

编号：瑞迪森（环）字第 2601 号

核技术利用建设项目

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司

新增电子束辐照装置使用项目

环境影响报告表

（公示本）

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司

2026 年 2 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司

新增电子束辐照装置使用项目

环境影响报告表

建设单位名称：四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：四川省成都市东部新区川橡路 568 号

邮政编码：641419

联系人：

电子邮箱：

@hdtyre.com

联系电话：135

5775

表 1 项目基本情况

建设项目名称		四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司新增电子束辐照装置使用项目			
建设单位		四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司			
法人代表	向春东	联系人	王	联系电话	135 5775
注册地址		四川省成都市东部新区川橡路 568 号			
项目建设地点		成都市东部新区川橡路 568 号子午胎三分厂半钢子午胎准备车间内			
立项审批部门		成都东部新区经济发展局	批准文号	2503-510186-07-02-760831	
建设项目总投资（万元）			项目环保总投资（万元）	投资比例（环保投资/总投资）	20%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			
	<p>项目概述</p> <p>一、建设单位简介</p> <p>四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司（统一社会信用代码：915120002068734482，以下简称“公司”）是四川省以研发、生产、经营车辆轮胎为主营业务的大型国有企业，公司经营地址为四川省成都市东部新区川橡路 568 号，注册资金为 25090.7328 万元，公司前身为四川橡胶厂，始建于 1970 年，1994 年 6 月 30 日注册成立四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司。现有员工 1700 人左右，占地面积 620 余亩，建筑面积 25 万平方米。</p> <p>公司以轮胎生产经营为主，主要轮胎品牌有海大、天府、迈劲、攀达等品牌。目</p>				

前产品包括半钢子午线轮胎、斜交轮胎两大类，共计 2600 余个规格和品种，覆盖了 PCR、SUV、UHP 等乘用车以及工业、农业、林业、体育及工程系列商用斜交系列。

二、项目由来

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司为提升轮胎产能，同时为了提升企业竞争力，加快产能、品质的升级，公司主动淘汰部分老旧设备。在淘汰落后设备同时，结合市场需求，新增年产 140 万条新能源汽车半钢子午线轮胎产能。项目在子午胎三分厂实施，不新建厂房，主要新增生产工艺设备有：1 条四复合生产线，一、二次法成型机各 3 台，胎圈复合生产线 2 条，液压式硫化机 24 台，3 套均动检测机，1 套 X 光检测，1 套电子束预硫化设备等，建设配套的供电、自动化运输、动力介质、暖通、工装模具、环境保护等设施设备；淘汰更新改造的主要设备为 GK270 密炼机及上下辅机、压辊包边成型机、贴合机、小角度生产线、三角胶贴合机等设备。

项目实施后，子午胎三分厂年生产能力提高到 700 万条，公司的半钢子午线轮胎生产能将达到年产 1070 万条。

为此，四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司拟在公司厂区子午胎三分厂半钢子午胎准备车间内纤维帘布压延生产线上投资新增 1 台电子束辐照预硫化装置用于对轮胎片材的预硫化处理。

电子加速器辐照预硫化技术是通过电子加速器发射的高能电子束在橡胶基体中激活橡胶分子，产生橡胶大分子自由基，使橡胶大分子交联形成三维网状结构。通过电子加速器对轮胎片材进行预硫化处理，可使胶料离子化，活化并发生交联反应，可有效改善胶料性能，增加其机械强度，提高轮胎品质和降低成本。

本次新增的电子束辐照装置型号为 EB500 型，最大电子线能量为 0.5MeV，最大束流强度为 170mA，为全自屏蔽式工业电子加速器，属于 II 类射线装置，因此本次新建项目属于核技术利用范畴，需要单独进行环境影响评价。

三、编制目的

为加强核技术应用项目的辐射环境管理，防止辐射污染和意外事故的发生，确保其使用过程不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《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》等相关法律法规要求，建设方四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司需对该项目进行环境影响评价。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）的规定，本项目属于“第 172 条 核技术利用建设项目”中“**使用 II 类射线装置的**”应编制环境影响报告表。

为此，四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司委托四川瑞迪森检测技术有限公司对该项目开展环境影响评价工作（委托书见附件 1）。四川瑞迪森检测技术有限公司接受委托后，在现场勘察、收集资料并结合现场监测等工作的基础上，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制了该项目环境影响报告表。

四、项目概况

项目名称：四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司新增电子束辐照装置使用项目

项目性质：新建

建设单位：四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司

建设地点：四川省成都市东部新区川橡路 568 号子午胎三分厂准备车间纤维帘布压延生产线

（一）建设内容与规模：

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司拟在公司厂区子午胎三分厂半钢子午胎准备车间内纤维帘布压延生产线上投资新增 1 台电子束辐照预硫化装置用于对轮胎片材的预硫化处理。

本次新增的电子束辐照装置型号为 EB500 型，最大电子线能量为 0.5MeV，最大束流强度为 170mA，为全自屏蔽式工业电子加速器，属于 II 类射线装置。

本次拟申请新增辐射项目内容见表 1-1。

表 1-1 新增电子束辐照装置使用项目射线装置使用情况一览表

序号	射线装置名称	装置型号	数量	最大能量	最大束流强度	射线装置类别	活动种类	使用场所
1	电子加速器辐照装置	EB500	1	0.5MeV	170mA	II	使用	半钢子午胎准备车间纤维帘布压延生产线

（二）项目组成内容及环境问题

本项目主要组成内容及可能产生的环境问题见表 1-2。

表 1-2 项目组成内容及主要环境问题

名称	建设内容及规模		可能产生的环境问题	
			施工期	运营期
主体工程	射线装置	本次拟新增使用的 1 台电子加速器辐照装置型号为 EB500，属于 II 类射线装置，其最大电子能量为 0.5MeV，最大束流强度为 170mA，电子束照射方向为竖直向下。根据建设单位初步规划，单台设备年最大出束时间约为 2000h。	施工废气、施工噪声、施工废水、固体废物、生活污水、生活垃圾	X 射线、电子线、噪声、臭氧及氮氧化物
辅助工程		本次配套的控制台等。		生活垃圾 生活污水
环保工程		1、工业电子加速器辐照室设置排风系统 1 套； 2、本项目产生的生活污水和生活垃圾依托项目所在地已有的污水处理设施和生活垃圾收集设施处理。		\
公用工程		依托已有给水、供电、通风等配套设施。		\

(三) 项目依托设施

①依托办公设施：办公室依托厂区已有的办公室。

②依托环保设施：本项目产生的生活污水和生活垃圾依托已建的污水处理设施和生活垃圾收集设施处理。

公司厂区已建污水处理站 1 座，其设计处理能力为 1500m³/d，处理工艺为“CASS+絮凝沉淀+化学杀菌+砂滤”，项目产生的生活废水经污水处理站处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）表 1 标准后，用于厂区内绿化、道路清洁。公司污水处理站目前仍有一定的处理余量，因此能够满足本项目生活污水产生量和排放量的排放需求。

厂区内已建设生活垃圾暂存间，产生的生活垃圾集中暂存，由环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

(四) 工作制度及人员配置

工作制度：本项目辐射工作人员年工作天数为 250 天，实行 8 小时工作制。

人员配置：本项目拟配置辐射工作人员约 2 人，均为公司新聘辐射工作人员，配置至本项目后，不从事其他辐射工作。

五、项目周边保护目标以及场址选址情况

本项目选址于四川省成都市东部新区，项目地理位置见附图 1。

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司新增电子束辐照装置使用项目位于厂区内已建的子午胎三分厂内，所在地的用地性质为工业用地。从周边外环境关系可知，厂区

周边规划为空地 and 市政道路，本项目 50m 评价范围均位于公司厂区内，50m 评价范围内无其他居民区、无学校等其他环境敏感点。

本项目拟建位置所用土地已取得《中华人民共和国国有土地使用权证》（简国用（2014）第 11638 号），地类用途为“工业用地”。本项目为公司“年产 700 万条高性能绿色环保乘用车半钢子午线轮胎技改项目”的配套建设项目（详见附件 2），不新增用地，且项目屏蔽体有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的剂量限值要求，满足报告表确定的剂量约束值的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

六、项目产业政策符合性

本项目系核技术应用项目在工业领域内的运用。根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，属于鼓励类中第六项“核能”的第 4 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，是目前国家鼓励发展的新技术应用项目。目前该项目已完成立项备案登记，详见附件 3。

七、实践正当性

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当性的。

本项目的开展可为公司带来明显的经济效益，在给企业带来利益同时，对工作人员和公众的外照射引起的年有效剂量低于根据最优化原则设置的项目剂量约束值，在采取了相应的辐射防护措施后，项目所致的辐射危害可得到有效控制，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

八、项目单位核技术应用现状

（一）辐射安全许可证的许可种类和范围

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司现持有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〔29943〕），有效期至 2031 年 1 月 29 日，许可种类和范围为：使用 II 类射线装置，其许可情况见表 1-3，辐射安全许可证正副本详见附件 4。

表 1-3 四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司现有核技术利用情况一览表（射线装置）

射线装置						
序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	环保验收情况
1	轮胎 X 射线检验机	PX-3	II	无损检测	子午胎三分厂检测线	暂未验收

由于公司现有的射线装置采取的辐射安全许可证，目前正在调试运行阶段，尚未开展自主竣工验收工作。

（二）关于辐射安全与环境保护管理

建设单位开展核技术利用项目以来，严格遵守《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法规的要求，积极配合各级生态环境部门的监督和指导，各项辐射防护设施运行、维护良好，辐射安全与防护相关管理制度健全，并有效落实。

1、建设单位于 2025 年 5 月成立了辐射安全管理领导小组，并根据现有装置类型制定了相应健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等及辐射事故应急预案；

2、建设单位现有辐射工作人员 6 人，其中操作人员 3 名，辐射安全管理人员 3 人，均通过了辐射安全与防护考核，持证上岗；

3、建设单位为每位辐射工作人员配备了个人剂量计，辐射工作期间，辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，每季度送检一次，建立了完善的职业健康档案。建设单位委托有资质单位开展辐射工作人员个人剂量检测工作；

4、建设单位现有射线装置于 2026 年取证，目前环保手续履行良好，辐射安全管理制度相对较完善。经建设单位证实，自开展核技术利用项目以来未发生过辐射事故；

5、建设单位配备了与辐射类型相适应的便携式 X/γ 辐射监测仪和个人剂量报警仪等，确保了辐射工作人员及区域环境安全。

表 2 放射源

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

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)

表 3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	电子加速器 辐照装置	II	1	EB500	电子	0.5	170	电子束辐照	半钢子午胎准备车间 纤维帘布压延生产线	本次环评
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	/	微量	微量	不暂存	通过排风系统排入外环境， 臭氧在常温条件下可自动分解为氧气

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，1989 年 12 月 26 日发布施行；2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日发布施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修正，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，（2017 年修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；</p> <p>(6) 《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 日起施行；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》，生态环境部第 16 号令，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《射线装置分类》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年 第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行；</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号）2024 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《四川省辐射污染防治条例》，2016 年 6 月 1 日起实施。</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(5) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p>

	<p>(6) 参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)；</p> <p>(7) 《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ 141-2002)；</p> <p>(8) 《粒子加速器辐射安全与防护规定》(GB 5172-2025)。</p>
其他	<p>(1) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局，环发[2006]145号，2006年9月26日起施行；</p> <p>(2) 《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》，生态环境部，公告2019年第57号，2020年1月1日起施行；</p> <p>(3) 《关于发布<建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法>配套文件的公告》，生态环境部，公告2019年第38号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》生态环境部公告2019年第9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(5) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部，公告2019年第39号，2019年11月1日起启用；</p> <p>(6) 四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》的通知，川环函〔2025〕616号。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目的特点并参照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“核技术利用建设项目环境影响评价报告书的评价范围和保护目标的选取原则：放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 50m 的范围。放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”，确定为四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司本次新建项目所在工作场所实体屏蔽墙体外周边 50m 范围内作为评价范围，详见附图 3。

保护目标

本项目 50m 评价范围均位于公司厂区内，50m 评价范围内无其他居民区、无学校等其他环境敏感点。因此，本项目辐射环境保护目标为辐射工作人员、厂区内的其他工作人员，详见表 7-1。

表 7-1 本项目评价范围内辐射环境保护目标一览表

保护目标名称	方位		最近距离	规模	剂量约束值
辐射工作人员	操作位		/	2 人	5.0mSv
其他工作人员	子午胎三分厂准备车间	纤维帘布压延生产线东侧	2m	2 人	0.1mSv
		纤维帘布压延生产线西侧	2m	2 人	
		纤维帘布压延生产线南侧冷喂料三复合挤出生产线	2m	约 4 人	
	北侧公用工程车间		10m	约 2 人	

评价标准

一、执行标准

本项目执行标准如下：

1、环境质量标准

地表水：执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的 III 类水域标准；

大气环境：执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及其修改单中的二级标准；

声环境：执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中的 3 类标准。

2、污染物排放标准

废水：执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）三级标准。

废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）二级标准。

噪声：施工期执行《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）中相关标准，营运期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3类标准。

固体废物：参照执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）及其修改单相关标准。

3、辐射防护标准

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的相关规定。

二、辐射环境影响评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）：

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量，20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv。

辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：

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

监督区：

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

2、参照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）：

“4.2.1 辐射防护原则

.....

