

核技术利用建设项目

电子加速器建设项目
环境影响报告表

(公示稿)

中策橡胶集团有限公司

2020年12月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

电子加速器建设项目

环境影响报告表

建设单位名称： 中策橡胶集团有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）： 沈**

通讯地址： 杭州市市辖区杭州经济技术开发区 10 号大街 2 号

邮政编码： 310018 联系人： 周*

电子邮箱： *****@qq.com 联系电话： 135*****

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	6
表 3 非密封性放射物质	6
表 4 射线装置	6
表 5 废弃物	7
表 6 评价依据	8
表 7 保护目标与评价标准	10
表 8 环境质量和辐射现状	14
表 9 项目工程分析与源项	18
表 10 辐射安全与防护	22
表 11 环境影响分析	25
表 12 辐射安全管理	30
表 13 结论与建议	33
表 14 审批	35

表 1 项目基本情况

建设项目名称		电子加速器建设项目			
建设单位		中策橡胶集团有限公司			
法人代表	沈**	联系人	周*	联系电话	135*****
注册地址		杭州市市辖区杭州经济技术开发区 10 号大街 2 号			
项目建设地点		杭州市市辖区杭州经济技术开发区 10 号大街 2 号 103 工厂二楼			
立项审批部门		---		批准文号	---
建设项目总投资(万元)	2440	项目环保投资(万元)	200	投资比例(环保投资/总投资)	8.20%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积(m ²)	/
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				
1.1 项目概述					
1.1.1 建设单位简介					
<p>中策橡胶集团有限公司原名杭州中策橡胶有限公司，是一家专业从事制造橡胶轮胎的单位。目前，公司已经配备 2 台 X 射线检测仪，对其生产的轮胎进行无损探伤检测工作。</p> <p>2010 年 1 月，公司申报了《X 射线轮胎检测仪和测厚仪建设项目（已建）》并取得原杭州市环境保护审批意见，文号：杭环辐评批[2009]0145 号（附件 2）。公司原获批准使用 II 类射线装置、V 类放射源，原配有 X 射线检测仪 2 台（1 台位于下沙 500 工厂，另 1 台位于海潮路 1 号整理分厂）、放射性测厚仪 4 台，其中 1 台 X 射线检测仪（海潮</p>					

路1号整理分厂)和4台放射性测厚仪均已报废，V类放射源已委托浙江省辐射环境监测站收贮(详见附件3)。

2013年4月，企业申报了《X射线检测仪项目(扩建)》并取得原杭州市环境保护审批意见，文号：杭环辐评批[2013]0003号(附件2)，获批在下沙厂区新增1台X射线检测仪，最终规模企业配备2台X射线检测仪。

公司取得了浙江省生态环境厅颁发的辐射安全许可证(浙环辐证[A0046])，许可种类和范围为使用II类射线装置，有效期至2025年3月13日。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

现为满足生产需求，提高产品质量，中策橡胶集团有限公司拟在103工厂二楼新增2台电子加速器，用于轮胎内衬层橡胶材料的辐照改性，提高产品质量与性能。

本项目建设内容：新增2台自屏蔽加速器及配套屏蔽部件等附属设施，电子束最高能量为0.5MeV，加速器为自屏蔽式，自带铅房，不设单独机房。对照《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)，本项目2台电子加速器属于工业辐照用加速器，为II类射线装置。

对照原环境保护部令第44号《建设项目环境影响评价分类管理名录》及生态环境部令第1号《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》，本项目属于五十、核与辐射：191、核技术利用建设项目，应编制辐射环境影响报告表，并向有权限的生态环境部门申领辐射安全许可证。为此中策橡胶集团有限公司委托浙江问鼎环境工程有限公司对本项目进行辐射环境影响评价。

评价单位接受委托后，通过现场踏勘、监测、收集有关资料等工作，结合本项目特点，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)中环境影响报告表的内容和格式，编制完成了本项目的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容及规模

本项目建设内容为拟在杭州经济技术开发区10号大街2号杭州市中策橡胶集团有限公司103工厂二楼新建2台自屏蔽电子加速器及配套屏蔽部件等附属设施，电子束最高能量为0.5MeV，用于轮胎内衬层橡胶材料的辐照改性，本次评价项目的建设内

容和规模见表1-1。

表1-1 工程组成一览表

辐照装置名称	类别	型号	数量	主要技术参数	工作场所名称	用途
电子加速器	II类	CNE-500	2台	能量：0.5MeV 束流：1-65mA	103 工厂 二楼	辐照改性

1.1.4 评价目的

1、对该公司拟建电子加速器地址进行辐射环境本底水平检测，以掌握该拟建地的辐射环境背景水平；

2、对拟建电子加速器作业时对周围辐射环境影响进行预测评价；

3、对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；

4、提出环境管理和环境监测计划，使该项目满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为项目运行期辐射环境保护管理提供科学依据。

1.2 项目选址和周边环境保护目标

1.2.1 企业地理位置

中策橡胶集团有限公司位于杭州市市辖区杭州经济技术开发区10号大街2号。公司东侧隔绿化、1号渠、1号大街为波美（杭州）化工助剂有限公司，南侧为隔河流、绿化为之江东路，西侧为智格路，北侧为十八号大街。

本项目2台自屏蔽电子加速器位于103厂区二楼，设备自带铅房屏蔽，不单独设置机房，电子加速器设备距离公司厂界最小距离约为120m。设备屏蔽体外50m范围内为厂区内部车间，不存在居民点、学校、医院、行政办公等环境保护目标，项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的防护治理措施后对周围环境与公众造成的辐射影响是可以接受的，故本项目的选址是可行的。

建设单位地理位置详见附图1，周边环境概况详见附图2，厂区平面布置图见图3。

1.3 原有核技术利用项目情况

公司持有辐射安全许可证，证书编号：浙环辐证[A0046]，许可种类和范围：使用II类射线装置，有效期至：2025年3月13日。公司已有射线装置环保履行情况详见表

1-2。

表 1-2 建设单位现有射线装置环保履行情况一览表

序号	设备名称	型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	类别	场所	环评情况	验收情况
1	X 射线检测仪	MTIS-B	1	100	4.8	II 类	500 厂区	杭环辐评批 [2009]0145 号	自主验收
2		MG165	1	100	4.8		103 厂区	杭环辐评批 [2013]0003 号	

公司现有射线装置均已按相关法规要求进行了环境影响评价及环境保护竣工验收，取得了环评批复及自主验收意见，且辐射安全许可证登记射线装置与实际使用射线装置一致，现有射线装置无遗留环保问题。

