

核技术利用建设项目

海安橡胶集团股份有限公司
新增 1 台工程轮胎 X 射线检验机项目

环境影响报告表

(公示稿)

海安橡胶集团股份有限公司

2023 年 12 月



核技术利用建设项目

海安橡胶集团股份有限公司 新增 1 台工程轮胎 X 射线检验机项目

环境影响报告表

建设单位名称：海安橡胶集团股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：



通讯地址：福建省仙游县枫亭工业园区

邮政编码：351200

联系人：

电子邮箱：fjthaiian@163.com 联系电话：

打印编号: 1702865753000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	7gp395		
建设项目名称	海安橡胶集团股份有限公司新增1台工程轮胎X射线检验机项目		
建设项目类别	55-172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	海安橡胶集团股份有限公司		
统一社会信用代码	9135032278219358X		
法定代表人 (签章)	朱晖		
主要负责人 (签字)	朱晖		
直接负责的主管人员 (签字)	张光煜		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	长润安测科技有限公司		
统一社会信用代码	91641100MA76C6WY9X		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
沈立平	2015035640352014642320000027	BH021803	沈立平
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
沈立平	项目工程分析与源项、辐射安全与防护	BH021803	沈立平
肖孔江	项目基本情况、射线装置、废弃物、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析	BH058012	肖孔江

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	10
表 3 非密封放射性物质	10
表 4 射线装置	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	11
表 6 评价依据	12
表 7 保护目标和评价标准	14
表 8 环境质量和辐射现状	20
表 9 项目工程分析与源项	24
表 10 辐射安全与防护	31
表 11 环境影响分析	43
表 12 辐射安全管理	57
表 13 结论与建议	64
表 14 审批	67

表 1 项目基本情况

建设项目名称		海安橡胶集团股份有限公司新增 1 台工程轮胎 X 射线检验机项目				
建设单位		海安橡胶集团股份有限公司				
法人代表		朱晖	联系人	略	联系电话	略
注册地址		福建省仙游县枫亭工业园区				
项目建设地点		福建省仙游县枫亭工业园区海安橡胶集团股份有限公司硫化车间				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		738	项目环保 投资 (万元)	92	投资比例	12.5%
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)	约 62.002m ² (铅房面积)
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"/> 甲 <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			
	1.1 项目概述					
1.1.1 建设单位情况						
<p>海安橡胶集团股份有限公司（简称“公司”或“建设单位”）成立于 2005 年 12 月，注册地址位于福建省仙游县枫亭工业园区，是一家专注于巨型全钢工程机械子午线轮胎的研发、生产与销售，以及矿用轮胎运营管理业务的高新技术企业、专精特新小巨人企业。作为我国全钢巨胎行业的龙头企业，公司拥有世界知名自主品牌“LUAN” (陆安) 牌轮胎、国家级博士后科研工作站、省级企业技术中心及省巨型工程子午线轮胎企业重</p>						

点实验室。公司凭借矿胎行业“全生命周期管理模式”，荣获国家级“服务型制造示范企业”称号。

2008年由公司自主研发的57英寸（37.00R57）巨型工程子午线轮胎顺利下线，填补了国内同类产品生产的空白，打破了国外品牌在巨型工程子午线轮胎领域的垄断局面，解决了卡脖子问题，实现了国产化替代。自成立以来，海安集团已为国家能源集团、中国华能集团、国家电投、紫金矿业等多家央企、国企、大型能源企业提供了优质的产品和服务。公司产品及服务覆盖俄罗斯、塞尔维亚、印度尼西亚、澳大利亚、乌兹别克斯坦，南非等数十个国家和地区，产品及服务已经遍布全球上百个矿山。

公司经营范围为：一般项目：橡胶制品制造；橡胶制品销售；轮胎制造；轮胎销售；对外承包工程；再生资源回收（除生产性废旧金属）；再生资源加工；再生资源销售；矿山机械销售；机械设备销售；机动车修理和维护；装卸搬运（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）许可项目：道路货物运输（不含危险货物）；货物进出口；技术进出口（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）。

海安橡胶集团股份公司已取得辐射安全许可证（见附件3），地址：福建省莆田市仙游县枫亭开发区南片区，法定代表人：朱晖，种类和范围：使用II类射线装置，证书编号：闽环辐证[00285]，有效期至：2028年09月05日。

本项目所在厂区地理位置见附件1.1，建设单位整体布局图见附件1.2。

1.1.2 项目简介

海安橡胶集团股份公司为提高产品质量，提升产品市场竞争力，拟新增1台GOX-3型工程轮胎X射线检验机在工业园区硫化车间内使用，设计用于完成工程机械轮胎的X光检测。该系统可以对各种工程机械轮胎结构进行检测，如：胎体帘线间距和反包，钢丝束束层级差，接头断层缺陷、气泡、钢丝断裂、钢丝分布不均、撕裂、杂质以及胎圈同心度等。

工程轮胎X射线检验机在工作过程中可能对环境产生一定的辐射影响，根据《关于发布射线装置分类办法的公告》，本项目所使用的1台工程轮胎X射线检验机为II类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）和《放射性同位素

与射线装置安全许可管理办法》(2021 修订版)规定,本项目属于“五十五、核与辐射”中“172 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。

为保护环境和公众利益,根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规对伴有辐射建设项目环境管理的规定,长润安测科技有限公司受海安橡胶集团股份公司的委托(详见附件4),对海安橡胶集团公司新增1台工程轮胎X射线检验机项目进行环境影响评价。接到委托后,我司相关人员对现场进行了调查和资料收集工作,最终编制完成本项目的环评报告表。

1.1.3 建设内容和规模

(1) 本项目建设规模

本项目建设规模详细信息见表 1-1。

表 1-1 本项目建设规模一览表

类别	项目名称	建设内容	备注
主体工程	铅房	铅房净面积: 62.002m ² , 净空尺寸为长 8.39m×宽 7.39m×吊顶高度 7.38m; 辐射防护设计: 四周墙体均 2mm 钢板+7mm 铅板+10#槽钢骨架+2mm 钢板; 顶面采取 12#顶层骨架铺设 5mm 铅板作为防护层做屏蔽防护; 地下为土层, 地面铺设混凝土。 铅房门从内至外分别采用 2mm 钢板+5mm 铅板+10#槽钢骨架+2mm 钢板。	新建
	设备	设备型号为青岛软控机电工程有限公司的 GOX-3 型, 最大管电压 160kV, 最大管电流 6.25mA, 属于II类射线装置。	新购置

(2) 设备情况

本项目涉及的射线装置见表 1-2。

表 1-2 本项目设备详细信息表

射线装置名称	型号	生产厂家	主要参数	类别	安装位置	用途
工程轮胎 X 射线检验机	GOX-3 型	青岛软控机电工程有限公司	160kV 6.25mA	II类	硫化车间西角	检测轮胎内部缺陷

(3) 工作人员及工作时间

根据建设单位提供资料, 建设单位拟为本项目配备 9 名工作人员, 2 名管理人员。

放射工作人员进行三班轮换，未从事其他辐射工作，本项目根据现有生产量及实际生产情况预估，该台轮胎 X 射线检验机每天开机 8h（每小时出束 4 次，每次 5min 计算），每年工作 300 天，设备每年的出束时间为 800h。

1.1.4 评价目的

（1）贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》及国家相关的法律、法规、规章和标准，积极推进生态环境保护行动。

（2）对新增使用的辐射活动进行辐射环境影响分析，从而评价职业人员及公众人员在该项目使用过程中可能受到辐射照射及照射的程度。

（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）为建设单位提出辐射防护的对策和建议，同时为生态环境部门对建设项目环境管理规定的审批提供依据，为建设单位项目建设和辐射安全日常管理提供技术支撑和参考。

1.2 产业政策符合性分析

本项目为 X 射线检验机在工业领域的运用。根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订），本项目属鼓励类第十四项“机械”中第 6 条“科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等**无损检测设备**，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

1.3 实践正当性分析

海安橡胶集团股份有限公司新增轮胎 X 射线检验机检测轮胎内部缺陷，具有较好的经济效益和社会效益，且经计算分析，其运行过程对周围环境产生的辐射影响可满足国家相关标准规。

综合考虑，本项目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，因此海安橡胶集团股份有限公司新增工程轮胎 X 射线检验机项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的要求。

1.4 项目周边保护目标及场址选址

1.4.1 项目位置

海安橡胶集团股份公司位于福建省仙游县枫亭工业园区，东北侧为海朱路，东南侧为联十一线，西南侧为福建省智野实业有限公司，西北侧为海橡路。建设单位地理位置图如图 1-1 所示。

1.4.2 周边环境关系

本项目位于建设单位西北部硫化车间内，硫化车间 50m 范围内建筑东北侧为三站房，东南侧为三期扩建成型硫化车间，西南侧为锅炉和总变废品库，西北侧为成型车间，详见图 1-2 所示。

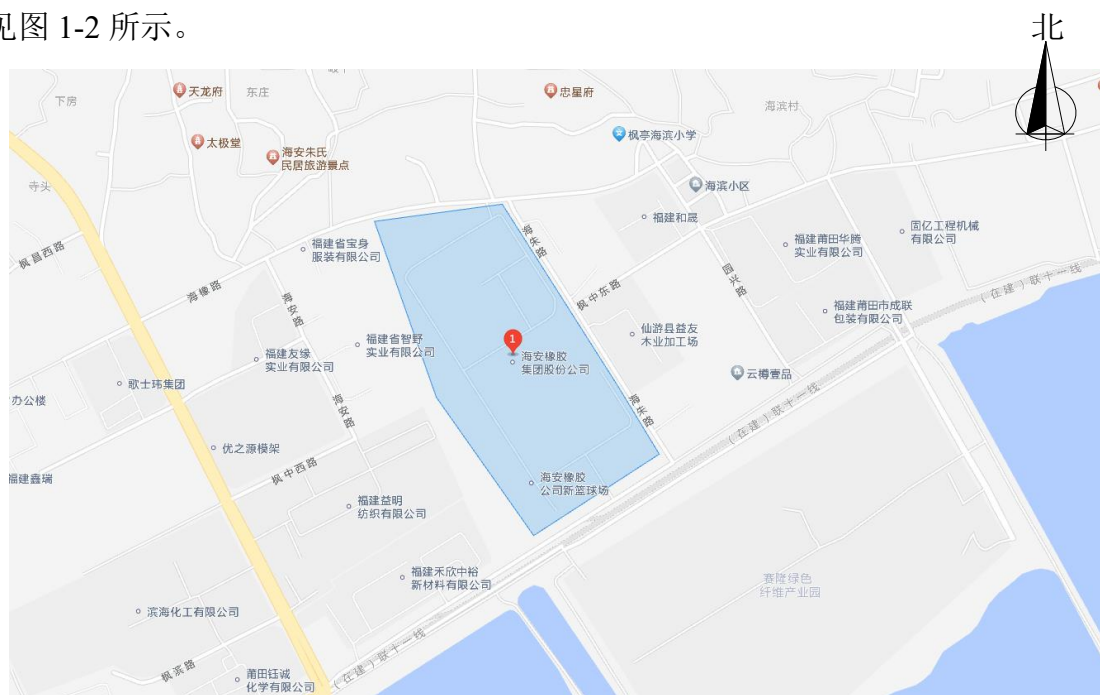


图 1-1 建设单位地理位置图

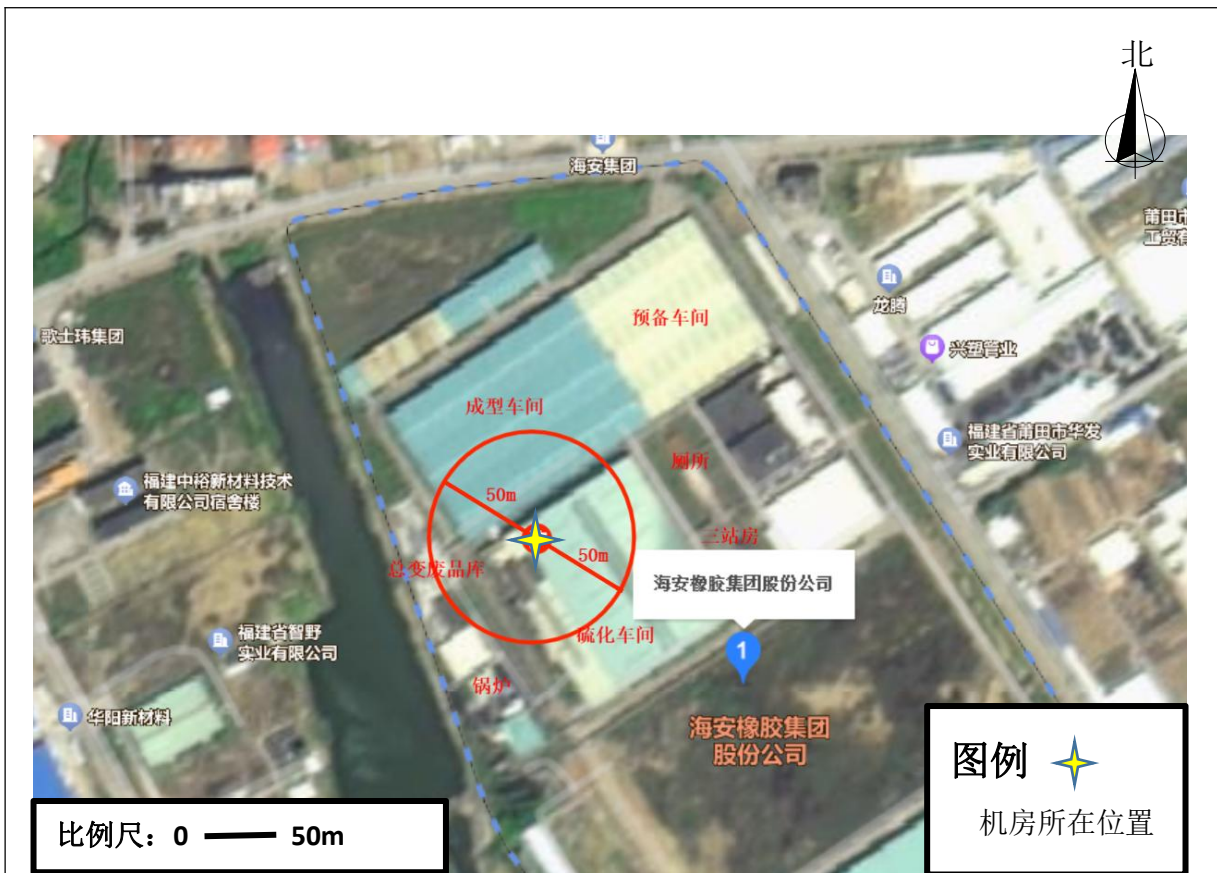


图 1-2 周围四周关系图

1.4.3 周边保护目标及选址

本项目保护目标主要为建设单位内工作人员及工作场所周围 50m 范围内的流动人群。本项目铅房周围 50m 范围内主要为建设单位内部建筑、空地及道路，周围无环境制约因素，均无学校、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感目标，无环境制约因素，选址合理。

1.5 原有在用核技术应用项目许可情况

(1) 许可情况

海安橡胶集团股份有限公司于 2023 年 9 月 6 日取得辐射安全许可证（见附件 3），地址：福建省莆田市仙游县枫亭开发区南片区，法定代表人：朱晖，种类和范围：使用 II 类射线装置，证书编号：闽环辐证[00285]，有效期至：2028 年 09 月 05 日。

(2) 环保手续履行情况

海安橡胶集团股份有限公司原有核技术利用项目均已履行了环保手续，主要有：

①2018 年 2 月委托北京万澈环境科学与工程技术有限公司对海安橡胶集团股份有限公司（原福建省海安橡胶有限公司）工业 X 射线探伤项目进行环境影响评价工作，并编

