

编号：BG-ZFFB25220026

核技术利用建设项目

施耐德（北京）中压电器有限公司
搬迁使用Ⅱ类射线装置项目
环境影响报告表

施耐德（北京）中压电器有限公司

2025年3月



核技术利用建设项目

施耐德（北京）中压电器有限公司 搬迁使用Ⅱ类射线装置项目 环境影响报告表



建设单位名称：施耐德（北京）中压电器有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：红松

通讯地址：北京市北京经济技术开发区凉水河二街2号1

幢1层

邮政编码：100176

联系人：[REDACTED]

电子邮箱：zc.ren@sc.com

联系电话：[REDACTED]

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	15
表 8 环境质量和辐射现状	19
表 9 工程分析与源项	24
表 10 辐射安全与防护	32
表 11 环境影响分析	44
表 12 辐射安全管理	56
表 13 结论与建议	62
表 14 审批	64

表 1 项目基本情况

建设项目名称		施耐德（北京）中压电器有限公司搬迁使用 II 类射线装置项目					
建设单位		施耐德（北京）中压电器有限公司					
法人代表		徐韶峰	联系人		任工	联系电话	010-65039999
注册地址		北京市北京经济技术开发区凉水河二街 2 号 1 幢 1 层					
项目建设地点		北京市北京经济技术开发区凉水河二街 2 号三期厂房测试车间中部					
立项审批部门		/		批准文号		/	
建设项目总投资（万元）		163	项目环保投资（万元）		17.3	投资比例（环保投资/总投资）10.6%	
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他				占地面积（m ² ）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 建设单位概况

施耐德（北京）中压电器有限公司成立于 1997 年 5 月，注册资金 700 万美元，固定资产投资 1750 万美元，公司坐落在高新技术产业云集的国家级经济技术开发区，注册地址为北京经济技术开发区凉水河二街 2 号，主要生产大型工程智能化柜式或抽

屉式断路器、工业用中低压电力设备及零部件。

施耐德（北京）中压电器有限公司为已取得《辐射安全许可证》单位，其地理位置见附图 1，营业执照见附件 2。

1.2 核技术利用及辐射安全管理现状

1.2.1 核技术利用现状及环保手续履行情况

施耐德（北京）中压电器有限公司现持有北京市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（京环辐证[S0237]，详见附件 3），发证日期为 2024 年 2 月 1 日，有效期至 2029 年 1 月 31 日，许可的种类和范围是：使用Ⅱ类射线装置。

单位已获许可使用的射线装置为 1 台Ⅱ类射线装置，该装置履行了环保手续。现有射线装置情况见表 1-1。

表 1-1 已许可的射线装置环保手续履行情况

序号	射线装置名称	规格型号	类别	用途	场所	环评批复文号	竣工环保验收	活动种类
1	X射线实时成像检测系统	XYD-225	Ⅱ类	工业探伤	三期厂房测试车间内探伤铅房	京环审（2023）45号	2025年1月已通过自行竣工环保验收	使用

经现场调查及与建设单位核实，单位所使用的射线装置在使用期间未发生使用场所的变动，环保手续齐全，不存在违规建设等行为。

1.2.2 辐射安全管理情况

1.2.2.1 辐射安全管理机构基本情况

为了保证射线装置的安全使用和有效管理，保障员工的安全与健康，施耐德（北京）中压电器有限公司成立以公司总经理为组长、安全经理（SERE 经理）为副组长、相关部门负责人为成员的辐射安全管理委员会，安排有专人负责辐射安全管理工作。辐射安全管理委员会成员情况见表 1-2。

表 1-2 辐射安全管理委员会成员情况一览表

职务	姓名	职务或职称	专业	工作部门	专/兼职
组长	马超	总经理	财务管理	/	兼职
副组长	树啸	SERE经理	医学专业	EHS&FAC	兼职
成员	艾琳	生产主管	工业工程	生产部门	兼职
	李仁峰	维修工程师	高电压与绝缘技术	维修部门	专职
	王琴	HR经理	人力资源	人力资源部门	兼职
	王申时	工艺工程师	机械工程及自动化	工艺部门	专职
	薛从军	技术工程师	电气自动化	技术部门	专职
	任泽	EHS/辐射工程师	安全工程	SERE	专职

1.2.3.2 现有辐射安全管理制度

施耐德（北京）中压电器有限公司结合实际情况，已制定有一套相对完善的辐射装置安全管理制度，包括辐射安全管理委员会主要职责、辐射工作人员职责、辐射安全培训制度、职业病健康管理制、辐射监测制度、辐射监测方案、辐射安全操作规程、辐射安全防护措施、台账管理、辐射应急预案及演练等，并严格按照规章制度执行。

1.2.3.3 工作人员培训考核情况

施耐德（北京）中压电器有限公司制定了辐射安全培训制度。目前，单位现有辐射工作人员共 6 人（其中 1 人为储备人员）分批参加了辐射安全和防护培训，并通过了考核。

表 1-3 现有辐射工作人员情况一览表

场所	射线装置名称	型号	人数/台（设备）	备注
探伤铅房	X射线实时成像检测系统	XYD-225	5人/1台	本次搬迁后，工作人员依旧操作该设备
储备人员			1人	本项目新增辐射工作人员

1.2.3.4 个人剂量监测

施耐德（北京）中压电器有限公司所有辐射工作人员的个人剂量监测工作已委托北京市化工职业病防治院（北京市职业病防治研究院）承担，监测频度为每季度监测 1 次。本项目拟沿用的辐射工作人员 2024 年 4 月-2024 年 12 月的个人剂量监测结果表明，辐射工作人员个人受照剂量最大值为 0.082mSv；本单位 2024 年度个人受照剂量最大值为 0.164mSv，个人剂量检测报告见附件 7，均未超过本单位年剂量管理目标值（2mSv），满足辐射安全管理要求。

单位有专人负责个人剂量监测管理工作。发现个人剂量监测结果异常的，将及时调查原因，并将有关情况及时报告辐射安全管理委员会小组。

1.2.3.5 工作场所及辐射环境监测

施耐德（北京）中压电器有限公司已制定辐射监测制度、辐射监测方案，监测方案内容含有工作场所辐射水平监测和环境辐射水平监测，监测方案中包括实施部门、监测项目、点位及频次等。单位已建立辐射环境自行监测记录档案，并妥善保存，接受生态环境行政主管部门的监督检查。监测记录记载监测数据、测量条件、测量方法和仪器、测量时间和测量人员等信息，监测记录随本单位辐射安全和防护年度评估报

告一并提交北京市生态环境局。

单位每年委托有 CMA 资质的单位对已有的射线装置机房防护检测一次。单位现有的监测方案能够满足相关标准要求，并已配备必要的辐射监测仪器，详细清单见表 1-4。

表 1-4 单位现有的辐射防护监测仪器清单

仪器名称	型号	数量	校准周期、最新检定时间	使用场所	仪器状态
固定式辐射报警装置	GM-R200	1	1年、2024.3	探伤铅房	在用
X-γ辐射监测仪器	DT-9501	1	1年、2025.1		在用
个人剂量报警仪	RG1000	4	1年、2025.1		在用
个人剂量计	无	6	1季度、2024.12		在用

1.2.3.6 辐射事故应急管理

施耐德（北京）中压电器有限公司依据《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，制定了关于本单位辐射项目的辐射应急预案及演练，以保证本单位一旦发生辐射意外事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理放射事故，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在预案中进一步明确规定本单位有关意外放射事件处理的组织机构及其职责等内容。发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射应急预案，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和公安部门报告；造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

2024 年 12 月，本单位辐射安全管理委员会组织相关人员参加了一年一度的辐射事故应急演练。经与单位核实，自辐射活动开展以来，未发生过辐射事故。

1.2.3.7 其他

单位依据相关法律法规要求，对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估，目前已编写并提交了 2024 年度评估报告。

1.3 本项目概况

1.3.1 本项目的背景

目前，位于公司三期厂房测试车间内的探伤铅房于 2024 年 4 月投入运行，2025 年 1 月完成了竣工环保验收。由于现有的 X 射线实时成像检测系统正常运行后的工艺操作流程不适宜本单位未来规划，为满足真空灭弧室生产无损检测需要、优化测试工作流程，施耐德（北京）中压电器有限公司拟将现有的 XYD-225 型 X 射线实时成像检测系统搬迁至现址西北方向约 13m 的测试车间内使用（本项目正式启用时，原

许可的场所同时申请注销），即在公司三期厂房测试车间搬迁使用 1 套 X 射线实时成像检测系统，该装置集成了铅房、X 射线机、控制及成像设备。本项目搬迁使用的 X 射线实时成像检测系统使用计算机成像对产品进行无损检测结果输出，配置有一台专用的控制及成像操作台，设置在探伤铅房外、探伤铅房围栏区内。X 射线实时成像检测系统可以实现自动上下料、实时监测、自动判定以及自动分拣等智能化检测，主要用于对真空灭弧室进行室内无损探伤检测，不涉及室外或野外无损检测。

本项目拟搬迁设备及场所现状情况见图 1-1。

图 1-1 项目拟搬迁设备及场所现状情况

1.3.2 本项目基本情况

施耐德（北京）中压电器有限公司拟在公司三期厂房测试车间（地上一层，无地下层）内搬迁一个探伤铅房及相关场所，继续使用现有的 1 台 XYD-225 型 X 射线实时成像检测系统对真空灭弧室进行室内无损探伤检测，从而保证产品的质量安全等。本项目正式启用时原许可的场所同时申请注销。本项目射线装置为定向机，主束方向朝东；本项目预计每天检测约 1400 个，每周检测约 7000 个，每次曝光时间 35s，每周曝光时间 68h，每年检测约 35 万个，年开机曝光时间约为 3403h。

本项目拟搬迁使用的射线装置情况详见表 1-5。

表1-5 本项目射线装置情况表

名称	型号	生产厂家	参数	射线管 辐射角	工作场所 名称	备注
X 射线实时成像检测系统	XYD-225	丹东华日理学电气有限公司	最大管电压：225kV 最大管电流：8mA	40°	三期厂房测试车间中部	搬迁

1.3.3 目的和任务由来

对照原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会《关于发布<射线装置分类>的公告》（公告 2017 年第 66 号），本项目搬迁使用的 X 射线实时成像检测系统（工业用 X 射线探伤装置）属于Ⅱ类射线装置。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》的规定和要求，本项目需进行环境影响评价。对照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、

核技术利用建设项目-使用II类射线装置”，本项目需编制环境影响评价报告表。

受施耐德（北京）中压电器有限公司的委托，中辐环境科技有限公司环评人员在现场踏勘、监测、收集资料的基础上，对该项目建设和运行对环境的辐射影响进行了分析评价，依照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016），编制完成了该项目的环境影响报告表。

1.3.4 本项目产业政策符合性及实践正当性

本项目属于使用II类射线装置，依据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“第一类 鼓励类”“十四、机械”第 1 条中的“科学仪器和工业仪表：自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”类别，属于鼓励类产业，符合国家产业政策。

本项目不属于《北京市新增产业的禁止和限制目录（2022 年版）》中禁止和限制项目。因此，本项目的建设符合国家及地方产业政策要求。本项目的建设可以满足建设单位无损检测要求，该设备自带具备防护功能的铅屏蔽，运行产生的辐射影响很小，对职业人员、公众以及环境带来的不利影响，远低于其使用对社会带来的利益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

1.3.4 选址及布局合理性分析

施耐德（北京）中压电器有限公司位于北京市北京经济技术开发区凉水河二街 2 号，本项目位于三期厂房测试车间中部，项目地理位置见附图 1。施耐德（北京）中压电器有限公司厂区东侧为博兴三路；南侧为泰河路，隔泰河路 130m 处为“北京奔驰汽车有限公司”；西侧为北京柏瑞安电子技术有限公司和空地；北侧为凉水河二街，北侧 125m 处为洪泰产业社区（鼎新智园）。项目所在厂区周边关系见图 1-2。

本项目位于三期厂房内，该厂房建筑面积约为 9986m²，为地上一层建筑、无地下室。本项目探伤铅房上方为车间上方区域，无建筑物，不会有人驻留。项目所在工作场所位于测试车间中部，其北侧为测试车间检测区、卫生间及三期厂房外绿地、道路等，东侧为测试车间检测区、装配车间，西侧为疏散走廊、化学实验室、装配车间、表面处理车间、厂房外道路等，南侧为测试车间检测区、入口缓冲区及厂房外道

路。项目所在三期厂房平面布置图见附图 2。



图1-2 项目所在厂区周边关系图

本项目位于施耐德（北京）中压电器有限公司厂区内，探伤铅房实体屏蔽体外周围50m评价范围内为二期库房、三期厂房、厂房外绿地及道路，无居民区、学校、自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等环境敏感目标，无环境制约因素，故本项目的选址是合理的。

1.4 开展新项目的技术能力

人员配备：本项目配备 6 名辐射工作人员，其中 1 名为新增辐射工作人员，其余 5 名为原有辐射工作人员，相关辐射工作人员岗位及考核情况见表 1-6。

表1-6 本项目相关辐射工作人员基本情况一览表

序号	姓名	专业 ^①	职位	工作岗位	辐射安全培训情况	体检结果
1	李奎	/	操作员	射线操作岗	FS24BJ1200429	体检合格，拟从事放射工作
2	沈海龙	/	操作员	射线操作岗	FS23BJ1201215	
3	王学顺	矿井通风与安全管理	操作员	射线操作岗	FS23BJ1200211	
4	王云生	/	操作员	射线操作岗	FS24BJ1200430	
5	刘晓锋	机电一体化	操作员	射线操作岗	FS24BJ1201079	
6	任杰 ^②	中药医学	操作员	射线操作岗	FS25BJ1200035	

注：①辐射工作人员若为高中及以下学历，则“专业”一栏填“/”；②为新增人员。

检测仪器配备：本项目继续使用现有的 1 台 X- γ 辐射监测仪器和 4 台个人剂量报警仪，用于开展自行监测和个人剂量报警监测，能够满足本项目监测的相关要求。

表 2 放射源

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

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	储存方式与 地点
	本次不涉及									

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》（GB18871-2002）。

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

[illegible]

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线实时成像检测系统	Ⅱ类	1	XYD-225	225	8	工业探伤	三期厂房测试车间 中部	定向朝东
	以下空白								

(三) 中子发生器, 包括中子管, 但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			储存方式与地点
										活度 (Bq)	储存方式	数量	
	本次不涉及												

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
无								

注：1、常见废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/m³，气态为 mg/m³；
年排放总量用 kg；

2、含有放射性的废弃物要标明其排放浓度、年排放总量，单位分别为 Bq/L（kg、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九号，2015 年 1 月 1 日实施； (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二十四号，2018 年 12 月 29 日修订并实施； (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 日实施； (4) 《建设项目环境保护管理条例》，1998 年 11 月 29 日国务院令 第 253 号发布施行；2017 年 7 月 16 日国务院令 第 682 号修订，2017 年 10 月 1 日起施行； (5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令 第 16 号，2020 年 11 月 5 日由生态环境部务会议审议通过，2021 年 1 月 1 日起实施； (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2005 年 9 月 14 日经中华人民共和国国务院令 第 449 号公布，2014 年 7 月 29 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令 第 653 号）第一次修订，2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令 第 709 号）第二次修订； (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2006 年 1 月 18 日经原环境保护总局令 第 31 号公布；2008 年 12 月 6 日经原环境保护部令 第 3 号第一次修正；2017 年 12 月 20 日经原环境保护部令 第 47 号修改；2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 第 7 号修改；2021 年 1 月 4 日生态环境部令 第 20 号修订并实施； (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日起施行； (9) 《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，2017 年 12 月 5 日起施行；
------	--

