

核技术利用建设项目

南京巨龙钢管有限公司

制管一分厂 1#射线工序效率提升改造工程

环境影响报告表

(公示本)

南京巨龙钢管有限公司

2023 年 7 月

生态环境部监制

编制单位和编制人员情况表

项目编号	78v170		
建设项目名称	制管一分厂1#射线工序效率提升改造工程		
建设项目类别	55-172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	南京巨龙钢管有限公司		
统一社会信用代码	91320191667351423J		
法定代表人（签章）	吕成秀		
主要负责人（签字）	葛玉宏		
直接负责的主管人员（签字）	徐树凯		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	南京国环科技股份有限公司		
统一社会信用代码	91320100339348292X		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
黄希望	2019050353200000005	BH011193	黄希望
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
黄希望	全部	BH011193	黄希望

核技术利用建设项目

南京巨龙钢管有限公司 制管一分厂 1#射线工序效率提升改造 工程

环境影响报告表

建设单位名称：南京巨龙钢管有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：吕成秀

通讯地址：南京市高新技术产业开发区聚龙路6号

邮政编码：210000 电子邮箱：/

联系人：李军 联系电话：[REDACTED]

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	6
表 3 非密封放射性物质.....	6
表 4 射线装置.....	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	8
表 6 评价依据.....	9
表 7 保护目标与评价标准.....	12
表 8 环境质量和辐射现状.....	18
表 9 项目工程分析与源项.....	22
表 10 辐射安全与防护.....	28
表 11 环境影响分析.....	34
表 12 辐射安全管理.....	48
表 13 结论与建议.....	52
表 14 审批.....	59

附图：

- 附图 1 建设项目地理位置示意图
- 附图 2 建设项目周边环境概况图
- 附图 3 厂区平面布置示意图
- 附图 4 探伤房所在车间内部周边平面布置示意图
- 附图 5 建设项目与江苏省生态空间保护区域位置关系示意图

附件：

- 附件 1 项目委托书
- 附件 2 射线装置使用承诺书
- 附件 3 辐射屏蔽防护设计说明
- 附件 4 本项目备案证
- 附件 5 大直缝埋弧焊钢管生产线项目环境影响报告表的批复；
- 附件 6 固定式射线探伤房项目环评批复及环保验收文件
- 附件 7 建设单位辐射安全许可证

- 附件 8 现有探伤房辐射年度检测报告
- 附件 9 辐射安全管理规章制度
- 附件 10 辐射应急预案及演练记录
- 附件 11 辐射环境现状检测报告及检测单位资质
- 附件 12 设备商提供的相关参数
- 附件 13 项目编制主持人现场踏勘照片
- 附件 14 建设项目环评审批基础信息表

表 1 项目基本情况

建设项目名称		制管一分厂 1#射线工序效率提升改造工程			
建设单位		南京巨龙钢管有限公司			
法人代表	吕成秀	联系人	李军	联系电话	
注册地址		南京市高新技术产业开发区聚龙路 6 号			
项目建设地点		南京市高新技术产业开发区聚龙路 6 号			
立项审批部门		南京江北新区管理委员会行政审批局	批准文号	宁新区管审备[2023]361 号	
建设项目总投资（万元）	184	项目环保投资（万元）	18	投资比例（环保投资/总投资）	9.8%
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ）
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			

一、项目概述

1、建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来

1.1 建设单位基本情况

南京巨龙钢管有限公司是由中国石油天然气集团公司渤海装备制造有限公司投资成立的，位于南京高新技术产业开发区，主要从事大直缝埋弧焊钢管的生产（于 2007 年投资建设，环评文件见附件 5，生产规模为 150000 吨/年）。由于生产钢管的无损检测需要，建设单位现在制管一分厂大直缝埋弧焊钢管生产线车间建设三座固定式工业 X 射线探伤房，目前正常使用，其中，1#探伤房位于车间东部，2#及 3#探伤房位于车间西部，1#探伤房与 2#、3#探伤房的直线距离均超 190m。三座探伤房中，1#及 2#探伤房各使用一套工业 X 射线实时成像系统，3#探伤房使用 2 台便携式 X 射线探伤机。2 套 X 射线实时成像系统及 2 台 X 射线探伤机均属于 II 类射线装

置。

1.2 项目由来及建设规模

为提高生产效率，建设单位拟将 1#探伤房北侧墙体向北移动 3.65m，同时调整防护门设计和操作间位置，探伤室内 X 射线探伤机的规格型号、安装位置、照射方式等均维持现状不变。1#探伤房内安装的 X 射线探伤机的型号为 MxR-320HP/11 型，最大管电压为 320kV，最大管电流为 9.8mA。无损检测时，X 射线管主射线固定向上，钢管在 X 射线管及 DR 平板间移动（X 射线机在钢管内部、DR 平板在钢管外部的上端）。1#探伤房改建前后主要变化情况见表 1-1，改造前后探伤房平面布置情况见图 1-1。

表 1-1 1#探伤房改建前后主要变化情况一览表

序号	项目	改建前	改建后	变化情况
1	探伤室尺寸	长 30.3m×宽 4.15m×高 3.9m	长 30.3m×宽 7.8m×高 3.9m	北侧墙体向北移动 3.65m
2	防护门设置情况	东墙设置 1 个工件门；南墙设置 1 个人员门和 1 个应急门	东墙设置 1 个工件门和 1 个检修门；南墙设置 1 个人员门和 1 个应急门；西墙设置 1 个工件门；屋顶设置 2 个检修孔	东墙增加 1 个检修门，调整，调整工件门位置；南墙调整人员门位置；西墙增加 1 个工件门；屋顶增加 2 个检修孔
3	墙体厚度及屏蔽设计	四周墙体均为 500mm 砵；屋顶为 420mm 砵	四周保留的原前墙体部分为 500mm 砵，新建的墙体为 350mm 砵；屋顶为 420mm 砵	新建的墙体为 350mm 砵；靠近射线管的区域在墙体内部贴 5mm 铅板
4	操作室位置	探伤室南侧东部	探伤室南侧西部	操作室位置向西挪动
5	钢管移动流程	从东墙工件门进入探伤室→探伤检测→从东墙工件门移出探伤室→下一根钢管从东墙工件门进入探伤室	从东墙工件门进入探伤室→探伤检测（前一个已完成检测的钢管移动至西墙工件门准备移出探伤室）→下一根钢管从东墙工件门进入探伤室（前一个已完成检测的钢管已从西墙工件门移出探伤室）	在进行钢管探伤检测时，探伤室内其他钢管在通过辊道移动至其他预定工位，在检测结束时，同步进行钢管进入和移出探伤室的操作，从而达到节约时间、提升效率的目的

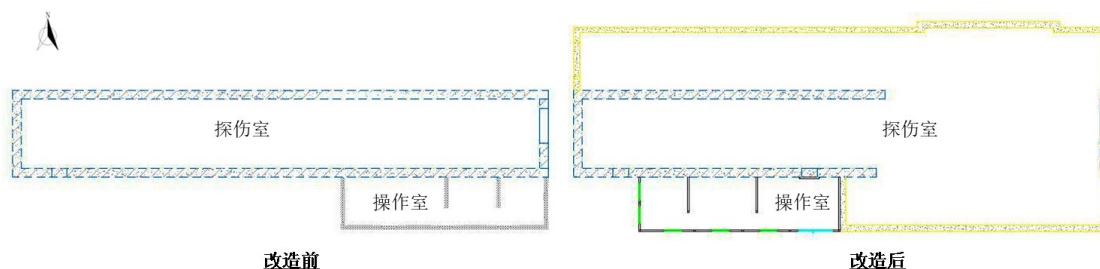


图 1-1 改造前后探伤房平面布置对比图

1#探伤房改建完成后，探伤室体积约为 922m³（长 30.3m×宽 7.8m×高 3.9m），操作人员可进入探伤室。1#探伤房配备 6 名辐射工作人员，实行三班两倒制（每班 2 名），每班工作时间为 12 小时，每班平均开机出射线工作为 4 小时，年曝光时间 2500 小时。

本次评价核技术应用情况一览如表 1-2 所示。

表 1-2 南京巨龙钢管有限公司本次评价核技术应用情况一览表

射线装置名称	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	射线装置类别	工作场所名称	环评审批时间	许可情况	备注
MxR-320HP/11 型工业 X 射线实时成像检测系统	1	320	9.8	II 类	制管一分厂大直缝埋弧焊钢管生产线车间 1# 探伤房	本次环评	未许可	主射线朝上

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》《建设项目环境影响评价分类管理名录》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，建设单位应办理核技术利用项目环境影响评价手续。

根据《射线装置分类》，本项目 X 射线实时成像检测系统属于 II 类射线装置，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》，使用 II 类射线装置的单位应当编制环境影响评价报告表。受南京巨龙钢管有限公司委托，南京国环科技股份有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场监测和评价分析，编制该项目环境影响评价报告表。并委托青山绿水（江苏）检验检测有限公司对 1#探伤房及周围的 X-γ 辐射剂量率进行了本底监测，并在此基础上编制了本项目环境影响评价报告表。

2、项目周边保护目标及项目选址情况

南京巨龙钢管有限公司位于南京市高新技术产业开发区聚龙路 6 号，公司地理位置见附图 1。厂区西侧隔龙泰路为南京聚隆科技股份有限公司，北侧为江苏省建筑工程集团丰达混凝土有限公司、南京江北新区智能制造产业园，东侧为空地，南侧为隔聚龙路为南京智能制造产业园租赁房。厂区周围环境情况见附图 2。

本项目改建的 1#探伤房位于制管一分厂大直缝埋弧焊钢管生产车间（车间为一层结构，层高约为 16m）的东部，1#探伤房北侧为车间内部通道、试样加工间和

物理实验室、东侧为钢管运输辊道、南侧为车间内部通道及 1#连探操作间、东南侧为 1#手探操作间、西侧为车间内部通道及补焊操作间，探伤房为一层结构，层高 4.3m，下方为土层，上方无建筑，车间房顶有天窗通过。车间内 1#探伤房周围环境图见附图 4。

本项目 1#探伤房探伤室边界周围 50m 范围(本项目评价范围)均在公司厂区内，无居民区、学校等环境敏感点，50m 范围内的环境敏感目标主要为辐射工作人员和 1#探伤房周围的公司内其他工作人员。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》(苏政发〔2018〕74 号)、《江苏省生态空间管控区域规划》(苏政发〔2020〕1 号)，本项目评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。对照《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》(苏政发〔2020〕49 号)，本项目评价范围内不涉及生态保护红线，不涉及江苏省环境管控单元中的优先保护单元，符合“三线一单”(生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单)的要求。

3、建设单位已有核技术利用项目许可情况

南京巨龙钢管有限公司现有 3 座探伤房，该项目 2010 年编制的《已建固定式工业 X 射线探伤项目环境影响报告表》已取得原江苏省环境保护厅的批复，于 2011 年 5 月通过了南京市生态环境局组织的竣工环保验收(见附件 6)。

南京巨龙钢管有限公司目前已申领南京市生态环境局颁发的辐射安全许可证(见附件 7)，证书编号为苏环辐证[A0698]，种类和范围为“使用 II 类射线装置”，发证日期为 2021 年 09 月 07 日，有效期至 2026 年 09 月 06 日。建设单位现有 II 类射线装置见表 1-3。

表 1-3 建设单位现有核技术应用情况一览表

射线装置名称	数量	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	射线装置类别	工作场所名称	环评审批时间	许可情况	备注
工业 X 射线实时成像检测系统	1	320	9.8	II 类	1#X 射线探伤房	2010.4.16	已许可	定向机
工业 X 射线实时成像检测系统	1	320	9.8	II 类	2#X 射线探伤房		已许可	定向机
X 射线拍片检测系统	2	300	3	II 类	3#X 射线探伤房		已许可	定向机

4、本项目实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能会增加拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的生产需求和提高产品质量，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（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

表 2 放射源

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

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

（二）X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业 X 射线实时成像检测系统	II 类	1	MxR-320HP/11	320	9.8	钢管无损检测	制管一分厂 大直缝埋弧 焊钢管生产 线车间 1# 探伤房	定向机， 主射线朝上， 最大连续功率 800W/1800W。

（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	(1)《中华人民共和国环境保护法》(修订版),国家主席令第9号公布,2015年1月1日施行 (2)《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 修正版),国家主席令第24号公布实施,2018年12月29日修订,2018年12月29日起施行 (3)《中华人民共和国放射性污染防治法》,2003年10月1日起施行 (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日发布施行 (5)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019年修正版),国务院令第709号,2019年3月2日起施行 (6)《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年修正版),生态环境部令第16号,2021年1月1日施行 (7)《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 (8)《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,2021年1月4日起施行 (9)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》,原环保部令第18号,2011年5月1日起施行 (10)《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》原国家环保总局,环发〔2006〕145号,2006年9月26日起施行 (11)《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 (12)《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 (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10月25日 (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 (15)《江苏省辐射污染防治条例》(2018年修正版),江苏省第十三届人
------	---

