

核技术利用建设项目
哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司
X 射线探伤项目环境影响报告表

哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司

2024 年 7 月

打印编号: 1719800102000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	5054ps		
建设项目名称	哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司X射线探伤项目		
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)	哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司		
统一社会信用代码	912301048272839935		
法定代表人 (签章)	徐燕		
主要负责人 (签字)	何红伟		
直接负责的主管人员 (签字)	刘成良		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	黑龙江众安环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91230102MA1B1R3H6N		
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
樊海燕	10352343509230174	BH016592	樊海燕
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
王莉博	第1、2、3、4、5、6、7、8、12章	BH063916	王莉博
樊海燕	第9、10、11、13章	BH016592	樊海燕

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	8
表 3 非密封放射性物质	8
表 4 射线装置	9
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	10
表 6 评价依据	11
表 7 保护目标与评价标准	13
表 8 环境质量和辐射现状	20
表 9 项目工程分析与源项	30
表 10 辐射安全与防护	35
表 11 环境影响分析	43
表 12 辐射安全管理	59
表 13 结论与建议	63
表 14 审批	66
附图 1 地理位置及周围环境关系图	67
附图 2: X 射线探伤工作场所平面布置图	68
附图 3 1#探伤铅房平面布置图	69
附图 4 2#探伤铅房平面布置图	70
附图 5 探伤室屏蔽防护示意图	71
附件 1 辐射安全许可证	74
附件 2 原有环评批复及验收文件	78
附件 3 现状监测报告	85
附件 4 关于探伤室屏蔽及工况的说明	98
附件 5 320kV 的 X 射线管剂量率曲线图	100

表 1 项目基本情况

建设项目名称		哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司 X 射线探伤项目			
建设单位		哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司			
法人代表	徐燕	联系人	刘成良	联系电话	15004506221
注册地址		黑龙江省哈尔滨市道外区哈东路 313 号			
项目建设地点		黑龙江省哈尔滨市道外区哈东路 313 号总装车间和锅筒车间			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		50	项目环保 投资 (万元)	18.1	投资比例(环保 投资/总投资) 36.2%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²) 216.52
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封 放射性 物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线 装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他				
1.1 项目概述					
1.1.1 建设单位情况					
<p>哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司是中国电器工业协会工业锅炉分会副理事长单位，是具有 A 级锅炉制造安装，A2 级压力容器资质于一体的国家级高新技术企业、国家级专精特新“小巨人”企业。拥有黑龙江省级企业技术中心、国家级博士后科研工作站，主营产品为燃煤、燃油、燃气、燃电锅炉，电站设备及部件，压力容器、兆瓦级风力发电塔架等节能环保产品。四十多年来专业致力于高效节能环保锅炉的研发与制造，先后与哈工大、清华大学、浙江大学、703 所、煤科院等科研院所建立了产学研联合体。销售网络已覆盖全国 25 个省和 400 多个市县。产品获百余项国家发明及实用新型专利，循环流化床锅炉产品入选国家发改委、质检总局组织编制的《高效节能锅炉推广目录(第一批)》；16 项锅炉产品先后被国家工信部列入《节能产品目录》，9 项产品被授予国家“能效之星”。2021 年和 2022 年有两项流化床锅炉产品，通过了由中国工程院秦裕</p>					

琨院士组成的评委会认定，达到“国际领先水平”。公司正以工信部“两化融合”管理体系贯标试点企业为契机，以数字经济为依托推进智能化技术改造，打造绿色工厂。

“红光”牌锅炉多次被评为全国用户满意产品、黑龙江省名牌产品，“红光”牌商标连续荣膺“黑龙江省著名商标”并获得首届“黑龙江省十大领军品牌”称号。近年来，企业先后荣获“全国五一劳动奖状”、“全国守合同重信用企业”、“中国工业锅炉行业十强”等国家、省市奖牌 350 余面。是全国工业锅炉行业唯一荣获国家质监总局和中国质量协会颁发的“全国质量管理先进单位”、“全国质量效益型先进企业”、“全国实施用户满意工程先进单位”、“全国用户满意企业”、“全国用户满意产品”、“全国用户满意服务”、“全国实施卓越绩效模式先进企业”七项大奖的单位。创造了“全国争一流、全省争排头、全市争第一”的发展传奇，谱写了新时代高质量发展的新篇章。

时代造就企业，企业成就未来。在瞬息万变的经济大潮中，红光锅炉始终坚持“绿色发展理念”，善用能源、爱护环境、回馈客户，以国际尖端燃烧技术与先进工艺设备为载体，与国内外客商精诚合作，为用户提供绿色、节能、安全的优质产品，在不断创新中向更高的目标迈进，为建设美丽中国展示红光智慧、提供红光方案、贡献红光力量。

1.1.2原有核技术利用项目许可情况

哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司已办理了辐射安全许可证（黑环辐证 [00248]），有效期至 2024 年 8 月，种类和范围为使用Ⅱ类放射源；使用Ⅱ类射线装置（见附件 1）。该公司现有射线装置见表 1-1，无在用放射源。

表 1-1 现有射线装置一览表

序号	仪器名称	型号	类别	所在位置	环保手续履行情况
1	X 射线探伤机	XXH-2505	Ⅱ类	厂区北侧锅筒车间	黑环函〔2009〕239号 黑环验〔2015〕47号
2	X 射线探伤机	XXG-2505	Ⅱ类		
3	X 射线探伤机	XXG-3005	Ⅱ类		
4	X 射线探伤机	XXQ-3005	Ⅱ类		黑环审〔2014〕129号 黑环验〔2015〕48号
5	X 射线探伤机	XXG-3005	Ⅱ类		
6	X 射线探伤机	XXH-3005	Ⅱ类		
7	X 射线探伤机	XXG-3505	Ⅱ类	塔筒车间 1#探伤间	黑环审〔2019〕61号 已完成自主验收

8	X 射线探伤机	XXG-3505	Ⅱ类	塔筒车间 2#探伤间
9	工业 CT	CF320-HP	Ⅱ类	小管车间 3#探伤间
10	X 射线探伤机	XXG-3005	Ⅱ类	小管车间 4#探伤间

注：因政府拆迁工程，表中序号 7~10 的探伤工作场所已拆除，场所内的射线装置经主管部门同意暂存于厂区北侧锅筒车间。

1.1.3 原有辐射安全管理情况

(1) 辐射安全管理机构

该公司成立了辐射安全与防护管理机构，以徐燕为组长，吴明学为副组长，成员包括殷宪平、马占波、杨长军、徐湘秋、何红伟，负责公司辐射安全与防护监督管理工作。

(2) 现有辐射安全管理制度

公司已制定了一系列制度，包括：《放射性事故应急处置方案》、《辐射人员岗位职责》、《辐射防护与安全保卫制度》、《辐射工作人员培训制度》、《X 射线机操作规程》、《放射装置定期检查与维护制度》、《防止误操作或意外照射的安全措施》和《辐射环境监测方案》等，该公司现有制度能满足现有工作的要求。

(3) 辐射工作人员培训

该公司目前辐射工作人员共计 7 人，已参加“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”学习，经考核合格。

(4) 个人剂量检测及环境监测

该公司目前辐射工作人员共计 7 人，所有人均已配备个人剂量计，个人剂量检测由黑龙江省原子能研究院定期进行检测，经检测，该公司辐射工作人员个人剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）剂量约束限值的要求。按照监测计划定期委托有资质的单位进行环境监测，监测结果未见异常。

(5) 辐射事故应急管理

公司制定了辐射事故应急处理预案，未发生过辐射安全事故。公司成立了辐射安全应急领导小组，组织、开展放射事件的应急处理救援工作，领导小组成员名单如下：

组 长：徐燕

副组长：吴明学

成 员：殷宪平、马占波、杨长军、徐湘秋、何红伟。

(6) 监测仪器和防护用品

公司配有铅衣 2 套、铅帽 2 个、个人剂量报警仪 3 台、辐射环境监测仪 1 台，能够满足现有工作的需要。

(7) 年度评估

该公司对所有射线装置工作场所进行了 2023 年年度评估，相关手续合格，规章制度健全，工作场所防护设施及措施符合相关要求，2023 年未发生辐射事故，各设备运行良好并符合相关防护要求。

1.2 项目建设规模

哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司拟在总装车间1#车间内南侧新建1间X射线探伤室及配套的操作室等附属用房，新增使用2台X射线探伤机；拟在总装车间3#车间内北侧安装1#探伤铅房，新增使用1台X射线数字成像检测设备，配套新建1个操作室；拟在厂区北侧锅筒车间内中部安装2#探伤铅房，使用既有的1台X射线数字成像检测设备（原工业CT），配套新建1个操作室。本项目共使用4台X射线探伤设备，均属于II类射线装置，用于对锅筒、水冷壁及锅炉焊管对接焊缝进行无损检测。本项目为室内探伤作业，不涉移动式探伤。探伤设备工作时主束方向均固定方向照射，不投向其余方向。

本项目 X 射线探伤室内的两台 X 射线探伤机预计年累计出束最大时长 600 小时，配置有数字平板探伤器，可实现数字成像无损检测作业，该设备也可利用胶片成像，涉及洗片作业。1#探伤铅房的 X 射线数字成像检测设备预计年出束最大时长 400 小时，2#探伤铅房的 X 射线数字成像检测设备预计年出束最大时长 200 小时，两台射线装置均为数字成像无损检测。本项目辐射工作人员拟从原有辐射工作人员中调配 4 人，均已参加“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”学习，经考核合格，做到了持证上岗。

本项目拟使用射线装置情况详见表 1-1。项目组成情况见表 1-2。

表 1-1 拟使用射线装置一览表

序号	仪器名称	型号	数量	类别	曝光类型	所在位置	备注
1	X 射线探伤机	XXG-3505	1 台	II类	定向	总装车间 1#车间	新增
2	X 射线探伤机	XXG-3005	1 台	II类	定向	总装车间 1#车间	新增
3	X 射线数字成像检测设备	DRI PI 320	1 台	II类	定向	总装车间 3#车间	新增
4	X 射线数字成像检测设备（原工业 CT）	CF320-HP	1 台	II类	定向	厂区北侧锅筒车间	既有

表 1-2 项目组成一览表

名称	建设项目及规模	备注
主体工程	总装车间 1#车间南侧新建 1 间 X 射线探伤室，建筑面积 155.8m ² ，使用 2 台 X 射线探伤机；总装车间 3#车间南侧安装 1#探伤铅房，建筑面积 2.0m ² ，使用 1 台 X 射线数字成像检测设备；锅筒车间中部安装 2#探伤铅房，建筑面积 1.82m ² ，使用 1 台既有 X 射线数字成像检测设备。	新建
辅助工程	配套新建 X 射线探伤室的操作室、暗室和评片室，紧邻 X 射线探伤室西墙，建筑面积共 36.9m ² ；配套新建 1#探伤铅房的操作室，位于 1#探伤铅房北侧约 1m 处，建筑面积 8m ² ；配套新建 2#探伤铅房的操作室，位于 2#探伤铅房东侧约 1m 处，建筑面积 12m ² 。	新建
公用工程	给水、排水、供电、供热均依托于市政公共设施。	依托
环保工程	本项目 X 射线探伤室四面墙体和顶棚采用混凝土屏蔽防护，安装铅防护门，1#探伤铅房和 2#探伤铅房的四面墙体和顶棚均采用钢板内夹铅板进行屏蔽防护，安装铅防护门。电缆及通风管采用“U”型设计进入 X 射线探伤室或探伤铅房，且在电缆敷设后，在穿墙处管口和穿墙电缆洞内多余空间均以铅加砵或钢板屏蔽。铅防护门门体和墙面搭接大于十倍门体与墙体间隙。各曝光室拟安装机械通风装置、应急开关、视频监控；防护门外设置电离辐射警告标志、工作状态指示灯。	新建
	本项目废胶片和废显影定影液贮存于公司北侧边界处危废贮存库内，定期由有资质的单位回收处置。	依托
	本项目 4 名辐射工作人员均为公司原有辐射工作人员，生活污水量不增加。生活污水排入公司污水处理设施收集后排入市政管网。	依托
	生活垃圾由市政环卫部门收集处置。	依托

1.3 项目选址与周围环境

哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司位于哈尔滨市道外区哈东路 313 号，地理位置及周围环境关系图见附图 1。本项目拟分别建于公司总装车间和锅筒车间。总装车间位于厂区南侧，内部分为六个车间，自南向北依次为 1#~6#车间，其中在 1#车间内南侧设置有二层的办公区和库房，其余均为单层建筑。锅筒车间位于厂区北侧，为单层建筑。

本项目 X 射线探伤室及配套的操作室等附属用房拟建于公司总装车间 1#车间内南侧，**利用原预留房间新建**，X 射线探伤室东侧紧邻废弃锅炉房和二层库房，南侧紧邻室外道路，西侧紧邻配套新建的操作室、暗室和评片室，北侧紧邻 1#车间内通道，上方无建筑，下方为土层。X 射线探伤工作场所平面布置图见附图 2。

本项目 1#探伤铅房拟安装于公司总装车间 3#车间内北侧空地，其东西两侧均紧邻传滚筒，南北两侧均紧邻车间内通道，上方无建筑，下方为土层，北侧隔车间内通道约 1m 处为配套新建的操作室。1#探伤铅房平面布置图见附图 3。

本项目 2#探伤铅房拟安装于公司锅筒车间中部空地，其南北两侧均紧邻传滚筒，

东西两侧均紧邻车间内通道，上方无建筑，下方为土层，东侧隔车间内通道约 1m 处为配套新建的操作间。2#探伤铅房平面布置图见附图 4。

本项目 X 射线探伤设备均安置在专用探伤室或探伤铅房内，经辐射环境影响分析，设备工作时产生的辐射经探伤室或铅房屏蔽防护后对周围环境影响较小。本项目探伤场所均位于公司车间内，周围活动人员较少，有利于减少无损检测对公众成员的影响，同时，能有效避免待检工件的远距离运输。根据本次预测分析产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

本项目主要环境保护目标为本项目探伤工作人员和评价范围内公众成员。

1.4 项目由来

为满足生产工件质量检验的需要，哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司拟在公司总装车间 1#车间、3#车间和锅筒车间内新建 X 射线探伤场所，使用两台 X 射线探伤机和两台 X 射线数字成像检测设备，用于焊缝质量无损检测。

本项目使用的两台 X 射线数字成像检测设备各配备一套屏蔽铅房，其屏蔽铅房与 X 射线装置主体结构一体设计和制造，具有相应的制式型号和尺寸，但屏蔽铅房前后维修门均可容纳人员进出。根据原环境保护部部长信箱中《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机构理解的回复》（2018 年 2 月 12 日）的第二条规定“自屏蔽式 X 射线探伤装置，应同时具备以下特征：一是屏蔽体与 X 射线探伤装置主体结构一体设计和制造，具有制式型号和尺寸；二是屏蔽体能将装置产生的 X 射线减少到规定的剂量限值以下，人员接近时无需额外屏蔽；三是在任何工作模式下，人体无法进入和滞留在 X 射线探伤装置屏蔽体内”可知，本项目不符合第三条特征规定，不能作为自屏蔽式 X 射线探伤装置，并对照《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），本项目使用的两台 X 射线数字成像检测设备应界定为“其他工业用 X 射线探伤装置”，属于 II 类射线装置。本项目使用的两台 X 射线探伤机，对照《关于发布<射线装置分类>的公告》，也属于 II 类射线装置。

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、国务院 2017 年第 682 号令《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”“172、核技术利用建设项目”中“使用 II 类射线装置的”，应编制环境影响报告表。哈尔滨红光锅炉总厂有限责

任公司委托我单位对其使用II类射线装置项目进行环境影响评价工作。评价单位通过资料调研、现场监测和评价分析工作，按照国家《辐射环境管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）要求，编制完成本项目的辐射环境影响报告表。

1.5 产业政策和实践正当性

本项目建设属于《产业结构调整指导目录（2024年本）》中鼓励类第三十一项“科技服务业”中第1条“检验检测服务”，符合产业政策要求。

哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司 X 射线探伤项目使用 4 台 X 射线探伤装置用于对接焊缝进行无损检测，确保工件使用安全，该项目建设有利于发展社会经济，为企业和社会带来的利益远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害。因此，该项目符合《电离辐射防护与辐射安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的要求。

1.6 评价目的

（1）对该公司使用II类射线装置项目进行环境影响评价，以掌握其运行后机房周围的辐射水平。

（2）对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“可合理达到的尽量低水平”。

（3）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，为该项目的辐射环境管理提供科学依据。

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	最大管 电流	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II类	1 台	XXG-3505	350kV	5mA	无损检测	总装车间 1#车间	新增
2	X 射线探伤机	II类	1 台	XXG-3005	300kV	5mA	无损检测	总装车间 1#车间	新增
3	X 射线数字成像检测设备	II类	1 台	DRI PI 320	320kV	5.6mA	无损检测	总装车间 3#车间	新增
4	X 射线数字成像检测设备	II类	1 台	CF320-HP	320kV	15mA	无损检测	锅筒车间	既有

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管 电压 (kV)	最大靶 电流 (μ A)	中子强 度 (n/s)	用途	工作场 所	氚靶情况			备注
										活度 (Ba)	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
臭氧	气态	/	/	少量	少量	/	/	排入大气，臭氧约 50 分钟后自动分解为氧气
氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	/	通风稀释，排入大气
废胶片	固态	/	/	/	2kg/a	/	危险废物暂存间	由有资质的单位回收
废显影液、定影液	液态	/	/	/	100L/a	/	专用容器储存置于危险废物暂存间	由有资质的单位回收
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于气态为 mg/m^3 ，液态单位为 mg/L ，固态为 mg/kg ；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/m^3) 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》（2015年1月1日）；</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）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号，2017年10月1日修订）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第449号令，2019年3月2日修订）；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号，2011年5月1日）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环境保护总局令第31号公布，2021年1月4日修改）；</p> <p>(8) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会2017年第66号，2017年12月5日）；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部部令第16号，2021年1月1日）；</p> <p>(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》（环发〔2006〕145号，2006年9月26日）；</p> <p>(11) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号，2024年2月1日）；</p> <p>(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 2019 年第 57 号公告，2019 年 12 月 23 日）；</p> <p>(13) 《黑龙江省辐射污染防治条例》（黑龙江省第十一届人民代表大会常务委员会公告第43号，2018年4月26日修正）。</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》（GB 18871-2002）；</p> <p>(2) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；</p> <p>(3) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第1号修改单（2017）；</p> <p>(4) 《辐射环境管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的</p>

	<p>内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>（5）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>（6）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>（7）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）。</p>
其他	<p>（1）《黑龙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》黑龙江省环境监测中心站（1989年5月）</p> <p>黑龙江省室内、外环境γ辐射空气吸收剂量率本底范围是：</p> <p>室内：54.8~163.0nGy/h，平均值113.8 nGy/h（未扣除室内宇宙射线响应值28.6 nGy/h）；</p> <p>室外：54.0~229.3nGy/h，平均值85.9 nGy/h（未扣除室外宇宙射线响应值32.4 nGy/h）。</p> <p>（2）《2022年黑龙江省辐射环境质量报告》；</p> <p>（3）建设单位提供的其他材料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

按照《辐射环境管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的规定：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。确定本项目的评价围为 X 射线探伤室实体屏蔽体外 50m 区域、1#探伤铅房实体屏蔽体外 50m 区域和 2#探伤铅房实体屏蔽体外 50m 区域。

7.2 保护目标

本项目 1#车间 X 射线探伤室和 3#车间 1#探伤铅房共用一组辐射工作人员，锅筒车间 2#探伤铅房和南端原有探伤室共用一组辐射工作人员。主要环境保护目标为本项目辐射工作人员以及评价范围内公众成员。详见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

污染源	环境要素	保护目标		方位	距离(m)	人数(人)
X 射线探伤室	电离辐射	职业人员	操作室、暗室和评片室辐射工作人员	屏蔽体外西侧	0~3	2
		公众成员	库房、废弃锅炉房、总装车间 1#车间内、零件库人员	屏蔽体外东侧	0~50	约 10
			办公楼、室外人员	屏蔽体外南侧	0~50	约 20
			曙光华丰嘉园人员		20~50	约 130
			总装车间办公区、车库、室外卫生间、室外人员	屏蔽体外西侧	3~50	约 13
			总装车间 1#车间、2#车间其他工作人员	屏蔽体外北侧	0~50	约 10
1#探伤铅房	电离辐射	职业人员	操作室辐射工作人员	屏蔽体外北侧	1~4	2
		公众成员	总装车间 3#车间内其他工作人员	屏蔽体外东侧	0~50	约 20
			总装车间 1#、2#、3#车间内其他工作人员	屏蔽体外南侧	0~50	约 2
			总装车间 3#车间内其他工作人员	屏蔽体外西侧	0~50	约 20
			总装车间 4#至 6#车间内其他工作人员及室外人员	屏蔽体外北侧	0~50	约 20

2#探伤 铅房	职业 人员	操作室辐射工作人员	屏蔽体外北侧	1~4	2
	公众 成员	锅筒车间内其他工作人员 及室外人员	屏蔽体外东侧	0~50	约 10
		锅筒车间内其他工作人员 及室外人员	屏蔽体外南侧	0~50	约 6
		锅筒车间内其他工作人 员、办公楼及室外人员	屏蔽体外西侧	0~50	约 20
		锅筒车间内其他工作人 员、管子车间南侧工作人 员、及室外人员	屏蔽体外北侧	0~50	约 10

