矿块淋洗期排水 (3个月)	废水量	m ³		
		硫酸根	t		
		镁	t		
		钠	t		
		砷	kg		
		铅	kg		
		镉	kg		
	废水污染物无组织渗 漏	废水量	m ³ /a		
		硫酸根	t/a		
		镁	t/a		
		钠	t/a		
		砷	kg/a		
铅		kg/a			
废气	无组织	硫酸雾	t/a		
固废	污染源		单位		
	注液孔废弃土石方		t/a		
	收液系统废弃土石方		t/a		
	除杂渣		t/a		
	污水处理站污泥		t/a		
	废弃包装袋		t/a		
	废机油、含油手套		t/a		
	生活垃圾		t/a		

2.2.17.2 技改前后污染物变化量

技改前后污染物变化量见表 2.2-54。由表中数据可知，为解决历史开采区渗水问题设置的污水处理站，可削减氨氮污染物 5.23t/a，削减硫酸根 36.28t/a，随着本次技改项目的实施，全场最终排放硫酸根量增加 420.92t/a，在整个生产运营过程中，废水中的硫酸根最终大部分进入污水处理站污泥中，因此较现状闭矿期而言，技改项目实施后将新增 738.14t/a 污泥。

表2.2-44 技改前后污染物变化量

名称		单位	现有工程排放量	以新带老削减量	本次技改排放量(含无组织渗漏+未采淋洗水外排)	技改后全场排放量	变化量
废水	氨氮	t/a					
	硫酸根	t/a					
	镁离子	t/a					
	钠离子	t/a					
	砷	kg/a					
	铅	kg/a					
	镉	kg/a					
废气	硫酸雾	t/a					
固体废物	除杂渣	t/a					
	污泥	t/a					
	废机油、含油手套	t/a					
	废弃包装袋	t/a					
备注：由于回顾性评价后矿区一直未恢复生产，因此本次评价将现有工程确定为上一阶段开采完后的闭矿期，即采空区仍存在超标废水渗漏，而车间已无生产活动来考虑							

2.3 技改项目工艺先进性

2.3.1 开采工艺先进性

1、本技改工程的稀土开采工艺与技改前工艺一样，都是采用原地浸矿工艺，收液工艺均为“集液巷道+导流孔+收液管为主、导流孔+收液管为辅”，其主要区别主要是浸矿剂和沉淀除杂剂采用了无铵药剂，原收液沟改为了收液管道。

2、赣州稀土矿业有限公司在龙南足洞矿区和定南岭北矿区各进行一个原地浸矿采场无铵工艺试验（采用硫酸镁作为浸矿剂），龙南足洞矿区选择了足洞试验矿，定南岭北矿区选择了上下营木子山作为试验矿块，并于2020年8月17日取得试验效果评估专家组论证意见：无铵新工艺试验工艺可行、技术经济合理、环保措施有效、环境影响可接受，可以为新工艺的工业化应用和推广提供支撑和指导。赣州龙南稀土矿正在进行技改，改为硫酸镁浸矿剂+碳酸氢钠沉淀除杂剂。

3、本次技改采用硫酸镁作为浸矿剂、碳酸氢钠作为沉淀除杂剂，使稀土开采对环境影响更小，稀土综合回收率更高，根据龙南足洞和定南木子山试验矿块的试验结果，与传统铵盐相比，镁盐浸矿剂对稀土离子的浸出周期相当，浸出率更高，母液中稀土峰

值浓度和平均浓度更高，此外，硫酸镁作为浸矿剂可以最大程度将原矿配分中的稀土全配分回收，高价值铽、镱等元素配分比之原矿配分有所增加。

4、相比于铵根离子，镁离子作为土壤和水体中的常量因子，生物体的必需元素环境容量更大。根据龙南足洞和定南木子山试验矿块的试验结果，镁盐浸矿剂对环境影响更小。

5、技改后折算成生产氧化稀土的单耗与现有工程的浸矿剂、沉淀除杂剂使用量相差不多，理论浸出效率和沉淀效率相差不多。但本技改改用无铵开采工艺，可以解决氨对环境污染问题，浸矿剂由“硫酸铵”变为“硫酸镁”，酸性会有所降低，可以大幅缓解地下水铵累积影响。此外，土壤对交换态镁、钙的需求量（丰富指标）分别为 1460、4800 mg/kg（而对速效氮的需求量仅为 100 mg/kg），且硫酸镁能改善土壤板结，使植物的根系发达，更容易被固化在土壤中。本次技改工程生产规模 500t/a，离子型稀土矿采选综合回收率达到 76%，生产用水循环利用率达到 90%以上，可以满足《稀土行业准入条件》（2016）要求。

2.3.2 工艺技术指标先进性

根据表 2.3-1 可以看出现有工程、广东省新丰县左坑矿区稀土矿开发项目（以下简称“新丰稀土项目”）等和本技改工程的稀土开采工艺都是采用原地浸矿工艺，收液工艺均为“集液巷道+导流孔+收液管（集液沟）为主、导流孔+收液管（集液沟）为辅”，不同的是采用的浸矿剂和沉淀除杂剂不一样。

相对于新丰稀土项目，本技改工程与其采用的硫酸镁浸矿剂生产氧化稀土时的单耗差不多，但新丰稀土项目采用的氧化镁沉淀除杂剂相比本技改工程的碳酸氢钠比较少，可能原因是镁离子和钠离子的价态不一样，除杂效率不一样导致本技改工程使用的碳酸氢钠使用量较多。

本次技改后，项目采用了无铵浸矿剂和沉淀剂，相对原来减少了铵盐进入环境，同时各项开采设计指标均能满足《稀土行业准入条件》（2016）要求，开采过程各药剂的单耗与其他同类型项目差不多同一水平，具有一定的先进性。

表2.3-1 稀土开采工艺对比

序号	项目	现有工程 铵盐工艺	本工程镁盐工艺	耒阳稀土矿建设 项目	广东省新丰县 左坑矿区稀土 矿开发项目	广西钟山— 富川县花山 稀土矿区南 矿段稀土矿 项目	赣州龙南 稀土矿
1	开采工艺	原地浸矿					

序号	项目	现有工程 铵盐工艺	本工程镁盐工艺	糯垌稀土矿建设 项目	广东省新丰县 左坑矿区稀土 矿开发项目	广西钟山— 富川县花山 稀土矿区南 矿段稀土矿 项目	赣州龙南 稀土矿
2	收液工艺	集液巷道+导流孔+收液管（集液沟）为主、导流孔+收液管（集液沟）为辅					
3	浸矿剂	硫酸铵	硫酸镁	硫酸镁	硫酸镁	硫酸镁	硫酸镁
4	浸矿剂单耗 (t/tREO)	8.44	7.80	9	6.84	7.8	6.2
5	硫酸	0.38	0.75	1	0.53	0.6	0.38
6	沉淀除杂剂	碳酸氢氨	碳酸氢钠	碳酸氢钠	氧化镁	P507 萃取 剂、磺化煤 油、盐酸	碳酸氢钠
7	沉淀除杂剂 单耗(t/tREO)	5.35	4.0	5	1.08	P507 萃取剂 (0.002)、 磺化煤油 (0.006)、 盐酸(2.7)	4.5
8	浸矿液回收 率	92%	92%	92	92.5%	92%	92%
9	母液处理回 收率	98%	92%	二	95%	98%	95%
10	主要渗漏液 污染因子	铵离子、硫 酸盐	镁离子、硫酸盐、 钠离子	镁离子、硫酸盐、 钠离子	镁离子、硫酸 盐	镁离子、硫 酸盐	镁离子、硫 酸盐

3 环境现状调查与评价

3.1 自然环境概况

3.1.1 地理位置

六汤稀土矿位于崇左市城区西北 17km 处，崇左市江州区太平镇宜村西面～新和镇作字村东侧一带，属崇左市江州区太平镇管辖。矿区中心地理坐标：东经 107°14'21"，北纬 22°27'20"。崇左至大新二级公路（S213 省道）从矿山东面 2km 处通过，湘桂铁路支线、左江内河航运水路通过崇左城区，东接首府南宁，西连凭祥、越南；过境南友高速公路横贯市境中部；崇左至周边各县城、乡镇公路网络畅通，矿区交通较为便利。

地理位置见附图 1。

3.1.2 气象

崇左市地处北回归线以南，属南亚热带季风气候区。日照时多，太阳辐射强，光热充足，雨量充沛，温高气爽，无霜期长。四季特点是：春暖多旱，夏炎偶涝，秋凉而干，冬短微寒。多年平均气温 23.1℃，极端最低气温-1.9℃，极端最高气温 41.2℃。年平均日照 1634.4 小时。年平均降雨量 1201.6mm，最大年降雨量 1636.9mm，最小年降雨量 685.1mm，最大日降雨量 246.8mm；历年降雨量在 100mm 以上暴雨天平均日数为 10 天，连续降雨时间最长的是 1968 年 1 月 1 日～16 日，共 16 天；连续降雨量最大的是 1980 年 8 月 29 日至 9 月 8 日，共 11 天，雨量达 245.4mm。多年平均蒸发量 1645.8mm，年均相对湿度为 75%，历年平均无霜期 346 天。全年主导风向为东风，年平均风速为 0.9m/s。

3.1.3 水文特征

崇左市内的河流均属珠江流域西江水系，左江是境内最大的河流，自西南向东北横贯全境，西自和平乡驮怀村，东至雷州乡安定村，左江在境内全长 139.6km，多年平均流量为 570m³/s。

左江是珠江流域西江水系郁江的支流，发源于宁明县与越南交界的桔隆山，上源称奇穷河，流入国内称平而河，在龙州县城与水口河汇合称丽江，与最大支流明江汇合后称左江，全长 591km，集雨面积 30942 km²，其中崇左市区以上河段长 195km，崇左市境内河段长 147km，江州区（从水口至归龙）河段长 10.9km。径流模数 19.9m³/s.km²。多年平均径流量 168.4 亿 m³。

黑水河属左江一级支流。黑水河发源于靖西县新圩乡桔庞村，流入越南后，又转回我国国境线上硕龙乡德天屯流入归春河，至念底屯与下雷河汇合成黑水河，向东流经那

岸、安平等地，至格强屯与桃城河汇合，经雷平镇新建屯出县境，到江州区内注入左江。黑水河集水面积 5961km²，多年平均水位 101.17m，多年平均流量 129m³/s。黑水河是新和镇生活饮用水和工业用水的主要水源，兼有灌溉、排洪、渔业、纳污、发电等功能。

屯垌水库位于矿区内部，是屯垌溪出山口处筑坝蓄水而成，主要功能为农业灌溉，设计灌溉面积 600 亩，有效灌溉面积 500 亩。水库长 400m，宽 20~50m，库区面积 15000m²，拦水坝为混凝土浇筑、库坝长 50m，库坝宽 3.2m，坝高 13.7m，坝顶标高 183.2m，水库上游积雨区面积 3.04km²，水深 11.2m，洪峰最大储蓄量 33 万 m³，洪峰水面标高 182.66m，正常蓄水量 19.0 万 m³，正常蓄水标高 179.6m，库底标高 169.82m。

屯垌溪总长 4.8km，发育于矿区，屯垌溪由沟尾泉汇聚而成，自东向西径流，屯垌溪干流溪沟坡降约为 5.3%。干流溪沟由东北往西南侧径流，最终汇聚于屯垌水库，干流溪沟长度约为 2~3km，流量约为 20.462~27.889L/s，积雨面积 3.04km²，在矿区西南侧 1.9km 处汇入黑水河，矿区的大部分面积处于该溪沟的积雨区内。

数村溪长发育于矿区东北侧，数村溪亦由沟尾泉汇聚而成，先自南往北径流后折向西，于矿区西北侧 2.4km 处汇入黑水河，矿区内河段坡降约为 6%，矿区外河段坡降约为 1.5%，溪沟长度约 6km，矿区有小部分处于该溪沟的积雨区内，2024 年 5 月现场测得水流量约为 2.17L/S。

矿区内有分布有无名水沟 1~6，其中 2024 年 5 月调查无名水沟 5 流量约为 1.01L/s。项目区域地表水系分布见附图 9，无名水沟分布见附图 12。

3.1.4 地形、地貌

崇左市大致地势为南北部较高，中东部较低，由西北向东部倾斜。地形特点是山地多，平地少，石灰岩地层分布广。市内有山地、丘陵、谷地，也有河谷冲积成的平原。江州区地势为南北高、中东部较低，南北部为高山土岭、峰丛谷地，中东部为低丘台地、平原。

崇左市地质构造古老，多以泥盆纪，二叠纪和三叠纪为地质基层，以石灰岩占优势，页岩、砂岩次之，第四纪酸性赤红壤土层为地表盖层。境内山环岳绕，丘陵起伏，山地多，地貌复杂多样，以喀斯特岩溶地貌为主体。西部为大青山山脉，南部为公母山山脉和十万大山余脉。地势大致呈西北及西南略高，向东倾斜，中部被左江及支流切割，形成错综复杂的丘陵平原。

江州区地势为南北高，中、东部低，由西北向东南倾斜。北部为西大明山、小明山所盘踞，群山起伏，两大明山主峰位于境内东北部，海拔 1071.2m，为境内最高峰；南

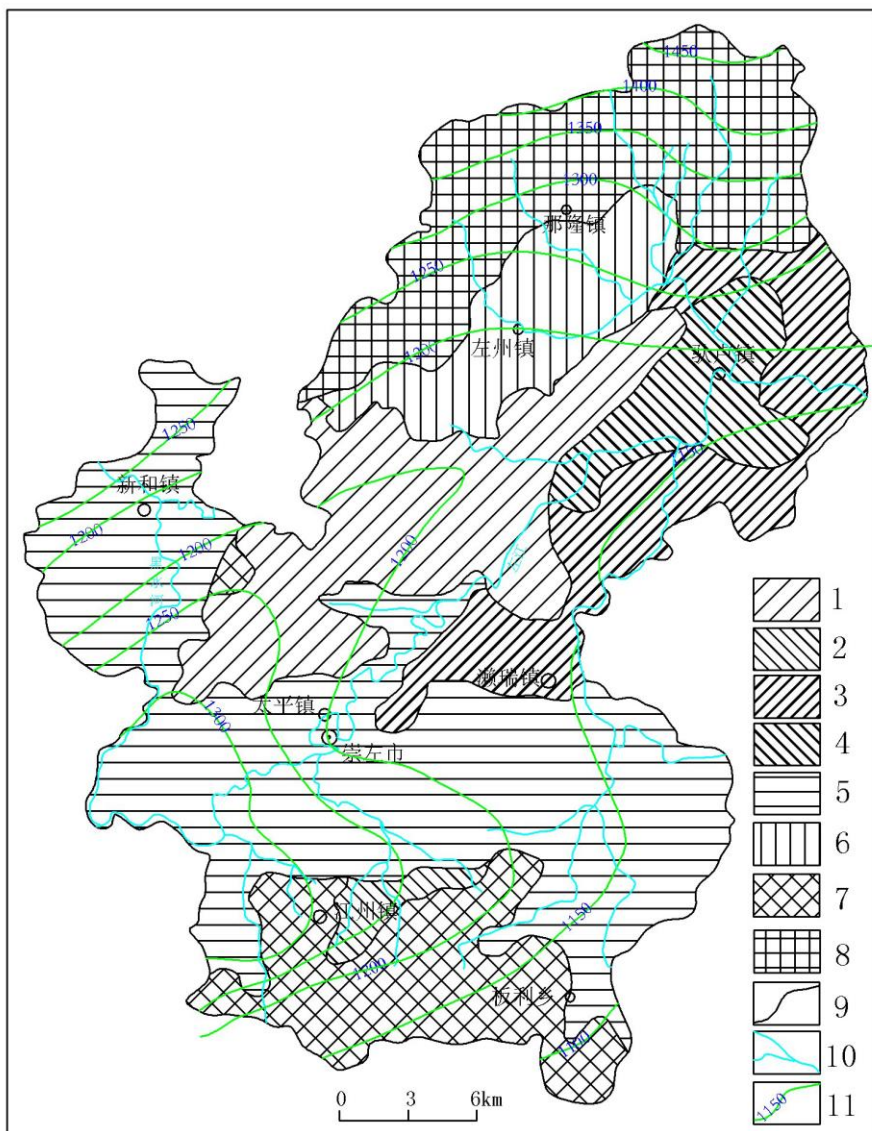
部为十万大山余脉，绵延至宁明，横亘境内江州、罗白乡一带，多为上山。西部为石灰岩地区；东、中部为丘陵、小平原地带；左江河由西南向东北斜贯境内中部，形成河谷阶地。

项目区域位于西大明山南西侧、黑水河河谷东侧、左江北侧，地形地貌受岩性和地质构造控制，根据地貌成因和组合形态，结合实地调查结果，调查区划分为三种地貌类型，一种是构造—侵蚀低山丘陵地貌，第二种是剥蚀溶蚀残峰残山坡地地貌，第三种是构造溶蚀峰丛洼地、谷地地貌。

3.1.5 区域水文地质条件

3.1.5.1 区域地形及地貌

区域上，调查区位于西大明山南西侧、黑水河河谷东侧、左江北侧，地形地貌受岩性和地质构造控制，根据地貌成因和组合形态，结合实地调查结果，调查区划分为三种地貌类型。



1、构造溶蚀峰丛洼地、谷地；2构造溶蚀丘陵溶蚀谷地；3、溶蚀堆积峰林谷地；4、溶蚀堆积孤峰残丘平原；5、剥蚀溶蚀残峰残山坡地；6、剥蚀溶蚀溶蚀谷地；7、构造侵蚀低山丘陵；8、构造侵蚀中低山；9、地貌分区界线；10、河流；11、降雨量等值线

图3.1-1 区域地貌分区及多年平均降雨量分布图

1、构造—侵蚀低山丘陵地貌

分布于调查区中部，为早三叠中期酸性火山岩—流纹质角砾熔岩（ $\pi T_1 b^2$ ）和花岗斑岩（ $\pi T_1 b^1$ ）组成。最高为位于矿区北部顶平槽关，海拔 423.60 米，最低为屯洞水库西侧约 700 米处，海拔 127.8 米，相对高差一般为 40~150 米，最大相对高差 290 米。地形的总体走势是：东高西低，北高南低，见下图。



图3.1-2 矿区构造—侵蚀低山丘陵地貌

2、剥蚀溶蚀残峰残山坡地

分布于调查区西部叫城—屯垌一带，主要由下三叠系马脚岭组、北泗组、二叠系合山组、茅口组栖霞组燧石或夹硅质条带灰岩、薄层灰岩、泥灰岩、灰岩与碎屑岩互层组成残山坡地。由薄层夹厚层灰岩形成的残山、孤峰，形如塔状。孤峰标高达 241~376m。坡地沿着叫城断层及沿山断层发育，有泉水出露，坡地标高一般 115~177m，多为耕地，种植水稻、甘蔗等。



图3.1-3 西北部叫城一带剥蚀溶蚀残峰残山坡地地貌

3、构造溶蚀峰丛洼地、谷地

分布于调查区东南部雁楼—那邕一带，主要由下三叠系马脚岭组灰岩，谷地宽约 300m，峰林峰顶海拔 200~300m，高差 100~200m，山的走向和谷地的展布方向与金楼断层走向一致。沿断层带有宜村、那民、百叫、那邕等多处泉水出露，谷地多为耕地，种植水稻等。



图3.1-4 西北部叫城一带剥蚀溶蚀残峰残山坡地貌

3.1.5.2 区域地质构造

从广西构造单元体系图上看,评估区位于华南板块南华活动带右江海槽西大明山凸起与钦州残余海槽十万大山断陷盆地的交接带上。区域构造上,调查区位于崇左复式向斜的北翼,主构造线为南西~北东方向。

崇左复式向斜为平缓开阔的复式向斜,轴向 258° ,东西长90km、南北宽50km,崇左复向斜由三叠系、下侏罗统、下白垩统构成核部,二叠系环绕三叠系形成翼部,并包含多个次级背斜、向斜。断裂构造以北东、北东东向逆断层为主,伴生有规模较小的北北西、北西向逆断层。致使褶皱构造复杂化而不完整(见图3.5-5)。

区域上褶皱构造主要有崇左向斜、古坡背斜、那亮向斜。

崇左向斜⑨:位于区域北部,走向北西—南东,长约25公里,宽约15公里,褶皱平缓开阔,两翼岩层倾角 $6\sim 30$ 度。核部地层为马脚岭组(T_{1m})—北泗组(T_{1-2b}),两翼依次为二叠系,石炭系。

古坡背斜⑧:位于区域中部,崇左向斜南侧,为连续褶曲。走向东西,长约30公里,宽约2公里。两翼岩层产状在 $10\sim 30$ 度,北翼被东西向断层切割,核部地层为石炭系,两翼依次为二叠系、三叠系。

那亮向斜⑩:位于区域南部,与古坡背斜为连续褶曲,走向北西—南东,长约25公里,宽约15公里。褶皱平缓。东南端被凭祥—大黎活性大断层切割。核部在那亮附近,由白垩系、侏罗系组成,两翼依次为三叠系、二叠系,两翼岩层倾角 $5\sim 30$ 度。

区域断裂主要有近东西向、北东向和北西向三组。

(2) 茅口组 (P_{2m})

分布叫城西侧，与马脚岭组为断层接触，岩性为浅灰色薄层或薄板状灰岩、条带状灰岩、泥质灰岩夹钙质泥岩。

(3) 合山组 (P_{3h})

分布于黑水河东侧，与马脚岭组为断层接触，岩性为泥质灰岩、泥灰岩夹煤层及少量硅质条带等岩性组合。

(4) 马脚岭组 (T_{1m})

分布于评价区北侧及西侧，岩性为浅灰色薄层或薄板状灰岩、条带状灰岩、泥质灰岩夹钙质泥岩。

(5) 北泗组 (T_{1-2b})

分布于崇左向斜核部一带，整合接触于马脚岭组之上，总厚 359m，矿区全部位于该套地层分布区内，岩性为厚层状白云岩、白云质灰岩及灰岩。

(6) 火山岩

①花岗斑岩 (πT_{1b1})：灰绿色、花岗斑状结构，斑晶主要为石英 (10%~20%)、碱性长石 (5%~10%)、酸性长石 (5%~10%)，次为黑云母 (3%)。基质主要为石英 (20%~25%)、长石 (35%~50%)，此外还有黑云母、楣石、锆石、褐铁矿、含钛磁铁矿等。

②流纹质角砾熔岩 (πT_{1b2})：位于花岗斑岩之上，为渐变关系。灰绿色，火山角砾熔岩结构，角砾成分主要为蚀变流纹岩 (35%~40%)，次为石英晶屑 (5%~10%)、长石晶屑 (2%)，胶结物有石英 (10%~12%)、玻璃质 (5%)、此外还有少量黑云母、绢云母、叶腊石、沸石、锆石、磷灰岩、楣石、磁铁矿、褐铁矿等。流纹质角砾熔岩含稀土氧化物 (REO) 0.0325%，是稀土矿的成矿母岩，六汤稀土矿床就产在流纹质角砾熔岩的风化壳里。

(7) 第四系 (Q)

①分布于矿区一带，厚 0~10m。由北泗组流纹质角砾熔岩全风化形成，表层为 0.1~0.5m 厚的灰黄色、灰褐色表土，中下部为原岩全风化残积形成的灰蓝~紫蓝、灰黄色粉质粘土、砂质粘土夹少量岩块。含稀土 0.01%~0.05%。是六汤稀土矿床的开采层位。

②分布于调查区西、北面的岩溶地区的坡地、谷地，洼地，一般为红粘土堆积，厚 0~10m。

3.1.5.4 区域水文地质单元

左江在矿区 10 公里之外自西部经南部弧状环绕并向东部流去，其主干支流的黑水河在西部由北向南偏西汇入左江。受地形及岩性的控制，两河之间的区域分水岭沿着矿区东南侧，金楼断层的走向发展，以区域地下水分水岭为分界，地下水分水岭以东属左江干流北岸水文地质单元，地表及地下水向东南径流，最后向左江排泄。地下水分水岭以西属黑水河水文地质单元，地下水最后排泄至黑水河。经查阅《崇左幅 F48E010022 水文地质图》（中国地质科学院岩溶地质研究所，广西壮族自治区地质调查院），两个水文地质单元之间的区域地下水分水岭在岩溶区分布在金楼断层东侧的峰丛中。

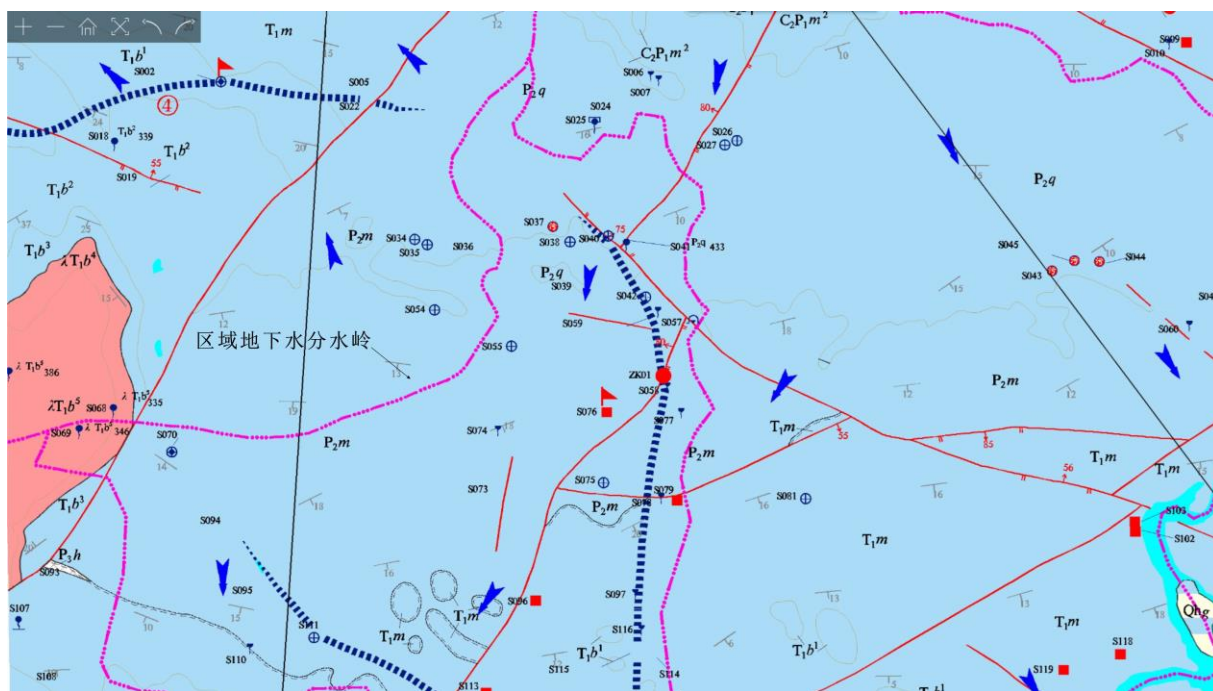


图3.1-6 区域水文地质单元地下水分水岭（截取自：崇左幅F48E010022水文地质图）

1、黑水河东岸水文地质单元

黑水河沿岸为较宽阔的峰林谷地，地下水由东、北、西三面向黑水河运动，在谷地边缘和河床中以泉水或小型地下河出口出露，黑水河为黑水河流域的最低侵蚀基准面。按地下水补、径、排条件，黑水河水文地质单元分东岸地下水向西径流，向黑水河排泄，然后汇入左江。

黑水河东岸水文地质单元内根据地层岩性及其组合，含水介质特征，地下水的赋存特征，区域含水层组划分为松散岩类含水岩组、火山岩含水岩组和碳酸盐岩含水岩组。根据地下水的赋存条件，结合岩性及层组结构，地下水类型分为火山岩风化裂隙水、碳酸盐岩裂隙溶洞水两类。

(1) 火山岩风化裂隙水地下水

为本次主要评价的地下水类型。火山岩风化裂隙水地下水系统内分布酸性流纹质角砾熔岩、花岗斑岩，周边以碳酸盐岩地层接触面为边界，底部以完整的火山岩为边界。地表水流域，地表水分水岭与地下水分水岭一致，沟谷、洼地为地下水的排泄边界，微、未风化流纹质角砾熔岩为底部隔水层边界。地下水类型为风化裂隙水，含水岩组为火山岩风化裂隙带，含水介质以风化壳浅层网状风化裂隙为主，地下水富水性与风化裂隙发育程度有关，岩层下部裂隙发育程度低，结构较完整，不利于地下水的赋存和下渗运移。该类型地下水向西侧径流，补给西侧的碳酸盐岩裂隙溶洞水。

(2) 碳酸盐岩裂隙溶洞水地下水

矿区范围内无该类型地下水，其主要分布在矿区外火山岩周围及底部，分布在采区范围外；为北泗组（T_{1-2b}）和马脚岭组（T_{1m}）、茅口组（P_{2m}）、合山组（P_{3h}）为碳酸盐岩夹碎屑岩含水岩组，地下水类型为碳酸盐岩裂隙岩溶水。地下水赋存于岩石裂隙、溶蚀裂隙、断层破碎带中。与火山岩风化裂隙水地下水系统以火山岩与碳酸岩接触面为边界，最终以黑水河为排泄边界。本项目开采矿区无矿段分布该碳酸盐岩裂隙溶洞水地下水系统内。主要接受大气降水和来自火山岩的地表水入渗补给。由于叫城断层与沿山屯断层自北向南穿过该水文地质单元西部岩溶区。叫城断层为隔水断层，断层以东地下水自北向南沿断层径流排泄，断层以西地下水由东向西径流，排入黑水河。沿山屯断层为导水断层，部分裂隙岩溶水亦有出露成泉。火山岩西面岩溶水自东向西径流，向黑水河排泄。

2、左江干流北岸水文地质单元

左江北岸沿岸地段为较宽阔的峰林谷地，峰林谷地北侧为峰丛地貌，为该水文地质单元的补给区，主要补给来源为大气降雨补给；左江干流北岸水文地质单元大部分地区的主要含水层为北泗组（T_{1-2b}）和马脚岭组（T_{1m}）、茅口组（P_{2m}）、合山组（P_{3h}），为碳酸盐岩夹碎屑岩含水岩组，其地下水类型为碳酸盐岩裂隙溶洞水；少部分火山岩含水岩组位于该水文地质单元的西侧的六汤一带，金楼断层为碳酸盐岩夹碎屑岩含水岩组与火山岩含水岩组的分界，其地下水类型为火山岩风化裂隙水。

水文地质单元中部的峰丛、岩溶洼地中可见落水洞、天窗，且有数条北西-南东走向地下水发育，单元内地下水呈管道裂隙流由北、西两面向左江河流运动，在谷地边缘和河床中以泉水或小型地下河出口出露，左江为该水文地质单元的最低侵蚀基准面。

根据地层岩性及其组合，含水介质特征，地下水的赋存特征，区域含水层组划分为松散岩类含水岩组、火山岩含水岩组和碳酸盐岩含水岩组。根据地下水的赋存条件，结合岩性及层组结构，地下水类型分为火山岩风化裂隙水、碳酸盐岩裂隙溶洞水两类。

(1) 火山岩风化裂隙水地下水

分布在左江干流北岸水文地质单元西侧，为本项目东南部矿区内的主要地下水类型。火山岩风化裂隙水地下水系统内分布酸性流纹质角砾熔岩、花岗斑岩，周边以碳酸盐岩地层接触面为边界，底部以完整的火山岩为边界。矿区内地表水流域，地表水分水岭与地下水分水岭一致，沟谷、洼地为地下水的排泄边界，微、未风化流纹质角砾熔岩为底部隔水层边界。地下水类型为风化裂隙水，含水岩组为火山岩风化裂隙带，含水介质以风化壳浅层网状风化裂隙为主，地下水富水性与风化裂隙发育程度有关，岩层下部裂隙发育程度低，结构较完整，不利于地下水的赋存和下渗运移。该类型地下水向东南侧径流，在金楼断层一带形成泉水，转向西南侧向那民-那温屯一带径流，补给东侧的碳酸盐岩裂隙溶洞水。

(2) 碳酸盐岩裂隙溶洞水地下水

为左江干流北岸水文地质单元的主要地下水类型，为北泗组（ T_{1-2b} ）和马脚岭组（ T_{1m} ）、茅口组（ P_{2m} ）、合山组（ P_{3h} ）为碳酸盐岩夹碎屑岩含水岩组，地下水类型为碳酸盐岩裂隙岩溶水，地下水赋存于岩石裂隙、溶蚀裂隙、断层破碎带中。水文地质单元中部的峰丛、岩溶洼地中可见落水洞、天窗，且有数条北西-南东走向地下水发育，单元内地下水呈管道裂隙流由北、西两面向左江河流运动。

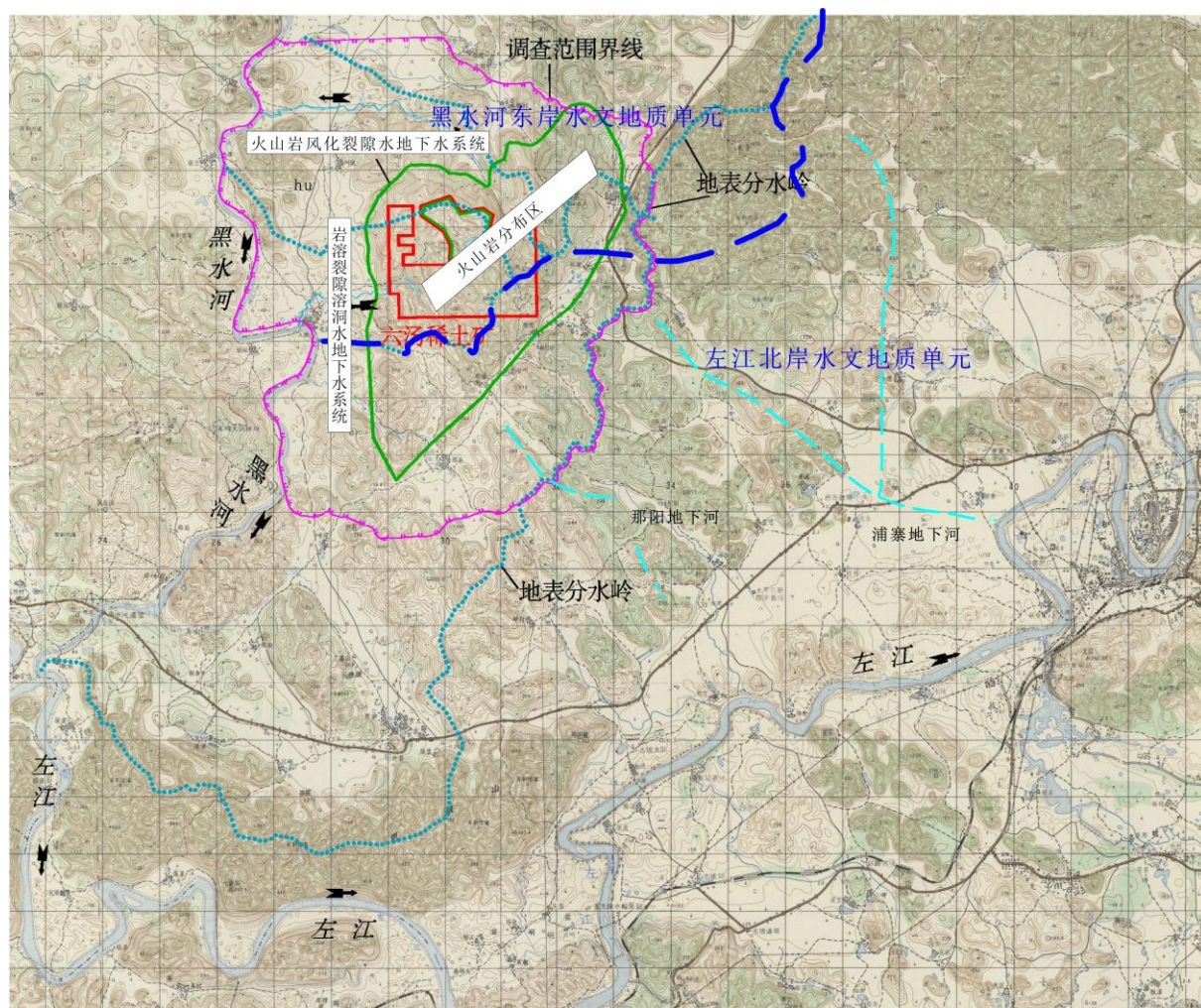


图3.1-7 区域水文地质单元分布图

3.1.5.5 区域地下水类型及含水岩组富水性

根据地层岩性及其组合，含水介质特征，地下水的赋存特征，区域含水层组划分为松散岩类含水岩组、火山岩含水岩组和碳酸盐岩含水岩组。根据地下水的赋存条件，结合岩性及层组结构，地下水类型分为松散岩类孔隙水、火山岩风化裂隙水、碳酸盐岩裂隙溶洞水三类。根据各含（隔）水岩组、地下水类型、岩溶发育程度、地质构造、地貌特征，结合泉水流量及钻孔单位涌水量等地下水丰富特征指标、按《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）综合确定含水岩组地下水富水性见下表。

表3.1-1 地下水富水性分级主要指标表

富水性等级	钻孔单位涌水量 (L/s.m)	枯季泉流量 (L/s)
弱富水	<0.1	<1.0
中等富水	0.1-1.0	1.0-10.0
强富水	1.0-5.0	10.0-50.0
极强富水	5.0	50.0

注：评价含水层的富水性，钻孔单位涌水量以口径 91mm，抽水水位降深 10m 为准。

1、松散岩类孔隙水

分布在左江支流黑水河河床和两岸地带，溪沟两侧地带以及缓坡丘陵一带，含水岩组第四系残坡积和局部的冲洪积的粉质粘土、含角砾（碎石）粘性土、砂质土等组成，矿区一带风化壳残坡积层的粉质粘土、砂质粘土，厚 0~15m，矿区外围的岩溶地区坡地、谷地，洼地红粘土堆积，厚 0~10m。

该含水岩组中地下水类型为松散岩类孔隙水，主要赋存于第四系松散堆积土层的孔隙中，其含水量小，主要接受大气降水和地表水渗入补给。部分与下伏基岩含水层有水力联系，水量贫乏，基本不具统一地下水位。除地表水体附近外（一般为沿地势低洼处的溪沟底以及水库周边分布），该层枯季一般不含水，雨季则常具季节性的含水特性。该层透水性弱，水量贫乏。

2、火山岩风化裂隙水

分布于矿区一带丘陵地段，为本次主要评价对象。含水岩组由北泗组（T_{1-2b}）的酸性流纹质角砾熔岩、花岗斑岩等组成，厚 17~205m。含水介质以风化壳浅层网状风化裂隙为主，风化壳裂隙大多为粘土所充填，赋水条件不好，岩层下部裂隙发育程度低，结构较完整，不利于地下水的赋存和下渗运移。

一般斜坡坡面地带透水而不含水，仅在谷地局部有季节性分布，在低处的沟谷内及地形较平缓、较宽大的沟壑内部分处，含孔隙裂隙潜水，局部为微承压水，以弱赋水为主，水位埋深浅，一般 2~5m，年变幅 1~2m。泉水枯季流量一般小于 1 L/s，钻孔单位涌水量 0.05L/s.m，地下水枯季径流模数 1~3L/s·km²。水量贫乏。在 2024 年 4 月 13 日内对火山岩水文地质单元设置的部分截获井开展了试抽水，得到的水量情况见下表。

表3.1-2 部分截获井水量调查情况

井号	水量 (m ³ /d)	观测时间
1#截获井	1.148	2024.4.13
2#截获井	2.627	2024.4.13
3#截获井	2.27	2024.4.13
4#截获井	1.369	2024.4.13
5#截获井	0.544	2024.4.13
6#截获井	3.069	2024.4.13
7#截获井	1.923	2024.4.13
8#截获井	1.714	2024.4.13

3、碳酸盐岩裂隙溶洞水

分布于矿区外围，矿区开采采场不涉及该地下水类型。含水岩组为北泗组（T_{1-2b}）和马脚岭组（T_{1m}）、茅口组（P_{2m}）、合山组（P_{3h}）地层，岩性为浅灰—深灰色、厚层—中薄层灰岩，局部夹泥岩、白云岩、白云质灰岩、燧石条带灰岩、硅质灰岩、泥质灰岩、薄层状灰岩。裂隙溶洞水主要赋存于岩溶裂隙、溶蚀裂隙、溶洞、溶洞管道或断

层裂隙带中。地下水位埋深 0.7~6.0m，水位年变幅 2~4m，泉水流量为 1.142—9.375L/s，枯季地下径流模数为 1~3.7L/s·km，钻孔涌水量 20t/h，中等富水。

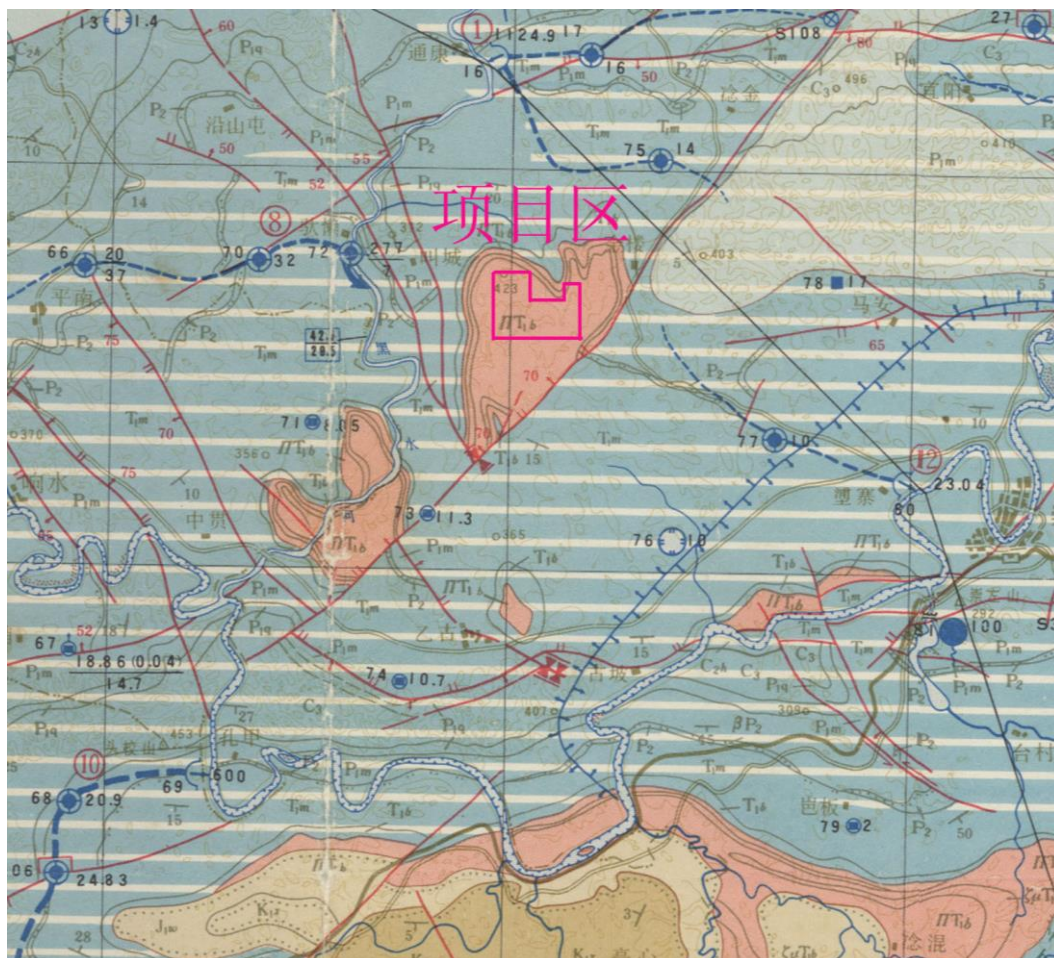


图3.1-8 区域水文地质图

3.1.5.6 区域地下水补给、径流、排泄条件

1、松散岩类孔隙水

(1) 补给：松散岩类孔隙水主要接受大气降水和地表水渗入补给，在丰水季节，河流水位高于地下水位时，河岸的孔隙水接受河水的侧向补给。

(2) 径流：松散岩类孔隙水向溪流、河流方向径流，或垂直向下渗流补给基岩裂隙水或岩溶水。

(3) 排泄：火山岩山区渗透补给基岩裂隙水，碳酸盐岩区域渗透补给岩溶水，或以泉水形式出露，排泄至溪流、河流中。

2、火山岩风化裂隙水

(1) 补给：分布于低山丘陵区，地下水分水岭地带，地势高，补给条件差，地下水的补给来源基本为大气降水入渗补给，入渗雨水在重力作用下沿风化带的孔隙或风化

裂隙垂向补给地下水并赋存于基岩的风化裂隙中。补给强度取决于降雨量,频率和形式、地貌、岩性、构造及岩石的风化状况诸因素。

(2) 径流: 火山岩地区,地下水以网状风化裂隙水为主,构造裂隙不发育,风化裂隙受岩石的风化程度控制,含玻璃质的块状火山熔岩抗风化能力较强,地层风化深度浅,故地下水以浅层径流为主,深部径流微弱,从而又受地形限制,火山岩地区的地下水以小流域浅循环为特征,径流速度慢,强度弱,地下水流域基本与地表水流域重叠。

(3) 排泄: 火山岩地区的地下水由于受地形控制,在稍深的沟谷内多出露地表形成小地表流。地下水大部分于坡脚谷地的低洼地带以面状分散渗流(沟尾泉)的形式出露地表,少量以点状泉流出现,汇集成溪流,通过岩溶区,排入河流。泉水流量一般较小,基本在 2L/s 以下。

3、碳酸盐岩裂隙溶洞水

(1) 补给: 大气降水为岩溶水的主要补给源,其次为来自火山岩的地表水渗入补给。火山岩沟溪水流入岩溶区后由覆盖层渗入补给地下水;另外,在火山岩与碳酸盐岩接触面受到火山岩块状裂隙水的侧向补给。补给强度主要取决于岩溶发育程度,峰丛峰林洼地区溶洞地下河强烈发育地段,渗入系数较大。

(2) 径流: 在碳酸盐岩地区,因地层不同层理的岩石溶蚀性差异以及构造节理(包括层理面)的溶蚀作用,地下水径流受岩性及构造控制较明显,主要的地下河管道多顺层或沿断裂带产出,由于地层裂隙叠加岩溶作用,地下水径流深度相对较大,受地形控制作用相对较弱,地下水埋深与流域位置及地层岩溶发育程度有关,一般情况下,地下水流域下游及岩溶发育较弱的地层内,地下水埋深较浅。

(3) 排泄: 碳酸盐岩岩溶水排泄条件良好,部分地区汇集成地下河,部分地下水埋藏较浅的地区,出露形成泉流。一般集中排泄于河流两侧、可溶岩与非可溶岩接触部位或断裂带附近,以岩溶泉和地下河形式排泄于地表。

矿区东南侧的金楼富水断层在矿区南部出露的岩溶泉流量最大,达 35L/s,地下河系统主要有北部通康地下河的及东南部的浦寨地下河、那阳地下河,其中地下河出口流量分别为 1125 及 2304L/s,枯季地下径流模数为 8.0~17.0L/s·km。上述两地下河不处于本次评价范围内。

3.1.5.7 区域地下水动态特征

调查区地下水主要接受大气降水补给,以分散裂隙渗流沿基岩裂隙缓慢径流排泄为特征,地下水的动态以气象型为主,对降雨补给较敏感,降雨对地下水动态起主导控制

作用,表现为地下水位、流量、水质等动态要素随着大气降水的变化呈现季节性动态特征,其动态周期与降水周期基本相同,具有与降雨基本一致的季节性和时限性变化特征。

雨季地下水位变动相对较大,地下水位较高,泉流量较大,在枯、平水期水位变动较平稳,枯季水位较低,泉水量较少。矿区内钻孔地下水水位一般 0.32~4.89m,泉水流量 0~2.1L/s,年变幅 0.374~1.674L/s;矿区周边岩溶区地下水位年变幅一般 1~2m,泉水流量 0.221~8.265L/s,泉流量年变幅在 0.233~4.953L/s。

3.1.5.8 矿区外区域岩溶发育特征

可溶岩地层主要分布与矿区范围外的岩溶水文地质单元。

1、岩溶发育的主要控制因素

岩溶发育主要受岩性、地质构造、地形地貌、节理裂隙的发育程度等因素控制。

(1) 岩溶发育与可溶岩岩性的关系

地层岩性不同的岩石溶蚀性差异的溶蚀作用,地下水径流受岩性控制较明显。北泗组(T_{1-2b})厚层状白云岩、白云质灰岩及灰岩和马脚岭组(T_{1m})的薄层或薄板状灰岩、条带状灰岩、泥质灰岩夹钙质泥岩,栖霞组(P_{1q})的中薄层—中厚层状灰岩为主夹含燧石结核灰岩和生物碎屑灰岩,岩溶中等发育。

茅口组(P_{2m})的薄层或薄板状灰岩、条带状灰岩、泥质灰岩夹钙质泥岩,岩溶弱发育,合山组(P_{3h})的泥质灰岩、泥灰岩夹煤层及少量硅质条带,岩溶弱发育,起相对隔水作用。

(2) 岩溶发育与构造的关系

由于断层带岩石破碎,节理裂隙发育,有利于地下水运动,岩溶发育强烈。断层带的溶蚀作用,地下水径流受构造控制较明显,断层破碎带富含碳酸盐岩裂隙溶洞水,沿断裂带岩溶相对发育。

在岩浆活动作用下,围岩被强烈挤压,岩石破碎,节理裂隙发育,有利于地下水活动和岩溶作用。由于火山岩体阻水,地下水流被阻于接触带,地下水富集于阻水体附近的低洼处,使水位抬高,溢出成泉群。

(3) 地形地貌的影响

在构造和地层岩性相同情况下,地貌是影响岩溶发育的重要因素。矿区外东南面的构造溶蚀峰丛洼地、谷地汇水条件好,岩溶发育比矿区外西面的剥蚀溶蚀残峰残山坡地强烈。地下水埋深与流域位置及地层岩溶发育程度有关,一般情况下,地下水流域下游及岩溶发育较弱的地层内,地下水埋深较浅。

2、岩溶平面分布特征

岩溶发育的均匀程度与构造的关系较密切。根据资料及物探试验资料，矿区外东南面岩性接触面在金陵断层破碎带附近，由于碳酸盐岩与火成岩接触面与断层破碎带的共同影响，断层破碎带富含碳酸盐岩裂隙溶洞水，由于火山岩体阻水，地下水流被阻于接触带，地下水富集于阻水体附近的低洼处，使水位抬高，溢出成泉群。沿金陵断层带有串珠状分布的下降泉，M03、M05、M06、M08 泉水流量 1.763~8.265L/s，具强富水性，S08 泉水位于矿区外西面碳酸盐岩与火成岩接触面一带，该泉接受其东侧矿区的岩浆岩风化裂隙水补给，在接触面一带受到火山岩体阻水作用影响，地下水流被阻于接触带，地下水富集，使水位抬高，溢出成泉，泉水流量 1.763~8.265L/s L/s，具中—强富水性。

矿区外围发育有 3 条地下河，分别为：①那阳地下河：发育于矿区外东南侧百叫屯一带，呈北西-南东走向，于那阳村一带转为地表径流，地下河出口处目前已被村民开发利用为农灌用水取水点；本次评价对该地下河进行了采样监测，监测结果表明，该地下河水质能达到《地下水质量标准》Ⅲ类水水质标准；②浦寨地下河：由两条支流地下河汇集而成，分别为陇庄-果线地下河支流及更亨-果线地下河支流。更亨-果线地下河支流发育于矿区外东侧的更亨屯北侧一带岩溶峰丛中，呈北西-南东走向，沿地下河走向方向可见溶潭发育，该地下河上游一带为更亨屯居民用水取水点，本次评价对该取水点进行了采样监测，监测结果表明，该地下河水质能达到《地下水质量标准》Ⅲ类水水质标准。陇庄-果线地下河支流发育于矿区外东侧的陇庄屯北侧一带岩溶峰丛中，呈北-南走向，与更亨-果线地下河支流于果线屯处交汇形成浦寨地下河干流，两地下河支流交汇后由北西-南东径流至浦寨一带汇入左江；④通康地下河：位于于矿区外北侧，发育于金陵断层一带西侧的峰丛，属于黑水河左岸水文地质单元，呈东-西走向，沿途偶见天窗，最终于排泄至黑水河。

3、岩溶垂向发育特征

根据岩溶水文地质单元的钻孔资料，20~40m 之间岩芯较破碎，见面状溶蚀，岩溶较发育，40m 以下岩芯较完整，呈长柱状，岩溶弱发育。根据 1/20 万崇左幅《水文地质普查报告》，在当地侵蚀基准面（黑水河标高：110m）岩溶发育，在浅部径流带岩溶相对发育，深部岩溶弱发育。

3.1.5.9 断裂带水文地质特征

矿区附近有三条断裂带，断裂带上、下盘及其附近岩石破碎，岩溶发育。构造断裂的水文地质特征与断裂的力学性质有关，不同力学性质的断裂其透水性可不同，故有张性断裂透水性较强，压性断裂透水性较弱，扭性断裂透水性介于二者之间的说法。

金楼断层 F1：又名岫城屯压扭性断层，从矿区外东部 1.5km 处通过，总长约 36km，走向 30°，属正断层，倾向 310°，倾角 60°~70°，断距 300m 左右，切割 λT1b，火山岩，断面清晰。物探 WT1、WT2 测线显示断裂带富含地下水，且沿断层带有 M03、M05、M06、M08 下降泉分布，表明在地下水在向该断层运移的过程中受阻上升出露地表。综合，判断在矿区东南侧一带分布的金楼正断层为富水性中等的阻水断层。

叫城断层 F2：又名太平压扭性断层，从矿区外西侧 1.2km 外向北北西向延伸，长约 30km，属逆断层，倾向 255°，倾角 50°~80°，切割泥盆系上统~三叠系下统地层。沿断线岩层角砾岩化、糜菱岩化、硅化、方解石化发育，具平行主断面的劈理，偶见拖曳现象，局部有擦痕。物探 WT3、WT5 测线显示断裂带富水性差，判断叫城断层为阻水断层。

沿山屯断层 F3：从矿区外西南侧 2.1km 处自南东向北西延伸，属正断层，走向 330°~350°，倾向南西，断面倾角 52°，长约 14km，东南端与叫城断层相交。切割石炭系上统~三叠系下统地层。S07 下降泉出露于断层带上，判断沿山屯断层为导水断层。

正断层导水性和富水性均优于逆断层，靠近正断层的地方或断层破碎带部位较富水。矿区西侧通过的叫城逆断层 F2 属于阻水断层，沿断层带未见泉水出露，从物探资料显示其断层破碎带视电阻率明显高于金楼断层，其富水性明显弱于金楼断层。沿山屯断层 F3 为正断层，断层带上出露的上升泉 S07，泉水流量 1.000~3.239L/s，具中等富水性，其富水性弱于金楼断层，强于叫城断层。

3.1.6 矿区工程地质条件

3.1.6.1 矿区地形及地貌

矿区属构造侵蚀低山丘陵地貌。区内总体地势为北高南低、矿区高于外围，山脊走向大致为北西—南东向，山顶标高 240~423.6m，最高峰为矿区北侧的顶平槽关（标高 423.6m），自然坡度一般 25°~35°，局部山顶、山脊较平缓；坡脚沟谷发育、谷地多呈“V”字型，深切 100~260m，山前地带地面标高在 120~135m 间。坡面多为林地及早地，谷底则以旱地为主，局部为稻田，作物主要有甘蔗、木薯，香蕉、玉米、果树次之。

3.1.6.2 矿区地层岩性

据调查及监测井钻孔资料，钻孔揭露岩层有流纹质角砾熔岩 ($\pi T_1 b^2$) 及其风化壳，粉砂质泥岩、白云质灰岩、白云岩、灰岩 ($T_1 b$)。

(1) 表土：为第四系残坡堆积物，灰黄、灰褐色、粘土质结构，主要成分为粘土矿物，次为石英粉砂，含少量岩石碎块，粘性较大。一般厚 0.3~3.5m。渗透系数 $8.91 \times 10^{-5} \sim 1.54 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均 $1.26 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，弱~中等透水性。

(2) 含粘性土粉砂（粘土化熔岩 ($\pi T_1 b^{2d}$)）：黄褐、灰黄、红褐色、粘土质结构，块状构造。主要成分为粘土矿物（60%~90%），次为石英、长石粉砂（10%~40%），主要分布在山体坡面或坡脚，厚 1.2~5.0m。渗透系数 $6.02 \times 10^{-5} \sim 1.37 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均 $9.72 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，弱~中等透水性。

(4) 含砂粘性土（砂质粘土化熔岩 ($\pi T_1 b^{2b}$)）：黄褐色、紫褐色、细~中粒疏松结构，块状构造。主要成分为石英、长石砂砾 30%~50%，云母、高岭土等粘土矿物 50%~70%，粘土矿物由上而下变少，砂石由上而下变多。含少量球状风化残存球体，厚 1.1~13.1m。渗透系数 $6.83 \times 10^{-5} \sim 1.17 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均 $9.61 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，弱~中等透水性。

(5) 强风化流纹质角砾熔岩 ($\pi T_1 b^2$)：灰绿色，块状构造、火山角砾熔岩结构，角砾成分主要为蚀变流纹岩，次为石英、长石晶屑。胶结物有石英、长石、玻璃质、磁铁矿、褐铁矿等。岩芯多呈块状，碎块状，饱和抗压强度为 34~58.4Mpa，厚 1.2~8.7m。渗透系数 $9.29 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，中等透水性。

(6) 中风化流纹质角砾熔岩 ($\pi T_1 b^2$)：灰绿色，块状构造、火山角砾熔岩结构，角砾成分主要为蚀变流纹岩，次为石英、长石晶屑。胶结物有石英、长石、玻璃质、磁铁矿、褐铁矿等。岩芯多呈块状，短柱状，饱和抗压强度为 34~58.4Mpa，厚 1.5~14.3m。渗透系数 9.38×10^{-5} ，弱透水性。

(7) 微、未风化流纹质角砾熔岩 ($\pi T_1 b^2$)：灰绿色，块状构造、火山角砾熔岩结构，角砾成分主要为蚀变流纹岩，次为石英、长石晶屑。胶结物有石英、长石、玻璃质、磁铁矿、褐铁矿等。微与未风化无明显界线，呈过渡关系。微风化岩芯多呈短柱状、未风化岩芯长柱状，岩芯长度 30cm 左右，最长岩芯可达 60cm（见下图 CK33 岩芯照片），饱和抗压强度为 103.3~143.3Mpa，层顶埋深 7.0~26.0m，5 个深孔统计，层底埋深 59.6~80.3m，厚度 40.18~61.2m。岩芯完整，呈长柱状，裂隙极不发育，渗透系数 $9.93 \times 10^{-8} \text{cm/s} \sim 5.48 \times 10^{-8} \text{cm/s}$ ，几乎不透水，是极好的隔水层。



照片 28 CK33 岩芯相片 5



照片 29 CK33 岩芯相片 6



照片 30 CK33 岩芯相片 7



照片 31 CK33 岩芯相片 8



照片 32 CK33 岩芯相片 9



照片 33 CK33 岩芯相片 10



照片 34 CK33 岩芯相片 11



照片 35 CK33 岩芯相片 12

图3.1-9 CK33 岩心照片



图3.1-10 CK33 岩心照片

(8) 粉砂质泥质与泥质粉砂岩 (T1b)：灰黑色，致密块状，粉砂质结构，与上部火山岩分界清楚，主要为泥质，次为粉砂质，见星点状黄铁矿，贝壳状断面。Ck08、Ck19、Ck32、Ck33、Ck34 揭露，厚度 3.7~16.7m。岩芯呈长柱状，裂隙极不发育，渗透系数 $2 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，几乎不透水，是极好的隔水层。

(9) 白云岩、白云质灰岩 (T1b)：浅灰色，隐晶质结构，中厚层状，中厚层状，见少量泥质，Ck32 孔揭露厚度 22.45m。岩芯呈长柱状，裂隙极不发育，渗透系数 $1.2 \times 10^{-8} \text{cm/s}$ ，几乎不透水，是极好的隔水层。

(10) 灰岩、泥灰岩 (T1b)：灰色、灰黑色相间，隐晶质结构，灰色为灰岩，呈条带状，角砾状，极不规则，灰黑色为泥灰岩，含泥质较多。Ck08、Ck19、Ck33、Ck34 钻孔揭露厚度为 9.7~19m。岩芯完整，呈长柱状，渗透系数 $5 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，几乎不透水，是极好的隔水层。

表3.1-3 地层统计表

地层编号	时代成因	岩土名称	项次	层厚 (m)	层顶深度 (m)	层底深度 (m)
1	Q ₄	表土	统计个数	76	76	76
			最大值	3.50	0.00	3.50
			最小值	0.30	0.00	0.30
			平均值	1.11	0.00	1.11
2	πT_{1b}^2	含粘性土粉砂	统计个数	69	69	69
			最大值	5.00	3.50	5.60
			最小值	1.20	0.00	1.50
			平均值	2.73	0.94	3.68
3	πT_{1b}^2	含粘性土砾砂	统计个数	77	77	77
			最大值	6.80	6.30	10.80
			最小值	1.00	0.80	2.50
			平均值	3.70	3.54	7.24
4	πT_{1b}^2	含砂粘性土	统计个数	38	85	38
			最大值	13.10	16.50	19.10
			最小值	1.10	0.00	3.10
			平均值	3.32	6.88	9.67
5	πT_{1b}^2	强风化流纹质角砾熔岩	统计个数	35	38	35
			最大值	8.70	19.10	21.30
			最小值	1.20	0.00	2.10
			平均值	2.67	9.50	11.99
6	πT_{1b}^2	中风化流纹质角砾熔岩	统计个数	30	36	30
			最大值	14.30	21.30	26.00
			最小值	1.50	2.10	7.00
			平均值	4.26	11.84	15.81
7	πT_{1b}^2	微、未风化流纹质角砾熔岩	统计个数	<u>5</u>	<u>30</u>	<u>5</u>
			最大值	<u>61.2</u>	<u>26.00</u>	<u>80.3</u>
			最小值	<u>40.18</u>	<u>7.00</u>	<u>59.6</u>

地层 编号	时代成因	岩土名称	项次	层厚 (m)	层顶深度 (m)	层底深度 (m)
			平均值	55.04	15.81	67.67
8	T _{1b}	粉砂质泥质与泥 质粉砂岩	统计个数	5	5	5
			最大值	16.7	80.3	87.5
			最小值	3.7	59.6	63.3
			平均值	10.54	67.67	78.21

3.1.6.3 矿区内下伏隔水层分布情况

矿区下伏的隔水层为微、未风化流纹质角砾熔岩 (πT_{1b}^2)，在矿界范围内的钻孔均有揭露，在矿区矿界范围内连续均匀分布，其厚度在 40.18~61.2m 之间，岩芯完整，呈长柱状，裂隙极不发育，渗透系数 $9.93 \times 10^{-8} \text{cm/s} \sim 5.48 \times 10^{-8} \text{cm/s}$ ，几乎不透水，是极好的隔水层。

共有 CK08、CK19、CK33、CK34 揭穿了该层隔水层。其中 CK08 位于冲沟中，揭露的微、未风化流纹质角砾熔岩 (πT_{1b}^2) 层厚为 58.5m。在微、未风化流纹质角砾熔岩 (πT_{1b}^2) 下揭露的地层分别为粉砂质泥质与泥质粉砂岩 (T_{1b})、白云岩、白云质灰岩 (T_{1b})，层厚分别为 9.5m 及 10.0m。所揭露的粉砂质泥质与泥质粉砂岩 (T_{1b})、白云岩、白云质灰岩 (T_{1b}) 岩心均较为完整且无裂隙发育，不含地下水。

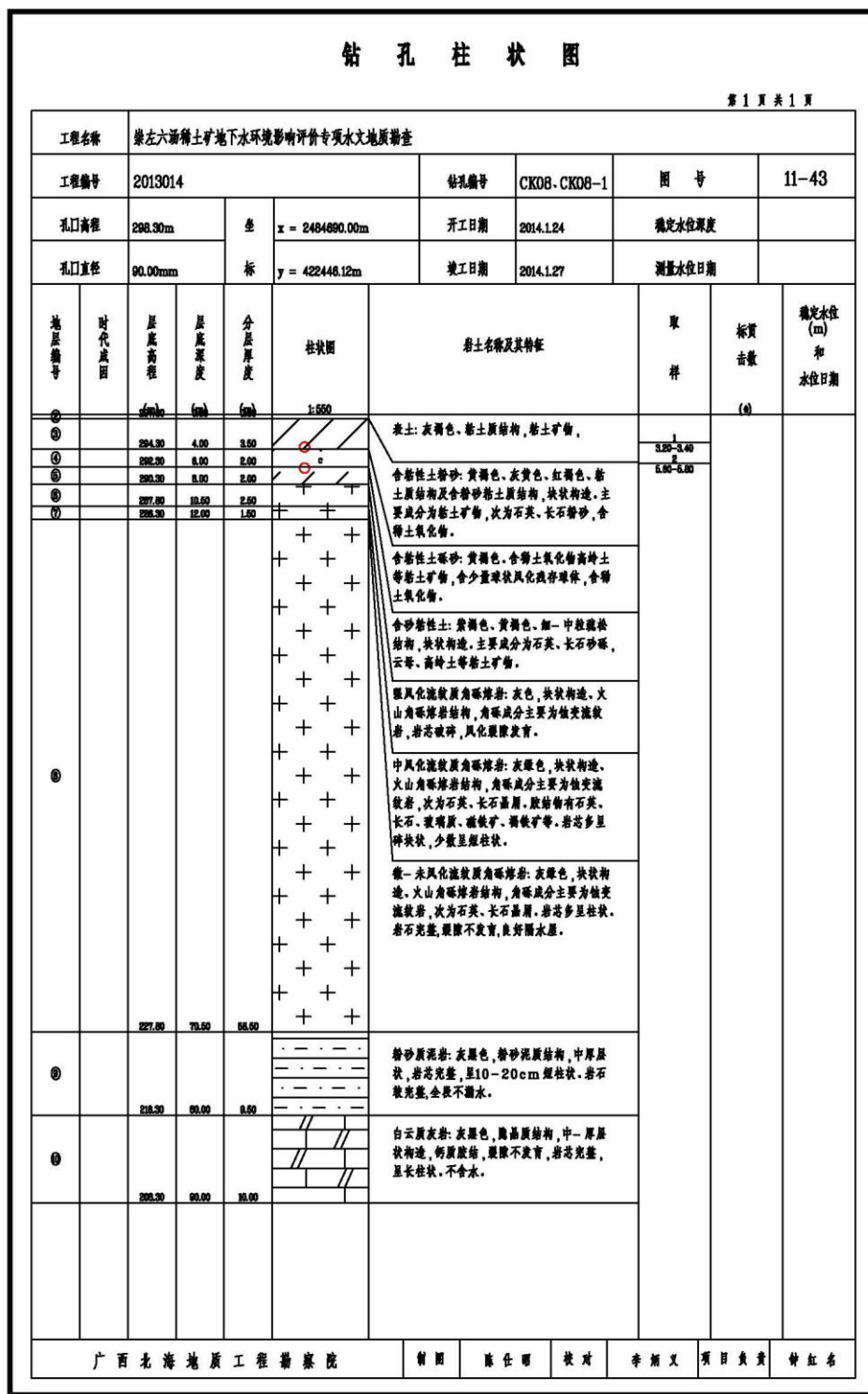


图3.1-11 CK08 钻孔柱状图

同时结合其他钻孔揭露的来看, 微、未风化流纹质角砾熔岩 ($\pi T1b2$) 在矿区内所有钻孔均有揭露, 在被切割的冲沟处也有较厚的分布且岩芯完整, 裂隙极不发育, 是矿区内完整的隔水层。

3.1.6.4 矿区地质构造

(1) 褶皱

矿区位于崇左向斜核部，走向北西—南东，其北西仰起，南东倾伏，长约 25 公里，宽约 15 公里，褶皱平缓开阔，两翼岩层倾角 6~30 度。核部为火山熔岩，周围依次为北泗组、马脚岭组，两翼依次为二叠系，石炭系。向斜轴部向北西方向仰起，南西部分被金楼断层切割、破坏。

(2) 断裂

金楼断层 F1：又名岜城屯压扭性断层，该断层从矿区外东部 1.5km 处通过，总长约 36km，走向 30°，属正断层，倾向 310°，倾角 60°~70°，断距 300m 左右，切割 λT1b，火山岩，断面清晰。

叫城断层 F2：又名太平压扭性断层，从矿区外西侧 1.2km 外向北北西向延伸，长约 30km，属逆断层，倾向 255°，倾角 50°~80°，切割泥盆系上统~三叠系下统地层。沿断线岩层角砾岩化、糜菱岩化、硅化、方解石化发育，具平行主断面的劈理，偶见拖曳现象，局部有擦痕。

沿山屯断层 F3：从矿区外西南侧 2.1km 处自南东向北西延伸，属正断层，走向 330°~350°，倾向南西，断面倾角 52°，长约 14km，东南端与叫城断层相交。

(3) 对矿区的影响

矿区位于崇左复式向斜内的一半轴小断陷向斜核部，向斜以较舒缓的角度向西南倾伏，矿区附近发育的断裂主要有北东向和北西向两组，断裂带发育构造角砾岩及少量断层泥，具方解石化或碳酸盐岩化，部分断层由于挤压破碎，裂面不平整，与矿区较近的北东向断裂有金楼断裂，长度大于 40 公里，在矿区东南侧通过，切断以矿区核部的稀土矿的成矿母岩层，塑造了矿区所在的半轴小断陷向斜形态；与矿区较近的北西向断裂有沿山屯断裂与叫城（太平）断裂，两断层分布在矿区西侧，呈 Y 字型在矿区西南侧交会，其中离矿区最近的叫城断裂规模相对较大，长度大于 40 公里。矿区的构造断裂塑造了矿区的地质格局，但对浅表矿床的工程开采的影响较小。

矿区地层裂隙发育程度因地而异，一般情况下，区内的构造裂隙发育较弱，以浅部风化裂隙发育为主，而风化裂隙以岩石碎裂为主，无平整长宽结构面，多不形成完整不良结构体。总体上，调查区的岩层除局部表层浅部风化破碎之外，矿体下部的岩层以完整至较完整状态为主，大部分岩石质量等级等于或好于Ⅱ级，其埋藏于矿体下部，在矿区山势低矮、无陡峭地形的情况下，其构造裂隙一般不会对开采矿层构成不良结构面。

3.1.6.5 矿区工程地质类型及特征

根据岩土体的岩性组合、强度特征及岩土体结构类型，矿区及生产车间可划分为 3 个工程地质岩组。

(1) 粘性土单层土体

分布于矿区自然坡面及谷地表层，由风化熔岩层残坡积形成的粉质粘土、砂质粘土土层，厚 0~15m，在相对较陡斜的坡面或较深切的沟谷内往往较薄或缺失。砂质粘土及粉质粘土结构稍密~中密，可塑至硬塑状态，天然含水量为 13.5%~43.3%，天然密度 1.75~1.95g/cm³，压缩模量 4.47~9.38Mpa，承载力特征值 f_k 在 150~230KPa 间。吸水饱和和易崩解，在开挖或堆填形成陡坡的情况下易产生崩塌、滑坡地质灾害。

(2) 碎裂状较软火山岩强风化岩组

分布于整个矿区，处于粘性土单层土体之下，由三叠系下统酸性火山熔岩的强风化层 ($\pi T_1 b^1$) 组成，岩性为黄褐色、灰黄色、花斑状肉红色酸性流纹质角砾熔岩，裂隙发育，碎裂状结构，呈极软岩状向软岩过渡，破碎岩石间充填的细岩屑风化土相对较软，以呈硬塑至坚硬状态为主，其较多地段与风化体固结较好。

(3) 较坚硬~坚硬的块状火山岩岩组

分布于整个矿区，处于半坚硬的强风化火山岩岩组之下，由 ($\lambda T_1 b$) 块状流纹熔岩、流纹质角砾的中、弱与未风化层组成，原岩以深灰、灰绿色为主，部分灰黑色，主要成分为石英、长石与玻璃质，岩石以球粒状或少斑结构，流纹状构造为主。因风化作用，浅部岩体以风化裂隙发育为主，中风化岩体呈碎裂状结构为主，部分块状结构，少部分呈散体状结构，弱风化岩体以块状或整体状结构为主。地层由浅向深，以中风化的极软质岩较快过渡到弱风化的坚硬质岩，中风化岩石的抗压强度多在 40~100MPa 之间，弱风化岩石的抗压强度在 80MPa 以上。

3.1.6.6 矿体及围岩工程地质特征

六汤稀土矿区的稀土矿是稀土 REO 含量平均值为 0.14% 的砂质粘土，稀土矿层的顶板也是砂质粘土，砂质粘土结构稍密~中密状，稳固性差。

稀土矿的底板为三叠系下统酸性火山熔岩强~中风化层 ($\pi T_1 b^1$)，岩石呈细~中粒疏松结构，块状构造。岩体组织结构大部分已经破坏，矿物成分已显著变化，但原岩结构尚依稀可辨。裂隙发育，露头岩体被切割为 2~20cm 的岩石块体，可用手折断，对本矿山而言，其稳固性较好。

3.1.7 矿区水文地质条件

3.1.7.1 矿区含水层及隔水层

矿区主要分布有流纹质角砾熔岩 ($\pi T_1 b^2$)，由于分布的岩性单一，出露的地层为大面积分布、厚度大、透水性弱的火山岩地层，矿区及周边无岩溶含水层分布。地下水类型分为松散岩类孔隙水及火山岩风化孔隙裂隙水，含水岩组为第四系坡、残积层与火山岩风化裂隙带呈过渡关系，没有明显界线，在山坡上含风化孔隙裂隙包气带水，在沟谷、洼地内及地形较平缓、较宽大的沟壑内部分含松散岩类孔隙水及风化孔隙裂隙潜水，隔水层为微、未风化流纹质角砾熔岩。

1、含水层

(1) 第四系坡、残积层 (Q)

主要赋存于第四系松散堆积土层的孔隙中，第四系坡、残积层由粉质粘土、砂质粘土组成，一般厚 0.3~3.5m，含水量小，渗透系数 $8.91 \times 10^{-5} \sim 1.54 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均 $1.26 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，弱~中等透水性。

(2) 火山岩风化裂隙带

火山岩风化裂隙带由流纹熔岩、角砾熔岩风化的全风化层至中风化层构成，含水介质以风化壳浅层网状风化裂隙为主，地下水富水性与风化裂隙发育程度有关。风化裂隙带厚度变化大，在地形较平缓、较宽大的沟壑内相对较厚，在陡坡及沟谷内较薄或缺失，部分山坡上基岩出露。含粘性土粉砂、含砂粘性土及强—中风化层弱—中等透水，含粘性土粗(中)砂中等透水。厚 1.2~8.7m。含水层类型为块状基岩裂隙水，渗透系数 $9.29 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，中等透水性。

山坡位于地下水位之上，第四系坡、残积层及风化裂隙带为包气带，透水不含水，主要接受大气降水补给，围绕着相应的微地貌单元，除部分基岩出露的斜坡凹面有季节性泉水外，大部分在坡脚沟谷两侧以分散流(沟尾泉)的形式排泄出地表就近汇集于冲沟，或以潜流形式补给沟谷、洼地的地下潜水，在下游沟谷基岩出露处再以泉水形式排出地表。泉水枯季流量一般小于 1L/s，枯季最小地下水径流模数 $< 1.4 \text{L/s} \cdot \text{km}^2$ ，以弱富水为主。

在沟谷、洼地内及地形较平缓、较宽大的沟壑内部分的第四系坡、残积层及风化裂隙带为潜水含水层，接受山坡包气带水的渗流补给及沟谷、洼地地表水的补给，并沿沟谷以潜流的形式向沟口方向排泄。地层由浅到深风化裂隙减少，富水性下降，水量贫乏，具弱富水性，属浅埋藏风化孔隙裂隙弱含水层。

2、隔水层

微、未风化流纹质角砾熔岩与完整火山岩为该水文地质单元的底部隔水边界。微风化流纹质角砾熔岩与未风化流纹质角砾熔岩化无明显界线，呈过渡关系，微风化岩芯多呈短柱状、未风化岩芯长柱状。层顶埋深 7.0~26.0m，层底埋深 59.6~80.3m，厚度 40.18~61.2m。裂隙极不发育，渗透系数为 $9.93 \times 10^{-8} \text{cm/s} \sim 1 \times 10^{-9} \text{cm/s}$ ，几乎不透水，是极好的隔水层。

3.1.7.2 水文地质试验

1、注水试验资料统计

原水文地质报告勘查期间为了求得整合区包气带的渗透系数，针对不同土类型做了钻孔注水试验，部分监测的包气带也做了注水试验。

按《水利水电工程注水试验规程（SL 345-2007）》计算公式，求各试验地层的渗透系数 K。

$$K = 7.05 \frac{Q}{lH} \cdot \lg \frac{2l}{r}$$

式中：K—渗透系数，cm/s

Q—稳定流量，L/min

l—试验长度，cm

H—试验水头，等于试验水位与地下水位之差，cm

r—钻孔内半径，cm

计算得到各地层的渗透系数结果列于下表。

表3.1-4 注水试验成果统计表

土层类别	统计个数	渗透系数 (cm/s)			渗透性分级
		区间值		平均值	
表土	14	8.91×10^{-5}	1.54×10^{-4}	1.26×10^{-4}	弱—中等透水
粘土化熔岩（含粘性土粉砂）	35	6.02×10^{-5}	1.37×10^{-4}	9.72×10^{-5}	弱—中等透水
稀土矿（含粘性土粗（中）砂）	50	6.84×10^{-3}	1.04×10^{-2}	8.34×10^{-3}	中等透水
砂质粘土化熔岩（含砂粘性土）	46	6.83×10^{-5}	1.17×10^{-4}	9.61×10^{-5}	弱—中等透水
强风化流纹质角砾熔岩	1			9.29×10^{-4}	中等透水
中风化基岩流纹质角砾熔岩	1			9.38×10^{-5}	弱透水

2、抽水试验资料统计

为求得强-中流纹质角砾熔岩的渗透系数，做了 7 个井的抽水试验，收集 5 个井的抽水试验资料。根据矿区的水文地质边界条件，地下水的补径排特征，抽水试验孔的布置情况，利用均质无限含水层潜水完整孔单孔稳定流理论计算公式：

$$k = \frac{Q}{\pi(H^2 - h^2)} \ln \frac{R}{r} \quad R = 2S\sqrt{Hk}$$

式中：Q—涌水量（m³/d）；

k—渗透系数（m/d）；

H—含水层抽水前厚度（m）

h—含水层抽水时厚度（m）

S—水位降深值（m）

r—抽水孔半径（m）

R—影响半径（m）（按单位涌水量取经验值）

渗透系数见下表。

表3.1-5 抽水试验成果统计表

编号	试验地层	井半径 r (m)	含水层 厚 H(m)	降深 (m)	涌水量 Q(m ³ /d)	影响半 径 (m)	渗透系 数(cm/s)	渗透性等 级
CK03	中风化流纹质熔岩	0.045	4.24	3.68	5.184	10	2.92×10 ⁻⁴	中等透水
CK08	全、强、中风化流纹质熔岩	0.045	10.09	2.16	2.592	10	6.63×10 ⁻⁵	弱透水
CK09	强、中风化流纹质熔岩	0.045	3.61	3.38	2.592	10	1.99×10 ⁻⁴	中等透水
CK13	全、强、中风化流纹质熔岩	0.045	10.60	1.53	4.032	10	2.48×10 ⁻⁴	中等透水
CK20	全、强、中风化流纹质熔岩	0.045	11.09	3.08	3.888	10	6.58×10 ⁻⁵	弱透水
CK21	中风化流纹质熔岩	0.045	6.92	1.92	2.592	10	1.13×10 ⁻⁴	中等透水
CK23	白云质灰岩、白云岩	0.045	13.78	1.38	2.592	10	7.15×10 ⁻⁵	弱透水
J2	全、强、中风化流纹质熔岩	0.065	6.80	2.50	17.571	5	3.83×10 ⁻⁴	中等透水
J3	强、中风化流纹质熔岩	0.055	7.70	4.40	8.640	5	7.74×10 ⁻⁵	弱透水
J5	全、强、中风化流纹质熔岩	0.065	10.81	6.19	30.169	10	3.25×10 ⁻⁴	中等透水
J7	中风化流纹质熔岩 流纹质熔岩	0.055	9.76	9.21	30.240	10	2.84×10 ⁻⁴	中等透水
J8	全、强、中风化流纹质熔岩	0.065	15.66	8.26	11.664	5	4.87×10 ⁻⁵	弱透水

3、压水试验资料统计

为了解天然状态下，矿区岩体裂隙发育及张开程度，同时估算岩体渗透性能，收集5个钻孔的压水试验资料，本次在9个钻孔进行压水试验。

按《水利水电工程钻孔压水试验规程》（SL31-2003）公式计算：

$$q=Q_3/L*P_3$$

式中：q-试段的透水率（Lu）

L- 试段长度 (m)

Q₃-第三阶段的计算流量 (L/min)

P₃-第三阶段的试段压力 (MPa)

渗透系数按以下公式计算：

$$k = \frac{Q}{2\pi HL} \ln \frac{L}{r}$$

式中：k-岩体渗透系数 (m/d)

Q—压入流量 (m³/d)

r- 钻孔半径 (m)

H- 试验水头 (总压力×100) (m)

同时按《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50487-2008[2023 年局部修订])附录 F 标准划分，对岩体渗透性分级评价，压水试验成果见下表。

表3.1-6 压水试验成果统计表

孔号	深度 (m)	透水率 (q)(Lu)	渗透系数 (k)(cm/s)	透水性等级	岩体评价
Ck03	21.8~26.7	0.006	9.51×10 ⁻⁸	极微透水	完整
Ck06	23.5~30.5	0.007	7.44×10 ⁻⁸	极微透水	完整
Ck14	23.8~28.5	0.007	9.00×10 ⁻⁸	极微透水	完整
Ck17	25.2~35.5	0.005	7.36×10 ⁻⁸	极微透水	完整
Ck18	24.4~32.7	0.004	5.81×10 ⁻⁸	极微透水	完整
Ck19	26.2~32.5	0.005	7.45×10 ⁻⁸	极微透水	完整
Ck21	25.4~33.7	0.004	6.79×10 ⁻⁸	极微透水	完整
Ck22	28.6~33.9	0.007	9.30×10 ⁻⁸	极微透水	完整
Ck26	20.8~25.5	0.007	9.36×10 ⁻⁸	极微透水	完整
J2	15.5~19.7	0.009	9.46×10 ⁻⁸	极微透水	完整
J3	23.5~31.9	0.006	7.72×10 ⁻⁸	极微透水	完整
J5	15.05~24.8	0.005	7.20×10 ⁻⁸	极微透水	完整
J6	27.7~31.9	0.007	7.29×10 ⁻⁸	极微透水	完整
J7	12.2~18.9	0.007	9.36×10 ⁻⁸	极微透水	完整

由上述试验结果可知，微风化流纹岩属极微透水层。

4、水文地质参数综合建议值

(1) 渗透系数统计

据前期水文地质勘查成果、本次专项水文地质勘察结果、钻孔注水、抽水试验结果，统计各土岩层渗透系数试验值，见下表。

表3.1-7 各岩土层渗透系数

岩性及编号	试验方法	渗透系数 k		渗透性等级
		(cm/s)	(m/d)	
表土	注水试验	1.26×10 ⁻⁴	0.109	中等透水

粘土化熔岩（含粘性土粉砂）	注水试验	9.72×10^{-5}	0.084	弱透水
稀土矿（含粘性土粗砂）	注水试验	8.34×10^{-3}	7.20	中等透水
砂质粘土化熔岩（含砂粘性土）	注水试验	9.61×10^{-5}	0.083	弱透水
强风化流纹质角砾熔岩	注水试验	9.29×10^{-4}	0.803	中等透水
中风化流纹质角砾熔岩	注水试验	9.38×10^{-5}	0.081	弱透水
全、强、中风化流纹质角砾熔岩	抽水试验	1.89×10^{-4}	0.164	中等透水
强、中风化流纹质角砾熔岩	抽水试验	1.38×10^{-4}	0.119	中等透水
中风化流纹质角砾熔岩	抽水试验	2.30×10^{-4}	0.198	中等透水
微风化流纹质角砾熔岩	压水试验	8.13×10^{-8}	<0.001	极微透水

(2) 水文地质参数建议值

根据注水、抽水试验结果，结合当地经验，综合确定矿区降雨入渗系数、给水度等参数建议值见下表。

表3.1-8 水文地质参数建议值

参数名称	渗透系数	给水度	入渗系数	储水率	孔隙度
	K(cm/s)	μ	a	μ_s	n
粘土化熔岩（含粘性土粉砂）	9.72×10^{-5}	0.05	0.10	0.002	0.47
稀土矿（含粘性土粗砂）	8.34×10^{-3}	0.10	0.12	0.002	0.35
砂质粘土化熔岩（含砂粘性土）	9.61×10^{-5}	0.05	0.10	0.002	0.46
强风化流纹质角砾熔岩	9.29×10^{-4}	0.05	0.10	0.002	0.10
中风化流纹质角砾熔岩	4.80×10^{-5}	0.01	0.03	0.002	0.04
微风化流纹质角砾熔岩	8.13×10^{-8}	0.005	0.01	—	0.006
未风化流纹质角砾熔岩	1.0×10^{-9}	—	—	—	0.005
粉砂质泥岩与泥质粉砂岩	2.0×10^{-7}	—	—	—	0.032
白云岩、白云质灰岩	1.2×10^{-8}	—	—	—	0.01
灰岩、泥灰岩	5.0×10^{-7}	—	—	—	0.01

3.1.7.3 矿区水文地质单元

矿区处于崇左向斜核部低山丘陵火山岩区，为地下水补给区，大气降水是唯一的补给来源。山脊为地表水与地下水的分水岭边界，沟谷、洼地为地下水的排泄边界，微、未风化流纹质角砾熔岩为底部隔水层边界，根据矿区不同地段的地下水的排泄方向，在一级水文地质单元中参考矿山开采方案，不同开采区以山脊为地表水和地下水分水岭，划分为3个次级水文地质单元，开采区分：①屯垌溪次级水文地质单元、②数村溪次级水文地质单元、③矿区东南部次级水文地质单元。

表3.1-9 矿区内次级水文地质单元分区表

一级单元	矿区范围内次级单元
黑水河东岸水文地质单元	屯垌溪次级水文地质单元
	数村溪次级水文地质单元
左江干流北岸水文地质单元	矿区东南部次级水文地质单元

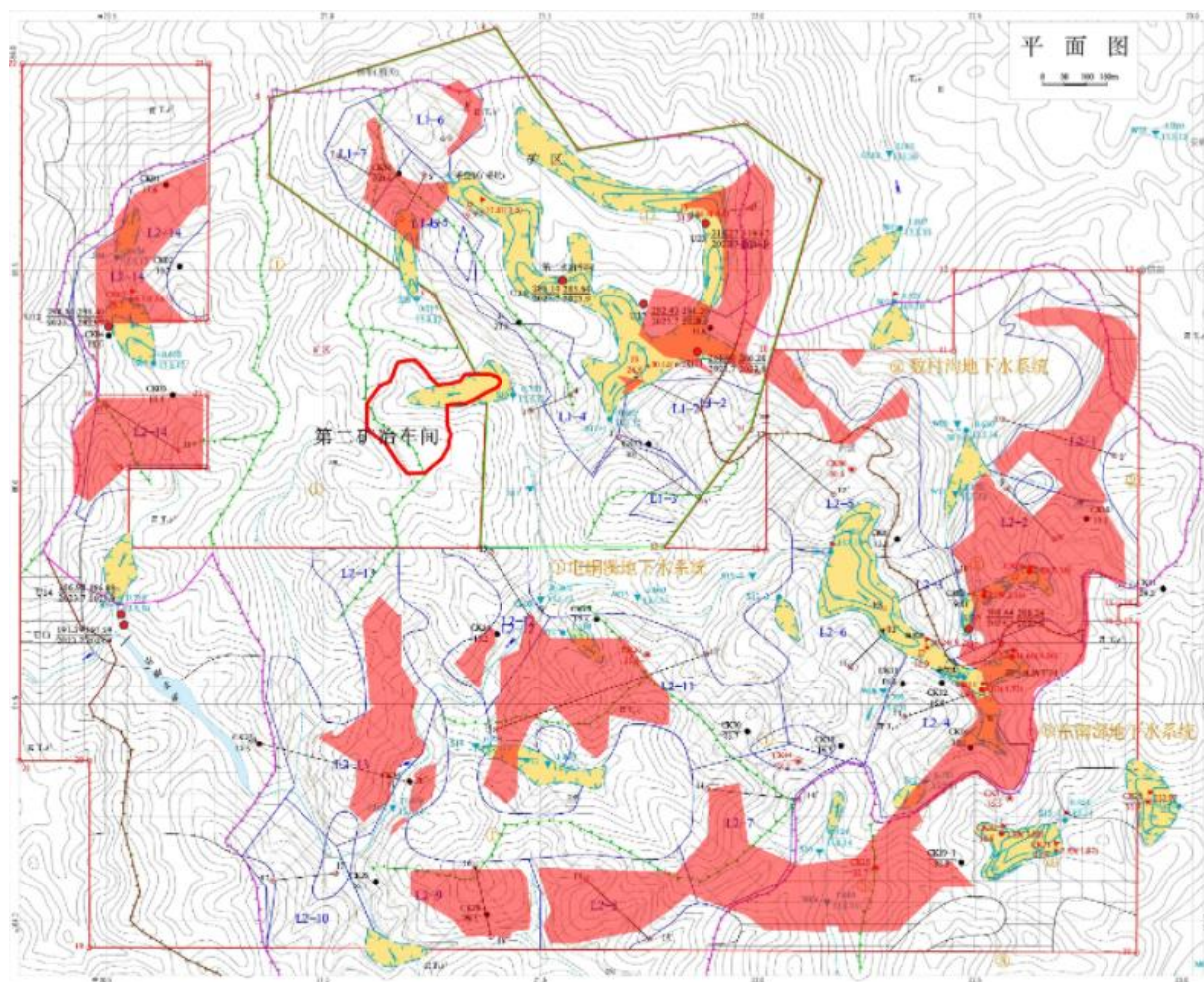


图3.1-12 矿区水文地质单元分区图

①屯洞溪次级水文地质单元

该次级水文地质单元受地形控制，东北高西南低，地下水向西南运移。以矿区周围山脊地表分水岭为界，从北面顶平槽关最高点，往东沿矿区东面矿界山脊—南面山脊，南面沿矿区南面的山脊，西面从顶平槽关往西沿着矿区西面山脊为汇水边界，微、未风化流纹质角砾熔岩为隔水底板边界，地下水从山顶向沟谷径流，以泉水或分散流形式排泄，沟谷为排泄边界，屯洞水库西面为本次级地下水排泄去向。

②数村溪次级水文地质单元

该次级水文地质单元受地形控制，南高北低，地下水向北运移。以顶平槽关、六汤、车间、博玛高山山脊为分水岭，完整火山岩为隔水底板边界，地下水从山顶向沟谷径流，在坡脚以泉水或分散流形式排出地表，汇入数村溪，调查发现3个下降泉，沟谷为排泄边界。沟谷及岩性接触面为单元边界。

③东南部次级水文地质单元

该次级水文地质单元受地形控制，北高南低，地下水向南运移。以矿区东南面的山脊为地表水及地下水的分水岭，完整火山岩为隔水底板边界，地下水从山顶向沟谷径流，在坡脚以泉水或分散流形式排出地表，汇入溪沟，调查发现 5 个下降泉。金楼断层接触面为单元边界。地下水在金楼断层一带转向西南侧向那民-那温屯一带径流，补给东侧的碳酸盐岩裂隙溶洞水。

本次评价建议该次级水文地质单元内的矿块在本次开采活动中不予开采。

3.1.7.4 矿区地下水与地表水的水力联系

1、矿区内主要地表径流基本情况

(1) 屯垌溪

位于屯垌溪次级水文地质单元中，由冲沟处潜水富集带的地下水出露形成，发育于屯垌溪次级水文地质单元北侧的北侧支流溪沟及发育于屯垌溪次级水文地质单元东侧的东侧支流溪沟于屯垌溪次级水文地质单元中部汇集形成屯垌溪干流溪沟；北侧支流溪沟坡降约为 8%，东侧支流溪沟坡降约为 7.3%，屯垌溪干流溪沟坡降约为 5.3%。干流溪沟由东北往西南侧径流，最终汇聚于屯垌水库，干流溪沟长度约为 2~3km，流量约为 20.462~27.889L/s。

(2) 数村溪

位于数村溪次级水文地质单元中，发育于数村溪次级水文地质单元南侧沟谷处，由冲沟处潜水富集带的地下水出露形成，矿区内河段坡降约为 6%，矿区外河段坡降约为 1.5%，溪沟长度约 6km，在矿区内干流溪沟呈直线由南往北径流，沿途经数村一带后转向西径流，最终排泄至黑水河。

2、矿区地下水与地表水的水力联系

矿区位于火山岩低山丘陵区的水分岭附近，附近的地表水是泉水汇成的沟溪。含水层含水介质以第四系坡、残积层及浅部风化裂隙为主，地下水由于受地形控制，在稍深的沟谷内多出露地表形成小地表流，形成以沟谷为单元的支状汇流区，其汇集成地表流，流出矿体赋存区。矿体赋存标高 220~420 米之间，位于地下水位之上，均在当地侵蚀基准面（沟溪）以上，地下水缺乏统一的水位，矿层底板地层透水及富水性较弱，并随地形起伏。矿区的地下水变动与降雨关系密切，与地表水水力联系不密切。各矿块地下水与地表水的关系见下表。

表3.1-10 矿块所在区地下水与地表水的补排关系

相对位置	地下水与下游地表水的补排关系
------	----------------

屯垌溪次级水文地质单元	地下水受地表溪流的补给较少，地下水自山顶向沟谷径流，以泉水排泄，自北东向西南汇集屯垌溪，通过岩溶区，排至黑水河。
数村溪次级水文地质单元	地下水受地表溪流的补给较少，地下水自山顶向沟谷径流，以泉水排泄，自南向北汇集数村沟，通过岩溶区，排至黑水河。
东南部次级水文地质单元	地下水受地表溪流的补给较少，地下水自山顶向沟谷径流，以泉水排泄，自西向东汇集至矿区东侧金缕断层一带，形成泉水及溪流，汇入溪流中，形成地表径流由北东往南西方向径流；剩余部分因受到金缕断层的阻隔转为北东-南西走向，至百叫屯及那温屯汇入一带汇入那温-那阳地下河，该地下河总体向东南径流。

3.1.7.5 矿区地下水的补、径、排条件

矿区处于低山丘陵区，区域分水岭附近，块状火山岩构造裂隙不发育，以风化形成的孔、裂隙为赋水空间，而地层的风化深度较小，地下水主要接受大气降雨的补给，补给源单一。大气降水后形成的地表坡面径流一部分沿坡面以分散面流、溪流的形式向地势低洼处的溪沟汇集后向下游排泄，一部分在重力作用下沿风化带的孔隙或风化裂隙垂向补给地下水并赋存于基岩的风化裂隙中，在水力坡降作用下，地下水沿基岩的风化裂隙以隙流的形式缓慢渗透径流，受地形、地层岩性、构造等的制约，围绕着各自相应的微地貌单元，由丘坡地带就近地势低洼处的坡脚、切割稍深的沟谷内便沿基岩中的风化裂隙以小流量泉水或以分散裂隙渗流的方式出露地表汇集于冲沟，在沟内形成地表细流或以潜流的形式排向沟口方向排泄，形成以沟谷为单元的支状汇流区，具有径流的距离短且就近排泄等特点。

1、屯垌溪次级水文地质单元

该水文地质单元主要含水岩组为第四系坡、残积层（Q）及流纹熔岩、角砾熔岩风化的全风化层至中风化层，其底部边界为微风化流纹质角砾熔岩。大部分矿块位于该水文地质单元区域。

（1）补给：地下水主要接受大气降雨的补给，补给源单一。该地下水系统含水岩组为第四系坡、残积层（Q）及流纹熔岩、角砾熔岩风化的全风化层至中风化层，厚十米左右，分别属弱透水与中等透水性地层，渗入系数为 0.10，矿区降雨汇水面积为 3.385km²，水量贫乏。

（2）径流：残积土、角砾熔岩风化的全风化层中的含砂粘性土及中风化层为弱透水地层，全风化的含粘性土粗砂及强风化层为中等透水性地层，枯季径流模数 0.81~1.85L/s.km²。径流速度慢，强度弱。

（3）排泄：地下水在斜坡或谷底以下降泉的形式排泄于地表，汇入溪流中，总体向西南径流。调查发现 10 个下降泉出露，泉水流量 0~2.10L/s，一般流量在 1.0L/s 以内。

2、数村溪次级水文地质单元

该水文地质单元主要含水岩组为第四系坡、残积层（Q）及流纹熔岩、角砾熔岩风化的全风化层至中风化层，其底部边界为微风化流纹质角砾熔岩。该地下水系统内有矿块 L2-1、L2-2、L2-3、L2-5。根据钻孔统计，微风化基岩顶面埋深 7.0~13.3m，Ck08 的水位埋深 1.76~2.10m，Ck09 的水位埋深 3.55~4.26m。

（1）补给：地下水主要接受大气降雨的补给，补给源单一。该地下水系统含水岩组为第四系坡、残积层（Q）及流纹熔岩、角砾熔岩风化的全风化层至中风化层，厚十米左右，分别属弱透水与中等透水性地层，渗入系数为 0.10，矿区降雨汇水面积为 0.565km²，泉水流量 S02 为 0.221~1.046L/s，S03 为 0.140~0.794L/s。水量贫乏。

（2）径流：残积土、角砾熔岩风化的全风化层中的含砂粘性土及中风化层为弱透水地层，全风化的含粘性土粗砂及强风化层为中等透水性地层，径流速度慢，强度弱。枯季径流模数 0.56 L/s.km²。

（3）排泄：地下水在斜坡或谷底以下降泉的形式排泄于地表，汇入数村沟中，总体向北径流。

3、东南部次级水文地质单元

该单元主要含水岩组为第四系坡、残积层（Q）及流纹熔岩、角砾熔岩风化的全风化层至中风化层，其底部边界为微风化流纹质角砾熔岩。根据钻孔统计，微风化基岩顶面埋深 14.6~19.5m，Ck20 的水位埋深 5.12~6.17m，Ck21 的水位埋深 8.06~8.88m，Ck22 的水位埋深 8.60~10.19m。调查发现 5 个下降泉，泉水流量 0~1.094L/s。

（1）补给：地下水主要接受大气降雨的补给，补给源单一。该地下水系统含水岩组为第四系坡、残积层（Q）及流纹熔岩、角砾熔岩风化的全风化层至中风化层，厚十米左右，分别属弱透水与中等透水性地层，渗入系数为 0.10，矿区降雨汇水面积为 1.893km²，水量贫乏。

（2）径流：残积土、角砾熔岩风化的全风化层中的含砂粘性土及中风化层为弱透水地层，全风化的含粘性土粗砂及强风化层为中等透水性地层，径流速度慢，强度弱。枯季径流模数 2.35 L/s.km²。

（3）排泄：地下水在斜坡或谷底以下降泉的形式排泄于地表，汇入溪流中，部分通过北部透水边界渗流进入与之相邻的石灰岩溶蚀通道中，总体向东南径流。

3.1.7.6 矿区内不同含水岩组之间的水力联系

1、与下伏地层之间的水力联系

矿区内的地下水类型以松散岩类孔隙水、火山岩风化裂隙水为主。松散岩类孔隙水赋存于低洼冲沟处第四系松散堆积土层的孔隙中；火山岩风化裂隙水赋存于北泗组（T_{1-2b}）的酸性流纹质角砾熔岩、花岗斑岩的风化壳浅层网状风化裂隙中。根据前文叙述，场地下伏隔水层为微、未风化的流纹质角砾熔岩（ πT_{1b}^2 ），在矿界范围内的钻孔均有揭露，在矿区矿界范围内连续均匀分布，其厚度在 40.18~61.2m 之间，在其下地层由上至下分别为粉砂质泥质与泥质粉砂岩（T_{1b}）、白云岩、白云质灰岩（T_{1b}），均不含地下水。

在火山岩风化裂隙水含水层之下均为隔水层，无地下水分布。

2、与周边碳酸盐岩裂隙溶洞水的水力联系

碳酸盐岩裂隙溶洞水含水岩组分布于矿区外围，矿区位于周边碳酸盐岩裂隙溶洞水的补给区。矿区内的松散岩类孔隙水及火山岩风化裂隙水部分在稍深的沟谷内多出露地表形成小地表流向碳酸盐岩裂隙溶洞水含水岩组分布区域径流，另外部分由矿区向碳酸盐岩裂隙溶洞水含水岩组进行补给，是碳酸盐岩裂隙溶洞水含水岩组的补给源之一。

调查范围内的碳酸盐岩裂隙溶洞水含水岩组分布区域及周边村屯无重要地下水饮用水源取水点分布，根据本次评价期间对碳酸盐岩裂隙溶洞水含水岩组分布区内的泉点、地下河天窗、民井监测结果，矿区外围的碳酸盐岩裂隙溶洞水未受到本项目历史开采活动污染。

3.1.7.7 矿区地下水的动态特征

由于矿区及周边地区内均为火山熔岩分布区，低山丘陵的坡地上透水不含水，地下水赋存在低处的沟谷内及地形较平缓、较宽大的沟壑内部分处。地下水以泉水或分散裂隙流的形式于低洼处渗出地表，因此，地下水动态观测是以水文地质监测井及泉水为主，同时做沟溪的流量监测。

本次对矿区各水文地质单元水位进行了补充调查与监测，矿区各水文地质单元地下水大部分位于沟谷低洼处，本次评价补充调查期间于沟谷低洼处设置了 11 个水位监测井，观测期为 2023 年 7 月及 2023 年 9 月。结合原水文地质勘察报告对各水文地质单元地下水动态特征进行描述。

1、屯垌溪次级水文地质单元动态特征

（1）补给区：本次评价期间未在山坡补给区布设钻孔，根据原水文地质勘察报告，山坡上补给区的钻孔，枯、平、丰季均无水。

（2）径流区

原水文地质勘察报告调查期间，在较缓的凹面径流区，水位埋深 3.12~16.95m，水位变幅 2.32~2.52m。在沟谷低洼处，水位埋深 0.35~1.36m，水位变幅 0.32~1.05m。水温变化不大，水温 25℃左右。

本次评价期间于屯垌溪次级水文地质单元布设了 7 个水位监测点，布设点位见附图 10-2；补充调查点位水位变幅情况见下表。

表3.1-11 屯垌溪次级水文地质单元补充调查水位情况一览

监测 点位	水位埋深 (m)		水位高程 (m)		水位变幅 (m)
	2023 年 7 月	2023 年 9 月	2023 年 7 月	2023 年 9 月	
U12	0.5	0.6	298.50	298.40	0.1m
U13	1.5	1.7	191.79	191.59	0.2m
U14	4.9	5.0	186.98	186.88	0.1m
U17	1.6	2.8	292.40	291.20	1.2m
U21	0.3	0.6	261.40	260.20	0.3m
U23	2.3	1.0	318.37	319.67	1.3m
U24	3.6	3.1	285.14	285.64	0.5m

(3) 排泄区：根据原水文地质勘察报告，泉水 S04、S05、S06、S09、S10、S13、S13-3、S13-4、S14、S15 排泄地下水，泉水流量 S04 为 0.08~0.912L/s，流量变幅 0.831L/s；S05 为 0.221~1.350L/s，流量变幅 1.129L/s；S06 为 0~1.142L/s，流量变幅 1.142L/s；S09 为 0~0.955L/s，流量变幅 0.955L/s；S10 为 0~1.142L/s，流量变幅 1.142L/s；S13 为 0.427~2.10L/s，流量变幅 1.674L/s，S14 为 0~1.53L/s，流量变幅 1.53L/s；S15 为 0~1.046L/s，流量变幅 1.046L/s。受气温影响，水温变化不大，丰季水温 25℃左右，枯季 23℃左右。

2、数村溪次级水文地质单元动态特征

(1) 补给区：山坡上补给区的钻孔，枯、平、丰季均无水。

(2) 径流区：根据原水文地质勘察报告，在较缓的凹面径流区，水位埋深 1.76~4.26m，水位变幅 0.34~0.71m，水温变化不大，水温 25℃左右。

本次评价期间于数村溪次级水文地质单元布设了 2 个水位监测点，布设点位见附图 10-2；补充调查点位水位变幅情况见下表。

表3.1-12 数村溪次级水文地质单元补充调查水位情况一览

监测 点位	水位埋深 (m)		水位高程 (m)		水位变幅 (m)
	2023 年 7 月	2023 年 9 月	2023 年 7 月	2023 年 9 月	
U11	3.8	2.3	176.60	178.10	1.5m
U25	0.5	0.9	308.64	308.24	0.4m

(3) 排泄区：根据原水文地质勘察报告，泉水 S01、S02、S03 排泄地下水，泉水流量 S01 为 0.325~1.828L/s，流量变幅 1.503L/s，S02 为 0.221~1.046L/s，流量变幅 0.825L/s，S03 为 0.140~0.794L/s，流量变幅 0.653L/s。枯季流量很小。受气温影响，水温变化不大，丰季水温 25℃左右，枯季 23℃左右。

3、 矿区东南部次级水文地质单元动态特征

(1) 补给区：山坡上补给区的钻孔，枯、平、丰季均无水。

(2) 径流区：在较缓的凹面径流区，水位埋深 5.12~10.19m，水位变幅 0.82~1.59m，水温变化不大，水温 25℃左右。

本次评价期间在东南侧水文地质单元布设了 1 个水位监测点，布设点位见附图 10-2；补充调查点位水位变幅情况见下表。

表3.1-13 矿区东南面水文地质单元补充调查水位情况一览

监测点位	水位埋深 (m)		水位高程 (m)		水位变幅 (m)
	2023 年 7 月	2023 年 9 月	2023 年 7 月	2023 年 9 月	
U1	0.3	1.4	203.53	202.43	1.5m
雁楼民井	0.6	1.0	200.07	199.67	0.4m

(3) 排泄区：根据原水文地质勘察报告，泉水 S15-1、S15-2、S16、S17 排泄地下水，泉水流量 S15-1 为 0.08~0.454L/s，流量变幅 0.374L/s，S16 为 0~0.644L/s，流量变幅 0.644L/s，S17 为 0.170~1.094L/s，流量变幅 0.924L/s。S16 为季节性泉水。受气温影响，水温变化不大，夏季水温 25℃左右，枯季 23℃左右。

4、 总体地下水动态特征

(1) 地下水动态具有与降雨基本一致的季节性和时限性变化特征。矿区的地下水位变动与降雨关系密切，在雨季地下水位变动相对较大，水位较高，泉流量较大，在枯、平水期水位变动较平稳，水位较低，泉流量较小。矿区内监测孔地下水水位年变幅 0.1~2.52m，泉水流量年变幅 0.374~1.674L/s。由于地形及地层入渗及地下径流条件的制约，雨季降大雨时易在沟谷内形成季节性地表流，流量变化较大，在枯、平水期这些季节性流水沟谷断流，沟内的出露的地下水位置露头下移，其流量变化也趋平稳。

(2) 缓坡凹面地下水埋深相对较深，洼地地下水埋深相对较浅。汇水面积大的泉水一般比汇水面积小的泉水流量大。

(3) 一次降雨过程的地下水位变化幅度大小与降雨强度及地形直接相关。在人工开挖、谷地及低洼处水位动态对降雨反应迅速，水位升高快，水位降得快，说明补给快，排泄也快。在地形平缓的宽大沟壑内的地下水位对降雨反应较滞后，水位升得慢，降得也慢，说明补给慢，排泄也慢。

3.1.7.8 矿区地下水化学特征

1、 原始水化学特征

根据《区域水文地质普查报告》（1：20 万，崇左幅 F-48-(18)），调查范围的水为重碳酸钙水。火山岩风化裂隙水化学类型为 HCO₃—Na.Ca 型，pH 值一般为 6-6.5，矿化

度 10~40mg/L。碳酸盐岩类水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{—Ca}$ 型为主, $\text{HCO}_3\text{—Ca.Mg}$ 型次之, pH 值一般为 7~8, 矿化度 100~400mg/L。

2、本次评价水化学特征

(1) 根据本次评价期间开展的地下水水质监测结果, 矿区所在的火成岩组成的低山丘陵区监测井及泉水为火成岩风化孔隙裂隙水, 水化学类型为 $\text{SO}_4\text{—Ca.Mg}$ 型, 丰水期 pH 值一般为 4.6-7.0, 总硬度 33~488mg/L, 矿化度 50~968mg/L。枯水期 pH 值一般为 4.6-7.3, 总硬度 40~875mg/L, 矿化度 76~1340mg/L。

(2) 矿区周围峰丛洼地、谷地的泉水、井水为岩溶水, 水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{—Ca}$ 型, 丰水期 pH 值一般为 6.5-7.6, 总硬度 21~488mg/L, 矿化度 43~475mg/L; 枯水期 pH 值一般 6.6~7.6, 总硬度 206~389mg/L, 矿化度 78~475mg/L。

3.1.8 土壤

江州区土类土种多样, 山地以红壤、黄壤为主, 耕地以潴育性水稻土为主。全市共有水稻土、菜园土、红壤、山地黄壤、黄棕壤、黑色石灰土、红色石灰土等 7 个土类, 18 个亚类, 54 个土属, 123 个土种。其中, 大部分是赤红壤土, 约占总面积的 73.5%, 水稻土面积次之, 约占 8.9%, 石灰岩土占 6.8%, 山地红壤占 6.3%, 其他土类占 3.3%。

土壤的形成、发育和演变, 除受自然环境因素的制约外, 还受到人类活动的影响。人类对土壤的开发利用主要是进行农业生产。由于农业耕作、灌溉和施肥等一系列的农业技术措施的长期作用, 引起了土壤类型及其性质发生了深刻的变化, 形成了不同于自然土壤的农业土壤, 或叫耕作土壤。例如: 棕色石灰土在旱耕条件下种植玉米、大豆、花生、甘蔗、薯类等旱作物, 发育形成棕泥土(耕型棕色石灰土); 而在水耕条件下种植水稻则发育形成水稻土中的棕泥田。红色石灰土或复钙红粘土在旱耕条件下, 种植玉米、甘蔗、豆类、薯类等旱作物, 发育形成赤泥土(耕型红色石灰土)或赤红土(耕型复钙红粘土); 在水耕条件下, 种植水稻也发育形成水稻土中的赤泥田或赤土田。

土壤肥力因成土母质及发育的不同而具有差异。按水稻土养分分级标准, 有机质、全氮、碱解氮的含量分为高量、中量、低量三个等级。水稻土中有机质高量级的面积占 94.12%, 全氮高量级的占 94.14%, 碱解氮高量级的占 93.64%。磷素, 速效磷 <5ppm 的低量级面积占 35.98%、5~10ppm 的中量级占 39.85%、超过 10ppm 的高量级占 24.17%。钾素, 速效钾 <50ppm 的低量级面积占 18.02%、50~100ppm 的中量级占 50.13%、>100ppm 的高量级占 31.85%。pH 值 5.5~6.5 微酸性面积占 73.11%、<5.5 酸性以下的占 26.69%,

二者合计占总面积的 99.8%。从养分状况看，土壤有机质、全氮含量丰富，但速效含量低，严重缺磷、缺钾，且氮、磷、钾比例失调，土壤反应普遍偏酸。

3.1.9 资源情况

(1) 植被资源

崇左市植物资源达 2000 多种，是广西重要的商品糖和亚热带水果生产基地。其中蔗糖、苦丁茶、龙眼、木薯、指天椒、生姜等产品享有盛名。一是全国产糖大市，种植面积接近 300 万亩；二是被誉为苦丁茶之乡，大新县是苦丁茶的原产地，种植的茶树已有 400 多年历史，目前全市已种植苦丁茶 6 万多亩，在全国占第一位；其他还包括龙眼、木薯、八角林、桐棉松、速生桉商品林、竹林基地、剑麻基地等。

崇左植被主要有针叶林地、阔叶林地、草丛植被和石山灌木群。

针叶林群丛。主要分布在南部四方岭余脉，北部西大明山支脉等处，疏密不均，高矮不一，大小不等。阔叶林地存在自左州乡林村至和平乡念金一带的石山岩溶地区，尚残存一片较完整的次生天然阔叶杂木林，多分布于海拔 300 至 500m 之间。草丛植被和石山灌木群则全市均有分布。

(2) 动物资源

崇左市境内有野生动物 22 目 57 科 139 种。其中：国家一级保护动物有白头叶猴、黑叶猴、熊猴、林麝、云豹、蟒等 6 种；国家二级保护动物有：猕猴、穿山甲、冠斑犀鸟、斑林狸、大灵猫、小灵猫、苏门羚、蛤蚧、白鸡、原鸡、黑熊、巨松鼠、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、蛇雕、领角、红面鹰、虎纹蛙、老鹰等 21 种。广西重点保护动物有：红耳鹎、花姬蛙、斑腿树蛙、泽蛙、黑眶蟾蜍、白花锦蛇、三线锦蛇、乌梢蛇、金环蛇、银环蛇、眼镜蛇、眼镜王蛇、变色树蜥、赤鹿、扫尾豪猪、貉、中华竹鼠、赤腹松鼠、鼯鼠、豹猫、食蟹螯、红颊螯、椰子猫、鼬獾等 26 种。这些保护动物均位于广西西大明山自治区级自然保护区和白头叶猴自然保护区内。

(3) 矿产资源

崇左市矿产资源较为丰富，在全区发现的 114 种矿产中，崇左市有 28 种、125 处矿产地，已进行地质勘查工作并查明资源储量有 22 种、46 处矿产地，其中特大型矿床 1 处，大型矿床 7 处，中型矿床 5 处，小型矿床 33 处。黑色金属矿产有锰、铁；有色金属矿产有铝、铅、锌、镍、钴；贵金属矿产有金；稀土金属矿产有吸附型离子稀土；稀有分散元素矿产有锗、镓、镉（伴生）；放射性矿产有铀；冶金辅助原料矿产有灰岩、硅石；燃料矿产有煤；化工原料非金属矿产有磷、重晶石；建筑材料及其他非金属矿产

有膨润土、水泥用石灰岩、砂岩、粘土、玻璃用白云岩、花岗岩、大理石、方解石、高岭土、水晶。

铝土矿：主要分布于扶绥县山圩—柳桥、江州区罗白乡和板利乡及江州镇、宁明县亭亮乡、龙州县上龙乡和响水镇一带。崇左市辖区内发现了特大型远景规模铝土矿，初步查明在扶绥县境内预测堆积型铝土矿资源量约为 7000 万 t。该成矿带由 5 个规模较大的矿体（含矿洼地）组成，矿石平均品位 Al_2O_3 40~57%。矿体大部分直接裸露地表，便于开采。该成矿带矿体规模大、含矿率高、厚度较大、矿石质量较好。江州区、宁明县、龙州县也有很好的铝土矿找矿前景。

锰矿：锰矿资源丰富，主要分布在大新县下雷、土湖锰矿区和天等县东平、把荷锰矿区。矿石品种齐全，开采条件简单。已探明资源储量大型矿床 2 处，中型 1 处，小型 2 处。大新下雷锰矿区是全国著名锰矿床。

离子吸附型稀土：主要分布于江州区、龙州县、凭祥市。

江州区已探明有铁、煤、磷、石油、铅锌矿、铁矿、铜矿、稀土矿、锰矿、黄金、砂金、水晶石、大理石、花岗岩、高岭土、石灰石等 16 种矿藏；其中铁矿蕴藏量 7400 万 t，原煤蕴藏量 4458 万 t。

太平镇有大量的矿资源，已探明的金属和非金属五种，其中铁矿储较多，水泥原料的石灰石、粘土；大理石储量可观，质量上乘；稀土为离子吸附型稀土，质量品位较高。

3.1.10 抗震设防烈度

根据国家地震局 1/300 万《中国地震烈度区划图（1990）》，境内地震基本烈度为 VI 度，属区域稳定地块。本地区地震基本烈度为 VI 度，设计地震加速度值为 0.05g。

3.1.11 周围自然保护区情况

3.1.11.1 广西崇左白头叶猴自然保护区

广西崇左白头叶猴自然保护区在本项目的东侧，项目矿区范围距离广西崇左白头叶猴自然保护区实验区 3.6km（相对位置见附图 11）。

广西崇左白头叶猴自然保护区是 2005 年 3 月 29 日由广西区人民政府以桂政函（2005）100 号文批复，将原崇左板利自然保护区和扶绥邕盆自然保护区合并建立的广西崇左白头叶猴自然保护区，2012 年 5 月经国务院批准晋升为国家级自然保护区。保护区东西长约 75km，南北宽约 48km，总面积达 25578 hm^2 。自然保护区由间断分布的 4

片石山区组成，包括扶绥县的岜盆片、扶绥和江州交界区域的大陵片、江州区的驮逐片以及江州区的板利片。

(1) 地理位置

保护区位于广西西南部的崇左市境内，行政上跨崇左市江州区（原崇左县）、扶绥县，地理坐标介于东经 $107^{\circ}16'53''\sim 107^{\circ}59'46''$ ，北纬 $22^{\circ}10'43''\sim 22^{\circ}36'55''$ ，东与南宁市的邕宁县接壤，西与崇左市的大新县相连，南与崇左市的宁明县毗邻，北与南宁市的隆安县相望。

(2) 保护区类型和保护对象

根据《自然保护区类型与级别划分原则》（GB/T14529-93），广西崇左白头叶猴自然保护区属于“野生生物类”中的“野生动物类型”自然保护区，主要保护对象为白头叶猴、黑叶猴等野生动物及其赖以生存的喀斯特石山森林生态系统。白头叶猴（*Trachypithecus leucocephalus*），俗称花叶猴，乌猿、白叶猴，属灵长目，旧大陆猴类疣猴亚科属动物，被列为国家I级重点保护野生动物和《濒危野生动植物种国际贸易公约》（CITES）附录II物种，是我国广西特有的一种灵长类动物，以树叶为主要食物的植食性旧大陆猴类。2010年，广西白头叶猴资源专项调查数据显示，全球白头叶猴野生种群数量共有120群937只，其中白头叶猴保护区江州区板利片分布33群306只、扶绥县岜盆片分布77群552只，合计共有110群858只；此外，龙州县与宁明县交界的弄岗保护区陇山片分布10群79只。这表明白头叶猴保护区是当前白头叶猴最主要的分布区。

(3) 保护区功能分区

崇左白头叶猴自然保护区划分为核心区、缓冲区和实验区等3个部分进行有效管理，核心区面积为10093.3公顷，占保护区面积的39.46%，缓冲区面积为6950.7公顷，占保护区面积的27.17%。实验区面积为8533.4公顷，占保护区面积的33.37%。

保护区的植被可划分为4个植被型组、6个植被型、32个群系，其中典型的植被类型主要有岩溶石山季节性雨林等。保护区已知陆生脊椎动物34目97科381种，占广西已知陆栖脊椎野生动物884种的43%；昆虫有15目103科558种。其中国家一级重点保护的有白头叶猴、黑叶猴、云豹、蟒蛇等5种；国家二级重点保护的有猕猴、大壁虎、白鹏、冠斑犀鸟等26种。属自治区级重点保护的野生动物有眼镜王蛇等57种。已知的野生维管束植物有144科503属848种。其中国家级重点保护植物有刺孢苏铁和叉叶苏铁两种；二级保护植物有七指蕨、桂木、樟树、任豆、海南椴、东京桐等6种。保护区

还有珍稀的兰科植物同色兜兰等 15 种；此外，保护区还是广西金花茶组植物的主要分布区，生长有淡黄金花茶等 6 种金花茶。

3.1.11.2 花山风景名胜区

花山风景名胜区位于广西壮族自治区的西南部，西南、西北与越南接壤，地理坐标地跨北纬 21°51′至 20°58′，东经 106°38′至 107°36′之间，距首府南宁仅 135 公里。1998 年，以花山岩画为中心的花山风景区被定为国家旅游风景名胜区，包括崇左市的江州区、宁明县、龙州县、大新县和凭祥市，总面积 3001 平方公里。在矿区南部，距离矿区范围 550m，距离母液处理车间 1780m（相对位置关系见附图 11）。

风景名胜区拥有多姿多彩的热带岩溶地貌，主要是峰丛洼地或沟谷，沟谷深切，洼地奇峰环列。幅地人迹罕至，幸存了茂密的原生态植被和大量珍稀濒危的动植物资源，其中哺乳类 100 种，鸟类 235 种，爬行类 40 种，两栖类 17 种，生长着一大批植物界过去未有记录的新种类以及国家重点保护植物。

风景名胜区主要由三带六片组成，即左江岩画为中心的沿江风光带；公路路线的山水田园风光带；与越南交界的南疆边关风光带；陇瑞、弄岗、陇科、恩城、罗白、濑湍珍稀动植物自然保护区，以及这三带六片周围广泛分布的独具特色的风景点。风景名胜区地域广阔，风景资源的分布具有明显的带状结构，就其景观精华特色可概括为一宝、三珍、十八景、八百里画廊、三万座奇峰。一宝指左江岩画，三珍分别为白头叶猴、金花茶、赤缸。花山岩画、德天瀑布、攀龙观猴、洞廊榕林、陇呼蚬王、龙宫洞府、友谊关楼、弄金长卷、南国长城、大新龙眼、金龙风情则组成十八景，八百里画廊则为左江山水二百里、公路景观五百里、边关景观一百里，拥有三万多座奇峰。风景名胜区奇观亘古长存，是古代壮族先民骆越集聚之地。

1998 年被国家定为旅游风景名胜区后，各景区、景点先后向社会开放并加强了基础设施建设，公路、铁路和水路十分便利，先后配置了机动船、豪华游艇和豪华快巴等交通游览设施，修建了别具特色的观光道，编排了多条黄金旅游线路。每年还举办花山文化艺术节、德天瀑布文化旅游节、友谊关边关旅游节，吸引了大量游客。

花山岩画：1988 年被国务院定为国家级重点文物保护单位。据专家考证，岩画创作始于春秋时期，延至后汉，迄今已有 2300 多年历史。岩画画面长 172 米，高 50 米，总面积 8000 多平方米，绘有大小图像 1900 多个。画面以人物造型为主，也有铜鼓、箭镞和野兽之类，人物呈双手向上弓张，双腿半蹲的舞状。人像最大有 3 米多高，最小也有 30 厘米。画面色调为赭红色，线条粗犷，神态各异，形象逼真，场面热烈而富有诡秘色

彩，气势恢宏，构成一幅反映古骆越民族生活的历史画卷，具有相当高的艺术造诣和浓厚的少数民族情调。其图像之多、分布之广密、作画地点之陡峭、作画条件之艰险，均被公认为国内外罕见。

德天瀑布：位于黑水河上游的中越边界，跌落在长达数百米的断崖上，瀑布大部分在我国境内，小部分在越南境内。被誉为世界第一跨国大瀑布。

崇左石景林：位于崇左以南 4 公里的新村附近，坐落在平均海拔 150 米的长条形的岩溶盆地之中。景区面积 1 平方公里，以岩溶残丘和岩洞洞穴为主，由于长期的岩溶作用，众多岩溶形成许多奇特的石景，故称它为“崇左石景林”景式。

3.1.11.3 左江干流流域-高峰岭水源涵养区

左江干流流域—高峰岭水源涵养区在本项目的北部，距离矿区范围 10m，距离母液处理车间 880m，距离设计开采区 230m（相对位置见附图 11）。

水源涵养生态系统通过其特有的结构与水相互作用，对降水进行截留、渗透、蓄积，并通过蒸发实现对水流、水循环的调控。一般可以通过恢复植被、建设水源涵养区达到控制土壤沙化、降低水土流失的目的。

3.1.11.4 基本农田

本项目矿区范围内存在基本农田，分别在矿区西部、南部及东部零散分布。据调查，矿区内的基本农田共有 22 个斑块，涉及“三区三线”划定的永久基本农田 4.3537 公顷。分布情况及各个斑块面积见下表及下图，标高 183~338m。

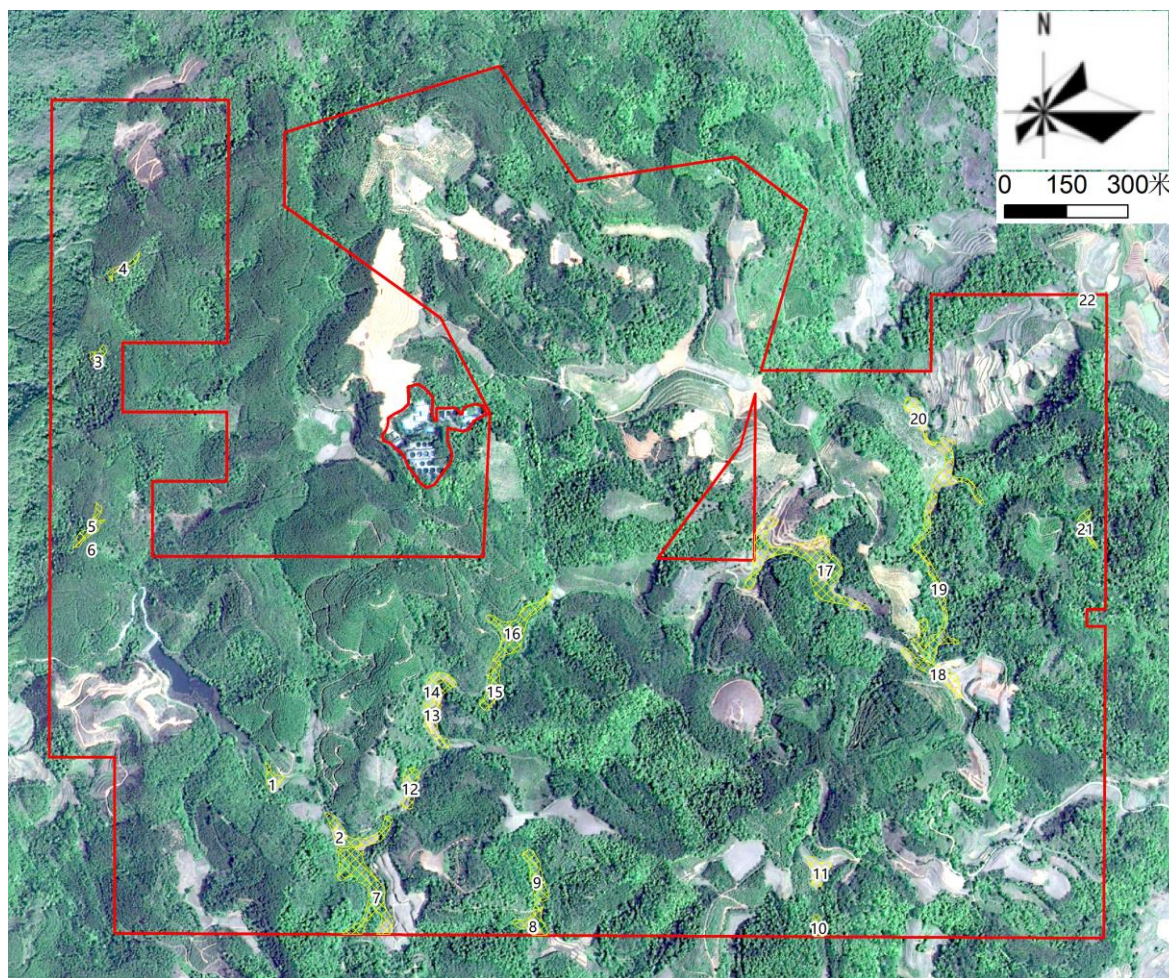


图3.1-13 基本农田在矿区内的分布情况

3.1.12 周围污染源调查

根据现场调查，矿区周边 5km 范围内无大型厂矿企业，无其他矿区分布。矿区周边主要为林地、旱地等，主要为周边村民进行农业种植。因此矿区周边无其他大型污染源分布，无矿权纠纷问题。

3.2 环境质量现状调查与影响分析

3.2.1 环境空气质量现状

3.2.1.1 所在区域环境空气质量达标情况

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）的要求，项目所在区域达标判定，优先采用国家或地方生态环境主管部门公开发布的评价基准年环境质量公告或环境质量报告中的数据或结论。

(1) 评价标准

本规划区域为二类环境空气质量功能区，环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

（2）监测结果统计

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）的要求，城市环境空气质量达标情况评价指标为 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO 和 O₃，六项污染物全部达标即为城市环境空气质量达标。

根据广西壮族自治区生态环境厅发布的《自治区生态环境厅关于通报 2022 年设区城市及各县（市、区）环境空气质量的函》（桂环函〔2023〕13 号），崇左市 2022 年二氧化硫、二氧化氮和细颗粒物（PM_{2.5}）、可吸入颗粒物（PM₁₀）年平均浓度及一氧化碳日均值第 95 百分位数浓度、臭氧日最大 8 小时平均值第 90 百分位数浓度均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中二级标准限值，详见下表。

表3.2-1 2022 年崇左基本污染物环境质量现状统计

污染物	评价指标	百分位	评价标准 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	现状浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	浓度占标率 (%)	超标频率 (%)	达标 情况
SO ₂	年平均	/	60	6	10.00	0	达标
NO ₂	年平均	/	40	14	35.00	0	达标
PM ₁₀	年平均	/	70	41	58.57	0	达标
PM _{2.5}	年平均	/	35	24.9	71.14	0	达标
CO	24 小时平均	95	4000	1000	25.00	0	达标
O ₃	日最大 8 小时平均	90	160	126	78.75	0	达标

综上，六项基本污染物的评价指标均可达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准的要求，2022 年项目所在的崇左市为环境空气质量达标区。

3.2.1.2 基本污染物环境质量现状评价

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）的要求，本项目 2022 年监测数据采用市环保局江州分局和城南新区空气监测数据，对各基本污染物进行环境质量现状评价。监测站基本情况见表 3.2-2。

表3.2-2 崇左监测站点位基本信息

监测站名称	监测站坐标		监测因子	相对项目方位	相对项目边界距离/km
	X	Y			
市环保局江州分局	109.222204783	21.591885598	SO ₂ 、NO ₂ 、 PM ₁₀ 、O ₃ 、CO、 PM _{2.5}	西	30.2
城南新区	109.174032309	21.525667222		西	33.8

（1）评价标准

本项目位于环境空气二类功能区，SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO、O₃ 执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，本次环境空气质量现状评价采用的标准限值详见下表。

表3.2-3 环境空气基本污染物评价标准限值表

评价因子	平均时段	单位	标准值	标准来源
SO ₂	24 小时平均	μg/m ³	150	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准
	年平均		60	
NO ₂	24 小时平均	μg/m ³	80	
	年平均		40	
PM ₁₀	24 小时平均	μg/m ³	150	
	年平均		70	
PM _{2.5}	24 小时平均	μg/m ³	75	
	年平均		35	
CO	24 小时平均	μg/m ³	4	
O ₃	日最大 8 小时平均	μg/m ³	160	

(2) 评价方法

对采用多个长期监测点位数据进行现状评价的，取各污染物相同时刻各监测点位的浓度平均值，作为评价范围内环境空气保护目标及网格点环境质量现状浓度，计算方法见下公式：

$$C_{\text{现状}(x,y,t)} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n C_{\text{现状}(j,t)}$$

式中：C_{现状}(x, y, t) ——环境空气保护目标及网格点(x, y)在t时刻环境质量现状浓度，μg/m³；

C_{现状}(j, t) ——第j个监测点位在t时刻环境质量现状浓度（包括短期浓度和长期浓度），μg/m³；

n——长期监测点位数。

根据《环境空气质量评价技术规范（试行）》（HJ663-2013）的污染物浓度统计方法，本次环境空气质量评价中，各评价时段内污染物的统计指标和统计方法如下所示：

1.将污染物浓度序列按数值从小到大排序，排序后的浓度序列为，i= 1,2,...,n。

2.计算第p百分位数m的序数k，序数k按式（A.3）计算。

$$k = 1 + (n - 1) \times p\% \quad (\text{A.3})$$

式中：

k —— p%位置对应的序数；

n —— 污染物浓度序列中的浓度值数量。

3.第 p 百分位数 m_p , 按式 (A.4) 计算:

$$m_p = X_s + (X_{s+1} - X_s) * (k - s) \quad (\text{A.4})$$

式中:

s —— k 的整数部分, 当 k 为整数时 s 与 k 相等。

(3) 监测结果统计与评价

本次基本污染物现状监测结果见下表。由表可知, SO_2 、 NO_2 年平均及 24 小时平均第 98 百分位数浓度达到《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 二级标准; PM_{10} 年平均及 24 小时平均第 95 百分位数浓度达标; CO 24 小时平均第 95 百分位数、 O_3 日最大 8 小时平均第 90 百分位数浓度达标; $\text{PM}_{2.5}$ 年平均及 24 小时平均第 95 百分位数浓度达标。2022 年崇左市环境空气质量综合评价因子 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 CO 、 O_3 全部达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准。

表3.2-4 基本污染物环境质量现状评价表

污染物	评价时段	评价标准 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	现状浓度 $(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	占标率%	超标频率%	达标情况
SO_2	24 小时均值第 98 百分位数	150			0	达标
	年均值	60			0	达标
NO_2	24 小时均值第 98 百分位数	80			0	达标
	年均值	40			0	达标
PM_{10}	24 小时均值第 95 百分位数	150			0	达标
	年均值	70			0	达标
CO	24 小时均值第 95 百分位数	4000			0	达标
O_3	日最大 8 小时平均第 90 百分位数	160			0	达标
$\text{PM}_{2.5}$	24 小时均值第 95 百分位数	75			0	达标
	年均值	35			0	达标

3.2.1.3 补充污染物环境质量现状评价

(1) 监测布点

根据评价区域的气象特征及各环境功能区、敏感点分布情况等, 本次监测共设置 1 个环境空气质量监测点。监测点位置及监测项目见下表。

表3.2-5 大气环境质量现状调查点位一览表

序号	点位名称	相对方位	风向关系	监测因子	备注
G1	屯桐	西	下风向 1300m	TSP、硫酸雾、氨共 3 项	本次监测

(2) 监测因子

G1 点位监测因子为: 氨气、TSP、硫酸雾共 3 项。

(3) 监测时间及频率

监测时间：G1 点位监测时间为 2023 年 8 月 9 日~8 月 15 日，连续监测 7 天。

表3.2-6 监测时间和监测频次

监测点位	监测因子	监测周期和频率	
		频次要求	结果类型
G1	TSP、硫酸雾	连续采样监测 7 天，监测日平均浓度，每次采样 24 小时	日均值
	氨气、硫酸雾	连续采样监测 7 天，监测小时平均浓度，每天采样 4 次，每次采样不少于 45 分钟，时段分别为 02: 00、08: 00、14: 00、20: 00。	小时值

(4) 监测分析方法

监测按《环境监测技术规范》《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ 194-2017）等执行；分析按《环境空气质量标准》（GB3095-2012）、《空气和废气监测分析方法》（第四版国家环保局 2003 年）、《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D 等执行。环境空气污染物的分析方法见下表。

表3.2-7 监测项目及分析方法

序号	项目	检测标准（方法）	检出限/检出下限
1	TSP	环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法 HJ 1263-2022	7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2	硫酸雾	固定污染源废气 硫酸雾的测定 离子色谱法 HJ 544-2016	0.0003 mg/m^3 （采样 120 m^3 定容 100 ml），0.005 mg/m^3 （采样 3 m^3 容 50 ml）
3	氨	环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ 533-2009	0.01 mg/m^3 （10ml 吸收液；采样 45L）

(5) 评价标准

执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准、《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）附录 D。

表3.2-8 环境空气质量评价标准

评价因子	平均时段	单位	标准值		标准来源
			一级	二级	
TSP	24 小时平均	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	120	300	《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）
硫酸雾	24 小时平均	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100		《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）附录 D
	1 小时平均	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	300		
氨	1 小时平均	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	200		

(6) 评价方法

评价方法采用各取值时间最大占标百分比及超标率，公式如下：

① 最大浓度占标百分比：

$$P_i = (C_i / C_{si}) \times 100\%$$

式中：Pi——i 项污染物的最大浓度占标率，%；

Ci——i 项污染物的实测浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 或 mg/m^3 ；

C_{si} ——i 项污染物浓度标准值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 或 mg/m^3 。

$P_i > 100\%$ 时，表示 i 污染物超标， $P_i \leq 100\%$ 时，表示 i 污染物未超标。

② 超标率=超标个数/总监测数据个数 $\times 100\%$ 。

(7) 监测结果分析与评价

环境空气质量监测结果与评价见下表。

表3.2-9 环境空气质量监测结果与评价 单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

监测点位	污染物	平均时间	评价标准	监测浓度范围	最大浓度占标率 (%)	超标率 (%)	达标情况
G1	TSP	24 小时平均	300			0	达标
	硫酸雾	24 小时平均	100			0	达标
		1 小时平均	300			0	达标
	氨	1 小时平均	200			0	达标

注：“ND”表示分析结果低于方法最低检出限，取检测限值的一半计算质量指数。

由监测结果可知：G1 监测点：硫酸雾、氨的 1 小时浓度值和硫酸雾的日均浓度值满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）表 D.1 其他污染物空气质量浓度参考限值要求；TSP 日均值满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。

3.2.2 地表水环境质量现状调查与评价

降水是矿区地下水及地表水的主要补给来源，地下水自山顶向坡脚径流，以泉或分散流的形式排泄于沟谷或洼地中，汇成溪流排向岩溶区。

根据地形特征及地下水的排泄方向，矿区内屯垌溪次级水文地质单元的地下水出露地表及降水汇聚成屯垌溪汇入屯垌水库，自东向西径流，于矿区西南侧 1.9km 处汇入黑水河；数村溪次级水文地质单元地下水出露地表及降水汇聚成数村溪，先自南往北径流后折向西，于矿区西北侧 2.4km 处汇入黑水河。

矿区地表径流主要涉及数村溪、屯垌溪及支流、屯垌水库、黑水河以及矿区东南侧无名小沟。

3.2.2.1 监测断面及监测因子

本次评价共设置 21 个地表水监测断面（断面分布见附图 10-1），具体见下表。

表3.2-10 地表水断面布设一览表

监测断面	监测断面位置	监测水体	布点原则	监测因子	监测时间			监测频次
					丰水期	枯水期	平水期	
W1	屯垌水库	屯垌水库	控制断面	pH 值、氨氮、高锰酸盐指数、COD、BOD ₅ 、铜、铅、锌、砷、镉、铬（六价）、汞、氟化物、氯化物、硝酸盐、硫酸盐、硫化物、石油类、镁离子、钠离子	2023年8月9日~11日	2024年2月27日29日	/	每天采样一次 (W19 仅于2024年5月10日采样1次)
W2	屯垌溪出矿区后下游 200m	屯垌溪	控制断面					
W3	黑水河与屯垌溪汇合口上游 200 m	屯垌溪	控制断面					
W4	黑水河与屯垌溪汇合口下游 200 m	黑水河	控制断面					
W5	数村溪与黑水河汇合口上游 200 m	黑水河	对照断面					
W6	黑水河与数村溪汇合口下游 200 m	黑水河	控制断面					
W7	数村溪在线监测点下游 100m	数村溪	控制断面					
W8	第 1 级环保坝下游 150m	屯垌溪支流 --无名水沟 1	控制断面					
W9	中转池水	水池	控制断面					
W10	无名水沟 3 断面	屯垌溪支流 --无名水沟 3	控制断面					
W11	无名水沟 4 断面	屯垌溪支流 --无名水沟 4	控制断面					
W12	无名水沟 2 断面	屯垌溪支流 --无名水沟 2	控制断面					
W13	矿区南边界无名溪沟断面	无名溪沟 5	控制断面					
W14	矿区南边界外无名溪沟断面	无名溪沟 5	控制断面					
W15	矿区东边界	无名溪沟 6	控制断面					
W16	矿区内数村溪断面（9#监控井附近）	数村溪	控制断面					
W17	矿区边界数村溪断面	数村溪	控制断面					
W18	矿区外数村溪断面	数村溪	控制断面					
W19	二级环保坝前断面	屯垌溪	控制断面		/	/	2024年5月10日~12日	
W20	屯垌溪出矿界断面	屯垌溪	控制断面					
W21	屯垌溪到地表水监测断面	屯垌溪	控制断面					

注：

- 本次评价地表水断面在已获取数村溪、屯垌溪在线监测数据基础上进行布设；
- 无名水沟 1、2、3、4 最终均汇集至屯垌溪，沿线采用环保坝或者拦截坝+中转池进行收集后泵至母液处理车间污水处理站处理；
- 无名水沟 5、6 属于矿区东南面汇水区。

3.2.2.2 监测分析方法

监测分析方法按《地表水环境质量监测技术规范》（HJ91.2-2022）中的有关规定进行，地表水监测因子的分析方法和最低检出限见下表。

表3.2-11 地表水各监测项目的分析方法和检出限

序号	项目	检测标准（方法）	检出限/检出下限
1	水温	水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计法 GB/T 13195-1991	0.1℃
2	pH 值	水质 pH 值的测定 玻璃电极法 HJ 1147-2020	0.1(pH 值)
3	化学需氧量	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法 HJ 828-2017	4mg/L
4	高锰酸盐指数	水质 高锰酸盐指数的测定 GB/T 11892-1989	0.5mg/L
5	五日生化需氧量	水质 五日生化需氧量（BOD ₅ ）的测定 稀释与接种法 HJ 505-2009	0.5mg/L
6	氨氮	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ 535-2009	0.025mg/L
7	硝酸盐氮	水质 无机阴离子（F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻ ）的测定 离子色谱法 HJ 84-2016	0.004mg/L
8	氟化物		0.006mg/L
9	氯化物		0.007mg/L
10	硫酸盐		0.018mg/L
11	硫化物	水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法 HJ 1226-2021	0.01mg/L (10mm 比色皿)
12	六价铬	水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法 GB/T 7467-1987	0.004mg/L
13	铜	水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法 HJ 776-2015	0.006mg/L
14	锌		0.004mg/L
15	Na ⁺		0.03mg/L
16	Mg ²⁺		0.02mg/L
17	铅	石墨炉原子吸收法（B）《水和废水监测分析方法》（第四版）国家环保总局 2002 年	0.001mg/L
18	镉		0.0001mg/L
19	砷	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法 HJ 694-2014	0.0003mg/L
20	汞		0.00004mg/L
21	石油类	水质 石油类的测定紫外分光光度法（试行） HJ 970-2018	0.01 mg/L

3.2.2.3 评价标准

执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III类标准。相关标准限值详见下表。

表3.2-12 《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）（摘录）单位：（mg/L）（pH 除外）

序号	项目	III类标准
1	pH 值	6~9
2	氨氮（以 N 计）	≤1
3	高锰酸盐指数	≤6
4	COD	≤20
5	BOD ₅	≤4
6	铜	≤1.0
7	铅	≤0.05
8	锌	≤1

序号	项目	III类标准
9	砷	≤0.05
10	镉	≤0.005
11	六价铬	≤0.05
12	汞	≤0.0001
13	氟化物	≤1
14	硫化物	≤0.2
15	石油类	≤0.05
16	氯化物*	≤250
17	硫酸盐*	≤250
18	硝酸盐*	≤10

注：*硝酸盐、硫酸盐、氯化物参照《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）表 2 中集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值。

3.2.2.4 评价方法

监测结果采用《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）推荐的水质指数法进行评价，计算公式如下：

①一般性水质因子的指数计算公式：

$$S_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{C_{si}}$$

式中： $S_{i,j}$ ——评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$C_{i,j}$ ——评价因子 i 在第 j 点的实测统计代表值，mg/L；

C_{si} ——评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

②溶解氧（DO）的标准指数计算公式为：

$$S_{DO,j} = DO_s / DO_j \quad DO_j \leq DO_f$$

$$S_{DO,j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad DO_j > DO_f$$

式中： $S_{DO,j}$ ——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j ——溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s ——溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_f ——饱和溶解氧浓度，mg/L，对于河流 $DO_f = 468 / (31.6 + T)$ ；

T——水温，℃。

③pH 值的指数计算公式：

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH.j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

式中： $S_{pH.j}$ —pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH_j —pH 值实测统计代表值；

pH_{sd} —评价标准中规定的 pH 值的下限值；

pH_{su} —评价标准中规定的 pH 值的上限值。

3.2.2.5 监测结果及评价

1、丰水期水质监测及评价结果

丰水期主要对屯垌溪及其支流（即无名水沟 1、2、3、4）、屯垌水库、数村溪以及黑水河进行了取样监测，评价区域丰水期地表水水质监测结果见下表 3.2-13~3.2-15，丰水期典型污染物沿程趋势分析见图 3.2-1。监测数据反映结果如下：

（1）屯垌溪支流（即无名水沟 1、2、3、4）水质代表断面为 W8~W12，监测结果显示，pH 值、氨氮、硝酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 2.10 倍、6.91 倍、4.59 倍。

（2）屯垌溪干流——屯垌水库水质代表断面为 W1，监测结果显示氨氮、硝酸盐氮略微出现超标，超标倍数分别为 0.54 倍和 1.01 倍。

（3）屯垌溪干流（从屯垌水库——黑水河汇入口）水质代表断面为 W2~W3，监测结果显示断面硝酸盐略微出现超标，超标倍数为 0.8 倍。

（4）数村溪水质代表断面为 W7 采样断面各监测因子均可达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的 III 类标准值。

（5）黑水河水水质代表断面为 W4~W5 所有断面各监测因子均可达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的 III 类标准值。

（6）丰水期矿区内屯垌溪支流（即无名水沟 1、2、3、4）——屯垌水库——屯垌溪干流各监测断面数据显示，pH、氨氮、硝酸盐越靠近历史采空区超标越严重，但沿程各污染物浓度逐渐衰减，污染水平下降明显。矿区内地表溪流补给主要靠降雨补水，历年来残留在采空区的含铵浸矿剂随入渗雨水出露到地表水体后造成地表水体中部分污染物出现超标情况。矿区外出现硝酸盐略微超标，是由于氨氮发生硝化反应所致。

表3.2-13 水质监测结果统计与评价表（丰水期） 单位：mg/L

监测项目	采样日期	标准	监测结果									
			W1		W2		W3		W4		W5	
			监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j
水温	2023.8.9	/										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
pH 值	2023.8.9	6~9										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
氨氮	2023.8.9	≤1										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
高锰酸盐指数	2023.8.9	≤6										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
COD	2023.8.9	≤20										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
BOD ₅	2023.8.9	≤4										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
铜	2023.8.9	≤1.0										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
锌	2023.8.9	≤1										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
铅	2023.8.9	≤0.05										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
镉	2023.8.9	≤0.005										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
六价铬	2023.8.9	≤0.05										

监测项目	采样日期	标准	监测结果											
			W1		W2		W3		W4		W5			
			监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j		
	2023.8.10													
	2023.8.11													
砷	2023.8.9	≤0.05												
	2023.8.10													
	2023.8.11													
汞	2023.8.9	≤0.0001												
	2023.8.10													
	2023.8.11													
氟化物	2023.8.9	≤1												
	2023.8.10													
	2023.8.11													
氯化物	2023.8.9	≤250												
	2023.8.10													
	2023.8.11													
硝酸盐	2023.8.9	≤10												
	2023.8.10													
	2023.8.11													
硫酸盐	2023.8.9	≤250												
	2023.8.10													
	2023.8.11													
硫化物	2023.8.9	≤0.2												
	2023.8.10													
	2023.8.11													
石油类	2023.8.9	≤0.05												
	2023.8.10													
	2023.8.11													
镁离子	2023.8.9	/												
	2023.8.10													
	2023.8.11													
钠离子	2023.8.9	/												
	2023.8.10													
	2023.8.11													

表3.2-14 水质监测结果统计与评价表（丰水期）续表 单位：mg/L

监测项目	采样日期	标准	监测结果									
			W6		W7		W8		W9		W10	
			监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j
水温	2023.8.9	/										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
pH 值	2023.8.9	6~9										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
氨氮	2023.8.9	≤1										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
高锰酸盐指数	2023.8.9	≤6										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
COD	2023.8.9	≤20										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
BOD ₅	2023.8.9	≤4										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
铜	2023.8.9	≤1.0										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
锌	2023.8.9	≤1										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
铅	2023.8.9	≤0.05										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
镉	2023.8.9	≤0.005										
	2023.8.10											
	2023.8.11											
六价铬	2023.8.9	≤0.05										

监测项目	采样日期	标准	监测结果										
			W6		W7		W8		W9		W10		
			监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	
	2023.8.10												
	2023.8.11												
砷	2023.8.9	≤0.05											
	2023.8.10												
	2023.8.11												
汞	2023.8.9	≤0.0001											
	2023.8.10												
	2023.8.11												
氟化物	2023.8.9	≤1											
	2023.8.10												
	2023.8.11												
氯化物	2023.8.9	≤250											
	2023.8.10												
	2023.8.11												
硝酸盐	2023.8.9	≤10											
	2023.8.10												
	2023.8.11												
硫酸盐	2023.8.9	≤250											
	2023.8.10												
	2023.8.11												
硫化物	2023.8.9	≤0.2											
	2023.8.10												
	2023.8.11												
石油类	2023.8.9	≤0.05											
	2023.8.10												
	2023.8.11												
镁离子	2023.8.9	/											
	2023.8.10												
	2023.8.11												
钠离子	2023.8.9	/											
	2023.8.10												
	2023.8.11												

表3.2-15 水质监测结果统计与评价表（丰水期）续表 单位：mg/L

监测项目	采样日期	标准	监测结果			
			W11		W12	
			监测值	Si, j	监测值	Si, j
水温	2023.8.9	/				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
pH 值	2023.8.9	6~9				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
氨氮	2023.8.9	≤1				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
高锰酸盐指数	2023.8.9	≤6				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
COD	2023.8.9	≤20				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
BOD ₅	2023.8.9	≤4				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
铜	2023.8.9	≤1.0				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
锌	2023.8.9	≤1				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
铅	2023.8.9	≤0.05				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
镉	2023.8.9	≤0.005				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
六价铬	2023.8.9	≤0.05				

监测项目	采样日期	标准	监测结果			
			W11		W12	
			监测值	Si, j	监测值	Si, j
	2023.8.10					
	2023.8.11					
砷	2023.8.9	≤0.05				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
汞	2023.8.9	≤0.0001				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
氟化物	2023.8.9	≤1				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
氯化物	2023.8.9	≤250				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
硝酸盐	2023.8.9	≤10				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
硫酸盐	2023.8.9	≤250				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
硫化物	2023.8.9	≤0.2				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
石油类	2023.8.9	≤0.05				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
镁离子	2023.8.9	/				
	2023.8.10					
	2023.8.11					
钠离子	2023.8.9	/				
	2023.8.10					
	2023.8.11					

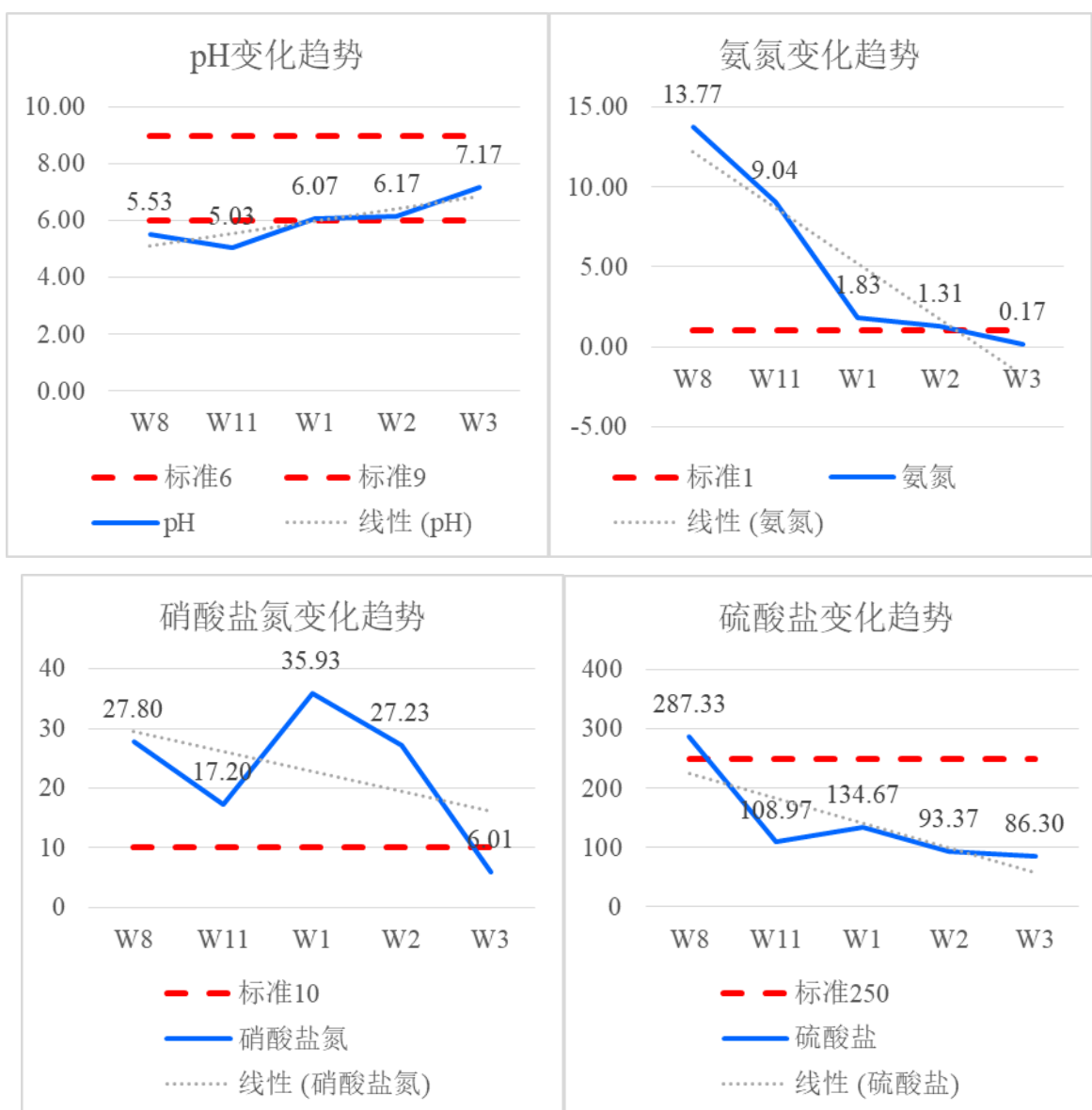


图3.2-1 丰水期典型污染物沿程趋势走向图 (单位: mg/L)

2、枯水期水质监测及评价结果

枯水期主要对屯垌溪及其支流（即无名水沟 1、2、3、4）、屯垌水库、数村溪以及黑水河进行了取样监测，评价区域枯水期地表水水质监测结果见下表 3.2-16~3.2-18，枯水期典型污染物沿程趋势分析见图 3.2-2。监测数据反映结果如下：

(1) 屯垌溪支流（即无名水沟 1、2、3、4）水质代表断面为 W8~W12，监测结果显示，pH 值、氨氮、硝酸盐、硫酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 2.0 倍、33.1 倍、10.2 倍和 0.88 倍。

(2) 屯垌溪干流——屯垌水库水质代表断面为 W1，监测结果显示氨氮、硝酸盐氮略微出现超标，超标倍数分别为 0.94 倍和 2.65 倍。

(3) 屯垌溪干流（从屯垌水库——黑水河汇入口）水质代表断面为 W2~W3，监测结果显示氨氮、硝酸盐氮略微出现超标，超标倍数分别为 0.45 倍和 1.89 倍。

(4) 数村溪水质代表断面为 W7 采样断面各监测因子均可达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准值。

(5) 黑水河水质代表断面为 W4~W5 所有断面各监测因子均可达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准值。

(6) 枯水期矿区内屯垌溪支流（即无名水沟 1、2、3、4）——屯垌水库——屯垌溪干流各监测断面数据显示，pH、氨氮、硝酸盐越靠近历史采空区超标越严重，但沿程各污染物浓度逐渐衰减，污染水平下降明显。矿区内地表溪流补给主要靠降雨补水，历年来残留在采空区的含铵浸矿剂随入渗雨水出露到地表水体后造成地表水体中部分污染物出现超标情况。

表3.2-16 水质监测结果统计与评价表（枯水期） 单位：mg/L

监测项目	采样日期	标准	监测结果									
			W1		W2		W3		W4		W5	
			监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j
水温	2024.2.27	/										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
pH 值	2024.2.27	6~9										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
氨氮	2024.2.27	≤1										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
高锰酸盐指数	2024.2.27	≤6										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
COD	2024.2.27	≤20										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
BOD ₅	2024.2.27	≤4										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
铜	2024.2.27	≤1.0										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
锌	2024.2.27	≤1										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
铅	2024.2.27	≤0.05										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
镉	2024.2.27	≤0.005										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
六价铬	2024.2.27	≤0.05										

监测项目	采样日期	标准	监测结果											
			W1		W2		W3		W4		W5			
			监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j		
	2024.2.28													
	2024.2.29													
砷	2024.2.27	≤0.05												
	2024.2.28													
	2024.2.29													
汞	2024.2.27	≤0.0001												
	2024.2.28													
	2024.2.29													
氟化物	2024.2.27	≤1												
	2024.2.28													
	2024.2.29													
氯化物	2024.2.27	≤250												
	2024.2.28													
	2024.2.29													
硝酸盐	2024.2.27	≤10												
	2024.2.28													
	2024.2.29													
硫酸盐	2024.2.27	≤250												
	2024.2.28													
	2024.2.29													
硫化物	2024.2.27	≤0.2												
	2024.2.28													
	2024.2.29													
石油类	2024.2.27	≤0.05												
	2024.2.28													
	2024.2.29													
镁离子	2024.2.27	/												
	2024.2.28													
	2024.2.29													
钠离子	2024.2.27	/												
	2024.2.28													
	2024.2.29													

表3.2-17 水质监测结果统计与评价表（枯水期）续表 单位：mg/L

监测项目	采样日期	标准	监测结果									
			W6		W7		W8		W9		W10	
			监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j
水温	2024.2.27	/										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
pH 值	2024.2.27	6~9										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
氨氮	2024.2.27	≤1										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
高锰酸盐指数	2024.2.27	≤6										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
COD	2024.2.27	≤20										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
BOD ₅	2024.2.27	≤4										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
铜	2024.2.27	≤1.0										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
锌	2024.2.27	≤1										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
铅	2024.2.27	≤0.05										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
镉	2024.2.27	≤0.005										
	2024.2.28											
	2024.2.29											
六价铬	2024.2.27	≤0.05										

监测项目	采样日期	标准	监测结果										
			W6		W7		W8		W9		W10		
			监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	
	2024.2.28												
	2024.2.29												
	2024.2.27		≤0.05										
2024.2.28													
2024.2.29													
汞	2024.2.27	≤0.0001											
	2024.2.28												
	2024.2.29												
氟化物	2024.2.27	≤1											
	2024.2.28												
	2024.2.29												
氯化物	2024.2.27	≤250											
	2024.2.28												
	2024.2.29												
硝酸盐	2024.2.27	≤10											
	2024.2.28												
	2024.2.29												
硫酸盐	2024.2.27	≤250											
	2024.2.28												
	2024.2.29												
硫化物	2024.2.27	≤0.2											
	2024.2.28												
	2024.2.29												
石油类	2024.2.27	≤0.05											
	2024.2.28												
	2024.2.29												
镁离子	2024.2.27	/											
	2024.2.28												
	2024.2.29												
钠离子	2024.2.27	/											
	2024.2.28												
	2024.2.29												

表3.2-18 水质监测结果统计与评价表（枯水期）续表 单位：mg/L

监测项目	采样日期	标准	监测结果			
			W11		W12	
			监测值	Si, j	监测值	Si, j
水温	2024.2.27	/				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
pH 值	2024.2.27	6~9				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
氨氮	2024.2.27	≤1				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
高锰酸盐指数	2024.2.27	≤6				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
COD	2024.2.27	≤20				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
BOD ₅	2024.2.27	≤4				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
铜	2024.2.27	≤1.0				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
锌	2024.2.27	≤1				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
铅	2024.2.27	≤0.05				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
镉	2024.2.27	≤0.005				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
六价铬	2024.2.27	≤0.05				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
砷	2024.2.27	≤0.05				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
汞	2024.2.27	≤0.0001				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
氟化物	2024.2.27	≤1				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
氯化物	2024.2.27	≤250				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
硝酸盐	2024.2.27	≤10				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
硫酸盐	2024.2.27	≤250				
	2024.2.28					
	2024.2.29					

监测项目	采样日期	标准	监测结果			
			W11		W12	
			监测值	Si, j	监测值	Si, j
硫化物	2024.2.27	≤0.2				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
石油类	2024.2.27	≤0.05				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
镁离子	2024.2.27	/				
	2024.2.28					
	2024.2.29					
钠离子	2024.2.27	/				
	2024.2.28					
	2024.2.29					