	民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行 (16)《江苏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，2018 年 6 月 9 日 (17)《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，2020 年 1 月 8 日 (18)《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49 号，2020 年 6 月 21 日 (19)《江苏省辐射事故应急预案》(苏政办函〔2020〕26 号) (20)《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
技 术 标 准	(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016) (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》(HJ10.1-2016) (3)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) (4)《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) (5)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) (6)《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) (7)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) (8)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)
其 他	附件： (1) 项目委托书 (附件 1) (2) 射线装置使用承诺书 (附件 2) (3) 辐射屏蔽防护设计说明 (附件 3) (4) 本项目备案证 (附件 4) (5) 现有主体钢管生产项目环评文件 (附件 5) (6) 探伤房项目环评批复及竣工环保验收意见 (附件 6) (7) 建设单位辐射安全许可证 (附件 7) (8) 企业 2022 年度辐射环境检测报告 (附件 8) (9) 辐射安全管理规章制度 (附件 9)

	(10) 辐射应急预案及演练记录 (附件 10) (11) 辐射环境现状检测报告及检测单位资质 (附件 11) (12) 设计资料
--	--

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—核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）有关要求：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。本项目评价范围为 1#探伤房室边界外 50m 区域，均位于厂区范围内。评价范围示意图见图 7-1。

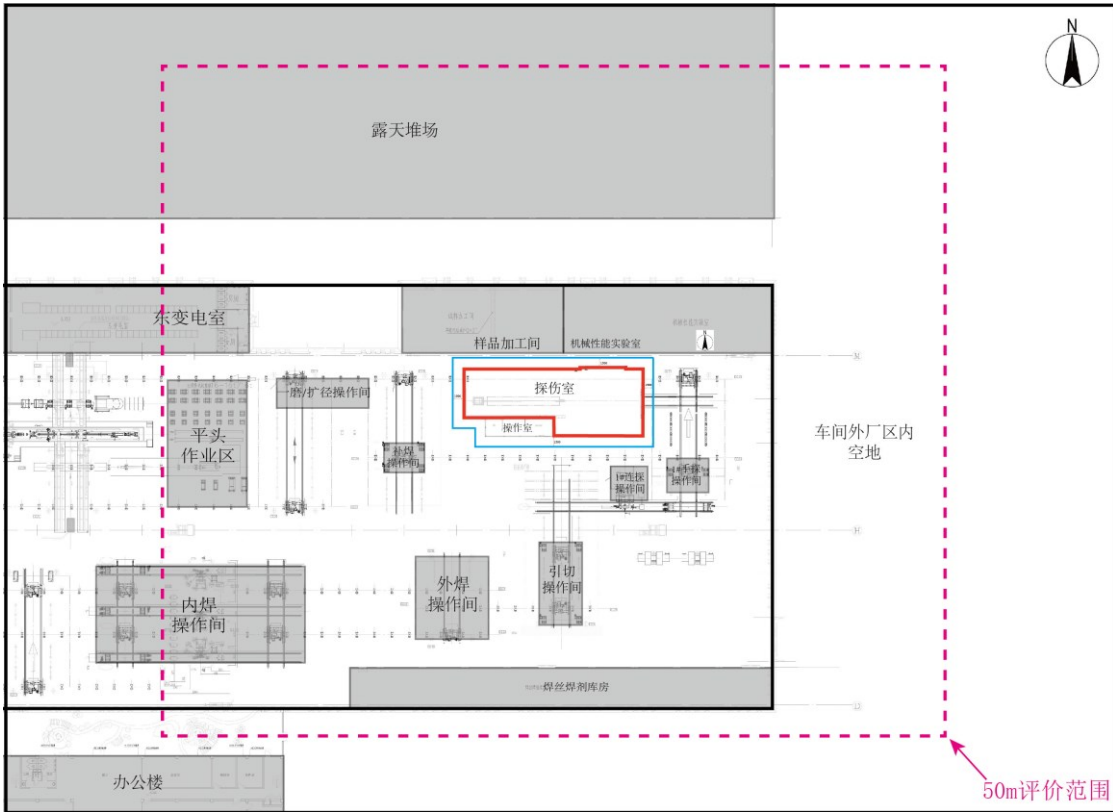


图 7-1 评价范围示意图

本项目 1#探伤房探伤室边界 50m 范围内的环境敏感目标主要为辐射工作人员和 1#探伤房周围的公司内其他工作人员，均位于建设单位厂区范围内，不涉及厂区外。

本项目评价范围内没有自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号），本项目拟建址及生态环境评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线区域。对照《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），本项目拟建址及评价范围内不涉及生

态空间保护区域。对照《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本工程评价范围内不涉及生态保护红线，不涉及江苏省环境管控单元中的优先保护单元，与江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案是相符的。

表 7-1 X 射线实时成像检测系统评价范围内保护目标情况一览表

保护目标		方位	距离（与项目最近距离，m）	规模（人数）	环境保护要求
名称	分类				
X 射线实时成像检测系统工作人员	辐射工作人员	西南侧	紧邻	3 人	年有效剂量不超过 5mSv
样品加工间工作人员	公众（公司内其他工作人员）	北侧	2.5m	6 人	年有效剂量不超过 0.1mSv
机械性能实验室工作人员		北侧	2.5m	6 人	
露天堆场工作人员		北侧	25m	3 人	
1#手探操作间工作人员		东南侧	5m	6 人	
1#连探操作间工作人员		南侧	5m	7 人	
引切操作间工作人员		南侧	20m	6 人	
外焊操作间工作人员		南侧	25m	8 人	
内焊操作间工作人员		西南侧	45m	8 人	
补焊操作间工作人员		西侧	10m	3 人	
一磨/扩径操作间工作人员		西侧	15m	7 人	
平头作业区工作人员		西侧	40m	25 人	
东变电室工作人员		西侧	45m	2 人	
车间内通道		四周	紧邻	流动人员	

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安全。

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有效剂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。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

附录 B 规定：

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制,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;

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

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。

b) 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 剂量约束值通常在照射剂量限值的 10%~30%的范围之内。

(2) 《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 μ Sv/周, 对公众场所, 其值应不大于 5 μ Sv/周;

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足:

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

b) 对没有人员到达的探伤室顶, 探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 μ Sv/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 GB18871 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。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)

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，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度 (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。

(4) 项目管理目标

综上,根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022),制定本项目管理目标:

①年剂量约束值:辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv,公众年有效剂量不超过 0.1mSv;

②周剂量约束值:辐射工作人员周有效剂量不大于 100μSv/周,公众周有效剂量不大于 5μSv/周;

③剂量率控制水平:探伤室墙体和门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h,探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平不大于 100μSv/h。

(5) 参考资料

根据《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):

表 7-2 江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果 (单位: nGy/h)

项目	原野	道路	室内
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

根据上表,本报告取江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果中的“均值±3 倍标准差”为其评价参考范围,即原野天然 γ 辐射水平参考范围取 (50.4±21.0) nGy/h (即 (60.5±25.2) nSv/h,参照 HJ1157-2021, Sv/Gy 换算系数取 1.20,下同),道路天然 γ 辐射水平参考范围取 (47.1±36.9) nGy/h (即 (56.5±44.3) nSv/h),室内天然 γ 辐射水平参考范围取 (89.2±42.0) nGy/h (即 (107.0±50.4) nSv/h)。

报告编制过程中还参考了《辐射防护导论》(方杰主编)等参考资料。

表 8 环境质量和辐射现状

1、项目地理和场所位置

南京巨龙钢管有限公司位于南京市高新技术产业开发区聚龙路 6 号，公司地理位置见附图 1。厂区西侧隔龙泰路为南京聚隆科技股份有限公司，北侧为江苏省建筑工程集团丰达混凝土有限公司、南京江北新区智能制造产业园，东侧为空地，南侧为隔聚龙路为南京智能制造产业园租赁房。厂区周围环境情况见附图 2。

本项目改建的 1#探伤房位于制管一分厂大直缝埋弧焊钢管生产线车间的东部，1#探伤房北侧为车间内部通道、试样加工间和物理实验室，东侧为工件转运通道，南侧为车间内部通道及 1#连探操作间和 1#手探操作间，西侧为车间内部通道及补焊操作间，探伤房上方无建筑、下方为土层。1#探伤房周围环境图见附图 4。

本项目 1#探伤房探伤室边界周围 50m 范围均在公司厂区内，无居民区、学校等环境敏感点，50m 范围内的环境敏感目标主要为辐射工作人员和 1#探伤房周围的公司内其他工作人员。1#探伤房周围环境现状见图 8-1。





图 8-1 1#探伤房周围环境现状照片

2、环境现状检测评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：1#探伤房周围辐射环境。

监测因子：X- γ 辐射剂量率。

监测点位：在 1#探伤房周围布监测点位，共计 10 个点位。

3、监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

监测单位：青山绿水（江苏）检验检测有限公司

监测仪器：AT11121（设备编号：QSLs-FS-012）

能响范围：15keV 到 3MeV

量程：环境连续 X 及 γ 射线剂量率，范围 50nSv/h 到 10Sv/h；短时辐射剂量率，范围 5 μ Sv/h 到 10Sv/h

检定单位：江苏省计量科学研究院

证书编号：Y2022-0053139

检定有效期：2022 年 6 月 29 日～2023 年 6 月 28 日

监测项目：X- γ 辐射剂量率

监测布点：在 1#探伤房周围进行布点，具体点位见图 8-2

监测时间：2023 年 3 月 3 日

监测天气：晴；温度：17℃；湿度：53%

监测方法：《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 20s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差

3.2 质量保证措施

监测单位：青山绿水（江苏）检验检测有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定。

监测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）有关布点原则进行布点，满足《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的要求。

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求，实施全过程质量控制，质量控制满足《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求。

监测人员、监测仪器及监测结果质量保证：监测人员均经过考核并持有检测上岗证，监测仪器已经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检定，监测报告实行三级审核。

3.3 监测结果

评价方法：参照江苏省天然贯穿辐射剂量水平调查结果，1#探伤房周围辐射剂量率监测结果见表 8-1，监测点位示意图见图 8-2，详细检测结果见附件 11。

表 8-1 本项目 1#探伤房及周围环境辐射水平监测结果

序号	检测点位描述	测量结果 (nSv/h)
1	1#探伤室内	86.4
2	1#探伤操作间	103.2
3	1#探伤室东墙（工件门）外侧	92.4
4	1#探伤室南墙外侧	94.8
5	1#探伤室西墙外侧	92.4

6	1#探伤室北墙外侧	94.8
7	1#探伤室南侧连探操作间	70.8
8	1#探伤室西侧补焊操作间	82.8
9	1#探伤室北侧物理实验室	105.6
10	1#探伤室北侧试样加工间	81.6

注：上述各测点均位于室内；测量数据已扣除宇宙响应值；建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子取值为 0.9（参照平房）。

根据检测结果可知，本项目 1#探伤房及周围环境辐射水平在（70.8~105.6）nSv/h，处于江苏省室内天然 γ 辐射水平（ 107.0 ± 50.4 ）nSv/h 参考范围内。

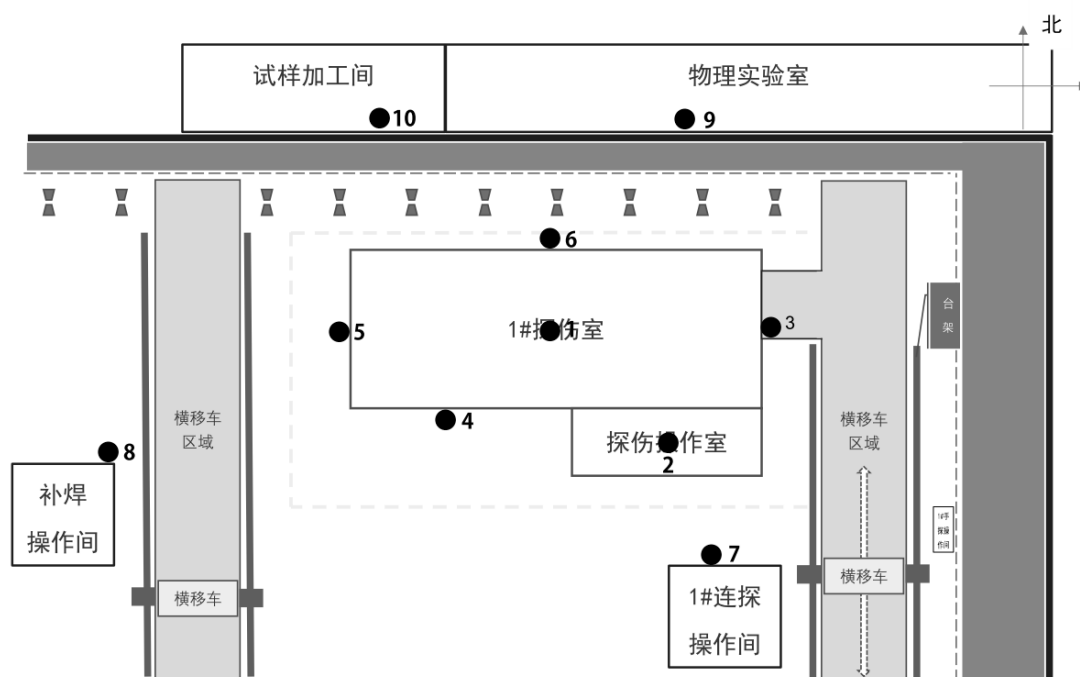


图 8-2 拟建址周围环境 X- γ 辐射监测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

1、工程设备

本项目工程设备主要包括钢管传送系统和 X 射线实时成像检测系统，其中钢管传送系统由电机和辊道构成；X 射线实时成像检测系统由操作台、X 射线发生器和连接电缆等部件构成。