制《海安橡胶集团股份有限公司工业 X 射线探伤项目环境影响报告表》，该报告于 2018 年 4 月 8 日通过福建省生态环境厅（原福建省环境保护厅）审批（闽环辐评〔2018〕21 号）。并于 2019 年 5 月委托陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司对《海安橡胶集团股份有限公司工业 X 射线探伤项目》进行竣工环境保护验收。

②2022 年 5 月委托深圳正棋环保科技有限公司对海安橡胶集团股份有限公司“新增 1 台工程轮胎 X 射线检验机项目”进行环境影响评价工作，并编制《海安橡胶集团股份有限公司新增 1 台工程轮胎 X 射线检验机项目环境影响报告表》，福建省生态环境厅于 2023 年 1 月 18 日对该项目环境影响报告表予以批复，批文号：闽环辐评〔2023〕1 号。于 2023 年 03 月 06 日委托莆田金舟环保咨询有限公司对《海安橡胶集团股份有限公司新增 1 台工程轮胎 X 射线检验机项目环境影响报告表》进行竣工环境保护验收。

表 1-3 在用射线设备环保手续履行情况

名称	管电压	管电流	类别	数量	使用场所	是否环评	是否验收	备注
X 射线探伤机	225kV	13mA	II 类	1 台	硫化车间	闽环辐评〔2018〕21 号	已验收	在用
工程轮胎 X 射线检验机	160kV	6.25mA	II 类	1 台	二期车间 成品仓库	闽环辐评〔2023〕1 号	已验收	在用

1.6 原有核技术应用项目辐射安全管理及防护办法

1、辐射安全防护管理机构

海安橡胶集团股份有限公司已成立了辐射安全与防护管理机构，并明确了相应的职责。辐射防护管理领导小组以廖新明为组长，陈永峰、杨福共为副组长，成员由李斌、张光煜、朱怀聪、王君、王明杰和张梦华组成。领导小组负责辐射安全与防护工作的具体组织、协调、督查与指导；负责拟定辐射防护工作计划和实施方案，制定相关工作制度并组织实施；建立辐射工作人员的辐射防护档案与健康监护档案；定期对辐射安全与防护工作进行督查，确保不发生辐射安全事故。

2、辐射安全防护管理制度

公司已根据现有核技术应用情况制定了辐射安全防护管理制度，所制定的制度包括：

综合管理制度：制订了《辐射安全与防护管理制度》、《无损检测人员道德行为准则》、《安全培训制度》。主要包括从事辐射设备操作人员应持证上岗，射线装置工作场所管理要求等；

操作规程：制订了《X光机安全操作事项》。详细指导射线装置的操作，避免不规范操作；

人员职责：制订了《辐射安全与环境保护管理人员职责》、《探伤人员岗位职责》，完善射线及辐射装置作业人员的岗位要求，并落实作业人员的健康管理制

设备管理制度：制订了《X射线设备检修维护制度》。

事故管理制度：该公司为使一旦发生辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应措施，保护工作人员、公众及环境的安全，制订了《辐射泄漏应急预案》，并定期开展演练。公司还根据现有核技术应用情况制定《辐射监测方案》等管理规章制度。

3、辐射工作人员培训、个人剂量监测和职业健康监护档案情况

海安橡胶集团股份公司从事辐射工作人员人数 7 人，取得辐射安全培训合格证人数有 5 人（还有 2 人进行中），均在有效期内。

略

图 1-3 安全培训合格证

海安橡胶集团股份公司制定《辐射个人剂量和健康管理制

度》，海安橡胶集团股份公司已为辐射工作人员配备了个人剂量计，由专人负责收集个人剂量计，目前委托莆田市疾病预防控制中心对辐射操作人员进行了个人剂量检测，监测频度为 90 天 1 次；每年安排辐射工作人员进行职业健康检查。个人剂量检测结果和个人职业健康检查报告均存档备案。

根据建设单位提供的个人剂量监测和职业健康监护档案，2022 年辐射工作人员个人剂量结果和体检结果均未见异常。

4、辐射工作场所监测情况

在设备正常运行状态下，每年委托有监测资质的单位对工作场所及周围辐射环境剂量率进行监测，监测频次为 1 次/年，并将监测数据记录存档。根据 2023 年 3 月辐射工作场所检测报告，辐射场所监测未出现超标情况。

5、辐射工作管理情况

海安橡胶集团股份公司已制定《辐射泄漏应急预案》，并制定辐射应急演练计划，定期开展演练。据调查，海安橡胶集团股份公司使用的射线装置正常运行，未发生辐射事故。

综上所述，海安橡胶集团股份公司已根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)相关规定，落实各项管理要求，现有在用核技术应用无存在环保问题。

表 2 放射源

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

注：放射源包括放射性中子源，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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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
1	工程轮胎 X 射线检验机	II	1	GOX-3 型	160	6.25	检测轮胎内部缺陷	硫化车间西北角铅房	新购置

(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 (O ₃)	气体	/	/	极少量	极少量	极低浓度	不暂存	经大气扩散稀释，其影响可不考虑。
氮氧化物 (NO _x)	气体	/	/	极少量	极少量	极低浓度	不暂存	经大气扩散稀释，其影响可不考虑。
放射性废弃物	/	/	/	无	无	无	/	/

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	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订，2015 年 1 月 1 日起施行）； 2. 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日起施行）； 3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003 年 10 月 1 日起施行）； 4. 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 682 号，2017 年修改，2017 年 10 月 1 日起施行）； 5. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）（2021 年 1 月 1 日起施行）； 6. 《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，2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令 第 709 号）修订，（2019 年实施）； 7. 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》（2021 年修改，国家发展和改革委员会 2021 年第 49 号，2021 年 12 月 30 日起施行）； 8. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年，国家环境保护总局令 第 31 号，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令 第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令 第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 第 20 号修改）； 9. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行）； 10. 《放射工作人员职业健康管理辦法》（卫生部令 第 55 号，2007 年）； 11. 《关于发布射线装置分类办法的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起实施）； 12. 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号，2006.9.26）； 13. 《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，2019 年 12 月 23 日，2020 年 1 月 1 日起施行）；
----------	---

	<p>14. 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号）；</p> <p>15. 《生态环境部建设项目环境影响报告书（表）审批程序规定》（生态环境部，部令 14 号，2020 年 11 月 23 日，2021 年 1 月 1 日起实施）；</p> <p>16. 《福建省生态环境保护条例》，2022 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>17. 《福建省辐射事故应急预案》，2020 年 9 月 23 日印发；</p> <p>18. 《II 类非医用 X 线装置监督检查技术程序》（程序编号：NNSA/HQ-08-JD-IP-024）</p>
技术标准	<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》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>2. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>3. 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>4. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>5. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；</p> <p>6. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单（GBZ/T 250-2014/XG1-2017）。</p>
其他	<p>1. 海安橡胶集团股份公司环境影响评价委托书和剂量目标管理值；</p> <p>2. 海安橡胶集团股份公司提供的相关图纸及其他技术资料；</p> <p>3. 《辐射防护技术与管理》（张丹枫赵兰才编著）第一卷；</p> <p>4. 《辐射防护手册》（第一分册—辐射源与屏蔽）（李德平、潘自强主编）；</p> <p>5. 《电离辐射剂量学》（李士骏编著）；</p>

表 7 保护目标和评价标准

7.1 评价范围

本次新增的工程轮胎 X 射线检验机放置于硫化车间内，为II类射线装置，运行过程中主要为电离辐射对周围环境的影响。根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”的要求，结合本项目实际选址，本项目工程轮胎 X 射线检验机所在探伤室采用“钢板-铅板-钢板”夹层结构进行隔断，且位于车间内，存在实体边界。确定本项目评价范围为轮胎 X 射线检验机铅房屏蔽墙体外 50m 区域，轮胎 X 射线检验机铅房屏蔽墙体外 50m 区域环境影响评价范围图见图 7-1。

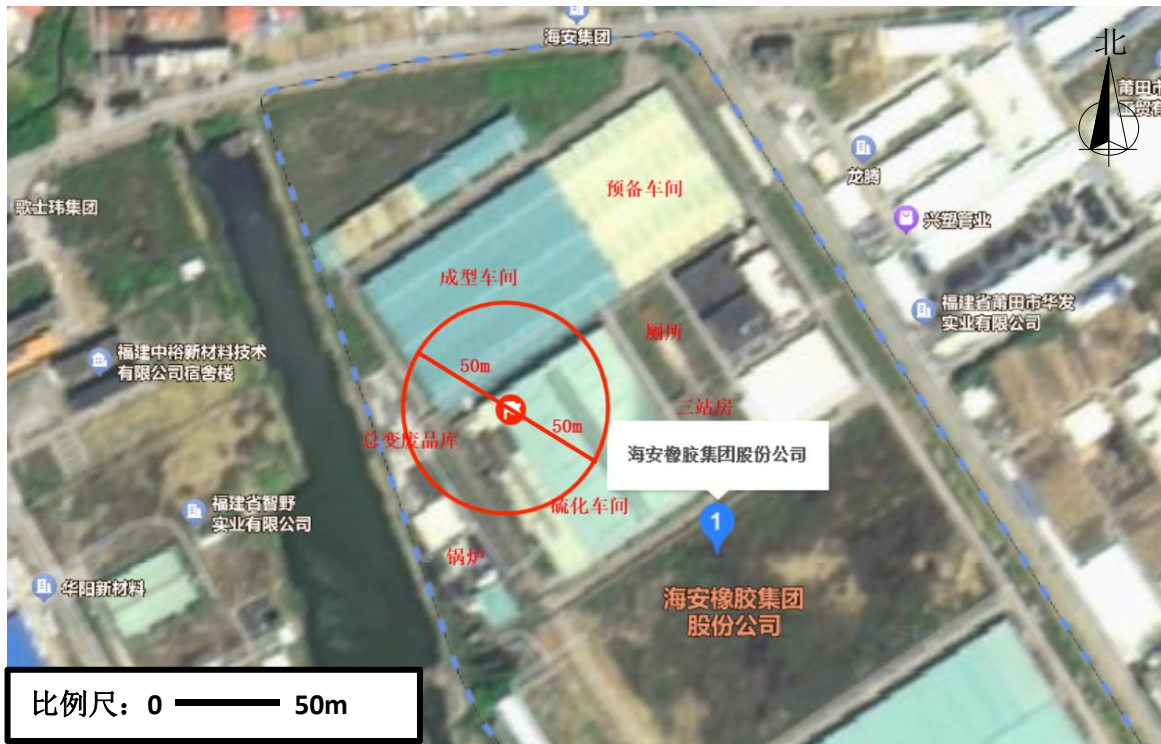


图 7-1 本项目环境影响评价范围示意图

7.2 保护目标

轮胎 X 射线检验机铅房实体屏蔽物边界外 50m 区域内不涉及学校等环境保护敏感点，结合本项目评价范围，确定本项目保护目标为评价范围内活动的职业人员和公众成员。其中职业人员为在操作台处进行探伤相关作业的辐射工作人员，公众成员主要为环境保护目标处的人员、铅房周围本公司的非辐射工作人员及偶然经过的其他公众等。本项目环境保

护目标是从事该项目辐射工作的职业人员及辐射工作场所周围 50m 范围内活动的公众人员。本项目环境保护目标如表 7-1 所示。

表 7-1 轮胎 X 射线检验机铅房主要环境保护目标一览表

保护目标	人数	场所	距辐射源距离	年剂量约束值
职业人员	9 人	轮胎 X 射线检验机铅房	/	≤5mSv
		操作室	5.5m	
		休息室	5.5m	
		成型车间	15~50m	
		硫化车间	相邻	
公众	--	建设单位内部道路	5~15m	≤0.1mSv
		总变废品库	15~26m	

7.3 评价标准

一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

1、防护与安全的最优化

4.3.3.1 条款对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平，这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件(治疗性医疗照射除外)。

2、剂量限值

2.1 职业照射

①4.3.2.1 条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当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)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。

②B1.1.1.1 款应对任何工作人员的的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv(但不可作任何追溯性平均)；
- c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；
- d) 四肢(手和脚)或皮肤的年当量剂量，500mSv。

2.2 公众照射

B1.2.1 条款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:

①年有效剂量, 1mSv;

②特殊情况下, 若 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;

根据建设单位委托, 本评价报告表取年有效剂量限值的四分之一作为年管理剂量约束值, 即工作人员年管理剂量约束值不超过 5mSv, 公众年管理剂量约束值不超过 0.1mSv。

3.工作场所分区

① 6.4 条款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。

② 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。

6.4.1.2 确定控制区的边界时, 应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小, 以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围。

③ 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。

二、《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全, 操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理, 分区管理应符合 GB 18871 的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足:

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

三、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单本

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。探伤室屏蔽要求如下：

3.1.1 探伤室墙和入口门外周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平 H_e 和导出剂量率参考控制水平 (H_{e-d}) ：

1) 人员在关注点的周剂量参考水平 H_e 如下：

职业工作人员： $H_e \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$

公众： $H_e \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$

2) 相应 H_e 的导出剂量率参考控制水平 H_{e-d} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 (1) 计算

$$H_{e-d} = H_e / (t * \mu * T) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

H_e ——周剂量参考控制水平，单位为微希每周 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)

μ ——探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T ——人员在相应关注点驻留的使用因子；

t ——探伤装置周照射时间，单位为小时每周 ($\text{h}/\text{每周}$)。

t 按式 (2) 计算：

$$t = W / (60 * I) \dots\dots\dots (2)$$

W ——X 射线探伤的周工作负荷(平均每周 X 射线探伤照射的累积量 “mA*min 值”)，
mA*min/周；

60——小时与分钟的换算系数；

I ——X 射线探伤装置在最高管电源线的常用最大管电流，单位为毫安 (mA)。

b) 关注点最高剂量参考控制水平 $H_{e, \max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$

c) 关注点剂量率参考控制水平 H_e 为上述 H_{e-d} 和 $H_{e, \max}$ 二者的较小值

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求

a) 探伤室上分已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物的自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

b) 除 3.1.2 a) 的条件外, 应考虑下列情况:

1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应的关注点的剂量率总和, 应按 3.1.1

c) 的剂量率参考控制水平 H_e ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。

2) 对不需要人员到达的探伤室顶, 探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可以取 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

本项目相关限值采用标准见表 7-2。

表 7-2 本项目相关标准限值

项目	内容	相关限值	标准名称
连续 5 年的年平均有效剂量限值	辐射工作人员	20mSv	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)
年有效剂量限值	非辐射工作人员	1mSv	
管理限值	辐射工作人员	5mSv/a	辐射工作人员取连续 5 年年平均有效剂量限值的 1/4 作为管理限值
	非辐射工作人员	0.25mSv/a	非辐射工作人员取年有效剂量限值的 1/4 作为管理限值
周围剂量当量率控制目标值	关注点最高周围剂量当量率参考控制水平	$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)
剂量率参考控制水平	探伤室外表面 30cm 处剂量率控制值	$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)
	对不需要人员到达的探伤室顶, 探伤室顶表面 30cm 处剂量率控制值	$\leq 100\mu\text{Sv/h}$	《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

海安橡胶集团股份公司位于福建省仙游县枫亭工业园区，建设单位厂区中心地理坐标为东经 118°53'43.18"，北纬 N25°15'37.97"，项目地理位置见图 1-1。

建设单位整体布局图如附件 1.2 所示。硫化车间位于建设单位整体布局的西北部，硫化车间东北侧为三站房，东南侧为三期扩建成型硫化车间，西南侧为锅炉和总变废品库，西北侧为成型车间。周围均为建设单位相关用房，道路及空地。

