

核技术利用建设项目

军科正源（广西）生物医药科技有限公司

放射性同位素实验扩建项目

环境影响报告表

（报批稿）

建设单位：军科正源（广西）生物医药科技有限公司



生态环境部监制

核技术利用建设项目

军科正源（广西）生物医药科技有限公司

放射性同位素实验扩建项目

环境影响报告表

建设单位名称: 军科正源(广西)生物医药科技有限公司

建设单位法人代表(签名或签章): 赵太云

通讯地址: 防城港市防城区云朗科技园3号楼一层

邮政编码: 538021 联系人: 李海波

电子邮箱: chrisli@up-pharma.com 联系电话:

打印编号: 1763453963000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	qqrq16		
建设项目名称	放射性同位素实验扩建项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称(盖章)	军科庄源(广西)生物医药科技有限公司		
统一社会信用代码	91450600MA5N7GP94P		
法定代表人(签章)	赵太云		
主要负责人(签字)	李海波		
直接负责的主管人员(签字)	李海波		
二、编制单位情况			
单位名称(盖章)	核工业北京化工冶金研究院		
统一社会信用代码	12100000400777629W		
三、编制人员情况			
1 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
郭庆礼	06354143505410209	BH013750	郭庆礼
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
刘辰	2、放射源 3、非密封性放射性物质 4、射线装置 5、废弃物(重点是放射性废弃物) 6、评价依据 12、辐射 安全管理 13、结论与建议	BH019053	刘辰
郭庆礼	1、项目基本情况 7、保护目标与评价 标准 8、环境质量和辐射现状 9、 项目工程分析与源项 10、辐射安全 与防护 11、环境影响分析	BH013750	郭庆礼

	
项目东南面	项目西南面
	
项目西北面	项目东南面（综合楼外）
	
项目东南面（综合楼外）	项目东南面（综合楼外）

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	8
表 3 非密封性放射性物质	8
表 4 射线装置	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	11
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	21
表 9 项目工程分析与源项	27
表 10 辐射安全与防护	36
表 11 环境影响分析	51
表 12 辐射安全管理	67
表 13 结论与建议	71
表 14 审批	74

附图

附图 1 地理位置图

附图 2 项目所在楼层平面图

附图 3 本项目工作场所平面图

附图 4 项目周边环境示意图

附图 5 实验室人员活动路线图

附图 6 药物流向示意图

附图 7 其他物品进出示意图

附图 8 动物进出示意图

附件

附件 1 委托书

附件 2 辐射安全许可证

附件 3 现有项目环评批复及竣工环保验收意见

附件 4 现有辐射管理制度

附件 5 现有辐射工作人员考核合格证书

附件 6 2024 年个人剂量监测报告

附件 7 2024 年职业健康体检总结报告

附件 8 2024 年环境现状监测报告

附件 9 辐射环境现状监测报告

表 1 项目基本情况

建设项目名称		放射性同位素实验扩建项目			
建设单位		军科正源（广西）生物医药科技有限公司			
法人代表	赵太云	联系人	李海波	联系电话	
注册地址	防城港市防城区云朗科技园 3 号楼一层				
项目建设地点	防城港市防城区云朗科技园 3 号楼一层				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	200	项目环保 投资 (万 元)	25	投资比例 (环保投资/ 总投资)	12.5%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m ²)	567
使用类 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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" 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 type="checkbox"/> 使用		<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
其它	/				
1.1 建设单位概况 <p>军科正源（广西）生物医药科技有限公司（以下简称“军科正源（广西）公司”）是由军科正源（北京）药物研究有限责任公司成立的一家子公司，位于防</p>					

城港市防城区云朗科技园内。

军科正源（北京）药物研究有限责任公司位于中关村生命科学园内，是以生物制药企业为主要服务目标的 CRO 公司。公司主营业务是提供各类生物大分子药物和化药的药代动力学、免疫原性、药效学、组织分布、生物等效性等分析评价服务；涉及分子类型包括单抗、多肽、融合蛋白、激素、治疗性疫苗、核酸类药物以及各类型化药等。公司以国际 GLP、GCP 规范为标准，建设了国内第一家专注于生物大分子药物分析的实验室，并在此基础上发展了生物大分子/小分子化合物结合分析平台。

1.2 核技术利用和辐射安全管理现状

军科正源（广西）公司于 2019 年开工建设同位素实验设施项目（大分子平台），于 2019 年 11 月 27 日开工，2020 年 5 月竣工，2020 年 7 月 27 日正式投入试运行。2020 年 4 月 17 日首次获得辐射安全许可证（桂环辐证[P0496]），并于 2025 年 3 月 20 日完成延期，许可内容为使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

（1）环评手续履行情况

①环评情况

公司现有已开展的同位素实验设施项目（大分子平台）已于 2019 年 7 月 10 日取得广西壮族自治区生态环境厅的批复，批复文号为桂环审〔2019〕241 号，见附件 3。

②许可情况

公司现有的辐射活动取得《辐射安全许可证》（桂环辐证[P0496]，有效期至 2030 年 3 月 19 日，见附件 2）。

③验收情况

公司现有已开展的同位素实验设施项目于 2021 年 4 月进行了环保“三同时”验收，其中 ^{125}I 已使用并验收， ^{32}P 、 ^{35}S 、 ^{131}I 、 ^{89}Zr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 未投入使用，验收意见见附件 3。

（2）辐射安全管理现状

①辐射安全防护管理

公司已在规章制度中明确了辐射安全管理机构和职责，成立了放射性同位素

安全管理小组，制定了相应的辐射安全和防护管理规章制度，见附件 4。

②个人剂量检定情况

本公司 8 名辐射工作人员均配备了个人剂量片，且公司已委托广西壮族自治区辐射环境监督管理站对辐射工作人员进行个人剂量监测工作，个人剂量最大值为 0.0948mSv/a，现有工作人员个人剂量监测报告见附件 5。

③职业健康体检情况

辐射工作人员定期体检，建立个人剂量档案和职业健康监护档案，2024 年度职业健康检查总结报告见附件 6。

④职业资格培训情况

公司现有的辐射工作人员已通过辐射安全和防护培训考核（附件 7），通过辐射安全和防护培训考核后，有效期满前重新参加考核。

⑤年度评估制度

每年底对辐射防护工作进行年度评估，历年工作未发生辐射事故。2024 年度监测报告见附件 8。

⑥是否发生过辐射安全事故

根据调查了解，军科正源（广西）公司自取得《辐射安全许可证》以来，未发生过辐射安全事故。综上所述，不存在原有辐射环境问题。

（3）原有大分子平台项目情况简介

①核素审批及使用情况

表 1-1 原有项目核素审批及使用情况

序号	核素名称	实际日最大操作量	日等效最大操作量	年最大用量	活动种类	许可及验收情况
1	^{32}P	7.40E+07	7.40E+06	7.40E+09	使用	仅许可
2	^{35}S	7.40E+07	7.40E+06	7.40E+09	使用	仅许可
3	^{125}I	1.48E+09	1.48E+08	1.48E+11	使用	许可并已验收
4	^{131}I	1.85E+08	1.85E+07	1.85E+10	使用	仅许可
5	^{89}Zr	3.70E+08	3.70E+07	3.70E+10	使用	仅许可
6	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	1.11E+08	1.11E+06	1.11E+10	使用	仅许可
7	^{18}F	1.11E+08	1.11E+06	1.11E+10	使用	仅许可

备注：原有项目环评已于 2019 年 7 月 10 日取得批复，其中 ^{125}I 已使用并验收， ^{32}P 、 ^{35}S 、 ^{131}I 、 ^{89}Zr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{18}F 未投入使用，原有项目取得环评批复已超 5 年，其中 ^{32}P 、 ^{35}S 、 ^{131}I 、 ^{89}Zr 这四种核素在核医学诊断 / 治疗、生物示踪、科研转化领域有较好的应用前景，因此本次扩建项目将后续需要进行使用的 ^{32}P 、 ^{35}S 、 ^{131}I 、 ^{89}Zr 纳入评价范围。

1.3 本项目概况

军科正源（广西）公司由于业务发展需要，拟新增药物分析评价服务范围，具体建设内容为：利用现有大分子同位素平台实验室，外购核素（ ^{177}Lu 、 ^{225}Ac ），采用放射性同位素示踪的方法进行分析评价服务；对核药（含核素 ^{177}Lu 、 ^{225}Ac 、 ^{131}I 、 ^{89}Zr 、 ^{32}P 、 ^{35}S ）的临床PK与生物标志物进行定量、定性及相关参数分析，为疾病诊断、治疗效果评估及剂量优化提供依据；分析中使用的仪器需要用核素（ ^{129}I 、 ^{226}Ra ）进行校准。

表 1-1 本次扩建后同位素实验室使用核素情况

序号	核素名称	状态	毒性分组 (修正因子)	操作方式 (修正因子)	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	备注
1	^{177}Lu	液体	中毒 (0.1)	很简单操作 (10)	4.32E+08	4.32E+06	注射
					9.84E+07	9.84E+05	临床样本分析
2	^{225}Ac	液体	极毒 (10)	很简单操作 (10)	4.32E+06	4.32E+06	注射
					1.48E+06	1.48E+06	临床样本分析
3	^{131}I	液体	中毒 (0.1)	简单操作 (1)	3.95E+07	3.95E+06	临床样本分析
4	^{89}Zr	液体	中毒 (0.1)	很简单操作 (10)	2.46E+06	2.46E+04	临床样本分析
5	^{32}P	液体	中毒 (0.1)	很简单操作 (10)	1.24E+07	1.24E+05	临床样本分析
6	^{35}S	液体	中毒 (0.1)	很简单操作 (10)	2.46E+06	2.46E+04	临床样本分析
7	^{129}I	液体	低毒 (0.01)	源的贮存 (100)	1.00E+03	1.00E-01	仪器校准
8	^{226}Ra	液体	极毒 (10)	源的贮存 (100)	1.00E+03	1.00E+02	仪器校准
9	^{125}I	液体	中毒 (0.1)	简单操作 (1)	1.48E+09	1.48E+08	已许可

备注：本项目扩建后日等效最大操作量为 $1.63\text{E}+08\text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。日等效最大操作量计算方式及场所分级依据见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录C。

1.4 项目目的和任务由来

该项目的运行可能对周围环境造成辐射影响，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》等法律法规的要求，本项目须进行环境影响评价，鉴于本项目扩建后日等效最大操作量为 $1.63\text{E}+08\text{Bq}$ ，为乙级非密封放射性物质工作场所，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021版）：“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目——乙级非

密封放射性物质工作场所的改、扩建应编制环境影响报告表”。因此，本项目应编制环境影响报告表。

^{177}Lu 、 ^{225}Ac 是当前核医学领域极具价值的治疗性核素，前者凭借“诊疗一体化”优势在临床广泛落地，后者作为 α 核素在难治性肿瘤治疗中展现出独特潜力。 ^{131}I 、 ^{89}Zr 、 ^{32}P 、 ^{35}S 在核医学诊断/治疗、生物示踪、科研转化领域均有明确应用前景，其中 ^{89}Zr 、 ^{131}I 的临床转化速度最快， ^{32}P 、 ^{35}S 更偏向基础科研与特殊场景应用。 ^{131}I 兼具 β 射线（治疗）和 γ 射线（显像）特性，是甲状腺疾病（甲亢、甲状腺癌）治疗的经典核素，且在靶向放射性药物研发（如碘标记抗体、多肽）中持续拓展应用场景； ^{89}Zr 核心用于PET显像（如肿瘤免疫治疗疗效监测、靶向药物分布追踪），是精准核医学诊断的关键核素之一； ^{32}P 主要用于肿瘤内照射治疗（如肝癌、淋巴瘤局部治疗）、放射性敷贴治疗（皮肤病），同时在核酸探针标记、生物代谢示踪等基础科研中不可或缺； ^{35}S 核心优势是标记生物大分子（如蛋白质、多肽、核酸），用于药物代谢动力学研究、分子相互作用检测，在新药研发和生命科学基础研究中需求稳定。为保护环境、保障公众健康，同时为申办公司《辐射安全许可证》增项提供支持性文本，受军科正源（广西）公司的委托，我单位承担了该项目的辐射环境影响评价工作。接受委托后，在进行现场勘察、充分收集和分析有关资料、实地辐射环境监测及预测估算等基础上，依照《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），编制了该项目的辐射环境影响报告表。

1.5 依托关系说明

本项目依托现有工程，如专业操作人员、日常监测设备、管理制度等。

（1）专业操作人员

本项目不新增员工，专业技术人员依托现有工程既有的辐射工作人员，公司已制定了辐射人员培训计划，共有8名从事辐射工作人员，8人均通过辐射安全和防护培训考核，且在有效期内。本公司8名辐射工作人员均配备了个人剂量片，并建立了个人剂量档案。

（2）工作场所

本项目利用现有工作场所。

（3）日常监测设备

本项目不新增监测设备，日常辐射检测仪器依托公司现有设备，公司现配备了1台固定式X- γ 辐射监测仪、1台表面污染测量仪、8台个人剂量报警仪、1台便携式辐射监测仪以及8只个人剂量计。

（4）管理制度

公司制定了《辐射安全管理制度》、《辐射安全事故应急预案》、《非密封放射性物质（放射性同位素）操作规程》、《放射废物处理方法》以及《仪器设备管理制度》等规章制度（见附件4）。本项目沿用以上管理制度。

（5）环保设施

尸体及放射性固体暂存间用于动物尸体及放射性固体废物的暂存，暂存间内设置3个放射性废物贮存箱及3个专用冰柜贮存收集而来的放射性固体废物。原有项目每年处理动物尸体量60kg，目前已投入运行1台冰柜，从运行情况来看，尸体及放射性固体暂存间已配置的冰箱数量和容积裕量较大，可以满足动物尸体的暂存要求。

项目放射性废液依托现有工程衰变池，衰变池位于综合楼南面前地下。2019年12月26日动工建设衰变池，由于园区内场地限制，建设了3个Φ2.4M*L4.5M玻璃钢储存罐（容量61.05m³）。2022年3月15日，对现有衰变池进行整改，使之达到环评报告设计的容量要求。在现有衰变池旁新增1个Φ2.4M*L4.5M玻璃钢储存罐（容量20.35m³），加上原有的3个Φ2.4M*L4.5M玻璃钢储存罐（容量61.05m³），总容量为81.4m³。衰变池设计图见图10-4。衰变池采用玻璃钢结构和地埋式安装形式。衰变池的池底和池壁坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性。通过专用的管道收集、暂存在项目运行过程中产生的放射性废（水）液，槽式排放、自然衰变方式。现有工程年放射性废水进入该衰变池的量约为5.41m³，剩余处理量充足。

公司于2024年11月更换了排风过滤器装置的活性炭过滤器（更换周期为一年），更换下来的活性炭目前暂存在尸体及放射性固体暂存间中，后续监测达标清洁解控后按危险废物处理。

1.6 项目位置

（1）建设单位地理位置

拟建项目选址于防城港市防城区云朗科技园区内，是防城港市高新技术产业开

发区的启动区，规划占地面积 1013 亩，重点引入和培育节能环保、信息技术、新能源、新材料等战略性新兴产业，形成以高新技术为主导、技术研发为支撑、加工贸易为基础，综合配套功能完善的特色产业园，工程地址为文昌大道北侧，北部湾大道东侧。项目地理位置见附图 1。

（2）选址及周边

本项目位于已建成的实验室位于园区 3 号楼一层，3 号楼为地上四层的建筑。3 号楼北侧为园区道路、停车场，西侧为园区道路、药品检验所用楼，西南侧为园区道路、厂房 1 号楼，南侧为园区道路、厂房 2 号楼，东南侧为园区道路、厂房 3A 楼，东北侧为园区道路、花圃。

项目保护目标主要为公司从事辐射工作的工作人员（职业人员），周围非辐射工作人员，包括 3 号楼、药品检验所用楼、厂房 1 号楼、厂房 3A 号楼在内的项目周边 50m 范围内的公众。

项目北侧 15m 园区停车场、西侧 46m 为药品检验所用楼，项目西南侧 33m 为园区厂房 1 号楼，项目东南侧 48m 为厂房 3A 号楼，项目楼栋位置周围环境关系见图 4。

（3）项目平面布置

本项目位于 3 号楼一层军科正源（广西）公司现有工作场所。项目所在楼层与项目关系图见附图 2，项目总平面布置图见附图 3。

1.7 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于鼓励类中的“六、核能 4、核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发”，属于鼓励类项目。因此，本项目符合产业政策。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源放射性中子源，对其说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封性放射性物质

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
1	¹⁷⁷ Lu	液体，中毒、半衰期 6.73d	使用	4.32E+08	4.32E+06	4.32E+09	生物示踪实验	很简单操作（注射）	同位素保存间、动物解剖间、操作间、药物代谢间、仪器间	同位素实验室上锁冰箱内贮存
				9.84E+07	9.84E+05	5.90E+09	样本分析	很简单操作（临床样本分析）		
2	²²⁵ Ac	液体，极毒、半衰期 10.0d	使用	4.32E+06	4.32E+06	4.32E+07	生物示踪实验	很简单操作（注射）		

				1.48E+06	1.48E+06	8.88E+07	样本分析	很简单操作（临床样本分析）		
3	¹³¹ I	液体，中毒，半衰期 8.02d	使用	3.95E+07	3.95E+06	2.37E+09	临床样本分析	简单操作 (临床样本分析)	仪器间	
4	⁸⁹ Zr	液体，中毒，半衰期 78.41h	使用	2.46E+06	2.46E+04	1.48E+08	样本分析	很简单操作 (临床样本分析)		
5	³² P	液体，中毒，半衰期 14.263d	使用	1.24E+07	1.24E+05	7.42E+08	样本分析	很简单操作 (临床样本分析)	仪器间	
6	³⁵ S	液体，中毒，半衰期 87.1d	使用	2.46E+06	2.46E+04	2.46E+06	样本分析	很简单操作 (临床样本分析)	仪器间	
7	¹²⁹ I	液体，低毒，半衰期 1.57E+07a	使用	1.00E+03	1.00E-01	1.00E+04	仪器校准	源的贮存	仪器间	
8	²²⁶ Ra	液体，极毒，半衰期 1600a	使用	1.00E+03	1.00E+02	1.00E+04	仪器校准	源的贮存	仪器间	

注：日等效操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等各种类型

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量(MeV)	额定电流(mA)/ 剂量率(Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析仪等用途

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/			/
/	/	/	/	/	/	/	/	/			/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电 流(μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备 注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
放射性废液 (动物尿液、工作场地及人员清洗产生的废水等)	液体	¹⁷⁷ Lu、 ²²⁵ Ac、 ¹³¹ I、 ⁸⁹ Zr、 ³² P、 ³⁵ S	/	/	12.65m ³	GB 18871-2002 附录A 表 A1	衰变池	排入衰变池，贮存一段时间后，经监管部门确认，按照 GB 18871 第 8.6.2 条规定排放入园区污水管道：单次排放活度不超过 1ALImin，每月排放总活度不超过 10ALImin。
放射性固体废物（注射器、吸水纸、移液枪、棉签、手套等物品）	固体	¹⁷⁷ Lu、 ²²⁵ Ac、 ¹³¹ I、 ⁸⁹ Zr、 ³² P、 ³⁵ S	/	/	30kg	清洁解控水平	分类收集密封并贴上标签后放入尸体及放射性固体暂存间	贮存超过一段时间后，
放射性固体废物（注射药物后处死的动物尸体及组织）	固体	¹⁷⁷ Lu、 ²²⁵ Ac	/	/	672kg	清洁解控水平	动物尸体及组织收集装入废物袋并贴上标签后放入尸体及放射性固体暂存间的冰柜内	经有资质的单位监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 0.08Bq/cm ² ， β 表面污染小于 0.8Bq/cm ² ，清洁解控后按医疗废物处理。
放射性固体废物（动物粪便、小动物饲养间垫料）	固体	¹⁷⁷ Lu、 ²²⁵ Ac	/	/	460kg	清洁解控水平	装入专用塑料袋，抽真空处理后贴上标签，放入尸体及放射性固体暂存间的冰柜内	

更换下的通风系统过滤器滤芯	固态	/	/	/	50kg	清洁解控水平	密封并贴上标签后放入尸体及放射性固体暂存间内衰变	贮存超过一段时间后，经有资质的单位监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，清洁解控后按危险废物处理
放射性废气	气态	/	/	/	微量	/	不暂存。安装通风橱，连接排气管道，通过过滤吸附装置处理排放。	经活性炭吸附后直接排入大气。

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L ，固体单位为 mg/Kg 、气态为 mg/m^3 ；

年排放总量用 kg 。

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（ Bq/L ，或 Bq/Kg ，或 Bq/m^3 ）和活度（ Bq ）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》2015年1月1日起实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018修订版），2018年12月29日施行；</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) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》2005年9月14日经国务院令第709号公布，2019年3月2日经国务院令第709号修改；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》1998年11月29日经国务院令第253号公布，2017年7月16日经国务院第682号令修改，2017年10月1日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修订版）生态环境部令第20号，2021年1月4日起施行；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》生态环境部令第16号，2021年1月1日起实施；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环保部第18号令），2011年5月1日起实施；</p> <p>(9) 关于发布《射线装置分类》的公告，原环境保护部、国家卫生计生委公告，2017年12月5日起实施；</p> <p>(10) 环保总局发布《关于发布放射源分类办法的公告》国家环境保护总局公告2005年第62号，2005年12月23日；</p> <p>(11) 《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），2006年9月；</p> <p>(12) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，环保部，环办辐射函[2016]430号；</p> <p>(13) 《核技术利用辐射安全和防护监督检查技术程序》，生态环境部，2020年；</p>
------	---

	(14)《产业结构调整指导目录(2024年本)》，国家发展和改革委员会2023年第7号令，2024年2月1日起施行。
技术标准	(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)； (2)《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)； (3)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)； (4)《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)(参考)； (5)《核医学放射防护要求》(GBZ 120-2020)(参考)； (6)《表面污染测定第1部分:β发射体($E_{\beta}^{\max}>0.15\text{MeV}$)和α发射体》(GB/T14056.1-2008)； (7)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)； (8)《职业性内照射个人监测规范》(GBZ129-2016)； (9)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)； (10)《实验动物环境及设施》(GB14925-2023)； (11)《放射性物品安全运输规程》(GB11806-2019)。
其它	(1)军科正源(广西)公司提供的与本项目相关的技术资料； (2)《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》，李德平、潘自强主编； (3)《辐射防护手册第三分册 辐射安全》，李德平、潘自强主编； (4)《辐射安全手册》，潘自强主编； (5)《辐射防护导论》，方杰主编； (6)原国家环境保护局监督管理司，《中国环境天然放射性水平》，2015年7月，中国原子能出版社。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《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）中的相关规定：“放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，乙、丙级取半径 50m 的范围。本项目非密封放射性物质工作场所等级为乙级，因此确定本项目的评价范围为放射性同位素实验室墙体外 50m 的范围，见图 7-1。

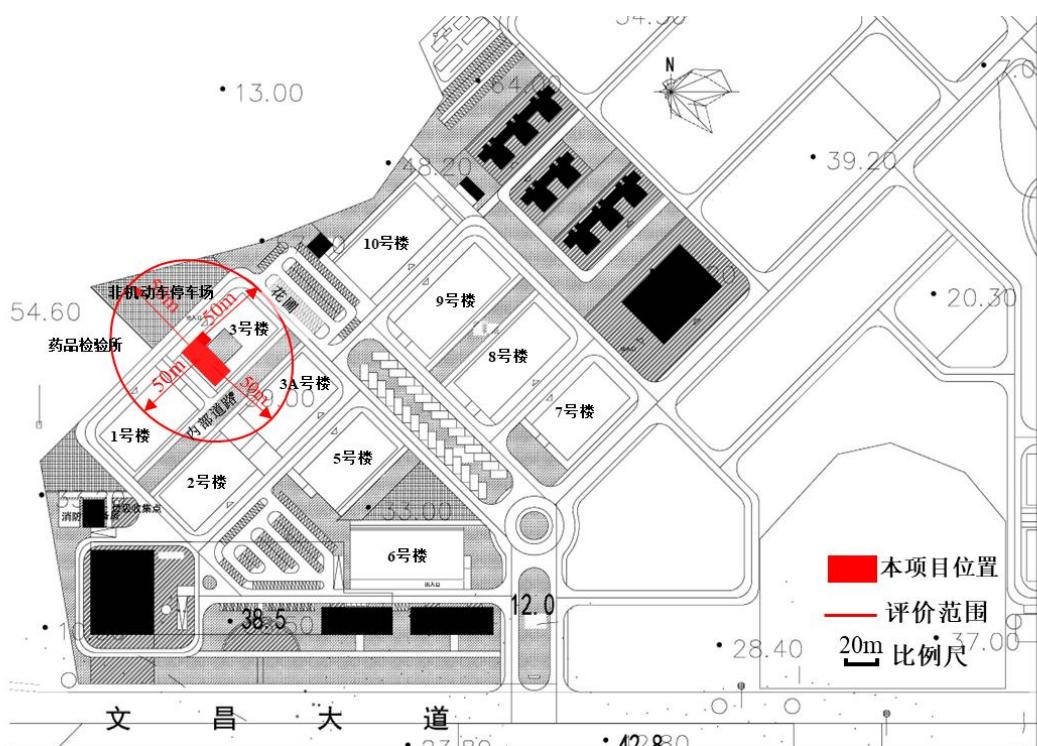


图 7-1 50m 范围内环保目标图

7.2 保护目标

本项目位于防城港市防城区云朗科技园，工作场所为园区的综合业务楼一层，本项目的环境保护目标主要为公司从事辐射工作的工作人员（职业人员），辐射工作场所周围项目非辐射工作人员、周围相邻企业工作人员及流动人员（公众人员），项目 50m 范围内无居民区、学校和幼儿园等敏感目标，拟建项目环境保护目标详见表 7-1。

表 7-1 本项目周围 50m 范围内的保护目标

保护目标	距离 (m)	方位	人数 (人)	照射类型
实验室操作人员	/	/	8	职业
实验 室周 边公 众	实验室上方 2~4 层	4~40	上方	约 60
	广西中遥空间信息 技术有限公司	15~40	东北侧	20
	内部道路	40~50	东北侧	流动人员
	内部道路	0~18	西南侧	流动人员
	1 号楼	18~50	西南侧	公众
	内部道路	0~17	北侧	流动人员
	非机动车停车场	17~50	北侧	流动人员
	内部道路	0~25	西北侧	流动人员
	药品检验所	25~50	西北侧	约 20
	内部道路	0~23	东南侧	流动人员
3A 号楼	23~50	东南侧	约 80	公众

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值及剂量约束值

①剂量限值

电离辐射防护与辐射源安全基本标准（GB18871-2002）规定的辐射工作人员及公众的年照射剂量限值，见表 7-2：

表 7-2 照射剂量限值

	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

剂量约束值：本项目工作人员职业照射剂量不超过 **5mSv/a**，公众照射剂量不超过 **0.1mSv/a**。

本次评价所取年剂量约束值数值与单位统一剂量管理目标值一致。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况，单位应该进行调查并报生态环境部门备案。

②辐射管理分区

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中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。

③工作场所分级

表 7-3 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	$>4 \times 10^9$
乙	$2 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$
丙	豁免活度值以上~ 2×10^7

放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量（Bq）与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。

④表面污染控制水平

表 7-4 工作场所放射性表面污染控制水平（单位：Bq/cm²）

表面类型	β 放射性物质	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	40
	监督区	4
工作服、手套、工作鞋	控制区	4
	监督区	
手、皮肤、内衣、工作袜		0.4

7.3.1.2 剂量率控制水平

本项目参考《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）和《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020），并结合本项目实际情况，本项目辐射工作场所及设施的剂量率控制水平拟从严控制：

(1) 在控制区外人员可达处，距屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率控制目标值不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

(2) 在控制区内人员可达处，屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率控制目标值不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

(3) 药物代谢间（饲养人员偶尔进入，居留因子 $<1/2$ ）内动物饲养笼具外 30cm 处的剂量率按照 $10\mu\text{Sv}/\text{h}$ 进行控制，转运铅罐周围 30cm 处的剂量率也按照 $10\mu\text{Sv}/\text{h}$ 进行控制。

7.3.2 放射性废水排放控制要求

本项目放射性废液为动物尿液、工作场地及人员清洗产生的废水等，在衰变池内暂存。

衰变池内废水分管理方式：动物尿液、工作场地及人员清洗产生的废水等贮存超过一段时间后，经监管部门确认，按照 GB 18871 第 8.6.2 条规定排放入园区污水管道：单次排放活度不超过 1ALImin ，每月排放总活度不超过 10ALImin 。

7.3.3 放射性固体废物管理

同位素实验室设有尸体及放射性固体暂存间，暂存放放射性固体废物（包括注射器、吸水纸、移液枪、棉签、手套等物品、注射药物后处死的动物尸体及组织、动物粪便等）。放射性废物贮存场所也设置了排风口。尸体及放射性固体暂存间出入口处设置了电离辐射警告标志，采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施。放射性废物暂存场所内不存放易燃、易爆、腐蚀性物品。

放射性废物袋表面注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息，并做好登记记录。含放射性的动物尸体及组织等装入废物袋后在专用冰柜内暂存。

参照 HJ1188-2021 和 GB18871-2002 附录 B2.2 条款规定，固体放射性废

物管理方式如下：

1) 更换下的通风系统过滤器滤芯贮存超过一段时间后，经审管部门认可的具有资质的单位监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，清洁解控后按危险废物处理。

2) 饲养给药后动物的笼具，经擦拭使其污染水平降低到表 7-4 中控制水平的五十分之一以下时，即 α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，重复使用。

3) 注射药物后处死的动物尸体及组织、注射器、吸水纸、移液枪、棉签、手套等物品和动物粪便贮存超过一段时间（所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍）后，经审管部门认可的具有资质的单位监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，清洁解控后按医疗废物处理。

7.3.4 操作放射性同位素通风系统及排放口设置要求

参考《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）第 5.2 款：合成和操作放射性药物所用的通风橱应有专用的排风装置，风速应不小于 0.5m/s ，排气口应高于本建筑物屋顶并安装专用过滤装置，排出空气浓度应达到环境主管部门的要求。

参考《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）：放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。

本项目通风橱设置专用排风管道，经排风管道延伸至楼顶，风口高于楼顶三米并安装活性炭过滤装置，设有两级过滤装置（其中通风橱和排放口分别设置，过滤效率 $\geq 75\%$ ），每年更换一次。

7.3.5 放射性药物操作的一般放射防护要求

参照《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）的有关规定：操作放射性药物应有专门场所。放射性药物使用前应适当屏蔽。装有放射性药物的给药注射器，应有适当屏蔽。控制区内不应进食、饮水、吸烟、化妆，也不应

进行无关工作及存放无关物品。操作放射性核素的工作人员，在离开放射性工作场所前应洗手和进行表面污染检测，如其污染水平超过规定值，应采取相应去污措施。从控制区取出物品应进行表面污染检测，以杜绝超过规定的表面污染控制水平的物品被带出控制区。放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。贮存的放射性物质应及时登记建档，登记内容包括生产单位、到货日期、核种类、理化性质、活度和容器表面放射性污染擦拭试验结果等。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