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定，工作人员的职业照射和公众照射的剂量限值如下：

（1）职业照射

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，20mSv；b)任何一年中的有效剂量，50mSv；

（2）公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

7.3.2 剂量约束值

11.4.3.2 规定剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%的范围之内。综合考虑核技术利用现状和将来的工作负荷可能增加情况，本项目取年有效剂量限值的 1/4 作为职业人员年剂量约束值，即 5mSv/a。取年剂量限值的 1/10 作为公众剂量约束值，即 0.1mSv/a。

7.3.3 放射防护安全要求

（1）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

该标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

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。

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 1 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压, kV	漏射线所致周围剂量当量率, mSv/h
>200	<5

6 固定式探伤的放射防护要求

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 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 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

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

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

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

6.2.7 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。

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

3 探伤室屏蔽要求

3.1.1 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 $H_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 (1) 计算：

$$H_{c,d} = \frac{H_c}{t \cdot U \cdot T} \quad (1)$$

式中： H_c ——周剂量参考控制水平，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（h/周）。

t 按式（2）计算：

$$t = \frac{W}{60 \cdot I} \quad (2)$$

式中： W ——X射线探伤的周工作负荷（平均每周X射线探伤照射的累积“mA·min”值），mA·min/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管电流，单位为毫安（mA）。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$

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

c) 关注点剂量率参考控制水平 H_c ：

H_c 为上述a)中的 $H_{c,d}$ 和b)中的 $H_{c,max}$ 二者的较小值。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a)探伤室上方已建、拟建建筑物或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，距探伤室顶外表面30cm处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同

3.1.1。

b)除3.1.2的条件外，应考虑下列情况：

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

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

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏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半值层厚度（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免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。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

8.1.1 项目地点

本项目位于哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司总装车间 1#、3#车间和锅筒车间，项目地理位置图见附图 1，X 射线探伤工作场所平面布置图见附图 2 至附图 4。

8.1.2 辐射环境现状

本次监测由取得省技术监督局计量认证资质的单位黑龙江泮淳环保科技有限公司进行辐射环境背景监测。现状监测 X- γ 辐射空气吸收剂量率。

(1) 监测仪器与监测规范

监测仪器各项参数见表 8-1。

表 8-1 X- γ 辐射剂量率仪器参数与规范

仪器名称	环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪
型号	PN98
生产厂家	上海何亦仪器仪表有限公司
能量响应	20KeV ~7MeV
响应时间	1s
校准因子	1.01
检定单位	上海市计量测试技术研究院
检定有效期	2024 年 6 月 15 日
监测规范	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）

(2) 评价对象：X 射线探伤室、1#探伤铅房、2#探伤铅房拟建址所在区域及周围辐射环境。

(3) 监测因子：X- γ 辐射空气吸收剂量率。

(4) 监测点位布设：本项目对拟建 X 射线探伤室、1#探伤铅房和 2#探伤铅房拟建址所在区域及周围区域布点监测。监测布点图见图 8-1。

(5) 监测时间：2024 年 6 月 5 日。

(6) 监测方法

利用环境 X、 γ 剂量率仪进行辐射环境现状监测，探头距地表 1m 高，每个测点测量 10 个数，取其平均值为该点测量值。

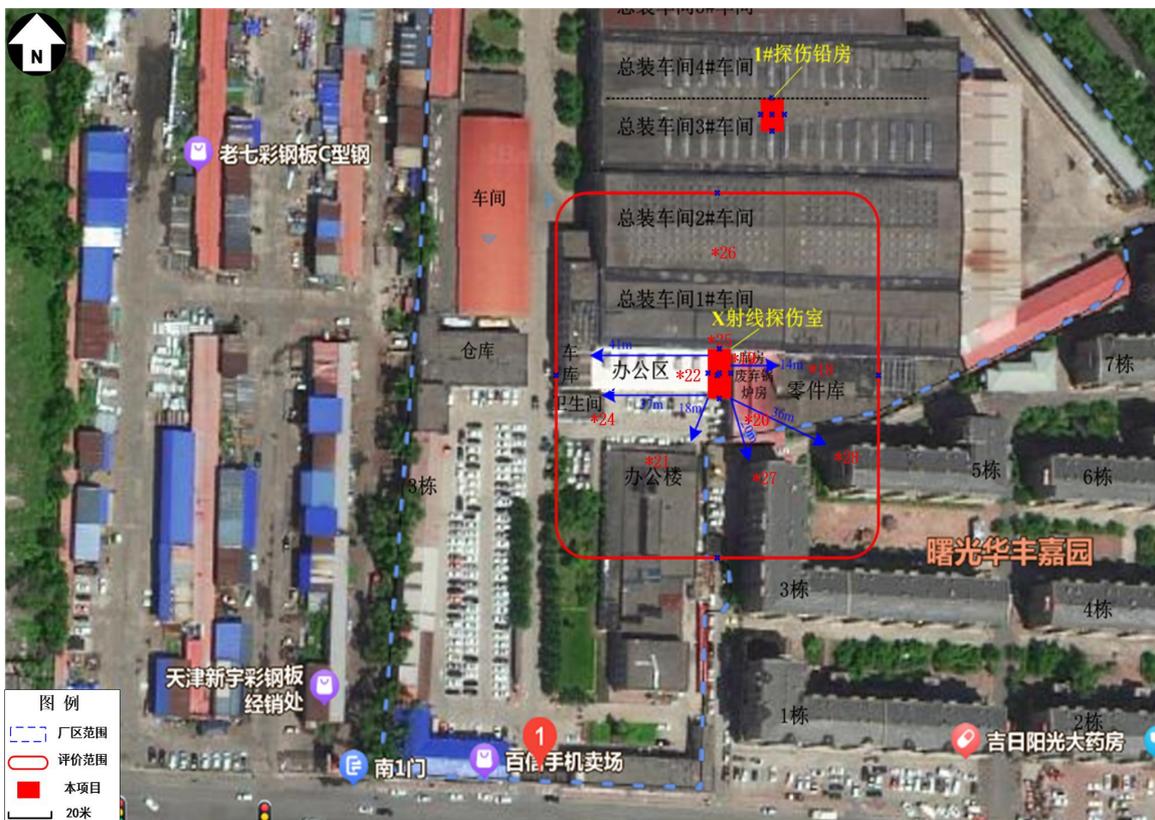
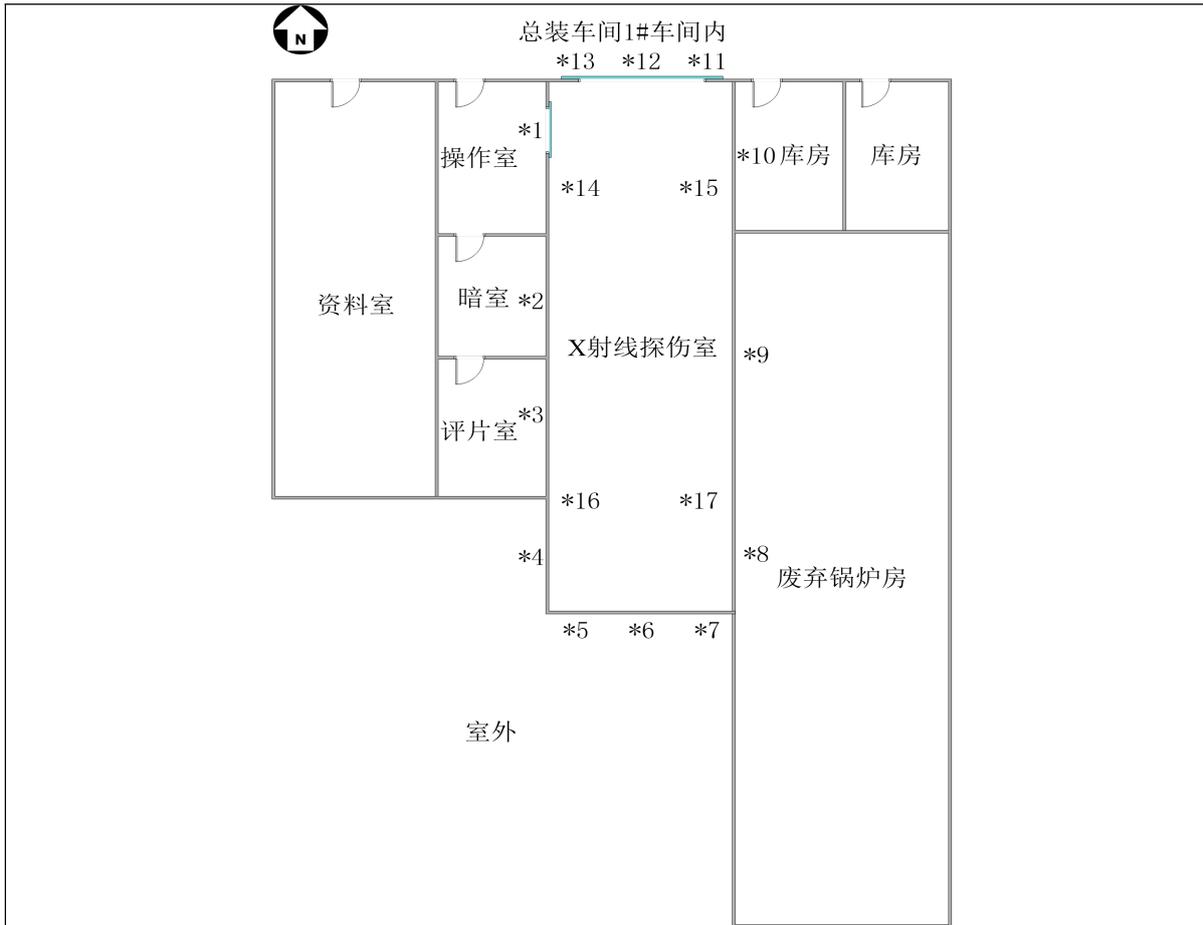


图8-1 监测布点图（一）

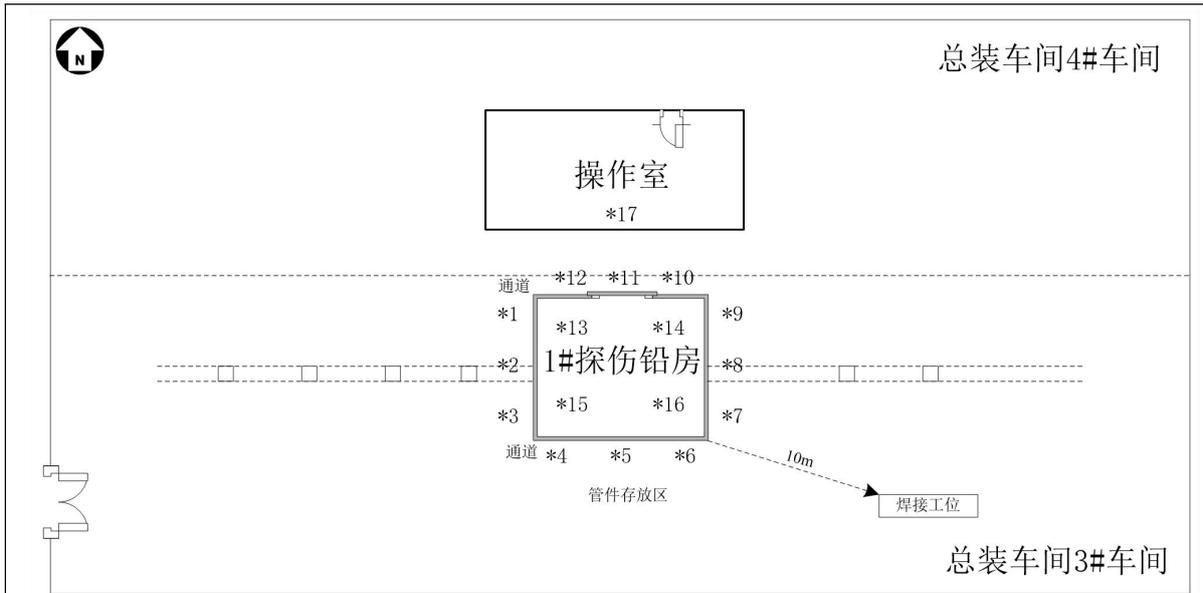


图8-2 监测布点图（二）

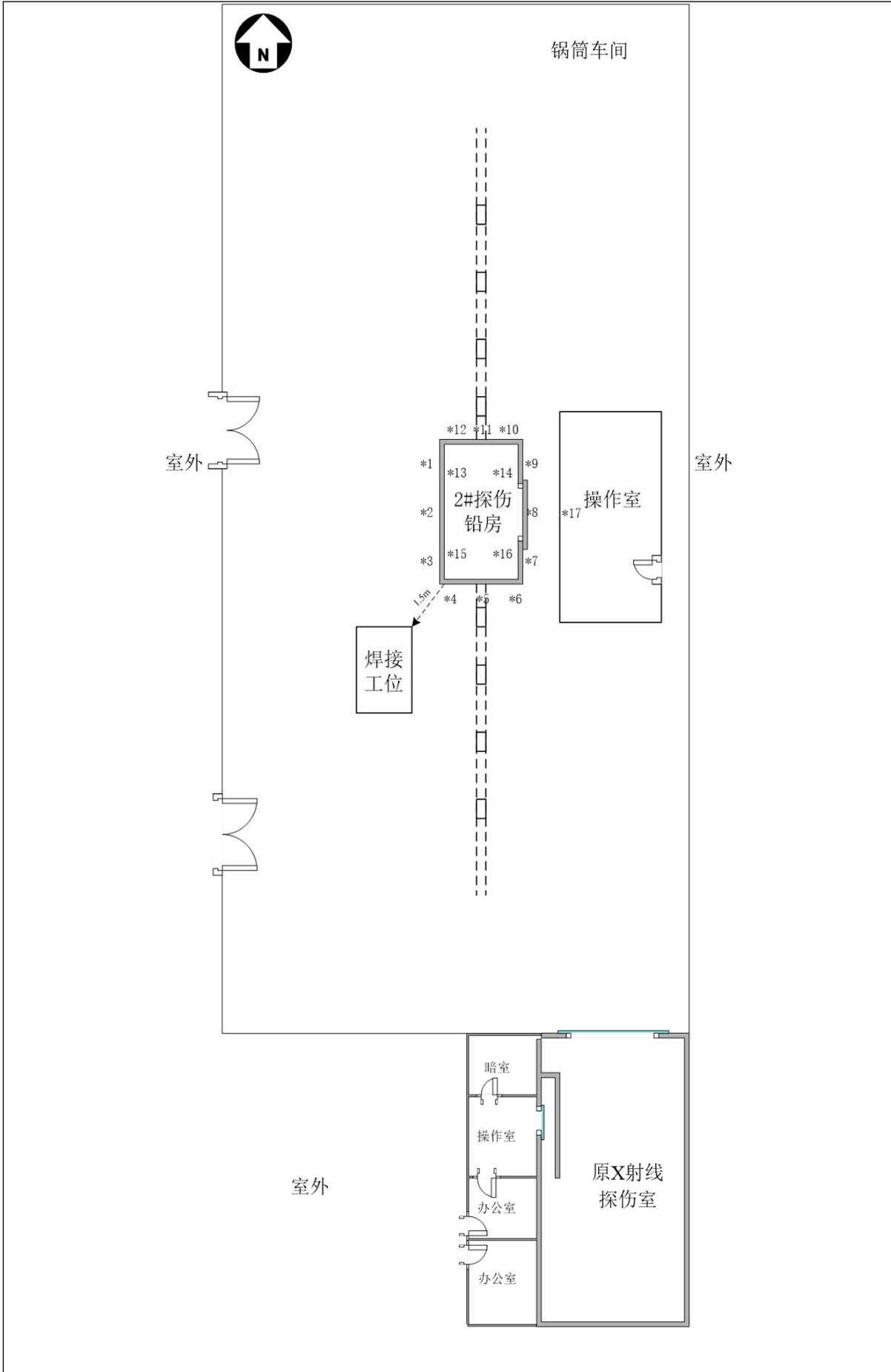




图 8-3 监测布点图（三）

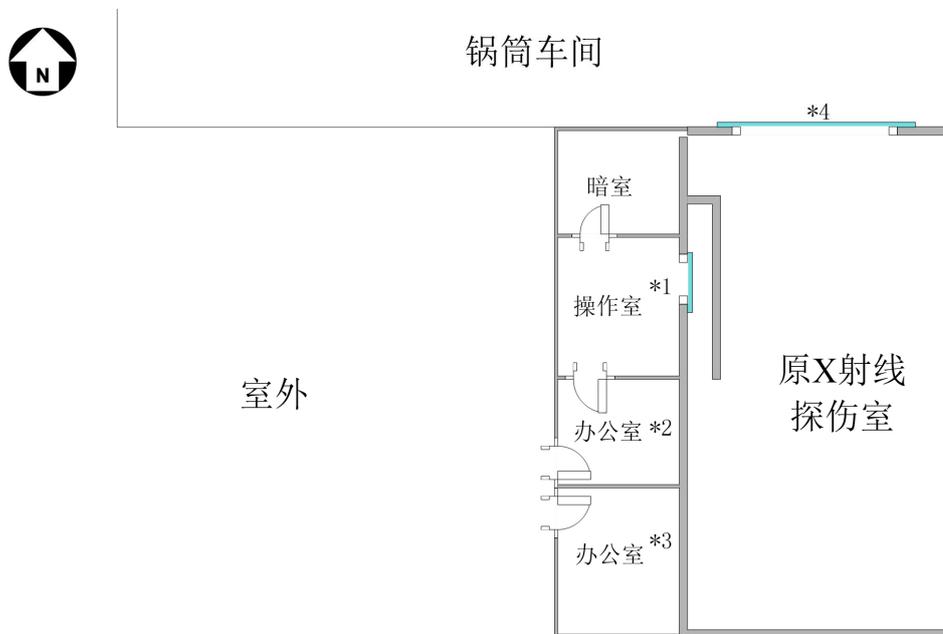


图 8-4 监测布点图（四）

(7) 质量保证措施

- a. 监测前制定监测计划，合理布设监测点位，选择监测点位时充分考虑使监测

结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性；

b. 监测方法采用国家有关部门颁布的技术规范进行监测，监测人员经考核并持有合格证书上岗。

c. 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

d. 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，选择稳定场进行校验。

e. 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

(8) 监测结果与评价

表 8-2 X-γ 辐射空气吸收剂量率监测结果表

单位：μGy/h

监测点位置		R		平均值	标准差
		min	max		
X 射线探伤室 X 射线探伤机	1*人员进出门外 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	2*西墙外中间 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	3*西墙外中间 30cm 处	0.11	0.12	0.12	0.01
	4*西墙外南侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	5*南墙外西侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	6*南墙外中间 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	7*南墙外东侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	8*东墙外南侧 30cm 处	0.10	0.12	0.11	0.01
	9*东墙外中间 30cm 处	0.11	0.12	0.12	0.01
	10*东墙外北侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	11*北墙外东侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	12*进件门外 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	13*北墙外西侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	14*探伤室内监测点	0.10	0.12	0.11	0.01
	15*探伤室内监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
	16*探伤室内监测点	0.10	0.11	0.10	0.01

17*探伤室内监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
18*零件库监测点	0.10	0.12	0.11	0.01
19*库房监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
20*废弃锅炉房监测点	0.10	0.12	0.11	0.01
21*办公房监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
22*办公区监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
23*车库监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
24*卫生间监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
25*总装车间 1#车间监测点	0.10	0.12	0.11	0.01
26*总装车间 2#车间监测点	0.11	0.12	0.12	0.11
27*曙光华丰嘉园 3 栋监测点	0.10	0.12	0.11	0.01
28*曙光华丰嘉园 5 栋监测点	0.10	0.11	0.10	0.01

注：上述数值已乘校准因子 NO(NO=1.01),未扣除本底值；

表 8-3 X-γ 辐射空气吸收剂量率监测结果表

单位：μGy/h

监测点位置		R		平均值	标准差
		min	max		
1#探伤铅房 X 射线数字成 像检测设备	1*西墙外北侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	2*西墙外中间 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	3*西墙外南侧 30cm 处	0.10	0.12	0.11	0.01
	4*南墙外西侧 30cm 处	0.11	0.12	0.12	0.01
	5*南墙外中间 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	6*南墙外东侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	7*东墙外南侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	8*东墙外中间 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	9*东墙外北侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	10*北墙外东侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01

11*进出门外 30cm 处	0.10	0.12	0.11	0.01
12*北墙外西侧 30cm 处	0.11	0.12	0.12	0.01
13*探伤铅房内监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
14*探伤铅房内监测点	0.10	0.12	0.11	0.01
15*探伤铅房内监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
16*探伤铅房内监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
17*操作室监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
18*总装车间 1#车间监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
19*总装车间 2#车间监测点	0.11	0.12	0.11	0.01
20*总装车间 3#车间监测点	0.11	0.12	0.12	0.01
21*总装车间 4#车间监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
22*总装车间 5#车间监测点	0.11	0.12	0.11	0.01
23*总装车间 6#车间监测点	0.11	0.12	0.11	0.01

注：上述数值已乘校准因子 N0(N0=1.01)，未扣除本底值；

表 8-4 X-γ 辐射空气吸收剂量率监测结果表

单位：μGy/h

监测点位置		R		平均值	标准差
		min	max		
2#探伤铅房 X 射线数字成 像检测设备	1*西墙外北侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	2*西墙外中间 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	3*西墙外南侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	4*南墙外西侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	5*南墙外中间 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	6*南墙外东侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	7*东墙外南侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	8*进出门外 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	9*东墙外北侧 30cm 处	0.10	0.12	0.11	0.01
	10*北墙外东侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01