本项目拟建铅房位于建设单位硫化车间一层西北侧，铅房内布局图如图 8-1 所示。轮胎 X 射线检验机铅房北侧和西侧为内部道路，南侧为车间。

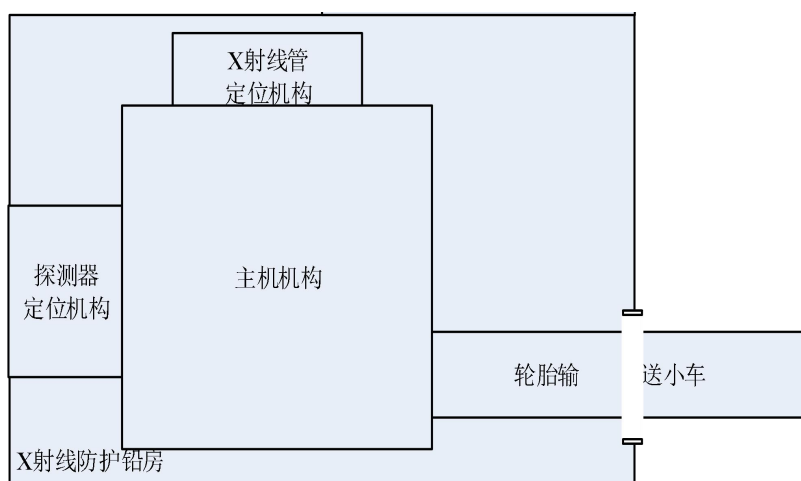


图 8-1 平面布局图

8.2 辐射环境现状监测

为掌握项目所在地的辐射环境质量现状，海安橡胶集团股份公司委托长润安测科技有有限公司于 2023 年 12 月 15 日对本项目工作场所及其周围环境进行 γ 辐射剂量率本底水平调查。

8.2.1 监测因子

本项目拟建地环境 γ 辐射剂量率（检测报告见附件 6）

8.2.2 监测时间及环境条件

监测时间：2023 年 12 月 15 日

环境条件：温度：23℃，相对湿度：73%。

8.2.3 监测方法

本次环境辐射剂量率监测严格按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)的相关要求进行监测。

8.2.4 监测仪器

辐射环境检测使用的仪器信息详见表 8-1。

表 8-1 本项目辐射环境检测使用的仪器基本信息

仪器名称	环境级 x、 γ 剂量率仪
型号	SCB603E(CR-YQ-088)
参数	0.01 μ Gy/h~3Gy/h
检定信息	校准单位：北京市计量检测科学研究院 证书编号：DD23J-CA10010 校准有效期至：2024 年 04 月 03 日

8.2.5 质量控制

(1) 检测实行全过程的质量控制，严格《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

(2) 检测仪器符合《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)中的相关规定，并经过北京市计量检测科学研究院检定，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

(3) 现场检测人员、检测报告编制人、检测报告审核人、检测报告授权签字人均持证上岗；

(4) 合理布设检测点位，保证各监测点位布设的科学性和代表性。

8.2.6 监测点位

根据《环境辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)，结合实际情况，主要监测本项目 X 射线检验机铅房及周围的辐射环境本底值，本项目监测布点图见图 8-2。

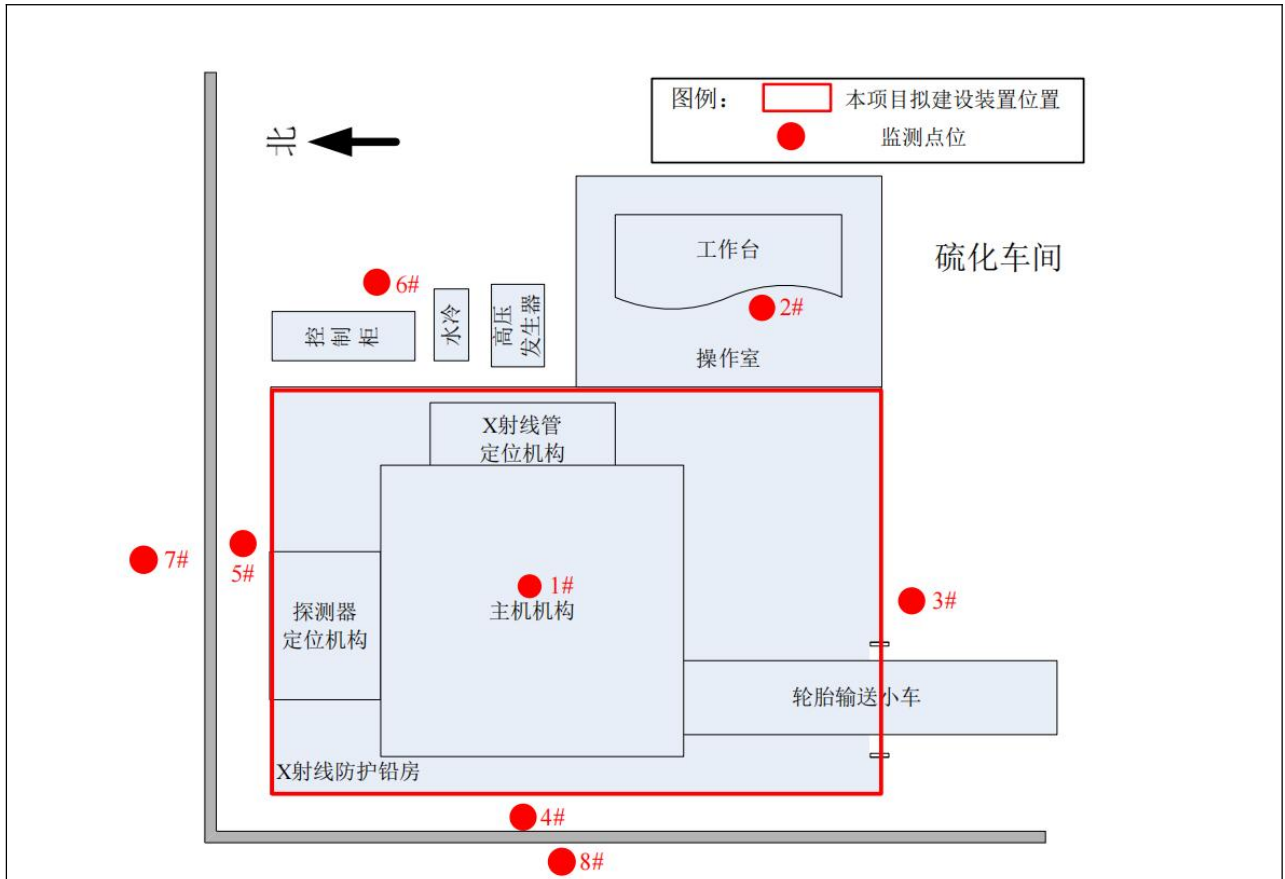


图 8-2 铅房监测布点图

8.2.7 监测结果

拟建铅房及周围辐射环境本底监测结果分布见表8-2。

表8-2 铅房及周围辐射环境本底监测结果

名称	检测点编号	检测位置	检测结果 (nGy/h)	备注
铅房	1#	铅房位置	86.5	
	2#	铅房东侧操作室	93.3	
	3#	铅房南侧	96.9	
	4#	铅房西侧	92.4	
	5#	铅房北侧	99.4	
	6#	铅房东侧设备间	87.3	
	7#	铅房北侧车间外道路	107.1	
	8#	铅房西侧车间外道路	111.2	

由表 8-2 监测结果可知，本项目建设单位拟建铅房及其周边环境 γ 辐射剂量率在 86.5nGy/h 至 111.2nGy/h 之间。对比根据《2022 年福建省生态环境状况公报》显示，全省

环境 γ 辐射空气吸收剂量率正常范围为 83.1nGy/h~141.9nGy/h，对比项目拟建地点及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率，辐射水平未见明显升高，辐射环境现状质量较好。

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 GOX-3 型工程轮胎 X 射线检验机为整体外购设备，施工期无需土建施工，主要为设备现场安装，施工期较短、安装内容较少，产生的主要环境影响因素为噪声、生活污水及固体废物。

9.2 营运期工艺流程简述

9.2.1 GOX-3 型工程轮胎 X 射线检验机简介

(1) 设备组成

GOX-3 型工程轮胎 X 射线检验机用于工程轮胎的检测。该设备可以对工程轮胎内部结构进行检测，如：胎体帘线间距和反包，钢丝束束层级差，接头断层缺陷、气泡、钢丝断裂、钢丝分布不均、撕裂、杂质以及胎圈同心度等。

轮胎 X 射线检验机主要组成部分包括轮胎定位旋转装置、探测器运动及定胎装置、轮胎输送装置、铅房、成像系统、电气控制系统、安全回路及闭路监视系统等。本项目拟配备的轮胎 X 射线检验机设备设备部件框图如图 9-1 所示，项目新增 GOX-3 型工程轮胎 X 射线检验机主要组成见表 9-1，设备关键元器件清单见表 9-2。

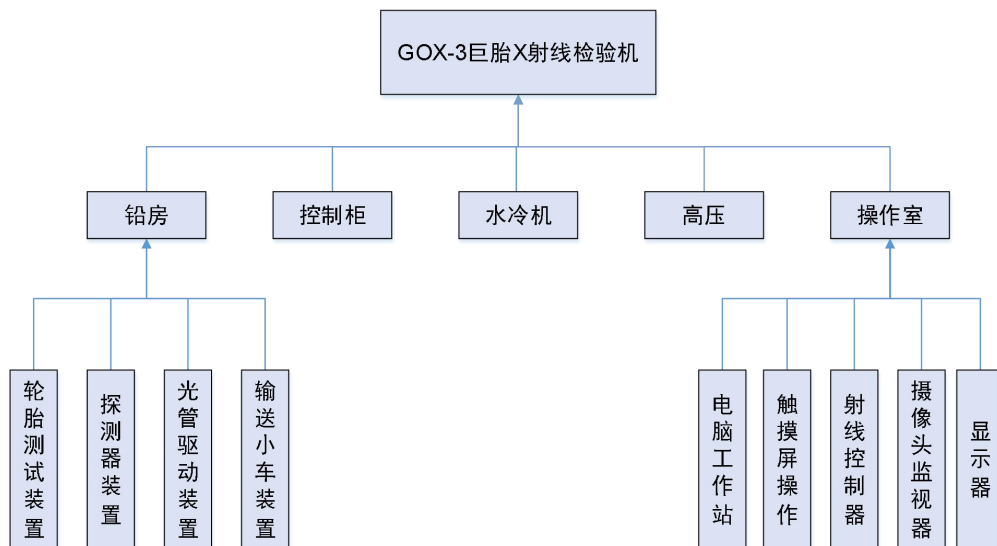


图 9-1 本项目设备部件框图

表 9-1 设备结构组成一览表

分类	序号	名称	数量	备注
整机部套	1	轮胎定位旋转装置	1 套	
	2	探测器运动装置	1 套	
	3	X 光管运动装置	1 套	
	4	轮胎输送装置	1 套	
	5	防护铅房	1 套	
	6	控制系统（三菱）	1 套	
	7	轮胎成像系统	1 套	
	8	上位机管理软件	1 套	
	9	操作室（带 2P 挂机空调）	1 套	包含
	10	手持条码枪	1 套	包含
随机备件	1	接近开关	1 套	
	2	安全门开关	1 套	
技术资料	1	设备总装图、基础图、电气原理图、接线图	2 套	
	2	使用说明书	2 套	
	3	备品备件清单	1 套	
	4	关键元器件技术规格书	1 套	
	5	产品检验合格证	1 套	
	6	PLC 程序、触摸屏程序、图像处理软件（含支持应用软件与授权）及密码	1 套	电子档

表 9-2 设备主要参数

序号	名称	品牌	备注
1	PLC	三菱 Q 系列	Q04UDHCPU
2	伺服、变频器	三菱	J4 系列
3	X 射线管	RTW	MCT-160F
4	高压控制器	GULMAY	MP1
5	高压发生器	GULMAY	FC160
6	冷却器	雷博	
7	探测器	DT	U01045018A
8	触摸屏	三菱	GT2510-VTBA

9	工控机	研华	16G 内存、2T 硬盘
10	导轨丝杠	THK/上银	
11	减速机	SEW	
12	轴承	NSK/FK	
13	链条	鑫宇	
14	接近开关	巴鲁夫	
15	光电开关	SICK	
16	控制柜空调	威图	
17	监控摄像机	海康威视	
18	显示器	戴尔/飞利浦	
19	低压电器	施耐德	

(2) X 射线成像原理

X 射线系统通过 X 光管产生 X 射线，射线透过被测轮胎被成像探测器所接收，由于轮胎内部结构的不同，所以每个部位透过的射线就不同，轮胎探测器所接收到的是一个强弱不同的光信号，通过探测器变成数字信号传输给图像处理系统，再进行图像输出，通过显示屏操作者可清晰地看到轮胎的内部结构。X 射线成像系统原理图如图 9-2 示。

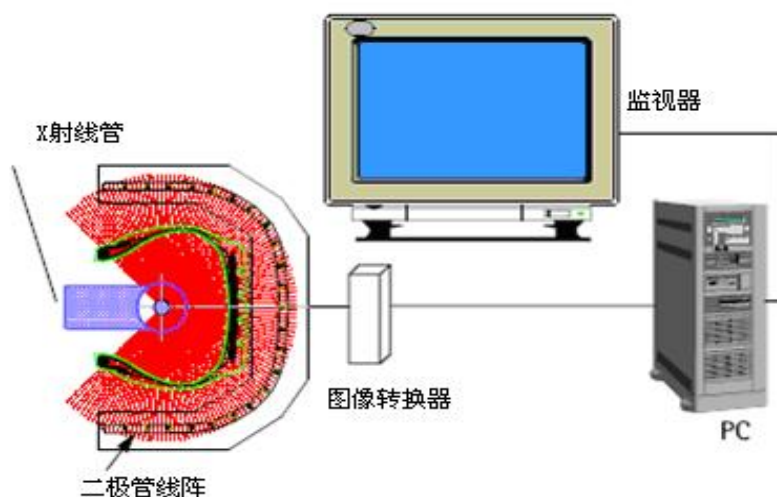


图9-2 X射线成像系统原理图

(3) X 射线检验机成像工作特征

图像处理软件是以计算机操作系统为基础的操作界面，可以提供探测器系统得到的轮胎信息的图像采集、图像增强、图像显示和图像处理等功能。系统轮胎规格、设定参数及图像等都通过图像软件的不同数据库来管理，并具有用户权限管理功能。图像可以暂停(不

影响轮胎断面的继续检测)、倒放、左右移动或放大,并可选择区域打印。使用标准的图像文件格式存储轮胎旋转一周的完整图像,并存入每条轮胎对应的文件编号,可随时调用查看。轮胎检测完成后,人工根据图像进行判级,并可将图像和判级信息实时传送到工厂服务器。

