

**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

二〇二五年九月

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：四川省绵阳市经开区二环路
南段 351 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	4
表 3 辐射安全与防护设施/措施	23
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	45
表 5 验收监测质量保证及质量控制	56
表 6 验收监测内容	57
表 7 验收监测	60
表 8 验收监测结论	72

附图：

附图 1 项目地理位置图

附图 2 厂区平面布置图

附图 3-1 项目外环境图

附图 3-2 小加速器测试间外环境关系图

附图 3-3 大加速器测试间外环境关系图

附图 4 加速器制造厂房平面布置图及两区划分图

附图 5 加速器厂房辐射安全设施布置示意图

附图 6 小加速器测试间三视图

附图 7 大加速器测试间三视图

附图 8 监测点位布置示意图

附图 9 项目辐射工作场所人流物流图

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（正本）

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 验收监测报告

附件 7 辐射工作人员考核成绩单

附件 8 2024 年辐射环境监测报告

附件 9 建设单位个人剂量检测报告

附件 10 一期项目验收意见及签到表

表 1 项目基本情况

建设项目名称		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（加速器调试二期）				
建设单位名称		四川玖谊源粒子科技有限公司				
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 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		/		
		射线装置		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		2023.10.27	项目投入运行时间		2023.11	
辐射安全与防护设施投入运行时间		2023.11（本项目为分期验收，本次为项目二期）	验收现场监测时间		2025.7	
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		中核第七研究院设计院有限公司	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）	50000	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）		991	比例	1.98%
实际总概算（万元）	5000	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）		451	比例	9.02%
验收依据		1.建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度				
		（1）《中华人民共和国环境保护法（修订本）》（2015 年 1 月 1 日施行）；				
		（2）《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）；				
		（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）；				
		（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）；				
		（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）；				
		（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				

	育委员会 2017 年第 66 号公告公布实施)； (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)； 2.建设项目竣工环保验收技术规范 (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 01 日施行)； 3.建设项目环境报告影响报告表及其审批部门审批决定 (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)； (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)； 4.其他相关文件 (1) 建设单位提供的辐射安全许可证，编号：川环辐证[00630]； (2) 工作场所验收监测报告(久测环检字 202509050 号、久测环检字 202509033)； (3) 辐射工作人员安全培训合格成绩单。
验收执行标准	1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) (1) 职业照射和公众照射 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： 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。 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。 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、《核医学辐射防护》(GB117-2020)、《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) 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。

(2) 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。

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“玖谊源公司或建设单位”，统一社会信用代码 91510700MA633P590G）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拟投资 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。由于回旋加速器生产及同位素应用研发基地项目建设内容较多，考虑到时间成本及经济效应，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	一期项目	本次验收区域
同位素应用研发中心	20MeV 质子回旋加速器机房、11MeV 质子回旋加速器机房、同位素研发区及配套房间	/	20MeV 质子回旋加速器机房、11MeV 质子回旋加速器机房、同位素研发区及配套房间	三期项目	后续验收区域

本次验收区域仅包括加速器制造厂房中小加速器测试间的 2#（原 5#）测试间、3#（原

4#) 测试间、5# (原 2#) 测试间以及大加速器测试间。

1) 加速器制造厂房

加速器制造厂房位于地块南部, 为主体一层局部三层建筑, 占地面积 7037m², 建筑面积 8293m², 建筑高 13.7m。该厂房主要进行零部件加工、加速器的组装和调试, 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、大加速器测试间等, 二层和三层主要布设办公室和会议室。该厂房建成后年生产、调试、销售 7MeV 质子回旋加速、11MeV 质子回旋加速器台、20MeV 质子回旋加速台。

①小加速器测试间

加速器制造厂房西北角并列布置 6 个小加速器测试间, 用于 7 MeV 质子回旋加速器或 11 MeV 质子回旋加速器出束调试。本次验收的 2# (原 5#)、3# (原 4#)、5# (原 2#) 小加速器测试间东侧 (西侧) 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, 南墙 (含楔形工件门)、西墙 (东墙)、北墙、屋顶均为 1.2m 厚混凝土。

7 MeV 质子回旋加速器质子束最大能量为 7MeV、束流强度最大为 70μA, 为II类射线装置; 11 MeV 质子回旋加速器质子束能量最大为 11 MeV、束流强度最大为 100μA, 为II类射线装置。

②大加速器测试间

大加速器测试间位于厂房西侧, 用于 20 MeV 质子回旋加速器出束调试。大加速器测试间东侧迷道内墙为 1.5m 厚混凝土, 外墙 (含楔形工件门) 为 2.5m 厚混凝土, 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, 屋顶为 2.0m 厚混凝土。

20MeV 质子回旋加速器质子束能量最大为 20 MeV、束流强度最大为 100μA, 为II类射线装置。

本次验收中涉及的加速器装置参数、加速屏测试间蔽体厚度等实际情况与环评阶段情况对比见下表所示。

表 2-2 本项目涉及的加速器参数变更情况一览表

评价阶段		环评阶段			验收阶段			变更情况
项目	参数	7MeV 回旋加速器	11MeV 回旋加速器	20MeV 回旋加速器	7MeV 回旋加速器	11MeV 回旋加速器	20MeV 回旋加速器	
磁铁	扇块	4	4	4	4	4	4	与环评一致
	磁极半径 Cm	37	45	60	37	45	60	与环评一致

	平均磁感应强度 T	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	与环评一致
射频系统	电压 kV	42	42	42	42	42	42	与环评一致
	频率 MHz	72	72	72	72	72	72	与环评一致
	电源功率 kW	8	8	8	8	8	8	与环评一致
离子源	种类	H-	H-	H-	H-	H-	H-	与环评一致
	插入方式	横向	横向	横向	横向	横向	横向	与环评一致
	工作气流量 sccm	不大于 2	不大于 2	不大于 2	不大于 2	不大于 2	不大于 2	与环评一致
靶	靶种类	单靶（非旋转靶）	单靶（非旋转靶）	单靶（非旋转靶）	单靶（非旋转靶）	单靶（非旋转靶）	单靶（非旋转靶）	与环评一致
	靶数目	1 个/靶站	1 个/靶站	1 个/靶站	1 个/靶站	1 个/靶站	1 个/靶站	与环评一致
真空系统	对 H ₂ 抽速 L/s	不小于 4000	不小于 4000	不小于 4000	不小于 4000	不小于 4000	不小于 4000	与环评一致
水冷系统	制冷功率 kW	不小于 50	不小于 50	不小于 50	不小于 50	不小于 50	不小于 50	与环评一致
	恒温范围	20 至 26 度	20 至 26 度	20 至 26 度	20 至 26 度	20 至 26 度	20 至 26 度	与环评一致
	流量 L/min	不小于 65	不小于 65	不小于 65	不小于 65	不小于 65	不小于 65	与环评一致
出束能量	束流强度	70μA	100μA	100μA	70μA	100μA	100μA	与环评一致
	能量	7MeV	11MeV	20MeV	7MeV	11MeV	20MeV	与环评一致

表 2-3 各场所屏蔽体厚度变更情况一览表

原环评		实际建设		变更情况
场所	屏蔽厚度	场所	屏蔽厚度	
2#小加速器测试间	西侧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，南墙（含楔形工件门）、东墙、北墙、屋顶均为 1.2m 厚混凝土	5#小加速器测试间	西侧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，南墙（含楔形工件门）、东墙、北墙、屋顶均为 1.2m 厚混凝土	测试间名称变更
4#小加速器测试间	西侧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，南墙（含楔形工件门）、东墙、北墙、屋顶均为 1.2m 厚混凝土	3#小加速器测试间	西侧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，南墙（含楔形工件门）、东墙、北墙、屋顶均为 1.2m 厚混凝土	测试间名称变更

5#小加速器测试间	东侧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，南墙（含楔形工件门）、西墙、北墙、屋顶均为1.2m厚混凝土	2#小加速器测试间	东侧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，南墙（含楔形工件门）、西墙、北墙、屋顶均为1.2m厚混凝土	测试间名称变更
大加速器测试间	大加速器测试间东侧迷道内墙为1.5m厚混凝土，外墙（含楔形工件门）为2.5m厚混凝土，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，屋顶为2.0m厚混凝土	大加速器测试间	大加速器测试间东侧迷道内墙为1.5m厚混凝土，外墙（含楔形工件门）为2.5m厚混凝土，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，屋顶为2.0m厚混凝土	与环评一致

表 2-4 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	不属于重大变动
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	不属于重大变动
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	小加速器测试间及大加速器测试间位于加速器制造厂房内，危废暂存间位于加速器制造厂房内	小加速器测试间及大加速器测试间位于加速器制造厂房内，危废暂存间迁改至加速器制造厂房西南侧	辐射工作场所位置未发生变化，原厂房内危废暂存间位置迁移至厂房外，为导致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	不属于重大变动
非密封放射性物质工作场所级别升高	本次验收区域不涉及非密封放射性物质工作场所			/
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	①7MeV 质子回旋加速器（最大束能强度：7MeV，最大束流强度 100μA）； ②11MeV 质子回旋加速器（最大束能强度：11MeV，最大束流强度 100μA）； ③20MeV 质子回旋加速器（最大束能强度：20MeV，最大束流强度	①7MeV 质子回旋加速器（最大束能强度：7MeV，最大束流强度 100μA）； ②11MeV 质子回旋加速器（最大束能强度：11MeV，最大束流强度 100μA）； ③20MeV 质子回旋加速器（最大束能强度：20MeV，最大束	射线装置额定功率未发生变化	不属于重大变动

	100μA)。	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	本次验收区域不涉及放射性核素			/
增加新的辐射工作场所	本项目加速器制造厂房内小加速器测试间及大加速器测试间均为独立场所	本次验收的 2#、3#、5#小加速器测试间及大加速器测试间均为独立场所	辐射工作场所数量未变化	不属于重大变动
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	加速器制造厂房设备 2 套排风系统，小加速器测试间和大加速器测试间调试期间产生的放射性废气经高效过滤净化装置处理后分别由 2 个 15m 高排气筒排放。	加速器制造厂房设备 4 套排风系统，小加速器测试间和大加速器测试间调试期间产生的放射性废气经高效过滤净化装置处理后分别由 4 个 15m 高排气筒排放。	加速器制造厂房排风系统数量增加，排气筒数量增加，有利于排出加速器调试过程中产生的臭氧，未导致不利影响加重	不属于重大变动
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；	屏蔽措施：加速器制造厂房加速器测试间采用混凝土屏蔽，混凝土厚度未发生变化；	辐射屏蔽措施未改变	不属于重大变动
	安全措施：小加速器测试间急停按钮 4 个。巡检按钮 2 个，视频监控摄像头 3 个。大加速器测试间急停按钮 6 个，巡检按钮 4 个。	安全措施：小加速器测试间急停按钮 6 个。巡检按钮 3 个，视频监控摄像头 4 个。大加速器测试间急停按钮 7 个，巡检按钮 5 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	
辐射安全连锁系统的连锁方式、连锁逻辑发生改变导致连锁功能减弱	本项目加速器制造厂房加速器测试间分别设有 1 套声光报警装置和 1 套门灯连锁装置	本项目加速器制造厂房加速器测试间设有 1 套声光报警和门灯连锁装置	本项目加速器测试间声光报警装置与门灯连锁装置整合为一个系统，功能未发生变化，为导致连锁功能减弱	不属于重大变动
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	本次验收区域不涉及非密封放射性物质工作场所			/
新增放射性液态流出物排放口或气载流出物排放口	本次验收区域不涉及非密封放射性物质工作场所			/

由上表可知，本项目加速器测试间名称由原环评的 2#、4#、5#小加速器测试间名称分别变更为 5#、3#、2#小加速器测试间，加速器测试间声光报警装置与门灯联锁装置整合为一个系统，加速器测试间辐射安全设施数量增加，加速器测试间排风系统过滤装置及排气筒数量增加。根据分析，上述变动均不属于《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》中对重大变动的描述，因此，本项目可以进行环保验收。

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。

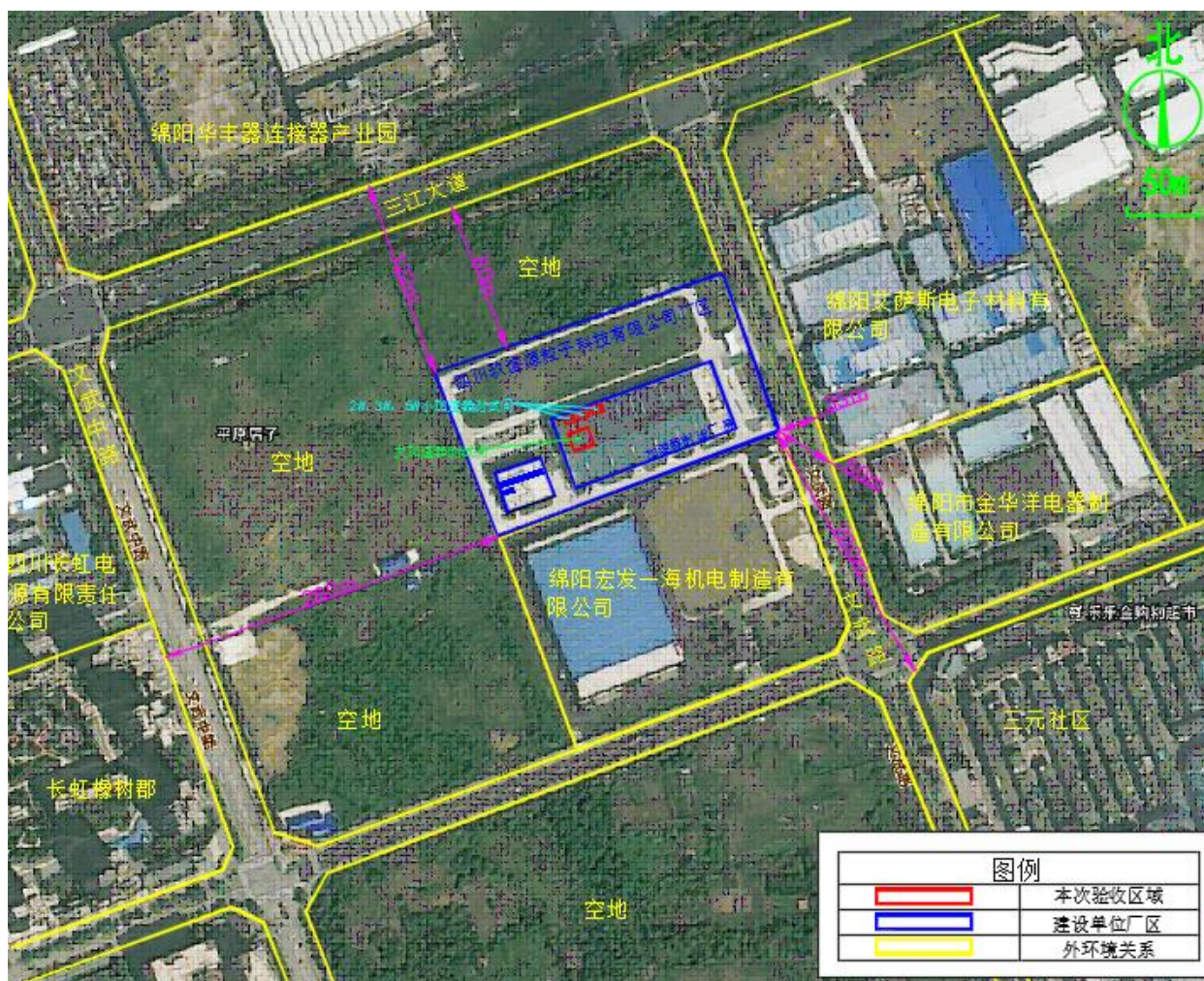


图 2-1 项目外环境关系图

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 2-5 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
绵阳华丰连接器产业园	北侧	122	绵阳华丰连接器产业园	北侧	122	与环评一致
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。