8.1.1 监测内容

评价单位（核工业北京化工冶金研究院）对军科正源（广西）公司辐射工作场所进行了 γ 辐射空气吸收剂量率、 α 、 β 表面污染放射性表面污染的本底监测。

8.1.2 监测方法

监测方法按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《表面污染测定第1部分： β 发射体($E\beta_{max}>0.15\text{MeV}$)和 α 发射体》（GB/T14056.1-2008）进行。

8.1.3 监测仪器

本次监测使用监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 监测仪器参数与规范

仪器名称	便携式 X- γ 辐射剂量仪	表面污染监测仪
仪器型号	GHZ2100+GHZ2100A	Como-170
仪器编号	MR173DSB10/N+MR060FAB20/Q	8224
能量响应范围	35KeV~7MeV	/
测量范围	10nSV/h~100 μ Sv/h	/
检定证书编号	GRD(1)20240439	检定字第 202410101790 号
检定有效期	2025 年 09 月 04 日	2025 年 10 月 14 日
检定单位	广东省辐射剂量计量检定站	中国测试技术研究院
检定结论	合格	合格

8.1.4 监测时间与环境条件

监测时间：2025 年 7 月 22 日 10:51-16:00

环境条件：天气：晴；环境温度：25-31°C；相对湿度：52-90%。

8.1.5 布点原则与质量保证措施

1、合理布设监测点位，选取核医学科及其周围受辐射影响的区域进行监

测，保证各监测点位布设的科学性和可比性。

2、监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。

3、监测仪器经计量部门检定，检定合格后方可使用。

4、由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

5、监测报告严格实行三级审核制度，经过审核后由授权签字人签发。

8.1.6 监测结果及分析

实验室及周围 γ 辐射空气吸收剂量率本底监测结果见表 8-2、8-3、8-4。监测报告见附件 9。

表 8-2 γ 辐射空气吸收剂量率本底监测结果 (nGy/h)

序号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nSv/h)	标准差	备注
1	项目所在楼东北侧道路中间(离墙 5m)	110.4	4.7	/
2	项目所在楼东南侧道路中间(离墙 5m)	96.8	4.8	/
3	项目所在楼西北侧道路中间(离墙 5m)	86.7	5.3	/
4	项目所在楼西南侧道路中间(离墙 5m)	112.4	4.7	/
5	项目所在楼北侧非机动车停车场 (离项目所在楼边界约 50m)	94.9	5.1	/
6	项目所在楼北侧非机动车停车场 (废水储存池、离项目所在楼边界 约 20m)	104.2	6.0	/
7	项目所在楼西侧空地上 (离项目所在楼边界约 50m)	90.6	4.7	/
8	1号楼西北侧 (离项目所在楼边界约50m)	110.5	4.3	/
9	1号楼西南侧 (离项目所在楼边界约85m)	95.5	3.1	/
10	1号楼东南侧 (离项目所在楼边界约40m)	111.8	5.2	/
11	2号楼西南侧 (离项目所在楼边界约100m)	94.4	5.9	/
12	2号楼东南侧 (离项目所在楼边界约80m)	97.5	4.1	/

13	2号楼东北侧 (离项目所在楼边界约45m)	92.7	3.1	/
14	3A号楼东北侧 (离项目所在楼边界约45m)	114.1	4.0	/
15	3A号楼东南侧 (离项目所在楼边界约110m)	100.9	5.5	/
16	5号楼东南侧 (离项目所在楼边界约130m)	95.7	2.8	/
17	5号楼西南侧 (离项目所在楼边界约105m)	85.7	3.0	/
18	5号楼东北侧 (离项目所在楼边界约100m)	110.7	5.5	/
19	10号楼东南侧 (离项目所在楼边界约115m)	111.5	4.3	/
20	10号楼东北侧 (离项目所在楼边界约150m)	123.5	6.0	/
21	10号楼西南侧 (离项目所在楼边界约60m)	130.3	3.8	/
22	10号楼西北侧 (离项目所在楼边界约100m)	121.2	4.1	/
23	9号楼东北侧 (离项目所在楼边界约170m)	110.8	3.3	/
24	9号楼东南侧 (离项目所在楼边界约135m)	117.0	3.7	/
25	9号楼西南侧 (离项目所在楼边界约90m)	115.9	3.1	/
26	8号楼东北侧 (离项目所在楼边界约200m)	108.4	1.9	/
27	8号楼东南侧 (离项目所在楼边界约190m)	105.8	2.2	/
28	8号楼西南侧 (离项目所在楼边界约140m)	114.0	2.5	/

表 8-3 拟建项目区域及所在楼 γ 辐射空气吸收剂量率检测结果

序号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nSv/h)	标准差	备注
1	接待室	115.2	1.3	/
2	办公室	103.4	2.6	/
3	计算机中心	91.4	2.1	/
4	办公区走廊	102.2	2.3	/

5	楼梯口	97.2	1.0	/
6	鼠类隔离观察间中间	80.7	0.9	/
7	动物喂养透明盒 5cm	80.4	1.5	/
8	隔离观察间门外 30cm	75.0	2.2	/
9	鼠类操作间	75.3	1.7	/
10	大鼠饲养间	93.6	5.7	/
11	小鼠饲养间	101.1	4.9	/
12	鼠类代谢间	81.9	4.8	/
13	洁物储藏间	90.5	4.8	/
14	鼠类区过道	98.1	3.7	/
15	实验区走廊 1	81.7	2.4	/
16	猴类操作间	105.3	2.9	/
17	猴类药物代谢间中间	89.0	4.4	/
18	饲养铁笼外 5cm	85.2	1.9	/
19	猴类药物代谢间门外 30cm	98.3	1.8	/
20	饲养间	108.6	1.9	/
21	动物隔离观察饲养间	101.2	5.1	/
22	洗消间	96.0	2.8	/
23	实验区走廊 2	87.2	4.6	/
24	仪器间	74.1	3.2	/
25	准备间	77.8	3.5	/
26	同位素标记间	64.5	0.7	/
27	铅通风橱玻璃镜面 5cm	76.0	4.3	/
28	操作员后面 30cm	87.9	1.1	/
29	同位素标记间废物筒正上方 30cm	88.7	5.2	/
30	同位素保存	79.2	4.7	/
31	尸体及放射性固体暂存间	116.1	5.5	/
32	冷藏物动尸体冰箱正上方 30cm	85.9	5.1	/
33	冷藏物动尸体冰箱侧面 5cm	159.8	5.5	/
34	尸体及放射性固体暂存间铝门左边 门隙 5cm	71.4	3.6	/
35	尸体及放射性固体暂存间门中间 5cm	67.4	2.1	/

36	尸体及放射性固体暂存间门右边门隙5cm	69.6	1.1	/
37	动物解剖间中央	77.8	2.8	/
38	解剖操作台正上方 30cm	73.5	1.1	/
39	解剖操作台正上方 50cm	84.1	4.0	/
40	操作员身后 30cm	85.1	3.5	/
41	动物解剖间废物桶正上方 30cm	74.0	2.3	/
42	动物解剖间门口 30cm	93.6	3.1	/
43	同位素标记间东面围墙外 30cm	71.9	5.8	/
44	同位素标记间南面围墙外 30v	114.2	3.5	/
45	尸体及放射性固体暂存间西面围墙外 30cm	114.6	1.2	/
46	项目东面围墙外 30cm	125.8	4.1	/
47	项目南面围墙外 30cm	132.8	3.1	/
48	项目西面围墙外 30cm	124.5	4.4	/
49	项目北面围墙外 30cm	110.8	3.3	/
50	项目所在楼 1 层东南侧走廊中间	118.4	2.9	/
51	项目所在楼 1 层东北侧走廊中间	116.8	4.0	/
52	项目所在楼 1 层西北侧走廊中间	108.2	2.3	/
53	同位素标记间正上方	105.3	1.9	/
54	动物解剖间正上方	114.6	2.2	/
55	猴类药物代谢间正上方	109.1	2.7	/
56	鼠类隔离观察间正上方	117.2	4.9	/
57	项目所在楼 2 层东南侧走廊中间	111.2	2.1	/
58	项目所在楼 2 层东北侧走廊中间	111.6	0.9	/
59	项目所在楼 2 层西北侧走廊中间	107.8	1.0	/
60	项目所在楼 3 层东南侧走廊中间	121.0	3.0	/
61	项目所在楼 3 层东北侧走廊中间	116.3	4.0	/
62	项目所在楼 3 层西北侧走廊中间	120.6	2.7	/
63	项目所在楼 3 层西南侧走廊中间	115.7	2.6	/
64	项目所在楼 4 层东南侧走廊中间	117.8	1.8	/
65	项目所在楼 4 层东北侧走廊中间	114.3	2.3	/
66	项目所在楼 4 层西北侧走廊中间	106.9	5.7	/
67	项目所在楼 4 层西南侧走廊中间	107.3	5.3	/

68	废水衰变池正上方 30cm	117.7	3.0	/
----	---------------	-------	-----	---

注:监测结果未扣除仪器对宇宙射线的响应。

表 8-4 α 、 β 表面污染水平检测结果

序号	点位描述	α 表面污染检测结果 (Bq/cm ²)	β 表面污染检测结果 (Bq/cm ²)
1	鼠类操作间操作台	未检出	<MDL
2	鼠类操作间地板	未检出	<MDL
3	鼠类操作间墙面	未检出	<MDL
4	猴类操作间操作台	未检出	<MDL
5	猴类操作间地板	未检出	<MDL
6	猴类操作间墙面	未检出	<MDL
7	动物解剖间操作台	未检出	<MDL
8	动物解剖间地板	未检出	<MDL
9	动物解剖间废物桶	未检出	<MDL
10	动物解剖间墙面	未检出	<MDL
11	操作员衣服	未检出	<MDL
12	操作员手套	未检出	<MDL
13	铅通风橱	未检出	<MDL
14	同位素标记间地板	未检出	<MDL
15	同位素标记间墙面	未检出	<MDL
16	尸体及放射性固体暂存间地板	未检出	<MDL
17	尸体及放射性固体暂存间墙面	未检出	<MDL
18	冷藏动物尸体冰箱	未检出	<MDL

8.2 辐射环境现状评价

由表 8-2、8-3、8-4 可知, 拟建项目区域 X- γ 辐射剂量率本底监测结果范围为 64.5~159.8 nGy/h, 处于广西壮族自治区环境天然辐射水平范围之内, α 表面污染未检出, β 表面污染<MDL。

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 项目组成

本项目为扩建放射性同位素实验室项目，利用现有大分子同位素平台实验室，外购核素（ ^{177}Lu 、 ^{225}Ac ），采用放射性同位素示踪的方法进行分析评价服务；对核药（含核素 ^{177}Lu 、 ^{225}Ac 、 ^{131}I 、 ^{89}Zr 、 ^{32}P 、 ^{35}S ）的临床 PK 与生物标志物进行定量、定性及相关参数分析，为疾病诊断、治疗效果评估及剂量优化提供依据；分析中使用的仪器需要用核素（ ^{129}I 、 ^{226}Ra ）进行校准。本项目使用放射性核素一览表见表 9-1。

表 9-1 项目组成及使用放射性核素一览表

场所/设施		放射性核素
动物实验区	小动物设施	新进动物处理间、饲养间、操作间、药物代谢间
	大动物设施	新进动物处理间、饲养间、操作间、药物代谢间
	公用区域	缓冲间、洗消间、解剖间、仪器间
	同位素操作与固体废物暂存区	同位素保存间、标记间、尸体与放射性固体暂存间
仪器间		^{177}Lu 、 ^{225}Ac 、 ^{131}I 、 ^{89}Zr 、 ^{32}P 、 ^{35}S 、 ^{129}I 、 ^{226}Ra

9.1.2 工作原理

军科正源（广西）生物医药科技有限公司拟采用放射性示踪技术在实验动物（大、小鼠，非人灵长类等实验动物）上开展药物组织分布、代谢、排泄及药物药效学研究。放射性核素示踪技术是利用放射性核素作为示踪剂对研究对象（药物、候选药物或者供试品）进行标记的微量分析方法，是使用放射性核素作为示踪剂，研究化学、生物（药物的组织分布、代谢及排泄）或其他过程的方法。放射性核素的原子、分子及其化合物，与普通物质的相

应原子、分子及其化合物具有相同的化学、生物学性质。含有放射性核素的食物、药物或代谢物质，与相应的非放射性的食物、药物或代谢物质在生物体内所发生的化学变化及生物学过程完全相同。利用放射性核素的原子作为一种标记物，制成含有这种标记核素的食物、药物或代谢物质。由于放射性核素能不断地产生具有一定特征的射线；通过放射性探测方法，可以随时追踪含有放射性核素的标记物在体内或体外的位置及其数量的运动变化情况。核素作为示踪剂不仅有灵敏度高，测量方法简便易行，能准确地定量、准确地定位及符合所研究对象的生理条件等特点，是目前研究药物检测方法中最为灵敏的方法。

核药临床样本分析的核心原理是基于放射性核素的辐射特性（如 γ 射线、 β 射线、正电子发射），通过专用检测设备捕获核素衰变释放的辐射信号，结合物理/化学方法实现样本中核素的定量、定性及代谢规律分析，最终为核药疗效评估、剂量优化及安全性监测提供数据支撑。其本质是“辐射信号的特异性识别与量化”，需平衡信号灵敏度（准确捕获低活度核素）与基质抗干扰能力（排除样本中蛋白质、金属离子等杂质影响），不同核素类型与分析目标对应差异化的原理体系。

利用核素进行仪器校准是核医学、辐射检测等领域确保设备测量准确性的核心技术创新，其核心原理是基于放射性核素的“固有特性稳定性”——核素衰变释放的辐射具有固定的能量、活度衰减规律及辐射类型，可作为“标准参考信号”，与被校准仪器的测量信号进行对比，通过修正仪器参数（如计数效率、能量分辨率、线性范围），消除系统误差，使仪器输出值与真实辐射量（如活度、能量）一致。

本项目利用放射性核素示踪技术进行动物实验研究活动，利用已标记或通过一定实验技术将核素标记在药物上，将含有被核素标记的化合物或蛋白质通过合适的途径给予动物，在一定时间内应用伽玛计数仪、液体闪烁计数仪检测动物排泄物（主要是粪、尿）或处死动物后的各组织器官中的放射量，从而评估被放射性核素标记的化合物或蛋白在实验动物体内的动态分布、代谢及排泄情况，尽量减少药物在临床研究中对人体的危害，为药物的临床研究奠定基础及提供信息；利用放射性核素的特征辐射信号，结合物理/化学

方法实现样本中核素的定量、定性与分布分析；分析中使用的仪器需要用核素（ ^{129}I 、 ^{226}Ra ）进行校准。

本项目拟申请使用的 2 种放射性同位素（ ^{177}Lu 、 ^{225}Ac ）用作放射性示踪剂，其中 ^{177}Lu 、 ^{225}Ac 由药物厂家进行分装标记；对核药（含核素 ^{177}Lu 、 ^{225}Ac 、 ^{131}I 、 ^{89}Zr 、 ^{32}P 、 ^{35}S ）的临床 PK 与生物标志物进行定量、定性及相关参数分析；分析中使用的仪器需要用核素（ ^{129}I 、 ^{226}Ra ）进行校准。8 种放射性同位素特性见表 9-2。

表 9-2 申请使用的 2 种放射性同位素特性及用途一览表

序号	核素名称	半衰期	衰变方式及分支比%	最大 γ 能量(MeV)	用途
1	^{177}Lu	6.73d	β^- (100)	0.208	生物示踪实验、临床样本分析
2	^{225}Ac	10.0d	α (100)	0.099	
3	^{131}I	8.02d	β^- (100)	0.364	
4	^{89}Zr	78.41h	β^+ (73) EC (23)	0.511	
5	^{32}P	14.263d	β^- (100)	未见 γ	
6	^{35}S	87.51d	β^- (100)	未见 γ	
7	^{129}I	1.57E+07a	β^- (100)	0.0396	
8	^{226}Ra	1600a	α (100)	0.186	仪器校准

9.1.3 项目工艺流程和产物环节

(1) 核素操作工艺流程

订购放射性核素药物（单次实验用药量一次订购，一年约订购 10 次）——接收放射性核素药物——登记、贮存（同位素保存间内）——给动物受药（操作间）——动物代谢、饲养（代谢间）。

具体实验流程如下：

- ①根据实验计划，向放射性核素销售公司订购足量放射性核素药物。
- ②接收放射性核素销售公司运送来的核素药剂，并做好登记，放置于铅罐内，连同铅罐放入同位素保存间冰箱内储存。
- ③实验期间，实验室工作人员将私人物品放至更衣室，穿实验室工作服

进入同位素实验室。

④正式实验阶段，实验室工作人员从冰箱内取出放射性核素药剂放入转运铅罐，送入操作间，然后用铅保护的注射器注射到动物体内。

⑤将注射过核素药物的动物放入药物代谢间饲养。

⑥操作结束后，若无特殊情况，实验结束。

⑦实验结束后，工作人员经手脚污染仪检测正常，使用表面沾污仪检测实验台面，若无异常后，清洗后离开实验室。

⑧实验后接触放射性的吸头、试管、注射器、擦纸等废物送暂存间存放，放射性废液通过排水管道送入衰变池内。

（2）动物实验工艺流程

本项目进行实验所用动物分大动物（猴子）与小动物（小鼠及大鼠）。

具体流程如下：

动物接收——隔离观察——饲养间——操作间（受药）——药物代谢间——解剖间（先处死后解剖。配置大动物解剖床；小动物在不锈钢工作台解剖）——仪器间。

① 动物接收：根据研究项目需求，向有资质的动物饲养单位订购动物实验专用动物，到货的大动物先进行隔离观察 3 天左右，如果发现大动物有状态不好，明显疫病或者体重大幅下降，则对其进行相关处理（送返动物饲养单位等），观察期内正常的大/小动物方可用于动物实验。

② 检疫：合格的大/小动物送至相应的动物检疫间，进行检疫，并准备接受放射性核素动物实验。

③ 操作间：直接将需要进行放射性实验的动物送至操作间笼具中，并为动物注射。将标记好的核素药物放入铅罐内，送入操作间，然后用铅保护的注射器注射到动物体内。

④ 代谢间：将接受药物的动物三分之一放入饲养笼具，收集粪便、尿液进行放射性检测，观察动物药物代谢情况，代谢期为 2~4 周；另三分之二受药动物放入饲养笼饲养，这些饲养动物 24 小时后会被处死，解剖尸体摘取器官进行放射性检测，观察药物在动物体内的分布情况。在代谢期内，实验人员每天还要给动物投饲料、搞清洁卫生。

⑤解剖间：对所有受药动物进行处死，摘取器官样本（考虑到动物福利，在进行动物处死时应避免有其他动物在场），先处死后解剖。配置大动物解剖床；小动物在不锈钢工作台解剖。

⑥生物分析实验室：使用伽玛计数仪、液体闪烁计数仪对摘取器官样本或排泄物样本进行放射性检测分析。

⑦最终处置：本项目所有受药动物尸体在实验结束后将全部送往尸体及放射性固体暂存间做相关处理。本环节产生的动物尸体会带有一定放射性，会对周围环境产生辐射影响。动物尸体暂存于尸体及放射性固体暂存间冰冻暂存。待衰变时间满足标准要求，经审管部门认可的具有资质的单位监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 及 β 表面污染小于标准限值要求后，可清洁解控并作为医疗废物处理。

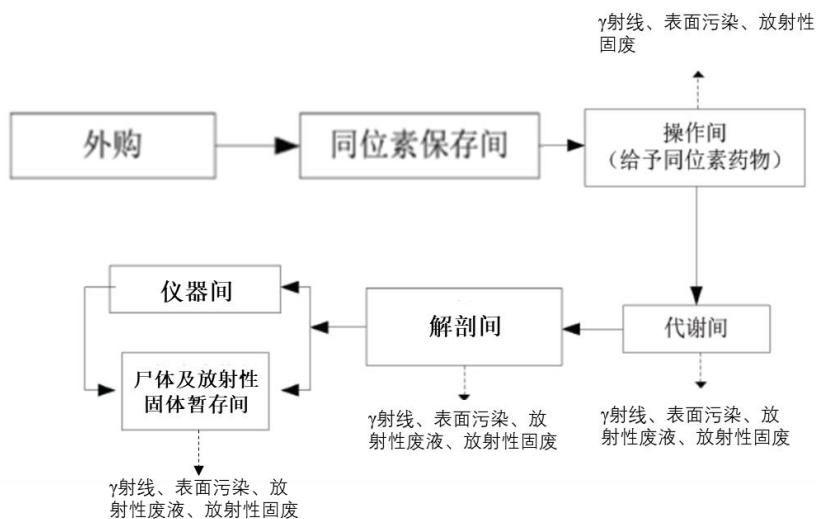
（3）临床样本分析工艺流程

临床样本接收核对后进行样本标识与登记，预处理后使用伽玛计数仪、液体闪烁计数仪对临床样本进行分析。

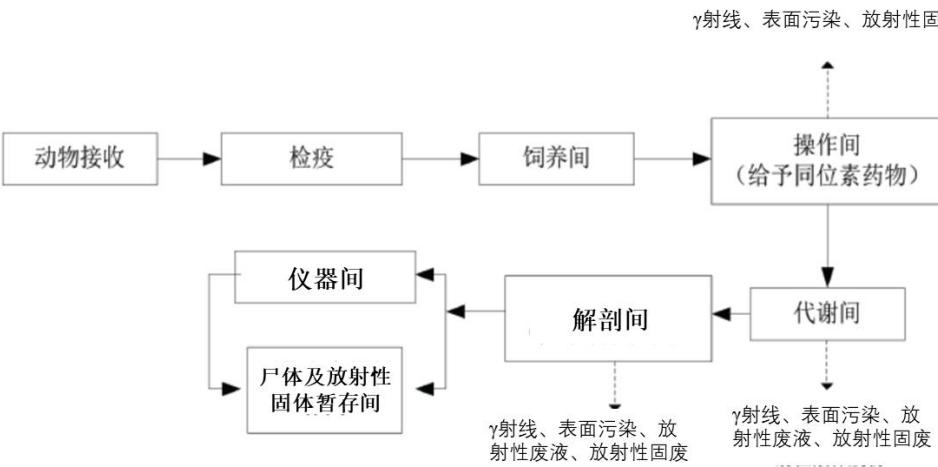
（4）仪器校准工艺流程

仪器预热，待环境参数稳定后开始。根据仪器类型和核素类型设定几何条件，全程保持校准几何不变，记录几何参数，用于后续效率计算。利用核素的已知特征峰，通过“寻峰-拟合-建立线性关系”实现能量校准。最后进行数据验证。全程核素 ^{129}I 、 ^{226}Ra 装在专用源盒里，密封使用。

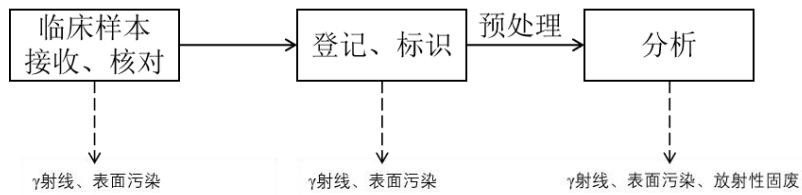
本项目工艺流程及产污环节示意见图 9-1。



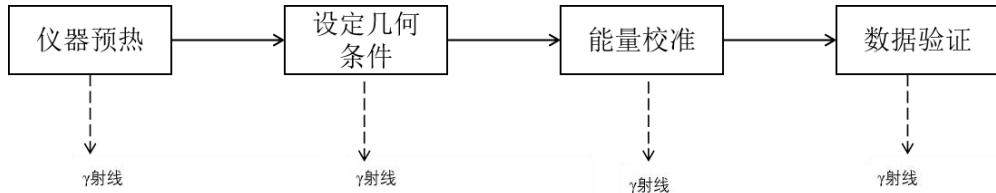
（1）核素操作工艺流程及主要产污环节示意图



(2) 动物实验工艺流程及主要产污环节示意图



(3) 临床样本分析工艺流程及主要产污环节示意图



(4) 仪器校准工艺流程及主要产污环节示意图

图 9-1 本项目工艺流程及产物环节示意图

9.2 污染源项描述

9.2.1 主要放射性污染物

由工作原理及工程分析可知，本项目在核素操作及动物实验过程中的部分环节如给药、动物代谢、解剖等，会产生放射性三废（放射性气体废物、放射性固体废物、放射性液体废物）。主要污染因子及污染途径为 α 、 β 射线、 γ 射线照射及 α 、 β 表面污染。

本项目实验过程中产生的放射性三废情况如下：

1、放射性废气

本项目放射性同位素实验室不涉及的核素分装和标记，正常工作情况下不

会造成工作环境的空气污染。实验室设有独立的排风系统，滤芯每年更换1次，更换下的滤芯作为放射性固体废物处理。

2、放射性废液

本项目产生的放射性液体废物主要为动物尿液、工作场地及人员清洗产生的废水等。

①动物尿液

参考一般实验室资料，大动物排尿量 10~15mL/d，取最大值计算，每批大动物（12 只猴子）每天尿液产生量为 180mL，代谢期按最大 4 周算，则单次动物产生放射性动物尿液合计约 0.00504 m^3 （部分尿液用于代谢分析，保守按全部外排）。

②工作场地、人员清洗废水量

a. 工作人员产生的清洗废水量

工作人员离开控制区时均进行去污清洗，清洗废水按照每人次每天 5L 计，每天进入控制区工作人员约 8 名，则工作人员每天产生废水量约 0.04m^3 。

b. 工作场所清洗水

动物代谢及解剖结束后，工作人员均会对工作场所的操作台面、地面等进行清洗，保守估计工作场所每天产生的清洗水最多约为 0.1m^3 。

c. 饲养笼具清洗

饲养笼具每月清洗一遍，用水约 400L。

d. 事故清洗废水

本项目放射性核素为注射方式，药物倾洒可能性不大；若发生放射性药物倾洒事故，保守估计每次产生的去污清洗水最多约为 0.2m^3 （主要为工作人员、场所清洗用水），而此类事件发生概率要求每年应低于 2 次，则药品倾洒事故清洗水的年最大产生量约为 0.4m^3 。

综上，本项目工作场地及人员清洗废水年产生量等约 12.65m^3 。

3、放射性固废

本项目 2 种放射性核素用于动物药物实验，4 种放射性核素用于临床样本分析。实验过程中产生的放射性固体废物主要包括沾有放射性物质的手套、滤纸、吸头、试管、注射器等，以及实验动物尸体、动物粪便、小动物饲养垫料

等。

单次实验过程中产生的沾有放射性物质的试验手套、过滤滤纸、擦拭废纸、闪烁杯、吸头、试管、注射器等放射性固体废物产生量约为3kg，年产生量约30kg。

含放射性核素的动物尸体产生量按照单次实验每种动物最大使用数量及重量计，单次大动物（12只猴子）实验产生量约60kg，单次小动物（鼠24只）实验产生量约7.2kg，年产生量最大约为672kg（保守一年10次大动物实验，10次小动物实验）。

动物粪便产生量参照同类型项目经验考虑，单次大动物（猴）实验产生量约10kg，单次小动物（大/小鼠）实验产生量约2kg，年产生量最大约为120kg（保守按一年10次大动物实验，10次小动物实验，部分粪便用于代谢分析，保守按全部外排）。

小动物饲养间垫料产生量参照同类型项目经验考虑，单次小动物（大/小鼠）实验产生量约34kg，年产生量约为340kg（按一年10次小动物实验）。

废弃的通风系统过滤器滤芯每年更换1次，年产生量约50kg。

以上固体废物中，除废气的通风系统过滤器滤芯可能含有多种核素，其余的单次实验所产生的固体废物，都仅含有一种核素。

9.2.2 正常工况污染途径分析

- (1) α 、 β 射线。核素衰变产生的 α 、 β 射线。
- (2) γ 射线贯穿辐射。在进行放射性同位素操作时，工作人员及周围停留的公众可能受到放射性药物释放的 γ 射线的影响。
- (3) β 射线所致轫致辐射。 ^{177}Lu 衰变产生的 β 射线与物质相互作用会产生轫致辐射，对周围环境存在辐射影响。
- (4) α 、 β 表面污染。实验过程中，动物尸体解剖、动物饲养可能造成实验台、地面、设备外表面的 α 、 β 放射性污染。
- (5) 放射性固废。实验过程中产生的不再使用的试剂容器、注射器、吸水纸、移液枪头、棉签、手套等物品、被污染的动物饲养垫料和动物尸体等，以及废旧的活性炭滤材，均属于放射性废物。上述放射性废物将收集暂存，最终解控为医疗废物或危险废物处置，不会对周边环境造成不良影响。

(6) 放射性废液。同位素实验室的动物尿液、工作场地及人员清洗产生的废水等汇入配套的放射性衰变池，贮存一段时间后，经监管部门确认，按照GB 18871 第 8.6.2 条规定排放入园区污水管道，也不会对周边环境造成放射性影响。

9.2.3 事故工况污染途径分析

(1) 操作放射性核素时发生容器破碎、核素泼洒等意外事件，造成工作台、地面、墙壁、设备，甚至造成手和皮肤的放射性污染。放射性污染去除中，会产生少量的放射性固体废物和放射性液体。

(2) 通风系统的过滤器长时间不更换，造成过滤器失效，导致放射性气体未经过滤全部排放到环境中。

(3) 放射性核素保管不当，发生遗失或被盗，可能造成环境放射性污染。

(4) 放射性废物、废水处置或管理不当，超过解控水平排放，造成环境发生放射性污染。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施及措施

10.1.1 工作场所布局及分区

根据《电离辐射防护与辐射源基本安全标准》（GB18871-2002）中相关要求，本项目工作场所划分为“控制区”和“监督区”，分区管理，具体见图 10-1 所示。

(1) 控制区:

- ①非有关专业人员严禁入内；
 - ②在控制区进入口及其他适当位置处设置电离辐射警告标志，并应给出相应的辐射水平和污染水平的指示；
 - ③工作场所严格按照 GB18871-2002 附录 B 中“表 B11 工作场所的放射性表面污染控制水平”的有关规定执行。

