

核技术利用建设项目

上海佳方钢管集团太仓有限公司
改建 1 座固定式 X 射线探伤房项目
环境影响报告表

上海佳方钢管集团太仓有限公司

2026 年 5 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

上海佳方钢管集团太仓有限公司 改建 1 座固定式 X 射线探伤房项目 环境影响报告表

建设单位名称： 上海佳方钢管集团太仓有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）： _____

通讯地址： 太仓港港口开发区滨江大道（钢材剪切配送中心区内）

邮政编码： 215400 联系人： _____

电子邮箱： / 联系电话： _____

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	7
表 3 非密封放射性物质	7
表 4 射线装置	8
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	9
表 6 评价依据	10
表 7 保护目标与评价标准	13
表 8 环境质量和辐射现状	20
表 9 项目工程分析与源项	24
表 10 辐射安全与防护	29
表 11 环境影响分析	36
表 12 辐射安全管理	49
表 13 结论与建议	54
表 14 审批	57
附表	58

表 1 项目基本情况

建设项目名称		上海佳方钢管集团太仓有限公司改建 1 座固定式 X 射线探伤房项目			
建设单位		上海佳方钢管集团太仓有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		苏州市太仓市太仓港港口开发区滨江大道（钢材剪切配送中心区内）			
项目建设地点		太仓港港口开发区滨江大道（钢材剪切配送中心区内） 上海佳方钢管集团太仓有限公司 1 号 X 射线探伤房			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		项目环保投资（万元）		投资比例（环保投资/总投资）	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			

项目概述

一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来

1. 建设单位基本情况

上海佳方钢管集团太仓有限公司成立于 2007 年 04 月 06 日，注册地位于苏州市太仓市太仓港港口开发区滨江大道（钢材剪切配送中心区内）。公司经营范围包括生产、加工、销售直缝焊钢管、螺旋缝焊接钢管、钢结构件、钢管配件；自营和代理各类商品及技术的进出口业务（国家限定企业经营或禁止进出口的商品和技术除外）。

（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

上海佳方钢管集团太仓有限公司目前有 2 座 X 射线探伤房（1 号 X 射线探伤房和

2号X射线探伤房），各配备1台XYD-225型X射线实时成像检测系统，现2座X射线探伤房内的XYD-225型X射线实时成像检测系统均已损坏，探伤工作均已暂停。为满足公司产品质量检验需求，本次拟对公司1号X射线探伤房进行改造，并新增1套XYD-320型X射线实时成像检测系统，该套XYD-320型X射线实时成像检测系统由江苏玉龙钢管科技有限公司转让（辐射安全许可证编号：苏环辐证[00389]，见附件6），江苏玉龙钢管科技有限公司于2007年购入此套设备，设备生产商（丹东华日理学电气有限公司）已不再生产该型号设备，且辐射安全许可证中已无此设备。

2. 项目建设规模

(1) 项目概况

为满足公司不同产品质量检验要求，公司拟在1号X射线探伤房中新增1套XYD-320型X射线实时成像检测系统，用于对公司生产的各类钢管进行无损检测。钢管直径500mm~1420mm，厚度为10mm~30mm，长度约12000mm，并拟对现有1号X射线探伤房进行改造，改造情况如下：

①将原6mm铅当量的工件防护门换成10mm铅当量的工件防护门；

②将原6mm铅当量的人员防护门换成15mm铅当量的人员防护门；

③探伤房顶部1区域（顶部凸起区域）增加4mm铅板；

④新增1台机械排风设备，风量不小于2000m³/h，并在排风管道外加装10mm铅当量的铅防护罩。

1号X射线探伤房内原有的XYD-225型X射线实时成像检测系统报废处置，除此之外，探伤房其他屏蔽防护措施及布局不变，公司1号探伤房的改造情况见图1-1。

1号X射线探伤房剖面图

图 1-1 公司 1 号 X 射线探伤房改造情况示意图

本项目新增核技术利用项目基本情况见表 1-1。

表 1-1 本次改建核技术利用项目基本情况一览表

序号	射线装置名称及型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	射线装置类别	活动种类范围	工作场所	环评情况	备注
1	XYD-320 型 X 射线实时成像检测系统	1	320	8	II	使用	1 号 X 射线探伤房	本次环评 (改建)	定向

注：本项目 X 射线机固定朝上照射。

(2) 人员配置及工作制度

公司现有 2 名辐射工作人员，拟为本项目配备的 2 名辐射工作人员均为现有辐射工作人员，不新增辐射工作人员，年曝光时间不超过 500h。

3. 建设项目由来

为保护环境和公众利益，防止辐射污染，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》《建设项目环境保护管理条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，本项目需要进行环境影响评价。

根据《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号），上海佳方钢管集团太仓有限公司拟配置的 X 射线实时成像检测系统属于 II 类射线装置，根据《关于印发〈核技术利用建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》（环办辐射函〔2025〕313 号）和《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目应编制环境影响报告表。

受上海佳方钢管集团太仓有限公司的委托，江苏清全科技有限公司承担本期改建 1 座固定式 X 射线探伤房项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场勘察、初步分析，并委托南京宁亿达环保科技有限公司对项目场址及周围环境进行了辐射环境本底监测，在此基础上编制了本项目环境影响报告表。

二、项目周边保护目标及项目选址情况

上海佳方钢管集团太仓有限公司位于苏州市太仓市太仓港港口开发区滨江大道（钢材剪切配送中心区内），厂区东南侧为武钢路、农田，西南侧为滨江大道，西北侧为荡茜河，东北侧为武钢配送中心，厂区平面布局及周围环境情况见附图 2。

本项目改建 1 号 X 射线探伤房位于螺焊车间东南部，其东北侧 50m 范围内依次为螺焊车间通道及钢管运输轨道、螺焊车间生产区、厂区道路；东南侧 50m 范围内依次

为资料室、操作室、电控室、库房、螺焊车间通道、螺焊车间生产区、武钢路；西南侧和西北侧 50m 范围均位于螺焊车间内；1 号 X 射线探伤房正下方为土层、正上方无建筑。本项目 X 射线探伤房平面布置及周边环境见附图 3、附图 4-1、附图 4-2。

本项目 50m 评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目环境保护目标主要是本项目辐射工作人员及评价范围内的公众。

本项目位于璜泾镇，属于苏州市一般管控单元，对照苏州市一般管控单元生态环境准入清单，本项目不涉及违背生态环境准入清单的问题。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，本项目的建设符合江苏省生态环境分区管控要求。本项目与江苏省生态空间管控区域位置关系图见附图 5、附图 6。

综上所述，本项目周围无环境制约因素，项目选址合理。

三、产业政策符合性分析

本项目使用 X 射线实时成像检测系统对生产的钢管进行无损检测，根据国家发展和改革委员会令 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目属于该指导目录中鼓励类第十四项“机械”中第 1 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家产业政策。

四、实践正当性评价

本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能会增加探伤房周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效地控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设和运行可满足企业生产和提高产品质量的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

五、现有核技术利用项目许可情况

1. 现有核技术利用项目环保手续履行情况

①前期项目环评情况

上海佳方钢管集团太仓有限公司于 2012 年编制了《新建 2 座固定式 X 射线探伤房及 3 处移动式 X 射线探伤项目环境影响报告表》，于 2012 年 9 月 5 日取得了环评批复（苏环辐（表）审〔2012〕359 号），环评批复见附件 10。

②前期项目许可及验收情况

公司于 2013 年 9 月 24 日首次取得辐射安全许可证，并于 2014 年 2 月 8 日通过竣工环境保护验收（苏环辐验〔2014〕E023），验收批复见附件 10。

公司许可证经 2 次延续，1 次法人变更，目前持有的辐射安全许可证证书编号为苏环辐证[E1320]，许可种类和范围：使用 II 类射线装置。有效期至 2028 年 11 月 21 日，公司现有辐射安全许可证见附件 3。

公司现有核技术利用项目及环保手续履行情况见表 1-2。

表 1-2 公司现有核技术利用项目情况一览表

射线装置										
序号	射线装置名称	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	类别	工作场所名称	环评情况	许可情况	验收情况	备注
1	XXG-2505 型 X 射线探伤机 (定向机)	3	250	5	II	公司螺焊车间内 1、2、3 号移动 X 射线探伤区域	已环评	已许可	已验收	本期取消
2	XYD-225 型 X 射线实时成像系统 (定向机)	1	225	5	II	公司螺焊车间内 1 号 X 射线探伤房	已环评	已许可	已验收	本次改造
3	XYD-225 型 X 射线实时成像系统 (定向机)	1	225	5	II	公司螺焊车间内 2 号 X 射线探伤房	已环评	已许可	已验收	/

注：①1 号 X 射线探伤房改造后将原有 XYD-225 型 X 射线机更换为 XYD-320 型 X 射线实时成像系统，原 XYD-225 型 X 射线机报废处理（将 X 射线发生器处置至无法使用），目前 1 号探伤房已暂停工作；

②目前 2 号探伤房内的 XYD-225 型 X 射线实时成像系统已损坏，待检修，目前 2 号探伤房已暂停工作，待设备检修完成后恢复工作；

③取消的移动探伤项目将在本次项目重新申领许可证时一并变更。

2. 公司辐射安全管理情况

（1）公司已成立了辐射防护管理领导小组，并制定了一系列的辐射工作管理制度，其中包括《辐射防护安全管理机构及职责》《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》《人员培训计划制度》《射线装置使用登记、台账管理制度》《个人剂量与辐射环境监测制度》及《辐射事故应急预案》等。