注：“ND”表示分析结果低于方法最低检出限，取检测限值的一半计算质量指数。

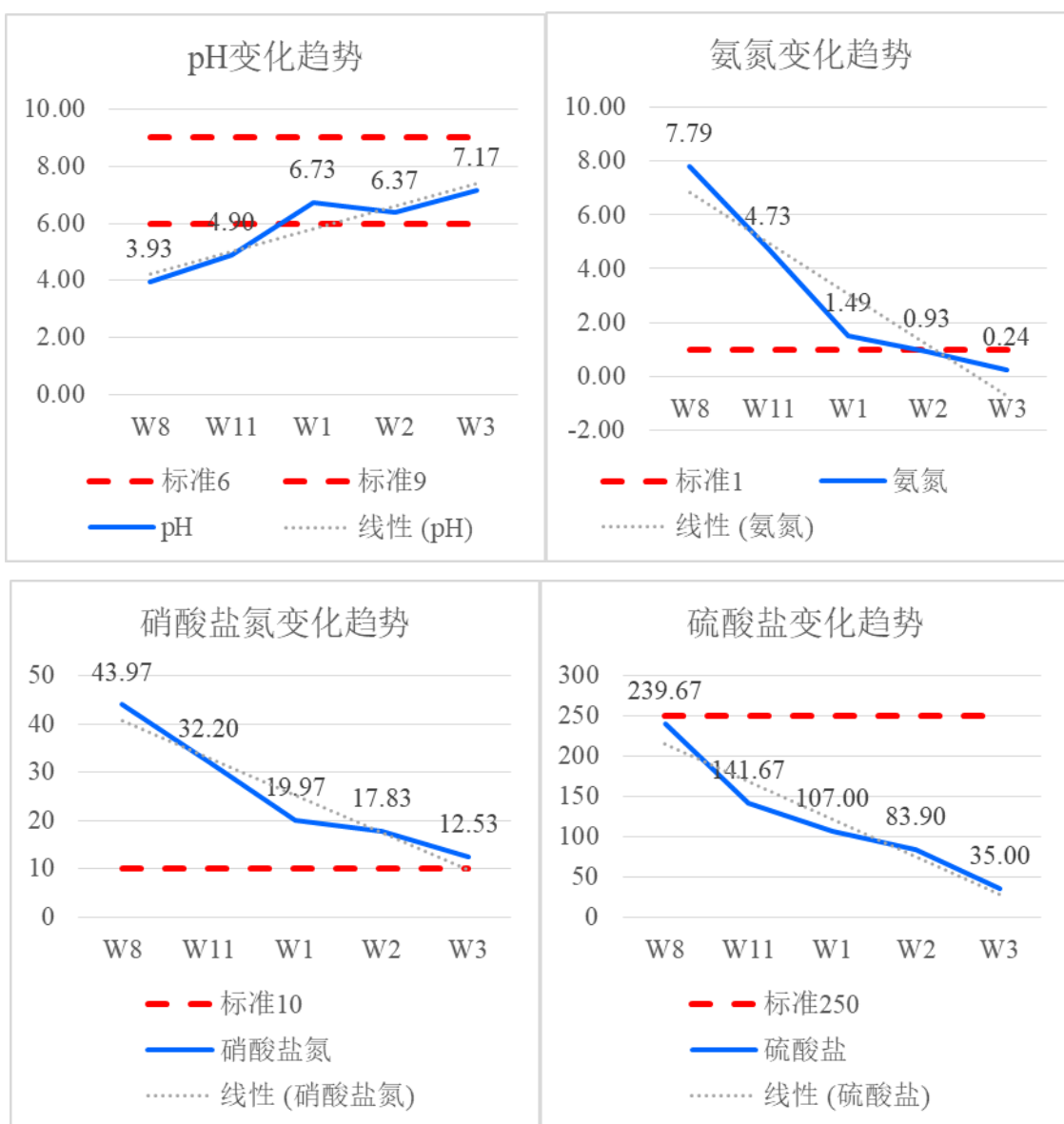


图3.2-2 枯水期典型污染物沿程趋势走向图（单位：mg/L）

3、枯丰水期对比

W1~W12 断面同时在枯水期和丰水期进行采样监测，因此有必要对两个水期同一断面监测数据进行对比，对比可知结果如下：

(1) 屯垌溪沿线个断面枯水期的各监测断面监测数据整体偏大，其原因可能为丰水期水量较大，淋溶采空区时带出的污染物多，但河流自净能力也强于枯水期，因而枯水期各监测断面监测的 pH、氨氮、硝酸盐、硫酸盐浓度偏高。对比图表见图 3.2-3~图 3.2-6。

(2) 数村河流域枯丰水期的 pH、氨氮、硝酸盐氮、硫酸盐监测数据变化不大，矿区外数村河流域设置的监测断面各监测因子均能达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准值要求。对比图表见图 3.2-7。

(3) 数村溪、屯垌溪汇入黑水河后，黑水河沿程流域枯丰水期的 pH、氨氮、硝酸盐氮、硫酸盐监测数据变化不大，黑水河流域设置的监测断面各监测因子均能达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准值要求。对比图表见图 3.2-8。

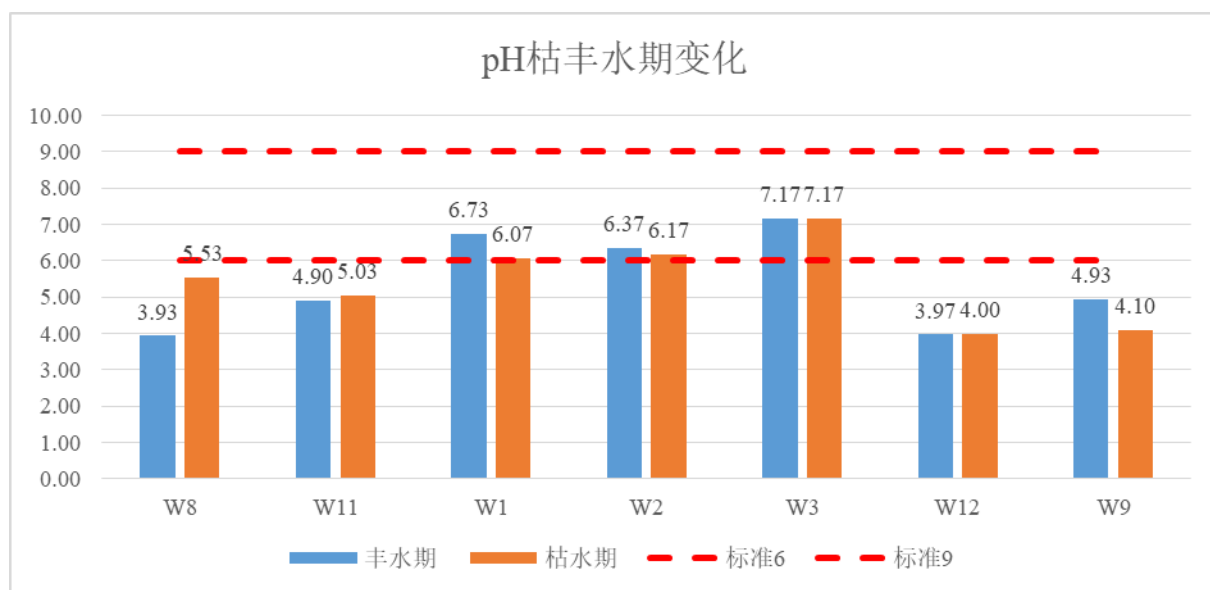


图3.2-3 pH 值枯丰水期变化图（单位：无量纲）

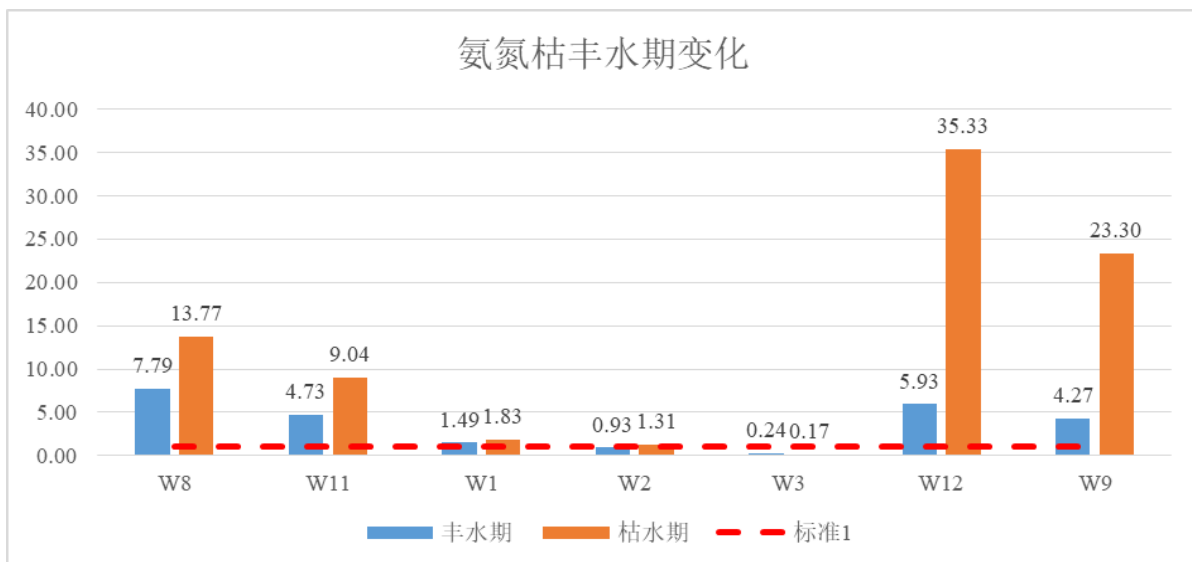


图3.2-4 氨氮值枯丰水期变化图 (单位: mg/L)

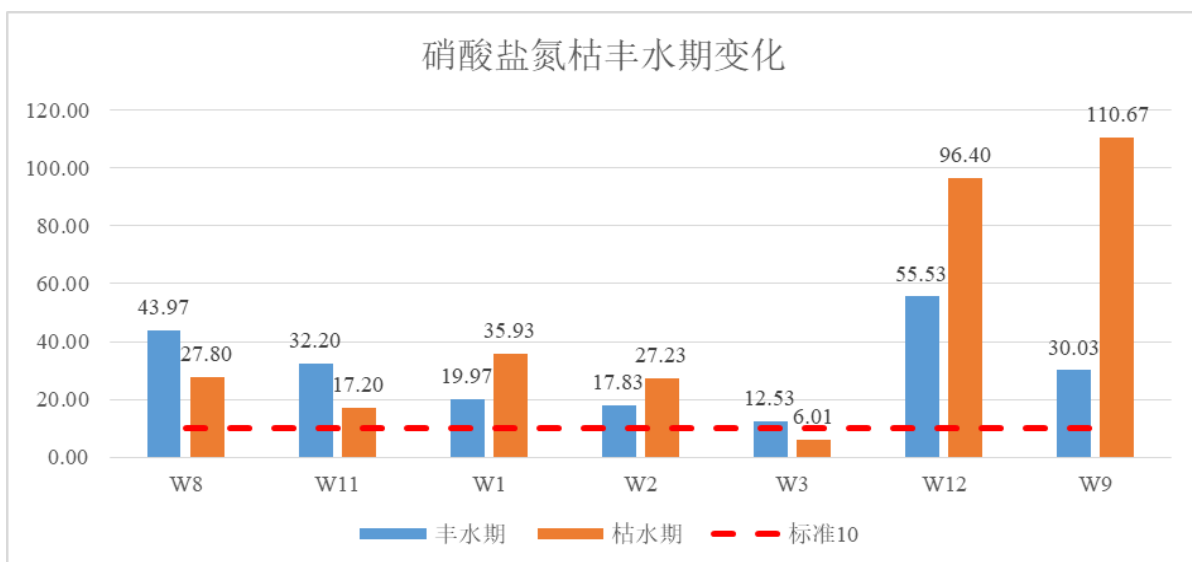


图3.2-5 硝酸盐值枯丰水期变化图 (单位: mg/L)

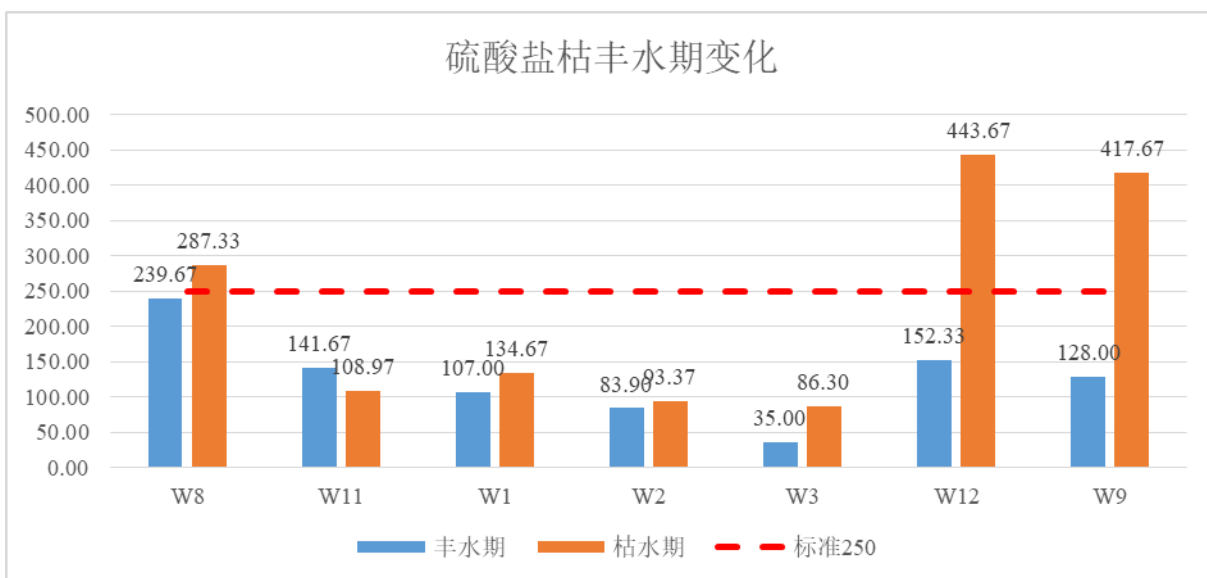


图3.2-6 硫酸盐值枯丰水期变化图 (单位: mg/L)

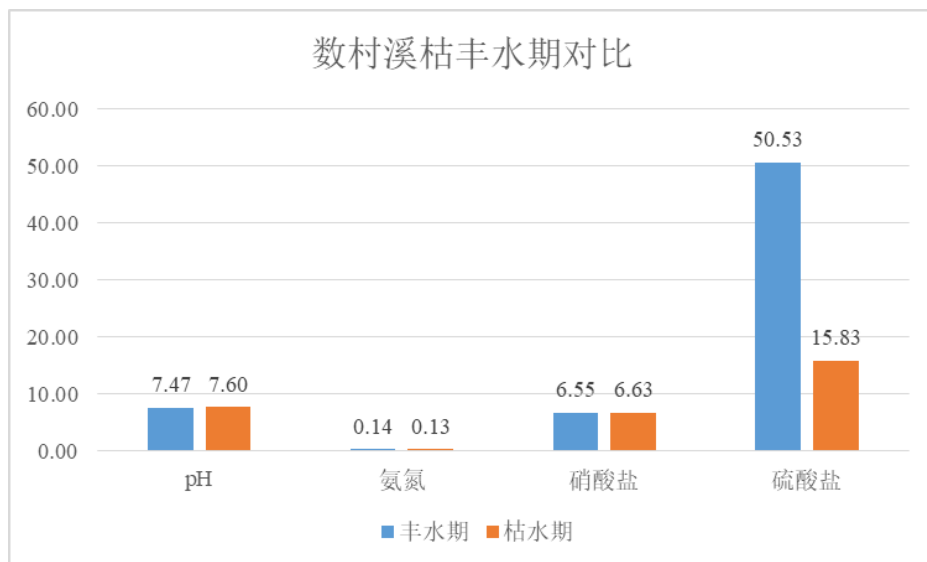


图3.2-7 数村溪断面枯丰水期变化图 (单位: pH无量纲, 其余因子 mg/L)

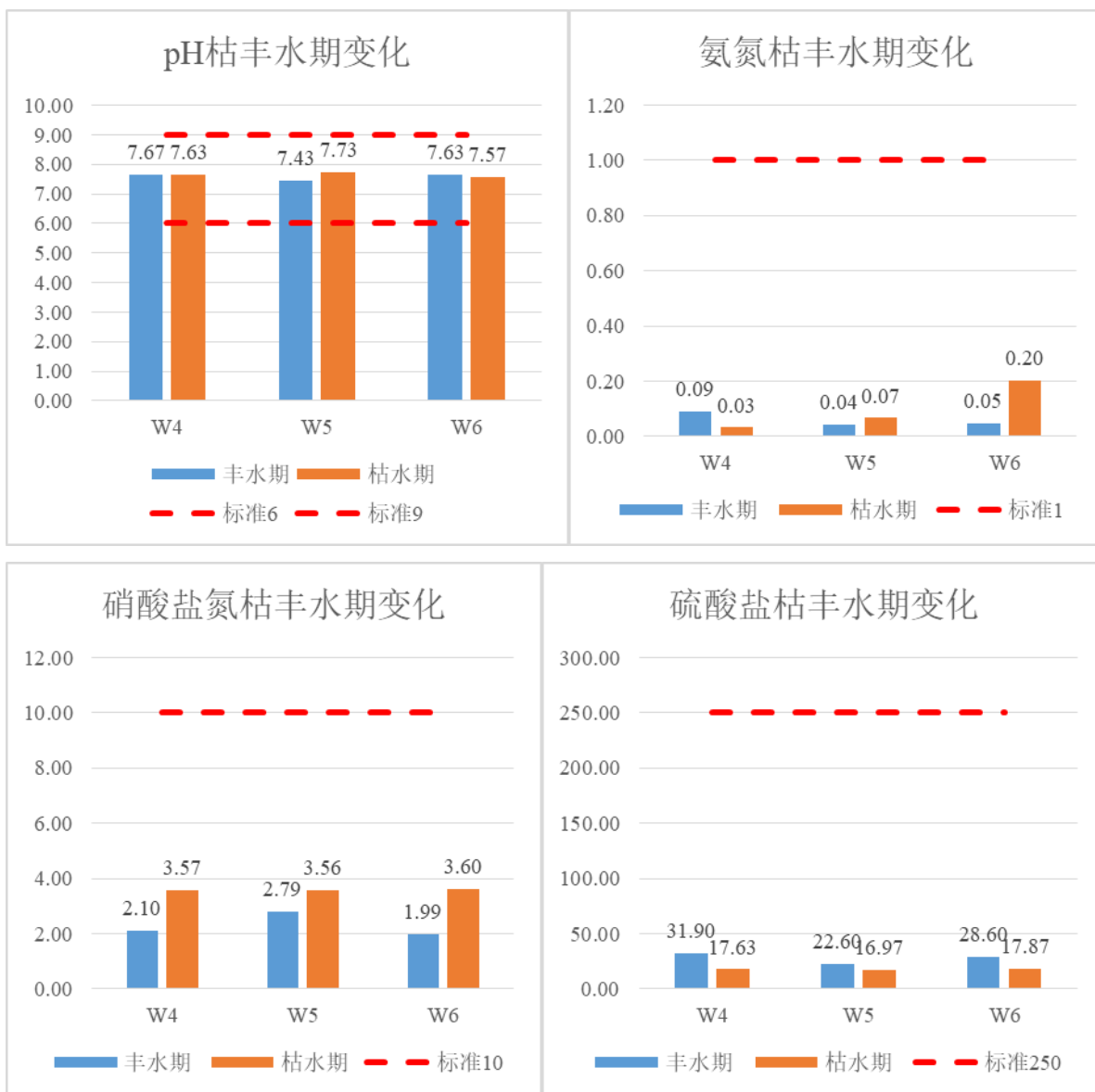


图3.2-8 黑水河典型污染物枯丰水期变化图 (单位: mg/L)

4、平水期水质监测及评价结果

平水期主要对矿区东南面溪沟（即无名水沟 5、6）、矿界处数村溪以及屯垌溪沿线进行了补充取样监测，评价区域平水期地表水水质监测结果见下表 3.2-19~表 3.2-20。监测数据反映结果如下：

（1）矿区东南面溪沟水质代表断面为 W13~W15，其中无名水沟 5 水质代表断面为 W13、W14，无名水沟 6 水质代表断面为 W15，监测结果显示，无名水沟 5 中 pH 值、氨氮、硝酸盐、硫酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 2.30 倍、47.3 倍、16 倍和 1.70 倍，而无名水沟 6 各监测因子均可达标。经核实，历史采空区部分涉及东南部次级水文地质单元，且主要为无名水沟 5 上游山体，由此可知，历年来残留在采空区的含铵浸矿剂随入渗雨水出露到地表水体后造成地表水体中部分污染物出现超标情况。

（2）矿界处数村溪水质代表断面为 W16~W18，监测结果显示硝酸盐出现超标，超标倍数 2.75 倍，沿程硝酸盐浓度逐渐降低。经核实，历史采空区部分涉及数村溪次级水文地质单元，由此可知，历年来残留在采空区的含铵浸矿剂随入渗雨水出露到地表水体后造成地表水体中部分污染物出现超标情况。

（3）屯垌溪支流（即无名水沟 1）水质代表断面为 W19（W19 位于环保二级坝前），监测结果显示，W19 出现 pH 值、氨氮、硝酸盐超标，超标倍数分别为 1.90 倍、4.35 倍和 4.4 倍。

（4）屯垌溪干流水质代表断面为 W20 和 W21，其中 W20 位于屯垌溪出矿界处，W21 位于黑水河汇入口前，监测结果显示 W20 断面 pH、硝酸盐出现超标，超标倍数分别为 1.30 倍和 2.37 倍，W21 出现硝酸盐超标，超标倍数为 0.85 倍。

矿区内地表溪流补给主要靠降雨补水，历年来残留在采空区的含铵浸矿剂随入渗雨水出露到地表水体后造成地表水体中部分污染物出现超标情况，W21 断面河段两岸分布大面积农田，不排除由于农业生产施肥造成叠加影响。

表3.2-19 水质监测结果统计与评价表（平水期） 单位：mg/L

监测项目	采样日期	标准	监测结果									
			W13		W14		W15		W16		W17	
			监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j
水温	2024.5.10	/										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
pH 值	2024.5.10	6~9										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
氨氮	2024.5.10	≤1										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
高锰酸盐指数	2024.5.10	≤6										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
COD	2024.5.10	≤20										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
BOD ₅	2024.5.10	≤4										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
铜	2024.5.10	≤1.0										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
锌	2024.5.10	≤1										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
铅	2024.5.10	≤0.05										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
镉	2024.5.10	≤0.005										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
六价铬	2024.5.10	≤0.05										

监测项目	采样日期	标准	监测结果									
			W13		W14		W15		W16		W17	
			监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j
	2024.5.11											
	2024.5.12											
砷	2024.5.10	≤0.05										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
汞	2024.5.10	≤0.0001										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
氟化物	2024.5.10	≤1										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
氯化物	2024.5.10	≤250										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
硝酸盐	2024.5.10	≤10										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
硫酸盐	2024.5.10	≤250										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
硫化物	2024.5.10	≤0.2										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
石油类	2024.5.10	≤0.05										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
镁离子	2024.5.10	/										
	2024.5.11											
	2024.5.12											
钠离子	2024.5.10	/										
	2024.5.11											
	2024.5.12											

表3.2-20 水质监测结果统计与评价表平水期续表 单位: mg/L

监测项目	采样日期	标准	监测结果							
			W18		W19		W20		W21	
			监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j
水温	2024.5.10	/								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
pH 值	2024.5.10	6~9								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
氨氮	2024.5.10	≤1								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
高锰酸盐指数	2024.5.10	≤6								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
COD	2024.5.10	≤20								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
BOD ₅	2024.5.10	≤4								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
铜	2024.5.10	≤1.0								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
锌	2024.5.10	≤1								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
铅	2024.5.10	≤0.05								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
镉	2024.5.10	≤0.005								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
六价铬	2024.5.10	≤0.05								

监测项目	采样日期	标准	监测结果							
			W18		W19		W20		W21	
			监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j	监测值	Si, j
	2024.5.11									
	2024.5.12									
砷	2024.5.10	≤0.05								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
汞	2024.5.10	≤0.0001								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
氟化物	2024.5.10	≤1								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
氯化物	2024.5.10	≤250								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
硝酸盐	2024.5.10	≤10								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
硫酸盐	2024.5.10	≤250								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
硫化物	2024.5.10	≤0.2								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
石油类	2024.5.10	≤0.05								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
镁离子	2024.5.10	/								
	2024.5.11									
	2024.5.12									
钠离子	2024.5.10	/								
	2024.5.11									
	2024.5.12									

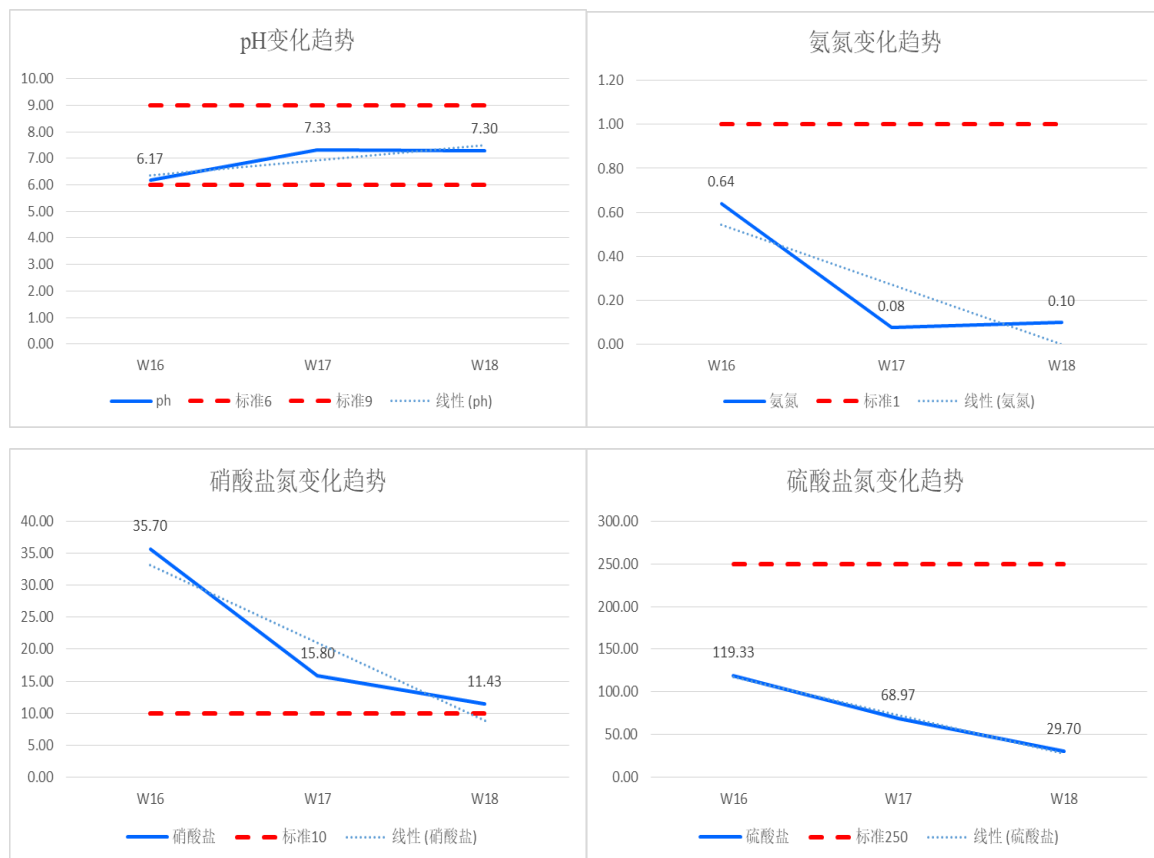


图3.2-9 平水期数村溪典型污染物沿程趋势走向图（单位：mg/L）

3.2.2.6 历年地表水环境质量现状回顾分析

六汤稀土矿区经过 30 年发展，经历了堆浸、池浸工艺到原地浸矿工艺，开采范围不断扩大，涉及水文地质单元逐渐增多，为了解每个时期的环境质量情况变化并了解其趋势，本次评价将矿山发展历程共分 4 个阶段（实际开采过程分 3 个阶段，各阶段开采范围见附图 32），具体情况如下：

表3.2-21 矿山发展历程分期表

年代	采矿工艺	生产稀土氧化物量 (t)	开采区位	开采面积 (km ²)	所属水文的那元	阶段	数据来源	评价地表水体
1989~1999	池浸	不详	现矿区北部矿块	0.091	<u>屯垌溪次级水文地质单元</u>	第一阶段	《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响后评价报告书》(2012年)	屯垌溪(矿区内)、屯垌水库、屯垌溪(矿区外)、数村溪、黑水河
2001~2003	池浸、堆浸	140						
2004	堆浸	125						
2005~2008	—	0						
2009~2010	—	0						
2011	原地浸矿	133.47	现矿区中北部	0.1072	<u>屯垌溪次级水文地质单元</u>	第二阶段	《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响报告书》(2014年)	屯垌水库、屯垌溪(矿区外)、数村溪、黑水河
2012	原地浸矿	350						
2013	原地浸矿	500						
2014	原地浸矿	466.31	现矿区中北部	0.05884	<u>屯垌溪次级水文地质单元</u>	第三阶段	《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿试验开采环境影响回顾性评价报告》(2019年)	屯垌溪(矿区内)、屯垌水库、屯垌溪(矿区外)、数村溪、黑水河
2015	原地浸矿	636.78	现矿区西北部和中东部	0.5348	大部分位于屯垌水库, 北部涉及数村溪次级水文地质单元, 南部涉及东南水文单元			
2016	原地浸矿	1007.60						
2017	原地浸矿	321.93						
2017~2019	—	0						
2019 至今	—	0	—	—	—	第四阶段	屯垌溪、数村溪在线监测	屯垌溪、数村溪
							本次评价	屯垌溪、屯垌水库、数村溪、东南无名小沟

各阶段开展的环境技术评估工作范围与开采范围密切相关，且考虑各阶段所设置监测断面并未完全重合，为方便整体了解各流域水环境质量变化趋势，本次评价分屯垌溪（矿区内）、屯垌水库、屯垌溪（矿区外）、数村溪、东南无名小沟以及黑水河分别进行趋势分析，具体数据取用情况如下：

表3.2-22 地表水趋势分析具体数据取用情况说明一览表（单位：mg/L，pH 无量纲）

地表水体名称	阶段	pH	氨氮	硝酸盐	硫酸盐
屯垌溪（矿区内）	第一阶段（2012年丰水期）				
	第二阶段（2014年枯水期）				
	第三阶段（2018年丰水期）				
	第四阶段（2023年丰水期）				
屯垌水库	第一阶段（2012年丰水期）				
	第二阶段（2014年枯水期）				
	第三阶段（2018年丰水期）				
	第四阶段（2023年丰水期）				
屯垌溪（矿区外）	第一阶段（2012年丰水期）				
	第二阶段（2014年枯水期）				
	第三阶段（2018年丰水期）				
	第四阶段（2023年丰水期）				
数村溪	第一阶段（2012年丰水期）				
	第二阶段（2014年枯水期）				
	第三阶段（2018年丰水期）				
	第四阶段（2023年丰水期）				
东南无名小沟	第一阶段（2012年丰水期）				
	第二阶段（2014年枯水期）				
	第三阶段（2018年丰水期）				
	第四阶段（2023年丰水期）				
黑水河	第一阶段（2012年丰水期）				
	第二阶段（2014年枯水期）				
	第三阶段（2018年丰水期）				
	第四阶段（2023年丰水期）				
污染物标准限值					
备注： （1）第一、二阶段开采影响仅涉及屯垌溪次级水文地质单元，第三阶段开采影响涉及屯垌溪次级水文地质单元、数村溪次级水文地质单元和东南部次级水文地质单元； （2）第二阶段环境评估时处于枯水期，采样阶段屯垌水库维修，因此屯垌水库和屯垌溪均未取得样品。					

1、屯垌溪（矿区内）水环境质量变化趋势分析

（1）结合表 3.2-21 和表 3.2-22 可知，第一开采阶段 2011 年监测时，矿山已经历池浸和堆浸开采后 6 年时间未进行开采，且开采规模和开采面范围较小，经选矿后尾矿主

要堆存在原浸矿堆场，开采区下游溪沟中出现氨氮超标，此时由于尾矿的无序堆放，对生态环境影响十分显著，水土流失严重。

(2) 2011~2014 年开采工艺从堆浸调整为原地浸矿，开采规模的逐年增加，与此同时开展了历史采空区的土地复垦，该阶段未掌握区域地表水监测数据。

(3) 2015~2017 年开采工艺仍为原地浸矿，开采规模达到历史高峰，与此同时历史采空区的土地复垦效果已开始显现，水土流失情况得到明显遏制，生态系统基本得到恢复，但由于第二、三阶段开采面跨度大，开采规模逐年增加，矿区由于浸矿剂注入，矿区残留的氨氮等污染物随着雨水下渗山体后，以下降泉的形式排泄于地表，因此矿区内的地表水出现 pH、氨氮、硫酸盐等因子出现较为严重超标情况。此外，矿区截留设施有些未处于有效运行状态，比如二级环保坝、三级环保坝未正常运行，截获并未投入适用，导致矿区内采空区溪流或地下水带出的氨氮等污染物未能及时抽回母液处理车间处理。

(4) 矿区 2018 年建设并运行了污水处理站并将环保坝收集到的地表溪流处理达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准后外排。相对于回顾性评价（2018 年 7 月），矿区内屯垌溪、无名水沟的监测的 pH、氨氮、硫酸盐浓度总体上是往水环境改善方向变化。

因第一阶段与第二阶段阶段未掌握区域地表水监测数据，本次矿区内地表水体主要回顾分析第三阶段与第四阶段地表水监测数据变化。选取了同一点位的 3 个监测断面进行对比分析，硝酸盐无历史监测数据，故在此主要分析 pH 值、氨氮、硫酸盐。

表3.2-23 历年监测数据对比表 单位：mg/L，pH无量纲

溪流	监测断面	采样日期	pH 值	氨氮	硫酸盐
矿区内环保坝、无名小沟	W8	2018 年 7 月 12 日			
		2018 年 7 月 13 日			
		2018 年 7 月 14 日			
		2023 年 8 月 9 日			
		2023 年 8 月 10 日			
		2023 年 8 月 11 日			
		2024 年 2 月 27 日			
		2024 年 2 月 28 日			
		2024 年 2 月 29 日			
	W10	2018 年 7 月 12 日			
		2018 年 7 月 13 日			
		2018 年 7 月 14 日			
		2023 年 8 月 9 日			
		2023 年 8 月 10 日			

溪流	监测断面	采样日期	pH 值	氨氮	硫酸盐	
		2023 年 8 月 11 日				
		2024 年 2 月 27 日				
		2024 年 2 月 28 日				
		2024 年 2 月 29 日				
	W11		2018 年 7 月 12 日			
			2018 年 7 月 13 日			
			2018 年 7 月 14 日			
			2023 年 8 月 9 日			
			2023 年 8 月 10 日			
			2023 年 8 月 11 日			
			2024 年 2 月 27 日			
			2024 年 2 月 28 日			
			2024 年 2 月 29 日			

表3.2-24 矿区内地表水断面本次监测与回顾性评价对比超标因子一览表

本次评价		回顾性评价		备注
监测断面	超标因子	监测断面	超标因子	
W8	pH 值、氨氮、硫酸盐	8#断面	pH 值、氨氮、硫酸盐	与回顾性评价监测一致断面
W10	/	11#断面	pH 值	
W11	pH 值、氨氮	12#断面	pH 值、氨氮、硫酸盐	

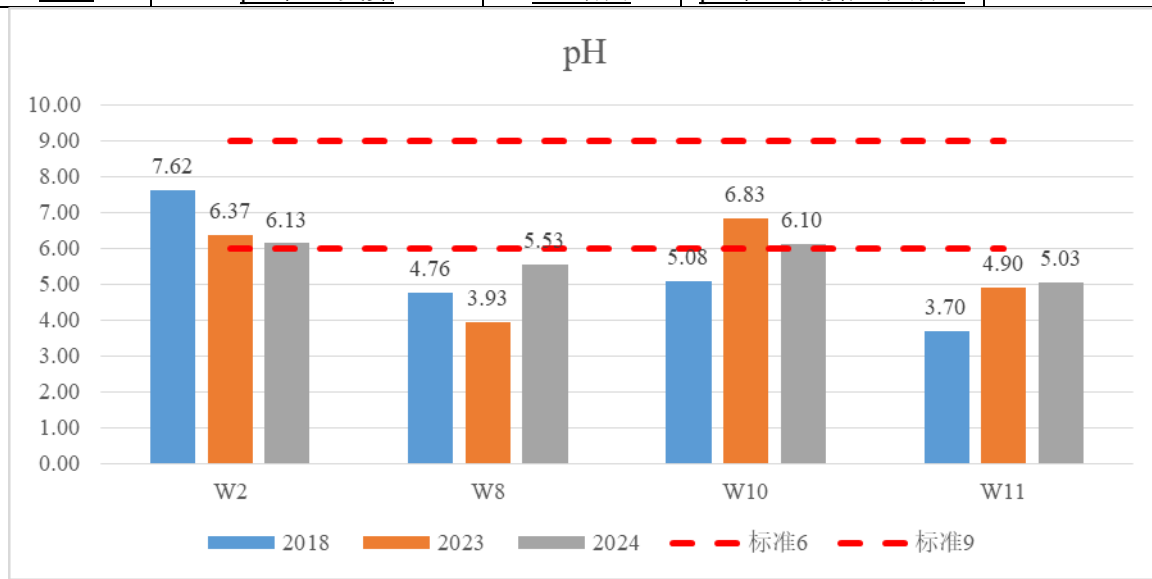


图3.2-10 pH 值趋势走向图 (单位: pH 无量纲)

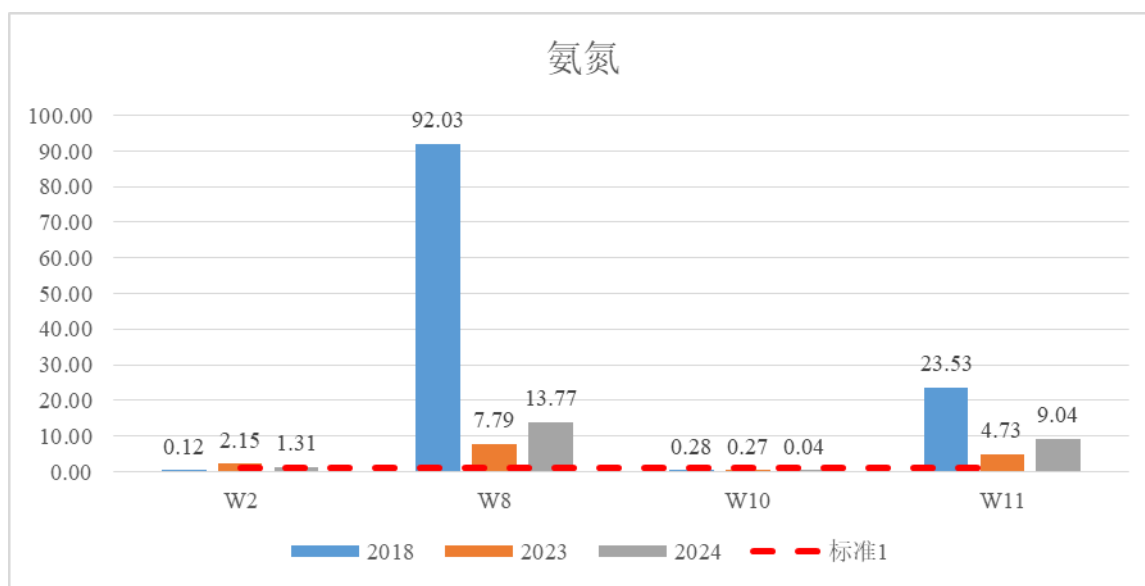


图3.2-11 氨氮值趋势走向图 (单位: mg/L)

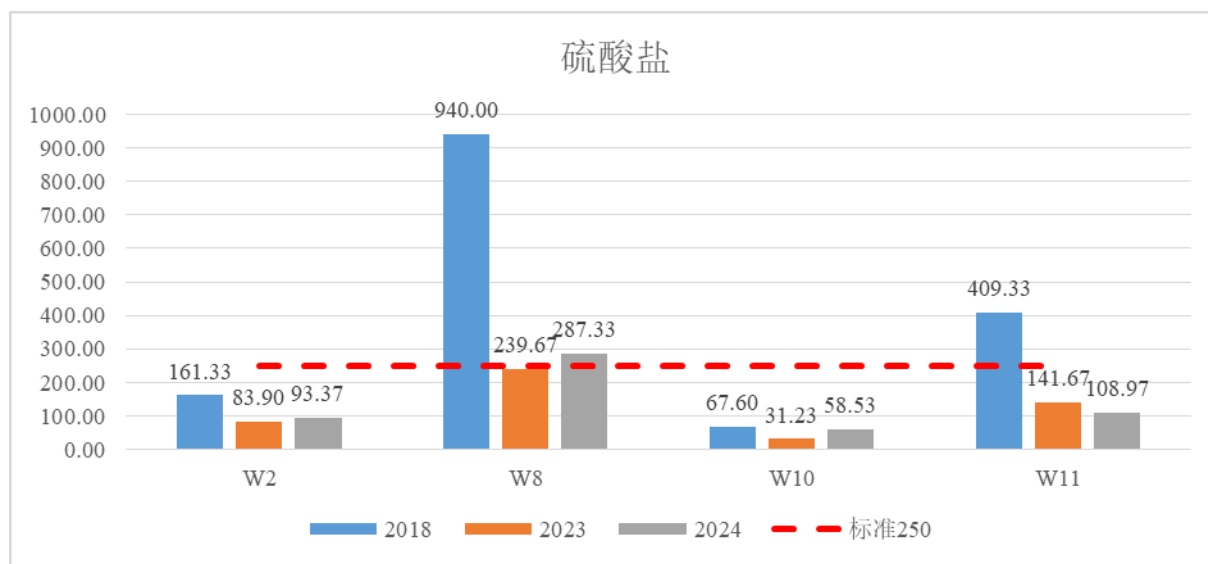


图3.2-12 硫酸盐值趋势走向图 (单位: mg/L)

2、屯洞水库水环境质量变化趋势分析

(1) 结合表 3.2-21 和表 3.2-22 可知，第一开采阶段 2011 年监测时，矿山已经历池浸和堆浸开采后 6 年时间未进行开采，且开采规模和开采面范围较小，经选矿后尾矿主要堆存在原浸矿堆场，开采区下游溪沟中出现氨氮超标，而下游溪水得到沿途泉的稀释，至屯洞水库时，水质基本可恢复满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的III类标准限值要求。

(2) 2011~2017 年开采工艺从堆浸调整为原地浸矿，开采规模的逐年增加，涉及开采面明显增加，矿区由于浸矿剂注入，矿区残留的氨氮等污染物随着雨水下渗山体后，以下降泉的形式排泄于地表，矿区溪沟出现明显的超标，下游溪水虽得到沿途泉的稀释，

至屯垌水库时仍然处于超标状态，后经矿区采取一系列整改措施后，屯垌水库水质得到明显改善。

(3) 本次评价搜集了 2018 年至今屯垌水库所有数据，pH 值、氨氮及硫酸盐的趋势分析见下图 3.2-9~图 3.2-11，由图可知，屯垌水库的氨氮从 2018 年至 2024 年氨氮监测浓度总体呈现下降趋势，说明 2018 年项目污水处理站处理环保坝收集的流域内无名水沟 1、无名水沟 2 等流域溪水后达标排放，对屯垌水库水环境质量改善起到了重要作用。2021 年至今，屯垌水库监测的 pH 均可以满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 中的 III 类标准限值要求。

本次评价屯垌水库氨氮最大监测值为 1.94mg/L，超过《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 中的 III 类标准限值 1mg/L，最大超标倍数为 0.94 倍。屯垌水库主要功能为灌溉用水，根据《农田灌溉水质标准》(GB 5084-2021)，灌溉水质对氨氮没有要求，当屯垌水库水作为灌溉功能使用时，其氨氮对农田灌溉用水影响不大。

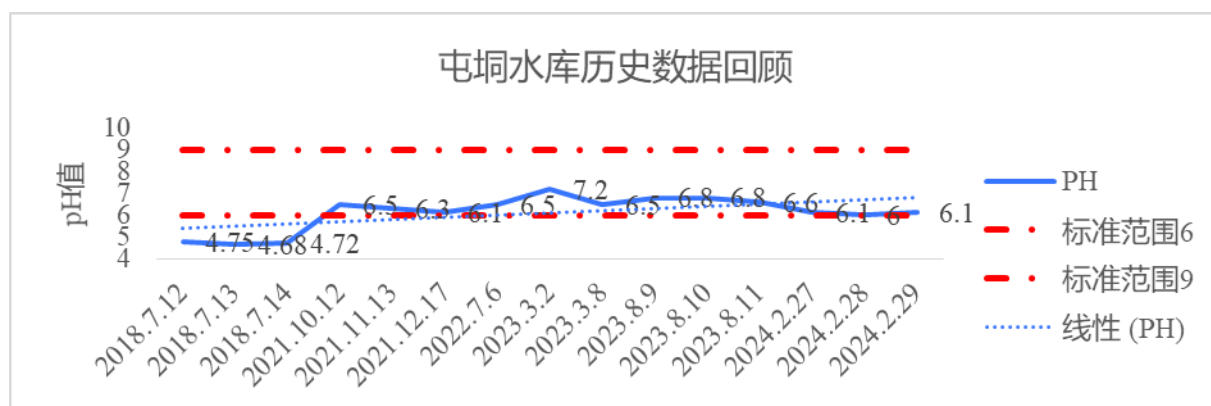


图3.2-13 屯垌水库 pH 值趋势走向图（单位：pH 无量纲）

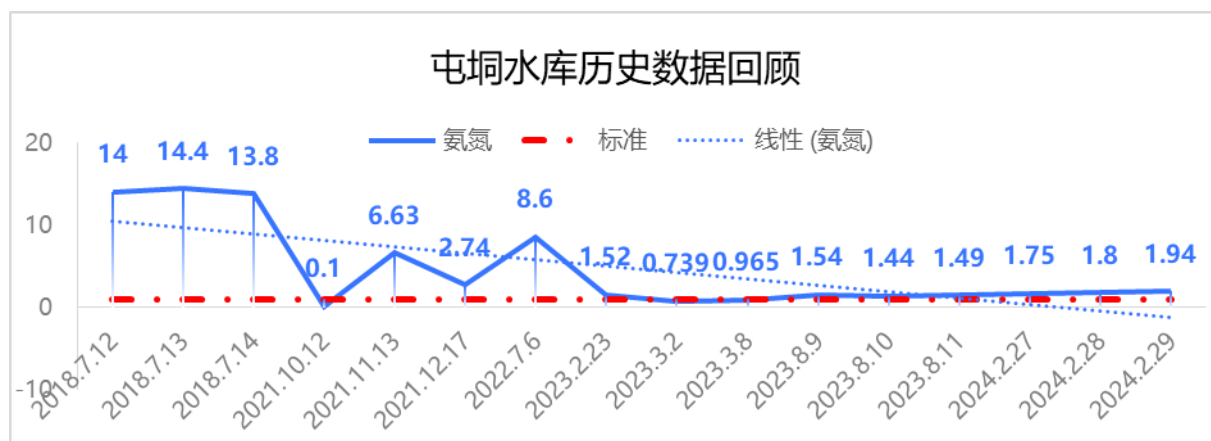


图3.2-14 屯垌水库氨氮趋势走向图（单位：mg/L）

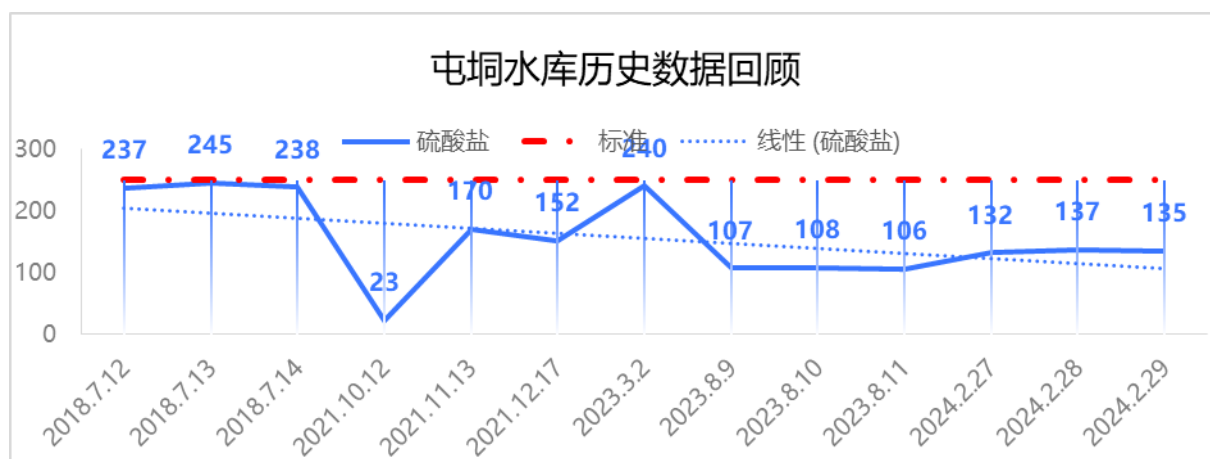


图3.2-15 屯洞水库硫酸盐趋势走向图（单位：mg/L）

3、屯洞溪（矿区外）水环境质量变化趋势分析

（1）第一、二阶段环境评估重点关注矿区范围内屯洞溪沟和屯洞水库，出矿界后的屯洞溪无监测数据。

（2）第三阶段应环保督察要求，建设单位在矿界外屯洞溪河段布设了在线监测点，因此本次评价主要采用在线监测数据进行变化趋势分析，该在线监测因子为 pH 值、氨氮，本次评价选取近三年（2021 年 1 月~2023 年 12 月）的在线监测数据进行分析。

由表 3.2-25 可知，2021 年 1 月至 2023 年 12 月（近 3 年），屯洞溪在线监测数据表明屯洞溪在 98.94% 的监测时间内 pH 监测结果都可以满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的 III 类标准值要求，监测值在 6.11~8.64 之间；1.06% 的监测时间出现了超标现象，监测浓度在 4.09~5.84 之间，最大超标倍数为 1.91 倍。在 98.2% 的监测时间内氨氮监测结果都可以满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的 III 类标准值要求，监测浓度在 0.03~0.99mg/L 之间；1.8% 的监测时间出现了超标现象，监测浓度在 1.03~2.82mg/L，最大超标倍数为 1.82 倍。

屯洞溪在线监控断面 pH、氨氮超标原因是受到上游超标来水影响，并叠加屯洞溪两侧农作物种植和村民生活的面源污染影响。

表3.2-25 屯洞溪在线监测数据超标情况（单位：pH 无量纲，mg/L）

项目	超标月份	超标天数	达标数据范围	超标数据范围	最大超标数据	最大超标倍数	最大超标日期
pH	2021 年 1 月	0					
	2021 年 2 月	0					
	2021 年 3 月	0					
	2021 年 4 月	0					
	2021 年 5 月	0					
	2021 年 6 月	0					
	2021 年 7 月	0					

项目	超标月份	超标天数	达标数据范围	超标数据范围	最大超标数据	最大超标倍数	最大超标日期
	2021年8月	0					
	2021年9月	0					
	2021年10月	2					
	2021年11月	0					
	2021年12月	0					
	2022年1月	1					
	2022年2月	0					
	2022年3月	0					
	2022年4月	0					
	2022年5月	0					
	2022年6月	0					
	2022年7月	3					
	2022年8月	1					
	2022年9月	0					
	2022年10月	0					
	2022年11月	1					
	2022年12月	0					
	2023年1月	0					
	2023年2月	0					
	2023年3月	0					
	2023年4月	0					
	2023年5月	0					
	2023年6月	0					
	2023年7月	0					
2023年8月	1						
2023年9月	0						
2023年10月	0						
2023年11月	0						
2023年12月	1						
氨氮	2021年1月	0					
	2021年2月	0					
	2021年3月	0					
	2021年4月	7					
	2021年5月	0					
	2021年6月	0					
	2021年7月	1					
	2021年8月	0					
	2021年9月	0					
	2021年10月	0					
	2021年11月	0					
	2021年12月	0					
	2022年1月	0					
	2022年2月	0					
	2022年3月	2					
	2022年4月	1					
2022年5月	1						
2022年6月	0						

项目	超标月份	超标天数	达标数据范围	超标数据范围	最大超标数据	最大超标倍数	最大超标日期
	2022年7月	2					
	2022年8月	0					
	2022年9月	0					
	2022年10月	0					
	2022年11月	0					
	2022年12月	0					
	2023年1月	0					
	2023年2月	0					
	2023年3月	0					
	2023年4月	0					
	2023年5月	0					
	2023年6月	1					
	2023年7月	2					
	2023年8月	0					
	2023年9月	0					
	2023年10月	0					
	2023年11月	0					
	2023年12月	0					

4、数村溪水环境质量变化趋势分析

(1) 结合表 3.2-21 和表 3.2-22 可知，第一、二阶段开采均未涉及数村溪次级水文地质单元，第三阶段虽涉及数村溪次级水文地质单元，但数据显示，此阶段数村溪水环境质量基本维持本底值状态。

(2) 本次评价监测显示，丰水期和枯水期数村溪水质良好，可以达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准值要求，但平水期监测时部分断面出现硝酸盐超标，超标断面靠近矿区，且呈现沿程浓度逐渐降低的特征，说明该超标项与采矿活动有关。

(3) 为了解近半年数村溪监测数据变化情况，本次评价统计了数村溪 2023 年 7 月至 2024 年 3 月之间在线监测数据（见表 3.2-24）。数村溪在线监测数据表明数村溪在 99.3% 的监测时间内 pH 监测结果都可以满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准值要求，监测值在 6.02~8.24 之间，0.7% 的监测时间出现了超标现象，监测值在 3.97~4.28 之间，最大超标倍数为 2.03 倍。氨氮在 99.3% 的监测时间内氨氮监测结果都可以满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准值要求，监测浓度在 0.03~0.26mg/L 之间，0.7% 的监测时间出现了超标现象，监测浓度在 1.31~2.62mg/L，最大超标倍数为 1.62 倍。由于数村溪在线监测系统布设河段周边存在大量农田，因此造成上述数据短期超标，可能是上游来水与周围农业活动叠加影响导致监测数据出现超标情况。

表3.2-26 数村溪在线监测数据超标情况（单位：pH 无量纲，mg/L）

项目	超标月份	超标天数	达标数据范围	超标数据范围	最大超标数据	最大超标倍数	最大超标日期
pH	2023年7月	1					
	2023年8月	1					
	2023年9月	0					
	2023年10月	0					
	2023年11月	0					
	2023年12月	0					
	2024年1月	0					
	2024年2月	0					
	2024年3月	0					
氨氮	2023年7月	2					
	2023年8月	0					
	2023年9月	0					
	2023年10月	0					
	2023年11月	0					
	2023年12月	0					
	2024年1月	0					
	2024年2月	0					
	2024年3月	0					

5、东南面无名小溪水环境质量变化趋势分析

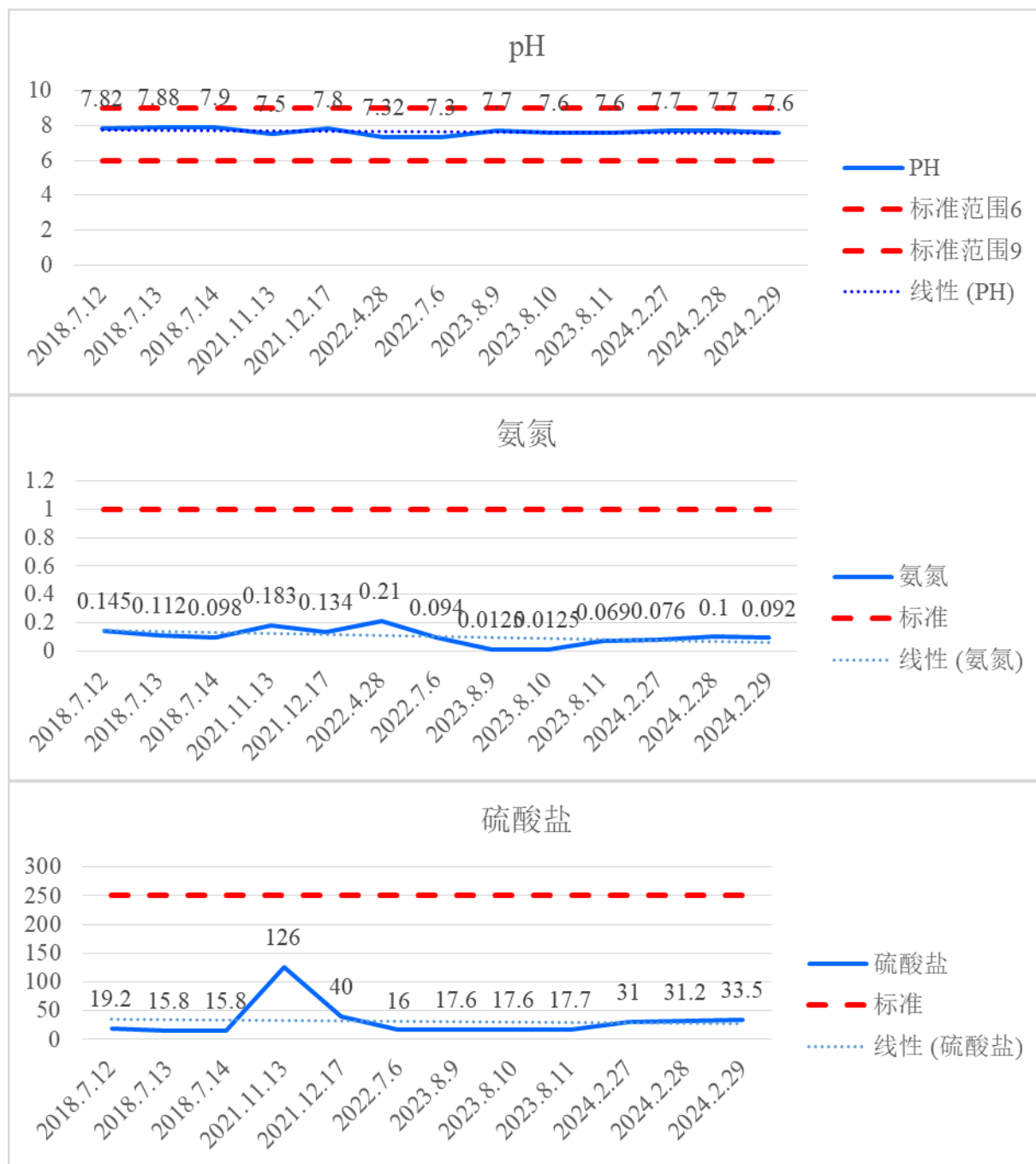
(1) 结合表 3.2-21 和表 3.2-22 可知，历年来对东南面无名溪沟的关注度不高，无历史采样数据。

(2) 本次评价结果显示，东南面无名水沟 5 的 pH 值、氨氮、硝酸盐、硫酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 2.30 倍、47.3 倍、16 倍和 1.70 倍，而无名水沟 6 各监测因子均可达标。经核实，历史采空区部分涉及东南部次级水文地质单元，且主要为无名水沟 5 上游山体，由此可知，历年来残留在采空区的含铵浸矿剂随入渗雨水出露到地表水体后造成地表水体中部分污染物出现超标情况，本次评价提出在无名水沟 5 出矿界处设置拦截坝（见附图 30 图示），收集的地表径流泵至拦截坝 2 附近的中转池，最终进入污水处理系统处理或综合利用，或处理达标后外排至黑水河。

6、黑水河水环境质量变化趋势分析

(1) 黑水河作为区域地表水体的最终接纳水体，历年来均对其布设了断面进行监测，监测结果显示，历年来评价河段黑水河水质均可满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的 III 类标准值要求，说明矿区开采活动和沿线农业生产活动虽已对局部水体产生一定的影响，但对黑水河水质影响有限。

(2) 为了解评价河段黑水河水质情况，本次评价收集了屯垌溪汇入黑水河下游河水在 2018 年~2024 年监测数据（见图 3.2-12），期间各监测因子均达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准值要求。



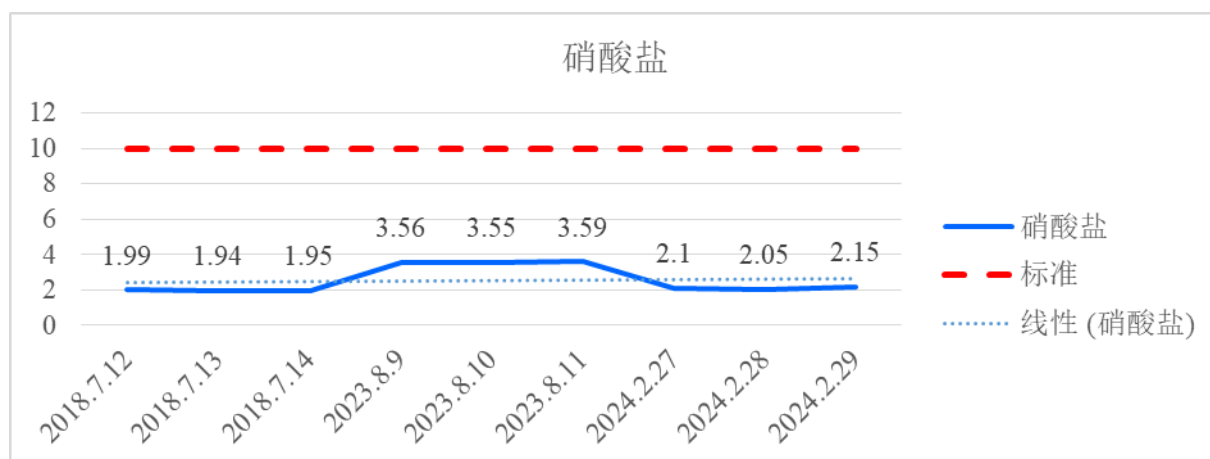


图3.2-16 黑水河近年典型污染物浓度趋势走向图

3.2.2.7 地表水环境质量现状及变化趋势分析小结

(1) 屯垌溪支流（即无名水沟 1、2、3、4）

丰水期pH值、氨氮、硝酸盐出现不同程度的超标，丰水期最大超标倍数分别为 2.10 倍、6.91 倍、4.59 倍；枯水期pH值、氨氮、硝酸盐、硫酸盐出现不同程度的超标，枯水期最大超标倍数分别为 2.0 倍、33.1 倍、10.2 倍和 0.88 倍；第一、二、三阶段该水体均出现过pH值、氨氮、硫酸盐超标的情况，超标原因由于开采规模逐年增加，矿区由于浸矿剂注入，矿区残留的氨氮等污染物随着雨水下渗山体后，以下降泉的形式排泄于地表，而矿区截留设施有些未处于有效运行状态，比如二级环保坝、三级环保坝未正常运行，截获并未投入适用，矿区内采空区溪流或地下水带出的氨氮等污染物未能及时抽回母液处理车间处理，从而造成超标。水体中的氨氮经过微生物的硝化作用后转化为硝酸盐，是水体中硝酸盐升高的原因之一，同时矿区内种植桉树、甘蔗、柑橘等农作物，施用的硝基肥等肥料也会使氨或硝酸盐随着种植活动进入水体环境中。

(2) 屯垌水库

丰水期氨氮、硝酸盐略微出现超标，超标倍数分别为 0.54 倍和 1.01 倍；枯水期氨氮、硝酸盐略微出现超标，超标倍数分别为 0.94 倍和 2.65 倍；经梳理，由于水库上游来水超标明显，造成屯垌水库超标，后经矿区采取一系列整改措施后，屯垌水库水质得到明显改善。屯垌水库主要功能为灌溉用水，根据《农田灌溉水质标准》(GB 5084-2021)，灌溉水质对氨氮没有要求，当屯垌水库水作为灌溉功能使用时，其氨氮对农田灌溉用水影响不大。

(3) 屯垌溪（矿区外）

丰水期硝酸盐略微出现超标，超标倍数为 0.8 倍；枯水期氨氮、硝酸盐略微出现超标，超标倍数分别为 0.45 倍和 1.89 倍；近三年屯垌溪在线监测数据显示，pH、氨氮偶

尔出现超标，其超标原因为受到上游超标来水影响，并叠加屯垌溪两侧农作物种植和村民生活的面源污染影响。

（4）数村溪

丰水期和枯水期监测数据显示各监测因子均可达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准值；平水期对数村溪靠近矿区上游河段进行监测，监测结果显示硝酸盐出现超标，超标倍数 2.75 倍，呈现沿程浓度逐渐降低的特征，说明该超标项与采矿活动有关。数村溪在线监测数据表明，偶尔出现pH值、氨氮超标，由于数村溪在线监测系统布设河段周边存在大量农田，因此造成上述数据短期超标，可能是上游来水与周围农业活动叠加影响导致监测数据出现超标情况。

（5）东南面无名小溪

历年来对东南面无名溪沟的关注度不高，无历史采样数据。本次评价监测结果显示，东南面无名水沟 5 的pH值、氨氮、硝酸盐、硫酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 2.30 倍、47.3 倍、16 倍和 1.70 倍，而无名水沟 6 各监测因子均可达标。经核实，历史采空区部分涉及东南部次级水文地质单元，且主要为无名水沟 5 上游山体，由此可知，历年来残留在采空区的含铵浸矿剂随入渗雨水出露到地表水体后造成地表水体中部分污染物出现超标情况。

（6）黑水河

丰水期和枯水期监测结果显示，各监测因子均可达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准值。黑水河作为区域地表水体的最终接纳水体，历年来均对其布设了断面进行监测，监测结果显示，历年来评价河段黑水河水质均可满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准值要求，说明矿区开采活动和沿线农业生产活动虽已对局部水体产生一定的影响，但对黑水河水质影响有限。

本次技改后改用无铵药剂进行原地浸矿，不会增加区域铵来源；同时经过构建整体的水污染防治体系，对受污染的地表水和地下水进行截流并处理，水环境中现有的氨氮等污染物浓度将逐步降低，水环境质量整体向好。

3.2.3 地下水环境质量现状调查与评价

3.2.3.1 矿区及周边地下水开发利用现状

矿区位于火山岩分布区内，本次调查期间，评价范围内及矿区内附近无机井开采，也无地下水集中供水水源地。岜雁、雁楼、那民、百叫、那岜等饮用泉水；那温饮用大井水；上述村屯开采的地下水类型均为基岩裂隙水。宜村、叫城及屯垌是通过钻探成井

抽取地下水作为饮用水源，其开采的地下水类型为溶洞裂隙水。矿区生产用水取自黑水河，不开采地下水。矿区范围内无开采地下水饮用现象。

调查范围内土壤主要为农业耕作区，地势起伏，山坡上旱地主要种植甘蔗和木薯，目前山坡已种植桉树林；谷地农田农作物主要有玉米、木薯、甘蔗、花生、豆类、菜类、麻类等。农田灌溉水主要引自黑水河。

3.2.3.2 地下水环境质量现状基本情况

(1) 监测点位及监测因子

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）判定项目的评价等级为一级。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）中的相关规定，结合可利用的现有数据资料，本次共布 42 个水质监测点，其中，14 个点为泉点监测点，28 个为民井、监控井、截获井监测点。现状开采区内地下水多赋存于低洼沟谷处，形成小范围的风化带孔隙裂隙潜水富集带，各潜水富集带之间水力联系不密切，无法形成统一的潜水面，因此本次水位监测点主要布设在风化带孔隙裂隙潜水富集带，布设水位监测点为 11 个。具体位置见下表和附图 10-2 和附图 10-3。满足《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）中的 8.3.3 相关要求。

表3.2-27 地下水水位水质监测点

序号	点位编号	点位名称	点位性质	坐标		水文单元	次级水文单元	监测因子		
				东经	北纬					
U1	/	雁楼水井	民井	107°15'08.26"	22°27'00.03"	矿区外灰岩水文地质单元		pH、总硬度、溶解性总固体、耗氧量、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、铁、锌、铜、镉、铬、铅、砷、汞、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 等 25 项		
U2	/	叫城水井	民井	107°12'34.89"	22°28'57.20"					
U3	M03	宜村水井	泉点	107°15'51.34"	22°28'08.69"					
U4	S17	矿区外南部地下泉点	泉点监测点	107°14'33.41"	22°26'40.89"	火山岩水文地质单元	东南部水文地质单元			
	/	/	钻孔监测井，东南部次级水文地质单元采空区下游（矿区外）	107° 14' 33.419"	22° 26' 40.888"	元	元			
U5	/	那岬水井	民井	107°14'07.37"	22°25'43.68"	矿区外灰岩水文地质单元				
U6	/	屯垌水井	民井	107°12'43.92"	22°26'56.58"					
U7	/	百叫水井	民井	107°14'44.48"	22°26'28.92"					
U8	M04	岬雁水井	泉点	107°15'30.28"	22°27'38.87"	火山岩水文地质单元	矿区外东南部水文地质单元			
U9	/	那民水井	泉点	107°14'59.87"	22°26'51.70"					
U10	/	那温民井	民井	107°14'26.97"	22°26'20.32"					
U11	/	数村截获井	现有截获井，数村溪次级水文地质单元采空区下游（矿区外）	107°14'35.69"	22°28'11.12"	矿区外灰岩水文地质单元				
U12	S05	矿区外西北部地下水泉点	泉点，场地内背景点	107°13'39.67"	22°27'46.88"	火山岩水文地质单元	屯垌溪次级水文地质单元			
U13	S06	矿区外西部地下水泉点1	泉点监测点，101-3、101-4矿块下游	107°13'40.38"	22°27'26.22"					
U14	/	矿区外西部地下水富集区	泉点监测点，101-3、101-4矿块下游	107°13'39.27"	22°27'26.43"					
U15	S08	矿区外西部地下水泉点2	泉点监测点，屯垌溪次级水文地质单元下游（矿区外）	107°13'27.40"	22°27'18.64"	矿区外灰岩水文地质单元				
U16	S10	矿区外北部地下水泉点	泉点监测点，I-2、I-3矿块下游，原堆浸采空区下游	107°14'07.20"	22°27'39.78"	火山岩水文地质单元	屯垌溪次级水文地质单元			
U17	S11-1	矿区外东北部地下水泉点	钻孔监测井，原堆浸采空区下	107°14'17.65"	22°27'38.31"	元				

序号	点位编号	点位名称	点位性质	坐标		水文单元	次级水文单元	监测因子
				东经	北纬			
		点1	游					
U18	S15-1	矿区内东南部地下泉点1	泉点监测点, 位于设计不开采区块五内	107°14'55.93"	22°27'09.94"		东南部水文地质单元	
U19	S13	矿区内中东部地下泉点1	泉点监测点, 原试采矿块下游	107°14'36.76"	22°27'29.04"		屯垌溪次级水文地质单元	
U20	S02	矿区外北部地下水泉点	泉点监测点, 101-30、101-31矿块下游	107°14'41.81"	22°27'47.94"		数村溪次级水文地质单元	
U21	W13	矿区内中部	钻孔监测井, 原试采矿块下游	107°14'39.58"	22°27'14.39"			
U22	W12	矿区内中南部地下泉点	泉点监测点, 101-16矿块下游	107°14'13.56"	22°27'13.13"			
U23	/	矿区内北部地下水富集区2	钻孔监测井, I-5矿块下游	107°14'26.73"	22°27'49.62"		屯垌溪次级水文地质单元	
U24	/	母液处理车间地下水富集区	钻孔监测井, 母液处理车间下游	107°14'2.10"	22°27'41.27"			
U25	CK08-1	矿区东部开采区地下水富集区	钻孔监测井, 101-39矿块下游	107°14'49.58"	22°27'23.51"		数村溪次级水文地质单元	
U26	/	矿区西南部现场踏勘泉点	泉点监测点, 101-6、101-7矿块下游	107°13'54.08"	22°27'12.94"		屯垌溪次级水文地质单元	
U27	/	矿区南部现场踏勘泉点	泉点监测点, 本底值监测点, 101-19矿块下游	107°14'03.90"	22°26'57.42"			
U28	/	矿区内东南部	钻孔监测井, 本底值监测点, 东南部次级水文地质单元采空区下游(矿区内)	107°14'36.007"	22°27'7.626"		东南部水文地质单元	
	S16	矿区内东南部地下水季节泉点	泉点监测点, 本底值监测点, 东南部次级水文地质单元采空区下游(矿区内)	107°14'36.06"	22°27'07.78"			
U29	/	矿区内东南部现场踏	泉点监测点, 本底值监测点,	107°14'41.47"	22°27'00.21"			

序号	点位编号	点位名称	点位性质	坐标		水文单元	次级水文单元	监测因子
				东经	北纬			
		勘泉点	东南部次级水文地质单元采空区下游(矿界处)					
U30	/	屯垌截获沟 3	钻孔监测井, 101-3、101-4 矿块下游	107°13'37.19"	22°27'21.88"		屯垌溪次级水文地质单元	
U31	/	矿区外地下水天窗 1	地下河	107° 16' 13.941"	22° 25' 13.438"	矿区外灰岩水文地质单元		
U32	/	矿区外地下水天窗 2	地下河	107° 16' 24.615"	22° 27' 7.742"			
U33	/	岵珍	村屯	107° 15' 2.686"	22° 26' 42.680"			

表3.2-28 项目截获井地下水水质监测点

序号	点位名称	点位性质	坐标		水文单元	监测因子	采样时间	采样频次
			X	Y				
J1	1#截获井	截获井	107° 14' 18.894"	22° 27' 38.198"	屯垌溪水文单元	pH、总硬度、溶解性总固体、耗氧量、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、铁、锌、铜、镉、铬、铅、砷、汞、K ⁺ 、Na ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 等 25 项	2024.4.9	采样 1 天, 1 天 1 次
J2	2#截获井	截获井	107° 14' 7.865"	22° 27' 19.109"				
J3	3#截获井	截获井	107° 14' 5.681"	22° 27' 18.919"				
J4	4#截获井	截获井	107° 14' 25.778"	22° 27' 24.779"				
J5	5#截获井	截获井	107° 14' 23.820"	22° 27' 24.549"				
J6	6#截获井	截获井	107° 13' 57.176"	22° 27' 7.041"				
J7	7#截获井	截获井	107° 13' 58.751"	22° 27' 3.573"				
J8	8#截获井	截获井	107° 14' 36.275"	22° 27' 4.168"				
J9	下游水质监测井	监控井	107° 14' 47.262" E	22° 27' 39.304" N	数村溪次级水文地质单元	2024.5.11		

注:

- (1) J1~J8 监测点位置见附图 31;
(2) J9 监测点位置见文本中图 8.3-1。

(2) 监测频次

丰水期:大部多数点位监测时间为2023年8月9日~11日,U12、U17、U21、U24~U25监测时间为2023年9月5日,U31~U33监测时间为2024年5月11日,U4、U28点位在2023年8月9日~11日期间,采样地下水上升泉点。为了更好了解区域地下水情况,2024年5月,在原点位旁新增钻孔监测井,监测时间为2024年5月25日、5月29日。每个监测点采样1天,每天取样1次。

枯水期:监测时间为2023年11月16日~17日,每个监测点采样1天,每天取样1次。因U13点位采样时水样被污染,故枯水期不统计U13点位数据。

截获井:J1~J7、J9监测时间为2024年4月9日,J8监测时间为2024年5月11日。

(3) 监测分析方法

监测分析方法按照《地下水环境监测技术规范》《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)等有关规定进行。分析方法和最低检出限见下表。

表3.2-29 地下水监测项目的分析方法和检出限

序号	项目	检测标准(方法)	检出限/检出下限	
1	水温	水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计法 GB/T13195-1991	0.1℃	
2	pH值	水质 pH值的测定 玻璃电极法 HJ 1147-2020	0.1(pH值)	
3	耗氧量	生活饮用水标准检验方法 有机综合指标(1.1 酸性高锰酸钾滴定法) GB/T 5750.7-2006	0.05mg/L	
4	总硬度	水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法 GB/T 7477-1987	5mg/L	
5	溶解性总固体	生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 称量法 GB/T 5750.4-2006	4mg/L	
6	氨氮	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ 535-2009	0.025mg/L	
7	硝酸盐氮	水质 无机阴离子(F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻)的测定 离子色谱法 HJ 84-2016	0.004mg/L	
8	氯化物		0.007mg/L	
9	硫酸盐		0.018mg/L	
10	亚硝酸盐氮	水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法 GB/T 7493-1987	0.003mg/L	
11	铜	水质 32种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法 HJ 776-2015	0.006mg/L	
12	锌		0.004mg/L	
13	总铬		0.03mg/L	
14	铁		0.01mg/L	
15	K ⁺		0.05mg/L	
16	Na ⁺		0.03mg/L	
17	Ca ²⁺		0.02mg/L	
18	Mg ²⁺		0.02mg/L	
19	铅		石墨炉原子吸收法(B) 《水和废水监测分析方法》(第四版)国家环保总局 2002年	0.001mg/L
20	镉			0.0001mg/L
21	砷	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法 HJ 694-2014	0.0003mg/L	

序号	项目	检测标准（方法）	检出限/检出下限
22	汞		0.00004mg/L
23	CO ₃ ²⁻	碱度 酸碱指示剂滴定法（B）《水和废水监测分析方法》 （第四版） 国家环保总局 2002 年	2mg/L
24	HCO ₃ ⁻		2mg/L

（4）执行标准

地下水质量执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，具体见表 1.6-4。

（5）评价方法

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），地下水水质现状评价采用标准指数法进行评价。标准指数>1，表明该水质因子已超标，标准指数值越大，超标越严重。标准指数计算公式如下：

① 对于评价标准为定值的水质因子，其标准指数计算方法如下：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{si}}$$

式中：P_i—第 i 个水质因子的标准指数，无量纲；

C_i—第 i 个水质因子的监测浓度值，mg/L；

C_{si}—第 i 个水质因子的标准浓度值，mg/L。

② 对于评价标准为区间值的水质因子，pH 值标准指数的计算公式：

$$P_{PH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}} \quad (pH \leq 7 \text{ 时})$$

$$P_{PH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad (pH > 7 \text{ 时})$$

式中：P_{pH}—pH 值的标准指数，无量纲；

pH—pH 监测值；

pH_{su}—标准中 pH 的上限值；

pH_{sd}——标准中 pH 值的下限值。

3.2.3.3 地下水环境质量现状监测结果及评价

1、丰水期地下水水质监测及评价结果

评价区域丰水期地下水水质监测结果见下表 3.2-28~3.2-30，丰水期典型污染物空间分布见图 3.2-13~图 3.2-16，监测数据反映结果如下：

(1) 矿区外民井或泉点（地下河）水质现状：代表点位为 U1~U10（U4 除外）、U31~U33，监测结果显示上述点位各监测因子均可达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准要求。

(2) 屯垌溪次级水文地质单元内下游钻井或泉点水质现状：1) 已开采区下游钻井或泉点代表点位为 U16、U17、U21、U24，其中 U24 点位位于母液处理车间，监测结果显示，上述点位 pH 值、氨氮、硝酸盐、硫酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 2.4 倍、31.2 倍、3.53 倍、0.404 倍。2) 拟开采区下游钻井或泉点代表点位为 U12~U15、U19、U22、U26、U27，监测结果显示，上述点位 pH 值、氨氮、硝酸盐、硫酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 3.8 倍、37 倍、1.86 倍、0.108 倍。

(3) 数村溪次级水文地质单元内钻井或泉点水质现状：代表点位为 U11、U20、U23、U25，监测结果显示，上述点位上述点位氨氮出现超标，最大超标倍数为 0.42 倍。

(4) 东南部次级水文地质单元内钻井或泉点水质现状：代表点位为 U4、U18、U28、U29，监测结果显示，上述点位中 pH、氨氮、硝酸盐、硫酸盐出现超标，最大超标倍数分别为 6.2 倍、163.4 倍、10.1 倍、1.664 倍，均为 U28 点位所采地下水上升泉点数据，新增的 U4、U28 钻孔监测点地下水均可达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准要求。

总体而言，地下水超标主要集中在矿界范围内，外国民井和泉点（地下河）水质可满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准，而矿界内历史采用区范围已波及 3 个水文地址单元，其中屯垌溪次级水文地质单元开采历史久，且经历了池浸、堆浸和原地浸矿工艺，历史监测数据显示，该水文地质单元地下水超标频率很高，说明超标原因为开采过程中浸矿剂无组织渗流导致，根据中铝广西有色稀土开发有限公司提供的《原山氨氮含量与清水淋洗时间的关系》，2018 年以来，北京矿业研究总院在江西赣州稀土公司开展了工业试验，得到以下结论：清水淋洗可显著降低原山氨氮含量，随着清水淋洗时间的延长呈下降趋势，且下降的幅度越来越缓，当土体氨氮浓度降至 170~180mg/L 时，再继续淋洗氨氮浓度几乎不再下降，由此可判断历史矿山虽采取了淋洗措施，但淋洗效果不佳，矿体内仍残留较多铵盐随着时间推移慢慢渗出，且原设计设置的截获井并未开启，使得矿山中残留浸矿剂淋溶至地下水，造成地下水超标，由监测数据可知，钻孔监测点监测数据总体比泉点监测点数据偏低，矿区残留浸矿剂未下渗至深层地下水。

表3.2-30 丰水期地下水质量监测结果与评价 单位: mg/L, pH 无量纲

序号	监测项目	标准值	监测结果	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15		
1	pH 值	6.5 ~ 8.5	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
2	溶解性总固体	≤1000	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
3	总硬度	≤450	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
4	耗氧量	≤3.0	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
5	氨氮	≤0.50	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
6	硝酸盐	≤20.0	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
7	亚硝酸盐	≤1.0	监测值																	
			标准指数																	

序号	监测项目	标准值	监测结果	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15			
			超标率																		
			超标倍数																		
8	铅	≤0.01	监测值																		
			标准指数																		
			超标率																		
			超标倍数																		
9	镉	≤0.005	监测值																		
			标准指数																		
			超标率																		
			超标倍数																		
10	砷	≤0.01	监测值																		
			标准指数																		
			超标率																		
			超标倍数																		
11	六价铬	≤0.05	监测值																		
			标准指数																		
			超标率																		
			超标倍数																		
12	汞	≤0.001	监测值																		
			标准指数																		
			超标率																		
			超标倍数																		
13	Cl-	≤250	监测值																		
			标准指数																		
			超标率																		
			超标倍数																		
14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																		

序号	监测项目	标准值	监测结果	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15	
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
15	Na ⁺	≤200	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
16	铜	≤1	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
17	锌	≤1	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
18	铁	≤0.3	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
19	K ⁺	/	监测值																
20	Ca ²⁺	/	监测值																
21	Mg ²⁺	/	监测值																
22	HCO ₃ ⁻	/	监测值																
23	CO ₃ ²⁻	/	监测值																

表3.2-31 丰水期地下水质量监测结果与评价（续表1） 单位：mg/L, pH无量纲

序号	监测项目	标准值	监测结果	U16	U17	U18	U19	U20	U21	U22	U23	U24	U25	U26	U27	U28	U29	U31	U32	U33	
1	pH 值	6.5 ~ 8.5	监测值																		
			标准指数																		
			超标率																		
			超标倍数																		
2	溶解性总固体	≤1000	监测值																		
			标准指数																		
			超标率																		
			超标倍数																		
3	总硬度	≤450	监测值																		
			标准指数																		
			超标率																		
			超标倍数																		
4	耗氧量	≤3.0	监测值																		
			标准指数																		
			超标率																		
			超标倍数																		
5	氨氮	≤0.50	监测值																		
			标准指数																		
			超标率																		
			超标倍数																		
6	硝酸盐	≤20.0	监测值																		
			标准指数																		
			超标率																		
			超标倍数																		
7	亚硝酸盐	≤1.0	监测值																		
			标准指数																		

序号	监测项目	标准值	监测结果	U16	U17	U18	U19	U20	U21	U22	U23	U24	U25	U26	U27	U28	U29	U31	U32	U33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
			超标率																					超标倍数																		8	铅	≤0.01	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		9	镉	≤0.005	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		10	砷	≤0.01	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		11	六价铬	≤0.05	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																	
			超标倍数																		8	铅	≤0.01	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		9	镉	≤0.005	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		10	砷	≤0.01	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		11	六价铬	≤0.05	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																						
8	铅	≤0.01	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		9	镉	≤0.005	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		10	砷	≤0.01	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		11	六价铬	≤0.05	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																											
			标准指数																					超标率																					超标倍数																		9	镉	≤0.005	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		10	砷	≤0.01	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		11	六价铬	≤0.05	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																
			超标率																					超标倍数																		9	镉	≤0.005	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		10	砷	≤0.01	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		11	六价铬	≤0.05	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																					
			超标倍数																		9	镉	≤0.005	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		10	砷	≤0.01	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		11	六价铬	≤0.05	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																										
9	镉	≤0.005	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		10	砷	≤0.01	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		11	六价铬	≤0.05	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																															
			标准指数																					超标率																					超标倍数																		10	砷	≤0.01	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		11	六价铬	≤0.05	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																				
			超标率																					超标倍数																		10	砷	≤0.01	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		11	六价铬	≤0.05	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																									
			超标倍数																		10	砷	≤0.01	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		11	六价铬	≤0.05	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																														
10	砷	≤0.01	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		11	六价铬	≤0.05	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																			
			标准指数																					超标率																					超标倍数																		11	六价铬	≤0.05	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																								
			超标率																					超标倍数																		11	六价铬	≤0.05	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																																													
			超标倍数																		11	六价铬	≤0.05	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
11	六价铬	≤0.05	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
			标准指数																					超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
			超标率																					超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
			超标倍数																		12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
12	汞	≤0.001	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
			标准指数																					超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
			超标率																					超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			超标倍数																		13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
13	Cl ⁻	≤250	监测值																					标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			标准指数																					超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			超标率																					超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
			超标倍数																		14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

序号	监测项目	标准值	监测结果	U16	U17	U18	U19	U20	U21	U22	U23	U24	U25	U26	U27	U28	U29	U31	U32	U33			
			标准指数																				
			超标率																				
			超标倍数																				
15	Na ⁺	≤200	监测值																				
			标准指数																				
			超标率																				
			超标倍数																				
16	铜	≤1	监测值																				
			标准指数																				
			超标率																				
			超标倍数																				
17	锌	≤1	监测值																				
			标准指数																				
			超标率																				
			超标倍数																				
18	铁	≤0.3	监测值																				
			标准指数																				
			超标率																				
			超标倍数																				
19	K ⁺	/	监测值																				
20	Ca ²⁺	/	监测值																				
21	Mg ²⁺	/	监测值																				
22	HCO ₃ ⁻	/	监测值																				
23	CO ₃ ²⁻	/	监测值																				

表3.2-32 丰水期地下水质量监测结果与评价（续表2） 单位：mg/L，pH无量纲

序号	监测项目	标准值	监测结果	采样时间：2024.5.25		采样时间：2024.5.29	
				U4	U28	U4	U28
1	pH 值	6.5 ~ 8.5	监测值				
			标准指数				
			超标率				
			超标倍数				
2	溶解性总固体	≤1000	监测值				
			标准指数				
			超标率				
			超标倍数				
3	总硬度	≤450	监测值				
			标准指数				
			超标率				
			超标倍数				
4	耗氧量	≤3.0	监测值				
			标准指数				
			超标率				
			超标倍数				
5	氨氮	≤0.50	监测值				
			标准指数				
			超标率				
			超标倍数				
6	硝酸盐	≤20.0	监测值				
			标准指数				
			超标率				
			超标倍数				
7	亚硝酸盐	≤1.0	监测值				
			标准指数				

序号	监测项目	标准值	监测结果	采样时间：2024.5.25		采样时间：2024.5.29	
				U4	U28	U4	U28
8	铅	≤0.01	超标率				
			超标倍数				
			监测值				
			标准指数				
9	镉	≤0.005	超标率				
			超标倍数				
			监测值				
			标准指数				
10	砷	≤0.01	超标率				
			超标倍数				
			监测值				
			标准指数				
11	六价铬	≤0.05	超标率				
			超标倍数				
			监测值				
			标准指数				
12	汞	≤0.001	超标率				
			超标倍数				
			监测值				
			标准指数				
13	Cl-	≤250	超标率				
			超标倍数				
			监测值				
			标准指数				

序号	监测项目	标准值	监测结果	采样时间：2024.5.25		采样时间：2024.5.29	
				U4	U28	U4	U28
14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值				
			标准指数				
			超标率				
			超标倍数				
15	Na ⁺	≤200	监测值				
			标准指数				
			超标率				
			超标倍数				
16	铜	≤1	监测值				
			标准指数				
			超标率				
			超标倍数				
17	锌	≤1	监测值				
			标准指数				
			超标率				
			超标倍数				
18	铁	≤0.3	监测值				
			标准指数				
			超标率				
			超标倍数				
19	K ⁺	/	监测值				
20	Ca ²⁺	/	监测值				
21	Mg ²⁺	/	监测值				
22	HCO ₃ ⁻	/	监测值				
23	CO ₃ ²⁻	/	监测值				

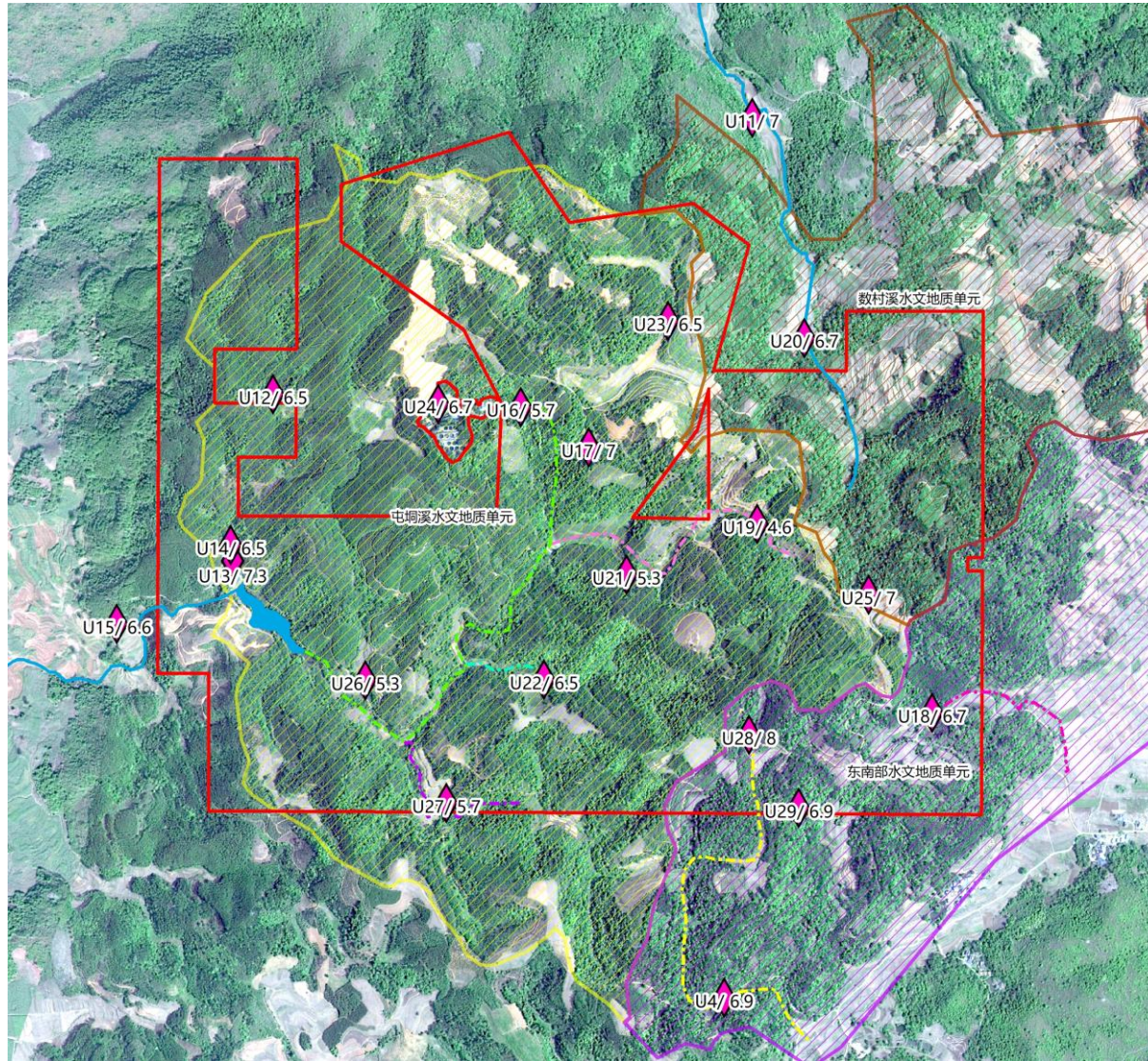


图3.2-17 丰水期地下水 pH 值分布图（单位：无量纲）

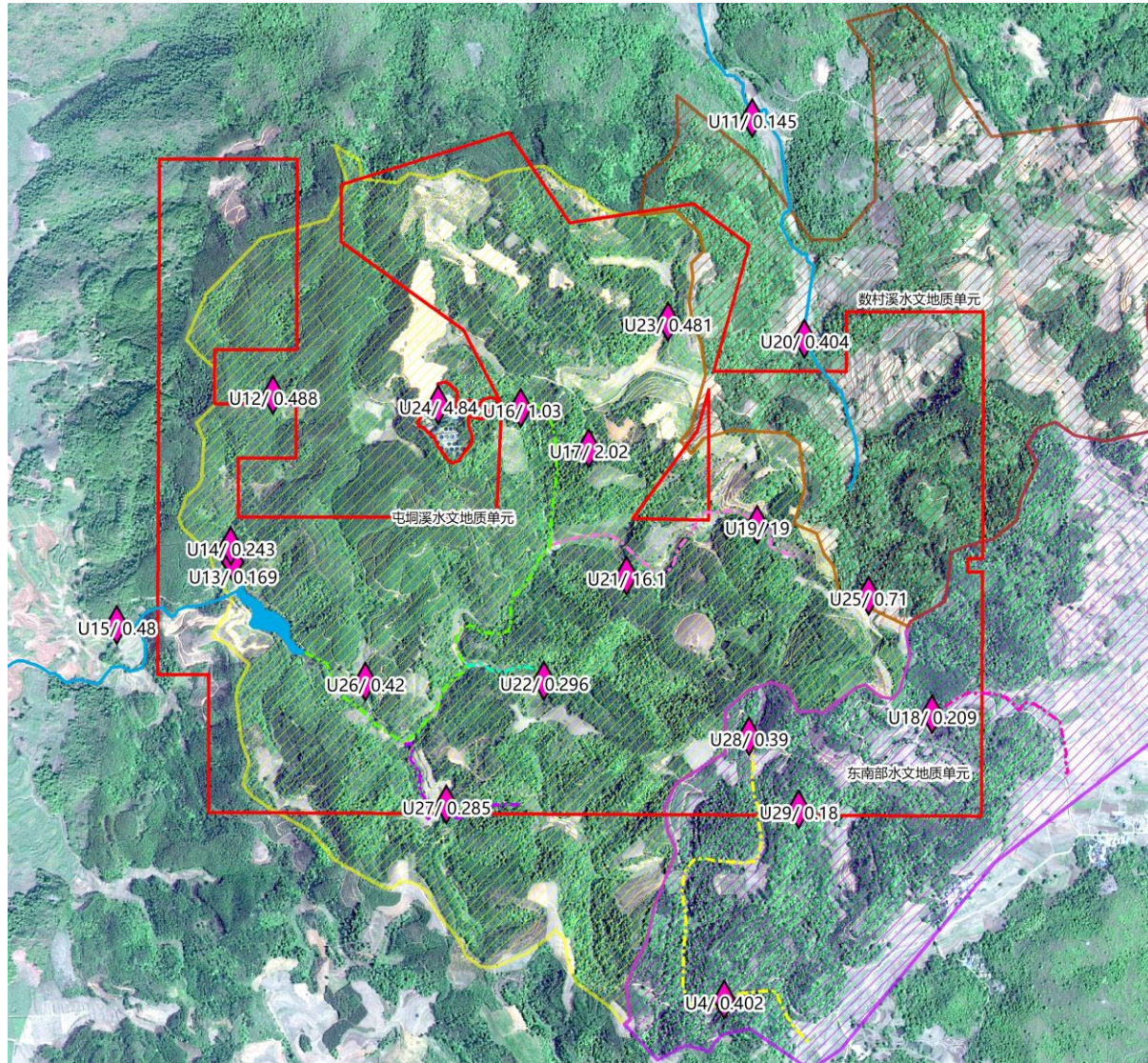


图3.2-18 丰水期地下水氨氮分布图（单位：mg/L）

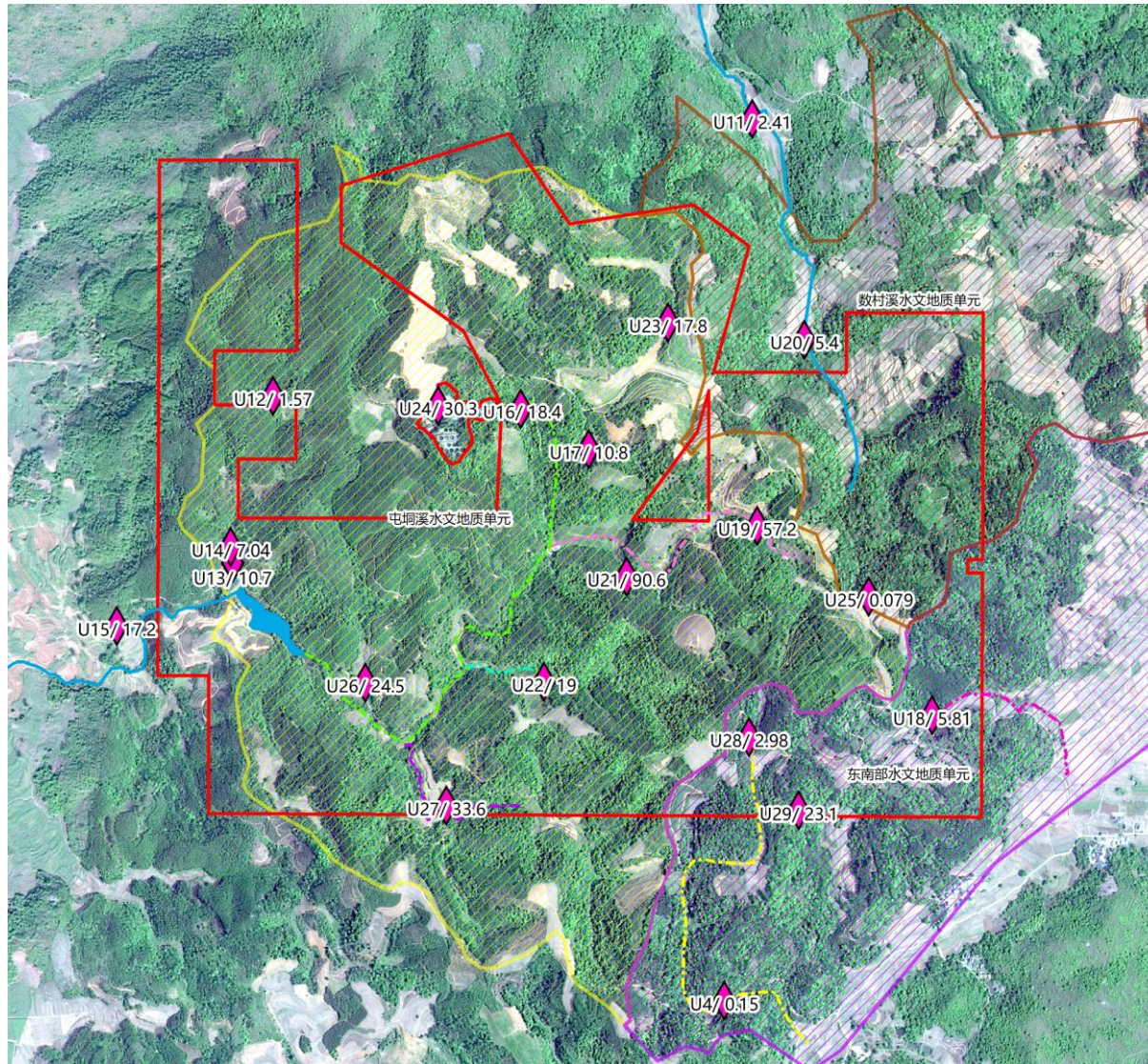


图3.2-19 丰水期地下水硝酸盐分布图 (单位: mg/L)

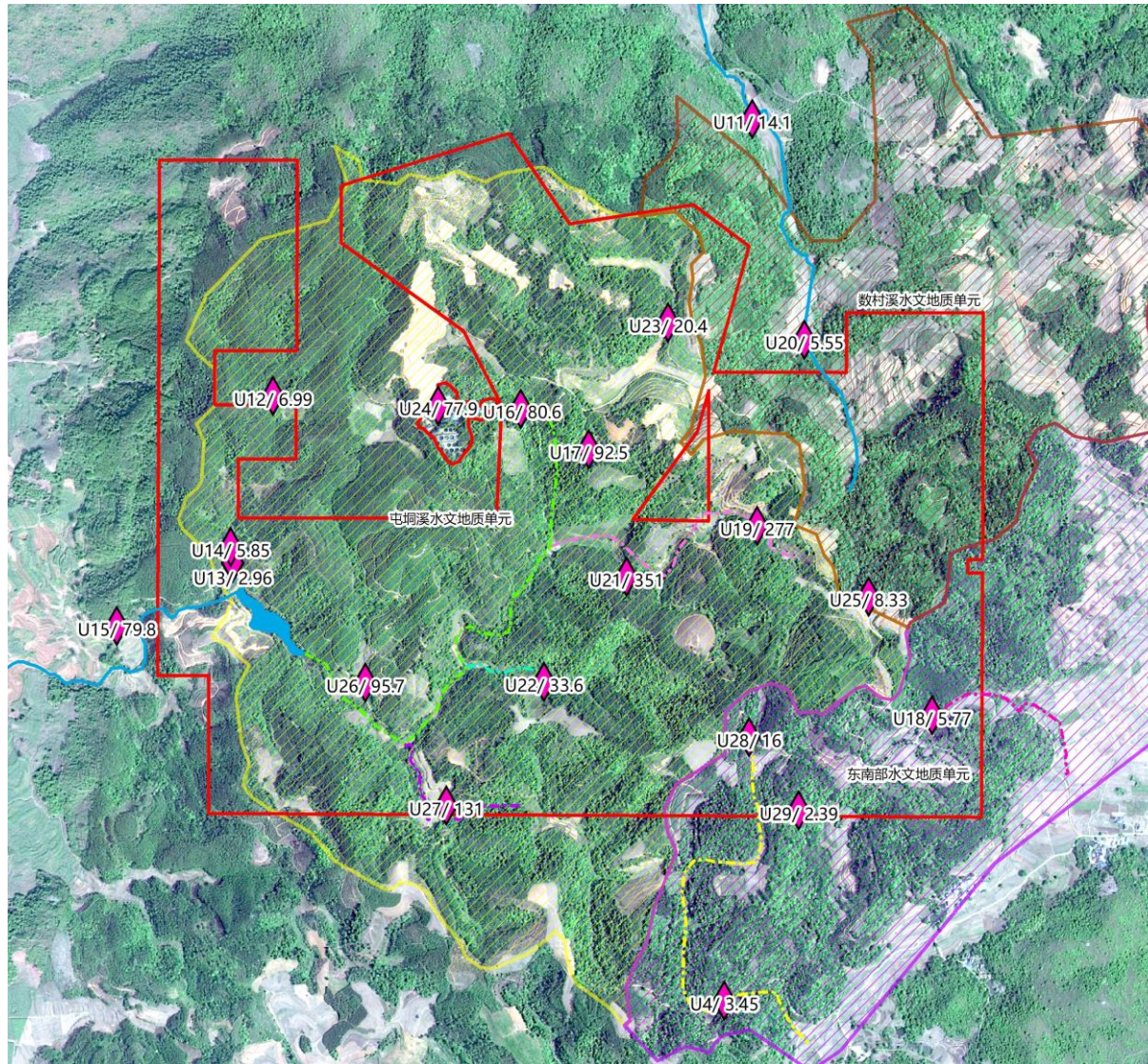


图3.2-20 丰水期地下水硫酸盐分布图（单位：mg/L）

2、枯水期地下水水质监测及评价结果

评价区域枯水期地下水水质监测结果见下表 3.2-31~3.2-32，枯水期典型污染物空间分布见图 3.2-17~图 3.2-20。监测数据反映结果如下：

(1) 矿区外民井或泉点（地下河）水质现状：代表点位为 U1~U10（U4 除外）、U31~U33，监测结果显示上述点位各监测因子均可达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准要求。

(2) 屯垌溪次级水文地质单元内下游钻井或泉点水质现状：1) 已开采区下游钻井或泉点代表点位为 U16、U17、U21、U24，其中 U24 点位位于母液处理车间，监测结果显示，上述点位 pH 值、氨氮、硝酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 3.4 倍、18.34 倍、3.24 倍。2) 拟开采区下游钻井或泉点代表点位为 U12~U15、U19、U22、U26、U27、U30，监测结果显示，上述点位 pH 值、氨氮、硝酸盐、硫酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 5.8 倍、118.6 倍、3.505 倍、0.728 倍。

(3) 数村溪次级水文地质单元内钻井或泉点水质现状：代表点位为 U11、U20、U23、U25，监测结果显示，上述点位氨氮出现超标，最大超标倍数为 0.82 倍。

(4) 东南部次级水文地质单元内钻井或泉点水质现状：代表点位为 U4、U18、U28、U29，监测结果显示，上述点位各监测因子均可达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准要求。

总体而言，地下水超标主要集中在矿界范围内，外围民井和泉点（地下河）水质可满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准，而矿界内历史采用区范围已波及 3 个水文地质单元，其中屯垌溪次级水文地质单元开采历史久，且经历了池浸、堆浸和原地浸矿工艺，历史监测数据显示，该水文地质单元地下水超标频率很高，说明超标原因为开采过程中浸矿剂无组织渗流导致，根据中铝广西有色稀土开发有限公司提供的《原山氨氮含量与清水淋洗时间的关系》，2018 年以来，北京矿业研究总院在江西赣州稀土公司开展了工业试验，得到以下结论：清水淋洗可显著降低原山氨氮含量，随着清水淋洗时间的延长呈下降趋势，且下降的幅度越来越缓，当土体氨氮浓度降至 170~180mg/L 时，再继续淋洗氨氮浓度几乎不再下降，由此可判断历史矿山虽采取了淋洗措施，但淋洗效果不佳，矿体内仍残留较多铵盐随着时间推移慢慢渗出，且原设计设置的截获井并未开启，使得矿山中残留浸矿剂淋溶至地下水，造成地下水超标，由监测数据可知，钻孔监测点监测数据总体比泉点监测点数据偏低，矿区残留浸矿剂未下渗至深层地下水。

表3.2-33 枯水期地下水质量监测结果与评价 单位: mg/L, pH 无量纲

序号	监测项目	标准值	监测结果	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U14	U15		
1	pH 值	6.5 ~ 8.5	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
2	溶解性总固体	≤1000	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
3	总硬度	≤450	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
4	耗氧量	≤3.0	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
5	氨氮	≤0.50	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
6	硝酸盐	≤20.0	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
7	亚硝酸盐	≤1.0	监测值																
			标准指数																

序号	监测项目	标准值	监测结果	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U14	U15	
			超标率															
			超标倍数															
8	铅	≤0.01	监测值															
			标准指数															
			超标率															
			超标倍数															
9	镉	≤0.005	监测值															
			标准指数															
			超标率															
			超标倍数															
10	砷	≤0.01	监测值															
			标准指数															
			超标率															
			超标倍数															
11	六价铬	≤0.05	监测值															
			标准指数															
			超标率															
			超标倍数															
12	汞	≤0.001	监测值															
			标准指数															
			超标率															
			超标倍数															
13	Cl ⁻	≤250	监测值															
			标准指数															
			超标率															
			超标倍数															
14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值															

序号	监测项目	标准值	监测结果	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U14	U15	
			标准指数															
			超标率															
			超标倍数															
15	Na ⁺	≤200	监测值															
			标准指数															
			超标率															
			超标倍数															
16	铜	≤1	监测值															
			标准指数															
			超标率															
			超标倍数															
17	锌	≤1	监测值															
			标准指数															
			超标率															
			超标倍数															
18	铁	≤0.3	监测值															
			标准指数															
			超标率															
			超标倍数															
19	K ⁺	/	监测值															
20	Ca ²⁺	/	监测值															
21	Mg ²⁺	/	监测值															
22	CO ₃ ²⁻	/	监测值															
23	HCO ₃ ⁻	/	监测值															

表3.2-34 枯水期地下水质量监测结果与评价（续表） 单位：mg/L, pH 无量纲

序号	监测项目	标准值	监测结果	U16	U17	U18	U19	U20	U21	U22	U23	U24	U25	U26	U27	U28	U29	U30
1	pH 值	6.5 ~	监测值															

序号	监测项目	标准值	监测结果	U16	U17	U18	U19	U20	U21	U22	U23	U24	U25	U26	U27	U28	U29	U30	
		8.5	标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
2	溶解性总固体	≤1000	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
3	总硬度	≤450	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
4	耗氧量	≤3.0	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
5	氨氮	≤0.50	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
6	硝酸盐	≤20.0	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																
7	亚硝酸盐	≤1.0	监测值																
			标准指数																
			超标率																
			超标倍数																

序号	监测项目	标准值	监测结果	U16	U17	U18	U19	U20	U21	U22	U23	U24	U25	U26	U27	U28	U29	U30		
8	铅	≤0.01	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
9	镉	≤0.005	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
10	砷	≤0.01	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
11	六价铬	≤0.05	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
12	汞	≤0.001	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
13	Cl ⁻	≤250	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	

序号	监测项目	标准值	监测结果	U16	U17	U18	U19	U20	U21	U22	U23	U24	U25	U26	U27	U28	U29	U30		
			超标倍数																	
15	Na ⁺	≤200	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
16	铜	≤1	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
17	锌	≤1	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
18	铁	≤0.3	监测值																	
			标准指数																	
			超标率																	
			超标倍数																	
19	K ⁺	/	监测值																	
20	Ca ²⁺	/	监测值																	
21	Mg ²⁺	/	监测值																	
22	CO ₃ ²⁻	/	监测值																	
23	HCO ₃ ⁻	/	监测值																	

注：“ND”表示分析结果低于方法最低检出限，取检测限值的一半计算质量指数。标红加粗为超标数值。U23、U29 点位枯水期未采到水样。

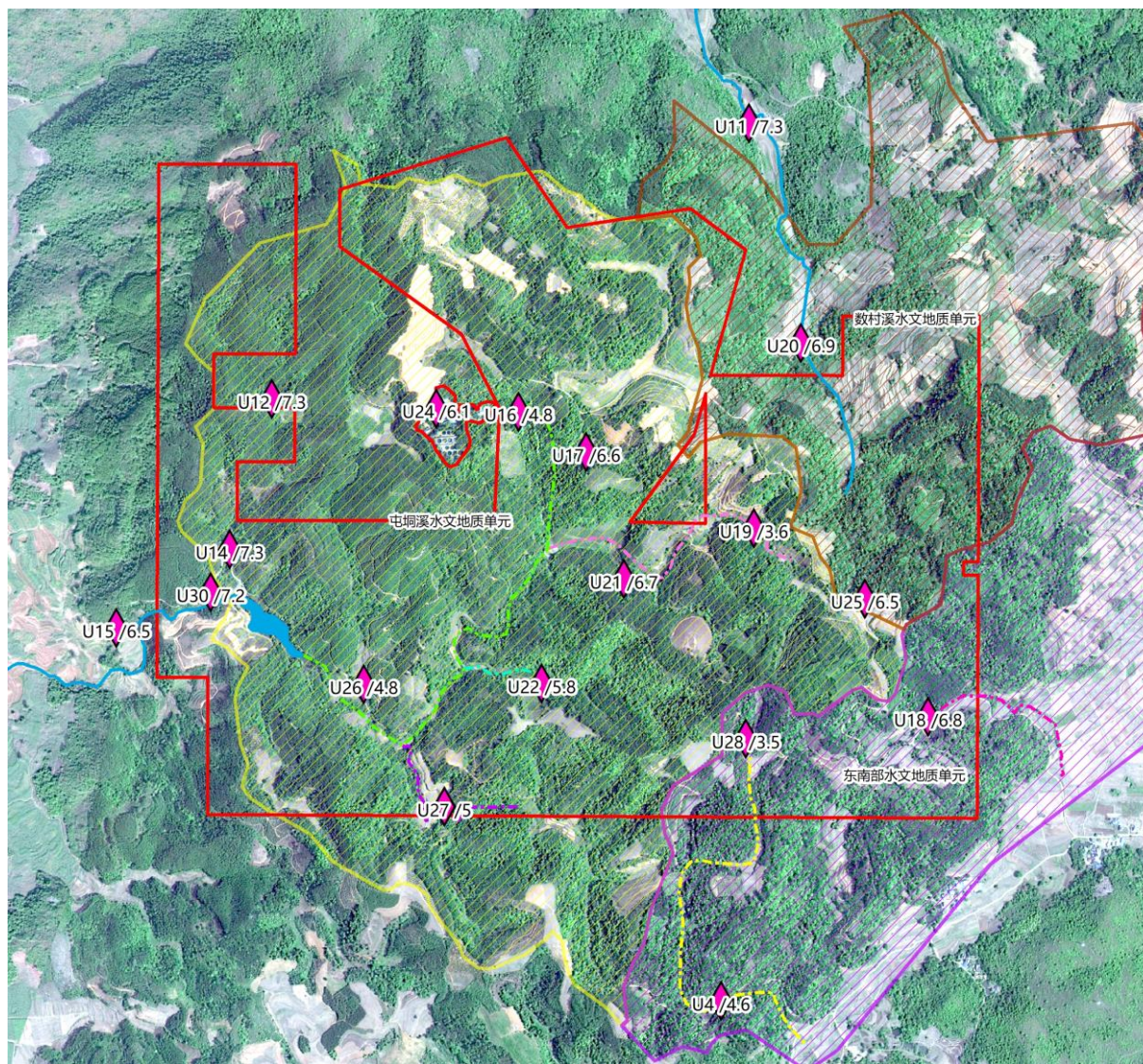


图3.2-21 枯水期地下水 pH 值分布图 (单位: 无量纲)

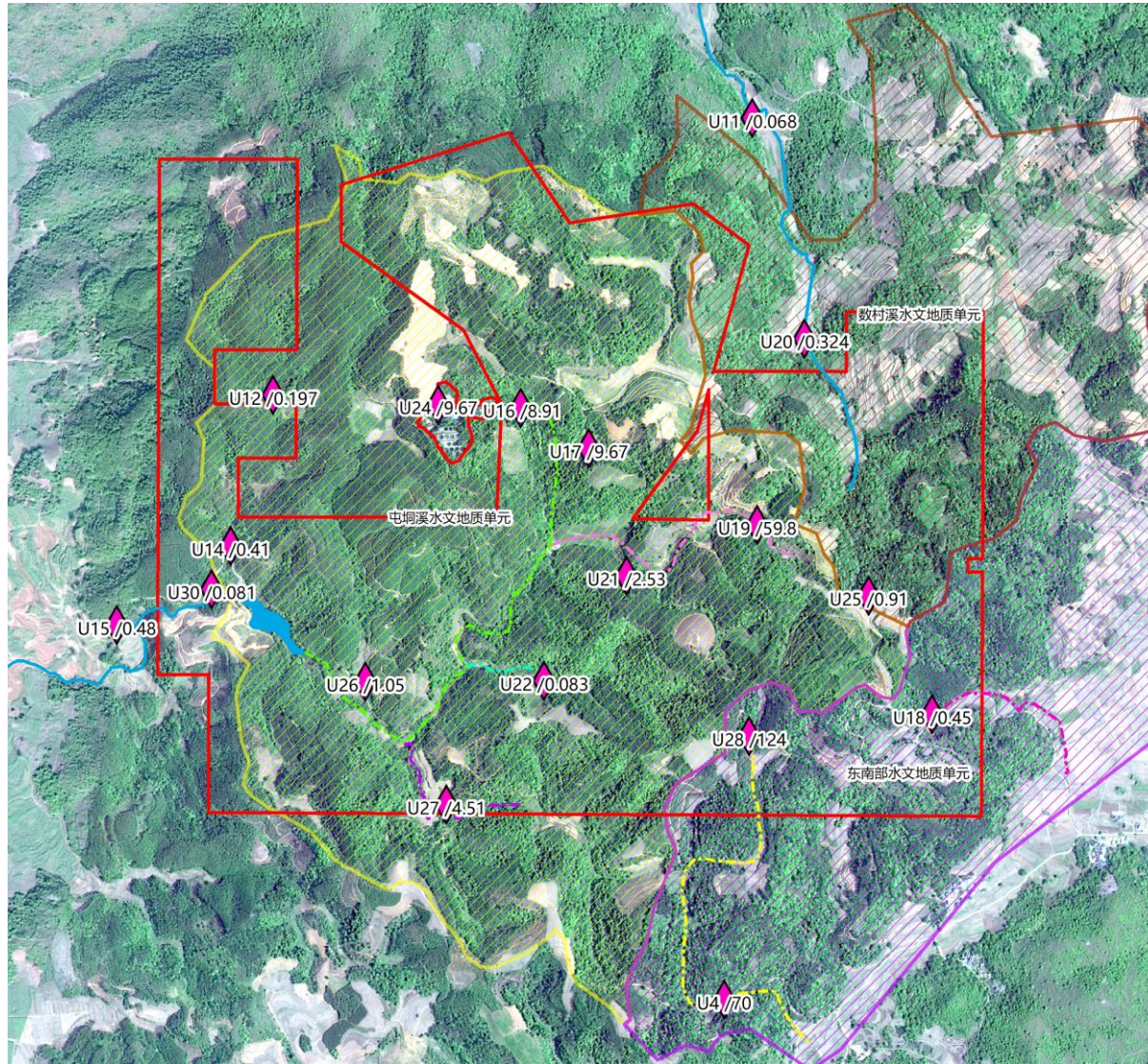


图3.2-22 枯水期地下水氨氮分布图（单位：mg/L）

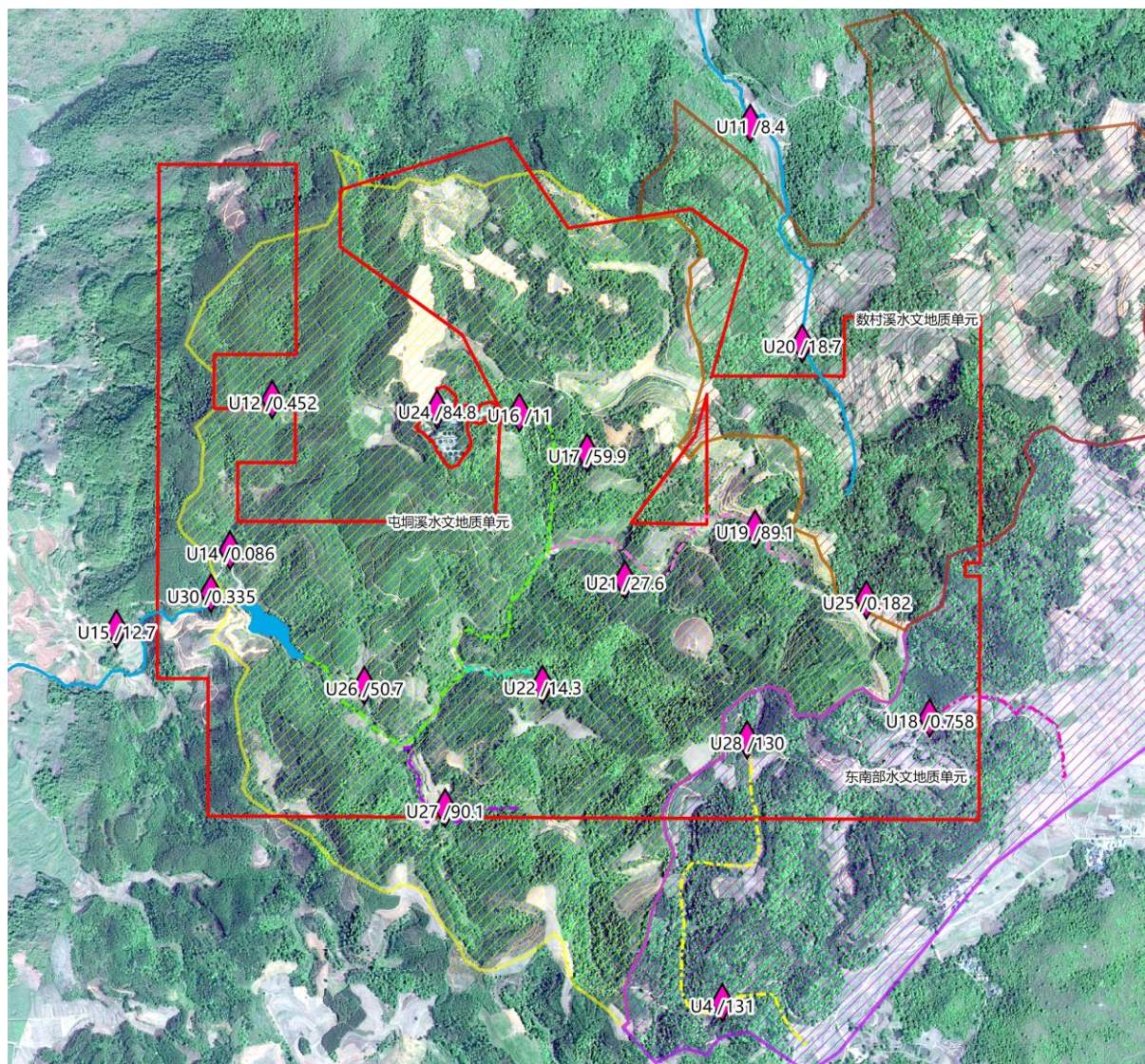


图3.2-23 枯水期地下水硝酸盐分布图（单位：mg/L）

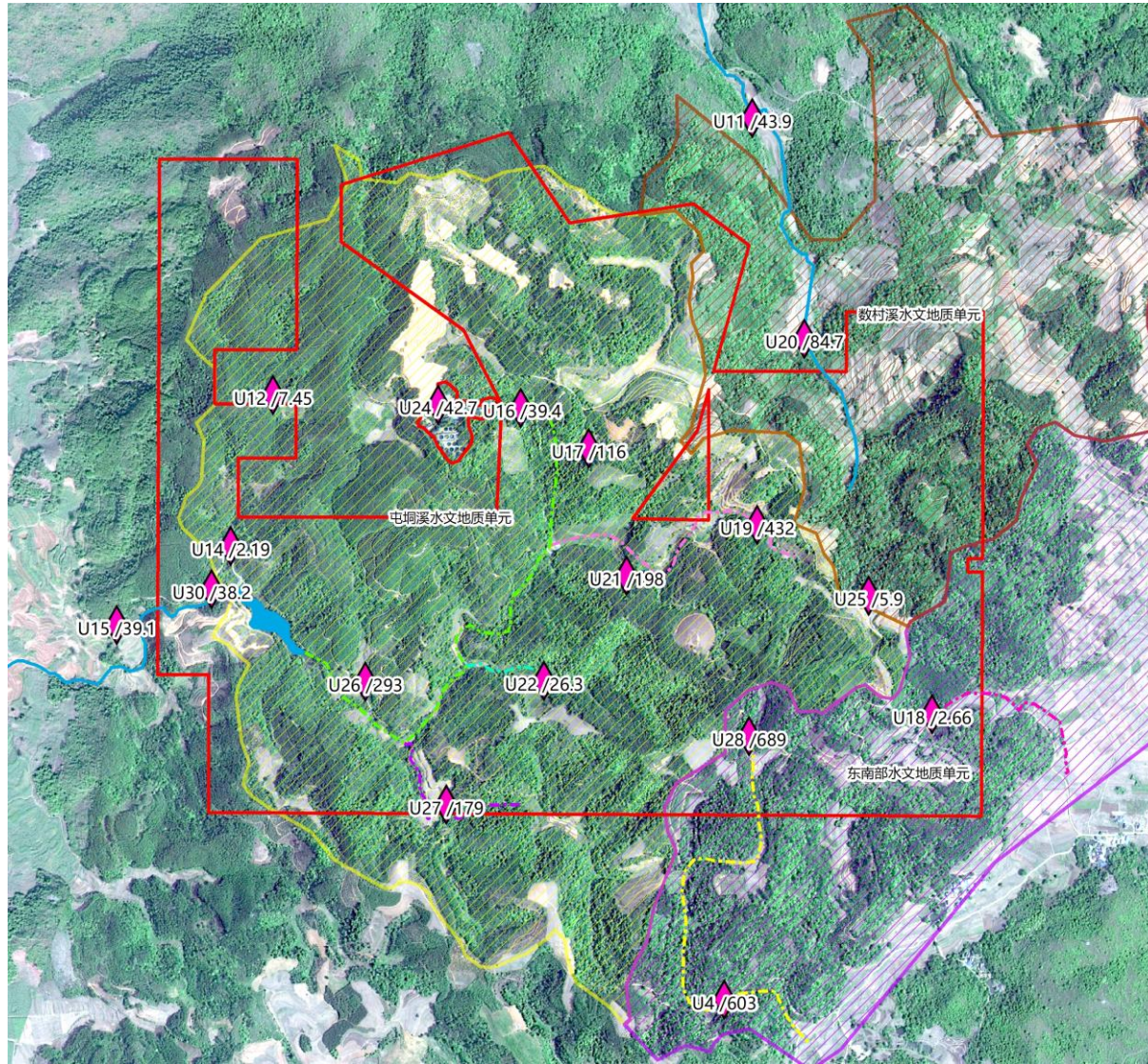


图3.2-24 枯水期地下水硫酸盐分布图 (单位: mg/L)

3、平水期地下水水质监测及评价结果

评价区域平水期地下水水质监测结果见下表 3.2-33，平水期典型污染物空间分布见图 3.2-21~图 3.2-24。监测数据反映结果如下：

（1）屯垌溪次级水文地质单元内下游钻井或泉点水质现状：1）已开采区下游钻井或泉点代表点位为 J1、J4、J5，监测结果显示，上述点位氨氮出现不同程度的超标，最大超标倍数为 7.64 倍。2）拟开采区下游钻井或泉点代表点位为 J2、J3、J6、J7，监测结果显示，上述点位 pH 值、氨氮出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 1 倍、2.82 倍。

（2）数村溪次级水文地质单元内钻井或泉点水质现状：代表点位为 J9，监测结果显示，上述点位各监测因子均可达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准要求。

（3）东南部次级水文地质单元内钻井或泉点水质现状：代表点位为 J8，监测结果显示，上述点位氨氮出现超标，最大超标倍数为 2.24 倍。

截获井截获的地下水主要来自于历史开采区，根据监测结果显示，截获地下水存在 pH 值、氨氮超标，截获水经中转池——环保坝最后泵送至母液处理车间内的污水处理站处理达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准（其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准要求）方可排放，截获井已于 2024 年 5 月正式投入运行，截获超标地下水后将一定程度改善下游地下水水质。

表3.2-35 截获井（监控井）地下水质量监测结果与评价 单位：mg/L

序号	监测项目	标准值	监测结果	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9
1	pH 值	6.5 ~ 8.5	监测值									
			标准指数									
			超标率									
			超标倍数									
2	溶解性总固体	≤1000	监测值									
			标准指数									
			超标率									
			超标倍数									
3	总硬度	≤450	监测值									
			标准指数									
			超标率									
			超标倍数									
4	耗氧量	≤3.0	监测值									
			标准指数									
			超标率									
			超标倍数									
5	氨氮	≤0.50	监测值									
			标准指数									
			超标率									
			超标倍数									
6	硝酸盐	≤20.0	监测值									
			标准指数									
			超标率									
			超标倍数									
7	亚硝酸盐	≤1.0	监测值									
			标准指数									

序号	监测项目	标准值	监测结果	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9
			超标率									
			超标倍数									
8	铅	≤0.01	监测值									
			标准指数									
			超标率									
			超标倍数									
9	镉	≤0.005	监测值									
			标准指数									
			超标率									
			超标倍数									
10	砷	≤0.01	监测值									
			标准指数									
			超标率									
			超标倍数									
11	六价铬	≤0.05	监测值									
			标准指数									
			超标率									
			超标倍数									
12	汞	≤0.001	监测值									
			标准指数									
			超标率									
			超标倍数									
13	Cl ⁻	≤250	监测值									
			标准指数									
			超标率									
			超标倍数									
14	SO ₄ ²⁻	≤250	监测值									

序号	监测项目	标准值	监测结果	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	
			标准指数										
			超标率										
			超标倍数										
15	Na ⁺	≤200	监测值										
			标准指数										
			超标率										
			超标倍数										
16	铜	≤1	监测值										
			标准指数										
			超标率										
			超标倍数										
17	锌	≤1	监测值										
			标准指数										
			超标率										
			超标倍数										
18	铁	≤0.3	监测值										
			标准指数										
			超标率										
			超标倍数										
19	K ⁺	/	监测值										
20	Ca ²⁺	/	监测值										
21	Mg ²⁺	/	监测值										
22	HCO ₃ ⁻	/	监测值										
23	CO ₃ ²⁻	/	监测值										

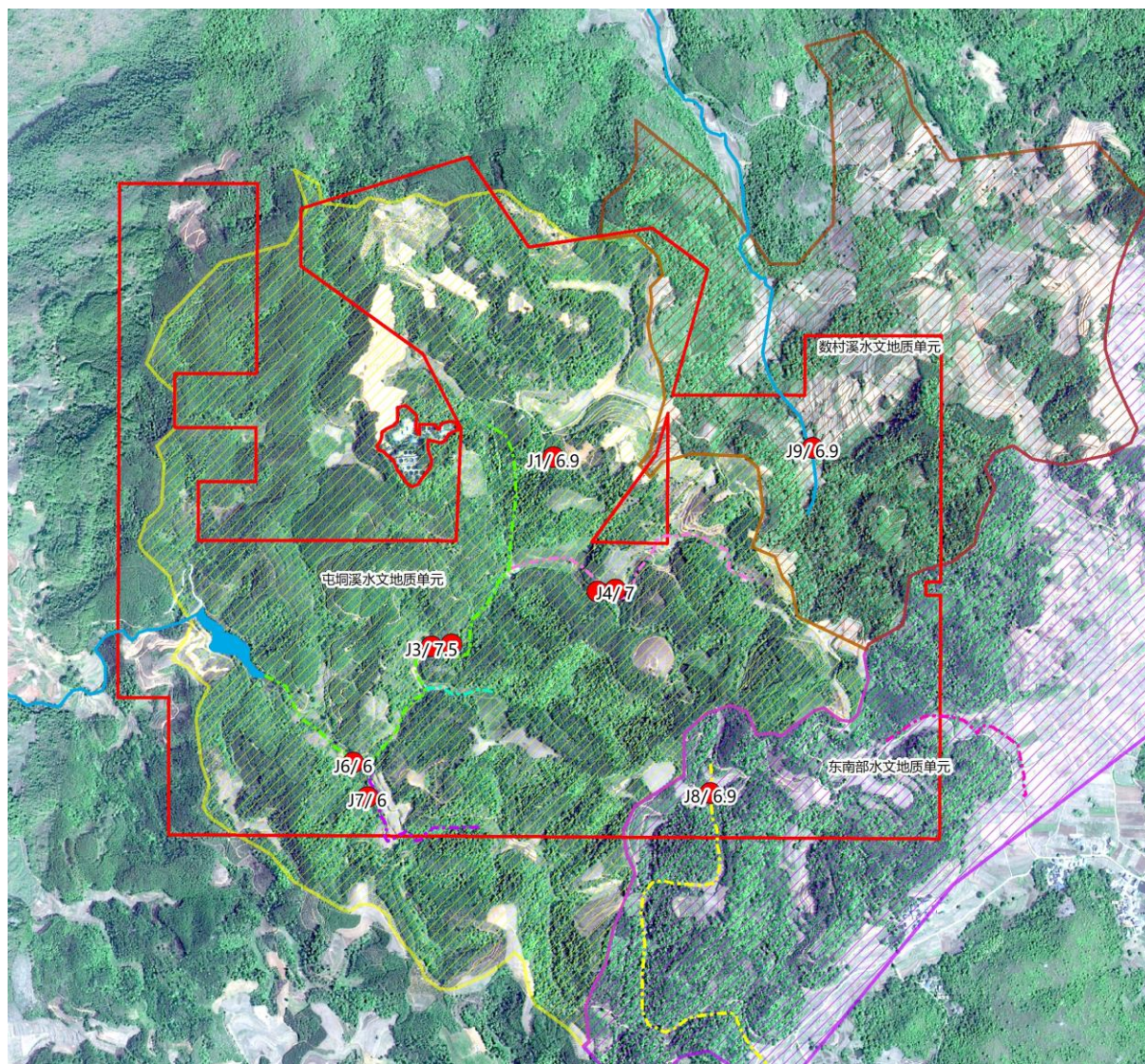


图3.2-25 截获井（监控井）4月地下水 pH 分布图

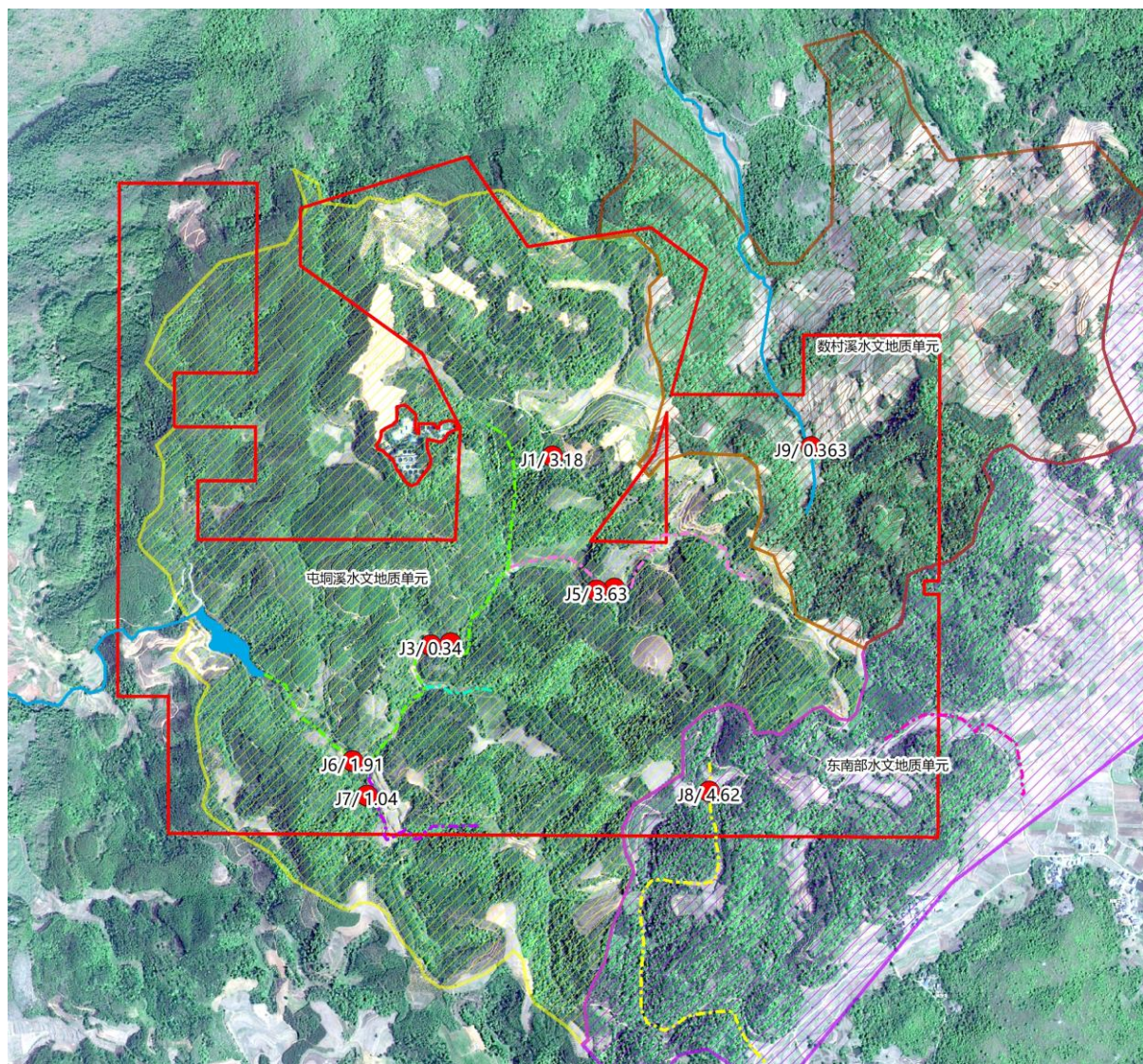


图3.2-26 截获井（监控井）4月地下水氨氮分布图（单位：mg/L）

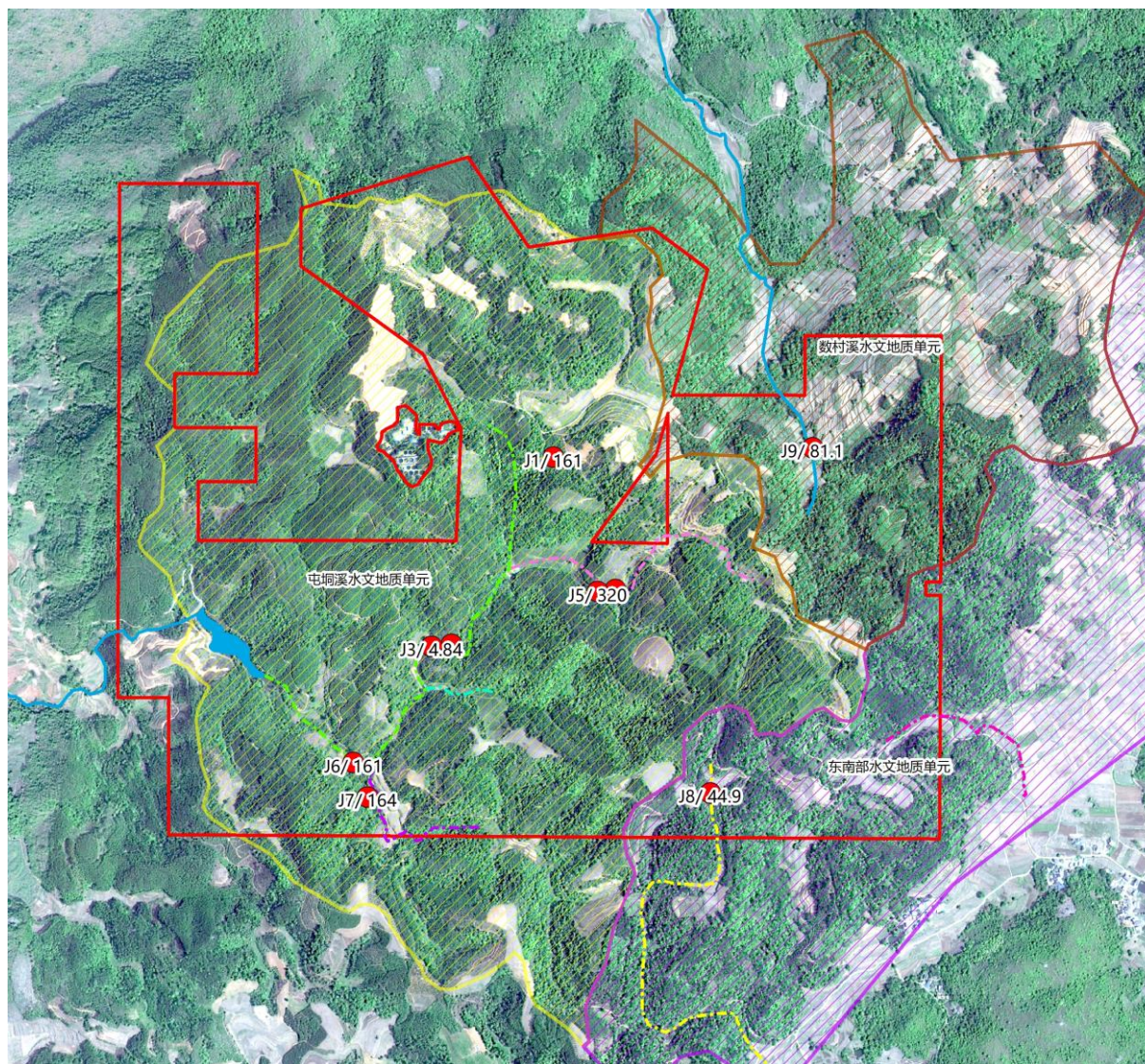


图3.2-27 截获井（监控井）4月地下水硫酸盐分布图（单位：mg/L）

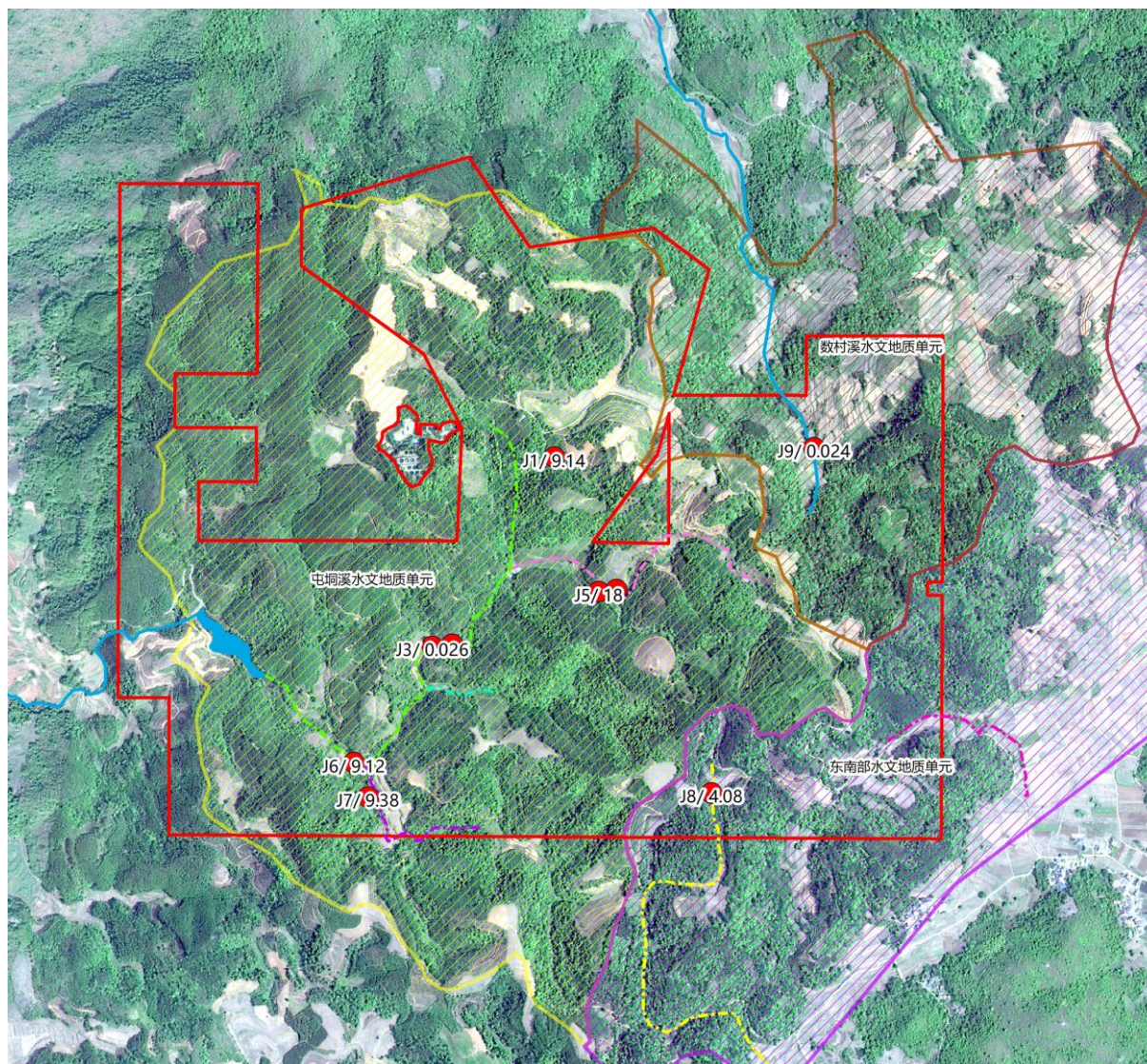


图3.2-28 截获井（监控井）4月地下水硝酸盐盐分布图（单位：mg/L）

3.2.3.4 历年地下水环境质量现状

六汤稀土矿区经过 30 年发展，经历了堆浸、池浸工艺到原地浸矿工艺，开采范围不断扩大，涉及水文地质单元逐渐增多，为了解每个时期的环境质量情况变化并了解其趋势，本次评价将矿山发展历程共分 4 个阶段，具体情况见表 3.2-26。各阶段开展的环境技术评估工作范围与开采范围密切相关，且考虑各阶段所设置监测点并未完全重合，为方便整体了解各片区环境质量变化趋势，本次评价分矿区外民井或泉点（地下河）、屯垌溪次级水文地质单元--已开采区、屯垌溪次级水文地质单元--拟开采区、数村溪次级水文地质单元、东南部次级水文地质单元分别进行趋势分析，具体数据取用情况如下：

表3.2-36 地下水趋势分析具体数据取用情况说明一览表（单位：mg/L，pH 无量纲）

地下水分区	阶段		pH	硝酸盐(以 N 计)	亚硝酸盐(以 N 计)	氨氮	硫酸盐
矿区外民井或泉点（地下河）	第一阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
	第二阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
	第三阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
	第四阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
屯垌溪次级水文地质单元--已开采区	第一阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
	第二阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
	第三阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
	第四阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
屯垌溪次级水文地质单元--拟开采区	第一阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					

地下水分区	阶段		pH	硝酸盐(以 N 计)	亚硝酸盐(以 N 计)	氨氮	硫酸盐
	第二阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
	第三阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
	第四阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
数村溪次级水文地质单元	第一阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
	第二阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
	第三阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
	第四阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
东南部次级水文地质单元	第一阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
	第二阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					

地下水分区	阶段		pH	硝酸盐(以 N 计)	亚硝酸盐(以 N 计)	氨氮	硫酸盐
	第三阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					
	第四阶段	枯水期					
		丰水期					
		平水期					

本次选取各个阶段所监测的相同地下水点位，分析特征因子即 pH、氨氮、硫酸盐、硝酸盐氮历年变化情况。点位及数据情况见下表。

表3.2-37 本次监测与历年评价相同点位对比一览表

本次监测点位	2018年回顾性评价点位	2014年环评点位	所属水文地质单元	特征分析因子
U12	S05	S05	屯洞溪水文地质单元	pH、氨氮、硫酸盐、硝酸盐氮
U14	12#	S06		
U21	S12	S12		
U23	13#	J5		
U25	CK09	J8	数村溪水文地质单元	

表3.2-38 本次监测与历年评价监测数据一览表 单位：mg/L

监测因子	监测时间	U12/S05/S05	U14/12#/S06	U21/S12/S12	U23/13#/J5	U25/CK09/J8
pH	2013.5					
	2013.7					
	2013.11					
	2018.7.13					
	2018.7.14					
	2018.7.15					
	2023.8					
	2023.11					
氨氮	2013.5					
	2013.7					
	2013.11					
	2018.7.13					
	2018.7.14					
	2018.7.15					
	2023.8					
	2023.11					
硫酸盐	2013.5					
	2013.7					
	2013.11					
	2018.7.13					
	2018.7.14					
	2018.7.15					
	2023.8					
	2023.11					
硝酸盐	2013.5					
	2013.7					
	2013.11					
	2018.7.13					
	2018.7.14					
	2018.7.15					
	2023.8					

监测因子	监测时间	U12/S05/S05	U14/12#/S06	U21/S12/S12	U23/13#/J5	U25/CK09/J8
	2023.11					

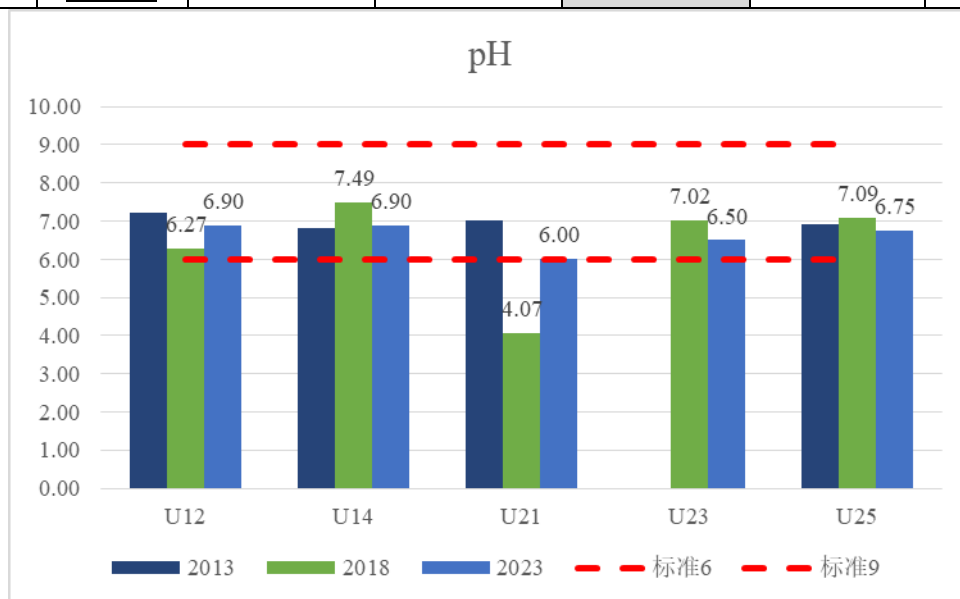


图3.2-29 pH 值趋势走向图 (单位: 无量纲)

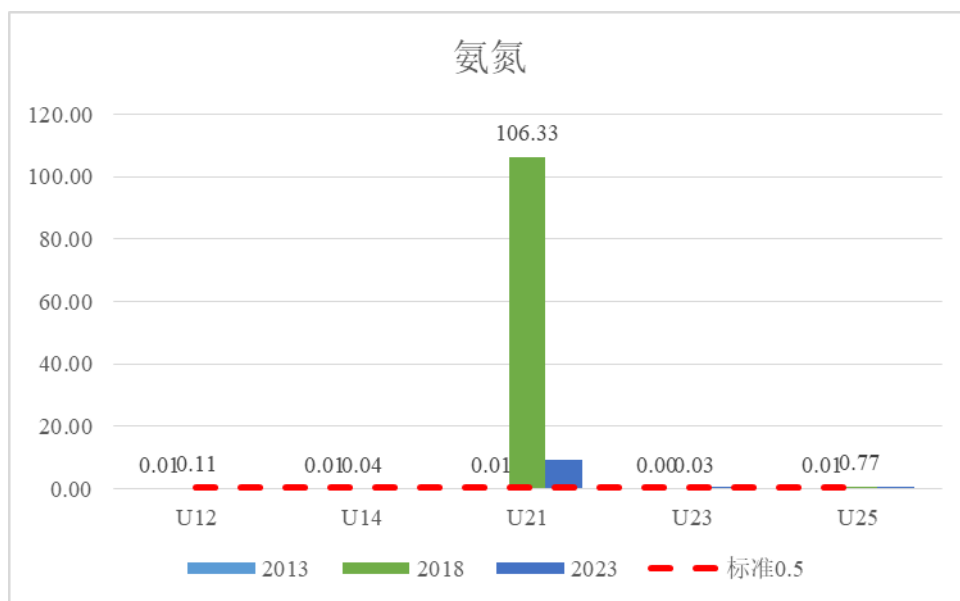


图3.2-30 氨氮值趋势走向图 (单位: mg/L)

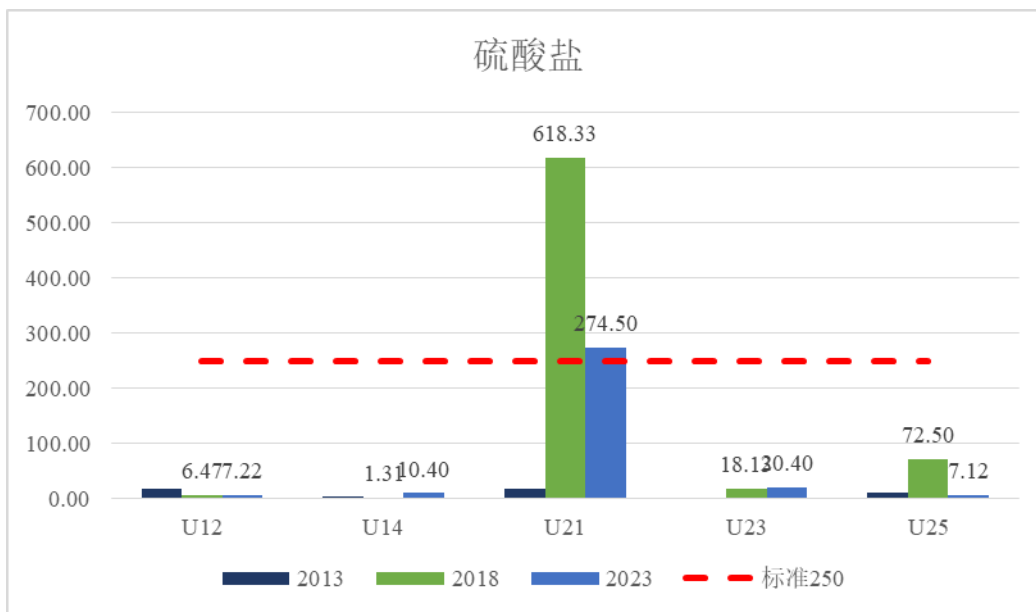


图3.2-31 硫酸盐值趋势走向图 (单位: mg/L)

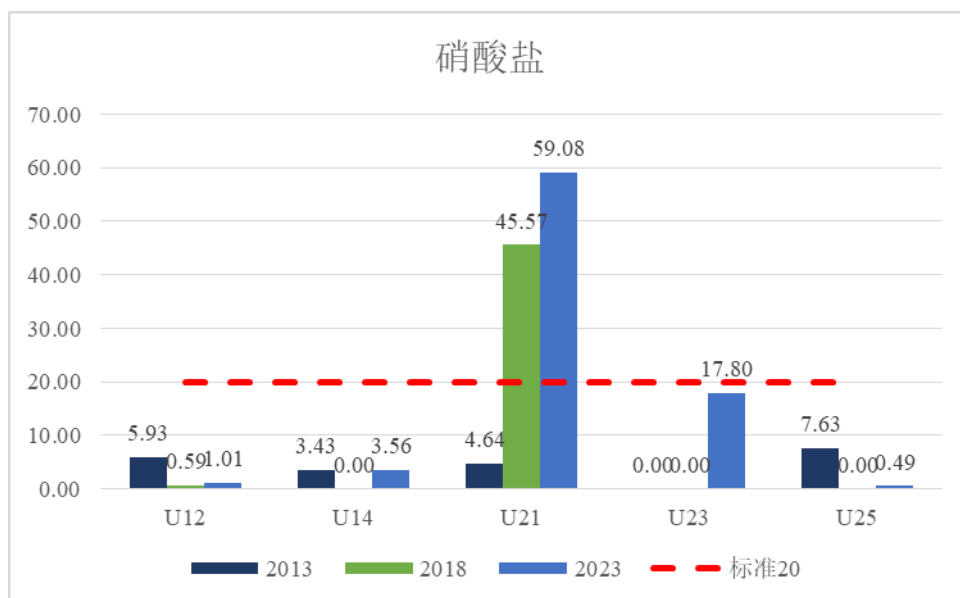


图3.2-32 硝酸盐值趋势走向图 (单位: mg/L)

由上图和上表可知，2013年地下水点位环境质量良好，2013-2018年期间，矿山进行原地浸矿开采，历年来残留在已开采区的含铵浸矿剂随雨水渗入到地下水环境中导致2018年回顾性评价时，地下水的pH、氨氮、硝酸盐、硫酸盐超标。2017年停止开采至今，2023年对矿区内地下水情况进行监测。相较2018年回顾性评价数据，地下水的pH、氨氮、硝酸盐、硫酸盐总体呈现下降趋势，矿区内地下水环境质量趋于变好。

1、矿区外民井或泉点（地下河）环境质量变化趋势分析

结合表 3.2-34 可知，矿区外民井或泉点（地下河）水质稳定，仅出现过一次 pH 未达标，超标倍数较小，水质类型均为网状基岩风化裂隙水，超标原因与本区土壤本底 pH 为酸性有关。

为确保矿区周边饮用水源安全，建设单位近年对矿区外民井或泉点定期进行监测，本次评价取 2018 年至 2023 年周围村屯地下水监测数据主要来自建设单位历年监测结果。由下表可知，周边村屯的 pH、氨氮、硫酸盐均能满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中 III 类标准要求，水质稳定。

表3.2-39 矿区外周围村屯例行监测水质结果

点位	采样日期	pH 值 (无量纲)	Pi	氨氮 (mg/L)	Pi	硫酸盐 (mg/L)	Pi
屯垌	2018.8.7						
	2018.10.15						
	2019.3.15						
	2019.7.24						
	2020.4.3						
	2020.8.26						
	2021.4.28						
	2022.7.6						
	2022.11.22						
	2023.5.11						
	2023.8.9						
2023.11.17							
叫城	2018.8.7						
	2018.10.15						
	2019.3.15						
	2019.7.24						
	2020.4.3						
	2020.8.26						
	2021.12.17						
	2022.7.6						
	2022.11.22						
	2023.5.11						
	2023.8.10						
2023.11.17							
宜村	2018.8.7						
	2018.10.15						
	2019.3.15						
	2019.7.24						
	2020.4.3						
	2021.4.28						
2022.11.22							

点位	采样日期	pH 值 (无量纲)	Pi	氨氮 (mg/L)	Pi	硫酸盐 (mg/L)	Pi
	2023.8.11						
	2023.11.16						
岢雁	2018.8.7						
	2018.10.15						
	2019.7.24						
	2020.4.3						
	2022.11.22						
	2023.5.11						
	2023.8.11						
	2023.11.16						
雁楼	2018.8.7						
	2018.10.15						
	2019.3.15						
	2019.7.24						
	2020.4.3						
	2021.4.28						
	2022.11.22						
	2023.5.11						
	2023.8.11						
2023.11.16							
百叫	2018.8.7						
	2018.10.15						
	2019.3.15						
	2019.7.24						
	2020.4.3						
	2021.4.28						
	2022.7.6						
	2022.11.22						
	2023.5.11						
	2023.8.11						
2023.11.16							
那温	2018.8.7						
	2018.10.15						
	2019.3.15						
	2019.7.24						
	2020.4.3						
	2020.8.26						
	2021.4.28						
	2022.7.6						
	2022.11.22						
	2023.5.11						
2023.8.9							

点位	采样日期	pH 值 (无量纲)	Pi	氨氮 (mg/L)	Pi	硫酸盐 (mg/L)	Pi
	2023.11.16						
那岬	2018.8.7						
	2018.10.15						
	2019.3.15						
	2019.7.24						
	2020.4.3						
	2020.8.26						
	2021.4.28						
	2022.7.6						
	2022.11.22						
	2023.5.11						
	2023.8.9						
2023.11.16							

2、屯垌溪次级水文地质单元--已开采区地下水环境质量变化趋势分析

结合表 3.2-34，根据四个阶段数据梳理，已开采区内及下游点位的均出现不同程度的超标，由于矿山开采历史悠久，且开采活动不连续，开采活动闭矿后环保工程不完备，截获、跟踪监测工作均存在欠缺，超标原因主要是历年来残留在已开采区的含铵浸矿剂浸矿随入渗雨水进入到地下水环境中，同时矿区内桉树、甘蔗等大面积种植，施用硝基肥等肥料也是地下水出现超标的原因之一。开采中断的年份由于缺少环保设施的运营管理，已设截获井未发挥作用，最终导致矿区内地下水出现超标。本次技改改用无铵药剂进行原地浸矿，不会增加区域铵根来源，同时经过构建整体的水污染防治体系，结合地下水走向，在矿区内相应水文单元设置了截获井和监控井，分布在各地下水超标区域。截获井将整个地下水流向断面受污染的地下水截获抽至环保坝，经过厂内污水处理设施处理后，生产时回用于生产，停产闭矿时则排入无名水沟 1。通过设置截获井，可以有效控制矿区内氮超标水体外流，逐步改善区域地下水水质状况。

3、屯垌溪次级水文地质单元--拟开采区地下水环境质量变化趋势分析

屯垌溪次级水文地质单元--拟开采区大部分位于屯垌溪次级水文地质单元的下游，结合表 3.2-34 可知，拟开采区出现不同程度 pH 值、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、硫酸盐超标，超标点位主要邻近已开采区，由此可判断超标原因主要受已开采区含铵浸矿剂浸矿随入渗雨水进入地下水环境的影响，已开采区和拟开采区最终排泄区均为矿区范围内的屯垌溪，因此在构建整体的水污染防治体系的基础上，截获井和监控井将有效发挥作用，可有效控制矿区内超标水体外流，逐步改善区域地下水水质状况。

