

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新疆鑫鑫胜达管业有限公司新增 2 台 X 射线探伤机应用项目			
建设单位		新疆鑫鑫胜达管业有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		乌鲁木齐经济技术开发区（头屯河区）工业园区四期中科路 2 号 1 栋 （中国（新疆）自由贸易试验区）			
项目建设地点		拟建 3#探伤室位于新疆鑫鑫胜达管业有限公司 1 号生产车间内，拟建 4#探伤室位于新疆鑫鑫胜达管业有限公司 2 号生产车间东南侧			
立项审批部门		/	批准文号	/	
建设项目总投资(万元)		160	项目环保投资(万元)	38.9	投资比例（环保投资/总投资） 24.31%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积(m ²)	450.24
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

1.1 项目背景

1.1.1 建设单位简介

新疆鑫鑫胜达管业有限公司成立于2020年1月，公司地址位于新疆乌鲁木齐市头屯河区工业园区4期中科路2号。新疆鑫鑫胜达管业有限公司其前身为新疆智泰峰管业有限公司，是一家专业生产石油、天然气及民用螺旋焊钢管和防腐保温管的公司，建有不同规格的螺旋管生产线4条，年生产螺旋缝双面埋弧焊钢管8万吨。公司拥有国内最先进的螺旋焊管设备，配备了先进的静水压实验、X射线数字成像检测系统等检测设备。2020年年初，由于原公司内部股权变更，资产控制人重新注册了新疆鑫鑫胜达管业有限公司，全面接收管理新疆智泰峰管业有限公司原有的固定资产和人员等，原公司建设地点、性质、规模、生产工艺、污染防治措施等均未发生变化。

1.1.2 评价目的

(1) 通过对工业探伤设备应用过程辐射环境影响分析，对辐射探伤设备周围环境可能产生的不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽可能低的水平”；

(2) 给出明确的环评结论，满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为生态环境主管部门对该项目进行辐射环境管理提供科学依据。

1.1.3 任务的由来

新疆鑫鑫胜达管业有限公司拟新增2台工业X射线探伤装置，主要是利用工业X射线探伤装置对工件（螺旋钢管焊缝）进行无损检测探伤，从而确定工件缺陷的位置、大小和形状，提高产品的质量，确保产品的安全可靠。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》、《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》、《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》（2021版）等法律法规的要求，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”，应编制环境影响报告表。2

025年11月，新疆鑫鑫胜达管业有限公司委托乌鲁木齐天泓润宇工程咨询有限公司对本项目进行环境影响评价（委托书见附件1）。接受委托后，评价单位通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成本项目的环境影响报告表。

1.1.4 核技术利用现状

新疆鑫鑫胜达管业有限公司现有2台X射线探伤机，均为II类射线装置，已于2021年6月1日首次取得乌鲁木齐市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（新环辐证[G0314]，有效期至2026年5月31日）。许可的种类和范围是：使用II类射线装置。辐射安全许可证正、副本详见附件。2台X射线探伤机许可使用情况见表1-1。

表 1-1 现有 X 射线探伤装置许可使用情况

序号	设备名称	规格型号	类别	用途	管电压/ 管电流	使用场所	厂家
1	X射线数字成像检测系统	XYG-22508	II类	无损探伤检测	225 kV /8mA	1#探伤室	丹东奥龙射线仪器集团有限公司
2	X射线数字成像检测系统	XYG-22508/3	II类	无损探伤检测	225 kV /8 mA	2#探伤室	

1.2 项目概况

1.2.1 建设内容及规模

新疆鑫鑫胜达管业有限公司拟新建探伤室2间（3#探伤室和4#探伤室），每间探伤室分别使用1台，共计2台固定式工业X射线探伤机。所有探伤作业都在探伤室内进行，不在户外进行探伤。

根据《射线装置分类》公告，本项目新增2台工业X射线探伤机属于II类射线装置。

1.2.2 主要设备配备

本项目新增2台工业X射线探伤机由X射线机、平板探测器、计算机图像处理系统、机械运动系统、电气控制系统、射线防护系统、安全监控及警示系统等七个子系统组成。主要的设备配备及技术参数见表1-2。

表 1-2 主要设备配备及技术参数

序号	设备名称	规格型号	类别	用途	最大管电压/管电流	使用场所	生产厂家
1	X 射线数字成像检测系统	XYG-1611/5	II 类	无损探伤检测	160 kV /11mA	3#探伤室	丹东奥龙射线仪器集团有限公司
2	X 射线数字成像检测系统	XYG-4503	II 类	无损探伤检测	450 kV /3.33mA	4#探伤室	丹东奥龙射线仪器集团有限公司

1.2.3 探伤室的具体情况

新疆鑫鑫胜达管业有限公司新增探伤室 2 间（分为 3#探伤室和 4#探伤室），均为单层建筑，屋顶上方无人员活动，无地下建筑。3#探伤室位于 1 号生产车间内，4#探伤室位于 2 号生产车间外东南侧，均由曝光室和操作间组成。具体情况见表 1-3。

表 1-3 本项目探伤室具体情况一览表

探伤室编号	位置		探伤室防护情况		尺寸
			屏蔽材料及厚度		
3#探伤室（160kV 探伤机）	160 千伏探伤机曝光室	东墙	400mm 混凝土		长 29.6m， 宽 4.0m， 高 3.48m， 面积： 118.4m ²
		南墙	400mm 混凝土		
		西墙	400mm 混凝土		
		北墙	400mm 混凝土		
		顶部	400mm 混凝土		
	防护门	工件出入门洞：钢板中间夹 4mm 铅板		高 2.29m， 宽 1.3m	
4#探伤室（450kV 探伤机）	160 千伏探伤机操作间	东墙	250mm 砖混		长 6.0m， 宽 4.0m， 高 2.5m， 面积 24m ²
		南墙	250mm 砖混		
		西墙	250mm 砖混		
		北墙	与曝光室南墙共用		
		顶部	200mm 砖混		
防护门	维修门门洞：钢板中间夹 4mm 铅板		高 2.35m， 宽 1.2m		
4#探伤室（450kV 探伤机）	450 千伏探伤	东墙	300mm 混凝土		长 43.1m， 宽 6.4m， 高 5.6m， 面积： 275.84m ²
		南墙	800mm 混凝土		
		西墙	300mm 混凝土		
		北墙	800mm 混凝土		

机 曝 光 室	顶部	400mm 混凝土	
	防护门	工件出入门洞：钢板中间夹 18mm 铅板	高 4.48m， 宽 4.4m
450 千 伏 探 伤 机 操 作 间	东墙	与曝光室西墙共用	长 6.4m， 宽 5.0m， 高 3.5m， 面积 32m ²
	南墙	250mm 砖混	
	西墙	250mm 砖混	
	北墙	250mm 砖混	
	顶部	200mm 砖混	
	防护门	维修门门洞：钢板中间夹 18mm 铅板	高 2.35m， 宽 1.2m

1.3 工作人员及工作制度

1.3.1 劳动定员

根据建设单位提供的资料，新增的每间探伤室拟配备探伤工作人员 2 名，共计 4 人，分两组进行操作。

1.3.2 工作制度

本项目实行 8 小时单班工作制度，年工作日为 250 天（约 36 周）。根据建设单位提供的资料，每台探伤机曝光室内每天曝光时间不超过 2h，周曝光时间不超过 14h，全年累积曝光时间不超过 500h（已考虑不定期训机环节）。

1.4 项目选址及周边环境概况

1.4.1 公司周边环境关系

新疆鑫鑫胜达管业有限公司位于乌鲁木齐经济技术开发区（头屯河区）工业园区四期中科路 2 号，公司东侧与新疆金轮广源建筑有限公司相邻，西侧与中科路相邻，南侧紧邻 1 家个体仓库，北侧紧邻明晨街。新疆鑫鑫胜达管业有限公司地理位置图见图 1-1。项目区四邻关系见图 1-2。厂区总平面布置见图 1-3。

1.4.2 探伤室周边环境关系

本项目拟建的 3#探伤室位于公司 1 号生产车间内，东西走向，呈“L”状分布，东侧、南侧为 1 号生产车间内部生产区；西侧为露天成品管存放区，北侧为厂区道路。其中 3#

探伤室屏蔽体西距厂区办公楼 47m。拟建的 4#探伤室位于公司 2 号生产车间外东南侧，东西走向，呈条状分布，东侧、西侧为厂区道路；南侧紧邻露天成品管存放区；北侧紧邻 2 号生产车间。

3#探伤室平面布局图见 1-4。4#探伤室平面布局图见 1-5。

1.5 环评审批情况

新疆鑫鑫胜达管业有限公司其前身为新疆智泰峰管业有限公司。主体工程编制了《新疆智泰峰管业有限公司螺旋管制造加工项目环境影响报告表》，并于2014年3月通过原乌鲁木齐经济技术开发区（头屯河区）环保局批复（审批文号：乌经开环审字[2014]16号）。2017年8月，原乌鲁木齐经济技术开发区（头屯河区）环保局对该项目出具了竣工环境保护验收意见（审批文号：乌经开环验字[2017]28号）。鉴于本项目建设地点、性质、规模、生产工艺、污染防治措施等均未发生变化，建设单位名称发生变化不属于重大变动，因此原环保手续依然有效。

新疆鑫鑫胜达管业有限公司现使用工业用X射线探伤装置2台（属于II类射线装置，型号为XYG-22508和XYG-22508/3），分别位于1#探伤室和2#探伤室，2020年9月18日取得新疆维吾尔自治区生态环境厅印发《关于新疆鑫鑫胜达管业有限公司工业用X射线探伤机辐射工作场所项目环境影响报告表的批复》（新环审[2020]179号）。2021年6月1日首次取得乌鲁木齐市生态环境局颁发的辐射安全许可证，辐射安全许可证编号为新环辐证[G0314]，许可种类和范围为使用II类射线装置，有效期至2026年5月31日。2021年7月8日，该项目通过竣工环境保护验收。综上，本目前期环保手续齐全，现场不存在环境遗留问题。

1.6 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目使用的射线装置属于鼓励类“十四、机械1、科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪

器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于3.0纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

1.7选址合理性分析

本项目新增2间探伤室位于乌鲁木齐经济技术开发区（头屯河区）工业园区四期，用地为企业预留用地，属于工业用地，周边主要为工业企业，厂区整体项目选址合理性已在原环评报告中进行了论述，本项目仅为厂区整体项目的配套建设项目，不新增用地，根据现场踏勘，探伤室评价范围内及厂区外环境周围无学校、医院、疗养院、居民区、自然保护区等环境敏感点和生态敏感点等制约因素。本项目探伤作业时通过采取相应有效的防护措施和管理措施后，对周围的环境影响较小，其选址是合理的。本项目探伤室设置在相对独立、人员相对较少的位置，减轻了对公众的辐射影响，从辐射安全和环境保护的角度考虑，本项目的辐射工作场所平面布局是合理可行的。

1.8实践正当性分析

新疆鑫鑫胜达管业有限公司拟新增2台X射线探伤机对螺旋管的焊缝进行检测，根据观察其缺陷的性质、大小和部位来评定承、压管件的质量，从而防止由于材料内部缺陷、加工不良而引起质量事故。本项目核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性探伤方法所不能及的诊断效果，是其它探伤项目无法替代的，在正确使用和做好辐射防护的情况下，无放射性三废外排，辐射污染小，可以实现社会、经济、环境保护三效益的统一，因此使用X射线探伤机对管件的焊缝进行检测符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护要求的“实践的正当性”要求。

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 射线数字 成像检测系统	II	1	XYG-1611/5	160	11	无损探伤 检测	1 号生产车 间内	
2	X 射线数字 成像检测系统	II	1	XYG-4503	450	3.33	无损探伤 检测	2 号生产车 间内东南侧	

(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 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；年排放总量用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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年修正, 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 12 月 29 日修正);</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日施行);</p> <p>(4) 《中华人民共和国职业病防治法》(2018 年 12 月 29 日修正);</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017 年 7 月 16 日修正);</p> <p>(6) 《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, 2019 年 3 月 2 日修改);</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 版)》(生态环境部令第 16 号, 2021 年 1 月 1 日施行);</p> <p>(8) 《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 20 号, 2021 年 1 月 4 日修改);</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环保部第 18 号令, 2011 年 5 月 1 日起实施);</p> <p>(10) 《射线装置分类》(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 6 日施行);</p> <p>(11) 《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》(环发[2006]145 号);</p> <p>(12) 《新疆维吾尔自治区辐射污染防治办法》(政府令第 192 号, 2015 年);</p> <p>(13) 《产业结构调整指导目录(2019 年本)》。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016);</p>

	<p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2021）；</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(6) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；</p> <p>(7) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>(8) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p>
其他	<p>(1) 项目委托书；</p> <p>(2) 监测报告；</p> <p>(3) 前期工程环保手续；</p> <p>(4) X 射线数字成像检测系统技术方案；</p> <p>(5) 探伤室设计图；</p> <p>(6) 新疆鑫鑫胜达管业有限公司提供的其他资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围:

