

核技术利用建设项目

杭州永腾橡塑实业有限公司
X 射线实时成像检测系统（迁建）项目
环境影响报告表
（报批稿）

杭州永腾橡塑实业有限公司

2021 年 5 月

生态环境部监制

目 录

表 1 项目基本情况.....	2
表 2 放射源.....	9
表 3 非密封放射性物质.....	9
表 4 射线装置.....	9
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	11
表 6 评价依据.....	12
表 7 保护目标与评价标准.....	14
表 8 环境质量和辐射现状.....	19
表 9 项目工程分析与源项.....	23
表 10 辐射安全与防护.....	25
表 11 环境影响分析.....	28
表 12 辐射安全管理.....	38
表 13 结论与建议.....	41
表 14 审批.....	46

表 1 项目基本情况

建设项目名称		X 射线实时成像检测系统（迁建）项目			
建设单位		杭州永腾橡塑实业有限公司			
法人代表	***	联系人	***	联系电话	*****
注册地址		浙江省杭州市临安区玲珑街道锦溪南路*****			
项目建设地点		浙江省杭州市临安区锦南街道大塘路***			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	45	项目环保投资（万元）	5	投资比例（环保投资/总投资）	11.1%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 其它（迁建）		占地面积（m ² ）	--
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其它	/			
1.1 项目概述					
1.1.1 建设单位情况					
<p>杭州永腾橡塑实业有限公司成立于 1997 年，厂址位于浙江省杭州市临安区玲珑街道锦溪南路 1038 号，主要加工、制造、销售：橡胶制品、塑胶制品等。</p> <p>杭州永腾橡塑实业有限公司老厂位于杭州市临安区玲珑街道锦溪南路 1038 号。企业原有一间 X 射线探伤铅房，配置 1 套 X 射线实时成像检测装置，位于临安区玲珑街道锦溪南路 1038 号老厂区车间内，该项目于 2014 年取得《关于杭州永腾橡塑实业有限公司 X 射线实时成像检测装置建设项目环境影响报告表的审批意见》（杭环辐批[2014]4 号，杭州市环境保护局），并申领了辐射安全许可证（证书编号：浙环辐证[A3277]），有效期至 2020 年 5 月 18 日（现已注销），且于 2016 年 07 月 11 日取得了《关于杭州永腾橡塑实业有限公司 X 射线实时成</p>					

像检测装置建设项目竣工环境保护验收的审批意见》（杭环辐验[2016]18号）。

现因企业发展需要，杭州永腾橡塑实业有限公司拟于杭州市临安区锦南街道大塘路53号新厂房实施迁建技改项目。本项目主体工程已于2020年9月取得《关于杭州永腾橡塑实业有限公司年产10000万件橡塑件生产线技术改造项目环境影响报告书的审查意见的函》（临环审[2020]196号）。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

企业现因自身生产经营需要，拟将原有已审批探伤铅房搬迁至浙江省杭州市临安区锦南街道大塘路53号新建厂房内实施生产。搬迁后原有厂房不再实施探伤项目。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第7号，2019年修改）：辐射工作单位在申请领取辐射安全许可证前，应当组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报环境保护主管部门审批。对照《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2017年第66号），本项目拟搬迁的工业用X射线实时成像检测系统属II类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第16号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用II类射线装置”，本项目应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，杭州永腾橡塑实业有限公司委托杭州旭辐检测技术有限公司对本项目进行辐射环境影响评价。评价单位在对探伤场所进行辐射环境影响分析的基础上，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1—2016），编制该项目的辐射环境影响报告表。

1.1.3 项目建设规模

经与建设单位核实，建设单位拟在浙江省杭州市临安区锦南街道大塘路53号搬迁一间探伤铅房及1套XYG-150-DW-D型X射线实时成像装置（实时成像，最大管电压150kV，最大管电流2mA）。该公司X射线实时成像装置项目主要用于所生产的橡胶制品、塑胶制品无损探伤检测工作。探伤工件最大直径230mm，长度160mm，厚度约为150mm；年探伤工作时间约为6000min。

1.2 项目选址及周边保护目标

1.2.1 建设单位地理位置

杭州永腾橡塑实业有限公司新厂区位于浙江省杭州市临安区锦南街道大塘路 53 号。公司东侧、西侧、北侧三面环山，均为山坡，南侧为杭州强韵建材有限公司、杭州威宏能源科技有限公司及艾力昇能源有限公司。具体地理位置见附图 1，公司总平面布置见附图 2。

1.2.2 辐射工作场所地理位置

拟建探伤铅房位于厂区东部检测室，检测室东侧为其他检验检测室，南侧为机加工车间，西侧、北侧均为厂房通道。本项目南侧 48m 处为杭州强韵建材有限公司的一个角落。周边环境示意图见附图 3。探伤铅房周围无工作人员常驻用房，铅房装设声光警报器，射线设备工作时打开，不工作时关闭。检测室周边设置警戒线，在入口处装设监控，禁止无关人员进出。评价范围内无自然保护区、风景名胜、饮用水源保护区、居民区及学校等其他环境敏感区。

1.2.3 选址合法性、合理性分析

(1) 土地利用总体规划符合性、区域规划符合性分析

本项目主体工程位于浙江省杭州市临安区锦南街道大塘路 53 号，用地性质为工业用地，符合土地利用要求，本次评价的 X 射线探伤项目建设地点为主体工程厂房内，不新增土地。另根据《临安市域总体规划（2007-2020）》中空间发展方向与策略，西部锦城片区发展策略与方向：向南拓展为主，适当向西、向东、向北延展，优化中部老城区发展。本项目主体工程行业类别属于橡胶和塑料制品业，属于该片区适度优化发展的技术产业，基本符合地方产业政策要求。

(2) 产业政策符合性分析

本项目主体工程属于橡胶和塑料制品业，已通过环评审批（批复号：临环审[2020]196 号），本次评价的探伤项目为主体工程的配套项目属于核技术利用建设项目，经对照查询国家发展和改革委员会发布的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，项目产品和生产规模均不在淘汰或限制发展之列，主要生产设备不在国家明令强制淘汰、禁止或限制使用之列；也不属于《浙江省淘汰落后生产能力指导目录（2012 年本）》和《杭州市产业发展导向目录与产业平台布局指引（2019 年本）》中淘汰的产业导向。因此，项目建设基本符合国家、浙江省及地方产业政策。

综上所述，本项目选址是合法、合理的。

1.2.4 与“三线一单”的符合性分析

(1) 与“生态保护红线”的符合性分析

本项目位于杭州市临安区锦南街道大塘路 53 号，根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案（发布稿）》及杭州市市辖区环境管控单元分类图（图 1-1），本工程未涉及其划定的生态保护红线优先保护区，本工程所在区域涉及生态管控区域类型为产业集聚区重点管控单元。因此，本项目的建设符合生态保护红线的要求。

(2) 与“环境质量底线”的符合性分析

①大气环境质量底线

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案（发布稿）》的要求，杭州市 2020 年大气环境质量底线目标为全市 PM_{2.5} 年均浓度达到 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下，空气质量优良天数比率达到省下达的目标，重度及以上污染天数比率比 2015 年下降 25%以上。

本项目利用已有厂房，施工期仅进行设备安装无需土建，对周围环境空气基本无影响。本项目营运期 X 射线实时成像检测系统在开机状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，经探伤铅房顶置轴流风机排风扇，排风口位于探伤铅房房顶（探伤铅房通风换气次数不低于 3 次/h），臭氧在环境中会自动分解，氮氧化物产额约为臭氧的 1/2，远低于无组织排放浓度限值，故有害气体对环境的影响较小。不会导致沿线大气环境质量下降。因此，本项目的建设符合大气环境质量底线的要求。

②水环境质量底线

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案（发布稿）》的要求，到 2020 年，县以上城市集中式饮用水源地水质达标率 100%；国家考核断面水质 I -III类的比例达到 92.3%以上，省控断面水质 I -III类的比例达到 90.6%。

本项目利用已有厂房，施工期仅进行设备安装无需土建，无施工废水排放；本项目营运期不产生废水，对地表水环境质量无影响。符合水环境质量底线的要求。

③土壤环境风险防控底线

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案（发布稿）》，到2020年，全市土壤环境质量总体保持稳定，农用地和建设用地土壤环境安全得到基本保障，土壤环境风险得到基本管控，受污染耕地安全利用率达到92%左右，污染地块安全利用率达到93%以上。