11*进件门外 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
12*北墙外西侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
13*探伤铅房内监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
14*探伤铅房内监测点	0.10	0.12	0.11	0.01
15*探伤铅房内监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
16*探伤铅房内监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
17*操作室监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
18*室外空地监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
19*锅筒车间监测点	0.11	0.12	0.12	0.01
20*空地监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
21*办公室监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
22*管子车间监测点	0.11	0.11	0.11	0.01
23*锅筒车间监测点	0.11	0.12	0.11	0.01

注：上述数值已乘校准因子 N0(N0=1.01)，未扣除本底值；

表 8-5 X-γ 辐射空气吸收剂量率监测结果表

单位：μGy/h

监测点位置		R		平均值	标准差
		min	max		
锅筒车间 原 X 射线探伤室 探伤机 XXG-3505	1*人员进出门外 30cm 处	0.14	0.16	0.15	0.01
	2*西墙外 30cm 处	0.13	0.14	0.14	0.01
	3*西墙外 30cm 处	0.13	0.14	0.13	0.01
	4*进件门外 30cm 处	0.15	0.17	0.16	0.01

注：上述数值已乘校准因子 N0(N0=1.01)，未扣除本底值；工况：电压 300kV、电流 5mA。

由黑龙江沅淳环保科技有限公司提供的监测报告（详见附件3）可知：总装车间1#车间X射线探伤室所在区域及周围区域X-γ辐射空气吸收剂量率监测结果为：0.10~0.12μGy/h；总装车间3#车间1#探伤铅房所在区域及周围区域X-γ辐射空气吸收剂量率监测结果为：0.10~0.12μGy/h；锅筒车间2#探伤铅房所在区域及周围区域X-γ辐射空气吸收剂量率监测结果为：0.10~0.11μGy/h；原X射线探伤室所在区域X-γ辐射空气吸收剂量率监测结果为：0.13~0.16μGy/h。各监测点的X-γ辐射空气吸收剂

量率均在《黑龙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》报告中的环境 γ 辐射空气吸收剂量率本底范围。（根据《黑龙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》报告，黑龙江省室内、外环境 γ 辐射空气吸收剂量率本底范围是：室内：54.8~163.0nGy/h，平均值113.8 nGy/h（未扣除室内宇宙射线响应值28.6 nGy/h）；室外：54.0~229.3nGy/h，平均值85.9 nGy/h（未扣除室外宇宙射线响应值32.4 nGy/h）。

另根据黑龙江省生态环境厅公布的《2022年黑龙江省辐射环境质量报告》，黑龙江省辐射环境自动站连续空气吸收剂量率处于本底涨落范围内，27个自动站年均值范围为（64.1~94.4）nGy/h，其中哈尔滨市年均值为81.4nGy/h；黑龙江省累积剂量测得的空气吸收剂量率处于当地天然本底涨落范围内，29个监测点的年均值为（85~124）nGy/h，其中哈尔滨市均值为（87-96）nGy/h。

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

本项目使用2台X射线探伤机、2台X射线数字成像检测设备。

(1) X射线探伤机

本设备主要由控制器、X射线发生器、电源电缆、连接电缆等附件组成。

(2) X射线数字成像检测设备

X射线数字成像系统主要由X射线源、平板探测器、计算机图像处理系统、机械检测系统、射线防护系统等组成。X射线数字成像原理示意图9-1所示。

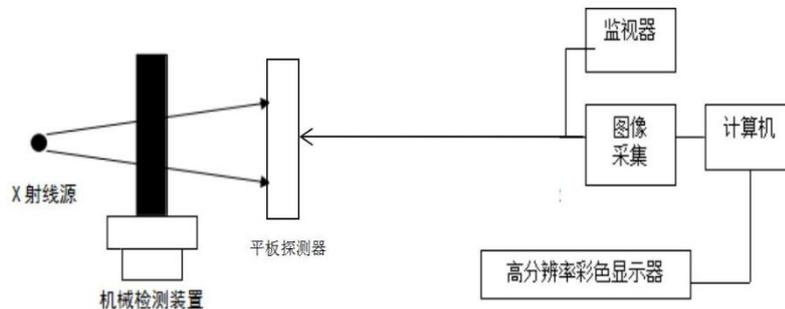


图 9-1 X 射线数字成像原理示意图

9.1.2 X 射线产生原理

X射线机主要由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熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面作用的韧致辐射即为X射线。典型的X射线管示意图9-3。

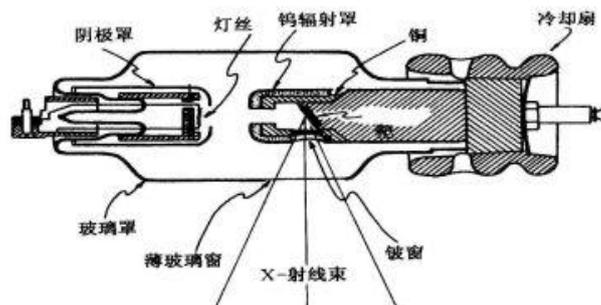


图9-3 典型的X射线管示意图

9.1.3 X 射线探伤原理

(1) X 射线探伤机

X 射线探伤机是利用 X 射线管发射出的 X 射线，在专用探伤室内，当射线入射到物体时，射线的光子将与物质原子发生一系列相互作用，导致透射射线强度减弱，低于入射射线强度，即射线在穿过物体时强度发生了衰减。射线强度除了相关于射线的能量外，还直接相关于被透照物体的性质、厚度、密度等，如果物体局部区域存在缺陷，它将改变物体对射线的衰减，引起透射射线强度的变化，这样，通过使胶片“曝光”检测透射射线强度，胶片冲洗后可看出纹理、阴影等，就可以判断物件中是否有缺陷。

(2) X 射线数字成像检测设备

X 射线数字成像检测原理是由射线机发出射线透照被检工件，衰减、吸收和散射的射线光子由成像器件接收。X 射线透照被检工件，衰减后的射线光子被数字探测器接收，利用计算机软件控制数字成像器件，实现射线光子到数字信号再到数字图像的转换过程，以数字图像的形式输出在显示器上，进而对物体内部进行无损评价，是进行产品研究、失效分析、高可靠筛选、质量评价、改进工艺等工作的有效手段。

9.1.4 工作流程

(1) X 射线探伤机

X 射线探伤机（XXG-3505）为胶片成像和数字成像检测，两种检测方式不同时使用。数字成像检测时联合使用数字平板探测器和计算机成像系统完成。检测工艺流程如下：

探伤的工件由轨道送入曝光室，设置适当位置，将 X 射线发生器置于所需探伤容器焊缝附近，在焊缝的另一侧贴上胶片；将控制器与 X 射线发生器用连接电缆连接好，确认各连接电缆连接正确；根据检测工件的材料厚度设定曝光参数（曝光所要使用的管电压值和曝光时间值）接通电源、开机，启动曝光操作；曝光结束。胶片成像的探伤工艺流程及产污过程示意图 9-4，数字成像检测工艺流程及产污过程示意图 9-5。

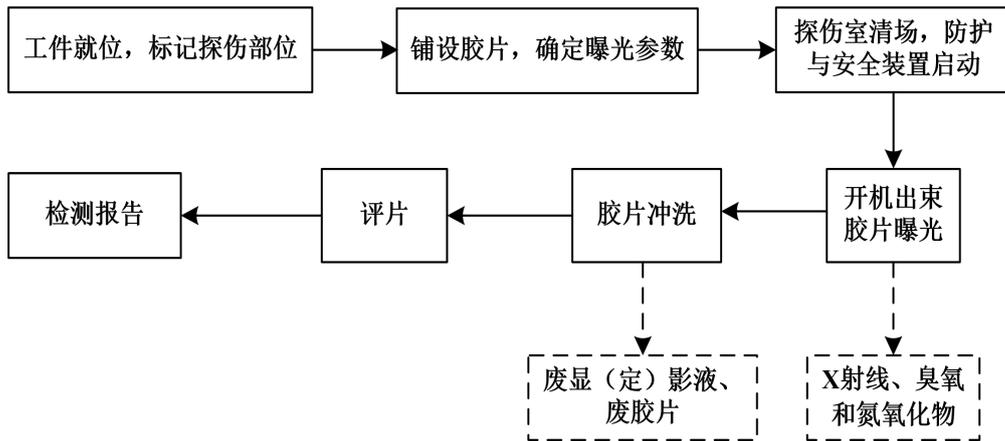


图 9-4 胶片成像探伤工艺流程及产污过程示意图

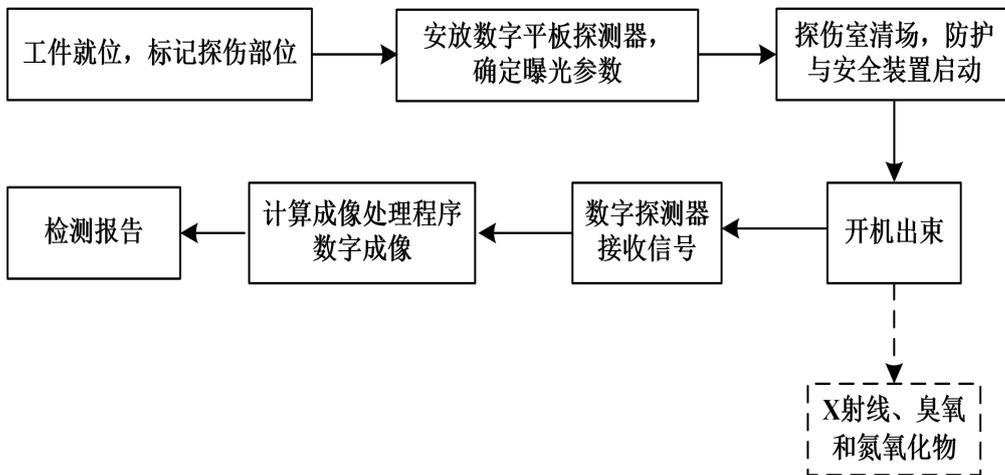


图 9-5 数字成像检测工艺流程及产污过程示意图

(2) X射线数字成像检测设备

X 射线数字成像检测设备 (DRI PI 320) 和 X 射线数字成像检测设备 (CF320-HP) 为数字实时成像检测。检测工艺流程如下:

- (1) 工件有传滚筒送入探伤铅房内, 操作人员通过视频检测观察环焊缝位置是否到达检测位;
- (2) 焊缝运行至检测位, 设定曝光参数;
- (3) 检查防护和安全装置, 光闸开启, X射线开始透照;
- (4) 数字探测器接收光子信号, 由计算机数字化处理系统信号转换, 实现数字成像评片;
- (5) 工件前进至下一个焊缝位置, 后续焊缝继续检测;
- (6) 全部检测完毕, 关闭X射线装置电源及总开关。

探伤工艺流程及产污过程示意图见图9-6。

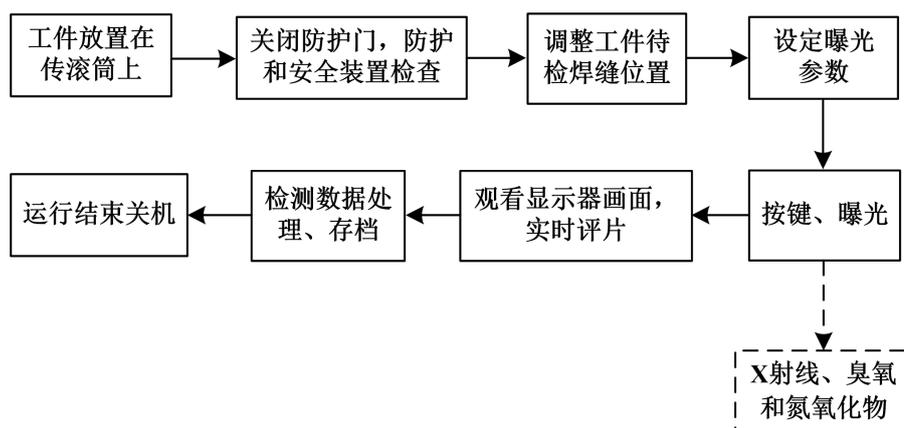


图 9-6 探伤工艺流程及产污过程示意图

9.2 污染源项描述

9.2.1 污染因子

由工艺过程可知，X 射线探伤设备在使用中主要产生以下污染物：

(1) X 射线：本项目的主要放射性污染是 X 射线贯穿辐射。X 射线是随 X 射线探伤设备的开、关而产生和消失。当设备开机出束时，有用束和漏射、散射的 X 射线可能对周围环境造成辐射污染，可能会对操作人员及机房周围人员产生辐射影响。

(2) 废气：X 射线探伤设备工作时，使探伤室内空气电离会产生一定量的臭氧和氮氧化物。本项目中 X 射线产生的臭氧和氮氧化物量很少。

(3) 危险废物：X 射线探伤作业完成后，需对拍摄的胶片进行显（定）影，在此过程会产生的一定数量的废显（定）影液。洗片工艺中产生的废胶片及废显（定）影液是《国家危险废物名录》明确规定的危险废物，其废物类别为 HW16 感光材料废物，其废物代码为 900-019-16，其危险特性为 T（毒性）。每年产生的废胶片为 2kg，废显（定）影液为 100L。因此，洗片过程中产生的废胶片及废显（定）影液是主要污染因子。

9.2.2 正常工况污染途径

(1) X 射线探伤设备是通过 X 射线的穿透能力，进行透视检测成像，从而可以看出产品其内部缺陷不良品等。X 射线探伤设备仅在接通电源开启出束装置时产生 X 射线，有用束和漏射、散射的 X 射线可能会对操作人员及机房周围人员产生辐射影响，切断电源，X 射线即消失。

(2) X 射线探伤设备工作时，使探伤室内空气电离会产生一定量的臭氧和氮氧化物。

9.2.3 事故工况污染途径

(1) 仪器故障：可能发生的事故为 X 射线探伤设备的漏射线指标达不到《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定的要求，或 X 射线探伤设备故障以及控制系统失灵，出现异常曝光可致人员受到一定的照射剂量，造成工作人员不必要的照射。

(2) X 射线探伤设备在对工件进行检测工况下，门-机联锁失效，工作人员误打开或未完全关闭屏蔽门，致使 X 射线泄漏到屏蔽体外面，给周围活动的人员造成不必要的照射，使其受到额外的照射。

(3) 防护门损坏或铅胶帘老化密封不严，使 X 射线泄漏到探伤室外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

(4) 设备检修移除安全装置时，误操作使维修人员受到额外的照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局及分区管理

(1) 工作场所的布局

本项目 X 射线探伤室拟建于公司总装车间 1#车间南侧，其东侧紧邻废弃锅炉房和二层库房，南侧紧邻室外道路，西侧紧邻配套新建的操作室、暗室和评片室，北侧紧邻 1#车间内通道，上方无建筑，下方为土层。X 射线探伤工作场所平面布置图见附图 2。

本项目 1#探伤铅房拟安装于公司总装车间 3#车间北侧，其东西两侧均紧邻传滚筒，南北两侧均紧邻车间内通道，上方无建筑，下方为土层，北侧隔车间内通道约 1 米处为配套新建的操作间。1#探伤铅房平面布置图见附图 3。

本项目 2#探伤铅房拟安装于公司锅筒车间中部，其南北两侧均紧邻传滚筒，东西两侧均紧邻车间内通道，上方无建筑，下方为土层，东侧隔车间内通道约 1m 处为配套新建的操作间。2#探伤铅房平面布置图见附图 4。

(2) 分区原则

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中控制区和监督区的定义进行辐射工作场所分区：

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

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

(3) 区域划分情况

本项目共建设三个探伤工作场所，分别实行分区管理。

控制区通过实体屏蔽措施、电离警示标志等进行控制管理，X射线探伤设备工作时，任何人不得进入控制区；监督区定期委托有资质的单位对周围剂量当量率进行监测。

本项目探伤工作场所控制区和监督区划分见表10-1，分区图见图10-1、图10-2和图10-3。

表 10-1 本项目探伤工作场所分区表

位置	控制区	监督区
探伤工作场所 (一)	总装车间 1#车间内的 X 射线探伤室	以废弃锅炉房的东墙为东侧边界，以废弃锅炉房的南墙为南侧边界，以评片室的西墙为西侧边界，以距 X 射线探伤室进出件防护门外 2 米处为北侧边界。该区域包含操作室、暗室、评片室、库房、废弃锅炉房和部分车间内通道及室外空地。
探伤工作场所 (二)	总装车间 3#车间内 1#探伤铅房	以距 1#探伤铅房各屏蔽墙外 2 米处为边界合围的区域和 1#探伤铅房操作室。
探伤工作场所 (三)	锅筒车间内 2#探伤铅房	以距 2#探伤铅房各屏蔽墙外 2 米处为边界合围的区域和 2#探伤铅房操作室。

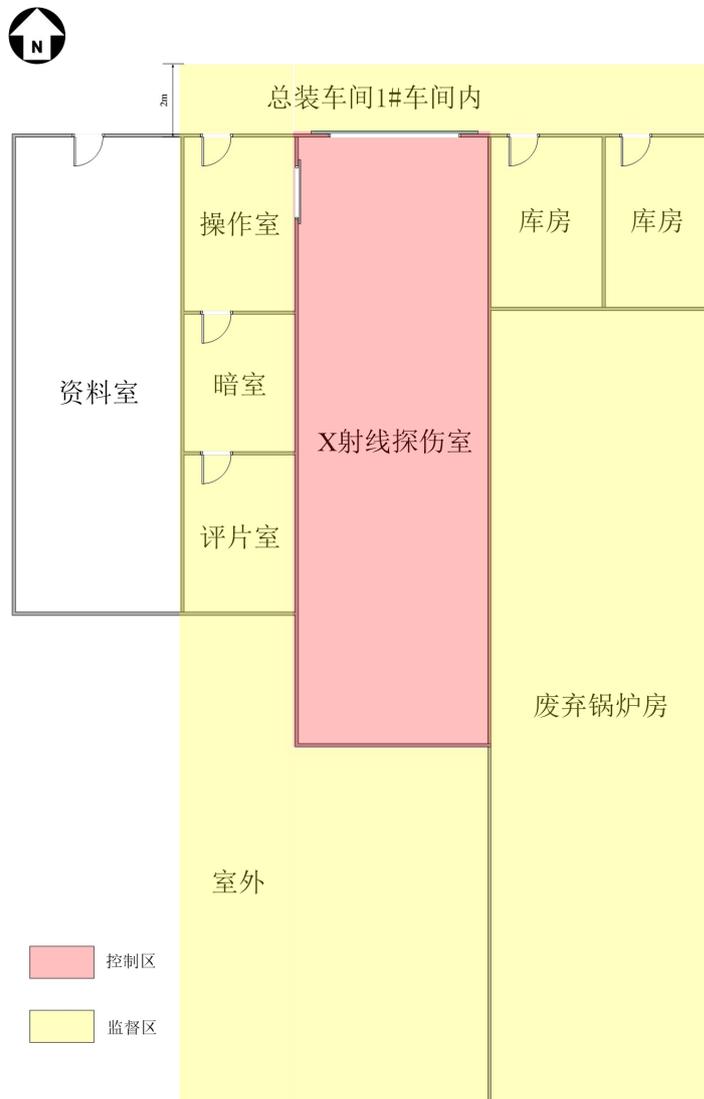


图 10-1 探伤工作场所 (一) 分区示意图

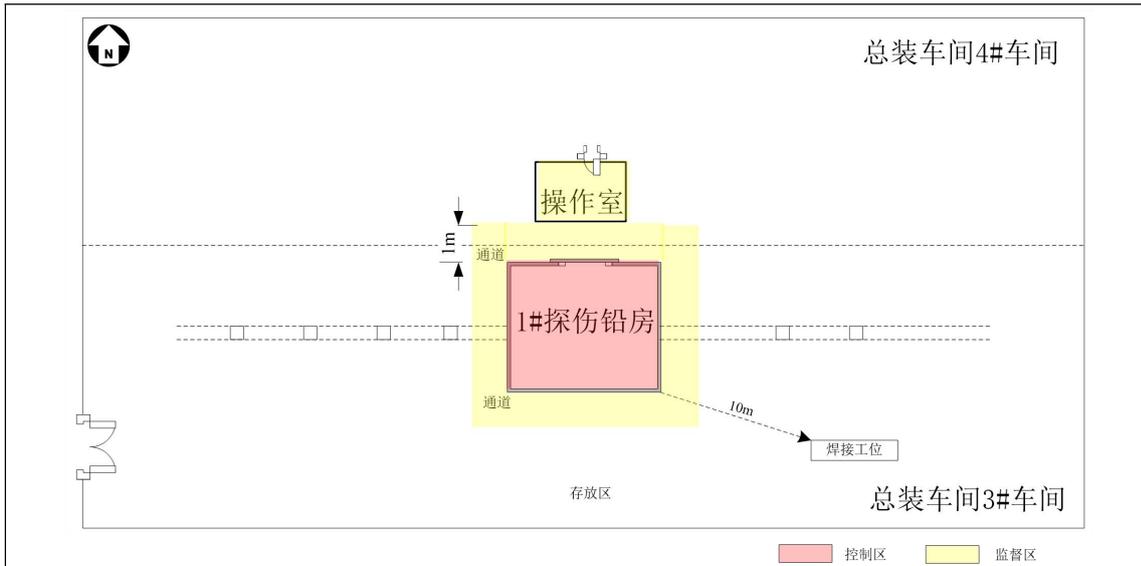


图10-2 探伤工作场所（二）分区示意图

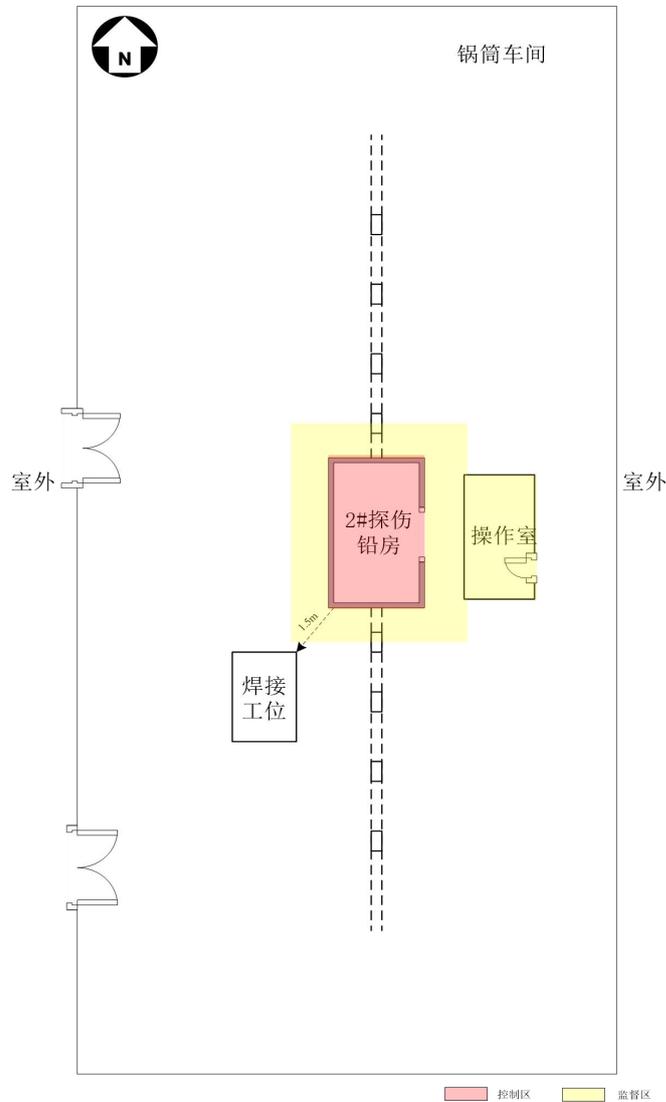


图 10-3 探伤工作场所（三）分区示意图

10.1.2 辐射安全防护设施

本项目探伤室屏蔽设计见表 10-2，屏蔽防护示意图见附图 5。屏蔽防护满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）和《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2022）的要求。