(4) 工艺过程设备工艺流程如图 9-3 所示,系统工作流程如下:

a) 人工将轮胎放置到轮胎输送装置;

b) 轮胎装载到输送小车后,伺服电机通过丝杠驱动左右夹胎板移动将轮胎固定在输送小车的中心位置,小车在导轨上移动将轮胎送入外观检验工位,进行检验

c) 检验完毕后,小车在导轨上移动将轮胎送入铅房,小车停在轮胎定中装置下方相应位置;

d) 滑动架下降,电机带动左右转轴在滑动架上移动挂住轮胎;滑动架上升,左右转轴移动撑开轮胎,同时探测器、X 射线管定位到设定位置,轮胎开始旋转,X 射线发射,探测器接收射线信号并转换成数字信号,经软件处理后显示于屏幕。在完成轮胎检测后,设备等待操作者判级,判级后,探测器、X 射线管复位,升降架下降,轮胎卸载到输送小车上,左右夹夹持板相向运动固定住轮胎,铅房门打开,将轮胎送出铅房。

e) 小车移动到初始位置,将轮胎运走,并装下一条轮胎。

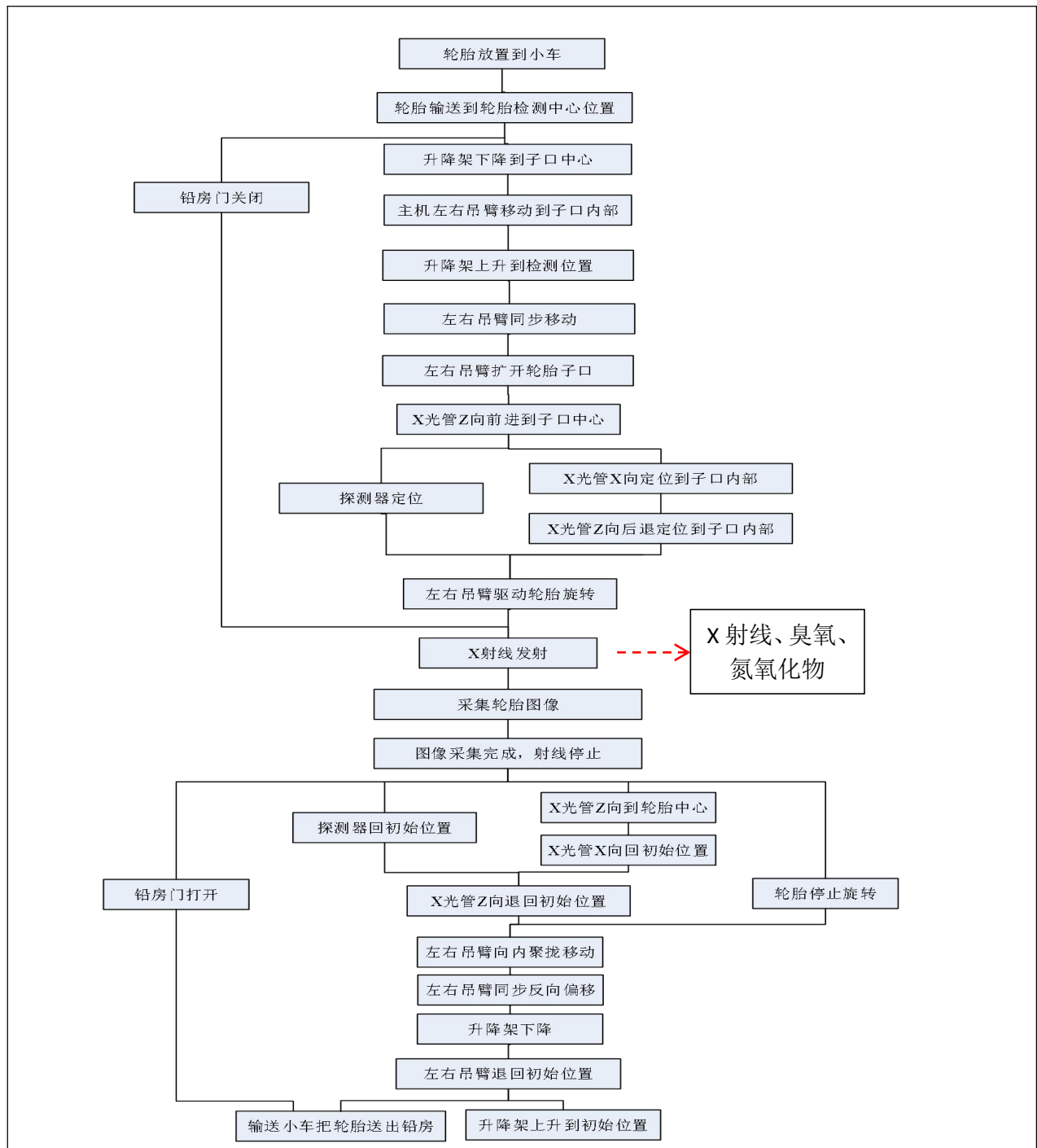


图9-3 设备工艺流程图

9.3 污染源项描述

9.3.1 施工期污染因素分析与评价因子

本项目在拟在硫化车间内设置工程轮胎 X 射线检验机，设置在探伤室内，探伤室采用钢板、铅板复合结构，不涉及土建工程，故建设期产生的环境影响主要是设备进厂安装时产生的噪声、包装材料废物等环境影响。

1、噪声

本项目施工期噪声主要来自设备安装过程中产生的突发性、冲击性、不连续性的敲打撞击噪声。

2、固体废物

在本次项目的施工期间，产生的固体废物主要包括设备安装过程中产生的废包装材料和废螺丝等。这些废物均属于施工过程中常见的废弃物，需要进行合理的处理和处置。

3、生活污水

施工期工作人员会产生生活污水。

综上，施工期主要环境影响评价因子为：施工噪声、固体废物和生活污水。建设期产生的包装材料等固体废物和生活污水依托厂区现有工程处理，设备安装产生的噪声为间断性的，随着设备安装的结束，噪声影响也随即结束。

9.3.2 营运期污染因素分析与评价因子

（一）正常情况下的污染途径

1. 电离辐射

射线装置运行时，在放射工作人员按照规范操作的条件下，放射工作人员、受检者和公众可能受到射线装置运行时产生包括有用射线、散射线和漏射线等 X 射线的外照射。X 射线照射到生物机体时，可使生物细胞受到抑制、破坏甚至坏死，致使机体发生不同程度的生理、病理和生化等方面的改变，需要穿戴相应的防护用品（如铅围裙、铅帽、铅颈套、铅眼镜、铅橡胶手套等）或借助屏蔽防护设施（本项目在铅房外操作，铅房能够屏蔽大量 x 射线）以减少辐照引起的剂量。同时，穿透屏蔽体的 X 射线会对操作人员和机房周围留居人员造成一定的辐照危害。

根据工程轮胎 X 射线检验机的工作原理可知，X 射线是随射线装置的开、关而产生、消失。本次项目所使用的工程轮胎 X 射线检验机只有在开机并出束的状态时，才会有 X 射线的产生。因此，在开机探伤期间，X 射线是该项目的主要污染因子。在工程轮胎 X 射线检验机开机探伤期间，对工件进行无损质量检测时，X 射线经透射、反射，对探伤室周围环境产生辐射影响，对辐射工作人员及周围其他非辐射工作人员形成反射性外照射。

2. 废气

设备运行产生的 X 射线照射下，空气吸收辐射能量并通过电离作用可产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。机房内空气中产生的非放射性有害气体，主要靠机房的通风换气来控制。充足的通风和自然分解会使这些气体降低在非常低的浓度，不会对周围环境造成太大的影响。本项目不产生放射性废气。

3.废水

本项目不产生放射性废水。

4.固体废物

本项目不产生放射性固体废物。

（二）事故情况下的污染途径

本项目在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到意外照射：

（1）X 射线装置在对工件进行 X 射线检测时，人为解除门机联锁装置或门机联锁装置发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄露使工作人员受到不必要的照射；

（2）由于设备故障，控制系统失效等原因引起意外照射，人为事故等原因引起意外照射。此时工作人员应立即关闭电源，防止事故的发生；

（3）设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射；

（4）因预置条件不当，发生误操作事件，导致相关人员受到不必要照射；

（5）紧急停机系统故障无法通过紧急停机开关使运行中的射线装置停机，造成铅房周围人员误照射。

综上所述，本项目营运期环境影响评价的评价因子主要为 X 射线、非放射性有害气体。本项目事故工况下产生的污染与正常工况产生的污染一致，为放射性污染（X 射线）和非放射性污染（少量的臭氧和氮氧化物）。

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

本项目设备总体结构主要由一个 X 射线防护铅房，一套主机、一个操作室，一个控制柜，以及高压发生器和水冷却机组成。铅房拟安装于硫化车间西北侧，操作台安装于铅房东侧。

本项目轮胎 X 射线检验机铅房布局见图 10-1。

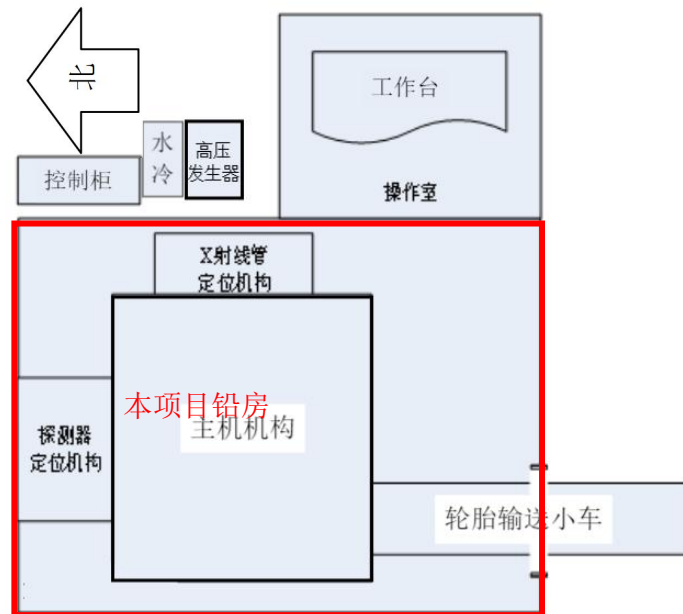


图 10-1 轮胎 X 射线检验机铅房平面布局图

10.1.2 工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）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。本项目进行了工作场所分区设计，具体分区设计见表 10-1 及图 10-2 所示。

表 10-1 工作场所分区设计表

工作场所分区	控制区	拟将铅房内部设置为控制区
	监督区	拟将铅房东侧操作室及四周墙体 30cm 区域划分为监督区，并在监督区划线或者设立围栏

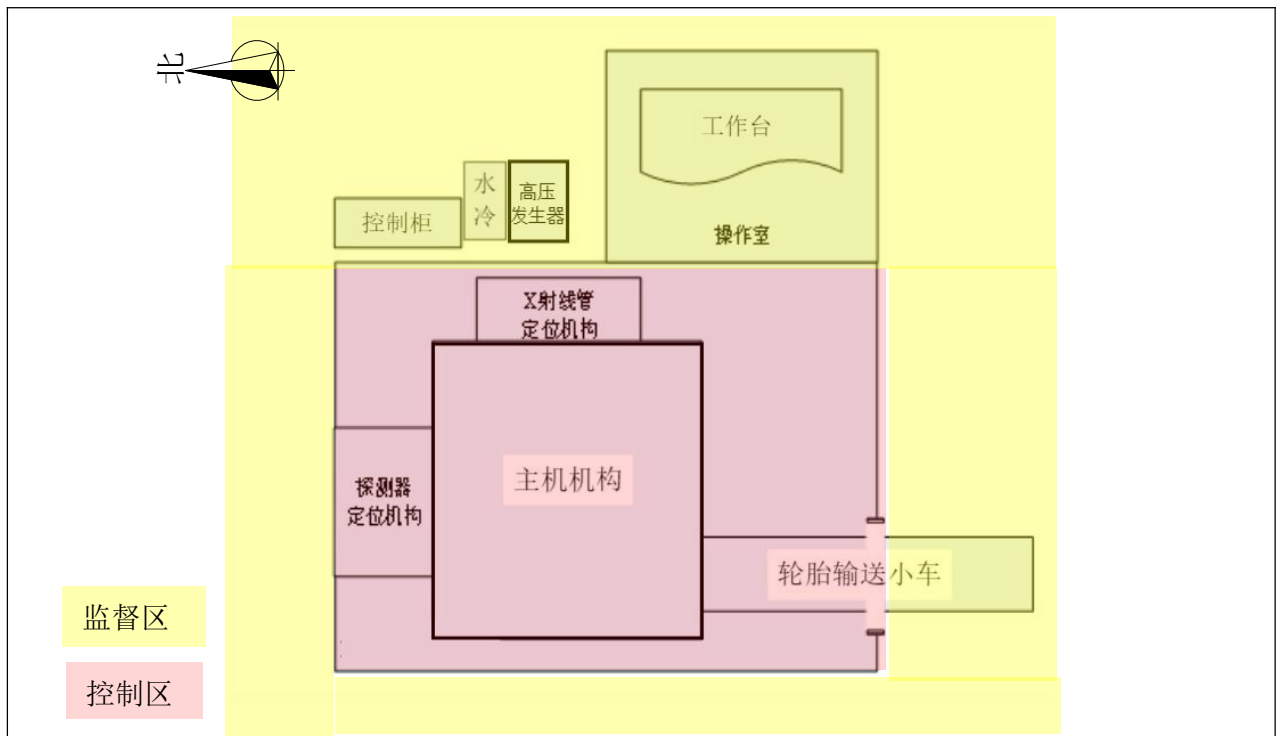


图 10-2 工作场所分区设计图

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电离辐射警告标志如图 10-3 所示，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：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。

本项目中，建设单位拟将铅房划分为控制区，与之相邻的操作间、通道、操作间等划分为监督区，本项目控制区与监督区划分合理。



图 10-3 电离辐射警告标志

探伤室电缆设采用电缆孔防护罩，由探伤室向东侧穿墙连接至电源和操作台，射线经过几次散射后，电缆管出口处的辐射剂量大大减小，可忽略不计；探伤室排风孔也采用防护罩设计，防护门与地面相接处采用下挖 8cm 路轨设计减少辐射剂量。电缆沟穿墙示意图、排风孔防护罩示意图、防护门路示意图轨见图 10-4。

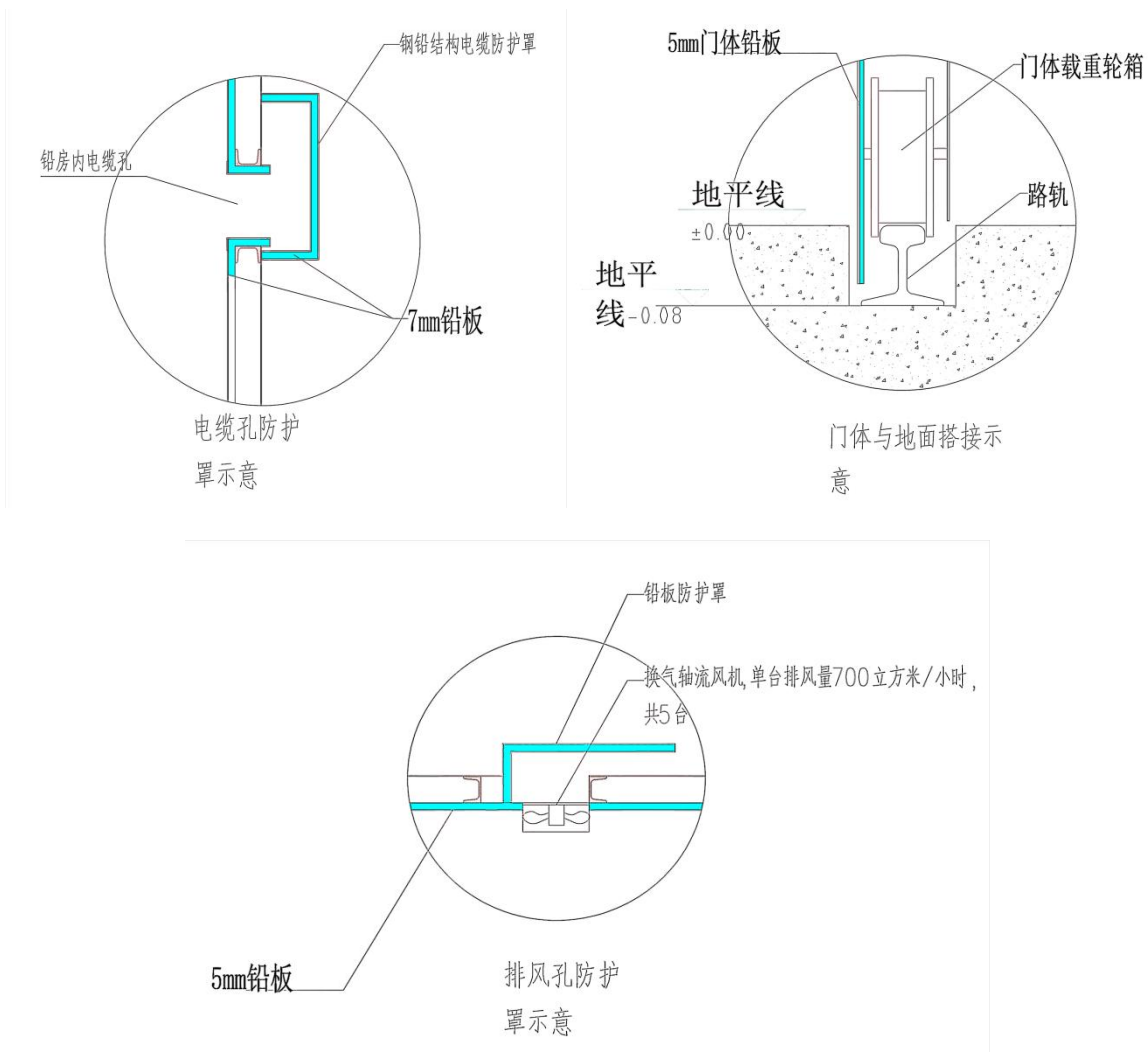


图 10-4 电缆沟穿墙示意图

X 射线防护室是一个钢-铅-钢三明治的结构，用来阻止 X 射线外漏，以保护操作者及周围人员的人身安全。铅房具有一个电动控制开关门，并配备独立电控箱。铅房顶部安装照明设施和通风设置，铅房外安装符合国家规定的警示装置。

