

核技术利用建设项目

厦门正新海燕轮胎有限公司

1 台 X 射线检测系统项目

环境影响报告表

(送审稿)

厦门正新海燕轮胎有限公司

2026 年 1 月

核技术利用建设项目

厦门正新海燕轮胎有限公司 1 台 X 射线检测系统项目 环境影响报告表

(送审稿)

建设单位名称：厦门正新海燕轮胎有限公司

建设单位法人代表：陈**

通讯地址：厦门市海沧区西园路 15 号

邮政编码：361026

联系人：唐**

电子邮箱：154***@qq.com

联系电话：187*****

目 录

表 1 项目基本情况 1

表 2 放射源 13

表 3 非密封放射性物质 13

表 4 射线装置 14

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 15

表 6 评价依据 16

表 7 保护目标与评价标准 18

表 8 环境质量和辐射现状 23

表 9 项目工程分析与源项 27

表 10 辐射安全与防护 35

表 11 环境影响分析 47

表 12 辐射安全管理 58

表 13 结论与建议 65

附件

- 附件 1 委托书（已删除）
- 附件 2 辐射许可证（已删除）
- 附件 3 现有环评批复及验收批复（已删除）
- 附件 4 管理制度（已删除）
- 附件 5 核技术利用辐射安全与防护合格证书（已删除）
- 附件 6 辐射工作人员个人剂量监测报告及职业健康检验报告（已删除）
- 附件 7 2024 年年度评估报告及 2025 年度监测报告（已删除）
- 附件 8 环境现状监测报告（已删除）
- 附件 9 资质认定证书、检定证书、宇宙射线响应值监测报告（已删除）
- 附件 10 X 射线相关材料（已删除）
- 附件 11 应急演练记录（已删除）
- 附件 12 厦门正新海燕轮胎有限公司土地房屋权证（已删除）
- 附件 13 福建省生态环境分区管控综合查询报告（已删除）

表1 项目基本情况

项目名称		厦门正新海燕轮胎有限公司 1 台 X 射线检测系统项目			
建设单位		厦门正新海燕轮胎有限公司			
法人代表	陈**	联系人	唐**	联系电话	187****
注册地址		厦门市海沧区西园路 15 号			
项目建设地点		厦门市海沧区西园路 15 号 105 检测车间			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	500	项目环保投资（万元）	12	投资比例	2.4%
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

厦门正新海燕轮胎有限公司（以下简称正新海燕）为中外合资企业，是由正新轮胎国际集团之投资公司玛吉斯国际有限公司和日本东洋橡胶工业株式会社以及厦门海燕实业有限公司合资兴办的企业，成立于 2001 年 12 月 28 日，公司位于厦门海沧新阳工业区西园路 15 号，占地面积约 395803.574m²，设计产能为年产全钢子午线轮胎 385 万套。

2.目的和任务由来

根据企业发展需求，厦门正新海燕轮胎有限公司拟在厦门市海沧区西园路 15 号 105 检测车间，使用 1 台 Y.MTIS P TBR 型 X 射线检测系统（自带屏蔽体，最大管电压为 100kV、最大管电流为 3mA），属于 II 类射线装置，用于对厂区内部生产的轮胎内部结构进行检测。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，厦门正新海燕轮胎有限公司 1 台 X 射线检测系统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,厦门正新海燕轮胎有限公司于 2025 年 11 月委托厦门华和元环保科技有限公司(以下简称“我公司”)对厦门正新海燕轮胎有限公司 1 台 X 射线检测系统项目进行环境影响评价(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海燕轮胎有限公司 1 台 X 射线检测系统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《厦门正新海燕轮胎有限公司 1 台 X 射线检测系统项目环境影响报告表》。

3.项目建设规模

厦门正新海燕轮胎有限公司拟在厦门市海沧区西园路 15 号 105 检测车间,使用 1 台 Y.MTIS P TBR 型 X 射线检测系统。本项目拟用 X 射线检测系统详细情况见表 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	X 射线检测系统	Y.MTIS P TBR 型	1	100	3	II 类	105 检测车间	轮胎内部结构	自带铅屏蔽; 10°×270°周向 (向东、向上、向西)

4.项目选址及周边保护目标

本次新增 X 射线检测系统位于厦门市海沧区西园路 15 号 105 检测车间。105 检测车间北侧为 205 监测车间、园区道路、办公大楼等区域,西侧为 105 硫化车间,东侧为园区道路、121 机修车间等区域,南侧为园区道路、106B#2 成品仓库等区域。

本项目 X 射线检测系统位于 105 检测车间,其北侧为气泡检测流程流水线、打磨区等区域,南侧为入库输送带、通道等区域,东侧为输送带、通道等区域,西侧为通道;X 射线检测系统安装于 105 检测车间气泡检测流水线输送带后段,105 检测车间为一层建筑物,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 105 检测车间及 X 射线检测系统辐射场所周边环境见表 1-2。

表 1-2 环境保护目标情况一览表

场所	东侧	南侧	西侧	北侧	正上方	正下方
105 检测车间	园区道路、121 机修车间等区域	园区道路、106B#2 成品仓库等区域	105 硫化车间,东侧为园区道路等区域	205 监测车间、园区道路、办公大楼等区域	无	无
X 射线检测系统	输送带、通道等区域	入库输送带、通道等区域	输送带、通道等区域	UF 测试机、DB 测试机、输送带、通道等区域	无	无

本项目使用的 X 射线检测系统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，厂区平面详见图 1-2。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（包含一般工作人员）。

拟设置 X 射线检测系统位置现状	项目所在厂房
北侧车间内现状	东侧车间内现状
南侧车间内现状	西侧车间内现状

南侧园区道路、106B 2 成品仓库	东侧园区道路、121 机修车间

图 1-1 周边现状照片

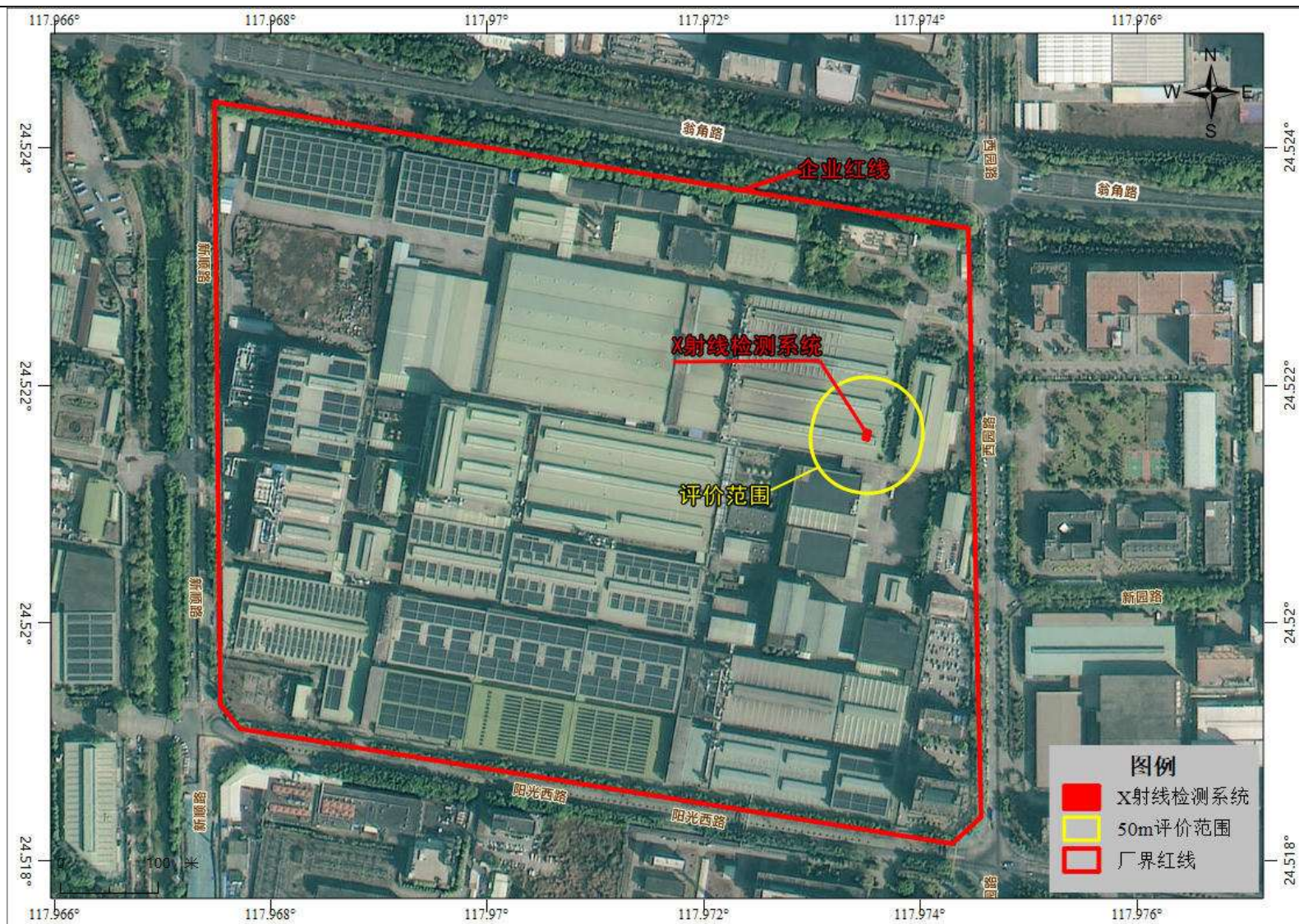
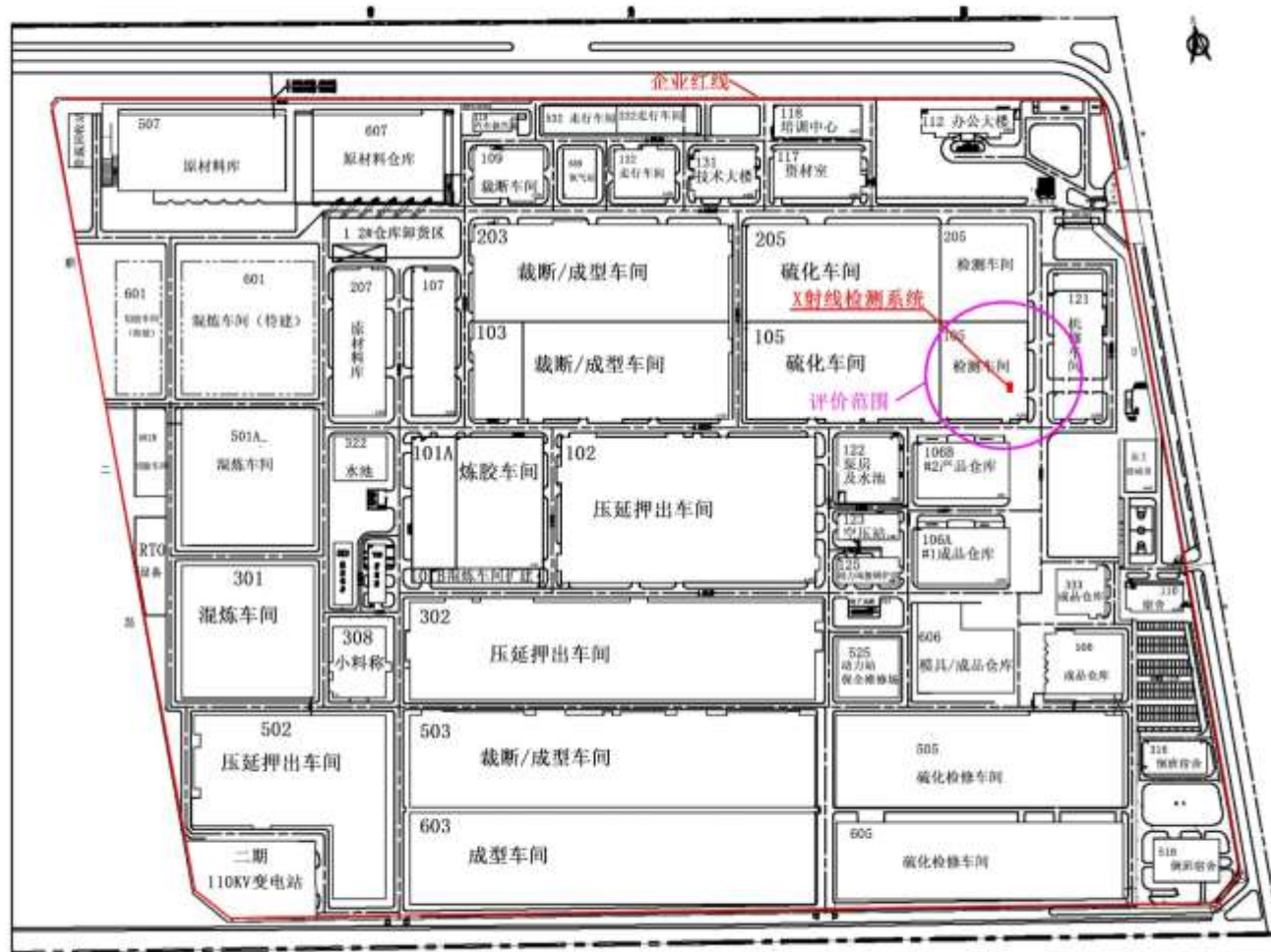