②2#、3#、5#小加速器机房

本次验收的 2#、3#、5#小加速器测试间位于加速器制造厂房西北角。根据现场踏勘，2#、3#、5#小加速器测试间辐射环境影响评价范围（距离屏蔽体外 50m）均位于厂区厂界内。其中测试间实体屏蔽外东侧 0~18m 为厂房过道，18~50m 为加速器制造厂房组装区；实体屏蔽外南侧 0~50m 依次为大加速器测试间、机械加工车间、原料库、危废暂存间等；实体屏蔽外西侧 0~2m 为厂区绿化，2~50m 为厂区停车场；西南侧 0~25m 为厂区道路，25~50m 为同位素应用研发中心；实体屏蔽外北侧 0~50m 为厂区道路及配套设备生产中心预留空地。本项目 2#、3#、5#小加速器测试间 50m 范围内具体外环境关系见附图。



图 2-2 小加速器测试间外环境关系图

验收阶段 2#、3#、5#小加速器测试间外环境关系与环评阶段的对照分析见下表。

表 2-6 验收阶段 2#、3#、5#小加速器测试间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 2#、3#、5#小加速器测试间的距离（m）	场所	相对位置	与 2#、3#、5#小加速器测试间的距离（m）	
加速器制造厂房过道	东侧	0~18m	加速器制造厂房过道	东侧	0~18m	与环评一致
加速器制造厂房组装区		18~50m	加速器制造厂房组装区		18~50m	与环评一致
大加速器测试间	南侧	10~25m	大加速器测试间	南侧	10~25m	与环评一致
机械加工车间		25~50m	机械加工车间		25~50m	与环评一致
原料库		25~50m	原料库		25~50m	原废物库移至同位素应用研发中心外
危废暂存间		45~50m				
厂区绿化	西侧	0~2m	厂区绿化	西侧	0~2m	与环评一致
厂区内停车场		2~50m	厂区内停车场		2~50m	与环评一致
厂区内道路	西南侧	0~25m	厂区内道路	西南侧	0~25m	与环评一致
同位素应用		25~50m	同位素应用研		25~50m	与环评一致

研发中心			发中心			
厂区内道路	北侧	0~20	厂区内道路	北侧	0~20	与环评一致
配套设备生产中心预留空地		20~50	配套设备生产中心预留空地		20~50	与环评一致

由表 2-4 可知，除危废暂存间位置变动外，本项目 2#、3#、5#小加速器测试间外环境关系与环境影响报告表一致，未发生变动。

②大加速器测试间

本次验收的大加速器测试间位于加速器制造厂房的西侧（2#、3#、5#小加速器测试间南侧），根据现场踏勘，大加速器测试间辐射环境影响评价范围（距离屏蔽体外 50m）位于厂区厂界内及厂区南侧的绵阳宏发一海机电公司厂房。其中测试间实体屏蔽外东侧 8~18m 为厂房过道，18~50m 为加速器制造厂房组装区；实体屏蔽外南侧 0~25m 依次为机械加工车间、原料库等，南侧 25~50m 为绵阳宏发一海机电公司厂房；实体屏蔽外西侧 16~18m 为厂区绿化，18~50m 为厂区停车场；西南侧 8~33m 为厂区道路，33~50m 为同位素应用研发中心；实体屏蔽外北侧 15~50m 为厂区道路及配套设备生产中心预留空地。本项目大加速器测试间 50m 范围内具体外环境关系见附图。



图 2-3 大加速器测试间外环境关系图

验收阶段大加速器测试间外环境关系与环评阶段的对照分析见下表。

表 2-7 验收阶段大加速器测试间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	与大加速器测试间的距离 (m)	场所	相对位置	与大加速器测试间的距离 (m)	
加速器制造厂房过道	东侧	8~38.5m	加速器制造厂房过道	东侧	8~38.5m	与环评一致
加速器制造厂房组装区		38.5~50m	加速器制造厂房组装区		38.5~50m	与环评一致
机械加工车间	南侧	6.8~25m	机械加工车间	南侧	6.8~25m	与环评一致
原料库		6.8~25m (紧邻机械加工车间东侧)	原料库		6.8~30m (紧邻机械加工车间东侧)	原废物库移至同位素应用研发中心外
危废暂存间		25~30m				
绵阳宏发一海机电公司厂房		47~50m	绵阳宏发一海机电公司厂房		25~50m	与环评一致
厂区绿化	西侧	16~18m	厂区绿化	西侧	16~18m	与环评一致
厂区内停车场		18~50m	厂区内停车场		18~50m	与环评一致
厂区内道路	西南侧	8~33m	厂区内道路	西南侧	8~33m	与环评一致
同位素应用研发中心		33~50m	同位素应用研发中心		33~50m	与环评一致
厂区内道路	北侧	15~35m	厂区内道路	北侧	15~35m	与环评一致
配套设备生产中心预留空地		35~50m	配套设备生产中心预留空地		35~50m	与环评一致

由表 2-5 可知，除危废暂存间位置变化外，本项目大加速器测试间外环境关系与环境影响报告表一致，未发生变动。

(2) 项目平面布局

根据现场勘察，加速器制造厂房位于建设单位厂区南侧，为一层局部三层建筑，建筑高度 13.7m，无地下室设计，用于回旋加速器生产、组装、调试及办公，小加速器测试间位于厂房西北角，大加速器测试间布置于小加速器测试间南部，确保加速器调试机房位于相对独立区域，小加速器测试间及大加速器测试间西侧为厂内道路、同位素应用研发中心及其配套的地面停车场，东侧为加速器厂房组装区以及机械加工区。

(3) 环境保护目标

本项目验收阶段的小加速器测试间及大加速器测试间环境保护目标与环评阶段的对照分析见下表。

表 2-8 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	保护目标	相对	与辐射源	人数	保护目标	相对	与辐射源	人数		

所		位置	最近距离 (m)			位置	最近距离 (m)		
小 加 速 器 测 试 间	组装区工作人员	东侧	18	20 人	组装区工作人员	东侧	18	20 人	与原环评一致
	辐射工作人员	南侧	4.6	35 人	辐射工作人员	东侧	10	35 人	操作台位置变化，与辐射源距离增加
	机械加工区工作人员	南侧	28	20 人	机械加工区工作人员	南侧	28	20 人	与原环评一致
	地面停车场流动人员	西侧	3.9	10 人	地面停车场流动人员	西侧	3.9	10 人	与原环评一致
	厂区道路流动人员	北面	3.1	10 人	厂区道路流动人员	北面	3.1	10 人	与原环评一致
	配套设备生产中心工人	北面	24	/	配套设备生产中心工人	北面	24	/	与原环评一致
大 加 速 器 测 试 间	辐射工作人员	东侧	13.4	5 人	辐射工作人员	东侧	13.4	5 人	与原环评一致
	组装区工作人员	东侧	38.5	20 人	组装区工作人员	东侧	38.5	20 人	与原环评一致
	机械加工区工作人员	南侧	6.8	20 人	机械加工区工作人员	南侧	6.8	20 人	与原环评一致
	绵阳宏发一海机电公司工作人员	南侧	47	50 人	绵阳宏发一海机电公司工作人员	南侧	47	50 人	与原环评一致
	厂区道路流动人员	西侧	12	10 人	厂区道路流动人员	西侧	12	10 人	与原环评一致
	辐射工作人员	北侧	6.8	35 人	辐射工作人员	北侧	6.8	35 人	与原环评一致

由上表可知，除操作台位置变化导致小加速器测试间与辐射工作人员位置距离变化，距离增加以外，其余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4。

本项目于2022年7月5日取得环评批复，2023年11月投入试运行，由于项目涉及内容较多，主要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）已于2025年8月20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2#、3#、5#小加速器测试间及大加速器测试间各设备已配备到位，各项环境保护设施和安全防护设施运行正常，已具备了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，本期验收部分实际建设内容与相应环境影响报告内容及审批意见要求落实情况见下表：

表 2-9 项目建设情况统计表

表 2-9 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	加速器制造厂房	小加速器测试间	本次验收的 5#、4#、2#小加速器测试间东侧（西侧）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，南墙（含楔形工件门）、西墙（东墙）、北墙、屋顶均为 1.2m 厚混凝土。 7 MeV 质子回旋加速器质子束最大能量为 7MeV、束流强度最大为 70μA，为Ⅱ类射线装置；11 MeV 质子回旋加速器质子束能量最大为 11 MeV、束流强度最大为 100μA，为Ⅱ类射线装置。调试期间，单台质子回旋加速器质子出束时间最大为 20 小时，年总出束时间为 900 小时。	本次验收的 2#、3#、5#小加速器测试间东侧（西侧）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，南墙（含楔形工件门）、西墙（东墙）、北墙、屋顶均为 1.2m 厚混凝土。 7 MeV 质子回旋加速器质子束最大能量为 7MeV、束流强度最大为 70μA，为Ⅱ类射线装置；11 MeV 质子回旋加速器质子束能量最大为 11 MeV、束流强度最大为 100μA，为Ⅱ类射线装置。调试期间，单台质子回旋加速器质子出束时间最大为 20 小时，年总出束时间为 900 小时。	小加速器测试名称变更
		大加速器测试间	大加速器测试间位于厂房西侧，用于 20 MeV 质子回旋加速器出束调试。其东侧设长 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。该加速器质子束能量最大为 20 MeV、束流强度最大为 100μA，属于Ⅱ类射线装置。调试期间，单台回旋加速器质子出束时间最大为 20 小时，年总出束时间为 100 小时。	大加速器测试间位于厂房西侧，用于 20 MeV 质子回旋加速器出束调试。其东侧设长 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。该加速器质子束能量最大为 20 MeV、束流强度最大为 100μA，属于Ⅱ类射线装置。调试期间，单台回旋加速器质子出束时间最大为 20 小时，年总出束时间为 100 小时。	
辅助工程		冷却水系统：共设置 1 套外循环水冷系统和 4 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=30m³/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 4 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=30m³/h，风冷式冷水机组放置于车间北侧。	一致
公用工程		已于项目一期验收			
环保设施	废水治理	已于项目一期验收			
	废气治理	加速器制造厂房设备 2 套排风系统，小加速器测试	加速器制造厂房设备 4 套排风系统，小加速器测试间	每两个小加速器测试间共	

		间和大加速器测试间调试期间产生的放射性废气经高效过滤净化装置处理后分别由 2 个 15m 高排气筒排放。	和大加速器测试间调试期间产生的放射性废气经高效过滤净化装置处理后分别由 4 个 15m 高排气筒排放。	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，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。
	固废处置	已于项目一期验收		
	噪声防治	选用低噪设备，基础减振	选用低噪设备，基础减振	一致
注：2#、3#、5#小加速器测试间及大加速器测试间位于加速器制造厂房内，公用工程以及环保工程中的废水治理措施、固废治理措施依托加速器厂房其余区域设施进行处理，加速器厂房其余区域已于一期进行验收，详细情况见一期竣工环保验收监测报告表。				
由上表可知，本项目小加速器测试间名称变更，加速器测试间的环保措施中的废气治理措施由原环评的 2 套排风系统变更为 4 套排风系统，排气筒由原环评的 2 个 15m 高排气筒增加为 4 个 15m 高排气筒，其余部分实际建设内容与原环评阶段一致，因此，可以进行验收。				

源项情况

本次验收的涉及的 2#、3#、5#小加速器测试间以及大加速器测试间，主要用于调试生产的 7MeV、11MeV 以及 20MeV 加速器。实际验收阶段射线装置调试使用情况与环评对比见下表所示：

表 2-10 项目使用射线装置变更情况一览表

加速器机房名称	装置	类型	束流能量	束流强度	变更情况
小加速器测试间	7MeV 加速器	II类	7MeV	70μA	与环评一致
	11MeV 加速器	II类	11MeV	100μA	
大加速器测试间	20MeV 加速器	II类	20MeV	100μA	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：