	(10)《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》，国环规环评[2017]4号，2017年11月20日； (11)《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告2019年第57号，2019年12月24日起施行； (12)《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令（2019）第9号，2019年11月1日施行； (13)《北京市辐射工作场所辐射环境自行监测办法（试行）》，原北京市环境保护局文件，京环发〔2011〕347号； (14)《原北京市环境保护局办公室关于做好辐射类建设项目竣工环境保护验收工作的通知》，京环办〔2018〕24号，2018年1月25日； (15)《北京市城乡规划条例》，北京市人民代表大会常务委员会公告（十五届）第61号，2021年9月24日； (16)《北京市新增产业的禁止和限制目录（2022版）》，北京市人民政府办公厅，京政办发〔2022〕5号，2022年2月14日起施行； (17)《产业结构调整指导目录（2024年本）》，2024年2月1日起施行。
技术标准	(1)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）； (2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (3)《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），2023年3月1日起施行； (4)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）； (5)《500V 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB22448-2008）； (6)《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； (7)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； (8)《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； (9)《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）；

	(10) 《工业射线探伤辐射安全和防护分级管理要求》(DB11/T1033-2013)； (11) 《辐射安全与防护监督检查技术程序》，生态环境部，2020年2月。
其他	(1) 环境影响评价工作委托书； (2) 《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社，2015年7月第一版)； (3) 《II类非医用X线装置监督检查技术程序》(程序编号为FZ2-4，版本号为No.3)； (4) 施耐德(北京)中压电器有限公司提供的其他资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围、目的和评价因子

7.1.1 评价范围

根据本项目评价内容，参照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中规定的“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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”的要求，确定本项目评价范围为：以探伤铅房为界，向外围扩展 50m 的区域作为评价范围。本项目评价范围见图 7-1 所示。



图 7-1 本项目评价范围示意图

7.1.2 评价目的

通过对本项目内容进行分析和估算，以期达到以下目的：

- (1) 评价项目在运行过程中对工作人员及周围公众所造成的辐射影响；
- (2) 评价辐射安全与防护措施效果，为生态环境行政主管部门管理提供依据；

(3) 对不利影响提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；

(4) 为公司的辐射环境保护管理提供科学依据。

7.1.3 评价因子

本项目的环境影响评价因子为 X 射线。

7.2 保护目标

本项目位于北京市北京经济技术开发区凉水河二街 2 号三期厂房内。X 射线实时成像检测系统拟搬迁安装于三期厂房测试车间中部，搬迁后工作场所的北侧为测试车间检测区、卫生间及三期厂房外绿地、道路等，东侧为测试车间检测区、装配车间，西侧为疏散走廊、化学实验室、装配车间、表面处理车间、厂房外道路等，南侧为测试车间检测区、入口缓冲区及厂房外道路，下方为地基，上方为车间上方区域，无建筑物，不会有人驻留。

本项目的环境保护目标为探伤铅房屏蔽体边界外 50m 范围内的公众成员（含非辐射工作人员）和参与探伤工作的职业工作人员。应通过采取一系列管理和工程措施，保证该项目场所周围的辐射环境不发生明显变化，使项目周围辐射水平低于国家规定的限值，确保在该区域活动的公众和工作人员所受到的辐射剂量低于国家规定的管理限值。详见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

关注点	场所名称	保护目标			相对位置关系		年有效剂量控制水平
		名称	规模人数	人员类别	最近距离 (m)	方位	
三期厂房内敏感点	探伤铅房	本项目辐射工作人员	6	职业人员	2m	围栏内	≤2mSv/a
	测试车间东侧区域（检测区）	公众	1 人	公众人员	7-15m	东侧	≤0.1mSv/a
	装配车间	公众	15 人		16-50m	东侧	
	测试车间南侧区域（检测区）	公众	8 人		1-26m	南侧	
	入口缓冲区	公众	流动人群		26-31m	南侧	
	化学实验室	公众	8 人		6-12m	西侧	
	装配车间、疏散走廊等	公众	6 人		6-50m	西侧	
	测试车间北侧区域（检测区）	公众	8 人		7-41m	北侧	

	卫生间	公众	流动人群		42-50m	北侧	
外部敏感点	三期厂房道路及绿化区	公众	流动人群		45-50m	南侧	
	二期库房北侧道路	公众	流动人群		31-41m		
	二期库房	公众	>10 人		42-50m		

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值 and 剂量约束值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关规定，具体如下：

1. 剂量限值

表 7-2 个人剂量值

辐射工作人员	公众关键人群组成员
连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）20mSv，且任何一年有效剂量 50mSv	年有效剂量 1mSv；但连续 5 年平均值不超过 1mSv 时，某一单一年可为 5mSv
眼晶体的当量剂量 150mSv/a	眼晶体的当量剂量 15mSv/a

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）11.4.3.2 还规定了年剂量约束值，按辐射防护最优化原则设计的年剂量控制值应小于或等于该剂量约束值。剂量约束值是剂量限值的一个分数，公众剂量约束值通常应在 0.1～0.3mSv/a 范围内。

2. 剂量约束值

考虑到本项目都是隔室操作，且工作量较小，本评价对职业人员和公众的剂量约束取值如下：

- （1）本项目辐射工作人员年受照剂量约束值取 2mSv；
- （2）本项目对周围公众的年受照剂量约束值取 0.1mSv。

7.3.2 剂量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），要求在满足上述年剂量约束值的同时，还需满足本项目探伤铅房屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 的要求。

7.3.3 工业 X 射线探伤辐射安全与防护要求

本项目 X 射线实时成像检测系统参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关规范进行安全管理及屏蔽防护，具体要求如下：

X 射线探伤机在额定工作条件下,距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 7-3 的要求。

表 7-3 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

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

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所描述

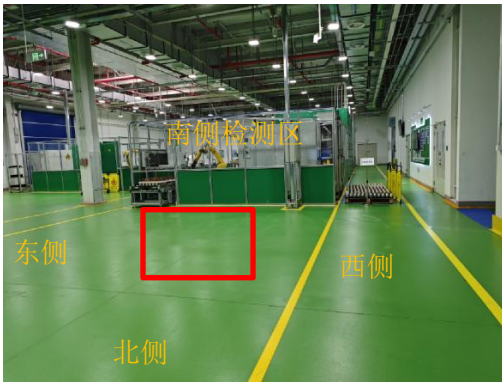
施耐德（北京）中压电器有限公司位于北京市北京经济技术开发区凉水河二街2号，本项目探伤铅房设置于三期厂房测试车间中部，地理位置见附图1，三期厂房布局见附图2。本项目工作场所的北侧为测试车间检测区、卫生间及三期厂房外绿地、道路等，东侧为测试车间检测区、装配车间，西侧为疏散走廊、化学实验室、装配车间、表面处理车间、厂房外道路等，南侧为测试车间检测区、入口缓冲区及厂房外道路。



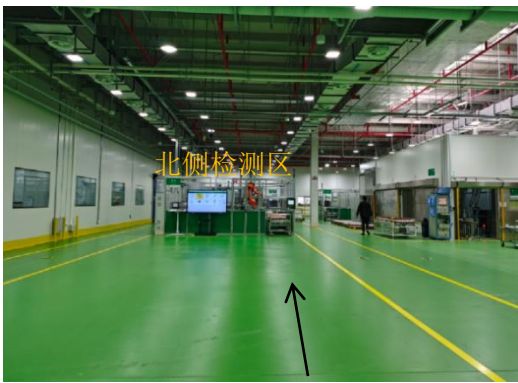
三期厂房



二期库房



探伤铅房拟安装位置



探伤铅房北侧区域（测试车间检测区）



探伤铅房东侧区域（测试车间检测区）



现有探伤铅房围栏区外警告标志

图8-1 项目四周环境现状情况

8.2 辐射环境现状监测

1.监测目的

掌握该项目辐射工作场所的辐射环境质量现状水平，为评价提供基础数据。

2.监测项目

γ 辐射空气吸收剂量率。

3.监测依据及方法

依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求和方法进行现场监测。

4.监测仪器

监测仪器的参数详见表8-1。

表 8-1 便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪

仪器型号	6150AD6/H+6150AD-b/H
生产厂家	德国 Automess
仪器编号	05037878
能量范围	38keV-7MeV
量程	模拟量程：10nSv/h-100 μ Sv/h；数字量程：1nSv/h-99.9 μ Sv/h
校准单位	上海市计量测试技术研究院
校准证书	2024H21-20-5449569002
校准日期	2024 年 8 月 27 日至 2025 年 8 月 26 日

5.监测单位

浙江建安检测研究院有限公司。

6.监测时间

2025年3月13日。

7.监测条件

天气晴；温度22℃；空气湿度44%。

8.监测点位：根据项目的平面布置和周围环境情况布设监测点。

监测点位示意详见图8-2~图8-3。

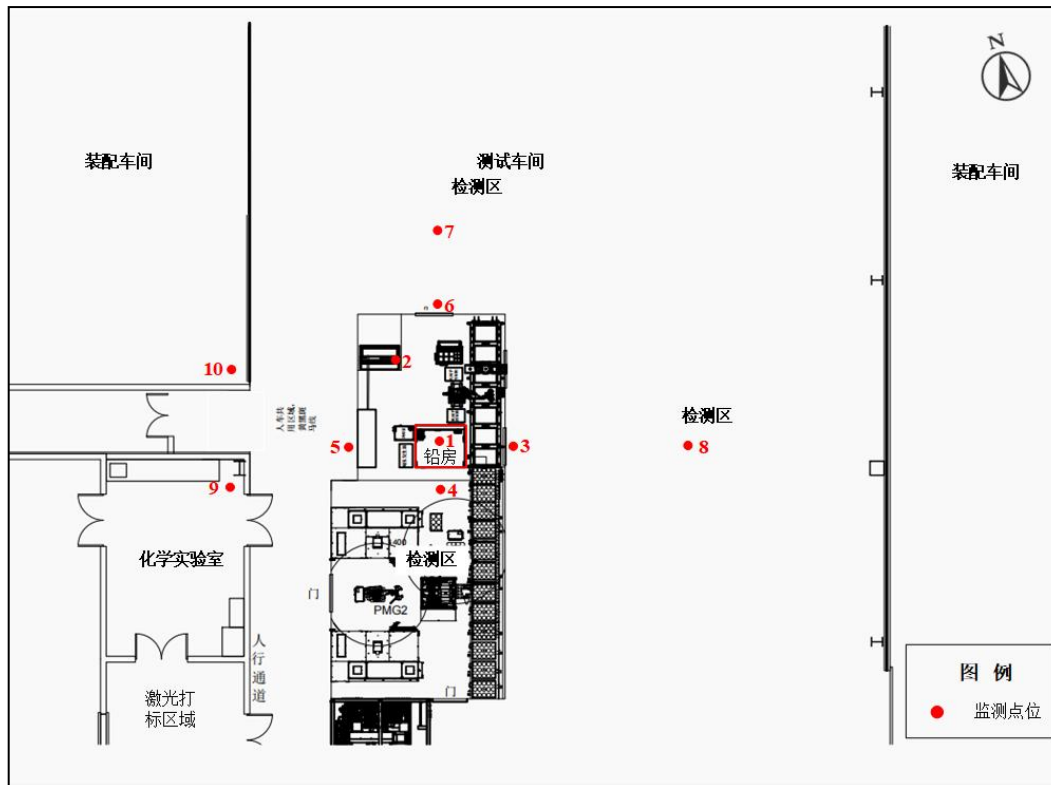


图8-2 本项目探伤铅房及周围辐射现状布点示意图

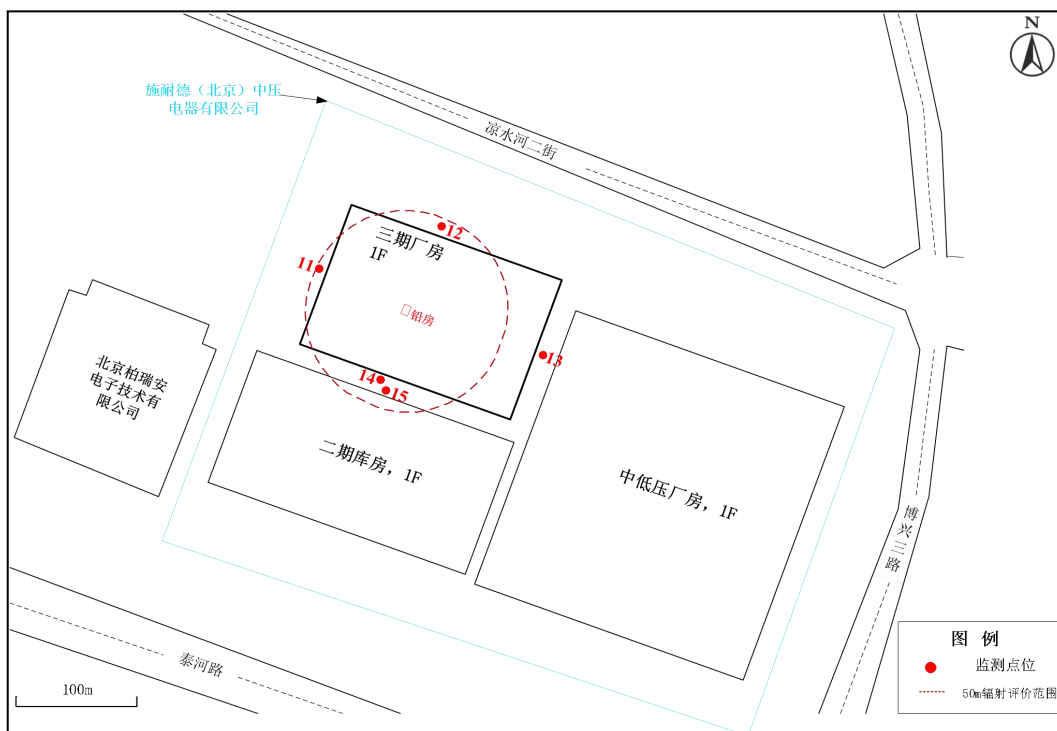


图8-3 三期厂房及周围辐射现状布点示意图

9.质量保证措施

根据《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）、《环境 γ 辐射

剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中有关辐射环境监测质量保证一般程序和实验室的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次监测结果科学、有效。辐射环境监测质量保证主要内容有：

（1）监测机构通过了计量认证；

（2）监测前制定了详细的监测方案及实施细则；

（3）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；

（4）监测所用仪器已通过计量部门校准、检定合格，且在校准、检定有效使用期内使用。监测仪器与所测对象在频率、量程、响应时间等方面相符合，以保证获得准确的测量结果。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

（5）监测人员均参加过相关的电离辐射监测培训；

（6）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

（7）现场监测严格按照规定的监测点位、方法、记录内容等进行，按照统计学原则处理异常数据和监测数据；

（8）建立完整的文件资料。仪器校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查；

（9）监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

10.监测结果

表8-2 项目拟建场地及周围辐射剂量率监测结果

序号	监测点位描述	检测结果（nGy/h）		备注
		平均值	标准差	
1	射线装置拟安装位置（探伤铅房围栏区内）	59	2.1	室内
2	探伤铅房围栏区内操作台	63	1.6	室内
3	探伤铅房围栏区东侧	57	1.1	室内
4	探伤铅房围栏区南侧	62	0.8	室内
5	探伤铅房围栏区西侧	61	0.7	室内
6	探伤铅房围栏区北侧	62	1.0	室内
7	探伤铅房围栏区北侧检测区	61	1.1	室内