图 1-2 厂区平面布局示意图 (1)

厦门正新海燕车间平面图



2025/7/31

图 1-2 厂区平面布局示意图（2）

5.现有核技术利用项目许可情况

(1) 许可情况

正新海燕于 2024 年 5 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[00141]，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 5 月 28 日。正新海燕现有核技术利用项目详见表 1-3。

(2) 环保手续履行情况

正新海燕原有核技术利用项目均已履行了相关环保手续。现有射线装置情况及环保手续履行情况见表 1-3。

表 1-3 正新海燕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	环评情况	验收情况	备注
1	钢丝排列 X 射线检查机	MCD65c	III 类射线装置	1	102 延压车间	以验代评	2010 年 4 月 9 日（无文号）	停用
2	电子辐照系统	EPS-500	II 类射线装置	1				正常使用
3	电子辐照系统	EPS-500		1	302 延压车间			正常使用
4	X 射线实时成像检测系统	YLX-ZL1527A		1	105 检测车间	备案号：201835020500000023（以验代评中的 1 台 MCT120-6FX 射线实时成像检测系统更换（105 车间）为 YLX-ZL1527A 型 X 射线实时成像检测系统）	/	正常使用
5	X 射线轮胎检测系统	MCT120-6F		2	505 检测车间	闽环辐评〔2013〕40 号	闽环辐验〔2017〕6 号	正常使用
6	X 射线轮胎检测系统	MTIS-YTX/07	III 类射线装置	2	205 检验车间	以验代评	2010 年 4 月 9 日（无文号）	正常使用
7	轮胎 X 射线检验机	YLX-ZL1527		1		备案号：202035020500000277	/	正常使用
8	钢丝排列 X 射线检查机	MCD65c		1	302 延压车间	以验代评	2010 年 4 月 9 日（无文号）	停用

(3) 辐射防护管理制度

为保证辐射工作安全开展，正新海燕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，《辐射装置安全管理办法》《辐射事故/事件应急预案》《辐射装置保养维修管理办法》《辐射装置操作规程》《辐射工作人员培训管理制度》《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》《射线装置使用台账管理制度》等，并严格遵守执行，详见附件 4。

（4）辐射工作人员培训、个人剂量监测和体检情况

正新海燕现有辐射工作人员 8 名（含 1 名辐射管理人员），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（辐射培训合格证书见附件 5）。

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，委托厦门亿科特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 2025 年度个人剂量报告及 2024 年体检报告（附件 6）可知，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。根据正新海燕 2024 年度辐射安全和防护状态评估报告及 2025 年度监测报告（见附件 7），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

正新海燕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
1	辐射检测仪	1	台
2	X/γ 辐射个人剂量当量Hp（10）监测仪	7	台
3	个人剂量计	10	个
4	铅衣	2	件
5	铅手套	2	套
6	铅围裙	7	件

(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，正新海燕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内部结构的检测，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。厦门正新海燕轮胎有限公司 1 台 X 射线检测系统项目实施后，经过轮胎内部结构的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、二恶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

项目位于厦门市海沧区西园路 15 号 105 检测车间，根据建设单位提供的厦门市土地房屋权证（厦国土房证第 01293025 号，见附件 12），项目所在地批准土地用途为工业。根据《厦门市海沧区全局空间规划一张蓝图》（图 1-3），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（X 射线检测系统铅屏蔽体外 50m 范围）主要为正新海燕厂区内厂房、园区道路，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 X 射线检测系统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条件下，对环境辐射影响较小。

（3）规划环评符合性分析

本项目位于厦门市海沧区西园路 15 号 105 检测车间，属于新阳工业区。建设单位主体工程为从事各种车辆外胎的生产制造，根据《厦门市海沧分区规划新阳片区规划环境影响跟踪评价报告书》，片区功能以发展滨水居住生活、新兴工业和高科技研发为主；以马銮湾为中心，向外围呈半环状拓展，作为新阳片区的主要发展方向。新阳工业原发展方向主要以电子、机械为主导产业。2010 年海沧区开始规划海沧生物医药园，使新阳片区的工业主导产业调整为电子、机械和生物医药产业。建设单位主体工程与产业园区功能定位相符，本项目用于公司产品轮胎内部结构进行检测，为主体工程的配套项目，故与《厦门市海沧分区规划新阳片区规划环境影响跟踪评价报告书》及其批复相符。

9. “生态环境分区管控”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图》（图 1-4），项目位于新阳工业区，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）》中的厦门市生态环境管控单元图（见图 1-4），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 13），本项目涉及 1 个生态环境管控单元——新阳工业区（ZH35020520004、重点管控-产业发展单元），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内部结构进行检测不涉及任何生产和制造内容，不新增二氧化硫、氮氧化物和 VOCs 等污染物排放，符合生态环境准入清单要求。