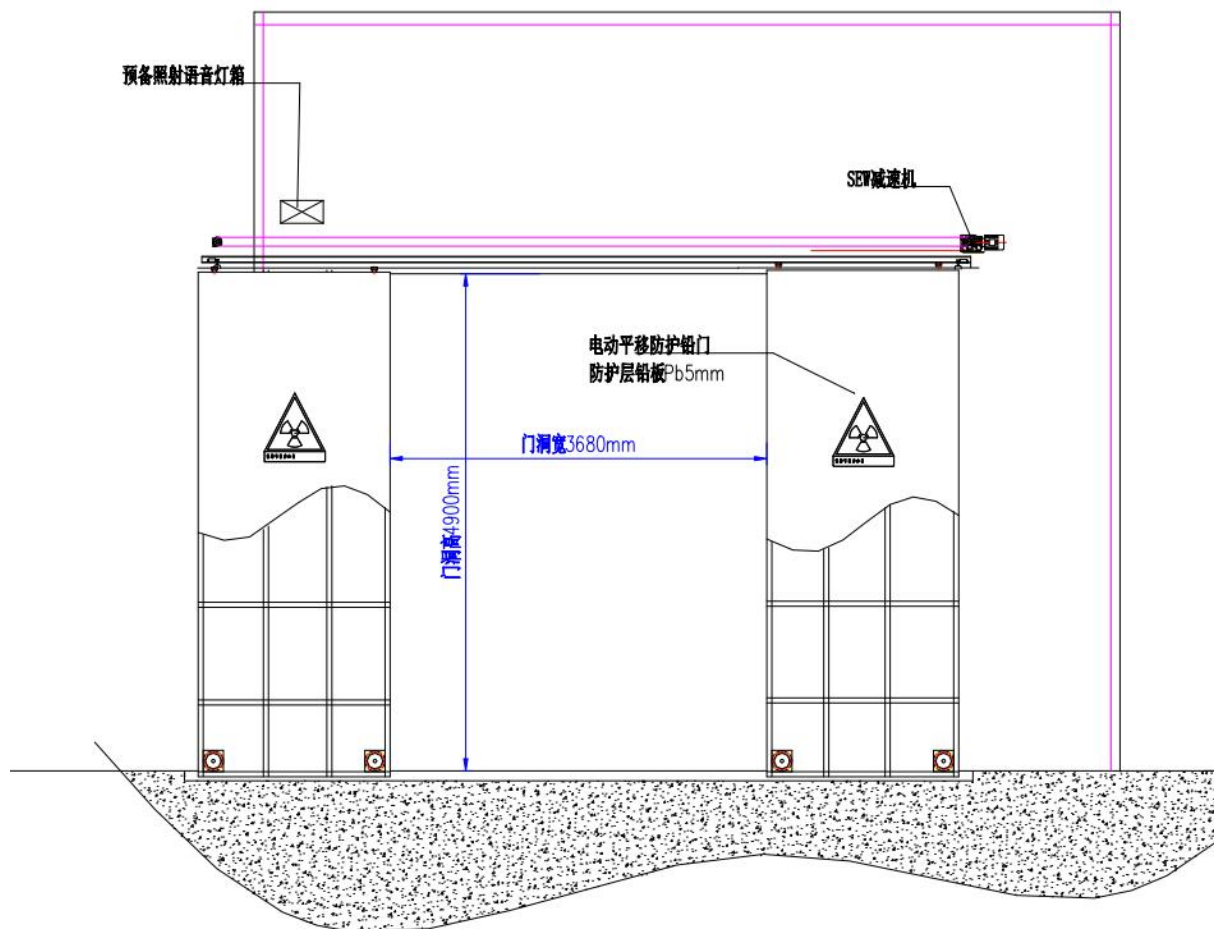
10.1.3 辐射防护屏蔽

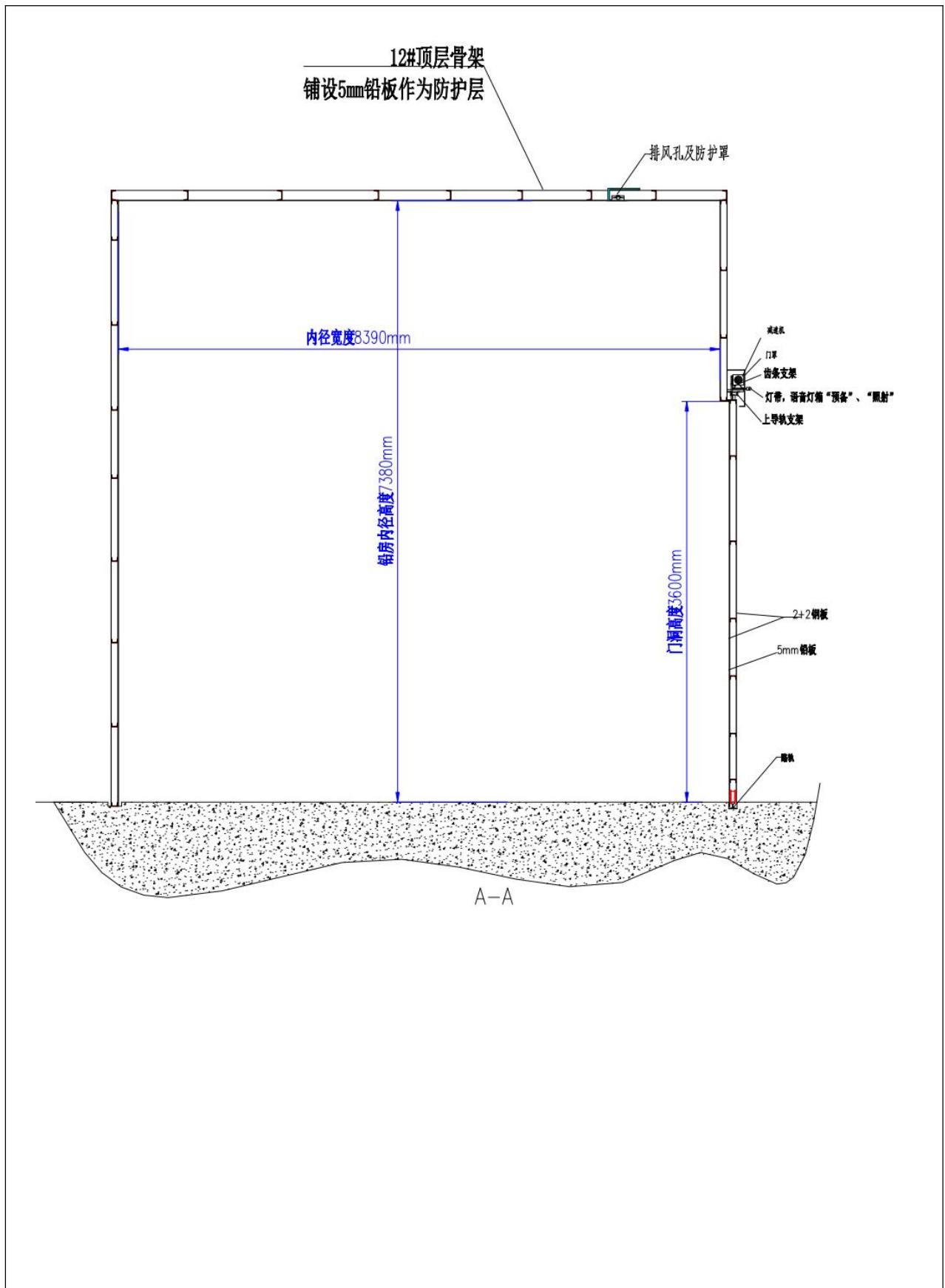
本项目 X 射线探伤机整体安装于探伤室内，探伤室采用铅钢防护，是一个钢-铅-钢三

明治的结构，用来阻止 X 射线外漏，以保护操作者及周围人员的人身安全。铅房具有一个电动控制开关门，并配备独立电控箱。铅房顶部安装照明设施和通风设置，铅房外安装符合国家规定的警示装置。铅房具体设计参数如表 10-2 所示，铅房三视图如图 10-5 所示。

表10-2 本项目铅房具体设计参数一览表

项目	内容
铅房尺寸	南北长 8390mm、东西宽 7390mm、高 7380mm，铅房占地约为 62.002m ² ，有效使用容积约为 457.58m ³ 。
铅房四周防护面	辐射防护设计：四周墙体均 2mm 钢板+7mm 铅板+10#槽钢骨架+2mm 钢板
铅房顶部防护面	顶面采取 12#顶层骨架铺设 5mm 铅板作为防护层做屏蔽防护，地下为土层，地面铺设混凝土。
防护门	铅房门用于工件进出，位于铅房南侧，采用铅钢复合材质，从内至外分别采用 2mm 钢板+5mm 铅板+10#槽钢骨架+2mm 钢板，为两扇式电动平移门。门洞高约 3600mm、宽 3680mm。 防护门设计有门机联锁装置和电离辐射警告标志，门上方设计有工作状态指示灯，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）管理要求。
铅房通风装置	铅房顶部设置 5 台换气轴流风机，通风口外设置 5mmPb 铅防护罩进行防护。





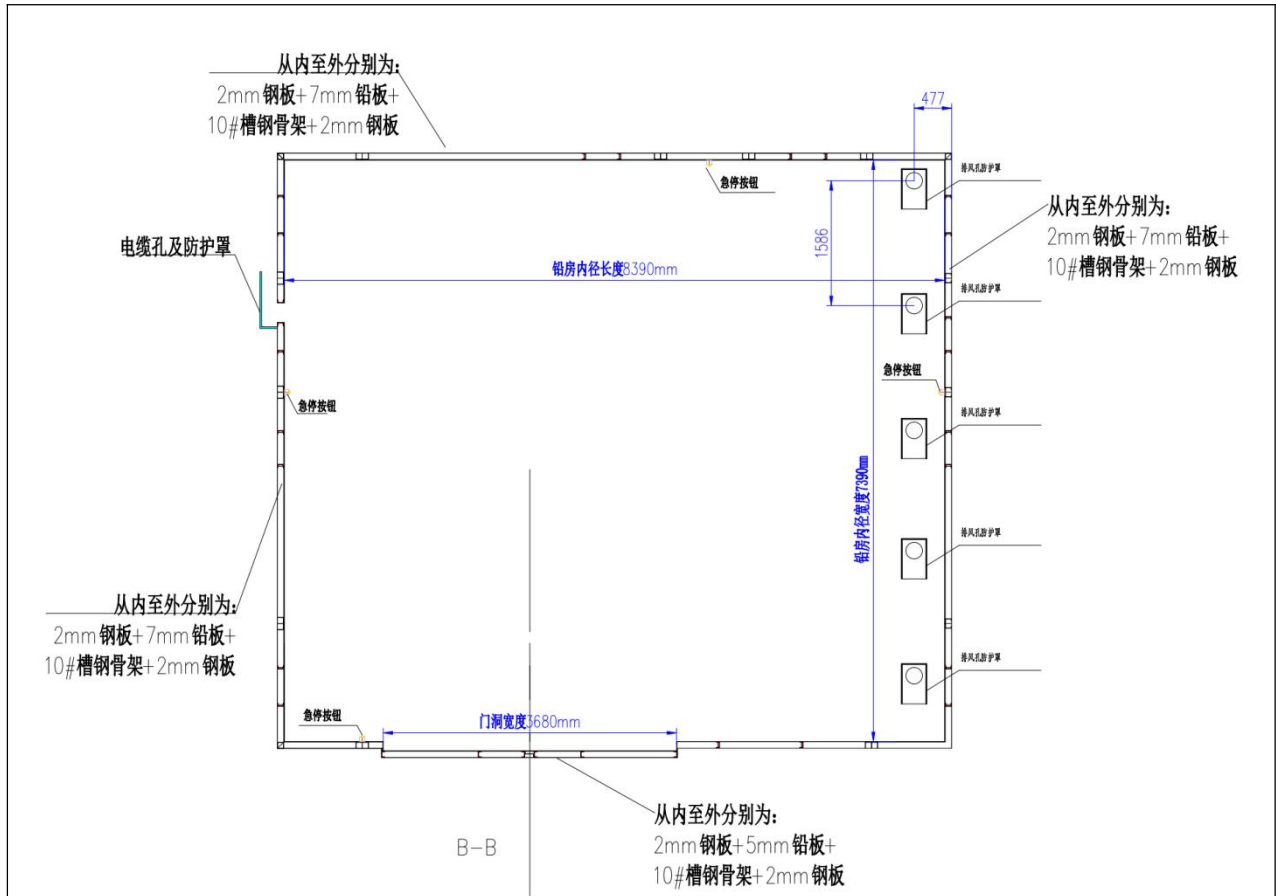


图 10-5 铅房三视图

10.1.4 辐射安全与防护措施

本项目辐射安全与防护措施一览表见表 10-3。

表 10-3 本项目辐射安全环保措施一览表

项目	《工业探伤放射防护标准》 (GBZ 117-2022) 要求	内容	符合情况
探伤室	6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。	X 射线防护室为钢板-铅板-钢板复合结构，有 1 个旁开式门（装卸轮胎和检修），门上均具有安全保护联锁装置，防辐射等级符合相关标准，周围工作人员的工作场所辐射水平完全达到相关标准的要求 ($\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$)。	符合
防护门	6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持	铅房防护门设计有门-机联锁装置，铅房顶部设计有工作状态指示灯，门上拟张贴电离辐射警告标志。工作状态指示灯与 X 射线机联锁。门-机联	符合

	<p>续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。</p> <p>6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</p>	<p>锁装置的设置可方便室内人员在紧急情况下离开铅房（正常工作状态下工作人员无需进入铅房）。工作状态指示灯可显示“预备”和“照射”状态，并有声音提示装置。“预备”信号可持续足够长的时间，以确保铅房内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号明显不同，并不同于该工作场所内使用的其他报警信号。在工作状态指示灯旁标注“预备”和“照射”信号的意义和说明。</p>	
紧急停机按钮	<p>6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。</p> <p>6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。</p>	<p>系统设置了 7 个急停按钮用于紧急停车，分别位于操作室、铅房内、输送带入口、出口等位置。设备主机上方有两个指示灯，分别为红色和黄色。红色指示 X 光预警信号，黄色指示 X 射线正在发射。铅房外有射线指示，铅房门关闭时，绿色字体显示“预备中”，射线发射时，红色字体显示“照射中”。高压控制器设有系统报警代码显示功能，当高压系统或者水冷却系统发生故障时，窗口会提示相应的故障报警信息代码。</p>	符合
机械排风装置	<p>6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。</p>	<p>铅房室顶东北侧设计有 5 台换气轴流风机，单台排风量 700 立方米/小时（距离两侧防护面约 477mm），通风口外设有 5mmPb 铅防护罩。铅房中废气通过通风口排向外环境。厂房外为园区道路，不属于人员活动密集区。</p>	符合
监控	<p>6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。</p>	<p>本项目拟设有闭路监控系统，由摄像头和监控显示器组成，监控系统实时监控铅房内设备运行情况。</p>	符合
电缆管线口	/	<p>本项目电缆管线口钢铅结构电缆防护罩采用 7mmPb 铅板。</p>	/

