

四川玖谊源粒子科技有限公司
回旋加速器生产及同位素应用研发基地项目
(三期)
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：四川玖谊源粒子科技有限公司

编制单位：四川久远环保安全咨询有限公司

二〇二六年六月

建设单位法人代表： (签字)

编制单位法人代表： (签字)

项目负责人： (签字)

填表人： (签字)

建设单位：四川玖谊源粒子科技有
限公司

电话：18215507930

传真：/

邮编：621000

地址：绵阳市经开区文武路 120 号

编制单位：四川久远环保安全咨询
有限公司

电话：0816-2486921

传真：0816-2486921

邮编：621900

地址：四川省绵阳市绵山路 64 号

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 项目建设情况	5
表 3 辐射安全与防护设施/措施	32
表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	64
表 5 验收监测质量保证及质量控制	75
表 6 验收监测内容	76
表 7 验收监测	81
表 8 验收监测结论	94

附图：

附图 1 项目地理位置图

附图 2-1 厂区平面布置图

附图 2-2 外环境关系示意图

附图 3-1 本项目外环境关系（厂区）

附图 3-2 本项目外环境关系（加速器机房）

附图 3-3 本项目外环境关系（同位素研发区）

附图 4 同位素应用研发中心一层平面布置及两区划分示意图

附图 5 同位素应用研发中心一层人流、物流、污流流动路径示意图

附图 6 同位素应用研发中心回旋加速器机房三视图

附图 7-1 同位素应用研发中心排风管线图

附图 7-2 同位素应用研发中心排风管线图

附图 8 同位素应用研发中心辐射安全设施布置示意图

附图 9 合成热室示意图

附图 10 分装热室示意图

附图 11-1 同位素应用研发中心监测布点示意图（加速器机房）

附图 11-2 同位素应用研发中心监测布点示意图（同位素研发区 X- γ 监测）

附图 11-3 同位素应用研发中心监测布点示意图（同位素研发区 β 表面沾污监测）

附件：

附件 1 委托书

附件 2 环评批复

附件 3-1 辐射安全许可证

附件 3-2 辐射安全许可证副本

附件 4-1 辐射安全许可证重新申请现场检查意见纪要

附件 4-2 辐射安全许可证重新申请整改报告

附件 5 辐射安全管理规章制度文件

附件 6 危险废物处置合同

附件 7 2025 年第四季度建设单位个人剂量检测报告

附件 8 辐射安全考核合格证书

附件 9 一期项目验收意见及专家组名单

附件 10 二期项目验收意见及专家组名单

附件 11-1 同位素应用研发中心 X- γ 、表面沾污监测报告（久测环检字 202512234 号）

表 1 项目基本情况

建设项目名称		加速器生产及回旋加速器生产及同位素应用研发基地项目 (三期)			
建设单位名称		四川玖谊源粒子科技有限公司			
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建			
建设地点		四川省绵阳经济技术开发区产业发展园区文武路			
源项		放射源		/	
		非密封放射性物质		乙级工作场所 (^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{18}F 、 ^{64}Cu 、 ^{68}Ga 、 ^{89}Zr)	
		射线装置		2 台 II 类射线装置	
建设项目环评批复时间		2022.7.25	开工建设时间		2022.8
取得辐射安全许可证时间		2025.9	项目投入运行时间		2025.10
辐射安全与防护设施投入运行时间		2025.9	验收现场监测时间		2025.12
环评报告表审批部门		四川省生态环境厅	环评报告表编制单位		四川久远环保安全咨询有限公司
辐射安全与防护设施设计单位		中核第七研究院有限公司	辐射安全与防护设施施工单位		绵阳经开建设集团有限公司
投资总概算 (万元)	16347	辐射安全与防护设施投资总概算 (万元)		324	比例 1.98%
实际总概算 (万元)	16240	辐射安全与防护设施投资总概算 (万元)		430	比例 2.65%
验收依据	<p>1.建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法(修订本)》(2015年1月1日施行);</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003年10月1日施行);</p> <p>(3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令 第 709 号, 2019年3月2日第二次修订实施);</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(原环境保护部 18 号令, 2011年5月1日施行);</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(生态环境部令 第 20 号, 2021年1月4日施行);</p> <p>(6) 《关于发布<射线装置分类>的公告》(环境保护部、国家卫生和计划生</p>				

	<p>育委员会 2017 年第 66 号公告公布实施)；</p> <p>(7) 《四川省辐射污染防治条例》(2016 年 3 月 29 日四川省第十二届人民代表大会常务委员会第二十四次会议，2016 年 6 月 1 日施行)；</p> <p>2.建设项目竣工环保验收技术规范</p> <p>(1) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》(HJ 1326-2023，2024 年 2 月 1 日施行)；</p> <p>3.建设项目环境报告影响报告表及其审批部门审批决定</p> <p>(1) 《四川玖谊源粒子科技有限公司回旋加速器生产及同位素应用研发基地环境影响报告表》(四川久远环保安全咨询有限公司编制，2022 年 7 月)；</p> <p>(2) 《四川省生态环境厅关于四川玖谊源粒子科技有限公司回旋加速器生产及同位素应用研发基地环境影响报告表的批复》(川环审批〔2022〕80 号)；</p> <p>4.其他相关文件</p> <p>(1) 建设单位提供的辐射安全许可证，编号：川环辐证[00630]；</p> <p>(2) 工作场所监测报告；</p> <p>(3) 辐射工作人员安全培训合格成绩单。</p>
<p>验收执行标准</p>	<p>1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)</p> <p>(1) 职业照射和公众照射</p> <p>执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中的相关标准：</p> <p>①职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)附录 B 剂量限值：应对任何工作人员的职业水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)，20mSv。</p> <p>本项目职业照射年有效剂量管理约束值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)职业照射剂量限值 20mSv 的 1/4 执行，即 5mSv/a 作为职业工作人员的剂量管理约束值。</p> <p>②公众照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)附录 B 剂量限值：实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均</p>

剂量估计值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv。

本项目公众照射年有效剂量管理约束值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）公众照射剂量限值的 1/10 执行，即 **0.1mSv/a** 作为剂量管理约束值。

(2) β 表面沾污

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定，工作人员的衣物、体表及工作场所的设备、工具、地面等放射性表面污染控制水平见下表：

表 1-9 工作场所放射性表面沾污控制水平

表面类型		β放射性物质 (Bq/cm ²)
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4×10
	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		4×10 ⁻¹

2、《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）与《放射性药物生产场所辐射安全设计要求》（T/CIRA5-2019）

(1) 放射性药物合成和分装的箱体、通风橱等设备外表面30cm处人员操作位的周围剂量当量率小于2.5μSv/h，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于25μSv/h；

(2) 固体放射性废物收集桶、衰变池的放射性废水收集罐外表面30cm处的周围剂量当量率小于2.5μSv/h；

(3) 控制区内房间防护门、墙壁外表面30cm处的周围剂量当量率应小于2.5μSv/h。屏蔽墙体外的人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于10μSv/h。

(4) 距射线装置所在机房防护门、机房墙体及屋顶等屏蔽体外表面30cm处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h。

(5) 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经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 Bq/cm²、β表面污染小于0.8Bq/cm²的，可对废物清洁解控并作为一般固废处理：a)所含核素半衰期小于24小时的

	放射性固体废物暂存时间超过30天；b)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。
--	--

表 2 项目建设情况

项目建设内容

1、建设单位情况

四川玖谊源粒子科技有限公司（以下简称“玖谊源公司”，统一社会信用代码 91510700 MA633P590G）成立于 2017 年 2 月，国资参股、主创团队持股结合民营资本的混合所有制企业，是中国绵阳科技城实施国家战略、倡导军民融合和军转民的重点示范企业。

玖谊源公司致力于质子回旋加速器及相关正电子放射性药物的研发、生产和应用，公司总部位于中国科技城绵阳，在北京及上海设有分支机构，并计划在成都和广东成立加速器及制药研发中心及分支机构。公司作为中国工程物理研究院流体物理研究所的产学研开发平台，拥有强大的科学家团队和高素质的应用人才，是国内唯一从事质子回旋加速器生产研发的企业。

2、项目建设内容和规模

四川玖谊源粒子科技有限公司投资 50000 万元在绵阳市经开区建设回旋加速器生产及同位素应用研发基地。项目占地面积 30780m²，建设内容包括加速器制造厂房、同位素应用研发中心及配套的供水、供电等公辅设施，总建筑面积 11740m²。根据《建设项目环境保护管理条例》，建设单位对该项目进行分期验收。具体建设内容分期验收情况见下表所示：

表 2-1 本项目分期验收场所一览表

场所	环评区域	辐射安全许可证已上证区域	分期建设情况		备注
加速器制造厂房	小加速器测试间（1#-6#）、大加速器测试间、机械加工车间、研发区、加速器组装区、控制柜组装区、成品区、办公场所	小加速器测试间（1#-6#）、大加速器测试间	小加速器测试间（1#、4#和 6#）、机械加工车间、研发区、加速器组装区、控制柜组装区、成品区、办公场所	一期项目	已验收
			小加速器测试间（2#、3#和 5#）和大加速器测试间	二期项目	已验收
同位素应用研发中心	20MeV 质子回旋加速器机房（使用 20MeV 质子回旋加速器）、11MeV 质子回旋加速器机房（使用 11MeV 质子回旋加速器）、同位素研发区配置 9 套热室及配套生产房间（生产、使用 ¹¹ C、 ¹³ N、 ¹⁸ F、 ⁶⁸ Ga、 ⁶⁴ Cu、 ⁸⁹ Zr）	20MeV 质子回旋加速器机房（使用 11MeV 质子回旋加速器）、11MeV 质子回旋加速器机房（使用 11MeV 质子回旋加速器）、同位素研发区及配套房间（生产、使用 ¹¹ C、 ¹³ N、 ¹⁸ F、 ⁶⁸ Ga、 ⁶⁴ Cu、 ⁸⁹ Zr）	11MeV 质子回旋加速器机房（使用 11MeV 质子回旋加速器）、20MeV 质子回旋加速器机房（使用 11MeV 质子回旋加速器）、同位素研发区及配套房间（7 套热室）（生产、使用 ¹¹ C、 ¹³ N、 ¹⁸ F、 ⁶⁸ Ga、 ⁶⁴ Cu、 ⁸⁹ Zr）	三期项目	本次验收

注 1：20MeV 加速器机房使用 20MeV 质子加速器以及研发中心暂未配置的 2 套热室由建设单位另行验收；

注 2：20MeV 质子回旋加速器机房环评时为使用 20MeV 加速器生产 ⁶⁴Cu 和 ⁸⁹Zr，但目前市面上使用的主流

加速器为使用 11MeV 加速器生产放射性药物，且 11MeV 加速器能够满足生产 ^{64}Cu 和 ^{89}Zr 的反应阈值要求。因此，本次验收建设单位配置的 11MeV 加速器。

本次三期验收项目仅包括同位素应用研发中心内的加速器机房以及同位素应用研发区等场所。

同位素应用研发中心主要研发内容是利用放射性核素进行合成标记，通过液相、紫外、 γ 能谱等检验仪器对标记制剂进行质量检测、分析，以研究新型放射性药物的制备方法，摸索并优化相关工艺参数、收集相关数据。该中心位于厂区西南部，为三层建筑，占地面积 1079m^2 ，建筑面积 3226m^2 ，建筑高 14.6m。该中心一层主要进行正电子核素制备及同位素合成研发（不生产销售同位素药物），由 1 个 20MeV 质子回旋加速器机房、1 个 11MeV 质子回旋加速器机房、同位素研发区及配套房间组成，涉及 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{18}F 、 ^{64}Cu 、 ^{68}Ga 、 ^{89}Zr 等 6 种正电子核素，日等效最大操作量为 $1.85 \times 10^9\text{Bq}$ ，属乙级非密封放射性物质工作场所；使用 2 台 1 台 11MeV 质子回旋加速器制备放射性同位素，均属于 II 射线装置。二层和三层为预留房间。

11MeV 质子回旋加速器机房（使用 11MeV 质子回旋加速器）南侧迷道内墙为 1.2m 厚混凝土，外墙为 0.6m 厚混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯，东墙（含楔形工件门）、西墙、北墙和屋顶均为 1.2m 厚混凝土。20MeV 质子回旋加速器机房（使用 20MeV 质子回旋加速器）北侧迷道内墙为 1.0m 厚混凝土，外墙（含楔形工件门）为 1.5m 厚混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯，东墙、南墙和西墙均为 2.5m 厚混凝土，屋顶为 1.5m 厚混凝土。20MeV 质子回旋加速器机房主要用于核素 ^{64}Cu 和 ^{89}Zr 制备（使用 11MeV 质子回旋加速器），年有效出束时间为 20h；11MeV 质子回旋加速器机房（使用 11MeV 质子回旋加速器）主要用于 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{18}F 和 ^{68}Ga 制备，年有效出束时间为 105.1h。

另外，同位素应用研发中心涉及同位素研发，包括前室、后室、放化实验室和放射性废物暂存间等涉放操作场所。前室面积 28.5m^2 ，东侧为热室，南、西、北侧墙为 24cm 实心砖墙、顶板为 15cm 厚混凝土，进出门为 2mmPb 防护门；后室面积 10.7m^2 ，东侧为加速器机房混凝土（60cm~150cm），南侧为 2mmPb 防护门，西侧为热室，北侧墙为 24cm 实心砖墙、顶板为 15cm 厚混凝土；放化实验室面积 19.8m^2 ，东、南、西、北侧墙为 24cm 实心砖墙、顶板为 15cm 厚混凝土，进出门和传递窗为 2mmPb 防护门；

本次验收中射线装置使用情况、非密封放射性物质使用情况和设备屏蔽体厚度等实际项目建设内容见下表所示。

表 2-2 项目射线装置参数

评价阶段		环评阶段	验收阶段
11MeV 加速器机房			
项目	参数	11MeV 回旋加速器	11MeV 回旋加速器

磁铁	扇块	4	4
	磁极半径 Cm	60	45
	平均磁感应强度 T	1.18	1.18
射频系统	电压 kV	42	42
	频率 MHz	72	72
	电源功率 kW	8	8
离子源	种类	H-	H-
	插入方式	横向	横向
	工作气流量 sccm	不大于 2	不大于 2
靶	靶种类	单靶（非旋转靶）	单靶（非旋转靶）
	靶数目	1 个/靶站	1 个/靶站
真空系统	对 H ₂ 抽速 L/s	不小于 4000	不小于 4000
水冷系统	制冷功率 kW	不小于 50	不小于 50
	恒温范围	20 至 26 度	20 至 26 度
	流量 L/min	不小于 65	不小于 65
出束能量	束流强度	100μA	100μA
	能量	20MeV	11MeV

20MeV 加速器机房

项目	参数	20MeV 回旋加速器	11MeV 回旋加速器
磁铁	扇块	4	4
	磁极半径 Cm	60	45
	平均磁感应强度 T	1.18	1.18
射频系统	电压 kV	42	42
	频率 MHz	72	72
	电源功率 kW	8	8
离子源	种类	H-	H-
	插入方式	横向	横向
	工作气流量 sccm	不大于 2	不大于 2
靶	靶种类	单靶（非旋转靶）	单靶（非旋转靶）
	靶数目	1 个/靶站	1 个/靶站
真空系统	对 H ₂ 抽速 L/s	不小于 4000	不小于 4000
水冷系统	制冷功率 kW	不小于 50	不小于 50
	恒温范围	20 至 26 度	20 至 26 度
	流量 L/min	不小于 65	不小于 65
出束能量	束流强度	100μA	100μA
	能量	20MeV	11MeV

变更情况：同位素应用研发中心由原环评的使用 1 台 11MeV 质子回旋加速器及 1 台 20MeV 质子回旋加速器生产放射性同位素变更为使用 2 台 11MeV 质子回旋加速器生产放射性同位素（⁸⁹Zr 和 ⁶⁴Cu 反应阈能主要为 5MeV（<11MeV），11MeV 加速器可进行 ⁸⁹Zr 和 ⁶⁴Cu 的生产）

表 2-3 非密封放射性物质使用情况一览表

核素名称	环评阶段			验收阶段			变更情况
	日最大使用量(Bq)	年操作天数(d)	年最大使用量(Bq)	日最大使用量(Bq)	年操作天数(d)	年最大使用量(Bq)	
							与环评一致

¹¹ C	1.85E+08	20	3.70E+09	1.85E+08	20	3.70E+09	与环评一致
¹³ N	3.70E+08	20	7.40E+09	3.70E+08	20	7.40E+09	与环评一致
¹⁸ F	1.85E+09	75	1.39E+11	1.85E+09	75	1.39E+11	与环评一致
⁶⁸ Ga	3.70E+08	50	1.85E+10	3.70E+08	50	1.85E+10	与环评一致
⁶⁴ Cu	3.70E+08	10	3.70E+09	3.70E+08	10	3.70E+09	与环评一致
⁸⁹ Zr	1.85E+08	50	9.25E+09	1.85E+08	50	9.25E+09	与环评一致
每日最多操作一种核素			每日最多操作一种核素			与环评一致	
注： ⁸⁹ Zr 和 ⁶⁴ Cu 反应阈能主要为 5MeV (<11MeV)，11MeV 加速器满足 ⁸⁹ Zr 和 ⁶⁴ Cu 生产的能量要求							

表 2-4 同位素应用研发中心主要原辅材料情况表

序号	名称	性状	单次用量	年用量	暂存位置	用途
原环评						
1	草酸	固体粉末	10ml	10L	原料间	同位素研发
2	盐酸	液体	20ml	30L	原料间	同位素研发
3	硝酸	液体	15ml	20L	原料间	同位素研发
4	⁶⁴ Ni 金属膜	固体箔片	0.001g	1g	原料间	制备 ⁶⁴ Cu 的靶材
5	重氧水(H ₂ ¹⁸ O)	液体	1.8mL	1800ml	原料间	制备 ¹⁸ F 的靶材
7	⁶⁸ Zn(NO ₃) ₃ 溶液	液体	0.002	2g	原料间	制备 ⁶⁸ Ga 的靶材
8	⁸⁹ Y 金属膜	固体箔片	0.000511g	1g	原料间	制备 ⁸⁹ Zr 的靶材
9	乙醇	液体	30ml	3L	原料间	同位素研发
10	乙腈	液体	10ml	1L	原料间	同位素研发
11	C18 固相萃取柱	固体	10g	1kg	原料间	同位素研发
12	IC-H 柱	固体	5g	500g	原料间	同位素研发
13	Al ₂ O ₃ 柱	固体	5g	500g	原料间	同位素研发
14	穴醚	固体粉末	1g	100g	原料间	同位素研发
15	三氟甘露糖	固体粉末	25mg	25g	原料间	同位素研发
16	K ₂ CO ₃	固体粉末	5g	500g	原料间	同位素研发
17	H ₂	气体	/	1 瓶	气瓶间	质子源
18	N ₂	气体	/	1 瓶	气瓶间	破真空
19	氮氧混合气体	气体	/	1 瓶	气瓶间	制备 ¹¹ C 的靶材
20	He	1 瓶	/	1 瓶	气瓶间	冷却靶腔
21	纯水	液体	1.8mL	1800ml	原料间	制备 ¹³ N 的靶材
实际建设						
序号	名称	性状	单次用量	年用量	暂存位置	用途
1	草酸	固体粉末	10ml	10L	原料间	同位素研发
2	盐酸	液体	20ml	30L	原料间	同位素研发
3	硝酸	液体	15ml	20L	原料间	同位素研发
4	⁶⁴ Ni 金属膜	固体箔片	0.001g	1g	原料间	制备 ⁶⁴ Cu 的靶材
5	重氧水(H ₂ ¹⁸ O)	液体	1.8mL	1800ml	原料间	制备 ¹⁸ F 的靶材
7	⁶⁸ Zn(NO ₃) ₃ 溶液	液体	0.002ml	2g	原料间	制备 ⁶⁸ Ga 的靶材
8	⁸⁹ Y 金属膜	固体箔片	0.000511g	1g	原料间	制备 ⁸⁹ Zr 的靶材
9	乙醇	液体	30ml	3L	原料间	同位素研发
10	乙腈	液体	10ml	1L	原料间	同位素研发
11	C18 固相萃取柱	固体	10g	1kg	原料间	同位素研发
12	IC-H 柱	固体	5g	500g	原料间	同位素研发
13	Al ₂ O ₃ 柱	固体	5g	500g	原料间	同位素研发

14	穴醚	固体粉末	1g	100g	原料间	同位素研发
15	三氟甘露糖	固体粉末	25mg	25g	原料间	同位素研发
16	K ₂ CO ₃	固体粉末	5g	500g	原料间	同位素研发
17	H ₂	气体	/	1 瓶	气瓶间	质子源
18	N ₂	气体	/	1 瓶	气瓶间	破真空
19	氮氧混合气体	气体	/	1 瓶	气瓶间	制备 ¹¹ C 的靶材
20	He	1 瓶	/	1 瓶	气瓶间	冷却靶腔
21	纯水	液体	1.8mL	1800ml	原料间	制备 ¹³ N 的靶材

变动情况：与原环评一致

表 2-5 设备屏蔽体厚度建设情况一览表

类型	环评阶段		验收阶段		变更情况
	屏蔽厚度	数量	屏蔽厚度	数量	
合成热室	正面 70mmPb、侧面 60mmPb	6 套	正面 70mmPb、侧面 60mmPb	4 套	配置 4 套合成热室，其余 2 套暂未配置
分装热室	正面 60mmPb、侧面 50mmPb	3 套	正面 70mmPb、侧面 60mmPb	3 套	铅屏蔽厚度增厚
通风橱	正面 60mmPb、侧面 50mmPb	2 套	正面 60mmPb	2 套*	配置 2 套通风橱（通风橱自身无屏蔽），其中 1 套为非放通风橱，另一套为涉放通风橱，涉放通风橱内设置有局部铅屏蔽设备，该设备屏蔽为 6cmPb
11MeV 加速器机房	11MeV 质子回旋加速器机房南侧迷道内墙为 1.2m 厚混凝土，外墙为 0.6m 厚混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯，东墙（含楔形工件门）、西墙、北墙和屋顶均为 1.2m 厚混凝土。	1 套	11MeV 质子回旋加速器机房南侧迷道内墙为 1.2m 厚混凝土，外墙为 0.6m 厚混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯，东墙（含楔形工件门）、西墙、北墙和屋顶均为 1.2m 厚混凝土。	1 套	与环评一致
20MeV 加速器机房	20MeV 质子回旋加速器机房北侧迷道内墙为 1.0m 厚混凝土，外墙（含楔形工件门）为 1.5m 厚混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯，东墙、南墙和西墙均为 2.5m 厚混凝土，屋顶为 1.5m 厚混凝土。配置 1 个 50mmPb 铅箱，用于固体靶转移。	1 套	20MeV 质子回旋加速器机房北侧迷道内墙为 1.0m 厚混凝土，外墙（含楔形工件门）为 1.5m 厚混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯，东墙、南墙和西墙均为 2.5m 厚混凝土，屋顶为 1.5m 厚混凝土。通过管线（60mmPb）将靶材运输至热室内，配置 1 个 50mmPb 铅箱，用于其他情况下的固体靶转移。	1 套	20MeV 加速器机房新增配置管线用于运输靶材，其余部分与环评一致

注 1：本项目实际配置的合成热室及分装热室外观无明显区别，仅在内部模块使用上存在差异，合成热室使用合成模块，分装热室使用分装模块，热室屏蔽厚度均为正面 70mmPb、侧面 60mmPb。

注 2：本项目放化室内共配置 2 套通风橱，其中一套不涉及放射性实验（无铅屏蔽），另一套配置有

局部铅屏蔽设备用于放射性实验，该设备铅屏蔽厚度为6cm，且自动化程度高，人员基本不直接参与带放操作。

由上表可知，本次验收与原环评相比，主要变更情况为①20MeV加速器机房由原环评的使用20MeV质子回旋加速器变更为实际使用11MeV质子回旋加速器生产放射性同位素；②合成热室配置4套，2套暂未配置；③通风橱未配置铅屏蔽，2套通风橱中的其中一套不涉及涉放实验，另一套配置有局部铅屏蔽设备用于涉放实验，该设备铅屏蔽厚度6cm；④20MeV质子回旋加速器机房配置有靶材转移管道，打靶结束后，通过管路将靶材转移至热室内。除上述变动以外，本项目的射线装置使用情况、非密封放射性物质使用情况和设备屏蔽体厚度与环评及批复内容一致，无变动。同位素应用研发中心其余未配置的热室及20MeV质子加速器另行验收。

表 2-6 本项目变动情况与《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》对照分析一览表

《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》	环评情况	本次验收情况	变动情况	是否为重大变动
性质变动				
由核技术利用建设项目变更为其他类别建设项目	本项目性质为核技术利用项目	本项目性质为核技术利用项目	性质未改变	未变动
建设地点变动				
重新选址	建设地点位于四川省绵阳经济技术开发区产业发展园区文武路	建设地点位于四川省绵阳经济技术开发区产业发展园区文武路	建设地点未变化	未变动
调整辐射工作场所位置（包括总平面布置变化）导致调整后评价范围内出现新的环境保护目标	同位素应用研发中心内新建1个11MeV质子回旋加速器机房、1个20MeV质子回旋加速器机房、1个乙级非密封放射性物质工作场所及配套房间	同位素应用研发中心内新建1个11MeV质子回旋加速器机房、1个20MeV质子回旋加速器机房、1个乙级非密封放射性物质工作场所及配套房间	加速器操作位由原环评的控制间变更为加速器机房北侧设备间1内，未导致评价范围内出现新的环境保护目标	不属于重大变动
规模变动				
放射源类别升高	本项目不涉及放射源			/
射线装置类别升高	本项目射线装置均为II类射线装置	本项目涉及的射线装置均为II类射线装置	射线装置类别未改变	未变动
非密封放射性物质工作场所级别升高	本项目非密封放射性物质工作场所为乙级工作场所	本项目非密封放射性物质工作场所为乙级工作场所	非密封放射性物质工作场所级别未升高	未变动
放射源的总活度或放射源数量增加50%及以上	本项目不涉及放射源的使用			/
射线装置额定功率或输出剂量率或中子产生率增大50%及以上	11MeC加速器机房：11MeV质子回旋加速器（最大束能强度：11MeV，最大束流强度	11MeC加速器机房：11MeV质子回旋加速器（最大束能强度：11MeV，最大束流强	射线装置种类减少，射线装置额定功率未发生变化	不属于重大变动

	100μA)	度 100μA)		
	20MeV 加速器机房： 20MeV 质子回旋加速器 (最大束能强度： 20MeV，最大束流强度 100μA)	20MeV 加速器机房： 11MeV 质子回旋加速器 (最大束能强度： 11MeV，最大束流强度 100μA)		
放射性核素活度或种类 增加导致非密封放射性 物质工作场所的日等效 最大操作量增加 50%及 以上	同位素应用研发中心主 要进行正电子核素的合 成研发，涉及 ¹¹ C、 ¹³ N、 ¹⁸ F、 ⁶⁴ Cu、 ⁶⁸ Ga、 ⁸⁹ Zr 等 6 种正电子核 素，日等效最大操作量 为 1.85E+09Bq	同位素应用研发中心 主要进行正电子核素 的合成研发，涉及 ¹¹ C、 ¹³ N、 ¹⁸ F、 ⁶⁸ Ga、 ⁶⁴ Cu、 ⁸⁹ Zr 等 6 种正电子核素，日等 效最大操作量为 1.85E+09Bq	放射性核素种 类不变，日等 效最大操作量 未变化	未变动
增加新的辐射工作场所	本项目同位素与应用研 发中心包含 11MeV 质 子回旋加速器机房、 20MeV 质子回旋加速器 机房及同位素研发区及 配套房间	本项目同位素应用研 发中心包含 11MeV 质 子回旋加速器机房、 20MeV 质子回旋加速 器机房及同位素研发 区及配套房间	辐射工作场所 数量未变化	未变动
工艺变动				
生产工艺或使用方式变 化导致不利影响加重， 含主要工艺装置、配套 设备及放射性三废处理 设施任何一项变化	同位素应用研发中心中 设有 1 台 11MeV 质子 回旋加速器、1 台 20MeV 质子回旋加速 器、6 个合成热室、3 个分装热室、2 个通风 橱用于生产放射性同位 素	同位素应用研发中心 中设有 2 台 11MeV 质 子回旋加速器、4 个 合成热室、3 个分装 热室、2 个通风橱用 于生产放射性同位素	回旋加速器由 1 台 11MeV、 1 台 20MeV 变 更为 2 台 11MeV 质子回 旋加速器， ⁶⁴ Cu、 ⁸⁹ Zr 核 素由原环评的 20MeV 加速器 生产变更为 11MeV 加速器 生产；合成热 室数量本次验 收配置 4 个， 2 个未配置	不属于重 大变动
辐射安全与防护措施				
辐射防护措施改变导致 不利影响加重	屏蔽措施：加速器制造 厂房加速器测试间采用 混凝土屏蔽；热室、手 套箱、铅罐等自带铅屏 蔽	屏蔽措施：加速器制 造厂房加速器测试间 采用混凝土屏蔽；热 室、铅罐等自带铅屏 蔽。分装热室屏蔽厚 度增加；配置的 2 套 通风橱，其中 1 套不 涉及放射性实验，另 一套通风橱内配置有 局部铅屏蔽设备，该 设备铅屏蔽厚度与环 评通风橱自身铅屏蔽 厚度一致。	辐射屏蔽措施 调整，未导致 不利影响加重	不属于重 大变动

	安全措施：加速器机房内设有急停按钮 5 个。巡检按钮 4 个，视频监控摄像头 3 个。	安全措施：加速器机房内设有急停按钮 5 个。巡检按钮 4 个，视频监控摄像头 6 个。	辐射安全设施数量增加，提高了调试过程中的安全性，未导致不利影响加重	
辐射安全联锁系统的联锁方式、联锁逻辑发生改变导致联锁功能减弱	本项目 11MeV、20MeV 加速器机房分别设有 1 套声光报警装置和 1 套门灯联锁装置	本项目 11MeV、20MeV 加速器机房设有 1 套声光报警和 1 套门灯联锁装置	辐射安全联锁系统的联锁方式、联锁逻辑未改变	未变动
非密封放射性物质工作场所功能和布局变化导致增加控制区	本项目乙级非密封放射性物质工作场所内包含前区、后区、原料间、风淋等场所，按照场所功能划分有控制区（前区、后区、放化实验室、放射性废物暂存间）和监督区（原料间、消毒间、洁具间、缓冲、淋浴、检测、缓冲、更衣、风淋、更鞋、材料间、洁净走廊、风淋、控制间、加速器大厅）	本项目乙级非密封放射性物质工作场所内包含前区、后区、原料间、风淋等场所，按照场所功能划分有控制区（前区、后区、放化实验室、放射性废物暂存间）和监督区（原料间、消毒间、洁具间、缓冲、淋浴、检测、缓冲、更衣、风淋、更鞋、材料间、洁净走廊、风淋、控制间、设备间 1、加速器大厅）	控制室功能变更为杂物间、加速器控制台位置迁移至设备间 1 内，设备间 1 变更为监督区	不属于重大变动
新增放射性液态流出物排放口或气载流出物排放口	同位素应用研发中心放射性废水通过铅罐收集暂存衰变达标后，排入市政污水管网；同位素应用研发中心放射性废气分别通过 4 套高效过滤器过滤后由 1 个 20m 高排气筒排入周边大气	同位素应用研发中心放射性废水通过铅罐收集暂存衰变达标后，排入市政污水管网；同位素应用研发中心放射性废气分别通过 4 套高效过滤器过滤后由 1 个 20m 高排气筒排入周边大气	未新增放射性液态流出物排放口或气载流出物排放口	未变动

3、周边外环境关系及保护目标

(1) 项目外环境关系

①项目厂界外环境关系

本项目厂界东侧 35m 为绵阳艾萨斯电子材料有限公司、东南侧 50m 为绵阳市金华洋电器制造有限公司、东南侧 200m 为三元社区居民区；南侧紧邻绵阳宏发一海机电制造有限公司；西侧为规划空地（工业用地）、西侧 260m 为长虹橡树郡（高层居民区）；北侧为空地、北侧 80m 为三江大道、北侧 122m 为绵阳华丰连接器产业园。



图 2-1 项目外环境关系图

验收阶段项目厂界外环境关系与环评阶段的对照分析见下表。

表 2-7 验收阶段项目厂界外环境关系与环评阶段对照分析一览表

环评阶段外环境关系			验收阶段外环境关系			变更情况
场所	相对位置	与项目厂界 (m)	场所	相对位置	与项目厂界 (m)	
绵阳艾萨斯电子材料有限公司	东侧	35	绵阳艾萨斯电子材料有限公司	东侧	35	与环评一致
绵阳市金华洋电器制造有限公司	东南侧	50	绵阳市金华洋电器制造有限公司	东南侧	50	与环评一致
三元社区居民区	东南侧	200	三元社区居民区	东南侧	200	与环评一致
绵阳宏发一海机电制造有限公司	南侧	相邻	绵阳宏发一海机电制造有限公司	南侧	相邻	与环评一致
长虹橡树郡	西侧	260	长虹橡树郡	西侧	260	与环评一致
绵阳华丰连	北侧	122	绵阳华丰连接	北侧	122	与环评一致

接器产业园			器产业园			
三江大道	北侧	80	三江大道	北侧	80	与环评一致
规划空地	北侧	相邻	规划空地	北侧	相邻	与环评一致
规划空地	西侧	相邻	规划空地	西侧	相邻	与环评一致

由表 2-3、图 2-1 可知，本项目厂区外环境与环境影响报告表一致，未发生变动。

②同位素应用研发中心

本次验收的同位素应用研发中心位于建设单位厂区西南侧。根据现场勘察，同位素应用研发中心中的 20MeV 加速器机房位于同位素应用研发中心的一层，其东侧 12m 及南侧 13m 为厂区道路，南侧 23m 为绵阳宏发一海机电公司，西侧 4~7m 为同位素研发区及控制室；11MeV 加速器机房位于 20MeV 加速器机房北侧。同位素研发区北侧 4.3m 为配电室，南侧 23m 为绵阳宏发一海机电公司，三期验收场所均位于同位素应用研发中心一层，二层及三层为预留区域。

验收阶段项目同位素应用研发中心外环境关系与环评阶段的具体对照分析见下表。

表 2-8 验收阶段同位素应用研发中心外环境关系与环评阶段对照分析一览表

	环评阶段			验收阶段			变更情况	
	场所	外环境	方位	距离(m)	外环境	方位		距离(m)
同位素应用研发中心	20MeV 加速器机房	厂区道路	东侧	12	厂区道路	东侧	12	与环评一致
		厂区道路	南侧	13	厂区道路	南侧	13	与环评一致
		绵阳宏发一海机电公司	南侧	23	绵阳宏发一海机电公司	南侧	23	与环评一致
		同位素研发区	西侧	4	同位素研发区	西侧	4	与环评一致
		控制室	西侧	7	控制室	西侧	7	与环评一致
		三层预留区域	楼上	7.2	三层预留区域	楼上	7.2	与环评一致
同位素应用研发中心	11MeV 加速器机房	厂区道路	东侧	12	厂区道路	东侧	12	与环评一致
		厂区道路	南侧	20	厂区道路	南侧	20	与环评一致
		绵阳宏发一海机电公司	南侧	30	绵阳宏发一海机电公司	南侧	30	与环评一致
		同位素研发区	西侧	6	同位素研发区	西侧	6	与环评一致
		控制室	西侧	8.3	控制室	西侧	8.3	与环评一致
		二层预留区域	楼上	3.4	二层预留区域	楼上	3.4	与环评一致

								一致
同位素 研发区	配电室	北侧	4.3	配电室	北侧	4.3	4.3	与环评 一致
	二层预留区	楼上	3.4	二层预留区	楼上	3.4	3.4	与环评 一致
	绵阳宏发一海 机电公司	南侧	23	绵阳宏发一海机 电公司	南侧	23	23	与环评 一致

由表 2-4 可知，本项目同位素应用研发中心验收阶段外环境关系与环评阶段一致，未发生变动

(2) 项目平面布局

根据现场勘察，同位素应用研发中心共三层，一层主要用于放射性核素生产和研发，三层用于非放实验研发实验室，二层预留。同位素应用研发中心一层由回旋加速器区、同位素研发区、配电室、空调机房等组成。回旋加速器区位于东侧，同位素研发区紧邻回旋加速器区西侧布置，回旋加速器加工的液体、气体靶和固体靶可通过埋地式传输管道可以就近传递至同位素研发区的热室内。

同位素研发区由风淋间、更衣间、缓冲间、淋浴间、检测间、放化实验室、操作前区、后区等组成，空间相对独立，人员流通通过更衣、检测间和淋浴间等进行出入管控。人流由西侧入口进出，原料通过北侧货物通道进出，放射性废物通过南侧出入口运出场所，实现了人流、物流路径的不交叉。

(3) 环境保护目标

本项目验收阶段同位素应用研发中心各场所环境保护目标与环评阶段的对照分析见下表。

表 2-9 项目验收阶段环境保护目标与环评阶段的对照分析一览表

环评阶段环境保护目标					验收阶段环境保护目标				变更情况
场所	保护目标	相对位置	与辐射源最近距离(m)	人数	保护目标	相对位置	与辐射源最近距离(m)	人数	
20MeV 医用加速器机房	厂区道路流动人员	东侧	12	10 人	厂区道路流动人员	东侧	12	10 人	与原环评一致
	厂区道路流动人员	南侧	13	10 人	厂区道路流动人员	南侧	13	10 人	与原环评一致
	绵阳宏发一海机电公司工作人员	南侧	23	50 人	绵阳宏发一海机电公司工作人员	南侧	23	50 人	与原环评一致
	同位素研发区工作人员	西侧	4	9 人	同位素研发区工作	西侧	4	9 人	与原环评一致

					人员				
	控制室工作人员	西侧	7	3人	控制室工作人员	/	/	/	控制室控制射线装置功能变更至加速器机房北
	设备间 1	/	/	/	设备间 1	北侧	20	3人	侧设备间 1 内, 人员与辐射源距离增加
	三层工作人员	楼上	7.2	10人	三层工作人员	楼上	7.2	10人	与原环评一致
11MeV 医用加速器机房	厂区道路流动人员	东侧	12	10人	厂区道路流动人员	东侧	12	10人	与原环评一致
	厂区道路流动人员	南侧	20	10人	厂区道路流动人员	南侧	20	10人	与原环评一致
	绵阳宏发一海机电公司工作人员	南侧	30	50人	绵阳宏发一海机电公司工作人员	南侧	30	50人	与原环评一致
	同位素研发区工作人员	西侧	6	9人	同位素研发区工作人员	西侧	6	9人	与原环评一致
	控制室工作人员	西侧	8.3	3人	控制室工作人员	/	/	/	控制室控制射线装置功能变更至加速器机房北
	设备间 1	/	/	/	设备间 1	北侧	9	3人	侧设备间 1 内, 人员与辐射源距离增加
	二层工作人员	楼上	3.4	10人	二层工作人员	楼上	3.4	10人	与原环评一致
同位素研发区	辐射工作人员	/	0.5	9人	辐射工作人员	/	0.5	9人	与原环评一致
	配电室	北侧	4.3	2人	配电室	北侧	4.3	2人	与原环评一致
	二层工作人员	楼上	3.4	10人	二层工作人员	楼上	3.4	10人	与原环评一致
	绵阳宏发一海机电公司工作人员	南侧	23	50人	绵阳宏发一海机电公司工作人员	南侧	23	50人	与原环评一致

由上表可知, 除控制室功能变更导致射线装置操作人员操作射线装置位置由控制室内变更为设备间 1 内以外, 本项目验收阶段保护目标情况与环评阶段保持一致。

4、环保手续履行情况

2022 年 7 月, 四川久远环保安全咨询有限公司编制了《回旋加速器生产及同位素应用研

发基地环境影响报告表》，并于 2022 年 7 月 25 日取得了四川省生态环境厅的批复（批复文号：川环审批〔2022〕80 号）。

2024 年 9 月 13 日，四川省生态环境厅组织对四川玖谊源粒子科技有限公司重新申请辐射安全许可证相关情况进行了现场检查，提出了 7 项整改意见：①进一步修订公司的辐射安全管理制度，规范辐射工作场所四项上墙制度(外墙)。②固定式辐射监测仪器和操作台连接起来，做到可实时监控监测数据。③加强迷道外钥匙管控，建立巡检巡查制度，落实人防、技防措施防止人员误闯入；调试车间内的急停开关应增加中文标识；调试车间内视频监控要做到无死角、全覆盖。④按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的验收要求，取得辐射安全许可证后，3 个月内完成新建设项目的自主验收工作；择优选择验收监测机构，规范做好新许可项目的竣工自主验收监测工作。⑤辐射安全管理人员应取得“单位辐射安全与防护”类的培训合格证。⑥落实专人使用好、维护好全国核技术利用辐射安全申报系统，两日之内补充完善有关信息；每年 1 月 31 日前在系统中提交年度自查评估报告。⑦按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》要求，建立辐射安全管理档案，做好辐射安全管理资料的收集、分类归档。收到现场检查意见后，四川玖谊源粒子科技有限公司针对现场检查中存在的缺陷项目，召开了专门会议进行认真研究制定了限期整改措施，于 2024 年 10 月 15 日完成了上述 7 项整改。

目前，四川玖谊源粒子科技有限公司取得了四川省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号：川环辐证〔00630〕，许可种类和范围为生产、销售、使用Ⅱ类射线装置，有效期至 2028 年 11 月 11 日。详情见附件 3。

本项目于 2022 年 7 月 5 日取得环评批复，2025 年 9 月投入试运行，由于项目涉及内容较多，包括加速器制造厂房（含加速器调试）及同位素应用研发中心，因此建设单位对本项目建设内容进行分期验收。目前，本项目一期（1#、4#、6#小加速器测试间及机械加工制造区域）及二期（2#、3#、5#小加速器测试间及大加速器测试间）分别于 2025 年 8 月 20 日和 2025 年 9 月 19 日进行现场验收会，并形成验收组意见（见附件）。四川玖谊源粒子科技有限公司按国家及四川省生态环境厅有关环境保护的规定要求，履行了环保手续，本次验收的同位素应用研发中心一层 11MeV 加速器机房、20MeV 加速器机房、同位素研发区及配套房间的各项环境保护设施和安全防护设施运行正常，已具备项目环境保护竣工验收条件。