（3）个人剂量约束

辐射工作人员职业照射和公众照射的剂量限值应满足 GB 18871 的要求。

在电子加速器辐照装置的工程设计中，辐射防护的剂量约束值规定为：

a) 辐射工作人员个人年有效剂量为 5mSv；

b) 公众成员个人年有效剂量为 0.1mSv。

4.2.2 辐射屏蔽设计依据

电子加速器辐照装置的屏蔽设计必须以加速器的最高能量和最大束流强度为依据。

电子加速器辐照装置外人员可到达区域屏蔽体外表面 30cm 处以外区域周围剂量当量率不能超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。如屏蔽体外为社会公众区域，屏蔽设计必须符合公众成员个人剂量约束值规定。”

三、辐射环境评价标准限值

1、个人剂量约束值

(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）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均） 20mSv 。

参照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）4.2.1 中规定辐射工作人员个人年有效剂量约束值为 5mSv ，建设单位保守按照 HJ 979-2018 标准执行，即辐射工作人员年有效剂量约束值为 5mSv 。

(2) 公众照射：第 B1.2.1 条的规定，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年有效剂量 1mSv 。

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）4.2.1 中规定公众成员个人年有效剂量约束值为 0.1mSv ，建设单位保守按照 HJ 979-2018 标准执行，即公众年有效剂量约束值为 0.1mSv 。

2、工作场所外周围剂量当量率

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）“4.2.2 辐射屏蔽设计依据”，本项目电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

3、工作场所臭氧和氮氧化物控制水平

根据《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010）《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）及《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）规定，工作场所空气中臭氧最高容许浓度为 0.3mg/m^3 ，工作场所空气中氮氧化物短时间接触容许浓度为 5mg/m^3 。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

(一) 公司外环境关系

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司位于成都市东部新区川橡路 568 号（地理位置图见附图 1）。厂区东侧和西侧均为农田和空地等，南侧海大路，北侧为川橡路。

子午胎三分厂位于整个厂区位于公司西南部。其东侧为炼胶二车间，南侧为预留发展用地，西侧为厂区内道路，北侧为公用工程车间、子午三 A 库、斜交胎堆场及子午二分厂生产线等，四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司总平面布置图详见附图 2。

(二) 辐射工作场所外环境关系

厂区内的子午胎三分厂整体呈“L”型，从北至南依次由检测车间、硫化车间、裁断成型车间及准备车间组成。本次新增的电子加速器辐照装置位于子午胎三分厂的准备车间的纤维帘布压延生产线内。子午胎三分厂平面布局示意图详见附图 3 所示。拟建址及其周围环境现状见图 8-1 至图 8-6。

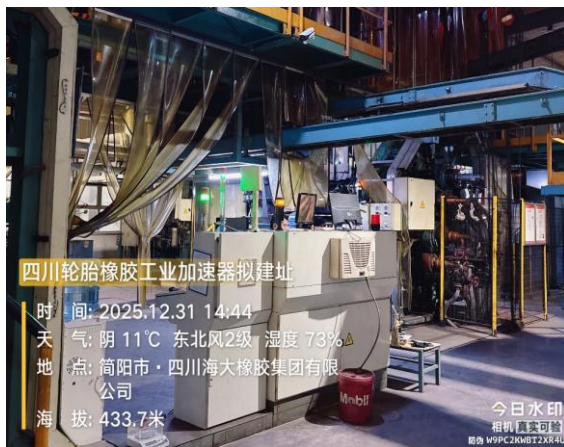


图 8-1 拟建址东侧



图 8-2 拟建址南侧



图 8-3 拟建址西侧



图 8-4 拟建址北侧



图 8-5 拟建址子午胎三分厂东入口



图 8-6 拟建址北侧公用工程车间

二、辐射环境现状评价

为掌握项目所在地的辐射环境现状，四川瑞迪森检测技术有限公司于 2025 年 12 月 31 日按照标准规范对本次拟建址及周边环境进行了 γ 辐射剂量率的布点监测，监测报告见附件 5。

1、监测因子

本项目包括新建射线装置使用项目，根据工程分析项目主要污染因子为工作场所运行时产生的 X 射线。为了更好反映实际情况，本项目的环境监测选取为 γ 辐射空气吸收剂量率作为监测因子。

2、监测内容

对拟建项目周围环境水平进行本底调查。

3、监测方案

(1) 监测项目、方法及方法来源表

表 8-1 监测项目、方法及方法来源表

监测项目	监测方法	备注
γ 辐射空气吸收剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021)	探测限为本次测量使用方法和仪器的综合技术指标

(2) 监测布点

本次根据现场踏勘并结合《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) 中的方法布设监测点，结合项目平面布局及外环境关系，结合周边环境现状，本次选择拟建址处周边进行布点，监测点位的选取覆盖新建项目拟建区域及周围 50m 公众人员区域。根据上述布点原则与方法，本项目监测点位布置如图 8-7 和图 8-8 所示。

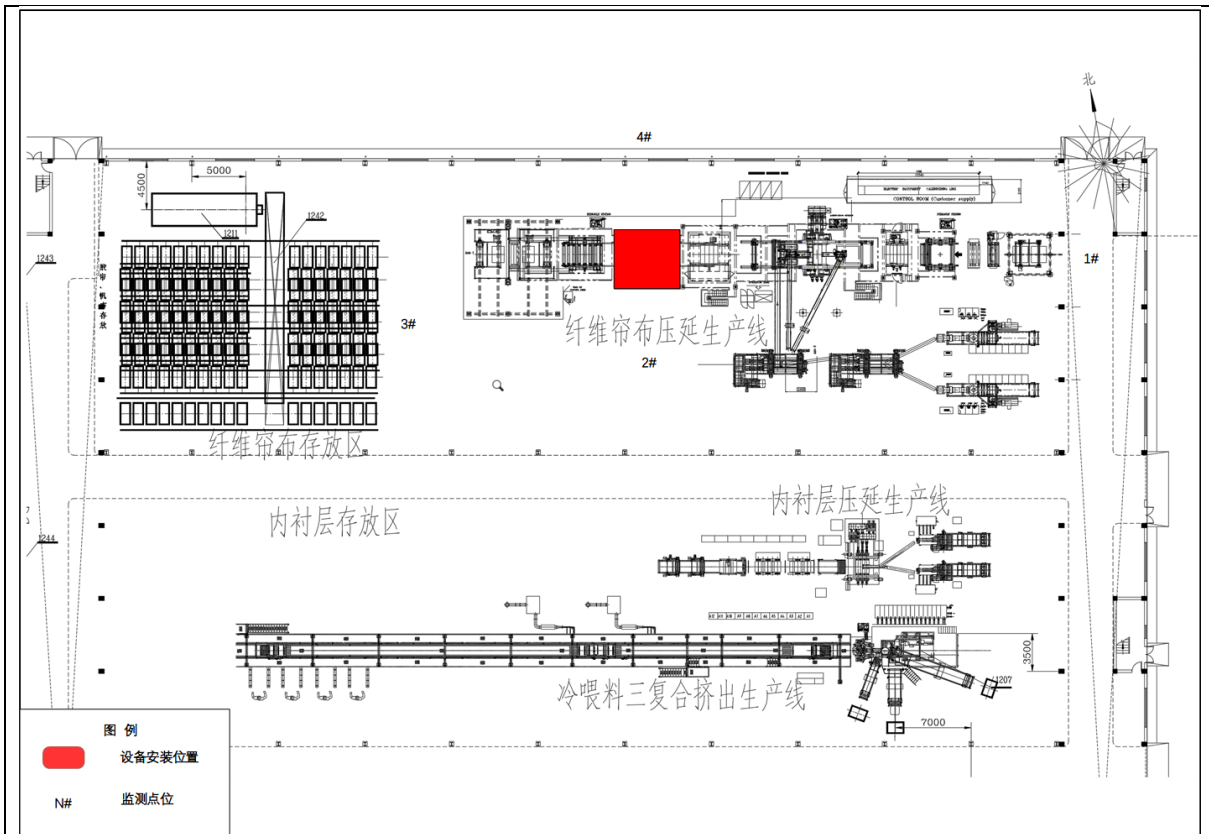


图 8-7 拟建址监测点位示意图

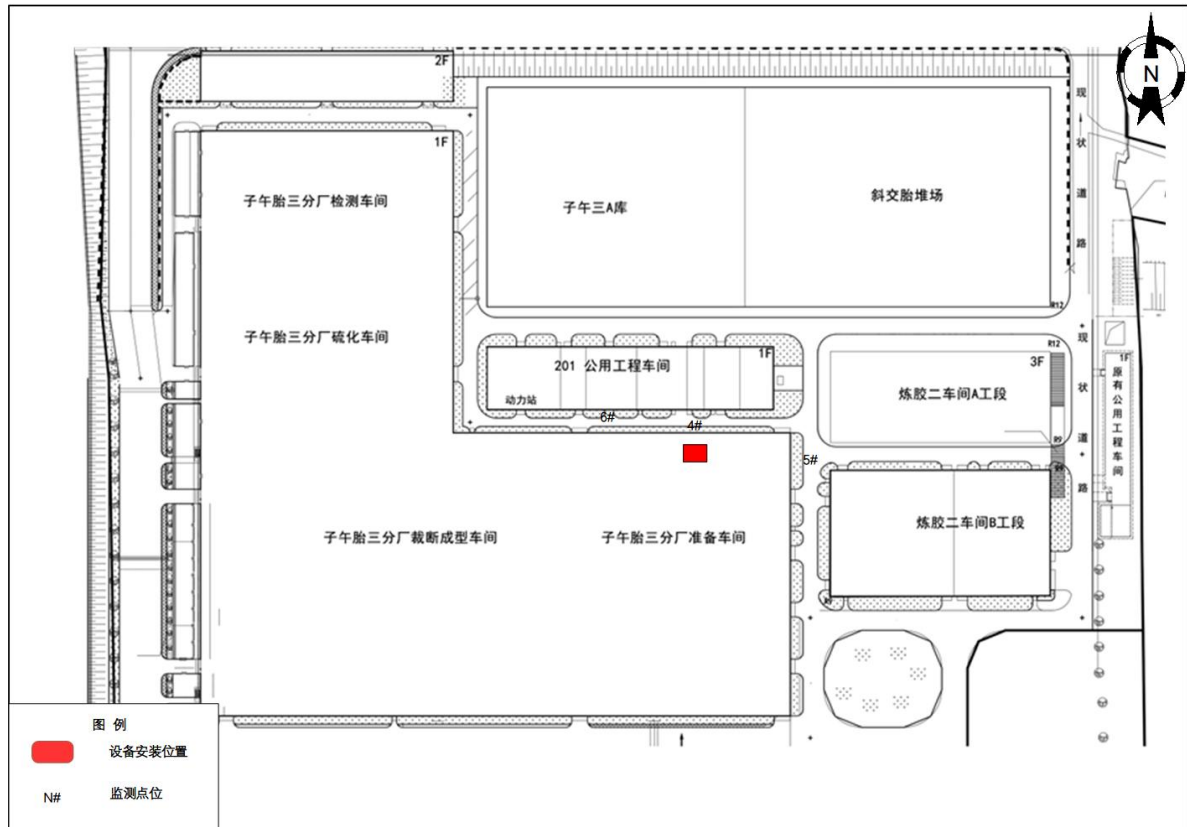


图 8-8 拟建址监测点位示意图

(3) 监测仪器

监测使用仪器见表 8-2。

表 8-2 监测使用仪器表

监测项目	监测设备		
	仪器名称	仪器编号	设备参数及检定情况
环境监测用 X- γ 吸收剂量率仪	BG9511	SCRDS-067	能量响应:35keV~3MeV 测量范围: 10nGy/h~600 μ Gy/h 校准证书编号: 2025H21-10-5840177001 校准有效期: 2025.4.10~2026.4.9

4、质量保证措施

人员培训：监测人员经考核并持有合格证书上岗。

仪器刻度：监测仪器定期经计量部门检定，每次监测必须在有效期内。

自检：每次测量前、后均检查仪器的工作状态。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。仪器读数稳定后，每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。

数据复核：监测报告实行三级审核制度，经校对审核后由授权签字人审定签发。

5、比较标准

项目所在地环境天然贯穿辐射水平参考成都市生态环境局《2024 成都生态环境质量公报》中 γ 辐射空气吸收剂量率范围：（66.7~117）nGy/h。

6、环境现状监测与评价

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家标准方法实施；测量数据处理符合统计学要求；布点合理，结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。具体监测结果如下：

表 8-3 拟建址 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

测点编号	点位描述	测量结果 (nGy/h)	备注
1	设备拟安装址东侧入口处	95 \pm 1	室内
2	设备拟安装址南侧	88 \pm 0	室内
3	设备拟安装址西侧	91 \pm 0	室内
4	设备拟安装址室外北侧道路	88 \pm 1	道路
5	子午胎三分厂准备车间东侧室外道路	91 \pm 0	道路
6	公用工程车间南侧室外道路	89 \pm 1	道路

注：测量结果未扣除宇宙射线响应值。

由表 8-3 可知，本项目拟建位置周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测值在（75~104）nGy/h 之间，与成都市生态环境局《2024 成都生态环境质量公报》中 γ 辐射空气吸收剂量率范围相较，本项目拟建址区域周围辐射环境监测值属于正常本底范围。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

一、施工期工艺分析

本项目电子加速器辐照装置为成套设备，运至现场后，仅需进行线路连接、安全装置等安装。因此施工期影响主要为设备安装产生设备包装固废，设备调试会产生 X 射线、臭氧、氮氧化物，但时间很短，辐射影响很小。设备安装和调试均由厂家进行专业操作，在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应在醒目位置设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。

二、营运期工艺分析

(一) 工程设备

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司拟在公司厂区子午胎三分厂半钢子午胎准备车间内投资新增 1 台电子束辐照预硫化装置用于对轮胎片材的预硫化处理。