根据表 10-3 可知，本项目工程轮胎 X 射线检验机安全防护设施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）有关安全防护要求。

10.1.5 个人防护用品及辅助防护设施

1、企业拟配备个人剂量报警仪 2 部、手持式 X, γ辐射空气比释动能率仪 1 台。拟为辐射工作人员每人配备 1 支个人剂量计（由检测单位配发），每三个月委托有资质的检测单位对个人剂量进行检测。

表 10-4 已配备辐射监测仪器

仪器名称	型 号	检定日期	仪 器 状 态	数 量
个人剂量报警仪	NK43-1103	2023-06-16	正常	2
手持式 X, γ辐射空气比释动能率仪	NK42-3602	2023-06-16	正常	1

2、拟建立工作人员个人剂量档案和健康档案。一人一档，由专人负责保管和管理，个人剂量和健康档案终生保存。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。

3、公司拟定期为工作人员职业健康查体，建立工作人员健康档案并终身保存。

10.1.6 法规符合情况

（1）与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布，2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号修改）符合情况

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证，应当具备下列条件。公司从事辐射活动能力的评价详见表 10-5。

表 10-5 从事辐射活动能力评价

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求具备条件	建设单位情况	是否符合
（一）使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	建设单位拟成立辐射安全与环境保护管理领导小组负责全公司辐射安全与环境保护管理工作。	建设单位按承诺落实后符合
（二）从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	建设单位拟组织辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，做到考核合格，持证上岗。	符合
（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素方面的内容。	不涉及
（四）放射性同位素与射线装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目 X 射线探伤机设有相应的安全连锁措施并按要求落实辐射防护	建设单位按承诺落实

	和安全措施。	后符合
(五) 配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器, 包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	拟配备个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式 X- γ 剂量率仪。	
(六) 有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已制定相关内容	建设单位按承诺落实后符合
(七) 有完善的辐射事故应急措施。	已制定《辐射事故应急预案》	
(八) 产生放射性废气、废液、固体废物的, 还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位, 还应当配备质量控制检测设备, 制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划, 至少有一名医用物理人员负责质量保证与质量控制检测工作。	本项目运行过程中不产生放射性废气、废液、固体废物, 且不涉及使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗等业务。	不涉及

以上分析表明, 海安橡胶集团股份公司在落实各项辐射安全管理制度和辐射防护措施后, 将具备申领辐射安全许可证应当具备的条件。

(2) 与原环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》符合情况

原环保部 2011 年第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件, 本项目具备的条件与“18 号令”要求的对照情况见表 10-6。

表 10-6 与“18 号令”安全和防护能力对照检查情况

原环境保护部令第 18 号要求具备条件	建设单位情况	是否符合
第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所, 应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志, 其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求, 设置安全和防护设施以及必要的防护安全连锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所, 应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	探伤室拟设电离辐射警告标识和中文警示说明。射线装置设有安全连锁及报警装置, 安装有工作状态指示灯。射线装置有紧急停机按钮, 确保出现紧急事故时, 能立即停止照射。	建设单位按承诺落实后符合
第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位, 应当按照国家环境监测规范, 对相关场所进行辐射监测, 并对监测数据的真实性、可靠性负责; 不具备自行监测能力的, 可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	建设单位拟委托有资质单位每年对辐射工作场所进行辐射监测, 并出具监测报告; 拟利用便携式 X- γ 剂量率仪, 定期对辐射环境进行自行监测, 做好记录, 并妥善保存。	建设单位按承诺落实后符合

第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	建设单位拟对其射线装置的安全和防护进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前报发证机关。	建设单位按承诺落实后符合
第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	建设单位拟组织辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，做到考核合格，持证上岗。	建设单位按承诺落实后符合
第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	建设单位拟为从事辐射工作的人员配备个人剂量计，每季度送检个人剂量计一次。拟建立个人健康档案，每年对从事辐射操作的人员至少进行一次健康体检。	建设单位按承诺落实后符合

综上所述，建设单位承诺按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求采取辐射安全和防护管理措施，在落实各项措施后可满足管理办法要求。

(3) 与核与辐射安全管理体系（第三层级）《II类非医用 X 线装置监督检查技术程序》（程序编号：NNSA/HQ-08-JD-IP-024）对照情况

本项目拟设置安全防护设施和辐射安全管理制度与核与辐射安全管理体系（第三层级）“《II类非医用 X 线装置监督检查技术程序》（程序编号：NNSA/HQ-08-JD-IP-024）”对比结果见表 10-7。

表 10-7 与“II类非医用 X 线装置监督检查技术程序”对照检查情况

II 类非医用 X 线装置监督检查技术程序 检查内容		建设单位情况	是否 符合	
辐射安全 防护设施与 运行	场所 设施 (固定 式)	入口处电离辐射警告标志	建设单位按承诺落实后符合	
		入口处机器工作状态显示		
		隔室操作		
		迷道	不涉及	不涉及
		防护门	探伤室拟设置防护门	建设单位按承诺落实后符合
		控制台有钥匙控制	操作台设置钥匙开关	
		门机连锁系统	拟设置门-机连锁系统	
照射室内监控设施	X 射线探伤机设备内设有监控设施，探伤室拟设置观察窗			

		通风设施	探伤室拟设置通风装置	
		照射室内紧急停机按钮	X 射线探伤机和探伤室拟设置紧急停机按钮	
		控制台上紧急停机按钮	操作台上拟设置紧急停机按钮	
		出口处紧急开门开关	探伤室内部拟设置紧急开门开关	
		准备出束声光提示	探伤室防护门外拟设置准备出束声光提示	
	监测设备	便携式辐射监测仪	拟配备 1 台便携式辐射监测仪	建设单位按承诺落实后符合
		个人剂量计	拟配备 10 枚个人剂量计	
		个人剂量报警仪	拟配备 2 台个人剂量报警仪	
	应急物资	灭火器材	拟配备 1 罐手提式干粉灭火器	建设单位按承诺落实后符合
	管理制度	综合	辐射安全管理规定	已制定《X 光机安全操作事项》、《X 光机安全检修维护制度》、《X 射线装置突发辐射泄露事件应急预案》、《岗位能力要求》、《X 光机作业流程》，拟更新； 拟制定《辐射安全管理规定》、《操作规程》、《监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》。
操作规程				
辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度、重大问题管理措施、重新运行审批级别等）				
监测		监测方案		
		监测仪表使用与校验管理制度		
人员		辐射工作人员培训/再培训管理制度		
		辐射工作人员个人剂量管理制度		
应急	辐射事故应急预案			

综上所述，本项目拟采取的其他各项安全防护设施和辐射安全管理制度在落实后可符合核与辐射安全管理体系（第三层级）《II类非医用 X 线装置监督检查技术程序》（程序编号：NNSA/HQ-08-JD-IP-024）相关要求。

10.2 三废治理

本项目为工程轮胎 X 射线检验机进行实时成像，在检测过程中不产生放射性固体废物、放射性废水、放射性废气。本项目不进行洗片，不产生废显（定）影液和废胶片。

X 射线装置产生的 X 射线会使空气电离，从而产生臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)，本项

目臭氧和氮氧化物产生量均较小，铅房室顶设计有 5 处通风口，铅房中非放射性有害气体经通风口外排，本项目废气可通过所在厂房门窗的自然通风排向外环境。通风次数大于 3 次/小时，厂房外为内部道路，人员居留较少，本项目所产生的臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

10.3 环保措施及其投资估算

本项目总投资 738 万元，环保投资 92 万元，占总投资的 12.5%，环保设施（措施）及其投资估算一览表见表 10-8。

表 10-8 环保设施（措施）及其投资估算一览表

环保设施				投资估算 (万元)		
机房	项目	内容		数量		
新建铅房	屏蔽防护	满足辐射防护要求的墙体、防护门		/	10	
	其他设施	通风设施和消防设施		/	10	
	防护用品 消防设施	个人剂量报警仪		2 台	20	
		电离辐射警告标志、警示灯等		1 套		
		火灾自动报警装置，灭火器材，应急照明设备		1 套		
	监测设备	手持式 X, γ辐射空气比释动能率仪		1 台	12	
		个人剂量计		10 枚		
	人员	辐射工作人员培训	辐射工作人员辐射安全与防护培训、再培训，日常培训 (长期投入)。		/	40
		辐射工作人员健康检查	开展辐射工作人员健康体检 (长期投入)。			
合计					92	

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目在建设和安装阶段无辐射产生，对周围环境没有辐射影响。

本项目工程轮胎 X 射线检验机为一体化设计，施工期仅需对设备进行现场安装，主要产生噪声、固废及生活污水。施工期通过选取低噪声设备，合理控制施工时间以减少噪声污染，并尽可能回收建筑材料，无利用价值的其他固废进行集中堆放，委托环卫部门清运。生活污水依托厂区内卫生间、化粪池预处理后，排入市政污水管网。通过以上措施，本项目施工期产生的噪声、固体废物及生活污水对周围环境影响较小。

综上所述，建设工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目工程轮胎 X 射线检验机尚未安装，因此本次评价采用理论计算评估工程轮胎 X 射线检验机对周围环境的影响。

11.2.1 设备运行情况

建设单位拟在工业园区硫化车间内新增 1 台 GOX-3 型 X 射线检验机（最大管电压 160kV，最大管电流 6.25mA）使用，设计用于完成工程机械轮胎的 X 光检测。根据建设单位提供信息，设备投入运行后，将用于对各种工程机械轮胎结构进行抽检，本项目根据现有生产量及实际生产情况预估，该台轮胎 X 射线检验机每天开机 8h（每小时出束 4 次，每次 5min 计算），8h 里面包括放置件、X 射线出束、评价及其他准备时间，其中 X 射线出束时间为 2.67h。

为分析预测投入运行后所引起的辐射环境影响，本项目选用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中计算方法进行理论计算。本项目 GOX-3 型工程轮胎 X 射线检验机为定向机，主射方向固定由南至北照射，该方向按照有用线束进行预测计算，其他方向考虑泄漏辐射和散射辐射。

11.2.2 辐射环境影响分析

(1) 辐射工作场所周围关注点的辐射水平估算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的要求，铅房辐射屏蔽的剂量参考控制水平应满足：

a) 周剂量参考控制水平（ H_c ）和导出剂量率参考控制水平（ $H_{c,d}$ ）：

①人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$

②相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）按式（1）计算：

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \dots \dots \dots \text{式（1）}$$

式（1）

式中：

H_c —周剂量参考控制水平，单位为微希每周（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ），本项目周剂量控制水平辐射工作人员取 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，公众取 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ （每年按50周计算）；

U —探伤装置向关注点方向照射的使用因子，本项目射线出束方向为南侧→北侧，北侧使用因子取1，其余各面为散射辐射和泄露辐射，使用因子均取1；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子，结合本项目所在位置情况，非辐射工作人员进出情况极少，且工程轮胎X射线检验机设置在探伤室内，因此本项目居留因子保守取值，探伤室东侧和操作位，居留因子取1；其余各侧工作人员居留因子保守取1/4；

t —探伤装置周照射时间，单位为小时每周（ $\text{h}/\text{周}$ ），本项目每天工作的时间以2.67小时计，操作人员每周工作6天，计算得 $t=16\text{h}/\text{周}$ 。

t 按式（2）计算

$$t = \frac{W}{60 \cdot I} \dots \dots \dots \text{式（2）}$$

式中：

W —X射线探伤的周围工作负荷（平均每周X射线探伤照射的累积“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ ”值）， $\text{mA} \cdot \text{min}/\text{周}$ ；

60—小时与分钟的换算关系；

I—X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA），本项目I=6.25mA。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c, \max}$:

$$H_{c, \max}=2.5\mu\text{Sv/h}$$

c) 关注点剂量率参考控制水平 H_c :

H_c 为上述a) 中的 $H_{c, d}$ 和b) 中的 $H_{c, \max}$ 二者的较小值。

轮胎X射线数字成像检测设备周工作负荷见表11-1；根据GBZ/T 250-2014附录A，居留因子取值原则见表11-2；铅房外关注点剂量率参考控制水平核算表见表11-3，剂量关注点情况见表11-4。

本项目每天8h工作制，该台轮胎X射线检验机每天开机8h（每小时出束4次，每次5min计算），每天曝光时间为2.67h，全年生产时间按300天计算，则探伤机全年出束曝光时间为800h，本次评价保守按800h计算，每周曝光时间为16h。

表 11-1 轮胎 X 射线数字成像检测设备周工作负荷

名称	生产厂家	型号	管电压 (kV)	电流 (mA)	年最大曝光时间
轮胎 X 射线检验机	青岛软控机电工程有限公司	GOX-3 型	160	6.25	800h

表 11-2 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子	示例	备注
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区	GBZ/T 250-2014 附录 A
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间	
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道	

表 11-3 铅房外关注点剂量率参考控制水平核算表

方向	U	T	t (小时/周)	H_c ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	$H_{c, d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	剂量率参考控制水平 $H_{c, \max}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	本项目剂量率参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
北侧 (主射方向)	1	1/4	16	100	25	2.5	2.5
西侧	1/4	1/4		100	100	2.5	2.5
南侧	1/16	1/4		100	400	2.5	2.5
东侧	1/4	1		100	25	2.5	2.5

操作位	1/4	1		100	25	2.5	2.5
顶棚	/	/		/	/	100	100

备注： H_c 为 $H_{c,d}$ 和 $H_{c,max}$ 二者的较小值。

根据本项目 X 射线探伤机和探伤室及周围环境平面布局,选取探伤室屏蔽墙外 0.3m 处、辐射工作人员和公众居留处作为剂量关注点,剂量关注点情况一览表见表 11-4。

表 11-4 剂量关注点情况一览表

序号	关注点位置	位置特征	射线束	距离 (m)	
				R	Rs
1#	探伤室北侧外表面 30cm 处	屏蔽墙外表面	有用线束	4.5	4.5
2#	探伤室东侧外表面 30cm 处	屏蔽墙外表面	漏射、散射	5.5	5.5
3#	探伤室南侧外表面 30cm 处	屏蔽墙外表面	漏射、散射	3.5	3.5
4#	探伤室西侧外表面 30cm 处	屏蔽墙外表面	漏射、散射	3.4	3.4
5#	操作台	控制台	漏射、散射	5.5	5.5
6#	探伤室顶棚外表面	屏蔽墙外表面	漏射、散射	4.6	4.6

(2) 关注点辐射剂量率估算

因上、下侧无人员,因此本评价主束方向考虑南侧,北侧、东侧和西侧考虑泄漏辐射和散射辐射。

①屏蔽投射因子

对于给定的屏蔽物质厚度X,相应的辐射屏蔽透射因子B计算公式如下:

$$B=10^{-X/TVL} \dots\dots\dots\text{式 (3)}$$

式中:

X——屏蔽物质厚度,与 TVL 取相同的单位;

TVL——X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度,可查表 11-5。

表 11-5 X 射线束在铅和混凝土中的什值层厚度

X 射线管电压 (kV)	什值层厚度 TVL	
	铅 mm	混凝土, cm
150	0.96	7.0
200	1.4	8.6
250	2.9	9.0
300	5.7	10.0
400	8.2	10.0