1#探伤房内安装的 X 射线探伤机的型号为 MxR-320HP/11 型，最大管电压为 320kV，最大管电流为 9.8mA。操作台设有各类操作按钮和实时成像设备，用于操作控制和探伤图像的显示；X 射线发生器用于在控制器设置条件进行曝光探伤，核心部件是 X 射线管（X 射线管由阳极、阴极、灯丝、钨靶、铜体、发射罩等组成，X 射线管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）和 DR 平板（用于图像增强）；连接电缆用于连接操作台与 X 射线发生器。

本项目开展无损检测时，X 射线管主射线固定向上，钢管在 X 射线管及 DR 平板间移动（X 射线机在钢管内部、DR 平板在钢管外部的上端）。其探伤室内净尺寸为 30300mm（长）×7800mm（宽）×3900mm（高），操作人员可从防护门进入探伤室。根据设备商提供的资料，射线机滤过材料为 3mm 铍。

根据生产需要，探伤室防护门设置情况详见表 9-1 和图 9-1。

表 9-1 本项目 1#探伤房探伤室防护门设置情况

序号	防护门名称	位置	尺寸 (mm)	屏蔽设计	
				防护材料	厚度
1	人员门	南墙	900（宽）×2200（高）	Pb	30mm
2	南应急门	南墙	900（宽）×2100（高）	Pb	30mm
3	东工件门	东墙	1600（宽）×2100（高）	Pb	16mm
4	东检修门	东墙	600（宽）×2100（高）	Pb	16mm
5	西工件门	西墙	1600（宽）×2100（高）	Pb	16mm
6	北检修孔	房顶	3600（长）×3340（宽）	Pb	15mm
7	南检修孔	房顶	3600（长）×3340（宽）	Pb	15mm

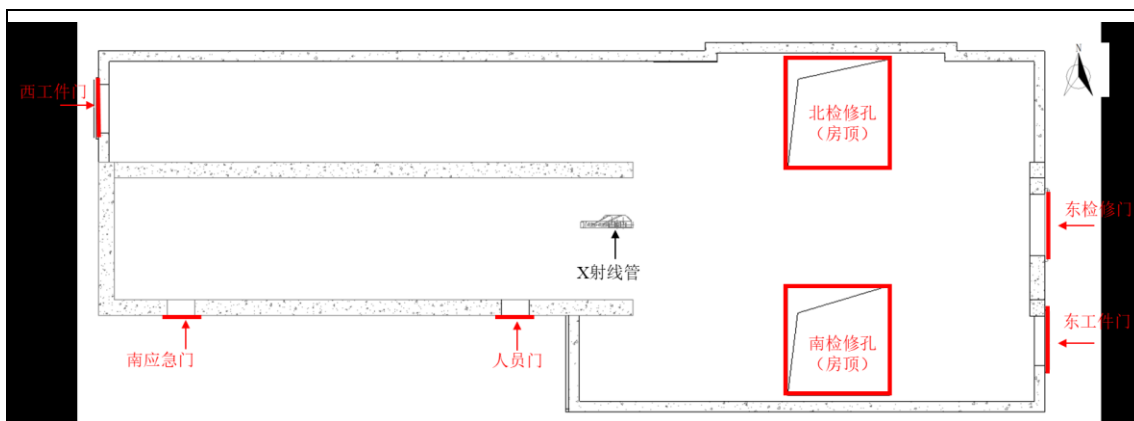


图 9-1 1#探伤房探伤室防护门设置图

1#探伤房安装的 X 射线实时成像检测系统样式图见图 9-2。



X 射线管

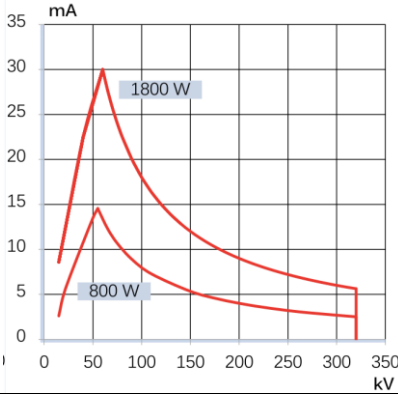
操作台

图 9-2 1#探伤房 X 射线实时成像检测系统样式图

根据设备商提供的产品介绍和设备剂量率曲线（见附件 12），本项目所用射线管主要技术参数见表 9-2。设备距辐射源点（靶点）1m 处输出量约为 $1100\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{s})$ 。

表 9-2 本项目所用 X 射线管主要技术参数一览表

序号	项目	技术参数
1	型号	MXR-320HP/11, 双极射线管
2	最大管电压	320kV
3	连续功率	800W/1800W
4	焦点尺寸.EN12543	d=0.4mm/d=1.0mm
5	固有滤波	3mm 铍
6	靶材	钨
7	靶角	11°
8	辐射角	40°×30°
9	最大泄漏剂量	5mSv/h

10	射线管功率曲线	
11	设备距辐射源点（靶点） 1m 处输出量	1100 $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{s})$

2、X 射线实时成像检测系统工作原理

本项目 X 射线实时成像检测系统包括探伤室和操作台，X 射线实时成像检测系统一般由 X 射线管、DR 平板和摄像机头等组成。X 射线实时成像检测系统核心是 X 射线管，它是一个内真空的玻璃管，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。典型的 X 射线管结构图见图 9-2。

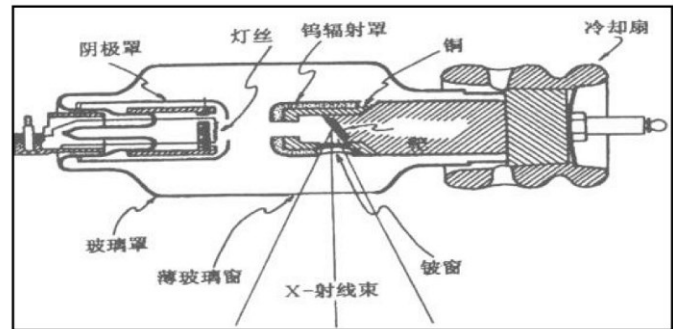


图 9-2 典型的 X 射线管结构图

在使用 X 射线实时成像检测系统进行无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大。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，投射 X 射线被 DR 平板所接收，DR 平板把不可见的 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监视器，在监视器上实时显示，可迅速对工件缺陷位置和被检样品内部的细微结构进行判别。

3、X 射线实时成像检测系统工艺流程及产污环节

(1) 无损检测工艺流程及产污环节说明

辐射工作人员通过辊道将被测钢管放置在检测平台上，将焊缝置于 X 射线管和 DR 平板之间。关闭防护门后，辐射工作人员在操作台处进行操作，对钢管内部缺陷情况进行无损检测，其工作流程如下：

①工作前检查：工作前检查安全联锁是否正常工作、报警设备和警示灯是否正常运行。

②打开主控开关，将钥匙开关转到打开位置，按下电源开关按钮，辐射工作人员通过辊道将被检测钢管放在测试平台上，检查钢管送入探伤房至合适位置。

③清场，确认探伤室内无人，关闭防护门，开启 X 射线实时成像检测设备进行检测。开机曝光过程中产生的 X 射线是本项目的主要污染物，同时产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

④检测完成，控制台处的显像器显示被测工件内部图像，工作人员通过显像器上的图像对工件内部缺陷进行辨别。

⑤关机，停止出束，打开防护门，将被测钢管从西工件门运出探伤室。

本项目 X 射线实时成像检测设备工作流程及产污环节示意图见图 9-3。

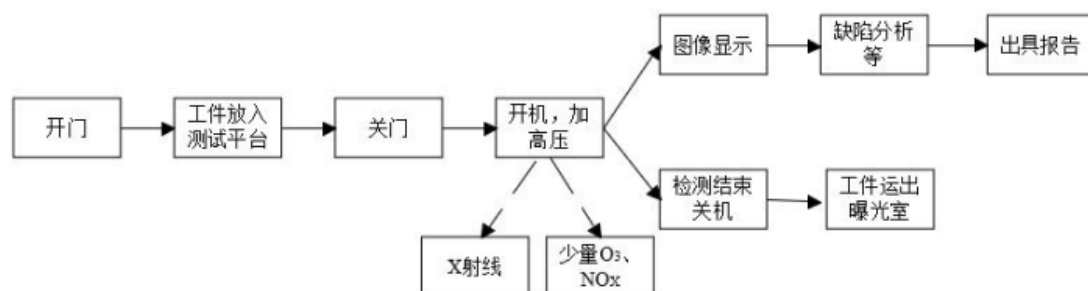


图 9-3 本项目 X 射线实时成像检测系统工作流程及产污环节分析示意图

(2) 被测钢管进出探伤室工艺流程说明

①打开防护门，钢管通过辊道从东工件门进入探伤室内待检位置。

②待检测钢管通过辊道传送至检测位置，转动钢管，将焊缝置于 X 射线管和 DR 平板之间。同时，下一根待检测钢管从东工件门进入探伤室内待检位置。

③关闭防护门，开始探伤检测，检测时钢管连续向前缓慢平移，探伤连续进行。

④完成检测后，打开防护门，已检测钢管移出检测位置，从西工件门移出探伤室，完成检测。待检测钢管移入检测工位，同时，下一根待检测钢管从东工件门进入探伤室内待检位置。

钢管在探伤室内的移动路径示意图见图 9-4。

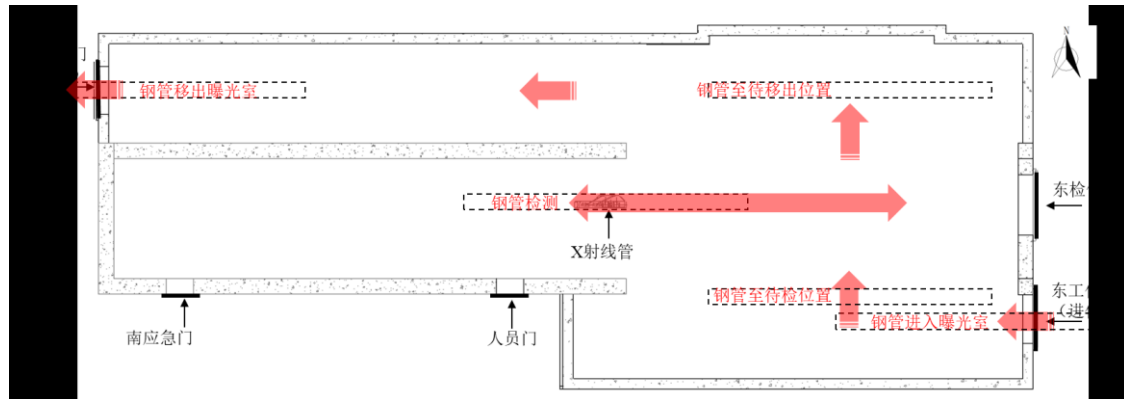


图 9-4 钢管的移动路径示意图

4、原有工艺的不足及改进情况分析

本项目为制管一分厂 1#射线工序效率提升改造工程，现有 1#射线工序运行稳定，无照射工艺上的不足。但由于探伤室较窄，钢管进出工作效率低下，本次技改拟将 1#探伤房北侧墙体向北移动 3.65m，同时调整防护门设计和操作间位置，探伤室内 X 射线探伤机的规格型号、安装位置、照射方式等均维持现状不变，从而提高 1#射线工序效率

污染源项描述

1、放射性污染源分析

由 X 射线实时成像检测设备工作原理可知，只有 X 射线装置在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，若未完全屏蔽会对检测探伤室外工作人员和公众产生一定外照射，因此 X 射线实时成像检测设备在开机检测期间，X 射线是项目主要污染物。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；

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；

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，X 射线经检测工件 90° 散射后，X 射线能量降低，散射线能量和辐射剂量率远小于主射线能量和辐射剂量率。