新疆鑫鑫胜达管业有限公司使用的工业探伤设备在使用过程中产生 X 射线，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/T10.1-2016）的相关规定，确定本项目评价范围为探伤室实体边界周围 50m 区域。评价范围及保护目标分布见图 7-1。

7.2 保护目标:

本项目保护目标分为职业人群及公众人群，职业人群为辐射工作人员，公众人群为射线装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 范围内的其他工作人员及公众。本项目环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 主要保护目标

名称	保护对象		方位	位置	人数	相对屏蔽物距离
辐射环境	职业	操作人员	3#探伤室机房西南侧	3#探伤室操作间室内	2 人	紧邻
			4#探伤室机房西侧	4#探伤室操作间室内	2 人	紧邻
	公众	厂区工作人员	3#探伤室东侧、南侧	1 号生产车间内	约 30 人	0~50m
		厂区工作人员	3#探伤室西侧	露天成品管存放区	约 5 人	0~50m
		厂区工作人员	3#探伤室北侧	厂区道路	流动人员	0~10m
		厂区工作人员	3#探伤室西侧	厂区办公楼	约 20 人	47m
		厂区工作人员	4#探伤室北侧	2 号生产车间内	约 30 人	0~50m
		厂区工作人员	4#探伤室东侧	厂区道路	流动人员	0~50m
		厂区工作人员	4#探伤室南侧	露天成品管存放区	约 5 人	0~50m
		外单位人员	4#探伤室东侧	新疆金轮广源建筑有限公司厂界	流动人员	17m

注：新疆金轮广源建筑有限公司厂界处为空地，无固定建筑物。

7.3 评价标准:

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）节选

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性。

第 B1.1 中规定，任何工作人员的职业照射不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量 20mSv；第 B1.2 条规定，实践使公众中相关关键人群组的成员所受到的

平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。

第 11.4.3.2 款规定：剂量约束值通常应在公众照射剂量的限值 10%~30%（0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内，但剂量约束值的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

依据“辐射防护安全与最优化原则”，综合考虑到核技术利用现状和将来的辐射工作留有余地，对本项目职业人员的照射取 5mSv/a 作为剂量管理约束值，公众成员取 0.1mSv/a 作为剂量管理约束值。

7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）节选

本标准适用于使用 600 kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1（本报告表见表 7-2）的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T26837 的要求。

表7-2 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压（kV）	漏射线所致周围剂量当量率（mSv/h）
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作间应避免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 GB18871 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。

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

第 3 条探伤室屏蔽要求：

第 3.1 条探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

第 3.1.1 条探伤墙和入口门外周围剂量当量率和每周周围剂量当量应满足下列要求： a) 周剂量参考控制水平 (H_c) 和导出剂量率参考控制水平 ($H_{c,d}$)：

1) 人员在关注点的周围剂量参考控制水平 H_c 如下：

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

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

2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ 按式 7-1 计算：

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (\text{式 7-1})$$

式中： H_c —周剂参考控制水平，单位为微希每周 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)； 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； t —探伤装置周照射时间，单位为小时每周 ($\text{h}/\text{周}$)。

t 按照式 (7-2) 计算：

$$t = W / (60 \cdot I) \quad (\text{式 7-2})$$

式中：

W —X 射线探伤的周围工作负荷（平均每周 X 射线探伤照射的累积“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ ”值）， $\text{mA} \cdot \text{min}/\text{周}$ ；

60—小时与分钟的换算关系；

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大电流，单位为毫安 (mA)。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,\text{max}}$ ：

$$H_{c,\text{max}} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$$

c) 关注点剂量率参考控制水平：

H_c 为上述 a) 中的 $H_{c,d}$ 和 b) 中的 $H_{c,\text{max}}$ 两者中较小值。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

新疆鑫鑫胜达管业有限公司位于乌鲁木齐经济技术开发区（头屯河区）工业园区四期中科路 2 号。公司东侧与新疆金轮广源建筑有限公司相邻，西侧与中科路相邻，南侧紧邻 1 家个体仓库、北侧紧邻明晨街。新疆鑫鑫胜达管业有限公司厂区四邻关系见图 1-2；公司厂区总平面布置见图 1-3。

本项目拟建的 3#探伤室位于公司 1 号生产车间内，东西走向，呈“L”状分布，东侧、南侧为 1 号生产车间内部生产区；西侧为露天成品管存放区，北侧为厂区道路。其中 3#探伤室屏蔽体西距厂区办公楼 47m。拟建的 4#探伤室位于公司 2 号生产车间外东南侧，东西走向，呈条状分布，东侧、西侧为厂区道路；南侧紧邻露天成品管存放区；北侧紧邻 2 号生产车间。

拟建 3#探伤室中心地理坐标为东经：87°21'33.242"，北纬：43°51'29.123"。拟建 4#探伤室中心地理坐标为东经：87°21'41.594"，北纬：43°51'30.836"。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

（1）评价对象

依照《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ/T10.1-2016）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），对探伤室及周围环境 50m 进行辐射环境调查监测。

（2）监测因子

环境 γ 射线辐射剂量率。

（3）监测依据

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）以及《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）进行监测点位。

（4）监测定位

根据项目的平面布局和周围环境情况，本次监测共布设 12 个监测点位，具体监测点位布置见图 8-1。

(5) 监测时间

2025 年 12 月 25 日。

8.3 监测仪器

监测仪器的技术参数见表 8-1。

表 8-1 辐射检测仪参数

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	JB4000 型
出厂编号	18115
生产厂家	上海精博工贸有限公司
测量范围	0.01~600 μ Gy/h
校准证书	四川蓉威计量检测有限公司 检定证书编号: KV25026060190 有效期: 2025 年 02 月 06 日~2026 年 02 月 05 日

8.4 质量保证措施

- (1) 委托监测单位通过了实验室计量认证。
- (2) 合理布设监测点位, 保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- (3) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准, 委托监测单位监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (4) 委托监测单位监测仪器每年定期经计量部门检定, 检定合格后方可使用。
- (5) 委托监测单位每次测量前、后均对监测仪器的工作状态是否正常进行检查, 并用检验源对仪器进行校验。
- (6) 由委托监测的专业人员按操作规程操作仪器, 并做好记录。
- (7) 委托监测单位监测报告严格实行三级审核制度, 经过校对、校核, 最后由技术总负责人审定。

8.5 检测结果

本项目拟建场址周围环境 γ 辐射剂量率监测结果见表8-2。

表 8-2 本项目拟建场址周围环境 γ 辐射剂量率监测结果一览表

序号	检测点位	读数范围值 ($\mu\text{Gy/h}$)	测量结果 均值 ($\mu\text{Gy/h}$)
1	拟建 3 号探伤室中心	0.064~0.097	0.086
2	拟建 3 号探伤室东侧	0.061~0.092	0.079
3	拟建 3 号探伤室南侧	0.053~0.074	0.070
4	拟建 3 号探伤室西侧	0.050~0.078	0.074
5	拟建 3 号探伤室北侧	0.068~0.084	0.083
6	拟建 4 号探伤室中心	0.056~0.076	0.071
7	拟建 4 号探伤室东侧	0.067~0.095	0.084
8	拟建 4 号探伤室南侧	0.063~0.080	0.077
9	拟建 4 号探伤室西侧	0.062~0.080	0.076
10	拟建 4 号探伤室北侧	0.066~0.089	0.083
11	新疆金轮广源建筑有限公司	0.059~0.083	0.078
12	厂区办公楼	0.082~0.109	0.103

注：以上监测结果未扣除宇宙射线响应。

8.6 环境现状调查结果的评价

由表 8-2 的测量值来看，项目所在场址及周边监测点位环境 γ 辐射剂量率测量结果均值范围在 0.070~0.103 $\mu\text{Gy/h}$ 之间。根据《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查报告》，乌鲁木齐本底值辐射室外剂量率范围为（0.0706~0.1834 $\mu\text{Gy/h}$ ），项目所在地的环境 γ 辐射剂量率在正常本底水平，未见异常。

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 设备组成

本项目拟新增 2 台工业 X 射线数字成像检测系统。检测系统由 X 射线机、平板探测器、计算机图像处理系统、机械运动系统、电气控制系统、射线防护系统、安全监控及警示系统等七个子系统组成，系统为单件检测，具有实时成像数字成像和胶片成像检测功能。

(1) X 射线机：选用奥龙射线的 40kHz 的高频恒压式 X 射线机，包含射线管和高压电缆，高压发生器、控制器、油冷却器。

(2) 平板探测器：选用非晶硅数字式 X 射线探测器，含平板探测器、电源、线缆等。

(3) 计算机图像处理系统：由高性能计算机和专用 X 射线数字成像软件组成图像工作站，具有图像采集、图像存储、图像处理、灰度调节、图像缩放、图像标记、图像测量等功能。

(4) 机械运动系统：由 X 射线管机构、平板探测器探臂机构、检测工件车等组成。主要机构均为电机驱动，便于控制和精准定位。此结构系统为成熟化产品，具有抗压、抗变形等特点，坚固耐磨。

(5) 电气控制系统：控制系统采用独立式按钮操作，摇杆式开关与旋钮控制，快速准确，便于对检测位机构的调整，电子器件全部采用国内名牌产品。钢琴式操作台，人体工程学设计，集成全部的系统控制功能，保证系统运行平稳可靠。

(6) 射线防护系统：射线防护屏蔽使用混凝土，带有进出件防护铅门，采用电动开关控制。在防护室内装有应急开关，可随时切断 X 射线高压电源。

(7) 安全监控及警示系统：由铅门联锁装置、安全警示灯和监控系统组成。配高清晰度监控系统，能完全监视到检测室内的影像，确保设备运行时的安全性。铅门联锁装置用于将单个或多个铅门与 X 射线机进行联锁控制，铅门未关闭到

位, X 射线机不能启动工作; 在 X 射线机工作时, 如果铅门被误操作打开, X 射线机将立即切断高压, 保护人身安全。

9.1.2 设备工作原理

(1) X 射线探伤机工作原理

X 射线探伤机主要由 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。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。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。

X 射线穿透工件后的影像由平板探测器接收转换成黑白图像, 检测人员可以实时观看到检测图像, 实时判别缺陷和缺陷等级, 快速完成对产品质量的判定, 并可使用计算机图像处理系统完成对图像的存档、复审、二次判定等功能主要为利用 X 射线发生器产生的 X 射线进行无损探伤。典型 X 射线管结构见图 9-1。

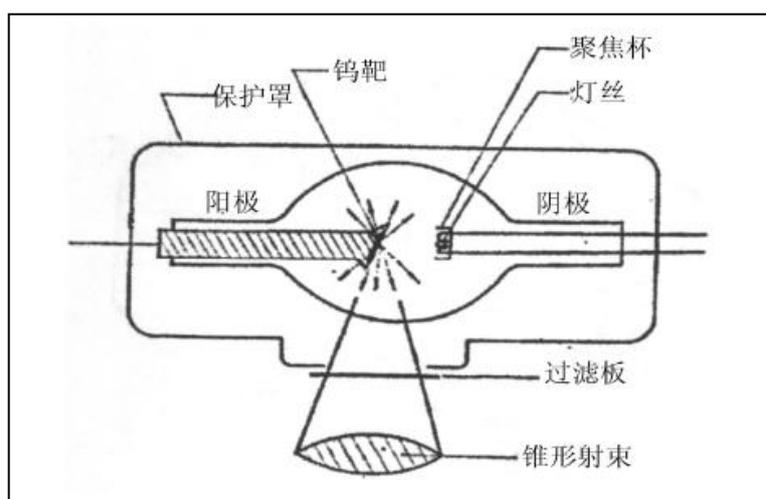


图 9-1 典型 X 射线管结构图

(2) 成像工作原理

X 射线实时成像检验技术, 是随着成像物体的变动, 图像迅速改变的电子学

成像方法，即透照的同时就可观察到所产生的图像的检验方法，这种图像一般都是在计算机屏幕或视频监视器上显示出来。X 射线实时成像检验技术是一种非胶片成像技术，它的主要优点是动态快速检验，可进行近似实时的质量评定。X 射线透过被测物体后衰减，由成像系统将不可见的 X 光图像变成模拟信号或数字信号，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,再将检测图像直接显示在屏幕上，可用计算机程序进行评定，然后将图像数据保存到储存介质上。成像接收器主要分为图像增强器、平板探测器和线阵探测器三类成像器件。射线照射闪烁体使其发光，光电二极管产生的电荷在 TFT 等的控制下进行放大，然后转换为可见光或数字信号，直接输出数字图像的射线成像系统。