4、数村溪次级水文地质单元水环境质量变化趋势分析

(1) 第一、二阶段开采范围不涉及数村溪次级水文地质单元，监测结果显示该水文地质单元水质可达标。

(2) 第三阶段开采区域涉及数村溪次级水文地质单元，由于监测点位距离矿区较远，监测结果显示河段仍可达标。

(3) 本次评价在矿区内和矿界附近数村溪采样监测显示，出现氨氮略微超标，下游氨氮浓度逐渐降低，由此可判断其超标与矿区开采活动有关，因此本次评价提出在数村溪上游设置拦截坝和截获井，将收集的超标废水泵入污水处理系统处理后外排。

5、东南部次级水文地质单元水环境质量变化趋势分析

(1) 第一、二阶段开采范围不涉及东南部次级水文地质单元，个别监测结果显示，pH 未达标，超标倍数较小，水质类型均为网状基岩风化裂隙水，超标原因与本区土壤本底 pH 为酸性有关。

(2) 本次评价个别点位出现硝酸盐略微超标，结合地表水监测结果分析判断，其超标原因为历史开采区内残留的含铵浸矿剂淋溶进入地下水系统，因此本次评价提出在无名水沟 5 矿界处设置拦截坝，同时在采空区下游设置 J8 截获井，截获收集可能已经超标的地表水和地下水，避免对矿界下游地表水和地下水（尤其是下游饮用水源点）造成污染。

3.2.3.5 包气带监测

为了解现有场地的包气带污染现状，本次评价在母液处理车间设置 1 个监测点，在采空区的上、中、下部分别布设 1 个监测点，共在采空区布设 3 个监测点。监测点位置见下表。母液储存地面标高为 320m，本次包气带母液车间内监测点 S12 地面标高分别为 292m，在母液储存标高之下。

表3.2-40 包气带监测点布设一览表

点位编号	监测点名称	相对方位	监测因子	备注
S12	母液处理车间	厂区内	砷、镉、铬（六价）、铅、铜、汞、镍、锌共 8 项	本次监测
S23	S20	矿区南部	pH、全氮、氨氮、可溶性硫酸盐、镁、钠、总盐共 7 项	本次监测，均在历史采空区范围内
S24	S21	矿区东南部		
S25	S22	矿区北部		

S12 监测时间为 2023 年 9 月 5 日，在土壤表层（0~0.2m），土壤中层（0.2~0.6cm）土壤深层（0.6~1m）分别取样。

S23~S25 监测时间为 2024 年 5 月 11 日，在土壤表层及土壤矿体层采样。

S23 土壤表层为 0~0.2m，土壤矿体层为 1.0m 以下。

S24 土壤表层为 0~0.2m，土壤矿体层为 0.6m 以下。

S25 土壤表层为 0~0.2m，土壤矿体层为 0.5m 以下。

(3) 监测分析方法

表3.2-41 包气带监测分析方法

序号	监测项目	分析方法	检出限
1	浸出方法	固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法 HJ 557-2010	——
2	铜	固体废物 22 种金属元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法 HJ 781-2016	0.01mg/L
3	锌		0.01mg/L
4	镍		0.02mg/L
5	镉	固体废物 金属元素的测定 石墨炉原子吸收光谱法 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别 GB 5085.3-2007 附录 C	0.0002mg/L
6	铅		0.001mg/L
7	砷	固体废物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法 HJ 702-2014	0.0001 mg/L
8	汞		0.00002 mg/L
9	六价铬	固体废物 六价铬的测定 二苯碳酸二胂分光光度法 GB/T 15555.4-1995	0.004 mg/L
10	pH	固体废物 腐蚀性测定 玻璃电极法 GB/T 15555.12-1995	0.01 (pH 值)
11	总氮	水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解-紫外分光光度法 HJ636-2012	0.05mg/L
12	氨氮	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ535-2009	0.025mg/L
13	硫酸盐 (SO ₄ ²⁻)	水质 无机阴离子 (F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、 SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻) 的测定离子色谱法 HJ84-2016	0.018mg/L
14	镁	固体废物 22 种金属元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法 HJ 781-2016	0.03mg/L
15	钠		0.20mg/L
16	全盐量	水质 全盐量的测定 重量法 HJ/T51-1999	10mg/L

(4) 监测结果

土壤包气带现状监测结果见表 3.2-38，土壤包气带无对应评价标准，本次只做记录。

表3.2-42 评价区域土壤包气带监测结果一览表

监测点位		S12		
采样深度		0~0.2m	0.2~0.6m	0.6~1m
监测项目	单位	监测值	监测值	监测值
1	砷	mg/L		
2	汞	mg/L		
3	铜	mg/L		
4	锌	mg/L		
5	铅	mg/L		
6	镉	mg/L		
7	镍	mg/L		
8	六价铬	mg/L		

注：未检出以“ND”表示。

表3.2-43 评价区域土壤包气带监测结果一览表（续表）

监测点位		S23	
采样深度		0~0.2m	1m 以下
监测项目	单位	监测值	监测值
1	pH	mg/L	
2	总氮	mg/L	
3	氨氮	mg/L	
4	硫酸盐	mg/L	

监测点位			S23	
采样深度			0~0.2m	1m 以下
监测项目	单位		监测值	监测值
5	镁	mg/L		
6	钠	mg/L		
7	全盐量	mg/L		
监测点位			S24	
采样深度			0~0.2m	0.6m 以下
监测项目	单位		监测值	监测值
1	pH	mg/L		
2	总氮	mg/L		
3	氨氮	mg/L		
4	硫酸盐	mg/L		
5	镁	mg/L		
6	钠	mg/L		
7	全盐量	mg/L		
监测点位			S25	
采样深度			0~0.2m	0.5m 以下
监测项目	单位		监测值	监测值
1	pH	mg/L		
2	总氮	mg/L		
3	氨氮	mg/L		
4	硫酸盐	mg/L		
5	镁	mg/L		
6	钠	mg/L		
7	全盐量	mg/L		

注：未检出以“ND”表示。

3.2.3.6 地下水环境质量现状及变化趋势分析小结

(1) 矿区外民井或泉点（地下河）环境质量现状及变化趋势

经监测，矿区外民井或泉点（地下河）各监测点丰水期和枯水期监测结果显示各污染因子均可达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准要求。通过历史数据和定期监测数据数理，矿区外民井或泉点（地下河）水质稳定，仅出现过一次 pH 未达标，超标倍数较小，水质类型均为网状基岩风化裂隙水，超标原因与本区土壤本底 pH 为酸性有关。

(2) 屯垌溪次级水文地质单元--已开采区环境质量现状及变化趋势

屯垌溪次级水文地质单元--已开采区丰水期 pH 值、氨氮、硝酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 2.4 倍、31.2 倍、3.53 倍；枯水期 pH 值、氨氮、硝酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 3.4 倍、18.34 倍、3.24 倍。超标原因主要是历年来残留在已开采区的含铵浸矿剂随入渗雨水进入到地下水环境中，同时矿区内桉树、甘蔗等大面积种植，施用硝基肥等肥料也是地下水出现超标的原因之一。开采中断

的年份由于缺少环保设施的运营管理，已设截获井未发挥作用，最终导致矿区内地下水出现超标。本次技改改用无铵药剂进行原地浸矿，不会增加区域铵根来源，同时经过构建整体的水污染防治体系，结合地下水走向，在矿区内相应水文单元设置了截获井和监控井，分布在各地下水超标区域。截获井将整个地下水流向断面受污染的地下水截获抽至环保坝，经过厂内污水处理设施处理后，生产时回用于生产，停产闭矿时则排入无名水沟 1。通过设置截获井，可以有效控制矿区内氮超标水体外流，逐步改善区域地下水水质状况。

（3）屯垌溪次级水文地质单元--拟开采区环境质量及变化趋势

屯垌溪次级水文地质单元--拟开采区丰水期 pH 值、氨氮、硝酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 3.8 倍、37 倍、1.86 倍，枯水期 pH 值、氨氮、硝酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 5.8 倍、118.6 倍、3.505 倍。根据历史数据数理分析，拟开采区出现不同程度 pH 值、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、硫酸盐超标，超标点位主要邻近已开采区，由此可判断超标原因主要受已开采区含铵浸矿剂浸矿随入渗雨水进入地下水环境的影响，已开采区和拟开采区最终排泄区均为矿区范围内的屯垌溪，因此在构建整体的水污染防治体系的基础上，截获井和监控井将有效发挥作用，可有效控制矿区内超标水体外流，逐步改善区域地下水水质状况。

（4）数村溪次级水文地质单元环境质量现状及变化趋势

数村溪次级水文地质单元丰水期个别点位出现硝酸盐超标，最大超标倍数为 0.155 倍，枯水期个别点位出现氨氮超标，最大超标倍数为 0.82 倍，判断其超标与矿区开采活动有关，因此本次评价提出在数村溪上游设置拦截坝和截获井，将收集的超标废水泵入污水处理系统处理后外排。

（5）东南部次级水文地质单元环境质量现状及变化趋势

东南部次级水文地质单元丰水期和枯水期各监测点各监测因子均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准要求。根据历史数据数理，个别监测结果显示，pH 未达标，超标倍数较小，水质类型均为网状基岩风化裂隙水，超标原因与本区土壤本底 pH 为酸性有关。

总体而言，地下水超标主要集中在矿界范围内，外围民井和泉点（地下河）水质可满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准，而矿界内历史采用区范围已波及 3 个水文地质单元，其中屯垌溪次级水文地质单元开采历史久，且经历了池浸、堆浸和原地浸矿工艺，历史监测数据显示，该水文地质单元地下水超标频率很高，说明

超标原因为开采过程中浸矿剂无组织渗流导致，且原设计设置的截获井并未开启，使得矿山中残留浸矿剂淋溶至地下水，造成地下水超标，为此本次评价提出“以新带老”措施，优化截获井设置，且目前运行良好。

3.2.4 声环境质量现状调查与评价

3.2.4.1 监测点位

本次评价在项目母液处理车间布设环境噪声共4个监测点，具体见下表和附图10-5。

表3.2-44 声环境监测点布设

编号	监测点位名称	监测点位性质	监测因子
N1	母液处理车间东面场界	厂界噪声	等效连续 A 声级 (Leq)
N2	母液处理车间南面场界		
N3	母液处理车间西面场界		
N4	母液处理车间北面场界		

3.2.4.2 监测因子与监测方法

监测因子：等效连续 A 声级。

监测方法：按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）进行。

监测环境及条件：监测时无雨、无雷电、风速小于 5m/s，以避免突发噪声源。

3.2.4.3 监测时间及频次

监测时间：N1~N4 为 2023 年 8 月 9 日~8 月 10 日，连续监测 2 天，每天昼（6:00~22:00）、夜（22:00~6:00 点）各 1 次。

3.2.4.4 分析方法

监测方法按《声环境质量标准》（GB3096-2008）、《环境噪声监测技术规范城市声环境常规监测》（HJ640-2012）进行。选择无雨雪无雷电天气，风速小于 5.0m/s 时进行测量。

3.2.4.5 评价标准

根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）、《声环境功能区划分技术规范》（GB/T15190-2014），评价区域声环境执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类标准（昼间 60 dB(A)，夜间 50 dB(A)）。

3.2.4.6 监测数据及结果分析

声环境质量现状监测统计结果详见下表。

表3.2-45 环境噪声监测结果与评价

编号	监测点位	标准	监测时间	
			2023 年 8 月 9 日	2023 年 8 月 10 日

		昼间	夜间	昼间	达标情况	夜间	达标情况	昼间	达标情况	夜间	达标情况
N1	母液处理车间东面	60	50								
N2	母液处理车间南面	60	50								
N3	母液处理车间西面	60	50								
N4	母液处理车间北面	60	50								

由监测结果可知，本次监测的 N1~N4 母液处理车间场界声环境监测值均达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

3.2.5 土壤环境质量现状调查与评价

调查评价范围应包括建设项目可能影响的范围，参考《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》表 5，确定本项目土壤评价范围为占地范围内全部，占地范围外 5km 范围。项目矿区范围内土壤类型为石灰土及赤红壤。

3.2.5.1 监测布点及监测因子

本次评价共布设 19 个土壤监测点位，均为本次监测，具体位置及详细情况见下表。其中矿区范围内 8 个表层样、5 个柱状样，矿区范围外 5 个表层样、1 个柱状样。

表3.2-46 土壤环境质量现状监测布点

项目	序号	布点类型	取样深度	监测因子	用地类型	备注
矿区内	S1	柱状样	0~0.5m、0.5~1.5m、1.5~3m 分别采样，3m 以下每 3m 取一个样，取样深度至矿体	0~0.5m: 45 项+pH、总铬、全氮、氨氮、可溶性硫酸盐、镁、钠； 0.5~1.5m、1.5~3m、3m 以下: pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、锌、总铬、全氮、氨氮、可溶性硫酸盐、镁、钠	建设用地	本次监测
	S2					
矿区外	S3					
矿区内	S4					
	S5					
	S6	表层样	0~0.2m	pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、锌、总铬、全氮、氨氮、可溶性硫酸盐、镁、钠		
	S7					
S8						
S9						
母液处理车间	S10	柱状样	0~0.5m、0.5~1.5m、1.5~3m 分别采样，3m 以下每 3m 取一个样，取样深度至矿体	pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、锌、总铬、全氮、氨氮、可溶性硫酸盐、镁、钠		
	S11					
基本农田	S12	表层样	0~0.2m	pH、砷、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、全氮、氨氮、可溶性硫酸盐、镁、钠	农用地	
	S13					
矿区外	S14			pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、锌、总铬、全氮、氨氮、可溶性硫酸盐、镁、钠		
	S15					
	S16					
	S17					
	S18					
	S19					

表3.2-47 土壤全盐量环境质量现状监测布点

项目	序号	布点类型	取样深度	监测因子	用地类型
矿区内	S1	表层样	0~0.2m	全盐量	建设用地
	S6				
	S7				
	S10				
基本农田	S14				农用地

3.2.5.2 监测时间及频次

S1、S3~S5、S12 监测点位监测时间为 2023 年 9 月 5 日，S8~S9、S11、S19 监测点位监测时间为 2023 年 8 月 9 日，S2、S6~S7、S10、S13、S15 监测点位监测时间为 2023 年 8 月 10 日，S14、S16~S17、S18 监测点位监测时间为 2023 年 8 月 11 日，采样一次。

全盐量监测时间为 2023 年 11 月 16 日。

3.2.5.3 分析方法

项目的土壤监测及分析方法等按照《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）进行，详见下表。

表3.2-48 土壤监测因子分析及检出限

序号	项目	监测方法	检出限
1	pH 值	土壤 pH 值的测定 电位法 HJ 962-2018	0.01 (pH 值)
2	总 铬	土壤和水系沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ 491-2019	4mg/kg
3	铜		1mg/kg
4	锌		1mg/kg
5	镍		3mg/kg
6	铅		0.06mg/kg
7	镉	石墨炉原子吸收分光光度法 GB/T 17141-1997	0.01mg/kg
8	砷	土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法 HJ 680-2013	0.01mg/kg
9	汞		0.00002mg/L
10	全 氮	土壤质量 全氮的测定 凯氏法 HJ 717-2014	48mg/kg
11	水溶性硫酸盐	土壤 水溶性和酸性硫酸盐的测定 重量法 HJ635-2012	50.0 mg/kg (试样量 10.0g, 50ml 水提取)
12	钠	森林土壤水溶性盐分分析 钠和钾离子的测定 火焰原子吸收分光光度法 LY/T 1251-1999	—
13	镁	土壤和沉积物 11 种元素的测定 碱熔-电感耦合等 离子体发射光谱法 HJ 974-2018	0.01% (取样 0.2g, 定容 500ml)
14	六价铬	土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原 子吸收分光光度法 HJ 1082-2019	0.5mg/kg (取样 5.0g, 定容 100ml)
15	氨氮	土壤 氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮的测定 氯化钾 溶液提取-分光光度法 HJ 634-2012	0.10mg/kg
16	四氯化碳	土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气 相色谱-质谱法 HJ 605-2011	1.3μg/kg
17	氯仿		1.1μg/kg
18	氯甲烷		1.0μg/kg
19	1,1-二氯乙烷		1.2μg/kg
20	1, 2-二氯乙烷		1.3μg/kg
21	1,1-二氯乙烯		1.0μg/kg

序号	项目	监测方法	检出限
22	顺-1,2-二氯乙烯	土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法 HJ 834-2017	1.3 μ g/kg
23	反-1,2-二氯乙烯		1.4 μ g/kg
24	二氯甲烷		1.5 μ g/kg
25	1,2-二氯丙烷		1.1 μ g/kg
26	1,1, 1,2-四氯乙烯		1.2 μ g/kg
27	1,1,2,2-四氯乙烯		1.2 μ g/kg
28	四氯乙烯		1.4 μ g/kg
29	1,1,1-三氯乙烷		1.3 μ g/kg
30	1,1,2-三氯乙烷		1.2 μ g/kg
31	三氯乙烯		1.2 μ g/kg
32	1,2,3-三氯丙烷		1.2 μ g/kg
33	氯乙烯		1.0 μ g/kg
34	苯		1.9 μ g/kg
35	氯苯		1.2 μ g/kg
36	1,2-二氯苯		1.5 μ g/kg
37	1,4-二氯苯		1.5 μ g/kg
38	乙苯		1.2 μ g/kg
39	苯乙烯		1.1 μ g/kg
40	甲苯		1.3 μ g/kg
41	间, 对二甲苯		1.2 μ g/kg
42	邻二甲苯		1.2 μ g/kg
43	苯胺		0.001mg/kg
44	硝基苯		0.09mg/kg
45	2-氯酚		0.06mg/kg
46	苯并(a)蒽		0.1mg/kg
47	苯并(a)芘		0.1mg/kg
48	苯并(b)荧蒽		0.2mg/kg
49	苯并(k)荧蒽		0.1mg/kg
50	蒽		0.1mg/kg
51	二苯并(a,h)蒽		0.1mg/kg
52	茚并[1,2,3,-cd]芘		0.1mg/kg
53	萘		0.09mg/kg

3.2.5.4 评价标准

矿区内建设用地土壤执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)建设用地土壤污染风险筛选值中第二类用地相关限值;项目周边农用地土壤执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)表1农用地土壤污染风险筛选值(基本项目)相关限值。各标准值具体见表1.6-6、1.6-7、1.6-8。

3.2.5.5 评价方法

参照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018），土壤环境质量现状评价采用标准指数法进行评价。标准指数 >1 时，表明土壤受到污染，指数值越高，污染越严重。标准指数计算公式如下：

$$P_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中： P_i ——土壤污染物的标准指数，当 $P_i>1$ 时，说明土壤已受到污染；

C_i ——土壤中污染物的含量；

S_i ——评价标准。

3.2.5.6 监测结果及评价

（一）土壤理化性质调查

根据土壤环境影响类型、建设项目特征，委托监测单位对项目区土壤理化特性进行调查，结果见下表。

表3.2-49 土壤 S1 理化特性调查表

检测点位		S1	时间	2023年9月5日
经度		E: 107°15'01.96"	纬度	N: 22°27'11.46"
层次		0-0.5m	0.5~1.5m	1.5~3.0m
现场记录	颜色	黄棕色	黄棕色	浅黄色
	结构	团粒	团粒	团粒
	质地	轻壤土	轻壤土	沙壤土
	砂砾含量%	0	0	0
	其他异物	少量根系	无	无
	pH值	5.27	5.67	5.68
实验室测定	阳离子交换量 (cmol+/kg)	4.7	3.5	1.6
	氧化还原电位 (mV)	644	630	601
	饱和导水率 (mm/h)	12.2	14.0	19.5
	土壤容重 (g/cm ³)	1.21	1.20	1.18
	孔隙度 (%)	53.2	53.5	54.3

表3.2-50 土壤 S2 理化特性调查表

检测点位		S2	时间	2023年8月10日
经度		E: 107°14'35.42"	纬度	N: 22°27'8.62"
层次		0-0.5m	0.5~1.5m	1.5~3.0m
现场记录	颜色	黄棕色	黄棕色	黄棕色
	结构	团粒	团粒	团粒
	质地	轻壤土	轻壤土	轻壤土
	砂砾含量%	0	0	0
	其他异物	少量根系	无	无
	pH值	4.05	4.05	4.04

实验室测定	阳离子交换量 (cmol+/kg)	5.7	5.6	4.9
	氧化还原电位 (mV)	634	606	583
	饱和导水率 (mm/h)	13.2	11.5	14.0
	土壤容重 (g/cm ³)	1.19	1.22	1.18
	孔隙度 (%)	53.8	54.4	53.3

表3.2-51 土壤 S3 理化特性调查表

检测点位		S3	时间	2023年9月5日
经度		E: 107°13'41.14"	纬度	N: 22°27'47.24"
层次		0-0.5m	0.5~1.5m	1.5~3.0m
现场记录	颜色	黄棕色	黄棕色	浅黄色
	结构	团粒	团粒	团粒
	质地	轻壤土	轻壤土	沙壤土
	砂砾含量%	5	5	10
	其他异物	少量根系	无	无
	pH 值	5.04	5.46	6.31
实验室测定	阳离子交换量 (cmol+/kg)	3.3	6.7	6.1
	氧化还原电位 (mV)	652	659	653
	饱和导水率 (mm/h)	14.8	16.2	22.5
	土壤容重 (g/cm ³)	1.20	1.17	1.14
	孔隙度 (%)	53.6	54.5	55.4

表3.2-52 土壤 S4 理化特性调查表

检测点位		S4	时间	2023年9月5日
经度		E: 107°14'18.20"	纬度	N: 22°27'39.44"
层次		0-0.5m	0.5~1.5m	1.5~3.0m
现场记录	颜色	栗色	黄棕色	黄棕色
	结构	团粒	团粒	团粒
	质地	壤土	轻壤土	轻壤土
	砂砾含量%	0	0	0
	其他异物	少量根系	无	无
	pH 值	4.31	4.61	4.32
实验室测定	阳离子交换量 (cmol+/kg)	4.8	4.6	6.7
	氧化还原电位 (mV)	427	532	578
	饱和导水率 (mm/h)	13.0	17.2	19.0
	土壤容重 (g/cm ³)	1.24	1.21	1.18
	孔隙度 (%)	52.1	53.3	54.3



表3.2-53 土壤 S5 理化特性调查表

检测点位		S5	时间	2023年9月5日
经度		E: 107°14'20.02"	纬度	N: 22°27'31.43"
层次		0-0.5m	0.5~1.5m	1.5~3.0m
现场记录	颜色	黄棕色	黄棕色	浅黄色
	结构	团粒	团粒	团粒
	质地	轻壤土	轻壤土	沙壤土
	砂砾含量%	0	0	0
	其他异物	少量根系	无	无

	pH 值	4.50	4.27	4.64
实验室测定	阳离子交换量 (cmol+/kg)	6.9	9.1	10.4
	氧化还原电位 (mV)	605	641	638
	饱和导水率 (mm/h)	11.6	12.8	17.5
	土壤容重 (g/cm ³)	1.20	1.19	1.16
	孔隙度 (%)	53.6	53.7	54.9

表3.2-54 土壤 S12 理化特性调查表

检测点位		S12	时间	2023 年 9 月 5 日
经度		E: 107°14'04.79"	纬度	N: 22°27'41.67"
层次		0-0.5m	0.5~1.5m	1.5~3.0m
现场记录	颜色	黄棕色	黄棕色	黄棕色
	结构	团粒	团粒	团粒
	质地	轻壤土	轻壤土	轻壤土
	砂砾含量%	0	0	0
	其他异物	无	无	无
	pH 值	4.14	4.02	4.02
实验室测定	阳离子交换量 (cmol+/kg)	3.8	3.0	4.6
	氧化还原电位 (mV)	642	657	556
	饱和导水率 (mm/h)	10.8	11.5	12.0
	土壤容重 (g/cm ³)	1.24	1.22	1.19
	孔隙度 (%)	52.1	53.0	53.9

点位	景观照片	土壤剖面照片	层次
S1			0~3m
S2			0~3m









S3			0~3m
S4			0~3m
S5			0~3m
S12			0~3m

图3.2-33 土壤剖面图及景观图

各监测点的土壤质量现状监测结果及评价见下表。

由上表可知，S1~S12 监测点位于建设用地，监测点位各项监测因子均满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中二类用地风险筛选值标准要求。S13~S19 位于农用地，各项监测因子均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中其他项目风险筛选值标准要求。

矿区占地范围内、占地范围外的建设用地土壤表层样 pH 监测范围为 4.02~7.46, S2、S4、S5、S10~S12 表现为中度酸化, 其余表现为轻度酸化、无酸化或碱化, 酸化原因主要与矿区酸性地质条件有关。

本次全盐量监测共布设 5 个土壤监测点, 并 (S1、S6、S7、S10、S14), 均匀分布在矿区内, 矿区范围内土壤全盐量范围为 0.21~0.5g/kg。项目所在地属于半湿润地区, 根据《环境影响评价技术导则 土壤环境 (试行)》(HJ964-2018) 附录 D, 项目矿区的土壤属于未盐化土壤。

生态影响型指标表明矿区内、外建设用地土壤表层样 SSC 本底环境较好。

表3.2-55 土壤 S1 环境监测结果（建设用地）

单位：mg/kg（pH 除外）

采样时间		2023 年 9 月 5 日											
监测点位		S1											
采样深度		0~0.5m			0.5~1.5m			1.5~3m			3~6m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
pH 值	-												
铅	800												
镉	65												
铜	18000												
锌	10000												
镍	900												
总铬	-												
砷	60												
汞	38												
六价铬	5.7												
全氮	-												
水溶性硫酸盐	-												
钠	-												
镁	-												
氨氮	-												
四氯化碳	2.8												
氯仿	0.9												
氯甲烷	37												
1,1-二氯乙烷	9												
1,2-二氯乙烷	5												
1,1-二氯乙烯	66												
顺-1,2-二氯乙烯	596												
反-1,2-二氯乙烯	54												
二氯甲烷	616												
1,2-二氯丙烷	5												
1,1,1,2-四氯乙烷	10												

采样时间		2023年9月5日											
监测点位		S1											
采样深度		0~0.5m			0.5~1.5m			1.5~3m			3~6m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
1,1,2,2-四氯乙烷	6.8												
四氯乙烯	53												
1,1,1-三氯乙烷	840												
1,1,2-三氯乙烷	2.8												
三氯乙烯	2.8												
1,2,3-三氯丙烷	0.5												
氯乙烯	0.43												
苯	4												
氯苯	270												
1,2-二氯苯	560												
1,4-二氯苯	20												
乙苯	28												
苯乙烯	1290												
甲苯	1200												
间二甲苯+对二甲苯	570												
邻二甲苯	640												
硝基苯	76												
苯胺	260												
2-氯酚	2256												
苯并[a]蒽	15												
苯并[a]芘	1.5												
苯并[b]荧蒽	15												
苯并[k]荧蒽	151												
蒽	1293												
二苯并[a,h]蒽	1.5												
茚并[1,2,3-cd]芘	15												

采样时间		2023年9月5日											
监测点位		S1											
采样深度		0~0.5m			0.5~1.5m			1.5~3m			3~6m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
苯	70												

表3.2-56 土壤 S2 环境监测结果（建设用地） 单位：mg/kg（pH 除外）

采样时间		2023年8月10日														
监测点位		S2														
采样深度		0~0.5m			0.5~1.5m			1.5~3m			3~6m			6~9m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
pH 值	-															
铅	800															
镉	65															
铜	18000															
锌	10000															
镍	900															
总铬	-															
砷	60															
汞	38															
六价铬	5.7															
全氮	-															
水溶性硫酸盐	-															
钠	-															
镁	-															
氨氮	-															
四氯化碳	2.8															
氯仿	0.9															
氯甲烷	37															
1,1-二氯乙烷	9															
1,2-二氯乙	5															

采样时间		2023年8月10日														
监测点位		S2														
采样深度		0~0.5m			0.5~1.5m			1.5~3m			3~6m			6~9m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
烷																
1,1-二氯乙烯	66															
顺-1,2-二氯乙烯	596															
反-1,2-二氯乙烯	54															
二氯甲烷	616															
1,2-二氯丙烷	5															
1,1,1,2-四氯乙烷	10															
1,1,2,2-四氯乙烷	6.8															
四氯乙烯	53															
1,1,1-三氯乙烷	840															
1,1,2-三氯乙烷	2.8															
三氯乙烯	2.8															
1,2,3-三氯丙烷	0.5															
氯乙烯	0.43															
苯	4															
氯苯	270															
1,2-二氯苯	560															
1,4-二氯苯	20															
乙苯	28															
苯乙烯	1290															
甲苯	1200															
间二甲苯+	570															

采样时间		2023年8月10日														
监测点位		S2														
采样深度		0~0.5m			0.5~1.5m			1.5~3m			3~6m			6~9m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
对二甲苯																
邻二甲苯	640															
硝基苯	76															
苯胺	260															
2-氯酚	2256															
苯并[a]蒽	15															
苯并[a]芘	1.5															
苯并[b]荧蒽	15															
苯并[k]荧蒽	151															
蒽	1293															
二苯并[a,h]蒽	1.5															
茚并[1,2,3-cd]芘	15															
萘	70															

表3.2-57 土壤 S3 环境监测结果（建设用地） 单位：mg/kg（pH 除外）

采样时间		2023年9月5日								
监测点位		S3								
采样深度		0~0.5m			0.5~1.5m			1.5~3m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
pH 值	-									
铅	800									
镉	65									
铜	18000									
锌	10000									
镍	900									
总铬	-									

采样时间		2023年9月5日								
监测点位		S3								
采样深度		0~0.5m			0.5~1.5m			1.5~3m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
砷	60									
汞	38									
六价铬	5.7									
全氮	-									
水溶性硫酸盐	-									
钠	-									
镁	-									
氨氮	-									
四氯化碳	2.8									
氯仿	0.9									
氯甲烷	37									
1,1-二氯乙烷	9									
1,2-二氯乙烷	5									
1,1-二氯乙烯	66									
顺-1,2-二氯乙烯	596									
反-1,2-二氯乙烯	54									
二氯甲烷	616									
1,2-二氯丙烷	5									
1,1,1,2-四氯乙烷	10									
1,1,2,2-四氯乙烷	6.8									
四氯乙烯	53									
1,1,1-三氯乙烷	840									
1,1,2-三氯乙烷	2.8									
三氯乙烯	2.8									
1,2,3-三氯丙烷	0.5									
氯乙烯	0.43									

采样时间		2023年9月5日								
监测点位		S3								
采样深度		0~0.5m			0.5~1.5m			1.5~3m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
苯	4									
氯苯	270									
1,2-二氯苯	560									
1,4-二氯苯	20									
乙苯	28									
苯乙烯	1290									
甲苯	1200									
间二甲苯+对二甲苯	570									
邻二甲苯	640									
硝基苯	76									
苯胺	260									
2-氯酚	2256									
苯并[a]蒽	15									
苯并[a]芘	1.5									
苯并[b]荧蒽	15									
苯并[k]荧蒽	151									
蒽	1293									
二苯并[a,h]蒽	1.5									
茚并[1,2,3-cd]芘	15									
萘	70									

表3.2-58 土壤 S4 环境监测结果（建设用地）

单位：mg/kg（pH 除外）

采样时间		2023年9月5日			
监测点位		S4			
采样深度		0~0.5m	0.5~1.5m	1.5~3m	3~6m

监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
pH 值	-												
铅	800												
镉	65												
铜	18000												
锌	10000												
镍	900												
总铬	-												
砷	60												
汞	38												
六价铬	5.7												
全氮	-												
水溶性硫酸盐	-												
钠	-												
镁	-												
氨氮	-												
四氯化碳	2.8												
氯仿	0.9												
氯甲烷	37												
1,1-二氯乙烷	9												
1,2-二氯乙烷	5												
1,1-二氯乙烯	66												
顺-1,2-二氯乙烯	596												
反-1,2-二氯乙烯	54												
二氯甲烷	616												
1,2-二氯丙烷	5												
1,1,1,2-四氯乙烷	10												
1,1,2,2-四氯乙烷	6.8												
四氯乙烯	53												
1,1,1-三氯乙烷	840												
1,1,2-三氯乙烷	2.8												

采样时间		2023年9月5日											
监测点位		S4											
采样深度		0~0.5m			0.5~1.5m			1.5~3m			3~6m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
三氯乙烯	2.8												
1,2,3-三氯丙烷	0.5												
氯乙烯	0.43												
苯	4												
氯苯	270												
1,2-二氯苯	560												
1,4-二氯苯	20												
乙苯	28												
苯乙烯	1290												
甲苯	1200												
间二甲苯+对二甲苯	570												
邻二甲苯	640												
硝基苯	76												
苯胺	260												
2-氯酚	2256												
苯并[a]蒽	15												
苯并[a]芘	1.5												
苯并[b]荧蒽	15												
苯并[k]荧蒽	151												
蒽	1293												
二苯并[a,h]蒽	1.5												
茚并[1,2,3-cd]芘	15												
萘	70												

表3.2-59 土壤 S5 环境监测结果（建设用地）

单位：mg/kg（pH 除外）

采样时间	2023年9月5日
------	-----------

监测点位		S5											
采样深度		0~0.5m			0.5~1.5m			1.5~3m			3~6m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
pH 值	-												
铅	800												
镉	65												
铜	18000												
锌	10000												
镍	900												
总铬	-												
砷	60												
汞	38												
六价铬	5.7												
全氮	-												
水溶性硫酸盐	-												
钠	-												
镁	-												
氨氮	-												
四氯化碳	2.8												
氯仿	0.9												
氯甲烷	37												
1,1-二氯乙烷	9												
1,2-二氯乙烷	5												
1,1-二氯乙烯	66												
顺-1,2-二氯乙烯	596												
反-1,2-二氯乙烯	54												
二氯甲烷	616												
1,2-二氯丙烷	5												
1,1,1,2-四氯乙烷	10												
1,1,2,2-四氯乙烷	6.8												

采样时间		2023年9月5日											
监测点位		S5											
采样深度		0~0.5m			0.5~1.5m			1.5~3m			3~6m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
四氯乙烯	53												
1,1,1-三氯乙烷	840												
1,1,2-三氯乙烷	2.8												
三氯乙烯	2.8												
1,2,3-三氯丙烷	0.5												
氯乙烯	0.43												
苯	4												
氯苯	270												
1,2-二氯苯	560												
1,4-二氯苯	20												
乙苯	28												
苯乙烯	1290												
甲苯	1200												
间二甲苯+对二甲苯	570												
邻二甲苯	640												
硝基苯	76												
苯胺	260												
2-氯酚	2256												
苯并[a]蒽	15												
苯并[a]芘	1.5												
苯并[b]荧蒽	15												
苯并[k]荧蒽	151												
蒽	1293												
二苯并[a,h]蒽	1.5												
茚并[1,2,3-cd]芘	15												

采样时间		2023年9月5日											
监测点位		S5											
采样深度		0~0.5m			0.5~1.5m			1.5~3m			3~6m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
萘	70												

表3.2-60 土壤 S12 环境监测结果（建设用地）

单位：mg/kg（pH 除外）

采样时间		2023年9月5日											
监测点位		S12											
采样深度		0~0.5m			0.5~1.5m			1.5~3m			3~6m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
pH 值	-												
铅	800												
镉	65												
铜	18000												
锌	10000												
镍	900												
总铬	-												
砷	60												
汞	38												
六价铬	5.7												
全氮	-												
水溶性硫酸盐	-												
钠	-												
镁	-												
氨氮	-												

表3.2-61 土壤 S6-S9 环境监测结果（建设用地）

单位：mg/kg（pH 除外）

采样时间		2023 年 8 月 10 日			2023 年 8 月 10 日			2023 年 8 月 9 日			2023 年 8 月 9 日		
监测点位		S6			S7			S8			S9		
采样深度		0.2m			0.2m			0.2m			0.2m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
pH 值	-												
铅	800												
镉	65												
铜	18000												
锌	10000												
镍	900												
总铬	-												
砷	60												
汞	38												
六价铬	5.7												
全氮	-												
水溶性硫酸盐	-												
钠	-												
镁	-												
氨氮	-												

表3.2-62 土壤 S10-S11 环境监测结果（建设用地）

单位：mg/kg（pH 除外）

采样时间		2023 年 8 月 10 日			2023 年 8 月 9 日		
监测点位		S10			S11		
采样深度		0.2m			0.2m		
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	监测值	Pi	最大超标倍数
pH 值	-						
铅	800						
镉	65						
铜	18000						

锌	10000						
镍	900						
总铬	-						
砷	60						
汞	38						
六价铬	5.7						
全氮	-						
水溶性硫酸盐	-						
钠	-						
镁	-						
氨氮	-						

表3.2-63 土壤 S13~S16 环境监测结果（农用地） 单位：mg/kg（pH 除外）

采样时间	2023 年 8 月 10 日				2023 年 8 月 11 日				2023 年 8 月 11 日				2023 年 8 月 9 日			
监测点位	S13				S14（水田）				S15				S16			
采样深度	0.2m				0.2m				0.2m				0.2m			
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数
pH 值	-															
铅	70															
镉	0.3															
铜	50															
锌	200															
镍	60															
总铬	150															
砷	40															
汞	1.3															
六价铬	-															
全氮	-															
水溶性硫酸盐	-															

采样时间	2023年8月10日				2023年8月11日				2023年8月11日				2023年8月9日			
监测点位	S13				S14 (水田)				S15				S16			
采样深度	0.2m				0.2m				0.2m				0.2m			
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数
钠	-	2.69×10 ³	-	-	-	1.47×10 ³	-	-	-	6240	-	-	-	4510	-	-
镁	-	2690	-	-	-	1470	-	-	-	3770	-	-	-	1980	-	-
氨氮	-	5.39	-	-	-	5.29	-	-	-	5.4	-	-	-	4.48	-	-

表3.2-64 土壤 S17~S19 环境监测结果 (农用地)

单位: mg/kg (pH 除外)

采样时间	2023年8月11日				2023年8月11日				2023年8月9日			
监测点位	S17				S18				S19 (水田)			
采样深度	0.2m				0.2m				0.2m			
监测项目	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数	筛选值	监测值	Pi	最大超标倍数
pH 值	-											
铅	120											
镉	0.3											
铜	100											
锌	250											
镍	100											
总铬	200											
砷	30											
汞	2.4											
六价铬	-											
全氮	-											
水溶性硫酸盐	-											
钠	-											
镁	-											
氨氮	-											

表3.2-65 土壤全盐量环境监测结果

监测项目	监测点位	采样深度	监测结果 (g/kg)	土壤盐化分级
全盐量	S1	0~0.2m		未盐化
	S6			未盐化
	S7			未盐化
	S10			未盐化
	S14			未盐化

表3.2-66 土壤环境质量数据统计结果一览表 单位: mg/kg

序号	监测项目	样本数量	最大值	最小值	均值	检出率%	超标率%	最大超标倍数
1	pH 值	37				100	-	-
2	铅	37				100	0	0
3	镉	37				67.6	0	0
4	铜	37				100	0	0
5	锌	37				100	0	0
6	镍	37				89.2	0	0
7	总铬	37				86.5	0	0
8	砷	37				100	0	0
9	汞	37				100	0	0
10	六价铬	35				0	0	0
11	全氮	37				91.9	0	0
12	水溶性硫酸盐	37				29.7	0	0
13	钠	37				100	0	0
14	镁	37				100	0	0
15	氨氮	37				100	0	0
16	四氯化碳	5				0	0	0
17	氯仿	5				0	0	0
18	氯甲烷	5				0	0	0
19	1,1-二氯乙烷	5				0	0	0
20	1,2-二氯乙烷	5				0	0	0
21	1,1-二氯乙烯	5				0	0	0
22	顺-1,2-二氯乙烯	5				0	0	0

序号	监测项目	样本数量	最大值	最小值	均值	检出率%	超标率%	最大超标倍数
23	反-1,2-二氯乙烯	5				0	0	0
24	二氯甲烷	5				0	0	0
25	1,2-二氯丙烷	5				0	0	0
26	1,1,1,2-四氯乙烷	5				0	0	0
27	1,1,2,2-四氯乙烷	5				0	0	0
28	四氯乙烯	5				0	0	0
29	1,1,1-三氯乙烷	5				0	0	0
30	1,1,2-三氯乙烷	5				0	0	0
31	三氯乙烯	5				0	0	0
32	1,2,3-三氯丙烷	5				0	0	0
33	氯乙烯	5				0	0	0
34	苯	5				0	0	0
35	氯苯	5				0	0	0
36	1,2-二氯苯	5				0	0	0
37	1,4-二氯苯	5				0	0	0
38	乙苯	5				0	0	0
39	苯乙烯	5				0	0	0
40	甲苯	5				0	0	0
41	间, 对二甲苯	5				0	0	0
42	邻-二甲苯	5				0	0	0
43	硝基苯	5				0	0	0
44	苯胺	5				0	0	0
45	2-氯酚	5				0	0	0
46	苯并[a]蒽	5				0	0	0
47	苯并[a]芘	5				0	0	0
48	苯并[b]荧蒽	5				0	0	0
49	苯并[k]荧蒽	5				0	0	0
50	蒽	5				0	0	0
51	二苯并[a、h]蒽	5				0	0	0
52	茚并[1,2,3-cd]芘	5				0	0	0
53	萘	5				0	0	0

序号	监测项目	样本数量	最大值	最小值	均值	检出率%	超标率%	最大超标倍数
54	全盐量	5				0	0	0

注：“ND”表示分析结果低于方法最低检出限，取检测限值的一半计算质量指数。

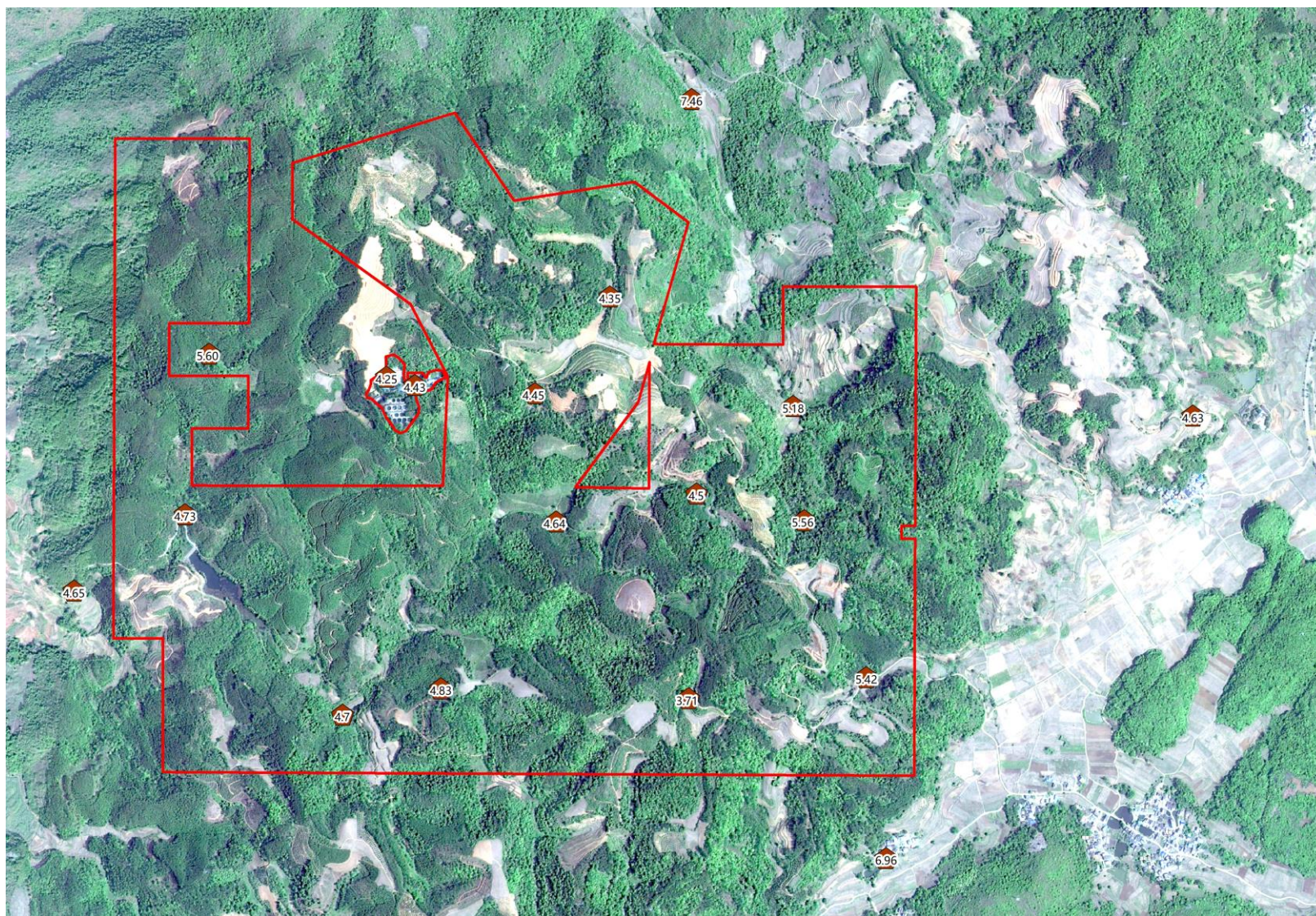


图3.2-34 本次土壤监测 pH 分布图

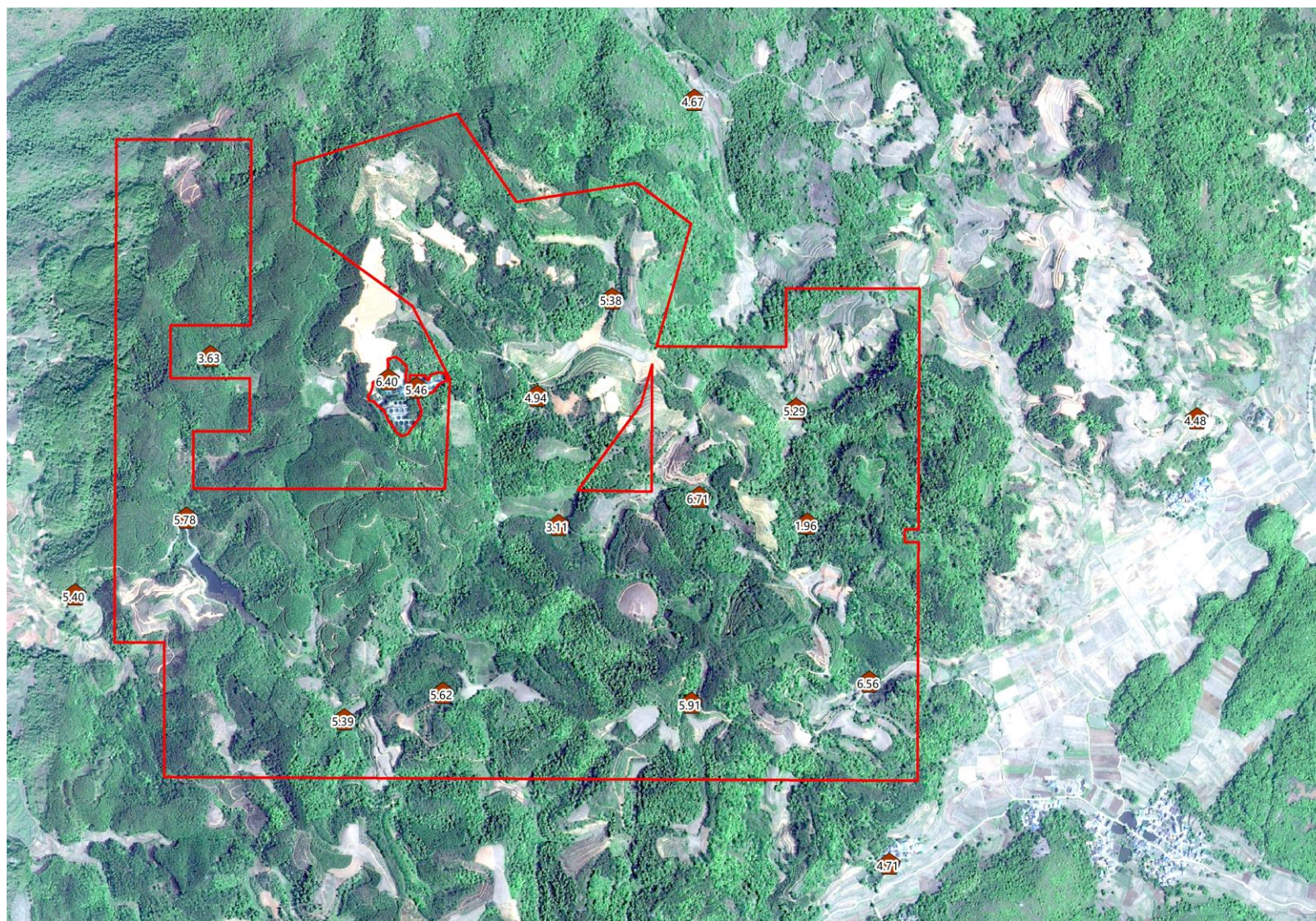


图3.2-35 本次土壤监测氨氮分布图（单位：mg/kg）

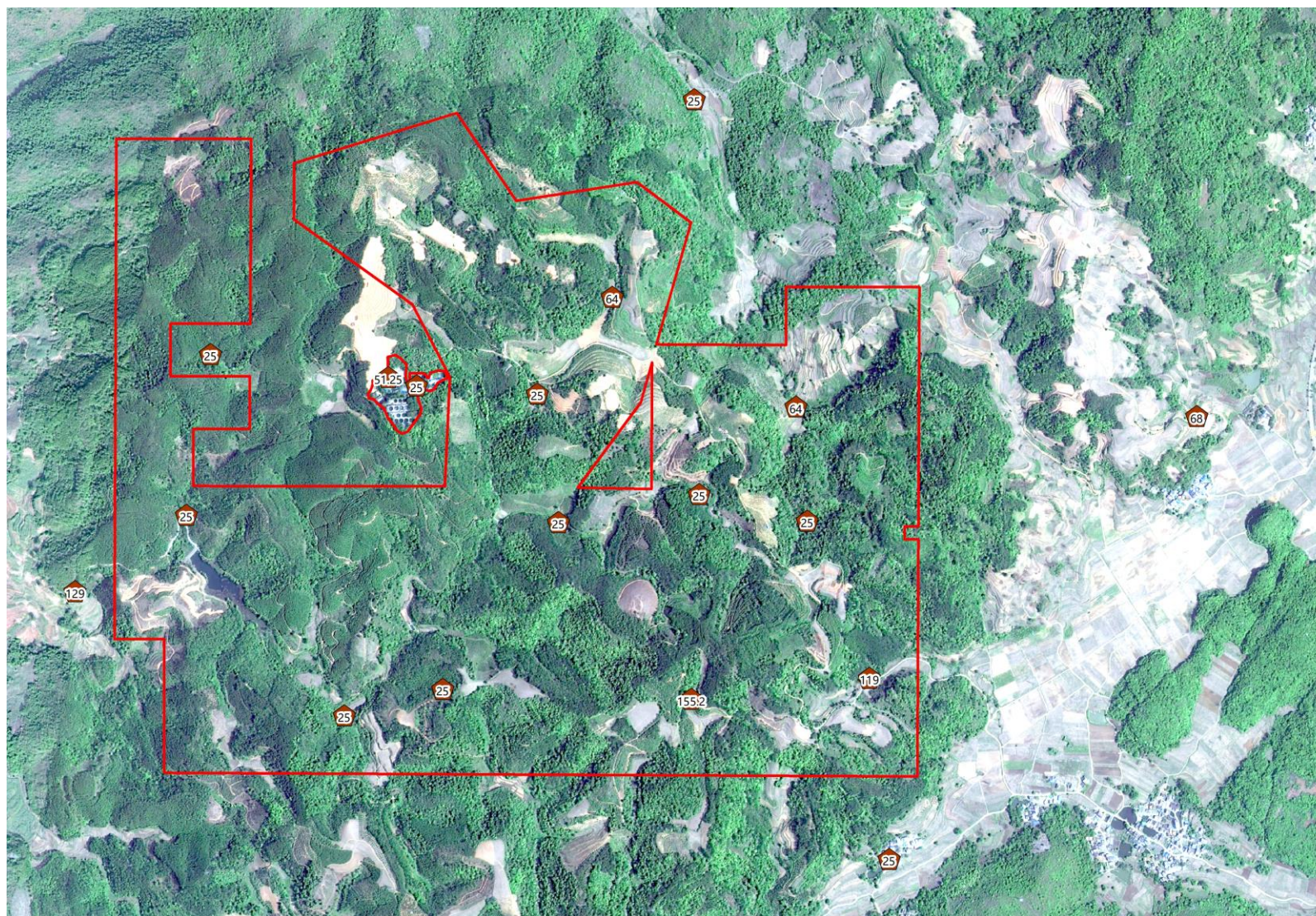


图3.2-36 本次土壤监测硫酸盐分布图（单位：mg/kg）

3.2.5.7 历年土壤环境质量现状

六汤稀土矿区经过 30 年发展，经历了堆浸、池浸工艺到原地浸矿工艺，开采范围不断扩大，为了解每个时期的环境质量情况变化并了解其趋势，本次评价将矿山发展历程共分 4 个阶段，具体情况见表 3.2-21。因第一阶段土壤监测因子未监测本项目特征因子，故本次选取第二至第四阶段个阶段所监测的相同土壤点位，分析特征因子即 pH、氨氮、硫酸盐历年变化情况。点位及数据情况见下表。

表3.2-67 本次监测与历年评价相同点位对比一览表

本次监测点位	2018 年回顾性评价点位	2014 年环评点位	所在矿区方位	特征分析因子
S1	3#	S8	原车间一	pH、氨氮可溶性硫酸盐
S10	1#	S9	矿区北部采空区	
S15	7#	S14	矿区外屯桐溪	

表3.2-68 本次监测与历年评价监测数据一览表 单位：mg/L

监测因子	监测时间	S1/3#/S8			S10/1#/S9			S15/7#/S14		
		表层	中层	深层	表层	中层	深层	表层	中层	深层
pH	2014.1									
	2018.8									
	2023.8									
氨氮	2014.1									
	2018.8									
	2023.8									
可溶性硫酸盐	2014.1									
	2018.8									
	2023.8									

注：“ND”表示分析结果低于方法最低检出限，取检测限值的一半计算质量指数。

各点位监测因子变化趋势见下图。由下图及上表可知，矿区土壤点位为 pH 值范围在 4.18~6.83，总体偏酸性。历年来，相同点位的同层 pH 值变化幅度不大。2013-2018 年期间，矿山进行原地浸矿开采，特征因子硫酸、氨氮进入土壤中。2017 年停止开采后，没有新的氨氮进入土壤，由于土壤中的氨氧化细菌活动、水分流失和氨氮的挥发等因素，导致氨氮含量逐年减少。由于矿区开采活动，硫酸根在 2017 年停采后的回顾性评价监测时，出现小高峰。2023 年对矿区内土壤可溶性硫酸进行监测。相较 2018 年回顾性评价数据，土壤的硫酸盐总体呈现下降趋势，矿区内土壤环境质量趋于变好。

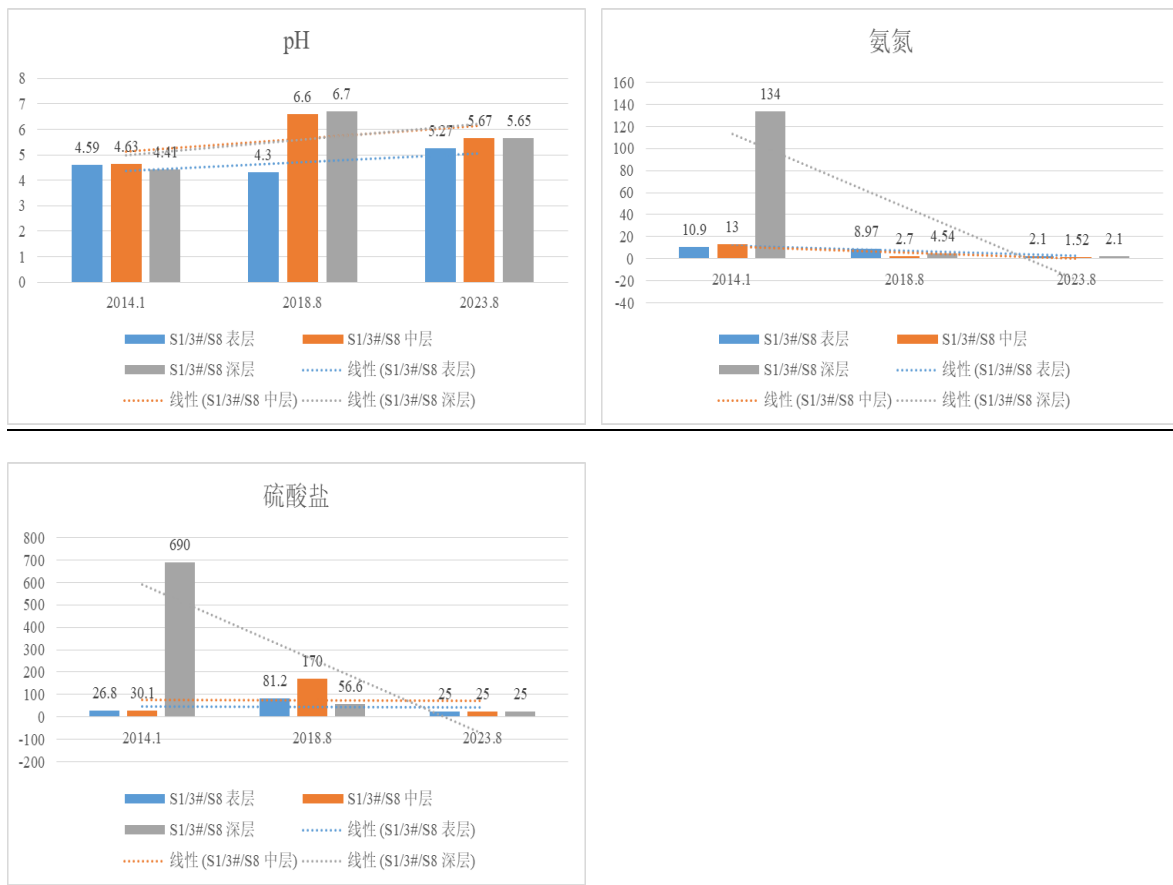
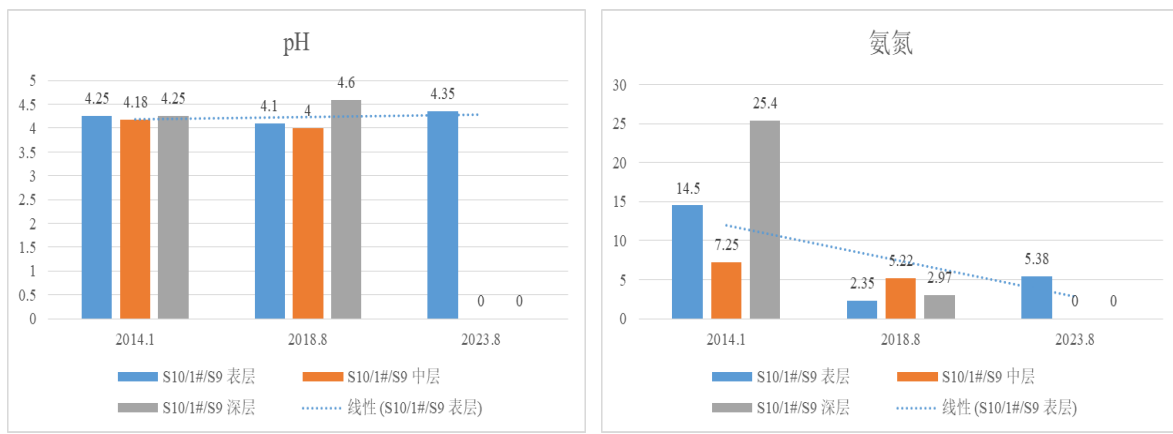


图3.2-37 S1/3#/S8 历年特征因子趋势走向图



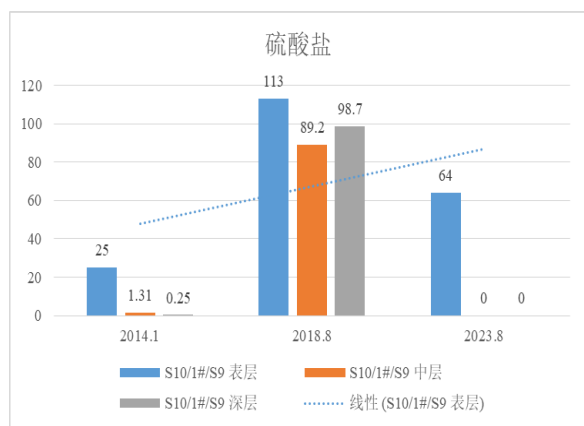


图3.2-38 S10/1#/S9 历年特征因子趋势走向图

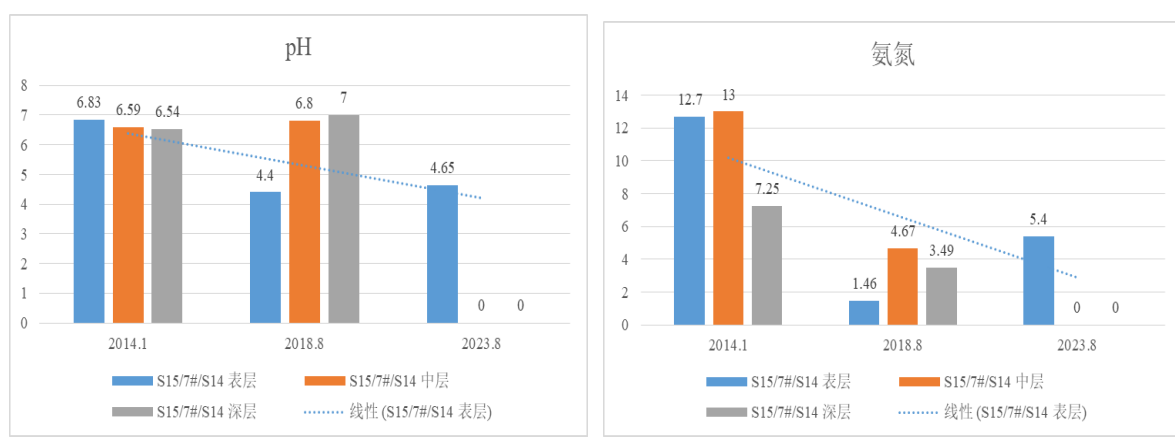


图3.2-39 S15/7#/S14 历年特征因子趋势走向图

1、矿区历年土壤酸化程度变化

根据《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿试验开采环境影响回顾性评价报告》，2018年7月13日、2018年8月14日、2019年1月21日矿区及周围土壤监测数据见表3.2-62。本次与回顾性评价对比分析因子为pH值，主要是了解矿区土壤酸/碱化的变化情况并绘制影响范围图。

表3.2-69 回顾性评价土壤环境pH值监测结果

序号	监测点位	采样深度	pH	酸碱化强度
S1	稀土矿区原池浸场地	0~20cm		中度酸化
		20~60cm		中度酸化
		60~100cm		轻度酸化
S2	稀土矿区原池浸场地	0~20cm		中度酸化
		20~60cm		轻度酸化
		60~100cm		轻度酸化
S3	母液处理 1 车间	0~20cm		中度酸化
		20~60cm		无酸化或碱化
		60~100cm		无酸化或碱化
S4	矿区内	0~20cm		中度酸化
		20~60cm		中度酸化
		60~100cm		中度酸化
S5	矿区内部西南面稀土矿体	0~20cm		轻度酸化
		20~60cm		轻度酸化
		60~100cm		无酸化或碱化
S6	矿区东侧	0~20cm		无酸化或碱化
		20~60cm		无酸化或碱化
		60~100cm		无酸化或碱化
S7	矿区西侧	0~20cm		中度酸化
		20~60cm		无酸化或碱化
		60~100cm		无酸化或碱化
S8	矿区北侧 15 年开采区域	0~20cm		中度酸化
		20~60cm		重度酸化
		60~100cm		重度酸化
S9	矿区内中偏北 17 年开采区域	0~20cm		轻度酸化
		20~60cm		轻度酸化
		60~100cm		轻度酸化
S10	矿区东侧 15 年开采区域	0~20cm		中度酸化
		20~60cm		轻度酸化
		60~100cm		轻度酸化
S11	矿区内中偏南 16 年开采区域	0~20cm		中度酸化
		20~60cm		轻度酸化
		60~100cm		轻度酸化
S12	矿区西边界旱地土壤	0~20cm		轻度酸化
S13	矿区西南边界旱地土壤	0~20cm		中度酸化
S14	矿区内旱地土壤	0~20cm		轻度酸化
S15	矿区内旱地土壤	0~20cm		轻度酸化
S16	矿区外旱地土壤	0~20cm		轻度酸化
S17	矿区西北边界旱地土壤	0~20cm		中度酸化
S18	矿区内旱地土壤	0~20cm		轻度酸化
S19	矿区内旱地土壤	0~20cm		轻度酸化
S20	矿区南边界旱地土壤	0~20cm		中度酸化
S21	矿区内旱地土壤	0~20cm		中度酸化
S22	矿区内旱地土壤	0~20cm		轻度酸化
S23	矿区内旱地土壤	0~20cm		轻度酸化
S24	矿区东边界旱地土壤	0~20cm		轻度酸化
S25	矿区内旱地土壤	0~20cm		无酸化或碱化
S26	矿区北边界旱地土壤	0~20cm		轻度酸化

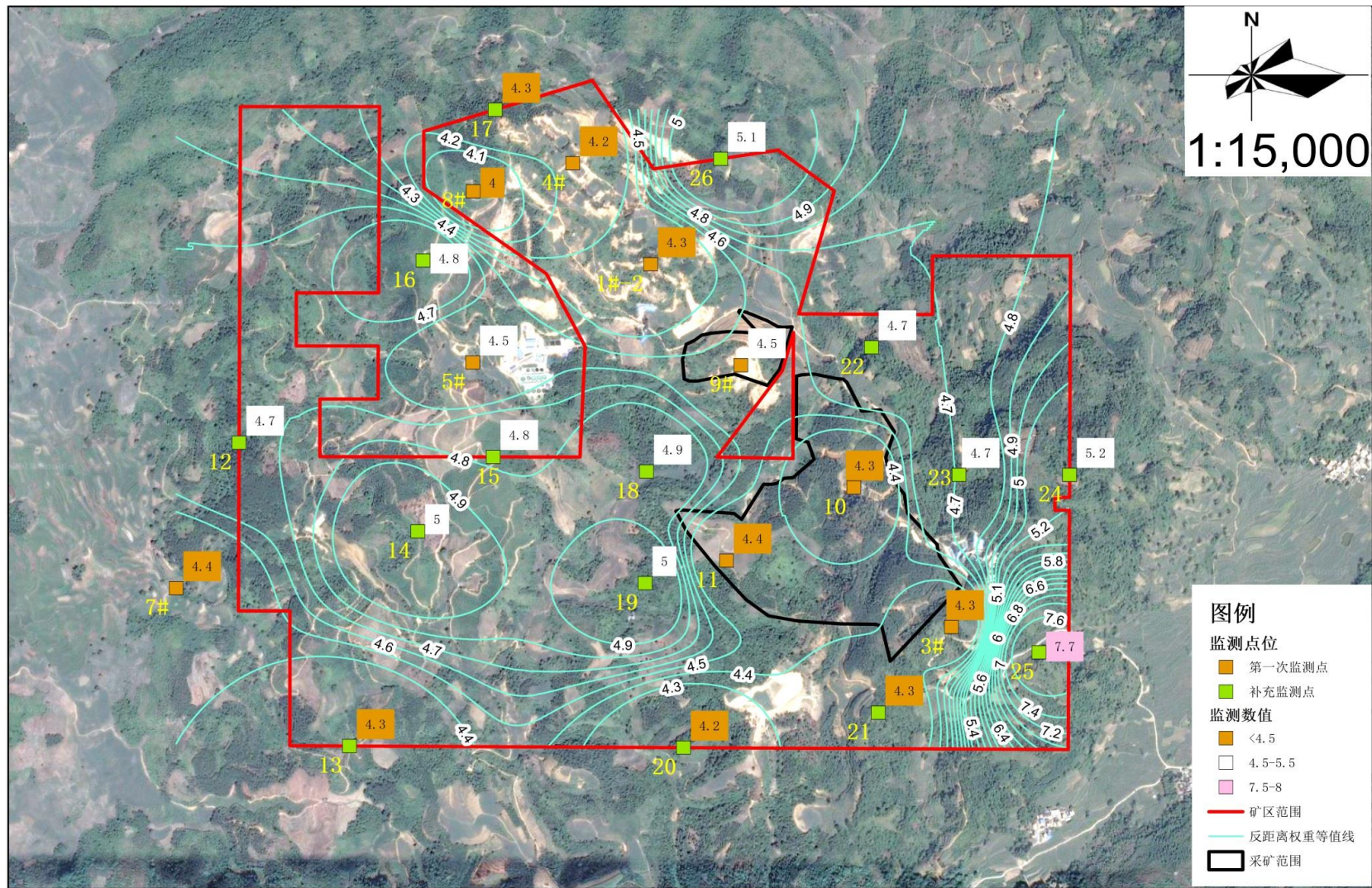


图3.2-40 回顾性评价土壤 pH 影响范围及分布情况

本次监测土壤 pH 监测结果见下表，影响范围及分布情况见下图。

表3.2-70 本次监测土壤环境 pH 值监测结果

监测点位	采样深度	pH	酸碱化强度
S1	0~50cm		轻度酸化
	50~150cm		无酸化或碱化
	150~300cm		无酸化或碱化
	300cm~600cm		无酸化或碱化
S2	0~50cm		中度酸化
	50~150cm		中度酸化
	150~300cm		中度酸化
	300cm~600cm		中度酸化
	600cm~900cm		中度酸化
S3	0~50cm		轻度酸化
	50~150cm		轻度酸化
	150~300cm		无酸化或碱化
S4	0~50cm		中度酸化
	50~150cm		轻度酸化
	150~300cm		中度酸化
	300cm~600cm		轻度酸化
S5	0~50cm		轻度酸化
	50~150cm		中度酸化
	150~300cm		轻度酸化
	300cm~600cm		轻度酸化
S6	0~20cm		轻度酸化
S7	0~20cm		轻度酸化
S8	0~20cm		轻度酸化
S9	0~20cm		轻度酸化
S10	0~20cm		中度酸化
S11	0~20cm		中度酸化
S12	0~50cm		中度酸化
	50~150cm		中度酸化
	150~300cm		中度酸化
	300cm~600cm		轻度酸化
S13	0~20cm		轻度酸化
S14	0~20cm		轻度酸化
S15	0~20cm		轻度酸化
S16	0~20cm		轻度酸化
S17	0~20cm		无酸化或碱化
S18	0~20cm		无酸化或碱化
S19	0~20cm		无酸化或碱化

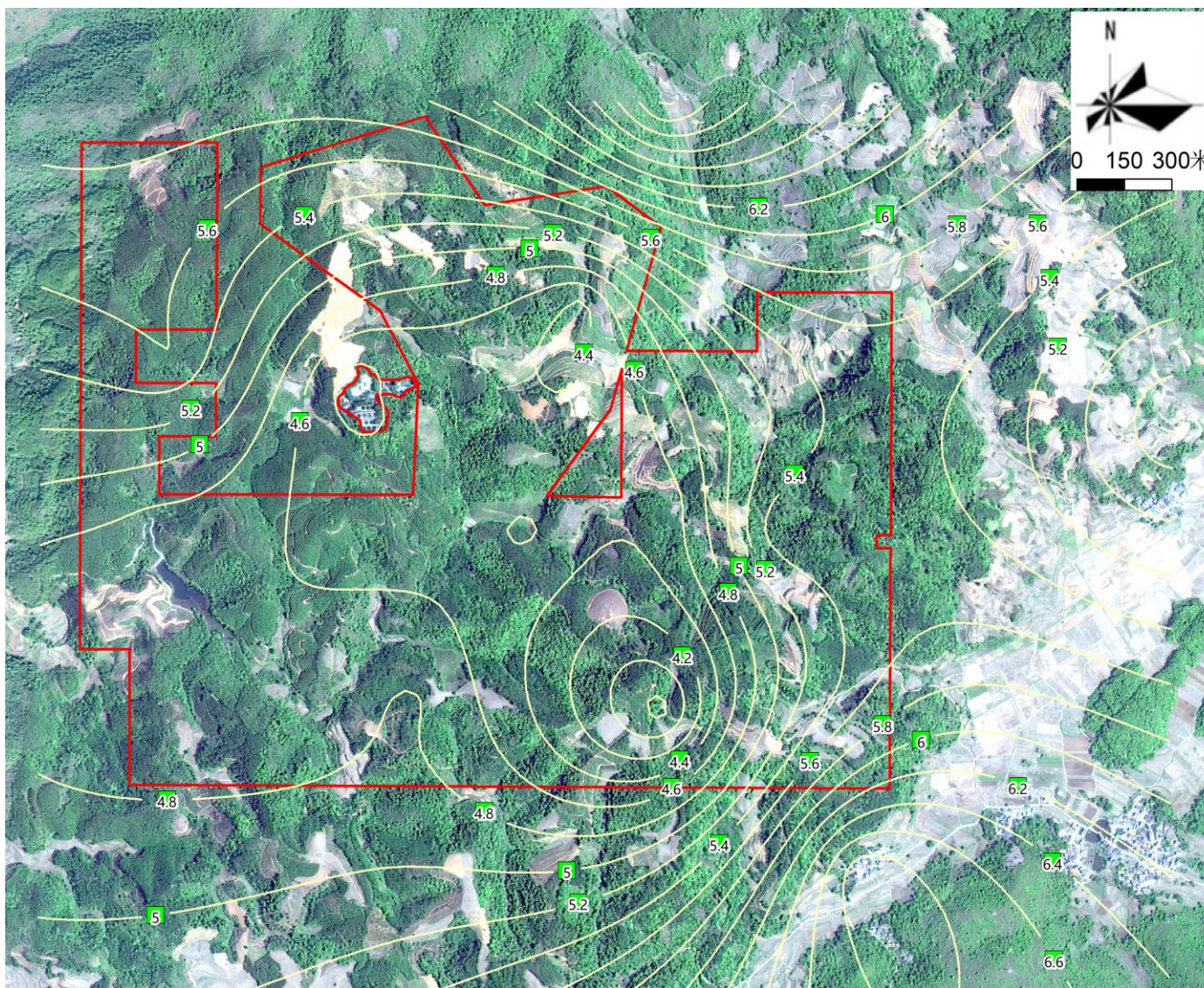


图3.2-41 本次监测土壤 pH 影响范围及分布情况

通过本次监测结果可知，矿区及周边土壤 pH 值为 4.02~7.46，对比《回顾性评价》矿区及周边土壤 pH 值 3.8~7.7，矿区及周边土壤的 pH 值总体变化不大。矿区土壤 pH 值介于中度酸化和轻度酸化之间，与《回顾性评价》相比，矿区内土壤没有明显继续酸化趋势。

3.2.6 底泥现状调查与评价

为了解本项目所在区域周边水体底泥中重金属环境质量状况，本次评价对屯垌溪和黑水河的底泥现状监测数据。

3.2.6.1 监测布点及监测项目

底泥监测位置、因子及监测时间与频次如下：

表3.2-71 监测断面设置

断面编号	监测断面位置	监测因子	监测时间及频次
S20	屯垌水库	pH、铜、铅、锌、砷、镉、铬、汞、镍、镁共 10 项	2023.8.9, 监测 1 天, 采样 1 次
S21	屯垌溪出矿区后下游 200m		
S22	黑水河与屯垌溪汇合口下游 200 m		

3.2.6.2 分析方法

项目的监测采样及分析方法参照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）等有关规定执行。底泥监测项目分析方法见表 3.2-69。

表3.2-72 底泥分析方法 单位：mg/kg

序号	分析项目	方法名称及标准号	检出限
1	pH 值	土壤 pH 值的测定 电位法 HJ 962-2018	0.01 (pH 值)
2	总 铬	土壤和水系沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ 491-2019	4mg/kg
3	铜		1mg/kg
4	锌		1mg/kg
5	镍		3mg/kg
6	铅		0.06mg/kg
7	镉	石墨炉原子吸收分光光度法 GB/T 17141-1997	0.01mg/kg
8	砷	土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法 HJ 680-2013	0.01mg/kg
9	汞		0.00002mg/L
10	镁	土壤和沉积物 11 种元素的测定 碱熔-电感耦合等离子体发射光谱法 HJ 974-2018	0.01%(取样 0.2g, 定容 500ml)

3.2.6.3 监测结果及评价

底泥无相应质量标准，本次评价参照执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）。由下表可知，除 S20，S22 的镉未达到《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值标准要

求外，其余因子均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中其他项目风险筛选值标准要求。

表3.2-73 底泥检测结果 单位：mg/kg（pH 值为无量纲）

采样时间	检测项目	检测结果		
		S20 屯洞水库	S21 屯洞溪出矿区后下游 200m	S22 黑水河与屯洞溪汇合口下游 200 m
2023 年 8 月 9 日	pH 值	6.34		
	铅	47.4		
	镉	0.50		
	铜	11		
	锌	144		
	镍	9		
	铬	32		
	砷	7.00		
	汞	0.105		
	钠	2.98×10^3		
	镁	2.75×10^3		

3.2.6.4 回顾性评价报告底泥环境质量现状

《回顾性评价报告》对屯洞水库、屯洞溪及数村溪底泥进行了监测，监测时间为 2018 年 7 月 13 日，连续监测 1 天，每天采样 1 次。

表3.2-74 《回顾性评价报告》底泥监测断面数据统计表 单位：mg/kg（pH 值（无量纲））

监测点位	监测项目	pH 值	铜	锌	铅	镉	砷	汞	镍	总铬
1#屯洞水库										
2#屯洞溪出矿区后下游 200m										
3#数村溪出矿区后下游 800 m										

根据调查，相比于回顾性评价报告，六汤稀土矿屯洞溪、屯洞水库底泥各因子浓度变化幅度不大。

3.2.7 生态环境现状调查

3.2.7.1 生态敏感区调查结果

根据调查，项目周边生态敏感区基本情况如下：

表3.2-75 项目周边生态敏感区基本情况

序号	生态敏感区名称	保护级别	主要保护对象	与项目位置关系	备注
自然保护区					
1	广西崇左白头叶猴自然保护区	国家级	白头叶猴、黑叶猴等野生动物及其赖以生存的喀斯特石山森林生态系统	项目与自然保护区最近距离 3.60km	不在评价范围内
森林公园					
2	龙峡山自治区级森林公园	自治区级	森林景观	项目与森林公园最近距离 1.31km	不在评价范围内
风景名胜区					

序号	生态敏感区名称	保护级别	主要保护对象	与项目位置关系	备注
3	花山风景名胜区	国家级	=	项目与风景名胜区最近距离 0.55km	不在评价范围内
<u>生态保护红线</u>					
4	左江干流流域-高峰岭水水源涵养生态保护红线	∟	水源涵养	项目与生态红线最近距离 10m	位于评价范围内

经调查核实，项目涉未及生态敏感区，位于评价范围内的生态敏感区仅有 1 处，为左江干流流域-高峰岭水水源涵养生态保护红线。

1、左江干流流域-高峰岭水水源涵养生态保护红线

(1) 概况

项目临近左江干流流域-高峰岭水水源涵养生态保护红线边缘。

根据核查，项目临近的左江干流流域-高峰岭水水源涵养生态保护红线，其林地属性多为国家二级公益林，主要功能为水源涵养。

(2) 生态现状

A 植被现状

项目涉及生态红线周边人类活动较为频繁，但植被多为天然植被，主要为石山灌丛余甘子灌丛、灰毛浆果楝灌丛等，具有石灰岩（土）地区代表性。

B 植物现状

评价范围内常见的灌木种类主要有余甘子、灰毛浆果楝、清香木、老虎刺、盐肤木、雀梅藤、红背山麻秆等。常见的草本植物主要有五节芒、芒萁、乌毛蕨、十字藁草、狗脊蕨、华南毛蕨、芒、火炭母、翠云草等。生态红线内发现有广西重点保护野生植物 1 种，即美丽崖豆藤 1 株，不在占地范围内。

C 野生动物现状

项目临近的左江干流流域-高峰岭水水源涵养生态保护红线评价范围动物群落以灌丛动物群落为主，该路段常见保护野生动物变色树蜥、小鸦鹃、褐翅鸦鹃、红耳鹎、白头鹎、棕颈钩嘴鹎等。

D 保护要求

1. 生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线划定后，未经批准，严禁擅自调整。因国家重大项目建设需要，确需占用生态保护红线的，按照国家和自治区规定的程序办理用地审批。2. 允许的有限人为活动按照《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局〈关于加强生态保护红线管理的通知（试行）〉》

（自然资发〔2022〕142号）《广西壮族自治区自然资源厅广西壮族自治区生态环境厅广西壮族自治区林业局广西壮族自治区海洋局关于印发广西生态保护红线监管办法（试行）的通知》（桂自然资规〔2023〕4号）和自治区级环境管控及准入要求清单进行。3. 饮用水水源保护区以及生态公益林、天然林还需执行国家、自治区以及市县相应法律法规要求。

3.2.7.2 生态评价范围

西北侧以数村溪为界，东北、南侧以第一山脊线为界，西北侧平坦地区以道路为界，东南侧以道路为界。

3.2.7.3 矿区周边自然保护区情况

项目周边最近的自然保护区为广西崇左白头叶猴自然保护区，其实验区与矿区直线距离约 3.6km，距离母液处理车间 5.1km；左江干流流域-高峰岭水水源涵养生态保护红线距离项目最近矿区边界距离为 10m，距离母液处理车间 880m，距离设计开采区 230m；花山风景名胜区距离矿区范围 550m，距离母液处理车间 1780m。

3.2.7.4 矿区对周围生态环境影响分析

矿区与保护区之间有山脊分水岭阻隔，分布有宜村、雁楼、岜雁等村庄，并且有崇左至大新二级公路（S213 省道）阻隔，因此对白头叶猴自然保护区基本无影响。另外，保护区在矿区多年主导风向的上风向，同时距离较远，因此矿区产生的少量扬尘对保护区内的植物及生境基本不造成影响。本项目无大型噪声设备，不会影响动物日常生活和活动。项目采用原地浸矿工艺，只破坏林下灌草，对保护区景观不会造成明显不利影响。综上，矿区的开采不会对保护区的动物及栖息地造成影响。项目临近的是保护区驮逐片，该片区以喀斯特生态系统为保护对象，区域不是白头叶猴的栖息地，该区域未分布白头叶猴。

3.2.7.5 调查内容

调查内容包括评价区内的动物、植物、植被、景观等。主要通过实地调查了解其现状，着重对评价区动植物种类、珍稀濒危动植物的分布状况及数量进行调查。

3.2.7.6 调查范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）：“以评价项目影响区域所涉及的完整气候单元、水文单元、生态单元、地理单元界限为参照边界”综合确定项目的生态影响评价范围。故本报告结合矿区所在地周边的山脊沟谷走势以及道路的分布

情况，同时考虑矿区内部及周边的河谷、分水岭分布情况、矿山废水排放路径等条件，综合确定本项目生态环境调查范围为 1326.67hm²。

3.2.7.7 调查时间

为了解区域生态环境现状，2023 年 11 月，通过实地踏勘对工程区域生态环境现状进行了实地调查。

3.2.7.8 调查方法

(1) 资料收集法

本次调查查阅的资料有《广西植物名录》（覃海宁、刘演，2010 年）、《广西植被》（苏宗明、李先琨等，2014 年）、《国家重点保护植物名录》《广西重点保护植物名录》《国家重点保护野生动物名录》《广西重点保护野生动物名录》《中国动物地理》（张荣祖，2011 年）、《广西野生动物》（吴名川编著）、工程线路地形图、卫星影像图、土地利用总体规划等资料，基于以上资料，对评价范围植物和植被现状、野生动植物及保护物种现状等作生态调查预判和整体调查的综合评估。

(2) 现场调查法

①动物调查方法

调查人员在评价范围设置具有代表性的调查样线进行野生动物实地调查。为评估该工程对野生动物的影响，在生态评价范围内设置调查样线。设置的调查样线综合考虑野生动物不同类群的生活习性、地形条件和人为干扰程度等因素，同时涵盖了调查区域内野生动物的各种不同生境类型。根据不同生境，不同动物类群及其活动规律，选取林区公路、林间小路、沟冲等设置调查样线，以每小时 1~1.5km 的速度徒步行进调查，观察记录样线两侧出现的陆生脊椎野生动物的种类、数量、活动痕迹以及生境状况等信息。

本次调查共设置 4 条样线，涉及森林、灌丛、农田、湿地、人工林 5 种生境，样线信息见表 3.2-72 及附图 21。

表3.2-76 动物调查样线表

样线名称	起点经纬度	终点经纬度	生境类型	长度(m)	海拔(m)
样线 1	E107.25132465°， N22.44712723°	E107.23911524°， N22.45890686°	农田、灌草丛、森林、 人工林	3015	300~ 325m
样线 2	E107.23812204°， N22.45688806°	E107.24324584°， N22.45471271°	森林、人工林、湿地、 灌草丛	1317	250~ 300m
样线 3	E107.22287697°， N22.45406465°	E107.23617554°， N22.44958636°	农田、灌丛、森林、人 工林、湿地	3098	125~ 200m
样线 4	E107.21858025°， N22.46823665°	E107.22689861°， N22.46761335°	农田、湿地、灌草丛、 森林	1504	125~ 175m

②植物植被调查方法

植被调查采取资料收集、现场踏勘与卫星遥感相结合方法进行。现场踏勘采取路线调查和典型样地调查相结合的技术方法。通过全线观察，记录项目沿线大致的植被类型、结构和主要的物种组成情况。记录群落中所有的维管植物种类，根据调查结果推断工程区原分布的维管植物种类。

由于时间和人力的限制，本次植被调查主要采用样线法，在二级生态评价范围结合记名样方法，记录评价区内出现的所有植被类型。对于记数样方，阔叶林类型的样方面积一般为 400m^2 ($20\text{m}\times 20\text{m}$)，若物种组成较简单可减小至面积 100m^2 ($10\text{m}\times 10\text{m}$)；灌木林类型的样方面积为 25m^2 ($5\text{m}\times 5\text{m}$)；草丛类型的样方面积为 1m^2 ($1\text{m}\times 1\text{m}$)。乔木林类型样方记录样方内乔木的种类、胸径、树高、生长状况和郁闭度等，并记录灌草丛种类、盖度、多度及平均高度；灌木林和草丛类型样方则记录其组成种类、盖度、多度及平均高度。对植物植被调查、记录和拍照，如实记录和反映工程区植物植被现状。

评价范围内共设置 21 个样方，样方信息见下表。

表3.2-77 调查样方信息表

样方编号	植被型	优势物种	经纬度	海拔 (m)
1#	常绿落叶阔叶林	枫香树+西南木荷	107.23856217°, 22.45869643°	300
2#		枫香树+西南木荷	107.24837727°, 22.45811264°	275
3#		枫香树+西南木荷	107.24372283°, 22.46018115°	260
4#	次生季雨林	鹅掌柴	107.24868021°, 22.45321971°	325
5#		鹅掌柴	107.23576723°, 22.44896190°	205
6#		鹅掌柴	107.24013946°, 22.46381631°	320
7#	暖性灌丛	灰毛浆果楝	107.23702333°, 22.46985569°	240
8#		灰毛浆果楝	107.24393787°, 22.46898479°	180
9#		灰毛浆果楝	107.23161764°, 22.47547069°	205
10#	热性灌丛	余甘子	107.22933837°, 22.46968803°	240
11#		余甘子	107.22441123°, 22.47408954°	225
12#		余甘子	107.23942647°, 22.47263013°	210
13#	禾草草丛	五节芒	107.23751583°, 22.45083967°	220
14#		五节芒	107.24464532°, 22.45409825°	280
15#		五节芒	107.22523616°, 22.45977292°	180
16#	人工林	马尾松林	107.25526510°, 22.45167256°	270
18#		马尾松林	107.25555482°, 22.44927813°	255
19#		马尾松林	107.25513649°, 22.45588136°	350
17#		尾叶桉林	107.25347239°, 22.45071078°	265
20#		尾叶桉林	107.24964067°, 22.45175711°	365
21#		尾叶桉林	107.23042612°, 22.45411675°	205

3.2.7.9 评价方法

采用生态机理分析法、系统分析法、综合指标方法、生物多样性评价方法、生态系统评价方法和景观生态学评价方法等方法对评价区生态环境现状进行定量和定性评价。

3.2.7.10 数据统计

(1) 生物量调查方法

生物量是指一定地段面积内某个时期生存着的活有机体的重量，以 t/公顷表示。生物量调查以样方群落调查为基础，运用相对生长方程式 $W=a(D2H)^b/W=a(CH)^b$ ，立木参考《全国立木生物量方程建模方法研究》（曾伟生）的指数，灌草丛参考《森林生物量建模与精度分析》（王仲锋）的指数，并进行合理修正。群落的生物量估算方法如下：

森林群落生物量的测定一般采取样地调查和维量分析方法。样方调查测定每棵树木的胸径和高度，然后利用下列方程对生物量进行估算：

A 常绿阔叶树：

$$\text{树干 } W=0.000023324 (D2H)^{0.9750}$$

$$\text{树枝 } W=0.000021428 (D2H)^{0.906}$$

$$\text{树叶 } W=0.00001936 (D2H)^{0.6779}$$

B 马尾松及其他针叶树：

$$\text{树干 } W=0.00004726 (D2H)^{0.8865}$$

$$\text{树枝 } W=0.000001883 (D2H)^{1.0677}$$

$$\text{树叶 } W=0.000000459 (D2H)^{1.0968}$$

方程式中 W 为生物量 (t)， D 为树干的胸高直径 (cm)， H 为树高 (m)

地下部分的生物量按下列关系推算：

$$\text{A 常绿阔叶树——地下部分生物量} = \text{地上部生物量} \times 0.164$$

$$\text{B 马尾松及其他针叶树——地下部分生物量} = \text{地上部生物量} \times 0.160$$

森林林下草本层和灌木层的生物量方程为：

$$Y_c=0.34604 (CH)^{0.93697} \quad Y_g=0.32899 (CH)^{0.9068}$$

其中 Y_c 和 Y_g 分别为单位面积草本层和灌木层生物量 (t/公顷)， H 为高度 (m)， C 为盖度 (%)。

(2) 多样性指数计算方法

① Simpson 多样性指数

$$D=1-\sum P_i^2$$

式中， P_i 是种类 i 的个体数与所有物种总之比。

②物种多样性指数统计

采用 Shannon-Wiener 指数公式：

$$H' = -\sum P_i \times \ln P_i$$

其中 P_i （优势度）为物种 i 的个体数与所有物种总之比。

③均匀性指数的统计

采用 Pielou 指数公式：

$$J = H' / H_{max}$$

其中 H_{max} 为 $\ln S$ ， H' 同前， S 为物种数。

（3）植被指数（NDVI）及植被覆盖度（FVC）

NDVI 为归一化植被指数，计算公式为： $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ ，即近红外波段与红色波段的差值除以两者之和。

项目植被覆盖度 FVC 利用 NDVI 指数进行估算，估算模型为：

$$植被覆盖度 FVC = (NDVI - NDVI_{soil}) / (NDVI_{veg} - NDVI_{soil})$$

其中 FVC 为植被覆盖度； $NDVI_{soil}$ 为裸土或无植被覆盖区域的 NDVI 值，即无植被像元的 NDVI 值； $NDVI_{veg}$ 代表完全被植被所覆盖的像元的 NDVI 值。

（4）生物生产力法

生产力是生态系统的生物生产能力，反映生产有机质或积累能量的速率。群落（或生态系统）初级生产力是单位面积、单位时间群落（或生态系统）中植物利用太阳能固定的能量或生产的有机质的量。净初级生产力（NPP）是从固定的总能量或产生的有机质总量中减去植物呼吸所消耗的量，直接反映了植被群落在自然环境条件下的生产能力，表征陆地生态系统的质量状况。NPP 可利用光能利用率模型（如 CASA 模型）进行计算。通过 CASA 模型计算净初级生产力的公式如下：

$$NPP(x,t) = APAR(x,t) \times \varepsilon(x,t)$$

式中：NPP——净初级生产力；

APAR——植被所吸收的光合有效辐射；

ε ——光能转化率；

t——时间；

x——空间位置。

（5）景观格局评价法

景观格局是指大小和形状不一的景观斑块在空间上的排列，是各种生态过程在不同尺度上综合作用的结果。景观格局变化对生物多样性产生直接而强烈影响，其主要原因是生境丧失和破碎化。

目前较常用的评价方法是景观动态的定量化分析法，主要是对收集的景观数据进行解译或数字化处理，建立景观类型图，通过计算景观格局指数或建立动态模型对景观面积变化和景观类型转化等进行分析，揭示景观的空间配置以及格局动态变化趋势。景观格局评价可利用 FRAGSTATS 对区域景观指数进行计算。

(6) 生态制图

采用 GPS、RS 和 GIS 相结合的空间信息技术，进行地面类型的数字化判读，完成数字化的植被类型图和土地利用类型图，进行景观质量和生态质量的定性和定量评价。

从遥感信息获取的地面覆盖类型，在地面调查和历史植被基础上进行综合判读，采用监督分类的方法最终赋予生态学的含义。选用 LandSat8 的 TM 影像，地面精度为 15m，以反映地面植被特征的 4、5 波段合成卫星遥感影像，其中植被影像主要反映为绿色。植被类型不同，色彩和色调发生相应变化，因此可区分出植被亚型以上的植被类型以及农田、居民地等地面类型。此外，植被类型的确定需结合不同植被类型分布的生态学特征，不单纯依靠色彩进行划分，对监督分类产生的植被初图，结合地面的 GPS 样点和等高线、坡度、坡向等信息，对植被图进行目视解译校正，得到符合精度要求的植被图。在植被图的基础上，进一步合并有关地面类型，得到土地利用类型图。制图、空间分析软件，采用 ArcGIS10.8。

(7) 生态影响预测

通过现状植被和土地利用类型分析，确定景观要素、基质和廊道，以及斑块类型，类斑数量、纹理规模等反映景观质量和特征的特征参数，分析景观格局、多样性、优势度等特征，以评价景观与生态环境质量，预测分析工程建设后评价区的景观变化。

植物影响的预测：在获得植物现状资料之后，根据项目规划区分时段进行分析。预测包括两个部分：施工期对植物的影响和运行期对植物的影响。施工期对植物的影响包括矿区施工占地（永久占地及临时占地）对区域植物的影响。运行期对植物影响的预测包括采矿活动污染物对植物群落演替的影响以及外来物种对当地生态系统的影响。

动物影响的预测：根据环境及植被变化趋势，采用生态机理分析方法预测。

3.2.7.11 植被现状调查结果

矿区位于南亚热带季风性气候区，位于桂西南北热带季节性雨林区。根据《中国植被》的划分系统，项目所在区域水平地带性植被为半常绿季雨林、湿润季雨林。

一、主要植被类型

(1) 评价区植被类型调查结果

参照《中国植被》及《广西天然植被类型分类系统》（苏宗明）中植被类型分类系统，评价区陆地植被共划分 2 级，有植被型组 5 个，植被型 8 个，主要群系有 9 个；其中自然植被有植被型组 3 个，植被型 5 个，群系有 5 个，栽培植有植被型组 2 个，植被型 3 个，群系有 4 个，评价区植被类型分布见附图 22。

评价区无水生植被分布。

表3.2-78 评价区内主要植被类型统计一览表

起源	植被型组	植被型	主要群系	分布区域	占地情况	
					占用面积 (hm ²)	占用比例 (%)
自然植被	阔叶林	I、常绿落叶阔叶混交林	1、枫香树+西南木荷林	零星分布于评价区的向阳山坡处	102.48	7.72%
		II、次生季雨林	2、鹅掌柴林	零星分布于评价区的山脚下及沟谷中	-	-
	灌丛	III、暖性灌丛	3、灰毛浆果楝灌丛	主要分布评价区北部的石山山脚	273.06	20.58%
		IV、热性灌丛	4、余甘子灌丛	主要分布评价区北部的石山山坡上	-	-
	草丛	V、禾草草丛	5、五节芒草丛	分布于道路两旁山间沟谷	-	-
人工植被	人工林	I、用材林	1、马尾松林	评价范围零星分布，主要分布于低山	185.13	13.95%
			2、尾叶桉林	工程区围大面积分布，评价范围主要分布群落		
	II、经济林	3、柑橘林	田间、村庄周围、公路边和伐迹地零星分布	27.21	2.05%	
	农作物	III、农作物	4、甘蔗	田间、村庄周围、公路边和伐迹地零星分布	486.15	36.64%

(注：I为植被型；1为群系)

二、主要植被类型概述

(一) 自然植被

I、暖性针叶林

I、常绿落叶阔叶混交林

1、枫香树+西南木荷林

该群落无大面积连续分布，主要以零散分布，本次调查面积 400m²，位于海拔 300m。乔木层郁闭度 0.8，高 15m，平均胸径 25cm。以枫香树、西南木荷为优势种，伴生有木油桐、樟、薄叶猴耳环、破布叶、山槐、鹅掌柴等；灌木层覆盖度 40%，平均高度 2m。组成有银柴、鹅掌柴、三桠苦、山鸡椒、九节、野漆、羊角拗等；草本层覆盖度 30%，高 0.5m，有蔓生莠竹、五节芒、华南毛蕨、乌毛蕨、芒萁、蕨、山猪菜、粽叶芦等。

II、次生季雨林

2、鹅掌柴林

该群落为具有地域代表性的次生季雨林主要分布于矿区的南部，分布较为零散，海拔 200m~300m 之间，郁闭度约 0.9，平均胸径约 12cm，平均高度 10m，伴生有乌墨、印度血桐、木油桐、破布叶、西南木荷、大果榕、山乌柏、短序润楠等；林下灌木层高约 4m，盖度约 50%，主要有水锦树、毛稔、变叶榕、山鸡椒、三桠苦等；草本层盖度 30%，主要种类有乌毛蕨、华山姜、山菅、粽叶芦、黑莎草等。

III、暖性灌丛

评价区的灌丛植被型包括暖性和热性石灰岩（土）地区灌丛 2 种植被亚型，暖性灌丛一般是在森林破坏后恢复起来的，但由于人为活动的经常性采伐或采薪，许多植物无法生长起来，以致长期停留在灌丛阶段，热性灌丛为该区域的恢复较好的次生植被。

石灰岩（土）地区灌丛主要群系有灰毛浆果楝灌丛和余甘子灌丛两种，主要分布影响评价区石山山坡、山顶。石灰岩（土）地区灌丛高 2~3m 左右，覆盖度 50%~90%，除优势种外，常见其他种类有潺槁木姜子、八角枫、仪花、红背山麻杆、构树、雀梅藤、海红豆、竹叶花椒等；草本层盖度约为 50%，主要种类有鬼针草、类芦、五节芒、粉防己、蔓生莠竹、微花藤、冷水花、凤尾蕨、野葛、绞股蓝等。

VII、草丛

5、五节芒草丛

五节芒草丛以五节芒为主或为优势的高草草丛常见于影响评价区的路边、谷地、洼地等，分布较为零散。群落高 1.5~2m，个别丛株连同花序可达 2m，团状或窄短带状分布在上述生境中。根据现场调查情况看，此类型群落的组成和结构都很简单。优势种五节芒，单种盖度 40%~60%。五节芒草丛间分布的其他草本植物主要为蔓生莠竹，盖度 20%~30%，其他还有粽叶芦、干旱毛蕨、凤尾蕨、地耳草、牡蒿、肾蕨、假糙苏、小蓬草和白茅等，数量一般不多。零星混生其中的木本植物有紫珠、八角枫、毛桐、地桃花、

大叶山蚂蝗，所有这些零星生长的种类数量稀少，与草层同高或稍高出丛冠之上，群落总覆盖度 95%。

（二）人工植被

I、用材林

1、马尾松林

马尾松林为分布较广的人工林，主要分布在那民屯后山。调查群落郁闭度 0.8，以马尾松为优势，高 15m 左右，平均胸径 15cm，常伴生有水锦树、野漆、鹅掌柴、枫香树等。灌木层盖度 40%，一般高 4m 以下，组成比较丰富，有杜茎山、苕麻、盐肤木、鹅掌柴、地桃花、粗叶榕、粗叶悬钩子、酸藤子等。草本层覆盖度达 60%，常见五节芒、粽叶芦、乌毛蕨、芒萁、干旱毛蕨、野茼蒿、白花败酱、乌蕨、菊三七等。

2、尾叶桉林

尾叶桉林为评价区分布区域最广的人工林，为影响评级区主要的人工用材林。调查群落郁闭度 0.7，以尾叶桉为优势，在 400m²样方中约有 15~0 株，高 15m 左右，平均胸径 10cm。灌木层盖度 20%，一般高 4m 以下，组成比较单一，有盐肤木、地桃花、粗叶榕、粗叶悬钩子、酸藤子等。草本层覆盖度达 60%，常见粽叶芦、乌毛蕨、芒萁、五节芒、乌蕨等。

II、经济林

3、柑橘林

柑橘是芸香科柑橘属小乔木植物，因其物美价廉，在两广地区广泛种植。柑橘林为矿区主要的人工经济林，郁闭度为 0.7，高 2.5m 左右，植被由于较强人工干预，群落结构单一。伴生植物基本没有。

III、农作物植被

4、甘蔗

农作物包括经济作物甘蔗，群落覆盖度接近于 100% 不等。由于长期人为抚育，除种植的农作物外，群落内仅有少量田间杂草型草本植物，包括牛筋草、五节芒和藿香蓟等。



枫香树+西南木荷林



鹅掌柴林



灰毛浆果楝灌丛



余甘子灌丛



五节芒草丛



马尾松林



尾叶桉林



图3.2-42 评价区域主要植被类型现场照片

三、植被分布调查结果

1) 植被水平分布规律调查结果

评价区主要为人类活动频繁的矿区、用材林区，长期的开发活动和植被破坏，导致评价区植被具有明显人工属性和同质性，尤其在矿区范围的区域以该类型为主，占的面积最大。评价区分布着少量的自然植被，主要以常绿落叶阔叶混交林、次生季雨林为主，即枫香树、西南木荷林、鹅掌柴林。

表3.2-79 项目占地区植被类型水平分布调查结果

建设内容	评价范围主要植被类型	占地区植被概况
矿区	矿区范围主要植被类型为人工植被为主	占地区以马尾松、桉树、柑橘。

结合现场踏勘结果，得出以下结论：

①占地区主要由栽培植被和少量的自然植被组成，自然植被多为常绿落叶阔叶混交林、次生季雨林，人工栽培植被以尾叶桉林为主。

②占用栽培植被包括用材林、经济林，主要物种为尾叶桉、马尾松林及柑橘林等当地常见栽培物种。

③占用自然植被包括森林和草丛等，其中以常绿落叶阔叶混交林为主，主要群系为枫香树、西南木荷林及五节芒草丛等。

2) 植被垂直分布规律调查结果

项目地貌主要为低山。由于评价区垂直海拔高差不大，植被垂直分异规律稍未有明显变化；同时，评价区内长期的人类农林生产，导致植被在垂直方向上具有强烈人为影响的特点，具体如下：

①海拔较高的山顶以马尾松林为主，局部有枫香树林分布；

②低山植被主要为人工林和少量的次生季雨林。其中以人工林分布最为广泛，以尾叶桉林和柑橘、甘蔗为主，分布面积最大。

四、评价区主要植被类型生物多样性指数

根据样方调查结果，评价范围主要植被类型物种多样性结果见表 3.2-76。

评价区自然植被中，枫香树+西南木荷因灌木种类较多，灌木层多样性指数较高；与之相反的是鹅掌柴林，因和鹅掌柴高度相对较低，使得灌木层的生态位受到挤压，植被数量相对较少，物种多样性指数略低。草丛群落单优势种明显，多样性指数和均匀度指数较低。

表3.2-80 主要植被类型物种多样性调查结果

植被类型 样方序号 层次 多样性指数	Simpson 指数			Shannon-wiener 指数			Pielou 均匀度指数		
	乔木层	灌木层	草本层	乔木层	灌木层	草本层	乔木层	灌木层	草本层
1#	0.7691	0.7812	0.8483	1.7167	1.7622	1.9646	0.8256	0.8474	0.9448
2#	0.6988	0.8250	0.8271	1.4669	1.8855	1.7738	0.7539	0.9068	0.9900
3#	0.7732	0.8763	0.8659	1.7149	2.2563	2.0441	0.8247	0.9080	0.9830
4#	0.7251	0.7336	0.7516	1.6632	1.4430	1.4732	0.7998	0.8966	0.9154
5#	0.7026	0.7345	0.7598	1.4836	1.4508	1.4938	0.8280	0.9015	0.9281
6#	0.7249	0.7217	0.7607	1.5400	1.4070	1.4823	0.8595	0.8742	0.9210
7#	-	0.6917	0.7863	0.0000	1.5964	1.6033	-	0.7265	0.8948
8#	-	0.7249	0.6920	0.0000	1.6843	1.3056	-	0.7665	0.8112
9#	-	0.7123	0.7863	0.0000	1.5773	1.6033	-	0.7585	0.8948
10#	-	0.7101	0.7760	0.0000	1.5472	1.5881	-	0.7951	0.8863
11#	-	0.6113	0.4982	0.0000	1.3557	1.0812	-	0.6967	0.6034
12#	-	0.6982	0.8003	0.0000	1.5595	1.7077	-	0.8014	0.9531
13#	-	-	0.7498	0.0000	0.0000	1.5132	-	-	0.8446
14#	-	0.0000	0.7492	0.0000	0.0000	1.5120	-	-	0.8439
15#	-	0.0000	0.7737	0.0000	0.0000	1.6133	-	-	0.9004
16#	0.3103	0.6223	0.8072	0.5932	1.2780	1.8804	0.5399	0.7132	0.8558
17#	0.0000	0.7436	0.8426	0.0000	1.4714	1.9314	-	0.9142	0.9288
18#	0.3601	0.6412	0.7103	0.1904	0.3410	0.3621	0.1715	0.2111	0.2610
19#	0.4806	0.6509	0.7711	0.2505	0.3512	0.3506	0.1814	0.2201	0.2203
20#	0.0000	0.4302	0.5000	0.0000	0.2622	0.3500	-	0.3700	0.5110
21#	0.0000	0.2113	0.4800	0.0000	0.2531	0.3700	-	0.3612	0.5311

五、评价区主要植被类型生物量调查结果

在样方调查基础上，结合对典型植物群系的调查结果、《我国森林植被的生物量和净生产量》《广西森林植被碳储量及价值估算研究》等文献进行类比分析，根据评价区

植被的结构、物种组成等实际情况，对典型植被生物量进行适当的修正计算后，评价区主要植被类型生物量详见表 3.2-77。

表3.2-81 评价区主要植被类型生物量调查结果

序号	植被类型	代表植物	平均生物量 (t/hm ²)
1	常绿落叶阔叶林	枫香树、西南木荷	85.34
2	次生季雨林	鹅掌柴	79.24
3	暖性灌丛	余甘子、灰毛浆果楝	15.73
4	草丛	五节芒	7.26
5	用材林	尾叶桉	64.50
		马尾松	69.75
6	经济林	柑橘	14.33
7	农作物	甘蔗	4.77

六、植被覆盖度

(一) NDVI 指数

NDVI 为归一化植被指数，计算公式为： $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ ，即近红外波段与红色波段的差值除以两者之和，NDVI 值在-1.0~1.0 之间，根据栅格模块计算植被指数，本工程评价区域 NDVI 植被指数统计分布见下表。以自然间断点分级法对其进行分类，结果表示，项目 NDVI 值在 0.1364~0.564521 之间，集中分布于 0.389965~0.564521 之间，区域植被以林地为主。

表3.2-82 评价范围区域内 NDVI 植被指数表

NDVI	面积 (hm ²)	比例
0.1364~0.329271	43.68	3.29%
0.329271~0.389965	231.34	17.44%
0.389965~0.430775	383.35	28.90%
0.430775~0.469105	406.69	30.66%
0.469105~0.564521	261.61	19.72%

(二) 植被覆盖度 (FVC)

项目植被覆盖度利用 NDVI 指数进行估算，估算模型为：

$$FVC = (NDVI - NDVI_{soil}) / (NDVI_{veg} - NDVI_{soil})$$

其中：FVC 为植被覆盖度；

NDVI 为归一化植被指数；

NDVI_{soil} 为裸土或无植被覆盖区域的 NDVI 值；

NDVI_{veg} 为纯植物像元的 NDVI 值。

本次依据评价范围内影像特征选取 5%、95%的置信度；将 NDVI 5%置信度作为 NDVI_{soil} 代表裸土或无植被覆盖区域的 NDVI 值，即纯植被像元的 NDVI 值，本次取评价区域影像中的 NDVI_{soil}=-0.0625；将 NDVI 95%置信度作为 NDVI_{veg} 代表完全被植被所覆盖的像元的 NDVI 值，本次取评价区域影像中的 NDVI_{veg}=0.523438。

FVC 分布统计见下表, 可知, 评价范围多为植被中高覆盖、高覆盖区域, 植被覆盖度较好, 评价区植被覆盖度空间分布见附图 25。

表3.2-83 评价范围内植被盖度表

植被覆盖度	面积 (hm ²)	比例
低覆盖	14.48	1.09%
中低覆盖	60.54	4.56%
中覆盖	316.98	23.89%
中高覆盖	637.29	48.04%
高覆盖	297.37	22.42%
合计	1326.66	100%

七、评价区植被现状评价

(1) 评价区植被以栽培植被为主

矿区评价区为林业生产区, 大多数区域为人工经济林, 零散分布着少量的天然林。总体来看, 评价区植被以栽培植被为主, 现有植被受到人类干扰明显, 以用材林为主, 矿区范围则以人工尾叶桉林为主。

(2) 自然植被以森林为主

评价区原生植被几乎没有, 取而代之的是次生季雨林分布, 在矿区地表未利用区域有常绿落叶阔叶混交林和人工林的分布, 如马尾松林、尾叶桉林以及枫香树、西南木荷林等。总体来看, 矿区内自然植被处于演替的初期, 高层次植物群落较少。

(3) 植被结构简单, 物种不丰富, 生态功能一般

评价区植被主要为森林这些植被垂直结构一般只有 1 层, 物种组成简单, 植被涵养水源、水土保持和生物多样性保护等生态服务功能相对阔叶林来说不强。

八、评价区陆生植物现状调查结果

矿区位于南亚热带季风气候区, 位于桂西南北热带季节性雨林区。根据《中国植被》的划分系统, 项目所在区域水平地带性植被为半常绿季雨林、湿润季雨林。调查区域以红壤丘陵和石灰岩岩溶地貌为主, 相对高差不大, 植被垂直性分异不明显。

(一) 植物种类

根据实地调查数据统计, 评价区维管束植物种类包括 112 科 300 属 403 种, 分别占广西维管束植物 309 科、2011 属、9168 种总数的 36.25%、14.92%、4.4%。其中蕨类植物 16 科 21 属 32 种, 分别占广西蕨类植物 56 科 155 属 833 种的 28.57%、13.55%、3.84%; 裸子植物 3 科 3 属 3 种, 分别占广西裸子植物 10 科 30 属 88 种的 30%、10%、3.41%; 被子植物 93 科、276 属、368 种, 分别占广西被子植物 243 科、1826 属、8247 种的 38.27%、

15.12%、4.46%，被子植物中，双子叶植物有 79 科 218 属 286 种，单子叶植物有 14 科 58 属 82 种。评价区内维管植物名录见附表 2。

重点调查区内，常见的蕨类植物有节节草、芒萁、华南毛蕨、乌毛蕨、扇叶铁线蕨、蕨，多分布于林缘、林下及灌丛空隙处。

裸子植物种类稀少，只有马尾松、杉木、小叶买麻藤等 3 种。

被子植物中，常见的有枫香树、西南木荷、鹅掌柴、灰毛浆果楝、余甘子、红背山麻秆、粗糠柴、石岩枫、老虎刺、飞机草、鬼针草。这些植物多为组成阔叶林的种类，或为林下灌木层主要种类。

常见的单子叶植物五节芒、粽叶芦、白茅、类芦、蔓生莠竹、鬼针草等，多分布于石山的林缘隙地形成草丛。

表3.2-84 评价区内维管植物统计

门类	科数			属数			种数		
	评价区	广西	比例 (%)	评价区	广西	比例 (%)	评价区	广西	比例 (%)
蕨类植物	16	56	28.57	21	155	13.55	32	833	3.84
裸子植物	3	10	30	3	30	10	3	88	3.41
被子植物	93	243	38.27	276	1826	15.12	368	8247	4.46
合计	112	309	36.25	300	2011	14.92	403	9168	4.4

(二) 植物区系

(1) 科的分布区类型

依据中国植物区系分区系统（吴征镒，1979，1983，2003），评价区所在区域以东亚植物区为主体，属于中国的北热带和南亚热带地区。经调查分析，评价区内野生种子植物科的分布区类型以泛热带分布为主，其次是世界广布，北温带广布种也有一定数量的分布，无天然孑遗科分布。评价区内种子植物科的分布区类型见下表。

表3.2-85 评价区内种子植物科的分布区类型

分布区类型		科名	科数	除世界分布占比 (%)
1	世界广布	毛茛科、堇菜科、远志科、蓼科、苋科、酢浆草科、柳叶菜科、瑞香科、蔷薇科、蝶形花科、榆科、桑科、鼠李科、伞形科、木犀科、茜草科、菊科、车前科、半边莲科、紫草科、茄科、旋花科、玄参科、狸藻科、唇形科、莎草科、禾亚科	27	30.34
2	泛热带分布	番荔枝科、樟科、防己科、胡椒科、金粟兰科、大风子科、天料木科、葫芦科、山茶科、野牡丹科、梧桐科、木棉科、锦葵科、大戟科、含羞草科、荨麻科、卫矛科、茶茱萸科、檀香科、葡萄科、芸香科、楝科、无患子科、漆树科、牛栓藤科、柿科、紫金牛科、夹竹桃科、萝藦科、爵床科、鸭跖草科、竹芋科、天南星科、	38	42.7

分布区类型		科名	科数	除世界分布占比 (%)
		薯蓣科、仙茅科、青藤科、藤黄科、马钱科、菝葜科、棕榈科、		
2-1	热带亚洲一大洋洲和热带美洲	山矾科、五桠果科、	2	2.25
2-2	热带亚洲、非洲和中、南美洲间断分布	买麻藤科、椴树科、苏木科、	3	3.37
2S	以南半球为主的泛热带分布	桃金娘科、桑寄生科、	2	2.25
3	东亚及热带南美间断分布	水东哥科、冬青科、省沽油科、五加科、安息香科、苦苣苔科、马鞭草科	7	7.87
4	旧世界热带分布	八角枫科、露兜树科、芭蕉科	3	3.37
5	热带亚洲至热带大洋洲分布	姜科、虎皮楠科、	2	2.25
8	北温带广布	金丝桃科、百合科、	2	2.25
8-4	北温带和南温带间断分布	金缕梅科、壳斗科、	2	2.25
14	东亚分布	猕猴桃科	1	1.12
合计			110	100.00

由于长期开发和干扰,拟建项目区植被以人工植物为主体,自然植被多为次生起源,以乔木林为主;与同区域原生植被相比,植物区系构成发生明显变化。项目区周边植被以尾叶桉、马尾松人工林为主。

(2) 属的分布区类型

根据吴征镒《中国种子植物区系地理》划分系统,结合调查统计结果,评价区种子植物共 245 属,可划分为 12 个类型 10 个变型。以泛热带分布、旧世界热带分布和北温带分布的属数居多。

表3.2-86 评价区范围种子植物区系属分布区类型

分布类型	属数	占非世界属比例 (%)
1.世界分布	21	-
2.泛热带分布	74	33.04
2-1.热带亚洲、大洋洲和南美洲间断分布	2	0.89
2-2. 热带亚洲、非洲和南美间断分布	2	0.89
3.热带亚洲和热带美洲间断分布	7	3.13
4.旧世界热带分布	29	12.95
4-1.热带亚洲、非洲和大洋洲间断分布	2	0.89
5.热带亚洲至热带大洋洲分布	18	8.04
6.热带亚洲至热带非洲分布	17	7.59
7.热带亚洲分布	29	12.95
7-1.爪哇、喜马拉雅和华南、西南零星分布	3	1.34
7-2. 热带印度至华南分布	1	0.45

分布类型	属数	占非世界属比例 (%)
8.北温带分布	9	4.02
8-4.北温带和南温带间断分布	1	0.45
9.东亚和北美间断分布	9	4.02
10.旧世界温带分布	3	1.34
10-1.地中海、西亚和东亚间断分布	2	0.89
11.温带亚洲分布	3	1.34
12-3.地中海区至温带、热带亚洲、大洋洲和南美洲间断分布	1	0.45
14.东亚分布	9	4.02
14SJ.中国-日本	2	0.89
14SH.中国-喜马拉雅	1	0.45
合计	245	100.00

(3) 区系组成特点

根据对评价区植物区系的分析,植物在科一级的区系分区中,泛热带分布类型最多;在属一级的区系分区中,具有热带性质分布类型的属占整个分布区的 82.16%,热带性质分布属类型占绝大多数的比例;具有温带性质分布类型的属占整个分布区的 17.84%,温带性质分布属带有一定比例。因此评价区的植物区系具有明显的热带性质为主导,温带性质分布属带有一定地位。


(三) 重要植物调查结果

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022),重要野生植物包括国家和地方野生保护物种、《中国生物多样性红色名录》易危(VU)以上等级物种、特有种、国家和地方极小种群物种和古树名木。

1、保护植物

评价范围未发现分布有国家保护植物。发现广西重点保护植物 1 种,即美丽崖豆藤,位于矿区范围外。

表3.2-87 保护植物调查结果

序号	物种名称	数量规模	位置关系、地理坐标及现状	实景照
1	美丽崖豆藤	3 丛	经度: 107.22689861° 纬度: 22.46761335° 海拔: 187m (矿占区外) 现状: 生长良好	

2、古树名木

根据《全国古树名木普查建档技术规定》（全绿字〔2001〕15号）对古树名木进行界定：名木是指在历史上或社会上有重大影响的中外历代名人、领袖人物所种植或具有极其重要的历史、文化价值、具有纪念意义的树木；古树指树龄在100年以上的树木。

评价范围由于以人工植被为主且又离村庄较远，未发现古树名木。

3、特有植物

评价范围内发现特有植物9种，分别为红花青藤、红鳞蒲桃、锈毛莓、锥、毛冬青、显齿蛇葡萄、白花龙、单色蝴蝶草、露兜草，均为中国特有植物，这些重要野生植物均为适应性较强的常见物种，在项目周边其他区域甚至国内均广泛分布，野外种群数量均稳定。采矿范围与上述物种最近距离均200m以上，项目不占用重要野生植物及其栖息地。

表3.2-88 评价区重要植物调查结果

序号	物种名称	保护级别	濒危等级	特有种(是/否)	是否极小种群野生植物	分布区域	资料来源	工程占用情况(是/否)
1	美丽崖豆藤	广西重点	/	否	否	分布于福建、湖南、广东、海南、广西、贵州、云南；生于灌丛、疏林和旷野；	实地调查	否
2	红花青藤	/	/	是	否	产广东、广西、云南。生于海拔(100-200)300~600米山谷密林或疏林灌丛中。	实地调查	否
3	红鳞蒲桃	/	/	是	否	产福建、广东、广西等省区。常见于低海拔疏林中。	实地调查	否
4	锈毛莓	/	/	是	否	产江西、湖南、浙江、福建、台湾、广东、广西。生山坡、山谷灌丛或疏林中，海拔300~1000米。	实地调查	否
5	锥	/	/	是	否	产广东、广西、贵州西南部(安龙)、云南东南部。生于海拔1500米以下山地或平地杂木林中	实地调查	否
6	毛冬青	/	/	是	否	生于海拔(60-)100~1000米的山坡常绿阔叶林中或林缘、灌木丛中及溪旁、路边。	实地调查	否
7	显齿蛇葡萄	/	/	是	否	江西、福建、湖北、湖南、广东、广西、贵州、云南；生于沟谷林中或山坡灌丛；	实地调查	否
8	白花龙	/	/	是	否	产安徽、湖北、江苏、浙江、湖南、江西、福建、台湾、广东、广西、贵州和四川等省区。生于海拔100~600米低山区和丘陵地灌丛中。	实地调查	否
9	单色蝴蝶草	/	/	是	否	分布于广东、广西、贵州及台湾等省区。生于林下、山谷及路旁	实地调查	否
10	露兜草	/	/	是	否	产广东、海南、广西等省区。生于林中、溪边或路旁。	实地调查	否

（四）外来入侵植物调查

依据《中国外来入侵物种名单》（第一、二、三批）、《中国自然生态系统外来入侵物种名单（第四批）》和《重点管理外来入侵物种名录》的外来物种名单中，评价区的入侵植物有马缨丹、钻形紫菀、小蓬草、假臭草、光荚含羞草、藿香蓟、喜旱莲子草、飞机草、鬼针草等共计 9 种，入侵危害级别为局部入侵，在农地附近、桉树林下、林缘和路旁少量分布。

3.2.7.12 评价区陆生动物现状

评价单位于 2023 年 11 月对沿线陆生野生脊椎动物进行了调查，并参考《中国动物志》（科学出版社，2009）、《中国鸟类分类与分布名录（第三版）》（郑光美，2017）、《中国哺乳动物种和亚种分类名录和分布大全》（王应祥，2003）、《中国兽类野外手册》（河南教育出版社，2009）、《中国两栖动物图鉴》（费梁，1999）、《中国爬行动物图鉴》（中国野生动物保护协会，2002）等著作以及《中国哺乳动物多样性及地理分布》（蒋志刚，2015 年）、《中国哺乳类野外手册》（史密斯，解焱等，2009 年）等资料，对评价区的动物资源现状进行综合分析。

（一）物种组成

评价范围已知有陆生脊椎野生动物 99 种，隶属 4 纲 15 目 53 科。其中两栖类 1 目 6 科 7 种，占广西两栖动物种数 105 种的 6.67%；爬行类 1 目 5 科 10 种，占广西爬行类种数 177 种的 5.65%；鸟类 9 目 35 科 69 种，占广西鸟类种数 687 种的 10.04%；哺乳类 4 目 7 科 13 种，占广西哺乳类种数的 180 种的 7.22%。

表3.2-89 评价区陆生脊椎动物资源统计结果

类群	目	科	种
两栖类	1	2	3
爬行类	1	4	7
鸟类	9	35	69
哺乳类	4	7	13
总计	15	48	92

（二）陆生野生脊椎动物生态型

（1）两栖类

评价范围两栖类动物隶属 1 目 2 科 3 种。根据其生活习性，可分为 1 种生态类型。

静水型（在静水或缓流中觅食）：包括雨蛙科华南雨蛙；姬蛙科饰纹姬蛙、粗皮姬蛙，其主要分布在评价范围内的溪流、池塘、水库及稻田中生活。

(2) 爬行类

评价范围爬行类动物隶属 1 目 4 科 7 种。根据其生活习性，可分为 2 种生态类型。

灌丛石隙型（经常活动在森林灌丛底部，石壁或路边石缝中的爬行类）：包括鬲蜥科变色树蜥；壁虎科中国壁虎，其主要在评价范围内的石山灌丛、石壁中活动。

林栖傍水型（在评价区内有水流的山地上活动）有游蛇科草腹链蛇、红脖颈槽蛇等；石龙子科石龙子等其主要在评价范围内有湿度较大的农田、森林林地间活动。

(3) 鸟类

评价范围鸟类隶属 9 目 35 科 69 种，其中有 52 种为留鸟，夏候鸟 7 种，冬候鸟 12 种，候鸟占比 27.54%；种数最多为雀形目；按照各种鸟类生活习性的不同，上述鸟类可分为以下 4 种生态类型。

猛禽（具有弯曲如钩的锐利嘴和爪，翅膀强大有力，能在天空翱翔或滑翔，捕食空中或地下活的猎物）：包括鹰科蛇雕、黑翅鸢、普通鵟；隼科红隼；鸱鸃科领角鸮、斑头鸺鹠，其在评价范围内的偶见在天空盘旋，活动范围较广。

陆禽（翅短圆，后肢强劲，善奔走，喙弓形）：包括杜鹃科褐翅鸦鹃、小鸦鹃；斑鸠科山斑鸠、珠颈斑鸠，主要分布于评价范围灌丛或草丛。

攀禽类（足趾发生多样化，善于攀登）：包括杜鹃科四声杜鹃、噪鹃，主要分布于项目评价范围森林。

鸣禽类（种类繁多，一般体形较小，体态轻捷，活动范围较广）：除上述鸟类以外其他鸟类，活动范围较广。

(4) 哺乳类

评价范围哺乳类隶属 4 目 7 科 13 种，种数最多为鼠科动物。根据其生活习性，可分为 3 种生态类型。

半地下生活型（主要在地面活动觅食、栖息，避敌、栖息于洞穴中）：包括鼠科小家鼠、褐家鼠；鼯科黄鼯；鼯科臭鼯；猫科豹猫，其在评价范围内主要分布在森林灌丛中，与人类关系密切。

树栖型（主要在树上栖息、觅食）：包括松鼠科赤腹松鼠，其主要在评价范围内马尾松林中分布。

岩洞栖息型：有大蹄蝠、棕果蝠、普通伏翼，其在评价范围内的活动主要是觅食。

（三）栖息地类型和动物群落

参考我国《野生动物栖息地分类体系》（2019，田家龙），动物栖息地类型具体如下：

（1）农田生境

农田生境为旱地，在评价区内零散分布，面积较大，人为活动较多。该生境中常见的野生动物有两栖类的华南雨蛙等；爬行类的石龙子、变色树蜥等，鸟类中白鹡鸰、黑卷尾和棕背伯劳等；兽类常见的有小家鼠等。

（2）灌丛生境

灌丛生境主要分布于评价区内石山上。该生境多分布石山灌丛生物群落，植被原生性较高，野生动物分布多为鸟类，常见有白头鹎、红耳鹎、纯色山鹧鸪、长尾缝叶莺、白颊噪鹛等鸣禽，有时会存在蛇雕等猛禽停息，有小型哺乳类臭鼬等。

（3）森林生境

森林生境属次生阔叶林的分布区域，是陆生脊椎动物种类最多的栖息地，分布有爬行类的变色树蜥等，鸟类中的红耳鹎、棕颈钩嘴鹛、珠颈斑鸠及大多数鸣禽等；兽类中的赤腹松鼠等，猛禽也主要在次生阔叶林中活动。

（4）人工林生境

评价范围内的人工林主要为用材林和经济林，用材林主要是马尾松林、尾叶桉林，经济林主要为柑橘林，该生境分布面积较大，受人为干扰的强度较大，林下植物较少，林鸟的比例较大。动物群落常见的野生动物有红耳鹎、暗绿绣眼鸟、大山雀、红嘴蓝鹩和珠颈斑鸠等。

（5）湿地生境

主要为坑塘水库。矿区周边存在一些小型的坑塘水库，面积分布较小，根据调查，该生境内生物主要有禾本科植物等，主要分布在岸边等。一些静水型两栖爬行类在支流处也有分布，常见的有饰纹姬蛙、粗皮姬蛙等。一些鸟类也见于溪流水域及附近区域，如池鹭、白鹭、白鹡鸰等。

（6）陆生野生动物重要生境分布调查

根据《陆生野生动物重要栖息地名录（第一批）》，项目评价范围无陆生野生动物重要栖息地分布。同时，通过对评价范围野生动物进行调查得知，评价范围重要野生动

物种类组成以鸟类为主，占比达 80% 以上，重要保护鸟类在评价范围大多只是偶有发现，种群数量低于 20 只，其在评价范围多是路过形式出现，对于两栖爬行类及哺乳类，重要保护动物大多为广布种，其活动范围很大，评价范围大多只是偶有分布，调查未发现其有集中分布情况。调查未发现陆生重要野生动物重要生境分布。对于豹猫等重要保护动物，仅仅为访问调查得出，据访问护林员介绍，上次其见到豹猫等其他兽类的时间为 10 多年前，最近并未记录到豹猫等其他兽类。

3.2.7.13 评价区水生生物现状

1、水生生物生境调查

项目评价区地表水体包括坑塘水面。评价区水生生物主要分布在坑塘池塘等，水生生物不丰富，主要水生生物为常见的鱼类。

2、水生生物调查结果

根据现场调查及咨询当地渔政部门，并查阅的相关资料，评价区内地表水体的水生生物资源现状如下：

浮游植物：主要包括蓝藻门、绿藻门、硅藻门等，其中绿藻门、硅藻门数量较多。

浮游动物：浮游动物种类和数量均较少，主要有原生动物、轮虫、枝角类、桡足类等。

底栖动物：底栖动物种类常见有底栖型寡毛类、蛭类；底埋型双壳类；自由移动型水生昆虫、甲壳类等；其中以蜉蝣、摇蚊幼虫居多。其中发现了 1 种外来入侵动物为福寿螺。

水生维管束植物：常见物种有水蓼和岸边的禾本科植物等。

根据现场勘查和相关资料，评价区域河段鱼类资源一般，常见有鲤、鲫、草鱼、泥鳅、黄鳝等，未发现国家和广西重点保护的野生鱼类和地方特有鱼类。

根据《广西壮族自治区内陆水域渔业自然资源调查研究报告》的研究成果，以及走访当地渔民、咨询当地渔业部门，调查结果表明，项目评价范围内无鱼类“三场”分布，无珍稀保护水生生物和鱼类“三场”及洄游通道分布。

3.2.7.14 重要野生动物

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），重要野生动物包括国家和地方野生保护物种、《中国生物多样性红色名录》易危（VU）以上等级物种、特有种。

经调查，评价区有国家二级保护动物 10 种，广西重点保护动物 22 种。

国家二级保护动物 10 种，分别为蛇雕、黑翅鸢、普通鵟、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、领角鸮、斑头鸺鹠、红隼、画眉、豹猫。

广西重点保护动物 22 种，其中爬行类 1 种，即变色树蜥；鸟类 20 种，分别为池鹭、四声杜鹃、戴胜、赤红山椒鸟、黑卷尾、发冠卷尾、棕背伯劳、红嘴蓝鹊、大嘴乌鸦、大山雀、红耳鹎、白头鹎、白喉红臀鹎、黄腰柳莺、长尾缝叶莺、棕颈钩嘴鹟、八哥、乌鸫、黑脸噪鹛、凤头鹑。哺乳类 1 种，为黄鼬。

评价区可能存在《中国生物多样性红色名录》易危以上等级物种有 2 种，为铅色水蛇和豹猫。

特有种为中国壁虎 1 种。

表3.2-90 重要野生动物调查结果统计表

序号	中文名	保护级别	濒危级别	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况 (是/否)
1	蛇雕	二级	/	/	蛇雕栖息和活动于山地森林及其林缘开阔地带，单独或成对活动。常在高空翱翔和盘旋，停飞时多栖息于较开阔地区的枯树顶端枝杈上。	现场调查	否
2	黑翅鸢	二级	/	/	通常栖息在山地森林和山脚林缘地带，也出现在竹林和小面积丛林地带，偶尔也到山脚平原和村庄附近活动，主要以蛙、蜥蜴、鼠类、昆虫等动物性食物为食，也吃鸟和小型哺乳动物。繁殖期4~7月。	现场调查	否
3	普通鵟	二级	/	/	繁殖期间主要栖息于山地森林和林缘地带。从海平面到至少1300米的山脚阔叶林，到2000米的混交林和针叶林地带均有分布，有时甚至出现在海拔2000米以上的山顶苔原带上空，秋冬季节则多出现在低山丘陵和山脚平原地带。	现场调查	否
4	褐翅鸦鹃	二级	/	/	主要栖息于低山丘陵和平原地区的林缘灌丛、稀树草坡、河谷灌丛、草丛和芦苇丛中，也出现于靠近水源的村边灌丛和竹丛等地方。灌丛、森林林缘。	现场调查	否
5	小鸦鹃	二级	/	/	小鸦鹃栖息于低山丘陵和开阔山脚平原地带的灌丛、草丛、果园和次生林中。	历史资料	否
6	领角鸮	二级	/	/	领角鸮栖息于森林、灌木丛、次生森林，以及开阔的乡村和城镇周围的树林和竹林。栖息高度从平原至海拔约2400米的山地。	历史资料	否
7	斑头鸺鹠	二级	/	/	斑头鸺鹠栖息于从平原、低山丘陵到海拔2000米左右的中山地带的阔叶林、混交林、次生林和林缘灌丛，也出现于村寨和农田附近的疏林和树上。	现场调查	否
8	红隼	二级	/	/	栖息于山地和旷野中，多单个或成对活动，飞行较高。以猎食时有翱翔习性而著名。吃大型昆虫、鸟和小哺乳动物。	现场调查	否
9	画眉	二级	/	/	栖居在山丘灌丛和村落附近或城郊的灌丛、竹林，常在林下草丛中觅食，以昆虫和植物种子为食，4~7月繁殖。	现场调查	否
10	豹猫	二级	VU	/	豹猫主要栖息于山地林区、郊野灌丛和林缘村寨附近。分布的海拔高度可从低海拔海岸带一直分布到海拔3000米高山林区。在半开阔的稀树灌丛生境中数量最多，浓密的原始森林、垦殖的人工林（如橡胶林、茶林等）和空旷的平原农耕地数量较少，干旱荒漠、沙丘几无分布。	历史资料	否

序号	中文名	保护级别	濒危级别	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况 (是/否)
11	变色树蜥	广西重点	/	/	生活在山地、平原和丘陵一带，在灌木丛或稀疏树林下较多。灌草丛及森林生境。	现场调查	否
12	池鹭	广西重点	/	/	栖息于池塘、沼泽及稻田中。以动物性食物为主，包括鱼、虾、螺、蛙、泥鳅、水生昆虫、蝗虫等，兼食少量植物性食物。在竹林、杉林等林木的顶处营巢。	现场调查	否
13	四声杜鹃	广西重点	/	/	通常栖于森林及次生林上层。主食昆虫，多捕食大量松毛虫。不自营巢，常产卵于苇莺或黑卷尾的巢中，由巢主代为孵育。	现场调查	否
14	戴胜	广西重点	/	/	戴胜栖息于山地、平原、耕地、森林、林缘、路边、河谷、农田、草地、村屯和果园等开阔地方，尤其以林缘耕地生境较为常见。冬季主要在山脚平原等低海拔地方，夏季可上到 3000 米的高海拔地区。	历史资料	否
15	赤红山椒鸟	广西重点	/	/	主要栖息于海拔 2000 米以下的低山丘陵和山脚平原地区的次生阔叶林、热带雨林、季雨林等森林中，也见于针阔叶混交林、针叶林、稀树草坡和地边树丛。	现场调查	否
16	黑卷尾	广西重点	/	/	主要栖息在山麓或沿溪的树顶上，在开阔地常落在电线上。主要从空中捕食飞虫，主要以夜蛾、蜻象、蚂蚁、蝼蛄、蝗虫等害虫为食。	现场调查	否
17	发冠卷尾	广西重点	/	/	林栖鸟类，栖息于海拔 1500 米以下的低山丘陵和山脚沟谷地带，多在常绿阔叶林、次生林或人工松林中活动，有时也出现在林缘疏林、村落和农田附近的小块丛林与树上。	现场调查	否
18	棕背伯劳	广西重点	/	/	栖息于低山丘陵和山脚平原地区，夏季可上到海拔 2000 米左右的中山次生阔叶林和混交林的林缘地带。主要以昆虫等动物性食物为食。	现场调查	否
19	红嘴蓝鹊	广西重点	/	/	主要栖息于山区常绿阔叶林、针叶林、针阔叶混交林和次生林等各种不同类型的森林中，也见于竹林、林缘疏林和村旁、地边树上。海拔高度从山脚平原、低山丘陵到 3500 米左右的高原山地。	现场调查	否
20	大嘴乌鸦	广西重点	/	/	主要栖息于低山、平原和山地阔叶林、针阔叶混交林、针叶林、次生杂木林、人工林等各种森林类型中，尤以疏林和林缘地带较常见。	现场调查	否
21	大山雀	广西重点	/	/	栖息在山区和平原林间的鸟类，主要以各种昆虫为食。繁殖季节为 3 月~8 月。	现场调查	否
22	长尾缝叶莺	广西重点	/	/	多见于稀疏林、次生林及林园。常隐匿于林下层且多在浓密覆盖之	现场调查	否

序号	中文名	保护级别	濒危级别	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况 (是/否)
					下。		
23	红耳鹎	广西重点	/	/	栖息于低山和平原地区的林地，嗜食果实及其他植物性食物和害虫，繁殖期 4~8 月。	现场调查	否
24	白头鹎	广西重点	/	/	栖息于丘陵或平原灌丛中，也常见于针叶林中，性活泼，结群于果树上活动。有时从栖处飞行捕食。3-8 月繁殖。	现场调查	否
25	白喉红臀鹎	广西重点	/	/	主要栖息在低山丘陵和平原地带的次生阔叶林、竹林、灌丛以及村寨、地边和路旁树上或小块从林中，也见于沟谷、林缘、季雨林和雨林。	现场调查	否
26	黄腰柳莺	广西重点	/	/	繁殖期间主要栖息于针叶林和针阔叶混交林，从山脚平原一直到山上部林缘疏林地带皆有栖息，有时也栖于阔叶林。迁徙季节常活动在林缘次生林、柳丛和道边疏林灌丛中。	现场调查	否
27	棕颈钩嘴鹛	广西重点	/	/	栖息于低山和山脚平原地带的阔叶林、次生林、竹林和林缘灌丛中，也出入于村寨附近的茶园、果园、路旁丛林和农田灌木丛间。	现场调查	否
28	八哥	广西重点	/	/	栖息在山麓或沿溪的树顶上，在开阔地常落在电线上。主要从空中捕食飞虫，主要以夜蛾、螻象、蚂蚁、蜈蚣、蝗虫等害虫为食	现场调查	否
29	乌鸫	广西重点	/	/	主要栖息于次生林、阔叶林、针阔叶混交林和针叶林等各种不同类型的森林中。	历史资料	否
30	黑脸噪鹛	广西重点	/	/	主要栖息于平原和低山丘陵地带的灌丛与竹丛中，也出入于庭院、人工松柏林、农田地边和村寨附近的疏林和灌丛内，偶尔也进到高山和茂密的森林。	现场调查	否
31	凤头鹁	广西重点	/	/	栖息于低山丘陵和山脚平原等开阔地带和海拔 2000~2500 米的中高山地区，常出入于亚热带常绿阔叶林和松树林林缘地带，尤以河谷、溪流两岸疏林灌丛地带较常见。秋冬季节也出现于山边稀树草坡、农田和树寨附近的树丛和灌木丛中，有时甚至出现在城市的公园和庭院中。	历史资料	否
32	中国壁虎	/	/	是	栖息于野外森林地区的山洞内或建筑物的缝隙内。常在建筑物墙的较高处和天花板上活动，动作敏捷，较难捕捉。6~8 月在海南岛采到的雌成体 40% 怀有成熟的卵。8 月中旬分别于广西柳州及海南岛吊罗山采到头体长 28.5~29 毫米的幼体。	历史资料	否

序号	中文名	保护级别	濒危级别	特有种	分布区域	资料来源	工程占用情况 (是/否)
33	铅色水蛇	/	VU	/	生活于平原、丘陵或低山地区的水稻田、池塘、湖泊、小河及其附近水域，其生存的海拔范围从沿海低地至海拔 980 米	历史资料	否

3.2.7.15 土地利用现状

(1) 评价区土地利用现状

卫片解译的基础上,结合现有的资料,运用景观法(即以植被作为主导因素),并结合土壤、地貌等因子进行综合分析后对土地进行分类,将土地利用格局的拼块类型分为旱地、乔木林地、竹林地、灌木林地、其他林地、采矿用地、农村道路,共7种类型。评价区土地总面积为1326.67hm²,其中,旱地面积614.09hm²,占总面积的46.29%;果园面积27.26hm²,占总面积的2.05%;乔木林地面积289.36hm²,占总面积的21.81%;竹林地面积0.64hm²,占总面积的0.05%;灌木林地面积297hm²,占总面积的22.39%;其他林地面积85.02hm²,占总面积的6.41%;采矿用地面积4.05hm²,占总面积的0.31%;农村宅基地面积6.39hm²,占总面积的0.48%;坑塘水面面积2.87hm²,占总面积0.22%,评价区土地利用类型分布见附图23。可见,评价区土地利用类型以旱地为主,见下表:

表3.2-91 评价范围土地利用现状表

土地利用类型		面积 (hm ²)	占评价区总面积比例
一级类	二级类		
01 耕地	0103 旱地	614.09	46.29%
02 园地	0201 果园	27.26	2.05%
03 林地	0301 乔木林地	289.36	21.81%
	0302 竹林地	0.64	0.05%
	0305 灌木林地	297.00	22.39%
	0307 其他林地	85.02	6.41%
06 工矿仓储用地	0602 采矿用地	4.05	0.31%
07 住宅用地	0702 农村宅基地	6.39	0.48%
11 水域及水利设施用地	1104 坑塘水面	2.87	0.22%
总计		1326.67	100.00%

(2) 矿区土地利用现状

根据当地自然资源局提供的土地利用现状图,旱地、果园、乔木林地、竹林地、灌木林地、其他林地、采矿用地、坑塘水面,共8种类型。矿区范围为404.78hm²,其中,旱地面积为187.91hm²,占总面积的46.42%;果园面积9.37hm²,占总面积的2.31%;乔木林地面积158.31hm²,占总面积的39.11%;竹林地面积0.64hm²,占总面积的0.16%;灌木林地面积7.83hm²,占总面积的1.93%;其他林地面积34.65hm²,占总面积的8.56%;采矿用地面积4.05hm²,占总面积的1%;坑塘水面面积2.02hm²,占总面积的0.5%。可见,评价区土地利用类型以乔木林地、旱地为主,各类型土地面积详见下表。

表3.2-92 矿区范围土地利用现状表

土地利用类型		面积 (hm ²)	占评价区总面积比例
一级类	二级类		

土地利用类型		面积 (hm ²)	占评价区总面积比例
一级类	二级类		
01 耕地	0103 旱地	187.91	46.42%
02 园地	0201 果园	9.37	2.31%
03 林地	0301 乔木林地	158.31	39.11%
	0302 竹林地	0.64	0.16%
	0305 灌木林地	7.83	1.93%
	0307 其他林地	34.65	8.56%
06 工矿仓储用地	0602 采矿用地	4.05	1.00%
11 水域及水利设施用地	1104 坑塘水面	2.02	0.50%
总计		404.78	100%

本次技改高位池、母液收集池及其他辅助设施的建设将使被占用土地利用类型发生改变，但上述工程量较小，不属于重大改变。

3.2.7.16 评价区生态系统现状

根据《全国生态状况调查评估技术规范-生态系统遥感解译与野外核查》(HJ1166-2021)，结合评价区土地利用现状、动植物分布和生物量的调查，可将评价区生态系统现状划分为森林生态系统、灌丛生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统。

(1) 森林生态系统

森林生态系统是森林群落与其环境在功能流的作用下形成一定结构、功能和自调控的自然综合体，是陆地生态系统中面积最多、最重要的自然生态系统。评价区森林生态系统面积为 375.03hm²，占评价区总面积 28.27%。评价区森林生态系统的植被类型内现状植被以次生林和人工林为主，植被类型较简单。其中，阔叶林主要有枫香树+西南木荷林、鹅掌柴林；人工林是评价区森林生态系统的重要组成部分，常见的群系多为用材林，有马尾松林、尾叶桉林。森林生态系统是各种动物的避难所，也是评价区内野生动物的主要活动场所，如爬行类的变色树蜥等，鸟类中的红耳鹎、黑短脚鹎、珠颈斑鸠及大多数鸣禽等；兽类中的赤腹松鼠等。评价区森林生态系统的主要生态功能为光能利用、调节大气、调节气温、涵养水源、稳定水文、水土保持、控制水土流失、净化环境、孕育和维持生物多样性等。

(2) 灌丛生态系统

灌丛生态系统的生态功能主要表现为气候调节、水源涵养、生物多样性保育、提供净初级生产物质等。灌丛生态系统是评价区内主要生态系统，面积约 297hm²，占评价

区面积的 22.39%，植被类型为暖性灌丛和热性灌丛，主要有灰毛浆果楝群系、余甘子群系，该植被类型生境原生性较高，野生动物分布多为鸟类，常见有白头鹎、纯色山鹪莺、棕脸鹟莺、长尾缝叶莺、黑脸噪鹛等鸣禽，有小型哺乳类臭鼬等。灌丛生态系统多为小型陆生动物的一般活动区，野生动物易受外界干扰因素的影响。

(3) 湿地生态系统

评价区内湿地生态系统面积为 2.87hm²，占评价区总面积的 0.22%。主要是评价区内的坑塘水库。湿地生态系统中常见的动物有华南雨蛙、饰纹姬蛙、粗皮姬蛙等；鸟类中常见的有白鹭、池鹭、白鹳等傍水型鸟类等。湿地生态系统具有独特的水文状况并在蓄洪防旱、调节气候、降解污染、保护生物多样性等方面起着非常重要的作用

(4) 农田生态系统

农田生态系统主要为耕地和园地，面积 641.35hm²，占评价区总面积的 48.34%。农田生态系统植被均以耕地为主，主要的农作物为甘蔗；园地为果园为主，主要经济林为柑橘；农田生态系统内人为干扰较为明显，植物种类单一。该生态系统分布的物种多为喜与人类伴居的物种，对人类干扰适应性较强，常见的物种有两栖类的华南雨蛙等；爬行类的石龙子等，鸟类中白鹳、黑卷尾、棕背伯劳等；兽类常见的有小家鼠等。评价区农业生态系统的主要生态功能体现在农产品及副产品生产，包括为人们提供农产品，为现代工业提供加工原料，以及提供生物生源等。

(5) 城镇生态系统

评价区城镇生态系统面积为 10.44hm²，占评价区总面积的 0.79%。城镇生态系统是一个高度复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上都存在明显差别，属人为干扰严重的生态系统。评价区内城镇生态系统组成成分主要为居住地和采矿用地。受较严重的人为影响，城镇生态系统中动物分布数量较少，常见物种为鸟类，多为红耳鹎、乌鸫等，以与人类伴居的动物为主。城镇生态系统的服务功能主要提供生活和生产物质的功能，包括食物生产、原材料生产等。

表3.2-93 项目评价范围区生态系统类型统计

生态系统类型		面积 (hm ²)	占比 (%)
一级分类	二级分类		
森林生态系统	针叶林	16.46	1.24%
	阔叶林	238.25	17.96%
	针阔混交林	34.66	2.61%
	稀疏林	85.66	6.46%
灌丛生态系统	阔叶灌丛	297.00	22.39%

生态系统类型		面积 (hm ²)	占比 (%)
一级分类	二级分类		
湿地生态系统	坑塘水面	2.87	0.22%
农田生态系统	耕地	614.09	46.29%
	园地	27.26	2.05%
城镇生态系统	居住地	6.39	0.48%
	工矿交通	4.05	0.31%
合计		1326.67	100.00%

评价区人工生态系统组成比例较高，其生产能力受人类活动影响较大。

3.2.7.17 评价区景观生态系统质量现状

根据景观生态图叠置分析，评价范围景观面积共 1326.67 hm²，主要的景观斑块有森林景观（面积约 375.03 hm²）、灌丛景观（面积约 297 hm²）、农田景观（面积约 641.35 hm²）和城镇景观（面积约 10.44 hm²）、湿地景观（面积约为 2.87hm²）。通过 FRAGSTATS 景观格局分析软件计算得出评价范围景观格局指数情况如下：

评价区景观以农田耕作景观为主导，面积占比达到 48.44 %，农田耕作斑块在评价范围内有大面积的连续分布，形成区域内优势斑块；森林、灌丛斑块间形成良好的连接性，聚集度高，反之，城镇和湿地景观多以镶嵌的形式零散分布在评价区内，聚集度低，常与其他不同类型斑块接壤；总体来看，评价区内各斑块间蔓延度一般，破碎化程度较低。综上，评价区景观生态系统质量较好。

表3.2-94 评价范围景观格局分析指数

项目	含义	森林景观	灌丛景观	农田耕作景观	城镇景观	湿地景观
斑块类型面积 (CA) Class area	类型面积是度量其他指标的基础, 其值的大小影响以此斑块类型作为生境的物种数量及丰度	375.03	297	641.35	10.44	2.87
斑块所占景观面积比例 (PLAND) Percent of landscape	某一斑块类型占整个景观面积的百分比, 是确定优势景观元素重要依据, 也是决定景观中优势种和数量等生态系统指标的重要因素	28.1486	22.3818	48.444	0.7997	0.2258
最大斑块指数 (LPI) Largest patch index	某一斑块类型中最大斑块占整个景观的百分比, 用于确定景观中的优势斑块, 可间接反映景观变化受人类活动的干扰程度	11.3296	21.0571	30.0256	0.3264	0.1496
香农多样性指数 (SHDI) Shannon's diversity index	反映景观类型的多样性和异质性, 对景观中各斑块类型非均衡分布状况较敏感, 值增大表明斑块类型增加或各斑块类型呈均衡趋势分布	1.0953				
蔓延度指数 (CONTAG) Contagion index	高蔓延度值表明景观中的某种优势斑块类型形成了良好的连接性, 反之则表明景观具有多种要素的密集格局, 破碎化程度较高	55.6243				
散布与并列指数 (IJI) Interspersion juxtaposition index	反映斑块类型的隔离分布情况, 值越小表明斑块与相同类型斑块相邻越多, 而与其他类型斑块相邻的越少	30.651	50.5513	46.5249	55.7092	65.6106
聚集度指数 (AI) Aggregation index	基于栅格数量测度景观或者某种斑块类型的聚集程度	88.6785	96.3869	91.3807	86.6184	72.1088

3.2.7.18 生态公益林

本项目评价范围分布自治区级公益林 273.08hm²，其中矿区范围分布有 7.56hm²，约占评价范围公益林总面积的 1.67%，占用公益林植被类型主要以石山灌丛为主，还分布有尾叶桉林；公益林类型为水源涵养林，公益林等级为自治区级公益林。由于项目采用离子型稀土原地浸矿法进行采矿，不涉及破坏公益林，且采矿区范围内未分布有公益林，评价范围内公益林分布情况见附图 27。

表3.2-95 本项目评价范围公益林分布现状

桩号	建设方案	植被类型	分布面积 (hm ²)	主导生态功能
评价范围	-	石山灌丛、少量的尾叶桉	273.08	水源涵养林
矿区范围	原地浸矿	石山灌丛、少量的尾叶桉	7.56	水源涵养林

3.2.7.19 与功能区划关系

(一) 与广西主体功能区划关系

2012 年 11 月广西壮族自治区人民政府发布了《关于印发广西壮族自治区主体功能区规划的通知》（桂政发〔2012〕89 号），以促使广西国土空间开发格局，推动加快实施主体功能区战略，推进各地区严格按照主体功能定位发展，构建科学合理的城市格局、农业发展格局、生态安全格局，促进经济长期平稳较快发展和社会和谐稳定，实现富民强桂新跨越和全面建成小康社会宏伟目标。

根据《广西壮族自治区主体功能区规划》，项目所在的崇左市江州区属于省级重点开发区域。

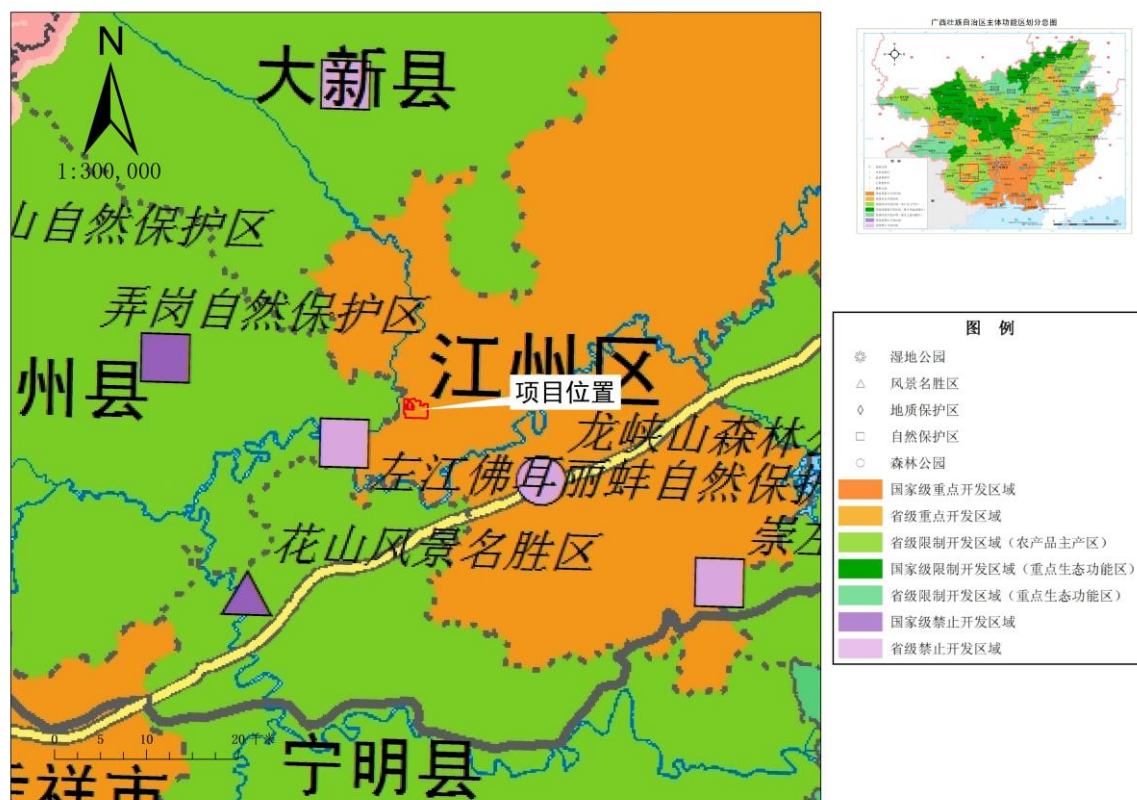


图3.2-43 项目与广西主体功能区划关系图

1、省级重点开发区域

功能定位：建设全区重要的边境口岸以及进出口加工、国际物流、蔗糖等基地，成为重要的边关旅游文化城市和富有南国边关特色的山水园林城市，打造面向东盟开放合作的区域性新兴城市。

发展方向：依托铁路、高速公路和边境口岸，推进江州区、凭祥市一体化发展和南（宁）崇（左）经济带建设；发展特色产业，充分发挥凭祥综合保税区作用，依托南崇经济带建设，重点发展制糖和锰精深加工产业，以及进出口加工、商贸物流和跨国旅游产业，建设具有较强国际竞争力的生态锰产业基地和全国糖业循环经济示范基地；发展特色农业。建设甘蔗高产高糖示范基地，大力发展特色种养业，加强与越南等东盟国家的农业合作，加快推进中国—东盟现代农业示范区建设。围绕打造南新经济走廊和南崇经济带，建设成为区域性综合交通枢纽城市；加快推进人口集聚，重点扩大城区人口规模，积极吸纳外来人口，提高人口城镇化水平；推进南友走廊沿线生态工程造林绿化，发展循环经济，加强左江、黑水河、丽江水污染防治。加强崇左白头叶猴自然保护区建设。加快矿山生态修复。

（二）与广西生态功能区划关系

根据《广西壮族自治区生态功能区划》，本项目位于“农林产品提供功能区”中的“2-1-18 左江流域岩溶平原农林产品提供功能区”。

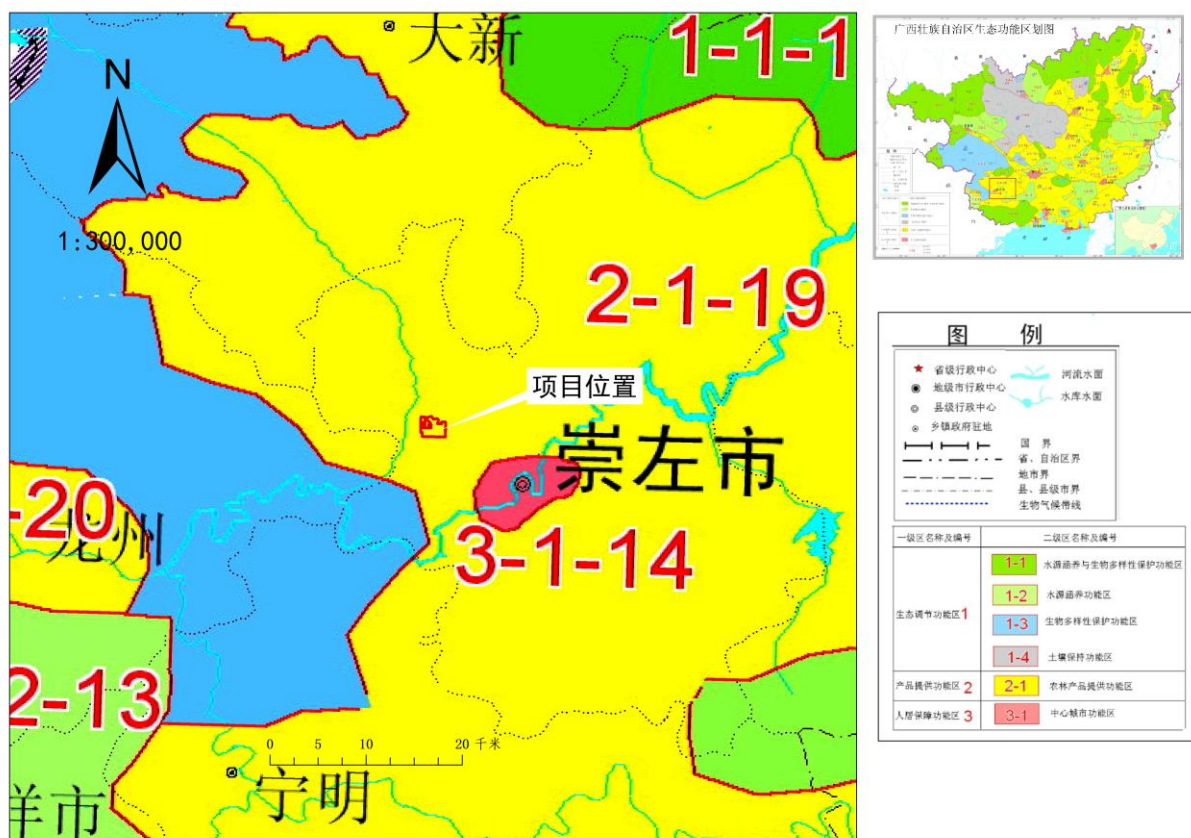


图3.2-44 项目与广西生态功能区划关系图

1、农林产品提供功能区

全区有农林产品提供生态功能三级区 26 个，面积 8.26 万平方公里，占全区土地面积的 34.91%。主要分布在桂东北、桂中、桂东南、桂南和桂西南的平原、台地和低丘。这些区域的生态服务功能主要是提供农林产品，兼顾生态调节功能保护。

主要生态问题：土壤肥力下降；农业面源污染及城镇生活污水污染比较突出；部分农业区干旱；林种结构单一，森林质量下降；矿产开采造成的植被破坏、水土流失问题比较突出。

生态保护主要方向与措施：调整农业产业和农村经济结构，合理组织农业生产和农村经济活动；坚持保护基本农田；加强农田基本建设，增强抗自然灾害的能力；推行农业标准化和生态化生产，发展无公害农产品、绿色食品和有机食品；加快农村沼气建设，推广“养殖—沼气—种果”生态农业模式；协调木材生产与生态功能保护的关系，科学布

局和种植速生丰产林区，合理采伐，实现采育平衡；加快城镇环保基础设施建设，加强城乡环境综合整治。

根据《广西壮族自治区生态功能区划》，项目所在地属于“2-1-18 左江流域岩溶平原农林产品提供功能区”，本区主导生态功能为农林产品提供功能区。项目建成后削弱区域生态服务能力，闭矿后需严格执行矿区生态恢复与重建生态保护措施，恢复占地植被保持服务功能。

3.2.8 辐射现状调查

3.2.8.1 监测内容

根据《矿产资源开发利用辐射环境监督管理名录》（公告 2020 年第 54 号），本项目环评类别为环境影响报告书，为稀土，属于上述名录，本次评价引用《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿试验开采辐射环境影响回顾性评价专章》监测数据。检测情况见下表。

表3.2-96 六汤稀土矿项目调查内容及监测项目

编号	监测介质或部位		项目
1	污染源监测	稀土原矿、固体废物、产品	^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra

3.2.8.2 分析方法、仪器

在选用监测、分析方法时，凡有国家标准的，一律选用国家标准，没有国家标准的优先选用行业标准。监测方法、仪器及检出下限见下表。

表3.2-97 项目监测与分析方法一览表

监测介质	检测项目	标准编号	检出限	使用仪器型号、名称
原矿和固体废物	^{238}U	《高纯锆 γ 能谱分析通用方法》 GB/T 11713-2015	1.3Bq/kg	GMX50-83-SV 高纯 锆 γ 能谱仪
	^{232}Th		1.3Bq/kg	
	^{226}Ra		1.3Bq/kg	

3.2.8.3 监测时间、监测单位

监测时间：2018 年 8 月；

监测单位：核工业二九〇研究所

3.2.8.4 污染源监测结果与评价

为了确定广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿原矿、废渣（除杂渣）放射性水平，在采矿区现场选取 5 个代表性固体样品，在废渣贮存场选取 10 个代表性固体样品，并委托核工业二九〇研究所对其放射性元素 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 含量进行分析检测。因回顾性评价进行监测时，矿山已于 2017 年 6 月停产，故本次产品放射性水平引用 2014 年