表 10-2 探伤室辐射屏蔽设计一览表

位置		屏蔽措施
总装车间 1# 车间 X 射线 探伤室	东墙	800mm 混凝土
	南墙	700mm 混凝土
	西墙	800mm 混凝土
	北墙	800mm 混凝土
	顶棚	300mm 混凝土
	进出件防护门	15mmPb 铅板+10mm 钢板
	迷路防护门	15mmPb 铅板+10mm 钢板
	探伤室大小	净尺寸：19m（长）×6m（宽）×6m（高）
总装车间 3# 车间 1#探伤 铅房	东墙	25mmPb 铅板+4mm 钢板
	南墙	25mmPb 铅板+4mm 钢板
	西墙	25mmPb 铅板+4mm 钢板
	北墙	25mmPb 铅板+4mm 钢板
	进出件屏蔽铅盒	四面屏蔽：25mmPb 铅板+4mm 钢板 进出口：12mm铅胶帘（6mmPb当量）/每组*5组
	顶棚	25mmPb 铅板+4mm 钢板
	地面	40mmPb 铅板+4mm 钢板
	检修防护门	25mmPb 铅板+6mm 钢板
	铅房大小	外部尺寸：1.580m（长）×1.270m（宽）×1.315m（高）
锅筒车间 2# 探伤铅房	东墙	23mmPb 铅板+4mm 钢板
	南墙	23mmPb 铅板+4mm 钢板
	西墙	23mmPb 铅板+4mm 钢板
	北墙	23mmPb 铅板+4mm 钢板
	左右耳房	四面屏蔽：23mmPb 铅板+4mm 钢板 进出口：24mm铅胶帘（12mmPb当量）/每组*2组
	顶棚	23mmPb 铅板+4mm 钢板
	地面	23mmPb 铅板+4mm 钢板
	检修防护门	23mmPb 铅板+4mm 钢板
	铅房大小	外部尺寸：1.4m（长）×1.3m（宽）×1.6m（高）

铅胶帘通过环槽和压盖紧固在环槽里，一个环槽里有 6 张铅胶帘，铅胶帘中心切 4 条长线，等分 8 小块，铅胶帘边缘不切，每个铅胶帘互相错开切缝安装，组成一组铅胶帘组，实现防护要求。

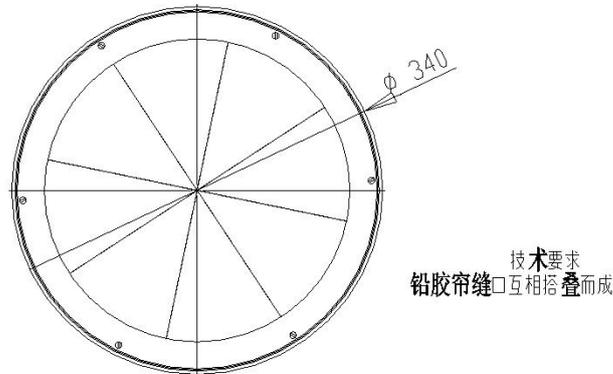


图10-4 铅胶帘错缝搭叠防护示意图

10.1.3 辐射安全与防护措施

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等相关要求，本项目拟采取以下辐射防护措施：

（1）X 射线探伤室和探伤铅房（以下简称“探伤室”）采用实体屏蔽，其位置设置充分考虑了周围的辐射安全。本项目操作室与探伤室均分开设置，且操作室均已避开有用线束照射的方向。

（2）探伤室防护门均为电动推拉铅防护门，分别设置门-机联锁装置，且 X 射线探伤室内的每台探伤机均应与防护门联锁，即防护门未关闭之前，X 射线探伤设备无法启动，在门关闭后 X 射线探伤设备才能进行无损检测作业。门打开时 X 射线探伤设备立即停止出束，关上门不能自动开始 X 射线照射。

（3）X 射线探伤室门口和内部拟同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线探伤机联锁，“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”和“照射”应使用不同颜色指示灯进行明显区别，在醒目的位置处设置对“预备”和“照射”信号意义的说明。

（4）探伤室内拟设置监控设施，在操作室的操作台设有专用的监视器，可监控探伤室内及探伤室出入口人员的活动情况及探伤设备的运行情况。

（5）探伤室防护门上拟张贴电离辐射警告标志和中文警示说明。

（6）探伤室内设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

X射线探伤室内东侧墙和西侧墙上各设置2个紧急停机按钮，南侧墙和北侧墙上各设置1个紧急停机按钮，其操作台上设置1个紧急停机按钮；1#、2#探伤铅房内检修防护门旁各设置1个紧急停机按钮，其操作台上分别设置1个紧急停机按钮，紧急停机按钮带有标签，标明使用方法。

(7) X射线探伤设备在操作台均拟设有钥匙开关，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。

(8) 探伤室均拟设置机械排风装置。X射线探伤室设计通风量为 $3000\text{m}^3/\text{h}$ ，1#、2#探伤铅房设计通风量均为 $150\text{m}^3/\text{h}$ ，探伤室每小时有效通风换气次数大于3次，各排风管道外口未朝向人员活动密集区。

(9) 探伤室内拟安装固定式辐射探测报警装置。

(10) X射线探伤室的电缆通过“U”型埋设进入探伤室，且在电缆敷设后，在穿墙处管口和穿墙电缆洞内多余空间均以砼屏蔽；排风管拟在地面铺埋“L”型管道穿出探伤室。探伤铅房的电缆走线口均拟布设于铅房侧面下方，采取“L”型穿墙方式，走线口、排风口拟设置防护罩，屏蔽材料与分别与铅房屏蔽材料及厚度相同。防护门与墙体搭接大于十倍门体与墙体间隙。

(11) 2#探伤铅房底部采用下沉式设计。铅房底部沉入地面约 920mm ，铅房四周紧贴铅房用钢板覆盖与车间地面找平，铅房两侧的进/出件口也位于钢板下方，待检工件在远端被放置在传滚筒上，在操作室控制工件进出探伤铅房，有利于合理利用车间地面上空间，减少X射线对铅房外周围人员及环境的影响。

(12) 本项目共三个探伤工作场所，均实行分区管理。将探伤室划分为控制区，与探伤室四周紧邻区域及操作室划分为监督区。

(13) 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，同时防止其他进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

(14) 应定期监测探伤工作场所的剂量率水平，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。

(15) 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。

(16) 建立辐射安全与环境保护管理组织，明确管理人员及职责。制定辐射安全管理规章制度、辐射事故应急预案，做好工作记录。

(17) 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第四十二条规定：辐射工作单位应当编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，于每年1月31日前报原发证机关。

年度评估报告包括射线装置台帐、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度应急措施的建立和落实，事故和应急以及档案管理等方面的内容。

(18) 从事X射线探伤检测的工作人员必须经过有关部门的专业培训，具备上岗资格证，业务熟练；严格探伤机使用管理规定和操作规程，禁止违章操作、野蛮作业；做好探伤机的日常维护保养，定期检查，保证探伤机始终处于完好状态。

根据生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序，表 10-3 列出了本项目探伤室采取的安全与防护设施设计方案及符合性。

表10-3 探伤室安全与防护设施设计要求

序号	检查项目	设计建造	备注
1*	入口处电离辐射警告标志	√	
2*	入口处机器工作状态显示	√	
3	隔室操作	√	
4	迷道	×	无迷道设计
5*	防护门	√	
6*	控制台有钥匙控制	√	
7*	门机连锁系统	√	
8*	照射室内监控设施	√	
9	通风设施	√	
10*	照射室内紧急停机按钮	√	
11*	控制台上紧急停机按钮	√	
12*	出口处紧急开门开关	√	
13*	准备出束声光提示	√	
14*	控制台有钥匙控制	×	本项目属于 固定场所探伤不涉及
15*	控制台上紧急停机按钮	×	
16*	声光报警	×	
17*	警戒线及警示标志	×	

18*	C 监测设备	便携式辐射监测仪	√	
19*		个人剂量报警仪	√	
20*		个人剂量计	√	
21	D 应急物资	灭火器材	√	

注：加*的项目是重点项，有设计建造的划√，没有的划×。

本项目探伤室屏蔽设计、防护措施及管理要求满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

10.2 三废的治理

（1）X 射线探伤设备工作时，使空气电离会产生一定量的臭氧和氮氧化物。本项目中 X 射线产生的臭氧和氮氧化物量很少且设计了排风装置（不少于 3 次/小时），废气经排风管导出探伤室，且排风口未朝向人员活动密集区。

（2）本项目只有 X 射线探伤机（XXG-3505）在使用胶片检测时，会产生废胶片、显影定影废液，该废胶片、显影定影废液暂存于公司危废暂存间，委托有资质的单位定期对其进行处理。

（3）本项目工作人员产生少量生活污水和生活垃圾。由于本项目不新增工作人员，在单位内部调剂，生活污水和生活垃圾的产生量不增加。工作人员产生的生活污水排入市政管网，生活垃圾由市政环卫部门收集处置。

10.3 其他

表 10-4 环保投资一览表

项目	环保设施（措施）	投资额（万元）
X 射线数字成像检测设备	探伤室屏蔽防护（铅板、混凝土、铅防护门）	15
	门机连锁、工作状态指示灯、声光报警、监控装置、急停装置、电离辐射警示标识等	1.1
	机械通风装置	0.3
	个人剂量报警仪、便携式 X-γ 剂量率仪、个人剂量计、固定式场所辐射探测报警装置	1.4
	危险废物处置	0.3
环保投资合计（万元）		50
本项目总投资（万元）		18.1
环保投资占总投资比例		36.2%

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目在公司车间内预留空地新建 X 射线探伤室、安装探伤探伤、新建配套的操作室等附属用房，在施工过程中会产生扬尘、施工废水、噪声及施工废渣等污染物。

(1) 扬尘影响及防治措施

施工期间用混凝土浇筑 X 射线探伤室，2#探伤铅房拟建址下挖地面安装探伤室，并新建配套附属用房会产生粉尘。本项目工程量较小，施工周期短，影响有限。为减小施工期间扬尘对公司车间环境的影响，施工单位应做到以下几点：开挖现场架设施工围挡，现场加强施工现场管理，进行适当的加湿处理；施工运送弃渣车辆，车厢应严密清洁，尽量减少渣土运输时洒落在地面上，避免产生扬尘对车间生产造成影响。

(2) 废水影响及防治措施

施工期间产生的废水主要表现为施工人员的生活污水。生活污水排入市政管网，对环境产生影响很小。

(3) 噪声影响及防治措施

主要来自于混凝土浇灌和施工废渣的清运。运输车辆居民区禁止鸣笛；选取噪音低、振动小的设备操作；合理安排施工时间，不在午休期间和夜间施工。采取上述措施后，施工期噪声能够满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的要求。

(4) 固体废物及防治措施

主要为建筑垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。施工期产生的固体废物应妥善处理，运至市政部门指定的地点堆存。生活垃圾由市政环卫部门收集处置。

综上所述，本项目工程量小，施工期短，对外界的影响是暂时的，随着施工的逐步完成，项目施工期的环境影响随之消除。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 X 射线影响分析

本次环评采用理论计算的方法验证本项目探伤室屏蔽防护性能，计算模式参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中推荐的计算模式。

1、剂量率参考控制水平估算

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 $H_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 (11-1) 计算:

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad \text{式 (11-1)}$$

H_c —— 周剂量参考控制水平, 单位为 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$);

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 按式 (11-2) 计算

$$t = W / (60 \cdot I) \quad \text{式 (11-2)}$$

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$

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

c) 关注点剂量率参考控制水平 H_c

H_c 为上述 a) 中的 $H_{c,d}$ 和 b) 中的 $H_{c,max}$ 二者的较小值。

2、屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 的相应关系

对于给定的屏蔽物质厚度 X, 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式 (11-3) 计算:

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad \text{式 (11-3)}$$

式中:

X — 屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL — 什么值层厚度, 单位为毫米 (mm), 见附录 B 表 B.2。

3、泄漏辐射屏蔽估算

关注点的泄漏辐射剂量率 H ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 (11-4) 计算:

$$H = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \quad \text{式 (11-4)}$$

B — 屏蔽透射因子;

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

H_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ），见 GBZ/T 250-2014 表 1。

4、散射辐射屏蔽

关注点的散射辐射剂量率 H （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（11-5）计算：

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{式（11-5）}$$

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 。

B —屏蔽透射因子；

F — R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

α —散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。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 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录 B 表 B.3；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）。

按 GBZ/T 250-2014 中 B.4.2 中给出“当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时， $R_0^2/F \cdot \alpha$ 因子的值为 50（200kV~400kV）”，本项目 X 射线装置最大辐射角度为 40° （夹角为 20° ），因此 $R_0^2/F \cdot \alpha$ 因子的值取 50。

11.2.2 辐射防护屏蔽分析

1、关注点辐射屏蔽的剂量率参考控制水平

根据公司提供的资料，总装车间 1#车间 X 射线探伤室使用两台 X 射线探伤机，但不同时工作，两台 X 射线探伤机预计每天累计出束约 2~3 小时，周出束时长 15 小时，每年工作 200 天，年最大出束时长约 600 小时，主射方向向东。总装车间 3#车间 1#探伤铅房使用一台 X 射线数字成像检测设备，预计每天出束 1~2 小时，周出束时长 10 小时，每年工作 200 天，年最大出束时长 400 小时，主射方向向下。锅筒车间 2#探伤铅房使用一台 X 射线数字成像检测设备，预计周出束时长 4 小时，

每年工作 250 天，年最多出束时长 200 小时，主射方向向下。按照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250—2014）3.1.2 的方法，本项目各探伤室周围关注点位置见图 11-1、图 11-2 和图 11-3，关注点剂量率参考控制水平见表 11-1、表 11-2 和表 11-3。