(2) 监督区：非动物实验区

- ①严禁与实验等其他无关公众人员严禁入内。
 - ②监督区与控制区分隔处设置防护门，将控制区与监督区分开。
 - ③在监督区入口处设立表明监督区的标牌。

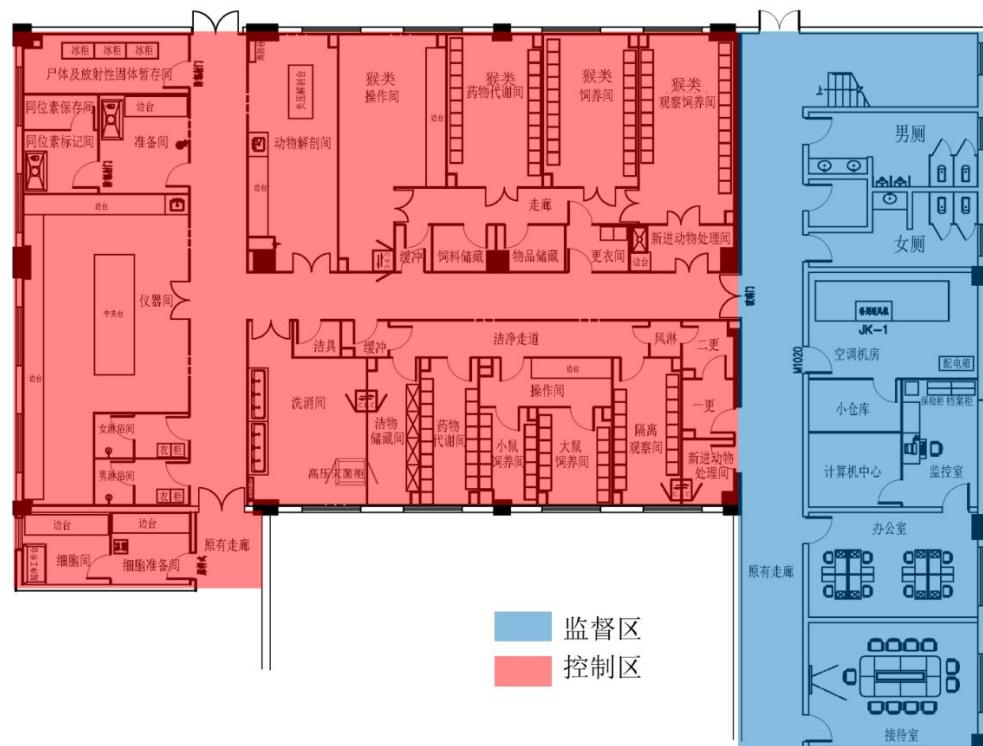


图 10-1 工作场所分区管理图

10.1.2 人流、物流路径

①工作人员在实验室内的活动路线见附图 5。相关工作人员可以从办公室南侧走到进入监督区，再通过控制区的第一更衣室、第二更衣室，穿过风淋区和大小鼠饲养区的走廊进入大小鼠的实验区，也可以从监督区的大走廊进入猴类实验区、解剖间、仪器间和同位素标记间、保存间，实验结束后到洗消间进行放射性表面污染监测，然后从洗消间南侧走廊的门出实验室。

②同位素药物流向路线见附图 6。放射性核素从实验区北侧的门运送到同位素保存间。工作人员从保存间领出药物后，通过防护铅罐将核素送到操作间给动物注射。

③其他物品流向路线见附图 7。其他物品包括实验耗材和放射性固体废物，放射性固体废物主要是用作实验的动物尸体等。解剖后的动物尸体从解剖间收集后送到尸体及放射性固体废物暂存间贮存；在操作间产生的少量放射性固体废物也收集到尸体及放射性固体废物暂存间贮存。

④动物进出流向路线见附图 8。动物先进入新进动物处理间，再进入观察饲养间、饲养间，在操作间注射药物后进入药物代谢间。实验结束后，进入动物尸体进入尸体及放射性固体废物暂存间暂存。

10.1.3 辐射安全与防护设施

(1) 外照射辐射屏蔽

根据军科正源（广西）生物医药科技有限公司提供资料显示，本项目工作场所控制区及监督区房间屏蔽参数如表 10-1 所示。

表 10-1 同位素实验室屏蔽参数

项目	四周墙	屋顶	门	窗
放射性同位素存放、标记间，尸体和放射性固体暂存间	外墙：实心砖 180mm 加 3mm 铅板 隔墙：50mm 玻镁板	120mm 混凝土加 3mm 铅板	3mm 铅	密封
操作间、解剖间、仪器间	外墙：实心砖 180mm 隔墙：50mm 玻镁板	120mm 混凝土	不锈钢板防盗门	密封
药物代谢间	内 3 面墙体：50mm 玻镁板加 3mm 铅板 外墙：实心砖 180mm 加 3mm 铅板	120mm 混凝土加 3mm 铅板	不锈钢板防盗门	密封

本项目其余工作场所顶部均为 120mm 混凝土，楼层高约 4.5m。

本项目给动物注射时药物需要装入带有 10mm 铅屏蔽的注射器中。在操作

放射性同位素工作人员佩戴铅防护手套、防护衣等防护工具。

此外，实验室配备 3 个放射性固体废物收集箱，辐射屏蔽能力为 6mm 铅，用于收集项目运行过程产生的沾有 γ 核素的放射性物质的固体废物；沾有纯 β 核素的放射性废物用塑料桶收集后连同塑料桶一起放入铁桶中；收集后标注好日期，放于暂存间衰变，贮存超过一段时间后，经有资质的单位监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ ， β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，清洁解控后按医疗废物处理。本项目已采取的辐射安全防护设施见图 10-2。



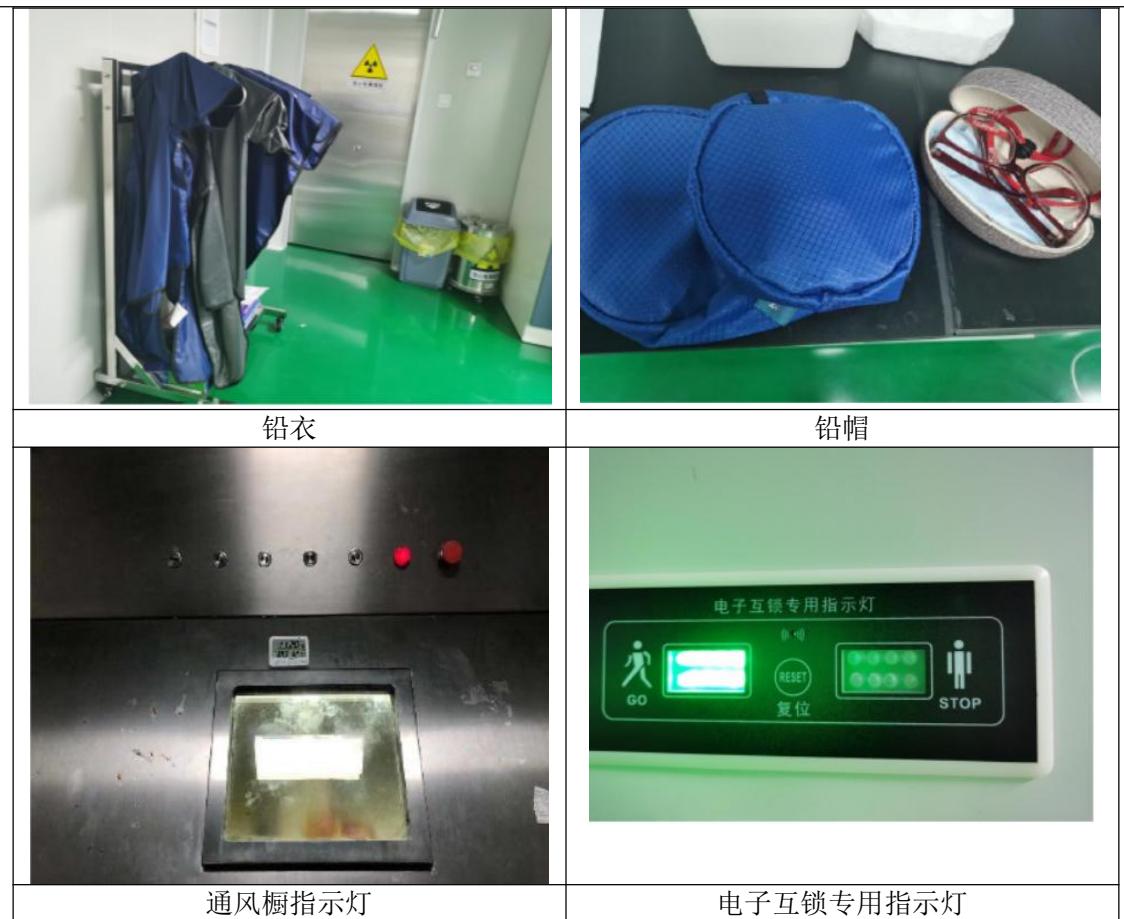


图 10-2 本项目已采取的辐射安全防护设施

(2) 内照射防护

1. 防止放射性核素经呼吸道吸入，该途径是造成体内放射性污染的主要途径。同位素实验室设置通风系统，设有排风系统，可有效降低同位素实验室场所内放射性气溶胶含量，减少工作人员吸入量。实验室废气经楼顶排气筒排放，设有活性炭过滤，可有效减少放射性气体的排放量和对周围公众的影响。
2. 防止放射性核素经食道进入体内。禁止在放射性工作场所内吸烟、饮水和进食。
3. 防止放射性核素经体表进入体内。在控制区内必须穿戴工作服和必要的防护用品，避免皮肤与放射性物质直接接触。离开工作场所前，应检查手及其他可能被污染的部位，若有污染及时去污，防止放射性污染转移至体内，导致内照射影响。

(3) 警示标志和警示灯

同位素实验室控制区出入口、保存间、暂存间等门口设置放射性警告标志

和中文警示说明。

(4) 表面污染控制措施

同位素实验室地面采用浅色抛光砖，不易渗透且便于去污；墙壁最外层涂一层普通耐酸光漆涂料。实验台为钢木结构和一体化台面，光滑易清洗易去污，无观察窗，实验室内部门采用彩钢板防盗门。

每天实验结束后，使用表面污染监测仪对操作场所台面和地面进行表面污染检测，若出现超标情况，应及时擦洗去污，确保表面污染低于控制限值，并将擦拭物作为放射性废物处置。

(5) 动物饲养的防护措施

1、控制笼具内动物数量

小鼠给药后一般一笼不超过5只饲养。大鼠给药后一般一笼不超过2只饲养，大剂量给药时一笼1只。猴子一笼1只。

2、动物分散饲养

给药动物放置在药物代谢间饲养，共设置了大鼠、小鼠和猴类药物代谢间各1间，将给药动物分散在3个代谢间内饲养，减少剂量率叠加，降低对周围环境的辐射影响。

3、饲养工作人员的防护

- 1) 动物饲养工作人员在饲养动物前，穿铅衣、戴铅帽进行个人防护。
- 2) 打开饲养笼具门之前，先将铅屏风移到饲养笼具前进行防护。饲养工作人员在铅屏风后对动物进行喂养。
- 3) 给药动物的笼具在实验室转移时，采用铅防护转运箱进行防护。

4、控制饲养次数和时间

将接受药物的部分动物放入药物代谢间内饲养笼具饲养，收集粪便、尿液进行放射性检测，观察动物药物代谢情况，代谢期为2~4周；另外一部分受药动物24小时后被处死，解剖尸体摘取器官进行放射性检测，观察药物在动物体内的分布情况。

5、辐射安全操作规程和管理制度

所有工作人员均通过辐射安全与防护考核后持证上岗。制定辐射安全操作规程，工作人员须熟悉实验操作流程，了解辐射安全与防护措施，以减少辐射

影响和意外事故发生。

配备了必要的辐射监测和表面污染监测仪器，按规定进行辐射工作场所监测、个人剂量监测和环境监测。

辐射安全管理员应关注职业人员个人剂量检测结果，出现异常后应及时查找原因，如超出年剂量约束值，公司将安排其转岗或停止辐射工作，并及时向生态环境主管部门汇报。

制定了辐射事故应急预案，针对的事故情景为放射性同位素丢失被盗、环境放射性污染，以及工作人员受到大剂量照射。

（6）安全防范措施

本项目在放射性工作场所出入口处设置视频监视系统和门禁系统，只有授权人员才能进入场所。

按需要量订购同位素，同位素货到后，实验室负责人接收放射性同位素销售公司运送来的同位素药剂，并做好登记，放置于铅罐内，连同铅罐放入同位素储藏间冰箱内储存。

（7）小动物防逃逸措施

实验动物在笼具内饲养，该笼具设计有安全结构，可确保动物在饲养过程中不出现逃逸情况。

在给动物注射药物、抽取血液的过程中，理论上存在挣脱的可能性。本项目工作人员都经过培训，具有丰富的动物操作经验，可有效减少类似事情发生。

如果操作不慎出现动物脱手情况，将及时寻找并捉回笼具内。此外，在药物代谢间门口将设置一定高度的光滑挡鼠板，防止动物逃逸到饲养室之外。

（8）配备必要的辐射监测仪器和个人防护用品

为辐射工作人员配备工作服、帽子、手套、口罩、防护眼镜、个人剂量计等，涉及放射性物质的操作都应佩戴防护手套，不可裸手直接进行非密封放射性物质操作和去除放射性污染的操作。

此外，操作低能 γ 核素(^{177}Lu 等)的实验室配备个人辐射防护用品，如铅防护服、铅围脖、铅眼镜等，也配备下列清洁物品：手套、口罩、去污剂、吸水纸、镊子等。

同位素实验室已设置了1台固定式辐射监测报警仪，实时进行剂量率水平连续监测，报警阈值设置为 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。同时配备了1台便携式辐射监测仪，8台个人剂量报警仪，1台表面污染监测仪。

(9) 防火设备

同位素实验室安装有火灾报警器，配备有灭火器材，有放射性同位素应急包装容器。

根据生态环境部《辐射安全与防护监督检查技术程序》（2020年版）中对于乙级非密封放射性物质工作场所的要求，本项目采取的辐射安全装置及设备进行了对照分析，具体情况见表10-2。

表10-2 乙级放射性物质工作场所辐射安全防护设施设计核查表

项目	内容	是否拟设置	备注
A 场 所 设 施	工作场所功能、设置及分区布局	√	按照实验流程进行布局和分区
	场所分区的管控措施及标识	√	按照控制区和监督区分区管理，并设置明显的分区标识
	电离辐射警告标志	√	控制区出入口等门口设置
	卫生通过间	√	进入控制区前需经过卫生通过间（一更、二更）
	通风系统完整性及效能	√	设1套放射性废气排放系统，配备了活性炭过滤
	密封箱室	不涉及	
	屏蔽防护设施	√	通风橱等均采取屏蔽防护措施
	防过热或超压保护	不涉及	
	防止放射性液体操作造成污染的措施	√	动物实验在搪瓷盘内吸水纸上进行操作，防止沾污台面造成放射性污染
	机械手或其它远距离操作工具	√	配备长柄镊子
	火灾报警仪	√	按照消防规范设置火灾报警仪
	放射性废水处理系统及标识	√	设置放射性废水衰变池，洗手池上方张贴“放射性下水”标识
	放射性物料与成品暂存场所或设施	√	设有同位素保存间
	放射性固体废物暂存场所或设施	√	设有尸体及放射性固体暂存间
	安保设施	√	设有安保设施
	防火设备、应	√	配备灭火器，有应急出口

	急出口		
B 监 测 设 备	人员出口污染监测仪	√	卫生通过间（一更、二更）人员出口配备了表面污染监测仪
	固定式辐射监测报警仪	√	已配备 1 台固定式辐射监测报警仪
	固定式或移动式气溶胶取样监测设备	不涉及	
	便携式辐射监测仪	√	配备了 1 台便携式辐射监测仪
	个人剂量计	√	辐射工作人员均配备了个人剂量计，并开展个人剂量监测
	个人剂量报警仪	√	配备了 8 台个人剂量报警仪
C 个 人 防 护	个人辐射防护用品	√	配备了一次性医用口罩和手套、铅衣等
D 应 急 物 资	去污用品和应急物资	√	配备了去污剂、吸水纸、长柄夹具、防护服等应急物资
	合适的灭火器材	√	配备了灭火器
	放射性同位素应急容器	√	配备了放射性同位素应急容器

10.2 与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的符合情况

原环保部 2011 年第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（以下简称“环保部 18 号令”）对拟使用放射性同位素和射线装置的单位提出了具体条件，本项目拟具备的条件与“环保部 18 号令”要求的对照评估如表 10-3 所示。

表 10-3 与安全许可管理办法要求对照检查情况

放射性同位素与射线装置安全和防护 管理办法	本项目落实情况	符合 情况
第五条： 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。放射性同位素与射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	控制区人员出入口和物流出入口、同位素保存间、尸体及放射性固体暂存间处均设置了放射性警告标识和中文警示说明；控制区人员出入口和物流出入口设置门禁系统。	符合
第九条： 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认可的环境监测机构进行监测。	公司监测将委托有监测资质的单位每年对环境和工作场所周围的辐射水平进行一次监测。配备了1台便携式辐射监测仪，每季度自行开展辐射监测。	符合
第十二条： 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素和射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	公司承诺每年1月31日前向生态环境部门提交上一年度评估报告。	符合
第十七条： 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核，考核不合格的，不得上岗。	公司制定了辐射工作人员培训计划，有8名工作人员通过辐射安全与防护考核。	符合

<p>第二十三条：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。</p>	<p>辐射工作人员均配备个人剂量计，并委托有资质的单位进行个人剂量监测。如发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告广西壮族自治区生态环境厅。</p>	符合
<p>第二十四条：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。</p>	<p>委托有资质单位进行辐射工作人员个人剂量监测。</p>	符合

10.3 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的符合情况

原环保部第3号令、生态环境部部令第20号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定了辐射安全许可证申请单位从事辐射活动应具备的条件，表10-4汇总列出了本项目对照该令具体要求的评估情况。

表10-4 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求对照表

应具备条件	落实情况	符合情况
使用II类射线装置的工作单位，应当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。	公司已成立辐射安全管理小组，全面负责公司的辐射防护监督和管理工作。小组下设专职人员1人，负责具体处理各项事务工作。	符合
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。	公司制定了辐射工作人员培训计划，8名工作人员均通过辐射安全与防护考核，合格证在有效期内。	符合
放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全设施。	控制区人员出入口和物流出入口、同位素保存间、尸体及放射性固体保存间处均设置放射性警告标识和中文警示说明；控制区人员出入口和物流出入口设置门禁系统。	近期符合

配备了与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	公司有辐射工作人员 8 人，均配备个人剂量计，并配备 1 台固定式 X-γ 辐射监测仪、1 台表面污染测量仪、8 台个人剂量报警仪、1 台便携式辐射监测仪以及 8 只个人剂量计。	符合
有健全的操作规程、辐射防护和安全保卫制度、岗位职责、设备检修维护制度、人员健康管理制度、人员培训计划、监测方案等。	公司已有《辐射安全管理制度》、《辐射安全事故应急预案》、《非密封放射性物质（放射性同位素）操作规程》、《放射废物处理方法》以及《仪器设备管理制度》，拟完善人员健康管理制度、人员培训计划、监测方案。	符合
产生放射性废气、废液、固体废物的，应具有确保放射性废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	设置了放射性废水衰变池、尸体及放射性固体暂存间，设有排风系统，放射性废气经活性炭过滤后排放，确保放射性废物处理达标排放，处理能力和处理方案可行。	
有完善的辐射事故应急措施。	制定了辐射事故应急，针对可能发生的不同事故，有相应的应急处理措施。	符合

10.4 三废的治理

10.4.1 放射性废气

本项目放射性同位素实验室设置一套相对独立的废气收集系统，放射性废气经收集后由排气管道抽排至同位素实验楼屋顶上方进行排放，各废气收集支管相应节点设置调节阀门，防止放射性废气倒灌，排气管道内设置活性炭等高效过滤物质进行过滤后排入大气中。更换的过滤器按照放射性固体废物收集处理。

10.4.2 放射性废水（液）

1、正常工况下

公司同位素实验应用项目正常开展，放射性废液主要来自动物尿液、工作场地及人员清洗产生的废水等。实验室放射性废水排放量为 12.65m³/a。

(1) 放射性废水收集

根据建设单位提供资料，3号楼北边的非机动车停车场地下设有放射性槽式衰变池，该衰变池由4个 $20.35m^3$ 的贮水池组成，总容积为 $81.4m^3$ 。实验过程中产生的放射性废水（主要为清洗废水）通过专用管道收集至相应衰变池中。所有外露的放射性废水管道包裹铅皮进行辐射防护，保证人员可接近管道外表面30cm处辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

（2）放射性废水贮存及处理

本项目放射性废水年产生量约 $12.65m^3$ ，建设单位拟采取处理措施如下：

拟将放射性废水收集至同一套衰变池中，贮存超过一段时间后，经监管部门确认后按照GB18871第8.6.2条规定排放入厂区污水管道：单次排放活度不超过 1ALImin ，每月排放总活度不超过 10ALImin 。

（3）现有工程衰变池

项目拟依托现有衰变池系统，衰变池位于综合楼南面前地下，该系统由4个 $20.35m^3$ 的贮水池组成，总容积为 $81.4m^3$ ，采用玻璃钢结构和地埋式安装形式。衰变池的池底和池壁坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性。通过专用的管道收集、暂存在项目运行过程中产生的放射性废液，设计方案为槽式排放、自然衰变方式。衰变池平面布置及剖面图见图10-4。

衰变池四周、底部和顶部屏蔽层为玻璃钢材质，防护效果均为 10mmPb ；废液倾倒口加盖含铅钢板盖，并加锁、防护效果为 20mmPb 。放射性废水通过间地漏进入特殊管道（管道外由 5mm 厚铅板包裹），进入衰变池上方进水口；或直接收集于相关容器内，由衰变池上方废液倾倒口进入衰变池内；系统内各衰变池为并联式运行，各衰变池均设有水位传感控制器，控制系统位于废物间内，排水口处预留取样口，排水管道接入园区污水管网。

废水处理系统的工作流程为：1#衰变池上部控制阀打开，下部控制阀及其余衰变池控制阀关闭，废水经特殊管道进入衰变池内，当废水水位到达衰变池上部水位传感器时，1#衰变池上部控制阀自动关闭，同时打开2#衰变池上方控制阀，以此类推，当4#衰变池水位到达上部水位传感器时，1#衰变池下方控制阀打开，将废水通过管道排入园区污水管网，当水位低于衰变池下部水位传感器时，下部控制阀关闭，继续接纳新产生的废水。

（4）依托原有衰变池合理性分析

根据验收监测报告，现有大分子平台实验应用项目正常开展情况下，放射性废水每月产生放射性废水约 0.45m^3 ，年产生放射性废水约 5.41m^3 。放射性废水通过专用管道排入 4 个并联的蓄水池，储存衰变后，并经检测合格后排入园区废水处理系统。

衰变池有充足剩余容量，本项目建成后，全公司排入衰变池的废液约为 $1.05\text{m}^3/\text{月}$ ，储存水位按照 80%容积算。每个衰变池可存放约 19 个月，假设当第 1#衰变池满了后，至少得等到 4#衰变池满了才排放，因此放射性废液进入衰变池后，暂存时间至少为 $19 \times 3 = 57$ 个月，能够满足现有及新增放射性废水的贮存衰变时间要求，达标排放。

10.4.3 放射性废物

本项目 2 种放射性核素用于动物药物实验，6 种放射性核用于临床样本分析。实验过程中产生的放射性固体废物主要包括沾有放射性物质的手套、滤纸、分装杯、吸头、试管、注射器等，以及实验动物尸体、动物粪便、小动物饲养间垫料、通风系统过滤器滤芯等。

单次实验过程中产生的沾有放射性物质的试验手套、过滤滤纸、擦拭废纸、闪烁杯、吸头、试管、注射器等放射性固体废物产生量约为 3kg ，年产生量约 30kg 。

含放射性核素的动物尸体产生量按照单次实验每种动物最大使用数量及重量计，单次大动物（猴）实验产生量约 60kg ，单次小动物（大/小鼠）实验产生量约 7.2kg ，年产生量最大约为 672kg （保守一年 10 次大动物实验，10 次小动物实验）；动物粪便产生量参照同类型项目经验考虑，单次大动物（猴）实验产生量约 10kg ，单次小动物（大/小鼠）实验产生量约 2kg ，年产生量最大约为 120kg （保守按一年 10 次大动物实验，10 次小动物实验，部分粪便用于代谢分析，保守按全部外排）；小动物饲养间垫料产生量参照同类型项目经验考虑，单次小动物（大/小鼠）实验产生量约 34kg ，年产生量约为 340kg （按一年 10 次小动物实验）；废弃的通风系统过滤器滤芯每年更换 1 次，年产生量约 50kg 。

（1）放射性固体废物收集

本项目操作间均设置有铅污物桶，用于收集实验过程中产生的沾有放射

性物质的手套、滤纸、分装杯、吸头、试管、注射器等。铅污物桶外张贴电离辐射警示标志，内放置专用塑料袋进行废物收纳，含尖刺及棱角的放射性废物，预先进行包装处理，再装入污物桶，防止刺破废物袋。该部分放射性废物应根据核素种类不同分类收集，且每袋重量不超过 20kg。装满废物的塑料袋应密封后及时转送至尸体及放射性固体废物暂存间内贮存。

实验动物尸体在每次解剖实验结束后使用专用塑料袋装好，束口，转送至尸体及放射性固体废物暂存间-20℃的冰柜中贮存衰变。

动物粪便、小动物饲养间垫料根据核素种类不同分类收集，装入专用塑料袋，抽真空处理后贴上标签转送至尸体及放射性固体废物暂存间内贮存。

更换下的通风系统过滤器滤芯单独使用塑料袋密封收集，转送至尸体及放射性固体废物暂存间内贮存。

以上固体废物中，除废气的通风系统过滤器滤芯可能含有多种核素，其余的单次实验所产生的固体废物，都仅含有一种核素。

（2）放射性固体废物贮存

本项目利用现有尸体及放射性固体废物暂存间，暂存间内设置 3 个放射性废物贮存箱及 3 个专用冰柜贮存收集而来的放射性固体废物。原有项目每年处理动物尸体量 60kg，目前已投入运行 1 台冰柜，从运行情况来看，尸体及放射性固体暂存间已配置的冰箱数量和容积裕量较大，可以满足放射性固体废物的暂存要求。

废物袋表面应注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息，并做好登记记录。尸体及放射性固体废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。入口处设置有电离辐射警告标志，采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施。

（3）放射性固体废物处理

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 A 表 A1 的要求，废物中放射性核素活度或活度浓度小于或等于表 10-5 中所列相应数值时，可按豁免废物处理；活度或活度浓度大于表 10-5 中所列相应数值时，可贮存衰变使其活度或活度浓度降至清洁解控水平以下后，再按医疗废物处理；不能解控的放射性固体废物应按照放射性废物处理的相关规定予

以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h ，表面污染水平对 β 和 γ 发射体以及低毒性 α 发射体应小于 4Bq/cm^2 、其他 α 发射体应小于 0.4Bq/cm^2 。

本项目实验所用放射性核素的清洁解控水平列于表 10-5。

表 10-5 本项目实验所用放射性核素的清洁解控水平

核素名称	清洁解控水平		备注
	活度浓度	活度	
^{177}Lu	$<1\times 10^3\text{Bq/g}$	$<1\times 10^7\text{Bq/g}$	
^{225}Ac	$<1\times 10^1\text{Bq/g}$	$<1\times 10^6\text{Bq/g}$	
^{131}I	$<1\times 10^2\text{Bq/g}$	$<1\times 10^6\text{Bq/g}$	
^{89}Zr	$<1\times 10^1\text{Bq/g}$	$<1\times 10^5\text{Bq/g}$	
^{32}P	$<1\times 10^3\text{Bq/g}$	$<1\times 10^5\text{Bq/g}$	
^{35}S	$<1\times 10^5\text{Bq/g}$	$<1\times 10^8\text{Bq/g}$	

备注：①表中清洁解控水平参考 GB18871 附录 A 中表 A1 给出的豁免水平，无 ^{225}Ac 、 ^{89}Zr 数据，参考 ^{228}Ac 、 ^{97}Zr 对应数据。

②如果存在一种以上的放射性核素，仅当各种放射性核素的活度或活度浓度与其相应的豁免活度或豁免活度浓度之比的和小于 1 时，才可能考虑给予豁免。

建设单位拟依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中要求，并参考《核医学辐射防护与安全要求》中的规定，对本项目产生的放射性固体废物采取以下处理措施：

所含核素半衰期大于 24 小时 (^{177}Lu 、 ^{225}Ac 、 ^{32}P 、 ^{35}S 、 ^{131}I 、 ^{89}Zr) 的放射性固体废物，拟贮存衰变至其活度降至清洁解控水平以下后，监测其辐射剂量率水平及 α 、 β 表面污染，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， ^{225}Ac 核素 α 表面污染小于 0.08Bq/cm^2 ，其他核素 β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2 ，可清洁解控并按一般医疗废物或危险废物送交有资质单位处理。

放射性固体废物的存储和处理安排专人负责，并建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。

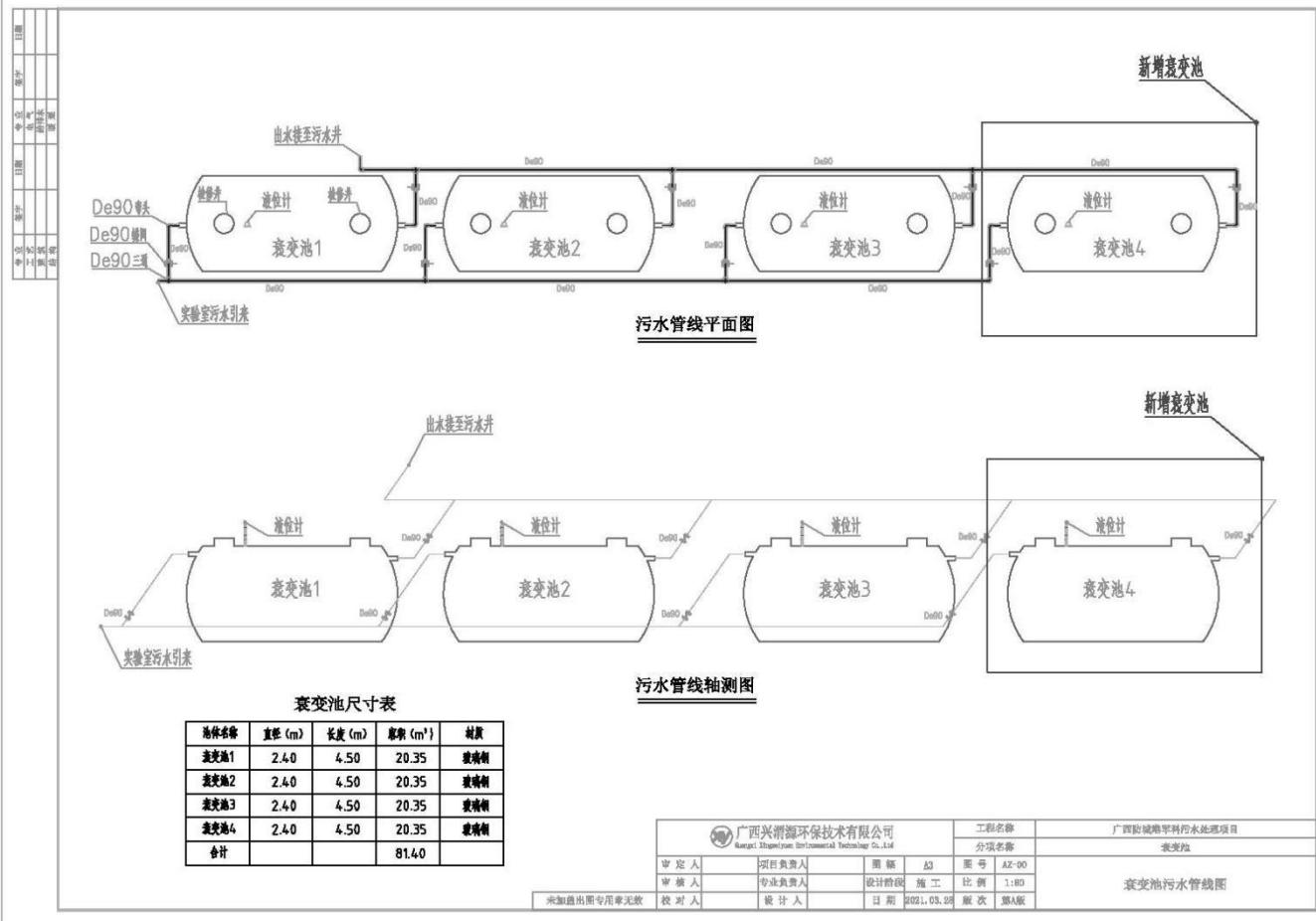


图 10-4 依托的现有工程衰变池平面及剖面图

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目不涉及场地施工，无施工噪声和扬尘。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 实验室选址布局原则及其合理性分析