8	探伤铅房围栏区东侧检测区	61	0.9	室内
9	化学实验室	67	1.1	室内
10	装配车间	69	0.8	室内
11	三期厂房西侧	42	1.1	室外
12	三期厂房北侧	46	0.9	室外
13	三期厂房东侧	37	1.0	室外
14	三期厂房南侧	37	0.9	室外
15	二期库房北侧	35	1.4	室外
备注：①测量时探头距离地面约 1m；②每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值；③环境 γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值 $\times$ 校准因子 $k_1 \times$ 仪器检验源效率因子 $k_2 \div$ 空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-屏蔽修正因子 $k_3 \times$ 测量点宇宙射线响应值 D_c ，校准因子 k_1 为 1.0，仪器使用 ^{137}Cs 进行校准，效率因子 k_2 取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy， k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，仪器对宇宙射线的响应值为 25nGy/h。				

11.评价结论

由表8-3可知，本项目拟建场址周围的 γ 辐射剂量率在35nGy/h~69nGy/h（室内：57nGy/h~69nGy/h，道路35nGy/h~46nGy/h）之间，监测结果在《中国环境天然放射性水平》中北京市大兴区室内及室外道路辐射空气吸收剂量率正常范围内（室内55.2nGy/h ~74.0nGy/h，道路15.4nGy/h~58.5nGy/h）。本项目工作场所及场所周边辐射剂量率处于该调查水平正常区间内，建设项目场所环境辐射剂量率处于当地天然辐射正常水平。

表 9 工程分析与源项

9.1 施工期工艺分析

本项目工作场所为施耐德（北京）中压电器有限公司三期厂房测试车间部分场地，经现场勘查，项目施工期不涉及土建施工，项目拟搬迁射线装置采用已有设备零件组装方式，施工期不涉及零配件生产线设备建设，施工期主要为场地清理、设备零件组装、整机调试，施工期可能的污染因素主要为施工过程产生的噪声、施工人员产生的生活废水、固体废物等常规环境要素，不产生辐射影响。建设阶段工艺流程及产污环节示意图见图 9-1。

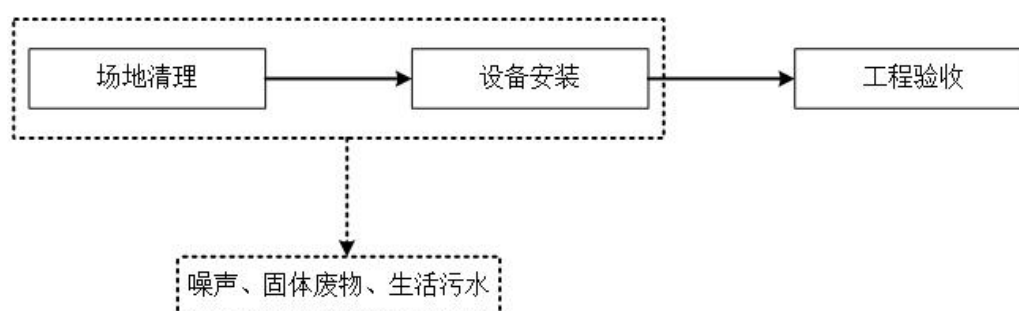


图 9-1 建设阶段工艺流程及产污环节

9.2 运行阶段工程分析

9.2.1 工作原理

射线装置原理：射线装置通过 X 射线管产生射线，X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，X 射线管示意图如图 9-2 所示。X 射线管阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击，灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。从 X 射线装置阴极上产生射向金属靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线装置两极上的高压即为管电压。X 射线装置产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序数、电子流强度和管电压的平方。所以 X 射线机的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子射

束大致垂直的方向上通过 X 射线机保护罩上的薄窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉，准直性较高。

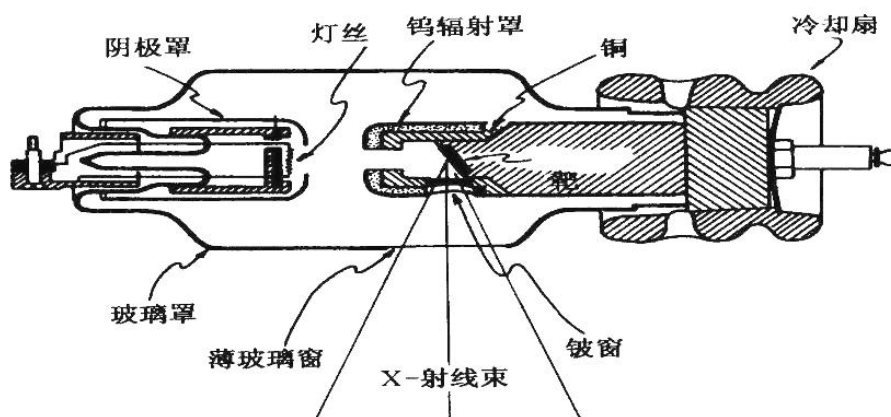


图 9-2 典型 X 射线管结构图

X 射线实时成像检测系统原理：X 射线具有贯穿物质能力的辐射，在与物质相互作用过程中辐射强度逐渐减小，不同厚度、不同材质的物质对辐射强度的减弱程度不同。采用强度均匀的射线束照射物体，当物体局部区域存在缺陷或结构存在差异时，射线透过物体的衰减程度将发生变化，检测投射射线的强度，即可判定物体的局部区域缺陷或结构。本项目 X 射线实时检测成像系统在工作过程中，X 射线管产生的不可见 X 光，透过被检物体，照射在增强器上，再由 CCD 将 X 光转变为可见的视频信号传给电脑进行处理后在显示器上显示检测图像，X 射线实时检测成像系统就据此实现探伤目的。利用 X 射线与成像单元相配合，能够实时观测到工件的检测图像，从而判定内部是否存在缺陷及缺陷类型和等级，同时通过计算机图像处理系统完成对图像的存储和处理，以提高图像的清晰度，保证评定的准确性。

9.2.2 设备组成

本次拟搬迁使用的 XYD-225 型 X 射线实时成像检测系统（丹东华日理学电气有限公司生产）基于自动化流水线设计，由铅房防护单元、X 射线检测核心单元、机械手传输系统及智能控制模块组成，实现工件的全自动无损检测。本项目探伤铅房外形尺寸为 1.66m（长）×1.31m（宽）×2.26m（高），内部集成 X 射线机、图像增强器成像单元及旋转样品台；铅房外设置以铝合金和玻璃组合的围栏防护区（长 5.75m×宽 5.25m×高 2m），探伤铅房围栏区东侧设置检修门（为方便维修东侧滚筒传送带，设置门禁系统，仅供检修时使用），围栏区北侧设 1

个进出门，围栏内操作台间（位于探伤铅房西北侧）设 1 个进出门；围栏内设置有传送带，在围栏上设有仅供周转箱进出的进出料口，进料口及滚筒传送带高度约为 0.65m（进出料口尺寸为 1m×0.45m），周转箱经滚筒传送带传送到机械手上料位置后停止，检测完成后由传送带传送至出料口。

本项目采用的机械手自动操作模式已在施耐德厦门工厂中及本次搬迁前实际应用，即采用机械手自动化上料（周转箱经传送带进入围栏→机械手抓取工件从探伤铅房北侧铅门送至样品台）、探伤检测（样品台旋转扫描→X 射线实时成像→图像分析）、下料（机械手放回工件→周转箱经传送带输出），具有可操作性。项目运行时设备全自动运行，操作人员仅需在操作台间进行监控，围栏内无其他人员停留。三期厂房测试车间内测试设备均为自动化运行设备，正常情况下围栏区内无人员走动，如设备发生故障，则相应测试设备将停止运行，待故障设备检修完成后才再次运行。

本项目探伤铅房围栏区内布局情况为射线装置位于围栏区内南侧，操作台位于围栏区内西北侧，样品台及轨道位于围栏区内东侧，滑轨带动样品台沿铅门方向滑动，方便机械手装取待测工件，测试时样品台带动待测工件 360° 旋转。本项目设备基本信息见表 9-1，探伤铅房围栏区内布局情况见图 9-3，射线装置整体外观示意图见图 9-4，射线装置结构尺寸示意图见图 9-5。

表 9-1 设备基本信息

项目	参数
尺寸	长 1.66m×宽 1.31m×高 2.26m
结构	整体铅房结构
X 射线管数量	1 个
X 射线管最大管电压	225kV
X 射线管最大管电流	8mA
主束方向	朝东
射线辐射角	40°锥束
样品台旋转角度	360°
最大穿透力（A3 钢）	105mm

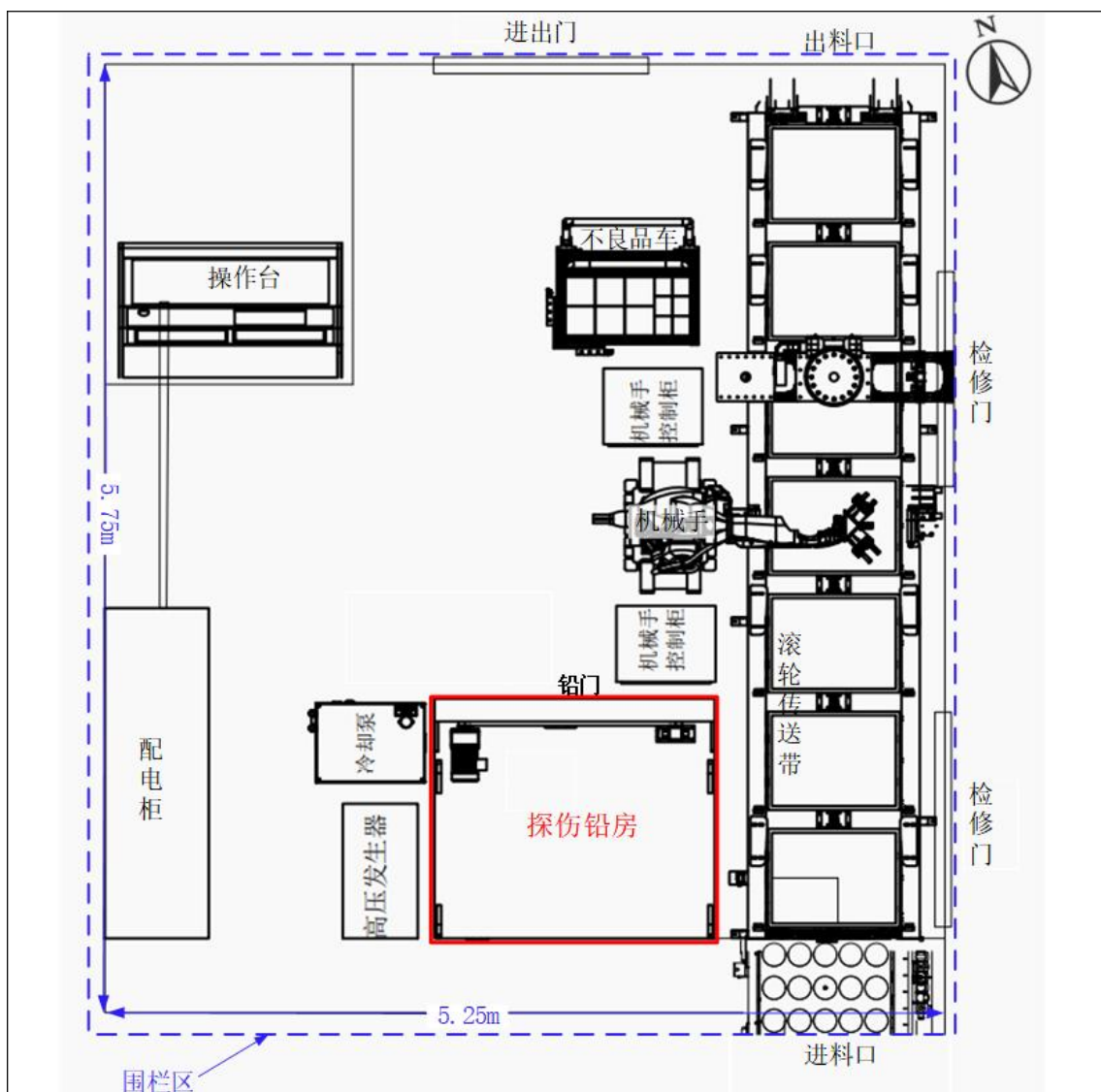
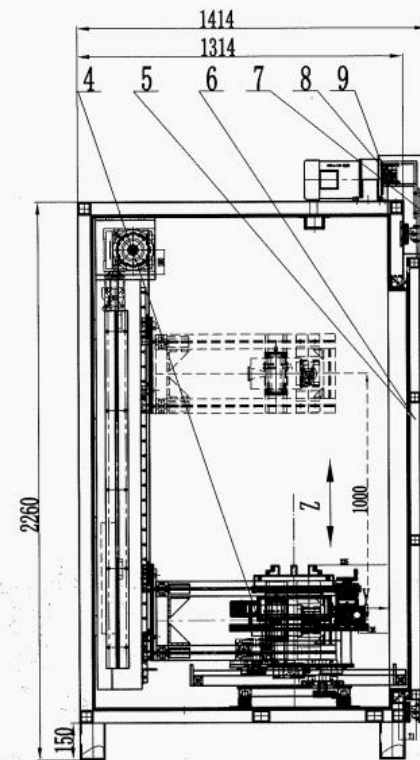
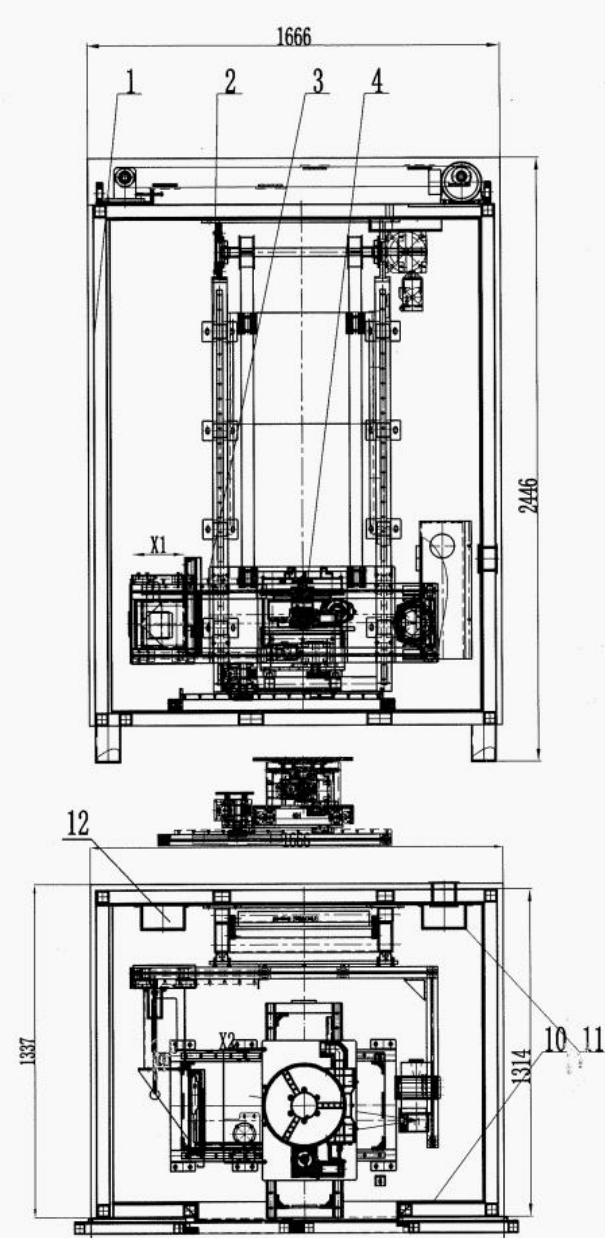


图 9-3 探伤铅房围栏区内布局情况

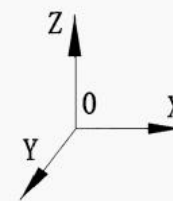


图 9-4 项目拟搬迁使用的射线装置外观图



2 工作平台:

平台: 圆盘直径 $\phi 400$ $G \leq ()$ 公斤, (工件尺寸 $\phi 320 \times 828$);
 X1轴(成像版手拉): 行程约: 200(手动);
 X2轴(平台左右移动): 行程约: ± 120 速度约 ≤ 4 米/分钟;
 Y轴(平台前后移动): 行程约: 400 速度可调 ≤ 4 米/分钟;
 Z轴(C型臂上下): 行程约1000 速度 ≤ 15 米/分钟;
 W轴(平台转动): 范围: $\pm n \times 360$ 度 速度 ≤ 8 转/分钟.