综上分析，项目的建设符合“生态环境分区管控”管控要求。

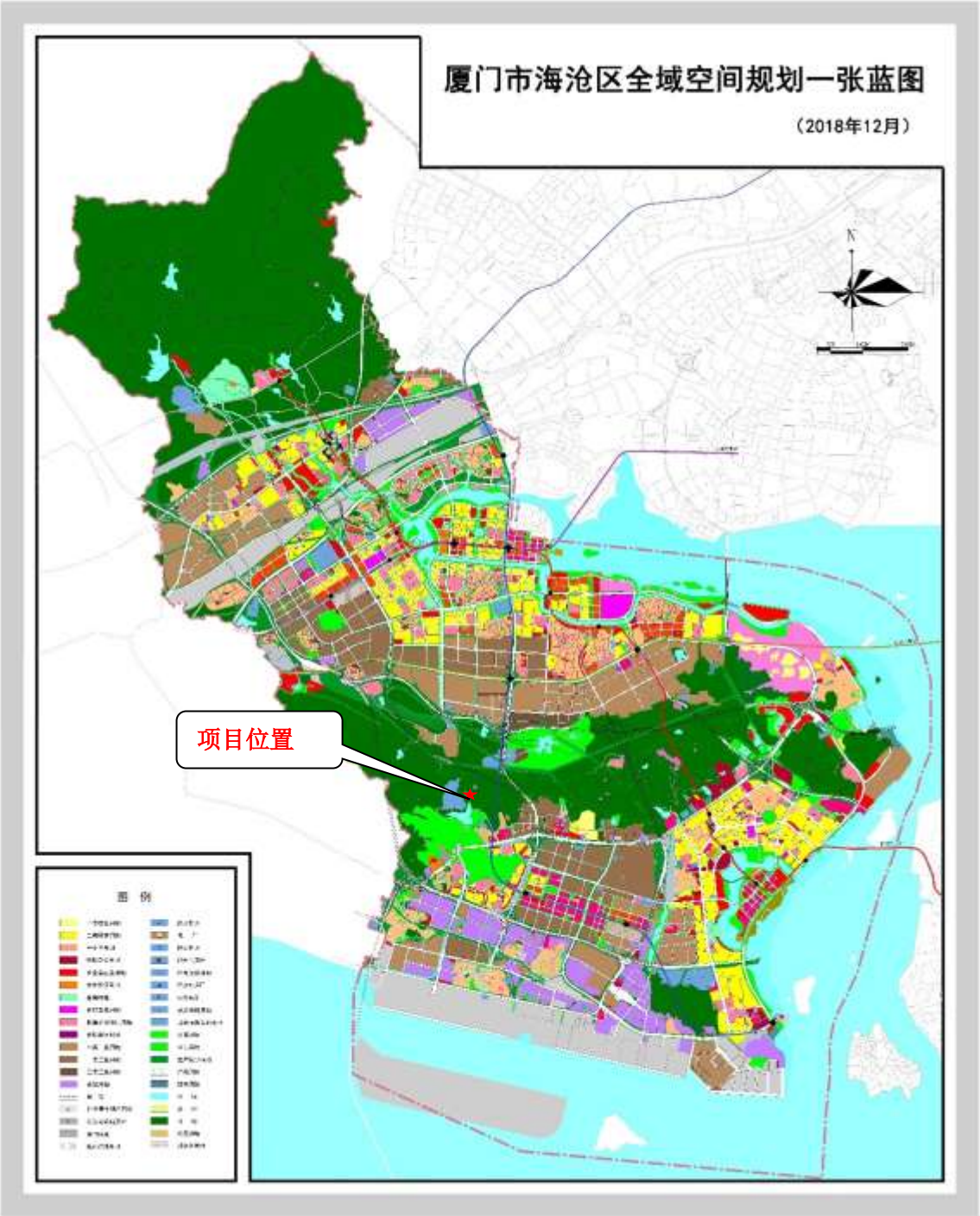


图 1-3 集美区全局空间规划一张蓝图

厦门市生态环境管控单元图

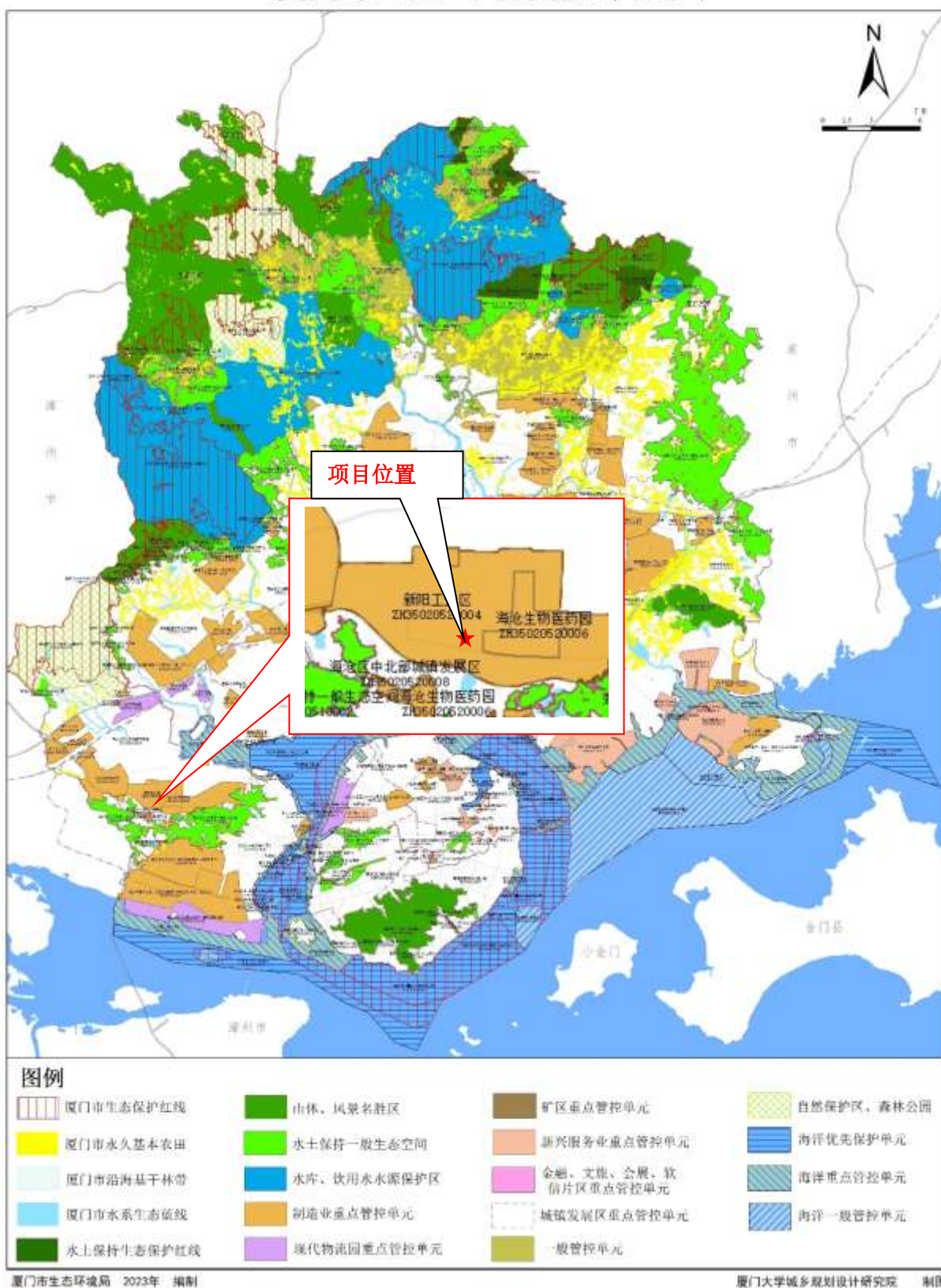


图 1-4 厦门市生态环境管控单元图

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	X 射线检测系统	II 类	1	Y.MTIS P TBR	100	3	对轮胎内部结构进行检测	105 检测车间	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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>(14)《厦门市生态环境局关于印发厦门市建设项目环境影响评价与排污许可综合管理名录的通知》,厦环评〔2024〕7号,2024年7月11日。</p>
------	---

技 术 标 准	<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)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019);</p> <p>(7)《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>
其 他	<p>(1) 本项目委托书;</p> <p>(2) 厦门正新海燕轮胎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 X 射线检测系统自有铅屏蔽体外 50m 的范围。

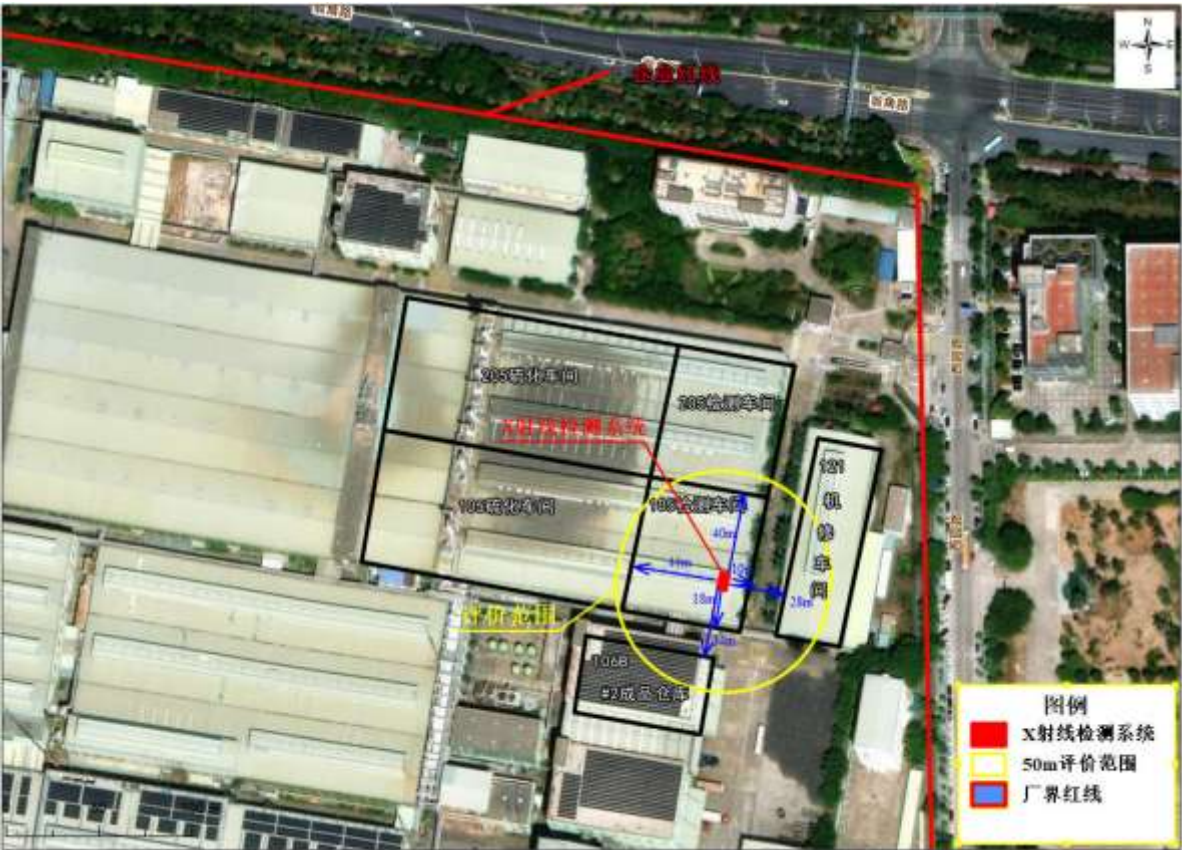


图 7-1 本项目评价范围示意图

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）为厂区内部区域，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。本项目辐射工作人员为 X 射线检测系统操作人员，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/a)
1	操作室	本项目辐射 工作人员	北侧；0.61m	2 人	5

3.评价标准

(1) 剂量限值 and 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	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	0.25mSv/a	公众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 11-2。

(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 X 射线探伤机 5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下, 距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1 的要求, 在随机文件中应有这些指标的说明。其他放

	<p>射防护性能应符合GB/T 26837的要求。</p> <p>表1 X射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值</p> <table border="1" data-bbox="432 264 1396 450"> <tr> <th>管电压kv</th><th>漏射线所致周围剂量当量率mSv/h</th></tr> <tr> <td><150</td><td><1</td></tr> <tr> <td>150~200</td><td><2.5</td></tr> <tr> <td>>200</td><td><5</td></tr> </table> <p>5.1.2工作前检查项目应包括：</p> <p>a)探伤机外观是否完好；</p> <p>b)电缆是否有断裂、扭曲以及破损；</p> <p>c)液体制冷设备是否有渗漏；</p> <p>d)安全连锁是否正常工作；</p> <p>e)报警设备和警示灯是否正常运行；</p> <p>f)螺栓等连接件是否连接良好；</p> <p>g)机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。</p> <p>5.1.3X射线探伤机的维护应符合下列要求：</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>d)应做好设备维护记录。</p>	管电压kv	漏射线所致周围剂量当量率mSv/h	<150	<1	150~200	<2.5	>200	<5
管电压kv	漏射线所致周围剂量当量率mSv/h								
<150	<1								
150~200	<2.5								
>200	<5								
6 固定式探伤的放射防护要求	<p>6.1探伤室放射防护要求</p> <p>6.1.1探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避免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。</p> <p>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。</p> <p>6.1.3探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：</p> <p>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100μSv/周，对公众场所，其值应不大于5μSv/周；</p> <p>b)屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h。</p> <p>6.1.4探伤室顶的辐射屏蔽应满足：</p> <p>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；</p> <p>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100μSv/h。</p> <p>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。</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。</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</p>								

	<p>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> <p>6.2探伤室探伤操作的放射防护要求</p> <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> <p>6.3探伤设施的退役</p> <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 X 射线检测系统位于厦门市海沧区西园路 15 号 105 检测车间。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) 中“5.3.3 射线装置”的辐射环境监测内容, 结合本项目评价范围 (X 射线检测系统外 50m 范围), 确定本项目检测点位为 X 射线检测系统拟放置位置及场所周边受影响区域, 本项目辐射水平背景值监测点位见图 8-2。

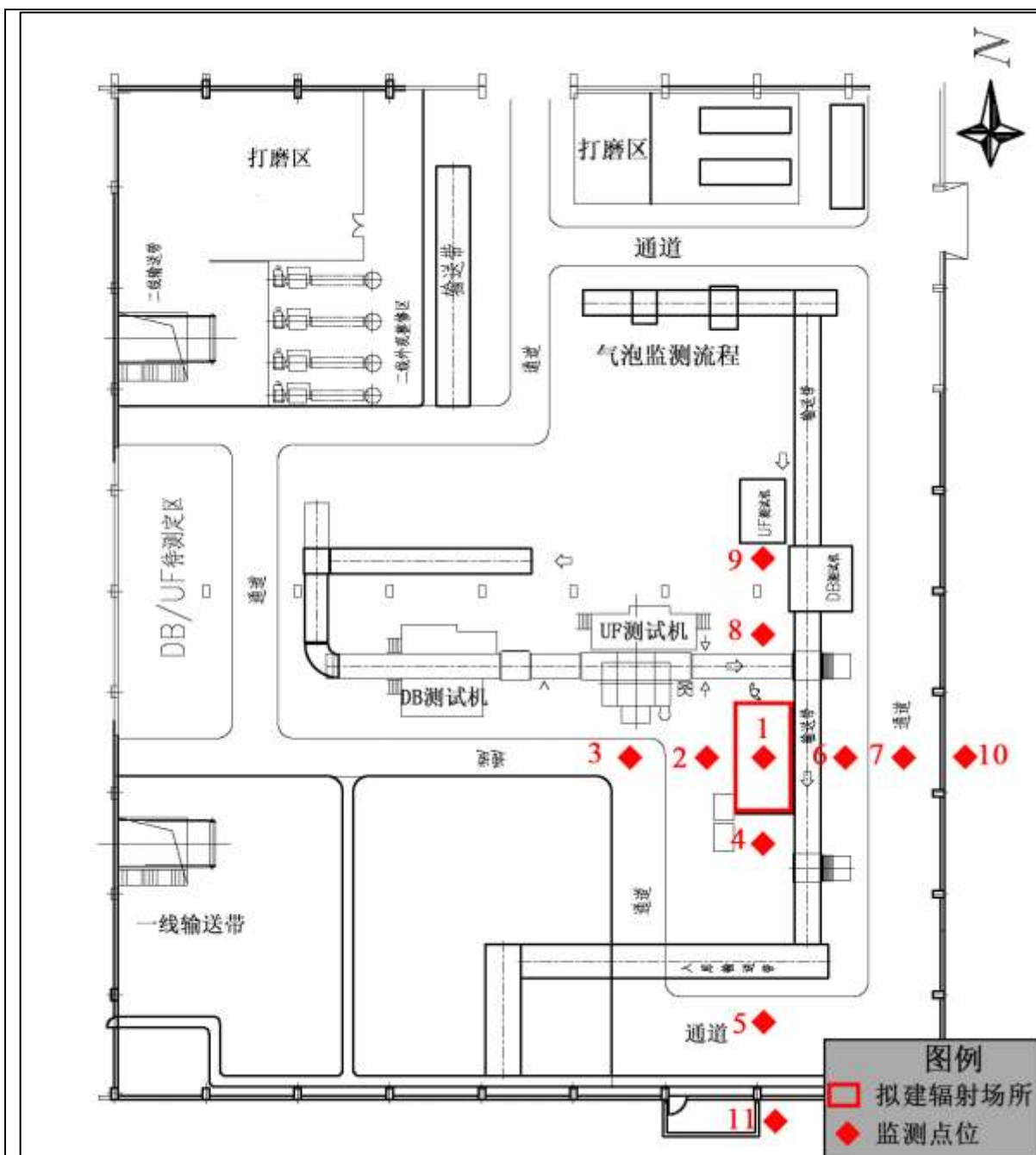


图 8-2 拟建辐射工作场所周边辐射水平背景值监测点位示意图

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 11 月 7 日

温 度：23.1℃

相对湿度：58.6%

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 $^{137}\text{Cs}\gamma$ 辐射源）
使用温度	$-10\sim 40^\circ\text{C}$ （即时测）， $-25\sim 50^\circ\text{C}$ （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 $\mu\text{Sv/h}$
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 8。