本次新增的电子束辐照装置型号为 EB500 型，厂家为：江苏久瑞高能电子有限公司，其最大电子线能量为 0.5MeV，最大束流强度为 170mA，为全自屏蔽式工业电子加速器，属于 II 类射线装置。本次拟新增的电子加速器辐照装置设备参数详见表 9-1。

表 9-1 EB500 型电子加速器辐照装置参数一览表

型号	EB500
工作场所	四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司子午胎三分厂准备车间纤维帘布压延生产线
生产厂家	江苏久瑞高能电子有限公司
最大电子线能量	0.5MeV
最大束流强度	170mA
束流损失点的能量	最大束流损失点能量不超过 30kV
束流损失率	束流损失最大不超过 12μA
主射束方向	向下
电子扫描宽度	1600mm
钛窗距离辐照物体距离	60±5mm
工作方式	连续

江苏久瑞高能电子有限公司为轮胎生产线量身定制电子加速器及配套设备，在满足生产线要求的同时，可最大限度的为企业降低能源消耗，并提供设备安装，调试以及产品升级优化等一站式服务。

轮胎 EB 的功能介绍：通过电子加速器产生的高能电子在橡胶基中激活橡胶分子，

从而产生橡胶大分子自由基，使橡胶大分子产生预硫化形成三维网状结构，既而产生预硫化反应，制品在硫化过程中避免了胶料的异常流动，从而避免过渡层和帘布层之间的相互渗透，在降低轮胎制造成本的同时提高了轮胎品质。

轮胎 EB 的优势：

1、采用模块式布局，占用生产线的体积小，在不改变轮胎制造现有生产线同时实施在线嵌入，并根据轮胎压延机生产线，内衬层挤出设备生产线的情况，上门服务为客户量身定制加速器，以满足客户要求。

2、辐照窗口采用扫描式结构，能量稳定性和束流稳定度 $\leq \pm 2\%$ ，更大保证了材料接受剂量的均匀性，屏蔽体外剂量实测：距离设备 100mm $\leq 1\mu\text{Sv/h}$ 。

3、采用 PLC+研发工控的全自动计算机控制系统与生产控制系统进行结合，可不改变生产线的作业流程，满足生产线的生产进度，提高材料接收剂量的均匀性。

本项目为自带屏蔽体（人员无法进入屏蔽体内）的加速器，由计算机、电子加速器主体、高压电源、触摸板、控制柜、氧气测量设备、运输单元、外罩、安全连锁系统、屏幕、键盘、急停按钮、电子束指示灯和水冷设备组成，可分为高压控制系统、束流控制系统、真空系统、安全连锁系统、人机交互系统、辅助装置系统等部分组成。

高压控制系统：通过 PLC 的控制信号控制调压器输出电压，可以使直流高压电源输出高压与触摸屏操作画面设定的电压相同。高压是通过测量系统设在直流高压装置内部的分压电阻中的电流计算出来的，在 PLC 内比较实测值和设定值，通过输出控制，保证两者差值在稳定的范围来控制。

束流控制系统：通过 PLC 的控制信号对束流控制系统的控制，通过对电子枪灯丝电压的控制，并可以使电子枪灯丝输出电流值和设置值相同。

扫描偏转系统：扫描线圈由沿着照射范围进行电子束扫描的“X 扫描线圈”，与其呈直角方向扫描，并将通过钛箔的电子束进行分散的“Y 扫描线圈”组成。扫描偏转电源由控制柜内的扫描控制电源机箱和扫描控制器提供，分别产生 X 方向扫描的电流波形和 Y 方向扫描的波形。

真空系统：主要用于维持加速管和扫描盒内的高真空状态，控制系统设有监测真空度的传感器。

在扫描漂移管的一侧设置有用於加速器正常工作时，维持真空的机械泵、分子泵、闸板阀和真空硅等。

安全连锁系统：主要包括屏蔽室的防护门连锁、紧急按钮、剂量监测连锁和故障报警指示组成。

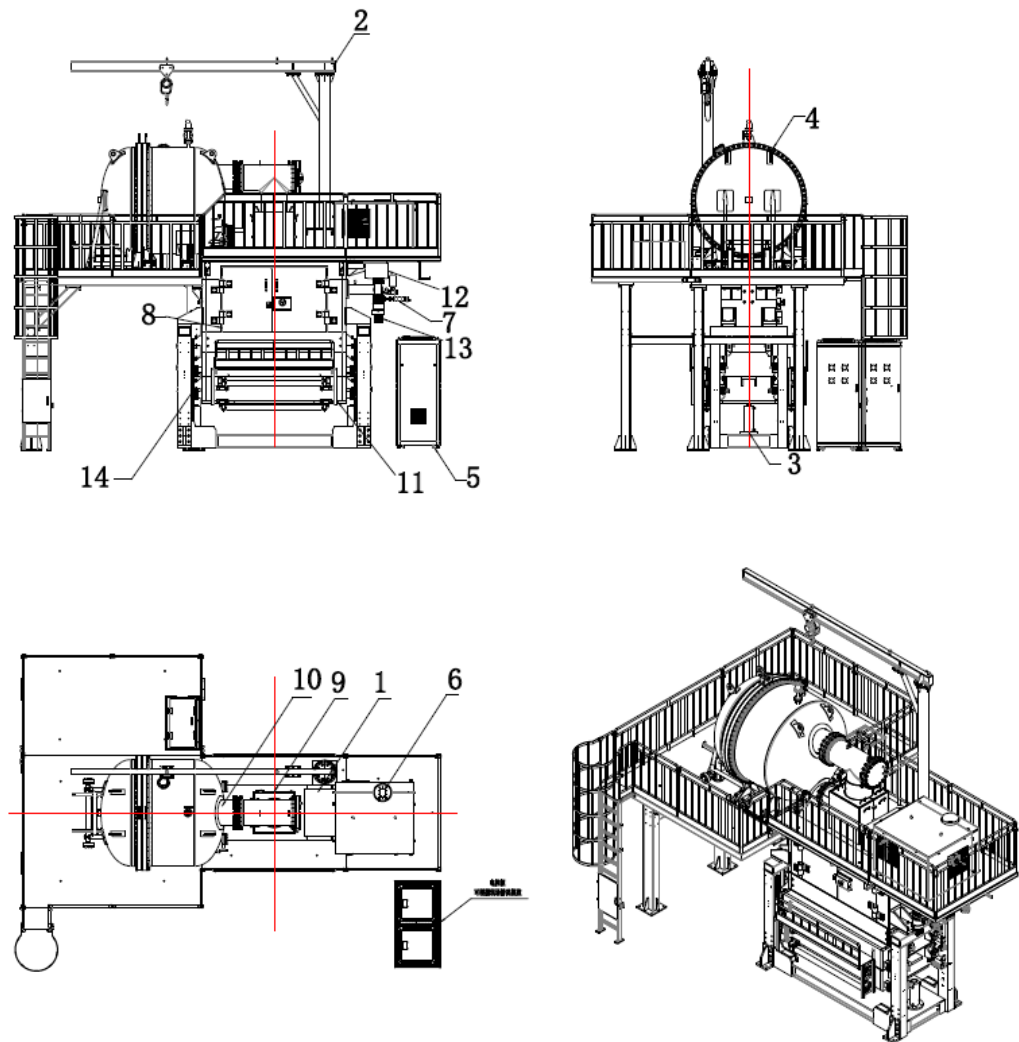
主控制器：主控制器执行数据采集并控制加速器设备各项功能。

人机交互系统：人机界面是台触摸屏面板，除了实现人机交互作用外，还用来存储数据资料。

操作人员可以通过对触摸屏的操作来控制加速器设备和显示设备的运行参数、状态等。

辅助装置系统：辅助设备控制主要包括排风机、送风机。对 EB500 型电子加速器，排风机主要排除辐照室内产生的臭氧，送风机主要对加速器引出窗进行冷却。

设备结构示意图见图 9-1。



- 1、管道屏蔽罩 2、单臂吊 3、液压缸 4、高压电源钢筒 5、电控柜
 6、进、排风机 7、插板阀 8、检修门 9、加速钢筒屏蔽
 10、传输线管道 11、屏蔽室 12、离子泵 13、分子泵 14、气缸装置

图 9-1 本项目拟使用的电子加速器辐照装置结构示意图

(二) 工作原理及工艺流程

1、辐照预硫化技术原理

不同的高分子材料接受电子束辐照后，会产生聚合、交联、裂解等反应，而轮胎半部件的辐照预硫化技术，所利用的是橡胶高分子材料接受辐照后的交联反应。

轮胎半部件的辐照预硫化技术，是指通过电子加速器发射的高能电子束辐照轮胎半成品部件，如帘布层或过渡层等，使胶料离子化、活化并产生交联反应，使橡胶大分子交联形成三维网状结构。

辐照后能有效改善橡胶性能，使其强度明显提高，在成型和硫化过程中胶料受力均匀、膨胀一致，可在后续生产工艺中保持轮胎半成品部件形状和尺寸的稳定性。在此基础上，轮胎企业还可对半部件尺寸进行优化，减少胶料用量，有效降低轮胎制造成本。高分子材料接受辐照后的反应示意图如图 9-2 所示。

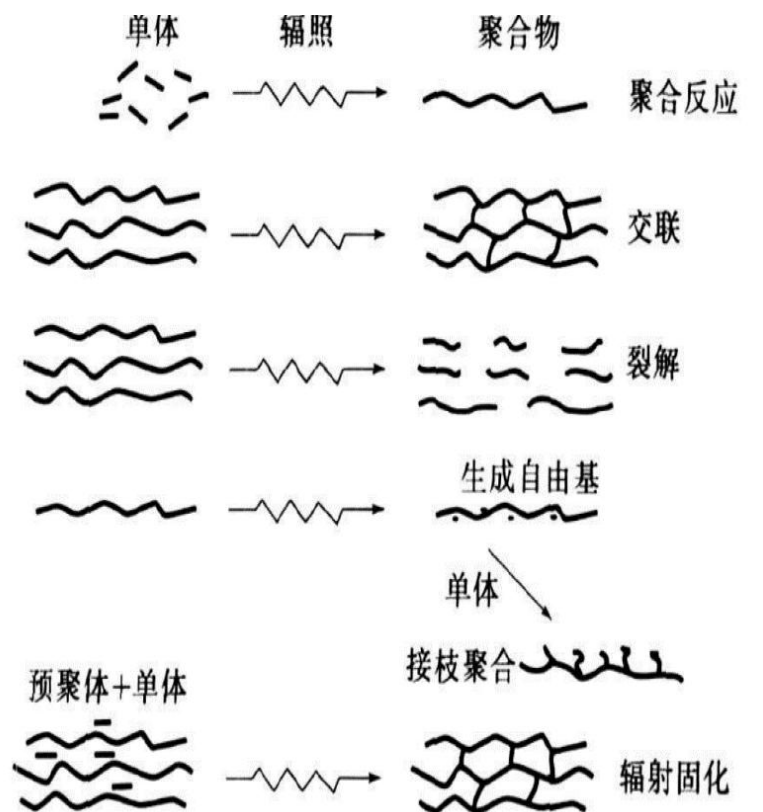


图 9-2 高分子材料接受辐照后的反应示意图

2、电子加速器工作原理

电子加速器是使电子在高真空场中受磁场力控制，受电场力加速而获得高能量的特种电磁、高真空装置，是人工产生各种高能电子束或 X 射线的设备。

工作原理可概括为：将外网低压交流电接入高压电源。高压电源采用三相变压器型全波整流，各次级回路得到 25kV 左右高压，串联叠加后得到 500keV 高压。加速器

电子枪中的灯丝产生的电子云，引入到加了高压的加速管，最终形成一定能量的电子束，引出的电子通过电磁聚焦和电磁扫描进入扫描盒，使得电子在引出窗口均匀分布，再照射在被照物上。

根据系统功能要求和自屏蔽电子加速器辐照装置的特点，系统采用可编程控制系统（PLC）来控制，主要由 PLC 组成的主控制器单元、扫描偏转单元、聚焦单元、束流控制单元、测量单元、安全连锁单元和辅助设备控制单元组成，监测与控制系统采用分布式结构。具体的系统结构如图 9-3 所示。

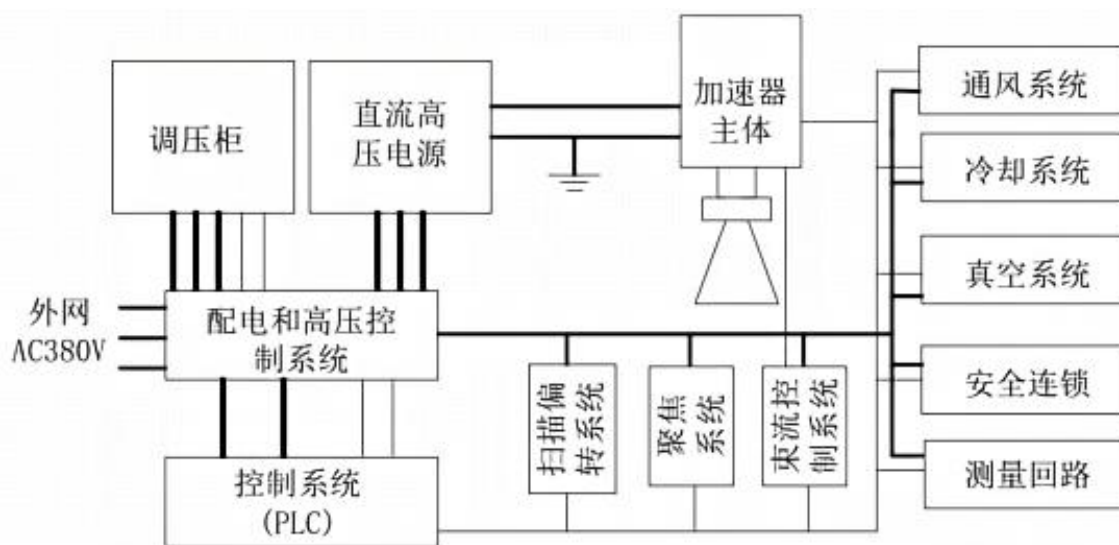


图 9-3 本项目电子加速器系统结构示意图

3、工艺流程及产污环节

本项目加速器为自屏蔽式，可为辐射工作人员以及周边停留或通过的人员提供足够的屏蔽保护。在进行轮胎纤维帘布辐照预硫化时，轮胎纤维帘布在传动装置从一侧进入上经 3 次以上折弯后进入辐照室辐照后再经 3 次以上折弯通过传动装置，从另一侧经收放卷装置出。设备正常运行时，为自动化工作，辐射工作人员只需要日常进行巡检即可，巡检时，辐射工作人员应按要求佩戴个人剂量片和处于开启状态下的个人剂量报警仪。辐照工艺流程及产污环节见图 9-4。