《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响报告书》中的监测数据。2014年2月，中铝广西有色崇左稀土开发有限公司委托核工业二九〇研究所对当时已有工程以及扩建工程L-4、L-5、L-9、L-11、L-14矿块产品进行了放射性检测，其检测结果见下表。

表3.2-98 六汤稀土矿原矿放射性核素含量检测结果单位：Bq/kg

编号	采样点位	采样坐标	样品名称	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra
1	采场1号	N22°27'57.43"; E107°14'12.34"	稀土原矿			
2	采场2号		稀土原矿			
3	采场3号		稀土原矿			
4	采场4号		稀土原矿			
5	采场5号		稀土原矿			
GB27742-2011 规定值			稀土原矿			

表3.2-99 六汤稀土矿除杂渣放射性核素含量检测结果单位：Bq/kg

编号	采样点位	采样坐标	样品名称	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra
1	1号渣场-1	N22°27'20.12"; E107°14'51.00"	渣样			
2	1号渣场-2		渣样			
3	1号渣场-3		渣样			
4	1号渣场-4		渣样			
5	1号渣场-5		渣样			
6	3号废渣-1	N22°27'27.79"; E107°14'24.65"	渣样			
7	3号废渣-2		渣样			
8	3号废渣-3		渣样			
9	3号废渣-4		渣样			
10	3号废渣-5		渣样			
GB27742-2011 规定值			废渣			

表3.2-100 产品放射性水平检测结果 单位：Bq/kg

样品编号	样品名称	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra
L-4	产品			
L-5	产品			
L-9	产品			
L-11	产品			
L-14	产品			

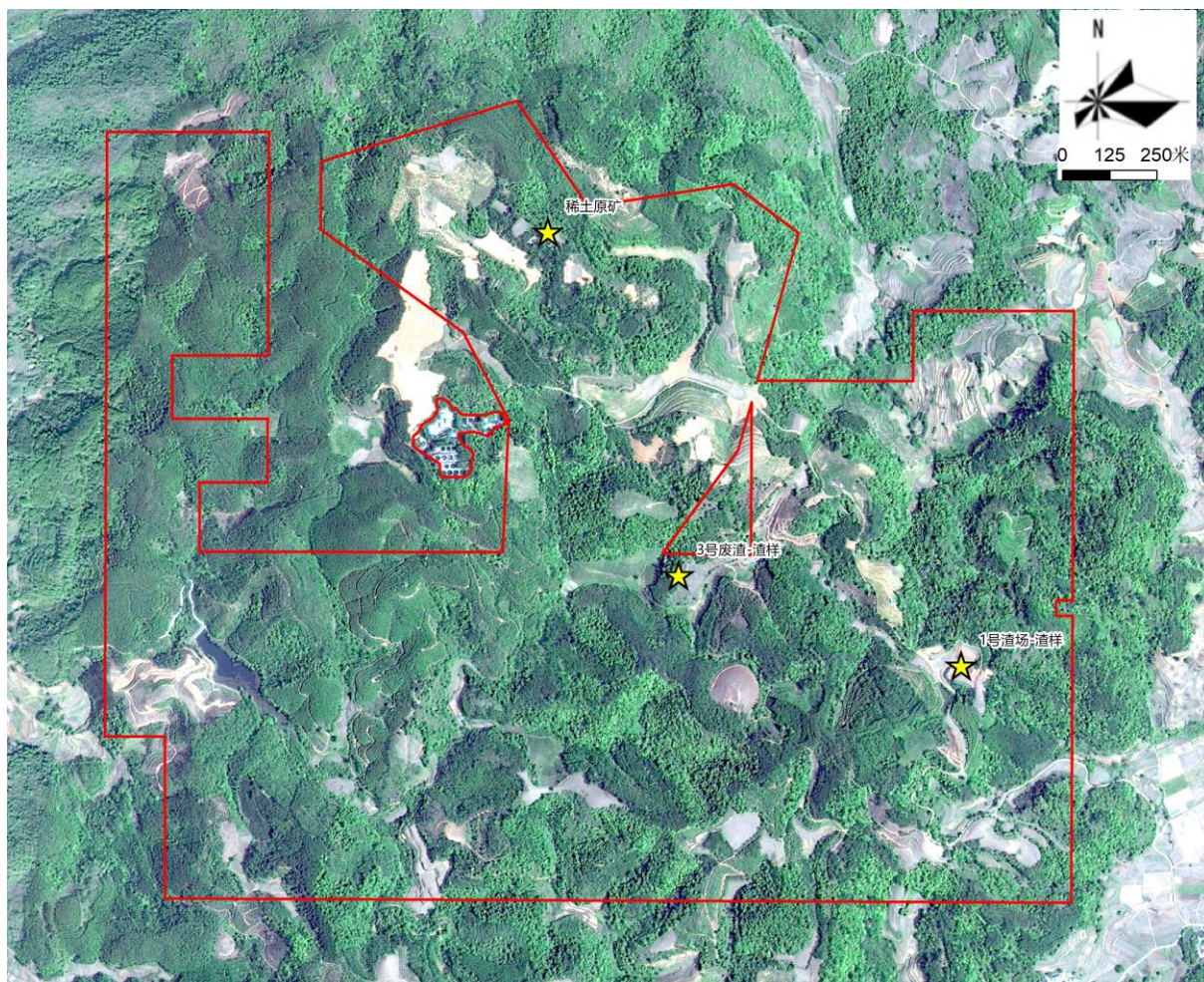


图3.2-45 放射性核素监测布点图

3.2.8.5 小结

本次选取的广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿原矿矿样中 ^{238}U 含量相对较高，其检测结果为 $86.8\sim 126\text{Bq/kg}$ ，但低于 1000Bq/kg 。不同原矿样品中 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 含量检测结果呈现出较大偏差，其最大检测值分别为 96.8Bq/kg 、 88.3Bq/kg ；除杂渣中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 含量分别为 $418\sim 751\text{Bq/kg}$ 、 $105\sim 180\text{Bq/kg}$ 、 $145\sim 553\text{Bq/kg}$ ，产品中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 含量分别为 $399\sim 450\text{Bq/kg}$ 、 $25.1\sim 33.9\text{Bq/kg}$ 、 $145\sim 368\text{Bq/kg}$ 。参照《赣州稀土矿业有限公司龙南县离子型稀土无铵新工艺试验项目》的试验结果：浸矿剂由硫酸铵改为硫酸镁对母液的放射性不产生影响。

根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）：“表B.1，天然放射性核素 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 免管浓度值为 1Bq/g ”。检测结果表明，原矿、除杂渣、产品中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 均未超过 1Bq/g 的管理限值，可免于辐射安全监督管理物料，不需要纳入辐射环境保护监管。

4 环境影响预测与评价

4.1 施工主要内容

本项目为技改项目，施工期主要任务是对母液处理车间防渗、原辅料库等进行技术改造以及矿块的原地浸矿采场施工。施工工程包括原地浸矿工程、母液处理工程和公辅工程。原地浸矿工程主要是高位池、注液孔、收液巷道、导流孔、收液管、矿区监控井、截获井、避水沟、排水沟等，以形成原地浸矿生产清污分流、注液、收液系统。母液处理工程主要是母液集中池、除杂池、沉矿池、配药池、配液池、压滤间和仓库等建筑改造施工。

4.1.1 施工场地布置

根据项目总图布置，各工程场地所在位置集中分散程度，将本工程施工场地分为母液处理车间施工区、原地浸矿采场施工区。

4.1.2 施工工程

首采区包括原地浸矿采场施工，各采场施工工程包括高位池、注液孔、收液巷道、导流孔、收液管、避水沟、排水沟等。

4.1.3 施工机械与施工方式

注液孔和收液巷道施工机械主要包括风镐、洛阳铲、锄头、风钻等；母液处理车间工程施工机械主要包括：挖土机、振捣机、汽车、打磨等。

（1）注液孔、监控孔施工方式

注液孔施工方式主要为人工施工，施工所用工具为洛阳铲、风钻等。

（2）收液巷道施工方式

收液巷道的施工方式主要为人工施工，施工所用工具为风钻等。

（3）建构筑物施工方式

建构筑物施工包括场地平整、地基基础施工、地上建筑、设备安装等工序，主要采用推土机、挖土机、混凝土搅拌机等施工机械。

（4）管线施工方式

给排水管线施工程序主要包括管沟开挖、夯实处理、管道安装、管沟回填、水土流失防护措施等程序。

母液收集管线由于主要是地上工程，其施工程序比较简单，主要包括管线架设、管线固定等程序。

4.1.4 施工期与施工组织

本工程施工期为 0.5 年。

施工包括施工前期准备、施工准备和施工等三个阶段。

施工前期准备期间完成工作包括组建现场管理机构；编制施工组织设计；建设用地的征地和实测、定位工作；单项工程的招标和投标；工程地质详勘；部分施工图设计。

施工准备期间主要完成包括“四通一平”条件和施工所必需的工业设施的准备，使开工后能够连续、快速施工，同时又为施工队伍创造基本的生活环境和居住条件。

施工期母液处理车间主要完成相应的仓库、配液池、应急池等改建和维护，采场主要是注液工程、收液工程、母液中转池等建构筑物的选址建设，矿区内主要运输线路依托已建的运输路线，给排水、供电、通讯等系统均依托现有工程已建设施。

4.2 施工期环境影响评价

4.2.1 施工期环境空气影响评价

施工期的大气污染源主要为“三材”运输卸载产生的扬尘、临时物料堆场在大风气象条件下形成的风蚀扬尘等，风蚀扬尘产生量与风力、含水率等因素有关，难以定量。施工期废气主要污染物为颗粒物，以及施工内燃机械产生燃烧废气，废气中的污染物为 NO_2 、 CO 、 THC 等。

(1) 施工扬尘

施工扬尘主要来源于清理场地阶段，土方的挖掘、回填及现场堆放，建筑材料的搬运及现场堆放等环节。另外由于施工的需要，一些建材需要露天堆放；一些施工点表层土壤需人工开挖、堆放，在气候干燥又有风的情况下，也会产生扬尘。施工扬尘的起尘量与许多因素有关，挖土机等在工作时的起尘量与挖坑深度、挖土机抓斗与地面的相对高度、风速、土壤的颗粒度、土壤含水量等有关。地面上的粉尘，在环境风速足够大时（大于颗粒土沙的起动速度时）就产生了扬尘，其源强大小与颗粒物的粒径大小、比重，以及环境的风速、湿度等因素有关，风速越大，颗粒越小，土沙的含水率越小，扬尘的含水率越小，扬尘的产生量就越大。

根据相关工程的现场类比资料调查，施工现场的扬尘（TSP）距源强 1m 处扬尘为 11.02mg/m³，20m 处为 2.89mg/m³，50m 处为 1.15mg/m³，100m 处为 0.86mg/m³，200m 处为 0.47mg/m³。有关试验表明，在施工场地每天洒水抑尘作业 4~5 次，其扬尘造成的 TSP 污染距离可缩小到 20~50m 范围。

施工期车辆运输过程产生的扬尘约占扬尘总量的 60%，一般情况下，施工场地、施工道路在自然风作用下产生的扬尘所影响的范围在 100m 以内。如果在施工期间对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，每天洒水 4~5 次，可使扬尘减少 70% 左右，将有效控制施工扬尘对周围农户的影响。表 4.2-1 为施工场地洒水抑尘的试验结果。可见施工期通过洒水，可以有效地抑制扬尘的散发量。

表4.2-1 施工期场地洒水抑尘试验结果

与施工场地距离		0m	20m	50m	100m	200m
TSP 小时平均浓度 (mg/m ³)	不洒水	11.03	2.89	1.15	0.86	0.47
	洒水	7.72	2.02	0.81	0.60	0.33

为减轻施工扬尘对周边环境的影响，项目施工单位应采取严格的防尘措施，确保将施工场区的扬尘污染降到最低限度，对于施工作业产生的扬尘，建议采取以下措施减轻污染：

①施工场地应设置围栏，围栏高度不低于 2.5m；工地应配置滞尘防护网，并定期喷水降尘，场地保持表土湿润；

②运送材料的车辆在运输沙、石等建筑材料时，物料运输车辆应采用密闭的专用车辆等，防止沿途洒落，造成二次扬尘。

③施工中物料堆应采取遮盖、洒水或其他防尘措施；

④车辆出口道路设置一段搓板路，将超载的砂、土等震动抖掉；设置清洗平台，对出入场地车辆轮胎粘带的泥块进行清理；并尽可能将施工扬尘集中控制在场地小范围内。

⑥施工车辆必须定期检查，破损的车厢应及时修补，严禁车辆在行驶途中泄漏建筑材料。

项目所在区域全年主导风向为东风，周边最近的敏感点（那民屯）位于项目矿区东南面 200m 处，且与项目有山体阻隔。因此，在采取上述防尘措施后，项目施工过程中产生的扬尘对周围环境及敏感点影响均不大。

（2）施工车辆尾气及机械废气

项目施工机械主要有挖掘机、装载机、柴油动力机等燃油机械，排放的污染物主要有 CO、NO₂、THC。由于施工机械多为大型机械，单车排放系数较大，使局部范围的 CO、NO₂、THC 等浓度有所增加。但施工机械数量少且较分散，为流动性，污染物排放量不大，表现为间歇性特征，影响是短期和局部的，施工结束影响也随之消失，这类废气对大气环境的影响比不大，同时施工单位必须使用污染物排放符合国家标准的运输车辆，加强车辆的保养，使车辆处于良好的工作状态，严禁使用报废车辆，以减少施工车辆尾气对周边环境的影响。

4.2.2 施工期水环境影响评价

(1) 施工废水主要是施工设备冲洗废水产生的废水，主要污染物为泥沙、悬浮物等；施工机械和运输车辆维修保养产生含油废水，主要污染物为油污。由于项目施工量较小，项目的施工废水量较小，施工废水经过沉淀、隔油处理后用于运输车辆的清洗及喷洒道路抑尘等，不外排环境，对环境影响的程度可接受。

(2) 施工人员的生活污水，主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮等，经母液处理车间旱厕处理后用于周边林地灌溉，不得随意排入周围地表溪流或是水塘。

建筑施工所排放的污水主要是施工人员所排放的生活污水。根据类比，本项目施工期平均每天施工人员约 20 人，施工人员全部在场区内吃住，人均用水量按 0.2m³/d 计算，则每天用水量为 4m³/d，取排放系数为 0.8，每天产生的生活污水量为 3.2m³/d，主要污染物为 COD、BOD₅、NH₃-N、SS、动植物油，本项目施工生活污水经过母液处理车间旱厕处理后用于周边林地灌溉，不得随意排入周围地表溪流或是水塘。

施工单位必须加强对施工人员的教育和管理，生活污水和施工废水严禁未经处理随地泼洒、排放，做好施工期环境监理工作，施工期污水禁止直接排入矿区周边地表水体黑水河。

4.2.3 施工期声环境影响评价

施工期噪声源主要为各类施工机械和车辆交通噪声。

根据类比调查可知，巷道工程、母液收集池等施工机械主要是挖掘机、水泵、风镐和空压机等施工设备，噪声以撞击声为主，噪声级一般在 90~100dB (A)。

交通噪声主要来自建筑施工机械以及来往车辆的交通噪声。

施工期施工场界排放噪声采用《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011), 周边的敏感点采用《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中的 2 类标准进行评价。

项目建设过程中使用的建筑机械设备较多, 且噪声声级强, 本评价主要考虑噪声值较大的机械设备噪声对声环境的影响情况。施工期项目噪声源可视为无指向性的点声源。

(1) 噪声预测模式

噪声从声源传播到受声点, 受传播距离、空气吸收、阻挡物的反射与屏障等因素的影响而产生衰减。用 A 声级进行预测时, 其计算公式如下:

$$L_A(r) = L_A(r_0) - (A_1 + A_2 + A_3 + A_4)$$

式中: $L_A(r)$ ——为声源 r 处的 A 声级

$L_A(r_0)$ ——为参考位置 r_0 处的 A 声级;

A_1 ——为声波几何发散引起的 A 声级衰减量;

A_2 ——为声屏障引起的 A 声级衰减量;

A_3 ——为空气吸收引起的 A 声级衰减量;

A_4 ——为附加衰减量。

在计算中主要考虑 A_1 声波几何发散引起的 A 声级衰减量, 点源其计算式为:

$$A_1 = 20 \lg(r/r_0)$$

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20 \lg(r/r_0)$$

多个声源的噪声对同一点的声级公式:

$$L_{A\text{总}} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{L_{Ai}/10} \right)$$

式中 L_{Ai} 为第 i 个噪声源声级, n 为声源数。

(2) 施工噪声影响预测

施工期噪声环境影响的预测结果见表 4.2-2, 当单台施工机械作业时可视为点声源, 距离加倍时噪声降低 6dB (A), 如果考虑空气吸收, 则附加衰减 0.5~1dB (A)/百米。因此建设单位在施工过程中应加强管理, 把挖掘机等噪声源较大的机械布置在远离敏感点的位置, 并禁止这些机械设备夜间作业等, 尽量减少对周边环境的影响, 施工期的噪声影响为暂时的, 项目施工结束后, 噪声的影响将会消失。

表4.2-2 机械噪声扩散传播衰减值, 单位: dB (A)

设备名称	5m	10m	20m	40m	50m	100m	150m	200m	300m
挖掘机	75	69	63	57	55	49	45	43	39
装载机	89	83	77	71	69	63	59	57	53
空压机	81	75	69	63	61	55	51	49	45
风镐	93	87	81	75	73	67	63	61	57

4.2.4 施工期固体废物环境影响评价

施工期产生的固体废物主要为注液孔废弃土石方、收液系统废弃土石方、集液巷道的巷道废弃土石方。

六汤稀土矿开采工艺优化技改项目基建土石方工程量主要母液处理车间产生的表土和原地浸矿首采矿块注液系统和收液系统形成的弃土。

根据工程分析, 施工期注液孔弃土注液孔附近就近堆存的方式, 堆存在注液孔旁边, 以便以后回填。收液系统废弃土石方堆放、集液巷道的巷道废弃土石方在每个原地浸矿采场周边选择合适的位置进行临时堆存, 80%的弃土回填巷道, 剩余的弃土堆用去于采场道路维护等。

4.2.5 施工期生态环境影响评价

4.2.5.1 施工期对植被的影响分析

项目占地用地类型主要为临时用地, 以桉树林、果树为主, 项目建设不会导致区域植被类型占比发生大的改变。项目建设不会使区域的生物量有所下降, 不会导致区域物种数量减少。同时, 这种影响可通过人工植被进行部分补偿, 部分植被可逐步恢复。此外, 拟建项目临时用地不占用农田耕地, 对周边村庄的农业生态环境影响很小。

(1) 生物量损失计算

项目区属于亚热带湿润季风气候区, 水热配置较好, 自然环境稳定, 适合植物的生长。永久占地母液处理车间运营服务期结束后, 拆除并进行生态恢复; 临时占地在使用完后及时进行复耕或生态恢复, 可使受损生物量得到很大程度的补偿。

(2) 对地表植被的影响分析

施工期间部分临时占地通过对地表植被的清除, 会对植被产生影响。临时占地会改变土地利用方式, 造成原有植被生态功能短暂地丧失。从占用植被的重要性来看, 项目主要占用用材林, 对评价范围植物物种多样性影响不大; 此外, 临时占地植被可通过工

程本身土地复垦得到一定程度的补偿。施工期，项目各工程建设对植被的破坏程度各不相同。

原地浸矿采场采用原地浸矿法进行采矿，不需要破坏地表全部植被，只需要在地表打注液孔即可。原地浸矿采场注液孔的挖掘采用洛阳铲，挖掘时避开树木，只在灌草地上进行建设，不破坏乔木。因此，原地浸矿采场的建设主要是注液孔对灌草地的破坏。

矿山集液导流孔、集液巷道建设产生的土方就近平铺在各巷道口附近较为平缓低洼处（临时存放，后期作为复垦用土）作为临时堆土点，临时堆土点等临时占地在施工期会临时压占破坏植被，主要为草地，待巷道施工完毕后，采取种植植被（撒播适宜当地气候环境的草籽等）方式进行绿化。

项目建设占地及施工行为不可避免对评价范围植被造成一定破坏，但占用植被以人工栽培植被为主，因此，项目建设对评价范围植物物种多样性影响不大，不会导致评价范围植物物种多样性的降低，通过土地复垦进行植被恢复，可降低项目建设对评价范围植被的不利影响。

施工期结束后，母液处理车间周边通过绿化，地表将被灌草所替代；临时堆土点也会及时复垦，撒播草籽。此时区域内植被和生态环境将会得到逐步改善，不会造成较大的水土流失现象。

综上所述，根据原地浸矿采场的建设特性，在矿山施工期其对地表植被影响较小，通过采取在浸矿结束后及时恢复植被的措施，本项目施工期对植被的影响较小，不会产生明显的不利影响。

（3）对保护植物的影响分析

保护植物：评价范围内发现广西重点保护植物 1 种，为美丽崖豆藤 3 丛，均分布在矿区范围外。项目施工期间对其基本无影响。

古树名木：评价范围内并未发现存在古树名木，项目施工和运营并未造成影响。

4.2.5.2 外来物种对当地生态系统的影响分析

项目施工中及建成后的廊道效应可能会引起沿线现有外来物种的分布范围扩大，工程建设形成裸地，若不及时进行采用本地物种绿化，可能会造成局部区域外来物种侵入并逐步形成单一优势植物群落，进而对本地物种造成不利影响。外来物种入侵会降低群

落物种多样性，减缓群落正常演替的速度，对群落生态功能的持续增强和发挥产生一定不利影响

表4.2-3 评价区外来入侵植物生态危害评估表

物种 评估指标	对其他 植物有 无寄生 性	能否呈攀援性 或覆盖性生长 及形成密集的 灌木丛	有无刺或 化感 物质	对人类 或动物 有无毒 性	是否成为已 知害虫和病 原菌的寄主	是否易在 自然生态 系统中引 起火灾	对化学防 治等管理 措施的耐 受性
光荚含羞草	无	能	无	无	否	否	较强
鬼针草	无	否	无	无	是	否	弱
藿香蓟	无	否	有	无	否	否	弱
马缨丹	无	否	有	有	否	否	弱
钻叶紫菀	无	无	无	无	否	否	弱
小蓬草	无	否	有	无	是	否	弱
假臭草	无	否	有	有	否	否	弱
喜旱莲子草	无	否	无	无	否	否	弱
飞机草	无	否	有	有	是	否	弱

评价范围内分布有 9 种外来入侵植物，入侵危害级别为局部入侵，在局部入侵，在农地附近、桉树林下、林缘和路旁少量分布，均未形成单一优势群落，没有蔓延发展的趋势，入侵危害程度较低。

应采取针对性措施预防因项目建设引起外来物种明显扩大分布范围，进一步加重生物入侵，特别是靠近敏感区和公益林的区域，应重点加强预防工作力度。如发现蔓延趋势应及时交由专业人员处理，避免外来入侵物种大面积繁殖。

4.2.5.3 施工期对景观格局的影响分析

原地浸矿采场、母液处理车间等的建设对评价区内现有的景观生态类型进行切割，使区域内景观破碎度增大。

对于原地浸矿采场，鉴于原地浸矿开采工艺局部破坏地表植被的特点，采场工矿景观的加入对整个评价区现有景观格局影响较小，各景观内部景观要素的组成稳定。对于母液处理车间，施工期新增的母液处理车间对局部景观格局有一定的影响，但由于工矿景观分布相对集中，且面积较小，对于整体景观斑块的破碎度影响较小，对于一些自然景观内部功能的发挥阻碍作用较小，斑块之间继续保持着较高的连通性。

因此，项目建设不会对整体区域的景观生态格局与功能产生较大影响。

4.2.5.4 对野生动物直接影响分析及预测

(1) 对两栖动物的生态影响

工程区对两栖动物的生态影响主要发生于施工期，项目建设期间占地和施工行为可能对蛙类生境产生一定不利影响，主要表现为生境遭到破坏、生境占用、水质污染和人

为活动干扰，使其迁离别处。冬季期施工可能会造成一些正在冬眠两栖类动物因没有能力逃离而伤亡，导致其种群数量暂时减少。

两栖动物相对容易被捕捉，因此，施工期施工人员的保护意识和行为对当地两栖动物的续存也具有潜在的影响。

据调查结果显示，调查评价区内的两栖动物有 7 种，大部分为地区性常见种类，如黑眶蟾蜍、泽陆蛙和斑腿泛树蛙等。这些种类在区内和国内大部分地区均分布广泛，种群数量也相对较多。两栖动物生活史特殊，主要依赖水体及其周边环境生活繁衍，如溪流等，本项目不占用这种生境。工程建设不会导致两栖动物物种在该区域的消失，更不会导致这些物种的灭绝，因此项目施工期对地面活动的两栖动物的生态影响较小。

(2) 对爬行动物的生态影响

项目工程施工期对爬行动物的生态影响类似于对两栖动物的生态影响，直接影响主要包括施工误伤和人为非法捕捉猎杀等，可能导致爬行动物的个别死亡或损伤；而间接影响则有生境破坏和丧失等，可能造成爬行动物因分布区栖息地缩减而导致的种群数量下降。占地的清表和开挖等作业产生的噪声也会对爬行类动物产生影响。冬季期施工可能会造成一些正在冬眠爬行类动物因没有能力逃离而伤亡，导致其种群数量暂时减少。

项目工业用地等工程的建设不可避免产生较为强烈的人为干扰，导致项目地周边爬行类物种的迁移和扩散受到一定程度的阻碍。但多数爬行类动物具有特殊的感应器官，对噪声、热源、震动等非正常因素会避而远之，绕道而行。另外，许多爬行类动物行动迅速敏捷，且警戒性和防卫能力较强，应该能够较好地适应本工程区由于施工建设所造成的环境扰动，抵御或逃避不利其生存的生态影响。

(3) 对鸟类的生态影响

与其他陆生脊椎野生动物类群相比，评价区鸟类种类相对丰富，保护和珍稀种类最多，活动范围最大，是受本项目影响最多的动物类群。工程施工期对其产生的主要影响来源于施工过程中产生的噪声，对栖息在附近的鸟类具有驱赶和惊扰效应。

施工期间，工程建设活动所产生的噪声和扬尘将会改变鸟类原有生境条件，降低生境质量，影响鸟类的繁殖行为，造成鸟类的暂时逃离；施工活动过程中所产生的污水也会降低鸟类觅食地和游憩环境的质量。施工人员也有可能对鸟类进行非法捕捉和猎杀。

项目工程建设若在鸟类繁殖期（每年的3至8月份）进行高强度施工，可能导致部分在施工区域周边繁殖的鸟种繁殖成功率下降，主要表现在生境破坏、栖息地遭受噪音、光照和异味等高强度人为干扰，其求偶、孵化、育雏、觅食等行为可能无法正常进行。

总体来看，评价区保护鸟类重要栖息和繁殖地大多为人类干扰较小的林地，在评价区其它区域主要活动为觅食，评价区内未发现上述保护鸟类的天然集中栖息地。施工期，人为活动、施工噪声等会惊吓干扰上述保护鸟类，鸟类会暂时避绕到影响区外觅食，由于大部分鸟类活动能力与范围较广，受影响施工影响很小。

（4）对哺乳动物的生态影响

保护哺乳类动物主要栖息于沿线山地山脊区域，主要为小型啮齿目，如赤腹松鼠、小家鼠等常见种。项目施工总体对哺乳类保护动物有一定的影响，且项目建设带来一定的人流和物流，导致沿线人为活动的强度和密度明显增加，局部施工可能会对附近哺乳类动物产生较大干扰，但随着工程施工，受影响的哺乳类动物可以主动避绕就近寻找新的栖息场所。

（5）施工期对野生动物的生态影响总体评价

项目工程施工期间产生的噪声和振动，以及运营期产生的噪声、振动、灯光、气体污染等可能会导致某些动物生理胁迫并引起生理紊乱、使野生动物提高警戒频率，降低取食效率，放弃原有繁殖地点，影响繁殖率。

项目建设若在繁殖期进行施工，可能导致部分在施工区域周边繁殖的物种繁殖成功率下降，主要表现在栖息地遭受噪音、光照和异味气体等高强度因素，造成其求偶、孵化、哺乳、觅食等行为可能无法正常顺利进行。评价范围内受重点保护的动物大部分为鸟类，这两种类型的动物迁移和对环境的适应能力都很强，且周边具有替代的类似生境，受到干扰后它们可迅速避让，项目建设对其影响有限。

项目存在长期人为干扰活动，整体对野生动物栖息地的影响较小，同时工程区周边尚存大量相同或类似的生境可供它们选择栖息，随着施工结束，动物可逐渐回迁。

4.3 运营期大气环境影响与评价

4.3.1 等级判定

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），选择推荐模式中的估算模型（AERSCREEN）用于本项目评价等级判定。项目排放主要污染物为硫酸雾。经估算模型（AERSCREEN）预测，在本项目各大气污染源排放的污染物中，最大占标率 P_{max}

为 0.50%（硫酸储罐的硫酸雾）；根据下表 4.3-1 判断，本次大气环境影响评价等级为三级。

表4.3-1 评价工作等级判断依据

评价工作等级	评价工作等级判据
一级	$P_{max} \geq 10\%$
二级	$1\% \leq P_{max} < 10\%$
三级	$P_{max} < 1\%$

本项目大气评价等级为二级，根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）&8.1.3“三级评价项目不进行进一步预测与评价”，因此本报告不再进行进一步预测与评价。

4.3.2 预测参数

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），利用大气环评专业辅助系统（EIAProA）大气预测软件，采用 AERSCREEN 模型筛选计算。《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中：采用 AERSCREEN 模型筛选计算，在“城市/农村选项”中规定：当项目周边 3km 半径范围内一半以上面积属于城市建成区或者规划区时，选择城市，否则选择农村。根据现场调查，项目 3km 范围内均为农村地区及林地。因此，综合考虑项目选择“农村”地形，土地利用类型根据土地利用现状设置为“落叶林”。本项目大气评价等级以全厂总排放参数进行判定。具体估算模型参数见下表。

表4.3-2 估算模型参数表

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数（城市选项时）	/
最高环境温度/°C		41.2
最低环境温度/°C		-1.9
土地利用类型		落叶林
区域湿度条件		潮湿气候
是否考虑地形	考虑地形	是
	地形数据分辨率/m	90m
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	否
	岸线距离/km	—
	岸线方向/°	—

4.3.3 污染源分布

正常工况下本项目污染源强见下表 4.2-3。

表4.3-3 正常工况：大气污染物排放清单（矩形面源）

编号	名称	面源中心点坐标		面源宽度/m	面源长度/m	面源海拔/m	面源有效排放高度/m	年排放小时数/h	排放工况	污染物排放速率 (kg/h)
		X	Y							硫酸雾
1	硫酸罐区	-354	357	8	6	308	5	8760	正常	0.00024

4.3.4 污染源估算结果

各污染源采用 AERSCREEN 模型估算，结果见下表。

表4.3-4 项目工业场地无组织估算结果

下风向距离 D (m)	硫酸储罐	
	硫酸雾	
	浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)
10	1.4896	0.50
25	0.7948	0.26
50	0.5608	0.19
100	0.3530	0.12
200	0.2015	0.07
300	0.1325	0.04
400	0.0956	0.03
500	0.0733	0.02
800	0.0409	0.014
1000	0.0307	0.010
1200	0.0243	0.008
1400	0.0199	0.007
1600	0.0167	0.006
1800	0.0143	0.005
2000	0.0124	0.004
2500	0.0092	0.003
下风向最大浓度	1.4896	1.4896
下风向最大浓度出现距离	10	10
D10%最远距离	/	/

4.3.5 无组织排放扬尘影响分析

(1) 注液孔施工对环境空气的影响分析

①注液孔的开挖采用人工和小型机械操作，但不可避免会产生少量无组织扬尘。由于当地土壤湿度较大，因此产生的无组织扬尘较少。

②注液孔挖掘出来的岩土堆放在注液孔旁边，堆放期间由于自然风力作用也会产生一定量的扬尘。由于当地气候湿润多雨，堆放的岩土湿度较大，不会轻易产生扬尘；注液一般 3 个月左右就完成，并注液孔回填复垦；原地浸矿采场采用分矿段、分区开采，同时作业的面积较小。岩土的湿度较大，堆放期短，堆放面积较小，因此产生的扬尘较少，不会对大气环境造成明显不利影响。

③在注液孔复垦时，由于表土的翻动，会产生少量扬尘，但是不会对大气环境造成明显不利影响。

综上所述，注液孔开挖、岩土堆放，以及复垦产生的扬尘不会对周围空气环境造成明显影响。

(2) 临时堆土扬尘对环境空气的影响分析

临时堆土主要是渣土产生的扬尘和风蚀扬尘，均属于无组织排放。由于当地多雨湿润，而且临时堆土点面积较小、堆存时间短，因此临时堆土点产生的扬尘很小，其对周边空气环境不会造成明显不利影响。

(3) 项目矿区范围距离广西崇左白头叶猴自然保护区实验区 3.6km，距离花山风景名胜 550m，硫酸雾和扬尘产生量较小，同时距离广西崇左白头叶猴自然保护区、花山风景名胜区较远，硫酸雾和扬尘对广西崇左白头叶猴自然保护区、花山风景名胜区和左江干流流域-高峰岭水源涵养区大气环境影响不大。

综上所述，项目在生产期中的无组织排放不会对周围空气环境造成明显不利影响。

4.3.6 污染物排放量核算

1、无组织排放量核算

大气污染物无组织排放量核算表详见下表。

表4.3-5 项目大气污染物无组织排放量核算表

排放口编号	产污环节	污染物	主要污染防治措施	国家或地方污染物排放标准		年排放量/(t/a)
				标准名称	浓度限值/(mg/m ³)	
W1#	硫酸罐区	硫酸雾	/	《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011)	1.2	0.002
无组织排放总计						
无组织排放总计		硫酸雾				0.0021

2、大气污染物年排放量核算

项目建成后大气污染物年排放量核算表详见下表。

表4.3-6 大气污染物年排放量核算表

序号	污染物	年排放量 (t/a)
无组织年排放量		
1	硫酸雾	0.0021

4.4 运营期地表水环境影响预测与评价

4.4.1 地表水污染途径

本项目采用原地浸矿方式，浸矿液为硫酸镁溶液，通过注入花岗岩风化层中与稀土矿体发生离子交换，置换出稀土，同时有部分浸矿剂（即硫酸镁）留在矿体中。在生产过程中，母液向下运移进而对其下部的风化层地下水造成影响；母液收集过程中收液池的渗漏可能也会造成地下水水质污染。

4.4.2 矿区地表水系

项目附近地表水主要为黑水河、屯垌溪、数村溪和屯垌水库。

4.4.3 地表水功能区划

根据《崇左市水功能区划》（2012），矿区西侧黑水河段（江州区新和水电站至江州区新和镇驮懒村段 19.5km）属于江州区新和工业、景观用水区，水质目标为Ⅲ类标准。屯垌溪和数村溪未划定地表水功能区划，本次评价按水质目标为Ⅲ类标准。屯垌水库为灌溉功能，水质目标为Ⅲ类标准。项目所在区域水功能区划情况见表 4.4-1。

表4.4-1 黑水河水功能区划

二级水功能区名称	河流、湖库	范围		长度 (km)	水质目标
		起始断面	终止断面		
黑水河江州区新和工业、景观用水区	黑水河	江州区新和水电站	江州区新和镇驮懒村	19.5	Ⅲ

4.4.4 正常工况下对地表水环境影响分析

（1）预测情景设定

情景一：基建期，仅“以新带老”截获工程运行，截获工程可平均截获水量为 231.91m³/d，该阶段主要对历史采空区渗水进行收集处理，对区域地表水环境质量起减排效果，估算减排量约为氨氮 5.72t/a、硫酸盐 39.28t/a；

情景二：正式进入开采期第 1 年，运行的截获工程主要为“以新带老”截获工程和 D5 截获井（线），均进入污水处理站处理，同时回收淋洗废水也进入污水处理站处理，此时污水处理站处理水量为 1145.83m³/d，处理后尾水全部用于矿山配液或淋洗用水，不外排；

情景三：正式进入开采期第 2 年，运行的截获工程主要为“以新带老”截获工程和 D5 截获井（线）、D4 截获井（线）和 D6 截获井（线），均进入污水处理站处理，同时收液系统回收淋洗废水也进入污水处理站处理，此时污水处理站处理水量为 1269.52m³/d，处理后尾水全部用于矿山配液或淋洗用水，不外排，此情景一直延续至末采矿块淋洗阶段，最后一个矿块的淋洗废水无接续矿块利用，经处理后达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）Ⅲ类标准要求，硫酸盐（以 SO₄²⁻计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表 1 一级排放限值（≤800mg/L），处理达标后外排至黑水河。

情景四：随着最后一个矿块淋洗结束，整个采区进入闭矿期，此阶段“以新带老”截获工程和新增截获工程持续发挥作用，继续截获渗出水，经处理达标后引至环保坝下排放，此阶段截获工程可平均截获水量为 396.52m³/d，经处理达标后外排。

综上所述，随着矿块的开采，针对历史矿区的截获工程截获水将回用于生产使用，不再外排，随着技改项目矿块的闭矿，截获工程继续发挥作用，此时截获废水无综合利用途径，需引至黑水河排放，因此本次评价主要针对第三、四种情景进行预测分析。

(2) 预测模式

预测条件：预测时不考虑污染物的降解作用，按混合模式计算。预测涉及到的河流均简化为平直河流。

完全混合断面污染物的浓度 C 的计算公式：

$$C = \frac{C_h Q_h + C_p Q_p}{Q_h + Q_p}$$

式中：C——河流水中某污染物浓度，mg/L；

Q_p——废水排放量，m³/s；

C_p——污染源排放浓度，mg/L；

Q_h——河流流量，m³/s；

C_h——河流上游污染物浓度，mg/L。

(3) 预测参数

项目末采矿块淋洗水以及闭矿期拦截处理后的截获废水经处理达标后外排至黑水河，黑水河取枯水期多年平均流量进行计算，相关参数详见下表。

表4.4-2 预测相关参数

序号	流域	项目	
1	黑水河	多年最枯月平均流量 (m ³ /s)	17.3
		平均河宽 (m)	47
		集水面积 (km ²)	5961
		平均河道坡降	1.32‰
		年降雨量 (m)	1.201
		降雨入渗系数	0.12

(4) 预测源强

根据工程分析，地表水预测因子为硫酸盐、镁、铅、砷、镉、钠、氨氮。具体废水污染源强如下：

表4.4-3 废水排放源强源强 单位：mg/L

时期	水量 m ³ /d	硫酸盐	镁	砷	Pb	Cd	钠	氨氮
末采矿块 淋洗期	1269.52	334.25	122.34	0.0008	0.045	0.0045	109.32	1

闭矿期	369.52	88.16	26.68	0.000	0.003	0.0013	35.1	1
-----	--------	-------	-------	-------	-------	--------	------	---

(5) 背景值

根据地表水监测结果，按最不利影响取黑水河监测断面最大值作为预测的本底值。

表4.4-4 黑水河本底值 单位: mg/L

河流	硫酸盐	镁	砷	Pb	Cd	钠	氨氮
黑水河	33.5	8.68	0.0021	0.001	0.0001	6.14	0.23

(6) 预测结果

项目在矿区内的无名水沟 1 设置有环保坝，正常生产的情况下，矿区开采阶段母液处理环节产生的沉矿池上清液、压滤车间压滤废水等全部回收利用，矿山生产废水不外排；生产期矿区淋洗阶段的淋洗水、截获工程的截获废水经收集进入母液车间污水处理站处理后全部回用，不外排；最后矿块淋洗水和截获工程截获废水进入母液车间污水处理站处理达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表 1 一级排放限值（ $\leq 800\text{mg/L}$ ），处理达标后外排至黑水河。

本次评价主要针对第三、四种情景进行预测分析。第三种情景：最后矿块淋洗水和截获工程截获废水进入母液车间污水处理站处理达标后外排至黑水河，预测持续排放 3 个月的情景；第四种情景：最后一股淋洗尾水排放结束后进入闭矿期，将闭矿期截获工程截获废水处理外排至黑水河，预测闭矿期 5 年后的情景。

①最后矿块淋洗水排放

正常排放的情景下，最后矿块淋洗水和截获工程截获废水进入母液车间污水处理站后排入黑水河预测结果详见表 4.4-5。

表4.4-5 黑水河淋洗尾水排放预测结果

预测时间(淋洗尾水排放)		5d	10d	30d	60d	90d
硫酸盐	预测值(mg/L)	35.0	36.3	41.3	41.7	42.0
	标准指数	0.140	0.145	0.165	0.167	0.168
镁	预测值(mg/L)	9.26	9.74	11.63	11.74	11.85
	标准指数	/	/	/	/	/
Pb	预测值(mg/L)	1.22E-03	1.41E-03	2.14E-03	2.15E-03	2.16E-03
	标准指数	0.024	0.028	0.043	0.043	0.043
As	预测值(mg/L)	2.09E-03	2.07E-03	2.07E-03	2.05E-03	2.04E-03
	标准指数	0.042	0.041	0.041	0.041	0.041
Cd	预测值(mg/L)	1.22E-04	1.41E-04	2.14E-04	2.22E-04	2.30E-04
	标准指数	0.024	0.028	0.043	0.044	0.046
钠	预测值(mg/L)	6.66	7.10	8.82	9.01	9.21
	标准指数	/	/	/	/	/

预测时间(淋洗尾水排放)		5d	10d	30d	60d	90d
氨氮	预测值(mg/L)	0.234	0.237	0.250	0.256	0.261
	标准指数	0.234	0.237	0.250	0.256	0.261

根据预测结果可知,正常排放情景下,最后矿块淋洗水和截获工程截获废水进入母液车间污水处理站后排入黑水河,排放时间持续三个月,黑水河中的硫酸盐、铅、砷、镉、氨氮仍能满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的III类标准限值要求,镁、钠相对背景值有所增加,但无相关标准值,不做评价。

②闭矿期

正常排放的情景下,随着最后一个矿块淋洗结束,整个采区进入闭矿期,此阶段“以新带老”截获工程和新增截获工程持续发挥作用,继续截获渗出水,经处理达标后引至环保坝下排放,进入黑水河。项目闭矿期截获工程截获废水叠加淋洗尾水排放的预测浓度的预测结果详见表 4.4-6。

表4.4-6 黑水河闭矿期预测结果

预测时间(闭矿期)		0年	1年	2年	3年	4年	5年
硫酸盐	预测值(mg/L)	42.0	46.0	49.6	52.9	56.0	58.8
	标准指数	0.168	0.184	0.198	0.212	0.224	0.235
镁	预测值(mg/L)	11.86	13.13	14.30	15.37	16.35	17.24
	标准指数	/	/	/	/	/	/
As	预测值(mg/L)	2.04E-03	1.86E-03	1.70E-03	1.55E-03	1.42E-03	1.30E-03
	标准指数	0.041	0.037	0.034	0.031	0.028	0.026
Pb	预测值(mg/L)	2.16E-03	2.23E-03	2.29E-03	2.36E-03	2.41E-03	2.46E-03
	标准指数	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Cd	预测值(mg/L)	2.31E-04	3.23E-04	4.07E-04	4.84E-04	5.54E-04	6.19E-04
	标准指数	0.046	0.065	0.081	0.097	0.111	0.124
钠	预测值(mg/L)	9.21	11.44	13.48	15.35	17.05	18.61
	标准指数	/	/	/	/	/	/
氨氮	预测值(mg/L)	0.261	0.325	0.383	0.436	0.485	0.529
	标准指数	0.261	0.325	0.383	0.436	0.485	0.529

根据预测结果可知,正常排放情景下,随着最后一个矿区的淋洗水排放结束后,矿区进入闭矿期,技改项目针对采空区截获水进行处理后达标排放,闭矿期黑水河中的硫酸盐、铅、砷、镉能满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的III类标准限值要求,镁、钠相对背景值有所增加,但无相关标准值,不做评价。

项目设置有环保坝,环保坝将出露进入无名水沟内的溪水收集返回污水处理站处理后达标排放,同时地下水截获井也减少了采空区内含污染物的地下水出露到地表水体。

综上,正常排放的情况下,本项目闭矿期截获的废水经处理后排放,硫酸盐、镁、铅、镉、钠、氨氮对周边地表水影响不大,项目采取环保措施后,对矿区内的地表水体

的水质具有一定的改善作用，项目废水排放不会改变下游水环境功能类别，不会加重对下游地表水体的影响。

4.4.5 非正常工况下对地表水影响预测

4.4.5.1 预测方法

(1) 预测情景及预测因子

项目预测情景设置如下：采场 800m³ 母液中转池泄露，环保坝失效的情景，母液发生泄漏，泄漏时间为 30d，通过无名水沟 1 进入屯垌水库情形。

(2) 预测模式

预测条件：对于停留时间很长、水质基本处于稳定状态的湖泊和水库，可以被作为一个均匀混合的箱体进行研究，故本项目屯垌水库预测采用湖库均匀混合模型。

基本方程为：

$$V \frac{dC}{dt} = W - QC + f(C)V$$

式中：

C ——河流水中某污染物浓度，mg/L；

t ——时间，s；

W ——单位时间污染物排放的量，g/s；

Q ——水量平衡时流入与流出湖（库）的流量，m³/s；

$f(C)$ ——生化反应项，g/(m³·s)；

如果生化过程可以用一级动力学反应表示， $f(C) = -kC$ ，上式存在解析解，当稳定时：

$$C = \frac{W}{Q + kV}$$

k ——污染物综合衰减系数，1/s。

(3) 预测参数

项目预测涉及地表水主要为屯垌水库。屯垌水库水量平衡时流入与流出湖（库）的流量取下游实测流量。相关参数详见下表。

表4.4-7 各流域相关参数

序号	流域	项目	
1	屯垌水库	水量平衡时流入与流出湖(库)的流量(m ³ /h)	30
		库容(m ³)	330000

4.4.5.2 预测源强

(1) 污染物源强

非正常工况下, 采场 800m³ 母液中转池发生泄露, 泄漏量按照 800m³ 进行计算, 地表水预测因子为工艺特征污染物: 硫酸盐、镁、砷、铅、镉、钠。具体废水污染源强如下:

表4.4-8 事故情景下泄漏源强 单位: mg/L

污染物	硫酸盐	镁	砷	Pb	Cd	钠
泄露母液	8150	984	0.004	0.405	0.048	420

(2) 背景值

根据地表水监测结果, 按最不利影响取屯垌水库监测断面的最大值作为本项目的监测河段的本底值。

表4.4-9 屯垌水库本底值 单位: mg/L

河流	硫酸盐	镁	砷	Pb	Cd	钠	氨氮
屯垌水库	137	45	ND	0.004	0.0013	22.9	1.94

注: 监测值未检出, 取值为“0”。

4.4.5.3 预测结果

屯垌水库事故情景下预测结果详见表 4.4-9。

表4.4-10 屯垌水库逐年预测结果

事故发生时间		0d	5d	10d	20d	30d
硫酸盐	预测值 (mg/L)	137.0000	155.1638	173.1305	208.4812	243.0690
	标准指数	0.548	0.621	0.693	0.834	0.972
镁	预测值 (mg/L)	45.0000	46.8843	48.7481	52.4152	56.0032
	标准指数	/	/	/	/	/
砷	预测值 (mg/L)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	标准指数	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Pb	预测值 (mg/L)	0.0040	0.0049	0.0059	0.0077	0.0094
	标准指数	0.080	0.090	0.090	0.090	0.100
Cd	预测值 (mg/L)	0.0013	0.0014	0.0015	0.0017	0.0019
	标准指数	0.260	0.280	0.300	0.340	0.380
钠	预测值 (mg/L)	22.9000	23.6642	24.4201	25.9074	27.3625
	标准指数	/	/	/	/	/

本次评价按母液中转池发生泄露, 母液全部进入地表水最不利情况考虑, 根据预测结果可知, 在非正常工况下, 屯垌水库 30d 后的硫酸盐、砷、铅、镉的预测浓度仍能满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 中的 III 类标准限值; 地表水无镁、钠质量标准, 暂不作评价。

技改后建立了“源头削减控制—过程监管预警—末端防控”的水污染防治体系，可以有效降低非正常情况时环境影响。

4.4.6 技改项目对区域地表水改善情况分析

本次技改仍沿用原来的原地浸矿工艺，主要对浸矿剂和沉淀除杂剂进行了优化，即由原来的硫酸铵浸矿剂改为了硫酸镁，原来的碳酸氢铵沉淀除杂剂改为了碳酸钠。屯垌河流域现状出现氨氮超标区域主要集中在矿区范围内水体，且距离原开采区越近，超标倍数越高。技改后建立了“源头削减控制—过程监管预警—末端防控”的水污染防治体系。屯垌溪主要靠降雨补水，开采期间屯垌溪上游的无名水沟 1 环保坝内截流的地表水抽回母液处理车间处理后回用与生产，这时屯垌水库补水主要来源于降雨，增加拦截处理措施后，下游屯垌水库和屯垌溪减少了上游铵等污染物来源。随着矿块的开采，针对历史矿区的截获工程截获水将回用于生产使用，不再外排，随着技改项目矿块的闭矿，截获工程继续发挥作用，此时截获废水无综合利用途径，需引至黑水河排放，不进入矿区的地表水体。

根据地表水预测结果，最后一个矿区的淋洗水排放结束后，矿区进入闭矿期，技改项目针对采空区截获水进行处理后达标排放，黑水河中的硫酸盐、铅、砷、镉、氨氮能满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准限值要求，镁、钠相对背景值有所增加，但无相关标准值，不做评价。同时改为无铵原地浸矿工艺后，开采稀土过程不再引入铵污染源，浸矿液中主要特征因子为镁、钠离子、硫酸根等，不会增加区域水体中的氨氮浓度，对改善屯垌溪和屯垌水库等的氨氮超标问题有积极的作用；同时氨氮改善后，硝化作用产生的硝酸盐也会随着进一步减少。因此，技改后，项目不会加重现状水体的氨氮、硝酸盐等污染，对降低无名水沟、屯垌溪、屯垌水库等水体的氨氮、硝酸盐等污染影响是有利的，对区域水环境改善有利。

4.4.7 小结

（1）项目排水对水环境功能区、水环境保护目标和水环境控制单元的影响

正常排放情景下，最后矿块淋洗水和截获工程截获废水进入母液车间污水处理站后排入黑水河，排放时间持续三个月，黑水河中的硫酸盐、铅、砷、镉、氨氮仍能满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准限值要求，镁、钠相对背景值有所增加，但无相关标准值，不做评价。随着最后一个矿区的淋洗水排放结束后，矿区进入闭矿期，技改项目针对采空区截获水进行处理后达标排放，根据预测结果，闭矿期黑水

河中的硫酸盐、铅、砷、镉、氨氮能满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准限值要求，镁、钠相对背景值有所增加，但无相关标准值，不做评价。故本项目废水排放不会改变下游水环境功能类别。

项目设置有环保坝，环保坝将出露进入无名水沟内的溪水收集返回污水处理站处理后回用于生产，减少了采空区淋溶渗滤液进入地表水体的情况，随着技改项目矿块的闭矿，截获工程继续发挥作用，此时截获废水无综合利用途径，经处理达标后外排至黑水，不进入矿区内的地表水体中，此时屯垌水库、屯垌水库的来源主要来源降雨，无其他污染源进入，项目采取的环保措施对矿区内地表水体的水质具有一定的改善作用。

（2）非正常情况下影响

非正常工况下，即采场环保坝失效，采场母液中转池发生泄漏，母液全部进入地表水。预测结果表明：屯垌水库 30d 后的硫酸盐、砷、铅、镉的预测浓度仍能满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准限值；地表水无镁、钠质量标准，暂不作评价。技改后建立了“源头削减控制—过程监管预警—末端防控”的水污染防治体系，可以有效降低非正常情况时环境影响。

（3）满足流域水环境质量改善目标的要求

技改后，项目改用无铵原地浸矿工艺，杜绝了铵来源，不会导致区域屯垌溪等水体氨氮浓度增加。根据预测，生产期间和闭矿后本项目特征污染物硫酸根离子、镁、砷、铅、钠、镉等对黑水河的环境影响较小，不改变流域水环境功能，不影响流域的水环境质量改善目标要求。同时通过“源头削减控制—过程监管预警—末端防控”的水污染防治体系，可以有效控制硫酸根离子、镁、砷、铅、钠、镉等污染，对区域水环境改善总体是有利的。

综上，在考虑区（流）域水环境综合治理工程实施基础上，同时本项目满足水污染控制和水环境影响减缓措施有效性要求，落实施工期、生产期、闭矿期的环保措施，本评价认为项目对周边地表水环境影响可以接受。

4.5 运营期地下水环境影响预测与评价

建设单位于 2014 年 8 月委托广西北海地质工程勘察院对本项目开采矿区进行了地下水环境影响评价专项水文地质勘察，并形成了《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿地下水环境影响评价专项水文地质勘查报告》（以下简称“原水文地质勘察

报告”)。本次技改项目矿区开采范围位于现有工程矿区范围内,本次评价期间在原水文地质勘察报告基础上进行补充调查,开展运营期地下水环境影响预测与评价工作。

4.5.1 地下水环境影响预测

4.5.1.1 预测情景及预测源强确定

《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)要求:须对正常状况和非正常状况的情景分别进行预测。根据项目的生产特点,将正常工况及非正常工况概化。

①正常工况:正常生产过程在确保采场收液系统和环保回收井(水力截获)运行良好情况下,完全泄漏至地下水环境的浸矿液的渗漏率可以控制在 8%。浸矿液注入矿层后经过采场收液系统和环保回收井(水力截获)收集,无法收集的渗漏的部分泄漏至地下水环境中,泄漏量为注入浸矿液量的 8%。

②非正常工况:非正常生产过程设定为采场收液系统和截渗池、收液井运行情况不佳,完全泄漏至地下水环境的浸矿液的渗漏率为 30%。仅有 70%浸矿液注入矿层后经过采场收液系统收集,无法收集的渗漏的部分泄漏至地下水环境中,泄漏量为注入浸矿液量的 30%。

1、污染源概化

(1) 开采区内的污染源分布情况

注液孔按一定的间距呈网格状布设于矿体之上,注液打入矿体后呈面状源发散,在开采期间连续注液。因此,预测目标矿体呈面状连续注液污染源。面源污水渗漏量在注液及清水清洗期为注液量,渗漏污染物浓度根据母液的浓度、清水清洗浓度的降解规律赋值。

根据项目的开采计划分析,项目在开采期间采用边开采边闭矿的形式,即某矿坑在开采计划年内开采完毕后则进入了清洗期,随后进入闭矿期。采空区根据项目生产周期特点,以及采区内现有的采空区分布情况。对矿区开采期间的污染源分为序号“1~4”的污染源,并做以下概化。

① 生产期原地注液阶段(污染源 1)

原地浸矿过程中无法保证全部回收母液,不可避免会有极少部分母液渗漏,母液渗漏下渗进入地下水,采区地下水可通过低洼处的溪沟排泄形成地表溪流,因此,生产期间原地浸矿采场主要的水污染源为母液的渗漏。正常生产过程在确保采场收液系统和环

保回收井（水力截获）运行良好情况下，完全泄漏至地下水环境的浸矿液的渗漏率可以控制在 8%。浸矿液注入矿层后经过采场收液系统和环保回收井（水力截获）收集，无法收集的渗漏的部分泄漏至地下水环境中，泄漏量为注入浸矿液量的 8%。根据生产工艺及生产计划安排，单个矿体生产期间的持续注液时间为 6 个月。

②生产期注清水清洗期（污染源 2）

清洗期间在确保采场收液系统和环保回收井（水力截获）运行良好情况下，正常生产过程在确保采场收液系统和环保回收井（水力截获）运行良好情况下，完全泄露至地下水环境的浸矿液的渗漏率可以控制在 8%。淋洗水量注入矿层后经过采场收液系统和环保回收井（水力截获）收集，无法收集的渗漏的部分泄漏至地下水环境中，泄漏量为注入淋洗水量的 8%。根据生产工艺及生产计划安排，单个矿体生产期间的持续注液时间为 3 个月。

③开采结束后闭矿阶段（污染源 3）

在淋洗结束后进行采场的封孔闭矿，关闭注液系统，并持续跟踪收液系统尾水污染物排放浓度，封堵采区收液系统，彻底闭矿。一般在无自然降雨情况下，采区无尾水渗漏产生；当有自然降雨时，降雨入渗到已闭矿的采区，大部分雨水通过采区植被和地表径流排至就近溪流中，少部分降雨入渗到采区矿体中，经过地下水短距离径流后出露至周围地表水体。

④历史采空区雨水渗漏（污染源 4）

六汤稀土矿区开采至今已有 30 多年，历史上经历池浸、堆浸、原地浸矿等多种开采工艺，期间出现过盗采、无序开采的情况，目前矿区范围内屯垌水文单元采空区约 733161 m²，数村水文单元采空区面积约 62435 m²，东南水文单元采空区约 36375 m²。各采空区已封堵采区收液系统，彻底闭矿，复绿。一般在无自然降雨情况下，采空区无尾水渗漏产生；当有自然降雨时，降雨入渗到已闭矿的采空区，大部分雨水通过采区植被和地表径流排至就近溪流中，该部分地表径流属于未受污染雨水；少部分降雨入渗到采区矿体中，由于采空区内山体还有历史开采遗留的 pH、氨氮、硫酸盐等污染物，这些污染物部分会随着入渗雨水进入到地下水环境中，然后经过地下水短距离径流后出露至周围地表水体。

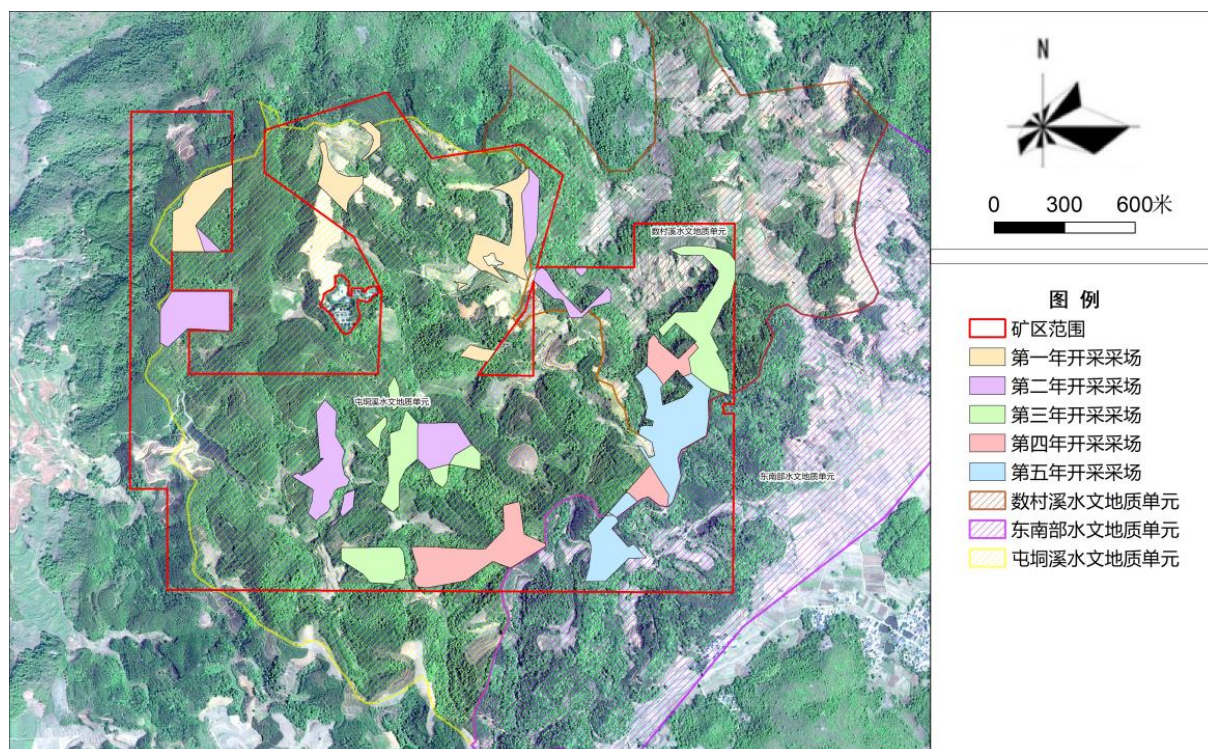


图4.5-1 各矿体开采计划

2、预测情景设置及污染源分布

(1) 正常工况下的预测情景及污染源分布

根据上文分析，考虑开采计划、开采顺序、采空区分布等因素，考虑不同开采阶段对地下水环境影响程度的不同，将本次预测的预测情景设置如下。预测情景按照“第一年、第二年、第三年、第四年、第五年、完全开采完毕后闭矿”考虑。

①第一年（0~365天）：污染源分别为，第一年注液矿体+第一年注清水清洗矿体+历史采空区矿体；

②第二年：第二年注液矿体+第二年注清水清洗矿体+第一年开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体；

③第三年：第三年注液矿体+第三年注清水清洗矿体+（第一年+第二年）开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体；

④第四年：第四年注液矿体+第四年注清水清洗矿体+（第一年+第二年+第三年）开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体；

⑤第五年：第五年注液矿体+第五年注清水清洗矿体+（第一年+第二年+第三年+第四年）开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体；

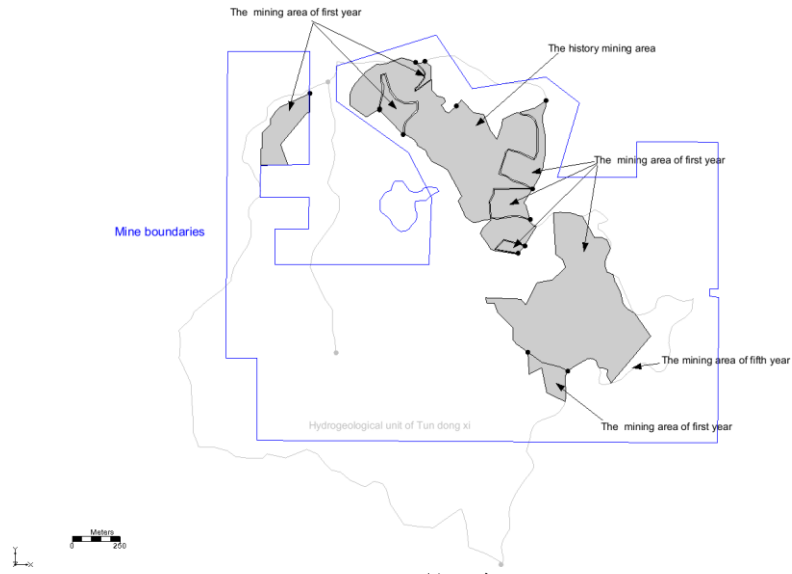
⑥完全开采完毕后闭矿：污染源分别为，所有本次开采期间开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体；

根据开采计划，各水文地质单元内的开采矿体的开采时间略有不同，本次预测依据各水文地质单元开采矿体的时间顺序及空间位置分布进行概化，概化情况见下表。

表4.5-1 预测污染源的分布情况概化

区域	污染源
屯垌溪次级水文地质单元	第一年注液矿体+第一年注清水清洗矿体+历史采空区矿体
	第二年注液矿体+第二年注清水清洗矿体+第一年开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体
	第三年注液矿体+第三年注清水清洗矿体+(第一年+第二年)开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体
	第四年注液矿体+第四年注清水清洗矿体+(第一年+第二年+第三年)开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体
	第五年注液矿体+第五年注清水清洗矿体+(第一年+第二年+第三年+第四年)开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体
	所有本次开采期间开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体
数村溪次级水文地质单元	第二年注液矿体+第二年注清水清洗矿体+第一年开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体
	第三年注液矿体+第三年注清水清洗矿体+(第一年+第二年)开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体
	第四年注液矿体+第四年注清水清洗矿体+(第一年+第二年+第三年)开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体
	第五年注液矿体+第五年注清水清洗矿体+(第一年+第二年+第三年+第四年)开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体
	所有本次开采期间开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体

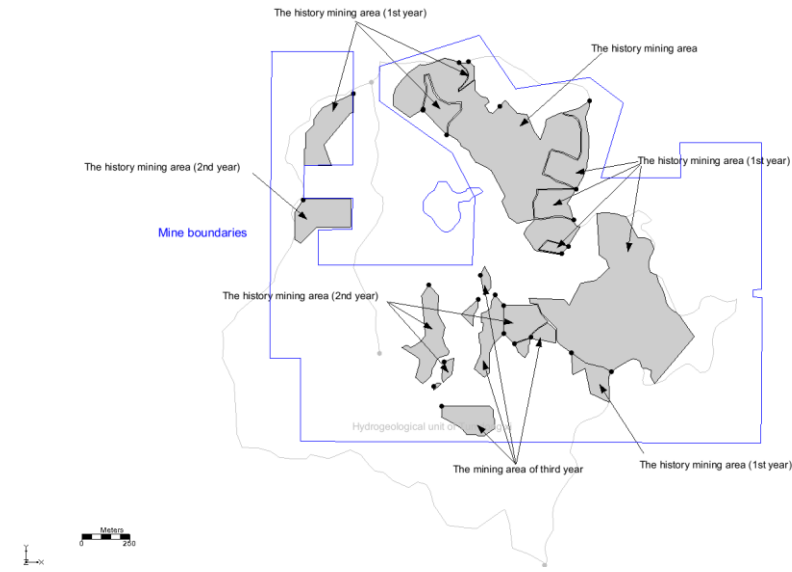
各单元开采矿体污染源分布见下图。



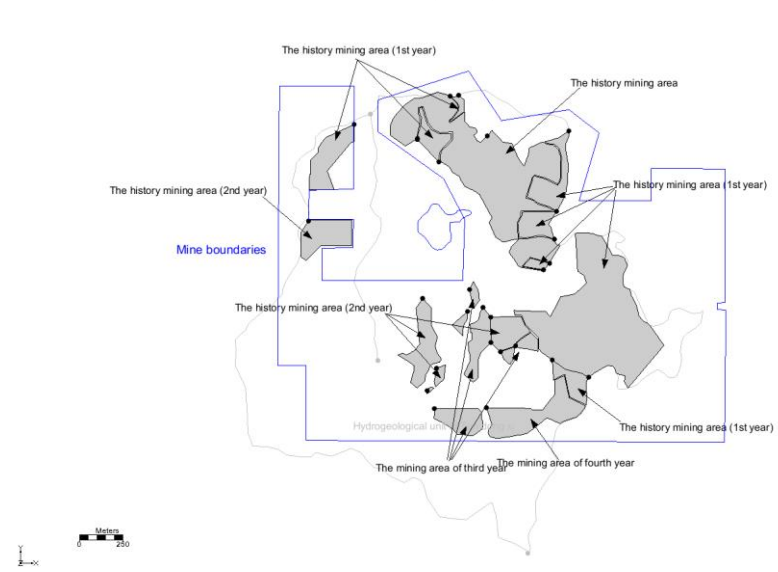
第一年



第二年



第三年



第四年

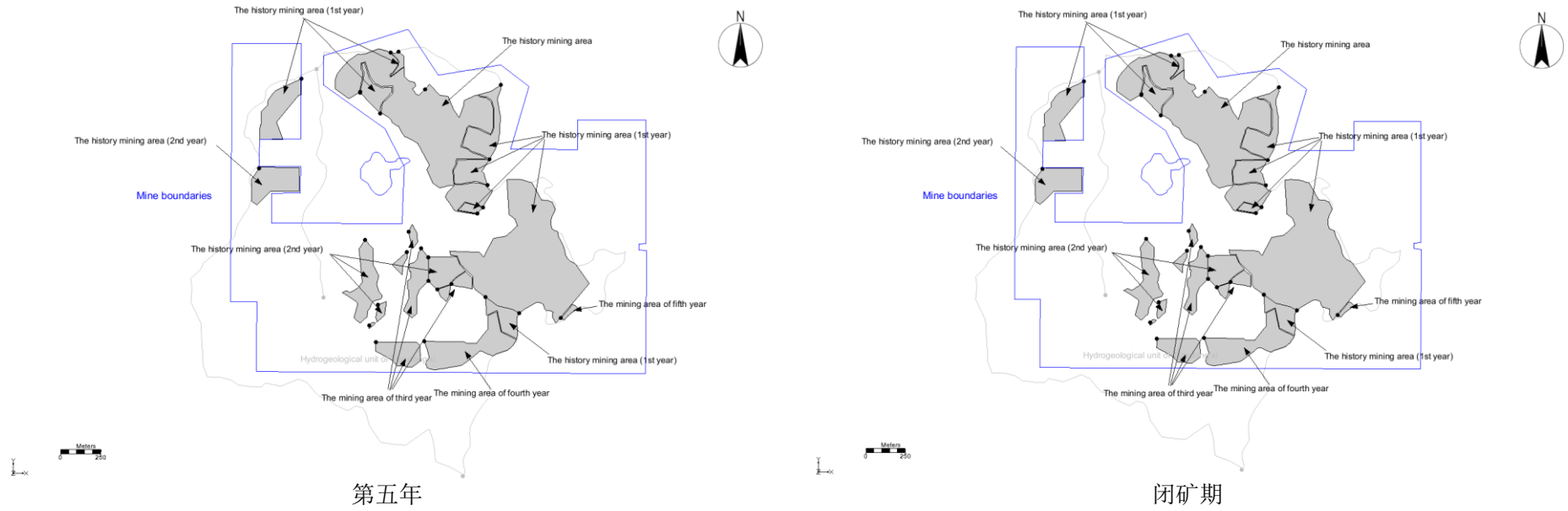
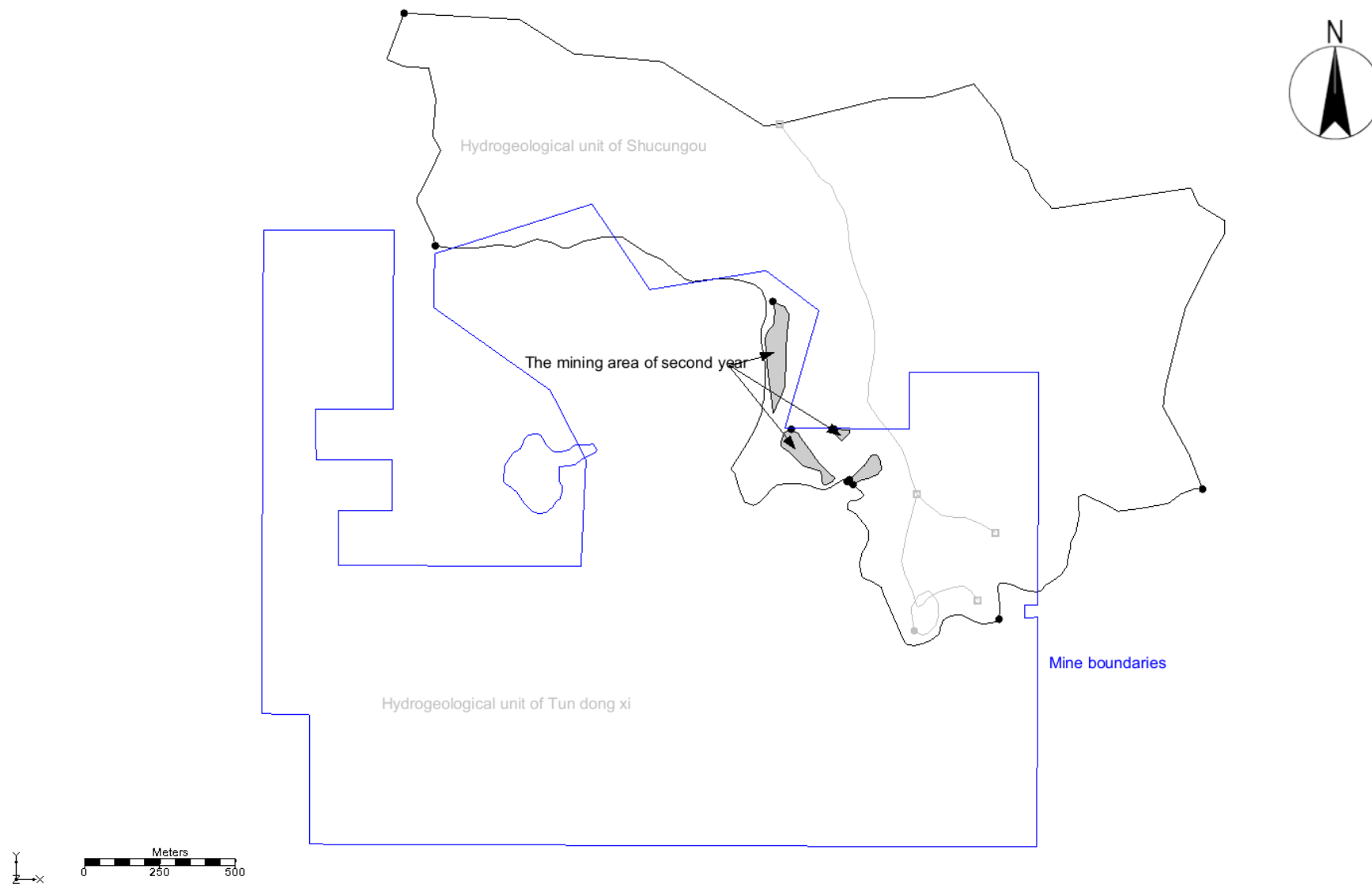


图4.5-2 屯垌溪次级水文地质单元正常工况下污染源分布设置



第二年

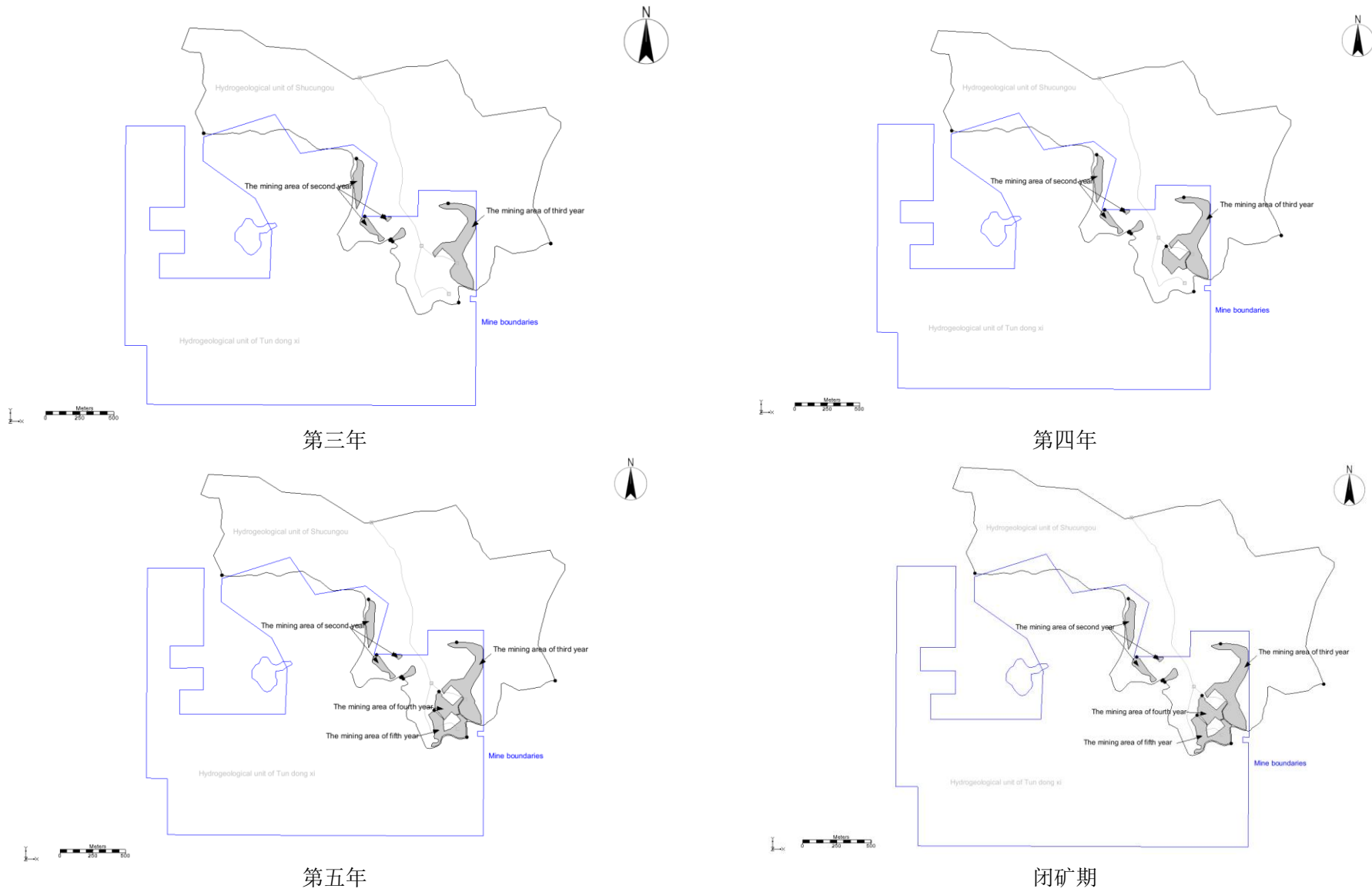


图4.5-3 数村溪次级水文地质单元正常工况下污染源分布设置

(2) 非正常工况下的预测情景及污染源分布

非正常工况发生的概率较低，且不会大范围地在开采过程中出现，且非正常工况下，浸矿液回收率下降会导致产能下降，建设单位会及时发现并采取措施。因此非正常工况的特点为发生时间短，发生范围小。结合各个次级水文地质单元内采区分布情况，本次非正常工况下的预测考虑设置在注液矿体发生非正常工况，非正常工况仅存在于开采注液期间，持续时间 1 个月，且不考虑清水清洗矿体。

发生非正常工况的矿体选择，考虑非正常工况时是否会影响矿区外的地下水环境为前置条件，选取各次级水文地质单元下游矿界附近矿体。

非正常工况污染源设置情况见下表。

表4.5-2 预测非正常工况下污染源的分布情况概化

<u>区域</u>	<u>污染源</u>
屯垌溪次级水文地质单元	第二年注液矿体+（第一年）开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体
数村溪次级水文地质单元	第二年注液矿体+（第一年）开采结束后闭矿矿体+历史采空区矿体

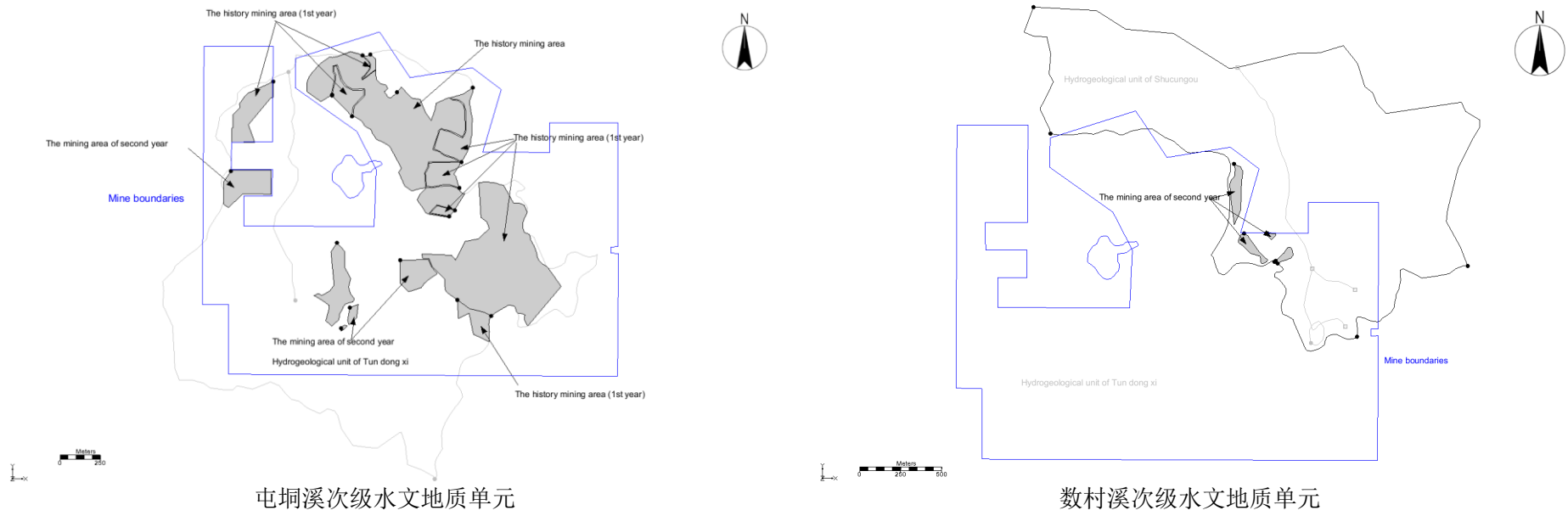


图4.5-4 非正常工况下污染源分布设置（第二年开采矿体）

3、项目地下水污染源源强确定

(1) 生产期原地浸矿采场母液渗漏

矿山在正常情况下，母液处理环节产生的沉矿池上清液、压滤车间压滤废水等全部回收利用，正常情况下矿山生产废水不外排。

原地浸矿过程中无法保证全部回收母液，不可避免会有极少部分母液渗漏，母液渗漏下渗进入地下水，采区部分地下水通过径流间接汇至采区下游沟谷中形成溪流地表水，因此，生产期间原地浸矿采场主要的水污染源为母液的渗漏。根据水平衡分析，经采场收液系统和环保回收井（水力截获）收集后，正常工况下无法收集的采场注液渗漏量为 280t/d（取渗漏 8%）计算；非正常工况下无法收集的采场注液渗漏量为 1050t/d（取渗漏 30%）计算。

根据工程分析计算内容，母液预测源强见下表。

表4.5-3 生产期母液源强预测浓度

泄露量	污染因子	单位	预测值	《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类
正常工 况： 280t/d；非 正常工 况： 1050t/d	硫酸盐	mg/L	8150	≤250
	Mg	mg/L	984	/
	As	mg/L	0.004	≤0.05
	Pb	mg/L	0.405	≤0.01
	Cd	mg/L	0.048	≤0.005
	Na	mg/L	420	≤200
	氨氮	mg/L	1	≤0.5

(2) 清水清洗期（只有清水淋洗矿块）

清洗期间在确保采场收液系统和环保回收井（水力截获）运行良好情况下，渗漏率可以控制在 8.0%，根据清水清洗期水平衡分析，经采场收液系统和环保回收井（水力截获）收集后，无法收集的采场淋洗渗漏量为 72t/d。

表4.5-4 清洗期源强预测浓度

泄露量	污染因子	单位	预测值	《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类
72t/d	硫酸盐	mg/L	1273	≤250
	Mg	mg/L	232.55	/
	Na	mg/L	140	≤200
	As	mg/L	0.004	≤0.05
	Pb	mg/L	0.405	≤0.01
	Cd	mg/L	0.048	≤0.005
	氨氮	mg/L	1	≤0.5

(3) 开采完成后闭矿矿体雨水渗漏源强

本次开采闭矿期的预测源强见下表。

表4.5-5 闭矿期源强预测浓度

水文单元	年份	累积开采面积 (m ²)	渗漏淋溶量 (m ³ /a)	镁 (mg/L)	硫酸盐 (mg/L)	钠(mg/L)	砷 (mg/L)	铅 (mg/L)	镉 (mg/L)
屯垌溪次级水文地质单元	1	130445	1565	81.8	414	70	0	0.01	0.0015
	2	258076	3097						
	3	352338	4228						
	4	446811	5362						
	5	464427	5573						
数村溪次级水文地质单元	1	0	0						
	2	51794	622						
	3	69602	835						
	4	93085	1117						
	5	170401	2045						
《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类				/	≤250	≤200	≤0.05	≤0.01	≤0.005

(4) 历史采空区雨水渗漏源强

历史采空区雨水渗漏源强见下表

表4.5-6 历史采空区降雨渗漏源强 (pH 无量纲)

水文单元	渗漏淋溶量 (m ³ /a)	污染因子	pH	镁	硫酸盐	钠	砷	铅	镉	氨氮
屯垌溪次级水文地质单元	8798	污染物浓度 (mg/L)	3.6	58.8	863	35.4	0	0.006	0.0039	59.8
数村溪次级水文地质单元	749	污染物浓度 (mg/L)	6.8	17.9	84.7	13.5	0	0	0.0007	0.91

4、泄漏时长计算及预测时段

(1) 污染源的泄漏规律及泄漏情景设定

①正常工况下污染源的泄露规律及泄漏情景设定

根据项目的生产规律，在生产期、清洗期均设置为面源持续泄露，排放规律为连续面源恒定释放。预测期间的地下水污染类型为连续入渗型。根据生产工艺及生产计划安排，单个矿体生产期间及清洗期的持续注液时间分别为 6 个月及 3 个月，闭矿期期间泄露时长取一年。

②非正常工况下污染源的泄露规律及泄漏情景设定

根据前文概化的非正常工况的生产特点，非正常工况仅发生在生产期，其发生时间设置为 1 个月，为面源持续泄露，排放规律为连续面源恒定释放。非正常工况发生后恢复正常生产，注液渗漏率恢复至 8% 的正常水平。因此非正常工况下的预测情景设置为：第五年开采矿体发生非正常工况，开始注液前 1 个月为非正常工况，注液期间后 2 个月为正常工况下的注液，清洗期的持续注液时间分为 3 个月，闭矿期期间泄露时长取一年。

(2) 预测时段

①正常工况

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），本次评价设置的预测时段为：①拟开采矿体开始开采后的第1年（0~365天）；②服务期满的完全开采完毕后闭矿（0天~7300天），闭矿期预测节点为闭矿后第365天、第730天、第3650天、第7300天。

②非正常工况

根据非正常工况的特点设置该工况下的预测时段：拟开采矿体开始开采后的第1年（0~365天）。

4.5.1.2 地下水污染途径及其影响范围

1、地下水污染途径

本项目可能存在地下水的污染途径主要有：生产期间，未能完全收集的选矿液连续渗入地下直接污染地下水，为连续入渗型。

地下水污染受体为下覆的潜水含水层—火山岩风化裂隙水，按埋藏性质划分，其性质为潜水含水层，较易受到污染。

2、预测评估及影响范围

（1）预测范围概化

项目开采区地形地貌类型为构造—侵蚀低山丘陵地貌，地下水类型以火山岩风化裂隙水为主，地下水多赋存于风化壳浅层网状风化裂隙中，其地形地貌见下图。

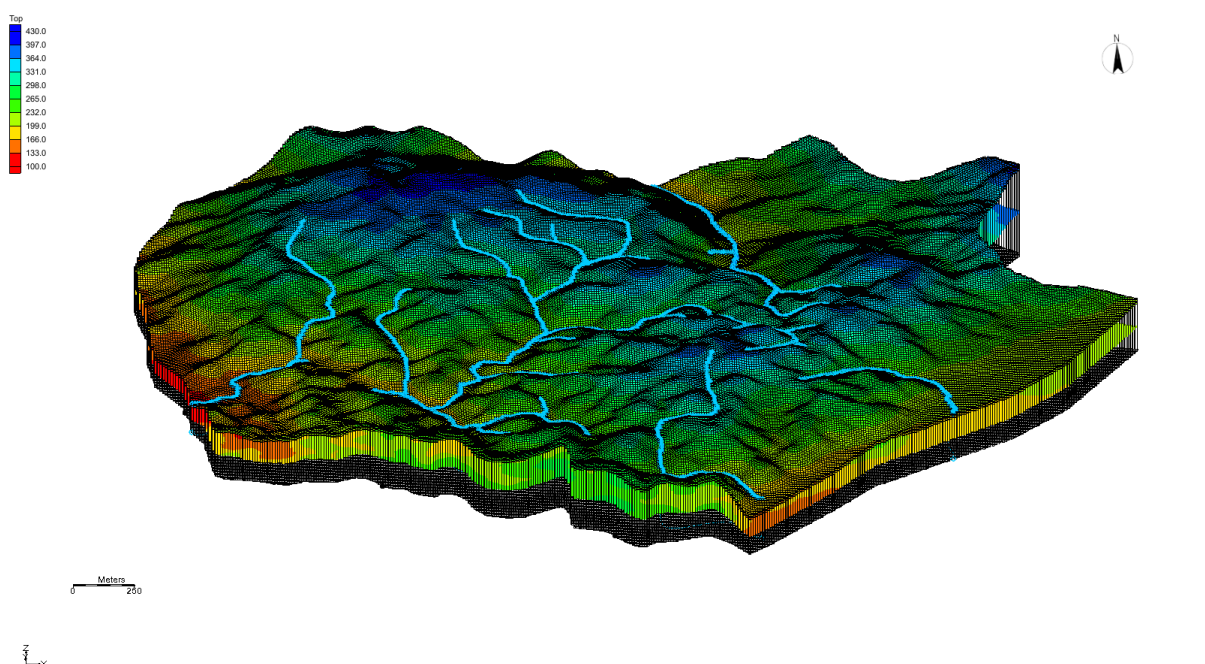


图4.5-5 矿区预测范围内地形概览

根据矿区内的地形走势及沟谷发育情况，其细分可分为①屯垌溪次级水文地质单元、②数村溪次级水文地质单元、③矿区东南面水文地质单元。评价范围边界以火山岩与碳酸盐岩岩组接触带为分界，由于开采区又分别位于不同的次级水文地质单元内，于是预测范围又根据不同的开采区所处水文地质单元划分，详细见下图。

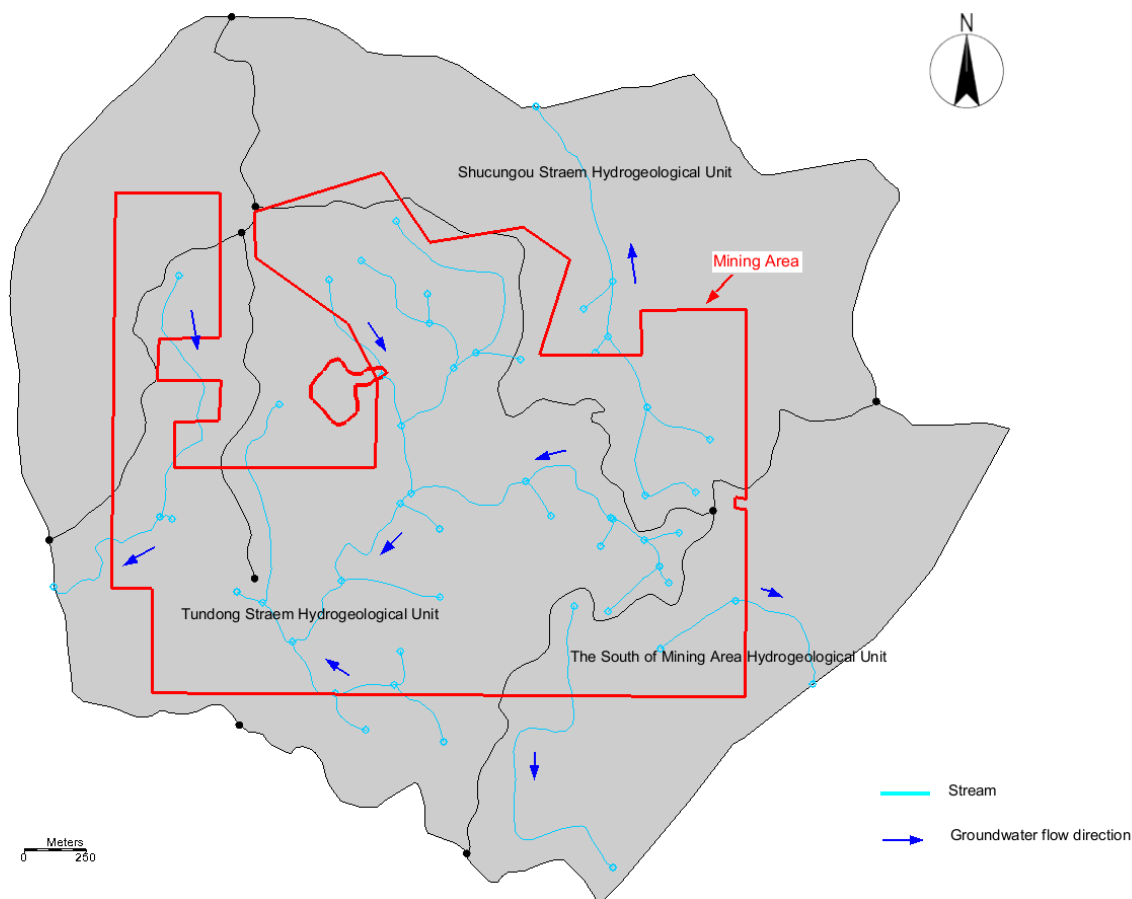


图4.5-6 预测范围概化

本次评价进一步构建①屯垌溪次级水文地质概念模型、②数村溪次级水文地质单元概念模型。

① 屯垌溪次级水文地质单元

以矿区周围山脊地表分水岭为界，从北面顶平槽关最高点，往东沿矿区东面矿界山脊—南面山脊，南面沿矿区南面的山脊，西面从顶平槽关往西沿着矿区西面山脊为汇水边界，微、未风化石纹质角砾熔岩为隔水底板边界，地下水从山顶向沟谷径流，以泉水或分散流形式排泄，沟谷为排泄边界，屯垌水库西面为单元边界。预测网格精度划分为10m*10m的网格。

由于评价对象仅为下覆的潜水含水层，因此只将模型概化为一层潜水含水层进行预测，垂直层面上以完整火山岩（中风化流纹质角砾熔岩）为隔水底板边界，数值模型根据地层特征，含水层模型划分为一层。含水层以地表为上边界，依据屯垌溪次级水文地质单元内钻孔揭露的含水层厚度赋值插入数值模型，模型概化含水层厚度区间分布为1.7~14.5m。

开采区位于该水文地质单元的南侧。概念模型见下图。

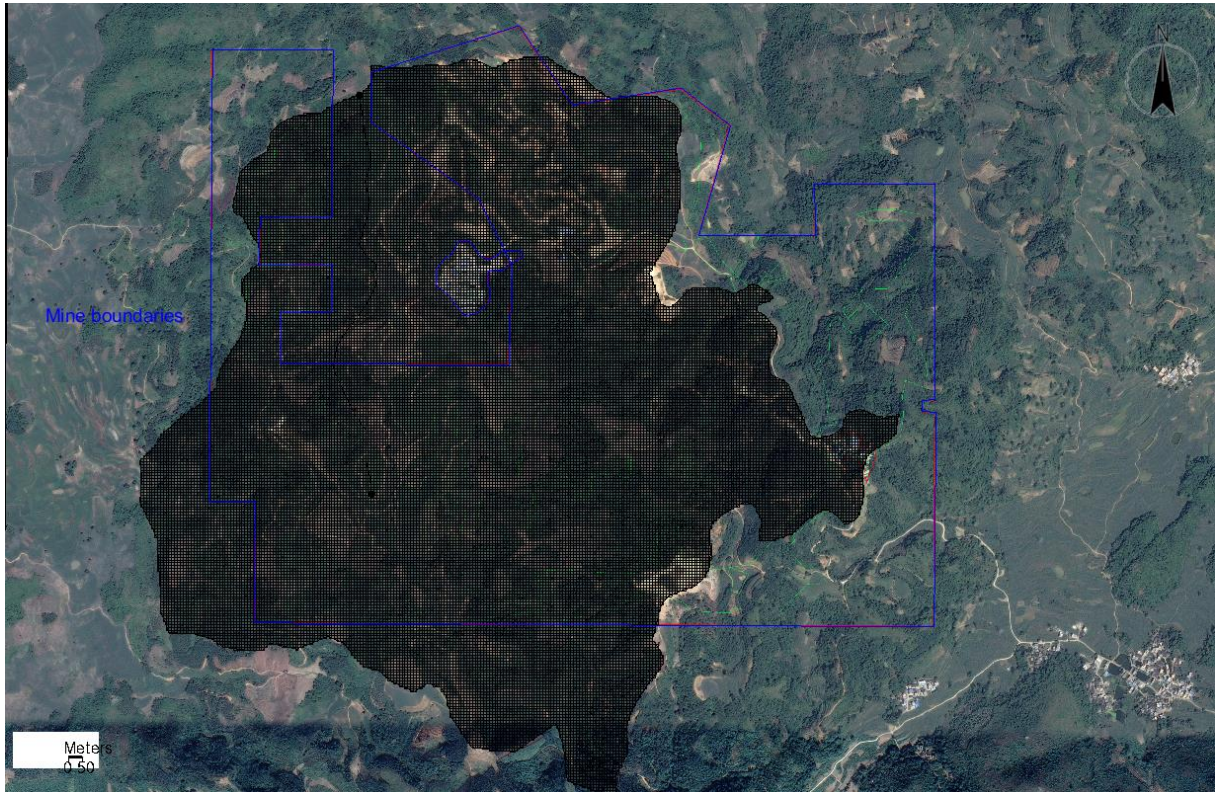


图4.5-7 屯垌溪次级水文地质单元预测范围概化

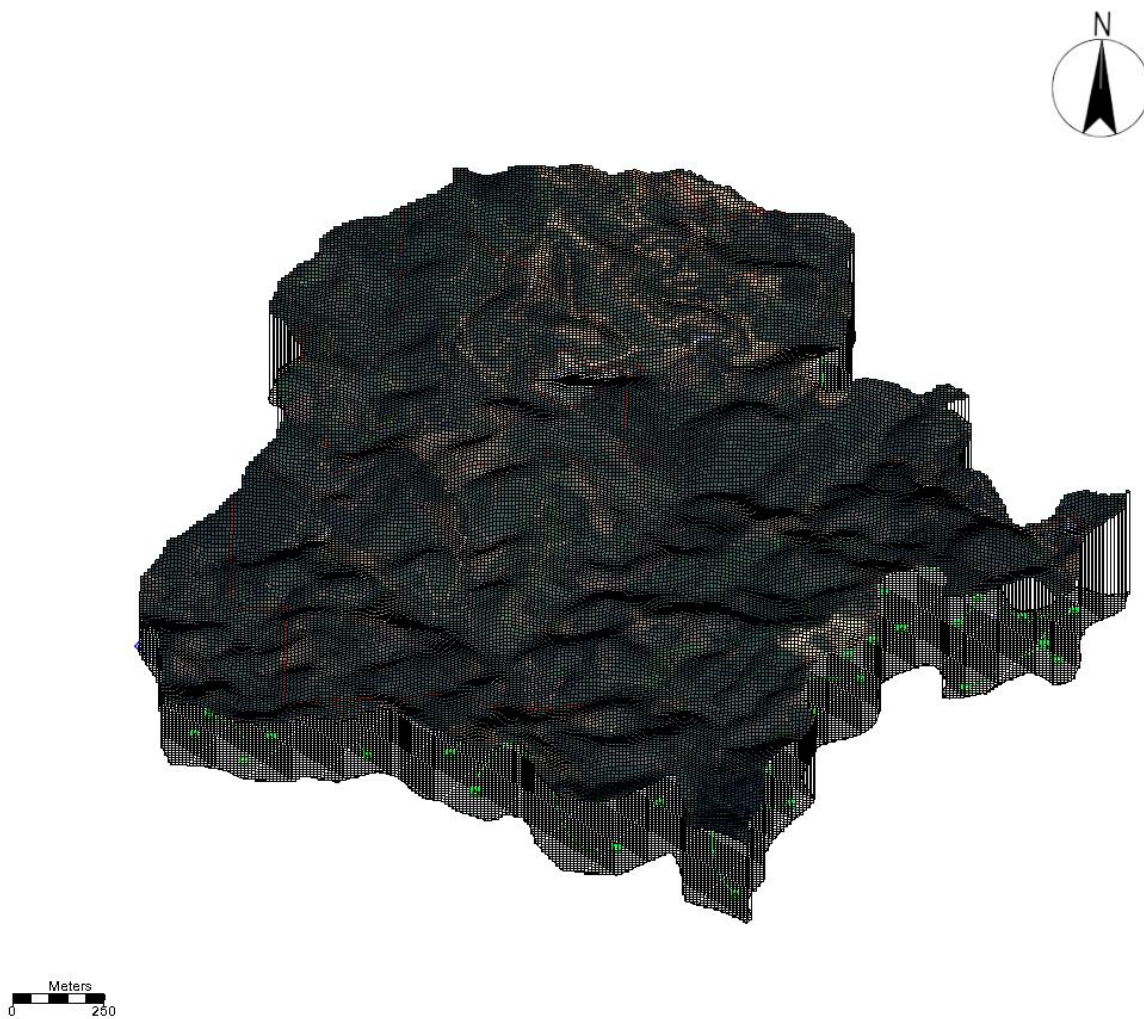


图4.5-8 屯垌溪次级水文地质单元预测范围概化

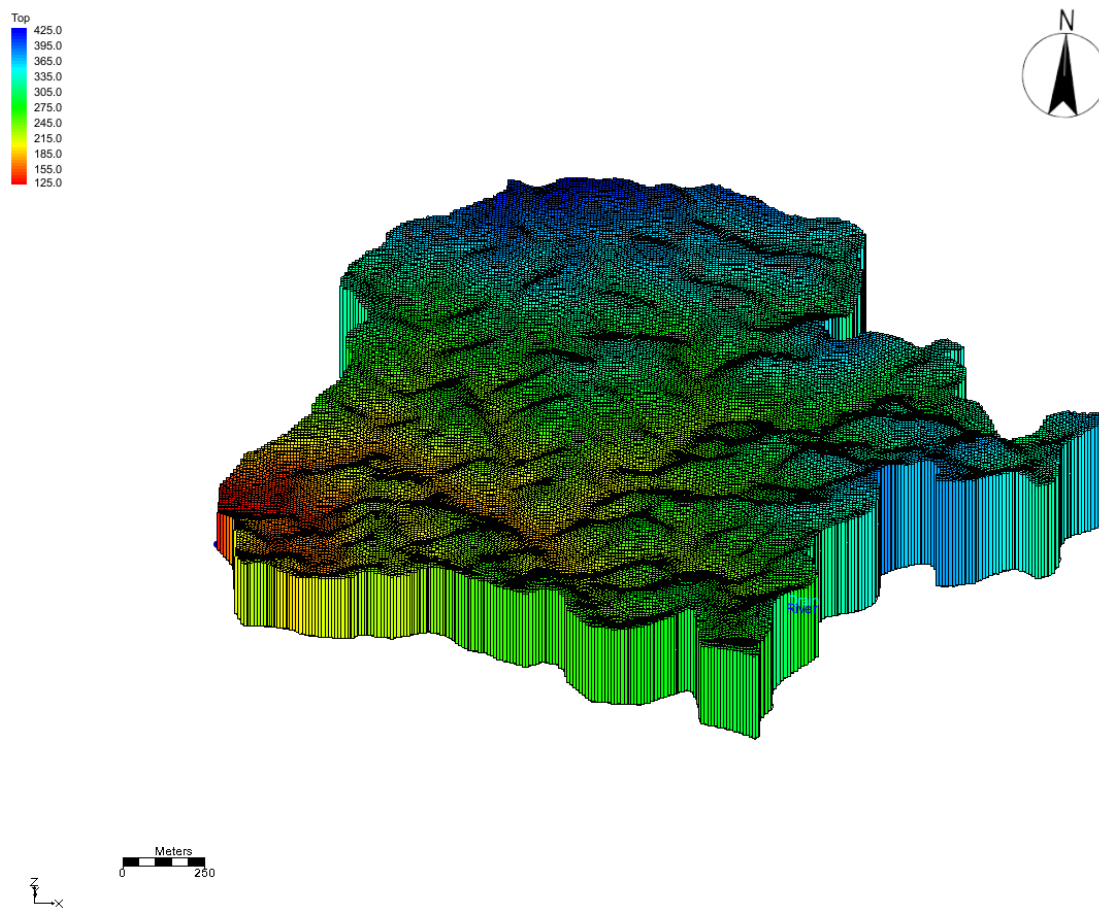


图4.5-9 屯洞溪次级水文地质单元地形

②数村溪次级水文地质单元

南侧、东侧、西侧以顶平槽关、六汤、车间、博玛高山山脊为分水岭，预测模型以分水岭为给定侧向径流量的二类边界；地下水从山顶向沟谷由南往北径流，在坡脚以泉水或分散流形式排出地表，汇入数村溪。预测网格精度划分为 10m*10m 的网格。

由于评价对象仅为下覆的潜水含水层，因此只将模型概化为一层潜水含水层进行预测，垂直层面上以完整火山岩（中风化流纹质角砾熔岩）为隔水底板边界，数值模型根据地层特征，含水层模型划分为一层。含水层以地表为上边界，依据数村溪次级水文地质单元内钻孔揭露的含水层厚度赋值插入数值模型，模型概化含水层厚度区间分布为 3~4.4m。

开采区位于该水文地质单元的南侧。概念模型见下图。

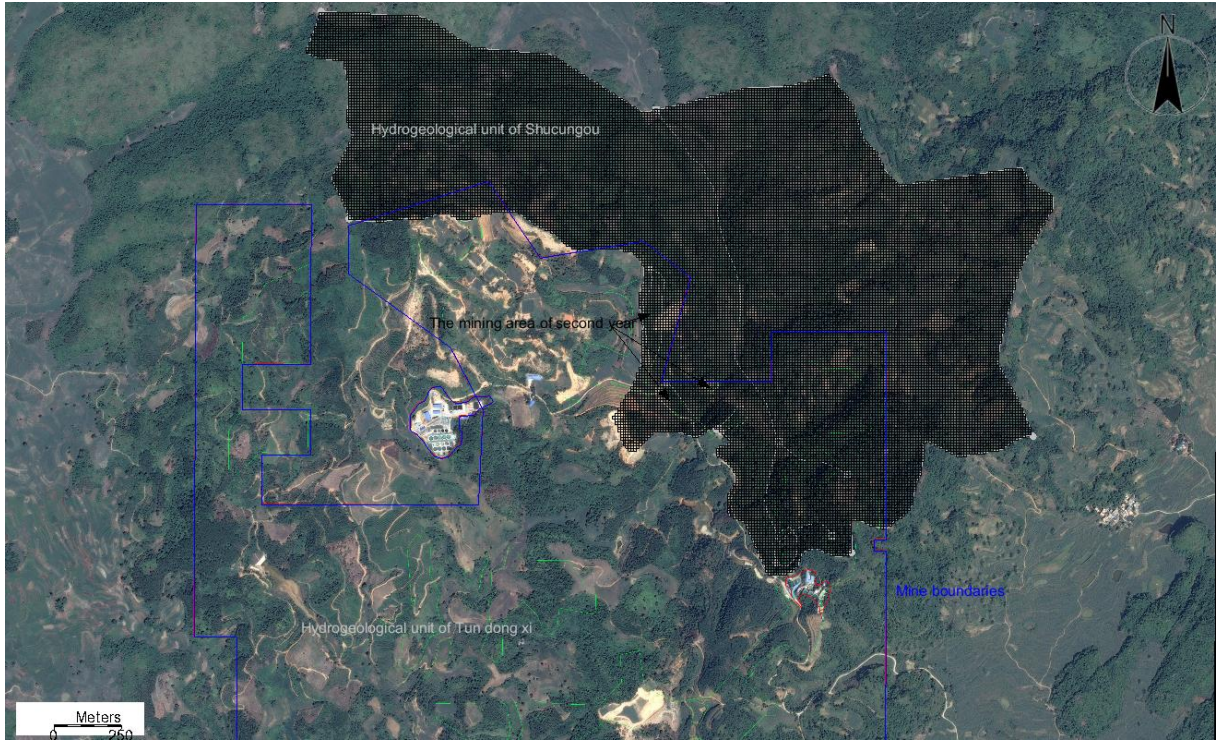


图4.5-10 数村溪次级水文地质单元预测范围概化

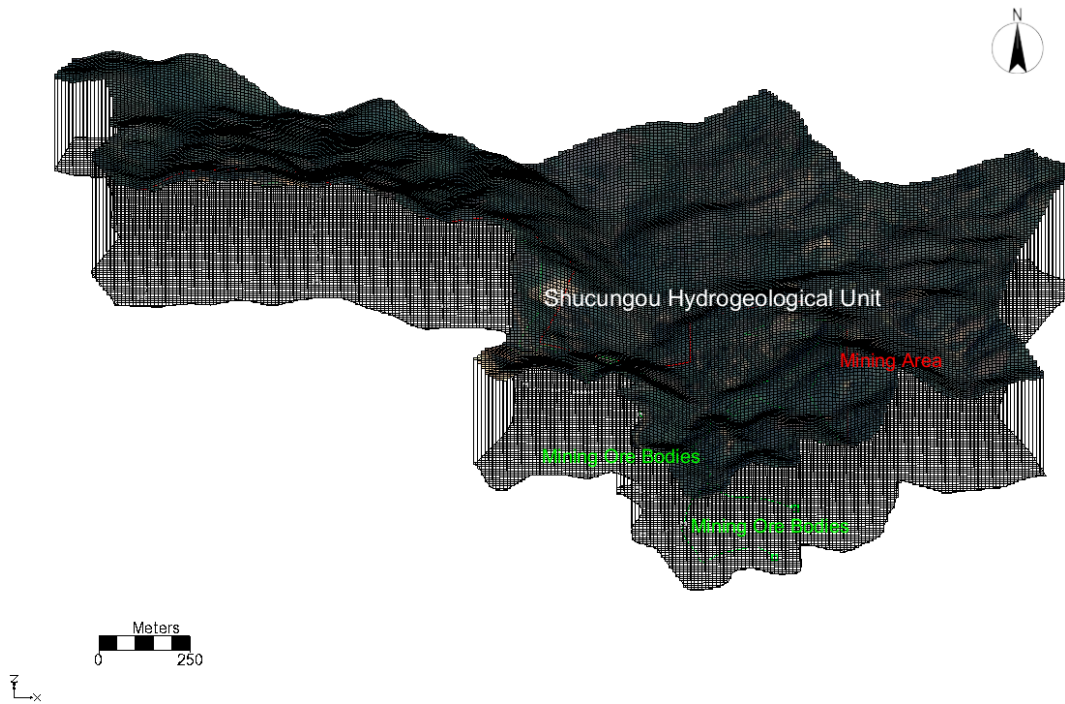


图4.5-11 数村溪次级水文地质单元预测范围概化

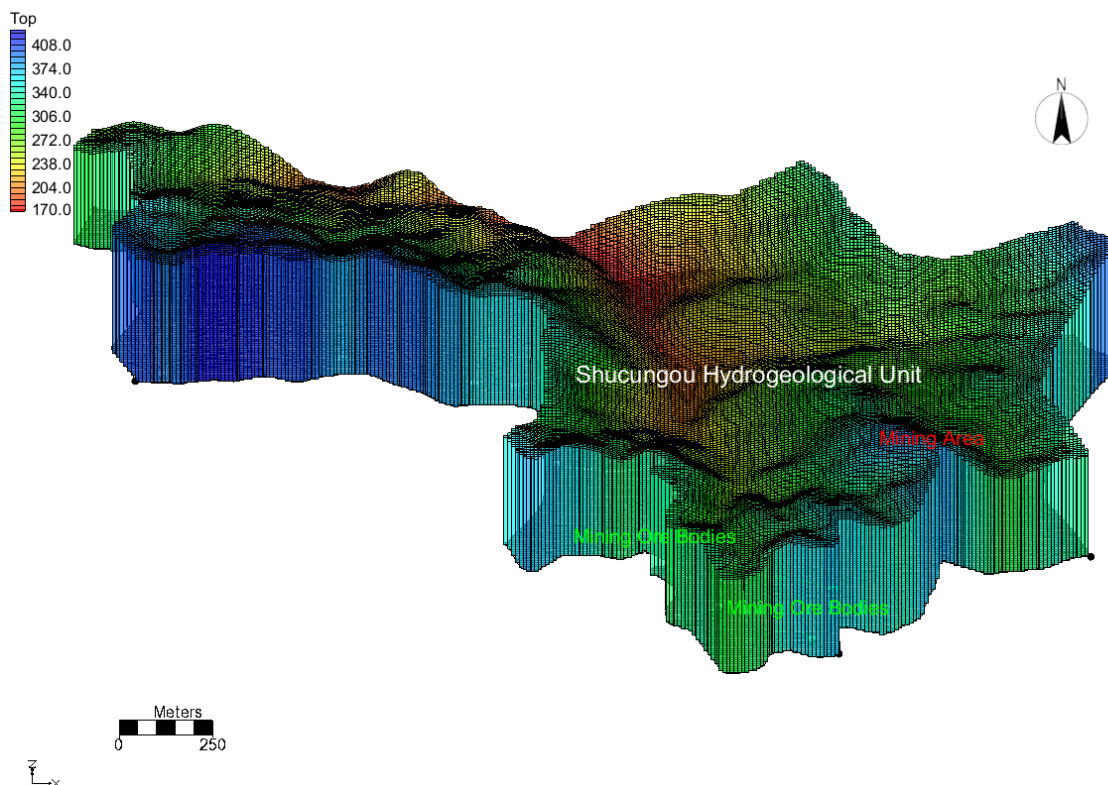


图4.5-12 数村溪次级水文地质单元地形

4.5.1.3 预测模型

1、预测模型

本项目地下水环境影响评价等级为一级，拟采用数值法进行预测，预测模型包为 Modflow 以及 MT3DMS。

(1) 地下水渗流数学模型

根据评价区水文地质概念模型，建立下列与之相适应的数学模型：

a) 控制方程

$$\mu_s \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) + W$$

式中： μ_s —— 贮水率，1/m；

h —— 水位，m；

K_x, K_y, K_z —— 分别为 x, y, z 方向上的渗透系数，m/d；

t —— 时间，d；

W —— 源汇项， m^3/d 。

b) 初始条件

$$h(x,y,z,t) = h_0(x,y,z) \quad (x,y,z) \in \Omega, t=0$$

式中： $h_0(x,y,z)$ ——已知水位分布；

Ω ——模型模拟区。

c) 边界条件

1) 第一类边界

$$h(x,y,z,t)|_{\Gamma_1} = h(x,y,z,t) \quad (x,y,z) \in \Gamma_1, t \geq 0$$

式中： Γ_1 ——一类边界；

$h(x,y,z,t)$ ——一类边界上的已知水位函数

2) 第二类边界

$$k \frac{\partial h}{\partial n} \Big|_{\Gamma_2} = q(x,y,z,t) \quad (x,y,z) \in \Gamma_2, t > 0$$

式中： Γ_2 ——二类边界；

k ——三维空间上的渗透系数张量；

n ——边界 Γ_2 的外法线方向；

$q(x,y,z,t)$ ——二类边界上已知流量函数。

3) 第三类边界

$$\left[k(h-z) \frac{\partial h}{\partial n} + \alpha h \right] \Big|_{\Gamma_3} = q(x,y,z)$$

式中： α ——已知函数；

Γ_3 ——三类边界；

k ——三维空间上的渗透系数张量；

n ——边界 Γ_3 的外法线方向；

$q(x,y,z)$ ——三类边界上已知流量函数。

(2) 地下水溶质运移数学模型

根据研究区地下水系统特征，本文对研究区内地下水溶质运移情况进行了分析，建立下列与之对应的地下水溶质运移方程：

$$R\theta \frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\theta D_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial}{\partial x_i} (\theta v_i C) - WC_s - WC - \lambda_1 \theta C - \lambda_2 \rho_b \bar{C}$$

$$R = 1 + \frac{\rho_b}{\theta} \frac{\partial \bar{C}}{\partial C}$$

式中：R ——迟滞系数，量纲为 1，

b ——介质密度， $\text{kg}/(\text{dm})^3$ ；

θ ——介质孔隙度，量纲为 1；

C ——组分的质量浓度， g/L ；

\bar{C} ——介质骨架吸附的溶质质量分数， g/kg ；

t ——时间，d； x,y,z ——空间位置坐标，m；

D_{ij} ——水动力弥散系数张量， m^2/d ；

v_i ——地下水渗流速度张量， m/d ；

W ——水流的源和汇， $1/\text{d}$ ； s C ——组分的浓度， g/L ；

λ_1 ——溶解相一级反应速率， $1/\text{d}$ ；

λ_2 ——吸附相反应速率， $1/\text{d}$

b) 初始条件

$$C(x, y, z, t) = C_0(x, y, z) \quad (x, y, z) \in \Omega, t = 0$$

式中： $C_0(x, y, z)$ ——已知浓度分布

Ω ——模型模拟区域

c) 定解条件

1) 第一类边界——给定浓度边界

$$C(x, y, z, t) \Big|_{\Gamma_1} = c(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_1, t \geq 0$$

式中： Γ_1 ——表示给定浓度边界；

$C(x, y, z, t)$ ——定浓度边界上的浓度分布。

2) 第二类边界——给定弥散通量边界

$$\theta D_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_j} \Big|_{\Gamma_2} = f_i(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_2, t \geq 0$$

式中： Γ_2 ——通量边界；

$f_i(x,y,z,t)$ ——边界 Γ_2 上已知的弥散通量函数。

3) 第三类边界——给定溶质通量边界

$$\left(\theta D_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_j} - q_i C \right) \Big|_{\Gamma_3} = g_i(x,y,z,t) \quad (x,y,z) \in \Gamma_3, t \geq 0$$

式中： Γ_3 ——混合边界；

$g_i(x,y,z,t)$ —— Γ_3 上已知的对流—弥散总的通量函数。

2、模型参数

(1) 边界条件

根据含水岩组的分布、评估区边界上的地下水流特征、地下水与地表水的水力联系等，将评估区边界概化为给定地下水水头的一类边界、给定侧向径流量的二类边界或给定地下水侧向流量与水位关系的三类边界。

在本项目的所处的次级水文地质单元评估区内将西侧、南侧模型边界作为给定侧向径流量的二类边界，由于概化模型中无地下水定水头的一类边界，本次预测的模型以各个次级水文地质单元内的溪沟为各次级单元的排泄边界。

(2) 源汇项

1) 水流模型源汇项

①降雨入渗

预测范围内的地下水补给来源主要为降雨补给，降雨量采取年均降雨量平均值 1.201m。

2) 污染物迁移模拟的内部源汇项

迁移模拟的内部源汇项通过不同的源浓度设置方式（源函数）代表溶质进入含水层的过程和溶质浓度随时间变化的特征。常见的源函数形式包括以下四种：连续源载入，浓度为常数；连续源载入，浓度随时间变化（阶梯函数）；连续源载入，浓度衰减；脉冲载入（短期）。在实际应用中可通过以下方式进行设置：

①定浓度污染源：对应连续源载入，浓度为常数的情况，一般用于渗漏结构模拟，如垃圾填埋场、矿山废料堆场、渗坑、渗滤床、排水沟、残留的非水相污染物等持续

产生沥出物/液的污染源，并且污染物浓度存在上限的情况。污染物浓度即为溶质的溶解度，由定浓度方式所定义的源项进入系统的溶质质量由水流模型决定。

②补给浓度污染源：对应连续源载入，浓度随时间变化的情况，由于源汇项的水流入渗条件或污染物排放浓度存在时空差异，可将上述定浓度边界条件与水流模型中的水力边界（通常为水流补给强度）耦合，通过调整补给浓度、补给强度、持续时间，定义可确定输入量和输入时长的污染源。

③初始浓度：浓度逐渐衰减的情况，用于受污染地下水体本身为污染源的情况，可在污染源项的单元格设置初始浓度的方式来实现现状污染源的定义。

④定质量污染源：对应脉冲载入式的短期污染源，可用于模拟短时污染事故发生造成的后果。由于瞬时排放，之后不再有污染物进入系统，可在指定为源项的单元格设置一定的溶质总量，具体数值根据模型单元格的物理特征（长宽高、孔隙度、容重等）仔细核算事故排放时段内进入含水层的溶质总量，需尽量贴近实际情况。此外，根据污染物属性分析是否存在土壤对污染物的吸附作用，如存在需估算事故排放物质总量分布在溶解相和固相上的分配比例。

根据泄漏事故情景设置，本次预测的污染物迁移模拟的内部源汇项类型设置为“①定浓度污染源”型。

3、参数分区

水文地质参数分区原则主要参考地层岩性和钻孔抽水试验资料，按含水介质、地形地貌、地下水流场等特征进行划分。模型中水文地质参数初始值主要为渗透系数 K 值和给水度 μ 值、降雨入渗值 a 值，各水文地质参数根据评价区内进行的水文地质试验的结果，结合岩性特征和经验值给定初始值。

各次级水文地质单元参数划分如下。

a) 屯垌溪次级水文地质单元

屯垌溪次级水文地质单元预测参数见下表。

表4.5-7 模拟预测水文地质参数

参数分区	地层类型	主轴方向渗透系数(m/d)	给水度	降雨入渗补给系数	孔隙度	纵向弥散度(m/d)	横向弥散度(m/d)
		K_x	μ	a	n	a_l	a_t
① 区	粘土化熔岩（含粘性土粉砂）、稀土矿（含粘性土粗砂）	1.90E-03	0.1	0.1	0.345	300	30
② 区	微~中风化流纹质	1.19E-04	0.005	0.08	0.023	300	30

参数分区	地层类型	主轴方向渗透系数(m/d)	给水度	降雨入渗补给系数	孔隙度	纵向弥散度(m/d)	横向弥散度(m/d)
		K_x	μ	a	n	a_l	a_t
	角砾熔岩						

注：1.渗透系数取值通过抽水试验数据输入 moldflow 软件进行调参，最后预测模型取值为模型中拟合最好的参数；2.纵向弥散度的取值与观测尺度之间存在一定的关系，根据 Gelhar (1992) 的研究成果（见下图），对应项目地下水类型及含水层岩性，结合地下水预测评价的评价范围需求，评价范围内的含水层介质为裂隙介质，本次预测的观测尺度取 2000m，对应的纵向弥散度约为 300m；横向弥散系数取纵向弥散系数的 0.1 计算。

b) 数村溪次级水文地质单元

数村溪次级水文地质单元预测参数见下表。

表4.5-8 模拟预测水文地质参数

参数分区	地层类型	主轴方向渗透系数(m/d)	给水度	降雨入渗补给系数	孔隙度	纵向弥散度(m/d)	横向弥散度(m/d)
		K_x	μ	a	n	a_l	a_t
① 区	粘土化熔岩（含粘性土粉砂）、稀土矿（含粘性土粗砂）	9.20E-03	0.1	0.1	0.345	300	30
② 区	微~中风化流纹质角砾熔岩	6.63E-05	0.005	0.08	0.023	300	30

注：1.渗透系数取值通过抽水试验数据输入 moldflow 软件进行调参，最后预测模型取值为模型中拟合最好的参数；2.纵向弥散度的取值与观测尺度之间存在一定的关系，根据 Gelhar (1992) 的研究成果（见下图），对应项目地下水类型及含水层岩性，结合地下水预测评价的评价范围需求，评价范围内的含水层介质为裂隙介质，本次预测的观测尺度取 2000m，对应的纵向弥散度约为 300m；横向弥散系数取纵向弥散系数的 0.1 计算。

4、污染物背景值取值

各个预测因子背景值根据环境质量现状监测结果，取值为其最大值。各预测因子背景值取值见下表。

表4.5-9 污染物背景值

预测因子		背景值浓度 (mg/L)	评价标准 (mg/L)
屯垌溪次级水文地质单元	硫酸盐	64.45~863	≤250
	Mg	18.0	/
	As	0.00015*	≤0.01
	Pb	0.0005*	≤0.01
	Cd	0.0005	≤0.005
	Na	18.7	≤200
	氨氮	0.32~59.8	≤0.5
数村沟水文地质单元	硫酸盐	48.83	≤250
	Mg	2.20	/
	As	0.0023	≤0.01
	Pb	0.0005*	≤0.01
	Cd	0.00005*	≤0.005
	Na	10.28	≤200

	氨氮	0.1875~0.91	≤0.5
注：1.环境背景值取拟预测矿体处地下水监测值；2.“*”为该因子的检出限的一半取值。			

4.5.1.4 水流模型校准与验证

应用初步确认的输入条件及参数设置完成模型构建工作后，需开展模型校准，通过调整模型输入参数的取值或参数结构，使模型输出变量与野外观测值的误差达到一定的精度要求，表征模型可以基本准确地反映客观实际。模型输出变量可以为水头、流量、浓度、污染物运移时间、污染物去除率等指标。校准依据为：实现模拟的地下水流场或污染羽形态、范围、方向等主要特征与实际情形基本一致；校准后的水文地质参数要符合实际水文地质条件；迁移模型参数符合溶质运移特征或污染物属性。校准数据的选用需遵循数据代表地下水水文特征和地下水环境污染特征的基本原则。对于一般稳定流模型的校准，至少需要一个水文年内的平水期一期水位数据或者一个完整水文年多期水位数据的有效。

预测模型预测水位校准采用本次调查期水位（2023.7 及 2023.10）作为基准，本次预测模拟初始流场见下图。

① 屯垌溪次级水文地质单元

模拟初始流场见下图。

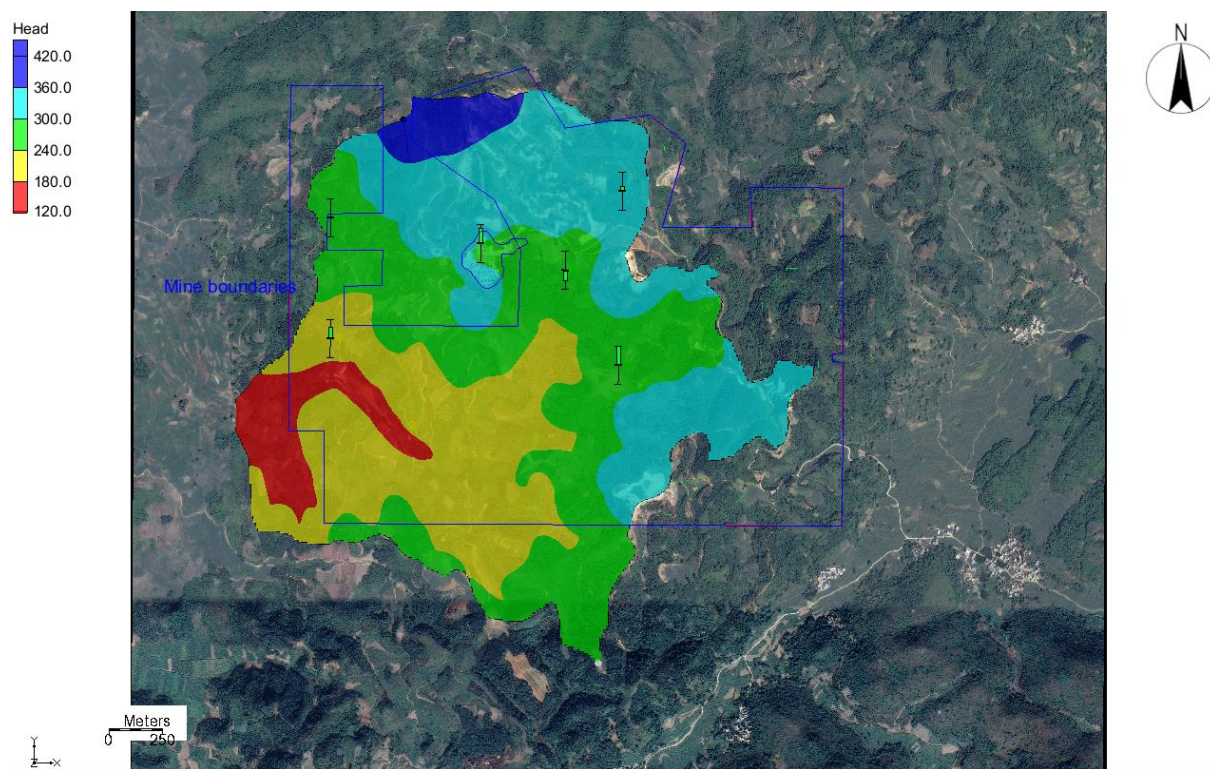


图4.5-13 屯垌溪次级水文地质单元模拟初始流场

模拟流场与实际流场情况基本吻合。由模拟的初始地下水流场与实际观察流场进行分析，两者的流场情况基本一致。将得到的模拟流场水位数据与实际观测水位（丰水期及枯水期）数据做对比，模拟水位与实际观测水位拟合较好，模拟水头值在 95% 置信区间以内，可达到《地下水污染模拟预测评估技术指南》中对拟合误差小于 10% 的要求，可用于 MT3DMS 的溶质运移模拟过程。

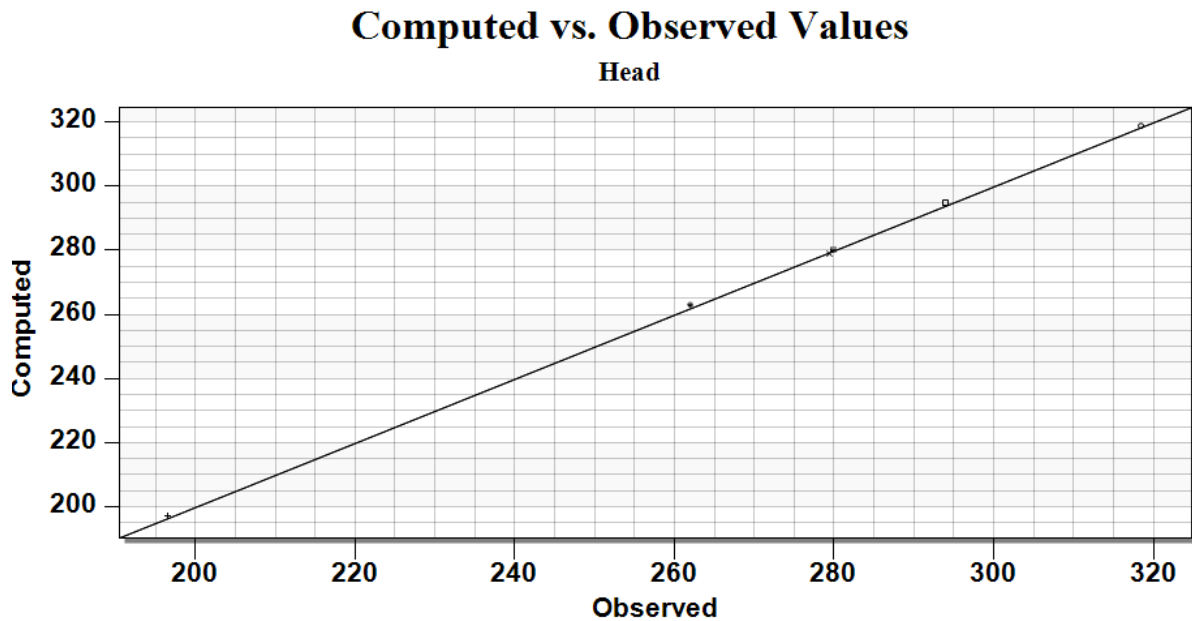


图4.5-14 模拟水位与观测水位拟合程度

②数村溪次级水文地质单元

数村溪次级水文地质单元模拟初始流场见下图。

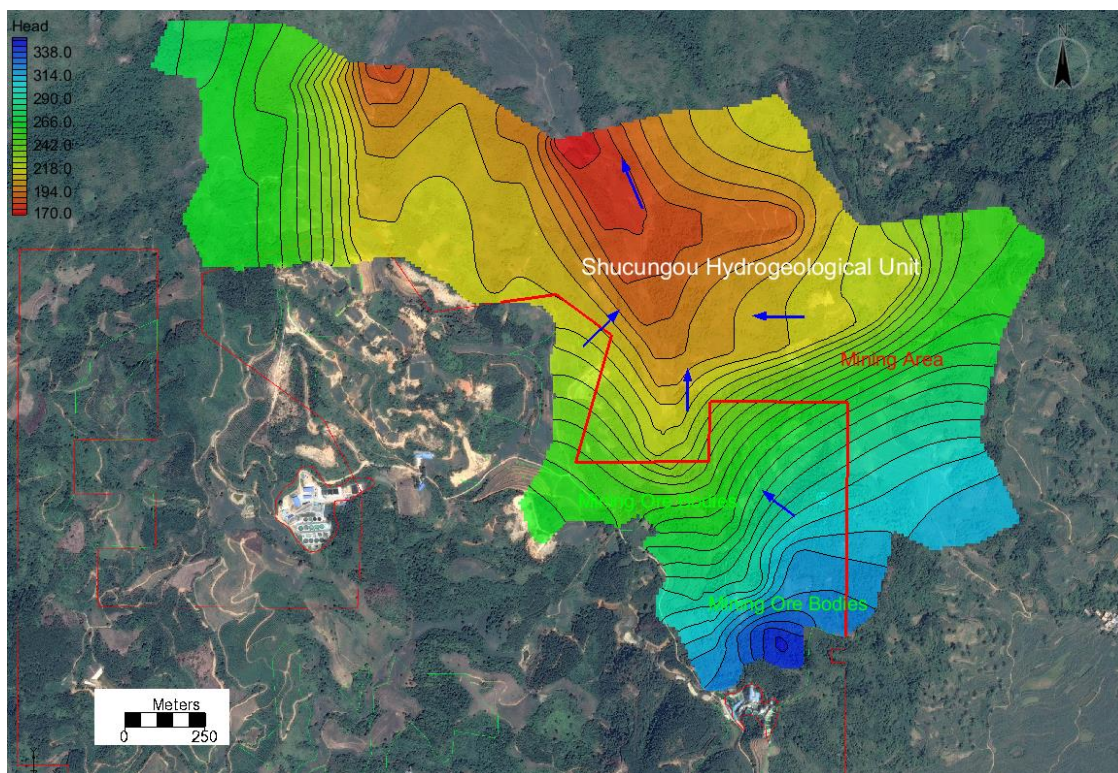


图4.5-15 数村溪次级水文地质单元模拟初始流场

模拟流场与实际流场情况基本吻合。由模拟的初始地下水流场与实际观察流场进行分析，两者的流场情况基本一致。将得到的模拟流场水位数据与实际观测水位（丰水期及枯水期）数据做对比，模拟水位与实际观测水位拟合较好，模拟水头值在 95% 置信区间以内，可达到《地下水污染模拟预测评估技术指南》中对拟合误差小于 10% 的要求，可用于 MT3DMS 的溶质运移模拟过程。

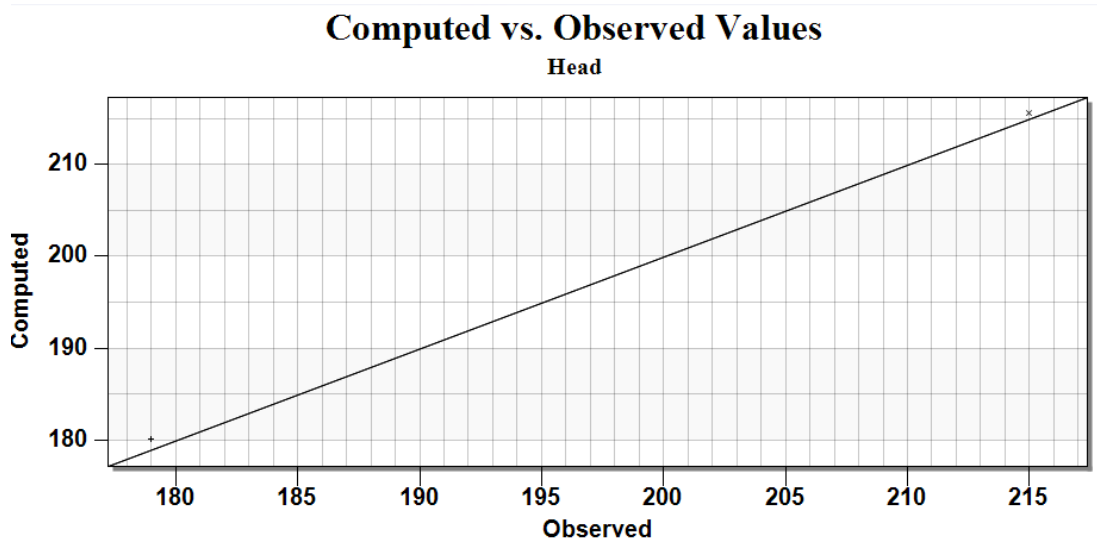


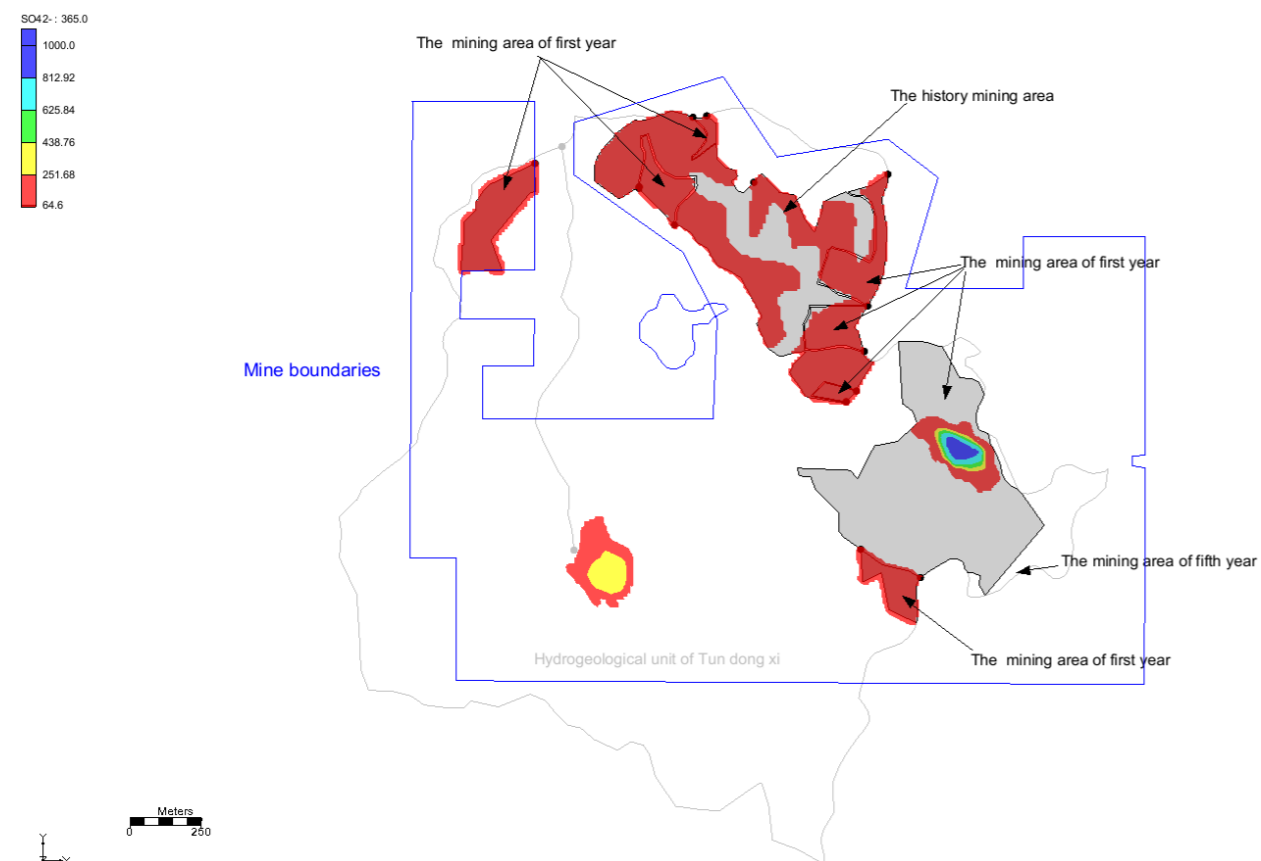
图4.5-16 模拟水位与观测水位拟合程度

4.5.1.5 正常工况下屯垌溪次级水文地质单元预测结果

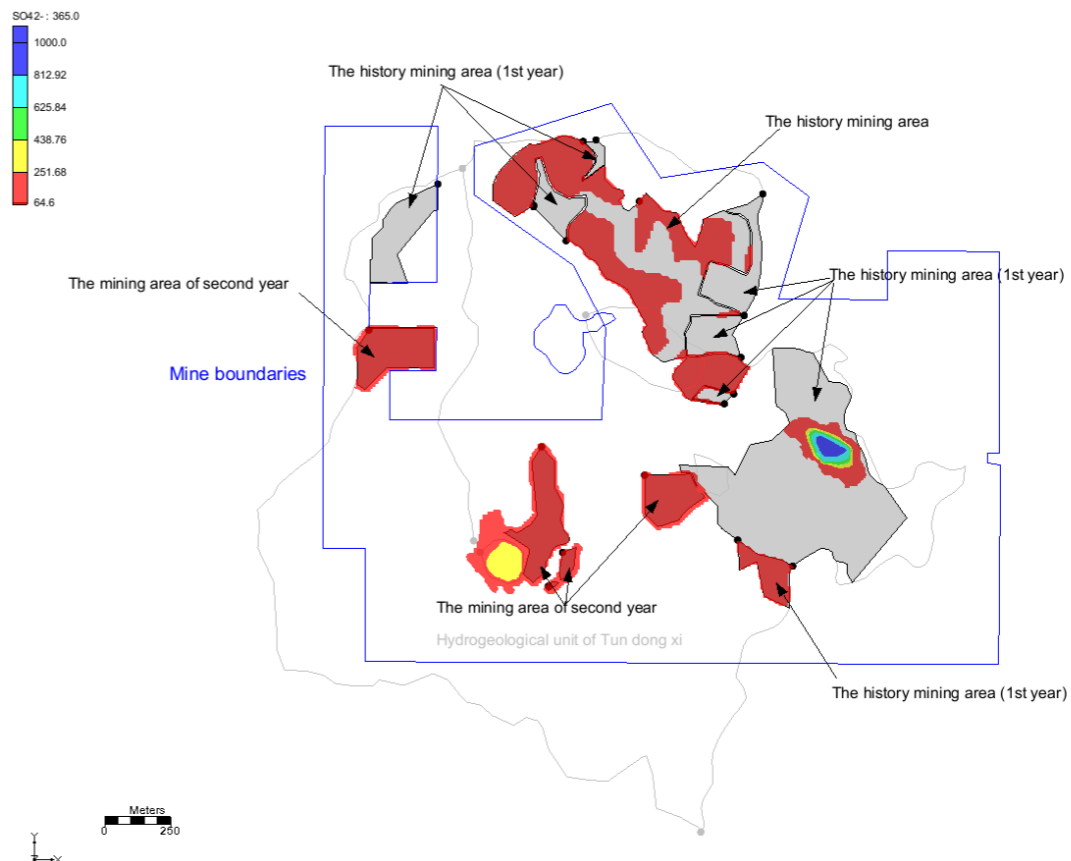
1、硫酸盐预测结果

(1) 单个矿体开采期间预测结果

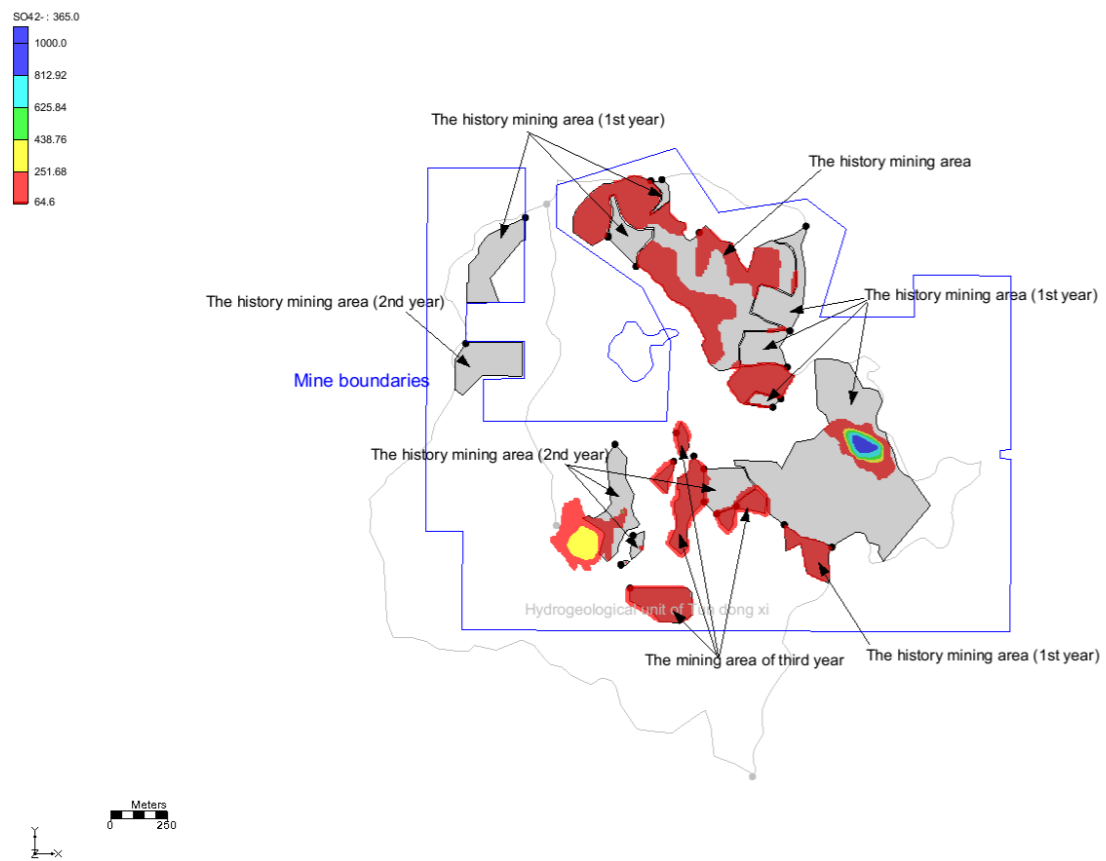
各个开采矿体在开采期间泄露注液中的硫酸盐造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体在其开采期间造成的硫酸盐污染羽浓度变化范围为 65.0mg/L（第 60 天）~13.13mg/L（第 365 天），最高浓度为 13.13mg/L，均低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中硫酸盐标准限值，未造成区域地下水污染。



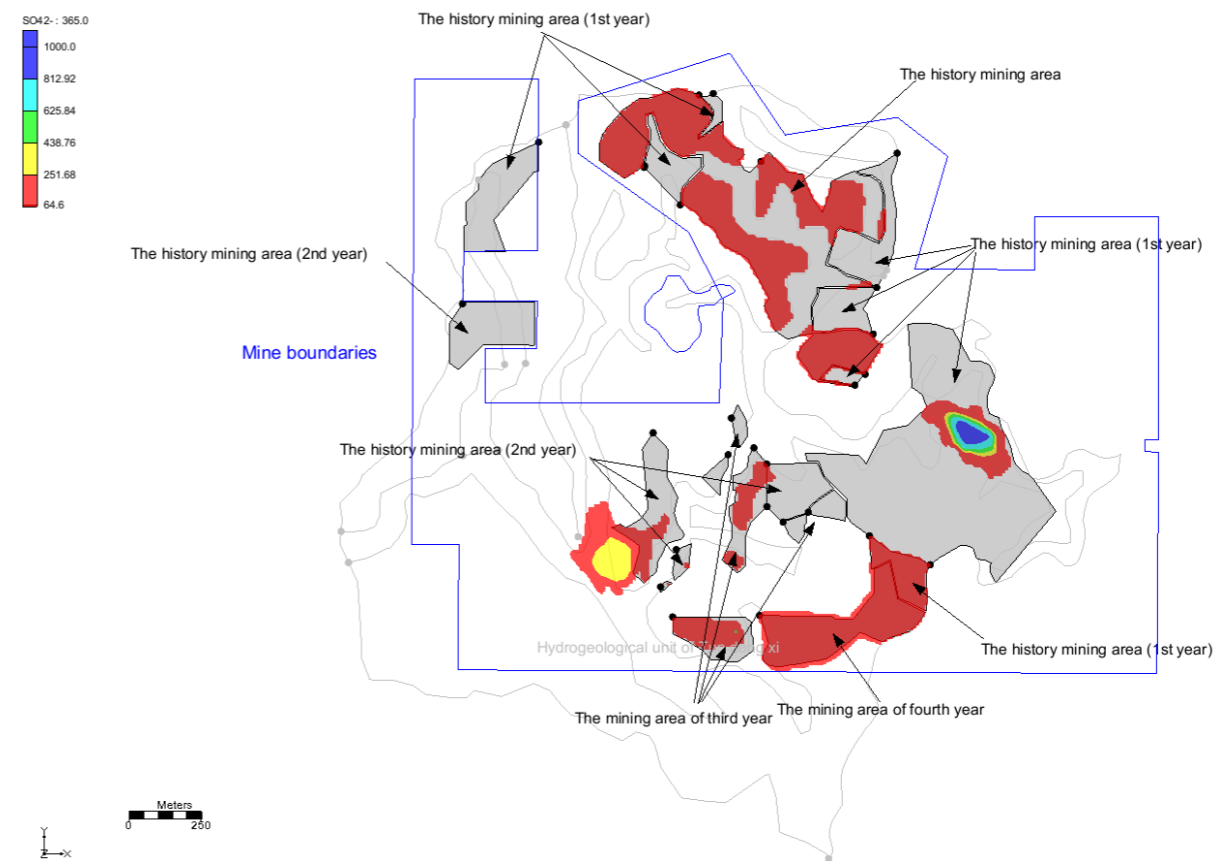
第一年生产矿体硫酸盐预测结果



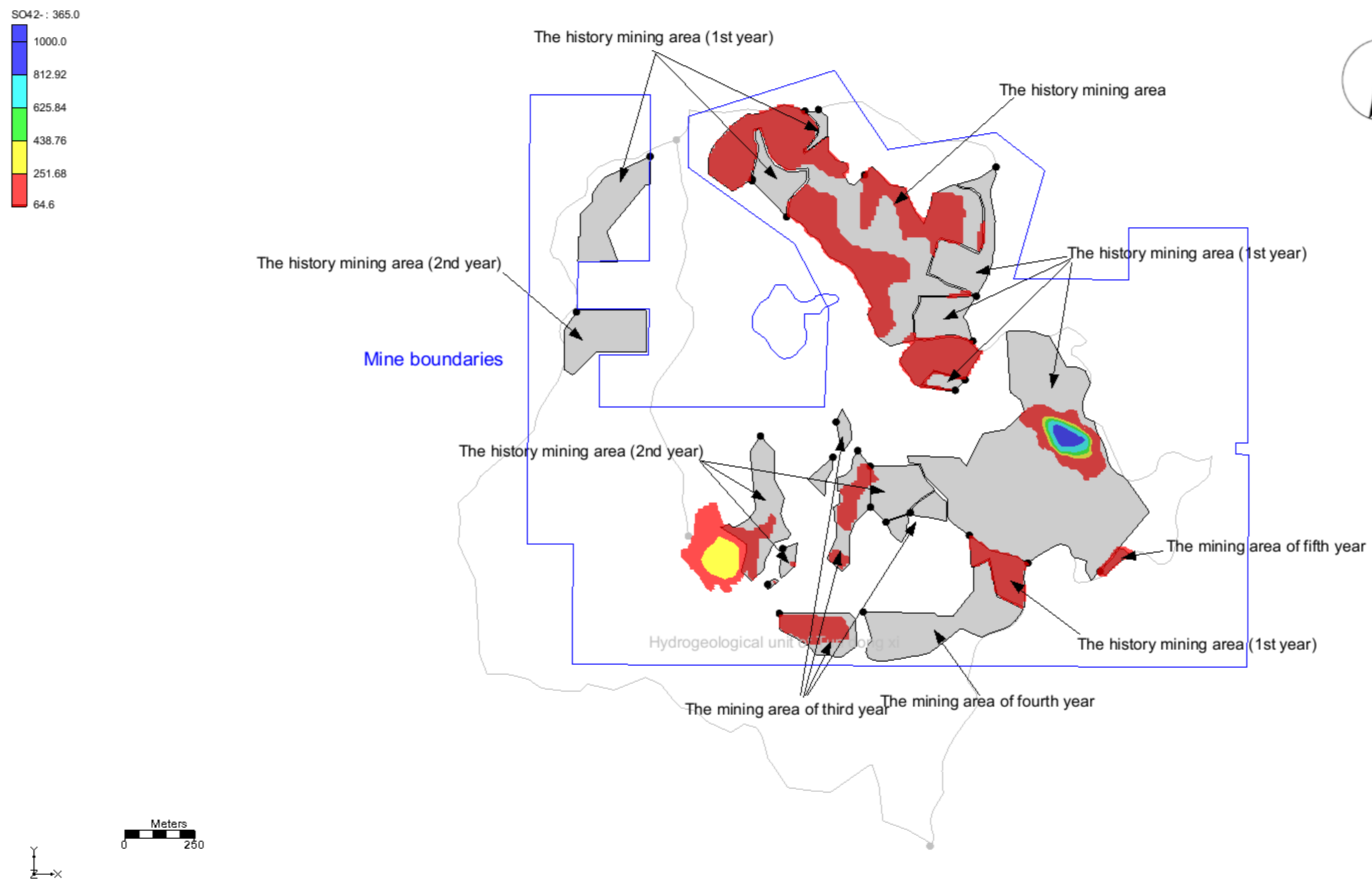
第二年生产矿体硫酸盐预测结果



第三年生产矿体硫酸盐预测结果



第四年生产矿体硫酸盐预测结果



第五年生产矿体硫酸盐预测结果
图4.5-17 各矿体开采期间硫酸盐预测结果

(2) 闭矿期

采区各开采矿体在闭矿后渗滤液的硫酸盐造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的硫酸盐污染羽浓度变化范围为 64.57mg/L~66.83mg/L，最高浓度为 66.83mg/L，低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中III类水中硫酸盐标准限值，未造成区域地下水污染。出现超标的矿体为背景值超标区域，超标范围均在矿区范围内，未造成矿区外地下水环境污染。

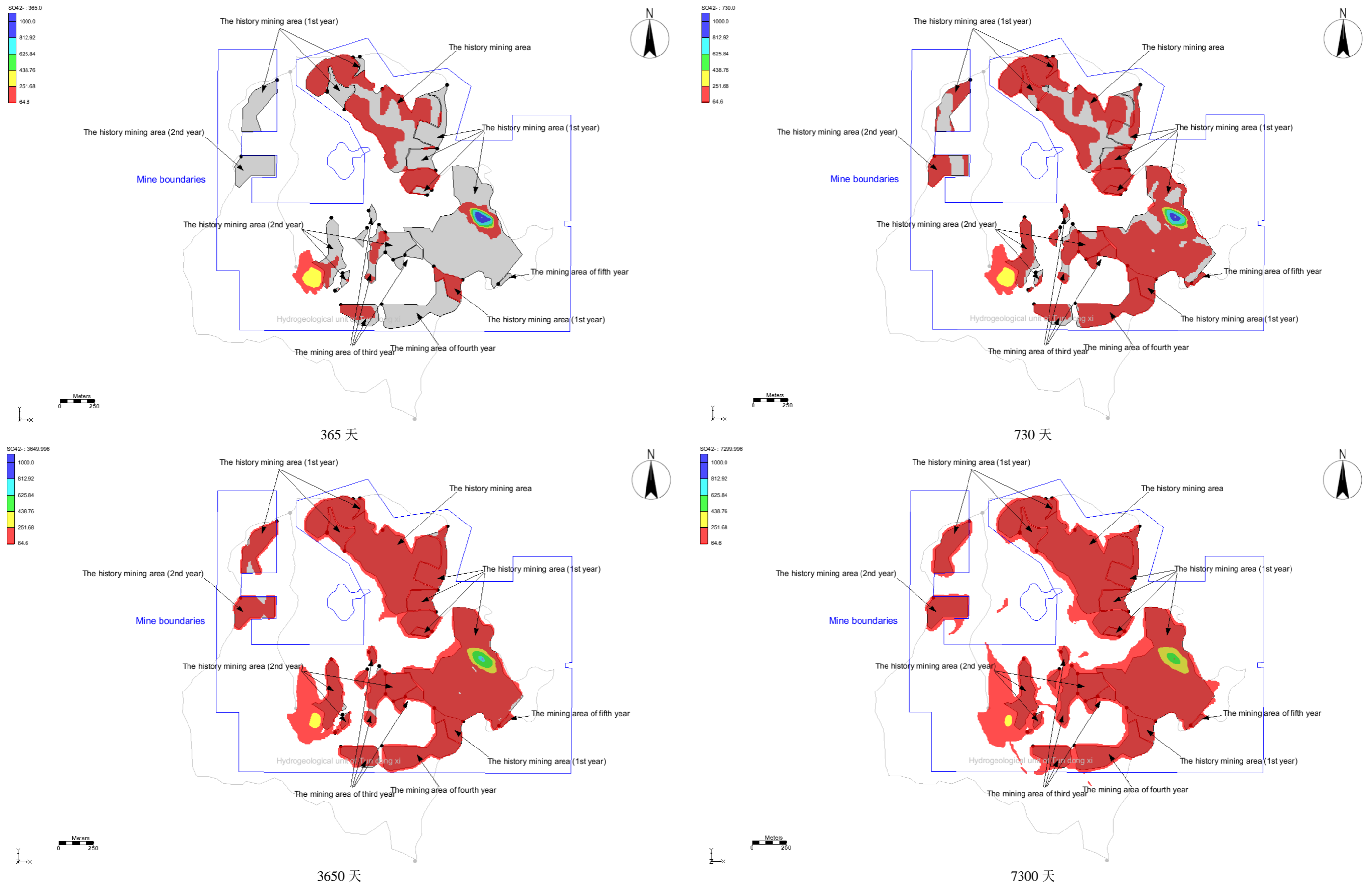
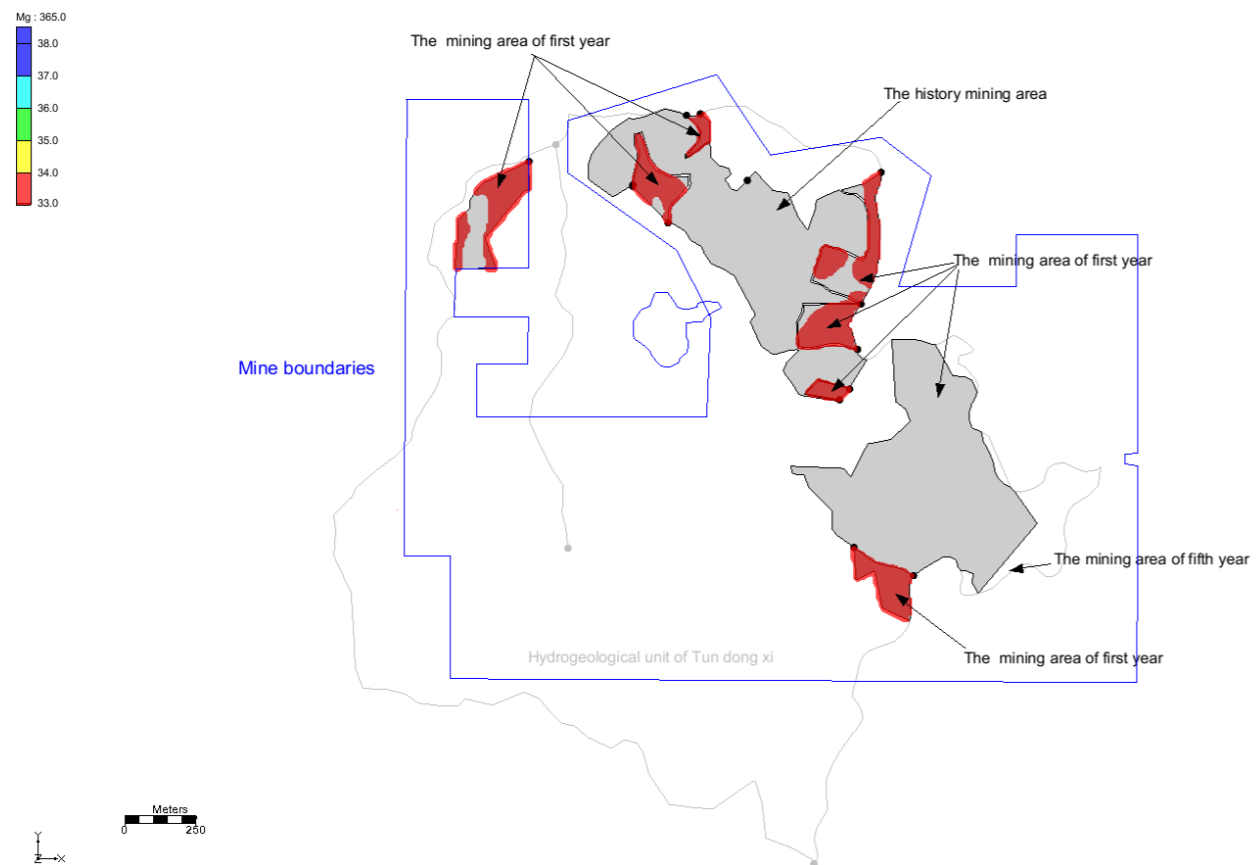