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

表 3-5 拟建辐射工作场所周边 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果			
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	拟建辐射工作场所处	79.767±0.765	环境背景值
2	拟建辐射工作场所西侧 1m 处	82.142±0.765	
3	拟建辐射工作场所西侧通道处	81.113±0.584	
4	拟建辐射工作场所南侧 1m 处	75.097±0.417	
5	拟建辐射工作场所南侧通道	82.459±0.625	
6	拟建辐射工作场所东侧输送带旁	87.051±0.851	
7	拟建辐射工作场所东侧通道处	92.751±0.625	
8	拟建辐射工作场所北侧输送带旁	67.338±0.839	
9	拟建辐射工作场所北侧 UF 测试机旁	64.409±0.649	
10	拟建辐射工作场所东侧园区道路	63.306±0.787	
11	拟建辐射工作场所南侧园区道路	89.668±0.625	
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 9。			

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 X 射线检测系统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室内在 64.409nGy/h~92.751nGy/h 之间（已扣除宇宙射线响应值）、室外在 63.306nGy/h~89.668nGy/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.MTIS PTBR 型 X 射线检测系统用于检验外径为 495mm 到 1370mm(19"到 43")内径为 330mm 到 686mm (13"到 25")且重量不超过 159kg 的轮胎。该设备以全钢子午线轮胎的内部进行检测,如:胎体帘线间距和反包、子口包布高度、带束层钢丝稀开或重叠、接头、钢丝圈弯曲等。

Y.MTIS P TBR 型 X 射线检测系统为德国科曼整套生产。设备主要由七个部分组成:轮胎输入、输出传送装置、带夹持器的装胎器、探测器,X 射线管,检测室(铅房)、操作室、防护栅栏。X 射线管固定安装于检测室(铅房)内,检测工作人员在操作室进行操作。

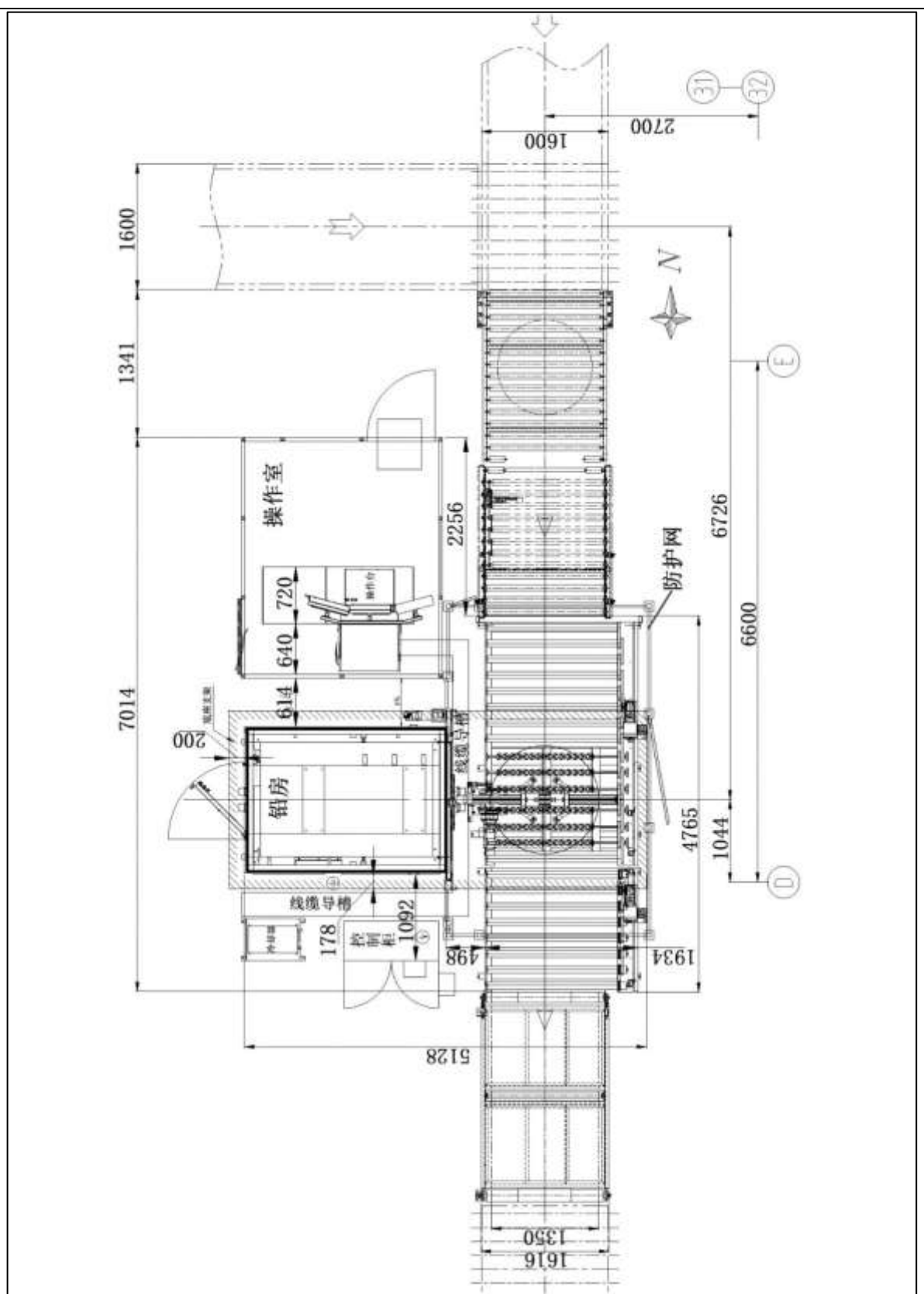


图 9-1 本项目 X 射线检测系统结构示意图（俯视图）

（2）控制系统的结构、作用及其工作原理

X 射线检测系统必备部件包括：高稳定性直流 X 射线系统；带 X 射线管和 LDA

驱动装置（线性二极管矩阵）的装胎小车；射线防护铅房；用于装胎和进一步传送的传送带由用户提供；带夹持器的装胎器；控制柜及控制台。

①X 射线系统

A.高稳定性直流 X 射线系统

Y.MTIS P TBR 型 X 射线检测系统采用高稳定性的直流 X 射线系统，在质量和操作舒适度方面设立了新标准。在每个高压发生器中，高压通过精密电阻器直接进行测量。

X 射线系统装备多种不同的安全和警报装置。这些装置单独和/或彼此间组合使用，由一套位于控制台的继电器组合进行监测。基于安全原因，安全开关直接连接到继电器，并在此处接收可编程控制器所需的相关信号。放射线防护铅房的门安全触点为双触点结构。这些触点与传送系统相连接。当门打开时，X 射线立刻关闭，同时传送系统和驱动装置停止运动。

X 射线管装在一个单独的放射线防护室中。X 射线经过一个准直器引导到图像增强器。射线出口带转接环，转接环上安装有过滤装置。

B.X 射线管

Y.MTIS P TBR 型 X 射线检测系统周向 X 射线管 Y.TU120-T01 额定功率为 480W。射线管配备独立的冷却系统。

C.水散热器

水散热器为闭环散热循环系统。系统中配备一台 1/3 匹马力的水泵使冷却过的水循环到射线管阳极。

②装胎小车

装胎小车的扩胎杆分别旋转，以保证轮胎始终定位在相同位置（以轮胎旋转中心为基准）。扩胎杆的另一项功能是在两个胎圈处扩张轮胎，以达到更好的图像质量同时以更稳定的方式夹持轮胎。必须对胎圈间距较小的轮胎进行扩张，以保证 X 射线管可以插入到轮胎中。此外，扩胎会使轮胎在检验位置旋转。为此，4 个扩胎杆均为从动杆。

旋转速度根据检验任务及轮胎类型进行设定。滑动杆是装胎小车的另外一根轴。滑动杆将装胎小车从输送位置移动到检验位置。两个位置根据轮胎的宽度确定。轮胎定位以及加载/卸载所需的所有数据均保存在轮胎库中的相应轮胎标识中。当轮胎已经

在 X 射线检测系统中设定过，并且被识别装置识别了，就会自动地被装载、定位和卸载。

③LDA 和装胎小车

LDA 驱动装置垂直运动。根据检验位置，LDA 在轮胎定位在紧靠轮胎的下方。基于安全原因，在轮胎装载和卸载过程中，LDA 上升到安全位置。编程参数根据轮胎代码自动设置。

一旦轮胎已经定位且 LDA 处于检验位置，射线管驱动装置将射线管移动到轮胎内心预先编程的位置。

④图像生成及处理

图像生成及处理系统包括 LDA（线性二极管矩阵），设计用于轮胎检验。LDA 由工业计算机控制。图像系统包括扫描机头、处理单元、和 HMI（人机接口）。在自动检验过程中，图像系统可以进行遥控；在手动模式中，通过用户界面进行控制。系统配备一个 U 型 LDA 配置，可以在一周旋转过程中获取整个轮胎的图像。高分辨率 LDA 系统由光二极管模块阵列组成。每个模块包含一定数量的二极管，二极管用闪烁体屏覆盖，以增加二极管的 X 射线敏感度。闪烁体屏将 X 射线管激发出的光子能量转换为二极管上的可见光。二极管通过吸收光量产生电压。电压经放大、多级处理并转换为数字信号。

⑤射线防护铅房

射线防护铅房采用钢-铅-钢夹层构造。铅房的后面配备一扇检修门，方便维修和维护。

系统配备数个急停开关。操作开关可以立即停止设备并关闭 X 射线。

为了显示预警时间和 X 射线操作（X 射线打开），警报提示灯安装在铅房前后及内侧。

为了安全安装冷却水软管和供电电缆，侧壁内安装放射线防护门。

铅房带可自动开合的门，用于快速装载卸载轮胎。

⑥传送系统

传送带位于装载门前侧。装胎器和轮胎标识集成在传送系统中。轮胎打标系统为选配项目。在装胎器区域，传送带配备特制滑轮（所有边轮）。这样就可以使侧边的轮胎向这一区域内的传送方向运动。

传送带由电机驱动，电机速度可以定时并可以控制。

⑦装胎站

自动装胎器固定并安装于装载门的前侧。装胎器包括轮胎夹持和轮胎翻转机制，用于将轮胎垂直地放到扩胎杆上。

夹持装置会将轮胎定中心，因此轮胎进入驱动装置前不需要精确定中心。轮胎与装胎过程中的理想路线发生严重偏差会对系统周期时间造成不利影响。

当检验完成后，扩胎杆将轮胎放回到装胎器上。轮胎放置在传送带上接着向外传送。

这一过程完成后，装载器可以将另一条轮胎夹持和翻转到“传送”位置。

⑧电源控制柜

电源控制柜单独放置在靠近射线防护铅房的地方。为便于快速启动和维护，绝大部份配线都是插拔式的。电源控制柜包括所有必须的部件如电源开关、熔断器和马达控制装置。控制柜可以选配空调。

⑨操作台

控制台包括电脑桌、监视器、输入装置和控制装置。操作人员通过显示器接收所有必要信息及 X 射线检验系统的当前状态。所有错误和警报消息的显示结构清，并在纠正错误前保持可见。