同位素实验室位于云朗科技园 3 号楼第一层西半部，相对独立，便于辐射安全与防护管理，符合同位素实验室选址设在建筑物一端或底层的总体要求。

同位素实验室设置了同位素标记间、同位素保存间、准备间、动物饲养室、操作间、解剖间、药物代谢间、隔离观察饲养间、尸体及放射性固体暂存间等，功能房间的设置是合理的。

同位素实验室实行分区管理，将同位素实验室内涉及同位素操作的全部场所设置为控制区，将男厕、女厕、空调机房、小仓库、计算机中心，以及东侧毗邻的楼道设置为监督区，这样可以有效避免同位素实验室对周围环境造成放射性污染，分区是合理的。

同位素实验室与周围办公区和非放射性实验区之间有物理实体隔断，有独立的人流和物流出入通道。放射性工作场所的人员出入口设在东南侧，进入控制区将通过一更、二更，出入口设置了门禁系统。除洗消间设有普通下水外，其他同位素实验室无普通下水或洗手池，确保放射性废液全部收集暂存。

综合分析，实验室场所布局原则明确，布局合理。

11.2.2 剂量估算源强

11.2.2.1 使用同位素工作计划

(1) 预计每年开展同位素动物实验 10 个项目（使用核素 ^{177}Lu 、 ^{225}Ac ），年工作 50d，大动物（猴子）和小动物（小鼠和大鼠）实验可同时开展。每次实验仅使用一种核素。单次小动物实验小鼠和大鼠会同时使用。每个项目启动时间根据业务实际需求安排。每个项目使用猴 2~12 只（3-6kg）、鼠 20~24 只（小鼠 20-30g，大鼠 200-300g）；每年使用动物预计猴

20~120 只，鼠 240 只；猴子和鼠分开在两个操作间注射。实验动物通用的放射性给药量：大小鼠： $2 \times 10^1 \sim 3 \times 10^6$ Bq/只；猴子： $1.5 \times 10^3 \sim 3 \times 10^7$ Bq/只。

(2) 样本分析（使用核素 ^{177}Lu 、 ^{225}Ac 、 ^{131}I 、 ^{89}Zr 、 ^{32}P 、 ^{35}S ）年工作 60 d，每天最多做 2 个分析批，每分析批 30 个样本。临床患者的接受核素剂量分别为 $5.55 \times 10^9 \sim 7.4 \times 10^9$ Bq、 $8.88 \times 10^5 \sim 1.11 \times 10^8$ Bq、 $5.55 \times 10^9 \sim 2.96 \times 10^{10}$ Bq、 $8.88 \times 10^5 \sim 1.85 \times 10^8$ Bq、 $8.88 \times 10^5 \sim 9.25 \times 10^8$ Bq、 $8.88 \times 10^5 \sim 1.85 \times 10^8$ Bq，一般一个人的全血大致是 4.5-6L，会采集 2ml 左右全血样本，离心处理后就剩下 1ml 临床样本。

(3) 仪器检定年工作 10 次，核素 ^{129}I 、 ^{226}Ra 每次用量 50-1000Bq。

11.2.2.2 源项特性

本项目对外环境的影响主要是在实验过程中使用相关核素产生的 α 、 β 、X 及 γ 射线外照射。由于 α 粒子发射半径小于 100 微米（不到 10 个细胞直径），因此在发生外照射时， α 射线在空气或其它物质中射程较短，一张薄纸就能挡住 α 射线； β 射线穿透力较弱，在使用过程中只要戴上手套和眼罩（或面罩），用镊子或其它夹具操作，手不接触 β 源，就能达到防护要求。相较于 α 、 β 射线， γ 射线的穿透能力较强，在同等条件下，只要能满足 γ 射线的防护要求，同样能满足 α 、 β 射线的防护要求。释放的 β 粒子多数被实验溶液吸收，所致轫致辐射水平远低于其辐射水平，故计算核素辐射影响时不考虑轫致辐射的贡献。另外，本项目能够在衰变过程中产生 X 射线的核素只有 ^{177}Lu 、 ^{131}I ，且 X 射线占比小。因此本项目选取 γ 射线进行计算分析。

表 11-1 辐射屏蔽计算参数

核素	辐射源强 A (MBq)	空气比释动能率常数 (Gy•m ² •Bq ⁻¹ •s ⁻¹)	TVL (mm)	
			铅 (11.34g/cm ³)	混凝土 (2.35g/cm ³)
^{177}Lu	小动物：3 大动物：30	1.32E-18	1.04	189
^{225}Ac	小动物：0.03 大动物：0.25	/	20	/

⁸⁹ Zr	临床样本: 0.041	5.40E-17	16.6	247
¹³¹ I	临床样本: 0.658	1.45E-17	11	170
²²⁶ Ra	仪器校准: 1	5.23E-19	55	234

备注: ¹⁷⁷Lu、⁸⁹Zr、¹³¹I、²²⁶Ra 空气比释动能率常数取自《辐射安全手册》表 6.2, ¹⁷⁷Lu、⁸⁹Zr 对铅、混凝土什值层厚度依据各核素的最大能量根据《辐射防护导论》附表 9、11 拟合曲线得出; ¹³¹I 对铅、混凝土什值层厚度依据《核医学放射防护要求》(GBZ120-2020) 附录 I; ²²⁶Ra 对铅、混凝土什值层厚度依据《辐射安全手册》表 6.3; ²²⁵Ac 使用过程中考虑其子体的影响, 参考《²²⁵Ac 使用过程中的辐射防护》(辐射研究与辐射工艺学报, 罗宇等, 2024, 42:040601), ²²⁵Ac (1MBq) 及其子体平衡体系 1m 处的实测剂量当量率为 0.033μSv/h。

11.2.3 参考点位剂量率计算

11.2.3.1 估算方法

针对核素产生的γ射线, 一定距离处的剂量率按点源计算:

$$D = A \times \Gamma \times R^{-2} \times 10^{-d/TVL} \quad (11-1)$$

式中: D: 估算点的附加剂量率, μSv/h; A: 放射性药物的活度, MBq; Γ : 剂量率常数, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{MBq}^{-1}$; R: 辐射源到关注点的距离, m; d: 屏蔽层厚度, mm; TVL: 十分之一层厚度, mm。

工作人员及公众所受年照射剂量计算如下:

$$H = (D \times t \times T) / 1000 \quad (11-2)$$

式中: H: 年有效剂量, mSv/a; D: 计算点的附加剂量率, μSv/h; t: 受照时间, h/a; T: 居留因子。

11.2.3.2 同位素动物实验周围附加剂量率水平估算

本项目拟用于动物实验的放射性核素 (¹⁷⁷Lu、²²⁵Ac) 均会产生γ射线, 对人员和周围环境造成辐射影响。

(1) 同位素转移

在实验室转运放射性同位素或放射性药物采用防护铅罐, 单个铅罐中 ¹⁷⁷Lu 最大转运量为 4.32E+08Bq、²²⁵Ac 最大转运量 4.32E+06Bq。铅罐周围的辐射水平预测结果见表 11-2。

假设转移时, 人员距离铅罐距离为 30cm, 每次转移时间 1min, 保守假设每次实验转移铅罐 5 次, 转移时间为 0.83h。

表 11-2 转运铅罐周围的辐射水平

核素	活度	罐体屏蔽	衰减系数	1m 处剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	0.3m 处剂量 率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
^{177}Lu	4.32E+08Bq	40mmPb	3.46E-39	7.09E-39	7.88E-38
^{225}Ac	4.32E+06Bq	40mmPb	1.00E-02	1.43E-03	1.58E-02

(2) 动物转移

动物给药后，操作人员会将动物笼具转入饲养箱内，或者从饲养箱内拿出进行后续解剖实验。假设转移给药笼具时，人员距离笼具 30cm，每次转移时间 1min，保守假设每天转移给药动物笼具 10 次，全年 50d 累计转移时间 8.3h。

(3) 同位素保存间周围辐射水平估算

同位素保存间周围辐射水平估算见表 11-3。

表 11-3 同位素保存间周围辐射水平估算

场所名 称	操作 核素	估算点位 置	源项 (Bq)	屏蔽情况	屏蔽系数	距离 (m)	附加剂量 率($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
同位素 保存间	^{177}Lu	西侧墙外 30cm 处	4.32E+08	3mmPb+18 0mm 混凝 土实心砖	1.46E-04	1.8	9.22E-05
		楼上地面 30cm 处	4.32E+08	3mmPb+12 0mm 混凝 土实心砖	3.02E-04	3.8	4.30E-05
	^{225}Ac	西侧墙外 30cm 处	4.32E+06	3mmPb+18 0mm 混凝 土实心砖	9.44E-03	1.8	4.15E-04
		楼上地面 30cm 处	4.32E+06	3mmPb+12 0mm 混凝 土实心砖	3.98E-02	3.8	3.93E-04

在正常运行时，同位素保存间周围公众停留位置的附加剂量率水平均低于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

(4) 操作间

操作间内进行药物注射采用注射器防护箱（10mmPb），注射时穿铅防护衣（0.5mmPb）。全年开展动物试验的动物总量最大为 360 只，每只动物注射用时为 1min，完成全年注射用时为 6h。

(5) 药物代谢间

注射药物后的小动物，暂养在药物代谢间的饲养笼具内。动物饲养人员每

天在代谢间投饲料和清洁卫生约 2 小时，年工作 50d，年受照时间约 100h。

(6) 解剖间

根据实验方案，部分动物试验需对动物进行解剖，以获取器官或组织样本。解剖动物用时相对较长，每只用时约 2h。全年开展动物试验的动物总量为 360 只，解剖全部动物用时约为 720h。

(7) 尸体及放射性固体暂存间

工作人员将动物处死后收集暂存于尸体及放射性固体暂存间。

(8) 仪器间

仪器间对解剖的动物组织进行 γ 计数。保守假设每天计数 2h，距离 0.5m 处，全年累计 100h。

表 11-4 动物试验场所辐射剂量率估算结果

场所名称	操作核素	估算点位置	源项	屏蔽情况	屏蔽系数	距离(m)	附加剂量率($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
猴类操作间	^{177}Lu	工作人员操作位	3.00E+07	10.5mmPb	8.01E-11	0.3	1.27E-10
	^{225}Ac	工作人员操作位	3.0E+05	10.5mmPb	2.99E-01	0.3	3.28E-02
	^{177}Lu	北侧墙体外 30cm 处	3.00E+07	混凝土实心砖 180mm+3mm Pb	1.46E-04	3.7	1.52E-06
	^{225}Ac	北侧墙体外 30cm 处	3.0E+05	混凝土实心砖 180mm+3mm Pb	9.44E-03	3.7	6.83E-06
	^{177}Lu	南侧墙体外 30cm 处	3.00E+07	/	1	2.9	1.70E-02
	^{225}Ac	南侧墙体外 30cm 处	3.0E+05	/	1	2.9	1.18E-03
	^{177}Lu	楼上地面 30cm 处	3.00E+07	120mm 混凝土	2.32E-01	3.8	2.29E-03

	^{225}Ac	楼上地面 30cm 处	3.00E+05	120mm 混凝 土	5.62E-02	3.8	3.86E-05	
猴类药 物代谢 间	^{177}Lu	北侧墙体 外 30cm 处	3.60E+08	混凝土实心砖 180mm+3mm Pb	1.46E-04	0.8	3.89E-04	
	^{225}Ac	北侧墙体 外 30cm 处	3.60E+06	混凝土实心砖 180mm+3mm Pb	9.44E-03	0.8	1.75E-03	
	^{177}Lu	南侧墙体 外 30cm 处	3.60E+08	混凝土实心砖 180mm+3mm Pb	1.46E-04	0.8	3.89E-04	
	^{225}Ac	南侧墙体 外 30cm 处	3.60E+06	混凝土实心砖 180mm+3mm Pb	9.44E-03	0.8	1.75E-03	
	^{177}Lu	南侧门外 30cm 处	3.60E+08	/	1	1.5	7.60E-01	
	^{225}Ac	南侧门外 30cm 处	3.60E+06	/	1	1.5	5.28E-02	
	^{177}Lu	楼上地面 30cm 处	3.60E+08	120mm 混凝 土+3mmPb	3.02E-04	4.3	2.80E-05	
	^{225}Ac	楼上地面 30cm 处	3.60E+06	120mm 混凝 土+3mmPb	3.98E-02	4.3	2.56E-04	
	^{177}Lu	饲养笼具 外 30cm 处	3.00E+07	/	1	0.3	1.58E+0 0	
	^{225}Ac	饲养笼具 外 30cm 处	3.60E+06	/	1	0.3	1.10E-01	
解剖间	^{177}Lu	工作人员 操作位	3.00E+07	3.5mmPb	4.31E-04	0.5	2.46E-04	
	^{225}Ac	工作人员 操作位	3.0E+05	3.5mmPb	6.68E-01	0.5	2.65E-02	
	^{177}Lu	北侧墙体 外 30cm 处	3.00E+07	混凝土实心砖 180mm	1.12E-01	1.5	7.07E-03	

	²²⁵ Ac	北侧墙体外30cm处	3.00E+05	混凝土实心砖 180mm	1.33E-02	1.5	5.87E-05
	¹⁷⁷ Lu	南侧墙体外30cm处	3.00E+07	/	1	4.8	6.19E-03
	²²⁵ Ac	南侧墙体外30cm处	3.00E+05	/	1	4.8	4.30E-04
	¹⁷⁷ Lu	南侧门外30cm处	3.00E+07	/	1	4.9	5.94E-03
	²²⁵ Ac	南侧门外30cm处	3.00E+05	/	1	4.9	4.12E-04
	¹⁷⁷ Lu	楼上地面30cm处	3.00E+07	120mm 混凝土	2.32E-01	3.8	2.29E-03
	²²⁵ Ac	楼上地面30cm处	3.00E+05	120mm 混凝土	5.62E-02	3.8	3.86E-05
尸体及放射性固体暂存间	¹⁷⁷ Lu	西侧墙体外30cm处	4.32E+09	混凝土实心砖 180mm+3mm Pb	1.46E-04	1.7	1.03E-03
	²²⁵ Ac	西侧墙体外30cm处	4.32E+07	混凝土实心砖 180mm+3mm Pb	9.44E-03	1.7	4.66E-03
	¹⁷⁷ Lu	北侧墙体外30cm处	4.32E+09	混凝土实心砖 180mm+3mm Pb	1.46E-04	0.8	4.67E-03
	²²⁵ Ac	北侧墙体外30cm处	4.32E+07	混凝土实心砖 180mm+3mm Pb	9.44E-03	0.8	2.10E-02
	¹⁷⁷ Lu	东侧墙体外30cm处	4.32E+09	3mmPb	1.30E-03	3.8	1.85E-03
	²²⁵ Ac	东侧墙体外30cm处	4.32E+07	3mmPb	7.08E-01	3.8	6.99E-02

	¹⁷⁷ Lu	东侧门外 30cm 处	4.32E+09	3mmPb	1.30E-03	3.9	1.76E-03	
	²²⁵ Ac	东侧门外 30cm 处	4.32E+07	3mmPb	7.08E-01	3.9	6.64E-02	
	¹⁷⁷ Lu	楼上地面 30cm 处	4.32E+09	120mm 混凝 土+3mmPb	3.02E-04	3.8	4.30E-04	
	²²⁵ Ac	楼上地面 30cm 处	4.32E+07	120mm 混凝 土+3mmPb	3.98E-02	3.8	3.74E-02	
仪器间	¹⁷⁷ Lu	工作人员 操作位	3.00E+07	0.5mmPb	3.31E-01	0.5	1.88E-01	
	²²⁵ Ac	工作人员 操作位	3.00E+05	0.5mmPb	9.44E-01	0.5	7.81E-05	
	¹⁷⁷ Lu	东侧墙体 外 30cm 处	3.00E+07	/	1	3.8	9.87E-03	
	²²⁵ Ac	东侧墙体 外 30cm 处	3.00E+05	/	1	3.8	6.86E-04	
	¹⁷⁷ Lu	东侧门外 30cm 处	3.00E+07	/	1	3.9	9.37E-03	
	²²⁵ Ac	东侧门外 30cm 处	3.00E+05	/	1	3.9	6.51E-04	
	¹⁷⁷ Lu	西侧墙外 30cm 处	3.00E+07	混凝土实心砖 180mm	1.12E-01	1.3	9.41E-03	
	²²⁵ Ac	西侧墙外 30cm 处	3.00E+05	混凝土实心砖 180mm	1.33E-02	1.3	7.81E-05	
	¹⁷⁷ Lu	楼上地面 30cm 处	3.00E+07	120mm 混凝 土	2.32E-01	3.8	2.29E-03	
	²²⁵ Ac	楼上地面 30cm 处	3.00E+05	120mm 混凝 土	5.62E-02	3.8	3.86E-05	

备注：大动物和小动物实验使用不同的操作间、解剖间、药物代谢间，操作间 1、解剖间 1、药物代谢间 1 供大动物实验使用，由于大动物给药剂量大，保守按大动物操作间、解剖间、药物代谢间计算周围附加剂量率。

在控制区内，各实验室墙外的附加剂量率均低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足

2.5 μ Sv/h 的剂量率控制水平。

11.2.3.3 临床样本分析时周围附加剂量率水平估算

临床样本分析在仪器间操作，其中涉及核素 ^{177}Lu 、 ^{225}Ac 、 ^{131}I 、 ^{89}Zr 、 ^{32}P 、 ^{35}S ，根据各核素产生的 γ 射线能量、周围剂量量率常数及使用量，选取产生辐射影响大的核素 ^{89}Zr 和 ^{131}I 进行保守估算。当防护措施满足使用 ^{89}Zr 和 ^{131}I 的要求时，同样可以满足使用其它产生 γ 射线核素的要求。

表 11-5 临床样本分析时周围附加剂量率水平估算

场所名称	操作核素	估算点位置	源项(Bq)	屏蔽情况	屏蔽系数	距离(m)	附加剂量率($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
仪器间	^{89}Zr	工作人员操作位	4.10E+05	0.5mmPb	9.33E-01	0.5	2.97E-01
		西侧墙外30cm处	4.10E+05	混凝土实心砖 180mm	1.87E-01	1.3	8.81E-03
		楼上地面30cm处	4.10E+05	120mm 混凝土	3.27E-01	3.8	1.80E-03
		东侧墙体外 30cm 处	4.10E+05	/	1	3.8	5.52E-03
		东侧门外30cm处	4.10E+05	/	1	3.9	5.24E-03
	^{131}I	工作人员操作位	6.58E+06	0.5mmPb	9.01E-01	0.5	1.24E+00
		西侧墙外30cm处	6.58E+06	混凝土实心砖 180mm	8.73E-02	1.3	1.77E-02
		楼上地面30cm处	6.58E+06	120mm 混凝土	1.97E-01	3.8	4.68E-03
		东侧墙体外 30cm 处	6.58E+06	/	1	3.8	2.38E-02
		东侧门外30cm处	6.58E+06	/	1	3.9	2.26E-02

临床样本分析时周围附加剂量率均低于 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，满足 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的剂量

率控制水平。

11.2.3.4 仪器校准时周围附加剂量率水平估算

仪器间设备需定期用核素 (^{129}I 、 ^{226}Ra) 进行校准，根据各核素产生的 γ 射线能量、周围剂量率常数及使用量，选取产生辐射影响大的核素 ^{226}Ra 进行保守估算。当防护措施满足使用 ^{226}Ra 的要求时，同样可以满足使用其它产生 γ 射线核素的要求。估算结果见表 11-6。

表 11-6 仪器校准时周围附加剂量率水平估算

场所名称	操作核素	估算点位置	源项 (Bq)	屏蔽情况	屏蔽系数	距离 (m)	附加剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
仪器间	^{226}Ra	工作人员操作位	1.00E+03	0.5mmPb	9.79E-01	0.5	7.38E-06
		西侧墙外 30cm 处	1.00E+03	混凝土实心砖 180mm	1.70E-01	1.3	1.90E-07
		楼上地面 30cm 处	1.00E+03	120mm 混凝土	3.07E-01	3.8	4.01E-08
		东侧墙体外 30cm 处	1.00E+03	/	1	3.8	1.31E-07
		东侧门外 30cm 处	1.00E+03	/	1	3.9	1.24E-07

仪器校准时周围附加剂量率均低于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，满足 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的剂量率控制水平。

11.2.3.5 职业人员和公众受照剂量估算

(1) 职业人员外照射受照剂量估算

职业人员受照剂量估算结果见表 11-7。

表 11-7 职业人员受照剂量估算

职业人员岗位	操作场所	操作核素	最大剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	年操作时间(h)	居留因子	年受照剂量 (mSv/a)
同位素转移	保存间	^{177}Lu 、 ^{225}Ac	1.58E-02	4.2	1	6.64E-05
动物转移	药物代谢间		1.58E+00	8.3	1	1.32E-02
药物注射	操作间		3.28E-02	6	1	1.97E-04
动物喂养	药物代谢间		1.58E+00	100	1	1.58E-01

动物解剖	解剖间		2.65E-02	720	1	1.91E-02
γ 计数	仪器间		1.88E-01	100	1	1.88E-02
样本分析	仪器间	^{177}Lu 、 ^{225}Ac 、 ^{131}I 、 ^{89}Zr 、 ^{32}P 、 ^{35}S	2.97E-01	120	1	3.56E-02
仪器检定	仪器间	^{129}I 、 ^{226}Ra	7.38E-06	10	1	7.38E-08

工作人员受照最大剂量为 $1.58\text{E-}01 \text{ mSv/a}$, 而且实际工作过程中, 操作人员基本是在固定岗位工作, 且每个岗位有多人操作, 可以分担受照剂量, 工作人员受照剂量可以满足 5mSv/a 的剂量约束要求。

(2) 周围公众受照剂量估算

表 11-8 公众人员辐射剂量估算

操作场所	周围最大剂量率($\mu\text{Sv/h}$)	实验室年运行时间(h)	居留因子	年剂量率估算(mSv/a)
同位素保存间	4.15E-04	400	1/4	4.15E-05
尸体及放射性固体暂存间	3.74E-02	8760	1/4	8.19E-02
仪器间	1.77E-02	480	1/4	2.12E-03
解剖间	7.07E-03	400	1/4	7.07E-04
操作间	2.29E-03	400	1/4	2.29E-04
药物代谢间	1.75E-03	400	1/4	1.75E-04

根据表 11-8, 同位素实验室相邻位置停留的公众, 年受照剂量最大为 $81.9\mu\text{Sv/a}$ 。

(3) 剂量评价

通过以上分析可知, 本项目正常运行后, 年受照剂量满足职业照射剂量不超过 5mSv/a 、公众照射剂量不超过 0.1mSv/a 的剂量约束值。

11.3 放射性三废环境影响分析

(1) 放射性废气

由工程分析可知, 本项目实验过程中, 可能会有部分核素挥发形成放射性气溶胶(通常小于 1%)进入空气中, 本项目放射性同位素实验室设置独立的放射性废气收集系统将可能产生的放射性气体废物进行收集, 通过独立排

风管道采用活性炭等高效过滤处理后引至楼顶排放，运行期间经常检查及更换过滤吸附装置，保证其过滤有效性。本项目放射性废气经过滤及大气稀释后，对周围大气环境影响较小。

（2）放射性废水

项目拟依托现有衰变池系统，衰变池位于综合楼南面前地下，该系统由4个 20.35m^3 的贮水池组成，总容积为 81.4m^3 。建设单位拟将放射性废水收集至衰变池中，贮存超过180天后，经监管部门确认后按照GB18871第8.6.2条规定排放入厂区污水管道：单次排放活度不超过 1ALI_{\min} ，每月排放总活度不超过 10ALI_{\min} 。

根据衰变池设计可知，放射性废水排放时，至少已贮存了57个月。用于动物实验的核素仅为 ^{177}Lu 、 ^{225}Ac ，每次实验周期约2~4周，大动物实验及小动物实验可同时进行，贮存满一个衰变池约需要80天，80天内最多可开展3次大动物实验及3次小动物实验。本项目衰变池废水排放时，直接排放的6种核素的放射性废水贮存衰变后活度情况与核素 ALI_{\min} 见表11-9所列。

表11-9 衰变池放射性核素排放相关参数一览表

核素名称	单次最大操作量(MBq) ^①	单个实验周期排入衰变池核素量(MBq) ^②	一个衰变池贮存满后内含核素量(MBq) ^③	半衰期	排放时贮存时间	每次排放时废液中核素活度(Bq) ^④	核素 ALI_{\min} (Bq) ^⑤
^{177}Lu	432	34.56	103.68	6.73d	180d	9.21E-01	1.8E+07
^{225}Ac	4.32	3.456	10.368	10.0d	180d	3.96E+01	2.5E+03

备注：①单次实验仅使用一种核素，保守按照实际日最大操作量（可同时开展1次大动物实验及1次小动物实验）考虑；

②放射性核素排入衰变池的量按单次最大操作量的8%考虑；

③贮存满一个衰变池约需要80天，80天内最多可进行3个实验周期的核素操作（1个实验周期内可开展1次大动物实验及1次小动物实验）。

④衰变后活度依据衰变公式 $A=A_0 \times e^{-(0.693/T_{1/2})t}$ 进行推导计算，其中 $T_{1/2}$ 为核素半衰期， t 为贮存衰变时间；

⑤依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中B1.3.4、B1.3.5及表B3推导得出，选取计算最小值。

经表11-9计算可知，本项目进行衰变处理的放射性废水经在衰变池内贮存衰变180天后，排放的活度低于相应 ALI_{\min} ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“低放废液向环境排放每次排放的活度不超过 1ALI_{\min} ”的要求。

本项目产生的放射性废水贮存时间满足本报告建议并经监测达标后排

放，则不会对周围环境产生明显影响。

(3) 放射性固废

本项目实验过程中产生的放射性固体废物主要包括沾有放射性物质的手套、滤纸、分装杯、吸头、试管、注射器等，以及实验动物尸体、动物粪便、小动物饲养间垫料、通风系统过滤器滤芯等。

放射性固体废物经分类收集，贮存于暂存间内进行衰变。所含核素半衰期大于 24 小时 (^{177}Lu 、 ^{225}Ac 、 ^{131}I 、 ^{89}Zr 、 ^{32}P 、 ^{35}S) 的放射性固体废物，拟贮存衰变至其活度降至清洁解控水平以下后，监测其辐射剂量率水平及 α 、 β 表面污染，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平， ^{225}Ac 核素 α 表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，其他核素 β 表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，可清洁解控并按医疗废物递交有资质单位处理。

本项目所含核素半衰期大于 24 小时 (^{177}Lu 、 ^{225}Ac 、 ^{131}I 、 ^{89}Zr 、 ^{32}P 、 ^{35}S) 的放射性固体废物中核素活度降至清洁解控水平以下所需的贮存时间计算结果见表 11-10。

表 11-10 本项目放射性固体废物中核素活度降至清洁解控水平以下所需的贮存时间一览表

核素名称	单次最大操作量(MBq) ^①	单个实验周期进入放射性固体废物中的核素量(MBq) ^②	清洁解控水平活度(Bq)	半衰期	放射性固体废物中核素活度降至清洁解控水平以下所需的贮存时间
^{177}Lu	432	216	$<1.0\text{E}+07$	6.73d	29.8d
^{225}Ac	4.32	2.16	$<1.0\text{E}+06$	10.0d	11.1d

备注：①单次实验仅使用一种核素，保守按照实际日最大操作量（可同时开展 1 次大动物实验及 1 次小动物实验）考虑；

②保守按照实验动物尸体所含核素量进行考虑，放射性核素量按单次最大操作量的 50% 考虑；

③衰变后活度依据衰变公式 $A=A_0 \times e^{(-0.693/T_{1/2})t}$ 进行推导计算，其中 $T_{1/2}$ 为核素半衰期， t 为贮存衰变时间；

综上可知，含 ^{177}Lu 、 ^{225}Ac 核素的实验动物尸体等固体废物贮存衰变时间满足表 11-10 中理论计算结果后，其活度能够达到清洁解控水平，可解控按照医疗废物进行处理。

本项目产生的放射性固体废物收集、贮存及处理措施基本能够满足标准要求。含各核素的放射性固废贮存时间满足本报告建议并经监测达标后处理，不会对周围环境产生明显影响。

11.4 异常事故分析与防范建议

如果操作不当或管理不善，本项目可能发生下列异常工况：

(1) 非正常工况

① 放射性药物意外泼洒、泄漏

由于工作人员操作不熟练或其他原因造成工作时放射性药物撒漏，可能对工作场所甚至周围环境造成放射性污染。

② 放射性同位素丢失被盗

放射性同位素(含放射性药物)保管不善或者安全防范措施失效，造成放射性同位素丢失被盗，可能导致潜在照射。

③ 放射性废物管理不善

放射性废水未经足够时间的暂存而超标排放，可能对环境造成一定影响；放射性废液没有按照规定倒入放射性废物桶，而是作为非放射性废液倒入普通下水管道；放射性废物没有按规定收集至放射性废物桶，直接当做一般垃圾进行处理；放射性固体废物未经足够时间暂存衰变，擅自解控处置，可能对环境造成放射性污染。

④ 没有按规定采取辐射防护措施

放射性药物在不同房间转移过程中，没有放置在铅容器内，直接用手拿取在房间或走廊内行走，或者没有按规定使用铅防护屏进行屏蔽防护，都可能造成操作人员受照大剂量照射，超出剂量约束甚至超过标准限值要求。

(2) 风险防范与事故应急处理措施

针对在同位素工作场所运行过程可能出现的事故，应采取一系列预防措施，尽可能减小或控制事故的影响：

①完善的辐射安全与防护管理制度，制定放射性物质操作规程和事故应急预案，并进行培训，确保工作人员熟练掌握放射性物质操作技能和辐射安全与防护基本知识，发生事故后能够按照应急预案的要求及时处置。辐射安全管理小组定期检查安全规章和制度落实情况，发现问题及时纠正。

②安保措施：实验室出入口设门禁系统，非授权人员禁止进入放射性工作场所。

③屏蔽防护：按照本报告所述屏蔽方案进行辐射防护施工，严格落实环保“三同时”要求。此外，配备所需的防护通风橱、铅罐、铅防护屏、铅防

护箱等屏蔽设施，防止工作人员受到意外照射。

④表面污染控制措施：在同位素操作过程中，一旦发生撒漏放射性物质泄漏导致台面和地面污染的情况，及时采取擦拭方法进行去污，并用表面污染监测仪检测，直至表面污染水平满足 GB18871-2002 相关要求。工作人员离开放射性污染场所，进行体表放射性污染监测，并更换工作鞋和工作服，防止放射性污染扩散至控制区之外，导致环境污染。