此外，当较高能量的射线可能穿透顶层之后与空气中的物质作用，被散射到地面会造成天空反散射。

2、非放射性污染源分析

本项目 X 射线实时成像检测系统在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

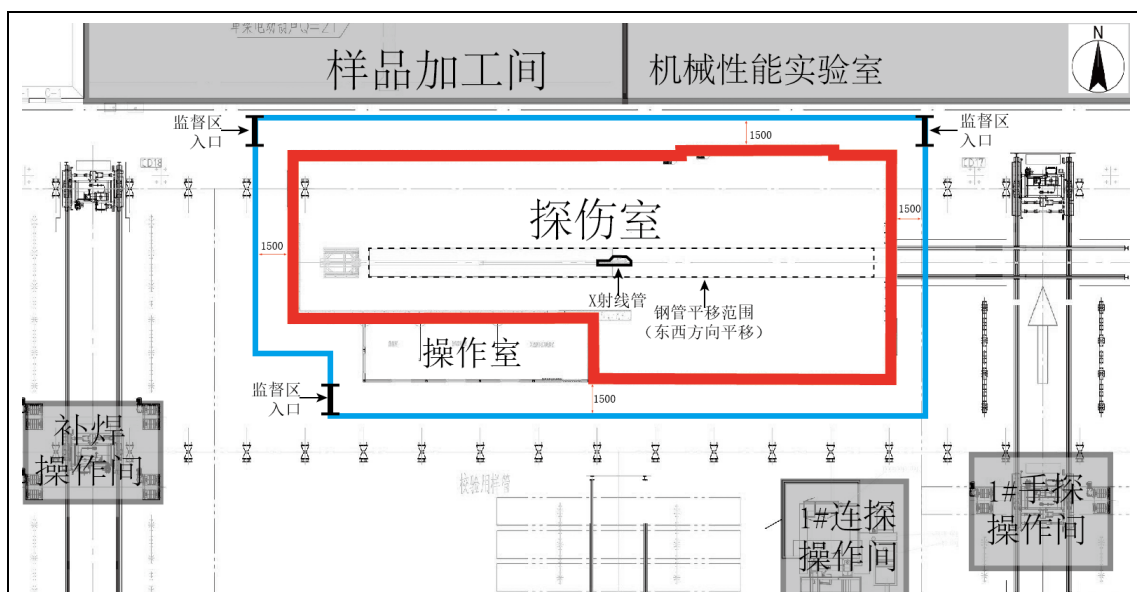
1、项目布局及分区合理性分析

本项目 1#探伤房建址位于公司制管一分厂车间东部独立建筑物内，设有探伤室、操作室等。操作室位于探伤室南侧、人员门外侧；探伤机位于探伤室的中间位置，无损检测时主射线固定向上。探伤房布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）中“操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开”的要求，探伤房布局基本合理。探伤房平面布置图见附图 4（含剖面布置）。

检测区域边界为探伤室西侧 1.5m、北侧 1.5m、东侧 1.5m，南侧操作间外 1.5m，检测区域边界采用铁护栏隔断，护栏高度为 0.8m。企业拟对本项目辐射工作场所实行分区管理，以探伤室边界作为控制区边界，以检测区域（探伤室西侧 1.5m、北侧 1.5m、东侧 1.5m，南侧操作间外 1.5m）作为监督区边界，监督区范围为控制区边界以外、检测区域边界以内范围。

管理措施如下：①控制区边界采用墙体隔断，防护门采用门机联锁，防护门入口处设置电离辐射标志和工作指示灯，检测期间任何人不能进入。②监督区边界采用物理隔断（采用护栏隔断，并设置警示牌），监督区出入口贴有醒目标志“当心电离辐射”，出入口设置门锁，监督区内仅有辐射工作人员停留，禁止公众进入，在监督区边界周围设置警示标志或中文警示说明等管理措施。为对进出监督区的人员进行管理，在操作室西南侧的监督区边界设置入口并设立表明监督区的标牌，用于辐射操作人员的进出；在探伤室北侧的监督区边界（车间内部东西向通道）的东、西两头设置入口并设立表明监督区的标牌，用于车间内工作人员的通行（仅在不进行探伤作业时才可通行，进行探伤作业时不得通行）。企业对于辐射工作场所的分区管理措施是合理可行的，可有效加强辐射安全管理，降低检测期间公众误入探伤房周围造成的误照事故几率。

本项目 1#探伤房 X 射线实时成像检测系统布局及分区图见图 10-1。本项目辐射防护分区的划分符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）中关于辐射工作场所的分区规定。



注：红色方框内为控制区，蓝色框内为监督区。

图 10-1 1#探伤房周围控制区和监督区划分图（尺寸单位：mm）

2、辐射防护屏蔽设计

（1）探伤室辐射防护屏蔽设计

本项目 1#探伤房探伤室四周、顶部主要采用砼进行屏蔽防护，南北两侧墙体靠近射线管的区域、顶部有用线束照射区域另加铅板进行补充屏蔽防护，防护门、工件门、检修门、检修孔等防护门均采用 Pb 进行防护。

本项目 1#探伤房探伤室屏蔽防护设计相关参数见表 10-1 和图 10-2。

表 10-1 本项目 1#探伤房探伤室屏蔽设计参数一览表

设备型号	探伤室屏蔽参数			内净尺寸	主射线方向
	方位	防护材料	厚度		
1# X 型射线实时成像检测装置	东侧	砼	350mm 砼	30300mm (长) ×7800mm (宽) ×3900mm (高)	固定朝上
	南侧东部	砼/ Pb+砼	350mm 砼 (靠近射线管的区域在墙内侧贴挂长约 11.0m 厚 5mm 的铅板)		
	南侧西部	砼	500mm 砼		
	西侧南部	砼	500mm 砼		
	西侧北部	砼	350mm 砼		
	北侧 (探伤室北墙)	砼/ Pb+砼	350mm 砼 (靠近射线管的区域在墙内侧贴挂长约 8.0m 厚 5mm 的铅板)		
	探伤室内部探伤机北侧保留的部	砼	500mm 砼		

分原墙体			
顶面直射区域	砼/ Pb+砼	400mm 砼+20mmPb	
顶面非直射区域	砼	420mm 砼	
人员门	Pb	30mmPb	
南应急门	Pb	30mmPb	
东工件门	Pb	16mmPb	
东检修门	Pb	16mmPb	
西工件门	Pb	16mmPb	
北检修孔	Pb	15mmPb	
南检修孔	Pb	15mmPb	

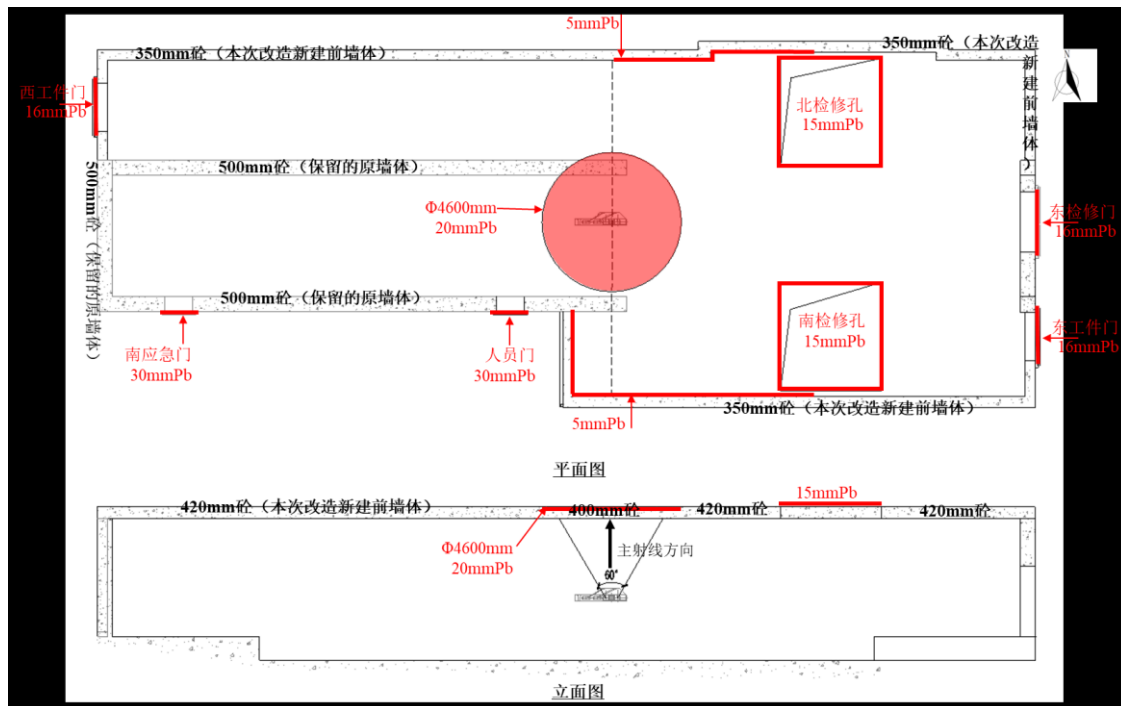


图 10-2 本项目 1#探伤房探伤室屏蔽设计示意图

(2) 防护门及搭接方式

本项目位于探伤室南侧墙体的人员门尺寸为 900mm（宽）×2200 mm（高）、南应急门尺寸为 900mm（宽）×2100 mm（高），位于探伤室西侧墙体的西工件门尺寸为 1600mm（宽）×2100 mm（高），位于探伤室东侧墙体的东工件门尺寸为 1600mm（宽）×2100 mm（高）、检修门尺寸为 600mm（宽）×2100 mm（高），位于探伤室顶部设北检修孔尺寸为 3600mm（长）×3340mm（宽）、南检修孔尺寸为 3600mm（长）×3340mm（宽）。上述各防护门与门洞四周搭接长度均不小于 20mm。在安装时，应尽可能的减小防护门与门洞之间的缝隙，确保防护门与门洞的搭接长度不小于门缝大小的 10 倍，防止射线漏出。

(3) 探伤室电缆孔屏蔽防护设计

本项目 1#探伤室在东北角设有电缆沟，开口尺寸为 100mm（宽）×200mm（深）m，埋深 0.5m。其防护补偿结构为在开孔位置两侧各覆盖一“几”字形防护铅板结构，防护补偿铅板厚度为 16mm。

3、辐射安全措施设计

为确保辐射安全，保障 X 射线实时成像检测系统安全运行，建设单位拟设计相应的辐射安全装置和保护措施。主要有：

表 10-2 本项目拟设置的辐射安全措施一览表

序号	措施	本项目拟采取的措施及位置
1	门机联锁	本项目 X 射线实时成像检测系统的探伤室防护门拟设置门机联锁装置，只有当防护门完全关闭后 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。
2	钥匙开关	本项目操作台处拟设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，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	指示灯和声音提示装置	本项目拟在工件门、人员门外上方探伤室内均设置“预备”“照射”状态工作状态指示灯和声音提示装置，工作状态指示灯与 X 射线探伤装置联锁；工作状态指示灯通过电路与探伤机连接，探伤机通电时工作状态指示灯显示“预备”状态，探伤机加高压出束时工作状态指示灯显示“照射”状态，曝光结束探伤机停止出束时工作状态指示灯自动显示“预备”状态。同时探伤室内外醒目位置拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。X 射线实时成像检测设备工作时，警示灯与声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。
4	视频监控	本项目拟在探伤室内和探伤室出入口安装监视装置，在控制室的操作台有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。
5	电离辐射警告标志	本项目探伤室防护门上拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。X 射线实时成像检测系统监督区入口处增加电离辐射警示标志，并设立表明监督区的标牌，对入口进行管控。
6	急停按钮	本项目拟在 1#X 射线实时成像检测系统探伤室外南侧设置操作台，操作台处设置 1 个急停按钮，探伤室内设置 6 个急停按钮（北墙 1 个、东墙 1 个、南墙 2 个、西墙 1 个、探伤室内部射线管北侧墙体 1 个），并有标签，标明使用方法。
7	通风	本项目探伤室拟设置机械通风装置，排风管道外口向上，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。
8	固定式剂量率仪	本项目探伤室拟配置固定式场所辐射探测报警装置，位于探伤室南墙。