本工程对所不产生固体废物，因此基本不会对土壤产生影响，符合土壤环境风险防控底线。

（3）与“资源利用上线”的符合性分析

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案（发布稿）》及本工程的特点，本工程涉及到的资源利用类型有水资源及土壤资源。

本项目仅涉及设备安装无土建施工期，营运期无新增用水。

本项目为企业已有建设用房，不新增用地。

综上所述，本工程的建设符合资源利用上线的要求。

（4）与“环境准入清单”的符合性分析

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案（发布稿）》及杭州市市辖区环境管控单元分类图（图1-1），本工程未涉及其划定的生态保护红线优先保护区，本工程所在区域涉及生态管控区域类型为产业集聚区重点管控单元。

本项目主体工程属橡胶和塑料制品业项目，不属于《浙江省工业污染项目（产品、工艺）禁止和限制发展目录（第一批）》中规定的禁止类和限制类项目；本工程配套探伤项目属于核技术利用建设项目，本工程不涉及饮用水水源保护区，不属于二、三类工业企业类项目，项目不产生废水，不会对周围水环境造成影响；探伤过程产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，经探伤铅房顶置轴流风机排风扇处理后，臭氧量在环境中会自动分解，氮氧化物产额约为臭氧的1/2；故本项目产生的废气基本不会对周围大气环境造成影响。项目投运后，不排放有总量控制指标的污染物。并结合本工程所在环境管控单元的环境准入清单（见表1-1），可知本工程满足环境准入清单的要求。

表 1-1 本工程所在管控单元分类准入清单

环境管控单元		管控要求			
类型	区域	空间布局引导	污染物排放管控	环境风险防控	资源开发效率要求

重点管控单元	产业集聚区	根据产业集聚区块的功能定位,建立分区差别化的产业准入条件。严格控制重要水系源头地区和重要生态功能区三类工业项目准入。优化完善区域产业布局,合理规划布局三类工业项目,鼓励对三类工业项目进行淘汰和提升改造。合理规划居住区与工业功能区,在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。	严格实施污染物总量控制制度,根据区域环境质量改善目标,削减污染物排放总量。新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。加快落实污水处理厂建设及提升改造项目,推进工业园区(工业企业)“污水零直排区”建设,所有企业实现雨污分流。加强土壤和地下水污染防治与修复。	定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境健康风险。强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管,加强重点环境风险管控企业应急预案制定,建立常态化的企业隐患排查整治监管机制,加强风险防控体系建设。	推进工业集聚区生态化改造,强化企业清洁生产改造,推进节水型企业、节水型工业园区建设,落实煤炭消费减量替代要求,提高资源能源利用效率。
--------	-------	--	---	--	--

综上所述,本项目符合杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案要求。

1.3 原有核技术利用项目许可情况

企业原有辐射设备已取得《辐射安全许可证》(浙环辐证[A3277]),种类和范围:使用II类射线装置,有效期至2020年5月18日。

企业原有辐射设备环评履行情况及验收情况见表1-1。

表1-1 原运行射线装置

序号	名称	类别	数量	型号	工作场所	环评情况	验收情况
1	X射线实时成像检测系统	II	1	XYG-150-DW-D	厂区1楼探伤铅房	杭环辐评批[2014]4号	杭环辐验[2016]10号

企业因探伤铅房及配备的实时成像系统现需搬迁,因此原辐射许可证未进行续期,现已停止探伤工作,原辐射许可证已注销。根据国家相关的法规要求,企业该迁建项目应重新进行辐射环境影响评价。待本次环评审批通过后重新申报辐射许可证。

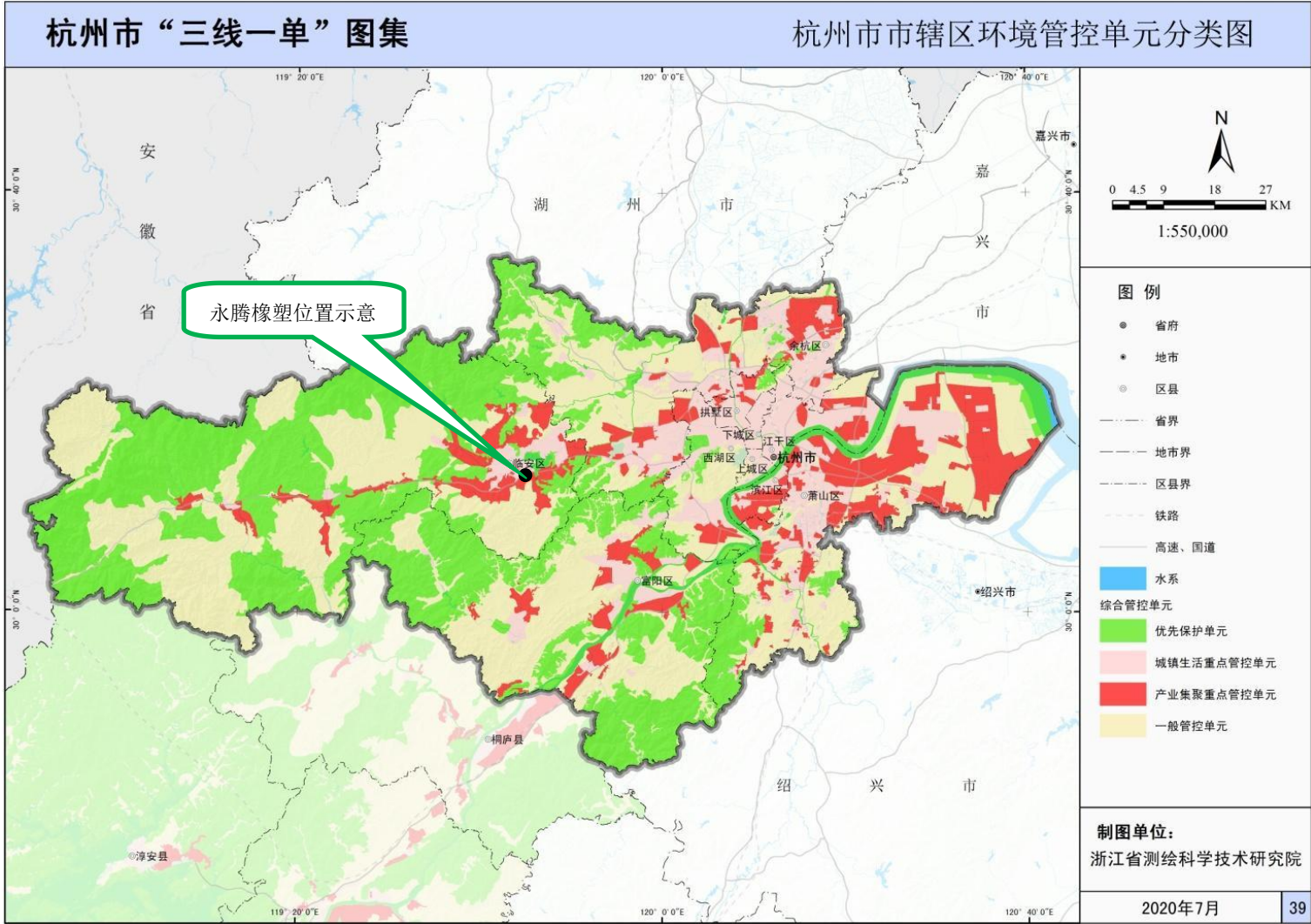


图 1-1 杭州市市辖区环境管控单元分类图

表 2 放射源

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

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)	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射线实时成像检测系统	II类	1	XYG-150-DW-D	150	2	工业探伤	探伤铅房	搬迁

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量为 kg。2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月；</p> <p>(2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月；</p> <p>(3) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 682 号，2017 年；</p> <p>(4) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部令 16 号，2021 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护部令 47 号，2017 年 12 月 20 日修改；《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》（生态环境部令 7 号），2019 年 8 月 22 日修改；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（第二次修正）》，国务院令 449 号，2019 年 3 月 2 日修正；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令 18 号，于 2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 浙江省环保厅关于发布《省环境保护行政主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2015 年本）》及《设区市环境保护行政主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单（2015 年本）》的通知，浙环发〔2015〕38 号，2015 年 9 月 23 日；</p> <p>(10) 《浙江省辐射环境管理办法》（2021 修正），省政府令 289 号，2021 年 2 月 10 日；</p> <p>(11) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》（2021 修正），浙江省人民政府令 364 号，2021 年 2 月 10 日起施行；</p> <p>(12) 《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 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日。</p>
------	--