5、审批决定建设内容与实际建设内容对比分析

根据现场踏勘，实际建设内容与环境影响报告审批意见要求落实情况见下表：

表 2-10 项目建设情况统计表

项目组成	环评报告表与批复建设内容		实际建设情况	是否与环评一致
主体工程	同位素应用研发中心	同位素应用研发中心位于厂区西南部，为三层建筑，占地面积 1079m ² ，建筑面积 3226m ² ，建筑高 14.6m。该中心一层主要进行正电子核素制备和同位素的合成研发，由 1 个 20MeV 质子回旋加速器机房、1 个 11MeV 质子回旋加速器机房、同位素研发区及配套房间组成，涉及 ¹¹ C、 ¹³ N、 ¹⁸ F、 ⁶⁴ Cu、 ⁶⁸ Ga、 ⁸⁹ Zr 等 6 种正电子核素，日等效最大操作量为 1.85×10 ⁹ Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所；拟使用 1 台 20MeV 质子回旋加速器和 1 台 11MeV 质子回旋加速器制备放射性同位素，均属于 II 类射线装置。	同位素应用研发中心位于厂区西南部，为三层建筑，占地面积 1079m ² ，建筑面积 3226m ² ，建筑高 14.6m。该中心一层主要进行正电子核素制备和同位素的合成研发，由 1 个 20MeV 质子回旋加速器机房、1 个 11MeV 质子回旋加速器机房、同位素研发区及配套房间组成，涉及 ¹¹ C、 ¹³ N、 ¹⁸ F、 ⁶⁴ Cu、 ⁶⁸ Ga、 ⁸⁹ Zr 等 6 种正电子核素，日等效最大操作量为 1.85×10 ⁹ Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所；使用 2 台 11MeV 质子回旋加速器制备放射性同位素，均属于 II 类射线装置。	由环评的使用 1 台 11MeV 加速器和 1 台 20MeV 加速器变更为使用 2 台 11MeV 加速器
		20MeV 质子回旋加速器机房（使用 20MeV 质子回旋加速器）主要用于核素 ⁶⁴ Cu 和 ⁸⁹ Zr 制备，年有效出束时间为 20h；11MeV 质子回旋加速器机房（使用 11MeV 质子回旋加速器）主要用于 ¹¹ C、 ¹³ N、 ¹⁸ F 和 ⁶⁸ Ga 制备，年有效出束时间为 105.1h。	20MeV 质子回旋加速器机房（使用 11MeV 质子回旋加速器）主要用于核素 ⁶⁴ Cu 和 ⁸⁹ Zr 制备，年有效出束时间为 20h；11MeV 质子回旋加速器机房（使用 11MeV 质子回旋加速器）主要用于 ¹¹ C、 ¹³ N、 ¹⁸ F 和 ⁶⁸ Ga 制备，年有效出束时间为 105.1h。	20MeV 质子加速器机房使用的加速器由 20MeV 质子加速器调整为 11MeV 质子加速器
辅助工程	冷却水系统：共设置 1 套外循环水冷系统和 3 套内循环水冷系统，内循环水冷系统通过板式换热器与外循环水冷机进行热交换。每套内循环水流量为 10L/min，整个循环系统水量不超过 50L。外循环冷却水系统 Q=30m ³ /h，风冷式冷水机组放置于车间北侧。		冷却水系统：共设置 1 套外循环水冷系统和 3 套内循环水冷系统，内循环水冷系统通过板式换热器与外循环水冷机进行热交换。每套内循环水流量为 10L/min，整个循环系统水量不超过 50L。外循环冷却水系统 Q=30m ³ /h，风冷式冷水机组放置于车间北侧。	一致
	气体供应系统：在同位素应用研发中心东北侧气瓶间暂存氢气、氮气、氮氧混合气、氦气各 1 瓶，通过汇流排引至各加速器机房。		气体供应系统：在同位素应用研发中心东北侧气瓶间暂存氢气、氮气、氮氧混合气、氦气各 1 瓶，通过汇流排引至各加速器机房。	一致
公用工程	供水	由市政自来水管网供给。	由市政自来水管网供给。	一致
	供电	由市政电网供给。	由市政电网供给。	
仓储工程	在同位素研发中心设原料间 1 个，面积约 5m ² 。		在同位素研发中心设原料间 1 个，面积约 5m ² 。	一致
环保	废水	拟在同位素应用研发中心放射性废物暂存间设置 2 个 5L	废水 在同位素应用研发中心放射性废物暂存间设置	一致

设施	治理	铅罐收集暂存放射性废水，经衰变罐暂存并经检测达标后再进行中和预处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准后排入城市污水管网。另在同位素应用研发中心南侧修建1座事故池（有效容积3m ³ ）用于应急淋浴废水收集。生活污水经厂区污水管网收集后排入城市污水管网。	治理	2个5L铅罐收集暂存放射性废水，经衰变罐暂存并经检测达标后再进行中和预处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准后排入城市污水管网。另在同位素应用研发中心南侧修建1座事故池（有效容积3m ³ ）用于应急淋浴废水收集。生活污水经厂区污水管网收集后排入城市污水管网。	
	废气治理	同位素应用研发中心设置局排和全排系统，排风系统收集放射性废气经高效过滤装置净化处理后由20m高排气筒排放。	废气治理	同位素应用研发中心设置局排和全排系统，排风系统收集放射性废气经高效过滤装置净化处理后由20m高排气筒排放。	一致
	固废处置	在同位素应用研发中心一层设置放射性废物暂存间1个，面积24m ² ，配置有2个5L的10mm铅罐、1个10L的50mm铅罐、2个20L的10mm铅罐、1个50L的10mm铅罐用于放射性固废的暂存。	固废处置	在同位素应用研发中心一层设置放射性废物暂存间1个，面积24m ² ，配置有1个5L的10mm铅罐、2个10L的50mm铅罐、2个20L的10mm铅罐、1个50L的10mm铅罐用于放射性固废的暂存。	5L铅罐数量减少，10L铅罐数量增加，铅罐总数不变，固废产量未变化
	地下水防治	放射性废物暂存间进行重点防渗。	地下水防治	放射性废物暂存间进行重点防渗。	一致
	噪声防治	选用低噪设备，基础减振	噪声防治	选用低噪设备，基础减振	一致

由上表可知，本项目实际建设内容中的20MeV加速器机房由原环评的使用20MeV质子加速器生产⁶⁴Cu、⁸⁹Zr变更为使用11MeV质子加速器生产⁶⁴Cu、⁸⁹Zr，放射性废物暂存间中固体废物处置措施配置的5L铅罐数量由原环评中的2个变更为1个，10L铅罐数量由原环评的1个变更为2个，运营过程中，根据固废容器内收储情况进行处置，放射性固废产生量与环评相比未变动，除上述变动外，本项目其余建设内容与环评一致。

工程设备与工艺分析

1、工程设备组成

(1) 回旋加速器设备组成

回旋加速器一般由以下几个系统组成：磁场系统、真空系统、高频系统、离子源系统、束流引出系统、靶系统和水冷系统。具体见下图：

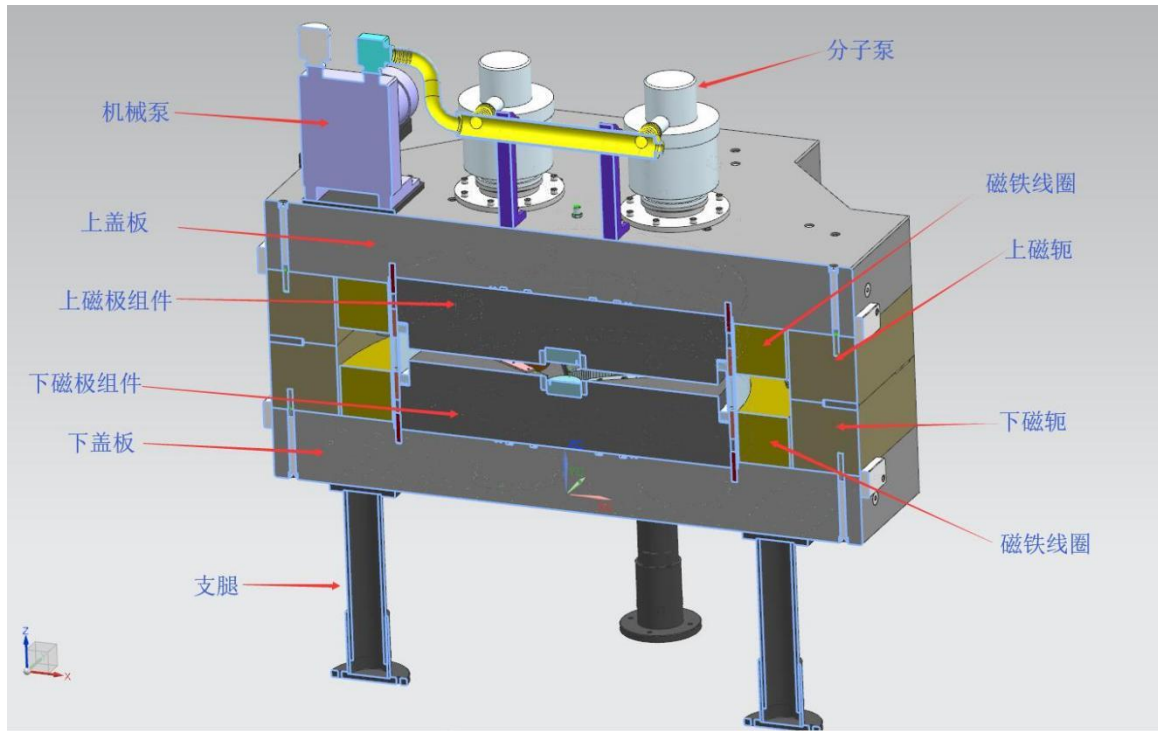


图 2-2 回旋加速器组成示意图

① 磁场系统

主要由磁极组件、磁场线圈和磁铁线圈等组成，提供被加速的带电粒子做圆周运动所需要的磁场强度。

② 真空系统

该系统包括真空腔、真空泵和真空计。通过保持真空腔内的真空度，以降低束流的丢失，减少加速器内部的活化，同时对高频电场提供绝缘保护。

③ 高频系统

高频系统为加速器提供高频振荡电压，是回旋加速器中最关键也是最复杂的系统。它主要有两个功能：一是从离子源中提取离子进行加速；二是对离子运行一周提供加速电压。该系统主要包括 RF 谐振腔、RF 功率发生器以及相应的控制和检测电路，调整因温度变化而引起的高压漂移。

④离子源系统

由离子源、离子源电源配给器和气体控制系统组成，主要功能是产生需要加速的带电粒子。

⑤束流引出系统

主要包括剥离碳膜、引出器等装置。该系统直接将加速的且具有最大能量的带电负离子从真空腔中引出，主要是通过剥离膜(很薄的碳膜)剥去负氢粒子的两个电子，使其转变成为带正电荷的质子，此时粒子束运行轨道发生逆向偏转，然后通过引出装置将束流引入靶内。

⑥靶系统

主要由准直器、靶室及真空绝缘膜(havar 和钛)等组成。项目在测试间内进行回旋加速器调试时使用铝束桶作为靶材，在进行核素制备时使用气体、液体或固体靶。

⑦水冷系统

包括水冷却系统和氦冷却系统。水冷却系统分为内循环冷却水系统和外循环冷却水系统，通过板式换热器与外循环水冷机进行热交换，内循环水总流量为 10L/min；外循环冷却水系统 $Q=15\sim 20\text{m}^3/\text{h}$ ，冷水机组放置于室外绿地内。内循环水系统采用纯水，并配套设置过滤树脂，避免水质硬化。氦冷却系统主要在轰击期间对靶室和靶窗的 havar 膜与钛膜之间进行冷却，主要由氦气、压缩机和流量计等组成。

(2) 回旋加速器工作原理

回旋加速器是粒子加速器，是将离子源系统产生的氢负离子（离子源）在离子源偏压或高频电压作用下推至离子源通道并进入加速区域。在加速区域，负离子束流在磁场（D 型盒）的作用下做回旋运动，在高频电场多次作用下不断获得能量。在能量增加后，其运动半径也随之增大，故而束流的运动轨迹就变成了一种类螺旋形。获得加速的负离子束流通过碳膜（提取膜）时，其与氢结合松散的两个电子被剥离，导致束流从负电性变成正电性，它所受磁场的作用力的方向也发生改变，带正电荷的束流转向出口通过准直器后飞行并轰击靶，产生放射性核素。其工作原理示意如图 2-1 所示。

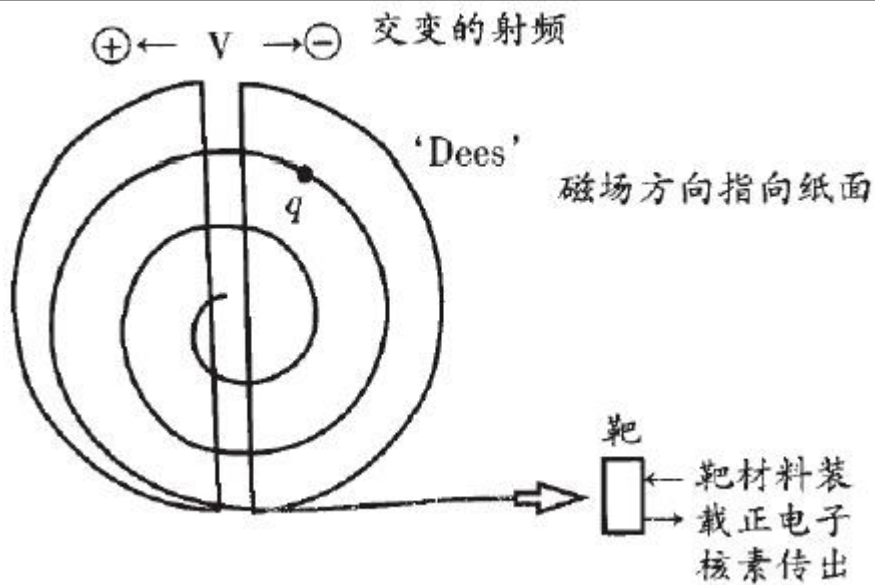


图 2-3 本项目分期验收场所一览表

2、工作方式及劳动定员

(1) 劳动定员

劳动定员：本项目涉及 58 名辐射工作人员，其中 42 人负责回旋加速器生产调试，4 人负责加速器的售后调试及维修服务，9 人负责同位素应用研发中心的同位素合成、分装及质检，3 人负责同位素应用研发中心加速器运行控制和维护。验收阶段同位素应用研发生产基地劳动定员与环评阶段规模一致，辐射工作人员 12 人，9 人负责同位素应用研发中心的同位素合成、分装及质检，3 人负责同位素应用研发中心加速器运行控制和维护。

同位素应用研发中心 12 名辐射工作人员均已取得辐射安全培训证书，证书编号及有效期见下表。

表 2-13 辐射工作人员上岗证一览表

序号	姓名	性别	证书编号	证书有效期
1	■	■	■	■
2	■	■	■	■
3	■	■	■	■
4	■	■	■	■
5	■	■	■	■
6	■	■	■	■
7	■	■	■	■
8	■	■	■	■
9	■	■	■	■
10	■	■	■	■
11	■	■	■	■
12	■	■	■	■

■	■	■	■	■
■	■	■	■	■
■	■	■	■	■

(2) 工作制度

本项目辐射工作人员每年工作 250 天，每周工作 5 天。

3、工艺流程及产污环节

(1) 回旋加速器区

同位素应用研发中心一层东部设置 2 间回旋加速器机房，其中 20MeV 回旋加速器机房安装 1 台 11MeV 回旋加速器，用于制备 ^{64}Cu 和 ^{89}Zr ，质子最大能量为 11MeV，为单束流设计，最大束流为 100 μA ；11MeV 回旋加速器机房安装 1 台 11MeV 回旋加速器，用于制备 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{18}F 、 ^{68}Ga ，质子最大能量为 11MeV，为单束流设计，最大束流为 100 μA 。

根据回旋加速器基本原理，加速粒子(质子)在真空中加速至指定能量，加速粒子加速过程不产生感生放射性核素，仅在加速粒子打在靶材料上之后，靶材料俘获加速粒子，产生放射性同位素；同时，周围屏蔽材料俘获加速粒子后，可能会产生少量短半衰期放射性同位素。工艺流程如下：

①靶系统准备：除气体靶和液体靶采用压力传输入靶腔外，固体靶由人工安装。

②加速器运行安全检查：在回旋加速器启动之前，工作人员须进入加速器机房进行巡视，确保机房内无人和各项准备工作（靶物质、冷却系统、通风系统等）就绪，然后关闭加速器机房防护门，进入控制室进行开机操作。

③启动冷却水系统、氢气：首先启动电磁阀，再启动内外水冷，设置氢气流量。

④启动磁铁电源、离子源电源：启动磁铁电源，等待磁铁稳定；启动离子源电源。

⑤打靶：设定轰靶束流和时间开始打靶，带电粒子经加速器加速后轰击气体靶、液体靶或固体靶，从而得到所需的放射性核素

⑥关闭电源、靶材引出：打靶结束后关闭离子源电源和磁铁电源。打靶产生的含有放射性核素液体（ ^{18}F 、 ^{13}N 和 ^{68}Ga ）和气体（ ^{11}C ）通过埋地管线自动输送至研发区热室内，固体靶片（ ^{64}Cu 和 ^{89}Zr ）通过埋地管线自动输送至研发区热室内。

⑦关闭氢气、冷水系统。

(2) 同位素研发区

同位素研发区设在同位素应用研发中心一层中部，主要开展放射性同位素研发，涉及放射性核素 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{18}F 、 ^{64}Cu 、 ^{68}Ga 、 ^{89}Zr 共 6 种。主要研发内容是利用放射性核素进行合成标记，通过液相、紫外、 γ 能谱等检验仪器对标记制剂进行质量检测、分析，以研究新型放射性药物的制备方法，摸索并优化相关工艺参数、收集相关数据。本区域涉放合成分装在热室内进行，分析研究在放化实验室的通风橱内进行。主要实验流程如下：

①样品接收及预处理：打靶产生的含有放射性核素液体（ ^{18}F 、 ^{13}N 和 ^{68}Ga ）通过埋地管线自动输送至研发区热室，气体（ ^{11}C ）依靠自身压力进入研发区热室，固体靶片（ ^{64}Cu 和 ^{89}Zr ）由管路气吹转移至热室，之后对制备的核素进行预处理（溶解、稀释或纯化）。气体核素（ $^{11}\text{CO}_2$ ）采用两级 NaOH 饱和溶液转化为 $^{11}\text{CO}_3^{2-}$ （转化率为 90%），之后剩余尾气通过气囊收集于热室内；固体靶采用酸进行溶解。

②合成标记

在合成热室内，用移液器吸取核素溶液到标记瓶中，加入标记辅助试剂溶液、待标记物溶液，放置特定时间待标记过程完成，即完成核素标记。

③样品分装、取样

在分装热室内，按研究项目需求对标记溶液进行分装、取样，以供后续质量分析研究使用。

④质量分析研究

在放化实验室利用 γ 能谱仪、质谱仪、液相色谱仪等分析仪对样品溶液进行核纯度、放射化学纯度及稳定性等参数指标检测，记录相关数据，据此开展核素制备工艺参数的优化研究。

⑤研发场所清洁

每日实验结束后需对热室和通风橱等进行清洁去污。

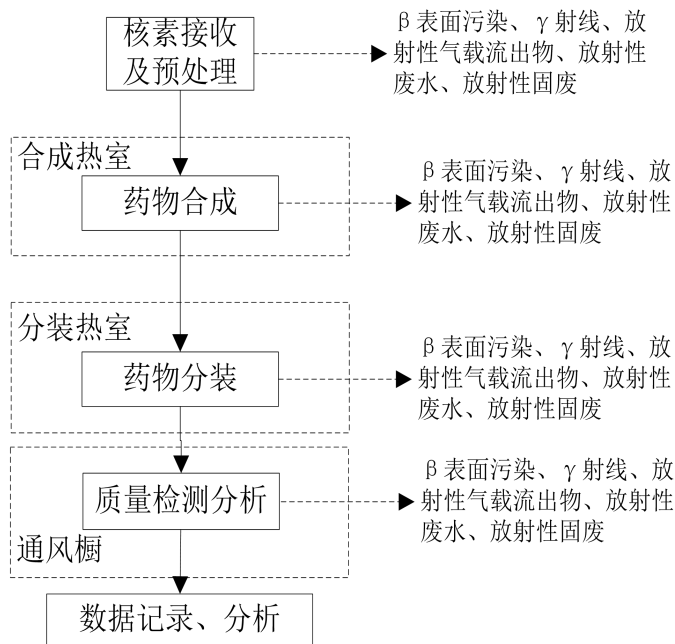


图 2-4 同位素研发区主要工艺流程及产污环节

^{18}F : 回旋加速器产生的束流轰击液体靶 ($^{18}\text{O}-\text{H}_2\text{O}$) 所制备的 ^{18}F 经专门的核素传输通道传送到热室内的氟化钠合成模块, 采用的是 ^{18}F 离子标记生理盐水, 回旋加速器生成的 ^{18}F 经阴离子交换柱被 HCO_3^- 捕获, 被 2mL K_2CO_3 溶液和穴醚 (相转移催化剂) 的乙腈溶液 (K222) 洗脱至反应管内, 在反应管内加热与乙腈共沸, 除干水和乙腈, 待反应管冷却后相残留物中加入 4mL 生理盐水, 再经无菌滤膜过滤后得到最终产品 $^{18}\text{F}-\text{NaF}$ (热室中), 用 4mL 水漂洗反应管、产品传输管线及滤膜, 以回收管线中的残余 $^{18}\text{F}-\text{NaF}$, 并将这部分 $^{18}\text{F}-\text{NaF}$ 压入产物瓶中, 之后进行质检。

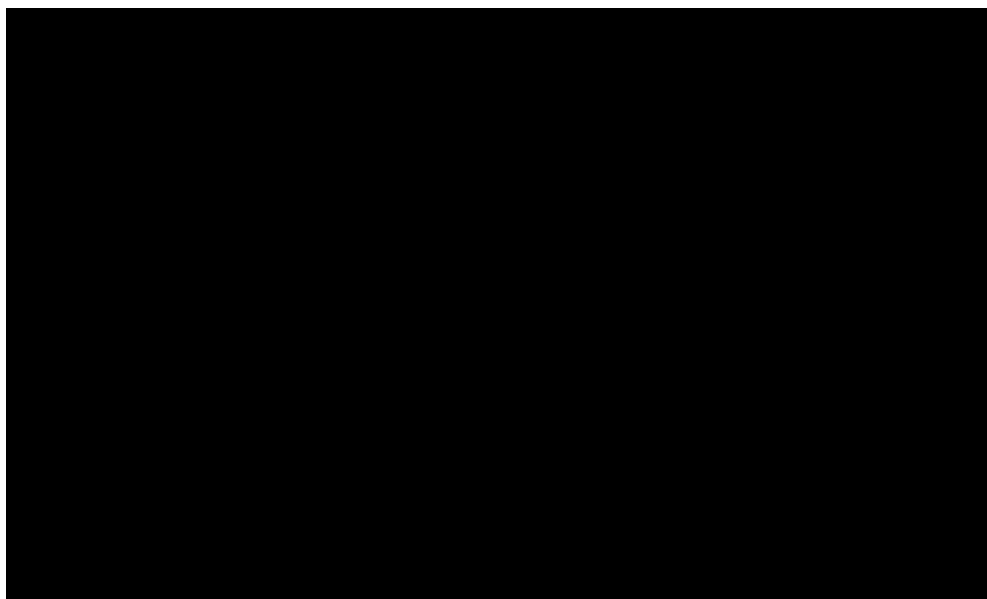


图 2-5 $^{18}\text{F}-\text{NaF}$ 制备工艺流程图

^{11}C : 通过 $^{14}\text{N}(\text{p},\alpha)^{11}\text{C}$ 反应生成。通过质子束轰击充满靶材腔中的氮氧混合气生产，其中氮气 99%，氧气 1%。单次打靶时间 20min。打靶结束后通过连接在靶材腔上的 peek 管传输到分离纯化设备中进行后续 ^{11}C 的收集和标记反应。气体通过钠石灰反应吸附，残留气体通过 NaOH 再次吸附，再通过溴百里酚蓝检测是否残留 CO_2 ，末端加单向阀与密闭气囊收集；HCl 溶解含 ^{11}C 的碳酸钙，进入反应管； LiAlH_4 与 $^{11}\text{CO}_2$ 反应生成 $^{11}\text{CH}_2\text{O}$ ，再加入 HI 反应生成 $^{11}\text{CH}_3\text{I}^{11}\text{CH}_3\text{I}$ 与药物前体合成，完成合成；之后通过气体吹送进入分装热室，通过无菌滤膜过滤，形成最终成品；之后进行质检。

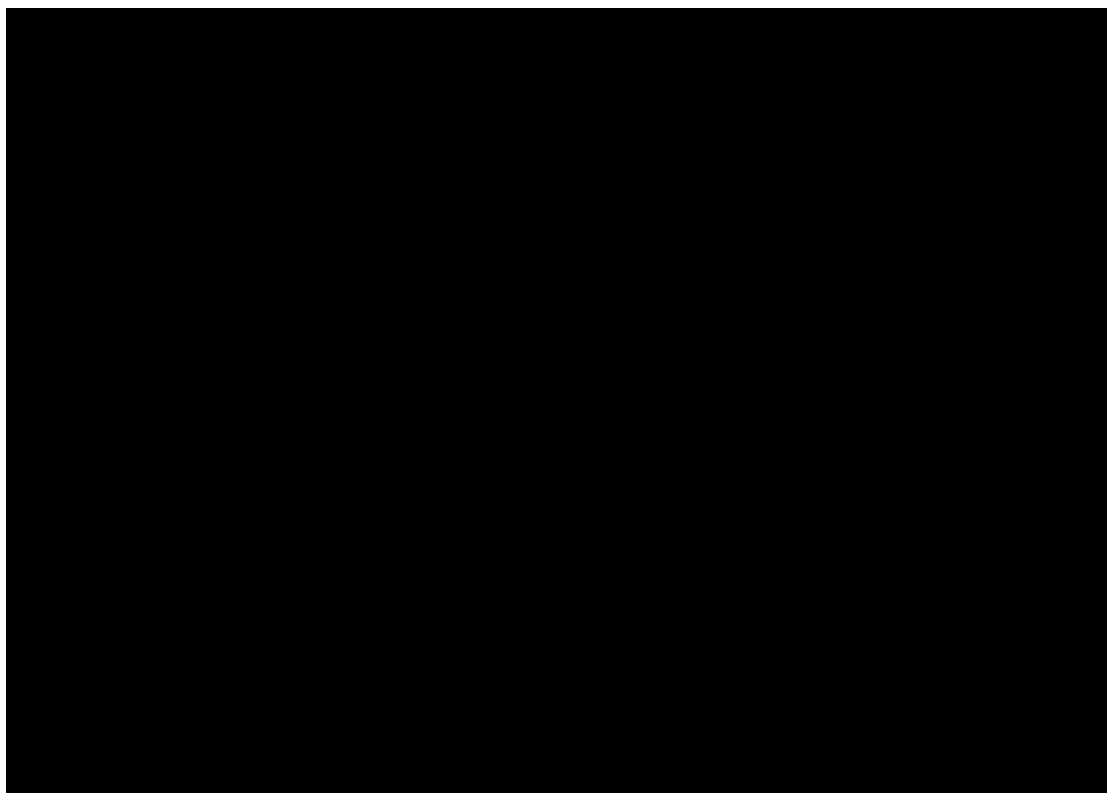


图 2-6 ^{11}C 核素研发流程图

^{13}N : 通过 $^{16}\text{O}(\text{p},\alpha)^{13}\text{N}$ 核反应生成。通过质子束轰击装载在靶材腔中的去离子水发生核反应生成。打靶结束后，通过连接在靶材腔上的 peek 管道传输到分离纯化模块中进行 ^{13}N -的分离纯化及后续的标记反应；分装热室内，通过无菌滤膜过滤形成最终成品；之后进行质检。

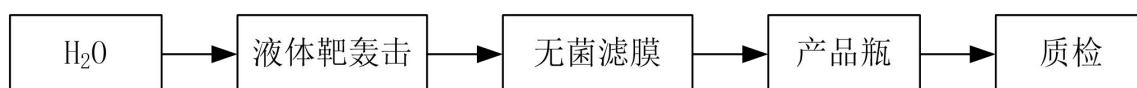


图 2-7 ^{13}N 核素研发流程图

^{68}Ga : 通常使用 $^{68}\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，溶解液中的 ^{68}Zn 丰度大于 98%。打靶结束后，通过连接好的 PEEK 管核素传输管道将轰击后的靶溶液传送到热室内，使用 ZR 树脂和 TK200 树脂进行分离纯化。具体过程如下：

树脂预处理：称量 700mg ZR 树脂，装入 2mL 层析柱，使用 7mL 含量为 0.1mol/L 的 HNO₃ 过柱进行 ZR 树脂预处理。称量 800mg TK200 树脂，装入 2mL 层析柱，依次使用 7mL 去离子水、4mL 含量为 1.75mol/L 的 HCl 过柱进行 TK200 树脂预处理。

上样与洗脱：①取 3mL 模拟溶液，控制流速 0.6~0.8mL/min 通过 ZR 柱，收集滤液 A；②取 15mL 0.1M HNO₃ 进行淋洗，收集淋洗液 B；③取 6mL 1.75M HCl 进行洗脱，洗脱液通过 TK200 柱，收集滤液 C；④取 3.5mL 含 2M NaCl/0.13M HCl 溶液进行淋洗，收集淋洗液 D；⑤取 2mL 去离子水、5mL 0.1mol/L HCl 进行洗脱，收集产品溶液 E。

检测分析：将收集的溶液 A、B、C、D、E 以及配置的模拟溶液进行送样检测，使用 ICP-MS 测定样品中 Ga(III)、Zn(II)、Ni(II)、Cu(II) 离子浓度。

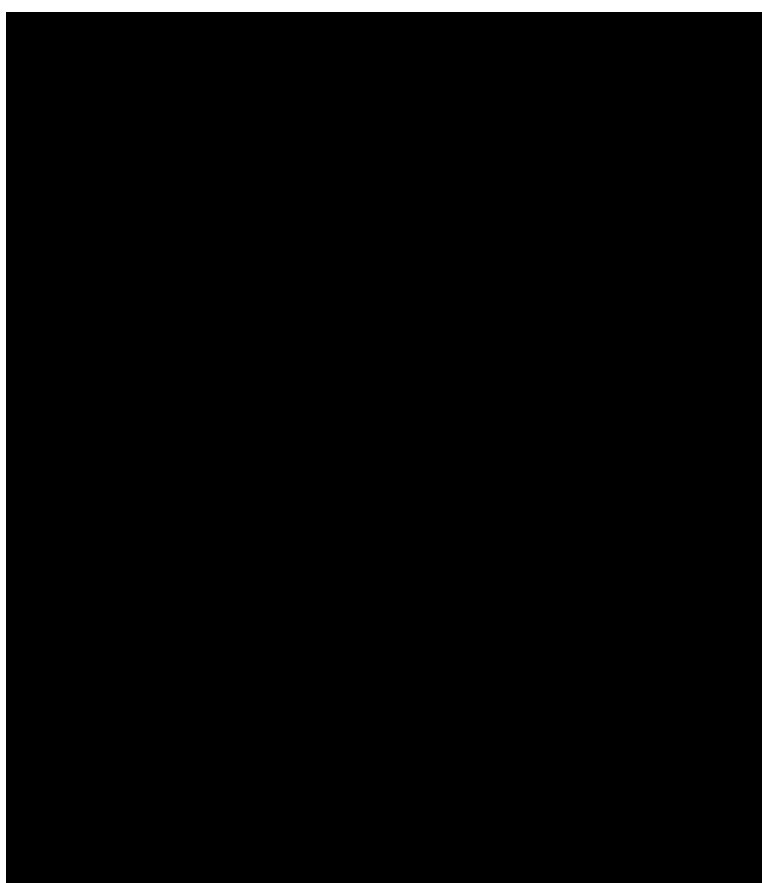


图 2-8 ⁶⁸Ga 核素研发流程图

⁶⁴Cu：通过核反应 ⁶⁴Ni(p,n)⁶⁴Cu 生成。靶材为富集度 >95% 的 ⁶⁴Ni，通常为氧化物形式。在表面镀金的铜靶托上通过电镀制备均匀致密 ⁶⁴Ni 靶材镀层。轰击结束后，通过自动化的机械结构将固体靶托吸附在溶解槽内，待辐照后靶材完全溶解后将溶解液随连接在溶解池内的 peek 管道传输到分离纯化模块进行分离纯化，分离纯化结束后传输至产品瓶中，根据需求进行后续标记实验或者送样。

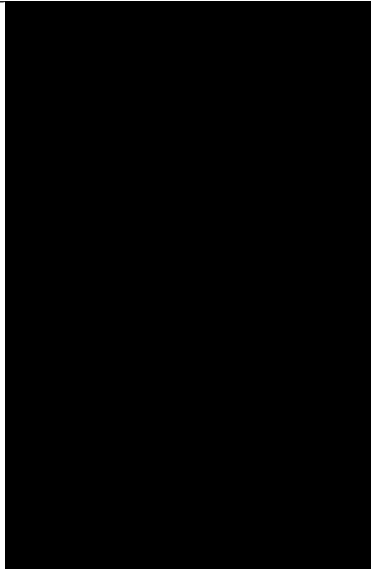


图 2-9 ^{64}Cu 核素研发流程图

^{89}Zr : 回旋加速器产生的束流轰击固体靶 (^{89}Y 箔片) 发生 $^{89}\text{Y}(\text{p}, \text{n})^{89}\text{Zr}$ 反应制备出 ^{89}Zr , 通过管线转移至合成热室内的溶解池, 加入 2mL 10mol/L HCl 进行加热溶解 1 小时, 冷却后加入 8mL 纯水进行稀释, 将稀释后的溶解液经管道传送到热室内的纯化合成模块, 采用的是 ^{89}Zr 标记 DFO 共轭抗体, 含 ^{89}Zr 的溶解液进入萃取色谱柱, 经携带异羟肟酸的色谱树脂进行选择吸附, 向萃取柱中加入 4mL 2mol/L HCl 进行冲洗 1 次, 加入 4mL 纯水冲洗 1 次, 加入 4mL 0.05mol/L 草酸溶液进行洗脱, 洗脱液进入反应管, 加入 DFO 共轭抗体, 室温反应 50 分钟, 反应结束后通过无菌滤膜得到最终带放射性的标记物, 之后进行质检。

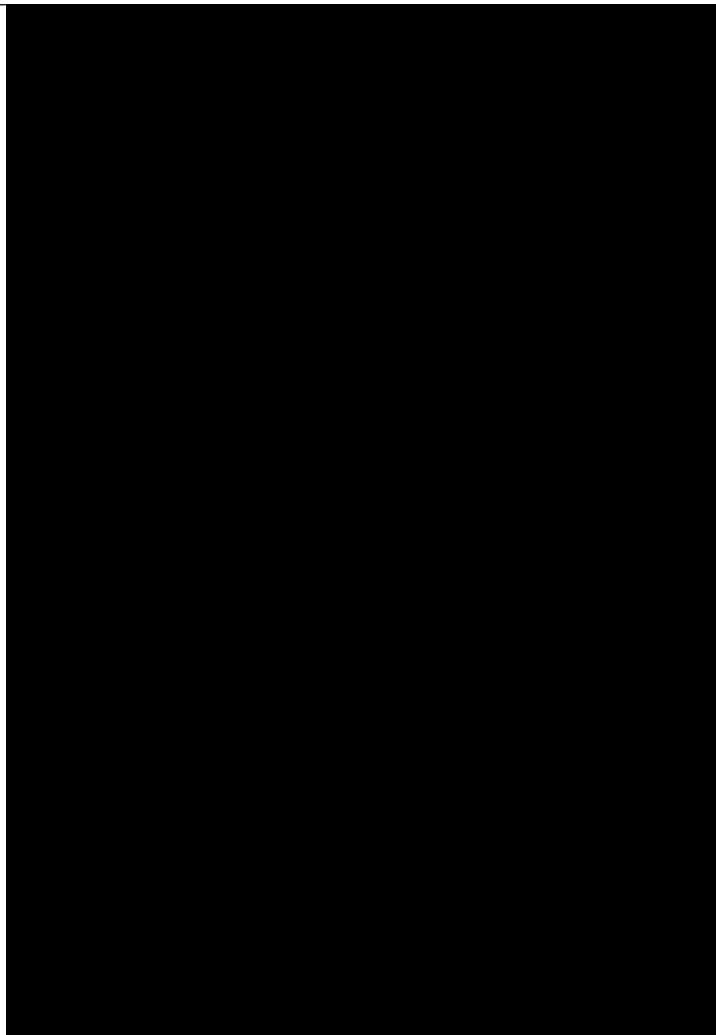


图 2-10 ^{89}Zr 核素研发流程图

(2) 生产工况

同位素应用研发中心主要进行 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{18}F 、 ^{64}Cu 、 ^{68}Ga 、 ^{89}Zr 等 6 种核素的制备和放射性同位素研发，涉及 2 台 11MeV 质子回旋加速器。回旋加速器运行工况及同位素研发区工作人员配置及操作情况见下表所示。

表 2-14 同位素应用研发中心回旋加速器运行工况表

加速器机房名称	核素名称	单次最长打靶时间	单次打靶最大产生量	年打靶天数 (d)	年运行时间 (h)
环评阶段					
11MeV 回旋加速器机房	^{11}C	5min	5mCi	20	105.1
	^{13}N	10min	10mCi	20	
	^{18}F	1h	50mCi	75	
	^{68}Ga	0.5h	10mCi	50	
20MeV 回旋加速器机房	^{64}Cu	1.5h	10mCi	10	20
	^{89}Zr	0.1h	5mCi	50	
验收阶段					
11MeV 回旋加速	^{11}C	5min	5mCi	20	105.1
	^{13}N	10min	10mCi	20	

器机房	^{18}F	1h	50mCi	75	
	^{68}Ga	0.5h	10mCi	50	
20MeV 回旋加速 器机房（11MeV 加速器）	^{64}Cu	1.5h	10mCi	10	20
	^{89}Zr	0.1h	5mCi	50	

注：（ ^{89}Zr 和 ^{64}Cu 反映阈能大主要为 5MeV（<11MeV），11MeV 加速器可进行 ^{89}Zr 和 ^{64}Cu 的生产）

表 2-15 同位素研发区工作人员配置及操作情况

工作场所	主要工艺环节	人员配置 (人)	单批次 操作时 间 (h)	每日操作批 次 (次/ 日)	年操作天 数 (天)	年操作 时间 (h)
环评阶段						
同位素研发区	核素合成、分装	9	1	1	225	225
	制剂检测		0.5	1	225	113
验收阶段						
同位素研发区	核素合成、分装	9	1	1	225	225
	制剂检测		0.5	1	225	113

变更情况：与环评一致

综上，除固体靶打靶后的转运方式由人工转运变更为管线传输外，其余设备组成及操作流程等与环评阶段相比，未发生变动。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

1、平面布局

(1) 同位素应用研发中心平面布置

同位素应用研发中心现有 2 台 11MeV 质子加速器，分别布置于研发中心西侧的 11MeV 质子加速器机房和 20MeV 质子加速机房。两台加速器位于房间中央，加速器操作位位于加速器大厅北侧设备间 1 内。加速器靶材通过管路进入各加速器机房，操作人员从研发中心北侧人员入口进入设备间 1 内，生产的放射性核素从东侧原料大门出，由建筑外从西侧门厅入口进入，经过放射性废物暂存间由放射性废物暂存间传递窗进入同位素研发区进行实验。

(2) “人流、物流、污流”流动路径

➤ 人流路径

辐射工作人员由同位素应用研发中心一层北门进入后，由同位素研发区西南角风淋间门进入后依次通过更鞋更衣间和缓冲间后至洁净走廊，之后进入控制间或通过风淋间进入合成分装室的前区进行合成分装操作。退出时，首先在检测间进行表面污染检测，存在污染的在淋浴间进行去污处理、不存在污染的在更衣间脱去工服后退出场所。

➤ 物流路径

非放原料走线：氢气、氮气和氧气经汇流排引至加速器机房靶腔内，固体靶由人工安装在加速器靶槽内。合成实验涉及非放原料由同位素应用研发中心北侧门厅进入，经风淋、更衣等场所进入原料库暂存，之后经风淋间转入合成分装室。

放射性原料走线：打靶完成后，气体依靠自身压力（3.5MPa）压入合成分装室的热室内；液体由管线通过氮气压送至合成分装室的热室内；固体靶由管线（跑兔系统）通过压缩气体送至合成分装室的热室内，铅桶出加速器区域时进行表面污染水平和 γ 剂量率监测，之后由辐射工作人员经一层西门、材料间、放射性废物暂存间传递窗转入合成分装室的热室内；分装后半成品由核素制备区西南侧传递窗传至放化实验室。

➤ 污流路径

合成分装室和放化实验室产生的放射性废物采用铅箱收集后，由传递窗转运至核素研发区南侧的放射性废物暂存间内暂存衰变。解控后的废物由南侧通道经一层南门运出。

表 3-1 本项目“人流、物流、污流”流动路径变化情况

类别	原环评	实际验收	变动情况
----	-----	------	------

<p>人流路径</p>	<p>辐射工作人员由同位素应用研发中心一层北门进入后，由同位素研发区西南角风淋间门进入后依次通过更鞋更衣间和缓冲间后至洁净走廊，之后进入控制间或通过风淋间进入合成分装室的前区进行合成分装操作。退出时，首先在检测间进行表面污染检测，存在污染的在淋浴间进行去污处理、不存在污染的在更衣间脱去工服后退出场所。</p>	<p>辐射工作人员由同位素应用研发中心一层北门进入后，由同位素研发区西南角风淋间门进入后依次通过更鞋更衣间和缓冲间后至洁净走廊，之后进入控制间或通过风淋间进入合成分装室的前区进行合成分装操作。退出时，首先在检测间进行表面污染检测，存在污染的在淋浴间进行去污处理、不存在污染的在更衣间脱去工服后退出场所。</p>	<p>设备间 1 变更为控制间，人员由研发中心西北侧入口进入，其余场所人流路径不变</p>
<p>物流路径</p>	<p>非放原料走线：氢气、氮气和氧气经汇流排引至加速器机房靶腔内，固体靶由人工安装在加速器靶槽内。合成实验涉及非放原料由原料库北侧传递窗运至原料库暂存，之后经风淋间转入合成分装室。 放射性原料走线：打靶完成后，气体依靠自身压力（3.5MPa）压入合成分装室的热室内；液体由管线通过氮气压送至合成分装室的热室内；固体靶装入铅桶后人工转运至合成分装室的热室内，铅桶出加速器区域时进行表面污染水平和γ剂量率监测，之后由辐射工作人员经一层北门、原料传递窗、风淋间转入合成分装室的热室内；分装后半成品由西南侧传递窗传至放化实验室。</p>	<p>非放原料走线：氢气、氮气和氧气经汇流排引至加速器机房靶腔内，固体靶由管路通过压缩气体转入靶腔内。合成实验涉及非放原料由同位素应用研发中心北侧门厅进入，经风淋、更衣等场所进入原料库暂存，之后经风淋间转入合成分装室。 放射性原料走线：打靶完成后，气体依靠自身压力（3.5MPa）压入合成分装室的热室内；液体由管线通过氮气压送至合成分装室的热室内；固体靶由管线通过压缩气体转入合成分装室的热室内；分装后半成品由西南侧传递窗传至放化实验室。</p>	<p>取消了研发区北侧洁净走廊内的传递窗，非放物料由北侧门厅进入经厂房南侧人员风淋、更衣等场所进入原料间，固体靶件通过管线进入产线</p>
<p>污流路径</p>	<p>合成分装室和放化实验室产生的放射性废物采用铅箱收集后，由传递窗转运至东南侧放射性废物暂存间暂存。解控后的废物由南侧通道经一层南门运出</p>	<p>合成分装室和放化实验室产生的放射性废物采用铅箱收集后，由传递窗转运至东南侧放射性废物暂存间暂存。解控后的废物由南侧通道经一层南门运出</p>	<p>与环评一致</p>

注：研发中心原设备间 1 变更为控制间，原控制间变更为设备间

综上，本次验收同位素应用研发中心人流、物流、污流根据实际建设情况进行了调整，但项目总体建设的辐射工作场所布置相对独立，同位素生产过程中产生的 X- γ 射线经实体屏蔽防护后对周围环境的辐射影响是可以接受的。总体来看，辐射工作场所的平面布置及“人、物、污”流动路径设置方式既便于各个工艺的衔接，满足安全生产的需要，又便于进行分区管理和辐射防护，从辐射安全防护的角度分析，其总平面布置是合理的。

