

编号：GXPX-FS-20250901

核技术利用建设项目

2025 年新建工业 X 射线探伤室应用项目
环境影响报告表

(公示本)



广西盛鑫压力容器制造有限公司

二〇二五年九月



目录

表 1 项目基本情况 1

表 2 放射源 11

表 3 非密封放射性物质 11

表 4 射线装置 11

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 12

表 6 评价依据 13

表 7 保护目标与评价标准 15

表 8 环境质量和辐射现状 19

表 9 项目工程分析与源项 23

表 10 辐射安全与防护 32

表 11 环境影响分析 44

表 12 辐射安全管理 55

表 13 结论与建议 60

表 14 审批 63

附件:

- 附件 1.委托书
- 附件 2.发改委备案项目代码
- 附件 3.辐射安全许可证
- 附件 4.成立辐射安全与防护管理领导小组的文件
- 附件 5.辐射事故应急预案
- 附件 6.辐射安全管理相关规章制度
- 附件 7.个人监测报告（部分）
- 附件 8. 现状监测报告
- 附件 9. 2024 年度评估报告
- 附件 10.辐射工作人员培训合格证

表 1 项目基本情况

建设项目名称		2025 年新建工业 X 射线探伤室应用项目				
建设单位		广西盛鑫压力容器制造有限公司				
法人代表	黄懿颖	联系人	***	联系电话	***	
注册地址		广西梧州市万秀区莲花山路 22 号				
项目建设地点		广西梧州市万秀区莲花山路 22 号 4 车间探伤室				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资(万元)	50	项目环保投资 (万元)	10	投资比例 (环保投资/总投资)	20%	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	/	
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
	其他					
	<p>1.1 公司简介</p> <p>广西盛鑫压力容器制造有限公司 (原: 广西梧州盛鑫机械设备制造有限公司) 是一家压力容器设计与制造的专业化企业。多年来为各大包装机械公司提供瓦楞纸板生产线配套设备。</p> <p>公司建立有完整、有效、实用的质量管理体系, 持有国家 D 级中、低压压力容器生产制造许可证、ISO9001 质量管理体系证书, 欧盟 CE 质量体系认证证书等。可以设计和制造工作压力为 10MPa 以下的各类压力容器, 并能出口各个欧盟国家。</p> <p>公司配备有专业化的生产设备, 可独立完成从下料、成型、焊接、精加工、</p>					

试验等全过程；且注重产品的开发设计与品质改良，致力为客户提供节能高效的产品。

公司深耕瓦楞纸箱包装机械配件行业多年，有丰富的设计及制造经验，生产工艺成熟，产品质量保证，长期以来为各大纸箱机械公司提供配套的预热缸、预热箱等设备，凭着精心的设计、成熟稳定的生产工艺、优质的产品质量受到各大厂商的一致好评。

现公司立足原产品的基础上，研发出新的热缸和热版设计技术，新型产品可助力客户有效的减少能源损耗，节省工作时间，提高工作效率，降低生产成本，提高经济效益。

1.2 项目建设规模

为了满足检测任务需求，建设单位拟在广西梧州市万秀区莲花山路 22 号 4 车间内建设 1 间探伤室，目前探伤室初步框架已建设完成，待环评、辐射安全许可证等手续完善后，业主方在许可范围内开展探伤工作。拟在探伤室内使用 1 台工业 X 射线探伤装置，用于压力容器焊缝的无损检测，型号为 XXG-2505，并配备 2 名探伤工作人员。拟购置使用的 X 射线探伤机具体情况见表 1-1。

本项目使用工业 X 射线探伤装置仅开展室内探伤，探伤对象一般为厚度 $\leq 40\text{mm}$ 的不锈钢和碳钢，工件最大单边尺寸一般不超过 2m。拍摄一张胶片的射线曝光时间及开机工况视工件厚度而定，出束时间一般约 5min。

表 1-1 公司拟购置使用的 X 射线探伤机情况一览表

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	备注
1	工业 X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XXG-2505	250	5	定向

1.3 原有核技术利用项目

1.3.1 辐射安全许可证

广西盛鑫压力容器制造有限公司取得了广西壮族自治区生态环境厅颁发的辐射安全许可证（证号：桂环辐证[D0141]），许可范围为使用Ⅱ类射线装置，有效期到 2027 年 11 月 16 日，详细情况见表 1-2，辐射安全许可证详见附件 3

表 1-2 已许可射线装置列表

序号	装置名称	规格型号	类别	工作场所	活动种类	验收情况
1	X 射线探伤机	XXG-3005	Ⅱ类	2 车间 X 射线拍片室	使用	已验收

2	X射线探伤机	XXG-3005	Ⅱ类	2车间X射线拍片室	使用	已验收
---	--------	----------	----	-----------	----	-----

1.3.2 辐射安全管理

公司遵守《放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等辐射法律法规，配合各级生态环境部门监督检查，辐射防护设施运行良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理方面运行良好。

公司制定了《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射事故应急预案》、《安全操作规程》《射线探伤机安全操作规程》《辐射环境及个人剂量监测方案》《辐射工作人员岗位职责》等规章制度，并严格按照规章制度执行。

(2) 为加强对辐射安全和防护管理工作，公司成立了放射（辐射）安全与防护管理领导小组，明确辐射防护责任，并加强了对射线装置的监督和管理，见附件4。

(3) 公司定期组织辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，并持证上岗。

(4) 辐射工作期间，要求辐射工作人员佩戴个人剂量计，接受职业外照射剂量监测，建立剂量健康档案并存档。公司委托有资质检测机构对辐射工作人员开展个人剂量监测，部分监测报告见附件7。

(5) 公司放射性工作场所均设置有电离辐射警示牌和工作指示灯，并根据不同项目进行分区管理。

(6) 公司制定了设备定期保养维护制度，定期自行检测设备状况，记录设备日常运行和异常情况。

(7) 近年来公司委托监测机构对公司辐射工作场所开展辐射环境监测，监测结果显示在射线装置场所周围辐射剂量率满足相关标准要求。并对公司射线装置安全和防护状况进行评估，并于每年1月31日前向生态环境主管部门提交上一年度安全评估报告。

公司应进一步加强辐射安全管理工作，完善辐射事故应急预案、应急培训计划、应急演练计划，切实整改落实工作，通过不断总结、不断完善，全面提升公司辐射安全管理能力。

1.3.3 辐射工作人员依托关系

在本项目建成并正式投入使用后,拟安排原先的 2 名探伤工作人员承担本项目的辐射工作任务,且这 2 名工作人员在完成本项目工作的同时,仍需继续履行其原有辐射工作职责。此外,为确保辐射安全与规范操作,公司制定了严格的工作流程,规定在进行 X 射线探伤作业时,其他探伤室必须停止运行,从制度层面杜绝了 2 间探伤机室同时运行的工况出现。公司为本项目调配的辐射工作人员个人剂量监测情况见表 1-3。

表 1-3 调配人员个人剂量监测情况

姓名	个人剂量监测 (mSv)				
	2024 第二度季	2024 第三度季	2024 第四度季	2025 第一度季	合计
徐丽清	< MDL	< MDL	< MDL	0.03	0.06
黄汉健	< MDL	0.03	0.02	0.04	0.1

本次依据公司目前最新报告数据开展工作,仪器最低探测限 MDL 为 0.02m Sv,当监测结果小于 MDL 值时,表述为 < MDL,为便于统计,表 1-2 取 MDL 值一半 (0.01) 进行计算。由表 1-2 可知,项目调配员工四季度剂量率均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)中对从事放射诊断的工作人员职业照射的剂量约束值 (5mSv) 要求,可从事本项目辐射工作。

综上所述,公司在使用射线装置均办理了辐射安全许可证,制定了相关规章制度并严格执行,落实了辐射环境监测计划及个人剂量监测结果,且监测结果符合相关标准要求,因此可以认为公司具备新增 X 射线探伤机项目运行及辐射安全管理基础能力。

1.4 目的和任务由来

1.4.1 目的

- (1) 通过环境影响评价,分析建设项目对其周围环境影响的程度和范围,提出环境污染控制对策,为建设项目的工程设计和环境管理提供科学依据;
- (2) 对不利影响和存在的问题提出防治措施,把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”;
- (3) 给出明确的环评结论,为有关部门的辐射环境监督管理提供科学依据。

1.4.2 任务由来

公司因业务发展需要,建设 2025 年新建工业 X 射线探伤室应用项目。因 X

射线探伤机运行时产生的 X 射线可能对周围环境造成辐射影响，依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，该项目需开展辐射环境影响评价，办理辐射环境影响评价审批手续。广西盛鑫压力容器制造有限公司 2025 年新建工业 X 射线探伤室应用项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》

(2021 年版) 中 172 核技术利用建设项目中使用 II 类射线装置项目，应编制辐射环境影响报告表。为保护环境，保障公众健康，公司委托广西品信工程咨询有限公司对该项目进行辐射环境影响评价。

环评单位在现场调查和理论计算的基础上，按照国家有关建设项目辐射环境影响报告表的内容和格式，编制广西盛鑫压力容器制造有限公司 2025 年新建工业 X 射线探伤室应用项目辐射环境影响报告表。

1.5 项目周边保护目标以及场址选址

1.5.1 项目地理位置

公司地址位于广西梧州市万秀区莲花山路 22 号，地理位置见图 1-1。

1.5.2 项目场所周边环境状况

(1) 项目所在楼周边环境状况

本项目拟建设探伤室位于 4 号车间内东北角，该车间为地上一层建筑，无地下层。4 号车间的东侧为厂外空地，南侧为 1、2、3 车间，西侧为公司内道路，北侧为闲置厂房及厂外空地。

项目拟建场址及周围环境现状见图 1-2 ~ 图 1-7，公司厂房总平面布置图见图 1-9。

(2) 项目机房周边 50m 范围环境状况

以探伤室机房四周边界为起点 50m 范围环境状况：东侧 0m-10m 范围为 4 号车间内部、10m-50m 为厂外空地；南侧 0m-28m 范围为 4 号车间内部、28m-50m 范围为 3 车间；西侧 0m-50m 范围为 4 号车间内部；北侧 0m-50m 范围为厂外空地；西北侧 0m-8m 为厂外空地、西北侧 8m-50m 为闲置厂房。

(3) 项目机房相邻环境状况

拟建设探伤室所在的厂房为地上一层建筑，无地下室，探伤室正上为可控天面，正上方人员无法到达。探伤室机房相邻东侧及南侧为 4 号厂房内部；西侧为电控室、评片室、冲片室；北侧为室外空地。

4 车间平面布置图见图 1-8。

1.5.3 环境保护目标

本项目主要环境保护目标为公司辐射工作人员，评价范围内 3 车间、4 车间、闲置厂房的工作人员、探伤室监督区边界外 50m 范围内偶尔路过或停留的公众人员。

本项目位于 4 车间的东北角，可避免人员混杂，有利于分区管理。防护门朝向南侧的生产车间，便于工件转运和送检，探伤室相邻场所均是人员居留因子较小的场所。探伤室机房相邻区域分布明确，东侧及南侧为 4 号厂房内部区域；西侧依次为电控室、评片室、冲片室，这些功能室的设置既便于与探伤作业的协同配合，又通过合理的空间分隔，降低了不同作业之间的相互干扰；北侧为室外空地，为探伤作业提供了一定的安全缓冲空间。大防护门朝向南侧的生产车间，探伤室顶外周围区域内，不存在已建、拟建建筑物，人员均在地面作业。项目选址远离住宅区、商业区等人群密集场所，综上可判断项目选址合理。



图 1-1 公司地理位置



图 1-2 项目机房所在楼东侧厂外空地



图 1-3 项目机房所在楼南侧 1、2、3 车间



图 1-4 项目机房所在楼西侧公司内道路



图 1-5 项目机房所在楼北侧厂外空地



图 1-6 项目机房所在楼西北侧闲置厂房



图 1-7 项目机房现状

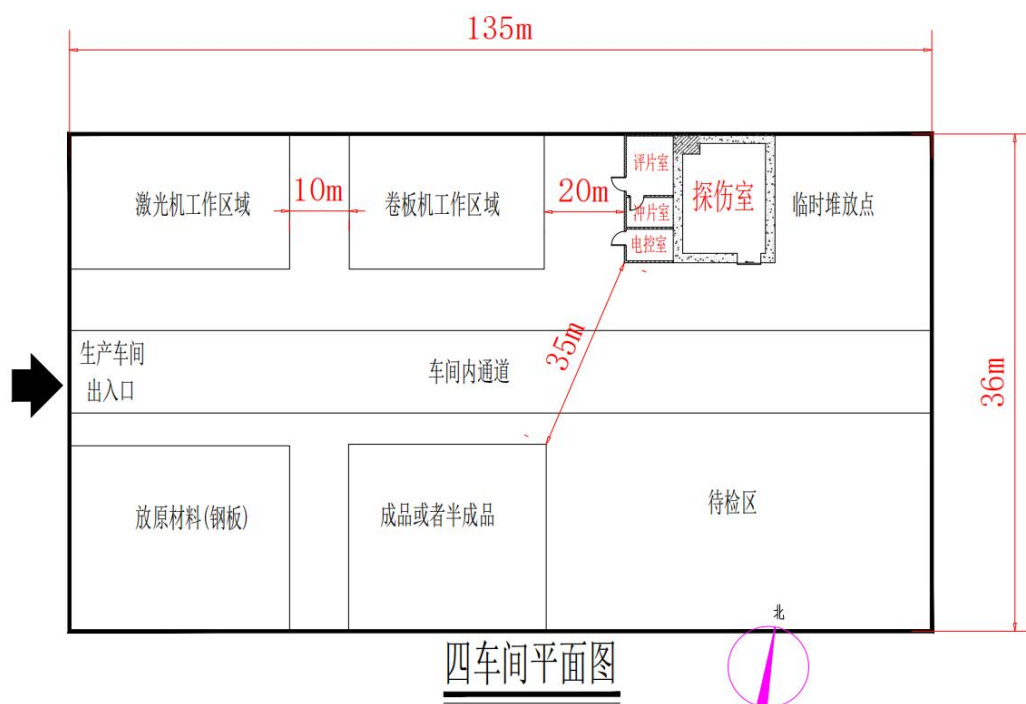


图 1-8 4 车间平面布置图

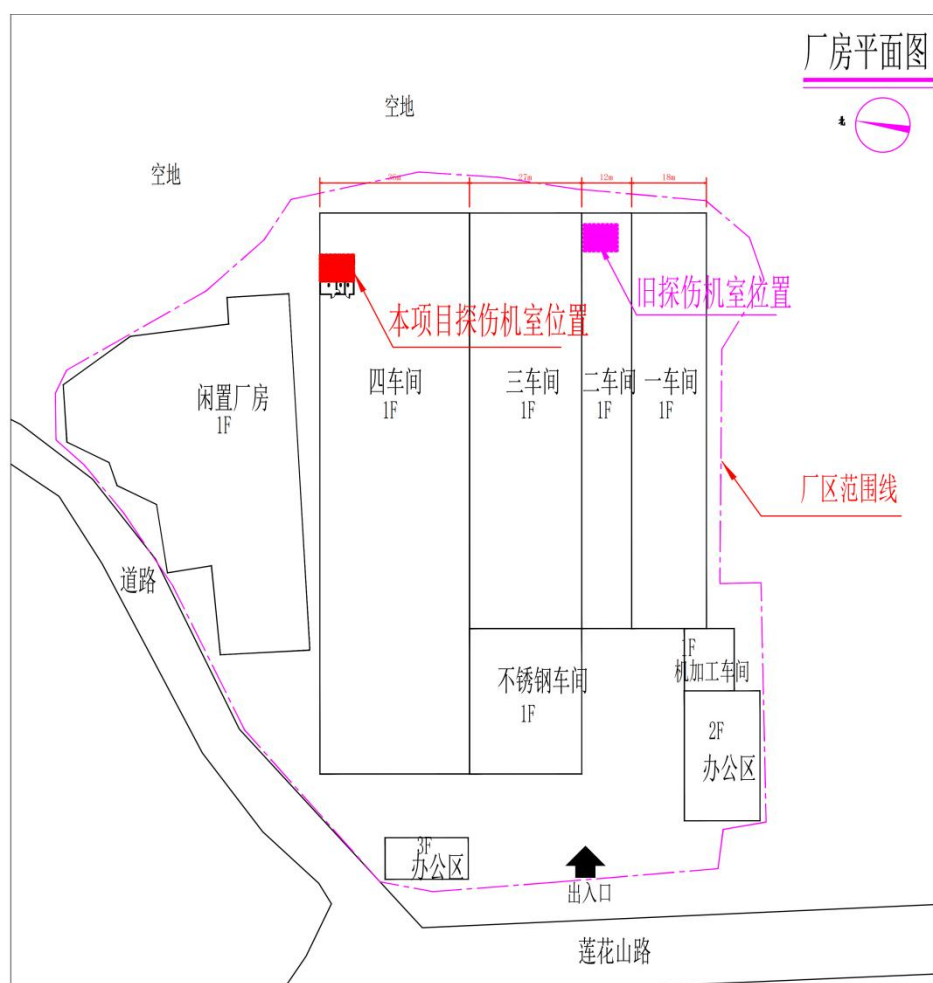


图 1-9 公司厂房总平面布置图

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 4 射线装置

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业 X 射线探伤机	Ⅱ类	1 台	XXG-2505	250	5	无损检测	4 号车间探伤室	定向
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向	备注
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	/	/	不暂存	最终排入大气，臭氧在大气中 50min 内可自动分解为氧气	/
废显（定）影液	液态	/	/	约 11kg	约 132kg	/	暂存于洗片室	定期委托有资质的单位回收处理	/
废胶片	固态	/	/	约 2.31kg	约 27.72kg	/	暂存于洗片室	定期委托有资质的单位回收处理	/