⑤放射性废物管理：放射性操作场所配置放射性废物桶，并在尸体及放射性固体暂存间设废物箱和冰柜。配套建设有 4 个 20.35m³ 的贮水池组成的衰变池，总容积为 81.4m³。放射性废物暂存一定时间后，经监测后满足清洁解控要求后，作为医疗废物或危险废物处置。

⑥发生意外事故：现场人员应当立即向实验室辐射安全管理小组报告，启动事故应急预案。辐射安全管理小组等相关人员立刻到达现场，负责保护现场，控制事故范围。发生放射性同位素丢失、环境放射性污染以及人员受照大剂量照射等放射性事故后，应在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境主管部门报告。

⑦配备必要的个人辐射防护用品、监测设备和去污用品。若发生放射性污染，及时封闭现场，使用污染检测仪器检查污染区域，设置警戒线。应急人员在做好个人防护后，利用长柄工具和去污剂进行去污。

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

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）及环境保护主管部门的要求，军科正源（广西）公司根据应急预案内容，成立了辐射安全事故应急处理领导小组，明确机构成员及各自职责，由该机构负责辐射安全防护管理工作。签订了辐射工作安全责任书，明确了法定代表人为辐射安全工作第一责任人，并安排专职人员负责放射性同位素与射线装置的安全和防护工作，落实岗位职责。

军科正源（广西）公司辐射安全事故应急处理领导小组，其中组长由赵太云担任，主要负责做好现场决策、指挥和组织协调工作；向公司相关部门汇报，配合相关部门进行环境检测、现场处理及事故调查等工作；副组长由严清梅担任，其主要负责本公司的辐射事故应急准备日常工作，监督检查本公司的辐射事故应急准备工作；事故发生时组织协调人员对伤员进行现场救助和临时护理，并及时运送伤员到相关专业医院进行进一步检查和救治；组员由各辐射工作人员调配，主要听从应急小组组长及副组长的指示，对现场进行相关的应急救助、拦截、安全防护等工作。

12.2 辐射安全管理规章制度

军科正源（广西）公司已制定了《辐射安全管理制度》、《辐射安全事故应急预案》、《非密封放射性物质（放射性同位素）操作规程》、《放射废物处理方法》以及《仪器设备管理制度》等规章制度（见附件 4），且执行情况较好，没有发生辐射环境污染事故。

本项目建设后拟修订完善上述规章制度，根据国家相关法律法规，并结合项目内容情况，补充和完善人员健康管理制度、人员培训计划、尸体及放射性固体暂存间运行相关管理制度和操作规程等，确保同位素实验室的安全运行。

针对本项目的实验操作，及时更新相关安全操作规程，凡涉及对同位素进行操作的岗位，都要有明确的操作规程，操作人员必须按操作规程进行操作，并做好个人的防护，更新后的操作规程应张贴在操作人员可看到的显眼位置。

公司应当对辐射工作场所放射性同位素使用的安全和防护状况进行年度评

估，编写辐射安全和防护状况年度评估报告，向发证机关提交年度评估报告。

发现安全隐患的，应当立即进行整改。年度评估报告应包括台帐、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容；定期认真地对所使用的辐射安全防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，核实各项管理制度的执行情况、执业人员的剂量监测和健康检查情况。对发现的安全隐患，必须及时整改，避免事故的发生。同时还要将年度评估报告上报许可证审批机关备案，接受行政
机关的监督检查。

12.3 辐射工作人员持证上岗

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号）的规定，目前军科正源（广西）公司辐射工作人员均已参加了辐射安全与防护培训并通过了考核。随着本项目的建设，如果需要重新配置职业辐射工作人员及后续科研人员，应组织其参加辐射安全与防护培训，保证所有职业辐射工作人员持证上岗；通过考核的工作人员，应当每5年接受一次再培训的要求，按时进行再考核。

12.4 辐射监测

12.4.1 个人剂量检测

所有辐射工作人员均配备个人剂量计，并委托有资质的检测机构对辐射工作人员的个人剂量每季度检测一次，检测数据填入个人剂量档案。个人剂量档案的管理要符合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号）的要求：公司已安排专人负责个人剂量监测管理，建立了辐射工作人员个人剂量档案，个人剂量档案终身保存。

12.4.2 辐射工作场所周围环境防护监测

军科正源（广西）公司目前已购置1台表面污染检测仪和1台便携式辐射监测仪，根据监测方案对工作场所和周围环境进行定期监测。监测方案如下：

（1）年度监测：在项目正常工作状态下，委托有相关辐射环境监测资质的机构对辐射工作场所及设备进行环境X-γ辐射剂量率、放射性表面污染的监测，每年至少一次，并作为本单位放射性核素安全和防护状况年度评估报告的一部分按要求定期上报环境保护行政主管部门。

(2) 日常监测：工作状态下，对辐射工作场所及设备周围定期进行环境 X- γ 辐射剂量率监测，对涉及放射性核素操作的工作场所还将进行放射性表面污染监测。每次进行放射性核素操作后，对工作场所的工作台、设备、墙壁、地面，以及操作人员的工作服、手套、工作鞋进行放射性污染检测，确认操作人员身体及衣物无放射性污染时方可离开辐射工作场所。放射性固废及放射性废水处理前也应按照标准要求进行监测。

① 日常监测频次：对辐射工作场所及设备周围定期进行环境 X- γ 辐射剂量率日常监测频次不低于 1 次/月；操作放射性核素的工作场所的表面污染监测频次为每次实验结束后（出现放射性药物洒落应及时进行监测）。

② 日常监测项目：X- γ 辐射剂量率， α 、 β 表面污染水平。

③ 日常监测点位：X- γ 辐射剂量率监测点位为控制区和监督区所有工作人员和公众可能居留的有代表性的点位和存有放射性废物的装置/设备的外表面，至少包括场所外四周、上方和下方的人员可达位置、出入口门外。放射性表面污染监测点位为放射性核素操作台面、设备表面、墙壁和地面，放射性废物桶和包装袋表面，工作人员的手、皮肤暴露部分及工作服、手套、鞋、帽等。

监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗，要通过辐射安全与防护培训，监测仪器要按规定经计量部门检定合格，检定频率为 1 次/年。监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

如果场所辐射水平监测结果异常，应立即停止工作，及时查找原因，采取有效措施，及时消除辐射安全隐患，隐患未消除前不得继续开展辐射工作。

12.5 辐射事故应急

1、应急预案

公司根据《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与防护条例》等法律法规的要求，已制定《放射性突发事件应急处理预案》。一旦发生风险事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。应急预案内容应包括：

(1) 应急机构和职责分工； (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备； (3) 应急演习计划； (4) 辐射事故分级与应急响应措施； (5) 辐射事故调查、报告和处理程序。

应急预案主要内容如下：

（1）放射事件应急处理机构

成立放射性突发事件应急处理领导小组，组长和副组长由主管所领导和业务主管所领导单人，小组成员由办公室、后勤服务与基建保障中心、研究室和实验室中心主要负责人和相关人员担任。

（2）放射性突发事件应急处理程序

放射性突发事件发生后，由放射性突发事件应急处理领导小组决定放射性突发事件应急处理预案的启动，领导小组成员即时进入工作状态。

（3）放射性突发事件报告程序

实行放射性突发事件逐级报告制度，遇特大放射性突发事件，为及时抢救的需要，可越级报告。

发生辐射事故应及时报告当地环境保护部门、公安部门和卫生部门。辐射事故发生后在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》报以上有关部门。

本项目采取以上风险防范措施，严格按照相关法律法规的要求进行管理，定期演练事故应急预案，对发现的问题及时整改，可使本项目环境风险降至最低。

2、人员培训和演习计划

现有工程运营至今，没有发生过辐射安全事故，公司在安全生产月、每季度按照《放射性突发事件应急处理预案》进行桌面演练，每年进行实地演练。职业辐射工作人员均已参加了辐射安全与防护培训并取得了辐射安全培训合格证书，如果需要重新配置职业辐射工作人员及后续科研人员，应保证所有职业辐射工作人员持证上岗；通过辐射安全培训考核的人员，应当每 5 年接受一次再培训的要求，按时进行再培训考核。

表 13 结论与建议

13.1 结论

1、项目概况

军科正源同位素实验扩建项目位于防城港市防城区云朗科技园内，利用现有大分子同位素平台实验室，外购核素（ ^{177}Lu 、 ^{225}Ac ），采用放射性同位素示踪的方法进行分析评价服务；对核药（含核素 ^{177}Lu 、 ^{225}Ac 、 ^{131}I 、 ^{89}Zr 、 ^{32}P 、 ^{35}S ）的临床 PK 与生物标志物进行定量、定性及相关参数分析，为疾病诊断、治疗效果评估及剂量优化提供依据；分析中使用的仪器需要用核素（ ^{129}I 、 ^{226}Ra ）进行校准，扩建后日等效最大操作量为 $1.63\text{E}+08\text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射源应用项目。项目总投资 200 万元，其中环保投资 20 万元，占总投资的 12.5%。

2、实践的正当性分析

本项目的开展，对工作人员和公众的外照射引起的年有效剂量低于根据最优化原则设置的项目约束值，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“实践的正当性”要求。

3、产业政策符合性

本项目属生物医药技术研发设施建设项目，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“第一类鼓励类，六、核能 4、核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发”，本项目属于国家鼓励类项目，因此，本项目与国家产业政策相符。

4、选址合理性

项目选址于云朗科技园 3 号楼第一层西部，上方楼层为办公室，同位素实验室内部将操作区与等待区进行分隔，实际操作室距走廊 15m，实验室门口设有警示标识，项目产生的固废有专门的存储场所，实验室内部空间较大，布局较为合理，能够满足实验操作要求。因此，本项目选址是合理可行的。

5、辐射环境影响现状评价

评价项目的场所及所在楼区域 X-γ 辐射剂量率本底监测结果范围为

64.5~159.8 nGy/h，处于广西壮族自治区环境天然辐射水平范围之内。

6、人员年有效剂量评价

从偏保守角度考虑，预计采取辐射防护措施后辐射工作人员受照的年有效剂量最大为 1.58E-01 mSv，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于剂量限制的要求，同时符合职业人员年剂量管理约束值（5mSv）的要求。

7、辐射环境管理制度

- (1) 公司已成立了辐射安全领导小组。
- (2) 公司需完善相应的管理制度，包括操作规程、岗位职责、人员培训、监测方案、辐射事故应急预案等。
- (3) 所有从事辐射工作的人员需进行辐射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。
- (4) 所有辐射工作人员均应进行个人剂量的监测，并建立个人档案，每年进行一次健康体检。

综上所述，军科正源（广西）生物医药科技有限公司同位素实验室扩建项目在切实落实报告中提出的各项辐射环境管理、辐射防护等措施后，项目正常运行对周围环境产生的辐射影响，在国家允许的标准范围内，符合环境保护的要求。因此，从辐射环境保护的角度分析认为本项目建设可行。

13.2 承诺

- (1) 不断加强辐射安全管理工作，进一步完善辐射安全管理规章制度。不断提高实验室运行管理水平，尽可能减少放射性废物产生量。
- (2) 按照环评报告及审批要求，按规章制度进行操作，并妥善收集和处理放射性废物。
- (3) 加强辐射工作人员管理，对新增和需再培训的辐射工作人员进行辐射防护培训。
- (4) 及时办理辐射安全许可证变更手续。项目运行三个月内，自行组织竣工环保验收，并接受生态环境部门的监督检查。
- (5) 按《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（生态环境部

