

项目编号：2025-003

核技术利用建设项目
哈尔滨市鑫合电站配件有限公司
新建探伤室项目环境影响报告表



哈尔滨市鑫合电站配件有限公司

2025年5月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 新建探伤室项目环境影响报告表



建设单位名称：哈尔滨市鑫合电站配件有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：黑龙江省哈尔滨市阿城区杨树乡民主村

邮政编码：150300

联系人：徐漫丽

电子邮箱：manli5678@qq.com 联系电话：13206587600

打印编号: 1747120793000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	1a4yj0		
建设项目名称	哈尔滨市鑫合电站配件有限公司新建探伤室项目		
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）	哈尔滨市鑫合电站配件有限公司		
统一社会信用代码	91230112749532842Q		
法定代表人（签章）	李志宇		
主要负责人（签字）	司丽莉		
直接负责的主管人员（签字）	司丽莉		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	黑龙江源宇环境检测有限公司		
统一社会信用代码	91230103MAE308AA2J		
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
陈凤清	20220503523000000008	BH048664	陈凤清
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
陈凤清	全文	BH048664	陈凤清

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	9
表 3 非密封放射性物质	9
表 4 射线装置	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	11
表 6 评价依据	12
表 7 保护目标与评价标准	14
表 8 环境质量和辐射现状	17
表 9 项目工程分析与源项	21
表 10 辐射安全与防护	28
表 11 环境影响分析	37
表 12 辐射安全管理	57
表 13 结论与建议	61
表 14 审批	64
附图 1 地理位置及周围环境关系图	65
附图 2 铆焊车间平面布置图	66
附图 3 γ 射线探伤室平面示意图	67
附图 4 γ 射线探伤室剖面示意图	68
附图 5 屏蔽防护示意图	69
附图 6 γ 射线探伤室防护措施设置示意图	73
附件 1 营业执照	74
附件 2 辐射安全许可证	75
附件 3 排污许可证	78
附件 4 现状监测报告	79
附件 5 原有环评批复及验收文件	86
附件 6 γ 射线探伤室屏蔽及工况说明	95
附件 7 现有辐射工作人员个人剂量报告	97
附件 8 现有工作场所辐射监测报告	105

表 1 项目基本情况

建设项目名称		哈尔滨市鑫合电站配件有限公司新建探伤室项目			
建设单位		哈尔滨市鑫合电站配件有限公司			
法人代表	李志宇	联系人	徐漫丽	联系电话	13206587600
注册地址		黑龙江省哈尔滨市阿城区杨树乡民主村			
项目建设地点		黑龙江省哈尔滨市阿城区杨树乡民主村哈尔滨市鑫合电站配件有限公司铆焊车间			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		200	项目环保投资（万元）	100	投资比例（环保投资/总投资） 50.0%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ） 265.30
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☒ 使用	☐ I类（医疗使用） ☒ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其他				
	1.1 项目概述 1.1.1 建设单位情况 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司位于哈尔滨市阿城区，公司成立于 2003 年，注册资金 2000 万元，固定资产投资 5000 余万元。厂区占地面积 6 万平方米，其中，建筑面积 2 万平方米。现有职工 136 人，其中，本科学历 12 人、专科以上学历 13 人，工程技术人员 16 人。 公司取得了武器装备科研生产单位三级保密资格证书、武器装备质量管理体系认证证书、特种设备制造许可证（锻制管件、钢制锻造法兰、原件组合装置、锅炉 A 级部件（限集箱））、职业健康安全管理体系认证证书、环境管理体系认证证书、辐射安全许可证、安全生产标准化三级企业等资质。				

公司现有锻造类设备 20 余台、机械加工类设备 40 余台，焊接设备 30 余台，弯管设备 10 余台。完整的检验检测设备，拥有高精尖无损检测设备 10 台套、理化检测设备 10 台套，多功能理化实验室已初具规模，能够满足用户对产品的质量需求。

本公司始终秉承“用户至上、质量第一”的经营宗旨，于 2003 年通过 ISO9001 国际质量体系认证，并严格按标准执行。在产品质量管理方面实行严密的组织机构和质量管控手段，做到层层管理、层层把关、互相监督，已形成了一套完整的质量管理体系，能够确保客户用到好质量、短工期、低价格的产品。

1.1.2 原有核技术利用项目许可情况

哈尔滨市鑫合电站配件有限公司已办理了辐射安全许可证（黑环辐证[00439]），有效期至 2026 年 10 月，种类和范围为使用 II 类射线装置（见附件 2）。

已许可使用的射线装置见表 1-1。

表 1-1 已许可使用的射线装置一览表

序号	仪器名称	型号	类别	所在位置	环保手续履行情况
1	便携式 X 射线机	XXG-2505	II 类	铆焊车间 X 光室	黑环审〔2016〕37号 2016年4月11日 于2019年11月8日完成自主验收
2	便携式 X 射线机	XXG-3505	II 类	铆焊车间 X 光室	
3	X 射线数字成像检测系统	ZXFlasee B-225	II 类	铆焊车间探伤室	黑环审〔2024〕6号 2024年4月15日 于2024年12月25日完成自主验收

1.1.3 排污许可和执行情况

建设单位生产经营场所地址为黑龙江省哈尔滨市阿城区杨树乡民主村，所属行业类别：锻件及粉末冶金制品制造。已取得由哈尔滨市生态环境局下发的排污许可证，证书编号：91230112749532842Q001Q，有效期为 2023 年 7 月 1 日至 2028 年 6 月 30 日，见附件 3。

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，以李志宇为组长，李志明为副组长，成员包括王加强、于青松，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：《辐射事故应急预案》《辐射安全管理机

构》《探伤机操作规程》《辐射人员岗位职责》《辐射防护与安全保卫制度》《设备检修维护制度》《射线装置台账管理制度》《辐射安全人员培训计划》《辐射监测方案》《防止误操作或意外照射》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 4 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 4 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：李志宇

副组长：李志明

成 员：王加强、于青松。

（6）监测仪器和防护用品

公司配有个人剂量计 4 个、个人剂量报警仪 2 个、X- γ 辐射剂量率仪 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 2024 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，2024 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

哈尔滨市鑫合电站配件有限公司拟在铆焊车间内西侧新建 1 间探伤室（命名

为“ γ 射线探伤室”），使用 2 台 X 射线探伤机，属于 II 类射线装置；使用 2 台 γ 射线探伤机，分别内置 1 枚 ^{192}Ir 放射源和 1 枚 ^{60}Co 放射源，活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，属于 II 类放射源，用于对生产的工件进行无损检测，并配套建设操作室、洗片室、储源间等。

γ 射线探伤室（含迷路）建筑面积 220m^2 ，迷路位于 γ 射线探伤室西南角， γ 射线探伤室四周墙体、顶棚及迷路均采用混凝土防护，人员门采用铅防护门，工件门采用混凝土防护门。 γ 射线探伤室内设置门-机联锁、机械通风、紧急停机开关、固定式场所辐射探测报警装置及工作状态指示灯等配套设施。

γ 射线探伤室的配套用房包括操作室（ 28.70m^2 ）、洗片室（ 12.45m^2 ）、过道（ 4.15m^2 ）、储源间（ 0.95m^2 ）及危废贮存库（ 13.42m^2 ），其中操作室、洗片室、过道、储源间为新建，操作室、洗片室、过道位于 γ 射线探伤室的南侧，储源间位于迷路内墙东侧，用于 γ 射线探伤机不作业时的临时贮存，采用混凝土进行屏蔽，防护门为混凝土防护门；危废贮存库依托现有危废贮存库，位于机加车间南侧。

本项目 X 射线探伤机及 γ 射线探伤机（以下统称为“探伤机”）工作方式为固定式室内探伤。根据建设单位提供资料，X 射线探伤机预计周曝光时长为 12.5h，年累计出束最大时长为 627h； ^{192}Ir γ 射线探伤机预计周曝光时长为 2.5h，年累计出束最大时长为 125h； ^{60}Co γ 射线探伤机预计周曝光时长为 1.25h，年累计出束最大时长为 62.5h。X 射线探伤机有用线束方向固定朝下；拟新增 4 名辐射工作人员（2 人操作 X 射线探伤机、2 人操作 γ 射线探伤机），为公司现有非辐射工作人员，计划参加“国家核技术利用辐射安全与防护培训平台”学习，并在项目正式运行前，经考核合格后，持证上岗。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。

本项目拟使用 X 射线装置情况详见表 1-1，拟使用 γ 射线探伤机情况详见表 1-2。项目组成情况见表 1-3。

表 1-1 拟使用 X 射线装置一览表

序号	仪器名称	数量	最大管电压	最大管电流	用途	类别	曝光类型	所在位置
1	X 射线探伤机	2 台	350kV	5mA	无损检测	II类	定向	铆焊车间 γ 射线探伤室

表 1-2 拟使用γ射线探伤机一览表								
序号	设备名称	核素	活度（Bq） ×枚数	类别	数量	用途	曝光 类型	所在位置
1	γ射线探伤机	⁶⁰ Co	3.7×10 ¹² ×1	Ⅱ类	1 台	无损检测	周向	铆焊车间γ射线探伤室
2	γ射线探伤机	¹⁹² Ir	3.7×10 ¹² ×1	Ⅱ类	1 台	无损检测	周向	

表 1-3 项目组成一览表			
名称	建设项目及规模		备注
主体工程	γ射线探伤室（含迷路）建筑面积 220m ² ，迷路位于γ射线探伤室西南角，γ射线探伤室四周墙体、顶棚及迷路均采用混凝土防护，人员门采用铅防护门，工件门采用混凝土防护门。		新增
	使用 2 台 X 射线探伤机，属于Ⅱ类射线装置；使用 2 台γ射线探伤机，分别内置 1 枚 ¹⁹² Ir 放射源和 1 枚 ⁶⁰ Co 放射源，活度均为 3.7×10 ¹² Bq，属于Ⅱ类放射源。		
辅助工程	操作室（28.70m ² ）、洗片室（12.45m ² ）、过道（4.15m ² ），均位于γ射线探伤室的南侧。储源间（0.95m ² ）位于迷路内墙东侧，采用混凝土进行屏蔽，防护门为混凝土防护门。		新增
储运工程	依托现有危废贮存库，位于厂内机加车间南侧。		依托
公用工程	给水	本项目不新增工作人员，无新增生活用水，新增洗片用水依托公司自打水井。	依托
	排水	本项目不新增工作人员，生活污水量不增加。生活污水排入防渗储池，定期运至阿城污水处理厂。	
	供电	供电依托市政供电设施。	
	供暖	采暖依托公司生物质锅炉。	
环保工程	电离	γ射线探伤室四周墙体、顶棚及迷路均采用混凝土防护，人员门采用铅防护门，工件门采用混凝土防护门。设置门-机连锁、急停开关、视频监控、固定式辐射剂量检测装置及工作状态指示灯等配套设施；配备个人剂量计和个人剂量报警仪等辐射防护用品。	新建
		配备便携式辐射剂量检测仪（依托原有 1 台 X-γ辐射剂量率仪）	依托
	废气	本项目γ射线探伤室设置机械排风装置，风管采用“U”形穿墙穿过西侧屏蔽体，沿铆焊车间西侧墙体至铆焊车间西侧顶部新建排风口，高于铆焊车间排放，每小时有效通风换气次数约为 5 次，满足每小时有效通风换气次数应不小于 3 次的要求。	新建
	废水	本项目 4 名辐射工作人员从公司现有非辐射工作人员中调配，生活污水量不增加。生活污水排入防渗储池，定期运至阿城污水处理厂。	依托
	固废	生活垃圾由市政环卫部门收集处置。	依托
	危废	本项目废胶片、废显影液、废定影液和洗片废水暂存于公司危废贮存库内，定期由有资质的单位回收处置。	依托

1.3 项目选址与周围环境

哈尔滨市鑫合电站配件有限公司位于黑龙江省哈尔滨市阿城区杨树乡民主

1.3 项目选址与周围环境

哈尔滨市鑫合电站配件有限公司位于黑龙江省哈尔滨市阿城区杨树乡民主

村，该公司四周均为农田。

本项目所在铆焊车间位于哈尔滨市鑫合电站配件有限公司内北侧，其东侧、西侧为厂内空地，南侧为厂内道路，北侧为厂内空地及水井房；本项目 γ 射线探伤室位于铆焊车间西北角，其东侧为探伤准备区，南侧为操作室、洗片室、走廊及室内空地，西侧、北侧为室外空地，上方和下方无建筑。本项目地理位置及周围环境关系图见附图 1，铆焊车间平面图见附图 2， γ 射线探伤室平面布置图见附图 3。

本项目 γ 射线探伤室周围 50m 范围内无居民楼、学校、自然保护区、风景名胜區、饮用水水源保护区等环境敏感区。

主要环境保护目标为探伤工作场所辐射工作人员以及评价范围内的公众成员。

本项目 γ 射线探伤室采用实体屏蔽，执行严格的射线装置管理措施。因此，该项目在满足射线装置的安全、职业照射、公众照射的条件下，选址是合理的。

1.4 项目由来

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》《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》，并对照《关于发布<射线装置分类>的公告》，本项目使用的 X 射线探伤机属于 II 类射线装置，使用的 γ 射线探伤机内含的放射源属于 II 类放射源，应当进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，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 类放射源的、使用 II 类射线装置的”，应编制环境影响报告表。哈尔滨市鑫合电站配件有限公司委托我单位对其新建探伤室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”，符合产业政策要求。

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。

哈尔滨市鑫合电站配件有限公司新建探伤室项目使用 2 台 X 射线探伤机和 2 台 γ 射线探伤机用于开展工件无损检测，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足以弥补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源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的要求。

1.6 开展本项目的技术能力

（1）检测仪器设备配置

建设单位原有 1 台 1 台 X- γ 辐射剂量率仪，拟为本项目新增 4 台个人剂量报警仪，4 支个人剂量计，1 台固定式剂量报警仪，能满足本项目需求。

（2）辐射工作人员配置计划

建设单位拟为本项目配备 4 名辐射工作人员（2 人操作 X 射线探伤机、2 人操作 γ 射线探伤机）。辐射工作人员拟在项目运行前参加“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，做到持证上岗。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。

（3）辐射防护与安全管理制度

公司已制定了一系列制度，包括：《辐射事故应急预案》《辐射安全管理机构》《探伤机操作规程》《辐射人员岗位职责》《辐射防护与安全保卫制度》《设备检修维护制度》《射线装置台账管理制度》《辐射安全人员培训计划》《辐射监测方案》《防止误操作或意外照射》等，该公司现有制度能满足现有工作的要求。

建设单位拟在项目运行前补充制定《 γ 射线探伤机操作规程》，并修订《辐射事故应急预案》。在按要求制定及更新制度后，能满足本项目辐射防护与安全管理要求。

（4）个人剂量检测及环境监测

建设单位拟为本项目辐射工作人员配备个人剂量计，并定期委托有资质的单位进行个人剂量检测，定期委托有资质单位对本项目辐射工作场所进行辐射环境

监测，以保证项目运行期间符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

（5）应急防护措施

公司拟重新修订《辐射事故应急预案》，并配备应急防护用品，包括铅防护用品（铅衣、铅帽、铅围裙等）、长柄夹、应急储源罐及灭火器等。

1.7 评价目的

（1）对该公司新增使用Ⅱ类射线装置、Ⅱ类放射源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
1	⁶⁰ Co	3.7×10 ¹² ×1	Ⅱ类	使用	无损检测	γ射线探伤室	γ射线探伤室储源间内	新增
2	¹⁹² Ir	3.7×10 ¹² ×1	Ⅱ类	使用	无损检测	γ射线探伤室	γ射线探伤室储源间内	新增
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	2 台	/	350kV	5mA	无损检测	γ 射线探伤室	新增
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
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	/	/	/	180kg	/	装入塑料胶片袋内，暂存于危废贮存库	由有资质的单位回收
废显影液、定影液、洗片废水	液态	/	/	/	540kg	/	装入专用塑料桶暂存于危废贮存库	由有资质的单位回收
退役/废旧的 ¹⁹² Ir 放射源	固态	¹⁹² Ir	/	/	/	/	/	与厂家签订退役放射源返回协议，由厂家进行回收处置
退役/废旧的 ⁶⁰ Co 放射源	固态	⁶⁰ Co	/	/	/	/	/	与厂家签订退役放射源返回协议，由厂家进行回收处置

注：1.常规废弃物排放浓度，对于气态为 mg/m³，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/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第二十二号，2015年1月1日起施行）； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第七十七号，2003年9月1日起施行，2018年12月29日修正）； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号，2003年10月1日起施行）； (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日起施行）； (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，2005年12月1日起施行，2019年3月2日修订）； (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）； (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，2006年3月1日起施行，2021年1月4日修正）； (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）； (9) 《关于发布放射源分类办法的公告》（原国家环保总局公告第62号，2005年12月23日）； (10) 《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）； (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，2006年9月26日）； (12) 《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）； (13) 《国家危险废物名录（2025年版）》（生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第36号公布，2025年1月1日起施行）； (14) 《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）； （15）《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）。
技术标准	（1）《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002）； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； （3）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； （4）《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）； （5）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）； （6）《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）； （7）《γ射线探伤机》（GB/T 14058-2023）； （8）《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）； （9）《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）； （10）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； （11）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； （12）《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA 1002-2012）。
其他	（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） 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：26.2nGy/h～134.4nGy/h； 室外：21.6nGy/h～196.9nGy/h。 （2）《2023年黑龙江省辐射环境质量报告》； （3）建设单位提供的其他材料。

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。确定本项目的评价范围为 γ 射线探伤室实体屏蔽外 50m 区域。

7.2 保护目标

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其他人员。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		位置	与屏蔽体距离(m)	人数
X 射线探伤机、 γ 射线探伤机	电离辐射	职业人员	操作室、洗片室、走廊工作人员	γ 射线探伤室外南侧	0~4.0	4 人
		公众人员	铆焊车间内工作人员、室外空地流动人员	γ 射线探伤室外东侧	0~50	约 10 人
			铆焊车间、厂区内道路、露天仓库人员	γ 射线探伤室外南侧	0~50	约 5 人
			室外空地、农田人员	γ 射线探伤室外西侧	0~50	约 2 人
			室外空地、农田人员	γ 射线探伤室外北侧	0~50	约 2 人

7.3 辐射环境影响评价标准

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

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）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 周围剂量当量率控制水平

（1）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

5.2.3 放射源的贮存和领用

5.2.3.3 放射源贮存设施应达到如下要求：

c)在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于 2.5μSv/h 或者审管部门批准的控制水平。

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 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/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 2.5μSv/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 100μSv/h。

（2）《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

第 3 条 探伤室屏蔽要求

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 $H_{c,d}$ (μSv/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（ $\text{h}/\text{周}$ ）。

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“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ ”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 $H_{c,max}$

$$H_{c,max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h} \quad (3)$$

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) 根据《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，确认的本项目 γ 射线探伤室墙体、门及室顶外周围关注点的剂量率参考控制水平见表11-2。

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

本项目所在铆焊车间位于哈尔滨市鑫合电站配件有限公司内北侧，其东侧、西侧为厂内空地，南侧为厂内道路，北侧为厂内空地及水井房；本项目 γ 射线探伤室位于铆焊车间西北角，其东侧为探伤准备区，南侧为操作室、洗片室、走廊及室内空地，西侧、北侧为室外空地，上方和下方无建筑。本项目地理位置及周围环境关系图见附图 1，铆焊车间平面图见附图 2， γ 射线探伤室平面布置图见附图 3。

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沅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
测量范围	10nGy/h~100 μ Gy/h
能量响应	20keV~7MeV
基本误差	$\pm 10\%$
校准因子	1.09
检定单位	黑龙江省电离辐射仪器检定站
检定有效期	2024 年 6 月 17 日~2025 年 6 月 16 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： γ 射线探伤室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 γ 射线探伤室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：2025 年 4 月 18 日。

(6) 监测方法：利用环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪进行辐射环境现状监测，根据 HJ 1157-2021 的要求，对拟建 γ 射线探伤室及周围临近区域进行 X- γ 辐射空气吸收剂量率监测，每个测点测量 10 个数，在对监测数据进行修正后，得到监测结果。

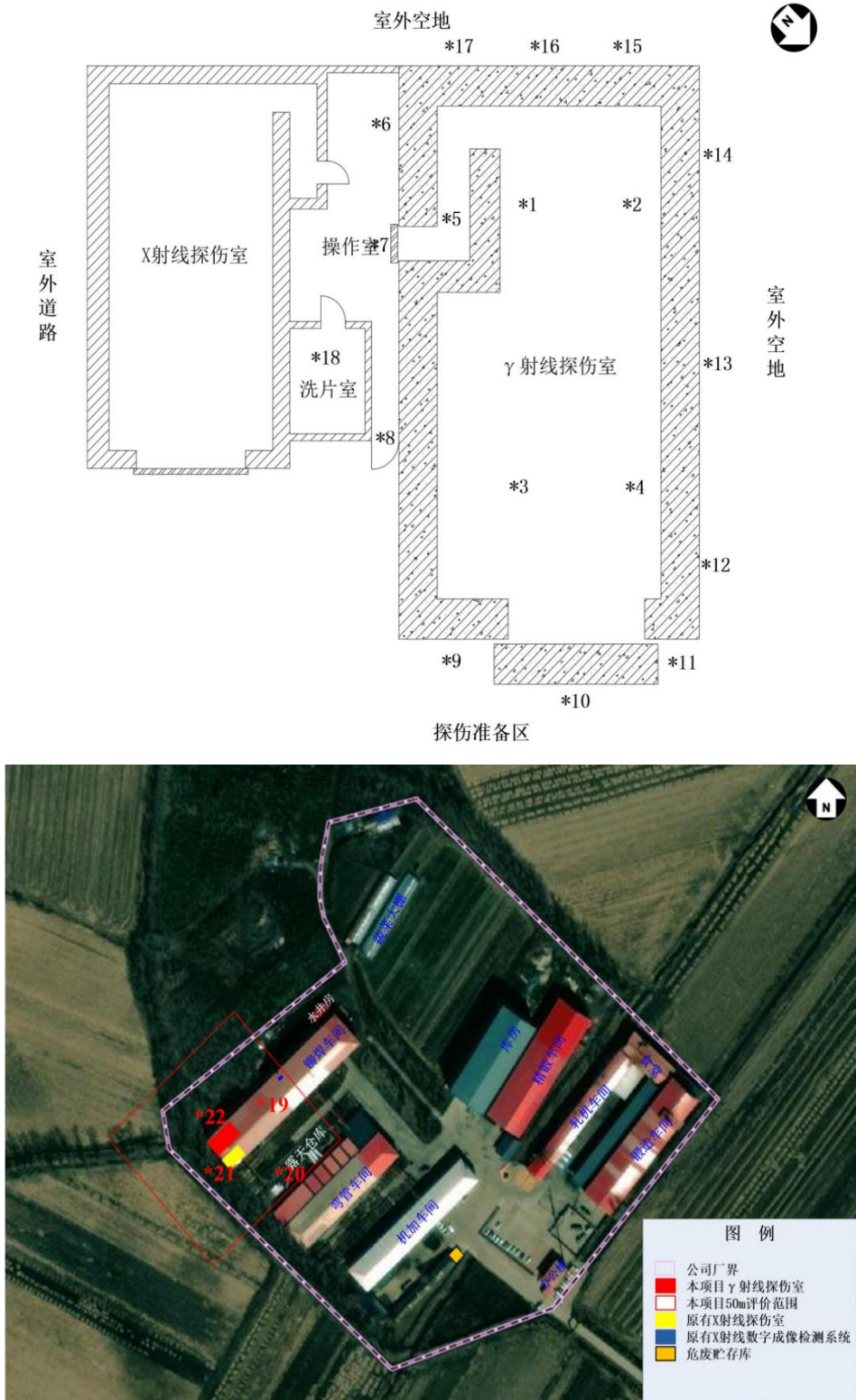


图8-1 监测布点图

(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

序号	监测点位	X-γ辐射空气吸收剂量率 (μGy/h)		备注
		监测结果	标准差	
1	1*γ射线探伤室室内监测点	0.05	0.01	
2	2*γ射线探伤室室内监测点	0.06	0.01	
3	3*γ射线探伤室室内监测点	0.05	0.01	
4	4*γ射线探伤室室内监测点	0.05	0.01	
5	5*γ射线探伤室迷路监测点	0.06	0.01	
6	6*南墙外西侧 30cm 处	0.07	0.01	
7	7*人员进出门外 30cm 处	0.06	0.01	
8	8*南墙外东侧 30cm 处	0.06	0.01	
9	9*东墙外南侧 30cm 处	0.08	0.01	
10	10*进件门外 30cm 处	0.07	0.01	
11	11*东墙外北侧 30cm 处	0.07	0.01	
12	12*北墙外东侧 30cm 处	0.06	0.01	
13	13*北墙外中间 30cm 处	0.07	0.01	
14	14*北墙外西侧 30cm 处	0.05	0.01	
15	15*西墙外北侧 30cm 处	0.07	0.01	
16	16*西墙外中间 30cm 处	0.07	0.01	
17	17*西墙外南侧 30cm 处	0.06	0.01	