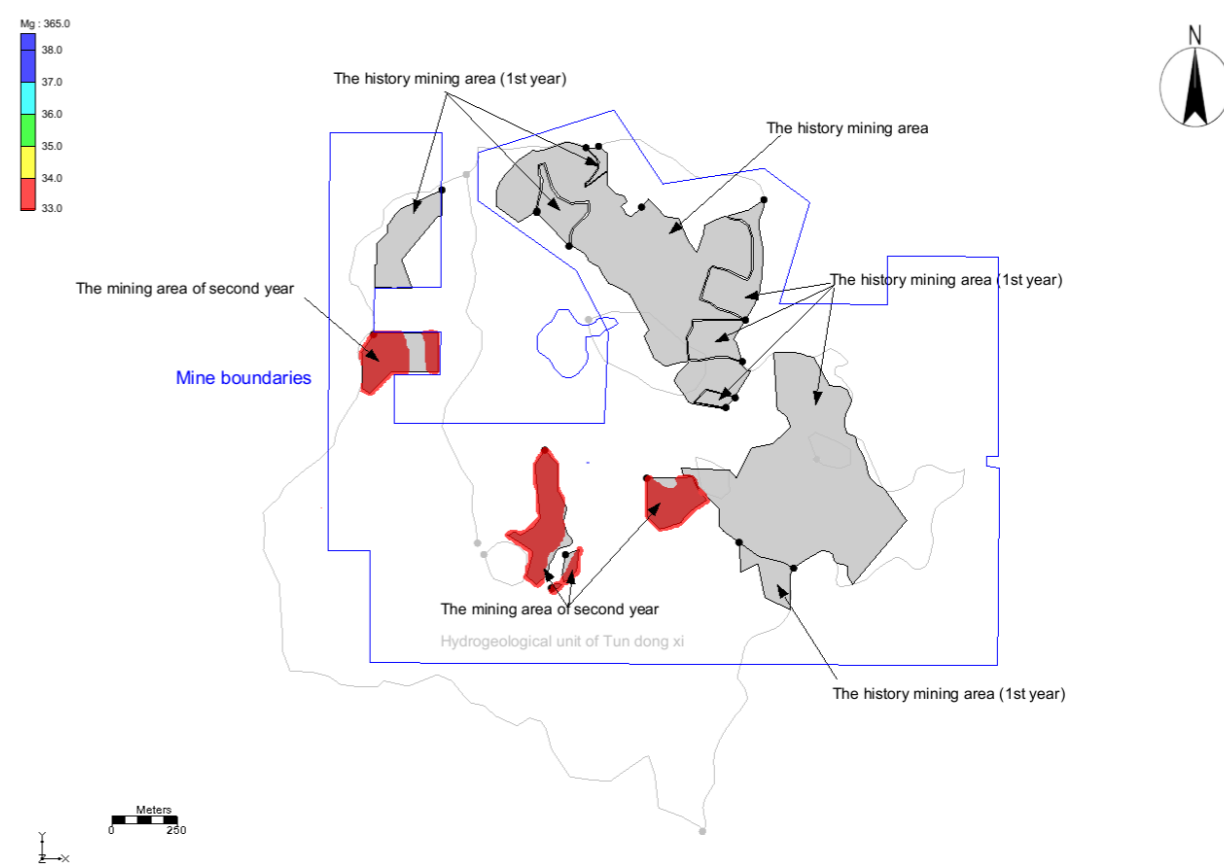
图4.5-18 闭矿期（365天~7300天）硫酸盐预测结果

2、Mg 预测结果

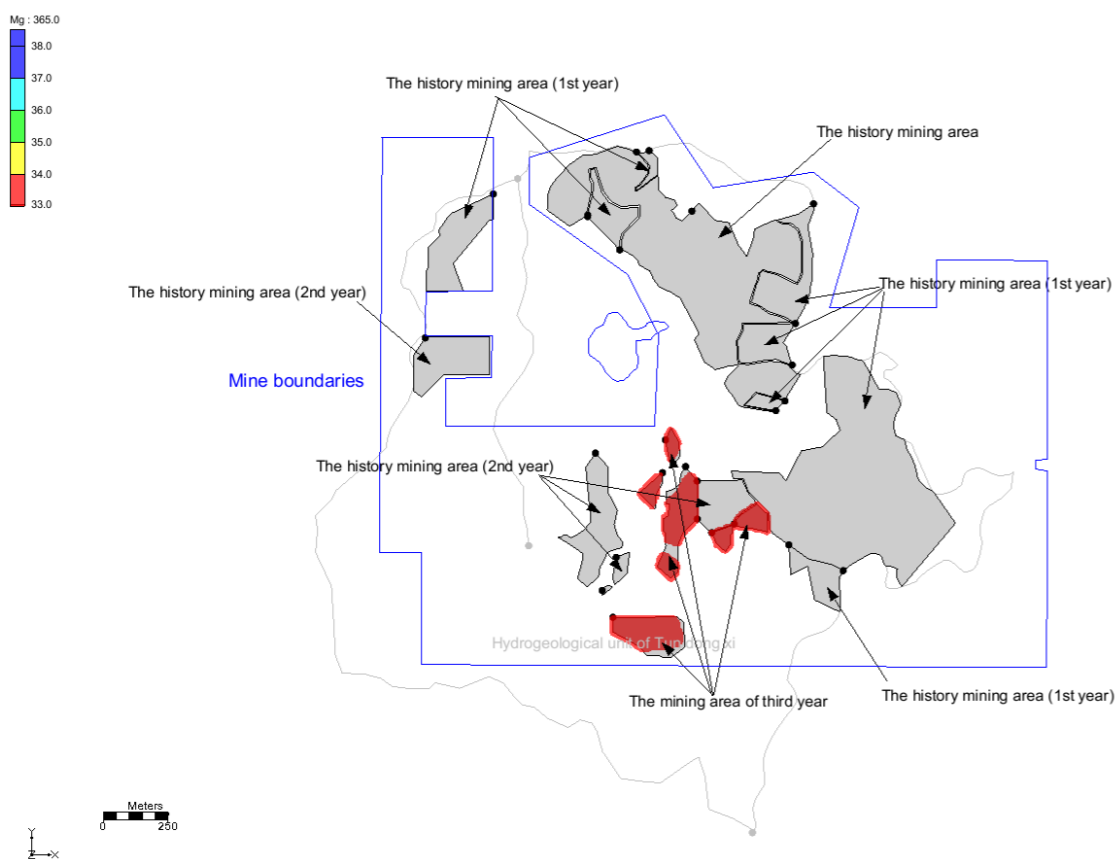
各个开采矿体在开采期间泄露注液中的硫酸盐造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个开采矿体泄露注液中的 Mg 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的污染羽浓度变化范围为 33.00mg/L（第 60 天）~33.17mg/L（第 365 天），最高浓度为 33.17mg/L，相较于本底值（32.93 mg/L），开采时对地下水环境的镁离子的浓度增量贡献较少。



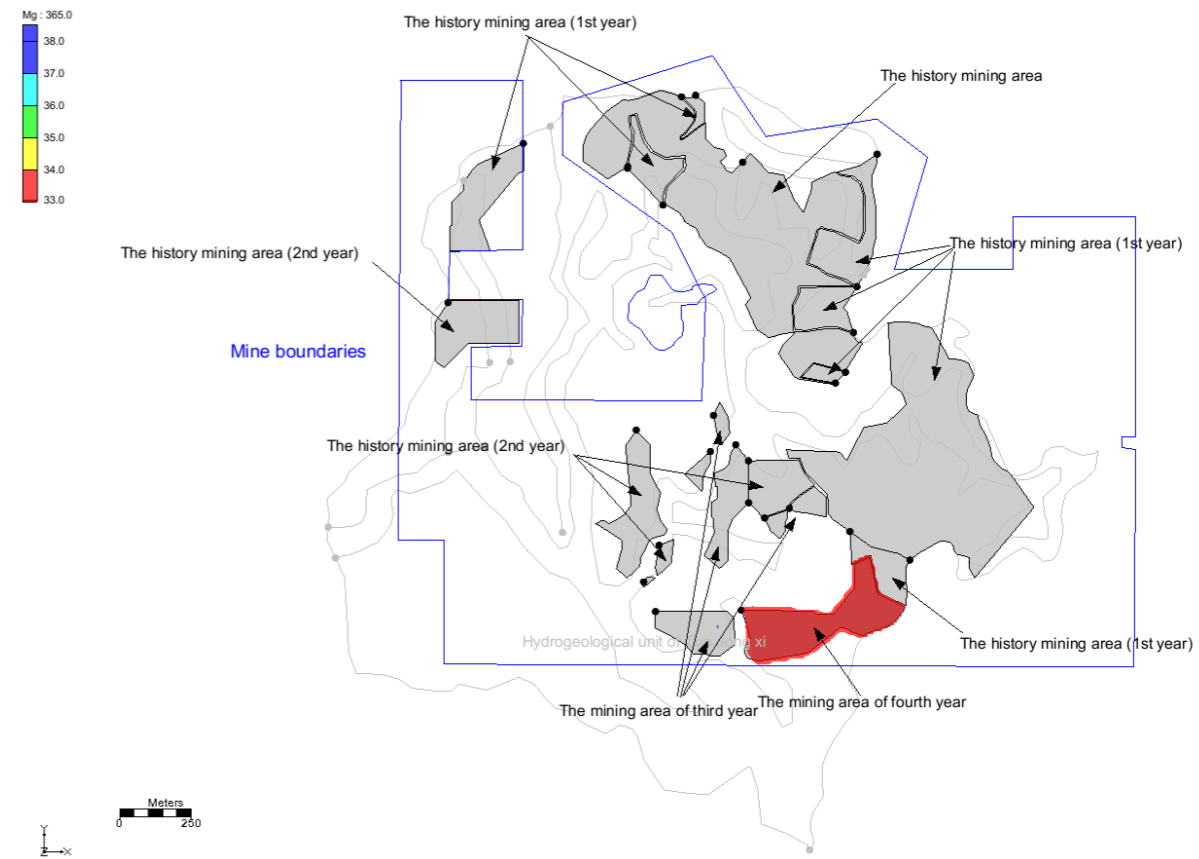
第一年生产矿体 Mg 预测结果



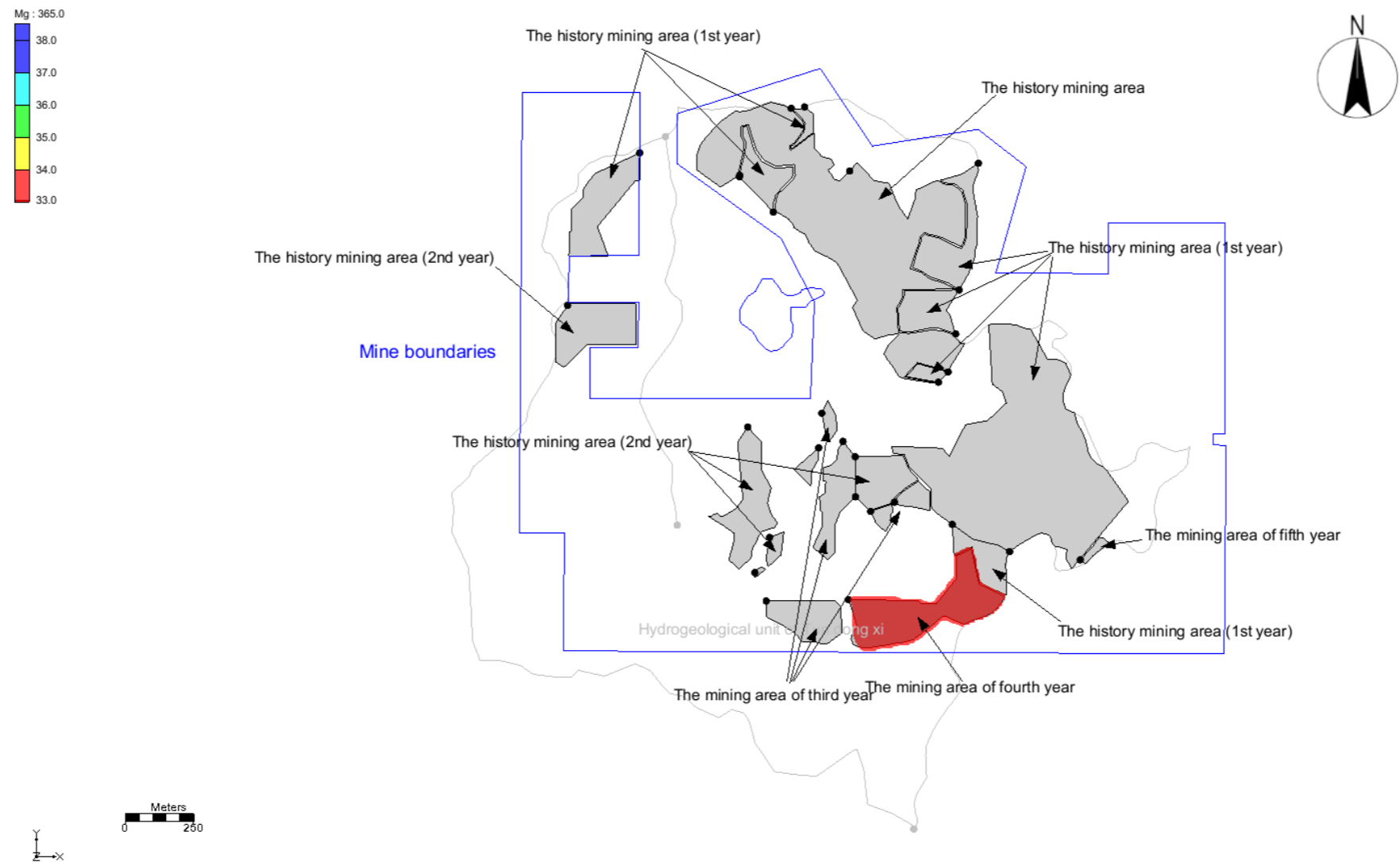
第二年生产矿体 Mg 预测结果



第三年生产矿体 Mg 预测结果



第四年生产矿体 Mg 预测结果



第五年生产矿体 Mg 预测结果
图4.5-19 各矿体开采期间 Mg 预测结果

(2) 闭矿期

采区各开采矿体在闭矿后渗滤液的镁造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的镁污染羽浓度变化范围为 32.97mg/L（第 60 天）~33.28mg/L（第 365 天），最高浓度为 33.28mg/L，相较于本底值（32.93 mg/L），开采时对地下水环境的镁离子的浓度增量贡献较少。

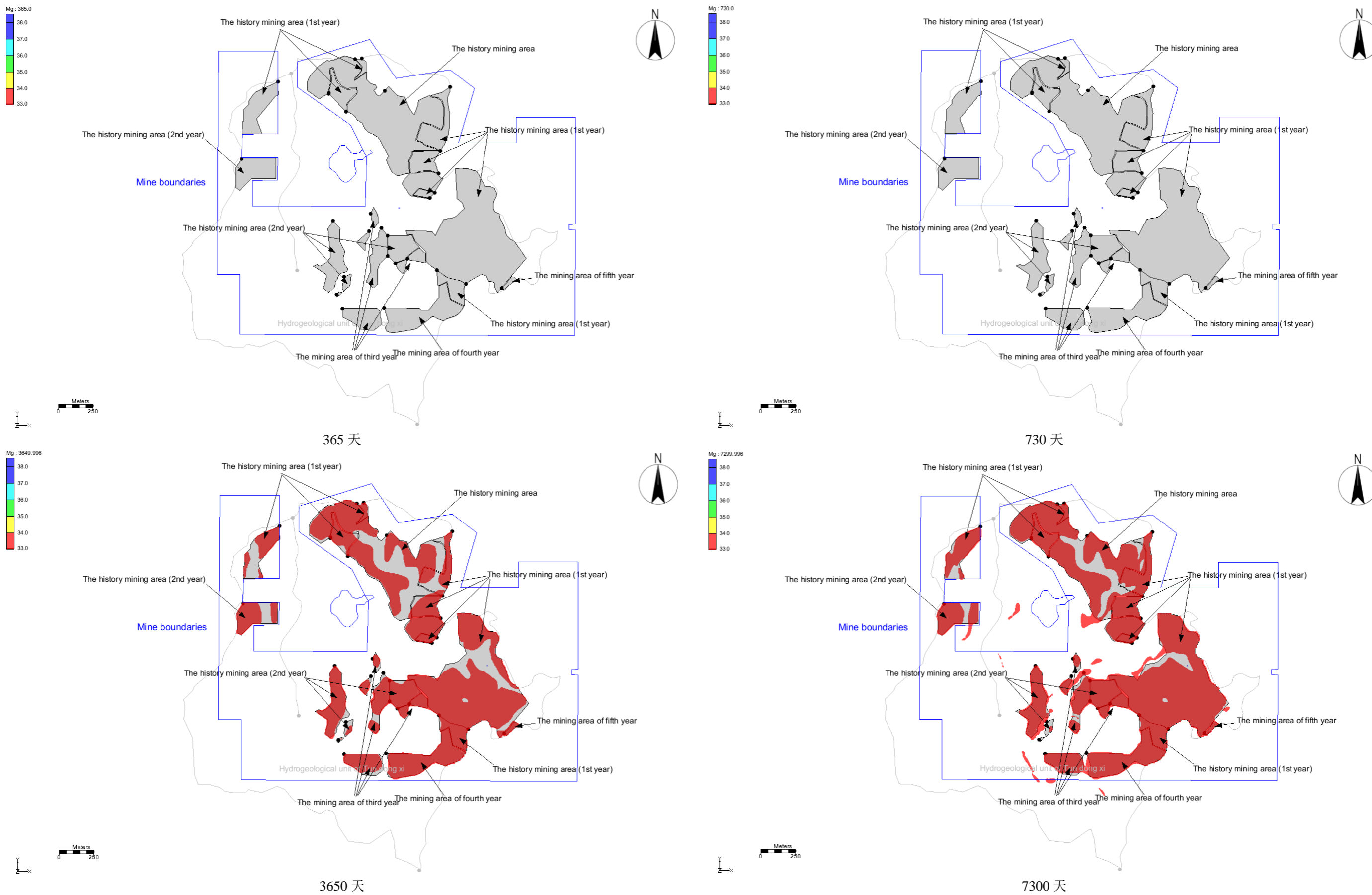
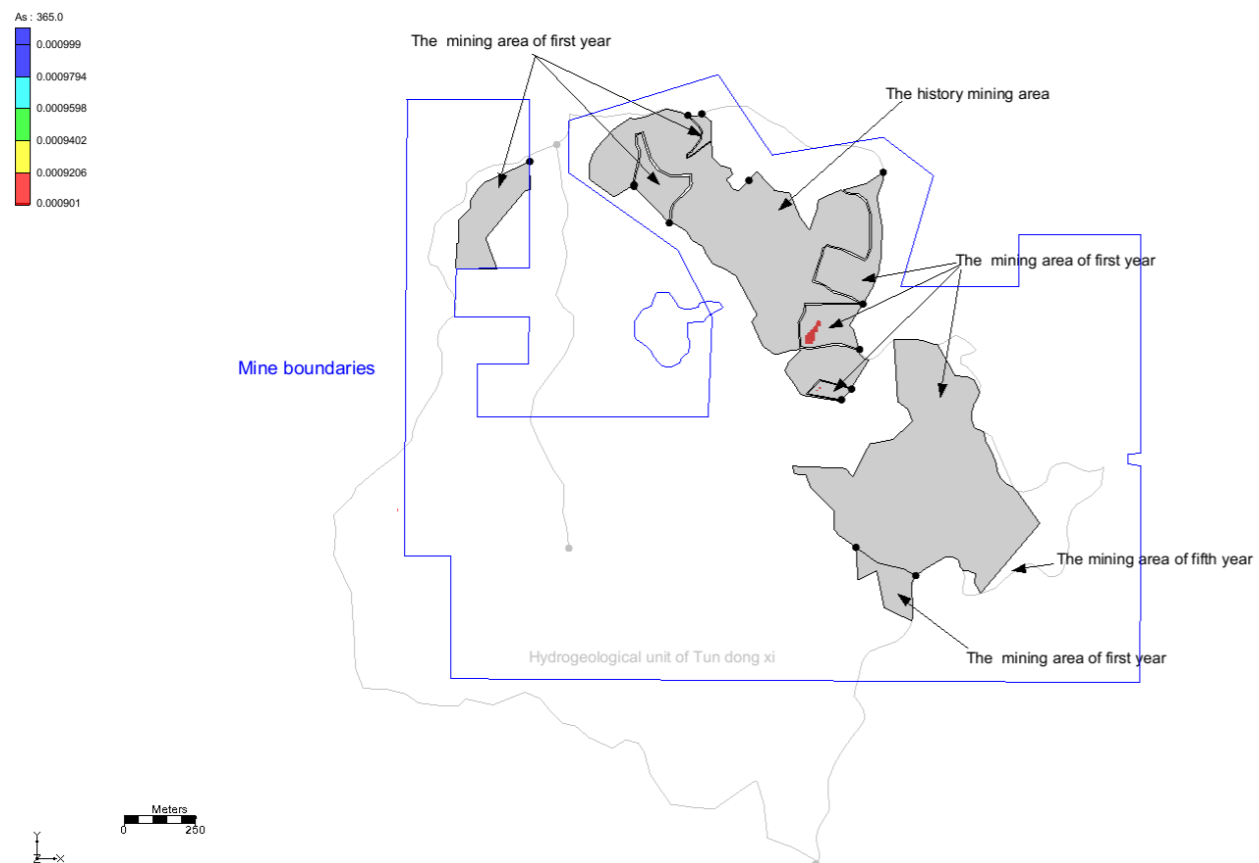


图4.5-20 闭矿期（365天~7300天）Mg 预测结果

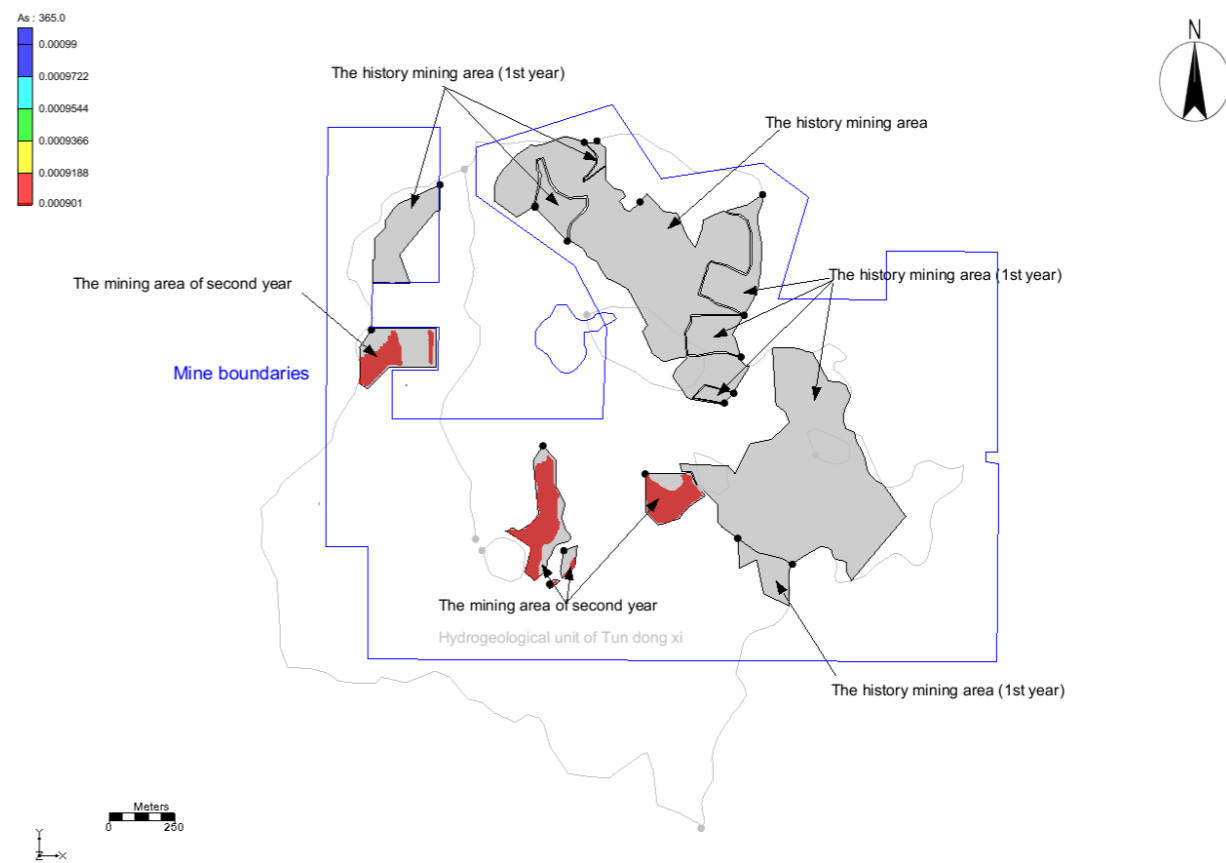
3、As 预测结果

(1) 单个矿体开采期间预测结果

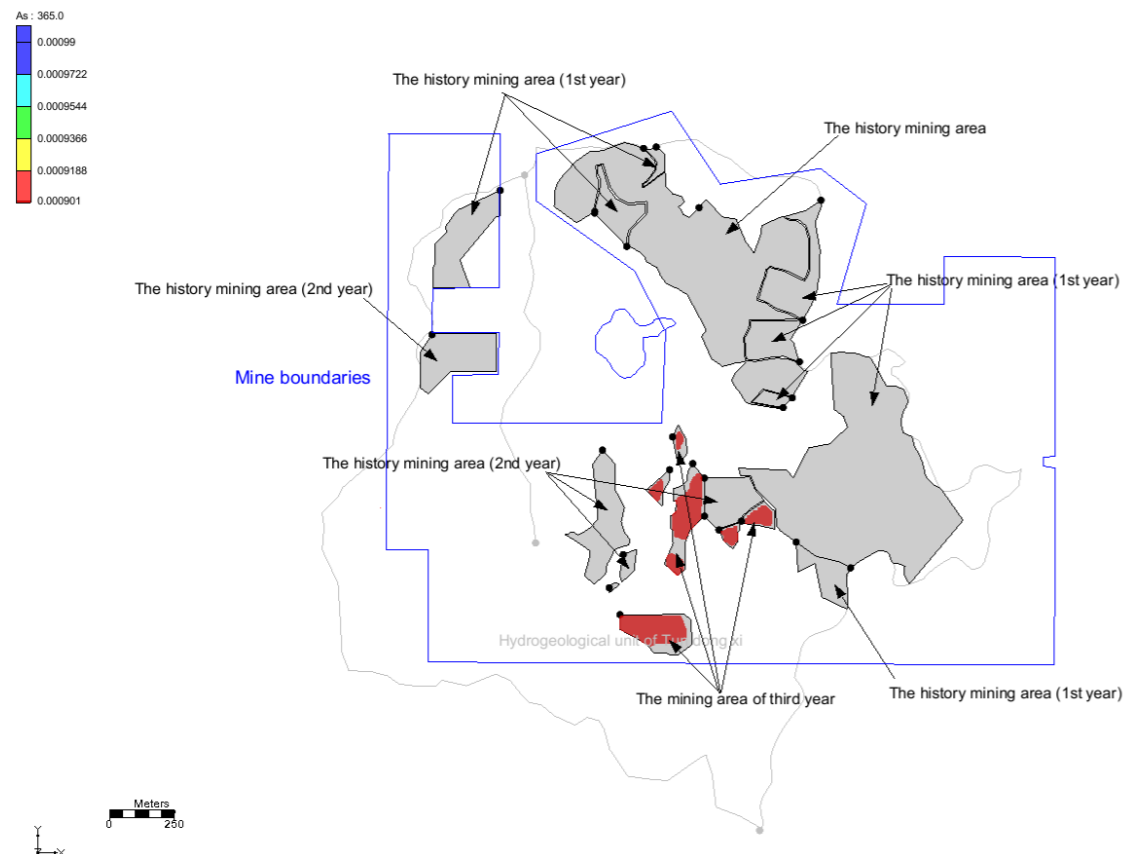
各个开采矿体在开采期间泄露注液中的硫酸盐造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体在其开采期间造成的 As 污染羽浓度变化范围为 0.0008993mg/L（第 60 天）~0.0008995mg/L（第 365 天），最高浓度为 0.0008995mg/L，均低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 As 标准限值，未造成区域地下水污染。



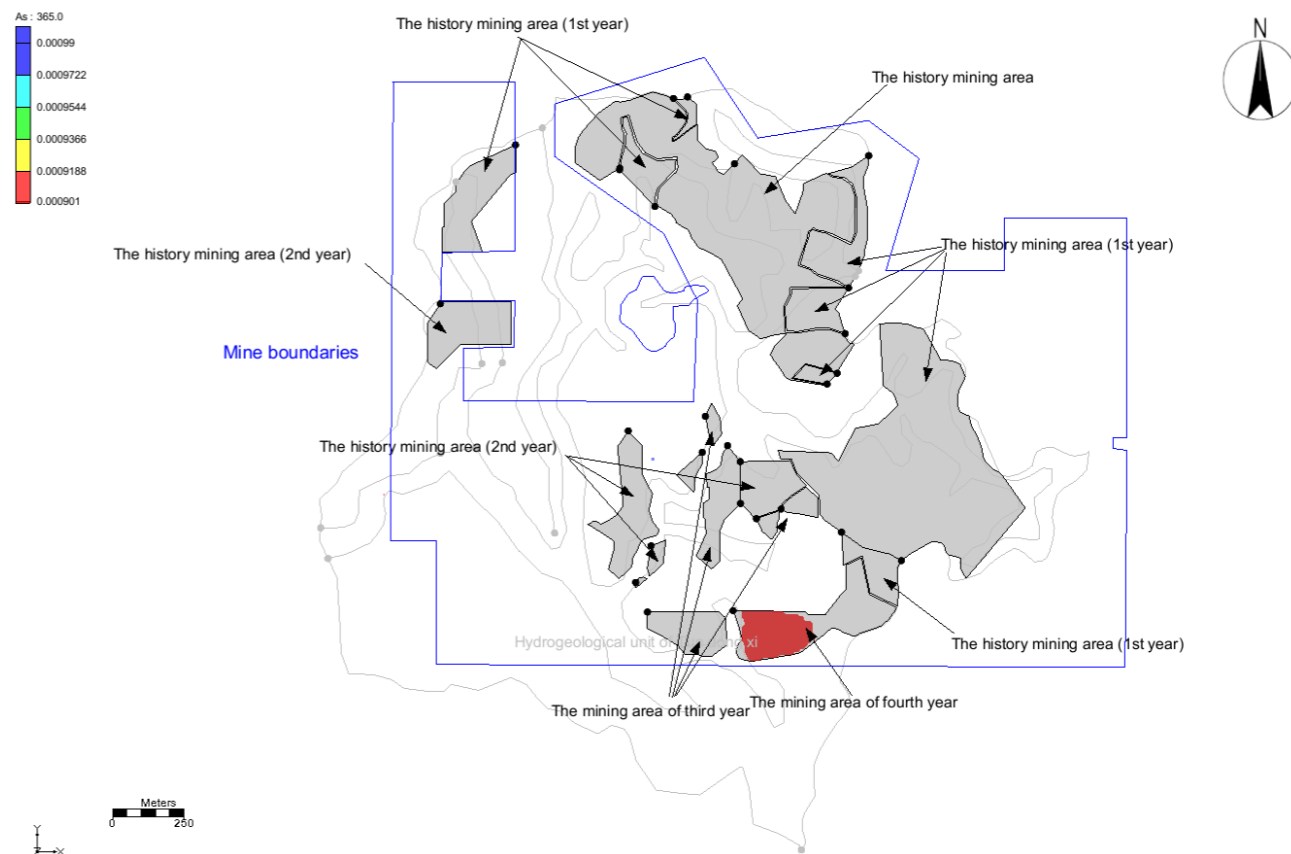
第一年生产矿体 As 预测结果



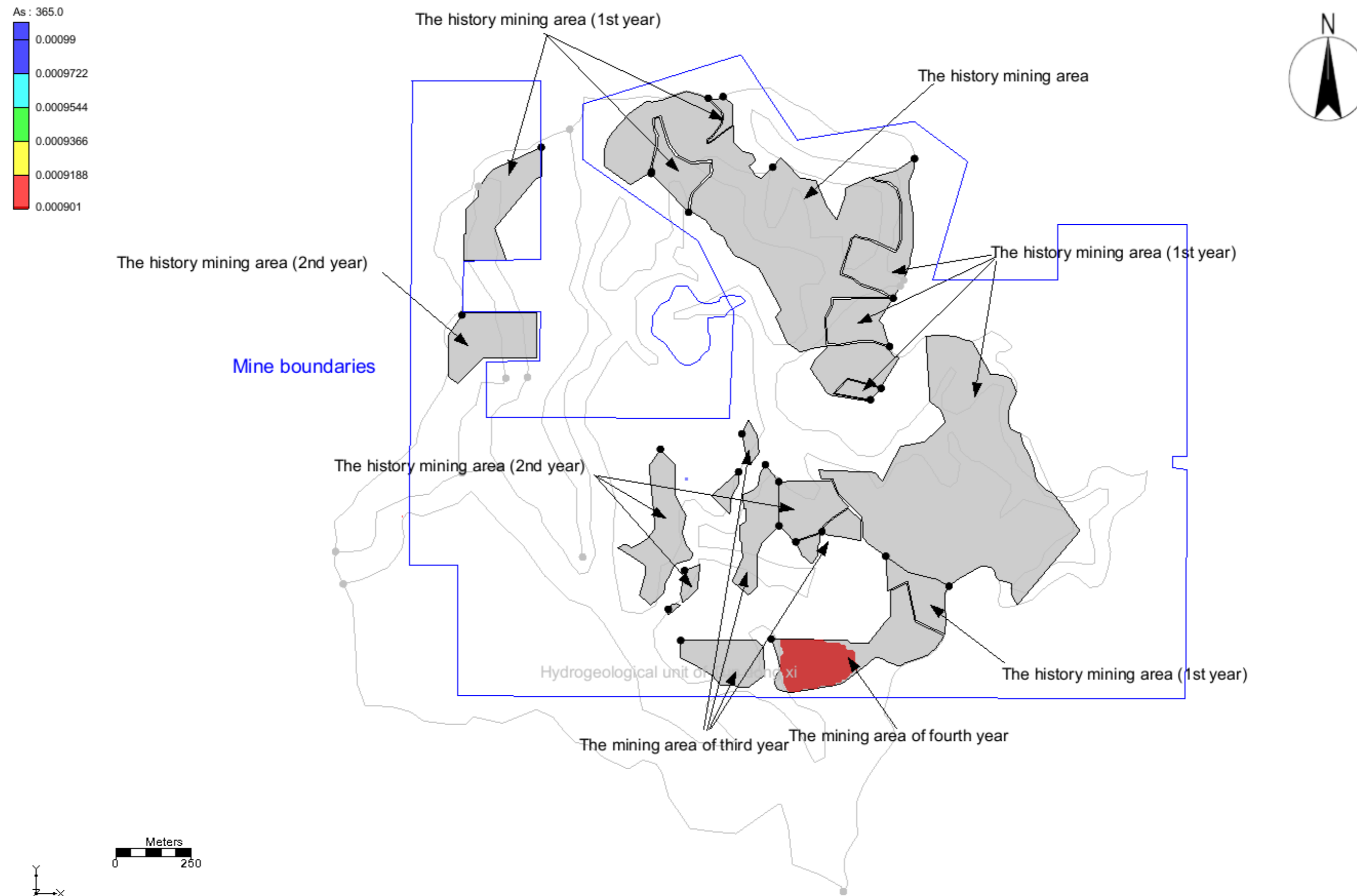
第二年生产矿体 As 预测结果



第三年生产矿体 As 预测结果



第四年生产矿体 As 预测结果



第五年生产矿体 As 预测结果
图4.5-21 各矿体开采期间 As 预测结果

(2) 闭矿期

采区各开采矿体在闭矿后渗滤液的 As 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的 As 污染羽浓度变化范围为 0.0008938mg/L（第 60 天）~ 0.0008996mg/L（第 365 天），最高浓度为 0.0008996mg/L，低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 As 标准限值，未造成区域地下水污染。

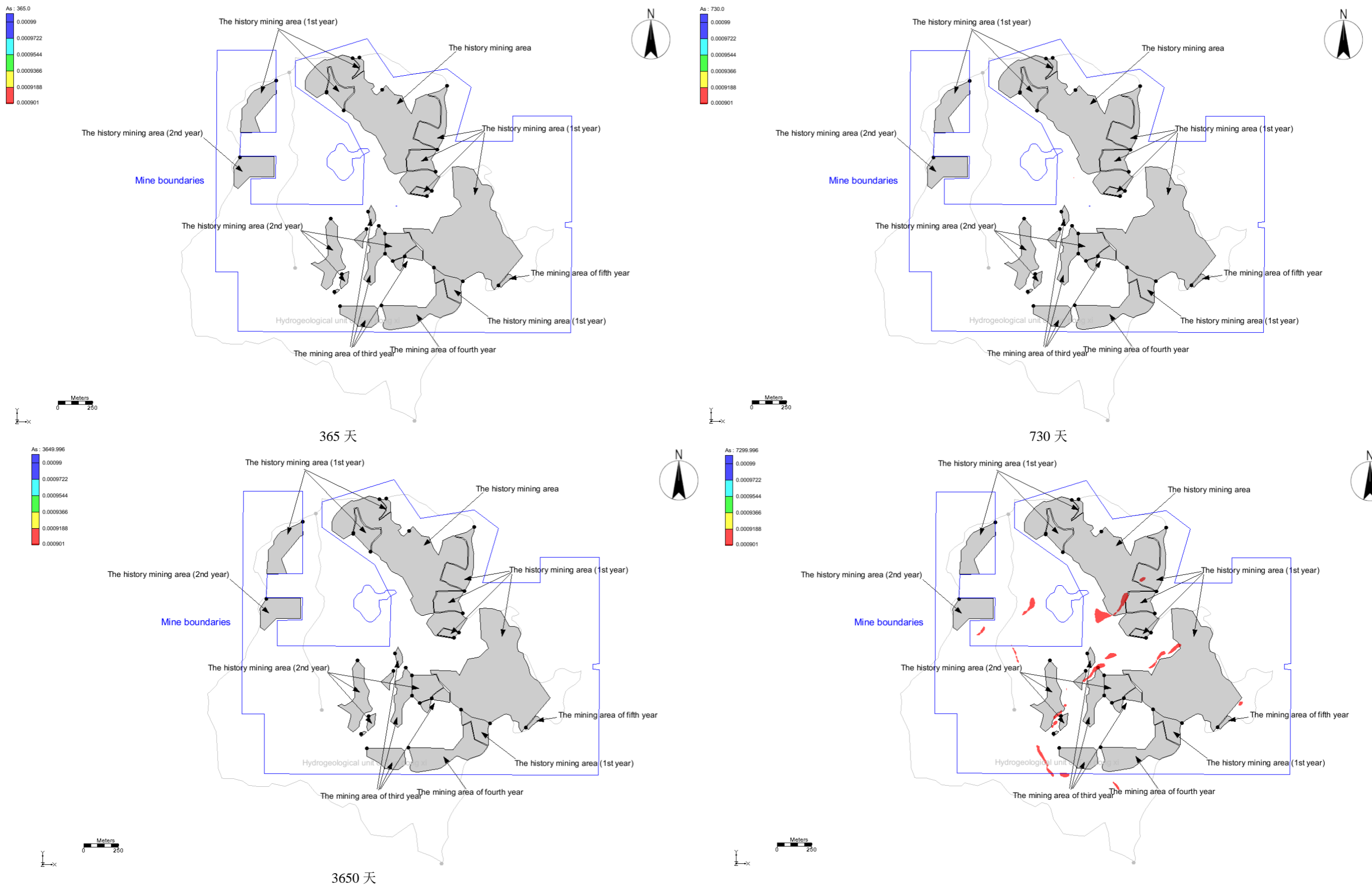
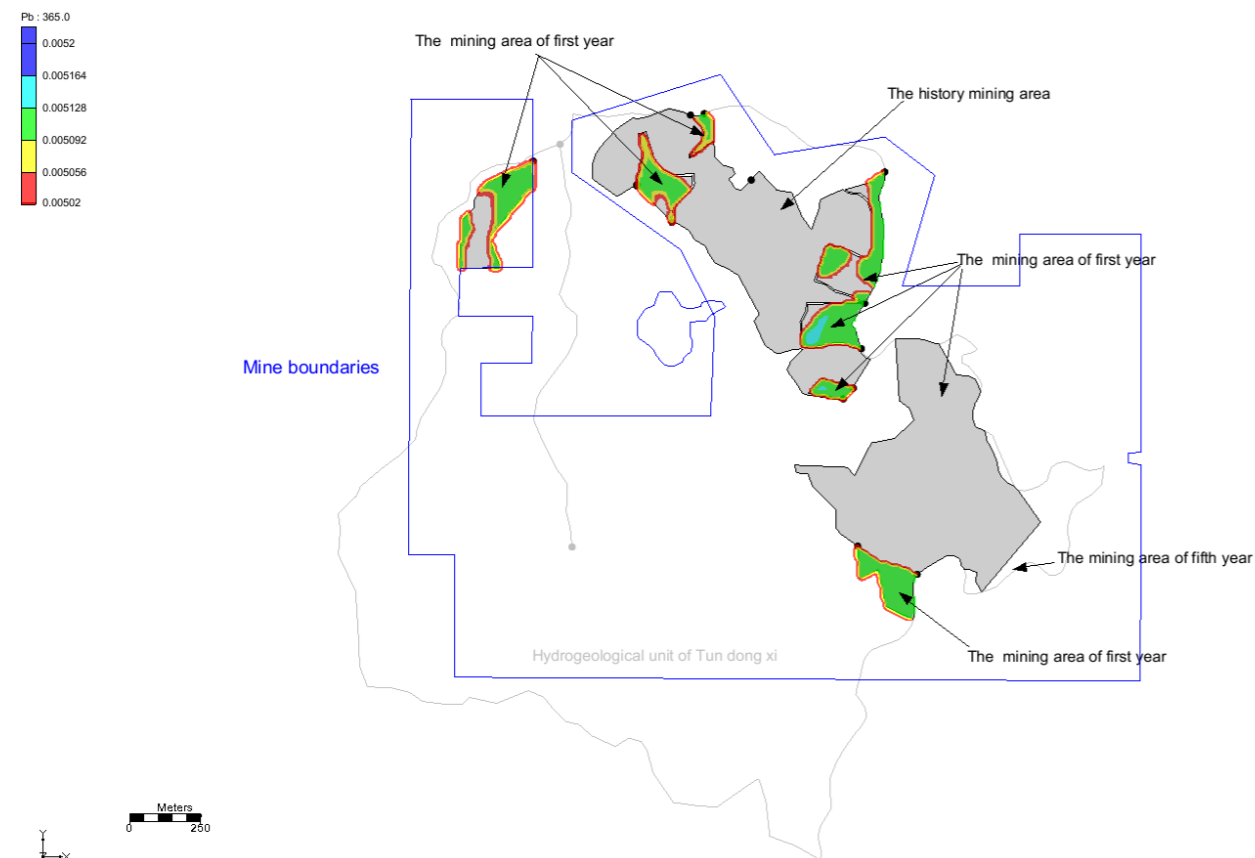


图4.5-22 闭矿期（365天~7300天）As 预测结果

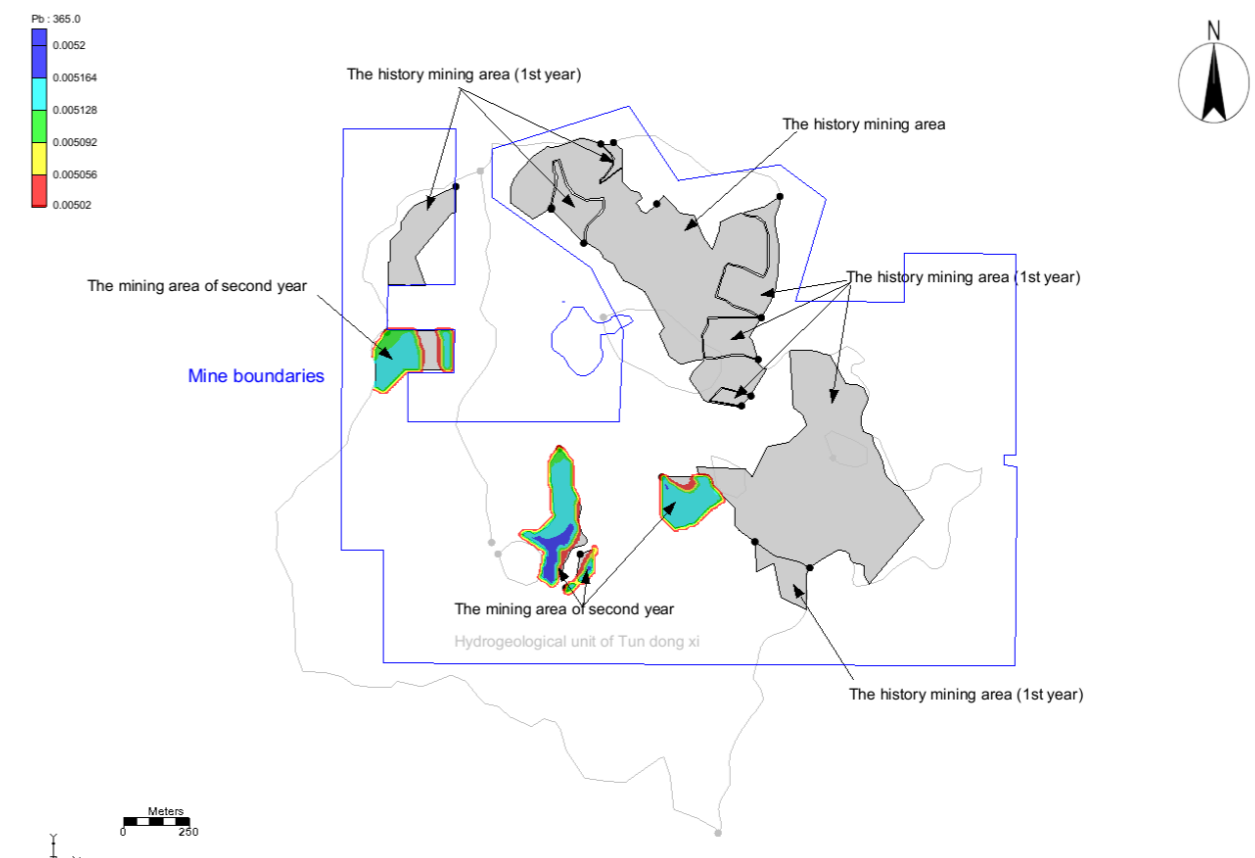
4、Pb 预测结果

(1) 单个矿体开采期间预测结果

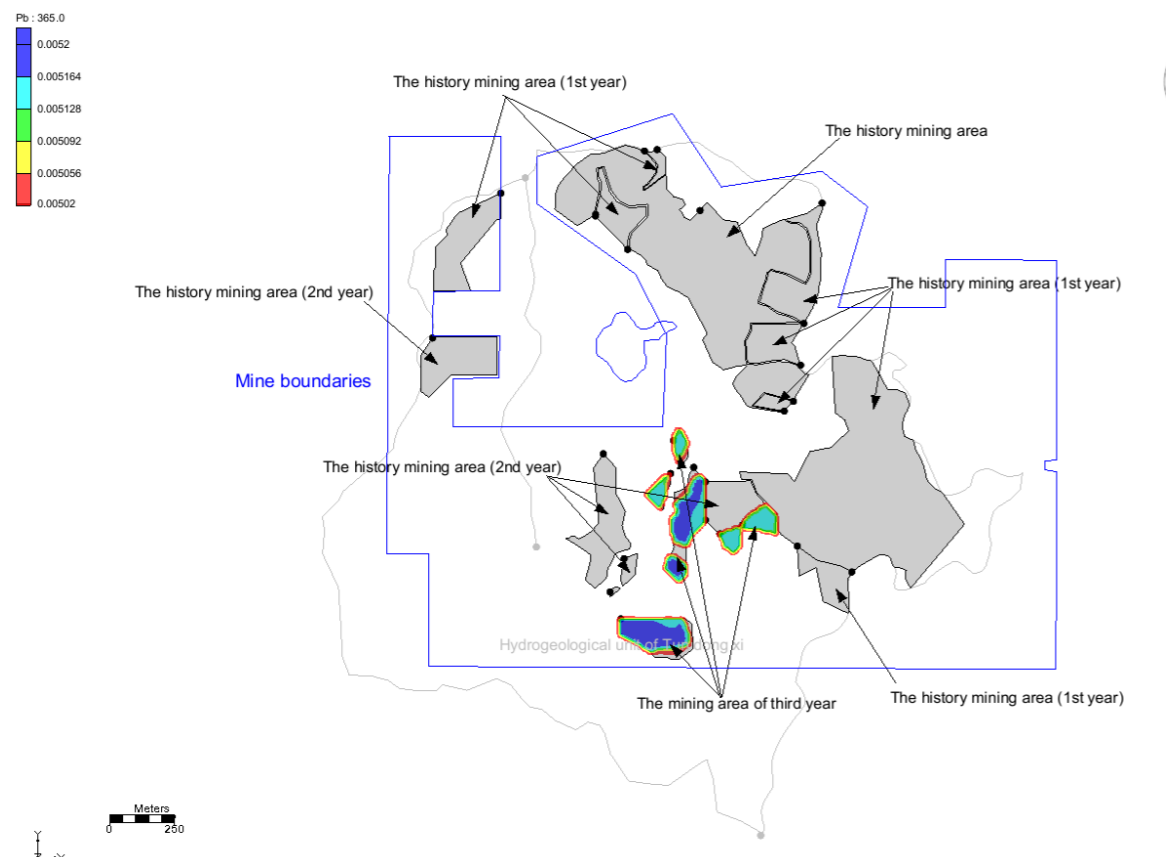
各个开采矿体在开采期间泄露注液中的 Pb 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体在其开采期间造成的 Pb 污染羽浓度变化范围为 0.0049996mg/L（第 60 天）~0.0049997mg/L（第 365 天），最高浓度为 0.0049997mg/L，均低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 Pb 标准限值，未造成区域地下水污染。



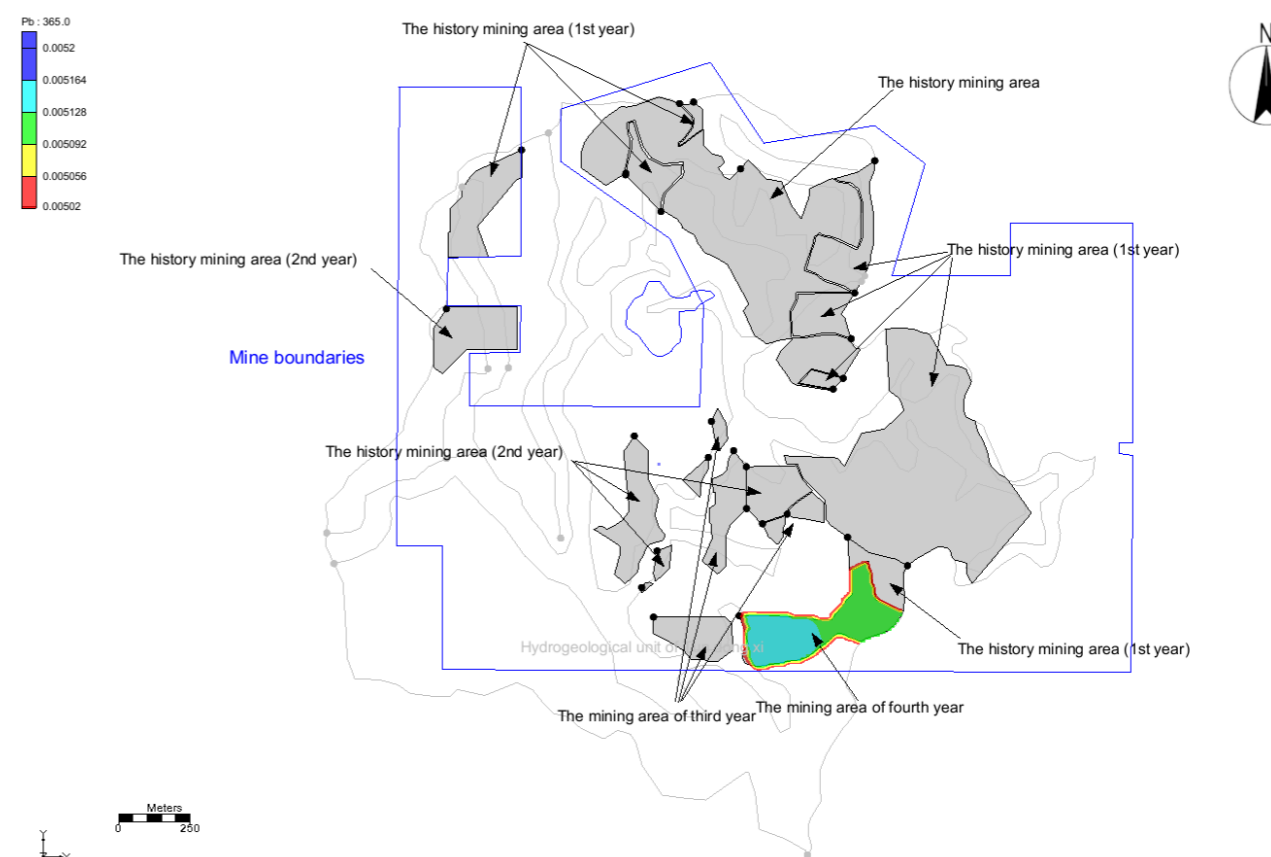
第一年生产矿体 Pb 预测结果



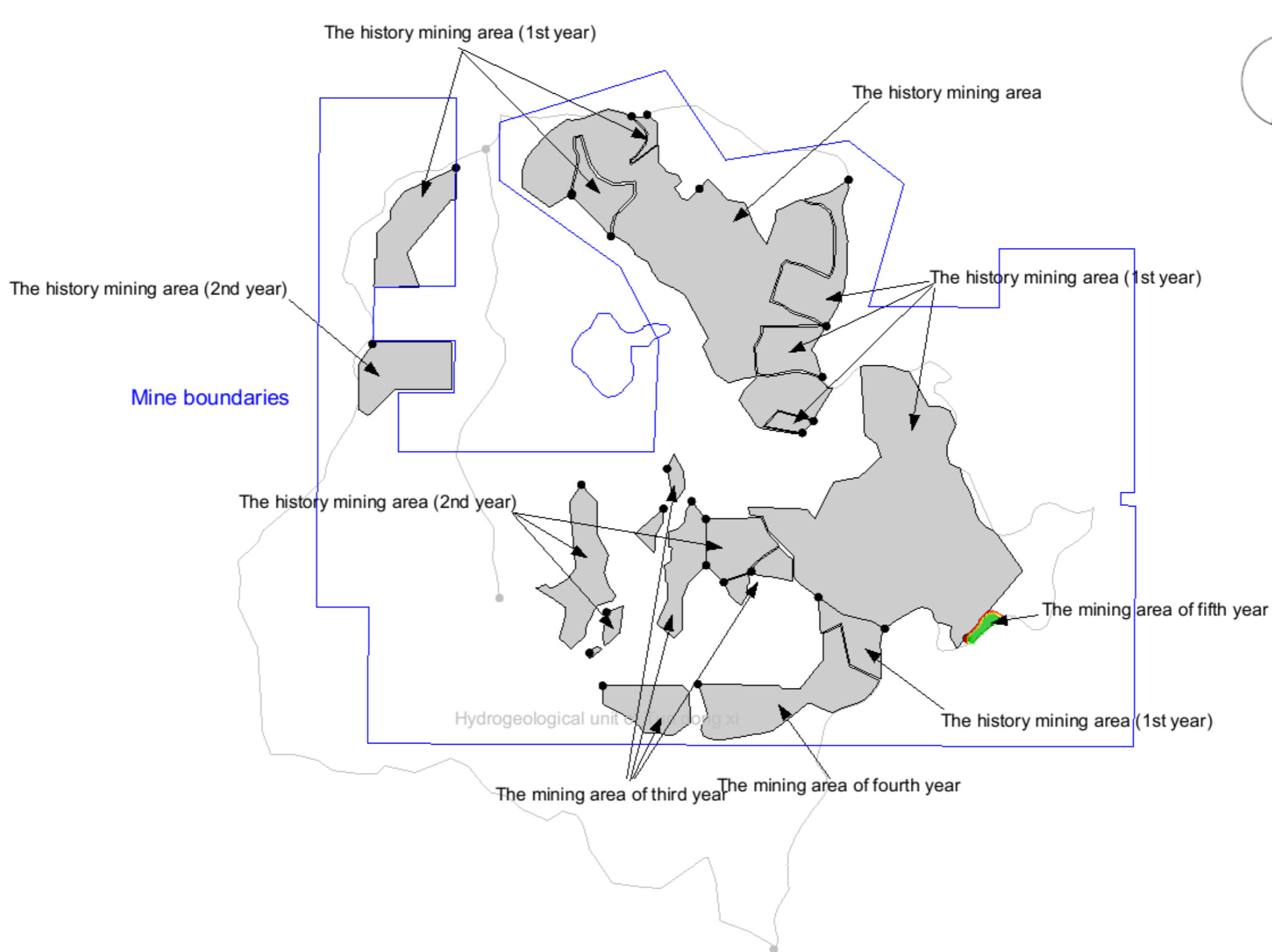
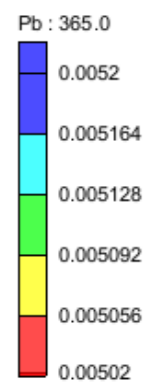
第二年生产矿体 Pb 预测结果



第三年生产矿体 Pb 预测结果



第四年生产矿体 Pb 预测结果



第五年生产矿体 Pb 预测结果
图4.5-23 各矿体开采期间 Pb 预测结果

(4) 闭矿期预测结果

采区各开采矿体在闭矿后渗滤液的 Pb 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的 Pb 污染羽浓度变化范围为 0.0050mg/L（第 60 天）~0.00503mg/L（第 365 天），最高浓度为 0.00503mg/L，低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 Pb 标准限值，未造成区域地下水污染。

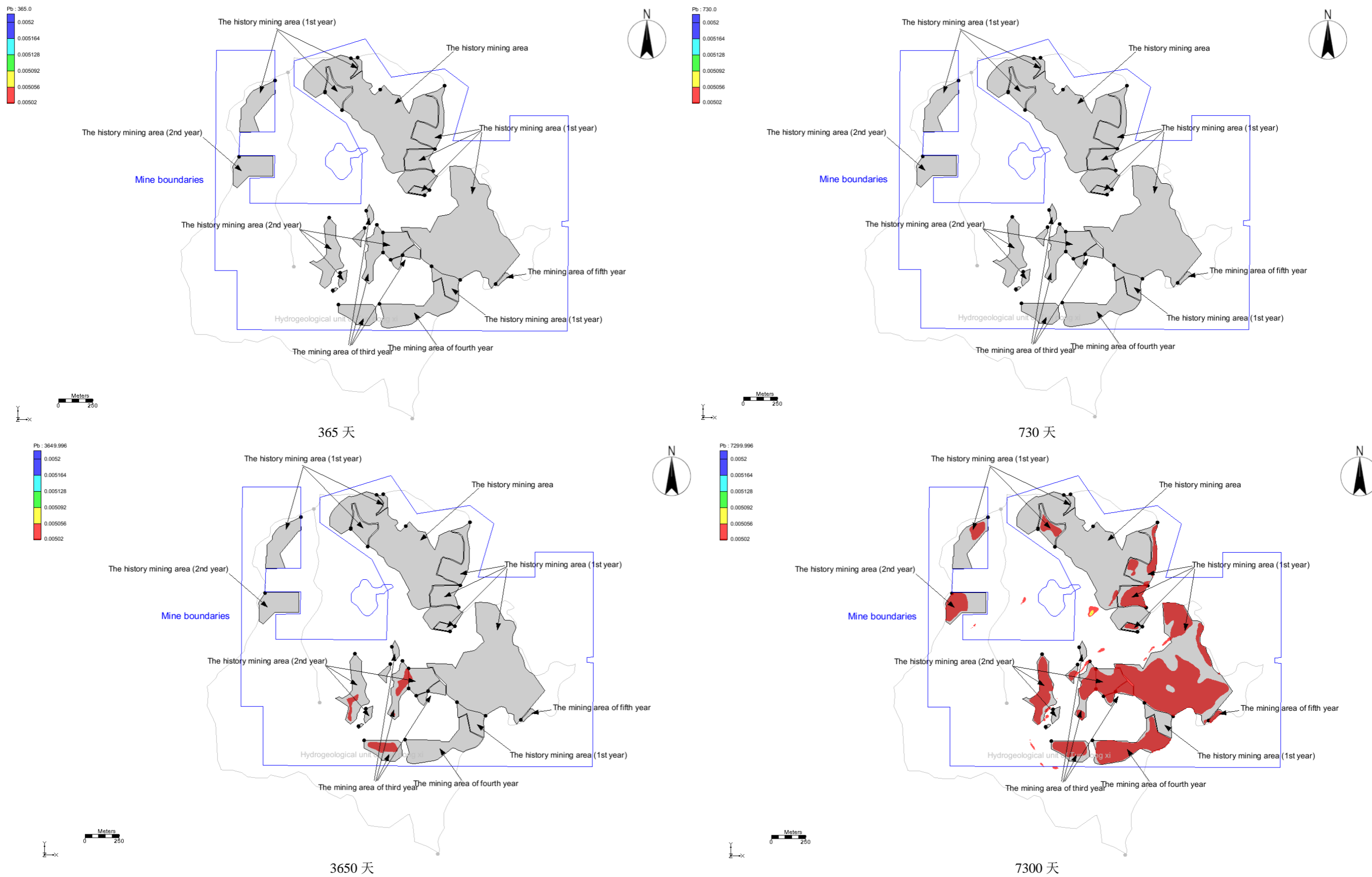
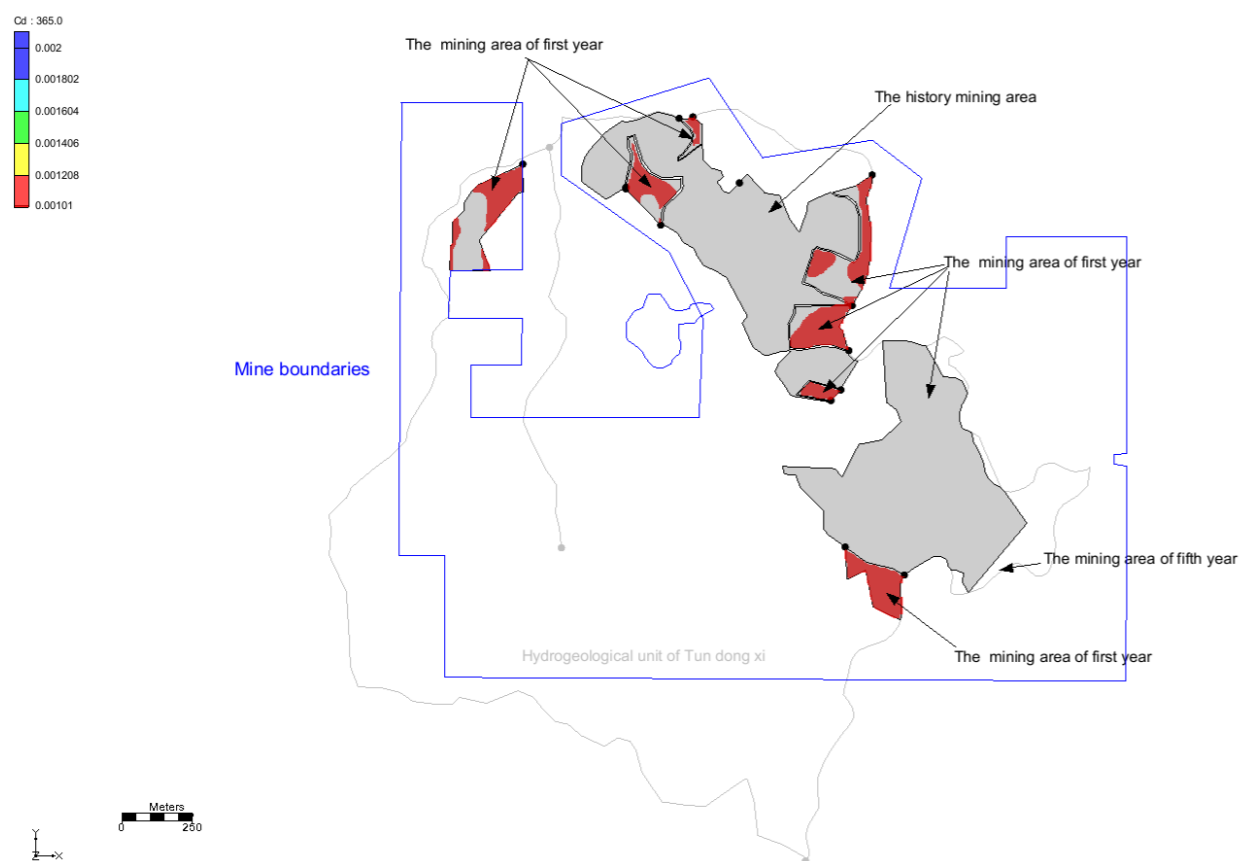


图4.5-24 闭矿期（365天~7300天）Pb 预测结果

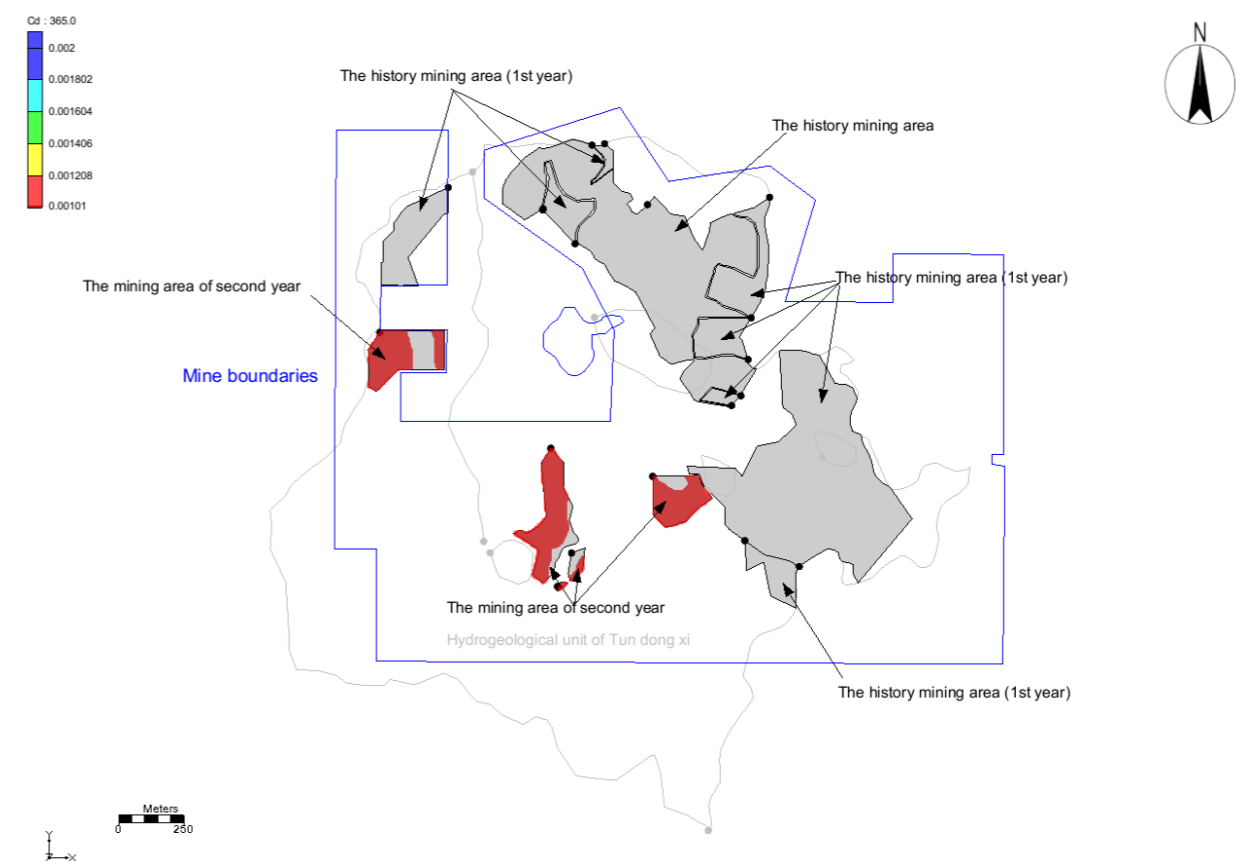
5、Cd 预测结果

(1) 单个矿体开采期间预测结果

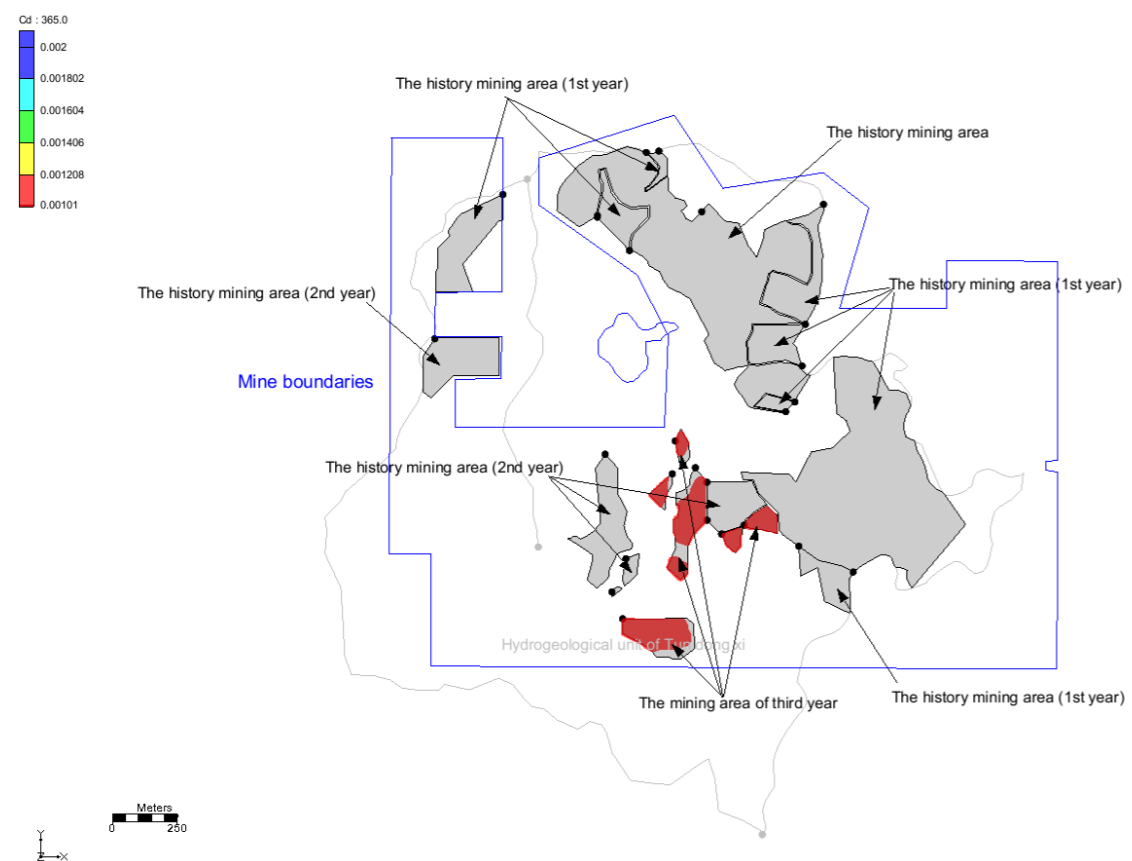
各个开采矿体在开采期间泄露注液中的 Cd 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体在其开采期间造成的 Cd 污染羽浓度变化范围为 0.00099992 mg/L(第 60 天)~0.00099995mg/L(第 365 天)，最高浓度为 0.00099995mg/L，均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中 III 类水中 Cd 标准限值，未造成区域地下水污染。



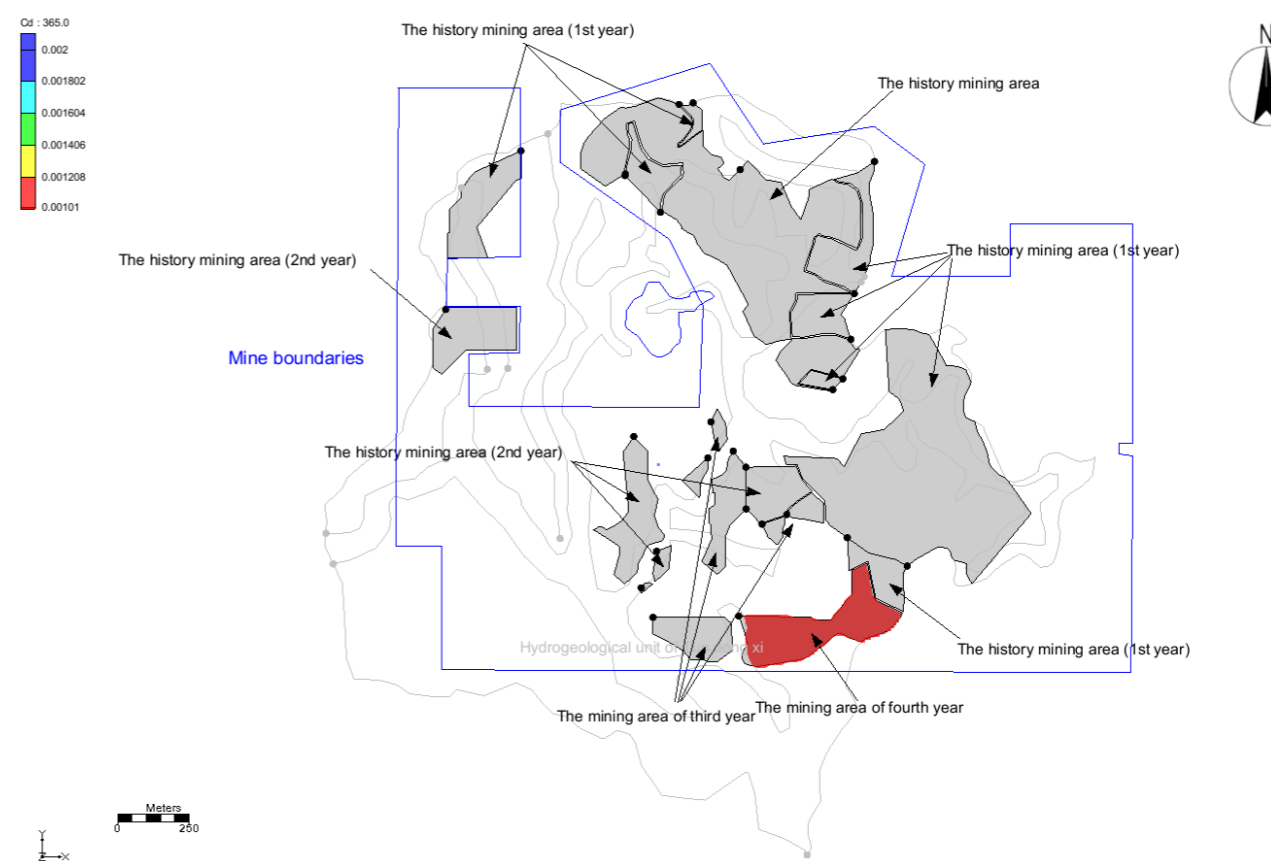
第一年生产矿体 Cd 预测结果



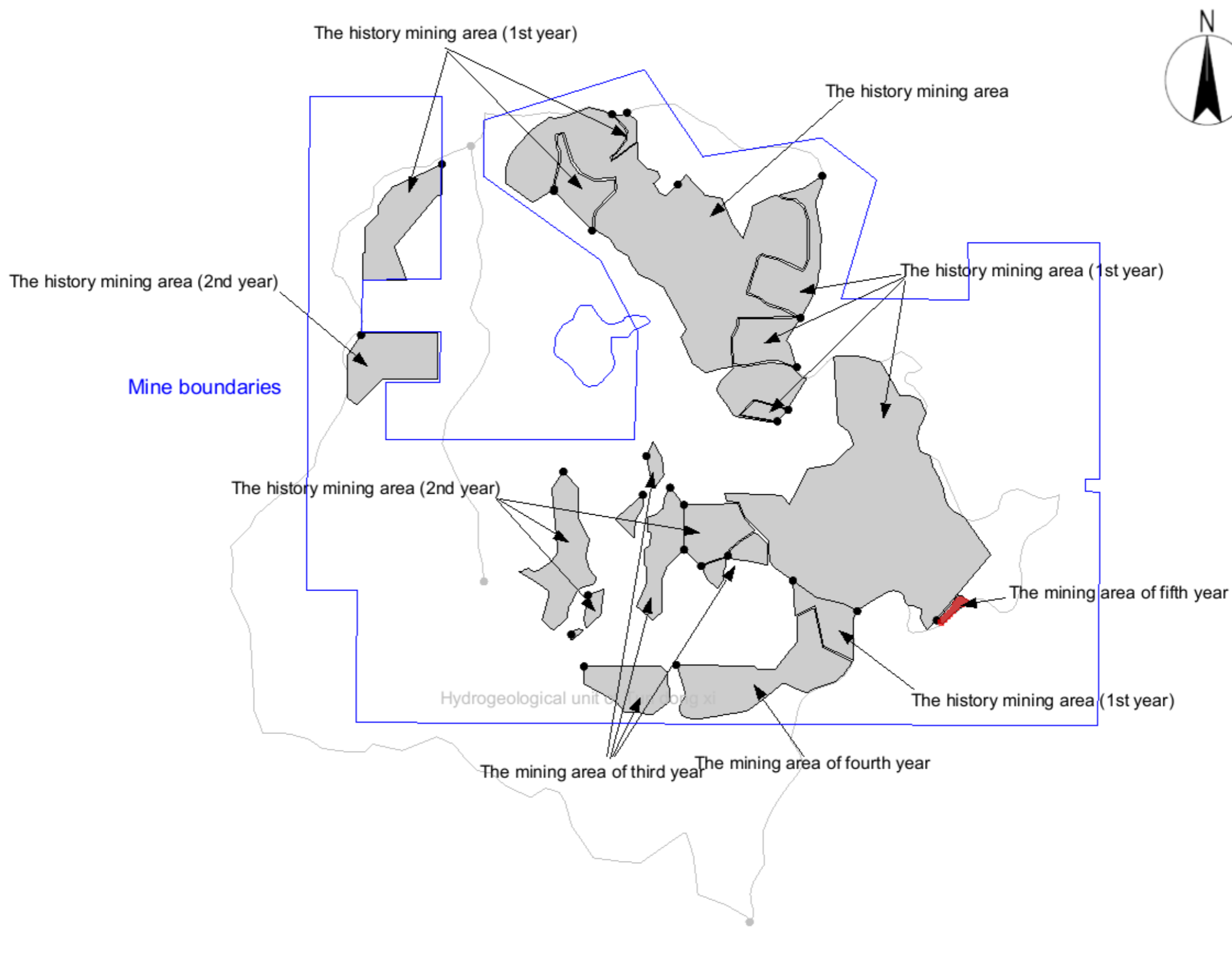
第二年生产矿体 Cd 预测结果



第三年生产矿体 Cd 预测结果



第四年生产矿体 Cd 预测结果



第五年生产矿体 Cd 预测结果
图4.5-25 各矿体开采期间 Cd 预测结果

(5) 闭矿期预测结果

采区各开采矿体在闭矿后渗滤液的 Cd 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的 Cd 污染羽浓度变化范围为 0.0010mg/L（第 60 天）~0.001003mg/L（第 365 天），最高浓度为 0.001003mg/L，低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 Cd 标准限值，未造成区域地下水污染。

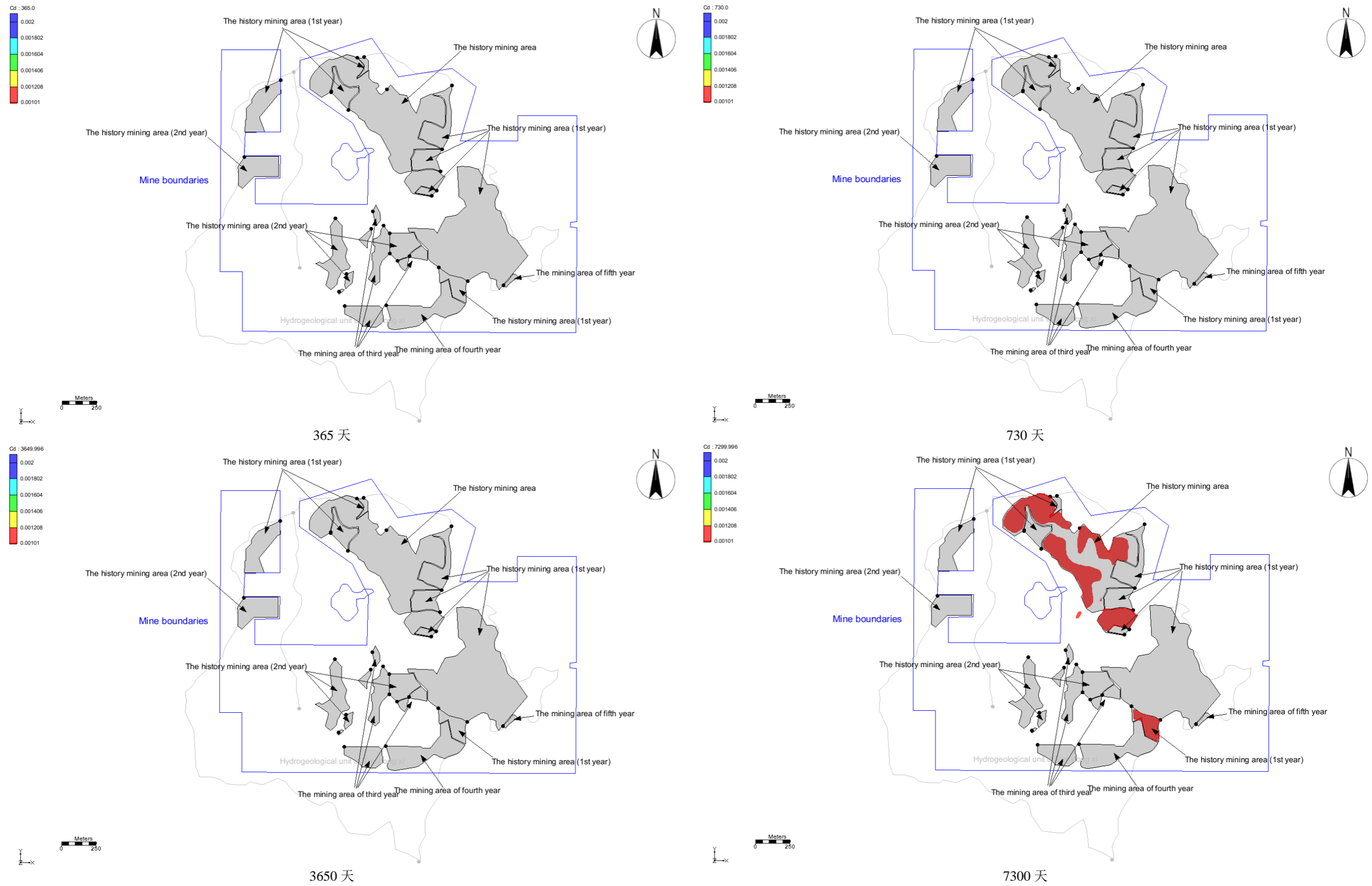
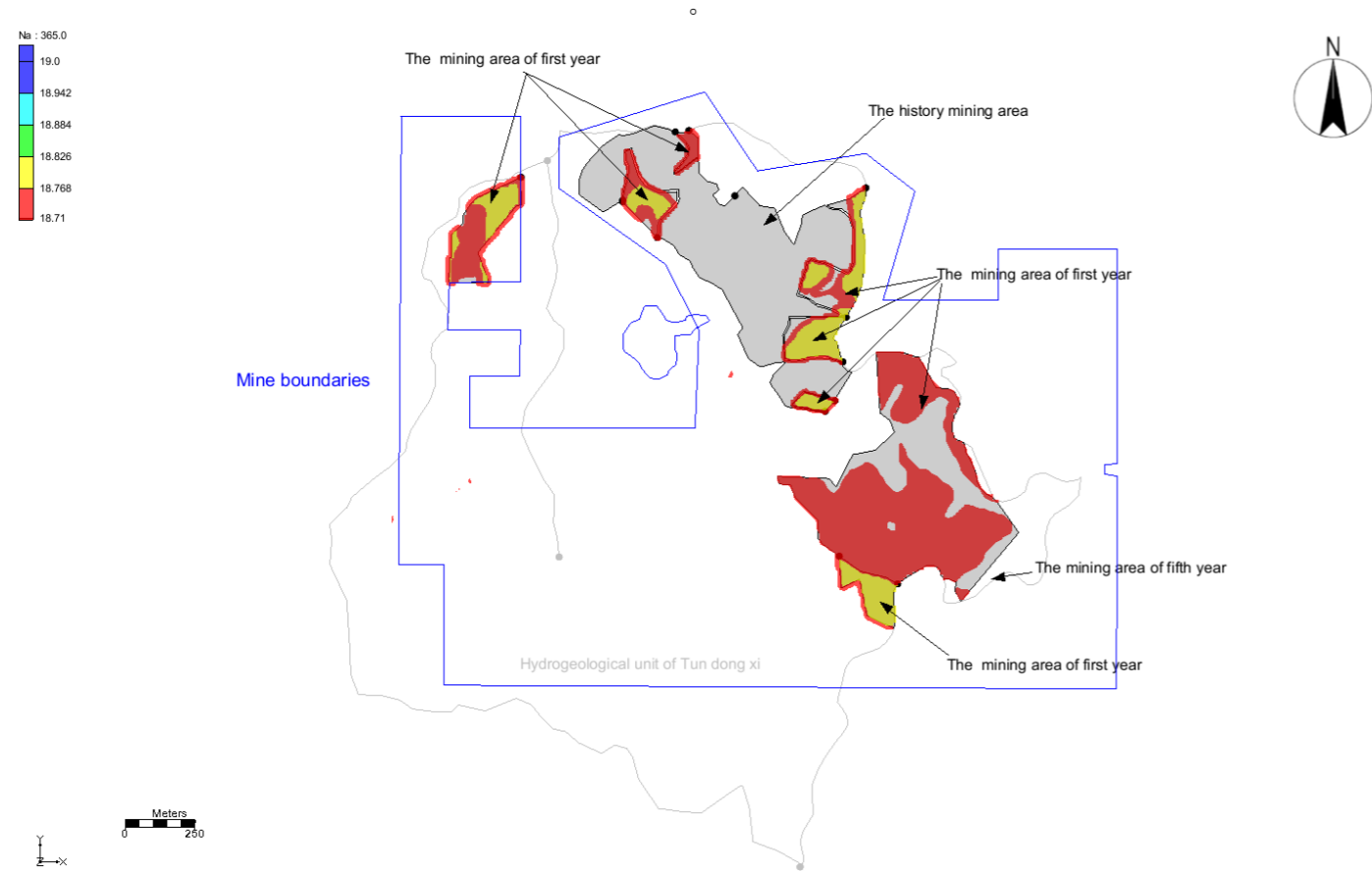


图4.5-26 闭矿期（365天~7300天）Cd 预测结果

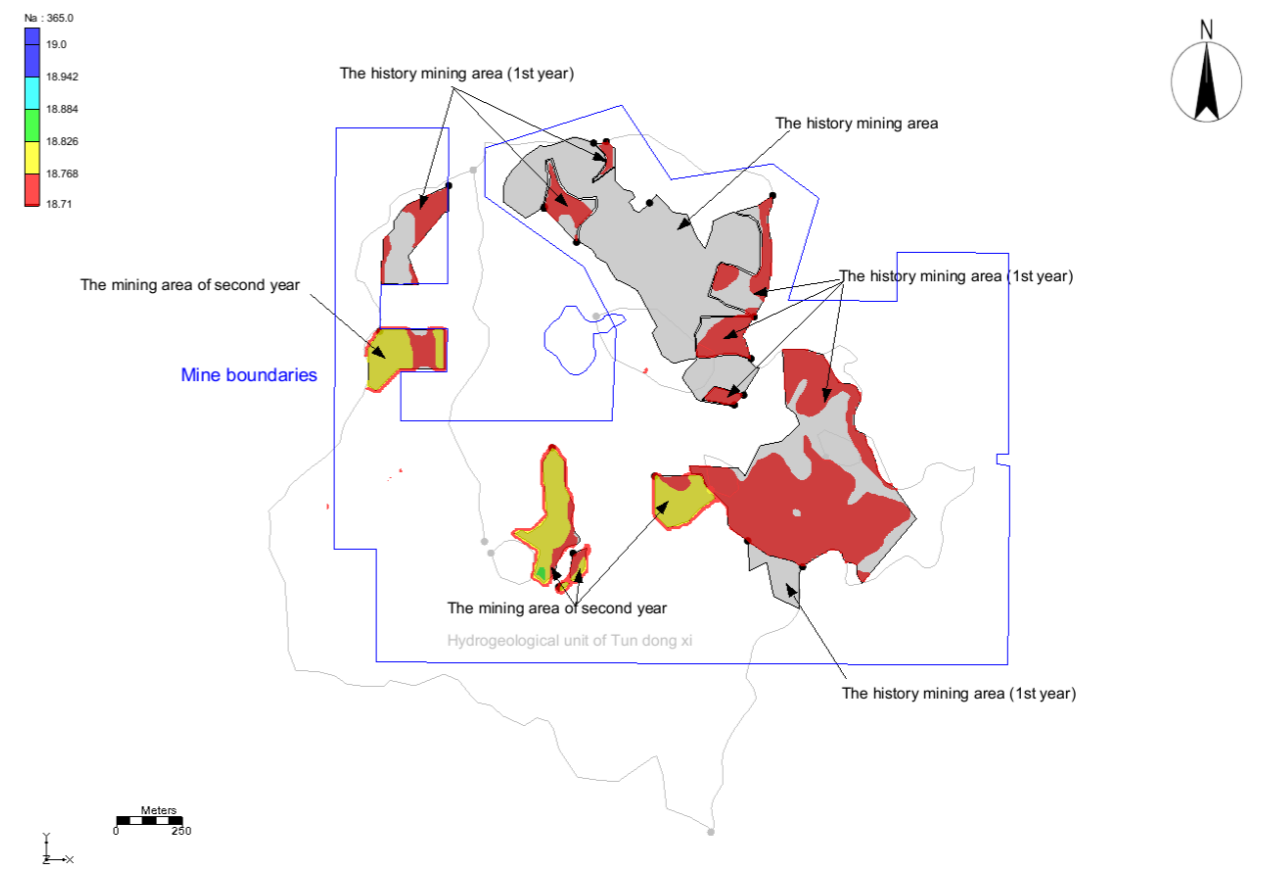
6、Na 预测结果

(1) 单个矿体开采期间预测结果

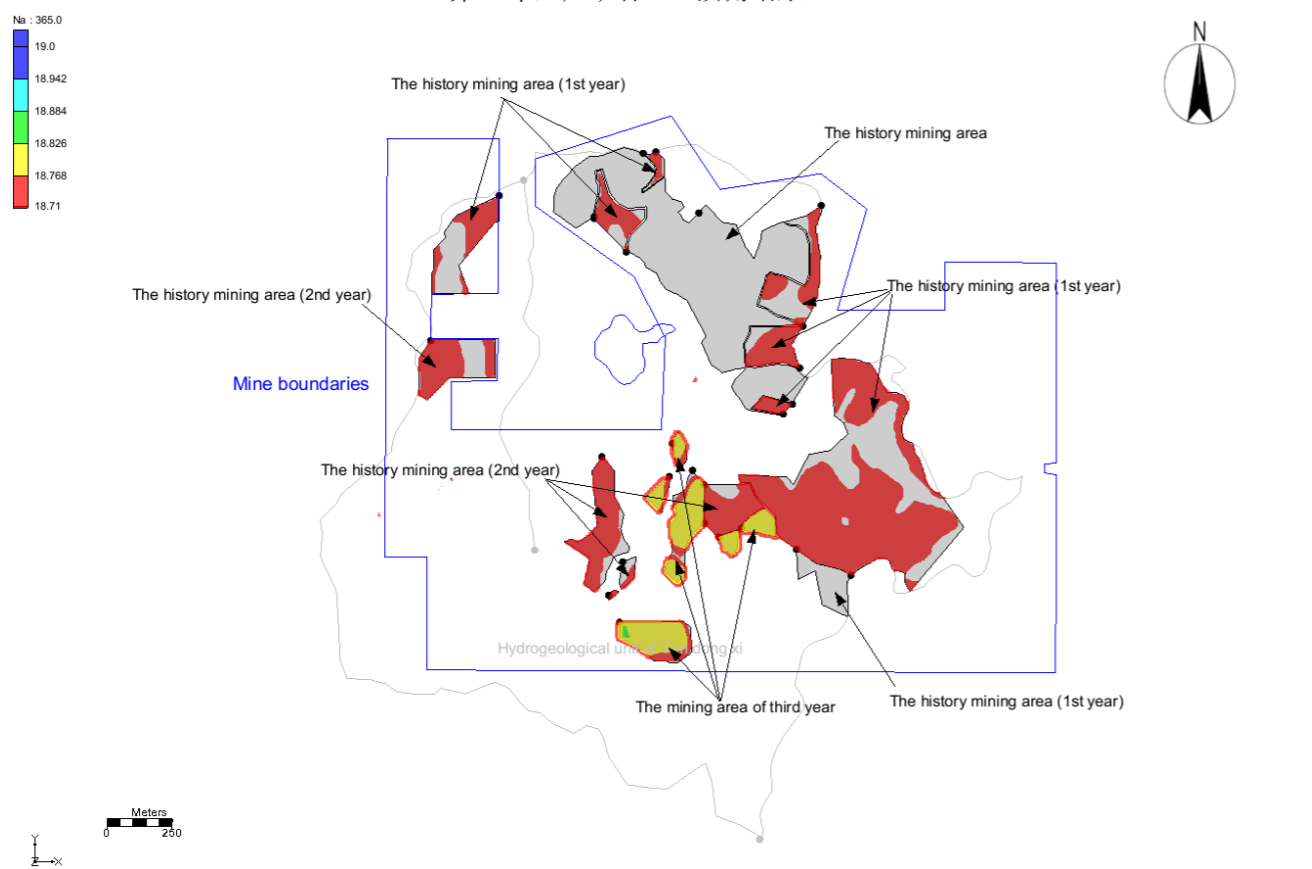
各个开采矿体在开采期间泄露注液中的 Na 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体在其开采期间造成的 Na 污染羽浓度变化范围为 18.6916mg/L（第 60 天）~18.6986mg/L（第 365 天），最高浓度为 18.6986mg/L，均低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 Na 标准限值，未造成区域地下水污染。



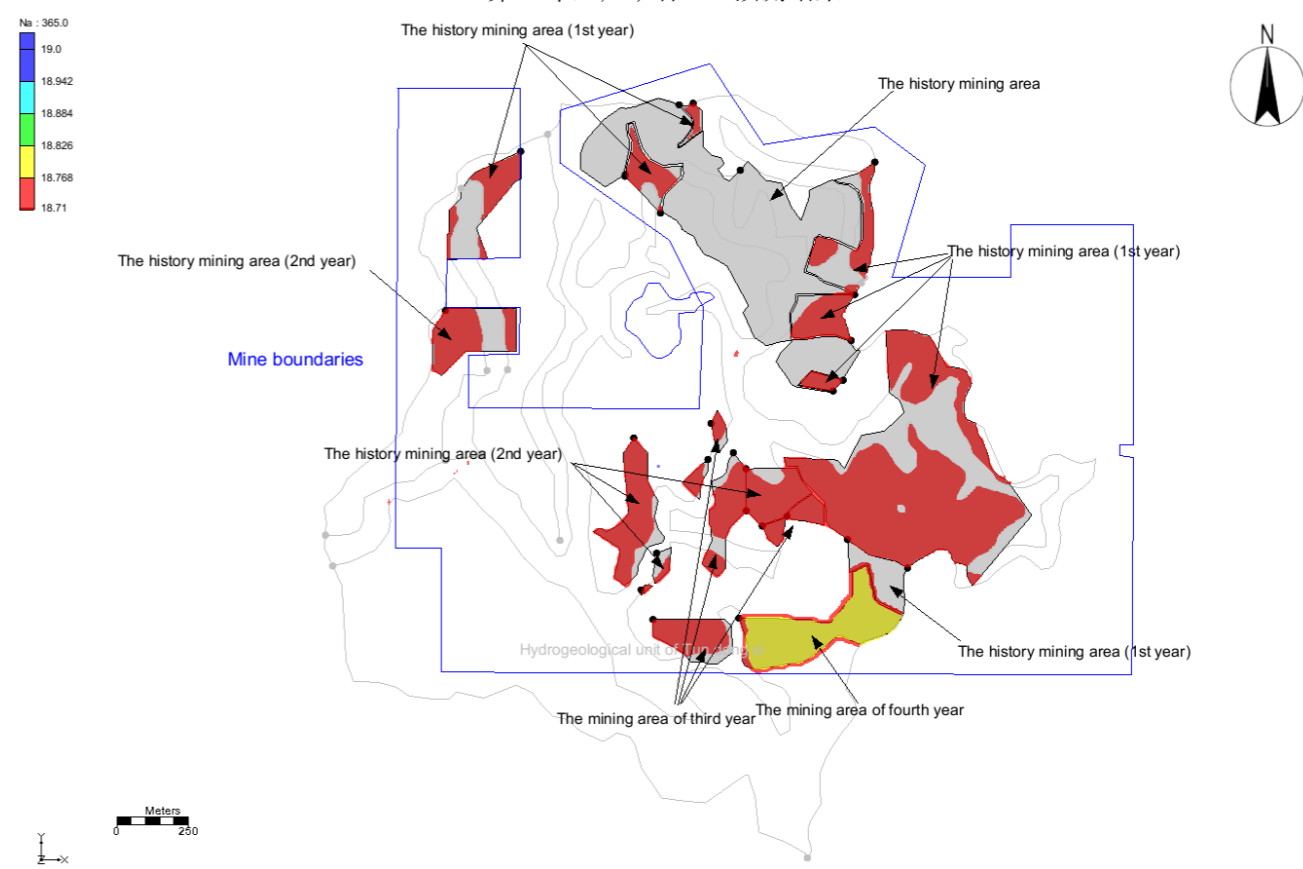
第一年生产矿体 Na 预测结果



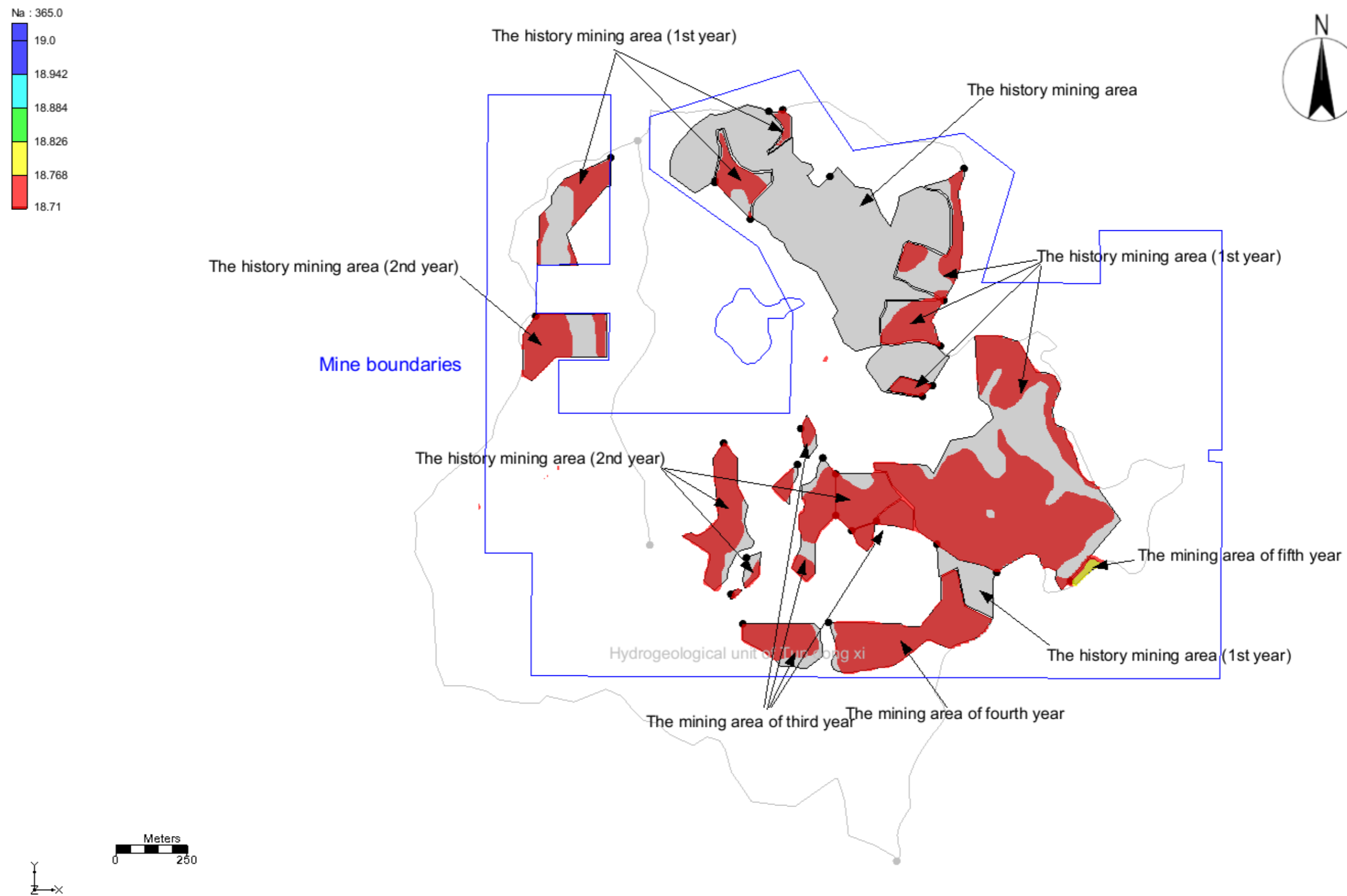
第二年生产矿体 Na 预测结果



第三年生产矿体 Na 预测结果



第四年生产矿体 Na 测结果



第五年生产矿体 Na 预测结果
 图4.5-27 各矿体开采期间 Na 预测结果

(2) 闭矿期预测结果

采区各开采矿体在闭矿后渗滤液的 Na 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的 Na 污染羽浓度变化范围为 18.717mg/L~19.09mg/L，最高浓度为 19.09mg/L，低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 Na 标准限值，未造成区域地下水污染。

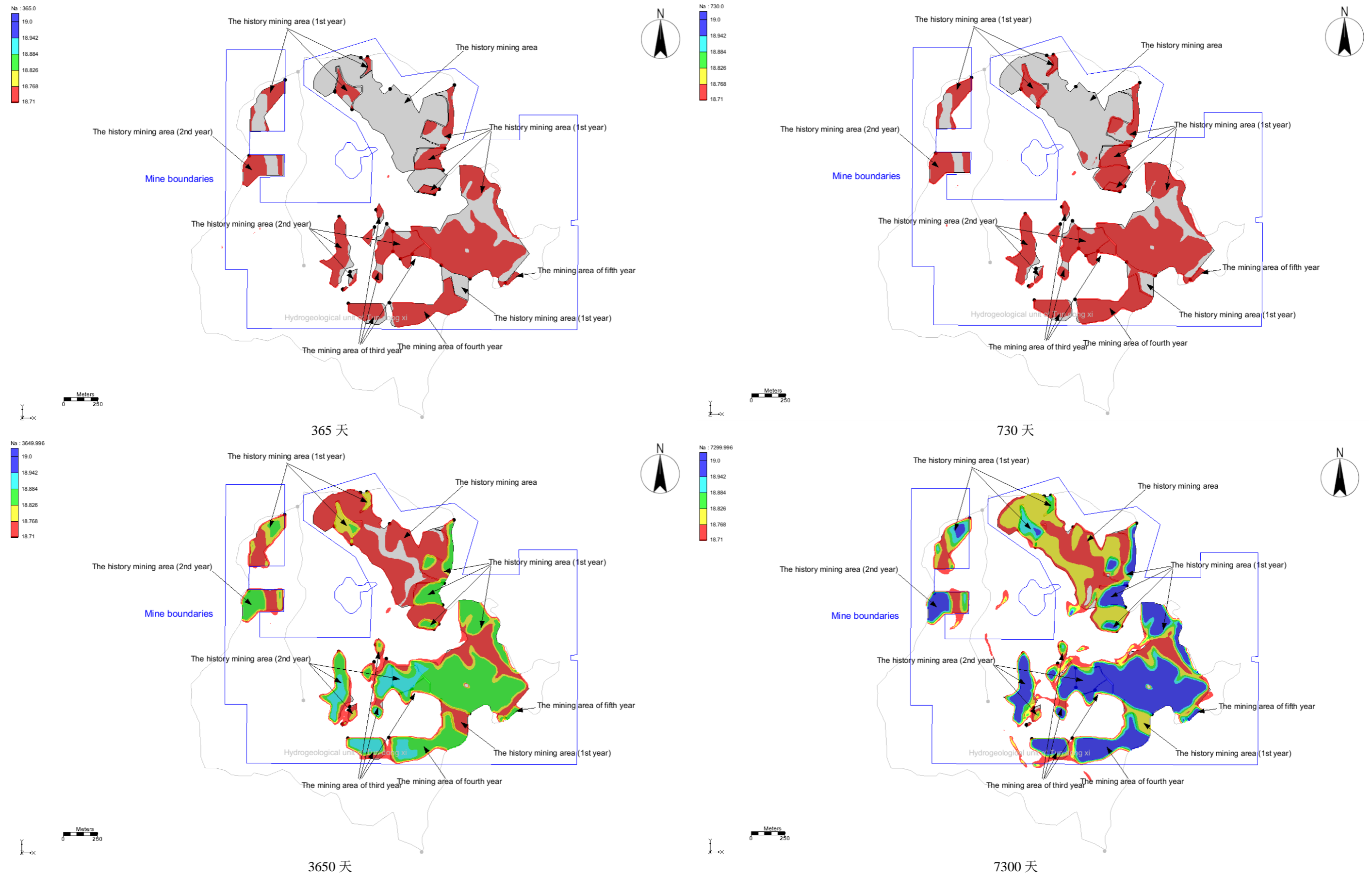
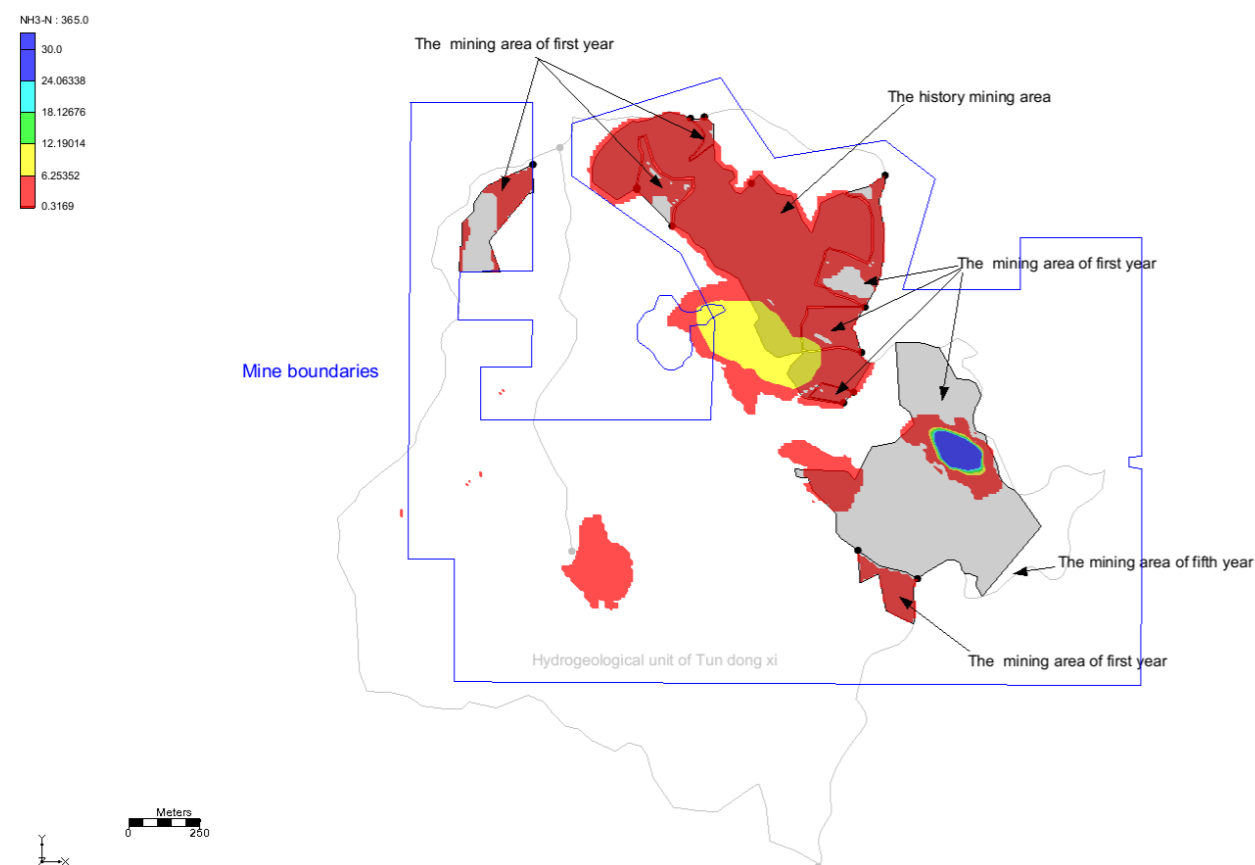


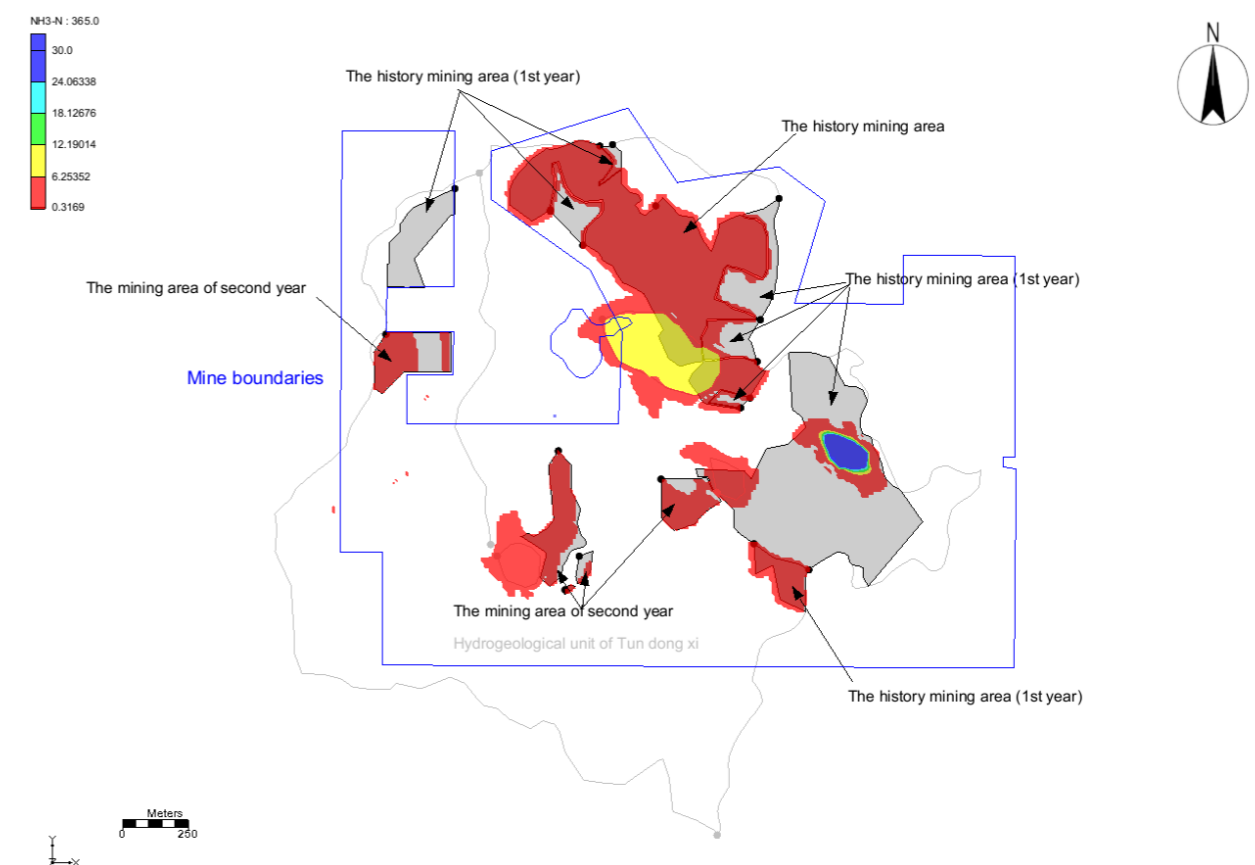
图4.5-28 闭矿期（365天~7300天）Na 预测结果

6、NH₃-N 预测结果

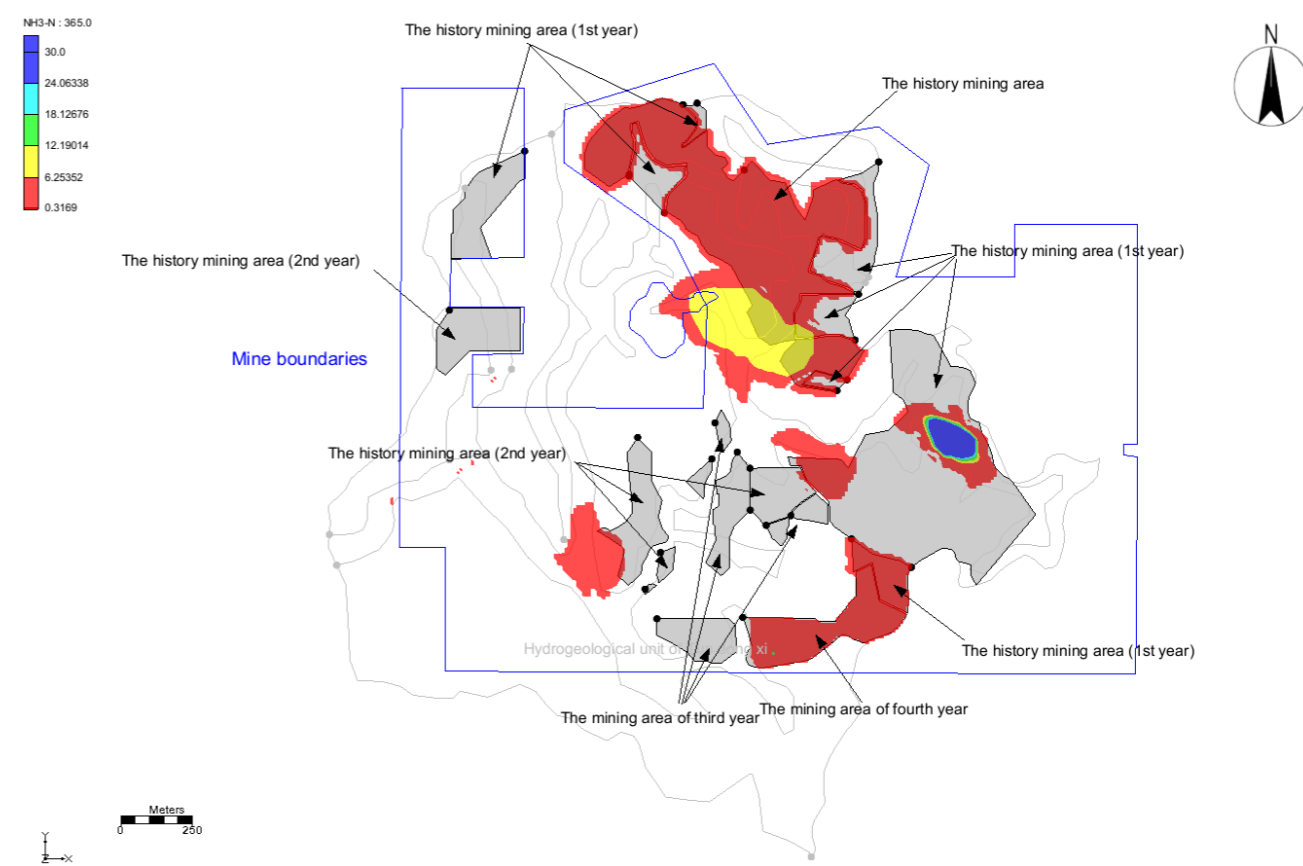
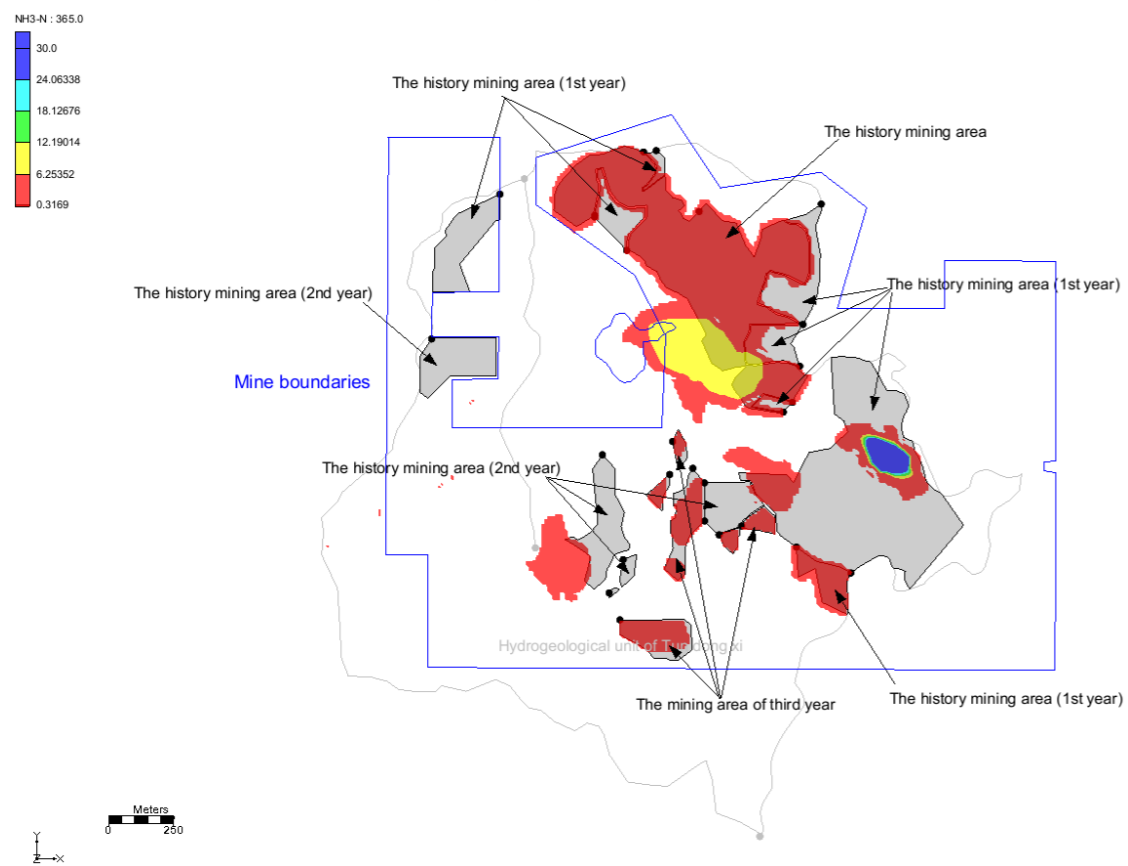
预测模型中 NH₃-N 的背景值根据不同点位的超标情况进行划分。在生产期第 1 年期间，在氨氮未超标的区域开采矿体泄露注液中的 NH₃-N 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的污染羽浓度变化范围为 0.3166mg/L（第 60 天）~0.3167mg/L（第 365 天），最高浓度为 0.3167mg/L，低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 NH₃-N 标准限值，在原始背景值未超标的区域，泄漏的注液未造成区域地下水污染。在原来已出现氨氮背景值超标现象的区域，在叠加开采活动泄露的注液后，氨氮的污染羽最高浓度为 59.768mg/L，超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 NH₃-N 标准限值。



第一年生产矿体 NH₃-N 预测结果

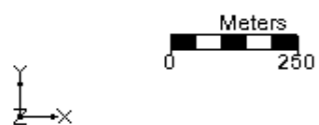
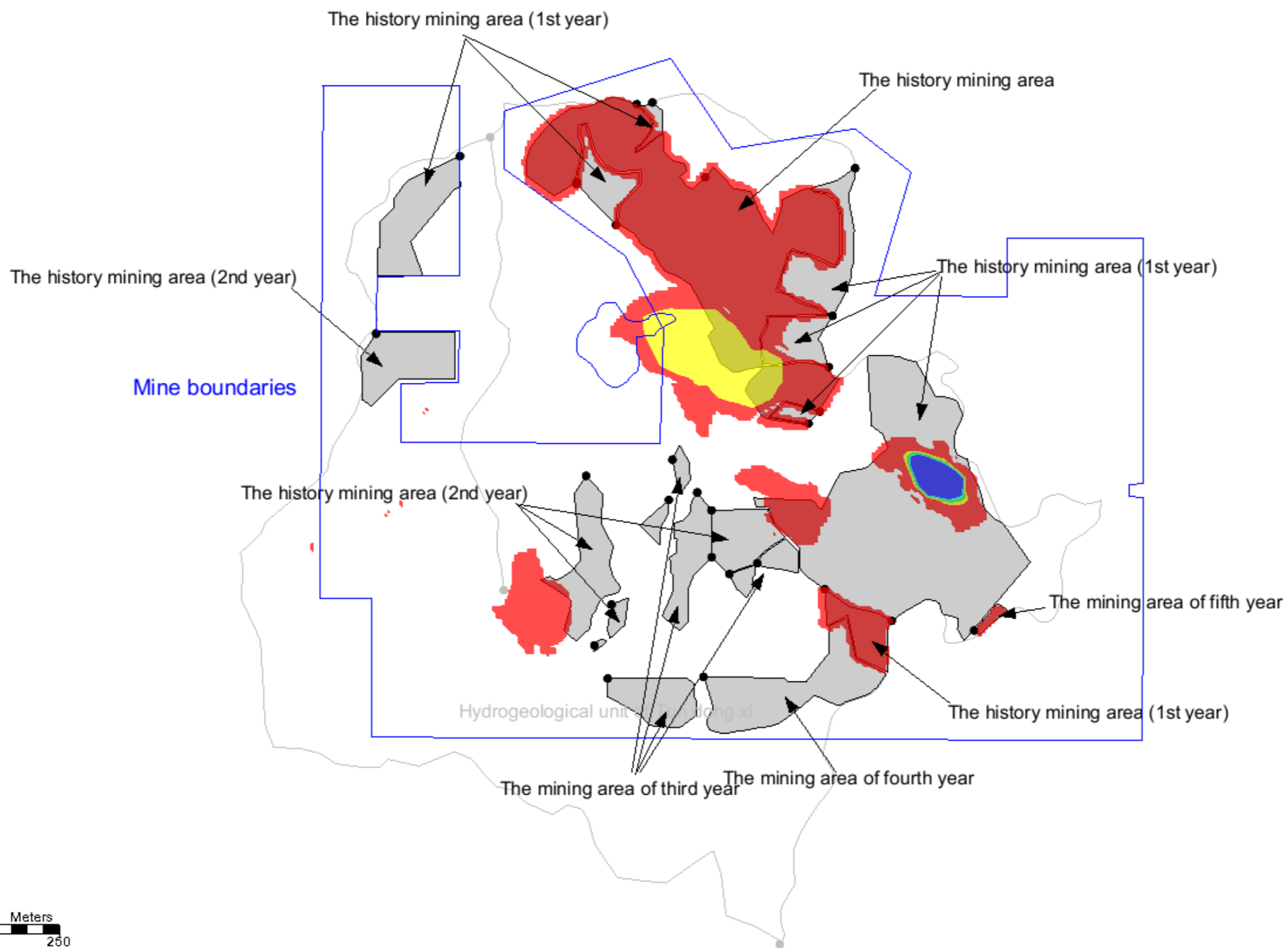


第二年生产矿体 NH₃-N 预测结果



第三年生产矿体 NH₃-N 预测结果

第四年生产矿体 NH₃-N 预测结果



第五年生产矿体 NH₃-N 预测结果

图4.5-29 各矿体开采期间 NH₃-N 预测结果

(2) 闭矿期预测结果

采区各开采矿体在闭矿后渗滤液的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染羽浓度变化范围为 $0.315\text{mg/L}\sim 0.3166\text{mg/L}$ （第 365 天），最高浓度为 0.3166mg/L ，低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中 III 类水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 标准限值，未造成区域地下水污染。出现超标的矿体为背景值超标区域，超标范围均在矿区范围内，未造成矿区外地下水环境污染。

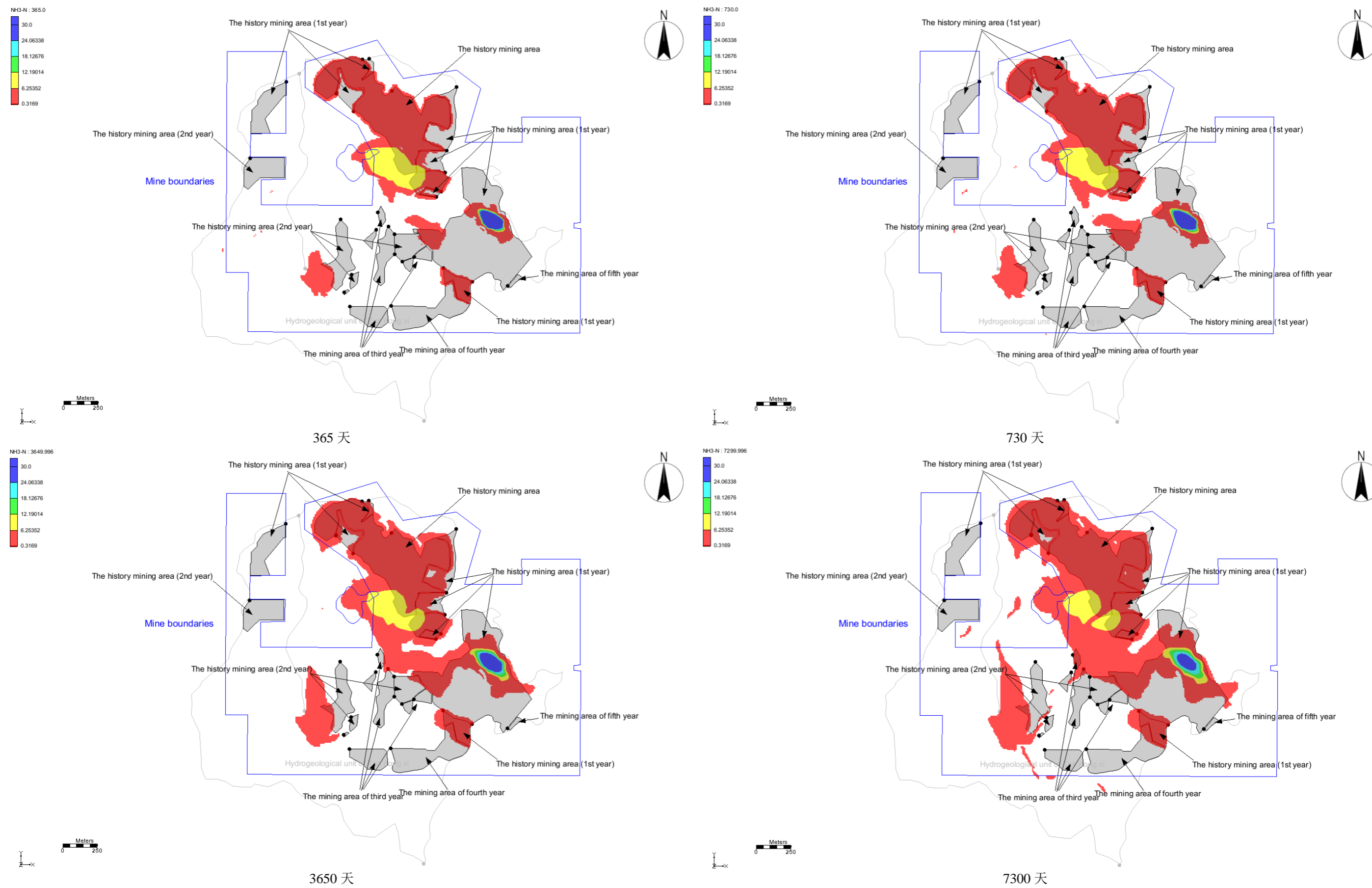


图4.5-30 闭矿期（365天~7300天） $\text{NH}_3\text{-N}$ 预测结果

4.5.1.6 正常工况下数村沟水文地质单元预测结果

1、硫酸盐预测结果

(1) 单个矿体开采期间预测结果

各个开采矿体在开采期间泄露注液中的硫酸盐造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体在其开采期间造成的硫酸盐污染羽浓度变化范围为 44.92mg/L（第 60 天）~45.21mg/L（第 365 天），最高浓度为 45.21mg/L，均低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中硫酸盐标准限值，未造成区域地下水污染。

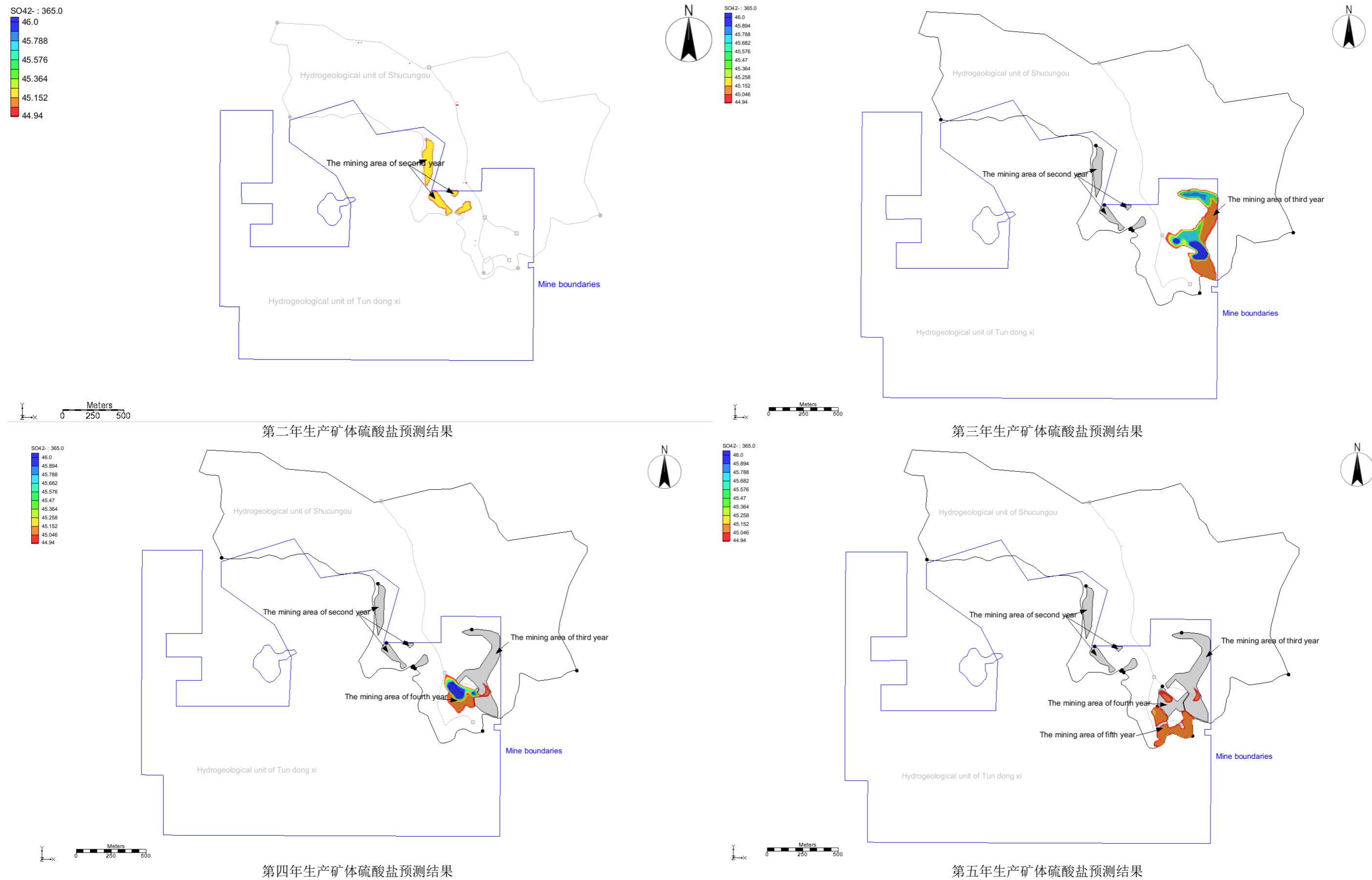


图4.5-31 各矿体开采期间硫酸盐预测结果

(2) 闭矿期

采区各开采矿体在闭矿后渗滤液的硫酸盐造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的硫酸盐污染羽浓度变化范围为45.08mg/L~47.23mg/L，最高浓度为47.23mg/L，低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中硫酸盐标准限值，未造成区域地下水污染。出现超标的矿体为背景值超标区域，超标范围均在矿区范围内，未造成矿区外地下水环境污染。

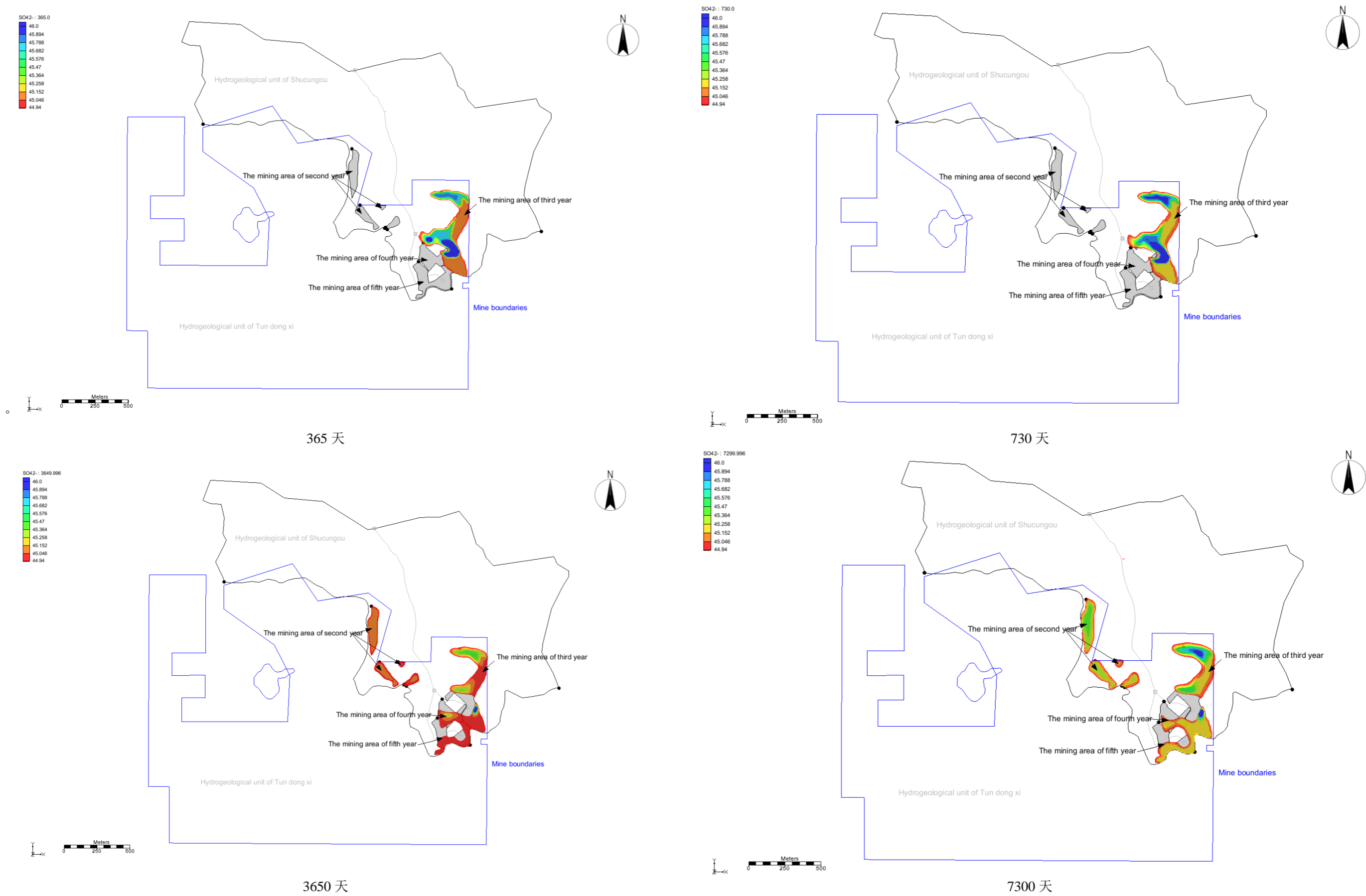
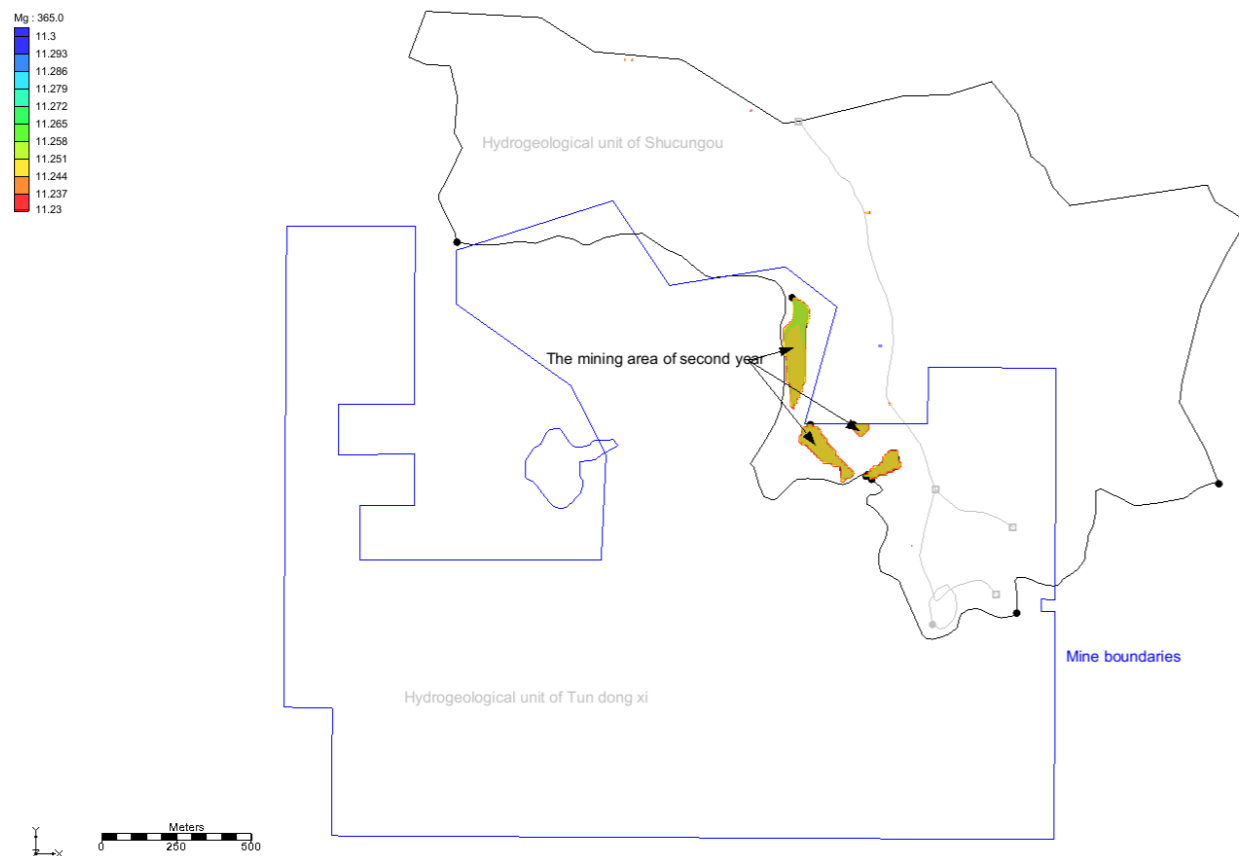


图4.5-32 闭矿期（365天~7300天）硫酸盐预测结果

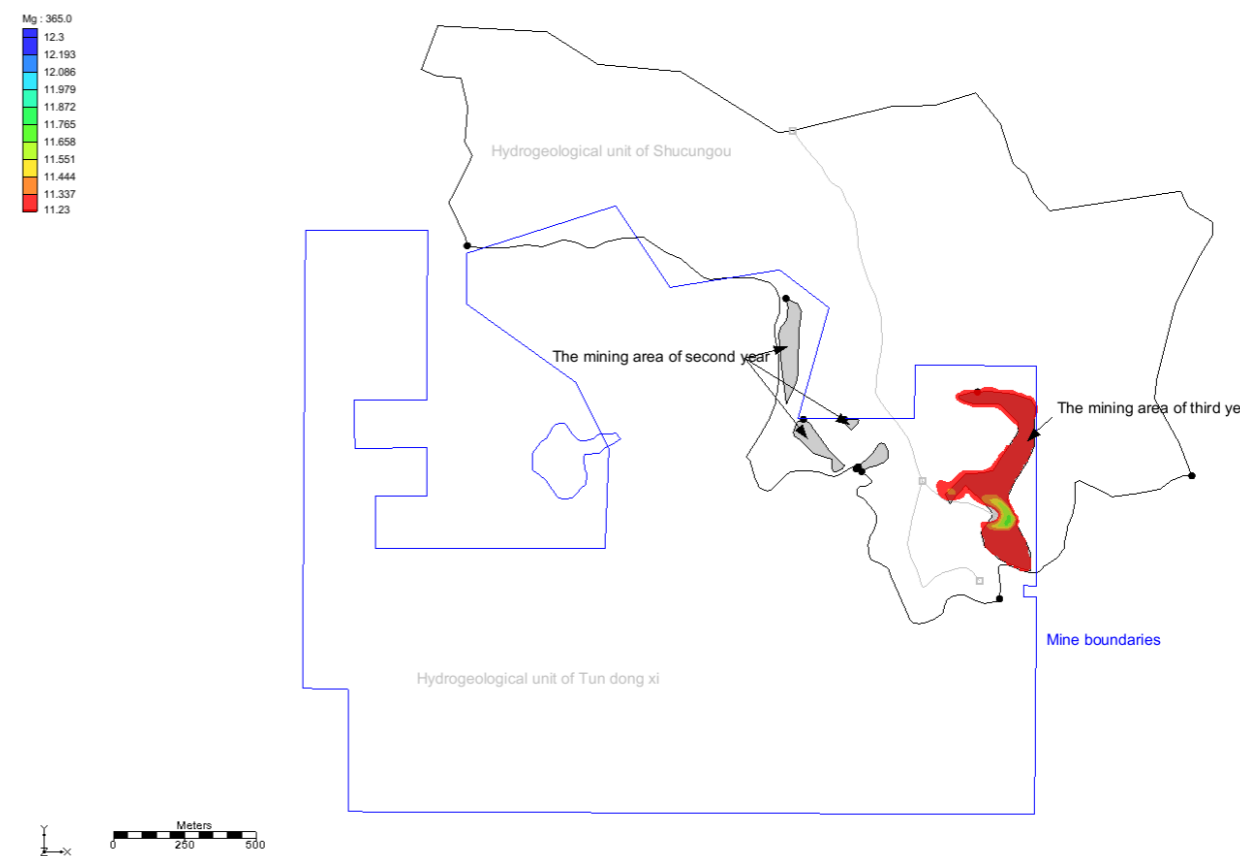
2、Mg 预测结果

(1) 单个矿体开采期间预测结果

各个开采矿体在开采期间泄露注液中的硫酸盐造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个开采矿体泄露注液中的 Mg 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的污染羽浓度变化范围为 11.211mg/L（第 60 天）~ 11.245 mg/L（第 365 天），最高浓度为 11.245mg/L，相较于本底值（11.19 mg/L），开采时对地下水环境的镁离子的浓度增量贡献较少。



第二年生产矿体 Mg 预测结果



第三年生产矿体 Mg 预测结果



第四年生产矿体 Mg 预测结果



第五年生产矿体 Mg 预测结果

图4.5-33 各矿体开采期间 Mg 预测结果

(2) 闭矿期

采区各开采矿体在闭矿后渗滤液的镁造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的镁污染羽浓度变化范围为 11.2mg/L~11.28mg/L，最高浓度为 11.28mg/L，相较于本底值（11.19mg/L），开采时对地下水环境的镁离子的浓度增量贡献较少。

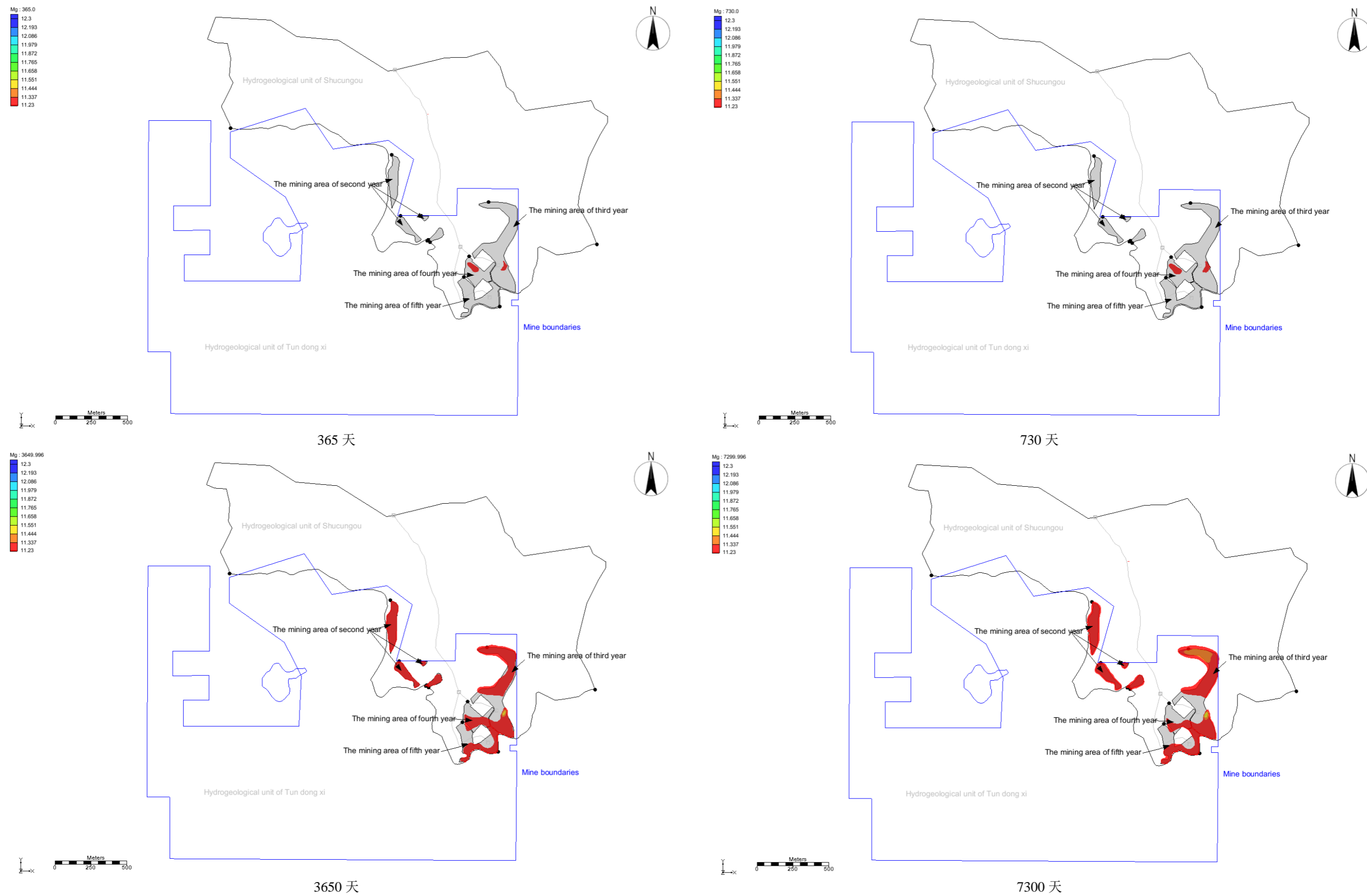
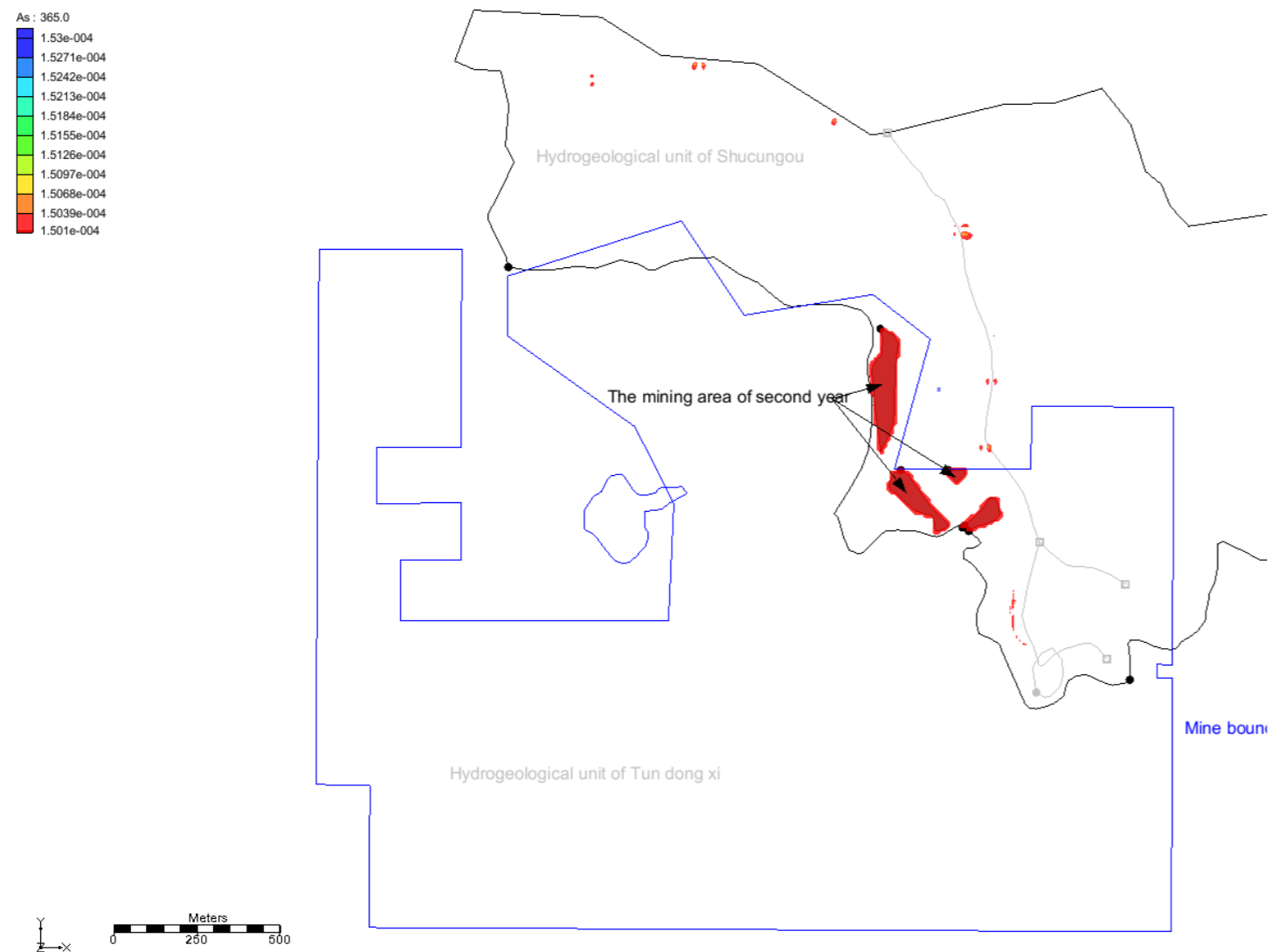


图4.5-34 闭矿期（365天~7300天）Mg 预测结果

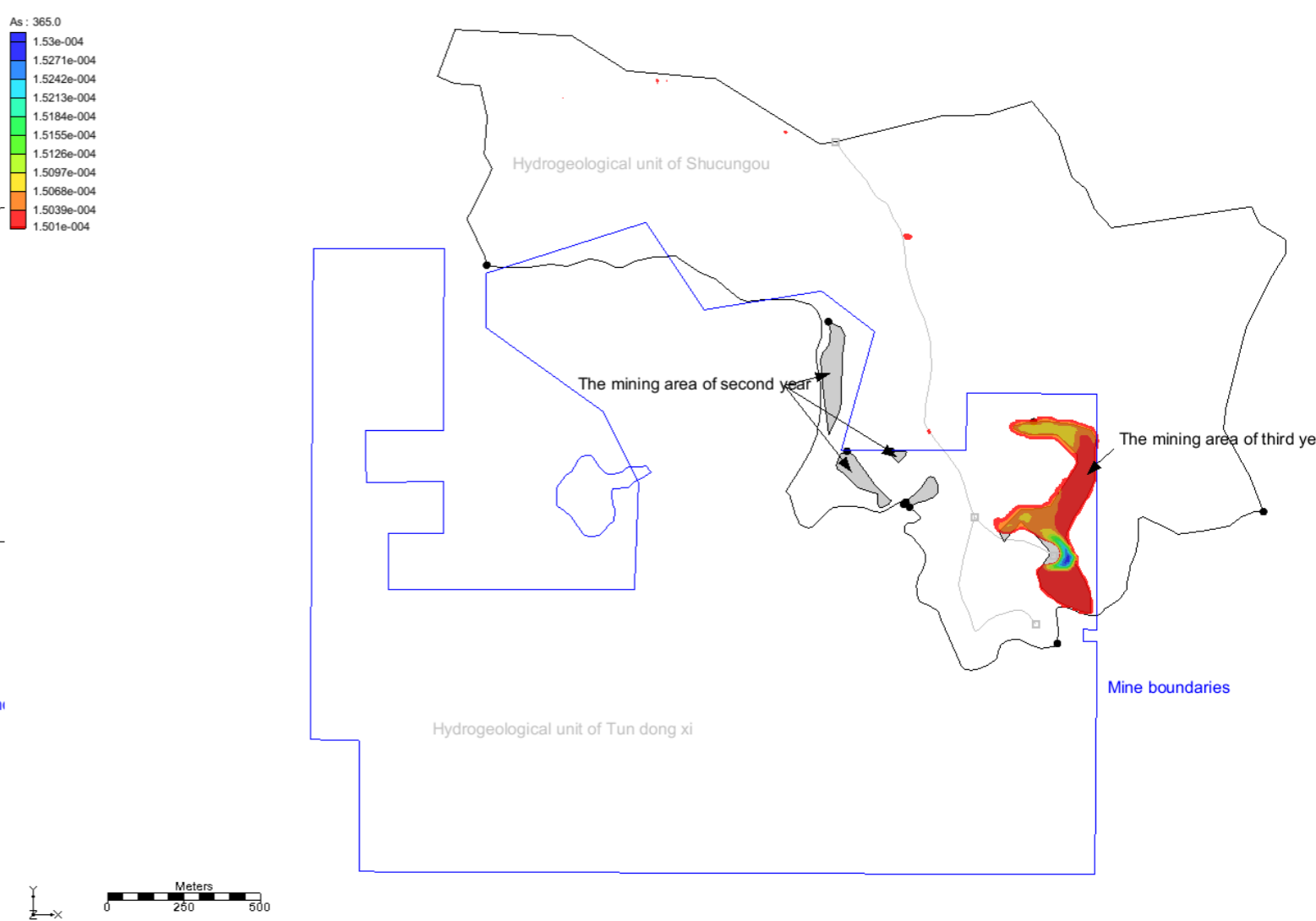
3、As 预测结果

(1) 单个矿体开采期间预测结果

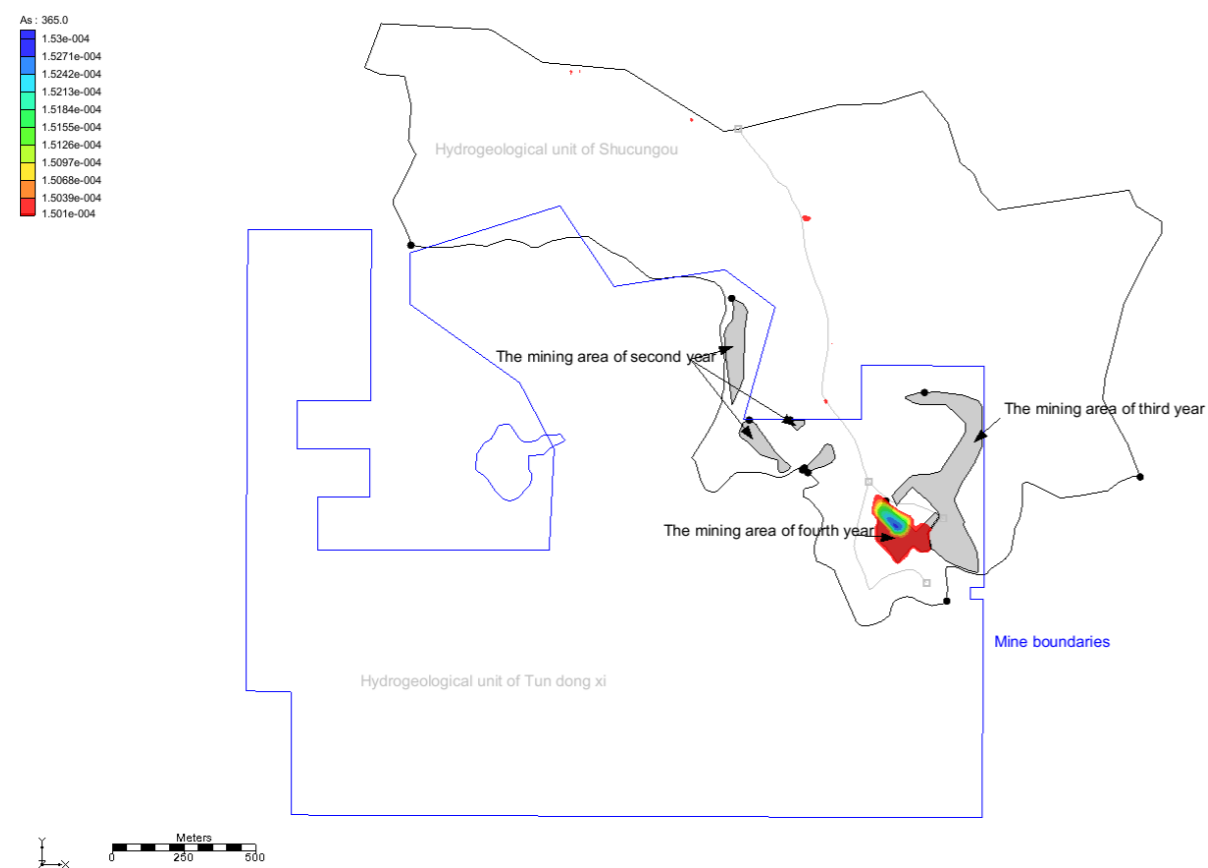
各个开采矿体在开采期间泄露注液中的硫酸盐造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体在其开采期间造成的 As 污染羽浓度变化范围为 0.000150mg/L(第 60 天)~0.0001502mg/L(第 365 天)，最高浓度为 0.0001502mg/L，均低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中 III 类水中 As 标准限值，未造成区域地下水污染。