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(3) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>(5) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；</p>
<p>其它</p>	<p>(1) 营业执照，见附件 1；</p> <p>(2) 原有探伤项目环评批复、验收及新厂建设项目环评批复，见附件 2；</p> <p>(3) 委托书，见附件 3；</p> <p>(4) 环境本底检测报告，见附件 4；</p> <p>(5) 历年人员辐射工作情况，见附件 5；</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目污染为能量流污染，根据能量流的传播与距离相关的特性，结合《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1—2016）的相关规定，本项目的的评价范围取探伤铅房屏蔽墙边界外 50m 的范围，见附图 3。

7.2 保护目标

环境保护目标为探伤铅房周围活动的辐射工作人员（现有 2 名辐射工作人员，迁建项目不新增辐射工作人员）以及公司内外的其它非辐射工作人员和公众成员。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

保护目标	类型	方位		最近距离	人数
辐射工作人员	职业	探伤装置北侧	操作位	紧邻	2 人
公众、非辐射工作人员	公众	探伤铅房四周	周边车间、仓库及通道	5-50m	若干
		南侧	杭州强韵建材有限公司	48m	/

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

①防护与安全的最优化

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

②辐射剂量约束值

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

B1 剂量限值（标准的附录 B）

第 B1.1.1.1 款，应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限

值:

a)由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均), 20mSv; 本项目取其四分之一即 5mSv 作为辐射剂量约束值。

第 B1.2 款, 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值:

a)年有效剂量, 1mSv; 本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为辐射剂量约束值。

(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤系统(以下简称 X 射线装置或探伤机)进行探伤的工作。

3.1 设备技术要求

3.1.2 控制台

3.1.2.1 应设置有 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。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口,当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压;已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 应设有钥匙开关,只有在打开控制台钥匙开关后,X 射线管才能出束;钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全,操作室应与探伤室分开并尽量避免开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区,与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.4 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 4.1.3；

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

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门(包括人员门和货物门)关闭后 X 射线系统才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

4.1.6 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。“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它报警信号有明显区别。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 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。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

4.1.11 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。

4.2 安全操作要求

4.2.1 探伤工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时剂量仪报警，探伤工作人员应立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

4.2.2 应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操

作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当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。

4.2.3 交接班或当班使用剂量仪前，应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

4.2.4 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。

4.2.5 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。

4.2.6 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大必须开门探伤，应遵循 5.1、5.3、5.4、5.5 的要求。

6 放射防护检测

6.2 X 射线探伤室的检测和检查

6.2.1.4 结果评价

X 射线探伤装置在额定工作条件下，探伤室周围辐射水平应符合 4.1.3 和 4.1.4 的要求。

6.2.2 探伤室的安全检查

对正在使用中的探伤室应检查探伤室防护门-机连锁装置，以及出束信号指示灯等安全措施，当同时使用多台探伤装置时，每台装置均应与防护门连锁。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需要考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个价值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

5.1 典型条件

探伤室探伤工作的典型条件如下：

- a) 探伤室外表面 30cm 外的剂量率控制值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。
- b) X 射线管电流 (I) 为 5mA，X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角 20° 。
- c) X 射线探伤机的泄漏辐射在距靶点 1m 处的剂量率，见表 1。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目建设地址位于浙江省杭州市临安区锦南街道大塘路 53 号，公司东侧、西侧、北侧三面环山，均为山坡，南侧为杭州强韵建材有限公司、杭州威宏能源科技有限公司及艾力昇能源有限公司，具体地理位置见附图 1，公司总平面布置见附图 2。

探伤铅房位于企业厂区东部检测室，检测室东侧为其他检验检测室，南侧为机加工车间，西侧、北侧均为厂房通道。本项目南侧 48m 处为杭州强韵建材有限公司的一个角落，周边环境示意图见附图 3。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位及结果

(1) 环境现状评价的对象

本项目辐射工作场所周围。

(2) 监测因子

γ 辐射剂量率

(3) 监测点位

监测点位布点详见图 8-1。

(4) 监测方案

- 1、监测单位：杭州旭辐检测技术有限公司
- 2、监测日期：2020 年 9 月 22 日
- 3、监测方式：现场检测
- 4、监测依据：环境地表 γ 辐射剂量率测定规范 GB/T 14583-1993
- 5、监测频次：依据 GB/T 14583-1993 标准予以确定
- 6、监测工况：辐射环境本底
- 7、天气环境条件：温度：21℃；相对湿度：57%；天气状况：阴。
- 8、监测设备

表 8-1 γ 辐射剂量当量率仪参数与规范

仪器名称	环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪
仪器型号	JC-5000
生产厂家	上海见驰辐射检测设备有限公司
能量响应	48KeV~3MeV $\leq\pm 30\%$ （相对于 ^{137}Cs ）

量程	1nGy/h~200uGy/h, 1nSv/h~200uSv/h
检定证书	上海市计量测试技术研究院 (检定证书编号: 2020H21-10-2449496001 号) 有效期: 2020 年 4 月 26 日-2021 年 4 月 25 日
检测规范	环境地表γ辐射剂量率测定规范 GB/T 14583-1993 电离辐射防护与辐射源安全基本标准 GB18871-2002

(5) 质量保证措施

- a 合理布设检测点位, 保证各检测点位布设的科学性和可比性。
- b 检测方法采用国家有关部门颁布的标准, 检测人员经考核并持有合格证书上岗。
- c 检测仪器每年定期经有相应资质的计量部门检定, 并在有效期使用期内。
- d 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常, 确保仪器正常后方可进行监测。
- e 检测人员经过省级培训机构的监测技术培训, 并经考核合格, 做到持证上岗。
- f 检测人员按操作规程操作仪器, 测量方法选用质量手册有关本次检测项目的检测实施细则, 并做好记录。
- g 检测单位已通过了浙江省质量技术监督局计量认证。

(6) 监测结果

本项目辐射工作场所周围的γ辐射剂量率背景水平检测结果见表 8-2 (环境本底检测报告见附件 4)。

表 8-2 本项目辐射工作场所周围的γ辐射剂量率检测结果

检测点位	检测点位描述	辐射剂量率 (nGy/h)	
		平均值	标准差
▲1	探伤铅房拟建址中央	60.42	1.94
▲2	探伤铅房拟建址东侧	71.13	1.98
▲3	探伤铅房拟建址南侧	80.24	2.51
▲4	探伤铅房拟建址西侧	67.20	2.02
▲5	探伤铅房拟建址北侧	79.08	2.56

注: 检测结果未扣除宇宙射线的响应。

8.3 环境现状调查结果的评价

由表 8-2 的检测结果可知,本项目迁建探伤铅房周围各现状检测点位的 γ 辐射剂量率在 60.42~80.24 nGy/h 之间,由《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知,杭州市建筑物室内 γ 辐射剂量率在 56~443nGy/h 之间,该项目建设地址 γ 辐射本底水平未见异常。



图 8-1 现场检测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 探伤机的特点及作业方式

该公司 X 射线实时成像装置项目主要用于所生产的橡胶制品、塑胶制品无损探伤检测工作。公司预计年工作 100d，每天开机探伤 1h。探伤工件为尺寸不大于 230×160×150mm 的塑胶构件。

9.1.2 工作原理

X 射线实时成像检测系统是新一代的无损检测设备，以实时成像的技术，取代传统的拍片方式。通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检物体后衰减，由图像增强器接收并转换成数字信号，利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术，将检测图像直接显示在显示器屏幕上，可显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，按照有关标准对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到无损检测的目的。

X 射线实时成像检测系统由铅房、控制器、高压发生器、X 射线管、图像增强器、高压电缆、机械传动装置、冷却器及工业电视等组成。X 射线管主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难融金属（如钨、铂、金、钽等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构图见图 9-1。