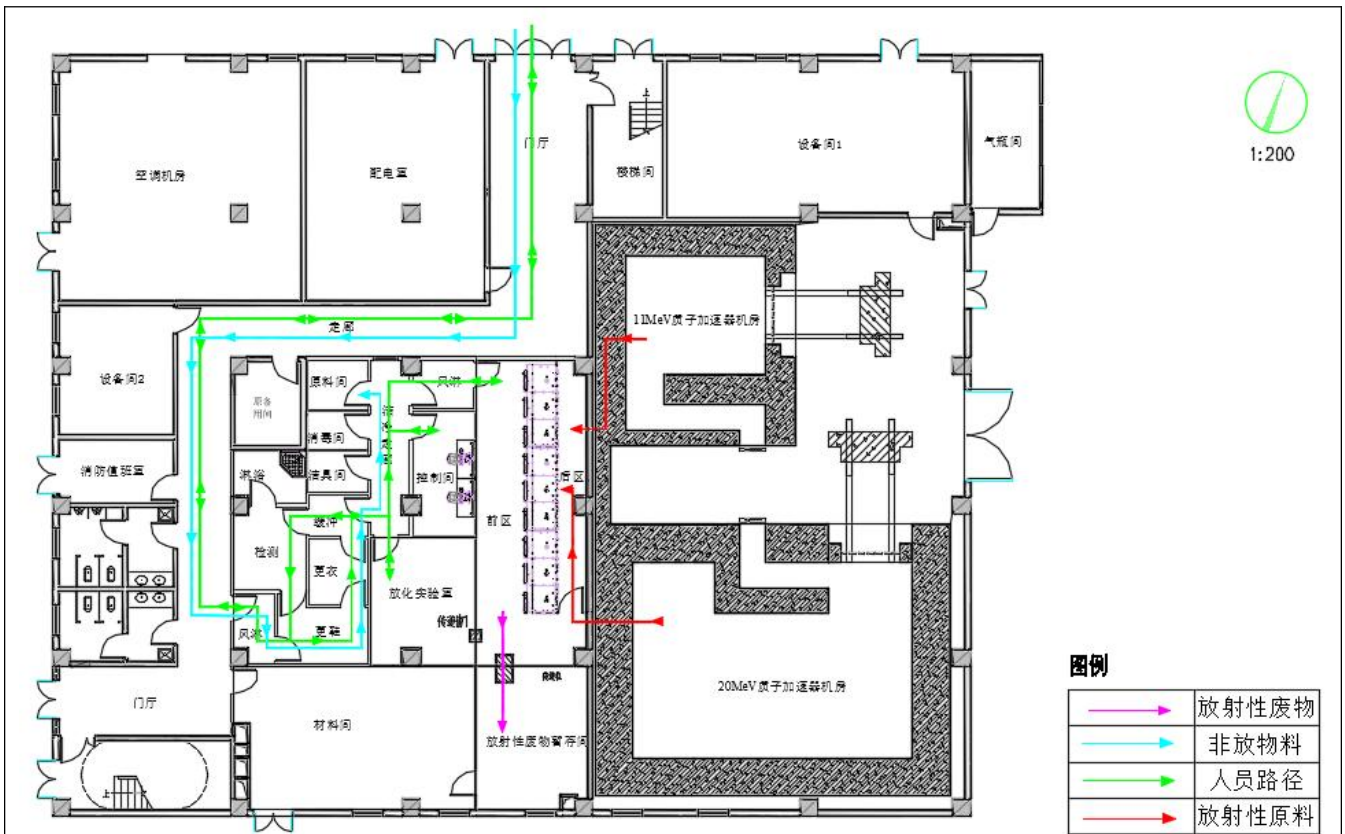


图 3-1 同位素应用研发中心“人、物、污”流动路径示意图

2、分区管理

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在放射性工作场所内划出控制区和监督区。本次验收的辐射工作场所已根据国际放射防护委员会第103号出版社对控制区和监督区的定义，结合项目工业探伤、辐射防护和环境情况特点进行了辐射分区划分。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。本项目中，控制区为11MeV质子加速器机房、20MeV质子加速器机房、前区、后区、防化实验室、放射性废物暂存间，在控制区的进出口（加速器机房屏蔽门）处设立醒目的中文警告标志。对控制区进行严格控制，加速器机房在运行中严禁任何人进入。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的指定区域。本项目监督区分别为原料间、消毒间、洁具间、缓冲、淋浴、检测、风淋、更衣、更鞋、洁净走廊、控制间。在监督区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志。

为落实本项目辐射分区管理制度，建设单位根据项目实际情况采取了以下措施：1）本项

目在加速器机房屏蔽门处、11MeV质子加速器机房入口、20MeV质子加速器机房入口和同位素研发区张贴醒目的辐射标志；2) 建设单位进行了工作人员辐射安全培训，并安排辐射管理人员定期巡查11MeV质子加速器机房、20MeV质子加速器机房和同位素研发区周边区域，防止非许可人员接近或操作探伤设备。

表 3-2 本项目同位素应用研发中心“两区”划分一览表

名称	控制区		监督区		变动情况
	环评	实际验收	环评	实际验收	
同位素应用研发中心	11MeV 质子加速器机房、20MeV 质子加速器机房、前区、后区、放化实验室、放射性废物暂存间	11MeV 质子加速器机房、20MeV 质子加速器机房、前区、后区、放化实验室、放射性废物暂存间	原料间、消毒间、洁具间、缓冲、淋浴、检测、风淋、更衣、更鞋、洁净走廊、控制间、设备间 1、材料间	原料间、消毒间、洁具间、缓冲、淋浴、检测、风淋、更衣、更鞋、洁净走廊、控制间、材料间	材料间 1 变更为加速器操作间，调整材料间 1（加速器操作间）为监督区
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，射线装置在运行中严禁任何人打开铅防护柜。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定，控制区应有明确的标记，控制区边界应有清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告标识。	对控制区进行严格控制，射线装置在运行中严禁任何人打开铅防护柜。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定，控制区应有明确的标记，控制区边界应有清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告标识。	监督区为工作人员操作仪器时工作场所，禁止非辐射工作人员进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定，应在监督区边界的醒目位置张贴电离辐射警示标识和“无关人员禁止入内”警告牌。	监督区为工作人员操作仪器时工作场所，禁止非辐射工作人员进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定，应在监督区边界的醒目位置张贴电离辐射警示标识和“无关人员禁止入内”警告牌。	未变动

注：研发中心原设备间 1 变更为控制间，原控制间变更为设备间



图 3-2 同位素应用研发中心辐射工作场所“两区”划分图

3、屏蔽设施建设情况

本项目同位素应用研发中心各场所及设备屏蔽情况详见下表。

表 3-2 本项目加速器机房屏蔽情况一览表

场所名称	屏蔽体方向	环评阶段设计屏蔽材料及厚度	验收阶段实际屏蔽材料及厚度	对比情况	
加速器机房	11MeV 质子加速器机房	迷道内墙	1.2m 混凝土	1.2m 混凝土	与环评一致
	迷道外墙	0.6m 混凝土	0.6m 混凝土		
	迷道门	2cm 铅+25cm 聚乙烯	2cm 铅+25cm 聚乙烯		
	东墙	1.2m 厚混凝土	1.2m 厚混凝土		
	西墙	1.2m 厚混凝土	1.2m 厚混凝土		
	北墙	1.2m 厚混凝土	1.2m 厚混凝土		
	屋顶	1.2m 厚混凝土	1.2m 厚混凝土		
20MeV 质子加速器机房	迷道内墙	1m 混凝土	1m 混凝土	与环评一致	
	迷道外墙	1.5m 混凝土	1.5m 混凝土		
	迷道门	2cm 铅+25cm 聚乙烯	2cm 铅+25cm 聚乙烯		
	东墙	2.5m 混凝土	2.5m 混凝土		

		南墙	2.5m 混凝土	2.5m 混凝土	
		西墙	2.5m 混凝土	2.5m 混凝土	
		屋顶	1.5m 混凝土	1.5m 混凝土	
	加速器机房核素溶液管道		30cm 混凝土	30cm 混凝土	与环评一致
同位素研发区	合成热室	正面	7cm 铅	7cm 铅	分装热室屏蔽厚度增加，通风橱内置涉放设备，该设备屏蔽为6cmPb
		侧面	6cm 铅	6cm 铅	
	分装热室	正面	6cm 铅	7cm 铅	
		侧面	5cm 铅	6cm 铅	
	通风橱	正面	6cm 铅		
		侧面			
放射性废物暂存间	放射性废液铅罐		10mm 铅	10mm 铅	与环评一致
	放射性固废铅罐		10mm 铅 m、50mm 铅	10mm 铅、50mm 铅	

注：实际配置的合成热室及分装热室尺寸及屏蔽厚度一致，在外观上无明显差异，仅在内部模块使用有所差异。

根据上表可知，除分装热室屏蔽厚度增加以外，各加速器机房、核素溶液管道、热室、放射性固废收集罐的屏蔽能力均与环评阶段设计保持一致，符合环评及主管部门批复中的要求。

4、辐射安全与防护措施

(1) 质子加速器机房

①门机联锁

屏蔽门与回旋加速器联锁：各机房屏蔽门均设置 1 个限位开关，检测屏蔽门的开闭状态；将限位开关与回旋加速器离子源系统进行联锁，当屏蔽门处于开启状态时，加速器离子源系统无法开启；屏蔽门意外打开的时候，加速器离子源系统停止工作。



20MeV 回旋加速器机房



11MeV 回旋加速器机房

图 3-3 屏蔽门限位器照片

②门灯联锁（声光报警）

每个加速器机房工件门、迷道门和控制台安装三色警示灯，工件门和迷道门外加装工作状态指示灯箱，工件门外加装声光报警装置，共计6个三色警示灯，4个工作状态指示灯箱和2套声光报警装置，以上装置均与门联锁。

加速器进行前准备时，此时工件门与迷道门开启，三色警示灯为绿色，工作状态指示灯箱与声光报警装置不会启动；加速器调试前准备完成，工作人员进入进行巡视并通过迷道离开测试间，工件门及迷道门闭合，三色警示灯转为黄色，工作状态指示灯箱与声光报警装置不会启动；出束前，控制台工作人员通过视频监控、语音提示确认现场无人滞留后，加速器准备就绪，此时三色警示灯为红色，声光报警装置开启警告铃声（持续时间约 20s），工作状态指示灯箱亮起；出束时，声光报警装置警告铃声停止，三色警示灯为红色，工作状态指示灯箱亮起。



20MeV 质子加速器机房（未出束时）



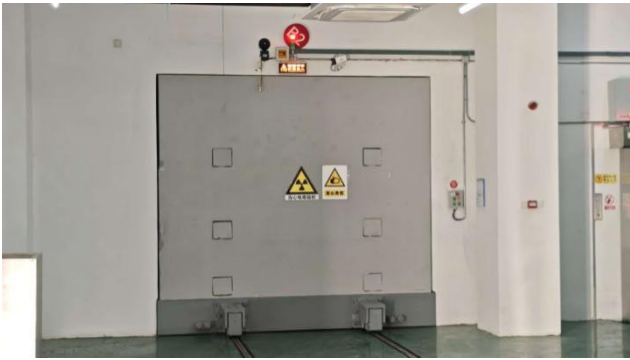
11MeV 质子加速器机房（未出束时）



20MeV 质子加速器机房（准备出束时）



11MeV 质子加速器机房（准备出束时）



20MeV 质子加速器机房（出束时）



11MeV 质子加速器机房（出束时）



20MeV 质子加速器机房迷道门



11MeV 质子加速器机房迷道门



20MeV 质子加速器机房控制台



11MeV 质子加速器机房控制台

图 3-4 门灯联锁装置照片

③门与剂量联锁

加速器机房内（迷道）安装 1 套固定式剂量监测系统（可测量 X- γ 辐射剂量率和中子剂量率），且剂量与防护门联锁，当剂量超过设定限值时，防护门无法从外部开启。



20MeV 质子加速器机房



11MeV 质子加速器机房



控制台处

图 3-5 门与剂量联锁装置照片

④火灾报警仪联锁

加速器机房内安装火灾报警仪 1 套，发生火灾触发报警时，加速器停止工作、通风系统开启排风。



图 3-6 火灾报警仪装置照片

⑤控制系统开关设置

加速器系统将设置登陆页面，所有进行加速器操作的人员均将设置不同的登录名和密码。加速器对不同的用户开放不同的权限等级，当操作人员下达没有使用权限的加速器指令时，加速器将不会执行相应的指令。上述权限等级的防护效果，优于开关钥匙控制的防护效果。

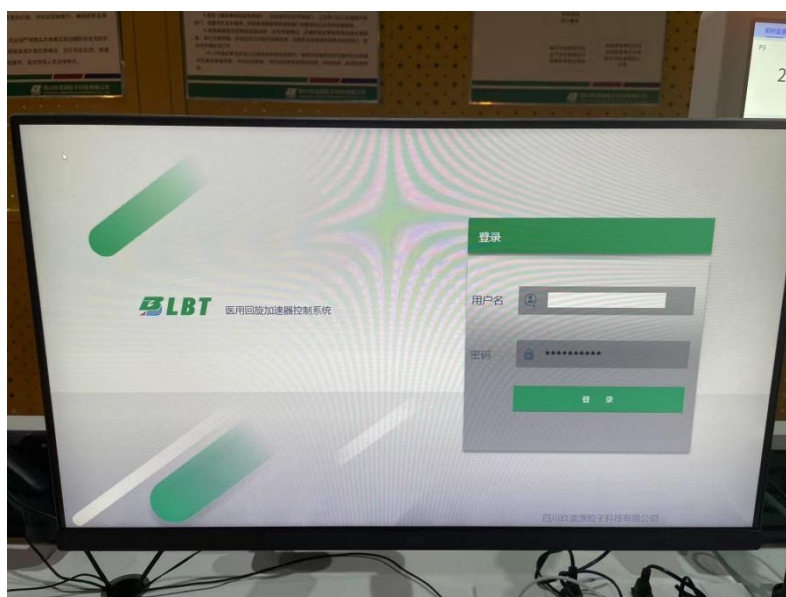


图 3-7 系统登录界面

⑥紧急停机开关

在 11MeV 质子回旋加速器机房和 20MeV 质子回旋加速器机房内分别设 5 个急停开关（四周墙壁上各设 1 个，迷道口安装 1 个）。同时，在各加速器机房控制台上设置 1 个急停开关。上述急停开关均应在按钮旁设置明显的文字提示，并与加速器联锁，按下急停开关，加速器立即停止出束。

此外，靠近加速器迷道门出口处的急停开关应兼具开门功能，当人员被关在机房内，在紧急情况下按下开关，可实现防护门从内部打开，同时加速器立即停止出束。急停开关应配置醒目并配套中文说明，机房内设置紧急出口标志及应急照明。



图 3-8 紧急停机开关照片

⑦ 巡检开关

在 11MeV 质子回旋加速器机房和 20MeV 质子回旋加速器机房内分别设 4 个巡检开关（四周墙壁上各设 1 个）。当机房防护门打开后，巡检开关自动复位，工作人员在关闭防护门前，需先进行巡检，并按下所有巡检开关后，防护门方可关闭。若任一巡检开关未被按下，即使下达关闭防护门的指令，防护门也不会关闭。巡检开关与加速器联锁，当巡检开关未被按下，加速器无法开启高压进行出束。

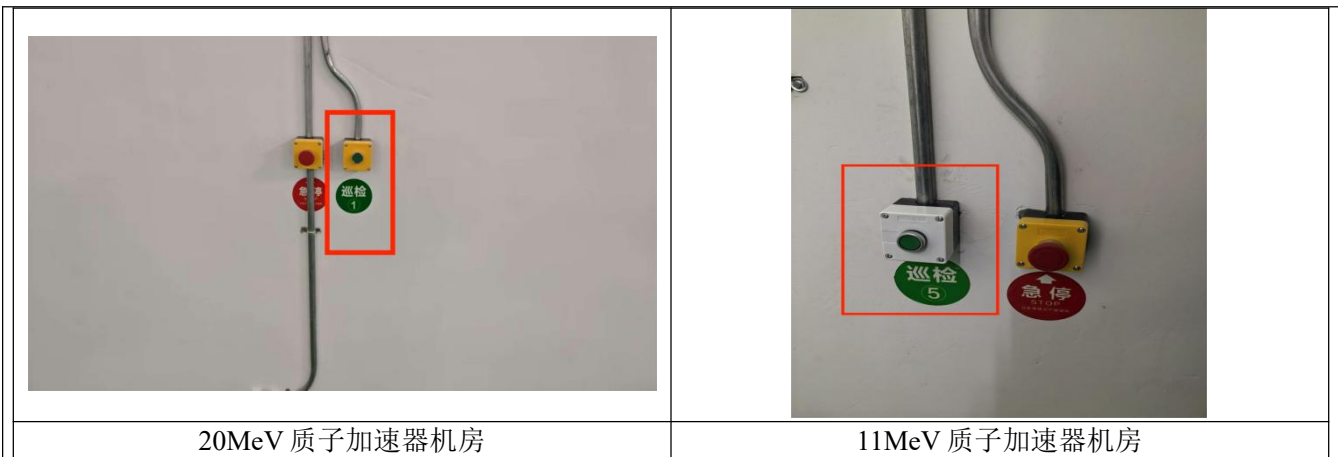


图 3-9 巡检开关照片

⑧视频监控

回旋加速器机房内设置视频监控装置1套，4个摄像头位于对角墙角上、2个摄像头位于迷道，可保证机房内无死角观察。在出束工作开展前，对回旋加速器机房内情况进行实时监控，防止出束时人员误入、人员滞留等辐射事故发生。



图 3-10 视频监控照片

⑨应急通讯设施

回旋加速器机房内装备通讯设施（电话），用于应急对外通讯。

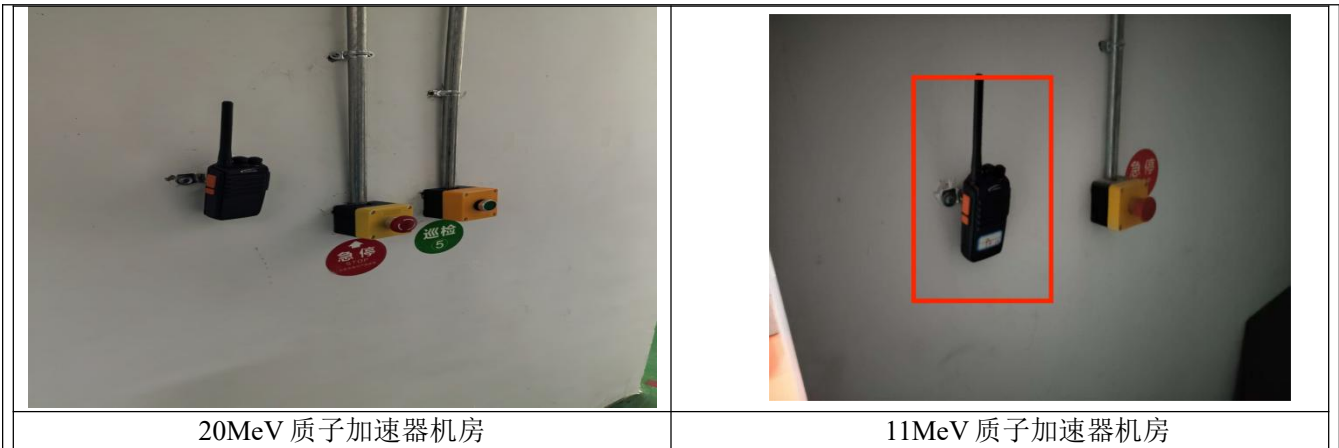


图 3-11 应急通讯设施照片

⑩ 警示标识

在回旋加速器机房出入门外醒目位置设置固定的电离辐射警告标志。

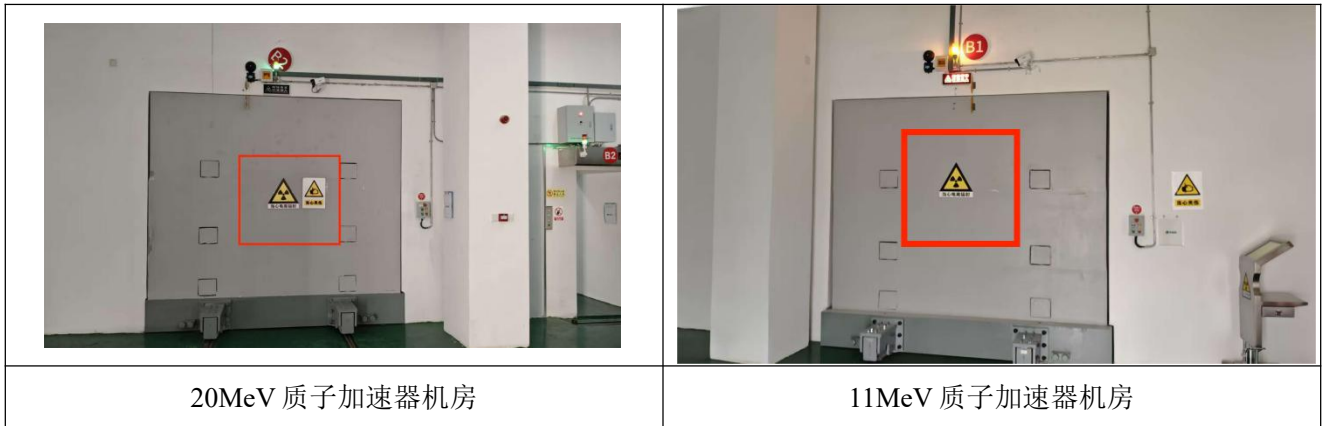
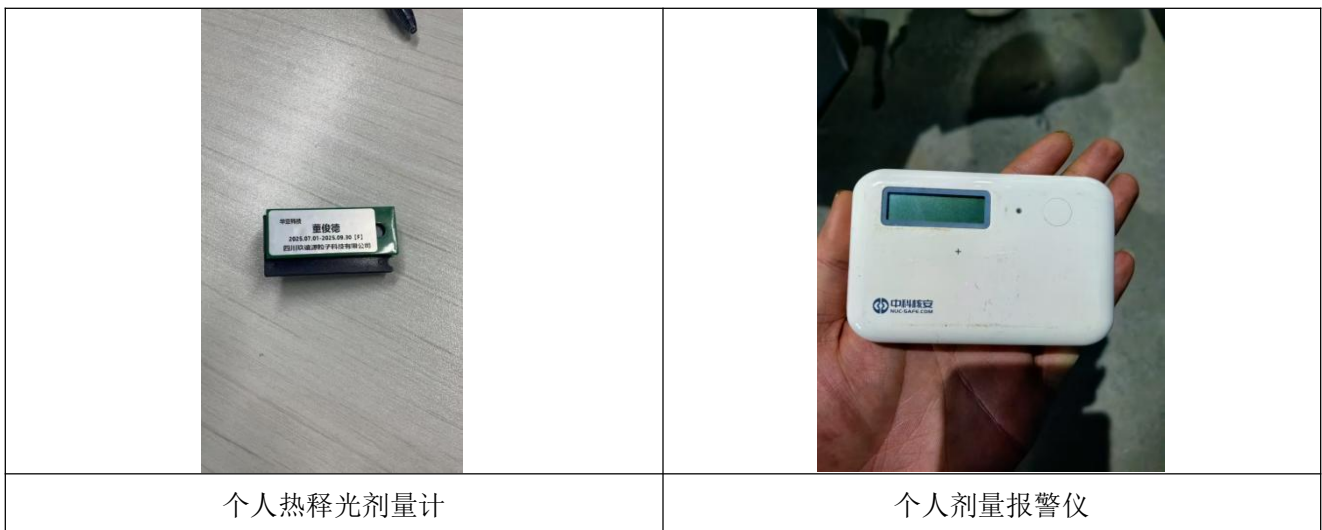


图 3-12 警告标识照片

⑪ 剂量监测设施

辐射工作人员需配置个人热释光剂量计，人均 2 个（1 用 1 备），工作期间必须佩戴个人热释光剂量计。





便携式X- γ 剂量监测仪



便携式中子剂量率仪



固定式X- γ 剂量监测仪及固定式中子剂量率仪



便携式表面沾污监测仪



固定式表面沾污检测仪

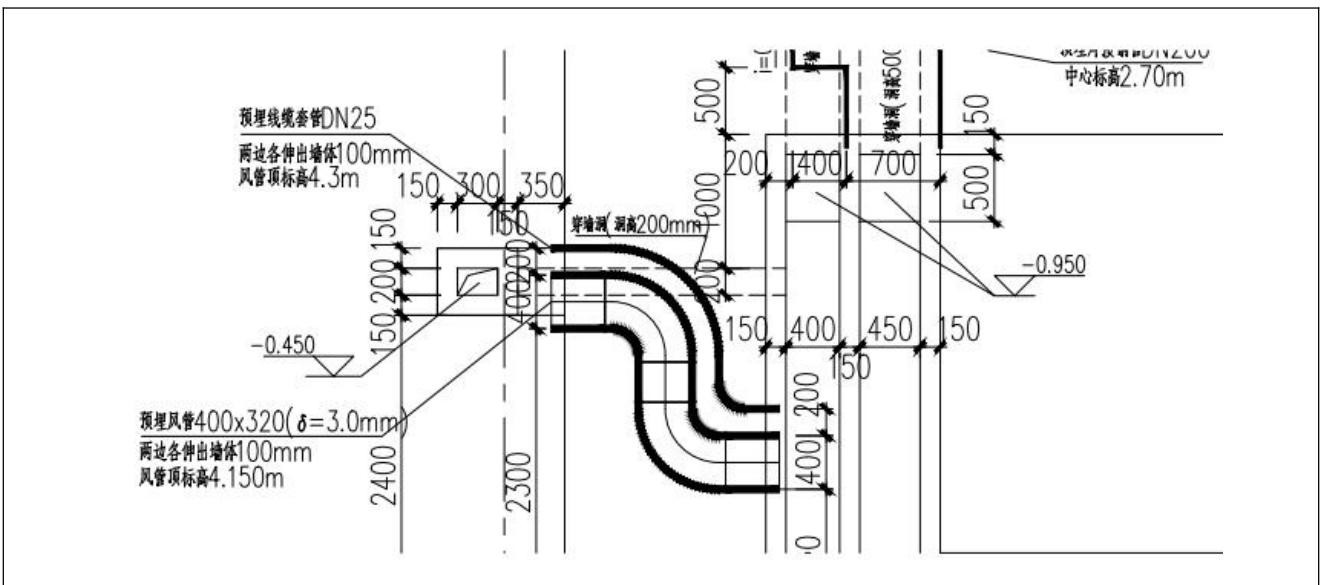
图 3-13 剂量监测设施照片

配置固定式 X- γ 剂量率仪和固定式中子剂量率仪各 2 台，固定式监测仪的探头安装于机房工件门内侧墙壁处；配置便携式 X- γ 剂量率仪和便携式中子剂量率仪各 2 台，用于回旋加

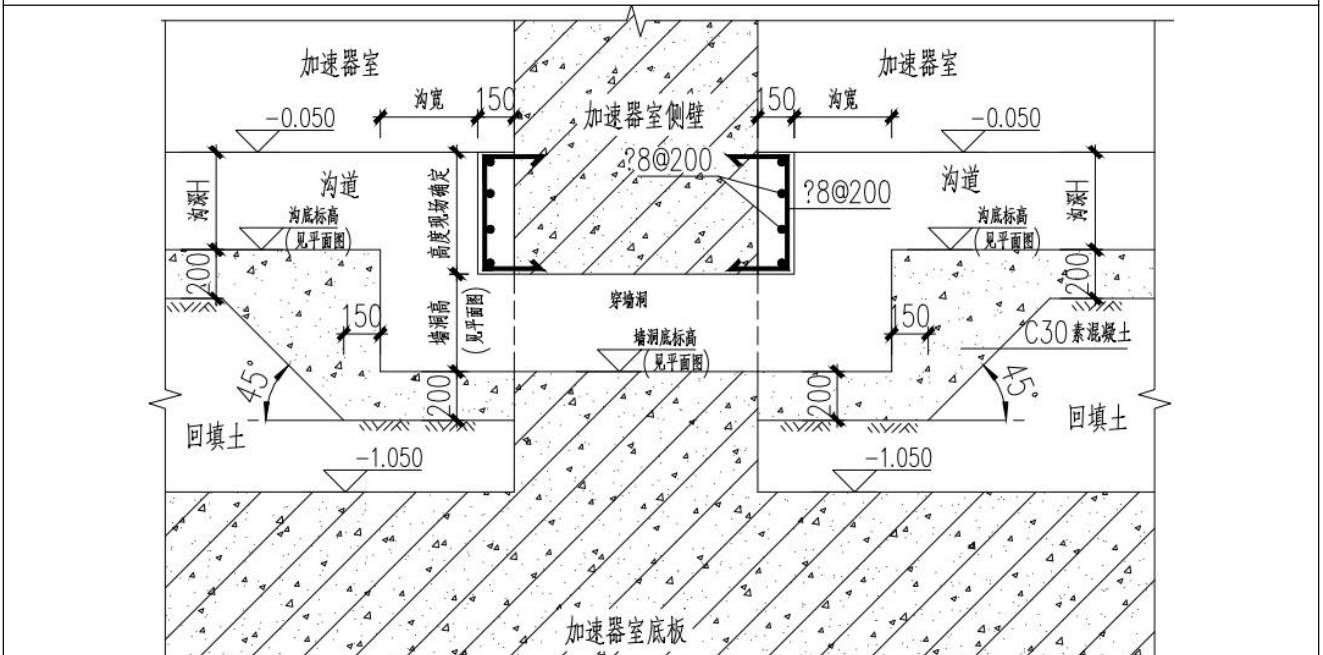
速器机房及周边环境辐射的自行监测；固定式表面沾污仪 1 台，便携式表面沾污仪 1 台，用于同位素应用研发中心研发区表面污染监测。配置个人剂量报警仪 12 个，辐射工作人员进入回旋加速器机房时需佩戴，若发现问题可迅速撤离。另外，项目配备的 X- γ 剂量率仪量程应满足覆盖项目产生的 γ 射线最大能量。

⑬管道穿墙补偿措施

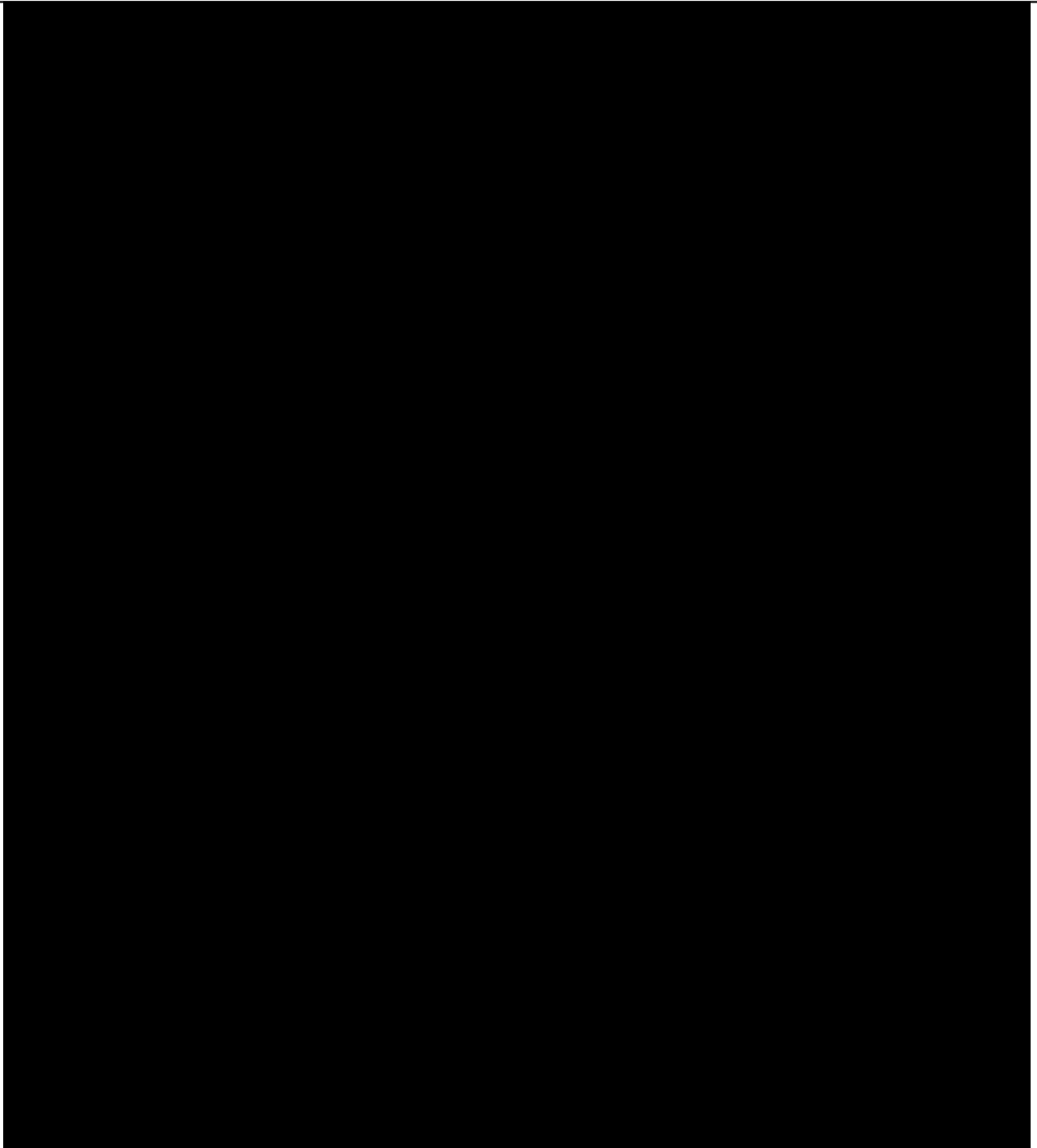
本项目涉及加速器机房或加速器测试间风管穿墙均采用 S 型结构，电缆、冷却水、原料传输管线均采用 U 型地沟穿墙。



加速器机房风管穿墙 S 型结构示意图



加速器机房电缆、冷却水、原料传输管线 U 型地沟穿墙示意图



固体靶传输管道

图 3-9 管道穿墙补偿措施设计图纸

(2) 同位素研发中心

①辐射屏蔽措施

非密封放射性物质的操作均在密闭的屏蔽工作箱（热室或通风橱）内进行。屏蔽工作箱均设计有机械手和（或）手套操作孔，通过窥视窗用机械手或铅手套操作放射性物质。屏蔽工作箱的屏蔽设计（包括窥视窗）可使操作人员所在的操作前区的辐射水平满足辐射防护设

计要求。本项目共配置 4 套合成热室、3 套分装热室和 2 套通风橱，其中合成热室正面为 7cmPb、侧面为 6cmPb，2 套通风橱中其中一套不涉及放射性实验，另一套通风橱配置有铅屏蔽设备，该设备屏蔽层为 6cmPb，分装热室正面为 7cmPb，侧面为 6cmPb。



合成热室



分装热室



通风橱



通风橱内涉放实验设备局部铅屏蔽



同位素研发区入口电离警告标识



同位素应用研发区入口摄像头



研发区前区摄像头

图 3-9 热室照片

②气载组织和排风设计

1) 气流组织

操作热室较操作前区相对负压，可保证放射性气溶胶流出方向仅为车间全排和手套箱局排。

2) 放射性工作场所排风设计

同位素应用研发中心共设置 2 套全排系统和 2 套局排系统。

局排系统 1：同位素研发区共 9 个热室（本次验收配置 6 个热室），单独设置 1 套排风系统，单个热室排风量为 $500\text{m}^3/\text{h}$ ，总风量约 $4500\text{m}^3/\text{h}$ 。热室内废气经局排一级过滤器（活性炭过滤）过滤处理后，合并汇入一根主排风管道，排入屋顶经高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放。

局排系统 2：放化实验室设有 2 套通风橱，单个通风橱排风量为 $400\text{m}^3/\text{h}$ ，最大风量为 $800\text{m}^3/\text{h}$ 。通风橱内废气经局排一级过滤器（活性炭过滤）过滤处理后，合并汇入一根主排风管道，排入屋顶经高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放。

全排系统 1：热室前区、缓冲间、检测间等设 1 套排风系统，风量为 $5000\text{m}^3/\text{h}$ 。房间内气体合并汇入一根主排风管道，排入屋顶经高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放。

全排系统 2：热室后区、放化实验室、放射性废物暂存间设 1 套排风系统，风量为 $2000\text{m}^3/\text{h}$ 。房间内气体合并汇入一根主排风管道，排入屋顶经高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放。

上述各排风系统采用的高效过滤装置设计过滤效率为 99%，各排风系统的废气统一由屋顶（距地面约 20m 高）的排气筒排放。

③辐射工作人员辐射防护措施

在涉放操作过程中，辐射工作人员穿有洁净服、橡皮手套和防护口罩等个人防护用品，以减少放射性表面沾污和吸入途径照射。

5、放射性三废治理设施布置情况

5.1.放射性废气治理措施

项目营运期间产生的放射性废气主要为回旋加速器机房产生的含 ^{41}Ar 废气及同位素应用研发区各热室和各涉放场所产生的放射性气溶胶。

(1) 含 ^{41}Ar 废气

①加速器制造厂房

同位素应用研发中心涉及的 11MeV 加速器机房设置 1 套排风系统，风量为 $800\text{m}^3/\text{h}$ ，排

气口对地高度 20m；20MeV 加速器机房设置 1 套排风系统，风量为 3000m³/h，排气口对地高度 20m。经计算，同位素应用研发中心运行期间 ⁴¹Ar 年排放量为 1.07×10⁹Bq/a。

(2) 放射性气溶胶

同位素应用研发区共设置 2 套全排系统和 2 套局排系统。

局排系统 1：同位素研发区共 9 个热室（本次验收配置 6 个热室），单独设置 1 套排风系统，单个热室排风量为 500m³/h，最大风量约 4500m³/h。热室内废气经局排一级过滤器（活性炭过滤）过滤处理后，合并汇入一根主排风管道，排入屋顶经高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放。

局排系统 2：放化实验室设有 2 套通风橱，单个通风橱排风量为 400m³/h，最大风量为 800m³/h。通风橱内废气经局排一级过滤器（活性炭过滤）过滤处理后，合并汇入一根主排风管道，排入屋顶经高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放。

全排系统 1：热室前区、缓冲间、检测间等设 1 套排风系统，风量为 5000m³/h。房间内气体合并汇入一根主排风管道，排入屋顶经高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放。

全排系统 2：热室后区、放化实验室、放射性废物暂存间设 1 套排风系统，风量为 2000m³/h。房间内气体合并汇入一根主排风管道，排入屋顶经高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放。

上述各排风系统采用的高效过滤装置设计过滤效率为 99%，各排风系统的废气统一由距地面约 20m 高的排气筒排放。

表 3-2 本项目废弃筒设置情况一览表

场所	排气系统	环评废气去向	实际废气去向
热室	局排系统 1	单独 1 根 20m 高排气筒 排放（1#排气筒）	单独 1 根 20m 高排气筒 排放（1#排气筒）
通风橱	局排系统 2		
热室前区、缓冲间、检测间等	全排系统 2		
热室后区、放化实验室、放射性废物暂存间	全排系统 1		



图 3-14 废气处理措施照片

5.2、放射性废水治理措施

（1）加速器机房冷却水

内循环冷却水受照射后产生放射性核素，主要是短半衰期核素如 ^{15}O ($T_{1/2}=2.03\text{min}$)、 ^{13}N ($T_{1/2}=9.96\text{ min}$) 及 ^{11}C ($T_{1/2}=20.4\text{ min}$) 和极少量的 ^7Be 、 ^3H 。内循环水系统采用纯水，并配套设置过滤树脂，避免水质硬化，可做到循环使用不外排。

（2）其他放射性废水

本项目配置 4 个 10mmpb 厚废液转移罐（100mL），在放射性固体废物暂存间设置 2 个 5L 废液衰变罐、10mmpb 厚。放射性废水装入 10mmpb 厚铅罐并在放射性固体废物暂存间暂存衰变并经检测达标后再进行中和预处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准后排入城市污水管网。

另外，项目在同位素应用研发中心南侧修建 1 座埋地式事故池（有效容积 3m^3 ），用于应急

淋浴去污废水的收集。



图 3-15 废水处理措施照片

5.3、放射性固废治理措施

项目配置 1 个 5L 铅罐（10mm 厚 Pb）、1 个 50L 铅箱体（10mm 厚 Pb）、2 个 20L 铅箱（10mm 厚 Pb）和 2 个 10L 铅箱体（50mm 厚 Pb）。同位素研发产生的放射性固废装入 10mm 厚铅罐并人工转运至放射性固体废物暂存间，并装入 10mm 厚铅箱内。废靶膜、废靶托和废过滤树脂采用 1 个 10L 铅箱体（50mm 厚 Pb）收集并转运至放射性固废暂存间。废过滤器芯采用 1 个 50L 铅箱体（10mm 厚 Pb）收集并转运至放射性固体废物暂存间，衰变至暂存解控水平后作为一版固废回收处置。

此外，建设单位在营运期采取以下措施：

- ①含尖刺及棱角的放射性废物，应预先进行包装处理，再装入废物桶，防止刺破废物袋。
- ②放射性废物每袋重量不超过 20kg，装满废物的塑料袋应密封后及时转送至放射性废物暂存间贮存。

③放射性废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品。

④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发射体及低毒性α发射体应小于 4Bq/cm²，其他α发射体应小于 0.4Bq/cm²。



5L 铅罐



10L 铅箱



20L 铅箱



50L 铅箱

图 3-16 固废处理措施照片

6、非放三废治理设施分布情况

6.1.非放废气治理措施

回旋加速器运行期间产生的中子、 γ 射线等会使机房内空气中的氧气电离产生臭氧，废气引至楼顶排放。

6.2 噪声治理措施

项目营运期间噪声源包括空调机组和离心风机等，噪声防治措施见表 3-5。

表 3-4 项目产噪设备情况表

噪声源名称	所在位置	数量 (台/套)	噪声源强 dB(A)	污染源降噪防治措施	降噪后源强 dB(A)
空调机组	同位素应用研发中心一层空调机房	1	80	采用低噪设备、基础减振、厂房隔声	65
离心风机	同位素应用研发中心楼顶	4	75	采用低噪设备、基础减振、	75

6.3、废水治理措施

项目生活污水排放量为 $0.48\text{m}^3/\text{d}$ ($2400\text{m}^3/\text{a}$)，排入市政污水管网，最终经塘汛污水处理厂处理达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002) 中一级 A 标准后排放。

6.4、固废治理措施

加速器测试间调试期间产生固废主要为生活垃圾，具体处置措施见下表。

表 3-5 项目一般固废产生情况表

序号	废物名称	年产生量 (t/a)	废物类别及编号	处置措施及去向
1	生活垃圾	1.8	生活垃圾	交市政环卫部门清运处置
2	废活性炭	0.05	危险固废 (HW06: 900-405-06)	暂存于加速器制造厂房一层危险废物暂存间内 (30m^2)，定期委托有资质单位处置。