18	18*洗片室监测点	0.07	0.01	
19	19*东侧铆焊车间监测点	0.06	0.01	
20	20*南侧露天仓库监测点	0.07	0.01	
21	21*西侧空地监测点	0.05	0.01	
22	22*北侧空地监测点	0.06	0.01	

注：上述数值已乘校准因子 $N_0(N_0=1.09)$ ，已扣除宇宙射线响应值。

根据《黑龙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》报告，黑龙江省室内环境 γ 辐射空气吸收剂量率范围是：26.2nGy/h~134.4nGy/h；室外环境 γ 辐射空气吸收剂量率范围是：21.6nGy/h~196.9nGy/h。

根据黑龙江省生态环境厅公布的《2023 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 60.9nGy/h~93.9nGy/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，14 个监测点的年均值为 94nGy/h~120nGy/h，其中哈尔滨市均值为 95nGy/h。

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4）可知：该公司拟建 γ 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：0.05~0.08 μ Gy/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X- γ 辐射空气吸收剂量率本底范围。

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 X 射线探伤机

9.1.1.1 工作原理

X射线探伤机是利用X射线穿透试件、以胶片作为记录信息的无损探伤方法。X射线探伤是利用X射线能够穿透金属材料，并由于材料对射线的吸收和散射作用的不同，从而使检测器感光不一样，在底片或屏幕上形成黑度不同的影像，据此来判断材料内部缺陷情况的一种检验方法。当强度均匀的X射线束透射物体时，如果物体局部区域存在缺陷或结构存在差异，它将改变物体对射线的衰减，使得不同部位透射射线强度不同，采用胶片检测透射射线强度，就可以判断物体内部的缺陷和物质分布等，进而对物体内部进行无损评价，是进行产品研发、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。

9.1.2 结构组成

X射线探伤机主要是由高压发生器、X射线管、控制系统、机械电气系统、连接线缆等几部分组成的。典型的X射线管示意图见图9-1。

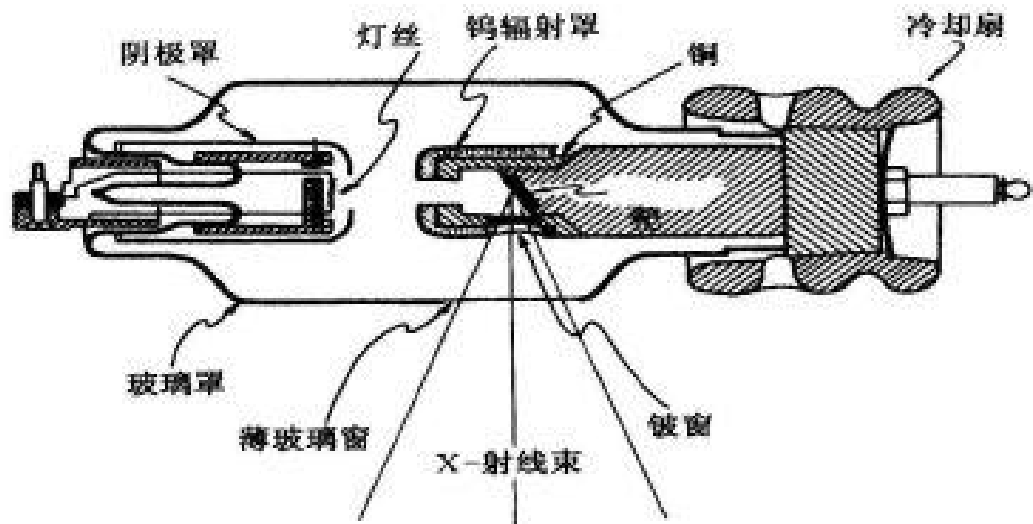


图 9-1 典型的 X 射线管示意图

9.1.1.3 工作流程

X射线探伤机初次使用或长期未使用时需进行训机，然后出曝光曲线。训机的目的是为了提高射线管真空度，如真空度不良，会使阳极烧毁或者击穿射线管导致故障，甚至报废。本项目先将需要探伤的工件送入γ射线探伤室，设置适当位置，将X射线发生器置于所需探伤检测位置附近，在检测位置的另一侧贴上胶片；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。探伤工艺流程及产污过程示意图见图 9-2。

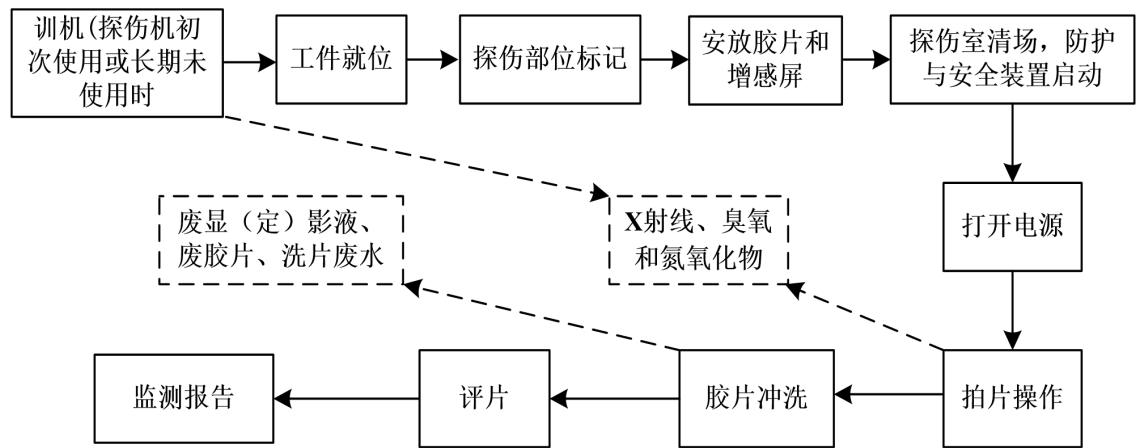


图 9-2 X 射线探伤机探伤工艺流程及产污过程示意图

9.1.2 γ 射线探伤机

9.1.2.1 设备组成

公司拟购置 2 台 γ 射线探伤机，其中 1 台为 ^{192}Ir γ 射线探伤机(内含 1 枚 ^{192}Ir 放射源)、1 台为 ^{60}Co γ 射线探伤机(内含 1 枚 ^{60}Co 放射源)。

(1) ^{192}Ir 特性

半衰期 73.827d，衰变方式：a. $\beta\%=95.4\%$ ；主要有 3 种能量的 β 射线，分别为 225.9keV(5.95%)、256.0keV(41.3%)、672.3keV(48.5%)。

b.EC=4.6%；X- γ 射线： ^{192}Ir 发射的 X 射线份额较少，有 20 余种不同能量的 γ 射线， γ 射线有 4 种分支比较大，能量分别为 316.5keV(82.8%)、468.1keV(47.7%)、308.5keV(29.8%)、296.0keV(28.6%)。

^{192}Ir 衰变纲图见图9-3。

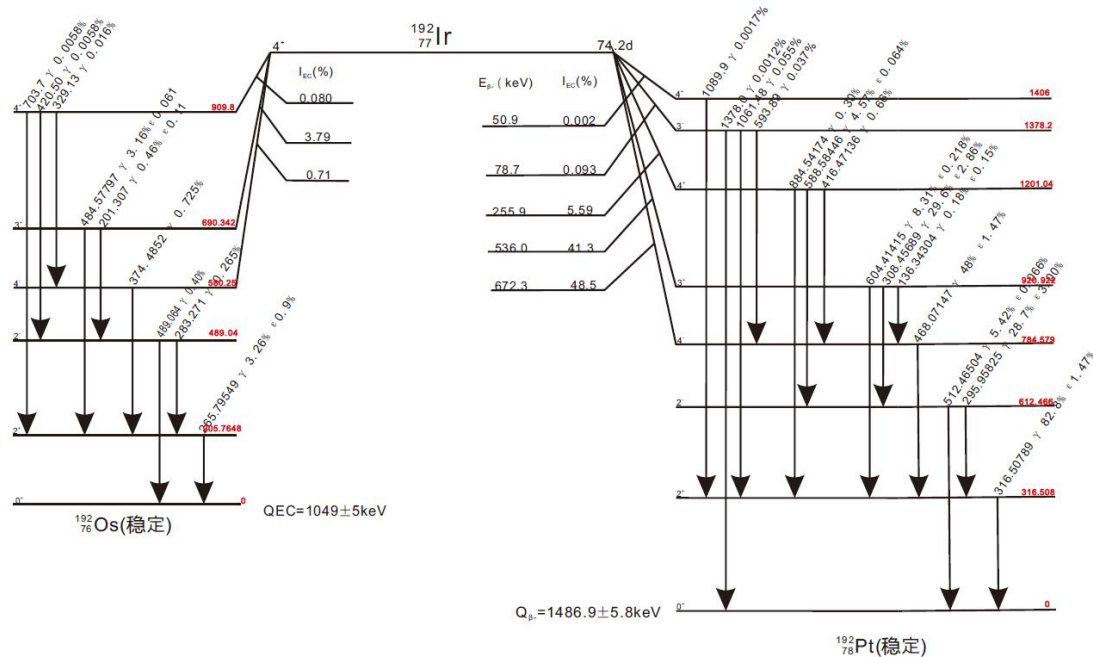


图9-3 ^{192}Ir 衰变纲图

(2) ^{60}Co 特性

半衰期5.27a，衰变方式为 β 衰变，发射 β 和 γ 射线， β 射线的最大能量为0.318MeV， γ 射线的能量有1.173210MeV和1.332470MeV两种， ^{60}Co 衰变纲图见图9-4。

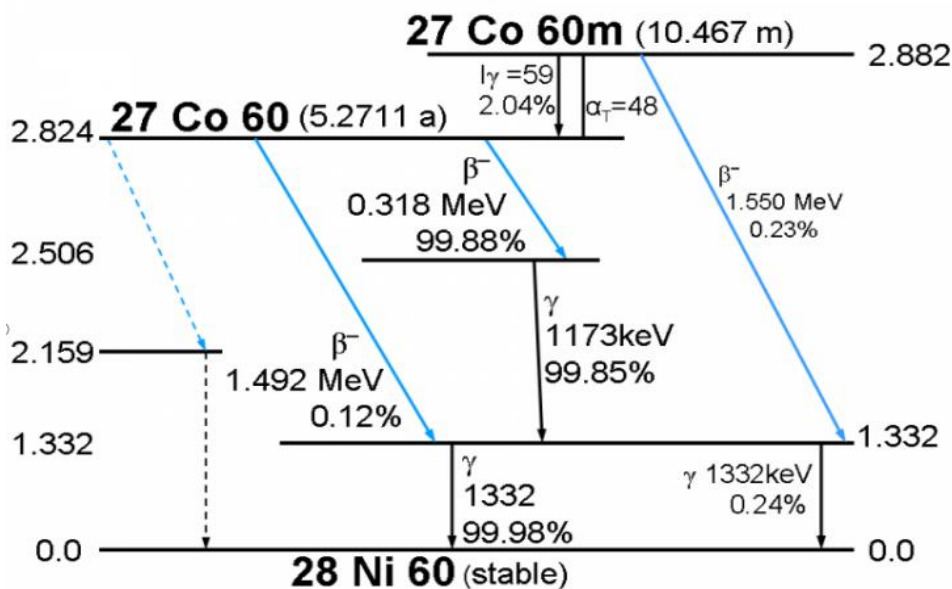


图9-4 ^{60}Co 衰变纲图

本项目探伤时， γ 射线探伤室内每次只使用 1 台 γ 射线探伤机； γ 射线探伤机不进行探伤检测时，贮存于探伤室储源间内。

γ 射线探伤机一般由放射源及源容器（贮源容器）、源托、输源管、遥控装置和

其他附件组成。源容器是探伤机主体，用作放射源贮存和运输的屏蔽容器，其最外层为钢包壳，内部一般为贫铀屏蔽层。源容器的一端有联锁装置，用来连接控制缆；另一端通过管接头和输源管连接。未工作时放射源位于芯部的“S”形管道中央，以防射线的直通照射。工作时，用快速接头把输源管和源容器连起来，输源导管的另一端构成照射头，用钥匙打开储源器的安全锁，再转动安全闸环到停止位置，使其指针对准红字“打开”处（即快门已开）；操作自控仪预置启动延迟时间、输源管距离、曝光时间，然后按下“启动”按钮，自控仪将自动完成“送源→曝光→收源”的检测照相过程。

典型 γ 射线探伤机结构示意图见图 9-5。

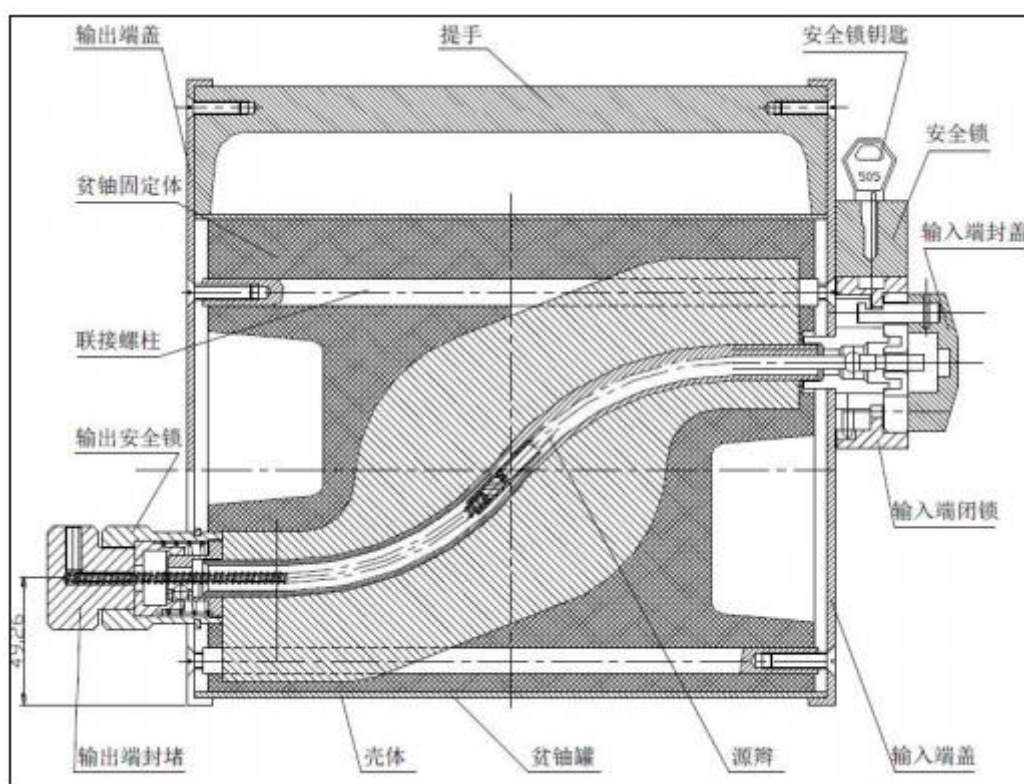


图 9-5 典型 γ 射线探伤机结构示意图

9.1.2.2 工作原理

γ 射线探伤机在工作过程中，通过 ^{192}Ir 放射源和 ^{60}Co 放射源衰变时释放的 γ 射线对受检探件进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，根据曝光强度的差异判断焊接的质量。如有焊接质量问题，在显影后的胶片上产生一个较强的图像显示裂缝所在的位置， γ 射线探伤机据此实现探伤目的。

9.1.2.3 操作流程及产污环节

(1)辐射工作人员须全过程佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪(一旦发生报警时

应立即查明原因), 打开 γ 射线探伤室通风换气系统;

(2)将待检测探件运至 γ 射线探伤室内, 摆放在适当位置固定好, 在待检测部位贴胶片并做标记;

(3)根据待检探件尺寸大小、厚度及形状, 辐射工作人员确定选用 ^{192}Ir γ 射线探伤机或 ^{60}Co γ 射线探伤机; 从储源间内取出 γ 射线探伤机, 使用辐射巡检仪对探伤机进行检测确认放射源在探伤机体内后, 办理登记出库手续;

(4)辐射工作人员将 γ 射线探伤机放置于 γ 射线探伤室内指定位置, 连接输源导管、遥控控制线等, 开启探伤机安全锁装置, 工作人员退出 γ 射线探伤室, 关闭 γ 射线探伤室所有防护门; 在操作间内, 接通探伤机电源, 通过探伤设备控制面板电动驱动, 将放射源推送至曝光位置进行曝光。待曝光结束后, 通过电动装置再将放射源收回探伤机贮源位, 放射源回位时安全锁自动关闭;

(5)辐射工作人员打开防护门进入 γ 射线探伤室, 需配备辐射巡检仪, 并保持开机状态, 对 γ 射线探伤机进行目测检查, 确认设备没有被损坏, 使用辐射巡检仪对探伤机进行检测确认放射源返回探伤机体内后, 将其放回储源间内, 并办理登记入库手续;

(6)返回 γ 射线探伤室整理现场、关闭通风换气系统, 将取下的胶片送暗室进行冲洗, 然后进行评片, 出具探伤报告等。

γ 射线探伤机工作流程及产污环节图见图 9-6。

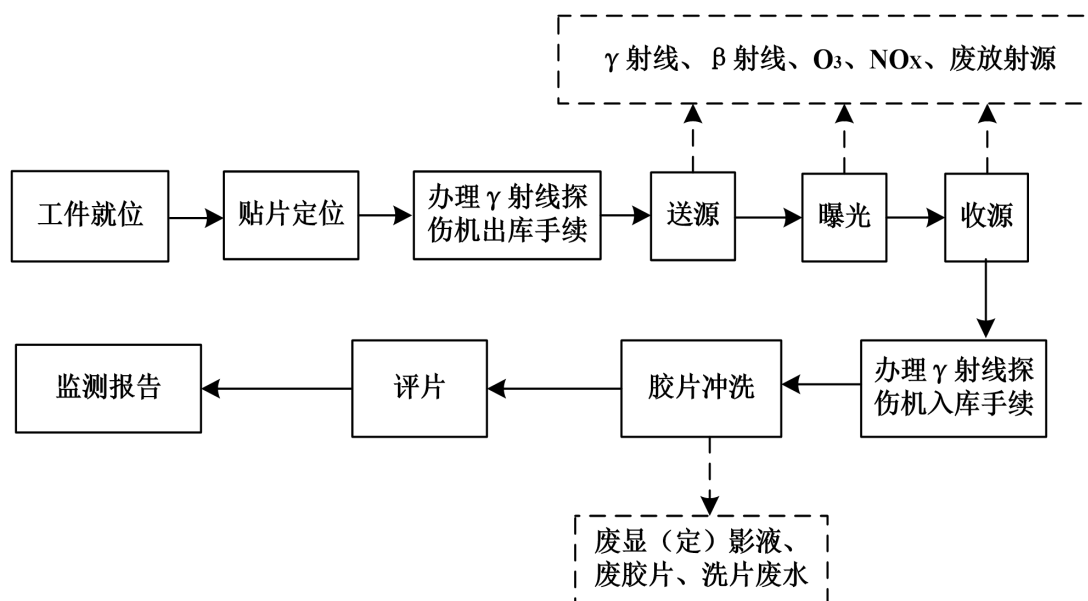


图 9-6 γ 射线探伤机工作流程及产污环节图

9.2 污染源项描述

9.2.1 污染因子

由工艺过程可知，探伤机在使用中主要产生以下污染物：

（1）放射性污染

X 射线探伤机放射性污染：由 X 射线探伤机工作原理可知，X 射线是随探伤机的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发射 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线是污染环境的主要污染因子。

γ射线探伤机放射性污染：由核素 ^{192}Ir 和 ^{60}Co 的核素特性可知， ^{192}Ir 和 ^{60}Co 衰变时释放γ、β射线。由于β射线穿透能力较弱、射程较短，设备的外包装（贮存）、实体屏蔽及探件等(探伤过程)可将其完全屏蔽，使β射线不能释放到环境中。但γ射线穿透能力较强，因此，γ射线是污染环境的主要污染因子。

放射性废物：本项目产生的放射性固体废物为退役或废旧的 ^{192}Ir 、 ^{60}Co 放射源， ^{192}Ir 放射源每 0.5 年更换一次， ^{60}Co 放射源每 5.5 年更换一次。

（2）非放射性污染

废气：X 和γ射线探伤机工作时，空气吸收辐射能量并通过电离作用可产生少量非放射性有害气体，主要为臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x)，对大气环境影响较小。

危险废物：本项目探伤机进行探伤洗片过程中产生的废显（定）影液、废胶片、洗片废水，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）。本项目探伤机预计每年使用胶片约 36000 张，则每年产生废胶片约为 180kg，年产生废显（定）影液、洗片废水量约为 540kg。