本项目 X 射线数字成像检测系统成像原理见图 9-2。

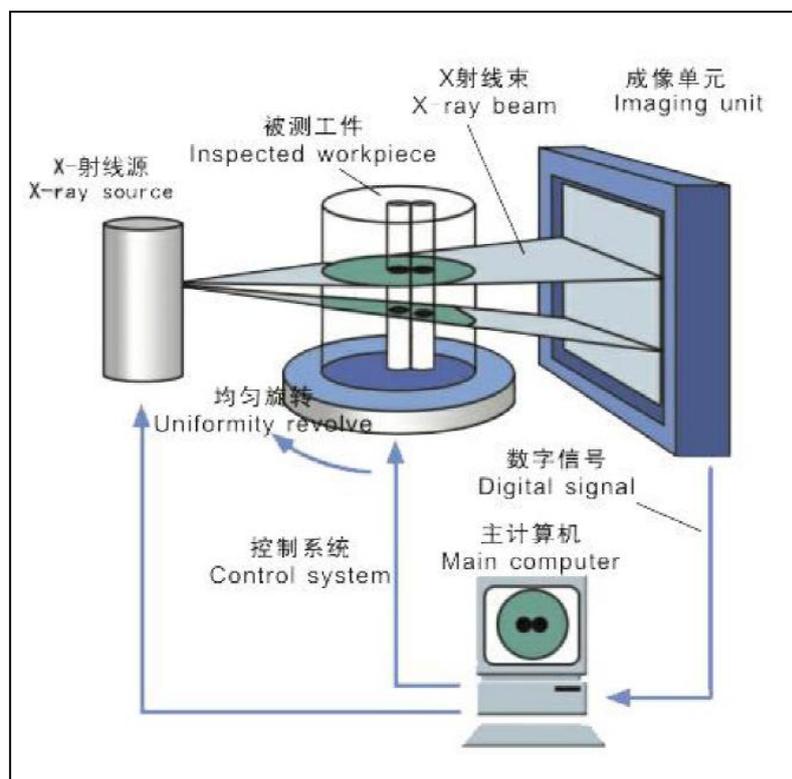


图 9-2 X 射线数字成像检测系统成像原理图

9.1.3 工作流程分析

- (1) 打开进出件铅门，检测工件车退至上料区，升起输送辊装置。
- (2) 同时启动工件车上的输送辊装置和防护室外的输送辊线工作，将钢管通过外部传输辊线传输到工件车上。

(3) 工件车进入检测位停止，调节平板探测器探臂机构的位置，将平板探测器套入钢管的起始端，关闭进出件铅门。

(4) 调整 X 射线管与平板探测器的位置，使透照焦距满足检测工艺要求。

(5) 启动 X 射线机高压，按检测工艺要求设置好射线剂量。

(6) 使用工件车的旋转辊机构将焊缝转到 X 射线管与平板探测器的中间位置。

(7) 控制工件车行走和旋转辊的转动，完成对螺旋焊缝的 100%检测。

(8) 检测完成，关闭 X 射线高压，打开进出件铅门。

(9) 工件车退至上料区，升起输送辊装置。

(10) 同时启动工件车上的输送辊装置和防护室外的输送辊线工作，将钢管退出至防护室外部。

(11) 射线辐射安全保证：铅门与 X 射线机设有联锁保护装置，铅门未闭合时，X 射线机无法打开。

工业 X 射线探伤作业的生产工艺及产污流程见图 9-3。

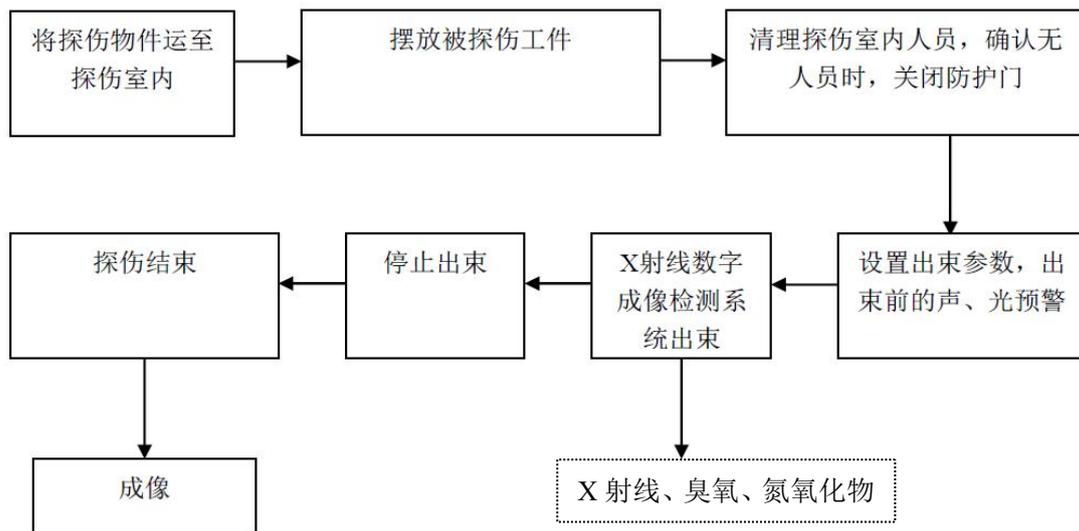


图 9-3 探伤工作及产污流程示意图

9.2 污染源项描述

9.2.1 污染因子

(1) 电离辐射

X 射线探伤机开机工作时，通过高压发生器和 X 光管产生高速电子束，放出具有确定能量的 X 射线，本项目探伤机不开机状态不产生辐射。

(2) 废气

曝光室空气在强辐射照射下，会使氧分子重新组合而产生的少量臭氧和氮氧化物。

(3) 废水

本项目辐射工作人员会产生少量生活污水。

(4) 固体废物

本项目辐射工作人员会产生少量的生活垃圾。

9.2.2 污染途径

9.2.2.1 施工期污染分析

本项目施工期约 30 天，施工人员 10 人，寄宿在公司宿舍楼。探伤室施工过程中主要存下以下影响，施工完成后，影响全部消除。

(1) 噪声：本项目噪声主要来自施工过程中电钻、材料切割机等机械设备运行噪声及材料运输过程中的交通噪声。施工期使用低噪声设备，严禁夜间施工，外围设置施工围挡，从而减轻噪声的污染。

(2) 废水：施工期废水主要来自两个方面，一是装修过程中泥浆废水，二是施工人员的生活污水。生活污水主要是工人生活污水，最多时期有约 10 人施工，日用水 $0.1\text{m}^3/\text{d}$ 。废水产生量以 80% 计，每天产生生活污水 $0.8\text{m}^3/\text{d}$ 。生活污水排入园区市政管网。

(3) 固体废物：固体废物主要是建筑垃圾和施工人员的生活垃圾，建筑垃圾主要是建筑材料、弃土等，生活垃圾以每人每天 1kg 计算，产生量为 $10\text{kg}/\text{d}$ ，生活垃圾依托厂区垃圾收集设施，集中收储，定期由当地环卫公司统一清运。弃

土和建筑垃圾收集后，由施工单位统一运至建筑垃圾填埋场处置。

(4) 扬尘：本项目将产生地面扬尘，另外还有机械和运输车辆作业时排放废气，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。施工期间要求车辆在运输建筑材料时应采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒，施工现场定期洒水抑尘等措施减少扬尘量。

9.2.2.2 营运期污染因素分析与评价因子

(1) 放射性污染

由 X 射线装置的工作原理可知，高速电子与靶物发生碰撞，就会产生韧致辐射 X 射线和低于入射电子能量的特征 X 射线，当电子在靶核附近通过，被靶核的库仑场减速时，电子的部分动能转化为相等能量的 X 射线发射出来，即韧致辐射 X 射线。因此，X 射线装置在工作时会产生较高能量的 X 射线，少量的 X 射线泄漏和散射射线，对周围环境造成辐射污染影响。X 射线是中性光子流，与物质相互作用方式相同。X 射线发生器的管电压越高，它所产生的 X 射线束的能量越大即穿透物质的能量越强，但随着电源的关闭，X 射线也随之消失，对周围环境和人体健康无影响。因此，在开机运行状态下，X 射线成为污染因子。X 射线在开机运行时产生，关机时消失，没有剩余辐射。

(2) 废气

在探伤射线机工作时，X 射线使空气电离产生少量臭氧 (O₃) 和氮氧化物。一般情况下，换气次数应达到每小时 3 次以上，臭氧和氮氧化物浓度应符合国家标准，公司的探伤室设置有专门的通风口，可满足通风要求，对周围环境空气产生影响较小。

(3) 废水

本项目辐射工作人员均从厂区现有的生产人员调配，生活污水量基本没有变化，排入厂区下水管网后，不会对区域水环境造成影响。

(4) 固体废物

探伤过程中不产生固体废物，工作人员生活垃圾依托厂区现有的垃圾收集设

施，集中收储，定期交由环卫部门统一清运，基本不会对环境造成影响。

9.2.2.3 运行期事故工况下污染源分析

本项目拟新增的 X 射线探伤机必须在机房防护门关闭的状态下，才能启动，发生事故的概率很小。根据 X 射线装置工作原理结合本项目情况，可能发生的故事包括以下几种：

（1）工作人员还未全部撤离探伤室，操作间工作人员启动设备，造成工作人员被误照。

（2）工作人员使用设备时，防护门安全联锁发生故障，在防护门未关到位的情况下射线发生器仍能出束，X 射线泄露使工作人员受到不必要的照射。

（3）设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所分区

根据国家标准《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》（GBZ117-2022）的规定，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区，便于辐射防护管理和职业照射控制。该场所的分区如下：

（1）控制区：将探伤室内划为控制区，并在探伤室周围设置电离辐射警告标志及中文警示说明。

（2）监督区：将操作间和探伤室屏蔽体外围 1m 的其他区域设为监督区，在该区内需要对职业照射条件进行监督和评价。

3#探伤室控制区及监督区划分情况见图 10-1。4#探伤室控制区及监督区划分情况见图 10-2。

10.1.2 辐射屏蔽设计

本项目新增探伤室屏蔽拟采取的防护措施见表 10-1。

表 10-1 探伤室屏蔽防护措施一览表

项目位置		厚度
3#探伤室（160kV探伤机）	探伤室规格	29600×4000×3480（H）mm
	探伤室屏蔽墙体（东、西、南、北）	400mm混凝土
	工件出入门	钢板中间夹4mm铅板
	人员出入门	钢板中间夹4mm铅板
	顶棚	400mm混凝土
4#探伤室（450kV探伤机）	探伤室规格	43100×6400×5600（H）mm
	探伤室屏蔽南墙、北墙	800mm混凝土
	探伤室屏蔽东墙、西墙	300mm混凝土

	工件出入门	钢板中间夹18mm铅板
	人员出入门	钢板中间夹18mm铅板
	顶棚	400mm混凝土

10.1.3 辐射安全和防护措施

为确保放射工作人员的工作环境和探伤室外部环境安全,以及避免辐射事故的发生,新建的2间探伤室拟设置多重安全防护措施,具体如下:

①照射状态指示灯:拟在探伤室门口和内部同时设有显示“准备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置,并与探伤机联锁。启动关门按钮后,铅门为2扇对开,电动控制,探伤室门口指示灯显示“准备”字样并语音循环播放“准备照射”(探伤室内亦同步)，“准备”信号持续足够长的时间,以确保探伤室内人员安全离开。关好铅门后,可通过监控显示屏查看探伤室内一切正常后,按下操作间开关,X射线探伤机进入工作状态,探伤室门口指示灯显示红色“照射”字样并语音提示,门洞顶部中间报警灯开始闪烁并发出警笛声。本项目“准备”信号和“照射”信号有明显的区别,并在指示灯旁边醒目的位置处张贴“照射”和“准备”信号意义的说明。

②紧急停机装置:拟在探伤室内墙体设置1个紧急停机按钮,操作位控制台设置1个紧急停机按钮,并设置中文标识,确保出现紧急事故时,能立即停止照射,防护门可从内侧打开。此外,使用探伤机前需巡视检查,急停按钮需全部复位(弹起状态),若未复位(处于按下状态)探伤机和警示灯均无法正常工作。

③警告标志:探伤室防护门上拟设置符合GB18871要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

④通风设施及电缆通道:探伤室通风及电缆通道设计为U型通道口。出风口位于室外,防护室内的排风口避开主射线方向,通过通风管道将有害气体臭氧、氮氧化物等排到室外。每小时通风换气的次数3~6次。电缆通道外部安装防护罩进行辐射防护。

⑤门机联锁装置:探伤室拟设置门机联锁装置,用于将所有铅门与X射线

机进行联锁控制，铅门未关闭到位，X 射线机不能启动工作；在 X 射线机工作时，如果铅门被误操作打开，X 射线机将立即切断高压，保护人身安全。

⑥视频监控：每件探伤室内装有 4 套监控摄像机，2 套用于监控室内的设备运行和产品检测状况，避免室内有人时的时候开启 X 射线机；2 套用于监控防止检测时碰撞到 X 射线管和平板探测器支撑机构，避免对设备造成人为损坏。

⑦控制台：控制台上拟设置钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束，并设置高压接通时的外部报警和指示装置；钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出。X 射线机控制台拟设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

⑧固定式场所辐射探测报警装置：每间探伤室拟配置 1 台固定式场所辐射探测报警装置，探伤室内部设置台式辐射检测报警仪探头，操作室内设置固定式场所辐射探测报警仪主机和辐射剂量显示屏。X 射线探伤机进入工作状态时，固定式辐射探测仪探头检测到射线后，操作室辐射检测仪屏幕出现数值并报警，探伤机工作完毕后，报警声音解除。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022），本项目辐射安全和防护措施还应满足以下要求：

