

核技术利用建设项目

厦门正新橡胶工业有限公司杏林厂 1台载重轮胎X射线检验机项目 环境影响报告表

(送审版)

厦门正新橡胶工业有限公司

2025年8月

核技术利用建设项目

厦门正新橡胶工业有限公司杏林厂 1 台载重轮胎 X 射线检验机项目 环境影响报告表

(送审版)

建设单位名称：厦门正新橡胶工业有限公司

建设单位法人代表：陈**

通讯地址：厦门市集美区杏林西滨路 15 号

邮政编码：361021

联系人：王**

电子邮箱：yq***@email.csttires.com

联系电话：182***

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	14
表 3 非密封放射性物质	14
表 4 射线装置	15
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	16
表 6 评价依据	17
表 7 保护目标与评价标准	19
表 8 环境质量和辐射现状	24
表 9 项目工程分析与源项	28
表 10 辐射安全与防护	36
表 11 环境影响分析	46
表 12 辐射安全管理	55
表 13 结论与建议	62
附件 1 委托书	65
附件 2 辐射许可证	66
附件 3 管理制度（集美厂）	72
附件 4 核技术利用辐射安全与防护考核成绩单（集美厂）	89
附件 5 辐射工作人员个人剂量监测报告及职业健康检验报告（集美厂）	92
附件 6 集美厂 2024 年年度评估报告	128
附件 7 环境现状监测报告	138
附件 8 资质认定证书、检定证书、宇宙射线响应值监测报告	143
附件 9 X 射线相关材料	152
附件 10 管理制度（杏林厂）	173
附件 11 福建省生态环境分区管控综合查询报告	199

表1 项目基本情况

项目名称	厦门正新橡胶工业有限公司杏林厂 1 台载重轮胎 X 射线检验机项目				
建设单位	厦门正新橡胶工业有限公司				
法人代表	陈**	联系人	王语谦	联系电话	182***
注册地址	厦门市集美区杏林西滨路 15 号				
项目建设地点	厦门市集美区杏林西滨路 15 号 704 车间				
立项审批部门	/			批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	300	项目环保投资 (万元)	15	投资比例	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)	66.5
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.建设单位情况

厦门正新橡胶工业有限公司（以下简称“正新橡胶”）属台商独资企业，由台湾正新橡胶工业股份有限公司通过英属开曼群岛玛吉斯国际有限公司投资。公司位于厦门市集美区杏林西滨路 15 号，占地面积 30 万平方米，主要从事各种车辆外胎的加工生产。正新橡胶在集美区内现有 2 个主要生产厂区，分别为“杏林厂”和“集美厂”，其杏林厂位于厦门市集美区杏林西滨路 15 号；集美厂位于福建省厦门市集美区后溪大道 15 号。

本项目位于杏林厂区（厦门市集美区杏林西滨路 15 号）704 车间。

2.目的和任务由来

根据企业发展，厦门正新橡胶工业有限公司拟在厦门市集美区杏林西滨路 15 号 704 车间，使用 1 台 YLX-ZL1527A 型载重轮胎 X 射线检验机（自带屏蔽体，最大管电压均为：120kV、最大管电流均为：4mA），属于 II 类射线装置，用于厂区内部生产的轮胎钢丝排列检测。根据《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》以及《建设项目环境保护管理条例》（国务院 682 号令）等法律法规，厦门正新橡胶工业有限公司杏林厂 1 台载重轮胎 X 射线检验机项目应进行环境影响评价，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》

(2021年版),“使用II类射线装置”,应编制环境影响报告表。

因此,厦门正新橡胶工业有限公司于2024年6月委托厦门华和元环保科技有限公司(以下简称“我公司”)对其1台载重轮胎X射线检验机项目进行环境影响评价工作(委托书见附件1)。我公司接受委托后,组织技术人员对厦门正新橡胶工业有限公司杏林厂1台载重轮胎X射线检验机项目工作场所防护情况和辐射工作人员的防护情况进行了调查,充分收集了有关资料,在完成辐射环境质量现状监测、污染源分析等工作的基础上,依照《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)的相关要求编制完成了《厦门正新橡胶工业有限公司杏林厂1台载重轮胎X射线检验机项目环境影响报告表》。

3.项目建设规模

厦门正新橡胶工业有限公司拟在厦门市集美区杏林西滨路15号704车间,使用1台Y LX-ZL1527A型载重轮胎X射线检验机。本项目拟用载重轮胎X射线检验机详细情况见表1-1。

表1-1 本项目射线装置使用情况

序号	射线装置	型号	数量(台)	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	类别	使用场所	测试对象	备注
1	载重轮胎X射线检验机	Y LX-ZL1527A	1	120	4	II类	704车间	轮胎钢丝排列检测	

Y LX-ZL1527A型载重轮胎X射线检验机含1台X射线机(位于铅房内)、1间铅房、2套翻转输送装置、1间操作室(内含1套成像系统、1套控制系统)。X射线检验机为在线检测设备,可自动装卸轮胎进入X射线检验机。

4.项目选址及周边保护目标

本次新增载重轮胎X射线检验机位于厦门市集美区杏林西滨路15号704车间。704车间北侧为504车间(加硫12课、压延1课、成型12课等),西侧为207车间(成品仓),东侧为505车间(换热站)、209车间(空压机及供电变电站)、208车间(检修、备品房、洗模间)等,南侧为202车间(成型31课)。

本项目载重轮胎X射线检验机位于704车间,其北侧、西侧、南侧均为成品仓库,东侧紧邻动静平衡作业区、合格品存放区、加硫22课修补作业区等;载重轮胎X射线检验机安装于704车间成品仓库内,704车间为一层建筑物,楼上楼下无建筑物,与其他生产区域相对独立,选址符合要求。

本项目使用的载重轮胎X射线检验机在工作过程中产生的X射线经其自有铅屏蔽体屏蔽

并通过距离衰减，同时在该公司各项辐射安全防护措施有效的条件下，对周边环境人员造成的辐射影响较小，本项目拟建辐射工作场所周边 50m 范围内无以居住、医疗卫生、文化教育、科研等为主要功能的环境影响敏感区域，故项目选址可行。

本项目现状照片见图 1-1，厂区平面图详见图 1-2、图 1-3。本项目的周边保护目标主要是操作射线装置的辐射工作人员和周边公众人员（包含一般工作人员）。

拟设置载重轮胎 X 射线检验机位置现状	项目所在厂房
东侧车间内现状	西侧车间内现状
南侧车间内现状	北侧车间内现状

南侧 202 车间	东侧 505 车间、209 车间、208 车间
东侧 207 车间	北侧 504 车间

图 1-1 周边现状照片

本项目的周边保护目标主要是操作射线装置的辐射工作人员和周边公众人员（包含一般工作人员），除了本项目辐射工作人员外，四周环境保护目标见表 1-2。

表 1-2 环境保护目标情况一览表

辐射场所	东侧	南侧	西侧	北侧	正上方	正下方
载重轮胎 X 射线检验机	动静平衡作业区、合格品存放区、加硫 22 课修补作业区等区域	成品仓库及园区道路等区域	成品仓库及园区道路等区域	成品仓库及园区道路等区域	无	无



图 1-2 厂区平面布局示意图

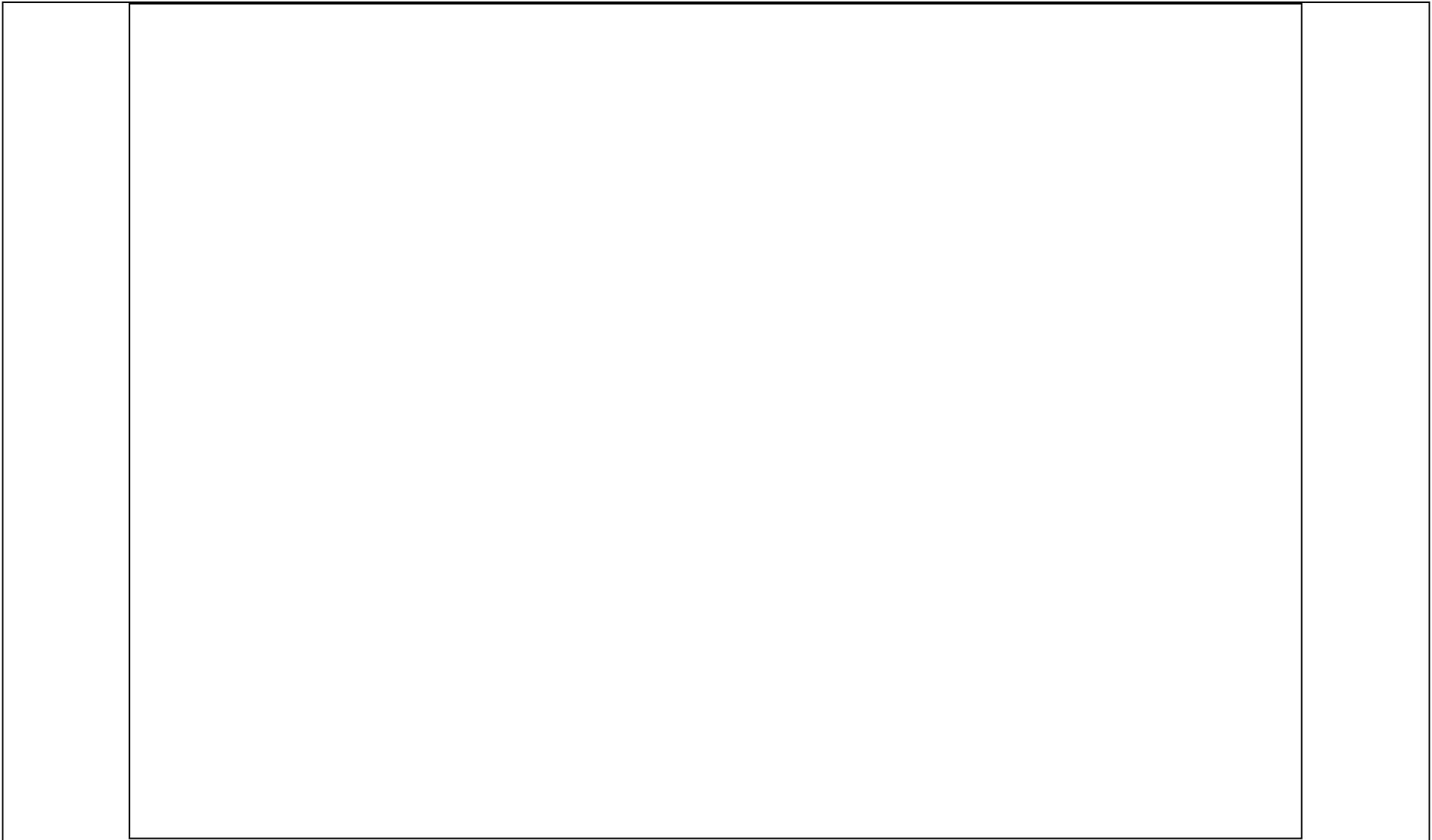


图 1-3 企业总平面布置图（局部）

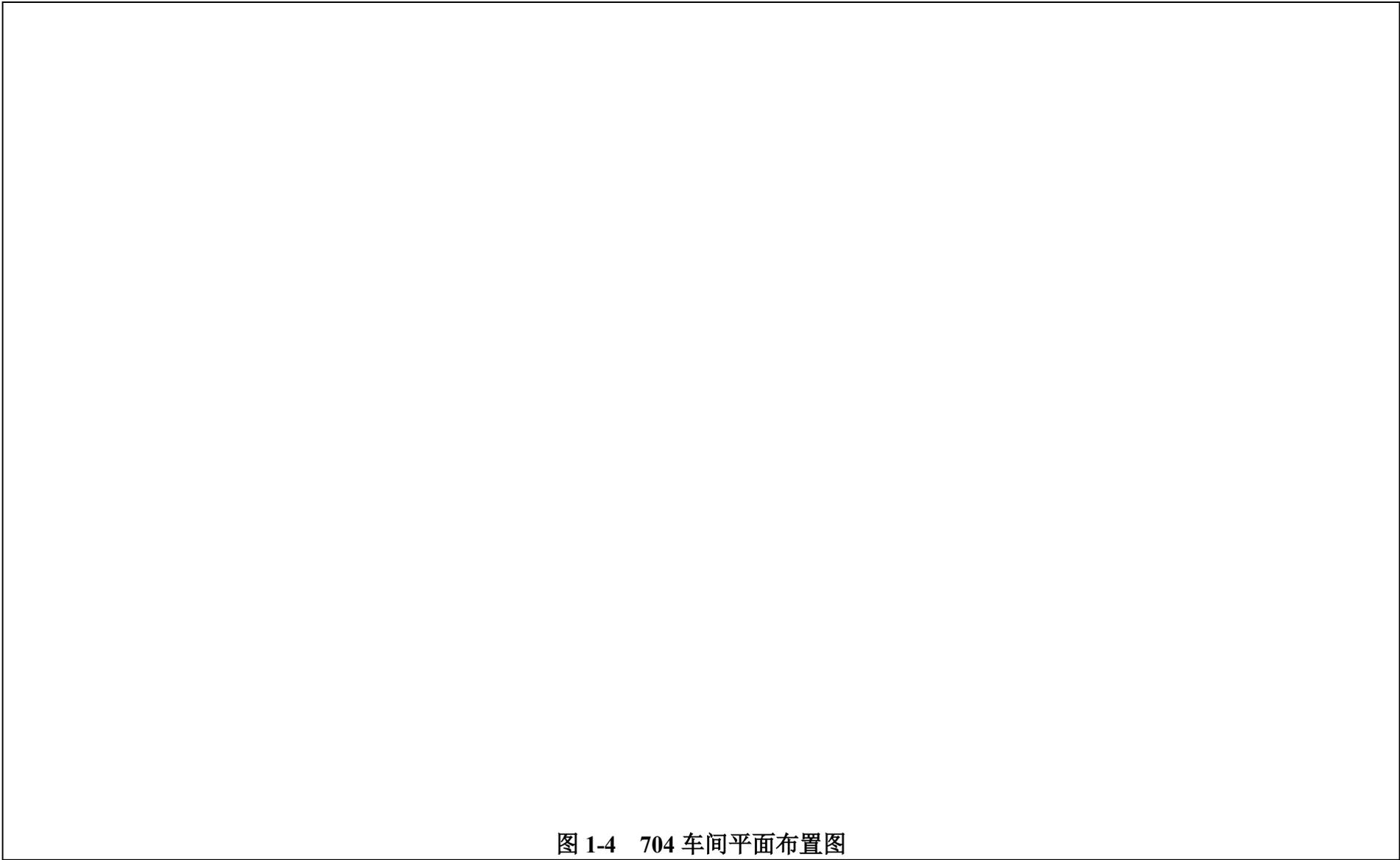


图 1-4 704 车间平面布置图

5.现有核技术利用项目许可情况

(1) 许可情况

正新橡胶于 2024 年 12 月向福建省生态环境厅申请延续了辐射安全许可证，证书编号为闽环辐证[00214]，许可的种类和范围为使用 II、III 类射线装置（附件 2）。证书有效期至 2029 年 12 月 13 日。正新橡胶现有核技术利用项目详见表 1-3。