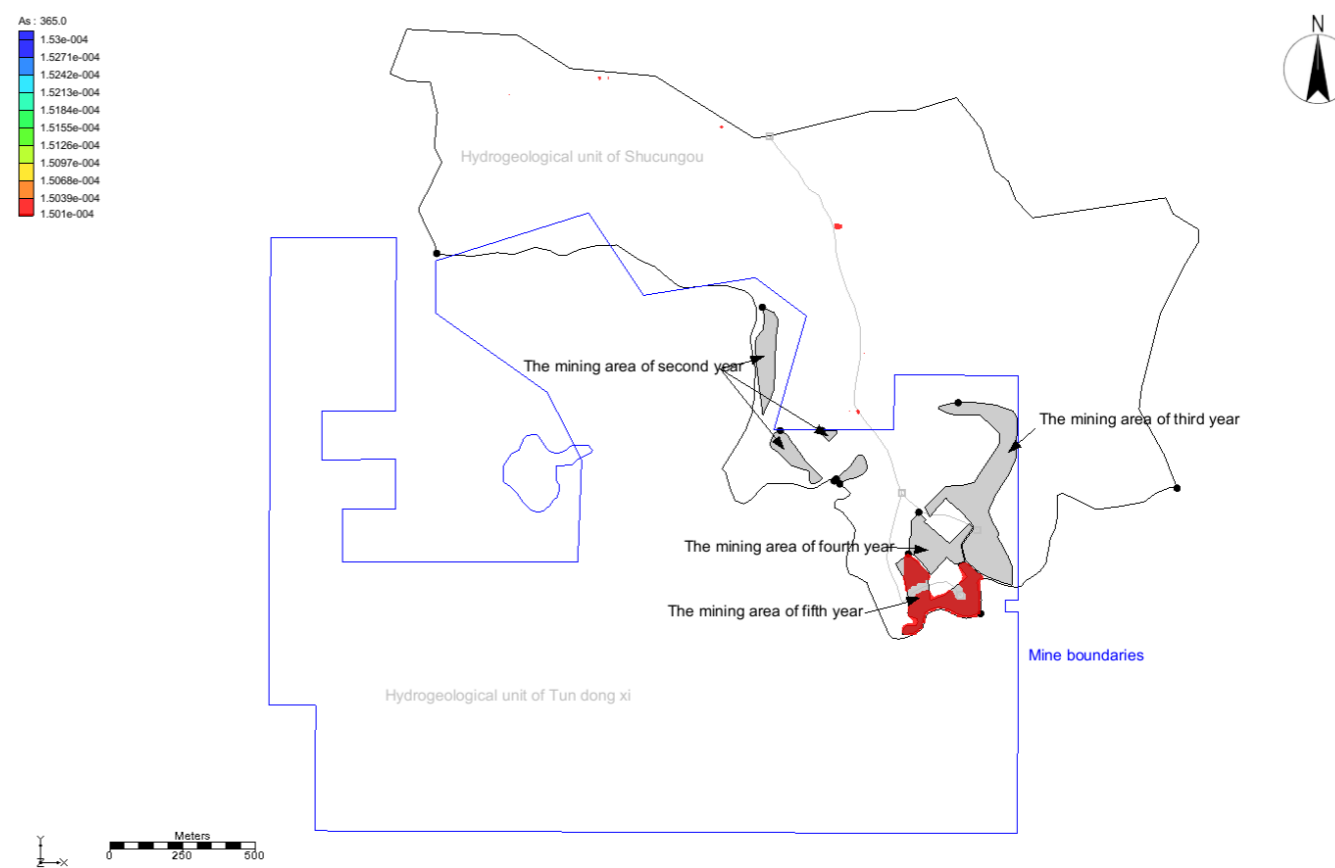
第二年生产矿体 As 预测结果



第三年生产矿体 As 预测结果



第四年生产矿体 As 预测结果



第五年生产矿体 As 预测结果

图4.5-35 各矿体开采期间 As 预测结果

(2) 闭矿期

采区各开采矿体在闭矿后渗滤液的 As 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的 As 污染羽浓度变化范围为 0.000148mg/L~0.000149mg/L，最高浓度为 0.000149mg/L，低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中Ⅲ类水中 As 标准限值，未造成区域地下水污染。

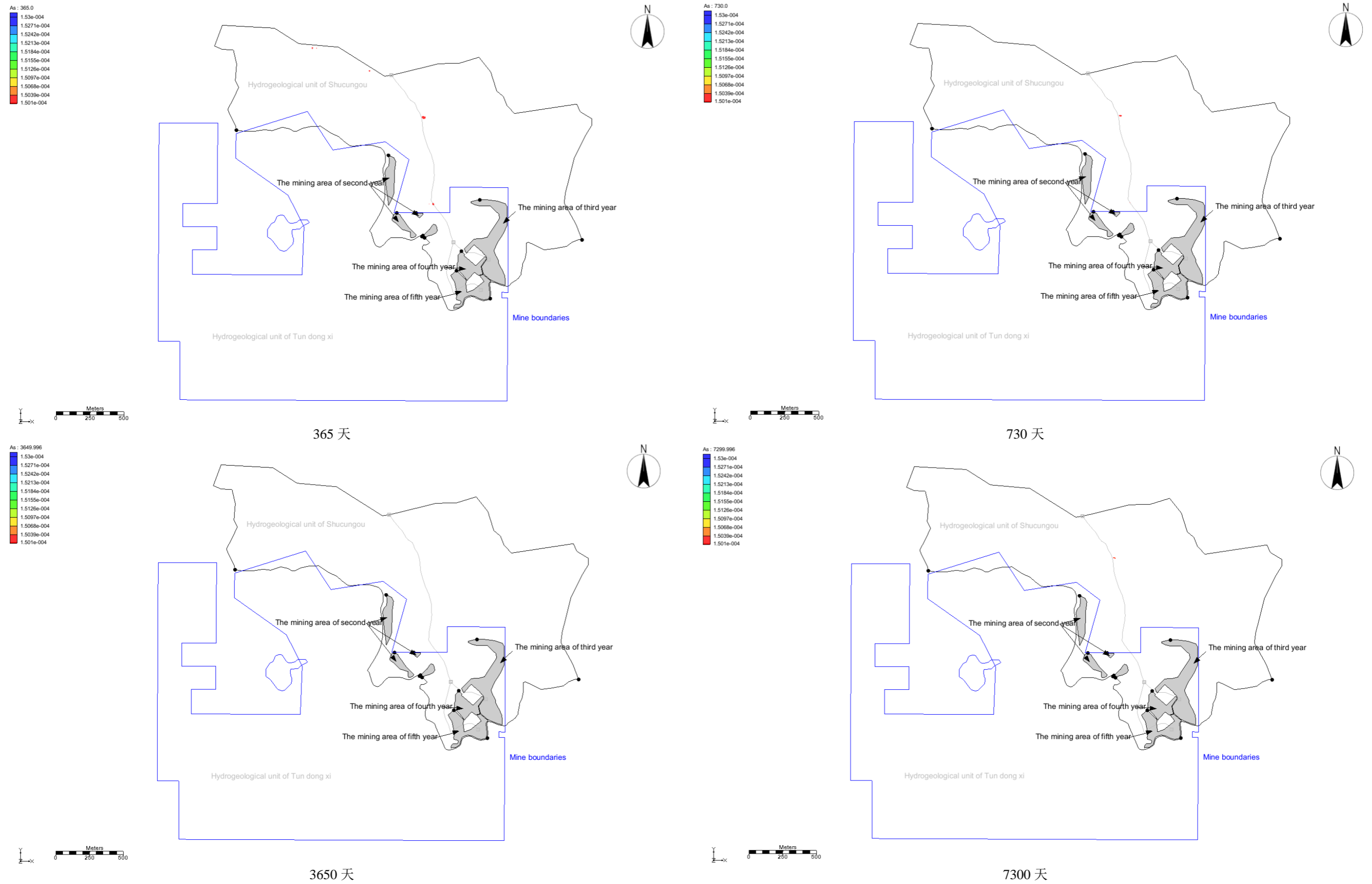
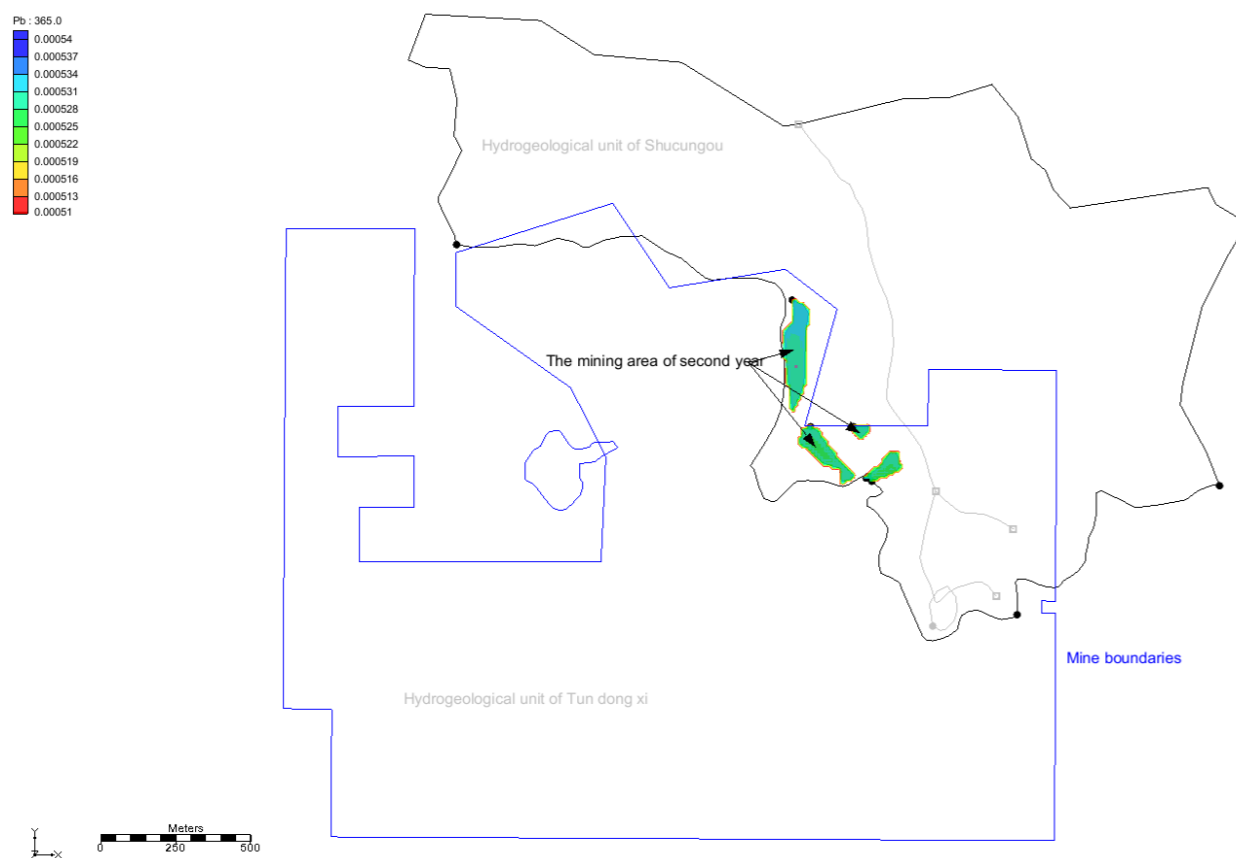


图4.5-36 闭矿期（365天~7300天）As 预测结果

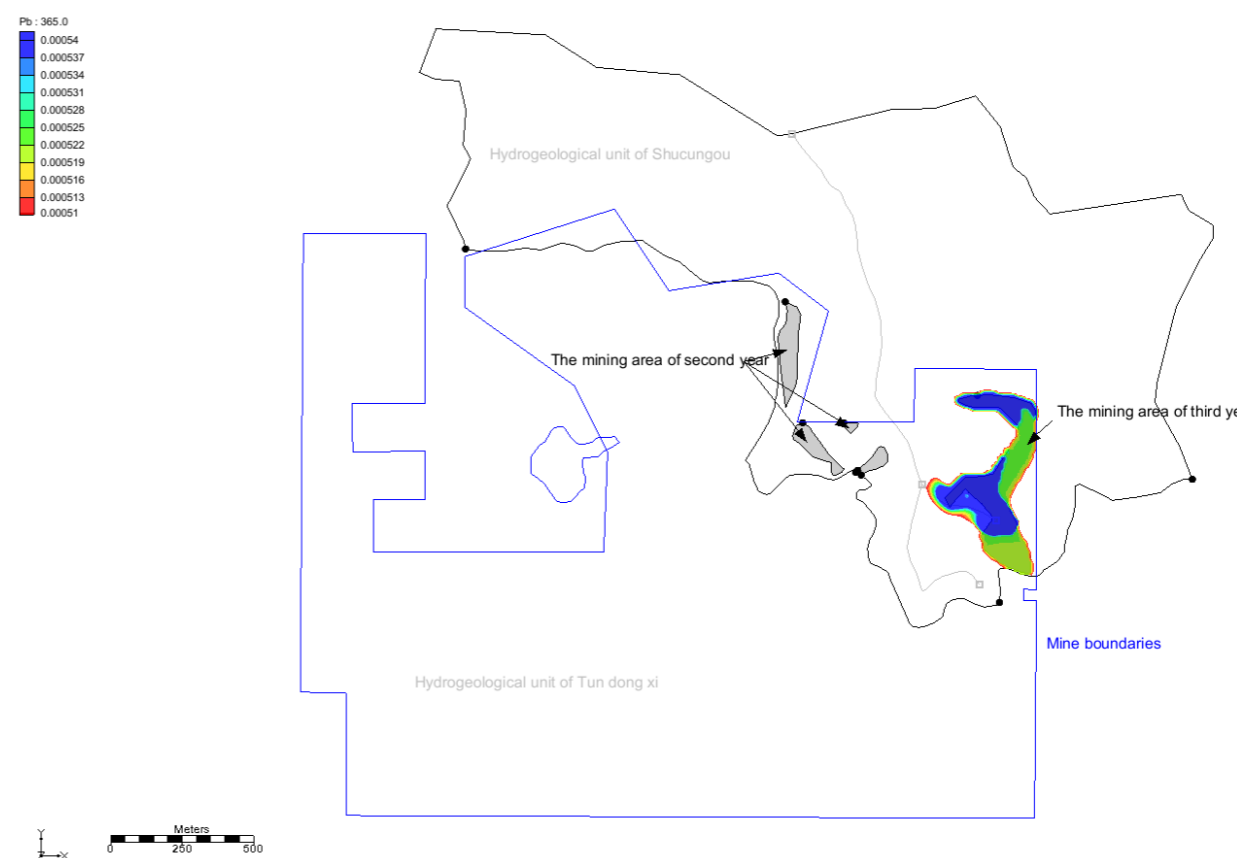
4、Pb 预测结果

(1) 单个矿体开采期间预测结果

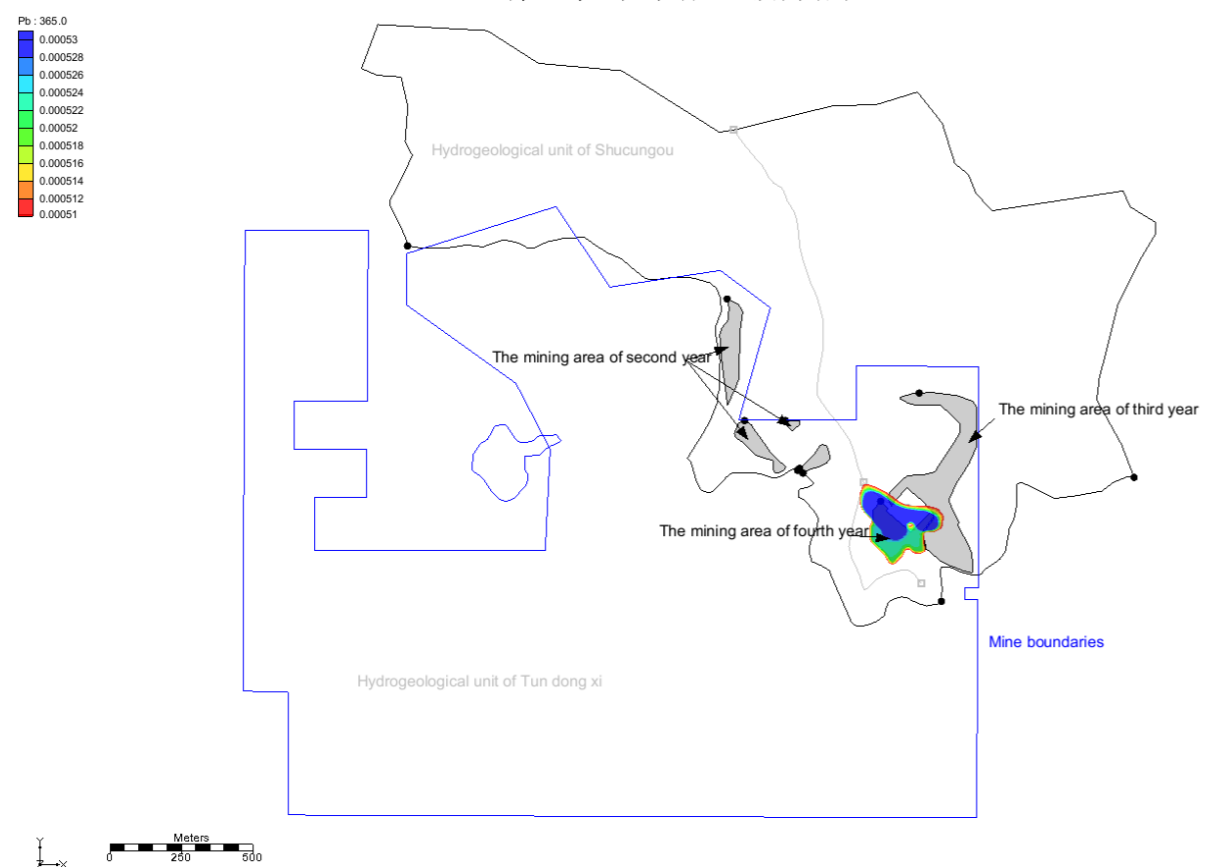
各个开采矿体在开采期间泄露注液中的 Pb 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体在其开采期间造成的 Pb 污染羽浓度变化范围为 0.00049996mg/L(第 60 天)~0.00049999mg/L(第 365 天)，最高浓度为 0.000527mg/L，均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中 III 类水中 Pb 标准限值，未造成区域地下水污染。



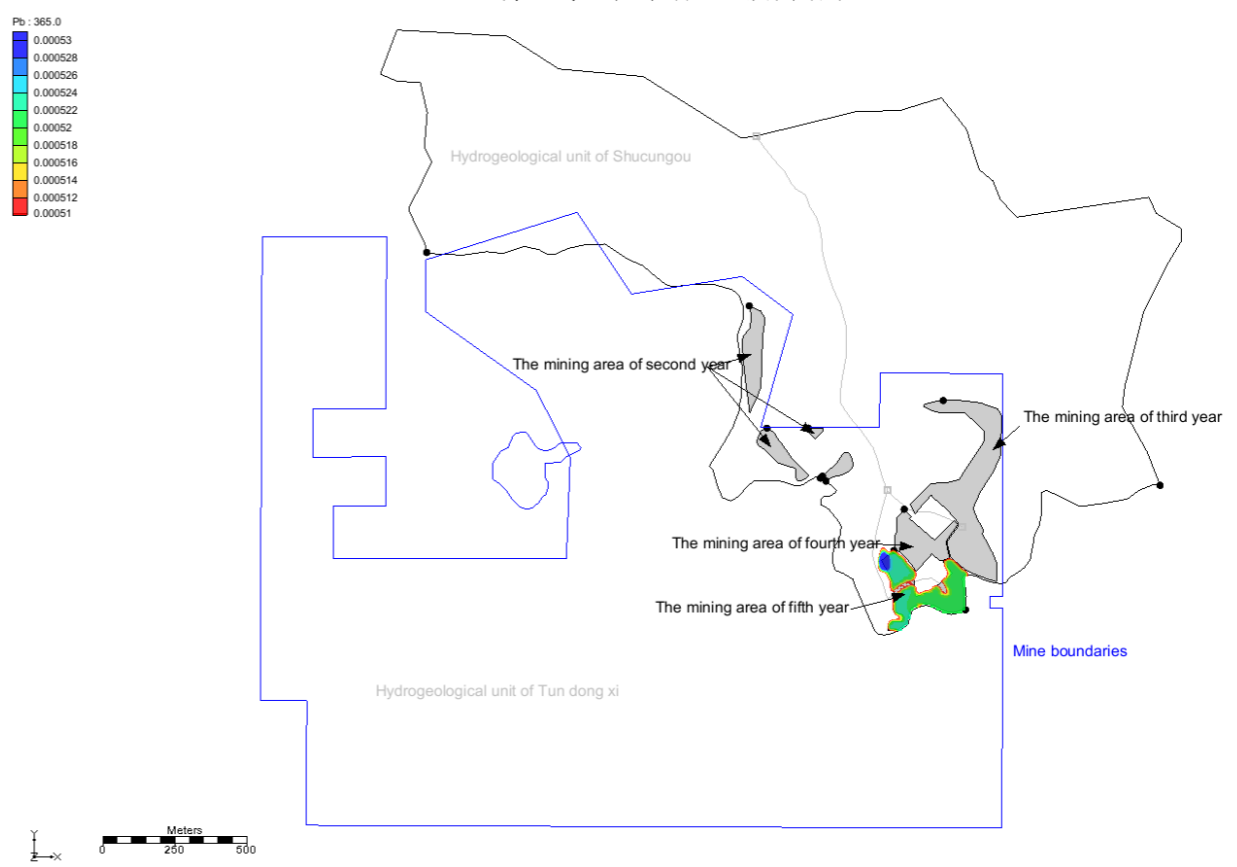
第二年生产矿体 Pb 预测结果



第三年生产矿体 Pb 预测结果



第四年生产矿体 Pb 预测结果



第五年生产矿体 Pb 预测结果

图4.5-37 各矿体开采期间 Pb 预测结果

(4) 闭矿期预测结果

采区各开采矿体在闭矿后渗滤液的 Pb 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的 Pb 污染羽浓度变化范围为 0.00050mg/L~0.00056mg/L，最高浓度为 0.00056mg/L，低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 Pb 标准限值，未造成区域地下水污染。

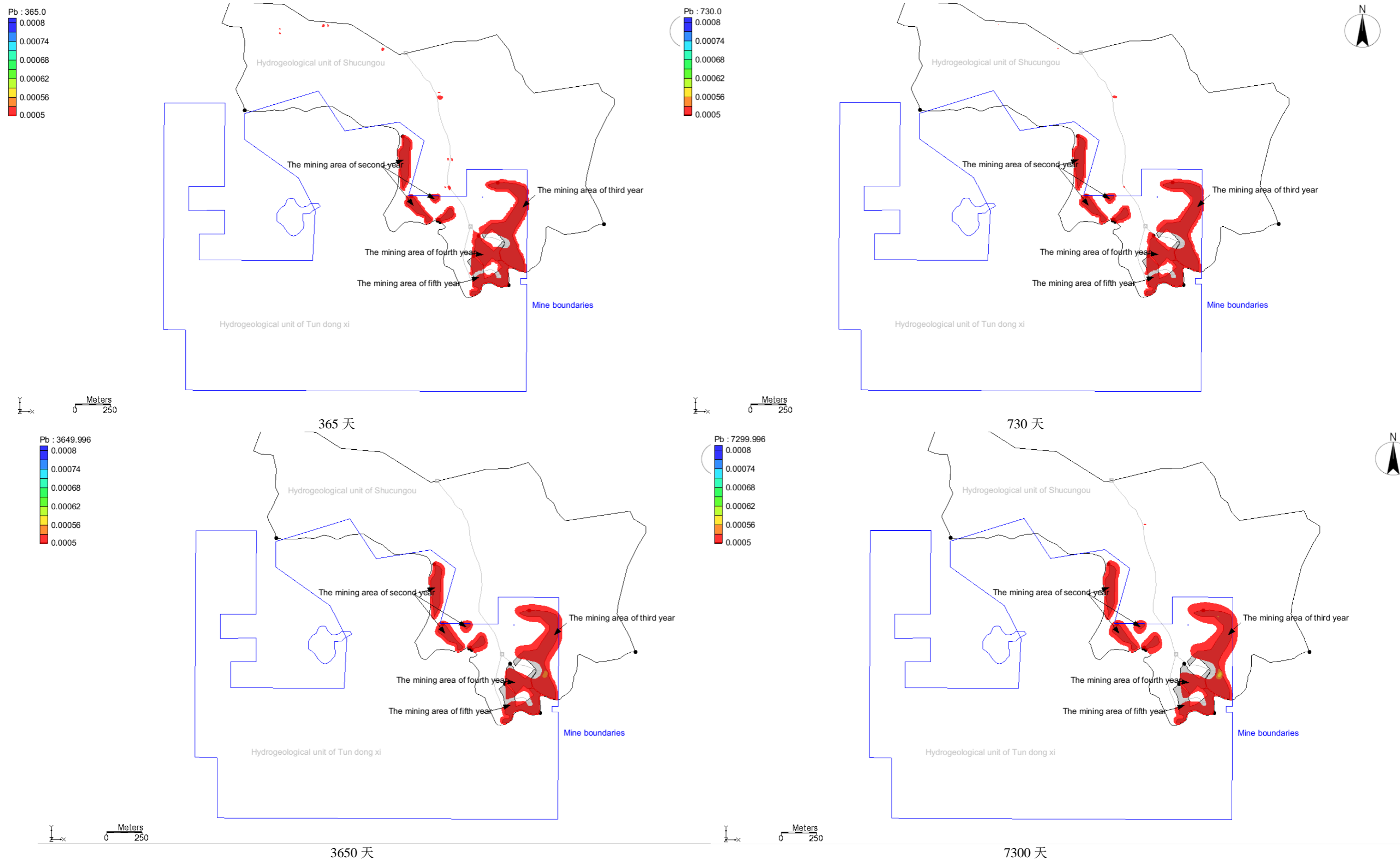
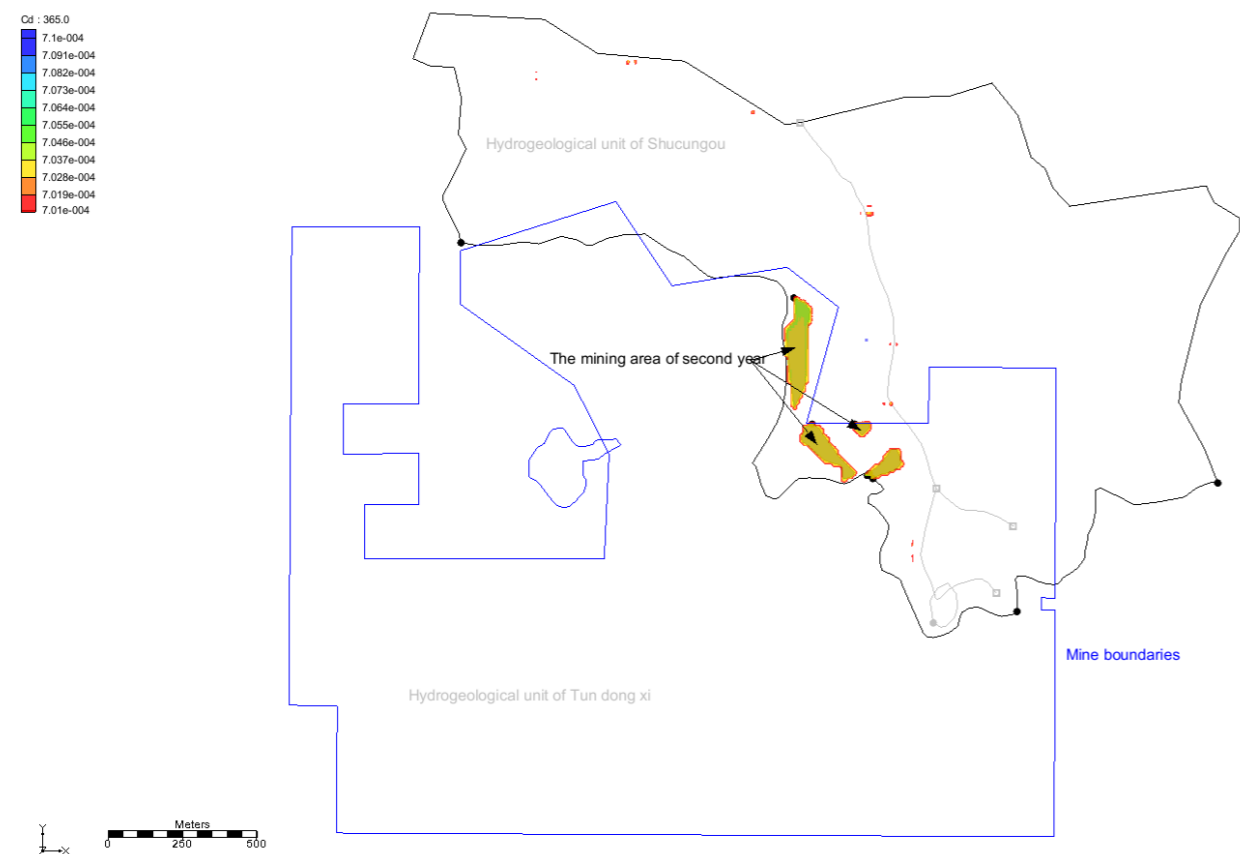


图4.5-38 闭矿期（365天~7300天）Pb 预测结果

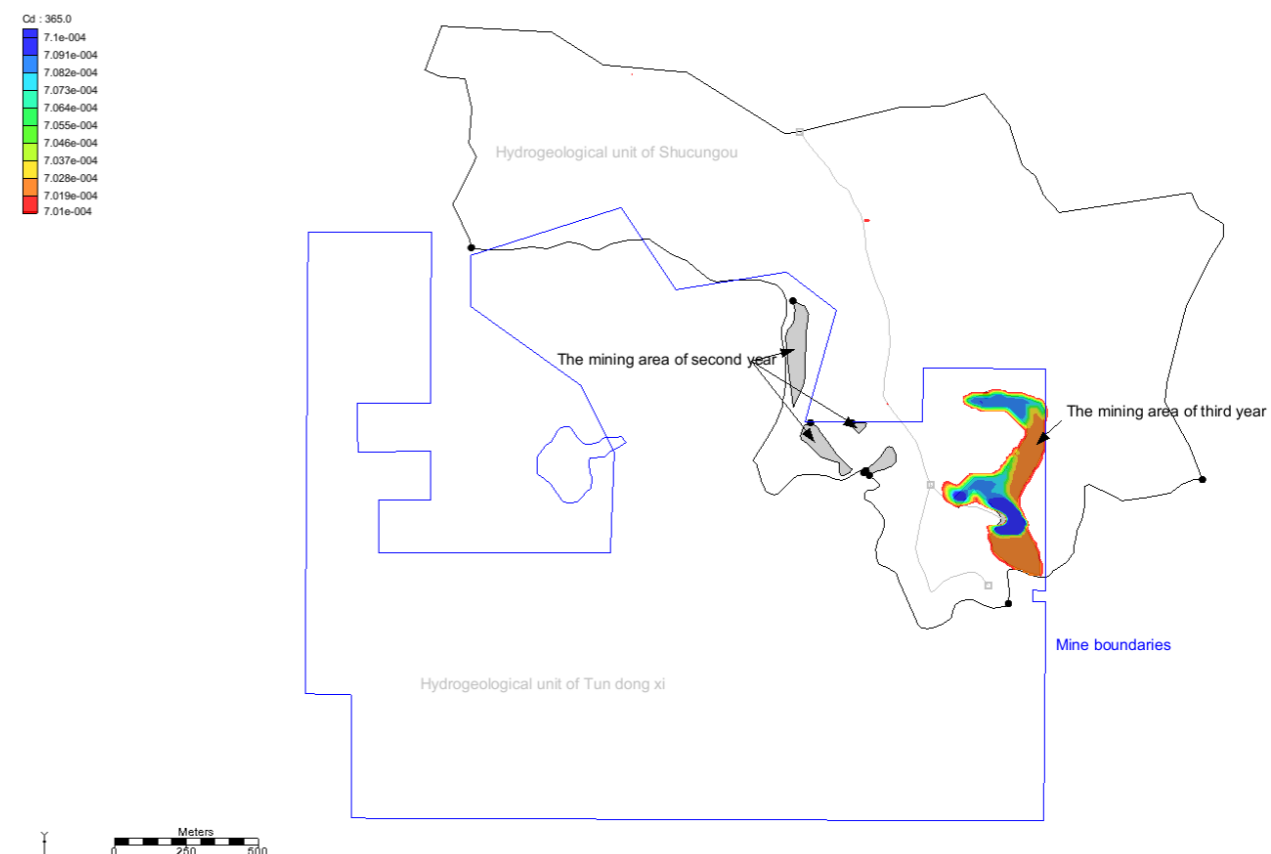
5、Cd 预测结果

(1) 单个矿体开采期间预测结果

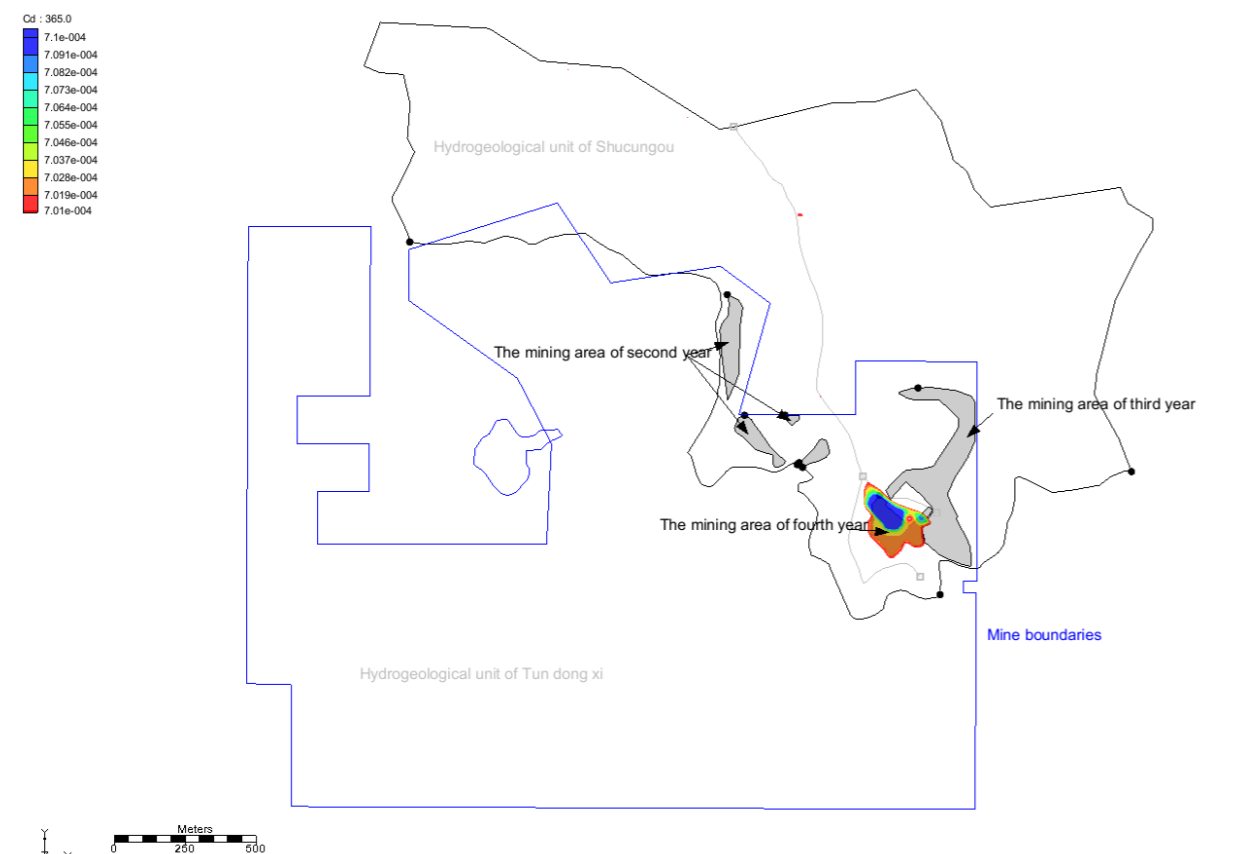
各个开采矿体在开采期间泄露注液中的 Cd 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体在其开采期间造成的 Cd 污染羽浓度变化范围为 0.000700mg/L（第 60 天）~0.0007032g/L（第 365 天），最高浓度为 0.00478mg/L，均低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 Cd 标准限值，未造成区域地下水污染。



第二年生产矿体 Cd 预测结果



第三年生产矿体 Cd 预测结果



第四年生产矿体 Cd 预测结果



第五年生产矿体 Cd 预测结果

图4.5-39 各矿体开采期间 Cd 预测结果

(5) 闭矿期预测结果

采区各开采矿体在闭矿后渗滤液的 Cd 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的 Cd 污染羽浓度变化范围为 0.00058mg/L（第 60 天）~0.00067mg/L（第 365 天），最高浓度为 0.00067mg/L，低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 Cd 标准限值，未造成区域地下水污染。

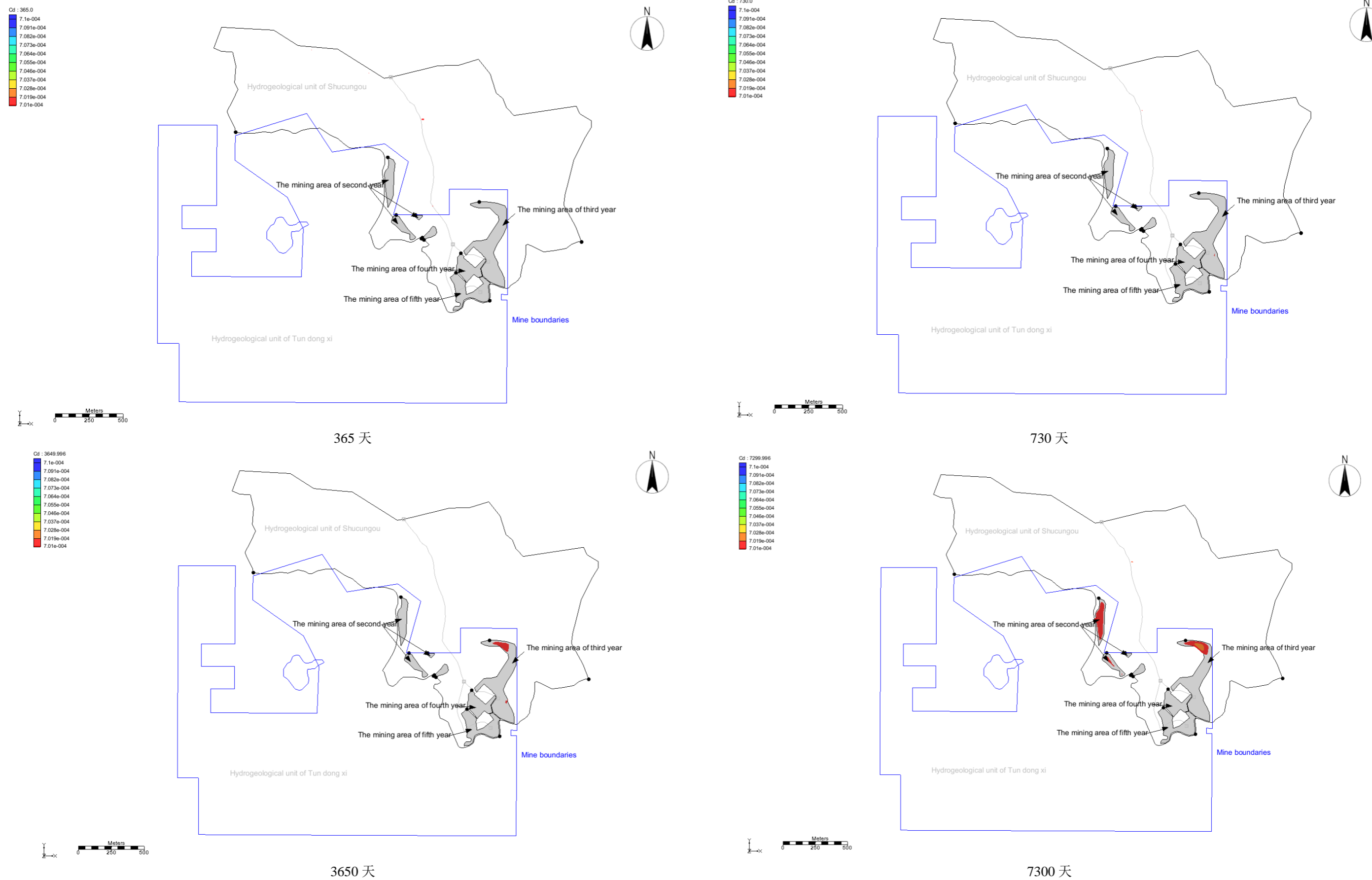
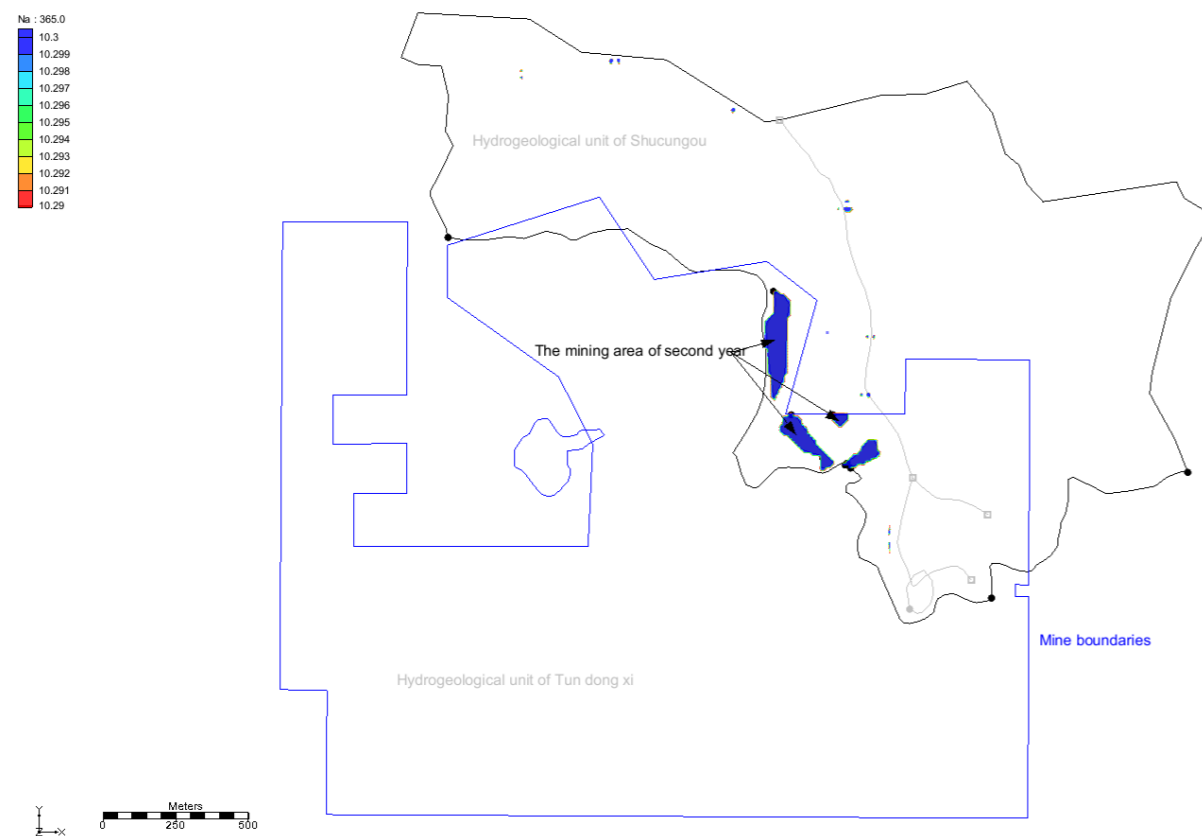


图4.5-40 闭矿期（365天~7300天）Cd 预测结果

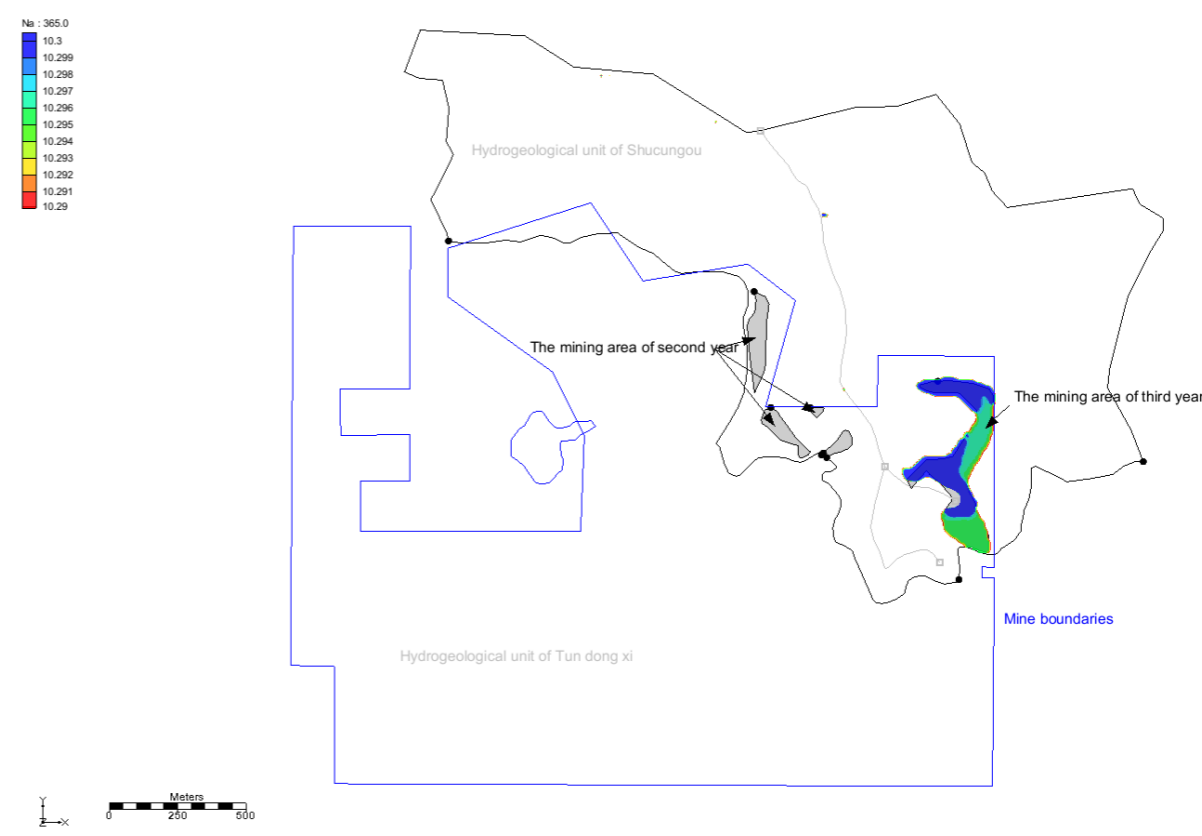
6、Na 预测结果

(1) 单个矿体开采期间预测结果

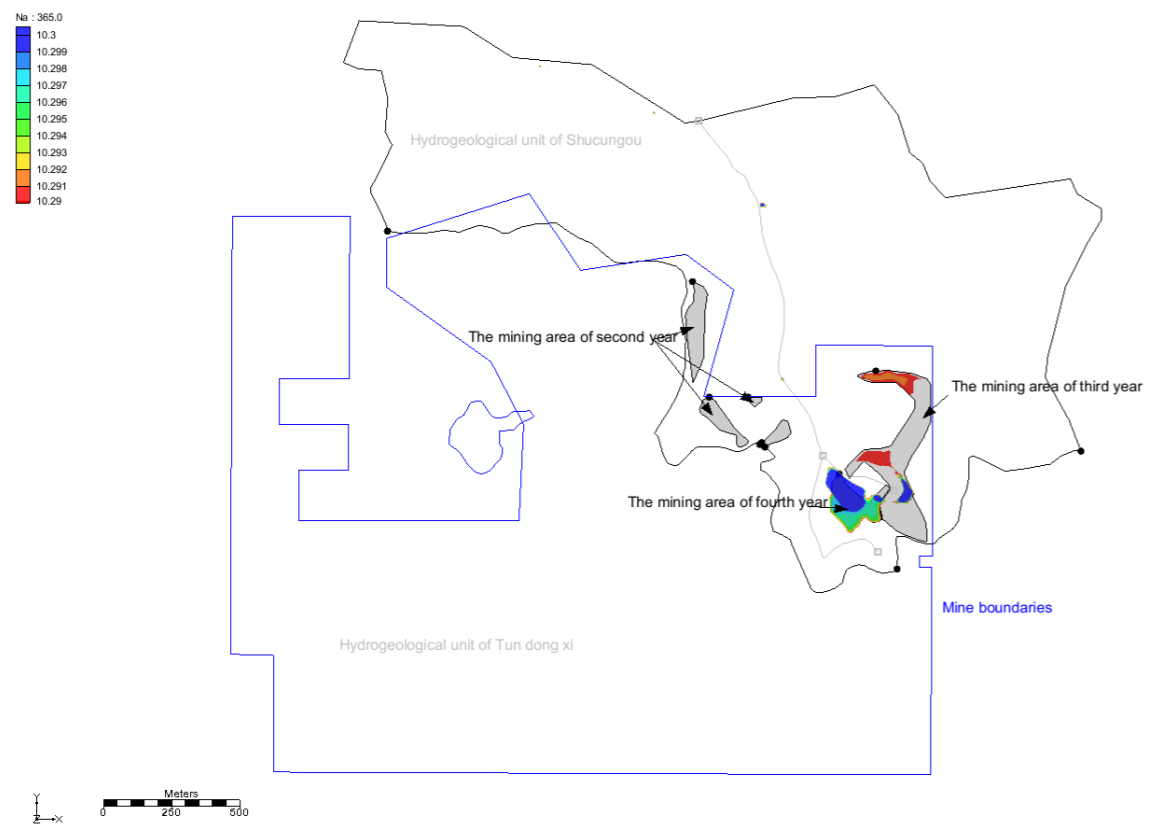
各个开采矿体在开采期间泄露注液中的 Na 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体在其开采期间造成的 Na 污染羽浓度变化范围为 10.28mg/L（第 60 天）~10.30mg/L（第 365 天），最高浓度为 10.30mg/L，均低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中 III 类水中 Na 标准限值，未造成区域地下水污染。



第二年生产矿体 Na 预测结果



第三年生产矿体 Na 预测结果



第四年生产矿体 Na 预测结果



第五年生产矿体 Na 测结果

图4.5-41 各矿体开采期间 Na 预测结果

(2) 闭矿期预测结果

采区各开采矿体在闭矿后渗滤液的 Na 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的 Na 污染羽浓度变化范围为 8.87mg/L~9.96mg/L，最高浓度为 9.96mg/L，低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 Na 标准限值，未造成区域地下水污染。

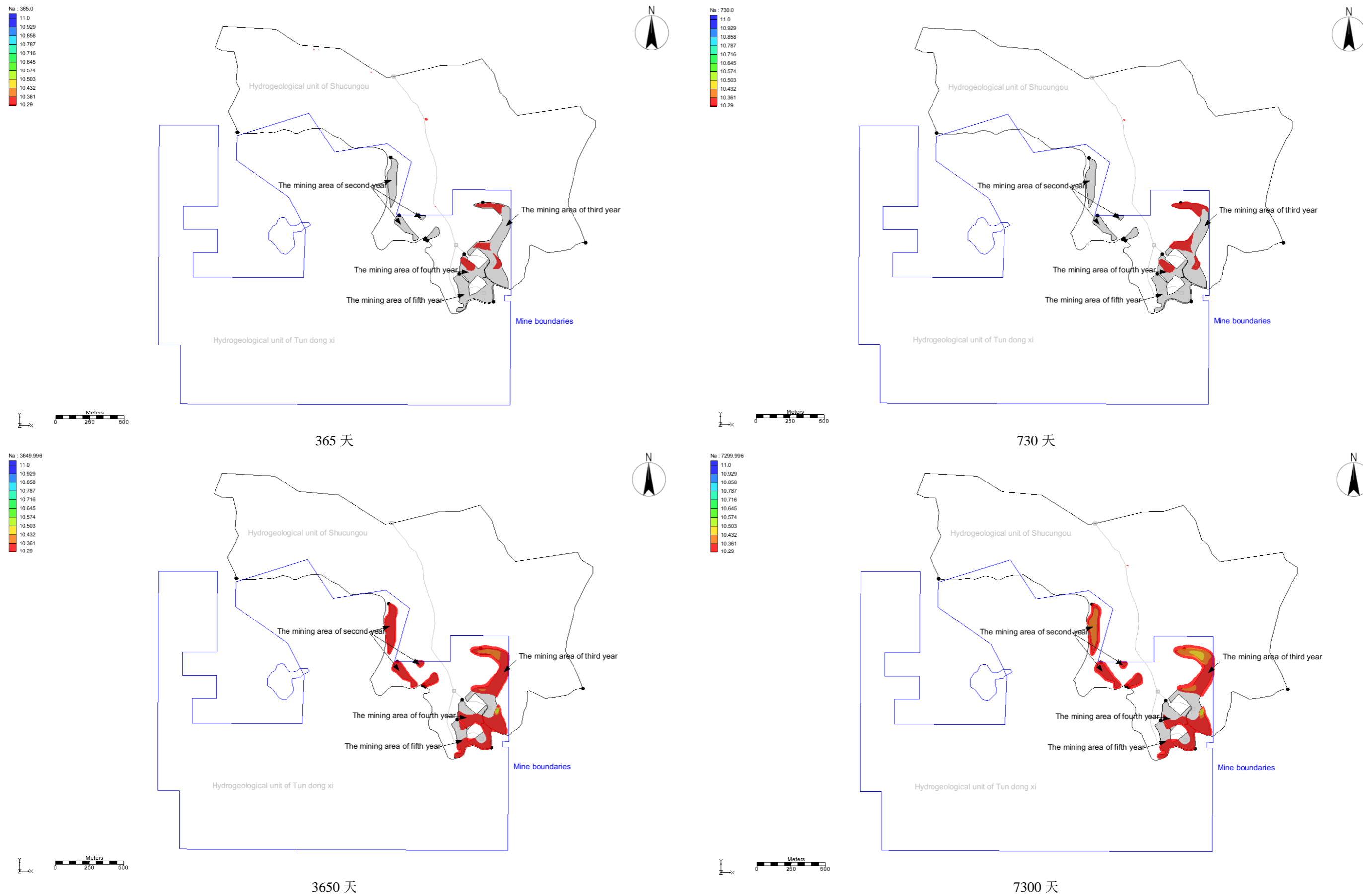
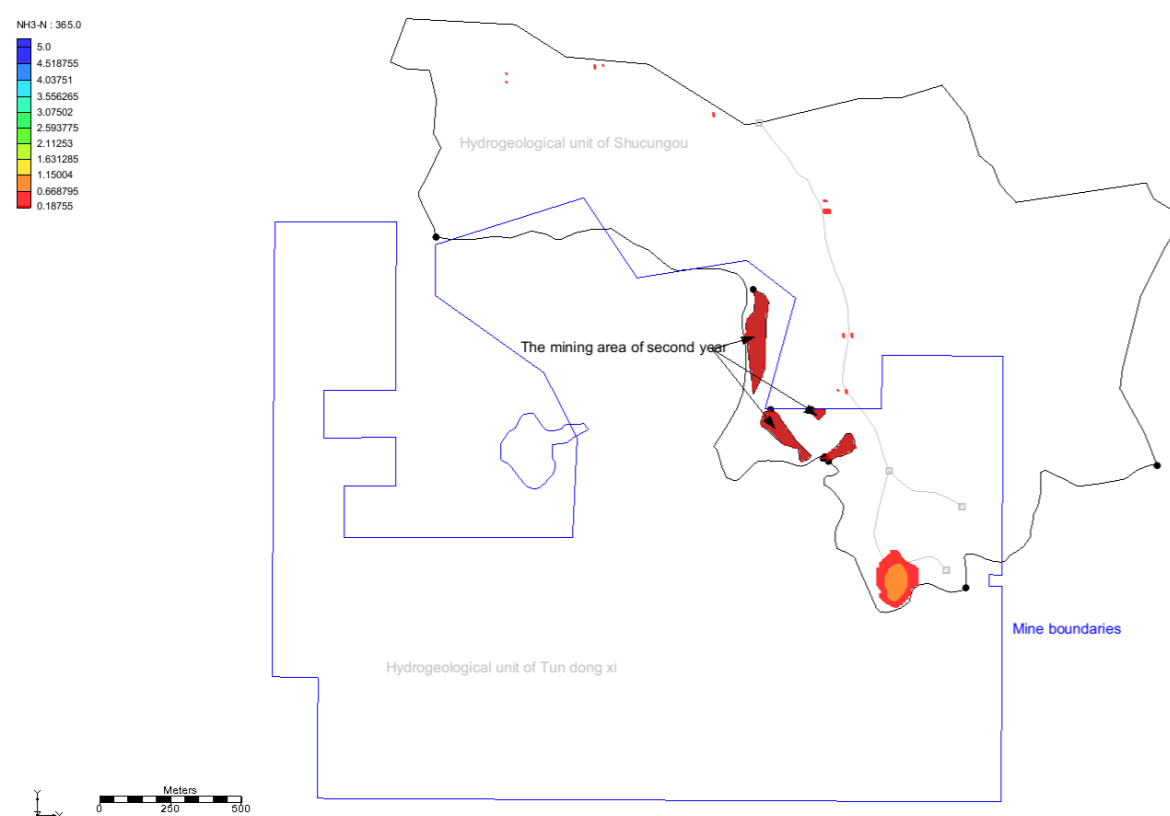


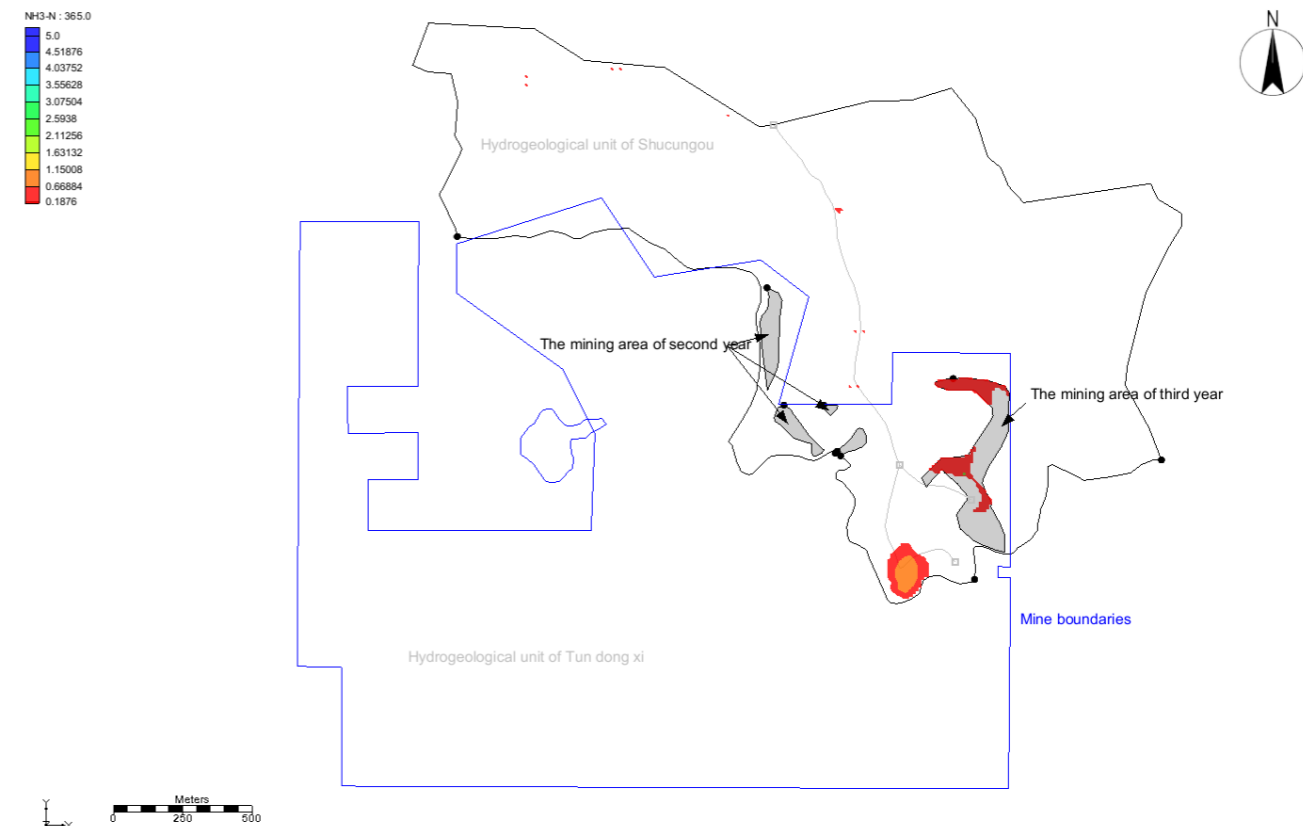
图4.5-42 闭矿期（365天~7300天）Na 预测结果

6、NH₃-N 预测结果

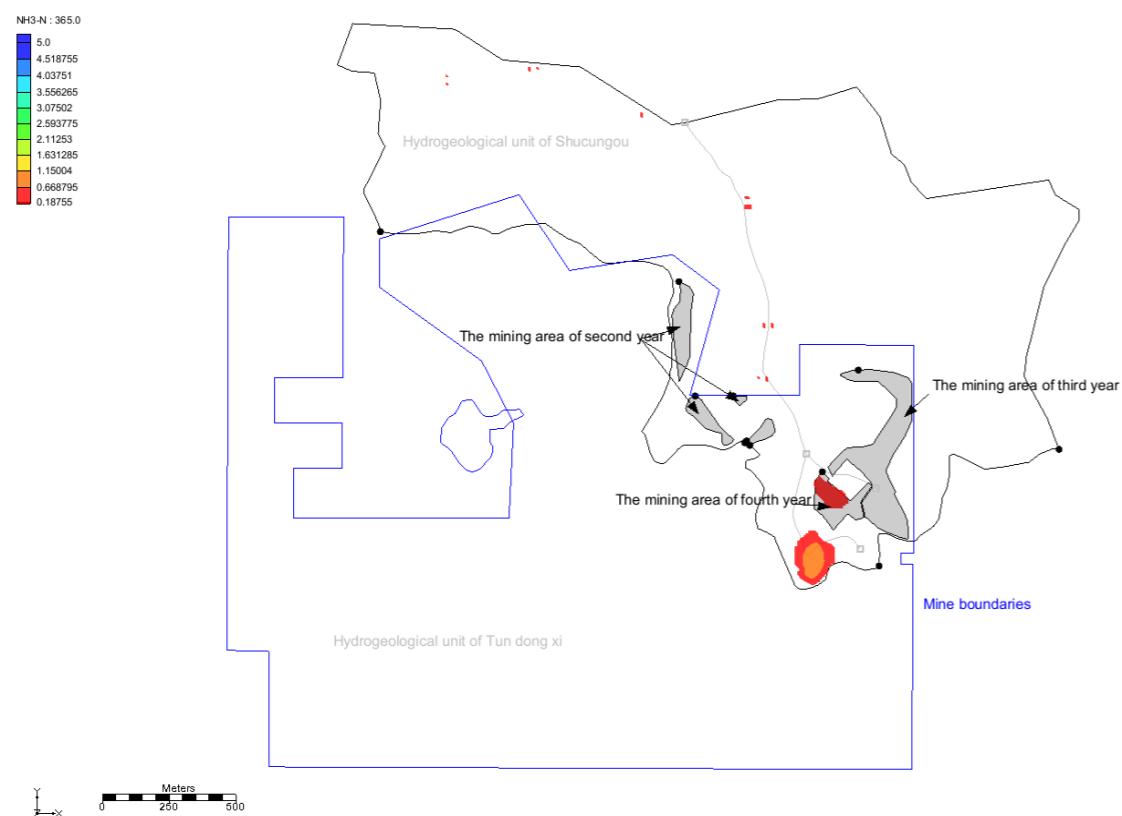
预测模型中 NH₃-N 的背景值根据不同点位的超标情况进行划分。在生产期第 1 年期间，在氨氮未超标的区域开采矿体泄露注液中的 NH₃-N 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的污染羽浓度变化范围为 0.1870mg/L（第 60 天）~0.1875mg/L（第 365 天），最高浓度为 0.1875mg/L，低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 NH₃-N 标准限值，在原始背景值未超标的区域，泄漏的注液未造成区域地下水污染。在原来已出现氨氮背景值超标现象的区域，在叠加开采活动泄露的注液后，氨氮的污染羽最高浓度为 0.91mg/L，超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 NH₃-N 标准限值。



第二年生产矿体 $\text{NH}_3\text{-N}$ 预测结果



第三年生产矿体 $\text{NH}_3\text{-N}$ 预测结果



第四年生产矿体 $\text{NH}_3\text{-N}$ 预测结果



第五年生产矿体 $\text{NH}_3\text{-N}$ 预测结果

图4.5-43 各矿体开采期间 $\text{NH}_3\text{-N}$ 预测结果

(2) 闭矿期预测结果

采区各开采矿体在闭矿后渗滤液的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 造成的污染羽均在所开采矿体的周围，并未造成大范围的污染影响。各个采矿体的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染羽浓度变化范围为 $0.166\text{mg/L}\sim 0.181\text{mg/L}$ ，最高浓度为 0.181mg/L ，低于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 标准限值，未造成区域地下水污染。出现超标的矿体为背景值超标区域，超标范围均在矿区范围内，未造成矿区外地下水环境污染。

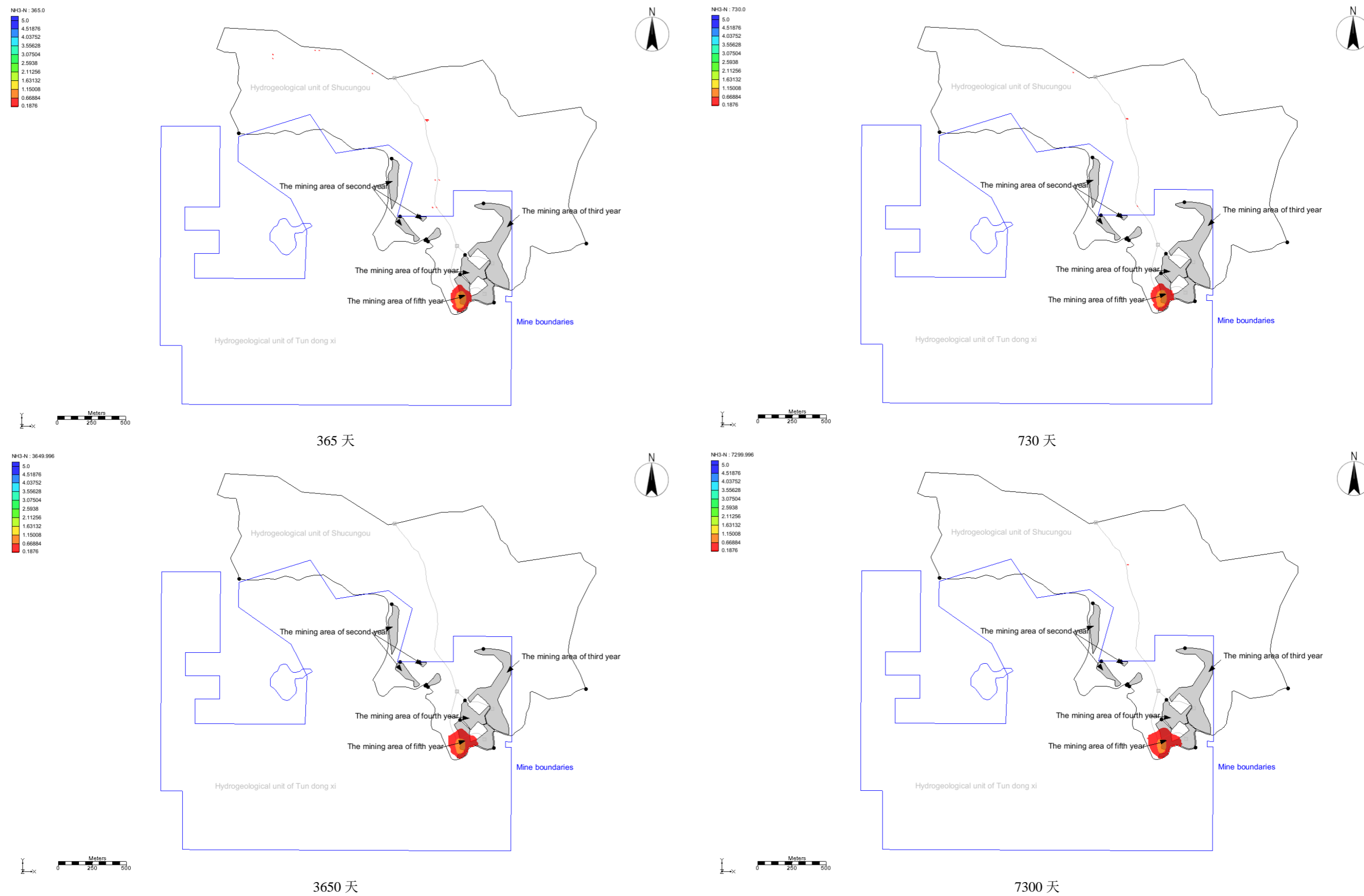


图4.5-44 闭矿期（365天~7300天） $\text{NH}_3\text{-N}$ 预测结果

4.5.1.7 非正常工况下屯垌溪次级水文地质单元预测结果

1、非正常工况下硫酸盐预测结果

相同预测时段中，非正常工况下硫酸盐污染羽范围相较于正常工况下硫酸盐污染羽范围更广，浓度更高。采用相同的网格点浓度进行对比，非正常工况造成的硫酸盐浓度贡献值更高。

表4.5-1 预测矿体内污染羽最高浓度对比

预测工况	网格点最高浓度 (mg/L)		矿界浓度 (mg/L)	
	60 天	365 天	60 天	365 天
正常工况	65.0	13.13	64.80	72.93
非正常工况	143.96	206.61	94.17	143.17

非正常工况下，在预测时段内未出现矿界外硫酸盐贡献值浓度超标情况，均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中III类水中硫酸盐标准限值，未造成区域地下水污染。

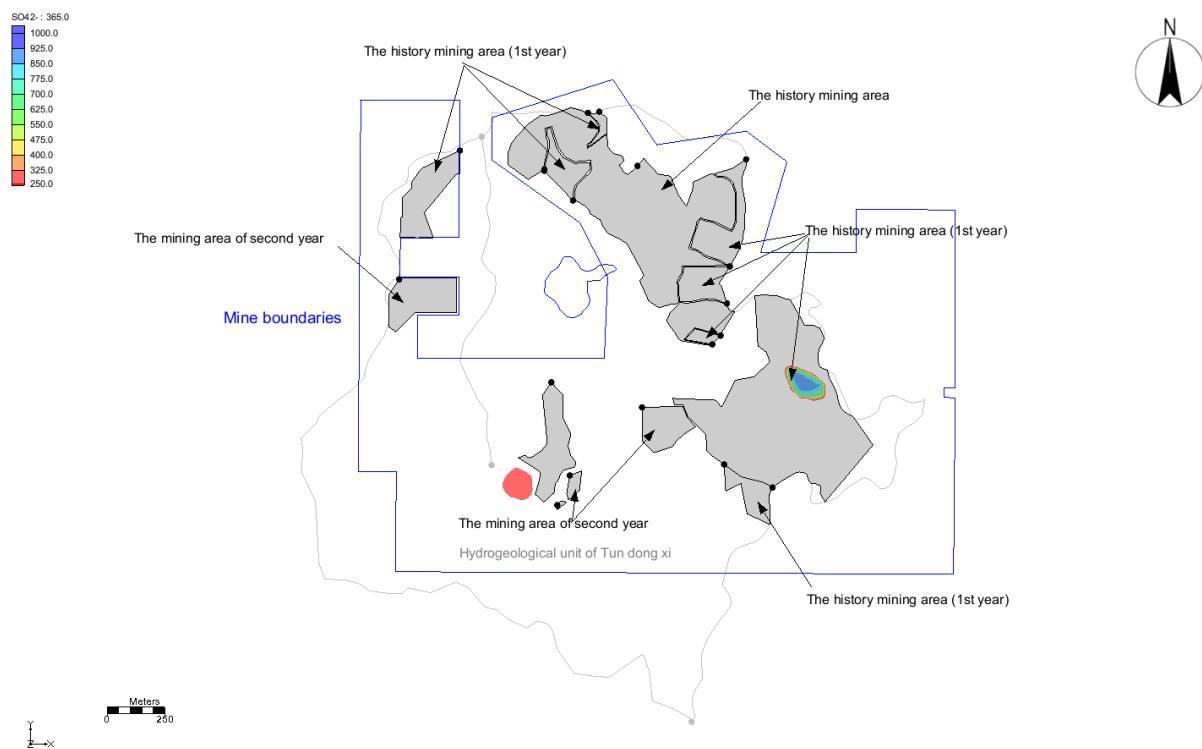


图4.5-45 非正常工况下矿体开采期间硫酸盐预测结果 (污染羽最低浓度值 250mg/L)

2、非正常工况下 Mg 预测结果

相同预测时段中，非正常工况下 Mg 污染羽范围相较于正常工况下 Mg 污染羽范围更广，浓度更高。采用相同的网格点浓度进行对比，非正常工况造成的 Mg 浓度贡献值更高。但相对于环境现在本底值变幅不大。

表4.5-2 预测矿体内污染羽最高浓度对比

预测工况	网格点最高浓度 (mg/L)		矿界浓度 (mg/L)	
	60 天	365 天	60 天	365 天
正常工况	34.28	38.09	33.29	34.89
非正常工况	44.96	77.88	37.10	56.25

非正常工况下的 Mg 贡献值浓度分布见下图。

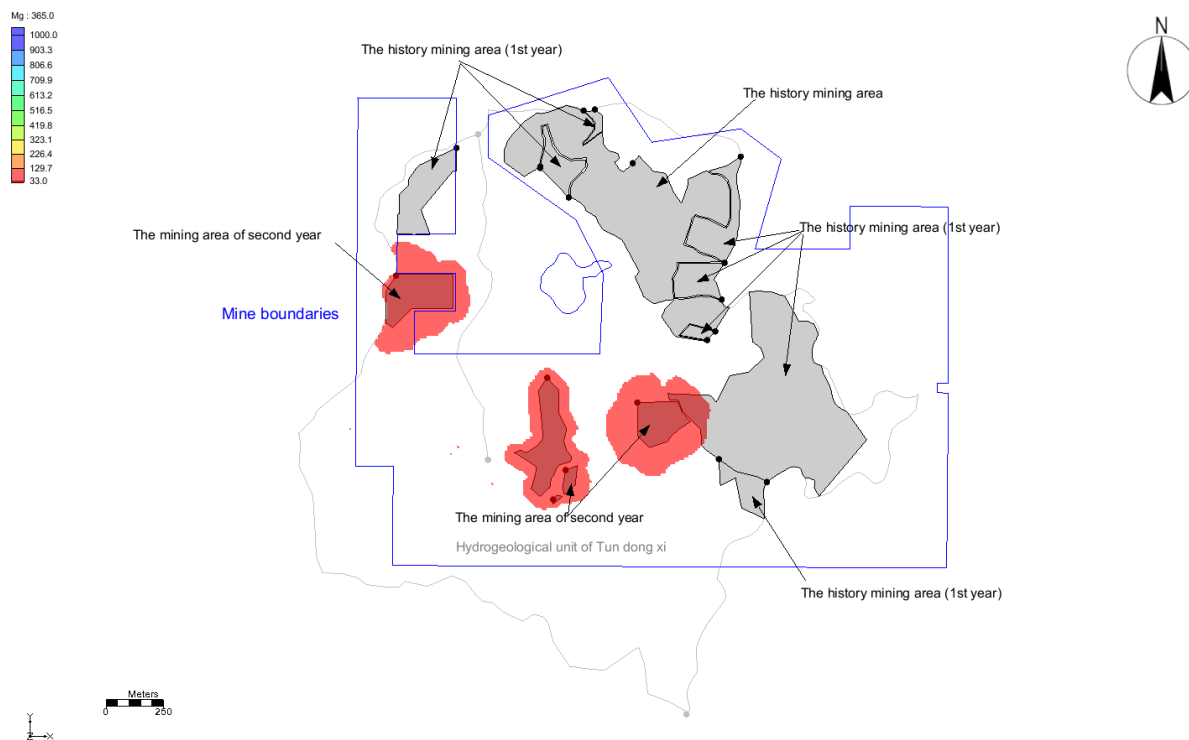


图4.5-46 非正常工况下矿体开采期间 Mg 预测结果（污染羽最低浓度值 33mg/L）

3、非正常工况下 As 预测结果

相同预测时段中，非正常工况下 As 污染羽范围相较于正常工况下 As 污染羽范围更广，浓度更高。采用相同的网格点浓度进行对比，非正常工况造成的 As 浓度贡献值更高。

表4.5-3 预测矿体内污染羽最高浓度对比

预测工况	网格点最高浓度 (mg/L)		矿界浓度 (mg/L)		环境质量标准 (mg/L)
	60 天	365 天	60 天	365 天	
正常工况	0.0008993	0.0008995	0.00090	0.000908	≤0.01
非正常工况	0.000939	0.00112	0.000913	0.000994	

非正常工况下，在预测时段内未出现矿界外 As 贡献值浓度超标情况，均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中Ⅲ类水中 As 标准限值，未造成区域地下水污染。

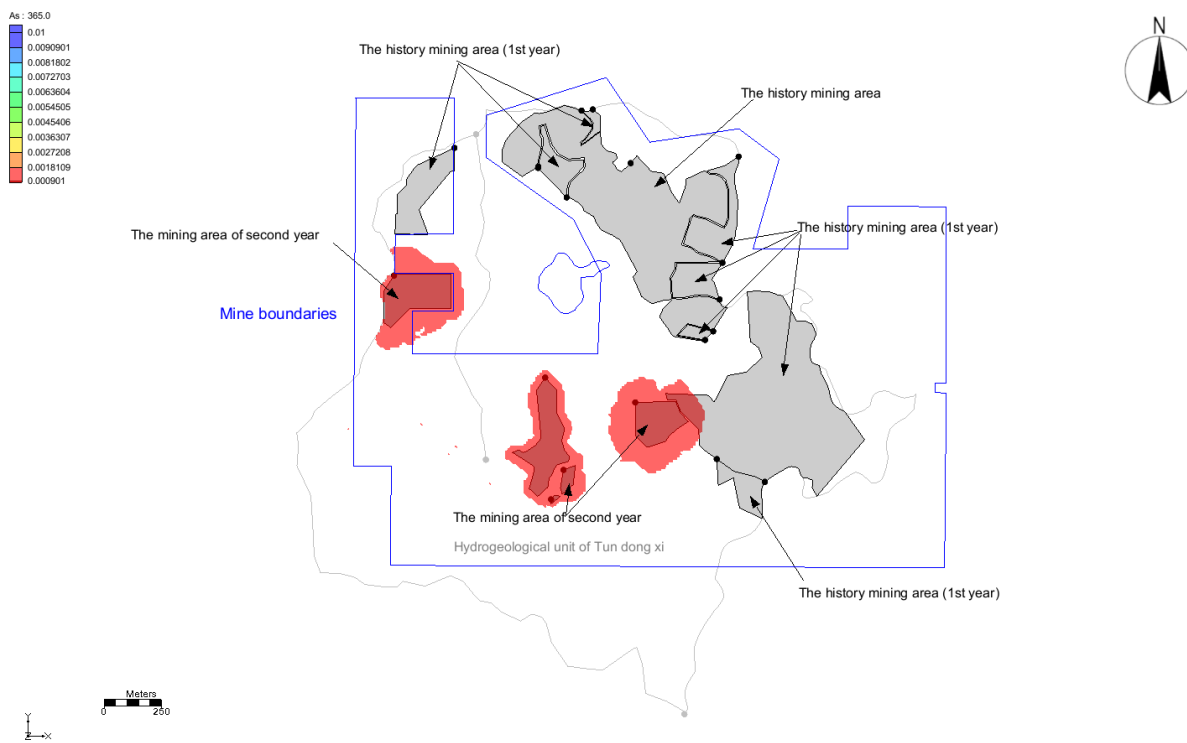


图4.5-47 非正常工况下矿体开采期间 As 预测结果（污染羽最低浓度值 0.000901~0.01mg/L）

4、非正常工况下 Pb 预测结果

相同预测时段中，非正常工况下 Pb 污染羽范围相较于正常工况下 Pb 污染羽范围更广，浓度更高。采用相同的网格点浓度进行对比，非正常工况造成的 Pb 浓度贡献值更高。

表4.5-4 预测矿体内污染羽最高浓度对比

预测工况	网格点最高浓度 (mg/L)		矿界浓度 (mg/L)		环境质量标准 (mg/L)
	60 天	365 天	60 天	365 天	
正常工况	0.0049996	0.0049997	0.00513	0.00623	≤0.01
非正常工况	0.00996	0.0331	0.00668	0.0184	

非正常工况下，在预测时段 60 天内未出现矿界外 Pb 贡献值浓度超标情况，均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中 III 类水中 Pb 标准限值，未造成区域地下水污染；在预测时段 365 天时出现矿界外 Pb 贡献值浓度超标情况，超标范围略超出 101-3~101-4 矿体外矿界南边界 33m，超出北边界 44m，超出东边界 8.3m，造成矿界外小范围地下水污染。

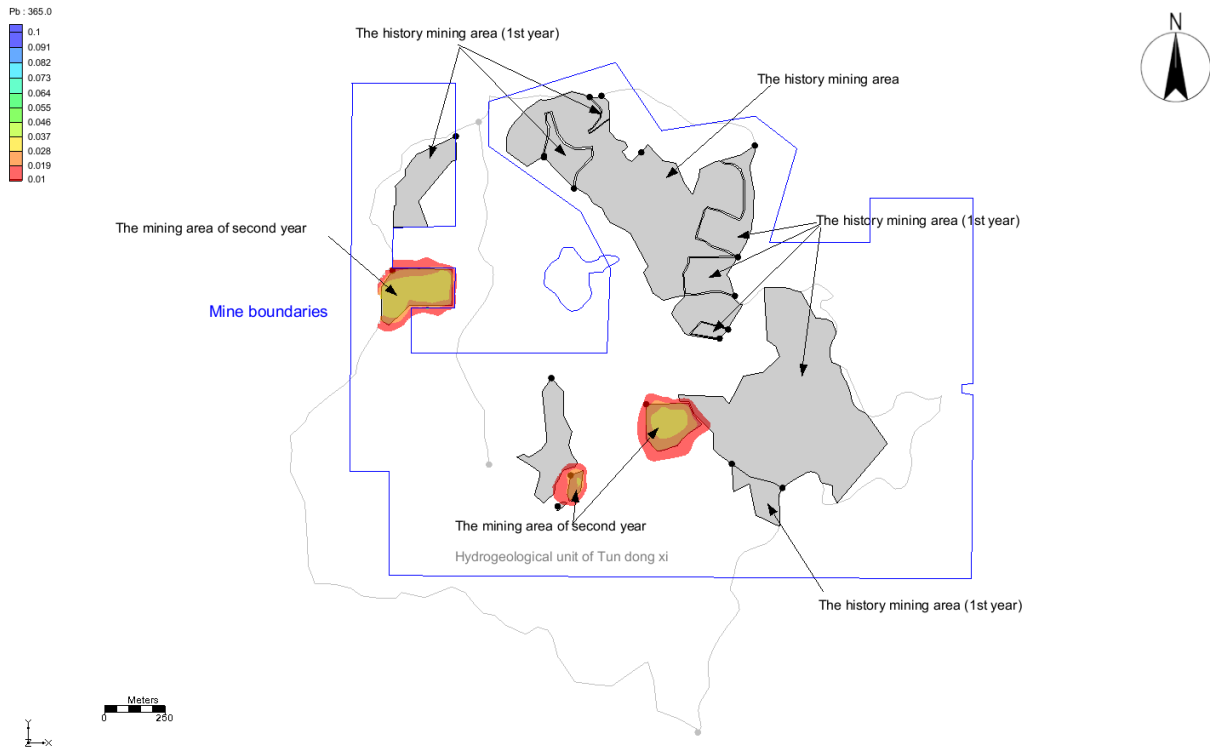


图4.5-48 非正常工况下矿体开采期间 Pb 预测结果（污染羽浓度值 0.01~0.1mg/L）

假设建设单位能在较短时间内（发生后的第 60 天）发现非正常工况发生，及时停止注液开采，在发生非正常工况后的第 100 天，矿界处污染物浓度为 0.00851mg/L，未出现污染物超标现象。因此若能及时发现注液收集效率下降等非正常工况，并及时停采，因非正常工况造成的地下水 Pb 污染可以及时得到控制，不会对矿界外的地下水环境造成影响。

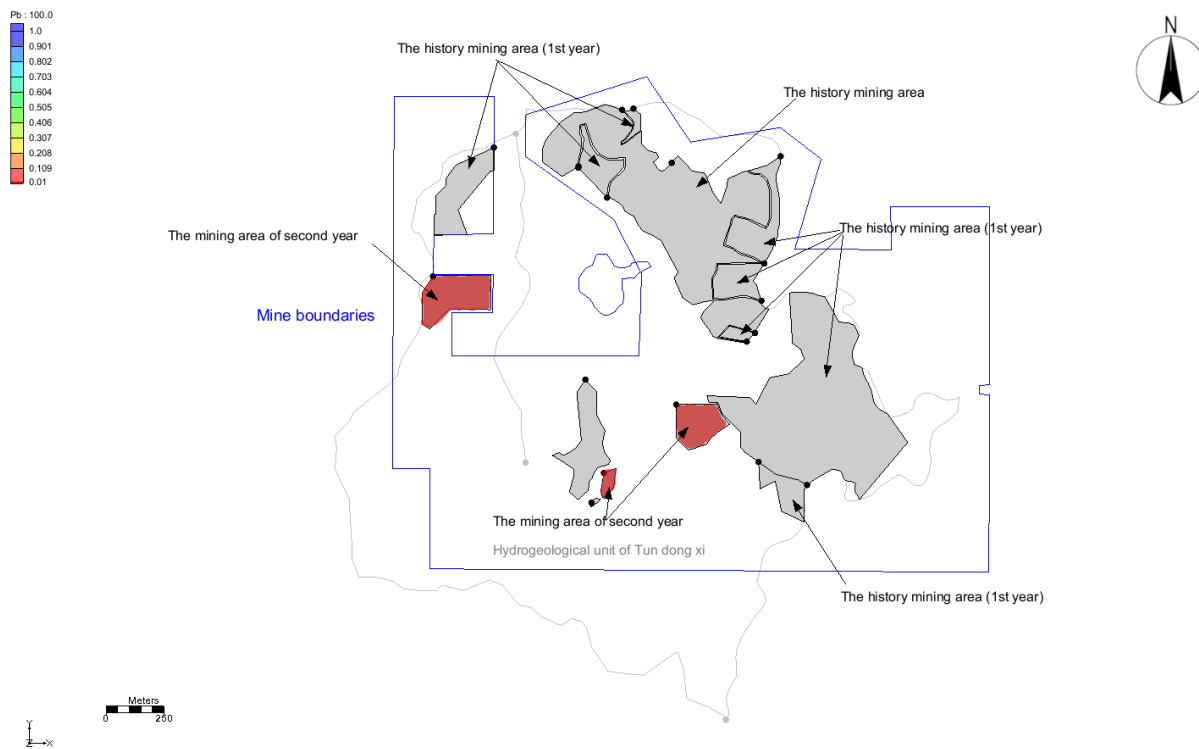


图4.5-49 非正常工况下停采后矿体开采期间 Pb 预测结果（污染羽浓度值 0.01~0.1mg/L）

5、非正常工况下 Cd 预测结果

相同预测时段中，非正常工况下 Cd 污染羽范围相较于正常工况下 Cd 污染羽范围更广，浓度更高。采用相同的网格点浓度进行对比，非正常工况造成的 Cd 浓度贡献值更高。

表4.5-5 预测矿体内污染羽最高浓度对比

预测工况	网格点最高浓度 (mg/L)		矿界浓度 (mg/L)		环境质量标准 (mg/L)
	60 天	365 天	60 天	365 天	
正常工况	0.00099992	0.00099995	0.0051	0.0063	≤0.005
非正常工况	0.0016	0.0043	0.0012	0.0027	

非正常工况下，在预测时段内未出现矿界外 Cd 贡献值浓度超标情况，均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中III类水中 Cd 标准限值，未造成区域地下水污染。



图4.5-50 非正常工况下矿体开采期间 Cd 预测结果（污染羽最低浓度值 0.004~0.005mg/L）

5、非正常工况下 Na 预测结果

相同预测时段中，非正常工况下 Na 污染羽范围相较于正常工况下 Na 污染羽范围更广，浓度更高。采用相同的网格点浓度进行对比，非正常工况造成的 Na 浓度贡献值更高。

表4.5-6 预测矿体内污染羽最高浓度对比

预测工况	网格点最高浓度 (mg/L)		矿界浓度 (mg/L)		环境质量标准 (mg/L)
	60 天	365 天	60 天	365 天	
正常工况	18.6916	18.6986	18.84	19.60	≤200
非正常工况	23.33	38.38	20.38	28.15	

非正常工况下，在预测时段内未出现矿界外 Na 贡献值浓度超标情况，均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中III类水中 Na 标准限值，未造成区域地下水污染。

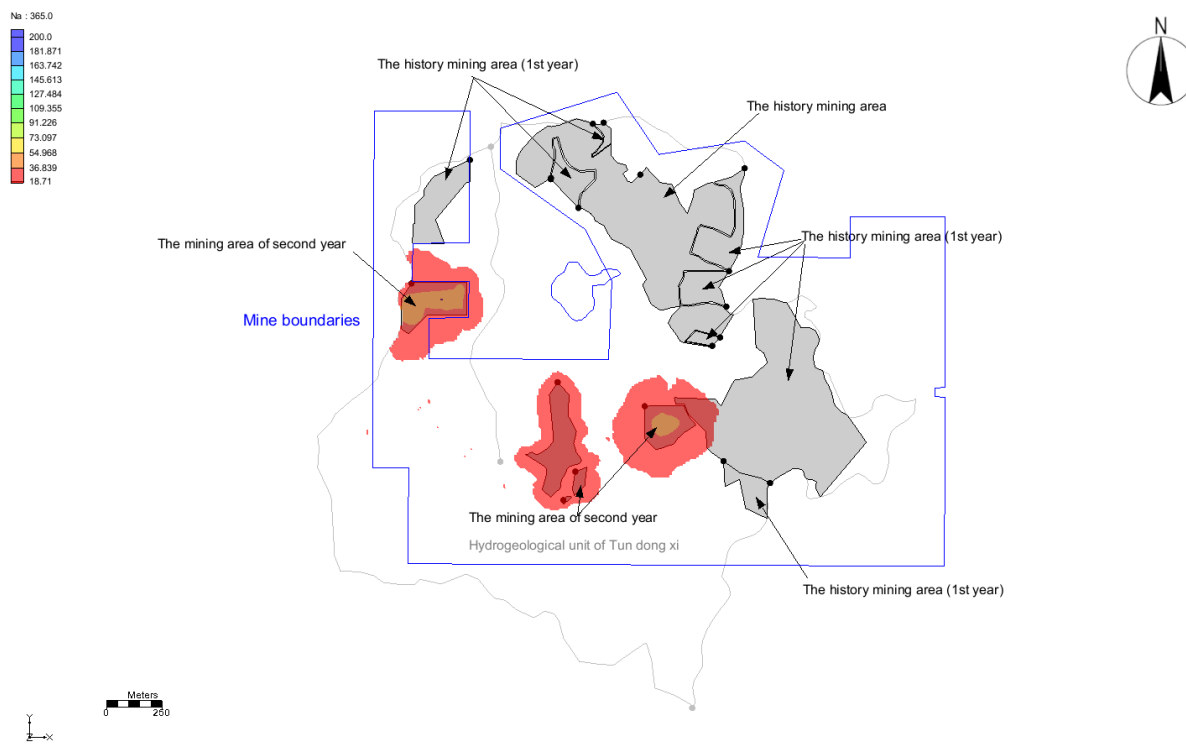


图4.5-51 非正常工况下矿体开采期间 Na 预测结果（污染羽最低浓度值 18.71~200mg/L）

6、非正常工况下 NH₃-N 预测结果

相同预测时段中，非正常工况下 NH₃-N 污染羽范围相较于正常工况下 NH₃-N 污染羽范围更广，浓度更高。采用相同的网格点浓度进行对比，非正常工况造成的 NH₃-N 浓度贡献值更高。

表4.5-7 预测矿体内污染羽最高浓度对比

预测工况	网格点最高浓度 (mg/L)		矿界浓度 (mg/L)		环境质量标准 (mg/L)
	60 天	365 天	60 天	365 天	
正常工况	0.3166	0.3167	0.3169	0.3189	≤0.5
非正常工况	0.32	0.35	0.32	0.33	

非正常工况下，在预测时段内未出现矿界外 NH₃-N 贡献值浓度超标情况，均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中 III 类水中 NH₃-N 标准限值，未造成区域地下水污染。出现超标的区域为原背景值超标部分区域。

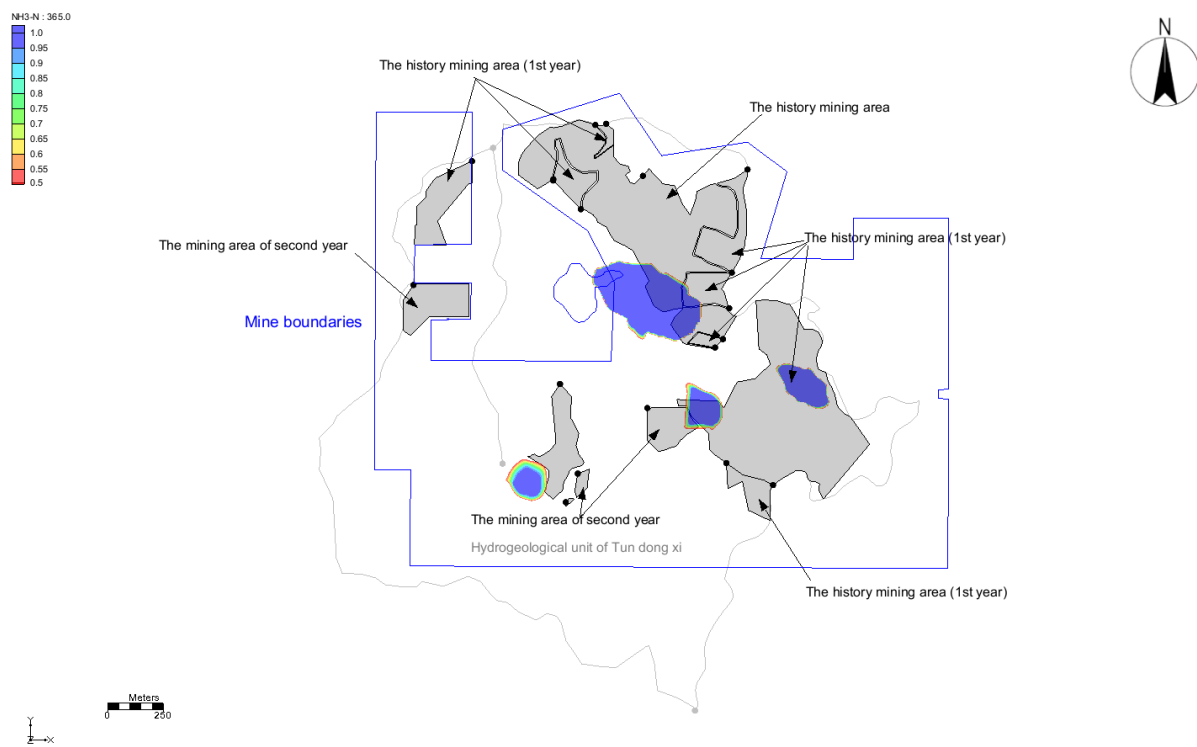


图4.5-52 非正常工况下矿体开采期间 $\text{NH}_3\text{-N}$ 预测结果 (污染羽浓度值 0.5~1mg/L)

4.5.1.8 非正常工况下数村溪次级水文地质单元预测结果

1、非正常工况下硫酸盐预测结果

相同预测时段中，非正常工况下硫酸盐污染羽范围相较于正常工况下硫酸盐污染羽范围更广，浓度更高。采用相同的网格点浓度进行对比，非正常工况造成的硫酸盐浓度贡献值更高。

表4.5-8 预测矿体内污染羽最高浓度对比

预测工况	网格点最高浓度 (mg/L)		矿界浓度 (mg/L)	
	60 天	365 天	60 天	365 天
正常工况	44.92	45.21	44.829	44.826
非正常工况	132.54	250.99	127.18	234.71

非正常工况下，在预测时段内未出现矿界外硫酸盐贡献值浓度超标情况，矿区外硫酸盐贡献值浓度均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中III类水中硫酸盐标准限值，未造成区域地下水污染；仅在第 365 天时，在矿体范围内造成了较轻程度的超标。

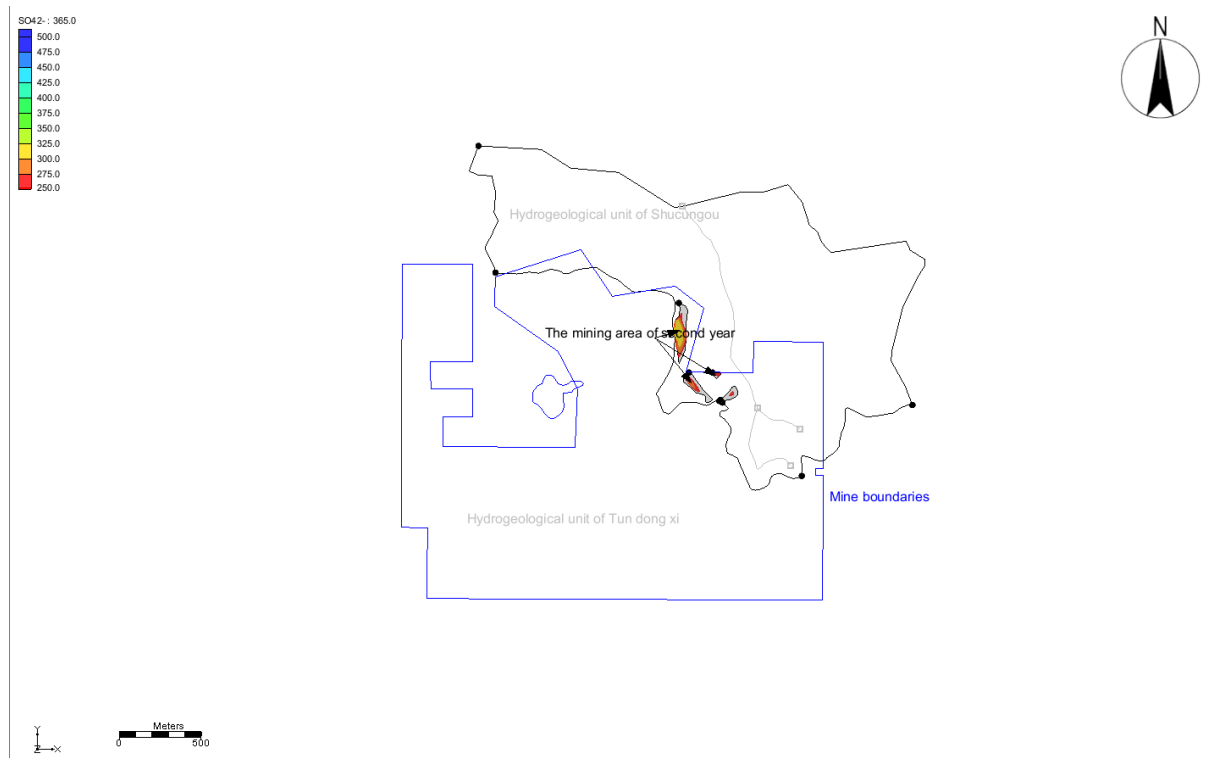


图4.5-53 非正常工况下矿体开采期间硫酸盐预测结果（污染羽浓度值 250~500mg/L）

2、非正常工况下 Mg 预测结果

相同预测时段中，非正常工况下 Mg 污染羽范围相较于正常工况下 Mg 污染羽范围更广，浓度更高。采用相同的网格点浓度进行对比，非正常工况造成的 Mg 浓度贡献值更高。但相对于环境现在本底值变幅不大。

表4.5-9 预测矿体内污染羽最高浓度对比

预测工况	网格点最高浓度 (mg/L)		矿界浓度 (mg/L)	
	60 天	365 天	60 天	365 天
正常工况	11.211	11.245	11.1998	11.1991
非正常工况	20.67	44.63	11.20	13.19

非正常工况下的 Mg 贡献值浓度分布见下图。

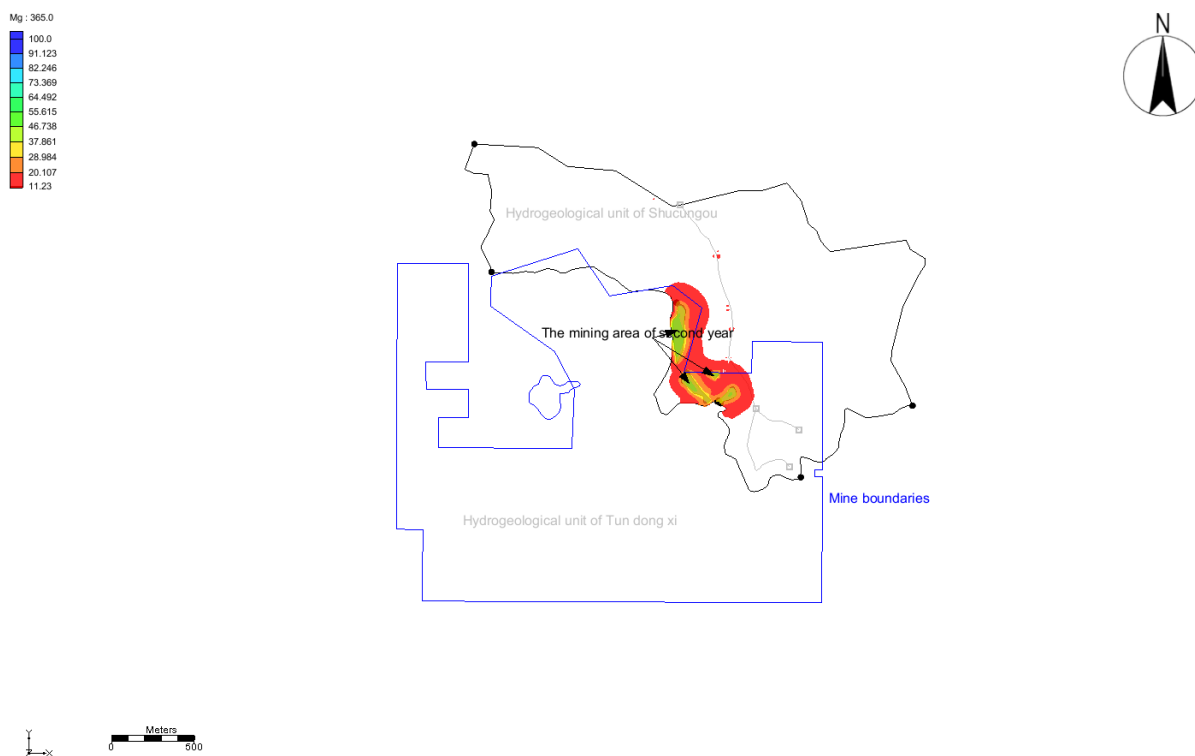


图4.5-54 非正常工况下矿体开采期间 Mg 预测结果（污染羽浓度值 11.23~100mg/L）

3、非正常工况下 As 预测结果

相同预测时段中，非正常工况下 As 污染羽范围相较于正常工况下 As 污染羽范围更广，浓度更高。采用相同的网格点浓度进行对比，非正常工况造成的 As 浓度贡献值更高。

表4.5-10 预测矿体内污染羽最高浓度对比

预测工况	网格点最高浓度 (mg/L)		矿界浓度 (mg/L)		环境质量标准 (mg/L)
	60 天	365 天	60 天	365 天	
正常工况	0.000150	0.0001502	0.000149	0.0001499	≤0.01
非正常工况	0.0001904	0.000239	0.00015	0.000157	

非正常工况下，在预测时段内未出现矿界外 As 贡献值浓度超标情况，均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中III类水中 As 标准限值，未造成区域地下水污染。

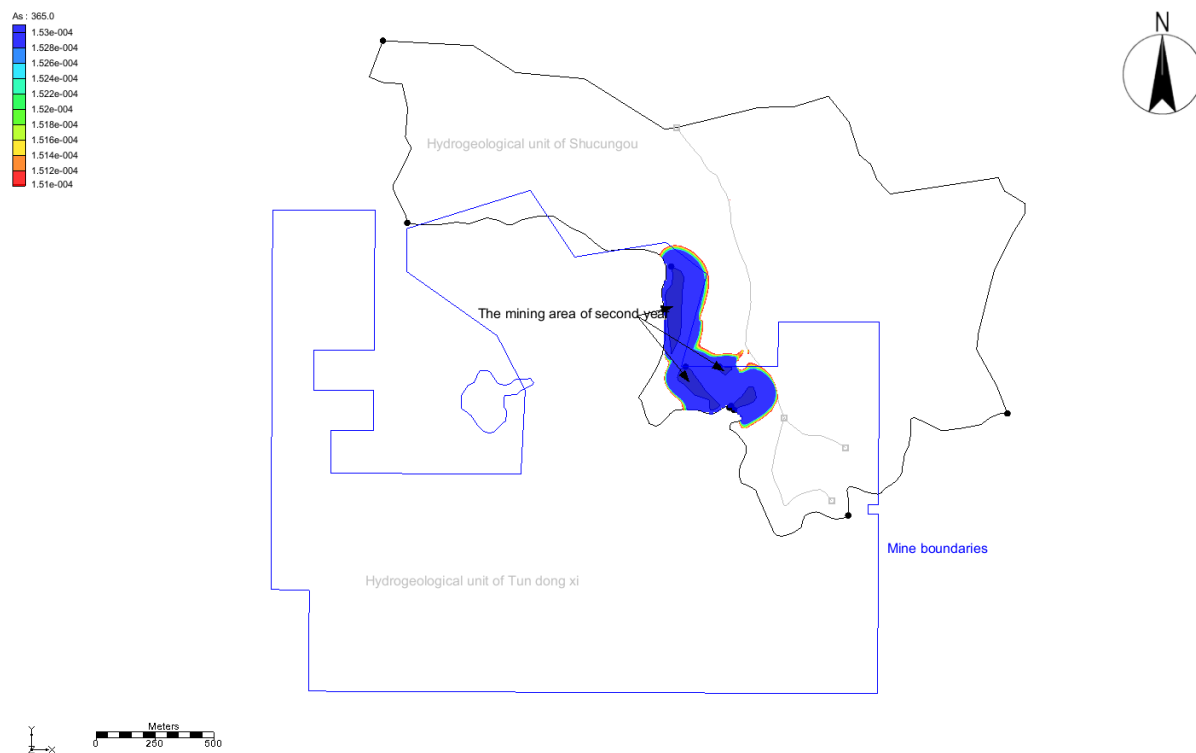


图4.5-55 非正常工况下矿体开采期间 As 预测结果（污染羽最低浓度值 0.000151~0.000153mg/L）

4、非正常工况下 Pb 预测结果

相同预测时段中，非正常工况下 Pb 污染羽范围相较于正常工况下 Pb 污染羽范围更广，浓度更高。采用相同的网格点浓度进行对比，非正常工况造成的 Pb 浓度贡献值更高。

表4.5-11 预测矿体内污染羽最高浓度对比

预测工况	网格点最高浓度 (mg/L)		矿界浓度 (mg/L)		环境质量标准 (mg/L)
	60 天	365 天	60 天	365 天	
正常工况	0.00049996	0.00049999	0.0004999	0.00049996	≤0.01
非正常工况	0.004451	0.01267	0.00453	0.00901	

非正常工况下，在预测时段内未出现矿界外 Pb 贡献值浓度超标情况，均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中III类水中 Pb 标准限值，未造成区域地下水污染。

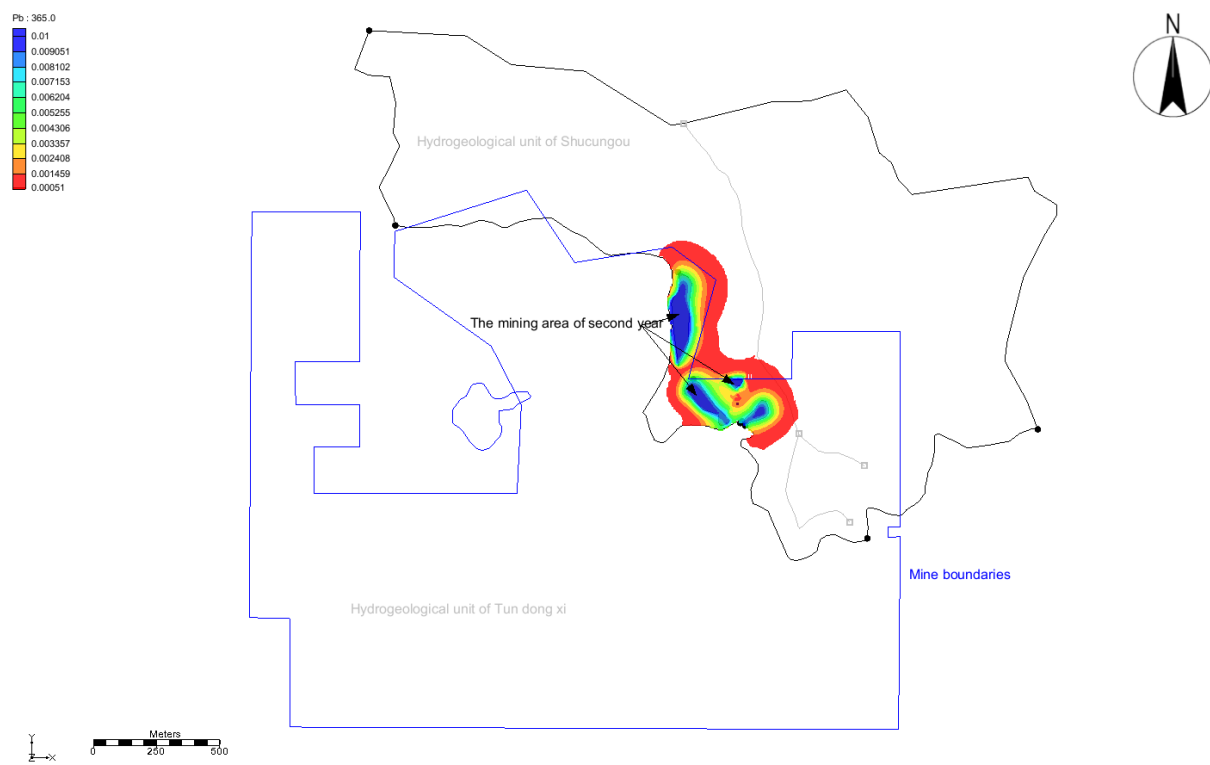


图4.5-56 非正常工况下矿体开采期间 Pb 预测结果（污染羽浓度值 0.00051-0.01mg/L）

5、非正常工况下 Cd 预测结果

相同预测时段中，非正常工况下 Cd 污染羽范围相较于正常工况下 Cd 污染羽范围更广，浓度更高。采用相同的网格点浓度进行对比，非正常工况造成的 Cd 浓度贡献值更高。

表4.5-12 预测矿体内污染羽最高浓度对比

预测工况	网格点最高浓度 (mg/L)		矿界浓度 (mg/L)		环境质量标准 (mg/L)
	60 天	365 天	60 天	365 天	
正常工况	0.000700	0.0007032	0.000699	0.00069994	≤0.005
非正常工况	0.001248	0.001830	0.00118	0.00170	

非正常工况下，在预测时段内未出现矿界外 Cd 贡献值浓度超标情况，均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中III类水中 Cd 标准限值，未造成区域地下水污染。



图4.5-57 非正常工况下矿体开采期间 Cd 预测结果（污染羽最低浓度值 0.001~0.005mg/L）

5、非正常工况下 Na 预测结果

相同预测时段中，非正常工况下 Na 污染羽范围相较于正常工况下 Na 污染羽范围更广，浓度更高。采用相同的网格点浓度进行对比，非正常工况造成的 Na 浓度贡献值更高。

表4.5-13 预测矿体内污染羽最高浓度对比

预测工况	网格点最高浓度 (mg/L)		矿界浓度 (mg/L)		环境质量标准 (mg/L)
	60 天	365 天	60 天	365 天	
正常工况	10.28	10.30	10.28	10.29	≤200
非正常工况	15.05	22.56	14.44	21.02	

非正常工况下，在预测时段内未出现矿界外 Na 贡献值浓度超标情况，均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中 III 类水中 Na 标准限值，未造成区域地下水污染。

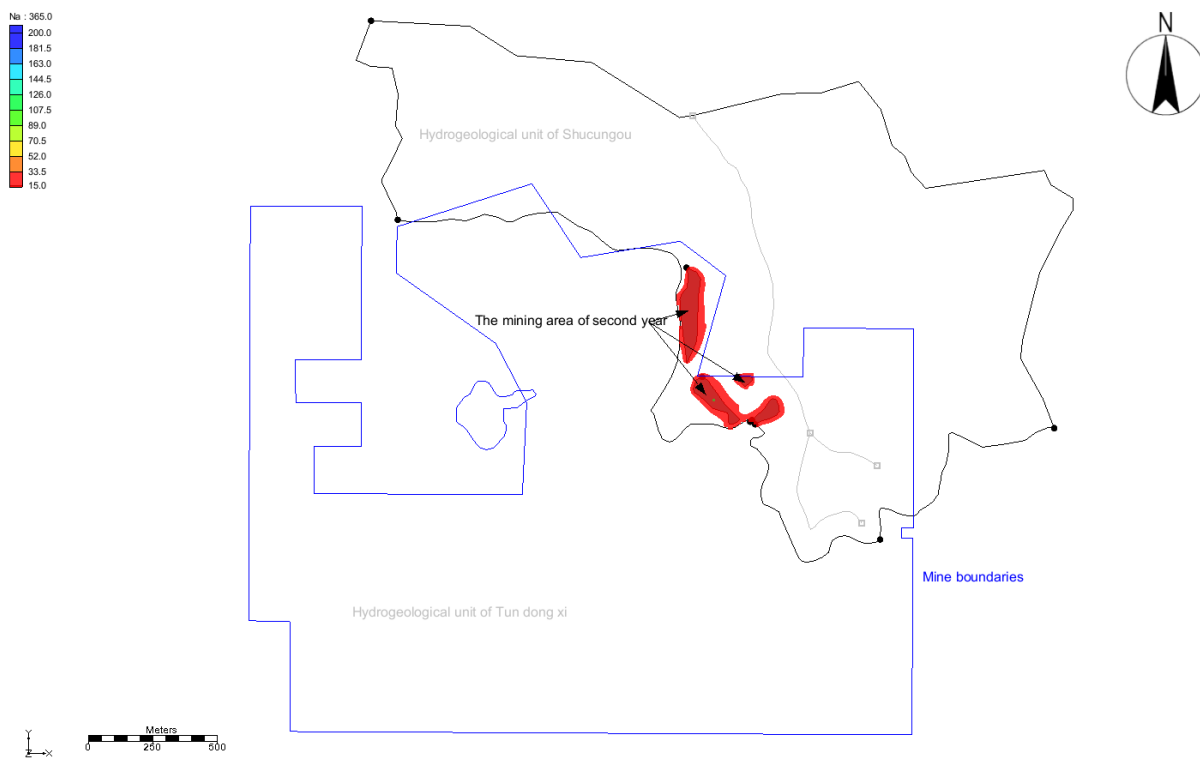


图4.5-58 非正常工况下矿体开采期间 Na 预测结果（污染羽最低浓度值 15.0~200mg/L）

6、非正常工况下 NH₃-N 预测结果

相同预测时段中，非正常工况下 NH₃-N 污染羽范围相较于正常工况下 NH₃-N 污染羽范围更广，浓度更高。采用相同的网格点浓度进行对比，非正常工况造成的 NH₃-N 浓度贡献值更高。

表4.5-14 预测矿体内污染羽最高浓度对比

预测工况	网格点最高浓度 (mg/L)		矿界浓度 (mg/L)		环境质量标准 (mg/L)
	60 天	365 天	60 天	365 天	
正常工况	0.1870	0.1875	0.187	0.1874	≤0.5
非正常工况	0.195	0.227	0.187	0.194	

非正常工况下，在预测时段内未出现矿界外 NH₃-N 贡献值浓度超标情况，均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中 III 类水中 NH₃-N 标准限值，未造成区域地下水污染。出现超标的区域为原背景值超标部分区域。

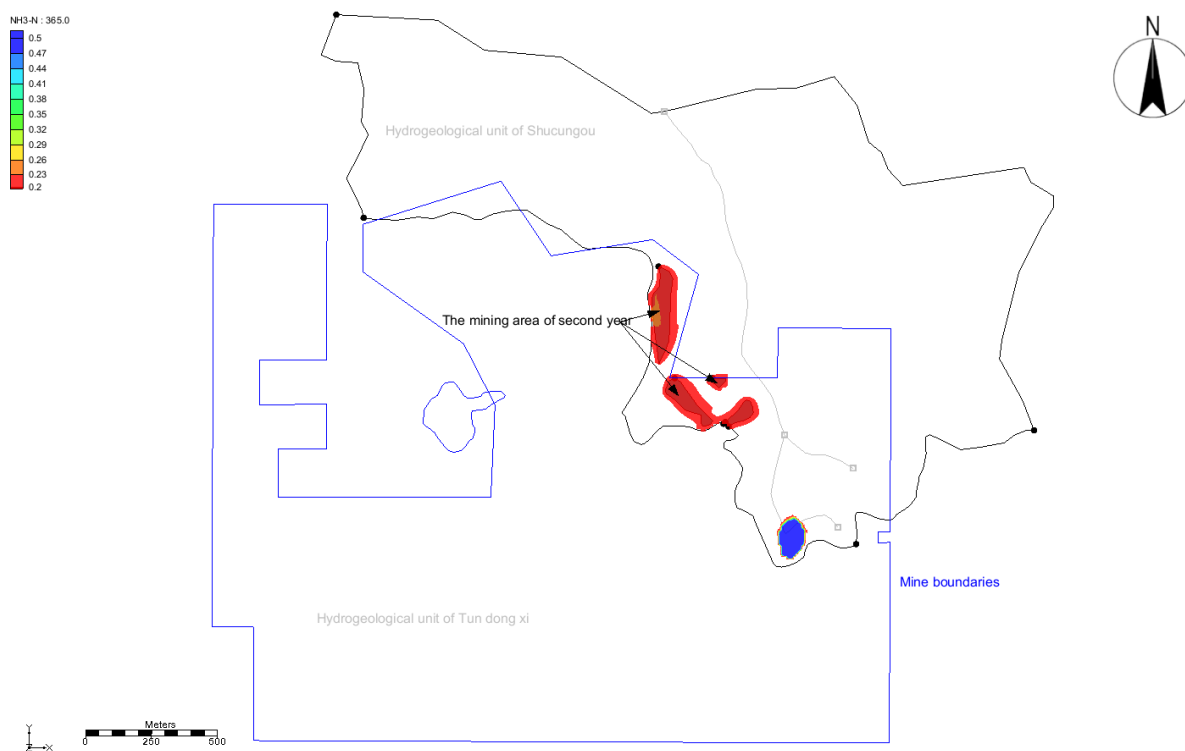


图4.5-59 非正常工况下矿体开采期间硫酸盐预测结果（污染羽浓度值 0.2~0.5mg/L）

4.5.1.9 地下水酸化影响分析

根据建设单位提供的污水处理站管理台账，2020~2023年期间，环保坝收集的溪水pH在3.8~4.5之间。结合历年来矿区内开展的地下水环境质量监测结果，以及本次评价期间开展的地下水环境质量现状监测结果，屯垌溪次级水文地质单元中的历史开采区中历年至今的地下水pH值为3.6~7.96之间，未开采地区的pH值则大多呈中性。结合地表水与地下水的水力联系，开采活动对矿区内的地下水环境造成了酸化的影响。

根据工程分析，本项目使用的硫酸镁浸矿液为酸性，其pH值为4.09。根据其他预测因子的预测结果，开采活动对地下水造成的污染范围均不会超出矿界外，因此开采活动对地下水造成的酸化影响也主要集中在矿界范围内。结合现有的地下水环境质量监测数据来看，地下水现状pH酸化的范围均分布在矿界内，历年开采活动均未对矿界外的地下水环境造成酸化影响。从数值模拟得出的污染物影响范围以及历年开采活动实际影响范围来看，本次开采活动对地下水的酸化影响范围也会分布在矿界范围内。结合环保坝及截获井等环保措施，矿界外的地下水环境不会受到影响。

4.5.1.10 地下水污染防治措施可行性分析

针对采区场地内现有地下水环境硫酸盐以及氨氮超标的问题，及考虑新增开采矿体后续的地下水污染控制。本次评价结合采区的地形条件、矿体分布情况、地下水现状超标带分布情况等因素，要求在开采区内布设截获井，分布情况见下图。

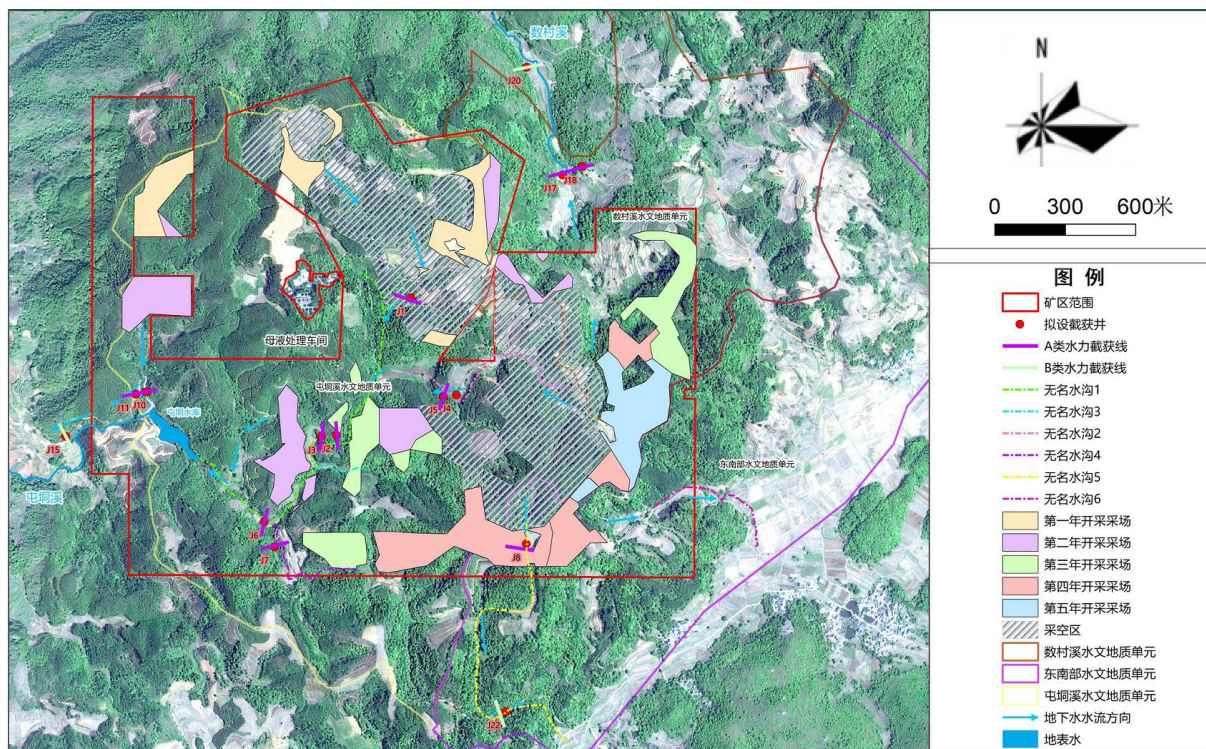


图4.5-60 开采区内截获井分布

为验证截获井设置的有效性，在本次建立的地下水数值模型基础上进行措施有效性验证。

1、预测思路

通过在矿区下游冲沟处设置截获井对渗漏的被污染地下水进行截获，并抽出泵送至车间污水处理站处理。在水流数值模型内设置截获井及采区内设置浓度观测点位，模拟得出未设置截获井时浓度观测点的浓度与时间的变化关系，与设置了截获井时浓度观测点的浓度与时间的变化关系，通过对比上述两种情况下浓度变化情况，若设置了截获井时浓度观测点浓度相较未设置截获井时浓度小，则说明截获井对渗漏的污染物截获有效。

2、预测情景及污染源设置

预测污染源选取东南部次级水文地质单元内开采矿体，预测情景采用“第四年生产期+闭矿期含历史采空区+已开采闭矿区”矿体污染源强，即源强考虑第四年开采矿体正

在生产期间渗漏的注液，以及叠加历史采空区+已开采闭矿区产生的渗滤液。选取东南部次级水文地质单元采区中的 8#截获井为代表进行预测。

3、截获井参数设置

选取东南部次级水文地质单元采区中的 8#截获井对地下水污染物的截获效果，地下水数值模型中将截获井参数设置为井深 20m，抽水水量为 40m³/d，并在 8#截获井下游处设置浓度变化观测点。

4、截获井截获效果分析

(1) 对开采期间矿区内地下水硫酸盐污染物的浓度影响

截获井抽水期间与不抽水期间，矿区内观测点硫酸盐浓度变化见下表。

表4.5-15 矿区内浓度观测点硫酸盐浓度变化情况对比

预测工况	时间			
	365 (d)	730 (d)	3650 (d)	7300 (d)
截获井抽水	86.49 (mg/L)	89.61 (mg/L)	98.53 (mg/L)	114.60 (mg/L)
截获井未抽水	86.60 (mg/L)	90.10 (mg/L)	100.04 (mg/L)	116.94 (mg/L)

截获井抽水期间与不抽水期间，截获井下游浓度观测点硫酸盐浓度变化见下表。

表4.5-16 截获井下游浓度观测点硫酸盐浓度变化情况对比

预测工况	时间			
	365 (d)	730 (d)	3650 (d)	7300 (d)
截获井抽水	23.82 (mg/L)	37.95 (mg/L)	65.85 (mg/L)	84.48 (mg/L)
截获井未抽水	24.07 (mg/L)	39.01 (mg/L)	69.10 (mg/L)	88.52 (mg/L)

通过对比截获井抽水期间与不抽水期间两浓度观测点的浓度变化情况，可知在截获井抽水期间，在相同时间的相同观测点上，硫酸盐的浓度值较截获井未抽水小；截获井抽水可阻止污染羽扩散，以及可在一定程度上减小闭矿后采区内地下水中硫酸盐浓度。

地下水截获井回抽的地下水经处理后回用生产，地下水被截断后不再向下游运移，减少受污染地下水出露地表水体，从而减少矿区地表水体氨氮、硫酸盐等污染，不会增加下游水环境氨氮、硫酸盐等浓度。

5、截获井对矿区内地下水流场的影响

矿区内地下水主要径流于低洼沟谷处，其流程较短，泄露的注液或是采空区雨水淋滤液均径流排泄至低洼沟谷处形成局部地下水富集带或是形成地表溪流向下游排泄。通过在沟谷处设置截获井并在日常运营中持续抽水，可改变矿区局部地下水流场，在截获井周边形成水力截获带，将受污染的地下水抽出，阻止其向下游径流。

以屯垌溪次级水文地质单元为例，本次模拟对在该水文地质单元内设置的截获井进行模拟，得出了抽水前后屯垌溪次级水文地质单元地下水流场，通过下文两图对比，可知截获井布设后，在截获井周边均能形成水力截获带，截获带位于屯垌溪次级水文地质单元主要开采矿体的下游，可有效控制开采期间及闭矿期地下水污染物污染羽的影响范围和浓度，可将地下水污染控制在矿区范围内。

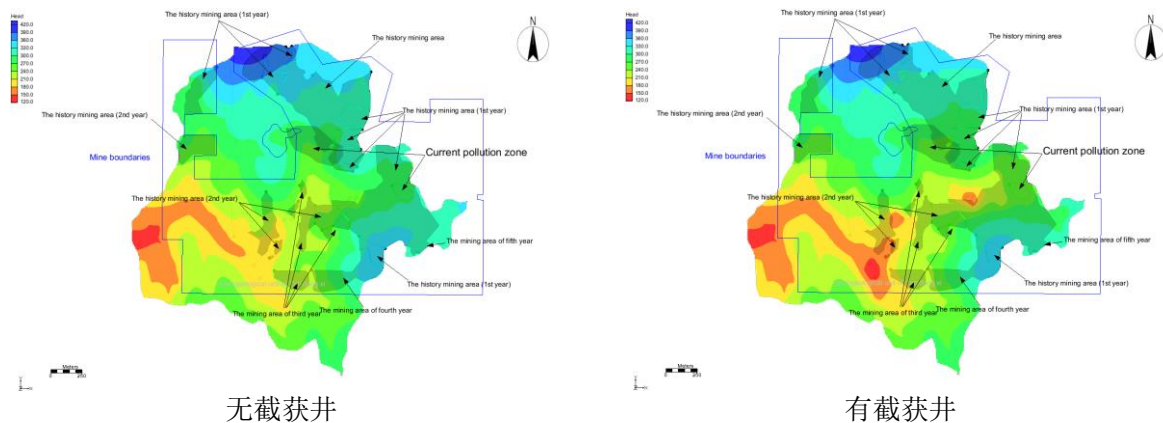


图4.5-61 屯垌溪采区设置截获井前后地下水流场变化

以屯垌溪次级水文地质单元为例，本次模拟对在该水文地质单元内设置的截获井进行模拟，得出了抽水前后屯垌溪次级水文地质单元地下水流场，通过下文两图对比，可知截获井布设后，在截获井周边均能形成水力截获带，对比未设置水力截获井时的模拟流场线，在开采期间设置了截获井后持续抽水能形成截获带的长度平均约为 161m。

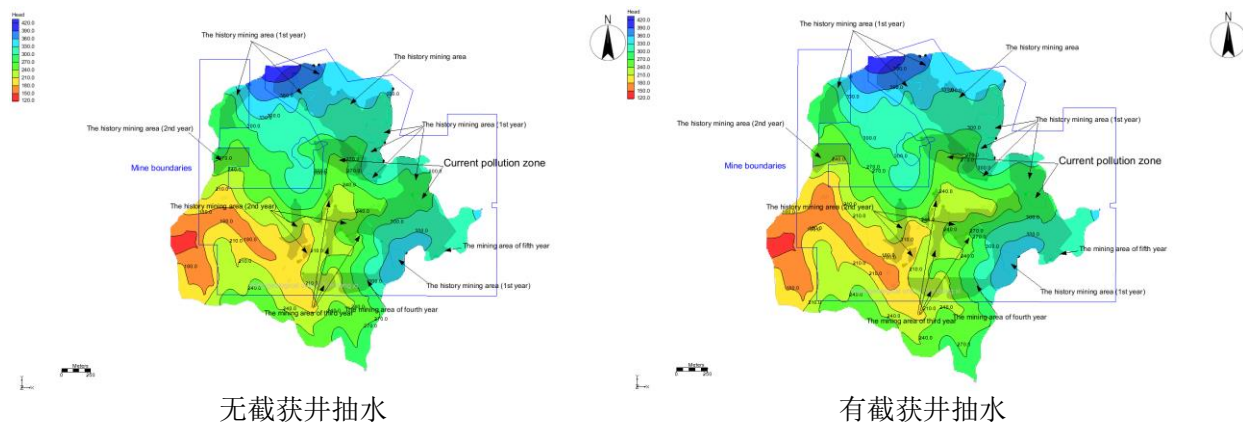


图4.5-62 屯垌溪采区设置截获井前后地下水流场变化

评价期间，建设单位于 2024 年 4 月 13 日开展了截获井试抽水工作，抽水期间平均水位稳定降深为 6.2m，结合原水文地质勘察报告对采区开采的渗透系数结果，使用下列公式计算

$$R = 2S\sqrt{HK}$$

式中， R ：抽水影响半径， m ；

S ：抽水降深， m ；

H ：含水层厚度， m ；

K ：渗透系数， m/d ；

计算得出，单个截获井抽水影响半径平均为 $61.5m$ 。单个截获井的截获线长度约为 $123m$ 。

设置截获井形成的截获线均位于屯垌溪次级水文地质单元主要开采矿体的下游，可有效控制开采期间及闭矿期地下水污染物污染羽的影响范围和浓度，可将地下水污染控制在矿区范围内。

6、截获井截获效果应用实例

根据掌握的国内外情况，水力截获是控制和修复污染地下水的经济、最有效且易于实际应用的成熟技术。西方国家早在上世纪八九十年代就已广泛应用，并积累了大量成功案例成功经验。我国本世纪初以来结合水文地质条件和地下水污染特征做过大量的实验室研究并已有若干示范性案例，如中国地质大学主持的水专项“南水北调中线总干渠水质安全保障关键技术与工程示范（2009ZX07212-3）”课题在焦作市大家作区域进行了水力截获控制和修复铬污染地下水的示范工程，取得了良好的效果。

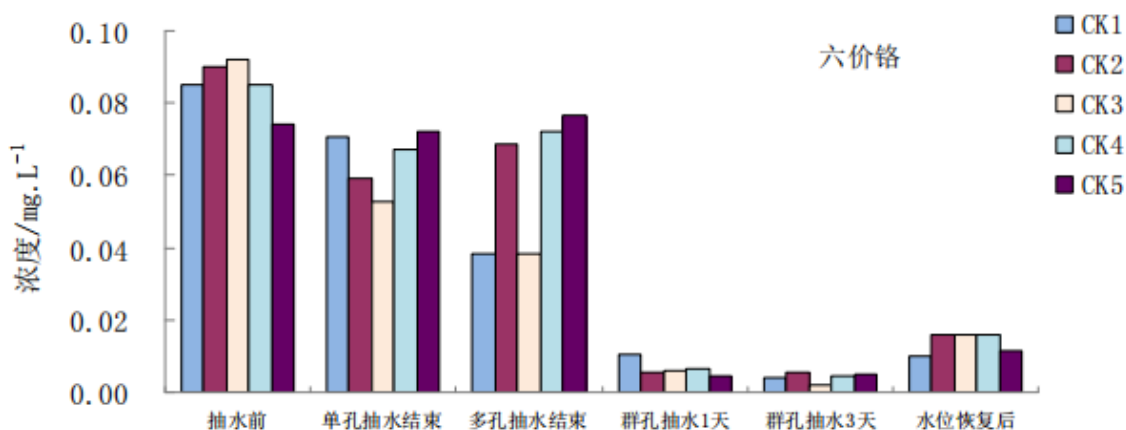


图4.5-63 水专项焦作水力截获示范区水力截获前后六价铬浓度变化

示范工程的六价铬由运行前的 $0.43mg/L$ 降低到 $0.02mg/L$ ，截获率达到 95.35% ，水力截获带对污染物六价铬截获效果显著。该示范工程通过了国家水专项办组织的第三方评估验收，认为示范工程污染物截获率达到 90% 以上。

4.5.1.11 技改项目对区域地下水改善情况分析

地下水现状监测表明区域地下水超标位置主要分布在矿区范围内，主要超标因子为氨氮、硫酸盐等，主要还是受历史采矿遗留的浸矿剂的影响。本次技改仍沿用原来的原地浸矿工艺，主要对浸矿剂和沉淀除杂剂进行了优化，即由原来的硫酸铵浸矿剂改为了硫酸镁，原来的碳酸氢铵沉淀除杂剂改为了碳酸钠。改为无铵原地浸矿工艺后，开采稀土过程不再引入铵污染源，浸矿液中主要特征因子为镁、钠离子、硫酸根等，浸矿过程不会导致区域地下水氨氮、硝酸盐等污染加重，对改善地下水氨氮超标问题是有积极作用的。同时由于浸矿剂进入采场后，经过短距离入渗地下水后，通过收液孔或是收液巷道等从山体隔水底板上部排出，进入到周围地表水体中。因此，合理计算浸矿药剂用量，合理设置导流孔或集液巷道，减少母液渗漏，同时严格淋洗工序时间和水量，可以减少浸矿剂在山体地下水中的残留，同时项目在采区内低洼沟谷处设置了截获井，通过上文对截获井的截获效果分析，截获井可以有效阻止污染羽扩散，降低采区内地下水污染物浓度。

项目采取截获井等措施后整体上对降低区域地下水的氨氮等污染是有利的。

4.5.1.12 对碳酸盐岩裂隙溶洞水含水层的影响分析

项目开采活动主要在火山岩风化裂隙水含水岩组内进行，碳酸盐岩裂隙溶洞水含水岩组分布于项目矿区外围。火山岩风化裂隙水含水岩组以酸性流纹质角砾熔岩、花岗斑岩组成，周边以碳酸盐岩地层接触面为边界，底部以完整的火山岩为边界。火山岩水文地质单元内地下水主要赋存于火山岩上部浅层风化带中，火山岩风化裂隙水含水岩组地下水多在内部的沟谷中形成地表径流后，流至碳酸盐岩裂隙溶洞水含水岩组中，成为地表径流局部补给岩溶水文地质单元含水层，但由于地表径流量较少，所以补给量有限，非碳酸盐岩裂隙溶洞水含水岩组主要补给来源。

根据地表水环境影响预测结果，开采活动未对数村溪及屯垌溪的水质造成超标影响，因此项目的开采对碳酸盐岩裂隙溶洞水含水岩组造成的影响不大。

4.5.1.13 对周边敏感点供水安全影响分析

1、屯垌溪次级水文地质单元开采区对周边敏感点供水安全影响分析

根据预测结果，该水文地质单元内的开采区开采活动未对地下水环境造成超标影响，且产生的影响范围大部分位于矿区范围内；且屯垌溪次级水文地质单元开采区下游及周边无敏感点分布。不会对居民的敏感点供水安全造成影响。

2、数村沟水文地质单元开采区对周边敏感点供水安全影响分析

根据预测结果，该水文地质单元内的开采区开采活动未对地下水环境造成超标影响，且产生的影响范围大部分位于矿区范围内；且数村沟水文地质单元开采区下游及周边无敏感点分布。不会对居民的敏感点供水安全造成影响。

3、东南部次级水文地质单元开采区对周边敏感点供水安全影响分析

矿区周边以地下水作为饮用水来源的敏感点为雁楼屯、那民屯、岜珍屯、百叫屯、岜雁屯、那温屯。上述敏感点位于东南部次级水文地质单元地下水下游流场方向。

由于东南部次级水文地质单元所处矿体的下游存在较多地下水环境敏感目标，本次评价建议不对该次级水文地质单元内的矿体进行开采。在不开采的情况下，本项目不会对下游雁楼屯、那民屯、岜珍屯、百叫屯、岜雁屯、那温屯居民的饮用水安全造成影响。

4.5.2 结论

4.5.2.1 调查区及评价区水文地质条件

本区域水文地质单元总体可划分为黑水河左岸水文地质单元与左江干流北岸水文地质单元。根据崇左六汤稀土矿区中各个矿体的分布，以及地形地貌、地下水补给、径流、排泄的差异，将矿区内划分为3个次级水文地质单元，分别为：屯垌溪次级水文地质单元、数村溪次级水文地质单元及东南部次级水文地质单元。其中屯垌溪次级水文地质单元及数村溪次级水文地质单元位于黑水河左岸水文地质单元，距离左江干流北岸水文地质单元较远，且无直接水力联系，其地表及地下水分别向西或西南径流，排泄于黑水河，然后汇入左江；东南部次级水文地质单元位于左江干流北岸水文地质单元，地表及地下水向东南径流，直接向左江排泄；该水文地质单元内的矿体在本次评价中不进行开采活动。

(1) 碳酸盐岩裂隙溶洞水地下水

广泛分布在区域调查范围内及矿区内火山岩含水岩组底部，该地下水类型在矿区范围内无分布。其含水岩组为北泗组（T_{1b}）、马脚岭组（T_{1m}）、茅口组（P_{1m}）和合山

组 (P_{2h})。地下水类型为碳酸盐岩裂隙岩溶水。地下水赋存于岩石裂隙、溶蚀裂隙、断层破碎带中。在评价范围内以矿区内的火山岩与碳酸岩接触面为隔水边界。

该地下水主要接受大气降水和来自火山岩的地表水入渗补给。地下水富水性与岩溶发育程度有关。由于叫城断层与沿山屯断层自西北向东南穿过该水文地质单元西部岩溶区。叫城断层为隔水断层，断层以东地下水自北向南沿断层径流排泄，断层以西地下水由东向西径流，排入黑水河。沿山屯断层为导水断层，部分裂隙岩溶水亦有出露成泉。火山岩西部岩溶水自东向西径流，向黑水河排泄，火山岩东面岩溶水沿金楼断层向西南方向径流排泄，多出露成上升泉，往西南方向径流至那温屯一带后转向东南径流，排泄至地下河中，最终排泄至左江。

(2) 火山岩风化裂隙水地下水

位于调查区东南部，火山岩水文地质单元为一个完整的水文地质单元，以火山岩与碳酸盐岩地层接触面为边界，含水层由北泗组 (T_{1b}) 流纹质角砾熔岩，含水岩组由北泗组 (T_{1b}) 的酸性流纹质角砾熔岩、花岗斑岩等组成。含水介质以风化壳浅层网状风化裂隙为主，赋水条件差，地表水分水岭与地下水分水岭一致。沟谷、洼地为地下水的排泄边界，微、未风化的流纹质角砾熔岩为底部隔水层边界。地下水类型为风化裂隙水，含水岩组为火山岩风化裂隙带，含水介质以风化壳浅层网状风化裂隙为主，地下水富水性与风化裂隙发育程度有关，岩层下部裂隙发育程度低，结构较完整，不利于地下水的赋存和下渗运移。该水文地质单元地下水主要接受大气降水入渗补给，以地表径流或地下侧向径流的方式向周边灰岩区排泄。

4.5.2.2 开采区水文地质条件

重点评价区及周边划分为 3 个次级水文地质单元：屯垌溪次级水文地质单元、数村溪次级水文地质单元及重点评价区东南部次级水文地质单元。

地下水类型分为松散岩类孔隙水、火山岩风化裂隙水地下水，隔水层为微、未风化的流纹质角砾熔岩。主要含水岩组为第四系坡、残积层及流纹熔岩、角砾熔岩全风化层至中风化层，其底部边界为微、未风化的流纹质角砾熔岩与完整火山岩，风化裂隙不发育，为隔水底板边界。

松散岩类孔隙水主要赋存于第四系松散堆积土层的孔隙中，第四系坡、残积层由粉质粘土、砂质粘土组成，一般厚 0.3~3.5m，含水量小，渗透系数 $8.91 \times 10^{-5} \sim 1.54 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均 $1.26 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，弱~中等透水性。

火山岩风化裂隙水地下水主要赋存于流纹熔岩、角砾熔岩全风化层至中风化层，含水介质以风化壳浅层网状风化裂隙为主，地下水富水性与风化裂隙发育程度有关，强、中风化流纹质角砾熔岩呈网状结构，厚 1.2~8.7m，渗透系数 $9.29 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，中等透水性。风化裂隙含水层地下水渗流相对较缓慢，径流距离短。

微、未风化流纹质角砾熔岩与完整火山岩为该水文地质单元的底部隔水边界。微风化流纹质角砾熔岩与未风化流纹质角砾熔岩化无明显界线，呈过渡关系，微风化岩芯多呈短柱状、未风化岩芯长柱状。层顶埋深 7.0~26.0m，层底埋深 59.6~80.3m，厚度 40.18~61.2m。裂隙极不发育，渗透系数为 $9.93 \times 10^{-8} \text{cm/s} \sim 1 \times 10^{-9} \text{cm/s}$ ，几乎不透水，视为相对隔水层。

4.5.2.3 地下水环境影响预测结论

根据矿区的开采计划，本项目的矿区分别位于两个水文地质单元内，并依据矿体的开采顺序、所处位置的地下水流场特征，分别对两个水文地质单元内的矿体进行了预测。分别为：（1）屯垌溪次级水文地质单元开采区；（2）数村溪次级水文地质单元开采区。且划分了正常工况下开采活动的预测情境以及非正常工况下开采活动的预测情境。

正常工况下采用“拟开采矿体源强+闭矿期矿体源强+历史采空区源强”作为预测情景及污染源的思路进行预测；污染源在连续注液生产期间呈连续泄露面源特征，本次评价设置的预测时段为根据开采计划及开采工艺，开采期间持续注液时间为 6 个月，清洗期期间清水淋洗矿体时间为 3 个月；因此将开采期的注液持续时间设置为 6 个月，将清洗期的清水淋洗持续时间设置为 3 个月。闭矿期矿体的污染源强来自自然降雨淋滤，因此污染源持续泄露时长与预测时长一致。

非正常工况的发生时长较短，发生范围较小，采用“拟开采矿体源强在 3 个月内的非正常开采工况下发生 1 个月的非正常工况+2 个月正常工况开采源强”作为预测情景及污染源的思路进行预测。

1、屯垌溪次级水文地质单元预测结论

（1）正常工况下

钠、砷、铅、镉的贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准；硫酸盐、氨氮除原背景值超标点位外的其余区域贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准；镁贡献值相对于现状背景值的增加量较少，可能会导致矿区地下水总硬度的上升；砷、铅、镉在生产期内对于地下水环境的贡献值相对于现状背景值的增加量较少，对地下水环境的影响程度较轻，处于可接受的范围。

污染羽整体集中于矿区附近，并就近随地下水排泄至沟谷的溪流中形成地表径流，最终随地表径流排泄至屯垌溪中。根据地表水预测结果，屯垌溪中的硫酸盐、砷、铅、镉的水质浓度预测值满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的III类标准限值。

预测期间，硫酸盐、氨氮出现超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准现象主要集中在背景值超标区域，其污染羽未超出矿区开采范围。

(2) 非正常工况下

钠、砷、镉的贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准；硫酸盐、氨氮除原背景值超标点位外的其余区域贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准；铅在非正常工况下在预测时段为 365 天时在下游厂界出现 Pb 贡献值浓度超标情况，超标范围略超出 101-3~101-4 矿体外矿界南边界 33m，超出北边界 44m，超出东边界 8.3m，造成矿界外小范围地下水污染，若建设单位能及时发现非正常工况，并停止注液开采，因非正常工况造成的地下水 Pb 污染可以及时得到控制，不会对矿界外的地下水环境造成影响；镁贡献值相对于现状背景值的增加量较少，可能会导致矿区地下水总硬度的上升，相对于正常工况下的影响略大；砷、铅、镉在生产期内对于地下水环境的贡献值相对于现状背景值的增加量较少，对地下水环境的影响程度较轻，处于可接受的范围。预测期间，硫酸盐、氨氮出现超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准现象主要集中在背景值超标区域，其污染羽未超出矿区开采范围。

非正常工况下由于泄露的浸矿液比正常工况下泄露的浸矿液更多，非正常工况下各个预测因子在矿区内的预测值浓度均比正常工况下各个预测因子在矿区内的预测值浓度高。除铅外，在非正常工况的预测时段内均未对厂界外地下水环境造成影响；若建设单位能及时发现非正常工况，并停止注液开采，因非正常工况造成的地下水 Pb 污染可以及时得到控制，不会对矿界外的地下水环境造成影响。

2、数村沟水文地质单元预测结论

(1) 正常工况下

钠、砷、铅、镉的贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类标准；硫酸盐、氨氮除原背景值超标点位外的其余区域贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类标准；镁贡献值相对于现状背景值的增加量较少，可能会导致矿区地下水总硬度的上升；砷、铅、镉在生产期内对于地下水环境的贡献值相对于现状背景值的增加量较少，对地下水环境的影响程度较轻，处于可接受的范围。

污染羽整体集中于矿区附近，并就近随地下水排泄至沟谷的溪流中形成地表径流，最终随地表径流排泄至屯垌溪中。根据地表水预测结果，屯垌溪中的硫酸盐、砷、铅、镉的水质浓度预测值满足《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中的III类标准限值。

(2) 非正常工况下

钠、砷、铅、镉的贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类标准；硫酸盐、氨氮除原背景值超标点位外的其余区域贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类标准；镁贡献值相对于现状背景值的增加量较少，可能会导致矿区地下水总硬度的上升，相对于正常工况下的影响略大；砷、铅、镉在生产期内对于地下水环境的贡献值相对于现状背景值的增加量较少，对地下水环境的影响程度较轻，处于可接受的范围。预测期间，硫酸盐、氨氮出现超过《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类标准现象主要集中在背景值超标区域，其污染羽未超出矿区开采范围。

非正常工况下由于泄露的浸矿液比正常工况下泄露的浸矿液更多，非正常工况下各个预测因子在矿区内的预测值浓度均比正常工况下各个预测因子在矿区内的预测值浓度高。非正常工况的预测时段内各个预测因子均未对厂界外地下水环境造成影响。

3、技改前后影响

技改后，项目改用无铵原地浸矿工艺，杜绝了铵来源，不会导致区域地下水中氨氮浓度增加。同时，项目建立了“源头削减控制—过程监管预警—末端防控”的水污染防治体系，预测结果表明，截获井可以有效阻止污染羽的扩散，减少历史采空区污染物对下游地下水环境的影响，技改后项目对区域地下水环境改善总体是有利的，地下水环境影响可以接受。

4.5.2.4 建议

(1) 建设单位根据水文地质条件和周边环境目标优化开采时序和开采规模。建议首先开采矿区中心矿块，逐渐向外围扩展，最后开采边界处矿块，可减轻矿区开采对下游和矿区外围地下水的影晌。

(2) 建议在有条件的地方在采块开采期和集中清水清洗期对地下水水质监测采用人工取样监测与自动化监测相结合方式，增强水质监测的时效性，同时利用人工取样监测对自动化监测进行校核。在矿区边界小流域出口处设立地下水水质监测点。建立地下水监测数据信息管理系统，逐步实现对矿区地下水水质监测的自动化管理。

4.6 运营期声环境影响预测与评价

4.6.1 噪声源

根据工程分析内容，项目主要噪声源包括空压机、压滤机、清水机、防腐泵、污水处理站水泵等设备，项目运行后的主要高噪声设备及降噪措施可见下表。

表4.6-1 室外噪声污染源源强一览表

序号	声源名称	声源源强	空间相对位置			声源控制措施	运行时段
		(声压级/距声源距离) / dB (A) /m	X	Y	Z		
1	空压机 1	85	-8	-84	315	基础减震	间歇
2	空压机 2	85	-7	-84	315	基础减震	间歇
3	空压机 3	85	-15	-40	311	基础减震	间歇
4	空压机 4	85	40	14	312	基础减震	间歇
5	压滤机 1	80	-26	-10	309	基础减震	间歇
6	压滤机 2	80	-28	-11	309	基础减震	间歇
7	清水泵 1	75	56	21	312	基础减震	间歇
8	清水泵 2	75	72	23	307	基础减震	间歇
9	防腐泵 1	75	21	33	310	基础减震	间歇
10	防腐泵 2	75	21	22	310	基础减震	间歇
11	防腐泵 3	75	20	17	311	基础减震	间歇
12	防腐泵 4	75	17	1	312	基础减震	间歇
13	防腐泵 5	75	35	20	311	基础减震	间歇
14	防腐泵 6	75	56	21	312	基础减震	间歇
15	防腐泵 7	75	72	22	307	基础减震	间歇
16	防腐泵 8	75	61	22	308	基础减震	间歇
17	防腐泵 9	75	66	30	307	基础减震	间歇
18	污水处理站水泵 1	75	107	20	309	基础减震	间歇
19	污水处理站水泵 2	75	121	23	308	基础减震	间歇
20	污水处理站水泵 3	75	125	26	308	基础减震	间歇
21	污水处理站水泵 4	75	112	22	308	基础减震	间歇

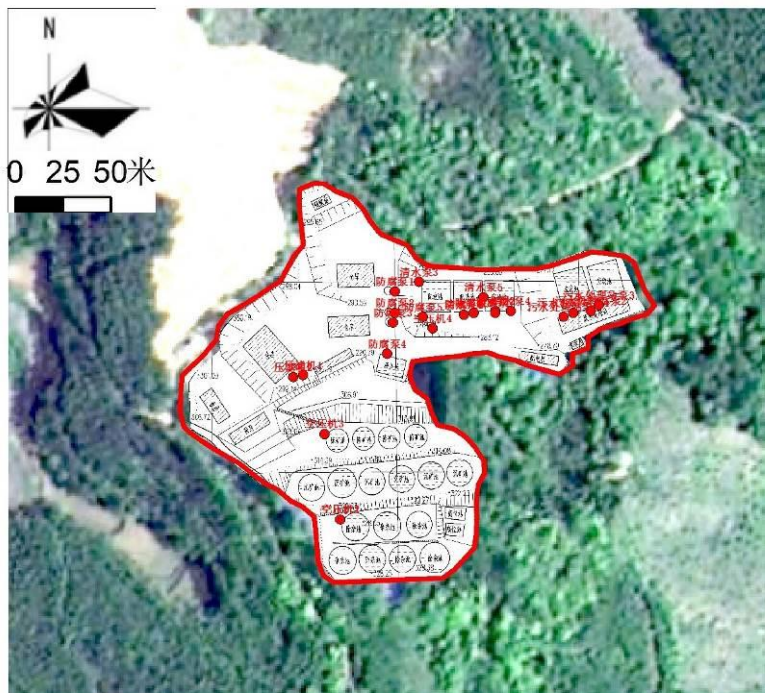


图4.6-1 项目噪声源分布图

4.6.2 预测内容

项目正常生产时噪声主要来源为各车间的空压机、压滤机、清水机、防腐泵、污水处理站水泵等机械设备噪声。项目厂界附近无敏感点，因此预测内容定为厂界噪声预测。

4.6.3 预测模式

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），建设项目噪声预测模式如下：

(1) 室内声源计算公式

a、计算出某个室内靠近围护结构处的倍频带声压级：

$$L_{oct,1} = L_{w\ oct} + 10 \lg \left(\frac{Q}{4\pi r_1^2} + \frac{4}{R} \right)$$

式中： $L_{oct,1}$ 为某个室内声源在靠近围护结构处产生的倍频带声压级，

$L_{w\ oct}$ 为某个声源的倍频带声功率级，

r_1 为室内某个声源与靠近围护结构处的距离，

R 为房间常数，

Q 为方向因子。

b、计算出所有室内声源在靠近围护结构处产生的总倍频带声压级：

$$L_{oct,1}(T) = 10 \lg \left[\sum_{i=1}^N 10^{0.1L_{oct,1(i)}} \right]$$

(2) 室外声源传播衰减公式

计算某个声源在预测点的倍频带声压级：

$$L_{oct}(r) = L_{oct}(r_0) - 20 \lg \left(\frac{r}{r_0} \right) - \Delta L_{oct}$$

式中： $L_{oct}(r)$ —点声源在预测点产生的倍频带声压级；

$L_{oct}(r_0)$ —参考位置 r_0 处的倍频带声压级；

r —预测点距声源的距离，m；

r_0 —参考位置距声源的距离，m；

ΔL_{oct} —各种因素引起的衰减量。

(3) 声源叠加贡献值 (L_{eqg}) 公式：

$$L_{eqg} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_i t_i 10^{0.1L_{Ai}} \right)$$

式中： L_{eqg} —建设项目声源在预测点的等声级贡献值，dB(A)；

L_{Ai} — i 声源在预测点产生的 A 声级，dB(A)；

T —预测计算的时间段，s；

t_i — i 声源在 T 时段内的运行时间，s。

(4) 预测值公式

$$L_{eq总} = 10 \lg \left(10^{0.1L_{eqg}} + 10^{0.1L_{eqb}} \right)$$

式中：

$L_{eq总}$ —预测点的贡献值和背景值叠加得到的总声级，dB(A)；

L_{eqg} —建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

L_{eqb} —预测点的背景值，dB(A)。

(5) 预测环境数据

表4.6-2 项目噪声预测环境数据

名称	参数
年平均风速	0.9m/s
主导风向	E
年平均气温	23.1℃
年平均相对湿度	75%
大气压强	1atm

声源和预测点间的地形、高差	平地，同一高差
声源和预测点间树林、灌木等的分布情况以及地面覆盖情况（如草地、水面、水泥地面、土质地面等）	硬地面

4.6.4 预测结果

本项目噪声影响预测结果见表 4.3-3 和图 4.3-2 厂界噪声贡献值等值线图。

表4.6-3 项目工业场地厂界噪声贡献值预测结果 单位：dB (A)

序号	预测点	噪声背景值		噪声标准		噪声贡献值		噪声预测值		较现状增量		达标情况	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	厂界东	43.40	40.30	60	50	49.49	49.49	50.45	49.98	7.05	9.68	达标	达标
2	厂界南	53.30	48.1	60	50	42.92	42.92	53.68	49.25	0.38	1.15	达标	达标
3	厂界西	39.00	40.90	60	50	47.22	47.22	47.83	48.13	8.83	7.23	达标	达标
4	厂界北	41.2	40.80	60	50	46.03	46.03	47.26	47.17	6.06	6.37	达标	达标

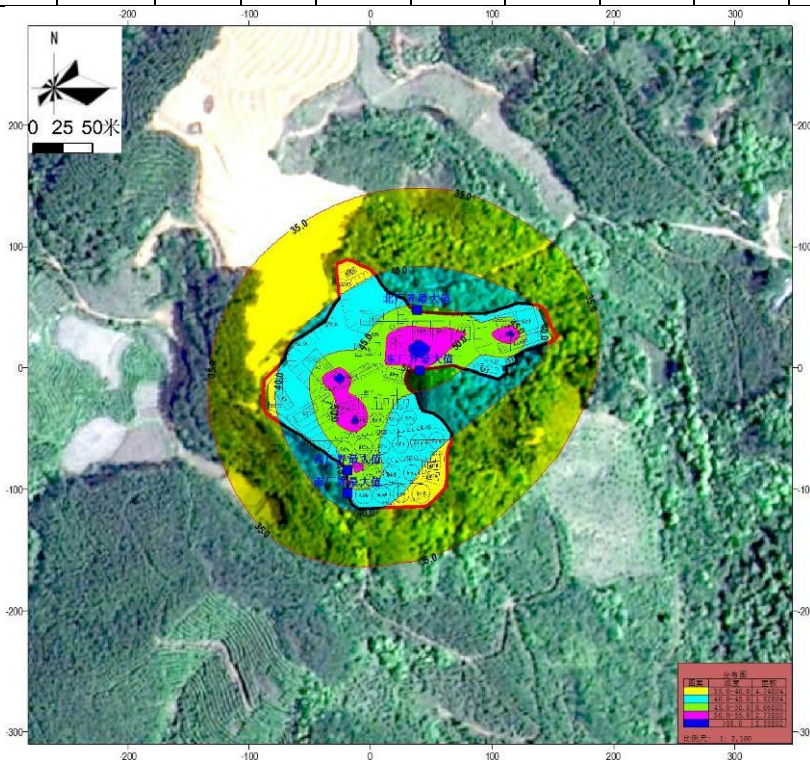


图4.6-2 项目工业场地厂界噪声贡献值预测结果 单位：dB (A)

4.6.5 小结

正常运行时，本项目工业场地厂界噪声排放贡献值可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类排放标准，且有山体阻隔，项目运行后对周围声环境影响不大。

4.7 运营期固体废物影响预测与评价

4.7.1 固体废物产生量和处置量

项目生产期产生的固体废物主要为注液孔废弃土、收液系统废弃土、除杂渣、污泥、生活垃圾等。

表4.7-1 项目固体废物产生与处置量

序号	固体废物名称	产生量(t/a)	产生工序	形态	主要成分	产生周期	处置去向
1	注液孔废弃土石方	3400	采场注液	固体	土	间断	回填注液孔
2	收液系统废弃土石方	24800	采场	固体	土	间断	回填收液系统, 其余回用矿山公路修筑和维护
3	除杂渣	400	母液沉淀除杂	固体	碳酸铝、碳酸铁、稀土等	连续	外售综合利用
4	污水处理站污泥	738.14	污水处理	半固体	硫酸钙、氢氧化锰、氢氧化镁等	连续	外售综合利用
5	废弃包装袋	0.2	污水处理站、配液池	固体	废包装袋	连续	外售综合利用
6	生活垃圾	19.2	办公、值班	固体	生活垃圾	连续	定期运至当地环卫部门指定场所
7	废机油、含油手套	0.06	机械设备维修	固体	废机油	间断	定期转运

4.7.2 固体废物属性

注液孔废弃土石方、收液系统废弃土石方、污水处理站污泥、废弃包装袋属于一般工业固体废物。

母液除杂过程中产生的除杂渣根据企业 2019 年委托广西南环环保科技有限公司对项目除杂渣样品进行成分分析、腐蚀性和浸出毒性鉴别结果数据, 不具有危险废物浸出毒性特征, 除杂渣按一般工业固体废物管理。本次技改后除杂剂从碳酸氢铵调整为碳酸氢钠, 除杂渣主要成分是仍然碳酸铝、碳酸钙、碳酸铁、碳酸硅等杂质, 同时还有少量的碳酸稀土, 因此可判断除杂渣在技改前后成分基本相似, 仍然可以按第II类一般工业固体废物进行管理。

无铵工艺浸矿后淋洗废水处理采用化学沉淀法处理, 根据同类项目固废鉴别报告, 沉淀污泥不具有易燃性、反应性等危险特性, 不具有腐蚀性及浸出毒性, 不具有毒性物质含量超标的危险特性, 不具有急性毒性等危险特性, 属于一般工业固体废物。

4.7.3 固体废物贮存场相符性分析

4.7.3.1 临时弃土

矿山在开采过程中, 产生渣土和表土的环节主要是在注液孔、集液巷道等施工过程将产生渣土和表土。

①注液孔岩土堆放

单个注液孔施工产生表土和岩土量较少，约 0.5m^3 ，就近堆存在注液孔周边，待浸矿完毕后，回填注液孔。生产期每年产生量约为 0.34万 m^3 。

① 集液导流孔岩土、收液巷道岩土堆放

矿山集液导流孔、集液巷道建设产生的土方就近平铺在各巷道口附近较为平缓低洼处（临时存放，设置排水沟，后期作为复垦用土）作为临时堆放点。根据开采进度，为了利于矿山环境恢复治理，集液巷道工程掘进产生的弃土，集液巷道回填时采用人工进行回填，集液巷道回填时无法完全充满整个巷道，顶部约会留出 $15\sim 30\text{cm}$ 的孔隙，回填率约为 80% （ 9.92万 m^3 ），剩余 20% （ 2.48万 m^3 ）废石岩土用于矿山联络公路的修筑和维护。