设备开启、运作和关闭操作流程如下：

- (1) 检测相关记录，确认机器无异常故障记录。
- (2) 开机出束前，辐射工作人员巡视电子加速器。
- (3) 开启辅助系统：冷却系统、通风系统、真空系统等。

(4) 确认相关辅助系统运行正常并再次确认无异常情况，将拟辐照产品缠绕在辊筒上，调整好放卷机，确认放卷机调整完毕后，启动收放系统，并开机出束，辐照

产品经过辐照区后，完成辐照。

(5) 经辐照后的物品经收线装置重新卷筒。正常情况下，电子加速器会长时间处于开启状态，对轮胎纤维帘布进行辐照交联。在进行轮胎纤维帘布辐照改性过程中，工作人员只需日常进行巡检，无需其他任何操作。在开机出束进行辐照改性过程中，电子轰击到物质上产生韧致辐射（X 射线），电子和 X 射线电离空气，会产生少量的臭氧和氮氧化物。

(6) 当需要关闭电子加速器时，辐射工作人员先关闭薄膜传送系统，并关闭加速器停止出束。

(7) 在确认加速器已停止出束后，关闭冷却系统。停止出束后，通风系统继续运行 5 分钟后，方可关闭通风系统。

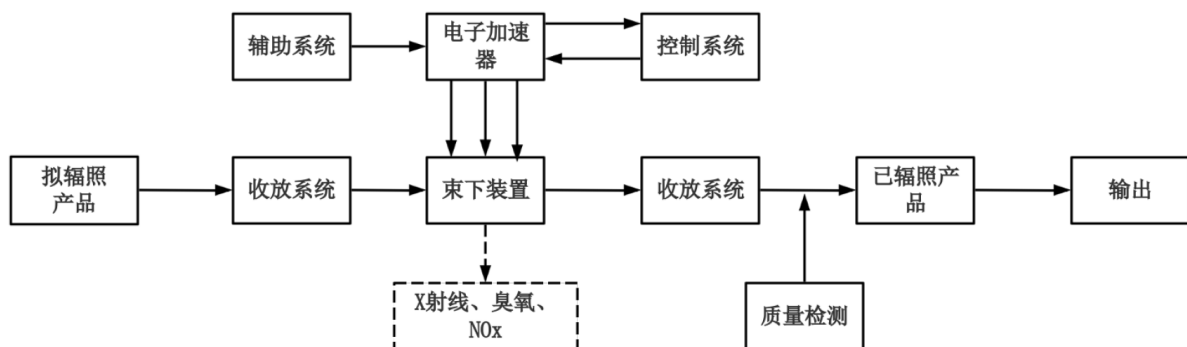


图 9-4 本项目工作流程及产污环节示意图

4、人员配置及工作负荷

根据公司提供资料，本项目加速器每天开机曝光时间约 8h，年开机时间约 250 天。本项目拟配备 2 名辐射工作人员（仅进行本项目辐照工作，不涉及其他辐射类工作），开机时，由辐射工作人员在控制柜处先对设备进行检查，确认无误后，开机运行。设备开机运行前，辐射工作人员进行巡检，每次巡检约 10min，其余时间位于压延生产线的主控台处进行生产工作，主控台距本项目约 3.5m。关机时，由辐射工作人员在控制柜处对设备按步骤进行操作，对设备进行关机，每次约需要 2min。综上所述，本项目辐射工作人员进行生产工作时的年累积受照时间为 $250d \times 8h = 2000h$ 。

污染源项描述

一、施工期污染源

1、废水

施工期少量废水主要来自施工人员生活污水。

2、扬尘

施工产生的地面扬尘主要来自来往运输车辆引起的二次扬尘。

3、固体废物

施工期产生的固体废弃物主要为施工人员的生活垃圾。

4、噪声

主要是使用施工机械和装修设备产生的噪声。

二、营运期污染源

1、电离辐射

加速器在运行时，电子枪产生大量的电子，电子被加速后聚焦为一股束流。电子束虽然占据的体积小，但是能量非常集中。电子束的贯穿能力相对于 X 射线比较弱，加速器自带屏蔽机房可将其完全屏蔽。加速器运行产生的高能电子束受到靶物质（被辐照物和传送装置）的阻挡，产生韧致辐射，即产生高能 X 射线。该 X 射线是随机器的开关而产生和消失。由于本项目拟建辐照电子加速器输出的能量为 0.5MeV 电子束所产生的 X 射线，不考虑感生放射性问题。因此，在加速器开机的时间内，电子束产生的韧致 X 射线为主要污染因素。

2、非放射性三废

（1）固体废物

本项目营运期间工作人员产生的生活垃圾分类收集后由市政环卫部门统一清运。

（2）废气

本项目产生的废气主要臭氧、氮氧化物等。

本项目射线装置在通电出束过程中，辐照室内的空气在强电离辐射的作用下，会产生一定量的臭氧和氮氧化物。加速器输出的高速电子束流越强，臭氧和氮氧化物的产额越高。其中臭氧的毒性最大，产额最高，不仅对人体产生危害，同时能使橡胶等材料加速老化。电子束装置屏蔽体在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，臭氧在常温下可自行分解为氧气。

（3）废水

本项目产生的废水主要为生活污水和冷却废水（去离子水），冷却水循环使用不外排，生活污水依托公司已有的污水处理设施处理。

(4) 噪声

本项目运行时产生噪声主要来自风机、真空系统、高压系统等，建设单位拟使用的风机为低噪声节能排风机，外设风机房并采取相应基础减震等措施，且本项目厂房属于工业用地，并经建筑物墙体隔声及公司场址内的距离衰减后，本项目所在单位厂界噪声能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3类区标准限值的要求。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、工作场所布局与分区

(一) 工作场所布局合理性

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司拟在公司厂区子午胎三分厂半钢子午胎准备车间内纤维帘布压延生产线上投资新增 1 台电子束辐照预硫化装置用于对轮胎片材的预硫化处理。厂区内的子午胎三分厂整体呈“L”型，从北至南依次由检测车间、硫化车间、裁断成型车间及准备车间组成。本次新增的电子加速器辐照装置位于子午胎三分厂的准备车间的纤维帘布压延生产线内。

本项目设备分为两层，下层为液压系统、轮胎纤维帘布出入口、辐照室(加速器主体)以及电控系统等，控制柜(人员操作位)位于辐照室侧边(高压电源相对的另一侧)，距离辐照室约 1m，辐照室前侧设置 1 扇检修门，位于传输装置上方。二层通过电控系统旁边楼梯进入，为高压电源、加速器钢桶、高压传输线管道、单臂吊车、通风系统等。设备组成结构详见图 9-1 所示。

(二) 两区划分

1、分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

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

监督区—通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

参照《粒子加速器辐射安全与防护规定》（GB5172-2025）的规定：粒子加速器辐射工作场所应分为控制区和监督区。应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，主要包括加速器室、束流终端室和放射性废物贮存区域等。与控制区相邻的、通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区。

2、区域划分

本次环评根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。公司拟将辐照室、钢桶以内的区域以及二层平台划分为控制区。该区域不得有无关人员滞留，区域入口设有安全联锁装置、工作信号指示灯和醒目的“当心电离辐射”字样的警示标志，工作时无关人员不得进入。

本项目拟在加速器四周 1m 处设置警戒线，防止无关人员进入，本次将警戒线与设备之间的区域划为监督区。

本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在图 10-1 上进行了标识。

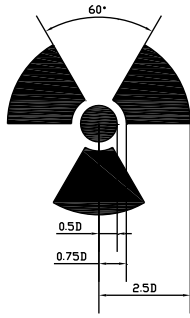
表 10-1 项目控制区和监督区划分情况

场所名称	控制区	监督区
子午胎三分厂半钢子午胎准备车间内纤维帘布压延生产线	辐照室、钢桶以内的区域以及二层平台	加速器四周 1m 处设置警戒线区域和操作台等

3、控制区的防护手段与安全措施：

- ①控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志（如图 10-2）。
- ②制定辐射防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；
- ③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门锁）限制进出控制区；
- ④定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施或该区的边界。

图 10-1 分区示意图



a. 电离辐射标志



b. 当心电离辐射警告标志

图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

4、监督区防护手段与安全措施

- ①以黄线警示监督区的边界；
- ②在监督区的入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；
- ③定期检查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

二、辐射安全及防护措施

(一) 工作场所的屏蔽措施

本次新增的工业电子加速器屏蔽设计见表 10-2，工作场所的平面布局详见附图 7。

表 10-2 工业电子加速器防护屏蔽设计一览表

设备型号及尺寸	屏蔽体	主要屏蔽材料及厚度
EB500 4.52 (长) × 1.45 (宽) × 4.98 (高)	主屏蔽体底部及四周	辐照室左右两侧为 262mm 厚钢板，前后两侧和底部为 282mm 厚钢板
	主屏蔽体顶部	122mm 钢板+50mm 铅板
	检修门	282mm 厚钢板
	加速器钢桶屏蔽罩四壁及顶部	10mmPb+10mm 钢板
	通风管道和电缆穿线孔	通风管道整体采用 2mm 不锈钢管+10mm 铅板进行防护，风管管道 90 度转弯处额外增加 10mm 钢板+10mm 铅板（侧面）+30mm 铅板（顶部）进行防护，同时风管孔、电缆线孔底部增加 80mm 铅板作为屏蔽室上部防护，风管外侧增加风管屏蔽。

注：本项目钢板密度不低于 7.85g/cm³，铅板的密度不低于 11.1 g/cm³。

（二）辐射安全装置

为确保辐射安全，保障加速器安全运行，本项目电子加速器的辐射安全装置和保护措施，主要有：

1、电离辐射警告标志

电子加速器表面明显位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

2、钥匙开关

电子束控制系统配备钥匙开关，钥匙开关控制加速器系统的运行，钥匙开关未闭合状态时加速器无法开机。加速器开机钥匙由专人保管，确保他人不能随意开启设备。

3、急停按钮

加速器设计有 3 个急停按钮，分别位于下层电子束配电控制系统（用于设备的配电如：真空、风机、高压电源等）控制面板、下层电子束控制系统（用于控制设备的运行）控制面板及安装于设备主体附近的安全操作箱（用于操控液压系统，从而完成主体的升降操作）控制面板，并张贴中文说明，当紧急情况发生时，触发急停按钮，加速器立即停止出束。急停按钮和钥匙开关详见图 10-3 所示。

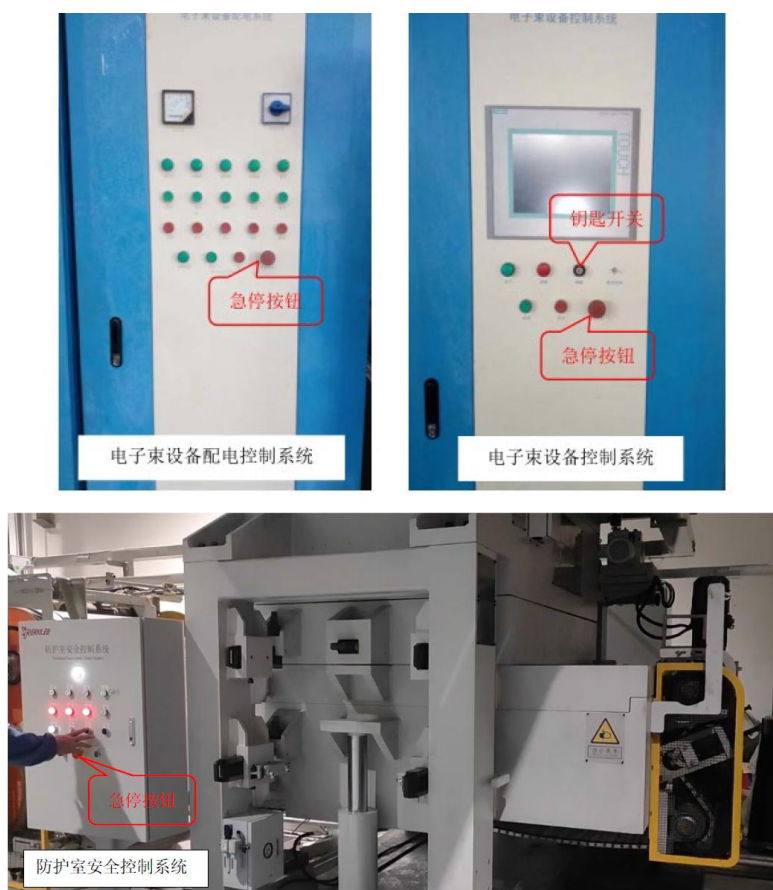


图 10-3 本项目拟设置的急停按钮和钥匙开关示意图

4、门机联锁和微动开关联锁装置

设备所有可开启的防护门均设有安全联锁装置，分别用于加速器主电源的直接控制及控制系统检测及报警输出，配有钥匙控制、门机联锁、剂量联锁等措施。

主屏蔽体通过四层钢板搭接而成，加速器内部辊筒及物料进出线将屏蔽体分成两个部分（屏蔽体内部结构见图 10-4），上侧为固定屏蔽体，下侧为可移动屏蔽体；当设备卡料时，下侧屏蔽体可通过液压系统向下移动，工作人员无需进入设备内部即可对卡料处进行清理维护。