(2) 环保手续履行情况

正新橡胶原有核技术利用项目均已履行了相关环保手续，无遗留环保问题。现有射线装置情况及环保手续履行情况见表 1-3。

表 1-3 正新橡胶在用射线装置一览表

序号	设备名称	机器型号	分类	数量	使用场所	所在厂区	环评情况	验收情况	备注
1	电子辐照装置	EPS-500	II类射线装置	1	102 压延车间	集美厂	闽环辐评（2014）7 号	闽环辐验（2017）2 号	正常使用
2	高效轮胎 X 射线检查系统	Y.MTIS.P 型	III类射线装置	1	106A 检测车间		闽环辐评（2014）7 号	闽环辐验（2017）2 号	正常使用
3	高效轮胎 X 射线检查系统	Y.MTIS.P 型		1	106B 检测车间		备案号：20183502110000025	/	正常使用

(3) 辐射防护管理制度

为保证辐射工作安全开展，正新橡胶成立了辐射安全管理委员会，全面负责该公司的辐射防护管理工作。根据原国家环境保护总局环发〔2006〕145 号通知《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》的规定，该公司制定了《辐射事故应急预案》，一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，并采取必要的应急措施。同时该公司依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第 3 号）、《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第 17 号）及《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）相关规定，并结合该公司的情况，已制定了较完善的管理制度和操作规程，《辐射安全防护和安全保卫制度》《辐射事故/事件应急预案》《辐射管理机构或责任人工作职责》《辐射工作人员的岗位职责》《操作规程与安全防护》《设备检修维护制度》《人员培训计划、监测方案》《电子辐照装置操作规程》《高效轮胎 X 射线检查系统操作规程》等，并严格遵守执行，详见附件 3。

(4) 辐射工作人员培训、个人剂量监测和体检情况

公司现有辐射工作人员 7 名，从事 II 类射线装置的辐射工作人员均已取得辐射安全与防护培训合格证书，且在有效期内（部分辐射培训合格证书见附件 4），其余 III 类射线

装置的辐射工作人员均已参加公司组织的自行考核。

公司为现有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，委托福建省鑫龙安检测技术有限公司承担个人剂量监测工作，监测频率为1次/季度，每季度的个人剂量检测结果均存档备案。从2024年度至2025年第一季度的个人剂量报告及2024年、2025年体检报告（附件5），个人剂量监测结果均正常，根据体检结果均可继续原放射工作。

（5）辐射环境监测及年度评估情况

在设备正常运行状态下，公司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。根据正新橡胶2024年度辐射安全和防护状态评估报告（见附件6），该公司辐射场所监测未出现超标情况。

（6）辐射监测仪器和防护用品配备情况

正新橡胶已为相关工作人员配备了个人剂量计和个人剂量报警仪，具体辐射监测仪器和防护用品清单见表1-4。

表1-4 企业现有辐射监测仪器和防护用品一览表

序号	物资名称	数量	单位	存放位置（厂区）
1	场所X、 γ 辐射周围剂量当量率仪	1	台	集美厂
2	个人剂量监测报警仪	3	台	
3	辐射在线监测仪	2	台	
4	个人剂量计	8	个	
5	铅手套	2	套	
6	铅围裙	2	套	
7	铅帽	2	套	
8	铅眼镜	2	双	
9	铅围脖	2	双	

（7）辐射工作管理情况

公司日常按照制定的一系列规章制度开展辐射工作管理，按时提交年度安全评估报告；建立个人剂量计档案和职业健康体检档案，并指定专人管理，定期委托有资质的单位开展个人剂量计检测、组织辐射工作人员进行职业健康体检；环境管理部门安排专人日常定时巡查、检测设备性能，据调查，截至目前，正新橡胶使用的射线装置正常运行，未发生辐射事故。

6.实践正当性分析

项目投入使用主要用于本单位轮胎钢丝排列检测，保证产品合格，符合辐射防护“实

践的正当性”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。厦门正新橡胶工业有限公司杏林厂 1 台载重轮胎 X 射线检验机项目实施后，经过轮胎钢丝排列检测可发现产品缺陷，能起到提前预防质量安全事故发生，在保证安全使用的同时，也创造了更大的经济效益和社会效益。

7.产业政策符合性分析

本项目属于中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类中第十四类“机械”中的第 1 条“1. 科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X 射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，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，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，因此本项目符合国家产业政策。

8.项目选址及合理性分析

（1）与土地利用规划符合性分析

项目位于厦门市集美区杏林西滨路 15 号 704 车间，根据《集美区全域空间规划一张蓝图》（图 1-5），项目用地属于工业用地，因此，项目选址符合土地利用规划要求。

（2）合理性分析

项目评价范围内（载重轮胎 X 射线检验机铅屏蔽体外 50m 范围）主要为厦门正新橡胶工业有限公司杏林厂厂区内厂房、生活区、道路，评价范围内现状无居民区、学校等环境敏感点。项目辐射工作场所四周人员停留较少，主要是载重轮胎 X 射线检验机控制区内的辐射工作人员，监督区内的工作人员和周边的流动人群。项目在严格采取设计及环评要求防护措施的前提下，对围环境辐射影响较小。

（3）规划环评符合性分析

本项目位于厦门市集美区杏林西滨路 15 号 704 车间，属于杏林工业组团，机械装备、新材料，兼顾发展消费品工业（轻工纺织）。建设单位主体工程为从事各种车辆外胎的生产制造，与产业区功能定位相符。本项目用于公司产品轮胎钢丝排列检测，为主体工程的配套项目，因此项目定位符合杏林工业组团控制性详细规划准入要求。

9.“三线一单”符合性分析

(1) 生态保护红线

根据《厦门市生态环境管控单元索引图》(图 1-5),项目位于杏林工业组团,项目选址不涉及自然与人文景观、集中式饮用水水源地、重要湿地、生态公益林、水土流失敏感区等生态敏感区,项目不在厦门市生态保护红线范围内。

(2) 环境质量底线

根据现场监测与环评预测,项目建设满足环境质量底线要求,不会造成区域环境质量下降。

(3) 资源利用上线

项目运营过程中消耗一定的水、电等资源,项目资源消耗量占区域资源利用总量较少,不会突破区域资源利用上线。

(4) 生态环境分区管控

根据《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》(闽政〔2020〕12号)和《厦门市生态环境准入清单(2023年)》,并结合本项目在福建省生态环境分区管控数据应用平台导出的“福建省生态环境分区管控综合查询报告”(见附件 11),本项目涉及 2 个生态环境管控单元——杏林工业组团(ZH35021120003、重点管控-产业发展单元)、集美区杏林街道、杏滨街道城镇发展区(ZH35021120008、重点管控-城镇发展单元),本项目为核技术利用建设项目,主要为厂区内部生产的轮胎钢丝排列检测不涉及任何生产和制造内容,不新增二氧化硫、氨氧化物和 VOCs 等污染物排放,符合生态环境准入清单要求。

综上所述,项目的建设符合“三线一单”管控要求。

集美区全域空间规划一张蓝图

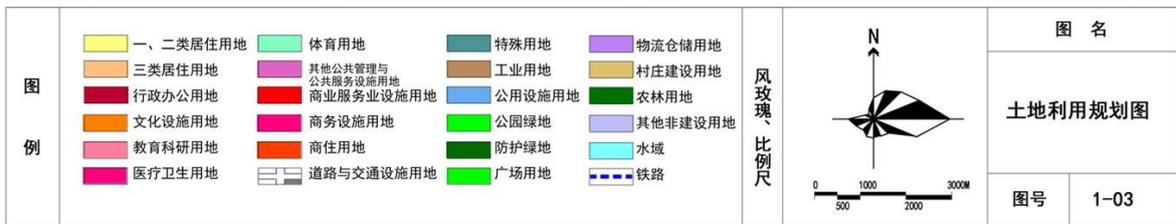
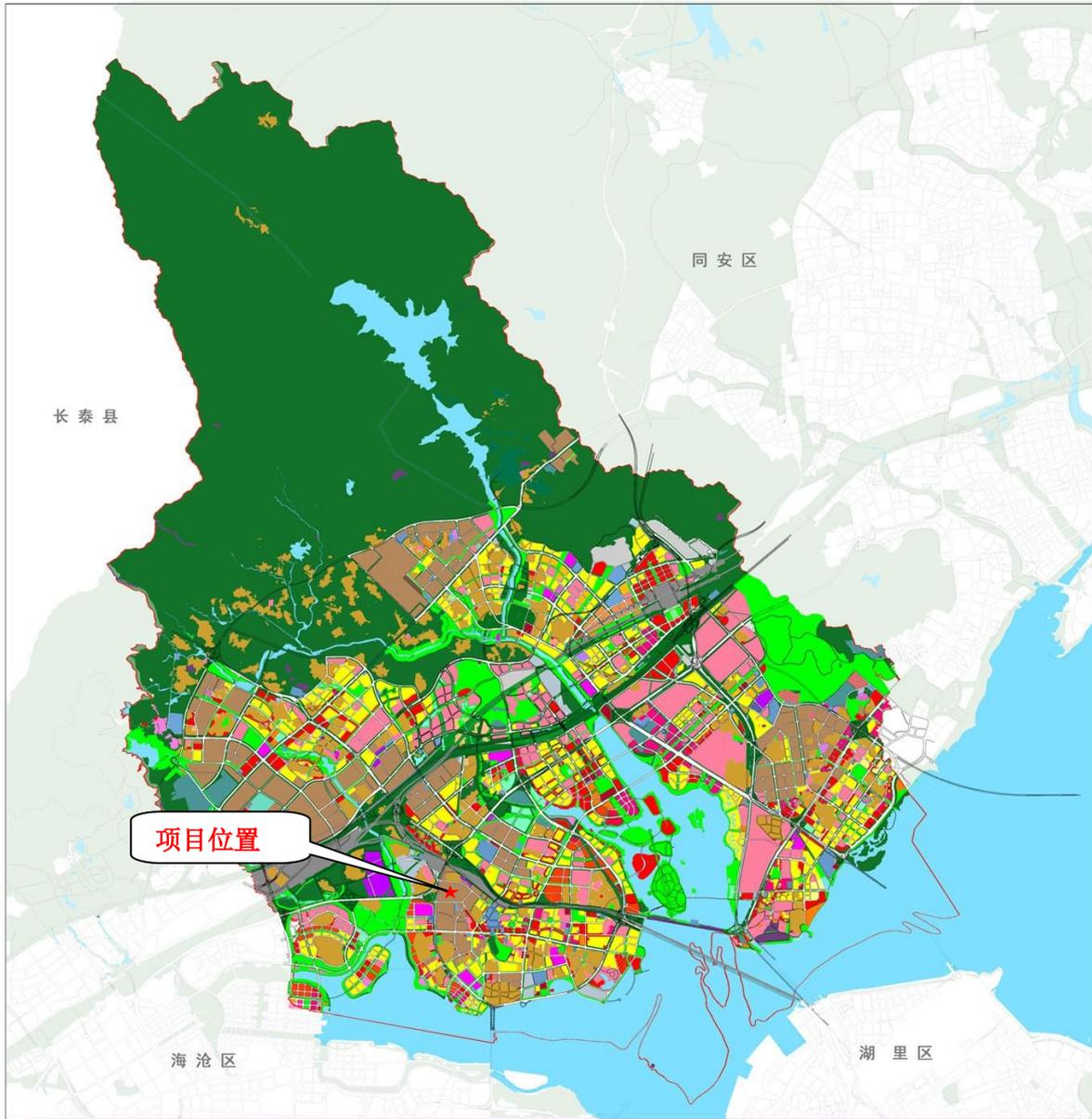


图 1-5 集美区全域空间规划一张蓝图

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	载重轮胎 X 射线检验机	II类	1	Y LX-ZL1527A	120	4	轮胎钢丝排列检测	704 车间	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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6 评价依据

法 规 文 件	<p>(1)《中华人民共和国环境保护法》(2014年4月修订),中华人民共和国主席令第九号,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》(2002年10月28日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过,根据2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》修正);</p> <p>(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;</p> <p>(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253号,2017年10月1日起施行(根据2017年7月16日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订);</p> <p>(5)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》,中华人民共和国国务院令第449号,2005年12月1日起施行,2019年3月18日第二次修订;</p> <p>(6)《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》,中华人民共和国生态环境部令第16号,2021年1月1日起施行;</p> <p>(7)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021年1月修订),原国家环保总局令第31号,2006年3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》,中华人民共和国环境保护部令 第18号,2011年5月1日起施行;</p> <p>(9)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》,环发〔2012〕77号文;</p> <p>(10)关于发布《射线装置分类》的公告,环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告(公告2017年第66号),2017年12月6日发布;</p> <p>(11)关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告,国环规环评〔2017〕4号,2017年11月20日施行;</p> <p>(12)《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,国家发展改革委令 第7号,自2024年2月1日起施行;</p> <p>(13)《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,2006年9月6日。</p>
------------------	--

