

核技术利用建设项目
X 射线探伤机及探伤室应用项目
环境影响报告表

山东宏扬石化工程有限公司

2025 年 5 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
X 射线探伤机及探伤室应用项目
环境影响报告表

建设单位名称：山东宏扬石化工程有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：费县经济开发区纵二路西侧（岩滨路东侧）

邮政编码：273400

联系人：[REDACTED]

电子邮箱：[REDACTED]

联系电话：[REDACTED]

打印编号：1747810099000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	psa01c		
建设项目名称	山东宏扬石化工程有限公司X射线探伤机及探伤室应用项目		
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）	山东宏扬石化工程有限公司		
统一社会信用代码	91371325739262906W		
法定代表人（签章）	杨春林		
主要负责人（签字）	田成忠		
直接负责的主管人员（签字）	田成忠		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	山东丹波尔环境科技有限公司		
统一社会信用代码	913701026846887493		
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
刘影		BH009457	
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
何雪	全部	BH065355	



营业执照

(副本) 1-1



扫描二维码登录
“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

统一社会信用代码
913701026846887493

名称 山东丹波尔环境科技有限公司

注册资本 叁佰万元整

类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

成立日期 2009 年 04 月 24 日

法定代表人 苏冬梅

住所 山东省济南市历下区燕子山西路58号2号楼1-101

经营范围 环保技术咨询服务；受委托开展环境监测服务（凭资质证经营）。（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）

登记机关



2022 年 09 月 15 日



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源
和社会保障部、生态环境部批准颁发，
表明持证人通过国家统一组织的考试，
具有环境影响评价工程师的职业水平和
能力。



姓 名: 刘影

证件号码: 372923198911052924

性 别: 女

出生年月: 1989年11月

批准日期: 2021年05月30日

管 理 号: 20210503537000000013



中华人民共和国
人力资源和社会保障部



中华人民共和国
生态环境部



验真码: JNRS39c9876443d6243e
附: 参保单位全部(或部分)职工参保明细(2024年12 至 2025年05)

当前参保单位: 山东丹波尔环境科技有限公司

序号	姓名	身份证号码	参保险种	参保起止日期(如有中断分段显示)	备注
1	刘影		企业养老	202412-202505	
2	刘影		失业保险	202412-202505	
3	刘影		工伤保险	202412-202505	

打印流水号: 370192012505129WG37734 系统自助: 8452064

备注: 1、本证明涉及单位及个人信息, 有单位经办人保管, 因保管不当或因向第三方泄露引起的一切后果由单位(或单位经办人)承担。
2、上述信息为打印时的当前参保登记情况, 供参考。



社会保险个人参保证明

验真码: JNRS39c98785cbe6cd7y
证明编号: 370192012505215V329609

姓名	何雪	身份证号码	
当前参保单位	山东丹波尔环境科技有限公司	参保状态	在职人员
参保情况:			
险种	参保起止时间		累计缴费月数
企业养老	202412-202505		6
失业保险	202412-202505		6
工伤保险	202412-202505		6

备注: 本证明涉及个人信息, 因个人保管不当或向第三方泄露引起的一切后果由参保人承担。
本信息为系统查询信息, 不作为待遇计发最终依据。

社会保险经办机构(章)
2025年05月21日



表 1 项目基本情况

建设项目名称		X射线探伤机及探伤室应用项目			
建设单位		山东宏扬石化工程有限公司			
法人代表	杨春林	联系人	田成忠	联系电话	
注册地址		费县经济开发区纵二路西侧（岩滨路东侧）			
项目建设地点		费县经济开发区连固线路以南、前徕庄铺村以西，公司南厂区内生产车间外东南角处。			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	23	项目环保投资（万元）	6	投资比例（环保投资/总投资）	26%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它		占地面积（m ² ）	约98
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 项目概述

1.1 公司简介

山东宏扬石化工程有限公司成立于2002年04月17日，注册地位于费县经济开发区纵二路西侧（岩滨路东侧），法定代表人为杨春林。公司总部位于费县经济开发区纵二路西侧（岩滨路东侧），本项目位于公司南厂区费县经济开发区连固线路以南、前徕庄铺村以西。