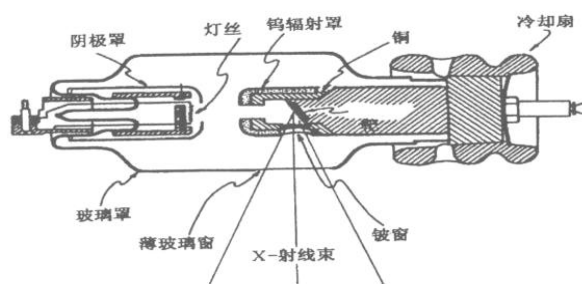


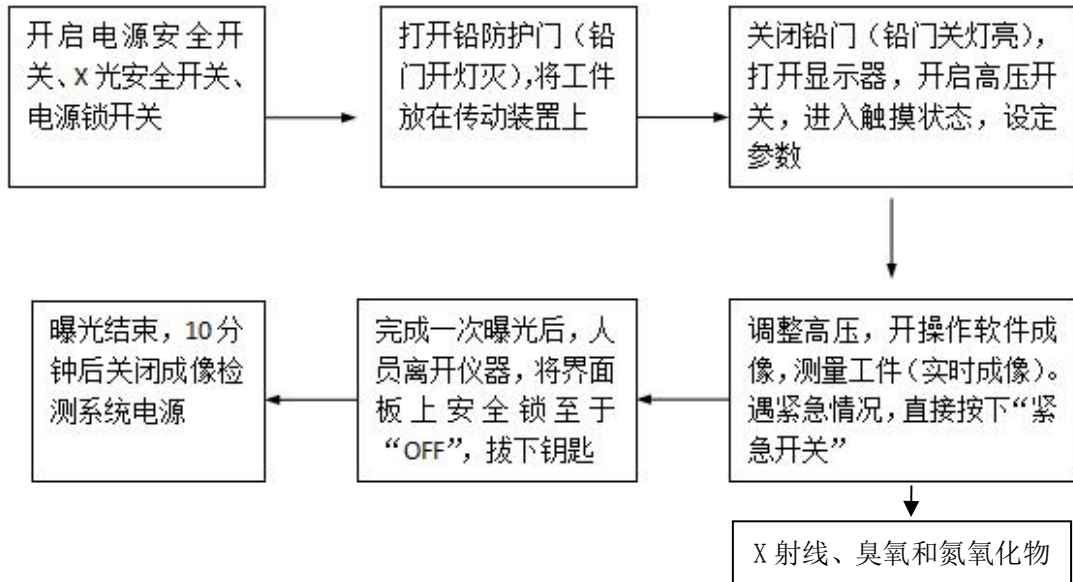
图 9-1 典型的 X 射线管结构图

9.1.3 探伤过程

被检测的工件，经人工放入铅房，开动 X 射线机，X 光管开始发出射线，管道向内移动。X 射线穿透工件投射到有与其对应的图像接受系统上，同时在图像增强器的

输入屏上产生可见的 X 射线荧光图像，摄像系统将其传输到显示器上，操作人员在显示器上观察到工件的 X 射线图像。

9.1.4 探伤工艺流程图及产污位置图



9.2 污染源项描述

9.2.1 X 射线

本项目 X 射线实时成像检测系统为 II 类射线装置，由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

9.2.2 废气

X 射线实时成像检测系统在开机状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，臭氧产额约 0.0281mg/h，排放浓度 $4.36 \times 10^{-3} \text{mg/m}^3$ ，经探伤铅房顶置轴流风机排风扇，排风口位于探伤铅房房顶（探伤铅房通风换气次数不低于 3 次/h），并接排风管引出至室外，探伤铅房内臭氧通过排风系统排出后会在 50 分钟内自动分解；氮氧化物产额约为臭氧的 1/2，约为 0.014mg/h，年产生量为 2.8mg。

9.2.3 废水

本项目不产生废水。

9.2.4 固体废物

本项目不产生固废。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 X 射线探伤铅房概况

根据建设单位提供的探伤铅房设计资料可知，本项目搬迁一间探伤铅房，探伤铅房采用整体式铅房设计，净高度 2.1m，有效使用面积为 $1.7\text{m}\times 1.5\text{m}=2.55\text{m}^2$ 。探伤铅房设有顶置轴流风机排风扇一套，排风口位于探伤铅房房顶，每小时通风换气次数不小于 3 次，满足通风需求。工件进出门设置门机联锁装置。当门体为关闭时探伤机无法送高压（即无射线释放），当门体被意外打开时，自动断开探伤机高压（即切断射线释放），铅房外部配备 1 套声光报警器及当心电离辐射警示标志。探伤铅房平面布置见图 10-1，各侧墙体、防护门的设置及屏蔽情况见表 10-1。图中监督区用黄色标出，控制区用红色标出。项目总平面图见附图 2。

表 10-1 探伤铅房设计屏蔽情况一览表

项目	内容
四侧墙体	四侧为 8mm 铅板
顶部墙体	8mm 铅板
工件门	推移门 $0.88\text{m}\times 1.68\text{m}$ ，敷设 8mm 厚铅板，门洞尺寸 $0.7\text{m}\times 1.5\text{m}$
排风系统	顶置轴流风机排风扇一套，铅房顶部安装防护铅罩。
穿线孔	铅房穿线孔设置铅防护罩