其他：工作人员产生少量生活污水和生活垃圾。

9.2.2 正常工况污染途径

（1）本项目探伤机是通过 X 和γ射线的穿透能力，进行透视检测成像，从而可以看出产品内部缺陷不良等。X 射线探伤机仅在接通电源时产生 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。 ^{192}Ir 和 ^{60}Co 衰变时释放γ、β射线，由于β射线穿透能力较弱、射程较短，设备的外包装(贮存)、实体屏蔽及探件等(探伤过程)可将其完全屏蔽，使β射线不能释放到环境中，但 X 射线、γ射线穿透能力较强，因此，X 射线、γ射线是污染环

境的主要污染因子。

(2) 探伤机工作时，使 γ 射线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) 新机调试，分工不明误照：在调试新探伤机时，责任人脱离岗位，他人开机使人员受到误照；

(2) 误传联络信号误照：在有人贴胶片时，由于联络信号传递失误而开机，造成误照；

(3) 开机未示警，误入受照：在 γ 射线探伤室内外无开机照射的警戒信号，因此，在照射过程中，有人误入 γ 射线探伤室受到照射；

(4) 二人作业，配合失误受照：二人进行探伤作业，一人去开机，而另外一人仍在 γ 射线探伤室受到误照；

(5) γ 探伤机质量问题①辐射源壳屏蔽有问题，造成密封源泄漏；②设计不合理及组装不牢，源与源辫接口松动，导致源脱落；

(6) 部件损坏未及时处理或处理不当：①输源软管破裂，源不能被收回至防护罐内；②源接头损坏，未及时修理，导致源脱落；③输源软管未与源辫的挂钩接合或接合不牢，将源顶出防护罐后不能回收；④源脱落到地面丢失，造成多人受到照射。

(7) 射线装置或源容器丢失造成人员受照；

(8) 废源保管不当：退役下来的废源未及时返回厂家，保管不当造成人员受到照射；

(9) 检修受照：检修过程中，未注意防护，造成受照射；

(10) 废显影液、废定影液进行转移运输时发生泄漏，对周围环境造成污染。

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 γ 射线探伤室位于铆焊车间西北角，其东侧为探伤准备区，南侧为操作室、洗片室、走廊及室内空地，西侧、北侧为室外空地，上方和下方无建筑。

本项目选址、平面布局满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《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）相关要求中关于选址、平面布局的相关要求。

(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

本项目探伤机工作场所实行分区管理。将 γ 射线探伤室（包含迷路）划为控制区，将 γ 射线探伤室南侧操作室、洗片室、走廊、室内空地及东侧、西侧、北侧屏蔽体外2m范围划分为监督区。

控制区通过实体屏蔽措施、电离警示标志等进行控制管理，探伤机工作时，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。

表 10-1 本项目探伤工作场所分区表

位置	控制区	监督区
探伤机工作场所	γ 射线探伤室（包含迷路）	γ 射线探伤室南侧操作室、洗片室、走廊、室内空地及东侧、西侧、北侧屏蔽体外 2m 范围。

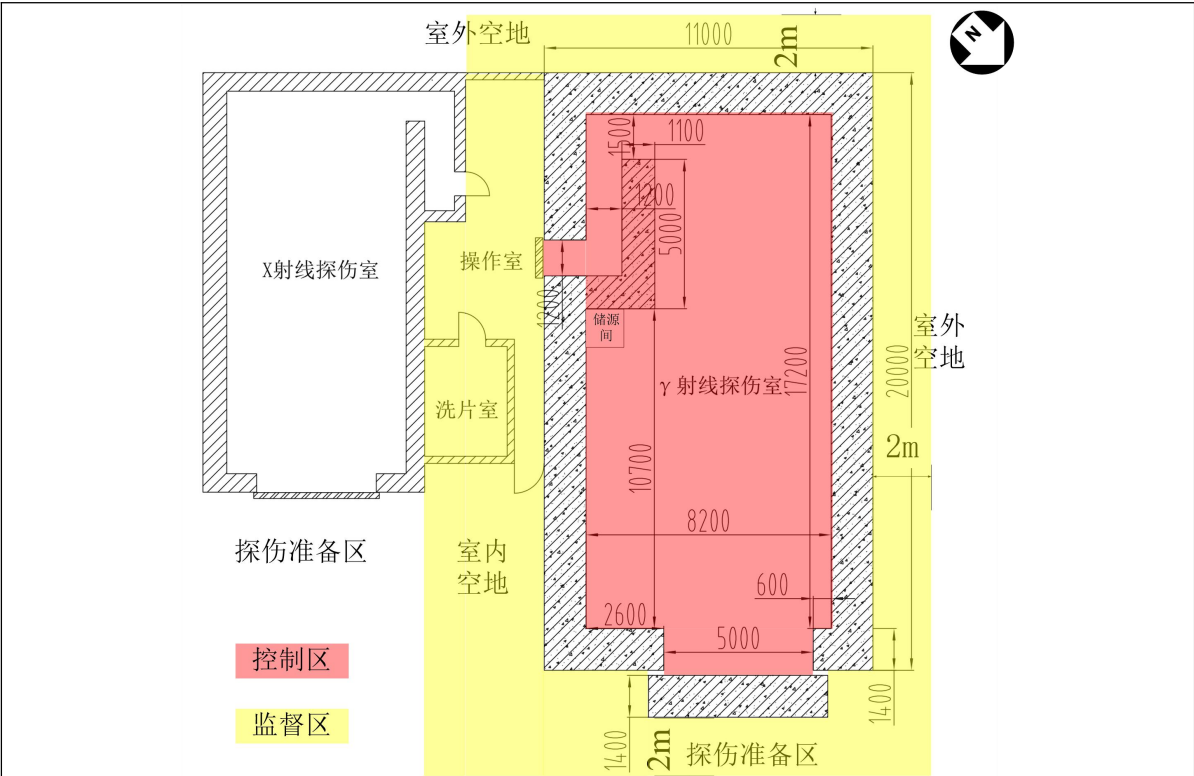


图10-1 探伤工作场所分区示意图

10.1.2 辐射安全防护设施

本项目 γ 射线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《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。

表 10-2 γ 射线探伤室辐射屏蔽设计一览表

位置		屏蔽设计
γ 射线探伤室	东侧屏蔽体	1400mm 混凝土
	工件门	1400mm 混凝土
	南侧屏蔽体	1400mm 混凝土
	迷路内墙	1100mm 混凝土
	人员门	8mm 铅板
	西侧屏蔽体	1400mm 混凝土
	北侧屏蔽体	1400mm 混凝土
	顶部屏蔽体	1400mm 混凝土
	尺寸	17.2m（L） $\times$ 8.2m（W） $\times$ 7.0m（H）
储源间	东侧屏蔽体	150mm 混凝土

	南侧屏蔽体	1400mm 混凝土（依托 γ 射线探伤室南侧屏蔽体）
	西侧屏蔽体	1100mm 混凝土（依托 γ 射线探伤室迷路墙）
	北侧屏蔽体	150mm 混凝土
	顶部屏蔽体	150mm 混凝土
	防护门	100mm 混凝土
	尺寸	1.0m（L） $\times$ 0.95m（W） $\times$ 1.0m（H）

注：铅密度 $\geq 11.3\text{g/cm}^3$ ，混凝土密度 $\geq 2.35\text{g/cm}^3$ 。

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 γ 射线探伤室拟采取以下辐射防护措施：

（1） γ 射线探伤室采用混凝土实体屏蔽，工件门采用混凝土防护门，人员门采用铅防护门，其位置设置充分考虑了周围的辐射安全，操作室位于 γ 射线探伤室南侧，与 γ 射线探伤室分开设置。

（2）本项目拟在迷路墙东侧建设专用的储源间，储源间的设计符合 GA 1002 的相关要求。本项目 2 台 γ 射线探伤机不使用时存放在储源间西南角， γ 射线探伤机的大小均为 0.40m $\times$ 0.25m $\times$ 0.35m，储源间西侧和南侧依托本项目 γ 射线探伤室屏蔽墙体，东侧、北侧墙体和顶棚均为 150mm 混凝土，防护门为 100mm 的混凝土门。储源间外粘贴电离辐射警告标志。并设置安全锁，双人双锁，摄像头 24 小时监控。储源间钥匙由 2 名 γ 射线探伤机辐射工作人员分别保管，只有两人同时在场，才能打开储源间，并及时锁闭储源间，填写出入库记录。

（3）工件门拟设置在 γ 射线探伤室的东侧，为电动推拉门，人员门拟设置在 γ 射线探伤室的南侧，为手动推拉铅防护门，均拟设置门-机联锁装置，即防护门未关闭之前，探伤机无法启动，在门关闭后探伤机才能进行探伤作业。门打开时 X 射线探伤机立即停止出束、 γ 射线探伤机立即回源，关上门不能自动开始照射或出源。 γ 射线探伤室内 2 台 X 射线探伤机及 2 台 γ 射线探伤机不同时使用，每台装置均与防护门联锁。

（4） γ 射线探伤室防护门外拟张贴符合 GB 18871-2002 要求的电离辐射警告标识和中文警示说明。

（5） γ 射线探伤室内设置监控设施，操作台设有专用的监视器，可监控 γ 射线探

伤室内部情况。

(6) 为避免有人员滞留在 γ 射线探伤室内，并且发生误照射事故，分别在 γ 射线探伤室内四周墙体上、迷路内和操作台上设置急停开关，共计 10 个；急停开关与门-机安全联锁系统串联，只有当所有的急停开关都闭合时，探伤机才具备出束条件，在紧急条件下，如果有人拍下任何 1 个急停开关，门-机安全联锁系统立即断开，射线机切断高压，射线机出束中断。急停开关设置的位置便于 γ 射线探伤室内人员在紧急情况下不穿过有用线束就可以使用， γ 射线探伤室内急停开关底部都有黄色的警示底板，可以很明显的提示应急开关的位置；按下按钮，探伤机高压电源立即被切断，停止出束，防护门内侧设置有紧急开门开关，可从内侧打开。急停开关使用后，需复位后方可进行下一次探伤工作。 γ 射线探伤室内具体急停开关位置详见附图 6。

(7) 操作台拟设有钥匙开关，钥匙拟由专人管理；本项目探伤机只有在打开操作台钥匙开关后，X射线管才能出束、 γ 射线探伤机才能出源；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(8) 本项目 γ 射线探伤室设置机械排风装置，新建排风口设置于铆焊车间西侧顶部，高于铆焊车间，避免向人员密集区域排放。室内排风口位于 γ 射线探伤室内西北角，采用“U”型穿过西侧屏蔽体。设计排风量为 $5000\text{m}^3/\text{h}$ ， γ 射线探伤室内容积约为 987.28m^3 （ $17.2\text{m}\times 8.2\text{m}\times 7.0\text{m}$ ），每小时有效通风换气次数为5次，满足每小时有效通风换气次数应不小于3次的要求。

(9) 电缆通过“U”型埋设进入 γ 射线探伤室，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混凝土屏蔽；本项目 γ 射线探伤室门洞宽5m，高5m，工件门尺寸为宽6m，高5.8m，工件门下沉0.3m，防护门上、左、右两侧与墙体搭接长度均为0.5m，防护门门缝间隙宽度不大于3cm，满足防护门与 γ 射线探伤室搭接不小于门缝间隙宽度的10倍的要求。

(10) γ 射线探伤室门口和内部拟设置显示“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，同时在醒目的位置处设置对“预备”和“照射”信号意义的说明，两种信号的颜色设置有明显区别。

(11) γ 射线探伤室内拟安装固定式剂量报警仪，探头拟设置于 γ 射线探伤室内，显示装置拟设置于操作室内。

(12) 要求探伤工作人员进入 γ 射线探伤室时，必须佩戴个人剂量计，并携带个

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，立即退出 γ 射线探伤室，并防止其他人进入 γ 射线探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。定期向有资质单位送检个人剂量计，建立辐射工作人员个人剂量档案，以保证工作人员的受照剂量始终处于可控范围内。

（13）拟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。

（14）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。

（15）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。

（16）拟制定放射源出入库制度，建立出入库台帐，明确放射源的流向，并有专人负责。领用、交还含放射源的源容器时，应对离源容器外表面一定距离处的周围剂量当量率进行测量，确认放射源在源容器内。含放射源的源容器应按规定位置存放，领用和交还都应有详细的登记。

（16）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。

（17）从事X射线及 γ 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。

（18）每日工作前对探伤机进行检查，X射线探伤机检查项目包括：①探伤机外观是否完好；②电缆是否有断裂、扭曲以及破损；③安全连锁是否正常工作；④报警设备和警示灯是否正常运行；⑤螺栓等连接件是否连接良好；⑥机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。 γ 射线探伤机检查项目包括：①检查源容器和源传输导管的照射末端是否损伤或者有异常；②检查螺母和螺丝的紧密程度、螺纹和弹簧是否有损伤；③确认放射源锁紧装置工作正常；④检查控制软轴末端是否有磨损、损坏（磨损标准由厂家提供），与控制导管是否有效连接；⑤安全连锁是否工作正常；⑥固

定辐射检测仪、报警设备和警示灯运行是否正常；⑦检查源容器和源传输导管是否连接牢固；⑧检查源传输导管和控制导管是否有毛刺、破损、扭结；⑨检查警告标签和源的标志内容是否清晰；⑩测量源容器表面一定距离处的周围剂量当量率是否符合要求，并确认放射源处于屏蔽状态。

（19）每年对X射线探伤机进行一次维护，设备维护由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，设备维护包括探伤机的彻底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为合格产品；每次维护后应做好设备维护记录。定期对 γ 射线探伤机中涉及放射防护的部件进行检查维护，发现问题及时维修。维修 γ 射线探伤机时，应由厂家专业人员将放射源倒入换源器后进行。使用单位人员不应单独对探伤机进行维修。应经常对 γ 射线探伤机的控制组件包括摇柄、源传输导管进行润滑擦洗，齿轮应经常添加润滑剂，并对源传输导管接头进行擦洗，避免灰尘和砂粒。

（20）拟每年委托有资质单位对本项目 γ 射线探伤室进行防护检测，检测结果应满足《工业探伤放射防护要求》（GBZ 117-2022）中“8.3 探伤室放射防护检测”相关要求。

（21）X射线探伤机非工作状态存放于本项目拟建 γ 射线探伤室内， γ 射线探伤机非工作状态存放于本项目拟建 γ 射线探伤室的储源间内， γ 射线探伤室设置有防护门，无关人员禁止入内；储源间门设有双锁， γ 射线探伤室及储源间内均设置视频监控装置，同时厂区内有安保人员日常巡逻，设备存放安全得到保障。

（22）建设单位拟与生产销售单位签订废旧放射源返回协议，当放射源需报废时，将废旧放射源返回生产单位或原出口方。放射源的购买及报废手续应遵照相应审管部门的具体规定，相关文件记录应归档保存。

（23）当本项目 γ 射线探伤室不再使用，应进行退役，包括以下内容：①有使用价值的 γ 放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构或按照废旧放射源的处理要求由厂家回收。② γ 源的屏蔽装置也作为废旧放射源一同处置。③X射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。④当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。清除所有电离辐射警告标志和安全告知。⑤对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

(24) 拟为本项目 γ 射线探伤室配备应急防护用品, 包括铅防护用品(铅衣、铅帽、铅围裙等)、长柄夹、应急储源罐、灭火器等。

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 γ 射线探伤室采取的安全与防护设施设计方案及符合性。

表10-3 γ 射线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
X 射线探伤机				
1*	A 场所设施 (固定式)	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	√	
5*		防护门	√	
6*		控制台有钥匙控制	√	
7*		门机联锁系统	√	
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*	B 场所设施 (移动式)	控制台有钥匙控制	/	本项目属于 固定场所探伤
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	√	
γ射线探伤机				
1*	A 探伤机	源容器电离辐射标志	√	
2		探伤机表面金属铭牌文字和标记	√	
3*		放射源编码卡	√	
4*		安全锁和专用钥匙	√	

5		探伤装置外观无明显缺损	√	
6*		探伤装置在有效期内（10 年）	√	
7*		贮存场所保安措施	√	
8*	B 固定式探伤室	场所分区	√	
9*		场所外电离辐射警告标志	√	
10*		出入口工作状态显示	√	
11*		探伤室防护门与探伤机联锁（电动）	√	
12*		场所内固定式辐射剂量仪与门联锁	√	
13*		紧急停止按钮	√	
14*	C 移动式探伤	场所分区	/	本项目属于 固定场所探伤
15*		警示标志和警戒线	/	
16		场所边界文字说明、光电等警示	/	
17		配备现场安全员	/	
18		安全信息公示牌	/	
19*	D 监测设备	便携式辐射剂量监测仪（高量程满足 10mSv/h 以上）	√	
20*		个人剂量计	√	
21*		个人剂量报警仪	√	
22	E 应急物资	个人防护用品	√	
23*		应急处理工具（如长柄夹具等）	√	
24		放射源应急屏蔽材料	√	
25		灭火器材	√	

注：加*的项目是重点项，检查合格划√，不符合划×，不适用或无法验证划/；不能详尽的在备注中说明。

本项目γ射线探伤室屏蔽设计、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）本项目 X 射线探伤机、γ射线探伤机工作时产生 X 射线、γ射线、β射线，使空气电离会产生一定量的臭氧和氮氧化物。本项目γ射线探伤室设置有通风装置，通风次数不小于 3 次/小时，室外排风口设置于铆焊车间西侧顶部，不朝向人员密集区域排放。

（2）根据《中华人民共和国放射性污染防治法释义》第三十二条：生产放射源的单位，应当按照国务院环境保护行政主管部门的规定回收和利用废旧放射源；使

用放射源的单位，应当按照国务院环境保护行政主管部门的规定将废旧放射源交回生产放射源的单位或者送交专门从事放射性固体废物贮存、处置的单位。

本项目购进放射源时与厂家签订放射源回收协议，产生的退役或废旧的¹⁹²Ir、⁶⁰Co放射源由厂家回收处置。 γ 射线探伤机换源由放射源厂家负责。¹⁹²Ir放射源每半年更换一次，⁶⁰Co放射源每五年更换一次。

(3) 本项目 X 射线探伤机、 γ 射线探伤机完成无损检测后，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）。建设单位预计每年产生少量的废胶片约 180kg，废显（定）影液、洗片废水约为 540kg。废显影液、废定影液由专用塑料桶收集，废胶片装入塑料胶片袋内，集中收集后置于危废贮存库，定期由有资质单位回收处置。

(4) 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。生活污水排入防渗储池，定期运至阿城污水处理厂，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）
γ 射线探伤室	屏蔽防护（四面墙体、顶棚、人员门、工件门、储源间等）	新建	80
	门-机联锁装置、工作状态指示灯、声光报警、监控装置、急停开关、电离辐射警示标识、机械通风装置	新建	15
个人剂量报警仪、固定式剂量报警仪、个人剂量计		新购	3
铅防护用品（铅衣、铅帽、铅围裙等）、长柄夹、应急储源罐		新购	2
便携式 X- γ 剂量率仪		依托原有	0
环保投资合计（万元）			100
本项目总投资（万元）			200
环保投资占总投资比例			50.0%

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目拟在公司铆焊车间内西北角建设 1 间 γ 射线探伤室及附属用房。建设过程中拆除原有 X 射线探伤室的操作室，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

施工期间拆除原有 X 射线探伤室的操作室并新建 γ 射线探伤室及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铆焊车间环境的影响，施工单位应做到以下几点：施工现场架设施工围挡，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撒落在地面上，避免产生扬尘对车间生产造成影响。颗粒物浓度满足《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)表 2 无组织排放监控浓度限值要求。

(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。生活污水排入防渗储池，生活污水满足《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)中三级标准，定期运至阿城污水处理厂，处理达标后排入阿什河，对环境产生影响很小。

(3) 噪声影响及防治措施

主要来自原有 X 射线探伤室操作室的拆除及 γ 射线探伤室、附属用房的建设过程中混凝土浇灌和施工废渣的清运。运输车辆居民区禁止鸣笛；选取噪声低、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，满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)的要求。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 射线探伤机

11.2.1.1 X 射线影响分析

本项目X射线探伤机主要技术指标见下表。

表11-1 本项目X射线探伤机主要技术指标

设备名称	X 射线探伤机
最大管电压	350kV
最大管电流	5.0mA
射线光路与管夹角	-20°~+20°
辐射源点移动范围	本项目探伤机移动范围距离东侧屏蔽体最近距离 1700mm，距离南侧屏蔽体最近距离 3300mm，距离西侧屏蔽体最近距离 3000mm，距离北侧屏蔽体最近距离 1000mm，上下方向不移动，距离地面 1500mm。
工件尺寸	厚度 3~30mm，长度 3~12m
有用线束方向	固定向下
漏射线剂量	$5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$

根据建设单位提供的资料，本项目 X 射线探伤机的有用线束方向向下， γ 射线探伤室地面为混凝土且下方无建筑，因此本次不对底面屏蔽进行影响分析，主要对 γ 射线探伤室除底面外其他各面对漏射和散射的屏蔽进行影响分析。本次环评采用理论计算的方法验证本项目 γ 射线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（ $\dot{H}_{c,d}$ ）

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： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

2) 相应 H_c 的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按式（11-1）计算：

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

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

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 (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 $H_{c,max}$

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

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：

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

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 ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 (11-4) 计算：

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

式中：B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点 (靶点) 至关注点的距离，单位为米 (m)；

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：

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

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

H_0 —距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量，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 。根据 GBZ/T 250-2014 中表 B.1，本项目 X 射线探伤机 X 射线输出量保守取 400kV、3mmCu 滤过条件下的输出量，即 $23.5 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

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。

5、迷路散射辐射屏蔽

关注点的散射辐射剂量率 H （ $\mu Sv/h$ ）按式（11-6）计算：

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_1^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2} \cdot \frac{\alpha_1 \cdot A_1}{R_2^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A_2}{R_3^2} \quad \text{式（11-6）}$$

式中： α_1 、 α_2 —本项目 X 射线一次散射后能量为 250keV，保守按照再次散射后能量不降低，参考《辐射防护导论》P187 图 6.4，保守取散射因子为 0.018。

R —散射体中心至散射终点的距离， $R_1=3.0m$ ， $R_2=5.4m$ ， $R_3=1.2m$ 。

A —散射面积， $A_1=1.9m \times 2.5m=4.75m^2$ ， $A_2=1.2m \times 2.5m=3.0m^2$ 。

其它参数意义同式 11-5。

11.2.1.2 γ 射线探伤室辐射防护屏蔽分析

1、关注点辐射屏蔽的剂量率参考控制水平

根据建设单位提供资料，X 射线探伤机预计周曝光时长为 12.5h，年工作 50 周，年累计出束最大时长为 627h（包含训机时间）； ^{192}Ir γ 射线探伤机预计周曝光时长为 2.5h，年工作 50 周，年累计出束最大时长为 125h； ^{60}Co γ 射线探伤机预计周曝光时长为 1.25h，年工作 50 周，年累计出束最大时长为 62.5h。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 γ 射线探伤室周围关注点位置见图 11-1，关注点剂量率参考控制水平见表 11-2。