经营范围包括许可项目：特种设备制造；各类工程建设活动；消防设施工程施工；建筑劳务分包；特种设备安装改造修理；对外劳务合作。一般项目：普通机械设备安装服务；对外承包工程；五金产品批发；五金产品零售；电线、电缆经营；建筑装饰材料销售；建筑用金属配件销售；金属结构销售；建筑用钢筋产品销售；金属结构制造；劳务服务（不含劳务派遣）。

公司地理位置示意图见图1-1，公司周边关系影像图见图1-2，山东宏扬石化工程有限公司南厂区平面图见图1-3。

1.2 拟建项目概况

为满足公司生产需求，保证生产产品的质量，公司拟在南厂区内生产车间外东南角处建设一处X射线探伤工作场所，包括探伤室、操作室、评片室、暗室及危废暂存间，拟购置3台X射线探伤机，包含1台XXG-2505型X射线探伤机和2台XXH-2505型X射线探伤机，均用于固定(室内)场所无损检测。探伤室主体于2008年建成，后因公司业务调整，探伤机未购置，探伤业务未开展。

本项目踏勘现场时，探伤室主体已建成，防护门未安装，辐射安全防护设施未安装，探伤机未购置。

本次评价射线装置参数见表1-1。

表 1-1 本次评价 X 射线探伤机情况一览表

序号	型号	数量	最大管电压	最大管电流	类别	工作场所	备注
1	XXG-2505 型	1 台	250kV	5mA	II 类	探伤室	定向
2	XXH-2505 型	2 台	250kV	5mA	II 类	探伤室	周向

本项目X射线探伤机用于室内探伤作业（固定场所探伤），核技术利用类型属使用 II 类射线装置。

1.3 目的和任务的由来

通过X射线探伤机产生的X射线在穿透物体过程中与物质发生相互作用，缺陷部分和完好部分的透射强度不同，底片上相应部分会呈现黑度差，评片人员根据黑度变化判断探件是否存在缺陷以及缺陷类型等，通过及时将检测结果进行反馈，使工作人员调整生产工艺参数等，从而确保公司生产产品的质量。

X射线探伤机在工作过程中可能对环境产生一定的辐射影响。为保护环境和公众利益，根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》，本项目需进行环境影响评价。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 类射线装置，应编制环境影响报告表。

受山东宏扬石化工程有限公司的委托，我公司对X射线探伤机及探伤室应用项目进行环境影响评价。接受委托后，在进行现场勘察、充分收集和分析有关资料、实地辐射环境监测以及预测估算等基础上，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），编制了本项目的环境影响报告表。

2 选址合理性分析

山东宏扬石化工程有限公司南厂区位于费县经济开发区连固线路以南、前徕庄铺村以西，厂区北侧为空地；西侧为朱龙河；南侧为空地；东侧为前徕庄铺村民房。

根据建设单位提供的不动产权证书:鲁(2019)费县不动产权第[0001374]号，厂区土地用途为工业用地，本项目在公司厂区内建设，不新增用地。用地符合规划及其他管控要求。探伤工作场所北侧为生产车间区域、机加工车间，东侧为前徕庄铺村民房，西侧为公司厂区内区域(工件暂存区)；南侧为操作室、闲置空房、危废暂存间、厂外空地。本项目选址便于公司上下游生产工序的衔接。其中存在2处环境保护目标，分别为探伤室北侧42m处机加工车间、探伤室东侧10m处前徕庄铺村民房。探伤室周围50m范围内无居民区、学校等人员密集区，邻接无不利因素。综上所述，项目的选址是合理的。

3 产业政策符合性分析

本项目为使用X射线探伤机进行室内无损探伤，该项目不属于《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，2024.2.1施行)中限制类和淘汰类，不违反国家产业政策。

4 实践正当性分析

本项目使用X射线探伤机用于对公司生产的压力容器进行无损检验，以保证产品质量、提高产品质控，具有良好的经济效益。同时根据下文分析本项目采取的辐射防护措施能保证探伤室外剂量率和人员受照水平控制在标准范围内，射线装置运行过程中产生的辐射影响可以满足国家有关要求，因此本项目符合《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。