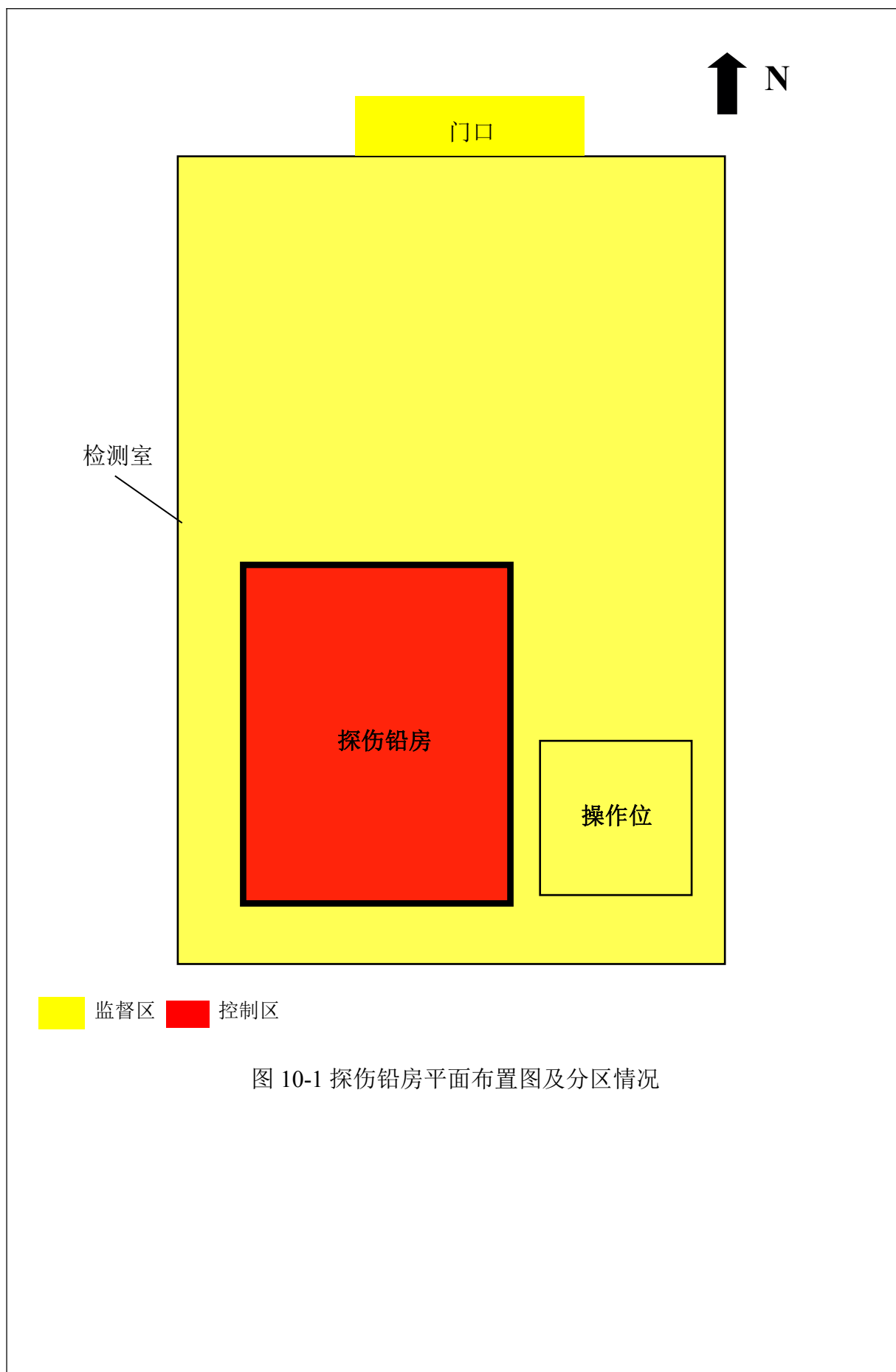


图 10-1 探伤铅房平面布置图及分区情况

10.1.3 污染防治措施

(1) 对探伤工作场所实行分区管理。将探伤铅房墙壁围成的内部区域划为控制区，将整个检测室及门外 1m 处区域划为监督区。

(2) 探伤铅房应安装门-机联锁装置，只有在门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。

(3) 照射状态指示装置应与 X 射线探伤机联锁。

(4) 探伤铅房防护门上应有电离辐射警告标志和中文警示说明。

(5) 探伤铅房内应安装紧急停机按钮，并明显标识。

(6) 探伤铅房内应设置机械通风装置，每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

(7) 探伤铅房外 1m 处应划黄色警戒线，告诫无关人员不得靠近。

(8) 检测室入口处装设声光警报器，射线设备工作时打开，不工作时关闭。

(9) 在检测室入口处装设监控，实时监控，禁止无关人员进出。

(10) 探伤铅房穿线孔设置铅防护罩。

(11) 建设单位须给每个辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪。

(12) 探伤机应有固定存放场所，并且要有防盗措施。

10.2 三废的治理

本项目采用实时成像检测系统，无需洗片，因此不产生废水及危废。

在 X 射线实时成像检测系统开机状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。因此探伤铅房设有顶置轴流风机排风扇一套，排风口位于探伤铅房房顶，并接排风管引出至室外，每小时通风换气次数不小于 3 次/h，以降低室内臭氧和氮氧化物的浓度。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

由于实时成像检测系统只有在无损检测过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开、关而产生和消失的。在实时成像检测系统搬迁安装过程中，其未通电运行，故不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目通过理论计算的评价方法来预测本项目建成投入使用后的辐射环境影响。

11.2.1 室内探伤项目

探伤铅房内 X 射线探伤机的对环境的影响分析采用理论计算。

11.2.1.1 理论计算

(1) 计算公式及参数选取

为评价迁建探伤铅房的辐射屏蔽设计方案，采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中关于探伤铅房辐射屏蔽的估算方法。

本项目所使用设备为 XYG-150-DW-D 型实时成像检测系统，为定向机，主射方向可以是四侧墙体，因此本次估算将探伤铅房的四侧墙体及防护门均以有用线束照射的主射面进行预测，顶棚以泄漏辐射和散射辐射（非有用线束）进行估算，探伤铅房地下无建筑，因此不对地面进行屏蔽计算。

根据建设单位提供的资料，本项目仅 1 套实时成像检测系统，本项目探伤机最大 X 射线能量为 150kV，最大管电流为 2mA。

(2) 有用线束的屏蔽估算

关注点的剂量率 \dot{H} （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（11-1）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-1)$$

式中：

I: X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

H₀: 距辐射源点（靶点）1m 处输出量，以 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2 / (\text{mA}\cdot\text{h})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，

本评价保守取值，选取 150kV 管电压对应的输出量 $18.3\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ；

B: 屏蔽透射因子（根据给定的屏蔽物质厚度，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中附录图 B.1 和图 B.2 曲线所查出，本评价保守取值，选取 150KV 管电压对应的屏蔽透射因子）；

R: 辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m。

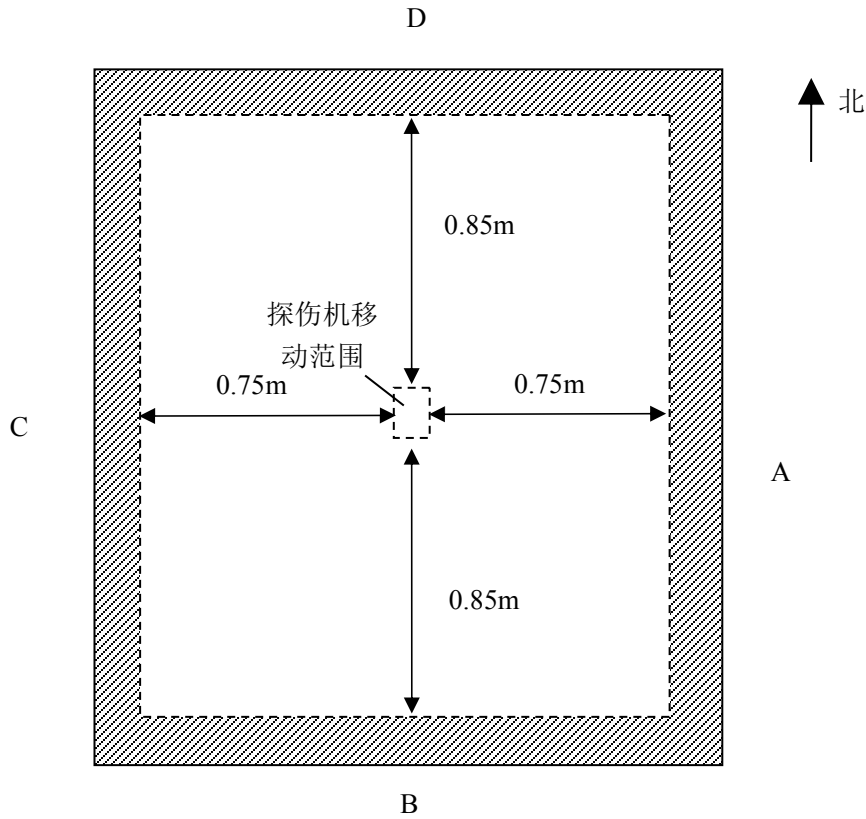


图 11-1 关注点位置平面图

本项目探伤铅房长、宽分别为 1.7m 和 1.5m，以辐射原点（靶点）位于探伤铅房内部尺寸（长、宽）二分之一位置处，有用线束分别直射水平方向各面屏蔽墙体，计算各面屏蔽墙（防护门）外 30cm 关注点的辐射剂量率水平，相关计算参数及计算结果见表 11-1。

表 11-1 探伤铅房主射线屏蔽墙外环境辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	I mA	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	R m	X mm	B	H $\mu\text{Sv/h}$
A	2	1.10×10^6	1.06	8（铅）	1×10^{-6}	1.96
B	2	1.10×10^6	1.16	8（铅）	1×10^{-6}	1.63
C	2	1.10×10^6	1.06	8（铅）	1×10^{-6}	1.96

D	2	1.10×10 ⁶	1.16	8 (铅)	1×10 ⁻⁶	1.63
---	---	----------------------	------	-------	--------------------	------

在 X 射线探伤机正常工作下，探伤铅房主射方向的辐射剂量率贡献值最大为 1.96μSv/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h。

(3) 泄漏辐射和散射辐射屏蔽估算

对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下面公式（11-2）计算，

$$B = 10^{-X/TVL} \dots\dots\dots (11-2)$$

式中：

X：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位，本项目取值：铅 8mm；

TVL：什值层厚度，本项目取值：铅 0.96mm。

①泄漏辐射屏蔽的估算方法如下：

泄漏辐射在关注点的剂量率 \dot{H} ，单位为 μSv/h 可按下面公式（11-3）计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中：

B：屏蔽透射因子；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m；

\dot{H}_L ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 μSv/h，取值见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，本项目取值 2.5×10³。

根据公式（11-2）、（11-3）计算铅房南墙、北墙、防护门、顶棚外 30cm 处关注点泄漏辐射剂量率水平，相关计算参数及计算结果见表 11-2。

表 11-2 顶棚外泄漏辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	\dot{H}_L μSv/h	R m	X mm	B	TVL mm	H μSv/h
E (顶棚)	2.5×10 ³	1.1	8 (铅)	4.67×10 ⁻⁹	0.96 (铅)	9.65×10 ⁻⁶

②散射辐射屏蔽的估算方法如下：

对于给定屏蔽物质厚度 X，按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表 2 并查附录 B 表 B.1 确定相应的辐射屏蔽透射因子 B，确定 90°散射辐射的 TVL，关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按公式（11-4）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2} \dots\dots\dots (11-4)$$