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，于 2014 年 4 月 24 日公布，自 2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，（2018 年 12 月 29 日二次修订）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日修订版）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日第四次修订版）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令），于 2011 年 4 月 18 日公布，自 2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 关于发布《射线装置分类》的公告（环境保护部公告 2017 第 66 号），于 2017 年 12 月 5 日公布并施行；</p> <p>(9) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日国家发展和改革委员会令第 7 号公布），2024 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号，自 2017 年 11 月 20 日发布并施行）；</p> <p>(12) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告 2018 年第 9 号，于 2018 年 5 月 15 日公布并施行）；</p> <p>(13) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号，于 2006 年 9 月 26 日公布并施行）；</p> <p>(14) 《关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》的通知》（环办辐射函〔2025〕313 号，于 2025 年 8 月 29 日发布）。</p>
技术标准	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(2) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p>

	<p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>(4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(5) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>(7) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597—2023）</p>
其他	<p>附件 1.委托书</p> <p>附件 2.发改委备案项目代码</p> <p>附件 3.辐射安全许可证</p> <p>附件 4.成立辐射安全与防护管理领导小组的文件</p> <p>附件 5.辐射事故应急预案</p> <p>附件 6.辐射安全管理相关规章制度</p> <p>附件 7.个人监测报告（部分）</p> <p>附件 8.现状监测报告</p> <p>附件 9. 2024 年度评估报告</p> <p>附件 10.辐射工作人员培训合格证</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目是在固定有实体边界的机房内使用 II 类射线装置，结合《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）对核技术利用建设项目环境影响报告书项目评价范围的相关规定，“射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”，将本项目探伤室作为整体四周边界为起点 50m 区域作为评价范围。评价范围示意图见图 7-1（红色虚线框），具体为：东至为厂外空地；南侧至 3 车间；西侧至 4 车间中部；北侧至厂外空地；西北侧至闲置厂房。

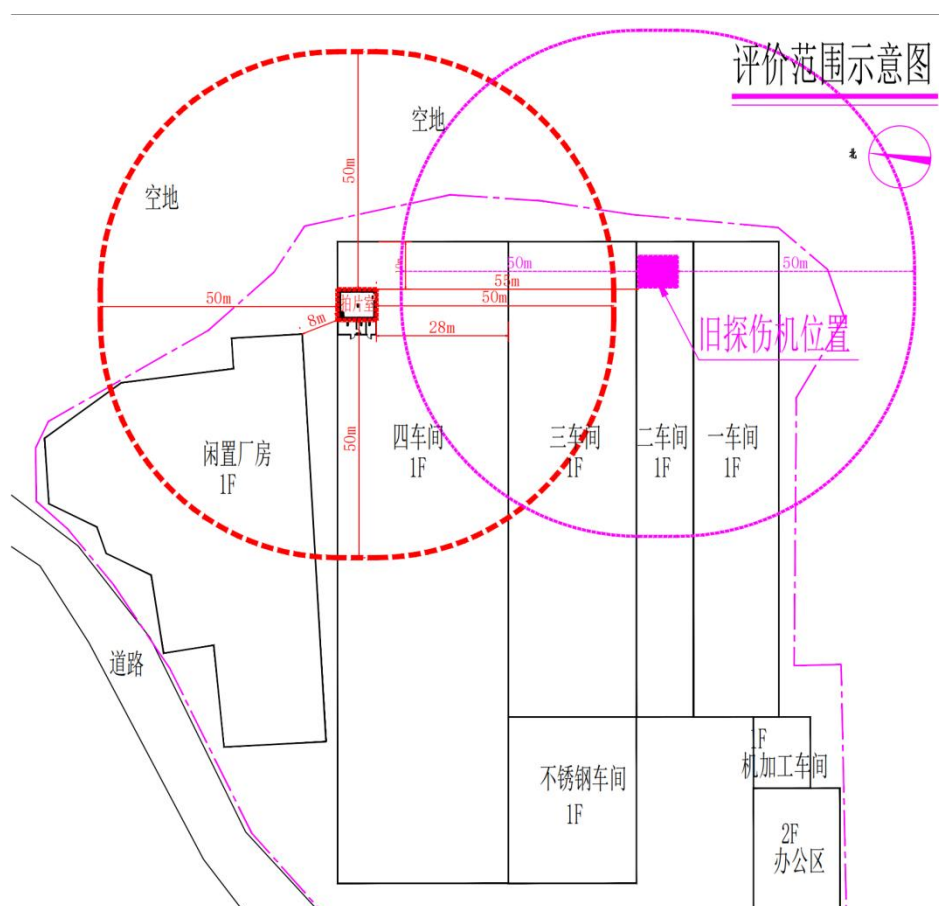


图 7-1 评价范围示意图

7.2 保护目标

结合本项目的评价范围，本项目主要环境保护目标为公司辐射工作人员、评价范围内车间及闲置厂房工作人员、探伤室监督区边界外 50m 范围内偶尔路过或停留的公众人员。本项目的环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

环境保护目标		方位及距离	规模	管理约束值要求
职业人员	操作人员	探伤室机房及周围	2 人	连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均) 20mSv; 本项目取其四分之一即 5mSv 作为年剂量管理约束值。
公众成员	4 号车间工作人员	同一车间	约 25 人	年有效剂量, 1mSv; 本项目取其十分之一即 0.1mSv 作为年剂量管理约束值。
	3 号车间工作人员	南侧约 28m	约 15 人	
	闲置厂房工作人员	西北侧约 8m	2 人	
	探伤室监督区边界外 50m 范围内偶尔路过或停留的公众人员	机房屏蔽墙外 50m 范围内	流动人口	

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

本标准适用于实践和干预人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

第4.3.2.1款关于剂量限制的规定: 应对个人受到的正常照射加以限制, 以保证本标准6.2.2规定的特殊情况外, 由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录B (标准的附录B) 中规定的相应剂量限值, 不应将剂量限值应用项目于获准实践中的医疗照射。

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

第 B1.1.1.1 款, 应对任何工作人员的照射水平进行控制, 使之不超过下述限值:

a) 由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量 (但不可作任何追溯性平均), 20mSv; 本次评价从辐射防护最优化原则出发, 使职业人员尽量避免不必要的附加剂量照射, 取其四分之一即5mSv作为职业人员的年剂量管理约束值。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值:

a)年有效剂量, 1mSv; 本次评价取其十分之一即0.1mSv作为公众成员年剂量管理

约束值。

7.3.2 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T250-2014)

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T250-2014) , 探伤室墙和入口门外周围辐射剂量率和每周周围剂量当量应满足:

(1) 周剂量参考控制水平 (H_c) 和导出剂量率参考控制水平 ($H_{c,d}$) :

A、对于职业工作人员, $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$; 对于公众 $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

B、相应的导出剂量率参考控制水平 (参数的意义和计算方法详见表 11) :

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T)$$

(2) 关注点最高剂量率参考控制水平:

$$H_{c,max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$$

(3) X 射线探伤房墙和入口门的辐射屏蔽关注点周围剂量当量率参考控制水平 H_c 选取 $H_{c,d}$ 和 $H_{c,max}$ 中的较小值。

(4) 探伤房上方已建、拟建建筑物或探伤房旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤房房顶内表面边缘所张立体角区域内时, 距探伤房顶外表面 30cm 处和 (或) 在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处, 辐射屏蔽的剂量参考控制水平亦选取 $H_{c,d}$ 和 $H_{c,max}$ 中的较小值。

7.3.3 《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)

根据《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022):

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足:

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平, 对放射工作场所, 其值应不大于 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$, 对公众场所, 其值应不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$;

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足:

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时, 探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3;

b) 对没有人员到达的探伤室顶, 探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

该项目建成后预计周出束时间为 4.66 小时, 周工作负荷 W 为 $1398 \text{mA} \cdot \text{min}$ 。本项目拟用探伤装置为定向机, 有用线束方向朝向为东侧和北侧, 每次进行探伤工作时仅

往其中一个方向照射。由四周场所分布图及参照 GBZ/T250-2014 附录 A，铅门外、北侧厂外空地公众可能靠近的区域居留因子取 1/8（公众），电控室、冲片室、评片室内辐射工作人员及南侧、西侧 4 号车间固定岗位工作人员居留因子取 1，东侧临时堆放点按杂物间考虑，居留因子保守取 1/2；使用因子保守均取 1。综上，本项目机房周围关注点剂量率参考控制水平具体见表 7-2，四周场所分布图见图 7-2。

表 7-2 关注点剂量率控制水平

场所	保护目标	U	T	$\dot{H}_{c,d}$	$\dot{H}_{c,max}$	\dot{H}_c
西侧电控室、冲片室、评片室	辐射工作人员	1	1	21.46μSv/h	2.5μSv/h	2.5μSv/h
西侧 4 号车间卷板机工作区	公众	1	1	1.07μSv/h	2.5μSv/h	1.07μSv/h
东侧 4 号车间物品临时堆放点	公众	1	1/2	2.15μSv/h	2.5μSv/h	2.15μSv/h
南侧 4 号车间通道	公众	1	1	1.07μSv/h	2.5μSv/h	1.07μSv/h
西南侧 4 号车间成品或者半成品区	公众	1	1	1.07μSv/h	2.5μSv/h	1.07μSv/h
北侧厂外空地	公众	1	1/8	8.58μSv/h	2.5μSv/h	2.5μSv/h
铅门外	公众	1	1/8	8.58μSv/h	2.5μSv/h	2.5μSv/h

注：该项目周围均为单层厂房，在自辐射源点到探伤房顶内表面边缘所张立体角区域内，不存在已建、拟建建筑物或探伤房旁邻近建筑物，人员均在地面作业，因此对不需要人员到达的探伤房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平不大于 100μSv/h 即可。

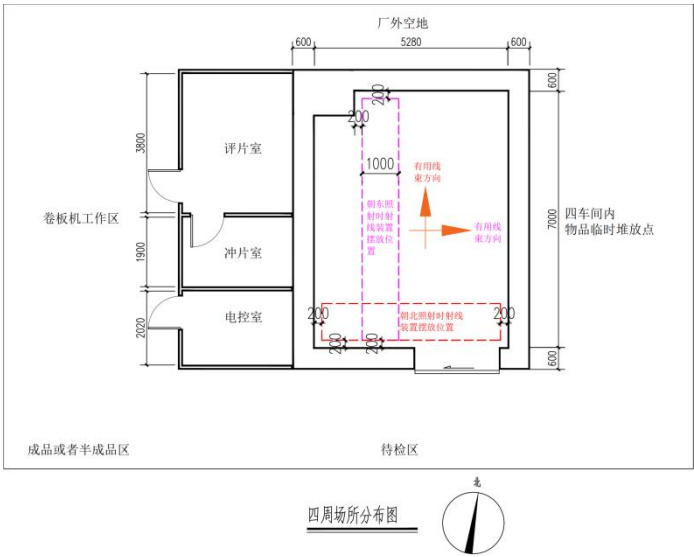


图 7-2 四周场所分布图

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

本项目位于广西梧州市万秀区莲花山路 22 号 4 车间探伤室，地理位置见图 1-1，总平面布置图见图 1-9，拟建项目场址现状及周边照片见图 1-2 至图 1-7，项目所在楼层图 1-8。

8.2 环境现状评价的对象

本项目为X射线探伤机应用项目，污染因子为X射线，因此，环境现状评价的对象为X-γ辐射剂量水平。

8.3 环境质量和辐射现状

1、辐射环境现状监测目的

对X射线探伤机项目应用场所及评价区域进行辐射剂量率本底监测，以掌握场址的辐射环境质量现状水平，为现状评价提供基础数据。本次现状监测委托有资质监测机构开展，现状监测报告见附件8。

2、监测对象：本项目现状评价对象为项目场址的辐射环境现状水平。

3、监测因子及频率

监测因子：X-γ辐射空气吸收剂量率；监测频率：1次。

4、监测点位

监测点位布设主要参照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）要求，对项目场址，根据现场条件，合理布设13个监测点位。监测布点图见图8.1至图8.2。

5、监测仪器与监测规范

监测仪器的参数与监测所依据的规范见表8-1。

表 8-1 监测项目、监测仪器及监测方法

监测项目	X-γ 辐射空气吸收剂量率
仪器名称	X-γ辐射测量仪
仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
出厂编号	41676+11624
生产厂家	Thermo 公司
能量响应	40keV ~ 4.4MeV
测量范围	1nSv/h ~ 100μSv/h
相对固有误差	7.8%（使用 ^{137}Cs 辐射源）

校准单位	湖南省电离辐射计量站
校准证书	DLJL20250115-0405
有效时间	2025 年 03 月 14 日 ~ 2026 年 03 月 13 日
监测规范	(1) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ 61-2021) (2) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021)

6、质量保证措施

- ①结合现场实际情况及监测点的可到达性，在项目拟建场址内和评价范围内工作人员活动区域、人流量相对较大的区域布设监测点位，充分考虑监测点位的代表性和可重复性，以保证监测结果的科学性和可比性。
- ②参考《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）采用即时测量方法进行测量。
- ③监测仪器每年经有资质的计量部门检定、校准，检定合格后方可使用。
- ④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- ⑤本次监测实行全过程的质量控制，严格按照监测单位的《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗。
- ⑥监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人批准。