费县地图

山东省标准地图

县(市、区)·基本要素版



审图号：鲁S6(2024) 035号

山东省自然资源厅监制 山东省地图院编制

图 1-1 公司地理位置示意图



图 1-2 公司周边关系影像图

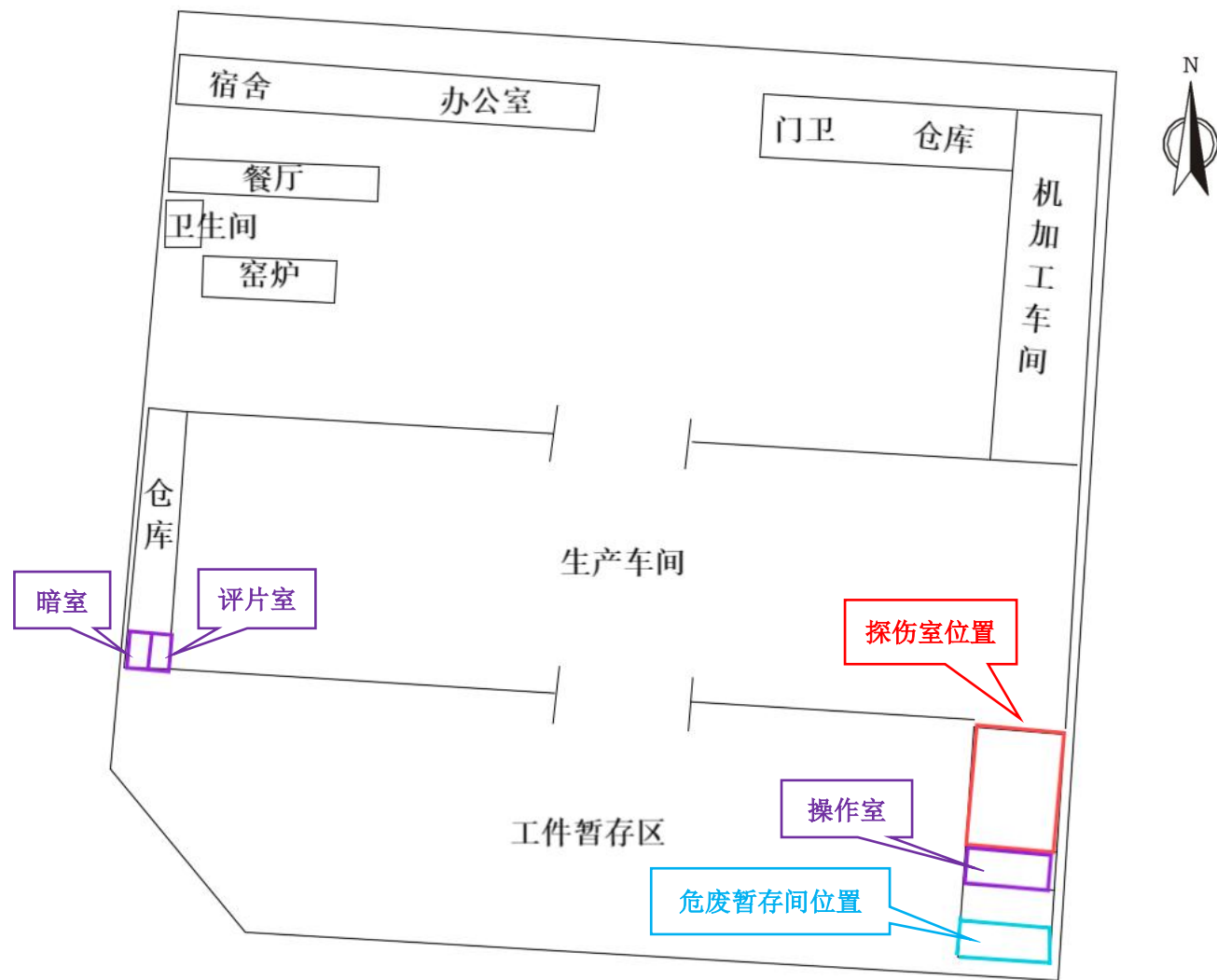


图 1-3 山东宏扬石化工程有限公司南厂区平面图

表 2 射线装置

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 射线探伤机	II 类	1 台	XXG-2505 型	250	5	无损检测	探伤室内	定向
2	X 射线探伤机	II 类	2 台	XXH-2505 型	250	5	无损检测	探伤室内	周向