式中：

- I: X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；
- H₀: 距辐射源点（靶点）1m 处输出量，以 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ；
- B: 屏蔽透射因子；
- F: R₀ 处的辐射野面积，单位为平方米（m²）；
- a: 散射因子；
- R₀: 辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；
- R: 散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

根据公式（11-4）计算铅房南墙、北墙、防护门、顶棚外 30cm 处关注点散射辐射剂量率水平，相关计算参数及计算结果见表 11-3。

表 11-3 顶棚外散射辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	I mA	H ₀ $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$	R m	X mm	TVL mm	$\frac{F \cdot a}{R_0^2}$	\dot{H} $\mu\text{Sv/h}$
E（顶棚）	2	1.10×10^6	1.1	8（铅）	0.96（铅）	1/60	0.03

从理论预测数据可见，在 X 射线探伤机正常工作状态下，顶棚上方 30cm 处的泄漏辐射剂量率贡献值约为 $9.65 \times 10^{-6} \mu\text{Sv/h}$ ，散射剂量率贡献值约为 $0.03 \mu\text{Sv/h}$ ，如果将泄漏辐射和散射辐射的剂量率贡献值叠加，则总辐射剂量率约为 $0.03 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定的探伤铅房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。

（4）探伤铅房外有关人员辐射年有效剂量估算

①居留因子的选取

不同场所与环境条件下的居留因子取值见表 11-4。

表 11-4 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 T	停留位置
全居留	1	操作位
部分居留	1/2~1/5	走廊、仓库
偶然居留	1/8~1/40	内部道路、顶部

②剂量估算

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

$$H_{Er} = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-6} (mSv/a) \dots\dots\dots (10-5)$$

其中：H_{Er}: X 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a;

D_r: X 射线空气吸收剂量率，nGy/h。

t: X 射线照射时间，h/a;

0.7: 剂量换算系数，Sv/Gy。

根据建设单位提供的资料，该建设单位实际每天开机曝光时间为 60min，每周工作 2 天，年工作 50 周。为保守计算，以 1 名探伤操作人员完成所有探伤工作进行计算，可计算出平均每年开机探伤的累积时间为：60/60×2×50=100h/a。

由前面预测计算出各关注点的辐射剂量率贡献值和探伤机的出束年累积时间，并考虑相关的居留因子计算了工作人员和公众的年剂量，其中具体见表 11-5。

表 11-5 探伤机运行时探伤铅房周围工作人员和公众的年剂量估算值

关注点	剂量值 μSv/h	居留因子 T	探伤机工作时间 t	年剂量估算值 mSv/a	类型
A	1.96	1/8	100	0.196	公众
B	1.63	1/8	100	0.163	公众
C	1.96	1/8	100	0.196	公众
D（操作位）	1.63	1	100	0.163	辐射工作人员
E（顶棚）	0.03	1/40	100	0.003	公众

由表 11-5 可知，辐射工作人员最大可能年照射剂量为 0.163mSv/a，公众最大可能年照射剂量为 0.196mSv/a，根据位于探伤铅房南侧公众所受的年照射剂量可推算位于探伤铅房南侧 48 米距离的其他企业办公楼内工作人员的年照射剂量将小于 0.163mSv/a，均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871- 2002）中相应“管理限值”的要求和本次评价照射管理限值（工作人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a）要求。

11.2.1.2 类比分析

因本项目为迁建工程，为更好了解项目对周围的辐射影响，本次评价以原项目验收时的检测数据作为类比对象，预测搬迁后探伤室的辐射环境影响。

(1) 类比监测

因本项目原有探伤室已验收，本项目类比对象选取原项目验收报告中的检测数据进行类比分析。与本项目的可比性分析详见表 11-6。

表 11-6 类比情况一览表

	类比项目	本项目
设备名称	X 射线实时成像检测装置	X 射线实时成像检测装置
最大管电压、管电流	150kV, 2mA	150kV, 2mA
方向	定向	定向
四侧墙体屏蔽厚度	四侧为 8mm 铅板	四侧为 8mm 铅板
铅房面积	1.7m×1.5m	1.7m×1.5m
铅房高度	2.1m	2.1m

本迁建项目的探伤设备即原有探伤设备搬迁，由表 11-6 的类比情况一览表可知，本项目和类比项目有很好的可比性，因此可用现有的 1 台 X 射线实时成像检测装置的使用情况说明本项目建成后工业 X 射线实时成像检测装置对周围环境的辐射影响。类比项目检测结果见表 11-7，检测点位示意图见图 11-2。

检测情况说明

开机检测状态：X 射线实时成像检测装置以 115kV 电压，1.6mA 电流朝铅房中央水平向西曝光。

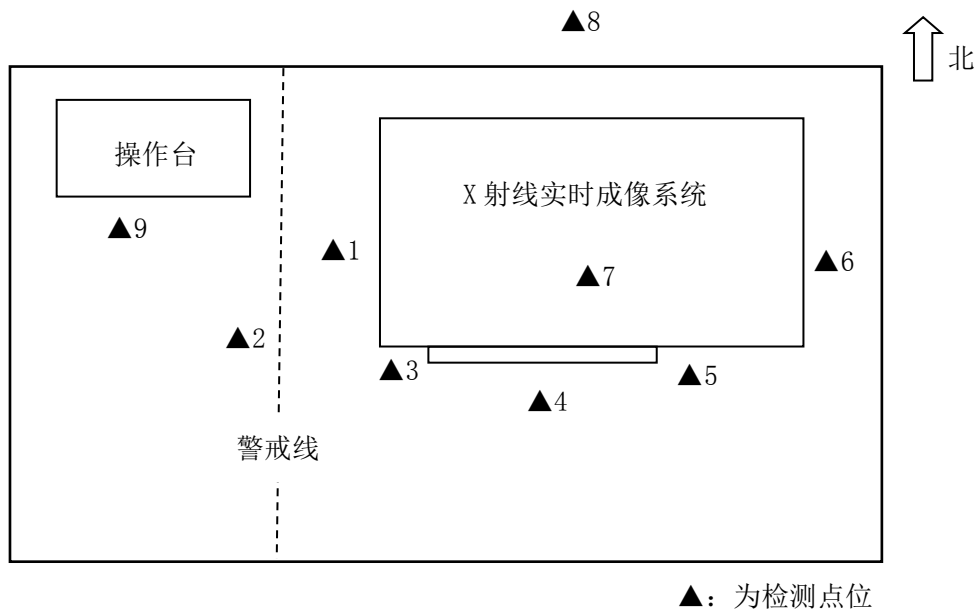


图 11-2 X 射线实时成像检测装置现状监测点位示意图

表 11-6 X 射线实时成像检测装置周围 X-γ剂量率检测结果

检测点位号	点位描述	状态	检测结果 (nSv/h)	
			平均值	标准差
▲ 1	东侧面	开机	116	5
▲ 2	东侧警戒线	开机	190	4
▲ 3	工件门东侧门缝	开机	333	7
▲ 4	工件门中央	开机	124	3
▲ 5	工件门西侧门缝	开机	102	4
▲ 6	西侧面	开机	138	1
▲ 7	上表面	开机	129	2
▲ 8	南侧房间外	开机	158	13
▲ 9	人员工作位	开机	82	3

*检测结果未扣除宇宙射线的响应。

由表 11-6 的类比检测结果可知：X 射线实时成像检测装置在正常工况检测作业时，其周围各检测点位的 X-γ辐射剂量率在 82~333nSv/h，即 0.08~0.33μSv/h 之间。并且在一般情况下 X 射线外照射所产生的直接照射剂量与距离的平方成反比，因此，本项目 X 射线实时成像检测装置开机剂量率符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》GBZ117-2015 中“探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5μGy/h”的要求。

(2) 预测分析

通过对原有的 1 台 X 射线实时成像检测装置的使用情况的现场检测结果，可知迁建后实时成像检测装置屏蔽铅房的防护能力能满足 X 射线实时成像检测装置正常工况检测作业时的防护要求，其对屏蔽铅房周围的辐射影响符合环境保护的要求。