公司现有管理制度内容较为全面，符合相关要求，现有规章制度基本满足公司从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。公司严格落实了各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

本项目建成后，可依托公司现有比较健全的管理组织机构，本项目开展后，辐射

管理成员为同一套班子成员，目前公司的管理人员也能满足配置要求。

(2) 公司目前在职从事探伤作业的辐射工作人员共计 2 人，已为每一名辐射工作人员配备个人剂量计，并严格按照规范佩戴，定期送检（附件 11）。已建立有个人剂量健康档案并终生存档保存，个人剂量计最长不超过 3 个月送检一次。在运行过程中企业根据员工流动情况，及时委托有资质的单位对新入职的员工进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。

(3) 在职辐射工作人员均已通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加辐射安全考核取得了考核成绩报告单（附件 8），公司严格执行辐射工作人员培训制度，根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号）和《关于进一步优化辐射安全考核公告》（生态环境部公告第 2021 年第 9 号），及时组织辐射工作人员参加生态环境部在线平台的辐射防护与安全培训并考核合格，并明确在合格成绩单五年到期后重新考试。

(4) 公司严格按照要求对所有辐射工作人员开展岗前、在岗期间和离岗职业健康体检，在岗期间体检周期不超过 2 年（附件 12）。根据公司提供的职业健康体检报告，在岗的所有辐射工作人员均可继续从事放射性工作。

(5) 企业现有辐射工作场的电离辐射警示牌、报警装置、门机联锁装置、紧急按钮、视频监控和工作状态指示灯等安全措施运行良好。运行以来未发生辐射事故及人员超剂量照射事故。

(6) 2024 年因设备损坏及股权转让交接，所有辐射工作暂停，故本年度并未进行年度检测。根据建设单位提供的 2023 年年度监测报告，辐射工作场所周围的 X- γ 辐射剂量当量率均能够满足标准要求。

(7) 辐射应急演练和年度评估

公司已制定有《辐射事故应急预案》，经与企业核实，自辐射活动开展以来，未发生过辐射事故，且公司每年进行辐射应急演练。公司执行有年度评估制度，编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》（附件 13），对现有射线装置辐射工作场所防护状况、人员培训及个人剂量、射线装置台账、辐射安全与防护制度执行情况等进行年度总结和评估，并及时提交至原辐射安全许可证发证机关。

表 2 放射源

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

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 射线实时成像系统	II	1	XYD-320	320	8	无损检测	1 号 X 射线探伤房	定向机
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），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》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日起施行</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修改，国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令第 20 号，自 2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部令第 16 号，2021 年 1 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》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(9) 《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》，原国家环境保护总局文件，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行</p> <p>(10) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行</p> <p>(11) 关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》的通知，环办〔2013〕103 号，2014 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(12) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(13) 《关于发布〈建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法〉配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(14) 《生态环境部关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 10 月 25 日发布</p>
-------------	---

	<p>(15) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(16) 《关于印发<核技术利用建设项目重大变动清单（试行）>的通知》，环办辐射函〔2025〕313 号</p> <p>(17) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修订版），江苏省人大常委会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(18) 《江苏省辐射事故应急预案》（2020 年修订版），苏政办函〔2020〕26 号</p> <p>(19) 《市政府办公室关于印发苏州市突发水污染事件应急预案等五个应急预案的通知》，苏府办〔2020〕59 号</p> <p>(20) 《江苏省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187 号</p> <p>(21) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74 号</p> <p>(22) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1 号</p> <p>(23) 《江苏省自然资源厅关于太仓市 2021 年度生态空间管控区域优化调整方案的复函》，苏自然资函〔2021〕1587 号</p> <p>(24) 《省政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域管理办法的通知》，苏政办规〔2026〕1 号</p> <p>(25) 《江苏省生态环境分区管控实施方案》，苏办发〔2024〕25 号</p> <p>(26) 《江苏省生态环境分区管控管理实施细则》，苏环办〔2024〕295 号</p>
<p>技术 标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）</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) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）</p> <p>(6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）</p>

	(8) 《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
其他	<p>建设项目设计文件</p> <p>附图:</p> <p>附图 1 本项目地理位置示意图</p> <p>附图 2 本项目所在厂区平面布置及周边环境概况图</p> <p>附图 3 本项目所在厂区平面布置及周边环境概况图 (局部)</p> <p>附图 4-1 本项目 X 射线探伤房尺寸图 (平面)</p> <p>附图 4-2 本项目 X 射线探伤房尺寸图 (剖面)</p> <p>附图 5 本项目与太仓市生态空间管控区域位置关系示意图</p> <p>附图 6 本项目与江苏省生态环境分区管控区域位置关系图 (江苏省生态环境分区管控综合服务网站截图)</p> <p>附件:</p> <p>附件 1 委托书</p> <p>附件 2 射线装置使用承诺书</p> <p>附件 3 公司辐射安全许可证正副本</p> <p>附件 4 本项目辐射环境本底检测报告及检测单位资质</p> <p>附件 5 场所年度检测报告</p> <p>附件 6 转让方辐射安全许可证正副本</p> <p>附件 7 设备合格证明</p> <p>附件 8 辐射工作人员培训证书</p> <p>附件 9 仪器校准证书</p> <p>附件 10 现有核技术利用项目前期环保手续</p> <p>附件 11 现有辐射工作人员个人剂量检测报告</p> <p>附件 12 现有辐射工作人员体检报告</p> <p>附件 13 年度评估报告 (2024 年)</p> <p>附件 14 专家意见及修改清单</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目为使用 II 类射线装置，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）中的要求，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。

本项目评价范围应以公司 1 号 X 射线探伤房为边界，外延 50m 的范围。本项目评价范围示意图见附图 3。

保护目标

根据公司提供的资料、现场调查及附图 3 可知，本项目 50m 评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标。对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内不涉及法定生态保护区、重要生境以及其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域等生态敏感区，不涉及重要物种以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。

本项目环境保护目标主要是本项目辐射工作人员及评价范围内的公众。本项目环境保护目标具体详见表 7-1。

表 7-1 本项目 1 号 X 射线探伤房周围环境保护目标分布情况

名称	场所	环境保护目标	方位	距探伤房最近距离	规模
本项目辐射工作人员					
评价范围内公众					

注：1、1号 X 射线探伤房顶部无建筑，人员可达；
2、公司 2 号 X 射线探伤房位于 1 号 X 射线探伤房西北侧约 60m 处。

评价标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

（1）剂量限值

本项目辐射工作人员及公众的年照射剂量限值，见表 7-2：

表 7-2 照射剂量限值

	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可做任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

（2）辐射管理分区

6.4.1 控制区

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

6.4.2 监督区

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

2. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

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

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

人员在关注点的周剂量参考控制水平 H_c 如下：

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

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

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,\max}$ ： $\dot{H}_{c,\max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$

c) 关注点剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ： \dot{H}_c 为上述 a) 中 $\dot{H}_{c,d}$ 和 b) 中的 $\dot{H}_{c,\max}$ 二者的较小者。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或者探伤室旁邻近建筑物在自然辐射源点到探伤室顶内表面边缘所处立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

b) 除 3.1.2a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和，应按 3.1.1c) 的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 加以控制。

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

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 当可能存在泄漏辐射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。

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。

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。

4.1 有用线束的屏蔽估算方法如下：

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，由附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B 。关注点的剂量率 H ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 (4) 计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (4)$$

式中： \dot{H} ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I ：X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流， mA ；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m处输出量；

B ：屏蔽透射因子；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离， m 。

4.2.1 屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相应关系

a) 对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（5）计算：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (5)$$

式中： X ：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：屏蔽材料的什值层厚度。

4.2.2 泄漏辐射屏蔽

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按照式（5）计算。然后按照式（8）计算泄漏辐射在关注点的剂量率 H 单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (8)$$

式中： \dot{H} ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{H}_L ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

B ：屏蔽透射因子；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离， m 。

4.2.3 散射辐射屏蔽

c) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B，按表 2 并查附录 B 表 B.1 的相应值，确定 90° 散射辐射的 TVL，然后按式（5）计算。关注点的散射辐射剂量率 H（ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（10）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (10)$$

式中： \dot{H} ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I ：X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流， mA ；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B ：屏蔽透射因子，无屏蔽时取 1；

R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m。

F ： R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α ：散射因子，入射辐射被单位面积（ $1m^2$ ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以用水的 α 值保守估计。

R_s ：散射体至关注点的距离，m；

3. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

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

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

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离

开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

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

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

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

4. 辐射剂量约束限值

综合考虑以上评价标准，本项目管理目标为：

①**周围剂量当量率参考控制水平**：X 射线探伤房周围剂量当量率参考控制水平，对放射工作场所，其值不大于 100 μ Sv/周，对公众场所其值不大于 5 μ Sv/周；屏蔽体外及顶部（人员可达）表面外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。

②**年有效剂量约束限值**：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

5. 参考资料

(1) 《辐射防护导论》，方杰主编；

(2) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省环境监测站。

江苏省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果 单位：nGy/h

类别	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差 (s)	7.0	12.3	14.0

注：测量值已扣除宇宙射线响应值。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

上海佳方钢管集团太仓有限公司位于太仓港港口开发区滨江大道（钢材剪切配送中心区内），厂区东南侧为武钢路、农田，西南侧为滨江大道，西北侧为荡茜河，东北侧为武钢配送中心，厂区平面布局及周围环境情况见附图 2。