(1) 公司已成立了辐射安全领导小组，制定了一系列的辐射工作管理制度，其中包括辐射事故应急预案、辐射防护与安全保卫制度、岗位职责、操作规程、设备登记制度、设备检修维护制度、辐射人员培训与健康体检计划、设备日常监测制度等。公司原有管理制度内容较为全面，符合相关要求，原有规章制度基本满足公司从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。公司严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好

(2) 公司现有辐射工作人员均持有有资质单位组织的辐射防护与安全培训证书，持证上岗。

(3) 公司已开展了辐射工作人员个人剂量监测，2019-2020 年度个人剂量监测结果见附件 7。由结果可以看出：公司现有辐射工作人员年度个人剂量监测结果符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中对辐射工作人员要求的剂量限值。

(4) 公司已组织现有辐射工作人员进行职业健康体检，根据提供的 2019 年度职业健康检查报告书，现有辐射工作人员可继续原放射工作。

(5) 公司现有辐射工作场所设置有电离辐射警示牌、警戒线、视频监控装置等。根据项目实际情况划分辐射防护控制区和监督区，采取分区管理，进行积极、有效的管控。

(6) 公司每年定期委托有资质的单位对辐射工作场所进行年度监测，根据建设单位提供的监测报告，现有射线装置工作场所均满足相关标准。公司现已采取的辐射工作

场所防护措施能够满足已开展核技术利用项目的辐射安全防护要求。

(7) 辐射应急演练和年度评估

公司已制定有《辐射事故应急预案》，公司每年定期开展辐射事故应急演练，并对演练结果进行总结，及时对辐射事故应急预案进行完善和修订。经与公司核实，自核技术利用项目开展以来，未发生过辐射事故。公司执行有年度评估制度，编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》，对现有射线装置辐射工作场所防护状况、辐射安全与防护制度执行情况、监测仪器情况等年度总结和评估，并及时提交至发证机关。

表 2 放射源

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

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 非密封性放射物质

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
—	以下空白	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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》(GB18871-2002)

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	II类	2	CNE-500	电子	0.5	65	辐照改性	103 厂区	—

(二) X 射线, 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
—	以下空白	—	—	—	—	—	—	—	—

(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 (μ A)	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	
—	以下空白	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 5 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 活度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气体	—	—	少量	少量	少量	不暂存	经设备自带排气筒 排放
以下空白								

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

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订本），2015 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修订本），2018 年 12 月 29 日实施；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 修订），国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日部分修改并施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局第 31 号令；2019 年修正，自 2019 年 8 月 22 日起施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(8) 《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），自 2017 年 12 月 6 日起施行；</p> <p>(9) 《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号），自 2018 年 4 月 28 日起施行；</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（国家环保总局，环发[2006]145 号）；</p> <p>(11) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）；</p> <p>(12) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》（省政府令第 364 号），2018 年 3 月 1 日修正；</p> <p>(13) 《浙江省辐射环境管理办法》（省政府令第 289 号），自 2012 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>(14) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》，生态环境部公告 2018 年第 9 号，2018 年 5 月 15 日；</p> <p>(15) 《浙江省生态环境厅关于发布<省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2019 年本）>的通知》（浙环发[2019]22 号）。</p>
------	--

<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(3) 《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ 141-2002)；</p> <p>(4) 《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)；</p> <p>(5) 《辐照加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T 25306-2010)；</p> <p>(6) 《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002)；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)；</p> <p>(9) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-93)；</p> <p>(10) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p>
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<p>(1) 《电子加速器使用手册》；</p> <p>(2) 建设单位提供的其它相关技术资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为使用 II 类射线装置,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》(HJ10.1-2016)对射线装置应用项目的评价范围的相关规定,本次评价的范围为电子加速器铅房屏蔽体外 50m 范围内区域。评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

根据本项目周边环境情况调查,本项目位于 103 厂区二楼车间内,评价范围内主要为企业内部车间,项目周围 50m 范围内无居民、学校、自然保护区、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点和生态敏感点。由于一般公众无法进入厂区车间,故本项目主要环境保护目标为本项目辐射工作人员以及周围非辐射工作人员和公众成员。详细情况见表 7-1。

表 7-1 项目环评范围内主要关注对象一览表

场所位置	保护对象		人数	与辐照室相对方位	与辐照室相对距离	年剂量约束值
加速器机房	职业人员	辐射工作人员	—	四周	相邻	5mSv
	公众成员	其他非辐射工作人员	—	四周	0~50m	0.25mSv
		普通公众	—	—	0~50m	

7.3 评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐照的防护和实践中源的安全。

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

附录 B B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制,使之不超过下述限值:

a)由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均)20mSv。

b) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。

本项目取其四分之一，即不超过 5mSv 作为辐射工作人员的年照射剂量约束值。

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv。

本项目取其四分之一，即不超过 0.25mSv 作为公众的年照射剂量约束值。

6.4 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。

6.4.1 控制区

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

6.4.2 监督区

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

2、《粒子加速器辐射防护标准》（GB5172-1985）

本规定适用于加速粒子的单核能量低于 100MeV 的粒子加速器（不包括医疗用加速器和象密封型中子管之类的可移动加速器）设施。

2.8 从事加速器工作的全体放射性工作人员，年人均剂量当量应低于 5mSv。

2.10 加速器产生的杂散辐射、放射性气体和放射性废水等，对关键居民组的个人造成的有效剂量当量应低于每年 0.1mSv。

3.2 辐射屏蔽

3.2.1 加速器的屏蔽体厚度必须根据加速粒子的种类、能量和束流强度以及靶材料等综合考虑；按其可能的最大辐射输出进行设计。

3.2.2 加速器的屏蔽体厚度还应根据相邻区域的类型及其人口数确定，使其群体的集体剂量当量保持在可以合理做到的尽可能低的水平。并须保证个人所接受的剂量当量不

得超过相应的剂量当量限值。

3.2.3 在计算屏蔽厚度时，需给予 2 倍安全系数。

3.3 辐射安全系统

3.3.1 决定加速器产生辐射的主要控制系统应该用开关钥匙控制。

3.3.2 加速器厅、靶厅的门均需安装连锁装置，只有门关闭后才能产生辐射。

3.3.3 在加速器厅、靶厅内人员容易到达的地点，应安装紧急停机或紧急断束开关，并且这种开关应当有醒目的标志。

3.3.4 在加速器厅、靶厅内人员容易看到的地方须安装闪光式或螺旋式红色警告灯及音响警告装置，在通往辐射区的走廊，出入口和控制台上须安装工作状态指示灯。

3.3.5 在高辐射区和辐射区，应该安装遥控辐射监测系统。该系统的数字显示装置应安装在控制台上或监测位置。当辐射超过预定水平时，该系统的音响和（或）灯光警告装置应当发出警告信号。