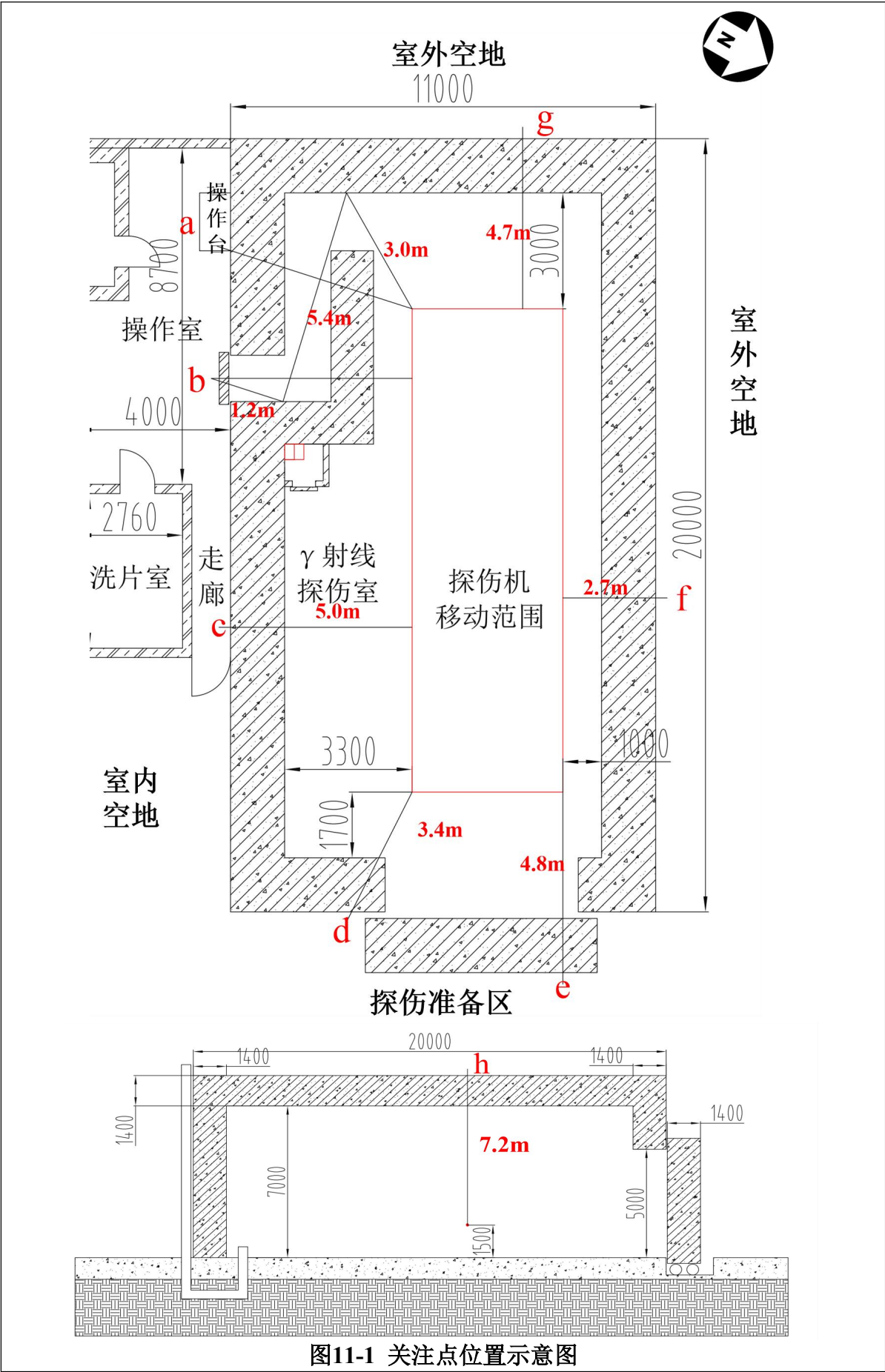


图11-1 关注点位置示意图

表 11-2 γ 射线探伤室关注点辐射屏蔽的剂量率参考控制水平

关注点		方向	U	T	$H_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$H_{c,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	H_c ($\mu\text{Sv/h}$)
a	南侧墙外 30cm 处（操作台）	南	1	1	6.15	2.5	2.5
b	人员门外 30cm 处	南	1	1	6.15	2.5	2.5
c	南侧墙外 30cm 处（走廊）	南	1	1	6.15	2.5	2.5
	南侧墙外 30cm 处（室内空地）	南	1	1/4	1.23	2.5	1.23
d	东侧墙外 30cm 处（探伤准备区）	东	1	1/4	1.23	2.5	1.23
e	工件门外 30cm 处	东	1	1/4	1.23	2.5	1.23
f	北侧墙外 30cm 处（室外空地）	北	1	1/16	4.92	2.5	2.5
g	西侧墙外 30cm 处（室外空地）	西	1	1/16	4.92	2.5	2.5
h	顶棚屏蔽墙外 30cm 处	-	1	-	100		

注：剂量率参考控制水平计算值取 $H_{c,d}$ 与 $H_{c,max}$ 的较小值， γ 射线探伤室为单层建筑，顶部人员不可达。

2、辐射防护措施屏蔽效果分析

本项目 γ 射线探伤室内 X 射线主射方向向下， γ 射线探伤室地面为混凝土且无地下层，因此本次不考虑有用线束方向的影响，其他方向的影响按照散射和泄漏 X 射线进行预测分析。本项目探伤机移动范围距离东侧屏蔽体最近距离 1700mm，距离南侧屏蔽体最近距离 3300mm，距离西侧屏蔽体最近距离 3000mm，距离北侧屏蔽体最近距离 1000mm，上下方向不移动，距离地面 1500mm，预测参数及计算结果见表 11-3 和表 11-4。

表11-3 本项目 γ 射线探伤室屏蔽透射因子计算表

关注点	屏蔽厚度	射线类型	管电压 (kV)	什值层 (mm)		透射因子 B
				混凝土	铅	
a	1400mm 混凝土 +1100mm 混凝土	漏射	350	100	7.0	1.00×10^{-25}
		散射	250	90	2.9	1.67×10^{-28}
b	1100mm 混凝土 +8mmPb	漏射	350	100	7.0	7.20×10^{-13}
	8mmPb	散射	250	-	2.9	1.74×10^{-3}
c	1400mm 混凝土	漏射	350	100	-	1.00×10^{-14}
		散射	250	90	-	2.78×10^{-16}
d	1400mm 混凝土	漏射	350	100	-	1.00×10^{-14}
		散射	250	90	-	2.78×10^{-16}

e	1400mm 混凝土	漏射	350	100	-	1.00×10^{-14}
		散射	250	90	-	2.78×10^{-16}
f	1400mm 混凝土	漏射	350	100	-	1.00×10^{-14}
		散射	250	90	-	2.78×10^{-16}
g	1400mm 混凝土	漏射	350	100	-	1.00×10^{-14}
		散射	250	90	-	2.78×10^{-16}
h	1400mm 混凝土	漏射	350	100	-	1.00×10^{-14}
		散射	250	90	-	2.78×10^{-16}

注：根据《工业 X 射线探伤机室辐射屏蔽规范》GBZ/250-2014 中表 B.2，泄漏辐射 TVL 铅取 7.0mm（内插法计算），混凝土取 100mm，散射辐射 TVL 铅取 2.9mm，混凝土取 90mm。

表11-4 本项目 γ 射线探伤室屏蔽效果理论计算统计表

关注点	射线类型	源强	电流 (mA)	透射因子 B	距离 (m)	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
a	漏射	$5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$	—	1.00×10^{-25}	5.0	2.00×10^{-23}	2.09×10^{-23}
	散射	$23.5 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$	5.0	1.67×10^{-28}	5.0	9.41×10^{-25}	
b	漏射	$5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$	—	7.20×10^{-13}	5.0	1.44×10^{-10}	3.00×10^{-3}
	散射	$23.5 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$	5.0	1.74×10^{-3}	$R_1=3.0$ $R_2=5.4$ $R_3=1.2$	3.00×10^{-3}	
c	漏射	$5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$	—	1.00×10^{-14}	5.0	2.00×10^{-12}	3.57×10^{-12}
	散射	$23.5 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$	5.0	2.78×10^{-16}	5.0	1.57×10^{-12}	
d	漏射	$5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$	—	1.00×10^{-14}	3.4	4.33×10^{-12}	7.72×10^{-12}
	散射	$23.5 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$	5.0	2.78×10^{-16}	3.4	3.39×10^{-12}	
e	漏射	$5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$	—	1.00×10^{-14}	4.8	2.17×10^{-12}	3.87×10^{-12}
	散射	$23.5 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$	5.0	2.78×10^{-16}	4.8	1.70×10^{-12}	
f	漏射	$5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$	—	1.00×10^{-14}	2.7	6.86×10^{-12}	1.22×10^{-11}
	散射	$23.5 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$	5.0	2.78×10^{-16}	2.7	5.38×10^{-12}	
g	漏射	$5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$	—	1.00×10^{-14}	4.7	2.26×10^{-12}	4.04×10^{-12}
	散射	$23.5 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$	5.0	2.78×10^{-16}	4.7	1.78×10^{-12}	
h	漏射	$5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$	—	1.00×10^{-14}	7.2	9.65×10^{-13}	1.72×10^{-12}
	散射	$23.5 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$	5.0	2.78×10^{-16}	7.2	7.57×10^{-13}	

注：至关注点距离保守取垂直距离。

根据理论计算结果，本项目 γ 射线探伤室屏蔽体外30cm处周围区域最大剂量率为 $3.00 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，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。

3、天空反散射辐射影响分析

由表11-4计算可知， γ 射线探伤室顶部外30cm处最大剂量率为 $1.72 \times 10^{-12} \mu\text{Sv/h}$ ，已满足控制水平的要求，且 γ 射线探伤室位于铆焊车间内， γ 射线探伤室顶棚上方与所在厂房之间存在一定的净空距离，剂量率与距离平方成反比，故本次评价不考虑天空散射的影响。

11.2.2 γ 射线探伤机

11.2.2.1 γ 射线影响分析

本项目 γ 射线探伤机主要技术指标见下表。

表11-5 本项目 γ 射线探伤机主要技术指标

放射源	^{192}Ir	^{60}Co
活度	100Ci	100Ci
工件尺寸	厚度 12~70mm，长度 3~12m	厚度 50~120mm，长度 3~12m
辐射源点移动范围	本项目探伤机移动范围距离东侧屏蔽体最近距离 1700mm，距离南侧屏蔽体最近距离 3300mm，距离西侧屏蔽体最近距离 3000mm，距离北侧屏蔽体最近距离 1000mm，离地面最大高度 1m。	

根据建设单位提供的资料，本项目 γ 射线探伤机使用过程中离地面最远距离为1m，本次环评采用理论计算的方法验证本项目 γ 射线探伤室屏蔽防护性能。

1、有用线束辐射屏蔽

参考《辐射防护导论》（方杰主编，原子能出版社，1991年）推荐的公式，按照裸源进行计算，关注点处的周围剂量当量率计算公式：

$$H = \frac{A \cdot \Gamma}{R^2} \cdot B \quad \text{式 (11-7)}$$

式中：H—预测点处周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

A—放射源活度，Bq；

Γ —周围剂量当量率常数， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{MBq} \cdot \text{h})$ ；

R—放射源距预测点的距离，m；

B—透射因子，按下式计算：

$$B = 2^{-X/HVL} \quad \text{式 (11-8)}$$

式中：X—屏蔽厚度，mm；

HVL—半值层厚度。

2、迷路散射辐射屏蔽

参考 GBZ/T 220.3-2015 附录 B 中公式 B.4，经迷路散射后人员门外周围剂量当量率计算公式：

$$H = \frac{A \cdot \Gamma}{R^2} \cdot \frac{\alpha_1 \cdot A_1}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A_2}{R_2^2} \cdot B \quad \text{式 (11-9)}$$

式中：α—散射因子，根据康普顿散射公式，本项目 ^{192}Ir 产生的γ射线一次散射后的能量约为 0.17MeV， ^{60}Co 产生的γ射线一次散射后的能量约为 0.25MeV，计算中α₁、α₂ 保守按照 ^{60}Co 产生的γ射线一次散射后的能量选取散射因子，参考《辐射防护导论》P187 图 6.4，取散射因子为 0.02。

R—散射体中心至散射终点的距离，R=3.0m，R₁=5.4m，R₂=1.2m。

A—散射面积，A₁=1.9m×2.5m=4.75m²，A₂=1.2m×2.5m=3.0m²。

B—人员门的透射因子， ^{60}Co 产生的γ射线经 2 次散射后至人员门处的能量约为 0.20MeV， ^{192}Ir 产生的γ射线经 2 次散射后至人员门处的能量更低，故保守按照 0.20MeV 的γ射线计算人员门的透射因子，保守取铅的半值层厚度取 1.5mm。

本项目γ射线探伤机在不使用时存放于储源间内，根据距离平方反比规律计算储源间外周围剂量当量，公式如下：

$$H = \frac{H_5 \cdot R_5^2}{R^2} \cdot B \quad \text{(11-10)}$$

式中：H₅—为离源容器表面 5cm 处最大周围剂量当量率，μSv/h，根据 GBZ 117-2022 中表 2，对于 ^{192}Ir 取 500μSv/h，对于 ^{60}Co 取 1000μSv/h；

R₅—为离源容器表面距离，取 5cm；

其它参数意义同式 11-7。

11.2.2.2 γ射线探伤室辐射防护屏蔽分析

1、关注点辐射屏蔽的剂量率参考控制水平

本项目γ射线探伤室周围关注点位置见图 11-2，关注点剂量率参考控制水平见表 11-2。

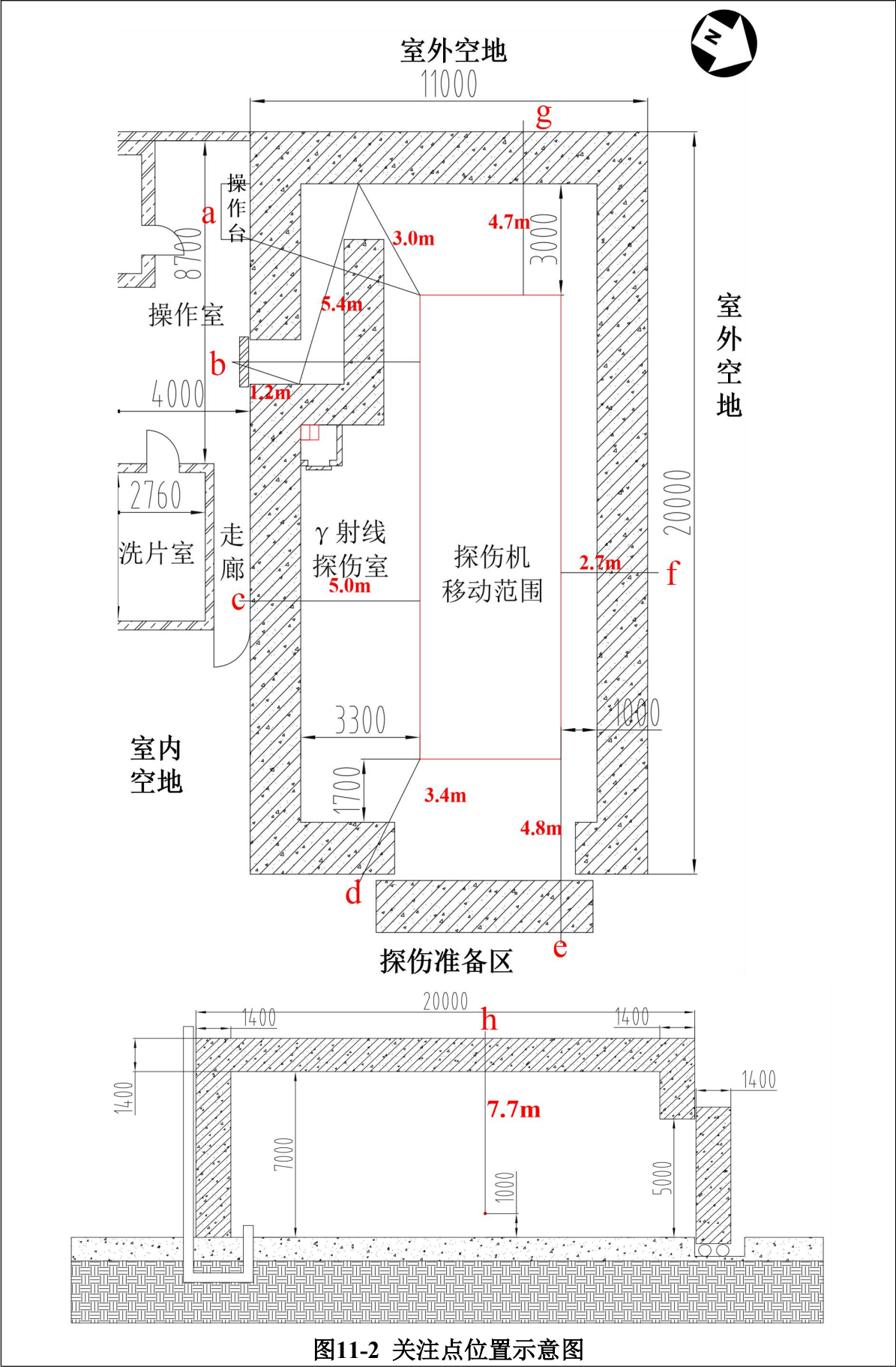


图11-2 关注点位置示意图

2、辐射防护措施屏蔽效果分析

本项目 γ 射线探伤室内使用 γ 射线探伤机, γ 射线探伤室地面为混凝土且无地下层,因此本次除地面外其他方向的影响按照有用线束进行预测分析。本项目探伤机移动范围距离东侧屏蔽体最近距离 1700mm,距离南侧屏蔽体最近距离 3300mm,距离西侧屏蔽体最近距离 3000mm,距离北侧屏蔽体最近距离 1000mm,离地面最大高度 1m,预测参数及计算结果见表 11-6 和表 11-7。

表11-6 本项目 γ 射线探伤室屏蔽透射因子计算表

关注点	屏蔽厚度	放射源	射线类型	半值层 (mm)		透射因子 B
				混凝土	铅	
a	1400mm 混凝土 +1100mm 混凝土	^{192}Ir	有用线束	50	3	8.88×10^{-16}
		^{60}Co	有用线束	70	13	1.77×10^{-11}
b	1100mm 混凝土 +8mmPb	^{192}Ir	有用线束	50	3	3.75×10^{-8}
		^{60}Co	有用线束	70	13	1.21×10^{-5}
	8mmPb	^{192}Ir 、 ^{60}Co	散射	-	1.5	2.48×10^{-2}
c	1400mm 混凝土	^{192}Ir	有用线束	50	-	3.73×10^{-9}
		^{60}Co	有用线束	70	-	9.54×10^{-7}
d	1400mm 混凝土	^{192}Ir	有用线束	50	-	3.73×10^{-9}
		^{60}Co	有用线束	70	-	9.54×10^{-7}
e	1400mm 混凝土	^{192}Ir	有用线束	50	-	3.73×10^{-9}
		^{60}Co	有用线束	70	-	9.54×10^{-7}
f	1400mm 混凝土	^{192}Ir	有用线束	50	-	3.73×10^{-9}
		^{60}Co	有用线束	70	-	9.54×10^{-7}
g	1400mm 混凝土	^{192}Ir	有用线束	50	-	3.73×10^{-9}
		^{60}Co	有用线束	70	-	9.54×10^{-7}
h	1400mm 混凝土	^{192}Ir	有用线束	50	-	3.73×10^{-9}
		^{60}Co	有用线束	70	-	9.54×10^{-7}

注: 根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中表 A.2, ^{192}Ir HVL 铅取 3.0mm, 混凝土取 50mm, ^{60}Co TVL 铅取 13mm, 混凝土取 70mm。

表11-7 本项目 γ 射线探伤室屏蔽效果理论计算统计表

关注点	放射源	活度 (MBq)	周围剂量当量率常数 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{MBq}\cdot\text{h})$)	透射因子 B	距离 (m)	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
a	^{192}Ir	3.7×10^6	0.17	8.88×10^{-16}	5.0	2.23×10^{-11}

	⁶⁰ Co	3.7×10 ⁶	0.35	1.77×10 ⁻¹¹	5.0	9.19×10 ⁻⁷	
b	¹⁹² Ir	3.7×10 ⁶	0.17	3.75×10 ⁻⁸	5.0	9.45×10 ⁻⁴	0.40
	散射辐射	3.7×10 ⁶	0.17	2.48×10 ⁻²	R=3.0 R ₁ =5.4 R ₂ =1.2	0.40	
	⁶⁰ Co	3.7×10 ⁶	0.35	1.21×10 ⁻⁵	5.0	0.63	1.48
	散射辐射	3.7×10 ⁶	0.35	2.48×10 ⁻²	R=3.0 R ₁ =5.4 R ₂ =1.2	0.85	
c	¹⁹² Ir	3.7×10 ⁶	0.17	3.73×10 ⁻⁹	5.0	9.37×10 ⁻⁵	
	⁶⁰ Co	3.7×10 ⁶	0.35	9.54×10 ⁻⁷	5.0	0.05	
d	¹⁹² Ir	3.7×10 ⁶	0.17	3.73×10 ⁻⁹	3.4	2.03×10 ⁻⁴	
	⁶⁰ Co	3.7×10 ⁶	0.35	9.54×10 ⁻⁷	3.4	0.11	
e	¹⁹² Ir	3.7×10 ⁶	0.17	3.73×10 ⁻⁹	4.8	1.02×10 ⁻⁴	
	⁶⁰ Co	3.7×10 ⁶	0.35	9.54×10 ⁻⁷	4.8	0.05	
f	¹⁹² Ir	3.7×10 ⁶	0.17	3.73×10 ⁻⁹	2.7	3.21×10 ⁻⁴	
	⁶⁰ Co	3.7×10 ⁶	0.35	9.54×10 ⁻⁷	2.7	0.17	
g	¹⁹² Ir	3.7×10 ⁶	0.17	3.73×10 ⁻⁹	4.7	1.06×10 ⁻⁴	
	⁶⁰ Co	3.7×10 ⁶	0.35	9.54×10 ⁻⁷	4.7	0.06	
h	¹⁹² Ir	3.7×10 ⁶	0.17	3.73×10 ⁻⁹	7.7	3.95×10 ⁻⁵	
	⁶⁰ Co	3.7×10 ⁶	0.35	9.54×10 ⁻⁷	7.7	0.02	

注：至关注距离保守取垂直距离。

根据理论计算结果，本项目γ射线探伤室屏蔽体外30cm处周围区域最大剂量率为1.48μSv/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）要求。

3、天空反散射辐射影响分析

由表11-7计算可知，γ射线探伤室顶部外30cm处最大剂量率为0.02μSv/h，已满足控制水平的要求，且γ射线探伤室位于铆焊车间内，γ射线探伤室顶棚上方与所在厂房之间存在一定的净空距离，剂量率与距离平方成反比，故本次评价不考虑天空散射的影响。