本项目改建 1 号 X 射线探伤房位于螺焊车间东南部，其东北侧 50m 范围内依次为螺焊车间通道及钢管运输轨道、螺焊车间生产区、厂区道路；东南侧 50m 范围内依次为资料室、操作室、电控室、库房、螺焊车间通道、螺焊车间生产区、武钢路；西南侧和西北侧 50m 范围均位于螺焊车间内；1 号 X 射线探伤房正下方为土层、正上方无建筑。本项目 X 射线探伤房平面布置及周边环境见附图 3、附图 4-1、附图 4-2。

本项目 50m 评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目环境保护目标主要是本项目辐射工作人员、其他项目辐射工作人员及评价范围内的公众。

本项目探伤房周围环境现状见图 8-1。



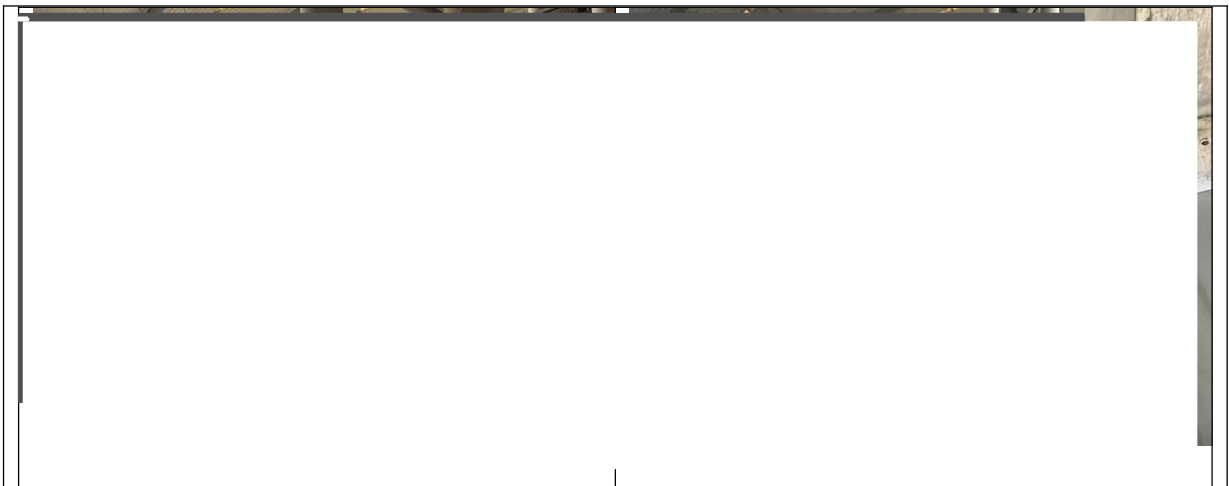


图 8-1 本项目探伤房周围环境现状图

二、环境现状检测

本项目运行期间主要的环境污染物为射线装置开机时产生的 X 射线电离辐射污染。项目在进行现状调查时，主要调查本项目 1 号 X 射线探伤室周围环境的辐射水平。

1. 检测因子、检测方法

检测因子：X- γ 辐射剂量率

检测方法：按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中的要求进行检测，检测时仪器探头水平距离地面 1m，每组读 10 个数据，取算术平均值计算结果。

2. 检测点位布设

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点，在探伤房周围环境进行布点，共计布点 10 个，具体点位见图 8-2。

3. 检测单位、检测时间和检测仪器

检测单位：南京宁亿达环保科技有限公司

检测时间：2025 年 12 月 1 日

检测天气：晴

检测仪器：X- γ 辐射剂量率仪

型号：FH40G+FHZ672E-10

仪器编号：031804+11553

生产厂家：Thermo

量程范围：1nSv/h~100 μ Sv/h

能量响应范围：40keV~4.4MeV

检定单位：中国计量科学研究院

检定证书编号：DLjl2025-14369

检定有效期：2025.11.11~2026.11.10

校准参考辐射源： ^{137}Cs

4. 质量保证措施

①委托的检测机构已通过检验检测机构资质认定（证书编号：241012340290，证书见附件4），具备相应的检测资质和检测能力；

②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；

③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定，并在检定有效期内；

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核；

⑤检测仪器在使用前、后进行性能检查；

⑥检测报告实行三级审核。

5. 检测结果及评价

本项目探伤房周围环境的辐射水平检测结果见表8-1，检测点位见图8-2，详细检测结果见附件4。

表 8-1 本项目探伤房周围环境辐射剂量率检测结果

序号	检测点位	测量结果	标准差	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

5、监测点位中 1 号 X 射线曝光室即为本项目 1 号 X 射线探伤房。

根据检测结果可知，本项目探伤房周围环境辐射水平在71.6nGy/h~121nGy/h范围内。对照江苏省室内环境天然 γ 辐射剂量率调查结果，本项目探伤房周围室内环境辐射剂量率处于江苏省室内环境天然 γ 辐射水平涨落范围。



图8-2 本项目曝光室（探伤房）周围环境X- γ 辐射监测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、工程设备及工作方式

1. 工程设备

本项目新增的 X 射线实时成像检测系统主要由以下部分组成：X 射线机（HS-XY320）、HS 型高压发生器、控制器、油冷却器、高压电缆、平板探测器等附件，本项目 X 射线机配置图见图 9-1。



图 9-1 HS-XY 系列 X 射线探伤机外观示意图

本项目拟配备的 X 射线实时成像检测系统基本参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线实时成像系统主要技术参数

序号	射线装置	型号	最大管电压	最大管电流	工件厚度	照射方向
1	X 射线实时成像检测系统	X				

2. 工作方式

探伤工作人员位于探伤房外的操作室内的操作台处对 X 射线实时成像检测系统进行隔室操作。

二、工作原理

本项目新增的 X 射线实时成像检测系统主体为 1 台 X 射线探伤机，X 射线探伤机的核心部件是 X 射线管，它是一个内真空的玻璃管或陶瓷管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。常见 X 射线管结构见图 9-2。

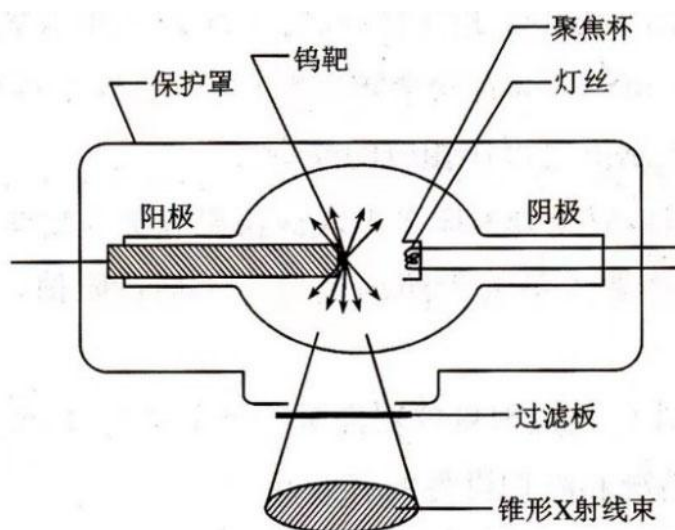


图 9-2 常见 X 射线管结构及照射工件示意图

X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大，底片感光量就小。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，透射 X 射线被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信息转换为电子图像并经增强后变成视频图像信号传输至数据处理站，在显示器上实时显示。从而可以从图像中的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

三、工作流程及产污环节

训机流程：

本项目 X 射线探伤装置除在工作状态会发出 X 射线外，在训机时也会发出 X 射线，探伤装置初次使用及长期停机后再次使用均需要先进行训机，辐射工作人员在操作室内进行隔室操作，训机结束，设备进入工作待命状态。

探伤流程：

辐射工作人员通过轨道运输将工件从工件门运至探伤房内，辐射工作人员在操作室内进行隔室操作，对工件焊缝（螺旋、直缝、环缝）等需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

- (1) 工作前的检查，确保射线装置和辐射安全措施等一切正常；
- (2) 通过轨道运输将工件从工件门运至探伤房内，人员进入探伤房固定好工件；
- (3) 检查探伤房内人员滞留情况，确定无人后辐射工作人员关闭工件门，通过人员门回到操作室后关闭人员门；
- (4) 调节升降架，将 X 射线探伤机机头调整到合适的位置；
- (5) 探伤工作人员开启设备进行曝光检测，曝光过程中通过运行轨道自动调节焊缝位置，对不同位置进行检测，此过程会产生 X 射线及少量的臭氧和氮氧化物；
- (6) 达到预定照射时间和曝光量后停止出束，操作室内的显示器会实时显示被测工件内部图像，工作人员通过显示器上的图像对工件内部缺陷进行辨别。
- (7) 完成所有检测工作后，通过轨道运输将工件运出探伤房；