<p>技 术 标 准</p>	<p>(1)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(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)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);</p> <p>(4)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);</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。</p>
<p>其 他</p>	<p>(1) 本项目委托书;</p> <p>(2) 厦门正新橡胶工业有限公司提供的本项目相关资料。</p>

表7 保护目标与评价标准

1.评价范围

参考《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)中环境影响报告书相关要求,即“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)”,结合本项目特点,本项目的评价范围为载重轮胎 X 射线检验机自有铅屏蔽体外 50m 的范围。

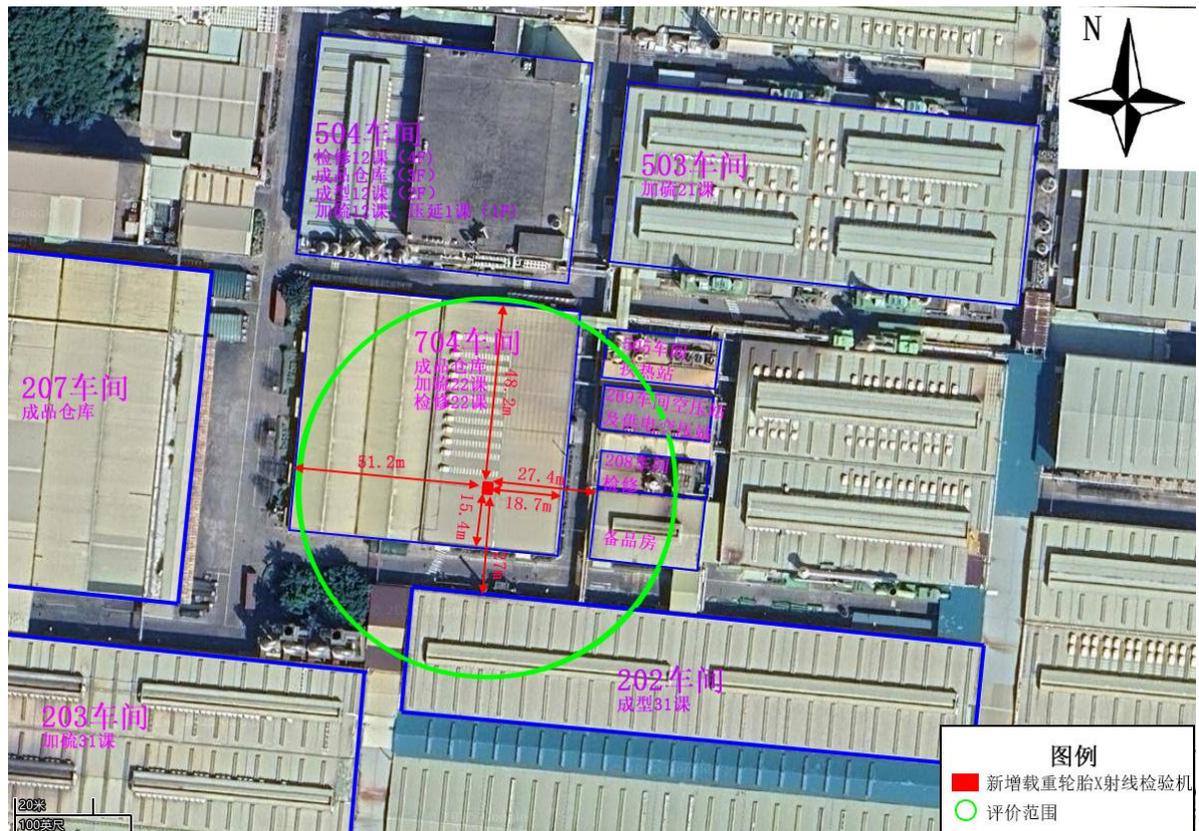


图 7-1 本项目评价范围示意图

2.保护目标

根据对本项目周围环境的调查,本项目拟建辐射工作场所周边评价范围(50m)为厂区内区域,本项目周边保护目标为辐射工作场所屏蔽体边界外 50m 范围内的辐射工作人员及周边公众成员。本项目辐射工作人员为载重轮胎 X 射线检验机操作人员,公众成员为厂区内其他工作人员等。本项目评价范围内的环境保护目标具体见表 7-1。

表 7-1 主要环境保护目标一览表

序号	点位描述	环境保护对象	方位及最近距离	人数	剂量约束值 (mSv)
1	操作室、控制柜	本项目辐射工作人员	西侧; 0.64m	3 人	5

2	成品仓库、园区道路	公众成员	北侧；紧邻	流动人员	0.25
3	成品仓库		西侧、南侧；紧邻	流动人员	
4	202 车间		南侧；27m	约 10 人	
5	动静平衡作业区、加硫 22 课修补作业区、餐厅、 办公室等		东侧、东南侧； 紧邻	约 15 人	
注：上方为屋顶，无人员到达；楼下无地下室。					

图 7-2 平面布置图示意图

图 7-3 704 车间局部平面图

3.评价标准

(1) 剂量限值和剂量约束值

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中的要求, 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

内容	项目	剂量限值	标准名称
连续五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	公众成员	1mSv	
剂量约束值	辐射工作人员	5mSv/a	辐射工作人员取年有效剂量限值的 1/4 作为剂量约束值
	公众成员	0.25mSv/a	公众成员取年有效剂量限值的 1/4 作为剂量约束值

(2) 剂量当量率控制水平

依据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的要求, 本项目相关剂量当量率控制水平见表 7-3。

表 7-3 本项目相关剂量当量率控制水平

内容	项目	控制水平	标准名称
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	关注点最高剂量率参考控制水平	$H_{c, \max} \leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)
	关注点剂量率参考控制水平 ^注	$2.5\mu\text{Sv/h}$	

注：本项目关注点剂量率参考控制水平详见表 11-1。

(3) 辐射安全防护措施要求

《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 对工作场所辐射防护要求、安全装置和警示标志要求做了明确规定，见表 7-4。

表 7-4 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 相关内容

相关条款	具体内容 (节选, 不适用于本项目的条款未给出)
4 使用单位放射防护要求	4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。 4.2 应建立放射防护管理组织, 明确放射防护管理人员及其职责, 建立和实施放射防护管理制度和措施。 4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测, 按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。 4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。 4.6 应制定辐射事故应急预案。
5 探伤机的放射防护要求	5.1.2 工作前检查项目应包括: a) 探伤机外观是否完好; b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损; c) 液体制冷设备是否有渗漏; d) 安全联锁是否正常工作; e) 报警设备和警示灯是否正常运行; f) 螺栓等连接件是否连接良好; g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。 5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求: a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责, 每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行; b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测; c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时, 应保证所更换的零部件为合格产品; d) 应做好设备维护记录。
6.1 探伤室放射防护要求	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 $100\mu\text{Sv/周}$, 对公众场所, 其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$; b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。 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

	<p>控制水平通常可取100μSv/h。</p> <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>6.1.6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。</p> <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>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>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>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>6.1.11探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。</p>
6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求	<p>6.2.1对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。</p> <p>6.2.2探伤工作人员在进入探伤室时,除佩戴常规个人剂量计外,还应携带个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时,探伤工作人员应立即退出探伤室,同时防止其他人进入探伤室,并立即向辐射防护负责人报告。</p> <p>6.2.3应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平,包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时,应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。</p> <p>6.2.4交接班或当班使用便携式X-γ剂量率仪前,应检查是否能正常工作。如发现便携式X-γ剂量率仪不能正常工作,则不应开始探伤工作。</p> <p>6.2.5探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置,如准直器和附加屏蔽,把潜在的辐射降到最低。</p> <p>6.2.6在每一次照射前,操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下,才能开始探伤工作。</p>
6.3 探伤设施的退役	<p>当工业探伤设施不再使用,应实施退役程序。包括以下内容:</p> <p>c)X射线发生器应处置至无法使用,或经监管机构批准后,转移给其他已获许可机构。</p> <p>e)当所有辐射源从现场移走后,使用单位按监管机构要求办理相关手续。</p> <p>f)清除所有电离辐射警告标志和安全告知。</p> <p>g)对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测,以确认现场没有留下放射源,并确认污染状况。</p>

表8 环境质量和辐射现状

1.项目的地理和场所位置

本项目1台载重轮胎X射线检验机位于厦门市集美区杏林西滨路15号704车间。本项目地理位置示意图见图8-1。



图 8-1 本项目地理位置示意图

2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

(1) 环境现状评价的对象

本次环境现状评价的对象为拟建辐射工作场所周边环境。

(2) 监测因子

γ 辐射空气吸收剂量率

(3) 监测点位

按《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)中有关布点原则和方法,并结合本项目的实际情况,本项目辐射水平背景值监测点位见图8-2。

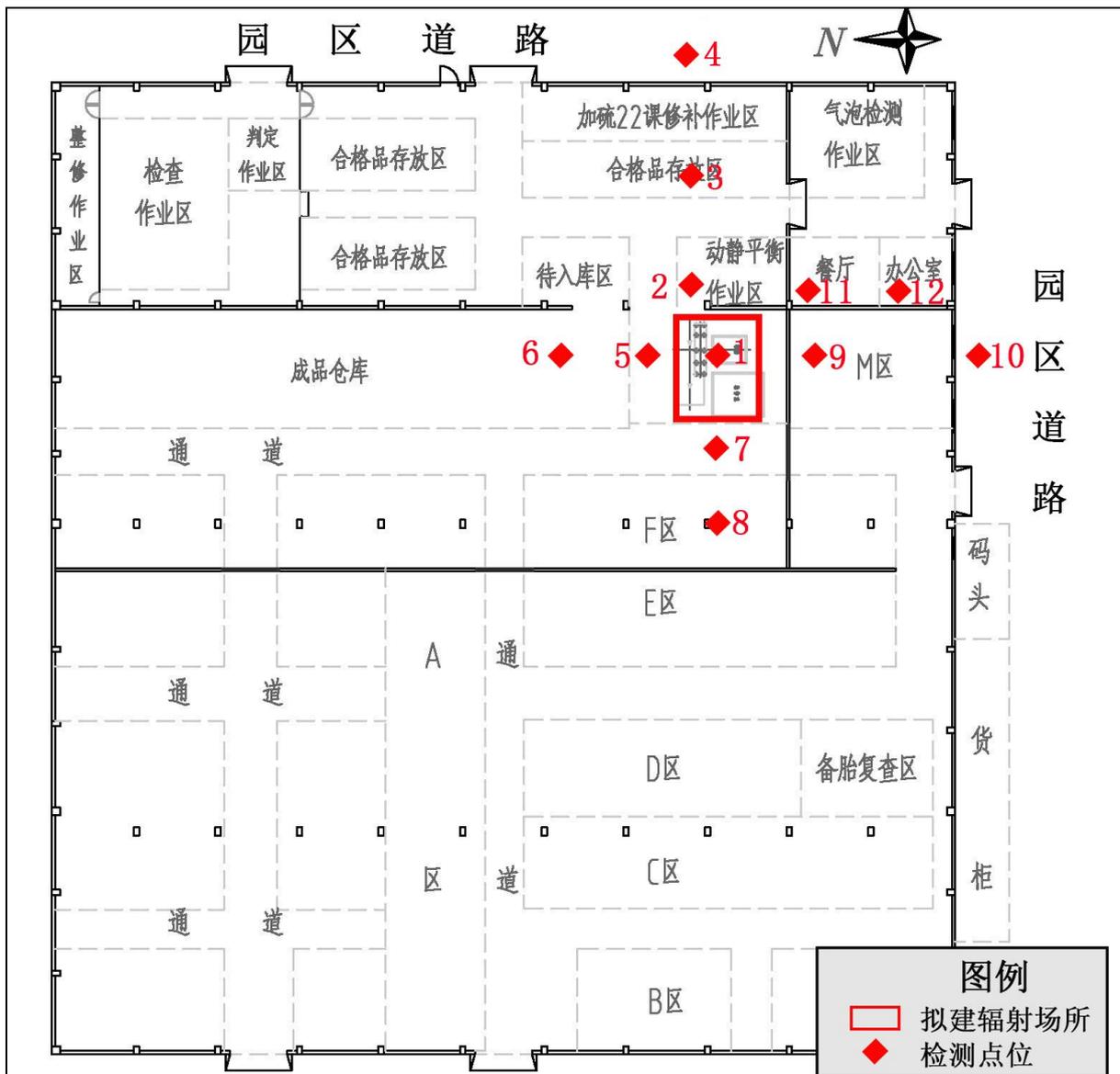


图 8-2 拟建辐射工作场所周边辐射水平背景值监测点位示意图

3. 监测方案、质量保证措施和监测结果

(1) 监测方案

① 监测单位

厦门亿科特检测技术有限公司 (CMA: 211303100262)

② 监测时间及环境条件

监测时间: 2025 年 7 月 9 日

温度: 25.3℃

相对湿度: 56.9%

③ 监测方法及监测仪器

本次 γ 辐射空气吸收剂量率现状检测方法依据《辐射环境监测技术规范》(HJ

61-2021)、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) 提供的方法。节选有关内容见表 8-1。

表 8-1 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》相关内容

仪器指标	通用要求
量程	量程下限应不高于： $1 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ；量程上限按照辐射源的类型和活度进行选择，应急测量情况下，应确保量程上限符合要求，一般不低于： $1 \times 10^{-2} \text{Gy/h}$
相对固有误差	$< \pm 15\%$
能量响应	50keV~3MeV，相对响应之差 $< \pm 30\%$ （相对 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源）
角响应	$0^\circ \sim 180^\circ$ 角响应平均值（ \bar{R} ）与刻度方向上的响应值（ R ）的比值应大于等于 0.8（对 ^{137}Cs γ 辐射源）
使用温度	-10~40°C（即时测），-25~50°C（连续测量）
使用相对湿度	$< 95\%$ （35°C）