(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 9-2 示。

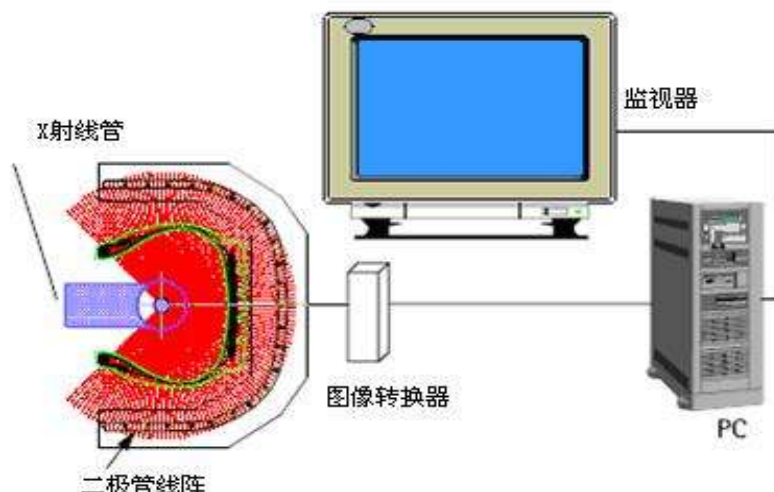


图 9-2 X 射线成像系统原理图

2.工艺流程及产污环节

检测工作流程简述：

（1）待检轮胎输送到传送机上的系统中（检测室外围防护网内）。轮胎尺寸由两套识别系统确定。如果系统已知轮胎类型，并可以识别，则将传送到空装胎器上。同时加载所需的检验程序，夹持装置抓取轮胎，装胎器向驱动装置摆动，进入传送位置。（如果不能识别轮胎类型，将提示操作人员从系统中取出轮胎或输入新轮胎类型。可以在轮胎库中查找轮胎类型。）

（2）撑胎臂张开撑住轮胎。夹持装置打开，轮胎驱动装置进入检验位置。在这一动作过程中，轮胎已经在旋转，且扩胎臂扩开轮胎子口。一旦轮胎进入检验位置，LDA和X射线管被送入记录位置，同时检测室门伺服通过同步带驱动两扇铅房门关闭。

（3）铅房门关闭到位后，安全回路通过安全继电器检测正常后，检验开始。轮胎识别码（产品代码）和轮胎名称（轮胎代码）一起显示在HMI上显示。

操作人员能够通过安装在铅房中的摄像头在监视器上观察检验程序。

（4）放射线防护铅房门打开。轮胎驱动器将轮胎送入装胎器。装胎器将轮胎放置在传送机上根据操作人员的判断将轮胎送到相应的位置。与此同时，将下一个轮胎装到放射线防护铅房。更换程序连续重复进行。从而确保快速检验。

X射线检测系统工艺流程及产污环节详见图9-3。

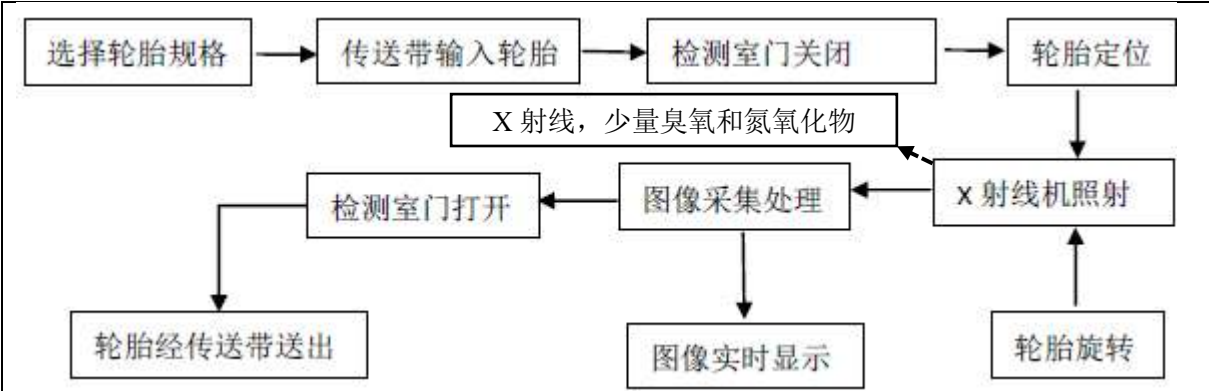


图 9-3 本项目工作流程及产污节点

3.工作量预计

据与建设单位核实，本项目设备每天检测约 900 件工件，每件工件曝光平均时间约为 25s，每年工作约 300 天，则设备年曝光时间为 1875h，一年按 50 周计算，则设备每周曝光时间为 37.5h。本项目拟配备 2 名辐射工作人员（均从公司现有辐射工作人员调配）进行轮换操作，调配后与现有辐射装置进行轮换操作，实行 2 班制，则每名辐射工作人员年受照时间为 937.5h。

污染源项描述

1.建设阶段的污染源项

本项目 X 射线检测系统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 X 射线检测系统所在的 105 检测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 X 射线检测系统最大管电压为 100kV，最大管电流为 3mA。

表 9-1 X 射线检测系统参数一览表

序号	参数名称	参数内容
1	型号	Y.MTIS P TBR
2	厂家	德国科曼

3	射线管型号	Y.TU120-T01
4	最大管电压	100kV
5	最大管电流	3mA
6	X射线管照射角度	10°×270°
7	1m处的剂量率	0.2mGy/s

（2）正常工况

①X 射线

由 X 射线检测系统的工作原理可知，X 射线随设备的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线检测系统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 X 射线检测系统在工作时，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

①X 射线检测系统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。

③X 射线检测系统在检修、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 X 射线检测系统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

本项目厦门市海沧区西园路 15 号 105 检测车间，其北侧为气泡检测流程流水线、打磨区等区域，南侧为入库输送带、通道等区域，东侧为输送带、通道等区域，西侧为通道；X 射线检测系统安装于 105 检测车间气泡检测流水线输送带后段，105 检测车间为一层建筑物，楼上楼下无建筑物，与其他生产区域相对独立，通过 X 射线检测系统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 X 射线检测系统自带的铅屏蔽体内的区域划为控制区。

监督区：将 X 射线检测系统自带的铅屏蔽体外 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	X 射线检测系统	X 射线检测系统自带的铅屏蔽体内的区域	X 射线检测系统自带的铅屏蔽体外 30cm、控制柜、操作室、轮胎传送带周围设立的防护网区域