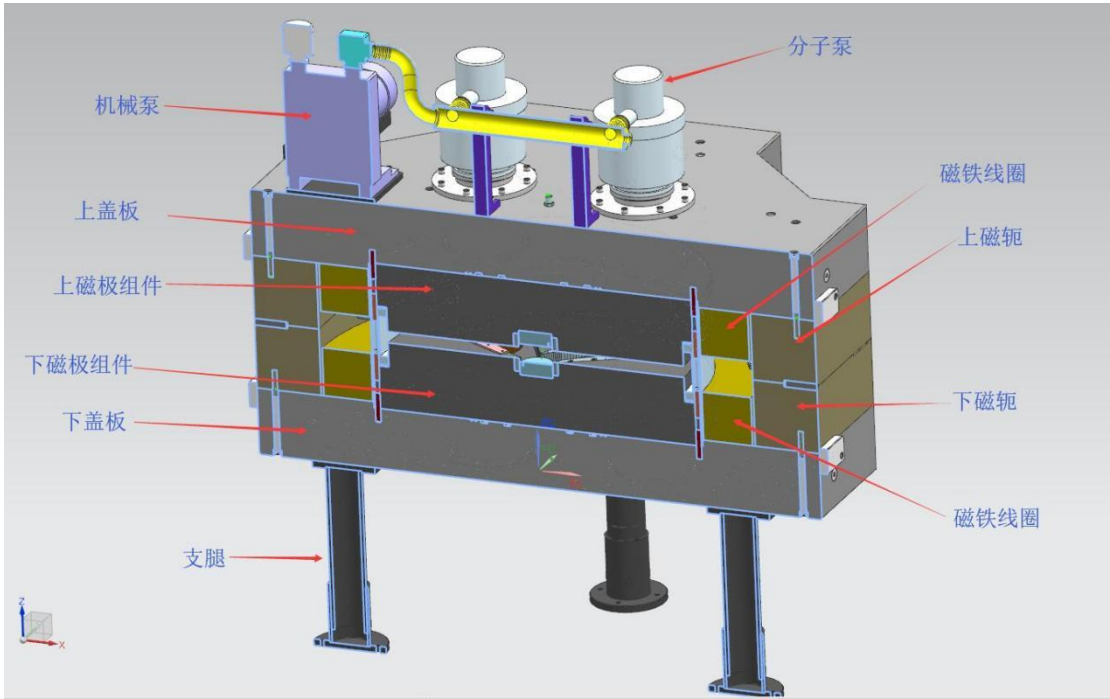


图 2-4 回旋加速器组成示意图

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 2-5 所示。

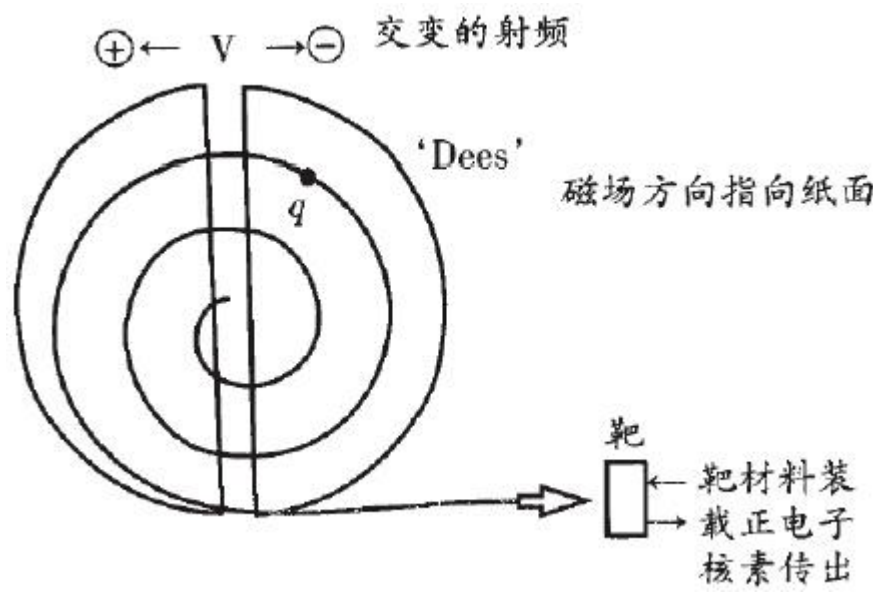


图 2-5 回旋加速器工作原理示意图

2、工作方式及劳动定员

(1) 劳动定员

劳动定员：根据环境影响评价文件，本项目所在的加速器制造厂内加速器调试、联调配有 24 名工作人员，外场加速器调试、联调工作人员 5 人，分为两组（每组 2 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。目前验收阶段加速器调试间调试、联调配有 17 人。

本项目涉及的 17 名辐射工作人员均已取得辐射安全培训证书，具体证书编号及有效期见下表。

表 2-11 加速器测试间辐射工作人员上岗证一览表

序号	姓名	持证类型	证书编号	证书有效期至
1	■	■	■	■ ■ ■ ■ ■
2	■	■	■	■ ■ ■ ■ ■
3	■	■	■	■ ■ ■ ■ ■

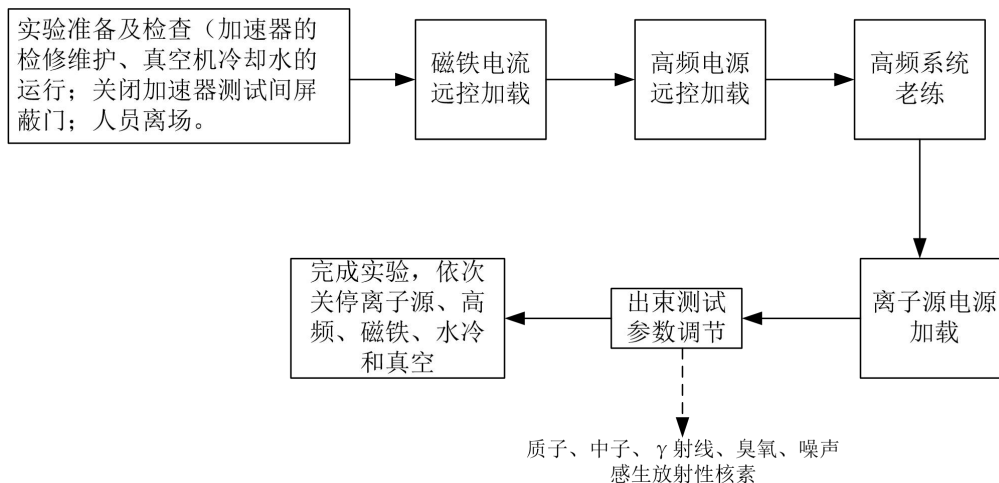


图 2-6 热调试工艺流程及产污环节图

②外售

将调试完毕的合格产品整机运至使用单位。

③售后服务

玖谊源公司负责回旋加速器维修和调试，调试工序产生的污染物主要为质子、中子、 γ 射线和感生放射性等。

综上，设备组成及操作流程与环评阶段相比，本项目验收阶段设备组成、操作流程和工况均未发生变化。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

1、平面布局

(1) 加速器制造厂房平面布置

本项目加速器制造厂房位于厂区南侧，为一层局部三层建筑，建筑高度 13.7m，无地下室设计，用于回旋加速器生产、组装、调试及办公。本次验收的 2#、3#、5#小加速器测试间以及大加速器测试间位于加速器制造厂房西北侧。

(2) 加速器测试间流动路径

➤ 人流路径

辐射工作人员由厂区北侧大门进入后，经迷道门进入加速器测试间进行巡视后退出测试间并在控制台进行出束调试工作，调试结束后工作人员进入测试间拆除冷却水、氢气等管线，并将加速器运出测试间，最后由厂房北侧大门离开。

➤ 物流路径

加速器组装完成后通过行吊运至加速器测试间外转运小车上，之后通过轨道由工件门转运至加速器测试间内。

➤ 成品路径

调试结束后，通过轨道运出测试间并利用行吊转运至成品区暂存。

综上，本项目建设的辐射工作场所布置相对独立，加速器调试产过程中产生的 X- γ 射线、中子等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流流动路径等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。

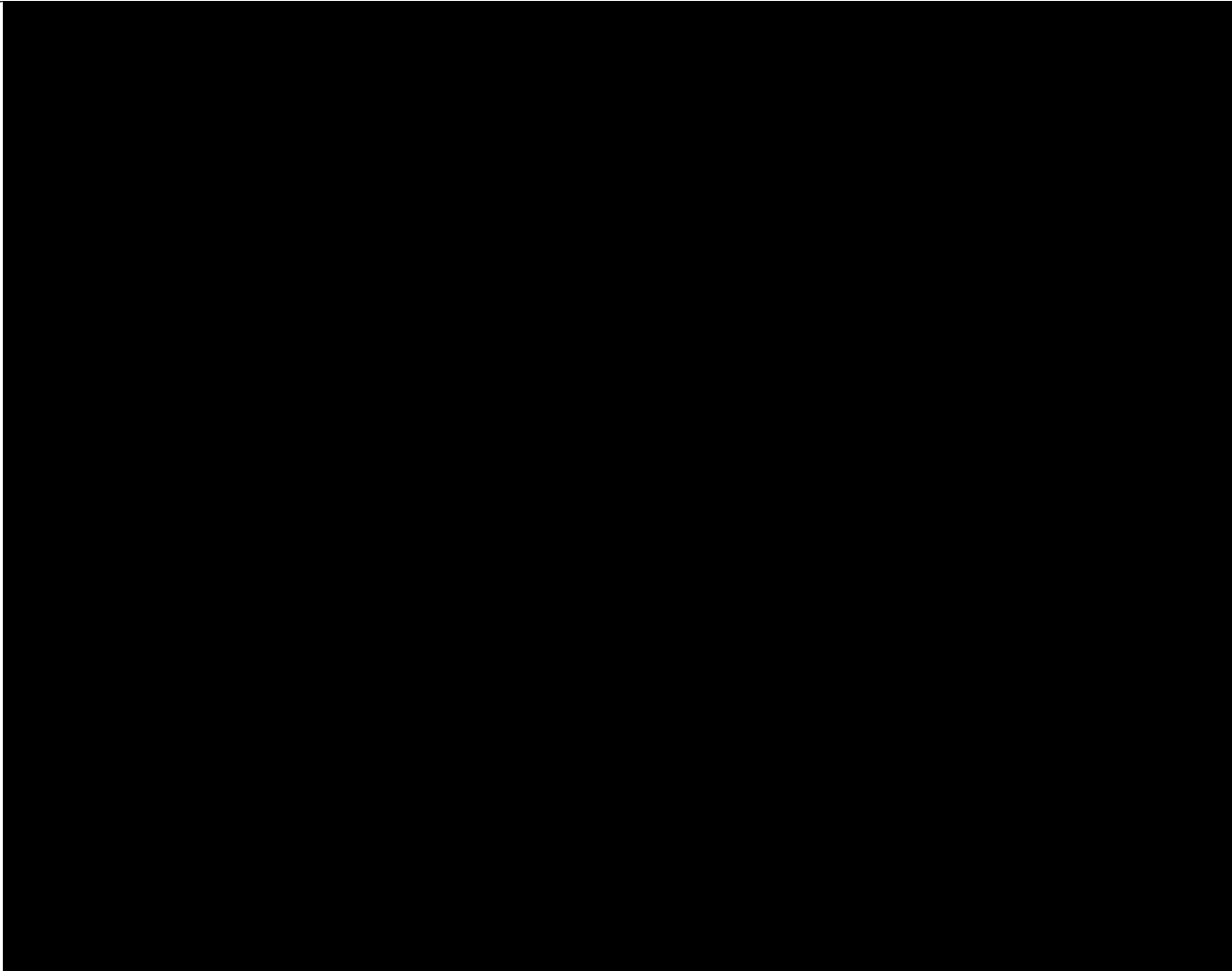


图 3-1 加速器测试间“人、物、污”流动路径示意图

综上，小加速器测试间及大加速器测试间的平面布置既满足生产需要，又便于辐射安全管理。从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是合理可行的。

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。本次环评的2处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，控制区为防护铅房内部，在控制区的进出口（铅房的屏蔽门）处设立醒目的中文警告标志。对控制区进行严格控制，射线装置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制定区域。本项目监督区为除小加速器调试间和大加速器调试间内的区域。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、2#、3#、5#小加速器测试间入口、大加速器调试间入口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2#、3#、5#小加速器测试间、大加速器调试间周边区域，防止非许可人员接近或操作探伤设备。

表 3-1 本项目2#、3#、5#小加速器测试间“两区”划分一览表

设备名称	控制区	监督区
加速器制造厂房	2#、3#、5#小加速器测试间 大加速器测试间	大加速器测试间和 2#、3#、5#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
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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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。

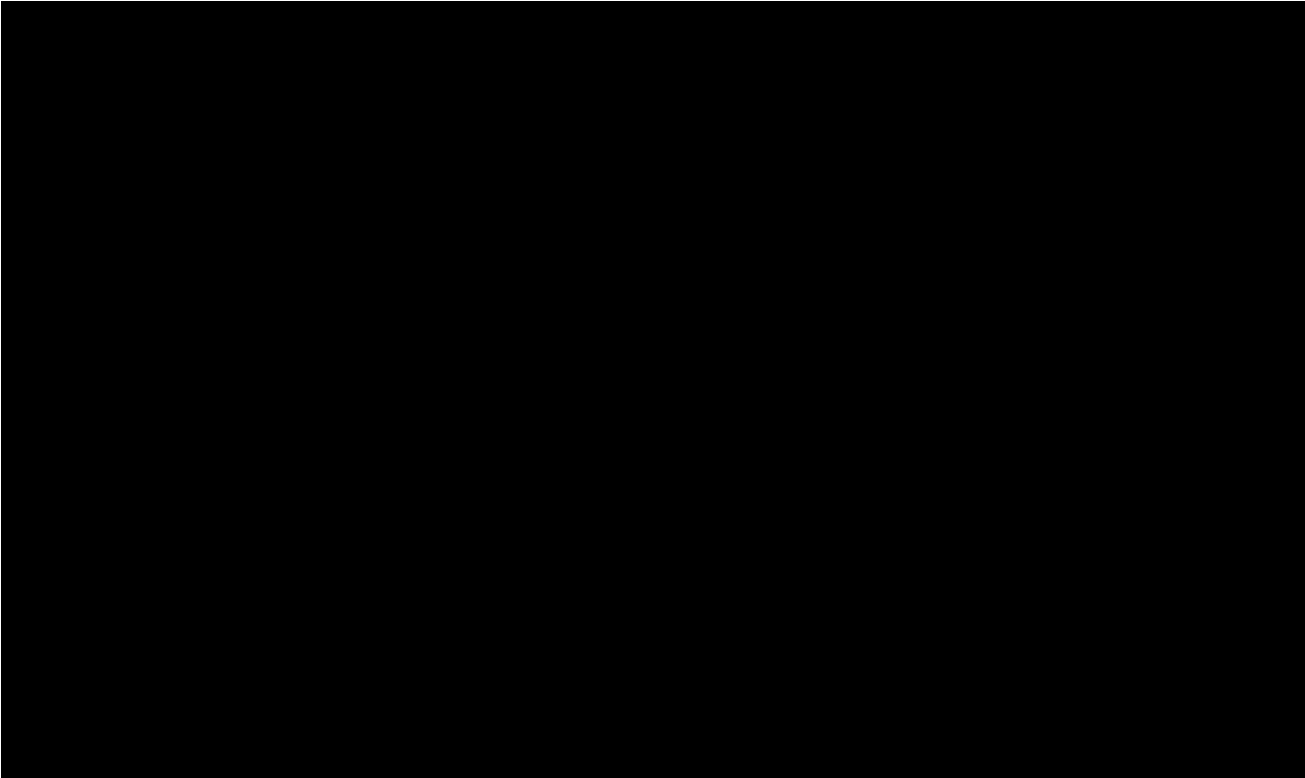


图 3-2 小加速器测试间及大加速器间辐射工作场所“两区”划分图

3、屏蔽设施建设情况

本项目加速器测试间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
加速器制造厂房	小加速器调试间	2#小加速器条剂间	迷道内墙（东侧）	0.6m 混凝土	0.6m 混凝土	与环评一致
			迷道外墙（东侧）	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	
			西墙	1.2m 混凝土	1.2m 混凝土	
			北墙	1.2m 混凝土	1.2m 混凝土	
			屋顶	1.2m 混凝土	1.2m 混凝土	
		3#、5#小加速器条剂间	迷道内墙（西侧）	0.6m 混凝土	0.6m 混凝土	与环评一致
			迷道外墙（西侧）	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 混凝土	1.2m 混凝土	
			北墙	1.2m 混凝土	1.2m 混凝土	
			屋顶	1.2m 混凝土	1.2m 混凝土	
	大加速器调试间		迷道内墙	1.5m 混凝土	1.5m 混凝土	与环评一致
			迷道外墙	2.5m 混凝土	2.5m 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	2.0m 混凝土	2.0m 混凝土	