④检测仪器

本次监测仪器为环境 X、 γ 辐射剂量仪，该仪器由上海市计量测试技术研究院·华东国家计量测试中心检定，仪器参数见表 8-2。

表 8-2 环境现状监测仪器及参数一览表

仪器名称	高灵敏环境级便携式多功能辐射仪
仪器型号	6150AD-b
生产厂家	AUTOMEES
能量响应	主机能量范围：45keV-3MeV； 探头能量范围：20keV-7MeV
量程	主机测量范围：0.1 $\mu\text{Sv/h}$ -1Sv/h； 探头测量范围：1nSv/h-99.9 $\mu\text{Sv/h}$
相对固有误差	6.0%
检定证书编号	2025H21-20-5984897002
仪器检定有效期限	2025 年 7 月 2 日-2026 年 7 月 1 日
检定单位	上海市计量测试技术研究院·华东国家计量测试中心

(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布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- 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由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- ⑤监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。
- ⑥通过国家级计量认证及中国实验室国家认可委员会认可。

(3) 监测结果

拟建辐射工作场所周边 γ 辐射空气吸收剂量率背景值监测结果见表 8-3，检测报告见附件 7。

表 8-3 拟建辐射工作场所周边 γ 辐射空气吸收剂量率背景值监测结果

序号	测点名称	γ 辐射空气吸收剂量率 ±标准偏差 (nGy/h)	监测工况
1	工作场所处		环境背景值
2	工作场所处西侧：动静平衡作业区		
3	工作场所处西侧：合格品存放区		
4	工作场所处西侧：园区道路		
5	工作场所处北侧：通道		
6	工作场所处北侧：成品仓库		
7	工作场所处东侧：通道		
8	工作场所处东侧：成品仓库		
9	工作场所处南侧：成品仓库		
10	工作场所处南侧：园区道路		
11	工作场所处东南侧：餐厅		
12	工作场所处东南侧：办公室		

注：检测结果已扣除仪器的宇宙射线响应值 33.99nGy/h，监测报告见附件 8。

4.环境现状调查结果评价

由表 8-3 的监测结果可知，拟安装载重轮胎 X 射线检验机场所及所在厂房周边环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测结果在 $76.833\pm 1.069\sim 118.396\pm 2.222$ nGy/h 之间（已扣除宇宙射线响应值），处于当地天然本底水平涨落范围内（根据《中国环境天然放射性水平》给出已扣除宇宙射线响应值的检测结果，厦门市原野 γ 辐射剂量率范围为 72.7~85.6nGy/h，道路 γ 辐射剂量率范围为 78.2~129.4nGy/h，室内 γ 辐射剂量率范围为 161.9~193.5nGy/h）。

表9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1.工作原理

(1) 设备组成

Y LX-ZL1527A 型载重轮胎 X 射线检验机用于完成载重子午线轮胎的内部结构检测。该设备可以各种载重轮胎及 BUS 轮胎的内部进行检测，如：胎体帘线间距和反包，钢丝带束层级差，接头断层缺陷、气泡、钢丝断裂、钢丝分布不均、撕裂以及杂质等。

设备主要由七个部分组成：输送测量工位、测试工位、翻转驱动工位、输送工位、卸胎工位、操作室、安全防护网。

图 9-1 载重轮胎 X 射线检验机实物图

(1) 俯视图

(2) 主视图

图 9-2 本项目载重轮胎 X 射线检验机 X 射线检验机总体结构图 (单位: mm)

(2) 控制系统的结构、作用及其工作原理

本项目设备整个控制系统采用二级计算机控制结构形式, 即监控管理级计算机工作站和 PLC 逻辑控制。在控制系统内部, 使用总线协议通讯。控制系统由计算机工作站、伺服系统、X 射线发生系统、X 射线接收系统及图像处理系统等部分组成。

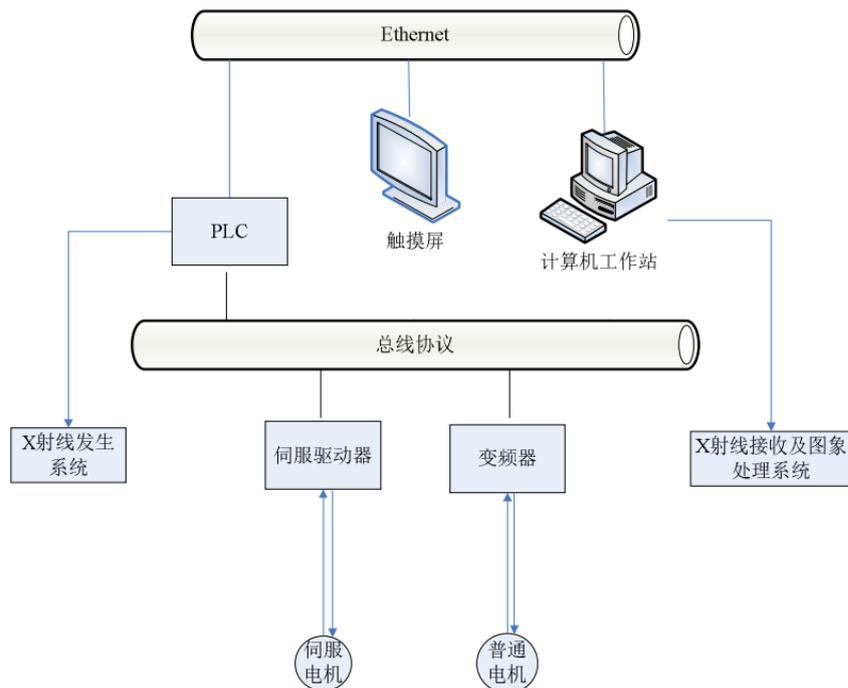


图 9-3 本项目控制系统结构示意图

① 计算机工作站

将探测器接收的信号进行变换、组合等处理, 在显示器上进行全画面显示; 与 PLC 进行通讯, 进行轮胎规格、测试参数的存储、显示; 对轮胎 X 光图像进行显示和存储, 并与工厂管控系统连接。

②PLC

可编程控制器采用可编程序的存储器，用于其内部存储和执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令，并通过数字量或模拟量输入/输出设备控制，完成设备的各个工艺动作，与计算机工作站通讯、伺服驱动器和变频调速器通讯，是 X 射线检验机的控制核心，实现轮胎旋转、探测器移动、X 射线管移动、安全参数监控等控制功能。

③伺服系统

伺服系统每套包括轮胎夹持、轮胎翻转、装胎门、驱动装置、扩胎杆伸缩、射线管升降、光管偏移、探测器升降、轮胎旋转共 10 个伺服轴。在 PLC 逻辑控制下完成轮胎、X 射线管、探测器的精确定位等工作。

④变频器控制系统

变频器系统主要控制轮胎测量工位和翻转输送工位轮胎输送功能。在 PLC 逻辑控制下，按照设定速度完成轮胎输送，定位功能。

⑤X 射线发生系统

在满足安全连锁条件下发出 X 射线，X 射线控制器可调节 X 射线的强度满足不同规格轮胎要求。系统由高压发生器、X 射线控制器、水冷却器、X 射线管组成。高压发生器采用高频变压技术，发生器最高输出电压为 100kV，发射角度为 $300^{\circ} \times 35^{\circ}$ ，射线管最高电压为 120kV，功率为 480W，最高电压下的最大电流为 4mA。

X 射线控制器、高压发生器、高压电缆、X 射线管及水冷却循环系统组成 X 射线源，是 X 成像的关键之一。水冷却循环系统，采用带压缩机的强制制冷方式，主要用于冷却 X 光管，以保证光管长期可靠运行。

⑥X 射线接收及图像系统

探测器将采集到的 X 射线强弱转换为数字信号，并进行变换、组合，组成一幅完整的轮胎 X 光照射图供查看分析。系统由探测器、探测器放大器、数据采集卡、图像处理服务器、显示器组成。探测器采用二极管阵列技术，形状为 U 型，整条轮胎的内部结构图在显示器上滚动显示。

⑦X 射线屏蔽铅房

铅房在 X 射线发生时屏蔽发散的 X 射线，以保护周围环境和人身安全。由铅房、铅房安全门、铅房门开关系统组成。

X 射线防护室为钢板—铅板—钢板复合结构，有 1 个检修门，1 个工件门，• 门上

均具有安全保护联锁装置，门口设有工作状态指示灯及报警装置，进出口附近设置防护网，避免人员靠近，防护门安装有的光感应系统，当轮胎经传输带靠近门安装有的光感应系统，当轮胎经传输带靠近工件门时，门就会自动打开，然后进入铅房进行监测。铅房设有维修防护门，该门主要是用作设备维修人员进入，在仪器正常工作时检测室无人员进入。

⑧触摸屏

实现设备的手动模式、自动模式、教学模式的切换，各种模式下设备动作状态、参数等的调整。完成手动和半自动控制功能，显示系统报警信息。

⑨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。

⑩急停装置

系统设置了 6 个急停按钮用于紧急停车，分别位于操作室（1 个），铅房内部（2 个）、防护网（3 个，输送工位和卸胎位置各 1 个），急停按钮按下时，设备立即停止工作。

（3）X 射线成像工作原理

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 9-4 示。

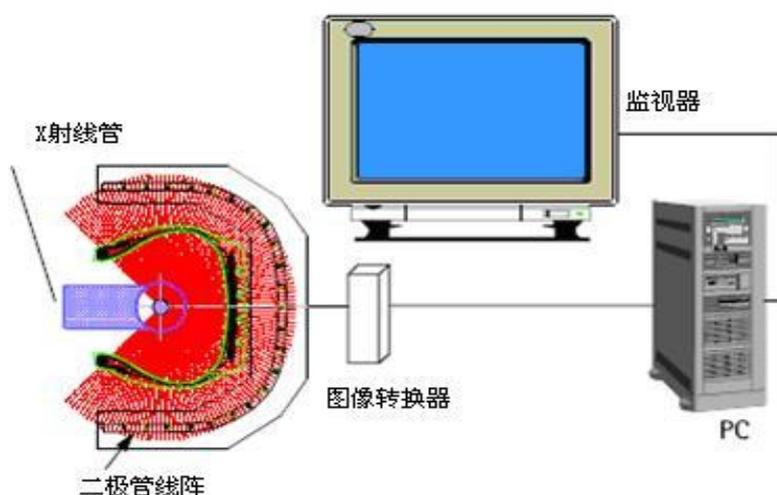


图 9-4 X 射线成像系统原理图

2.工艺流程及产污环节

检测工作流程简述:

(1) 轮胎从爬坡输送带输送到平坡上处于等待状态,当测量输送工位上无轮胎时,输送带传动,将轮胎输送到测量工位上。

(2) 当轮胎输送到测量工位的万向轮辊道上时,输送停止,气缸推动抱臂将轮胎定中,轮胎处于等待状态,如果主机工位无轮胎,轮胎匀速通过测量装置,该装置将轮胎的内径,外径,断面宽尺寸一次性进行测量,并输送到主机工位。

(3) 辊筒将轮胎送至传送中心位置,伺服电机旋转驱动夹持装置夹紧轮胎,翻转装置升起,检测装置轮胎驱动装置前进,将扩胎杆插入轮胎子口内,扩胎杆张开撑住轮胎,轮胎夹持装置松开,轮胎驱动装置后退,同时扩胎杆伸出,将轮胎子口扩开,以便 X 光管能顺利进入轮胎内侧。然后射线管上升到测试位置,同时 X 射线探测器下降到测试位置、装载门关闭,轮胎旋转,经过两秒预警后 X 光管发出射线,X 射线探测器接收到射线信号后将光信号转换成数字信号送给图像处理器,图像处理器再将数字信号还原成图像信号进行显示及储存。X 光管发射线的时间为轮胎旋转 1.2 圈的时间。射线停止后,轮胎停止旋转,装载门打开,轮胎驱动装置前进将轮胎传递给翻转夹持装置,夹持装置夹紧轮胎,翻转装置落下,夹持装置松开,传送带将轮胎输送出去。

(4) 轮胎从主机输送到卸胎装置上自由滑落到地面斜靠在挡胎架上,整个检测过程完成。检测 1 条轮胎需要的总时间约为 45s。

载重轮胎 X 射线检验机工艺流程及产污环节详见图 9-4。

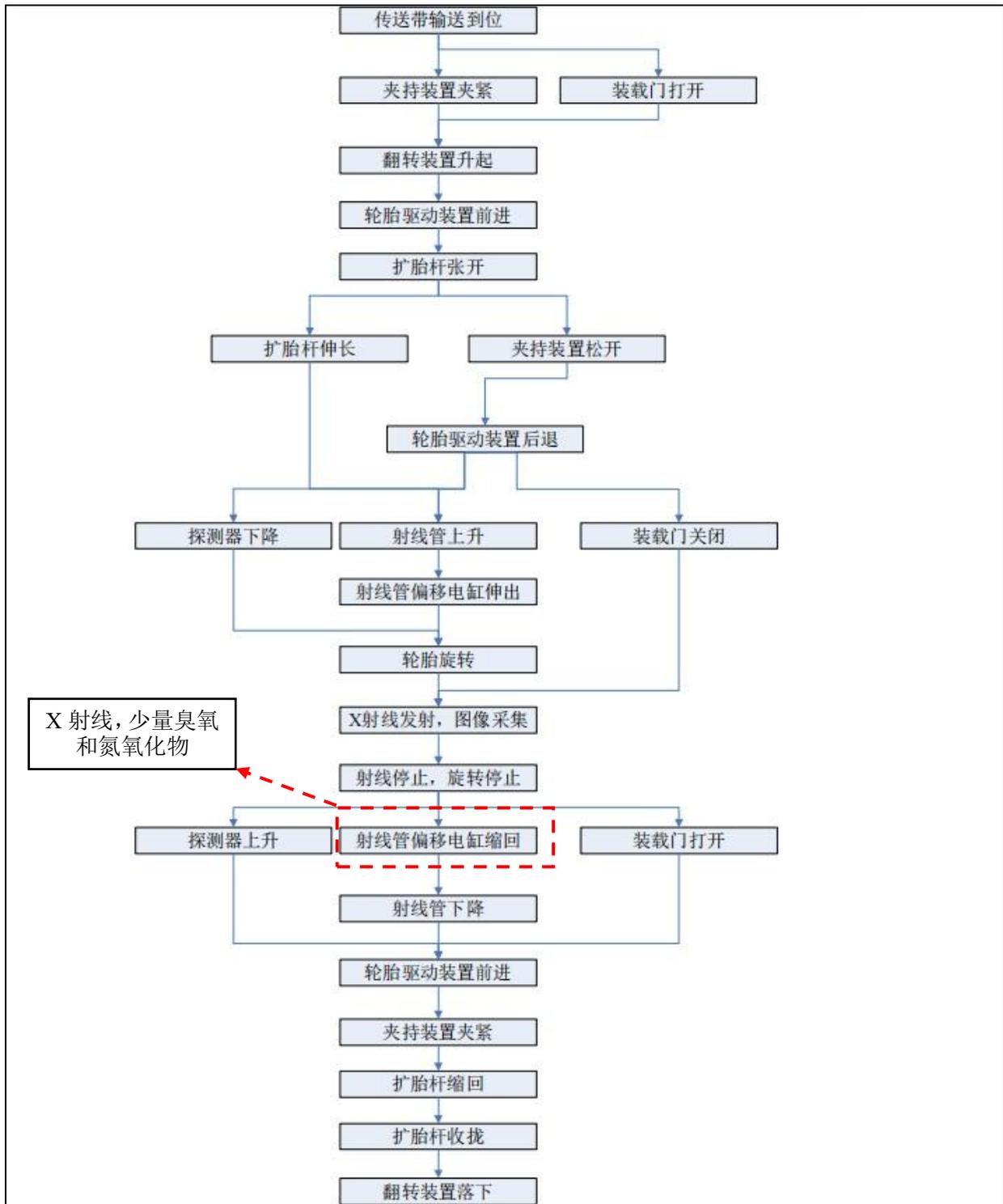


图 9-5 本项目工作流程及产污节点

3.工作量预计

根据建设单位提供的预计工作量，设备每天开机时间为 22h，每条轮胎检测需时 45s，其中准备时间 30s，照射时间 15s，每年工作 300d，因此每年实际照射时间为 2200h。本项目拟配备 2 名辐射工作人员进行 2 班制，则每名辐射工作人员操作该设备年出束时间为 1100h。