本项目 X 射线检测系统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。

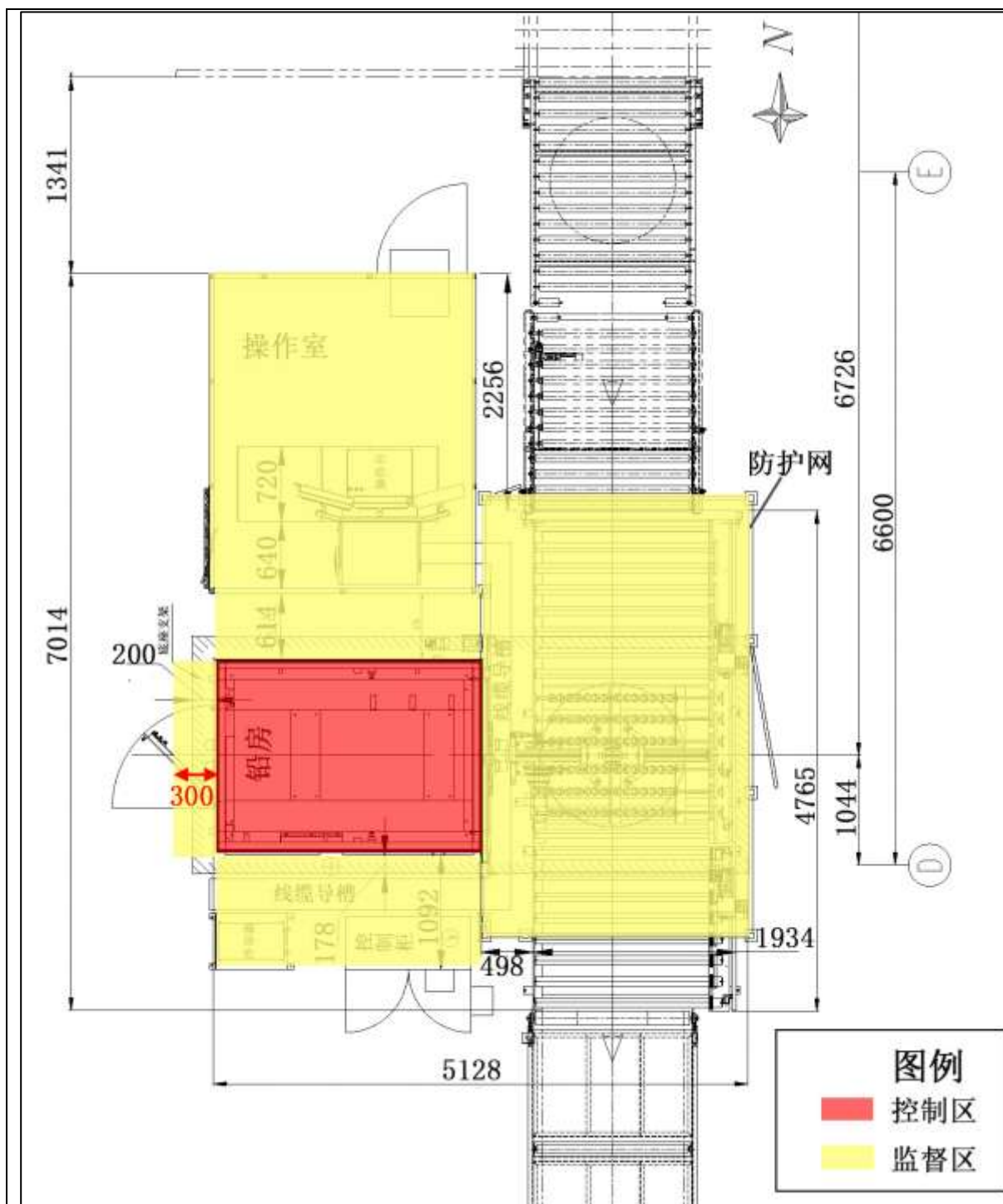


图 10-1 辐射工作场所分区图

2.工作场所辐射安全和防护

(1) 工作场所辐射屏蔽防护

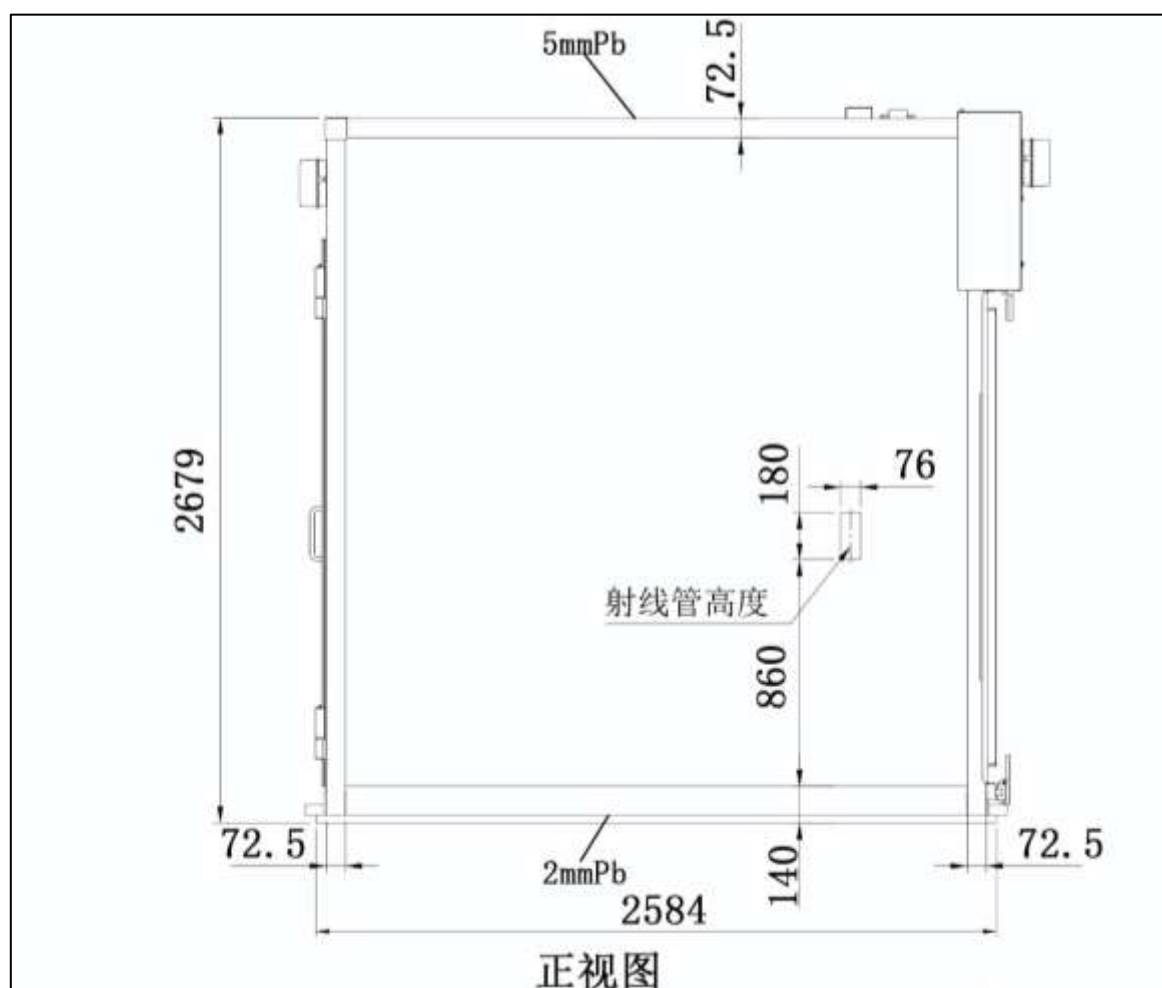
本项目 X 射线检测系统屏蔽体的屏蔽体材料及厚度详见下表 10-2。

表 10-2 本项目 X 射线检测系统自屏蔽体的设计

项目	尺寸	防护参数	屏蔽铅当量
铅房外尺寸	长×宽×高 =2514mm×1816mm×2679mm	/	/

前部（西侧）		1.5mm 钢板+4mmPb+1.5mm 钢板	4.5mmPb
后部（东侧）	/	1.5mm 钢板+4mmPb+1.5mm 钢板	4.5mmPb
右侧（北侧）	/	1.5mm 钢板+5mmPb+1.5mm 钢板	5.5mmPb
左侧（南侧）	/	1.5mm 钢板+5mmPb+1.5mm 钢板	5.5mmPb
顶部	/	1.5mm 钢板+5mmPb+1.5mm 钢板	5.5mmPb
底部	/	1.5mm 钢板+2mmPb+1.5mm 钢板	2.5mmPb
铅门（工件门）	工件门尺寸： 1460mm×1710mm=2.4966m ²	1.5mm 钢板+6mmPb+1.5mm 钢板	6.5mmPb
铅门（检修门）	门尺寸： 877mm×2000mm=1.754m ²	1.5mm 钢板+4mmPb+1.5mm 钢板	4.5mmPb

注：屏蔽铅当量数据由设备方提供，并根据 ICRP3 中 P81 对应的 100kV 下 3mm 钢板等效于 0.5mm 铅板。



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。

设备检测铅房对应设置两个指示灯，分别为红色和黄色。黄色标识 X 光预警信号，红色标识 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检修门外，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

X 射线检测系统工件门、维修门、防护网均拟设置门-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

X 射线检测系统拟在设备内部设置 1 个监视器，可监视设备内部待检工件的运行情况。



图 10-3 X 射线检测系统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 X 射线检测系统拟在操作室设置 1 个，铅房内部设置 3 个，共 4 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

公司已为每名辐射工作人员配备个人剂量计及个人剂量报警仪；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

Y.MTIS PTBR 型 X 射线检测系统的铅房屏蔽体容积较小，在轮胎检测的过程中，工件防护门不断开启、关闭，通过自然扩散通风，即可使探伤室内的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）得以扩散，并最终通过车间上方的内换气扇排至厂房外，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。

9) 辐射防护用品和监测设备配置：本项目辐射工作人员均从公司现有辐射工作人员中调配，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	物资名称	单位	本项目 新增数量	现有数量	全厂总数量
1	辐射检测仪	台	0	1	1
2	X/ γ 辐射个人剂量当量Hp（10）监测仪	台	1	7	8
3	个人剂量计	个	0	10	10
4	铅衣	件	0	2	2
5	铅手套	套	0	2	2
6	铅围裙	件	0	7	7

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，公司拟对 X 射线检测系统进行日检查、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) X 射线检测系统设备的退役

建设单位在后期的使用过程中，若因出现 X 射线检测系统设备的停用或退役，应将 X 射线检测系统设备中的 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 X 射线检测系统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。

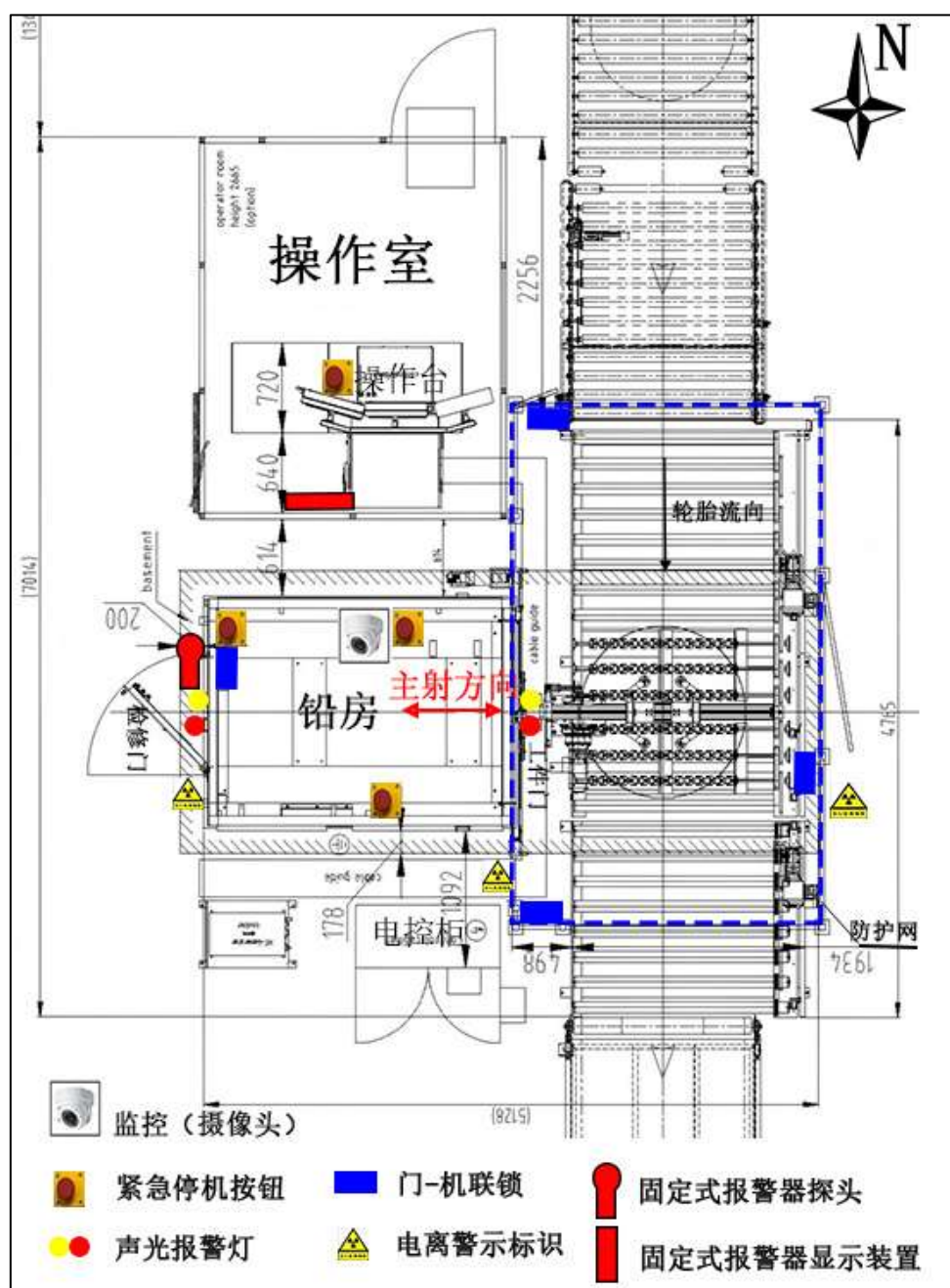


图 10-4 X 射线检测系统安全措施设置分布图

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。	本项目配置的辐射工作人员，均参与生态环境部门认可的辐射安全与防护培训的考核，考核合格者方可上岗。	符合
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X射线检测系统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。	公司已为每名辐射工作人员配备个人剂量计，拟配备个人剂量报警仪；已配备1台X、 γ 辐射巡检仪，用于日常监测。	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。	建设单位已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	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	符合

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。		场所进行监测，并出具监测报告。																																					
<p>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。</p> <p style="text-align: center;">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</p> <table> <tr> <th colspan="2">标准要求</th><th>本项目拟配置情况</th><th>符合性</th></tr> <tr> <td>4.1</td><td>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。</td><td>建设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。</td><td>符合</td></tr> <tr> <td>4.2</td><td>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。</td><td>建设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。</td><td>符合</td></tr> <tr> <td>4.3</td><td>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。</td><td>建设单位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。</td><td>符合</td></tr> <tr> <td>4.5</td><td>应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。</td><td>公司已为每名辐射工作人员配备个人剂量计及个人剂量报警仪；配备 1 台 X、γ 辐射巡检仪，用于日常监测。</td><td>符合</td></tr> <tr> <td>4.6</td><td>应制定辐射事故应急预案。</td><td>建设单位已制定辐射事故应急预案。</td><td>符合</td></tr> <tr> <td>5.1.2</td><td>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。</td><td>建设单位已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。</td><td>符合</td></tr> <tr> <td>5.1.3</td><td>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。</td><td>建设单位已建立设备维修维护制度，设置了设备维护记录等。</td><td>符合</td></tr> <tr> <td>6.1</td><td>探伤室放射防护要</td><td>本项目 X 射线检测系统的有用线束方向向东、向上、向西，辐射工作人员在设备北侧操作室内设置曝光参数，避开了有用线束照射的方向。</td><td>符合</td></tr> </table>				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。	建设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。	建设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。	建设单位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。	公司已为每名辐射工作人员配备个人剂量计及个人剂量报警仪；配备 1 台 X、 γ 辐射巡检仪，用于日常监测。	符合	4.6	应制定辐射事故应急预案。	建设单位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。	建设单位已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	5.1.3	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。	建设单位已建立设备维修维护制度，设置了设备维护记录等。	符合	6.1	探伤室放射防护要	本项目 X 射线检测系统的有用线束方向向东、向上、向西，辐射工作人员在设备北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
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。	建设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。	建设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。	建设单位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。	公司已为每名辐射工作人员配备个人剂量计及个人剂量报警仪；配备 1 台 X、 γ 辐射巡检仪，用于日常监测。	符合																																				
4.6	应制定辐射事故应急预案。	建设单位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。	建设单位已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																																				
5.1.3	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。	建设单位已建立设备维修维护制度，设置了设备维护记录等。	符合																																				
6.1	探伤室放射防护要	本项目 X 射线检测系统的有用线束方向向东、向上、向西，辐射工作人员在设备北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																																				
6.1.1	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与探伤室分开。																																						