（1）日常检查每次工作开始前应进行检查的项目包括：设备外观是否存在可见的损坏；电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；安全联锁是否正常工作；报警设备和警示灯是否正常运行；螺栓等连接件是否连接良好。

（2）定期检查定期检查的项目应包括：电气安全（包括接地和电缆绝缘检查）、所有的联锁和紧急停机开关的检查、机房内安装的固定辐射检测仪的检查、制造商推荐的其他常规检测项目。

（3）设备维护拟由厂家进行。设备维护包括 X 射线探伤机的检查和所有零部件的详细检测。当设备有故障或损坏，需更换零部件时，应保证所更换的零部件都来自设备制造商。应做好设备维护记录。

（4）个人防护探伤工作人员佩戴个人剂量计外，还需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。

(5) 其他防护安全要求：交接班或当班使用剂量报警仪前，应检查剂量报警仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量报警仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。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。

10.1.4 安全操作要求

(1) 该设备被规定用于工业无损检测用途，应严格按照设备操作指导书进行使用。

(2) 设备需由通过了辐射安全与防护考核及设备厂家培训指导的操作人员操作，操作人员必须掌握了解使用装置时的正确方法及危险。

(3) 操作人员工作期间应按要求佩戴个人剂量计，每天上班后仔细检查个人剂量报警仪及设备的完好情况，各种计量仪表应在检定周期内，检查其工作是否正常可靠。

(4) 检查安全防护装置，如安全防护门连锁装置是否可靠、警示灯是否完好、安全防护装置、警示标志是否损坏等。

(5) 开始作业前操作人员要做好个人防护工作，安全防护门未完全闭合和警示灯不正常时不开机使用。

(6) 操作人员应熟练掌握设备的性能和操作流程，严格按照操作规程的技术参数进行操作。

(7) X 射线机应正常使用，管电压和管电流不能超过机器最大允许值。

(8) 在操作过程中，应严格按照设备的操作规程进行操作，以确保工作质量和设备安全。

(9) 进行检测时，如设备、仪表或其它安全防护装置等发生故障，应立即停机并报告，待故障排除后方可继续操作。

(10) 完成检测后，应关闭设备总电源。

10.1.5 防护用品

公司拟配备辐射防护用品详见表 10-2。

表 10-2 公司拟配备的监测设备及防护用品一览表

类别	监测设备及防护用品名称	数量	备注
监测设备及防护用品	便携式 X-γ辐射剂量率检测仪	1 台	新增
	铅衣	4 套	新增
	个人剂量报警仪	4 个	新增
	个人剂量计	4 个	新增
	照射状态指示灯	2 套	每间探伤室自带 1 套
	安全警示灯	2 套	每间探伤室自带 1 套
	监控摄像机	8 套	每间探伤室自带 4 套
	辐射防护警示标志	若干	新增

根据以上分析可知，本项目采取的辐射安全与防护措施满足标准的相关要求，能够保证辐射工作场所的防护安全。

10.2 三废的治理

10.2.1 废气

工业 X 射线探伤装置在工作状态时，会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），臭氧在空气中 50 分钟后会自动分解为氧气。由于探伤机开机照射时间较短，因此，产生臭氧量很少。且探伤室设有机通风装置，保证每小时通风换气的次数 3~6 次，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“每小时有效排风换气次数应不小于 3 次”的要求，产生的臭氧经自然分解和稀释，对周围环境影响较小。

10.2.2 废水

本项目工业 X 射线探伤装置采用数字成像，无需洗片，无废显、定影液或清洗废水产生。

10.2.3 固体废物

本项目辐射工作人员产生的少量生活垃圾依托厂区已建的生活垃圾收集设施进行收集后，由环卫部门统一清运。

10.2.4 噪声

本项目探伤室的通排风系统运行会产生一定噪声，噪声值较小，且为间歇噪声，通过采用低噪声设备、设置减振和隔声措施后，对周围声环境影响较小，因此无需采取专门降噪措施。

10.3 环保投资

本项目总投资 150 万元，环保投资 38.9 万元，占环保投资的 24.31%，项目环保投资估算见表 10-3。

表10-3 本项目环保设施（措施）与投资一览表

项目	环保及安全防护措施名称	内容	投资额 (万元)
辐射安全防护和治理措施	屏蔽措施	新增 2 间探伤室屏蔽墙体、铅防护门	30
	安全措施	视频监控装置、工作状态指示灯、声光报警装置、门机装置、紧急停机按钮及紧急开门按钮、固定式场所辐射探测报警装置等	设备自带
		电离辐射警告标志、警告牌、警戒线、制度上墙等	0.6
	监测设备	X-γ剂量率仪、个人剂量计、个人剂量报警仪	2
	废气治理	机械通风装置	2
人员配备	辐射防护与安全培训	辐射工作人员防护与安全培训	2
	辐射防护用品	铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜等	1
	个人剂量检测和职业健康监护	辐射工作人员个人剂量检测、个人职业健康监护档案和个人剂量档案	0.8
监测	委托有资质单位定期对辐射工作场所监测	0.5	
合计			38.9

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目施工期主要为探伤室建设、装修以及设备安装调试等。施工过程中主要有少量的施工机械噪声、施工粉尘、装修垃圾产生，施工期施工人员产生部分生活废水和生活垃圾，以及调试过程可能产生的放射性污染。

(1) 扬尘及防治措施

探伤室施工过程中产生一定量的扬尘，主要是通过加强施工现场管理和采取洒水降尘等措施来进行控制。

(2) 噪声及防治措施

施工期噪声包括探伤室施工过程、设备安装过程中机械产生的噪声，施工期使用低噪声设备，严禁夜间施工，外围设置施工围挡，从而减轻噪声的污染。由于项目评价范围内无居民区等声环境保护目标，噪声对周围环境的影响较小。

(3) 固体废物及防治措施

施工期固废主要是施工过程中产生的建筑垃圾和施工人员的生活垃圾，固体废物为一般固废，部分回收利用，其余部分与生活垃圾一同依托厂区现有垃圾桶统一收集后由市政环卫部门统一清运。

(4) 废水及防治措施

施工期废水主要是施工人员的生活污水，依托厂区内污水管道排放至市政管网。

(5) 放射性污染及防治措施

探伤设备安装调试过程中将产生短暂的辐射影响。本项目探伤设备将由设备厂家派出 2 名专业工程师负责安装调试，预计安装期 3 日，调试期 2 日。

调试过程中，安装人员将严格按照相关使用说明、相关管理制度执行，建设单位不得自行安装及调试设备，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，检查各项辐射安全防护设施，同时设立电离辐射警告标志，禁止其他无关人员进入探伤室，防止辐射事故发生。调试人员配备个人剂量报警仪，在发生误照射情况时，能及

时发现并启动最近的应急装置使设备断电，停止出束。采取以上措施后，调试过程中的环境影响较小，风险可控。

本项目工程量小，施工期短，影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的防治措施后，对外界的影响小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

当 X 射线探伤机开机时，X 射线（初级 X 射线）透过工件及探伤室造成主要辐射环境影响，同时伴随产生的次级 X 射线（散射射线和泄漏射线）也会造成辐射环境影响。

11.2.2 探伤室屏蔽厚度合理性分析

(1) 本项目设备参数

根据建设单位提供材料，本项目使用的射线装置参数见表 11-1，本次采用理论计算方式对设备在最大工况下配套屏蔽体措施进行分析计算。

表11-1 本项目设备参数一览表

型号	XYG-1611/5	XYG-4503
最大管电压	160kV	450kV
最大管电流	11mA	3.33mA
滤过条件	2mm铝	0.5mm铜
有用线束朝向	朝上	朝下
距辐射源点（靶点）1m 处输出量 \dot{H}_0	20.4mGy·m ² /(mA·min), 1.224×10 ⁶ μSv·m ² /(mA·h)	55mGy·m ² /(mA·min), 3.3×10 ⁶ μSv·m ² /(mA·h)
距靶点1m 处X 射线管组装体的泄 漏辐射剂量率 (\dot{H}_L)	2500μSv/h	5000μSv/h

备注：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》附录表 B. 1，距辐射源点（靶点）1m 处选取各千伏（kV）下输出量的较大值保守估计，150kV 管电压 2mm 铝过滤条件下的有用线束输出量为 18.3mGy·m²/(mA·min)，200kV 管电压 2mm 铝过滤条件下的有用线束输出量为 28.7mGy·m²/(mA·min)，本项目 160kV 探伤机采用的最大管电压为 160kV，根据内插法计算取值为 20.4mGy·m²/(mA·min)，即：本项目 $\dot{H}_0=1.224 \times 10^6 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；450kV 探伤机距辐射源点（靶点）1m 处输出量取自《辐射防护导论》附图4。距辐射源点（靶点）1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率管电压 kV>200， \dot{H}_L 取 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，管电压 $150 \leq \text{kV} \leq 200$ ， \dot{H}_L 取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

(2) 工作人员工作时间

本项目射线装置曝光时间如表 11-2。

表 11-2 本项目射线装置曝光时间一览表

型号	每天（最大） 曝光时间	每周（最大） 曝光时间	每年（最大） 曝光时间
XYG-1611/5	2 小时	14 小时	500 小时
XYG-4503	2 小时	14 小时	500 小时

(3) 关注点位置

本项目 2 台探伤机分别固定在 3#探伤室和 4#探伤室内。本项目 3#探伤室 X 射线探伤装置有用线束朝上，故 3#探伤室顶部考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射，除 3#探伤室顶部外，四周屏蔽体方向考虑漏射辐射和散射辐射；本项目 4#探伤室为一层，无地下建筑和人员活动，X 射线探伤装置有用线束朝下，故不在下方设关注点，四周屏蔽体方向及屋顶方向考虑漏射辐射和散射辐射。

辐射源到周围屏蔽体的距离见表 11-3。

表 11-3 辐射源到周围屏蔽体及关注点的距离一览表

点位	名称	方位	射线影响	距离 (m)
A1	3#探 伤室	探伤机到北侧屏蔽墙外30cm（道路）	漏射辐射和散射辐射	2.2
A2		探伤机到东北侧屏蔽墙外30cm（车间）	漏射辐射和散射辐射	14.2
A3		探伤机到东侧进出件铅门外30cm（车间）	漏射辐射和散射辐射	13.9
A4		探伤机到南侧屏蔽墙外30cm（车间）	漏射辐射和散射辐射	2.4
A5		探伤机到西南侧屏蔽墙外30cm（操作间）	漏射辐射和散射辐射	10.8
A6		探伤机到西南侧维修铅门外30cm（操作间）	漏射辐射和散射辐射	12.4
A7		探伤机到西侧屏蔽墙外30cm（成品管存放区）	漏射辐射和散射辐射	16.3
A8		探伤室顶外表面30cm处(人员不可达)	有用线束	2.55
A9		厂区办公楼	漏射辐射和散射辐射	63
B1	4#探 伤室	探伤机到北侧屏蔽墙外30cm（车间）	漏射辐射和散射辐射	3.5
B2		探伤机到东北侧屏蔽墙外30cm（道路）	漏射辐射和散射辐射	19.9
B3		探伤机到东侧进出件铅门外30cm（道路）	漏射辐射和散射辐射	19.7
B4		探伤机到南侧屏蔽墙外30cm（成品管存放区）	漏射辐射和散射辐射	3.5
B5		探伤机到西侧屏蔽墙外30cm（操作间）	漏射辐射和散射辐射	24.0
B6		探伤机到西北侧维修铅门外30cm（操作间）	漏射辐射和散射辐射	24.2
B7		探伤室顶外表面30cm处(人员不可达)	漏射辐射和散射辐射	1.37