清理维护后，屏蔽体必须闭合到位（行程开关指示灯亮），加速器才能进行启动操作，否则无法启动。进出口处均设置四路以上微动联锁保护开关，两路用于控制硬件回路，两路用于软件检测与控制。设备检测到卡料时，微动联锁开关启动，加速器自动断电停机。移动或卸下任何一块钢板，微动联锁开关启动，加速器自动断电停机。

同时，二层平台设有安全联锁：主屏蔽体的顶部设置围栏，在围栏爬梯上安装挡板并设置联锁保护开关，当挡板打开时，联锁开关启动，加速器自动断电停机。主屏蔽体四周设置警戒线，确保加速器运行时不会有人逗留。门机联锁和微动开关联锁装置示意图详见图 10-4 所示。

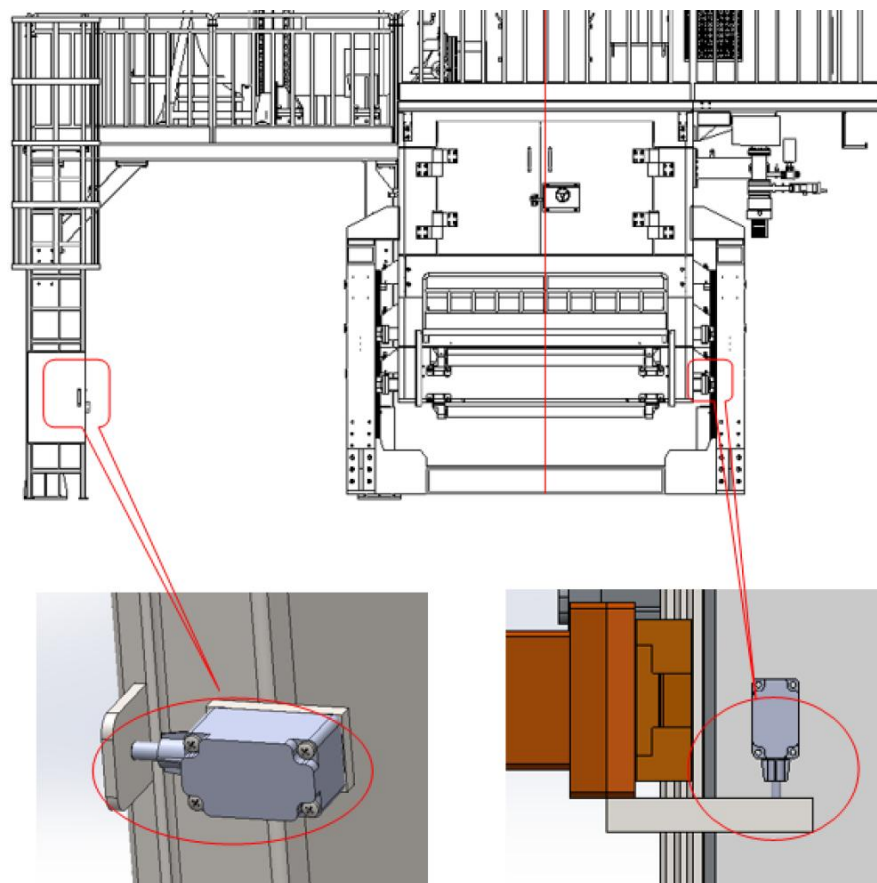


图 10-3 门机联锁及微动开关

5、工作状态指示灯

主屏蔽体顶部设计工作状态指示灯，其中红色指示设备处于运行状态，绿色表示设备停机，黄色表示设备故障。

6、剂量联锁装置

主屏蔽体设计有辐射监测系统，并分别在设备左右两侧进出料口处设置检测探头，用于检测钢板微动联锁情况，任意一路检测辐射泄漏剂量大于 $1.0\mu\text{Sv/h}$ ，设备将自动停机。工作状态指示灯和剂量联锁装置位置示意图详见图 10-5 所示。

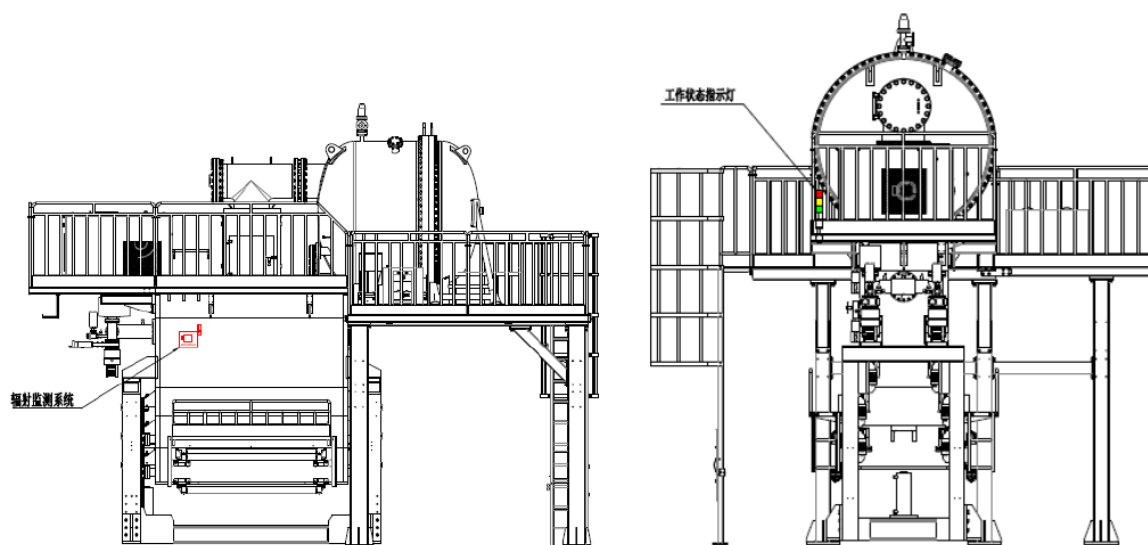


图 10-5 工作状态指示灯和剂量报警仪探头位置示意图

7、通风联锁装置

加速器设置通风联锁并采用机械排风，进排风机口放置于主屏蔽室顶部并安装一台排风机，风量 $3800\text{m}^3/\text{h}$ ，一台进风机，风量 $2160\text{m}^3/\text{h}$ 。进风机通过进风管道将风输送至扫描盒用于钛窗降温；排风机将装置内臭氧和氮氧化物引至排气管内，排气口位于车间顶部。

8、其他安全设施设备和措施

(1) 公司拟在压延生产线处设置了一台高清摄像头，用于观察物料进出情况，为满足本项目防护需求，公司拟新增一台高清摄像头，连接至压延生产线主控台，便于工作人员观察加速器运行时的周围情况。

(2) 辐射工作人员在接到工作任务后，先检查设备工作是否正常，检查工作区域内的所有安全设备及安全联锁的工作情况，检查区域报警器工作是否正常，保证所有人员的安全。加速器运行时，辐射工作人员定期对设备进行巡检，其余时间始终在压

延生产线主控台值守，应急状态下能够迅速响应。

(3) 系统发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动系统。

三废的治理

本项目工业电子加速器在运行过程中不产生放射性三废。

1、废气

空气在辐射照射下，会产生少量臭氧和氮氧化物等有害气体，其中由于氮氧化物的产率仅为臭氧产率的三分之一，同时国家对空气中臭氧浓度的标准严于氮氧化物，因此项目主要产生的废气污染物为臭氧。

加速器设置通风联锁并采用机械排风，进排风机口放置于主屏蔽室顶部并安装一台排风机，风量 $3800\text{m}^3/\text{h}$ ，一台进风机，风量 $2160\text{m}^3/\text{h}$ 。进风机通过进风管道将风输送至扫描盒用于钛窗降温；排风机将装置内臭氧和氮氧化物引至排气管内，排气口位于车间顶部。工业电子加速器排风管道和风机房布置图见图 10-7。

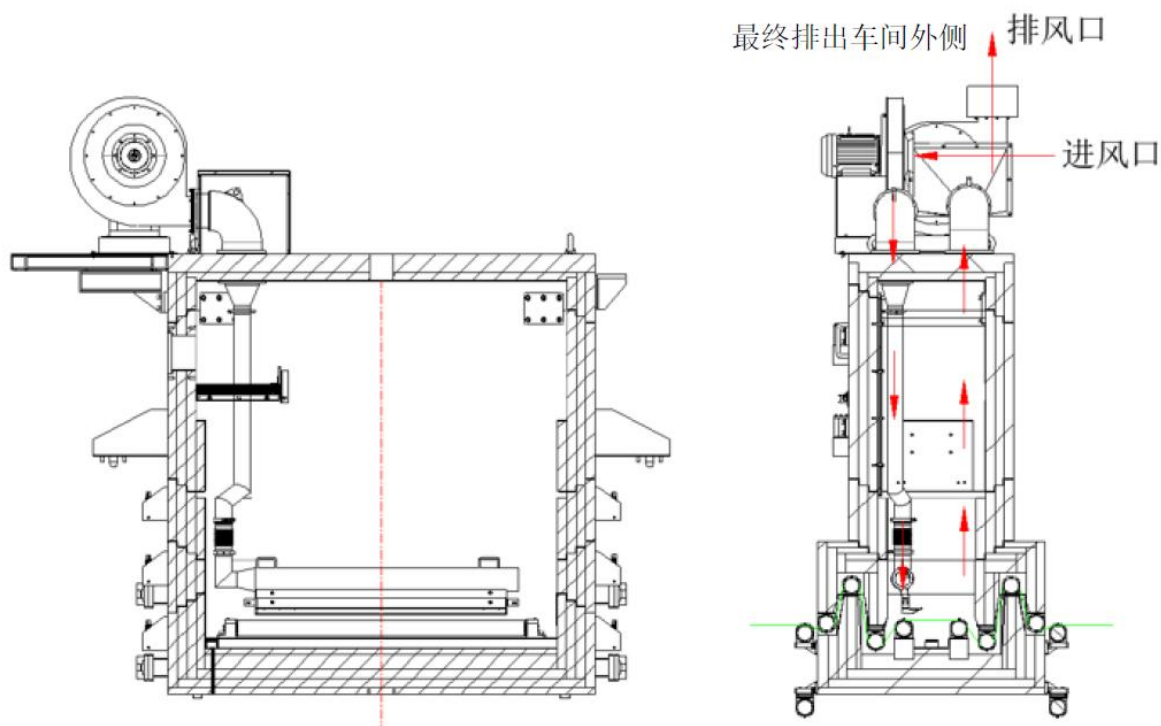


图 10-7 工业电子加速器排风管道布置图

2、固体废物

在电子加速器运行期间，主要固体废物为工作人员产生的生活垃圾，经分类收集后由市政环卫部门统一清运。

3、废水

本项目在运行期间，产生的废水主要为生活污水和冷却废水，冷却水循环使用，不外排，生活污水依托已有的污水处理设施处理。

4、噪声

本项目运行时产生噪声主要有风机、真空系统、高压系统等，建设单位拟使用的风机为低噪声节能排风机，外设风机房并采取相应基础减震等措施，且本项目属于规划的工业用地，经建筑物墙体隔声及公司场址内的距离衰减后，本项目所在单位厂界噪声能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3类区标准限值的要求。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目为纤维帘布电子束辐射预硫化项目，所安装的设备为自屏蔽式，不需要进行土建施工，工程施工期仅涉及设备的运输和安装，会产生噪声、扬尘、少量的废弃包装物、生活污水等一般环境影响因素，无辐射影响，且施工期较短，设备的安装均于压延车间内进行，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司拟在公司厂区子午胎三分厂半钢子午胎准备车间内纤维帘布压延生产线上投资新增 1 台电子束辐照预硫化装置用于对轮胎片材的预硫化处理。

本次新增的电子束辐照装置型号为 EB500 型，最大电子线能量为 0.5MeV，最大束流强度为 170mA，为全自屏蔽式工业电子加速器，属于 II 类射线装置。

本项目在加速器机房外设定关注点。从保守角度出发，在加速器机房设计的尺寸厚度基础上，假定工业电子加速器最大功率运行并针对关注点最不利的情况进行预测计算。同时，采用类比分析的方法进行辅助论证。

一、电子束环境影响分析

根据《辐射防护手册》（第三分册）可知，电子在物质中最大射程可由公式 11-1 进行估算：

$$d = \frac{1}{2\rho} E_{\beta max} \dots\dots \text{公式 11-1}$$

式中： d —最大射程，cm；

ρ —防护材料的密度，g/cm³；

$E_{\beta MAX}$ —最大电子能量，MeV。

本项目工业电子加速器电子束最大能量约为 0.5MeV，由公式 11-1 计算得出电子线在铁（密度取 7.85g/cm³）中最大穿透厚度约为 0.17cm。因此，电子束对屏蔽体外环境的影响可以忽略不计。