12	风扇防护罩	1			
11	高压电缆出口罩	1			
10	电机出口罩	1			
9	异步减速电机	GW28-0.4-50S	1		
8	齿形带轮固定机构	1			
7	铅门帽子	1			
6	左铅门总成	1			
5	右铅门总成	1			
4	平台总成	1			
3	C型臂总成	1			
2	立架总成	1			
1	铅房总成	1			
序号	代号	名称	数量	材料	附注
数量	文件代号	签字	X射线实时成像检测设备		
数量	文件代号	签字	数 量 比 例		
数量	文件代号	签字	1		
数量	文件代号	签字	第 张 共 张		
数量	文件代号	签字	材料 T3.4		
数量	文件代号	签字	丹东华日理学电气有限公司		

图9-5 本项目射线装置结构尺寸示意图

9.2.3 工作流程及产污环节

本项目使用的 X 射线实时成像检测系统主要通过控制操作台上按键完成自动检测，具体的工作流程如下：

（1）检查警告标识、系统安全连锁装置、铅房门-机连锁、应急开关等安全防护措施是否正常。

（2）打开设备主控开关，并将钥匙开关转到打开位置，启动设备；待设备控制计算机启动完成，启动计算机上相关软件后，逐一启动设备高压电源、电气控制系统，开机预热和初始化。

（3）上料时装载待测产品（真空灭弧室）的周转箱由上一工序经传送带转运至本项目南侧围栏的前端进料口，该进料口及滚筒传送带高度约为 0.65m，进料口为仅可容纳周转箱进入的开口（尺寸为 1m×0.45m），周转箱经滚筒传送带传送到机械手上料位置后停止，机械手获取信号后开始夹取待测产品，铅房自动打开防护门，将运动平台上的样品台水平运行至铅门处合适的位置，再将被测产品（真空灭弧室）放在样品台上，铅房自动关闭防护门。

（4）通过控制样品台的运动轴来移动样品，必要的时候移动射线管和探测器，使得被测物、射线管和探测器三者处于一个合适的位置，使得被测物图像达到最佳的可视范围和大小。

（5）点击设备上的 X 射线启动按钮启动 X 射线，自动选择所需使用的电压和电流，待 X 射线稳定后，被测物的图像将出现在显示器上。

（6）自动开启防护门，移动运动平台的样品台运行至合适的位置，机械手将被测物夹取后放回周转箱，自动关闭防护门。检测完成后的周转箱经滚筒传送至出料口。

（7）点击设备上的 X 射线关闭按钮关闭 X 射线。

（8）为了达到图像清晰度要求，可以调整现有软件算法的内置参数或者使用新的算法，这些算法包括如自适应亮度对比度平衡，数字滤波器、射线对中测设备背面量、空气校正、散射校正、几何参数校正等等。调整完成后再次点击设备上的 X 射线启动按钮启动 X 射线，评估被测物图像的清晰度。检测完成后关闭软件和设备。

项目正常情况下自动化运行，如发生机械手故障，或待测产品未放置于规定

位置，或待测产品跌落样品台等情况，自动化系统可自动检测出异常情况，自动停止运行，改为半自动运行模式，由人工进行上下料操作。

人工检测流程主要为：（1）将机械手调节到不影响上下料的位置，设备程序调整为半自动检测；（2）人工将待测产品（真空灭弧室）放到样品台上；（3）人工在操作台操作将铅房门联锁关闭后，探伤设备启动检测；（4）检测完成后铅房门自动打开，人工将待测产品（真空灭弧室）放到周转箱中。

工艺流程及产污环节见图 9-5。

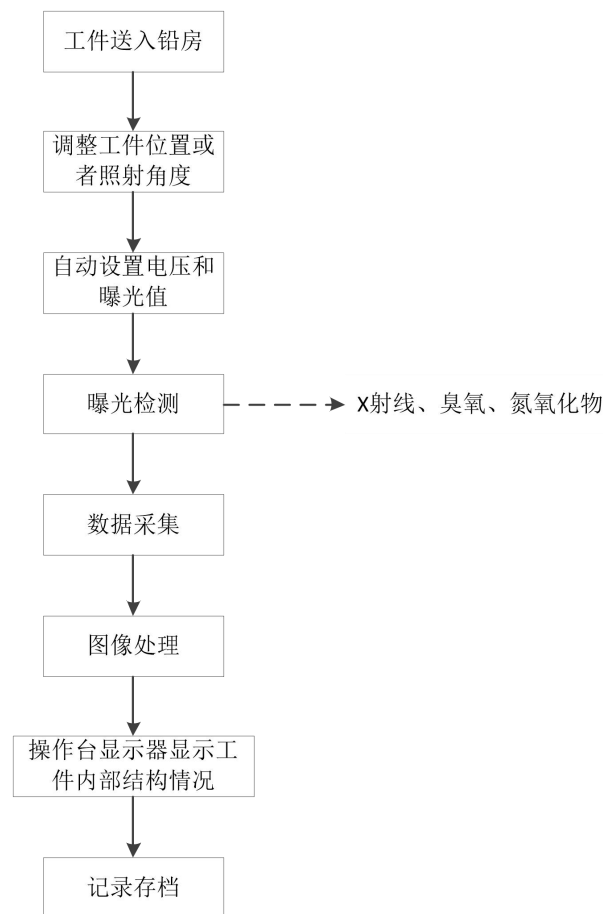


图 9-5 工艺流程及产污环节分析图

根据建设单位提供的资料可知，本项目拟配置 6 名辐射工作人员，每天 3 班，每班 8h。本项目 X 射线实时成像检测系统投入使用后，每个待测产品（真空灭弧室）的检测时间约为 80s，射线出束时间约为 35s，待测产品（真空灭弧室）每天检测时间为 24h/d，每天检测 1400 个，射线出束时间约为 13.6h/d，年工作 250 天，则年检测 35 万个，射线出束时间约为 3403h/a。

9.3 污染源项描述

9.3.1 主要放射性污染源分析

由射线装置的工作原理可知，X 射线随着射线装置的开、关而产生和消失。X 射线实时成像检测系统在关机状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态下才会产生 X 射线。在进行无损检测时，X 射线经透射、反射对探伤铅房及周围环境产生辐射影响。因此，在开机期间 X 射线成为污染环境的主要因子。

9.3.2 正常工况的污染途径

1.放射性污染

根据射线装置的污染特征，只有在通电情况下，工作人员操作才能产生射线，经透射、漏射和散射，对工作场所及其周围环境产生辐射影响。污染途径是 X 射线外照射。

2.非放射性污染

X 射线机工作时，射线装置发出的 X 射线电离空气分子产生微量的臭氧和氨氧化物，通过机械通风，降低探伤铅房内臭氧和氨氧化物的量，对人体的危害很微小。

9.3.3 事故工况的污染途径

（1）射线装置发生控制系统或电器系统等故障，安全联锁失效，铅防护门未完全关闭的情况下射线装置出束，对工作人员及公众造成额外的照射。

（2）维修检测时，装置出束，铅房门机联锁失效，维修人员肢体误入控制区内造成超剂量照射。

异常运行或事故状态下主要辐射源同正常运行状态。

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

本项目射线装置位于测试车间中部，为整体式防护铅房，操作台位于围栏区内、探伤铅房西北侧，距离射线源 3.68m（不在主射方向），围栏区内布局情况见图 9-3。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），“探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开”。本项目设置单独的操作间，铅房及操作台均位于测试车间围栏防护区内，位于探伤铅房西北侧的操作台避开了有用线束照射的方向，且与射线装置采用了物理隔开的方式（射线装置所在铅房为实体屏蔽体），探伤铅房东侧依次为检测区（最近距离为 7m）、装配车间（最近距离为 16m），南侧依次为检测区（最近距离为 1m）、入口缓冲区（最近距离为 26m）、二期库房北侧道路（最近距离为 31m）、二期库房（最近距离为 42m），西侧为疏散走廊、化学实验室（最近距离为 6m）、装配车间、表面处理车间、厂房外道路，北侧依次为检测区（最近距离为 7m）、卫生间（最近距离为 42m），满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，探伤铅房布局设计合理。

本项目 X 射线实时成像检测系统设置有 1 扇工件进出铅门，供工件进出，工件通过机械手抓取方式送入，待检测完成后由机械手抓取传出，满足探伤需求。

表 10-1 辐射工作场所位置及六面布局一览表

辐射场所	所在区域	方位	周边房间及场所
探伤铅房	三期厂房测试车间中部	东侧	检测区
		南侧	检测区
		西侧	疏散走廊、化学实验室、装配车间
		北侧	检测区
		地上	/
		地下	/

注：三期厂房为地上一层建筑物，无地下室。

10.1.2 工作区域管理

为加强辐射源所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定辐射控制区和监督区。

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门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。在监督区入口处的适当位置设立标明监督区的标牌、张贴电离辐射警告标志和中文警示说明，并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

本项目属固定工作场所 X 射线曝光作业，项目控制区为探伤铅房内部区域，监督区为探伤铅房围栏区以内（探伤铅房外）区域，在监督区内需要对职业照射条件进行监督和评价。项目控制区和监督区划分见下表。

表 10-2 项目控制区和监督区划分

设备	控制区	监督区
XYD-225型X射线实时成像检测系统	探伤铅房内	探伤铅房围栏区内（探伤铅房外）区域

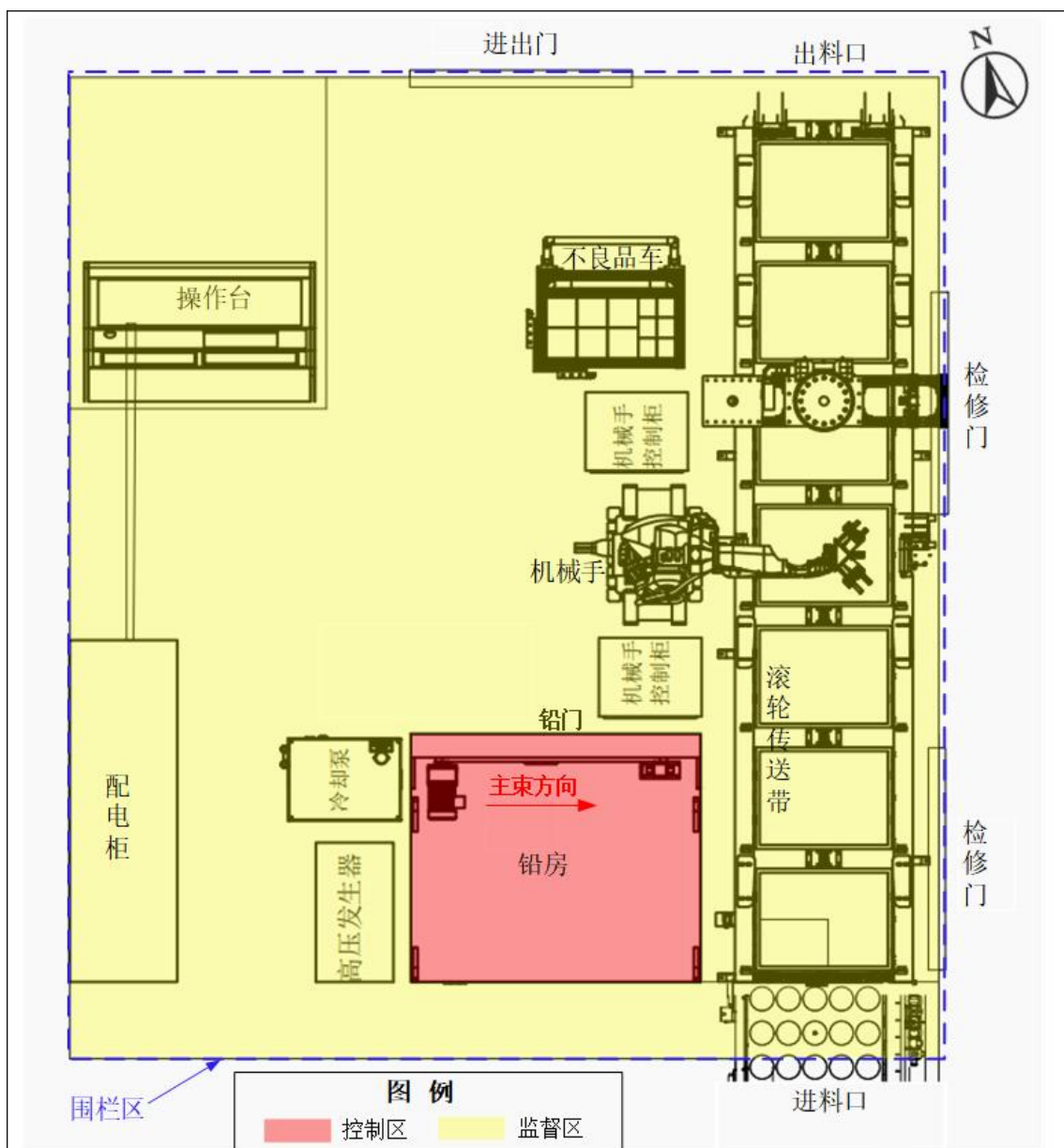


图 10-1 本项目探伤铅房平面布局及分区图

10.2 辐射安全与防护措施

10.2.1 辐射防护屏蔽设计

1. 屏蔽体设计

本项目搬迁的 1 台 X 射线实时成像检测系统采用钢-铅-钢防护结构实现完全屏蔽防护设计。该射线装置的辐射源（X 射线发生器）安装在一个全密封的自屏蔽壳内。内层为钢板，中层为铅板，外表层为钢板，能有效降低设备运行对周围环境造成的辐射影响。