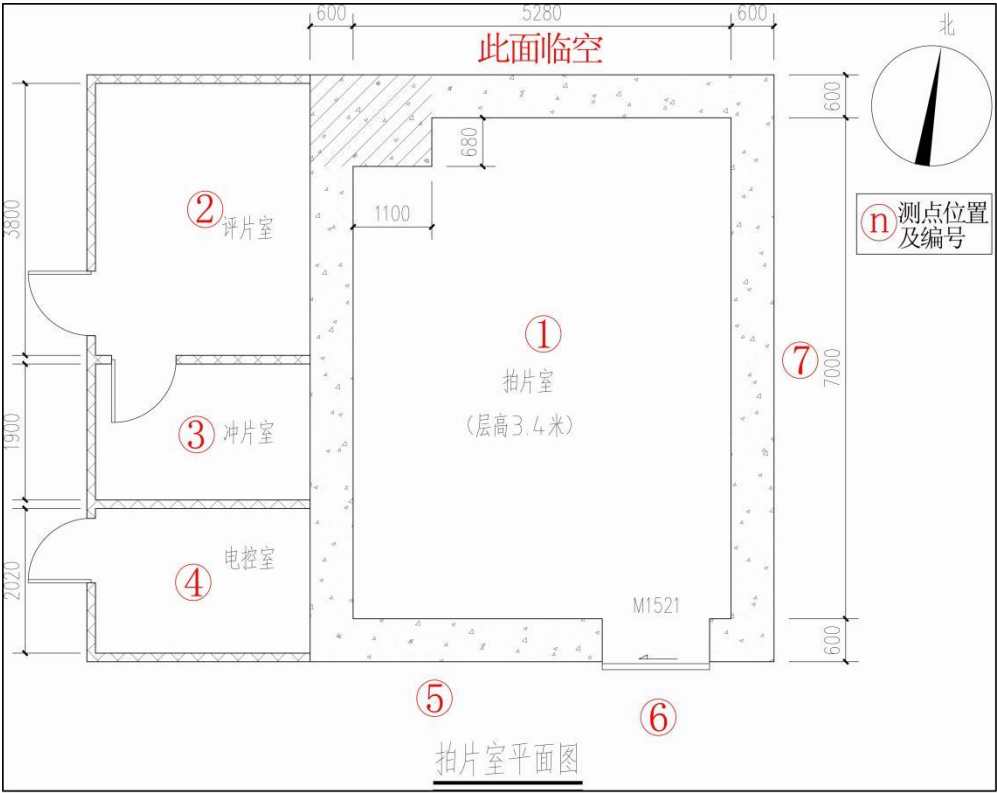


图 8.1 监测布点（四车间）

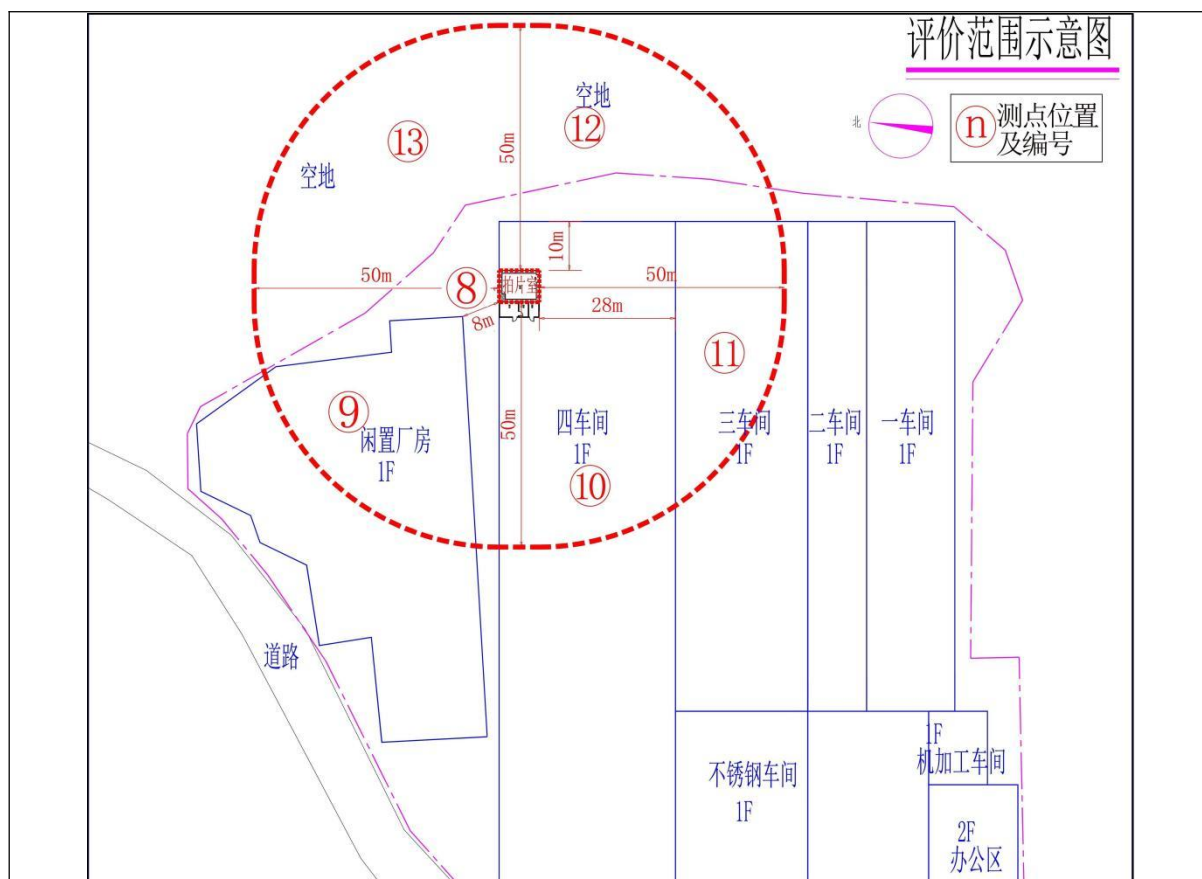


图 8.2 监测布点（评价范围内）

7、监测结果

监测单位于2025年7月22日开展现状监测，监测结果见表8-2。

表 8-2 场址及周围环境 X-γ辐射空气吸收剂量率现状监测结果

监测点号	监测点位置	X-γ辐射空气吸收剂量率(单位: nGy/h)	标准差	备注
1	拍片室	152	3.46	室内
2	评片室	110	1.58	室内
3	冲片室	92.2	3.49	室内
4	电控室	101	3.40	室内
5	距拍片室南侧 30cm 处	60.8	2.18	室内
6	距拍片室铅门 30cm 处	56.5	3.60	室内
7	距拍片室东侧 30cm 处	93.8	2.64	室内
8	距厂房北侧 30cm 处	108	1.08	室外

9	距拍片室西北 45m 处 (闲置厂房)	64.7	1.29	室内
10	距拍片室西南 45m 处 (四车间)	62.8	2.14	室内
11	距拍片室南 46m 处 (三车间)	54.0	0.62	室内
12	距拍片室东南侧 20m 空地	71.2	1.92	室外
13	距拍片室东北侧 30m 空地	76.5	1.86	室外
室内测值范围		54.0 ~ 152	/	/
室外测值范围		71.2 ~ 108	/	/

注：1、监测结果已扣除测点处宇宙射线响应值（经修正， $\dot{D}_c=9.00\text{nGy/h}$ ）。

2、参照 HJ 1157-2021，X- γ 辐射空气吸收剂量率与周围剂量当量率换算系数取 1.2 Sv/Gy。

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）8.6.1 环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测中宇宙射线响应值的扣除，在实际环境监测中，测点的海拔高度、经纬度与湖（库）水面一般不同，应对湖（库）水面测得的 \dot{X}_c 进行修正，得到测点处仪器对宇宙射线的响应值 \dot{X}'_{co} 修正方法见如下：

一 修正公式

$$\dot{X}'_c = \frac{\dot{D}'_{\text{宇}}}{\dot{D}_{\text{宇}}} \dot{X}_c \quad (\text{公式 } 8-1)$$

式中： \dot{X}_c ——仪器在测点处对宇宙射线的响应值；

$\dot{D}'_{\text{宇}}$ 、 $\dot{D}_{\text{宇}}$ ——分别为测点处和湖（库）水面处宇宙射线电离成分在低大气层中产生的空气吸收剂量率，nGy/h；

\dot{X}_c ——仪器在湖（库）水面上对宇宙射线的响应值。

$\dot{D}_{\text{宇}}$ 和 $\dot{D}'_{\text{宇}}$ 可参照 UNSCEAR 2000 报告中的经验公式计算：

$$\dot{D}_{\text{宇}} = \dot{D}_{\text{宇}}(0)[0.21e^{-1.649h} + 0.79e^{0.4528h}] \quad (\text{公式 } 8-2)$$

$$\dot{D}_{\text{宇}}(0) = \begin{cases} 30, & \lambda_m \leq 30^\circ N \\ 32, & \lambda_m > 30^\circ N \end{cases} \quad (\text{公式 } 8-3)$$

式中： $\dot{D}_{\text{宇}}(0)$ ——计算点所在海平面处宇宙射线电离成分所致空气吸收剂量率，nGy/h；

h ——计算点的海拔高度，km；

λ_m ——计算点的地磁纬度，N。

地磁纬度由计算点的地理纬度 λ 和地理经度 φ 按下式计算：

$$\sin \lambda_m = \sin \lambda \cos 11.7^\circ + \cos \lambda \sin 11.7^\circ \cos(\varphi - 297^\circ) \quad (\text{公式 } 8-4)$$

二 修正过程

2.1 基本信息

本项目监测仪器的宇宙射线响应值测点位于广西南宁市大王滩水库中心水面上，其测量信息见表1。

表 8-3 仪器在湖（库）水面上对宇宙射线的响应值

序号	项目	数据结果
1	测量值	9.00 nGy/h
2	地理经度 φ	108.30°
3	地理纬度 λ	22.58°
4	高度 h	0.106 km

2.2 测点处的宇宙射线修正值

建设项目测点位于广西盛鑫压力容器制造有限公司（北纬 23.5°，东经 111.31°，海拔 0.032km），根据公式 1～公式 4 计算，建设项目测点处仪器对宇宙射线的响应值为 9.00nGy/h。

8.4 辐射环境现状评价

由表8-2的监测结果可知，扣除仪器对宇宙射线响应值后，场址及周围环境现状监测中室内点位测值范围为54.0～152nGy/h、室外点位X- γ 辐射空气吸收剂量率测值范围为71.2～108nGy/h。

根据《广西壮族自治区环境天然贯穿辐射水平调查报告》可知，广西原野X- γ 辐射空气吸收剂量率范围为10.7～238.7nGy/h（已扣除仪器对宇宙射线响应值），室内X- γ 辐射剂量率范围为11.0～304.3nGy/h（已扣除仪器对宇宙射线响应值）。由以上数据比对可知，本项目拟建场所辐射环境质量状况未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 设备组成

本项目拟购置的 1 台探伤设备为 XXG-2505 型工业 X 射线探伤机, 主要由智能控制器、X 射线发生器、电源电缆、连接电缆以及附件组成。其中控制器由前面板、侧面板以及内部电路等部分组成, X 射线发生器由 X 射线管、高压变压器、温度继电器、气体压力表和冷却风扇等组成。根据厂家提供资料, 本项目拟使用探伤机设备外观及组成详见图 9-1 所示, 相关设备参数见表 9-1, 结构组成详见图 9-2。



图 9-1 探伤设备外观及组成示意图

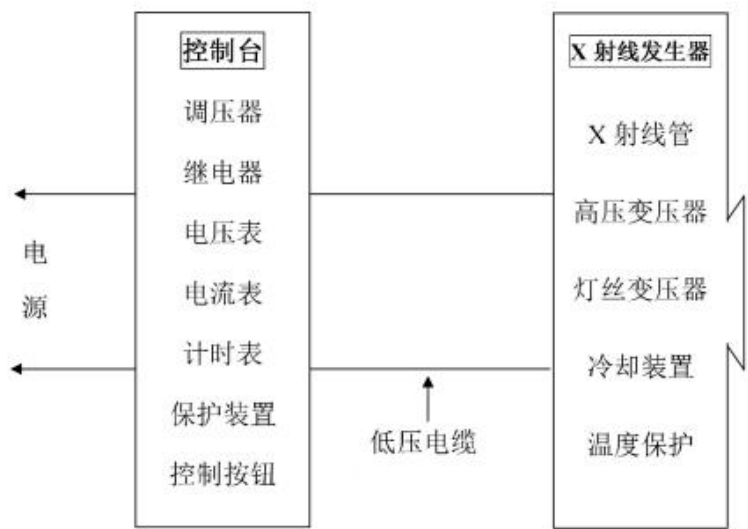


图 9-2 探伤机结构组成示意图

表 9-1 本项目 X 射线机主要参数一览表

序号	射线装置	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作方式
1	X 射线探伤机	XXG-2505	250	5	间歇式工作 1:1，最多曝光时间为 5min

9.1.2 工艺分析

(1) 工作原理

工业 X 射线探伤装置是利用 X 射线穿透物质和在物质中有衰减的特性，来发现其中缺陷的一种无损探伤方法。X 射线可以检查金属与非金属材料及其制品的内部缺陷，例如焊缝中的气孔、夹渣、未焊透等体积性缺陷。X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，X 射线机工作原理示意图如图 9-3 所示。X 射线机阴极是钨制灯丝，它装在聚集杯中，当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击，灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。从 X 射线管阴极上产生射向金属靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压。X 射线管产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序数、电子流强度和管电压的平方。所以 X 射线管的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子射束大致垂直的方向上通过 X 射线管保护罩上的薄窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

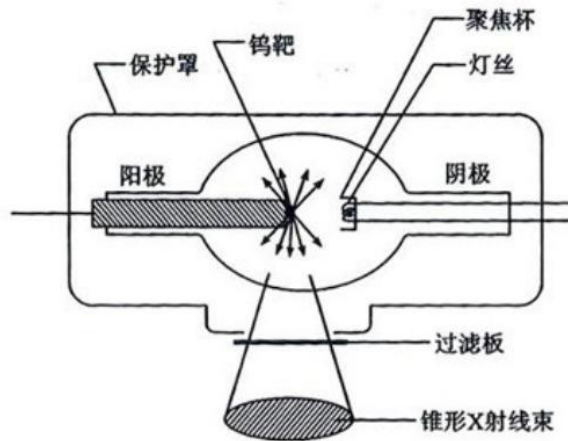


图 9-3 工作原理示意图

X 射线探伤是利用射线透过被检验物质来发现其中是否有缺陷。射线的穿透能力与被检材料的厚度有关，射线在被检物质中经过的路径越长被吸收得越多，穿透被检物质的射线照射在感光材料（胶片或探测器）上，通过胶片的感光程度（或探测器信号）可准确地判断被检物质缺陷的位置和程度。工业 X 射线探伤原理示意图见图 9-4。

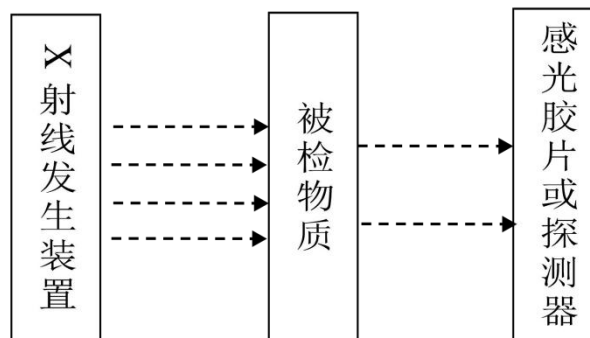


图 9-4 工业 X 射线探伤原理示意图

(2) 项目探伤流程

该公司使用 X 射线机探伤在固定的探伤室内, 将需要进行射线探伤的工件使用叉车送入探伤室, 设置适当位置。开展探伤业务前根据使用情况判断是否进行训机, 训机结束后调节 X 探伤机至工件合适高度, 在工件待检部位布设 X 射线胶片并加以编号, 检查无误, 工作人员撤离探伤室, 并将防护门关闭, 然后按照检测标准选择透照方式, 根据工件规格选择一次透照长度及张数, 根据曝光曲线选择合适的管电压以及曝光时间, 检查无误即进行曝光, 当达到预定的照射时间后, 关闭电源。待全部曝光

摄片完成后，工作人员进入探伤室，打开防护门将探伤工件送出探伤室外，从探伤工件上取下已经曝光的 X 片，待暗室冲洗处理后给予评片，完成一次探伤。本探伤项目工作流程示意图见图 9-5。