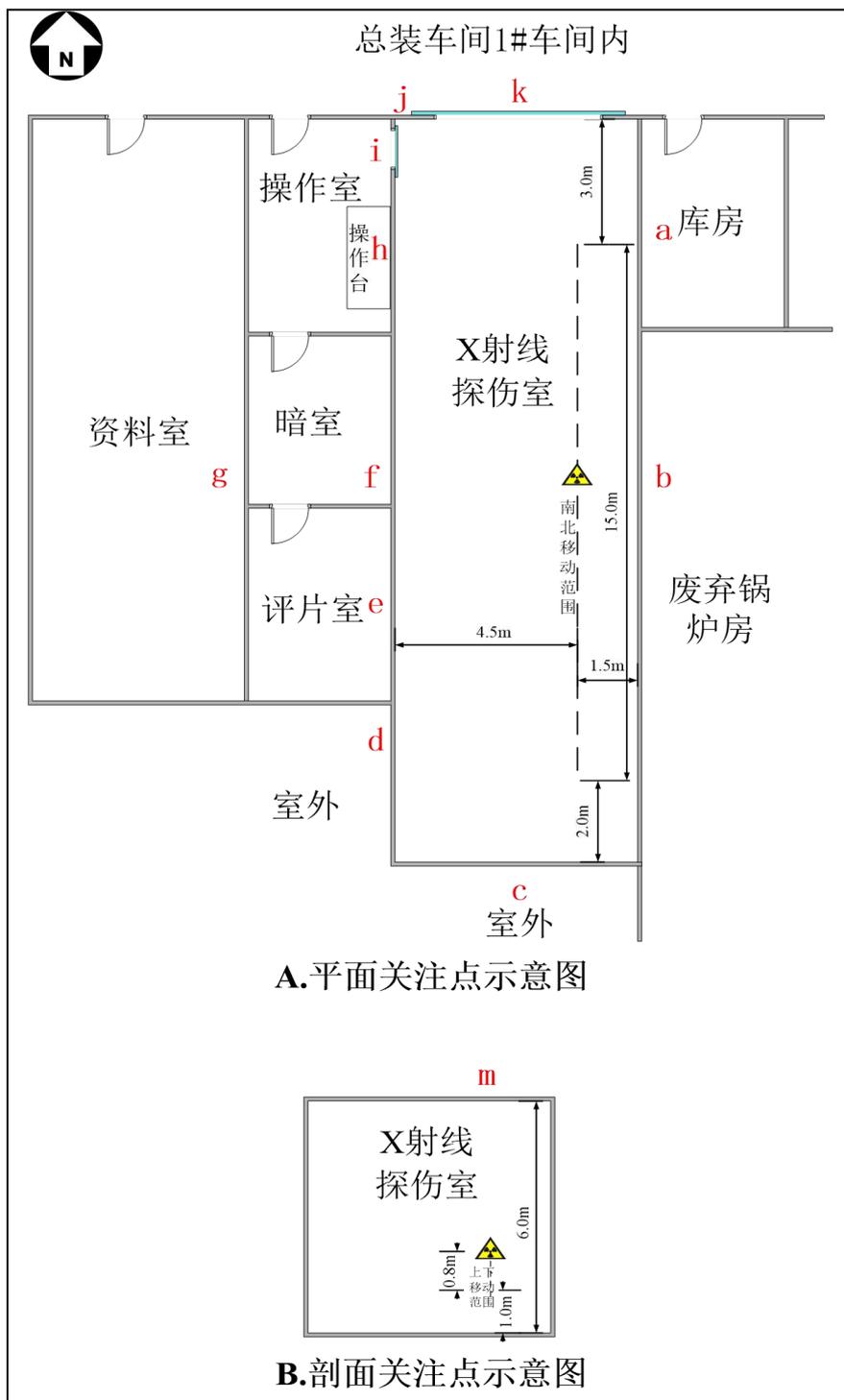


图11-1 X射线探伤室周围关注点位置示意图

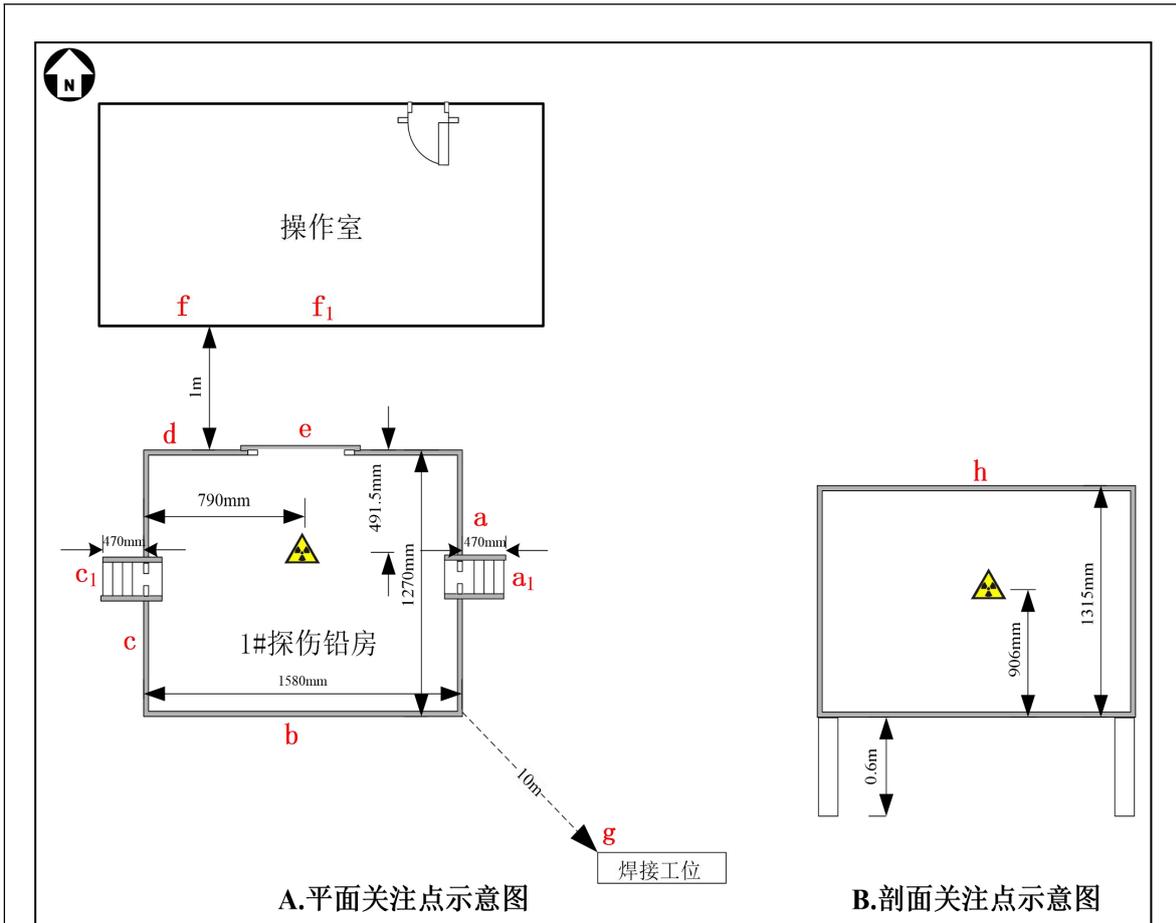


图11-2 1#探伤铅房周围关注点位置示意图

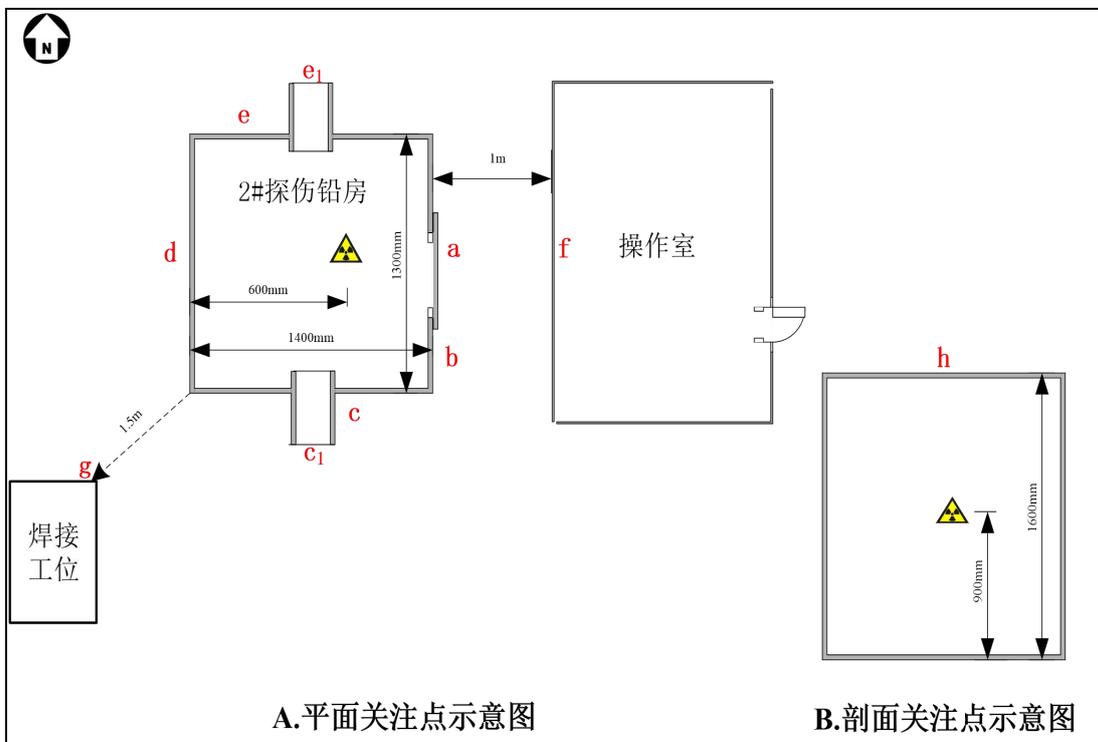


图 11-3 2#探伤铅房周围关注点位置示意图

表 11-1 X 射线探伤室周围关注点参考控制水平(主射方向向东)

关注点		方向	U	T	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}_{c,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)	需屏蔽的辐射
a	屏蔽体外 30cm 处 (库房)	东	1	1/5	1.7	2.5	1.7	有用射线
b	屏蔽体外 30cm 处 (废弃锅炉房)	东	1	1/40	13.3	2.5	2.5	有用射线
c	屏蔽体外 30cm 处 (室外)	南	1	1/4	1.3	2.5	1.3	泄漏和散射
d	屏蔽体外 30cm 处 (室外)	西	1	1/4	1.3	2.5	1.3	泄漏和散射
e	屏蔽体外 30cm 处 (评片室)	西	1	1	6.7	2.5	2.5	泄漏和散射
f	屏蔽体外 30cm 处 (暗室)	西	1	1	6.7	2.5	2.5	泄漏和散射
g	屏蔽体外资料室内	西	1	1/4	1.3	2.5	1.3	泄漏和散射
h	屏蔽体外 30cm 处 (操作台)	西	1	1	6.7	2.5	2.5	泄漏和散射
i	防护门外 30cm 处 (操作室内)	西	1	1	6.7	2.5	2.5	泄漏和散射
j	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	北	1	1/4	1.3	2.5	1.3	泄漏和散射
k	进出件防护门外 30cm处(车间内)	北	1	1/8	2.7	2.5	2.5	泄漏和散射
m	屏蔽体外30cm处 (室顶外)	上方	1	-	100	100	100	泄漏和散射

注：剂量率参考控制水平计算值取 $\dot{H}_{c,d}$ 与 $\dot{H}_{c,max}$ 的较小值。

表 11-2 1#探伤铅房周围关注点参考控制水平(主射方向向下)

关注点		方向	U	T	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}_{c,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)	需屏蔽的辐射
a	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	东	1	1/4	2.0	2.5	2.0	泄漏和散射
a ₁	铅胶帘外 30cm 处 (车间内)	东	1	1/8	4.0	2.5	2.5	泄漏和散射
b	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	南	1	1/4	2.0	2.5	2.0	泄漏和散射
c	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	西	1	1/4	2.0	2.5	2.0	泄漏和散射
c ₁	铅胶帘外 30cm 处 (车间内)	西	1	1/8	4.0	2.5	2.5	泄漏和散射
d	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	北	1	1/4	2.0	2.5	2.0	泄漏和散射

e	防护门外 30cm 处 (车间内)	北	1	1/8	4.0	2.5	2.5	泄漏和 散射
f	屏蔽体外操作室内	北	1	1	10	2.5	2.5	泄漏和 散射
f ₁	防护门外操作室内	北	1	1	10	2.5	2.5	泄漏和 散射
g	屏蔽体外焊缝工位 (车间内)	东南	1	1	0.5	2.5	0.5	泄漏和 散射
h	屏蔽体外 30cm 处 (室顶外)	上方	1	1/40	20	2.5	2.5	泄漏和 散射

表 11-3 2#探伤铅房周围关注点参考控制水平(主射方向向下)

关注点		方向	U	T	H _{c,d} (μSv/h)	H _{c,max} (μSv/h)	H _c (μSv/h)	需屏蔽 的辐射
a	防护门外 30cm 处 (车间内)	东	1	1/8	10.0	2.5	2.5	泄漏和 散射
b	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	东	1	1/4	5.0	2.5	2.5	泄漏和 散射
c	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	南	1	1/4	5.0	2.5	2.5	泄漏和 散射
c ₁	铅胶帘外 30cm 处 (车间内)	南	1	1/8	10.0	2.5	2.5	泄漏和 散射
d	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	西	1	1/4	5.0	2.5	2.5	泄漏和 散射
e	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	北	1	1/4	5.0	2.5	2.5	泄漏和 散射
e ₁	铅胶帘外 30cm 处 (车间内)	北	1	1/8	10.0	2.5	2.5	泄漏和 散射
f	屏蔽体外操作室内	东	1	1	25	2.5	2.5	泄漏和 散射
g	屏蔽体外焊接工位 (车间内)	西南	1	1	1.25	2.5	1.25	泄漏和 散射
h	屏蔽体外 30cm 处 (室顶外)	上方	1	1/40	50	2.5	2.5	泄漏和 散射

2、辐射防护措施屏蔽效果分析

(1) X 射线探伤室

本项目 X 射线探伤室内探伤设备可在南北方向和上下移动,移动范围见图 11-1 所示,理论计算选取该场所拟使用的最大管电压为 350kV 的 X 射线探伤机参数计算。当使用 350kV 的 X 射线探伤机该场所屏蔽体外周围剂量当量率符合参考控制限值要求时,则使用 300kV 的 X 射线探伤机时该场所的辐射防护也可满足要求。

该探伤室屏蔽预测参数见表 11-4，计算结果见表 11-5。

表11-4 X射线探伤室屏蔽计算参数统计表

关注点	屏蔽厚度	距离 (m)	H_0 (主射/散射) ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2 / (\text{mA}\cdot\text{h})$)	H_L (泄漏) ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2 / (\text{mA}\cdot\text{h})$)	B 主射/泄漏/ 散射透射因子
a	800mm 混凝土	2.6	1.04×10^6	5×10^3	1.00×10^{-8} (有用)
b	800mm 混凝土	2.6	1.04×10^6	5×10^3	1.00×10^{-8} (有用)
c	700mm 混凝土	3.0	1.04×10^6	5×10^3	1.00×10^{-7} (泄漏) 1.67×10^{-8} (散射)
d	800mm 混凝土	5.6	1.04×10^6	5×10^3	1.00×10^{-8} (泄漏) 1.29×10^{-9} (散射)
e	800mm 混凝土	5.6	1.04×10^6	5×10^3	1.00×10^{-8} (泄漏) 1.29×10^{-9} (散射)
f	800mm 混凝土	5.6	1.04×10^6	5×10^3	1.00×10^{-8} (泄漏) 1.29×10^{-9} (散射)
g	800mm 混凝土	8.3	1.04×10^6	5×10^3	1.00×10^{-8} (泄漏) 1.29×10^{-9} (散射)
h	800mm 混凝土	5.6	1.04×10^6	5×10^3	1.00×10^{-8} (泄漏) 1.29×10^{-9} (散射)
i	15mm 铅+10mm 钢	4.8	1.04×10^6	5×10^3	2.66×10^{-3} (泄漏) 1.74×10^{-6} (散射)
j	800mm 混凝土	4.1	1.04×10^6	5×10^3	1.00×10^{-8} (泄漏) 1.29×10^{-9} (散射)
k	15mm 铅+10mm 钢	4.1	1.04×10^6	5×10^3	2.66×10^{-3} (泄漏) 1.74×10^{-6} (散射)
m	300mm 混凝土	4.8	1.04×10^6	5×10^3	1.00×10^{-3} (泄漏) 4.64×10^{-4} (散射)

注：偏安全考虑，关注点距离均取距离屏蔽体最近的垂直距离；根据《工业 X 射线探伤机室辐射屏蔽规范》GBZ/250-2014 中表 B.2，350kV 输出量用内插法计算取 $17.4\text{mSv}\cdot\text{m}^2 / (\text{mA}\cdot\text{min})$ ，有用线束和泄漏辐射铅 TVL=6.95mm，混凝土 TVL=100mm，钢 TVL=24mm，散射辐射铅 TVL=2.9mm，混凝土 TVL=90mm，钢 TVL=17mm。

表 11-5 X 射线探伤室屏蔽计算结果统计表

关注点	主射线至关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射至关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射至关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	
X 射线探伤室	a	7.72×10^{-3}	/	/	7.72×10^{-3}	1.7
	b	7.72×10^{-3}	/	/	7.72×10^{-3}	2.5
	c	/	5.56×10^{-5}	1.93×10^{-4}	2.49×10^{-4}	1.3
	d	/	1.59×10^{-6}	4.30×10^{-6}	5.89×10^{-6}	1.3
	e	/	1.59×10^{-6}	4.30×10^{-6}	5.89×10^{-6}	2.5
	f	/	1.59×10^{-6}	4.30×10^{-6}	5.89×10^{-6}	2.5
	g	/	7.26×10^{-7}	1.96×10^{-6}	2.68×10^{-6}	1.3
	h	/	1.59×10^{-6}	4.30×10^{-6}	5.89×10^{-6}	2.5

i	/	0.577	7.86×10^{-3}	0.585	2.5
j	/	2.97×10^{-6}	8.02×10^{-6}	1.10×10^{-5}	1.3
k	/	0.792	0.011	0.803	2.5
m	/	0.217	2.103	2.320	100

由上表可知，X射线探伤室屏蔽体外30cm处四周区域人员可达处最大剂量率为 $0.803 \mu\text{Sv/h}$ ，室顶外30cm处剂量率为 $2.320 \mu\text{Sv/h}$ ，均满足表11-1中各关注点参考剂量控制水平，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250—2014）要求。

(2) 1#探伤铅房

1#探伤铅房内探伤设备位置固定不变，该探伤室屏蔽预测参数见表11-6，计算结果见表11-7。

表11-6 1#探伤铅房屏蔽效果理论计算参数统计表

关注点	屏蔽厚度	距离 (m)	H_0I (主射/散射) ($\mu\text{Sv/h}$)	H_L (泄漏) ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2 /$ ($\text{mA}\cdot\text{h}$))	B 主射/泄漏/ 散射透射因子
a	25mm 铅+4mm 钢	1.09	3.96×10^6	5×10^3	6.11×10^{-5} (泄漏) 1.39×10^{-9} (散射)
a ₁	30mm 铅当量	1.56	3.96×10^6	5×10^3	1.45×10^{-5} (泄漏) 4.52×10^{-11} (散射)
b	25mm 铅+4mm 钢	1.08	3.96×10^6	5×10^3	6.11×10^{-5} (泄漏) 1.39×10^{-9} (散射)
c	25mm 铅+4mm 钢	1.09	3.96×10^6	5×10^3	6.11×10^{-5} (泄漏) 1.39×10^{-9} (散射)
c ₁	30mm 铅当量	1.56	3.96×10^6	5×10^3	1.45×10^{-5} (泄漏) 4.52×10^{-11} (散射)
d	25mm 铅+4mm 钢	0.79	3.96×10^6	5×10^3	6.11×10^{-5} (泄漏) 1.39×10^{-9} (散射)
e	25mm 铅+6mm 钢	0.90	3.96×10^6	5×10^3	4.95×10^{-5} (泄漏) 1.06×10^{-9} (散射)
f	25mm 铅+4mm 钢	1.49	3.96×10^6	5×10^3	6.11×10^{-5} (泄漏) 1.39×10^{-9} (散射)
f ₁	25mm 铅+6mm 钢	1.49	3.96×10^6	5×10^3	4.95×10^{-5} (泄漏) 1.06×10^{-9} (散射)
g	25mm 铅+4mm 钢	11.11	3.96×10^6	5×10^3	6.11×10^{-5} (泄漏) 1.39×10^{-9} (散射)
h	25mm 铅+4mm 钢	0.71	3.96×10^6	5×10^3	6.11×10^{-5} (泄漏) 1.39×10^{-9} (散射)

注：偏安全考虑，关注点距离均取距离屏蔽体最近的垂直距离；根据设备厂家提供的剂量率曲线图（见附件7），320kV的探伤设备1米处剂量率取 $1100 \mu\text{Gy/s}$ ，即 $3.96 \times 10^6 \mu\text{Sv/h}$ ，泄漏辐射铅TVL=6.2mm，钢TVL=22mm，散射辐射铅TVL=2.9mm，钢TVL=17mm。

表 11-7 1#探伤铅房屏蔽效果理论计算结果统计表

关注点	泄漏辐射至关注点剂量率(μSv/h)	散射辐射至关注点剂量率(μSv/h)	关注点总剂量率(μSv/h)	关注点参考控制水平(μSv/h)
a	0.257	9.29×10^{-5}	0.257	2.0
a ₁	0.030	1.47×10^{-6}	0.030	2.5
b	0.263	9.49×10^{-5}	0.263	2.0
c	0.257	9.29×10^{-5}	0.257	2.0
c ₁	0.030	1.47×10^{-6}	0.030	2.5
d	0.488	1.76×10^{-4}	0.488	2.0
e	0.307	1.04×10^{-4}	0.307	2.5
f	0.137	4.96×10^{-5}	0.137	2.5
f ₁	0.111	3.78×10^{-5}	0.111	2.5
g	0.002	8.94×10^{-7}	0.002	0.5
h	0.613	2.21×10^{-4}	0.613	2.5

由上表可知，1#探伤铅房屏蔽体外 30cm 处四周区域人员可达处最大剂量率为 0.488μSv/h，室顶外 30cm 处剂量率为 0.613μSv/h，均满足表 11-2 中各关注点参考剂量控制水平，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250—2014）要求。

(3) 2#探伤铅房

2#探伤铅房内探伤设备位置固定不变，该探伤室屏蔽预测参数见表 11-8，计算结果见表 11-9。

表11-8 2#探伤铅房屏蔽效果理论计算参数统计表

关注点	屏蔽厚度	距离(m)	H _{0I} (主射/散射) (μSv/h)	H _L (泄漏) (μSv·m ² / (mA·h))	B 主射/泄漏/散射透射因子
a	23mm 铅+4mm 钢	1.15	3.96×10^6	5×10^3	1.28×10^{-4} (泄漏) 6.82×10^{-9} (散射)
b	23mm 铅+4mm 钢	1.10	3.96×10^6	5×10^3	1.28×10^{-4} (泄漏) 6.82×10^{-9} (散射)
c	23mm 铅+4mm 钢	0.95	3.96×10^6	5×10^3	1.28×10^{-4} (泄漏) 6.82×10^{-9} (散射)
c ₁	24mm 铅当量	0.95	3.96×10^6	5×10^3	1.35×10^{-4} (泄漏) 5.30×10^{-9} (散射)
d	23mm 铅+4mm 钢	0.90	3.96×10^6	5×10^3	1.28×10^{-4} (泄漏) 6.82×10^{-9} (散射)

e	23mm 铅+4mm 钢	0.95	3.96×10^6	5×10^3	1.28×10^{-4} (泄漏) 6.82×10^{-9} (散射)
e ₁	24mm 铅当量	0.95	3.96×10^6	5×10^3	1.35×10^{-4} (泄漏) 5.30×10^{-9} (散射)
f	23mm 铅+4mm 钢	1.80	3.96×10^6	5×10^3	1.28×10^{-4} (泄漏) 6.82×10^{-9} (散射)
g	23mm 铅+4mm 钢	2.38	3.96×10^6	5×10^3	1.28×10^{-4} (泄漏) 6.82×10^{-9} (散射)
h	23mm 铅+4mm 钢	1.00	3.96×10^6	5×10^3	1.28×10^{-4} (泄漏) 6.82×10^{-9} (散射)

注：偏安全考虑，关注点距离均取距离屏蔽体最近的垂直距离；根据设备厂家提供的剂量率曲线图（见附件 7），320kV 的探伤设备 1 米处剂量率取 $1100 \mu\text{Gy/s}$ ，即 $3.96 \times 10^6 \mu\text{Sv/h}$ ，泄漏辐射铅 TVL=6.2mm，钢 TVL=22mm，散射辐射铅 TVL=2.9mm，钢 TVL=17mm。

表 11-9 2#探伤铅房屏蔽效果理论计算结果统计表

关注点	泄漏辐射至关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射至关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	关注点参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)
a	0.485	4.08×10^{-4}	0.485	2.5
b	0.531	4.46×10^{-4}	0.531	2.5
c	0.711	5.98×10^{-4}	0.712	2.5
c ₁	0.746	4.65×10^{-4}	0.746	2.5
d	0.792	6.67×10^{-4}	0.793	2.5
e	0.711	5.98×10^{-4}	0.712	2.5
e ₁	0.746	4.65×10^{-4}	0.746	2.5
f	0.198	1.67×10^{-4}	0.198	2.5
g	0.113	9.53×10^{-5}	0.113	1.25
h	0.642	5.40×10^{-4}	0.642	2.5

由上表可知，1#探伤铅房屏蔽体外 30cm 处四周区域人员可达处最大剂量率为 $0.793 \mu\text{Sv/h}$ ，室顶外 30cm 处剂量率为 $0.642 \mu\text{Sv/h}$ ，均满足表 11-1 中各关注点参考剂量控制水平，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250—2014）要求。

11.2.2 人员年有效剂量估算

人员受到的年有效剂量由下面公式进行计算：

$$H_E = H \times t \times T (mSv)$$

其中：

H_E : X 射线外照射人均年有效剂量当量, mSv;