根据上表可知，小加速器机房及大加速器机房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

①门机联锁

屏蔽门与回旋加速器联锁：各机房或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。

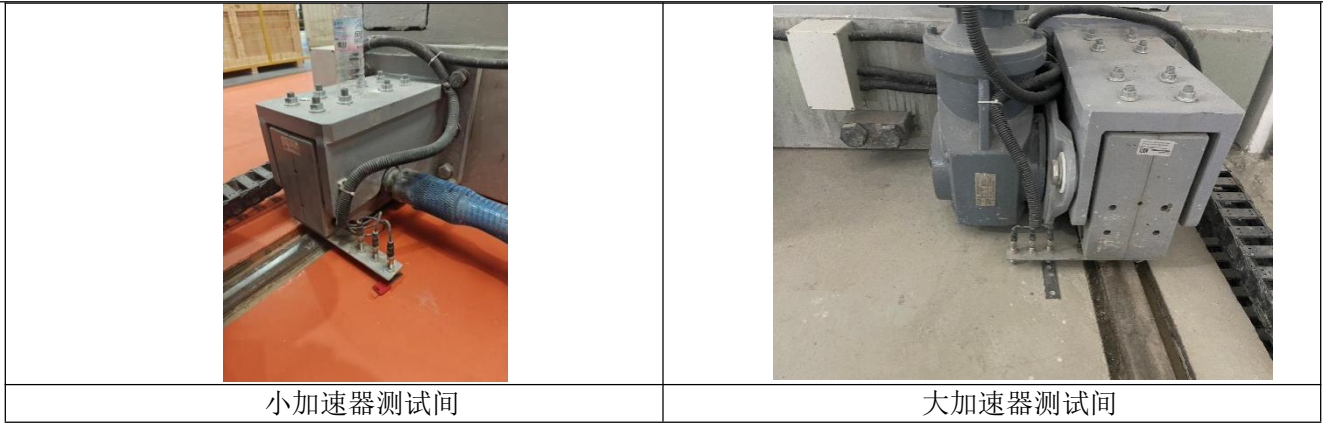
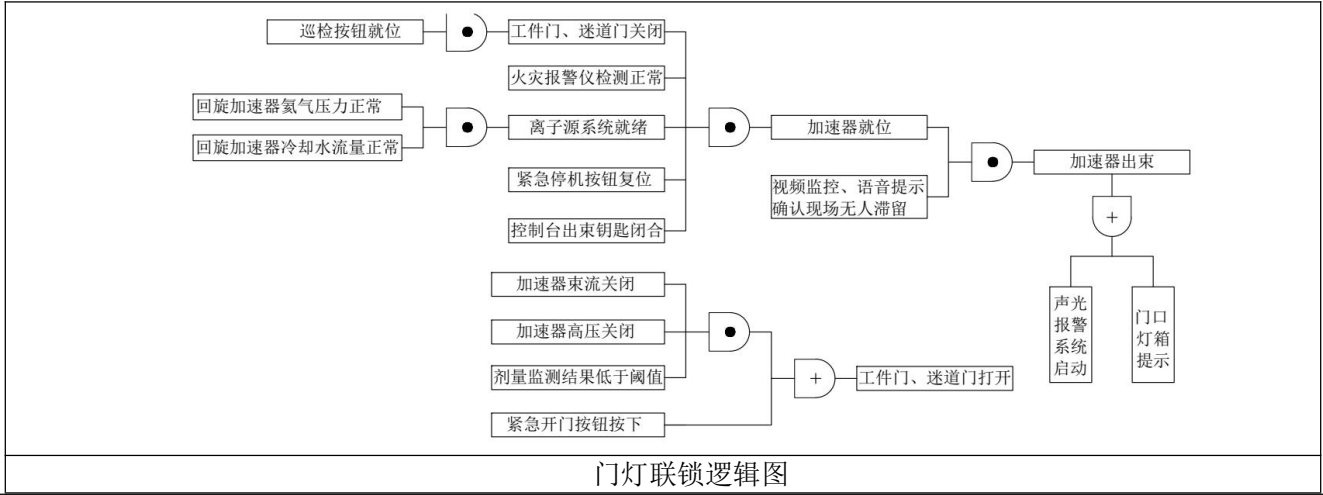


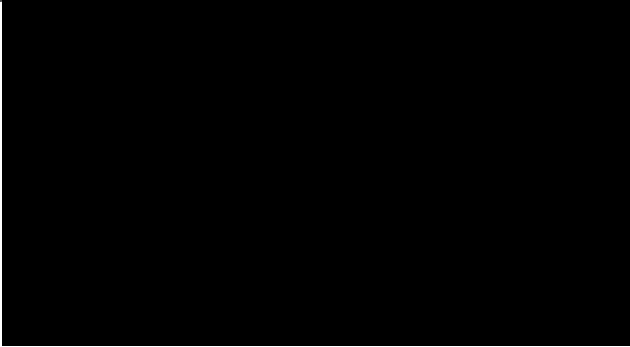
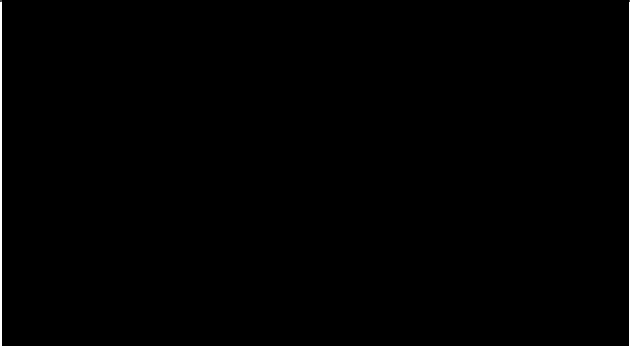
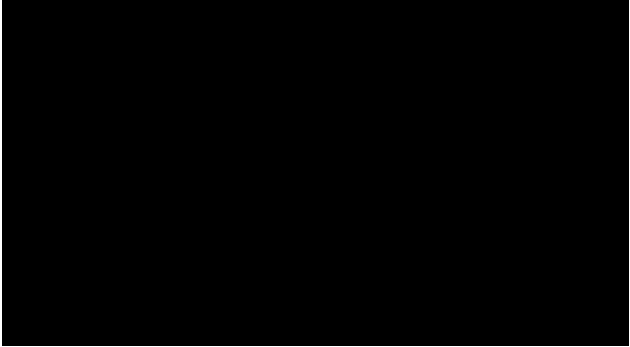
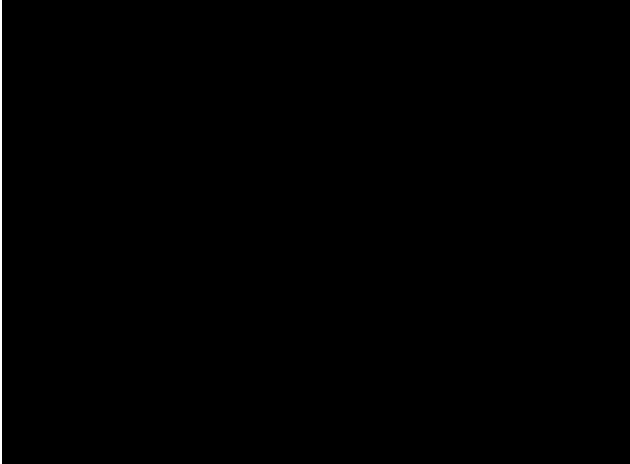
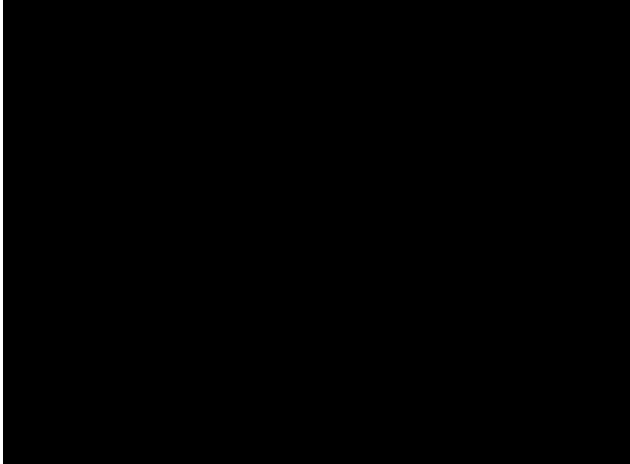
图 3-3 门机连锁照片

②门灯连锁（声光报警）

本项目门灯连锁装置与声光报警装置合并。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12个三色警示灯，8个工作状态指示灯箱和4套声光报警装置，以上装置均与门连锁。

加速器进行调试前准备时，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。



	
小加速器测试间器工件门未关闭，加速器未出束时	小加速器测试间工件门关闭，加速器准备出束时
	
小加速器测试间加速器出束前（警报器报警）	小加速器测试间加速器出束时
	
小加速器测试间迷道门工作状态指示灯	小加速器测试间控制台

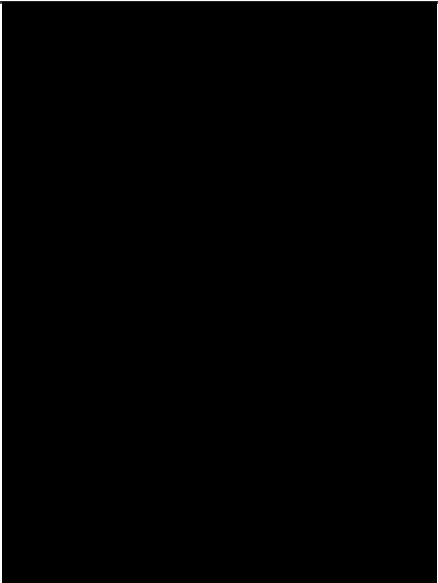
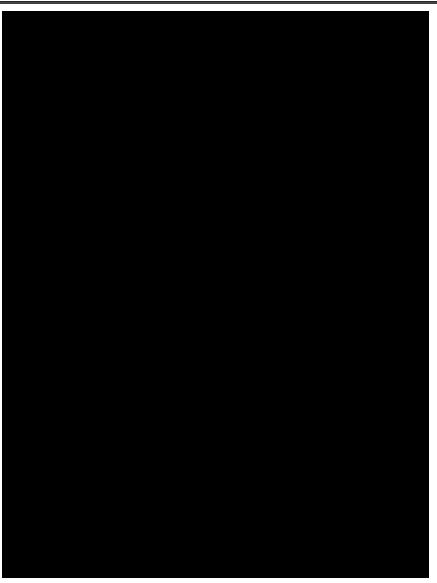
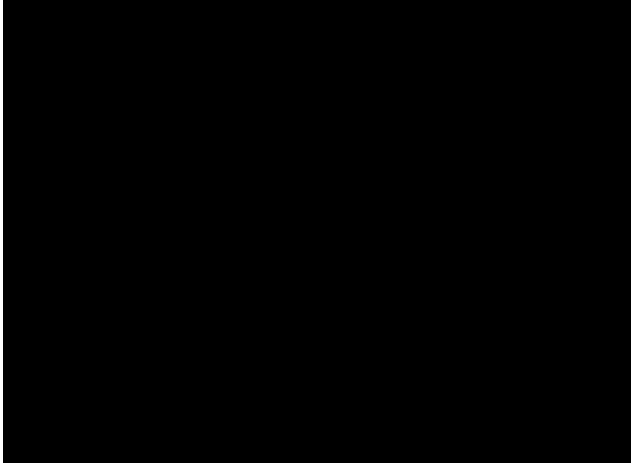
	
大加速器测试间工件门未关闭，加速器未出束时	大加速器测试间工件门关闭，加速器准备出束时
	
大加速器测试间迷道门工作状态指示灯	大加速器测试间控制台

图 3-4 门灯连锁装置照片

③门与剂量联锁

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。

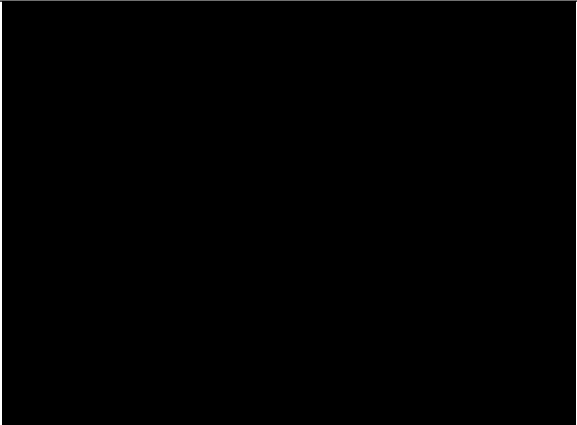
	
小加速器测试间	大加速器测试间

图 3-5 门与剂量照片

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。

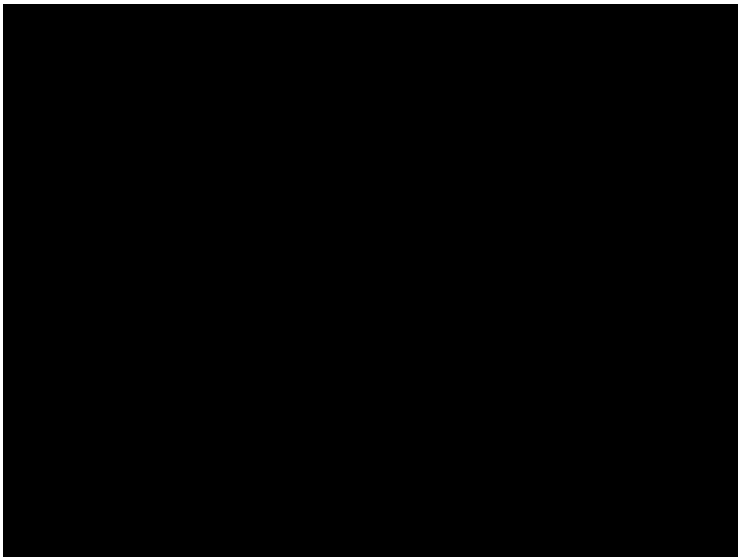
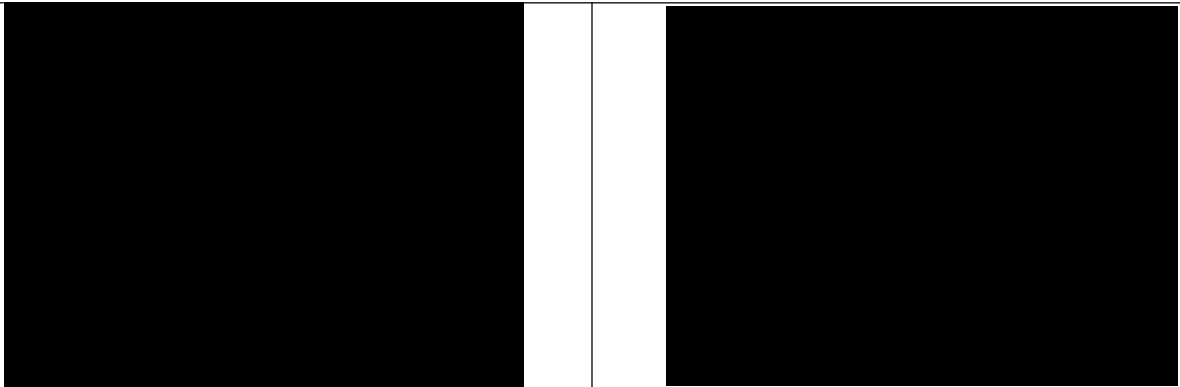