铅房设置有排风洞口，在铅房左侧中部设计有一个排气洞口。排气洞口设置有 8mmPb 的防护罩。铅房穿墙电缆从铅房右侧中部穿出，铅房在电缆出口处设

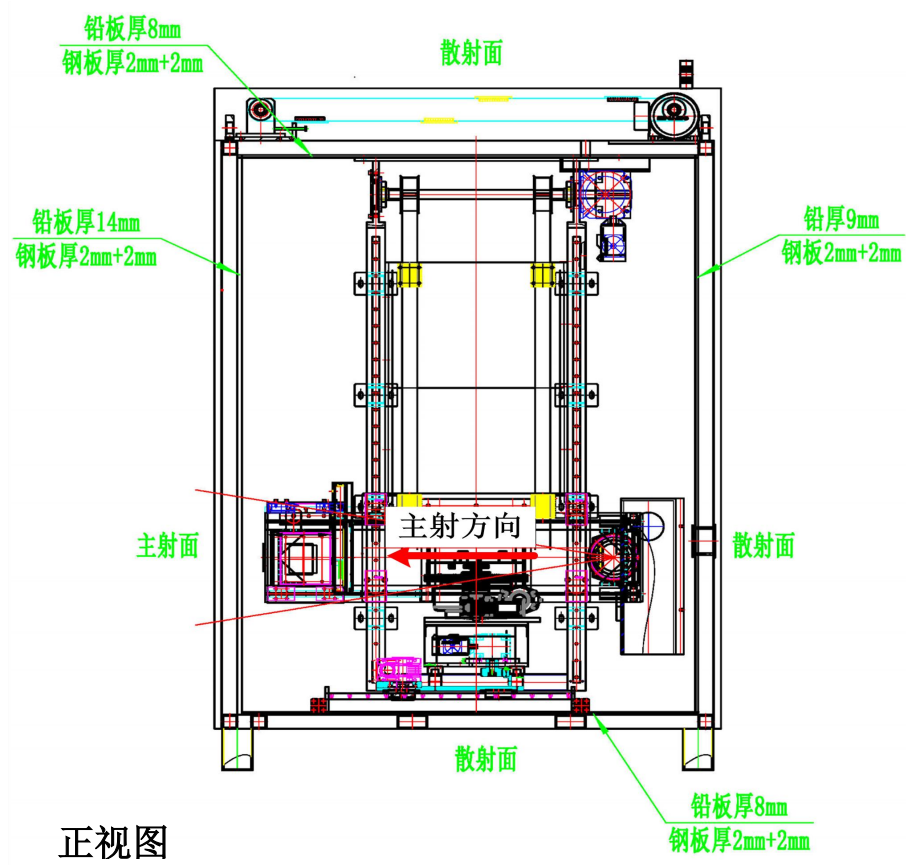
置有 8mmPb 电缆出口防护罩。铅房钉眼处用相同厚度的铅条或铅块进行二次补铅防护，铅板与铅板之间的接缝采用铅特种焊接技术焊接，保证焊缝处与其他屏蔽体为一致的防护效果。X 射线探伤装置的两扇平推铅门闭合情况下，与左右上下屏蔽体各重叠 50mm，两扇铅门闭合处缝隙有 50mm 宽、9mm 厚铅板屏蔽，本项目防护门（工件门和检修维护门）与墙体之间的重叠宽度大于空隙的 10 倍，可避免各屏蔽体之间有漏缝产生。由以上可知，本项目铅房排风口、电缆进出口、缝隙等薄弱环节防护均考虑了与所在一侧一致或更好的屏蔽措施。

具体各侧铅屏蔽体的屏蔽防护设计详见表 10-3，本项目探伤铅房结构见图 10-2。

表 10-3 本项目射线装置自带铅屏蔽体的辐射防护屏蔽设计一览表

序号	位置		屏蔽防护设计	
			设计情况	屏蔽铅当量
1	铅屏蔽体防护情况	铅房东侧（主射）	2mm 钢板+14mmPb+2mm 钢板	14mmPb
2		铅房南侧	2mm 钢板+9mmPb+2mm 钢板	9mmPb
3		铅房西侧	2mm 钢板+9mmPb+2mm 钢板	9mmPb
4		铅房北侧	2mm 钢板+8mmPb+2mm 钢板	8mmPb
5		铅房顶部	2mm 钢板+8mmPb+2mm 钢板	8mmPb
6		铅房底部	2mm 钢板+8mmPb+2mm 钢板	8mmPb
7		铅门（两扇）	2mm 钢板+9mmPb+2mm 钢板	9mmPb

注：根据建设单位提供资料，铅屏蔽体为钢板+铅板+钢板结构，屏蔽铅当量数据计算时保守不考虑钢屏蔽材料的屏蔽，铅的密度不低于11.3g/m³。



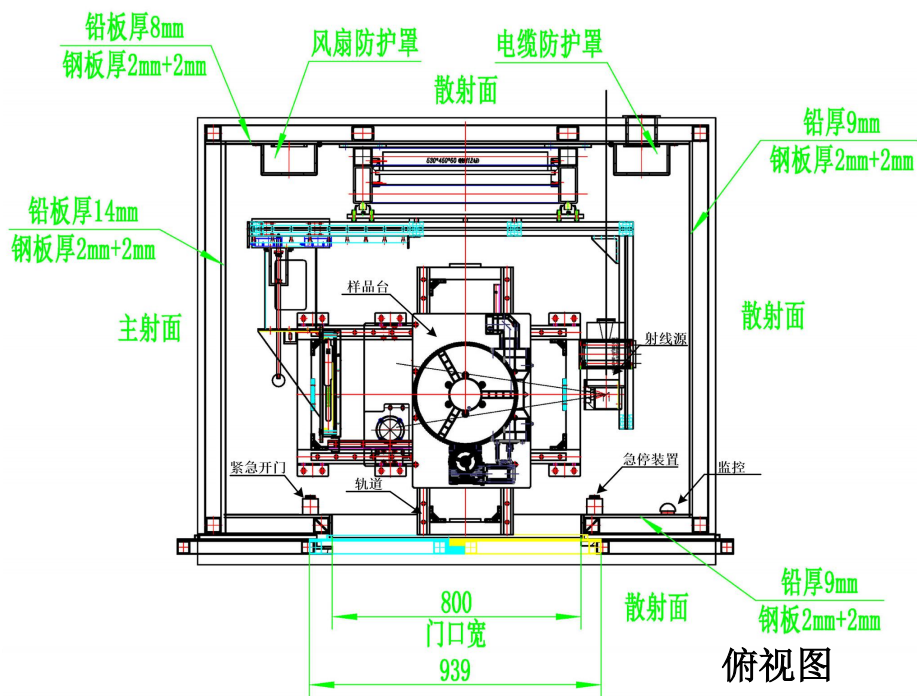
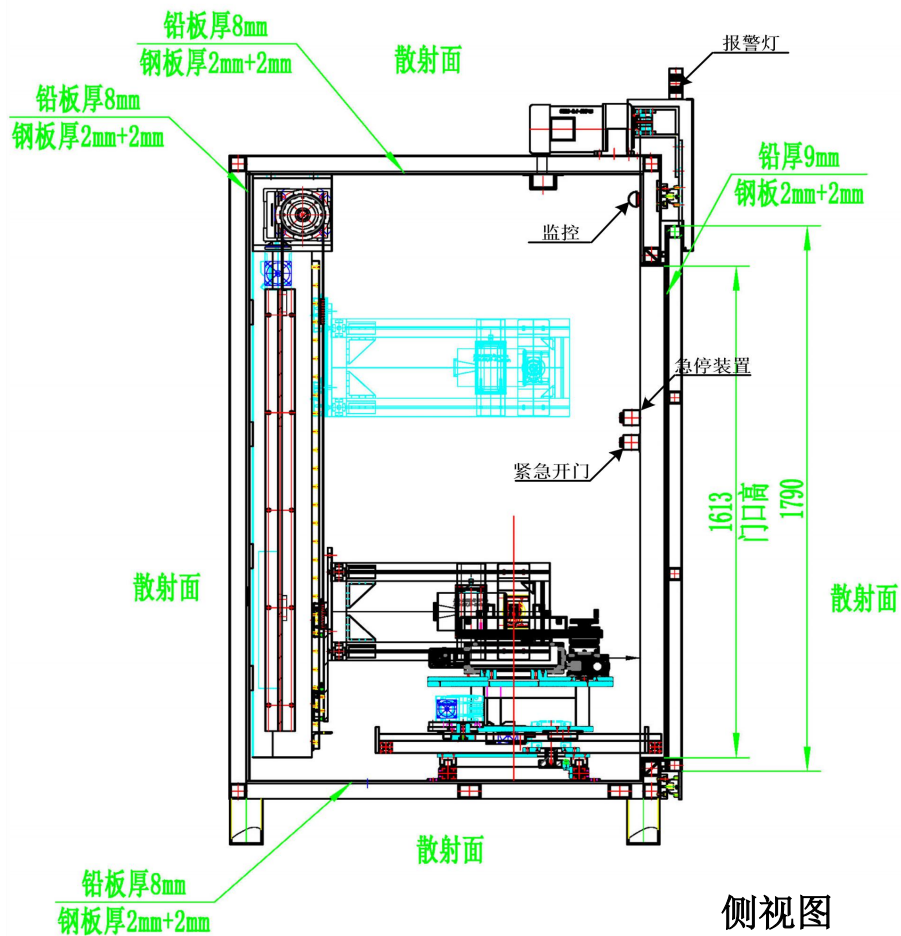


图 10-2 铅房屏蔽设计及结构示意图

2.安全装置

(1) 门机联锁：铅房电动平移防护门与 X 射线机高压电源联锁，如关门不到位，高压电源不能正常启动，高压电源未关闭，门不能正常打开。

(2) 警告标志及工作状态指示灯：铅房防护门和围栏门上醒目处张贴电离辐射警告标志和中文警示说明；在 X 射线实时成像检测系统上方设有双色警示灯，灯都不亮时仪器处于关闭状态，绿灯亮时仪器处于设备就绪状态，红灯亮时为曝光出束状态。

铅房防护门口和内部及控制台上拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与 X 射线机联锁，工作状态指示灯显示正在进行曝光作业时，防护门不能被打开，防止曝光作业期间人员误入发生辐射事故。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

(3) 视频监控系统：铅房内及操作台处上方各安装 1 套实时视频监控系统，并连接到操作台，工作人员能在操作台内实时监控曝光过程，如果出现异常能迅速启动紧急止动装置。

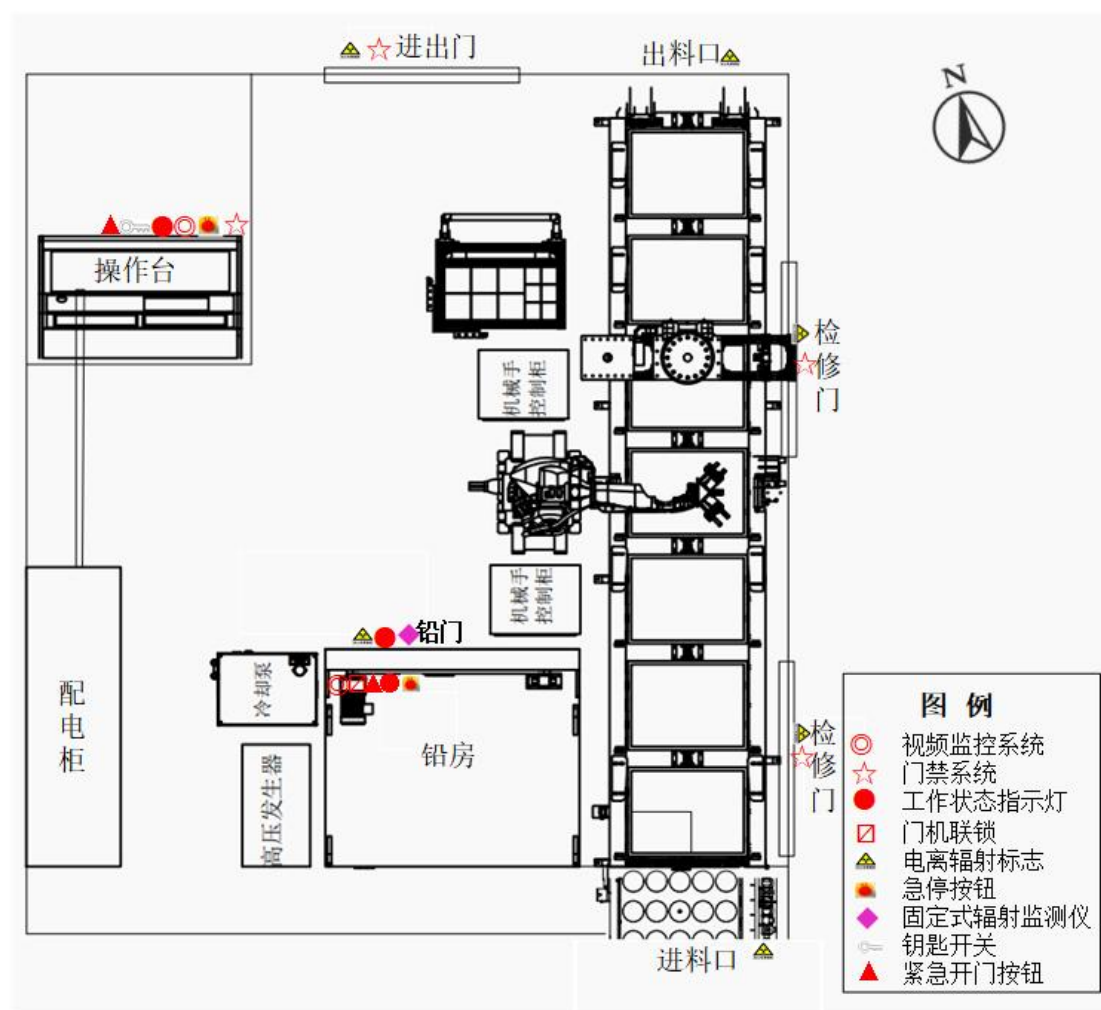
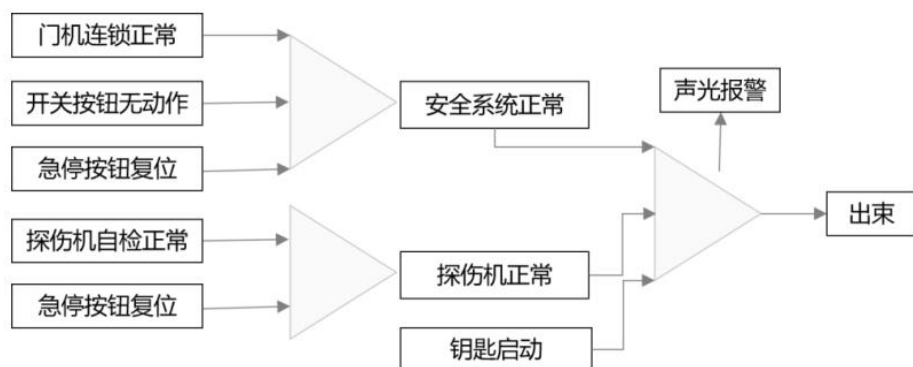
(4) 钥匙控制装置：为防止非操作人员误操作设备，设备操作台设计钥匙控制，钥匙由操作人员管理，钥匙拔出，机器无法出束。

(5) 急停按钮及紧急逃逸装置：本项目在铅门侧内墙及操作台上易于接触的地方均设置 1 个急停按钮和 1 个紧急开门按钮，按下按钮，X 射线机高压电源立即被切断，X 射线机停止出束，防护门可从内侧打开。

(6) 防夹功能：探伤铅房防护门为电动平移门，设有物理压力防夹保护功能。

(7) 通风系统：探伤铅房内设有排风扇进行排风，换气次数不低于 3 次/h。在二期厂房测试车间内设空调排风系统。

(8) 门禁：在探伤铅房围栏区进出门、检修门、操作台间处设置门禁系统，只有授权的工作人员可进入。



3.源项控制

本项目的 X 射线机均装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

4.距离防护

项目严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，对控制区进行严格控

制，禁止非相关人员的进入，职业工作人员在进行日常工作时尽量不要在控制区边界内停留，以减少不必要的照射。根据 GB22448-2008 规定，控制区应有明确的标记，并设置红色的“禁止进入 X 射线区”字样的警告标志；监督区为工作人员操作仪器时工作场所，非相关人员也禁止进入，避免受到不必要的照射。