18号令)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。

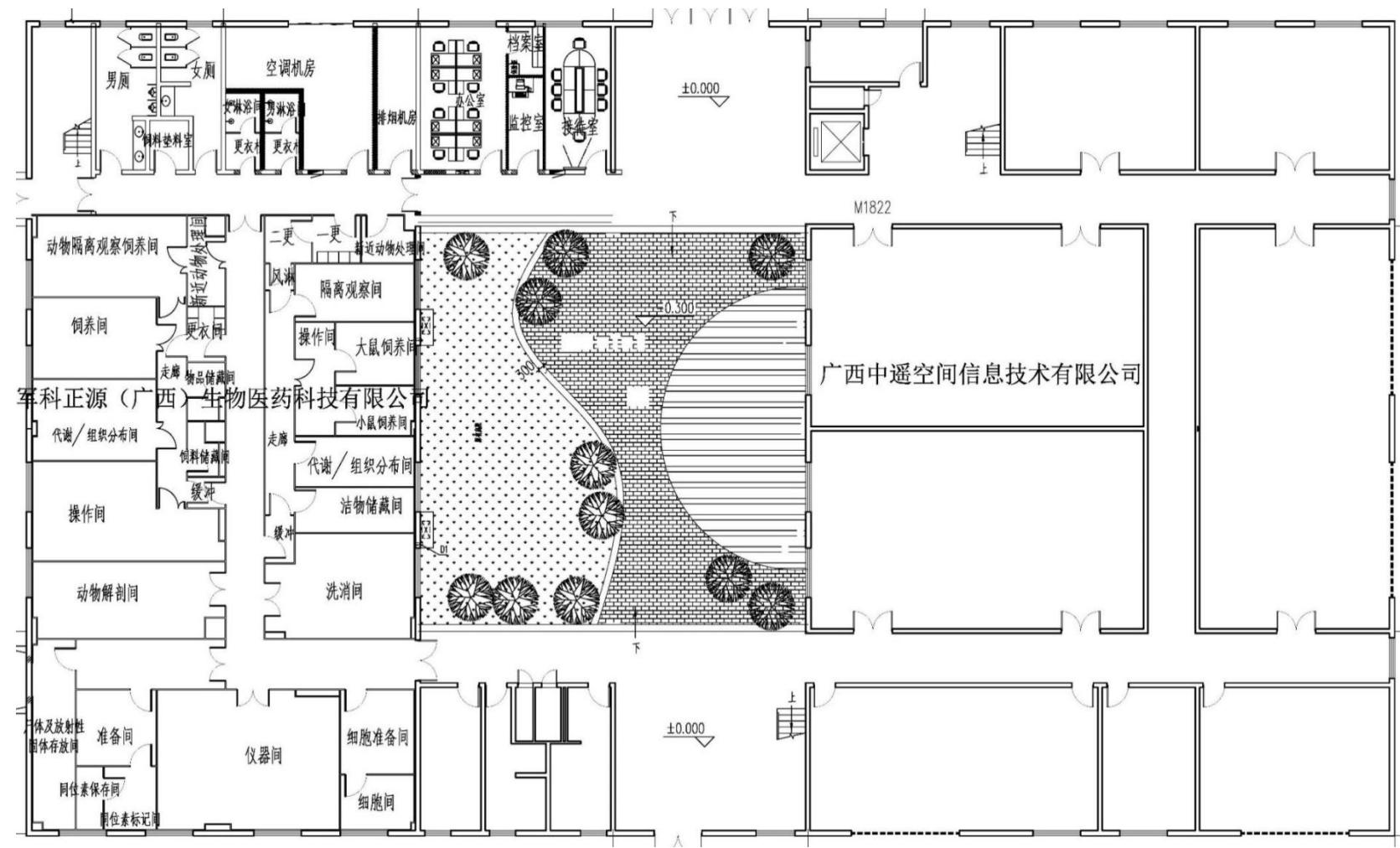
表 14 审批

下一级环保部门预审意见:	公章
经办人: 年 月 日	
审批意见:	公章
经办人: 年 月 日	

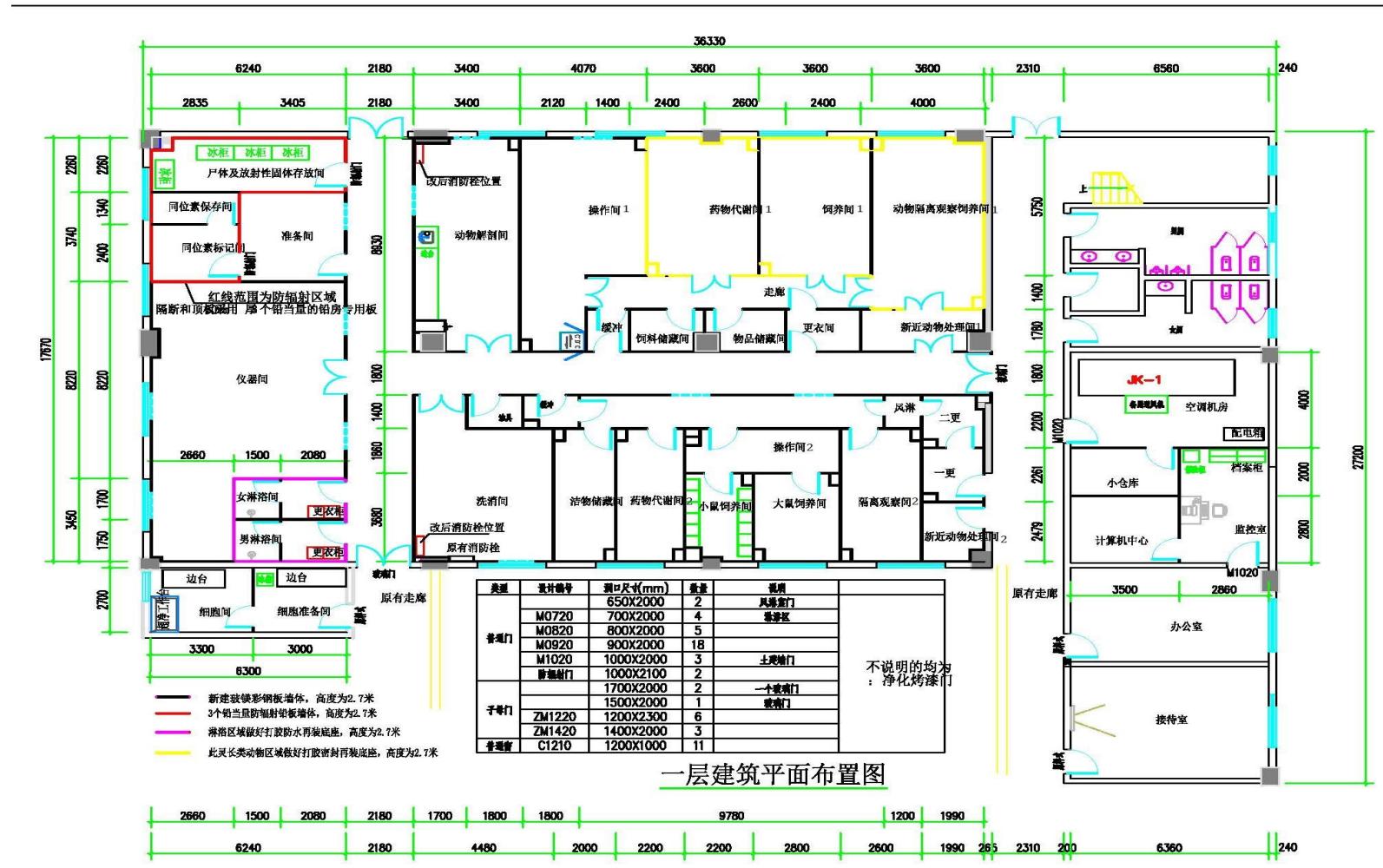
附图 1 地理位置图



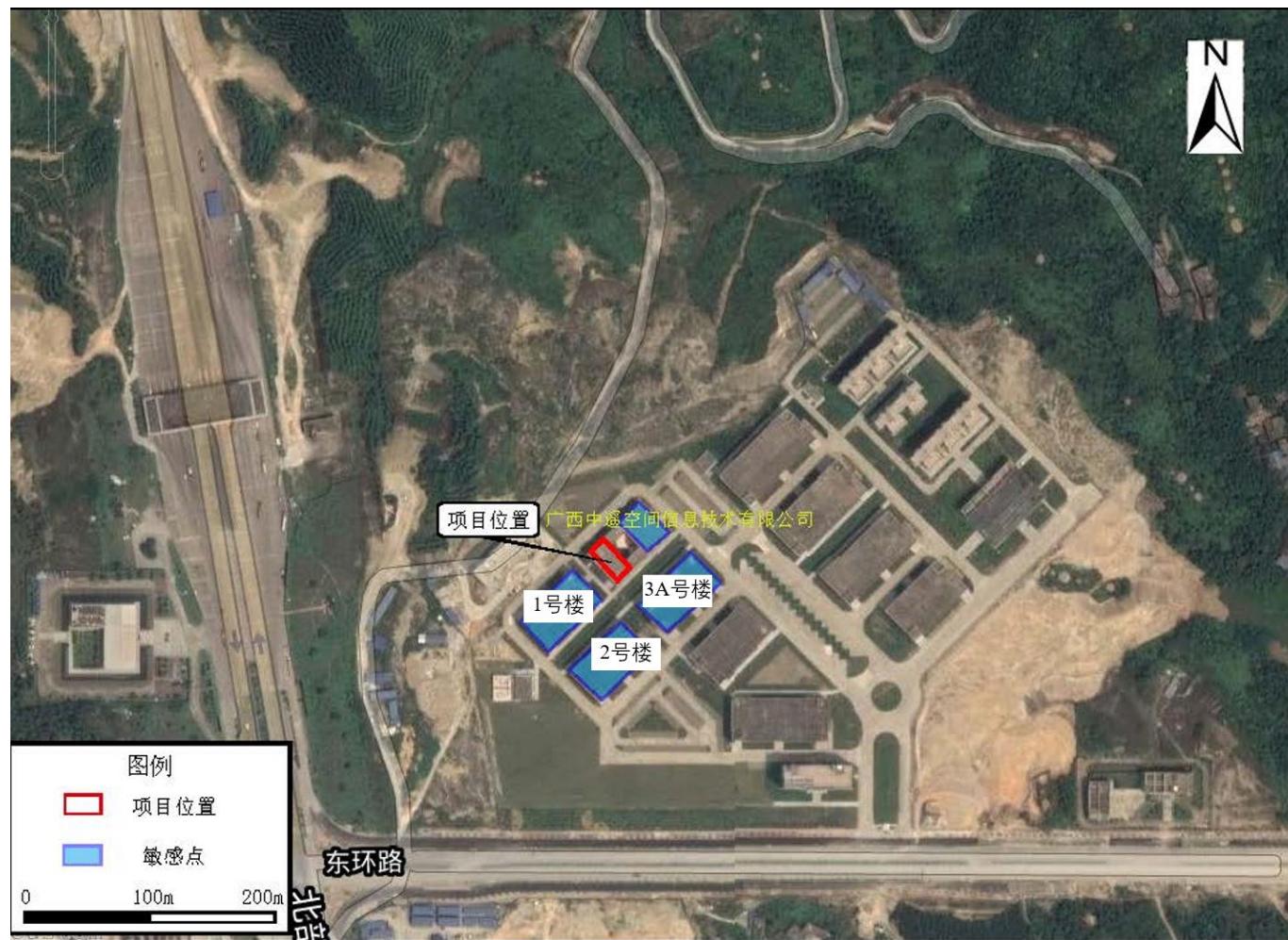
附图 2 所在楼层平面图



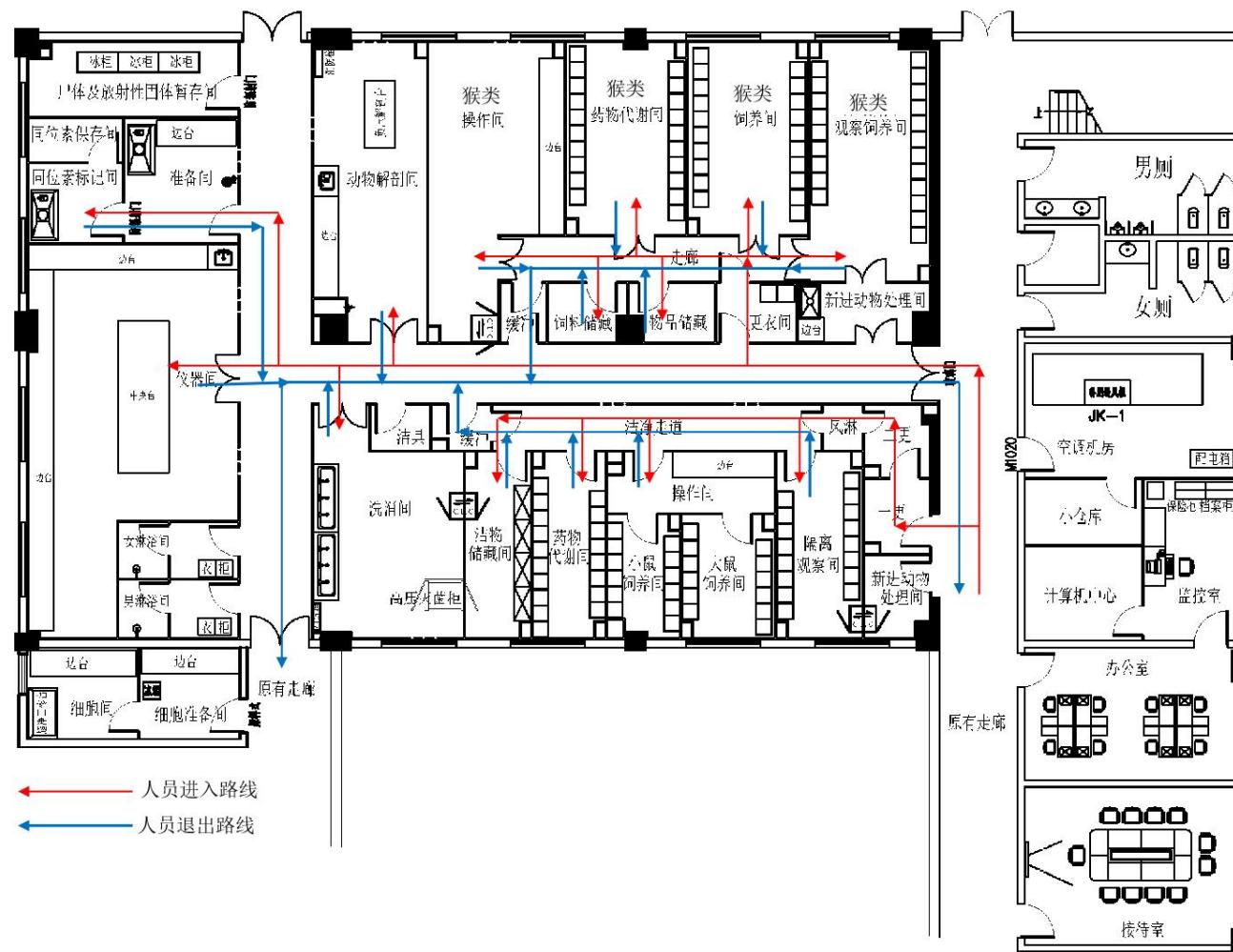
附图 3 项目所在楼层平面布置图



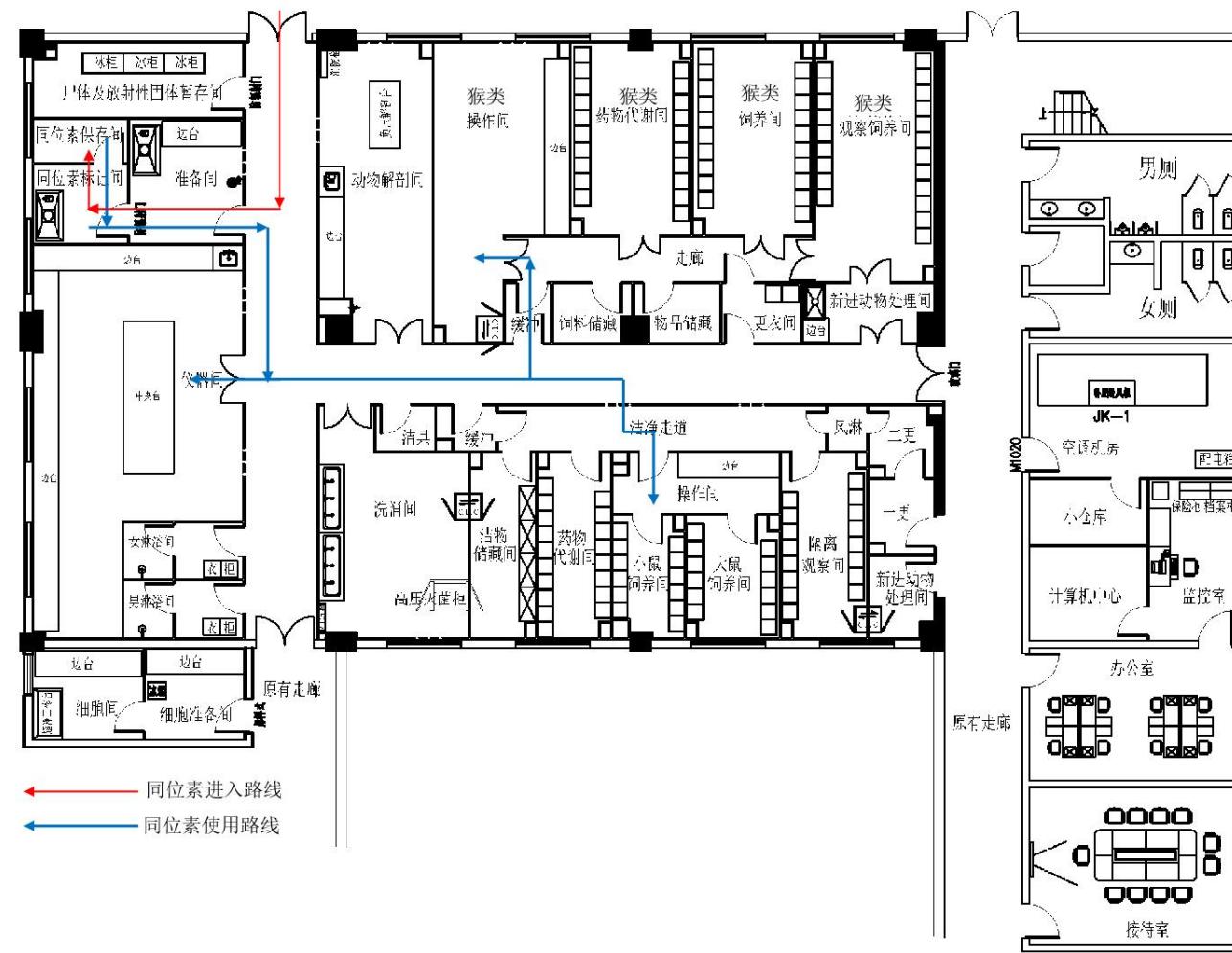
附图 4 项目周边环境示意图



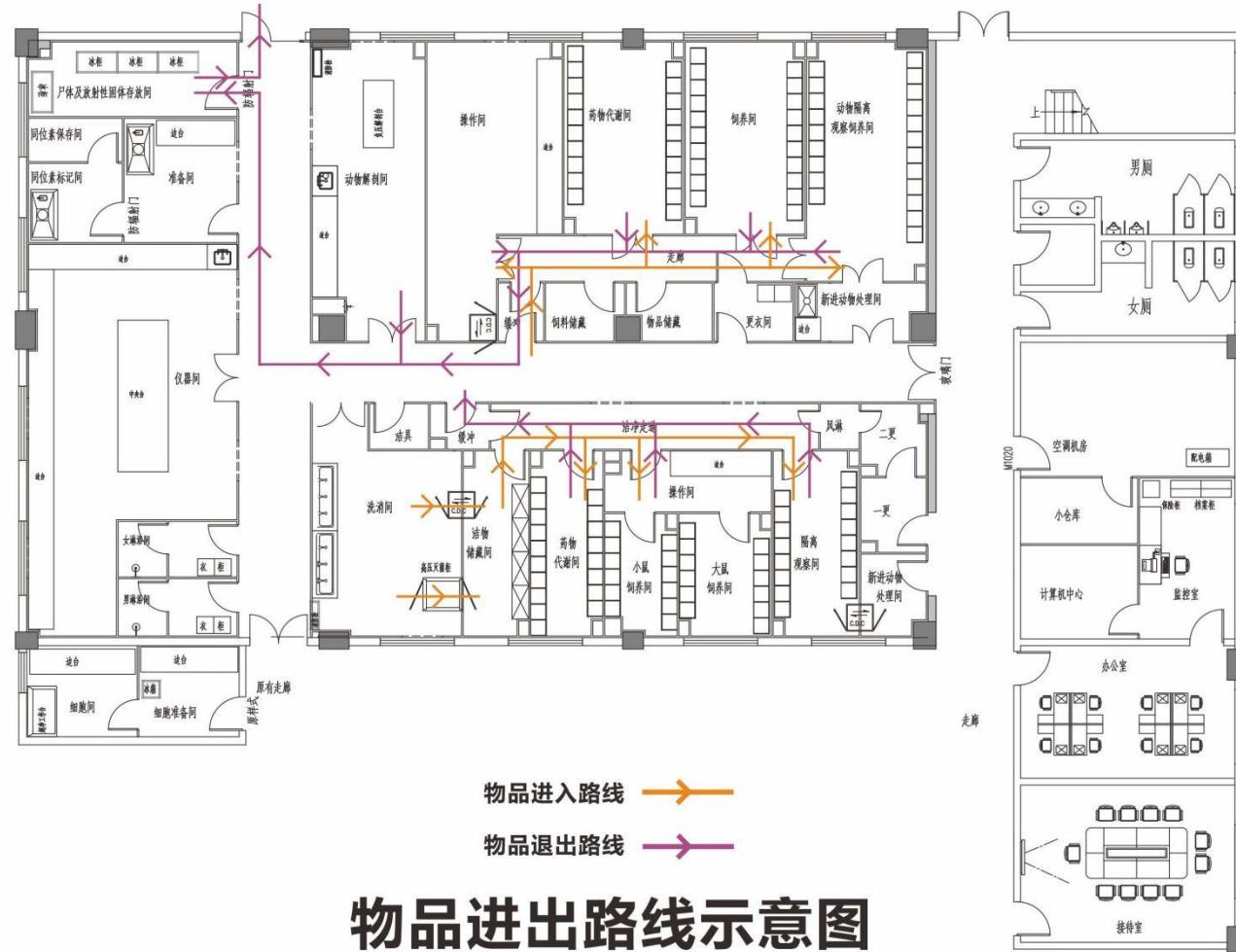
附图 5 人员进出路线图



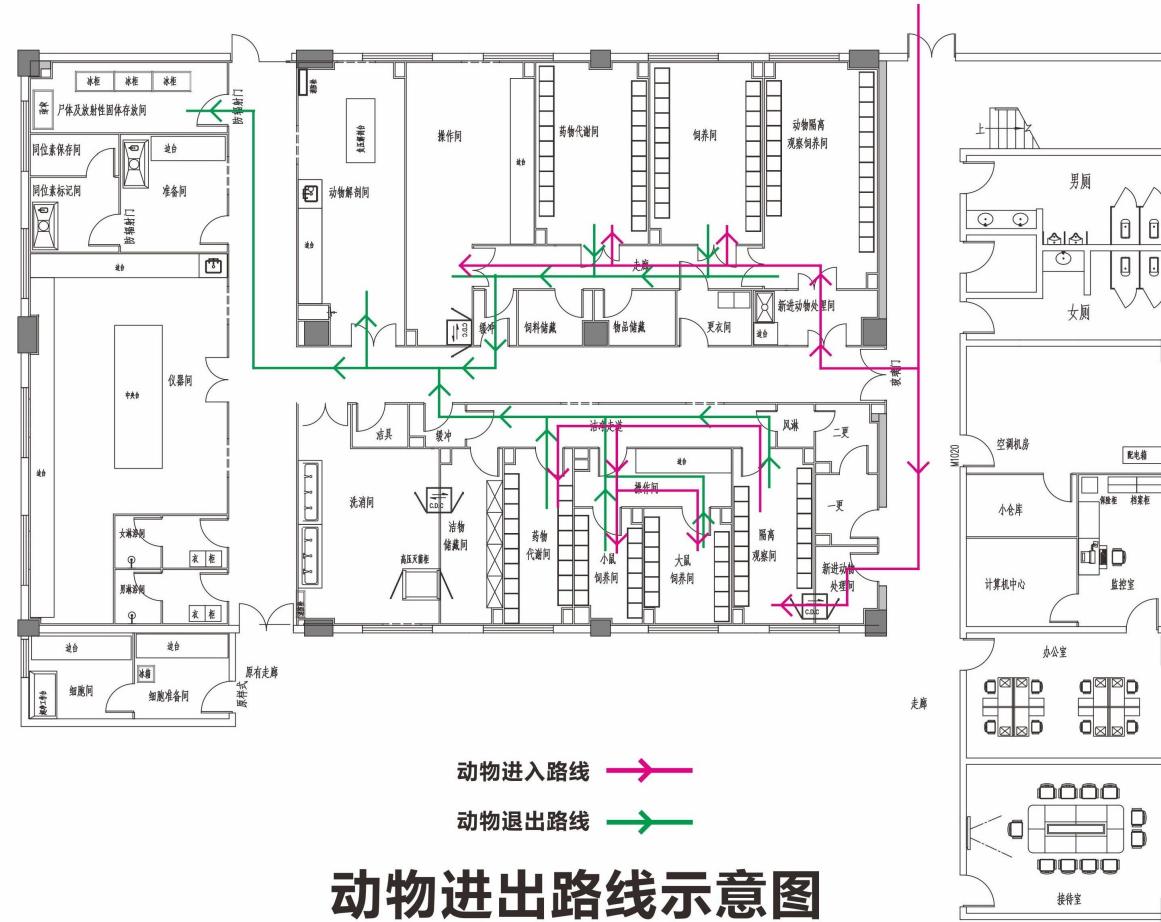
附图 6 同位素进出路线图



附图 7 物品进出路线图



附图 8 动物进出路线图



委托书

核工业北京化工冶金研究院：

我单位放射性同位素实验扩建项目，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》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》等有关法律法规要求，委托贵单位编制该项目环境影响报告表。

委托单位：军科正源（广西）生物医药科技有限公司

委托日期：2025年11月20日





辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：军科正源（广西）生物医药科技有限公司

统一社会信用代码：91450600MA5N7GP24P

地址：防城港市防城区云朗科技园3号楼一层

法定代表人：赵太云

证书编号：桂环辐证[P0496]

种类和范围：使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所（具体范围详见副本）。

有效期至：2030年03月19日



发证机关：广西壮族自治区生态环境厅



发证日期：2025年03月20日



辐射安全许可证

(副本)



中华人民共和国生态环境部监制



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	军科正源（广西）生物医药科技有限公司		
统一社会信用代码	91450600MA5N7GP24P		
地 址	防城港市防城区云朗科技园 3 号楼一层		
法定代表人	姓 名	赵太云	联系方式 13581552625
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	标记实验室、操作间、代谢间	广西壮族自治区防城港市防城区云朗科技园 3 号楼一层	严清梅
证书编号	桂环辐证[P0496]		
有效期至	2030 年 03 月 19 日		
发证机关	广西壮族自治区生态环境厅 (盖章)		
发证日期	2025 年 03 月 20 日		



(一) 放射源

证书编号: 桂环辐证[P0496]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动 场所名称	核素	类别	活动 种类	总活度(贝可)/ 活度(贝可) × 枚数	编码	出厂活度 (贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请 单位
此页无内容												



(二) 非密封放射性物质

证书编号: 桂环辐证[P0496]

序号	活动种类和范围									备注	
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请单位	监管部门
1	标记实验室、操作间、代谢间	乙级	F-18	液态	使用	放射性同位素示踪	1.11E+8	1.11E+6	1.11E+10		
2			I-125	液态	使用	放射性同位素示踪	1.48E+9	1.48E+8	1.48E+11		
3			Tc-99m	液态	使用	放射性同位素示踪	1.11E+8	1.11E+6	1.11E+10		
4			S-35	液态	使用	放射性同位素示踪	7.40E+7	7.40E+6	7.40E+9		
5			P-32	液态	使用	放射性同位素示踪	7.40E+7	7.40E+6	7.40E+9		
6			I-131	液态	使用	放射性同位素示踪	1.85E+8	1.85E+7	1.85E+10		



(二) 非密封放射性物质

证书编号：桂环辐证[P0496]

序号	活动种类和范围								备注		
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请单位	监管部门
7			Zr-89	液态	使用	放射性同位素示踪	3.70E+8	3.70E+7	3.70E+10		



(三) 射线装置

证书编号: 桂环辐证[P0496]

序号	活动种类和范围					使用台账					备注	
	辐射活动 场所名称	装置分类名称	类别	活动 种类	数量/台 (套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数 (最大)	生产厂家	申请 单位	监管 部门
此页无内容												



(四) 许可证条件

证书编号：桂环辐证[P0496]

此页无内容





(五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号: 桂环辐证[P0496]

序号	业务类型	批准时间	内容事由	申领、变更和延续前许可证号
1	延续	2025-03-20	原辐射安全许可证将于2025年4月17日到期, 办理许可证延续	桂环辐证[P0496]
2	申请	2020-04-17	申请, 批准时间: 2020-04-17	桂环辐证[P0496]



(六) 附件和附图

证书编号: 桂环辐证[P0496]



广西壮族自治区生态环境厅文件

桂环审〔2019〕241号

广西壮族自治区生态环境厅关于军科正源（广西）生物医药科技有限公司同位素实验设施项目环境影响报告表的批复

军科正源（广西）生物医药科技有限公司：

《军科正源（广西）生物医药科技有限公司同位素实验设施项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）[项目代码：2019-450603-75-03-018161]及其报批申请等有关材料收悉。经研究，批复如下：

一、军科正源（广西）生物医药科技有限公司（以下简称公司）位于防城港市防城区云朗科技园3号楼。公司拟在一层实验室

建设同位素实验设施项目，采用同位素示踪技术，针对国产药品进行药代动力学分析。公司每年计划使用磷-32、硫-35、碘-125、碘-131、锆-89、锝-99m和氟-18共7种放射性同位素（详见附件）开展10个同位素药物示踪实验项目，工作场所属于乙级非密封源工作场所。项目对环境的影响主要是使用放射性同位素时产生的电离辐射。

项目属新建项目，总投资400万元，其中环保投资33万元，占总投资的8.25%。

二、《报告表》依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）确定辐射工作人员和公众所受年剂量管理约束值分别为5毫希伏和0.25毫希伏。通过现场监测和模式估算，项目在落实《报告表》提出的各项环境保护措施后，辐射工作人员和公众受照射所致附加年有效剂量均不会超过《报告表》确定的剂量管理约束值，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。

项目在落实《报告表》提出的各项环境保护措施和下列重点工作后，可以满足国家环境保护相关法规和标准的要求。因此，我厅同意你单位按《报告表》所列的项目使用地点、技术参数、数量以及辐射安全管理措施进行项目建设。

三、项目重点做好以下环境保护工作：

（一）放射性同位素应用场所，必须实行分区管理，严格按照规定设置放射性警示标志和工作指示灯，张贴有关标识；

(二) 严格采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏等措施，确保放射性同位素和辐射环境安全；

(三) 指定单位辐射安全负责人、配备管理人员和必要的监测仪器设备；

(四) 制定完善的放射性同位素安全保卫制度、操作规程、事故应急预案和环境监测方案等，建立单位放射性同位素台帐；

(五) 严格按要求开展环境监测、个人剂量监测工作，建立工作人员健康档案；

(六) 按规定做好辐射工作人员的辐射安全与防护培训。

四、按规定程序向我厅申请辐射安全许可。

五、本批复文件自批准之日起满5年，项目方开工建设的，其环境影响评价文件应当报我厅重新审核。项目使用地点、技术参数、数量及辐射安全管理措施发生重大变动，超出本次环境影响评价范围时，须重新报批项目的环境影响评价文件。

六、按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》要求，项目竣工后尽快开展竣工验收。

七、你单位在接到本批复20日内，将批准后的《报告表》送达防城港市生态环境局。

八、你单位须接受各级生态环境主管部门依法进行的辐射安全监督检查。

九、请防城港市生态环境局做好该项目辐射安全的日常监督检查工作。

附件：军科正源（广西）生物医药科技有限公司军科正源（广西）同位素实验设施项目一览表



(信息是否公开：主动公开)

附件

军科正源（广西）生物医药科技有限公司
军科正源（广西）同位素实验室设施项目一览表

序号	核素名称	活动种类	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	场所分级	用途	使用场所
1	磷-32	使用	7.40E+06	7.40E+09		示踪	防城港市
2	硫-35	使用	7.40E+06	7.40E+09		示踪	防城区云
3	碘-125	使用	1.48E+08	1.48E+11		示踪	朗科技园
4	碘-131	使用	1.85E+07	1.85E+10	乙级	示踪	3#楼一层
5	锆-89	使用	3.70E+07	3.70E+10		示踪	实验室
6	锝-99m	使用	1.11E+06	1.11E+10		示踪	
7	氟-18	使用	1.11E+06	1.11E+10		示踪	

抄送：核工业北京化工冶金研究院，防城港市生态环境局。

广西壮族自治区生态环境厅办公室

2019年7月10日印发

同位素实验设施项目 竣工环境保护验收意见

2021年7月24日，根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等有关规定，建设军科正源（广西）生物医药科技有限公司成立了同位素实验设施项目竣工环境保护验收工作组。验收工作组由建设单位军科正源（广西）生物医药科技有限公司和2名特邀专家组成（名单附后）。验收组检查了本项目环境保护执行情况并查看了竣工环境保护验收报告，经认真讨论形成验收意见如下：

一、工程建设基本情况

1、建设地点、规模、主要建设内容

同位素实验设施项目属新建项目，项目位于南广西防城港市防城区云朗科技园3号楼一层，本项目为分阶段验收，本次验收为第一阶段验收，验收内容为公司使用¹²⁵I放射性核素开展同位素药物示踪实验项目，¹²⁵I年最大操作量活度为 1.48×10^8 贝克，日等效操作活度为 1.48×10^{11} 贝克，为乙级非密封放射性物质工作场所。

2、建设过程及环保审批情况

2019年5月，军科正源（广西）生物医药科技有限公司委托核工业北京化工冶金研究院对同位素实验设施项目进行了辐射环境影响评价，编制完成了《军科正源（广西）生物医药科技有限公司同位素实验设施项目环境影响报告表》；该项目于2019年7月10日取得原广西壮族自治区环境保护厅的批复，批复文号为桂环审（2019）241号。

2020年4月17日，同位素实验设施项目获得广西壮族自治区生态环境厅许可，辐射安全许可证证书编号为桂环辐证[P0496]，许可种类和范围为使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，有效期至2025年04月16日。

同位素实验设施项目于2019年11月27日开工建设，2020年05月竣工，2020年07月27日正式投入试运行。

3、环保投资

项目总投资500万元。其中环保投资为37.5万元，环保投资占项目总投资的7.50%。

4、验收范围

项目分期验收，本次为第一期验收，仅对使用¹²⁵I放射性核素开展同位素药物示踪实验项目进行验收。

二、工程变动情况

项目与环境影响报告表及其环评批复相比，项目实际建设地点、生产工艺和环境保护措施与环评阶段一致，不属于重大变动。目前未使用³²P、³⁵S、¹³¹I、⁸⁹Zr、^{99m}Tc、¹⁸F 6种放射性核素开展同位素药物示踪实验项目，本次项目验收仅使用

¹²⁵I 放射性核素开展同位素药物示踪实验项目进行验收。

三、环境保护设施落实情况

1、废水

公司同位素实验应用项目正常开展情况，放射性废水主要来自工作人员操作过程中清洗室内工作台和一些重复使用的医疗器械带有微量放射性溶液的清洗水；注射放射性药剂后动物的排泄物及笼具清洗水；放射性废液来自购置未用完的放射性药剂。放射性废水通过专用管道排入6个并联的蓄水池，储存衰变，采用槽式达标排放，每个池的废水至少可以存放衰变2年以上时间，并经检测合格后排入园区废水处理系统。

2、废气

项目同位素实验室所涉及的同位素操作均是一些简单的湿法操作，正常工作情况下不会造成工作环境的空气污染，假设由于操作失误，放射性同位素泼洒在工作台面或地面，可能会有部分同位素挥发（通常小于1%）进入空气中，然后随通风橱排到室外，通风橱排风管道内安装一套过滤吸附（活性炭）装置，微量的放射性废气经过排风系统经高于楼面排放。

3、固体废物

本项目中¹²⁵I 放射性核素用于动物同位素实验，实验过程中产生的放射性固体废物主要包括沾有放射性物质的试验手套、过滤滤纸、擦拭废纸、闪烁杯、吸头、试管、注射器、失效后的活性炭装置等以及同位素实验产生的动物尸体。项目实验产生的针头、废弃移液管、试验手套及过滤滤纸、擦拭废纸、闪烁杯等普通医疗废物垃圾，通过真空压缩机压缩保存在医疗废物保存袋中，暂存于公司固定的废物暂存间，符合清洁解控要求后，委托防城港市环境卫生管理处上门清运处置；受药后的动物尸体暂存于动物尸体和放射性废物暂存间的冰箱内冰冻暂存衰变，直至符合清洁解控要求时，按普通实验动物尸体废物处置；失效后活性炭装置暂存于放射性固体废物暂存间内衰变，放射性核素活度浓度小于或等于清洁解控水平推荐值后，按一般废物处理。

4、辐射

本次验收的乙级非密封放射性物质工作场所已按相关标准的要求进行建设完成。

5、其他环境保护设施

本项目按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求设置监督区与控制区，进行分区管理，辐射安全系统包括警示标识、状态警示灯、钥匙联锁等，并配备了相应的辐射防护用品。

四、环境保护设施调试效果

1、废水

公司同位素实验应用项目正常开展情况，放射性废水主要来自工作人员操作过程中清洗室内工作台和一些重复使用的医疗器械带有微量放射性溶液的清洗

水；注射放射性药剂后动物的排泄物及笼具清洗水；放射性废液来自购置未用完的放射性药剂。放射性废水通过专用管道排入6个并联的蓄水池，储存衰变，采用槽式达标排放，每个池的废水至少可以存放衰变2年以上时间，并经检测合格后排入园区废水处理系统，对环境影响较小。

2、废气

项目同位素实验室所涉及的同位素操作均是一些简单的湿法操作，正常工作情况下不会造成工作环境的空气污染，假设由于操作失误，放射性同位素泼洒在工作台面或地面，可能会有部分同位素挥发（通常小于1%）进入空气中，然后随通风橱排到室外，通风橱排风管道内安装一套过滤吸附（活性炭）装置，微量的放射性废气经过排风系统经高于楼面排放，对环境影响较小。

3、固体废物

本项目中¹²⁵I放射性核素用于动物同位素实验，实验过程中产生的放射性固体废物主要包括沾有放射性物质的试验手套、过滤滤纸、擦拭废纸、闪烁杯、吸头、试管、注射器、失效后的活性炭装置等以及同位素实验产生的动物尸体。项目实验产生的针头、废弃移液管、试验手套及过滤滤纸、擦拭废纸、闪烁杯等普通医疗废物垃圾，通过真空压缩机压缩保存在医疗废物保存袋中，暂存于公司固定的废物暂存间，符合清洁解控要求后，委托防城港市环境卫生管理处上门清运处置；受药后的动物尸体暂存于动物尸体和放射性废物暂存间的冰箱内冰冻暂存衰变，直至符合清洁解控要求时，按普通实验动物尸体废物处置；失效后活性炭装置暂存于放射性固体废物暂存间内衰变，放射性核素活度浓度小于或等于清洁解控水平推荐值后，按一般废物处理。

4、辐射防护

监测结果表明，同位素实验设施项目使用¹²⁵I放射性核素开展同位素示踪实验情况下，辐射工作人员所受附加年有效剂量最大值为0.18mSv、公众所受附加年有效剂量最大值为0.24mSv，监测点位β表面污染最大值为0.69Bq/cm²，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

五、工程建设对环境影响

根据监测结果，项目周边辐射环境达到验收执行标准。

六、建设单位需要完善的地方

严格落实各项辐射防护制度，做好人员辐射防护受照剂量监督和年度个人受照计量检测。

七、验收意见

项目落实了环评报告表及环评批复所提出要求已基本落实，在辐射安全管理方面能较好遵守国家有关法律法规，完善了相关辐射安全和防护管理制度，建立了放射工作人员健康档案和个人剂量档案，辐射工作场所采取了有效的防护措施，配备了必要的辐射防护用品，验收资料基本齐全，监测数据可靠，一致同意通过竣工环境保护验收（名单附后）。

军科正源（广西）生物医药科技有限公司

2021年7月24日



附件4

附件 2：相关制度

辐射安全管理制度

第一章 总则

第一条 为加强放射性同位素放射防护的监督管理，保证科研工作顺利进行，保障从事放射工作的人员和公众的健康与安全，保护环境，根据国务院《放射性同位素与射线装置防护条例》等相关法规，结合我公司实际，制定本办法。

第二条 本办法所称放射性同位素是指某种发生放射性衰变的元素中具有相同原子序数但质量不同的核素，主要为非密封放射性物质。非密封放射性物质，是指非永久密封在包壳里或者紧密地固结在覆盖层里的放射性物质。

第二章 放射防护职责

第三条 放射性同位素放射防护实行公司负责制。公司成立由分管实验室(安全)工作的领导任组长的辐射安全领导小组，负责日常管理。协同设备与实验室管理、保卫部门进行放射性同位素放射防护的管理。

第四条 应由公司领导负责，并落实一名以上具体的管理人员。任何放射性同位素的购置、存放、使用、维护、处置等都要有专人负责，要求落实责任，明确分工，互相配合。

第五条 放射防护管理人员要宣传、贯彻、执行国家和公司有关放射防护管理的法规、制度，全面了解掌握本单位放射性同位素的详细台账，做到帐、卡、物相一致。

第三章 放射防护管理

第六条 因科研等工作需要从事放射性工作经公司同意，上报公司归口管理部门批准，并按照国家相关法律法规到省、市有关监督、管理部门申请登记，经批准后方可开展工作。

第七条 新建、改建、扩建放射工作场所的防护设施，必须经过有关职能部门审批，竣工后必须经有关部门验收同意，获得许可后方可启用。

第八条 由于工作任务改变，不再从事放射工作的实验室，要做好善后工作并将处理情况书面报告公司审查，实验室进行环境辐射监测合格后申请辐射工作

放射工作场所必须按规定佩带个人剂量计。个人剂量计每年至少送测四次。

第二十三条 不得安排未经职业健康检查的工作人员、有职业禁忌的职工、未成年工或者孕期、哺乳期女职工从事放射工作。

第二十四条 不得雇佣临时人员从事放射工作。

第二十五条 按照国家、省市及公司有关规定执行放射工作人员保健待遇。

第五章 放射事故处理

第二十六条 发生放射事故时，当事单位要立即采取防护措施，尽量减少和消除事故的危害，控制事故影响，保护事故现场，并立即同时报告设备与实验室管理处和保卫处，不得以任何借口瞒报、虚报、漏报和迟报，不得隐瞒事实。公司在二小时内向省、市有关职能部门报告。

第二十七条 对遭受或可能遭受放射损伤的工作人员，立即采取应急救援措施，及时进行救治、健康检查或医学观察。放射事故发生单位要负责赔偿受害者的经济损失和医疗检查治疗等费用，并支付处理事故的各种费用。

第二十八条 对放射事故发生单位及事故责任者，视事故情节轻重及后果严肃处理。构成犯罪的，由司法机关依法追事责任。

非密封放射性物质（放射性同位素）操作规程

- 1、使用放射性同位素时，必须了解该同位素的特性（射线类型，能量，半衰期）及强度防护措施，废物处理要求，预防发生意外事故。
- 2、进入放射性实验室，必须穿实验服和换工作鞋，建议戴工作帽和口罩，以及必要的个人防护用品。
- 3、操作放射性同位素时，必须谨慎小心，注意力集中，进行实验时，必须有计划有安排。
- 4、凡有放射性不适应症、重感冒和较大外伤时，按规定、经医生证明，不参加活性实验。
- 5、使用放射性同位素时，应在通风橱柜或指定的实验台面，可能受污染的工作面铺上吸水纸，并要随时检查，受污染时，立刻更换，操作应在铺有吸水纸的搪瓷盘中进行，凡有可能污染台面的器皿如移液管、搅拌棒等，不能直接放在台面上。
- 6、放射性同位素加热、浓缩要有加热设备，必须在通风柜中进行。加热严防暴沸溅出同位素，放射性溶液冷到室温后，才能移出通风柜。
- 7、凡盛有放射性溶液和洗涤酸液的容器，必须加盖防止酸气和放射性气体逸出。
- 8、操作放射性同位素时，在不影响实验结果的条件下，应该尽量少用或者重复使用。
- 9、操作 γ 放射性核素应用铅防护。操作 β 放射性核素应用有机玻璃防护。 α 放射性核素应在通风柜中操作，要十分注意 α 放射性污染皮肤和注入体内的可能性。放射性固体粉末，必须在密闭箱中操作。
- 10、使用离心机分离放射性同位素时，必须称量离心管及溶液重量（溶液最

放射废物处理方法

1、放射性废物

以下简称废物。系指在应用放射性核素的实践中产生的放射性比活度或放射性浓度超过国家规定值的液体、固体和气载废物。

2、放射性废液管理

①实验产生的放射性废液，应将废液放入专用储池中，短半衰期的放射性核素废液存放 10 个半衰期，经检验合格后排入下水道系统。如废液含长半衰期核素，可先固化，然后作固体废物处理，交由有资质单位上门处理。

②放射性废液的活度小于国标“可免于辐射防护监管的物料中放射性核素活度浓度（GB27742-2011）”的可作为非放射性废液处理。

3、固体废物的管理

①分类收集废物。

②供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射标志。

③污物桶放置点应避开工作人员作业和经常走动的地方。

④污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。

⑤废物袋或废物包、废物桶及其他存放废物的容器必须在显著位置标有废物类型、核素种类、比活度范围和存放日期的说明。

⑥内装注射器及碎玻璃等物品的废物袋应附加外套。

⑦GBq 量级以下且失去使用价值的废弃密封放射源必须在具备足够外照射屏蔽能力的设施里存放和待处理。

4、气载废物的管理

①放射性浓度小于或等于“公众导出空气浓度”DAC（公众）的气载废物为非

辐射安全事故发生应急预案

为了在辐射安全事故发生时能够准确掌握情况，正确决策，及时采取必要措施，减少事故造成的损失，防止事故造成的影响进一步扩大，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国职业病防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第449号令）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第18号令）和《国家突发环境事件应急预案》等有关规定，特制定本预案。

一、事故应急处理小组

公司成立辐射安全事故发生应急处理领导小组：

组长：陈方 电话：13810105861

副组长：赵太云 电话：13581552625

辐射安全事故发生应急处理小组的主要职责为：组织制定辐射事故应急预案及实施程序：

- 1、负责本公司的辐射事故应急准备日常工作，监督检查本公司的辐射事故应急准备工作。
- 2、在接到辐射安全事故发生报告后，立即启动应急预案。
- 3、做好现场决策、指挥和组织协调工作。
- 4、向公司相关部门汇报，配合相关部门进行环境检测、现场处理及事故调查等工作。
- 5、组织协调人员对伤员进行现场救助和临时护理，并及时运送伤员到相关专业医院进行进一步检查和救治。

种类、污染程度和污染范围、并采取措施尽快清除污染。污染被清除后，被污染现场须经检测达到安全水平，方可解除封锁。

4) 公司辐射安全事故应急处理小组配合环保、卫生、公安等部门调查事故原因。

2、放射性实验室火灾

1) 现场人员在确保自身能安全撤离的情况下，迅速切断电源、气源、移走放射源、压力容器等，并通知附近人员撤离。同时立即向公安消防部门报警，并报告公司消防应急小组组长、公司辐射安全事故应急处理小组成员。

2) 公司辐射安全事故应急处理小组在接到报告后立即启动应急预案，小组成员迅速到达事故现场，配合灭火和救护工作，采取必要措施尽量防止出现放射性核素泄露。若发现已发生泄露，则按放射性核素污染事故处理。

四、应急监测

应急小组负责组织辐射事故现场的应急监测工作，确定污染范围，提供监测数据，为辐射事故应急决策提供依据，污染严重且不能自行处理时，应尽快请求当地环保部门提供技术资源。

五、安全防护

应急小组应根据辐射事故的特点，配备相应的专业防护设备，采取安全防护措施。

六、应急响应终止

(1) 应急响应终止条件：符合下列条件之一的，可终止应急响应

①辐射事故现场得到有效控制，事故条件已经消除。

②辐射污染源的泄漏或释放已降至规定限值以内。

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



严清梅，女，1993年04月07日生，身份证证：450481199304072025，于202
3年08月参加 科研、生产及其他 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GX2300075

有效期：2023年08月03日至 2028年08月03日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



梁月童，女，1981年09月14日生，身份证证：450121198109144524，于2023年12月参加科研、生产及其他辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GX2300092

有效期：2023年12月08日至2028年12月08日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



蒙康华，男，1999年06月08日生，身份证号：450122199906087738，于2022年07月参加科研、生产及其他辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GX2300049

有效期：2022年07月11日至2027年07月11日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



王云霄，男，1998年09月14日生，身份证号：13112719980914003X，于2020年11月参加非医学其他辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS20GX1000131

有效期：2020年11月04日至2025年11月04日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



韦小梦，女，1999年02月02日生，身份证证：452731199902020326，于2022年07月参加科研、生产及其他辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GX2300042

有效期：2022年07月08日至2027年07月08日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



张宣茗，女，1999年10月05日生，身份证证：450602199910050120，于2023年12月参加科研、生产及其他辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GX2300093

有效期：2023年12月08日至2028年12月08日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



叶茂宁，男，1998年03月13日生，身份证号：450721199803137217，于2022年07月参加科研、生产及其他辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GX2300054

有效期：2022年07月11日至2027年07月11日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn



附件6

广西壮族自治区辐射环境监督管理站检测报告表(001)

广西壮族自治区辐射环境监督管理站

检 测 报 告

桂辐(剂量)字[2024]第372号

样品名称: 个人剂量计

受理编号: 桂P015-2024-01

委托单位: 军科正源(广西)生物医药科技有限公司

报告日期: 2024年05月08日

广西壮族自治区辐射环境监督管理站(盖章)



报告说明

- 1、本检测报告仅对受理样品负责。
- 2、报告无本站公章、骑缝章无效。
- 3、报告出具的数据涂改无效。
- 4、对监测报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向我站提出，逾期不予受理。