图 3-6 火灾报警装置照片

⑤控制系统开关控制

加速器系统将设置登录页面，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率。

	
P2 小加速器测试间	P7 大加速器测试间



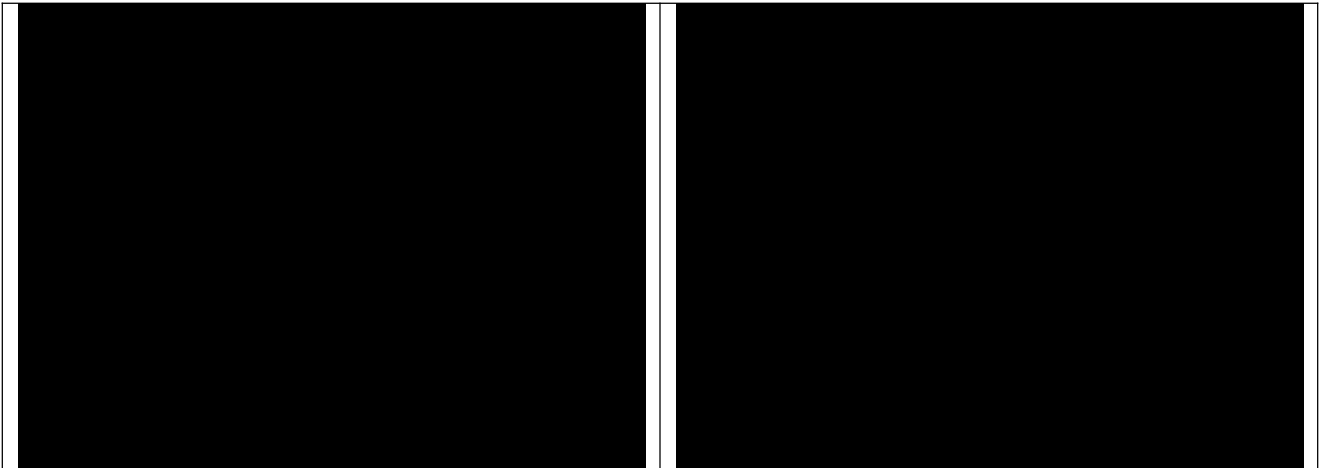
加速器控制台登录界面

图 3-7 控制系统开关钥匙照片

⑥紧急停机开关

在小加速器测试间设 6 个急停开关（测试间大厅内安装 2 个、迷道口安装 2 个（其中一个兼具紧急开门功能）、工件门出口安装 1 个、控制台安装 1 个），大加速器测试间机房内分别设 7 个急停开关（加速器大厅内设 5 个，迷道口 1 个，控制台 1 个）。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。



小加速器测试间

大加速器测试间

图 3-8 紧急停机开关照片

⑦巡检开关

在小加速器测试间设 3 个巡检开关（加速器大厅设 2 个，迷道设 1 个）、大加速器测试间

内设 5 个巡检开关（加速器大厅内设 4 个，迷道设 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。

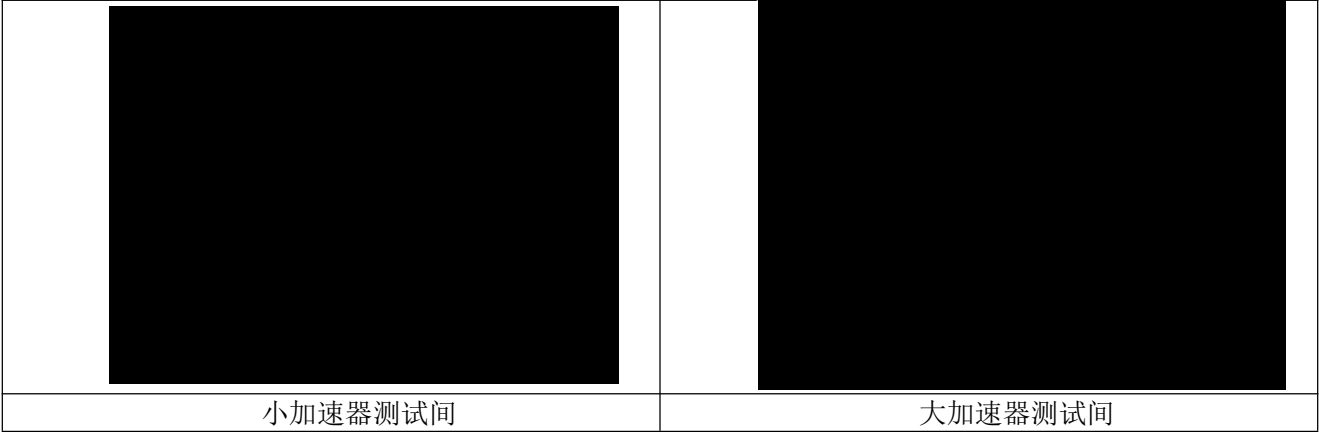


图 3-9 巡检开关照片

⑧声光报警系统

回旋加速器机房内设置声光报警装置，出束前警铃发声、警灯闪烁 2 分钟以提醒装置即将出束，之后警灯显示为红色表示装置正在出束。

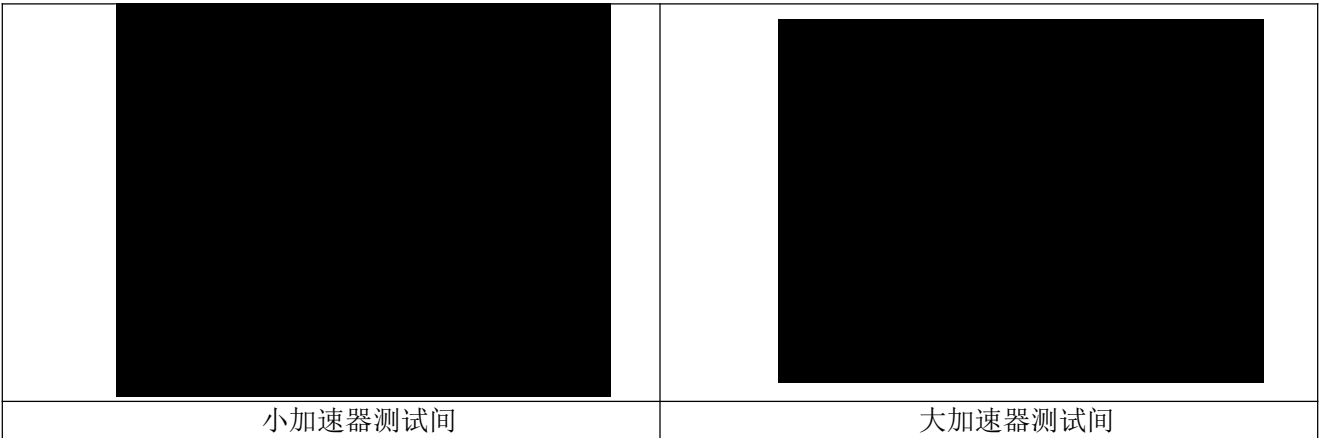


图 3-10 声光报警照片

⑨视频监控

回旋加速器机房内设置视频监控装置1套，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。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。

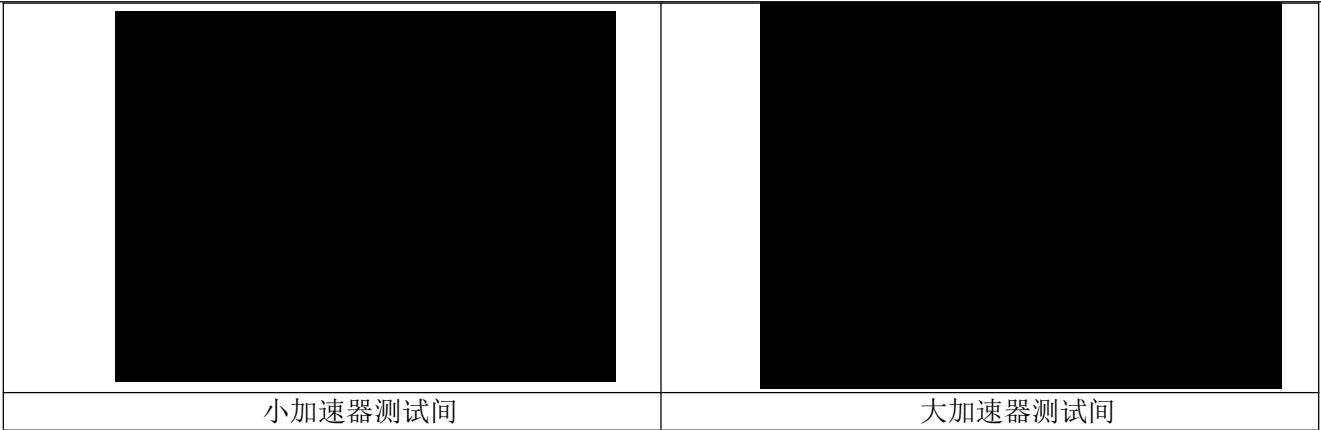


图 3-11 视频监控照片

⑩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。

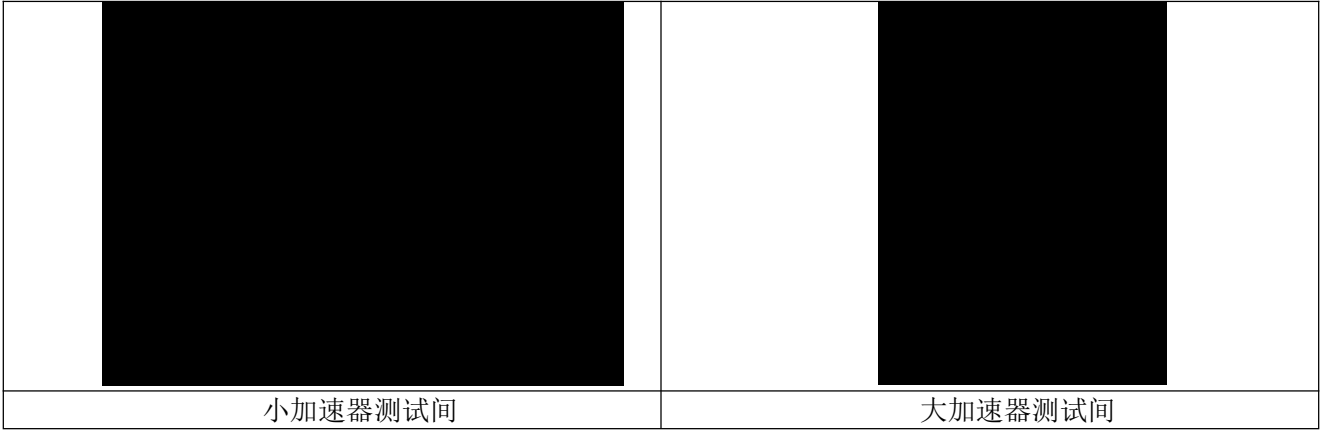


图 3-12 应急通讯照片

⑪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。

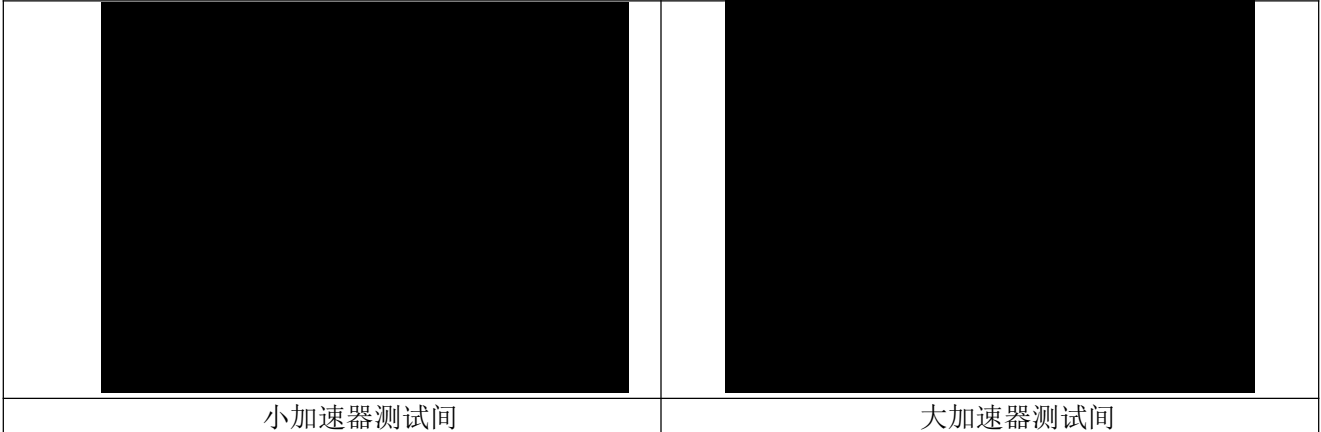
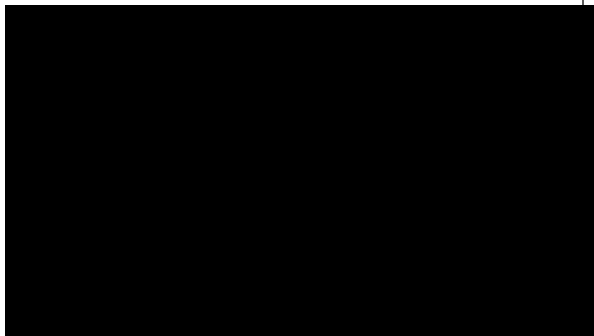
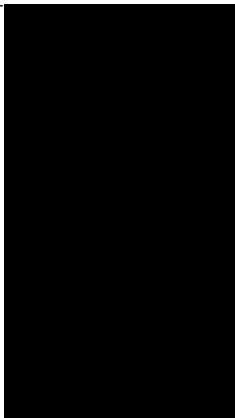
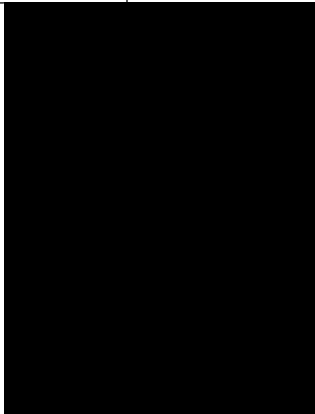