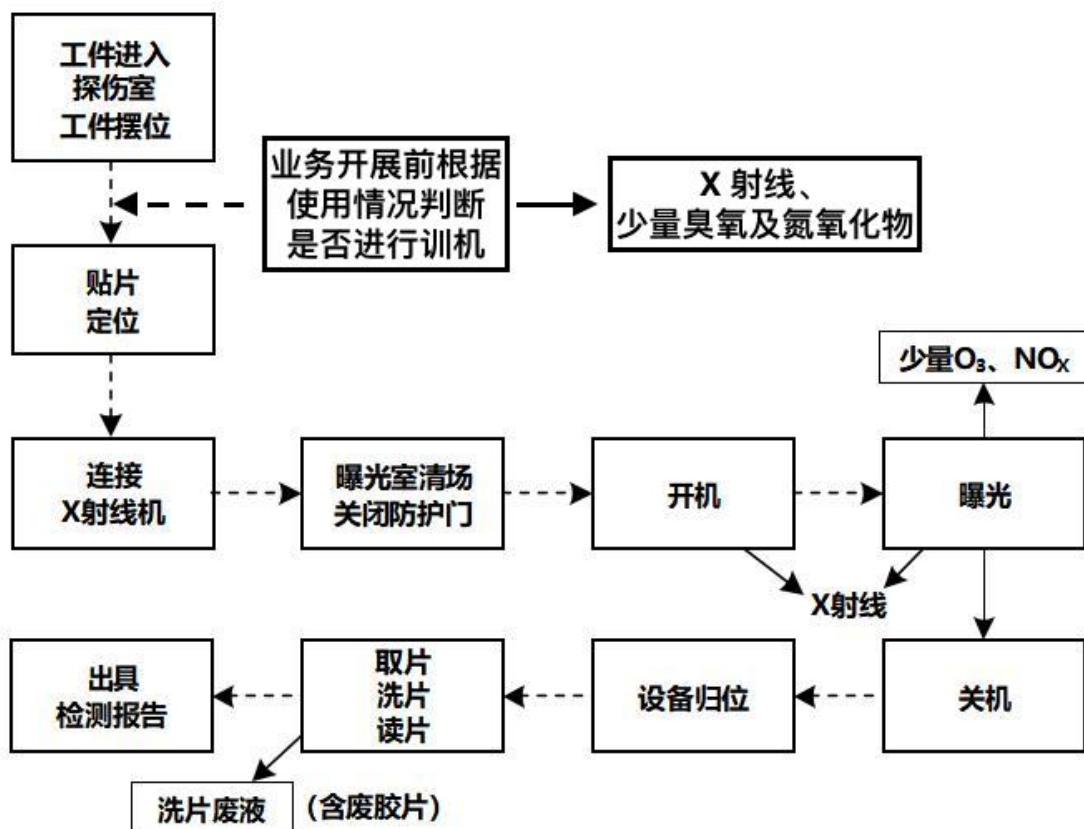


图 9-5 探伤项目工作流程示意图

(2) 训机工作流程

本项目的工业 X 射线探伤装置除在工作状态会发出 X 射线外，在训机时也会发出 X 射线，训机流程如下：若探伤装置初次使用或超过 24 小时没有使用时需要先进行训机，训机在探伤房内进行，人员在操作室内控制探伤装置。

探伤装置控制系统根据记忆的管头停用时间判断是否需要自动训机，停用不到 24 小时不进行自动训机，系统自动进入参数设定状态，停用 24 小时以上、120 小时以下进行短训机，超过 120 小时进行长训机。

本项目拟使用探伤装置设有自动训机程序，在对 X 射线探伤装置进行自检后进行训机。系统判断管头停用超过 24 小时，则系统将自动进行强制性训机状态，语音提示“训机开始”，训机 kV 值从最低到最高值。

整个训机过程均在探伤房内进行，指示灯常亮，防护门关闭，声光警示灯闪动。

待训机指示灯熄灭，设备发出特定蜂提示声音后，训机结束，设备进入工作待命状态。

9.1.3 工作负荷及人员配置

根据公司提供的资料，建设单位调配的 2 名员工已经辐射安全与防护培训并考核合格，这 2 人将同时负责 X 射线探伤设备操作以及辐射安全管理工作。同时明确，公司在安排进行 X 射线探伤时，其它探伤室的工作停止运行的，不存在 2 间探伤机室同时运行的工况。

根据建设单位提供的信息，本项目正常开展时，预计每天检测 10 个产品，检测每个产品平均射线曝光时间约 5 分钟，每周 5 个工作日，全年工作时间约 50 周；每次训机时间约 0.5 小时，每周训机 1 次，全年训机次数约 50 次。工作负荷一览表见表 9-2

表 9-2 工作负荷一览表

产物环节	日出束时间	周出束时间	年出束时间
探伤过程	0.83 小时/天	4.16 小时/周	208 小时/年
训机	--	0.5 小时/周	25 小时/年
累计	0.83 小时/天	4.66 小时/周	233 小时/年

9.1.5 人流、物流线路设置

人员路径：本项目辐射工作人员由工件门进入曝光室进行工件摆放、贴胶片等准备工作，准备工作完成后确认曝光室无人，关闭工件门，返回至操作室，再次确认曝光室内无人员停留后关闭人员门，开始伤工作。探伤机连接电缆通过曝光室东墙电缆通道与操作室操作台相连。探伤任务结束后，辐射工作人员在曝光室取下胶片进入冲片室进行洗片工作，然后进入评片室进行评片工作。

工件路径：本项目工件由辐射工作人员经工件门运至曝光室内进行探伤检测工作，检测完成后，工件由工件门运出曝光室。

本项目将危废暂存于冲片室，该场所满足防渗、通风等要求，配套完善应急设施与管理制度，严格依规委托有资质单位定期转运处理，以防控环境风险。

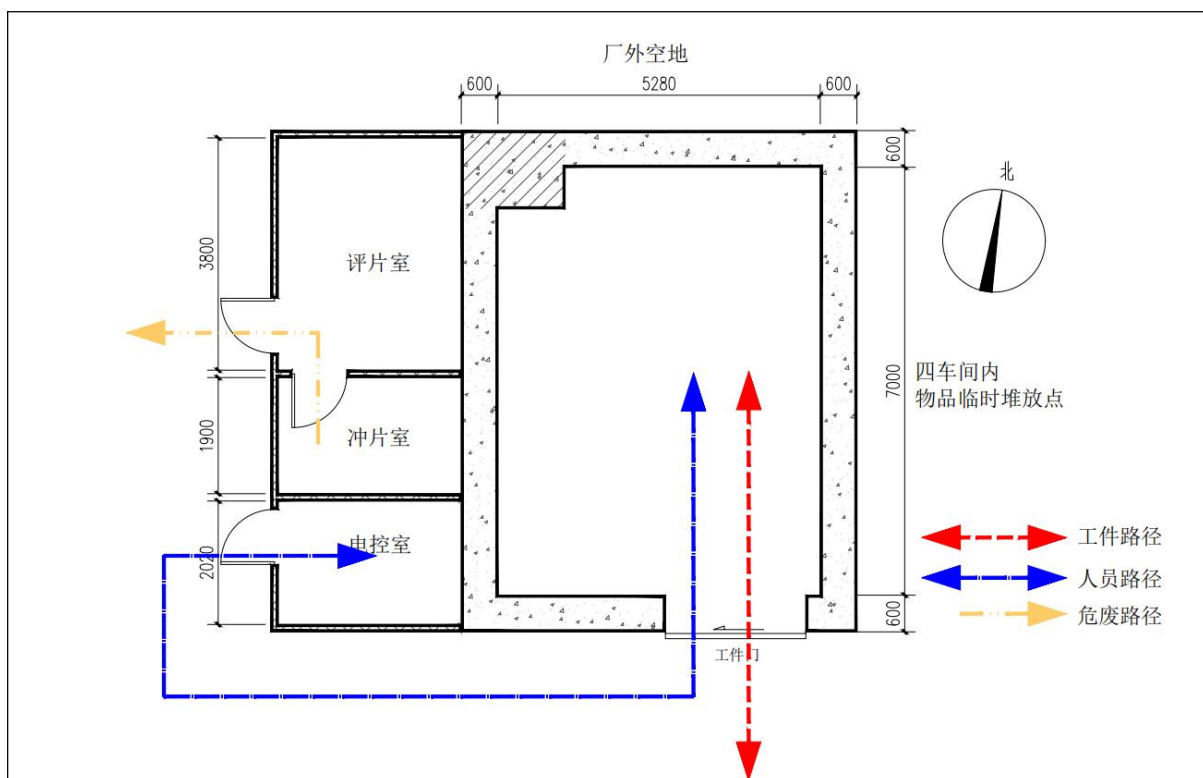


图 9-6 本项目辐射工作场所人流及物流路径

9.2 污染源项描述

9.2.1 正常工况下污染源分析

(1) X 射线电离辐射

由工业 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生、消失。因此，公司拟使用的工业 X 射线探伤机在关机状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。由于射线能量较低，不必考虑感生放射性问题。综上所述影响周围环境的污染因子主要考虑 X 射线。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 1，管电压 $>200\text{kV}$ 时，泄漏辐射剂量率 $H_L=5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ，本项目探伤机最大管电压为 250kV 时，则 H_L 取 $5000\mu\text{Sv/h}$ 。

查 GBZ/T250-2014 附表 B.1 可知，有用线束屏蔽估算时根据透射曲线的过滤条件选取相对应的输出量，本次评价保守取表 B.1 中的较大值；在未获得厂家给出的输出量，散射辐射屏蔽估算选取表 B.1 中各千伏 (kV) 下输出量的较大值保守估计。距辐射源点（靶点） 1m 处输出量 H_0 ： $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 。

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中表 2，管电压 $>200\text{kV}$ 时，

X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值为 5mSv/h。项目 X 射线探伤机源项分析汇总表见表 9-3。

表 9-3 本项目 X 射线机主要参数一览表

型号	管电压 (kV)	有用线束/散射辐射的 X 射线 输出量		X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量 率控制值 (μSv/h)
		mSv·m ² / (mA·min)	μSv·m ² / (mA·h)	
XXG2505	250	16.5	9.9 × 10 ⁵	5 × 10 ³

(2) 放射性三废

本项目运行时无放射性废气、废水和固体废弃物产生。

(3) 非放射性三废

本项目运行 X 射线会电离空气产生少量臭氧和氮氧化物, 且本项目会产生废感光材料及洗片废水。

X 射线探伤机在曝光时, 可能会使周围空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。本项目将在探伤房顶面设置 2 个排风口, 拟安装 1 个动力排风装置。排风口连接排风管道, 排风管道通向厂房北侧的厂区外空地, 该位置属于空旷区域, 无人员居留。

该项目采用胶片感光成像, 正常工况下, 胶片成像会产生感光材料废物 (废定影液、废显影液、废胶片等), 属危险废物。感光材料废物处置不当, 对周围土壤、水体造成污染危害。据建设单位提供资料, 探伤废片率约为 5%, 每年拍片量达 2640 张, 探伤机年废胶片产生量约 132 张 (约 1.32kg)。与建设单位核实, 每五年为一周期处理所有废胶片, 由此可得五年所有用于处理的废胶片总量为(2640+132)*5=13860 张, 平均每年所有需要处理废胶片为 2772 张(约 27.72kg); 平均每张胶片需产生废显影、定影液约 0.05kg, 每月产生废液 11kg, 全年产生废液约 132kg。辐射工作人员完成探伤作业后, 专业人员会严格按照规范, 依据评片结果对工件焊接质量、缺陷状况等进行全面综合分析判定, 并出具规范精准的检测报告, 同时将洗片产生的废显 (定) 影液和废胶片妥善收集贮存, 后续统一委托有资质的单位进行合规处理。

查《国家危险废物名录》可知, 公司产生的废显 (定) 影液及废胶片属 HW16 感光材料废物, 需按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023) 和《危险废物收集贮存运输技术规范》(HJ2025-2012) 相关要求收集并暂存并最终交由有资质单位回收处置。

9.2.2 事故工况下污染源分析

①防护门安全联锁装置发生故障，探伤机开启时有不知情的人员误入探伤房引起误照射；

②防护门安全联锁装置发生故障，防护门没有关到位的情况开启探伤机，导致探伤室外的人员受到误照射；

③工作人员配合失误，有工作人员还在探伤房的情况下，外面的工作人员关闭防护门开启探伤装置，使停留在探伤房内的工作人员被误照射。

事故工况下，X 射线为污染因子，污染途径为外照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 探伤房设计

10.1.1 探伤房主体屏蔽设计

该项目拟建设的探伤室的结构和屏蔽参数见表 10-1，探伤室平面设计图见图 10-1，立面设计图见图 10-2。

表 10-1 探伤室结构和屏蔽参数一览表

屏蔽体	拟采取的屏蔽措施
四面墙体	60cm 混凝土
顶棚	25cm 混凝土
防护门	钢铅结构，内夹 40mmPb 铅板
排风口	10mmpb
电缆穿墙口	10mmpb
机房内空：长×宽×高	7.0m×5.28m×3.4m
使用面积	36.96m ²