本项目将集液导流孔岩土、收液巷道岩土按“运输距离较短、风险最小、恢复最快、相对集中”的原则进行堆存，主要原因有以下 5 个方面：

①南方雨水较多，如果所有岩土集中堆置，堆存高度较高，在暴雨天气发生滑坡和泥石流的风险较大。临时堆土点高度不高（ $2\sim 3\text{m}$ ），坡度不大（一般在 30° 以下），可以有效地降低地质灾害的潜在危险，排水系统容易控制。

②从生态破坏来讲，采用集中堆存的方法则需要修路，修路造成的破坏远远大于临时堆土点本身的破坏。如弃土集中堆存，运输道路需环山修建，不能为当地居民利用，在矿山服务期满后，只能废弃。本着不修公路，采用人工堆存，最大程度保护当地生态环境，集液导流孔岩土、收液巷道弃土原则就近临时堆存在原地浸矿采场附近的凹地。

③如果渣土采用集中堆存设计，对于土地复垦而言，项目开采区的大部分复垦工作必须等待弃土场全部完工才可进行，而本项目采用就近堆存于各巷道口附近较为平缓低洼处，堆存的岩土主要为收液巷道弃土，弃土量较小，在收液巷道施工结束后即可进行复垦，即可以实现边开采边复垦。

因此本项目中的弃土临时堆放点采用运输距离较短、风险最小、恢复最快、相对集中的原则，因地制宜进行合理设计，可减少当地生态环境的不利影响。

弃土临时堆放点环境可行性分析见表 4.7-2。

表4.7-2 岩土临时堆放点环境可行性分析

序号	一般工业固废I类场厂址选择的环境保护要求	本工程实际情况	是否满足要求
1	贮存厂、填埋场不得选在生态保护红线区域、永久基本农田集中区域和其他需要保护的区域内	项目弃土临时堆放点设置在集液巷道等旁侧，不涉及生态保护红线、基本农田区域和其他需要保护的区域	满足
2	应避开活动断层、溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区以及湿地等区域。	场址地质灾害危险性小，无大的不良工程地质条件	满足

3	贮存场、填埋场不得选在江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡，以及国家和地方长远规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区之内。	项目弃土临时堆放点设置在集液巷道等旁侧，不涉及江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡，以及国家和地方长远规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区	满足
---	--	---	----

4.7.4 固体废物贮存场环境影响分析

除杂渣产量约为 400t/a，采用钙钒石处理工艺产生污泥主要含硫酸盐、碳酸盐等，产生量为 738.14t/a，属于一般固体废物。除杂渣暂存在一般固废暂存区后外售综合利用。除杂渣不会对周围大气、水环境造成明显不利影响。

污水处理站主要处理回抽的溪流汇流、截获井地下水和清洗尾水，产生的污泥主要成分氢氧化镁、硫酸钙、氢氧化镁等，暂存在一般固废暂存区，定期外送综合楼利用。污泥堆放过程中产生的废气较少，一般固废暂存区周围无敏感点，对周边的影响较小。

废弃包装袋产生量约为 0.2t/a，暂存在一般固废暂存区，定期外售综合利用。危险废物主要为废机油、含油手套等约 0.06t/a，采用危废暂存桶暂存，定期转运。

综上所述，项目贮存过程中对环境的影响较小。

4.7.5 生活垃圾处理环境影响分析

项目生活垃圾主要是职工产生的垃圾，生活垃圾的产生量为 19.2t/a，配备专职的清洁员和必要的工具，负责清扫厂区，维持清洁卫生，每日定时把各点垃圾桶的垃圾收集到垃圾暂存点，每日清运一次。垃圾桶及堆场应经常维护，保证门、盖齐全完好，并应定期消毒。本项目产生的生活垃圾收集后由环卫部门统一收集处理。生活垃圾在得到妥善处理，并且暂存和收集应符合卫生要求，日产日清的情况下，对环境的影响不大。

4.7.6 小结

项目生产过程产生的注液孔废弃土石方就近堆存在注液孔周边，待浸矿完毕后，回填注液孔；收液系统废弃土石方用于回填收液系统，其余回用矿山公路修筑和维护；除杂渣、污水处理站污泥、废弃包装袋定期外售综合利用。生活垃圾经收集后由当地环卫部门进行统一处置。经处理后，固体废物对环境的影响不大。

4.8 运营期土壤环境影响预测与评价

依据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（试行）（HJ964-2018）表 A.1 土壤环境影响评价项目类别，本项目属于“采矿业”类中的“金属矿”，属于 I 类项目。根据稀土矿山特征，原地浸矿采场既为生态影响型，又为污染影响型场地。

原地浸矿采场注液对土壤的影响主要为矿山深层土壤的影响。本次评价主要采用类比法、定性分析及定量分析法对矿区开采对土壤的环境影响进行分析。

4.8.1 注液开采对土壤环境影响分析

为验证无铵工艺在赣州稀土矿区的适用性，2020年，中稀江西稀土有限公司组织中国恩菲工程技术有限公司选取了龙南足洞和定南木子山两块具有代表性的矿块开展了“硫酸镁浸矿—碳酸氢钠沉淀”新工艺的现场中试，取得良好的试验效果，获取了无铵工艺的浸矿工艺参数、对周边环境影响情况和配套环保措施的有效性等基础数据，并形成了《龙南市离子型稀土无氨新工艺试验项目环境影响评估报告》。本次评价参考《龙南市离子型稀土无氨新工艺试验项目环境影响评估报告》对整个试验过程的土壤跟踪监测结果，该试验项目采用的浸矿工艺与本项目本次技改采用的浸矿工艺相似，可反映本项目开采期间对矿山土壤环境影响。

该项目的无氨试验结果表明：无氨工艺对山顶、边坡的表层土壤、0.5- 1.5m 深度中硫酸盐含量、镁含量、pH 影响相对较小；对矿体层、底板影响较大，随着注液过程的进行呈现上升趋势；同一监测点位不同深度的土壤中矿体层（或底板层）的影响最为严重。各深度的土壤中硫酸盐含量随着浸矿剂的不断注入基本呈现出升高趋势，pH 呈降低趋势，镁含量波动幅度较小。在采用了清水淋洗环保措施各监测点位中污染物含量随着清水淋洗试验的进行污染水平逐渐降低，最终可达到环境可接受程度；由于试验周期较短，对各土壤监测点位的影响也是短暂的，可恢复的。总体来讲，经过清水淋洗后，无氨工艺对土壤环境的影响是可接受的。

同一取样时间山顶、边坡、坡脚的表层 土壤中硫酸盐含量在注液初期变化较小，随着浸矿剂不断纵向迁移，硫酸盐含量逐渐呈现出坡脚〉边坡〉山顶的趋势，pH 的变化趋势相反，镁的整体波动较小；0.5~1.5m 深度的土壤点位中硫酸盐、镁含量基本呈现出坡脚〉边坡〉山顶的趋势，pH 的变化趋势相反；矿体层的不同点位土壤中硫酸盐、镁含量基本呈现出边坡〉山顶的趋势，pH 的变化趋势相反。

通过类比相同工艺的试验可以说明，本项目矿山开发对矿山下游土壤产生的影响较小；对山顶、边坡、坡脚土壤产生一定的环境影响，但是在经过清水淋洗后土壤的环境影响可接受。

4.8.2 硫酸根及钠、镁离子对矿体土壤的影响分析

4.8.2.1 评价时段及评价因子

1、评价时段

分为生产期和清洗期进行评价。

2、评价因子

评价因子为：镁离子、硫酸根、钠、pH 值、含盐量。

4.8.2.2 评价对象

原地浸矿在注液时，不会将浸矿液直接注入土壤中，而是会打注液孔，将浸矿液注入表层平均埋深 3.54m（数据来源：《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿地下水环境影响评价专项水文地质勘查报告》）之下的矿体层，依据前文工程分析，矿体平均厚度为 5.3~5.66m。因此评价对象设置为地表以下 3.54m，厚度为 5.66m 的矿体土壤层。

项目按生产计划每年对不同的矿体进行开采。考虑注液后土壤的影响范围，开采面积越大，受影响的土壤面积也越大，本次计算取各生产年中开采面积最大者，为第 2 生产年的矿体，其总开采面积 179424.81 m²。

4.8.2.3 评价方法

依据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（试行）（HJ964-2018），对原地浸矿采场使用 HJ964-2018 中附录 E、附录 F 中推荐方法，或使用类比分析法进行预测。

原地浸矿开采工艺通过注液孔将浸矿液注入矿层中，污染途径不属于垂直入渗。注液中含有镁离子、硫酸根、pH 值，可能对土壤造成酸化、盐渍化影响。本次评价选择 HJ964-2018 中公式 E.3 计算进入土壤环境中的镁离子、硫酸根的量。

计算公式如下

单位质量土壤中某种物质的增量可用下式计算：

$$\Delta S = n (I_s - L_s - R_s) / (\rho_b \times A \times D)$$

式中：ΔS——单位质量表层土壤中某种物质的增量，g/kg；

I_s ——预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质的输入量，g；根据上文工程分析，注液后矿体及土壤吸附的硫酸根质量为 3020.33 t/a；吸附的镁离子质量为 393.12t/a；吸附的钠离子质量为 508.47t/a；

L_s ——预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质经淋溶排出的量，g；

R_s ——预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质经径流排出的量，g；

ρ_b ——表层土壤容重， kg/m^3 ，根据土壤理化性质监测结果，本次取值 1200kg/m^3 ；

A——预测评价范围， m^2 ，本次预测评价范围取 m^2 ；取各生产年中开采面积最大者，为第 2 生产年的总开采面积 179424.81 m^2 ；

D——表层土壤深度，一般取 0.2m ，可根据实际情况适当调整；本次计算取值 5.66m ；

n——持续年份，a；本次计算取值 1 年。

(2) 单位质量土壤中某种物质的预测值可根据其增量叠加现状值进行计算：

$$S=S_b+\Delta S$$

式中： S_b ——单位质量土壤中某种物质的现状值， g/kg ；

S——单位质量土壤中某种物质的预测值， g/kg 。

4.8.2.4 计算结果及影响分析

经计算，第 2 生产年中各开采矿段下矿层土壤硫酸根增加值为 2253.71mg/kg ，镁离子增加值为 322.59mg/kg ，钠离子增加值为 417.24mg/kg 。

1、硫酸根

项目的开采对矿体土壤层的硫酸根贡献值增加量为 2253.71mg/kg ，增加了矿体土壤层中硫酸盐含量，多余的硫酸根会使土壤酸性加重。

硫酸根浓度主要增加段为矿体土壤层，不会大幅度增加矿体表层土壤中硫酸根的含量，对土壤环境的影响有限，处于可接受范围。且影响目标土壤层为矿体层土壤，对表层土壤影响较小，不会造成表层土壤板结。根据《龙南市离子型稀土无氨新工艺试验项目环境影响评估报告》调查结果，其龙南足洞试验矿原地浸矿在开展原地注液浸矿后土壤中硫酸根增加量为 2140 mg/kg ；定南上下营试验矿原地浸矿在开展原地注液浸矿后土壤中硫酸根增加量为 1050 mg/kg 。本项目开采活动对土壤中硫酸根贡献值增加量为 2253.71mg/kg ，与在上述两试验矿区试验矿段土壤中硫酸根增加量相差不大。上述两试验矿区附近的农田和林地长势良好，未产生土壤板结现象，由此可见采用无铵工艺开采对土壤表层植被影响不大。

原地浸矿采场的注液活动，虽然会导致注液层土壤的硫酸盐（以硫酸根计）增加，但是其对表层土壤的影响较小，一般情况下表层土壤不会产生明显的板结。

龙南市离子型稀土无氨新工艺试验项目完成实验闭矿后进行了跟踪监测，监测因子为硫酸盐等。选取实验期清水淋洗后数据与 2023 年监测数据进行分析，在清水淋洗至今，土壤中的硫酸盐的浓度均有所降低，对土壤环境的影响进一步减弱，说明矿山开采并未对土壤带来后续影响。

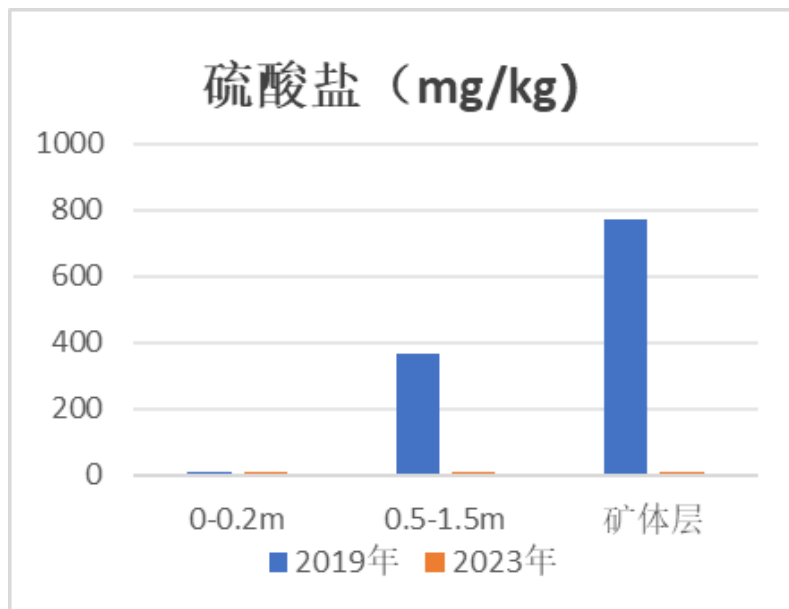


图4.8-1 硫酸盐在试验土壤中浓度前后对比图

2、钠、镁离子

项目的开采对矿体土壤层的镁离子贡献值增加量为 338.7mg/kg，钠离子贡献值增加量为 929mg/kg。根据本次评价期间对矿区的土壤环境质量监测数据，矿区土壤层中水溶性镁离子的含量最大值为 5260mg/kg，最小值为 605 mg/kg，平均值为 2305.49mg/kg；钠离子的含量最大值为 11900mg/kg，最小值为 1430mg/kg，平均值为 4513.24mg/kg。项目生产期期间对土壤中钠离子、镁离子的贡献值相对本底值而言较小，不会大幅度增加矿体土壤中镁离子的含量，对土壤环境的影响有限，处于可接受范围。

根据文献，镁是重要的成岩元素。地壳中镁含量平均是 21g/kg，由于含镁矿物风化，镁遭淋失，土壤中镁含量平均是 5g/kg。土壤中镁含量变幅大，可从 0.5g/kg~40g/kg。我国南方地区土壤全镁含量一般为 0.6~19.5g/kg，平均为 5g/kg。因此镁离子浓度基本在矿区附近土壤镁浓度值的正常范围内。场地内土壤中钠离子的浓度值一般在 1430mg/kg~11900mg/kg 之间，叠加贡献值后的预测值未超过场地钠离子现状浓度值。

龙南市离子型稀土无氨新工艺试验项目完成实验闭矿后进行了跟踪监测，监测因子为镁离子等。选取实验期清水淋洗后数据与 2023 年监测数据进行分析，在清水淋洗至

今，土壤中的镁离子的浓度均有所降低，对土壤环境的影响进一步减弱，说明矿山开采并未对土壤带来后续影响。

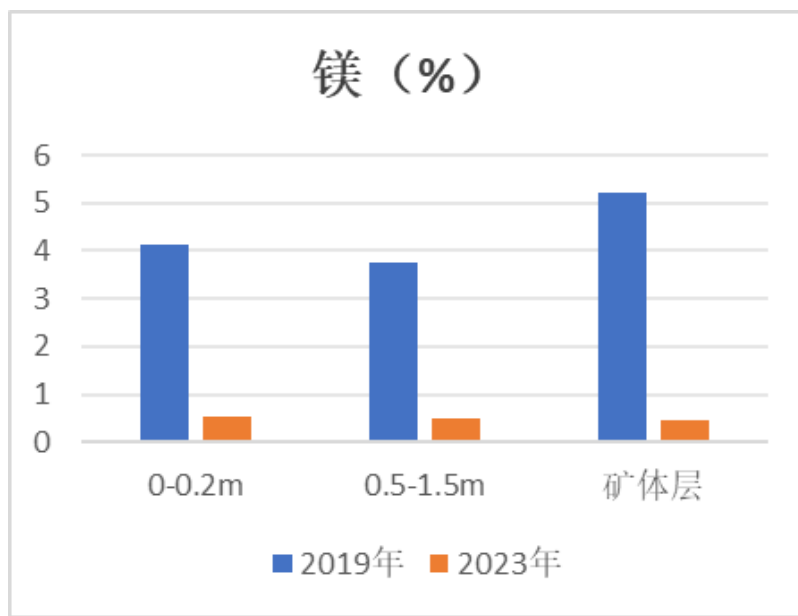


图4.8-2 镁离子在试验土壤中浓度前后对比图

4.8.2.5 对表层土壤及植被的影响分析

目前采区植被主要以桉树为主，其余植被为小型灌木，在调查区内以片状、块状分布。桉树是一种快速生长的乔木，其根系生长迅速，对土壤保护起到了重要作用。桉树根系深度一般可达1~2米，在适宜的土壤条件下，根系可以生长更深。桉树的根茎高度一般为1~3米。

采区浸矿液的平均注入深度为3.54m，浸矿液主要离子为硫酸根及镁离子。

多余的硫酸根会使土壤酸性加重，甚至加剧土壤中活性铝、铁对作物的毒害。在淹水条件下，过多的硫酸根会被还原生成硫化氢，使草根受害变黑。

镁主要存在于叶绿素、植素和果胶中，是构成植物叶绿素的主要成分之一。对光合作用有重要作用。镁离子是多种酶的活化剂，促进体内糖类转化及代谢，促进脂肪和蛋白质的合成。油料作物镁可提高其含油量，镁还可以促进作物对硅的吸收。缺镁使植物体内代谢作用受阻，对幼嫩组织的发育和种子的成熟影响很大。

根据上文计算结果，采区的开采活动渗漏的硫酸根主要影响的土壤平均埋深为3.54m，该深度中无植物根茎分布，且本项目开采造成的土壤中硫酸根及镁离子的增量相对本底硫酸根值及镁离子值较小，对采区现有的主要植被不会造成重大影响。龙南市

离子型稀土无氨新工艺试验项目在进行试验之后对试验场地及周边的植被开展了调查，农田和林地长势良好，植被未受到重大的不良影响。且从本项目的历史采空区的复垦情况来看，复垦的植被长势与未开采区域植被长势并无太大差别。因此，在采用了无氨工艺后，本项目对植被的影响程度较小。

4.8.3 历史采空区土壤中累积氨氮环境影响分析

1、历史采空区土壤中累积氨氮环境影响

项目原采用硫酸铵作为浸矿液进行开采生产活动，历年来残留在历史采空区的铵盐浸矿液在自然降雨时随入渗雨水由地下水运移至地表水体，而使矿区内的部分区域地表水体、地下水中氨氮、硝酸盐、硫酸盐等污染物出现超标情况。

2、技改项目对采区各环境要素中氨氮超标现象的“以新带老”措施

技改后改用无铵药剂进行原地浸矿，不会增加区域铵来源；由于历史采空区已经复垦，已无注液井和收液系统，因此历史采空区的氨氮等污染主要通过自然降雨入渗淋洗，土壤中氨氮会通过地下水被截获或者出露到地表水后通过环保坝进行截获，氨氮含量会不断降低。同时经过构建整体的水污染防治体系，对受污染的地表水和地下水进行截流处理，水环境、土壤环境中现有的氨氮等污染物浓度将逐步降低。

技改后项目建立了“源头削减控制—过程监管预警—末端防控”的水污染防控体系：

源头削减控制：包括无铵原地浸矿开采工艺替代原铵盐原地浸矿开采工艺的工艺升级措施；清污分流和雨污分流、生产用水循环利用、清水全面淋洗及淋洗水全面收集处理等地表水端源头控制措施；合理确定浸矿剂用量避免过度注液、清水全面淋洗及淋洗水全面收集处理、母液车间分区防渗及设施应急池等地下水源头削减控制措施。

过程监管预警：包括在屯垌溪、数村溪、黑水河上设置 4 个地表水监控断面，对地表水进行长期监控；在母液处理车间、矿区涉及的各小流域的地下水流向布设地下水监测井，雁楼、宜村、百叫、那温、屯垌等矿区周围村屯布设地下水监测井，对地下水进行长期监控。

末端防控：包括在矿区内的无名溪 1、无名溪 2 设置两个总容积为 5000 立方米的环保坝、在无名溪 3、无名溪 4 和数村溪上分别设置拦截坝对矿区内的地表水进行拦截收集，收集后泵回污水处理站进行处理；在屯垌溪次级水文地质单元、数村溪次级水文地

质单元、东南部次级水文地质单元地下水小流域出口设置地下水截获井及配套抽水及泵回措施，将截获井的地下水泵回污水处理站进行处理的末端防控措施。

采取上述措施后，正常生产过程中，环保坝收集的溪水和地下水截获井回抽的地下水经处理后回用生产，地下水被截断后不再向下游运移，减少受污染地下水出露地表水体，从而减少矿区地表水体氨氮、硫酸盐等污染，不会增加下游水环境氨氮、硫酸盐等浓度。

4.8.4 土壤酸化影响分析

1、历年土壤环境 pH 值变化情况

本项目为技改项目，现有工程开采期间使用硫酸铵作为浸矿液。

2012 年，中铝广西有色崇左稀土开发有限公司委托北京矿冶研究总院编制完成《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响后评价报告书》，并于 2012 年 12 月 3 日取得崇左市环境保护局的审核意见（崇环发〔2012〕175 号），并予以备案。后评价期间，土壤环境 pH 监测值为 4.29~7.03。

《中铝广西有色左稀土开发有限公司六汤稀土矿环境影响报告书》于 2014 年 1 月委托崇左市环境保护监测站对矿区采集了 16 个土壤环境监测点位，其 pH 值为 4.01~6.84 之间。

《中铝广西有色崇左稀土开发有限公司六汤稀土矿试验开采环境影响回顾性评价报告》（广西博环环境咨询服务有限公司，2019 年）根据土壤环境现状监测结果，土壤现状 pH 值为 3.8~7.7 之间。

本次评价期间于 2023 年 8 月~9 月期间委托广西化工环保监测站于矿区内进行采样，共设置土壤监测点位 19 个，测得矿区内土壤环境 pH 现状值为 4.02~7.46 之间。

由历年监测结果可知，使用硫酸铵作为浸矿液时未对矿区土壤环境造成酸化加剧的影响。

2、土壤酸化影响分析

(1) 对表层土壤的影响

由历年土壤环境 pH 值监测结果可知，矿区的土壤环境 pH 值在使用硫酸铵作为浸矿液后的变化幅度不大，说明使用硫酸铵对矿区矿体土壤及表层土壤的影响均较小。本次技改后将浸矿液从硫酸铵换为硫酸镁，两者制备工艺相似度较高，浸出液均呈酸性。

硫酸铵作为浸矿液时对土壤环境未造成酸化加重的影响，因此使用硫酸镁作为浸矿液对土壤环境 pH 值的影响也不大，且原地浸矿采区注入酸性浸矿剂时不会将浸矿剂直接注入土壤中，而是通过打注液孔，注入矿层，因此注入的酸性浸矿剂一般不会进入表层土壤，不会造成表层土壤的明显酸化。

(2) 对矿层土壤的影响

酸性浸矿剂进入采矿层置换出稀土，部分浸矿剂残留在采矿层的土壤中，会使采矿层土壤氢离子增加，矿山生产结束后，会采取清水清洗措施，可将残留在采矿层中的酸性浸矿剂清洗出。因此采取有效的清水清洗措施后，原地浸矿对采矿层的酸性影响较小。

类比《中国南方离子型稀土绿色无氨开采工艺试验项目环评监测报告》中试验采区附近表层土，2016年8月24日取本底值 pH 为 6.28，2017年3月7日最后一次取样监测 pH 为 6.36，pH 变化不明显。同时，《龙南市离子型稀土无氨新工艺试验项目环境影响评估报告》也对其开展的试验区坡脚土壤及山顶土壤酸化程度进行了监测，分别在矿体土壤及矿体下游土壤取样开展了监测。

试验点坡脚土壤出现一定程度的中度酸化现象，但是影响是短暂的；随着后期顶水试验、清水淋洗过程的进行，pH 值 逐渐升高，最终恢复至原地浸矿之前的轻度酸化。其余各土壤监测点的表层土壤均未出现进一步恶化趋势。试验点的矿体土壤 pH 值在注液初期基本呈下降趋势，随着顶水试验、清水淋洗试验的进行逐渐回复至注液前水平。

综上所述，本项目开采期间对表层土壤酸化的影响程度较小；注液期间对矿层土壤会短暂地产生酸化影响，但是在进行清水淋洗之后可恢复至注液前水平。

4.8.5 土壤盐化影响分析

1、对表层土壤的盐化影响分析

采区注入浸矿剂（主要含硫酸盐、镁离子、钠离子）时不会将浸矿剂直接注入土壤中，而是通过打注液孔，注入表层土壤以下的矿体中，因此注入的硫酸盐、镁离子、钠离子一般不会进入表层土壤，不会造成表层土壤的明显盐化。

浸矿剂进入采矿层置换出稀土，部分浸矿剂残留在采矿层的土壤中，会使采矿层土壤中镁离子、硫酸盐增加。但收液完成后，会采取清水清洗措施，可将残留在矿层中的硫酸盐大部分洗出。类比赣州稀土铵盐浸矿已采矿体（点位 DNZ7），其 SSC 监测值为

0.1, 说明原地浸矿对表层土壤的盐化影响较小。一般情况下矿体中硫酸盐(以硫酸根计)和镁、钠的增加量不会造成表层土壤的盐化。

2、开采区地下水 TDS 含量升高对注液层土壤的盐化影响分析

开采期间的地下水环境影响预测结果表明: 开采期间浸矿液对开采区地下水环境的硫酸盐叠加现状背景值后的预测值为 86.85mg/L~164mg/L, 地下水中硫酸盐浓度升高将会导致地下水中 TDS 值的升高, 从而可能对注液层中的土壤盐化程度产生影响。

本次评价采用 HJ964-2018 中“附录 F 土壤盐化综合评分预测方法”评价开采区地下水 TDS 含量升高对注液层土壤的盐化影响。

(1) 土壤盐化综合评分法

根据表 F.1 选取各项影响因素的分值与权重, 采用公式 (F.1) 计算土壤盐化综合评分值 (Sa), 对照表 F.2 得出土壤盐化综合评分预测结果。

$$Sa = \sum_{i=1}^n Wx_i \times Lx_i \quad (F.1)$$

式中: n—影响因素指标数目;

Lx_i—影响因素 i 指标评分;

Wx_i—影响因素 i 指标权重。

(2) 土壤盐化影响因素赋值表

表4.8-1 土壤盐化影响因素赋值表

影响因素	分值				权重
	0分	2分	4分	6分	
地下水位埋深 (GWD)/(m)	GWD≥2.5	1.5≤GWD<2.5	1.0≤GWD<1.5	GWD<1.0	0.35
干燥度(蒸降比值) (EPR)	EPR<1.2	1.2≤EPR<2.5	2.5≤EPR<6	EPR≥6	0.25
土壤本底含盐量 (SSC)/(g/kg)	SSC<1	1≤SSC<2	2≤SSC<4	SSC≥4	0.15
地下水溶解性总固体 (TDS) / (g/L)	TDS<1	1≤TDS<2	2≤TDS<5	TDS≥5	0.15
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、砂粉土	0.10

(3) 土壤盐化预测表

表4.8-2 土壤盐化预测表

土壤盐化综合评分值 (Sa)	Sa<1	1≤Sa<2	2≤Sa<3	3≤Sa<4.5	Sa≥4.5
土壤盐化综合评分预测结果	未盐化	轻度盐化	中度盐化	重度盐化	极重度盐化

(4) 评价结果

1) 开采区土壤现状盐化综合评分

①地下水埋深依据屯垌溪次级水文地质单元内采区枯水期平均地下水埋深取值；

②崇左市多年平均降雨量为 1201.6mm，多年蒸发量为 1645.8mm，据此计算崇左市多年干燥度（蒸降比值）为 0.73；

③土壤本底含盐量取本次评价对采区进行的土壤本底含盐量值最大值，评价期间对评价范围内的土壤本底含盐量值见下表。

表4.8-3 土壤本底含盐量值

监测点位	监测结果 (g/kg)
S1 矿区内	0.40
S6 矿区内	0.38
S7 矿区内	0.21
S10 矿区内	0.50
S14 基本农田	0.48

④地下水溶解性总固体值选取地下水预测硫酸盐最大贡献值结果。

开采区土壤现状盐化综合评分各指标影响因素赋值见下表。

表4.8-4 土壤盐化影响因素赋值表

影响因素	分值				权重	场地取值	项目得分
	0分	2分	4分	6分			
地下水位埋深 (GWD)/(m)	GWD \geq 2.5	1.5 \leq GWD $<$ 2.5	1.0 \leq GWD $<$ 1.5	GWD $<$ 1.0	0.35	2.54*	0分
干燥度(蒸降比值) (EPR)	EPR $<$ 1.2	1.2 \leq EPR $<$ 2.5	2.5 \leq EPR $<$ 6	EPR \geq 6	0.25	0.73	0分
土壤本底含盐量 (SSC)/(g/kg)	SSC $<$ 1	1 \leq SSC $<$ 2	2 \leq SSC $<$ 4	SSC \geq 4	0.15	0.50	0分
地下水溶解性总固体 (TDS) / (g/L)	TDS $<$ 1	1 \leq TDS $<$ 2	2 \leq TDS $<$ 5	TDS \geq 5	0.15	0.164*	0分
土壤质地	黏土	砂土	壤土	砂壤、粉土、砂粉土	0.10	壤土	0.4分
合计分值							0.4分

2) 评价结果

据上表计算，对照表 4.8-2，注液层土壤盐化综合评分预测结果为“ $S_a < 1$ ，未盐化”。由于开采期间注液渗漏造成地下水中硫酸盐浓度升高导致地下水中 TDS 值的升高，对注液层土壤盐化的潜在影响较轻。

(5) 同类型工艺类比分析

根据《龙南市离子型稀土无氨新工艺试验项目环境影响评估报告》在开展试验期间对其试验点坡脚表层土壤开展的监测调查结果：试验点坡脚表层土壤中出现了一定程度的轻度盐化、中度盐化，但是影响是短暂的；随着后期清水淋洗过程的进行，最终恢复至原地浸矿之前的未盐化水平。其余各土壤监测点的表层土壤均未出现盐化。根据现场踏勘，试验期间矿块未出现板结现象，环境影响可接受。说明采用无氨工艺开采对土壤盐化的影响较小。

4.8.6 对矿区外土壤影响分析

开采活动对土壤的影响途径主要为注液注入土壤，以及被污染的地下水出露形成地表径流后影响沿途的土壤。采区位于相对独立的水文地质单元中，根据上文地下水环境影响预测结果，渗漏的注液的影响范围大多位于开采矿体周边，并未超出矿区范围；同时开采后通过清水清洗后能有效降低采区注液带入的 pH、硫酸盐、镁、钠等污染物，因此技改项目对矿区外的土壤影响不大。针对历史采空区遗留的铵盐浸矿液，本项目在技改后不会对历史采空区进行开采，建立了“源头削减控制—过程监管预警—末端防控”的水污染防治体系，开采期间渗漏的注液及历史采空区因自然降雨产生的渗滤液均能有效控制在矿区内，不会对矿区外的土壤环境造成影响。

4.9 运营期生态环境影响分析

项目属于低山丘陵山区，项目区植被以人工植被为主体，自然植被多为次生起源，以阔叶林为主。植被类型结构简单，评价区内现存的野生动物以鸟类和昆虫类等小型常见种为主。项目不占用自然保护区、风景名胜区和基本农田保护区等环境敏感区域。

4.9.1 生态影响因素与途径分析

4.9.1.1 项目组成分析

本项目是稀土矿续采项目，主要是对开采药剂优化。六汤稀土矿工程主要由原地浸矿采场工程、母液处理工程、环保工程和公辅工程组成。

4.9.1.2 项目建设对生态环境的影响因素和途径分析

评价区及其附近区域大部分为低山丘陵地。相对高差通常在 100~150m 左右。对于两栖爬行动物而言，由于原分布区被部分的破坏，会使其向远离评价区的相似生境作水平转移。对于鸟类和哺乳类，其栖息地将会被小部分破坏，但由于鸟类、哺乳类迁移能力强，食物来源也呈多样化形式，项目施工和营运不会对它们的栖息造成大的威胁。项

目在施工期和运营期间不可避免地会对周围生态环境造成不同程度干扰和破坏。施工期和运营期对生态环境的影响因素和途径分析如下：

（1）项目施工期生态环境影响的因素和途径

施工期主要为母液处理车间防渗、原辅料库等进行技术改造以及矿块的原地浸矿采场施工。

①本项目原地浸矿采场在施工期主要为注液孔工程和收液工程，破坏局部地表植被，相应地引起土壤侵蚀量的增加，表土剥离量较小。此外，剥离的表土堆放和开挖出的土方堆放也会压占地表植被，若堆放区边坡不采取防护措施，可能造成一定的水土流失。

②母液处理车间防渗、原辅料库等进行技术改造，这些工程的建设会导致局部景观发生改变，地表植被的铲除或压占将会改变局部区域内的生态景观类型与格局；同时，区域植被覆盖面积的减少，引起生物量短期内减少；局部地表土壤产生扰动，短期内也会造成一定的水土流失。

（2）项目运营期影响生态环境的因素和途径

①在运营期，原地浸矿采场按计划分矿体进行浸矿。每个矿体的生产时间不长且破坏程度不大，正常情况下约1年左右即完成一个矿体的开采工作，开采完的原地浸矿采场及时复垦，矿山处于不断建设新采场和不断复垦旧采场的过程中，同一时间矿体表面的植被破坏面积相比原地浸矿采场总破坏面积较小。

②矿山集液导流孔、集液巷道建设产生的土方就近平铺在各巷道口附近较为平缓低洼处（临时存放，后期作为复垦用土）作为临时堆土点，在土方堆积过程中，其土地利用类型也随之发生变化，原来的草地、林地等转变为工矿用地。土方在堆放过程中，若堆放坡度较大且没有采取相应的水土保持措施，则会对下游生态环境产生影响。待巷道施工完毕后，采取种植植被（撒播适宜当地气候环境的草籽等）方式进行绿化。

③管线工程的管道按各个矿体约1年的浸矿时间进行设计，其中绝大部分管线需要重复利用，采用易拆解的敷设方法。

（3）项目服务期满后对生态环境的影响因素和途径

矿山生产结束后，直接的生态破坏活动将停止。但矿山开采对生态环境造成的破坏影响将持续，为了减轻这种影响，需要开展矿山的土地复垦工作，来逐步恢复矿区生态环境。

（4）项目土地占用时序

根据施工及开采顺序，原地浸矿采场、临时堆土点、集液巷道、收液池、高位池等会随着工程的推进逐步破坏，逐步恢复。评价区各类生境影响情况见下表。

表4.9-1 评价区各类生境影响情况

生境类型	物种情况	生境面积影响	持续时间	可逆性	评价区生境质量的影响程度
森林生境	分布有爬行类变色树蜥等、鸟类珠颈斑鸠等、哺乳类赤腹松鼠等野生动物	占用面积有限，占地区无保护动物集中栖息地且生境质量较好的阔叶林占用有限，因此，对该类生境影响不大	矿区基建期、营运期间	剥采区和工业区等占地生境丧失，可在闭矿期通过土地复垦得到补偿	项目占用较小，影响较小
灌草丛生境	蜥蜴类爬行动物、鹎科、扇尾莺科、噪鹛科等鸟类	占用面积有限，占地区无保护动物集中栖息地	矿区基建期、营运期间	剥采区生境丧失，可在闭矿期通过土地复垦得到补偿	项目占用较小，影响较小
人工林	红耳鹎、大山雀和珠颈斑鸠等鸟类	该类生境人为干扰强烈，物种结构单一，占地区无保护动物集中栖息地	矿区基建期、营运期	剥采区生境丧失，可在闭矿期通过土地复垦得到补偿	影响较大
农田生境	旱地内主要分布红耳鹎、黑卷尾、棕背伯劳等常见小型鸟类	该类生境人为干扰强烈，物种结构单一，占地区无保护动物集中栖息地	矿区基建期、营运期	不占用农田，主要为对动物惊扰，闭矿后恢复	影响较小
湿地生境	分布有华南雨蛙、饰纹姬蛙、粗皮姬蛙等两栖类动物、鱼类和白鹭、池鹭等鸟类	项目采矿区并不涉及该类生境，对该类生境不影响	/	/	基本无影响

4.9.2 浸矿剂硫酸镁的生态毒理特性

根据《赣州稀土矿业有限公司稀土矿山整合（一期）技改项目环境影响报告书》中的硫酸镁生态影响试验结果，见表 4.9-2，可以看出硫酸镁工艺浸矿对植被、土壤、水生生物、微生物的毒理学影响基本可以接受。

表4.9-2 硫酸镁系列生态试验结论

试验名称		试验方案	试验结论
实验室植物发芽率试验	模拟浸矿液对其发芽的胁迫作用	数取颗粒饱满的狗尾草、黑麦草、高羊茅种子，每100粒为一组。设置3%浸矿组，2%浸矿组，1%浸矿组和对照组，即配置质量比1%、2%、3%的硫酸镁溶液，和200mL纯水对照	1%的硫酸镁溶液对植物发芽影响较小，随着浓度的升高，对植物发芽率胁迫作用逐渐增强
实验室植物试验	模拟浸矿液对狗尾草的生长、生理的影响	取20个直径约10cm花盆，每个花盆装土1.6kg。4个花盆为一组，共分5组，分别编号为0、1、2、3、4，对应空白组、0.1%、0.5%、1%、3%硫酸镁处理，每盆播种100粒狗尾草种	土壤含1%以下硫酸镁对狗尾草生长影响较小，含3%硫酸镁的土壤对狗尾草生长抑制作用较大
斑马鱼急性毒性试验		设12组，分别为0.1g/L、1g/L、10.00g/L、11.25g/L、12.65g/L、13.16g/L、14.23g/L、16.00g/L、17.32g/L、18.00g/L、22.79g/L、30g/L硫酸镁溶液，每	硫酸镁溶液96h对斑马鱼的半致死浓度为15.31g/L，硫酸镁毒性较

试验名称	试验方案	试验结论
	组养 8 条斑马鱼进行硫酸镁急性毒性试验。	低
斑马鱼慢性毒性试验	设五组, 分别为 0.1g/L、1g/L、1.5g/L、2.5g/L、5g/L 硫酸镁溶液, 每组养 8 条斑马鱼进行硫酸镁慢性毒性试验。	鱼的半致死浓度为 15.31g/L, 硫酸镁毒性较低
现场对照试验	试验矿阳坡设 3 个 1m×1m 草本样方, 周边未受污染山体阳坡设 3 个 1m×1m 草本样方, 监测优势群落五节芒叶绿素。同时监测表土土壤微生物(细菌、真菌)数量。	受注液影响的矿山和周边未受影响的对照点植物生长情况、叶绿素含量基本相同、土壤微生物数量处于同一数量级

4.9.3 运营期生态环境影响分析与评价

在项目运营期中, 矿区运营期为第 0.5 年~第 5.5 年, 矿山处于不断建设新采场和不断复垦旧采场的过程中, 即边破坏边恢复的过程。

4.9.3.1 运营期对植物与植被的影响分析

(1) 对植物群落演替影响分析

项目建设期间导致原有土地利用方式的改变, 重新恢复的植被由于独特的土壤、水分和地形条件, 长期维持在草丛或灌草丛阶段, 降低了植被正常演替速度, 进而对区域植被的连续性产生一定的不利影响。项目在营运期间做好“边开采边复垦”的开采方式, 植被可以得到修复与补偿, 及时在外侧修建小挡墙、排水沟、回填表土、播撒草籽、种植复垦植被, 加快裸露地区植被演替速度。矿山服务期满后做好工业场区的复垦工作, 在人为干扰逐渐减少情况下, 也将呈现由人工植被向自然植被转变的趋势, 处于植被正向演替。

(2) 地质灾害对植被的影响分析

原地浸矿导致山坡岩土体发生裂缝, 随着时间推移, 裂缝规模逐渐变大, 在暴雨、梅雨等气候条件恶劣的情况下, 会引发和加剧山体滑坡, 造成水土流失。同时矿石开采期间, 在山体的中下部修建各种池或沟, 浸矿液会注入土壤中, 使土壤理化性质发生很大改变, 会造成植被根系萎缩, 从而影响植物的生长。

本矿山目前没有发生泥石流、山体滑坡等地质灾害。项目各采场内浸采矿块布置及推进顺序为由坡底向坡顶推进; 同时工业场区边坡设有安全平台及清扫平台; 在开采过程中要设置和加强防排水系统、现场监测系统的监测, 制定人工巡视制度、严控临界注液强度, 以及实施螺纹钢+混凝土灌浆抗滑桩并辅以钢丝绳联结的人工加固工程; 同时尾矿下游建设拦砂坝, 及时种植宜生植物, 将流失下来的泥沙及时阻挡于堤坝之内而消

除对下游环境的影响。采取上述措施后，矿山区发生地面塌陷、泥石流、山体滑坡等地质灾害的可能性大大降低，有效避免对地表植被产生不利影响。

4.9.3.2 运营期对动物的生态影响分析

项目运营期对动物的生态影响主要体现在开采过程和运输过程。

(1) 对两栖动物的生态影响

运营期间对区域栖息的两栖类动物主要直接影响为运输过往车辆可能造成直接碾压致死，间接影响主要为夜间生产灯光扰动。

评价范围内分布有两栖类 3 种，分别为华南雨蛙、饰纹姬蛙、粗皮姬蛙。

在评价范围内的两栖类动物大多已适应了当地的生活环境，项目实施对区域生态环境的改变较小，只要加强对矿山排放水质的控制，并教育员工禁止捕捉，则对两栖类动物的影响不大。

综上，工程建设不会导致两栖动物物种在该区域的消失，更不会导致这些物种的灭绝，因此项目营运对地面活动的两栖动物的生态影响较小。

(2) 对爬行类动物的生态影响

调查评价区内分布的爬行动物有 7 种，均为常见种类，有 1 种属于广西壮族自治区级重点保护野生动物，为变色树蜥。主要分布在评价区内的保护区范围等人为干扰较少的灌丛、林地近水处区域，其中变色树蜥较为常见，其他爬行动物，尤其蛇类在评价范围局部偶尔可见，分布数量不多。其中灌丛、林地等生境在区域内有广泛的分布，受影响的物种可以通过主动移动在区域内找到合适的替代生境，继续生存。变色树蜥为广布种，其运动能力强，运动速度快，受影响的个体可以主动躲避，实际影响不大。

项目运营期间不可避免产生较为强烈的人为干扰，导致项目地周边爬行类物种的迁移和扩散受到一定程度的阻碍。但多数爬行类动物具有特殊的感应器官，对噪声、热源、震动等非正常因素会避而远之，绕道而行。另外，许多爬行类动物行动迅速敏捷，且警戒性和防卫能力较强，应该能够较好地适应本工程区由于施工建设和运营所造成的环境扰动，抵御或逃避不利其生存的生态影响。

项目实施会爬行动物的生境减小，但由于注液井面积较小，改变比例不大对地表植被的整体影响不大，项目周边区域保存有相同或类似的适合栖息生境，对爬行类动物实际影响不大。但需要加强对员工的生态意识教育，禁止对珍稀爬行类动物进行捕捉。

(3) 对鸟类动物的生态影响

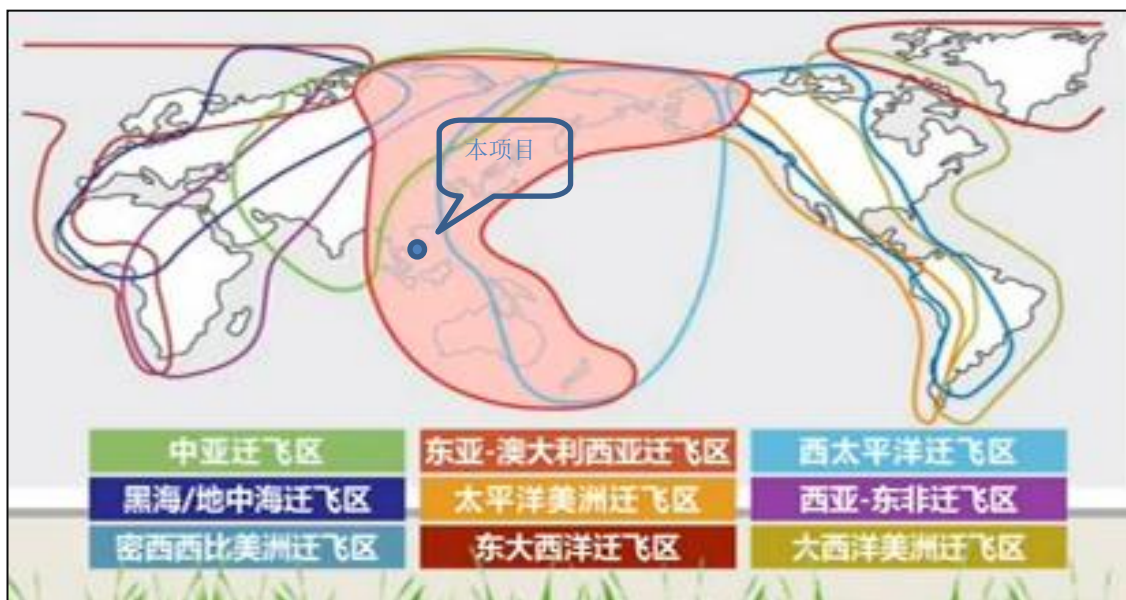
评价区调查记录到的鸟类动物列入国家二级重点保护的有 9 种，属于广西重点保护的鸟类有 20 种。与其他陆生脊椎野生动物类群相比，评价区鸟类种类相对丰富，保护珍稀种类最多，活动范围最大，是受本项目影响最多的动物类群。

1) 一般影响分析

营运期间，运输往来车辆的噪音和尾气排放等可能持续对周边栖息的鸟类造成一定程度的影响，一些飞行能力较弱、行动较为迟缓的鸟类例如褐翅鸦鹃等鸟类在穿越运输道路时可能会遭受到车辆撞击而伤亡，矿区的灯光也有可能对一些夜行性的和夜间活动的鸟类造成一定程度的扰乱。

2) 对鸟类迁徙影响分析

根据《全国鸟类迁徙通道保护行动方案 2021-2035 年》，已知全球共有 9 条主要的候鸟迁徙路线，其中西亚↔东非迁徙路线、中亚迁徙路线、东亚↔澳大利西亚迁徙路线和西太平洋迁徙路线 4 条经过我国，在我国形成东部、中部和西部 3 个候鸟迁徙区，广西位于东部候鸟迁徙区（东亚-澳大利西亚迁徙路线和西太平洋迁徙路线穿越我国的区域）。评价范围鸟类有 69 种，其中有 52 种为留鸟，夏候鸟 7 种，冬候鸟 12 种，候鸟占比 27.54%。



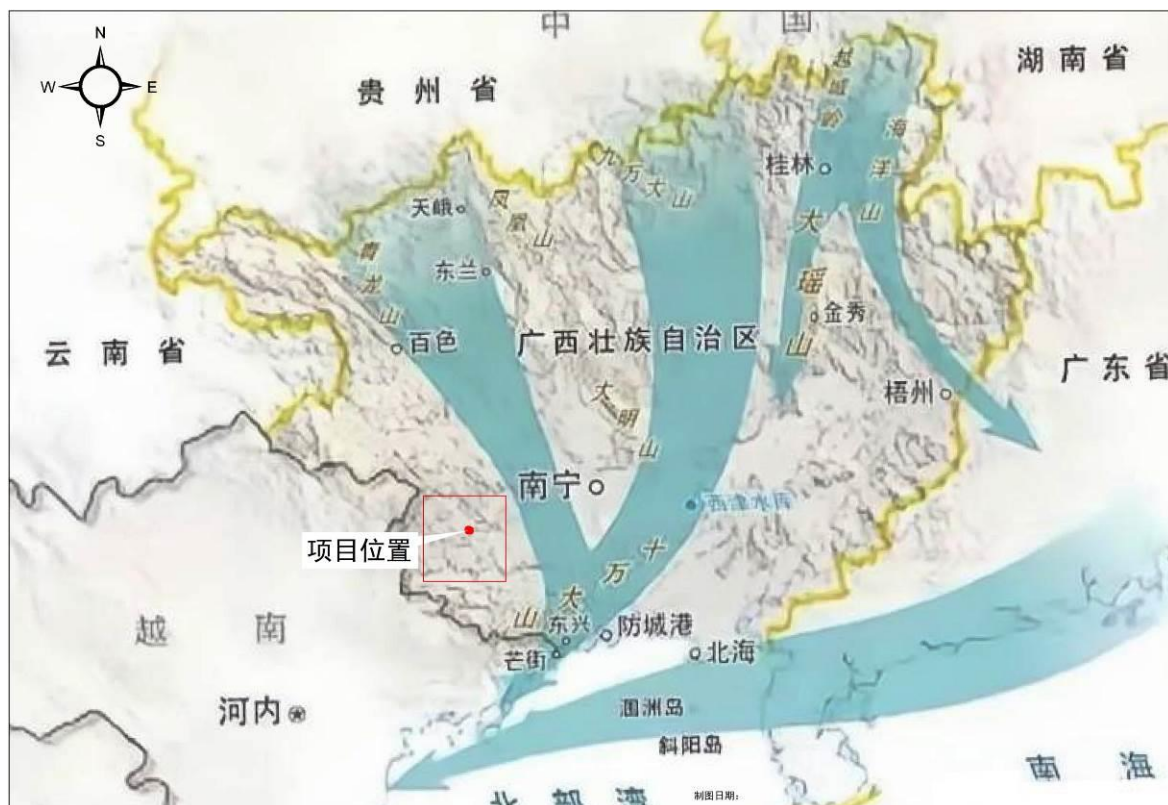


图4.9-1 项目与鸟类迁徙通道关系示意图

从中观尺度，广西最大的一条候鸟迁徙通道是从北部湾沿海地区向大陆迁飞的中部通道，其中一条最主要的迁徙路线是从北部湾沿海地区逐步扇形收窄经横县西津湿地一带向北、再经大瑶山向桂北南岭山地、通过湘桂走廊和南岭山脉的一些山坳口进入华中（动物）区。这条路线同时还有一些分支，其中一条比较著名的是经融水-环江一带的九万大山和滚贝老山进入云贵高原甚至抵达四川等西部地区的路线。

评价范围鸟类有 69 种，其中有 52 种为留鸟，夏候鸟 7 种，冬候鸟 12 种，候鸟占比 27.54%，候鸟数量占比较少。根据现场调查和翻阅历史资料，发现八声杜鹃、红尾伯劳、黑卷尾等候鸟在评价区广泛分布于靠近水源地的石山灌丛、次生林，发现家燕、小鸦鹃等候鸟零星分布于马尾松林、尾叶桉林、耕地和村庄中。根据《广西壮族自治区林业局关于加强全区候鸟迁徙通道保护管理的通知》（桂林护发〔2023〕1号），项目评价范围不在广西壮族自治区 34 个候鸟迁徙路线重要区域。项目评价范围包括水域，不是候鸟的集中分布地，大部分候鸟在评价范围大多为偶见。

（4）对哺乳动物的生态影响

调查区域内哺乳类动物共记录 4 目 7 科 13 种，均为啮齿类哺乳动物。可能存在 1 种国家二级重点保护野生动物，豹猫；1 种广西重点保护野生动物，黄鼬。上述两种保护兽类均为访问护林员得知，多年也未曾见到保护兽类。

从生境来看，重点保护动物主要栖息于阔叶林或针叶林林缘灌丛、林边寨旁的高草丛。哺乳动物移动能力强，且周边有充足的替代栖息地，受到影响后可快速迁移到周边不受干扰的栖息地，对人类干扰抵抗能力非常强的物种。项目的施工和运营都不会对哺乳类动物产生太大的不利影响。相反地，由于人类活动加强，一些啮齿类的密度将会上升，这给它们提供了更充足的食物来源。

(5) 其他影响分析

本项目运营期进出矿区交通噪声和夜间灯光对沿线野生动物的影响，对于噪声、灯光以及人为活动敏感的野生动物会产生回避效应，减少了敏感物种的适宜生境或活动分布范围。

项目区不属野生动物集中分布或频繁活动区，项目建设不会对野生动物迁徙造成阻隔影响，工程对区域物种的组成和正常繁衍影响不大，本项目建设对保护野生动物的影响在可接受范围内。

4.9.3.3 矿区道路对动植物生态环境的影响分析

矿山道路建设及使用对野生动物的影响主要是植被破坏、通道阻隔和交通运输噪声等。根据本项目矿山道路的分布和动物种群分布现状，结合主要物种的生态习性，应用生态学的原理和方法进行分析。

①两栖动物：车辆通行时的噪音和灯光可能会对两栖类造成影响，两栖类活动能力有限、范围较小，且道路车辆速度很慢，道路的阻隔效应对两栖类影响较小。

②爬行动物：爬行类活动能力较强，活动范围也较大，对爬行类动物物种间的交流影响不大，但交通运输噪声可能会使其远离道路。

③鸟类：交通运输噪声可能使这一范围内的敏感性鸟类迁往森林内部，而在距路中心线 500m~1000m 的范围内，鸟类的密度也会低于森林内部。鸟类具备飞翔能力，活动范围比较广，道路运输对鸟类的其他影响较小。

④哺乳类：哺乳类活动能力强、范围大，道路阻隔效应对兽类影响不大。交通运输噪声会使大中型兽类远离道路，而小型兽类，如鼠类等啮齿动物的数量可能会增多。

4.9.3.4 运营期对公益林的影响分析

本项目评价范围分布自治区级公益林 273.08hm²。其中工程区分布自治区级公益林 7.56hm²，约占评价范围公益林总面积的 1.67%，占用公益林植被类型主要为石灰岩地区热性和暖性灌丛，占用植物群落以余甘子和灰毛浆果楝等灌丛为主，公益林类型为水源涵养林，公益林等级为自治区级公益林。对公益林的完整性和植被连续性影响不大，不会损害其主导生态功能的持续发挥，对其整体生态服务能力影响不大；由于项目属原地浸矿开采项目，不涉及破坏大面积植被，不占用生态公益林，同时通过对项目所经生态公益林进行现场调查，各林区附近有与拟占用重点公益林结构类似或更优的相同植被类型的分布，经“占一补一”后，区域重点公益林的生态服务能力不会有较大变化。

4.9.3.5 运营期对自然保护区影响分析

项目附近分布有广西崇左白头叶猴自然保护区、花山风景名胜区、左江干流流域—高峰岭水源涵养区等自然保护区。

项目矿区范围距离广西崇左白头叶猴自然保护区实验区 3.6km；花山风景名胜区位于项目南侧，距离矿区范围 550m，距离母液处理车间 1780m；左江干流流域—高峰岭水源涵养区在本项目的北侧，距离矿区范围 10m，距离母液处理车间 880m，距离设计开采区 230m。

项目大气污染源主要为扬尘、罐区大小呼吸的硫酸雾。扬尘一般采取洒水抑尘措施，通过保持一定的湿度、松散物料露天临时堆放表面进行遮盖等措施，不会对周围环境造成明显影响，采取有效措施后，项目产生的废气对广西崇左白头叶猴自然保护区、花山风景名胜区、左江干流流域-高峰岭水源涵养区影响较小。

项目运营期母液处理环节产生的沉矿池上清液、压滤车间压滤废水等全部回收利用，对地表水和地下水的影响分析主要为母液渗漏。根据地表水环境影响预测与评价章节可知，项目母液渗漏情境下，屯垌溪、数村溪、黑水河各阶段各因子的预测浓度均满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的III类标准限值；根据前文地下水预测结果可知，项目母液渗漏产生的硫酸盐、镁、砷均未造成屯垌溪次级水文地质单元、数村沟水文地质单元、东南部次级水文地质单元内地下水环境质量超标，且均未对周边地下水敏感点供水井造成直接影响，项目设置有地下水截获井等措施，有效控制项目母液

渗漏出矿区范围外，项目污水排放对广西崇左白头叶猴自然保护区、花山风景名胜区、左江干流流域-高峰岭水源涵养区产生的影响较小。

4.9.3.6 对生态系统累积性影响分析

根据水土保持设施验收报告来看，本项目林草恢复率为 99.12%。项目对整个区域的影响是在原有项目的基础上是有所减缓的，同时项目所占植被均为当地常见物种，不会对当地生物多样性造成影响，从植被的影响来看，不会造成生态的累积性影响。

从项目的运营对动物的累积性影响来看，项目已经建设了一部分工业场地活动，周边的动物基本已适应了矿区及周边的生境；同时项目在建设期的建设过程中已实施植物措施，应及时对裸露地面进行种植及加强抚育管理。在后续开采中严格按照开发设计要求，设置安全平台及清扫平台，对原有工业用地等场地进行修复等环保措施，以减少对周围动物生活栖息环境的影响。

矿山是以稀土矿为主，不产生有毒有害物质；建设期进行各个采场的基建工程时，产生一定的开挖土石，就近堆存在临时堆土点，采场开采结束后，一部分用于回填集液巷道等采空区，一部分用于位于采区之间的联络公路。由于矿山开采规模较小，废土对环境的影响很小；项目产生的废水主要是沉淀池溢流水、压滤机压滤水等，无其他有毒成分，经处理后全部循环利用，无废水外排；项目废渣主要是母液处理车间在生产过程中产生的少量除杂渣。矿山服务满闭矿过程对渣进行覆土、填埋处理。采矿活动影响范围内无村屯居民居住，故采矿活动对周围居民生活饮用水影响程度较小。

综上所述，项目采矿作业过程对生产过程中产生的废水、废渣均采取了有效的治理措施；污水经处理后供生产使用，无废水直接外排，对地面水水质影响小；废渣合理处置、综合利用；对噪声设备进行消音处理。在加强各项环保保护措施后，项目对生态环境的累积性影响不大。

4.9.3.7 运营期对水土流失的影响分析

在运营期，引起水土流失的场地主要为临时堆土点、原地浸矿采场注液孔周边，如不采取相关的水土保持措施，则会引起相应的水土流失。

原地浸矿采场浸矿作业时间约 3~6 个月，浸矿结束后再注清水约 2~3 个月左右即回填复垦；在整个运营期，同时在作业的原地浸矿采场只有几个，其他的原地浸矿采场或

未启用或已进行复垦工作。因此，运营期产生较大水土流失的原地浸矿采场为正在注液的采场，面积相对较小。

运营期对原地浸矿采场应采取必要的水土流失防治措施，防止水土流失。运营期在认真落实本项目水土保持章节提出的各项水土保持措施，可以减轻工程生产造成的水土流失。

4.9.3.8 运营期对景观格局的影响分析

运营期主要是原地浸矿采场及设施对评价区内现有的景观生态类型造成影响，原地浸矿采场在建设时只是需要在地表进行打孔作业，布设管道。各注液孔间隔较大，在打孔作业时避开树木；管道可拆除，基本不破坏地表植被，因此原地浸矿采场作业基本上不改变原有的景观类型，并且对原有景观类型影响较小。原地浸矿采场采矿结束后进行复垦工作恢复为原有景观类型；在运营期中，部分原地浸矿采场是处在采矿期，部分是处在复垦期，在同一时间的破坏面积实际上远远小于原地浸矿采场总面积，因此原地浸矿采场对景观格局影响较小。

集液巷道等的开挖土方临时堆放在采场附近，形成一定的小土堆，会对景观造成一定的影响，但是土方量比较小，临时堆土点形成后及时复垦，因此临时堆土点对景观格局的影响不大。

鉴于原地浸矿开采工艺仅局部破坏地表植被，且主要破坏灌草地。从宏观上看，本项目工矿景观的加入对整个评价区现有景观格局影响较小，各景观内部景观要素的组成稳定。从局部景观构造上看，对于整体景观斑块的破碎度影响不是很大，对于一些自然景观内部功能的发挥阻碍作用较小，斑块之间继续保持着较高的连通性。

因此，本项目的运营期不会对项目所在地整体区域的景观生态格局与功能产生较大影响。

4.9.3.9 项目对农业生产的影响

(1) 直接影响

原地浸矿采场施工不占用基本农田或是耕地，不会对耕地造成直接影响。邻近基本农田的采区严格施工边界，注液孔、避水沟、截渗池、收液管等工程不得设置在基本农田内，并退让一定的保护距离（一般为 20m），减少原地浸矿工程对基本农田的影响。同时，由于离子稀土主要赋存在山体内，收液主要位于半山腰处，而基本农田主要分布

在山脚以下平坦位置，位于收液线以下，因此原地浸矿液不会直接进入到基本农田内，对基本农田直接影响较小。

(2) 间接影响

项目采用原地浸矿工艺，浸矿液为硫酸镁溶液，浸矿液硫酸镁渗漏进入地下水后，使地下水中硫酸盐等增加。渗漏的浸矿液在包气带中在重力作用下，多数以重力水的形式下渗补给下部的基岩风化带饱水带—孔隙裂隙含水层，仅少量被包气带岩土所吸附而保持；渗液到达基岩风化带的孔隙裂隙含水层后，则以渗流的形式向水头较低的方向径流，在山体坡脚地带则补给第四系松散岩类孔隙水，可能会对周围生长的农作物产生一定的影响。

①根据监测结果，矿区周边的农田土壤环境现状基本能满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）其他项目风险筛选值标准要求。

②拟建项目稀土开采的无组织渗滤排放到地表水。矿区及其周边分布一定面积的农田，类比赣州稀土矿业有限公司龙南县离子型稀土无铵新工艺、定南县离子型稀土无铵新工艺两个试验矿的土壤监测结果，硫酸镁工艺对土壤的影响可接受，不会对农作物造成较大影响。

4.9.3.10 项目开发对生态功能的影响

根据《崇左市生态功能区划》（2012年），本项目位于产品提供功能区，2-1 农林产品提供功能区，区域的生态服务功能主要是提供农林产品，兼顾生态调节功能保护。项目采用原地浸矿采矿，进行有计划分年开采，严格控制原地浸矿采场同时作业的数量。只在地表开凿注液孔，注液孔开凿时尽量避开林木，注液孔产生岩土就近堆放在注液孔周边，浸矿结束后及时回填复垦为林地。项目工程生产期间，对堆（池）浸废弃地、原地浸矿采空区、废弃车间等，采取生态恢复措施，编制了土地复垦方案和水土保持方案，积极推进矿区全面土地复垦工程。

因此，项目开发所引起的水土流失较小，对植被和地形地貌破坏影响较小，采矿结束后，积极复垦，不会对当地的生态功能造成明显不利影响；符合功能区提供农林产品，兼顾生态调节功能保护目标要求。

4.9.3.11 闭矿期对生态环境影响分析

六汤稀土矿矿山总服务年限 5.5 年，矿山服务期满后，原地浸矿采场将不再开采，母液处理车间和辅助工程也停止使用，对于地表的扰动也随之结束，不再产生新的不利影响。

在矿山开发中，采用了边破坏边复垦的方法，在矿山服务期满后大部分原地浸矿采场、收液管、临时堆土点已经完成了复垦，剩下的还没有进行恢复的工程主要为部分最后开采的原地浸矿采场、部分临时堆土点和母液处理车间，在服务期满后需要做好这部分工程的复垦工作。

服务期满后，按照有关规定进行封场，全面开展矿区复垦、绿化，减轻运营期带来的不良影响。通过拆除基建场地的构筑物、表土、废渣回填，场地平整和种植小灌木、撒播草籽并施复合肥及补种等措施恢复占地区生态功能。通过复垦，矿区原来的景观格局和土地利用情况将发生变化，用地性质恢复为林地、草地。闭矿期没有外排水，对地表水环境没有影响；大气有组织污染源不复存在，回填土方、绿植产生的少量扬尘，对环境空气影响小，环境空气污染较运营期有所减弱；土方回填作业、复垦作业产生的噪声较运营期有所降低，并逐渐恢复到本底值；拆除作业产生的少量固废，用于回填采场采空区集液巷道，对环境的影响小；后期植被恢复，有效控制矿区水土流失，增加矿区内的植被覆盖度，恢复矿区生态服务功能，改善矿区生态环境。

4.9.4 生态环境影响评价小结

施工期、运营期和服务期满后项目建设对生态环境的影响如下：

(1) 施工期

植被：项目导致的植被生物量损失为 567.79t，项目建设占地及施工行为不可避免对评价范围植被造成一定破坏，但占用植被以人工栽培植被为主，因此，项目建设对评价范围植物物种多样性影响不大，不会导致评价范围植物物种多样性的降低，通过土地复垦进行植被恢复，可降低项目建设对评价范围植被的不利影响。

动物：项目存在长期人为干扰活动，整体对野生动物栖息地的影响较小，同时工程区周边尚存大量相同或类似的生境可供它们选择栖息，随着施工结束，动物可逐渐回迁。

水土流失：施工期水土流失为水力侵蚀为主，必须采取一定的措施来减缓项目建设带来的生态环境影响。

景观结构：矿山施工期采场的建设对原有地形地貌不会引起太明显的变化，对于周边相邻的景观格局和功能不会带来明显改变。对于扩建的母液处理车间，对局部景观造成一定的影响。

（2）运营期

植被：项目在运营期间做好“边开采边复垦”的开采方式，植被可以得到修复与补偿，及时在外侧修建小挡墙、排水沟、回填表土、播撒草籽、种植复垦植被，加快裸露地区植被演替速度。矿山服务期满后做好工业场区的复垦工作，在人为干扰逐渐减少情况下，也将呈现由人工植被向自然植被转变的趋势，处于植被正向演替。

动物：项目区不属野生动物集中分布或频繁活动区，项目建设不会对野生动物迁徙造成阻隔影响，工程对区域物种的组成和正常繁衍影响不大，本项目建设对保护野生动物的影响在可接受范围内。

公益林：项目属原地浸矿开采项目，不涉及破坏大面积植被，不占用生态公益林，同时通过对项目所经生态公益林进行现场调查，各林区附近有与拟占用重点公益林结构类似或更优的相同植被类型的分布，经“占一补一”后，区域重点公益林的生态服务能力不会有较大变化。

水土流失：运营期引起水土流失的场地主要为临时堆土点、原地浸矿采场注液孔周边，采取必要的水土流失措施，防止水土流失。

景观结构：运营期工矿景观的加入对整个评价区现有景观格局影响较小，各景观内部景观要素的组成稳定，运营期建设不会对项目所在地整体区域的景观生态格局与功能产生较大影响。

（3）服务期满后

项目采用了边破坏边复垦的方法，大部分原地浸矿采场、临时堆土点已经完成了复垦，在服务期满后即进行剩余部分土地复垦工作，对矿区对周围生态环境的影响限定在一定影响范围内，复垦后不会对生态环境造成新的不利影响。

（4）对农业生产的影响

原地浸矿采场施工不占用耕地，对农业生产影响较小。

（5）水生生态

运营期正常生产情况下，不会对地表水体的水生生物造成不利影响；非正常情况下，原地的浸矿采场渗漏母液中的硫酸盐等物质，会对水生生物产生一定影响。

(6) 对生态功能的影响

项目区主导生态功能是提供农林产品，兼顾生态调节功能。在采取生态恢复措施，所引起的水土流失较小，对植被和地形地貌破坏影响较小，采矿结束后，积极复垦，不会对当地的生态功能造成明显不利影响；符合功能区生态保护目标要求。

4.10 辐射影响分析

4.10.1 产污环节分析

由于稀土在成矿过程中与天然放射性系 U 系、Th 系伴生，使得原矿物料中含有一定量的放射性核素（主要考虑 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra ），从而带有放射性。在原地浸矿过程中，原矿中的放射性核素被化学药剂浸出后，进入到浸出母液中，少部分随浸出母液渗漏至地下，大部分最终进入稀土产品和除杂渣中。除此之外，母液中铀系核素 ^{226}Ra ，会自发衰变产生 ^{222}Rn （因 ^{220}Rn 半衰期短（ $T_{1/2}=55.6\text{s}$ ），不予以考虑），其排入大气后，在大气的稀释、运移作用下，导致矿区周边环境氡浓度升高，其吸入人体后，会产生内照射，可能影响周边人员健康。因此，该项目主要气载放射性流出物应为 ^{222}Rn 气。经识别放射性流出物产污环节见图 4.10-1。

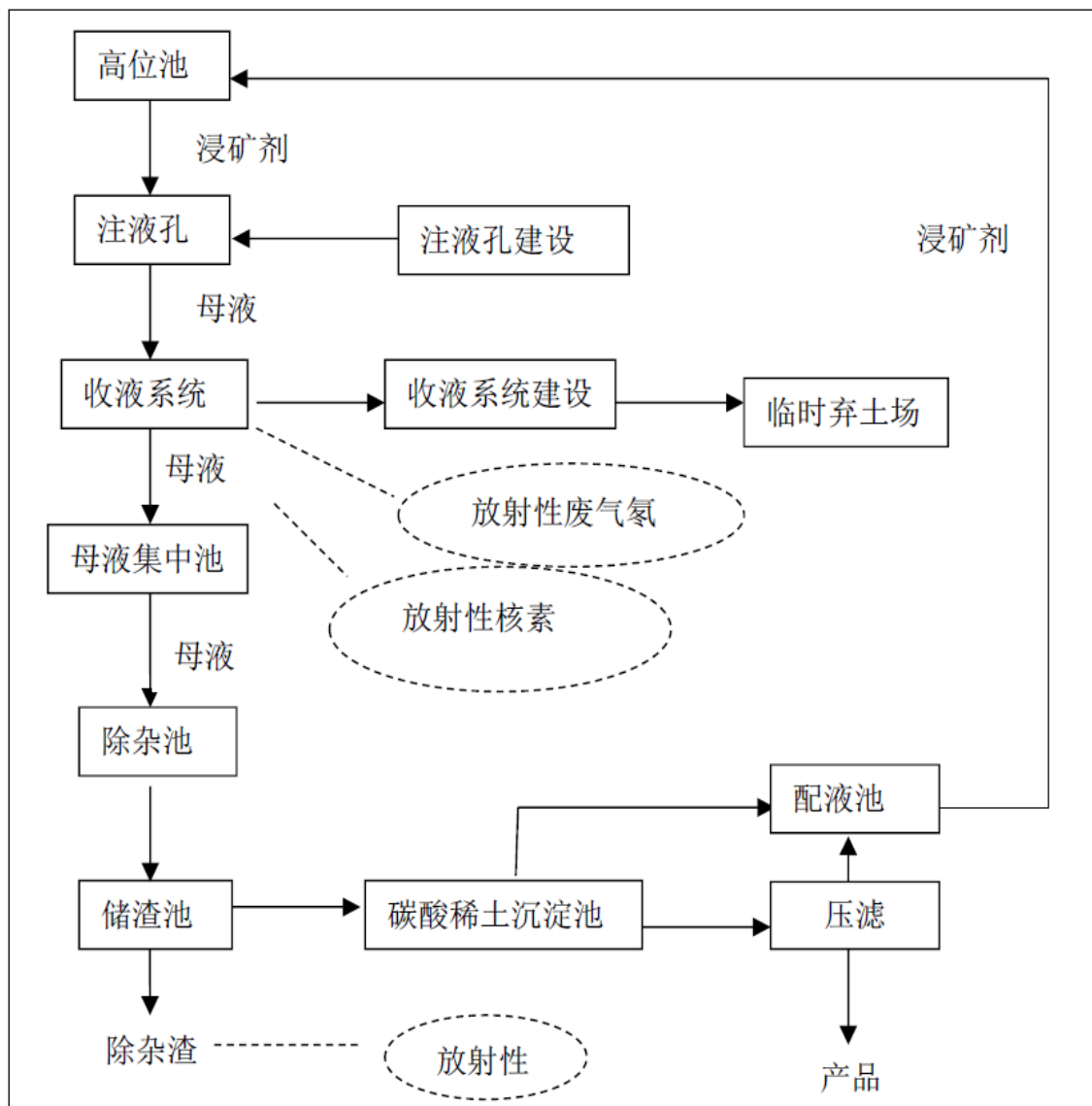


图4.10-1 放射性流出物产污环节图

4.10.2 辐射环境影响分析

由六汤稀土矿监测资料可知，该项目原矿主要与天然放射系 U 系伴生，其原矿中有 ^{238}U 含量相对较高，但仍低于 1Bq/g ，属于可免于辐射监管物料；原矿、除杂渣、产品放射性水平大致呈现除杂渣 > 产品 > 原矿规律，表明矿山在原地浸入过程中，原矿中放射性核素随母液进行转移，主要转移于除杂渣、产品中。稀土矿山的地浸过程是一个放射性核素的富集过程，最终，放射性核素主要转移至除杂渣中；受矿体品位不均匀分布、取样代表性等因素影响，不同批次稀土产品、除杂渣中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 含量差距较大。

本次评价选取的广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿原矿矿样中 ^{238}U 检测结果为 86.8~126Bq/kg，低于 1000Bq/kg。不同原矿样品中 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 含量检测结果呈现出较大偏差，其最大检测值分别为 96.8Bq/kg、88.3Bq/kg；除杂渣中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 含量分别为 418~751 Bq/kg、105~180 Bq/kg、145~553Bq/kg。根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）：“表 B.1，天然放射性核素 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 免管浓度值为 1Bq/g”。检测结果表明，原矿、除杂渣中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 均未超过 1Bq/g 的管理限值，不需要编制辐射环境影响评价专篇。

根据《六汤稀土矿试验开采辐射环境影响回顾性评价专章》（2019 年）监测分析，矿区所在地周边村庄氡浓度监测值为 7.1~23.18Bq/m³，处于全国室外平均氡浓度 3.3~40.8Bq/m³ 范围之内，未见明显异常；矿区周边村庄原野 γ 辐射空气吸收剂量率监测值为 79~144nGy/h，与崇左 1988 年 γ 辐射空气吸收剂量率天然放射性水平调查结果 10.7~162.7nGy/h 处于同一水平范围内，为环境本底水平。矿区以及周边村庄主要农作物（稻谷、甘蔗、木薯、大白菜）放射性核素含量检测结果表明，农作物中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 含量远小于《食品中放射性物质限值浓度标准》（GB14882-94）规定限值，农作物根系对放射性核素吸收作用不大，放射性核素通过食物链食入途径对人形成内照射影响较小。

4.10.3 环境保护措施要求与建议

根据原矿、产品、母液、尾水处理污泥和除杂渣的放射性检测结果，本项目不属于伴生放射矿开发利用。为判断稀土矿开发利用活动中对环境的影响，建设单位应每年定期对母液、产品、尾水处理站污泥和除杂渣进行放射性检测，如出现异常，应及时排查是否是仪器异常或操作引起的偶然误差，如果确定非仪器或人为出现的检测结果异常，应及时报告国家有关部门，并按规定对该批矿产品进行处理、处置。

5 环境风险分析与评价

环境风险评价以突发性事故导致的危险物质环境急性损害防控为目标，对建设项目的环境风险进行分析、预测和评估，提出环境风险预测、控制、减缓措施，明确环境风险监控及应急建设要求，为建设项目环境风险防控提供科学依据。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）、《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77号）以及《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2012〕98号）的要求，对本项目进行环境风险评价。

5.1 风险调查

5.1.1 建设项目风险源调查

（1）危险物质

根据项目概况和工程分析章节，对照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 B 识别项目可能涉及的危险物质，筛选出工程危险物质为 98% 浓硫酸。

表5.1-1 危险物质数量和分布情况表

序号	名称	CAS 号	最大存在量/t	临界量 t	该种危险物质 Q 值
1	98% 硫酸	7664-93-9	30	10	3
合计					3

（2）生产工艺特点

本项目最终产品为碳酸稀土，年产量为 REO（折算成 92% 的氧化稀土）500t。项目建设内容为离子型稀土矿原地浸矿开采，采矿设计规模为 99 万 t/a。项目生产工艺涉及危险物质，同时涉及危险物质使用、贮存。项目生产工艺涉及危险物质，同时涉及危险物质使用、贮存。

表5.1-2 生产车间物质分布

生产工段	风险类型	危险物质
硫酸罐区	泄漏	硫酸（98%）

（3）危险物质安全技术说明书（MSDS）

表5.1-3 硫酸理化性质及危险特性

标识	中文名	硫酸			CAS 号	7664-93-9	
	英文名	Sulfuric acid			UN 编号	1830	
	分子式	H ₂ SO ₄	分子量	98.08	危险货物编号	81009	
理化性质	外观与性状		纯品为无色透明油状液体、无臭。				
	熔点（℃）		10.5		沸点（℃）		337.0
	相对密度（水=1）		1.83		相对密度（空气=1）		3.4
	临界温度（℃）		无资料		临界压力（MPa）		无资料
	燃烧热（kJ/mol）		无意义		饱和蒸汽压（kPa）		0.13（145.8℃）

	闪点 (°C)	无意义	引燃温度 (°C)	无意义
	爆炸下限[% (V/V)]	无意义	爆炸上限[% (V/V)]	无意义
	溶解性	与水混溶		
	主要用途	用于生产化学肥料, 在化工、医药、塑料、燃料、石油提炼等工业也有广泛的应用。		
危险性概述	危险性类别	第 8.1 类酸性腐蚀品		
	侵入途径	吸入、食入		
	健康危害	对皮肤、粘膜等组织有强烈的刺激和腐蚀作用。对眼睛可引起结膜炎、水肿、角膜混浊, 以致失明; 引起呼吸道刺激症状, 重者发生呼吸困难和肺水肿; 高浓度引起喉痉挛或声门水肿而死亡。口服后引起消化道烧伤以至溃疡形成。严重者可能有胃穿孔、腹膜炎、喉痉挛和声门水肿、肾损害、休克等。慢性影响有牙齿酸蚀症、慢性支气管炎、肺水肿和肝硬化。		
	环境危害	对水体和土壤可造成污染。		
	爆炸危险	不燃, 无特殊燃爆特性。与可燃物接触易着火燃烧。		
毒理学资料	急性毒性	属中等毒性。 LD50: 2140mg/kg (大鼠经口)。 LC50: 510mg/m ³ , 2h (大鼠吸入); 320mg/m ³ , 2h (小鼠吸入)。		
	慢性毒性	牛长期每天摄入含硫酸的饮水 (剂量 110~190mg/kg), 出现疲乏, 外观极度衰弱, 以致转入死亡。狗长期摄入含硫酸 (115mg/kg) 饮水, 出现腹泻。		
生态学资料	有害作用	该物质对环境有危害, 应特别注意对水体和土壤的污染。		
急救措施	皮肤接触	立即脱去污染的衣着, 用大量流动清水冲洗至少 15 分钟, 就医。		
	眼睛接触	立即提起眼睑, 用大量流动清水或生理盐水彻底冲洗至少 15 分钟, 就医。		
	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道畅通, 如呼吸困难, 给输氧。如停止呼吸, 立即进行人工呼吸, 就医。		
	食入	用水漱口, 给饮牛奶或蛋清, 就医。		
消防措施	危险特性	遇水大量放热, 可发生沸溅。与易燃物 (如苯) 和可燃物 (如糖、纤维素等) 接触会发生剧烈反应, 甚至引起燃烧。遇电石、高氯酸盐、磷酸盐、硝酸盐、苦味酸盐、金属粉末等猛烈反应, 发生爆炸或燃烧。有强烈的腐蚀性和吸水性。		
	有害燃烧产物	无意义		
	灭火方法	本品不燃。根据着火原因选择适当灭火剂灭火。		
	灭火注意事项及措施	消防人员必须穿全身耐酸碱消防服、佩戴空气呼吸器灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却, 直至灭火结束。避免水流冲击物品, 以免遇水会放出大量热量发生喷溅而灼伤皮肤。		
泄漏应急处理	应急行动	根据液体流动和蒸气扩散的影响区域划定警戒区, 无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。建议应急处理人员戴正压自吸式呼吸器, 穿防酸碱服。穿上适当的防护服前严禁接触破裂的容器和泄漏物。尽可能切断泄漏源。勿使泄漏物与可燃物质 (如木材、纸、油等) 接触。防止泄漏物进入水体、下水道、地下室或密闭性空间。小量泄漏: 用干燥的沙土或其他不燃材料覆盖泄露物, 用洁净的无火花工具收集泄漏物, 置于一盖子较松的塑料容器中, 待处置。大量泄漏: 构筑围堤或挖坑收容。用飞尘或石灰粉吸收大量液体。用农用石灰、碎石灰石或碳酸氢钠中和。用耐腐蚀泵转移至槽车或专用收集器内。		
操作处置与储存	操作注意事项	密闭操作, 注意通风。操作尽可能机械化、自动化。操作人员必须经过专门培训, 严格遵守操作规程。建议操作人员佩戴自吸过滤式防毒面具 (全面罩), 穿橡胶耐酸碱服, 戴橡胶耐酸碱手套。远离火种、热源, 工作场所严禁吸烟。远离易燃、可燃物。防止蒸气泄漏到工作场所空气中。避免与还原剂、碱类、碱金属接触。搬运时要轻装轻卸, 防止包装及容器损坏。配备相应品种和数		

	量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能残留有害物。稀释或制备溶液时，应把酸加入水中，避免沸腾和飞溅。
储存注意事项	储存于阴凉、通风的库房。保持容器密封。应与易（可）燃物、还原剂、碱类、碱金属、食用化学品分开存放，切忌混储。储区应备有泄漏应急处理设备和合适的收容材料。

5.1.2 环境敏感目标调查

项目大气环境、地表水环境、地下水环境风险敏感目标见下表，敏感目标分布见图 8。

表5.1-4 建设项目敏感特征表

类别	环境敏感特征					
环境空气	厂址周边 5km 范围内					
	序号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数
	1	屯垌	西	1460	居住区	700
	2	雁楼屯	东	740	居住区	512
	3	那民屯	东	200	居住区	89
	4	那温屯	南	1170	居住区	130
	5	那岵屯	南	2520	居住区	500
	6	岵雁屯	东	850	居住区	99
	7	宜村	东北	1480	居住区	520
	8	岵珍屯	东南	470	居住区	34
	9	作字村	北	1870	居住区	150
	10	作字屯	北	3460	居住区	120
	11	更亨屯	东	2470	居住区	120
	12	陇庄	东	4810	居住区	150
	13	百叫屯	南	940	居住区	105
	14	叫城屯	西北	1590	居住区	170
	15	那完	北	3990	居住区	120
	16	志村	北	2420	居住区	60
	17	那赠屯	北	2660	居住区	100
	18	驮兰屯	西北	3250	居住区	150
	19	兰山村	西北	3560	居住区	130
	20	崇左白头叶猴自然保护区	东	3600	自然保护区	0
	21	花山风景名胜区	南	550	风景名胜区	0
厂址周边 500m 范围内人口数小计					123	
厂址周边 5km 范围内人口数小计					3959	
大气环境敏感程度 E 值					E1	
地表水	接纳水体					
	序号	接纳水体名称	排放点水域环境功能		24h 内流经范围/km	
	1	屯垌水库	III		/	
	2	屯垌溪	III		/	
	3	数村溪	III		/	
	4	黑水河	III		/	
地表水环境敏感程度 E 值					E2	
地下水	序号	环境敏感区名称	环境敏感特征	水质目标	包气带防污性能	与厂界距离/m
	M01	叫城	G2	/	D2	1590
	M02	宜村				1480
	M03	岵雁				850

类别	环境敏感特征				
M04	雁楼、那民				200
M05	百叫				940
M06	那温				1170
M07	那岂				2520
M08	屯垌				1460
地下水环境敏感程度 E 值					E3

5.2 环境风险潜势初判

5.2.1 危险物质数量与临界量的比值 (Q)

计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 B 中对应临界量的比值 Q。

当只涉及一种危险物质时,计算该物质的总量与其临界量比值,即为 Q;

当存在多种危险物质时,则按下面公式计算物质总量与其临界量比值(Q):

$$Q=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots+q_n/Q_n$$

式中: q_1, q_2, \dots, q_n ——每种危险物质的最大存在总量, t;

Q_1, Q_2, \dots, Q_n ——每种危险物质的临界量, t。

当 $Q < 1$ 时,该项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时,将 Q 值划分为:(1) $1 \leq Q < 10$; (2) $10 \leq Q < 100$; (3) $Q \geq 100$ 。

根据 HJ169-2018 附录 B,项目涉及的主要风险物质为硫酸,物质的最大存在总量按连续生产设备的容积计算、储罐和仓库按照存储量计算。危险物质数量与临界量比值(Q)见下表。

表5.2-1 危险物质数量与临界量的比值(Q)

序号	名称	CAS号	最大存在量/t	临界量 t	该种危险物质 Q 值
1	98%硫酸	7664-93-9	30	10	3
合计					3

本项目 $1 \leq Q = 3 < 10$ 。

5.2.2 行业及生产工艺特点 (M)

分析项目所属行业及生产工艺特点,按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 C 表 C.1 评估生产工艺情况。具有多套工艺单元的项目,对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为(1) $M > 20$; (2) $10 < M \leq 20$; (3) $5 < M \leq 10$; (4) $M = 5$,分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。本项目涉及危险物质使用、贮存的项目, M 值确定见下表。

表5.2-2 本项目 M 值确定表

行业	评估依据	分值	项目情况	评分
----	------	----	------	----

石化、化工、医药、轻工、化纤、有色冶炼等	涉及光气及光气化工艺、电解工艺（氯碱）、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解（裂化）工艺、氟化工艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、烷基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺	10/套	项目不涉及相关工艺	0
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/套	项目不涉及	0
	其他高温或高压，且涉及危险物质的工艺过程 a、危险物质贮存罐区	5/套（罐区）	项目不涉及	5
管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	10	项目不涉及相关行业	0
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采（含净化），气库（不含加气站的气库），油库（不含加气站的油库）、油气管线 b（不含城镇燃气管线）	10	项目不涉及相关行业	0
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5	项目设一个硫酸罐区	5
合计				5
a: 高温指工艺温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ ，高压指压力容器的设计压力（p） $\geq 10.0\text{MPa}$ ； b: 长输管道运输项目应按站场、管线分段进行评价。				

本项目 M=5，属于 M4 类。

5.2.3 工艺危险性分级（P）

根据危险物质数量与临界值比值（Q）和行业及生产工艺（M），按照表 5.2-3 确定危险物质及工艺系统危险性等级 P，分别以 P1、P2、P3、P4 表示。

表5.2-3 危险物质及工艺系统危险性等级判断（P）

危险物质数量与临界值比值（Q）	行业及生产工艺（M）			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

本项目危险物质及工艺危险性等级可确定为 P4。

5.2.4 环境敏感程度 E 的分级

5.2.4.1 大气环境

依据环境敏感目标环境敏感性及人口密度划分环境风险受体的敏感性，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 5.2-4。

表5.2-4 大气环境敏感程度分级

分级	大气环境敏感性
E1	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 5 万人，或其他需要特殊保护区域；或周边 500m 范围内人口总数大于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于 200 人
E2	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 1 万人，小于 5 万人；或周边 500m 范围内人口总数大于 500 人，小于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于 100 人，小于 200 人

分级	大气环境敏感性
E3	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人；或周边 500m 范围内人口总数小于 500 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数小于 100 人

本项目周边 5km 范围内总人数 3959 人，小于 5 万人，但周边有需要特殊保护区域（崇左白头叶猴保护区），大气敏感程度属于 E1。

5.2.4.2 地表水环境

①地表水功能敏感性分区

地表水功能敏感性分区见表 5.2-5。

表5.2-5 地表水功能敏感性分区

敏感性	地表水环境敏感特征
敏感 F1	排放点进入地表水水域环境功能为Ⅱ类及以上，或海水水质分类第一类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨国界的
较敏感 F2	排放点进入地表水水域环境功能为Ⅲ类及以上，或海水水质分类第二类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨省界的
低敏感 F3	上述地区之外的其他地区

园区周边存在自然水体屯洞水库、屯洞溪、数村溪和黑水河。项目生产废水回用不外排，不直接外排地表水体。项目生活污水用作周围林灌，项目大部分雨水通过采区植被和地表径流排至就近溪流中，最终排入黑水河。黑水河属于Ⅲ类水体，因此本项目地表水功能敏感性属于较敏感 F2。

②环境敏感目标分级

环境敏感目标分级见表 5.2-6。

表5.2-6 地表水环境敏感目标分级

分级	环境敏感目标
S1	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体：集中式地表水饮用水水源保护区（包括一级保护区、二级保护区及准保护区）；农村及分散式饮用水水源保护区；自然保护区；重要湿地；珍稀濒危野生动植物天然集中分布区；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道；世界文化和自然遗产地；红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统；珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区；海洋特别保护区；海上自然保护区；盐场保护区；海水浴场；海洋自然历史遗迹；风景名胜；或其他特殊重要保护区域
S2	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体：水产养殖区；天然渔场；森林公园；地质公园；海滨风景游览区；具有重要经济价值的海洋生物生存区域
S3	排放点下游（顺水流向）10km 范围、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内无上述类型 1 和类型 2 包括的敏感保护目标

本项目发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内无表 5.2-6 中 S1、S2 的环境敏感目标，故本项目地表水敏感目标属于 S3。

③地表水环境敏感程度分级

依据事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点接纳地表水体功能敏感性，与下游环境敏感目标情况，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 5.2-7。

根据地表水功能敏感性分区和地表水环境敏感目标分级结果，可以认定本项目地表水环境敏感程度分级为 E2。

表5.2-7 地表水环境敏感程度分级

环境敏感目标	地表水功能敏感性		
	F1	F2	F3
S1	E1	E1	E2
S2	E1	E2	E3
S3	E1	E2	E3

5.2.4.3 地下水环境

①地下水环境敏感程度分区

地下水环境敏感程度分区见表 5.2-8。

表5.2-8 地下水环境敏感程度分区

敏感性	地下水环境敏感特征
敏感 G1	集中式饮用水水源（包括已建成的再用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区
较敏感 G2	集中式饮用水水源（包括已建成的再用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如热水、矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 a
不敏感 G3	上述地区之外的其他地区

a“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的设计地下水的环境敏感区

项目地下水径流下游存在分散居民饮用水点的补给径流区范围内，本项目地下水功能敏感性分区属于较敏感 G2。

②包气带防污性能分级

包气带防污性能分级见表 5.2-9。

表5.2-9 包气带防污性能分级

分级	包气带岩石的渗透能力
D3	$Mb \geq 1.0m$, $K \leq 1.0 \times 10^{-6} cm/s$, 且分布连续、稳定
D2	$0.5m \leq Mb < 1.0m$, $K \leq 1.0 \times 10^{-6} cm/s$, 且分布连续、稳定 $Mb \geq 1.0m$, $1.0 \times 10^{-6} cm/s \leq K < 1.0 \times 10^{-4} cm/s$, 且分布连续、稳定
D1	岩（土）层不满足上述“D2”和“D3”条件

Mb: 岩土层单层厚度。 K: 渗透系数。

本项目所在区域地下水类型分为松散岩类孔隙水及火山岩风化孔隙裂隙水。第四系坡、残积层由粉质粘土、砂质粘土组成，一般厚 0.3~3.5m，含水量小，渗透系数 $8.91 \times 10^{-5} \sim 1.54 \times 10^{-4} cm/s$ ，平均 $1.26 \times 10^{-4} cm/s$ ，弱~中等透水性。火山岩风化裂隙带岩

土层厚 1.2~8.7m。含水层类型为块状基岩裂隙水，渗透系数 $9.29 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，中等透水性。微、未风化石纹质角砾熔岩与完整火山岩为该水文地质单元的底部隔水边界。微风化石纹质角砾熔岩与未风化石纹质角砾熔岩化无明显界线，呈过渡关系，微风化岩芯多呈短柱状、未风化岩芯长柱状。厚度 40.18~61.2m。裂隙极不发育，渗透系数为 $9.93 \times 10^{-8} \text{cm/s} \sim 1 \times 10^{-9} \text{cm/s}$ ，几乎不透水。

第四系坡、残积层包气带防污性能分级为 D1，火山岩风化裂隙带岩土层包气带防污性能分级为 D1，微风化石纹质角砾熔岩包气带防污性能分级为 D1，因此项目包气带防污性能分级取 D1。

③地下水环境敏感程度分级

依据地下水功能敏感性与包气带防污性能，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 5.2-10。

表5.2-10 地下水环境敏感程度分级

包气带防污性能	地下水环境敏感性		
	G1	G2	G3
D1	E1	E1	E2
D2	E1	E2	E3
D3	E1	E2	E3

根据地下水环境敏感程度分区和包气带防污性能分级结果，可以认定本项目地下水环境敏感程度分级为 E1。

5.2.5 项目环境风险潜势判断

根据前文分析，可确定本项目大气环境、地表水、地下水环境风险潜势分别为：III、II、III。环境风险潜势综合等级取大气、地表水、地下水等各要素等级的相对高值进行判断，确定本项目环境风险潜势综合等级为 III。

表5.2-11 项目环境风险潜势判断结果

序号	项目 P 等级	环境要素	环境敏感程度	各要素环境风险潜势等级	项目环境风险潜势综合等级
1	P4	大气环境	E1	III	III
2		地表水环境	E2	II	
3		地下水环境	E1	III	

5.3 环境风险评价等级及评价范围

5.3.1 评价等级

环境风险评价工作等级划分为一级、二级、三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，确定评价工作等级，划分原则见表 5.3-1，本项目各要素环境风险评价等级划分情况见表 5.3-2。

表5.3-1 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 a

a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。

表5.3-2 项目各要素环境风险评价等级判断结果

序号	环境要素	各要素环境风险潜势等级	评价工作等级
1	大气环境	III	二
2	地表水环境	II	三
3	地下水环境	III	二

该项目环境风险潜势综合等级为 III，因此评价工作等级为二级。

5.3.2 风险评价范围

根据项目风险评价等级，各环境要素评价范围见下表。

表5.3-3 各环境要素评价范围表

编号	项目	风险评价范围
1	大气环境	以项目厂界边，外扩 5km 的区域。
2	地表水环境	项目下游地表水渠、黑水河至左江汇合处河段
3	地下水环境	与本项目地下水评价范围一致

5.4 环境风险识别

5.4.1 物质危险性识别

物质危险性识别从主要原辅材料、燃料、中间产品、副产品、最终产品、污染物、火灾和爆炸伴生/次生物等方面识别。

根据项目概况和工程分析章节，项目生产过程中主要涉及危险物质的原辅料为：98%硫酸。对照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 B 对项目所涉及的危险物质进行调查和识别，筛选出工程危险物质为 98%硫酸等。

5.4.2 生产系统危险性识别

（1）储运设施

本项目储存设施主要为罐区。

储存过程中的存在风险主要为泄漏：罐区防腐防渗建设达不到贮存标准时，可能导致物料（硫酸等化学品以及生产过程中的溶液）泄漏/渗漏，污染地表水、土壤、地下水。

（2）生产装置及环保设施

结合本项目特点，在生产过程中，主要环境风险为：①贮存罐区发生泄漏；②母液管道发生泄漏；③回填土沉陷引发项目罐区、生产装置等工程破坏、塌方而造成污染物泄漏。

5.4.3 环境风险类型及危害分析

根据项目风险源位置、涉及风险物质的实际情况，分析可能引发或次生风险事件的最坏情景。主要从以下方面考虑：①火灾、爆炸、泄漏等生产安全事故及可能引起的次生、衍生厂外环境污染及人员伤亡事件；②环境风险防控设施失灵或非正常操作；③非正常工况；④停电、断水、停气等；⑤通讯或运输系统故障；⑥其他可能情景，详见表5.4-1。

表5.4-1 可能发生的环境风险事故

突发事故	风险类型	触发因素	危险物质向环境转移的可能途径
危险物质 泄漏事故	①硫酸罐区泄漏	①操作不当、监管不到位引发泄漏； ②防渗层破裂、储罐损坏引发泄漏； ③管道密封性损坏、老化引发泄漏；	①通过大气扩散转移； ②泄漏物料通过厂区土壤，污染土壤，进一步下渗污染地下水
泄露事故	母液或浸矿液泄露	母液输送管线、浸矿剂输送管线在阀门、接口连接处失效，或管道破裂的情况下会发生泄露	泄露的母液将进入地表水体，渗漏进入地下水造成地下水污染。泄露点主要考虑在原地浸矿采场和母液处理车间之间的区域

5.4.4 风险识别结果

贮存系统危险物料存量远大于生产系统危险物料的量，事故发生时对环境造成的风险危害也相应地大于生产系统，但是装置区的风险事故也是不容忽视的。

根据项目的危险物质和生产系统危险性识别，并结合对项目各工艺过程的分析，识别项目环境风险详见下表。

表5.4-2 项目环境风险识别汇总表

序号	危险单元	风险源	主要危险物质	环境风险类别	环境影响途径	可能受影响的环境敏感目标
1	硫酸罐区	硫酸储罐	硫酸	泄露	大气、地下水	周边居民



图5.4-1 危险单元分布图

5.5 风险事故情形分析

5.5.1 风险事故情形设定

根据风险识别结果，同时泄露频率参考风险导则 HJ169-2018 附录 E，本项目风险事故情形设定如下：

表5.5-1 风险事故情形设定

风险单元	风险源	风险物质	风险事故类型	影响途径	部件类型	泄露模式	泄露频率	事故持续时间
罐区	硫酸罐	硫酸	储罐连接管线发生破裂，泄漏聚集在围堰内形成液池蒸发。	大气、地下水、地表水	φ200mm 管道	泄漏孔径为10%孔径(最大50mm)	$2.40 \times 10^{-6}/(m \cdot a)$	30min

注：①泄漏事故类型参考风险导则 HJ169-2018 附录 E，并选择小于 10-6/a 作为最大可信事故设定参考。
 ②项目均设有紧急隔离系统，根据风险导则，管道泄漏事故时间可设定为 10min，泄漏液体形成液池蒸发可按 15~30min 计。

5.5.2 最大可信事故的确定

最大可信事故是指，在所有预测的概率不为零的事故中，对环境（或健康）危害最严重的重大事故。最大可信事故确定的目的是针对典型事故进行环境风险分析，并不意味着其他事故不具环境风险。在项目生产、贮存、运输等过程中，存在诸多事故风险因素，风险评价不可能面面俱到，只能考虑对环境危害最大的事故风险。

根据上述分析，事故发生几率大的设备主要是阀门管线和罐区，结合环境风险识别结果，本项目事故防范重点放在储罐区及管道上。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 E，从项目生产全过程、储运分析和物料危害性分析，拟建工程导致环境风险的危险物质主要是硫酸，当发生泄漏后，首要风险在于储罐内硫酸泄漏引发的风险事故对地表水、地下水的影响。

5.5.3 源项分析

5.5.3.1 硫酸储罐泄漏

硫酸储罐泄漏事故源项按照风险导则附录 F 液体泄漏公式进行计算：

$$Q_L = C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2gh}$$

式中： Q_L —液体泄漏速度，kg/s；

P —容器内介质压力，Pa；

P_0 —环境压力，Pa；

ρ —泄漏液体密度，kg/m³；

g —重力加速度，9.81m/s²。

h —裂口之上液位高度，m，本次取 2m。

C_d —液体泄漏系数，本次取 0.65。

A —裂口面积，m²；

（2）硫酸泄漏后的挥发量计算

硫酸是在常温、常压条件下贮存的，发生泄漏时，因物料温度与环境温度基本相同，98%硫酸沸点为 338℃，因此通常不会发生闪蒸和热量蒸发，泄漏后在其周围形成液池，而挥发主要原因是液池表面气流运动使液体蒸发，由于泄漏发生后液体流落到混凝土地坪上液面不断扩大，同时不断挥发并扩散转入大气，造成大气污染。质量蒸发速度按下式计算：

$$Q_3 = \alpha p \frac{M}{RT_0} u^{\frac{(2-n)}{(2+n)}} r^{\frac{(4+n)}{(2+n)}}$$

式中：Q3—质量蒸发速度，kg/s；

p—液体表面蒸气压，Pa；

R—气体常数；J/mol·k；

T0—环境温度，k；

M—物质的摩尔质量，kg/mol；

u—风速，m/s；

r—液池半径，m。

α ，n—大气稳定度系数；

表5.5-2 液池蒸发模式参数

大气稳定度	n	α
不稳定 (A, B)	0.2	3.846×10^{-3}
中性 (D)	0.25	4.685×10^{-3}
稳定 (E, F)	0.3	5.285×10^{-3}

液池最大直径取决于泄漏点附近的地域构型、泄漏的连续性或瞬时性。有围堰时，以围堰最大等效半径为液池半径；无围堰时，设定液体瞬间扩散到最小厚度时，推算液池等效半径。

硫酸储罐泄漏事故源项按照风险导则附录 F 液体泄漏公式进行计算，排放量见表 5.5-3。

表5.5-3 硫酸贮槽泄漏量计算表

计算参数	硫酸贮槽连接管线泄漏
假设裂口面积 A	0.000314m ² (直径为 0.02m)
地面情况	水泥
环境压力 p0	101325Pa
液体表面蒸气压 Pa	0.033pa
气体常数 J/mol·k；	8.314
环境温度	25°C (常温)
液池等效半径	4m
物质的摩尔质量 g/mol	98
风速	最不利气象条件
	1.5m/s
密度	1840 kg/m ³
泄漏时间	10min
泄漏速率	2.65kg/s
泄漏量	1590kg
蒸发速率 Q	最不利气象条件
	0.000000124 kg/s

5.6 环境风险预测与评价

5.6.1 有毒有害物质在大气中的扩散

5.6.1.1 预测模型筛选

采用风险导则附录 G 中 G.2 推荐的理查德数 R_i 用为标准判断是否为重质气体。 R_i 的概念公式为：

$$R_i = \frac{\text{烟团的势能}}{\text{环境的湍流动能}}$$

R_i 是个流体动力学参数。根据不同的排放性质，理查德森数的计算公式不同。一般地，依据排放类型，理查德森数的计算分连续排放、瞬时排放两种形式：

连续排放：

$$R_i = \frac{\left[\frac{g(Q/\rho_{rel})}{D_{rei}} \times \left(\frac{\rho_{rel} - \rho_a}{\rho_a} \right) \right]^{\frac{1}{3}}}{U_r}$$

瞬时排放：

$$R_i = \frac{g(Q_t/\rho_{rel})^{\frac{1}{3}}}{U_r^2} \times \left(\frac{\rho_{rel} - \rho_a}{\rho_a} \right)$$

式中： ρ_{rel} ——排放物质进入大气的初始密度， kg/m^3 ；

ρ_a ——环境空气密度， kg/m^3 ；

Q ——连续排放烟羽的排放速率， kg/s ；

Q_t ——瞬时排放的物质质量， kg ；

D_{rei} ——初始的烟团宽度，即源直径， m ；

U_r ——10m 高处风速， m/s 。

判断连续排放还是瞬时排放，通过对比排放时间 T_d 和污染物到达最近的受体点（网格点或敏感点）的时间 T 确定。

$$T = \frac{2X}{U_r}$$

式中： X ——事故发生地与计算点的距离， m ；

U_r ——10m 高处风速，m/s。假设风速和风向在 T 时间段内保持不变。按导则推荐的最不利风速 1.5m/s 取值。

当 $T_d > T$ 时，可被认为是连续排放；当 $T_d \leq T$ 时，可被认为是瞬时排放。

对于连续排放， $R_i \geq 1/6$ 为重质气体， $R_i < 1/6$ 为轻质气体；对于瞬时排放， $R_i > 0.04$ 为重质气体， $R_i \leq 0.04$ 为轻质气体。当 R_i 处于临界值附近时，说明烟团/烟羽既不是典型的重质气体扩散，也不是典型的轻质气体扩散。可以进行敏感性分析，分别采用重质气体和轻质气体模型进行模拟，选取影响范围最大的结果。

根据计算，硫酸采用 AFTOX 模型进行预测。风险预测模型按下表选取。

表5.6-1 环境风险预测选取模型一览表

气体名称	到达时间 T	排放时间 T _d	排放形式	理查德森数	判断标准	气体性质	选取预测模型
硫酸	336S	30 min	连续排放	0	$R_i < 1/6$	轻气体	AFTOX

5.6.1.2 事故源参数

事故源强具体见表 5.5-3。

5.6.1.3 气象参数

根据 HJ169-2018 规定，本次大气环境风险评价为二级评价，气象条件参数如下：

最不利气象条件取 F 类稳定度，1.5 m/s 风速，温度 25 °C，相对湿度 50%；

5.6.1.4 大气毒性终点浓度值选取

大气毒性终点浓度根据 HJ169-2018 附录 H，选取情况见表 5.6-2。

表5.6-2 各污染因子毒性终点浓度 单位：mg/m³

污染因子	毒性终点浓度-1/ (mg/m ³)	毒性终点浓度-2/ (mg/m ³)	标准来源
硫酸	160	8.7	《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 H

5.6.1.5 预测模型主要参数

预测模型主要参数见表 5.6-3。

表5.6-3 大气风险预测模型主要参数表

参数类型	选项	参数
		硫酸泄漏
基本情况	事故源经度°	107°14'2.493"
	事故源纬度°	22°27'42.662"
	事故源类型	泄漏
气象参数	气象条件类型	最不利气象条件
	风速 m/s	1.5
	环境温度°C	25
	相对湿度%	50
	稳定度	F
其他参数	地表粗糙度 cm	50

参数类型	选项	参数
		硫酸泄漏
	是否考虑地形	不考虑
	地形数据精度 m	-

5.6.1.6 硫酸泄漏预测结果

硫酸贮槽连接管发生破裂，硫酸泄漏积聚在围堰内蒸发释放出硫酸雾，扩散至大气环境，造成大气环境风险事故的预测结果见下表。

根据预测结果，设定的硫酸贮槽连接管线发生破裂，硫酸雾进入大气环境的风险事故发生时，最不利气象条件下，硫酸雾浓度未出现超大气毒性终点浓度-1 和-2 限值，各关心点大气伤害概率为 0，环境风险可接受。

表5.6-4 硫酸泄漏下风向轴线预测结果表

距离	不利气象条件	
	浓度出现时间 (min)	高峰浓度 (mg/m ³)
1.00E+01	8.33E-02	3.81E-10
2.00E+01	1.67E-01	5.62E-05
3.00E+01	2.50E-01	6.78E-04
4.00E+01	3.33E-01	1.55E-03
5.00E+01	4.17E-01	2.11E-03
6.00E+01	5.00E-01	2.33E-03
7.00E+01	5.83E-01	2.35E-03
8.00E+01	6.67E-01	2.26E-03
9.00E+01	7.50E-01	2.12E-03
1.00E+02	8.33E-01	1.97E-03
1.10E+02	9.17E-01	1.82E-03
1.50E+02	1.25E+00	1.30E-03
2.00E+02	1.67E+00	9.00E-04
2.50E+02	2.08E+00	6.56E-04
3.00E+02	2.50E+00	5.00E-04
3.50E+02	2.92E+00	3.95E-04
4.00E+02	3.33E+00	3.21E-04
4.50E+02	3.75E+00	2.67E-04
5.00E+02	4.17E+00	2.25E-04
6.00E+02	5.00E+00	1.68E-04
7.00E+02	5.83E+00	1.31E-04
8.00E+02	6.67E+00	1.05E-04
9.00E+02	7.50E+00	8.66E-05
1.00E+03	8.33E+00	7.28E-05
1.10E+03	9.17E+00	6.22E-05
1.20E+03	1.10E+01	5.38E-05
1.30E+03	1.18E+01	4.71E-05
1.40E+03	1.37E+01	4.17E-05
1.50E+03	1.45E+01	3.77E-05
1.60E+03	1.53E+01	3.46E-05
1.70E+03	1.62E+01	3.19E-05
1.80E+03	1.70E+01	2.96E-05
1.90E+03	1.78E+01	2.76E-05
2.00E+03	1.87E+01	2.57E-05
2.10E+03	1.95E+01	2.41E-05
2.20E+03	2.03E+01	2.27E-05

距离	不利气象条件	
	浓度出现时间 (min)	高峰浓度 (mg/m ³)
2.30E+03	2.12E+01	2.14E-05
2.40E+03	2.20E+01	2.02E-05
2.50E+03	2.28E+01	1.91E-05
2.60E+03	2.37E+01	1.82E-05
2.70E+03	2.45E+01	1.73E-05
2.80E+03	2.53E+01	1.65E-05
2.90E+03	2.62E+01	1.57E-05
3.00E+03	2.80E+01	1.50E-05
3.10E+03	2.88E+01	1.44E-05
3.20E+03	2.97E+01	1.38E-05
3.30E+03	3.05E+01	1.32E-05
3.40E+03	3.13E+01	1.27E-05
3.50E+03	3.22E+01	1.22E-05
3.60E+03	3.30E+01	1.18E-05
3.70E+03	3.38E+01	1.14E-05
3.80E+03	3.47E+01	1.10E-05
3.90E+03	3.55E+01	1.06E-05
4.00E+03	3.63E+01	1.02E-05
4.10E+03	3.72E+01	9.90E-06
4.20E+03	3.80E+01	9.59E-06
4.30E+03	3.88E+01	9.29E-06
4.40E+03	3.97E+01	9.01E-06
4.50E+03	4.05E+01	8.75E-06
4.60E+03	4.13E+01	8.49E-06
4.70E+03	4.32E+01	8.25E-06
4.80E+03	4.40E+01	8.03E-06
4.90E+03	4.48E+01	7.81E-06
5.00E+03	4.57E+01	7.60E-06

表5.6-5 硫酸泄漏关心点预测结果（最不利气象）

序号	名称	最大浓度时间 (min)	1min	3min	5min	7min	9min	11min	13min	15min	17min	19min	21min	23min	25min	27min	29min	30min
1	那民	3.81E-05 13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.66E-10	3.81E-05	3.81E-05	3.81E-05	3.81E-05	3.81E-05	5.42E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
2	岵珍	3.01E-05 17	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.80E-12	2.70E-05	3.01E-05	3.01E-05	3.01E-05	3.01E-05	4.20E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
3	百叫	2.23E-05 21	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-23	2.15E-09	2.06E-05	2.23E-05	2.23E-05	2.23E-05	2.23E-05	2.36E-06	1.01E-09
4	雁楼	3.83E-05 13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.52E-10	3.83E-05	3.83E-05	3.83E-05	3.83E-05	3.83E-05	2.91E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
5	那温	1.94E-05 23	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.52E-21	4.52E-09	1.71E-05	1.94E-05	1.94E-05	1.94E-05	1.94E-05	1.75E-05
6	岵雁	2.61E-04 5	0.00E+00	0.00E+00	2.61E-04	2.61E-04	2.61E-04	2.61E-04	2.55E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
7	屯垌	4.98E-05 13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.97E-05	4.98E-05	4.98E-05	4.98E-05	4.98E-05	5.97E-08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
8	宜村	0.00E+00 13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9	崇左白头叶猴自然保护区	0.00E+00 13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表5.6-6 硫酸泄漏关心点预测结果统计一览表（最不利气象）

关心点名称	最大预测浓度		大气毒性终点浓度					
	预测值 mg/m ³	出现时间 (min)	1级浓度限值 mg/m ³	超标时刻 (min)	超标持续时间 (min)	2级浓度限值 mg/m ³	超标时刻 (min)	超标持续时间 (min)
那民	3.81E-05	13	160	无	无	8.7	无	无
岵珍	3.01E-05	17		无	无		无	无
百叫	2.23E-05	21		无	无		无	无
雁楼	3.83E-05	13		无	无		无	无
那温	1.94E-05	23		无	无		无	无
岵雁	2.61E-04	5		无	无		无	无
屯垌	4.98E-05	13		无	无		无	无
宜村	0.00E+00	13		无	无		无	无
崇左白头叶猴自然保护区	0.00E+00	13		无	无		无	无

5.6.2 地表水环境风险分析

采场母液中转池、母液输送管线、截渗池，车间各类工艺池或母液中转池属于重点关注对象，必须采取重点防渗措施，定期有人员对各采场及母液处理车间、母液输送管线等进行巡检，发现问题及时处理，一般不会有母液泄漏，或出现少量的泄漏可及时处理。事故情况下，主要考虑池体、管道泄漏后对地表水环境的影响，根据识别采场母液中转池污染物浓度最大，泄露后对地表水环境影响最大，因此本次评价选取采场某个母液中转池发生泄露后对屯垌溪的影响。环境风险情景设置及预测结果见 4.4.5 章节。

5.6.2.1 事故应急系统设置合理性分析

在发生风险事故的情况下，事故废水主要指初期雨水。由于设备的跑冒滴漏等原因，生产区及储罐区地面上不可避免地含有物料，遇雨时会随雨水通过雨水管线外排至黑水河，对后续处理水质造成一定的影响。

事故废水量参考《关于印发〈水体污染防控紧急措施设计导则〉的通知》（中国石化建标〔2006〕43号）中计算公式确定。具体公式如下：

$$V_{\text{总}} = (V_1 + V_2 - V_3) + V_4 + V_5$$

式中：V₁——收集系统范围内发生事故的一个罐组或一套装置的物料量；

V₂——发生事故的贮罐或装置的消防水量，m³；

V₃——发生事故时可以转输到其他储存或处理设施的物料量，m³；

V₄——发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量，m³；

V₅——发生事故时可能进入该收集系统的降雨量，m³。

A. 事故装置可能溢流出的液体（V₁）

本项目单个最大储罐为硫酸储罐，物料贮存量为储存量 15 m³。

B. 消防废水（V₂）

根据工程分析，项目一次火灾所需消防水量 30m³，V₂=30 m³。

C. 发生事故时可以转输到其他储存或处理设施的物料量（V₃）

储罐泄漏时，首先被围堰收集，并设置一个硫酸罐应急池（11m³），围堰的尺寸为 6m×4m×0.3m，V₃=18.2m³。

D. 事故发生时仍必须进入收集系统的废水量（V₄）

根据项目资料，不考虑事故发生时接纳其他废水 V₄=0 m³。

E. 事故时雨水量 (V5)

根据工程分析，一次雨水水量为 384.05m^3 。由于下雨时，罐区的雨水由围堰收集，罐区雨水纳入围堰总容量中， $V5=383\text{m}^3$ 。

综上事故应急池所需总有效容积为 $V_{\text{总}}=(V1+V2-V3)\max+V4+V5=(15+30-18.2)+0+384.05=410.85\text{m}^3$ ，项目在储罐区设置尺寸为 $6\text{m}\times 4\text{m}\times 0.3\text{m}$ 的围堰，设置 2 个容积 11m^3 硫酸罐应急池，并设置有效容积共 800m^3 的事故水池收集事故消防废水，可以满足生产区废水事故收集需求。

5.6.2.2 事故废水厂内控制措施分析

厂区排水系统分为污水系统（生活污水、生产污水）和雨水系统。项目产生的生产废水经处理后回用，不外排。对于事故生产废水，以及发生事故泄漏的相应围堰内无法收集接纳的危险化学品等危险物质（其主要储存设施均设置了可以容纳单个最大容积储罐/储槽泄漏量的围堰，危险物质一旦发生泄漏，首先在围堰内收集），可引入厂内事故应急池暂存。根据上文事故应急池合理性分析，本项目事故应急池已充分考虑事故情形下可能排入该事故池系统的收集系统范围内发生事故的物料量、发生事故的储罐或装置的消防水量、发生事故时可能进入该收集系统的降雨量、事故时必须进入该系统的废水量。

本项目在厂区内设置事故池，可较大程度上减轻项目事故排水对地表水环境可能带来的冲击影响，即使发生事故，也能将事故风险控制在车间或厂内，基本不会流入外界地表水体。

5.6.2.3 项目废水事故排放环境影响分析

在事故状态下，由于管理、失误操作等原因，可能会导致渗漏液进入地下水后，继而全部出露进入地表水进入外部水体，污染地表水体。为了解事故排放渗漏液进入周围地表水的影响，本次选取作为特征因子的镁离子、硫酸盐、砷作为主要预测因子，选择屯垌溪小流域最为不利时段即枯水期进行预测。

根据 4.4 地表水环境影响分析，采场 800m^3 母液中转池泄露，环保坝失效的情景，母液发生泄露，泄露时间为 30d，通过无名水沟 1 进入屯垌水库情形，根据预测结果可知，在非正常工况下，屯垌水库 30d 后的硫酸盐、砷、铅、镉的预测浓度仍能满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的 III 类标准限值；地表水无镁、钠质量标准，

暂不作评价。但为避免项目运行过程对周边地表水造成影响，建设单位需建立从“源头削减控制—过程监管预警—末端风险防控”的水污染防控体系，严格环保管理、落实各项环境风险防控措施。

5.6.2.4 事故水污染环境风险分析

事故状态下废水全部由事故水池暂存。携带物料的消防水收集后送入消防水池，通过调节和切换，分批（限流）送入排入母液处理车间污水处理站处理。罐区设置有围堰，设置 1 座 800m³ 事故应急池，雨水管网排放口设置切换阀，均作为储存事故废水的调控手段，可确保发生较大或重大事故时泄漏物料和污染消防水控制在厂区，罐区的围堰、事故水池等必须进行防渗处理，经采取上述措施后，事故状态下产生的废水对周围环境的影响较小。

5.6.3 地下水环境风险分析

矿山服务期为 4.5 年，其中，分为生产期、清洗期和闭矿期。

生产期间，原地浸矿过程中无法保证全部回收母液，不可避免会有极少部分母液渗漏，母液渗漏下渗进入地下水，采区地下水和地表水联系紧密，部分地下水通过径流间接汇至采区下游地表水，因此，生产期间原地浸矿采场主要的水污染源为母液的渗漏。清洗期间在确保采场收液系统和环保回收井（水力截获）运行良好情况下，渗漏率可以控制在 8%。闭矿期在淋洗结束后进行采场的封孔闭矿，关闭注液系统，并持续跟踪收液系统尾水污染物排放浓度，封堵采区收液系统，彻底闭矿。一般在无自然降雨情况下，采区无尾水渗漏产生；当有自然降雨时，降雨入渗到已闭矿的采空区，大部分雨水通过采区植被和地表径流排至就近溪流中，少部分降雨入渗到采区矿体中，并有极少渗漏到地下水，进而汇至地表水。非正常工况指收液系统收液效率下降至 70%，根据&4.4 地下水环境影响分析，本项目的矿区分别位于两个水文地质单元内，并依据矿体的开采顺序、所处位置的地下水流场特征，分别对两个水文地质单元内的矿体进行了预测。分别为：（1）屯垌溪次级水文地质单元开采区；（2）数村沟水文地质单元开采区。非正常工况预测结论如下：

1、屯垌溪次级水文地质单元预测结论

钠、砷、镉的贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准；硫酸盐、氨氮除原背景值超标点位外的其余区域贡献

值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准；铅在非正常工况下在预测时段为 365 天时在下游厂界出现 Pb 贡献值浓度超标情况，超标范围略超出 101-3~101-4 矿体外矿界南边界 33m，超出北边界 44m，超出东边界 8.3m，造成矿界外小范围地下水污染，若建设单位能及时发现非正常工况，并停止注液开采，因非正常工况造成的地下水 Pb 污染可以及时得到控制，不会对矿界外的地下水环境造成影响；镁贡献值相对于现状背景值的增加量较少，可能会导致矿区地下水总硬度的上升，相对于正常工况下的影响略大；砷、铅、镉在生产期内对于地下水环境的贡献值相对于现状背景值的增加量较少，对地下水环境的影响程度较轻，处于可接受的范围。预测期间，硫酸盐、氨氮出现超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准现象主要集中在背景值超标区域，其污染羽未超出矿区开采范围。

非正常工况下由于泄露的浸矿液比正常工况下泄露的浸矿液更多，非正常工况下各个预测因子在矿区内的预测值浓度均比正常工况下各个预测因子在矿区内的预测值浓度高。除铅外，在非正常工况的预测时段内均未对厂界外地下水环境造成影响；若建设单位能及时发现非正常工况，并停止注液开采，因非正常工况造成的地下水 Pb 污染可以及时得到控制，不会对矿界外的地下水环境造成影响。

2、数村沟水文地质单元预测结论

钠、砷、铅、镉的贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准；硫酸盐、氨氮除原背景值超标点位外的其余区域贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准；镁贡献值相对于现状背景值的增加量较少，可能会导致矿区地下水总硬度的上升，相对于正常工况下的影响略大；砷、铅、镉在生产期内对于地下水环境的贡献值相对于现状背景值的增加量较少，对地下水环境的影响程度较轻，处于可接受的范围。预测期间，硫酸盐、氨氮出现超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准现象主要集中在背景值超标区域，其污染羽未超出矿区开采范围。

非正常工况下由于泄露的浸矿液比正常工况下泄露的浸矿液更多，非正常工况下各个预测因子在矿区内的预测值浓度均比正常工况下各个预测因子在矿区内的预测值浓度高。非正常工况的预测时段内各个预测因子均未对厂界外地下水环境造成影响。

在地下水预测结果的基础上，项目在小水文地质单元出口处设地下水截获系统，用于截获运营期和退役期受到污染的地下水，主要用于防止本项目矿区内的超标地下水可能流向矿界下游。

5.6.4 崇左白头叶猴国家级自然保护区、花山风景名胜区、水源涵养区、基本农田影响分析

根据事故影响预测结果，最不利气象条件（F类稳定度，1.5m/s 风速，温度 25℃，相对湿度 50%）下发生事故泄漏，硫酸雾浓度未出现超大气毒性终点浓度-1 和-2 限值，各关心点大气伤害概率为 0。

本项目大气环境风险评价范围涉及的崇左白头叶猴国家级自然保护区距离项目最近厂界距离为 3.6km，距离母液处理车间 5.1km；水源涵养区距离项目最近厂界距离为 10m，距离母液处理车间 880m；基本农田在矿区范围内，距离母液处理车间 380m；花山风景名胜区距离矿区范围 550m，距离母液处理车间 1780m，均在项目硫酸雾泄漏的大气毒性终点浓度-2 的最大影响范围之外。项目发生事故时排放的大气污染物不会影响到崇左白头叶猴国家级自然保护区、水源涵养区、基本农田。

项目事故废水由 1 个应急池收集，同时关闭厂区内雨水排口阀门，项目事故废水不会流出厂区。在母液处理车间和屯垌水库之间设置两级环保坝收集地表汇流，出现超标情况时收集后抽回母液处理车间进行处理达标后排放，不会排到崇左白头叶猴国家级自然保护区、水源涵养区、基本农田。

因此，项目的环境风险对崇左白头叶猴国家级自然保护区、水源涵养区、基本农田影响不大。

5.7 环境风险管理

环境风险管理目标是采用最低合理可靠原则管控环境风险。采取的环境风险防范措施应与社会经济技术发展水平相适应，运用科学的技术手段和管理方法，对环境风险进行有效地预防、监控、响应。

5.7.1 环境风险管理措施

- (1) 总图布置和建筑风险防范措施

根据厂区生产特点和环境情况，在总图布置中，各建筑物之间的距离应满足《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014[2018 年版]）要求。各车间、工序按生产性质进行分区，分区内部和相互之间形成消防通道、应急疏散通道。

根据火灾危险性等级和防火、防爆要求，建筑物的防火等级均采用国家现行规范要求的耐火等级设计，满足建筑防火要求。凡禁火区均设置明显标志牌，安全出口及疏散距离应符合《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014[2018 年版]）的要求。在装置区设置救护箱，工作人员配备必要的个人防护用品，并定期对消防设施完整性进行检测，记录。

（2）工艺设计风险防范措施

①根据工艺布置和操作特点，各工序控制采用先进自动化控制仪表，对装置进行集中控制和检测，现场要定期巡视，并设有完善的参数限制报警和自动联锁系统，以防事故发生。

②各类压力容器的设计，严格按照《压力容器安全技术监察规程》进行，同时加强设备的密封及设备与管道的连接密封，减少物质泄漏的可能性。

③生产车间采取地面硬化、防渗漏和防腐蚀措施，防止污染物泄漏地面而下渗污染地下水。

（3）储运安全防范措施

①项目设计管道均为无缝管道，仅在相关装置与管道相连处设截止阀和连接口，以降低事故风险发生概率。运营期间，定期对前述物料输送管道进行探伤及耐压泄漏试验。此外，输送前述物料的压缩机、泵应选用绝对无泄漏泵，以避免选用其他类型泵因密封故障而造成这些有毒物料泄漏。

②储罐底部均设置事故围堰。

（4）自动控制设计安全防范措施

在使用及储存易燃物质的场所，必须在现场设置可燃气体和有毒气体检测报警仪，并在控制室设置气体报警系统盘，同时，也要将信号引入相应的控制系统。

（5）电气等其他安全防范措施

①根据易燃、易爆介质的类、级、组，以及火灾、爆炸危险场所的类、级、组范围，相应配置符合国家标准规定的防爆等级电气设备。防爆电气设备的配置，应符合生产装

置单元及项目整体的防爆要求。按照《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）的要求，采取措施。

②为预防静电火花引起火灾、爆炸，对于控制室宜采取工艺控制、泄漏、中和、屏蔽等措施，使系统静电电位、泄漏电阻等参数控制在规定的限值范围内，且控制室地面采用不发火地面。

③建筑物的防雷分类及防雷措施，应按照《建筑物防雷设计规范》（GB50057）的相关技术规范执行。对火灾、爆炸危险场所内可能产生静电危险的设备和管道，均应采取静电接地措施。可燃液体的管道在进出装置或设施处、爆炸危险场所的边界、管道泵及其过滤器缓冲器等部位，应设静电接地设施。

（6）其他管理措施

①对职工要加强环保、安全生产教育，生产中积极采取防范措施，厂区内特别是易燃、可燃物品储存和使用场所严禁吸烟、禁火，在醒目处要设有禁烟、禁火的标志。

②制定严格的工艺操作规程，加强安全监督和管理，对设备的运行进行实时监控，严格执行生产管理的规章制度和操作规程，防止工人误操作。

③加强对各类操作人员、特种作业人员的安全技能教育、培训和考核，并经考核合格后持证上岗。

④要合理安排生产和检修计划，降低设备故障的出现概率，对生产系统容易出现故障的设备要有一定数量的库存设备和备品备件。

⑤加强对生产装置、设备的检修、维护和保养。按规定对特种设备、仪表、安全阀、压力容器定期进行检定、检验，并建立档案。

⑥设立设备管理信息系统，注重设备状态监测和故障诊断，使设备管理从事后维修和计划维修向预测预报过度降低设备突发故障率，避免重大事故发生。

⑦厂内应设置专用仓库，存放灭火沙土、防护服和灭火器等安全器材，应急救援组织的人员应接受专门培训，在发生火灾、爆炸等突发事件时能够及时利用这些安全设备与工具进行应急工作。

5.8 环境风险防范措施

5.8.1 硫酸储存罐事故性泄漏风险防范措施

（1）储罐区

硫酸储罐区考虑了完善的硫酸储存系统，具体措施如下：

- ①选用质量合格的管线、储罐等，并精心安装；
- ②合理选用防腐材料，保证焊接质量及连接密封性；
- ③定期检查跑、冒、滴、漏，保持容器完好无缺；
- ④硫酸储罐区设置围堰，有效容积为 7.2m^3 ，并设置一个容积 11m^3 硫酸罐应急池；
- ⑤操作尽可能机械化、自动化，避免发生事故时灼伤人体；
- ⑥操作人员佩戴自吸过滤式防毒面具（全面罩），穿橡胶耐酸碱服，戴橡胶耐酸碱手套；
- ⑦对设备、管线、泵、阀以及报警监测仪表定期检、保、修。

（2）输送管线

加强对输送管线的定期检查，发现问题及时排查、修复，解决潜在的风险隐患，确保管道的安全性。管道终端设控制阀，该控制阀能通过输送量来发现管道是否发生泄漏，具备紧急关闭的功能，一旦发生泄漏能够在最短时间关闭输送管道，防止污染物的大面积泄漏。泄漏时，启动相应的应急措施，以确保能够迅速采取合理的防范和补救措施。管线沿途设置警示牌，标明管道内为危险化学品。

（3）运输过程

各种酸外购时，使用罐车运送，装罐、运输过程中要注意加强防范措施：

①在硫酸的经营、运输、储存过程中必须严格执行《危险化学品安全管理条例》等有关规定。

②硫酸储罐、管道、阀门、酸泵的材质必须符合硫酸储运的要求；运输硫酸的容器材质为耐高、低温、耐硫酸的专门材料，并定期检修和检测。

③禁止和其他物质混载；汽车运输应选择交通车辆来往少的道路；车辆发生故障、休息停车时，要选择安全的场所。

5.8.2 事故废水环境防范措施

（1）废水事故排放风险防范措施

本项目水污染系统的事故应急系统包括：800m³事故应急池、在屯垌河流域设置截留总容积 3000m³ 的风险坝（坝前溪沟容积 2000m³，风险坝旁设置 1000m³ 水池）。已经充分考虑可能排入该事故池系统的收集系统范围内发生事故的物料量、发生事故的储

罐或装置的消防水量、发生事故时可能进入该收集系统的降雨量。项目建成后，事故应急池可满足生产事故废水排放需要，如果故障短时间内无法排除，应停止生产，待故障处理完毕且将事故池中的废水处理完毕后方可开机。

正常情况下保证事故应急池不能存放废水或其他水，下雨时积聚的雨水及时排空，当发生各种可能引起水污染的事故时保证泄漏和消防、冲洗废水能迅速、安全地集中到事故应急池，然后逐步排入污水处理站进行必要的处理，不致发生事故排放进而污染环境。

（2）建立“三级”防控体系

由于事故性泄漏风险具有突发性和影响严重的特点，必须采取措施加以防范，及时控制。为防止事故性排放污染物污染地表水体，矿山应制定风险应急预案以应对事故性泄漏。对事故性泄漏风险建立三级防控体系，即一级防控为车间级、二级防控为矿区级、三级防控为流域级。采取的事故性风险防范措施如下：

一级防控为车间级，主要防控措施为防止母液处理车间发生事故性排放，除杂池和沉矿池采用多池交替使用方案，始终保持 1 个除杂池和 1 个沉矿池放空状态，作为应急事故池。在除杂池和沉矿池沉淀渣清除时，及时检查防渗措施的完好性，发现渗漏，及时处理。收液池地表设排水沟，及时将池体外的汇水排出。池体四周高出地面 0.5m 以上，防止雨水进入其中。

二级防控为矿区级，主要防控措施为在母液处理车间山脚低凹处设 1 个容积为 800m³ 应急池，母液处理车间坡脚设事故排放收液沟，沟底防渗，将事故排放的母液及时收集进应急池。母液输送管线每隔一定距离，设置止回阀，在母液管线沿线每隔一定距离，在低洼处设置事故池，及时将事故池母液抽至母液处理车间利用。

三级防控为流域级。主要防控措施为一级、二级环保坝。当地下水长观孔水质指标超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的Ⅲ类水标准，屯垌溪、数村溪出矿区地表水监测断面水质超标时，将收集的地表汇流抽回母液处理车间进行处理达标后排放，并及时上报，及时排查，及时查找原因，及时处理，消除对地表水的影响。并在出矿区的溪流中设置截水闸，以防控矿山事故性排放引起地表水污染。

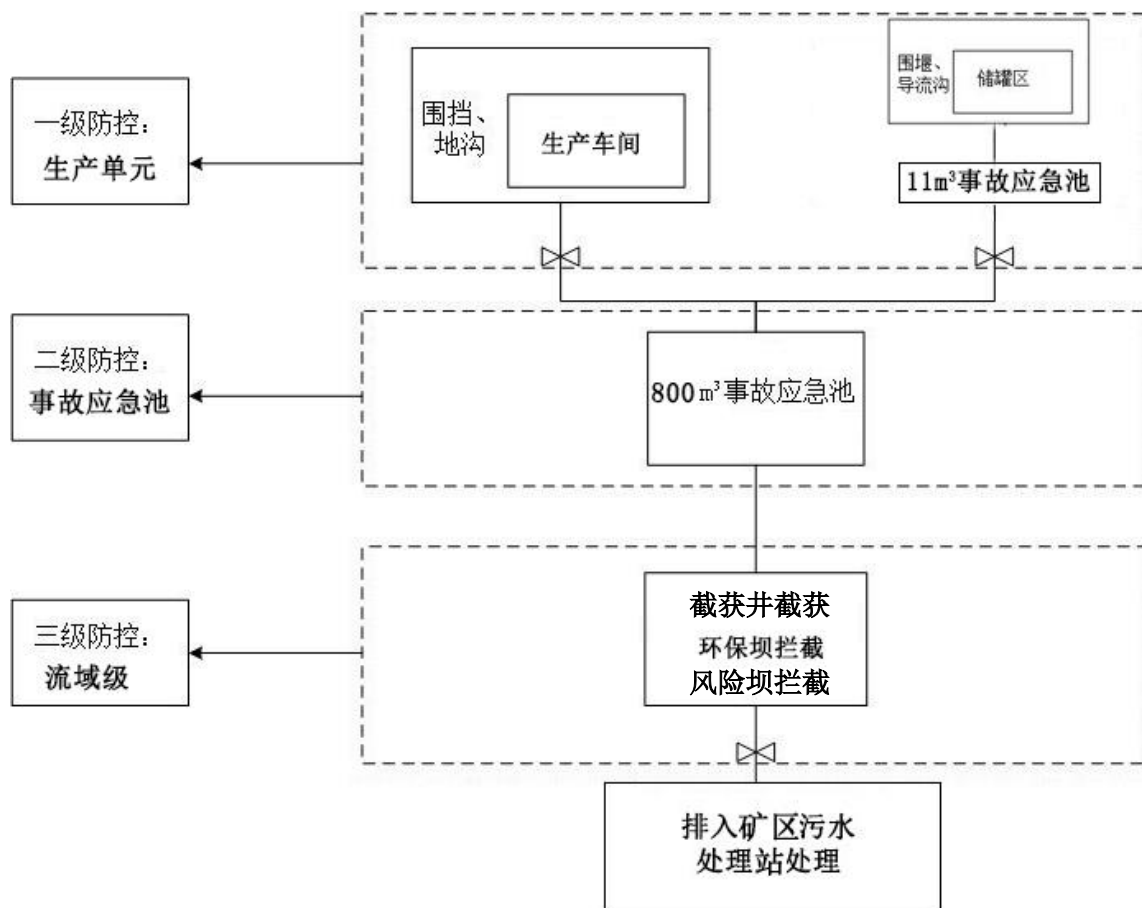


图5.8-1 技改项目废水三级防控措施

在采取上述事故风险防范措施后，可将事故泄漏风险排放量全部收集至应急池，不会进入到地表水体，从而不会对当地地表水造成明显不利影响。

5.8.3 事故地下水风险防范措施

（1）污染源头控制措施

①避免过度注液：合理确定浸矿剂用量、浓度和投加程序，防止浸矿剂的过度投入增大污染源强。

②清水清洗：收液结束后，利用注液系统对采区进行清水清洗，清洗至清洗尾水污染物浓度不再下降，时间约为3个月，并落实台账管理。清洗尾水用于下一个采区的配液；最后一个采取清洗尾水经达标处理后排入无名水沟1。

③母液处理车间若发生泄漏事故时，应马上将泄漏的污水切换至事故池，避免或减少地面漫流量，对产生的地面漫流量应及时清理。

④企业应采用先进的工艺技术，减少固废的产生量和堆存量，所有固废堆存应入库，库房内设置防渗措施，禁止露天堆放。

⑤管线敷设尽量采用“可视化”原则，即管道尽可能地上敷设，做到污染物“早发现、早处理”，以减少由于埋地管道泄漏而可能造成的地下水污染。为防止母液渗漏后对地下水的影响，需加强事故苗头控制，定期巡检、调节、保养、维修池体及母液输送管线尤其是接缝处、管线连接法兰及截止阀处，及时消除事故隐患。

管线在悬空跨越溪沟的地方，要求采用抗压、防爆型的材质。一般在母液输送管线每隔一定距离设置止回阀，在管线连接处下游低洼处设置事故风险应急池，池容积一般不小于相邻止回阀之间最大的管道容积，发生事故后及时将事故风险应急池母液抽回。加强对输送管线的定期检查，发现问题及时排查、修复，解决潜在的风险隐患，确保管道的安全性。管道终端设控制阀，该控制阀能通过输送量来发现管道是否发生泄露，具备紧急关闭的功能，一旦发生泄露能够在最短时间关闭输送管道，防止污染物的大面积泄露，管线沿途设置警示牌。

(2) 分区防渗措施

对母液集中池、母液处理车间的除杂池、沉矿池、贮矿池、压滤液池、上清液池、配液池、硫酸镁配液池、碳酸氢钠配液池、上清液中转池、应急池、初期雨水池、环保坝、拦截坝、中转水池、危废暂存间等为重点防渗区，其中一级环保坝、拦截坝、中转水池采用防水土工膜进行防渗（厚度 0.6mm，渗透系数 $K \leq 1.7 \times 10^{-13} \text{cm/s}$ ），其他重点防渗区采用防水油毡布进行防渗（厚度 0.5mm，渗透系数 $K \leq 4.1 \times 10^{-13} \text{cm/s}$ ），可以满足防渗材料防渗等级达到等效黏土防渗层 $M_b \geq 6\text{m}$ 、防渗层结构渗透系数 $K \leq 10^{-7} \text{cm/s}$ 的要求，对收液巷道底板采用防渗水泥浆进行防渗漏处理，一般固废暂存区、产品库和原料库等采取一般防渗，要求等效黏土防渗层 $M_b \geq 1.5\text{m}$ ，防渗层结构渗透系数 $K \leq 10^{-7} \text{cm/s}$ 。各水池池底基础采用“抗渗钢筋混凝土整体基础+素混凝土垫层+原土夯实”。各分区地下水防渗要求见章节 6.2.3 地下水污染防渗措施内容。

(3) 设置完善的厂区及其周边地下水监测网点，定期观测地下水水位和采集水样进行水质分析，并建立档案。

①截获井

分别在采场屯垌溪次级水文地质单元、数村溪次级水文地质单元、东南部次级水文地质单元外地下水小流域出口设置地下水截获井和抽出处理设施。

②监控井

母液处理车间、矿区涉及的各小流域的地下水流向布设地下水监测井，雁楼、宜村、百叫、那温、屯垌等矿区周围村屯布设监测井，整个矿区建立地下水监测网体系。

5.8.4 次生地质灾害环境风险防范措施

(1) 原地浸矿采场设计前进行详细的工程地质勘察和水文地质勘查，对原地浸矿采场发生崩塌、滑坡等次生地质灾害的可能性、发生崩塌、滑坡等次生地质灾害的局部地段进行风险评估，提出防范措施。

(2) 设计时对发生崩塌、滑坡等次生地质灾害风险较大的局部地段采取加固等处理措施，对发生崩塌、滑坡等次生地质灾害风险大的局部地段预留保护矿体，不开采。

(3) 设计时对注液孔布置进行优化，在发生崩塌、滑坡等次生地质灾害风险大的局部地段尽量少布置注液孔。

(4) 浸矿期间按设计要求严格控制注液时间、注液速度和注液量。

(5) 在大雨或暴雨时必须暂停注液。

(6) 加强现场巡查，如发现发生崩塌、滑坡等次生地质灾害的预兆和迹象时，必须立即停止注液，立即上报，成立风险应急处理小组，根据实际情况，采取相应的处理措施。

(7) 应针对雨季山洪做好矿区地防洪沟的建设和维护，做好地表建筑物防护设施，加强雨季附近山体稳定性的观察和预防滑坡的应急工作。

(8) 加强与当地气象部门联系，选择合适的注、收液时间，尽可能地避开雨天。遇有暴雨、台风等恶劣天气，采场应减小注液或停止注液；暴雨期间禁止人员进入采场，防止突发滑坡事故。

(9) 对矿区内各要害部位、潜在滑坡点应加强巡查，一旦发现异常情况，及时汇报处理。有滑坡倾向的地段周边应设置醒目的警示标志和防护设施。

(10) 制定采场日常安全巡查管理制度，发现问题，及时解决，或向相关负责人报告，并有专项检查记录。对采场底部附近公路、建筑物等地段作为禁矿块；定时进行巡查，对发现有滑坡倾向的地段周边应设置醒目的警示标志和防护设施。

(11) 落实“三不准两要求”，三不准即：不准在高陡山坡进行注液作业，不准在极端天气作业，矿块下方有工棚民居不准注液作业；四要求即：注液开矿块域一定要设立安全警示标志并划定警戒区和危险区，注液生产一定要控制注液流量和速度。

(12) 加强对注液系统的巡查和管路维护，对管路漏液、爆裂、脱连、堵塞等应及时发现、及时处理，防止管路跑、冒、滴、漏等情况发生。主要送液泵应经常检查维修，确保设备运行稳定。

5.9 应急预案

5.9.1 本项目应急预案编制原则

为有效应对突发环境事件，提高应对突发环境事件的能力，将突发环境事件对人员、财产和环境造成的损失降至最小程度、最大限度地保障人民群众的生命财产安全及环境安全，维护社会稳定。事故应急救援预案应在安全管理中具体化和进一步完善，并与相关部门的应急预案建立联动响应程序。为确保企业安全生产及公司职工和周边群众生命财产安全、防止突发性重大事故发生，并在发生事故后能迅速有效、有条不紊地处理和控制在事故扩大，把损失和危害减少到最低程度，结合该企业实际、本着“自救为主、外援为辅、统一指挥、当机立断”的原则，依据《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77号）的要求，企业应按照《突发环境事件应急预案管理暂行办法》（环发〔2010〕113号）等相关规定编制风险应急预案，并与当地环保部门联动，提高企业环境风险防控能力。

根据生产需要和《关于加快推进企业事业单位突发环境事件应急预案编制和备案的通知》（江环发〔2018〕28号）精神，广西国兴稀土矿业有限公司已编制《突发环境事件应急预案（2022）》。预案的编制的主体是广西国兴稀土矿业有限公司，具体责任部门是矿山管理部等，完成时间为2022年6月。

5.9.2 组织指挥机构

5.9.2.1 应急救援小组

公司成立了应急救援队伍，编制了突发环境事件应急预案。应急组织指挥结构体系图如下：

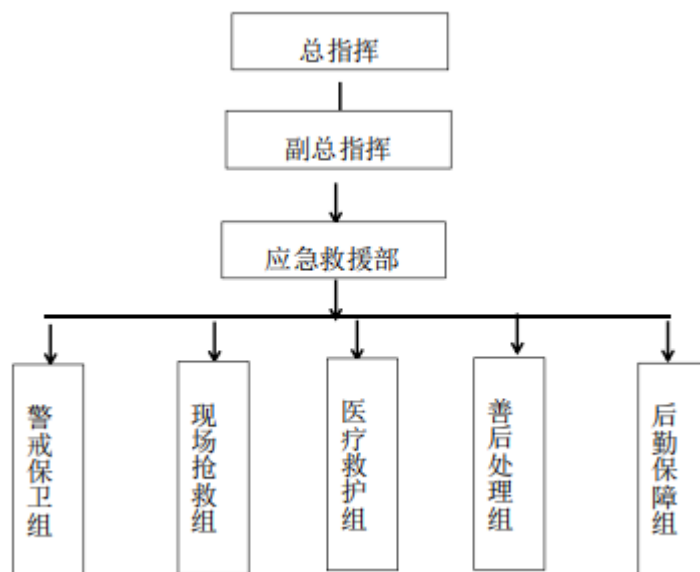


图5.9-1 应急组织指挥结构体系图

5.9.2.2 机构及职责

(1) 应急指挥

公司成立事故应急救援处置指挥领导小组，负责组织实施环境污染事故应急处置工作，由公司主要负责人任小组组长。

夜间紧急指挥系统，由夜间值班领导组成临时指挥系统，在公司指挥系统人员未到之前行使指挥系统职责、权力，并负责向公司指挥系统汇报事故、抢险有关情况。各救援小组在临时指挥系统的组织指挥下按常规运行，直到应急救援处置指挥领导小组人员赶到。

(2) 应急救援指挥部职责

贯彻执行国家、当地政府、上级主管部门关于突发环境污染事件发生和应急救援的方针、政策及有关规定。组织制定、修改环境污染事件应急救援预案，组建环境污染事件应急救援队伍，有计划地组织实施环境污染事件应急救援的培训和演习。

审批并落实环境污染事件应急救援所需的监测仪器、防护器材、救援器材等的购置。检查、督促做好环境污染事件的预防措施和应急救援的各项准备工作，督促、协助有关部门及时消除有毒有害介质的跑、冒、滴、漏。

批准应急救援的启动和终止。

及时向上级报告环境污染事件的具体情况，必要时向有关单位发出增援请求，并向周边单位通报相关情况。

①组织指挥救援队伍实施救援行动，负责人员、资源配置、应急队伍的调动。

②协调事件现场有关工作。配合政府部门对环境进行恢复、事件调查、经验教训总结。

③负责对员工进行应急知识和基本防护方法的培训，向周边企业、村落提供本单位有关危险化学品特性、救援知识等的宣传材料。

（4）指挥人员分工及职责

总指挥，组织指挥全公司的应急救援工作。

副总指挥，协助总指挥负责应急救援的具体指挥工作，总指挥无法实行指挥责任时，替代行使总指挥职责。

应急救援小组：警戒保卫组、现场抢救组、医疗救护组、善后处理组和后勤保障组构成。

①警戒保卫组

主要职责如下：设置警戒、防护区域，防止无关人员进入现场；组织人员撤离现场，并做好各类安全保障工作；帮助周边单位和群众的安全疏散和撤离。

②现场抢救组：

主要职责如下：在指挥部的指挥下参加抢险救援；负责组织当班人员在事件发生时将发生区域内的人员、物资抢救到安全地点，防止事态扩大。

③后勤保障组

主要职责如下：负责厂区应急后勤保障工作。包括：现场医疗救护指挥及中毒、受伤人员分类抢救和护送转院；准备抢救受伤、中毒人员的生活必需品供应。负责应急救援现场人员疏散，车辆准备，组织受伤人员的急救。

④善后处理组

主要职责如下：负责事故后，现场恢复及处理工作；负责事故发生原因调查。

⑤医疗救护组

主要职责如下：负责事件现场的伤员转移、救助工作；协助医疗救护部门将伤员护送到相关单位进行抢救和安置；发生重大污染事件时，组织厂区人员安全撤离现场。

（5）企业内部应急联络

通信保障方面公司设立值班室，值班室 24 小时有人值班，一旦发生紧急情况立刻上报相关部门。应急指挥部及应急救援小组人员执行手机 24 小时开机，可保障信息的及时传递。

5.9.2.3 突发环境事件预防

1、矿区开发利用前应进行区域水文地质勘察、制订开发利用方案、地质环境恢复治理方案和作业指导书，指导矿山开发利用离子型稀土矿。

2、在采场和母液后处理设计和施工阶段应在采场及母液处理工序下游设置事故应急池。

3、提高生产的供电保障率。母液处理工序、采场等重要用电区域应设置备用发电机和保证其运行时间大于供应燃油时间的燃油。

4、生产系统最大流量应小于系统供电系统、输送泵及管道系统最大能力；系统注液量、事故应急池容量、供电系统（含备用发电机）、输送系统能力、母液后处理系统能力等应相互匹配，同时考虑异常天气的影响，如降雨等。

5、建立基本的环保监测手段；定期（至少每两个月进行一次）对矿区周边水质进行氨氮、pH 监测，发现异常情况及时采取措施。

6、在母液后处理工序应存贮事故应急需要的管道及管件、编织袋、铁锹、潜水泵等物资；就有随时调用的应急处理交通工具，如 SUV、皮卡车、家用运输车等。

7、加强员工的操作技能和紧急事件的应急处置能力培训和训练；强化劳动纪律、工艺纪律，增强风险意识，加强巡检，防止事件发生。

8、为消除环境污染而设置的污染治理设施及附属设施、环境监测分析仪器、设备、各类渣泥废弃物储存设施等属环保设施，要保证其运行正常；应将环保设施纳入生产设施（设备）进行管理，统一进行巡检、维护、检修，确保环保设施和生产设施同时运行、同时维护检修。

9、定期对环保设施的运行状况进行监督检查，发现隐患及时反馈、整改。

5.9.2.4 不同突发环境事件的应对流程和措施

（一）突发环境事件分级及响应条件

1.一般突发环境事件

指不危及周边环境，不影响周边生活、农业生产，不危及人身和财产安全，不会造成生产大面积停产的少量物料泄漏，且容易引起进一步泄漏的隐患环境事件，如：输送管道暴管、工艺池小于 100m³ 的溢流、轻微渗漏、小于 12 小时的停电。

一般突发环境事件无需向全公司发布警报，由生产现场负责人组织由事故区域采取处置措施，但必须汇报公司主管领导。

2.较大突发环境事件

指不危及周边环境，不影响周边生活、农业生产，不危及人身和财产安全，但会造成减产、停产、有价物质流失超过 5 万元、不及时处理有可能导致区域水质污染的环境事件，有较大量的液体泄漏，但现场救援力量可以控制的事件。如工艺池大量溢流、单个工艺池局部坍塌、超过 24 小时的连续降雨、大面积长时间（12 小时及以上）停电、小于 300m³ 的滑坡，等。

较大突发环境事件应当向公司发布警报，由现场组织指挥组长立即召集相关部门和人员确定应变对策，组织相关人员待命，同时向总经理汇报。

3.重大突发环境事件

指危及周边环境，影响周边生活、农业生产，危及人身和财产安全，会造成生产大面积停产，大量或无法控制的液体泄漏，本公司救援力量无法控制的灾害，且易造成大量的财产损失、对环境的污染及伤及人员。如：工艺池（罐）大面积坍塌、大面积山体滑坡造成人员重伤或死亡、污染周边饮用水源和农业生产用水水源、供电系统连续超过 48 无法供电、生产工作罢工、生产系统遭受人为破坏无法正常运转等。

重大突发环境事件发现者应立即向公司领导汇报（同时向多位上级领导汇报）情况，公司总经理需向全公司发布启动全面应急响应措施，同时向江州区相关政府部门报告。

（二）基本要求

- 1.发生突发环境事件后应首要任务保障人员的生命安全，必要时紧急撤离人员。
- 2.发生突发环境事件后应及时汇报上级领导、部门，采取一切可能措施防止事态扩大化和次生事件，防止污染扩散和减少经济损失。
- 3.发生突发环境事件后应保障周边的饮用水、牲畜饮水和农业用水安全。
- 4.发生突发环境事件后应保护现场（必要时警戒），如实记录事故发生、处理和联系汇报全过程，为事件调查取证提供基础，绝不允许伪装现场。

5.发生突发环境事件后主要领导应到现场组织指挥和协调事件处理工作。

6.发生突发环境事件后应加大事件发生区域和周边环境水质监测频次，直到事件处理完成。

(三) 停电、汛期事故预防及应急措施

1.停电应急措施

1.1 根据离子型稀土矿山生产供电线路不固定、供电保障等级低、注收液阶段供电连续性要求高等特点，要求离子型稀土矿山应在母液处理车间、原山母液收集池等贮液设施配备备用发电机，备用发电机的功率应能保证应急情况下的液体输送。

1.2 生产情况下，备用发电机及线路应无故障，处于随时备用状态；并有足够的燃油。

1.3 计划停电的，接到停电通知的人员问清楚：记录消息来源、停电原因、计划停电时间、计划恢复送电时间等，并应在第一时间告知矿山管理部生产值班人员，值班人员应立即通知部门生产管理负责人、承包单位生产管理负责人。

1.4 部门生产管理负责人和承包单位生产管理负责人根据生产情况、停电时间长短调整生产组织方式和安排停车期间的生产组织方式和应急计划，以及恢复供电后的生产措施。

(1) 安排生产人员检查备用发电系统，做好发电供电准备。

(2) 如系统水量不足则应在设施安全情况下尽可能给系统补水。

(3) 如原山、母液处理车间水量不平衡（如车间液量偏高而原山母液坝液位偏低；或车间液量偏低而母液坝液位偏高），容易导致池、坝液位超高导致安全隐患的，应立即进行系统液量再平衡调整。

(4) 如系统液量偏高，应减少或停止原山注液、通过向备用或已采点暂时转移系统液量，降低系统风险。

(5) 电网停电期间不能提高系统液量，应保证系统内液量均衡。

1.5 电网停电期间，生产岗位人员、生产值班人员、生产管理人员应加强对系统的巡检，发现问题及时处理。

1.6 停电故障的处理原则是：防止发生安全环保事故，减少停电故障对生产的影响。

1.7 电网停电的全过程，包括：记录消息来源、停电原因、计划停电时间、恢复送电时间、传达情况、应对停电采取的措施、停电过程的重要指令等，值班管理员应详细记录。

1.8 突然停电应急实施措施：

①值班管理人员应立即汇报电力公司调室，并询问停电（故障）原因、请求立即组织维修等；

②检查备用发电系统，完毕后启动备用发电电源供电；

③控制系统液量，如系统液量偏高，减少或停止原山注液、通过向备用或已采采点暂时转移系统液量，降低系统风险。

④加强巡检，防止流程溶液外溢，一旦出现立刻回抽，防止发生安全环保事故。

2 汛期事故预防及应急措施

2.1 汛期公司和生产管理部门要增强抢险意识，遇到汛期事故时主动进入现场处理，做好汛期事故抢险工作。

2.2 遇大雨、暴雨时，公司相关部门、人员应保持通信畅通，发生紧急情况应无条件赶赴现场处理。

2.3 做好雨季用电管理，保证矿区供电安全。

(1) 供电设备防雨、避雷设施和漏电保护应完好；

(2) 原山和母液处理车间应急发电机应处于备用状态，发电用柴油存量应能保证12小时以上的发电用量；

(3) 对变压器进行一次全面检查和维护，油量不足的及时补加。

2.4 加强矿山注液井、排水沟、集/收液巷道等工程的规范管理，防止存在山体滑坡和塌方事故隐患；巷道施工中发现有塌方危险的地方应进行支护处理后才能继续施工；施工产生的土方堆放不能阻拦雨水通道和行洪通道，保证采区排水畅通。

2.5 加强浸矿过程的注液、顶水、收液等工艺制度管理，加强采现场巡检，及时系统参数变化趋势和原因，雨水天气应及时调整工艺制度，防止山体滑坡。

2.6 加强各工艺池的运行状况巡检，区域排水沟保持畅通，发现管涌、渗漏、透水、塌方现象或前兆应及时处理。

2.7 应准备必要的防汛抢险材料，如：可移动式潜水泵、编织袋（至少 500 个）、铁锹（至少 30 把）等。每到汛期对配电室、操作室进行堆放沙袋及隔板和软轴泵。另外，应保证矿区随时有一台挖掘机，以备抢险用。

2.8 汛期矿山应加强矿山的周末和夜间值班，出现问题立即组织处理，重大问题及时汇报部门领导和公司。遇到突然停电，应及时向部门和公司领导汇报，采取相应急救措施，计划停电应上报部门。

2.9 防汛安全工作分工按公司各领导和部门职责规定执行。发生事故应全力组织抢险，挽救人员和财产生命安全，把损失减到最低程度，并及时汇报、警戒、保护现场，发生事故的区域要加强巡视。按事故处理相关规定进行处理。

（四）滑坡（泥石流）预防与应急措施

1.滑坡预防和应急过程，岗位人员应及时汇报情况并及时采取措施，相关部门和领导应高度重视，及时组织分析原因、采取对策，各级人员应加强沟通联系，防止事态扩大。

2.加强监测系统的观察，及时掌握采场内地下水位上升情况。采场注液一段时间后，一般都会发生开裂现象，做好观察记录并对比分析。在裂缝不断扩大，地下水位也不断上升部位，应果断停止注液 1~2 天再加注液。而后在整个过程中都要采用间歇式注液方法以防止采场滑坡。

3.注液井中注液要严格控制在表土层以下，禁止溶浸液注入表土层中与全风化层的过滤带中，以免发生气泡堵塞与固体堵塞现象。

4.已发生的穿井，应立即停止注液，待井干后将井加深或另打注液井。

5.增加集液沟渗液面积。理论上：集液巷总长与在全风化层渗液面高度的乘积，必须等于或大于采场所有作业井在矿层中的渗液面积。

6.开挖排洪系统，保证山洪暴发时，不发生地表径流进入注液井与集液沟现场，防止暴雨天气的滑坡。

7.随时掌握矿区天气变化和预报，提前 1~2 天减少或停止采场注液疏通和加固排水系统。

8.梅雨季，应减少采场注液量或采用间歇式注液方法，防止表层滑坡。

9.加固收集液巷道，防止坍塌排液不畅。

10.加强采场巡视，及时处理管道脱落、开落与漏水等故障。

11.发现滑坡迹象应及时在采场各入口处悬挂警示牌，撤离采场内人员与物质，防止人员进入滑坡风险地带。

12.一旦发生滑坡后：①立即上报公司领导，同时关闭采场主输送管道，停止采场注液；②滑坡地点隔离警戒，防止人员伤害；③无组织溢出料液全部回抽车间；④对下游水质环境进行监测，防止发生污染。⑤分析滑坡原因制定处理措施（分采场管道修复和滑下物处理，以及后期复垦工作）。

(五) 工艺池/坝泄漏坍塌预防与应急措施

工艺池/坝泄漏、坍塌都可能会发生人员伤害和环境污染事故。

1 泄漏坍塌预防工作

1.1 按规范合理设计、施工，保证施工材料质量和工程质量。

1.2 按时按要求进行巡检，发现异常情况及时汇报、处理。

1.3 定期检查/更换防渗油布。

1.4 保持工艺池/坝合理液位，不宜过低或长期空置防止油布老化或池子内塌，更不可液位过高（安全液位应低池坝净高 90%），防止池/坝负载过大导致漫坝、底部渗漏或坍塌。

1.5 完善各池/坝的周边疏排水系统，防止池内爆满或边坡受冲刷。

1.6 大风、暴雨、雷雨、雨季等恶劣气象条件应尽量降低池坝液位（特别是处于高位的池/坝或病池/坝），加强对池/坝及其边坡的巡检工作。

1.7 根据各工艺池所处的高程，母液处理车间坍塌所产生的冲击力（危害程度）依次为：除杂池>沉淀池>成矿池>渣头池。因此，工艺池用于 贮水的优先顺序是：渣头池>成矿池>沉淀池>除杂池，事故排险也应将 此因素作为重要因素考虑。

2 泄漏坍塌应急措施

2.1 平时准备重要应急设备、物资。抽水水泵、备用发电机、安全帽、手套、救生衣、编织袋、木桩、常用急救药品、缆绳（麻）、警示绳、固定（便携）移动照明工具、移动通信装备、或对讲机、抢险、货车等。

2.2 发现泄漏、坍塌迹象后应及时在区域及下游各入口处悬挂警示牌，撤离区域及下游人员与物质，防止非抢险人员进入坍塌风险地带。

2.3 组织抢险人员及时进入现场排险、抢险，将伤害、损失降到最低。

(1) 工艺池/坝坍塌导致的液体的大量、突然泄出，有可能导致区域内、周边工艺池和设施遭受破坏而引发系统连锁破坏导致全系统坍塌重大事故。因此，在排险、抢险过程中应尽一切可能防止工艺池/坝液体的大量、突然泄出。

(2) 对存在泄漏、坍塌的池/坝进行放水（必要时整个系统进行放水），减缓工艺池/坝压力。应注意放水过程保持下游各环节的流量平衡，防止下游工艺池爆满引发坍塌事故。

(3) 应注意处于同一水平面间的相邻工艺池液位不能相差过大，防止压力差过大导致池帮崩溃事故。

2.4 根据险情可能导致的后果严重性，必要时将信息传达到下游区域的单位和群众，做好紧急疏散和撤离等工作。

2.5 根据事态的严重性报告相关上级部门和政府部门。

2.6 一旦发生泄漏坍塌：①立即启动应急机制上报公司领导，同时在区域及下游各入口处悬挂警示牌以及警戒线，防止无关人员进入；②将泄漏的料液全部引入应急池；③检查周边工艺池，防止系统连锁破坏导致全系统坍塌事故；④对下游进行环境监测，防止污染发生；⑤分析泄漏坍塌原因制定处理措施。

(六) 硫酸贮存、突发事故预防与应急措施

1.硫酸的理化特性 硫酸属腐蚀性危险化学品，纯硫酸是无色、无臭、透明、黏重的油性液体。硫酸遇水大量放热，可发生飞溅。浓硫酸稀释时不可将水倒入硫酸中（水入酸，酸液溅出，发生危险），只能将硫酸倒入水中。浓酸既是一种强腐蚀剂，同时也是一种强氧化剂，能与金属和金属氧化物发生化学反应，被硫酸接触到的机器、设备、设施等造成严重腐蚀和氧化，有的会造成致命的损坏并无法修复。大量泄漏的硫酸流散到农田，则对农田造成污染，如果流散到河流、湖泊、水库等水域，则造成水污染。

2.一旦硫酸泄漏应采取的应急措施

- (1) 迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。
- (2) 应急处理人员戴防护眼镜，穿防酸碱工作服。不要直接接触泄漏物。
- (3) 尽可能切断泄漏源。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。

(4) 少量泄漏：用沙土、干燥石灰或苏打灰混合。也可以用大量水冲洗，洗水稀释后放入废水系统。

(5) 大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容（引入配铵池或渣头池）。用泵转移至收集器内，回收或运至废物处理场所处置。

(6) 对下游进行环境监测，防止污染环境。

(7) 分析硫酸泄漏原因，制订污染物处理措施。

5.9.2.5 信息报告（含与政府及周边的联动）

1.现场突发环境事件或隐患，岗位人员或发现人员应及时向公司值班生产管理人员报告，值班生产管理人员应及时向矿山管理部负责人报告。

2.较大及突发环境事件，岗位人员或发现人员在汇报上级人员同时，可在公司范围内越级同时报告相关领导。

3.重大突发环境事件，有可能影响周边的，公司应及时报告当地政府部门，报告县级以上当地政府和上级公司主管部门由公司主要负责人及时报送。需要周边人员撤离的，报告当地村/屯主要负责人及可能直接影响人的，公司通过政府部门协调进行。