3.3.6 每台加速器必须根据其特点配备其他辐射监测装置，如个人剂量计，可携式监测仪。气体监测仪等。

3.3.7 辐射安全系统的部件质量要好，安装必须坚实可靠。系统的组件应耐辐射损伤。

3.4 通风系统

3.4.1 为排放有毒气体（如臭氧）和气载放射性物质，加速器设施内必须设有通风装置。

3.4.2 通风系统的排风速率应根据可能产生的有害气体的数量和工作需要而定。通风系统的进气口应避免受到排出气体的污染。

3.4.3 通风管道通过屏蔽体时，必须采取措施，保证不得明显地减弱屏蔽体的屏蔽效果。

E.2.1 加速器设施内应有良好的通风，以保证臭氧的浓度低于 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 。

3、《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）

本标准适用于各种类型的 γ 源辐照装置和能量小于或等于 10MeV 的电子加速器辐照装置。

5.1.4 II、IV类 γ 射线辐照装置和 II 类电子束辐照装置辐照室外的辐射水平检测。

5.1.4.1 空气比释动能率的测量位置如下：距辐照室各屏蔽墙和出入口外 30cm 处。

5.1.4.2 运行中的定期测量应选定固定的检测点，它们必须包括：贮源水井表面、辐照室各入口、出口，穿过辐照室的通风、管线外口，各屏蔽墙和屏蔽顶外，操作室及与辐照室直接相邻的各房间等。

5.1.4.3 测量结果应符合 GB17279 第 5 条（即“对监督区，在距屏蔽体的可达界面 30cm，由穿透辐射所产生的平均剂量率应不大于 $2.5 \times 10^{-3} \text{mSv/h}$ ”）。

4、《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T25306-2010）

本标准适用于能量为 0.15MeV~15MeV 的各类辐射加工用电子加速器工程。

8.1.3 辐射防护安全要求

辐射防护安全要求如下：

- a) 辐射屏蔽材料采用混凝土时，其强度等级应高于 C20，密度不低于 2.35g/cm^3 ；
- b) 屏蔽结构及预埋件应满足设备供应商的土建工艺指导数据；
- c) 监督区的辐射剂量水平应符合 GB18871-2002 和 GB5172-85 中的职业照射剂量限值要求；在工程设计时辐射防护设计的剂量规定为：职业照射个人年有效剂量限值为 5mSv，公众成员个人年有效剂量限值为 0.1mSv；

d) 控制区必须设有功能齐全、性能可靠的安全联锁系统和监控、紧急停机开关等设置；

e) 控制区和监督区及其入口处应设置电子加速器装置运行状态的灯光信号和其他警示标志；

f) 剂量监测设备、个人剂量计等应配置齐备；

g) 其他物理因素安全要求应满足 GBZ2.2-2007 规定的标准要求。

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985），确定本项目的管理约束值为：

①以 5mSv 作为工作人员的辐射剂量约束值；

②以 0.1mSv 作为公众的辐射剂量约束值；

③电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30cm 处级以外区域周围剂量当量率不能超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

中策橡胶集团有限公司位于杭州经济技术开发区 10 号大街 2 号，本项目新增 2 台电子加速器位于 103 工厂二楼，加速器为铅房自屏蔽，不设单独机房，铅房周围 50m 范围内为厂区内，无居民、学校等环境敏感点，因此本项目辐射工作场所选址是合理可行的。

项目地理位置见附图 1，周围环境概况图见附图 2。

8.2 环境质量和辐射现状

8.2.1 辐射现状评价对象

项目电子加速器设备安装场所及周边。

8.2.2 监测因子

空气吸收剂量率。

8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

8.3.1 监测方案

- (1) 监测单位：浙江鼎清环境检测技术有限公司
- (2) 监测日期：2020 年 8 月 24 日
- (3) 监测方式：现场检测
- (4) 监测依据：GB/T 14583-93《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》、HJ/T61-2001《辐射环境检测技术规范》等
- (5) 监测频次：依据标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境背景监测
- (7) 天气环境条件：温度：35℃；相对湿度：57%。
- (8) 监测设备

表 8-1 监测仪器参数与规范

仪器名称	便携式多功能射线检测仪
仪器型号	BG9512（内置探头：BG9512；外置探头：BG7030）
生产厂家	贝谷科技股份有限公司
仪器编号	DQ2015-XJ37
能量范围	内置探头：50keV~1.3MeV $\leq\pm 30\%$ ；外置探头：25KeV~3MeV $\leq\pm 30\%$
量程	内置探头：0.05 μ Sv/h-30mSv/h；外置探头：30nGy/h-200 μ Gy/h
检测单位	上海市计量测试技术研究院（华东国家计量测试中心）
检定证书	2019H21-10-2094469001
检定有效期	2019年10月16日至2020年10月15日
监测规范	GB/T14583-93《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》 GB 18871-2002《辐电离辐射防护与辐射源安全基本标》 HJ/T61-2001《辐射环境监测技术规范》

8.3.2 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁发的标准，监测人员经考核并持合格证书上岗；
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状各监测点位的监测结果见表 8-2 和表 8-3，监测点位示意图详见附图 8-1 和图 8-2。

表 8-2 1#电子加速器场所 γ 辐射空气吸收剂量率现状监测结果

检测点编号	检测点位置	检测结果（nSv/h）	
		检出值	标准差
1#	设备拟建场地（1#）	110	4
2#	1F 操作位（2#）	116	3
3#	拟建场地北侧（3#）	112	4
4#	拟建场地南侧（4#）	113	4
5#	拟建场地西侧（5#）	110	5
6#	拟建场地东侧（6#）	118	5