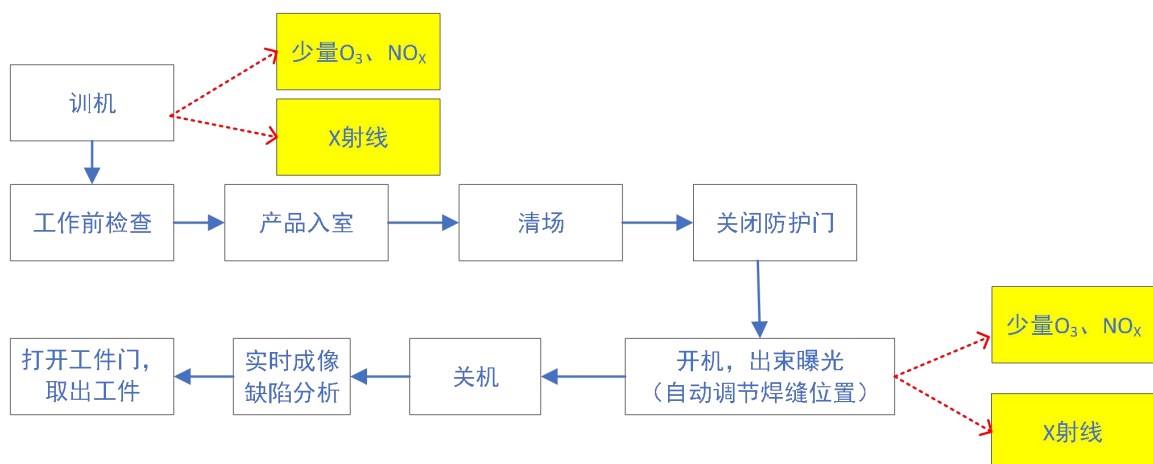


图 9-3 本项目工艺流程及产污环节示意图

由图 9-3 可知，本项目 X 射线探伤过程中产生的主要污染物如下：

①X 射线探伤机出束（训机和曝光检测）过程中产生的 X 射线；

②X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；

四、人员配置及工作制度

工作制度：本项目 1 号 X 射线探伤房辐射工作人员暂时实行白班制，年曝光时间不超过 500h（包括训机时间），后续根据工作量情况再另行配备相应的辐射工作人员。

人员配置：本项目不新增辐射工作人员，拟为本项目配备的辐射工作人员均为已有辐射工作人员。

五、原有项目工艺不足及改进情况

现有 1 号 X 射线探伤房内的探伤工艺流程和产物环节见图 9-3，辐射工作场所布局合理，分区管理到位，现有 1 号探伤房辐射安全和防护措施不完善，情况如下：

1. 探伤房内未安装能够显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置；
2. 探伤房内西北、西南侧墙壁上未安装有紧急停机按钮；
3. 探伤房未设置机械通风系统。

本项目应按照国家规范要求要求进行改造。

目前公司“三废”污染物均得到有效、合理、可行地处置。并按要求向原发证机关提交上一年度的评估报告。自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。

污染源项描述

1. 放射性污染

由 X 射线探伤机工作原理可知，探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对探伤房外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此 X 射线是项目的主要污染物。

本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X 射线机发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。由于

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射

线。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1，距离辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $5.0 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，320kV 的 X 射线经 90°散射后，X 射线最高能量为 250kV。

表 9-2 本项目 X 射线探伤机源项参数一览表

射线装置型号	管电压 kV	管电流 mA	输出量 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	泄漏辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	90°散射后能量 kV
XYD-320					

2. 非放射性污染

（1）废气

本项目 X 射线探伤机出束曝光时，会电离空气产生少量臭氧和氮氧化物。

（2）废水

本项目运行过程中没有放射性废水产生，辐射工作人员产生的生活污水依托已有化粪池处理后，纳入市政污水管网。

本项目采用实时成像技术，无需洗片，无显影、定影废液和废胶片产生。

（3）固体废物

本项目运行过程中没有放射性固废产生，项目运行期产生的固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾，由环卫部门统一清运处理。

（4）噪声

本项目运行期间，噪声源主要来自油冷却器、风机等。公司在对上述设备采取安装减震及实体隔离等措施后，其对外界的噪声影响较小，不会对周围环境产生明显影响，因此噪声不作为本项目的污染评价因子。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、工作场所布局与分区

1. 工作场所布局

本项目设计有探伤房、操作室、库房、资料室、电控室，探伤房与操作室、库房、资料室、电控室分开独立设置，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室应与探伤室分开设置的要求；

本项目 X 射线机固定在探伤房内的升降架上的调节杆上，且固定朝顶部照射，操作室位于探伤房的东南侧，避开主射线照射方向，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中操作室应避开有用线束照射方向的要求。

综上所述，本项目布局设计基本合理。

2. 工作场所分区

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

监督区：通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

本项目将探伤房作为控制区，在工件门及人员门外设置电离辐射警告标志及中文警示说明，探伤期间禁止任何人员进入；将辅房（包括操作室、库房、资料室、电控室）作为监督区，在监督区入口门张贴监督区标牌，探伤期间禁止无关人员进入。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目控制区和监督区划分示意图见图 10-1，本项目辐射工作场所两区划分情况见表 10-1。

表 10-1 本项目两区划分与管理要求

现场探伤	控制区	监督区
两区划分范围	X射线探伤房	操作室、库房、资料室、电控室
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，工作过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4c）在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录F规定的警告标志。	工作时，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.2.2b）在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。

本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目辐射防护分区示意图 10-1。

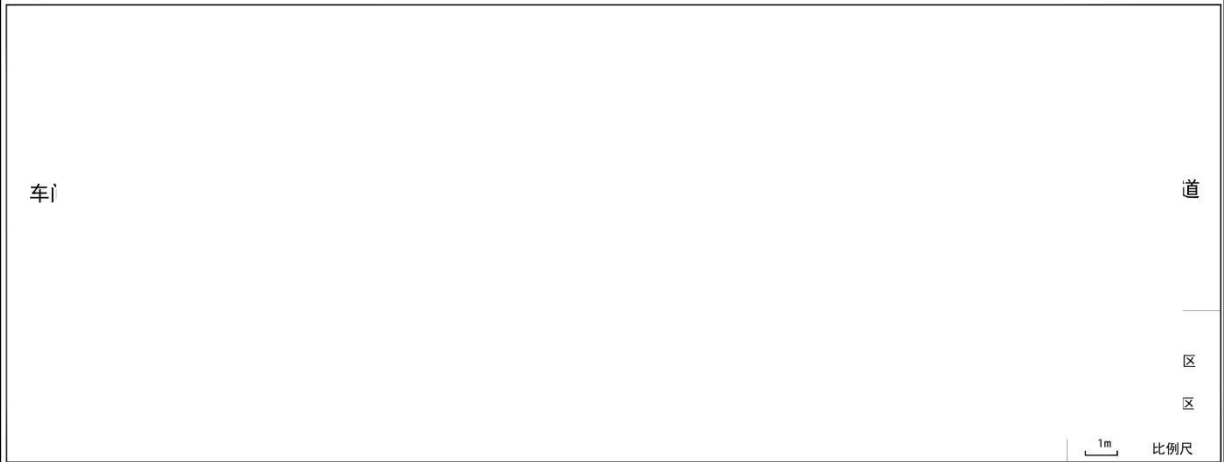


图 10-1 本项目 X 射线探伤房控制区和监督区划分示意图

二、辐射防护屏蔽设计

体搭接宽度不小于门缝间隙 10 倍。

图 10-2 本项目 X 射线探伤房电缆沟设计图（单位：mm）

本项目探伤房平面及剖面布局见附图 4-1、附图 4-2，本项目探伤房屏蔽防护设

计见表 10-2。

表 10-2 本项目探伤房屏蔽防护设计一览表

屏蔽体	屏蔽防护设计（改造后）	屏蔽防护设计（改造前）
1		

注：探伤房顶部、底部均无建筑。

三、辐射安全和防护措施分析

1. 辐射防护措施

公司将根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）对本项目 X 射线探伤房设置如下辐射安全措施：

表 10-3 本项目 X 射线探伤房辐射安全设施一览表

序号	设施	本项目拟/已采取的辐射安全措施	标准原文（GBZ 117-2022）	满足情况
1	探伤房与操作室分开	本项目 X 射线探伤机有用线束向顶部照射，操作室位于探伤房东南墙外，已避开有用线束照射方向且与探伤房分开。	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。	满足
2	两区划分	本项目探伤房实行分区管理，将探伤房作为控制区，将辅房作为监督区。	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。	满足
3	门-机联锁装置	探伤房防护门（工件门和人员门）设有门机联锁装置，只有当防护门完全关闭后才能接通 X 射线管电压，门打开时能立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。探伤房工件门、人员门内侧均设置了开门按钮（按下后设备立即停止出束），发生事故时，按下开门按钮人员能够逃离事故现场。	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。	满足
4	工作状态指示灯	探伤房防护门外已安装显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置（声光报警），并与探伤机联锁；拟在探伤房内安装能够显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置（声光报警），并与探伤机联锁。探伤房室外和室内醒目位置处	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	满足

		设置有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。	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。	
5	监视装置	本项目已在探伤房内及出入口设置监控（共5个），可监视探伤房内人员的活动和探伤设备的运行情况，显示器位于操作室的操作台处。	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。	满足
6	电离辐射警告标志	探伤房防护门外及周围醒目处已设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。	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。	满足
7	急停按钮	本项目操作台及探伤房东南侧内墙壁上均安装有紧急停机按钮，东北侧开门开关按下后射线机立即停止出束，拟在探伤房西北侧和西南侧内壁上设置急停按钮，确保出现紧急事故时，按下紧急停机按钮能立即停止照射。急停按钮的设置能满足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的要求。紧急停机按钮设置了标签，标明了使用方法。	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。	满足
8	通风装置	探伤房拟设置机械通风系统，排风口设置于探伤房西南墙外上部，有效通风换气次数约4次/小时。	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。	满足
9	固定式场所辐射探测报警装置	探伤房内已安装了固定式场所辐射探测报警装置，显示装置位于操作室的操作台处。	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	满足
10	监测设备	公司已配备1台便携式辐射监测仪及2台个人剂量报警仪，并委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康体检。	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GBZ98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。	满足
11	钥匙开关	操作台上设置钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X射线机才能出束，钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出；设置X射线管电压及高压接通或断开状态的指示装置，以及管电压、管电流、照射时间选取及设定值显示装置；设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。	/	满足