射线源到周围屏蔽体的位置关系及距离见图 11-1、图 11-2、图 11-3、图 11-4。

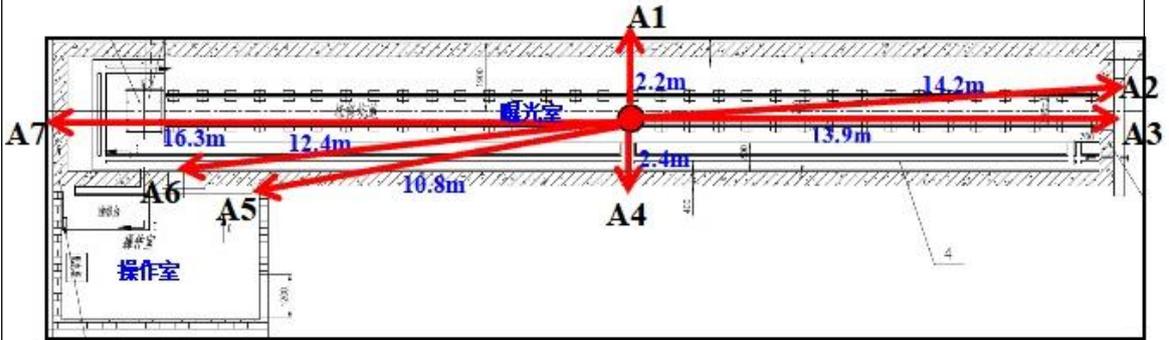


图 11-1 3#探伤室射线源到周围屏蔽体距离图（平面图）

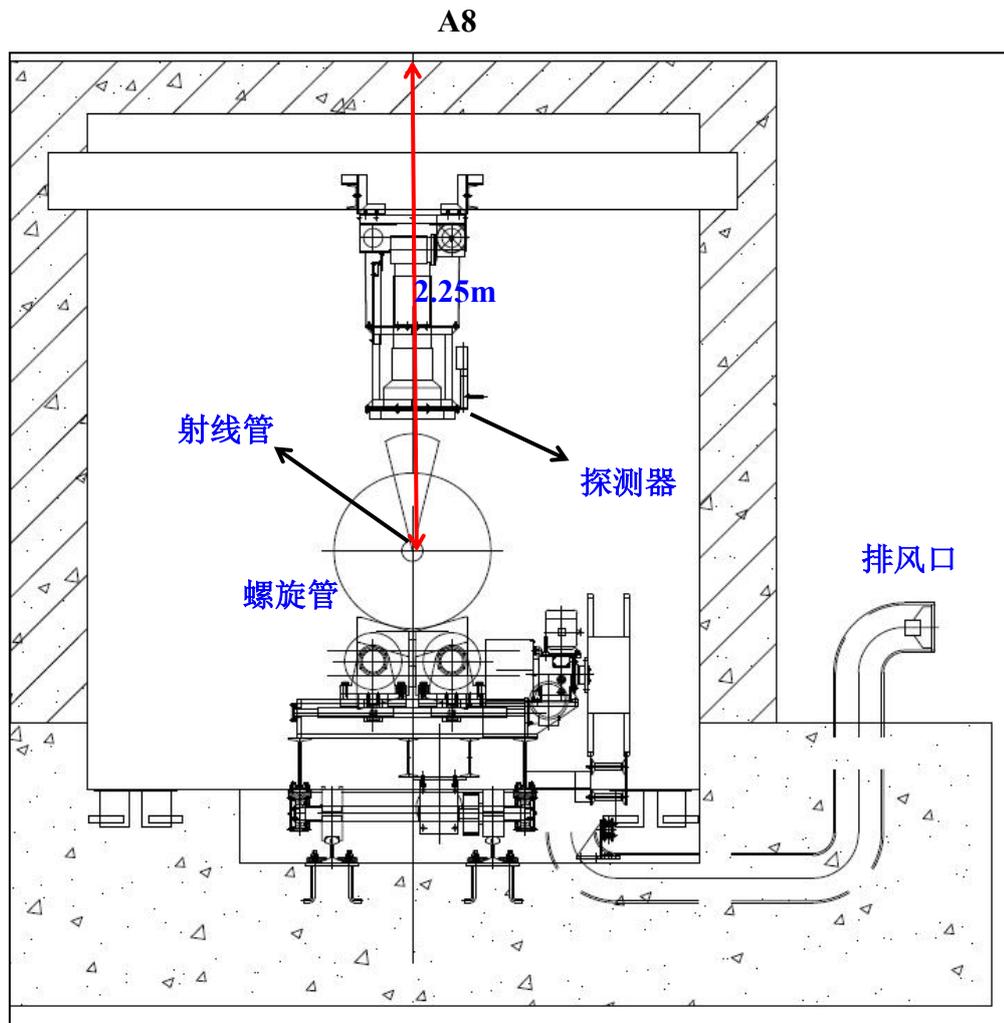


图 11-2 3#探伤室射线源到顶部屏蔽体距离图（剖面图）

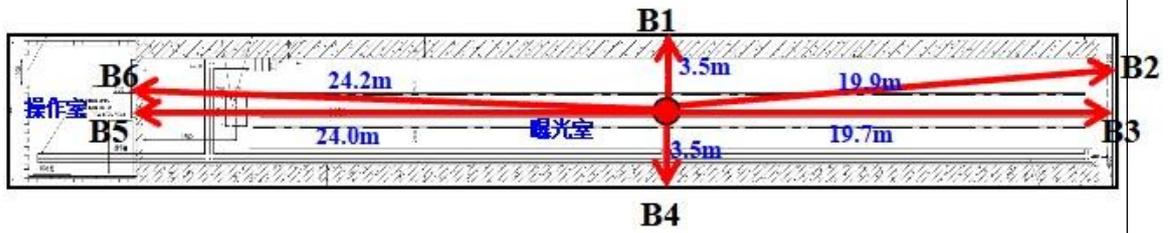


图 11-3 4#探伤室射线源到周围屏蔽体距离图（平面图）

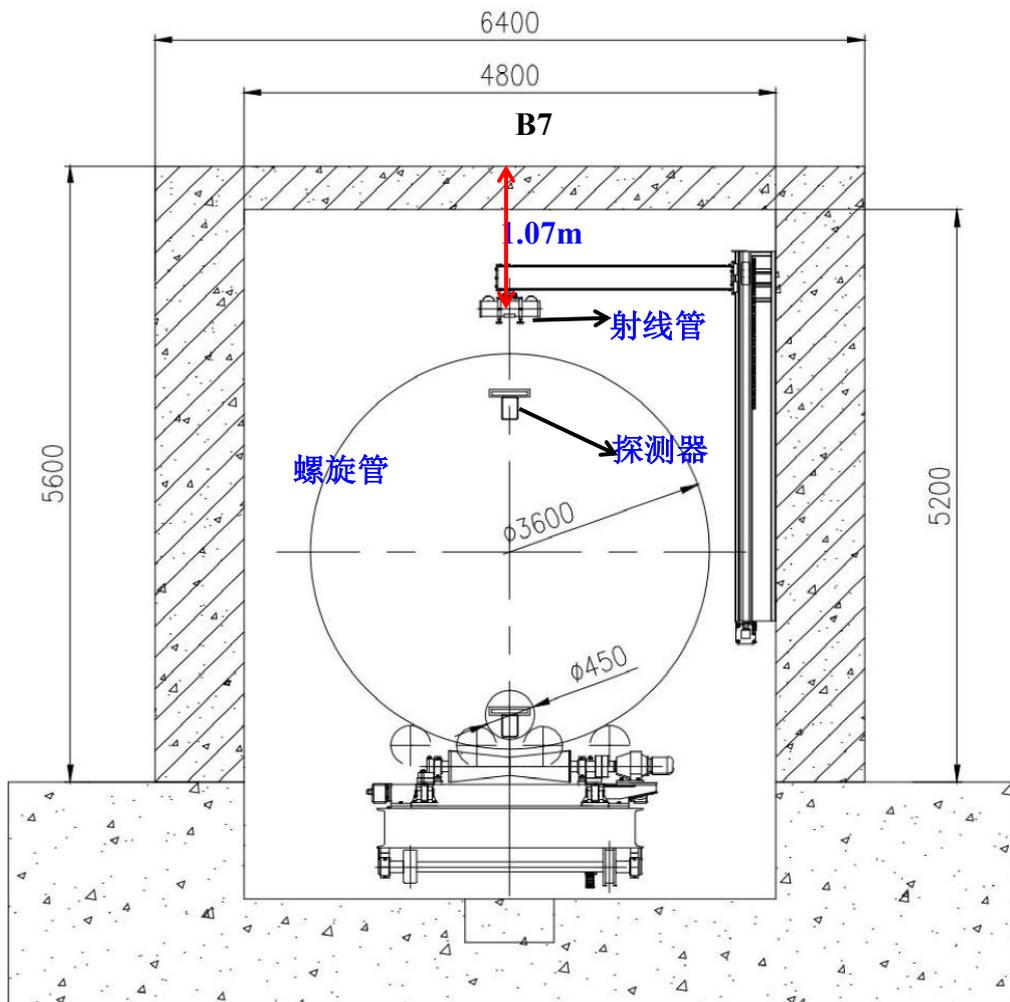


图 11-4 4#探伤室射线源到顶部屏蔽体距离图（剖面图）

(4) 探伤室辐射屏蔽的剂量控制水平分析

为评价探伤房的辐射屏蔽设计方案，参照 a) 周剂量参考控制水平 (\dot{H}_c) 和导出剂量率参考控制水平 ($\dot{H}_{c,d}$)：

1) 人员在关注点的周围剂量参考控制水平 H_c 如下:

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

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

2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ 按下式计算:

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

式中: H_c —周剂参考控制水平, 单位为微希每周 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$); 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; t —探伤装置周照射时间, 单位为小时每周 ($\text{h}/\text{周}$)。

t 按照下式计算:

$$t = W / (60 \cdot I)$$

式中: W —X 射线探伤的周围工作负荷 (平均每周 X 射线探伤照射的累积“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ ”值), $\text{mA} \cdot \text{min}/\text{周}$;

60—小时与分钟的换算关系;

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大电流, 单位为毫安 (mA)。

3) 关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,\max}$:

$$\dot{H}_{c,\max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$$

4) 关注点剂量率参考控制水平:

\dot{H}_c 为上述 a) 中的 $\dot{H}_{c,d}$ 和 b) 中的 $\dot{H}_{c,\max}$ 两者中较小值。

本项目新增 3#探伤室和 4#探伤室的屋顶人员不可达, 探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平取 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。本项目辐射屏蔽的剂量参考控制水平计算结果取值见表 11-4。

表 11-4 本项目各关注点剂量参考控制水平计算结果一览表

点位	H_c , ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	t (h/周)	U	T	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	$\dot{H}_{c,max}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	
3# 探 伤 室	A1	5	14	1	1/16	5.71	2.5	2.5
	A2	5	14	1	1/4	1.43	2.5	1.43
	A3	5	14	1	1/4	1.43	2.5	1.43
	A4	5	14	1	1	1.43	2.5	1.43
	A5	100	14	1	1	7.14	2.5	2.5
	A6	100	14	1	1	7.14	2.5	2.5
	A7	5	14	1	1/4	1.43	2.5	1.43
	A8	/	/	/	/	/	/	100
	A9	5	14	1	1/16	5.71	2.5	2.5
4# 探 伤 室	B1	5	14	1	1/4	1.43	2.5	1.43
	B2	5	14	1	1/16	5.71	2.5	2.5
	B3	5	14	1	1/16	5.71	2.5	2.5
	B4	5	14	1	1/4	1.43	2.5	1.43
	B5	100	14	1	1	7.14	2.5	2.5
	B6	100	14	1	1	7.14	2.5	2.5
	B7	/	/	/	/	/	/	100
	B8	5	14	1	1/16	5.71	2.5	2.5

注：1、本项目关注点使用因子取 1。居留因子根据（GBZ/T250-2014）附录 A 表 A.1 取值，对于职业人员所在的操作台关注点取 1，对于公众人员部分居留的关注点取 1/4，偶然居留的关注点取 1/16。

(5) 辐射预测分析计算参数取值说明

本项目辐射预测分析计算参数取值说明见表 11-5。

表 11-5 计算参数取值说明

序号	计算参数	参数取值说明
1	\dot{H}_L	详见设备参数一览表 11-1。
2	H_0	详见设备参数一览表 11-1。
3	\dot{H}_c	详见关注点剂量参考控制水平一览表 11-4。
4	I	详见设备参数一览表 11-1。
5	X	本项目各屏蔽体取值见表 10-1。

6	TVL	<p>根据（GBZ/T250-2014）表 2，针对散射辐射在屏蔽物质中的衰减，对于原始 X 射线能量在 150<kV≤200 范围时，160kV 探伤机散射辐射的最高能量取 150kV。本项目 160kV 探伤机的 X 射线在混凝土中的什值层厚度为 70mm，在铅中的什值层厚度为 0.96mm。</p> <p>300<kV≤400 范围时，探伤机散射辐射的最高能量取 250kV。本项目 450kV 探伤机在表 2 中未列出，散射辐射的最高能量保守取 300kV。本项目 450kV 探伤机的 X 射线在混凝土中的什值层厚度为 100mm，在铅中的什值层厚度为 5.7mm。</p> <p>根据（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.2，针对有用线束和泄露辐射，使用内插法计算出电压为 160kV 的 X 射线在混凝土中的什值层厚度约为 73.2mm，在铅中的什值层厚度约为 1.05mm；据《辐射防护导论》P98 表 3.5，使用内插法计算出 450kV 的 X 射线在铅中的什值层厚度约为 9.25mm，在混凝土中的什值层厚度约为 109.5mm。</p>
7	HVL	<p>根据（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.2，所有辐射类型使用内插法计算出电压为 160kV 的 X 射线在混凝土中的半值层厚度约为 22.8mm，在铅中的半值层厚度约为 0.32mm；据《辐射防护导论》P98 表 3.5，使用内插法计算出 450kV 的 X 射线在铅中的半值层厚度约为 2.8mm，在混凝土中的半值层厚度约为 33mm。</p>
8	R ₀ ² /F·a	<p>根据（GBZ/T250-2014）附录 B.4.2，160kV 探伤机 R₀²/F·a 因子取 60；450kV 探伤机 R₀²/F·a 因子取 50。</p>
9	R	<p>本项目各关注点取值见表 11-3</p>