二、韧致辐射（X 射线）环境影响分析

（一）电子加速器主屏蔽体辐射环境影响分析

1、计算模式选择

本项目电子加速器辐照室屏蔽体辐射防护屏蔽评价，采用《辐射防护导论》（方杰主编）P101 3.50 公式的修正，即考虑沿与电子束入射方向为 0°及 90°的初级 X 射线的屏蔽计算。关注点的剂量当量指数公式为：

$$H_{I,r(d)} = \frac{I \times \delta_{\alpha(90^\circ)} \times \eta_x \times q}{1.67 \times 10^{-2} \times r^2} \dots \dots \text{（公式 11-2）}$$

式中： $I \cdot \delta_{\alpha(90^\circ)}$ ——距离辐射源（即靶）1m 处 90°方向的吸收剂量指数率， $\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ；

I ——电子束流强度，mA；

q ——居留因子，本项目取 1；

r ——关注点至辐射源的距离，m；

η_x ——90°方向上的 X 射线在屏蔽层中的透射比，可用十倍减弱厚度 $\Delta_{1/10,1}$ 方法计算，其计算方法为：

$$\eta_x = \frac{1}{10^n} \dots \dots \text{（公式 11-3）}$$

$$n = (d - \Delta_{1/10,1}) / \Delta_{1/10,e} + 1 \dots \dots \text{（公式 11-4）}$$

式中： d ——屏蔽层厚度（cm）；

$\Delta_{1/10,1}$ ——靠近辐射源第一个十倍减弱厚度（cm）；

$\Delta_{1/10,e}$ ——第一个十倍减弱厚度之后的十倍减弱厚度（cm）。

本项目电子加速器辐照装置开机运行时，EB500 型电子加速器电子束出束方向朝辐照室底部照射，辐照室主要采用钢板及铅板进行防护。由于加速器传送装置滚轴为铁质材料，因此本项目选取辐照室钢板为轰击靶来进行辐射防护评价。

本项目的 EB500 型电子加速器电子束朝下，不直射向其他侧的屏蔽体，因此本次项目 EB500 型电子加速器辐照室的四周及顶部主要考虑韧致辐射所致与电子束入射方向呈 90°的初级 X 射线，底部则考虑与电子束入射方向呈 0°的初级 X 射线辐射影响。

为简化计算，EB500 型电子加速器辐照室顶部辐射防护屏蔽评价，仅考虑屏蔽体内与入射电子束成 105°到 180°方向的韧致辐射初级 X 射线对主屏蔽体顶部考察点的影响。为安全起见，105°到 180°方向的发射率常数保守取 90°方向的发射率常数。计

算点位示意图见图 11-1。

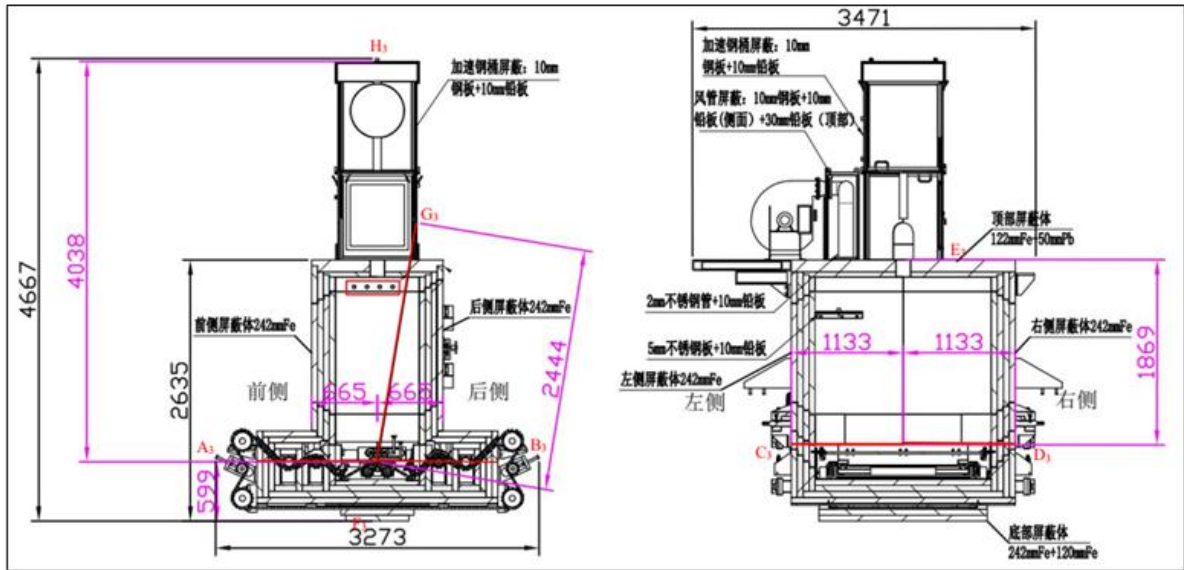


图 11-1 EB500 型电子加速器计算点位示意图

根据《辐射防护导论》（方杰编）图 3.3，0.5MeV 入射电子在距靶 1m 处侧向 90° 方向上的发射率常数 $\delta_a(90^\circ) = 0.1 \text{ Gy} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ 。本项目被辐照的靶材料为碳钢板，因此 90° 方向的修正系数 f_e 取 0.5，进行修正后 0.5MeV 入射电子的 $\delta_a(90^\circ) = 0.05 \text{ Gy} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ ，则 $I \cdot \delta_a(90^\circ) = 10 \text{ Gy} \cdot \text{m}^2 / \text{min}$ 。

根据《辐射防护导论》（方杰编）图 3.25，0.5MeV 电子 90° 方向等效入射电子能量约为 0.3MeV。在 0.3MeV 能量下，钢的平衡十倍减弱厚度约为 2.2cm，铅的平衡十倍减弱厚度为 0.25cm，则 25mm 铅板约等效为 220mm 钢板；在 0.5MeV 能量下，钢的平衡十倍减弱厚度约为 3.2cm，铅的平衡十倍减弱厚度为 1.2cm，则 12mm 铅板约等效为 32mm 钢板。查《辐射防护导论》（方杰编）图 3.23，钢对电子能量 0.3MeV 的第一个十倍减弱厚度 $\Delta_{1/10,1} = 2.2 \text{ cm}$ ，第一个十倍减弱厚度之后的十倍减弱厚度 $\Delta_{1/10,e} = 2.2 \text{ cm}$ 。

对于主射线方向屏蔽体外参考点，根据《辐射防护导论》（方杰编）图 3.3，0.5MeV 入射电子在距靶 1m 处 0° 方向上的发射率常数保守取 $\delta_a(0^\circ) = 0.009 \text{ Gy} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ 。又本项目被辐照的靶材料为钢板，因此 0° 方向的修正系数 f_e 取 0.7，则对 0.5MeV 入射电子， $I \cdot \delta_a(90^\circ) = 1.26 \text{ Gy} \cdot \text{m}^2 / \text{min}$ 。查《辐射防护导论》（方杰编）图 3.23，钢对电子能量 0.5MeV 的第一个十倍减弱厚度 $\Delta_{1/10,1} = 3.2 \text{ cm}$ ，第一个十倍减弱厚度之后的十倍减弱厚度 $\Delta_{1/10,e} = 3.2 \text{ cm}$ 。

将相关参数带入公式(1), EB500型电子加速器主屏蔽体外参考点处辐射剂量核算结果见表11-1。

表 11-3 EB500 型自屏蔽电子加速器辐照室屏蔽效果核算

参数	前侧	后侧	左侧	右侧	顶部	底部	
r	10	10	10	10	10	1.26	
屏蔽材料及厚度	24.2cmFe	24.2cmFe	24.2cmFe	24.2cmFe	12.2cmFe	24.2cmFe	
等效厚度 d (cm)	24.2cmFe	24.2cmFe	24.2cmFe	24.2cmFe	25.5cmFe	36.2cmFe	
$\Delta_{1/10.1}$ (cm)	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.2	
$\Delta_{1/10.e}$ (cm)	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.2	
η_x 计算结果	1.0×10^{-11}	1.0×10^{-11}	1.0×10^{-11}	1.0×10^{-11}	2.57×10^{-11}	4.87×10^{-11}	
r (m) ①	0.715	0.715	1.183	1.183	1.919	0.649	
屏蔽体外空气比释动能	计算结果	0.012	0.012	0.004	0.004	<0.001	0.001
	控制值	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足	满足	满足	满足	满足

注: ① $R_{前侧、后侧}$ =靶点到前侧、后侧屏蔽体外的距离 $0.665m + 参考点 0.05m = 0.715m$;

$R_{左侧、右侧}$ =靶点到左侧、右侧屏蔽体外的距离 $1.133m + 参考点 0.05m = 1.183m$;

$R_{顶部}$ =靶点到顶部屏蔽体外的距离 $1.869m + 参考点 0.05m = 1.919m$;

$R_{底部}$ =靶点到底部屏蔽体外的距离 $0.599m + 参考点 0.05m = 0.649m$ 。

由表 11-3 可知, EB500 型电子加速器辐照室外参考点处的辐射剂量率最大值约为 $0.012\mu Gy/h$, 能够满足《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002)中 I 类电子束辐照装置表面外 5cm 处空气比释动能率应不大于 $2.5\mu Gy/h$ 的要求。

(二) 加速器钢桶及扫描盒辐射环境影响分析

加速钢桶内的辐射场由三部分叠加: 主屏蔽体内与入射电子束成 105° 到 180° 方向的韧致辐射初级 X 射线, 经过辐照室顶部不完全屏蔽的贯穿辐射场; 辐照室内的 0° 方向上产生的韧致辐射初级 X 射线, 经 180° 方向散射后的次级 X 射线, 通过辐照室顶上的孔洞直接照射入加速钢桶内形成的散射辐射场; 尚未加速到最高能量的电子在加速过程中束流损失而与加速钢桶作用产生的束流损失辐射场。

由于沿与电子束入射方向成 180° 方向的次级 X 射线能量较低, 受到加速钢桶的屏蔽后, 对加速钢桶外的环境影响很小。

对于加速器主体束流加速系统内的束流损失, 根据生产厂家提供材料, 当加速管内真空度良好的时候, 可以忽略不计, 即使在不利工况下, 束流损失最大不超过 $8\mu A$, 当束流损失大于 $8\mu A$ 时, 设备停机保护。因此, 由束流损失产生的辐射剂量很少, 再经过钢桶的进一步屏蔽后, 束流损失对钢桶外的辐射影响很小。

因此, 为简化计算, 加速钢桶辐射防护屏蔽评价, 仅考虑加速器主屏蔽体内贯穿辐射场的影响。

加速器主屏蔽体透射线对加速钢桶外参考点的辐射影响，即初级 X 射线经二次屏蔽（主屏蔽体顶和加速钢桶）对考察点的影响，依然采用公式（1）计算。

表 11-2 EB500 型电子加速器加速钢桶对 105°到 180 方向韧致辐射初级 X 射线屏蔽效果核算表

参数		钢桶四周 (G ₃)	钢桶顶部 (H ₃)
屏蔽材料及厚度 (cm)		6Pb+13.2Fe	6Pb+13.2Fe
等效厚度 (cm)		29.2/cos45°=41.3Fe	29.2Fe
$I \cdot \delta_a$ (Gy·m ² ·min ⁻¹)		10	10
$\Delta_{1/10,l}$ (cm)		2.2	2.2
$\Delta_{1/10,e}$ (cm)		2.2	2.2
η_x 计算结果		1.69×10 ⁻¹⁹	5.34×10 ⁻¹⁴
r (m) ①		2.44	4.04
屏蔽体外空气比释动能率评价	计算结果 (μGy/h)	<0.001	<0.001
	控制值 (μGy/h)	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足

注:距离直接从 CAD 图纸测量得出。

由表 11-6 可知，EB500 型电子加速器钢桶外参考点处的辐射剂量率均小于 0.001μGy/h，能够满足《γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）中 I 类电子束辐照装置表面外 5cm 处空气比释动能率应不大于 2.5uGy/h 的要求。

（三）物料进出口辐射防护分析

本项目 3 种加速器辐照室均设有迷道式物料进口与出口（见图 11-4~图 11-6），由图 11-4~图 11-6 可知，每种加速器辐照室内 X 射线至少经过 4 次散射方能到达薄膜进出口。根据《辐射防护导论》（方杰主编）P189 指出：“迷道的屏蔽计算是比较复杂的。一种简易的安全的估算方法，是使辐射在迷道中至少经过三次以上散射才能到达出口处。实例也证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全。因此，加速器辐照室薄膜进出口设计能够满足辐射防护的要求”。