12	规章制度	公司已成立辐射防护管理机构，并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，在工作过程中严格执行相应的规章制度，避免发生误照射事故。	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。 4.6 应制定辐射事故应急预案。	满足
----	-------------	---	--	----

本项目采取上述辐射安全措施后，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中固定 X 射线探伤辐射安全防护的需要。

2. 操作的放射防护措施

(1) 辐射工作人员工作前应检查门-机连锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

(2) 辐射工作人员在探伤时，除佩戴常规个人剂量计外，还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，辐射工作人员立即停止探伤作业，同时防止其他人进入探伤房，并立即向辐射防护负责人报告。

(3) 辐射工作人员定期测量探伤房周围区域的辐射剂量率水平。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。

(4) 交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，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，则不开始检测工作。

(5) 在每一次照射前，操作人员都应确认探伤房内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。

(6) 公司拟对装置进行定期维护，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

3. 探伤设施退役措施

当探伤装置不再使用时，拟实施退役程序。

(1) X 射线发生器处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

(2) 当所有辐射源从现场移走后，应按照国家要求办理相关手续并清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

本项目辐射安全措施、设施布置示意图见图 10-3。

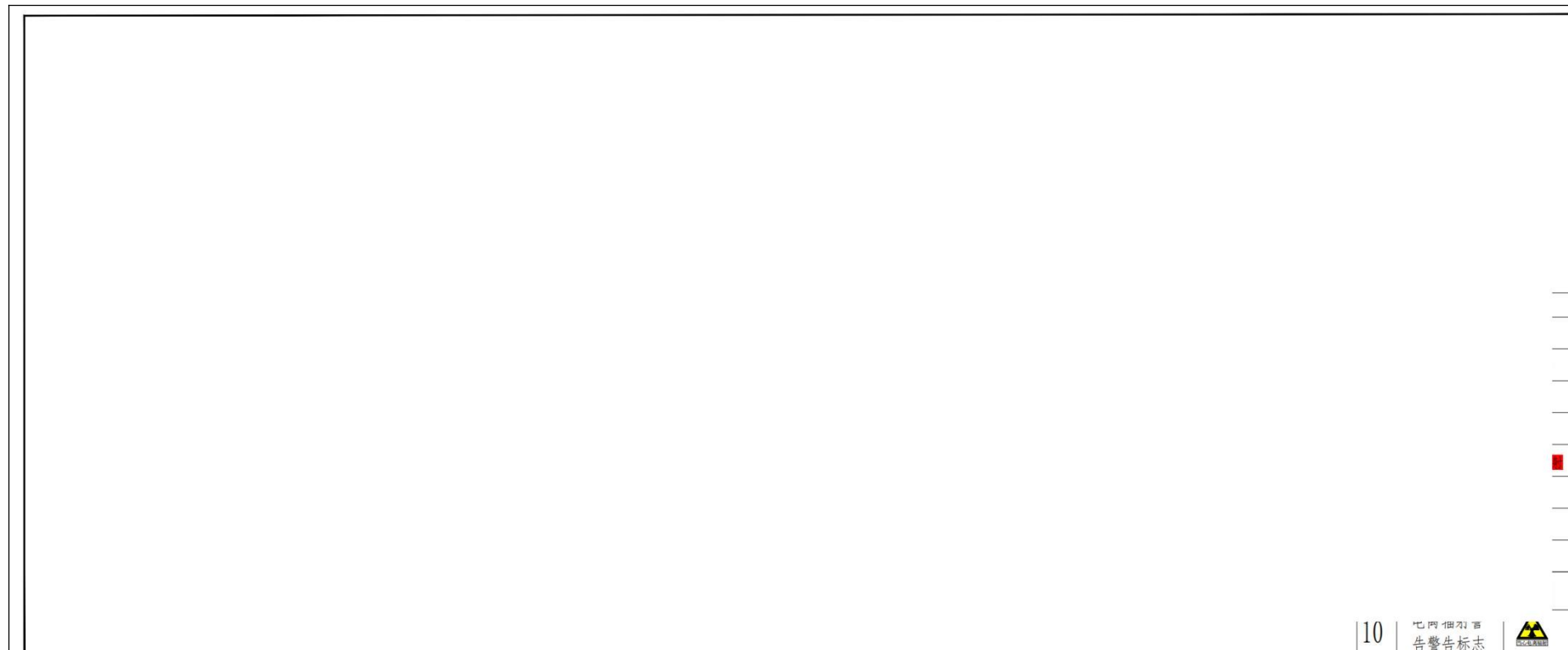


图 10-3 本项目 X 射线探伤房辐射安全措施、设施布置示意图

三废的治理

1. 废气治理措施

X 射线探伤机在工作状态时，产生的 X 射线会使探伤房内空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。

本项目 X 射线探伤房不设置进风口，通过工件门及人员门进气，探伤房拟设置机械排风装置，可将臭氧及氮氧化物抽排出探伤房，具体为：

拟利用西南墙原有通风口，通风管道拟采用 Z 型管道设计，排风口接至探伤房西南墙外，排风口处无人员聚集。探伤房内体积约 495.21m^3 ($28.2 \times 3.9 \times 4.47 + 2 \times 2 \times 0.9$)，探伤房拟安装 1 台排风量不小于 $2000\text{m}^3/\text{h}$ 的风机，拟安装的风机每小时有效换气次数约为 4 次。排风系统示意图见图 10-4。

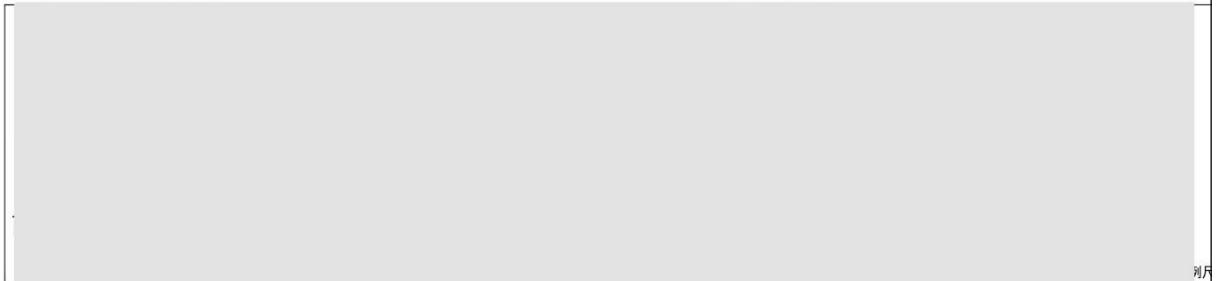


图 10-4 本项目 X 射线探伤房排风系统示意图

2. 固体废物治理措施

项目运行期产生的固体废物主要为辐射工作人员产生的生活垃圾，将由环卫部门统一收集处理。

本项目采用实时成像技术，无需洗片，无显影、定影废液和废胶片产生。

3. 废水治理措施

项目运行期产生的废水主要为辐射工作人员产生的生活污水，依托已有化粪池处理后接入市政污水管网。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目改扩建工程主要包括：

- 1、X 射线探伤房的屏蔽防护措施及部分辐射防护措施改造；
- 2、X 射线探伤房的机械通风装置安装。

改扩建工程的环境影响：

(1) 大气：本项目在建设施工期，探伤房内的屏蔽防护措施改动施工、加装机械通风设施等作业将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：**a.** 设立施工围挡，并及时清扫施工场地，保持施工场地一定的湿度，减少扬尘；**b.** 车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛撒。

(2) 噪声：本项目在建设施工期，探伤房的改造、运输车辆等在运行中都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时将严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，合理安排施工时间，禁止运输车辆鸣笛等措施，保证施工过程对施工现场附近区域的影响满足标准要求。同时严禁夜间进行强噪声作业，若需在夜间作业，需取得生态环境部门同意。

(3) 固体废物：本项目施工期间产生的固体废物主要有施工过程中产生的建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的少量生活垃圾，建筑垃圾应堆放在指定地点并委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落；装修垃圾和生活垃圾由环卫部门统一及时清运处理。

(4) 废水：本项目施工期污水主要为施工现场清洗、建材清洗产生的废水以及施工人员的生活污水，生活污水统一纳入市政污水管网。

综上所述，本项目改造施工量不大、施工期较短，项目施工期间对环境存在一定的影响，但是这些影响具有时效性，随着施工期的结束，对环境的影响也消除。公司只要在施工阶段采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司内，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

本项目只在探伤房内开展探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。探伤时，曝光时间与探伤物件厚度成正比。本报告对本项目的辐射环境影响采取理论计算的方法来进行分析与评价。

一、正常运行工况下辐射环境影响分析

本项目 X 射线探伤房进行探伤工作时，X 射线机固定于探伤房内的调节架上，且射线照射方向固定朝顶部照射，避免主射线朝向操作室、人员门及通风管道照射，因此，本项目拟将探伤房顶部按照有用线束照射进行估算，其余方向按照非有用线束方向进行估算，探伤房地下为土层、人员无法居留，故不考虑对底部的影响。