表 3 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
废显（定）影液	液态	/	/	/	150kg	/	暂存在危废暂存间	交由有相应资质的危废处置单位处置
废胶片	固态	/	/	/	300kg	/		
非放射性气体	气态	/	/	少量	少量	/	/	通过通风口排至探伤室室顶外环境

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

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 4 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 9 号公布，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日施行； 2. 《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 6 号公布，2003 年 10 月 1 日施行； 3. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 682 号公布，2017 年 6 月 21 日修订，2017 年 10 月 1 日施行； 4. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号，2005 年 12 月 1 日施行，2014 年 7 月 9 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订； 5. 《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 日施行； 6. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护部令第 3 号，2006 年 3 月 1 日施行，2008 年 11 月 21 日第一次修订，2017 年 12 月 12 日第二次修订，2019 年 8 月 22 日第三次修订，2021 年 1 月 4 日第四次修订； 7. 《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 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日施行； 8. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日施行； 9. 《国家危险废物名录》（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 部令第 36 号，2025 年 1 月 1 日施行； 10. 《山东省辐射污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第 37 号，2014 年 5 月 1 日施行； 11. 《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人大常委会第七次会议，2018 年 11 月 30 日修订，2019 年 1 月 1 日施行； 12. 《山东省固体废物污染环境防治条例》（山东省人民代表大会常务委员会，鲁人常（2022）234 号，2023 年 1 月 1 日施行。
技术标准	1. 《辐射环境保护管理导则核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016） 2. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

准	3. 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 4. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 5. 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 6. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及修改单 7. 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023) 8. 《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ1276-2022) 9. 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)
其他	1. 项目环境影响评价委托书 2. 《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》(山东省环境监测中心站, 1989 年) 3. 建设单位提供的有关技术资料

表 5 保护目标与评价标准

5.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的规定及本项目的辐射特性，本项目辐射环境评价范围：探伤室实体屏蔽边界外50m的范围内区域。

5.2 保护目标

本项目保护目标为评价范围内活动的辐射工作人员和公众成员。其中辐射工作人员为操作本项目X射线探伤机的人员，公众成员主要为本项目探伤室周围驻留公众成员，本项目评价范围内保护目标详见表5-1。

表5-1 本项目评价范围内保护目标一览表

保护目标	区域	人数	方位/距离	建筑特征
辐射工作人员	操作室	1 人	探伤室南侧	相邻
公众成员	机加工车间	3 人	探伤室北侧 42m 处	单层建筑，高约 6m。
	前徕庄铺村民房	/	探伤室东侧 10m 处	双层建筑，高约 10m。
	探伤室周围驻留公众成员	/	探伤室周围 50m	/

5.3 评价标准

5.3.1 职业照射和公众照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录B中对“剂量限值”要求如下：

一、职业照射剂量限值

1. 由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；
2. 任何一年中的有效剂量，50mSv。

二、公众照射剂量限值

1. 年有效剂量，1mSv；
2. 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。

本次评价取GB18871-2002中规定的年剂量限值的1/10作为年剂量约束值，即：以2.0mSv作为职业工作人员年剂量约束值，以0.1mSv作为公众人员年剂量约束值。

5.3.2 剂量率参考控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中第6.1.3款要求“探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”，第6.1.4款要求“探伤室室顶的辐射屏蔽应满足：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以取 $100\mu\text{Sv/h}$ ”。

综合考虑，本次评价以 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 作为探伤室四周墙体及防护门外30cm处各关注点的剂量率参考控制水平；该探伤室室顶为无人员到达的探伤室顶，取 $100\mu\text{Sv/h}$ 作为探伤室室顶及通风口处关注点的剂量率参考控制水平。

5.3.3 临沂市环境天然辐射水平

《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》(山东省环境监测中心站，1989年)提供的临沂市环境天然辐射水平见表5-2。

表 5-2 临沂市环境天然辐射水平 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	1.97~12.27	5.17	1.39
道 路	1.03~13.06	4.92	1.90
室 内	2.96~19.17	7.60	2.77