11.3 臭氧及氮氧化物环境影响分析

(1) 臭氧产额

参考（中华放射医学与防护杂志 Vol14, 2, P101~P103, 1994），依照下式计算 X 射线束所致臭氧的产额：

①有用线束的臭氧产额

$$P=2.43 D_0 (1-\cos\theta) RG \dots\dots\dots (11-6)$$

式中：

P 为臭氧产额，mg/h；

D₀ 为辐射有用束在距靶 1m 处的输出量，参考 GBZ/T250-2014，D₀ =0.0183 Sv·m²/(mA·min)；

R 为靶到屏蔽物（墙）的距离，m，本项目 R_{max}=0.85m；

G 为空气吸收 100eV 辐射能量产生的臭氧分子数（G=10）；

θ 为有用束的半张角，本项目 θ=22.5°。

经计算，本项目有用 X 射束的臭氧产额为 0.027mg/h。

②泄漏辐射的臭氧产额

将泄漏辐射看为 4π 方向均匀分布的点源（包括有用束区限定的空间区），并考虑机房壁的散射线使室内的臭氧产额增加 10%，臭氧的产额 P（mg/h）为：

$$P=3.32\times 10^{-3} D_0 GV^{1/3} \dots\dots\dots (11-7)$$

式中：

V 为探伤铅房的体积，m³，本项目 V=5.355m³；其余符号同（11-6）。

经计算，本项目泄漏辐射的臭氧产额为 0.0011mg/h。

故探伤铅房内臭氧总产额为 0.027mg/h +0.0011mg/h=0.0281mg/h。

（2）臭氧浓度

设：臭氧的有效分解时间为 t_d（常取为 0.83h），机房通风换气周期为 3 次/h，平均每次换气需通风 t_v 小时（h）。机房最高饱和臭氧浓度（mg/h）为：

$$Q=\frac{P}{V}\times T \dots\dots\dots (11-8)$$

式中：

V 为探伤铅房的体积，m³；

T 为臭氧的有效清除时间，T=t_v×t_d /（t_v+t_d），h。

假设没有通风（此时室内浓度最高）：当 T= t_d=0.83h，V=5.355m³ 时，Q=4.36×10⁻³mg/m³，此值远低于《工作场所中有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2007）中规定的臭氧的最高允许浓度 0.3mg/m³ 的限值要求。探伤铅房内臭氧通过排风系统排出后会在 50 分钟内自动分解，因此臭氧对周围大气

环境的影响是可以接受的。

(3) 氮氧化物分析

在多种氮氧化物中，以 NO₂ 为主，其产额约为臭氧的一半，约为 0.014mg/h，年产生量为 2.8mg。故工本项目产生的 NO₂ 室内浓度也能满足《工作场所中有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2007）中规定的 NO₂ 最高允许浓度 5mg/m³ 的限值要求。因此，氮氧化物对大气环境影响是可以接受的。

综上所述，探伤铅房利用通风管机械排风，将臭氧和氮氧化物排出探伤铅房外，不会对工作人员和公众成员产生影响；臭氧及氮氧化物浓度较低，对周围的大气环境影响较小。

11.4 水环境影响分析

本项目不产生废水。

11.5 事故影响分析

该项目使用的射线装置属 II 类射线装置，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

1. 实时成像检测系统在对工件进行成像的工况下，门-机联锁失效，至使铅防护门未完全关闭，X 射线泄漏到探伤铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；或工作人员误入探伤铅房，使其受到额外的照射。

2. 人为故意引起的辐射照射。

为了杜绝事故发生，建设单位必须进行门机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。

发生上述辐射事故时，现场操作人员或工作人员首先须立即切断电源，同时事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，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。如发生射线装置被盗的事故，则还须向公安部门报告。

11.5 事故预防措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，环评要求建设方严格执行以下风险预防措施：

(1) 定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进

行整改，避免事故的发生；

(2) 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，建设单位目前已制定《放射防护安全管理机构及职责》、《辐射工作人员岗位职责》、《X 射线探伤机使用登记制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《自行检查及设备维修、维护制度》、《X 射线探伤机操作规程》、《辐射安全防护管理工作制度》、《事故应急预案》、《安全培训制度》、《监测方案》。

根据环保要求，企业还需制定《辐射防护年度评估制度》、《使用场所安全措施》。凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

(3) 每月检查曝光室的门机联锁装置和门灯联锁装置，确保在防护铅门关闭后，X 射线探伤机才能进行照射；

(4) 每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

(5) 建设单位已有 2 名辐射工作人员，已参加辐射安全与防护培训，并已取得合格证书，待领取新辐射许可证后可持证上岗。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 机构的设置、人员配备及职能

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及环境保护主管部门的要求，使用 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。该单位已制定的《放射防护安全管理机构及职责》内容包括：

①该单位已确定本单位辐射工作安全责任人，设置以行政主管领导为组长的辐射防护领导机构，并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作。

②辐射防护领导机构已规定成员的职责，做到分工明确、职责分明。

③辐射防护领导机构应加强监督管理，切实保证各项规章制度的实施。

12.1.2 辐射工作人员管理

(1) 辐射工作人员培训

该单位原有从事辐射操作的 2 名工作人员已参加辐射安全和防护知识培训，经考核合格并已取得相应资格上岗证，待企业领取新辐射许可证后可上岗。本项目辐射业务不大，年工作时间约 100h，年工作天数约 100d，每天开机 1h。因此 2 名辐射工作人员能满足辐射工作需要。迁建项目不新增辐射工作人员。

(2) 个人剂量监测

该单位原有的 2 名辐射工作人员已配备个人剂量计，个人剂量计每 1 个月到有资质的单位检测一次，并已建立个人剂量档案：个人剂量档案应保存至辐射工作人员年满 75 周岁或停止辐射工作满 30 年。

(3) 职业健康检查

该单位 2 名辐射工作人员已到有资质的医院进行上岗前体检，已建立个人健康档案。在本单位从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也要进行放射性职业健康体检。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放

放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。企业目前已按要求设立了上述各项制度并已上墙，要求搬迁后将各类制度按要求贴于新厂房内，并按制度做好管理工作。

12.3 辐射监测

（一）年度监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，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，可以委托有资质的环境监测机构进行监测。建设单位应制定检测计划，检测数据每年年底向当地生态环境局上报备案，具体内容为：

（1）检测项目：X- γ 辐射剂量率。

（2）检测频度：每年常规检测一次。

（3）检测范围：探伤铅房屏蔽墙外、防护门及缝隙处、工作人员操作位、电缆孔及排风口等。

（4）检测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

（二）个人剂量监测

建设单位辐射工作人员应佩戴个人剂量计，须每三个月送有资质的单位检测一次，并建立完整的个人剂量档案。

12.4 辐射事故应急

为有效预防和及时控制突发放射性事故，规范放射工作防护管理和突发放射性事故的应急处置工作，提高应对辐射事故的能力，切实保障工作人员及公众的生命安全，根据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》（国务院第 449 号令）、其它有关法律、法规的规定和职能管理部门要求，企业必须结合自身实际，建立《辐射事故应急预案》。

对突发放射性事故，企业应坚持以预防为主、防治结合、严格管理、安全第一的方针，建立和加强相应的监测、应急制度，做到及时发现、及时报告、快速反应、及时控制。同时要不断完善应急反应机制，增强应急处理能力，实现应急工作的科学化、规范化。

（一）组织机构及职责

①由辐射防护领导机构全面负责辐射事故的应急处理，保障事故处理的有效性、快捷性。

②由总经理或行政主管领导担任总指挥。其职责：听取事故情况汇报，并组织放射防护安全管理领导小组会议，制定处理方案，并及时向生态环境部门、卫生部门和公安部门报告。

③辐射防护领导机构其它成员在总指挥的统一领导下，开展事故现场救援、调查处理和善后处理工作。

（二）应急处置程序

①发生放射性事故时，现场工作人员应立即采取切断射线装置电源、并报告公司领导。

②公司领导接到报告必须立即赶往现场，并采取封闭现场等有效措施，防止事故的进一步扩大和蔓延，2小时内填写辐射事故初始报告表，明确事故类型（丢失、被盗、误照射等），并根据事故类型及时（两小时内）向当地生态环境、卫生、公安等职能部门报告。

③生态环境部门、卫生部门、公安部门接到辐射事故报告后立即赶赴现场，进行处理，建设单位应积极配合，做好相关工作。

④事故发生后，建设单位应认真配合生态环境部门进行调查。

（三）还需包括辐射事故调查、报告和处理程序及人员和联系方式。

表 13 结论与建议

13.1 实践的正当性

杭州永腾橡塑实业有限公司因企业业务发展需要，建设单位拟在浙江省杭州市临安区锦南街道大塘路 53 号迁建一间探伤铅房及 1 套 XYG-150-DW-D 型 X 射线实时成像装置（实时成像，最大管电压 150kV，最大管电流 2mA）。该公司 X 射线实时成像装置项目主要用于所生产的橡胶制品、塑胶制品无损探伤检测工作。其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的剂量符合标准中关于“剂量限值”的要求。因而，该单位使用探伤机符合辐射防护“正当实践”原则。