5.时间防护

在确保产品质量的前提下，在每次使用 X 射线机进行检测之前，根据工件满足的实际质量要求制定最优化的探伤方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间。

10.2.2 设备固有安全性

本项目铅房为成型产品，设计有较齐全的辐射安全防护措施。

（1）开机系统自检：开机后控制器首先进行系统诊断测试，若诊断测试正常，该 X 射线机会示意操作者可以进行曝光或训机操作。若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

（2）延时启动功能：人工手动操作模式下，按下开高压按钮启动曝光后，为了便于操作人员撤离现场免受 X 射线的辐射，在产生 X 射线之前，系统将自动延时，在延时阶段，会听到“嘀-嘀”警报声。这时用户也可以按下停高压按钮来停止 X 射线机的启动。

（3）当 X 射线发生器接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线发生器的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制器都将立即切断 X 射线发生器的高压，蜂鸣器会持续响，提醒操作人员发生了故障。

（4）当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入休息阶段，在休息阶段将不理睬任何按键，所有指示灯均熄灭，停止检测作业。

（5）设备停止工作 5 小时以上，再使用时要进行训机操作后才可使用，避免 X 射线发生器损坏。

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》和《II 类非医用 X 线装置监督检查技术程序》（程序编号为 FZ2-4，版本号为 No.3）中对探伤室内探伤的要求，本次评价根据建设单位采用的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-4。

表 10-4 辐射安全措施对照表

序号	项目	检查内容	设计	备注
1*	A 场所设施	入口处电离辐射警示标志	√	探伤铅房、围栏区拟贴电离辐射警告标志
2*		入口处机器工作状态显示	√	探伤铅房上方设有工作状态指示灯
3		隔室操作	√	铅房外操作
4*		迷道	×	不设迷道, 防护门屏蔽厚度满足要求
5*		防护门	√	拟配铅防护门
6*		操作台有防止非工作人员操作的锁定开关	√	配有钥匙开关
7*		门机联锁系统	√	配有铅房门机联锁
8*		铅房内及监督区监控设施	√	拟设 2 只监控摄像头
9		通风设施	√	探伤铅房内设有排风扇进行排风, 换气次数不低于 3 次/h
10*		铅房内紧急停机按钮	√	铅房内墙上设有 1 个急停按钮
11*		操作台上紧急停机按钮	√	操作台设有 1 个急停按钮
12*		出口处紧急开门按钮	√	铅房墙上拟设有 1 个紧急开门开关
13*		准备出束声光提示	×	设有出束警示灯
14*	C 监测设备	便携式辐射监测仪器仪表	√	1 台
15*		固定式辐射监测仪	√	1 台
16*		个人剂量计	√	6 个
17*		个人剂量报警仪	√	4 台
18	D 应急物资	灭火器材	√	拟配干粉灭火器

注: 加*的项目是重点项, 有“设计建造”的划√, 没有的划×, 不适用的划/。

10.3 法规符合情况

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定, 现对施耐德(北京)中压电器有限公司从事本项目辐射活动能力评价列于表 10-5 和表 10-6。

1.对《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求的满足情况

表 10-5 汇总列出了本项目对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办

法》对使用射线装置单位要求的对应检查情况。

表10-5 项目执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求对照表

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求	项目单位情况	符合情况
应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构,或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作	已成立辐射安全管理委员会,负责本单位的辐射安全与环境保护管理工作,并在该机构设有专职管理人员	符合
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核	本项目6名辐射工作人员均已通过辐射安全和防护培训,并取得合格证书,证书均处于有效期内;后期若新增辐射工作人员须报名参加辐射安全与防护考核,通过考核后方能上岗从事辐射工作	符合
使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及使用放射性同位素	不涉及
放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	射线装置所在铅房拟装门-机-灯联锁、急停按钮、紧急开门按钮、工作警示灯和电离辐射警告标志等	符合
配备必要的防护用品和监测仪器	已配备符合要求的1台X-γ辐射监测仪器、1台固定式辐射报警装置、4台个人剂量报警仪和6枚个人剂量计	符合
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护措施、台账管理制度、培训计划和监测方案	已制定一系列的规章制度,如辐射安全管理委员会主要职责、辐射工作人员职责、辐射安全培训制度、职业病健康管理制度、辐射监测制度、辐射监测方案、辐射安全操作规程、辐射安全防护措施、台账管理等。此外,单位还针对可能发生的辐射事故制定了应急预案,能够满足管理要求	符合
有辐射事故应急措施	针对可能发生的辐射事故(件)制定了应急预案	符合
产生放射性废气、废液、固体废物的,还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案	本项目无放射性“三废”产生	不涉及

2.对《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的满足情况

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(原环境保护部第18号令)对拟使用射线装置的单位提出了具体条件,本项目具备的条件与“18号令”要求的对照评估如表10-6所示。

表 10-6 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》符合情况		
《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求	项目拟实施情况	符合情况
第五条 射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	探伤铅房拟装门-机-灯联锁、急停按钮、紧急开门按钮、工作警示灯和电离辐射警告标志等	符合
第九条 生产、销售、使用射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测	每年对射线装置及固定场所进行监测	符合
第十二条 生产、销售、使用射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告	承诺每年 1 月 31 日前向生态环境部门提交年度评估报告	符合
第十七条 生产、销售、使用射线装置的单位应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训并进行考核；考核不合格的，不得上岗	本项目 6 名辐射工作人员均已通过辐射安全和防护培训，并取得合格证书，证书均在有效期内	符合
第二十三条 生产、销售、使用射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关；应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案	本项目辐射工作人员均要求佩戴个人剂量计，并委托有资质单位进行个人剂量监测（每季度 1 次）；已安排专人负责个人剂量监测管理	符合
第二十四条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测	委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量监测	符合

10.4 三废的治理

X 射线只在运行状态开机时产生，关机时消失。数字化后经图形处理软件处理，不涉及洗片等工艺，无废水和固体废物产生。

本项目 X 射线装置在使用过程中，X 射线电离空气产生微量的臭氧和氮氧化物，臭氧在空气中 50 分钟后自动分解为氧气，本项目 X 射线装置带有通风装置，废气排放口的管道使用 8mm 铅板进行防护。本项目探伤铅房内部体积较小，换气量为 150m³/h，换气次数能够达到 3 次/h 以上，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中 6.1.10 对通风换气的要求。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 施工期的环境影响分析

本项目在施工活动中，会产生施工噪声、施工废渣、废水，对环境存在一定影响。为此，本评价作如下建议：

（1）对施工时间、时段、施工进度，铅房和设备安装时间作精心安排、系统规划；对可能受影响和破坏的对象加以保护；

（2）施工中产生的废弃物（如废材料、废纸张、废包装材料、废塑料薄膜等）应妥善保管、及时处理；只要工程施工期严格做到以上基本要求，就可以使其对环境的影响降至最小程度。施工结束后，项目施工期环境影响即可消除。

11.1.2 设备安装调试期间的环境影响分析

设备的拆卸、安装、调试应请设备厂家专业人员进行，建设单位不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护铅门，在铅门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时铅房必须上锁并派人看守。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入铅房，防止辐射事故发生。X 射线机的安装和调试均在铅房进行，经过铅房的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的，对周围环境影响较小。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目 X 射线实时成像检测系统运行过程中，不产生放射性三废，主要的污染物是 X 射线贯穿辐射。

当 X 射线实时成像检测系统出束时，X 射线（初级 X 射线）透过工件及屏蔽体造成环境辐射影响，同时产生的散射线和漏射线也会对环境造成辐射影响。本项目拟搬迁的 X 射线实时成像检测系统为定向机，主射方向固定朝左照射（从探伤铅房正面看），该方向按照有用射束进行预测计算，其他方向考虑泄漏辐射和散射辐射。

本项目是将现有的 XYD-225 型 X 射线实时成像检测系统搬迁至现址西北方向约 13m 的测试车间内使用，对探伤铅房周围辐射环境影响采用类比监测结合模式预测的方法进行影响分析。

11.2.1 类比评价

本项目 X 射线实时成像检测系统的最大管电压为 225kV，对应的最大管电流为 8.0mA，主射方向朝东。为了分析 X 射线实时成像检测系统运行后对周围工作人员所造成的影响，本评价选取该 X 射线实时成像检测系统原机房（即三期厂房测试车间）的辐射工作场所监测报告（编号为 BG-GAYB24700033-R）相关数据进行类比评价；X 射线实时成像检测系统为柜式一体化设计的铅房，本项目将现有探伤铅房及相关场所整体搬迁，迁址使用，检测样品不变，具有可比性。

本报告评价的重点是出束时 X 射线对探伤铅房围栏区内辐射工作人员的影响。本项目中探伤铅房围栏区与原探伤铅房围栏区有较好的可比性，通过对探伤铅房的监测，可以预测本项目 X 射线实时成像检测系统运行后的辐射环境影响。类比监测结果见表 11-1，类比监测点位示意图见图 11-1。

表 11-1 类比机房周围剂量当量率监测结果

序号	监测点位置	监测结果（nSv/h）			
		未出束		出束	
		平均值	标准差	平均值	标准差
1	工作人员操作位	82	4	83	4
2	设备防护门（南侧）外表面30cm	76	6	77	7
3	设备东侧外表面30cm	76	4	79	4
4	设备西侧外表面30cm	75	5	77	6
5	设备北侧外表面30cm	72	5	74	5
6	设备上方外表面30cm	77	6	78	5
7	设备北侧排风口外表面30cm	70	6	74	6

注：（1）监测条件：225kV，2mA，设备内放置工件；

（2）以上监测值未扣除宇宙射线的响应值。

根据表 11-1，未开机时，X 射线实时成像检测系统屏蔽体外表面 30cm 的 X-γ 辐射周围剂量当量率为 70nSv/h～82nSv/h，开机时，屏蔽体外表面 30cm 的 X-γ 辐射周围剂量当量率为 74nSv/h～83nSv/h。监测结果表明，X 射线实时成像检测系统屏蔽体外表面 30cm 的 X-γ辐射周围剂量当量率小于 2.5μSv/h，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h”的要求。本项目射线装置屏蔽设计与原探伤铅房相当，因此可以预测，本项目 X 射线实时成像检测系统正常运行过程中，探伤铅房

各侧屏蔽体外 30cm 处剂量率能够满足 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的目标控制值，对周围辐射环境影响很小。

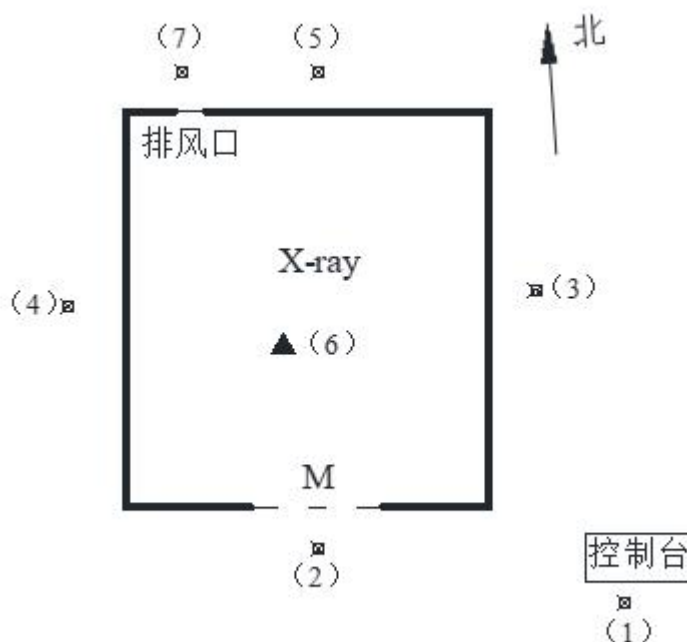


图 11-1 类比监测点位示意图

11.2.2 设备预计运行情况

施耐德（北京）中压电器有限公司使用的 X 射线实时成像检测系统为 II 类射线装置，用于真空灭弧室的无损检测，由机械手抓取所检样品，设置出束条件并点击开始出束键后，到时间后射线装置自动停止出束，实际每天出束时间约 13.6h（不超过 3403h/a），工作人员都是隔室操作，位于设备外西北侧操作台处，设备区外设置围栏，地面标有警戒线，防止无关人员进入，且在测试车间大门入口都有门禁，只有本公司相关人员有授权。

X 射线实时成像检测系统工作时，X 射线源固定不动，样品台及轨道位于围栏东侧，滑轨带动样品台沿铅门方向滑动，方便机械手装取待测工件，测试时样品台带动待测工件 360° 旋转。

根据丹东华日理学电气有限公司提供的 XYD-225 型 X 射线实时成像检测系统的最大管电压为 225kV，对应的最大管电流为 8.0mA。根据建设单位提供资料，本项目预计每天检测约 1400 个，每周检测约 7000 个，每次曝光时间 35s，每周曝光时间 68h，每年检测约 35 万个，年开机曝光时间约为 3403h。

11.2.2 运行期间各关注点辐射影响预测分析

X射线对周围环境的影响选用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中推荐的预测方式进行计算。工作场所主要关注工作人员操作位、探伤铅房外及围栏外30cm处的辐射剂量率，本项目探伤铅房关注点见图11-2。

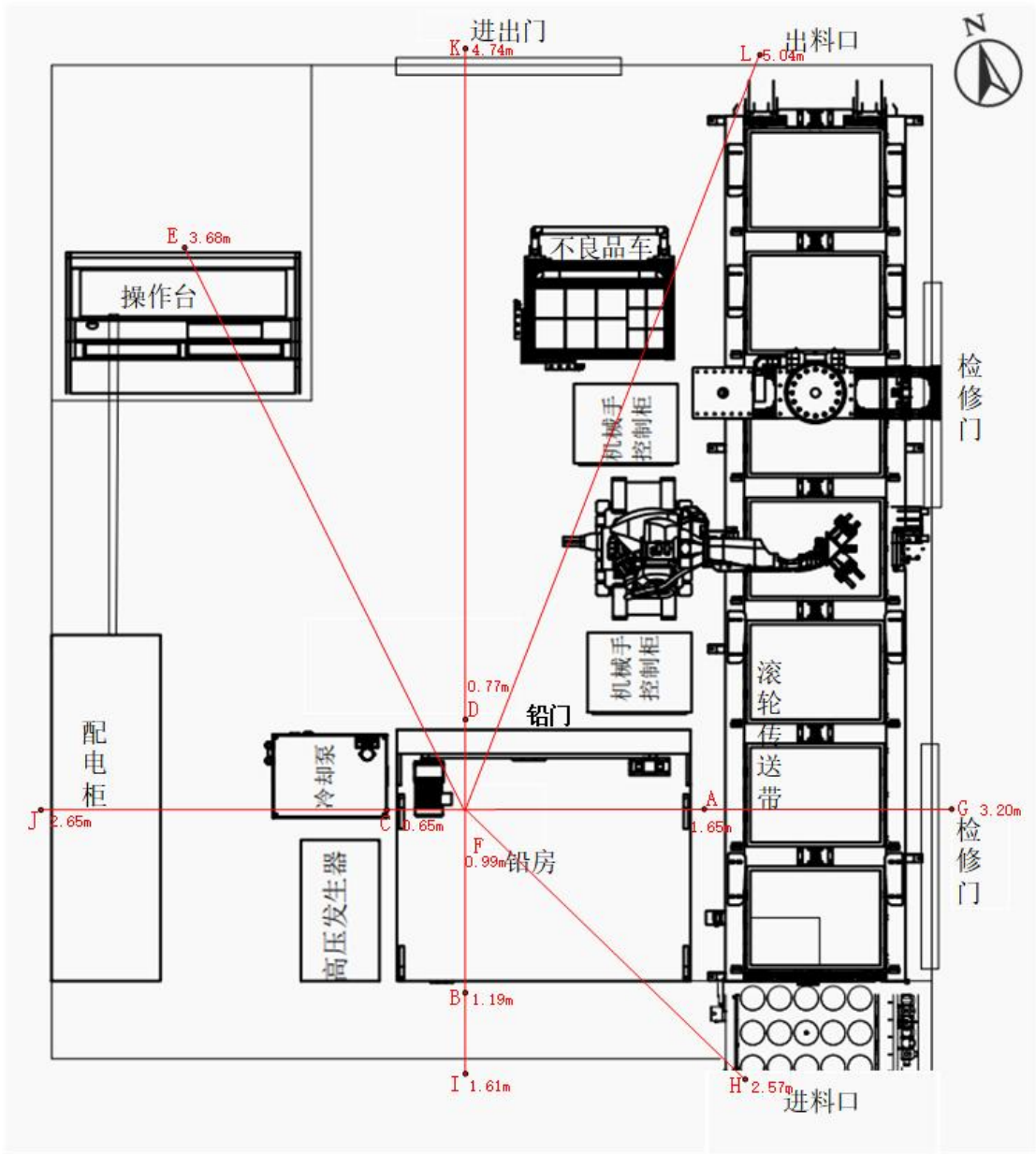


图 11-2 本项目辐射影响预测关注点示意图

11.2.2.1 辐射剂量估算公式

以下估算公式参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）。

(1) 主射线束辐射

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

$$B=10^{-X/TVL} \quad (\text{式 11-2})$$

式中：

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

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）。
本项目最大管电流为 8mA；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ；根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.1，本项目射线装置最大管电压为 225kV，本评价采用内插法计算可得，在 3mmAl 过滤下 X 射线距辐射源点（靶点）1m 处的输出量为 $6.84 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ，经与设备厂家核实，本项目 X 射线管滤片为 3mm 铝+0.8mm 铍；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m；