表 6 环境质量和辐射现状

6.1 项目地理和场所位置

公司南厂区位于费县经济开发区连固线路以南、前徕庄铺村以西，本项目探伤场所位于生产车间外东南角位置，为单层建筑。探伤室四周情况详见表 6-1。现场勘查情况见图 6-1。

表 6-1 本项目探伤室区域周围环境一览表

方向	场 所 名 称	距离
南侧	操作室、闲置空房、危废暂存间、厂外空地	0～50m
西侧	厂区内部区域（工件暂存区）	0～50m
北侧	生产车间区域、机加工车间	0～50m
东侧	前徕庄铺村民房	0～50m

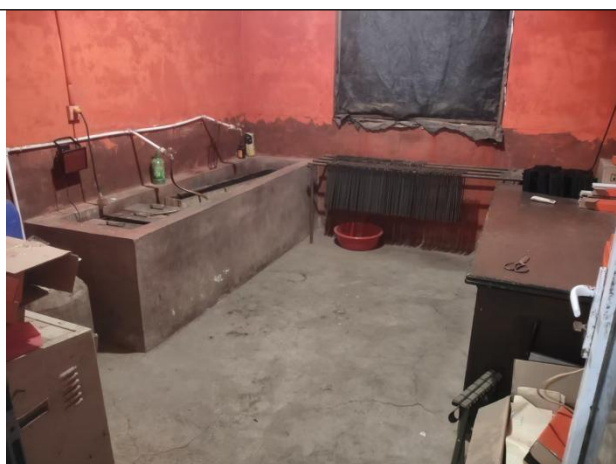
	
探伤室南侧区域现状	探伤室北侧区域现状
	
探伤室西侧区域现状	探伤室东侧区域现状



探伤室现状



操作室现状



暗室现状



评片室现状



危废暂存间现状



机加工车间

	/
前徕庄铺村民房	/

图 6-1 探伤室拟建区域及周围现状图（拍摄于 2025 年 4 月）

6.2 辐射环境现状调查

为了解本项目探伤室所在区域的辐射环境现状，山东丹波尔环境科技有限公司对本项目探伤室区域及周围的辐射环境现状进行检测。

1. 检测因子： γ 辐射剂量率
2. 检测点位：根据本项目平面布置和周围环境情况，共设 8 个辐射环境现状调查检测点位。
3. 质量保证措施：
 - (1) 监测单位
 山东丹波尔环境科技有限公司，已通过生态环境认证，证书编号 221512052438。
 - (2) 检测设备
 检测仪器名称：便携式 X- γ 剂量率仪；仪器型号：FH40G+FHZ672E-10；内部编号：JC01-09-2013；系统主机测量范围：10nGy/h~1Gy/h；天然本底扣除探测器测量范围：1nGy/h~100 μ Gy/h；能量范围：33keV~3MeV；相对固有误差：-7.9% (相对于 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源)；检定单位：山东省计量科学研究院；检定证书编号：Y16-20247464；检定有效期至：2025 年 12 月 22 日；校准因子：1.07。
 - (3) 检测人员
 本次由两名检测人员共同进行现场检测，两人均为持证上岗。
 - (4) 检测标准
 《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)
 - (5) 其他保证措施

本次由两名检测人员共同进行现场检测，由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。检测时获取足够的数据量，以保证检测结果的统计学精度。建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、检测布点图、测量原始数据、统计处理记录等全部保留，以备复查。检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，最后由技术负责人审定。

4. 检测时间与条件：2025 年 4 月 29 日，天气：晴，温度：29.7℃，相对湿度：22.5%RH。

5. 检测结果

检测结果见表 6-2，检测布点示意图见图 6-2。

表 6-2 探伤室区域及其周围环境 γ 辐射剂量率检测结果（nGy/h）

点位	点位描述	剂量率	标准差
1#	探伤室中间区域	109.8	1.1
2#	探伤室东侧区域	98.4	1.0
3#	探伤室西侧区域	103.3	1.2
4#	探伤室南侧区域	97.5	1.2
5#	探伤室北侧区域	98.5	1.3
6#	厂区道路	91.3	0.9
7#	探伤室北侧机加工车间西墙外 1m 处	98.2	1.2
8#	探伤室东侧前徕店铺村民房西墙外	101.7	1.7