注：1、测量时探头距离地面约 1m；2、所有测量值均未扣除宇宙射线，每个检测点测量 5 个数据取平均；3、测量值经校准因子修正。

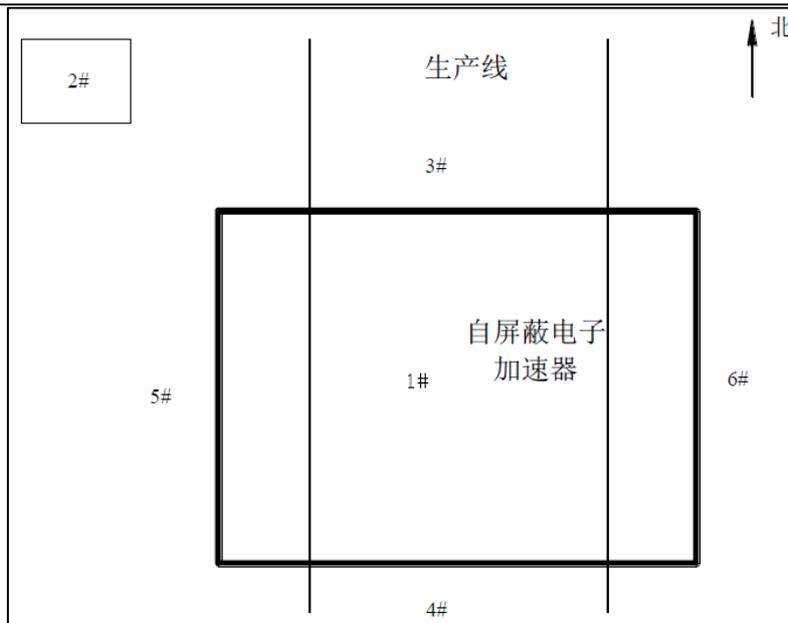


图 8-1 1#电子加速器场所监测点位示意图

表 8-3 2#电子加速器场所 γ 辐射空气吸收剂量率现状监测结果

检测点编号	检测点位置	检测结果 (nSv/h)	
		检出值	标准差
1#	设备拟建场地 (1#)	111	6
2#	1F 操作位 (2#)	117	5
3#	拟建场地北侧 (3#)	115	4
4#	拟建场地南侧 (4#)	112	4
5#	拟建场地西侧 (5#)	117	5
6#	拟建场地东侧 (6#)	119	4

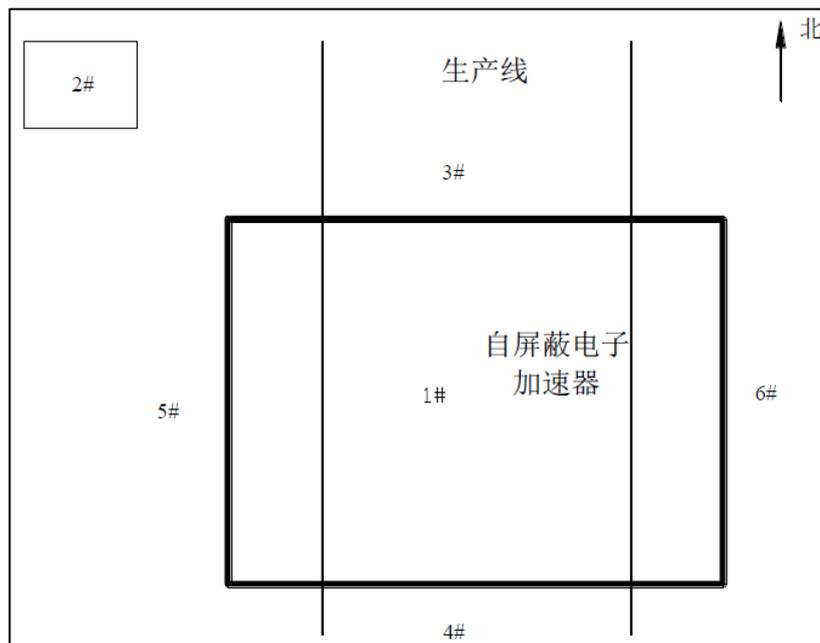


图 8-2 2#电子加速器场所监测点位示意图

8.4 环境现状调查结果的评价

由表 8-2 和表 8-3 的监测结果可知，本项目电子加速器安装场所及周边室内 γ 辐射空气吸收剂量率为 110nSv/h~119nSv/h。根据《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，杭州市室内 γ 辐射空气吸收剂量率在 56nGy/h~443nGy/h 范围内，可见，本项目拟建场所的室内环境 γ 辐射空气吸收剂量率处于当地天然辐射正常水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工艺流程简述

本项目 2 台电子加速器为自屏蔽设备，为整体外购设备，因此无土建施工期影响。设备安装调试时设备通电开机会产生 X 射线。

9.2 工程设备和工艺分析

9.2.1 设备组成

本项目 2 台电子加速器为自屏蔽式设备，由预备室、加速器仓、辐照室（自屏蔽）组成，并配备风冷、水冷配套系统、绝缘气体系统、自屏蔽系统、操作控制系统以及传送装置。

9.2.2 工作原理

用微波电场对电子进行加速的装置统称电子加速器，通常有行波加速和驻波加速两种方式，本装置中采用的是行波加速的方式。经速调管放大的微波功率耦合到被称之为“盘荷波导”的加速管中，行波电场将电子枪注入的电子不断地加速，使其能量逐渐增加，当电子速度达到接近光速时，从微波功率中获取的能量已达到相当的程度，就可以穿过钛窗进入空气中，能穿透空气或物体到相当的深度；将电子束偏转扫描后用于工业辐照，可以达到杀菌保鲜、材料改性等多种效果。其原理示意图见图 9-1，结构图见图 9-2。辐照加工以高能电子束对物质进行辐照打开高分子结构中的共价键，使线性高分子之间形成相互连结的网状结构，从而提高和改善材料的各种性能，如耐压、耐热、耐老化和绝缘性能等。辐照室的电子加速器运行产生的高能电子束与靶物质相互作用而产生的韧致辐射，即 X 射线。该 X 射线是随机器的开关而产生和消失。由于本项目电子加速器输出 X 射线的最大能量为 0.5MeV，可不必考虑感生放射性问题。

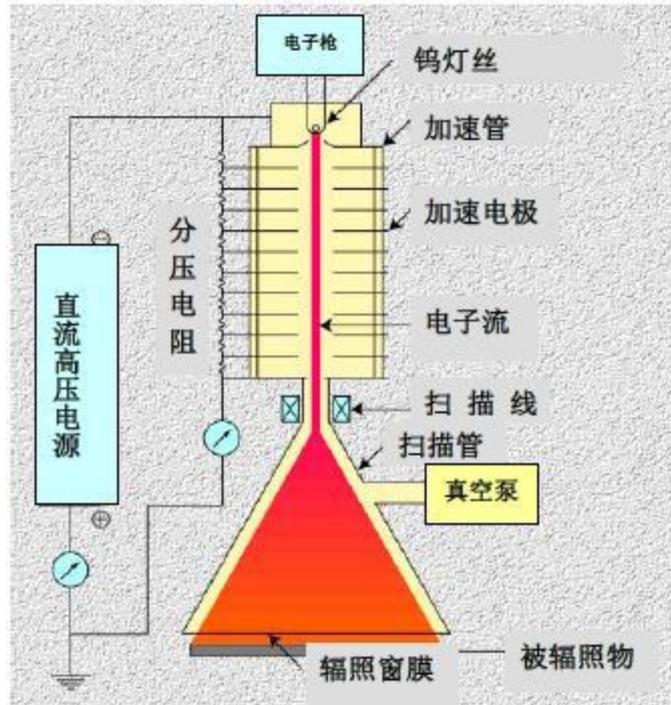


图 9-1 电子加速器原理示意图



图 9-2 同类型设备结构图

9.2.3 工艺流程及操作

被辐照的橡胶材料通过预设的传送装置和孔洞自动进出辐照室，辐照期间操作工人在辐照室外的操作位进行工作。加速器每天工作 24h，每周工作 7 天，每年工作 330 天，年工作 7920h。