B —屏蔽透射因子；

X —屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；本项目为 14mm 铅；

TVL —半值层厚度，mm；根据 GBZ/T250-2014 附录 B 表 B.2，本项目射线装置最大管电压为 225kV，本评价采用内插法计算 X 射线在铅中半值层取值， $TVL=2.15\text{mm}$ 。

本项目 X 射线实时成像检测系统的射线辐射角为 40° ，通过计算可知探伤铅房东侧主束照射区面积约为： $3.14 \times \left[\tan\left(\frac{40^\circ}{2}\right) \times 1.35 \right]^2 \text{m}^2 \approx 0.76\text{m}^2$ ，不超过探伤铅房东侧屏蔽体面积。

（2）泄漏辐射

在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的泄漏辐射剂量 $\dot{H}$ 按下式计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 11-3})$$

式中：

$\dot{H}$ —关注点剂量率参考控制水平，单位是 $\mu\text{Sv/h}$ 。

B —屏蔽透射因子，按公式 11-2 计算。

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m。

$\dot{H}_L$ —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ 。由 GBZ/T250-2014 中的表 1 可知，本项目射线装置管电压 225kV 对应距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率 $\dot{H}_L = 5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

（3）散射辐射

X 射线 90° 散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量。因此，本项目射线装置保守分析取散射后的 X 射线能量为 200kV。

在给定屏蔽物质厚度 X ，相应的辐射屏蔽透射因子 B ，确定 90° 散射辐射的 TVL 关注点的散射辐射剂量率 $\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按公式（式 11-4）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

$\dot{H}$ —关注点剂量率参考控制水平，单位是 $\mu\text{Sv/h}$ 。

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）。

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

B —屏蔽透射因子，按公式 11-2 计算。

R_s —散射体至关注点的距离，单位为 m。本项目关注点的取值：考虑工件大小及最不利情况，取 X 射线实时成像检测系统曝光点到铅屏蔽体上侧、左侧、前侧、后侧表面 30cm 处和到探伤铅房所在围栏区左侧、前侧、后侧表面 30cm 处作为关注点。

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为 m。

F — R_0 处的辐射野面积，单位为： 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，可以水的 α 值保守估计，见附录 B 表 B.3。查询可得，本项目 225kV 管电压对应 90° 散射角的 α_w 为 1.9×10^{-3} ，则散射因子 α 为 0.0475。根据 GBZ/T250-2014 中的 B.4.2，本项目射线装置圆锥束中心轴和圆锥边界夹角为

20°，则 $R_0^2/F \cdot \alpha$ 因子取值为 50。

11.2.2.2 理论计算结果

表11-2 有用线束方向屏蔽效果预测表

位置	X (mmPb)	B	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	R (m)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
探伤铅房东侧 A	14	3.08E-07	6.84E+05	1.65	0.619	/
探伤铅房围栏 区东侧G	14	3.08E-07	6.84E+05	3.20	0.165	检修门

表11-3 泄漏射线屏蔽体外关注点辐射剂量率估算表

位置	X (mmPb)	B	$\dot{H}_L$ ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
探伤铅房南侧 B	9	6.52E-05	5.00E+03	1.19	2.30E-01	围栏内
探伤铅房西侧 C	9	6.52E-05	5.00E+03	0.65	7.71E-01	围栏内
探伤铅房北侧 D	8	6.52E-05	5.00E+03	0.77	5.49E-01	围栏内
操作台E	9	1.90E-04	5.00E+03	3.68	7.02E-02	围栏内
探伤铅房上方 F	8	1.90E-04	5.00E+03	0.99	9.70E-01	围栏内
进料口H	9	6.52E-05	5.00E+03	2.57	4.93E-02	围栏外
探伤铅房围栏 区南侧I	9	6.52E-05	5.00E+03	1.61	1.26E-01	围栏外
探伤铅房围栏 区西侧J	9	6.52E-05	5.00E+03	2.65	4.64E-02	围栏外
探伤铅房围栏 区北侧K	8	1.90E-04	5.00E+03	4.74	4.23E-02	围栏外
出料口L	8	1.90E-04	5.00E+03	5.04	3.74E-02	围栏外

表11-4 散射射线屏蔽体外关注点辐射剂量率估算表

位置	X (mm Pb)	B	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	R_s (m)	$\frac{F \cdot a}{R_0^2}$	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	备注
探伤铅房南侧 B	9	3.73E-07	5.34E+05	1.19	0.02	2.25E-02	围栏内
探伤铅房西侧 C	9	3.73E-07	5.34E+05	0.65	0.02	7.54E-02	围栏内
探伤铅房北侧 D	9	3.73E-07	5.34E+05	0.77	0.02	5.37E-02	围栏内
操作台E	9	3.73E-07	5.34E+05	3.68	0.02	2.35E-03	围栏内
探伤铅房上方 F	8	1.93E-06	5.34E+05	0.99	0.02	1.68E-01	围栏内
进料口H	9	3.73E-07	5.34E+05	2.57	0.02	4.82E-03	围栏外
探伤铅房围栏 区南侧I	9	3.73E-07	5.34E+05	1.61	0.02	1.23E-02	围栏外
探伤铅房围栏	9	3.73E-07	5.34E+05	2.65	0.02	4.54E-03	围栏外

区西侧J							
探伤铅房围栏 区北侧K	8	1.93E-06	5.34E+05	4.74	0.02	7.34E-03	围栏外
出料口L	8	1.93E-06	5.34E+05	5.04	0.02	6.49E-03	围栏外

表 11-5 非有用线束方向屏蔽效果预测表

位置	泄漏剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	非有用线束方向总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
探伤铅房南侧 B	2.30E-01	2.25E-02	2.53E-01
探伤铅房西侧 C	7.71E-01	7.54E-02	8.46E-01
探伤铅房北侧 D	5.49E-01	5.37E-02	6.03E-01
操作台E	7.02E-02	2.35E-03	7.26E-02
探伤铅房上方 F	9.70E-01	1.68E-01	1.14E+00
进料口H	4.93E-02	4.82E-03	5.41E-02
探伤铅房围栏 区南侧I	1.26E-01	1.23E-02	1.38E-01
探伤铅房围栏 区西侧J	4.64E-02	4.54E-03	5.09E-02
探伤铅房围栏 区北侧K	4.23E-02	7.34E-03	4.97E-02
出料口L	3.74E-02	6.49E-03	4.39E-02

根据以上估算，探伤铅房外（不含无人停留的正上方区域）的周围剂量当量率最大值为 $8.46\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ （探伤铅房西侧、围栏内），操作台的附加剂量率为 $7.26\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ ，监督区外的附加剂量水平最大值约为 $1.38\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ （探伤铅围栏区南侧、围栏外），均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。根据剂量率与距离的平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，在 X 射线实时成像检测系统周围 50m 评价范围内的化学实验室、卫生间等其他公众长居留场所的附加剂量率远小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

11.2.2.3 人员剂量估算

1.居留因子的选取

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的要求，不同场所条件下的居留因子取值见表 11-6。

表 11-6 不同场所的居留因子

场所	居留因子T	停留位置
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

(2) 剂量估算

附加年有效剂量计算公式：

$$E=D \times t \times T \quad (\text{式11-5})$$

式中：E——年有效剂量， $\mu\text{Sv/a}$ ；

D——计算点附加剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t——受照时间，h/a；

T——居留因子。

根据建设单位提供的资料，本项目拟配备 6 名辐射工作人员，2 人一组、每天 3 班，每班 8 小时。X 射线实时成像检测系统运行后预计每天检测约 1400 个，每周检测约 7000 个，每次曝光时间 35s，每周曝光时间 68h，每年检测约 35 万个，年开机曝光时间约为 3403h。本项目辐射工作人员的年受照时间按 X 射线实时成像检测系统年出束时间的 1/3 计，即 1134.3h。

根据表 11-2 与表 11-5 中各关注点的辐射剂量率贡献值，结合本项目 X 射线实时成像检测系统年累计出束时间，并考虑相关的居留因子计算了辐射工作人员和公众的年剂量，具体见表 11-7。

表 11-7 本项目 X 射线探伤房周围人员年受照有效剂量结果评价

序号	关注点	受照者类型	辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$	年受照射时间，h	居留因子	年剂量估算值， mSv/a	目标管理值， mSv/a	评价结果
1	操作台E	职业	7.26E-02	1134.3	1	0.082	2	达标
2	探伤铅房东侧A	公众	6.19E-01		1/40	0.018	0.1	达标
3	探伤铅房南侧B	公众	2.53E-01		1/40	0.007	0.1	达标
4	探伤铅房西侧C	公众	8.46E-01		1/40	0.024	0.1	达标
5	探伤铅房北侧D	公众	6.03E-01		1/40	0.017	0.1	达标
6	探伤铅房围栏区东侧 G	公众	1.65E-01		1/8	0.023	0.1	达标
7	进料口H	公众	5.41E-02		1/40	0.002	0.1	达标
8	探伤铅房围栏区南侧I	公众	1.38E-01		1/8	0.020	0.1	达标
9	探伤铅房围栏区西侧J	公众	5.09E-02		1/8	0.007	0.1	达标
10	探伤铅房围栏区北侧K	公众	4.97E-02		1/8	0.007	0.1	达标
11	出料口L	公众	4.39E-02		1/8	0.006	0.1	达标

注：本项目南侧进料口为传送带自动传送进入，无需人工操作，南侧围栏外为全自动真空度

测试设备、围栏内机械手操作区域及测试设备，该设备为全自动运行，无人员在围栏内，如发生故障时，该生产线需全部停产后再进行检修作业，因此本项目南侧进料口按人员无法到达考虑居留因子。该测试车间正常情况无人员流动，物料搬运采用 AGV 小车，因此本项目东侧、南侧、西侧、北侧围栏处按偶然居留考虑居留因子；探伤铅房上方无人停留，本项目不做估算。

从表 11-7 中预测结果可知，本项目探伤铅房周围辐射工作人员年有效剂量最大约为 0.082mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年有效剂量不超过 2mSv）；公众年有效剂量最大约为 0.032mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

50m 评价范围内的其他保护目标均位于上述预测关注点离探伤铅房更外的区域，根据辐射剂量率与距离平方成反比的原理，其所受辐射影响不大于靠近探伤铅房的预测关注点，因此，本项目运行后探伤铅房周围 50m 评价范围内辐射工作人员和公众人员的年剂量能满足本评价约束目标值（职业人员：2mSv/a；公众：0.1mSv/a）的要求。由此可见，探伤铅房屏蔽防护厚度达到设计要求的情况下，在围栏区内部和周围的辐射工作人员及公众所接受的剂量均低于剂量约束值的要求。根据建设单位提供的资料，本项目周工作负荷最多为 68h/周，工作人员周有效剂量能够满足不大于 100μSv/周要求，公众周有效剂量能够满足不大于 5μSv/周要求。

11.2.3 其它污染物对环境的影响分析

本项目 X 射线实时成像检测系统在运行过程中会产生少量臭氧和氮氧化物，根据《X 射线工作场所臭氧氮氧化物浓度监测》（郝海鹰、刘容、王玉海等），对 84 个 X 射线工作场所在正常通风状态下工作 1h 后工作场所空气中臭氧及氮氧化物浓度检测结果可知，X 射线装置工作场所 O₃ 浓度均值为 0.061mg/m³、NO_x 浓度均值为 0.033mg/m³，低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的二级标准限值（O₃：200μg/m³；NO_x：250μg/m³）。本项目 X 射线实时成像检测系统内设有排风扇，设计通风换气次数不低于 3 次/h，探伤铅房内的少量臭氧及氮氧化物通过运行过程中样品门频繁开闭和排风装置排至测试车间，经室内换气系统再排向外环境，经自然分解和稀释，对大气环境的影响符合国家标准的要求。

11.3 异常事件分析与防范建议

11.3.1 可能发生的辐射事故

(1) 安装调试检修阶段，可能由于设备参数设置不当、误操作、设备尚未具备正常运行的条件，或者人员未进行恰当的防护造成在场人员误照射。

(2) 由于探伤铅房门机联锁装置和闭门装置出现故障，在屏蔽门没有关闭的情况下出束，或进行检测工作期间，无关人员误入机房引起误照射。

(3) 由于外界碰撞或屏蔽体老化致使探伤铅房屏蔽效果降低导致在使用设备期间对周边人员造成附加剂量照射。

11.3.2 事故情况下影响分析

本项目可能发生的辐射事故主要是在射线装置出束过程中人员在探伤铅房围栏内受到的误照射。假设本项目射线装置的门机联锁失效，在防护门未关闭的情况下就开机出束，工作人员发现后按下急停按钮或切断设备总电源。考虑最不利的情况，射线装置以最大参数运行（225kV、8mA），受照人员位于防护门和操作台之间，距射线装置源点 1m 处，主要受到漏射线和散射线的照射，受照时间保守取 60S。事故状态下人员受照剂量可由式 11-6 计算得到。

$$D = \dot{D} \cdot t / r^2 \quad (\text{式 11-6})$$

式中：D——事故情况下人员所受最大个人剂量，mSv；

$\dot{D}$ ——距靶1m处剂量率，mGy.m²/h；

t——人员受照时间，h；

r——人员至靶点的距离，m。

事故状态下人员受到照射主要为漏射线照射，本项目中 1m 处漏射线剂量率取 5mSv/h（管电压>200kV），则事故状态下人员可能的事故受照剂量为：5mSv/h ÷（1m×1m）×60s/3600=0.083mSv。