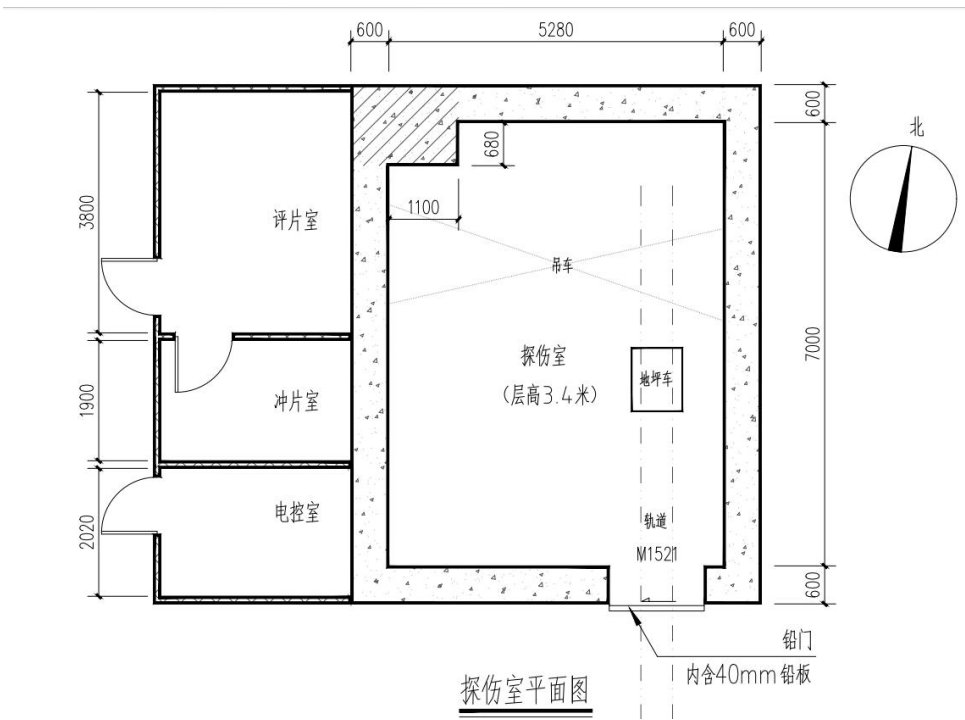


图 10-1 探伤室平面设计图

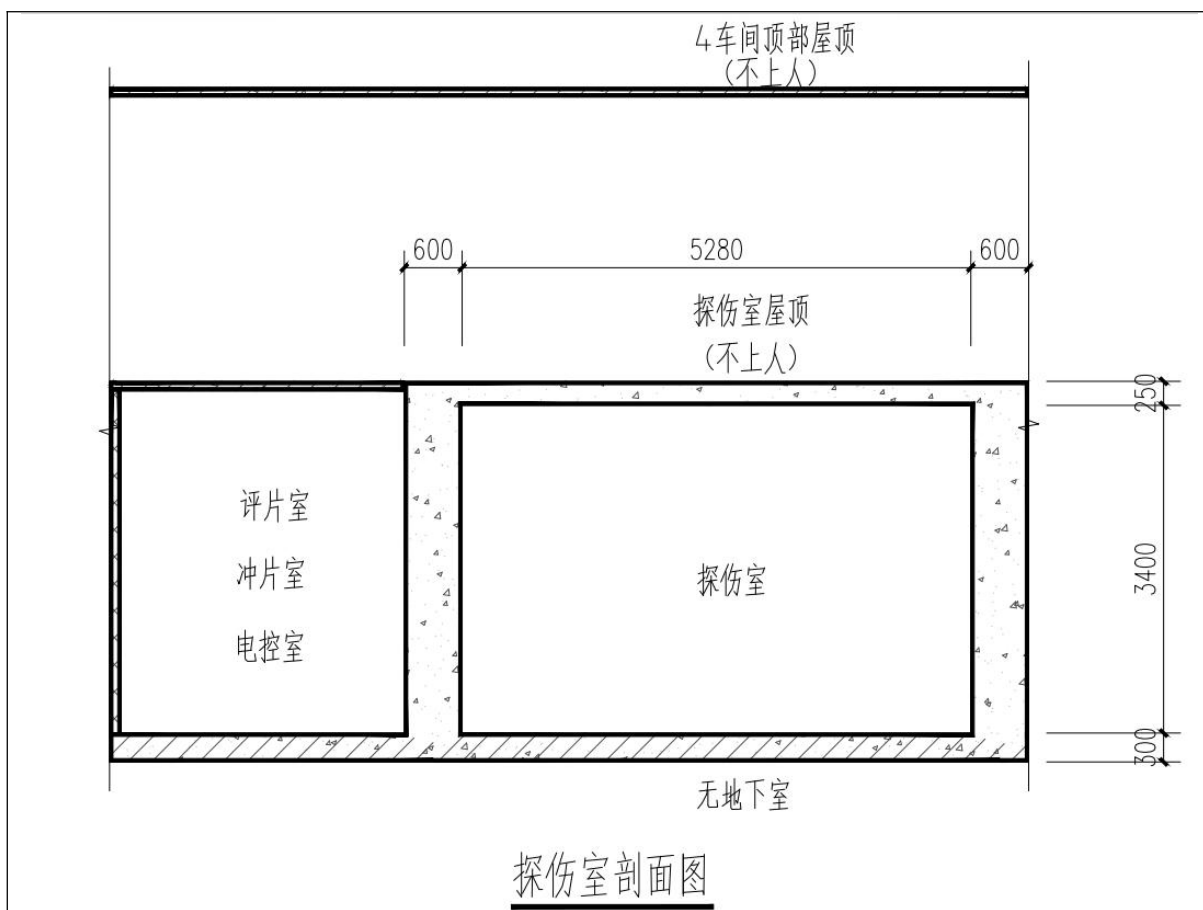


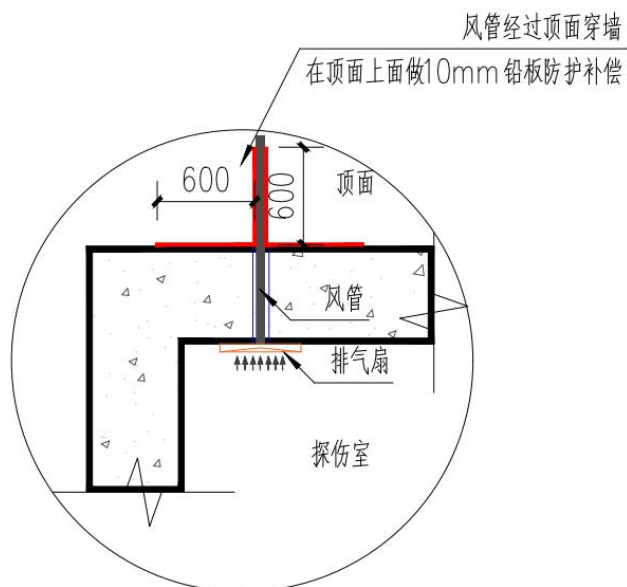
图 10-2 探伤室剖面图

10.1.2 防护门的设计和安装

防护门采用两侧钢结构内衬铅板，屏蔽厚度为 40mmPb 当量。防护门宽 2.5m，高 3.05m，采用电动平移门设计。关闭到位后，防护门左右各搭接 100mm，防护门上方搭接 150mm，下方搭接 50mm 作为防射线泄露措施。探伤室防护门洞尺寸设计为宽 2.3m，高 2.85m，充分考虑了本公司需要探伤的工件的最大单边尺寸（不超过 2m），门缝宽度控制在搭接宽度的 1/10 以内，可见防护门设计较合理。

10.1.3 管线穿墙屏蔽措施

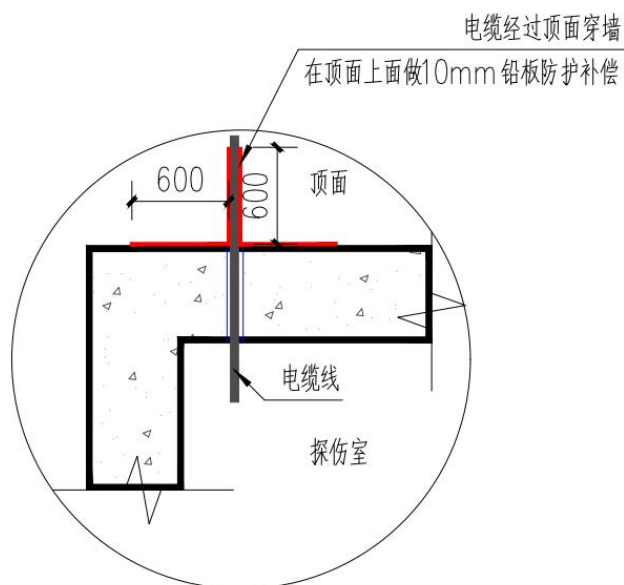
本项目将在探伤室顶上设置 2 个排风口，拟安装 1 个动力排风装置。排风口连接排风管道，排风管道通向厂房北侧的厂区空地，该位置属于空旷区域，无人员居留。排风口直径为 100mm，排风管道穿墙位置加装 600*600 铅板防护罩，屏蔽厚度为 10mmPb 作为辐射屏蔽措施，排风管道穿墙设计图见图 10-3。



风管穿墙防护节点图

图 10-3 排风管道穿墙设计图

电缆线穿墙位置设在探伤室顶面靠西侧墙面，预留尺寸直径为 100mm 的管道作为电缆线穿墙的通道，管道外设置一个 600*600 的铅板防护罩，屏蔽厚度为 10mmPb，电缆线管设计图见图 10-4、电缆平面图见图 10-8。



电缆穿墙防护节点图

图 10-4 电缆线管设计图

10.2 项目安全设施

10.2.1 现场探伤工作场所分区管理

为加强辐射源所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求，本项目将 X 射线探伤工作场所划分为控制区和监督区，实施分区管理。划分原则如下：控制区是指需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域；监督区是指通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

参考《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2022)第 6.1.2 的规定：应对探伤工作场所实行分区管理，一般将探伤房墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

布局：本项目的操作位设在探伤房的西侧。辐射工作人员在操作位上操作探伤装置，操作室内不摆放与探伤工作无关的物品；探伤房内只用作探伤作业，不作其他用途。有用线束朝向北侧和东侧，每次使用探伤机时仅朝一个方向照射。探伤室机房相邻区域分布明确，东侧及南侧为 4 号厂房内部区域；西侧依次为电控室、评片室、冲片室，这些功能室的设置既便于与探伤作业的协同配合，又通过合理的空间分隔，降低了不同作业之间的相互干扰；北侧为室外空地，为探伤作业提供了一定的安全缓冲空间。大防护门朝向南侧的生产车间，这样的设计主要是为了方便工件的转运和送检，提高作业效率。在实际作业中，会通过设置警示标识、安排专人监管等措施，保障在工件转运过程中的人员安全。

分区：本项目的辐射工作场所布局和分区示意图如图 10-5 所示，建设单位拟将探伤房墙壁围成的内部区域划为控制区，采用黄色标识将东墙、南墙、北墙外 1m 以及西侧的电控室、冲片室、评片室的范区围划分为监督区。探伤房防护门上张贴电离辐射警示标志，监督区边界树立“射线危险，请勿靠近”的工作警示牌。

本项目控制区通过实体屏蔽、门机连锁装置等进行控制，监督区通过黄色标示、警示说明等进行管理。工作场所布局和分区方案有利于场所分区管理，可有效隔离非辐射工作人员进入监督区，有利于保护辐射工作人员和公众，由上可知，该辐射工作场所的布局和分区合理。

10.2.2 辐射安全措施

(1) 警示标志、设施

建设单位拟在防护门上张贴 1 张电离辐射警示标志和 1 张中文警示说明，按照 GB18871-2002 的规范制作，标志的单边尺寸不小于 50cm。监督区边界将竖立“辐射工作场所，无关人员工作期间禁止进入”的工作指示牌。电控室控制台上方拟张贴辐射警告和禁止非授权使用的说明，控制台设有工作状态指示灯。

探伤房防护门内外各设置了 1 个声光警示装置，警示灯与射线装置联锁，警示灯闪烁表示准备出束，发出声音警示持续 15s；X 射线出束时警示灯将亮红灯，并持续发出报警声，声光警示装置位置如图 10-6 所示。

(2) 门机联锁装置

探伤装置的控制台设有联锁接口，探伤房的防护门将设置安全联锁功能：采用限位装置，只有当防护门关闭到位后，触发限位装置，高压电源才能接通，射线装置才能开启。防护门与限位装置分离时，射线装置高压电源将被切断，重新关上防护门后射线装置不会自动开启。门机连锁位置见图 10-6。

(3) 紧急停机

本项目探伤房东墙内设有 1 个急停按钮，操作位上设有 1 个急停按钮。急停按钮将标明功能和使用方法，急停按钮的位置见图 10-6。急停按钮与射线装置高压电源连锁，发生紧急事故时可以迅速切断探伤装置的高压电源，终止出束。

(4) 钥匙开关

本项目探伤装置控制台设有钥匙开关，只有打开钥匙开关探伤装置才能连接高压电源。钥匙由专人保管，只有授权的辐射工作人员才能使用，无关人员无法操作探伤装置。

(5) 辐射监测设施

建设单位拟为辐射工作人员每人配备 1 个人剂量计和 1 个人剂量报警仪，并在工作期间佩戴好，个人剂量报警仪工作期间保持开机状态，个人剂量计定期送检。个人剂量报警仪具有报警功能和实时辐射剂量率监测显示功能，可满足辐射工作人员日常工作时的辐射监测和自我防护的要求。当个人剂量报警仪报警时，辐射工作人员应立即停止工作，同时阻止其他人进入探伤工作区域，并立即向辐射工作负责人报告。日常监测配备 1 台便携式剂量率仪，拟使用便携式剂量率仪定期（每个月 1 次）对探伤室周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

10.2.3 工业 X 射线现场探伤放射防护要求符合性分析

依据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)来分析公司工业 X 射线现场探伤的放射防护要求合理性, 分析结果见表 10-2 至 10-3。

表 10-2 探伤室辐射安全与防护措施对照分析表

标准防护要求	本项目方案	符合性
6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全, 操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T250。	本项目探伤房的设置在厂房角落位置, 充分考虑了临近场所, 附近均为人员较少居留的场所。本项目操作位设在探伤房的西侧, 有用线束朝东和朝北, 将避开了操作位, 无迷路探伤室门的防护当量 40mmPb 大于同侧墙壁 60cm 混凝土的防护性能。	符合
6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理, 分区管理应符合 GB18871 的要求。	建设单位拟对辐射工作场所实施分区管理, 建设单位拟将探伤房墙壁围成的内部区域划为控制区, 采用黄色标识将东墙、南墙、北墙外 1m 以及西侧的电控室、冲片室、评片室的范区围划分为监督区, 分区方案见图 10-5。	符合
6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足: a)关注点的周围剂量当量参考控制水平, 对放射工作场所, 其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$, 对公众场所, 其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$; b)屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。	根据表 11 的计算, 探伤房屏蔽体和防护门的辐射屏蔽同时满足人员在关注点的周剂量控制要求和关注点周围剂量当量率控制要求。	符合
6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足: a)探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时, 探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3; b)对没有人员到达的探伤室顶, 探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。	本项目探伤房顶部为人员不能到达的地方, 探伤房顶部的剂量率参考水平取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。根据表 11 的计算, 房顶的辐射屏蔽满足 6.1.4 的要求。	符合
6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置, 应在门 (包括人员进出门和探伤工件进出门) 关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中, 防护门被意外打开时, 应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时, 每台装置均应与防护门联	探伤房的防护门将设置门机联锁功能: 只有当防护门关闭到位后, 高压电源才能接通, 射线装置才能开启。一旦防护门有打开的趋势, 射线装置高压电源将被切断, 重新关上防护门后射线装置不会自动开启。探伤房内设置了防护门开关, 可方便发生紧急情况时内部人员迅速离开探房。	符合

锁。		
6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	探伤房防护门内外各设有1个声光警示装置，警示装置与射线装置联锁，警示装置具有“预备”和“照射”两种灯光信号指示；警示装置闪烁表示准备出束，发出声音警示持续15s；X射线出束时警示装置将持续亮红灯，并持续发出报警声。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并与工作场所内其他报警信号有明显区别。	符合
6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	探伤室内北墙和探伤室出入口安装监视装置，在电控室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况	符合
6.1.8 探伤室防护门上应有符合GB18871要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	本项目将在防护门上张贴1张电离辐射警示标志和1张中文警示说明，按照GB18871-2002的规范制作，标志的单边尺寸不小于50cm。监督区边界将设置辐射工作场所，“射线危险，请勿靠近”的工作指示牌。	符合
6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	在探伤房东墙内和电控室操作位各设1个紧急停按钮，发生事故时可以立刻停止出束，急停按钮将标明功能和使用方法，探伤房内人员可不需通过有用线束方向使用急停按钮。	符合
6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。	探伤室内设有机械排风装置，通过排风管将探伤房内气体排出至厂房外无人员居留的北侧厂区空地。每小时通风换气次数为4次，大于3次。	符合
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	在探伤室东墙上安装有固定式场所辐射探测报警装置1个。	符合

表 10-3 安全操作要求及实施计划对照表

标准防护要求	本项目方案	符合性
6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	按标准安装门-机联锁装置（确保门开即停射、门闭需手动启射）与双色警示灯（预备/照射状态区分、位置醒目），并建立定期检查、功能测试、人员培训及应急演练机制，保障防护措施持续有效。	符合

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	建设单位拟为每位辐射工作人员配备 1 个人剂量计和 1 个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪，并在工作期间佩戴好。当个人剂量报警仪报警时（超过 2.5 μ Sv/h），工作人员应立即离开工作区域，同时阻止其他人进入工作区域，并立即向辐射工作负责人报告。	符合
6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。	建设单位计划每年一次委托第三方检测机构对探伤房周围的环境辐射水平进行年度检测。日常使用便携式剂量率仪，定期（每个月 1 次）对探伤房外周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录，一旦发现辐射值超过参考控制水平需暂停辐射工作，向辐射防护负责人报告并查找原因。	符合
6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。	工作人员每次作业前需检查便携式 X- γ 剂量率仪是否正常工作，如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不能开始辐射工作。	符合
6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。	在每一次照射前，操作人员将进行以下确认：探伤房内部没有人员驻留，防护门已关闭，所有防护与安全装置系统都启动并正常运行。	符合
6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条~第 7.4 条的要求。	本公司需要探伤的工件的最大单边尺寸不超过 2m，防护门门洞尺寸为 2m*2.2m，不需要开展现场探伤。	符合

10.3 三废的治理

本项目为 X 射线探伤机应用项目，使用过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。

10.3.1 非放射性废物

本项目根据工作需要，在公司内部建设冲片室。由于使用到胶片感光成像，X 射线工业探伤项目还会产生废显影液、废定影液和废胶片等感光材料废物，感光材料废物（HW16）被列入《国家危险废物名录》。感光材料废物中主要含有硫酸对甲氨基苯酚（米吐尔）、溴化物、亚铁氰化钾、醋酸铅、重铬酸钾等有害成份。当感光材料废物中的危险废液进入下水道时，很快使其中的氧和阳光发生互相作用，使污水变黑，甚至发生化学反应，产生二次污染物，加重对环境的污染。

根据《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)与《危险废物转移管理办法》(生态环境部令第23号)等规定,为降低危险废物对环境的影响程度,建设单位针对危险废物的贮存、转移和处置等环节拟采取如下环境管理措施:

建设单位承诺和具备HW16危险废物处置资质的单位签订危险废物转移处置协议,由其定期上门回收处理探伤工作产生的感光材料废物。

建设单位每日拍摄胶片约10张,每月拍摄胶片约220张,全年拍摄胶片约2640张,平均每张胶片需产生废显影、定影液约0.05kg,每月产生废液11kg,全年产生废液约132kg。胶片作废率约5%,每月产生的废胶片数约为11张(约0.11kg),全年产生的废胶片数量约132张(约1.32kg)。与建设单位核实,每五年为一周期处理所有废胶片,由此可得五年所有用于处理的废胶片总量为 $(2640+132)*5=13860$ 张,平均每年所有需要处理废胶片为2772张(约27.72kg)。