图 3-13 警告标识照片

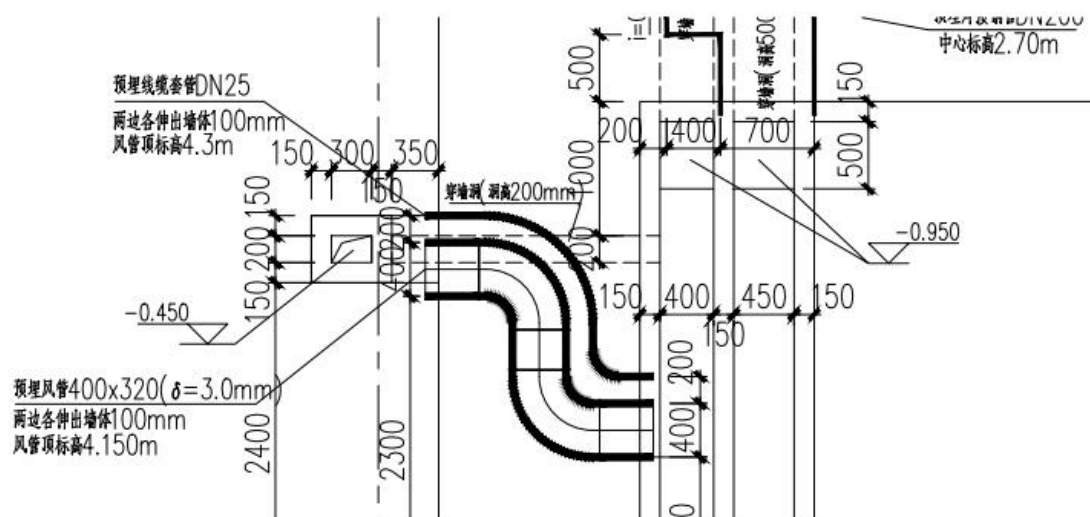
⑫剂量监测设施

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。

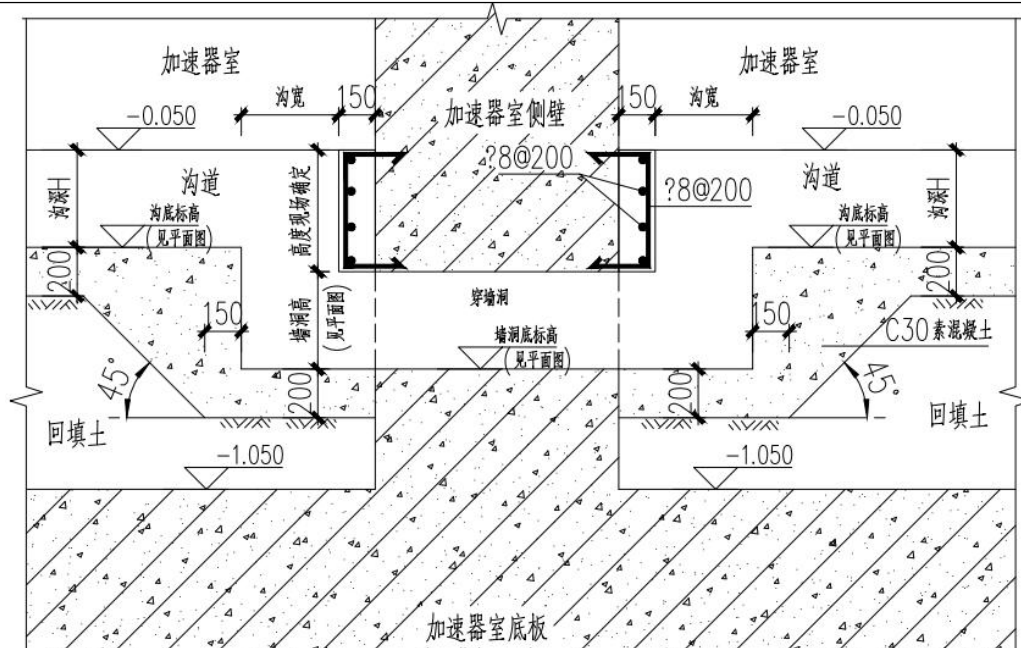
配置固定式 X- γ 剂量率仪和固定式中子剂量率仪各 4 台，固定式监测仪的探头安装于机房工件门内侧墙壁处；配置便携式 X- γ 剂量率仪和便携式中子剂量率仪各 2 台，用于回旋加速器机房及周边环境辐射的自行监测。配置个人剂量报警仪 17 个，辐射工作人员进入回旋加速器机房时需佩戴，若发现问题可迅速撤离。另外，项目配备的 X- γ 剂量率仪量程已满足覆盖项目产生的 γ 射线最大能量。

	
个人热释光剂量计	个人剂量报警仪
	
便携式X- γ 剂量监测仪	便携式中子剂量率仪
	

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、原料输管线均采用 U 型地沟穿墙。



加速器机房或测试间风管穿墙 S 型结构示意图



加速器机房或测试间电缆、冷却水、原料传输管线 U 型地沟穿墙示意图

图 3-15 管道穿墙补偿措施设计图纸

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⁴¹Ar废气。本次验收涉

及的 3 个小加速器测试间，每 2 个测试间设置 1 套排风系统（其中），风量为 850m³/h，排气口对地高度 15m（对地高度，下同）。小加速器测试间产生废气经收集后引至测试间屋顶高效过滤装置处理后由 15m 高排气筒排放。大加速器测试间设置 1 套排风系统，风量为 2880m³/h，排气口对地高度 15m。大加速器测试间产生废气经收集后引至楼顶高效过滤装置处理后由 15m 高排气筒排放。

经计算分析，加速器制造厂房核素 ⁴¹Ar 年最大产生量为 2.2×10⁹Bq/a。由于含有放射性核素 ⁴¹Ar 的气体为惰性气体，其产生量即为排放量。

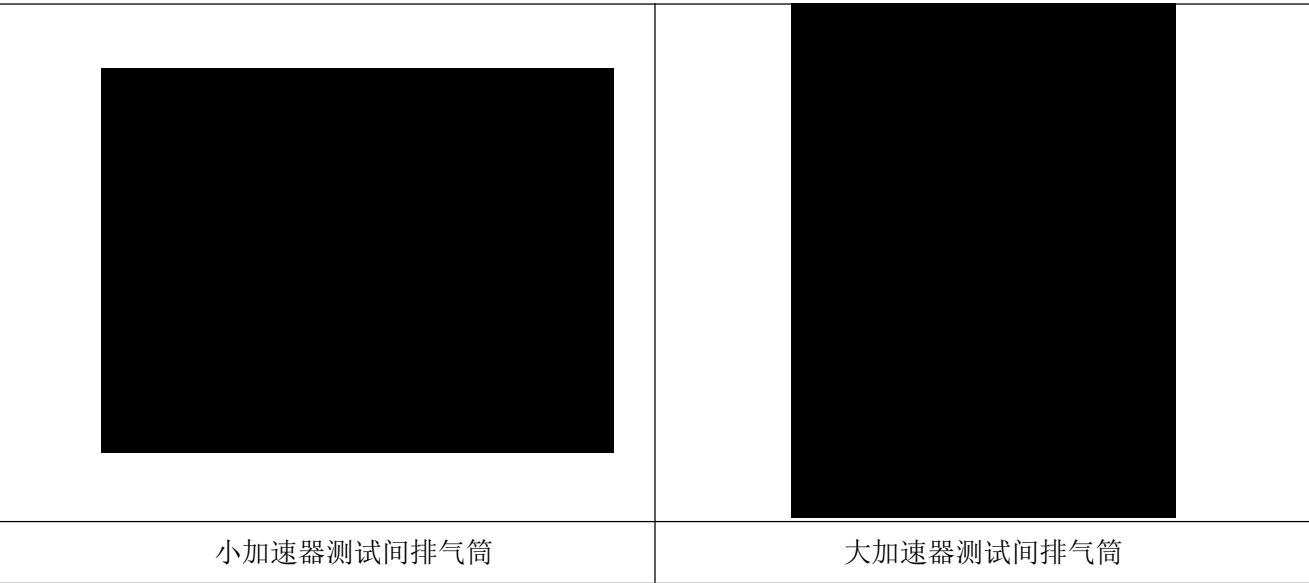


图 3-15 废气处理措施照片

5.2、放射性废水治理措施

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 ¹⁵O（T_{1/2}=2.03min）、¹³N（T_{1/2}=9.96 min）及 ¹¹C（T_{1/2}=20.4 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。

5.3、放射性固废治理措施

内循环水系统采用纯水并配套设置过滤树脂对循环水进行净化，以避免水质硬化。过滤树脂 3～5 年更换 1 次，单次更换产生废过滤树脂量为 1kg，其含 ¹¹C、¹³N、¹⁵O、⁷Be、³H 等。本场所仅对回旋加速器进行调试，调试完毕的合格产品整机运至使用单位。调试期间不产生废过滤树脂。区域内已配置 1 个 10L 铅箱体（50mmPb）用于收集特殊情况下产生的放射性固废（因质量问题堵塞而更换的过滤树脂），收集后转运至放射性废物暂存间定期交有资质单位处理。

另外，针对加速器模拟调试过程中使用的模拟靶（铝制废束筒），建设单位已经制订《假靶使用管理制度》（见附件 5 辐射安全管理规章制度文件），以严格管理调试过程中的

假靶，预防辐射事故及环境污染。加速器调试过程中在假靶表面产生的活化剂量率很小（<1μSv/h），每次使用后将其储存在 10L 铅箱内，放置于加速器测试间中。特殊情况下当假靶废弃后，作为放射性废物放置于同位素应用研发中心放射性废物暂存间中，交有资质单位回收处理。

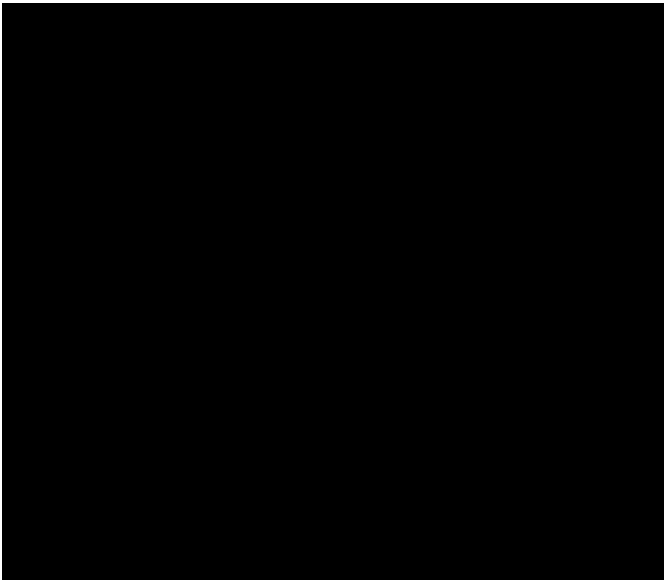


图 3-15 10L 铅箱体照片

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冷却水机组、离心风机等，噪声防治措施见表 3-3。

表 3-3 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)
循环水冷系统	加速器厂房外	4	70	低噪设备、基础减振	70

6.3、废水治理措施

项目生活污水排放量为 8.0m³/d（2400m³/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 3-4 项目一般固废产生情况表

序号	废物名称	年产生量	废物类别及编号	处置措施及去向
----	------	------	---------	---------

		(t/a)		
1	生活垃圾	30	生活垃圾	交市政环卫部门清运处置

7、辐射安全与管理机构及制度

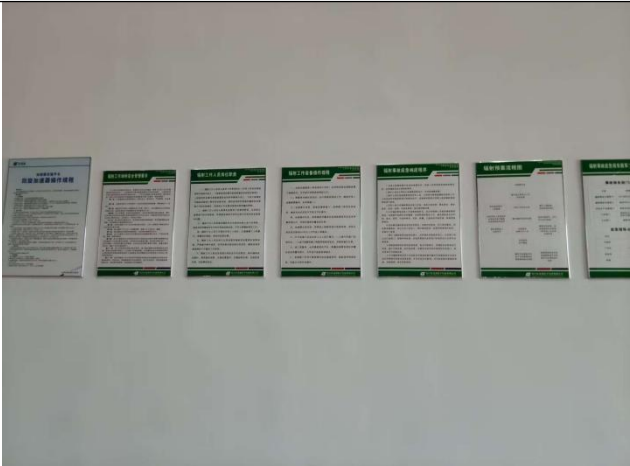
（1）辐射安全管理机构

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》《辐射安全管理制度》《回旋加速器调试操作流程》等）已在相应场所粘贴上墙，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：



小加速器测试间外墙



大加速器测试间外墙



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 3-5 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	小加速器测试间	3#、5#小加速器测试间	辐射屏蔽措施	西侧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，南墙（含楔形工件门）、东墙、北墙、屋顶均为 1.2m 厚混凝土	西侧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，南墙（含楔形工件门）、东墙、北墙、屋顶均为 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连锁装置整合为一个系统，功能未发生变化。	已落实
				门灯连锁装置		
				门机连锁装置		
				门-剂量连锁		
				火灾报警仪连锁		
				控制系统开关钥匙控制		
				紧急停机开关		
				巡检开关		
				增加电离辐射警告标志若干		
				视频监控		
			应急通讯设施			
			通排风系统	3#加速器测试间与 4#加速器测试间共用 1 套排风系统（850m³/h），5#加速器测试间与 6#加速器测试间共用 1 套排风系统（850m³/h），调试期间产生的废气通过排风系统排至屋顶高效过滤装置处理后由 15m 高排气筒排放	3#加速器测试间与 4#加速器测试间共用 1 套排风系统（850m³/h），5#加速器测试间与 6#加速器测试间共用 1 套排风系统（850m³/h），调试期间产生的废气通过排风系统排至屋顶高效过滤装置处理后 15m 由高排气筒排放	已落实

		2#加速器测试间	辐射屏蔽措施	东侧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，南墙（含楔形工件门）、西墙、北墙、屋顶均为 1.2m 厚混凝土	东侧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，南墙（含楔形工件门）、西墙、北墙、屋顶均为 1.2m 厚混凝土	已落实	
			辐射安全设施	声光报警	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，①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、工件门出口安装 1 个、控制台 1 个）；②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）；③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）。其余辐射安全防护措施与环评一致	已落实
				门灯联锁装置			
				门机联锁装置			
				紧急停机开关			
				门-剂量连锁			
				火灾报警仪连锁			
				控制系统开关钥匙控制			
				增加电离辐射警告标志若干			
				巡检开关			
				视频监控			
			应急通讯设施				
			通排风系统	2#加速器测试间与 1#加速器测试间共用 1 套排风系统（850m³/h），调试期间产生的废气通过排风系统排至屋顶高效过滤装置处理后由 15m 高排气筒排放	2#加速器测试间与 1#加速器测试间共用 1 套排风系统（850m³/h），调试期间产生的废气通过排风系统排至屋顶高效过滤装置处理后由 15m 高排气筒排放		