本项目 X 射线实时成像系统最大管电压为 320kV，最大管电流为 8mA。本报告以最大管电压、管电流对各侧墙体的辐射环境影响进行预测。预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。

1. 主屏蔽区域符合性分析

当本项目 X 射线机移动到最低位置时，主射束范围距顶部距离最大，根据表 11-1 计算结果可知，射线照射范围未超出顶部 1 区域。

表 11-1 距顶部 1 区域各侧实际距离计算

位置关系	计算距离（mm）	距各侧实际距离（mm）	结果分析

综上所述，本项目的主屏蔽（顶部 1 区域）的宽度满足要求，设计合理。

2. 估算模式选取

本项目 X 射线无损检测采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式估算探伤房屏蔽体表面 30cm 处的辐射水平，估算模式如下：

（1）有用线束

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

上式中： \dot{H} —参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ，取值查《辐射防护导论》附图 4，320kV 探伤机的输出量 $28\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ （过滤条件保守取 0.5mm 铜），即距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的辐射剂量率约为 $1.68\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ；

B —屏蔽透射因子，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.2，内插法得出 320kV 射线对应的 TVL 值，并按式（11-4）计算得出；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

（2）非有用线束

①漏射线

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

上式中： B —屏蔽透射因子；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

\dot{H}_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ），取值参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的表 1，为 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

②散射线

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (11-3)$$

上式中： 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）；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ；

B —屏蔽透射因子，同有用线束取值方法；

F — R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

α —散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

R_0 —辐射源点（靶点）至检测工件的距离，单位为米（m）；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

③屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相应关系

对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式（11-4）计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-4)$$

上式中：X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—什值层厚度，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 2，原始 X 射线在 300kV~400kV 之间时，散射辐射能量以 250kV 计，再根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.2 查得对应的 TVL 值。

3. 估算结果

本项目 X 射线探伤房的关注点位图见图 11-1~图 11-3。

图 11-3 X 射线探伤房周围关注点图（剖面 2）

(1) 探伤房四周（含防护门）及顶部辐射剂量率计算结果

将相关参数代入公式（11-1）、（11-2）、（11-3），对1号X射线探伤房各关注点进行计算，计算结果分别见表11-2、表11-3。

表 11-2 本项目 X 射线探伤房有用线束方向屏蔽防护计算参数及计算结果

	H_0	
	参考点处剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	

电压

表 11-3 本项目 X 射线探伤房非有用线束方向屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体参数		东北墙外 30cm 处 (运输轨道) ②	工件门外 30cm 处 (运输轨道) ③	东南墙外 30cm 处 (操作室) ④	东南墙外 30cm 处 (资料室) ⑤	东南墙外 30cm 处 (电控室) ⑥	人员门外 30cm 处 (电控室) ⑦	东南墙外 30cm 处 (库房) ⑧	东南墙外 30cm 处 (车间通道) ⑨	西南墙外 30cm 处 (厂内道路) ⑩	西南墙通风口外 30cm 处 (半空) ⑪	西北墙外 30cm 处 (厂内道路) ⑫	顶部 2 区域外 30cm 处 (厂内道路) ⑬										
泄漏辐射	厚度 (mm)																						
	B																						
	$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$																						
	R (m)																						
	参考点处泄漏辐射剂量率 \dot{H} 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)																						
散射辐射	B																						
	I (mA)																						
	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)																						
	R_s (m)																						
	$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$																						
参考点处散射辐射剂量率 \dot{H} 估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)																							
参考点处复合	\dot{H} 估算值																						
	\dot{H}_c 控制值	2.5	2.5	2.5	0.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5										

辐射剂量率 $\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$	评价结果	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足
------------------------------------	------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

注：①B 值查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.2，320kV 管电压下混凝土的 TVL 值约为 100mm，内插求得 320kV 管电压下铅的 TVL 值约为：6.2mm；250kV 管电压下混凝土的 TVL 值为 90mm，铅的 TVL 值为 2.9mm

②探伤机距离各侧屏蔽体最近距离详见图 11-1~图 11-3。

根据表 11-2~表 11-3 估算结果可知，本项目 X 射线机以最大管电压、管电流运行时，探伤房四周、工件门、人员门及顶部均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求和本项目辐射环境剂量率控制水平要求。

(2) 天空反散射辐射影响分析

探伤机产生的辐射源通过屋顶泄漏，再经过天空中大气的反散射，返回至探伤室周围的地面附近，形成附加的辐射场，这种现象称为天空反散射。天空反散射是由于顶部屏蔽不足，光子被空气反散射下来造成的。

11-2、 11-3， 目探 30cm 处 量 1.81 Sv/h，
为
蔽
屏

综上所述，本项目改造后的 X 射线探伤房的屏蔽防护设计能够满足其所配置的 X 射线机的防护要求。

4. 电缆、通风管道辐射影响分析

本项目探伤房电缆管道采用地下 U 型穿墙设计，利用散射降低管道口的辐射水平，通风管道采用 Z 字形设计，设置于西南墙上部，同时拟在通风管道外侧加装铅防护罩（10mmPb），射线至少经三次散射后才能从探伤房内到达穿墙管道室外出口（散射示意图 11-4），参考《辐射防护导论》P189“实例也证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全。这时，迷道口也只需采用普通门”。因此本项目穿墙管道设计可以满足辐射防护要求。

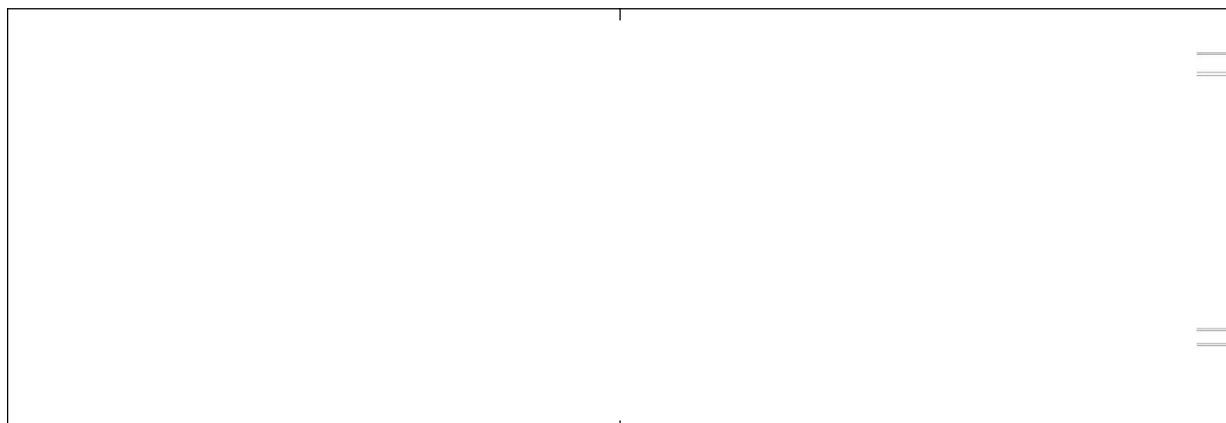


图 11-4 电缆、通风管道散射示意图

5. 2 座探伤房同时运行叠加辐射影响分析

因 2024 年公司原 X 射线机损坏，尚未检修，1 号和 2 号 X 射线探伤房目前均暂停使用，故尚未进行年度检测，本次采用 2023 年度场所检测报告（附件 5），根据检测报告可知，2 号 X 射线探伤房周围剂量率最大为 $0.21\mu\text{Sv/h}$ ，距离 1 号 X 射线探伤房约 60m，保守仅考虑距离衰减，2 号 X 射线探伤房对 1 号 X 射线探伤房的影响可忽略不

计。叠加本次新增 X 射线实时成像检测系统的理论计算结果，1 号 X 射线探伤房周围剂量率仍然能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中四周墙体、防护门及顶部外关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h 的要求。