注：1. 表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 13.4nGy/h，宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，单层建筑取 0.9，多层建筑取 0.8；

2. 检测时，点位 1#、2#、4#、5#均位于室内，检测时地面为水泥；点位 3#、6#~8#均位于室外，检测时地面为水泥。

根据表 6-2 中检测数据，本项目探伤室区域及周围 γ 辐射剂量率为（91.3~109.8）nGy/h[即（9.13~10.98） $\times 10^{-8}$ Gy/h]，其中室内检测点位 γ 辐射剂量率为（97.5~109.8）nGy/h[即（9.75~10.98） $\times 10^{-8}$ Gy/h]，处于临沂市室内环境天然放射性水平范围内[（2.96~19.17） $\times 10^{-8}$ Gy/h]；其中室外检测点位 γ 辐射剂量率为（91.3~103.3）nGy/h[即（9.13~10.33） $\times 10^{-8}$ Gy/h]，处于临沂市道路环境天然放射性水平范围内[（1.03~13.06） $\times 10^{-8}$ Gy/h]。

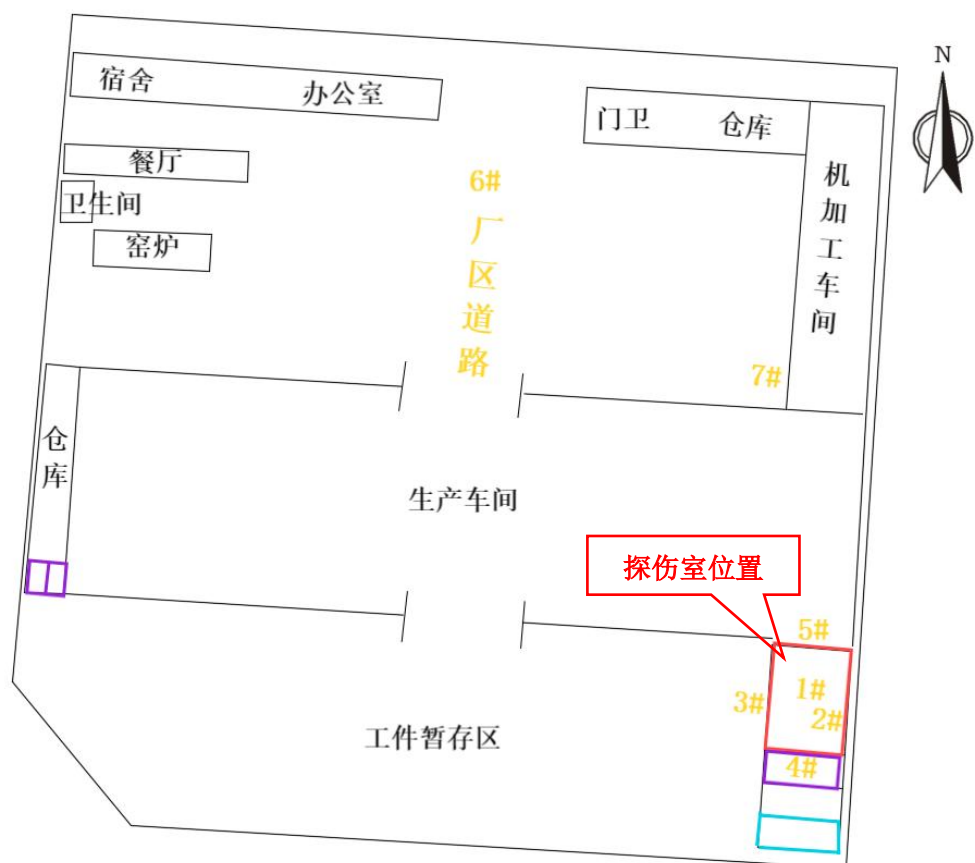


图 6-2 (a) 检测布点示意图



图 6-2 (b) 检测布点示意图

表 7 项目工程分析与源项

7.1 施工期工程分析

本项目探伤室已建成，但需增加辐射安全防护设施，需进行现场施工，本次施工建设内容较少。施工期可能的污染因素主要为常规环境要素，主要为噪声、生活污水。

7.2 营运期工程分析

本项目X射线探伤机主要用于检测最大长度为4.5m、最大直径为2.5m、最大壁厚为20mm的工件；X射线探伤机于探伤室内进行探伤检测，不进行探伤检测时，贮存于探伤室内。