(1) 辐射安全管理机构

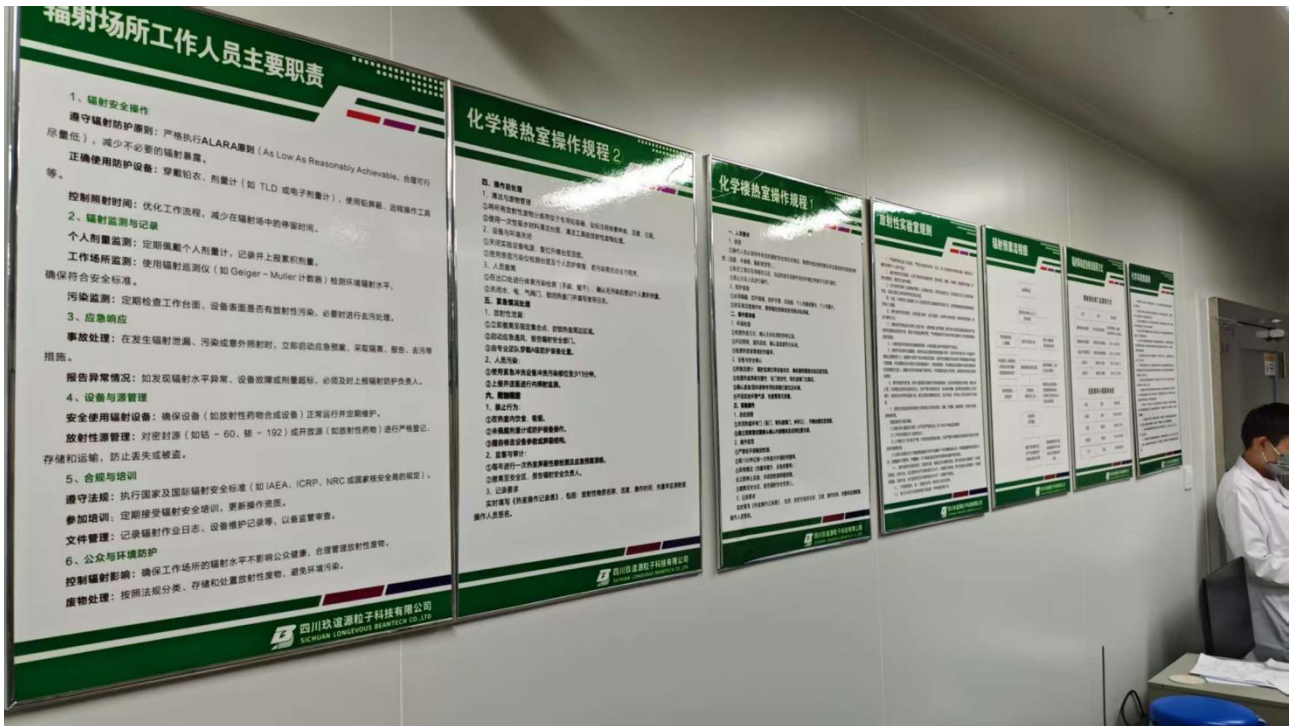
四川玖谊源粒子科技有限公司成立有负责单位辐射安全与防护管理的组织机构（详见附件）。辐射防护领导小组全面负责辐射安全防护管理工作。小组成员由项目建设单位领导和辐射工作人员组成。

(2) 管理制度落实情况

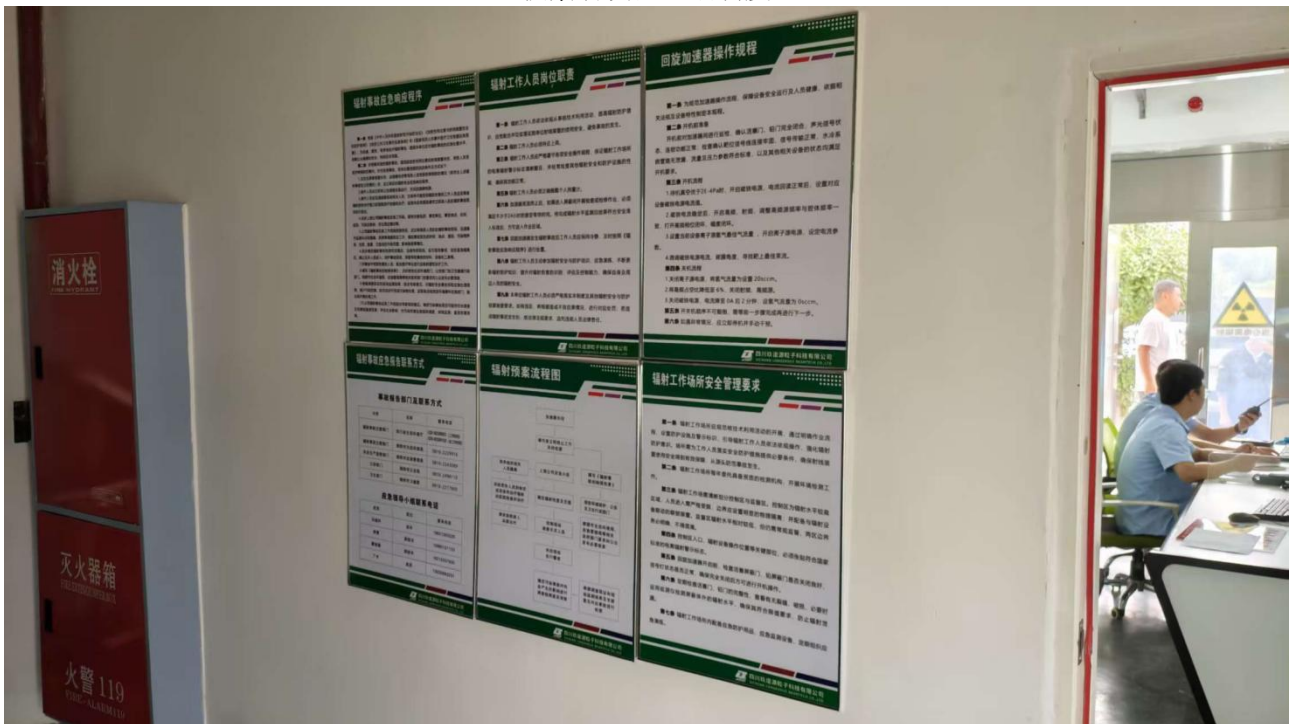
根据实际情况，四川玖谊源粒子科技有限公司更新了一套相对完善的管理制度和操作规程，更新了多项辐射安全管理制度，包括《辐射安全与环境保护管理机构文件》、《辐射安全管理制度》、《回旋加速器调试操作流程》、《辐射防护设施设备维护维修制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作场所辐射环境监测方案》、《辐射监测仪表使用与核验管理制度》、《辐射工作人员辐射安全与防护培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》、《制度上墙管理规

定》等辐射安全管理规章制度。

以上制度内容全面，具有可操作性。部分管理制度（《辐射工作人员岗位职责》《辐射事故应急预案》《辐射安全管理规定》《回旋加速器调试操作流程》等）已在相应场所张贴上墙，工作人员在日常工作中按照制度要求执行，张贴情况见下图：



核素研发区上墙制度



加速器大厅上墙制度
图 3-17 上墙制度张贴情况

7、项目环保三同时执行情况、环评和环评批复要求落实情况

按照国家有关环境保护的法律法规，四川玖谊源粒子科技有限公司进行了该项目的环境影响评价工作，履行了建设项目环境影响评价审批手续。验收监测时项目已建成，通过现场检查，项目的环保工程与主体工程同时设计，同时施工，同时投入运营，满足“三同时”要求。通过现场查阅竣工资料，与建设单位工作人员一同检查、验证各防护设施的运行状态。本项目按照环评阶段提出的辐射防护措施落实情况见下表：

表 3-6 与环评验收要求对比表

编号	项目	验收内容	环评验收要求	实际建设情况	落实情况	
1	11MeV 质子回旋加速器机房	辐射屏蔽措施	11MeV 质子回旋加速器机房南侧设长 4.0m、宽 1.0m 的 L 型迷道，迷道内墙为 1.2m 厚混凝土，外墙为 0.6m 混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯；东墙、西墙和北墙均为 1.2m 厚混凝土，东侧设 1 道楔形工件门、为 1.2m 厚混凝土，顶板为 1.2m 厚混凝土。	11MeV 质子回旋加速器机房南侧设长 4.0m、宽 1.0m 的 L 型迷道，迷道内墙为 1.2m 厚混凝土，外墙为 0.6m 混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯；东墙、西墙和北墙均为 1.2m 厚混凝土，东侧设 1 道楔形工件门、为 1.2m 厚混凝土，顶板为 1.2m 厚混凝土。	已落实	
		辐射安全设施	声光报警系统	声光报警装置与门灯联锁装置整合为一个系统，功能未发生变化。	已配备各辐射安全设施，视频监控由原环评的 3 个（加速器大厅对角线 2 个，迷道 1 个），增加为 6 个（加速器大厅对角线 4 个，迷道对角线 2 个）。其余辐射安全防护措施与环评一致	已落实
			门灯联锁装置			
			门与剂量联锁			
			火灾报警仪联锁			
			控制系统开关控制			
			紧急停机开关			
			巡检开关			
			门机联锁装置			
			视频监控			
应急通讯设施						
电离辐射警告标志						
通排风系统	11MeV 质子回旋加速器机房新增排风系统一套，风量 800m ³ /h，运行期间产生废气经收集后引至楼顶高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放	11MeV 质子回旋加速器机房已安装排风系统一套，风量 800m ³ /h，运行期间产生废气经收集后引至楼顶高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放	已落实			

2	20MeV 质子回旋加速器机房	辐射屏蔽措施	20MeV 质子回旋加速器机房北侧设长 3.5m、宽 1.0m 的 S 型迷道，迷道内墙为 1.0m 厚混凝土，外墙为 1.5m 混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯；东墙、南墙和西墙均为 2.5m 厚混凝土，东侧设 1 道楔形工件门、为 1.5m 厚混凝土，顶板为 1.5m 厚混凝土。	20MeV 质子回旋加速器机房北侧设长 3.5m、宽 1.0m 的 S 型迷道，迷道内墙为 1.0m 厚混凝土，外墙为 1.5m 混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯；东墙、南墙和西墙均为 2.5m 厚混凝土，东侧设 1 道楔形工件门、为 1.5m 厚混凝土，顶板为 1.5m 厚混凝土。	已落实	
		辐射安全设施	门机联锁装置	已配备各辐射安全设施，视频监控由原环评的 3 个（加速器大厅对角线 2 个，迷道 1 个），增加为 6 个（加速器大厅对角线 4 个，迷道对角线 2 个）。其余辐射安全防护措施与环评一致	声光报警装置与门灯联锁装置整合为一个系统，功能未发生变化。	已落实
			门灯联锁装置			
			门与剂量联锁			
火灾报警仪联锁						
控制系统开关控制						
紧急停机开关						
巡检开关						
声光报警系统						
视频监控						
应急通讯设施						
电离辐射警告标志						
通排风系统	20MeV 加速器机房设置 1 套排风系统，风量为 3000m ³ /h，运行期间产生废气经收集后引至楼顶高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放。	20MeV 加速器机房设置 1 套排风系统，风量为 3000m ³ /h，运行期间产生废气经收集后引至楼顶高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放。	已落实			
3	同位素应用研发区	合成热室	6 套，正面 7cmPb、侧面为 6cmPb	4 套，正面 7cmPb、侧面为 6cmPb	同位素应用研发区合成热室本期配置 4 套，2 套暂未配置；分装热室本期配置 3 套；通风橱仅 1 套涉及放射性实验室，通风橱配置有实验装置，该装置屏蔽为 6cmPb	
		分装热室	3 套，正面为 6cmPb、侧面为 5cmPb	3 套，正面为 7cmPb、侧面为 6cmPb		
		通风橱	2 套，正面为 6cmPb、侧面为 5cmPb	2 套，其中 1 套不涉及放射性核素实验室，另一套涉放通风橱内配置有实验设备，设备屏蔽层为 6cmPb		

4	监测设备	购置便携式 X-γ剂量率仪和中子剂量率仪各 1 台、便携式表面沾污仪 1 台、固定式表面沾污仪 1 台、固定式中子剂量率仪和 X-γ剂量率仪各 2 台、个人热释光剂量计 24 个、个人剂量报警仪 12 台。	已配置便携式 X-γ剂量率仪和中子剂量率仪各 1 台、便携式表面沾污仪 1 台、固定式表面沾污仪 1 台、固定式中子剂量率仪和 X-γ剂量率仪各 2 台、个人热释光剂量计 24 个、个人剂量报警仪 12 台。	已落实
5	人员培训	辐射工作人员上岗培训及再培训	辐射工作人员上岗培训及再培训	已落实
6	管理制度	规章制度上墙、放射性药品及废物台账	规章制度上墙、放射性药品及废物台账	已落实
7	废气治理措施	同位素应用研发中心共设置 2 套全排系统和 2 套局排系统。9 套热室设 1 套局排系统、风量为 4500m ³ /h；2 个通风橱设 1 套局排系统，风量为 800m ³ /h；热室前区、缓冲间、检测间等设 1 套排风系统，风量为 5000m ³ /h；热室后区、放化实验室、放射性废物暂存间设 1 套排风系统，风量为 2000m ³ /h。局排系统收集废气经局排一级过滤器（活性炭过滤）过滤处理后，由单独烟道引至屋顶经 1 套高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放。 同位素应用研发中心涉及的 11MeV 加速器机房设置 1 套排风系统，风量为 800m ³ /h，运行期间产生废气经收集后引至楼顶高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放；20MeV 加速器机房设置 1 套排风系统，风量为 3000m ³ /h，运行期间产生废气经收集后引至楼顶高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放。	同位素应用研发中心共设置 2 套全排系统和 2 套局排系统。7 套热室设 1 套局排系统、风量为 4500m ³ /h；2 个通风橱设 1 套局排系统，风量为 800m ³ /h；热室前区、缓冲间、检测间等设 1 套排风系统，风量为 5000m ³ /h；热室后区、放化实验室、放射性废物暂存间设 1 套排风系统，风量为 2000m ³ /h。局排系统收集废气经局排一级过滤器（活性炭过滤）过滤处理后，由单独烟道引至屋顶经 1 套高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放。 同位素应用研发中心涉及的 11MeV 加速器机房设置 1 套排风系统，风量为 800m ³ /h，运行期间产生废气经收集后引至楼顶高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放；20MeV 加速器机房设置 1 套排风系统，风量为 3000m ³ /h，运行期间产生废气经收集后引至楼顶高效过滤装置处理后由 20m 高排气筒排放。	热室数量减少，配套排风系统配置方式及数量未变化
8	废水治理措施	项目拟配置 4 个 10mmpb 厚废液转移罐（100mL），拟在放射性固体废物暂存间设置 2 个 5L 废液衰变罐、10mmpb 厚。放射性废水装入 10mmpb 厚铅罐并在放射性固体废物暂存间暂存衰变并经检测达标后再进行中和预处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准后排入城市污水管网。	项目已配置 6 个 10mmpb 厚废液转移罐（100mL），在放射性固体废物暂存间设置 2 个 5L 废液衰变罐、10mmpb 厚。放射性废水装入 10mmpb 厚铅罐并在放射性固体废物暂存间暂存衰变并经检测达标后再进行中和预处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准后排入城市污水管网。	100mL 铅罐数量增加，其余配置未变化

		设置 1 座事故池（容积 3m ³ ） 生活污水排入厂区污水管网	设置 1 座事故池（容积 3m ³ ） 生活污水排入厂区污水管网	
9	固废治理措施	项目拟配置 2 个 5L 铅罐（10mm 厚 Pb）、1 个 50L 铅箱体（10mm 厚 Pb）、2 个 20L 铅箱（10mm 厚 Pb）和 1 个 10L 铅箱体（50mm 厚 Pb）。同位素研发产生的放射性固废装入 10mmPb 厚铅罐并人工转运至放射性固体废物暂存间，并装入 10mm 厚铅箱内。废靶膜、废靶托和废过滤树脂采用 1 个 10L 铅箱体（50mm 厚 Pb）收集并转运至放射性固废暂存间。废过滤器芯采用 1 个 50L 铅箱体（10mm 厚 Pb）收集并转运至放射性固体废物暂存间。	项目已配置 1 个 5L 铅罐（10mm 厚 Pb）、1 个 50L 铅箱体（10mm 厚 Pb）、2 个 20L 铅箱（10mm 厚 Pb）和 2 个 10L 铅箱体（50mm 厚 Pb）。同位素研发产生的放射性固废装入 10mmPb 厚铅罐并人工转运至放射性固体废物暂存间，并装入 10mm 厚铅箱内。废靶膜、废靶托和废过滤树脂采用 1 个 10L 铅箱体（50mm 厚 Pb）收集并转运至放射性固废暂存间。废过滤器芯采用 1 个 50L 铅箱体（10mm 厚 Pb）收集并转运至放射性固体废物暂存间。	5L 铅罐数量减少至 1 个，10L 铅罐数量增加 2 个，放射性固废根据库容情况不定期委托有资质单位处置，放射性固废产量未变化，放射性固废处置方式未变化
		放射性固废暂存间位于同位素应用研发中心一层，东面为 2.0m 厚混凝土、其余三侧为 24cm 实心砖墙，顶板为 12cm 混凝土。	放射性固废暂存间位于同位素应用研发中心一层，东面为 2.0m 厚混凝土、其余三侧为 24cm 实心砖墙，顶板为 12cm 混凝土。	

表 3-7 项目按照环评批复要求的落实情况

环评批复要求的环保措施	实际采取的环保措施	落实情况
项目运行必须严格按照国家和省有关标准和规定实施。辐射工作人员的个人剂量约束值应严格控制在 5mSv/年以内。公众个人剂量约束值为 0.1mSv/年	本项目运行严格按照国家和省有关标准和规定实施。辐射工作人员的个人剂量在 5mSv/年以内。公众个人剂量为 0.1mSv/年以内。	已落实
应加强各辐射工作场所和有关环保设施的日常管理和维护，定期检查各项辐射安全和防护以及污染防治措施，特别应做好加速器厂区测试以及售后调试、维修期间的辐射安全与防护，确保各项措施实时有效、污染物稳定达标排放，严防运行故障，杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。	本项目已加强各辐射工作场所和有关环保设施的日常管理和维护，定期检查各项辐射安全和防护以及污染防治措施，并加强加速器厂区测试以及售后调试、维修期间的辐射安全与防护，确保各项措施实时有效、污染物稳定达标排放，严防运行故障，杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。	已落实
严格按照报告表要求，加强“两区”管理，设置加速器制造厂房小加速器测试间、大加速器测试间、同位素应用研发中心 11MeV 质子回旋加速器机房、20MeV 质子回旋加速器机房、同位素研发区前区、后区和	本项目严格按照报告表要求，加强了“两区”管理，设置同位素应用研发中心 11MeV 质子回旋加速器机房、20MeV 质子回旋加速器机房、同位素研发区前区、后区和放化实验室、放射	对研发中心功能布局进行调整，设备间 1 变更为

<p>放化实验室、放射性废物暂存间等为控制区，加速器制造厂房大加速器测试间和小加速器测试间之间的区域、大加速器测试间东侧 12m 范围内区域、同位素应用研发中心加速器机房准备区、控制间和同位素研发区配套用房等为监督区。控制区进出口处应设立醒目的警告标志，制定适用于控制区的职业防护与安全管理措施，运用管理程序和实体屏障限制进出控制区；监督区进出口处应设立表明监督区的标牌，以黄线警示监督区的边界。</p>	<p>性废物暂存间等为控制区，同位素应用研发中心加速器机房准备区、控制间、设备间 1 和同位素研发区配套用房等为监督区。控制区进出口处设立有醒目的警告标志，并已制定适用于控制区的职业防护与安全管理措施，运用管理程序和实体屏障限制进出控制区；监督区进出口处设立表明监督区的标牌，以黄线警示监督区的边界。</p>	<p>监督区，“两区”管理达到环评及其批复要求</p>
<p>加强本单位放射性同位素管理，同位素应用研发中心应设置视频监控系统，制定放射性同位素台账管理制度，对放射性同位素的使用、最终去向等信息进行完整记录并长期保存；安排专人进行台账管理，并定期进行台账核查，确保“物账”统一。对放射性同位素生产、使用和贮存场所应采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施，不得将放射性同位素与易燃、易爆、腐蚀性物品一同存放</p>	<p>已按照环评要求加强本单位放射性同位素管理，同位素应用研发中心应设置视频监控系统，制定放射性同位素台账管理制度，对放射性同位素的使用、最终去向等信息进行完整记录并长期保存；安排专人进行台账管理，并定期进行台账核查，确保“物账”统一。对放射性同位素生产、使用和贮存场所应采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施，不得将放射性同位素与易燃、易爆、腐蚀性物品一同存放</p>	<p>已落实</p>
<p>严格按照报告表要求，落实废气治理措施，项目运行期，各加速器测试间、加速器机房、同位素应用研发中心除热室和通风橱外其他区域产生的放射性废气及臭氧由机械排风系统通过各自专用排风管道引至屋顶进行排放，排风口处安装高效过滤器进行处理。同位素应用研发中心热室和通风橱产生的放射性废气经局排一级活性炭过滤器过滤处理后，由机械排风系统通过各自专用排风管道引至屋顶进行排放，排风口处安装高效过滤器进行二级处理。应定期更换高效过滤器滤芯，确保高效过滤效率不低于 99%。加速器制造厂房机械加工车间少量有机废气经移动式活性炭吸附装置净化处理。</p>	<p>本项目已严格按照报告表要求，落实废气治理措施，项目运行期，同位素应用研发中心除热室和通风橱外其他区域产生的放射性废气及臭氧由机械排风系统通过各自专用排风管道引至屋顶进行排放，排风口处安装高效过滤器进行处理。同位素应用研发中心热室和通风橱产生的放射性废气经局排一级活性炭过滤器过滤处理后，由机械排风系统通过各自专用排风管道引至屋顶进行排放，排风口处安装高效过滤器进行二级处理。应定期更换高效过滤器滤芯，确保高效过滤效率不低于 99%。</p>	<p>已落实</p>
<p>严格按照报告表要求，加强含放射性废水的收集和管理，放射性废水收集入铅罐并在放射性固体废物暂存间暂存衰变，经监测符合排放标准后(总$\alpha\leq 1\text{Bq/L}$、总$\beta\leq 10\text{Bq/L}$)再进行中和、预处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中三级标准后排入园区污水管网，同时做好有关排放和监测记录并存档备查。生活污水依托园区原有污水处理设施处理。</p>	<p>已严格按照报告表要求，加强含放射性废水的收集和管理，放射性废水收集入铅罐并在放射性固体废物暂存间暂存衰变，经监测符合排放标准后(总$\alpha\leq 1\text{Bq/L}$、总$\beta\leq 10\text{Bq/L}$)再进行中和、预处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中三级标准后排入园区污水管网，同时做好有关排放和监测记录并存档备查。生活污水依托园区原有污水处理设施处理。</p>	<p>已落实</p>
<p>严格按照报告表要求，规范放射性固体废物的收集和暂存，废靶膜、废靶托、废过滤树脂采用铅屏蔽箱收集并暂存在放射性废物暂存间</p>	<p>已严格按照报告表要求，规范放射性固体废物的收集和暂存，废靶膜、废靶托、废过滤树脂采用铅屏蔽箱收集并暂存</p>	<p>已落实</p>

<p>内，委托有相应资质的单位定期收运储存。其余放射性固体废物采用铅屏蔽箱收集并暂存在放射性废物暂存间内，暂存超过 33 天并经监测符合排放标准(剂量率满足所处环境本底水平或α表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$、$\beta$表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$)后按一般固体废物处理。废切削液、废润滑油及含油抹布、废活性炭等危险废物经集中收集暂存后交有危废处理资质的单位处理。做好有关暂存和监测记录并存档备查。</p>	<p>在放射性废物暂存间内，试运行以来，放射性固废产量较小，目前单个放射性废物桶内收集的放射性废物未达到容积的 1/4，待后续固废暂存桶内容积达到 1/2 时，按照环评及批复要求委托资质单位进行处置。其余放射性固体废物采用铅屏蔽箱收集并暂存在放射性废物暂存间内，暂存超过 33 天并经监测符合排放标准(剂量率满足所处环境本底水平或α表面污染小于 $0.08\text{Bq}/\text{cm}^2$、$\beta$表面污染小于 $0.8\text{Bq}/\text{cm}^2$)后按一般固体废物处理。废活性炭等危险废物经集中收集暂存后交有危废处理资质的单位（四川星微环保科技有限公司）处理。做好有关暂存和监测记录并存档备查。</p>	
<p>严格按照报告表要求，切实落实地下水污染防治措施。加强防渗设施的日常维护和隐蔽工程泄漏检测，确保防渗设施牢固安全，严防地下水污染。将放射性废物暂存间、危险废物暂存间划为重点防渗区，将加速器厂房机械加工间划为一般防渗区，并按照相关规范对重点污染防治区和一般污染防治区等采取分区防渗措施，防止地下水污染。</p>	<p>已严格按照报告表要求，切实落实地下水污染防治措施。加强防渗设施的日常维护和隐蔽工程泄漏检测，确保防渗设施牢固安全，严防地下水污染。将放射性废物暂存间为重点防渗区，防渗措施，防止地下水污染。</p>	<p>已落实</p>
<p>严格按照报告表要求，优化布局，强化声环境保护措施。选用低噪声设备，采取隔声、减振、消声等降噪措施，确保厂界噪声达标。</p>	<p>本项目已严格按照报告表要求，优化布局，强化声环境保护措施。选用低噪声设备，采取隔声、减振、消声等降噪措施，确保厂界噪声达标。</p>	<p>已落实</p>
<p>应按照制定的环境辐射监测计划，定期自行开展环境辐射监测，并记录存档备查。每年应委托有资质单位开展年度环境辐射监测，并将监测结果纳入辐射安全和防护状况年度自查评估报告。</p>	<p>本项目试运营时间较短，目前暂未自行开展环境辐射监测。当达到监测计划时间后将按照制定的环境辐射监测计划，自行开展环境辐射监测，并记录存档备查。每年委托有资质单位开展年度环境辐射监测，并将监测结果纳入辐射安全和防护状况年度自查评估报告。</p>	<p>已落实</p>
<p>应依法对辐射工作人员进行个人剂量监测，建立辐射工作人员的个人剂量档案。个人剂量监测结果超过 $1.25\text{mSv}/\text{季}$ 的应核实，必要时采取适当措施，确保个人剂量安全；发现个人剂量监测结果异常 ($>5\text{mSv}/\text{年}$) 应当立即组织调查并采取相应措施，有关情况及时报告我厅。</p>	<p>本项目已依法对辐射工作人员进行个人剂量监测，建立有辐射工作人员的个人剂量档案。个人剂量未超 $1.25\text{mSv}/\text{季}$ 以及 $5\text{mSv}/\text{年}$。</p>	<p>已落实</p>
<p>应按有关要求编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于次年 1 月 31 日前经由“全国核技术利用辐射安全申报系统”上报我厅。同时，应做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，确保信息准确完整。</p>	<p>本项目已按有关要求编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于次年 1 月 31 日前经由“全国核技术利用辐射安全申报系统”上报省厅。同时，已完善“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，确保信息准确完整。</p>	<p>已落实</p>

你单位不再使用非密封放射性物质工作场所时，应当依法实施退役；对射线装置实施报废处置时，应当将其拆解和去功能化。

目前同位素应用研发中心正常开展辐射活动，当辐射工作场所内不再使用射线装置时，将按照要求对射线装置实施报废处置，并将其拆解和去功能化。

已落实

根据上表可知，项目采取的辐射防护与安全措施满足环评报告表和批复提出的相关要求。

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

1、建设项目环境影响报告表主要结论要求

1.1 本项目工程建设对环境的影响及要求

本项目为新建项目，主要在绵阳市经开区建设回旋加速器生产及同位素应用研发基地，修建加速器制造厂房、同位素应用研发中心等 11740m²。加速器制造厂房拟建 2 条 11MeV 质子回旋加速器批量化生产线、1 条 7MeV 质子回旋加速器批量化生产线、1 条 20MeV 质子回旋加速器批量化生产线，年加工、调试和销售 7MeV 质子回旋加速器 15 台、11MeV 质子回旋加速器 30 台、20MeV 质子回旋加速器 5 台，均属于 II 类射线装置。同位素应用研发中心使用 1 台 11MeV 质子回旋加速器和 1 台 20MeV 质子回旋加速器（均属于 II 类射线装置）制备 ¹¹C、¹³N、¹⁸F、⁶⁴Cu、⁶⁸Ga、⁸⁹Zr 等正电子核素并进行核素的合成研发，日等效最大操作量为 1.85×10⁹Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所。

(1) 施工阶段

施工过程中有施工机械噪声、施工扬尘、建筑垃圾及施工废水产生，对环境质量存在一定影响。因此，环评提出以下要求：

① 大气环境

1) 施工单位应认真落实“六必须”、“六不准”规定：必须打围作业、必须硬化道路、必须设置冲洗设施、必须湿法作业、必须配齐保洁人员、必须定时清扫施工现场，不准车辆带泥出门，不准运渣车辆冒顶装载、不准高空抛撒建渣、不准现场搅拌混凝土、不准场地积水、不准现场焚烧废弃物；

2) 施工现场建设 2.5m 高施工围墙，封闭施工现场，采用密目安全网，以减少结构和装修过程中的粉尘飞扬现象，降低粉尘向大气中的排放；脚手架在拆除前，先将脚手板上的垃圾清理干净，清理时应避免扬尘；

3) 要求施工单位文明施工，定期对地面洒水，并对撒落在路面的渣土及时清除，清理阶段做到先洒水后清扫，避免产生扬尘对周围环境敏感点正常生活造成影响；

4) 由于道路和扬尘量与车辆的行驶速度有关，速度越快，扬尘量越大，因此，在施工场地对施工车辆必须实施限速行驶，同时施工现场主要运输道路尽量采用硬化路面并进行洒水抑尘；

5) 在施工场地出口放置防尘垫, 对运输车辆现场设置洗车场, 用水清洗车体和轮胎;

6) 自卸车、垃圾运输车等运输车辆不允许超载, 选择对周围环境影响较小的运输路线, 定时对运输路线进行清扫, 运输车辆出场时必须封闭;

7) 施工过程中, 楼上施工产生的建筑渣土, 不许在楼上向下倾倒, 必须运至地面;

8) 禁止在风天进行渣土堆放作业, 建材堆放地点要相对集中, 临时废渣堆场及时清运, 并对堆场(包括回填土临时堆放点)以毡布覆盖, 裸露地面进行硬化和绿化, 减少建材的露天堆放时间; 开挖出的土石方应加强围栏, 表面用毡布覆盖, 并及时将多余弃渣外运;

9) 加强对于施工人员的环保教育, 提高全体施工人员的环保意识, 坚持文明施工、科学施工、减少施工扬尘对大气环境的污染。加强对建设施工地的监督检查, 督促责任单位落实降尘、抑尘措施;

10) 装修工程提倡绿色装修, 采用符合国家标准的室内装饰和装修材料, 从根本上降低装修废气对周围大气的污染;

11) 涂料和涂料喷涂产生的废气, 对近距离接触的人体有一定危害, 施工期的污染对象主要是施工人员, 应采取必要的安全防护措施, 如防护面具或口罩等

通过采取上述措施, 可以降低施工阶段对周围大气环境的影响, 同时, 这些影响随着施工期的结束而结束, 不会对项目所在地环境空气质量造成明显影响。

②地表水环境

1) 施工废水

施工废水包括土方阶段排水、结构阶段混凝土养护排水及各种车辆冲洗废水等。类比同类工程, 施工废水排放量约 $5\text{m}^3/\text{d}$ 。废水主要含有石油类污染物和大量悬浮物。

施工工地设临时隔油池和沉淀池各 1 座, 施工废水经隔油沉淀处理后, 回用于场地洒水降尘, 不外排。

2) 施工人员生活污水

本项目施工高峰期工人人数可达 50 人左右, 生活用水量按每人 $0.1\text{m}^3/\text{d}$ 计算, 以排放系数为 0.8 计, 生活污水排放量为 $4.0\text{m}^3/\text{d}$ 。废水主要污染物为 COD、氨氮、

BOD5、SS。

施工人员生活污水经临时卫生间下水管道接入城市污水管网，进入下游塘汛污水处理厂处理达标排放，对所在地地表水环境影响轻微。

③声环境

1) 合理安排高噪声施工作业的时间，每天 22 点至次日晨 6 点禁止高噪声机械作业，尽可能减少对周围地区的影响。因特种要求必须连续作业的，必须有县级以上人民政府或者有关主管部门的证明，并且必须公告附近公民；

2) 尽可能将高噪声源强施工机具布置在站址中央区域；

3) 定期对施工设备进行维护，减小施工机具的施工噪声；

4) 尽量避免推土机、挖土机等高噪声设备同时施工。

④固废

1) 弃土

本项目土建阶段土石方产生量约 2000m³，用于回填绿化用约 500m³，产生弃土 1500m³，弃土运往当地建设部门指定填埋场处置。

2) 建筑垃圾

建筑垃圾收集堆放于指定地点，其中可回收的由相关单位回收，其余运至当地建设部门指定填埋场处置。

3) 生活垃圾

本项目施工高峰期工人人数为 50 人，生活垃圾产生量按 0.5kg/人·d 计，产生量为 25kg/d。生活垃圾定点集中收集后，由环卫部门统一清运。

综上所述，项目施工期间对环境存在一定的影响，但是这些影响具有时效性，随着施工期间的结束，对环境的影响也消除。只要工程在施工期严格执行上述基本要求，可以使施工期的环境影响降到最小程度。

为确保回旋加速器机房的辐射屏蔽防护设施满足辐射防护安全要求，参照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）规定，施工阶段应满足以下要求：

①回旋加速器机房或测试间的土建施工必须符合其建设设计要求。

②回旋加速器机房或测试间的建造应避免采用富含铁矿物质的混凝土，避免混凝土中采用重晶石或铁作为骨料；机房选择不易中子活化的混凝土材料。

③回旋加速器机房或测试间的混凝土屏蔽体在施工过程中应一次整体浇筑并有充

分的振捣，以防止出现裂缝和过大的气孔。

④机房预留射线装置安装口时，交接处应采用阶梯式衔接。

⑤穿过机房墙的管线孔（包括通风、电气、水管等）应避开控制台等人员高驻留区，并采用地沟或多折曲路（S型、V型、Z型）穿墙，有效控制管线孔的辐射泄漏。

1.2 本项目辐射防护措施

（1）辐射安全与防护措施

本项目加速器测试间已配置完善的辐射安全与防护措施，屏蔽体厚度满足国家标准规范中的剂量率要求。加速器测试间进出铅门及四周墙体外设置醒目的电离辐射警告标志，工件出入口、人员出入口均具有工作状态显示、声光报警等警示措施。加速器测试间内设有门与剂量联锁、门机安全联锁装置、急停开关、巡检开关、视频监控、应急通讯、固定式 X- γ 剂量率监测仪以及固定式中子剂量率监测仪。

本项目辐射工作场所已合理分区为“控制区”与“监督区”，并设置相应有效的安全联锁、视频监控和报警装置等辐射安全设施。

建设单位应通过查阅年度监测报告和自我监测结果，核实辐射工作场所辐射屏蔽防护措施的有效性。同时，也应通过定时的检查、维护，确保配置的安全联锁、视频监控和报警装置的有效性。

（2）个人防护设备及剂量监测仪器

辐射工作人员配置有个人剂量计及个人剂量报警仪（见环保投资一览表）；加速器制造厂房的小加速器测试间和大加速器测试间共用 2 台便携式 X- γ 剂量率监测仪以及 2 台中子剂量率监测仪用于日常辐射监测管理。项目建设单位要求放射工作人员工作期间必须按照规定佩戴个人剂量计，未佩戴个人剂量计的工作人员不得上岗。

（3）项目竣工环境保护验收

本项目建成后，应严格按照环境保护部“关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告”（国环规环评〔2017〕4号）文件要求，开展竣工环境保护验收工作。

建设单位四川玖谊源粒子科技有限公司是本项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照相关文件规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准

确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

建设单位应在项目竣工后3个月内组织竣工环保验收，委托有资质单位进行现场监测，并编制竣工验收监测报告。验收监测应当在确保主体工程调试工况稳定、辐射防护措施安全到位的情况下进行，并如实记录监测时的实际工况。验收监测报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测报告结论，逐一检查是否存在不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。建设项目配套建设的环境保护设施和辐射防护措施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。危险废物相关竣工环保验收参照四川省生态环境厅其他规范要求实施。

“全国建设项目竣工环境保护验收信息平台”已于2017年12月1日上线试运行，网址为<http://47.94.79.251>。建设单位可以登录生态环境部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/other/hbysjsgf/>），并在项目建成后，及时开展竣工环境保护验收工作。

表 4-1 环境保护设施验收一览表

类别	环保设施/措施		备注
屏蔽措施	11MeV 质子加速器机房		11MeV 质子回旋加速器机房南侧设长 4.0m、宽 1.0m 的 L 型迷道，迷道内墙为 1.2m 厚混凝土，外墙为 0.6m 混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯；东墙、西墙和北墙均为 1.2m 厚混凝土，东侧设 1 道楔形工件门、为 1.2m 厚混凝土，顶板为 1.2m 厚混凝土。
	20MeV 质子加速器机房		20MeV 质子回旋加速器机房北侧设长 3.5m、宽 1.0m 的 S 型迷道，迷道内墙为 1.0m 厚混凝土，外墙为 1.5m 混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯；东墙、南墙和西墙均为 2.5m 厚混凝土，东侧设 1 道楔形工件门、为 1.5m 厚混凝土，顶板为 1.5m 厚混凝土。
	同位素研发区	合成热室	6 套，正面 7cmPb、侧面为 6cmPb
		分装热室	3 套，正面为 6cmPb、侧面为 5cmPb
	通风橱		2 套，其中 1 套为非放操作，另一套涉放操作通风橱内配置有铅屏蔽设备，屏蔽为 6cmPb
安全装置	门机连锁装置		加速器机房屏蔽门设置 1 个
	门灯连锁装置		加速器机房迷道和控制台分别设置 1 个
	门与剂量连锁		加速器机房内安装 1 个
	火灾报警仪连锁		加速器机房内安装 1 个
	控制系统开关控制		加速器控制系统设置登录名及密码
	紧急停机开关		加速器机房设置 5 个急停开关。各加速器机房控制台设置 1 个急停开关
	巡检开关		加速器机房 4 个
声光报警系统		各加速器机房设置声光报警	

	视频监控	各加速器机房设置视频监控系统 1 套	
	应急通讯设施	各加速器机房设置通讯设施	
	电离辐射警告标志	/	
监测仪器	便携式 X-γ 辐射监测仪	1 台	
	便携式表面沾污监测仪	1 台	
	固定式表面沾污仪	1 台	
	固定式中子剂量率仪	2 台	
	固定式 X-γ 剂量率仪	2 台	
	个人热释光计	24 个	
	个人剂量报警仪	12 个	
废物处理	放射性废水	废液转移罐	100mL 铅罐 4 个, 10mmPb
		废液衰变罐	5L 铅罐 2 个, 10mmPb
	放射性固废	铅罐	5L 铅罐 2 个, 10mmPb
		铅箱	50L 铅箱 1 个, 10mmPb
			20L 铅箱 1 个, 10mmPb
	放射性废气	同位素应用研发区	2 套全排系统 (11MeV 质子加速器机房 1 套, 20MeV 质子加速器机房 1 套), 2 套局排系统 (9 套热室共用 1 套局排系统, 2 套通风橱共用 1 套局排系统)
加速器机房		11MeV 质子加速器机房 1 套, 20MeV 质子加速器机房 1 套	
台账管理	个人剂量档案	/	
规章制度	《辐射安全与环境保护管理机构文件》、《辐射安全管理规定》、《回旋加速器调试操作流程》、《辐射防护设施设备维护维修制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作场所辐射环境监测方案》、《辐射工作场所辐射环境监测方案》、《辐射监测仪表使用与核验管理制度》、《辐射监测仪表使用与核验管理制度》、《辐射工作人员辐射安全与防护培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》、《制度上墙管理规定》	其中《辐射事故应急响应程序》需张贴上墙	
人员培训	辐射工作人员需参加辐射安全与防护培训, 并取得相应的合格证书	辐射从业人员及管理人员均需上岗培训	

2、审批部门审批决定

一、项目建设内容和总体要求

项目拟在绵阳经济技术开发区产业发展园区文武路实施, 主要建设内容为: 新建回旋加速器生产及同位素应用研发基地, 占地面积 30780m², 主要包括加速器制造厂、同位素应用研发中心及相应的配套辅助设施。

(一)加速器制造厂

加速器制造厂位于项目地块南部，为主体一层局部三层建筑，占地面积 7037m²,建筑面积 8293m²,一层设机械加工车间、加速器组装区、控制柜组装区、研发区、成品区、小加速器测试间、大加速器测试间，二层、三层布设办公室和会议室，主要进行零部件加工、加速器的组装和调试。其中，6 个小加速器测试间并列布置于厂房西北角，用于 7MeV 质子回旋加速器或 11MeV 质子回旋加速器出束调试；大加速器测试间布置于厂房西侧，用于 20MeV 质子回旋加速器出束调试；机械加工车间布置于厂房西南部，配置有数控车床、加工中心等机械及配套设备 14 台(套),用于离子源、靶系统、高频源系统和磁铁系统等零部件的机械加工，不涉及电镀和喷漆等工序；研发区布置于厂房东南部，由靶系统实验室、合成模块研发区、机电调试试验区、机械工艺试验区、离子源试验区、电子电力学试验区等组成；加速器组装区、控制柜组装区、成品区布置于厂房北部，由 17 个组装工位组成。

[REDACTED]

[REDACTED]

本项目总投资 50000 万元，其中环保投资 991 万元。

你单位系首次申请办理《辐射安全许可证》，本次项目环评属于你单位生产、销售、使用Ⅱ类射线装置，生产(自用)、使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，为申领辐射安全许可证开展的环境影响评价。该项目系核技术在医疗设备制造和放射性同位素研发领域内的具体应用，属《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(2021 年修改)中的鼓励类，符合国家产业政策，建设理由正当。该项目严格按照报告表中所列建设项目的性质、规模、工艺、地点和拟采取的环境保护措施建设和运行，项目建设和运行加速器、放射性同位素产生的电离辐射及其他污染物排放可以满足国家相关标准的要求，职业工作人员和公众照射剂量满足报告表提出的管理限值要求。因此，我厅同意报告表结论。本项目的建设和运行应全面落实报告表提出的各项环境保护对策措施和本批复要求。项目建设及运行过程中应做好的重点工作

二、项目建设中应重点做好以下工作

(一)严格按照报告表中的内容、地点进行建设，未经批准，不得擅自更改项目建设内容及规模。该项目若存在建设内容、地点、产污情况与报告表不符，必须立即向生态环境主管部门报告。

(二)项目建设过程中，必须认真落实报告表中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求，落实环保措施及投资，确保环保设施与主体工程同步建设，各辐射工作场所射线屏蔽能力满足辐射防护要求，各加速器测试间和机房的迷道、门机连锁、固定式剂量报警仪及门剂量连锁、门灯连锁及语音提示、紧急停机按钮、操作警示装置、紧急开门按钮、巡检开关、警告标志等各项辐射防护与安全措施满足相关规定。



(三)落实项目施工期各项环境保护措施，严格按国家关于有效控制城市扬尘污染的要求，控制和减小施工扬尘污染；合理安排施工时间、控制施工噪声，确保噪声不扰民；施工弃渣及时清运到指定场地堆存，严禁随意倾倒。

(四)应建立和健全核与辐射安全管理各项规章制度，明确管理组织机构和责任人，制订有针对性和可操作性的辐射事故应急预案。

(五)应配备 X- γ 辐射剂量率监测仪、中子辐射剂量率监测仪、表面污染监测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪及个人防护用品等仪器设备，制定各辐射工作场所环境辐射监测计划。

(六)辐射从业人员应当按照有关要求，登录国家核技术利用辐射安全与防护培训平台(<http://fushe.mee.gov.cn>),参加并通过辐射安全与防护考核。