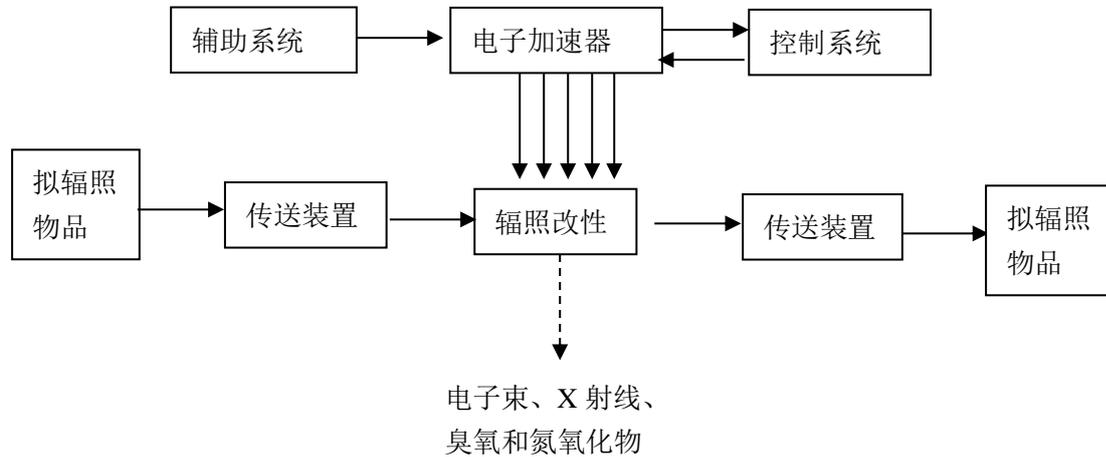


图 9-3 电子加速器工作流程及产污环节示意图

9.2.4 人员配置及工作负荷

建设单位预计加速器辐照装置采用连续作业方式，平均每天工作（出束）24h，平均年运行时间为 330 天。全年辐照装置出束为 7920h。本项目拟配辐射工作人员 8 人，均为新增辐射工作人员，单台加速器配置 4 人，实行四班三班倒工作制。每名辐射工作人员年受照时间为 1980h。

9.2.5 污染因子分析

1、X 射线

电子加速器产生的辐射可分为瞬时辐射和感生辐射两类。瞬时辐射包括初级辐射（指被加速电子）及其与靶材料或加速器的结构材料相互作用产生的 X 射线，瞬时辐射在加速器运行时产生，关机后即消失，它们是加速器辐射屏蔽、防护和监测的主要对象；感生辐射是指加速器的初级电子束和次级辐射在加速器结构材料及环境介质（包括空气、屏蔽物等）中诱发生成的感生放射性，它们在加速器停止运行后继续存在。

本项目使用的电子加速器能量为 0.5MeV，不足以产生感生辐射，不需要考虑中子防护问题，仅考虑瞬时辐射。

2、电子束

电子加速器在运行时可能产生高能电子束，因其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束也能得到足够的屏蔽。

3、非放射性污染因子

氧气分子受到电子或 X 射线束照射时，会分解成原子。氧原子的不稳定性极强，极易与其他物质发生反应。如与氧气、氮气反应时，就形成了臭氧和氮氧化物，氮氧化物的产额约为臭氧的 1/3。

9.3 污染源项描述

9.3.1 正常工况下放射性污染源分析

①加速器运行期间，电子经加速管加速并经扫描扩展成为均匀的有一定宽度的电子束。高能电子束与靶物质及其他结构材料相互作用时将产生高能 X 射线。X 射线的贯穿能力强，会对周围环境造成辐射污染。

②电子束加速器运行产生的高能电子束贯穿能力较弱，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束也能得到有效屏蔽。

9.3.2 非放射性污染源分析

X 射线的强电离辐射作用于空气会产生一定量的臭氧和氮氧化物。加速器输出的直接致电离粒子束流越强，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，不仅会对人体产生危害，同时能使橡胶等材料加速老化。加速器机房在良好通风条件下，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。

9.3.3 事故工况下污染途径

电子加速器最大可信事故通常是联锁系统失效，而加速器仍然处在工作状态时发生。本项目设备为自屏蔽设备，只有设备维修时，维修人员可能会进入辐照室，若发生意外出束，可导致维修人员受到不必要的剂量照射。事故工况下主要辐射污染因子为 X 射线。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局合理性分析

本项目拟建电子加速器型号为 CNE-500，位于 103 工厂二楼，车间厂房为三层建筑物，一楼和二楼均为企业生产车间。加速器自带铅房屏蔽，操作位设置在一楼，加速器前后均为车间内衬层的生产线，左右两侧为车间过道或物品堆放区，无常有人员驻留岗位，因此项目布局基本合理。

10.1.2 辐射防护分区原则及区域划分

(1) 分区依据和原则

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，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。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

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区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

(2) 本项目分区管理情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），本项目控制区和监督区按以下依据进行划分：

控制区：将辐照室和预备室及出入口以内的区域划为控制区。建设单位应在辐照室周围醒目位置设置电离辐射警告标示及中文警示说明等。

监督区：将设备操作位、设备铅房及预备室出入口外 1m 范围内划为监督区。

“两区”划分详见附图 4。

10.1.3 辐射防护屏蔽设计

本项目电子加速器为自屏蔽方式，不单独设置机房。根据设备厂家提供的自屏蔽加速器资料，加速器仓采用铅板防护，预备室内设置 5 层折挡，均使用了 22mm 铅板，辐照物品通过预备室需经多个坡度通道。自屏蔽加速器结构示意图详见附图，辐照室屏蔽参数详见表 10-1。