2	大加速器测试间	辐射屏蔽措施	大加速器测试间东侧迷道内墙为 1.5m 厚混凝土，外墙（含楔形工件门）为 2.5m 厚混凝土，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，屋顶为 2.0m 厚混凝土	大加速器测试间东侧迷道内墙为 1.5m 厚混凝土，外墙（含楔形工件门）为 2.5m 厚混凝土，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，屋顶为 2.0m 厚混凝土	已落实	
		辐射安全设施	门灯联锁装置	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，其中①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）；②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	已落实
			声光报警系统			
			门机联锁装置			
			增加电离辐射警告标志若干			
			门-剂量连锁			
			火灾报警仪连锁			
			控制系统开关钥匙控制			
		紧急停机开关				

			巡检开关	个)，其余辐射安全防护措施与环评一致	
			视频监控		
			应急通讯设施		
		通排风系统	大加速器测试间设置1套排风系统，风量为2880m ³ /h，调试期间产生废气经收集后引至楼顶高效过滤装置处理后由15m高排气筒排放。	大加速器测试间设置1套排风系统，风量为2880m ³ /h，调试期间产生废气经收集后引至楼顶高效过滤装置处理后由15m高排气筒排放。	已落实
7	监测设备	固定式 X-γ剂量率仪	各加速器测试间 1 台	各加速器测试间 1 台	已落实
		固定式中子剂量率仪	各加速器测试间 1 台	各加速器测试间 1 台	
		便携式 X-γ剂量率仪	2 台	2 台	
		便携式中子剂量率仪	2 台	2 台	
		个人热释光剂	每人 2 个	每人 2 个	
		个人剂量报警仪	每人 1 个	每人 1 个	
8	管理制度		规章制度上墙	规章制度上墙	已落实
9	废气治理措施		加速器制造厂房涉及的6个小加速器测试间，每2个测试间设置1套排风系统（风量为850m ³ /h），调试期间产生废气经收集后引至楼顶高效过滤装置处理后由15m高排气筒排放。大加速器测试间设置1套排风系统，风量为2880m ³ /h，调试期间产生废气经收集后引至楼顶高效过滤装置处理后由15m高排气筒排放。	加速器制造厂房涉及的6个小加速器测试间，每2个测试间设置1套排风系统（风量为850m ³ /h），调试期间产生废气经收集后引至楼顶高效过滤装置处理后由15m高排气筒排放。大加速器测试间设置1套排风系统，风量为2880m ³ /h，调试期间产生废气经收集后引至楼顶高效过滤装置处理后由15m高排气筒排放。	已落实
10	废水治理措施		生活污水排入厂区污水管网	生活污水排入厂区污水管网	已落实

表 3-6 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	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，	已落实

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。	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。	
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。	本项目严格按照报告表要求，加强了“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。	已落实
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，	本次验收不涉及同位素应用研发中心	/
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。	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，各加速器测试间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。	已落实
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 α ≤1Bq/L、总 β ≤10Bq/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。	本次验收区域放射性废水为加速器中的冷却循环水，通过配套过滤树脂进行过滤防止水质硬化，可做到持续循环不外排。	已落实

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。	本次验收区域不涉及放射性废靶托、废靶膜和废过滤树脂的产生。事故工况下产生的放射性废物暂存于同位素应用中心的放射性废物暂存间中。加速器调试过程中使用的假靶放置于 10L 铅箱中暂存于加速器测试间内，调试过程中在假靶表面所产生的剂量率很小 ($<1\mu\text{Sv/h}$)。特殊情况下当假靶废弃时，将其转移至同位素应用研发中心的放射性废物暂存间中，作为放射性废物，交由有资质单位处置。	已落实
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。	本次验收区域不涉及地下水污染防治措施，危废暂存间已落实重点防渗措施，并在一期已进行了验收	/
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。	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。	已落实
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。	本项目已按照相关要求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。	已落实
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($>5\text{mSv/年}$)应当立即组织调查并采取措施，有关情况及时报告我厅。	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。个人剂量未超过 1.25mSv/季 以及 5mSv/年 。	已落实
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。	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。	已落实
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。	目前建设单位正常开展辐射活动，当建设单位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。		

1、建设项目环境影响报告表主要结论要求

本项目为新建项目，主要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，[REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]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。

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) 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, 必须运送地面;

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) 加强大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连锁、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/hjbhzb/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	加速器测试间实体屏蔽	2#、3#、5#小加速器测试间西侧（东侧）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，南墙（含楔形工件门）、东墙（西墙）、北墙、屋顶均为 1.2m 厚混凝土；大加速器测试间位于厂房西侧，用于 20 MeV 质子回旋加速器出束调试。大加速器测试间东侧迷道内墙为 1.5m 厚混凝土，外墙（含楔形工件门）为 2.5m 厚混凝土，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，屋顶为 2.0m 厚混凝土。
安全装置	门机联锁装置	加速器测试间屏蔽门设置 1 个
	声光报警系统	各加速器测试间声光报警与门灯连锁装置整合为 1 个系统
	门灯联锁装置	
	门与剂量连锁	加速器测试间内安装 1 个
	火灾报警仪连锁	加速器测试间内安装 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	小加速器测试间设置 5 个急停开关，大加速器测试间设置 5 个急停开关。各加速器测试间控制台设置 1 个急停开关
	巡检开关	小加速器测试间 3 个，大加速器测试间 5 个
	视频监控	各加速器测试间设置视频监控系统 1 套
	应急通讯设施	各加速器测试间设置通讯设施
监测仪器	电离辐射警告标志	/
	固定式 X-γ剂量率仪	各加速器测试间 1 台
	固定式中子剂量率仪	各加速器测试间 1 台
	便携式 X-γ剂量率仪	2 台
	便携式中子剂量率仪	2 台
	个人热释光剂	每人 2 个
台账管理	个人剂量报警仪	每人 1 个
	个人剂量档案	/
规章制度	《辐射安全与环境保护管理机构	其中《辐射安全管理规定》、《回旋加速器

	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》	调试操作流程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射事故应急预案》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。



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.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($>5\text{mSv/年}$)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

一、辐射环境

1、监测因子

X-γ剂量率及中子剂量率。本项目于 2025 年 7 月 2 日委托四川久测环境技术有限公司对 2#、3#、5#小加速器测试间进行了现场的监测，监测报告编号为：久测环检字 202509050 号；在 8 月 13 日对大加速器测试间进行了现场的监测，监测报告编号为：久测环检字 202509033。

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、相关环境保护目标处进行了现场监测。

(1) 环境 X-γ辐射剂量及中子剂量监测点位

表 6-1 环境 X-γ辐射剂量及中子剂量监测点位

场所	监测 点位 编号	点位位置描述	备注	工况
2#小 加速 器测 试间	1#	控制台操作位	/	开关机 各一次
	2#	机房门外 30cm 处	巡检取最大值	
	3#	迷道门外 30cm 处	巡检取最大值	
	4#	机房南侧 30cm 处	离地 1.2m	
	5#	机房西侧 30cm 处	离地 1.2m	
	6#	机房北侧 30cm 处	离地 1.2m	
	7#	机房东侧 30cm 处	离地 1.2m	
3#小 加速 器测 试间	8#	控制台操作位	/	
	9#	机房门外 30cm 处	巡检取最大值	
	10#	迷道门外 30cm 处	巡检取最大值	
	11#	机房东侧 30cm 处	离地 1.2m	
	12#	机房南侧 30cm 处	离地 1.2m	
	13#	机房北侧 30cm 处	离地 1.2m	
	14#	机房西侧 30cm 吃	离地 1.2m	
5#小 加速 器测 试间	15#	控制台操作位	/	
	16#	机房门外 30cm 处	巡检取最大值	
	17#	迷道门外 30cm 处	巡检取最大值	
	18#	机房东侧 30cm 处	离地 1.2m	
	19#	机房南侧 30cm 处	离地 1.2m	
	20#	机房西侧 30cm 处	离地 1.2m	
	21#	机房北侧 30cm 处	离地 1.2m	
组 装 区	22#	加速器制造厂房内（小加速器测试间东侧）	离地 1.2m	
机 械 加 工	23#	加速器制造厂房内（小加速器测试间南侧）	离地 1.2m	

区				
原料库	24#	加速器制造厂房内（小加速器测试间南侧，机械加工区东侧）	离地 1.2m	
地面停车场	25#	加速器制造厂房西侧	离地 1.2m	
厂区道路	26#	加速器制造厂房北侧	离地 1.2m	
大加速器测试间	27#	控制台操作位	/	
	28#	机房门外 30cm 处	巡检取最大值	
	29#	迷道门外 30cm 处	巡检取最大值	
	30#	机房东侧 30cm 处	离地 1.2m	
	31#	机房南侧 30cm 处	离地 1.2m	
	32#	机房西侧 30cm 处	离地 1.2m	
	33#	机房北侧 30cm 处	离地 1.2m	
	34#	穿墙孔洞	/	
绵阳宏发一海机电公司组装区	35#	加速器制造厂房南侧	离地 1.2m	开关机各一次
机械加工区	36#	大加速器测试间东侧	离地 1.2m	
原料库	37#	大加速器测试间南侧	离地 1.2m	
成品区	38#	大加速器测试间东南侧（机械加工区东侧）	离地 1.2m	
厂区道路	39#	加速器制造厂房西侧	离地 1.2m	
成品区	40#	大加速器测试间东南侧（原料库东侧）	离地 1.2m	
厂区道路	41#	加速器制造厂房北侧	离地 1.2m	
同位素有用研发中心	42#	加速器制造厂房西侧	离地 1.2m	

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
小加速器测试间监测（久测环检字 202509050 号）			
X-γ辐射剂量率	AT1123 型 X-γ 射仪 仪器编号：JC-XC-121	测量范围： 50nSv/h~10Sv/h 校准因子：0.88	校准单位： 中国测试技术研究院 检定/校准日期： 2025.07.24

			证书编号： 校准字第 202407102232 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/校准有效期至：2025.07.04 证书编号： GFJGJL2051248230012
大加速器测试间监测（久测环检字 202509033）			
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：0.96	校准单位： 中国测试技术研究院 检定/校准日期： 2026.07.08 证书编号： 校准字第 202507106676 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/校准有效期至：2026.07.08 证书编号： GFJGJL2051258230030

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）

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周围剂量当量率以及中子剂量率进行了监测布点。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 本项目小加速器测试间以及大加速器测试间工况

名称	调试型号	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		
2#小加速器测试间	玖-11	11MeV	100 μ A	11MeV	60 μ A	II类	监测工况为加速器运行正常工况
3#小加速器测试间	玖-11	11MeV	100 μ A	11MeV	60 μ A	II类	
5#小加速器测试间	玖-11	11MeV	100 μ A	11MeV	60 μ A	II类	
大加速器测试间	玖-20	20MeV	100 μ A	20MeV	60 μ A	II类	

验收监测结果分析

一、辐射环境验收监测结果分析

1、监测结果

(1) 环境 X- γ 辐射剂量率监测结果如下表所示：

表 7-2 X- γ 辐射剂量率监测结果

场所		监测点位编号	点位位置描述	出束时		未出束时	
				测量值 (nSv/h)	标准差 (nSv/h)	测量值 (nSv/h)	标准差 (nSv/h)
小加速器测试间	2#小加速器测试间	1#	控制台操作位	70	0	65	1
		2#	机房门外30cm处	68	1	63	1
		3#	迷道门外30cm处	91	1	66	1
		4#	机房南侧30cm处	77	3	69	1
		5#	机房西侧30cm处	273	6	67	1
		6#	机房北侧30cm处	106	3	64	1
		7#	机房东侧30cm处	164	6	64	1
	3#小加	8#	控制台操作位	70	1	64	2
		9#	机房门外	77	1	67	1

	速器测试间		30cm 处				
		10#	迷道门外 30cm 处	451	7	63	1
		11#	机房东侧 30cm 处	129	1	68	2
		12#	机房南侧 30cm 处	93	1	71	2
		13#	机房北侧 30cm 处	274	10	66	1
		14#	机房西侧 30cm 处	495	11	72	1
	5# 小加速器测试间	15#	控制台操作位	85	1	67	1
		16#	机房门外 30cm 处	84	1	74	1
		17#	迷道门外 30cm 处	84	1	69	1
		18#	机房东侧 30cm 处	81	2	71	1
		19#	机房南侧 30cm 处	84	1	66	1
		20#	机房西侧 30cm 处	88	1	67	1
		21#	机房北侧 30cm 处	82	1	64	1
	组装区	22#	加速器制造厂房内 (小加速器测试间东侧)	82	3	62	1
	机械加工区	23#	加速器制造厂房内 (小加速器测试间南侧)	75	3	66	1
	原料库	24#	加速器制造厂房内 (小加速器测试间南侧, 机械加工区东侧)	79	1	65	1
	地面停车场	25#	加速器制造厂房西侧	75	1	68	1
	厂区道路	26#	加速器制造厂房北侧	79	1	67	1

大加速器测试间	27#	控制台操作位	85	1	74	0
	28#	机房门外30cm处	84	1	74	1
	29#	迷道门外30cm处	85	0	74	1
	30#	机房东侧30cm处	85	1	74	1
	31#	机房南侧30cm处	82	1	76	1
	32#	机房西侧30cm处	85	1	78	0
	33#	机房北侧30cm处	84	1	76	0
	34#	穿墙孔洞	103	0	86	1
	35#	绵阳宏发一海机电公司	99	2	89	1
	36#	组装区	88	1	78	1
	37#	机械加工区	94	1	73	0
	38#	原料库	82	1	78	1
	39#	厂区道路（西侧）	104	0	74	2
	40#	成品区	90	1	85	1
	41#	厂区道路（北侧）	94	1	85	0
	42#	同位素应用研发中心	100	1	79	2

由上表可知，未出束时，加速器测试间周边场所的 X- γ 剂量率范围在 0.066 μ Sv/h~0.089 μ Sv/h。出束状态下，本项目加速器机房四周 30cm 处的 X- γ 剂量为 0.068 μ Sv/h~0.495 μ Sv/h。

(2) 环境中子剂量率监测结果如下表所示：

表 7-3 中子剂量率监测结果

场所		监测点位编号	点位位置描述	出束时		未出束时	
				平均值 (nSv/h)	标准差 (nSv/h)	平均值 (nSv/h)	标准差 (nSv/h)
小加速器测试间	2#小加速器测试间	1#	控制台操作位	7.10	0.23	0	/
		2#	机房门外30cm处	13.7	0.4	0	/
		3#	迷道门外30cm处	15.6	2.4	0	/
		4#	机房南侧30cm处	20.0	0.5	0	/
		5#	机房西侧	13.6	0.3	0	/