H : 关注点的剂量当量率 H ($\mu\text{Sv/h}$);

t : 年工作时间, h;

T : 居留因子, 公众人员, T 值取1。

1、职业人员的年有效剂量估算

根据该公司提供的资料, 总装车间 1#车间 X 射线探伤室内两台 X 射线探伤机预计年累计出束最大时长 600 小时, 1#探伤铅房的 X 射线数字成像检测设备预计年出束最大时长 400 小时, 2#探伤铅房的 X 射线数字成像检测设备预计年出束最大时长 200 小时, 原锅筒车间的 X 射线探伤机使用的探伤机年累计出束时长 200 小时。

本项目辐射工作人员拟从原有辐射工作人员中调配 4 人(被调配的辐射工作人员不再从事其他辐射工作), 分为两个探伤组, 每组 2 人。第一组人员负责总装车间内 1#车间探伤室和 3#车间 1#探伤铅房的探伤作业, 第二组人员负责锅筒车间内 2#探伤铅房和南端原有探伤室的探伤作业, 且每个探伤组只同时运行一个探伤工作场所。

依据表 11-5、表 11-7、表 11-9 和锅筒车间原有探伤室监测报告(附件 3 表四), 职业人员工位处剂量率取相应屏蔽体外 30cm 四周区域人员可达关注点的最大剂量率, 预测职业人员年有效剂量, 偏安全考虑, 每组探伤作业全部由一人完成, 计算结果见表 11-10。

表 11-10 职业人员年有效剂量估算

保护目标名称		计算点剂量当量率 H ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子 T	受照时间 t (h)	年有效剂量 (mSv)		年剂量约束值 (mSv)
第一组人员	X 射线探伤室	0.803	1	600	0.482	0.677	5
	1#探伤铅房	0.488	1	400	0.195		
第二组人员	锅筒车间原探伤室	0.16	1	200	0.032	0.191	5
	2#探伤铅房	0.793	1	200	0.159		

通过计算可知, 由本项目引起的职业人员的年有效剂量最大值 0.677mSv/a, 小于职业人员年剂量约束值 5mSv/a, 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB

18871-2002) 的要求。

无损检测工作时, 职业人员应按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 要求, 佩戴个人剂量计进行跟踪性监测, 按时送检个人剂量计。公司加强对职业人员的个人剂量监测管理, 当个人年有效剂量接近5mSv时, 应及时告知本人, 并减少辐射工作量或为其调整工作岗位, 确保其年有效剂量不超过年剂量约束值。

2、公众人员的年有效剂量估算

根据表 11-5、表 11-7 和表 11-9 估算结果, 分别计算探伤工作场所周围公众人员年有效剂量, 计算参数及结果见表 11-11、表 11-12 和表 11-13。

表 11-11 X 射线探伤室周围公众人员年有效剂量估算

保护目标名称	计算点剂量 当量率 H ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	T	受照时间 t (h)	年有效剂量 (mSv)	年剂量 约束值 (mSv)
a 屏蔽体外 30cm 处(库房)	7.72×10^{-3}	1/5	600	9.26×10^{-4}	0.1
b 屏蔽体外 30cm 处(废气 锅炉房)	7.72×10^{-3}	1/40	600	1.16×10^{-4}	0.1
c 屏蔽体外 30cm 处	2.49×10^{-4}	1/4	600	3.74×10^{-5}	0.1
d 屏蔽体外 30cm 处	5.89×10^{-6}	1/4	600	8.84×10^{-7}	0.1
g 屏蔽体外 30cm 处 (资料室)	2.68×10^{-6}	1/4	600	4.02×10^{-7}	0.1
j 屏蔽体外 30cm 处	1.10×10^{-5}	1/4	600	1.65×10^{-6}	0.1
k 进出件防护门外30cm处 (车间内)	0.803	1/8	600	0.060	0.1

由上表可知, 本项目公众人员年有效剂量最大值为 0.060mSv/a, 小于公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a, 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求。

表 11-12 1#探伤铅房周围公众人员年有效剂量估算

保护目标名称	计算点剂量 当量率 H ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	T	受照时间 t (h)	年有效剂量 (mSv)	年剂量 约束值 (mSv)
a 屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	0.257	1/4	400	0.026	0.1
a ₁ 铅胶帘外 30cm 处 (车间内)	0.030	1/8	400	0.001	0.1

b	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	0.263	1/4	400	0.026	0.1
c	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	0.257	1/4	400	0.026	0.1
c ₁	铅胶帘外 30cm 处 (车间内)	0.030	1/8	400	0.001	0.1
d	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	0.488	1/4	400	0.049	0.1
e	防护门外 30cm 处 (车间内)	0.307	1/8	400	0.015	0.1
g	屏蔽体外焊缝工位 (车间内)	0.002	1	400	8.00×10^{-4}	0.1
h	屏蔽体外 30cm 处 (室顶外)	0.613	1/40	400	0.006	0.1

由上表可知，本项目公众人员年有效剂量最大值为 0.049mSv/a，小于公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求。

表 11-13 2#探伤铅房周围公众人员年有效剂量估算

保护目标名称		计算点剂量 当量率H ($\mu\text{Sv/h}$)	T	受照时 间 t (h)	年有效剂量 (mSv)	年剂量 约束值 (mSv)
a	防护门外 30cm 处 (车间内)	0.485	1/8	200	0.012	0.1
b	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	0.531	1/4	200	0.027	0.1
c	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	0.712	1/4	200	0.036	0.1
c ₁	铅胶帘外 30cm 处 (车间内)	0.746	1/8	200	0.019	0.1
d	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	0.793	1/4	200	0.040	0.1
e	屏蔽体外 30cm 处 (车间内)	0.712	1/4	200	0.036	0.1
e ₁	铅胶帘外 30cm 处 (车间内)	0.746	1/8	200	0.019	0.1
g	屏蔽体外焊接工位 (车间内)	0.113	1	200	0.023	0.1
h	屏蔽体外 30cm 处 (室顶外)	0.642	1/40	200	0.003	0.1

由上表可知，本项目公众人员年有效剂量最大值为 0.040mSv/a，小于公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

（GB18871-2002）的要求。

由于总装车间内 1#车间的 X 射线探伤室北侧评价范围与 3#车间的 1#探伤铅房南侧的评价范围有交集，该区域公众成员的可能受到两个探伤设备 X 射线的叠加影响，偏安全考虑，取 X 射线探伤室外北侧公众成员年有效剂量最大值（k 点）与 1#探伤铅房外南侧公众成员年有效剂量最大值（b 点）进行叠加，作为该区域公众成员的年有效剂量。依据表 11-11 和表 11-12，计算结果为 0.086mSv/a（ $0.060+0.026=0.086$ ），小于公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

综上所述，本项目探伤室的屏蔽效果，可以满足正常工作时的辐射防护要求，其屏蔽能力符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250—2014）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.2.3 其他影响分析

本项目使用 X 射线探伤设备进行产品无损检测，设备运行过程中不产生放射性废气、废液、固体废物。

X 射线探伤设备工作时，X 射线使空气电离会产生少量的臭氧和氮氧，本项目探伤室内设计了机械通风装置，有效通风次数大于 3 次/小时。

本项目工作人员产生少量生活污水和生活垃圾。本项目不新增工作人员，在单位内部调剂，生活污水和生活垃圾的产生量不增加。工作人员产生的生活污水排入市政管网，生活垃圾由市政环卫部门收集处置。

11.3 事故影响分析

根据本项目无损检测过程中的实际情况分析，其事故类别主要归纳为：

（1）仪器故障：可能发生的事为 X 射线机漏射线指标达不到《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定的要求，或 X 射线探伤设备故障以及控制系统失灵，出现异常曝光可致人员受到一定的照射剂量，造成工作人员不必要的照射。

（2）X 射线探伤设备在对工件进行照射出束的工况下，门-机联锁失效，工作人员误入探伤室，使其受到额外的照射。

（3）X 射线探伤设备工作时，铅防护门未完全关闭或损坏，至 X 射线泄漏到探伤室外面，给周围活动的人员造成不必要的照射。

(4) 有人员未撤离探伤室，即开机出束致人员受到 X 线照射。

(5) X 射线探伤设备丢失，误开机出束对公众人员的照射。

11.4 事故风险防范措施

(1) 定期对设备进行维护、维修，出现异常情况应立即关闭电源或按下应急开关。规范工作秩序，严格执行《仪器操作规程》和《安全管理制度》，放射防护管理小组定期检查安全规章和制度落实情况，发现问题及时纠正。

(2) 定期检查探伤室的辐射防护设施，保证门机安全联锁、急停开关和警示灯等工作有效。

(3) 防护门处设置电离辐射警示标志、中文警告说明和工作状态指示灯。每次探伤前对铅门和警示装置进行检查，确定防护设施安全有效。

(4) 每次探伤前，应对探伤室内进行检查，确保无人停留。

(5) X 射线探伤设备及探伤室防护门上锁，防止设备被盗。

(6) 从事 X 射线探伤的工作人员必须经过有关部门的专业培训，具备上岗资格证，业务熟练。

(7) 一旦发生事故立即启动事故应急预案，及时上报监管部门。

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 管理机构

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及生态环境主管部门的要求，该单位已成立辐射安全管理领导小组，要求该机构内职责清晰，任务明确，能满足辐射安全与环境保护管理机构的设置要求。辐射安全管理领导小组职责主要应包括：

- (1) 全面负责本单位辐射安全管理工作；
 - (2) 认真学习贯彻国家相关法律法规、标准，制定本单位辐射安全管理制度并检查监督实施；
 - (3) 负责辐射工作人员的法规教育和辐射安全与防护相关知识培训；
 - (4) 检查安全环保设施，开展环境监测，对本单位安全防护情况进行年度评估；
 - (5) 安排辐射工作人员个人剂量检查和健康体检，并做好档案管理工作；
 - (6) 编制辐射事故应急预案，并妥善处理有可能发生的辐射事故；
- 定期向生态环境主管部门报告工作，接受监督检查。

12.1.2 辐射技术能力

本项目拟配备 4 名辐射工作人员（在公司内部调剂），已参加“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”学习，经考核合格，做到持证上岗。

该单位已制定辐射工作人员培训计划，上岗前以及项目运行后定期进行单位内部培训，并进行实习和演练，培育企业安全文化，使辐射工作人员熟悉掌握辐射防护知识，了解所操作的X射线探伤机基本结构和性能特点，并了解易出的事故和误操作的可能性，正确合理使用X射线探伤机，严格按照安全操作规程行事，自觉遵守规章制度。

12.2 辐射安全管理规章制度

哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司为了保证辐射安全，保障工作人员和公众的身体健康，已制定《放射性事故应急处置方案》、《辐射人员岗位职责》、《辐射防护与安全保卫制度》、《辐射工作人员培训制度》、《X射线机操作规程》、《放射装置定期检查与维护制度》、《防止误操作或意外照射的安全措施》和《辐

射环境监测方案》等规章制度，能够满足原有探伤室辐射安全管理要求。

12.3 辐射监测

按照《黑龙江省辐射污染防治条例》中第十六条和第十八条的要求制定监测计划，包括辐射工作场所监测计划、辐射工作人员个人剂量监测计划和职业健康体检计划，建立个人剂量档案和健康档案，由该单位档案室专人进行管理。定期对探伤环境进行辐射监测，对发现的隐患，应及时整改，监测数据每年年底向省生态环境厅和当地生态环境局上报备案。

本项目在运行期的辐射监测项目分为个人剂量监测和工作场所及周围环境监测。

12.3.1 个人剂量监测

该单位应对辐射工作人员开展个人剂量监测，严格按照要求建立个人剂量监测档案，由专人管理。按每年不少于四次的频度（每季度一次）委托有资质的放射防护技术服务机构承担个人剂量常规监测，单位有专职人员配合委托单位及时发放个人剂量计并建立个人剂量档案，对职业照射个人剂量档案终身保存。

工作人员除正确佩戴个人剂量计外，还应当携带个人剂量报警仪。

12.3.2 工作场所及周围环境监测

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。该单位已配置一台便携式剂量仪，严格按照操作方法进行操作，并定期进行检定。

(1) 监测仪器：便携式 X- γ 剂量率仪

(2) 监测方案

按照国家相关法律、法规和标准的要求，结合企业实际情况制定辐射环境监测方案如表 12-1。监测记录应清晰、完整，并纳入档案管理。

表 12-1 辐射环境监测计划表

项目	监测点位	监测内容	频率
探伤室	巡测探伤室周围的剂量率水平	周围剂量当量率	每 3 个月由本公司自行监测 1 次，每年由有资质单位监测 1 次
	探伤室门外 30cm 离地面高度 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点及门缝四周		
	操作台		
	探伤室四周墙外 30cm，高 1m 处		

12.3.3职业健康检查

公司应组织所有探伤工作人员进行上岗前的职业健康体检，合格者才能上岗；开展探伤工作后，应定期开展职业健康体检（不少于1次/2年）；探伤工作人员离岗时也应进行职业健康体检，公司应建立辐射工作人员职业健康监护档案并终身保存，并有专人负责管理。

12.4 辐射事故应急

公司根据《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》等法律法规的要求，对可能产生的辐射事故已制定应急预案，应急预案内容包括：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (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) 应急演练计划；
- (4) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (5) 辐射事故调查、报告和处理程序，应急人员联系方式。

依据国家相关法律法规、标准，不断进行补充修改、完善，使应急预案更具有操作性、可行性。同时加强辐射应急预案演练，提高事故应急处置能力，并将辐射应急演练资料存档。

发生辐射事故时，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。单位将每年至少组织一次应急演练。

12.5 竣工环境保护验收内容

本项目建议竣工环境保护验收内容见表12-2。

表 12-2 竣工环境保护验收内容一览表

验收内容	验收要求
剂量管理约束值	公众，职业照射剂量约束值分别满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)不大于 0.1mSv/a 和 5mSv/a 的要求；

布局 and 屏蔽设计	探伤工作场所实行分区管理，将探伤室划为控制区，将探伤室四周 1 米合围区域及控制室划分为监督区；探伤室屏蔽体外关注点的周围剂量当量率，符合《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250—2014）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的参考控制水平要求；
辐射安全设施	探伤室实体屏蔽，设置铅防护门，门-机联锁，设置工作状态指示灯和辐射警告标识、紧急停机开关；安装固定式辐射探测报警装置、监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器；探伤室设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区，有效通风换气次数应不小于 3 次/h；
辐射防护用品及监测设备	配备便携式辐射监测仪，为辐射工作人员配置个人剂量计和个人剂量报警仪；
辐射监测	有满足管理要求的辐射监测制度，定期开展职业健康体检，按季度开展个人剂量常规监测，建立职业人员健康档案和个人剂量档案；
规章制度	成立辐射防护管理组织、制定辐射相关规章制度；
人员培训	辐射工作人员参加“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”学习，经考核合格后上岗；
应急预案	辐射事故应急预案符合工作实际，应急预案明确应急处理组织机构及职责，处理原则，信息传递，处理程序和处理技术方案等，配备必要的应急器材、设备。针对使用射线装置过程中可能存在的风险，建立应急预案，落实必要的应急装备，组织进行辐射事故应急演练。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 产业政策符合性分析

本项目建设属于《产业结构调整指导目录（2024年本）》中鼓励类第三十一项“科技服务业”中第1条“检验检测服务”，符合产业政策要求。

13.1.2 实践正当性

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“4.3.1 实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司 X 射线探伤项目使用 4 台 X 射线探伤设备用于焊缝质量无损检测，确保工件使用安全，该项目建设有利于发展社会经济，为企业和社会带来的利益远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害。因此，该项目符合《电离辐射防护与辐射安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的要求。

13.1.3 建设内容

哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司拟在总装车间1#车间内南侧新建1间X射线探伤室及配套的操作室等附属用房，新增使用2台X射线探伤机；拟在总装车间3#车间内北侧安装1#探伤铅房，新增使用1台X射线数字成像检测设备，配套新建1个操作室；拟在厂区北侧锅筒车间内中部安装2#探伤铅房，使用既有的1台X射线数字成像检测设备（原工业CT），配套新建1个操作室。本项目共使用4台X射线探伤设备，均属于II类射线装置，用于对锅筒、水冷壁及锅炉焊管对接焊缝进行无损检测。

13.1.4 辐射环境现状评价

由黑龙江沅淳环保科技有限公司提供的监测报告可知：拟建探伤室所在区域以及周围区域敏感目标各监测点的 X- γ 辐射空气吸收剂量率处于黑龙江省天然 γ 辐射空气吸收剂量率范围内，监测结果未见异常。

13.1.5 辐射安全与防护

探伤室实行实体屏蔽、分区管理、设置门-机联锁装置、指示灯、电离辐射

警告标识、机械通风等装置，探伤室内和控制室操作台设置紧急停机按钮，并建立了相关的规章制度。

本项目探伤室的屏蔽设计、防护措施及管理要求满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)、《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)和《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)等相关要求。

13.1.6 辐射环境影响分析

根据探伤室的辐射安全防护屏蔽理论计算结果分析，项目建成最大运行工况下，对关注点屏蔽体表面 30cm 处的周围剂量率均满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)和《工业 X 射线探伤机室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)规定的限值要求。

本项目辐射工作人员和公众所受的年有效剂量分别低于剂量约束限值 5mSv/a和0.1mSv/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。

13.1.7 辐射安全管理制度

该公司已设置专门的辐射安全管理机构，已制定操作规程、维修制度、人员培训计划、辐射事故应急预案等相关规章制度，建立个人剂量档案和健康档案等，符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定。

13.1.8 可行性分析结论

综上所述，哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司 X 射线探伤项目使用 4 台 X 射线探伤设备，用于钢管焊缝质量无损检测，符合国家产业政策以及“实践的正当性”的要求。只要严格落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射管理计划，该项目对工作人员、公众和周围环境的辐射影响就可以控制在国家允许的标准范围之内。

因此，从辐射安全和环境保护角度，哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司 X 射线探伤项目的建设是可行的。