本项目 1#探伤房拟配置的辐射安全措施布置图见图 10-3。

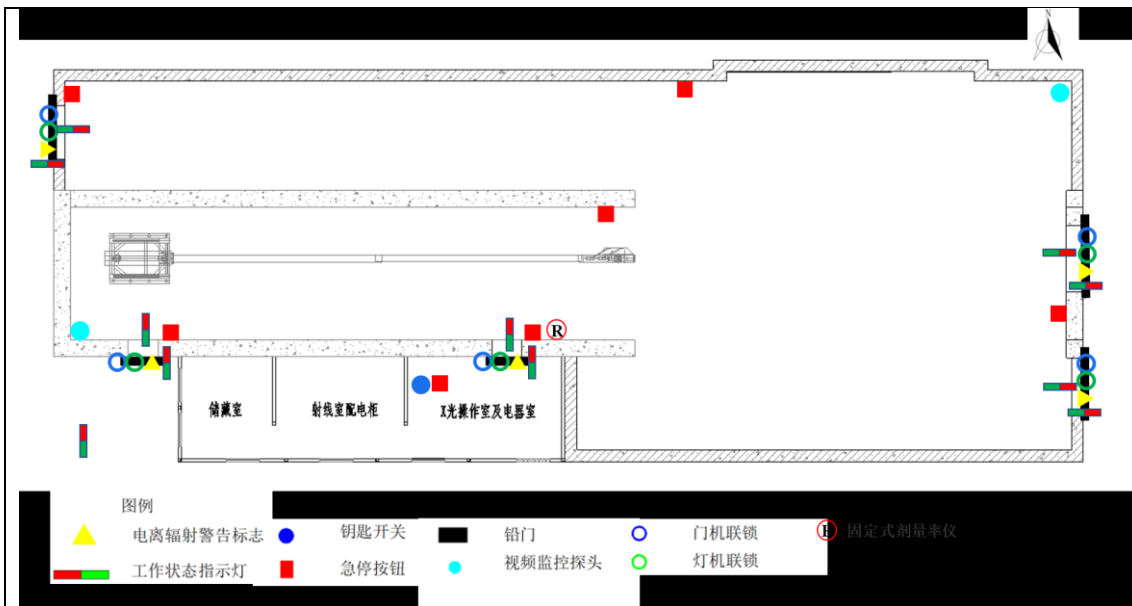


图 10-3 辐射安全措施示意图

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

三废的治理

1、固体废物

本项目运行后不会产生固体废物。

2、液体废物

本项目运行后无废液产生。

3、气体废物

本项目 X 射线实时成像检测系统在工作状态时，会使探伤室内的空气电离产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化物可通过机械通风装置排出探伤室后进入厂房。探伤房所在厂房空间较大且设有通风系统，可使得厂房内保持良好的通风。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。

本项目探伤室设置 3 台机械通风装置，排风管道外口向上，分别位于探伤室西南角、东南角和西北角，单台风机设计风量为 1200m³/h，本项目探伤室体积约为 922m³，则探伤室每小时有效通风换气次数为 3.9 次，能够满足要求。

4、探伤设施的退役

本项目工业探伤设施不再使用时，探伤房及 X 射线探伤机应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.3 要求实施退役。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响：

本项目的施工期主要是探伤房的改造建设，施工过程中的扬尘、噪声、废水、固废，主要是通过施工管理等措施来进行控制。

1、施工废气

施工期间对大气环境的影响主要表现为施工扬尘，主要来源于施工物料的堆放和装卸过程、建筑物料的运输、清除固废和清理工作面等。对于施工扬尘，建设单位应采取以下措施：①及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；②车辆在运输建筑材料时已采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；③施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

2、施工废水

施工期废水主要为施工人员的生活污水和施工废水。施工废水拟先经简易沉淀设施进行沉淀处理后，用于厂区及施工场地泼洒；施工人员产生的生活污水拟依托厂区内现有的生活污水管网接管至污水厂处理。

3、施工噪声

施工期噪声包括现有墙体拆除、地基开挖、平整施工过程、通风及电气设备安装过程中机械产生的噪声，由于目前项目评价范围内均为工业企业，公众活动较少，施工噪声对周围环境的影响较小。在施工时拟严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备。

4、施工固废

施工期固废主要是现有墙体拆除产生的建筑垃圾和施工人员的生活垃圾，建筑垃圾由施工单位负责清运处置，生活垃圾依托厂区现有垃圾收集设施分类收集。

综上所述，施工期间将对区域环境会造成一定影响，建设单位和施工单位在施工过程中应严格落实对施工产生的废气、废水、噪声、固体废物的管理和控制措施，将这类影响降到最低程度。同时由于施工期对环境产生的影响均为暂时的、可逆的，随着施工期的结束，影响即自行消除。

运行阶段对环境的影响

1、辐射环境影响分析

1.1 主要关注点的辐射水平分析

本项目运行后，1#探伤房配备 6 名辐射工作人员，实行三班两倒制，每班工作时间为 12 小时，每班平均开机出射线工作为 4 小时，年曝光时间 2500 小时。

本项目 1#探伤房内安装的 X 射线探伤机的型号为 MxR-320HP/11 型，最大管电压为 320kV。无损检测时，X 射线管主射线固定向上，钢管在 X 射线管及 DR 平板间移动。本次评价选取 X 射线实时成像检测设备满功率运行时的工况进行预测，根据建设单位提供的 X 射线管产品介绍，本项目所用 MxR-320HP/11 型 X 射线最大输出功率为 1800W，当管电压为 320kV 时，对应的管电流为 5.7mA。

因 1#X 射线实时成像检测设备运行射线机始终置于钢管内部，固定向上，故计算时将顶部直射区域（根据建设单位提供的 X 射线管产品介绍，本项目使用的 MXR-320HP/11 型射线管为双极射线管，辐射角为 $40^{\circ} \times 30^{\circ}$ ，进行屏蔽设计及计算时，保守以辐射角为 60° 划定直射区域）按照有用线束照射进行预测计算，探伤室四周、顶部非直射区域及各防护门均按照非有用线束照射进行预测计算。

本项目预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。本项目预测计算示意图见图 11-1 和图 11-2。

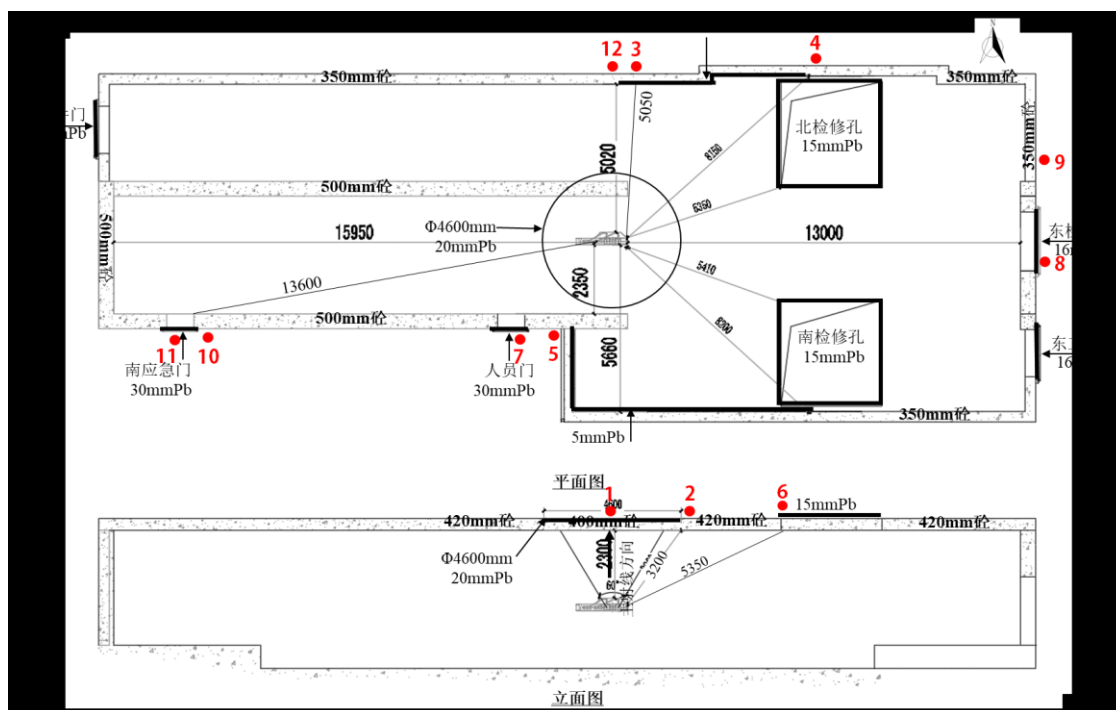


图 11-1 探伤室周边计算示意图（尺寸单位；mm）

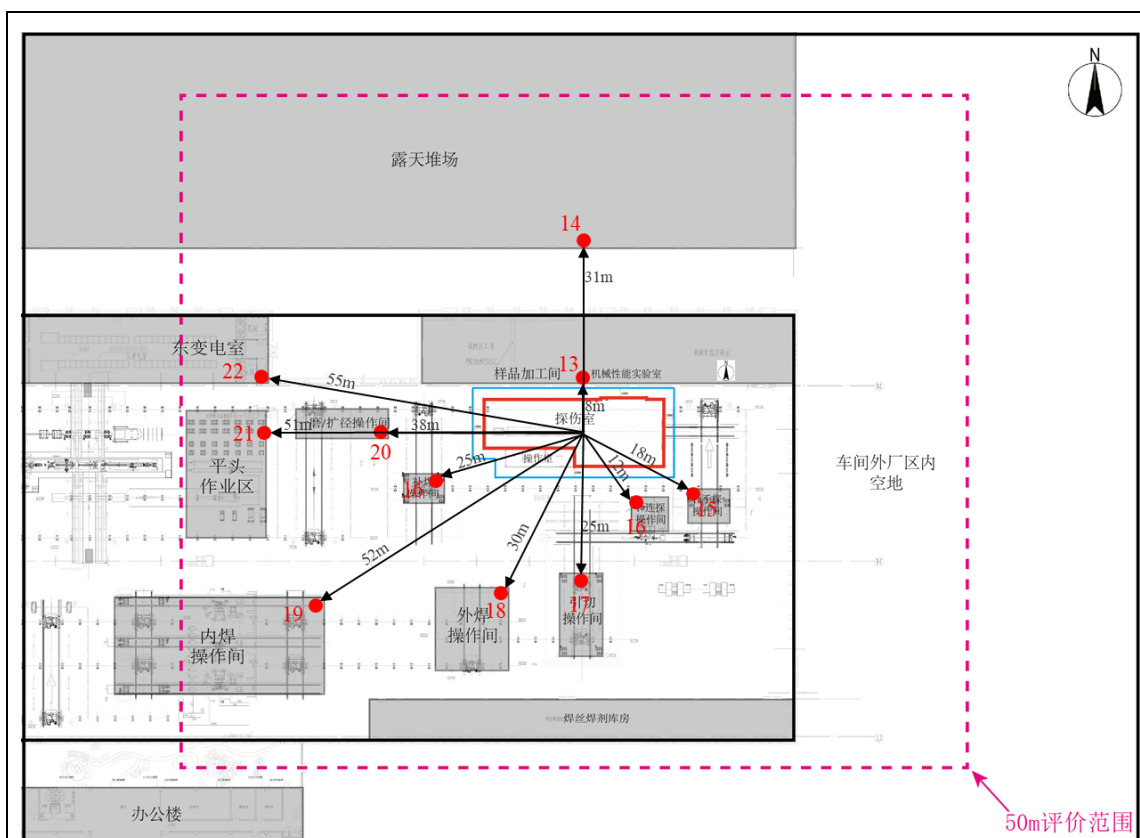


图 11-2 保护目标处计算示意图

(1) 有用射束方向屏蔽效果公式预测

1#探伤房探伤室顶部直射区域屏蔽预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中有用线束屏蔽估算的计算公式：

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

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。根据设备商提供的设备剂量率曲线，本项目所用设备距辐射源点（靶点）1m 处输出量约为 $1100 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{s})$ ，折算后 H_0 为 $66 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；

B ：屏蔽透射因子，取值采用《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的公式 $B = 10^{-X / TVL}$ 计算，其中 TVL 取值查附录 B 表 B.2 中 X 射线管电压为 300kV 和 400kV 时的查取结果采用插值法估算得（300kV 时铅的 TVL 为 5.7mm，400kV 时铅的 TVL

为 8.2mm，估算 320kV 时铅的 TVL 插值法估算结果为 6.2mm；
300kV 时混凝土的 TVL 为 100mm，400kV 时混凝土的 TVL 为
100mm，估算 320kV 时混凝土的 TVL 插值法估算结果为 100mm)。
 R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

表 11-1 有用线束（顶部直射区域）关注点剂量率计算参数及结果

点位 序号	点位名称	屏蔽 设计	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	R (m)	$\dot{I}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
1	屋顶上方 30cm 处	400mm 砼 +20mm 铅	5.7	$66\times60\times10^3$	5.95×10^{-8}	3.0	1.49×10^{-1}

注： R （顶部墙体上方 30cm 处）=出束口到顶部屏蔽体的距离 2.3+屏蔽体厚度 0.4+参考点
0.3m=3.0m。

（2）非有用线束屏蔽效果公式预测

非有用线束方向预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》
（GBZ/T250-2014）中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

①泄漏辐射

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

式中： $\dot{I}$ ：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， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值参
考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的表 1
（本次计算取值为 $5\times10^3\mu\text{Sv/h}$ ）；

B ：屏蔽透射因子，取值采用《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》
（GBZ/T250-2014）中的公式 $B = 10^{-X/TVL}$ 计算，其中 TVL 取值查
附录 B 表 B.2 中 X 射线管电压为 300kV 和 400kV 时的查取结果采
用插值法估算得（300kV 时铅的 TVL 为 5.7mm，400kV 时铅的 TVL
为 8.2mm，估算 320kV 时铅的 TVL 插值法估算结果为 6.2mm；
300kV 时混凝土的 TVL 为 100mm，400kV 时混凝土的 TVL 为
100mm，估算 320kV 时混凝土的 TVL 插值法估算结果为 100mm）。
因射线机始终置于钢管内部，建设单位生产钢管的最低厚度为
12mm，故计算时均考虑 12mm 铁的屏蔽效果（参照《无损检测仪器
1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则 第 3 部分：450kV 以下