注：摘自 GBZ/T 250-2014 附表 B.2。

由表11-4可知，本项目探伤机160kV相应铅的什值层厚度为1.05mm（采用内插法计算得到）。

计算各侧屏蔽透射因子如表11-6：

表11-6 各侧屏蔽透射因子B计算结果

方位	TVL/mm	各侧屏蔽层厚度X/（mm）	屏蔽透射因子 B
北侧（主射方向）	1.05	7	2.15×10^{-7}
南侧	1.05	7	2.15×10^{-7}
东侧	1.05	7	2.15×10^{-7}
操作位	1.05	7	2.15×10^{-7}
西侧	1.05	7	2.15×10^{-7}
顶棚	1.05	5	1.73×10^{-5}

②有用线束

在给定屏蔽物质厚度X时，屏蔽体外关心点的辐射剂量 \dot{H} 按下式计算：

$$\text{有用线束：}\dot{H} = (I \cdot H_0 \cdot B) / (R^2) \dots\dots\dots\text{式（4）}$$

式中：

\dot{H} —关注点剂量率参考控制水平，单位是 $\mu\text{Sv/h}$ 。

I—X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA），本项目取最大管电流为 $I=6.25\text{mA}$ 。

H_0 —距辐射源点（靶点）1m处输出量，单位是 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，本项目工程轮胎X射线检验机查《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录表B.1，160kV管电压时的最大输出量，经转换后为 $1.32 \times 10^6 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

B—屏蔽透射因子；按式（4）计算。

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位是m，本项目关注点的取值：考虑工件大小及最不利情况，取工程轮胎X射线检验机出束点到探伤室北侧表面30cm处作为关注点。

则设备主射线辐射屏蔽计算相关参数及理论计算结果分别见表11-7。

表11-7 探伤室外表面30cm处辐射剂量率（有用线束）

关注点序号	关注点名称	I(mA)	B	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	R	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率控制要求/ $\mu\text{Sv/h}$	评价
1#	探伤室北侧	6.25	2.15×10^{-7}	1.32×10^6	4.485	8.84E-02	2.5	满足

③泄漏辐射

本项目 X 射线探伤机各方向均需考虑泄漏辐射影响，剂量估算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \times B}{R^2} \dots\dots\dots \text{式 (5)}$$

式中：

\dot{H} —关注点处的周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。

\dot{H}_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ 。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1 查询可知，160kV 管电压，射线装置的泄漏辐射剂量率为 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m。

B—屏蔽透射因子。

对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（6）计算：

$$B = \prod_{i=1}^n 10^{-X_i/TVL_i} \dots\dots\dots \text{式 (6)}$$

式中：

X_i —第 i 种屏蔽体的厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL_i —第 i 种屏蔽体的什值层厚度，mm。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2 可查铅的什值层厚度，根据《辐射防护导论》（方杰主编）图 3.23 可查钢的什值层厚度，具体见表 11-8。

表 11-8 相关 X 射线的 TVL 数据

屏蔽材料	管电压 (kV)	TVL (mm)
钢	160	14
	150	12
铅	160	1.05

	150	0.96
--	-----	------

注：依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，本项目 X 射线探伤机在原始 X 射线能量为 160kV 的情况下，散射辐射最高能量取 150kV。

④ 散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots \text{式 (7)}$$

式中：

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 。本项目 GOX-3 型工程轮胎 X 射线检验机查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录表 B.1，160kV 管电压时的最大输出量，经转换后为 $1.32 \times 10^6 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

F — R_0 处的辐射野面积，单位为 m^2 。根据辐射源点（靶点）至被测工件的距离与射线辐射角计算得： F 最大为 2.09m^2 。

R_0 —辐射源点（靶点）至被测工件的距离，单位为米（m）。根据设备厂家提供资料，近似取 R_0 为 1m。

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；本项目最大电压 160kV 下可达最大电流为 6.25mA。

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

α —散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量当量率与该面积上的入射辐射剂量当量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时， α 值保守估计，见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.3，150kV 管电压对应 90° 散射角的 α_w 为 1.6×10^{-3} ，则散射因子（ $\alpha = \alpha_w \cdot 10000/400$ ）为 0.04。

B —屏蔽透射因子，X 射线 90° 散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，入射 160kV 射线对应的散射能量为 150kV，查 150kV 对应的什值层计算 B。

探伤室外表面 30cm 处非有用线束辐射屏蔽计算结果分别见表 11-9。

表 11-9 非有用线束关注点剂量率估算结果

关注点序号	关注点名称	射线束	屏蔽材料及厚度	屏蔽透射因子 B	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
					计算值	叠加值

2#	探伤室东侧	散射	7mm 铅 +4mm 钢	2.15×10^{-7}	1.16×10^{-3}	1.18E-03
		漏射		5.11×10^{-8}	1.78×10^{-5}	
3#	探伤室南侧	散射	7mm 铅 +4mm 钢	2.15×10^{-7}	2.88×10^{-3}	2.92E-03
		漏射		5.11×10^{-8}	4.40×10^{-5}	
4#	探伤室西侧	散射	7mm 铅 +4mm 钢	2.15×10^{-7}	3.05×10^{-3}	3.09E-03
		漏射		5.11×10^{-8}	4.66×10^{-5}	
5#	操作台	散射	7mm 铅 +4mm 钢	2.15×10^{-7}	1.16×10^{-3}	1.18E-03
		漏射		5.11×10^{-8}	1.78×10^{-5}	
6#	探伤室顶棚	散射	7mm 铅 +4mm 钢	1.73×10^{-5}	2.02E-01	2.04E-01
		漏射		6.19×10^{-6}	2.04×10^{-3}	

由表 11-9 计算结果可知，工程轮胎 X 射线检验机主束射线方向辐射剂量率为 $8.84\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ ，由表 11-9 的计算结果可知，工程轮胎 X 射线检验机探伤室外 30cm 处及操作位的泄漏辐射与散射辐射复合作用剂量率为 $1.18\text{E-}03\sim 2.04\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ 。满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中要求的“关注点最高剂量率参考控制水平 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 和对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶表面 30cm 处剂量率控制值 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求，同时也满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中要求的“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

（3）年附加有效剂量估算

①人员年受（周）照剂量估算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots \text{式 (8)}$$

式中：

H ——年（周）受照剂量， mSv/a （ $\mu\text{Sv/周}$ ）；

\dot{H} ——散射线、漏射线在剂量关注点处造成的周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ——年（周）出束时间， h/a （ h/周 ）；

10^{-3} —— μSv 转换为 mSv 的剂量转换系数；

T ——居留因子，不同场所与环境条件下的居留因子取值如下表。

②对职业人员和公众人员年附加有效剂量估算

本项目探伤室为独立单间，非辐射工作人员进出情况极少，因此本项目居留因子保守取值：职业人员居留因子以操作台处分析，居留因子取 1；探伤室四周均为测试区，根据

现场调查，工作人员出现在测试区时间较短，居留因子保守取 1/4。

本项目年附加剂量计算结果如下：

表11-10 年附加剂量估算结果

人员	参考点 位	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	时间 (h/a)	居留因子	年附加剂量 (mSv/a)	约束值 (mSv/a)
职业人员	操作台	1.18E-03	800	1	4.752×10^{-4}	5
公众人员	东侧	1.18E-03		1/4	1.188×10^{-4}	0.25
	南侧	2.92E-03		1/4	2.92×10^{-4}	
	西侧	3.09E-03		1/4	3.10×10^{-4}	
	北侧	8.84E-02		1/4	1.76×10^{-2}	

由表 11-11 可知，工程轮胎 X 射线检验机对辐射工作人员年附加有效剂量最大值为 $4.752 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ，公众人员年附加有效剂量最大值为 $1.76 \times 10^{-2} \text{mSv}$ 。因此工程轮胎 X 射线检验机投入使用后辐射工作场所的工作人员及周围公众人员的年附加有效剂量分别低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足辐射工作人员的管理限值 5mSv/a 和公众人员管理限值 0.25mSv/a 的要求。

11.2.3 大气环境影响分析

(1) 臭氧

根据王时进等人发表的《辐射所致臭氧的估算与分析》（中华放射医学与防护杂志，1994 年 4 月第 14 卷第 2 期）给出的公式，估算所致臭氧的产额和浓度。

① 有用线束的 O₃ 产额

采用公式 11-6 计算有用射线束所致 O₃ 产额的公式，可得对于本项目探伤机工作时有用线束 O₃ 产额。

$$P = 2.43 \dot{D}_0 (1 - \cos \theta) R G \dots\dots\dots \text{式 (9)}$$

式中：

P——O₃ 的产额，mg/h；

\dot{D}_0 ——探伤机有用线束在距 1m 处的空气比释动能率，Gy·m²/min，为距辐射源点（靶点）1m 处输出量参数与最大管电流的乘积，取 1.386Gy·m²/min；

θ ——有用线束的半张角，本项目中取 6°；

R——射线束中心点到屏蔽物（工件或地面）的距离，m，本项目中取 R=5.27m，作保守计算；

G——空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O₃ 分子数，保守取值为 10。

② 泄露射线的 O₃ 产额

将泄漏辐射看为 4π 方向均匀分布的点源，并考虑探伤室壁的散射线使室内的 O₃ 产额增加 10%，泄漏辐射的 O₃ 产额可用下式计算：

$$P = 3.32 \dot{D}_L G V^{1/3} \dots\dots\dots \text{式 (10)}$$

式中：

P——O₃ 的产额，mg/h；

\dot{D}_L ——探伤机泄漏辐射在距 1m 处的空气比释动能率，Gy·m²/min；由距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率经换算后，取 4.2×10⁻⁵Gy·m²/min。

V——探伤室体积，m³。本项目取 457.58m³。

③ O₃ 的浓度

在实际工作中，设备机房内的产生臭氧一部分由排风系统排到室外，另一部分自然分解。空气中臭氧的平均浓度可用下式计算：

$$Q = \frac{P}{V} \times \frac{t_v \cdot t_d}{t_v + t_d} \dots\dots\dots \text{式 (11)}$$

式中：

Q——设备机房内最高饱和臭氧浓度，mg/m³；

t_v——换气一次所需的时间，h。本项目中设备内换气次数约为 7.65 次/h，则一次换气所需时间为 0.131h；

t_d——臭氧的有效分解时间，h，取 0.83h。

④ O₃ 的产额

本项目 O₃ 的产额计算结果见表 11-12。

表 11-12 O₃ 的产额

场所	有用线束 O ₃ 产额 (mg/h)	泄漏线束 O ₃ 产额 (mg/h)	总的 O ₃ 产额 (mg/h)	探伤室体积 m ³	饱和 O ₃ 浓度 mg/m ³	标准限值 mg/m ³
探伤室	0.976	0.645	1.621	457.58	4.01×10 ⁻⁴	0.3

由表 11-12 可知，设备内部产生的 O₃ 最大饱和浓度均为 4.01×10⁻⁴mg/m³，满足《工作场所所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中“工作场所空气中臭氧最大容许浓度为 0.3mg/m³”的规定。探伤室内部臭氧通过排风系统排放，经过大气的稀释和扩散作用使其浓度进一步降低，其浓度远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中对于二类区的 1h 平均浓度限值 0.2mg/m³。

（2）氮氧化物

在多种氮氧化物（NO_x）中，以 NO₂ 为主，其产额约为 O₃ 的一半。《工作场所所有害因素职业接触限值第 1 部分化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中规定，工作场所中 NO₂ 的浓度限值为 5mg/m³，远超 O₃ 的浓度限值。同时，《环境空气质量标准》（GB3095-2012）规定的外部环境中 NO₂ 与 O₃ 的浓度限值相近，故 NO_x 的产生和排放均对工作人员和周围环境影响极小。

（3）结论

X 射线探伤机出束时，会产生少量的臭氧和氮氧化物，产生的有害气体浓度限值低于相关标准要求。探伤室设有 5 台机械通风装置，单台风量不小于 700m³/h，探伤室体积为 457.58m³，有效通风换气次数为 7.65 次，可确保每小时有效通风换气次数不小于 3 次，以保证通风效果。本项目产生的 O₃ 和 NO_x 气体量很少，在排风系统正常运行时，产生的 O₃ 和 NO_x 气体不会对环境产生显著影响。

11.3 其他环境影响分析

（1）废气环境影响分析

X 射线与空气作用可以使气体分子或原子电离、激发，产生臭氧和氮氧化物。臭氧和氮氧化物是一种对人体健康有害的气体，消除有害气体关键在于加强室内通风。本项目铅房顶部安装照明设施和通风装置，能满足通风换气需要。

本项目铅房采用换气轴流风机进行通风换气，可保持良好通风，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）“6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。”的标准要求。项目运行后，工作场所室内产生的少量臭氧和氮氧化物通过排风装置和外界空气对流，对人员和周围环境影响较小。

（2）废水环境影响

本项目不使用废显影液和定影液，因此本项目无洗片废水、废定（显）影液产生。本项目工作人员由内部非辐射人员调配，生活污水依托现有污水处理设施。

（3）固体废物影响分析

本项目射线装置利用 X 射线实时成像检测系统对工件进行无损质量检测项目，采用计算机图像存储管理系统，电脑成像。本项目为在检测过程中不产生放射性固体废物工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾建设单位进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理。

11.4 事故影响分析

11.4.1 可能发生的辐射事故

本项目在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到意外照射：

- （1）设备运行时防护门未关闭，此时防护门外人员可能受到 X 射线照射。
- （2）设备运行时受检者未按要求操作，导致受到不必要的照射。
- （3）设备运行过程中，因警示灯失效或其他情况下其他人员误入曝光室受到意外照射。
- （4）因设备防护性能问题可能导致工作人员接受额外照射。
- （5）因预置条件不当，发生误操作事件，可能会导致相关人员受到不必要照射。
- （6）控制系统出现故障，照射不能停止，工作人员受到计划外照射。
- （7）紧急停机系统故障无法通过紧急停机开关使运行中的射线装置停机，造成人员误照射。

11.4.2 辐射事故分级

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。

（一）特别重大辐射事故，是指 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；

（二）重大辐射事故，是指 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；

（三）较大辐射事故，是指IV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；

（四）一般辐射事故，是指IV类、V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人员受到超过年剂量限值的照射。

11.4.3 辐射事故人员受照剂量分析

误照射情况下最大辐射损伤事故主要是辐射工作人员进入设备内部进行检修，检修人员尚未离开即开机出束，对检修人员造成误照射。

此种事故情况下，检修人员佩戴个人剂量报警仪，出束的情况下个人剂量报警仪报警后（报警阈值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ），听到报警声音后立即按下急停按钮，受照射时间按2s计算，则出束状态下，报警时距源0.5m处工作人员位剂量率为 333Sv/h ，则人员受照射剂量为 $333 \times 2 / 3600 \times 1000 = 185\text{mSv}$ 。

该受照剂量超过辐射工作人员的年受照剂量限值，构成一般辐射事故。因此，辐射工作人员每次开展工作前须检查各项安全联锁系统和辐射防护安全措施是否正常，开机出束前须检查机房内是否有人员滞留，工作期间须按要求携带个人剂量报警仪，并禁止无关人员进入辐射工作场所。

11.4.4 辐射事故预防措施

为避免辐射事故发生及辐射事故发生时能采取有效防范措施降低辐射事故的危害，该单位需做好以下预防措施：

（1）定期对射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，确认各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患及时采取有效措施，妥善处置。

（2）针对单位使用射线装置制定相关的操作规程，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在操作室醒目位置）。工作人员严格按照操作规程进行操作，并做好个人的防护。

（3）定期检查门灯联锁装置，确保门灯联锁装置正常运行；定期对辐射工作场所的安全防护装置进行维护、保养。

（4）加强辐射工作人员的管理，设备开机前必须确保无关人员全部撤离后才可开启；加强放射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。