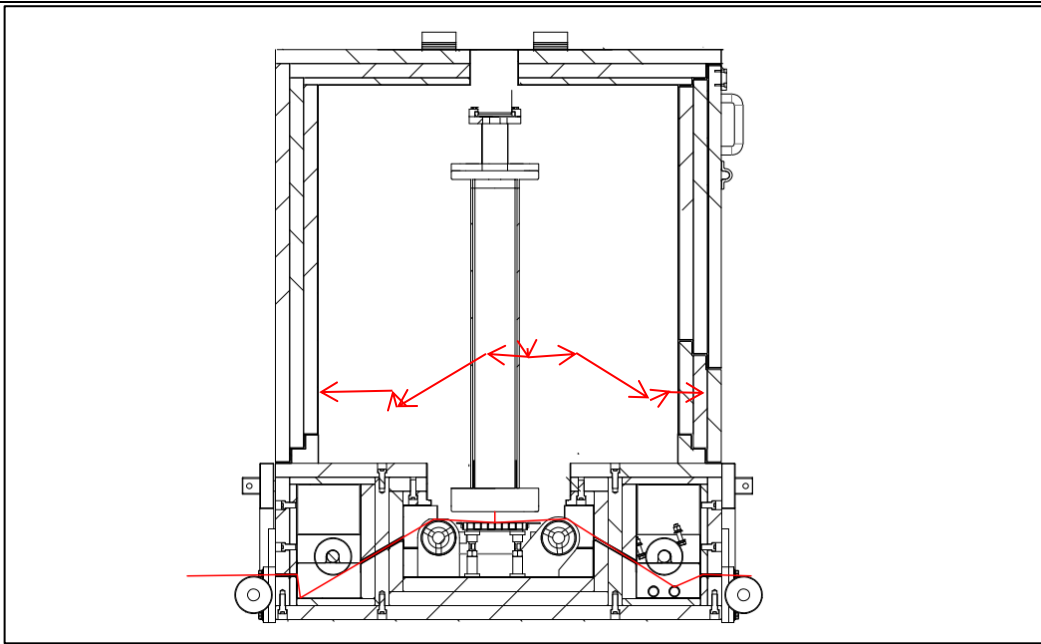


图 11-4 EB200 型电子加速器物料进出口处 X 射线散射示意图

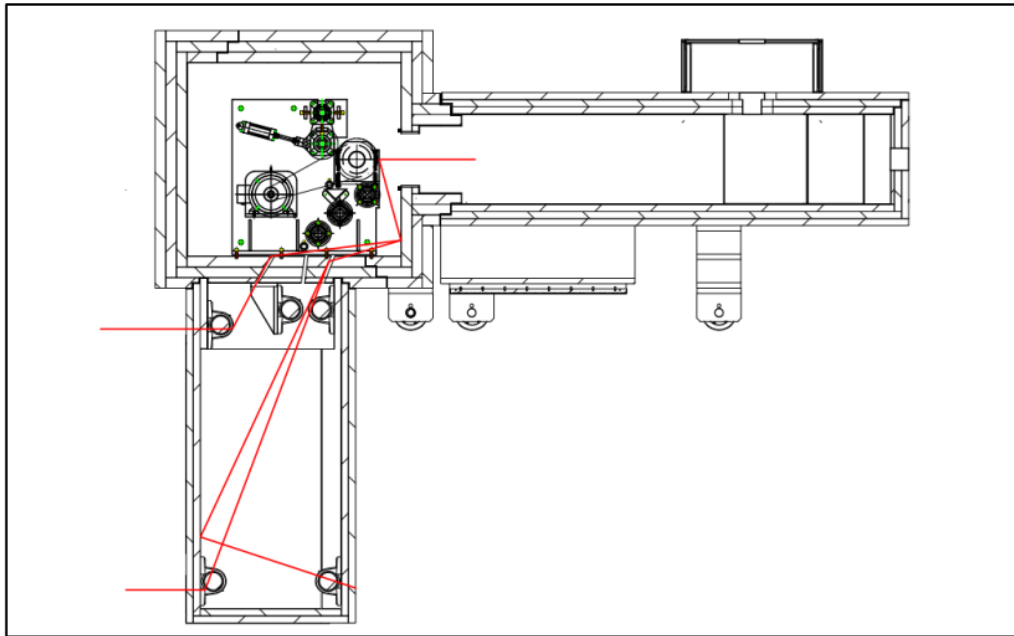


图 11-5 EB300 型电子加速器物料进出口处 X 射线散射示意图

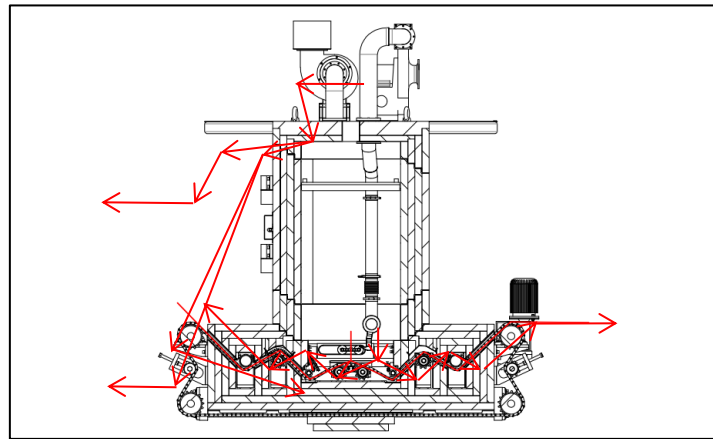


图 11-6 EB500 型电子加速器物料进出口处 X 射线散射示意图

(四) 通风管道辐射防护分析

由于本项目电子加速器运行过程中，辐射工作人员无需进入屏蔽体内，且本项目电子能量很低，其在屏蔽体内作用产生的臭氧及氮氧化物浓度较小，因此未对屏蔽体内臭氧浓度进行计算，臭氧通过排风系统排放至外环境，在常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

EB500 型电子加速器屏蔽体内的 X 射线至少经过三次以上散射后方能到达进风口和出风口，且 EB500 型电子加速器风管管道外包 10mmPb，风管孔底部增加 10mmPb+5mm 不锈钢板作为屏蔽室上部防护，风管外侧增加风管屏蔽罩，屏蔽罩顶部采用 30mmPb，侧面采用 10mm 钢板+10mmPb 防护，因此本项目 EB500 型电子加速器通风系统设计能够满足辐射防护的要求。

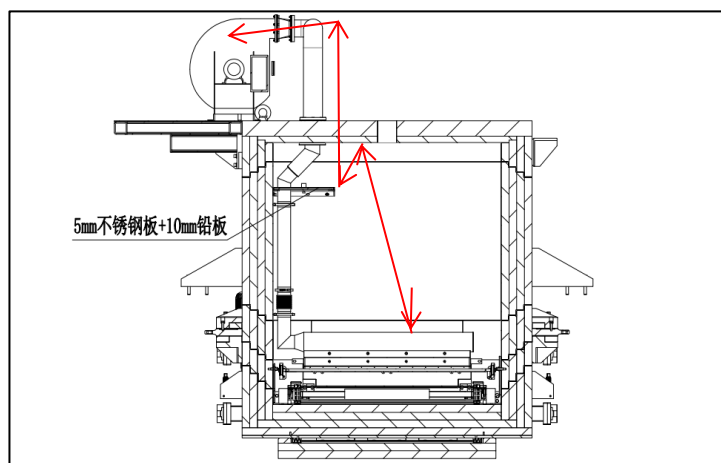


图 11-9 EB500 型电子加速器通风管道散射示意图

(五) 臭氧的环境影响分析

本项目 EB500 型电子加速器在工作状态时，产生的 X 射线会使屏蔽室内空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。

1、臭氧浓度计算

(1) 臭氧的产生

参照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中附录 B，臭氧产额估算方法如下：

单位时间（每小时）内电子束生成的 O₃ 的量（P）为：

$$P=45 \times d \times I \times G \cdots \cdots \text{（公式 11-5）}$$

式中，P—单位时间电子束产生 O₃ 的质量，mg/h；

I—电子束流强度，mA；

G —空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O_3 分子数, 参照《辐射防护手册 第三分册》130 页, 本项目取 6;

d —电子束在空气中的行程, cm, 本项目扫描盒窗口与滚轴间距离约为 3cm。

由上式计算结果可得 EB500 型电子加速器屏蔽体内臭氧产额为 $1.62 \times 10^5 \text{mg/h}$ 。氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一。

(2) 辐照室臭氧的平衡浓度

照射时间很长 (即照射时间 t 远远大于 O_3 的有效清除时间 \bar{T}) 情况下 O_3 饱和浓度:

$$C_s = \frac{PT_e}{V} \dots\dots \text{(公式 11-6)}$$

式中, C_s —辐照室内臭氧平衡浓度, mg/m^3 ;

P —意义同前文;

V —辐照室体积, m^3 , 本项目 EB200 型电子加速器的屏蔽室体积约为 1m^3 , EB500 型电子加速器的屏蔽室体积约为 3m^3 ;

T_e —臭氧的有效清除时间, h, 按公式 (7) 计算。

$$T_e = \frac{T_v \times T_d}{T_v + T_d} \dots\dots \text{(公式 11-7)}$$

式中, T_d —臭氧的有效分解时间, h, 约为 0.83h;

T_v —辐照室通风换气周期, h, EB200 型电子加速器的屏蔽室通风换气周期为 $2.9 \times 10^{-4}\text{h}$, EB500 型电子加速器的屏蔽室通风换气周期为 $7.9 \times 10^{-4}\text{h}$;

由上式计算结果可得 EB200 型电子加速器屏蔽体内臭氧平衡浓度为 115.7mg/m^3 ; EB500 型电子加速器屏蔽体内臭氧平衡浓度为 42.6mg/m^3 。

(3) 臭氧的排放

关闭加速器后风机运行的持续时间为:

$$T = -T_e \ln \frac{C_0}{C_s} \dots\dots \text{(公式 11-8)}$$

式中, C_0 —GBZ2.1 规定的臭氧的最高容许浓度, $C_0=0.3 \text{mg/m}^3$;

T —为使室内臭氧浓度低于规定的浓度所需时间, h;

经计算得加速器停机后, EB500 型电子加速器屏蔽室内通风系统以通风速率 $3800\text{m}^3/\text{h}$ 继续工作, 通过 0.235min 的通风排气, 屏蔽室内的臭氧浓度可低于 GBZ2.1

规定的最高容许浓度：0.3mg/m³。公司应加强对辐射工作人员的管理和培训，明确EB200及EB500型电子加速器停机3min后才能开启主屏蔽体防护门。

三、辐射工作人员和公众剂量估算及评价

（一）计算模式

本项目辐射工作人员和公众年有效剂量由公式（9）进行估算：

$$E_{eff} = D \cdot t \cdot T \cdot U \cdots \cdots \text{（公式 11-9）}$$

式中： E_{eff} —人员年有效剂量， $\mu\text{Sv}/\text{年}$ ；

D —关注点处辐射剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

t —年工作时间，单位 h；

T —居留因子；

U —使用因子，本项目 U 取 1。

（二）辐射工作人员剂量估算及评价

公司拟于生产线上使用 1 台 EB500 型电子加速器辐照装置，设备年使用时间约 2000h。公司计划为加速器配备 2 名辐射工作人员，辐射工作人员居留因子取 1，将相关参数带入公式（9），则辐射工作人员所受年有效剂量均约为 0.004mSv。

（三）公众人员剂量估算及评价

对于电子加速器辐照装置周围公众人员所受年有效剂量，取 EB500 型电子加速器屏蔽体外最大辐射剂量率 0.001 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，时间取 2000h，居留因子取 1/4，将相关参数带入公式（9）计算得出其所受年有效剂量最大值小于 0.001mSv。

综上所述，本项目工作人员及周围公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和本项目剂量约束值要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

三、非辐射环境影响分析

1、废水处理措施依托可行性分析

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司已建设有 1 座污水处理站，项目产生的废水经污水处理站处理达到预处理标准后进行排放。外排进入市政污水管网，并最终经城市污水处理厂处理后外排。

2、一般固体废物

本项目在运营期工作人员会产生少量的生活垃圾。

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司已建设有垃圾处理站，本项目产生的生活垃圾集中暂存，将由市政环卫部门定期统一收集、清运至垃圾处理厂处置。

3、废气

工作场所内其他区域设有机械排风装置，排风口直接排放到室外，因室内产生的臭氧氮氧化物较少，所以废气对环境几乎没有影响。

4、噪声

运营期噪声主要来源于通排风系统的风机，工作场所使用的多联机室外机为低噪声设备，对周围环境影响较小。

5、射线装置报废

射线装置在报废前，应采取去功能化的措施（如拆除电源和拆解加高压射线管），确保装置无法再次组装通电使用，并按照生态环境保护主管部门要求，履行相关报废手续。

事故影响分析

一、事故分级

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11-3。

表 11-3 辐射事故等级划分表

事故等级	事故类型
特别重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射

根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ 104-2017），急性放射病发生参考

剂量见下表。

表 11-4 急性放射病初期临床反应及受照剂量范围参考值

急性放射病	分度	受照剂量范围参考值 (Gy)
骨髓型急性放射病	轻度	1.0~2.0
	中度	2.0~4.0
	重度	4.0~6.0
	极重度	6.0~10.0
肠型急性放射病	轻度	10~20
	重度	20~50
脑型急性放射病	轻度	50~100
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	>100

二、事故防范措施

上述辐射事故可以通过完善辐射防护安全设施、制定相关管理规章制度和辐射事故应急措施加以防范，将辐射环境风险控制在可以接受的水平。针对在运行过程中可能发生的事故，本次评价提出以下防范措施，尽可能的减小或控制事故的危害和影响，主要体现在以下几个方面：

- 1、加强控制区和监督区管理，在射线装置运行期间，加强对监督区公众的管理，限制公众在监督区长期滞留。
- 2、制定事故应急预案、完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。
- 3、制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，
- 4、严格按照辐射监测计划进行辐射水平监测，如果监测表明防护墙外辐射水平偏高，应适当增加防护墙厚度。

四、应急措施

假若本项目发生了辐射事故，公司应迅速、有效的采取以下应急措施：

- 1、一旦发现有其他无关人员误入机房内，操作人员应立即利用最近的紧急停机开关切断设备电源。误入人员应在最短的时间内撤离机房，尽量缩短受照时间。同时，事故第一发现者应及时向公司的放射事件应急处理领导小组及上级领导报告。放射事件应急处理领导小组在接到事故报告后，应以最快的速度组织应急救援工作，迅速封