由估算结果可知，该事故剂量不会对人员的健康造成严重影响，但存在事故风险。为避免上述事故，本项目射线装置设有门机安全联锁装置，门机联锁装置工作原理简单，可靠性高，但仍不能排除其发生故障的可能性。因此，辐射工作人员每次开展工作前，须检查设备的安全联锁系统和各项辐射防护安全措施是否正常，工作期间须按要求携带个人剂量报警仪，并禁止无关人员进入辐射工作场

所。另外，经过多年使用后，铅房内部铅板可能出现老化、下沉等情况，可能导致铅房外某些区域辐射水平升高，因此，须制定并严格落实辐射监测方案，定期开展工作场所辐射环境监测和自行监测工作。

11.3.4 辐射事故预防措施

（1）每班次使用前应检查设备的安全联锁装置、紧急开关、信号警示装置等安全设施，当辐射安全防护设施出现故障或失效时，应立即停止探伤铅房的运行并及时通知厂家维修，严禁设备带故障运行。

（2）日常工作过程中要关注辐射监测剂量率仪的显示值，当监测的辐射水平高于仪器设定的阈值时，应立即停止设备运行，及时进行检修。

（3）制定安全管理制度和安全操作规程，严格按照操作规程进行作业，确保安全，设备检修工作人员应经过生产厂家的指导，维修人员应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，在确保设备电源关闭状态下进入探伤铅房内进行检修、维护工作。

（4）加强辐射工作人员的辐射安全教育和培训，确保辐射工作人员具备良好的辐射安全文化素质和专业知识；制定详细的安全管理制度和安全操作规程，严格按照操作规程进行作业，确保安全。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 辐射安全管理小组

施耐德（北京）中压电器有限公司已设置了辐射安全管理委员会作为专门管理机构，并指定了专人负责辐射安全与环境保护管理工作。辐射安全管理委员会成员情况见表 12-1。

表 12-1 辐射安全管理委员会成员情况一览表

职务	姓名	职务或职称	专业	工作部门	专/兼职
组长	马超	总经理	财务管理	/	兼职
副组长	树啸	SERE经理	医学专业	EHS&FAC	兼职
成员	艾琳	生产主管	工业工程	生产部门	兼职
	李仁峰	维修工程师	高电压与绝缘技术	维修部门	专职
	王琴	HR经理	人力资源	人力资源部门	兼职
	王申时	工艺工程师	机械工程及自动化	工艺部门	专职
	薛从军	技术工程师	电气自动化	技术部门	专职
	任泽	EHS/辐射工程师	安全工程	SERE	专职

辐射安全管理委员会的职责包括：

- （1）组织制定辐射事故等级和应急救援预案。
- （2）负责人员，资源配置，应急队伍的调动。
- （3）确定现场指挥人员。
- （4）协调事故现场有关工作。
- （5）批准本预案的启动与终止。
- （6）事故状态下各级人员的职责。
- （7）辐射事故信息的上报工作。
- （8）接受政府的指令和调动。
- （9）组织应急预案的演练。
- （10）负责保护事故现场及相关数据。

12.1.2 辐射工作人员

本项目为已许可的射线装置变更使用场所，不增加使用射线装置，现有 6 名辐射工作人员已取得辐射安全与防护培训合格证书（X 射线探伤类），能够满足

使用要求。辐射工作人员培训证到期前将在生态环境部培训平台报名参加并通过辐射安全和防护考核，考核合格后方可继续从事辐射工作，同时按照国家相关规定进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并为工作人员保存职业照射记录。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生产、销售、使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

为规范管理建设单位的辐射工作，有效预防和控制可能发生的射线辐射事故，强化辐射事故危害意识和责任意识，施耐德（北京）中压电器有限公司已制定有一套相对完善的辐射装置安全管理制度，包括辐射安全管理委员会主要职责、辐射工作人员职责、辐射安全培训制度、职业病健康管理制度、辐射监测制度、辐射监测方案、辐射安全操作规程、辐射安全防护措施、台账管理、辐射应急预案及演练等，并严格按照规章制度执行。

建设单位制定的上述辐射安全管理制度较全面，易施行，可操作性强。另外，建设单位应针对本项目制定或完善相应的制度和规程。制度中明确操作、维修、应急过程中应采取足够的防护措施降低工作人员的辐射影响，在设备投入运行后，根据标准要求及实际情况对日常检修（管理）及记录相关制度进行细化完善，如能做到严格按照制度管理施耐德（北京）中压电器有限公司的核技术利用项目，可以实现安全和规范管理，一旦发生辐射事故时，可以实现迅速和有效的应对，满足《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》等法律法规的要求。

12.3 辐射监测

12.3.1 辐射监测要求

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，使用放射性同位素和射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定

的环境监测机构进行监测，以确保辐射从业人员的职业健康，控制射线装置的照射，保障环境安全，规范辐射工作防护管理。

建设单位已配备 6 枚个人剂量计、4 台个人剂量报警仪、1 台固定式辐射报警装置（探头位于探伤机房外表面，主机安装于操作间或控制台附近，确保辐射剂量超标时报警）和 1 台 X-γ辐射监测仪器，能满足辐射防护和环境保护的要求。

12.3.1 个人剂量监测

施耐德（北京）中压电器有限公司制订了辐射工作人员个人剂量监测的管理要求，目前已委托北京市化工职业病防治院（北京市职业病防治研究院）承担，所有辐射工作人员均佩戴 TLD 个人剂量计，监测频度为每 3 个月检测一次，并按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令 18 号）要求建立个人剂量档案。发现个人剂量监测结果异常的，立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全管理委员会小组。今后将继续加强个人受照剂量监测工作，如果某位辐射工作人员的单季度个人剂量监测结果高于年剂量约束值的 1/4，将对其受照原因进行调查，结果由本人签字后存档；必要时将采取调离工作岗位或控制从事辐射工作时间等措施，保障辐射工作人员的健康。

辐射工作人员在进行辐射工作期间必须随身佩戴个人剂量计、携带个人剂量报警仪。本项目 6 名辐射工作人员的个人剂量监测工作将继续委托有资质的单位完成。

12.3.2 工作场所和辐射环境监测

（1）监测内容

射线装置工作场所监测因子：X-γ射线辐射剂量率。

（2）监测布点及数据管理

监测布点应与验收监测布点一致，对探伤铅房四周、工作场所四周屏蔽体外 30cm 处、操作位以及其他关注处点开展 X-γ辐射周围剂量当量率监测，监测数据应记录全面，如记录检测设备名称和型号、射线装置工作束技术参数、检测和校核人员等信息。监测数据记录存档，监测点位见表 12-2，检测点位图见图 12-1。

表 12-2 探伤铅房辐射剂量率监测点位

场所	测点编号	测点位置	剂量率 (μSv/h)	监测频率
三期厂房测试车间中部	1	探伤铅房东侧		2次/年
	2	探伤铅房南侧		2次/年
	3	探伤铅房西侧		2次/年
	4	探伤铅房北侧		2次/年
	5	探伤铅房围栏区东侧		2次/年
	6	探伤铅房围栏区南侧进料口		2次/年
	7	探伤铅房围栏区南侧		2次/年
	8	探伤铅房围栏区西侧		2次/年
	9	探伤铅房围栏区北侧		2次/年
	10	探伤铅房围栏区北侧出料口		2次/年
	11	操作台		2次/年
	12	探伤铅房正上方		2次/年

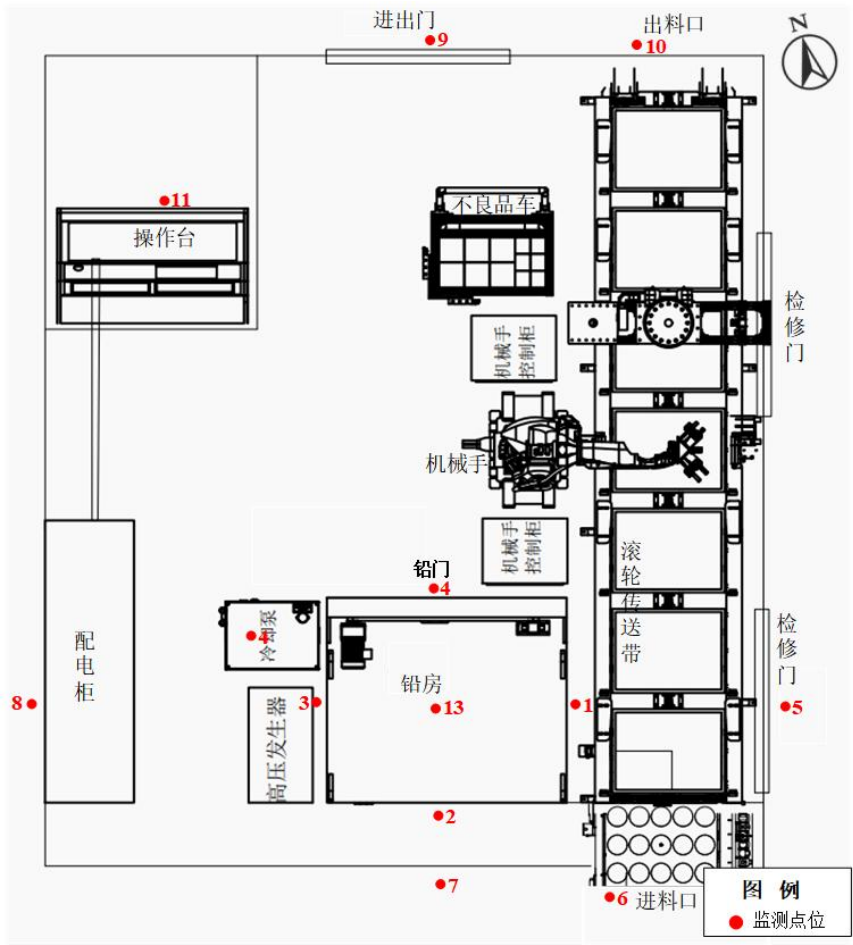


图 12-1 本项目铅房自行监测点位图

（3）监测频度

建设单位利用现有的 1 台 X- γ 辐射监测仪器进行本项目自行监测，监测频次可参考表 12-2 开展。

另外建设单位需委托有监测资质的单位在项目投运前开展验收监测，并在投运后每年定期开展年度监测，监测报告附到年度评估报告中，于每年 1 月 31 日前将评估结果上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>）。

（4）监测范围

射线装置工作场所主要监测屏蔽体外以及探伤铅房正上方区域 X- γ 辐射周围剂量当量率。

（5）监测设备

X- γ 辐射监测仪器。

（6）质量保证

委托有资质监测单位进行监测，监测仪器必须在检定有效期内，监测工作人员必须持证上岗；监测中若出现辐射超标问题，应及时向建设单位提出，并提出整改意见，在建设单位整改完成后，进行复检，直至符合要求，提供满足要求的监测报告。施耐德（北京）中压电器有限公司自主监测时，所用仪器须按国家规定进行剂量检定，检测时须按《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）制定检测方案及实施细则执行。

12.6 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关规定，建设单位应制定辐射事故应急预案。辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- （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）辐射事故分级与应急响应措施。
- （4）辐射事故调查、报告和处理程序。

施耐德（北京）中压电器有限公司现已制定辐射应急预案及演练，本项目运行之前，单位应强化辐射应急预案的可操作性，在应急预案中应补充应急机构、

职责分工以及应急物资准备情况等内容，同时建设单位应定期、具有针对性地对可能发生的辐射事故进行演习和辐射安全的法律法规知识的培训，演习内容包括辐射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性，相关演习和培训记录存档，还得完善事故的调查、报告和处理程序等内容。在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，并结合本单位实际情况及时对预案做补充修改，使之更能符合实际需要。

12.7 项目环境保护验收内容建议

本项目环境保护验收内容列表 12-3。

表 12-3 项目竣工环境保护验收内容一览表

验收内容	验收要求
剂量约束值和剂量率控制	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环评报告建议，公众、职业照射剂量约束值执行 0.1mSv/a 和 2mSv/a。辐射工作场所周围（控制区边界外）辐射剂量率不大于 2.5μSv/h
电离辐射标志和中文警示	在防护门和围栏上设置放射性警告标识和中文警示说明
布局和屏蔽设计	本项目工作场所建设和布局与环评报告表描述内容一致。屏蔽墙和防护门的屏蔽能力满足辐射防护的要求。通风换气设施运转正常，通风能力满足设计要求
辐射安全设施	辐射工作场所实行分区管理，在防护门外安装警示灯，告诫无关人员勿靠近探伤铅房。X 射线实时成像检测系统和探伤铅房设有监控系统和急停按钮等
辐射监测	有满足管理要求的辐射监测制度，每年委托有资质单位对 X 射线实时成像检测系统进行辐射监测和开展自行监测，监测记录存档。配备 1 台 X-γ辐射监测仪器、1 台固定式辐射报警装置、4 台个人剂量报警仪和 6 枚个人剂量计。辐射工作人员进行个人剂量监测，建立健康档案
规章制度	制定有相应的辐射安全防护制度，从业人员辐射安全培训考核、各项操作规程、设备检修维护制度、辐射防护和安全保卫制度、台帐管理制度、环境监测及个人剂量监测制度等，并有效贯彻落实
人员培训	本项目配备的 6 名辐射工作人员均通过辐射安全和防护考核
应急预案	针对人员误入受照大剂量照射，以及导致环境污染后果等情景，建立有辐射应急预案，并落实必要的应急装备，制定有辐射事故（件）应急演练计划

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 实践正当性分析

施耐德（北京）中压电器有限公司搬迁使用 1 套 X 射线实时成像检测系统，属于 II 类射线装置，是为了实现对所生产的真空灭弧室质量的无损检测，提高产品的质量与生产安全，符合辐射防护“正当实践”原则，因此，上述 X 射线装置的使用符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

13.1.2 辐射防护屏蔽能力分析

在设置辐射工作场所时已充分考虑了其性能和特点、周围工作场所的防护与安全，对辐射工作场所选址和布局设计进行了综合考虑，辐射工作场所屏蔽设计原则符合辐射工作场所使用和辐射防护安全的要求。

13.1.3 辐射环境评价

（1）估算结果表明：本项目运行时，预计工作人员的年受照剂量低于相应剂量约束值（2mSv/a），公众受到的附加辐射剂量低于剂量约束限值（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。

（2）本项目射线装置正常运行（使用）情况下，不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物，故不存在放射性“三废”对环境影响的问题。

（3）辐射安全防护管理：单位设有辐射安全管理委员会，负责该单位的辐射安全管理和监督工作。拟完善操作规程、应急预案等，具备了从事使用射线装置的基本条件。

（4）与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定对照检查，满足要求。

13.1.4 结论

综上所述，施耐德（北京）中压电器有限公司搬迁使用 II 类射线装置项目，在落实项目实施方案和本报告表提出的污染防治措施及建议前提下，其运行对周

围环境产生的辐射影响，符合环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，本项目的运行是可行的。

13.2 承诺

（1）加强本单位的辐射安全管理，发现问题，及时整治，制定管理制度，落实管理责任。

（2）辐射工作人员全部参加辐射安全与防护考核，持证上岗。定期组织在岗人员参加辐射安全知识继续教育。

（3）项目竣工许可后应按照环保相关法规要求及时自行办理竣工验收，并接受生态环境部门的监督检查。

（4）在辐射项目运行中决不容许违规操作和弄虚作假等现象发生，如若发现相关现象接受相关处理。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况，单位进行调查并报生态环境部门备案。

表 14 审批

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