三、申请许可证工作

项目辐射工作场所及相应的辐射安全与防护设施(设备)建成且满足辐射安全许可证申报条件后，你单位应在项目投入运行前登录四川政务服务网(<http://www.sczfwf.gov.cn>)向我厅申请领取《辐射安全许可证》。

四、项目竣工环境保护验收工作

项目建设必须依法严格执行环境保护“三同时”制度。项目竣工后，应严格按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》开展竣工环境保护验收，并向我厅报送相关信息。

五、项目运行中应重点做好以下工作

(一)项目运行必须严格按照国家和省有关标准和规定实施。辐射工作人员的个人剂量约束值应严格控制在 5mSv/年以内。公众个人剂量约束值为 0.1mSv/年。

(二)应加强各辐射工作场所和有关环保设施的日常管理和维护，定期检查各项辐射安全和防护以及污染防治措施，特别应做好加速器厂区测试以及售后调试、维修期间的辐射安全与防护，确保各项措施实时有效、污染物稳定达标排放，严防运行故障，杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。

(三)严格按照报告表要求，加强“两区”管理，设置加速器制造厂房小加速器测试间、大加速器测试间、同位素应用研发中心 11MeV 质子回旋加速器机房、20MeV 质子回旋加速器机房、同位素研发区前区、后区和放化实验室、放射性废物暂存间等为控制区，加速器制造厂房大加速器测试间和小加速器测试间之间的区域、大加速器测试

间东侧 12m 范围内区域、同位素应用研发中心加速器机房准备区、控制间和同位素研发区配套用房等为监督区。控制区进出口处应设立醒目的警告标志，制定适用于控制区的职业防护与安全管理措施，运用管理程序和实体屏障限制进出控制区；监督区进出口处应设立表明监督区的标牌，以黄线警示监督区的边界。

(四)加强本单位放射性同位素管理，同位素应用研发中心应设置视频监控系统，制定放射性同位素台账管理制度，对放射性同位素的使用、最终去向等信息进行完整记录并长期保存；安排专人进行台账管理，并定期进行台账核查，确保“物账”统一。对放射性同位素生产、使用和贮存场所应采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施，不得将放射性同位素与易燃、易爆、腐蚀性物品一同存放。

(五)严格按照报告表要求，落实废气治理措施，项目运行期，各加速器测试间、加速器机房、同位素应用研发中心除热室和通风橱外其它区域产生的放射性废气及臭氧由机械排风系统通过各自专用排风管道引至屋顶进行排放，排风口处安装高效过滤器进行处理。同位素应用研发中心热室和通风橱产生的放射性废气经局排一级活性炭过滤器过滤处理后，由机械排风系统通过各自专用排风管道引至屋顶进行排放，排风口处安装高效过滤器进行二级处理。应定期更换高效过滤器滤芯，确保高效过滤效率不低于 99%。加速器制造厂房机械加工车间少量有机废气经移动式活性炭吸附装置净化处理。

(六)严格按照报告表要求，加强含放射性废水的收集和管理，放射性废水收集入铅罐并在放射性固体废物暂存间暂存衰变，经监测符合排放标准后(总 $\alpha\leq 1\text{Bq/L}$ 、总 $\beta\leq 10\text{Bq/L}$)再进行中和、预处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中三级标准后排入园区污水管网，同时做好有关排放和监测记录并存档备查。生活污水依托园区原有污水处理设施处理。

(七)严格按照报告表要求，规范放射性固体废物的收集和暂存，废靶膜、废靶托、废过滤树脂采用铅屏蔽箱收集并暂存在放射性废物暂存间内，委托有相应资质的单位定期收运储存。其余放射性固体废物采用铅屏蔽箱收集并暂存在放射性废物暂存间内，暂存超过 33 天并经监测符合排放标准(剂量率满足所处环境本底水平或 α 表面污染小于 0.08Bq/cm^2 、 β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2)后按一般固体废物处理。废切削液、废润滑油及含油抹布、废活性炭等危险废物经集中收集暂存后交有危废处理资质的单位处理。做好有关暂存和监测记录并存档备查。

(八)严格按照报告表要求, 切实落实地下水污染防治措施。加强防渗设施的日常维护和隐蔽工程泄漏检测, 确保防渗设施牢固安全, 严防地下水污染。将放射性废物暂存间、危险废物暂存间划为重点防渗区, 将加速器厂房机械加工间划为一般防渗区, 并按照相关规范对重点污染防治区和一般污染防治区等采取分区防渗措施, 防止地下水污染。

(九)严格按照报告表要求, 优化布局, 强化声环境保护措施。选用低噪声设备, 采取隔声、减振、消声等降噪措施, 确保厂界噪声达标。

(十)应按照制定的环境辐射监测计划, 定期自行开展环境辐射监测, 并记录存档备查。每年应委托有资质单位开展年度环境辐射监测, 并将监测结果纳入辐射安全和防护状况年度自查评估报告。

(十一)应依法对辐射工作人员进行个人剂量监测, 建立辐射工作人员的个人剂量档案。个人剂量监测结果超过 1.25mSv/季的应核实, 必要时采取适当措施, 确保个人剂量安全; 发现个人剂量监测结果异常(>5mSv/年)应当立即组织调查并采取措施, 有关情况及时报告我厅。

(十二)应按有关要求编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告, 并于次年 1 月 31 日前经由“全国核技术利用辐射安全申报系统”上报我厅。同时, 应做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作, 确保信息准确完整。

(十三)你单位不再使用非密封放射性物质工作场所时, 应当依法实施退役; 对射线装置实施报废处置时, 应当将其拆解和去功能化。

我厅委托绵阳市生态环境局、绵阳经开区农业农村和生态环境局开展该项目的“三同时”监督检查和日常环境保护监督检查工作。你单位应在收到本批复后 7 个工作日内, 将批准后的报告

报送绵阳市生态环境局、绵阳经开区农业农村和生态环境局备案, 并按规定接受各级生态环境主管部门的监督检查。

另外, 你单位必须依法完备项目建设其他行政许可相关手续。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

质量保证和控制措施：

本次验收监测单位为四川久测环境技术有限公司，四川久测环境技术有限公司取得了四川省质量技术监督局颁发的资质认定证书，公司具备完整、有效的质量控制体系，并在允许范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。具体质量保证和控制措施如下：

(1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性。

(2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，所有监测人员经考核并持有合格证书上岗。

(3) 本次测量所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，按照国家相关规定及要求进行了设备检定或校准并持有合格证书，同时公司有良好的日常质量控制程序。

(4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。

(5) 数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报；

(6) 仪器设备均定期进行相应的期间核查及实验室之间的比对，保证了设备的稳定及数据的准确性。

(7) 监测报告经过严格的三级审核制度，确保了报告的质量。

表 6 验收监测内容

1、监测因子

本项目无外排废水，因此未对厂区周边地表水及地下水开展监测，且本项目试运行时间较短，实验次数较少，未对周边土壤环境开展监测。本次验收的监测因子选取 X/γ 辐射剂量率，中子剂量率，β 表面沾污，γ 辐射空气吸收剂量和噪声。

2、监测点位

根据现场平面布局情况及周边环境关系，本次验收监测进行了全面、合理的布点；针对工作人员长时间工作的场所、其他公众可能到达的场所及剂量率影响较大的场所，分别在各射线装置屏蔽体外、辐射工作场所周边、相关环境保护目标处进行了现场监测。

本项目委托四川久测环境技术有限公司对 X-γ 剂量率、α 和 β 表面沾污进行了现场的监测，监测报告编号为：久测环检字 202512234 号。

(1) 环境监测点位

表 6-1 X、γ 辐射剂量率环境监测点位

场所	监测点位编号	点位位置描述	监测项目	频次
加速器机房				
11MeV 质子加 速器机 房	1#	机房门表面 30cm 处（巡检最大值）	X-γ 辐射 剂量率、 中子剂量 率	监测两 次，开关 机各一次
	2#	迷道门表面 30cm 处（巡检最大值）		
	3#	机房东侧 30cm 处		
	4#	机房南侧 30cm 处		
	5#	机房北侧 30cm 处		
	6#	机房西侧 30cm 处		
	7#	穿墙管道处		
	8#	加速器操作位		
	9#	机房东侧厂区道路		
	10#	厂区南侧绵阳宏发一海机电公司		
	11#	机房西侧同位素应用研发区		
	12#	机房上方（二层）		
	13#	加速器制造厂房		
20MeV 质子加 速器机 房	14#	机房门表面 30cm 处（巡检最大值）		监测两 次，开关 机各一次
	15#	迷道门表面 30cm 处（巡检最大值）		
	16#	机房东侧 30cm 处		
	17#	机房南侧 30cm 处		
	18#	机房北侧 30cm 处		

	19#	机房西侧 30cm 处		
	20#	穿墙管道处		
	21#	加速器操作位		
	22#	机房东侧厂区道路		
	23#	厂区南侧绵阳宏发一海机电公司		
	24#	机房西侧同位素应用研发区		
	25#	机房上方（二层）		
	26#	加速器制造厂房		
同位素研发区				
同位素应用研发区	27#	合成热室操作位	X-γ辐射剂量率	监测一次 (核素种类及活度 ⁸⁹ Zr: 1.85E+08 Bq)
	28#	合成热室侧面		
	29#	分装热室操作位		
	30#	分装热室侧面		
	31#	通风橱操作位		
	32#	通风橱侧面		
	33#	合成区北侧 30cm 处		
	34#	合成区南侧 30cm 处		
	35#	合成区东侧 30cm 处		
	36#	合成区西侧 30cm 处		
	37#	研发区内部洁净走廊		
	38#	控制间		
	39#	放化实验室内		
	40#	放化实验室北侧 30cm 处		
	41#	放化实验室南侧 30cm 处		
	42#	放化实验室东侧 30cm 处		
	43#	放化实验室西侧 30cm 处		
	44#	走廊		
	45#	放射性废物暂存间		
	46#	材料间		
	47#	产线上方（二楼）		
	48#	研发区上方（二层）		
	49#	加速器机房		
	50#	同位素研发中心东侧道路		
51#	厂区南侧绵阳宏发一海机电公司			

表 6-2 表面沾污监测点位

场所	监测点位编号	点位位置描述		监测项目	频次
同位素应用研发区	1#	合成间	合成热室外表面	β表面沾污	工作完成后监测 1 次
	2#		分装热室外表面		
	3#		前区地面		
	4#		后区地面		
	5#	合成间门表面			
	6#	合成间墙面			
	7#	控制间	控制间地面		
	8#		控制间墙面		
	9#		控制间门表面		
	10#		控制间台面		

	11#	放化实验室	放化实验室地面		
	12#		放化实验室墙面		
	13#		放化实验室门表面		
	14#		放化实验室台面		
	15#		通风橱表面		
	16#	洁净走廊	走廊地面		
	17#		走廊墙面		
	18#	放射性废物暂存间	放射性废物暂存间地面		
	19#		放射性废物暂存间墙面		
	20#		放射性废物暂存间门表面		
	21#		放射性废物暂存桶表面		
	22#	缓冲间	缓冲间地面		
	23#		缓冲间墙面		
	24#		缓冲间门表面		
	25#	原料间	地面		
	26#		墙面		
	27#		门表面		
	28#	洁具间	地面		
	29#		墙面		
	30#		门表面		
	31#	检测	地面		
	32#		墙面		
	33#		门表面		
	34#	研发区西侧走廊	走廊地面		
	35#	材料间	地面		
	36#		墙面		
	37#		门表面		
	38#	备用间	地面		
	39#	加速器大厅	加速器大厅地面		
	40#		加速器大厅墙面		
	41#		加速器大厅门表面		

表 6-3 厂区环境质量监测布点（ γ 辐射空气吸收剂量率）

场所	监测点位编号	点位位置描述	监测项目	频次
四川玖谊源粒子科技有限公司厂区	1#	厂区上风向 200m 处	γ 辐射空气吸收剂量率	监测 1 次
	2#	厂区内		
	3#	厂区下风向 200m 处		

表 6-4 厂区噪声监测布点

场所	监测点位编号	点位位置描述	监测项目	执行标准	频次
四川玖谊源粒子科技有限公司厂区	1#	东侧厂界外 1m	工业企业厂界环境噪声	工业企业厂界环境噪声排放标准（GB 12348—	监测 2 天，每天昼夜各 1 次
	2#	西侧厂界外 1m			
	3#	南侧厂界外 1m			
	4#	北侧厂界外 1m			

3、监测仪器

本项目监测仪器技术指标及校准情况见下表：

表 6-2 监测项目及使用设备一览表

监测项目	监测设备		
	名称及编号	技术指标	校准/检定情况
X-γ辐射 剂量率	AT1123 型 X-γ辐射仪 仪器编号：JC-XC-121	测量范围： 50nSv/h~10Sv/h 校准因子：1.05	校准单位： 中国测试技术研究院 检定/校准日期： 2025.07.24-2026.07.23 证书编号： 校准字第 202507107826 号
	多功能辐射测量仪 型号：FH40G-X 型 编号：JC-XC-066 探头型号：FHZ672E-10	测量范围： 1nSv/h100μSv/h 校准因子：0.97、0.99	校准单位： 四川省自然资源 实验测试研究中心（四川省 核应急技术支持中心） 检定/校准日期： 2025.07.22-2026.07.21 证书编号： 检定字第 J20250712001 号
中子剂量 率	中子剂量率仪 型号：FH40G-L10 编号：JC-XC-032 探头型号：FHT762H*10	测量范围： 1 nSv/h~100mSv/h 校准因子：1.1	校准单位： 中国工程物理研究院计量测 试中心（国防科技工业 5116 二级计量站） 检定/校准日期： 2025.07.09-2026.07.08 证书编号： GFJGJL2051258230030
表面沾污	α、β表面污染仪 型号：Como170 编号：JC-XC-020	探测限：0.029Bq/cm ²	校准单位： 中国测试技术研究院 检定/校准日期： 2025.07.21-2026.07.20 证书编号： 检定字第 202507104242 号
噪声	多功能声级计 型号：AWA6228+ 编号：JC-XC-026	测量范围：30-120dB (A)	校准单位： 中国测试技术研究院 检定/校准日期： 2025.03.31-2026.03.30 证书编号： 检定字第 202503107885 号

4、监测分析方法及来源

本次验收进行监测使用监测方法及方法来源见下表。

表 6-3 检测方法、方法来源一览表

项目	检测方法
----	------

环境 X- γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）
	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）
中子剂量率	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）
	《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）
	《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）
表面沾污	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）
噪声	工业企业厂界环境噪声排放标准（GB 12348-2008）
	环境噪声监测技术规范 噪声测量值修正（HJ 706-2014）

5、验收监测合理性分析

本次监测因子、监测点位布置符合项目环评及批复要求，监测布点按照 X 射线装置、乙级非密封放射性物质工作场所正常使用功能进行了监测，按照使用流程对控制区、监督区主要控制点及人流、物流路径的 X- γ 周围剂量当量率、中子剂量率、 β 表面沾污和建设单位厂区的 γ 辐射空气吸收剂量、噪声进行了监测布点，监测核素选取最不利的 ^{89}Zr 进行监测。

综上，项目监测布点满足环评及其批复的要求。因此，本次验收监测因子、监测布点全面，满足环境保护竣工验收要求，验收监测合理可行。

表 7 验收监测

1、验收监测期间生产工况记录

验收监测期间，射线装置及热室均在正常工况下运行，监测期间射线装置工况见下表：

表 7-1 本项目射线装置工况一览表

场所	设备	额定工况		监测工况		管理类别	备注
		束流能量	束流强度	束流能量	束流强度		
11MeV 质子加速器机房	11MeV 质子加速器	11MeV	60 μ A	11MeV	60 μ A	II类	监测工况为加速器运行正常工况
20MeV 质子减速器机房	11MeV 质子加速器	11MeV	60 μ A	11MeV	60 μ A	II类	监测工况为加速器运行正常工况

注：根据建设单位资料，11MeV 质子加速器机房及 20MeV 质子加速器机房加速器不会同时运行。

同位素应用研发区监测时的生产工况见下表所示：

表 7-2 本项目乙级非密封放射性物质工作场所工况一览表

场所	核素	生产工况	备注
同位素应用研发区	^{89}Zr	1.85E+08Bq	监测工况为研发区正常工况
放射性废物暂存间	FDG 产品（2 号铅箱）	5.3 μ Sv/h	2025 年 11 月 4 日入库
	FDG 废液（2 号铅箱）	2.5 μ Sv/h	2025 年 11 月 4 日入库
	FDG 废液（2 号铅箱）	1.3 μ Sv/h	2025 年 11 月 4 日入库
	FDG 产品（2 号铅箱）	0.1mCi	2025 年 11 月 4 日入库
	FDG 废液（2 号铅箱）	0.05mCi	2025 年 11 月 4 日入库
	金靶片（7 号铅箱）	1.5 μ Sv/h	2025 年 11 月 13 日入库
	FDG 废液（8 号铅箱）	0.91 μ Sv/h	2025 年 11 月 20 日入库

注：本项目同位素应用研发区每天最多生产 1 种核素，本次验收选择最不利的 ^{89}Zr 作为代表核素进行分析。

验收监测结果分析

1、辐射环境监测结果

1.1 加速器机房

(1) 环境 X-γ辐射剂量率监测结果如下表所示：

表 7-3 X-γ辐射剂量率监测结果 (μSv/h)

场所	监测点 位编号	点位位置描述	出束时		未出束时		附加剂量贡 献值
			平均值	标准差	平均值	标准差	
11MeV 质子加速 器机房	1#	11MeV 质子加 速器机房门 表面 30cm 处	0.198	0.003	0.113	0.002	0.085
	2#	11MeV 质子加 速器机房迷道 门表面 30cm 处	0.52	0.02	0.09	0.002	0.43
	3#	11MeV 质子加 速器机房 东侧 30cm 处	0.226	0.003	0.088	0.003	0.138
	4#	11MeV 质子加 速器机房 南侧 30cm 处	0.59	0.03	0.084	0.002	0.506
	5#	11MeV 质子加 速器机房 北侧 30cm 处	0.148	0.002	0.115	0.003	0.033
	6#	11MeV 质子加 速器机房 西侧 30cm 处	0.134	0.002	0.101	0.002	0.033
	7#	11MeV 质子加 速器机房 穿墙管道处	0.35	0.02	0.142	0.002	0.208
	8#	11MeV 质子加 速器机房 加速器操作位	0.166	0.002	0.100	0.002	0.066
	9#	11MeV 质子加 速器机房 东侧厂区道路	0.101	0.002	0.096	0.003	0.005
	10#	11MeV 质子加 速器机房厂区 南侧绵阳宏发 一海机电公司	0.101	0.002	0.092	0.003	0.009
	11#	11MeV 质子加 速器机房 西侧同位素应 用研发区	0.096	0.003	0.091	0.002	0.005
	12#	11MeV 质子加 速器机房 上方 (二层)	0.119	0.003	0.072	0.003	0.047
	13#	11MeV 质子加 速器机房 加速器制造厂 房	0.108	0.002	0.098	0.003	0.01
20MeV	14#	20MeV 质子加 速器机房	0.115	0.003	0.087	0.003	0.028

质子加速器机房		门表面 30cm 处					
	15#	20MeV 质子加速器机房迷道门表面 30cm 处	0.35	0.02	0.086	0.002	0.264
	16#	20MeV 质子加速器机房东侧 30cm 处	0.120	0.003	0.100	0.002	0.02
	17#	20MeV 质子加速器机房南侧 30cm 处	0.120	0.003	0.099	0.003	0.021
	18#	20MeV 质子加速器机房北侧 30cm 处	0.29	0.02	0.083	0.002	0.207
	19#	20MeV 质子加速器机房西侧 30cm 处	0.121	0.003	0.100	0.003	0.021
	20#	20MeV 质子加速器机房穿墙管道处	1.64	0.02	0.63	0.02	1.01
	21#	20MeV 质子加速器机房加速器操作位	0.113	0.002	0.105	0.003	0.008
	22#	20MeV 质子加速器机房东侧厂区道路	0.124	0.002	0.110	0.003	0.014
	23#	20MeV 质子加速器机房厂区南侧绵阳宏发一海机电公司	0.118	0.002	0.103	0.003	0.015
	24#	20MeV 质子加速器机房西侧同位素应用研发区	0.117	0.003	0.087	0.002	0.03
	25#	20MeV 质子加速器机房上方（二层）	0.124	0.002	0.110	0.002	0.014
	26#	20MeV 质子加速器机房加速器制造厂房	0.135	0.003	0.105	0.002	0.03

由上表可知，未出束时，加速器机房周边场所的 X-γ 剂量率范围在 0.072μSv/h~0.63μSv/h。出束状态下，本项目加速器机房四周 30cm 处的附加贡献值为 0.005μSv/h~1.01μSv/h。

(2) 环境中子剂量率监测结果如下表所示：

表 7-4 中子剂量率监测结果 (nSv/h)

场所	监测点位编号	点位位置描述	出束时		未出束时		附加剂量贡献值
			平均值	标准差	平均值	标准差	
11MeV 质子加速器机房	1#	11MeV 质子加速器机房门表面 30cm 处	212	3	<1	/	211
	2#	11MeV 质子加	128	3	<1	/	127

		速器机房迷道 门表面 30cm 处					
	3#	11MeV 质子加 速器机房 东侧 30cm 处	157	2	<1	/	156
	4#	11MeV 质子加 速器机房 南侧 30cm 处	126	2	<1	/	125
	5#	11MeV 质子加 速器机房 北侧 30cm 处	138	3	<1	/	137
	6#	11MeV 质子加 速器机房 西侧 30cm 处	207	3	<1	/	206
	7#	11MeV 质子加 速器机房 穿墙管道处	245	3	<1	/	244
	8#	11MeV 质子加 速器机房 加速器操作位	269	3	<1	/	268
	9#	11MeV 质子加 速器机房 东侧厂区道路	<1	/	<1	/	0
	10#	11MeV 质子加 速器机房厂区 南侧绵阳宏发 一海机电公司	<1	/	<1	/	0
	11#	11MeV 质子加 速器机房 西侧同位素应 用研发区	<1	/	<1	/	0
	12#	11MeV 质子加 速器机房 上方（二层）	<1	/	<1	/	0
	13#	11MeV 质子加 速器机房 加速器制造厂 房	<1	/	<1	/	0
20MeV 质子加速 器机房	14#	20MeV 质子加 速器机房 门表面 30cm 处	<1	/	<1	/	0
	15#	20MeV 质子加 速器机房迷道 门表面 30cm 处	<1	/	<1	/	0
	16#	20MeV 质子加 速器机房 东侧 30cm 处	<1	/	<1	/	0
	17#	20MeV 质子加 速器机房 南侧 30cm 处	<1	/	<1	/	0
	18#	20MeV 质子加 速器机房 北侧 30cm 处	<1	/	<1	/	0
	19#	20MeV 质子加 速器机房 西侧 30cm 处	<1	/	<1	/	0
	20#	20MeV 质子加	<1	/	<1	/	0

		速器机房 穿墙管道处					
21#		20MeV 质子加 速器机房 加速器操作位	<1	/	<1	/	0
22#		20MeV 质子加 速器机房 东侧厂区道路	<1	/	<1	/	0
23#		20MeV 质子加 速器机房厂区 南侧绵阳宏发 一海机电公司	<1	/	<1	/	0
24#		20MeV 质子加 速器机房 西侧同位素应 用研发区	<1	/	<1	/	0
25#		20MeV 质子加 速器机房 上方（二层）	<1	/	<1	/	0
26#		20MeV 质子加 速器机房 加速器制造厂 房	<1	/	<1	/	0

由上表可知，未出束时，加速器机房周边场所的中子剂量率最大在 222nSv/h。出束状态下，本项目加速器机房四周 30cm 处的附加贡献值最大为 211nSv/h。

(3) 加速器周围剂量当量率监测结果叠加结果如下表所示：

表 7-5 加速器周围剂量当量率监测叠加结果 (μSv/h)

场所	监测 点位 编号	点位位置描述	X-γ剂量率贡献值	中子剂量率贡献值	剂量当量
11MeV 质子加 速器机 房	1#	11MeV 质子加速器 机房门 表面 30cm 处	0.085	0.211	0.296
	2#	11MeV 质子加速器 机房迷道门表面 30cm 处	0.43	0.127	0.557
	3#	11MeV 质子加速器 机房东侧 30cm 处	0.138	0.156	0.294
	4#	11MeV 质子加速器 机房南侧 30cm 处	0.506	0.125	0.631
	5#	11MeV 质子加速器 机房北侧 30cm 处	0.033	0.137	0.17
	6#	11MeV 质子加速器 机房西侧 30cm 处	0.033	0.206	0.239
	7#	11MeV 质子加速器 机房穿墙管道处	0.208	0.244	0.452
	8#	11MeV 质子加速器 机房加速器操作位	0.066	0.268	0.334
	9#	11MeV 质子加速器 机房东侧厂区道路	0.005	0	0.005
	10#	11MeV 质子加速器 机房厂区南侧绵阳	0.009	0	0.009

		宏发一海机电公司			
	11#	11MeV 质子加速器 机房西侧同位素应用研发区	0.005	0	0.005
	12#	11MeV 质子加速器 机房上方（二层）	0.047	0	0.047
	13#	11MeV 质子加速器 机房加速器制造厂房	0.01	0	0.01
20MeV 质子加速器 机房	14#	20MeV 质子加速器 机房门表面 30cm 处	0.028	0	0.028
	15#	20MeV 质子加速器 机房迷道门表面 30cm 处	0.264	0	0.264
	16#	20MeV 质子加速器 机房东侧 30cm 处	0.02	0	0.02
	17#	20MeV 质子加速器 机房南侧 30cm 处	0.021	0	0.021
	18#	20MeV 质子加速器 机房北侧 30cm 处	0.207	0	0.207
	19#	20MeV 质子加速器 机房西侧 30cm 处	0.021	0	0.021
	20#	20MeV 质子加速器 机房穿墙管道处	1.01	0	1.01
	21#	20MeV 质子加速器 机房加速器操作位	0.008	0	0.008
	22#	20MeV 质子加速器 机房东侧厂区道路	0.014	0	0.014
	23#	20MeV 质子加速器 机房厂区南侧绵阳 宏发一海机电公司	0.015	0	0.015
	24#	20MeV 质子加速器 机房西侧同位素应用研发区	0.03	0	0.03
	25#	20MeV 质子加速器 机房上方（二层）	0.014	0	0.014
	26#	20MeV 质子加速器 机房加速器制造厂房	0.03	0	0.03

由上表可知，加速器机房周边场所的剂量当量率范围在 0.005 μ Sv/h~1.01 μ Sv/h，满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）与《放射性药物生产场所辐射安全设计要求》（T/CIRA5-2019）要求的距射线装置所在机房防护门、机房墙体等屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5 μ Sv/h 的剂量限值。

1.2 同位素应用研发区

（1）X- γ 剂量率

本区域涉及的放射性核素包括 ^{11}C 、 ^{18}F 、 ^{13}N 、 ^{68}Ga 、 ^{64}Cu 、 ^{89}Zr ，根据已审批的

《四川玖谊源粒子科技有限公司回旋加速器生产及同位素应用研发基地环评报告表》中各场所周围剂量率计算结果选取最不利影响的 ^{89}Zr 为例，生产 ^{89}Zr 时热室正面，侧面及上方（二楼）的剂量率值见下表所示：

表 7-6 X- γ 辐射剂量率监测结果（nSv/h）

场所	监测点位编号	点位位置描述	操作时	
			平均值	标准差
同位素应用研发区	27#	同位素应用研发区合成热室操作位	51.0	1.2
	28#	同位素应用研发区合成热室侧面	74.0	1.4
	29#	同位素应用研发区分装热室操作位	60.8	1.9
	30#	同位素应用研发区分装热室侧面	73.7	1.9
	31#	同位素应用研发区通风橱操作位	53.8	2.2
	32#	同位素应用研发区通风橱侧面	53.2	1.8
	33#	同位素应用研发区合成区北侧 30cm 处	64.6	1.7
	34#	同位素应用研发区合成区南侧 30cm 处	169	2
	35#	同位素应用研发区合成区东侧 30cm 处	51.5	1.1
	36#	同位素应用研发区合成区西侧 30cm 处	54.5	1.6
	37#	同位素应用研发区内部洁净走廊	45.6	1.5
	38#	同位素应用研发区控制间	56.0	1.6
	39#	同位素应用研发区放化实验室内	61.3	1.5
	40#	同位素应用研发区放化实验室北侧 30cm 处	66.5	1.5
	41#	同位素应用研发区放化实验室南侧 30cm 处	57.8	1.6
	42#	同位素应用研发区放化实验室东侧 30cm 处	51.9	1.8
	43#	同位素应用研发区放化实验室西侧 30cm 处	51.7	1.6
	44#	同位素应用研发区走廊	76.4	1.8
	45#	同位素应用研发区放射性废物暂存间	106	2
	46#	同位素应用研发区材料间	60.3	0.8
	47#	同位素应用研发区产线上方（二楼）	57.7	1.6
48#	同位素应用研发区上方（二层）	62.3	1.2	
49#	同位素应用研发区加速器机房	56.3	2.2	
50#	同位素应用研发区同位素研发中心东侧道路	61.6	2.2	
51#	同位素应用研发区厂区南侧绵阳宏发一海机电公司	83.6	1.0	

由上表可知，非密封放射性物质工作场所周边场所的剂量当量率范围在0.046nSv/h~0.189nSv/h，满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）与《放射性药物生产场所辐射安全设计要求》（T/CIRA5-2019）要求的放射性药物合成和分装的箱体、通风橱等设备外表面30cm处人员操作位的周围剂量当量率小于2.5μSv/h，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于25μSv/h。

(2) β表面沾污

表 7-7 β 表面沾污监测结果 (Bq/cm²)

场所	监测点 位编号	点位位置描述	监测结果
同位素 应用研 发区	1#	同位素应用研发区合成热室外表面	0.115
	2#	同位素应用研发区分装热室外表面	0.457
	3#	同位素应用研发区前区地面	0.279
	4#	同位素应用研发区后区地面	0.120
	5#	同位素应用研发区合成间门表面	0.112
	6#	同位素应用研发区合成间墙面	0.079
	7#	同位素应用研发区控制间地面	0.085
	8#	同位素应用研发区控制间墙面	0.145
	9#	同位素应用研发区控制间门表面	0.057
	10#	同位素应用研发区控制间台面	0.090
	11#	同位素应用研发区放化实验室地面	0.268
	12#	同位素应用研发区放化实验室墙面	0.320
	13#	同位素应用研发区放化实验室门表面	0.115
	14#	同位素应用研发区放化实验室台面	0.104
	15#	同位素应用研发区实验室通风橱表面	0.140
	16#	同位素应用研发区洁净走廊地面	0.038
	17#	同位素应用研发区洁净走廊墙面	0.109
	18#	同位素应用研发区放射性废物暂存间地面	0.140
	19#	同位素应用研发区放射性废物暂存间墙面	0.164
	20#	同位素应用研发区放射性废物暂存间门表面	0.115
	21#	同位素应用研发区放射性废物暂存桶表面	0.739
	22#	同位素应用研发区缓冲间地面	0.077
	23#	同位素应用研发区缓冲间墙面	0.033
	24#	同位素应用研发区缓冲间门表面	0.052
	25#	同位素应用研发区原料间地面	0.230
	26#	同位素应用研发区原料间墙面	0.137
	27#	同位素应用研发区原料间门表面	0.112
	28#	同位素应用研发区洁具间地面	0.055
	29#	同位素应用研发区洁具间墙面	0.090
	30#	同位素应用研发区洁具间门表面	0.115
	31#	同位素应用研发区检测地面	0.030
	32#	同位素应用研发区检测墙面	0.038
	33#	同位素应用研发区检测门表面	0.164
	34#	同位素应用研发区西侧走廊地面	0.569
	35#	同位素应用研发区材料间地面	0.104
	36#	同位素应用研发区材料间墙面	0.202

37#	同位素应用研发区材料间门表面	0.257
38#	同位素应用研发区备用间地面	0.383
39#	同位素应用研发区加速器大厅地面	0.167
40#	同位素应用研发区加速器大厅墙面	0.279
41#	同位素应用研发区加速器大厅门表面	0.090

根据监测结果所示，本项目同位素应用研发区周边的β放射性物质浓度为0.03Bq/cm²-0.739Bq/cm²，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)对控制区及监督区的相关规定。

1.3 建设单位厂区

(1) γ 辐射空气吸收剂量率

表 7-8 厂区 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果 (nSv/h)

场所	监测点位编号	点位位置描述	监测结果	标准差
四川玖谊源粒子科技有限公司厂区	1#	厂区上风向 200m 处	41.7	0.2
	2#	厂区内	51.1	0.4
	3#	厂区下风向 200m 处	42.8	0.3

根据监测结果所示，本项目厂区周边的γ辐射空气吸收剂量率为 41.7nSv/h-51.1nSv/h，与《2024 年绵阳市生态环境状况公报》中绵阳市空气吸收剂量率自动监测结果 73.1~143.9nGy/h 相比，属于当地正常天然本底辐射水平。

2、辐射工作人员及公众受照剂量

(1) 预测公式

本项目所致人群组产生的年有效剂量采用下式估算：

$$H=D \cdot T \cdot t \dots\dots\dots (式7-1)$$

式中：H—有效剂量当量，Sv；

D—γ辐射剂量率，Sv/h；

T—居留因子；

t—停留时间。

(2) 职业及公众照射剂量

项目辐射工作人员均为专人专岗，不参与其他辐射工作，11MeV 质子加速器机房及 20MeV 加速器机房均由一组辐射工作人员负责，经与建设单位核实，运营阶段 11MeV 质子加速器机房年有效最大出束时长为 105.1h。20MeV 质子加速器机房（11MeV 质子加速器）年有效最大出束时间为 20h。同位素应用研发区辐射工作人员操作核素时长 337.5h（合成、分装时长 225h+质检 112.5h），居留因子的选取参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范（GBZ/T 250-2014）》附录 2，控制台、热室操作

位、研发中心二层、研发中心南侧绵阳宏发一海机电公司为全居留场所，居留因子取1；设备间、配电室为部分居留场所，居留因子取1/4；研发中心厂房旁过道为偶然居留场所，居留因子保守取1/8。

2.1 辐射工作人员

(1) 辐射工作人员职业外照射理论计算

本项目试运行暂未满足1年，目前仅对2025年第四季度个人剂量进行监测。本次验收保守根据场所及工艺流程（生产、回旋加速器维护、原料废物转运）所致的外照射剂量对职业人员工作剂量进行核算，具体计算过程及结果如下所示。

1) 生产过程外照射剂量

表 7-9 生产过程外照射剂量计算结果

序号	测量对象	测量点位置	X/γ辐射剂量率 (μSv/h)	居留因子	年有效最大出束时间 (h)	受照剂量 (mSv/a)
1	11MeV 质子加速器机房	11MeV 质子加速器机房门表面 30cm 处	0.085	1	105.1	8.93E-03
2		11MeV 质子加速器机房迷道门表面 30cm 处	0.43	1	105.1	4.52E-02
3		11MeV 质子加速器机房东侧 30cm 处	0.138	1	105.1	1.45E-02
4		11MeV 质子加速器机房南侧 30cm 处	0.506	1	105.1	5.32E-02
5		11MeV 质子加速器机房北侧 30cm 处	0.033	1	105.1	3.47E-03
6		11MeV 质子加速器机房西侧 30cm 处	0.033	1	105.1	3.47E-03
7		11MeV 质子加速器机房穿墙管道处	0.208	1	105.1	2.19E-02
8		11MeV 质子加速器机房加速器操作位	0.066	1	105.1	6.94E-03
9	20MeV 质子加速器机房	20MeV 质子加速器机房门表面 30cm 处	0.028	1	20	5.60E-04
10		20MeV 质子加速器机房迷道门表面 30cm 处	0.264	1	20	5.28E-03
11		20MeV 质子加速器机房东侧 30cm 处	0.02	1	20	4.00E-04
12		20MeV 质子加速器机房南侧 30cm 处	0.021	1	20	4.20E-04
13		20MeV 质子加速器机房北侧 30cm 处	0.207	1	20	4.14E-03
14		20MeV 质子加速器机房西侧 30cm 处	0.021	1	20	4.20E-04
15		20MeV 质子加速器机房穿墙管道处	1.01	1	20	2.02E-02
16		20MeV 质子加速器机房加速器操作位	0.008	1	20	1.60E-04
17	同位素应用研发区	同位素应用研发区合成热室操作位	0.051	1	225	1.15E-02
18		同位素应用研发区分装	0.061	1	225	1.37E-02

19	热室操作位					
	同位素应用研发区通风橱操作位	0.054	1	112.5	6.08E-03	

2) 放射性物料转运和废物转运过程外照射剂量

本次验收同位素应用研发中心同位素研发区人员放射性物料转运和废物转运过程的职业照射剂量参考已审批的《四川玖谊源粒子科技有限公司回旋加速器生产及同位素应用研发基地环评报告表》中的计算结果，其中放射性物料和废物转运所致工作人员受照剂量为 0.04mSv/a，均由同位素合成、分装和质检岗位人员负责。

3) 同位素应用研发中心回旋加速器维护

本次验收同位素应用研发中心回旋加速器维护人员的职业照射剂量参考已审批的《四川玖谊源粒子科技有限公司回旋加速器生产及同位素应用研发基地环评报告表》中对回旋加速器维护人员受照射剂量为 2mSv/a，由同位素应用研发中心加速器控制人员负责。

4) 剂量叠加

本项目同位素应用研发中心同位素研发人员除同位素研发和放射性物料转运外，不参与其他辐射工作。根据生产过程中的受照剂量计算结果及参考的放射性物料转运、回旋加速器维护所致外照射剂量结果，本项目同位素应用研发中心辐射工作人员职业照射结果核算如下所示：

表 7-10 职业人员受照剂量核算结果

类别	受照剂量 (mSv/a)					
	生产	物料及废物转运	加速器维护	人数	分组情况	分组后的剂量
同位素合成、分装和质检	3.13E-02	0.04	/	9人	3组，每组3人	4.46E-02
同位素应用研发中心加速器运行控制	7.34E-02*	/	2.00E+00	3人	不分组	2.07E+00

注：20MeV 加速器机房和 11MeV 加速器机房均由 1 组人员控制，对其受照剂量进行叠加（5.32E-02mSv/a+2.02E-02mSv/a）

由上表可知，项目运行期间职业人员最大受照剂量为 2.07E+00mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的工作人员剂量限值（职业人员身体 20mSv/a）和本报告执行的剂量约束值（职业人员身体 5mSv/a）。

(2) 辐射工作人员个人剂量

本项目同位素应用研发中心试运行未满一年，建设单位委托成都华亚科技有限公司于 2025 年第四季度对本项目辐射工作人员进行了个人剂量监测且出具了个人剂量监

9		20MeV 质子加速器机房上方（二层）	0.003	1	333.3	1.00E-03
10		20MeV 质子加速器机房加速器制造厂房	0.006	1	333.3	2.00E-03
11	同位素应用研发区	同位素应用研发区产线上方（二楼）	0.058	1	337.5	1.96E-02
12		同位素应用研发区上方（二层）	0.062	1	337.5	2.09E-02
13		同位素应用研发区加速器机房	0.056	1	337.5	1.89E-02
14		同位素应用研发区同位素研发中心东侧道路	0.062	1/8	337.5	2.62E-03
15		同位素应用研发区厂区南侧绵阳宏发一海机电公司	0.084	1/8	337.5	3.54E-03

根据估算结果可知，公众成员受到的年剂量最大值为 2.09E-02mSv/a，为同位素应用研发区上方（二层），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）公众照射的剂量约束值不超过 1mSv/a 的要求，同时满足本项目环评及批复要求的年剂量约束值 0.1mSv/a。

3、非放环境监测结果

本次验收对项目厂区四周进行噪声监测，具体监测结果如下所示：

表 7-13 厂界噪声监测结果（dB（A））

序号	点位位置		监测时段		监测结果	
			昼间	夜间	昼间	夜间
1	东北侧厂界外 1m	2025年 12月10 日	14:45-14:55	22:29-22:39	57	47
2	西南侧厂界外 1m		12:39-12:49	22:01-22:11	53	45
3	东南侧厂界外 1m		12:53-13:03	22:15-22:25	52	44
4	西北侧厂界外 1m		15:00-15:10	22:45-22:55	54	47
5	东北侧厂界外 1m	2025年 12月10 日	13:00-13:10	22:29-22:39	56	48
6	西南侧厂界外 1m		15:25-15:35	22:01-22:11	54	46
7	东南侧厂界外 1m		15:39-15:49	22:15-22:25	53	47
8	西北侧厂界外 1m		12:45-12:55	22:44-22:54	54	48

根据监测结果所示，本项目厂区周边昼间噪声监测值为 52dB（A）-57dB（A），夜间噪声监测值为 44dB（A）-48dB（A），满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）表 1 中 3 类标准限值。

表 8 验收监测结论

1、项目建设内容

1) 同位素应用研发中心

同位素应用研发中心主要研发内容是利用放射性核素进行合成标记，通过液相、紫外、 γ 能谱等检验仪器对标记制剂进行质量检测、分析，以研究新型放射性药物的制备方法，摸索并优化相关工艺参数、收集相关数据。该中心位于厂区西南部，为三层建筑，占地面积 1079m²，建筑面积 3226m²，建筑高 14.6m。该中心一层主要进行正电子核素制备及同位素合成研发（不生产销售同位素药物），由 1 个 20MeV 质子回旋加速器机房、1 个 11MeV 质子回旋加速器机房、同位素研发区及配套房间组成，涉及 ¹¹C、¹³N、¹⁸F、⁶⁸Ga 等 4 种正电子核素，日等效最大操作量为 1.85×10⁹Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所；使用 2 台 11MeV 质子回旋加速器制备放射性同位素，均属于 II 射线装置。研发中心二层和三层为预留房间。

11MeV 质子回旋加速器机房南侧迷道内墙为 1.2m 厚混凝土，外墙为 0.6m 厚混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯，东墙（含楔形工件门）、西墙、北墙和屋顶均为 1.2m 厚混凝土，在 11MeV 加速器机房内使用 1 台 11MeV 质子加速器生产放射性同位素。20MeV 质子回旋加速器机房北侧迷道内墙为 1.0m 厚混凝土，外墙（含楔形工件门）为 1.5m 厚混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯，东墙、南墙和西墙均为 2.5m 厚混凝土，屋顶为 1.5m 厚混凝土。20MeV 质子回旋加速器机房和 11MeV 质子回旋加速器机房均使用 11MeV 质子加速器。

另外，同位素应用研发中心涉及同位素研发，包括前室、后室、放化实验室和放射性废物暂存间等涉放操作场所。前室面积 28.5m²，东侧为热室，南、西、北侧墙为 24cm 实心砖墙、顶板为 15cm 厚混凝土，进出门为 2mmPb 防护门；后室面积 10.7m²，东侧为加速器机房混凝土（60cm~150cm），南侧为 2mmPb 防护门，西侧为热室，北侧墙为 24cm 实心砖墙、顶板为 15cm 厚混凝土；放化实验室面积 19.8m²，东、南、西、北侧墙为 24cm 实心砖墙、顶板为 15cm 厚混凝土，进出门和传递窗为 2mmPb 防护门；放射性废物暂存间面积 23.4m²，东侧为加速器机房混凝土（150cm），南、西、北侧墙为 24cm 实心砖墙、顶板为 15cm 厚混凝土，进出门和传递窗为 2mmPb 防