地 址： 广西南宁市青秀区蓉茉大道 80 号

邮 编： 530022

电 话： 0771-5786425

广西壮族自治区辐射环境监督管理站

检 测 报 告

样品受理编号: 桂 P015-2024-01

第 1 页 共 2 页

样品名称: 个人剂量计 送检单位: 军科正源(广西)生物医药科技有限公司
样品包装: 剂量计盒 受检单位: 军科正源(广西)生物医药科技有限公司
检测类别: 委托检测 受检人数: 10 人
收样日期: 2024.04.01 监测起止日期: 2024.01.01-2024.03.30(第 1 周期)
检测项目: X、 γ 射线个人剂量 探测器: 热释光剂量计(TLD)-圆片-LiF(Mg,Cu,P)
检测仪器名称: 微机热释光剂量仪 检测仪器型号/编号: FJ-427A1/136
检测依据: 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)

检测项目及结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴时间 (天)	个人剂量当量(mSv) $H_p(10)^{①②}$
桂 P015001	谭子琪	男	6C	2024.01.01	91	<MDL
桂 P015002	王云霄	男	6C	2024.01.01	91	<MDL
桂 P015003	梁月童	女	6C	2024.01.01	91	<MDL
桂 P015004	龙熠	男	6C	2024.01.01	91	<MDL
桂 P015005	马健耀	男	6C	2024.01.01	91	5.74E-02
桂 P015006	韦小梦	女	6C	2024.01.01	91	<MDL
桂 P015007	蒙康华	男	6C	2024.01.01	91	<MDL

桂P015008 马 轩 男 6C 2024.01.01 91 <MDL

桂P015009 张宣茗 女 6C 2024.01.01 91 <MDL

桂P015010 / / / 2024.01.01 91 <MDL

(以下空白)

注: ①最低探测水平(MDL)为5.26E-02mSv;

②本周期的剂量调查水平参考值为1.25mSv, 凡是检测结果≥1.25mSv的均需调查。

(本检测报告仅对本次受理样品负责)

检测人: 马 轩

审核人: 张宣茗

最终审核日期: 2024年05月08日



广西壮族自治区辐射环境监督管理站(盖章)

广西壮族自治区辐射环境监督管理站

检 测 报 告

桂辐（剂量）字[2024]第 536 号

样品名称: 个人剂量计

受理编号: 桂 P015-2024-02

委托单位: 军科正源（广西）生物医药科技有限公司

报告日期: 2024 年 07 月 17 日

广西壮族自治区辐射环境监督管理站 (盖 章)

报告说明

- 1、本检测报告仅对受理样品负责。
- 2、报告无本站公章、骑缝章无效。
- 3、报告出具的数据涂改无效。
- 4、对监测报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向我站提出，逾期不予受理。

地 址： 广西南宁市青秀区蓉茉大道 80 号

邮 编： 530022

电 话： 0771-5786425

广西壮族自治区辐射环境监督管理站
检 测 报 告

样品受理编号: 桂 P015-2024-02

第 1 页 共 2 页

样品名称: 个人剂量计 送检单位: 军科正源(广西)生物医药科技有限公司
样品包装: 剂量计盒 受检单位: 军科正源(广西)生物医药科技有限公司
检测类别: 委托检测 受检人数: 8 人
收样日期: 2024.07.01 监测起止日期: 2024.04.01-2024.06.30(第 2 周期)
检测项目: X、 γ 射线个人剂量 探测器: 热释光剂量计(TLD)-圆片-LiF(Mg,Cu,P)
检测仪器名称: 微机热释光剂量仪 检测仪器型号/编号: FJ-427A1/136

检测依据: 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)

检测项目及结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴时间 (天)	个人剂量当量(mSv) $H_p(10)$
桂 P015001	谭子琪	男	6C	2024.04.01	91	<MDL
桂 P015002	王云霄	男	6C	2024.04.01	91	<MDL
桂 P015003	梁月童	女	6C	2024.04.01	91	<MDL
桂 P015004	张宣茗	女	6C	2024.04.01	91	<MDL
桂 P015005	马健耀	男	6C	2024.04.01	91	<MDL
桂 P015006	韦小梦	女	6C	2024.04.01	91	<MDL
桂 P015007	蒙康华	男	6C	2024.04.01	91	4.45E-02



桂 P015008 马 轩 男 6C 2024.04.01 91 7.49E-02

(以下空白)

注: ①最低探测水平 (MDL) 为 3.13E-02mSv;
②本周期的剂量调查水平参考值为 1.25mSv, 凡是检测结果 $\geq 1.25\text{mSv}$ 的均需调查。

(本检测报告仅对本次受理样品负责)

检测人: 马 轩

审核人: 审核

签发人: 行政科

最终审核日期: 2024 年 07 月 17 日

广西壮族自治区辐射环境监督管理站 (盖章)

广西壮族自治区辐射环境监督管理站

检 测 报 告

桂辐（剂量）字[2024]第 719 号

样品名称: 个人剂量计

受理编号: 桂 P015-2024-03

委托单位: 军科正源（广西）生物医药科技有限公司

报告日期: 2024 年 10 月 21 日

广西壮族自治区辐射环境监督管理站（盖 章）



报告说明

- 1、本检测报告仅对受理样品负责。
- 2、报告无本站公章、骑缝章无效。
- 3、报告出具的数据涂改无效。
- 4、对监测报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向我站提出，逾期不予受理。

地 址： 广西南宁市青秀区蓉茉大道 80 号

邮 编： 530022

电 话： 0771-5786425

广西壮族自治区辐射环境监督管理站
检 测 报 告

样品受理编号:桂 P015-2024-03

第 1 页 共 2 页

样品名称:个人剂量计 送检单位:军科正源(广西)生物医药科技有限公司
样品包装:剂量计盒 受检单位:军科正源(广西)生物医药科技有限公司
检测类别:委托检测 受检人数:8人
收样日期:2024.10.08 监测起止日期:2024.07.01-2024.09.29(第3周期)
检测项目:X、 γ 射线个人剂量 探测器:热释光剂量计(TLD)-圆片-LiF(Mg,Cu,P)
检测仪器名称:微机热释光剂量仪 检测仪器型号/编号:FJ-427A1/136

检测依据:《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)

检测项目及结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴起始日期	佩戴时间(天)	个人剂量当量(mSv) $H_p(10)^{①②}$
桂 P015001	谭子琪	男	6C	2024.07.01	90	<MDL
桂 P015002	王云霄	男	6C	2024.07.01	90	<MDL
桂 P015003	梁月童	女	6C	2024.07.01	90	<MDL
桂 P015004	张宣茗	女	6C	2024.07.01	90	<MDL
桂 P015005	马健耀	男	6C	2024.07.01	90	<MDL
桂 P015006	韦小梦	女	6C	2024.07.01	90	<MDL
桂 P015007	蒙康华	男	6C	2024.07.01	90	<MDL

桂 P015008 马 轩 男 6C 2024.07.01 90 <MDL

(以下空白)

注: ①最低探测水平 (MDL) 为 3.46E-02mSv;
②本周期的剂量调查水平参考值为 1.25mSv, 凡是检测结果 \geq 1.25mSv 的均需调查。

(本检测报告仅对本次受理样品负责)

检测人: 费力博

审核人: 宋青

最终审核日期: 2024 年 10 月 30 日



广西壮族自治区辐射环境监督管理站 (盖章)

广西壮族自治区辐射环境监督管理站

检 测 报 告

桂辐(剂量)字[2024]第854号

样品名称: 个人剂量计

受理编号: 桂 P015-2024-04

委托单位: 军科正源(广西)生物医药科技有限公司

报告日期: 2024年12月30日

广西壮族自治区辐射环境监督管理站 (盖章)



报告说明

- 1、本检测报告仅对受理样品负责。
- 2、报告无本站公章、骑缝章无效。
- 3、报告出具的数据涂改无效。
- 4、对监测报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向我站提出，逾期不予受理。

地 址： 广西南宁市青秀区蓉茉大道 80 号

邮 编： 530022

电 话： 0771-5786425

广西壮族自治区辐射环境监督管理站

检 测 报 告

样品受理编号:桂 P015-2024-04

第 1 页 共 2 页

样品名称:个人剂量计 送检单位:军科正源(广西)生物医药科技有限公司
样品包装:剂量计盒 受检单位:军科正源(广西)生物医药科技有限公司
检测类别:委托检测 受检人数:9人
收样日期:2024.12.27 监测起止日期:2024.10.01-2024.12.26(第4周期)
检测项目:X、 γ 射线个人剂量 探测器:热释光剂量计(TLD)-圆片-LiF(Mg,Cu,P)
检测仪器名称:微机热释光剂量仪 检测仪器型号/编号:FJ-427A1/136

检测依据:《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)

检测项目及结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴起始日期	佩戴时间(天)	个人剂量当量(mSv) $H_p(10)^{0.2}$
桂 P015001	谭子琪	男	6C	2024.10.01	86	<MDL
桂 P015002	王云霄	男	6C	2024.10.01	86	<MDL
桂 P015003	梁月童	女	6C	2024.10.01	86	<MDL
桂 P015004	张宣茗	女	6C	2024.10.01	86	<MDL
桂 P015005	马健耀	男	6C	2024.10.01	86	3.74E-02
桂 P015006	韦小梦	女	6C	2024.10.01	86	<MDL
桂 P015007	蒙康华	男	6C	2024.10.01	86	<MDL

桂 P015008 马 轩 男 6C 2024.10.01 86 <MDL

桂 P015009 严清梅 女 6C 2024.10.01 86 <MDL

(以下空白)

注: ①最低探测水平 (MDL) 为 3.15E-02mSv;
②本周期的剂量调查水平参考值为 1.25mSv, 凡是检测结果 $\geq 1.25\text{mSv}$ 的均需调查。

(本检测报告仅对本次受理样品负责)

检测人: 马 轩

审核人: 严清梅

最终审核日期: 2024 年 12 月 31 日



广西壮族自治区辐射环境监督管理站 (盖章)

桂职检[2024]-B381号

职业健康检查总结报告

委托单位：军科正源（广西）生物医药科技有限公司



承检单位：广西壮族自治区工人医院

报告日期：2024年11月22日

说 明

一、广西壮族自治区工人医院（广西壮族自治区职业病防治研究院）是经广西壮族自治区卫生健康委员会依法备案的职业健康检查机构，备案证书编号：桂卫职检备字（2023）第001号。

二、本院依据《中华人民共和国职业病防治法》、《职业健康检查管理办法》（国家卫生健康委员会令第2号）、《放射工作人员职业健康管理规定》（中华人民共和国卫生部令第55号）、《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）的规定开展职业健康检查工作，用人单位或个人有义务据实提供职业史、职业病危害因素等相关资料，资料不准确或不真实所造成的后果由用人单位或个人负全部责任。

三、对本次检查结果报告若有异议，可在收到报告书之日起十五日内以书面形式向承检单位提出。

四、本报告仅用于保护劳动者个体和群体的健康为目的的相关活动，注意保密和尊重劳动者的个人隐私。

五、用人单位及医疗机构应按《职业健康检查管理办法》将检查结果书面告知劳动者本人，并按照检查结论与建议妥善处理。

六、本报告未经承检单位同意，不得以任何方式复制及用作广告宣传；经同意复制的复印件，应由承检单位加盖公章确认。

七、本报告一式两份，委托单位、承检单位各存一份。

八、本报告仅对本次职业健康检查负责。

九、本报告封面、签字页和骑缝必须有承检单位盖章才有效。

十、本报告共柒页，涂改、增删、伪造、缺页、复印无效。

承检单位地址：广西南宁市青秀区柳沙路2号

邮 政 编 码：530021

查 询 电 话：0771-5316879、5713560

电 子 邮 箱：1070924032@qq.com

质量投诉电话：0771-5316446

1. 检查及报告编制依据

1. 1 《中华人民共和国职业病防治法》（2018年第四次修正）
1. 2 《职业健康检查管理办法》（国家卫生健康委员会令第2号）
1. 3 《放射工作人员职业健康管理方法》（中华人民共和国卫生部令第55号）
1. 4 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）
1. 5 《广西职业健康检查机构质量控制考核细则（试行）》桂卫职健发[2023]6号

2. 检查目的

放射工作人员适任性评价。

3. 受检单位、人数、检查类别及职业病危害因素种类

受军科正源(广西)生物医药科技有限公司的委托，对其接触职业病危害因素电离辐射作业的在岗期间员工进行职业健康检查，应检人数8人，实检人数8人，受检率100%。参检人员名单信息及所接触职业病危害因素种类等由用人单位提供。

4. 检查时间

2024年10月29日-2024年11月1日。

5. 检查地点

广西壮族自治区工人医院。

6. 检查内容

依据《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）要求，按接触职业病危害因素电离辐射在岗期间应检项目设定，本次检查的项目有：内科、外科、神经内科、皮肤科、眼科（外眼、色觉、视力、晶状体、玻璃体、眼底）、心电图、胸部正位片（DR）、肝胆脾胰彩超、肝功能、肾功能、血常规、尿常规、甲状腺功能、外周血淋巴细胞微核率检查。

7. 检查实施情况

军科正源（广西）生物医药科技有限公司职业健康检查结果汇总表

体检日期	姓名	身份证号	职业危害	检查类别	特殊检查结果	主要阳性体征及检查结果	检查结论	处理意见
2024年10月29日	马健耀	450603198501031553	电离辐射	在岗期间	1. 血常规未见明显异常 2. 晶状体未见异常 3. 外周血淋巴细胞微核率未见异常 4. 色觉正常	1、体重指数：超重 2、胆囊炎生物 3、脂肪肝 4、(双眼)眼底：黄斑周围棉絮状黄色改变；(右眼角膜云翳 5、高尿酸血症 6、胆囊泥沙样结石	可继续原放射工作	1、①合理控制饮食，低盐、低脂饮食； ②加强体育锻炼；③定期检查血糖、血脂、肝功能、肝脏B超等。 2、胆囊炎生物是由于不良生活习惯、炎症刺激导致胆囊壁产生增生异物所致，赘生物可以是息肉、胆固醇结晶或其其他病变。每年B超检查，若有变化或赘生物明显增大，及时到肝胆外科诊治。 3、低脂低热量饮食，加强运动，戒酒，定期B超检查。 4、建议到眼科诊治。5、多饮水，低嘌呤饮食，戒酒，科学运动，1-3个月复查，仍高则内科降尿酸治疗。 6、建议定期复查胆囊B超，若有上腹痛等症状，请到肝胆外科就诊。
2024年10月29日	谭子琪	450602199505290112	电离辐射	在岗期间	1. 血常规未见明显异常 2. 晶状体未见异常 3. 外周血淋巴细胞微核率未见异常 4. 色觉正常	1、体重指数：肥胖 2、脂肪肝 3、豹纹状眼底 4、高尿酸血症 5、胸骨金属影，考虑手术治疗后	可继续原放射工作	1、①合理控制饮食，低盐、低脂饮食； ②加强体育锻炼；③定期检查血糖、血脂、肝功能、肝脏B超等。 2、低脂低热量饮食，加强运动，戒酒，定期B超检查。 3、常见于高度近视、青光眼、年龄相关黄斑变性，建议到眼科进一步就诊，平时注意视力变化。 4、多饮水，低嘌呤饮食，戒酒，科学运动，1-3个月复查，仍高则内科降尿酸治疗。 5、建议观察。

序号	体检号	体检日期	姓名	身份证号	职业危害	检查类别	特殊检查结果	主要阳性体征及检查结果	检查结论	处理意见
3	7241029125	2024年10月29日	蒙康华	450122199906087738	电离辐射	在岗期间	1. 血常规未见明显异常 2. 晶状体未见异常 3. 外周血淋巴细胞微核率未见异常 4. 色觉正常	1、体重指数：超重 2、脂肪肝 3、窦性心律，左心室高电压 4、豹纹状眼底 5、高尿酸血症 6、肝功能异常	可继续原放射工作	1、①合理控制饮食，低盐、低脂饮食； ②加强体育锻炼；③定期检查血糖、血脂、肝功能、肝脏B超等。 2、低脂低热量饮食，加强运动，戒酒，定期B超检查。 3、常见于高血压、主动脉狭窄等引起的左室肥大，胸壁偏薄的人员亦可出现心电图表现，建议1-3个月复查心电图，如仍异常到心血管内科诊治。 4、常见于高度近视、青光眼、年龄相关黄斑变性，建议到眼科进一步就诊，平时注意视力变化。 5、多饮水，低嘌呤饮食，戒酒，科学运动，1-3个月复查，仍高则内科降尿酸治疗。 6、注意休息及饮食、忌酒戒烟、3-6个月门诊复查肝功能，仍异常则消化内科就诊。
4	7241101196	2024年11月01日	梁月童	450121198109144524	电离辐射	在岗期间	1. 血常规未见明显异常 2. 晶状体未见异常 3. 外周血淋巴细胞微核率未见异常 4. 色觉正常	1、窦性心律不齐 2、豹纹状眼底 3、左上肺结节？	可继续原放射工作	1、建议注意休息及复查心电图。 2、常见于高度近视、青光眼、年龄相关黄斑变性，建议到眼科进一步就诊，平时注意视力变化。 3、建议完善胸部CT检查，必要时呼吸内科咨询或诊治。
5	7241101197	2024年11月01日	张宣若	450602199910050120	电离辐射	在岗期间	1. 血常规未见明显异常 2. 晶状体未见异常 3. 外周血淋巴细胞微核率未见异常 4. 色觉正常	(右眼)眼底：视盘上方及颞侧可见斑片状视网膜变性	可继续原放射工作	建议到眼科诊治。

序号	体检号	体检日期	姓名	身份证号	职业危害	检查类别	特殊检查结果	主要阳性体征及检查结果	检查结论	处理意见
6	7241101198	2024年11月01日	严清梅	450481199304072025	电离辐射	在岗期间	1. 血常规未见明显异常 2. 晶状体未见异常 3. 外周血淋巴细胞微核率未见异常 4. 色觉正常	窦性心律不齐	可继续原放射工作	建议注意休息及复查心电图。
7	7241101199	2024年11月01日	王云霄	13112719980914003X	电离辐射	在岗期间	1. 血常规未见明显异常 2. 晶状体未见异常 3. 外周血淋巴细胞微核率未见异常 4. 色觉正常	体重指数：超重	可继续原放射工作	①合理控制饮食，低盐、低脂饮食； ②加强体育锻炼；③定期检查血糖、血脂、肝功能、肝脏B超等。
8	7241101200	2024年11月01日	韦小梦	452731199902020326	电离辐射	在岗期间	1. 血常规未见明显异常 2. 晶状体未见异常 3. 外周血淋巴细胞微核率未见异常 4. 色觉正常	豹纹状眼底	可继续原放射工作	常常见于高度近视、青光眼、年龄相关黄斑变性，建议到眼科进一步就诊，平时注意视力变化。

附件 2:

职业健康检查机构备案回执

职业健康检查机构备案回执

桂卫职检备字〔2023〕第 001 号

机构名称：广西壮族自治区工人医院

法定代表人：黄春吉

医疗机构执业许可证号：49850116-X45010311A5251

放射诊疗许可证号：桂卫放证字（2007）第 0014 号

地 址：南宁市柳沙路 2 号

是否开展外出职业健康检查：开展。

备案的职业健康检查类别及项目：

1、接触有害化学因素作业人员职业健康监护：铅及其无机化合物、四乙基铅、汞及其无机化合物、锰及其无机化合物、铍及其无机化合物、镉及其无机化合物、铬及其无机化合物、氧化锌、砷、砷化氢（砷化三氢）、磷及其无机化合物、磷化氢、钢化合物、钒及其无机化合物、三烷基锡、铊及其无机化合物、簇基镍、氟及其无机化合物、苯、二硫化碳、四氯化碳、甲醇、汽油、溴甲烷、1, 2-二氯乙烷、正己烷、苯的氨基与硝基化合物、三硝基甲苯、联苯胺、氯气、二氧化硫、氮氧化物、氨、光气、甲醛、一甲胺、一氧化碳、硫酸化氢、氯乙烯、三氯乙烯、氯丙烯、氯丁二烯、有机氟、二异氰酸甲苯酯、二甲基甲酰胺、氟及腈类化合物、酚（酚类化合物如甲酚、邻苯二酚、间苯二酚、对苯二酚等参照执行）、五氯酚、氯甲醚、双氯甲醚、丙烯酰胺、偏二甲基阱、硫酸二甲酯、有机磷、氨基甲酸酯、拟除虫菊酯类、酸雾或酸酐、致喘物、焦炉逸散物、甲苯（二甲苯参照执行）、环氯乙烷、氯乙酸、钢及其化合物、煤焦油、煤焦油沥青、石油沥青、 β -萘胺。

以上有害化学因素中具备生物样品检测能力的有：铅及其无机化合物、四乙基铅、汞及其无机化合物、锰及其无机化合物、铍及其无机化合物、镉及其无机化合物、铬及其无机化合物、砷、砷化氢（砷化三氢）、磷及其无机化合物、三烷基锡、铊及其无机化合物、簇基镍、氟及其无机化合物、苯、甲醇、溴甲烷、正己烷、三氯乙烯、二甲基甲酰胺、氟及腈类化合物、酚（酚类化合物如甲酚、邻苯二酚、间苯二酚、对苯二酚等参照执行）、五氯酚、拟除虫菊酯类、甲苯（二甲苯参照执行）、烟及其化合物。

2、粉尘作业劳动者职业健康监护：游离二氧化硅粉尘（结晶型二氧化硅粉尘）、煤尘、石棉粉尘、其他致尘肺病的无机粉尘、棉尘（包括亚麻、软大麻、黄麻粉尘）、有机粉尘、金属及其化合物粉尘（锡、铁、锑、钡及其化合物）、硬金属粉尘、毛沸石粉尘。

3、接触有害物理因素作业人员职业健康监护：噪声、手传振动、高温、高气压（参见 GB20827）、紫外线（紫外线）、微波、低温、激光。

4、接触有害生物因素作业人员职业健康监护：布鲁氏菌、炭疽杆菌、森林脑炎病毒、伯氏疏螺旋体、人免疫缺陷病毒（艾滋病病毒）。

5、特殊作业人员职业健康监护：电工作业、高处作业、压力容器作业、职业机动车驾驶作业、视屏作业、高原作业、航空作业、科研作业。

6、电离辐射作业人员职业健康监护：内照射作业、外照射作业。（具有染色体畸变和微核分析能力）

有效期：2023 年 01 月 19 日至 2026 年 01 月 18 日

(盖 章)

2023 年 01 月 19 日



广西壮族自治区辐射环境监督管理站

监 测 报 告

桂辐(委托)字[2024]第 169 号

项目名称: 2024 年度非密封放射性核素应用项目场所辐射环境监测

委托单位: 军科正源(广西)生物医药科技有限公司

监测类别: 委托监测

报告日期: 2024 年 7 月 5 日

广西壮族自治区辐射环境监督管理站 (盖 章)

监测报告说明

- 1、委托单位在委托前应说明监测目的，凡是污染事故调查、环保验收监测、仲裁及鉴定监测需在委托书中说明，并由我单位按规范采样、监测。由委托单位自行采样送检的样品，本单位只对送检样品负责。
- 2、报告无本站公章、骑缝章、CMA 章无效。
- 3、报告出具的数据涂改无效。
- 4、对监测报告若有异议，应于收到报告之日起十五日内向我站提出，逾期不予受理。但对不能保存的特殊样品，本站不予受理。
- 5、本报告未经同意不得用于广告宣传。
- 6、未经同意，不得复制本报告；经批准的报告必须全文复制，复制的报告未重新加盖本站公章无效。

地 址： 广西南宁市蓉茉大道 80 号

邮 编： 530022

电 话： 0771-5786425



一、任务来源及监测目的

军科正源(广西)生物医药科技有限公司(以下简称“公司”)使用1处乙级非密封放射源工作场所,基本情况见表1。

为了解非密封放射性核素应用项目对场所及周围环境的辐射影响,公司委托广西壮族自治区辐射环境监督管理站开展辐射安全及防护状况年度监测。我站接受委托,于2024年6月27日开展现场监测,并根据监测数据及相关标准编制本监测报告。目前,公司仅使用¹²⁵I放射性药品开展科研工作。

表1 公司使用的非密封放射性同位素

使用场所	核素种类	用途	场所等级	备注
标记实验室、操作间、代谢间	⁸⁹ Zr、 ^{99m} Tc、 ³⁵ S、 ³² P、 ¹³¹ I、 ¹⁸ F、 ¹²⁵ I	科研	乙级	⁸⁹ Zr、 ^{99m} Tc、 ³⁵ S、 ³² P、 ¹³¹ I、 ¹⁸ F全年未使用

二、监测项目、监测仪器及监测依据

监测项目、监测仪器及监测依据见表2~表3。

表2 监测项目、监测仪器及监测依据(一)

监测项目	X-γ辐射剂量率
仪器名称	X-γ辐射剂量率仪
仪器型号	AT1123
出厂编号	51889
生产厂家	ATOMTEX公司
能量响应	15keV~10MeV
量 程	50nSv/h~10Sv/h
检定证书	证书编号: DLjl2023-10258(中国计量科学研究院), 有效期: 2023年8月8日~2024年8月7日。
监测依据	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

表 3 监测项目、监测仪器及监测依据（二）

监测项目	β 表面污染
仪器名称	α 、 β 表面污染测量仪
仪器型号	CoMo170
出厂编号	9199
生产厂家	NUVIA 公司
探测效率	α 探测效率 $\geq 20\%$ (^{241}Am 源), α 本底 $\leq 3\text{cps}$; β 探测效率 $\geq 28\%$ (^{60}Co 源), β 本底 $\leq 5\text{cps}$ 。
检定证书	证书编号: DLhd2023-03712 (中国计量科学研究院), 有效期: 2023 年 8 月 4 日~2024 年 8 月 3 日。
监测依据	《表面污染测定 第 1 部分: β 发射体 ($E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$) 和 α 发射体》(GB/T 14056.1-2008)。

三、监测条件

监测时环境条件见表 4。

表 4 监测时环境条件

测量条件	测量时段	天气状况	环境温度 (°C)	相对湿度 (%)
参数	11:10~12:30	阴	28	90

四、监测结果

公司非密封放射性核素应用项目场所周围环境辐射剂量率监测结果见表 5、表 6。

表 5 公司非密封放射性核素应用项目场所周围环境辐射剂量率监测结果

序号	工作状态	点位	X- γ 辐射剂量率 (单位: nSv/h)		备注
			平均值	标准差	
1	贮存状态	贮存冰箱表面 5cm	129	1.2	^{125}I 核素贮存在同位素标记间的冰箱内 (12mCi)
2		分装柜前侧表面 5cm	128	1.2	12mCi 的 ^{125}I 存放分装柜。
3		分装柜前侧 30cm	127	0.9	
4		分装柜右手操作位表面 5cm	127	1.2	
5		分装柜右手操作位外 30cm	127	1.2	

6	分装柜	分装柜左手操作位表面 5cm	126	0.8	
7		分装柜左手操作位外 30cm	127	0.9	
8		分装柜铅玻璃观察窗表面 5cm	128	1.2	
9		分装柜铅玻璃观察窗外 30cm	127	0.9	
10		分装柜左侧表面 5cm	128	1.4	
11		分装柜左侧外 30cm	128	0.9	
12		分装柜右侧表面 5cm	127	1.0	
13		分装柜右侧外 30cm	128	1.4	
14		分装柜下联表面 5cm	127	1.4	
15		分装柜下联外 30cm	126	1.3	
16		同位素标记间上方 218 室	127	0.9	
17		同位素标记间墙外 30cm (楼外道路)	127	1.7	
18	分离纯化过程	通风橱铅屏风外	128	1.2	
19		通风橱铅屏风左侧 (人员可至)	209	2.5	
20		通风橱铅屏风右侧 (人员不可至)	566	5.9	正常使用
21		通风橱铅屏风观察窗外	127	1.2	
22		示踪标记室上方 (218 室, 空房间)	127	1.4	
23	检测分析	检测分析室门口	128	2.2	
24		工作人员操作位	127	1.4	
25		自动伽马计数器前表面 5cm	312	2.5	
26		自动伽马计数器前方 30cm	151	1.2	
27		自动伽马计数器上表面 5cm	3.33×10^3	48	
28		自动伽马计数器上方 30cm	678	9.0	
29		自动伽马计数器右侧表面 5cm	1.84×10^3	12	
30		自动伽马计数器右侧外 30cm	292	11	
31		自动伽马计数器左侧表面 5cm	145	2.0	
32		液相色谱仪前表面 5cm	127	1.4	
33		液相色谱仪前方 30cm	128	0.9	
34		液相色谱仪左侧表面 5cm	127	1.2	
35		液相色谱仪右侧表面 5cm	129	0.9	
36		液相色谱仪废液管	181	2.1	

0.2mCi 药品放于计数器中



37	废物处置	同位素标记间固体废物桶 1#表面 5cm	195	2.3	固体废物桶
38		示踪标记室固体废物桶 2#表面 5cm	156	2.0	
39		检测分析室液体废物桶表面 5cm	129	2.1	
40		检测分析室固体废物桶 3#表面 5cm	129	1.2	
41		动物解剖室固体废物桶 4#表面 5cm	127	1.2	废弃物储存间
42		废弃物储存间防护门外 30cm	127	1.2	
43		废弃物储存间墙外 30cm (楼外道路)	128	1.2	
44		废水衰变池上方 30cm	128	1.2	放射性废水
区域环境本底		128	1.2	/	

注: 表中的监测结果未扣除仪器对宇宙射线的响应。

表 6 公司非密封放射性核素应用项目场所 β 表面污染监测结果

序号	点 位	β 表面污染 (单位: Bq/cm^2)
1	示踪标记室地面	<0.13
2	示踪标记室桌面	<0.13
3	同位素标记室地面	<0.13
4	检测分析室桌面	<0.13
5	检测分析室地面	<0.13
6	检测分析室电脑键盘表面	<0.13
7	动物解剖室地面	<0.13
8	动物解剖室解剖台	<0.13
9	洗消间清洗池内表面	<0.13
10	洗消间地面	<0.13

注: 本次测量污染源效率依据《表面污染测定 第1部分: β 发射体 ($E_{\beta max} > 0.15 MeV$) 和 α 发射体》(GB/T 14056.1-2008) 保守取 0.5, 测量最低探测限为 $0.13 Bq/cm^2$ 。

报告编制:

日期: 2024.7.5

审核:

日期: 2024.7.5

签发:

日期: 2024.7.5



广西壮族自治区辐射环境监督管理站 (盖章)

以下空白。

编号：2024-169

广西壮族自治区辐射环境监督管理站

监测评价报告

项目名称：2024年度非密封放射性核素应用项目场所辐射环境监测

委托单位：军科正源（广西）生物医药科技有限公司

监测类别：委托监测

报告日期：2024年7月5日



广西壮族自治区辐射环境监督管理站（盖章）



一、项目概况

军科正源（广西）生物医药科技有限公司（以下简称“公司”）使用 1 处乙级非密封放射源工作场所，基本情况见表 1，相关实物图见图 1~图 7。目前公司使用的非密封放射性核素仅为 ^{125}I 。