闭事故现场，禁止无关人员进入该区域，严禁任何人擅自移动和取走现场物件（紧急救援需要除外）。

2、对可能受到超剂量照射的人员，尽快安排其接受检查和救治，并在第一时间将事故情况通报当地生态环境主管部门、卫生健康等主管部门。

3、工作人员佩戴有个人剂量计，每 3 个月检测一次，可及时监控工作人员所受剂量，如发现超标现象应查明原因，改善防护条件或减少工作时间。

6、人员受到不必要的照射或超计划外照射时，应评估其受照剂量，并进行必要的医学处理。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和原国家环境保护总局环发[2006]145 号文件之规定，发生辐射事故时事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司待项目建成后需及时修订事故应急预案，将本次新建的工作场所项目纳入其中，能确保事故情况下的影响处于可控范围内。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

一、关于辐射安全与环境保护管理机构

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司已根据现有核技术应用现状，按《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，于 2025 年 5 月 22 日印发了《关于成立辐射安全与环境保护管理领导小组的通知》的文件（详见附件 6），由公司法人作为组长负责全司辐射安全与环境保护监督管理工作，保障放射工作人员、社会公众的健康与安全。公司的安全环保部为辐射安全与环境保护管理的专职机构，开展辐射安全与环境保护管理的日常工作，同时，该文件明确了领导小组工作职责：

- 1、负责组织落实《环境影响评价法》核技术利用项目的相关环保手续；
- 2、负责落实辐射安全许可证的申请、延续、注销工作；
- 3、负责建立健全公司辐射安全的管理制度和安全操作规程；
- 4、建立辐射安全管理的档案资料，落实专人管理、归口管理要求；
- 5、负责拟定辐射防护工作计划和实施方案，并组织实施；
- 6、负责做好工作人员的辐射防护与安全培训取证工作，配备相应的个人剂量监测仪并定期检；
- 7、组织实施公司放射工作人员上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查，建立个人健康监护档案，做到一人一档；
- 8、组织落实对辐射安全与防护工作进行督查，检查放射工作人员的技术操作情况，指导做好个人的辐射防护；每年委托有资质的第三方单位对辐射工作场所进行年度辐射剂量监测，确保不发生辐射安全事故；
- 9、使用好、维护好《全国核技术利用辐射安全申报系统》，及时更新相关信息，及时上传送年度评估报告。

目前，公司成立的辐射安全领导小组文件能够覆盖现有的射线装置，制度制定科学可行。

二、辐射工作人员配置和能力分析

根据公司提供的技术资料可知，四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司现有辐射工作人员 6 人，均持证上岗。公司拟为本项目配备辐射工作人员 2 人。

1、根据《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》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号），新从事辐射活动的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’报名并参加考核。

2、在辐射工作人员上岗前，公司应组织其进行岗前职业健康检查，并建立个人健康档案，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作。

3、公司应当建立并保存辐射工作人员的培训档案。

辐射安全管理规章制度

一、规章制度

公司可根据《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》等要求制定并完善一系列辐射安全规章制度，具体见表 12-1。

表 12-1 项目单位辐射安全管理制度制定要求

序号	《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》要求		公司制定情况	备注
	制度	具体制度要求		
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	明确相关人员的管理职责，全面负责单位辐射安全与环境保护管理工作。	已制定	
2	辐射工作场所安全管理规定	根据单位具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是射线装置运行和维修时辐射安全管理。	已制定	
3	辐射工作设备操作规程	明确辐射工作人员的资质条件要求、装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施。重点是明确操作步骤、出束过程中必须采取的辐射安全措施。	已制定 需完善	将本项目射线装置纳入其中
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	明确射线装置维修计划、维修记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保射线装置保持良好的工作状态。	已制定 需完善	
5	辐射工作人员岗位职责	明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任。	已制定 需完善	应包含本项目辐射工作人员
6	射线装置台账管理制度	应记载射线装置台账，记载射线装置的名称、型号、射线种类、类别、用途、来源和去向等事项，同时对射线装置的说明书建档保存，确定台帐的管理人员和职责，建立台帐的交接制度	已制定 需完善	将本项目射线装置纳入其中
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	/	已制定 需完善	
8	监测仪器使用与校验管	/	已制定	将本项目

	理制度		需完善	监测仪器 纳入其中
9	辐射工作人员培训制度	明确培训对象、内容、周期、方式及考核的办法等内容。及时组织辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，辐射工作人员须通过考核后方可上岗。	已制定	应包含本 项目增辐 射工作人 员
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	在操作射线装置时，操作人员必须佩戴个人剂量计。定期将个人剂量计送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案，在进行个人剂量监测的同时定期进行体检，建立健康档案，健康档案应终生保存。	已制定 需完善	
11	辐射事故应急预案	针对射线装置应用可能产生的辐射事故应制订较为完善的事故应急预案或应急措施。	已制定	将本项目 射线装置 纳入其中
12	质量保证大纲和质量控制检测计划	/	已制定	/

公司应按照《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》（川环函〔2025〕616号）的要求，将《辐射事故应急响应程序》悬挂于辐射工作场所并且上墙制度的内容应字体醒目，尺寸大小应不小于400mm×600mm。

公司应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

一、工作场所监测

年度监测：委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为1次/年；年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成内容一并提交给发证机关。

二、个人剂量监测

个人剂量监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量片，根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）“常规监测的周期应综合考虑放射工作人员的工作性质、所受剂量的大小，剂量变化程度

及剂量计的性能等诸多因素。常规监测周期一般为1个月，最长不得超过3个月”。

(1) 当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关。检测报告及有关调查报告应存档备查。

(2) 个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

(3) 根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019），就本项目而言，辐射主要来自前方，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般左胸前。

(4) 辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。公司应当将个人剂量档案保存终生。

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司已委托有资质单位对公司辐射工作人员进行了个人剂量监测。

三、公司自我监测

公司定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期为 1~2 次/年。

四、监测内容和要求

(1) 监测内容：X-γ 辐射周围剂量当量率。

(2) 监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-2）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-2 工作场所监测计划建议

场所或设备	监测内容	监测布点位置
工业电子加速器机房	X-γ 辐射剂量率	①通过巡测发现的辐射水平异常高的位置，并进行重点监测； ②加速器机房屏蔽体外 30cm 处，距离地面 1m 处进行监测； ③加速器机房门缝四周 30cm 处； ④控制室，传送带轨道外侧、通风管道外侧等。

(3) 监测范围：控制区和监督区域及周围环境

(4) 监测频次：1~2 次/年

(5) 监测质量保证

a、制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与公司监测仪

器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

b、采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

c、制定辐射环境监测管理制度。

此外，公司需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

五、年度监测报告情况

公司应于每年1月31日前在全国核技术利用辐射安全申报系统提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。公司应按照《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025年版）》（川环函〔2025〕616号）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。公司必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址<http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp>）中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

辐射事故应急

一、事故应急预案内容

为了应对生产运行中的事故和突发事件，建设单位已制订了辐射事故应急预案，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，待本项目建设完成后建设单位应完善辐射事故应急方案，明确以下几个方面：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）应急的具体人员和联系电话；
- （3）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- （4）辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- （5）辐射事故调查、报告和处理程序。

二、应急措施

若本项目发生了辐射事故，公司应迅速、有效采取以下应急措施：

(1) 一旦发现射线装置被盗或者丢失，及时向公安部门、生态环境主管部门和卫生健康部门报告。

(2) 发现误照射事故时，工作人员应立即切断电源，立即撤出机房，关闭机房门，同时向公司主管领导报告。

(3) 公司根据估算的超剂量值，尽快安排误照人员进行检查或在指定的医疗机构救治；对可能受放射损伤的人员，应立即采取暂时隔离和应急救援措施。

(4) 事故发生后的 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境和公安部门报告。造成或可能造成超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

(5) 最后查清事故原因，分清责任，消除事故隐患。

三、其他要求

(1) 辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态环境主管部门备案。

(2) 在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合公司实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司新增电子束辐照装置使用项目

项目性质：新建

建设单位：四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司

建设地点：四川省成都市东部新区川橡路 568 号子午胎三分厂

建设内容与规模：

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司拟在公司厂区子午胎三分厂半钢子午胎准备车间内投资新增 1 台电子束辐照预硫化装置用于对轮胎片材的预硫化处理。

本次新增的电子束辐照装置型号为 EB500 型，最大电子线能量为 0.5MeV，最大束流强度为 170mA，为全自屏蔽式工业电子加速器，属于 II 类射线装置。

二、项目产业政策符合性结论

本项目系核技术应用项目在工业领域内的运用。根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，属于鼓励类中第六项“核能”的第 4 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，是目前国家鼓励发展的新技术应用项目。

三、实践正当性

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当性的。

本项目的开展可为公司带来明显的经济效益，在给企业带来利益同时，对工作人员和公众的外照射引起的年有效剂量低于根据最优化原则设置的项目剂量约束值，在采取了相应的辐射防护措施后，项目所致的辐射危害可得到有效控制，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

四、项目选址合理性结论

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司新增电子束辐照装置使用项目位于厂区内已

建的子午胎三分厂内，所在地的用地性质为工业用地。从周边外环境关系可知，厂区周边规划为空地 and 市政道路，本项目 50m 评价范围均位于公司厂区内，50m 评价范围内无其他居民区、无学校等其他环境敏感点。

本项目拟建位置所用土地已取得《中华人民共和国国有土地使用权证》（简国用（2014）第 11638 号），地类用途为“工业用地”。本项目为公司“年产 700 万条高性能绿色环保乘用车半钢子午线轮胎技改项目”的配套建设项目，不新增用地，且项目屏蔽体有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中的剂量限值要求，满足报告表确定的剂量约束值的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

五、区域环境质量现状

根据监测结果，本项目拟建位置周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测值在（88~95）nGy/h 之间，与成都市生态环境局《2024 成都生态环境质量公报》中 γ 辐射空气吸收剂量率范围：（66.7~117）nGy/h 相较，本项目拟建址区域周围辐射环境监测值属于正常本底范围。

六、环境影响分析结论

1、施工期环境影响分析

本项目施工工程量较小，随着施工结束后影响即可消除。

2、营运期正常工况下辐射环境影响

（1）辐射环境影响分析结论

在严格落实环评提出的要求后，本项目所致职业人员年剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的辐射剂量限值要求，同时也符合本报告提出的照射剂量约束值要求（职业照射 5mSv/a、公众照射 0.1mSv/a）。评价结果表明本项目辐射工作场所的防护性能符合要求。

（2）水环境影响分析

本项目工作人员工作时仅产生少量的生活废水，经公司污水处理站处理后纳入市政污水管网。

（3）固体废物影响分析

本项目营运期间，产生的生活垃圾分类收集后由市政环卫部门统一清运。

(4) 噪声

运营期噪声主要来源于通排风系统的风机，工作场所使用的通排风系统为低噪声节能排风机和低噪声节能空气处理机，其噪声值低于 60dB(A)，通风机组通过橡胶垫进行减震降噪，可降噪约 10~15 dB(A)，再加上公司场址内的距离衰减，噪声对周围环境影响较小。

(5) 大气环境影响分析

开机出束期间产生的 X、 γ 射线与空气中的氧气相互作用产生少量的臭氧(O₃)和氮氧化物。臭氧(O₃)和氮氧化物经空调系统抽取后排放，项目产生的臭氧量较少，且臭氧极不稳定，再经大气稀释自然扩散后，对周围大气环境影响轻微。

2、事故工况下环境影响

经分析，本项目可能发生的辐射事故等级为一般辐射事故。环评认为，针对本项目可能发生的辐射事故，四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司须按相关规定完善《辐射事故应急预案》后能够有效控制并消除事故影响。

七、射线装置使用与安全管理的综合能力

四川轮胎橡胶（集团）股份有限公司拟配置专业的辐射工作人员及辐射安全管理人员，拟建立完善的辐射安全管理机构，有符合国家环境保护标准和安全防护要求的场所、设施和设备；拟建立完善的辐射安全管理制度、辐射事故应急措施；在根据《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》等要求制定《辐射安全管理规定》及《辐射工作设备操作规程》等相关管理制度后，认真落实并定期对辐射防护设施进行检查维护的前提下，具有对射线装置的使用和安全管理能力。

八、项目环境可行性结论

综上所述，本项目符合国家产业政策，项目选址及平面布局合理。项目拟采取的辐射防护措施技术可行，措施有效；项目制定的管理制度、事故防范措施及应急方法等能够有效的避免或减少工作人员和公众的辐射危害。在认真落实项目工艺设计及本报告表提出的相应防护对策和措施，严格执行“三同时”制度，严格执行辐射防护的有关规定，辐射工作人员和公众所受照射剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的剂量限值和本环评提出的剂量约束值。评价认为，从辐射安全与防护以及环境影响角度分析，本项目建设是可行的。

建议和承诺

1、落实本报告中的各项辐射防护措施和安全管理制度。

2、经常检查辐射工作场所的电离辐射标志和电离辐射警告标志，工作状态指示灯，若出现松动、脱落或损坏，应及时修复或更换；须重视控制区和监督区的管理。

3、公司今后在更换辐射安全许可证之前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址 <http://rr.mee.gov.cn>），对相关信息进行修改。

4、本次环评射线装置工作场所，日后如有重大变化，应另作环境影响评价。

5、根据原环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）规定：

（1）本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

（2）除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：

1）本项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；

2）对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；

3）验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于20个工作日。

建设单位公开上述信息的同时，应当在“全国建设项目竣工环境保护验收信息系统（<https://cepc.lem.org.cn/#/login>）”中备案，同时应当向所在地生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。