13.2 建议和承诺

(1) 落实环评及批复提出的管理措施和辐射防护措施要求，不断完善相应的辐射管理制度、环境监测计划和事故应急预案。

(2) 从事探伤工作人员，应定期参加辐射安全培训。持续做好辐射工作人

员的个人剂量监测、健康体检和环境水平监测工作，建立健全个人剂量档案和健康档案，监测结果报生态环境部门备案，并接受其定期监督和监测。

(3) 及时办理辐射安全许可证相关事项。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公章

经办人

年 月 日

审批意见

公章

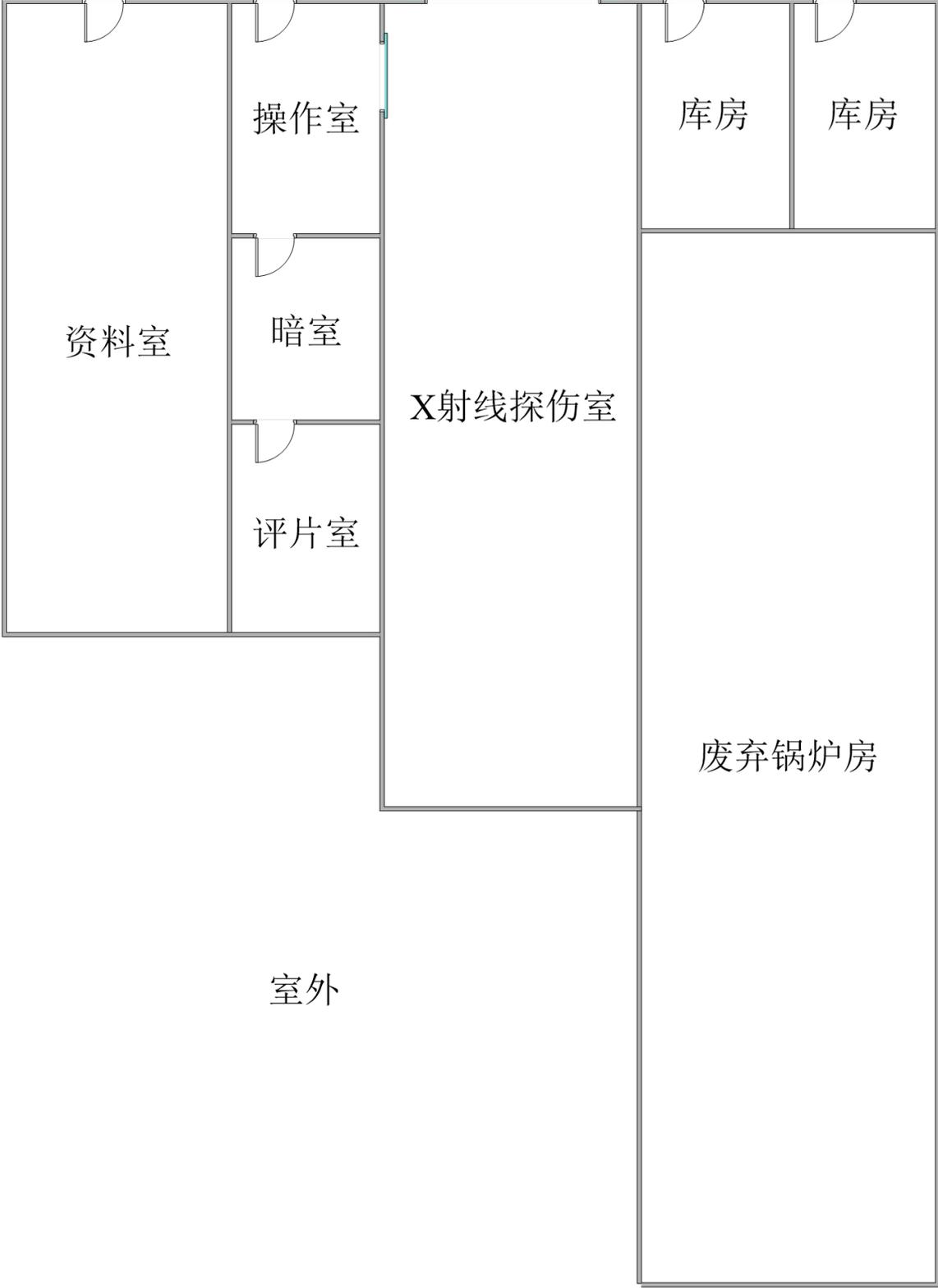
经办人

年 月 日

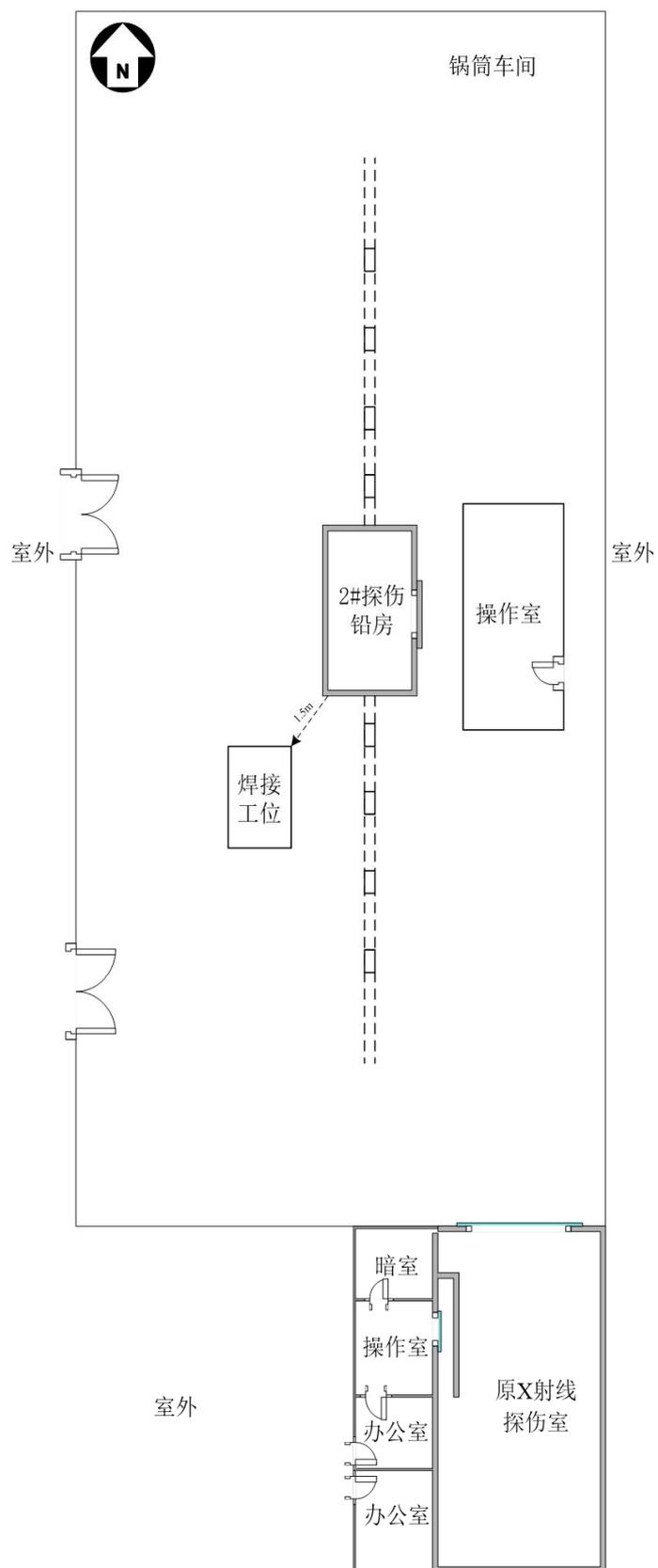
附图2：X射线探伤工作场所平面布置图



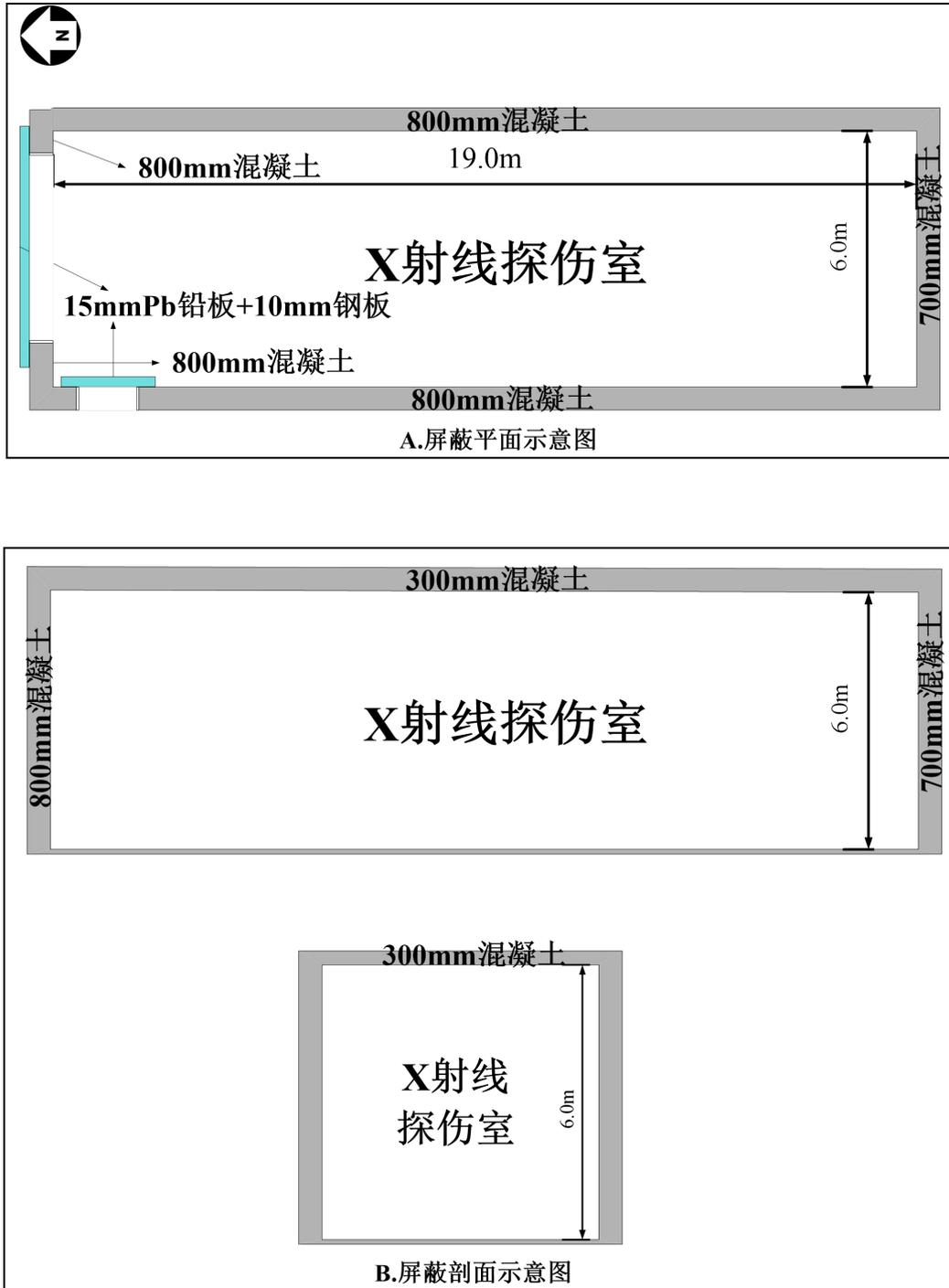
总装车间1#车间内



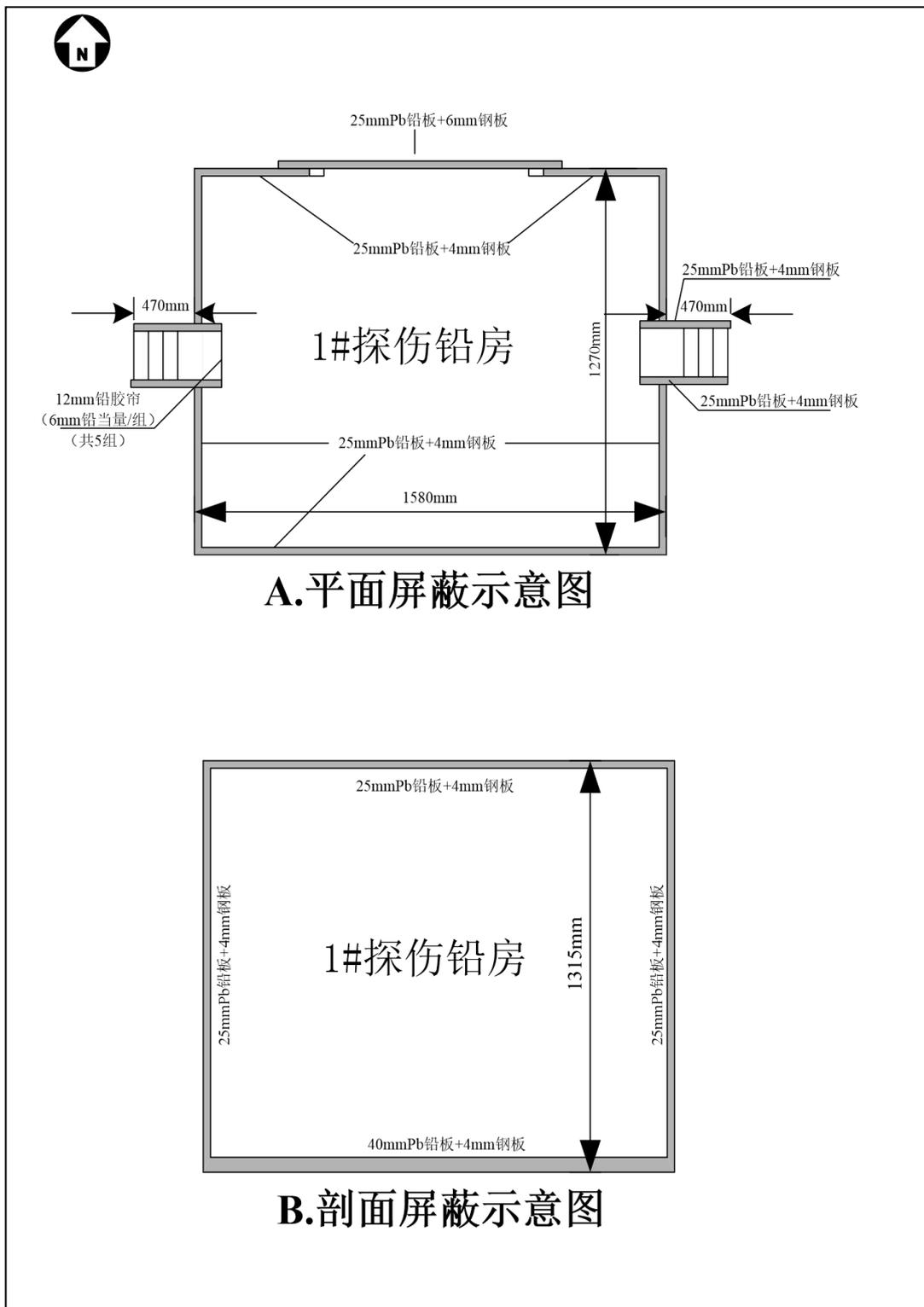
附图4 2#探伤铅房平面布置图



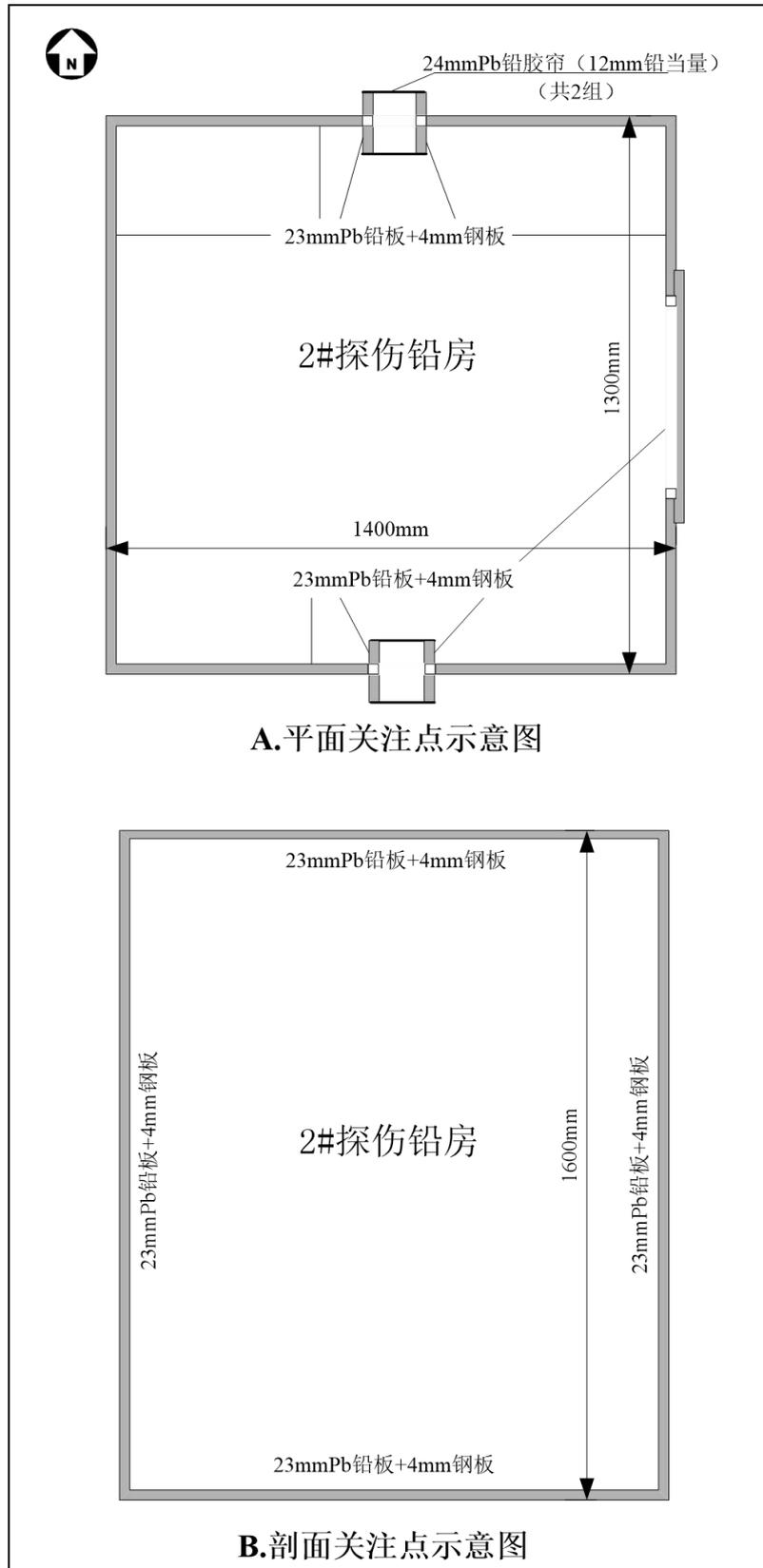
附图 5 探伤室屏蔽防护示意图



(1) X射线探伤室屏蔽防护示意图



(2) 1#探伤铅房屏蔽防护示意图



(3) 2#探伤铅房屏蔽防护示意图

附件 1 辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定,经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司		
地 址	黑龙江省哈尔滨市道外区哈东路313号		
法定代表人	徐在山	电话	0451-57681537
证件类型	身份证	号码	230104194305140613
涉 源 部 门	名 称	地 址	负责人
	联箱探伤室	黑龙江省哈尔滨市道外区哈东路313号	白国岩
	锅筒探伤室	黑龙江省哈尔滨市道外区哈东路313号	白国岩
种类和范围	使用 II 类放射源; 使用 II 类射线装置。		
许可证条件			
证书编号	黑环辐证[00248]		
有效期至	2024 年 08 月 04 日		
发证日期	2021 年 12 月 22 日 (发证机关章)		



序号	活动种类和范围						使用台账					
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量	数量单位 (台/套)	持有数量	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数 (最大)	生产厂家
1	厂区北侧锅筒车间	工业用X射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II类	使用	1	台	1	工业CT	CF320-HP	607099	管电压 320 kV 管电流 15 mA	兰州瑞奇戈德测控技术有限公司
2		工业用X射线探伤装置	II类	使用	9	台	9	X射线探伤机	XXH2505	10084	管电压 250 kV 管电流 5 mA	丹东工业探伤机厂
								X射线探伤机	XXQ-3005	09095	管电压 300 kV 管电流 5 mA	丹东荣华射线探伤机厂
								X射线探伤机	XXG3005	4881	管电压 300 kV 管电流 5 mA	丹东射线仪器有限公司
								X射线探伤机	XXG-3505	16801	管电压 350 kV 管电流 5 mA	丹东工业探伤机厂
								X射线探伤机	XXG-2505	10146	管电压 250 kV 管电流 5 mA	丹东荣华射线探伤机厂
								X射线探伤机	XXG-3505	16802	管电压 350 kV 管电流 5 mA	丹东工业探伤机厂
								X射线探伤机	XXH-3005	09094	管电压 300 kV 管电流 5 mA	丹东荣华射线探伤机厂
								X射线探伤机	XXG-3005	181165	管电压 300 kV 管电流 5 mA	丹东工业探伤机厂
								X射线探伤机	XXG3005	15686	管电压 300 kV 管电流 5 mA	丹东工业探伤机厂

附件 2 原有环评批复及验收文件

黑龙江省环境保护厅

黑环函〔2009〕239号

关于哈尔滨红光锅炉总厂 辐射环境影响报告表的批复

哈尔滨红光锅炉总厂：

你单位报送的《哈尔滨红光锅炉总厂辐射环境影响报告表》（以下简称“报告表”）收悉，根据国家相关法律、法规的要求，经过审查，现批复如下：

一、你单位核技术利用项目为使用Ⅱ类射线装置5台分别是1台XY-4510型、2台XXG3005型、1台XXH2505型、1台XXH2005型射线机并拟购1台YG-192型含¹⁹²IrⅡ类放射源的伽玛射线探伤机。主要用于锅炉及配件的探伤检测，以保障所生产加工的锅炉和配件的质量。新建探伤室用于伽玛射线探伤，顶棚采用钢板加内涂SFT射线防护涂料。棚高6米，四面墙体均为960mm的砖混结构，内涂防护涂料。

根据你单位提供的资料，报告表对你单位核技术利用项目及环境概况介绍清楚，评价方法符合国家辐射安全相关标准，通过布点监测对辐射安全防护评估结论可信，我厅同意你公司按照报告表所列探伤装置型号、地点及采取的辐射安全防护措施开展探伤工作。

二、在开展核技术利用工作中要做好以下工作：

（一）洗片室要设专门通道，探伤室屏蔽应充分考虑有用线束照射的方向和范围、装置的工作负荷及室外情况。屏蔽墙设计

应满足公众剂量约束值 0.3mSv/a ，探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

(二) 安装门-机联锁安全装置和照射信号指示器，并保证门-机连锁装置的良好运行，做到探伤时所有门打不开，开门即关闭探伤机，严格防止发生误照射的辐射事故。

(三) 在操作现场进行探伤工作的人员必须佩带 TLD 个人剂量元件和个人剂量报警仪，并定期向有资质单位送检个人剂量计，建立个人剂量档案。

(四) 加强对放射性工作人员的培训，提高人员的辐射安全意识和业务水平，所有上岗人员须经过辐射安全和辐射防护知识培训、持证上岗。

(五) 定期对辐射项目的安全防护设施进行检查，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》四十二条规定，每年 1 月 31 日前向哈尔滨市环境保护局上报你单位辐射工作安全和防护状况的年度评估报告。

(六) 由哈尔滨市环境保护局负责项目运行期间环境保护监督管理。你单位应在本项目批复后 20 日内将省环保厅批复文件和项目环评报告表送至哈尔滨市环境保护局，并接受地方环保局日常监督管理。

二〇〇九年七月二十日

主题词：环保 辐射 锅炉 报告表 批复

抄送：哈尔滨市环保局

黑龙江省环境保护厅办公室

2009 年 7 月 20 日印发

黑龙江省环境保护厅

黑环审〔2014〕129号

关于哈尔滨红光锅炉总厂 有限责任公司 X 射线探伤室核技术应用 项目环境影响报告表的批复

哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司：

你单位报送的《哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司 X 射线探伤室核技术应用项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）收到。经审查，现批复如下：

一、项目主要建设内容为新建 1 间 X 射线探伤室，位于哈尔滨市道外区哈东路 313 号，哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司厂区北侧锅筒车间南侧，拟使用丹东工业探伤机厂生产的 XXG-3005 型（定向）X 射线探伤机 1 台、XXH-3005 型（周向）X 射线探伤机 1 台和 XXQ-3005 型（定向）X 射线探伤机 1 台，最高管电压为 300 千伏，最高输出电流为 5 毫安，属 II 类射线装置，用于 X 射线探伤。《报告表》中工程内容描述清楚，在落实各项环境保护措施后，对环境影响很小的结论可信。根据国家有