污染源项描述

1.建设阶段的污染源项

本项目载重轮胎 X 射线检验机由厂家一体化设计并制造，建设单位无需进行辐射屏蔽防护建设。

本项目载重轮胎 X 射线检验机所在的 704 车间主体建设与厂区建设同步进行，在建设阶段不产生放射性废气、放射性废水及放射性固体废物，产生的环境影响主要是装修时施工产生的噪声、固体废物等环境影响。本项目工程量较小，没有大型机械设备进入施工场地，施工场地安排有序，施工人员较少，施工期短，合理安排施工秩序，施工时间，并依托厂房建设主体工程的环保措施处理。

2.运行阶段污染源项

(1) 外照射源的强度

根据建设单位提供数据，本项目 1 台载重轮胎 X 射线检验机最大管电压均为 120kV，最大管电流为 4mA，在 X 射线管 1m 处的最大输出量值为 $5.33\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

表 9-1 载重轮胎 X 射线检验机参数一览表

序号	参数名称	参数内容
1	型号	YLX-ZL1527A
2	厂家	青岛软控股份有限公司
3	最大管电压	120kV
4	最大管电流	4mA
5	距靶1m处剂量率	$5.33\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$
6	X射线管照射角度	$300^\circ \times 35^\circ$

注：a.根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表1，X射线管电压在 $<150\text{kV}$ 的X射线探伤机泄漏辐射剂量率为 $1\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 正常工况

①X 射线

由载重轮胎 X 射线检验机的工作原理可知，X 射线随设备的开、关而产生和消失。本项目使用的载重轮胎 X 射线检验机只有在开机并处于出束状态（曝光状态）时，才会发出 X 射线，对周围环境产生辐射影响。因此，在开机曝光期间，X 射线是本项目的主要污染因子。

②臭氧和氮氧化物

本项目载重轮胎 X 射线检验机在工作时，会产生微量的臭氧和氮氧化物。

③固废

本项目采用数字成像技术，不产生废显（定）影液及废胶片。

（3）事故工况

①载重轮胎 X 射线检验机在对工件进行检测的工况下，门-机联锁失效，致使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到铅屏蔽体外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

②在设备联锁失效时出束，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。

③载重轮胎 X 射线检验机在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射。

本项目载重轮胎 X 射线检验机事故状态下污染源项同正常工况。

表10 辐射安全与防护

项目安全设施

1.工作场所布局和分区

(1) 工作场所布局

本项目厦门市集美区杏林西滨路 15 号 704 车间，其北侧、西侧、南侧均为成品仓库，东侧紧邻动静平衡作业区、合格品存放区、加硫 22 课修补作业区等；载重轮胎 X 射线检验机安装于 704 车间成品仓库内，704 车间为一层建筑物，楼上楼下无建筑物，与其他生产区域相对独立，通过载重轮胎 X 射线检验机自带的铅屏蔽体的有效屏蔽，不会对外环境人员造成影响，该项目的辐射工作场所布局是合理可行的。

(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)中“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。”“6.4.1.1 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。”和“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。”

控制区：将载重轮胎 X 射线检验机自带的铅屏蔽体内的区域划为控制区。

监督区：将载重轮胎 X 射线检验机自带的铅屏蔽体外 30cm、操作室、轮胎传送带周围设立的防护网区域划为监督区。

本项目具体辐射工作场所分区见表 10-1。

表 10-1 本项目辐射工作场所分区

序号	辐射工作场所	控制区	监督区
1	载重轮胎 X 射线检验机	载重轮胎 X 射线检验机自带的铅屏蔽体内的区域	载重轮胎 X 射线检验机自带的铅屏蔽体外 30cm、操作室、轮胎传送带周围设立的防护网区域

本项目载重轮胎 X 射线检验机所在的区域与其四周厂房内其他区域相对较为独立，在自屏蔽体的屏蔽防护有效的条件下，不会对外环境人员造成影响，从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的辐射工作场所布局和分区是合理可行的。

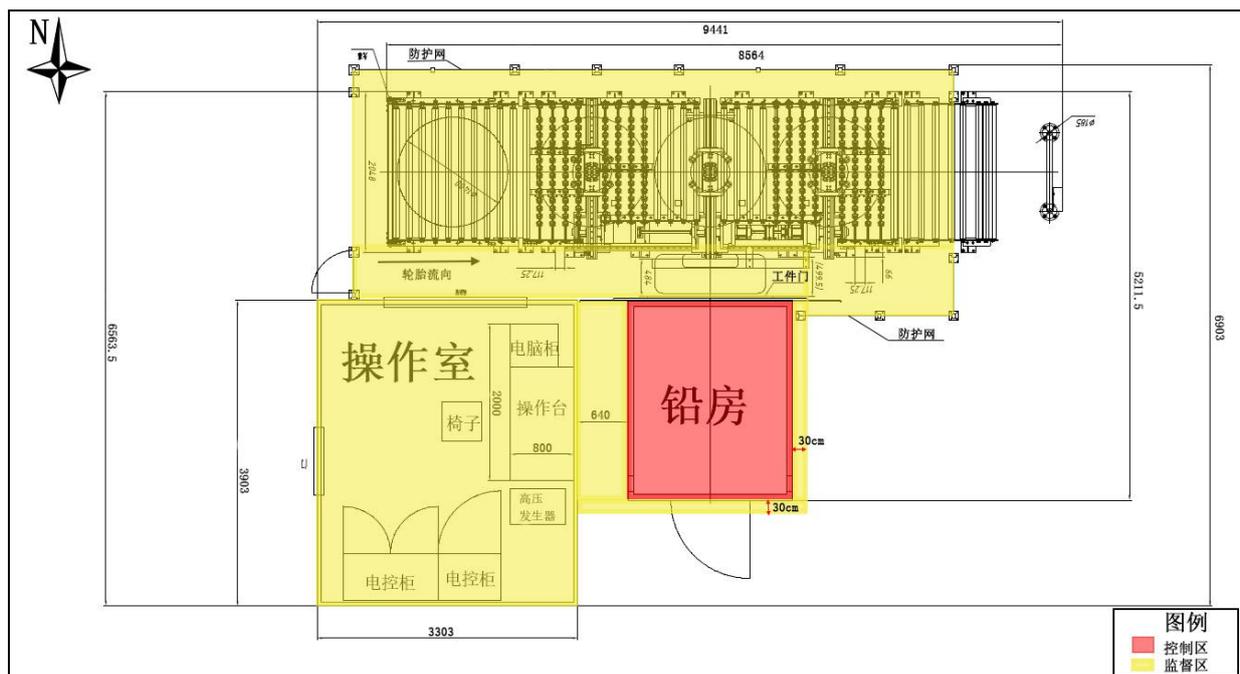


图 10-1 辐射工作场所分区图

2. 工作场所辐射安全和防护

(1) 工作场所辐射屏蔽防护

本项目载重轮胎 X 射线检验机屏蔽体的屏蔽体材料及厚度详见下表 10-2。

表 10-2 本项目载重轮胎 X 射线检验机自屏蔽体的设计

项目	尺寸	防护参数
铅房内尺寸	长×宽×高=2400mm×1900mm×2510mm=11.45m ³	/
北侧	/	2mm 钢板+6mm 铅板+6.3#槽钢+2mm 钢板
南侧	/	2mm 钢板+6mm 铅板+6.3#槽钢+垫板+1.5mm 钢板
东侧	/	2mm 钢板+6mm 铅板+6.3#槽钢+垫板+1.5mm 钢板
西侧	/	2mm 钢板+6mm 铅板+6.3#槽钢+垫板+1.5mm 钢板
顶部	/	2mm 钢板+6mm 铅板+6.3#槽钢+2mm 钢板
底部	/	14mm 钢板+6mm 铅板+10#槽钢+2mm 钢板
铅门（工件门）	工件门尺寸：1560mm×1600mm=2.496m ²	2mm 钢板+6mm 铅板+6.3#槽钢+2mm 钢板
铅门（检修门）	门尺寸：1000mm×2000mm=2m ²	2mm 钢板+6mm 铅板+6.3#槽钢+垫板+1.5mm 钢板
通风铅防护罩	/	6mm 铅板

(1) 俯视图

(2) 主视图

图 10-2 铅房屏蔽示意图

(2) 辐射工作场所拟采取的辐射安全措施

为确保辐射工作人员的工作环境和铅屏蔽体外部环境安全，以及避免辐射事故的发生，本项目辐射工作场所拟设置多重安全防护措施，同时根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“1 范围 X 射线探伤机探伤和非探伤目的的同辐射源范围的无损检测参考使用”，因本项目载重轮胎 X 射线检验机为设备厂家批量一体化设计并建造，设备出厂时其电路、电控及屏蔽防护系统、警示灯均已建设完成，建设单位无法增加载重轮胎 X 射线检验机设备上的外置设备，如设备出束时的声音提示装置等。此外，非维护保养情况下，人员不进入载重轮胎 X 射线检验机内部。拟设置的辐射安全措施具体如下：

1) 操作台

本项目载重轮胎 X 射线检验机拟在设备西侧设置操作室、控制柜，设备控制台连接屏幕设有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。操作面板处拟设置 1 个紧急停机按钮；确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮带有标签，标明使用方法。

2) 外部报警或者指示装置

检测铅房检修门、工件门上方设置显示工作状态的指示灯，黄灯亮时表示设备处于准备状态，红灯亮时表示设备处于出束状态，设置了声音提示装置，工作状态指示灯和声音提示装置均拟与 X 射线管联锁。X 射线管工作时，指示灯和声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近检测系统或在检测系统外做不必要的逗留。“预警”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。

设备每个铅房对应设置两个指示灯，分别为红色和黄色。红色标识 X 光预警信号，黄色标识 X 射线正在发射。

报警使用红色指示灯报警方式，主要在设备故障发生时通过报警灯闪烁的方式报警。设定一个红色灯，触摸屏箱上的红色指示灯为报警指示。

拟配备 1 套固定式辐射探测报警装置，其探头安装在铅房屏蔽体内，显示器安装在操作台，便于操作位工作人员观察（报警阈值 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ）。

3) 门-机-灯联锁

载重轮胎 X 射线检验机工件门及维修门均拟设置门-机-灯联锁装置，只有当工件门及维修门完全关闭的情况下，经操作台操作后 X 射线探伤机才能出束，若防护门被意外打开，设备立即停止出束。

4) 监视装置

载重轮胎 X 射线检验机拟在设备内部设置 1 个监视器,可监视设备内部待检工件的运行情况。



图 10-3 载重轮胎 X 射线检验机内部视频监控摄像头位置

5) 警告标志

拟在设备表面（检修门、工件门旁）拟张贴明显的电离辐射警告标志并附中文警示说明。

6) 紧急停机装置

本项目载重轮胎 X 射线检验机拟在操作室设置 1 个,铅房内部（检修门、工件门各设置 1 个）设置 2 个、防护网设置 3 个,共 6 个急停按钮,以使辐射工作人员在日常检测工件时或维护保养状态下,发生紧急情况,按下紧急停机按钮即令设备停机,紧急停机按钮旁拟张贴说明标签及使用方法。

7) 监测设备

拟为每名辐射工作人员配备个人剂量计及个人剂量报警仪;拟配备 1 台 X、 γ 辐射巡检仪,用于日常监测。

辐射工作人员当班使用前,拟检查监测设备是否完好,确保其能正常使用。工作人员开展检测时,佩戴个人剂量计仪。

8) 通风

本项目载重轮胎 X 射线检验机拟设置 1 个轴流风扇,排风量均为 $5.5\text{m}^3/\text{min}$ ($330\text{m}^3/\text{h}$)。根据设备尺寸推算内部体积约为 11.45m^3 ,每小时可排气 28.8 次,符合参考标准《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“每小时有效通风换气次数应不小于