(6) 探伤室主射屏蔽厚度核算

①有用线束辐射屏蔽厚度核算

本项目3#探伤室X射线探伤装置有用线束朝上，故3#探伤室顶部(A8)关注点考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射，按照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），有用线束屏蔽透射因子按下式计算。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{H_0 \cdot I}$$

式中：

\dot{H}_c ——剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离， m ；

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， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

对于估算出的屏蔽透射因子 B ，所需的屏蔽物质厚度 X 按下式计算：

$$X = -TVL \times \lg B$$

式中:

TVL——什值层厚度, mm;

B——达到剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 时所需的屏蔽透射因子。

经计算, 本项目有用线束屏蔽厚度计算结果见表11-6。

表 11-6 探伤室有用线束屏蔽体屏蔽厚度计算表

关注点	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 R (m)	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	理论计算 屏蔽厚度 (mm)	设计厚度 (mm)	材料	是否满足屏蔽要求
3#探伤室 A8 点	100	2.55	11	1.224E+06	4.83E-05	316	400	混凝土	是

②泄漏辐射辐射屏蔽厚度核算

根据《工业X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), 泄漏辐射屏蔽透射因子按下式计算:

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{\dot{H}_L}$$

式中:

\dot{H}_c ——剂量率参考控制水平, $\mu\text{Sv/h}$;

R——辐射源点(靶点)至关注点的距离, m; \dot{H}_c

\dot{H}_L ——距辐射源点(靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

对于估算出的屏蔽透射因子B, 所需的屏蔽物质厚度X 按下式计算: $X = -TVL \times \lg B$

式中:

TVL——什值层厚度, mm;

B——达到剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 时所需的屏蔽透射因子。

经计算, 本项目泄漏辐射屏蔽厚度计算结果见表11-7。

表 11-7 泄漏辐射屏蔽厚度计算一览表

关注点	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 R (m)	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)	B	I (mA)	理论计算 屏蔽厚度 (mm)	材料	
3# 探 伤 室	A1	2.5	2.2	2.50E+03	4.840E-03	11	169.47	混凝土
	A2	1.43	14.2	2.50E+03	1.153E-01	11	68.66	混凝土
	A3	1.43	13.9	2.50E+03	1.105E-01	11	1.00	铅
	A4	1.43	2.4	2.50E+03	3.295E-03	11	181.70	混凝土
	A5	2.5	10.8	2.50E+03	1.166E-01	11	68.31	混凝土
	A6	2.5	12.4	2.50E+03	1.538E-01	11	0.85	铅
	A7	1.43	16.3	2.50E+03	1.520E-01	11	59.89	混凝土
4# 探 伤 室	B1	1.43	3.5	5.0E+03	3.504E-03	3.33	268.88	混凝土
	B2	2.5	19.9	5.0E+03	1.980E-01	3.33	77.01	混凝土
	B3	2.5	19.7	5.0E+03	1.940E-01	3.33	6.59	铅
	B4	1.43	3.5	5.0E+03	3.504E-03	3.33	268.88	混凝土
	B5	2.5	24	5.0E+03	2.880E-01	3.33	59.20	混凝土
	B6	2.5	24.2	5.0E+03	2.928E-01	3.33	4.93	铅
	B7	100	1.37	5.0E+03	3.754E-02	3.33	156.10	混凝土

③散射辐射屏蔽厚度核算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），散射辐射屏蔽透射因子按下式计算：

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R_s^2}{H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$$

\dot{H}_c ——剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ； RS——散射体至关注点的距离，m；

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；

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

F—— R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α ——散射因子。

对于估算出的屏蔽透射因子B，所需的屏蔽物质厚度X按下式计算：

$$X = -TVL \bullet \lg B$$

式中：

TVL——什值层厚度，mm；

B——达到剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 时所需的屏蔽透射因子。

经计算，本项目散射辐射屏蔽厚度计算结果见表11-8。

表 11-8 散射辐射屏蔽厚度计算一览表

关注点	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 R (m)	H_0 ($\mu\text{Sv/h}$)	B	I (mA)	理论计算 屏蔽厚度 (mm)	材料	
3# 探 伤 室	A1	2.5	2.2	1.224E+06	5.392E-05	11	298.78	混凝土
	A2	1.43	14.2	1.224E+06	1.285E-03	11	202.38	混凝土
	A3	1.43	13.9	1.224E+06	1.231E-03	11	2.79	铅
	A4	1.43	2.4	1.224E+06	3.671E-05	11	310.47	混凝土
	A5	2.5	10.8	1.224E+06	1.299E-03	11	202.04	混凝土
	A6	2.5	12.4	1.224E+06	1.713E-03	11	2.66	铅
	A7	1.43	16.3	1.224E+06	1.693E-03	11	193.99	混凝土
4# 探 伤 室	B1	1.43	3.5	3.3E+06	7.970E-05	3.33	409.85	混凝土
	B2	2.5	19.9	3.3E+06	4.505E-03	3.33	234.63	混凝土
	B3	2.5	19.7	3.3E+06	4.415E-03	3.33	13.42	铅
	B4	1.43	3.5	3.3E+06	7.970E-05	3.33	409.85	混凝土
	B5	2.5	24	3.3E+06	6.552E-03	3.33	218.36	混凝土
	B6	2.5	24.2	3.3E+06	6.662E-03	3.33	12.41	铅
	B7	100	1.37	3.3E+06	8.540E-04	3.33	306.85	混凝土

④复合分析

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），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）。综

上，本项目复合分析结果见表 11-9。

表 11-9 泄露辐射与散射辐射屏蔽厚度计算一览表

关注点	材料	泄漏辐射理论计算屏蔽厚度 (mm)	散射辐射理论计算屏蔽厚度 (mm)	散射辐射与泄露辐射屏蔽厚度差值 (mm)	TVL (mm)	HVL (mm)	理论计算屏蔽厚度 (mm)	实际设计屏蔽厚度 (mm)	是否满足屏蔽要求	
3#探伤室	A1	混凝土	169.47	298.78	129.31	73.2	22.8	298.78	400	是
	A2	混凝土	68.66	202.38	133.71	73.2	22.8	202.38	400	是
	A3	铅	1.00	2.79	1.79	1.05	0.32	2.79	4	是
	A4	混凝土	181.70	310.47	128.77	73.2	22.8	310.47	400	是
	A5	混凝土	68.31	202.04	133.73	73.2	22.8	202.04	400	是
	A6	铅	0.85	2.66	1.80	1.05	0.32	2.66	4	是
	A7	混凝土	59.89	193.99	134.10	73.2	22.8	193.99	400	是
4#探伤室	B1	混凝土	268.88	409.85	140.97	109.5	33	409.85	800	是
	B2	混凝土	77.01	234.63	157.62	109.5	33	234.63	300	是
	B3	铅	6.59	13.42	6.83	9.25	2.8	16.22	18	是
	B4	混凝土	268.88	409.85	140.97	109.5	33	409.85	800	是
	B5	混凝土	59.20	218.36	159.16	109.5	33	218.36	300	是
	B6	铅	4.93	12.41	7.48	9.25	2.8	15.21	18	是
	B7	混凝土	156.10	306.85	150.75	73.2	33	306.85	400	是

根据表 11-6 和表 11-9 可知，从探伤机处于最不利的条件下，3#和 4#探伤室屏蔽防护效能核实的结果来看，两间探伤室的东面、南面、西面、北面及顶部设计混凝土厚度和铅门厚度均能满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）标准要求。

11.2.3 辐射剂量预测

公司工业 X 射线探伤室的辐射防护屏蔽措施防护性能采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其他相关计算公式进行分析评价，相关计算公式如下：

(1) 有用线束的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H}=I \cdot H_0 \cdot B/R^2$$

式中：

\dot{H} —关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

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处的输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，见附录表B.1；

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

本项目有用线束方向关注点外剂量率计算结果见表11-10。

表 11-10 有用线束方向关注点外剂量率计算结果

关注点		I, mA	$H_0, \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	R, m	$\dot{H}, \mu\text{Sv/h}$
3#探 伤室	A8	11	1.224×10^6	3.43E-06	2.55	7.11

(2) 非有用束的屏蔽

① 泄漏辐射的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$B=10^{-X/\text{TVL}}$$

$$\dot{H}=\dot{H}_L \cdot B/R^2$$

式中：

B—屏蔽透射因子；

X—屏蔽物质厚度，与TVL取相同的单位；取值见表10-1；

TVL—半值层厚度，mm，取值见表11-5；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；取值见表11-3；

\dot{H}_L —距靶1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值见表11-1；

泄露辐射所致曝光室屏蔽体外关注点剂量率计算结果见表11-11。

表 11-11 泄漏辐射所致曝光室屏蔽体外剂量率计算结果

关注点	材料	X mm	TVL mm	B	\dot{H}_L μSv/h	R m	\dot{H} μSv/h	
3# 探 伤 室	A1	混凝土	400	73.2	3.43E-06	2.50E+03	2.2	1.77E-03
	A2	混凝土	400	73.2	3.43E-06	2.50E+03	14.2	4.26E-05
	A3	铅	4	1.05	1.55E-04	2.50E+03	13.9	2.01E-03
	A4	混凝土	400	73.2	3.43E-06	2.50E+03	2.4	1.49E-03
	A5	混凝土	400	73.2	3.43E-06	2.50E+03	10.8	7.37E-05
	A6	铅	4	1.05	1.55E-04	2.50E+03	12.4	2.53E-03
	A7	混凝土	400	73.2	3.43E-06	2.50E+03	16.3	3.23E-05
	A9	混凝土	400	73.2	3.43E-06	2.50E+03	63	2.17E-06
4# 探 伤 室	B1	混凝土	800	109.5	4.94E-08	5.0E+03	3.5	2.02E-05
	B2	混凝土	300	109.5	1.82E-03	5.0E+03	19.9	2.30E-02
	B3	铅	18	9.25	1.13E-02	5.0E+03	19.7	1.46E-01
	B4	混凝土	800	109.5	4.94E-08	5.0E+03	3.5	2.02E-05
	B5	混凝土	300	109.5	1.82E-03	5.0E+03	24.0	1.58E-02
	B6	铅	18	9.25	1.13E-02	5.0E+03	24.2	9.67E-02
	B7	混凝土	400	109.5	2.22E-04	5.0E+03	1.37	5.92E-01
	B8	铅	18	9.25	1.13E-02	5.0E+03	36.4	4.27E-02

②散射辐射的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

按照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，散射辐射贯穿屏蔽体至关注点处的剂量率按下式计算。

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

式中：

\dot{H} ——散射辐射致关注点处的剂量率，μSv/h；

H_0 ——距辐射源点 1m 处的输出量，μSv·m²/(mA·h)；

I ——X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

B ——屏蔽透射因子；

F —— R_0 处的辐射野面积，m²；

α ——散射因子；

R_0 ——辐射源点至散射体的距离，m；

R_s ——散射体至关注点的距离，m。

160kV探伤机 $R_0^2/F \cdot a$ 因子取60；450kV探伤机 $R_0^2/F \cdot a$ 因子取50。

对于给定的屏蔽物质X，相应的辐射屏蔽透射因子可按下式计算。

$$B = 10^{-X/TVL}$$

式中：

X——屏蔽物质厚度，mm；

TVL——半值层厚度，mm。

R_s ——散射体至关注点的距离，m。

散射辐射所致曝光室屏蔽体外关注点剂量率计算结果见表11-12。

表 11-12 散射辐射所致曝光室屏蔽体外剂量率计算结果

关注点	材料	X mm	TVL mm	B	H_0 $\mu\text{Sv/h}$	R_s m	I mA	\dot{H} $\mu\text{Sv/h}$	
3# 探 伤 室	A1	混凝土	400	70	1.93E-06	1.224E+06	2.2	11	8.95E-02
	A2	混凝土	400	70	1.93E-06	1.224E+06	14.2	11	2.15E-03
	A3	铅	4	0.96	6.81E-05	1.224E+06	13.9	11	7.91E-02
	A4	混凝土	400	70	1.93E-06	1.224E+06	2.4	11	7.52E-02
	A5	混凝土	400	70	1.93E-06	1.224E+06	10.8	11	3.71E-03
	A6	铅	4	0.96	6.81E-05	1.224E+06	12.4	11	9.94E-02
	A7	混凝土	400	70	1.93E-06	1.224E+06	16.3	11	1.63E-03
	A9	混凝土	400	70	1.93E-06	1.224E+06	63	11	1.09E-04
4# 探 伤 室	B1	混凝土	800	100	1.00E-08	3.3E+06	3.5	3.33	1.79E-04
	B2	混凝土	300	100	1.00E-03	3.3E+06	19.9	3.33	5.55E-01
	B3	铅	18	5.7	6.95E-04	3.3E+06	19.7	3.33	3.94E-01
	B4	混凝土	800	100	1.00E-08	3.3E+06	3.5	3.33	1.79E-04
	B5	混凝土	300	100	1.00E-03	3.3E+06	24.0	3.33	3.82E-01
	B6	铅	18	5.7	6.95E-04	3.3E+06	24.2	3.33	2.61E-01
	B7	混凝土	400	100	1.00E-04	3.3E+06	1.37	3.33	1.17E+01
	B8	铅	18	5.7	6.95E-04	3.3E+06	36.4	3.33	1.15E-01