13.2 选址合法性、合理性分析

（1）土地利用总体规划符合性、区域规划符合性分析

本项目主体工程位于浙江省杭州市临安区锦南街道大塘路 53 号，用地性质为工业用地，符合土地利用要求，本次评价的 X 射线探伤项目建设地点为主体工程厂房内，不新增土地。另根据《临安市域总体规划（2007-2020）》中空间发展方向与策略，西部锦城片区发展策略与方向：向南拓展为主，适当向西、向东、向北延展，优化中部老城区发展。本项目主体工程行业类别属于橡胶和塑料制品业，属于该片区适度优化发展的技术产业，基本符合地方产业政策要求。

（2）产业政策符合性分析

本项目主体工程属于橡胶和塑料制品业，已通过环评审批（批复号：临环审[2020]196 号），本项目配套探伤项目属于核技术利用建设项目，经对照查询国家发展和改革委员会发布的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，项目产品和生产规模均不在淘汰或限制发展之列，主要生产设备不在国家明令强制淘汰、禁止或限制使用之列；也不属于《浙江省淘汰落后生产能力指导目录（2012 年本）》和《杭州市产业发展导向目录与产业平台布局指引（2019 年本）》中淘汰的产业导向。因此，项目建设基本符合国家、浙江省及地方产业政策。

综上所述，本项目选址是合法、合理的。

13.3 与“三线一单”的符合性分析

（1）与“生态保护红线”的符合性分析

本项目位于杭州市临安区锦南街道大塘路 53 号，根据《杭州市“三线一单”

生态环境分区管控方案（发布稿）》及杭州市市辖区环境管控单元分类图（图 1-1），本工程未涉及其划定的生态保护红线优先保护区，本工程所在区域涉及生态管控区域类型为产业集聚区重点管控单元。因此，本项目的建设符合生态保护红线的要求。

（2）与“环境质量底线”的符合性分析

①大气环境质量底线

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案（发布稿）》的要求，杭州市 2020 年大气环境质量底线目标为全市 PM_{2.5} 年均浓度达到 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下，空气质量优良天数比率达到省下达的目标，重度及以上污染天数比率比 2015 年下降 25%以上。

本项目利用已有厂房，施工期仅进行设备安装无需土建，对周围环境空气基本无影响。本项目营运期 X 射线实时成像检测系统在开机状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，经探伤铅房顶置轴流风机排风扇，排风口位于探伤铅房房顶（探伤铅房通风换气次数不低于 3 次/h），臭氧量在环境中会自动分解，氮氧化物产额约为臭氧的 1/2，远低于无组织排放浓度限值，故有害气体对环境的影响较小。不会导致沿线大气环境质量下降。因此，本项目的建设符合大气环境质量底线的要求。

②水环境质量底线

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案（发布稿）》的要求，到 2020 年，县以上城市集中式饮用水源地水质达标率 100%；国家考核断面水质 I -III类的比例达到 92.3%以上，省控断面水质 I -III类的比例达到 90.6%。

本项目利用已有厂房，施工期仅进行设备安装无需土建，无施工废水排放；营运期不产生废水，对地表水环境质量无影响。符合水环境质量底线的要求。

③土壤环境风险防控底线

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案（发布稿）》，到 2020 年，全市土壤环境质量总体保持稳定，农用地和建设用地土壤环境安全得到基本保障，土壤环境风险得到基本管控，受污染耕地安全利用率达到 92%左右，污染地块安全利用率达到 93%以上。

本工程不产生固体废物，因此基本不会对土壤产生影响，符合土壤环境风险防控底线。

(3) 与“资源利用上线”的符合性分析

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案（发布稿）》及本工程的特点，本工程涉及到的资源利用类型有水资源及土壤资源。

本项目仅涉及设备安装无土建施工期，营运期不新增用水。

本项目为企业已有建设用房，不新增用地。

综上所述，本工程的建设符合资源利用上线的要求。

(4) 与“环境准入清单”的符合性分析

根据《杭州市“三线一单”生态环境分区管控方案（发布稿）》及杭州市市辖区环境管控单元分类图（图 1-1），本工程未涉及其划定的生态保护红线优先保护区，本工程所在区域涉及生态管控区域类型为产业集聚区重点管控单元。

本项目主体工程属橡胶和塑料制品业项目，不属于《浙江省工业污染项目（产品、工艺）禁止和限制发展目录（第一批）》中规定的禁止类和限制类项目；本工程配套探伤项目属于核技术利用建设项目，本工程不涉及饮用水水源保护区，不属于二、三类工业企业类项目，项目不产生生产废水，不会对周围水环境造成影响；探伤过程产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，经探伤铅房顶置轴流风机排风扇处理后，臭氧量在环境中会自动分解，氮氧化物产额约为臭氧的 1/2，远低于无组织排放浓度限值，故有害气体对环境影响较小，不会对周围大气环境造成影响。项目投运后，不排放有总量控制指标的污染物。并结合本工程所在环境管控单元的环境准入清单（见表 1-1），可知本工程满足环境准入清单的要求。

13.4 达标排放符合性

在落实报告中提出的各项污染防治措施后，本项目运行对周围环境产生的辐射影响可以满足环境保护的要求。项目运行产生的少量臭氧及氮氧化物室内浓度较小；经排风系统排入大气后，臭氧会自动分解，故臭氧及氮氧化物对大气环境的影响较小。

13.5 辐射安全防护措施

本项目探伤铅房四侧墙体为 8mm 铅板；顶层为 8mm 铅板；工件门为 8mm 铅板。由理论计算可知，屏蔽墙、顶棚、防护门等屏蔽厚度能够满足辐射防护要求。

本项目探伤铅房设置门机联锁、门灯联锁、急停装置等辐射安全保护装置，

并已为辐射工作人员配备个人剂量计和射线剂量报警仪，计划为工作场所检测配备便携式辐射仪等。以上安全设施能够满足辐射安全防护的要求。

13.6 辐射环境管理制度

该单位在从事辐射操作前，已设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，并制订《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》、《使用登记制度》、《人员培训计划》、《监测方案》、《辐射事故应急方案》等规章制度。

13.7 安全培训及健康管理

建设单位已有 2 名经培训考核合格并取得相应资格上岗证的辐射工作人员，已配备个人剂量计，每 3 个月检测一次，已建立个人剂量档案。辐射工作人员上岗前已进行体检，并每两年进行一次职业健康检查，已建立个人健康档案。在本公司从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也要进行放射性职业健康体检。

13.8 环境影响分析结论

本项目辐射工作人员和公众人员所受辐射年有效剂量均低于本评价提出的 5.0mSv/a 和 0.25mSv/a 的年管理剂量约束值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量管理限值”的要求。

13.9 结论

综上所述，杭州永腾橡塑实业有限公司开展 X 射线实时成像检测系统（迁建）项目，在落实本报告提出的所有污染防治措施和辐射管理基础上，将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施；其运行对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求，该公司基本具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设运行是可行的。

13.10 建议和承诺

13.10.1 建议

建设单位应加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。

13.10.2 承诺

(1) 承诺按照相关法律法规要求严格履行环评制度、环保验收制度、辐射安全许可制度，加强环保档案管理，由专人或兼职人员负责。

(2) 承诺严格按照本报告的屏蔽防护设计方案、辐射安全措施、辐射安全设施及装置、“三废”治理装置及措施等辐射环保内容进行建设。

(3) 承诺加强辐射工作人员的管理，监督人员防护用具的使用。严格按照本报告提出的要求进行辐射工作人员的培训、个人剂量监测、健康检查，并按要求建立保管辐射工作人员档案。

(4) 承诺制定各项辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，并监督执行各项制度。

(5) 承诺严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。

(6) 承诺本项目环评审批后，及时申领辐射安全许可证。

(7) 承诺在本项目正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评【2017】4号），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

表 14 审批

下一级生态环境部门初审意见：

经办人

公章

年 月 日

生态环境部门意见：

经办人

公章

年 月 日