3次”的要求，且本项目排风孔处拟设置6mm铅板的L形防护罩。

9) 辐射防护用品和监测设备配置：本项目辐射工作人员拟新增2名辐射工作人员，配置的防护用品和监测仪器见表10-3。

表 10-3 拟配置的防护用品和监测仪器一览表

序号	名称	单位	本项目新增数量	所在厂区
1	便携式X、γ辐射周围剂量当量率仪	台	1	杏林厂
2	个人剂量报警仪	个	2	
3	个人剂量计	台	2	

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中的要求，公司拟对载重轮胎X射线检验机进行日检查、月检查及半年检查，做好日常检修(管理)及记录。

10) 防护网

传输轨道周围拟设置安全围栏，为铁网状结构，能有效避免无关人员靠近设备。围栏上拟张贴电离辐射警告标志和中文警示说明。

11) 载重轮胎X射线检验机设备的退役

建设单位在后期的使用过程中，若因出现载重轮胎X射线检验机设备的停用或退役，应将载重轮胎X射线检验机设备中的X射线发生器处置至无法使用的状态，或者经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。当设备移走后，建设单位应办理辐射安全许可证中的载重轮胎X射线检验机设备辐射场所注销手续，同时清除该场所的所有电离辐射警告标志和安全告知。

3.辐射安全防护措施符合性分析

本项目辐射工作场所拟配置的各项辐射安全防护措施及管理制度与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原国家环保总局令第31号)、《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令第18号)中的相关要求进行了对比，均符合该标准要求，符合性分析情况见表10-4。

表 10-4 辐射防护制度对照 31 号令及 18 号令等法规要求的对照表

31 号令及 18 号令等法规条文规定	项目实际情况	符合情况
使用II类射线装置，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。	建设单位已成立辐射安全管理委员会，负责管理单位的辐射安全工作，确保辐射工作场所的正常运行。	符合
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。取得辐射安全培训合格证书的人员，应当每四年/五年接受一次再培训。	本项目拟新增2名辐射工作人员，均需参与生态环境部门认可的辐射安全与防护培训的考核，	符合

	考核合格者方可上岗。	
放射性同位素与射线装置使用场所应当设置明显的放射性标志和中文警示说明，入口处应设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号，有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射安全措施。	本项目在载重轮胎 X 射线检验机设备表面拟张贴明显的电离辐射警示标识、设置视频监控及安全联锁系统，可防止工作人员和公众受到意外照射。	符合
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。	本项目拟新增配备 2 台个人剂量计、2 台个人剂量报警仪、1 台辐射监测仪和 1 台固定式辐射监测仪。	符合
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。	建设单位已制定一套辐射管理规章制度文件，如有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并严格实施。	符合
有完善的辐射事故应急措施。	建设单位已根据本项目实际情况制定辐射事故应急预案。	符合
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评估报告。	建设单位将在本项目正式运行后，编制辐射安全和防护状况年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。	符合
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。	建设单位拟为辐射工作人员分别配备个人剂量计，并为辐射工作人员建立个人剂量和职业健康档案。	符合
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。	本项目在建成并运行后，建设单位将委托有资质单位对辐射工作场所进行监测，并出具监测报告。	符合

本项目辐射工作场所拟配置的各项辐射安全防护措施与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关要求进行了对比，均符合该标准要求，符合性分析情况见表 10-5。

表 10-5 各项辐射安全防护措施与 GBZ 117-2022 相关要求的对照表

标准要求	本项目拟配置情况	符合性
4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。	单位成立了辐射安全管理委员会负责辐射安全与环境保护管理工作。	符合
4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。	单位成立了辐射安全管理委员会负责辐射安全与环境保护管理工作，并明确了人员及其职责，同时建立了放射防护管理制度和放射防护措施。	符合

4.3应对从事探伤工作的人员按GBZ 128的要求进行个人剂量监测, 按GBZ 98的要求进行职业健康监护。	拟为每位辐射工作人员配备个人剂量计, 开展个人剂量监测。	符合	
4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	本项目拟配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪, 拟为每位辐射工作人员配备 1 台个人剂量报警仪。	符合	
4.6 应制定辐射事故应急预案。	已制定辐射事故应急预案。	符合	
5.1.2工作前检查项目应包括: a)探伤机外观是否完好; b)电缆是否有断裂、扭曲以及破损; c)液体制冷设备是否有渗漏; d)安全连锁是否正常工作; e)报警设备和警示灯是否正常运行; f)螺栓等连接件是否连接良好; g)机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。	建设单位建立射线装置使用台账管理制度, 设置了射线装置使用登记表等。	符合	
5.1.3X射线探伤机的维护应符合下列要求: a)使用单位应对探伤机的设备维护负责, 每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行; b)设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测; c)当设备有故障或损坏需更换零部件时, 应保证所更换的零部件为合格产品; d)应做好设备维护记录。	建设单位建立了设备维修维护制度, 设置了设备维护记录等。	符合	
6.1 探伤室放射防护要求	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。	本项目载重轮胎 X 射线检验机的有用线束方向向北、向上、向南, 辐射工作人员在设备西侧操作室内设置曝光参数, 避开了有用线束照射的方向。	符合
	6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理, 分区管理应符合 GB18871 的要求	已根据 GB 18871 的要求, 将本项目辐射工作场所划分了控制区和监督区管理。	符合
	6.1.5 探伤室应设置门-机连锁装置, 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-机连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连锁。	本项目载重轮胎 X 射线检验机拟设置门-机-灯连锁装置, 工件门及检修门完全关闭后 X 射线才能出束, 门打开时立即停止 X 射线照射, 关上门不能自动开始 X 射线照射, 若工件门及检修门被意外打开, 设备立即停止出束。	符合
	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, 并与探伤机连锁。“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。	本项目载重轮胎 X 射线检验机在铅房屏蔽体顶部设置的声光警示装置与设备连锁, 具有工作状态指示和声音提示功能。铅房对应设置两个指示灯, 分别为红色和黄色。红色标识 X 光预警信号, 黄色标识 X 射线正在发射。建设单位拟在载重轮胎 X 射线检验机设备表面上张贴对“预警”和“照射”信号意义的说明。	符合

	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。	本项目载重轮胎 X 射线检验机拟在设备内部设置监视器，可监视设备内部待检工件的运行情况。	符合
	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。	在载重轮胎 X 射线检验机设备表面拟张贴明显的电离辐射警告标志并附中文警示说明。	符合
	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。	本项目载重轮胎 X 射线检验机拟在铅房屏蔽体内部、操作室、防护网设置紧急停机按钮，以便辐射工作人员在日常检测工件时或维护保养状态下，发生紧急情况，按下紧急停机按钮即令设备停机，紧急停机按钮旁拟张贴说明标签及使用方法。	符合
	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。	本项目载重轮胎 X 射线检验机上方设备拟配置 1 个轴流排风扇，每小时换气次数可达 28.8 次。	符合
	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	拟在载重轮胎 X 射线检验机设置固定式辐射探测报警装置，其探头安装在铅房屏蔽体内，显示器安装于操作台，便于操作位工作人员观察。	符合
6.3 探伤设施的退役	当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容： c)X射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。 e)当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。 f)清除所有电离辐射警告标志和安全告知。 g)对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。	建设单位建立了射线装置停用或退役管理制度，对射线装置停用或退役作出了规定。	符合

4.环保措施投资情况

本项目总投资 300 万元，其中环保措施投资 15 万元，环保措施投资一览表见表 10-5。

表 10-5 环保措施投资一览表

序号	环保措施	投资估算（万元）
1	管理制度张贴、电离辐射警示标志等设置	1.5
2	个人剂量报警仪、个人剂量计、便携式辐射监测仪、固定式辐射监测仪、职业健康体检等	3.5
3	设备环评、验收等经费	10
	合计	15

5.项目安全设施可行性

根据本项目辐射工作场所拟设置的各项辐射安全与防护措施可知，本项目载重轮胎

X 射线检验机有固定的辐射工作场所，且场所均设有相应的辐射安全和防护措施。本项目辐射工作场所拟设置的各项辐射安全和防护措施符合中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）等相关文件的要求。

综上所述，本项目载重轮胎 X 射线检验机采用的屏蔽材料和防护厚度能够有效屏蔽其辐射源产生的 X 射线，对辐射工作场所采取的辐射安全与防护措施符合相关要求。故本项目安全设施是合理可行的。

三废的治理

（1）X 射线

根据载重轮胎 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。本项目所使用的载重轮胎 X 射线检验机只有在开机并出线的状态时，才会有 X 射线的产生，不产生放射性气体、放射性废水及放射性固体废物。因此，在开机曝光期间，X 射线是该项目的主要污染因子。

在载重轮胎 X 射线检验机开机曝光期间，对工件进行检测时，X 射线经透射、反射，对系统及周围环境产生辐射影响，对辐射工作人员及周边其他非辐射工作人员形成外照射。设备运行期间产生的 X 射线经设备铅屏蔽体的屏蔽，对周围环境影响较小。

（2）废气

本项目载重轮胎 X 射线检验机设备拟配置 1 个轴流风扇，载重轮胎 X 射线检验机设备产生的微量臭氧和氮氧化物，通过排风孔排出后，依托设备所在生产车间的通风系统排出，对周围环境影响较小。

表11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目载重轮胎 X 射线检验机由厂家一体化设计并制造，建设单位无需进行辐射屏蔽防护建设。本项目载重轮胎 X 射线检验机所在的 704 车间主体建设与厂区建设同步进行，在建设阶段不产生放射性废气、放射性废水及放射性固体废物，产生的环境影响主要是装修时施工产生的噪声、固体废物等环境影响。本项目工程量较小，没有大型机械设备进入施工场地，施工场地安排有序，施工人员较少，施工期短，合理安排施工秩序，施工时间，并依托厂房建设主体工程的环保措施处理。

运行阶段对环境的影响

1.辐射屏蔽设计环境影响分析

(1) 辐射工作场所周围关注点的辐射水平估算

参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）“4 探伤室辐射屏蔽估算方法”并结合本项目情况及特点对屏蔽防护体的屏蔽效果进行计算。本项目载重轮胎 X 射线检验机的最大管电压为 120kV，最大管电流为 4mA，根据生产厂家提供数据，在 X 射线管 1m 处的最大输出量值为 5.33mGy·m²/（mA·min），射线装置年最大出束时间为 2200 小时，一年按 50 周计算，则每周受照射最大时间为 44h。

根据设备厂家提供的说明书，设备铅房内部尺寸为：2400mm（长）×1900mm（宽）×2510mm（高）。

根据建设单位提供的信息，本项目射线管向北、向上、向南出束，南、北侧及顶部铅房屏蔽体会受到有用线束的照射；射线管照射位置在距北侧屏蔽体内表面 400mm、距西侧屏蔽体内表面 950mm、距下侧屏蔽体内表面 1206mm 处。根据设备厂家提供的信息，项目设备铅房的厚度为 75.5mm，则线管距离铅房的内外表面的最近距离如下表所示。

表 11-1 X 射线管距离屏蔽体最近距离及需要屏蔽的辐射源

序号	方位	距屏蔽体内表面最近距离	距屏蔽体外表面最近距离	需要屏蔽的辐射源
1	北侧	400mm	475.5mm	有用线束
2	南侧	2000mm	2075.5mm	有用线束
3	东侧	950mm	1025.5mm	泄露辐射、散射辐射
4	西侧	950mm	1025.5mm	泄露辐射、散射辐射
5	上	1304mm	1379.5mm	有用线束
6	下	1206mm	1281.5mm	泄露辐射、散射辐射

① 剂量率参考控制水平的确定

取载重轮胎 X 射线检验机自屏蔽体外表面 30cm 处作为关注点进行剂量率参考控制水平的确定，关注点见图 11-1 和图 11-2，计算公式如下：

$$\dot{H}_{c,d}=H_c/(t \cdot U \cdot T) \quad (\text{公式 11-1})$$

式中：

H_c —周剂量参考控制水平，单位为微希每周 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{wk}^{-1}$)，本项目周剂量控制水平辐射工作人员 $H_c \leq 100 \mu\text{Sv} \cdot \text{wk}^{-1}$ ，公众 $H_c \leq 5 \mu\text{Sv} \cdot \text{wk}^{-1}$ 。

$\dot{H}_{c,d}$ —导出剂量率参考控制水平。

t —X 人员周受照射时间，单位为小时每周 (h/周)，本项目每周照射的时间为 44h。

U —使用因子：X 射线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北侧、顶部、南侧，因此北侧、顶部、南侧为主射方向使用因子取 1，余下设备两侧（东侧、西侧）及底部的使用因子取 1/4。

T —居留因子：人员在相应关注点驻留的居留因子，参考人员在辐射场所周围的实际驻留位置取值；按照最不利的情况分析，载重轮胎 X 射线检验机辐射工作人员在操作室进行操作；载重轮胎 X 射线检验机西侧操作室辐射工作人员居留因子保守取 1；其余各侧工作人员居留因子保守取 1/4。

图 11-2 本项目载重轮胎 X 射线检验机关注点位置示意图（正视图）

图 11-3 本项目载重轮胎 X 射线检验机关注点位置示意图（左视图）

表 11-2 关注点剂量率参考控制水平计算结果

关注点	关注点描述	U	T	H_c ($\mu\text{Sv}\cdot\text{wk}^{-1}$)	t (h)	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)
1	北侧铅房屏蔽体外 30cm 处	1	1/4	100	44	9.1	2.5
2	西侧操作位处	1/4	1	100		9.1	2.5
3	南侧铅房屏蔽体外 30cm 处	1	1/4	5		0.5	0.5
4	东侧铅房屏蔽体外 30cm 处	1/4	1/4	5		1.8	1.8
5	顶部铅房屏蔽体外 30cm 处	1	1/4	5		0.5	0.5
6	底部铅房屏蔽体外 30cm 处	1/4	1/4	5		1.8	1.8

备注：（1） \dot{H}_c 为关注点剂量率参考控制水平，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的“3.1.1”进行取值；（2）剂量当量率控制水平：关注点最高周围剂量当量率参考控制水平 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

因此，本项目载重轮胎 X 射线检验机设备北侧、西侧剂量率参考控制水平取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，南侧、顶部剂量率参考控制水平取 $0.5\mu\text{Sv/h}$ ，东侧、底部剂量率参考控制水平取 $1.8\mu\text{Sv/h}$ 。