			30cm 处				
		6#	机房北侧 30cm 处	20.3	2.8	0	/
		7#	机房东侧 30cm 处	8.68	0.11	0	/
	3# 小 加速 器 测 试 间	8#	控制台操 作位	10.11	0.33	0	/
		9#	机房门外 30cm 处	15.2	0.4	0	/
		10#	迷道门外 30cm 处	132	3	0	/
		11#	机房东侧 30cm 处	30.3	0.8	0	/
		12#	机房南侧 30cm 处	51.6	2.0	0	/
		13#	机房北侧 30cm 处	118	6	0	/
		14#	机房西侧 30cm 吃	82.2	3.8	0	/
	5# 小 加速 器 测 试 间	15#	控制台操 作位	8.30	0.38	0	/
		16#	机房门外 30cm 处	20.4	0.6	0	/
		17#	迷道门外 30cm 处	8.50	0.08	0	/
		18#	机房东侧 30cm 处	14.0	0.8	0	/
		19#	机房南侧 30cm 处	14.9	0.6	0	/
		20#	机房西侧 30cm 处	12.4	0.8	0	/
		21#	机房北侧 30cm 处	20.6	1.9	0	/
	组 装 区	22#	加速器制 造厂房内	5.92	0.20	0	/
	机 械 加 工 区	23#	加速器制 造厂房内	21.8	2.2	0	/
	原 料 库	24#	加速器制 造厂房内	8.95	0.32	0	/
	地 面 停 车 场	25#	加速器制 造厂房西 侧	5.19	0.06	0	/
	厂 区 道	26#	加速器制 造厂房北 侧	5.57	0.08	0	/

	路						
大加速器测试间	27#	控制台操作位	1 ^①	/	1 ^①	/	
	28#	机房门外30cm处	1 ^①	/	1 ^①	/	
	29#	迷道门外30cm处	1130	10	1 ^①	/	
	30#	机房东侧30cm处	1 ^①	/	1 ^①	/	
	31#	机房南侧30cm处	29.3	0.4	1 ^①	/	
	32#	机房西侧30cm处	76.2	0.6	1 ^①	/	
	33#	机房北侧30cm处	49.3	0.5	1 ^①	/	
	34#	穿墙孔洞	115	3	1 ^①	/	
	35#	绵阳宏发一海机电公司	1 ^①	/	1 ^①	/	
	36#	组装区	1 ^①	/	1 ^①	/	
	37#	机械加工区	1 ^①	/	1 ^①	/	
	38#	原料库	1 ^①	/	1 ^①	/	
	39#	厂区道路（西侧）	1 ^①	/	1 ^①	/	
	40#	成品区	1 ^①	/	1 ^①	/	
	41#	厂区道路（北侧）	1 ^①	/	1 ^①	/	
42#	同位素应用研发中心	1 ^①	/	1 ^①	/		
注 1：1nSv/h ^① 为中子监测仪器监测下限，实际监测结果小于检出限；							

由上表可知, 未出束时, 加速器测试间周边场所未检出中子。出束状态下, 本项目测试间四周 30cm 处的中子剂量率为 0.001μSv/h~1.130μSv/h。

(3) 剂量当量叠加

加速器周围剂量当量率监测结果叠加结果如下表所示:

表 7-4 加速器周围剂量当量率监测叠加结果

场所		监测点位编号	点位位置描述	X-γ剂量率监测值 (nSv/h)	中子剂量率监测值 (nSv/h)	剂量当量 (nSv/h)
小加速器测试间	2# 小加速器	1#	控制台操作位	70	7.10	77
		2#	机房门外30cm处	68	13.7	82
		3#	迷道门外30cm处	91	15.6	107
		4#	机房南侧	77	20.0	97

	测试间		30cm 处			
		5#	机房西侧 30cm 处	273	13.6	287
		6#	机房北侧 30cm 处	106	20.3	126
		7#	机房东侧 30cm 处	164	8.68	173
	3# 小加速器测试间	8#	控制台操作位	70	10.11	80
		9#	机房门外 30cm 处	77	15.2	92
		10#	迷道门外 30cm 处	451	132	583
		11#	机房东侧 30cm 处	129	30.3	159
		12#	机房南侧 30cm 处	93	51.6	145
		13#	机房北侧 30cm 处	274	118	392
		14#	机房西侧 30cm 吃	495	82.2	577
	5# 小加速器测试间	15#	控制台操作位	85	8.30	93
		16#	机房门外 30cm 处	84	20.4	104
		17#	迷道门外 30cm 处	84	8.50	93
		18#	机房东侧 30cm 处	81	14.0	95
		19#	机房南侧 30cm 处	84	14.9	99
		20#	机房西侧 30cm 处	88	12.4	100
		21#	机房北侧 30cm 处	82	20.6	103
	组装区	22#	加速器制造 厂房内（小 加速器测试 间东侧）	82	5.92	88
	机械加工区	23#	加速器制造 厂房内（小 加速器测试 间南侧）	75	21.8	97
	原料库	24#	加速器制造 厂房内（小 加速器测试 间南侧，机 械加工区东 侧）	79	8.95	88
	地面停	25#	加速器制造 厂房西侧	75	5.19	80

	车 场					
	厂 区 道 路	26#	加速器制造 厂房北侧	79	5.57	85
大加速器测 试间		27#	控制台操作位	85	1 ^①	86
		28#	机房门外 30cm 处	84	1 ^①	85
		29#	迷道门外 30cm 处	85	1130	1215
		30#	机房东侧 30cm 处	85	1 ^①	86
		31#	机房南侧 30cm 处	82	29.3	111
		32#	机房西侧 30cm 处	85	76.2	161
		33#	机房北侧 30cm 处	84	49.3	133
		34#	穿墙孔洞	103	115	218
		35#	绵阳宏发一 海机电公司	99	1 ^①	100
		36#	组装区	88	1 ^①	89
		37#	机械加工区	94	1 ^①	95
		38#	原料库	82	1 ^①	83
		39#	厂区道路 (西侧)	104	1 ^①	105
		40#	成品区	90	1 ^①	91
		41#	厂区道路 (北侧)	94	1 ^①	95
		42#	同位素应用 研发中心	100	1 ^①	101

由上表可知，加速器测试间周边场所的剂量当量率范围在 0.077 μ Sv/h~1.215 μ Sv/h，满足《核医学辐射防护》（GB117-2020）、《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，同时也满足本项目环评及批复的要求。

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：

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

式中：H—有效剂量当量，Sv；

D—环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率，Sv/h；

T—居留因子；

t—停留时间。

(2) 职业及公众照射剂量

本项目投入试运行时间为2023年6月，开展验收监测时间为2024年12月，本次评价以正常运行时的工况，结合年有效最大出束时间，推算职业人员和工作人员的受照剂量；

项目辐射工作人员均专人专岗，不参与其他辐射工作，每个小加速器由一组辐射工作人员负责，大加速器由单独人员负责，经与建设单位核实，运营阶段单个小加速器测试间最大出束时间为160h，大加速器测试间年有效最大出束时间为40h。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，控制台为全居留场所，居留因子取1；组装区、机械加工区为全居留场所，居留因子保守取1，原料库为偶然居留场所，居留因子取1/4，测试间周边厂区道路、地面停车场为偶然居留场所，居留因子保守取1/8。

2.1 辐射工作人员

(1) 职业照射理论计算

表 7-5 职业受照剂量分析表

场所		监测 点位 编号	点位位置描述	监测剂量值 (nSv/h)	居留因子	年有效出束 时间 (h)	受照剂量 (mSv/a)
小 加 速 器 测 试 间	2#小 加速 器测 试间	1#	控制台操作位	77	1	160	1.23E-02
		2#	机房门外 30cm 处	82	1	160	1.31E-02
		3#	迷道门外 30cm 处	107	1	160	1.71E-02
		4#	机房南侧 30cm 处	97	1	160	1.55E-02
		5#	机房西侧 30cm 处	287	1	160	4.59E-02
		6#	机房北侧 30cm 处	126	1	160	2.02E-02
		7#	机房东侧 30cm 处	173	1	160	2.77E-02
	3#小 加速 器测 试间	8#	控制台操作位	80	1	160	1.28E-02
		9#	机房门外 30cm 处	92	1	160	1.47E-02
		10#	迷道门外 30cm 处	583	1	160	9.33E-02

		11#	机房东侧 30cm 处	159	1	160	2.54E-02
		12#	机房南侧 30cm 处	145	1	160	2.32E-02
		13#	机房北侧 30cm 处	392	1	160	6.27E-02
		14#	机房西侧 30cm 处	577	1	160	9.23E-02
	5#小加速器测试间	15#	控制台操作位	93	1	160	1.49E-02
		16#	机房门外 30cm 处	104	1	160	1.66E-02
		17#	迷道门外 30cm 处	93	1	160	1.49E-02
		18#	机房东侧 30cm 处	95	1	160	1.52E-02
		19#	机房南侧 30cm 处	99	1	160	1.58E-02
		20#	机房西侧 30cm 处	100	1	160	1.60E-02
		21#	机房北侧 30cm 处	103	1	160	1.65E-02
	大加速器测试间	22#	控制台操作位	86	1	40	3.44E-03
		23#	机房门外 30cm 处	85	1	40	3.40E-03
		24#	迷道门外 30cm 处	1215	1	40	4.86E-02
		25#	机房东侧 30cm 处	86	1	40	3.44E-03
		26#	机房南侧 30cm 处	111	1	40	4.44E-03
		27#	机房西侧 30cm 处	161	1	40	6.44E-03
		28#	机房北侧 30cm 处	133	1	40	5.32E-03
		29#	穿墙孔洞	218	1	40	8.72E-03

根据计算结果可知，本项目大加速器测试间及小加速器测试间辐射工作人员受照射剂量为 0.067mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/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 0.5mSv/a。

（2）个人剂量监测值

由于本项目试运营期已满一个季度，建设单位已针对辐射工作人员进行个人剂量监测，具体 2024 年第二季度至 2025 年第一季度年项目职业人员个人剂量监测报告结果见下表所示：

表 7-6 职业人员个人剂量监测结果

序号	姓名	2024 年第	2024 年第	2024 年第四	2025 年第一	四个季度剂量
----	----	---------	---------	----------	----------	--------

		(nSv/h)		间 (h)	(mSv/a)
1	加速器制造厂房组装区	177	1	160	2.83E-02
2	加速器制造厂房机械加工区	192	1	160	3.07E-02
3	原料库	171	1/4	160	6.84E-03
4	地面停车场	185	1/8	160	7.40E-03
5	加速器制造厂房北侧厂区道路	180	1/8	160	3.60E-03
6	同位素应用研发中心	181	1	160	2.90E-02
7	加速器制造厂房南侧绵阳宏发一海机电公司	100	1	40	4.00E-03

注 1: 1#-6#监测点保守考虑 3 台小加速器测试间及大加速器测试间同时调试时的影响, 7#监测点考虑大加速器测试间调试时的影响。

根据估算结果可知, 公众成员受到的年剂量最大值为 0.0307mSv/a, 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。

2.2、剂量叠加

本项目一期已验收 1#、4#、6#小加速器测试间, 因此将一期验收时的职业人员与公众人员的受照剂量与本次二期验收的 2#、3#、5#小加速器测试间及大加速器测试间对职业人员与公众人员的受照剂量进行叠加分析, 具体分析结果如下所示:

表 7-8 公众受照剂量分析表

序号	位置	一期人员受照剂量 (mSv/a)	二期人员受照剂量 (mSv/a)	叠加剂量 (mSv/a)
1	职业人员受照剂量	3.90E-02	2.04E-01	2.43E-01
2	组装区工作人员	1.92E-02	2.83E-02	4.75E-02
3	机械加工区工作人员	6.72E-02	3.07E-02	9.79E-02
4	地面停车场流动人员	5.60E-03	7.40E-03	1.30E-02
5	厂区道路流动人员	1.68E-02	3.60E-03	2.04E-02

注 1: 一期职业人员受照射剂量保守按 3 个场所的最不利点位的预测结果叠加在一起数值计算最不利情况, 二期职业人员受照射剂量保守按 4 个场所的最不利点位叠加在一起的数值计算最不利情况。

根据估算结果可知, 职业人员受到的年剂量最大值为 2.43E-01mSv/a, 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/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 0.5mSv/a。公众成员受到的年剂量最大值为 9.79E-02mSv/a, 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。

二、声环境验收监测结果分析

本项目运营期噪声主要为加速器制造厂房加速器组装区、机械加工区生产装配噪声，组装区、机械加工区已于一期进行验收，本次验收不再进行评价。

表 8 验收监测结论

1、项目建设内容

1) 加速器制造厂房

加速器制造厂房位于地块南部，为主体一层局部三层建筑，占地面积 7037m²，建筑面积 8293m²，建筑高 13.7m。该厂房主要进行零部件加工、加速器的组装和调试，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、大加速器测试间等，二层和三层主要布设办公室和会议室。

①小加速器测试间

加速器制造厂房西北角并列布置 6 个小加速器测试间，用于 7 MeV 质子回旋加速器或 11 MeV 质子回旋加速器出束调试。本次验收的 2#（原 5#）、3#（原 4#）、5#（原 2#）小加速器测试间东侧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，南墙（含楔形工件门）、西墙、北墙、屋顶均为 1.2m 厚混凝土。

7 MeV 质子回旋加速器质子束最大能量为 7MeV、束流强度最大为 70μA，为 II 类射线装置；11 MeV 质子回旋加速器质子束能量最大为 11 MeV、束流强度最大为 100μA，为 II 类射线装置。

②大加速器测试间

大加速器测试间位于厂房西侧，用于 20 MeV 质子回旋加速器出束调试。大加速器测试间东侧迷道内墙为 1.5m 厚混凝土，外墙（含楔形工件门）为 2.5m 厚混凝土，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，屋顶为 2.0m 厚混凝土。

20MeV 质子回旋加速器质子束能量最大为 20 MeV、束流强度最大为 100μA，为 II 类射线装置。

本项目除加速器测试间名称变更外，其余建设内容、规模及技术参数与环境影响报告表及批复一致。

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）加速器测试间实体屏蔽

①小加速器测试间

本项目 3#小加速器测试间、5#小加速器测试间西侧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，南墙（含楔形工件门）、东墙、北墙、屋顶均为 1.2m 厚混凝土；2#小加速器测试间东侧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，南墙（含楔形工件门）、西墙、北墙、屋顶均为 1.2m 厚混凝土。

②大加速器测试间

大加速器测试间东侧迷道内墙为 1.5m 厚混凝土，外墙（含楔形工件门）为 2.5m 厚混凝土，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，屋顶为 2.0m 厚混凝土。

（2）加速器测试间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，各加速器机房或测试间屏蔽门设有门机连锁装置；加速器测试间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；加速器测试间设有紧急停机开关，按下开关，加速器立即停止出束；加速器测试间设有巡检开关，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统，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）加速器测试间辐射工作人员

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。

（4）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，项目周边监测点位未出束调试状态剂量率范围在 $0.062\mu\text{Sv/h}\sim 0.089\mu\text{Sv/h}$ ；出束调试状态下本项目周边监测点位剂量率范围在 $0.077\mu\text{Sv/h}\sim 1.215\mu\text{Sv/h}$ 。

本项目调试时，职业人员最大受照剂量为 0.067mSv/a ，公众最大受照剂量为 0.0307mSv/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，表明铅房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（加速器调试二期）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。