X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》（GB / Z 41476.3-2022）

表 4，12mm 铁的等效铅当量厚度为 0.72mm）。

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

表 11-2 泄漏辐射关注点剂量率计算参数及结果

点位序号	点位名称	X 设计厚度	B	$\dot{H}_L$ ($\mu\text{Sv/h}$)	R ^① (m)	$\dot{I}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
2	屋顶 (非直射区域)	0.72mmPb +420mm 砼	4.83×10^{-5}	5×10^3	3.9	1.59×10^{-2}
3	北墙 (有铅板区域)	5.72mmPb +350mm 砼	3.78×10^{-5}		5.7	5.82×10^{-3}
4	北墙 (无铅板区域)	0.72mmPb +350mm 砼	2.42×10^{-4}		8.8	1.56×10^{-2}
5	南墙 (人员门东侧)	0.72mmPb +500mm 砼	7.65×10^{-6}		3.1	3.98×10^{-3}
6	屋顶北检修孔	15.72mmPb	2.91×10^{-3}		6	4.05×10^{-1}
7	人员门	30.72mmPb	1.11×10^{-5}		3.1	5.77×10^{-3}
8	东检修门	16.72mmPb	2.01×10^{-3}		13.8	5.28×10^{-2}
9	东墙	0.72mmPb +350mm 砼	2.42×10^{-4}		13.8	6.35×10^{-3}
10	南墙 (南应急门东侧)	0.72mmPb +500mm 砼	7.65×10^{-6}		14.4	1.85×10^{-4}
11	南应急门	30.72mmPb	1.11×10^{-5}		15.4	2.34×10^{-4}
12	北墙 (无铅板区域)	500mm 砼 +350mm 砼	3.16×10^{-9}		5.6	5.04×10^{-7}
13	样品加工间/机械性能实验室	5.72mmPb +350mm 砼	3.78×10^{-5}		8	2.95×10^{-3}
14	露天堆场	5.72mmPb +350mm 砼	3.78×10^{-5}		31	1.97×10^{-4}
15	1#手探操作间	0.72mmPb +350mm 砼	2.42×10^{-4}		18	3.74×10^{-3}
16	1#连探操作间	5.72mmPb +350mm 砼	3.78×10^{-5}		12	1.31×10^{-3}
17	引切操作间	5.72mmPb +350mm 砼	3.78×10^{-5}		25	3.02×10^{-4}
18	外焊操作间	5.72mmPb +350mm 砼	3.78×10^{-5}		30	2.10×10^{-4}
19	内焊操作间	0.72mmPb +500mm 砼	7.65×10^{-6}		52	1.42×10^{-5}
20	补焊操作间	0.72mmPb +500mm 砼	7.65×10^{-6}		25	6.12×10^{-5}
21	一磨/扩径操作间	0.72mmPb +500mm 砼	7.65×10^{-6}		38	2.65×10^{-5}
22	平头作业区	0.72mmPb +500mm 砼	7.65×10^{-6}		51	1.47×10^{-5}
23	东变电室	500mm 砼 +350mm 砼	3.16×10^{-9}		55	5.23×10^{-9}

注：①同等屏蔽设计、相同的辐射防护分区条件下，仅选择距离射线管较近的点位进行预测：

500mm 砼屏蔽条件下选择南墙（人员门东侧）外 30cm 处的 5 号点和南墙（南应急门东侧）外 30cm 处的 10 号点；420mm 砼屏蔽条件下选择屋顶上方 30cm 处的 2 号点；350mm 砼屏蔽条件下选择北墙（无铅板区域）外 30cm 处的 4 号点；5mm Pb+350mm 砼屏蔽条件下选择北墙（有铅板区域）外 30cm 处的 3 号点；30 mm Pb 屏蔽条件下选择人员门外 30cm 处的 7 号点和南应急门外 30cm 处的 11 号点；16 mm Pb 屏蔽条件下选择东检修门外 30cm 处的 8 号点；15mm Pb 屏蔽条件下选择北检修孔外 30cm 处的 6 号点。

②距离的计算：R（2，屋顶（非直射区域）上方 30cm 处）=出束口到屋顶的距离 3.2+墙体厚度 0.42+参考点 0.3m=3.9m；

R（3，北墙（有铅板补偿区域）外 30cm 处）=出束口到墙体的距离 5.05+墙体厚度 0.35+参考点 0.3m=5.7m；

R（4，北墙（无铅板区域）外 30cm 处）=出束口到北墙的距离 8.15+墙体厚度 0.35+参考点 0.3m=8.8m；

R（5，南墙（人员门东侧）外 30cm 处）=出束口到南墙的距离 2.35+墙体厚度 0.5+参考点 0.3m=3.1m；

R（6，屋顶北检修孔上方 30cm 处）=出束口到屋顶的距离 5.35+墙体厚度 0.42+参考点 0.3m=6.0m；

R（7，人员门外 30cm 处）=出束口到南墙的距离 2.35+墙体厚度 0.5+参考点 0.3m=3.1m；

R（8，东检修门外 30cm 处）=出束口到东墙的距离 13.0+墙体厚度 0.5+参考点 0.3m=13.8m；

R（9，东墙外 30cm 处）=出束口到东墙的距离 13.0+墙体厚度 0.5+参考点 0.3m=13.8m；

R（10，南墙（南应急门东侧）外 30cm 处）=出束口到东墙的距离 13.6+墙体厚度 0.5+参考点 0.3m=14.4m；

R（11，南应急门外 30cm 处）=出束口到东墙的距离 13.6+墙体厚度 0.5+参考点 0.3m=14.4m；

R（12，北墙（无铅板区域）外 30cm 处）=出束口到墙体的距离 5.02+墙体厚度 0.35+参考点 0.3m=5.6m。

②散射辐射

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

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。根据设备商提供的设备剂量率曲线，本项目所用设备距辐射源点（靶点）1m 处输出量约为 $1100 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{s})$ ，折算后 H_0 为 $66 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；

B ：屏蔽透射因子，屏蔽透射因子，按《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表 2 确定 90° 散射辐射的射线能量（本

次计算取 250kV)，取值采用《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的公式 $B = 10^{-X / TVL}$ 计算，其中 TVL 取值查附录 B 表 B.2 得出（250kV 时铅的 TVL 为 2.9mm，混凝土的 TVL 为 90mm）；因射线机始终置于钢管内部，建设单位生产钢管的最低厚度为 12mm，故计算时均考虑 12mm 铁的屏蔽效果（参照《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则 第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》（GB / Z 41476.3-2022）表 4，12mm 铁的等效铅当量厚度为 0.72mm）。

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，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，取值参考《工业 X 射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的附录 B 表 B.3；

R_s ：散射体至关注点的距离，m；

R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m。

表 11-3 散射辐射关注点剂量率计算参数及结果

点位序号	点位名称	X 设计厚度	B	I (mA)	H_0 $\mu Sv \cdot m^2 /$ (mA · h)	R_s (m)	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	$\dot{I}$ ($\mu Sv/h$)
2	屋顶 (非直射区域)	0.72mmPb +420mm 砼	1.22×10^{-5}	5.7	$66 \times 60 \times 10^3$	3.9	$\frac{1}{50}$	3.61×10^{-1}
3	北墙 (有铅板区域)	5.72mmPb +350mm 砼	1.38×10^{-6}			5.7		1.91×10^{-2}
4	北墙 (无铅板区域)	0.72mmPb +350mm 砼	7.29×10^{-5}			8.8		4.25×10^{-1}
5	南墙 (人员门东侧)	0.72mmPb +500mm 砼	1.57×10^{-6}			3.1		7.38×10^{-2}
6	屋顶北检修孔	15.72mmPb	3.80×10^{-6}			6		4.76×10^{-2}
7	人员门	30.72mmPb	2.55×10^{-11}			3.1		1.20×10^{-6}
8	东检修门	16.72mmPb	1.72×10^{-6}			13.8		4.07×10^{-3}
9	东墙	0.72mmPb +350mm 砼	7.29×10^{-5}			13.8		1.73×10^{-1}
10	南墙	0.72mmPb	1.57×10^{-6}			14.4		3.42×10^{-3}

	(南应急门东侧)	+500mm 砷					
11	南应急门	30.72mmPb	2.55×10^{-11}			15.4	4.86×10^{-8}
12	北墙 (无铅板区域)	500mm 砷 +350mm 砷	3.59×10^{-10}			5.6	5.17×10^{-6}
13	样品加工间/机械性能实验室	5.72mmPb +350mm 砷	1.38×10^{-6}			8	9.71×10^{-3}
14	露天堆场	5.72mmPb +350mm 砷	1.38×10^{-6}			31	6.47×10^{-4}
15	1#手探操作间	0.72mmPb +350mm 砷	7.29×10^{-5}			18	1.02×10^{-1}
16	1#连探操作间	5.72mmPb +350mm 砷	1.38×10^{-6}			12	4.31×10^{-3}
17	引切操作间	5.72mmPb +350mm 砷	1.38×10^{-6}			25	9.94×10^{-4}
18	外焊操作间	5.72mmPb +350mm 砷	1.38×10^{-6}			30	6.90×10^{-4}
19	内焊操作间	0.72mmPb +500mm 砷	1.57×10^{-6}			52	2.62×10^{-4}
20	补焊操作间	0.72mmPb +500mm 砷	1.57×10^{-6}			25	1.13×10^{-3}
21	一磨/扩径操作间	0.72mmPb +500mm 砷	1.57×10^{-6}			38	4.91×10^{-4}
22	平头作业区	0.72mmPb +500mm 砷	1.57×10^{-6}			51	2.73×10^{-4}
23	东变电室	500mm 砷 +350mm 砷	3.59×10^{-10}			55	5.36×10^{-8}

(3) 主要关注点辐射水平分析

综合有用线束和非有用线束预测计算结果，各关注点剂量率理论计算结果统计及分析如下：

表 11-4 关注点剂量率计算统计结果

点位序号	点位名称	有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	漏射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价标准 ($\mu\text{Sv/h}$)	符合性
1	顶部墙体上方 30cm 处	1.49×10^{-1}	/	/	1.49×10^{-1}	100	符合
2	屋顶 (非直射区域)	/	1.59×10^{-2}	3.61×10^{-1}	3.77×10^{-1}	100	符合
3	北墙 (有铅板区域)	/	5.82×10^{-3}	1.91×10^{-2}	2.49×10^{-2}	2.5	符合
4	北墙 (无铅板区域)	/	1.56×10^{-2}	4.25×10^{-1}	4.41×10^{-1}	2.5	符合
5	南墙 (人员门东侧)	/	3.98×10^{-3}	7.38×10^{-2}	7.78×10^{-2}	2.5	符合
6	屋顶北检修孔	/	4.05×10^{-1}	4.76×10^{-2}	4.52×10^{-1}	100	符合
7	人员门	/	5.77×10^{-3}	1.20×10^{-6}	5.77×10^{-3}	2.5	符合
8	东检修门	/	5.28×10^{-2}	4.07×10^{-3}	5.68×10^{-2}	2.5	符合

9	东墙	/	6.35×10^{-3}	1.73×10^{-1}	1.79×10^{-1}	2.5	符合
10	南墙 (南应急门东 侧)	/	1.85×10^{-4}	3.42×10^{-3}	3.60×10^{-3}	2.5	符合
11	南应急门	/	2.34×10^{-4}	4.86×10^{-8}	2.34×10^{-4}	2.5	符合
12	北墙 (无铅板区域)	/	5.04×10^{-7}	5.17×10^{-6}	5.68×10^{-6}	2.5	符合
13	样品加工间/机 械性能实验室	/	2.95×10^{-3}	9.71×10^{-3}	1.27×10^{-2}	2.5	符合
14	露天堆场	/	1.97×10^{-4}	6.47×10^{-4}	8.43×10^{-4}	2.5	符合
15	1#手探操作间	/	3.74×10^{-3}	1.02×10^{-1}	1.05×10^{-1}	2.5	符合
16	1#连探操作间	/	1.31×10^{-3}	4.31×10^{-3}	5.63×10^{-3}	2.5	符合
17	引切操作间	/	3.02×10^{-4}	9.94×10^{-4}	1.30×10^{-3}	2.5	符合
18	外焊操作间	/	2.10×10^{-4}	6.90×10^{-4}	9.00×10^{-4}	2.5	符合
19	内焊操作间	/	1.42×10^{-5}	2.62×10^{-4}	2.76×10^{-4}	2.5	符合
20	补焊操作间	/	6.12×10^{-5}	1.13×10^{-3}	1.20×10^{-3}	2.5	符合
21	一磨/扩径操作 间	/	2.65×10^{-5}	4.91×10^{-4}	5.18×10^{-4}	2.5	符合
22	平头作业区	/	1.47×10^{-5}	2.73×10^{-4}	2.87×10^{-4}	2.5	符合
23	东变电室	/	5.23×10^{-9}	5.36×10^{-8}	5.89×10^{-8}	2.5	符合