11.2.2.3 γ射线探伤机储源间辐射防护屏蔽分析

1、关注点辐射屏蔽的剂量率参考控制水平

本项目γ射线探伤室周围关注点位置见图11-3，关注点剂量率参考控制水平根据

《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

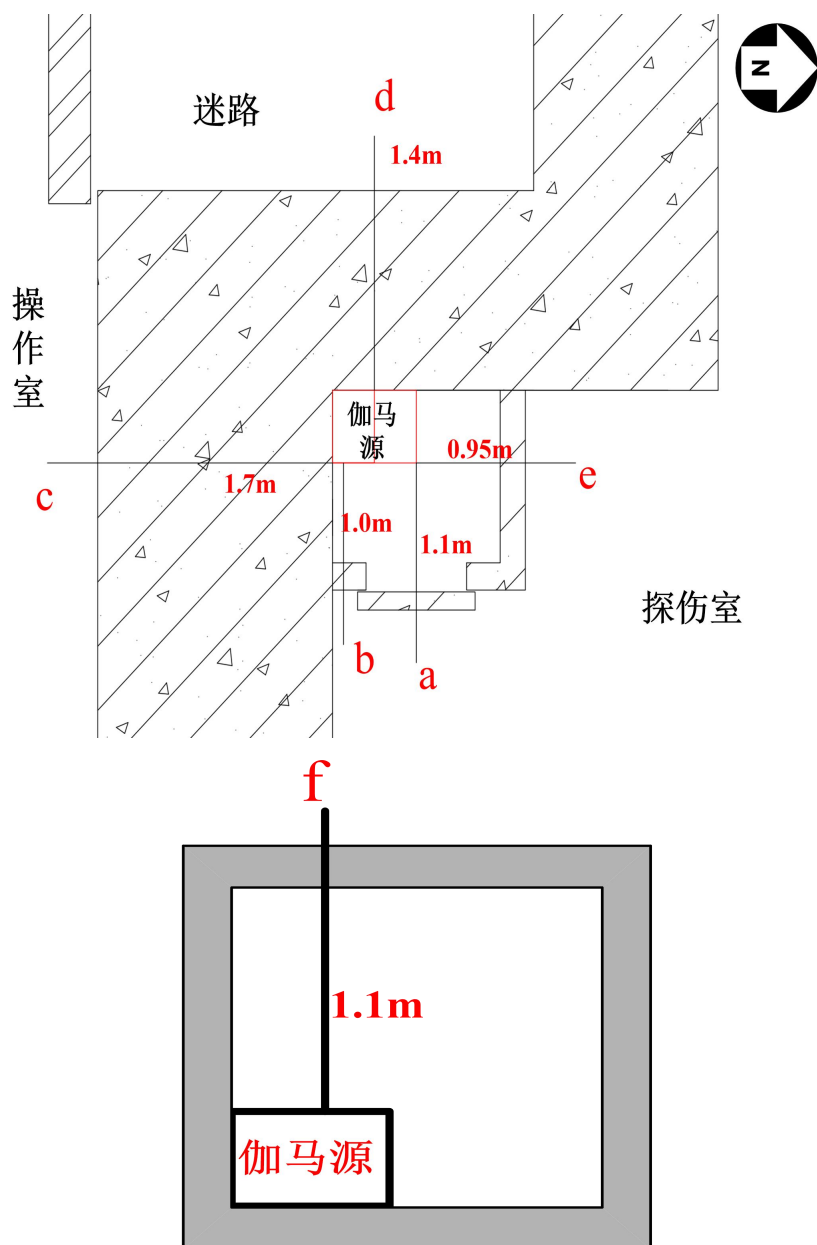


图11-3 关注点位置示意图

2、辐射防护措施屏蔽效果分析

本项目 γ 射线探伤机在不使用时存放于储源间内，储源间位于 γ 射线探伤室迷路西侧，地面为混凝土且无地下层，因此本次除地面外其他方向的影响按照有用线束进行预测分析。本项目 γ 射线探伤机存放于储源间西南角，预测参数及计算结果见表11-8 和表 11-9。

表11-8 本项目 γ 射线探伤室屏蔽透射因子计算表

关注点	屏蔽厚度	放射源	射线类型	半值层 (mm)	透射因子 B
				混凝土	
a	100mm 混凝土	^{192}Ir	有用线束	50	0.25
		^{60}Co	有用线束	70	0.37
b	150mm 混凝土	^{192}Ir	有用线束	50	0.13
		^{60}Co	有用线束	70	0.23
c	1400mm 混凝土	^{192}Ir	有用线束	50	3.73×10^{-9}
		^{60}Co	有用线束	70	9.54×10^{-7}
d	1100mm 混凝土	^{192}Ir	有用线束	50	2.38×10^{-7}
		^{60}Co	有用线束	70	1.86×10^{-5}
e	150mm 混凝土	^{192}Ir	有用线束	50	0.13
		^{60}Co	有用线束	70	0.23
f	150mm 混凝土	^{192}Ir	有用线束	50	0.13
		^{60}Co	有用线束	70	0.23

注：根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中表 A.2， ^{192}Ir HVL 混凝土取 50mm， ^{60}Co TVL 混凝土取 70mm。

表11-9 本项目 γ 射线探伤室屏蔽效果理论计算统计表

关注点	放射源	离源容器表面 5cm 处最大剂 量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	透射因子 B	距离 (m)	关注点剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
a	^{192}Ir	500	0.25	1.1	0.26	1.03
	^{60}Co	1000	0.37	1.1	0.77	
b	^{192}Ir	500	0.13	1.0	0.17	0.80
	^{60}Co	1000	0.23	1.0	0.63	
c	^{192}Ir	500	3.73×10^{-9}	1.7	2.38×10^{-9}	1.22×10^{-6}
	^{60}Co	1000	9.54×10^{-7}	1.7	1.22×10^{-6}	
d	^{192}Ir	500	2.38×10^{-7}	1.4	1.03×10^{-7}	1.62×10^{-5}
	^{60}Co	1000	1.86×10^{-5}	1.4	1.61×10^{-5}	
e	^{192}Ir	500	0.13	0.95	0.16	0.73
	^{60}Co	1000	0.23	0.95	0.57	
f	^{192}Ir	500	0.13	1.1	0.13	0.60

	⁶⁰ Co	1000	0.23	1.1	0.47	
--	------------------	------	------	-----	------	--

根据理论计算结果，本项目储源间屏蔽体外30cm处周围区域最大剂量率为1.03μSv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“在公众能接近的距外表面最近处，其屏蔽应能使该处周围剂量当量率小于2.5μSv/h或者审管部门批准的控制水平”的要求。

11.2.3 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：

$$H_E = H \times t \times T (mSv) \quad (11-11)$$

式中： H_E —外照射人均年有效剂量当量，mSv；
 H —关注点的剂量当量率 H （μSv/h）；
 t —年工作时间，h；
 T —居留因子。

1、职业人员的年有效剂量估算

根据存/取一次放射源所需的工序，主要为从储源间内存取放射源和近距离移动γ射线探伤机，¹⁹²Ir γ射线探伤机为便携式，⁶⁰Co γ射线探伤机为移动式。保守取辐射工作人员存/取一次放射源时处于离探伤机 5cm 处（根据 GBZ 117-2022，移动式 and 便携式γ射线探伤机源容器表面 5cm 处最大周围剂量当量率分别为 1mGy/h、0.5mGy/h）和离探伤机 100cm 处（根据 GBZ 117-2022，移动式 and 便携式γ射线探伤机源容器表面 100cm 处最大周围剂量当量率分别为 0.05mGy/h、0.02mGy/h）的时间分别为 0.5min 和 1min。根据公式（11-11），居留因子取 1，可估算出：完成存/取一次 ¹⁹²Ir 放射源的操作所受的辐射剂量约 4.5μSv；完成存/取一次 ⁶⁰Co 放射源的操作所受的辐射剂量约 9.2μSv；本项目实行单班制工作，γ射线探伤室内放射源每日存/取最多 1 次，年工作 250 天。因此，在最不利情况下，本项目放射源存/取仅由一人完成时，对辐射工作人员造成照射的有效剂量为 3.425mSv/a。

根据建设单位提供资料，X 射线探伤机预计周曝光时长为 12.5h，年工作 50 周，年累计出束最大时长为 627h（包含训机时间）；¹⁹²Ir γ射线探伤机预计周曝光时长为 2.5h，年工作 50 周，年累计出束最大时长为 125h；⁶⁰Co γ射线探伤机预计周曝光时长为 1.25h，年工作 50 周，年累计出束最大时长为 62.5h。依据表 11-4、表 11-9 预测

职业人员工作场所关注点剂量率，偏安全考虑，保守取屏蔽体外人员可到达区域最大剂量率值对工作人员的年有效剂量进行核算，并且全部工作由一人完成，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)
职业人员	3×10^{-3}	1	627	1.88×10^{-3}	3.570	5mSv
	0.40	1	125	0.050		
	1.48	1	62.5	0.093		
	3.425					

通过计算可知，在叠加了放射源存/取时造成的个人剂量，本项目引起的职业人员的年有效剂量最大值 3.570mSv/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。

建设单位现有 X 射线探伤室及 X 射线数字成像检测系统均位于铆焊车间内，X 射线数字成像检测系统已于 2024 年进行自主验收，屏蔽体外周围剂量当量率满足标准要求，且距本项目 γ 射线探伤室距离较远（32m），其对本项目的辐射影响可忽略；根据建设单位提供的 2024 年度辐射监测报告，现有 X 射线探伤室工作场所屏蔽体外辐射剂量率均满足标准要求，本项目探伤室与原有 X 射线探伤室共用操作室，2024 年度辐射监测报告中指出原有 X 射线探伤室对工作人员造成的年有效剂量为 0.099mSv/a，在叠加原有 X 射线探伤室的辐射影响后，本项目辐射工作人员年有效剂量为 3.669mSv/a，仍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 11-4、表 11-9 估算结果，计算参数及结果见表 11-11。

表 11-11 公众人员年有效剂量估算

保护目标名称		源相	计算点剂量 当量率($\mu\text{Sv/h}$) H	T	受照时间 t (h)	年有效剂量 (mSv)		年剂量 约束值
c	南侧墙外 30cm 处 (室内空地)	X 射线 探伤机	3.57×10^{-12}	1/4	627	5.60×10^{-13}	7.84×10^{-4}	0.1mSv
		^{192}Ir	9.37×10^{-5}		125	2.93×10^{-6}		
		^{60}Co	0.05		62.5	7.81×10^{-4}		
d	东侧墙外 30cm 处 (探伤准备区)	X 射线 探伤机	7.72×10^{-12}	1/4	627	1.21×10^{-12}	1.73×10^{-3}	
		^{192}Ir	2.03×10^{-4}		125	6.34×10^{-6}		
		^{60}Co	0.11		62.5	1.72×10^{-3}		
e	工件门外 30cm 处	X 射线 探伤机	3.87×10^{-12}	1/4	627	6.07×10^{-13}	7.84×10^{-4}	
		^{192}Ir	1.02×10^{-4}		125	3.19×10^{-6}		
		^{60}Co	0.05		62.5	7.81×10^{-4}		
f	北侧墙外 30cm 处 (室外空地)	X 射线 探伤机	1.22×10^{-11}	1/16	627	4.78×10^{-13}	6.67×10^{-4}	
		^{192}Ir	3.21×10^{-4}		125	2.51×10^{-6}		
		^{60}Co	0.17		62.5	6.64×10^{-4}		
g	西侧墙外 30cm 处 (室外空地)	X 射线 探伤机	4.04×10^{-12}	1/16	627	1.58×10^{-13}	2.35×10^{-4}	
		^{192}Ir	1.06×10^{-4}		125	8.28×10^{-7}		
		^{60}Co	0.06		62.5	2.34×10^{-4}		

由上表可知，本项目公众人员年有效剂量最大值为 $1.73 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，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》（GB 18871-2002）的要求。建设单位 2024 年度辐射监测报告中指出原有 X 射线探伤室对公众人员造成的年有效剂量为 0.006mSv/a ，在叠加原有 X 射线探伤室的辐射影响后，本项目公众人员年有效剂量为 $7.73 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，仍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》（GB 18871-2002）的要求。

综上所述，本项目 γ 射线探伤室的屏蔽效果，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》（GB 18871-2002）的要求。

11.2.4 其他影响分析

(1) 废气：本项目 X 射线探伤机、 γ 射线探伤机工作时产生 X 射线、 γ 射线、 β 射线，使空气电离会产生一定量的臭氧和氮氧化物。本项目 γ 射线探伤室设置有通风装置，通风次数不小于 3 次/小时，室外排风口设置于铆焊车间西侧顶部，不朝向人员密集区域排放。

(2) 危险废物：本项目 X 射线探伤机、 γ 射线探伤机完成无损检测后，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）。建设单位预计每年产生少量的废胶片约 180kg，废显（定）影液、洗片废水约为 540kgL。废显影液、废定影液由专用塑料桶收集，废胶片装入塑料胶片袋内，集中收集后置入危废贮存库，定期由有资质单位回收处置。

本项目依托现有危废贮存库，内部尺寸为 4.55m（L） $\times$ 2.95m（W） $\times$ 2.65m（H），可贮存约 20t 危险废物，已进行防渗处理，防渗层为 2mm 厚高密度聚乙烯，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s。地面与裙脚用坚固、防渗的材料建造，进行防渗硬化处理；设置泄漏液体收集装置；设置安全照明设施和观察窗口；用于存放装载危险废物容器的地方，有耐腐蚀的硬化地面，表面无裂缝；地面与裙脚所围建的容积不低于堵截最大容器的最大储量/总储量的 1/5。危废贮存库门口设置危废识别警示标识，盛装废显影液、废定影液的专用塑料桶满足强度要求且完好无损。危废贮存库由专人保管，上锁，禁止无关人员入内，并建立台账。危废贮存库符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单中相关要求，故本项目依托现有危废贮存库是可行的。

(3) 退役/废旧放射源

本项目购进放射源时与厂家签订放射源回收协议，产生的退役或废旧的 ^{192}Ir 、 ^{60}Co 放射源由厂家回收处置。 γ 射线探伤机换源由放射源厂家负责。 ^{192}Ir 放射源每半年更换一次， ^{60}Co 放射源每五年更换一次。

(4) 其他

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。生活污水排入防渗储池，定期运至阿城污水处理厂，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）新机调试，分工不明误照：在调试新探伤机时，责任人脱离岗位，他人开机使人员受到误照；

（2）误传联络信号误照：在有人贴胶片时，由于联络信号传递失误而开机，造成误照；

（3）开机未示警，误入受照：在 γ 射线探伤室内外无开机照射的警戒信号，因此，在照射过程中，有人误入 γ 射线探伤室受到照射；

（4）二人作业，配合失误受照：二人进行探伤作业，一人去开机，而另外一人仍在 γ 射线探伤室受到误照；

（5） γ 探伤机质量问题①辐射源壳屏蔽有问题，造成密封源泄漏；②设计不合理及组装不牢，源与源辫接口松动，导致源脱落；

（6）部件损坏未及时处理或处理不当：①输源软管破裂，源不能被收回至防护罐内；②源接头损坏，未及时修理，导致源脱落；③输源软管未与源辫的挂钩接合或接合不牢，将源顶出防护罐后不能回收；④源脱落到地面丢失，造成多人受到照射。

（7）射线装置或源容器丢失造成人员受照；

（8）废源保管不当：退役下来的废源未及时返回厂家，保管不当造成人员受到照射；

（9）检修受照：检修过程中，未注意防护，造成受照射；

（10）废显影液、废定影液进行转移运输时发生泄漏，对周围环境造成污染。

11.4 事故风险防范措施

（1）探伤工作人员必须经过辐射防护知识培训，熟悉掌握辐射防护知识，了解所操作的探伤机基本结构和性能特点，熟悉操作规程，了解易出的事故和误操作的可能性，正确合理使用探伤机。禁止无证上岗

（2）辐射工作人员必须严格按照操作程序进行操作，每日检查 γ 射线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。如果失灵，应立即修理，恢复正常，防止照射事故的发生。

（3）机房防护门处设置电离辐射警示标识、中文警告说明和工作状态指示灯。

每次探伤前对防护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 γ 射线探伤室内进行查看，确保无人停留。

(5) 建立严格的放射源及射线装置安全管理制度、设专人保管，24 小时视频监控、红外报警及双人双锁制度；制定定期保养和检查制度，每次使用前须仔细检查放射源的操纵机构和传输装置，定期检查放射源的牢固性和活动部件的可靠性，及时保养维修。

(6) 如出现卡源或脱落现象，立即启动应急预案，采取必要的防护措施。

①如果现场条件允许，应控制辐射区域，还可采用铅皮（必要时将铅皮折叠）压盖的方法减少辐射区域范围，禁止无关人员进入控制区，对现场情况进行处理。

②现场工作人员可借助前端带抓钩的长杆（或其他辅助工具）迅速将放射源塞入 γ 射线探伤机机体内。

③在工作人员处理事故过程，必须佩戴个人剂量报警仪和个人剂量计，穿戴铅服等防护用品。

在处理事故过程必须尽快将放射源塞入 γ 射线探伤机机体内。事故处理完成后应立即对工作人员的个人剂量计进行检测，一旦发现个人剂量超标现象，及时采取相应的措施。建设单位应定期检查、维修设备，尽量避免此类卡源事故的发生。

(7) 废显影液、废定影液等危险废物装入专用塑料桶，运输前检查塑料桶完整，确保运输过程中不发生泄漏。如果发生泄漏，立即警戒，并且用锯末等吸附性物质进行吸附，吸附废显影液、废定影液的锯末收集到专用塑料桶，按照危险废物进行处置。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和国家环境保护总局环发（2006）145号文件的规定，发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在1小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门报告，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。

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，建设单位已经成立了辐射安全管理机构，明确了人员组成及工作职责，辐射安全管理机构人员组成及职责如下：

一、组织机构：

组 长：李志宇

副组长：李志明

成 员：王加强、于青松。

二、工作职责：

李志宇为辐射工作安全负责人，负责射线装置的安全和防护工作。健全管理规章制度，制定辐射事故应急预案，并采取措施防止辐射事故的发生。组织辐射工作人员进行有关法律法规规章、专业技术、安全防护和应急响应等知识的培训教育，持证上岗等。

李志明负责每年对本单位辐射工作安全与防护状况进行一次自我安全评估，建立辐射工作人员健康和个人剂量档案，对设备及防护设施定期维修及检查等。小组成员配合组长与副组长工作。

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），应尽快参加“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，做到持证上岗，且在正式开展探伤工作前应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。

该单位已制定辐射安全人员培训计划，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射线探伤机和 γ 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射线探伤机和 γ 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

建设单位为了保证辐射安全，保障工作人员和公众的身体健康，已制定了一系

列制度，包括：《辐射事故应急预案》《辐射安全管理机构》《探伤机操作规程》《辐射人员岗位职责》《辐射防护与安全保卫制度》《设备检修维护制度》《射线装置台账管理制度》《辐射安全人员培训计划》《辐射监测方案》《防止误操作或意外照射》等，该公司现有制度能满足现有工作的要求。

建设单位拟在项目运行前补充制定《 γ 射线探伤机操作规程》，并修订《辐射事故应急预案》。在按要求制定及更新制度后，能满足本项目辐射防护与安全管理要求。

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检查计划，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 γ 射线探伤室时，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。建设单位现有 1 台 X- γ 辐射剂量率仪，严格按照操作方法进行操作，并定期进行检定。

（1）监测仪器：X- γ 辐射剂量率仪

（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
γ射线探伤室	巡测γ射线探伤室周围的剂量率水平，包括屏蔽外 30cm 处及周围人员活动区域。	周围剂量当量率	每 3 个月由建设单位自行监测 1 次，每年由有资质单位监测 1 次
	γ射线探伤室防护门外 30cm 离地面高度 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点及门缝四周各 1 个点。		
	γ射线探伤室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点。		
	人员经常活动的位置（如操作台、洗片室、走廊）。		

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检查，合格者才能上岗；开展探伤工作后，应定期开展职业健康检查（不少于1次/2年）；探伤工作人员离岗时也应进行职业健康检查，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

建设单位根据《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，已对可能产生的辐射事故制定了应急预案，应急预案内容包括：编制目的、编制依据、适用范围、组织机构和职责、放射事故等级划分、辐射事故应急救援应遵循的原则、辐射事故应急处理程序、配备物品、应急响应终止、后期评估、社会支援、应急指挥领导小组成员联络方式等内容。

建议建设单位应依据国家相关法律法规、标准及本项目新增内容，对现有辐射事故应急预案进行补充修改、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预案，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。建设单位应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；
布局和屏蔽设计	探伤工作场所实行分区管理， γ 射线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	γ 射线探伤室采用实体屏蔽，四周墙体、顶棚及迷路均采用混凝土防护，人员门采用铅防护门，工件门采用混凝土防护门，设置门-机联锁、工作状态指示灯和辐射警告标识、急停开关、固定式剂量报警仪；安装监视装置，在操作室的操作台应有专用的监视器； γ 射线探伤室内设置机械通风装置，排风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 X- γ 剂量率仪，为辐射工作人员配置个人剂量计和个人剂量报警仪；配备应急防护用品，包括铅防护用品（铅衣、铅帽、铅围裙等）、长柄夹、应急储源罐及灭火器等；
辐射监测	有满足管理要求的辐射监测制度，定期开展职业健康检查，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”，符合产业政策要求。射线装置在正常运行过程中，各项污染产生较小，可以实现社会、经济、环境保护三效益的统一，该项目是可行的。

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。

哈尔滨市鑫合电站配件有限公司新建探伤室项目使用 2 台 X 射线探伤机和 2 台 γ 射线探伤机用于开展工件无损检测，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源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的要求。

13.1.3 建设内容

建设单位拟在铆焊车间内西侧新建 1 间 γ 射线探伤室，使用 2 台 X 射线探伤机，属于 II 类射线装置；使用 2 台 γ 射线探伤机，分别内置 1 枚 ^{192}Ir 放射源和 1 枚 ^{60}Co 放射源，活度均为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ，属于 II 类放射源，用于对生产的工件进行无损检测，并配套建设操作室、洗片室、储源间等。

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：该公司拟建 γ 射线探伤室所在区域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 辐射剂量率范围内，监测结果未见异常。

13.1.5 辐射安全与防护

γ 射线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、固定式剂量报警仪等装置， γ 射线探伤室内和操作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 γ 射线探伤室的屏蔽设计、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 γ 射线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/T 250-2014）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》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

13.1.7 辐射安全管理制度

建设单位设置有专门的辐射安全管理机构，制定了《辐射事故应急预案》《辐射安全管理机构》《探伤机操作规程》《辐射人员岗位职责》《辐射防护与安全保卫制度》《设备检修维护制度》《射线装置台账管理制度》《辐射安全人员培训计划》《辐射监测方案》《防止误操作或意外照射》等相关规章制度并建立个人剂量档案和健康档案等，拟在项目运行前补充制定《 γ 射线探伤机操作规程》，并修订《辐射事故应急预案》，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，哈尔滨市鑫合电站配件有限公司拟在铆焊车间内西侧新建 1 间 γ 射线探伤室，使用 2 台 X 射线探伤机和 2 台 γ 射线探伤机，用于开展工件无损检测，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，哈尔滨市鑫合电站配件有限公司新建探伤室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。