表 10-1 CNE-500 自屏蔽加速器辐照装置屏蔽方案

主要构件	位置序号		X 射线强度 ($\mu\text{Sv/h}$)	反射次数	屏蔽材料 (mm)	
					铅	铁
辐照室	1	前板	8.13×10^8	0	50	80
	2	门	8.13×10^8	0	35	80
	3	后板	8.13×10^8	0	50	80
	4	顶板	1.38×10^8	0	35	80
	5	前/后顶板底部	3.25×10^8	1	50	80
	6	右侧板	8.13×10^8	0	35	80
	7	左侧板	8.13×10^8	0	35	80
预备室	8	出/入口	3.25×10^8	5	0	55
	9	侧板 (近辐照室)	3.25×10^8	4	15	55
	10	侧板	3.25×10^8	5	0	55
	11	顶板 (近辐照室)	/	/	35	55
	12	顶板	/	/	0	55

注：CNE-500 自屏蔽加速器 X 射线强度前方 1m 处剂量率为 $3.25 \times 10^8 \mu\text{Sv/h}$ ，侧方 1m 处剂量率为 $8.13 \times 10^7 \mu\text{Sv/h}$ ，后方 1m 处的剂量率为 $1.38 \times 10^7 \mu\text{Sv/h}$ ，数据由生产厂家提供。

公司拟建电子加速器自屏蔽系统按 0.5MeV 电子加速器自屏蔽方式设计。①辐照室前后板采用 50mm 铅+铁 80mm 铁防护，左/右侧板、顶板和门板采用 35mm 铅+80mm 铁防护；②预备室顶板、前后侧板、入口侧板均采用 55mm 厚铁板防护，近辐照室部分，顶板增加铅板厚 35mm，侧板增加铅板厚 15mm；③预备室内设置 5 层折挡，均使用 22mm 铅板，辐照物品通过预备室需经多个坡度通道。加速器设备整体尺寸：8264×4547×4006 (L×W×H，单位 mm)。自屏蔽系统符合屏蔽要求。

10.1.4 辐射安全和防护措施

(1) 设置电离辐射警告标志，并用中文注明“当心电离辐射”。在设备铅房外及预备室出入口 1m 处划警戒线，告诫无关人员不得靠近。

(2) 钥匙开关：在操作中只有把钥匙全部插入孔中方能启动加速器，工作人员进行检修时从孔中拔下钥匙并随身携带，出来时将钥匙再复归原位。

(3) 所有出入口均安装门-机连锁：门打开时，通过门上的限位连锁装置切断加速器电源。

(4) X 射线区域监测器：用于检测有无 X 射线外泄，检测到设定的 X 射线剂量时控制系统会立即停止。

(5) 声光警示系统：设置警铃和灯光警示装置，加速器开机前 15 秒前警铃鸣，灯光闪。

(6) 紧急停机开关：加速器设有紧急停止按钮，供紧急情况下停机使用。

(7) 电子束挡板：接住发生的电子束，防止电子束扩散，可以对照射室内起到保护作用并且抑制臭氧的发生。当挡板发生故障或位置未移动到位置时，加速器不能运行。

(8) 防人误入装置。加速器防护门设置有机械扳手和钥匙开关，只有当扳手到位并插入钥匙方可打开防护门。

(9) 辐照室内臭氧通过加速器自带的臭氧排气风机系统排出辐照室。

(10) 加速器顶部设置防攀爬护栏和警示标语。

10.1.5 其他防护措施

(1) 本项目新增工作人员均配备个人剂量计，并建立个人剂量档案；单台设备配备 1 个便携式个人剂量报警仪，当辐射水平超过预设阈值时能发出警示声。全厂配备 1 台 X- γ 辐射剂量率巡检仪，不定期的对周围环境进行检测。

(2) 电子加速器检修须委托有资质机构进行，检修工作人员进入辐照室均需携带剂量报警仪进入。

(3) 各项目辐射环境管理规章制度应张贴于工作现场。

10.2 “三废”治理措施

根据工艺分析，本项目运行期间无放射性废水、放射性废气及固体废物产生。本项目电子加速器正常工作时，X 射线与空气中的氧发生作用会产生少量臭氧和氮氧化物，辐照室内臭氧及氮氧化物通过设备自带臭氧排气风机排放。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目电子加速器为自屏蔽式，设备为整体外购，且位于现有车间内，不单独设置机房，不存在土建施工影响。由于电子加速器只有在开机工作过程中才会产生辐射，其产生的射线是随设备的开、关而产生和消失的。在电子加速器调试过程中，X 射线经自带铅房屏蔽和距离衰减后对周围环境影响不大。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 电子束对周围环境的影响分析

本项目电子加速器最大能量为 0.5MeV 的电子束，电子在物质中的最大射程可以由下式估算（公式摘自《辐射防护技术与管理》，P123）。

$$d = \frac{1}{2\rho} E_{\beta\max} \quad (\text{式 11-1})$$

公式中：d—最大射程，cm；

ρ —防护材料的密度，g/cm³；

$E_{\beta\max}$ —电子最大能量，MeV。

电子束的最大能量为 0.5MeV 时，在空气中(0.00129g/cm³)的最大射程约为 193.8cm，在铅板中(11.34g/cm³)的最大射程约为 0.022cm。由于辐照室自屏蔽铅板不低于 35mm，而且电子束方向朝向地面，因此加速器发射的电子束对辐照室外环境的影响可以忽略。

11.2.2 X 射线对周围环境影响分析

为了解项目运行时，电子加速器装置自屏蔽体外辐射剂量率及对周围环境的影响，本次环评采取类比分析，类比对象选取杭州朝阳橡胶有限公司全钢一分厂车间在用 1 台同型号电子加速器年度检测报告（杭人检（放）字 FH2019 第 020 号），均为 CNE-500 型自屏蔽电子辐射加速器，自屏蔽设计参数及运行工况与本项目一致，因此具有很好的类比性。类比检测报告详见附件 9。

类比项目监测数据详见表 11-1，监测点位详见图 11-1。

表 11-1 类比项目监测数据

监测位置	全钢一分厂内衬层电子辐照装置，正常工作状态	
检测点号	检测地点	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	操作位	0.11
2	设备东侧外 30cm 处	0.13
3	设备部南侧外 30cm 处 (左侧)	0.17
4	设备部南侧外 30cm 处 (右侧)	0.16
5	设备西侧外 30cm 处	0.18
6	设备北侧 30cm 处 (左侧)	0.13
7	设备北侧外 30cm (右侧)	0.16
本底值		0.04~0.18