屏蔽墙外关注点剂量率计算统计结果见表 11-13。

表 11-13 屏蔽墙外关注点剂量率计算统计结果

关注点	位置	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)				关注点 最高剂 量率参 考控制 水平 $H_{c,\max}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	
		有用束	泄露	散射	合计		
3# 探 伤 室	A1	北侧屏蔽墙外30cm (道路)	0	1.77E-03	8.95E-02	9.13E-02	2.5
	A2	东北侧屏蔽墙外30cm (车间)	0	4.26E-05	2.15E-03	2.19E-03	2.5
	A3	东侧进出件铅门外30cm (车间)	0	2.01E-03	7.91E-02	8.11E-02	2.5
	A4	南侧屏蔽墙外30cm (车间)	0	1.49E-03	7.52E-02	7.67E-02	2.5
	A5	西南侧屏蔽墙外30cm (操作间)	0	7.37E-05	3.71E-03	3.79E-03	2.5
	A6	西南侧维修铅门外30cm (操作间)	0	2.53E-03	9.94E-02	1.02E-01	2.5
	A7	西侧屏蔽墙外30cm (成品管存放区)	0	3.23E-05	1.63E-03	1.66E-03	2.5
	A8	探伤室顶外表面30cm处 (人员不可达)	7.11	0	0	7.11	100
	A9	厂区办公楼	0	2.17E-06	1.09E-04	1.11E-04	2.5
4# 探 伤 室	B1	北侧屏蔽墙外30cm (车间)	0	2.02E-05	1.79E-04	2.00E-04	2.5
	B2	东北侧屏蔽墙外30cm (道路)	0	2.30E-02	5.55E-01	5.78E-01	2.5
	B3	东侧进出件铅门外30cm (道路)	0	1.46E-01	3.94E-01	5.40E-01	2.5
	B4	南侧屏蔽墙外30cm (成品管存放区)	0	2.02E-05	1.79E-04	2.00E-04	2.5
	B5	西侧屏蔽墙外30cm (操作间)	0	1.58E-02	3.82E-01	3.97E-01	2.5
	B6	西北侧维修铅门外30cm (操作间)	0	9.67E-02	2.61E-01	3.58E-01	2.5
	B7	探伤室顶外表面30cm处 (人员不可达)	0	5.92E-01	1.17E+01	1.23E+01	100
	B8	新疆金轮广源建筑有限公司	0	4.27E-02	1.15E-01	1.58E-01	2.5

由表 11-13 可知：理论计算表明，在开机状态时，3#探伤室屏蔽墙外及周围关注点辐射剂量率最大值为 $0.102\mu\text{Sv/h}$ ，最大值位置为 A6 处（3#探伤室西南侧维修铅门外 30cm（操作间））。3#探伤室顶外表面 30cm 处最大值为 $7.11\mu\text{Sv/h}$ 。4#探伤室屏蔽墙外及周围关注点辐射剂量率最大值为 $0.578\mu\text{Sv/h}$ ，最大值位置为 B2 处（4#探伤室东北侧屏蔽墙外 30cm（道路））处。4#探伤室顶外表面 30cm 处最大值为 $12.3\mu\text{Sv/h}$ 。因此，3#探伤室和 4#探伤室关注点辐射剂量率满足《工

业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中提出的“屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于“2.5μSv/h”的标准要求;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不大于100μSv/h。

鉴于新增2台探伤机靶点之间距离超过180m,且与原有的2台探伤机靶点距离均超过50m,采取屏蔽措施后,各自的辐射剂量在屏蔽体外表面50m处已处于本底水平,故不对新增探伤机和原有探伤机之间的辐射剂量率进行叠加计算。

11.2.4 职业人员和公众年有效剂量估算结果

根据设备运行时间,计算工作人员的年有效剂量,按照联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)—2000年报告附录A,X-γ射线产生的外照射人均年当量剂量计算公式如下:

$$H_{E\cdot r}=H\cdot t\cdot T\cdot 10^{-3}$$

式中:

$H_{E\cdot r}$ ——X-γ射线外照射人均年剂量, mSv;

H ——X-γ射线空气吸收剂量率, μSv/h;

t ——X-γ照射时间, h;

T ——居留因子, 无量纲。

本项目共配备4名工作人员,分别进行操作。则年曝光时间最大为500h。工作人员和公众所接受的附加年有效剂量按照所在位置(车间、操作间等)最大剂量率进行估算。

辐射工作人员和公众年受照剂量估算见表11-14。

表 11-14 项目人员附加年有效剂量计算结果

序号	人员	位置	H($\mu\text{Sv/h}$)	t (h/a)	T	HE·r (mSv/a)	管理限值 (mSv/a)
1	职业人员	3#探伤室操作间	1.02E-01	500	1	0.05	5
2		4#探伤室操作间	3.97E-01	500	1	0.20	5
3	公众人员	3#探伤室北墙外 30cm (道路)	9.13E-02	500	1/16	0.003	0.1
4		3#探伤室东侧铅门外 30cm (1#车间)	8.11E-02	500	1/4	0.01	0.1
5		3#探伤室西墙外 30cm (成品管存放区)	1.66E-03	500	1/4	0.0002	0.1
6		厂区办公楼	1.11E-04	500	1	0.0001	0.1
7		4#探伤室北墙外 30cm (2#车间)	2.00E-04	500	1/4	0.00003	0.1
8		4#探伤室东北侧墙外 30cm (道路)	5.78E-01	500	1/16	0.02	0.1
9		4#探伤室南墙外 30cm (成品管存放区)	2.00E-04	500	1/4	0.00003	0.1
10		新疆金轮广源建筑有限公司	4.27E-02	500	1/16	0.00133	0.1

根据表 11-14 计算结果可知，本项目辐射工作人员所受附加年有效剂量最大值约为 0.2mSv/a，低于本项目管理目标值 5mSv/a；公众人员所受附加年有效剂量最大值 0.02mSv/a，低于本项目设定的公众受照剂量目标值 0.1mSv/a，满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.3 通风换气能力分析

由《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）可知，探伤室应设置通风装置并保证有效换气次数 3 次/h 以上，公司 3#探伤室室内体积为 412m³（29.6m×4.0m×3.48m）、4#探伤室体积为 1545m³（43.1m×6.4m×5.6m），即公司 3#探伤室和 4#探伤室通风装置排气能力分别不低于 1236m³/h 和 4634m³/h。

X 射线探伤机发射的 X 射线电离空气产生少量臭氧和氮氧化物，由于 X 射线探伤机在探伤室内，排出的少量臭氧和氮氧化物会从探伤室的排风系统排出，

不会形成局部聚集，且臭氧在 50 分钟后自动分解为氧气，对环境不会产生影响。

11.4 探伤室辐射防护措施符合性分析

新疆鑫鑫胜达管业有限公司新增探伤室辐射防护措施合理性分析采用《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）进行分析，辐射防护措施符合性分析见表 11-15。

表 11-15 辐射防护措施符合性分析表

标准防护要求	本项目方案	符合性
探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作间应避开有用线束照射的方向并与探伤室分开。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。	本项目探伤室与操作间分开，3#探伤室 X 射线探伤装置有用线束照射方向朝上，操作间位于探伤室西南侧；4#探伤室 X 射线探伤装置有用线束照射方向朝下，操作间位于探伤室西侧，避开了有用线束照射的方向。经理论计算，探伤室的屏蔽墙厚度均能满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）标准要求。本项目未设置迷路，探伤室门的防护性能均大于同侧墙的防护性能。	符合
应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。	本项目 X 射线探伤装置工作场所划分了控制区和监督区，其中探伤室为控制区，操作间和探伤室屏蔽墙体外 1m 为监督区，在监督区边界设置警示线和电离辐射警示标志。	符合
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 μ Sv/周，对公众不大于 5 μ Sv/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 μ Sv/h。	经计算，a)工作人员周剂量率最大为 5.558 μ Sv/周； b) 公众周剂量率为 0.506 μ Sv/周； c)关注点最高剂量率为 0.578 μ Sv/h。	符合

<p>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处的剂量率参考控制水平通常可取为100μSv/h。</p>	<p>a)探伤室上方无已建和拟建建筑物，且辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内不涉及邻近建筑物。 b)本项目新增2间探伤室顶人员无法到达，3#探伤室顶外表面30cm处最大值为7.11μSv/h，4#探伤室顶外表面30cm处最大值为12.3μSv/h，小于100μSv/h控制水平。</p>	<p>符合</p>
<p>探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。</p>	<p>本项目新增2间探伤室各使用1台探伤装置，拟设置门-机联锁装置，用于将所有铅门与X射线机进行联锁控制，铅门未关闭到位，X射线机不能启动工作；在X射线机工作时，如果铅门被误操作打开，X射线机将立即切断高压，保护人身安全。</p>	<p>符合</p>
<p>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他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。</p>	<p>拟在探伤室门口和内部同时设有显示“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。启动关门按钮后，铅门为2扇对开，电动控制，探伤室门口指示灯显示“预备”字样并语音循环播放“准备照射”（探伤室内亦同步），“准备”信号持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。关好铅门后，可通过监控显示屏查看探伤室内一切正常后，按下操作间开关，X射线探伤机进入工作状态，探伤室门口指示灯显示红色“照射”字样并语音提示，门洞顶部中间报警灯开始闪烁并发出警笛声。本项目“准备”信号和“照射”信号有明显的区别，并在指示灯旁边醒目的位置处张贴“照射”和“准备”信号意义的说明。</p>	<p>符合</p>

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。	每件探伤室内装有 4 套监控摄像机，2 套用于监控室内的设备运行和产品检测状况，避免室内有人有的时候开启 X 射线机；2 套用于监控防止检测时碰撞到 X 射线管和平板探测器支撑机构，避免对设备造成人为损坏。	符合
探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。	探伤室防护门上拟设置电离辐射警告标识和中文警示说明。	符合
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。	拟在探伤室内和操作间控制台设置紧急停机按钮，并设置标签和使用说明。	符合
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。	探伤室通风通道设计为 U 型通道口。出风口位于室外，避开了人员活动密集区。防护室内的排风口避开主射线方向，通过通风管道将有害气体臭氧、氮氧化物等排到室外。每小时通风换气的次数 3~6 次。	符合
探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	每间探伤室拟 1 台配置固定式场所辐射探测报警装置，探伤室内部设置台式辐射检测报警仪探头，操作室内设置固定式场所辐射探测报警仪主机和辐射剂量显示屏。X 射线探伤机进入工作状态时，固定式辐射探测仪探头检测到射线后，操作室辐射检测仪屏幕出现数值并报警，探伤机工作完毕后，操作室辐射检测仪屏幕显示数值为周边自然环境辐射值同时报警声音解除。	符合

由表11-15可知，公司新增2间探伤室按相关标准要求进行了设计，机房的辐射防护措施符合相关规定要求。公司应找有相应施工资质的单位按设计要求进行施工建设。

11.5 建设单位从事核技术能力评价

通过对公司的现场调查，结合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》

第十六条使用放射性同位素、射线装置的单位申请领取许可证所要求的申请条件，公司在各方面拟执行情况见表 11-16。

表 11-16 与放射性同位素与射线装置安全许可管理办法对照检查结果

应具备条件	拟落实情况
1.使用Ⅱ类射线装置的工作单位，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或兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	1.已成立专门的辐射安全管理领导小组，机构负责人是该公司领导，并具有本科学历。
2.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。	2.制定了培训计划，公司拟安排新增辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行辐射安全与防护知识培训。辐射工作人员通过考核取得成绩合格单方可上岗，且每 5 年进行一次复训。
3.放射性同位素和射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	3.拟在墙体采用混凝土屏蔽、门体采用铅板、门机联锁、悬挂警示标志、工作指示灯等方法，防止工作人员和公众受到大剂量照射，同时在操作台和曝光室内设置紧急停机按钮，曝光室内有摄像装置，一旦出现意外，可以立即终止作业。
4.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。	4.拟给新增辐射工作人员配备个人剂量计和铅衣等防护用品，个人剂量报警仪、辐射监测仪等仪器。
5.有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。有完善的辐射事故应急预案。	5.公司已制定《岗位职责》《人员培训计划》《操作规程》《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》《外照射个人监测方案》《辐射环境监测方案》《辐射事故应急预案》等相关制度，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，内容编制符合公司的日常管理。
6.产生废气、废液、固体废物的，还应具有确保废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	6.本项目工业 X 射线探伤装置采用数字成像，无需洗片，无废液和固体废物产生。新增 2 间探伤室拟设置废气排风系统，本项目产生少量的废气经排风系统排至外，经大气扩散，对环境的影响较小。