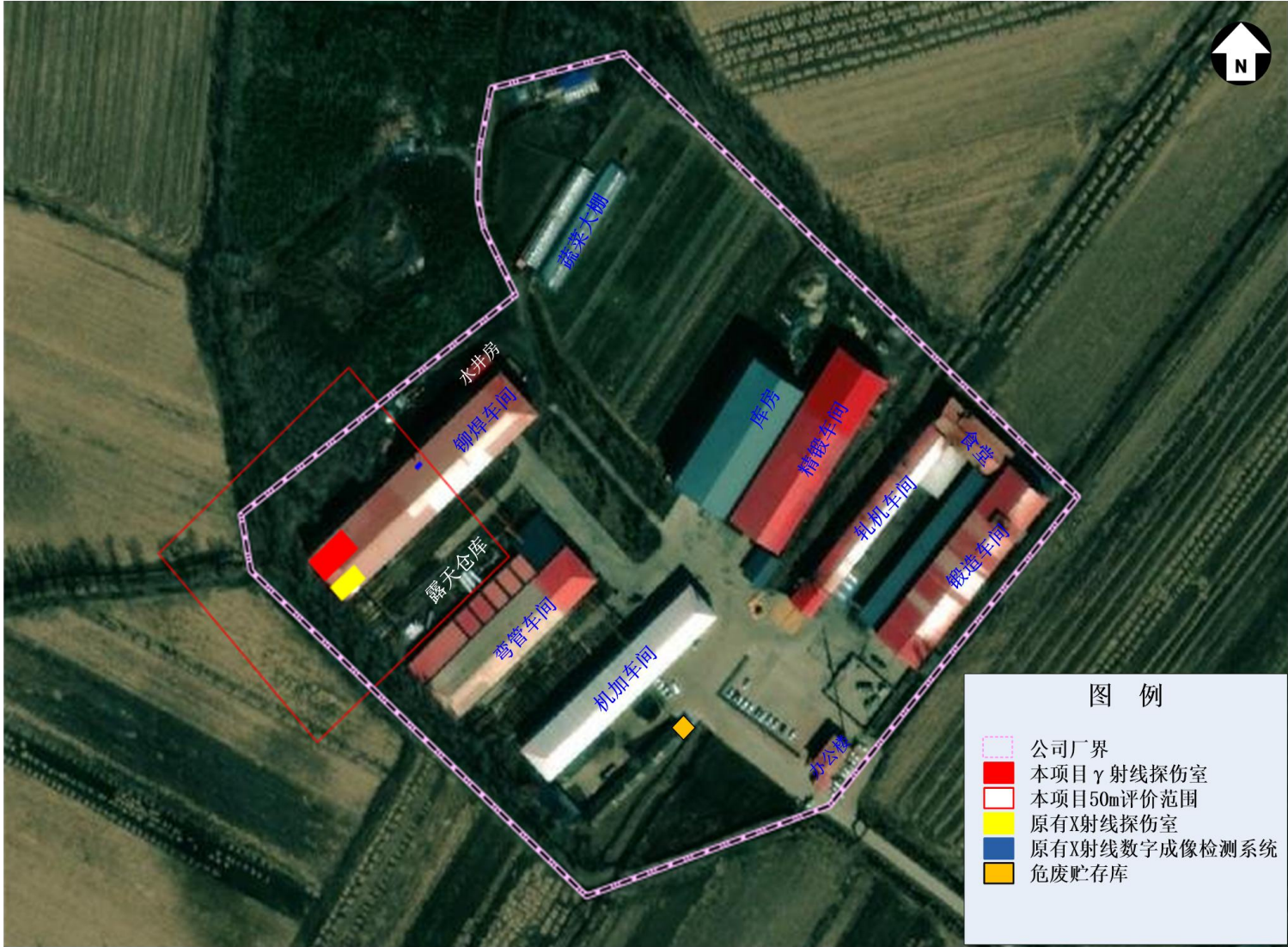
（3）及时办理辐射安全许可证相关事项。

表 14 审批

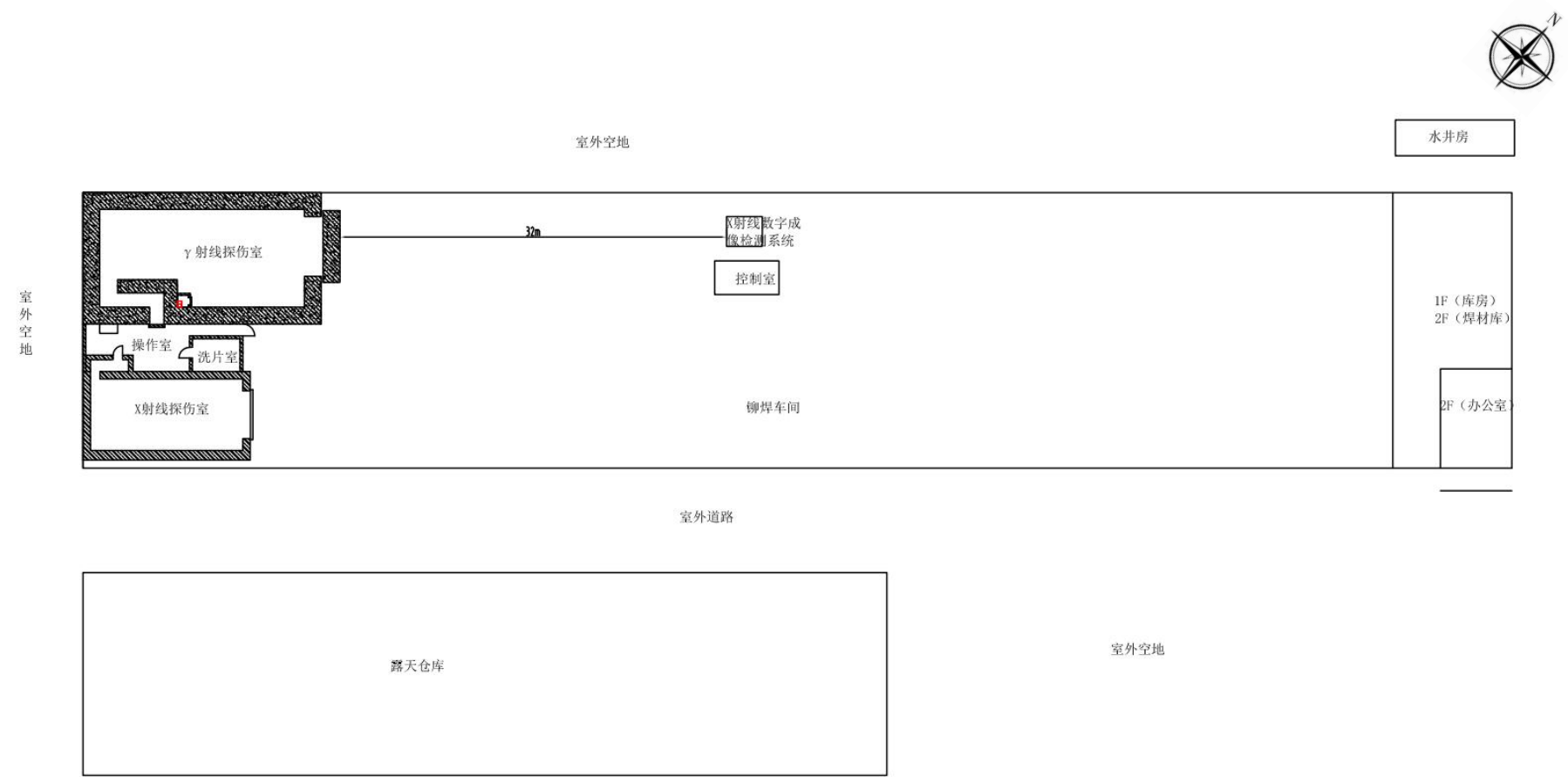
下一级环保部门预审意见：	
	公章
经办人	年 月 日

审批意见	
	公章
经办人	年 月 日

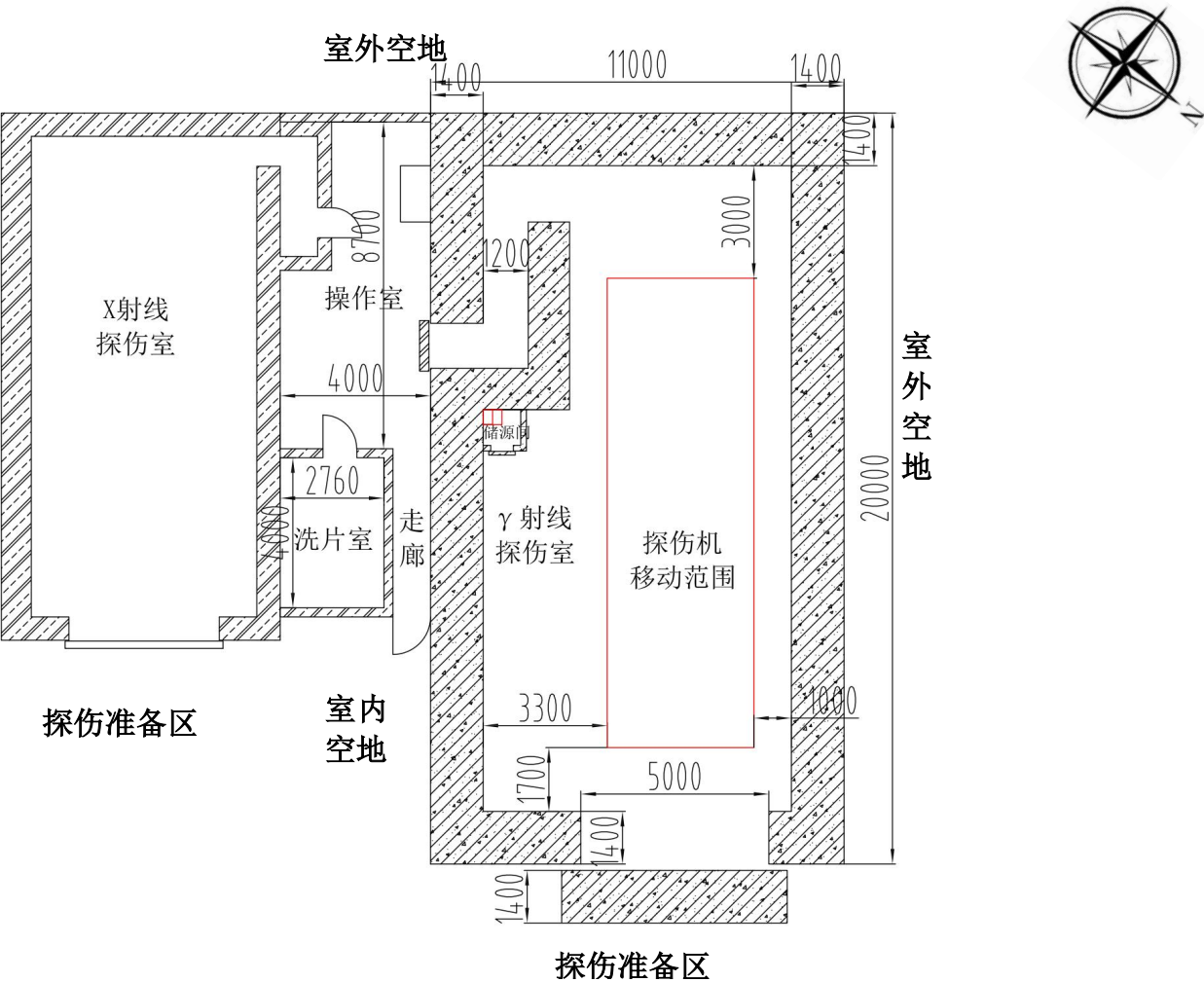
附图 1 地理位置及周围环境关系图



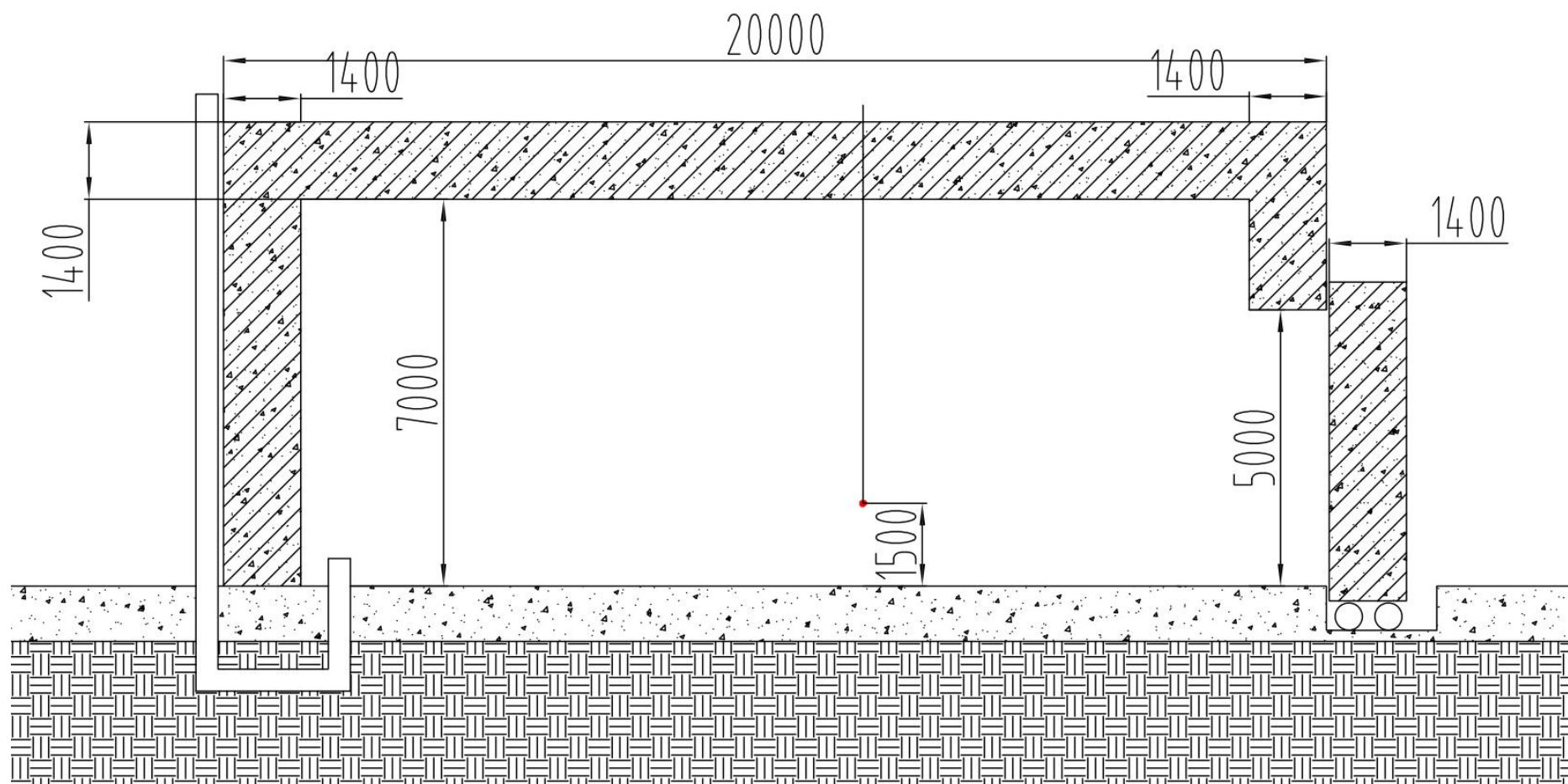
附图2 铆焊车间平面布置图



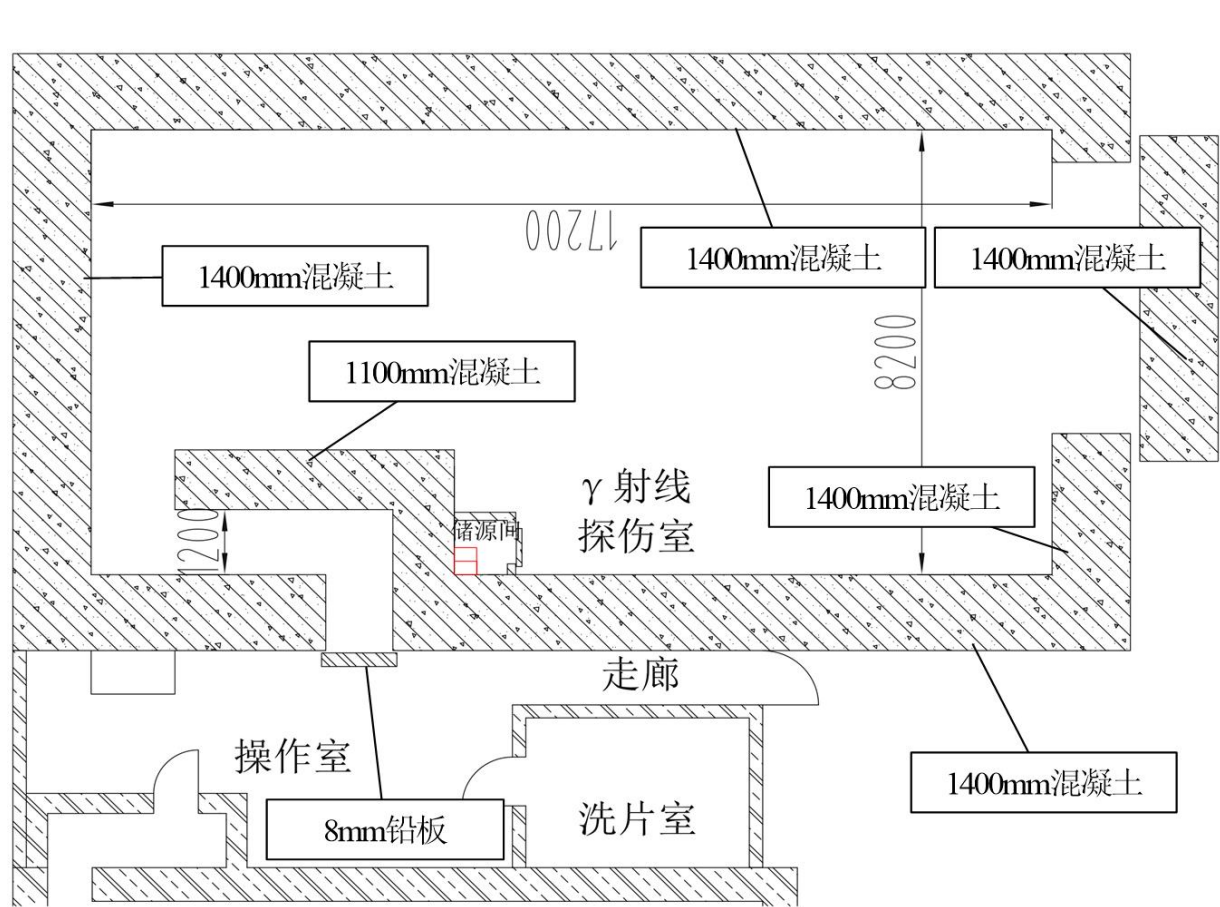
附图3 γ 射线探伤室平面示意图



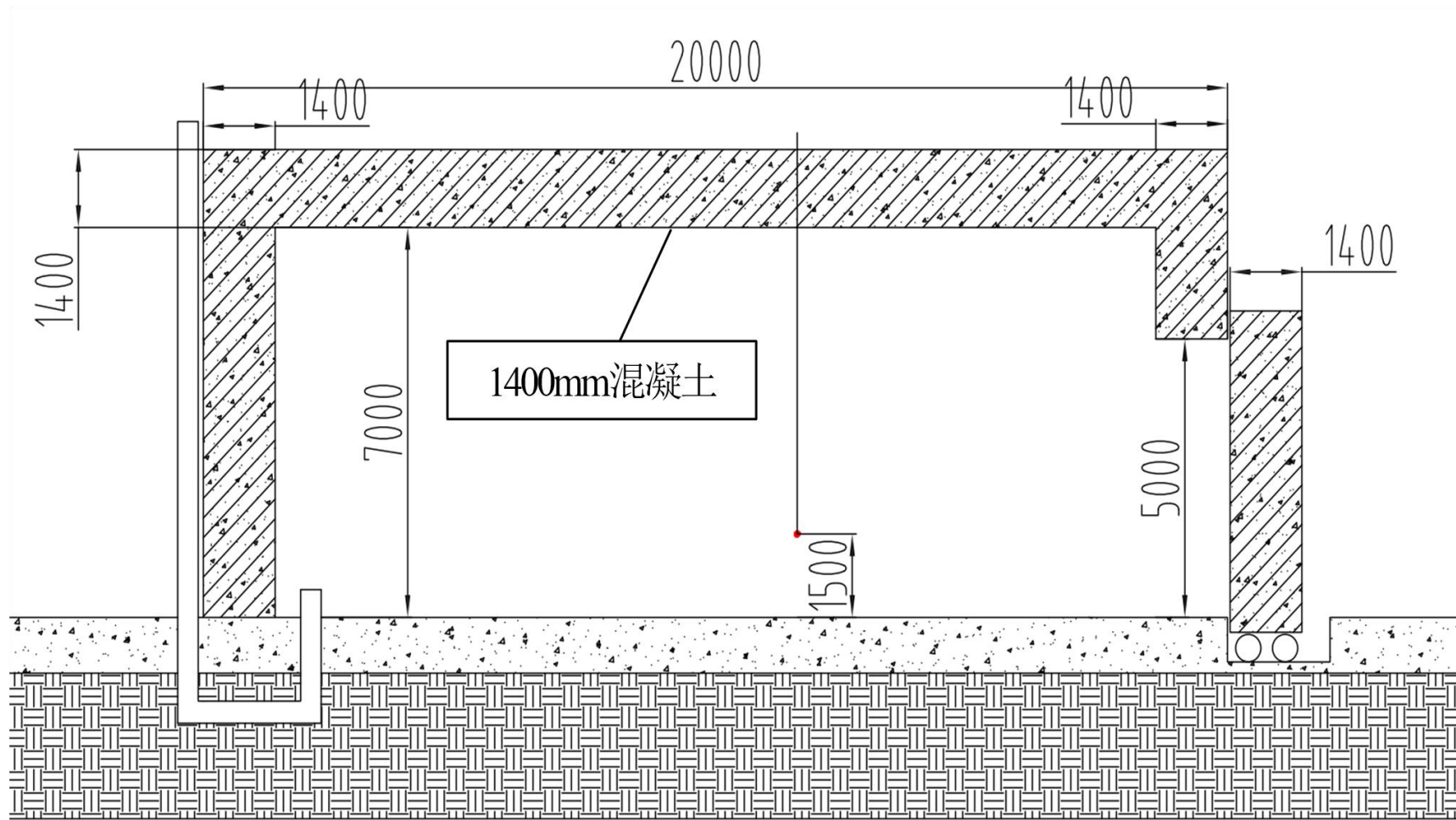
附图4 γ 射线探伤室剖面示意图



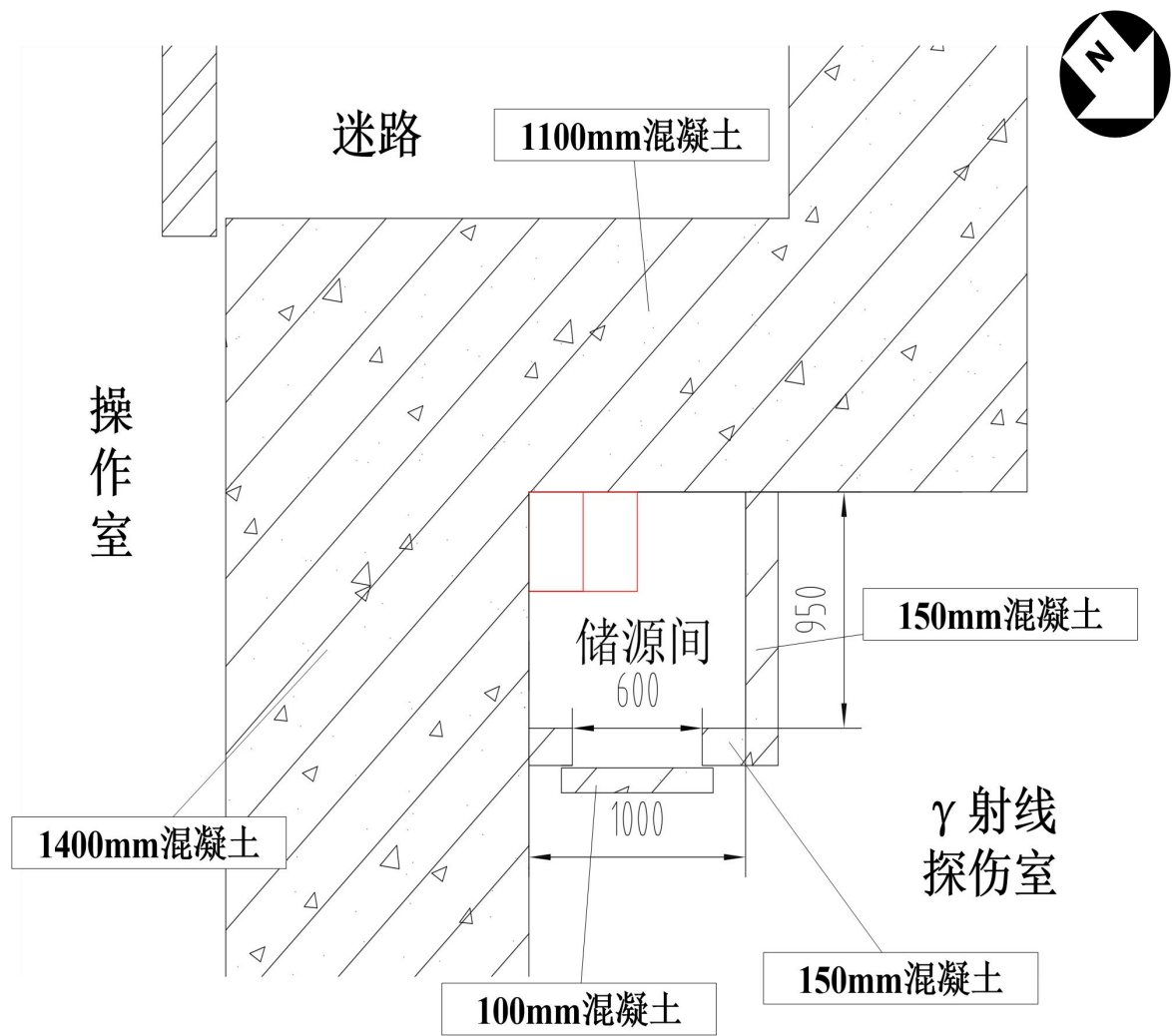
附图5 屏蔽防护示意图



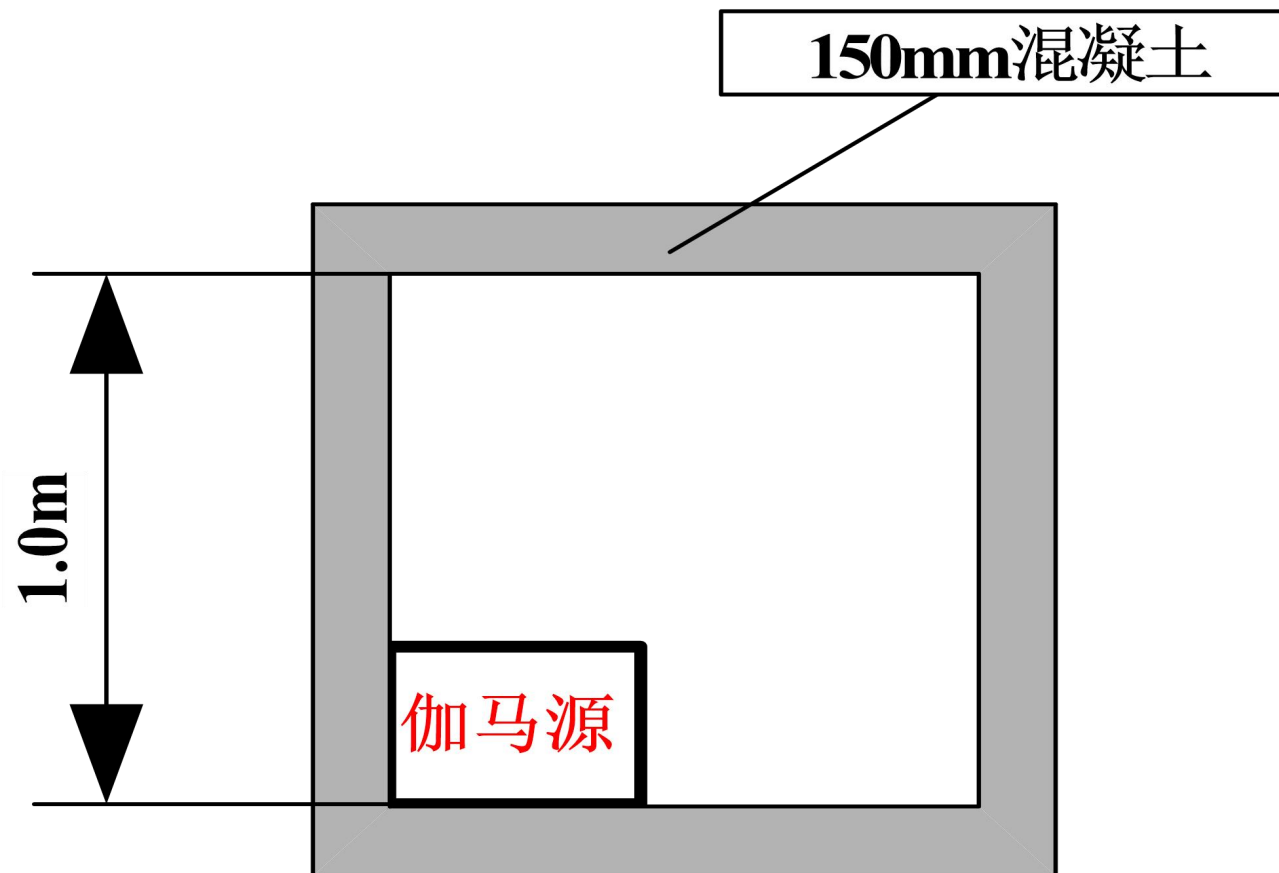
γ 射线探伤室平面屏蔽防护示意图



γ 射线探伤室立面屏蔽防护示意图

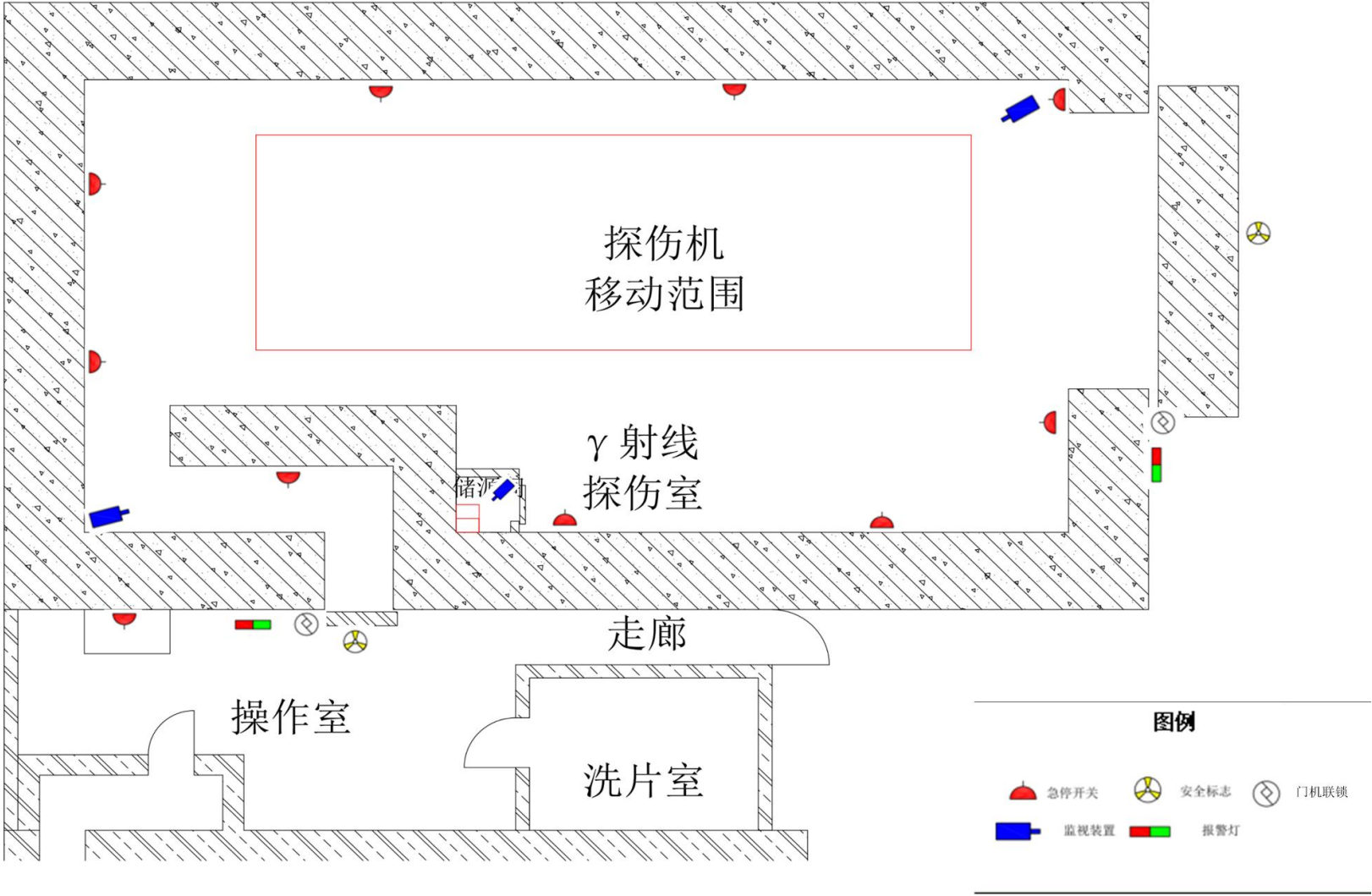


储源间平面屏蔽防护示意图



储源间立面屏蔽防护示意图

附图6 γ 射线探伤室防护措施设置示意图



附件 1 营业执照



统一社会信用代码
91230112749532842Q

营业执照
(1-1)

(副本)

扫描二维码
“国家企业信用
信息公示系统”
了解更多登记、
备案、许可、监
管信息。



名称 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司

类型 有限责任公司（自然人独资）

法定代表人 李志宇

经营范围 一般项目：锻件及粉末冶金制品制造；钢压延加工；金属表面处理及热处理加工；机械零件、零部件加工；通用设备制造（不含特种设备制造）；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；有色金属合金销售。
许可项目：道路货物运输（不含危险货物）；特种设备制造。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）

注册资本 贰仟万圆整

成立日期 2003年09月02日

住所 所 哈尔滨市阿城区杨树乡民主村

登记机关


2023年05月15日

国家企业信用信息公示系统网址：

<http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告。

国家市场监督管理总局监制

附件 2 辐射安全许可证



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：哈尔滨市鑫合电站配件有限公司

地 址：黑龙江省哈尔滨市阿城区杨树乡民主村

法定代表人：李志宇

种类和范围：使用Ⅱ类射线装置。

证书编号：黑环辐证[00439]

有效期至：2026 年 10 月 09 日



发证机关：黑龙江省生态环境厅
发证日期：2024 年 09 月 26 日

中华人民共和国生态环境部制

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	哈尔滨市鑫合电站配件有限公司		
地 址	黑龙江省哈尔滨市阿城区杨树乡民主村		
法定代表人	李志宇	电话	13895721013
证件类型	身份证	号码	23012519870619601X
涉 源 部 门	名 称	地 址	负责人
	铆焊车间X光室	黑龙江省哈尔滨市阿城区杨树乡民主村	张志忠
	铆焊车间探伤室	黑龙江省哈尔滨市阿城区杨树乡民主村	张志忠
种类和范围	使用Ⅱ类射线装置。		
许可证条件			
证书编号	黑环辐证[00439]		
有效期至	2026 年 10 月 09 日		
发证日期	2024 年 09 月 26 日 (发证机关章)		



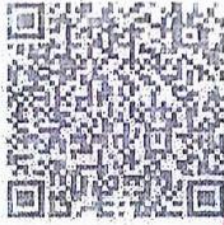
台帐明细登记

(三) 射线装置

证书编号：黑环辐证[00439]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	来源/去向	审核人	审核日期
1	携带式X射线机	XXG-3505	II类	工业用X射线探伤装置	柳焊车间X光室	来源	丹东华日理华电气有限公司		
						去向			
2	携带式X射线机	XXG-2505	II类	工业用X射线探伤装置	柳焊车间X光室	来源	丹东华日理华电气有限公司		
						去向			
3	X射线数字成像检测系统	XXF1999e D-225	II类	工业用X射线计算机断层扫描装置	柳焊车间探伤室	来源	丹东锐新射线仪器有限公司		
						去向			
	以下空白					来源			
						去向			
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			
						来源			
						去向			

附件 3 排污许可证

	排污许可证	
证书编号: 912301127495328420001Q		
单位名称: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司		
注册地址: 哈尔滨市阿城区杨树乡民主村		
法定代表人: 李志宇		
生产经营场所地址: 哈尔滨市阿城区杨树乡民主村		
行业类别: 锻件及粉末冶金制品制造, 工业炉窑, 表面处理		
统一社会信用代码: 912301127495328420		
有效期限: 自 2023 年 07 月 01 日至 2028 年 06 月 30 日止		
发证机关: (盖章) 哈尔滨市生态环境局		发证日期: 2023 年 06 月 23 日
中华人民共和国生态环境部监制		哈尔滨市生态环境局印制

附件 4 现状监测报告



200812050870

黑龙江沅淳环保科技有限公司

监 测 报 告

黑淳检字【2025】0513-01 号

监测项目： X- γ 辐射空气吸收剂量率

委托单位： 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司

监测类别： 委托监测

报告日期： 2025 年 5 月 13 日

(检验检测专用章)



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	哈尔滨市鑫合电站配件有限公司		
监测类别	委托监测	监测方式	现场监测
委托日期	2025 年 4 月 15 日	监测日期	2025 年 4 月 18 日
监测温度	室内温度 15℃	监测湿度	室内 31%RH
监测地点	黑龙江省哈尔滨市阿城区杨树乡民主村		
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	
	仪器鉴定有效日期	2024 年 6 月 17 日~2025 年 6 月 16 日	
监测方法	《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	该公司拟建 γ 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：0.05~0.08μGy/h。 （检验检测专用章） 2025 年 5 月 13 日		