建设单位拟采取的感光材料废物暂存措施如下:

(1) 按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)的一般要求:感光材料废物暂存期间,建设单位计划将冲洗胶片产生的废液存放在专用的带盖塑料桶中,废胶片暂存在专用的带盖塑料盒中,塑料桶和塑料盒箱存放于暗室。建设单位拟准备3个约10L容量的塑料桶,塑料桶顶部与液体表面之间至少保留100毫米的空间。每当装满2个塑料桶时,将与回收单位预约上门回收处理,并由回收单位返回3个空桶用于下一轮的废液收集。

(2) 按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)对“危险废物堆放”的有关规定:

在地面采用混凝土硬化的基础上,建设单位拟对存放危险废物容器的暗室地板进行防水处理,避免不慎洒漏的危险废液渗入地下。

(3) 按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)对“危险废物贮存设施的运行与管理”的有关规定:

建设单位将制定感光材料废物产生和转移处置台账,记录好危险废物的名称、数量、转移日期及回收单位名称等信息。

综上分析,建设单位制定的感光材料废物处置措施较合理,满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)的有关要求,能有效避免感光材料废物随意排放、污染环境。

10.3.2 废水

本项目不产生放射性废水。

10.3.3 废气

X 射线照射会使周围的空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物，如果不做处理会使辐射工作场所空气中的臭氧和氮氧化物含量增加，吸入过量的臭氧和氮氧化物会对人体健康产生一定危害。根据国家标准《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2022) 第 6.1.10 的规定：探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。该项目在探伤室顶面设置 2 个排风口，拟安装 1 个动力排风装置，通过排风管道连接通向厂房外北侧空地，该位置属于空旷区域，无人员居留。拟购买排风机的排风量约为 $0.05\text{m}^3/\text{s}$ ，探伤房的容积约为 36.96m^3 ，工作期间排风机保持开启，可计算得每小时有效换气次数为 4 次，即每个小时有效换气次数不少于 3 次，可确保探伤房内产生的少量有害气体及时、排出探伤房，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2022) 的要求。排风平面图见图 10-7。

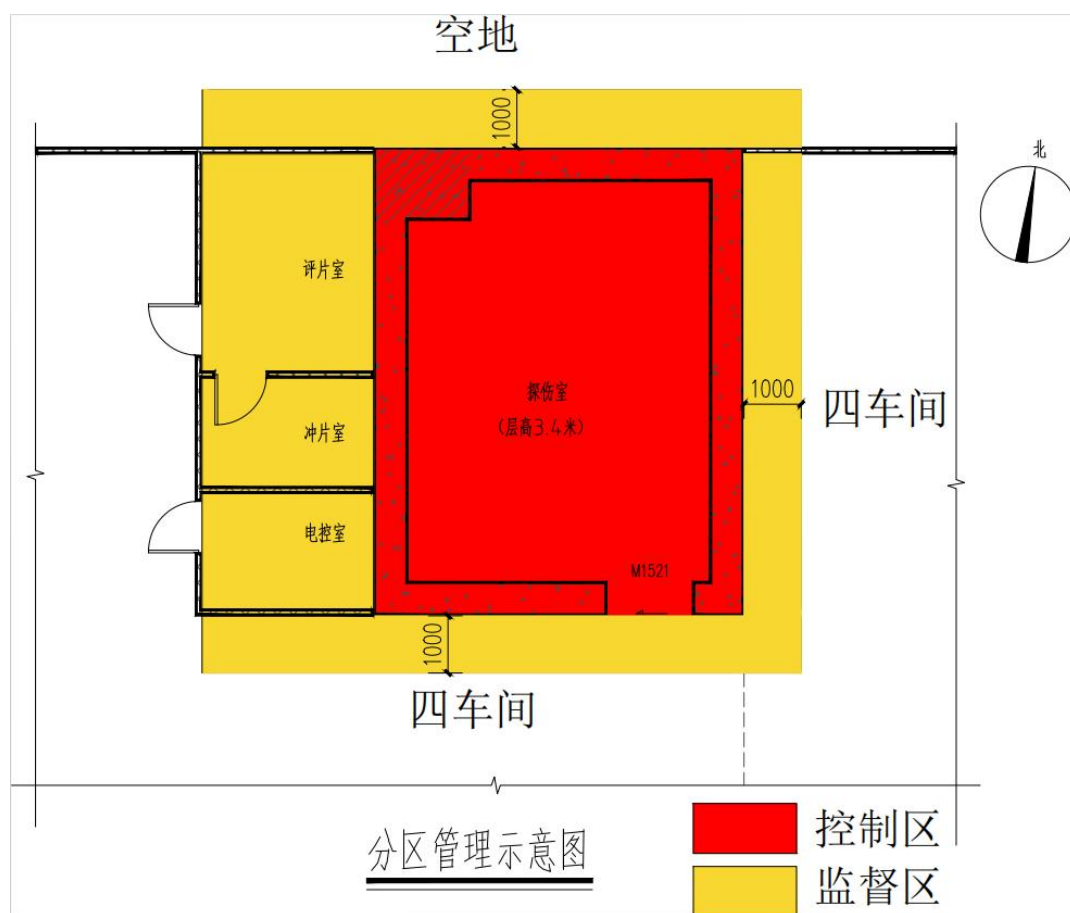
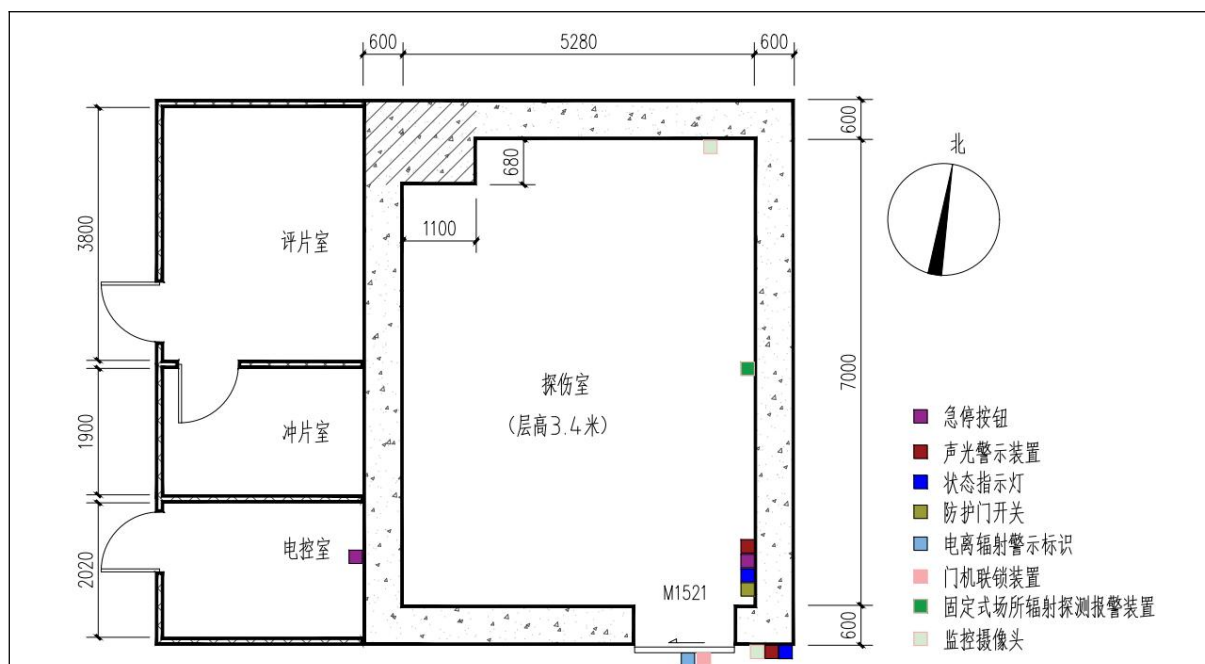
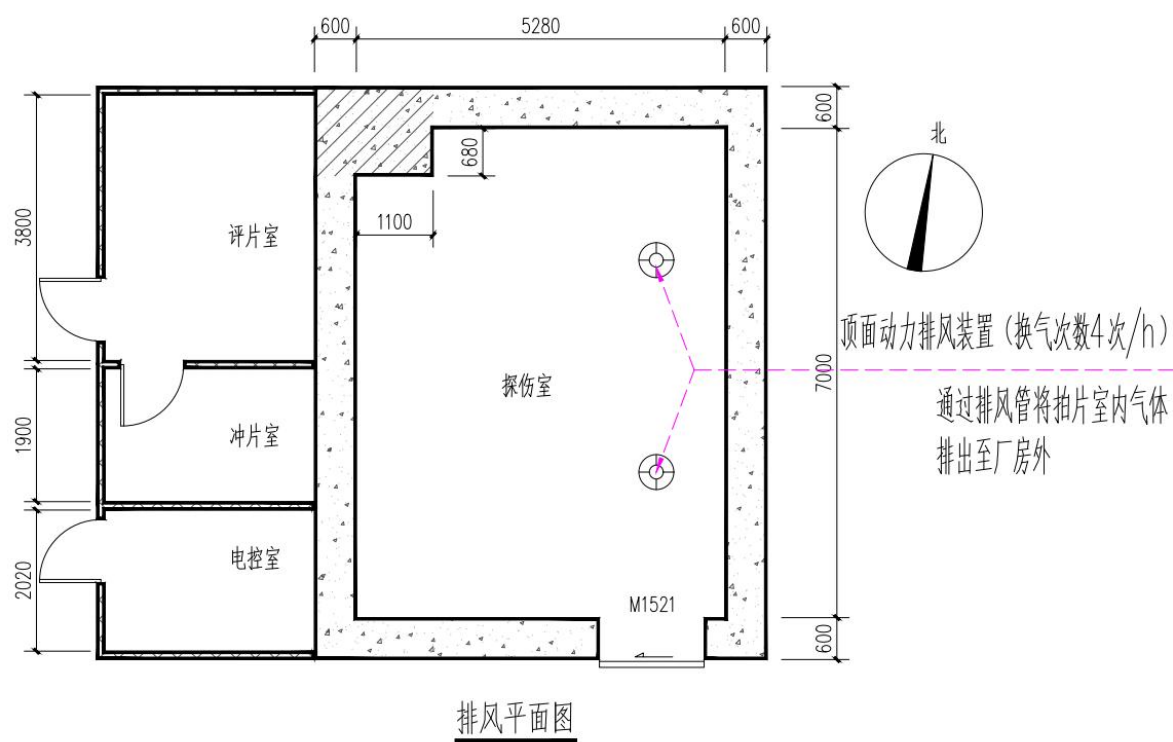


图 10-5 辐射工作场所布局和分区示意图



辐射安全措施平面图

图 10-6 辐射工作场所布局 and 分区示意图



排风平面图

图 10-7 排风平面图

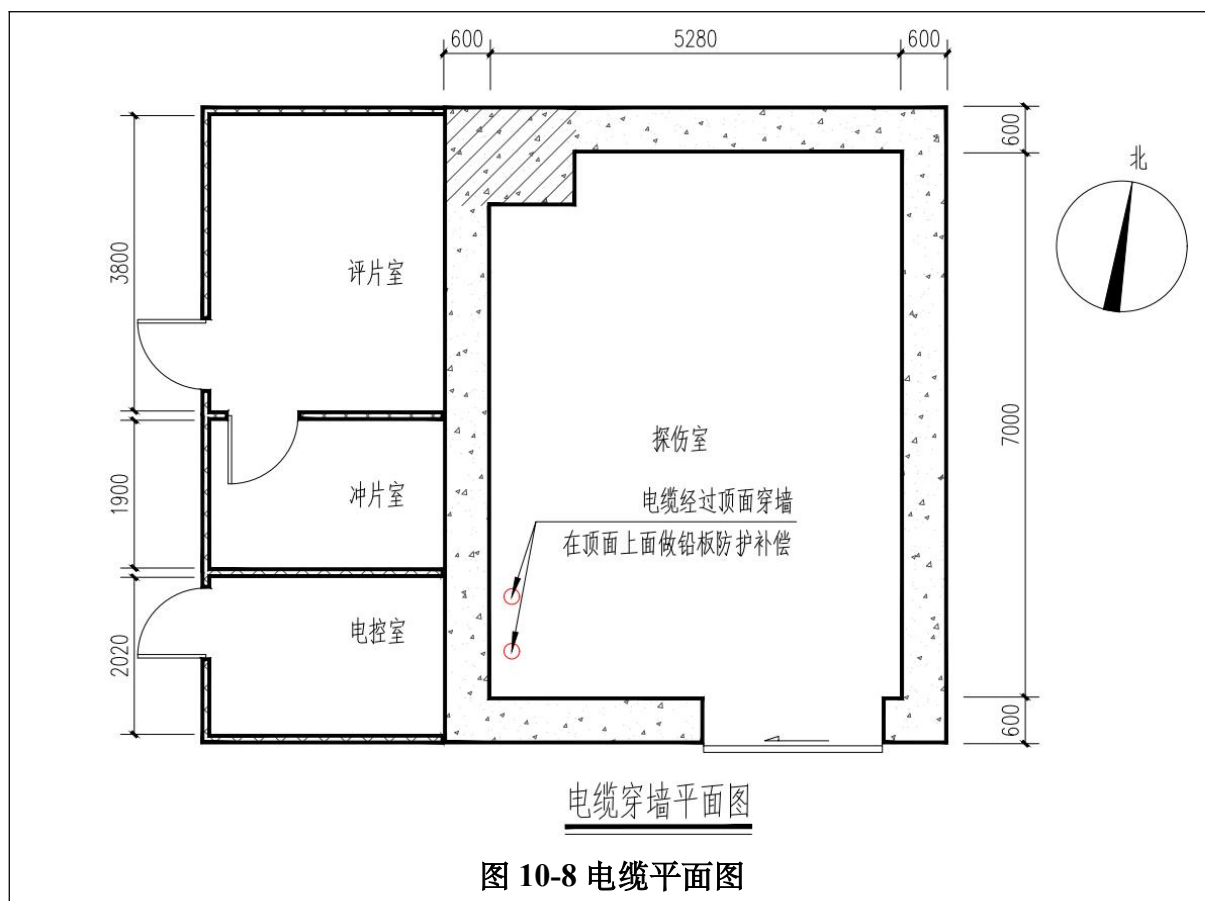


表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目只有在使用射线装置过程中才会产生 X 射线，建设阶段不会对周围环境产生电离辐射影响。

本项目建造各个场所须进行施工，会有一定的固废、噪声、施工废水等非电离辐射因素的环境影响，如建筑垃圾、建筑废水、扬尘、施工噪声等。施工单位应按照有关规定对建设期产生的一般环境污染进行防治，如：建筑垃圾分类堆放、及时处理；建筑废水应先排入厂内的污水处理站进行处理；如扬尘较大，应搭建施工架、布置防尘布，用于扬尘隔绝；如需使用噪声较大的工具施工，应尽量选择周末等人员较少的时间短施工，通过以上措施使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

本工程在施工期非电离辐射因素的环境影响影响时间短暂，影响范围小，随施工结束而消除，且周围无环境敏感点，因此对环境的影响不大。

11.2 理论计算

1、有用线束

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），在距离靶 r（m）处由 X 射线探伤机产生的初级 X 射线束造成的周围剂量当量率计算公式如下：

$$H_1 = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-1)$$

式中：

R：辐射源点（靶点）距离关注点的距离，m；

I：X 射线机管电流，mA；本项目 X 射线探伤机的管电流均为 5mA；

H₀：距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/（mA·h），X 射线探伤机的取值详见表 9-3；

B：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中附录 B 中的表 B.2，取得相应电压条件下混凝土的什值层后，再根据 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得到 B 值；

2、泄漏辐射

对于漏射辐射屏蔽采用以下公式计算辐射剂量率：

$$H_2 = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots(11-2)$$

式中:

B: 屏蔽透射因子; 什值层取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中附录 B 中的表 B.2;

R: 距辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m) ;

H_L: 距离靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率量, 单位为μSv/h; 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 1, X 射线管电压>200kV 时, H_L=5×10³μSv/h。