二、辐射工作人员和公众剂量估算及评价

辐射工作人员和公众年有效剂量的年有效剂量由公式（11-6）进行估算：

$$E = \dot{H} \cdot t \cdot T \cdot U \dots \dots (11-6)$$

式中： \dot{H} —参考点处辐射剂量率，μSv/h；

t —装置年照射时间，单位 h；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子；

U —射线装置向关注点方向照射的使用因子，本项目 U 取 1。

公司已为 1 号 X 射线探伤房配备 2 名辐射工作人员，年开机曝光时间不超过 500h。

X 射线探伤房辐射工作人员和周围公众年有效剂量预测点位图见图 11-5。

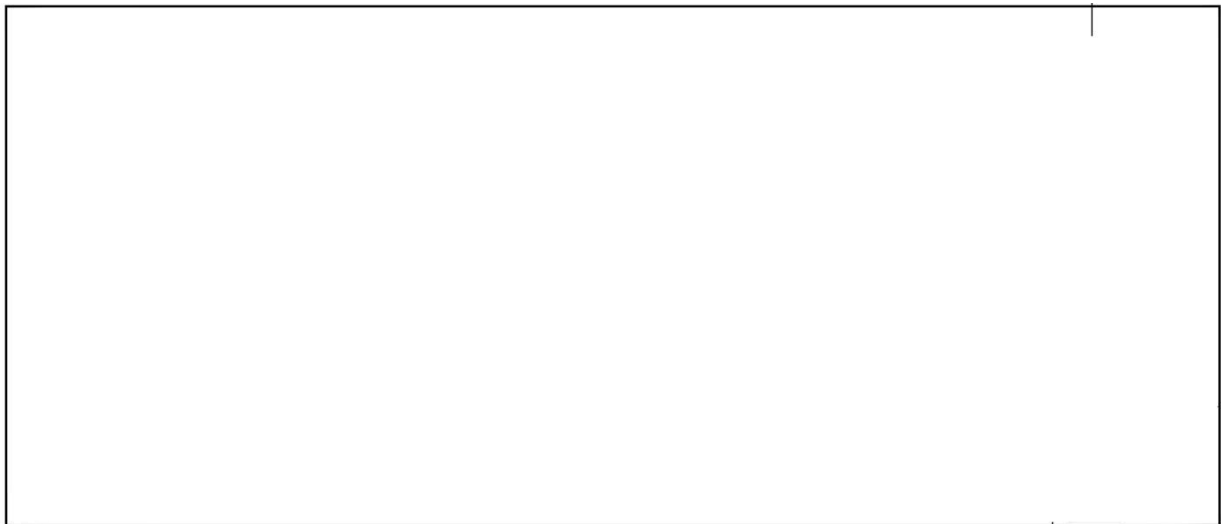


图 11-5 本项目辐射工作人员及周围公众预测点位示意图

表 11-4 本项目所致辐射工作人员和周围公众周受照剂量估算一览表

保护目标	关注点	Rc (m)	关注点剂量率 (μSv/h)	周工作时间 (h)	居留因子	周受照剂量 (μSv)	限值 (μSv)
辐射工作人员	—						100
周围公众	螺						5

--	--	--	--	--	--	--	--

注：Rc为射线管至关注点距离，周围关注点处剂量率= $H \times R^2 / Rc^2$ ，计算时仅考虑距离衰减，保守不考虑其他屏蔽体的衰减作用。

表 11-5 本项目所致辐射工作人员和周围公众年受照剂量估算一览表

保护目标	关注点	Rc (m)	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h)	居留因子	年受照剂量 (mSv)	限值 (mSv)
辐射工作人员							5
周围公众							0.1

注：Rc为射线管至关注点距离，周围关注点处剂量率= $H \times R^2 / Rc^2$ ，计算时仅考虑距离衰减，保守不考虑其他屏蔽体的衰减作用。

根据表 11-4、11-5 可知，本项目 X 射线探伤房所致辐射工作人员周剂量当量最大为 14.5 μSv ，年受照剂量最大为 0.73mSv；所致周围公众周剂量当量最大为 1.4 μSv ，年受照

剂量最大为 0.070mSv，50m 评价范围内其他公众距本项目相对较远，经距离的进一步衰减后，基本湮灭在环境本底辐射中。

综上所述，本项目所致辐射工作人员和公众周剂量当量和年有效剂量均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员和公众受照剂量限值及项目管理目标值的要求（职业人员周剂量当量不超过 100 μ Sv，年剂量不超过 5mSv；公众周剂量当量不超过 5 μ Sv，年剂量不超过 0.1mSv）。

三、臭氧的排放评价

本项目运行过程中无放射性废水、废气及放射性固体废物产生。X 射线探伤机工作时产生的 X 射线电离空气会产生臭氧和氮氧化物。氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，臭氧的毒性最高，且场所氮氧化物容许浓度比臭氧容许浓度高，因此本项目主要考虑探伤房内臭氧的产生和排放影响。

本项目 X 射线探伤房不设置进风口，通过工件门及人员门进气，探伤房拟设置机械排风装置，利用西南墙原有通风口，通风管道拟采用 Z 型管道设计，同时在管道外加装 10mm 铅防护罩，排风口接至探伤房西南墙外上部，无人员聚集。探伤房内体积约 495.21m³，探伤房拟安装 1 台排风量不小于 2000m³/h 的风机，可使 X 射线探伤房内每小时有效换气次数约 4 次，可将臭氧及氮氧化物抽排出探伤房外，臭氧在常温下约 50min 即可自行分解成氧气，对环境影响较小。

事故影响分析

1. 潜在事故分析

X 射线探伤机只有在开机工作时才产生电子及 X 射线，因此，其潜在事故多为开机误照射事故，主要为：

（1）探伤房门-机联锁失效，防护门未完全关闭，X 射线探伤机在对工件进行曝光的情况下，人员误入探伤房，受到意外照射；

（2）探伤房门-机联锁失效，防护门未完全关闭，X 射线探伤机在对工件进行曝光的情况下，致使 X 射线泄漏到探伤房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；

（3）探伤操作人员未发现探伤房内仍有人员滞留即开始探伤作业，致使人员受到意外照射；

（4）X 射线探伤机在调试或检修过程中，责任者脱岗，不注意防护或他人误开机使人员受到照射；

(5) 探伤房屏蔽结构受损，导致屏蔽效果减弱。

2. 事故工况下辐射影响分析

在每次探伤工作前，辐射工作人员需对设备安全联锁装置、出束信号指示灯等安全措施进行检查，发现问题及时整改。设备检修时，维修人员应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，取下钥匙开关，在确保设备电源关闭状态下对设备进行检修。

3. 辐射事故预防措施

(1) 在每次探伤作业前检查各项安全联锁装置的有效性，确保在所有防护门关闭后，才能进行照射，定期监测探伤房周围的辐射水平，确保工作安全有效运转。

(2) 定期认真地对本公司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检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

(3) 凡涉及对射线装置进行操作，必须有明确的操作规程，探伤作业时 2 名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

(4) 定期对探伤机进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。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。

(5) 加强辐射安全管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤操作，制定应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行。

上海佳方钢管集团太仓有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善；加强职工辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。

4. 辐射事故处置方法

本项目拟使用的 X 射线实时成像检测系统属于 II 类射线装置，根据《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》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。在发生事故后：

(1) 事故情况下立即切断高压控制开关的电源，组织人员保护现场，迅速报告公司安全和保卫部门进行事故处理，在 1 小时内上报生态环境、公安等有关管理部门，并做好辐射事故档案记录；

(2) 发生人员受照事故时，迅速安排受照人员接受医学检查和救治，建立并保存相应的医疗档案；

(3) 辐射事故发生后，积极配合生态环境、公安等管理机关做好事故调查和善后处理；

(4) 对发生事故的 X 射线装置，请有关供货单位或相关的检测部门进行检测或维修，分析事故发生的原因，提出改进意见，并保存记录。

当发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要的防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康行政部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《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》《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》等法律法规要求，使用射线装置、放射性同位素的单位应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；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

公司已按上述规定成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员管理职责。

本项目运行后，配备的2名辐射工作人员均为公司原有辐射工作人员，所有辐射工作人员和辐射安全管理人员均已通过了辐射安全和防护专业知识培训考核，且证书在有效期内（附件8）。

公司应及时关注辐射工作人员辐射安全和防护专业知识的培训时间，辐射安全培训合格证书快到期人员应当及时通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名，重新学习并通过相应考核后，方能继续从事辐射工作。

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和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关要求，使用射线装置的单位要“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，并有完善的辐射事故应急措施”。公司已制定辐射安全管理制度，主要有《辐射防护和安全保卫制度》《操作规程》《岗位职责》《设备检修维护制度》《人员培训计划》《监测方案》《台账管理制度》及《辐射事故应急预案》。现对公司各项辐射安全管理制度的重点总结如下：

辐射防护和安全保卫制度：已结合公司的具体情况制定了辐射防护和安全保卫制度，并将辐射安全防护和管理落实到个人。

操作规程：明确了辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及具体操作步骤。确保开展辐射工作时所有辐射安全措施均已到位，严格按照操作流程操作，防止发生辐射事故；从事辐射工作时必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警

仪。

岗位职责：明确了操作人员及辐射安全管理人员的岗位职责，并落实到个人，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任。

设备检修维护制度：明确了 X 射线装置以及辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保射线装置以及辐射监测设备等仪器设备保持良好工作状态。

台账登记制度：建立了射线装置使用登记台账，射线装置的使用情况等由专人负责登记、专人形成台账、每月核对，确保使用情况与登记相符，并做好存档记录。

人员培训计划：明确了培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。相关辐射工作人员及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。

监测方案：明确了监测频次和监测项目，主要包括个人剂量监测和工作场所监测，其中工作场所监测方式由企业自主监测与有资质单位开展的年度监测。监测结果妥善保存，并定期上报生态环境行政主管部门。发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告；发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令第 18 号），使用射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前提交上一年度的评估报告。

辐射事故应急预案：成立了辐射事故应急指挥小组，明确各小组成员的职责与分工，以及应急事故处理相关的联系方式。在演练过程中发现问题能够及时解决，并在日常工作中对职工进行辐射防护知识的培训和安全意识教育，不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生。制定应急人员的组织、培训和应急方案，辐射事故分类与应急响应的措施。当发生辐射事故时，应当立即启动事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后一小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康行政部门报告。同时，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和公安部门报告。

监测异常报告制度：明确按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测；当发现辐射工作场所及周围环境监测出现

异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境部门报告；当发现个人剂量监测结果异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康行政部门调查处理。

规章制度的执行与落实情况：公司现有管理制度内容较为全面，符合相关要求，现有规章制度基本满足公司从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。公司严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