(5) 射线装置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。

(6) 防护门外应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

(7) 辐射应急管理机构应对本单位的应急组织人员、救护计划和方法、救护器材和设备以及联络方式进行明确布置和安排，一旦事故发生时可立即执行。

11.4.5 事故应急措施

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

(1) 第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

(2) 及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

(3) 在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

(4) 事故处理后应累计资料，及时总结报告。建设单位对于辐射事故进行记录，包括事故发生的时间和地点、所有涉及的事故责任人和受害者名单、对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果、所做的任何医学检查及结果、采取的任何纠正措施、事故的可能原因、为防止类似事件再次发生所采取的措施。

(5) 对可能发生的放射事故，应采取措施避免事故的发生。制定相关制度在事故发生时能妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理。同时上报生态环境行政主管部门和卫生行政部门。当发生辐射照射事故时，应在第一时间通报当地生态环境行政主管部门和公安部门。

11.5 退役对环境的影响

本次评价项目退役时，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第 18 号，2011 年)相关规定，使用 I 类、II 类、III 类放射源的场所，生产放射性同位素的场所，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》确定的甲级、乙级非密封放射性物质使用场所，以及终结运行后产生放射性污染的射线装置，应当依法实施退役。

工程轮胎 X 射线检验机的射线随设备开机产生，关机时不产生辐射影响。但探伤室屏蔽材料含铅，有一定毒性，必须回收利用或按规定处置；因此，工程轮胎 X 射线检验机退役时，应送往有资质的单位回收，确保退役后的安全处置，不得随意丢弃。

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 辐射安全管理领导小组成员及职责

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素和射线装置安全和防护条例》等规定，使用放射性同位素和射线装置的单位应当有专门的安全和防护管理机构或者专职、兼职安全和防护管理人员，有健全的安全和防护管理规章制度、辐射事故应急措施。建设单位拟配备专(兼)职的辐射安全管理人员或成立辐射防护领导小组，负责辐射安全防护。主要职责为：

- (一)组织制定并落实辐射安全防护管理制度；
- (二)定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查；
- (三)组织本机构辐射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训和健康检查；
- (四)制定放射事件应急预案并组织演练。

辐射领导小组成员如表 12-1 所示。

表 12-1 辐射领导小组成员

序号	管理人员	姓名	性别	职务或职称	工作部门	专/兼职
1	组长	朱晖	男	总裁	品管部	兼职
2	副组长	余兆福	男	总监	品管部	兼职
3	组员	李斌	男	主任	品管部	专职
4	组员	朱怀聪	男	班长	品管部	专职
5	组员	王君	男	班长	品管部	专职
6	辐射安全管理员	张光煜	男	专员	行政部	兼职

管理高层领导有一人参加培训，相关信息如表 12-2 所示。

表 12-2 人员培训情况

序号	姓名	性别	出生日期	证件类型	证件号码	工作岗位	毕业学校	学历	专业	辐射安全与防护培训时间	培训证号
1	张光煜	男	1991.12	身份证	350322199112216830	环保专员	百色学院	大学本科	化学工程与工艺	2023年05月	FS23FJ2200099

12.1.2 辐射工作人员

本项目辐射工作人员须在辐射防护培训平台考核合格后，方能上岗。同时按照国家相关规定进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并为工作人员保存职业照射记录。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等要求，海安橡胶集团股份有限公司制定相应的辐射安全管理规章制度，包括：《X光机安全操作事项》、《X光机安全检修维护制度》、《X射线装置突发辐射泄露事件应急预案》、《X光机作业流程》等。

规章制度中应对操作人员岗位责任、辐射防护和安全保卫、设备检修、辐射设备的使用等方面分别做出明确的要求和规定，保障从事辐射工作的人员和公众的健康与安全，保护环境。铅房投入使用时，应切实落实各项辐射管理规章制度。

公司由辐射安全管理机构和辐射安全负责人宣传贯彻辐射安全的相关政策及法规，制定合理的规章制度及防护措施，对探伤工作提出合理建议并进行监督管理，对环境风险事故处理进行指导，对辐射工作人员的工作过程进行管理。

（1）制定辐射安全管理规定

本项目依法取得生态环境部门相关批复手续后方可正式投入运行。在进行日常使用过程中应严格按照监管部门要求进行辐射安全管理。

制定严格射线装置操作规程，操作人员必须按操作规程进行操作，并做好个人防护。

（2）制定《辐射安全和防护设施维护维修制度》

建设单位将定期对辐射安全和防护设施进行检查、维护，发现问题应及时维修，并做好记录，由辐射安全管理负责人组织对本单位所有辐射防护安全工作定期进行自查，发现问题及时整改。

（3）制定监测方案及监测仪表使用与校验管理制度

建设单位将定期对辐射工作场所进行监测，列出监测计划，对日常巡测的辐射监测仪器进行定期校验。

（4）制定辐射工作人员培训/再培训管理制度

单位定期组织内部辐射安全培训，积极参加辐射安全与防护培训平台考核，取得辐射安全培训合格证，确保持证上岗。

(5) 制定辐射工作人员个人剂量管理制度

所有从事工作人员应进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当终生保存。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。

(6) 制定辐射事故/事件应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，建设单位制定防范和处置辐射事故应急预案；发生辐射事故后应当立即采取有效应急救援和控制措施，防止事件的扩大和蔓延。建设单位应按照《中华人民共和国环境保护法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等规定修订已经建立的一系列基本的辐射防护管理制度。

12.3 辐射监测

12.3.1 个人剂量监测

建设单位根据《放射工作人员职业健康管理辦法》制定包括《辐射工作人员个人剂量监测管理制度》等相关制度，安排本单位的辐射工作人员接受个人剂量监测，并遵守下列规定：

(1) 外照射个人剂量监测周期一般为 30 天，最长不应超过 90 天；

(2) 建立并终生保存个人剂量监测档案；

(3) 允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

(4) 委托具有个人剂量监测资质的机构进行检测并领取新的个人剂量计。

(5) 监测结果应每个季度向有关部门进行通报，并且由建设单位统一进行个人剂量档案管理。

12.3.2 工作场所辐射环境监测

建设单位拟为本项目配置 2 台个人剂量报警仪和 1 台手持式 X， γ 辐射空气比释动能率仪，定期按照如下要求对工作场所的 X 射线周围剂量当量率进行自主监测。

①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；年度检测

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。

②日常自行监测：定期自行开展辐射监测，制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期至少 1 次/月。

③监测内容和要求

A、监测内容：X 射线周围剂量当量率；

B、监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-3）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 12-3 辐射工作场所监测计划建议

项目	监测内容	监测点位	监测条件	监测周期	
				自行监测	委托监测
轮胎 X 射线检验机	X 射线周围剂量当量率	距四面墙体、门外 30cm 及其他人员可能到达处；	自动	1 次/月	1 次/年

C、监测范围：控制区和监督区域及周围环境

D、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本单位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、采用的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和方案。此外，建设单位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。

d、每年至少 1 次例行监测由辐射工作人员负责，监测结果进行记录并存档。每年委托有资质单位进行年度检测，检测报告存档，并与年度评估报告一起上报生态环境部门。

12.4 辐射事故应急预案

为了加强对射线装置的安全管理，保障公共健康，保护环境，海安橡胶集团股份有限公司应根据本项目实际情况及建设单位已开展放射事故应急处理领导小组，组织、辐射事故的应急处理救援工作。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲》（试行）并针对本单位核技术利用类型，建设单位结合本项目特点修订了《海安橡胶集团股份有限公司辐射事故（件）应急预案》，一旦发生风险事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。

根据《海安橡胶集团股份有限公司辐射事故（件）应急预案》，建设单位成立了辐射事故应急处理领导小组，领导小组成员名单如下：

组长：廖新明

副组长：陈永峰、杨福共

成员：李斌、张光煜、朱怀聪、王君、王明杰、张梦华

辐射事故应急处理领导小组主要职责为：

（1）定期组织对辐射工作场所、设备和人员进行辐射防护情况的自查和监测，发现事故隐患及时报告并落实整改措施；

（2）发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；

（3）事故发生后立即组织有关部门和人员进行放射性事故应急处理；

（4）负责向生态环境主管部门和卫生行政部门及时报告事故情况；

（5）负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

（6）辐射事故中人员受照射时，要通过个人剂量计或其他方法迅速估算受照人员的受照剂量；

（7）负责迅速安置超受照人员就医，组织人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延；

（8）认真做好受辐照人员的思想稳定工作，事故处理坚持“四不放过”的原则，防止类似事故再次发生，组织开展应急能力评估和应急预案的修订工作；

（9）每年定期组织对 X 射线装置操作人员及管理人员进行应急培训，每年组织至

少开展一次事故应急演练，必须做到有方案、有记录、有总评、有考核。演练结束后对演练进行评估及总结。

一旦发生辐射事故，立即启动 X 射线装置突发辐射泄露事件应急预案，采取必要应急措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由建设单位辐射事故应急小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，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。

12.5 辐射工作人员的管理

(1) 培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）第三章人员安全和防护，使用 II 类射线装置的单位，其辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核；考核不合格的，不得上岗。

根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号），本项目建成之前，建设单位应及时组织新增辐射工作人员与原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核，考核合格方可上岗。

建设单位应尽快督促并组织新增相关人员参加辐射安全与防护培训并承诺保证所有辐射工作人员经过辐射与防护培训合格后方可上岗。

(2) 职业健康检查

按照《放射工作人员职业健康管理办法》要求，放射工作人员在上岗前、在岗期间和离岗后都要进行健康检查，而且在岗期间要每两年进行一次健康体检。参照《放射工作人员健康要求》确定是否适合从事放射性工作，有效保护放射工作人员的身心健康。

建设单位应根据相关法律法规及标准要求组织该项目放射工作人员进行上岗前职业健康检查，并建立健康档案，待检查结果为“可从事放射性工作”或“可继续原放射工作”后方可从事该项目放射诊疗工作。

12.6 建设项目竣工环境保护验收一览表

建设项目竣工环境保护验收一览表详见表 12-4。

表 12-4 建设项目竣工环境保护验收一览表

验收项目	验收内容	验收标准及要求
辐射防护措施	工程轮胎 X 射线检验机设置在探伤室内,探伤室采用“钢板-铅板-钢板”夹层材料建设,工件进出门采用 2mm 钢板+5mm 铅板+10#槽钢骨架+2mm 钢板,探伤室四侧采用 2mm 钢板+7mm 铅板+10#槽钢骨架+2mm 钢板,顶棚均采用 12#顶层骨架+4mm 铅板,探伤室的设计厚度满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中要求	符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)相关规定
管理制度	成立辐射防护安全管理机构	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)相关规定
	制定相应的规章制度和应急预案,规章制度应张贴在操作室墙面显著位置	
	防护门外设置工作指示灯、电离辐射警告标志、报警装置及设置门—机联锁安全装置	
	照射室安装摄像头,设置紧急开门按钮,室内、操作台均设置紧急停机按钮	
	建立完善 X 射线探伤作业的台帐	
	辐射工作人员佩戴个人剂量计并建立个人剂量档案	
	辐射工作人员取得辐射安全与防护培训合格证书,持证上岗,并建立个人档案	
	辐射工作人员每年均应参加健康体检,并建立个人档案	
	委托有资质单位对辐射工作场所进行辐射环境监测,于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告	
配备 X-γ 剂量监测仪		
<p>本项目应在建成后及时进行竣工验收,根据《建设项目环境保护管理条例》,本项目竣工后,建设单位应按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序,在三个月内(最长不超过六个月)对本项目配套建设的环境保护设施进行验收,编制验收报告,验收报告应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况,不得弄虚作假。验收合格后,方可投入生产或使用。</p>		

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射实践的正当性

海安橡胶集团股份有限公司计划引进新的 GOX-3 型工程轮胎 X 射线检验机，该设备主要用于深度检测工程轮胎的内部结构，以提升生产效率和工作品质。尽管在使用过程中会产生一定的辐射，但是其带来的社会利益远大于可能产生的损害，完全符合《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“实践正当性”的要求。

13.1.2 产业政策的符合性

按照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订）：本项目属鼓励类第十四项“机械”中第 6 条“科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等**无损检测设备**，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜”项目，属于国家鼓励类产业，符合国家现行产业政策。

13.1.3 选址的合理性

本项目新增 1 台工程轮胎 X 射线检验机项目位于建设单位内部，不新增土地。项目 50m 评价范围内无居民区、学校、具有代表性的各种类型的自然生态系统区域，珍稀、濒危的野生动植物自然分布区域，重要的水源涵养区域以及人文遗迹、古树名木等环境敏感目标，无环境制约因素，选址合理可行。

13.1.4 辐射环境质量现状

本项目建设单位拟建轮胎 X 射线检验机探伤室周围室内监测点位的环境 γ 辐射剂量率在 $97.68 \pm 1.56 \text{nGy/h}$ 至 $129.62 \pm 4.67 \text{nGy/h}$ 之间。对比根据《2022 年福建省生态环境状况公报》显示，全省环境 γ 辐射空气吸收剂量率正常范围为 $83.1 \text{nGy/h} \sim 141.9 \text{nGy/h}$ ，对比项目拟建地点及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率，辐射水平未见明显升高。

13.1.5 辐射防护措施有效性

根据建设单位提供的防护设计资料，经分析，轮胎 X 射线检验机探伤室的辐射防护设计方案和辐射安全措施能够满足《工业 X 射线探伤放射防护求》（GBZ 117-2022）

中的相关要求。

13.1.6 辐射环境影响分析

经分析，本项目轮胎 X 射线检验机正常运行后，对职业人员和公众人员所造成的最大年附加有效剂量均低于本项目规定的剂量约束值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众人员年有效剂量不超过 0.1mSv），且均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

13.1.7 可行性结论

综上所述，海安橡胶集团股份有限公司新增 1 台工程轮胎 X 射线检验机项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和辐射环境管理制度后，具备从事相应的辐射工作技术能力，对工作人员、公众人员和周围环境的辐射影响就可以控制在国家允许的标准范围之内。因此，从辐射安全和环境保护的角度论证，本项目建设是可行的。

13.2 建议

13.2.1 建议

（1）建议建设单位认真落实环评提出的管理措施和辐射防护措施要求，更新完善、补充辐射管理制度。加强和落实放射防护责任制，明确责任和分工，逐级强化责任，安全责任落实到人。

（2）加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施自觉性，杜绝辐射事故的发生；

（3）建立新增辐射工作人员健康档案，落实辐射工作人员辐射安全培训、职业健康检查及个人剂量监测等内容，并配备个人剂量计；

（4）定期进行防护安全检查，发现问题及时解决，以防止辐射照射事故发生；

（5）建设单位应购置相应的防护用品，以保障辐射工作人员的健康；

（6）对辐射工作人员要求熟知防护知识，能合理的应用“距离、时间、屏蔽”的防护措施，使公众成员和工作人员所受到的照射降到“可合理达到的尽量低水平”；

（7）建设单位应接受生态环境等主管部门的管理、监督及指导；取得环评报告表批复后，应及时向省生态环境厅申请重新办理《辐射安全许可证》。

13.2.2 承诺

为保护环境，保障人员健康，海安橡胶集团股份有限公司承诺：

(1) 按照设计方案安装铅房；

(2) 保证门-机联锁装置、电离辐射警告标志和工作状态指示灯等辐射安全防护设施运行良好；

(3) 按规定操作 X 射线机，确保铅房内无人员滞留；

(4) 及时完善规章制度并保证各种规章制度和操作规程的有效执行，在项目建设和运行过程中，加强内部监督管理，不违规操作、不弄虚作假，并接受生态环境部门的监督检查和及时整改检查中发现问题；

(5) 承诺保证所有辐射工作人员经过辐射与防护培训合格后方可上岗；

(6) 按《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》（环保部18号令）要求开展个人剂量监测、工作场所监测和环境监测工作；

(7) 待本项目取得环评批复后，建设单位将及时向生态环境部门申请更新辐射安全许可证；

(8) 工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。项目投入运行后，尽快开展竣工环保验收。