护门。同位素应用研发区配置 4 套合成热室和 3 套分装热室。

本项目建设内容根据实际需要进行了调整，20MeV 质子回旋加速器机房由原环评使用 20MeV 加速器变更为使用 11MeV 加速器，同位素应用研发区配置热室数量由原环评的 9 台变更为 7 台，辐射屏蔽和人物流路径进行了优化调整等。根据本次验收监测报告分析，上述变动均不属于重大变动，可纳入验收。

2、辐射安全设施和防护措施

本项目执行了建设项目环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，落实了环评批复和环评报告表规定的各项污染防治措施。采取的主要环境保护措施如下：

(1) 实体屏蔽

1) 加速器机房

①11MeV 质子回旋加速器机房

本项目 11MeV 质子回旋加速器机房南侧设长 4.0m、宽 1.0m 的 L 型迷道，迷道内墙为 1.2m 厚混凝土，外墙为 0.6m 混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯；东墙、西墙和北墙均为 1.2m 厚混凝土，东侧设 1 道楔形工件门、为 1.2m 厚混凝土，顶板为 1.2m 厚混凝土。

②20MeV 质子回旋加速器机房

20MeV 质子回旋加速器机房北侧设长 3.5m、宽 1.0m 的 S 型迷道，迷道内墙为 1.0m 厚混凝土，外墙为 1.5m 混凝土，迷道门为 2cm 铅+25cm 聚乙烯；东墙、南墙和西墙均为 2.5m 厚混凝土，东侧设 1 道楔形工件门、为 1.5m 厚混凝土，顶板为 1.5m 厚混凝土。

2) 同位素应用研发区

同位素应用研发区非密封放射性物质的操作均在密闭的屏蔽工作箱（热室或通风橱）内进行。屏蔽工作箱均设计有机械手和（或）手套操作孔，通过窥视窗用机械手或铅手套操作放射性物质。屏蔽工作箱的屏蔽设计（包括窥视窗）可使操作人员所在的操作前区的辐射水平满足辐射防护设计要求。本项目共配置 4 套合成热室、3 套分装热室和 2 套通风橱，合成热室正面为 7cmPb、侧面为 6cmPb，分装热室正面为 7cmPb、侧面为 6cmPb，2 套通风橱的其中 1 套涉放通风橱内配置有局部铅屏蔽设备，屏蔽为 6cm 铅，另一套为非放通风橱。

(2) 加速器机房辐射安全与防护措施

本项目加速器出入门外已设置“当心电离辐射”警告标志，各加速器机房屏蔽门设有门机连锁装置；加速器机房工件门及迷道门设置有工作状态指示灯；机房内安装有固定式剂量监测系统，并与防护门连锁；加速器控制系统设有登录名及密码，对不同用户开放不同操作权限等级；加速器机房设有紧急停机开关，按下开关，加速器立即停止出束；加速器机房设有巡检开关，需先按下所有巡检开关后，防护门方可关闭，加速器进行出束；加速器机房设有声光报警装置提醒出束状态；加速器机房设有视频监控系統，对机房内无死角观察；加速器机房内设有通讯设备，用于应急对外通讯；辐射工作人员配置有个人剂量计及个人剂量报警仪；辐射工作场所配置有固定式 X- γ 剂量率仪和固定式中子剂量率仪。在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

（3）辐射工作人员

本项目辐射工作人员已全部参加了辐射安全与防护培训并通过了辐射安全与防护考核，均配备个人剂量计，建立个人剂量和健康档案；配备了个人剂量报警仪和 X/ γ 辐射监测仪等辐射监测设备。

（3）辐射安全制度

建设单位更新了辐射防护领导小组，明确了辐射管理机构和职责。完善了加速器的操作规程、岗位职责等辐射安全管理制度，《辐射工作人员岗位职责》、《辐射事故应急预案》、《辐射安全管理规定》、《回旋加速器调试操作流程》等已更新并上墙。

3、现场监测结果及评价结论

根据现场监测结果，项目加速器机房周边监测点位未出束调试状态剂量率范围在 $0.072\mu\text{Sv/h}\sim 0.63\mu\text{Sv/h}$ ，加速器出束时的附加贡献值范围在 $0.005\mu\text{Sv/h}\sim 1.01\mu\text{Sv/h}$ 。同位素应用研发区正常生产工况下剂量率范围在 $0.046\mu\text{Sv/h}\sim 0.189\mu\text{Sv/h}$ 。同位素应用研发中心各场所 β 表面沾污浓度为 $0.03\text{Bq/cm}^2\sim 0.739\text{Bq/cm}^2$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的相关规定。

本项目正常生产工况下，职业人员最大受照剂量为 2.07mSv/a ，公众最大受照剂量为 $2.09\text{E-}02\text{mSv/a}$ ，均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 提出的剂量限值（职业人员 20mSv/a 、公众 1mSv/a ）和本项目提出的剂量管理约束值（职业人员 5mSv/a 、公众 0.1mSv/a ）要求，表明机房及热室屏蔽满足辐射防护设计要

求。

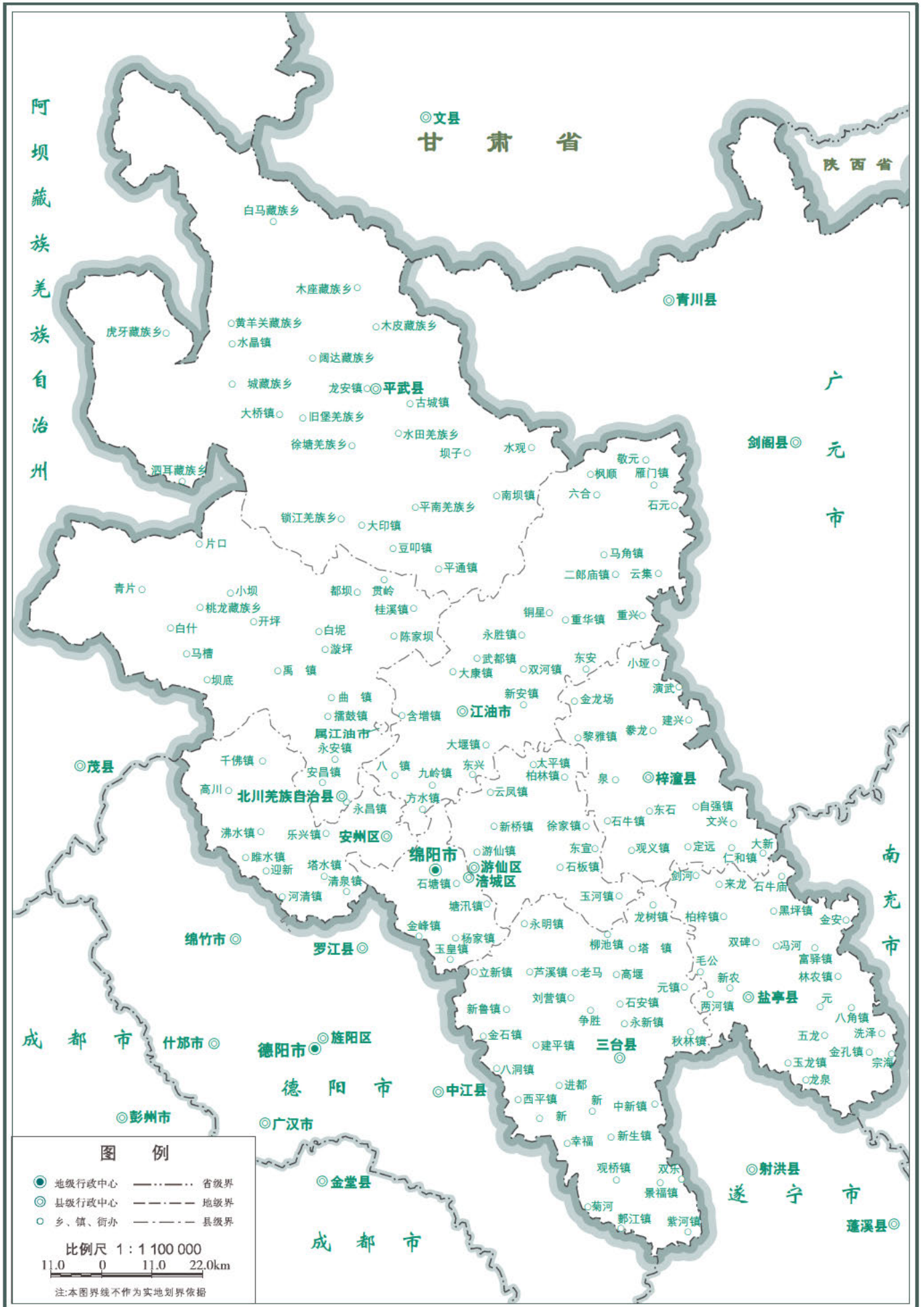
综上，本项目的建设符合《回旋加速器生产及同位素应用研发基地环境影响报告表》及其批复的要求，环保设施已落实，环保制度健全，经现场检查无《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》中所列验收不合格情形存在。因此，从辐射环境保护角度分析，四川玖谊源粒子科技有限公司回旋加速器生产及同位素应用研发基地三期项目满足竣工环境保护验收条件，验收合格。

4、后续要求

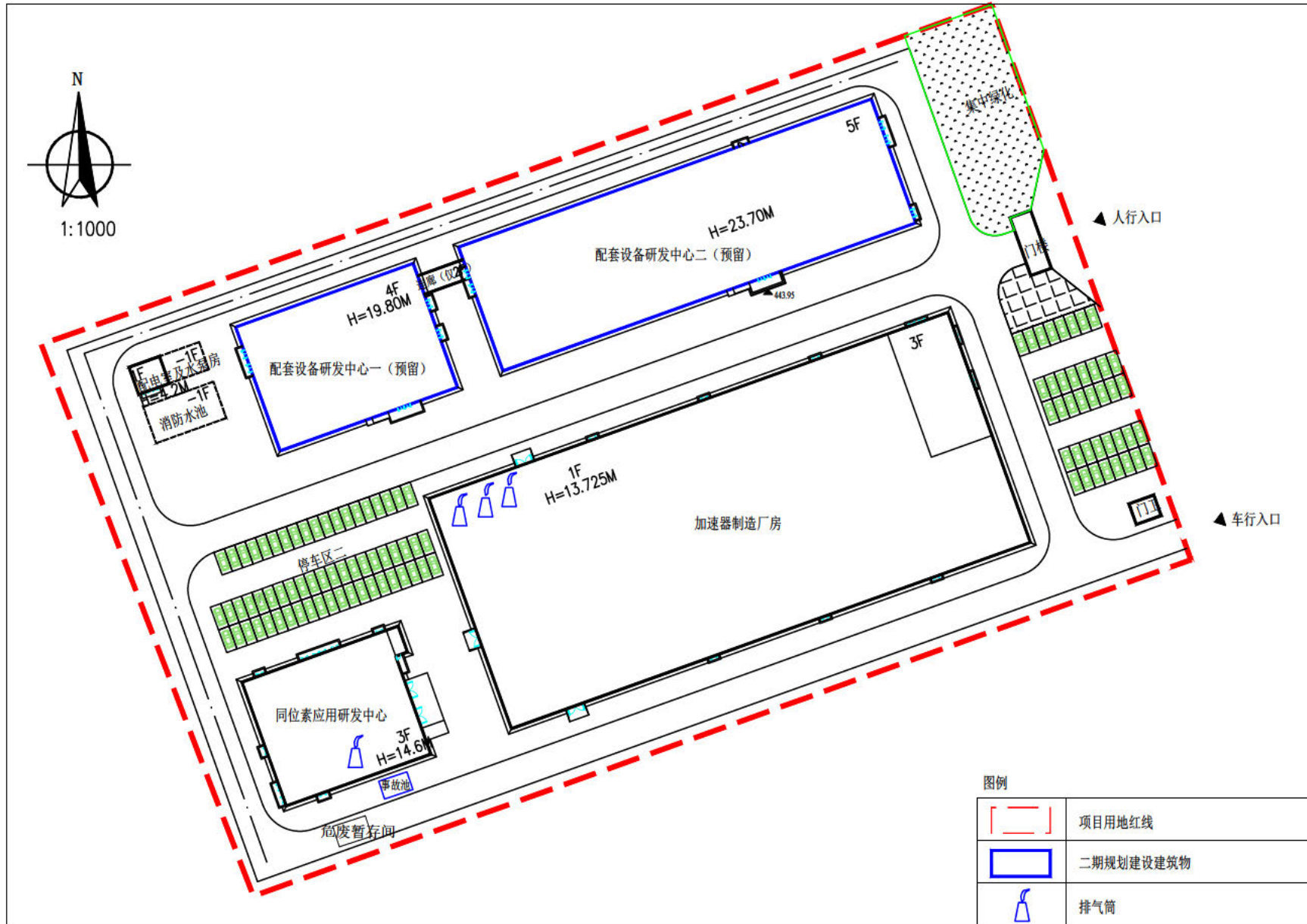
- (1) 定期检查辐射防控设施措施，确保安全运行。
- (2) 验收审查结束后将验收监测报告表及专家审查意见进行公示及备案。

绵阳市地图

四川省标准地图·政区简图版



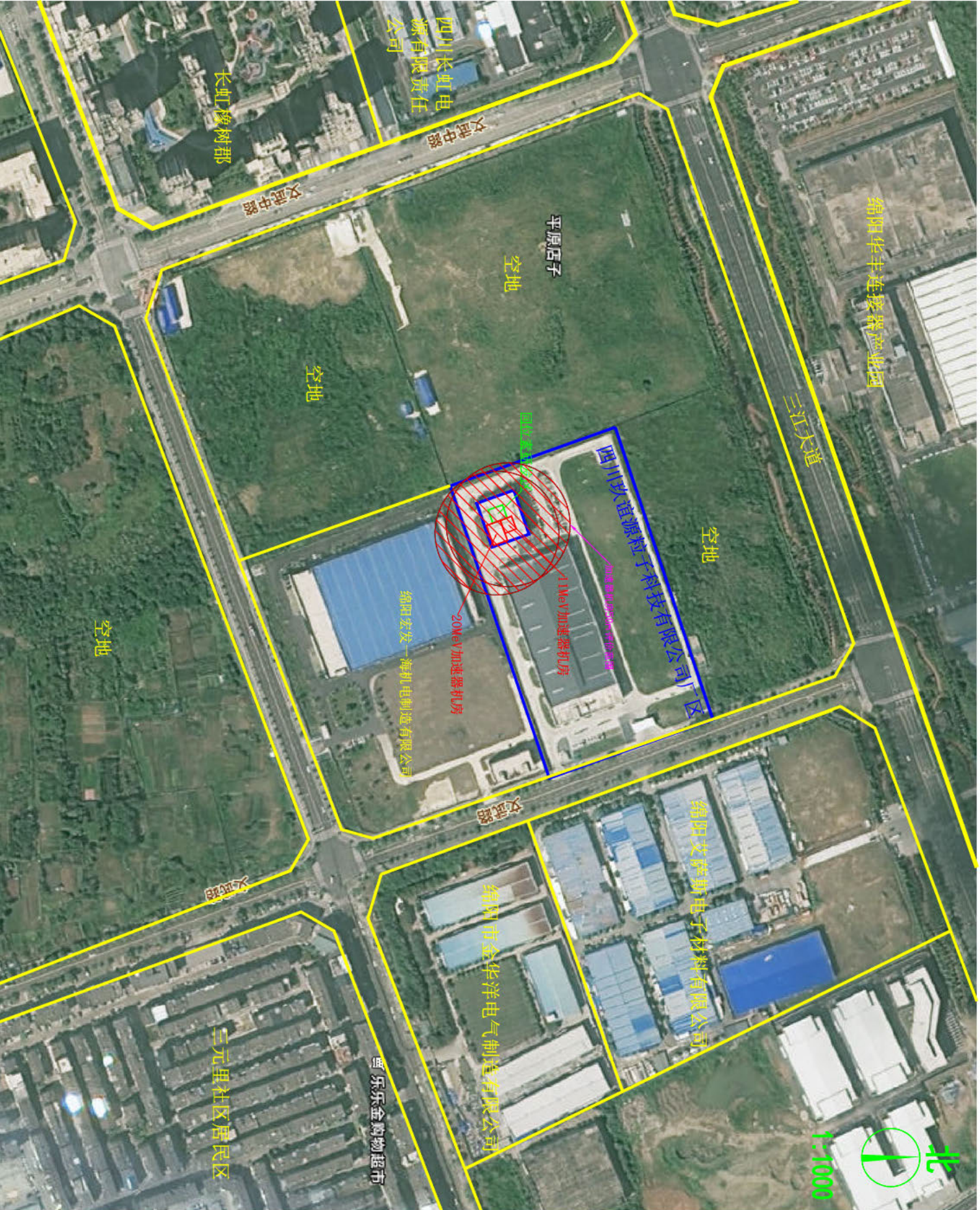
附图1项目地理位置图



附图2 厂区平面布置图



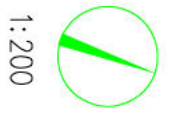
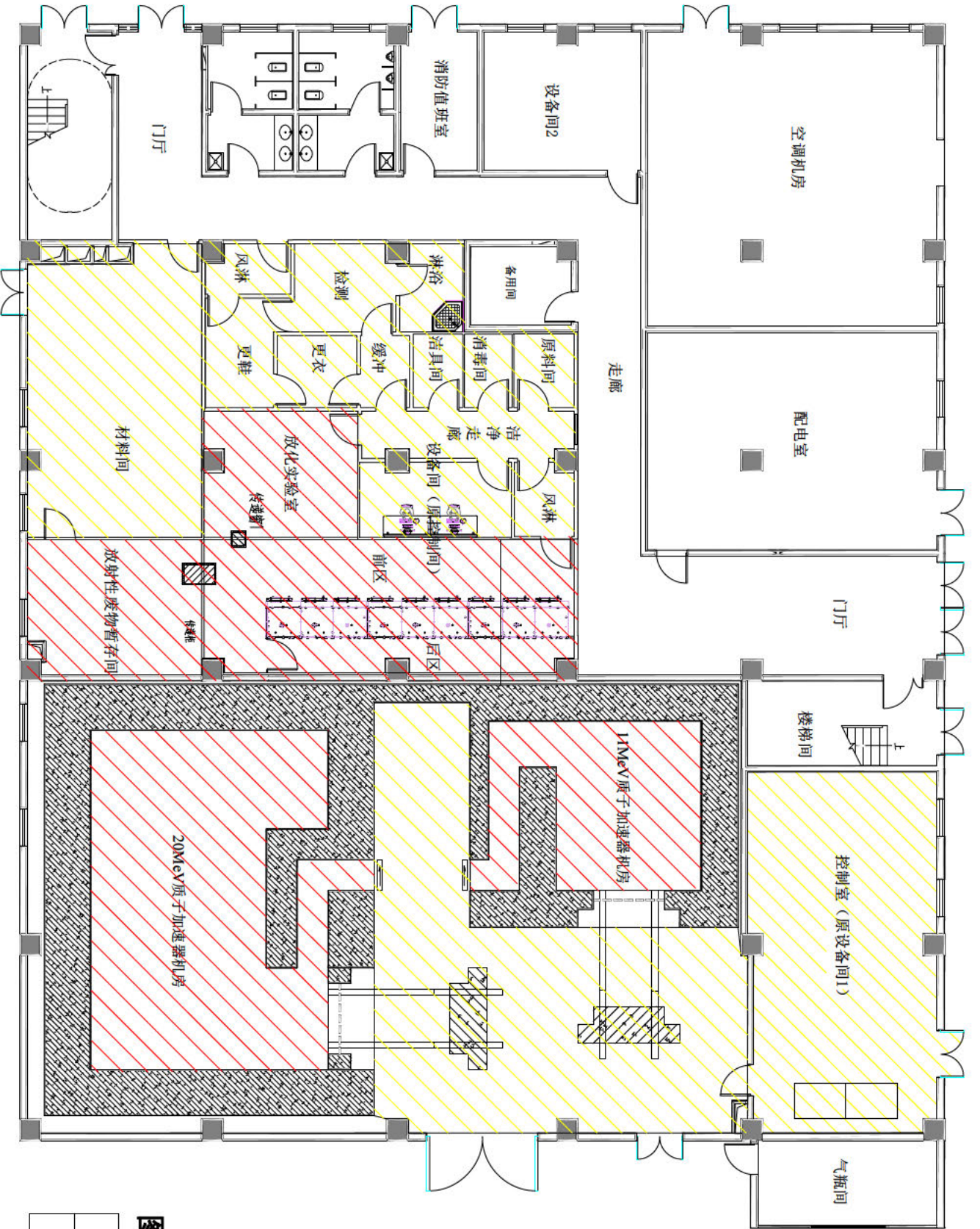
附图3-1 本项目外环境关系（厂区）