关法律、法规和环境标准，同意你单位按照《报告表》中所列建设项目的性质、规模、地点、采用的建设方案、辐射安全防护措施进行项目建设。

二、项目建设和运行中应重点做好以下工作：

(一) 新建探伤室必须安装门-机安全联锁装置、照射信号指示器，设置电离辐射警示标识，项目运行期间应定期对其检修维护，保证其良好运行。

(二) 探伤室建成后，其屏蔽墙外 30 厘米处空气比释动能率不应大于 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

(三) 洗片过程中产生的废显影液、定影液及废胶片等危险废物必须与有危险废物经营许可证的单位签订回收协议并定期送贮，不得擅自处理、排放。

(四) 探伤室运行后，探伤作业人员工作时必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，每季度向有资质单位送检个人剂量计并建立个人剂量档案。

(五) 项目运行前须办理辐射安全许可证增项。建立健全各项辐射安全管理规章制度、安全防护措施和辐射事故应急预案；探伤作业人员须通过辐射安全和辐射防护知识培训，持证上岗。

(六) 按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》

第四十二条规定，每年1月31日前向原辐射安全许可证发放机关上报你单位辐射工作安全和防护状况的年度评估报告。

三、项目的辐射安全防护设施要与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。按照《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的有关规定办理环境保护验收手续，验收合格后方可投入正式运行。

四、哈尔滨市环境保护局负责项目建设和运行期间环境保护监督管理工作。


黑龙江省环境保护厅
2014年6月14日

抄送：哈尔滨市环境保护局，黑龙江省开拓辐射技术开发有限公司。

黑龙江省环境保护厅办公室

2014年6月16日印发

— 3 —

黑龙江省生态环境厅

黑环审〔2019〕61号

关于哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司 管子探伤室项目环境影响报告表的批复

哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司：

你单位《关于申请审批哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司管子探伤室项目环境影响评价文件的函》及附送的《哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司管子探伤室项目项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）收悉。依据省生态环境技术保障中心《关于哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司管子探伤室项目环境影响报告表的技术评估报告》（评估 201956），经研究，批复如下：

一、该项目位于哈尔滨市道外区哈东路 313 号。拟在塔筒车间利用原预留房间建设 1#、2#探伤室，在小管车间利用原预留房间建设 3#、4#探伤室，并在 1#、2#、4#探伤室内各安装一台探伤机，3#探伤室安装一台工业 CT。以上装置均属 II 类射线装置，用于工业探伤。

该项目建设在全面落实《报告表》提出的各项生态环境保护措施的前提下，可以满足国家生态环境保护相关法规和标准要求。我厅原则同意该环境影响报告表。

二、你单位应认真落实《报告表》所提出的辐射污染防治措

施，确保工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相应的剂量限值要求。

三、项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按照规定进行环境保护竣工验收。

四、环境影响报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或者辐射防护措施发生重大变动的，应当重新报批该项目的环境影响报告表。自环境影响报告表批复文件批准之日起，如超过5年方决定开工建设的，环境影响报告表应当重新审核。

五、哈尔滨市生态环境局负责该项目生态环境保护事中事后监管。

六、你单位应在接到本批复后20日内，将批准后的《报告表》送至哈尔滨市生态环境局，并按规定接受各级生态环境主管部门的日常监督检查。

黑龙江省生态环境厅

2019年11月29日

抄送：哈尔滨市生态环境局，省辐射环境监督站。

黑龙江省生态环境厅办公室

2019年11月29日印发

附件 3 现状监测报告



200812050870

黑龙江泮淳环保科技有限公司

监 测 报 告

黑淳检字【2024】0617-04 号

监测项目：_____ X-γ 辐射空气吸收剂量率 _____

委托单位：_____ 哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司 _____

监测类别：_____ 委托监测 _____

报告日期：_____ 2024 年 6 月 17 日 _____



说 明

- 1、 报告无本单位测试报告专用章、骑缝章、章无效。
- 2、 复制报告未重新加盖本单位测试报告专用章无效。
- 3、 报告涂改无效。
- 4、 自送样品的委托测试，其监测结果仅对来样负责；对不可复现的监测项目，结果仅对采样（或监测）当时所代表的时间和空间负责。
- 5、 对监测报告如有异议，请于报告发出之日起的两个月之内以书面形式向本站提出，逾期不予受理。

单位名称：黑龙江沅淳环保科技有限公司 电 话：13204518562

单位地址：哈尔滨市道外区临堤街 55-1 号 传 真：0451-88989548

邮政编码：150001 电子邮件：fengchunhuanbao@163.com

监测报告

监测项目	X-γ辐射空气吸收剂量率		
委托单位	哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司		
监测类别	委托监测	监测方式	现场监测
委托日期	2024年6月2日	监测日期	2024年6月5日
监测温度	室内温度21℃	监测湿度	室内37%RH
监测地点	哈尔滨市道外区哈东路313号		
监测仪器	仪器名称	环境监测用X、γ辐射空气比释动能率仪	
	规格型号	PN98	
	测量范围	10nGy/h-100μGy/h	
	仪器检定有效日期	2024年6月15日	
监测方法	《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)。		
监测结果	监测结果见附表1		
监测布点	监测布点示意图见附图1		
监测结论	<p>一、总装车间1#车间X射线探伤室所在区域及周围区域X-γ辐射空气吸收剂量率监测结果为：0.10~0.12μGy/h；二、总装车间3#车间1#探伤铅房所在区域及周围区域X-γ辐射空气吸收剂量率监测结果为：0.10~0.12μGy/h；三、锅筒车间2#探伤铅房所在区域及周围区域X-γ辐射空气吸收剂量率监测结果为：0.10~0.11μGy/h；四、原X射线探伤室所在区域X-γ辐射空气吸收剂量率监测结果为：0.13~0.15μGy/h。</p> <p style="text-align: right;">(检验检测专用章) 2024年6月17日</p>		

报告编写人：

刘为列

审核人：

王娟娟

授权签字人：

刘为列

授权日期：2024年6月17日

附表 1

一、X- γ 辐射空气吸收剂量率监测结果表单位: $\mu\text{Gy/h}$

监测点位置		R		平均值	标准差
		min	max		
X 射线探伤机	1*人员进出门外 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	2*西墙外中间 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	3*西墙外中间 30cm 处	0.11	0.12	0.12	0.01
	4*西墙外南侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	5*南墙外西侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	6*南墙外中间 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	7*南墙外东侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	8*东墙外南侧 30cm 处	0.10	0.12	0.11	0.01
	9*东墙外中间 30cm 处	0.11	0.12	0.12	0.01
	10*东墙外北侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	11*北墙外东侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	12*进件门外 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	13*北墙外西侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	14*探伤室内监测点	0.10	0.12	0.11	0.01
	15*探伤室内监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
	16*探伤室内监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
	17*探伤室内监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
	18*零件库监测点	0.10	0.12	0.11	0.01
	19*库房监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
	20*废弃锅炉房监测点	0.10	0.12	0.11	0.01
	21*办公房监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
	22*办公区监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
	23*车库监测点	0.10	0.11	0.11	0.01

第 4 页 共 13 页

黑浮检字【2024】0617-04号

	24*卫生间监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
	25*总装车间 1#车间监测点	0.10	0.12	0.11	0.01
	26*总装车间 2#车间监测点	0.11	0.12	0.12	0.11
	27*曙光华丰嘉园 3 栋监测点	0.10	0.12	0.11	0.01
	28*曙光华丰嘉园 5 栋监测点	0.10	0.11	0.10	0.01

注：上述数据已乘校正因子 N0(N0=1.01)，未扣除本底值；

二、X-γ辐射空气吸收剂量率监测结果表

单位：μGy/h

监测点位置		R		平均值	标准差
		min	max		
1#探伤铅房 X射线数字成 像检测设备	1*西墙外北侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	2*西墙外中间 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	3*西墙外南侧 30cm 处	0.10	0.12	0.11	0.01
	4*南墙外西侧 30cm 处	0.11	0.12	0.12	0.01
	5*南墙外中间 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	6*南墙外东侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	7*东墙外南侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	8*东墙外中间 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	9*东墙外北侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	10*北墙外东侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	11*进出门外 30cm 处	0.10	0.12	0.11	0.01
	12*北墙外西侧 30cm 处	0.11	0.12	0.12	0.01
	13*探伤铅房内监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
	14*探伤铅房内监测点	0.10	0.12	0.11	0.01
	15*探伤铅房内监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
	16*探伤铅房内监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
	17*操作室监测点	0.10	0.11	0.10	0.01

第 5 页 共 13 页

黑浑检字【2024】0617-04号

	18*总装车间 1#车间监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
	19*总装车间 2#车间监测点	0.11	0.12	0.11	0.01
	20*总装车间 3#车间监测点	0.11	0.12	0.12	0.01
	21*总装车间 4#车间监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
	22*总装车间 5#车间监测点	0.11	0.12	0.11	0.01
	23*总装车间 6#车间监测点	0.11	0.12	0.11	0.01

注：上述数值已乘校正因子 NO(N0=1.01)，未扣除本底值；

三、X-γ辐射空气吸收剂量率监测结果表

单位：μGy/h

监测点位置		R		平均值	标准差
		min	max		
2#探伤铅房 X射线数字成像检测设备	1*西墙外北侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	2*西墙外中间 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	3*西墙外南侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	4*南墙外西侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	5*南墙外中间 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	6*南墙外东侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	7*东墙外南侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	8*进出门外 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	9*东墙外北侧 30cm 处	0.10	0.12	0.11	0.01
	10*北墙外东侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	11*进件门外 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	12*北墙外西侧 30cm 处	0.10	0.11	0.10	0.01
	13*探伤铅房内监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
	14*探伤铅房内监测点	0.10	0.12	0.11	0.01
	15*探伤铅房内监测点	0.10	0.11	0.11	0.01
	16*探伤铅房内监测点	0.10	0.11	0.10	0.01

黑淳检字【2024】0617-04号

	17*操作室监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
	18*室外空地监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
	19*钢筒车间监测点	0.11	0.12	0.12	0.01
	20*空地监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
	21*办公室监测点	0.10	0.11	0.10	0.01
	22*管子车间监测点	0.11	0.11	0.11	0.01
	23*钢筒车间监测点	0.11	0.12	0.11	0.01

注：上述数值已乘校准因子 N0(N0=1.01)，未扣除本底值；

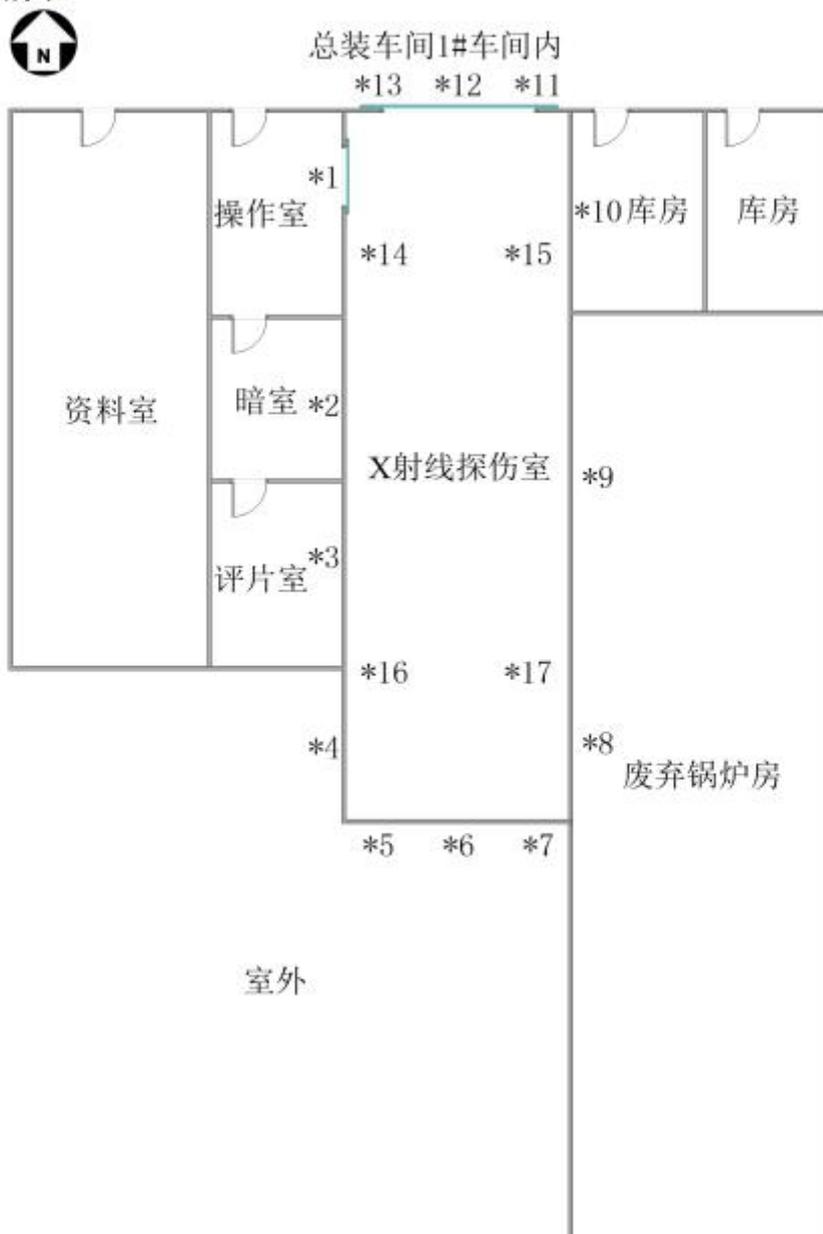
四、X-γ辐射空气吸收剂量率监测结果表

单位：μGy/h

监测点位置		R		平均值	标准差
		min	max		
原场所探伤机 XXG-3505	1*人员进出门外 30cm 处	0.14	0.16	0.15	0.01
	2*西墙外 30cm 处	0.13	0.14	0.14	0.01
	3*西墙外 30cm 处	0.13	0.14	0.13	0.01
	4*进件门外 30cm 处	0.15	0.17	0.16	0.01

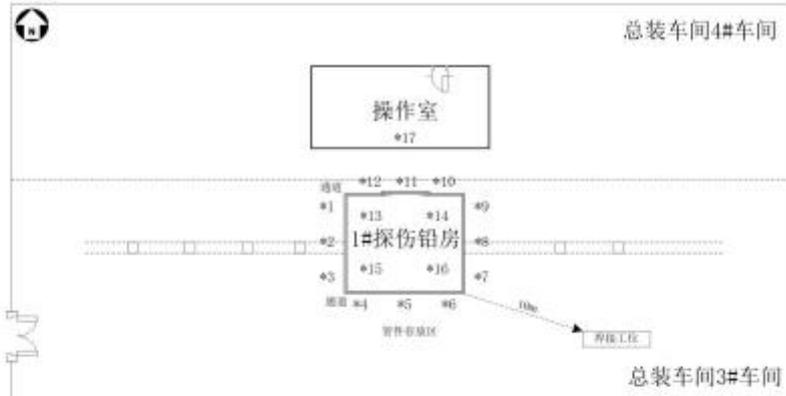
注：上述数值已乘校准因子 N0(N0=1.01)，未扣除本底值；工况：电压 300kV、电流 5mA

附图 1

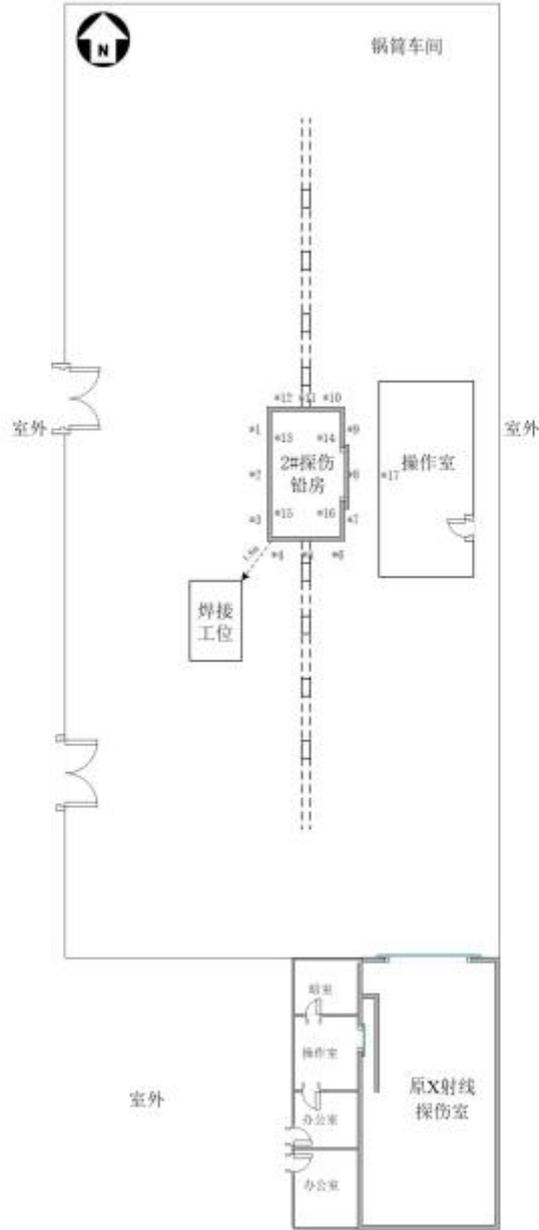




一、监测布点示意图

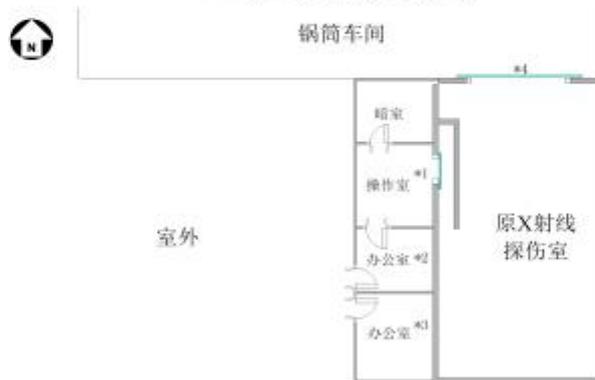


二、监测布点示意图





三、监测布点示意图



四、监测布点示意图

注：*为监测点。

监测员：刘为利

记录员：王子涵

以下空白



附件 4 关于探伤室屏蔽及工况的说明

关于探伤室屏蔽及使用工况的说明

我公司拟在总装车间 1# 车间新建 1 间 X 射线探伤室，新增使用 2 台 X 射线探伤机，两台探伤机不同时使用；拟在总装车间 3# 车间安装 1# 探伤铅房，新增使用 1 台 X 射线数字成像检测系统；拟在厂区北侧锅筒车间安装 2# 探伤铅房，使用既有的 1 台 X 射线数字成像检测系统（原工业 CT）。

本项目 X 射线探伤室内两台 X 射线探伤机预计年累计出束最大时长 600 小时，1# 探伤铅房的 X 射线数字成像检测系统预计年出束最大时长 400 小时，2# 探伤铅房的 X 射线数字成像检测系统预计年出束最大时长 200 小时，原锅筒车间的 X 射线探伤机使用的探伤机年累计出束时长 200 小时。

本项目探伤室辐射屏蔽设计一览表

位置		屏蔽措施
总装车间 1# 车间 X 射线 探伤室	东墙	800mm 混凝土
	南墙	700mm 混凝土
	西墙	800mm 混凝土
	北墙	800mm 混凝土
	顶棚	300mm 混凝土
	进出件防护门	15mmPb 铅板+10mm 钢板
	迷路防护门	15mmPb 铅板+10mm 钢板
	探伤室大小	净尺寸：19m（长）×6m（宽）×6m（高）
总装车间 3# 车间 1# 探伤 铅房	东墙	25mmPb 铅板+4mm 钢板
	南墙	25mmPb 铅板+4mm 钢板
	西墙	25mmPb 铅板+4mm 钢板
	北墙	25mmPb 铅板+4mm 钢板
	进出件屏蔽铅盒	四面屏蔽：25mmPb 铅板+4mm 钢板 进出口：12mm 铅胶帘（6mmPb 当量）/每组*5 组
	顶棚	25mmPb 铅板+4mm 钢板
	地面	40mmPb 铅板+4mm 钢板
	检修防护门	25mmPb 铅板+6mm 钢板
铅房大小	外部尺寸：1.580m（长）×1.270m（宽）×1.315m（高）	
锅筒车间 2# 探伤铅房	东墙	23mmPb 铅板+4mm 钢板
	南墙	23mmPb 铅板+4mm 钢板
	西墙	23mmPb 铅板+4mm 钢板

北墙	23mmPb 铅板+4mm 钢板
左右耳房	四面屏蔽: 23mmPb 铅板+4mm 钢板 进出口: 24mm铅胶帘 (12mmPb当量)/每组*2组
顶棚	23mmPb 铅板+4mm 钢板
地面	23mmPb 铅板+4mm 钢板
检修防护门	23mmPb 铅板+4mm 钢板
探伤室大小	1.4m (长) × 1.3m (宽) × 1.6m (高)

注: 铅的密度为11.3t/m³。



哈尔滨红光锅炉总厂有限责任公司

附件 5 320kV 的 X 射线管剂量率曲线图