从表 11-4 中预测结果可知：本项目 1#X 射线实时成像检测系统满功率运行时，探伤室四周屏蔽体及顶部外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 $0.452 \mu\text{Sv/h}$ 。本项目 1#X 射线实时成像检测系统能够满足本项目管理目标值“探伤室墙体和门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平不大于 $100 \mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

1.2 辐射剂量水平估算

(1) 剂量水平估算公式

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (4)$$

式中： H_c ：参考点的周剂量水平， $\mu\text{Sv/周}$ ；

$\dot{H}_{c,d}$ ：参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ：探伤装置周照射时间，h/周；本项目年曝光时间 2500 小时（每周约 50 小时）。

U ：探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T ：人员在相应关注点驻留的居留因子。

(2) 剂量评价

①辐射工作人员剂量评价

本项目辐射工作人员均位于操作室内，因此取南墙（人员门东侧）、人员门处的剂量率值估算辐射工作人员周/年有效剂量。

表 11-5 辐射工作人员受照有效剂量结果评价

序号	点位名称	H ($\mu\text{Sv/h}$)	U	T	t (h/a)	t (h/周)	P _年 (mSv/a)	P _周 (mSv/周)
1	南墙 (人员门东侧)	7.78×10^{-2}	1	1	2500	50	0.11	2.16
2	人员门	5.77×10^{-3}	1	1			0.01	0.15

从表 11-5 的理论预测结果可知：本项目辐射工作人员周有效剂量为 0.15~2.16 $\mu\text{Sv/周}$ 、年有效剂量为 0.01~0.11mSv，均能够满足本项目管理目标值及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求（职业人员周剂量不大于 100 $\mu\text{Sv/周}$ 、年有效剂量不超过 5mSv）。

②周围公众及保护目标剂量评价

本项目公众主要为探伤房周围制管一分厂车间内其他工作人员，将表 11-4 相应的估算结果代入公式（4）估算各保护目标周/年有效剂量。

表 11-6 周围公众及保护目标受照有效剂量结果评价

序号	点位名称	H ($\mu\text{Sv/h}$)	U	T	t (h/a)	t (h/周)	P _年 (mSv/a)	P _周 (mSv/周)
1	样品加工间/机械性能实验室	1.27×10^{-2}	1	1/4	2500	50	0.02	0.32
2	露天堆场	8.43×10^{-4}	1	1/8			2.63×10^{-4}	0.01
3	1#手探操作间	1.05×10^{-1}	1	1/4			0.07	1.32
4	1#连探操作间	5.63×10^{-3}	1	1/4			3.52×10^{-3}	0.07
5	引切操作间	1.30×10^{-3}	1	1/4			8.10×10^{-4}	0.02
6	外焊操作间	9.00×10^{-4}	1	1/4			5.63×10^{-4}	0.01
7	内焊操作间	2.76×10^{-4}	1	1/4			1.73×10^{-4}	3.46×10^{-3}
8	补焊操作间	1.20×10^{-3}	1	1/4			7.47×10^{-4}	0.01
9	一磨/扩径操作间	5.18×10^{-4}	1	1/4			3.24×10^{-4}	0.01
10	平头作业区	2.87×10^{-4}	1	1/4			1.80×10^{-4}	3.59×10^{-3}
11	东变电室	5.89×10^{-8}	1	1/8			1.84×10^{-8}	3.68×10^{-7}

从表 11-6 的理论预测结果可知：1#X 射线实时成像检测系统工作时，探伤室周围公众成员周有效剂量为 3.68×10^{-7} ~1.32 $\mu\text{Sv/周}$ 、年有效剂量为 1.84×10^{-8} ~0.07 $\mu\text{Sv/周}$ ，均能够满足本项目管理目标值及《电离辐射防护与辐射源

安全基本标准》(GB18871-2002)的要求(公众成员周剂量不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 、年有效剂量不超过 0.1mSv)。

1.3 剂量率叠加影响分析

建设单位现在制管一分厂大直缝埋弧焊钢管生产线车间建设三座固定式工业 X 射线探伤房,目前正常使用,其中,1#探伤房位于车间东部,2#及 3#探伤房位于车间西部,1#探伤房与 2#、3#探伤房的直线距离均超 190m,因此不考虑其他射线装置与本项目的剂量率叠加影响。

本项目辐射工作人员仅在 1#探伤房进行工作,不兼任其他探伤操作人员,无需考虑剂量叠加。

1.4 天空反散射影响分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中“3.1.2 b) 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 H_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 加以控制。”

根据表 11-4,本项目探伤室顶部的最大剂量率为 $3.77\times 10^{-1}\mu\text{Sv}/\text{h}$,小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$,经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$,因而可以忽略其天空反散射的影响。

1.5 防护门搭接部位、电缆沟和通风管道屏蔽设计评价

(1) 防护门搭接部位屏蔽设计评价

防护门与墙体有搭接,防护门设计时已经确保门体和墙体的间隙小于搭接宽度的十分之一且小于 3cm,防止了射线外泄。探伤室建造时,预留墙体卡槽,低于地面约 30cm,探伤室内射线需经过三次以上的散射才能通过门缝到达探伤室外部,对周围外环境的影响很小。

(2) 电缆沟部位屏蔽设计评价

本项目电缆沟和通风管道位置示意图见图 11-3。

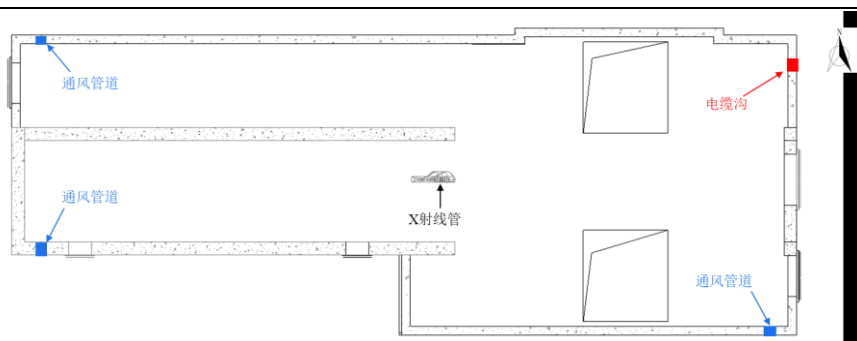


图 11-3 电缆沟和通风管道位置示意图

本项目 1#探伤室在东北角设有电缆沟,开口尺寸为 100mm(宽)×200mm(深) m, 其防护补偿结构为在开孔位置两侧各覆盖一“几”字形防护铅板结构, 防护补偿铅板厚度为 16mm, 利用散射降低电缆管道口的辐射水平, 避免 X 射线直接照射线缆口, X 射线进入电缆沟后散射示意图如图 11-4。X 射线需至少经过三次散射才能通过电缆沟到达探伤室外部, 对周围外环境的影响很小。

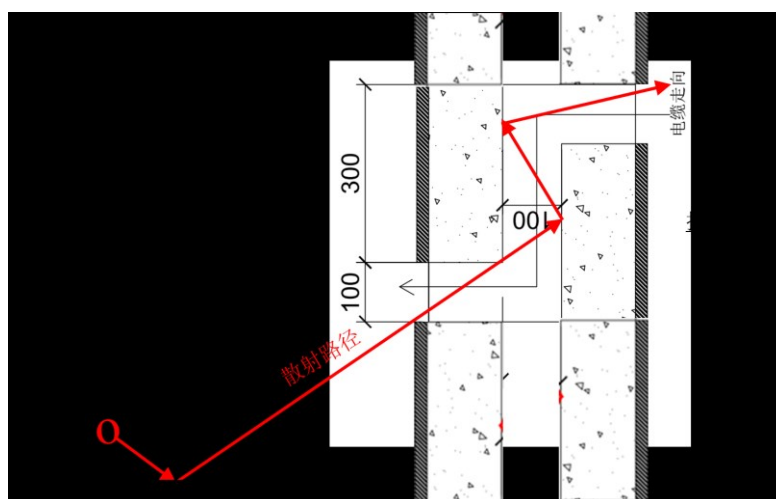


图 11-4 本项目射线在电缆沟内散射路径示意图

(3) 通风管道部位屏蔽设计评价

本项目探伤室设置 3 台机械通风装置, 排风管道外口向上, 分别位于探伤室西南角、东南角和西北角, 通风管道直径均为 500mm, 中心距离地面 2200mm。其防护补偿结构为在管道外敷 5mm 铅包裹、通风口采用 14mm 铅防护罩及铅百叶窗。X 射线进入通风管道后散射示意图如图 11-5。X 射线需至少经过四次散射才能通过通风管道到达探伤室外部, 对周围外环境的影响很小。

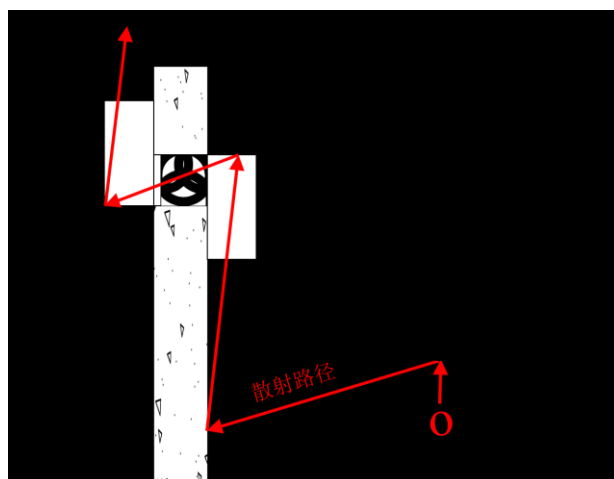


图 11-5 本项目射线在通风管道内散射路径示意图

2、废气环境影响分析

本项目 X 射线实时成像检测系统在工作状态时,产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物,通过探伤室四周墙体设置的机械通风装置排入制管一分厂大直缝埋弧焊钢管生产线车间,再通过车间内的通风系统排入外环境。臭氧常温下约 50 分钟可自行分解为氧气,对环境影响较小。

事故影响分析

1、潜在事故分析

X 射线实时成像检测设备只有在开机曝光时才产生 X 射线,因此,X 射线探伤事故多为开机误照射事故,主要有:

- (1) 由于安全联锁装置失灵,导致防护门未关闭时人员开机工作受到误照射。
- (2) 机器调试、检修时误照射。X 射线实时成像检测设备在调试或检修过程中,责任者脱离岗位,不注意防护或他人误开机使人员受到照射。
- (3) 由于门机联锁失效,检测装置在使用过程中,人员误开防护门,导致受到额外的照射。

南京巨龙钢管有限公司要加强管理,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。

2、辐射事故处置方法及预防措施

建设单位应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行检测作业，每次探伤检测前均检查门机联锁、急停按钮等安全措施的有效性，定期检测铅房周围的辐射水平，确保工作安全有效运转；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。同时，公司在实际工作中应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，定期检查探伤设备及监测仪器的性能，尽可能避免辐射事故的发生。

本项目拟使用 X 射线检测装置属于 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）辐射工作人员或操作人员应第一时间按下急停按钮，停止射线装置的出束，然后启动应急预案；

（2）立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

（3）对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

当发生或发现辐射事故时，公司应当立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，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，还应当同时向卫生主管部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置 本项目开展工业 X 射线探伤使用的 X 射线实时成像检测系统，属 II 类射线装置。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用 II 类射线装置的单位，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，并以文件形式明确管理人员职责。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。 南京巨龙钢管有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。该机构负责公司辐射安全与环境保护管理领导工作，指导和督促从事辐射工作的人员做好辐射安全和防护工作。公司拟为本项目配备的 6 名辐射工作人员均需通过生态环境部培训平台上的考核。
辐射安全管理规章制度 1、本项目辐射安全管理规章制度 南京巨龙钢管有限公司已制定并严格落实了一系列辐射安全管理制度，总体具有较强的针对性和可操作性，包括操作规程、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、台账管理制度、事故应急制度等，在实际工作中公司还需根据有关法规标准更新版的要求进行补充、完善，使其具有更强的针对性和可操作性。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议： 1) 操作规程：明确 X 射线实时成像检测设备辐射工作人员的资质条件要求、操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确 X 射线实时成像检测设备操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。 2) 岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。 3) 辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线实时成像检测设备的运行和维修时辐射安全管理。 4) 设备检修维护制度：明确 X 射线实时成像检测设备和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 X 射线实时成像检测设备、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

5) 人员培训计划: 制定人员培训计划, 明确培训对象、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。

6) 监测方案和健康管理制度: 制定辐射工作人员剂量监测工作制度、健康管理制度的工作场所定期监测制度。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部门、卫生主管部门调查处理。发现工作场所监测异常的, 应当立即采取措施, 并在一小时内向南京市江北新区环境保护行政主管部门报告, 经主管部门检查核实安全隐患消除后, 方可恢复正常作业。