附图3-2 本项目外环境关系（加速器机房）



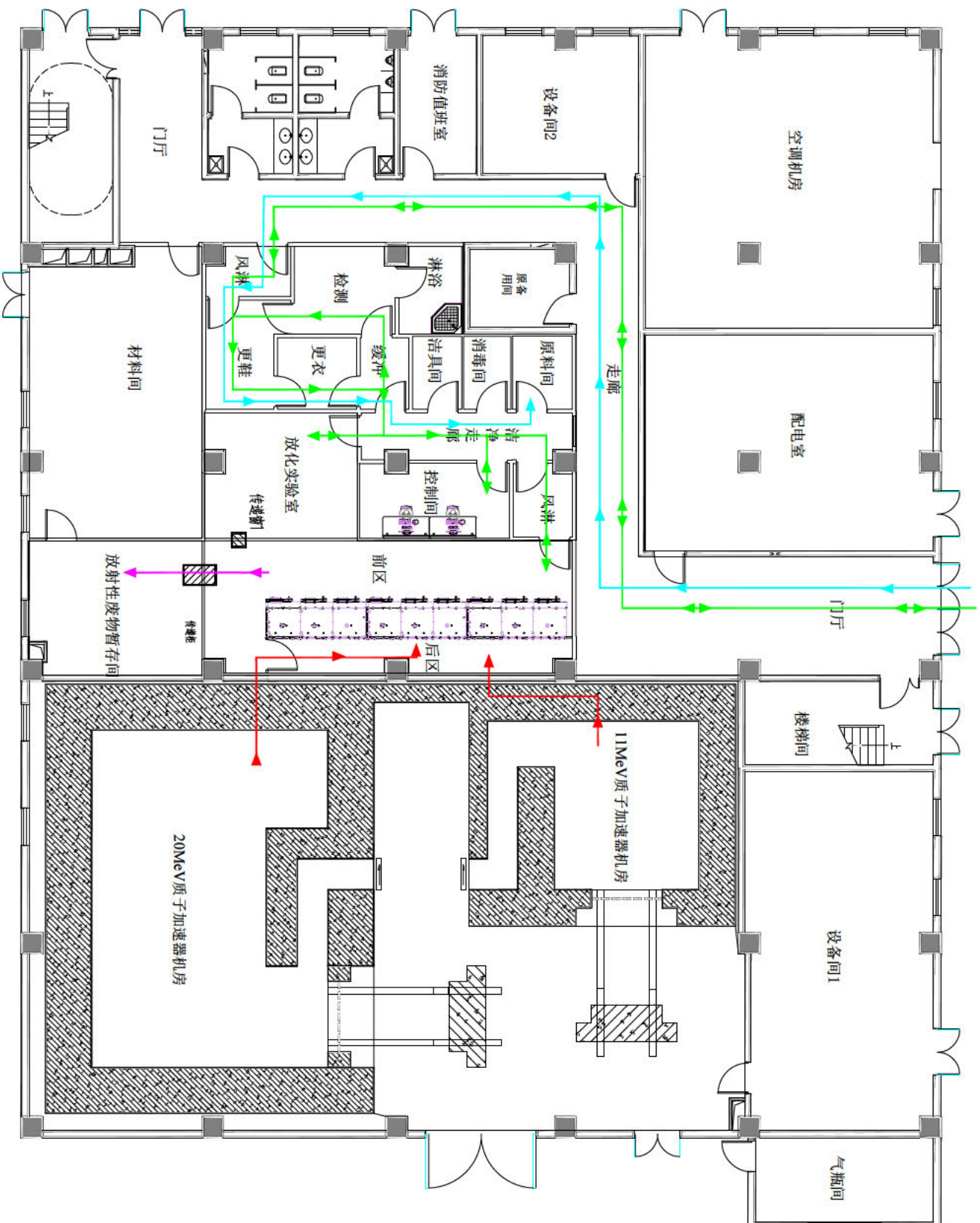
附图3-3 本项目外环境关系（同位素研发区）



图例





▨	监督区
▨	控制区

附图4 同位素应用研发中心平面布置及两区划分示意图

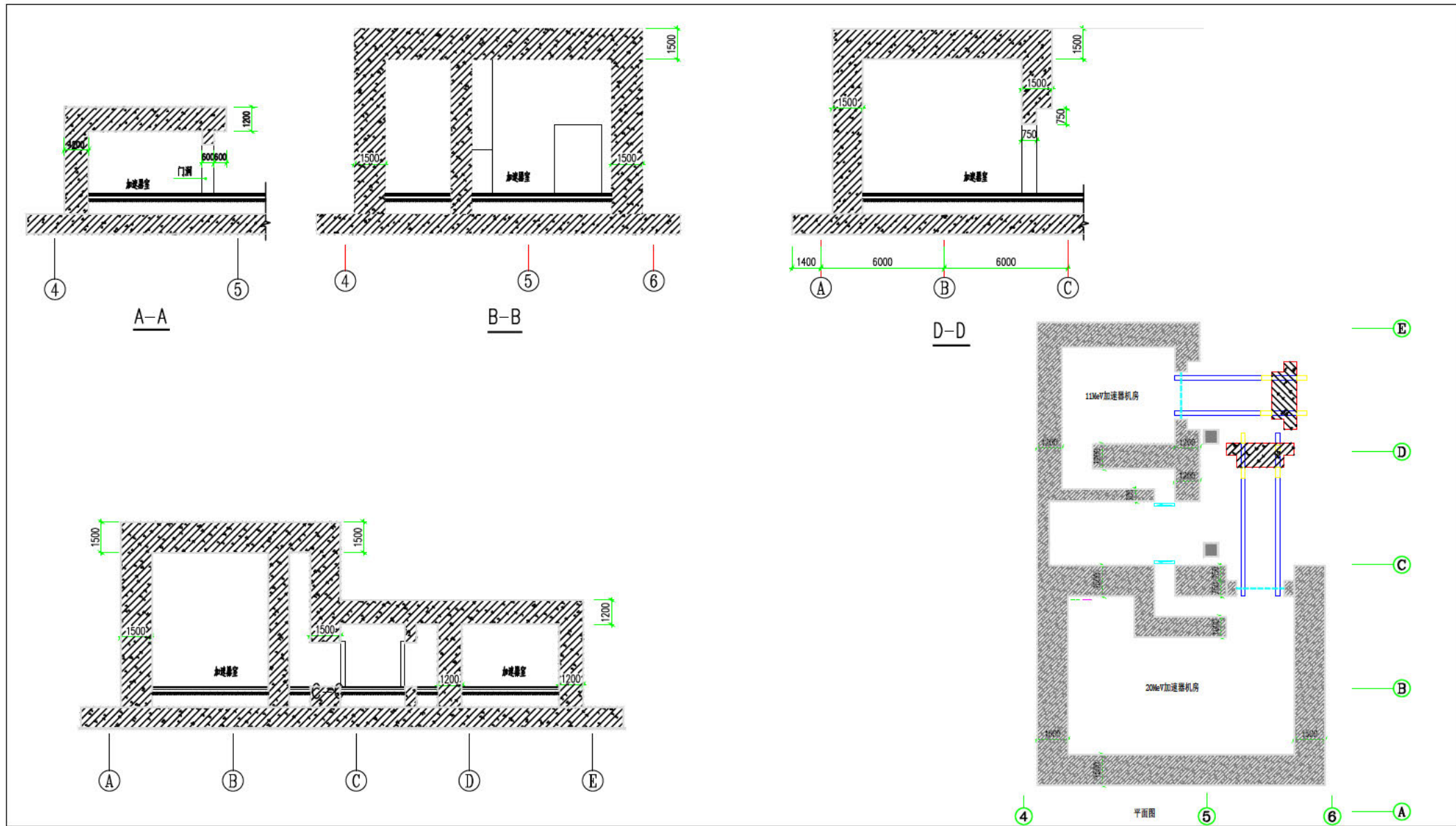


1:200

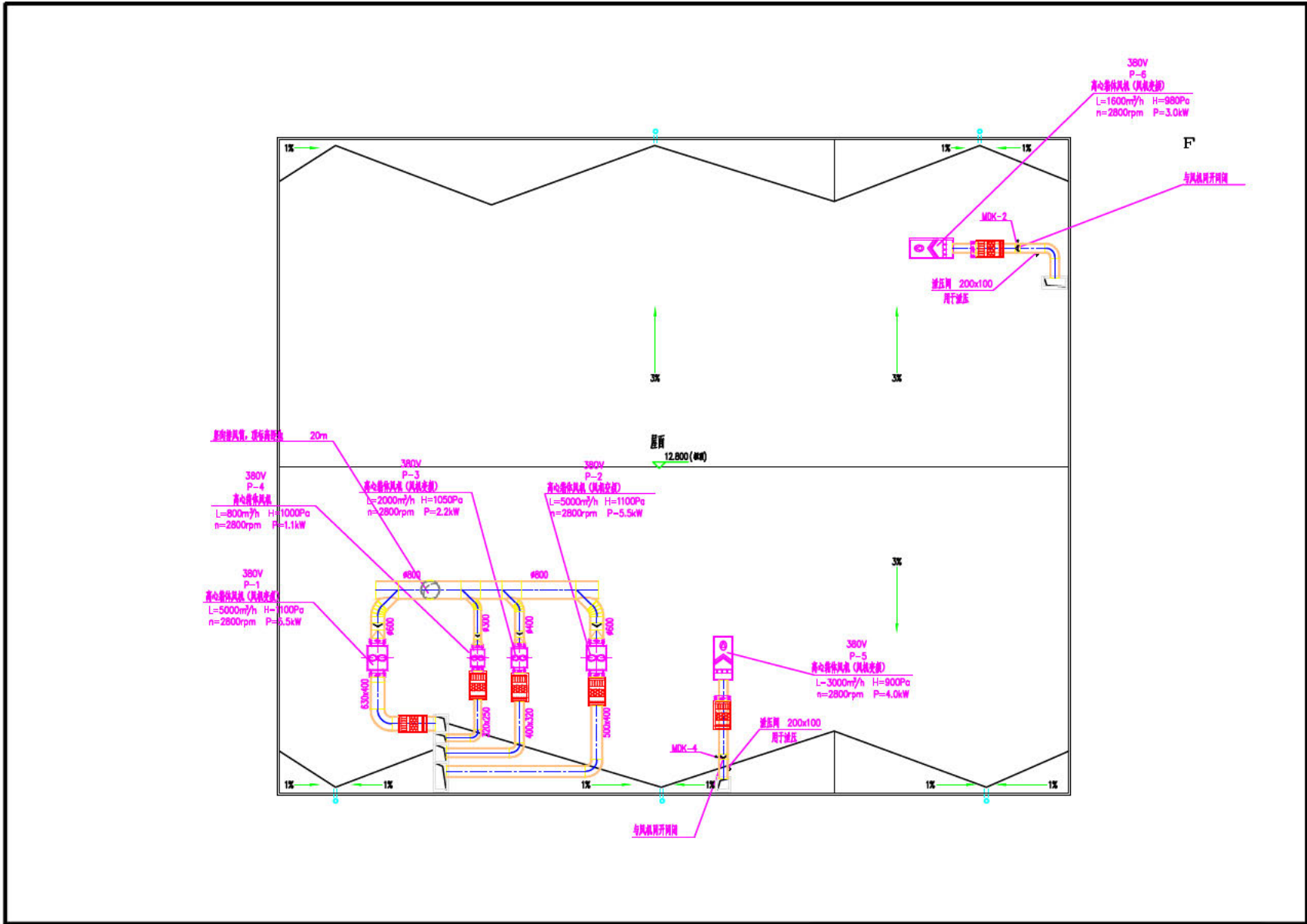
图例

	放射性废物
	非放射性物料
	人员路径
	放射性原料

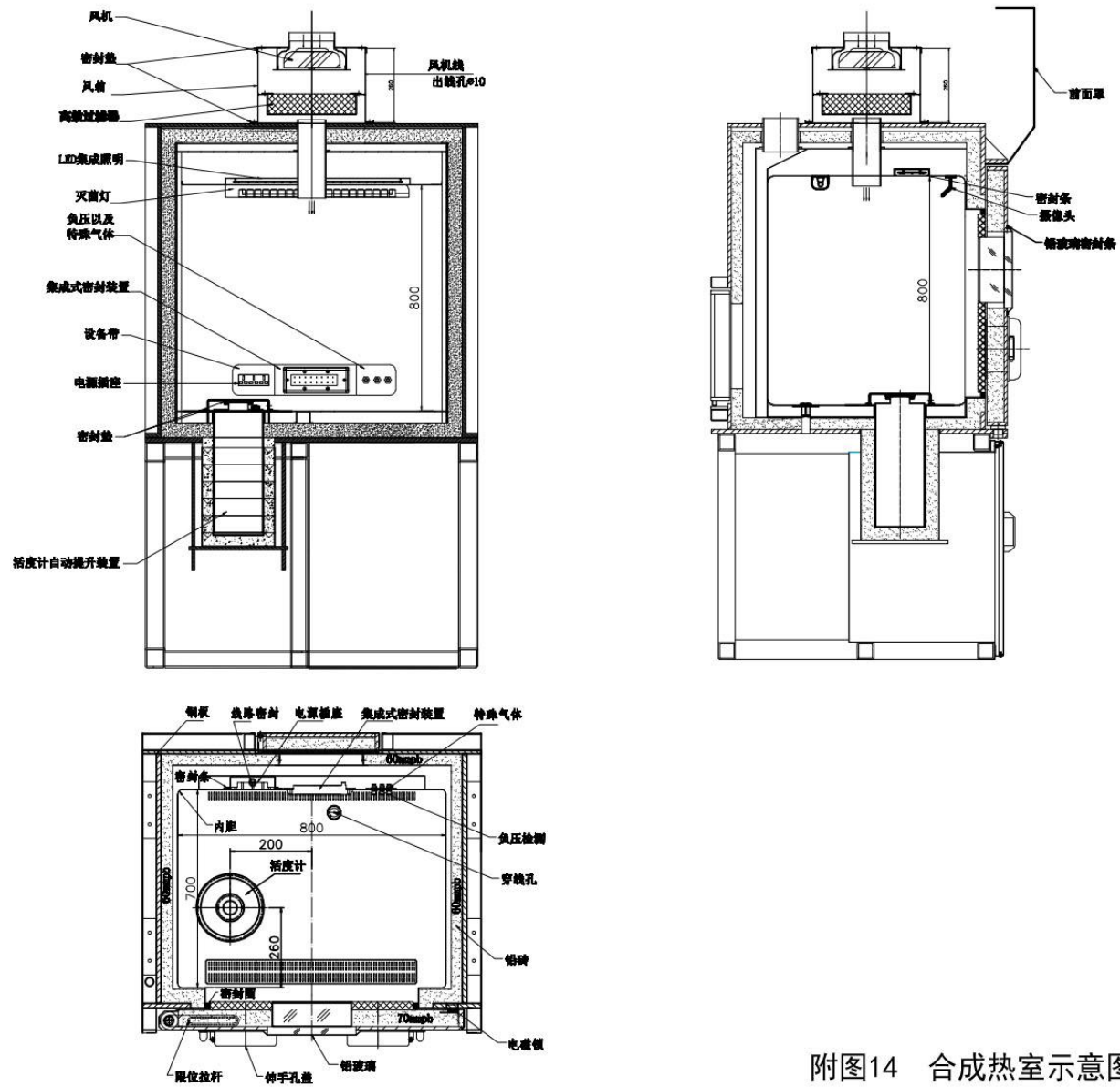
附图5 同位素应用研发中心人流、物流、污流流动路径示意图



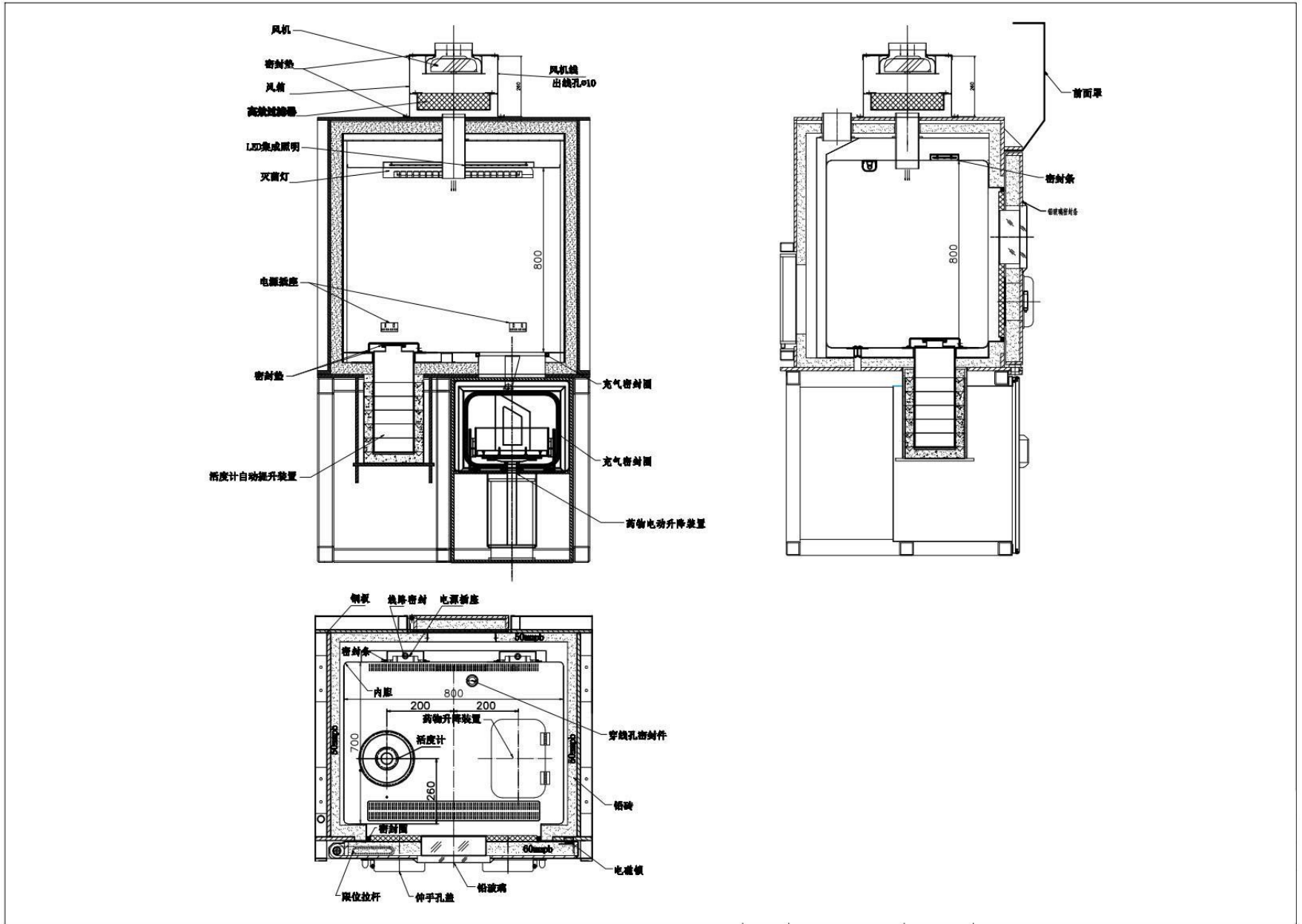
附图6 同位素应用研发中心回旋加速器机房三视



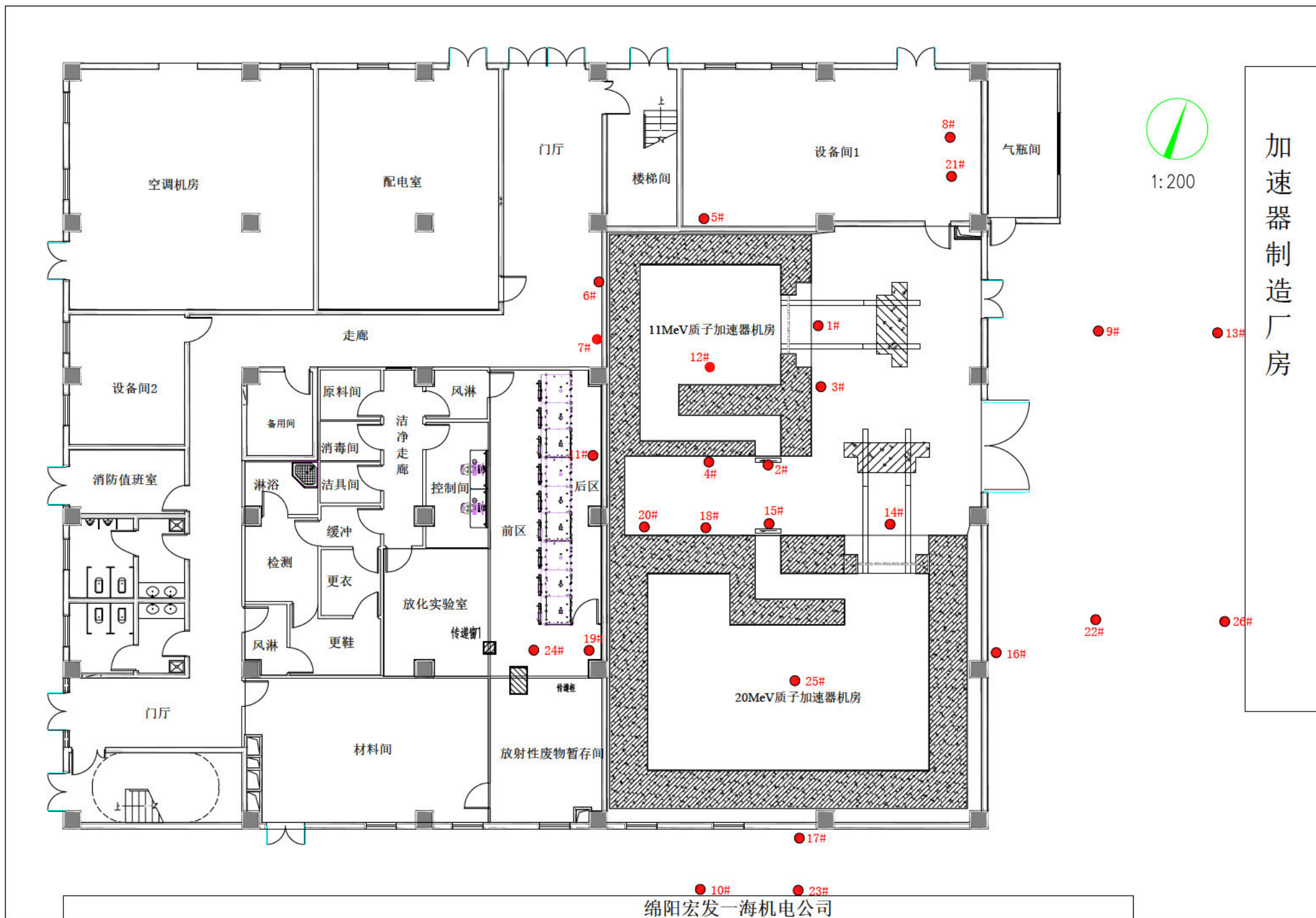
附图7-2 同位素应用研发中心排风管线图



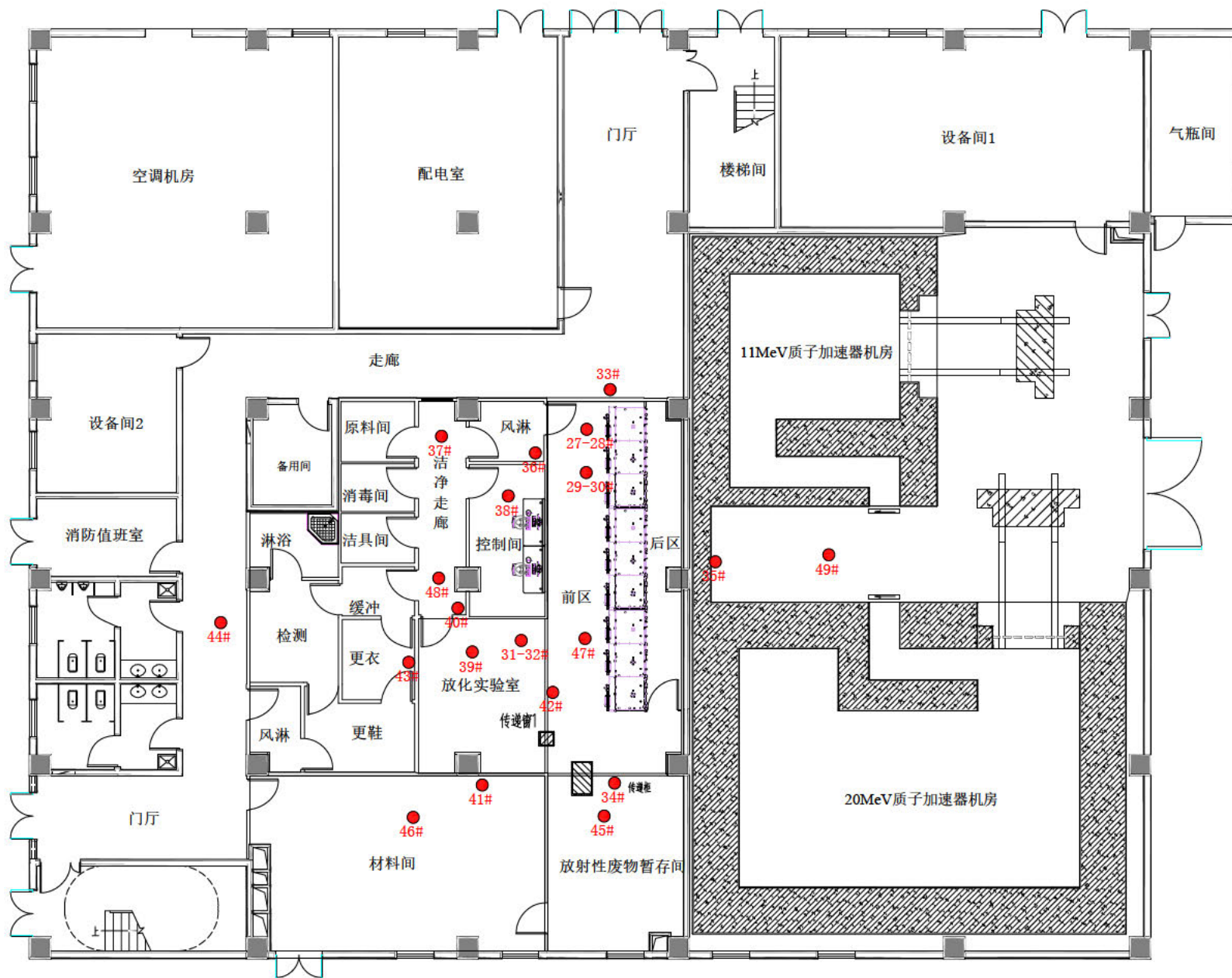
附图14 合成热室示意图



附图10 分装热室示意图



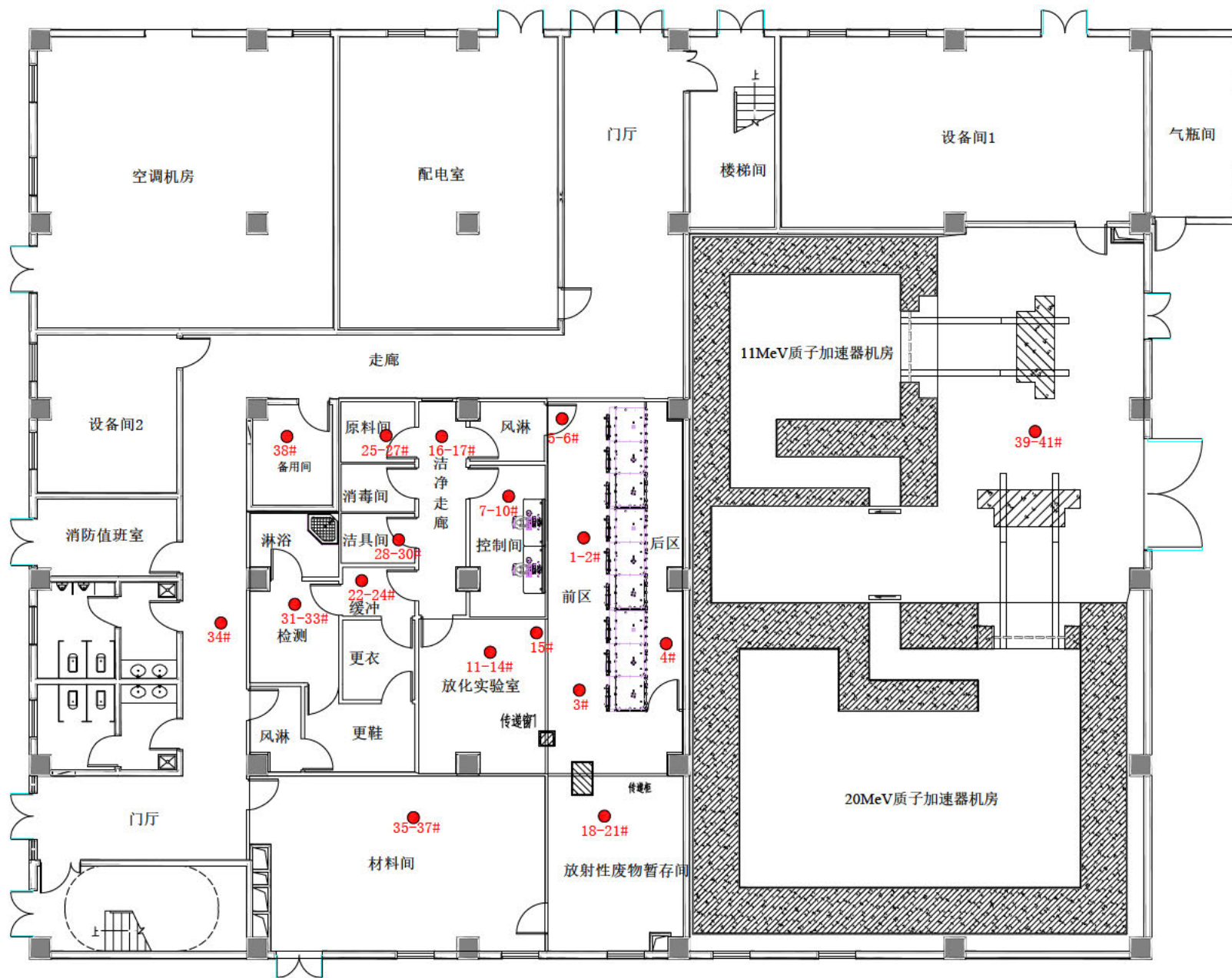
附图11-1 同位素应用研发中心监测布点示意图（加速器机房）



加速器制造厂房

绵阳宏发一海机电公司

附图11-2 同位素应用研发中心监测布点示意图（同位素研发区X-γ监测）



加速器制造厂房

绵阳宏发一海机电公司

附图11-3 同位素应用研发监测布点示意图（同位素研发区β表面沾污监测）

附件 1

委托书

四川久远环保安全咨询有限公司：

我公司“回旋加速器生产及同位素应用研发基地（三期）”已达到竣工环境保护验收条件，兹委托贵公司按照建设项目竣工保护验收条件，对本项目开展竣工环保验收工作，有关工作内容、技术指标及要求双方签订合同约定，请贵公司接收委托后立即开展工作，及时完成该项目的竣工环保验收工作。

特此委托

四川玖谊源粒子科技有限公司

2025年9月30日



川环审批〔2022〕80号

四川省生态环境厅
关于四川玖谊源粒子科技有限公司回旋加速器
生产及同位素应用研发基地环境
影响报告表的批复

四川玖谊源粒子科技有限公司：

你单位《回旋加速器生产及同位素应用研发基地环境影响报告表》（以下简称报告表）收悉。根据国家相关法律法规和四川省辐射环境管理监测中心站技术评估意见（川辐评〔2022〕58号），经研究，批复如下：

一、项目建设内容和总体要求

项目拟在绵阳经济技术开发区产业发展园区文武路实施，主要建设内容为：新建回旋加速器生产及同位素应用研发基地，占地面积 30780m²，主要包括加速器制造厂、同位素应用研发中心及相应的配套辅助设施。

（一）加速器制造厂

加速器制造厂位于项目地块南部，为主体一层局部三层建筑，占地面积 7037m²，建筑面积 8293m²，一层设机械加工车间、

加速器组装区、控制柜组装区、研发区、成品区、小加速器测试间、大加速器测试间，二层、三层布设办公室和会议室，主要进行零部件加工、加速器的组装和调试。其中，6 个小加速器测试间并列布置于厂房西北角，用于 7MeV 质子回旋加速器或 11MeV 质子回旋加速器出束调试；大加速器测试间布置于厂房西侧，用于 20MeV 质子回旋加速器出束调试；机械加工车间布置于厂房西南部，配置有数控车床、加工中心等机械及配套设备 14 台（套），用于离子源、靶系统、高频源系统和磁铁系统等零部件的机械加工，不涉及电镀和喷漆等工序；研发区布置于厂房东南部，由靶系统实验室、合成模块研发区、机电调试试验区、机械工艺试验区、离子源试验区、电子电力学试验区等组成；加速器组装区、控制柜组装区、成品区布置于厂房北部，由 17 个组装工位组成。

加速器制造厂建成后将年产并销售 7MeV 质子回旋加速器 15 台、11MeV 质子回旋加速器 30 台、20MeV 质子回旋加速器 5 台。其中，7MeV 质子回旋加速器质子束最大能量为 7MeV、束流强度最大为 $70 \mu\text{A}$ ，11MeV 质子回旋加速器质子束能量最大为 11MeV、束流强度最大为 $100 \mu\text{A}$ ，20MeV 质子回旋加速器质子束能量最大为 20MeV、束流强度最大为 $100 \mu\text{A}$ ，均属于 II 类射线装置。安装测试和调试期间，单台质子回旋加速器质子出束时间最大为 20h，年总出束时间为 1000h。

(二) 同位素应用研发中心

同位素应用研发中心位于项目地块西南部，为三层建筑，占地面积 1079m²，建筑面积 3226m²，一层包括 20MeV 质子回旋加速器机房、11MeV 质子回旋加速器机房、同位素研发区及相应的配套用房，二、三层为预留房间。其中，20MeV 质子回旋加速器机房内拟安装使用 1 台 20MeV 质子回旋加速器，其质子最大能量为 20MeV，为单束流设计，最大束流为 100 μA，属于 II 类射线装置，用于开展放射性同位素 ⁶⁴Cu 和 ⁸⁹Zr 的制备，年有效出束时间约为 20h；11MeV 质子回旋加速器机房内拟安装使用 1 台 11MeV 质子回旋加速器，其质子最大能量为 11MeV，为单束流设计，最大束流为 100 μA，属于 II 类射线装置，用于开展放射性同位素 ¹¹C、¹³N、¹⁸F、⁶⁸Ga 等的制备，年有效出束时间约为 105h。

同位素研发区拟使用放射性同位素 ¹¹C（日最大操作量 1.85 × 10⁸Bq、年最大操作量 3.70 × 10⁹Bq、日等效最大操作量 1.85 × 10⁹Bq）、¹³N（日最大操作量 3.70 × 10⁸Bq、年最大操作量 7.40 × 10⁹Bq、日等效最大操作量 3.70 × 10⁶Bq）、¹⁸F（日最大操作量 1.85 × 10⁹Bq、年最大操作量 1.39 × 10¹¹Bq、日等效最大操作量 1.85 × 10⁷Bq）、⁶⁴Cu（日最大操作量 3.70 × 10⁸Bq、年最大操作量 3.70 × 10⁹Bq、日等效最大操作量 3.70 × 10⁵Bq）、⁶⁸Ga（日最大操作量 3.70 × 10⁸Bq、年最大操作量 1.85 × 10¹⁰Bq、日等效最大操作量 3.70 × 10⁶Bq）、⁸⁹Zr（日最大操作量 1.85 × 10⁸Bq、年最大操

作量 $9.25 \times 10^9 \text{Bq}$ 、日等效最大操作量 $1.85 \times 10^6 \text{Bq}$) 进行正电子核素制备及同位素合成研发，每天最多操作 1 种放射性同位素，日等效最大操作量为 $1.85 \times 10^9 \text{Bq}$ ，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

本项目总投资 50000 万元，其中环保投资 991 万元。

你单位系首次申请办理《辐射安全许可证》，本次项目环评属于你单位生产、销售、使用 II 类射线装置，生产（自用）、使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所，为申领辐射安全许可证开展的环境影响评价。该项目系核技术在医疗设备制造和放射性同位素研发领域内的具体应用，属《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改）中的鼓励类，符合国家产业政策，建设理由正当。该项目严格按照报告表中所列建设项目的性质、规模、工艺、地点和拟采取的环境保护措施建设和运行，项目建设和运行加速器、放射性同位素产生的电离辐射及其他污染物排放可以满足国家相关标准的要求，职业工作人员和公众照射剂量满足报告表提出的管理限值要求。因此，我厅同意报告表结论。本项目的建设和运行应全面落实报告表提出的各项环境保护对策措施和本批复要求。

二、项目建设中应重点做好以下工作

（一）严格按照报告表中的内容、地点进行建设，未经批准，不得擅自更改项目建设内容及规模。该项目若存在建设内容、地点、产污情况与报告表不符，必须立即向生态环境主管部门报告。

(二) 项目建设过程中，必须认真落实报告表中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求，落实环保措施及投资，确保环保设施与主体工程同步建设，各辐射工作场所射线屏蔽能力满足辐射防护要求，各加速器测试间和机房的迷道、门机联锁、固定式剂量报警仪及门剂量联锁、门灯联锁及语音提示、紧急停机按钮、操作警示装置、紧急开门按钮、巡检开关、警告标志等各项辐射防护与安全措施满足相关规定。

(三) 落实项目施工期各项环境保护措施，严格按国家关于有效控制城市扬尘污染的要求，控制和减小施工扬尘污染；合理安排施工时间、控制施工噪声，确保噪声不扰民；施工弃渣及时清运到指定场地堆存，严禁随意倾倒。

(四) 应建立和健全核与辐射安全管理各项规章制度，明确管理组织机构和责任人，制订有针对性和可操作性的辐射事故应急预案。

(五) 应配备 X- γ 辐射剂量率监测仪、中子辐射剂量率监测仪、表面污染监测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪及个人防护用品等仪器设备，制定各辐射工作场所环境辐射监测计划。

(六) 辐射从业人员应当按照有关要求，登录国家核技术利用辐射安全与防护培训平台 (<http://fushe.mee.gov.cn>)，参加并通过辐射安全与防护考核。

三、申请许可证工作

项目辐射工作场所及相应的辐射安全与防护设施(设备)建

成且满足辐射安全许可证申报条件后，你单位应在项目投入运行前登陆四川政务服务网（<http://www.sczwfw.gov.cn>）向我厅申请领取《辐射安全许可证》。

四、项目竣工环境保护验收工作

项目建设必须依法严格执行环境保护“三同时”制度。项目竣工后，应严格按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》开展竣工环境保护验收，并向我厅报送相关信息。

五、项目运行中应重点做好以下工作

（一）项目运行必须严格按照国家和省有关标准和规定实施。辐射工作人员的个人剂量约束值应严格控制在 5mSv/年以内。公众个人剂量约束值为 0.1mSv/年。

（二）应加强各辐射工作场所和有关环保设施的日常管理和维护，定期检查各项辐射安全和防护以及污染防治措施，特别应做好加速器厂区测试以及售后调试、维修期间的辐射安全与防护，确保各项措施实时有效、污染物稳定达标排放，严防运行故障，杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。

（三）严格按照报告表要求，加强“两区”管理，设置加速器制造厂房小加速器测试间、大加速器测试间、同位素应用研发中心 11MeV 质子回旋加速器机房、20MeV 质子回旋加速器机房、同位素研发区前区、后区和放化实验室、放射性废物暂存间等为控制区，加速器制造厂房大加速器测试间和小加速器测试间之间的区域、大加速器测试间东侧 12m 范围内区域、同位素应用研

发中心加速器机房准备区、控制间和同位素研发区配套用房等为监督区。控制区进出口处应设立醒目的警告标志，制定适用于控制区的职业防护与安全管理措施，运用管理程序和实体屏障限制进出控制区；监督区进出口处应设立表明监督区的标牌，以黄线警示监督区的边界。

（四）加强本单位放射性同位素管理，同位素应用研发中心应设置视频监控系统，制定放射性同位素台账管理制度，对放射性同位素的使用、最终去向等信息进行完整记录并长期保存；安排专人进行台账管理，并定期进行台账核查，确保“物账”统一。对放射性同位素生产、使用和贮存场所应采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施，不得将放射性同位素与易燃、易爆、腐蚀性物品一同存放。

（五）严格按照报告表要求，落实废气治理措施，项目运行期，各加速器测试间、加速器机房、同位素应用研发中心除热室和通风橱外其它区域产生的放射性废气及臭氧由机械排风系统通过各自专用排风管道引至屋顶进行排放，排风口处安装高效过滤器进行处理。同位素应用研发中心热室和通风橱产生的放射性废气经局排一级活性炭过滤器过滤处理后，由机械排风系统通过各自专用排风管道引至屋顶进行排放，排风口处安装高效过滤器进行二级处理。应定期更换高效过滤器滤芯，确保高效过滤效率不低于 99%。加速器制造厂房机械加工车间少量有机废气经移动式活性炭吸附装置净化处理。

(六) 严格按照报告表要求, 加强含放射性废水的收集和管理, 放射性废水收集入铅罐并在放射性固体废物暂存间暂存衰变, 经监测符合排放标准后 (总 $\alpha \leq 1\text{Bq/L}$ 、总 $\beta \leq 10\text{Bq/L}$) 再进行中和、预处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 中三级标准后排入园区污水管网, 同时做好有关排放和监测记录并存档备查。生活污水依托园区原有污水处理设施处理。

(七) 严格按照报告表要求, 规范放射性固体废物的收集和暂存, 废靶膜、废靶托、废过滤树脂采用铅屏蔽箱收集并暂存在放射性废物暂存间内, 委托有相应资质的单位定期收运储存。其余放射性固体废物采用铅屏蔽箱收集并暂存在放射性废物暂存间内, 暂存超过 33 天并经监测符合排放标准 (剂量率满足所处环境本底水平或 α 表面污染小于 0.08 Bq/cm^2 、 β 表面污染小于 0.8Bq/cm^2) 后按一般固体废物处理。废切削液、废润滑油及含油抹布、废活性炭等危险废物经集中收集暂存后交有危废处理资质的单位处理。做好有关暂存和监测记录并存档备查。

(八) 严格按照报告表要求, 切实落实地下水污染防治措施。加强防渗设施的日常维护和隐蔽工程泄漏检测, 确保防渗设施牢固安全, 严防地下水污染。将放射性废物暂存间、危险废物暂存间划为重点防渗区, 将加速器厂房机械加工间划为一般防渗区, 并按照相关规范对重点污染防治区和一般污染防治区等采取分区防渗措施, 防止地下水污染。

(九) 严格按照报告表要求, 优化布局, 强化声环境保护措

施。选用低噪声设备，采取隔声、减振、消声等降噪措施，确保厂界噪声达标。

（十）应按照制定的环境辐射监测计划，定期自行开展环境辐射监测，并记录存档备查。每年应委托有资质单位开展年度环境辐射监测，并将监测结果纳入辐射安全和防护状况年度自查评估报告。

（十一）应依法对辐射工作人员进行个人剂量监测，建立辐射工作人员的个人剂量档案。个人剂量监测结果超过 1.25mSv/季的应核实，必要时采取适当措施，确保个人剂量安全；发现个人剂量监测结果异常（>5mSv/年）应当立即组织调查并采取措
施，有关情况及时报告我厅。

（十二）应按有关要求编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于次年 1 月 31 日前经由“全国核技术利用辐射安全申报系统”上报我厅。同时，应做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，确保信息准确完整。

（十三）你单位不再使用非密封放射性物质工作场所时，应当依法实施退役；对射线装置实施报废处置时，应当将其拆解和去功能化。

我厅委托绵阳市生态环境局、绵阳经开区农业农村和生态环境局开展该项目的“三同时”监督检查和日常环境保护监督检查工作。你单位应在收到本批复后 7 个工作日内，将批准后的报告

表送绵阳市生态环境局、绵阳经开区农业农村和生态环境局备案，并按规定接受各级生态环境主管部门的监督检查。

另外，你单位必须依法完备项目建设其他行政许可相关手续。

四川省生态环境厅

2022年7月25日

信息公开选项：主动公开

抄送：绵阳市生态环境局、绵阳经开区农业农村和生态环境局，四川省辐射环境管理监测中心站，四川久远环保安全咨询有限公司。



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：四川玖谊源粒子科技有限公司

统一社会信用代码：91510700MA633P590G

地址：四川省绵阳市经开区塘汛街道文武路120号

法定代表人：马瑞利

证书编号：川环辐证[00630]

种类和范围：生产、销售、使用 II 类射线装置；生产、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：2028年11月11日

发证机关：四川省生态环境厅

发证日期：2025年09月09日



四川玖谊源粒子科技有限公司
回旋加速器生产及同位素应用研发基地（加速器制造及调试一期）
竣工环境保护验收意见

2025年8月20日，四川玖谊源粒子科技有限公司根据《回旋加速器生产及同位素应用研发基地环境影响报告表》，并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，严格依照国家有关法律法规、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ1326）、本项目环境影响报告表和审批部门审批决定等要求对本项目进行验收，提出意见如下：

一、工程建设基本情况

（一）建设地点、规模、主要建设内容

四川玖谊源粒子科技有限公司投资5000万元在绵阳市经开区建设回旋加速器生产及同位素应用研发基地。项目占地面积30780m²，建设内容包括加速器制造厂房、同位素应用研发中心及配套的供水、供电等公辅设施，总建筑面积11740m²。加速器制造厂房建2条11MeV质子回旋加速器批量化生产线、1条7MeV质子回旋加速器批量化生产线、1条20MeV质子回旋加速器批量化生产线、6间小加速器测试间（1#-6#）和1间大加速器测试间，年加工、调试和销售7MeV质子回旋加速器15台、11MeV质子回旋加速器30台、20MeV质子回旋加速器5台。同位素应用研发中心使用质子回旋加速器生产正电子核素并进行同位素的合成研发，不生产和销售同位素药物。

项目分三期建设，一期建设加速器制造厂房部分区域，包括1#（原6#）小加速器测试间、4#（原3#）小加速器测试间和6#（原1#）小加速器测试间、机械加工车间、研发区、加速器组装区、控制柜组装区和成品区；二期建设加速器制造厂房剩余区域，包括大加速器测试间、2#（原5#）小加速器测试间、3#（原4#）小加速器测试间和5#（原2#）小加速器测试间；三期建设同位素应用研发中心，包括20MeV质子回旋加速器机房1间、11MeV质子回旋加速器机房1间、同位素研发区及配套房间。

其中一、二期项目已取得辐射安全许可证（川环辐证（00630），2023年10月27日发证），上证区域为小加速器测试间（1#-6#）和大加速器测试间。本次验收一期项目，即1#（原6#）小加速器测试间、4#（原3#）小加速器测试间和6#（原1#）小加速器测试间、机械加工车间、研发区、加速器组装区、控制柜组装区和成品区。

（二）建设过程及环保审批情况

2022年7月，四川久远环保安全咨询有限公司编制了《回旋加速器生产及同位素应用研发基地环境影响报告表》，并于2022年7月25日取得了四川省生态环境厅的批复（批复文号：川环审批（2022）80号）。

项目于2022年8月开工建设，于2023年10月建成，2023年10月27日，四川玖谊源粒子科技有限公司申请了四川省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号：川环辐证[00630]，有效期至2028年11月11日，许可范围为生产、销售、使用II类射线装置。

目前，四川玖谊源粒子科技有限公司按环评及批复要求建设了环保设施，落实了各项辐射防护措施，目前各项环境保护设施和安全防护设施运行正常，具备一期项目竣工环境保护验收条件。

本项目从取得辐射安全许可证至调试过程中无环境投诉、违法或处罚等情况。

（三）投资情况

工程实际总投资为5000万元，其中环保实际总投资为196.5万元，占总投资的4.00%。

二、辐射安全与防护设施建设情况

（一）辐射安全与防护设施建设情况

辐射安全措施	实际设置情况
小加速器测试间辐射屏蔽措施	测试间一侧设长4.4m、宽1.0m的L型迷道，迷道内墙和外墙均为0.6m厚混凝土，迷道门为2cm铅+25cm聚乙烯，测试间南墙、西墙和北墙为1.2m厚混凝土，南侧设1道楔形工件门、为1.2m厚混凝土，顶板为1.2m厚混凝土。采用C50型混凝土，主要成分为水泥、骨料（砂、石）和水，混凝土含水率控制在5.5%以上。
门机联锁装置：测试间屏蔽门均设置1个限位开关，检测屏蔽门的开闭状态；将限位开关与回旋加速器离子源系统进行联锁，当屏蔽门处于开启状态时，加速器离子源系统无法开启；屏蔽门意外打开的时候，加速器离子源系统停止工作。	本次验收区域（P1、P4和P6小加速器测试间）共设置3套门机联锁装置。
门灯联锁装置：每个测试间工件门、迷道门和控制台安装三色警示灯，工件门外加装声光报警装置与工作状态指示灯箱，以上装置均与门联锁。	本次验收区域（P1、P4和P6小加速器测试间）共设置3套门灯联锁装置。合计9个三色警示灯，3套声光报警装置和6个工作状态指示灯箱。
门一剂量联锁装置：加速器机房内安装1套固定式剂量监测系统（可测量X-γ辐射剂量率和中子剂量率），且剂量与防护门联锁，当剂量超过设定限值时，防护门无法从外部开启。	本次验收区域（P1、P4和P6小加速器测试间）共设置3套门一剂量联锁装置。

电离辐射警示标志 2 个	工件门及迷道门各设置一个电离辐射警示标志
火灾报警仪连锁：加速器机房内安装火灾报警仪 1 套，发生火灾触发报警时，加速器停止工作、通风系统开启排风。	本次验收区域（P1、P4 和 P6 小加速器测试间）共设置 3 套火灾报警仪连锁装置。
控制系统开关钥匙控制：加速器系统将设置登陆页面，所有进行加速器操作的人员均将设置不同的登录名和密码。加速器对不同的用户开放不同的权限等级，当操作人员下达没有使用权限的加速器指令时，加速器将不会执行相应的指令。	本次验收区域（P1、P4 和 P6 小加速器测试间）控制台均设置控制系统开关钥匙控制系统。
紧急停机按钮（有中文标识）18 个（每个测试间 6 个），密道出口处急停开关兼具应急开门功能。	在小加速器测试间设 4 个急停开关（测试间大厅内安装 2 个；迷道口安装 2 个，其中 1 个兼具应急开门功能）。同时，在控制台和工件门上各设置 1 个急停开关。上述急停开关均在按钮旁设置有明显的文字提示，并与加速器连锁，按下急停开关，加速器立即停止出束。
巡检开关 3 个	在小加速器测试间设 3 个巡检开关。当机房防护门打开后，巡检开关自动复位，工作人员在关闭防护门前，需先进行巡检，并按下所有巡检开关后，防护门方可关闭。若任一巡检开关未被按下，即使下达关闭防护门的指令，防护门也不会关闭。巡检开关与加速器连锁，当巡检开关未被按下，加速器无法开启高压进行出束。在控制台设置巡检状态指示灯，全部开关按下后，指示灯为绿色；任一开关未复位，指示灯为红色。
视频监控装置：回旋加速器机房内设置视频监控装置 1 套，可保证机房内无死角观察。在出束工作开展前，对回旋加速器机房内情况进行实时监控，防止出束时人员误入、人员滞留等辐射事故发生。	本次验收区域（P1、P4 和 P6 小加速器测试间）共设置 3 套视频监控装置。一套包含 4 个监控探头，2 个摄像头位于对角墙角上、2 个摄像头位于迷道，可保证机房内无死角观察。
应急通讯设施：回旋加速器机房内装备通讯设施（电话），用于应急对外通讯。	本次验收区域（P1、P4 和 P6 小加速器测试间）共设置 3 套应急通讯设施装置（对讲机）。控制台设置 1 个对讲机，工件门与迷道连接处设置 1 个对讲机。

每个小加速器测试间设置 1 个排风孔洞，本项目涉及加速器测试间风管穿墙均采用 S 型结构。

辐射工作人员每人配有个人剂量计和个人剂量报警仪，利用新配备的 2 台便携式 X- γ 辐射剂量监测仪和 2 台便携式中子剂量率仪，对小加速器测试间及其场所周边环境辐射自行监测。

（二）辐射安全与防护措施和其他管理要求落实情况

经验收组现场检查，四川玖谊源粒子科技有限公司成立了辐射安全领导小组，已制定了《辐射安全管理规定》《回旋加速器调试操作规程》《辐射防护设施设备维护维修制度》《辐射安全与环境保护制度》《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作场所和辐射

水平环境监测方案》《辐射工作人员剂量片管理制度》《辐射监测仪表使用与核验管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射事故应急预案》以及《假靶使用管理制度》等辐射安全管理规章制度。

另外，四川玖谊源粒子科技有限公司对辐射工作场所进行了分区管理，划分了控制区和监督区，工件门外和迷道门外张贴有电离辐射警示标志及工作状态指示灯箱。

三、工程变动情况

项目于2022年7月25日取得批复。于2022年8月开始建设，于2023年11月左右建成投入试运行。根据现场检查，在本次验收区域，主体工程实际建设情况为小加速器测试间名称改变、机械加工车间设备变更；仓储工程实际建设情况为原料库面积增大为530m²；环保工程实际建设情况为增加2套排风系统、2套高效过滤净化装置和2根15m高排气筒，少量的焊接外委，移动式有机废气收集净化装置不再使用。危险废物暂存间由加速器制造厂房内部移至厂区南侧，面积变为15m²。取消机械加工车间西南角设边角料暂存区。其余情况与环评报告表及其环评批复建设内容一致。

四、工程建设对环境的影响

验收监测结果表明：

（一）在正常工况下，①P1室内玖-11回旋加速器工作时周围的X-γ辐射空气吸收剂量率变化范围为：93-111nGy/h，P1中子剂量当量率范围为0.13-0.15μSv/h；②P4室内玖-11回旋加速器工作时周围的X-γ辐射空气吸收剂量率变化范围为：103~105nGy/h，P4中子剂量当量率范围为0.14~0.15μSv/h；③P6室内玖-11回旋加速器工作时周围的X-γ辐射空气吸收剂量率变化范围为：106~109nGy/h，P6中子剂量当量率范围为0.14~0.15μSv/h。④当三个加速器测试间同时进行调试时，X-γ辐射空气吸收剂量率保守最大叠加值为325nGy/h，中子剂量率最大为0.45μSv/h，能满足环评报告中提出的2.5μSv/h的剂量率限值要求。

（二）验收监测期间，厂界环境噪声监测结果符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）表1中3类标准限值。

（三）根据验收监测结果估算本项目所致辐射工作人员和公众的年有效剂量分别满足环评批复的5mSv/a和0.1mSv/a的剂量约束值要求；根据建设单位提供的2024年辐射工作人员个人剂量监测报告，2024年全厂辐射工作人员个人剂量监测结果均满足环评批复的5mSv/a要求。

五、验收结论

四川玖谊源粒子科技有限公司履行了各项环保手续，取得了相应的辐射安全许可证，落实了环评文件及其批复的要求，严格执行了环境保护“三同时”制度，相关的验收文档资料齐全，辐射安全与防护设施及措施运行有效，对环境的影响符合相关标准要求。

综上所述，验收组一致同意回旋加速器生产及同位素应用研发基地（加速器制造及调试一期）项目通过竣工环境保护验收。

六、后续要求

1. 定期检查辐射安全防护设施，确保辐射设备安全运行。
2. 验收审查结束后将验收监测报告表及专家审查意见进行公示及备案。

七、验收人员信息

详见附件验收组名单。

验收组组长：
验收组成员：

孙知行

黄英



四川玖谊源粒子科技有限公司
回旋加速器生产及同位素应用研发基地
(加速器制造及调试一期)

竣工环境保护验收监测报告表评审会专家组名单

专家组	姓名	单 位	职务/职称	签 名
组 长	孙明	四川玖谊源	总经理	孙明
成 员	李廷玉	四川省环境学会	高级工程师	李廷玉
	黄英	绵阳市环保局	主任	黄英
	陈明	绵阳市环保局	主任	陈明

2025年8月20日

四川玖谊源粒子科技有限公司
回旋加速器生产及同位素应用研发基地（加速器调试二期）
竣工环境保护验收意见

2025年9月19日，四川玖谊源粒子科技有限公司根据《回旋加速器生产及同位素应用研发基地环境影响报告表》，并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，严格依照国家有关法律法规、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ1326）、本项目环境影响报告表和审批部门审批决定等要求对本项目进行验收，提出意见如下：

一、工程建设基本情况

（一）建设地点、规模、主要建设内容

四川玖谊源粒子科技有限公司投资5000万元在绵阳市经开区建设回旋加速器生产及同位素应用研发基地。项目占地面积30780m²，建设内容包括加速器制造厂房、同位素应用研发中心及配套的供水、供电等公辅设施，总建筑面积11740m²。加速器制造厂房建2条11MeV质子回旋加速器批量化生产线、1条7MeV质子回旋加速器批量化生产线、1条20MeV质子回旋加速器批量化生产线、6间小加速器测试间（1#-6#）和1间大加速器测试间，年加工、调试和销售7MeV质子回旋加速器15台、11MeV质子回旋加速器30台、20MeV质子回旋加速器5台。同位素应用研发中心使用质子回旋加速器生产正电子核素并进行同位素的合成研发，不生产和销售同位素药物。

项目分三期建设，一期建设加速器制造厂房部分区域，包括1#（原6#）小加速器测试间、4#（原3#）小加速器测试间和6#（原1#）小加速器测试间、机械加工车间、研发区、加速器组装区、控制柜组装区和成品区；二期建设加速器制造厂房剩余区域，包括大加速器测试间、2#（原5#）小加速器测试间、3#（原4#）小加速器测试间和5#（原2#）小加速器测试间；三期建设同位素应用研发中心，包括20MeV质子回旋加速器机房1间、11MeV质子回旋加速器机房1间、同位素研发区及配套房间。

其中一、二期项目已取得辐射安全许可证（川环辐证（00630），2023年10月27日发证），上证区域为小加速器测试间（1#-6#）和大加速器测试间。本次验收二期项目，即2#（原5#）小加速器测试间、3#（原4#）小加速器测试间和5#（原2#）小加速器测试间、大加速器测试间（7#）。

（二）建设过程及环保审批情况

2022年7月，四川久远环保安全咨询有限公司编制了《回旋加速器生产及同位素应用研发基地环境影响报告表》，并于2022年7月25日取得了四川省生态环境厅的批复（批复文号：川环审批〔2022〕80号）。

项目于2022年8月开工建设，于2023年10月建成，2023年10月27日，四川玖谊源粒子科技有限公司申请了四川省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号：川环辐证[00630]，有效期至2028年11月11日，许可范围为生产、销售、使用II类射线装置。

目前，四川玖谊源粒子科技有限公司按环评及批复要求建设了环保设施，落实了各项辐射防护措施，目前各项环境保护设施和安全防护设施运行正常，具备一期项目竣工环境保护验收条件。

本项目从取得辐射安全许可证至调试过程中无环境投诉、违法或处罚记录等情况。

（三）投资情况

工程实际总投资为5000万元，其中环保实际总投资为451万元，占总投资的9.02%。

二、辐射安全与防护设施建设情况

（一）辐射安全与防护设施建设情况

辐射安全措施	实际设置情况
加速器测试间辐射屏蔽措施	小加速器测试间一侧设长4.4m、宽1.0m的L型迷道，迷道内墙和外墙均为0.6m厚混凝土，迷道门为2cm铅+25cm聚乙烯，测试间南墙、西墙和北墙为1.2m厚混凝土，南侧设1道楔形工件门、为1.2m厚混凝土，顶板为1.2m厚混凝土。大加速器测试间东侧设长4.9m、宽1.0m的L型迷道，迷道内墙为1.5m厚混凝土，外墙为2.5m混凝土，迷道门为2cm铅+25cm聚乙烯；南墙、西墙和北墙均为2.5m厚混凝土，东侧设1道楔形工件门、为2.5m厚混凝土，顶板为2.0m厚混凝土。测试间墙体采用C50型混凝土，主要成分为水泥、骨料（砂、石）和水，混凝土含水率控制在5.5%以上。
门机连锁装置：测试间屏蔽门均设置1个限位开关，检测屏蔽门的开闭状态；将限位开关与回旋加速器离子源系统进行连锁，当屏蔽门处于开启状态时，加速器离子源系统无法开启；屏蔽门意外打开的时候，加速器离子源系统停止工作。	本次验收区域（P2、P3、P5小加速器测试间和P7大加速器测试间）共设置4套门机连锁装置。
门灯连锁装置：每个测试间工件门、迷道门和控制台安装三色警示灯，工件门外加装声光报警装置与工作状态指示灯箱，以上装置均与门连锁。	本次验收区域（P2、P3、P5小加速器测试间和P7大加速器测试间）共设置4套门灯连锁装置。合计12个三色警示灯，4套声光报警装置和8个工作状态指示灯箱。

<p>门—剂量连锁装置：加速器机房内安装 1 套固定式剂量监测系统（可测量 X-γ 辐射剂量率和中子剂量率），且剂量与防护门连锁，当剂量超过设定限值时，防护门无法从外部开启。</p>	<p>本次验收区域（P2、P3、P5 小加速器测试间和 P7 大加速器测试间）共设置 4 套门—剂量连锁装置。</p>
<p>电离辐射警示标志 2 个</p>	<p>工件门及迷道门个设置一个电离辐射警示标志</p>
<p>火灾报警仪连锁：加速器机房内安装火灾报警仪 1 套，发生火灾触发报警时，加速器停止工作、通风系统开启排风。</p>	<p>本次验收区域（P2、P3、P5 小加速器测试间和 P7 大加速器测试间）共设置 4 套火灾报警仪连锁装置。</p>
<p>控制系统开关钥匙控制：加速器系统将设置登陆页面，所有进行加速器操作的人员均将设置不同的登录名和密码。加速器对不同的用户开放不同的权限等级，当操作人员下达没有使用权限的加速器指令时，加速器将不会执行相应的指令。</p>	<p>本次验收区域（P2、P3、P5 小加速器测试间和 P7 大加速器测试间）控制台均设置控制系统开关钥匙控制系统。</p>
<p>在小加速器测试间设 3 个急停开关（测试间大厅内安装 2 个、迷道口安装 1 个），在 11MeV 质子回旋加速器机房、大加速器测试间和 20MeV 质子回旋加速器机房内分别设 5 个急停开关（四周墙壁上各设 1 个，迷道口安装 1 个）。同时，在各加速器机房控制台上设置 1 个急停开关。上述急停开关均应在按钮旁设置明显的文字提示，并与加速器连锁，按下急停开关，加速器立即停止出束。</p>	<p>小加速器测试间紧急停机开关为 6 个（测试间大厅内安装 2 个、工件门出口安装 1 个、控制台 1 个、迷道口安装 2 个，其中 1 个兼具应急开门功能） 大加速器测试间紧急停机开关为 7 个（加速器大厅内设 5 个，控制台 1 个，迷道口 1 个，其中 1 个兼具应急开门功能）。上述急停开关均在按钮旁设置有明显的文字提示，并与加速器连锁，按下急停开关，加速器立即停止出束。</p>
<p>在小加速器测试间设 2 个巡检开关，在 11MeV 质子回旋加速器机房、大加速器测试间和 20MeV 质子回旋加速器机房内分别设 4 个巡检开关（四周墙壁上各设 1 个）。当机房防护门打开后，巡检开关自动复位，工作人员在关闭防护门前，需先进行巡检，并按下所有巡检开关后，防护门方可关闭。若任一巡检开关未被按下，即使下达关闭防护门的指令，防护门也不会关闭。巡检开关与加速器连锁，当巡检开关未被按下，加速器无法开启高压进行出束。</p>	<p>在小加速器测试间设 3 个巡检开关（加速器大厅内设 2 个，迷道设 1 个），大加速器测试间设置 5 个巡检开关（加速器大厅内设 4 个，迷道口设 1 个）。当机房防护门打开后，巡检开关自动复位，工作人员在关闭防护门前，需先进行巡检，并按下所有巡检开关后，防护门方可关闭。若任一巡检开关未被按下，即使下达关闭防护门的指令，防护门也不会关闭。巡检开关与加速器连锁，当巡检开关未被按下，加速器无法开启高压进行出束。在控制台设置巡检状态指示灯，全部开关按下后，指示灯为绿色；任一开关未复位，指示灯为红色。</p>
<p>视频监控装置：回旋加速器机房内设置视频监控装置 1 套，可保证机房内无死角观察。在出束工作开展前，对回旋加速器机房内情况进行实时监控，防止出束时人员误入、人员滞留等辐射事故发生。</p>	<p>本次验收区域（P2、P3、P5 小加速器测试间和 P7 大加速器测试间）共设置 4 套视频监控装置。一套包含 4 个监控探头，2 个摄像头位于对角墙角上、2 个摄像头位于迷道，可保证机房内无死角观察。</p>
<p>应急通讯设施：回旋加速器机房内装备通讯设施（电话），用于应急对外通讯。</p>	<p>本次验收区域（P2、P3、P5 小加速器测试间和 P7 大加速器测试间）共设置 4 套应急通讯设施装置（对讲机）。控制台设置 1 个对讲机，工件门与迷道连接处设置 1 个对讲机。</p>

本次验收的小加速器测试间及大加速器测试间均设置 1 个排风孔洞，本项目涉及加速器测试间风管穿墙均采用 S 型结构。

辐射工作人员每人配有个人剂量计和人剂量报警仪，利用新配备的4台便携式X- γ 辐射剂量监测仪和4台便携式中子剂量率仪，对小加速器测试间、大加速器测试间及其场所周边环境辐射自行监测。

（二）辐射安全与防护措施和其他管理要求落实情况

经验收组现场检查，四川玖谊源粒子科技有限公司成立了辐射安全领导小组，已制定了《辐射安全管理规定》《回旋加速器调试操作规程》《辐射防护设施设备维护维修制度》《辐射安全与环境保护制度》《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作场所和辐射水平环境监测方案》《辐射工作人员剂量片管理制度》《辐射监测仪表使用与核验管理制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射事故应急预案》以及《假靶使用管理制度》等辐射安全管理规章制度。