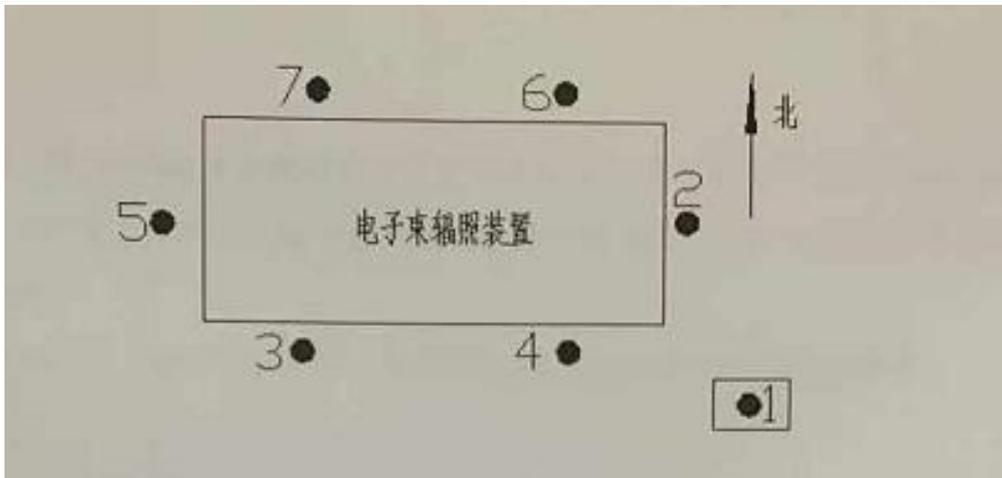


图11-1 类比项目监测点位图

根据监测数据，电子加速器正常工况运行状态下，自屏蔽体外表面 30cm 处及操作位辐射剂量率在本底值范围内，远小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，周围辐射剂量率未明显升高。本项目电子加速器与类比项目为同一型号，且均用途均用于轮胎内衬层橡胶材料改性，运行工况一致，因此本项目正常工况运行下，同样可以满足电子加速器自屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求，不会对周围辐射环境产生明显影响。电子辐照装置顶部无类比监测数据，要求本项目加速器顶部需安装防攀爬护栏和警示标语，禁止攀爬，因此加速器顶部辐射不会对周围人员产生不利影响。

11.2.3 剂量估算

按照联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) -2000 年报告附录 A, X- γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算。

$$H = D_r \times t \times 10^{-3} \times T$$

式中：H：年有效剂量当量，Sv；

Dr：空气吸收剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t：年受照时间，h/a；

T：居留因子。

(1) 工作人员年有效剂量估算

本项目电子加速器投入使用后，每天工作 24h，每周工作 7 天，每年工作 330 天，相应的辐射工作人员实行四班三班倒工作制，每班 8h。则每个工作人员年受照时间为 1980h，保守计算，不考虑本底值扣除，取操作位处剂量率 $0.11 \mu\text{Sv/h}$ 计算，居留因子取 1，经计算电子加速器对工作人员所致年有效剂量约为 0.218mSv ，表明辐射工作人员受到额外辐射照射剂量较低，符合《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，亦符合本环评提出的工作人员年有效剂量不高于 5mSv 的剂量约束值。

(2) 公众成员剂量估算

公司将在电子加速器周围设置电离辐射警告标志，在加速器外 1m 处设警戒线，车间其他工作人员一般不会对在加速器周围停留。现做保守估计：车间其他工作人员（非辐射工作人员）每天工作时间累计为 8h，年工作 330 天，一年受照时间取 2640h，居留因子 1/16，辐射剂量率保守取 $0.18 \mu\text{Sv/h}$ 。

根据公式（11-2）可以计算出车间非辐射工作人员的年有效剂量约为 0.030mSv 。公司管理制度严格，一般公众成员无法进入该公司生产区域，亦不会受到额外的辐射照射。因此，车间其他工作人员和一般公众成员受到额外辐射照射很小(可忽略不计)，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的“剂量限值”要求，亦符合本次评价管理限值（ 0.1mSv ）的要求。

由类比分析、剂量估算可知，本项目在正常运行情况下，对辐射工作人员、车间内其他工作人员和一般公众成员所处环境的辐射环境影响都能达到《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，故本项目电子加速器不会对周围环境产生明显辐射影响。

11.2.4 加速器室运行产生的废气环境影响分析

空气在强电离辐射的作用下会产生少量的臭氧和氮氧化物，电子加速器辐照室设计有臭氧风机，排风量为 6000m³/h。当辐照电子加速器运行过程中，排风系统开启以降低辐照室内的臭氧浓度。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射事故情况

加速器是一种将电能转换成高能电子束的设备，电子束受开机和关机控制，关机时没有射线发出。因此，本项目电子加速器断电状态下较为安全。在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

电子加速器连锁装置或报警系统发生故障状况下，检修人员误入正在运行的加速器辐照室。只有当连锁装置或报警系统发生故障情况时，工作人员强行运行电子加速器机，才可能发生此类事故。为避免辐射事故的发生，要求工作人员每次上班时首先要检查防护连锁装置和报警系统是否正常。如果报警系统失灵，应立即修理，恢复正常，并严格按照各设备操作程序进行生产作业。该公司应按相关规定要求，完善和加强管理，使射线装置始终处于监控状态。在日常生产中设备发生故障时，应由设备厂家专业维修人员进行维修。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方案，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》，向当地生态环境主管部门报告，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行政部门报告。

11.3.2 事故影响防范措施

避免误照射事故的发生及发生后能采取有效的防范措施，建设单位需做好以下防范措施：

(1) 制定经常性自检制度，定期仔细核查安全连锁、紧急止动与警示装置，确定其处于正常状态，如发现这些防护设施不够完善或失灵，立即维护、修复；

(2) 加强辐射安全管理，使射线装置始终处于监控状态。在日常生产中设备发生故障时，应由生产厂家专业维修人员进行维修；

(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，减少意外照射事故的发生；

（4）检测系统发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动射线装置。检查系统停止运行时，操作人员取走主控钥匙并妥善保管；

（5）调试和维修时，应确保切断射线装置出束状态。必须先将钥匙开关拔下，并由调试和维修人员携带，并树立维修警示牌。工作结束后再将钥匙交给操作人员。

（6）辐射工作场所应设置明显的警示标识，**加速器顶部需安装防攀爬护栏和警示标语，禁止攀爬。**

（7）制定事故应急预案，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方案，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》，向当地生态环境主管部门报告，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行政部门报告。应急预案应定期进行演练，及时进行整改。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规的要求，使用 II、III 类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，专职负责辐射安全与环境保护管理工作。根据建设单位提供的资料，建设单位已设立了辐射防护管理领导小组。公司分管领导任组长，各部门负责人或相关部门负责人担任组员，并明确了各成员的主要职责，领导小组成员大部分为本科以上学历，具有一定的组织管理能力，故项目建设单位辐射安全与环境保护管理机构的配备能够满足环保管理工作的要求。