表 11-2 关注点距辐射源距离一览表

关注点	位置	关注点距靶点距离 (m)	关注点距散射体距离 (m)	屏蔽厚度	射线类型
A	北侧防护网处	3.48	/	6mmPb	主射线束
B	东侧铅房屏蔽体外 30cm	1.33	1.33	6mmPb	泄漏+散射
C	南侧铅房屏蔽体外 30cm	2.38	/	6mmPb	主射线束
D	西侧操作室	2.47	2.47	6mmPb	泄漏+散射
E	顶部铅房屏蔽体外 30cm	1.68	/	6mmPb	主射线束
F	底部铅房屏蔽体外 30cm	1.58	1.58	6mmPb	泄漏+散射

②剂量率估算

I 有用线束

$$\dot{H} = (I \cdot H_0 \cdot B) / R^2 \quad (\text{公式 11-2})$$

式中:

B—屏蔽透射因子, $B=10^{-X/TVL}$, X—屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同单位; TVL—见 GBZ/T 250-2014 中附录 B 表 B.2, 对于 120kV 保守计取 150kV 的 TVL 值 0.96, 本项目不考虑钢板的屏蔽。

\dot{H} —关注点剂量率, 单位是 $\mu\text{Sv/h}$ 。

R—辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位是 m, 本项目关注点取屏蔽体(铅房)表面 30cm 处作为关注点。

I—X 射线探伤机在最高管电压下的最大管电流, 单位为毫安 (mA), 本项目取最大管电流 4mA。

H_0 —辐射源点(靶点)剂量率, 结合本项目实际情况, 根据生产厂家提供的资料, 该载重轮胎 X 射线检验机设备 X 射线管 1m 处的最大输出量值为 $5.33\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$, 根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021), 空气比释动能和周围剂量当量的换算系数取 1.20Sv/Gy (137Cs 作为检定参考辐射源), 则 X 射线管 1m 处的最大输出量值换算为 $383760\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

表 11-3 有用线束的剂量率计算结果

关注点序号	关注点位置	屏蔽材料厚度	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	R (m)	B	I (mA)	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
							有用线束
A	北侧防护网处	6mm 铅板	383760	3.48	5.62E-07	4	0.071
C	南侧铅房屏蔽体外 30cm		383760	2.38	5.62E-07	4	0.152
E	顶部铅房屏蔽体外 30cm		383760	1.68	5.62E-07	4	0.306

II 泄漏辐射

$$\dot{H} = (\dot{H}_L \cdot B) / R^2 \quad (\text{公式 11-3})$$

式中：

B—屏蔽透射因子， $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ，X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同单位；TVL—见附录 B 表 B.2，对于 120kV 保守计取 150kV 的 TVL 值 0.96，本项目不考虑钢板的屏蔽。

\dot{H} —关注点剂量率，单位是 $\mu\text{Sv/h}$ 。

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位是 m，本项目关注点取屏蔽体（铅房）表面 30cm 处作为关注点。

H_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位是 $\mu\text{Sv/h}$ ，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表 1 得，为 $1000\mu\text{Sv/h}$ 。

表 11-4 泄漏辐射的剂量率计算结果

关注点序号	关注点位置	屏蔽材料厚度	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	B	R (m)	关注点剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)
						泄漏辐射
B	东侧铅房屏蔽体外 30cm	6mm 铅板	1000	5.62E-07	1.33	3.2×10^{-4}
D	西侧操作室		1000	5.62E-07	2.47	9.3×10^{-5}
F	底部铅房屏蔽体外 30cm		1000	5.62E-07	1.58	2.3×10^{-4}

III 散射辐射

$$\dot{H} = \{ (I \cdot H_0 \cdot B) / R_s^2 \} \cdot \{ (F \cdot \alpha) / R_0^2 \} \quad (\text{公式 11-4})$$

式中：

B—屏蔽透射因子， $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ，X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同单位；由于 GBZ/T250-2014 表 2 中未给出 120kV 下散射线相应的 kV 值。本次保守按照 150kV 计算，依据前文叙述可知，150kV 对应的铅的 TVL 为 0.96mm，本项目不考虑钢板的屏蔽。

\dot{H} —关注点剂量率，单位是 $\mu\text{Sv/h}$ 。

R_s —散射体至关注点的距离，单位是 m。

R_0 —辐射源点（靶点）至检测工件距离，单位是 m，本项目辐射源至工件的距离约为 0.2m。

H_0 —辐射源点（靶点）剂量率。

F— R_0 处辐射野面积，单位是 m^2 ，本项目射线角度为 $300^\circ \times 35^\circ$ ，重卡轮胎直径约在 495mm 至 1400mm 之间，则 0.2m 处的辐射野面积为： $1.4 \times \pi \times (0.2 \times \tan 35^\circ) \times (300^\circ / 360^\circ)$

=0.513m²。

α —散射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的 B.4.2，在未获取相应物质的 α 值时，可以水的 α 值保守估计，根据表 B.3，X 射线管电压为 120kV，保守取 150kV 时 90° 散射角的 α_w 值 1.6E-03，散射因子 α 可以保守取值 $\alpha_w \cdot (10000/400) = 1.6E-03 \cdot (10000/400) = 4.0E-02$ 。

表 11-5 散射辐射的剂量率估算结果

关注点序号	关注点位置 (外表面 30cm)	屏蔽材料厚度	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)	B	Rs (m)	关注点剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)
						散射辐射
B	东侧铅房屏蔽体外 30cm	6mm 铅板	1.535E+06	5.62E-07	1.33	0.250
D	西侧操作室		1.535E+06	5.62E-07	2.47	0.073
F	底部铅房屏蔽体外 30cm		1.535E+06	5.62E-07	1.58	0.177

表 11-6 探伤机设备外关注点总剂量率估算结果

关注点 序号	设备	关注点	H ($\mu\text{Sv/h}$)			总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
			有用线束	泄漏辐射	散射辐射	
A	载重 轮胎 X 射 线检 验机	北侧防护网处	0.071	/	/	0.071
B		东侧铅房屏蔽体外 30cm	/	3.2×10^{-4}	0.250	0.251
C		南侧铅房屏蔽体外 30cm	0.152	/	/	0.152
D		西侧操作室	/	9.3×10^{-5}	0.073	0.073
E		顶部铅房屏蔽体外 30cm	0.306	/	/	0.306
F		底部铅房屏蔽体外 30cm	/	2.3×10^{-4}	0.177	0.178

由表 11-6 的计算结果可知，根据 X 射线剂量率衰减原理，与辐射源距离越大剂量率越小，故工业载重轮胎 X 射线检验机设备外 30cm 以外及四周区域剂量率远小于 0.306 $\mu\text{Sv/h}$ ，满足表 11-1 的控制值要求，因此满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平”的要求，同时满足参考标准《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“X 射线探伤室墙和门的辐射屏蔽应满足屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”。

(2) 年有效剂量估算

本评价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采用下式进行计算：

$$H_{E-r} = D_r \times t \times 10^{-3} \times T \quad (\text{mSv/a}) \quad (\text{公式 11-5})$$

其中： H_{E-r} ：X—X 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

D_r : X—X 射线空气吸收剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

T: 居留因子;

t: X—照射时间, 小时。

照射时间选取: 根据建设单位提供的资料, 载重轮胎 X 射线检验机年最大出束时间为 2200 小时, 设备检测工件时, 工作人员处于西侧操作室, 其居留因子取 1, 本项目采取两班制, 每班配备 1 名辐射工作人员, 每班工作人员的年工作时间不超过 1100 小时, 考虑到设备运行时, 辐射工作人员可能会到设备旁巡查, 其居留因子取 1/4。

辐射工作人员及公众成员年有效剂量见表 11-8。

表 11-8 辐射剂量计算结果

保护目标	位置	居留因子	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	工作时间 (h/a)	年剂量 (mSv)	
载重轮胎 X 射线检 验机	辐射工作 人员	操作室	1	0.073	1100	0.080
	公众人员	北侧防护网处	1/4	0.071	1100	0.020
		南侧铅房屏蔽体外 30cm 处	1/4	0.152	1100	0.042
		东侧铅房屏蔽体外 30cm 处	1/4	0.251	1100	0.069

根据剂量估算结果, 辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.080mSv, 周边公众人员年有效剂量为 0.069mSv。因此本项目辐射工作场所的工作人员及周围公众人员的年有效剂量分别低于《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。

根据现场踏勘, 项目评价范围内均在公司厂区范围内, 公司对载重轮胎 X 射线检验机控制区、监督区进行区域化管理, 非辐射工作人员禁止进入该区域。同时鉴于载重轮胎 X 射线检验机的辐射剂量随着距离的增加迅速减小, 且载重轮胎 X 射线检验机的设计已预留了足够安全量, 因此距离载重轮胎 X 射线检验机更远处的生产线的其他公众人员亦不会受到额外的辐射照射, 亦能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 的要求。

2.三废治理影响分析

本项目所使用的载重轮胎 X 射线检验机只有在开机并出线的状态时, 才会有 X 射线的产生, 产生的臭氧在屏蔽体内再排到屏蔽体外时, 因车间通风良好空间大臭氧被稀释, 可以忽略其对环境的影响。不产生放射性气体、放射性废水及放射性固体废物。

(1) X 射线

本项目所使用的载重轮胎 X 射线检验机只有在开机并出线的状态时，才会有 X 射线的产生，不产生放射性气体、放射性废水及放射性固体废物。在开机曝光期间，X 射线是该项目的主要污染因子，在载重轮胎 X 射线检验机开机曝光期间，对工件进行照射时，X 射线经透射、反射，对系统及周围环境产生辐射影响，对辐射工作人员及周边其他非辐射工作人员形成外照射，设备运行产生的 X 射线经铅屏蔽体的屏蔽，对周围环境影响较小。

(2) 废气

本项目载重轮胎 X 射线检验机设备拟配置 1 个轴流风扇，排风量均为 330m³/h，该设备内部尺寸为 11.45m³，每小时可排气 28.8 次，符合参考标准《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求，载重轮胎 X 射线检验机设备产生的微量臭氧和氮氧化物，通过排风扇排出后，依托设备所在生产车间的通风系统排出，对周围环境影响较小。

3.事故影响分析

(1) 事故等级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，辐射事故从重到轻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。

根据原国家环保总局 环发〔2006〕145 号中《辐射事故分级》规定，“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。”

本项目载重轮胎 X 射线检验机若辐射安全管理不当，可能发生一般辐射事故。

(2) 可能发生的辐射事故及预防措施

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及《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》(原国家环境保护总局 环发〔2006〕145 号文件)等相关规定，发生辐射事故时，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。针对可能发生的辐射事故，本项目采取的预防措施如表 11-9。

表 11-9 本项目辐射工作场所拟采取预防措施

序号	可能产生的辐射事故	拟采取的预防措施
1	X 射线探伤机在对工件进行检测的工况下，联锁装置失效，致使防护门未完全关闭，X 射线泄漏到铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射	必须进行联锁装置的定期检查，严格按照操作规程进行作业，确保安全。每天检测作业前，检查确认辐射安全联锁、急停开关、载重轮胎 X 射线检验机完好性等各项安全措施，避免联锁失灵等设施设备事故。杜绝联锁装置旁路情况下开机操作。
2	在门-机联锁失效时出束，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射	辐射工作人员配备一台个人剂量报警仪和个剂量计。个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行检测，并建立个人剂量档案，确保工作人员的照射剂量控制在剂量管理限值范围内。个人剂量报警仪在工作期间，随身携带，并设定安全阈值和报警，同时为确保检测值准确，建设单位应定期将个人剂量报警仪和辐射监测仪送有资质单位检定或校准。
3	X 射线探伤机在检修、维护等过程中，检修、维护人员误操作，造成有关人员误照射	调试、维修、维护作业应由专业人员按规定程序完成，作业过程中应有两名有维修资格的人员操作，在控制台设立维修标牌。作业完工后应确认检修门关闭，安全联锁恢复。维修人员需佩戴个人剂量报警仪。

表12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1.辐射安全与环境保护管理机构

厦门正新橡胶工业有限公司杏林厂成立了以杏林厂厂长（喻**）为组长，以陈**为副组长，赖**、陈**、刘**、王**等为成员的辐射安全监督领导小组负责辐射安全与环境保护管理工作，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环保部令第 3 号）中规定的：“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”。

领导小组职责：

- （1）辐射安全许可证的申请、颁发、续发、换发、变更内容；
- （2）射线装置设备的引入和场地的新建、改建、扩建均先上报各行政主管部门，取得相应级别行政许可后，方可购入或施工；
- （3）组织辐射工作人员参加辐射防护相关培训及考核；
- （4）组织辐射工作人员开展个人剂量检测和职业健康检查，建立人员职业健康档案。
- （5）定期组织对辐射工作场所进行日常监测，同时按要求每年委托有资质单位对辐射工作场所开展年度监测，并取得相应的监测报告；
- （6）领导整个应急工作，协调各部门的工作，为应急工作提供资金保障，并向当地生态环境、卫生健康、公安等主管部门报告；
- （7）负责单位辐射安全防护工作的指导、监督、检查和管理，每年 12 月 31 日前对单位辐射工作场所进行年度评估，并编制年度评估报告，上交管理部门备案。

综上，建设单位的辐射安全管理满足相关规定及要求，此外，建设单位在载重轮胎 X 射线检验机运行后，应注重设备安全及人员的辐射安全管理，设备安全的安全管理主要包括定期对设备安全联锁系统、警示灯等措施进行检查及记录，人员的安全管理主要包括个人剂量计的配备管理、定期进行辐射安全培训、个人剂量监测及职业健康体检等。