表 1 公司使用的非密封放射性同位素基本情况

使用场所	核素种类	用途	场所等级	备注
标记实验室、操作间、代谢间	^{89}Zr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{35}S 、 ^{32}P 、 ^{131}I 、 ^{18}F 、 ^{125}I	科研	乙级	^{89}Zr 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{35}S 、 ^{32}P 、 ^{131}I 、 ^{18}F 全年未使用



图 1 放射性核素分装柜



图 2 放射性固体废物桶



图 3 放射性核素分离纯化通风橱

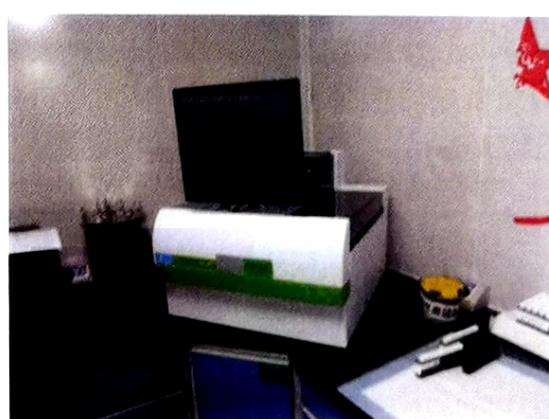


图 4 自动伽马计数器



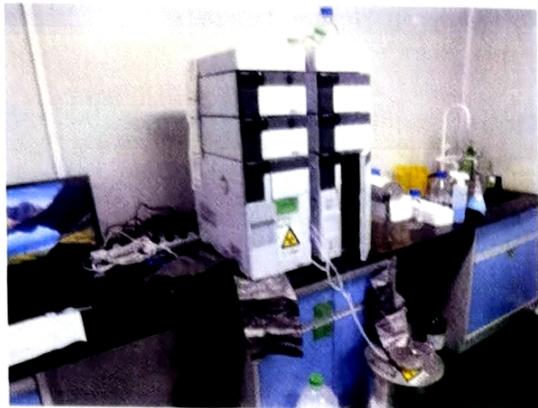


图 5 液相色谱仪



图 6 废水衰变池

二、监测结果

本项目监测具体情况及监测结果见“军科正源（广西）生物医药科技有限公司 2024 年度非密封放射性核素应用项目场所辐射环境监测报告”(桂辐(委托)字[2024]第 169 号)。

三、监测报告结论

公司非密封放射性核素应用项目场所辐射环境监测报告结论见表 2。

表 2 公司非密封放射性核素应用项目场所辐射环境监测报告结论

核素种类	使用场所	评价标准	结论
¹²⁵ I	标记实验室、操作间、代谢间	参照《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 要求：放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 $25\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。	符合
		参照《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 要求：距核医学工作场所各业务用房屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；墙外人员偶尔居留的区域，其周围剂量当量率应小于 $10\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。	符合
		参照《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021) 要求：固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。	符合
		《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 要求：核医学科应用场所各监测点β表面污染控制：控制区 $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，监督区 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 。	符合



广西桂宏环境监测科技有限公司

检 测 报 告

编号: GH2507008

委托单位: 军科正源(广西)生物医药科技有限公司

项目名称: 军科正源(广西)生物医药科技有限公司

放射性同位素实验扩建项目

检测类别: 委托检测

报告日期: 2025年07月24日

广西桂宏环境监测科技有限公司



广西桂宏环境监测科技有限公司

检测报告

第2页 共12页

说 明

- 本公司对出具的数据负责，并对委托单位所提供的样品和技术资料保密。
- 委托方在委托书中应说明检测目的和要求。本公司的所有检测过程，按现行有效的检测技术标准和规范进行。
- 本次报告仅对本次检测负责。由委托单位自行采样送检的样品，本公司仅对来样检测数据负责，对结果不作评价。
- 报告若无资质认定标志~~MA~~，或无主检、审核、批准人签名，或涂改、缺页，或无本单位业务专用章和骑缝章则无效。
- 对本报告如有疑问，请注明报告编号并向本公司查询。对检测结果若有异议，应于收到本报告之日起十五日内向本公司提出复核申请。对于性能不稳定、不宜留样的样品，恕不受理复检。
- 报告不得部分复制，不得用于不当广告宣传。
- 本报告仅提供给委托方，本公司不承担其他方应用本报告所产生的责任。但在检测中发现带有区域性、普遍性以及危及人身和财产安全的重大产品质量问题信息时，本公司有职责按国家相关规定向有关质量技术监督部门报告。

广西桂宏环境监测科技有限公司

联系地址：南宁市青秀区青环路82号彰泰红B区B2号楼2单元二层202号房

邮政编码：530022

联系电话：18172393685 13978693027

电子邮箱：gxghhjjc@163.com

广西桂宏环境监测科技有限公司
检测报告

一、基本概况

委托方信息	名称	军科正源(广西)生物医药科技有限公司					
	地址	防城港市防城区云朗科技园3号楼一层	邮政编码	/			
	联系人	/	联系电话	/			
项目信息	名称	军科正源(广西)生物医药科技有限公司放射性同位素实验扩建项目					
	检测编号	GH2507008	原编号	/			
	检测项目	X-γ辐射剂量率					
检测类别	<input type="checkbox"/> 定期 <input type="checkbox"/> 评价 <input type="checkbox"/> 监督 <input type="checkbox"/> 事故 <input checked="" type="checkbox"/> 委托 <input type="checkbox"/> 其它						
委托日期	2025年07月20日						
检测日期	2025年07月22日						
报告日期	2025年07月24日						

二、检测内容

项目类别	检测信息
检测地点	广西壮族自治区防城港市
检测项目	γ辐射空气吸收剂量率
检测条件说明	监测时段: 13:00~16:00; 气象条件: 天气: 晴; 温度: 31.4°C; 相对湿度: 52%。

三、检测依据

项目类别	检测项目	检测依据
电离辐射	X-γ辐射剂量率	《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021); 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);

广西桂宏环境监测科技有限公司
检 测 报 告

第 4 页 共 12 页

四、主要检测设备

仪器名称	便携式 X- γ 辐射剂量仪
仪器型号	GHZ2100+GHZ2100A
仪器编号	MR173DSB10/N+MR060FAB20/Q
能量响应范围	35KeV~7MeV
测量范围	10nSv/h~100 μ Sv/h
检定证书编号	GRD(1)20240439
检定有效期	2025 年 09 月 04 日
检定单位	广东省辐射剂量计量检定站

五、监测方法和监测布点

根据监测技术规范的要求，采用瞬时监测方法。各监测点位布设见附图。

六、检测结果

军科正源（广西）生物医药科技有限公司放射性同位素实验扩建项目现状 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 1、表 2。

**表 1 军科正源（广西）生物医药科技有限公司放射性同位素实验扩建项目
拟建项目附近区域 γ 辐射空气吸收剂量率检测结果**

序号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nSv/h)	标准差	备注
1	项目所在楼东北侧道路中间(离墙 5m)	110.4	4.7	/
2	项目所在楼东南侧道路中间(离墙 5m)	96.8	4.8	/
3	项目所在楼西北侧道路中间(离墙5m)	86.7	5.3	/
4	项目所在楼西南侧道路中间(离墙5m)	112.4	4.7	/

广西桂宏环境监测科技有限公司
检 测 报 告

第 5 页 共 12 页

序号	点位描述	γ辐射空气吸收剂量率 (nSv/h)	标准差	备注
5	项目所在楼北侧非机动车停车场 (离项目所在楼边界约 50m)	94.9	5.1	/
6	项目所在楼北侧非机动车停车场(废水储存池、离项目所在楼边界约 20m)	104.2	6.0	/
7	项目所在楼西侧空地上 (离项目所在楼边界约 50m)	90.6	4.7	/
8	1号楼西北侧 (离项目所在楼边界约50m)	110.5	4.3	/
9	1号楼西南侧 (离项目所在楼边界约85m)	95.5	3.1	/
10	1号楼东南侧 (离项目所在楼边界约40m)	111.8	5.2	/
11	2号楼西南侧 (离项目所在楼边界约100m)	94.4	5.9	/
12	2号楼东南侧 (离项目所在楼边界约80m)	97.5	4.1	/
13	2号楼东北侧 (离项目所在楼边界约45m)	92.7	3.1	/
14	3A号楼东北侧 (离项目所在楼边界约45m)	114.1	4.0	/
15	3A号楼东南侧 (离项目所在楼边界约 110m)	100.9	5.5	/
16	5号楼东南侧 (离项目所在楼边界约130m)	95.7	2.8	/
17	5号楼西南侧 (离项目所在楼边界约105m)	85.7	3.0	/
18	5号楼东北侧 (离项目所在楼边界约 100m)	110.7	5.5	/
19	10号楼东南侧 (离项目所在楼边界约115m)	111.5	4.3	/
20	10号楼东北侧 (离项目所在楼边界约150m)	123.5	6.0	/
21	10号楼西南侧 (离项目所在楼边界约 60m)	130.3	3.8	/
22	10号楼西北侧 (离项目所在楼边界约 100m)	121.2	4.1	/

广西桂宏环境监测科技有限公司
检 测 报 告

第 6 页 共 12 页

序号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nSv/h)	标准差	备注
23	9号楼东北侧 (离项目所在楼边界约 170m)	110.8	3.3	/
24	9号楼东南侧 (离项目所在楼边界约 135m)	117.0	3.7	/
25	9号楼西南侧 (离项目所在楼边界约 90m)	115.9	3.1	/
26	8号楼东北侧 (离项目所在楼边界约 200m)	108.4	1.9	/
27	8号楼东南侧 (离项目所在楼边界约 190m)	105.8	2.2	/
28	8号楼西南侧 (离项目所在楼边界约 140m)	114.0	2.5	/

**表2 军科正源(广西)生物医药科技有限公司放射性同位素实验扩建项目
拟建项目区域及所在楼 γ 辐射空气吸收剂量率检测结果**

序号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nSv/h)	标准差	备注
1	接待室	115.2	1.3	/
2	办公室	103.4	2.6	/
3	计算机中心	91.4	2.1	/
4	办公区走廊	102.2	2.3	/
5	楼梯口	97.2	1.0	/
6	鼠类隔离观察间中间	80.7	0.9	/
7	动物喂养透明盒 5cm	80.4	1.5	/
8	隔离观察间门外 30cm	75.0	2.2	/
9	鼠类操作间	75.3	1.7	/
10	大鼠饲养间	93.6	5.7	/

广西桂宏环境监测科技有限公司
检 测 报 告

第 7 页 共 12 页

序号	点位描述	γ辐射空气吸收剂量率 (nSv/h)	标准差	备注
11	小鼠饲养间	101.1	4.9	/
12	鼠类代谢间	81.9	4.8	/
13	洁物储藏间	90.5	4.8	/
14	鼠类区过道	98.1	3.7	/
15	实验区走廊 1	81.7	2.4	/
16	猴类操作间	105.3	2.9	/
17	猴类药物代谢间中间	89.0	4.4	/
18	饲养铁笼外 5cm	85.2	1.9	/
19	猴类药物代谢间门外 30cm	98.3	1.8	/
20	饲养间	108.6	1.9	/
21	动物隔离观察饲养间	101.2	5.1	/
22	洗消间	96.0	2.8	/
23	实验区走廊 2	87.2	4.6	/
24	仪器间	74.1	3.2	/
25	准备间	77.8	3.5	/
26	同位素标记间	64.5	0.7	/
27	铅通风橱玻璃镜面 5cm	76.0	4.3	/
28	操作员后面 30cm	87.9	1.1	/

广西桂宏环境监测科技有限公司
检 测 报 告

第 8 页 共 12 页

序号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nSv/h)	标准差	备注
29	同位素标记间废物筒正上方 30cm	88.7	5.2	/
30	同位素保存	79.2	4.7	/
31	尸体及放射性固体存放间	116.1	5.5	/
32	冷藏物动尸体冰箱正上方 30cm	85.9	5.1	/
33	冷藏物动尸体冰箱侧面 5cm	159.8	5.5	/
34	尸体及放射性固体存放间铝门左边门隙 5cm	71.4	3.6	/
35	尸体及放射性固体存放间铝门中间 5cm	67.4	2.1	/
36	尸体及放射性固体存放间铝门 右边门隙 5cm	69.6	1.1	/
37	动物解剖间中央	77.8	2.8	/
38	解剖操作台正上方 30cm	73.5	1.1	/
39	解剖操作台正上方 50cm	84.1	4.0	/
40	操作员身后 30cm	85.1	3.5	/
41	动物解剖间废物桶正上方 30cm	74.0	2.3	/
42	动物解剖间门口 30cm	93.6	3.1	/
43	同位素标记间东面围墙外 30cm	71.9	5.8	/
44	同位素标记间南面围墙外 30cm	114.2	3.5	/
45	尸体及放射性固体存放间西面围墙外 30cm	114.6	1.2	/
46	项目东面围墙外 30cm	125.8	4.1	/

广西桂宏环境监测科技有限公司
检 测 报 告

第 9 页 共 12 页

序号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nSv/h)	标准差	备注
47	项目南面围墙外 30cm	132.8	3.1	/
48	项目西面围墙外 30cm	124.5	4.4	/
49	项目北面围墙外 30cm	110.8	3.3	/
50	项目所在楼 1 层东南侧走廊中间	118.4	2.9	/
51	项目所在楼 1 层东北侧走廊中间	116.8	4.0	/
52	项目所在楼 1 层西北侧走廊中间	108.2	2.3	/
53	同位素标记间正上方	105.3	1.9	/
54	动物解剖间正上方	114.6	2.2	/
55	猴类药物代谢间正上方	109.1	2.7	/
56	鼠类隔离观察间正上方	117.2	4.9	/
57	项目所在楼 2 层东南侧走廊中间	111.2	2.1	/
58	项目所在楼 2 层东北侧走廊中间	111.6	0.9	/
59	项目所在楼 2 层西北侧走廊中间	107.8	1.0	/
60	项目所在楼 3 层东南侧走廊中间	121.0	3.0	/
61	项目所在楼 3 层东北侧走廊中间	116.3	4.0	/
62	项目所在楼 3 层西北侧走廊中间	120.6	2.7	/
63	项目所在楼 3 层西南侧走廊中间	115.7	2.6	/
64	项目所在楼 4 层东南侧走廊中间	117.8	1.8	/

广西桂宏环境监测科技有限公司
检 测 报 告

第 10 页 共 12 页

序号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nSv/h)	标准差	备注
65	项目所在楼 4 层东北侧走廊中间	114.3	2.3	/
66	项目所在楼 4 层西北侧走廊中间	106.9	5.7	/
67	项目所在楼 4 层西南侧走廊中间	107.3	5.3	/
68	废水衰变池正上方 30cm	117.7	3.0	/

注: 监测结果未扣除仪器对宇宙射线的响应。

以下无正文

报告结束
 (以上结果仅对本次检测工况条件负责)

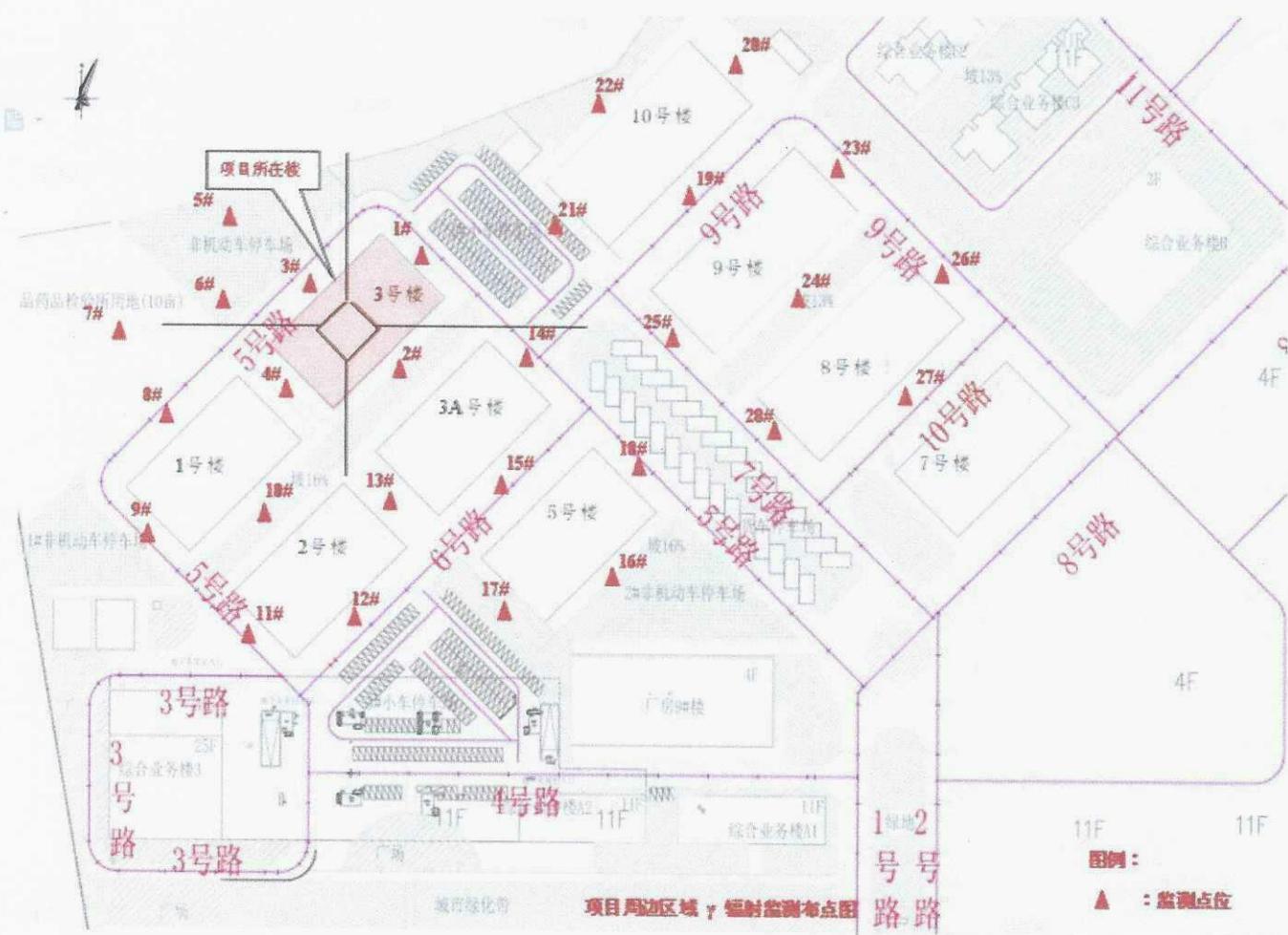
编 制: 韦裕坚



批 准: 闻玲

报告日期: 2025 年 07 月 24 日

广西桂宏环境监测科技有限公司
检 测 报 告

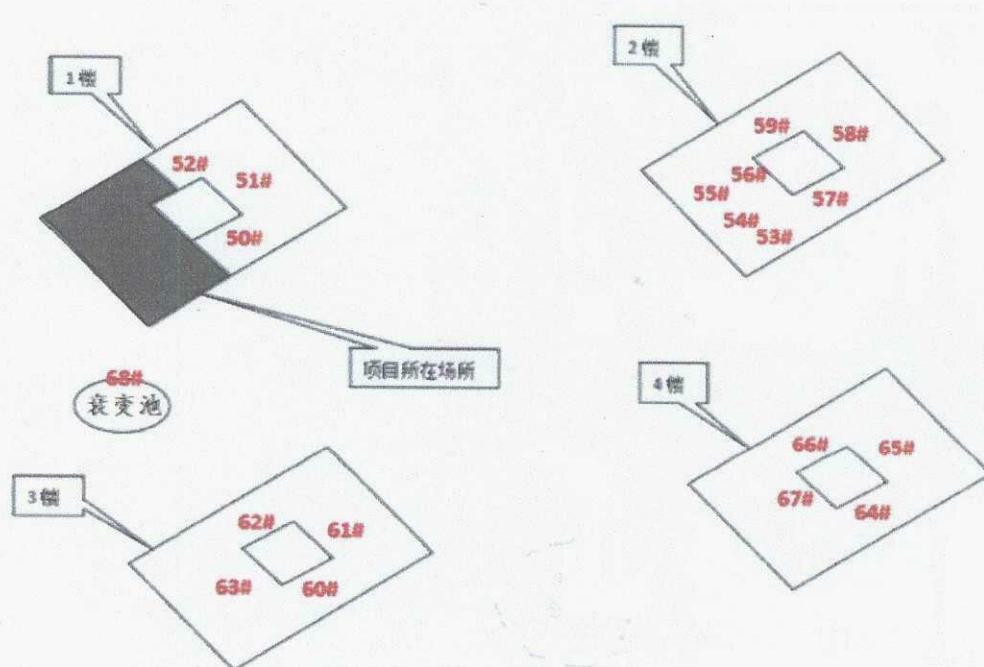
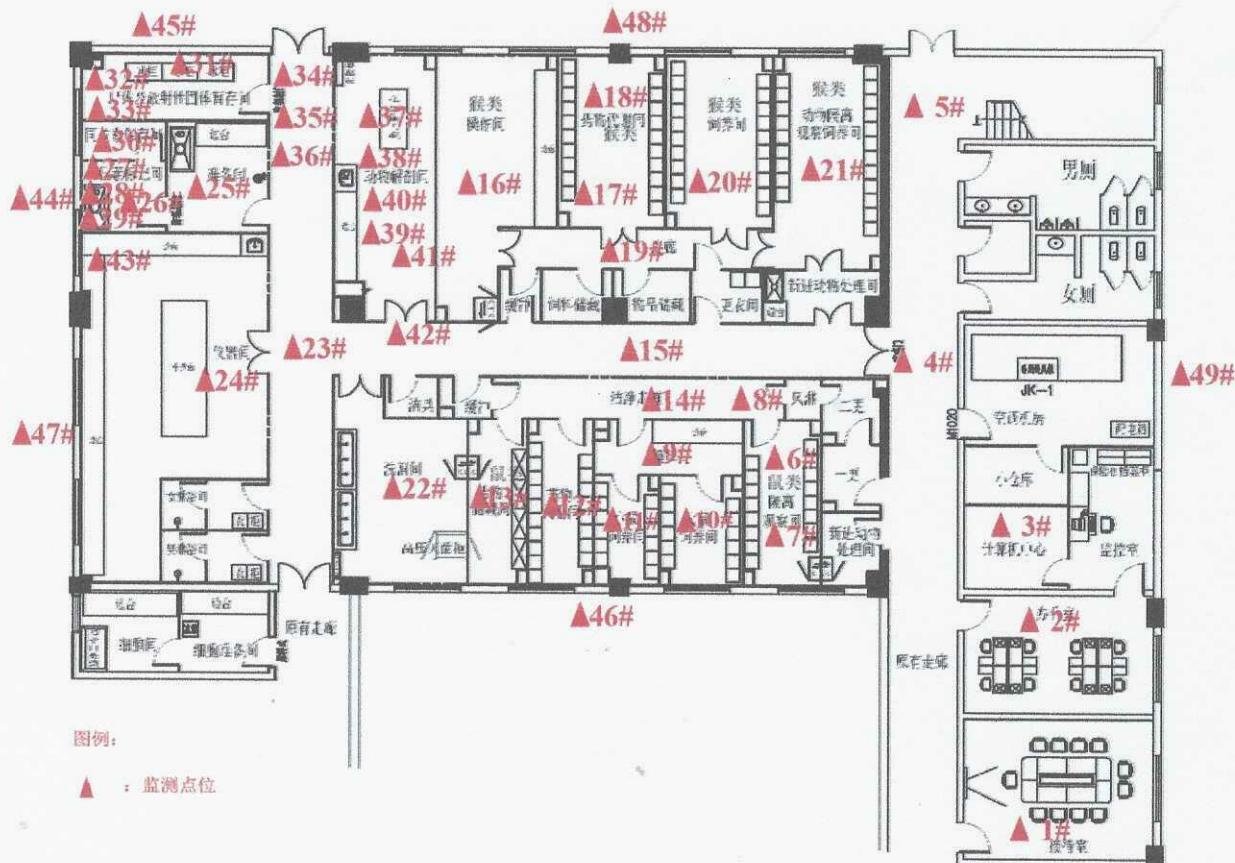


附图1 项目周边区域 γ 辐射监测布点图

广西桂宏环境监测科技有限公司

检 测 报 告

第 12 页 共 12 页





广西辐卫安环保科技有限公司

监测报告

报告编号：GXFWA/HJ2025-235



委托单位：军科正源（广西）生物医药科技有限公司

项目名称：军科正源（广西）生物医药科技有限公司
放射性同位素实验扩建项目环评现状监测

监测项目：α、β 表面污染

监测性质：委托监测

(加盖公司公章或检测专用章)



报告日期 2025年7月25日

声 明

1. 本报告依据国家有关法规、标准、协议和技术文件进行。本机构保证检测工作的公正性、独立性和可靠性，对检测的数据负责；不对部分摘录或引用本报告的有关数据造成的后果负责。
2. 本报告无检测人（或编制人）、审核人、签发人签名无效；报告中有涂改或未盖本公司红色检测专用章（或公司公章）、无骑缝章和无  章无效。
3. 对本检测报告有异议者，请于收到报告书之日起十五日内向本单位提出复核申请，逾期不予受理。
4. 委托现场检测对委托单位现场实际状况负责；送样委托检测，仅对来样负责。
5. 未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效，本单位不承担任何法律责任。
6. 检测结果仅对本次检测项目负责。
7. 本报告一式贰份，客户方壹份，本公司留存壹份。

检测单位：广西辐卫安环保科技有限公司

联系地址：南宁市国凯大道 17 号研发大厦 208 室

邮政编码：530033

联系电话：0771-4871911

手 机：18776981862

联系人：谢智德

邮 箱：gxfwahbkjyxgs@163.com



242003103376

报告编号: GXFWA/HJ2025-235

监测报告

一、基本信息:

委托单位	军科正源(广西)生物医药科技有限公司		
委托单位地址	防城港市防城区云朗科技园3号楼一层		
委托监测项目	α、β表面污染	监测日期	2025年7月22日
项目名称	军科正源(广西)生物医药科技有限公司放射性同位素实验扩建项目环评现状监测		
监测地点	军科正源(广西)生物医药科技有限公司放射性同位素实验室		
监测评价依据	《表面污染测定 第1部分: β发射体($E_{\beta\max}>0.15\text{MeV}$)和α发射体》 GB/T 14056.1-2008		
监测仪器	1.仪器名称: 表面污染监测仪 2.仪器编号: 8224 3.仪器型号: Como-170 4.仪器厂家: NUVIA 5.检定单位: 中国测试技术研究院 6.证书编号: 检定字第202410101790号 7.校准有效期: 2024年10月15日至2025年10月14日		
任务来源及监测目的	广西辐卫安环保科技有限公司受军科正源(广西)生物医药科技有限公司委托,对军科正源(广西)生物医药科技有限公司放射性同位素实验扩建项目进行α、β表面污染现状监测工作,接受委托后,广西辐卫安环保科技有限公司于2025年7月22日对该项目进行环评现状监测工作。		

二、监测条件:

监测条件	监测时段	天气情况	环境温度(°C)	环境相对湿度(%)	经纬度
参数	10:51-11:57	雨	25	90	经度: 108.3807° 纬度: 21.7314° 海拔: 20m



监测报告

三、 α 、 β 表面污染监测结果:

监测点号	监测位置	α 表面污染检测结果(Bq/cm ²)	β 表面污染检测结果(Bq/cm ²)	备注
1	鼠类操作间操作台	未检出	<MDL	/
2	鼠类操作间地板	未检出	<MDL	/
3	鼠类操作间墙面	未检出	<MDL	/
4	猴类操作间操作台	未检出	<MDL	/
5	猴类操作间地板	未检出	<MDL	/
6	猴类操作间墙面	未检出	<MDL	/
7	动物解剖间操作台	未检出	<MDL	/
8	动物解剖间地板	未检出	<MDL	/
9	动物解剖间废物桶	未检出	<MDL	/
10	动物解剖间墙面	未检出	<MDL	/
11	操作员衣服	未检出	<MDL	/
12	操作员手套	未检出	<MDL	/
13	铅通风橱	未检出	<MDL	/
14	同位素标记间地板	未检出	<MDL	/
15	同位素标记间墙面	未检出	<MDL	/
16	尸体及放射性固体存放间地板	未检出	<MDL	/
17	尸体及放射性固体存放间墙面	未检出	<MDL	/
18	冷藏动物尸体冰柜表面	未检出	<MDL	/

注: 1、监测使用 Como-170 型表面污染监测仪进行监测;

2、 β 射线表面污染监测结果已扣除本底;

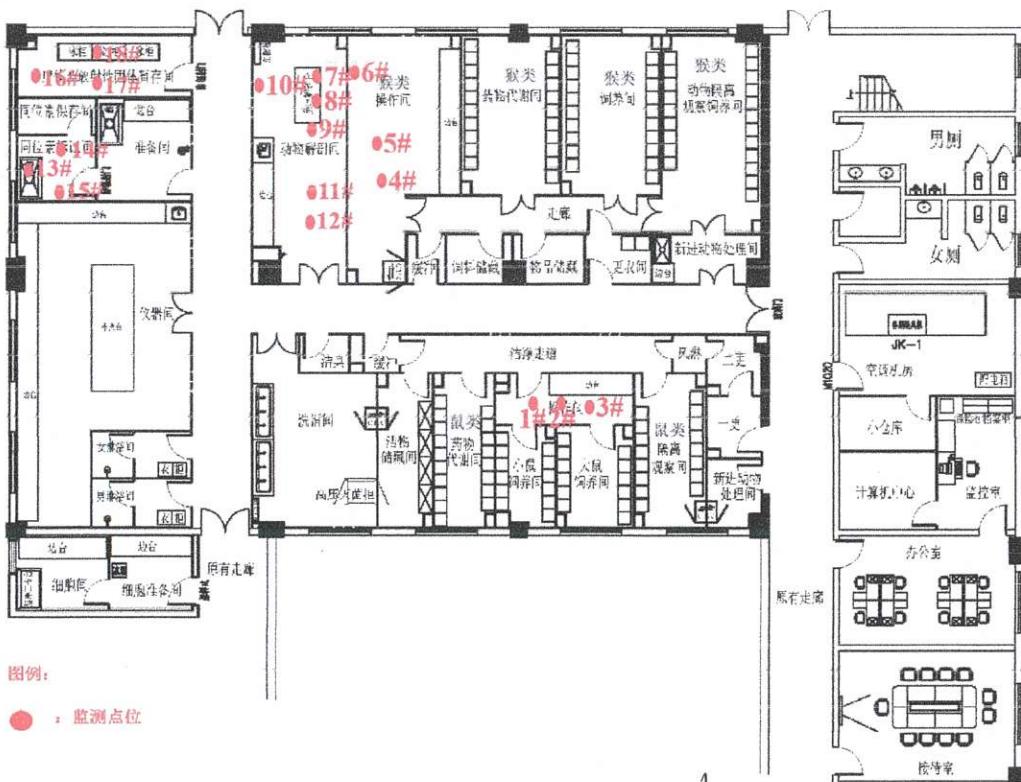
3、表面污染仪 β 探测下限 (MDL) : 0.14 Bq/cm²。



242003103376

监 测 报 告

四、 α 、 β 表面污染监测布点图



监测人 事仁辉

审核人：

签发人 单桂凡

签发日期 2025年7月25日

(加盖公司公章或检测专用章)