7) 台账管理制度: 建立 X 射线实时成像检测设备使用登记台账, 重点是: X 射线实时成像检测设备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。

8) 事故应急预案: 依据《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, 必须明确建立应急机构和人员职责分工, 应急人员的组织、培训以及应急, 辐射事故分类与应急响应的措施。当发生事故时, 公司应当立即启动辐射事故应急方案, 采取有效防范措施, 及时制止事故的恶化, 并在 1 小时内向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的, 还应同时向当地卫生主管部门报告。

2、现有辐射安全管理规章制度的执行与落实情况

目前公司已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关法律法规制定了《江苏钢管公司电离辐射污染防治安全管理实施细则》并落实了相关要求。

《江苏钢管公司电离辐射污染防治安全管理实施细则》编制于 2022 年 10 月, 总体能够满足相关法律法规的要求, 但部分内容无法满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中“6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置”“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”等条款的要求, 公司应尽快组织对辐射安全管理规章制度进行修订, 根据有关法规标准更新版的要求进行补充、完善, 使其具有更强的针对性和可操作性。

辐射监测

1、本项目辐射监测要求

公司拟用的 X 射线实时成像检测设备属 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目须配置至少 1 台环境辐射剂量巡测仪，对装置周围 X 射线的辐射泄漏和散射的巡测。

公司拟为本项目配备 1 台辐射剂量巡测仪和 6 台个人剂量报警仪，使得公司的仪器配备能够满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。

公司应定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。在开展检测作业时，公司应定期对公司的 X 射线检测装置周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录；本项目辐射工作人员均应佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（1 次/3 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。同时公司应定期安排本项目辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康档案。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

2、现有项目辐射监测开展情况

公司现有辐射工作人员 9 名，已通过核技术利用辐射安全与防护考核。公司已委托江苏省欧萨环境检测技术有限公司开展了 2022 年度辐射环境年度检测（附件 8），委托江苏疾病预防控制中心对辐射工作人员个人剂量进行检验检测。公司已为辐射工作人员进行岗前职业健康体检，已建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。此外，公司每年均已按时在全国核技术利用辐射安全申报系统中上传年度评估报告。

辐射事故应急

1、本项目辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，南京巨龙钢管有限公司已针对现有探伤房项目可能产生的辐射事故情况制定辐射事故应急预案，应急预案包括以下内容：

- (1) 应急机构、组成人员和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 辐射事故信息公开、公众宣传方案。

建设单位目前已制定《辐射事故应急预案》，还应依据《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》的要求完善辐射事故应急预案，对应急人员的组织、培训和应急方案进行完善，并在今后工作中定期组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的事故应急方案，采取必要防范措施，在 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，同时向卫生主管部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生主管部门调查事故原因，并做好后续工作。

2、现有辐射应急预案执行情况

建设单位目前制定的《辐射事故应急预案》实际可行，公司已建立辐射应急机构并不定期对应急人员进行培训与进行事故应急演练（附件 10）。《辐射事故应急预案》运行情况良好，公司在今后日常工作中应严格按照制度执行并根据实际工作对其进行完善，能够满足辐射事故应急的要求。

表 13 结论与建议

结论

1、辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置

南京巨龙钢管有限公司位于南京市高新技术产业开发区聚龙路 6 号,厂区西侧隔龙泰路为南京聚隆科技股份有限公司,北侧为江苏省建筑工程集团丰达混凝土有限公司、南京江北新区智能制造产业园,东侧为空地,南侧为隔聚龙路为南京智能制造产业园租赁房。本项目改建的 1#探伤房位于制管一分厂大直缝埋弧焊钢管生产线车间的东部,1#探伤房北侧为车间内部通道、试样加工间和物理实验室,东侧为工件转运通道,南侧为车间内部通道及 1#连探操作间和 1#手探操作间,西侧为车间内部通道及补焊操作间,探伤房上方无建筑、下方为土层。本项目 X 射线实时成像检测设备探伤室边界周围 50m 范围均在公司厂区内,无居民区、学校等环境敏感点,50m 范围内的环境敏感目标主要为辐射工作人员和 X 射线实时成像检测系统周围的公司内其他工作人员。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》(苏政发〔2018〕74 号)、《江苏省生态空间管控区域规划》(苏政发〔2020〕1 号),本项目评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。对照《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》(苏政发〔2020〕49 号),本项目评价范围内不涉及生态保护红线,不涉及江苏省环境管控单元中的优先保护单元,符合“三线一单”(生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单)的要求。

1.2 项目分区及布局

本项目拟将探伤室边界作为本项目的辐射防护控制区边界,控制区边界采用墙体隔断,防护门采用门机连锁,防护门入口处设置电离辐射标志和工作指示灯,检测期间任何人不能进入。以检测区域作为辐射防护监督区,监督区边界采用物理隔断(采用护栏隔断,并设置警示牌),监督区出入口贴有醒目标志“当心电离辐射”,出入口设置门锁,监督区内仅有辐射工作人员停留,禁止公众进入,在监督区边界周围设置警示标志或中文警示说明等管理措施。为对进出监督区的人员进行管理,在操作室西南侧的监督区边界设置入口并设立表明监督区的标

牌，用于辐射操作人员的进出；在探伤室北侧的监督区边界（车间内部东西向通道）的东、西两头设置入口并设立表明监督区的标牌，用于车间内工作人员的通行（仅在不进行探伤作业时才可通行，进行探伤作业时不得通行）。本项目辐射防护分区的划分符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。

1.3 辐射防护措施评价

本项目 1#探伤房探伤室四周采用 Pb+砼或砼进行屏蔽防护（砼厚度为 350mm 部分且靠近射线管的南北两侧墙体内部贴挂 5mm 铅板屏蔽防护，砼厚度为 500mm 部分的四周墙体不另加屏蔽防护），顶部直射区域采用 400mm 砼+20mmPb 进行屏蔽防护，顶部非直射区域采用 420mm 砼进行屏蔽防护。人员门和南应急门采用 30mmPb 进行防护，东工件门、东检修门、西工件门采用 16mmPb 进行防护，屋顶的检修孔采用 15mmPb 进行防护。根据估算结果，本项目 X 射线实时成像检测系统探伤室的辐射防护设计能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2022）的要求。

1.4 辐射安全措施评价

X 射线实时成像检测系统的探伤室防护门拟设置门机联锁装置，只有当防护门完全关闭后 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。操作台处拟设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，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。X 射线实时成像检测系统的探伤室顶部拟设置工作状态指示灯和声音提示装置，并拟与 X 射线管联锁。X 射线实时成像检测设备工作时，警示灯与声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。探伤室内和探伤室出入口安装监视装置，在控制室的操作台有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。探伤室防护门上拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。X 射线实时成像检测系统监督区入口处增加电离辐射警示标志，并设立表明监督区的标牌，对入口进行管控。1#X 射线实时成像检测系统探伤室外南侧设置操作台，操作台处设置 1 个急停按钮，探伤室内设置 6 个急停按钮（北墙 1 个、东墙 1 个、南墙 2 个、西墙 1 个、探伤室内部射线管北侧墙体 1 个），并有标签，标明使用方法。探伤室设置机械通风

装置，排风管道外口向上，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。探伤室配置固定式场所辐射探测报警装置，位于探伤室南墙。本项目拟在工件门、人员门外上方探伤室内均设置“预备”“照射”状态工作状态指示灯和声音提示装置，工作状态指示灯与 X 射线探伤装置联锁；工作状态指示灯通过电路与探伤机连接，探伤机通电时工作状态指示灯显示“预备”状态，探伤机加高压出束时工作状态指示灯显示“照射”状态，曝光结束探伤机停止出束时工作状态指示灯自动显示“预备”状态。同时探伤室内外醒目位置拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

1.5 辐射安全管理

公司已成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。同时，在项目运行前完善辐射安全管理制度。

公司为本项目配备的 6 名辐射工作人员为现有辐射工作人员，均需通过生态环境部培训平台上的考核。同时辐射工作人员应进行个人剂量监测和职业健康体检，并建立辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案。

公司拟为本项目配备 1 台辐射剂量巡测仪和 6 台个人剂量报警仪，使得公司的仪器配备能够满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全管理措施能够满足辐射安全管理要求。

2、环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

根据理论预测结果，X 射线实时成像检测系统满功率运行时探伤室各侧屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率能够满足本项目管理目标值“探伤室墙体和门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平不大于 $100\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

2.2 保护目标剂量

根据理论预测结果，本项目投入运行后辐射工作人员和周围公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职

业人员和公众有效剂量限值要求以及本项目的管理目标限值要求：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。

2.3 三废处理处置

本项目无放射性三废产生。本项目 X 射线实时成像检测设备在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生的臭氧和氮氧化物对环境的影响较小。

3、可行性分析结论

综上所述，南京巨龙钢管有限公司制管一分厂 1#射线工序效率提升改造工程在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，该设备的运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

（1）该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对辐射工作人员的培训，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）各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

（3）项目建成后企业应及时重领辐射安全许可证，并按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定及时进行自主环境保护验收。

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目		措施	预期效果	预计投资
辐射安全管理机构		公司已成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的管理要求	/
辐射安全和防护措施	辐射防护措施	1#探伤房探伤室四周采用 Pb+砼或砼进行屏蔽防护（砼厚度为 350mm 部分且靠近射线管的南北两侧墙体内部贴挂 5mm 铅板屏蔽防护，砼厚度为 500mm 部分的四周墙体不另加屏蔽防护），顶部直射区域采用 400mm 砼+20mmPb 进行屏蔽防护，顶部非直射区域采用 420mm 砼进行屏蔽防护。 人员门和南应急门采用 30mmPb 进行防护，东工件门、东检修门、西工件门采用 16mmPb 进行防护，屋顶的检修孔采用 15mmPb 进行防护。 防护门：各防护门与门洞四周搭接长度均不小于 20mm，在安装时，应尽可能的减小防护门与门洞之间的缝隙，确保防护门与门洞的搭接长度不小于门缝大小的 10 倍。 电缆孔：电缆孔采用“Z”型穿墙，防护补偿结构为在开孔位置两侧各覆盖一“几”字形防护铅板结构，防护补偿铅板厚度为 16mm。	辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv	8 万元
	辐射安全措施	（1）X 射线实时成像检测系统的探伤室防护门拟设置门机联锁装置，只有当防护门完全关闭后 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。操作台处拟设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，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。 （2）X 射线实时成像检测系统的探伤室顶部拟设置工作状态指示灯和声音提示装置，并拟与 X 射线管联锁。X 射线实时成像检测设备工作时，警示灯与声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。 （3）探伤室内和探伤室出入口安装监视	满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2022）的管理要求	6 万元

项目		措施	预期效果	预计投资
		装置，在控制室的操作台有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。 （4）探伤室防护门上拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。X射线实时成像检测系统监督区入口处增加电离辐射警示标志，并设立表明监督区的标牌，对入口进行管控。 （5）1#X射线实时成像检测系统探伤室外南侧设置操作台，操作台处设置1个急停按钮，探伤室内设置6个急停按钮（北墙1个、东墙1个、南墙2个、西墙1个、探伤室内部射线管北侧墙体1个），并有标签，标明使用方法。 （6）探伤室设置机械通风装置，排风管道外口向上，每小时有效通风换气次数不小于3次。 （7）探伤室配置固定式场所辐射探测报警装置，位于探伤室南墙。 （8）本项目拟在工件门、人员门外上方探伤室内部均设置“预备”“照射”状态工作状态指示灯和声音提示装置，工作状态指示灯与X射线探伤装置联锁；工作状态指示灯通过电路与探伤机连接，探伤机通电时工作状态指示灯显示“预备”状态，探伤机加高压出束时工作状态指示灯显示“照射”状态，曝光结束探伤机停止出束时工作状态指示灯自动显示“预备”状态。同时探伤室内外醒目位置拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。		
人员配备	辐射防护与安全培训和考核	拟为本项目配备的6名辐射工作人员为现有辐射工作人员，均需通过生态环境部培训平台上的考核。	/	每年0.5万元
	个人剂量监测	拟委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测。	/	每年0.5万元
	职业健康防护	公司拟定期组织职业健康体检，公司应按相关要求建立放射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案	/	每年1.0万元
监测仪器和防	环境辐射剂量巡测	配置有1台环境辐射剂量巡测仪。	/	2万元

项目		措施	预期效果	预计投资
护用品	仪			
	个人剂量报警仪	配置 6 台个人剂量报警仪。	/	2 万元
辐射安全管理制度		公司已根据相关标准要求，制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、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、射线装置使用登记、台账管理制度以及辐射事故应急方案等制度，在实际工作中公司还需根据有关法规标准更新版的要求进行补充、完善，使其具有更强的针对性和可操作性。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的管理要求	/

以上措施必须在项目运行前落实。

表 14 审批

审批意见

公 章

经办人

年 月 日