另外，四川玖谊源粒子科技有限公司对辐射工作场所进行了分区管理，划分了控制区和监督区，工件门外和迷道门外张贴有电离辐射警示标志及工作状态指示灯箱。

三、工程变动情况

根据建设单位提供的资料和现场踏勘，并对照本项目环评报告表及环评批复。本项目变动情况如下：

1、小加速器测试间名称编号变更。原环评报告及批复中的2#、4#、5#小加速器测试间编号名称分别变更为5#、3#、2#小加速器测试间。

2、门灯连锁装置、声光报警装置变更。原环评报告及批复中的门灯连锁及声光报警装置为独立装置，具有不同功能。实际建设过程中将门灯连锁装置及声光报警装置合并为一个装置，功能合并。

3、紧急停机开关装置数量增加。小加速器测试间紧急停机开关由原环评的4个（测试间大厅内安装2个、迷道口安装1个、控制台安装1个），增加为6个（测试间大厅内安装2个、迷道口安装2个（其中1个兼具紧急开门功能）、工件门出口安装1个、控制台1个）。大加速器测试间急停开关由原环评中的6个（加速器大厅内设4个，迷道口1个，控制台1个），增加至7个（加速器大厅内设5个，迷道口1个，控制台1个）。

4、巡检开关数量增加。小加速器测试间巡检开关由原环评的2个（加速器大厅内设2个），增加至3个（加速器大厅内设2个，迷道设1个）。大加速器测试间巡检开关由原环评的4个（加速器大厅内设4个），增加至5个（加速器大厅内设4个，迷道口

设1个)。

5、视频监控系统摄像头数量增加。小加速器测试间视频监控由原环评的3个(加速器大厅对角线2个,迷道1个),增加为4个(加速器大厅对角线2个,迷道对角线2个)。

6、加速器制造厂房设备排风系统由原环评的2套增加为4套排风系统,排气筒数量由原环评的2个15m高排气筒增加为4个15m高排气筒。每两个小加速器测试间共用一套高效过滤净化装置(活性炭吸附,吸附效率保守为95%)和1根15m排气筒,大加速器测试间排风系统为单独一套过滤装置及排气筒。本次验收区域共4套高效过滤净化装置与4个15m高排气筒,污染物排放量不增加。

7、控制台位置变更,由原环评中各加速器测试间南侧变更为各加速器测试间控制台集中布置于大加速器测试间东侧区域,变更后射线装置操作人员与辐射源项的距离增加,且未导致出现新的环境保护目标。

本项目工程建设变动情况主要为小加速器测试间名称变更及辐射安全防护设施变动,其中小加速器测试间除名称变更外,其墙体实体屏蔽及加速器测试间位置未发生变化。辐射安全防护设施变动中的门灯连锁变动主要将门灯连锁装置及声光报警装置整合为一个系统,实际功能未发生变化。紧急停机、巡检开关、视频监控系统摄像头数量增多,排风系统及排气筒数量增多,控制台位置变更,增加了加速器测试间运行期间的安全性,其余设施情况与环评报告表及其环评批复建设内容一致。上述变动情况均不属于《核技术利用建设项目重大变动清单(试行)》中对重大变动项的描述。

四、工程建设对环境的影响

验收监测结果表明:

(一)在正常工况下,①P2室内玖-11回旋加速器工作时周围的X-γ辐射空气吸收剂量率变化范围为:68-273nGy/h,P2中子剂量当量率范围为7.1~20.3nSv/h;②P3室内玖-11回旋加速器工作时周围的X-γ辐射空气吸收剂量率变化范围为:70~495nGy/h,P3中子剂量当量率范围为10.11~132nSv/h;③P5室内玖-11回旋加速器工作时周围的X-γ辐射空气吸收剂量率变化范围为:81~85nGy/h,P5中子剂量当量率范围为8.3~20.6nSv/h。④P7玖-20回旋加速器工作时周围的X-γ辐射空气吸收剂量率变化范围为82~103nGy/h,中子剂量当量率范围为1~1130nSv/h,均能满足环评报告及批复中提出的2.5μSv/h的剂量率限值要求。

(二) 根据验收监测结果估算本项目所致辐射工作人员和公众的年有效剂量分别满足环评批复的 5mSv/a 和 0.1mSv/a 的剂量约束值要求；根据建设单位提供的 2024 年辐射工作人员个人剂量监测报告，2024 年及 2025 年第一季度全厂辐射工作人员个人剂量监测结果均满足环评批复的 5mSv/a 要求。

五、验收结论

四川玖谊源粒子科技有限公司履行了各项环保手续，取得了相应的辐射安全许可证，落实了环评文件及其批复的要求，严格执行了环境保护“三同时”制度，相关的验收文档资料齐全，辐射安全与防护设施及措施运行有效，对环境的影响符合相关标准要求。

综上所述，验收组一致同意回旋加速器生产及同位素应用研发基地（加速器制造及调试一期）项目通过竣工环境保护验收。

六、后续要求

- 1、定期检查辐射安全防护设施，确保辐射设备安全运行。
- 2、验收审查结束后将验收监测报告表及专家审查意见进行公示及备案。

七、验收人员信息

详见附件验收组名单。

验收组组长：

验收组成员： 黄英 张骏 陈晗

四川玖谊源粒子科技有限公司

2025 年 9 月 19 日

四川玖谊源粒子科技有限公司
回旋加速器生产及同位素应用研发基地
(加速器调试二期) 项目
竣工环境保护验收评审会专家组名单

专家组	姓 名	单 位	职务/职称	签 名
组 长				
成 员	黄英	绵阳市物研所	高工	黄英
	张毅	四川科学城环境安全取证检测评价中心	高工	张毅
	陈晗	绵阳市物研所	高工	陈晗

2025 年 9 月 19 日



202312050203

单位登记号:	91510700MA624C91XE
项目编号:	SCJCHJJSYXGS2240-0001

检 验 检 测 报 告

久测环检字 202512234 号

项目名称: 四川玖谊源粒子科技有限公司回旋加速器生产及同位素应用研发基地(同位素应用研发中心三期)

委托单位: 四川玖谊源粒子科技有限公司

检测类别: 委托检测

报告日期: 2026 年 01 月 13 日

四川久测环境技术有限公司



报告声明

- 1、报告封面无本公司“CMA 资质认定章”无证明作用，报告无本公司检验检测专用章无效，报告无骑缝章无效。
- 2、报告内容需齐全、清楚，涂改无效；报告无相关责任人签字无效。
- 3、委托方如对本报告有异议，须于收到本报告十日内向本公司提出，逾期不予受理。
- 4、由委托方自行采集送检的样品，本公司仅对送检样品的检测结果负责，不对样品来源、信息、代表性负责，对检验检测结果可不作评价。
- 5、采样检测的结果只代表采样时的污染物状况，对不可复现的检测项目，本公司不受理申诉。
- 6、未经本公司书面同意，本报告不得用于广告、商品宣传等商业行为，违者必究。
- 7、本公司保证检测的公正性，科学性，对所出具的检测数据负责，并承诺保护客户机密信息和所有权。
- 8、本报告解释权归四川久测环境技术有限公司所有。

机构通讯资料：四川久测环境技术有限公司

地址：四川省绵阳市游仙区中经路科学城工业园区 1 层、2 层

邮政编码：621000

电话：0816-2495196

1、基本信息

受四川玖谊源粒子科技有限公司委托，本公司于 2025 年 12 月 10 日起对“四川玖谊源粒子科技有限公司回旋加速器生产及同位素应用研发基地（同位素应用研发中心三期）”的 β （表面污染）、环境 X- γ 辐射剂量率、中子剂量当量率、噪声进行现场检测。项目位于四川省绵阳市涪城区文武路 120 号。联系人：董俊德，联系方式：18215507930。

2、检测项目、频次及点位

辐射检测项目、频次及点位信息详见表 2-1；噪声检测项目、频次及点位信息详见表 2-2。

表 2-1 辐射检测点位信息

测点编号	测点位置	检测项目	检测频次	检测日期
1#	11MeV 质子加速器机房门表面 30cm 处 (巡检最大值)	环境 X- γ 辐射 剂量率、中子剂量 当量率	检测 1 天， 开、关机各测 1 次	2025 年 12 月 11 日
2#	11MeV 质子加速器机房迷道门表面 30cm 处 (巡检最大值)			
3#	11MeV 质子加速器机房东侧 30cm 处			
4#	11MeV 质子加速器机房机房南侧 30cm 处			
5#	11MeV 质子加速器机房机房北侧 30cm 处			
6#	11MeV 质子加速器机房机房西侧 30cm 处			
7#	11MeV 质子加速器机房穿墙管道处			
8#	11MeV 质子加速器机房加速器操作位			
9#	11MeV 质子加速器机房机房东侧厂区道路			
10#	11MeV 质子加速器机房厂区南侧 绵阳宏发一海机电公司			
11#	11MeV 质子加速器机房机房西侧同位素应用 研发区			
12#	11MeV 质子加速器机房机房上方（二层）			
13#	11MeV 质子加速器机房加速器制造厂房			
14#	20MeV 质子加速器机房机房门表面 30cm 处 (巡检最大值)			2025 年 12 月 10 日
15#	20MeV 质子加速器机房迷道门表面 30cm 处 (巡检最大值)			
16#	20MeV 质子加速器机房机房东侧 30cm 处			
17#	20MeV 质子加速器机房机房南侧 30cm 处			
18#	20MeV 质子加速器机房机房北侧 30cm 处			
19#	20MeV 质子加速器机房机房西侧 30cm 处			

续表 2-1 辐射检测点位信息

测点编号	测点位置	检测项目	检测频次	检测日期
20#	20MeV 质子加速器机房穿墙管道处	环境 X-γ 辐射 剂量率、中子剂量 当量率	检测 1 天, 开、关机各测 1 次	2025 年 12 月 10 日
21#	20MeV 质子加速器机房加速器操作位			
22#	20MeV 质子加速器机房机房东侧厂区道路			
23#	20MeV 质子加速器机房厂区南侧 绵阳宏发一海机电公司			
24#	20MeV 质子加速器机房机房西侧同位素应用 研发区			
25#	20MeV 质子加速器机房机房上方 (二层)			
26#	20MeV 质子加速器机房加速器制造厂房			
27#	同位素应用研发区合成热室操作位	环境 X-γ 辐射 剂量率	检测 1 天, 1 天 1 次	2025 年 12 月 10 日
28#	同位素应用研发区合成热室侧面			
29#	同位素应用研发区分装热室操作位			
30#	同位素应用研发区分装热室侧面			
31#	同位素应用研发区通风橱操作位			
32#	同位素应用研发区通风橱侧面			
33#	同位素应用研发区合成区北侧 30cm 处			
34#	同位素应用研发区合成区南侧 30cm 处			
35#	同位素应用研发区合成区东侧 30cm 处			
36#	同位素应用研发区合成区西侧 30cm 处			
37#	同位素应用研发区内部洁净走廊			
38#	同位素应用研发区控制间			
39#	同位素应用研发区放化实验室内			
40#	同位素应用研发区放化实验室北侧 30cm 处			
41#	同位素应用研发区放化实验室南侧 30cm 处			
42#	同位素应用研发区放化实验室东侧 30cm 处			
43#	同位素应用研发区放化实验室西侧 30cm 处			
44#	同位素应用研发区走廊			
45#	同位素应用研发区放射性废物暂存间			
46#	同位素应用研发区材料间			
47#	同位素应用研发区产线上方 (二楼)			
48#	同位素应用研发区上方 (二层)			
49#	同位素应用研发区加速器机房			
50#	同位素应用研发区同位素研发中心东侧道路			
51#	同位素应用研发区厂区南侧 绵阳宏发一海机电公司			

续表 2-1 辐射检测点位信息

测点编号	测点位置	检测项目	检测频次	检测日期
1#	厂区上风向 200m 处	环境 X- γ 辐射 剂量率		2025 年 12 月 11 日
2#	厂区内			
3#	厂区下风向 200m 处			
1#	同位素应用研发区合成间合成热室外表面	β (表面污染)	检测 1 天, 1 天 1 次	2025 年 12 月 10 日
2#	同位素应用研发区合成间分装热室外表面			
3#	同位素应用研发区合成间前区地面			
4#	同位素应用研发区合成间后区地面			
5#	同位素应用研发区合成间门表面			
6#	同位素应用研发区合成间墙面			
7#	同位素应用研发区控制间地面			
8#	同位素应用研发区控制间墙面			
9#	同位素应用研发区控制间门表面			
10#	同位素应用研发区控制间台面			
11#	同位素应用研发区放化实验室地面			
12#	同位素应用研发区放化实验室墙面			
13#	同位素应用研发区放化实验室门表面			
14#	同位素应用研发区放化实验室台面			
15#	同位素应用研发区放化实验室通风橱表面			
16#	同位素应用研发区洁净走廊走廊地面			
17#	同位素应用研发区洁净走廊走廊墙面			
18#	同位素应用研发区放射性废物暂存间地面			
19#	同位素应用研发区放射性废物暂存间墙面			
20#	同位素应用研发区放射性废物暂存间门表面			
21#	同位素应用研发区放射性废物暂存间暂存桶 表面			
22#	同位素应用研发区缓冲间地面			
23#	同位素应用研发区缓冲间墙面			
24#	同位素应用研发区缓冲间门表面			
25#	同位素应用研发区原料间地面			
26#	同位素应用研发区原料间墙面			
27#	同位素应用研发区原料间门表面			
28#	同位素应用研发区洁具间地面			
29#	同位素应用研发区洁具间墙面			
30#	同位素应用研发区洁具间门表面			
31#	同位素应用研发区检测地面			
32#	同位素应用研发区检测墙面			
33#	同位素应用研发区检测门表面			
34#	同位素应用研发区研发区西侧走廊地面			

续表 2-1 辐射检测点位信息

测点编号	测点位置	检测项目	检测频次	检测日期
35#	同位素应用研发区材料间地面	β (表面污染)	检测 1 天, 1 天 1 次	2025 年 12 月 10 日
36#	同位素应用研发区材料间墙面			
37#	同位素应用研发区材料间门表面			
38#	同位素应用研发区备用间地面			
39#	同位素应用研发区加速器大厅地面			
40#	同位素应用研发区加速器大厅墙面			
41#	同位素应用研发区加速器大厅门表面			

表 2-2 噪声检测点位信息

测点编号	测点位置	噪声类型	检测频次	检测日期	主要声源
1#	东北侧厂界外 1m	工业企业厂界环境噪声	检测 2 天, 每天昼间、夜间各 1 次	2025 年 12 月 10 日 ~2025 年 12 月 11 日	工业噪声
2#	西南侧厂界外 1m				
3#	东南侧厂界外 1m				
4#	西北侧厂界外 1m				

3、检测方法与方法来源

检测方法与方法来源见表 3-1；检测仪器信息表见表 3-2；被测仪器运行参数见表 3-3。

表 3-1 检测方法与方法来源

检测类别	检测项目	分析方法来源	检测仪器	检出限或探测限	备注
辐射	环境 X-γ 辐射剂量率	环境 γ 辐射剂量率测量技术规范 HJ 1157-2021	X-γ 辐射仪 型号: AT1123 编号: JC-XC-121	/	/
			多功能辐射测量仪 型号: FH40G-X 型 编号: JC-XC-066	/	/
	β (表面污染)	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	α、β 表面污染仪 型号: Como170 编号: JC-XC-020	探测限 0.029Bq/cm ²	检出限或探测限为本次测量使用方法和仪器的综合技术指标
	中子剂量当量率	辐射防护仪器 中子周围剂量当量 (率) 仪 GB/T 14318-2019	中子剂量率仪 型号: FH40G-L10 编号: JC-XC-032	/	/
噪声	工业企业厂界环境噪声	工业企业厂界环境噪声排放标准 GB 12348-2008 环境噪声监测技术规范 噪声测量值修正 HJ 706-2014	多功能声级计 型号: AWA6228+ 编号: JC-XC-026	/	/

表 3-2 辐射检测仪器信息表

仪器名称及编号	设备溯源有效期	检定/校准证书号	检定/校准单位	仪器参数
α 、 β 表面污染仪 型号: Como170 编号: JC-XC-020	2025.07.21-2026.07.20 (检定)	检定字第 202507104242 号	中国测试技术 研究院	/
多功能辐射测量仪 型号: FH40G-X 型 编号: JC-XC-066 探头型号: FHZ672E-10	2025.07.22-2026.07.21 (检定)	检定字第 J20250712001 号	四川省自然资源 实验测试研究 中心(四川省核 急技术支持中 心)	测量范围: 1nSv/h~100 μ Sv/h 校准因子: 0.99
	2025.07.22-2026.07.21 (校准)	校准字第 J20250712002 号		测量范围: 1nSv/h~100 μ Sv/h 校准因子: 0.97
X- γ 辐射仪 型号: AT1123 编号: JC-XC-121	2025.07.22-2026.07.21 (校准)	校准字第 202507106676 号	中国测试技术研 究院	测量范围: 50nSv/h~10Sv/h 校准因子: 0.96
中子剂量率仪 型号: FH40G-L10 编号: JC-XC-032 探头型号: FHT762H*10	2025.07.09-2026.07.08 (校准)	GFJGJL20512582 30030	中国工程物理研 究院计量测试中 心(国防科技工 业 5116 区域计 量站)	测量范围: 1nSv/h~ 100mSv/h 校准因子: 1.1

表 3-3 被测仪器运行参数表

被测仪器名称/型号	额定参数	实际工作参数	射线方向
11MeV 医用回旋加速器/玖源-11MTS	45-50kV/100 μ A	加速器的最大能量约 为 11MeV	周向

4、检测结果

辐射检测结果见表 4-1、4-2、4-3；噪声检测结果见表 4-4。

表 4-1 环境 X- γ 辐射剂量率、中子剂量当量率辐射检测结果 (1)

检测 点位	测点位置	环境 X- γ 辐射剂量率检测结果 (μ Sv/h)				中子剂量当量率检测结果 (nSv/h)			
		开机		关机		开机		关机	
		测量值	标准差	测量值	标准差	测量值	标准差	测量值	标准差
1#	11MeV 质子加速器机房门 表面 30cm 处(巡检最大值)	0.198	0.003	0.113	0.002	212	3	<1	/
2#	11MeV 质子加速器机房迷道 门表面 30cm 处(巡检最大值)	0.52	0.02	0.090	0.002	128	3	<1	/
3#	11MeV 质子加速器机房 东侧 30cm 处	0.226	0.003	0.088	0.003	157	2	<1	/
4#	11MeV 质子加速器机房 机房南侧 30cm 处	0.59	0.03	0.084	0.002	126	2	<1	/
5#	11MeV 质子加速器机房 机房北侧 30cm 处	0.148	0.002	0.115	0.003	138	3	<1	/
6#	11MeV 质子加速器机房 机房西侧 30cm 处	0.134	0.002	0.101	0.002	207	3	<1	/
7#	11MeV 质子加速器机房 穿墙管道处	0.35	0.02	0.142	0.002	245	3	<1	/
8#	11MeV 质子加速器机房 加速器操作位	0.166	0.002	0.100	0.002	269	3	<1	/

续表 4-1 环境 X- γ 辐射剂量率、中子剂量当量率辐射检测结果 (1)

检测 点位	测点位置	环境 X- γ 辐射剂量率检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)				中子剂量当量率检测结果 (nSv/h)			
		开机		关机		开机		关机	
		测量值	标准差	测量值	标准差	测量值	标准差	测量值	标准差
9#	11MeV 质子加速器机房 机房东侧厂区道路	0.101	0.002	0.096	0.003	<1	/	<1	/
10#	11MeV 质子加速器机房厂区 南侧绵阳宏发一海机电公司	0.101	0.002	0.092	0.003	<1	/	<1	/
11#	11MeV 质子加速器机房 机房西侧同位素应用研发区	0.096	0.003	0.091	0.002	<1	/	<1	/
12#	11MeV 质子加速器机房 机房上方 (二层)	0.119	0.003	0.072	0.003	<1	/	<1	/
13#	11MeV 质子加速器机房 加速器制造厂房	0.108	0.002	0.098	0.003	<1	/	<1	/
14#	20MeV 质子加速器机房机房 门表面 30cm 处(巡检最大值)	0.115	0.003	0.087	0.003	<1	/	<1	/
15#	20MeV 质子加速器机房迷道 门表面 30cm 处(巡检最大值)	0.35	0.02	0.086	0.002	<1	/	<1	/
16#	20MeV 质子加速器机房 机房东侧 30cm 处	0.120	0.003	0.100	0.002	<1	/	<1	/
17#	20MeV 质子加速器机房 机房南侧 30cm 处	0.120	0.003	0.099	0.003	<1	/	<1	/
18#	20MeV 质子加速器机房 机房北侧 30cm 处	0.29	0.02	0.083	0.002	<1	/	<1	/
19#	20MeV 质子加速器机房 机房西侧 30cm 处	0.121	0.003	0.100	0.003	<1	/	<1	/
20#	20MeV 质子加速器机房 穿墙管道处	1.64	0.02	0.63	0.02	<1	/	<1	/
21#	20MeV 质子加速器机房 加速器操作位	0.113	0.002	0.105	0.003	<1	/	<1	/
22#	20MeV 质子加速器机房机房 东侧厂区道路	0.124	0.002	0.110	0.003	<1	/	<1	/
23#	20MeV 质子加速器机房厂区 南侧绵阳宏发一海机电公司	0.118	0.002	0.103	0.003	<1	/	<1	/
24#	20MeV 质子加速器机房机房 西侧同位素应用研发区	0.117	0.003	0.087	0.002	<1	/	<1	/
25#	20MeV 质子加速器机房机房 上方 (二层)	0.124	0.002	0.110	0.002	<1	/	<1	/
26#	20MeV 质子加速器机房 加速器制造厂房	0.135	0.003	0.105	0.002	<1	/	<1	/

表 4-2 环境 X- γ 辐射剂量率辐射检测结果 (2)

检测 点位	测点位置	检测结果 (nSv/h)	
		测量值	标准差
27#	同位素应用研发区合成热室操作位	51.0	1.2
28#	同位素应用研发区合成热室侧面	74.0	1.4
29#	同位素应用研发区分装热室操作位	60.8	1.9
30#	同位素应用研发区分装热室侧面	73.7	1.9
31#	同位素应用研发区通风橱操作位	53.8	2.2
32#	同位素应用研发区通风橱侧面	53.2	1.8
33#	同位素应用研发区合成区北侧 30cm 处	64.6	1.7
34#	同位素应用研发区合成区南侧 30cm 处	169	2
35#	同位素应用研发区合成区东侧 30cm 处	51.5	1.1
36#	同位素应用研发区合成区西侧 30cm 处	54.5	1.6
37#	同位素应用研发区内部洁净走廊	45.6	1.5
38#	同位素应用研发区控制间	56.0	1.6
39#	同位素应用研发区放化实验室内	61.3	1.5
40#	同位素应用研发区放化实验室北侧 30cm 处	66.5	1.5
41#	同位素应用研发区放化实验室南侧 30cm 处	57.8	1.6
42#	同位素应用研发区放化实验室东侧 30cm 处	51.9	1.8
43#	同位素应用研发区放化实验室西侧 30cm 处	51.7	1.6
44#	同位素应用研发区走廊	76.4	1.8
45#	同位素应用研发区放射性废物暂存间	106	2
46#	同位素应用研发区材料间	60.3	0.8
47#	同位素应用研发区产线上方 (二楼)	57.7	1.6
48#	同位素应用研发区上方 (二层)	62.3	1.2
49#	同位素应用研发区加速器机房	56.3	2.2
50#	同位素应用研发区同位素研发中心东侧道路	61.6	2.2
51#	同位素应用研发区厂区南侧 绵阳宏发一海机电公司	83.6	1.0
1#	厂区上风向 200m 处	41.7	0.2
2#	厂区内	51.1	0.4
3#	厂区下风向 200m 处	42.8	0.3

表 4-3 β (表面污染) 辐射检测结果 (3)

测点 编号	测点位置	检测结果 (Bq/cm ²)
		β
1#	同位素应用研发区合成间合成热室外表面	0.115
2#	同位素应用研发区合成间分装热室外表面	0.457
3#	同位素应用研发区合成间前区地面	0.279
4#	同位素应用研发区合成间后区地面	0.120
5#	同位素应用研发区合成间门表面	0.112
6#	同位素应用研发区合成间墙面	0.079
7#	同位素应用研发区控制间地面	0.085
8#	同位素应用研发区控制间墙面	0.145
9#	同位素应用研发区控制间门表面	0.057
10#	同位素应用研发区控制间台面	0.090
11#	同位素应用研发区放化实验室地面	0.268
12#	同位素应用研发区放化实验室墙面	0.320
13#	同位素应用研发区放化实验室门表面	0.115
14#	同位素应用研发区放化实验室台面	0.104
15#	同位素应用研发区放化实验室通风橱表面	0.140
16#	同位素应用研发区洁净走廊走廊地面	0.038
17#	同位素应用研发区洁净走廊走廊墙面	0.109
18#	同位素应用研发区放射性废物暂存间地面	0.140
19#	同位素应用研发区放射性废物暂存间墙面	0.164
20#	同位素应用研发区放射性废物暂存间门表面	0.115
21#	同位素应用研发区放射性废物暂存间暂存桶表面	0.739
22#	同位素应用研发区缓冲间地面	0.077
23#	同位素应用研发区缓冲间墙面	0.033
24#	同位素应用研发区缓冲间门表面	0.052
25#	同位素应用研发区原料间地面	0.230
26#	同位素应用研发区原料间墙面	0.137
27#	同位素应用研发区原料间门表面	0.112
28#	同位素应用研发区洁具间地面	0.055
29#	同位素应用研发区洁具间墙面	0.090
30#	同位素应用研发区洁具间门表面	0.115

续表 4-3 β (表面污染) 辐射检测结果 (3)

测点编号	测点位置	检测结果 (Bq/cm ²)
		β
31#	同位素应用研发区检测地面	0.030
32#	同位素应用研发区检测墙面	0.038
33#	同位素应用研发区检测门表面	0.164
34#	同位素应用研发区研发区西侧走廊地面	0.569
35#	同位素应用研发区材料间地面	0.104
36#	同位素应用研发区材料间墙面	0.202
37#	同位素应用研发区材料间门表面	0.257
38#	同位素应用研发区备用间地面	0.383
39#	同位素应用研发区加速器大厅地面	0.167
40#	同位素应用研发区加速器大厅墙面	0.279
41#	同位素应用研发区加速器大厅门表面	0.090

表 4-4 噪声检测结果

测点编号	检测日期	昼间				夜间			
		检测起止时间	检测结果 [dB(A)]	标准限值 [dB(A)]	是否达标	检测起止时间	检测结果 [dB(A)]	标准限值 [dB(A)]	是否达标
1#	2025年 12月 10日	14:45-14:55	57	65	达标	22:29-22:39	47	55	达标
2#		12:39-12:49	53		达标	22:01-22:11	45		达标
3#		12:53-13:03	52		达标	22:15-22:25	44		达标
4#		15:00-15:10	54		达标	22:45-22:55	47		达标
1#	2025年 12月 11日	13:00-13:10	56	65	达标	22:29-22:39	48	55	达标
2#		15:25-15:35	54		达标	22:01-22:11	46		达标
3#		15:39-15:49	53		达标	22:15-22:25	47		达标
4#		12:45-12:55	54		达标	22:44-22:54	48		达标

评价:

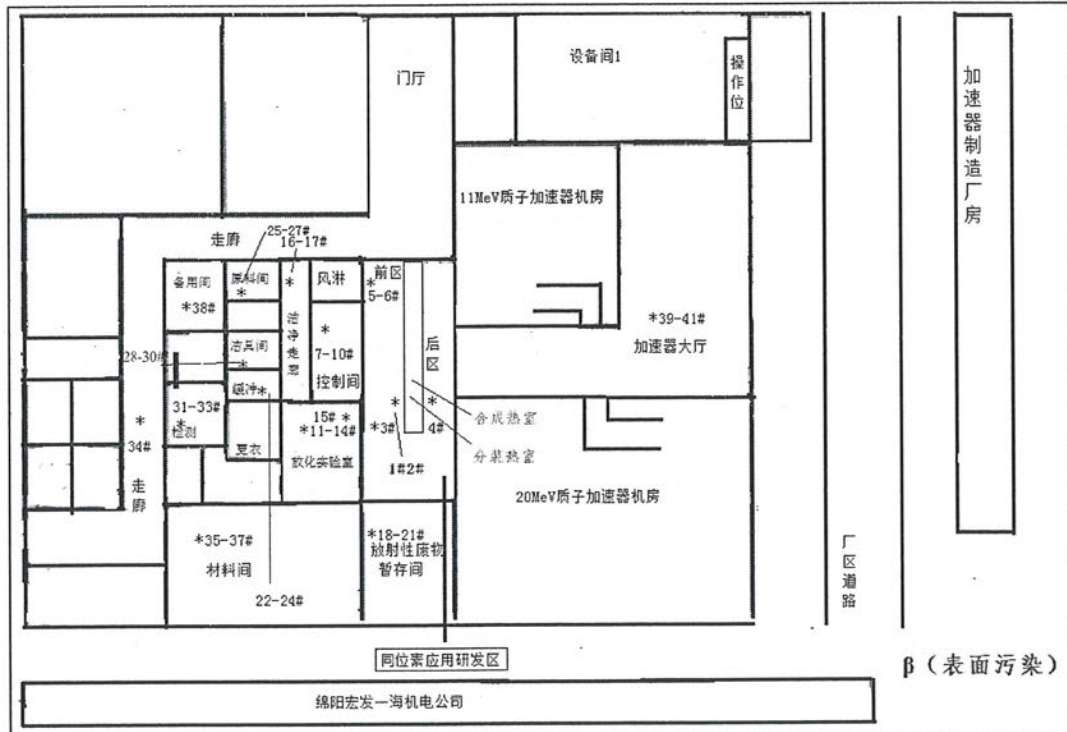
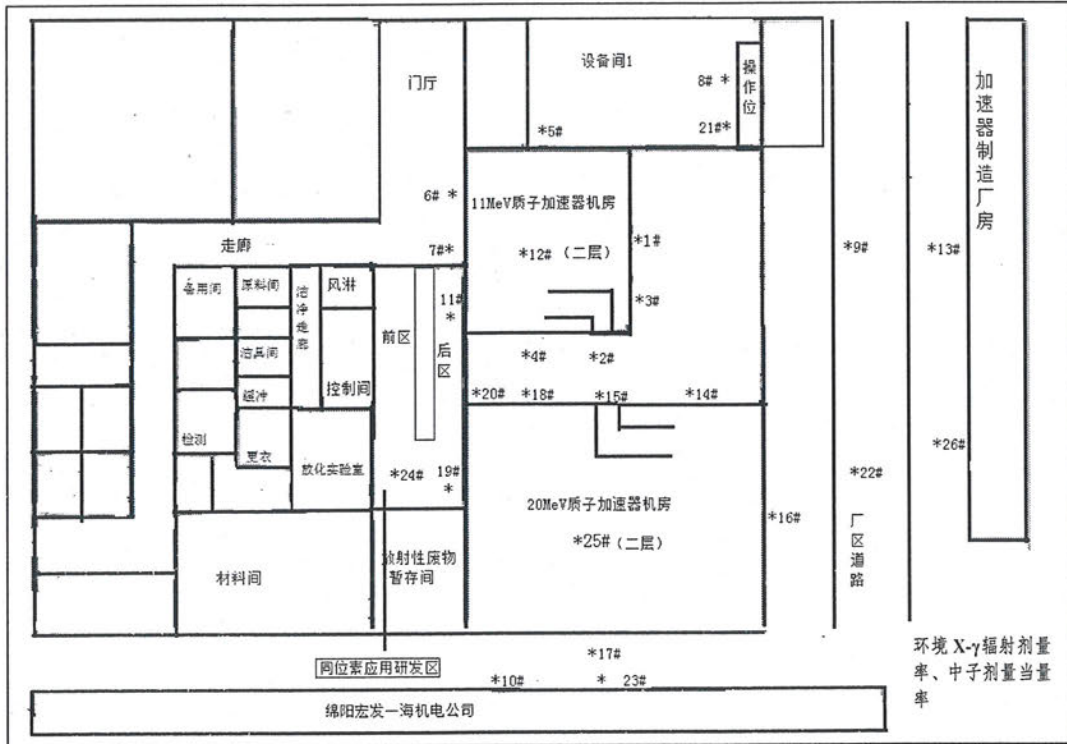
本次检测结果表明,该项目噪声检测结果符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)表 1 中 3 类标准限值。

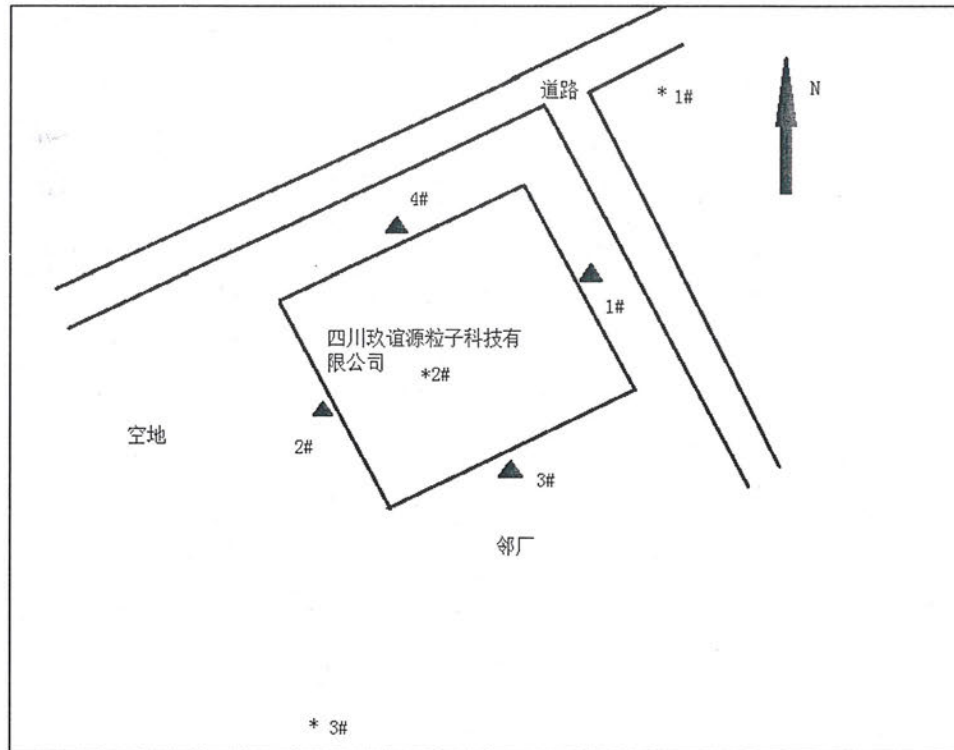
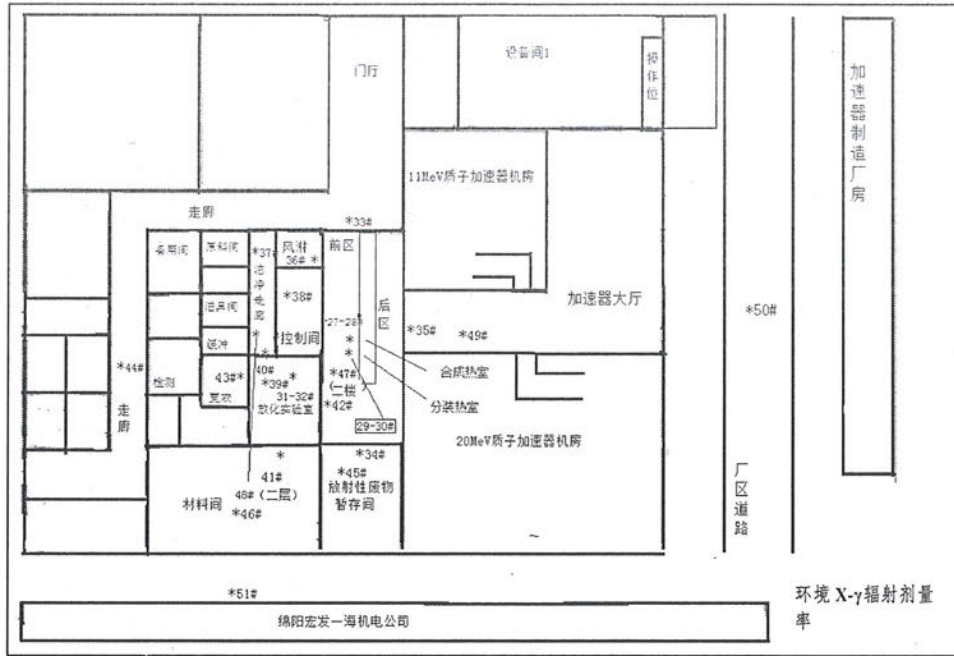
备注:

- 1.环境 X- γ 辐射剂量率监测数据均未扣除监测仪器宇宙射线响应值。
- 2.2025 年 12 月 10 日噪声测量时风速为 1.2-1.8m/s, 天气晴; 2025 年 12 月 11 日噪声测量时风速为 1.1-2.2m/s, 天气晴。
- 3.本次检测过程中现场检测方法为《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)。
- 4.2025 年 12 月 10 日辐射测量时天气: 晴; 环境温度: 14.9-19.6°C; 相对湿度

度：59.2-55.0%；2025 年 12 月 11 日，天气：晴；环境温度：15.3-15.9℃；相对湿度：59.4-57.4%。

附图：





图例说明：*-辐射检测点位；▲-噪声检测点。
 (正文结束，以下数据空白)

报告编制: 江浩
 报告审核: 顾办

报告批准: 刘志浩
 签发日期: 2026.01.13





四川省自然资源实验测试研究中心
(四川省核应急技术支持中心)

测试报告

测试中心监字第 FH20260067-1 号

项目名称: 四川玖谊源粒子科技有限公司回旋加速器生产及
同位素应用研发基地(同位素应用研发中心三期)
竣工验收三期环境质量监测

委托单位: 四川久远环保安全咨询有限公司

监测类别: 委托监测

报告日期: 2026年4月24日

注 意 事 项

- 1、报告封面处无本中心“检验检测专用章”无效，报告无骑缝章无效。
- 2、未标注资质认定标志(CMA)的报告，不具有社会证明作用。
- 3、报告内容需齐全、清楚，涂改无效；报告无相关责任人签字无效。
- 4、委托方如对本报告有异议，须于收到本报告十五日内向本中心提出,逾期不予受理。
- 5、本中心不负责抽样/采样(如样品是由客户提供)时，其数据结果仅对收到的样品负责。
- 6、未经本中心书面同意，不得部分复制本报告。
- 7、未经本中心书面同意，本报告及数据不得用于商品广告，违者必究。

机构通讯资料：

机构名称：四川省自然资源实验测试
研究中心（四川省核应急
技术支持中心）

地 址：四川省成都市成华区成宏路
72 号

电 话：028-83908202

E-mail：2624057036@qq.com

客户通讯资料：

机构名称：四川久远环保安全
咨询有限公司

地 址：/

电 话：/

E-mail：/

承担单位：四川省自然资源实验测试研究中心
(四川省核应急技术支持中心)

项目负责人：蒲元平

项目人员：蒲元平、郭文涛、范理波、李强、胡亚军、刘冬、
徐粉燕、张耀奎

报告编制：武春霖 日期：2026.4.20

报告一审：林 日期：2026.4.20

报告二审：孙 日期：2026.4.23

报告签发：徐粉燕 日期：2026.4.24

1、监测内容

受四川久远环保安全咨询有限公司委托,四川省自然资源实验测试研究中心(四川省核应急技术支持中心)于2026年03月29日至2026年03月30日对四川玖源源粒子科技有限公司回旋加速器生产及同位素应用研发基地(同位素应用研发中心三期)竣工验收三期环境质量进行了监测。

2、监测项目

土壤:总 α 、总 β 、镭-89,共3项。

有组织废气:总 β ,共1项。

3、监测方法及监测仪器

监测方法及监测仪器见表3-1~表3-2。

表3-1 土壤监测方法及监测仪器

监测项目	监测方法	监测仪器	检出限
总 α	《水质 总 α 放射性的测定 厚源法》(HJ 898-2017)	低本底 α 、 β 测量仪 MPC-9604/CF0241	/
总 β	《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》(HJ 899-2017)	低本底 α 、 β 测量仪 MPC-9604/CF0241	/
镭-89	《环境及生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》(GB/T 16145-2022)	高纯锗 γ 能谱仪 GEM-C70P4/CZ0200	/

表3-2 有组织废气监测方法及监测仪器

监测项目	监测方法	监测仪器	检出限
总 β	《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》(HJ 899-2017)	低本底 α 、 β 测量仪 MPC-9604/CF0241	/

4、监测结果

表4-1 土壤监测结果

监测项目	监测时间、点位及结果		
	2026-03-29		
	厂区上风向 200m 处(1#)	厂区内 (2#)	厂区下风向 200m 处(3#)
	采样深度 (m): 0-0.2	采样深度 (m): 0-0.2	采样深度 (m): 0-0.2
总 α (Bq/kg)	648	729	929
总 β (Bq/kg)	850	929	1120
铅-89 (Bq/kg)	<1.26	<1.25	<1.64

表4-2 有组织废气监测结果

被监测单位:	四川玖谊源粒子科技有限公司	监测日期:	2026-03-30
地址:	四川省绵阳市经开区塘汛街道文武路 120 号	监测地点:	气载流出物排口 (1#)
排气筒高度(米):	19	处理设备:	高效过滤装置
测定管形状/尺寸(米):	圆形/0.8	测试位置:	距上游弯头 1.6m
		测定点数:	4
		净化效率(%):	/

监测项目	测试次数	烟气平均流速 (m/s)	标干流量 (m ³ /h)	实测浓度 (Bq/m ³)	排放速率 (Bq/h)
总 β	1	1.5	2377	0.0141	33.5
备注	监测时为整个生产过程, 生产核素为铅-89。				





附图 1 四川玖谊源粒子科技有限公司回旋加速器生产及同位素应用研发基地
(同位素应用研发中心三期) 竣工验收三期环境质量项目监测布点示意图

“其他需要说明的事项”相关说明

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》和《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）的有关规定，本次验收项目其他需要说明的事项如下：

1、辐射安全许可证持证情况

四川玖谊源粒子科技有限公司目前已取得四川省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号：川环辐证〔00630〕，发证日期为：2025年09月08日，有效期至2028年11月11日。

2、辐射安全与环境保护管理机构运行情况

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可证管理办法》、《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》等法律法规要求，公司已成立辐射安全与环境保护管理机构，以文件形式明确了管理人员职责。

3、防护用品和检测仪器配备情况

根据环评及其批复要求，并结合此次验收规模，建设单位已配备有相应的个人剂量报警仪、便携式 γ 剂量率仪、手持式沾污仪、便携式表面沾污检测仪、手足表面沾污检测仪及X、 γ 辐射在线检测仪等监测设备，并配备有个人防护用品。

4、人员配备及辐射安全与防护培训考核情况

本项目配备的12名辐射工作人员全部通过了辐射安全与防护培训和考核，在进行调试工作时，辐射工作人员均按照要求配备了个人剂量计和个人剂量报警仪。

5、个人剂量档案管理情况

建设单位已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，每个季度安排辐射工作人员进行个人剂量进行监测，并建立辐射工作人员个人剂量档案。

6、放射性废物台账管理情况

本项目固体放射性废物的存储和处理已安排专人负责，并建立有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。

7、辐射安全管理制度执行情况

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，建设单位已针对本次竣工环保验收项目特点制定了各项辐射安全管理规章制度和应急措施，包括：《辐射安全管理》、《辐射工作场所管理要求》、《体积检测岗位安全操作规程》、《辐射设备维护、维修管理制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《放射性同位素台账管理制度》、《辐射工作场所辐射环境监测方案》、《检测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训制度》、《辐射事故应急预案》。日常工作中按照管理制度的要求执行。