12.1.2 辐射人员管理

本项目新增辐射工作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。辐射工作人员应配备个人剂量计，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，建立个人剂量档案；辐射工作人员应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托相关资质单位对放射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康档案。

12.1.3 年度评估报告

本项目电子加速器建设项目正式开展后，建设单位应对开展的辐射活动纳入到辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

12.2 辐射安全管理规章制度

目前，建设单位先期已按照《放射性同位素与射线装置和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求制定有设备操作规程、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、监测方案等辐射安全管理制度，上述辐射环境管理制度基本合理。建设单位应结合本项目实际情况，根据要求进一步完善辐射环境制度，并加强对辐射工作人员的安全防护意识教育。由于本项目为扩建项目，建设单位应根据本项目特点完善现有的辐射防护和安全保卫制度和监测方案，补充制度电子加速器设备操作规程和岗位职责，在日常工作中严格落实，即能够满足核技术应用

项目的管理。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器和防护设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，建设单位应配备 1 台 X- γ 辐射剂量率巡检仪，每个辐射工作人员均应配备个人剂量计，并建立个人剂量档案。单台电子加速器配备 1 台个人剂量报警仪、1 个固定式报警仪。

12.3.2 个人剂量监测

辐射工作人员工作时要求佩戴个人剂量计，且按每季度 1 次的频度送其个人剂量计至有资质的部门进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案，档案终身保存。个人剂量监测档案包括辐射操作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。

12.3.1 工作场所及环境辐射监测

公司须委托有资质的单位定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射环境监测，监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存，监测数据每年年底向当地生态环境主管部门上报备案。射线装置进行维修前后，应分别进行一次监测。本项目工作场所辐射监测和安全设施监督检查应按《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-88）和《 γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002）等要求进行。本项目辐射监测计划见表 12-1。

表 12-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	1#、2#电子加速器工作场所	周围剂量当量率	1 次/年	按照国家规定进行计量检定	射线装置屏蔽体外 30cm 处、操作位等	委托监测
日常监测	1#、2#电子加速器工作场所	周围剂量当量率	1 次/季度	按照国家规定进行	射线装置屏蔽体外 30cm 处、操作位等	自行监测

另外，射线装置需日常检查常用的安全设备，如工作状态指示灯、报警灯、安全连锁控制显示状况、个人剂量报警仪和辐射监测仪器工作状况等；每月检查固定式剂量报

警仪、紧急停止按钮、安全连锁装置、通风设施等。每半年对加速器的安全状况进行定期检查，并建立运行及维修维护记录制度。

12.4 竣工验收

本次评价项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）对配套建设的环境保护设施进行验收，建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，报告编制完成5个工作日内，建设单位应公开验收报告，公示的期限不得少于20个工作日。建设单位在提出验收意见的过程中，可组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，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。

12.5 辐射事故应急

根据建设单位提供的资料可知，建设单位已经制定了《辐射事故应急预案》，应急预案包括了应急机构的设置与职责、应急响应程序、紧急响应措施、条件保障等，其内容较全、措施具体，针对性较强、便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时基本可行，环评要求将本项目所涉及的射线装置纳入应急适用范围，并做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备。

一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急处理领导小组上报当地生态环境主管部门；同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

中策橡胶集团有限公司原名杭州中策橡胶有限公司，是一家专业从事制造橡胶轮胎的单位，目前，公司已经配备 2 台 X 射线检测仪，对其生产的轮胎进行无损探伤检测工作。公司取得了浙江省生态环境厅颁发的辐射安全许可证（浙环辐证[A0046]），许可种类和范围为使用 II 类射线装置。

为满足生产需求，提高产品质量，中策橡胶集团有限公司拟在 103 工厂二楼新增 2 台自屏蔽加速器及配套屏蔽部件等附属设施，电子束最高能量为 0.5MeV。

拟建址周围 50m 范围内为公司生产车间，无居民点、学校、行政办公和医院等环境保护目标，选址合理。经委托有资质单位进行现场监测，拟建区域及周围环境 X- γ 辐射剂量率处于杭州市天然环境放射性水平的正常范围。

13.1.2 辐射安全与防护分析结论

（1）辐射安全防护措施结论

公司拟建电子加速器自屏蔽系统按 0.5MeV 电子加速器自屏蔽方式设计。①辐照室前后板采用 50mm 铅+铁 80mm 铁防护，左/右侧板、顶板和门板采用 35mm 铅+80mm 铁防护；②预备室顶板、前后侧板、入口侧板均采用 55mm 厚铁板防护，近辐照室部分，顶板增加铅板厚 35mm，侧板增加铅板厚 15mm；③预备室内设置 5 层折挡，均使用 22mm 铅板，辐照物品通过预备室需经多个坡度通道。

辐射防护设施：电子加速器铅房外设置电离辐射警告标识和文字说明，设备 1m 处划定警戒线；设备设置有门机连锁和主控钥匙开关；设置声光警示系统和区域 X 射线检测器。操作位设置有紧急止动按钮和电子束挡板；定期对辐射工作人员开展个人剂量监测和职业健康检查监护。

在严格落实以上辐射安全措施，并在实际工作中规范操作后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全防护的要求。

（2）辐射安全管理结论

管理机构：建设单位已成立了辐射安全管理小组、明确了相关职责，并将加强监督管理。

建设单位已制定了包括《辐射事故应急预案》在内的一系列管理制度，并适时进行修订、完善。建设单位应根据本单位核技术应用项目开展的情况，不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在以后的实际工作中严格落实执行；建设单位按要求安排辐射工作人员参加辐射安全和防护培训，考核合格后方能上岗，并且按时安排人员参加复训。

13.1.3 环境影响分析结论

本项目运营期主要为电离辐射的环境影响。经类比分析，设备正常运行时，加速器自屏蔽体外 30cm 处以及操作位周围剂量当量率不超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。项目所致辐射工作人员受照的年有效剂量最大为 0.218mSv ，满足工作人员年剂量约束值不大于 5mSv 的要求；公众受照的年有效剂量为 0.030mSv ，满足公众年剂量约束值不大于 0.1mSv 的要求。

13.1.4 可行性分析结论

中策橡胶集团有限公司电子加速器建设项目在落实本评价报告提出的各项污染防治措施、应急预案和辐射安全管理计划后，将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，电子加速器运行时对周围环境的影响符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:

经办人

公 章
年 月 日

审批意见:

经办人

公 章
年 月 日