2.辐射工作人员配置

厦门正新橡胶工业有限公司拟配备辐射工作人员共 2 名，待辐射工作人员通过了核技术辐射安全与防护考核后，本项目辐射工作人员的配置是满足要求的。

建设单位已制定计划拟安排辐射安全监督领导小组组长或副组长在国家核技术利

用辐射安全与防护培训平台上学习“辐射安全管理”岗位相关知识，并在辐射安全与防护培训平台上网络报名参加考核，直到成绩合格；建设单位已制定考核计划。

在今后的工作中公司还应不断加强对职业人员的有关技能和辐射安全防护知识的再教育或培训，进一步提高对专业技能和放射防护工作重要性的认识。

辐射安全管理规章制度

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环保总局令第31号）、《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第17号）及《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）相关规定，建设单位制定了《辐射装置安全管理办法》《辐射装置保养维修管理办法》《辐射工作人员培训制度》《辐射监测仪表使用、校准与刻度管理制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射装置操作规程》《设备管理台账制度》等辐射安全管理制度，相关制度见表12-1。

表 12-1 建设单位已建立的管理制度

序号	要求建立的管理制度	公司对应建立的管理制度内容
1	辐射防护和安全管理制 度	公司制定了《X射线装置安全防护管理制度》对公司辐射工作人员职责、检测工作程序和个人防护作出要求。
2	应急预案	公司制定了《辐射事故/事件应急预案》，规定了发生辐射事故时公司相关人员职责和处理程序，将辐射事故的影响减少到最小。
3	岗位职责	公司制定的《辐射装置安全管理办法》明确了辐射工作人员和管理人员在辐射工作中各自的责任。
4	监测计划	公司制定的《辐射装置安全管理办法》中规定了委托监测和日常监测的频率和内容，并要求对检测结果存档保留。
5	培训计划	公司制定的《辐射工作人员培训制度》中规定了辐射工作人员必须参加生态环境部门组织的辐射安全与防护培训，持证上岗，并对内部培训做了要求。
6	操作规程	公司制定的《辐射装置操作规程》中规定了辐射工作人员操作载重轮胎X射线检验机的详细流程，能减少辐射事故的发生。
7	设备检修维护制度	公司制定的《辐射装置保养维修管理办法》中提出了对安全防护设备和载重轮胎X射线检验机的定期检修和维护要求，能防止因设备损坏造成辐射事故。
8	使用登记、台账制度	公司制定的《设备管理台账制度》中提出了载重轮胎X射线检验机使用情况进行登记。
9	职业健康监护制度	公司制定的《辐射工作人员个人剂量管理制度》中提出对辐射工作人员个人剂量检测和体检的要求，且档案终身保存。
10	辐射工作人员个人剂量 档案制度	

公司应严格执行辐射安全管理规章制度，并根据公司的发展，及时对辐射安全管理规章制度进行补充完善，在此基础上公司的辐射安全管理规章制度符合中华人民共和国环境保护部令第18号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等管理规定。

辐射监测

(1) 环境监测

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)中的相关规定,项目正常运行后,建设单位应该对辐射工作场所周围的环境进行背景监测,不具备自行监测能力的,可以委托具有检测机构资质认证的环境监测机构进行监测。

具体监测方案如下:

①监测内容:对该建设单位辐射工作场所四周环境进行辐射水平监测。

②监测频度:项目正常运行后进行监测,以后每年委托有资质单位进行一次年度监测。

③监测范围:主要对辐射工作场所周围的环境进行监测,重点对辐射工作场所周围的人员流动较多的地方进行监测。

④监测项目:X- γ 辐射空气吸收剂量率。

(2) 场所辐射防护监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原国家环保总局令第31号)和《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令第18号)中的相关要求,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,可以委托具有检测机构资质认证的环境监测机构进行监测。并将监测记录资料统计结果及时上报主管部门,以便了解和监护防护设施的运行情况,为主管部门下一步辐射防护决策提供科学技术依据。

具体监测方案如下:

①检测内容:对该建设单位辐射工作场所四周环境进行常规监测。监测数据每年年底向审批部门上报备案。

②监测频度:在项目建成运行后应进行项目的验收监测,以后每年委托有资质单位进行一次年度监测。

③监测范围:主要对载重轮胎 X 射线检验机设备外 30cm 及周围进行监测,重点对设备周围、防护门及缝隙处、操作台等处进行监测。

④监测项目:X- γ 辐射空气吸收剂量率。

(3) 个人剂量监测

建设单位应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定,为辐射工作人员配

备个人剂量计，并进行个人剂量监测（1次/季度）和职业健康体检（1次/2年），建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并为辐射工作人员长期保存职业照射记录。建设单位应根据每年的工作人员的变化增加个人剂量计。

表 12-2 本项目辐射监测计划

监测因子	监测项目	监测频次	监测点位	控制要求
X-γ 辐射空气吸收剂量率	竣工环保验收监测	竣工后调试阶段开展竣工环保验收监测	①载重轮胎 X 射线检验机外表面及门缝 30cm 处； ②设备操作台； ③载重轮胎 X 射线检验机周边人员经常活动的位置； （参考 GBZ 117-2022 中“8.3.3 辐射水平定点检测”的内容）	剂量率不大于 2.5μSv/h
	年度监测	1 次/年		
	自主监测	1 次/季度		
个人剂量	个人剂量计实测	1 次/季度	辐射工作人员配备 1 枚个人剂量计，佩戴于左胸前	5mSv/a

(4) 验收监测

建设单位应在建设项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；对建设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，并在调试期间应开展验收监测；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，应当向所在地县级以上生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。

表 12-3 “三同时”验收一览表

类别	验收内容		验收要求
辐射防护设计及辐射安全防护设施	设备屏蔽区域墙体、底板及顶棚	东侧、西侧为 2mm 钢板+6mm 铅板+6.3#槽钢+垫板+1.5mm 钢板； 顶部为 2mm 钢板+6mm 铅板+6.3#槽钢+2mm 钢板； 底部为 14mm 钢板+6mm 铅板+10#槽钢+2mm 钢板 工件门为 2mm 钢板+6mm 铅板+6.3#槽钢+2mm 钢板； 检修门为 2mm 钢板+6mm 铅板+6.3#槽钢+垫板+1.5mm 钢板；	本项目载重轮胎 X 射线检验机设备外 0.3m 周围关注点剂量率应不大于 2.5μSv/h
	通风系统	载重轮胎 X 射线检验机设备配备了通风系统	已配备列出的辐射安全防护措施
	监测、报警仪器	为所有辐射工作人员配备个人剂量计，和个人剂量报警仪，为辐射工作场所配备 1 台辐射监测仪和 1 套固定式报警仪，并能正常使用	
	电离辐射警告标识及视频监控	本项目载重轮胎 X 射线检验机设备表面设置规范的电离辐射警告标识及警戒线，同时载重轮胎 X 射线检验机内部安装了视频监控装置	

	设备工作状态显示与联锁装置	设备顶部设置设备状态指示灯，并与载重轮胎 X 射线检验机设备联锁	
	紧急停机装置及钥匙开关	设备及操作台设有紧急停机按钮，急停机按钮旁张贴了说明标签及使用方法，同时操作台配置了钥匙开关	
	个人剂量计及监测、报警仪器	为所有辐射工作人员配备个人剂量计，和个人剂量报警仪，为辐射工作场所配备 1 台辐射监测仪和 1 套固定式报警仪，并能正常使用	个人剂量监测每年不少于 4 次，场所日常监测每季度 1 次，场所年度监测 1 年 1 次；有检测记录和检测报告原件存档；年有效剂量限值（辐射工作人员：5mSv，公众年有效剂量：0.25mSv）
管理制度	辐射安全管理机构	成立辐射安全领导小组并明确职责	根据建设单位实际情况制定并完善规章制度；按制度执行到位
	辐射事故应急预案	制定了辐射事故应急预案	
	辐射安全与防护培训	全部辐射工作人员均需取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单	
	职业健康体检管理	全部辐射工作人员均需进行职业健康体检，约每 2 年 1 次	
	监测制度	制定《辐射装置安全管理办法》并严格执行规定的监测计划	
	台账制度	落实设备使用台账管理制度及辐射环境监测台账管理	
	年度评估报告制度	每年 1 月 31 日前提交辐射安全年度评估报告	
	操作规程、岗位职责、检修维护等制度	制定完善的操作规程、岗位职责、检修维护制度等辐射安全管理制度	

辐射事故应急

1.辐射事件应急处理机构与职责

(1) 领导小组组成

该公司成立了辐射事件应急处理领导小组，组织、开展辐射事件的应急处理救援工作，领导小组组成如下：

组长：余**

成员：吴**、陈**、谢**、陈**、简**、赖**、陈**、朱**、朱**、刘**、王**等

(2) 应急处理领导小组职责

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进行自查和监测，发现事故隐患及时上报至公司领导层并落实整改措施；

②事故发生后立即组织有关部门和人员进行辐射事故应急处理；

③负责向公司及时报告事故情况；

④负责辐射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

⑤辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其他工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量；

⑥负责迅速安置受照人员就医，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。

2.辐射事故应急预案和应急人员的培训演习计划

(1) 该公司制定的辐射事故应急预案

①发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；应当立即撤离有关工作人员，封锁现场，切断一切可能扩大污染范围的环节，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行政部门报告；

②依据应急预案，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

③事故处理必须在单位负责人的领导下，在有经验的工作人员和卫生防护人员的参与下进行。未取得防护监测人员的允许不得进入事故区；

④各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生。并编写事故发生的基本情况，原因分析及处理结果的书面报告报生态环境部门，凡严重或重大的事故，应向上级主管部门报告。

(2) 应急人员的培训演习计划

①应急培训

(I) 公司辐射工作人员上岗前应参加辐射安全与防护知识的考核，通过后才能上岗。

(II) 公司将积极开展辐射安全防护知识的内部学习，增强辐射工作人员的防护意识，避免辐射事故的发生。同时将定期邀请生态环境主管部门的专家讲课，主要包括辐射安全的基础知识、核技术应用项目的防护安全、辐射事故应急等内容。

②应急演练

(I) 辐射安全防护领导小组根据需要，每年至少组织一次辐射事故应急演练，辐射事故演练分为专业性演练和综合性演练，专业性演练由辐射事故应急小组的成员参加，综合性演练除了辐射事故应急小组外，公司其他部门的相关成员也应参加。

(II) 演练过程中应注重人员救助、物资援助的演练。同时应急演练前建设单位应制定相应的方案和程序，演练完成后对演练情况作出总结，发现问题及时整改。

表13 结论与建议

结论

1.辐射安全与防护分析结论

(1) 项目安全设施

本项目所涉及的辐射工作场所，设有相应的辐射安全和防护措施，辐射工作场所设置的各项辐射安全和防护措施符合中华人民共和国环境保护部令第 18 号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）等相关文件的要求。

综上所述，本项目各辐射工作场所采取的相应辐射安全与防护措施符合相关要求。故本项目安全设施是合理可行的。

(2) 三废的治理

①电离辐射

本项目载重轮胎 X 射线检验机设备运行产生的 X 射线，经铅屏蔽体屏蔽后，对周围环境影响较小。

②废气

本项目载重轮胎 X 射线检验机设备拟配置轴流风扇，载重轮胎 X 射线检验机设备产生的微量臭氧和氮氧化物，通过排风孔排出后，依托生产车间已有的通风系统，本项目载重轮胎 X 射线检验机运行时产生的微量臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

2.环境影响分析结论

(1) 建设阶段对环境的影响

本项目载重轮胎 X 射线检验机由厂家一体化设计并制造，建设单位无需进行辐射屏蔽防护建设。

本项目载重轮胎 X 射线检验机所在的 704 车间主体建设与厂区建设同步进行，在建设阶段不产生放射性废气、放射性废水及放射性固体废物，产生的环境影响主要是装修时施工产生的噪声、固体废物等环境影响。本项目工程量较小，没有大型机械设备进入施工场地，施工场地安排有序，施工人员较少，施工期短，合理安排施工秩序，施工时间，并依托厂房建设主体工程的环保措施处理。

根据监测结果可知，拟安装载重轮胎 X 射线检验机场所及所在厂房周边环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测结果在 $76.833 \pm 1.069 \sim 118.396 \pm 2.222 \text{nGy/h}$ 之间（已扣除宇宙射线响应值），处于当地天然本底水平涨落范围内（根据《中国环境天然放射性水平》给

出已扣除宇宙射线响应值的检测结果，厦门市原野 γ 辐射剂量率范围为 72.7~85.6nGy/h，道路 γ 辐射剂量率范围为 78.2~129.4nGy/h，室内 γ 辐射剂量率范围为 161.9~193.5nGy/h。

(2) 运行阶段对环境的影响

① 辐射工作场所屏蔽防护设计

经计算分析可知，本项目载重轮胎 X 射线检验机在正常运行时能满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平”的要求，同时满足参考标准《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“X 射线探伤室墙和门的辐射屏蔽应满足屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h”的要求。

② 年有效剂量估算

经过剂量估算，本项目辐射工作场所的工作人员及周围公众人员的年有效剂量分别低于《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。

3. 可行性分析结论

(1) 项目投入使用主要用于轮胎钢丝排列检测，保证产品合格，符合辐射防护“实践的正当性”原则。项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。同时，本项目属于中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 21 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》鼓励类中第十四类“机械”中的“1、科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X 射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，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，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，因此本项目符合国家产业政策。

(2) 代价利益分析

厦门正新橡胶工业有限公司杏林厂 1 台载重轮胎 X 射线检验机项目实施后，经过无损检测检查可发现产品缺陷，能起到提前预防质量安全事故发生，在保证安全使用的同

时，也创造了更大的经济效益和社会效益。

综上所述，建设单位具备从事辐射活动的技术能力，在严格落实各项防护措施后，该项目运行时对周围环境产生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，厦门正新橡胶工业有限公司杏林厂 1 台载重轮胎 X 射线检验机项目是可行的。

建议和承诺

(1) 在项目建设同时，应确保辐射防护设施和管理措施的建设，切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

(2) 对本报告表提出的辐射防护措施应严格执行，辐射防护存在不足的应完善；

(3) 公司若未来需增加本报告表所涉及之外的污染源和射线装置或对其可能进行调整变动，则应按要求向有关生态环境主管部门进行申报，并按污染物排放标准采取相应的污染治理措施，主动接受生态环境主管部门的监督管理。

(4) 本项目环评批复后，建设单位应及时向生态环境主管部门办理辐射安全许可证申领手续，并及时开展竣工环保验收工作。