报告编写人：李永超
授权签字人：刘金全

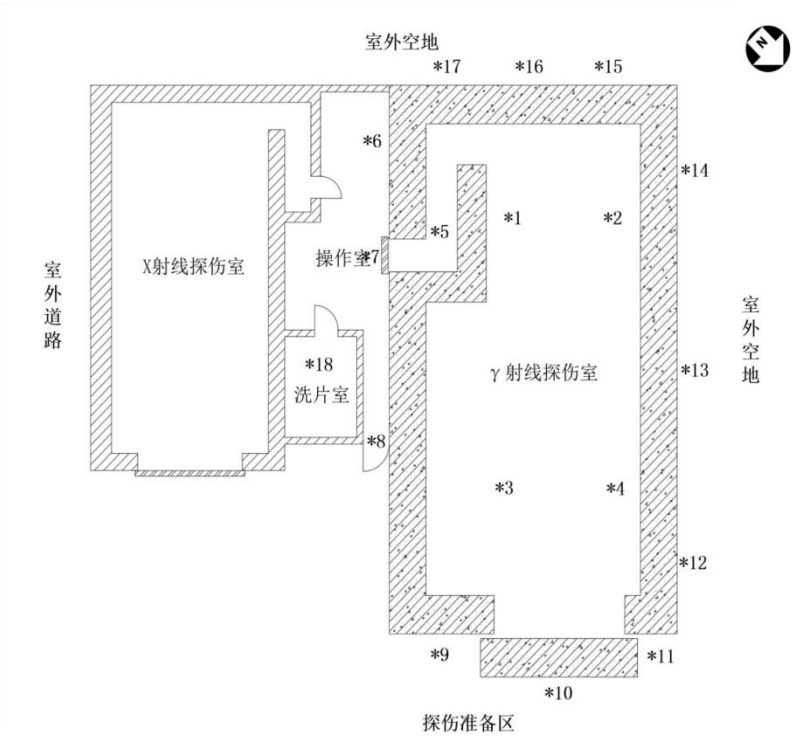
审核人：孙宇
授权日期：2025 年 5 月 13 日

附表 1

表 1 X-γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

序号	监测点位	X-γ 辐射空气吸收剂量率 (μGy/h)		备注
		监测结果	标准差	
1	1*γ射线探伤室室内监测点	0.05	0.01	
2	2*γ射线探伤室室内监测点	0.06	0.01	
3	3*γ射线探伤室室内监测点	0.05	0.01	
4	4*γ射线探伤室室内监测点	0.05	0.01	
5	5*γ射线探伤室迷路监测点	0.06	0.01	
6	6*南墙外西侧 30cm 处	0.07	0.01	
7	7*人员进出门外 30cm 处	0.06	0.01	
8	8*南墙外东侧 30cm 处	0.06	0.01	
9	9*东墙外南侧 30cm 处	0.08	0.01	
10	10*进件门外 30cm 处	0.07	0.01	
11	11*东墙外北侧 30cm 处	0.07	0.01	
12	12*北墙外东侧 30cm 处	0.06	0.01	
13	13*北墙外中间 30cm 处	0.07	0.01	
14	14*北墙外西侧 30cm 处	0.05	0.01	
15	15*西墙外北侧 30cm 处	0.07	0.01	
16	16*西墙外中间 30cm 处	0.07	0.01	
17	17*西墙外南侧 30cm 处	0.06	0.01	
18	18*洗片室监测点	0.07	0.01	
19	19*东侧铆焊车间监测点	0.06	0.01	
20	20*南侧露天仓库监测点	0.07	0.01	
21	21*西侧空地监测点	0.05	0.01	
22	22*北侧空地监测点	0.06	0.01	
注：上述数值已进行修正，已扣除宇宙射线响应值；				

附图 1





一、监测布点示意图

注：*为监测点。

监测员：刘金全
以下空白

记录员：刘金全



附件 5 原有环评批复及验收文件

黑龙江省环境保护厅

黑环审〔2016〕37 号

关于哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 X 射线探伤室核技术应用项目 环境影响报告表的批复

哈尔滨市鑫合电站配件有限公司：

你单位报送的《哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 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，位于哈尔滨市阿城区杨树镇民主村公司铆焊车间内，拟使用 2 台探伤机进行 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）项目建设时，应严格按照《报告表》和相应标准要求的防护设施进行建设；项目运行后，机房门外设置的电离辐射标志要牢固、防止脱落，安装的工作指示灯、声光报警装置、联锁装置要经常维护，保证其正常工作。

（二）项目建成后，其屏蔽墙外 30 厘米处的周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

（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）探伤作业人员工作时必须佩带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。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、环评批复后，须按照《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。

四、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工作。

五、你单位应在收到本批复后20个工作日内，将批准后的《报告表》送哈尔滨市环境保护局备案。



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

2016年4月11日印发

哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 X 射线探伤室核技术应用项目

竣工环境保护验收意见

2019 年 11 月 8 日，哈尔滨市鑫合电站配件有限公司根据《哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 X 射线探伤室核技术应用项目竣工环境保护验收监测报告表》并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，严格依照国家有关法律法规、建设项目竣工环境保护验收技术指南、本项目环境影响评价报告和审批部门审批决定等要求对本项目进行验收，提意见如下：

一、工程建设基本情况

（一）建设地点、规模、主要建设内容

本项目位于哈尔滨市阿城区杨树镇民主村哈尔滨市鑫合电站配件有限公司铆焊车间内，建设一间探伤室，应用 X 射线探伤机二台，型号分别为 XXG-3505 型、XXG-2505 型。检测该公司生产的设备，以保障所生产设备的质量。

辐射防护设施与主体工程已经同步建成并投入使用，

（二）建设过程及环保审批情况

1. 2016 年 3 月，黑龙江省开拓辐射技术开发有限公司编制完成《哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 X 射线探伤室核技术应用项目环境影响报告表》。

2. 2016 年 4 月，黑龙江省环境保护厅以黑环函（2016）37 号文《关于哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 X 射线探伤室核技术应用项目的批复》批复了项目环境影响报告表。

3. 黑龙江众安环保科技有限公司于 2019 年 11 月对本项目进行竣工环境保护验收。

4. 该项目已取得审批部门的许可。

项目从立项至调试过程中有无环境投诉、违法或处罚记录。

（三）投资情况

本项目总投资 25 万元，其中环保投资 5 万元，环保投资占总投资比例为 20%。

（四）验收范围

探伤室周围 50m 范围区域。

二、工程变动情况

李春娟 李莉 樊海英 李莉

根据现场踏勘情况，本项目与环评阶段相比，没变化。

三、环境保护设施建设情况

(一) 辐射安全措施：探伤室设置门-机联锁装置、工作状态指示灯、“当心电离辐射”的警示标志并能有效运行、以及紧急开关；工作人员配备个人剂量计、个人报警仪和防护用品。

(二) 辐射管理措施：公司成立了辐射安全管理机构，建立了各项辐射安全管理制度，为辐射工作人员配备了个人剂量计，建立个人剂量档案、辐射工作人员按计划参加了辐射安全培训。

四、工程建设对环境和人员的影响

监测期间，设备处于正常工作状态。《哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 X 射线探伤室核技术应用项目竣工环境保护验收监测报告表环》中监测结果表明，辐射工作场所屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平符合验收标准要求；辐射工作人员和周围公众所受到的年有效剂量低于职业照射和公众照射年剂量约束值 5mSv 和 0.25 mSv 要求。