3、散射辐射

关注点的散射辐射剂量率:

$$H_3 = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2} \dots\dots\dots(11-3)$$

式中:

I: X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最高管电流, 单位为 mA;

H₀: 距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量, μSv·m²/ (mA·h) , 以 mSv·m²/mA·min) 为单位的值乘以 6×10⁴。各类 X 射线探伤机的取值详见表 9-3;

B: 屏蔽透射因子,

R_s: 散射体至关注点的距离 (m) 。 $R_s = \sqrt{R_0^2 + R^2}$

F: R₀ 处的辐射野面积, m²;

a: 散射因子, 入射辐射被单位面积 (1m²) 散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比;

R₀: 辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离, m; 与业主核实, 一般情况距离为 0.6m, 本项目按偏保守估计取 1;

《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 标准中 B.4.2 中给出“当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20°时, R₀²/F·a 因子的值为 50 (200kV ~ 400kV) ”, 本项目探伤机辐射角度最大为 40° (夹角为 20°) 。

B: 屏蔽透射因子, 根据公式 B=10^{-X/TVL} 计算, 其中 X 为屏蔽层厚度, mm; 根据 GBZ/T250-2014 表 2 以及附表 B.2, 散射辐射在 250kV 时对应铅的什值层厚度为

1.4mm；对应混凝土的什值层厚度为 86mm。

11.2.1 朝东侧照射

朝东照射时关注点示意图见图 11-1~图 11-2，计算有关参数的选取列于表 11-1，透射因子计算参数表见表 11-2, 有用线束朝东侧时探伤房外关注点的辐射剂量率估算结果列于表 11-3。

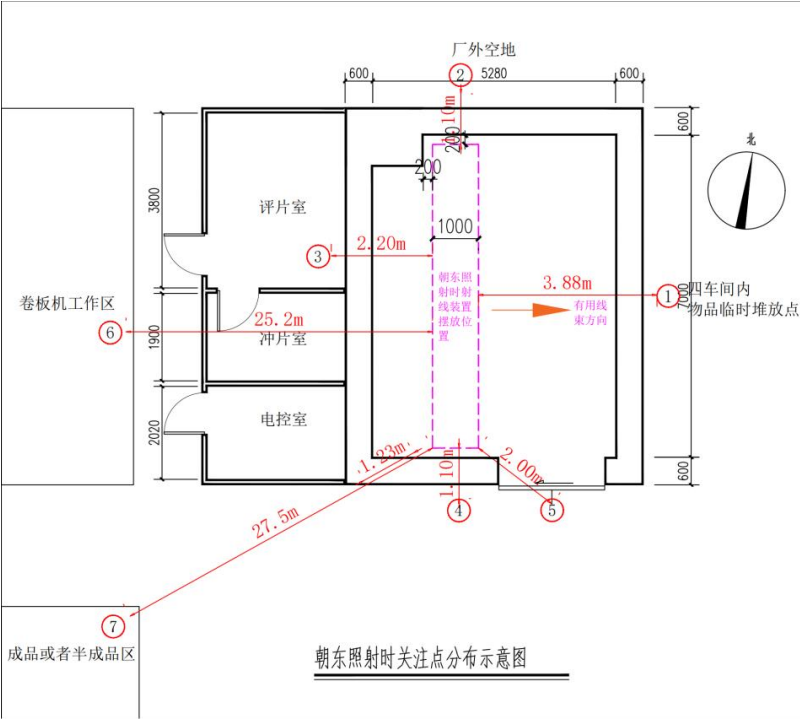


图 11-1 朝东照射时关注点平面分布示意图

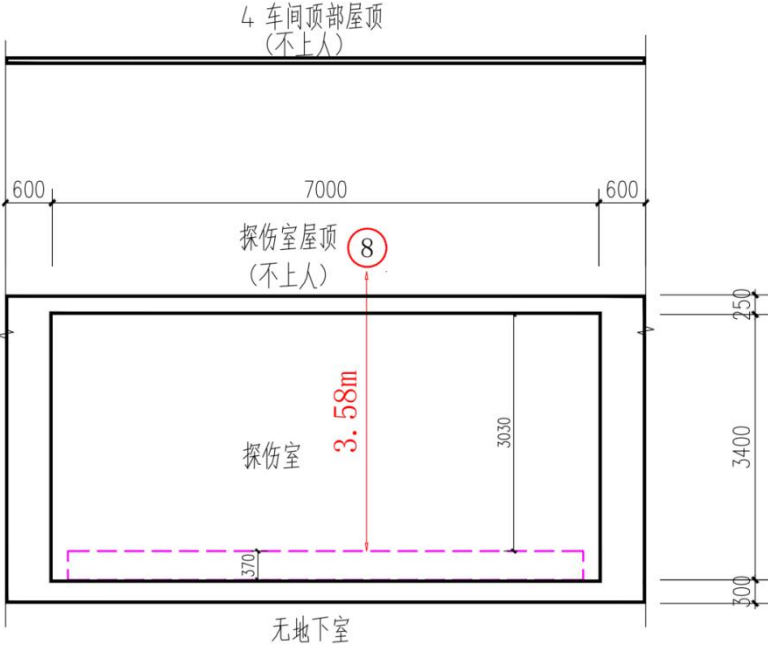


图 11-2 朝东照射时关注点剖面分布示意图

表 11-1 计算参数一览表				
关注点	R	R _s	R ₀	I
①东侧 4 号车间物品临时堆放点	3.88m	--	--	5mA
②北侧厂外空地	1.1m	1.49m	1m	5mA
③西侧电控室、冲片室、评片室	2.2m	2.4m	1m	5mA
④南侧 4 号车间通道	1.1m	1.49m	1m	5mA
⑤铅门外	2m	2.23m	1m	5mA
⑥西侧 4 号车间卷板机工作区	25.2m	25.2m	1m	5mA
⑦西南侧 4 号车间成品或者半成品区	27.5m	27.5m	1m	5mA
⑧屋顶	3.58m	3.7m	1m	5mA

注：R_s 的取值由 R 和 R₀ 的几何关系得出。

表 11-2 透射因子计算参数一览表					
关注点	实际屏蔽厚度 (混凝土 mm)	有效屏蔽厚度 (混凝土 mm)	射线类型	TVL (mm)	透射因子 B
①东侧 4 号车间物品 临时堆放点	600mm	600mm	有用线束	90	2.15E-07
②北侧厂外空地	600mm	600mm	泄漏线束	90	2.15E-07
			散射线束	86	1.06E-07
③西侧电控室、冲片 室、评片室	600mm	600mm	泄漏线束	90	2.15E-07
			散射线束	86	1.06E-07
④南侧 4 号车间通道	600mm	600mm	泄漏线束	90	2.15E-07
			散射线束	86	1.06E-07
⑤铅门外	40mmPb	40mmPb	泄漏线束	2.9	1.61E-14
			散射线束	1.4	2.68E-29
⑥西侧 4 号车间卷板 机工作区	600mm	600mm	泄漏线束	90	2.15E-07
			散射线束	86	1.06E-07
⑦西南侧 4 号车间成	600mm	1230mm	泄漏线束	90	2.15E-14

品或者半成品区			散射线束	86	4.99E-15
⑧屋顶	250mm	250mm	泄漏线束	90	1.67E-03
			散射线束	86	1.24E-03

注：1、按照（GBZ/T250-2014），泄漏线束的 TVL 值取 250kV 对应值；散射线束 TVL 值取 200kV 对应值。

2、射线穿墙有效路径厚度根据 CAD 软件作图测量。

表 11-3 有用线束朝东侧关注点辐射剂量率水平估算结果

关注点	控制值	TVL (mm)	H ₁	H ₂	H ₃	H
①东侧 4 号车间物品临时堆放点	2.5	90	0.07	--	--	0.07
②北侧厂外空地	1.07	90	-	8.90E-04	4.70E-03	5.59E-03
③西侧电控室、冲片室、评片室	2.5	90	-	2.23E-04	1.78E-03	2.01E-03
④南侧 4 号车间通道	2.5	90	-	8.90E-04	4.70E-03	5.59E-03
⑤铅门外	2.5	2.9	-	2.01E-11	5.34E-25	2.01E-11
⑥西侧 4 号车间卷板机工作区	1.07	90	-	1.70E-06	1.64E-05	1.81E-05
⑦西南侧 4 号车间成品或者半成品区	1.07	90	-	1.42E-13	6.53E-13	7.95E-13
⑧屋顶	2.5	90	-	6.51E-01	8.96E+00	9.61E+00

注:关注的剂量率 H 由 H₁、H₂和 H₃叠加得到。

11.2.2 朝北侧照射

朝北照射时关注点示意图见图 11-3~图 11-4，计算有关参数的选取列于表 11-4，透射因子计算参数表见表 11-5，有用线束朝北侧时探伤房外关注点的辐射剂量率估算结果列于表 11-6。

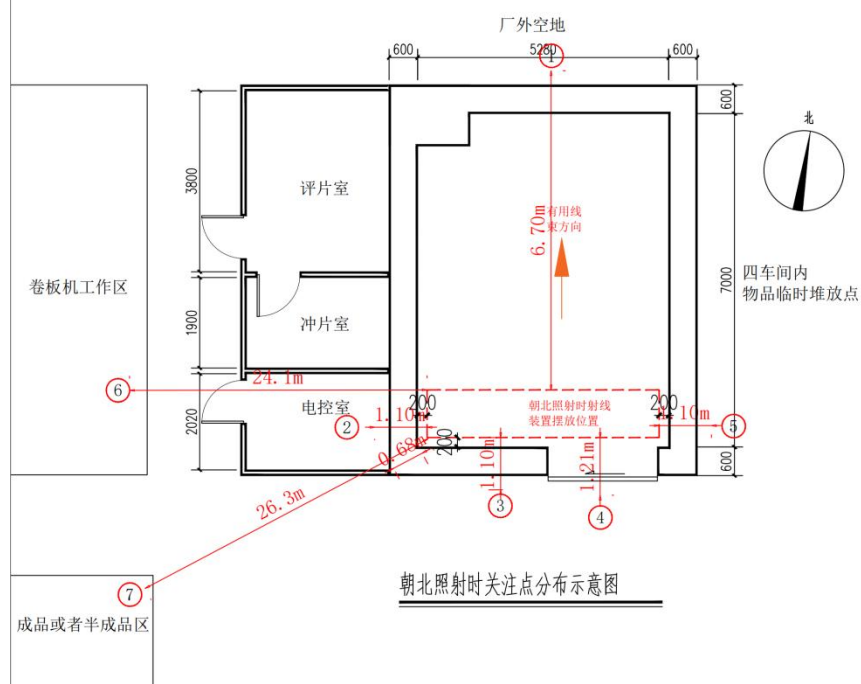


图 11-3 朝北照射时关注点平面分布示意图

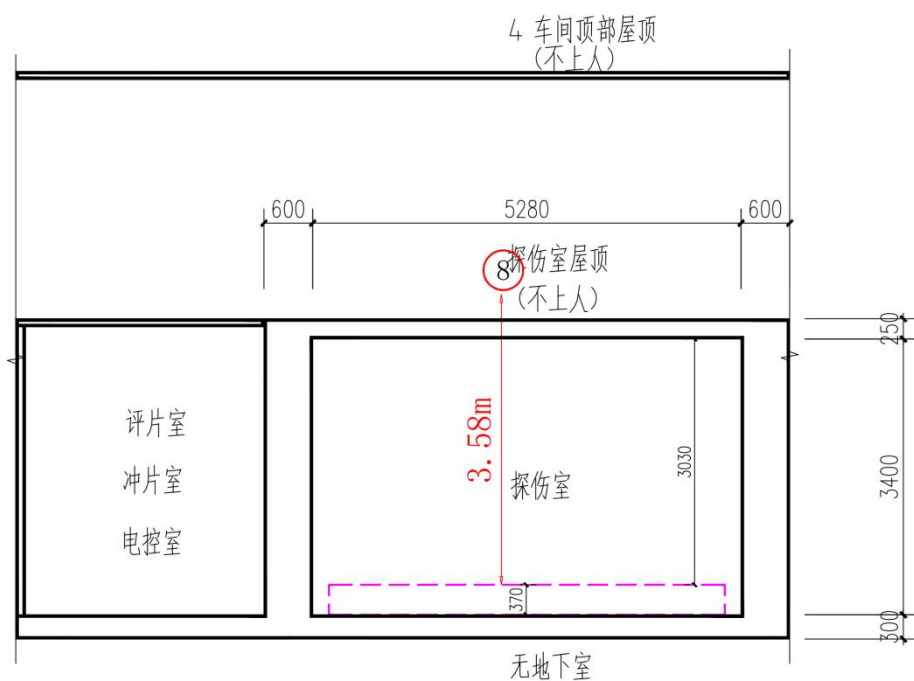


图 11-4 朝北照射时关注点剖面分布示意图

表 11-4 计算参数一览表

关注点	R	R _s	R ₀	I
①北侧厂外空地	6.7m	--	--	5mA

②西侧电控室、冲片室、评片室	1.1m	1.49m	1m	5mA
③南侧 4 号车间通道	1.1m	1.49m	1m	5mA
④铅门外	1.2m	1.56m	1m	5mA
⑤东侧 4 号车间物品临时堆放点	1.1m	1.49m	1m	5mA
⑥西侧 4 号车间卷板机工作区	24.1m	24.1m	1m	5mA
⑦西南侧 4 号车间成品或者半成品区	26.3m	26.3m	1m	5mA
⑧屋顶	3.58m	3.7m	1m	5mA

注：Rs 的取值由 R 和 R₀ 的几何关系得出。

表 11-5 透射因子计算参数一览表

关注点	屏蔽厚度 (混凝土 mm)	有效屏蔽厚度 (混凝土 mm)	射线类型	TVL (mm)	透射因子 B
①北侧厂外空地	600mm	600mm	有用线束	90	2.15E-07
②西侧电控室、冲片室、评片室	600mm	600mm	泄漏线束	90	2.15E-07
			散射线束	86	1.06E-07
③南侧 4 号车间通道	600mm	600mm	泄漏线束	90	2.15E-07
			散射线束	86	1.06E-07
④铅门外	40mmPb	40mmPb	泄漏线束	2.9	1.61E-14
			散射线束	1.4	2.68E-29
⑤东侧 4 号车间物品临时堆放点	600mm	600mm	泄漏线束	90	2.15E-07
			散射线束	86	1.06E-07
⑥西侧 4 号车间卷板机工作区	600mm	600mm	泄漏线束	90	2.15E-07
			散射线束	86	1.06E-07
⑦西南侧 4 号车间成品或者半成品区	600mm	680mm	泄漏线束	90	2.78E-08
			散射线束	86	1.24E-08
⑧屋顶	250mm	250mm	泄漏线束	90	1.67E-03
			散射线束	86	1.24E-03

注：1、按照（GBZ/T250-2014），泄漏线束的 TVL 值取 250kV 对应值；散射线束 TVL 值取 200kV 对应值。

2、射线穿墙有效路径厚度根据 CAD 软件作图测量。

表 11-6 有用线束朝北侧关注点辐射剂量率水平估算结果

关注点	控制值	TVL (mm)	H ₁	H ₂	H ₃	H
①北侧厂外空地	2.5	90	0.02	--	--	0.02
②西侧电控室、冲片室、评片室	2.5	90	-	8.90E-04	4.70E-03	5.59E-03
③南侧 4 号车间通道	1.07	90	-	8.90E-04	4.70E-03	5.59E-03
④铅门外	2.5	2.9	-	5.59E-11	1.09E-24	5.59E-11
⑤东侧 4 号车间物品临时堆放点	2.5	90	-	8.90E-04	4.70E-03	5.59E-03
⑥西侧 4 号车间卷板机工作区	1.07	90	-	1.85E-06	1.80E-05	1.98E-05
⑦西南侧 4 号车间成品或者半成品区	1.07	90	-	2.01E-07	1.77E-06	1.97E-06
⑧屋顶	2.5	90	-	6.51E-01	8.96E+00	9.61E+00