求	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	本项目已根据 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。	本项目 X 射线检测系统拟设置门-机-灯联锁装置,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。	本项目 X 射线检测系统在铅房屏蔽体顶部设置的声光警示装置与设备联锁,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。黄色标识 X 光预警信号,红色标识 X 射线正在发射。建设单位拟在 X 射线检测系统设备表面上张贴对“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 X 射线检测系统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 X 射线检测系统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 X 射线检测系统拟在铅房屏蔽体内部、操作室设置紧急停机按钮,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 X 射线检测系统的铅房屏蔽体容积较小,在轮胎检测的过程中,工件防护门不断开启、关闭,通过自然扩散通风,即可使探伤室内的臭氧(O ₃)和氮氧化物(NO _x)得以扩散,并最终通过车间上方的内换气扇排至厂房外,每小时有效通风换气次数不小于 3 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 X 射线检测系统设置固定式辐射探测报警装置,其探头安装在铅房屏蔽体检修门外,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 500 万元，其中环保措施投资 12 万元，环保措施投资一览表见表 10-6。

表 10-6 环保措施投资一览表

序号	环保措施	投资估算（万元）
1	X 射线检测系统周围辐射剂量率委托监测费用	0.5
2	工作状态指示灯、管理制度张贴、电离辐射警示标志等设置	0.5
3	固定式场所辐射剂量报警仪	0.5
4	安排工作人员参加辐射安全防护专业知识、职业健康体检培训费用等	0.5
5	设备环评、竣工环境保护验收等经费	10
合计		12

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 X 射线检测系统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 X 射线检测系统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 X 射线检测系统的工作原理可知，X 射线是随射线装置的开、关而产生、消失。本项目所使用的 X 射线检测系统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 X 射线检测系统开机曝光期间，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 X 射线检测系统的铅房屏蔽体容积较小，在轮胎检测的过程中，工件防护门不断开启、关闭，通过自然扩散通风，即可使铅房内的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）进入车间内，并最终通过车间上方的内换气扇排至厂房外，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 X 射线检测系统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 X 射线检测系统所在的 105 检测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 X 射线检测系统的最大管电压为 100kV，最大管电流为 3mA，射线装置年最大出束时间为 1875h，一年按 50 周计算，则每周受照射最大时间为 37.5h。

根据设备厂家提供的说明书，设备铅房外部尺寸为：2584mm（长）×1816mm（宽）×2679mm（高）。

根据建设单位提供的信息，本项目射线管向东、向上、向西出束，东、西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外表面 908mm、距东侧屏蔽体外表面 510mm、距下侧屏蔽体外表面 1090mm 处。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	距屏蔽体外表面最近距离	需要屏蔽的辐射源
1	北侧	908mm	泄漏辐射、散射辐射
2	南侧	908mm	泄漏辐射、散射辐射
3	东侧	519mm	有用线束
4	西侧	1995mm	有用线束
5	上	1589mm	有用线束

注：装置底部（紧贴地面、无地下室）。

1) 剂量率参考控制水平的确定

①取 X 射线检测系统自屏蔽体外表面 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，单位为微希沃特每周($\mu\text{Sv}/\text{周}$)，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，辐射工作人员和公众对应的年有效剂量限值分别为 5mSv 、 0.25mSv ）；

$\dot{H}_{c,d}$ ——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($\text{h}/\text{周}$)，本项目每周照射的时间为 37.5h 。

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东侧、顶部、西侧，因此东侧、顶部、西侧为主射方向使用因子取 1，余下设备两侧（北侧、南侧）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；按照最不利情况分析，X 射线检测系统辐射工作人员在操作室进行操作；X 射线检测系统北侧操作室辐射工作人员居留因子保守取 1；顶部人员无法到达居留因子保守取 $1/16$ ，其余各侧工作人员居留因子保守取 $1/4$ 。

②关注点最高剂量参考控制水平 $H_{c,\max} = 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

③关注点剂量率参考控制水平 H_c 为上述 $H_{c,d}$ 和 $H_{c,\max}$ 二者的较小值。

则关注点剂量率参考控制水平如下

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)	$\dot{H}_{c,d} (\mu\text{Sv}/\text{h})$	$\dot{H}_c (\mu\text{Sv}/\text{h})$
1	西侧屏蔽体外 30cm 处	1	$1/4$	100	37.5	10.7	2.5
2	北侧操作位处	$1/4$	1	100		10.7	2.5
3	南侧屏蔽体外 30cm 处	$1/4$	$1/4$	5		2.1	2.1
4	东侧屏蔽体外 30cm 处	1	$1/4$	5		0.5	0.5
5	顶部设备外 30cm 处	1	$1/16$	5		2.2	2.2

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 $\leq 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

因此，本项目 X 射线检测系统设备北侧、西侧剂量率参考控制水平取 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，南侧剂量率参考控制水平取 $2.1\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，顶部剂量率参考控制水平取 $2.2\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，东侧剂量率参考控制水平取 $0.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

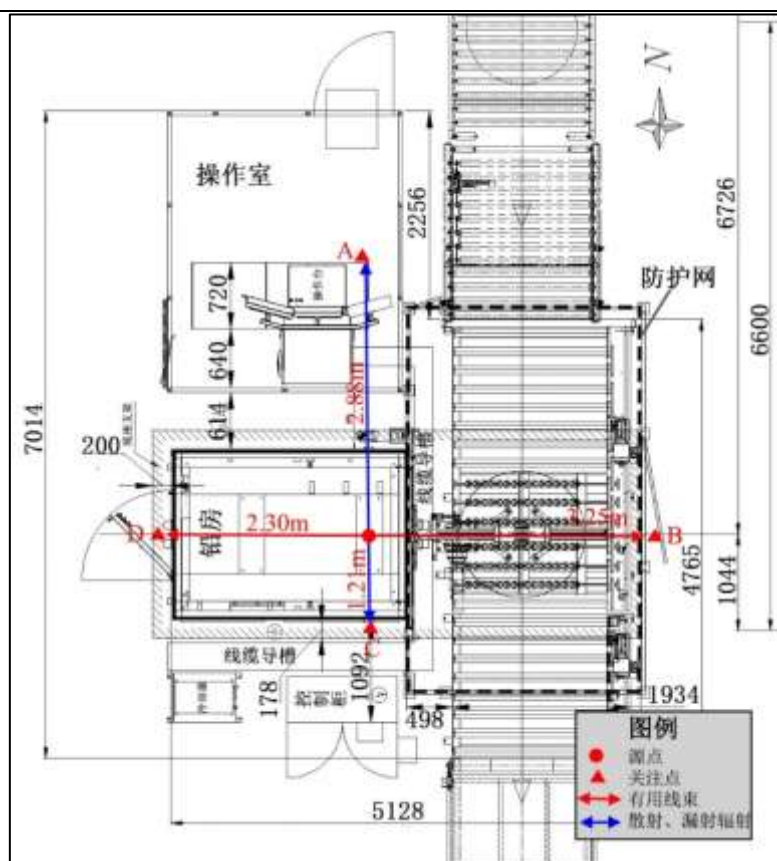


图 11-2 本项目 X 射线检测系统关注点位置示意图（俯视图）

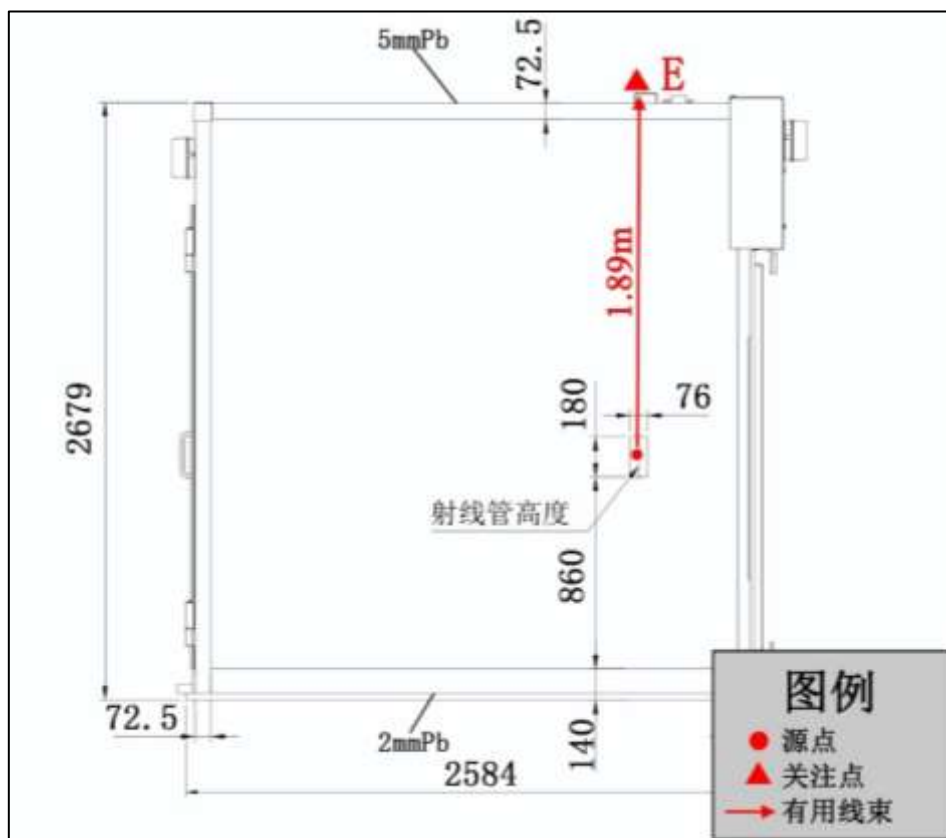


图 11-3 本项目 X 射线检测系统关注点位置示意图（侧视图）

表 11-3 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	北侧操作室	$0.908+0.614+0.640+0.720=2.882$	$0.908+0.614+0.640+0.720=2.882$	5mmPb	泄漏+散射
B	东侧防护网处	$0.519+0.498+1.934+0.3=3.251$	/	6mmPb	主射线束
C	南侧铅房屏蔽体外 30cm	$0.908+0.3=1.208$	$0.908+0.3=1.208$	5mmPb	泄漏+散射
D	西侧铅房屏蔽体外 30cm	$1.995+0.3=2.295$	/	4mmPb	主射线束
E	顶部铅房屏蔽体外 30cm	$1.589+0.3=1.889$	/	5mmPb	主射线束

2) 剂量率估算

①有用线束

屏蔽透射因子: $\dot{H} = (I \cdot H_0 \cdot B) / R^2$ (公式 11-2)

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; 本项目 X 射线检测系统最大管电压为 100kV, 采用的屏蔽材料主要为铅。本评价采用根据《辐射防护手册》(第三册)(李德平、潘自强主编)表 3.5 取值, TVL=0.84mm。

\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 3mA。

H_0 ——辐射源点(靶点)剂量率, 根据建设单位及设备厂家提供资料, 在 X 射线管 1m 处的最大输出量值为 $0.2\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{s}$, 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 $2.9\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

表 11-4 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
B	东侧防护网处	6.5mm 铅板	$2.9\text{E}+05$	3.25	$1.83\text{E}-08$	3	$1.507\text{E}-03$
D	西侧铅房屏蔽体外 30cm	4.5mm 铅板	$2.9\text{E}+05$	2.30	$4.39\text{E}-06$	3	$7.220\text{E}-01$
E	顶部铅房屏蔽体外 30cm	5.5mm 铅板	$2.9\text{E}+05$	1.89	$2.83\text{E}-07$	3	$6.893\text{E}-02$

②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；考虑到本项目 X 射线检测系统最大管电压为 100kV，《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中无该原始 X 射线最高能量下的散射辐射最高能量值。保守计，本评价不再修正散射 X 射线什值层，依旧选取 0.84mmPb 估算散射屏蔽透射因子。

\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 11-5 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
A	北侧操作室	5.5mm 铅板	1000	2.83E-07	2.88	3.412E-05
C	南侧铅房屏蔽体外 30cm		1000	2.83E-07	1.21	1.933E-04