五、验收结论

通过审核验收监测报告并结合现场核查，本项目环境保护手续齐全，执行了环保“三同时”制度，落实了环评报告表及其批复要求的辐射安全防护措施建设，辐射安全管理规范，辐射安全防护设施运行正常，辐射屏蔽达到相关标准要求，本项目竣工环境保护验收符合《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》要求，同意验收。

六、后续要求

项目运行期间应定期对辐射安全防护设施检修维护，保证其良好运行；辐射工作人员工作时必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并定期向有资质单位送检个人剂量计，建立个人剂量档案。

七、验收人员信息

名单附后

哈尔滨市鑫合电站配件有限公司

2019 年 11 月 8 日

李春阳 李莉 樊海英

黑龙江省生态环境厅

黑环审〔2024〕6号

关于哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 X 射线 数字成像检测建设项目环境影响报告表的批复

哈尔滨市鑫合电站配件有限公司：

你单位报送的《关于申请审批哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 X 射线数字成像检测建设项目环境影响评价文件的函》及相关材料收悉。经研究，批复如下。

一、项目基本情况

该项目位于哈尔滨市阿城区杨树乡民主村企业铆焊车间内。拟新建一间探伤室，使用 1 台 X 射线数字成像检测系统（ZXFlasec B-225 型），对钢管进行焊缝后的无损检测，为固定式室内探伤，属于 II 类射线装置。本项目配套新建控制室及设备操作台，探伤室建筑面积 7.08m²、控制室面积 2.7m²。

该项目在全面落实《哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 X 射线数字成像检测建设项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）和本批复提出的各项生态环境保护措施后，对环境的不利影响可以得到缓解和控制。我厅原则同意《报告表》的环境影响评价总体结论和各项辐射安全防护措施。

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、项目实施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，应按规定程序实施竣工环境保护验收，并重新申请辐射安全许可证。

四、《报告表》经批准后，项目的性质、规模、地点或者防治污染的措施发生重大变动的，应当重新报批。《报告表》自批准之日起，如超过5年方决定开工建设的，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、你单位应在收到本批复后20个工作日内，将批准后的《报告表》和批复文件送至哈尔滨市生态环境局，按规定接受生态环境部门监督检查。



抄送：哈尔滨市生态环境局，省核与辐射安全执法局，省生态环境技术保障中心。

黑龙江省生态环境厅办公室

2024年4月15日印发

哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 X 射线数字成像检测建设项目竣工环境保护验收意见

2024 年 11 月 25 日，哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 X 射线数字成像检测建设项目竣工环境保护验收监测报告表并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，严格依照国家有关法律法规、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326）、本项目环境影响报告表和审批部门审批决定等要求对本项目进行验收，提出意见如下：

一、工程建设基本情况

（一）建设地点、规模、主要建设内容

本项目在哈尔滨市阿城区杨树乡民主村哈尔滨市鑫合电站配件有限公司铆焊车间内北侧边界空地新建探伤室使用 1 台 X 射线数字成像检测系统，属于 II 类射线装置，用于检测该公司生产的机器部件。

（二）建设过程及环保审批情况

1、2024 年 3 月，黑龙江众安环保科技有限公司编制完成《哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 X 射线数字成像检测建设项目环境影响报告表》。

2、2024 年 4 月，黑龙江省生态环境厅以黑环审〔2024〕6 号文，《关于哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 X 射线数字成像检测建设项目环境影响报告表的批复》批复了工程环境影响报告表。

3、2024 年 9 月，哈尔滨市鑫合电站配件有限公司已重新取得辐射安全许可证，新增许可使用 1 台 X 射线数字成像装置。

姜维国 张杨 宫剑 刘海剑

4、2024 年 11 月，黑龙江沅淳环保科技有限公司编制完成《哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 X 射线数字成像检测建设项目竣工环境保护验收监测报告表》。

5、项目建设过程中执行了环保“三同时”制度，项目从建设至调试期间无环境投诉、违法或处罚记录。

（三）投资情况

本项目总投资 56 万元，其中环保投资 20 万元，环保投资占总投资比例为 35.7%。

二、辐射安全与防护设施建设情况

（一）辐射安全与防护设施建设情况

本项目辐射工作场所已按相应要求采取有效的辐射防护屏蔽，设置工作状态指示灯和辐射警告标志、对探伤室所在区域分区管理、探伤室设置紧急停开关和门机联锁装置、安装通风装置、视频监控设备，公司已配备相关的辐射防护监测仪器和防护用具，符合相关要求。

（二）辐射安全与防护措施和其他管理要求落实情况

公司成立了辐射安全管理机构，建立了各项辐射安全管理制度；辐射工作人员配备了个人剂量计、个人剂量报警仪和 X-γ 辐射剂量率仪；辐射工作人员建立个人剂量档案，定期送检个人剂量计。

三、工程变动情况

根据现场踏勘情况，本项目建设性质、地点、规模、工艺与均与环评阶段一致，平面布局和环保措施与环评阶段一致。

四、工程建设对环境和人员的影响

验收监测结果表明：

（一）辐射工作场所与环境辐射水平为：

姜维国 龙杨 宫剑 刘海剑

探伤室周围剂量当量率监测结果为：0.10~0.13 μ Sv/h，满足《工业探伤放射防护要求》（GBZ 117-2022）和《工业 X 射线探伤机室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）规定的限值要求。

（二）根据验收监测结果估算，本项目所致辐射工作人员和公众的年有效剂量分别满足环评批复的 5mSv 和 0.1mSv 的剂量约束值要求。

五、验收结论

哈尔滨市鑫合电站配件有限公司认真履行了本项目的环境保护审批和许可手续，落实了环评文件及其批复的要求，严格执行了环境保护“三同时”制度，相关的验收文档资料齐全，辐射安全与防护设施及措施运行有效，对环境的影响符合相关标准要求。

综上所述，验收组一致同意哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 X 射线数字成像检测建设项目（黑环审（2024）6 号）通过竣工环境保护设施验收。

六、后续要求

本项目运行期间应定期对辐射安全防护设施检修维护，保证其良好运行；辐射工作人员工作时必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并定期向有资质单位送检个人剂量计，建立个人剂量档案。

七、验收人员信息

名单附后。

姜维国 张杨 李剑 刘海剑

2024 年 11 月 25 日

附件 6 γ 射线探伤室屏蔽及工况说明

本项目概况及屏蔽设计情况说明

哈尔滨市鑫合电站配件有限公司拟在铆焊车间内西侧新建 1 间探伤室(命名为“ γ 射线探伤室”),使用 2 台 X 射线探伤机,属于 II 类射线装置,使用 1 枚 ^{192}Ir 放射源和 1 枚 ^{60}Co 放射源,活度均为 100Ci,属于 II 类放射源,配套新建控制室安装设备操作台。X 射线探伤机预计每天进行探伤作业不超过 100 次,平均单次曝光时间 1.5min,每周工作 5 天,则周曝光时长为 12.5h,年工作 50 周,年累计出束最大时长为 627h(包含训机时间,探伤机长时间停用后需进行训机,平均训机时间 20min,预计每年训机 6 次); ^{192}Ir γ 射线探伤机预计每天进行探伤作业不超过 30 次,平均单次曝光时间 1min,每周工作 5 天,则周曝光时长为 2.5h,年工作 50 周,年累计出束最大时长为 125h; ^{60}Co γ 射线探伤机预计每天进行探伤作业不超过 15 次,平均单次曝光时间 1min,每周工作 5 天,则周曝光时长为 1.25h,年工作 50 周,年累计出束最大时长为 62.5h。

本项目 γ 射线探伤室屏蔽防护设计如下:

位置		屏蔽设计
γ 射线探伤室	东侧屏蔽体	1400mm 混凝土
	工件门	1400mm 混凝土
	南侧屏蔽体	1400mm 混凝土
	迷路内墙	1100mm 混凝土
	人员门	8mm 铅板
	西侧屏蔽体	1400mm 混凝土
	北侧屏蔽体	1400mm 混凝土
	顶部屏蔽体	1400mm 混凝土
	尺寸	17.2m (L) $\times$ 8.2m (W) $\times$ 7.0m (H)
储源间	东侧屏蔽体	150mm 混凝土
	南侧屏蔽体	1400mm 混凝土(依托探伤室南侧屏蔽体)
	西侧屏蔽体	1100mm 混凝土(依托探伤室迷路墙)
	北侧屏蔽体	150mm 混凝土
	顶部屏蔽体	150mm 混凝土

	防护门	100mm 混凝土
	尺寸	1.0m (L) × 0.95m (W) × 1.0m (H)

注：铅密度 $\geq 11.3\text{g/cm}^3$ ，混凝土密度 $\geq 2.35\text{g/cm}^3$ 。

哈尔滨市鑫合电站配件有限公司



附件 7 现有辐射工作人员个人剂量报告

黑龙江省原子能研究院

检测报告

样品受理编号: HYFJ-GR-2024-0549-2

第 1 页 共 1 页

检测项目: 个人剂量监测 (X、γ 射线)

检测方法: 热释光

用人单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司

委托单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司

检测/评价依据: 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);
《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

检测室名称: 黑龙江省原子能研究院

检测类别/目的: 委托/常规检测

检测仪器名称/型号/编号: 热释光剂量读出器 /BR2000D/HR2019-002

探测器: 热释光剂量计(TLD-1000)-片状(圆片)
-LiF(Mg,Cu,P)

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(月)	个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)
0619601X	李志宇	男	工业探伤(3B)	2024-04-01	3	0.06
11070330	于青松	男	工业探伤(3B)	2024-04-01	3	0.04
04130237	李志明	男	工业探伤(3B)	2024-04-01	3	<MDL

(以下空白)

备注:

本周期的调查水平的参考值为: 1.25mSv MDL=0.04mSv # 标注的结果为名义剂量

签发人: 陆

2024年 7 月 17 日

样品受理编号: HYFJ-GR-2024-0549-2

第 1 页 共 1 页

检测项目: 个人剂量监测 (X、 γ 射线) 检测方法: 热释光

用人单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 委托单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司

检测/评价依据: 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);
《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

检测室名称: 黑龙江省原子能研究院 检测类别/目的: 委托/常规检测

热释光剂量读出器 热释光剂量计(TLD-1000)-片状(圆片)

检测仪器名称/型号/编号: /BR2000D/HR2019-002 探测器: -LiF(Mg,Cu,P)

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(月)	个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)
05204414	王加强	男	工业探伤(3B)	2024-04-01	3	<MDL

(以下空白)



备注:

本周期的调查水平的参考值为: 1.25mSv MDL=0.04mSv # 标注的结果为名义剂量

签发人:

陆

2024年7月17日

黑龙江省原子能研究院
检 测 报 告

样品受理编号: HYFJ-GR-2024-0549-3 第 1 页 共 1 页

检测项目: 个人剂量监测 (X、γ 射线) 检测方法: 热释光
用人单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 委托单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司
检测/评价依据: 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ123-2019);
《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。
检测室名称: 黑龙江省原子能研究院 检测类别/目的: 委托/常规检测
检测仪器名称/型号/编号: 热释光剂量读出器 /BR2000D/HR2019-002 探测器: 热释光剂量计(TLD-1000)-片状(圆片)
-LiF(Mg,Cu,P)

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(月)	个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)
0619601X	李志宇	男	工业探伤(3B)	2024-07-01	3	<MDL
11070330	于青松	男	工业探伤(3B)	2024-07-01	3	<MDL
04130237	李志明	男	工业探伤(3B)	2024-07-01	3	<MDL

(以下空白)



备注:
本周期的调查水平的参考值为: 1.25mSv MDL=0.04mSv # 标注的结果为名义剂量

签发人: [Signature]
2024 年 10 月 8 日

黑龙江省原子能研究院
检测报告

样品受理编号: HYFJ-GR-2024-0549-3

第 1 页 共 1 页

检测项目: 个人剂量监测 (X、 γ 射线) 检测方法: 热释光
用人单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 委托单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司
检测/评价依据: 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);
《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。
检测室名称: 黑龙江省原子能研究院 检测类别/目的: 委托/常规检测
热释光剂量读出器 热释光剂量计(TLD-1000)-片状(圆片)
检测仪器名称/型号/编号: /BR2000D/HR2019-002 探测器: -LiF(Mg,Cu,P)

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(月)	个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)
05204414	王加强	男	工业探伤(3B)	2024-07-01	3	<MDL

(以下空白)



备注:

本周期的调查水平的参考值为: 1.25mSv MDL=0.04mSv # 标注的结果为名义剂量

签发人:

2024年10月8日

黑龙江省原子能研究院
检 测 报 告

样品受理编号: HYFJ-GR-2024-0549-4第 1 页 共 1 页

检测项目: 个人剂量监测 (X、γ 射线) 检测方法: 热释光

用人单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 委托单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司

检测/评价依据: 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);
《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

检测室名称: 黑龙江省原子能研究院 检测类别/目的: 委托/常规检测

热释光剂量读出器

检测仪器名称/型号/编号: /BR2000D/HR2019-002 探测器: 热释光探测器-片状(圆片)-LiF(Mg,Cu,P)

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(月)	个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)
05204414	王加强	男	工业探伤(3B)	2024-10-01	3	0.06

(以下空白)

备注:

本周期的调查水平的参考值为: 1.25mSv MDL=0.04mSv # 标注的结果为名义剂量

签发人: 
2025 年 1 月 8 日

黑龙江省原子能研究院
检测报告

样品受理编号: HYFJ-GR-2024-0549-4 第 1 页 共 1 页

检测项目: 个人剂量监测 (X、γ 射线) 检测方法: 热释光

用人单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 委托单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司

检测/评价依据: 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);
《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

检测室名称: 黑龙江省原子能研究院 检测类别/目的: 委托/常规检测

检测仪器名称/型号/编号: 热释光剂量读出器 /BR2000D/HR2019-002 探测器: 热释光探测器-片状(圆片)-LiF(Mg,Cu,P)

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(月)	个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)
0619601X	李志宇	男	工业探伤(3B)	2024-10-01	3	<MDL
11070330	于青松	男	工业探伤(3B)	2024-10-01	3	<MDL
04130237	李志明	男	工业探伤(3B)	2024-10-01	3	0.04

(以下空白)

备注:

本周期的调查水平的参考值为: 1.25mSv MDL=0.04mSv # 标注的结果为名义剂量

签发人: [Signature] 2025 年 1 月 8 日

黑龙江省原子能研究院
检 测 报 告

样品受理编号: HYFJ-GR-2025-0549-1

第 1 页 共 1 页

检测项目: 个人剂量监测(X、γ射线) 检测方法: 热释光
用人单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 委托单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司
检测/评价依据: 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);
《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。
检测室名称: 黑龙江省原子能研究院 检测类别/目的: 委托/常规检测
检测仪器名称/型号/编号: 热释光剂量读出器 /BR2000D/HR2019-002 探测器: 热释光探测器-片状(圆片)-LiF(Mg,Cu,P)

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(月)	个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)
0619601X	李志宇	男	工业探伤(3B)	2025-01-01	3	<MDL
11070330	于青松	男	工业探伤(3B)	2025-01-01	3	<MDL
04130237	李志明	男	工业探伤(3B)	2025-01-01	3	<MDL

(以下空白)

检测专用章



备注:

本周期的调查水平的参考值为: 1.25mSv MDL=0.04mSv # 标注的结果为名义剂量

签发人:

2025年4月1日

黑龙江省原子能研究院 检测报告

样品受理编号: HYFJ-GR-2025-0549-1

第 1 页 共 1 页

检测项目: 个人剂量监测 (X、 γ 射线) 检测方法: 热释光
用人单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司 委托单位: 哈尔滨市鑫合电站配件有限公司
检测/评价依据: 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019);
《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。
检测室名称: 黑龙江省原子能研究院 检测类别/目的: 委托/常规检测
热释光剂量读出器
检测仪器名称/型号/编号: /BR2000D/HR2019-002 探测器: 热释光探测器-片状(圆片)-LiF(Mg,Cu,P)

检测结果:

编号	姓名	性别	职业类别	剂量计佩戴 起始日期	佩戴天 数(月)	个人剂量当量 $H_p(10)$ (mSv)
05204414	王加强	男	工业探伤(3B)	2025-01-01	3	<MDL

(以下空白)

检测专用章



备注:

本周期的调查水平的参考值为: 1.25mSv MDL=0.04mSv # 标注的结果为名义剂量

签发人:

2025 年 4 月 1 日

附件 8 现有工作场所辐射监测报告



200812050870

黑龙江沅淳环保科技有限公司

监 测 报 告

黑淳检字【2024】0822-02 号

监测项目： X- γ 辐射空气吸收剂量率

委托单位： 哈尔滨鑫合电站配件有限公司

监测类别： 委托监测

报告日期： 2024 年 8 月 22 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	哈尔滨鑫合电站配件有限公司		
监测类别	委托监测	监测方式	现场监测
委托日期	2024 年 8 月 17 日	监测日期	2024 年 8 月 21 日
监测温度	室内温度 24℃	监测湿度	室内 41%RH
监测地点	黑龙江省哈尔滨市阿城区阿双公路		
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	
	仪器鉴定有效日期	2024 年 6 月 17 日~2025 年 6 月 16 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	经估算，哈尔滨鑫合电站配件有限公司的工作人员和公众人员所受的年有效剂量分别低于职业照射年剂量约束限值（5mSv •a⁻¹）和公众照射年剂量约束限值（0.1mSv •a⁻¹），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定。  （检验检测专用章） 2024 年 8 月 22 日		

报告编写人：舒子涵 审核人：王娟娟
授权签字人：刘旭剑 授权日期：2024.8.22

附表 1

一、探伤室 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		
探伤室	1*南墙外西侧 30cm 处	0.11	0.12	0.11	0.01
	2*南墙外中间 30cm 处	0.12	0.13	0.12	0.01
	3*南墙外东侧 30cm 处	0.11	0.12	0.11	0.01
	4*东墙外南侧 30cm 处	0.10	0.11	0.11	0.01
	5*东墙外中间 30cm 处	0.13	0.15	0.14	0.01
	6*东墙外北侧 30cm 处	0.16	0.18	0.17	0.01
	7*北墙外东侧 30cm 处	0.18	0.19	0.18	0.01
	8*进件门外左 30cm 处	0.15	0.16	0.16	0.01
	9*进件门外中 30cm 处	0.11	0.12	0.12	0.01
	10*进件门外右 30cm 处	0.12	0.13	0.13	0.01
	11*进件门外上 30cm 处	0.11	0.12	0.12	0.01
	12*进件门外下 30cm 处	0.10	0.12	0.11	0.01
	13*北墙外西侧 30cm 处	0.17	0.18	0.18	0.01
	14*西墙外北侧 30cm 处	0.25	0.27	0.26	0.01
	15*西墙外中间 30cm 处	0.32	0.34	0.33	0.01
	16*西墙外南侧 30cm 处	0.29	0.31	0.30	0.01
	17*操作位	0.18	0.20	0.19	0.01
	18*人员进出门外左 30cm 处	0.17	0.19	0.18	0.01
	19*人员进出门外中 30cm 处	0.16	0.18	0.17	0.01
	20*人员进出门外右 30cm 处	0.17	0.18	0.18	0.01
	21*人员进出门外上 30cm 处	0.17	0.18	0.17	0.01
	22*人员进出门外下 30cm 处	0.15	0.17	0.16	0.01

注: 上述数值已乘校准因子 N_0 ($N_0=1.01$), 未扣除本底值; 监测过程中, 工况: 电压 300kV, 电流 5mA。

二、剂量估算

按照国家规定《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中职业照射的剂量限值 $20\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ 的四分之一,即 $5\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ 作为本次监测的剂量约束值,对工作人员进行剂量估算,给出工作人员在正常工作状况下可能受到的最大年有效剂量。

公众人员所受剂量按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的规定取年剂量限值的十分之一作为公众剂量约束值,即 $0.1\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

(一) 探伤室

根据监测结果及公司提供资料可知,每年拍片量约 18000 张片,每张拍片时间约为 1 分钟,即每年 18000 分钟,取监测结果最大值: $0.33\mu\text{Gy/h}$,代入年有效剂量估算公式:

$$H_e = \dot{D}_y \cdot K \cdot t = 0.33 \times 10^{-3} \times 18000 / 60 = 0.099\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$$

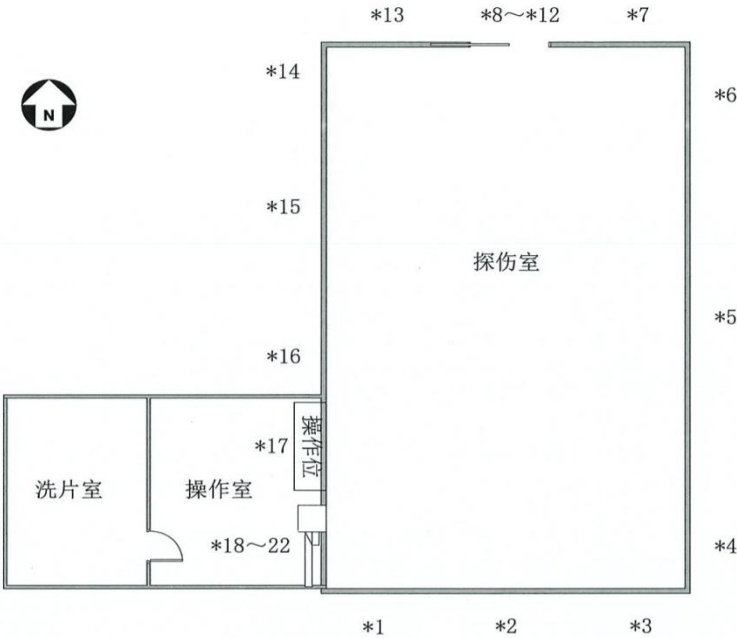
从估算结果可知,工作人员所受年有效剂量低于职业照射年剂量约束限值 $5\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

按公众人员来探伤室时间为工作人员的 1/16 计算,得出:

$$H_e = \dot{D}_y \cdot K \cdot t = 0.33 \times 10^{-3} \times 18000 / 60 \times 1/16 = 0.006\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$$

从估算结果可知,公众人员所受年有效剂量低于公众照射年剂量约束限值 $0.1\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

附图 1



一、监测布点示意图

注：*为监测点。

监测员：刘超剑

记录员：李子涵

以下空白

	
检验检测机构 资质认定证书	
证书编号：200812050870	
名称：黑龙江津淳环保科技有限公司	
地址：黑龙江省哈尔滨市道外区临城街55-1号D12栋2单元27层1号（150000）	
经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基 本条件和能力，现予批准，可以向社会出具具有证明作用的数 据和结果，特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。	
检验检测能力及授权签字人见证书附表。	
你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由 黑龙江津淳环保科技有限公司承担。	
许可使用标志  200812050870	发证日期：2020年12月29日 有效期至：2026年12月29日 发证机关：黑龙江省市场监督管理局
本证书由国家认监委监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。	