注:关注的剂量率 H 由 H₁、H₂和 H₃叠加得到。

从表 11-3 和表 11-6 可以看到, 有用线束朝东侧时探伤房外四周各关注点处辐射剂量率估算值最高约 0.07 μ Sv/h, 均小于 2.5 μ Sv/h, 顶棚外最高为 9.61 μ Sv/h, 小于 100 μ Sv/h; 有用线束朝北侧时探伤房外四周各关注点处辐射剂量率估算值最高约 0.02 μ Sv/h, 均小于 2.5 μ Sv/h, 顶棚外最高为 9.61 μ Sv/h, 小于 100 μ Sv/h, 满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2022) 规定的辐射剂量率控制要求。

11.3 人员受照剂量分析

根据表 11-3 和表 11-6 的关注点辐射剂量率估算结果, 根据各方向的最大剂量率估算结果, 按照“辐射水平与距离平方成反比”, 估算评价范围内各方向上各保护目标分布区域(公众)的受照剂量率, 结合表 9-2 的工作负荷介绍(每周 X 射线出束时间约 4.66 小时, 全年 X 射线出束时间约 233 小时), 按照公式(11-4)可进一步估算出各保护目标的年有效受照剂量, 估算结果见表 11-7。

剂量估算公式

根据潘自强主编的《电离辐射环境监测与评价》第 3.3.3 节 (P51 页) “对于强贯穿辐射, 10mm 深度是被经常使用的, $H^*(10)$ 应当是有效剂量 E 的合理近似”, 外照射现场监测量为周围剂量当量率 $H^*(10)$ 。在有效剂量估算时, 可以直接使用测量结果, 不用进行系数转化。因此 X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量按下列公式估算:

个人年有效剂量估算按下列公式计算:

$$H_e = H^*(10) * t * 10^{-3} \dots\dots\dots \text{(式 11-4)}$$

其中: H_e 为年有效剂量, (mSv/a);

$H^*(10)$ 为 X- γ 辐射周围剂量当量率, nSv/h;

t 为年受照射时间, 小时;

10^{-3} 为 μSv 到 mSv 的转换系数。

表 11-7 探伤室外关注点年有效剂量估算结果

关注点		辐射剂量率	居留因子	年工作时间 (h)	年有效剂量 (mSv)
职业人员	西侧电控室、冲片室、评片室	5.59E-03	1	233	1.30E-03
公众	东侧 4 号车间物品临时堆放点	0.07	1/2	233	8.16E-03
	南侧 4 号车间通道	5.59E-03	1	233	1.30E-03
	西侧 4 号车间卷板机工作区	1.98E-05	1	233	4.61E-06
	西南侧 4 号车间成品或者半成品区	1.97E-06	1	233	4.59E-07
	北侧厂外空地	0.02	1/8	233	5.83E-04
	铅门外	5.59E-11	1/8	233	1.63E-12

注: 1 探伤室顶部无人员可达, 故不再计算年有效剂量。

2 其它周围其他公众人员相对探伤室外 30cm 的关注点因距离更远, 年受照剂量将更小。

3 辐射剂量率取朝东和朝北侧照射最大剂量率。

4 年工作时间包含训机时间。

由表 11-7 可知, 正常运行工况下, 按保守估算, 经屏蔽体屏蔽后, 职业工作人员受到的年有效剂量最大值为 1.30-03mSv/a, 叠加表 1-3 原有项目工作人员个人剂量

监测结果可得，在职业工作人员中以徐丽清、黄汉健为代表，本项目所致其受到的年有效剂量最大值分别为 $6.13\text{E}-02\text{mSv/a}$ 和 $1.01\text{E}-01\text{mSv/a}$ 。且由表 11-7 可知，本项目公众人员受到的年有效剂量最大为 $8.16\text{E}-03\text{mSv/a}$ ，以上结果均远低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的年有效剂量限值（职业工作人员 20mSv 、公众人员 1mSv ），也低于本报告提出的年有效剂量管理约束值（职业工作人员 5mSv 、公众人员 0.1mSv ），符合相关法规标准的限值要求，不会使原有项目职业工作人员及周围公众受到额外附加的辐射照射。

与业主核实且结合业主提供的 2024 年度评估报告可知，原有探伤室探伤机最大管电压为 300kV ，最大管电流为 5mA ，有用线束/散射辐射的 X 射线输出量为 $2.51\text{E}+06\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，墙体厚度为 600mm ，全年 X 射线出束时间约 233 小时，混凝土 TVL 值为 100mm 。以“朝北照射时⑦号点--西南侧 4 号车间成品或者半成品区”作为重合固定岗位工作人员为例，结合 CAD 绘图软件测量得出原有探伤室距离⑦号点保守为 42m 。根据公式 11-1 可计算出原有探伤室该点剂量当量率为 $7.11\text{E}-03\mu\text{Sv/h}$ ，年有效剂量为 $1.66\text{E}-03\text{mSv/a}$ 。

通过本项目与原有项目叠加该点数据，“朝北照射时⑦号点--西南侧 4 号车间成品或者半成品区”固定岗位工作人员年有效剂量最大值为 $1.66\text{E}-03\text{mSv/a}$ ，趋近于辐射本底水平，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 6.1.3 要求的不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。由此可得，原有探伤室对公众人员受到的年有效剂量可忽略不计。

11.4 事故影响分析

11.4.1 辐射事故类型

- 1) X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下，探伤房门机联锁失效，工作人员误入曝光室；
- 2) 探伤房门机联锁失效，工件门未完全关闭，X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下对探伤房周围人员造成意外照射；
- 3) 探伤操作人员未发现探伤房内仍有人员滞留即开始探伤作业，致使人员受到意外照射；
- 4) 探伤机进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射；
- 5) 探伤房防护门屏蔽受损有漏射线对周围人员造成意外照射。

11.4.2 事故预防措施

1) 误入人员可按下室内紧急停机按钮并通过紧急开门按钮逃离曝光室，辐射工作人员对于人员误入探伤房应及时按下急停按钮，停止探伤机曝光，核算人员误照射剂量，并及时到专业医院就诊检查治疗。

2) 辐射工作人员应经常检查门机联锁装置，确保完好。确保在所有防护门关闭后，X射线探伤机才能进行照射；定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

3) X射线探伤时辐射工作人员应定期使用辐射巡检仪进行巡检，发现异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，并做好记录。

4) 对辐射工作人员造成意外照射，应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计，剂量超标则人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

5) 定期对探伤机进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

6) 建设单位需制定《探伤机操作规程》，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

7) 辐射工作人员通过考核后方能从事探伤作业，同时定期进行辐射安全与防护培训，提升安全与防护意识。

8) 公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对探伤机进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤操作，每次探伤前检查探伤室门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测探伤房的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，完善切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应完善应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度，提高制度的可操作性。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

12.1.1 辐射安全与防护管理领导小组

公司成立了以黄懿颖为组长，黄汉健、钟健新、陈明、徐丽清、李志雄、黄挺华、聂仲华为成员的辐射安全与防护管理领导小组。具体内容见附件 4。

- 规定了领导小组职责有：
- 1、组织制定并落实辐射防护管理制度；
 - 2、按照要求组织办理《辐射安全许可证》；
 - 3、组织本公司辐射工作人员接受专业辐射防护知识及有关规定的培训和健康检查；
 - 4、制定辐射事故应急预案并定期组织演练；
 - 5、定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行辐射防护检测和检查；
 - 6、监管、布置和检查射线装置辐射防护管理工作的落实情况，定期实施工作环境和相关工作人员的辐射防护监测；
 - 7、按时向发证机关提交辐射安全与防护状况年度评估报告。
 - 8、辐射事故发生后，严格以《辐射事故应急处理预案》中的方案进行处理，并在事故后由辐射安全与防护管理小组形成总结报告，并提出整改方案加以落实，以防发生同类事故。

12.1.2 辐射工作人员情况

公司为本项目计划配备 2 名辐射工作人员。依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第二款的要求，从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第二十八条的要求，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训，并

进行考核；考核不合格的，不得上岗。已有一人通过安全和防护知识教育培训，其余人员正积极参加培训并进行考核。见附件 10。

根据生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）的相关要求，自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

公司应及时安排本项目未参加培训并考核合格的辐射工作人员在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训，考核合格后方可上岗（考核成绩合格有效期五年）。

12.2 辐射安全管理规章制度

公司已严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》核技术利用项目操作规程及环境保护主管部门的对辐射环境管理的要求，针对核技术利用建设项目拟制定了系统的规章制度，包括：《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射环境及个人剂量监测方案》、《射线探伤机安全操作规程》、《辐射工作人员培训计划管理制度》、《X 射线探伤机维护保养制度》等规章制度。

建设单位目前制定的各项辐射安全与防护管理制度基本能够满足相关法规及实际运行的要求，且已严格落实了各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，辐射工作人员均持证上岗。建设单位应在工作过程中，严格遵守和执行各项管理制度，并根据实际工作需求及法规要求，定期对制度进行更新与完善。辐射工作人员应定期进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。针对辐射活动规模扩大的变化情况，提出如下要求：

- (1) 补充完善设备使用的《操作规程》和相应的《岗位职责》。
- (2) 环评批复后，需及时向相关部门申请办理辐射安全许可证。
- (3) 协助辐射工作人员安全和防护知识教育培训，确保考核通过。

12.3 辐射监测

根据国家相关法律法规要求，开展辐射工作的单位应当对其工作场所防护以及放射工作人员职业受照情况定期开展自主或者委托监测，以保障辐射工作的正常开展以及人员的健康和安全。

12.3.1 个人剂量监测

建设单位应定期委托有资质的单位定期对辐射工作人员个人剂量计进行监测（监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天），并按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《职业性外照射个人监测规范》的要求建立个人剂量记录及监测档案管理制度，并对职业照射个人监测档案终生保存。

按照《放射工作人员健康标准》的相关规定，公司应为辐射工作人员建立个人健康档案，对新上岗工作人员，做好上岗前的健康体检报告，合格者才能上岗；对从事辐射工作的工作人员建立职业健康监护档案，档案要终生保存，工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。职业健康检查周期为 1~2 年，但不得超过 2 年，必要时可适当增加检查次数；在本单位从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也应进行健康体检。

12.3.2 场所及环境辐射监测

建设单位应委托有资质的单位定期（每年常规监测一次）对设备使用场所及周围环境进行辐射监测，并建立监测技术档案。

监测方案要求：

(1) 单位自检

公司需利用自备的辐射剂量检测仪对工作场所进行定期监测制度，并建立档案。

(2) 年度监测

公司应委托有资质的单位定期（每年常规监测一次）对设备周围环境进行辐射环境监测，并建立监测技术档案。监测数据每年年底向当地生态环境主管部门上报备案。

(3) 监测要求

1) 监测范围：探伤室防护门及缝隙处以及探伤室四周。

2) 监测项目：X- γ 辐射剂量率。

3) 监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

(4) 竣工验收监测

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施），本项目竣工后，建设单位应按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，及时对本项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。

12.3.3 年度安全评估报告

每年 1 月 31 日之前，核技术应用单位应向辐射安全许可证发证机关及当地生态环境主管部门提交上一年度的本单位辐射安全和防护状况年度评估报告。

12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规，建设单位根据可能发生的辐射事故的风险，制定了本单位的应急方案，做好应急准备。发生辐射事故时，单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防护措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管部门、公安部门和卫健部门报告。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。

公司制定了辐射事故应急预案，预案包括了以下内容（具体内容见附件 5）。

一、组织体系

1、成立辐射事故应急领导小组

公司成立辐射事故应急处理工作领导小组，领导小组成员名单如下：

总 指 挥： 黄懿颖

副总指挥： 黄汉健

成 员： 钟健新 陈明 徐丽清 李志雄 黄挺华 聂仲华

2、规定了领导小组职责：

（ 1 ） 根据事故灾害程度，制定应急救援措施，组织和指挥各工作组投入事故控制，人员疏散、救援、抢救以及事故调查等工作。

（ 2 ） 随时掌握事故现场情况，果断采取相应对策和措施，最大限度地减少人员伤亡和财产损失。

（ 3 ） 及时向当地政府有关部门报告事故情况。

二、应急预案

通过定期进行内外部监测、检查，一旦发现设备发生辐射事故，立即采取措施防止事故继续发展和蔓延而扩大危害范围，事故现场人员应立即向事故公司负责人报告，同时将情况上报公司，公司应立即启动本公司应急预案。具体程序见附件 5

三、应急保障

（ 1 ） 通信与信息保障组成

（ 2 ） 现场救援和工程抢险装备保障

（ 3 ） 现场应急队伍保障

以上具体程序见附件 5

四、辐射事故应急培训演习计划

建议公司定期进行辐射事故应急演练，对演练效果进行评估，提交演练报告，重点说明演练过程中发现的问题，列出不符合项，及时整改。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 实践的正当性分析

广西盛鑫压力容器制造有限公司拟使用 1 台工业 X 射线探伤机用于用于压力容器焊缝的无损检测，目的是为了提高检测质量的要求。X 射线探伤机在使用过程产生电离辐射，对周围环境产生一定影响，但在使用过程采取了必要的辐射安全与防护措施减少本项目的辐射影响，使本项目的辐射影响在相应的标准范围内，该项目给社会带来的利益远大于其可能引起的辐射影响。该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

13.1.2 选址合理性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于“源的选址与定位”规定，国家只对“具有大量放射性物质和可能造成这些放射性物质大量释放的源”应考虑场址特征的规定，对其它源的选址未作明文规定。本项目中拟建的工业 X 射线探伤机在正常运行和事故工况下，均不会造成大量放射性物质释放。因此，对此类项目的择址国家未加明确限制。

13.1.3 环境影响分析

预计本项目运行对职业人员年剂量低于剂量管理约束值 5mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于剂量限值的要求。

预计本项目运行对公众人员产生的有效剂量低于公众成员年剂量管理约束值 0.1mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值的要求。

13.1.4 辐射环境管理制度

(1) 为了加强项目辐射安全与环境保护工作领导，规范项目射线装置辐射安全及管理，公司成立辐射安全与环境保护管理领导小组。

(2) 公司为了加强对工业 X 射线探伤机安全和防护的监督管理，促进工业 X 射线探伤机的安全应用，保障辐射工作人员和公众的人体健康，公司制定了《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射环境及个人剂量监测方案》、《射线探伤机安全操作规程》、《辐射工作人员培训计划管理制度》、《X 射线探伤机维护保养制度》等规章制度。

(3) 为应对探伤作业过程中 X 射线突发辐射事故，公司应成立应急防护行动组织，制定《辐射防护应急预案》等规章制度，明确小组人员的职责，设置辐射突发事件应急处理程序，并加强演练。

13.1.5 安全培训及健康管理

(1) 对所有从事辐射工作的人员进行安全与防护知识教育培训，培训考核合格方能上岗，使工作人员熟练掌握操作技能，减少操作时间，从而达到减少受照剂量。

(2) 所有辐射工作人员均应进行个人累积剂量的监测并建立个人档案，每两年进行一次健康体检。

13.1.6 结论

综上所述，广西盛鑫压力容器制造有限公司 2025 年新建工业 X 射线探伤室应用项目，在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施后，其配置的工业 X 射线探伤机应用项目的运行对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

13.2 建议和承诺

13.2.1 建议

根据项目情况本评价提出以下建议：

- 1、按照辐射安全许可证的许可内容从事辐射工作。
- 2、不断完善辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。
- 3、继续做好辐射防护工作档案，对放射工作人员的辐射防护培训、个人剂量检测、健康查体和辐射防护检测等资料要分类保管并长期保存，严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。
- 4、做好职业工作人员的个人剂量监测和健康管理；做好辐射工作人员培训和再培训。按照辐射事故应急预案和报告制度的要求，定期开展演习。
- 5、落实辐射防护设施定期检查制度，如工作警示灯、辐射警示标志。

13.2.2 承诺

为保护环境、保障人员健康，公司承诺：

- 1、按《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》要求开展个人剂量监测、工作场所监测以及对本单位射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年 1 月

31 日前向发证机关及当地生态环境部门提交上一年度的评估报告。

- 2、接受生态环境部门的监督检查并及时整改检查中发现的问题。
- 3、完善规章制度并保证各种规章制度和操作规程的有效执行。
- 4、按要求开展竣工环境保护验收。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人:

公章:

年 月 日

审批意见:

经办人:

公章:

年 月 日