4.需要外部协助的，由综合办统一协调。

公司主管领导，生产、安全环保管理人员通讯必须保持 24 小时畅通，工作人员通讯在岗期间应保持畅通。

5.9.2.6 事故善后处理

1.救援行动结束后，现场抢险队员协同岗位操作人员，进行现场清理、人员清点、警戒解除等工作；

2.生产部门及时组织恢复生产；

3.事故应急总指挥宣布应急结束；

4.环境污染事故控制住后，指挥部要做好人员抢救及安抚、设施的恢复等善后工作；要对环境污染事故的基本情况定性定量描述，对整个事故进行评估；要对相关资料进行汇编，包括决策记录、信息分析；要进行工作总结（工作检讨）。

按“四不放过”原则（事故原因不查清不放过，事故责任者得不到处理不放过，整改措施不落实不放过，教训不吸取不放过）进行调查处置。当事人和单位应协助公司及地方环保部门进行事故调查，根据事故调查结论中责任大小追究有关责任人的责任。

5.10 小结

项目涉及的危险物质主要为硫酸，主要分布在罐区以及物料管道内。

项目各生产单元存在的危险因素主要是有害化学品泄漏和火灾、爆炸，另外还存在可造成腐蚀、电气伤害、机械伤害等事故的危险因素。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 D，大气、地表水、地下水环境敏感程度分别为 E1、E2 和 E1。厂区周边 500m 范围内人口为 123 人，厂区周边 5km 范围内居民人口为 3959 人。

对于泄漏事故，硫酸泄漏在最不利气象条件下，硫酸浓度未出现超大气毒性终点浓度-1 和-2 限值。各关心点硫酸浓度均在毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2 范围内。崇左白头叶猴国家级自然保护区、水源涵养区、基本农田、花山风景名胜区均在项目硫酸雾泄漏的大气毒性终点浓度-2 的最大影响范围之外，项目发生风险事故时排放的大气污染物对崇左白头叶猴国家级自然保护区、水源涵养区、基本农田影响不大。

厂区采用雨污分流，项目设有围堰、事故应急池及环保拦和风险坝截坝等措施，可有效控制本项目事故废水不排出厂区。

为了预防环境风险，本项目有针对性地采取了事故预防、事故预警、事故应急处置等措施，主要包括总图布置和建筑安全措施、防火防爆措施、消防安全措施、防渗措施、建立事故状态下水体污染的预防与控制体系等。建设单位应确保环境风险防范措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。风险防范措施、应急处置及救援资源和应急预案应纳入环保设施竣工验收“三同时”检查内容。针对本项目特点及环境风险类型，建设单位应编制本项目环境应急预案，企业突发环境事件应急预案应体现分级响应、区域联动的原则，与地方政府突发环境事件应急预案相衔接，明确分级响应程序。建设单位应充分利用区域安全、环境保护等资源，不断完善应急救援体系，确保应急预案具有针对性和可操作性。

综合环境风险评价内容，在企业采取报告书环境风险防范措施，加强日常巡视和风险演练，可有效防控建设项目的环境风险，环境风险可防可控。

6 环境保护措施及可行性论证

南方离子型稀土矿赋存分散，点多面广，厚度不大，品位较低。每个原地浸矿采场的施工、浸矿、清洗时间共约 1 年，每个原地浸矿采场生产时间较短。考虑上述情况，本评价从设计阶段、施工阶段、运营阶段、闭矿阶段提出全过程环境保护对策措施。

离子型稀土矿开采对环境的主要影响是水环境，对于大气环境和声环境影响轻微。开采活动对水环境产生影响的主要原因是采场浸矿母液难以完全收集，通过矿层下部底板的孔隙、裂隙渗漏进入采区地下水体，并随着地下水迁移。由于项目地下水与地表水之间的水力联系密切，因此，开采行为对地下水和地表水环境易产生影响。因此，本章将重点阐述水污染防治措施，对大气和噪声环境保护措施适当简化。

6.1 设计阶段环保措施

原地浸矿收液工程设计是原地浸矿污染控制的关键，每个原地浸矿采场在设计阶段必须严格落实如下污染预防措施：

(1) 核实资源储量，确定浸矿剂用量

应由具有勘探资质的单位提供生产地质储量报告，明确稀土矿体的空间分布特征，核实离子稀土的品位，以确定浸矿剂硫酸镁的合理浓度和用量，避免过度注液。

(2) 开展水文地质勘察和工程地质勘察

应由具有勘探资质的单位提供详细的原地浸矿采场水文地质报告和工程地质报告，明确矿体底板情况，明确底板是否存在断层、破碎带等不良水文条件。

掌握矿区地下水的类型、流向、赋存形式以及与地表水之间的补排关系。水文地质报告和工程地质报告认为采用原地浸矿工艺存在较大风险的，必须经专家论证，采取切实可行的控制措施，方可采用原地浸矿工艺，否则不能开采。

(3) 合理布置收液系统

科学合理地进行注液布局和收液设计，结合资源特征、工程条件和水文条件对注液和收液系统进行优化，最大限度地减少母液的渗漏。

6.2 施工阶段环保措施

6.2.1 施工阶段生态保护措施

采场施工中的生态破坏主要发生在注液孔、巷道、母液中转池等开挖，应采取以下措施，加强生态保护。

(1) 加强施工管理

制定施工方案，在注液孔的施工中避开林木，禁止对林木的砍伐；施工中应尽可能收缩施工作业面，减少对林地的占用，减少对灌木和草本植被的破坏；施工便道、材料堆放场等尽量利用荒地、闲地。

(2) 采取复绿措施

被破坏灌木主要是当地常见物种，在施工结束后，应采取相应的复绿措施，恢复地表植被。

(3) 防止水土流失

导流孔和巷道施工中弃土弃渣、废弃的泥浆应及时清理，防止沟渠堵塞；施工中泥土洒落造成沟渠淤塞或水利排灌设施破坏时，应及时清除或恢复。

6.2.2 施工阶段其他措施

原地浸矿采场的收液工程基本为隐蔽工程，注液期间难以发现问题，一旦造成污染，难以采取恢复控制措施，因此，原地浸矿收液工程的施工质量是项目污染控制的关键，为此，提出如下控制措施：

(1) 每个原地浸矿采场的施工必须严格落实施工环境监理制度，严格按设计施工。

(2) 清污分流措施施工，内部避水沟视地基情况采用浆砌石或混凝土材料。

(3) 按设计施工完注液工程和收液工程后，企业组织评审以确保达到设计要求（即预验收），评审通过后方进行注液，若实际收液效率仍达不到要求，则组织排查可能泄露点，通过加密导流孔的方式优化收液工程，同时根据现场实际情况，增加截渗漏工程。

(4) 严格落实地下水监测井、地下水截获井的施工。

(5) 原地浸矿采场注液、收液工程施工完成后，必须进行工程验收，工程验收合格后，方可进入注液工序。

6.3 运营期环保措施可行性分析

6.3.1 大气污染防治对策分析

本技改工程采用原地浸矿采矿法，浸矿母液采用沉淀、压滤处理，沉淀、压滤均为带水作业。因此项目无有组织的大气污染排放源，大气污染为无组织排放源。无组织排放源主要是注液孔、巷道施工、巷道口临时堆土点等产生的无组织排放扬尘和硫酸储罐区的大小呼吸。

6.3.1.1 注液孔、收液巷道等施工的大气污染防治措施分析

注液孔挖掘、回填复垦和临时堆放会产生无组织扬尘。主要防治措施为注液孔岩土堆放。此防治措施简单、效果明显，是矿山常用的扬尘防治措施。

临时堆土扬尘主要是注液孔挖掘、巷道挖掘、回填时产生的扬尘和风蚀扬尘，控制措施是：临时弃土形成后，做好苫盖、边坡拦挡和导排水，及时恢复植被。从全国其他矿山的情况看，临时堆土采取上述措施后能够明显降低临时堆土点的扬尘。

6.3.1.2 道路扬尘污染防治措施分析

本项目矿区内部的母液输送采用管道输送，最终产品年运输量较小，外运道路部分利用已有的矿山道路，主要为砂石路，部分为水泥路面。通过限制物料运输车辆车速，抑制粉尘的产生；加强对运输车辆装载量的管理，严禁超载，加盖篷布或使用带盖箱体密封车等措施后可以减少运输车辆对环境的影响。

限制车速、车辆加盖篷布或使用带盖箱体密封车是常用的道路扬尘治理技术，在矿山使用普遍，效果明显。

本评价认为上述道路扬尘污染防治措施是可行的。

6.3.1.3 母液处理车间大气污染防治措施分析

母液处理车间主要大气污染源为物料堆放仓库产生无组织扬尘。防治措施为设置顶棚、装袋，必要时进行洒水抑尘。此防治措施简单、效果明显，是常用的扬尘防治措施。

硫酸储罐区主要废气是存储过程的硫酸大小呼吸，本技改工程主要使用的是浓硫酸，浓硫酸存储在硫酸罐内，存储区为彩钢瓦房，年使用硫酸酸量不大，排放的硫酸雾量较少，周围无居民区等环境敏感目标，通过加强通风等措施，硫酸储罐无组织排放对周围环境影响不大。

6.3.1.4 其他无组织排放粉尘防控措施

(1) 松散物料运输采用密闭车辆运输；

(2) 尽量避免松散物料露天堆放，确需露天临时堆放时，表面需进行遮盖，周边设临时拦挡措施。

上述无组织排放粉尘防控措施是目前矿山企业采用的常规措施，效果较明显。

综上，无组织排放粉尘防控措施可行。

6.3.2 水环境防治措施可行性分析

项目地下水和地表水的水力联系密切，从“源头削减控制—过程监管预警—末端防控”等方面构建水污染防治体系。

6.3.2.1 源头控制

技改项目主要的水污染主要发生在采场，源于浸矿母液的渗漏，而母液的渗漏难以避免，因此为了尽可能地减少污染的产生，将通过源头控制来减少母液渗漏；通过清洗水处理来减少污染物在矿体里的残留，缩短浸矿导致水污的影响时间；通过监控和管理来跟踪水环境变化情况，及时发现并采取干预措施。

(1) 地表水端源头控制措施

①清污分流和雨污分流

对采场生产期采取内部避水沟实现雨污分流措施，母液收液采用收液管，仅在上方开孔与导流收集管连接。上述措施均可以防止山体的清净径流进入母液收集系统，在稀释母液浓度的同时，造成母液收集系统溢流进入地表水体，造成污染。

在收液过程中，关注注液强度和速度，避免注液过度引起水土流失和地质灾害，进而对地下水环境造成影响。

②生产用水循环利用

技改项目母液处理车间上清液和压滤机压滤水，进入配液池，用于配制浸矿剂，在回收池中通过调节 pH 和硫酸镁浓度后，将其输送到高位浸矿液池当作浸矿液重复利用，不外排。

③清洗水

收液结束后须采用清水对矿体进行全面清洗，做好清洗计划，确保每个注液孔都被清洗到位，并通过水泵将清洗尾水输送至下一个矿块的配液池，回用于生产。

清洗周期一般为 3 个月（视清洗尾水水质调整），采取连续淋洗，淋洗起点为浸出母液中稀土离子浓度低于 0.1g/L，淋洗终点为清洗尾水中污染物浓度满足排放标准要求，接续利用期间无清洗废水外排。最后一个矿块的淋洗废水无接续矿块利用，经处理后达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求，其中硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016-2018）中表 1 一级排放限值（ $\leq 800\text{mg/L}$ ）标准要求后排放至黑水河。

(2) 地下水端源头控制措施：

1) 避免过度注液：合理确定浸矿剂用量、浓度和投加程序，防止浸矿剂的过度投入增大污染源强。

2) 清水清洗：收液结束后，利用注液系统对采区进行清水清洗，清洗至清洗尾水污染物浓度不再下降，时间约为 3 个月，并落实台账管理。根据赣州稀土矿业

有限公司在三丘田矿区开展的淋洗工程监测数据，开采结束时尾水中含硫酸根浓度为 3900 mg/L。淋洗时间从 2022 年 8 月 11 日至 10 月 9 日结束，历时 50 天，淋洗结束时硫酸根为 499mg/L。采用清水淋洗方法所产生的淋洗液中硫酸根含量快速减至 800 mg/L 以下且后期尾水硫酸根浓度不出现波动和反复。充分说明采用清水淋洗措施在源头上消除镁盐工艺浸矿所带来的污染因子具有成效。

3) 母液处理车间若发生泄漏事故时，应马上将泄漏的污水切换至事故池，避免或减少地面漫流量，对产生的地面漫流量应及时清理。

4) 企业应采用先进的工艺技术，减少固废的产生量和堆存量，所有固废堆存应入库，库房内设置防渗措施，禁止露天堆放。

5) 管线敷设尽量采用“可视化”原则，即管道尽可能地上敷设，做到污染物“早发现、早处理”，以减少由于埋地管道泄漏而可能造成的地下水污染。

6) 分区防渗

对母液集中池、母液处理车间的除杂池、沉矿池、贮矿池、压滤液池、上清液池、配液池、硫酸镁配液池、碳酸氢钠配液池、上清液中转池、应急池、初期雨水池、环保坝、拦截坝、中转水池、危废暂存间等为重点防渗区，其中一级环保坝、拦截坝、中转水池采用防水土工膜进行防渗（厚度 0.6mm，渗透系数 $K \leq 1.7 \times 10^{-13} \text{cm/s}$ ），其他重点防渗区采用防水油毡布进行防渗（厚度 0.5mm，渗透系数 $K \leq 4.1 \times 10^{-13} \text{cm/s}$ ），可以满足防渗材料防渗等级达到等效黏土防渗层 $M_b \geq 6\text{m}$ 、防渗层结构渗透系数 $K \leq 10^{-7} \text{cm/s}$ 的要求，各类工艺池池底基础采用“抗渗钢筋混凝土整体基础+素混凝土垫层+原土夯实”，并设置防渗检漏装置。

对收液巷道底板采用防渗水泥浆进行防渗漏处理，一般固废暂存区、产品库和原料库等采取一般防渗，要求等效黏土防渗层 $M_b \geq 1.5\text{m}$ ，防渗层结构渗透系数 $K \leq 10^{-7} \text{cm/s}$ ；对道路、办公区域、土壤裸露区等采取地面硬化或绿化，避免在生产过程中的跑冒滴漏对地下水环境的影响。

采场是发生母液渗漏的重要区域，应对注液和收液系统的各设施逐一防渗处理，防渗的做法根据其结构和实际功能有所差异，施工技术参照《渠道防渗工程技术规范》（GB/T 50600-2010），也可以通过铺设防渗篷布实现防渗功能。

6.3.2.2 过程监管预警

(1) 地表水过程监控

屯垌溪：在屯垌水库布置 1 个地表水监测断面；在屯垌溪矿界处设置 1 个地表水监测断面；在矿区外屯垌溪布置在线监测系统。

数村溪：在数村溪矿界处设置 1 个地表水监测断面，在矿区外数村溪布置在线监测系统。

无名水沟：分别在无名水沟 5 矿界及下游 850m 处设置 1 个地表水监测断面；无名水沟 6 矿界处设置 1 个地表水监测断面。

黑水河：在屯垌溪与黑水河交汇处下游 200m 布置地表水监测断面。

监测因子和频次见表 8.3-3。

建设单位及时分析地表水变化趋势，在矿区出口处设置预警值，根据特征因子变化趋势提前安排生产计划，调控生产强度。

(2) 地下水过程监控

母液处理车间、矿区涉及的各小流域的地下水流向布设地下水截获井，雁楼、宜村、百叫、那温、屯垌等矿区周围村屯布设监测井，具体监测频次和点位见表 8.3-4。整个矿区建立地下水监测网体系。建设单位及时分析地下水沿程方向变化趋势，在矿区出口处设置预警值，根据特征因子变化趋势提前安排生产计划，调控生产强度。

6.3.2.3 末端防控

按照“分流域、分区域、分时序”错峰、错区、错时开采，引入环境预警和风险防控理念，构建“源头削减控制-过程监管预警-末端防控”的体系，

1、地表水末端防控

项目现有工程污水处理站采用“高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”处理工艺，处理站进水 pH 在 3.8~4.5 之间，氨氮在 9.22~32.2mg/L 之间（平均 19.16mg/L）；经处理后尾水 pH6.2~8.65、氨氮 0.053~0.332mg/L（平均 0.18mg/L），处理效率 96.79%~99.61%，因此清洗尾水采用“高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”处理历史采空区截获废水中的氨氮工艺是可行的，且考虑截获工程上游存在部分矿体属于本次技改项目开采内容，届时将采用硫酸镁浸矿，由此会导致“以新带老”截获工程处理水质发生一定变化，为此对现有污水处理工艺进行改进，在增加钙矾石法沉淀工艺，用于去除尾水中的镁、硫酸根等污染物，同时污水处理站处理规模有 1000m³/d 增加到 1500m³/d。技改后污水处理站处理工艺变为“钙矾石沉淀+高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”。

此外，参考赣州稀土矿业有限公司对于末次淋洗尾水处理方案及试验成果，淋洗尾水采用“中和+化学沉淀”工艺，通过投加生石灰和偏铝酸钠，形成钙矾石沉淀和氢氧化镁沉淀可去除淋洗尾水中 pH 值、镁离子、硫酸根离子以及绝大多数的重金属，此外根据水质情况可补充投加适量硫化钠，进一步去除淋洗尾水中的重金属。反应方程如下：

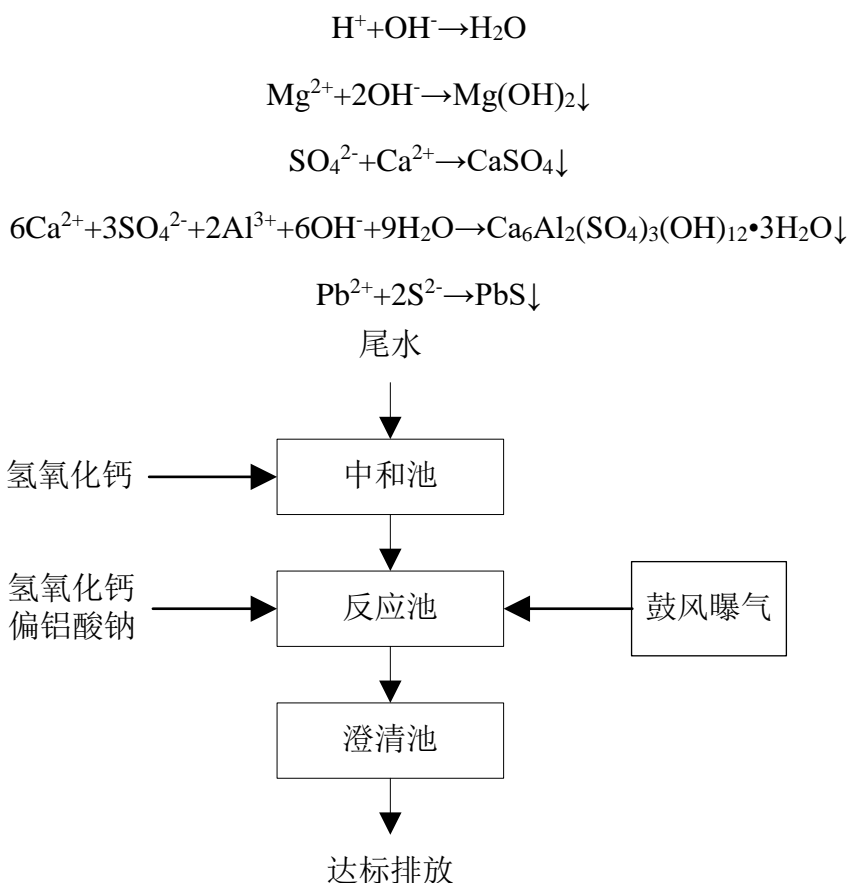


图6.3-1 末采矿块淋洗尾水处理工艺流程图

采用钙矾石法处理尾水，该方法沉淀反应时间约 1~2h，需要在反应池内投加石灰和铝盐进行反应，反应后进入沉淀池沉淀，上清液返回生产用，污泥压滤后妥善处理。尾水处理主要设施为反应池及沉淀池，其他辅助设备可依托车间，各池体均进行防渗处理。处理工艺使用的药剂为石灰和铝盐（偏铝酸钠）。尾水处理设施每批次处理时间 2 小时，每天处理 10 批次。类比中稀江西稀土有限公司实际情况，钙矾石法去除效率在 85%以上，通过该方法可以有效去除尾水中的大部分硫酸盐，处理的尾水中硫酸盐可以实现排水指标。

因此，项目污水处理站处理措施是可行的。

2、屯垌水库末端控制措施

建设单位技改后在屯垌水库继续种植狐尾藻，面积暂按 10000m² 计，可根据实际情况增加通过狐尾藻对氨氮的吸附作用，进一步降低屯垌水库中氨氮浓度，保持屯垌水库水质稳定。

崇左屯垌水库是一座小型水库，丰水期水库正常蓄水量达 15 万 m³，主要功能为农业灌溉。2022 年至 2023 年期间建设单位在屯垌水库种植了约 10000m² 狐尾藻，对控制屯垌水库氨氮浓度起到较重要作用。该技术将植物种植于浮于水面的床体上，利用植物根系直接吸收和植物根系附着微生物的降解作用有效进行水体修复。该技术适用于废水、河道水体、湖库水体等水体修复，效果可靠。

常用于生态浮床修复技术的植物有黄花水龙、菖蒲、狐尾藻等植物。根据国内外环保专家的研究成果，证明狐尾藻对水体氨氮的净化能力强于黄花水龙、菖蒲，狐尾藻的氨氮去除率超 80%。而陈鸿等在《绿狐尾藻人工湿地治理水污染模式及其在广西的应用》中的研究表明，狐尾藻治理氨氮废水在广西已有较多应用，且狐尾藻大量野生繁殖不会造成生物入侵，能够有效规避生态浮床技术存在缺陷。为检验狐尾藻在屯垌水库的适种性，公司在 2022 年~2023 年已在屯垌水库进行试种。试种的狐尾藻生长状态良好，长势喜人，完全适应了屯垌水库的生长环境，未发现其他衍生的生态问题。因此屯垌水库种植狐尾藻的末端控制措施可行。

2、地下水末端风险防控

(1) 建立矿区截获体系

设置采区下游矿区截获井的目的是为了及时了解上游矿块渗水水质情况，与采场截渗池、收液井联动工作，联动工作机制见图 2.2-2。在开采矿块较低处，沿地下水流向垂直方向布置截获井（井数以能控制浸出液可能泄漏路线上的地下水为准），揭穿火成岩微风化层，确保在抽水情况下能形成降落漏斗，作为注液期、收液期、淋洗期、闭矿期以及服务期满后的长期跟踪监测井，有截获功能。

此外，考虑项目污水处理设施位于车间内，而非流域下游，后续继续完善流域级截获体系以确保污染物不出矿界，包括数村溪 D4 地下水截获井（线）、东南无名水沟 5 流域的 D3 地下水截获井（线），日常可作为跟踪监测井，一旦监测发现超标，应该截获回母液处理车间内处理，因此源头控制十分重要，包括矿块级收液系统保留、内避水沟的有效设置、淋洗阶段的污染控制等。

2、截获工程实施计划

截获工程将随着矿山开采计划推进而逐步实施，截获水量随之会发生变化，具体实施计划见下表，截获工程分布见附图 30。

表6.3-1 截获工程实施计划表

工程统称	截获流域		工程内容	实施时间	备注
“以新带老”截获工程	屯垌溪流域	无名溪沟 4	拦截坝 1	基建期	
			J6、J7 截获井	已建成	
			D2 截获井	基建期	
		无名溪沟 3	拦截坝 2	已建成	
			无名溪沟 1	一级环保坝	已建成
		上游 J1 截获井		已建成	
	下游 J2、J3 截获井	已建成			
	东南水文单元	无名溪沟 2	二级环保坝	已建成	
			J4、J5 截获井	已建成	
			D1 截获井	基建期	
无名溪沟 5			拦截坝 3	基建期	属于流域级截获工程
	J8 截获井	已建成			
	D3 截获井	基建期			
新增截获工程	屯垌溪流域	101-1~101-4 矿块下游	D5 截获井（线）	第 1 生产年	
		101-5~101-14 矿块下游	D6 截获井（线）	第 2 生产年	与 J6、J7、D2 形成截获线
	数村溪流域	数村溪	拦截坝 4	第 2 生产年	属于流域级截获工程
			D4 截获井（线）	第 2 生产年	
	矿块级截获工程		矿块级截渗池、收液井，在详细设计时确定	与注液工程、收液工程同步建成、同时纳入预验收重要工程内容、同时投入使用	

（3）雨水截流及处理措施

①母液处理车间初期雨水截流及处理措施

根据工程分析母液处理车间初期雨水量为 $384.05\text{m}^3/\text{次}$ ，母液处理车间已建设有 1 个 400m^3 初期雨水池，可以满足母液处理车间 1 次初期雨水的收集量。初期雨水主要污染物为 pH、SS 等，水质简单，经过初期雨水池简单沉淀后可以直接回用于生产。因此，母液处理车间初期雨水的收集和处理措施是可行的。

②矿区雨水截流及处理措施

正常雨量时，项目可以通过无名水沟 1 上的 5000m^3 环保坝对无名水沟 1、无名水沟 2 地表汇流进行收集，并达标处理。根据开采时序优化确定逐年开采面积，采场设置内部避水沟，矿块的开采面积即为汇水面积，矿块入渗系数一般为 0.1，在设置好完备的避水沟和排水沟前提下，可以有效控制雨污分流，暴雨情况下不可避免的会有部分雨水

汇入生产系统，母液量增大，必要时启用应急池，通过远程监控和流量控制及时关注降雨情况和母液收集情况，提前关注天气预警预报，确保降雨前控制采场的注液强度和注液量，做好雨水导排，做好雨污分流工作，同时车间内提前做好生产调度，保证池体有足够余量承受降雨期间的母液量。

在应对强降水天气下地表径流量大幅增加的情况下，必须强化运行维护与应急措施，保障系统满负荷运行。一是无名水沟 1 从母液处理车间到二级环保坝这一块区域做好截排水措施，山体中上部的地表径流通过排水沟、引流管等措施直接排入二级环保坝下游的无名水沟 1，减少地表径流进入环保坝内，降低山洪冲击减轻废水暂存和处理量；二是要编制风险应急方案，实时关注天气预报，在暴雨预警下启动应急方案，提前减少注液量，减少环保坝、除杂、沉淀池、配液池等池子的溶液容积，提高系统抗冲击能力。三是做好环保坝（5000m³）、母液处理车间事故应急池（800m³）联动工作，对环保坝上游的地表水应收尽收，处理达标后送回配液池暂存或是排入无名水沟 1。四是加强暴雨后的运行维护，由于暴雨冲刷，进入系统的尾水泥沙含量大幅增加，所以暴雨后会出现系统泥沙淤积情况，必须及时清理疏通，确保系统抗负荷能力。五是加强连续暴雨极端天气后的系统检修与调试，在遇到不可抗力的强降水天气情况，如山洪冲击后，需及时对系统进行检修与调试，确保系统快速恢复正常的生产，保障可以在负荷内稳定运行，保证处理效率。

6.3.2.4 氨氮控制措施可行性

项目矿区历史采用铵盐开采工艺，导致环境中遗留有氨氮影响。本次技改后在生产阶段最为显著的变化是稀土开采药剂的革新，采用“硫酸镁浸矿—碳酸氢钠沉淀除杂”工艺代替“硫铵浸矿—碳铵沉淀”工艺。镁盐作为浸矿剂，避免了铵盐的引入，不会新增区域氨氮总量。

通过对矿区内采取“源头削减控制—过程监管预警—末端防控”水污染防治体系，对历史采空区下游的超标的地表水体和采空区内各水文单元超标的地下水进行截获，然后再抽回母液处理车间进行处理，不增加对矿区下游的氨氮等污染物的贡献。正常生产期间，处理后的尾水回用于生产，最后矿块的淋洗水经污水处理站处理达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以 SO₄²⁻计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表 1 一级

排放限值 ($\leq 800\text{mg/L}$)，处理达标后外排至黑水河。如闭矿时区域污染仍未消除，则截获的水体处理后达到《稀土工业污染物排放标准》(GB26451—2011)直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》(GB3838—2002) III类标准要求，硫酸盐(以 SO_4^{2-} 计)满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》(DB36 1016—2018)中表 1 一级排放限值 ($\leq 800\text{mg/L}$)，处理达标后外排至黑水河。

综上，技改项目通过优化开采工艺，采取流域水污染防治体系后，可以有效控制矿区内氨氮超标水体外流，逐步改善流域地表水和地下水水质状况。

6.3.2.5 环境管理措施

(1) 建立环境监测网：对矿区内外的监测井和河流断面登记造册，建立管理台账。

(2) 加强环境监测：统一尺度和标准，统一监测管理，严格按照监测方案和监测规范，定期取样送检。

(3) 健全环境管理体系：加强日常环保设施的维护管理，建立环保设施台账；提高现场人员的环境管理水平；加强环保坝、中转水池、拦截坝、截获井、抽水装备及管道等巡检，保证各设施正常运行，不出现溢坝、泄漏情况，建立环境管理制度体系，明确环境管理责任人。

综上，技改项目通过优化开采工艺，采取流域水污染防治体系后，正常情况下不会对区域水环境影响不大，矿区内地表水、地下水环境质量会逐步改善，项目水污染防治措施是可行的。

6.3.3 噪声控制措施分析

项目的噪声源主要在于母液处理车间和道路运输。

(1) 母液处理车间噪声控制措施

母液处理车间主要噪声源有：压滤机和水泵、空压机等，技改工程未增加新的噪声声源，均为固定源。技改工程主要对现有的噪声设备进行维护，加强减振措施，对空压机等设置在彩钢房内。参考现有工程运行情况，技改工程噪声控制措施可行，可以满足噪声排放标准要求，对周围环境影响不大。

(2) 道路交通噪声控制

合理调度运输车辆作业时间，昼间运输，夜间不运输；加强运输车辆的维护管理，确保运输车辆在最佳工况下行驶。

6.3.4 固体废物处理处置措施

(1) 采场废弃土石方综合利用

挖掘注液孔产生的废弃土石方共 0.34 万 m³，但是单个注液孔产生的废石量较少，约 0.5m³，采取就近堆存在注液孔周边，待浸矿完毕后，回填注液孔。

挖掘集液巷道、导流沟产生废弃土石方约为 12.4 万 m³，每年巷道挖方量约为 2.48 万 m³/a。每年约 1.98 万 m³ 堆存于巷道和导流沟旁，做好防风防尘和水土保持措施，最后回填于采区；多余废弃土石方用于矿山联络公路的修筑和维护。

(2) 除杂渣

除杂渣产量约为 400t/a，属于一般固体废物，暂存在一般固废暂存区，每半个月转运一次。

(3) 污泥

污水处理站污泥为一般固废管理，暂存在一般固废暂存区，采用防潮袋暂存，定期外送综合利用污泥产生量约为 738.14t/a，每半个月转运一次。

(4) 废包装袋

废包装袋年产生量约为 0.2t，为一般固体废物。废包装袋暂存在一般固废暂存区，定期外售综合利用。

(5) 生活垃圾

项目生活垃圾可在车间设置适量的垃圾桶，收集生活垃圾，每年产生生活垃圾 19.2t/a。集中收集后定期运至当地环卫部门指定场所统一处理。

(6) 危险废物

废机油、含油手套产生量约为 0.06t/a，采用危废桶暂存都定期转运。

一般固废暂存区面积约 50m²，暂存能力约为 50t，满足防水、防渗、防尘等环保管理要求。技改工程一般固废暂存量约为 94.85t/月，一般固废每半个月转运一次，一般固废暂存区可以满足技改工程一般固废暂存需求，危废桶一年转运一次。综上，项目固废处置措施可行。

6.3.5 土壤污染防治措施

6.3.5.1 源头控制

离子型稀土开采过程对土壤的污染主要是发生在浸矿过程。从源头防止浸矿进入采区土壤是控制土壤污染的关键。

首先应根据矿体的分布，储藏量配置好等比例的母液；提前规划设计好注液孔位置和数量，保证注液管深入位置到矿体内，保证注液直接进入矿体，不会进入矿体上部的土壤，从源头避免浸矿剂对土壤环境的影响。

其次建设单位应严格做好采场雨水截留、巷道防渗、清水清洗、地下水污染监控、水力截获等措施，减少浸矿液泄漏量。

6.3.5.2 过程防控

对所有收集、存储和输送母液的设施进行防渗处理。如巷道、巷道集液池、截液沟采用防渗水泥砂浆或其他防渗材料进行防渗处理；母液中转池、母液车间的除杂池、沉矿池、贮矿池、应急池等采用人工防渗材料进行防渗处理，防止母液通过入渗途径进入土壤环境中。

同时要对开采完的矿区进行清水清洗，将采场中的硫酸根、镁离子等通过清洗来降低浸矿过程中带入土壤的硫酸根和镁离子，同时可以降低土壤中的酸度。

建设单位在浸矿场清洗尾水收集后，对注液孔进行回填，拌入石灰、动物粪便等有机肥，中和土壤酸性，更新土壤有机质，促进微生物繁殖，改善土壤的理化性质。

6.3.5.3 跟踪监测

在采区相应位置建立土壤监测点，持续监测观察土壤质量。

若发现矿区内及下游土壤酸化、盐化和碱化污染趋势，及时对酸化、盐化土壤进行改良。根据广西壮族自治区农业农村厅中“培肥、改良土壤有几点做法”：①底施黄腐酸生物有机肥 200 公斤/亩，可使土壤 pH 值提高，提高幅度可达 14.19%，酸化程度明显减轻，因酸化造成的土壤板结、作物缺素等症状得到明显改善；连年施用，酸化土壤得到很好修复。②底施黄腐酸生物菌剂 20 公斤+秸秆基质 20 立方米/亩，可使土壤盐碱化程度明显缓解。连年施用，土壤疏松无板结现象、保水保肥能力增强。因此，可通过施用黄腐酸生物有机肥或生物菌剂来改善土壤、盐化和碱化问题。

6.4 生态环境保护措施

6.4.1 设计阶段预防控制措施

在设计阶段，以减少和避免土地损毁、保护生态环境为目的，主要的预防控制措施包括：

- (1) 因地制宜，少占农用地，特别是耕地，不占基本农田。

(2) 充分收集矿区土壤结构与质地、土地利用方式、动植物资源等基础资料，为矿山进行土地复垦准备第一手资料。

(3) 采用原地浸矿法，减少大面积的破坏土地。

(4) 矿山总图布置合理，尽可能减少占地，场地尽量选择在土地利用潜力低的地方，场地竖向设计应充分考虑地形，尽量采取“移挖做填”、“挖填平衡”，减少弃土弃渣。

(5) 对矿山废石等固体废物进行综合利用，减少其排放堆存量。

(6) 根据项目开发对土地的破坏特征和所在区域的自然环境，编制水土保持方案、矿山地质环境保护与土地复垦方案等，并严格执行。

6.4.2 地质灾害预防控制措施

落实地质灾害、安评报告、工程设计中的各项地质灾害预防控制措施。针对于原地浸矿采场可能诱发的滑坡，需采取以下措施：

(1) 注液井中注液面要严格控制在表土层以下，禁止溶浸液注入表土层与全风化层的过渡带中，主要措施是下孔口套管、填塞毛草护井与标记注液高度，液面超过标志时，应关小注液闸阀。开展注液量、注液时长的试验，以最大限度减少山体表层滑坡的发生。

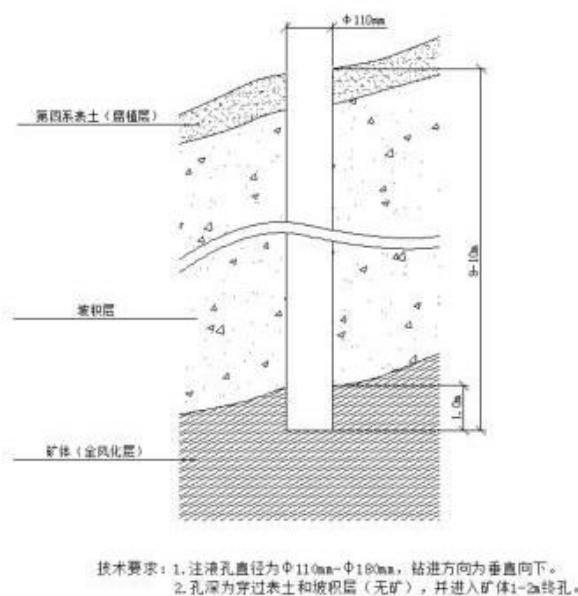


图6.4-1 注液井示意图

(2) 原地浸矿采场开挖了内部避水沟，保证采场内外地表径流能顺利从排水系统排出，防止地表径流水进入收液沟；原地浸矿采场山脚处开挖了一圈收液沟，可以做为

地下水的排泄出口，确保地下水位不会持续升高，将地下水位的升高控制在一定范围内，有效防止滑坡。

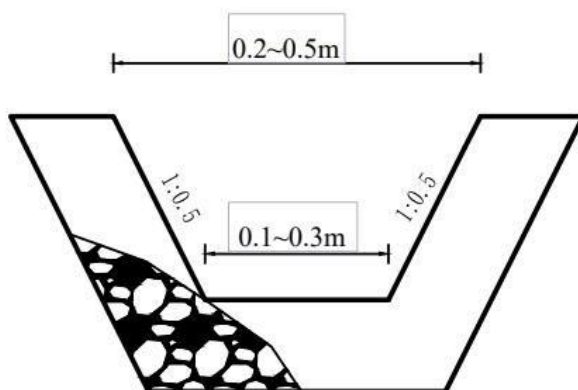


图6.4-2 避水沟断面的示意图

(3) 原地浸矿结束后，及时回填注液孔和收液巷道，减少大气降水沿注液孔汇入山体，消除闭矿后采区发生滑坡、坍塌等地质灾害隐患。

(4) 选择有代表性矿段，进行试采，用不同注液量和注液方式，寻找最适宜的既减轻地质灾害发生又能提高浸液效果的方式。

6.4.3 水土保持措施

根据项目开采工艺，拟采取的水土流失防治措施如下：

(1) 开采区

生产期内对注液井、集液巷道、集液导流沟等工程定期进行监测，修整边坡，清除松散土体及不稳定边坡，消除崩塌、滑坡等地质灾害隐患，最大限度地减少或避免矿山地质灾害的发生。服务年限结束后，在采场采空区集液巷道进行回填、对坡脚扰动较严重的区域进行土地整治，恢复植被。

(2) 工业场地

服务年限结束后，拟按原地类复垦，废渣清运、表土回填、土地翻耕、土地培肥等措施恢复为原有地类和植被。

(3) 矿区道路

修建时剥离表土，开挖截排水沟、沉沙池，边坡灌草混播防护。

(4) 临时堆土点

堆土完成后采取密目网苫盖或撒播后，通过以上措施可以有效地减缓水土流失。在此，仍强调以下几点：

1) 工程的建设应严格执行水土保持措施, 加强建设管理, 把植被破坏减少到最低程度, 工作面结束后, 可以进行植被恢复的地方应尽量进行植被恢复和修复工作, 如坡面植树种草固土, 尽可能减少水土流失和土壤侵蚀。

2) 新开挖边坡要采取工程防护与绿化相结合的方法, 尽可能种树植草, 最大程度地减轻工程构筑物占地对生态环境的影响。合理布置道路等基础设施, 尽可能减少土地的占用, 控制导致土地退化的用地方式, 使土地利用更趋合理。

3) 对矿山道路内侧边坡采取浆砌片石骨架内种杂草防护, 且浆砌片石骨架要与上坡植被措施衔接完好。矿山道路外侧边坡采取草灌木植被进行防护。且在矿山道路的内侧设置排水沟(截水沟), 一是拦截山坡汇集流下来的雨水, 二是降低雨水对路基造成的冲刷, 从而减轻水土流失;

6.4.4 野生动物保护措施

对野生物资源潜在的最大威胁主要来自人为因素造成的间接影响, 为此, 本项目采取如下措施对野生动物进行保护:

(1) 为了保护生态平衡, 保护野生动物免遭大量捕杀, 在项目建设前后应禁止乱捕滥杀, 尤其应保护鼠类的天敌。

(2) 保护野生动物, 主要通过保护野生动物赖以生存的生态环境, 尤其是野生动物的栖息地来实现。因此加强封山育林, 提高植被覆盖率和森林覆盖率, 禁止滥捕滥杀, 对违反者应予以严惩。

(3) 加强对矿区及周边区域野生动物的监控, 如发现有需要特别保护的野生动物的行踪, 需及时向上级林业部门报告。

(4) 应大力宣传野生动物保护法, 设法提高矿区群众保护生态环境的意识。

(5) 凡进入矿区的车辆一律减速慢行, 严禁鸣高音喇叭。

通过以上措施, 可减轻矿山开采对周边野生动物的影响。

6.4.5 野生植物保护措施

本评价对施工中遇到的重要野生植物, 提出以下保护原则: 若在工程区发现重要野生植物, 需要优先考虑避让, 无法避让者征得林业主管部门的同意后, 移栽至相应区域(如可移栽附近相同生境), 移植前应对该物种的繁殖方式进行调查, 事先确立繁殖方法, 确保移植成功, 移栽后期应注意关注成活, 加强监督管理。

保护好非规划用地的植被，减少对生态环境的破坏。在工程建设中，除规划占地外，不得占用其他土地。

采矿生产期间禁止在非规划用地毁林开荒和放火烧山，确保森林涵养水源，防沙固土等生态服务功能不因工程建设而削弱。不得随意砍伐工程用地外的现有树木，破坏植被；对矿区进行植树绿化，尽可能进行植被恢复。

合理规划、使用土地，减少临时性占地，缩短使用时间，及时恢复植被或原有功能。在采矿工程完工后应及时种植树木，恢复植被。

采矿工程不可避免地对生态环境造成一定的破坏，尽量避免对林木植被的破坏，在不可避免的情况下，尽量减缓项目建设对生态环境的影响。

6.4.5.1 受保护野生植物保护措施

本评价对施工中遇到的重要野生植物，提出以下保护原则：若在矿区范围内发现重要野生植物，需要优先考虑避让，无法避让者征得林业主管部门的同意后，移栽至相应区域（如可移栽附近相同生境），移植前应对该物种的繁殖方式进行调查，事先确立繁殖方法，确保移植成功，移栽后期应注意关注成活，加强监督管理。对于不在矿区范围内的保护类植物，位于范围外 50m 范围外采取原地保护；位于范围外 50m 范围内采取挂牌保护，范围外 10m 范围内采取挂牌并设置围栏的保护措施；临时堆土点不得设置于有保护类植物的区域。

本次调查到的保护植物中，保护植物的位置均与矿区范围大于 50m，采取原地保护措施。

另外，在调查过程中可能遗漏，工程施工前需要组织进行详细调查。营运期，矿山开采过程中，若在采矿区范围内发现重点保护野生植物，需及时上报，按照重点保护野生植物采集管理相关要求及时办理手续，并进行迁地保护。此外，建设单位应做好以下相关保护工作：

1) 保护国家和地方野生保护植物要求应写入承包合同，对施工管理人员和施工人员进行保护植物的识别教育和相关法律教育，在施工过程中若发现保护植物，在咨询相关专家前提下实施针对性保护措施；

2) 建设方划出专项资金保障保护措施的落实；

3) 施工方应安排专人负责，进行必要保护植物鉴别及保护知识的培训；

4) 施工及后期管理期间, 应建立保护类植物保护记录制度, 如实记录有关情况, 主要包括被移植植物的种类、数量, 施工后期生态恢复情况及监测数据等。珍稀植物保护记录簿应按照国家相关档案管理等法律法规进行整理和保管。

(5) 加强评价范围特别是保护植物分布区和重点公益林路段外来入侵植物预防工作力度。如发现蔓延趋势应及时交由专业人员处理, 避免外来入侵物种大面积繁殖。

6.4.6 对公益林的保护措施

①按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》有关规定办理使用林地手续, 需经林业行政主管部门审核同意, 并依法办理林木采伐手续, 并严格按照《国家级公益林管理办法》等相关规章制度, 对占用的生态公益林按照增减平衡原则在行政区域内补足, 保证区域公益林的面积不会减少, 进行“占一补一”, 补偿时, 拟补充的植被质量应不低于原有植被水平。

②建设项目因规划重新选址等原因需要改变使用林地位置或面积的, 需及时向林业厅提出变更申请。

③要做好生态保护工作, 采取有效措施, 加强施工管理, 严禁超范围使用林地, 杜绝非法采伐、破坏植被等行为, 严防森林火灾。项目仅可在矿山范围内进行开采建设, 不得跨界施工、开采。在矿山闭矿后应严格按照复垦方案对场地进行平整、压实、绿化等, 快速恢复生态。

④接受项目所在地的市、县林业主管部门依法对许可事项实施情况的监督管理。

6.4.7 预防外来物种入侵

(1) 项目绿化禁止使用国家公布的外来入侵性物种, 尽量避免使用外来物种, 优先使用本地物种。

(2) 新开挖边坡要采取工程防护与绿化相结合的方法, 边开挖边绿化, 避免长时间大面积裸露给外来物种侵入提供条件。

(3) 绿化结构上尽量按照乔灌草结构进行设计, 绿化物种数量上尽量丰富, 采取多物种混种形式, 避免形成大面积单一物种成片种植绿化, 提高抵抗外来物种入侵能力。

表6.4-1 外来入侵物种控制方法表

物种	控制方法
光荚含羞草	可开花前定期砍伐后连根挖除
鬼针草	在开花之前人工清除最好, 或是氟磺胺草醚水剂喷雾防治, 效果较好。
藿香蓟	可结合中耕除草。严重地区可采用化学防治, 用绿海灵喷施, 持效期可达2~3个月, 另外金都尔和乙羧氟草醚对花生田的藿香蓟防效显著。可利用胜红蓟黄脉病毒

	(<i>Ageratum yellow vein virus</i> , AYVV) 等开展生物防治。该种曾被推广套种于橘园内作为捕食螨的中间寄主植物和绿肥, 应在这些地区加强监管。
马缨丹	宜选用除草剂草甘膦(农达)进行化学防治。机械方法宜雨后人工根除, 推荐结合机械、化学和生物替代等技术措施进行综合防治。
钻叶紫菀	钻形紫菀以种子为繁殖器官, 故在植物开花前应整株铲除, 也可通过深翻土壤, 抑制其种子萌发; 加强粮食进口的检疫工作, 精选种子; 并使用使它隆、二甲四氯等进行化学防除。
小蓬草	通常通过苗期人工拔除。化学防治可在苗期使用绿麦隆, 或在早春使用 2, 4-D 丁酯防除。
假臭草	可在其种子成熟之前将路边、坡地、果园等处的植株除掉, 根据假臭草具有无性繁殖特性, 在危害面积较小时, 应将所有的根状茎挖出并烧毁; 还可以利用百草枯或草甘膦等除草剂防治, 建议在开春早期的幼苗阶段。针对假臭草易入侵的土地加强管理, 清除后可重新植被或种植农作物, 以加大假臭草的入侵难度。
喜旱莲子草	(1) 用原产南美的专食性天敌昆虫莲草直胸跳甲 <i>Agasicles hygrophila</i> 防治水生型植株效果较好, 但对陆生型的效果不佳。(2) 机械、人工防除适用于密度较小或新入侵的种群。(3) 用草甘膦、农达、水花生净等除草剂作化学防除, 短期内对地上部分有效。
飞机草	先用机械或人工拔除, 紧接着用除草剂处理或种植生命力强、覆盖好的作物进行替代, 此外, 用天敌昆虫 <i>Pareuchaetes pseudoinsulata</i> 控制有一定效果。

总体来看, 评价范围所涉及的外来入侵物种分布面积很小, 且有较好的控制方法; 人为控制可操作性强, 只要做好施工期和运营期防护措施, 因工程实施引起大规模生物入侵的可能性较小。

6.4.8 基本农田保护措施

对基本农田保护措施主要为, 不得在基本农田范围内进行任何施工作业, 避水沟、收液管线、母液中转站、注液孔等不得设置在基本农田范围内; 原地浸矿作业边界距离基本农田预留一定保护距离(约 20m); 浸矿液、母液、清洗尾水、施工废水等不得排入基本农田内。

6.4.9 生态恢复措施

(1) 原地浸矿采场

复垦时先将前期建设注液孔堆存在附近的岩土进行有序回填, 并将表土覆盖在表面。土地复垦方向为耕地的, 注液孔回填后, 土地平整, 然后交给当地村民种植甘蔗、木薯等。复垦方向为林地的, 注液孔回填后, 撒播狗牙根草种。复垦时间为原地浸矿采场浸矿完成后一年内。局部边坡较陡处, 增加削坡整治工程, 并定期进行植物补栽。

母液处理车间: 母液处理车间主要是在施工期期间发生植被破坏的, 在矿山服务期满之后形成永久废弃地。母液处理车间除留少量作灌溉水池外, 绝大部分水池拆除, 并进行覆土回填, 回填后复垦为林地。

(2) 植被恢复物种选择

所选植物种需具有改良土壤的特征；要求所选物种萌发快、快速复绿效果好、生物量大，能有效防治水土流失；播种栽培较容易，成活率高；优先选择乡土物种，防止外来物种入侵。

结合当地的气象气候条件，以及《造林技术规程》（GB/T15776-2006），选择造林树种主要为马尾松、杉木等；灌木主要为盐肤木、紫穗槐等；草种主要以豆科草类为主，目的是利用豆科作物的固氮能力，改良土壤，主要选择三叶草、苜蓿等。恢复为耕地的植被由当地农民自主选择，根据复垦经验，一般以甘蔗、木薯居多。所选物种的适宜性见表 6.4-3。

表6.4-2 所选物种适宜性

类型	物种	主要生物学特性	主要适生地区	适宜立地条件
乔木	马尾松	常绿乔木，喜光，深根性，根系发达，略耐瘠薄和干旱，喜温湿，不耐水湿和盐碱，不耐弱光照	温带南部、暖温带地区，年平均温度 5~16℃，绝对最低气温不到-25℃，年降水量 500~1000mm，海拔 1600m 以下山地、丘陵、平原	以深厚肥沃、土壤通气状况良好的山地轻质棕壤及淋溶褐土上生长最好，平原地区要求排水良好的壤土、沙壤土
	杉木	常绿乔木，中山呈中性偏喜光，低海拔丘陵区呈中性偏荫，浅根性，根穿透力弱，萌生性强，喜温湿，怕风怕旱，忌土壤瘠薄、板结、渍水，畏低温	亚热带地区，年平均温度 15~20℃，绝对最低温度不到-10℃，绝对最高温度 40℃ 以下，年降水量：1000~2000mm，中山、低山、丘陵、中亚热带海拔 800~1000m 以下的山地为中心产区	在当地适宜的海拔范围内，长山坡中部以下山腹、山麓、谷地，上层厚度 70cm 以上，腐殖质 10cm 以上，土壤疏松、湿润，排水良好的酸性土，以黄壤为最好，红黄壤、红壤也较宜，并且背风多雾的地带
灌木	紫穗槐	落叶灌木，喜光，较耐荫，侧根发达，耐瘠薄、盐碱，耐干旱，耐沙压，耐水湿，萌生力强	我国温带南部、暖温带、北亚热带海拔 1000m 以下的低山丘陵、平原、四旁、流动沙地均有栽培，但以年平均温度 10~16℃，绝对对低温-30℃ 以上，年降雨量 500~700mm 暖温带地区生长最好	对立地条件要求不高，沙地、粘土、中性土、盐碱土、酸性土、低湿地与土质瘠薄的山坡均能生长，但以土层深厚的中性沙壤上生长最好
	盐肤木	落叶灌木，根系发达，喜温暖湿润气候，也能耐一定寒冷和干旱	除东北北部以外的其他地区	对土壤要求不严，酸性、中性或石灰岩的碱性土壤都能生长，耐瘠薄，不耐水湿
草本	三叶草	多年生豆科直立型草本，喜光，喜中性钙质土壤	各地均有生长	对土壤要求不高，与禾本科混播
	苜蓿	多年生豆科直立型草本，喜光，喜中性或为碱性钙质土壤	各地均有生长	对土壤要求不严格，与禾本科混播

(3) 物种配置设计

物种配置遵循的原则是：灌、乔相结合原则；物种多样性原则，多种物种相配合，避免物种单一；最佳种植密度原则，根据植物对水热条件的适应性，采取不同的种植密度；一般喜光而速生的、干形通直自然整枝好的宜种植稀一些；在土壤瘠薄地区，种植密度要相对大一些。最佳覆土原则，充分利用矿区剥离表土，尽量避免挖新土作覆盖土，避免形成新的废弃地。确立的复垦单元物种配置设计见表 6.4-4。

表6.4-3 复垦单元物种配置

复垦对象		复垦方向	选择物种	配置方式
拟损毁	注液孔	林地	盐肤木、紫穗槐	间栽
	母液处理车间	林地	马尾松、杉木、盐肤木、紫穗槐	间栽
	矿山道路	林地	马尾松、杉木、盐肤木、紫穗槐	间栽

(4) 植被栽植设计

乔、灌木裸根种植，把苗木放入穴的中心扶正，并使苗木根展开，填土时先用表土埋苗根，当填土到三分之二左右，把苗木向上略提，再踩实，再填土到穴满，再踩，最后在植穴表面覆盖一层厚约 5cm 的松土，以防土表开裂和水分散失（即“三埋两踩一提苗”栽植技术），浇足定根水。

表6.4-4 植被栽植方式设计

物种类别	物种名称	栽培方式	穴/槽规格 (cm ³)	株行距 (m)	苗木规格	栽植密度
乔木	马尾松	栽植、穴植	50×50×40	4×4	3年生	1250株/hm ²
	杉木	栽植、穴植	50×50×40	4×4	3年生	1250株/hm ²
灌木	盐肤木	栽植、穴植	50×50×40	4×4	3年生	1250株/hm ²
	紫穗槐	栽植、穴植	50×50×40	4×4	3年生	1250株/hm ²
草本	三叶草	撒播、条播	—	0.2-0.3	一级草种	30kg/hm ²
	紫花苜蓿	撒播、条播	—	0.2-0.3	一级草种	30kg/hm ²

母液处理车间、原地浸矿采场植被栽植设计、矿山道路栽植设计示意图见图 6.4-3~图 6.4-5。

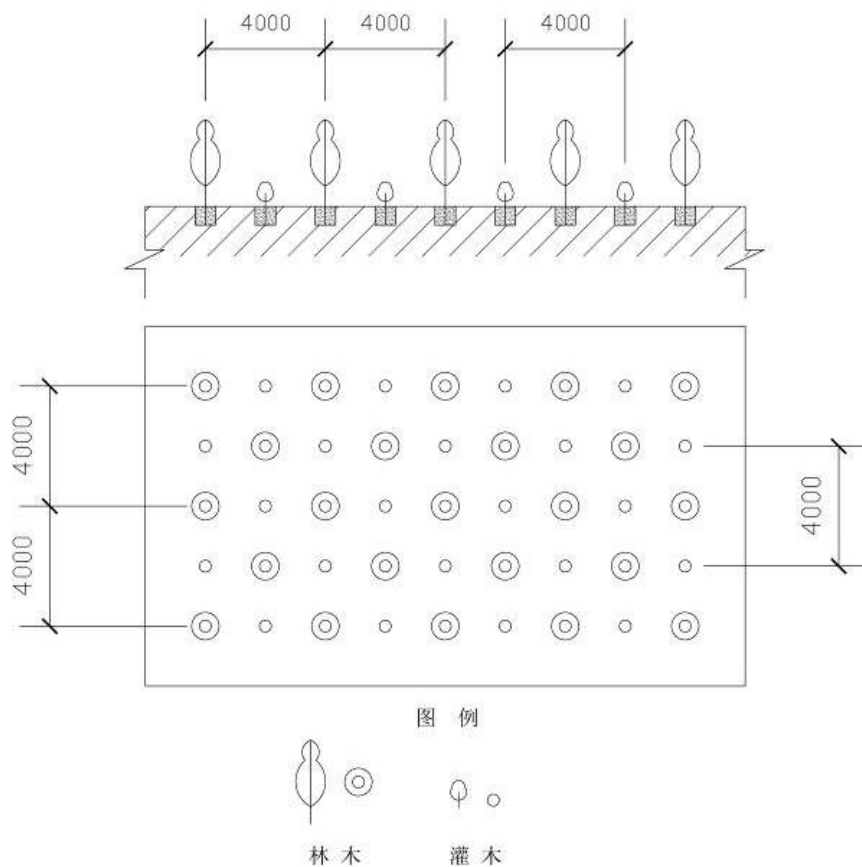


图6.4-3 母液处理车间的灌木林地栽植设计示意图

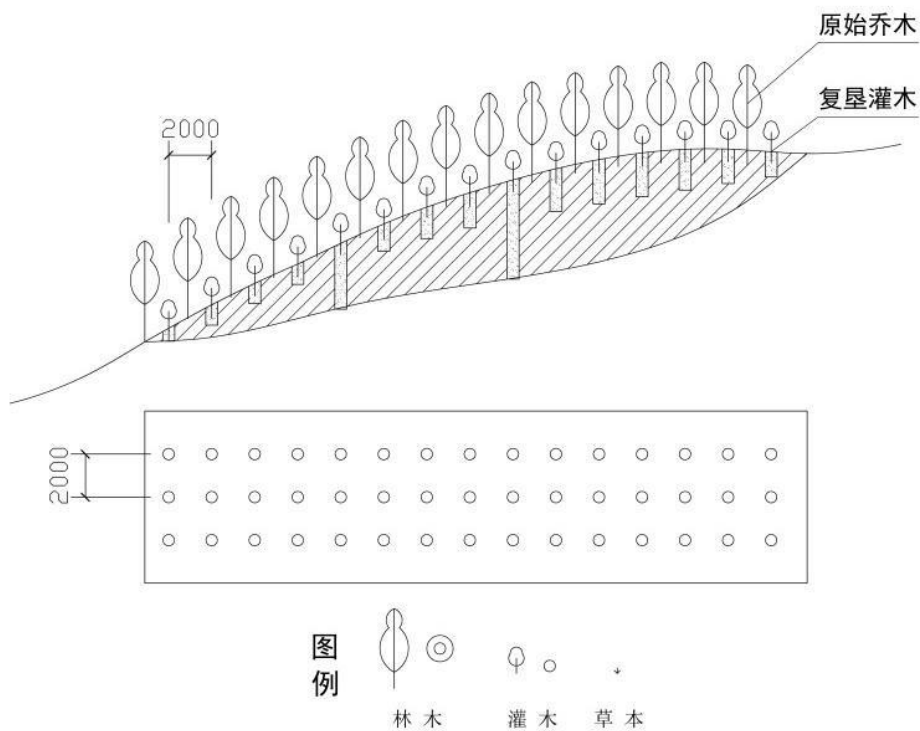


图6.4-4 原地浸矿采场的灌木林地栽植设计示意图

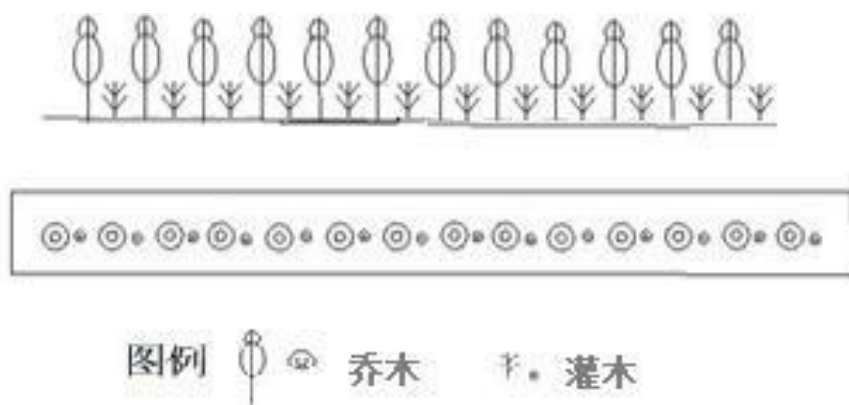


图6.4-5 矿山道路草地设计示意图

6.4.10 生态恢复管理措施

稀土矿土地复垦将对周边区域的生态环境产生重要的影响，必须加强复垦过程中的监测和监督。复垦管护工程的实施对象是各复垦单元，注液孔和母液处理车间的管护期限是5年；矿山道路等管护年限是3年。

复垦为林地区域：播种、施肥、管理、病虫害防治；组织专人对苗木进行护理，在苗木栽植浇水1~2天后必须检查有无缝隙、塌陷现象，一旦发现应及时培土踏实。

复垦为草地区域：幼苗栽植后的施肥、浇水、修剪、抚育，草坪的初期管理等。由于本次复垦选取的灌木品种、草种均为适应能力较强的品种，管护可粗放。

(1) 松土除草

造林后应及时进行松土除草，与扶苗、除蔓等结合进行，做到除早、除小、除了，对穴外影响幼树生长的高密杂草，要及时割除。注液孔和各母液处理车间管护时间为完成复垦工作后连续5年，矿山道路为完成复垦工作后连续3年。

松土除草应做到里浅外深，不伤害苗木根系，深度一般为5~10cm。

(2) 补栽补种

补植、补播造林成活率不合格的造林地，应及时进行补植补播或重新造林。对未成活的苗木，及时进行补栽，植苗造林的补植应用同龄大苗。

(3) 幼树管理

在幼树生长稳定后，应进行1~2次间苗定株，使单位面积株数达到造林密度要求。根据林种和树种需要，应适时进行除蘖、修枝、整形等抚育工作。对具有萌芽能力的树种，因干旱、冻害、机械损伤以及病虫害危害造成生长不良的，应及时平茬复壮。

(4) 封禁保护

对新造林地要进行封禁保护，不准进入林地放牧打柴，可以有计划地割草。

6.5 闭矿阶段污染控制措施

分区开采，分区进行闭矿。母液处理车间在无矿区渗水处理后才停止运行。原地浸矿工艺对于环境的主要影响在于水环境。开采结束后，降雨或者其他地表径流会通过注液系统，进入矿体，大部分被收液系统收集，少量渗漏入地下水。在该阶段可以采取的环保措施如下：

(1) 拆除和封堵注液系统

利用堆存在注液孔周边的岩土，封堵注液孔，防止降雨和地表径流进入矿体，减少浸出液的产生量。同时，拆除采场浸矿剂管线等注液设施后，先在注液井底部填充石灰，之后将堆存在注液孔周边的岩土填入注液井，在井口用防渗油布进行蒙盖封堵。注液井经过封孔后，可有效防止降雨和地表径流进入矿体，减少山体渗出废水的产生量，同时填入的石灰遇水渗出后可以将矿体中的硫酸根沉淀后固化在矿体中。

(2) 保留和疏浚收液系统和清污分流系统

保留采场收液系统，包括导流孔、集液巷道、收液管、截渗池、收液井、母液收集池等。闭矿期仍需对集液巷道和集液中防渗设施进行检查，定期维护收液管，确保降水 and 地表径流渗入矿体后，被收液系统有效收集至母液收集池。建设单位应定期对闭矿期收集至母液收集池中的渗水进行检测，如有超标现象，则通过母液处理车间污水处理设施处理达标后排放，如母液收集池或截渗池截获地下水能稳定达到尾水排放标准，即可对导流孔、集液巷道、收液管、截渗池、收液井、母液收集池进行回填。

(3) 开展地表水和地下水定期监测

定期开展地表水和地下水水质监测，监测点位、监测因子和监测频次等，具体见环境管理和跟踪监测章节。

(4) 生态恢复

矿山服务期满后，建设单位必须做好后期污染防治及生态恢复工作，为防止母液处理车间、采区环境污染，应进行关闭并按照复垦方案做好生态恢复工作，对场地进行平整、压实，绿化等。

6.6 服务期满后的环保措施

服务期满后，矿区内水环境基本稳定，主要的环保措施是采场和车间的植被恢复和水环境的跟踪监测。

(1) 母液处理车间复垦

定期对从采空区截留/截获水进行监测，当截留/截获水水质可以稳定达到排放标准时，停止采空区渗水的收集处理，母液处理车间进行土地复垦工作，复垦措施为将车间内池体进行拆除、平整、栽植植被。

(2) 原地浸矿采场复垦

原地浸矿采场采用边开采边复垦方案，复垦措施为原地浸矿采场清水清洗结束后，将注液孔进行回填，并根据情况栽植植被。

(3) 跟踪监测

根据章节 8 环境管理与监测计划，定期开展各环境要素的跟踪监测。

6.7 环保投资估算

项目工程投资共 6673.41 万元，项目工程总的环保投资为 694 万元，环保投资占 10.40%。

表6.7-1 项目环保措施与环保投资明细表

投资项目		环保措施	费用 (万元)
一、施工期			
废气	扬尘	围挡、洒水抑尘等	20
	燃油废气	使运输车辆、施工设备处于良好状态，鼓励使用优质燃料等	
废水	施工废水	设置沉砂池、临时排水沟等	10
	生活污水	依托现有工程厕所处理	
噪声	施工噪声	选用低噪声设备，减震垫等	15
固废	建筑垃圾	临时袋装后送建筑垃圾场	10
	生活垃圾	生活垃圾收集桶	1
水土流失		临时截、排水沟、临时沉砂池、植被恢复水等水土保持措施	20
小计			76
二、运营期			
废气	注液孔、巷道、母液中转池等开挖扬尘	堆放在注液孔、巷道、收液孔、母液中转池周边，做好防风防尘和水土保持措施	50
废水	生活污水	依托现有工程	0
	废水处理站	变更为“钙矾石沉淀+高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”，处理规模 1500m ³ /d	50
	初期雨水池	新增 1 个母液处理车间初期雨水池	10
	环保坝	新增一级环保坝（2000m ³ ）和防渗措施	30
	拦截坝	新增无名水沟 3 拦截坝及抽水管道	5
地下水	母液处理车间	母液处理车间各池子防渗	90
		母液处理车间地面防渗修复	30
	采场	母液收集沟、母液中转池防渗	50
	截获井	新增矿块级小流域出口、流域级截获井及抽水设施、	80

投资项目		环保措施	费用 (万元)
		<u>管道</u>	
噪声	设备噪声	选用低噪声设备、消声器、基础减震、机房等维护	5
固废	一般固体废物处理	一般固废暂存区	10
	生活垃圾	生活垃圾收集桶	5
风险防范	事故应急池	新增硫酸罐区事故应急池及应急物资，其他依托现有工程	3
	<u>母液管线沿途</u>	<u>母液输送管线每隔一定距离，设置止回阀和泄压孔和事故应急池</u>	<u>38</u>
		<u>母液管线沿途低洼处事故应急池</u>	<u>8</u>
生态措施	母液处理车间绿化，在陡坡区域设置相应护坡工程，车间设排水沟。服务期满后，对母液处理车间进行拆除，并生态恢复；原地浸矿采场完成采矿后，注液孔封孔，栽植灌木，林下撒播草籽等		120
监测系统		跟踪监测	24
		数村溪、屯洞溪地表水在线监控运行及维护费用	10
小计			618
合计			694

7 环境影响经济损益分析

7.1 分析方法

建设项目对外界社会经济环境常常带来一些极为显著的影响，其影响有正面的也有负面的。社会影响、经济影响、环境影响的最佳结合点可以使得人们的生活质量持续提高。它们三者之间既相互制约，又相互促进，只有站在一个全局的高度，综合考虑全局利益和局部利益、远期利益和近期利益，才能实现社会的良性发展、经济的持续增长、环境的不断改善。

本报告采用指标计算法进行建设项目的环境经济损益分析，即将项目对环境产生的损益分解成各项经济指标包括环保费用指标和环境效益，逐项计算。然后通过环境经济的静态分析，得出项目环保投资的年净效益、环保费用的经济效益，以及效益与费用比例等各项参数，体现项目环保投资合理性。

7.2 环保投资

本项目总投资 6673.41 万元，其中环保投资 694 万元，约占项目总投资的 10.40%。

7.3 环境影响经济损益分析

7.3.1 环境保护成本

环境保护成本包括环保设施折旧费用、环保设备运行费、维修费和管理成本。

(1) 环保设施折旧费

$$C_1 = a \times C_0 / n$$

式中：a—固定资产形成率，取 95%；

C_0 —环保总投资（万元）；

n—折旧年限，取 5 年；

本项目总环保投资 694 万元，环保设施每年折旧费约为 131.86 万元。

(2) 环保设施运行费

环保设施年运行费（包括人工费、维修费、药品费等）按环保投资的 10% 计，本工程环保设施年运行费为 61.6 万元。

综上所述每年环保设施运行成本 193.46 万元。

7.3.2 环境保护经济效益

环保工程的运行回收了有用的资源，减少了污染物排放量，也减少了环境保护税的缴纳，同时保证了污染物达标排放，本工程的环境影响经济效益可用环保工程运行而挽回的经济损失来表示。

本项目环保工程的运行回收水、循环水量合计减少新鲜用水量 65 万 m^3/a ，按照水费 2.5 元/ m^3 计算，减少水费 162.49 万元/a。

7.3.3 环境经济效益

(1) 环境经济损益系数

环境经济损益一般用环境经济损益系数表示

$$R = R_1/R_2$$

式中：R—损益系数；

R_1 —经济收益，以本项目经营期内(5年)的净利润计，共计 $1346.05 \times 5 = 6730.25$ 万元；

R_2 —环保投资，以本工程一次性环保投资和 5 年运营期污染治理费用之合计，共计 $694 + 5 \times 61.6 = 1002$ 万元。

计算结果： $R = 6.72$ ，说明本项目经济收益超过环保投资及运行费用。

(2) 环保费用的经济效益分析：

年环保费用的经济效益，可用因有效的环保治理措施而挽回的经济损失与保证这一效益而每年投入的环保费用之比来确定，年环保费用的经济效益按下式计算：

$$Z = S_i/H_f$$

式中：Z—年环保费用的经济效益；

S_i —防治污染而挽回的经济损失；

H_f —每年投入的环保费用。

根据上述环境经济效益分析全年的 S_i 为 162.49 万元， H_f 为 178.64 万元，则本工程的环保费用经济效益为 0.91，即投入每元钱的环保费用可用货币统计出挽回的经济损失为 0.91 元，同时考虑无法用货币表征的社会效益和其他环境效益，环保投资与环保费用的总体效益是较好的。

7.4 小结

综合上述，本项目环境经济损益系数为 6.72，本项目年环保费用的经济效益为 0.91。说明本项目的环境保护投资费用经济效益较好，综合考虑其他无法用货币表征的环境效益和社会效益，本项目环保投资经济合理，所采取的环保措施在经济上是合理可行的，各项环保措施不仅较大程度地减缓项目对环境产生的不利影响，还可以产生经济效益，其环境效益显著。从环境经济观点的角度看，本项目是合理可行的。

8 环境管理与监测计划

项目环境管理是指工程在运行过程中遵守和执行国家和地方的有关环境保护法律、法规、政策与标准，接受地方环境保护主管部门的环境监督，调整和制定企业环境规划和目标，协调同其他有关部门的关系，以及一切与改善环境有关的管理工作。环境监测是指在工程施工期和运行期对工程主要污染对象进行环境样品的采集、化验、数据处理与编制报告等活动。环境监测为环境管理提供依据，环境管理指导环境监测。

8.1 环境管理

8.1.1 环境管理机构及职责

环境管理机构分为外部环境管理机构和内部环境管理机构。企业外部环境管理机构指政府性环境管理机构，主要有广西壮族自治区生态环境厅、崇左市生态环境局；内部环境管理机构是指工程投资建设方所建立的环境保护专门机构。

根据本项目的建设规模和环境管理的任务，项目建设期应设一名环保专职或兼职人员，负责工程建设期的环境保护工作；工程建成后应在公司设专职环境监督人员 2~3 名，负责环境监督管理及各项环保设施的运行管理工作。环境保护管理机构人员的主要职责如下：

①保持与环境保护主管机构的密切联系，及时了解国家、地方对本项目的有关环境保护的法律、法规和其他要求，及时向环境保护主管部门反映与本项目有关的污染措施运行状况及存在的问题、拟采取的对策措施等环境保护方面的内容，听取环境保护主管部门的批示意见。

②及时将国家、地方与本项目环境保护有关的法律、法规和标准、规范向单位负责人汇报，及时向本单位有关机构、人员进行通报，组织职工进行环境保护方面的教育、培训，不断增强员工的环保意识。

③及时向单位负责人汇报与本项目有关的污染因素、存在问题、采取的污染控制对策、实施情况等，提出改进建议。

④负责制定、监督实施本单位的有关环境保护管理规章制度，负责实施污染控制措施、管理污染治理设施，并进行详细地记录，以备检查。

⑤按本报告提出的各项环境保护措施，编制详细的环境保护措施落实计划，明确各污染源位置、环境影响、环境保护措施、落实责任机构（人）等，并将该环境保护计划以书面形式发放给相关人员，以便于各项措施的有效落实。

8.1.2 环境管理制度建设

（1）报告制度

凡实施排污许可证制度的排污单位，执行月报制度。月报内容主要为污染治理设施的运行情况、污染物排放情况以及污染事故或污染纠纷等，具体要求应按生态厅制定的重要企业月报表实施。

企业排污发生重大变化、污染治理设施改变或企业改、扩建等都必须向当地环保部门申报，改、扩建项目，必须按《建设项目环境保护管理条例》的要求，报请有审批权限的环保部门审批。

（2）污染治理设施的管理、监控制度

项目建成后，必须确保污水处理设施长期、稳定、有效地运行，不得擅自拆除或者闲置污染处理设施，不得故意不正常使用污染处理设施。污水处理设施的管理必须与生产经营活动一起纳入公司日常管理工作的范畴，落实责任人、操作人员、维修人员、运行经费、设备的备品备件、化学药品和其他原辅材料。同时要建立岗位责任制、制定操作规程、建立管理台帐，对物料进厂、存放、处理以及设备运行情况进行日常记录。

（3）环保奖惩条例

本项目建设期以及建成后，各级管理人员都应树立保护环境的思想，公司设置环境保护奖惩条例。对爱护环保设施、节能降耗、改善环境者实行奖励；对环保观念淡薄，不按环保要求管理，造成环境设施损坏、环境污染及资源和能源浪费者一律予以重罚。

8.1.3 环境管理计划

项目的环境管理计划分阶段制订和实施，规划、设计阶段由承担规划、设计和环境影响环评的单位负责制订环境管理计划；建设期由建设单位负责实施环境管理计划；运行期由运行单位执行环境管理计划。建设单位及环境监测单位负责全厂内部的环保管理、监测工作。各阶段环境管理和环境保护监督计划见下表。

表8.1-1 项目环境管理计划

管理内容	环境管理要求	执行机构
	一、设计阶段	

空气污染	根据项目产生废气特点，设计符合环保要求的废气净化处理工艺，选择合适的设备	设计部门 环评单位
水污染	根据项目废水产生量和水质条件，分析废水回用可行性及污水处理站的处理能力和运行情况，分析可行性	设计部门 环评单位
固体废弃物	选择合理的贮存方式和处理方式	设计部门
噪声	采取降噪措施，设置绿化带	设计部门
二、建设期		
空气污染	①施工现场采取洒水的办法防止扬尘污染；②运送建筑材料和土方的车辆须用帆布遮盖，以减少滴漏。	施工单位
施工废水	项目施工废水经过沉淀、隔油处理后用于施工，或施工场地洒水抑尘等。	施工单位
施工生活区污水和垃圾	施工生活污水经母液处理车间旱厕处理后用于周边林地灌溉；②施工期产生的生活垃圾委托当地环卫部门统一收集清运处理。	施工单位
噪声污染	加强劳动保护，靠近噪声源的作业工人应戴上耳塞和头盔，并限制工作时间；②在施工期间，加强施工管理，落实各项降噪措施；③加强声源噪声控制，尽可能选用噪声较小的施工设备，同时经常保养设备，使设备维持在最低声级状态下工作。	施工单位
植被破坏	(1)严格控制对工程建设用地范围以外土地、植被的压占和破坏； (2)对施工场地外的临时占地，应在施工结束时及时恢复、绿化。 (3)合理安排施工计划，尽量减小临时占地面积。	施工单位
运输管理	运输土方、建筑材料车辆应加盖篷布，施工现场和运输路面应常洒水，减轻扬尘污染。	施工单位
环境监测	按照环境监测技术规范和国家环保局颁布的监测标准、方法执行。	有资质的监测单位
环境管理	(1)制定施工期环境管理计划，并与施工单位组织落实；(2)实施现场环境监理制度，确保工程高质量建设；(3)加强环境监督，监测和检查；(4)加强环保宣传教育工作，提高施工人员环保意识，杜绝粗放施工。	建设单位、施工单位
三、运营期		
水污染	运营期项目清洗废水经处理后循环利用用于原采场清水清洗工序，不外排；最后一个采区清洗尾水经达标处理后排入无名水沟 1；沉矿池上清液、压滤机压滤废水汇入配液池，在配液池中通过调节 pH 值和硫酸镁浓度后，输送到高位池作为浸矿液重复使用，不外排；开采过程中环保坝和截获井收集的地表水和地下水经处理后回用于生产，闭矿后达标处理后排入无名水沟 1。项目生活污水经母液处理车间化粪池处理后用作林灌。	环保部门 建设单位
空气污染	无组织大气污染防治：(1)加强通风除尘，洒水抑尘；(2)加强厂区绿化，设置绿化隔离带，以减少无组织排放气体对周围环境的影响；(3)加强环境管理，规范操作流程，尽量减少无组织废气的产生量。	环保部门 建设单位
噪声	采取基础减振、将高噪声设备放入室内，设置隔声间等措施。	环保部门 建设单位
固废	注液孔废弃土石方就近堆存在注液孔周边，待浸矿完毕后，回填注液孔；收液系统废弃土石方用于回填收液系统，其余回用矿山公路修筑和维护；除杂渣、污水处理站污泥、废弃包装袋外售综合利用。生活垃圾经收集后由当地环卫部门进行统一处置。	环保部门 建设单位
环境风险管理	①制定污染事故应急预案，并落实相关措施；②当发生污染事故时，应根据具体情况采取污染控制措施，增加监测频次，并进行跟踪监测。	环保部门 建设单位 有资质的监测单位
环境监测	按照环境监测技术规范和国家环保局颁布的监测标准、方法执行。	有资质的监测单位

8.2 排污管理要求

8.2.1 污染物排放清单

本项目污染物排放及环保措施见下表。

表8.2-1 本技改工程污染物排放及管理要求一览表

类别	污染源/风险源		主要污染物	总量指标 (t/a)	排放浓度 (mg/m ³)	排放速率 kg/h	环境保护措施	分时段要求	排污口信息	执行标准
废气污染物	无组织	硫酸罐区	硫酸雾	0.0021	/	0.00024	/	连续排放	面源尺寸 8×6×5m	《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011)表6
水污染物	浸矿、淋洗无组织泄露废水	废水量	56880	/	/	/	采取截获手段后不可避免的浸矿期、淋洗期无组织渗漏	/	/	
		SO ₄ ²⁻	419.01	/	/					
		镁	51.10	/	/					
		钠	22.8	/	/					
		砷	0.44kg	/	/					
		铅	42.58kg	/	/					
	末采矿块淋洗期排水 (3个月)	废水量	114256.8	/	/	与截获工程废水一并经“钙矾石法沉淀+高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”污水处理站处理后外排	连续排放	《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011)直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求，硫酸盐(以 SO ₄ ²⁻ 计)满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》(DB36 1016-2018)中表1一级排放限值(<800mg/L)		
		SO ₄ ²⁻	38.19	800	/					
		镁	13.98	/	/					
		钠	12.49	/	/					
		砷	0.09kg	0.05	/					
		铅	5.08kg	0.01	/					
	闭矿期截获废水	废水量	369.52	/	/	截获工程截获废水经“钙矾石法沉淀+高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”污水处理站处理后外排。	连续排放	《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011)直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求，硫酸盐(以 SO ₄ ²⁻ 计)满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》(DB36 1016-2018)中表1一级排放限值(<800mg/L)		
		SO ₄ ²⁻	11.89	88.16	/					
		镁	3.60	26.68	/					
		钠	4.73	35.1	/					
		生活污水	COD、	/	/	/	生活污水经旱厕后用作周围林	/	/	/

		BOD ₅ 、NH ₃ -N 等			灌。		
噪声污染	设备噪声	减振、消声、设置隔音间等降噪措施			/	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准	
固体废物	注液孔废弃土石方	3400	一般固体废物	回填注液孔	/	暂存区满足防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求	
	收液系统废弃土石方	23400	一般固体废物	回填收液系统, 其余回用矿山公路修筑和维护	/		
	除杂渣	400	一般固体废物	外售综合利用	/		
	污水处理站污泥	738.14	一般固体废物	外售综合利用	/		
	废机油、含油手套	0.06	危险废物	定期转运			
	废弃包装袋	0.2	一般固体废物	外售综合利用	/		

8.2.2 污染物排放总量控制指标

(1) 大气污染物排放量

根据工程分析计算，项目大气污染物排放总量指标为：无组织排放量：硫酸雾 0.0021t/a。

(2) 水污染物排放量

本项目生产期间生产废水全部返回注液工序循环使用，无废水排放；最后一个采区清洗尾水经达标处理后排入无名水沟 1，生活污水经厕所收集后用于周围林灌。废水污染物无组织渗漏排放量为 56880m³/a，末采矿块淋洗期尾水排放量为 114256.8m³，SO₄²⁻、镁、钠排放量分别为 493.48t/a、65.08t/a、34.57t/a。

8.2.3 排污口规范化管理

母液处理车间建设有 1 个污水处理站，采用“钙矾石法沉淀+高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”处理工艺，清洗尾水经处理后全部回用于生产工序。当矿山最后一个矿块开采结束后，清洗尾水暂存于工艺池内，用于母液处理车间复垦用水，不外排。闭矿期各采空区渗水通过截获井收集后送至污水处理站处理，处理达标后引至黑水河排放，直至截获渗水能够稳定达到地下水 III 类水质标准。污水排放的采样点设置应按《污染源监测技术规范》要求，主要设在污水处理设施的进水和出水口；同时需设置规范的、便于测量流量、流速的测速段，排放口处安装流量计。

根据国家标准《环境保护图形标志—排放口（源）》（GB 15562.1-1995）《排污口规范化整治要求（试行）》（国家环保总局）的技术要求，企业所有排污口必须按照“便于采样，便于计量监测，便于日常现场监督检查”的原则和规范化要求，设置排污口标志牌，环境保护图形标志—排放口（源）的形状及颜色见表 8.2-2。排放口图形标志见图 8.2-1。

表8.2-2 标志的形状及颜色说明

类别	形状	背景颜色	图像颜色
警告标志	三角形	黄色	黑色
提示标志	正方形边框	绿色	白色



图8.2-1 废气排放口环境保护图形标志牌

8.2.4 排污许可证申请

1、排污单位应当在投入生产或使用并产生实际排污行为之前申请领取排污许可证。

2、排污单位依法按照排污许可证申请与核发技术规范提交排污许可申请，申报排放污染物种类、排放浓度等，测算并申报污染物排放量。

3、排污单位在申请排污许可证前，应当将主要申请内容，包括排污单位基本信息、拟申请的许可事项、产排污环节、污染防治设施，通过国家排污许可证管理信息平台或者其他规定途径等便于公众知晓的方式向社会公开。公开时间不得少于5日。对实行排污许可简化管理的排污单位，可不进行申请前信息公开。

4、排污单位应当在国家排污许可证管理信息平台上填报并提交排污许可证申请，同时向有核发权限的环境保护主管部门提交通过平台印制的书面申请材料。排污单位对申请材料的真实性、合法性、完整性负法律责任。申请材料应当包括：

(1) 排污许可证申请表，主要内容包括：排污单位基本信息，主要生产装置，废气、废水等生产排污环节和污染防治设施，申请的排污口位置和数量、排放方式、排放去向、排放污染物种类、排放浓度和排放量、执行的排放标准。

(2) 有排污单位法定代表人或者实际负责人签字或盖章的承诺书。主要承诺内容包括：对申请材料真实性、合法性、完整性负法律责任；按排污许可证的要求控制污染物排放；按照相关标准规范开展自行监测、台账记录；按时提交执行报告并及时公开相关信息等。

(3) 排污单位按照有关要求对排污口和监测孔规范化设置的情况说明。

(4) 建设项目环境影响评价批复文号, 或按照《国务院办公厅关于加强环境监管执法的通知》(国办发〔2014〕56号)要求, 经地方政府依法处理、整顿规范并符合要求的相关证明材料。

(5) 城镇污水集中处理设施还应提供纳污范围、纳污企业名单、管网布置、最终排放去向等材料。

(6) 法律法规规定的其他材料。

对实行排污许可简化管理的排污单位, 上述材料可适当简化。

8.2.5 一般工业固体废物管理计划和危险废物产生单位管理计划要求

8.2.5.1 一般工业固体废物管理计划要求

产生工业固体废物的单位(以下简称产废单位)建立工业固体废物管理台账, 如实记录工业固体废物的种类、数量、流向、贮存、利用、处置等信息, 可以实现工业固体废物可追溯、可查询的目的, 推动企业提升固体废物管理水平。

一、前期准备工作

(一) 分析一般工业固体废物的产生情况。从原辅材料与产品、生产工艺等方面分析固体废物的产生情况, 确定固体废物的种类, 了解并熟悉所产生固体废物的基本特性。

(二) 明确负责人及相关设施、场地。明确固体废物产生部门、贮存部门、自行利用部门和自行处置部门负责人, 为固体废物产生设施、贮存设施、自行利用设施和自行处置设施编码。

(三) 确定接受委托的利用处置单位。委托他人利用、处置的, 应当按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第三十七条要求, 选择有资格、有能力的利用处置单位。

二、台账管理要求

(一) 一般工业固体废物管理台账实施分级管理。①一般工业固体废物产生清单(年度)、②一般工业固体废物流向汇总表(年月)、③一般工业固体废物出厂环节记录表为必填信息, 主要用于记录固体废物的基础信息及流向信息, 所有产废单位均应当填写。

应填信息的填写要求:

一般工业固体废物产生清单（年度）：按年填写，应当结合环境影响评价、排污许可等材料，根据实际生产运营情况记录固体废物产生信息，生产工艺发生重大变动等原因导致固体废物产生种类等发生变化的，应当及时另行填写一般工业固体废物产生清单（年度）；

一般工业固体废物流向汇总表（年月）：按月填写，记录固体废物的产生、贮存、利用、处置数量和利用、处置方式等信息；

一般工业固体废物出厂环节记录表：按批次填写，每一批次固体废物的出厂以及转移信息均应当如实记录。

（二）①一般工业固体废物产生环节记录表、②一般工业固体废物贮存环节记录、③一般工业固体废物自行利用环节记录表（接收）、一般工业固体废物自行利用环节记录表（运出）、④一般工业固体废物自行处置环节记录表为选填信息，主要用于记录固体废物在产废单位内部的贮存、利用、处置等信息。

选填信息填写要求：根据地方及企业管理需要填写，省级生态环境主管部门可根据工作需要另行规定具体适用范围和记录要求。填写时应确保固体废物的来源信息、流向信息完整准确；根据固体废物产生周期，可按日或按班次、批次填写。

（三）产废单位填写台账记录表时，应当根据自身固体废物产生情况，从⑧一般工业固体废物分类表中选择对应的固体废物种类和代码，并根据固体废物种类确定固体废物的具体名称。

（四）鼓励产废单位采用国家建立的一般工业固体废物管理电子台账，简化数据填写、台账管理等工作。地方和企业自行开发的电子台账要实现与国家系统对接。建立电子台账的产废单位，可不再记录纸质台账。

（五）台账记录表各表单的负责人对记录信息的真实性、完整性和规范性负责。

（六）产废单位应当设立专人负责台账的管理与归档，一般工业固体废物管理台账保存期限不少于5年。

（七）鼓励有条件的产废单位在固体废物产生场所、贮存场所及磅秤位置等关键点设置视频监控，提高台账记录信息的准确性。

8.2.6 应向社会公开的信息内容

根据《企业环境信息依法披露管理办法》（生态环境部令 第 24 号），广西国兴稀土矿业有限公司应向社会公开如下环境信息：

- （1）基础信息，包括单位名称、组织机构代码、法定代表人、生产地址、联系方式，以及生产经营和管理服务的主要内容、产品及规模；
- （2）排污信息，包括主要污染物及特征污染物的名称、排放方式、排放口数量和分布情况、排放浓度和总量、超标情况，以及执行的污染物排放标准、核定的排放总量；
- （3）防治污染设施的建设和运行情况；
- （4）建设项目环境影响评价及其他环境保护行政许可情况；
- （5）突发环境事件应急预案；
- （6）其他应当公开的环境信息。

列入国家重点监控企业名单的重点排污单位还应当公开其环境自行监测方案。

8.3 环境监测

实施环境监测的目的是为了及时了解建设项目在其施工期和运营期对所在区域的环境质量影响，以便对可能产生较大环境影响的关键环节事先进行制度性的监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，为项目环境管理提供科学依据。同时，实施环境监测也是企业制定环境保护规划、判断环境治理效果、开展有效的环境管理的重要依据。

8.3.1 施工期环境监测计划

施工期的监测计划包括对施工期内污染源和敏感区域的环境监测，施工期环境监测计划详见表 8.3-1。

表8.3-1 施工期环境监测方案

监测类别	监测内容	监测位置	监测项目	监测频次
污染源监测	大气	矿区	TSP	监测 1 次，连续监测 1 天
	地表水	屯垌溪、数村溪	pH、COD、BOD ₅ 、氨氮、SS、硫酸盐、石油类、镁	施工高峰期监测 1 次，采样 2 天
	噪声	施工场区四周、施工车辆经过路段	等效连续 A 声级	监测 1 次，每次 1 天

8.3.2 运营期环境监测计划

运行期环境监测计划根据《排污许可证申请与核发技术规范 总则》（HJ942-2018）、《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017）等要求制定，建设单位应定期委托有资质的环境监测部门对本项目主要污染源排放的污染物进行监测，监测结果定期报送环保部门。

8.3.2.1 大气环境监测

表8.3-2 无组织废气监测计划表

监测点位	排放类型	监测指标	监测频次	执行排放标准
母液处理车间	无组织排放	硫酸雾、颗粒物	1次/年	《稀土工业污染物排放标准》 (GB26451-2011)表6

8.3.2.2 地表水环境监测

本项目生产期间生产废水全部返回注液工序循环使用，无废水排放；生活污水经厕所收集后用于周围林灌。

①监测布点：

a.监控断面：根据矿区内母液处理车间和采场分布情况以及河流水系情况，开展污染源监测，主要目的是跟踪监测水污染物变化趋势，提前预警和加强防控措施。

b.控制断面：小流域出矿区后的汇水断面设置控制断面，开展污染源监测，主要目的是监测矿区外地表水小流域出口的污染物是否满足环境质量标准要求，是否能有效控制污染扩散。

c.考核断面：主要目的是监测地表水是否满足水环境质量和水环境功能类别。

监测时间为每月一次，当地表水水质出现超标时，超标因子的监测频次加密。大雨或暴雨期时加强雨中和雨后监测频次，防范环境风险状况发生。如果生产过程涉及数村溪和无名水沟6则启动监测。

表8.3-3 地表水环境监测计划

断面序号	监测断面	监测因子	监测频次		监测水体	断面性质
			开采期	闭矿期及服务期满后		
1#	屯垌水库	pH、氨氮、镁离子、硫酸根离子、钠离子	1次/月	1次/季度	屯垌水库	监控断面
2#	屯垌溪矿界	pH、氨氮、镁离子、硫酸根离子、钠离子	1次/月	1次/季度	屯垌溪	控制断面
		砷、铅、镉、汞、铬	1次/季度	1次/半年		
3#	屯垌溪在线监测点	pH、氨氮	在线监测		屯垌溪	考核断面
4#	数村溪矿界	pH、氨氮、硝酸盐、镁离子、硫酸根离子、钠离子	1次/月	1次/季度	数村溪	控制断面
		砷、铅、镉、汞、铬	1次/季度	1次/半年		
5#	数村溪在线监测点	pH、氨氮	在线监测		数村溪	考核断面
6#	无名水沟 5-矿界	pH、氨氮、镁离子、硫酸根离子、钠离子	1次/月	1次/季度	无名水沟 5	控制断面
		砷、铅、镉、汞、铬	1次/季度	1次/半年		
7#	无名水沟 6-矿界	pH、氨氮、镁离子、硫酸根离子、钠离子、砷、铅、镉、汞、铬	1次/半年	1次/半年	无名水沟 6	控制断面
8#	屯垌溪与黑水河交汇口黑水河下游 200 m	pH、氨氮、镁离子、钠离子、硫酸根离子	1次/季度	1次/半年	黑水河	考核断面
		砷、铅、镉、汞、铬	1次/半年	1次/半年		
9#	二级环保坝	pH、氨氮、镁离子、硫酸根离子、钠离子、砷、铅、镉、汞、铬	1次/月	1次/季度	截获水	控制断面

备注：
 (1) 东南次级水文地质单元内矿块已不在开采计划内，无名水沟 5-矿界断面和无名水沟 6-矿界断面各监测项如可稳定达标 1 年，则在次年可取消该断面监测；
 (2) 数村溪次级水文地质单元内矿块启动开采时启动数村溪矿界监测，开采完后各监测项稳定达标 1 年，则在次年可取消该断面监测；
 屯垌水库、屯垌溪矿界、屯垌溪与黑水河交汇口黑水河下游 200 m 在矿区整体闭矿后各监测项稳定达标 1 年，则在次年可取消上述断面监测。

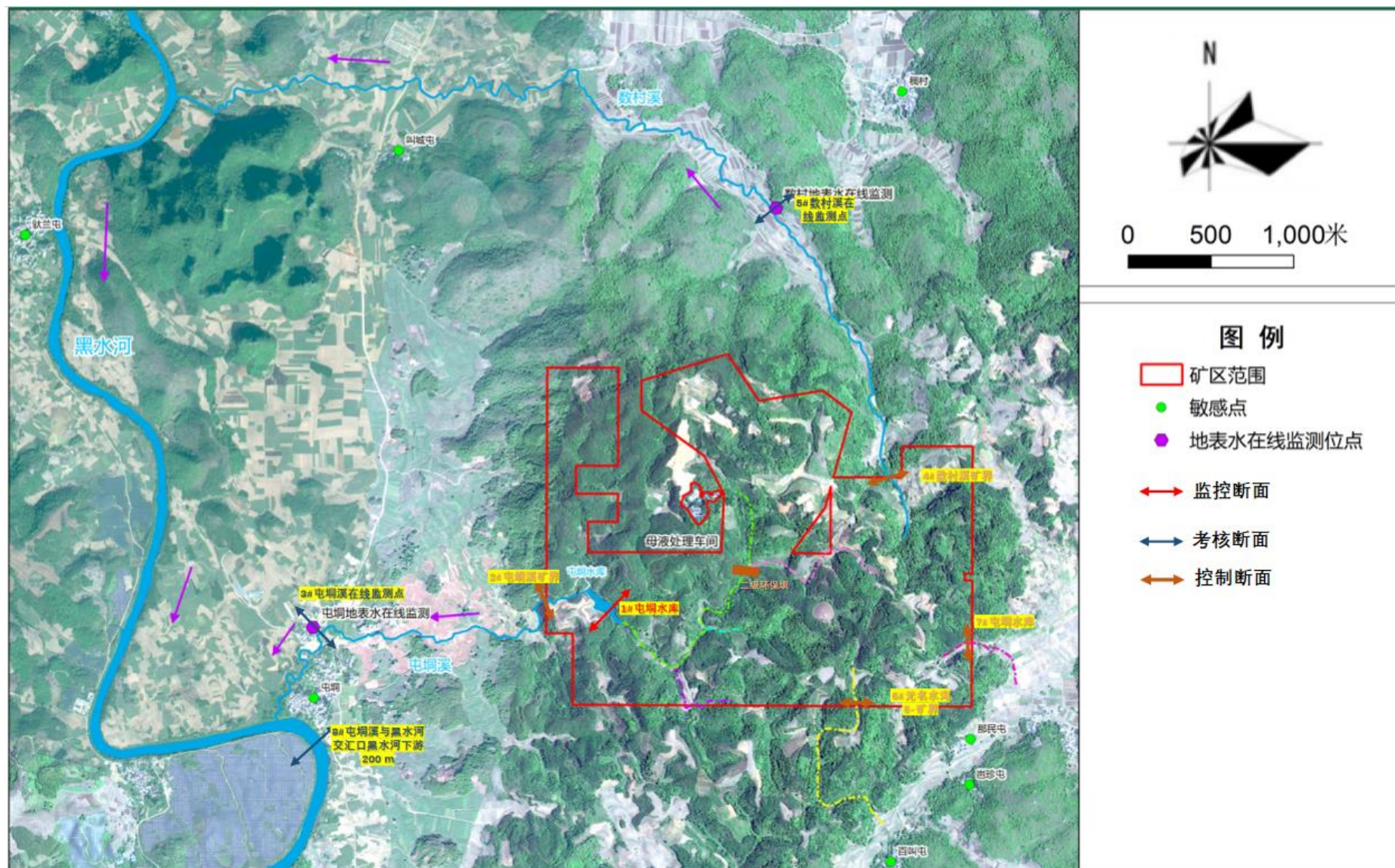


图8.3-1 地表水跟踪监测断面布设图

8.3.2.3 地下水监测计划

地下水监测点布设将遵循以下原则：

①监测重点为车间区采区下游，背景值监测井位于车间区和采区上游。

②监测点布设考虑地形地貌对地下水径流的控制作用，结合本区地下水“近源补给，短途径流，就近排泄”特点进行布设。

③监测层位重点放在易受污染的浅层火成岩风化裂隙潜水含水层和与之密切相关的第四系孔隙潜水等。

④依据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610—2016）有关规定，并参考《地下水环境监测技术规范》（HJ164—2020），结合评价区含水层分布和地下水径流系统特征，考虑潜在污染源、保护目标、模型模拟预测的结果来布置地下水监测点。监测井孔径应不小于 100mm，深度为潜水面 2m 以下。

本项目监测点分为 A、B、C 三类。

A 类监测点，监测生产期采区和母液处理车间在注液期、清洗期和退役期的下游地下水水质，采区监测点的布设应按照开采时序对不同采区分别进行监测，对于同属于一条截获线的水井，监测其中 1 口井水质即可。

B 类监测点（位于流域出口截获井下游）为基于流域出口总体控制的水质监测点及周边的居民地下水饮用取水点，用于监测注液期、清洗期和退役期对其下游地下水的影响。

C 类监测点主要用于背景值监测。

项目地下水监测点的布置及监测要求见表 8.3-4。

表8.3-4 地下水环境跟踪监测点布设

类别	水文地质单元	位置	监测点情况	监测目的	监测因子	监测频次		
						注液期、淋洗期	闭矿期	退役后
A类监测点	屯垌溪水单元	采区下游矿区截渗池、收液井	根据实际生产情况在设计阶段确定	确保母液回收率及矿块级水力截获	稀土浓度	根据收液情况确定	1次/月	已回填
		地下水截获井(线)	D5截获线、D1截获线、D2截获线、D6截获井	配合水力截获水的水质监测,确定何时开始截获和截获后的水质变化;退役后的水质长期监测	pH、耗氧量、氨氮、硝酸盐、Mg ²⁺ 、Na ⁺ 、硫酸盐、K ⁺ 、Ca ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、溶解性总固体	2次/月	1次/月	1次/季度
					铅、镉、砷	2次/月	1次/半年	1次/半年
		母液处理车间下游监控井	J16	跟踪母液处理车间泄露情况	pH、耗氧量、氨氮、硝酸盐、Mg ²⁺ 、Na ⁺ 、硫酸盐、K ⁺ 、Ca ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、溶解性总固体	1次/月	1次/季度	1次/半年
				铅、镉、砷	1次/半年	1次/半年	1次/半年	
	数村溪水单元	采区下游矿区截渗池、收液井	根据实际生产情况在设计阶段确定	确保母液回收率及矿块级水力截获	稀土浓度	根据收液情况确定	1次/月	已回填
		地下水截获井(线)	D5截获线、D1截获线、D2截获线、D6截获井	配合水力截获水的水质监测,确定何时开始截获和截获后的水质变化;退役后的水质长期监测	pH、耗氧量、氨氮、硝酸盐、Mg ²⁺ 、Na ⁺ 、硫酸盐、K ⁺ 、Ca ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、溶解性总固体	2次/月	1次/月	1次/季度
					铅、镉、砷	2次/月	1次/半年	1次/半年
B类监测点	数村溪水单元下游	地下水截获井(线)	D4截获线	出矿区水质控制,确定何时开始截获和截获后的水质变化;退役后的水质长期监测	pH、耗氧量、氨氮、硝酸盐、Mg ²⁺ 、Na ⁺ 、硫酸盐、K ⁺ 、Ca ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、溶解性总固体	2次/月	1次/月	1次/季度
					铅、镉、砷	2次/月	1次/半年	1次/半年
	东南部水单元	地下水截获井(线)	D3截获线		pH、耗氧量、氨氮、硝酸盐、Mg ²⁺ 、Na ⁺ 、硫酸盐、K ⁺ 、Ca ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、溶解性总固体	2次/月	1次/月	1次/季度
				铅、镉、砷	2次/月	1次/半年	1次/半年	
	周边敏感点	屯垌民井	J23(民井)	敏感保护目标监测	pH、耗氧量、氨氮、硝酸盐、Mg ²⁺ 、Na ⁺ 、溶解性总固体、总硬度(以CaCO ₃ 计)	1次/月	1次/季度	1次/半年
		叫城民井	J24(民井)			1次/月	1次/季度	1次/半年
宜村民井		J25(民井)	1次/月			1次/季度	1次/半年	

类别	水文地质单元	位置	监测点情况	监测目的	监测因子	监测频次		
						注液期、淋洗期	闭矿期	退役后
		雁楼民井	J26 (民井)			1次/月	1次/季度	1次/半年
		那温民井	J27 (民井)			1次/月	1次/季度	1次/半年
		百叫民井	J28 (民井)			1次/月	1次/季度	1次/半年
		那岬民井	J29 (民井)			1次/月	1次/季度	1次/半年
C类监测点	背景点	采区上游	J30	监测背景值	pH、耗氧量、氨氮、硝酸盐、Mg ²⁺ 、Na ⁺ 、硫酸盐、K ⁺ 、Ca ²⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻ 、Cl ⁻ 、溶解性总固体、铅、镉、砷	枯丰水期各1次		
<p>备注：</p> <p>(1) 矿区内监测点（除背景值外），某一时刻监测达标后，需再持续监测一个水文年，如果仍未出现超标现象，可不再进行监测，可以分流域、分时段逐步退出监测计划；</p> <p>(2) 截获井水质出现超标时应立即启动截获，并与矿块级截获措施联动运行；</p> <p>(3) 出现异常情况下应增加监测频率。</p>								

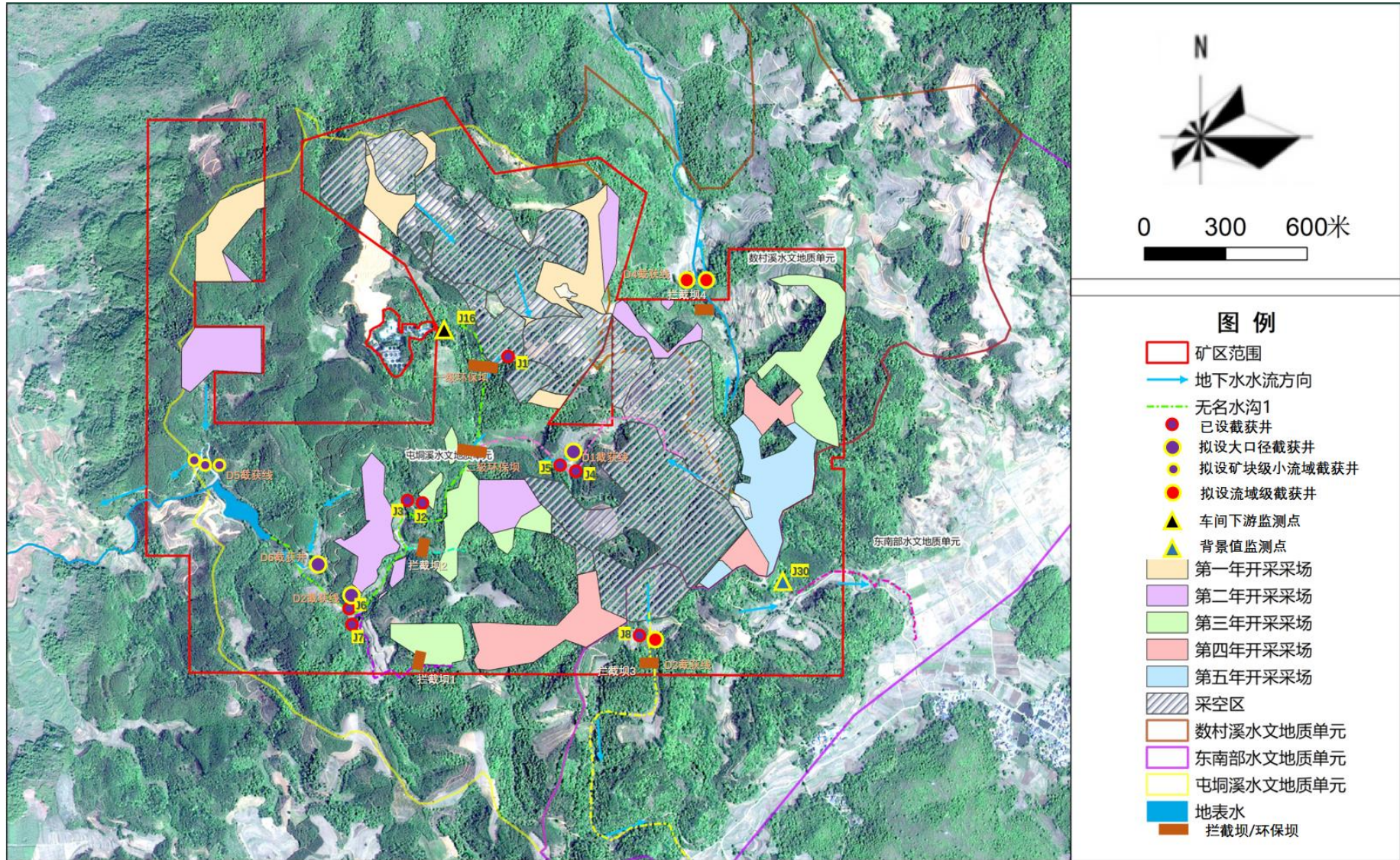


图8.3-2 地下水跟踪监测点位示意图

8.3.2.4 噪声监测计划

噪声监测点位及频次见表 8.3-5。

表8.3-5 噪声监测项目及频次

监测点位置	监测项目	监测频次	排放标准
母液处理车间边界	Leq(A)	1次/每季；每次2天，每天昼夜各1次	《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中2类环境噪声限值

8.3.2.5 土壤监测计划

1、土壤环境质量监测

本项目矿区分不同水文地质单元内的矿区进行土壤监测，根据矿区的开采年度，依次开展土壤环境监测，土壤监测点位及频次见表 8.3-6。

表层样监测点及土壤剖面的土壤监测取样方法一般参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）执行，柱状样监测点土壤监测取样方法还可参照《建设用地土壤污染状况调查 技术导则》（HJ 25.1-2019）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）执行。

表8.3-6 场区土壤检测项目及频次

序号	监测点		监测项目	监测频率	执行标准
1	数村溪次级水文地质单元矿区	矿块坡脚1个柱状样点 ^b	pH 值、铜、镍、锌、铅、镉、砷、铬、六价铬、汞、全氮、氨氮、硫酸盐、镁、钠、SSC、土壤含盐量	次/年（事故情况下加密监测）	《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）
2	屯垌溪次级水文地质单元矿区	南部、西部、北部矿块坡脚各布设1个柱状样点，共3个柱状样点 ^b 母液处理车间布设1个表层样点 ^a			
3	东南部次级水文地质单元矿区	原历史采空区坡脚1个柱状样点 ^b			
4	矿区内基本农田	两个表层样点 ^a	pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、全氮、氨氮、硫酸盐、镁、钠、SSC、土壤含盐量		《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）

a 表层样应在 0~0.2 m 取样。
b 柱状样通常在 0~0.5m、0.5~1.5m、1.5~3m 分别取样，3 m 以下每 3 m 取 1 个样，可根据基础埋深、土体构型适当调整。

2、土壤浸出液监测

为全面了解浸矿剂对土壤环境质量影响状况，本次评价提出对闭坑矿块开展土壤浸出液跟踪监测方案，具体见下表：

表8.3-7 场区土壤浸出液检测项及频次

序号	监测点		监测项目	监测频率	选择理由
1	数村溪次级水文地质单元矿区	101-36 矿块坡脚	pH、全氮、氨氮、可溶性硫酸盐、镁、钠、总盐共 7 项	闭矿后检测 1 次	该矿块坡脚邻近永久基本农田
2	屯洞溪次级水文地质单元矿区	101-4 矿块坡脚			该矿块坡脚下游为屯洞水库
		101-13 矿块坡脚			该矿块坡脚邻近永久基本农田
		101-19 矿块坡脚			该矿块坡脚邻近永久基本农田

8.3.2.6 底泥监测计划

项目底泥监测计划见下表。

表8.3-8 底泥监测频次

序号	监测断面位置	监测因子	监测频次
1	屯洞溪出矿区后下游 200m	pH、铜、铅、锌、砷、镉、铬、汞、镍、镁共 10 项	次/年（事故情况下加密监测）
2	屯洞溪与黑水河交汇口黑水河下游 500 m		
3	屯洞水库		

8.3.2.7 生态环境监测计划

1、监测范围

生态监测以注液孔、巷道、母液中转池等开挖区域以及运输道路为重点，监测工程影响区域。植物、植被监测是对项目矿区影响区域进行监测。

2、监测时间

每季度 1 次。

3、监测内容

植物监测：种类及组成、典型群落、种群密度、覆盖度、外来种、重点保护种等；

动物监测：种类、分布、密度和季节动态变化。

重点保护野生动物的种类、数量、栖息地、觅食地等。动物监测的重点放在两栖、两爬，一是观测两栖、两爬的死亡率，以验证工程区是否为两栖、两爬的主要栖息地。如在场内发现受伤的两栖、两爬动物，送交当地林业站统一管理或放生，并研究两栖、两爬死亡的原因，记录种类，进行存档，并采取相应的保护措施。

同时监测临近生态保护红线的生境变化、生态恢复和水土保持效果和项目影响区生态入侵。

4、监测方法

①植物监测

在各点位根据陆生生物组成设置固定样线 2~3 条，根据各样线群落面积确定设置的样地数量，着重调查植物的垂直和水平分布、植物物种。此外，监测过程中应密切关注外来入侵种的种类、数量、入侵速度。

②动物监测

两栖类和爬行类动物监测：采用样方法监测两栖类和爬行类动物种类、数量和分布等。

鸟类监测：采用样线法、样点法和直接计数法监测鸟类种类、数量和分布等。

兽类监测：采用样线法、红外相机拍照监测兽类种类、数量和分布等。

5、实施单位

建设单位须委托有相应能力的第三方单位进行植物、植被监测和两栖、两爬监测两项生态环境监测，并及时将各时期监测结果上报环保部门备案。

表8.3-9 施工期生态监测计划

监测地点	监测项目、频率及要求		
	植被与自然景观	保护植物	保护动物
临近生态红线区域	每季度监测 1 次	每季度监测 1 次	每季度监测 1 次
原地重要野生植物分布点	每季度监测 1 次	每季度监测 1 次	—
野生动物主要分布路段	—	—	每季度监测 1 次

表8.3-10 营运期生态监测计划

监测范围和-content		监测项目、频率及要求				
监测类型	主要监测内容	植被	保护植物	保护动物	外来入侵物种	生境变化
临近生态红线区域	生境变化； 生态恢复和水土保持效果； 项目影响区生态入侵。	全周期；4次/年	全周期；4次/年	全周期；4次/年	全周期；4次/年	全周期；4次/年
植物与植被	评价范围重要野生植物分布	—	全周期；4次/年	—	—	—
保护动物	两栖、两爬等动物分布监测。	—	—	全周期；4次/年	—	—
生态入侵	外来入侵物种监测	—	—	—	全周期；4次/年	—
水生生态	屯峒水库、屯峒溪、数村溪等	—	—	—	—	1次/3年

表8.3-11 闭矿期生态监测计划

监测范围和-content		监测项目、频率及要求				
监测类型	监测内容	植被	重要植物	重要动物	外来入侵物种	生境变化

监测范围和内容		监测项目、频率及要求				
监测类型	监测内容	植被	重要植物	重要动物	外来入侵物种	生境变化
生态入侵	全矿区	3次/年	3次/年	3次/年	3次/年	3次/年
水生生态	屯垌水库、屯垌溪、数村溪等	—	—	—	—	3次/年

(7) 开采工艺参数监测

对每一个矿块正式浸矿开采前通过注水操作监控清水回收率是否大于等于 92%，达不到时及时调整注液、收液孔位置，方便进行下一步注液浸矿；同时对每个矿块开采时的浸矿液浓度、数量，回收母液浓度、数量，回收淋洗液浓度、数量等参数进行监测并记录，及时调整浸矿剂投入量，避免过量投加浸矿剂。

8.4 环境保护“三同时”验收一览表

《建设项目环境保护管理条例（2017年修正）》《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》（国环规环评〔2017〕4号）等规范性文件已明确：建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照相关办法规定的程序和标准，组织对环境保护设施进行验收。

根据《中华人民共和国环境保护法》《建设项目竣工环境保护验收管理办法》《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》规定，建设项目污染防治设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行；建设完成后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告；建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假；除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。“三同时”验收清单如表 8.4-1。

表8.4-1 项目环保设施“三同时”验收表

项目	污染源	污染物	验收点	治理措施	验收内容	验收标准
废气	无组织排放	硫酸雾	厂界	/	厂界无组织达标排放	《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011)表6
废水	母液处理车间生产废水	pH、SO ₄ ²⁻ 、Mg ²⁺ 等	母液处理车间	在配液池中通过调节 pH 和硫酸镁浓度后,作为浸矿液重复利用。	回用于生产	回用于生产,不外排
	清洗废水	pH、SO ₄ ²⁻ 、Mg ²⁺ 等	母液处理车间工艺池	正常生产时回用于生产;最后一个采场的清洗废水经处理达标后外排至二级环保坝下	清洗尾水和截获尾水处理措施	《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011)直排标准限值,其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准要求,硫酸盐(以 SO ₄ ²⁻ 计)满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》(DB36 1016-2018)中表 1 一级排放限值 (<=800mg/L)
	截获工程污水	pH、SO ₄ ²⁻ 、Mg ²⁺ 、氨氮等	污水处理站	采用“钙矾石沉淀+高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”处理截获废水,正常生产时不外排,闭矿期外排至二级环保坝下		
	截获工程(含地表和地下截获工程)	pH、SO ₄ ²⁻ 、Mg ²⁺ 等	矿区内溪沟和矿块坡脚	采用拦截坝/环保+截获井拦截	一级环保坝(2000m ³)、二级环保坝(3000m ³)、4座拦截坝及输水管路、6套地下水截获系统	/
厂区防渗	pH、SO ₄ ²⁻ 、Mg ²⁺ 等	采区、母液处理车间	分区防渗	环保坝、中转水池、母液集中池、母液处理车间的除杂池、沉矿池、贮矿池、压滤液池、上清液池、配液池、硫酸镁配液池、碳酸氢钠配液池、上清液中转池、应急池、初期雨水池等池体防渗措施	/	
固体废物	一般工业固废	注液孔废弃土石方	注液孔	回填注液孔	综合利用,不随意堆弃	一般固废暂存区满足防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求
		收液系统废弃土石方	收液系统	回填收液系统,其余回用 矿山公路修筑和维护	综合利用,不随意堆弃	
		除杂渣	一般固废暂存区	外送综合利用	外送综合利用	
		污水处理站污泥	一般固废暂存区	外送综合利用	外送综合利用	

项目	污染源	污染物	验收点	治理措施	验收内容	验收标准
		废弃包装袋	一般固废暂存区	外售综合利用	外售综合利用	
	危险废物	废机油、含油手套	危废暂存间	定期转运至有资质单位处理	定期转运至有资质单位处理	危废暂存间是否满足防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求
	生活垃圾	生活垃圾	生活垃圾收集点	定期交由环卫部门清运	无二次污染	/
噪声	设备噪声	噪声	厂界噪声	采取隔声、减振、吸声、消声和绿化等降噪措施	厂界达标	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类
生态环境	运营期		采场和母液处理车间	拆除和封堵注液系统；保留和疏浚收液系统和清污分流系统；矿山服务期满后，建设单位必须做好后期污染防治及生态恢复工作，为防止母液处理车间、采区环境污染，应进行关闭并按照复垦方案做好生态恢复工作，对场地进行平整、压实，绿化等		/
环境风险				①按相应技术规范和生产管理要求设置风险防范措施 ②对各项风险防范措施进行严格管理，制订相应应急预案、突发环境事件隐患排查治理制度和减缓措施，一旦发生事故，应迅速响应，启动应急预案并采取相关防护措施；③环保坝、母液处理车间应急池和初期雨水池、硫酸应急池（4）采场事故应急池		环境风险可控

9 评价结论

9.1 项目概况

广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿开采工艺优化技改项目位于崇左市江州区太平镇境内，厂址坐标（东经 107°13'31"~107°15'01"，北纬 22°27'00"~22°28'09"。中心坐标为东经 107°14'21"，北纬 22°27'20"。），矿区面积约 4.0472km²，经优化后设计开采面积为 0.6969km²，母液车间面积为 2.88 hm²。2023 年 10 月，取得自然资源部矿产颁发的广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿采矿许可证（C4500002011035120108357）。技改工程沿用原地浸矿生产工艺开采稀土，其中收液系统主要采用“集液巷道+导流孔+收液管为主、导流孔+收液管为辅”的工艺，浸矿剂由碳酸铵改为硫酸镁，母液处理车间除杂沉淀剂由碳酸氢氨改为碳酸氢钠，产品为碳酸稀土，开采规模 REO（折算成 92%的氧化稀土）500t/a。本项目总投资为 6673.41 万元，其中环保投资 694 万元。

9.2 环境质量现状

9.2.1 空气环境质量现状

根据广西壮族自治区生态环境厅发布的《自治区生态环境厅关于通报 2022 年设区城市及各县（市、区）环境空气质量的函》（桂环函〔2023〕13 号），崇左市 2022 年二氧化硫、二氧化氮和细颗粒物（PM_{2.5}）、可吸入颗粒物（PM₁₀）年平均浓度及一氧化碳日均值第 95 百分位数浓度、臭氧日最大 8 小时平均值第 90 百分位数浓度均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中二级标准限值项目所在区域为达标区。

本次补充监测在屯桐设 1 个监测点，监测的硫酸雾、氨的 1 小时浓度值和硫酸雾的日均浓度值满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）表 D.1 其他污染物空气质量浓度参考限值要求；TSP 日均值满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求。

9.2.2 地表水环境质量现状

（1）屯桐溪支流（即无名水沟 1、2、3、4）

丰水期 pH 值、氨氮、硝酸盐出现不同程度的超标，丰水期最大超标倍数分别为 2.10 倍、6.91 倍、4.59 倍；枯水期 pH 值、氨氮、硝酸盐、硫酸盐出现不同程度的超标，枯水

期最大超标倍数分别为 2.0 倍、33.1 倍、10.2 倍和 0.88 倍；第一、二、三阶段该水体均出现过 pH 值、氨氮、硫酸盐超标的情况，超标原因由于开采规模逐年增加，矿区由于浸矿剂注入，矿区残留的氨氮等污染物随着雨水下渗山体后，以下降泉的形式排泄于地表，而矿区截留设施有些未处于有效运行状态，比如二级环保坝、三级环保坝未正常运行，截获井未投入适用，矿区内采空区溪流或地下水带出的氨氮等污染物未能及时抽回母液处理车间处理，从而造成超标。水体中的氨氮经过微生物的硝化作用后转化为硝酸盐，是水体中硝酸盐升高的原因之一，同时矿区内种植桉树、甘蔗、柑橘等农作物，施用的硝基肥等肥料也会使氨或硝酸盐随着种植活动进入水体环境中。

（2）屯垌水库

丰水期氨氮、硝酸盐略微出现超标，超标倍数分别为 0.54 倍和 1.01 倍；枯水期氨氮、硝酸盐略微出现超标，超标倍数分别为 0.94 倍和 2.65 倍；经梳理，由于水库上游来水超标明显，造成屯垌水库超标，后经矿区采取一系列整改措施后，屯垌水库水质得到明显改善。屯垌水库主要功能为灌溉用水，根据《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2021），灌溉水质对氨氮没有要求，当屯垌水库水作为灌溉功能使用时，其氨氮对农田灌溉用水影响不大。

（3）屯垌溪（矿区外）

丰水期硝酸盐略微出现超标，超标倍数为 0.8 倍；枯水期氨氮、硝酸盐略微出现超标，超标倍数分别为 0.45 倍和 1.89 倍；近三年屯垌溪在线监测数据显示，pH、氨氮偶尔出现超标，其超标原因为受到上游超标来水影响，并叠加屯垌溪两侧农作物种植和村民生活的面源污染影响。

（4）数村溪

丰水期和枯水期监测数据显示各监测因子均可达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的 III 类标准值；平水期对数村溪靠近矿区上游河段进行监测，监测结果显示硝酸盐出现超标，超标倍数 2.75 倍，呈现沿程浓度逐渐降低的特征，说明该超标项与采矿活动有关。数村溪在线监测数据表明，偶尔出现 pH 值、氨氮超标，由于数村溪在线监测系统布设河段周边存在大量农田，因此造成上述数据短期超标，可能是上游来水与周围农业活动叠加影响导致监测数据出现超标情况。

（5）东南面无名小溪

历年来对东南面无名溪沟的关注度不高，无历史采样数据。本次评价监测结果显示，东南面无名水沟 5 的 pH 值、氨氮、硝酸盐、硫酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍

数分别为 2.30 倍、47.3 倍、16 倍和 1.70 倍，而无名水沟 6 各监测因子均可达标。经核实，历史采空区部分涉及东南部次级水文地质单元，且主要为无名水沟 5 上游山体，由此可知，历年来残留在采空区的含铵浸矿剂随入渗雨水出露到地表水体后造成地表水体中部分污染物出现超标情况。

（6）黑水河

丰水期和枯水期监测结果显示，各监测因子均可达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准值。黑水河作为区域地表水体的最终接纳水体，历年来均对其布设了断面进行监测，监测结果显示，历年来评价河段黑水河水质均可满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准值要求，说明矿区开采活动和沿线农业生产活动虽已对局部水体产生一定的影响，但对黑水河水质影响有限。

本次技改后改用无铵药剂进行原地浸矿，不会增加区域铵来源；同时经过构建整体的水污染防治体系，对受污染的地表水和地下水进行截流并处理，水环境中现有的氨氮等污染物浓度将逐步降低，水环境质量整体向好。

9.2.3 地下水环境质量现状

（1）矿区外民井或泉点（地下河）环境质量现状及变化趋势

经监测，矿区外民井或泉点（地下河）各监测点丰水期和枯水期监测结果显示各污染因子均可达到《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准要求。通过历史数据和定期监测数据数理，矿区外民井或泉点（地下河）水质稳定，仅出现过一次 pH 未达标，超标倍数较小，水质类型均为网状基岩风化裂隙水，超标原因与本区土壤本底 pH 为酸性有关。

（2）屯垌溪次级水文地质单元--已开采区环境质量现状及变化趋势

屯垌溪次级水文地质单元--已开采区丰水期 pH 值、氨氮、硝酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 2.4 倍、31.2 倍、3.53 倍；枯水期 pH 值、氨氮、硝酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 3.4 倍、18.34 倍、3.24 倍。超标原因主要是历年来残留在已开采区的含铵浸矿剂随入渗雨水进入到地下水环境中，同时矿区内桉树、甘蔗等大面积种植，施用硝基肥等肥料也是地下水出现超标的原因之一。开采中断的年份由于缺少环保设施的运营管理，已设截获井未发挥作用，最终导致矿区内地下水出现超标。本次技改改用无铵药剂进行原地浸矿，不会增加区域铵根来源，同时经过构建整体的水污染防治体系，结合地下水走向，在矿区内相应水文单元设置了截获井和监

控井，分布在各地下水超标区域。截获井将整个地下水流向断面受污染的地下水截获抽至环保坝，经过厂内污水处理设施处理后，生产时回用于生产，停产闭矿时则排入无名水沟 1。通过设置截获井，可以有效控制矿区内氮超标水体外流，逐步改善区域地下水水质状况。

（3）屯垌溪次级水文地质单元--拟开采区环境质量及变化趋势

屯垌溪次级水文地质单元--拟开采区丰水期 pH 值、氨氮、硝酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 3.8 倍、37 倍、1.86 倍，枯水期 pH 值、氨氮、硝酸盐出现不同程度的超标，最大超标倍数分别为 5.8 倍、118.6 倍、3.505 倍。根据历史数据数理分析，拟开采区出现不同程度 pH 值、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、硫酸盐超标，超标点位主要邻近已开采区，由此可判断超标原因主要受已开采区含铵浸矿剂浸矿随入渗雨水进入地下水环境的影响，已开采区和拟开采区最终排泄区均为矿区范围内的屯垌溪，因此在构建整体的水污染纺织体系的基础上，截获井和监控井将有效发挥作用，可有效控制矿区内超标水体外流，逐步改善区域地下水水质状况。

（4）数村溪次级水文地质单元环境质量现状及变化趋势

数村溪次级水文地质单元丰水期个别点位出现硝酸盐超标，最大超标倍数为 0.155 倍，枯水期个别点位出现氨氮超标，最大超标倍数为 0.82 倍，判断其超标与矿区开采活动有关，因此本次评价提出在数村溪上游设置拦截坝和截获井，将收集的超标废水泵入污水处理系统处理后外排。

（5）东南部次级水文地质单元环境质量现状及变化趋势

东南部次级水文地质单元丰水期和枯水期各监测点各监测因子均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准要求。根据历史数据数理，个别监测结果显示，pH 未达标，超标倍数较小，水质类型均为网状基岩风化裂隙水，超标原因与本区土壤本底 pH 为酸性有关。

总体而言，地下水超标主要集中在矿界范围内，外国民井和泉点（地下河）水质可满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准，而矿界内历史采用区范围已波及 3 个水文地质单元，其中屯垌溪次级水文地质单元开采历史久，且经历了池浸、堆浸和原地浸矿工艺，历史监测数据显示，该水文地质单元地下水超标频率很高，说明超标原因为开采过程中浸矿剂无组织渗流导致，根据中铝广西有色稀土开发有限公司提供的《原山氨氮含量与清水淋洗时间的关系》，2018 年以来，北京矿业研究总院在江西

赣州稀土公司开展了工业试验，得到以下结论：清水淋洗可显著降低原山氨氮含量，随着清水淋洗时间的延长呈下降趋势，且下降的幅度越来越缓，当土体氨氮浓度降至170~180mg/L时，再继续淋洗氨氮浓度几乎不再下降，由此可判断历史矿山虽采取了淋洗措施，但淋洗效果不佳，矿体内仍残留较多铵盐随着时间推移慢慢渗出，且原设计设置的截获井并未开启，使得矿山中残留浸矿剂淋溶至地下水，造成地下水超标，由监测数据可知，钻孔监测点监测数据总体比泉点监测点数据偏低，矿区残留浸矿剂未下渗至深层地下水。

9.2.4 声环境质量现状

本次监测的母液处理车间 N1~N4 场界共设置了 4 个噪声监测点，声环境监测值均达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

9.2.5 土壤环境质量现状

本次评价共设了 19 个土壤环境监测点，矿区内部布置的 8 个表层样和 5 个柱状样，矿区外 5 个表层样、1 个柱状样。

S1~S5 监测 0~0.5m：45 项+pH、总铬、全氮、氨氮、可溶性硫酸盐、镁、钠；0.5m 以下样品监测 pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、锌、总铬、全氮、氨氮、可溶性硫酸盐、镁、钠；S6~S12 监测 pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、锌、总铬、全氮、氨氮、可溶性硫酸盐、镁、钠；S13、S14 监测 pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、全氮、氨氮、可溶性硫酸盐、镁、钠；S15~S19 监测 pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、锌、总铬、全氮、氨氮、可溶性硫酸盐、镁、钠。

S1~S12 监测点位于建设用地，监测点位各项监测因子均满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中二类用地风险筛选值标准要求。S13~S19 位于农用地，各项监测因子均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中其他项目风险筛选值标准要求。

本次全盐量监测共布设 5 个土壤监测点，分布在矿区东西南北中部，矿区范围内土壤全盐量范围为 0.21~0.5g/kg。项目所在地属于半湿润地区，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 D，项目矿区的土壤属于未盐化土壤。

矿区及周边土壤 pH 值为 4.02~7.46，对比《回顾性评价》矿区及周边土壤 pH 值范围为 3.8~7.7，矿区及周边土壤的 pH 值总体变化不大。矿区土壤 pH 值介于中度酸化和轻度酸化之间，与《回顾性评价》相比，矿区内土壤没有明显继续酸化趋势。

全氮、氨氮、可溶性硫酸盐、镁、钠没有评价标准，本次评价留作背景值。

9.2.6 底泥现状

对屯洞水库、屯洞溪、黑水河布置了 3 个底泥监测断面，监测的 pH、铜、铅、锌、砷、镉、铬、汞、镍、镁无相应质量标准，故不评价仅作为背景值列出。相比于回顾性评价报告，六汤稀土矿屯洞溪、屯洞水库底泥各因子变化幅度不大。

9.2.7 生态环境现状

(1) 植物与植被

评价区内维管植物 112 科 300 属 403 种，依据《中国种子植物区系地理》（吴征镒），所在区域以东亚植物区为主体，属于北热带和南亚热带地区。经调查分析，野生种子植物科的分布区类型以泛热带分布为主，其次是世界广布，北温带广布种也有一定数量的分布，无天然孑遗科分布。参照《中国植被》及《广西天然植被类型分类系统》（苏宗明）中植被类型分类系统，评价区陆地植被共划分 2 级，有植被型组 5 个，植被型 8 个，主要群系有 9 个；其中自然植被有植被型组 3 个，植被型 5 个，群系有 5 个，栽培植有植被型组 2 个，植被型 3 个，群系有 4 个。

根据现场调查结合区域历史资料得知，评价范围分布有重要野生植物 10 种，其中广西重点保护植物 1 种，为美丽崖豆藤；特有植物 9 种，分别为红花青藤、红鳞蒲桃、锈毛莓、锥、毛冬青、显齿蛇葡萄、白花龙、单色蝴蝶草、露兜草，均为中国特有植物。

评价范围植被以人工林为主体，自然植被多为次生起源，以灌木林和阔叶林为主。与同区域原生植被相比，植物区系构成发生明显变化，但项目区周边区域经过人工长期的干扰，植被以人工林为主。

(2) 野生动物调查

评价范围已知有陆生脊椎野生动物 99 种，隶属 4 纲 15 目 53 科。其中两栖类 1 目 6 科 7 种，占广西两栖动物种数 105 种的 6.67%；爬行类 1 目 5 科 10 种，占广西爬行类种数 177 种的 5.65%；鸟类 9 目 35 科 69 种，占广西鸟类种数 687 种的 10.04%；哺乳类 4 目 7 科 13 种，占广西哺乳类种数的 180 种的 7.22%。

经调查，评价区有国家二级保护动物 10 种，广西重点保护动物 22 种。评价区可能存在《中国生物多样性红色名录》易危以上等级物种有 2 种，为铅色水蛇和豹猫。特有种为中国壁虎 1 种。

(3) 公益林

评价范围分布有自治区级公益林 273.08hm²，其中矿区范围分布有 7.56hm²，约占评价范围公益林总面积的 1.67%。

9.2.8 辐射现状调查

本次选取的广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿原矿矿样中 ²³⁸U 含量为 86.8~126Bq/kg，低于 1000Bq/kg。不同原矿样品中 ²³²Th、²²⁶Ra 最大检测值分别为 96.8Bq/kg、88.3Bq/kg；除杂渣中 ²³⁸U、²³²Th、²²⁶Ra 含量分别为 418~751 Bq/kg、105~180 Bq/kg、145~553Bq/kg。产品中 ²³⁸U、²³²Th、²²⁶Ra 含量分别为 399~450Bq/kg、25.1~33.9Bq/kg、145~368Bq/kg。

9.3 污染物排放情况

9.3.1 大气污染物排放

项目大气污染源主要包括硫酸储罐区硫酸雾、注液孔开挖及物料存储过程产生的扬尘等。项目大气污染物总量为：硫酸雾 0.0021t/a。

9.3.2 水污染物排放

矿山在正常情况下，母液处理环节产生的沉矿池上清液、压滤车间压滤废水等全部回收利用，正常情况下车间生产废水不外排。原地浸矿过程中不可避免会有少部分母液渗漏，母液渗漏下渗进入地下水，生产期间原地浸矿采场主要的水污染源为母液的渗漏。浸采完成后对采区进行清洗，将采区矿体中残留的硫酸根、镁、钠等清洗出来，收集后经处理后接续用于下个矿块生产补充水，接续利用期间无清洗废水外排。最后一个矿块的淋洗废水无接续矿块利用，经处理后达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）Ⅲ类标准要求，硫酸盐（以 SO₄²⁻计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表 1 一级排放限值（≤800mg/L）。闭矿后一般在无自然降雨情况下，采区无尾水渗漏产生；当有自然降雨时，降雨入渗到已闭矿的采区，大部分

雨水通过采区植被和地表径流排至就近溪流中，少部分降雨入渗到采区矿体中，经过地下水短距离径流后出露至周围地表水体。生活污水经厕所收集后用于周围林灌。

由于截获工程的实施，对于历史采空区可以达到每年氨氮削减 5.23t/a、硫酸根 36.28t/a 的减排效果，技改项目实施后，未采矿块淋洗期废水排放总量为 SO_4^{2-} 、镁离子、钠离子排放量分别为 38.19t/a、13.98t/a、12.49t/a，生产期间废水污染物无组织渗漏排放量分别为 419.01t/a、51.10t/a、22.08t/a。

9.4 运营期主要环境影响

9.4.1 环境空气

- ①根据估算结果，项目大气环境评价等级为三级，硫酸雾核算排放量约为 0.0021t/a。
- ②注液孔开挖、岩土堆放，以及复垦产生的扬尘不会对周围空气环境造成明显影响。
- ③临时弃土、渣土产生的扬尘和风蚀扬尘很小，其对周边空气环境不会造成明显不利影响。

④项目矿区范围距离广西崇左白头叶猴自然保护区实验区 3.6km，距离花山风景名胜區 550m，硫酸雾和扬尘产生量较小，同时距离广西崇左白头叶猴自然保护区、花山风景名胜区较远，硫酸雾和扬尘对广西崇左白头叶猴自然保护区、花山风景名胜区和左江干流流域-高峰岭水源涵养区大气环境影响不大。

综上，项目大气环境影响可以接受。

9.4.2 地表水环境

1) 正常排放情景下，最后矿块淋洗水和截获工程截获废水进入母液车间污水处理站后排入黑水河，排放时间持续三个月，黑水河中的硫酸盐、铅、砷、镉、氨氮仍能满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准限值要求，镁、钠相对背景值有所增加，但无相关标准值，不做评价。随着最后一个矿区的淋洗水排放结束后，矿区进入闭矿期，技改项目针对采空区截获水进行处理后达标排放，根据预测结果，闭矿期黑水河中的硫酸盐、铅、砷、镉、氨氮能满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准限值要求，镁、钠相对背景值有所增加，但无相关标准值，不做评价。故本项目废水排放不会改变下游水环境功能类别。

项目设置有环保坝，环保坝将出露进入无名水沟内的溪水收集返回污水处理站处理后回用于生产，减少了采空区淋溶渗滤液进入地表水体的情况，随着技改项目矿块的闭

矿，截获工程继续发挥作用，此时截获废水无综合利用途径，经处理达标后外排至黑水，不进入矿区内的地表水体中，此时屯垌水库、屯垌水库的来源主要来源降雨，无其他污染源进入，项目采取的环保措施对区内地表水体的水质具有一定的改善作用。

2) 非正常情况下影响

非正常工况下，即采场环保坝失效，采场母液中转池发生泄漏，母液全部进入地表水。预测结果表明：屯垌水库 30d 后的硫酸盐、砷、铅、镉的预测浓度仍能满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准限值；地表水无镁、钠质量标准，暂不作评价。技改后建立了“源头削减控制—过程监管预警—末端防控”的水污染防治体系，可以有效降低非正常情况时环境影响。

3) 满足流域水环境质量改善目标的要求

技改后，项目改用无铵原地浸矿工艺，杜绝了铵来源，不会导致区域屯垌溪等水体氨氮浓度增加。根据预测，生产期间和闭矿后本项目特征污染物硫酸根离子、镁、砷、铅、钠、镉等对黑水河的环境影响较小，不改变流域水环境功能，不影响流域的水环境质量改善目标要求。同时通过“源头削减控制—过程监管预警—末端防控”的水污染防治体系，可以有效控制硫酸根离子、镁、砷、铅、钠、镉等污染，对区域水环境改善总体是有利的。

综上，在考虑区（流）域水环境综合治理工程实施基础上，同时本项目满足水污染控制和环境影响减缓措施有效性要求，落实施工期、生产期、闭矿期的环保措施，本评价认为项目对周边地表水环境影响可以接受。

9.4.3 地下水环境

1、屯垌溪次级水文地质单元预测结论

(1) 正常工况下

钠、砷、铅、镉的贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准；硫酸盐、氨氮除原背景值超标点位外的其余区域贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准；镁贡献值相对于现状背景值的增加量较少，可能会导致矿区地下水总硬度的上升；砷、铅、镉在生产期内对于地下水环境的贡献值相对于现状背景值的增加量较少，对地下水环境的影响程度较轻，处于可接受的范围。

污染羽整体集中于矿区附近，并就近随地下水排泄至沟谷的溪流中形成地表径流，最终随地表径流排泄至屯垌溪中。根据地表水预测结果，屯垌溪中的硫酸盐、砷、铅、镉的水质浓度预测值满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准限值。

预测期间，硫酸盐、氨氮出现超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准现象主要集中在背景值超标区域，其污染羽未超出矿区开采范围。

（2）非正常工况下

钠、砷、镉的贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准；硫酸盐、氨氮除原背景值超标点位外的其余区域贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准；铅在非正常工况下在预测时段为 365 天时在下游厂界出现 Pb 贡献值浓度超标情况，超标范围略超出 101-3~101-4 矿体外矿界南边界 33m，超出北边界 44m，超出东边界 8.3m，造成矿界外小范围地下水污染，若建设单位能及时发现非正常工况，并停止注液开采，因非正常工况造成的地下水 Pb 污染可以及时得到控制，不会对矿界外的地下水环境造成影响；镁贡献值相对于现状背景值的增加量较少，可能会导致矿区地下水总硬度的上升，相对于正常工况下的影响略大；砷、铅、镉在生产期内对于地下水环境的贡献值相对于现状背景值的增加量较少，对地下水环境的影响程度较轻，处于可接受的范围。预测期间，硫酸盐、氨氮出现超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准现象主要集中在背景值超标区域，其污染羽未超出矿区开采范围。

非正常工况下由于泄露的浸矿液比正常工况下泄露的浸矿液更多，非正常工况下各个预测因子在矿区内的预测值浓度均比正常工况下各个预测因子在矿区内的预测值浓度高。除铅外，在非正常工况的预测时段内均未对厂界外地下水环境造成影响；若建设单位能及时发现非正常工况，并停止注液开采，因非正常工况造成的地下水 Pb 污染可以及时得到控制，不会对矿界外的地下水环境造成影响。

2、数村沟水文地质单元预测结论

（1）正常工况下

钠、砷、铅、镉的贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准；硫酸盐、氨氮除原背景值超标点位外的其余区域贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准；镁贡献值相对于现状背景值的增加量较少，可能会导致矿区地下水总硬度的

上升；砷、铅、镉在生产期内对于地下水环境的贡献值相对于现状背景值的增加量较少，对地下水环境的影响程度较轻，处于可接受的范围。

污染羽整体集中于矿区附近，并就近随地下水排泄至沟谷的溪流中形成地表径流，最终随地表径流排泄至屯垌溪中。根据地表水预测结果，屯垌溪中的硫酸盐、砷、铅、镉的水质浓度预测值满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的III类标准限值。

（2）非正常工况下

钠、砷、铅、镉的贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准；硫酸盐、氨氮除原背景值超标点位外的其余区域贡献值及叠加现状背景值后在预测期间均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准；镁贡献值相对于现状背景值的增加量较少，可能会导致矿区地下水总硬度的上升，相对于正常工况下的影响略大；砷、铅、镉在生产期内对于地下水环境的贡献值相对于现状背景值的增加量较少，对地下水环境的影响程度较轻，处于可接受的范围。预测期间，硫酸盐、氨氮出现超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准现象主要集中在背景值超标区域，其污染羽未超出矿区开采范围。

非正常工况下由于泄露的浸矿液比正常工况下泄露的浸矿液更多，非正常工况下各个预测因子在矿区内的预测值浓度均比正常工况下各个预测因子在矿区内的预测值浓度高。非正常工况的预测时段内各个预测因子均未对厂界外地下水环境造成影响。

3、技改前后影响

技改后，项目改用无铵原地浸矿工艺，杜绝了铵来源，不会导致区域地下水中氨氮浓度增加。同时，项目建立了“源头削减控制—过程监管预警—末端防控”的水污染防治体系，预测结果表明，截获井可以有效阻止污染羽的扩散，减少历史采空区污染物对下游地下水环境的影响，技改后项目对区域地下水环境改善总体是有利的，地下水环境影响可以接受。

9.4.4 声环境

正常生产情况下，技改工程母液处理车间东面、西面、南面、北面厂界噪声可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348—2008）2类标准要求。因此，本项目产生的噪声对项目所在区域声环境影响不大。

9.4.5 固体废弃物

项目生产过程产生的注液孔废弃土石方就近堆存在注液孔周边，待浸矿完毕后，回填注液孔；收液系统废弃土石方用于回填收液系统，其余回用矿山公路修筑和维护；除杂渣、污水处理站污泥、废弃包装袋定期外售综合利用。危险废物主要为废机油、含油手套等约 0.06t/a，采用危废暂存桶暂存，定期转运。生活垃圾经收集后由当地环卫部门进行统一处置。经处理后，固体废物对环境的影响不大。

9.4.6 土壤环境

项目生产期期间对土壤中硫酸根、镁离子的贡献值相对本底值而言较小，不会大幅度增加矿体土壤中硫酸根的含量，对土壤环境的影响有限，处于可接受范围；且影响目标土壤层为矿体层土壤，对表层土壤影响较小，不会造成表层土壤板结。

原地浸矿采场生产不会对采场表层土壤造成不利影响，但会对采矿层土壤和采矿下游土壤造成一定酸化和盐化影响，但采取清水清洗和监控井等环保措施后，不会造成明显不利影响。

技改后项目更换为镁盐的无铵开采工艺后，不会增加区域土壤中的氨氮含量；由于历史采空区已经复垦，已无注液井和收液系统，因此历史采空区的氨氮、硫酸盐等污染主要通过自然降雨入渗淋洗，土壤中氨氮会通过地下水被截获或者出露到地表水后通过环保坝进行截获，氨氮含量会不断降低。

开采活动对土壤的影响途径主要为注液注入土壤。采区位于相对独立的水文地质单元中，渗漏的注液的影响范围大多位于开采矿体周边。针对历史采空区遗留的铵盐浸矿液，本项目在技改后不会对历史采空区进行开采，建立了“源头削减控制—过程监管预警—末端防控”的水污染防控体系，开采期间渗漏的注液及历史采空区因自然降雨产生的渗滤液均能有效控制在矿区内，对矿区外的土壤环境影响不大。

9.4.7 生态环境

(1) 施工期

植被：项目导致的植被生物量损失为 567.79t，项目建设占地及施工行为不可避免对评价范围植被造成一定破坏，但占用植被以人工栽培植被为主，因此，项目建设对评价范围植物物种多样性影响不大，不会导致评价范围植物物种多样性的降低，通过土地复垦进行植被恢复，可降低项目建设对评价范围植被的不利影响。

动物：项目存在长期人为干扰活动，整体对野生动物栖息地的影响较小，同时工程区周边尚存大量相同或类似的生境可供它们选择栖息，随着施工结束，动物可逐渐回迁。

水土流失：施工期水土流失为水力侵蚀为主，必须采取一定的措施来减缓项目建设带来的生态环境影响。

景观结构：矿山施工期采场的建设对原有地形地貌不会引起太明显的变化，对于周边相邻的景观格局和功能不会带来明显改变。对于扩建的母液处理车间，对局部景观造成一定的影响。

（2）运营期

植被：项目在运营期间做好“边开采边复垦”的开采方式，植被可以得到修复与补偿，及时在外侧修建小挡墙、排水沟、回填表土、播撒草籽、种植复垦植被，加快裸露地区植被演替速度。矿山服务期满后做好工业场区的复垦工作，在人为干扰逐渐减少情况下，也将呈现由人工植被向自然植被转变的趋势，处于植被正向演替。

动物：项目区不属野生动物集中分布或频繁活动区，项目建设不会对野生动物迁徙造成阻隔影响，工程对区域物种的组成和正常繁衍影响不大，本项目建设对保护野生动物的影响在可接受范围内。

公益林：项目属原地浸矿开采项目，不涉及破坏大面积植被，不占用生态公益林，同时通过对项目所经生态公益林进行现场调查，各林区附近有与拟占用重点公益林结构类似或更优的相同植被类型的分布，经“占一补一”后，区域重点公益林的生态服务能力不会有较大变化。

水土流失：运营期引起水土流失的场地主要为临时堆土点、原地浸矿采场注液孔周边，采取必要的水土流失措施，防止水土流失。

景观结构：运营期工矿景观的加入对整个评价区现有景观格局影响较小，各景观内部景观要素的组成稳定，运营期建设不会对项目所在地整体区域的景观生态格局与功能产生较大影响。

（3）服务期满后

项目采用了边破坏边复垦的方法，大部分原地浸矿采场、临时堆土点已经完成了复垦，在服务期满后即进行剩余部分土地复垦工作，对矿区对周围生态环境的影响限定在一定影响范围内，复垦后不会对生态环境造成新的不利影响。

(4) 对农业生产的影响

原地浸矿采场施工不占用耕地，对农业生产影响较小。

(5) 水生生态

运营期正常生产情况下，不会对地表水体的水生生物造成不利影响；非正常情况下的原地浸矿采场渗漏母液中的硫酸盐等物质，会对水生生物产生一定影响。

(6) 对生态功能的影响

项目区主导生态功能是提供农林产品，兼顾生态调节功能。在采取生态恢复措施，所引起的水土流失较小，对植被和地形地貌破坏影响较小，采矿结束后，积极复垦，不会对当地的生态功能造成明显不利影响；符合功能区生态保护目标要求。

9.4.8 辐射影响

根据《可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度》（GB27742-2011）：“表 B.1，天然放射性核素 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 免管浓度值为 1Bq/g ”。检测结果表明，原矿、除杂渣中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 均未超过 1Bq/g 的管理限值，不需要编制辐射环境影响评价专篇。

9.4.9 环境风险影响

(1) 项目危险因素

项目涉及的危险物质主要为硫酸，主要分布在罐区以及物料管道内。

项目各生产单元存在的危险因素主要是有害化学品泄漏和火灾、爆炸，另外还存在可造成腐蚀、电气伤害、机械伤害等事故的危险因素。

(2) 环境敏感性及事故影响

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 D，大气、地表水、地下水环境敏感程度分别为 E1、E2 和 E2。厂区周边 500m 范围内人口为 123 人，厂区周边 5km 范围内居民人口为 3959 人。

对于泄漏事故，硫酸泄漏在最不利气象条件下，硫酸浓度未出现超大气毒性终点浓度-1 和-2 限值。各关心点硫酸浓度均在毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2 范围内。

厂区采用雨污分流，项目设有围堰、事故应急池、雨水收集池，可有效控制本项目事故废水不排出厂区。

(3) 环境风险防范措施和应急预案

为了预防环境风险，本项目有针对性地采取了事故预防、事故预警、事故应急处置等措施，主要包括总图布置和建筑安全措施、防火防爆措施、消防安全措施、防渗措施、建立事故状态下水体污染的预防与控制体系等。建设单位应确保环境风险防范措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。风险防范措施、应急处置及救援资源和应急预案应纳入环保设施竣工验收“三同时”检查内容。针对本项目特点及环境风险类型，建设单位应编制本项目环境应急预案，企业突发环境事件应急预案应体现分级响应、区域联动的原则，与地方政府突发环境事件应急预案相衔接，明确分级响应程序。建设单位应充分利用区域安全、环境保护等资源，不断完善应急救援体系，确保应急预案具有针对性和可操作性。

综合环境风险评价内容，在企业采取报告书环境风险防范措施，加强日常巡视和风险演练，可有效防控建设项目的环境风险，环境风险可防可控。

9.5 环境保护措施

9.5.1 废气

运营期主要大气环保措施包括了（1）注液孔岩土就近堆放。（2）母液处理车间物料堆放仓库设置顶棚等防尘措施。（3）临时堆土点形成后，做好苫盖、边坡拦挡和导排水，及时恢复植被。（4）道路扬尘。限制车速，加强对运输车辆装载量的管理，严禁超载；要求运输车辆加盖篷布或使用带盖箱体密封车。（5）无组织排放粉尘防控措施。松散物料运输采用密闭车辆运输；尽量避免松散物料露天堆放，确需露天临时堆放时，表面需进行遮盖，周边设临时拦挡措施。

9.5.2 废水

项目地下水和地表水的水力联系密切，从“源头削减控制—过程监管预警—末端防控”等方面构建水污染防治体系。

9.5.2.1 源头控制

（1）地表水端源头控制措施

- ①清污分流和雨污分流
- ②生产用水循环利用
- ③清洗水清洗

收液结束后须采用清水对矿体进行全面清洗，做好清洗计划，确保每个注液孔都被清洗到位，并通过水泵将清洗尾水输送至下一个矿块的配液池，回用于生产。

清洗周期一般为 3 个月（视清洗尾水水质调整），采取连续淋洗，淋洗终点为清洗尾水中污染物浓度满足排放标准要求，接续利用期间无清洗废水外排。最后一个矿块的淋洗废水无接续矿块利用，经处理后达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表 1 一级排放限值（ $\leq 800\text{mg/L}$ ）。

（2）地下水端源头控制措施：

①避免过度注液：合理确定浸矿剂用量、浓度和投加程序，防止浸矿剂的过度投入增大污染源强。

②清水清洗：收液结束后，利用注液系统对采区进行清水清洗，清洗至清洗尾水污染物浓度不再下降，时间约为 3 个月，并落实台账管理。清洗尾水用于下一个采区的配液；最后一个采取清洗尾水经达标处理后排入无名水沟 1。

③母液处理车间若发生泄漏事故时，应马上将泄漏的污水切换至事故池，避免或减少地面漫流量，对产生的地面漫流量应及时清理。

④企业应采用先进的工艺技术，减少固废的产生量和堆存量，所有固废堆存应入库，库房内设置防渗措施，禁止露天堆放。

⑤管线敷设尽量采用“可视化”原则，即管道尽可能地上敷设，做到污染物“早发现、早处理”，以减少由于埋地管道泄漏而可能造成的地下水污染。

⑥分区防渗

对母液集中池、母液处理车间的除杂池、沉矿池、贮矿池、压滤液池、上清液池、配液池、硫酸镁配液池、碳酸氢钠配液池、上清液中转池、应急池、初期雨水池、环保坝、拦截坝、中转水池、危废暂存间等为重点防渗区，其中一级环保坝、拦截坝、中转水池采用防水土工膜进行防渗（厚度 0.6mm，渗透系数 $K \leq 1.7 \times 10^{-13} \text{cm/s}$ ），其他重点防渗区采用防水油毡布进行防渗（厚度 0.5mm，渗透系数 $K \leq 4.1 \times 10^{-13} \text{cm/s}$ ），可以满足防渗材料防渗等级达到等效黏土防渗层 $M_b \geq 6\text{m}$ 、防渗层结构渗透系数 $K \leq 10^{-7} \text{cm/s}$ 的要求，各类工艺池池底基础采用“抗渗钢筋混凝土整体基础+素混凝土垫层+原土夯实”，并设置防渗检漏装置。

对收液巷道底板采用防渗水泥浆进行防渗漏处理，一般固废暂存区、产品库和原料库等采取一般防渗，要求等效黏土防渗层 $Mb \geq 1.5m$ ，防渗层结构渗透系数 $K \leq 10^{-7}cm/s$ ；对道路、办公区域、土壤裸露区等采取地面硬化或绿化，避免在生产过程中的跑冒滴漏对地下水环境的影响。

采场是发生母液渗漏的重要区域，应对注液和收液系统的各设施逐一防渗处理，防渗的做法根据其结构和实际功能有所差异，施工技术参照《渠道防渗工程技术规范》（GB/T 50600-2010），也可以通过铺设防渗篷布实现防渗功能。

9.5.2.2 过程监管预警

（1）地表水过程监控

在屯垌水库设置监测断面；在屯垌溪、数村溪、无名水沟 6 矿界处设置监测断面；分别在无名水沟 5 矿界及下游 850m 处设置 1 个地表水监测断面；矿区外屯垌溪、数村溪布置在线监测系统。在黑水河布置地表水监测断面。

（3）地下水过程监控

母液处理车间、矿区涉及的各小流域的地下水流向布设地下水监测井，雁楼、宜村、百叫、那温、屯垌等矿区周围村屯布设监测井，整个矿区建立地下水监测网体系。

9.5.2.3 末端防控

（1）地表水末端防控

①地表水末端措施

在母液处理车间下游无名水沟 1 设立两级环保坝（容积共 $5000m^3$ ），收集区域的超过《稀土工业污染物排放标准（GB 26451-2011）》及修改单（氨氮 $1mg/L$ ）的地表汇流，收集后地表汇流泵送回母液处理车间，处理后用作生产用水，不外排。

在矿区西南侧无名水沟 3、无名水沟 4、无名水沟 5 和数村溪设置拦截坝，通过管道将超过《稀土工业污染物排放标准（GB 26451-2011）》及修改单的溪水引流到无名水沟 1 边的中转水池（ $200m^3$ ），再通过泵抽回母液处理车间，处理后外排至二级环保坝下。

（2）地下水末端风险防控

1、采区下游矿区监控井

在每个原地浸矿下游沟谷一定距离处设置矿区监控井。全矿区采区下游矿区监控井的具体位置和数量在设计阶段解决，根据具体情况调整位置，尽可能使其为多个采场服务。

2、截获井

矿块所在小水文地质单元地下水截获：矿体所在小水文地质单元地下水污染防治措施主要采取水力截获方法，截获方式为截获井。截获点布设在小水文地质单元出口处，用于截获运营期和退役期受到污染的地下水。

小流域出口地下水污染防治措施：由于矿区水文地质条件的复杂性和原地浸矿的特殊性，尽管采取了源头、采区地下水污染防治措施—水力截获措施，仍有可能部分污染地下水向小流域下游汇集，根据水文地质条件、水质条件，从技术和经济性方面进行论证，确定水力截获（B类水力截获线）小流域边界地下水污染防治措施。

“截获井+抽出处理”设施包含地下水水力截获井（同时作监控井）、抽出处理设施。截获水采用“钙矾石法沉淀+高效混凝 MAP 沉淀+次氯酸钠氧化”法处理达到《稀土工业污染物排放标准（GB 26451-2011）》及修改单（其中要求氨氮小于等于 1mg/L）后，排入无名水沟 1。

9.5.2.4 氨氮控制措施

通过对矿区内采取“源头削减控制—过程监管预警—末端防控”水污染防治体系，对历史采空区下游的超标的地表水体和采空区内各水文单元超标的地下水进行截获，然后再抽回母液处理车间进行处理，不增加对矿区下游的氨氮等污染物的贡献。正常生产期间，处理后的尾水回用于生产，最后矿块的淋洗水经污水处理站处理达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表 1 一级排放限值（ $\leq 800\text{mg/L}$ ），最终引至黑水河排放。闭矿时区域污染仍未消除，则截获的水体处理后达到《稀土工业污染物排放标准》（GB26451—2011）直排标准限值，其中氨氮排放浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）III类标准要求，硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计）满足参照《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB36 1016—2018）中表 1 一级排放限值（ $\leq 800\text{mg/L}$ ），最终引至黑水河排放。

9.5.2.5 环境管理措施

(1) 建立环境监测网；(2) 加强环境监测；(3) 健全环境管理体系。

9.5.3 噪声

本项目主要噪声源是各类水泵、空压机等，噪声源声级 75~95dB(A)。针对较高噪声设备采用隔声和减振等措施，同时采取厂区及厂界绿化等辅助降噪措施，以减轻生产设备运行时噪声对厂界声环境的影响。

9.5.4 固体废物

项目生产过程产生的注液孔废弃土石方就近堆存在注液孔周边，待浸矿完毕后，回填注液孔；收液系统废弃土石方用于回填收液系统，其余回用矿山公路修筑和维护；除杂渣、污水处理站污泥、废弃包装袋外售综合利用，采用带盖的密闭专用危废桶暂时储存在危险废物暂存间，定期交由有资质单位处理。生活垃圾经收集后由当地环卫部门进行统一处置。

9.5.5 土壤

项目采用的土壤防治措施包括源头控制措施、过程防控措施、跟踪监测，源头控制措施包括选合理注液、做好采场雨水截留、巷道防渗、清水清洗、地下水污染监控、水力截获等措施，减少浸矿液泄漏量，从源头上减少物料及废水的泄漏对土壤影响；在涉及入渗影响的母液处理车间按要求进行相应的分区防渗等措施，对开采万的矿区进行清水清洗等过程防控措施；在采区相应位置建立土壤监测点，持续监测观察土壤质量等跟踪监测措施。

9.5.6 生态保护措施措施

从设计阶段、地质灾害预防、水土保持、野生动植物保护、公益林保护、预防外来物种入侵、基本农田保护、生态恢复等方面进行生态保护。

9.5.7 环境风险防范措施

(1) 母液处理车间设 1 个 800m³ 应急池、400m³ 初期雨水池。

(2) 母液处理车间硫酸储罐区设置围堰(6m×4m×0.3m)及 2 个 11m³ 的硫酸事故应急池；加强对输送管线的定期检查，发现问题及时排查、修复，解决潜在的风险隐患，确保管道的安全性。管道终端设控制阀，具备紧急关闭的功能。泄漏时，启动相应的应急措施。在硫酸的经营、运输、储存过程中必须严格执行《危险化学品安全管理条例》等有关规定。

(3) 母液输送管线每隔一定距离, 设置止回阀和泄压孔(带插管), 同时在低洼处设置临时事故应急池。

(4) 母液处理车间下游设置梯级环保坝, 可收集小流域出露形成的地表径流。

9.5.8 环境影响经济损益分析

项目环境经济损益系数为 6.72, 年环保费用的经济效益为 0.91。说明本项目环境保护投资费用经济效益较好, 综合考虑其他无法用货币表征的环境效益和社会效益, 本项目环保投资经济合理, 所采取的环保措施在经济上是合理可行的, 各项环保措施不仅较大程度地减缓项目对环境产生的不利影响, 还可以产生经济效益, 其环境效益较显著。从环境经济观点的角度看, 项目合理可行。

9.6 环境管理与监测计划

项目在“三同时”原则下配套相应的污染治理设施, 制定相应的环境管理、环境监理计划, 为有效地保护厂区周围环境提供了良好的技术基础, 另外, 建设单位必须科学地监督管理环保设施的运行情况、定期监测周边环境质量状况及污染物排放情况, 以保证各环保设施达到应有的治理效果、达到保护环境的要求。

9.7 公众意见采纳情况

本次评价引用建设单位的公众参与调查结论。建设单位于 2023 年 7 月 31 日在全国建设项目环境信息公示平台进行一次公示; 于 2023 年 10 月 25 日及 10 月 26 日在全国建设项目环境信息公示平台进行二次公示及在当地报纸-广西日报上进行登报公示。

从公告发布至收集意见的截止日期, 建设单位广西国兴稀土矿业有限公司、环评单位广西博宇生态环境有限公司均未收到公众以电话、信件或电子邮件等形式发回对本项目环保方面的反馈意见。

团体公众参与调查结果表明, 无人反对该项目的建设。对此本环境影响评价要求广西国兴稀土矿业有限公司应认真听取有关单位和个人的意见, 在项目建设运营过程中严格落实各项环保措施, 确保各项污染物达标排放, 将本项目对环境造成的不利影响降至最低。

9.8 评价结论

广西国兴稀土矿业有限公司六汤稀土矿开采工艺优化技改项目已取得采矿证，符合广西矿产资源总体规划、崇左市矿产资源总体规划、崇左市江州区矿产资源总体规划要求。项目采用无铵原地浸矿开采工艺替代原含铵原地浸矿开采工艺，不再新增铵根离子，同时对历史采矿区实施截获工程措施，项目产生的废气、废水、噪声和固体废物等得到有效治理，采取的污染防治措施和环境风险防范措施技术可行，项目正常情况下向外排放的污染物可以达标排放，对环境的影响可控在矿区范围内，有利于改善区域水和土壤环境质量；项目在落实报告书提出的各项环保措施以及环境风险防范措施，严格执行“三同时”制度，确保污染治理设施稳定运行、污染物达标排放，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。