③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 100kV 下散射线相应的 kV 值。本次保守按照 100kV 计算，依据前文叙述可知，100kV 对应的铅的 TVL 为 0.84mm。

\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，本项目辐射源至轮胎的距离约为 0.34m。

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 $270^\circ \times 10^\circ$ ，轮胎直径约在

330mm 至 686mm 之间，则 0.34m 处的辐射野面积为： $2 \times 0.34 \times \pi \times (270^\circ/360^\circ) \times 0.34 \times \tan(10/2)^\circ \times 2 = 0.095\text{m}^2$ 。

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 100kV，保守取 150kV 时 90° 散射角的 α_w 值 $1.6\text{E-}03$ ，散射因子 α 可以保守取值 $\alpha_w \cdot (10000/400) = 1.6\text{E-}03 \cdot (10000/400) = 4.0\text{E-}02$ 。

表 11-6 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	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	B	R_s (m)	关注点剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)
						散射辐射
A	北侧操作室	5.5mm 铅板	2.9E+05	2.83E-07	2.88	9.786E-04
C	南侧铅房屏蔽体外 30cm		2.9E+05	2.83E-07	1.21	5.544E-03

表 11-7 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 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率控制要求 / $\mu\text{Sv/h}$
			有用线束	泄漏辐射	散射辐射		
A	X 射线检测系统	北侧操作室	/	3.412E-05	9.786E-04	0.001	2.5
B		东侧铅房屏蔽体外 30cm	1.507E-03	/	/	0.002	0.5
C		南侧铅房屏蔽体外 30cm	/	1.933E-04	5.544E-03	0.006	2.1
D		西侧铅房屏蔽体外 30cm	7.220E-01	/	/	0.722	2.5
E		顶部铅房屏蔽体外 30cm	6.893E-02	/	/	0.069	2.2

由表 11-7 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 X 射线检测系统设备外 30cm 以外及四周区域剂量率均小于 $0.722\mu\text{Sv/h}$ ，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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”。

④类比现有工业 CT 机运行时辐射影响分析

由于本项目使用 1 台 Y.MTIS P TBR 型 X 射线检测系统（与现有 505 检测车间 MCT120-6F 型 X 射线轮胎检测系统），类比参数见表 11-8。

表 11-8 类比参数一览表

项目	现有 505 检测车间 MCT120-6F 型 X 射线轮胎检测系统	新增 105 检测车间 Y.MTIS P TBR 型 X 射线检测系统	对比结果
设备名称及型号	X 射线轮胎检测系统， 型号：MCT120-6F	X 射线检测系统， 型号：Y.MTIS P TBR	不一致
射线管型号	Y.TU120-T01	Y.TU120-T01	一致
生产厂家	德国科曼	德国科曼	一致
设备参数	120kV，6mA	100kV，3mA	现有设备最高电压、电流比本项目设备更大
用途	无损检测	无损检测	一致
屏蔽体尺寸	1800mm（长）×2300mm（宽） ×2700mm（高）	2514mm（长）×1816mm（宽） ×2679mm（高）	基本一致
屏蔽体	前后：4mmPb铅板 左右：5mmPb铅板 顶部：5mmPb铅板 底部：3mmPb铅板 防护门：4mmPb铅板	前后：4mmPb铅板 左右：5mmPb铅板 顶部：5mmPb铅板 底部：2mmPb铅板 防护门（工件门）：4mmPb铅板 防护门（检修）：6mmPb铅板	两者的屏蔽体底部、四壁及主屏蔽体顶部的屏蔽设计基本一致
X 射线管照射角度	10°×270°	10°×270°	一致
用途	轮胎钢丝排列检测、轮胎结构，以及贴合程度等	轮胎内部结构进行检测	基本一致

根据表 11-8 可得，公司现有 505 检测车间 MCT120-6F 型 X 射线轮胎检测系统（最大管电压 120kV、最大管电流为 6mA）型号、X 射线轮胎检测系统结构、射线管型号、屏蔽方式、屏蔽厚度、防护能力均与本项目拟购 Y.MTIS P TBR 型 X 射线检测系统相同，用途一致，其最大管电压、最大管电流比本项目拟购 Y.MTIS P TBR 型 X 射线检测系统更大，因此具有类比条件。

厦门正新海燕轮胎有限公司委托厦门亿科特检测技术有限公司于 2025 年 10 月 17 日对其设备周围辐射环境进行了现场监测，根据监测报告（见附件 7）可知，本公司已运行 505 检测车间 MCT120-6F 型 X 射线轮胎检测系统屏蔽体外表面 30cm 处周围 X-γ 辐射剂量率最大值为 0.243μSv/h（检测结果见表 11-9），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，故能满足《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 μSv/h”的限值要求。

表 11-9 现有 MCT120-6F 型 X 射线轮胎检测系统周边场所周围剂量当量率检测结果

序号	设备名称	监测位置		周围剂量当量率± 标准偏差 (μ Sv/h)	监测工况
1	MCT120-6F 型 X 射线 轮胎检测系 统	操作位		0.199±0.001	75kV, 3mA
2		探伤室门门缝外表 面 100cm 处	上侧	0.227±0.001	
3			下侧	0.223±0.001	
4			左侧	0.243±0.001	
5			右侧	0.232±0.001	
6		探伤室门外表面 100cm 处	左侧	0.237±0.003	
7			中测	0.235±0.003	
8			右侧	0.236±0.003	
9		探伤室北侧箱壁外表面 30cm 处		0.130±0.001	
10				0.138±0.001	
11				0.135±0.001	
12		探伤室南侧箱壁外表面 30cm 处		0.162±0.001	
13				0.154±0.001	
14				0.158±0.001	
15		探伤室西侧箱壁外表面 30cm 处		0.157±0.001	
16				0.158±0.001	
17				0.166±0.001	
18		探伤室东侧箱壁外表面 30cm 处		0.222±0.001	
19				0.223±0.001	
20				0.227±0.001	

根据类比对象的监测值，本项目 Y.MTIS P TBR 型 X 射线检测系统周围剂量当量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中限值要求。

（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，μSv/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，X 射线检测系统年最大出束时间为 1875 设备检测工件时，工作人员处于北侧操作室，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 937.5 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 11-10。

表 11-10 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)
X 射线检测系统	辐射工作人员	操作室	1	0.001	937.5	0.001
	公众	东侧铅房屏蔽体外 30cm	1/4	0.002	937.5	0.0005
		南侧铅房屏蔽体外 30cm	1/4	0.006	937.5	0.001
		西侧铅房屏蔽体外 30cm	1/4	0.722	937.5	0.169

公司委托厦门亿科特检测技术有限公司对本项目现有 MCT120-6F 型 X 射线轮胎检测系统辐射工作人员进行个人剂量监测，根据厦门亿科特检测技术有限公司出具的 2025 年度个人剂量监测报告（附件 6），本项目辐射工作人员个人剂量监测数据见表 11-11。

表 11-11 现有 MCT120-6F 型 X 射线轮胎检测系统辐射工作人员个人剂量监测结果

姓名	2025 年第一季有效 剂量 (mSv)	2025 年第二季有效剂量 (mSv)	2025 年第三季有效剂量 (mSv)	2025 年第四季有效剂量 (mSv)	合计
***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***

根据表 11-11 可知，辐射工作人员 2025 年度职业照射有效剂量最大值为 1.15mSv，则现有 MCT120-6F 型 X 射线轮胎检测系统辐射工作人员年有效剂量约为 1.15mSv/a，本项目辐射工作人员为现有人员中调配，与现有设备轮岗制，故本项目运行后叠加现有辐射工作人员年有效剂量约为 $1.15+0.001=1.151\text{mSv/a}$ 。

综上所述，辐射工作人员年有效剂量最大值为 1.151mSv，周边公众人员年有效剂量为 0.169mSv。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 X 射线检测系统控制区、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 X 射线检测系

统的辐射剂量随着距离的增加迅速减小,且 X 射线检测系统的设计已预留了足够安全量,因此距离 X 射线检测系统更远处的生产线的其他公众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 X 射线检测系统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 X 射线检测系统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 X 射线检测系统开机曝光期间,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 X 射线检测系统的铅房屏蔽体容积较小,在轮胎检测的过程中,工件防护门不断开启、关闭,通过自然扩散通风,即可使探伤室内的臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)得以扩散,并最终通过车间上方的内换气扇排至厂房外,每小时有效通风换气次数不小于 3 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,X 射线检测系统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。”“较大辐射事故是指Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控,或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下(含 9 人)急性重度放射病、局部器官残疾。”

本项目 X 射线检测系统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、X 射线检测系统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	辐射工作人员配备个人剂量报警仪和个人剂量计。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

厦门正新海燕轮胎有限公司成立了以厂长（江**）为组长，以柯**为专职负责人，唐**为专职管理人，黄**、兰**、邱**、吴**、许**、邱**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X射线检测系统运行后，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

本次新增1台X射线检测系统拟配备2名辐射工作人员，均从公司现有辐射工作人员调配，辐射工作人员均参加了有资质单位组织的辐射安全和防护知识的培训，并

取得了培训合格证书，且在有效期内（见附件 5）。

建设单位已安排辐射安全监督领导小组管理人员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，均已相应取得了培训合格证书，且在有效期内（见附件 5）。

在此基础上，本项目辐射工作人员的配置是满足要求的。

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》《射线装置使用台账管理制度》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 X 射线检测系统的详细流程，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 X 射线检测系统的定期检修和维护要求，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《射线装置使用台账管理制度》中提出了 X 射线检测系统使用情况进行登记。
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 X 射线检测系统设备外 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
周围剂量当量率	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	①X 射线检测系统外表面及门缝 30cm 处； ②设备操作台； ③X 射线检测系统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 2.5 μ Sv/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	前后：1.5mm钢板+4mmPb铅板+1.5mm钢板 左右：1.5mm钢板+5mmPb铅板+1.5mm钢板 顶部：1.5mm钢板+5mmPb铅板+1.5mm钢板 底部：1.5mm钢板+2mmPb铅板+1.5mm钢板 防护门（工件门）：1.5mm钢板+6mmPb铅板+1.5mm钢板 防护门（检修）：1.5mm 钢板+6mmPb 铅板+1.5mm 钢板	本项目 X 射线检测系统设备外 0.3m 周围关注点剂量率应不大于 2.5 μ Sv/h
	通风系统	X 射线检测系统在轮胎检测的过程中，工件防护门不断开启、关闭，通过自然扩散通风	已配备列出的辐射安全防护措施
	监测、报警仪器	企业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 X 射线检测系统设备表面设置规范的电离辐射警告标识及警戒线，同时 X 射线检测系统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 X 射线检测系统设备联锁	
	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：江**

专职负责人：柯**

专职管理人：唐**

成员：黄**、兰**、邱**、吴**、许**、邱**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。

公司于 2025 年 7 月 29 日、2025 年 8 月 25 日进行辐射事故应急演练（附件 11 应急演练记录）。

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 X 射线检测系统设备运行产生的 X 射线，经铅屏蔽体屏蔽后，对周围环境影响较小。

②废气

项目 Y.MTIS PTBR 型 X 射线检测系统装置的铅房容积较小，在轮胎内部结构进行检测的过程中，工件防护门不断开启、关闭，通过自然扩散通风，即可使铅房内的臭氧和氮氧化物得以扩散，并最终通过已有的通风系统排至厂房外，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。

2.环境影响分析结论

(1) 建设阶段对环境影响

本项目 X 射线检测系统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 X 射线检测系统所在的 105 检测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 X 射线检测系统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室内在 64.409nGy/h~92.751nGy/h 之间（已扣除宇宙射线响应值）、

室外在 63.306nGy/h~89.668nGy/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 X 射线检测系统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内部结构进行检测，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、二恶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

厦门正新海燕轮胎有限公司 1 台 X 射线检测系统项目实施后，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，厦门正新海燕轮胎有限公司 1 台 X 射线检测系统项目是可行的。

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。