以上分析可知，新疆鑫鑫胜达管业有限公司从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

11.6 事故影响分析

本项目新增 2 台探伤设备受开机和关机控制，关机时没有射线发出，因此，断

电状态下较为安全。在意外情况下，可能出现的辐射事故（事件）如下：

（1）工作人员还未全部撤离探伤室，操作室工作人员启动设备，造成工作人员被误照。

（2）工作人员使用设备时，防护门安全联锁发生故障，在防护门未关到位的情况下射线发生器仍能出束，X射线泄露使工作人员受到不必要的照射。

（3）设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启X射线发生器，使检修人员受到意外照射。

为防止上述事故发生，拟采取以下措施：

（1）操作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗。

（2）操作人员须严格按操作规程进行作业，不得擅自改变操作程序，确保安全。

（3）操作人员工作时必须随身佩戴个人剂量计，同时应使用个人剂量报警仪。

（4）探伤室设置电离辐射警告标志、中文警示说明，设置工作状态信号灯。

（5）开机前须检查设备工作状态指示灯、应急开关、防护门及联锁功能等安全装置是否运行正常，开关与指示灯是否连通。

（6）开机前要确定探伤室内、探伤室内无人员停留的情况下才能开机作业。

（7）公司应委托设备厂家定期进行设备检修和定期维护工作。

（8）如发生违反操作规程或其他原因造成事故，须立刻启动事故应急预案。

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 辐射安全管理机构

目前，新疆鑫鑫胜达管业有限公司成立了辐射安全防护小组，小组包括组长 1 名，组员 3 名，负责对辐射防护相关工作进行控制和管理，辐射防护和安全管理领导小组具体组成见表 12-1。

表12-1 辐射安全防护小组成员一览表

序号	职务	人员	岗位
1	组长	王魁生	厂长
2	成员	李刚	办公室主任
3	成员	孙金科	检验员
4	成员	乔永杰	检验员

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修改），第十六条要求：“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”。从长沙欧鑫科技有限公司目前配置的辐射安全领导小组人员信息看，小组成员有一定的管理能力，本项目开展后能满足配置要求。

新疆鑫鑫胜达管业有限公司设置的辐射安全与环境保护管理机构职责包括：

(1) 负责拟定辐射防护工作计划和实施方案，制定相关工作制度，并组织实施。

(2) 做好工作人员的辐射防护与安全培训、防护设施的供应与管理以及辐射防护 档案的建立与管理等工作。

(3) 组织实施辐射工作人员上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查，建立个人剂量档案，做到一人一档。

(4) 定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查本公司辐射工作人员的技术操作情况，指导做好操作人员的辐射防护，确保不发生辐射安全事故。建设单位应根据人事变动及时调整人员名单，切实履行辐射安全防护和环境保护管理职责，能够满足法律法规的要求和本项目运行的需求。公司应组织新增辐射工作人

员参加辐射安全与防护培训并取得合格证。取得培训合格证的人员，公司应每五年组织参加一次复训。设备操作人员按辐射工作人员进行管理。

12.1.2 本项目放射工作人员配置

本项目拟新增 4 名辐射工作人员。

(1) 职业健康

本项目新增的辐射工作人员在上岗前应进行上岗前职业健康体检，且体检结论明确可从事放射性工作后，方可安排其上岗；上岗后辐射工作人员应定期进行在岗期间的职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过2 年；离岗时应进行离岗职业健康体检。

(2) 个人剂量监测

建设单位应为本项目新增的辐射工作人员配置符合规范要求的个人剂量计，在后续应该加强对个人剂量计的佩戴和个人剂量监测的管理，要求辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计，常规个人剂量监测的周期应综合考虑工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素，监测周期最长不得超过3 个月。

(3) 辐射安全与防护培训合格证

建设单位应组织本项目新增辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行辐射安全与防护知识培训。辐射工作人员通过考核取得成绩合格单方可上岗，且每5 年进行一次复训。

12.2 辐射安全管理规章制度

公司新增2台X射线探伤装置，根据国家相关法律法规，并结合前期辐射安全管理情况，已经制定了相关规章制度。公司辐射安全和防护制度目录见表12-2。

表 12-2 公司辐射安全和防护制度目录

序号	类别	制度名称
1	辐射防护制度	《辐射防护和安全保卫制度》 《辐射防护措施》 《监测方案》 《台账管理制度》
2	操作规程	《X射线探伤装置操作规程》 《设备检修维护制度》
3	岗位职责	《辐射管理机构和责任人工作职责》 《探伤工作人员岗位职责》
4	人员培训制度	《人员培训计划》
5	事故应急预案	《辐射事故应急处理预案》

12.3 辐射监测

本项目新增 2 台 X 射线探伤装置在利用 X 射线对工件进行无损检测探伤的同时，对周围环境来说也是一个潜在危险的辐射源。为保护环境，保障公众健康，公司必须加强管理，做好该项目 X 射线的辐射防护监测工作。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求其监测计划如下：

12.3.1 个人剂量监测

建设单位应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《职业性外照射个人监测规范》的要求定期对辐射工作人员进行个人剂量监测，建立职业照射个人监测档案并终生保存。

12.3.2 工作场所和周围环境监测

（1）企业自检

利用自备的辐射剂量监测仪对工作场所及周围环境进行定期定制度监测，做好记录并建立档案备查。

（2）委托监测

委托有资质的单位定期（每年一次）对辐射工作场所及周围进行辐射环境监

测，并建立监测技术档案。监测数据每年年底向当地环保部门上报备案。

(3) 监测范围：射线装置工作场所及周围环境。

(4) 监测项目：周围剂量当量率。监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

辐射监测计划详见表 12-3。

表 12-3 辐射监测计划

场所	监测内容	监测点位	监测周期	
			建设单位自检	委托检测
X 射线 探伤室	周围剂量当量率	探伤室屏蔽墙体、防护门门缝及外表面 30cm 处、电缆线管口处、辐射工作人员操作位、周围环境	1 次/月	1 次/年
	个人剂量计	委托有资质的检测单位每 3 个月检测一次		

12.4 年度评估报告

每年 1 月 31 日之前，向发证机关提交上一年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）的个人剂量监测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要内容。建设单位还需在“全国核技术利用辐射安全申报系统”中实施台账维护。

12.5 辐射安全许可

本项目取得环评批复后，建设单位应根据《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 20 号第四次修订，2021 年 1 月 4 日发布）第十六条要求，准备相关资料，向上级生态环境主管部门重新申领辐射安全许可证。

12.6 辐射事故应急

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》的要求，建设单位成立了辐射事故应急工作领导小组，设置组长及小组成员。建设单位制定了《辐射事故应急预案》，对组织机构、应急措施、上报流程、应急部门响应电话等作出要求。明确建立应急机构和人员职责

分工。

(1) 发生事故后，立即启动辐射事故应急方案。发生一般事故后，立即封锁现场，迅速查明事故原因，凡能通过切断事故源等处理措施而消除事故的，则以自救为主；发生严重事故后，立即切断电源、封锁现场，迅速安排受照人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治；核实事故情况，估算受照剂量、污染范围和程度，判定事故类型级别，提出控制措施和方案。

(2) 发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的应急方案，采取必要的应急措施，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。视事故具体情况，向上级相关管理部门报告。

(3) 定期进行事故应急演练，对演练效果作出评价，提交演练报告，详细说明演练过程中发现的问题，列出不符合项，进行整改。培训和应急演习相关资料应纳入档案进行保存。

12.7 竣工环境保护验收

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照本办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产使用，并对验收内容、结论和所公开的信息真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

本次评价项目建成进入调试期后，建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，组织对配套建设的环境保护设施进行验收。

本项目竣工环境保护内容详见表 12-4。

表 12-4 竣工环境保护内容一览表

项目	设施（措施）	验收要求
探伤室	屏蔽墙体、铅门外表面 0.3m 处辐射剂量率	各监测点位 X 射线辐射剂量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中不大于 2.5 μ Sv/h 的要求
	联锁装置、警示标志、 工作指示灯、报警装置	门灯联锁、门机联锁、警示标志、报警装置、工作 指示灯正常、有效
	监视装置	运行良好，切实有效
	通风换气设施	通风次数 \geq 3 次/h
	紧急停机开关	控制台自带的急停开关有效
人员配 备	辐射安全与防护培训 考核	本项目工作人员接受辐射安全防护教育和培训，持 证上岗
	个人剂量检测	本项目工作人员按要求进行个人剂量监测并建立 个人剂量档案管理制度
	个人职业健康体检	本项目工作人员按要求进行职业健康体检并建立 职业健康监护档案
管理措 施	本项目辐射安全与防 护管理制度	根据本报告表要求，修订相关规章制度，满足《中 华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位 素与 射线装置安全和防护条例》以及《放射性同 位素与射线装置安全许可管理办法》等中的相应防 护标准的要求
防护用 品、监测 仪器	个人剂量计	配备与辐射工作人员数量匹配的个人剂量计
	辐射环境监测仪、个人 剂量报警仪、固定式辐 射探测报警装置	配备与本项目辐射类型和辐射水平相适应的监测 设备
两区管 理	辐射工作场所划分为 监督区和控制区	严格执行区域划分
环境监 测计划	放射性工作场所辐射 监测计划	按照报告中制定

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 辐射安全与防护综合结论

(1) 新疆鑫鑫胜达管业有限公司拟新增 2 台工业 X 射线探伤装置，主要是利用工业 X 射线探伤装置对工件（螺旋钢管焊缝）进行无损检测探伤，从而确定工件缺陷的位置、大小和形状，提高产品的质量。新增探伤室 2 间（分为 3#探伤室和 4#探伤室），每间探伤室分别使用 1 台，共计 2 台固定式工业 X 射线探伤机。所有探伤作业都在探伤室内进行，不在户外进行探伤。根据现场监测结果，本项目场址的辐射本底水平属于正常本底范围内。

(2) 本项目所产生的主要污染因子是电离辐射危害因子（X 射线），一般污染因子是臭氧和氮氧化物等有害气体。

(3) 工业 X 射线探伤机工作场所分为监督区和控制区：探伤室内设置为控制区，将操作室和与探伤室相连的其他区域设置为监督区。探伤室辐射屏蔽防护效能设计合理，能满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）标准要求。

(4) 工业 X 射线探伤机探伤室设置有警示与监视、急停、安全连锁系统等辐射安全措施，符合将辐射环境影响减少到“可合理达到的尽可能低的水平”的目的。

13.1.2 环境影响分析综合结论

(1) 根据预测，3#探伤室屏蔽墙外及周围关注点辐射剂量率最大值为 0.102 $\mu\text{Sv/h}$ ，4#探伤室屏蔽墙外及周围关注点辐射剂量率最大值为 0.578 $\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求及本项目辐射屏蔽的剂量参考控制水平。

(2) 根据预测，本项目辐射工作人员所受附加年有效剂量最大值约为 0.2 mSv/a ，公众人员所受附加年有效剂量最大值 0.02 mSv/a ，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，同时也满足本项目设定的个人剂量管理目标值的要求（职业人员：5mSv/a；公众成员：0.1mSv/a）。

（3）公司已成立辐射防护和安全管理领导小组，并制定了相关的放射防护规章制度，其内容基本可行，本次项目投入运行后，还需要根据实际情况进一步修订和完善。

13.1.3 可行性分析结论

（1）实践正当性

本项目的建设将满足建设单位的生产要求以及客户的需要，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。

（2）产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目使用的射线装置属于鼓励类“十四、机械1、科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于3.0纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

（3）选址可行性及布局合理性

本项目新增2间探伤室位于乌鲁木齐经济技术开发区（头屯河区）工业园区四期，用地为企业预留用地，属于工业用地，周边主要为工业企业，厂区整体项目选址合理性已在原环评报告中进行了论述，本项目仅为厂区整体项目的配套建

设项目，不新增用地，根据现场踏勘，探伤室评价范围内及厂区外环境周围无学校、医院、疗养院、居民区、自然保护区等环境敏感点和生态敏感点等制约因素。本项目探伤作业时通过采取相应有效的防护措施和管理措施后，对周围的环境影响较小，其选址是合理的。本项目探伤室设置在相对独立、人员相对较少的位置，减轻了对公众的辐射影响，从辐射安全和环境保护的角度考虑，本项目的辐射工作场所平面布局是合理可行的。

综上所述，本项目的建设符合国家产业政策，项目选址合理，区域辐射环境质量现状处于当地本底水平。在落实报告表提出的各项环保及辐射防护措施后，项目正常运行时产生的辐射及其它污染物排放可以满足国家相关标准要求，放射工作人员和公众的受照剂量满足国家规定的年有效剂量限值和报告表中的受照剂量约束值，从环境保护和辐射防护角度考虑，该项目的开展是可行的。

13.2 建议和要求

(1) 建设单位应按照国家《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的相关要求，做好自主管理，制定工作场所和周围环境监测、防护性能监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，并自购辐射检测设备，确保周围环境的辐射安全和职工健康，并加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查。

(2) 建设单位应在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况，对各项制度加以完善和补充，并确保各项制度的落实。

(3) 建设单位应按要求开展个人剂量监测，接受放射防护知识和法规培训，具备相应条件，取得辐射安全培训合格证后，方可从事放射工作。建立辐射工作人员个人剂量档案、职业健康监护档案。

(4) 环评取得批复且项目建成后，建设单位应及时向相关部门申请办理《辐射安全许可证》。项目进入调试期后，建设单位应按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》完成环保竣工验收工作。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见:	
经办人:	公章: 年 月 日
审批意见:	
经办人:	公章: 年 月 日