规章制度的可行性：公司制定的辐射安全管理规章制度应具有一定的针对性和可操作性，且包含本次项目，能够满足本次核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求，同时在实际工作中还应不断对其进行补充和完善。本项目建成后，可依托公司现有比较健全的管理组织机构，本项目开展后，辐射管理成员为同一套班子成员，目前公司的管理人员也能满足配置要求。

辐射监测

1. 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用射线装置的单位应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。

公司已为本项目配备1台便携式辐射巡测仪及2台个人剂量报警仪，用于辐射工作过程中瞬时辐射剂量的报警，配备后将能够满足辐射监测仪器配置要求。

2. 监测方案

上海佳方钢管集团太仓有限公司应根据辐射管理要求，制定如下监测方案：

（1）请有资质单位定期对辐射工作场所周围环境辐射水平进行监测，每年至少1次；

（2）辐射工作人员佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（不少于1次/三个月）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案；

（3）所有辐射工作人员上岗前进行职业健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，定期开展职业健康体检（不少于1次/2年），并建立个人职业健康档案；

（4）利用配备的辐射监测仪器对公司的辐射工作场所定期进行自主监测，并记录档案。辐射监测仪器需按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。

公司应对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提

交了上一年度的评估报告。

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全的要求，根据上述监测方案，汇总本项目建成后公司核技术利用项目总体监测方案，详见表 12-1。

表 12-1 公司核技术利用项目总体监测计划一览表

监测项目	监测类型	监测因子	监测点位和监测频次	监测点位	参考控制水平	异常处理
工作场所监测	竣工环保验收监测	周围剂量当量率	请有资质单位监测，项目建设后试运行 3 个月内	①通过巡测发现辐射水平异常高的位置； ②探伤房四周、防护门外、门缝处； ③操作室、电控室等辅助用房。	屏蔽体外及顶部（人员可达）表面外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。	一旦发现辐射水平超过 2.5 μ Sv/h 应立即停止辐射工作，查找原因，进行整改。整改好，并经检测确认辐射水平合格后，方可继续工作。
	年度监测	周围剂量当量率	请有资质单位监测，不少于 1 次/年			
	日常监测	周围剂量当量率	自主监测，建议不少于 1 次/季度			
个人剂量监测	/	职业性外照射个人剂量	定期送有资质部门进行监测，不少于 1 次/3 个月	/	5mSv/a	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、卫生健康行政部门调查处理。

3. 现有核技术利用项目辐射监测开展情况

2024 年因设备损坏及股权转让交接，所有辐射工作暂停，故本年度并未进行年度检测。根据建设单位所提供的 2023 年年度监测报告，辐射工作场所周围的 X- γ 辐射剂量当量率均能够满足标准要求；日常内部常规检测已执行。公司在职辐射工作人员均严格按照要求对所有辐射工作人员开展岗前、在岗期间和离岗职业健康体检，在岗期间体检周期不超过 2 年。根据公司提供的职业健康体检报告，在岗的所有辐射工作人员均可继续从事放射性工作。

辐射事故应急

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可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。本项目事故多为开机误照射事故，通常情况下属于一般辐射事故。

针对可能发生的事故风险，公司已针对项目可能产生的辐射事故情况制定了事故应急预案，应急预案内容主要包括：

- (1) 应急机构、组成人员以及职责分工；
- (2) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (3) 应急人员的组织、培训及联系方式；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 应急演习计划。

上海佳方钢管集团太仓有限公司已根据《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》的要求，明确人员职责分工，加强应急人员的组织、培训，并在今后工作中定期组织应急人员进行应急演练，在实际工作中不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生，确保辐射工作安全有效运转。

发生辐射事故时，应当立即启动事故应急预案，采取必要的防范措施，并在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康行政部门报告。

现有核技术利用项目应急预案的执行情况

公司已制定《辐射事故应急预案》，每年定期开展辐射事故应急预案演练，并对演练结果进行总结，及时对放射事件应急处理预案进行完善和修订。经与建设单位核实，公司自辐射活动开展以来，无辐射事故发生，事故应急小组处于正常运行状态。

表 13 结论与建议

结论

1. 项目概况

为满足公司不同产品质量检验要求，上海佳方钢管集团太仓有限公司拟对 1 号 X 射线探伤房进行改造并新增 1 套 XYD-320 型 X 射线实时成像检测系统，用于对公司生产的各类钢管进行无损检测。本项目 XYD-320 型 X 射线实时成像检测系统最大管电压为 320kV、最大管电流为 8mA，为 II 类射线装置。

2. 实践正当性评价

本项目的建设和运行可满足企业生产和提高产品质量的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

3. 产业政策相符性

本项目使用 X 射线实时成像检测系统对生产的钢管进行无损检测，根据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）》相关规定，本项目属于该指导目录中鼓励类第十四项“机械”中第 1 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家产业政策。

4. 选址、布局合理性评价

上海佳方钢管集团太仓有限公司位于太仓港港口开发区滨江大道（钢材剪切配送中心区内），本项目改建 X 射线探伤房位于厂区螺焊车间东南部。50m 评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目环境保护目标主要是本项目辐射工作人员及评价范围内的公众。

本项目将探伤房作为控制区，在工件门及人员门外设置电离辐射警告标志及中文警示说明，探伤期间禁止任何人员进入；将辅房（包括操作室、电控室、资料室、库房）作为监督区，在监督区入口门张贴监督区标牌，探伤期间禁止无关人员进入，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

5. 辐射防护措施评价

本项目探伤房采用混凝土+铅屏蔽 X 射线，其采取的是实体屏蔽方式。根据理论预测可知，本项目探伤房的屏蔽厚度均能满足防护要求；电缆进出通道、通风管道的

设置合理可行，均未破坏探伤房的整体屏蔽防护效果，该公司拟采取的辐射防护措施满足当前的管理要求。

6. 辐射安全措施评价

本项目改建探伤房拟采取钥匙开关、与射线装置高压联动的门-机联锁装置、工作状态指示灯（与射线装置进行联锁）和声音提示装置、监控系统、电离辐射警告标志、急停按钮、开门开关、固定式辐射监测系统等辐射安全措施。落实以上辐射安全防护措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全防护要求。

7. 保护目标剂量评价

根据理论估算，本项目投入运行后，辐射工作人员和公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目剂量约束值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）的剂量限值要求。

8. 通风措施评价

本项目改建探伤房设置机械排风装置，X 射线探伤房拟配备的风机排风量不小于 2000m³/h，可使探伤房每小时通风换气约 4 次，均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。探伤房内产生的少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风装置排出探伤房，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

9. 辐射防护监测仪器

公司已为本项目配备 1 台便携式辐射巡测仪，2 台个人剂量报警仪。用于辐射工作过程中瞬时辐射剂量的报警，配备后将能够满足辐射监测仪器配置要求。

10. 辐射安全管理评价

上海佳方钢管集团太仓有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员的管理职责。公司辐射安全专职管理人员和为本项目配备的辐射工作人员均已参加并通过辐射安全和防护的培训及考核。

本项目已为 2 名辐射工作人员各配备 1 枚个人剂量计并定期送检，定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，建立个人剂量档案及职业健康档案。公司还应根据本项目具体情况制定各项管理制度，同时在工作中将其落到实处，确保辐射工作的安全。采取上述措施后，将满足生态环境保护管理要求。

总结论：

综上所述，上海佳方钢管集团太仓有限公司改建 1 座固定式 X 射线探伤房项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设运行是可行的。

建议与承诺

(1) 该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

(2) 公司应定期或不定期对射线装置的各种管理、操作、保安措施的落实情况进行检查，确保仪器的完好和有效。

(3) 公司应认真保管好射线装置的各种档案资料以及定期的测试报告，做到各种数据有据可查。

(4) 本项目竣工后，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，在 3 个月内对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入使用。

本项目竣工环保验收“三同时”检查内容见附表。

附表

“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员的管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用放射性同位素和射线装置的单位需设置辐射安全与环境保护管理机构，或者指定专职人员负责辐射安全与环境保护管理工作的要求。	
辐射安全和防护措施	屏蔽措施： 本项目辐射屏蔽措施为：	探伤房表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）剂量率限值要求。辐射工作人员及公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。	
	安全措施： 探伤房采取钥匙开关、与装置高压联动的门-机联锁装置、工作状态指示灯（与射线装置进行联锁）和声音提示装置、监控系统、电离辐射警告标志、急停按钮、开门开关、固定式辐射监测系统等辐射安全措施。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求。	
通风措施	探伤房安装机械排风装置，X 射线探伤房拟配备的风机排风量不小于 2000m ³ /h，每小时有效通风换气次数约 4 次。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。	
人员配备	辐射防护与安全培训： 本项目配备的 2 名辐射工作人员，辐射工作人员及管理人员均已通过辐射安全与防护培训考核。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中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的管理要求。	
	个人剂量监测： 本项目已为 2 名辐射工作人员配备个人剂量计，每 3 个月定期送检，并建立辐射工作人员个人剂量档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展个人剂量监测的管理要求。	

	人员职业健康监护： 本项目辐射工作人员均应定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展职业健康体检的管理要求。	
监测仪器和防护用品	已配备1台辐射巡测仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中监测仪器配备要求。	
	已配备2台个人剂量报警仪。		
辐射安全管理制度	已制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施、监测异常报告制度等辐射安全管理制度。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用放射性同位素和射线装置的单位需具备健全的辐射安全管理制度的管理要求。	

注：“三同时”措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。