7.2.1 X射线探伤机简介

X射线探伤机主要由X射线发生器、控制器、连接电缆及附件组成。X射线发生器为组合式，X射线管、高压变压器与绝缘体一起封装在桶装套内；X射线发生器一端装有风扇和散热器，并配备探伤机系统表征工作状态的警示灯。控制器采用了先进的微机控制系统，可控硅规模快速调压，主、副可控硅逆变控制及稳压、稳流等电子线路和抗干扰线路，工作稳定性好，运行可靠。

典型X射线探伤机内部及外型示意图见图7-1。



图7-1 典型X射线探伤机内部及外型示意图

7.2.2 工艺分析

一、X射线产生原理

X射线机主要由X射线管和高压电源组成。X射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面作用的轭致辐射即为X射线。X射线管示意图见图7-2。

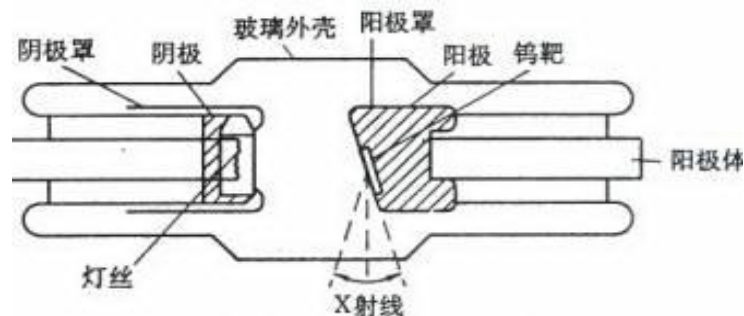


图 7-2 X 射线管示意图

二、X射线探伤原理

X射线探伤机在工作过程中，通过X射线对受检工件进行照射，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。如有焊接质量等问题，在显影后的胶片上产生较强的图像显示裂缝所在的位置，X射线探伤机据此实现探伤的目的。

三、X 射线探伤机技术参数

本项目 X 射线探伤机主要技术参数见表 7-1。

表 7-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数表

序号	型号	最大管电压	最大管电流	最大穿透 A3 钢厚度	射线管辐射角	射束
1	XXG-2505 型	250	5	34mm	40° +5°	定向
2	XXH-2505 型	250	5	34mm	360° ×30°	周向

四、X射线探伤机工作流程

1. 探伤工作人员进入探伤室时，携带便携式X-γ 剂量率仪以及佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，打开探伤室通风换气系统；
2. 必要时对探伤机进行训机(长时间不用或初次使用的探伤机需先进行训机，其目的是提高X射线管真空度，如果真空度不良，会使阳极烧毁或者击穿射线管，导致故障，甚至报废；初次使用探伤机之前需制作相应的曝光曲线，每年至少对曝光曲线进行校验一次，大修后的设备应重新制作曝光曲线)；
3. 工作人员在进行X射线探伤前，先将探伤工件放于大防护门外的带轮导轨推车上，工人通过导轨推车将工件运至探伤室内，然后在被探伤物件的焊缝处做上标记并贴上胶片；
4. 根据探伤要求，摆放探伤机位置，调整焦距、设置曝光管电压和曝光时间等；
5. 探伤室内人员撤离、清场，关闭探伤室防护门等；

6. 在操作室内，辐射工作人员打开探伤机，对检测工件实施曝光；曝光结束后，关闭探伤机；

7. 曝光结束一段时间后，辐射工作人员进入探伤室整理现场、关闭通风换气系统、关闭探伤室防护门后离开；

8. 将取下的胶片送暗室进行冲洗，冲洗后的胶片用清水清洗，然后进行评片，出具探伤报告等。

X射线探伤机进行室内探伤主要工作流程如图7-3所示。

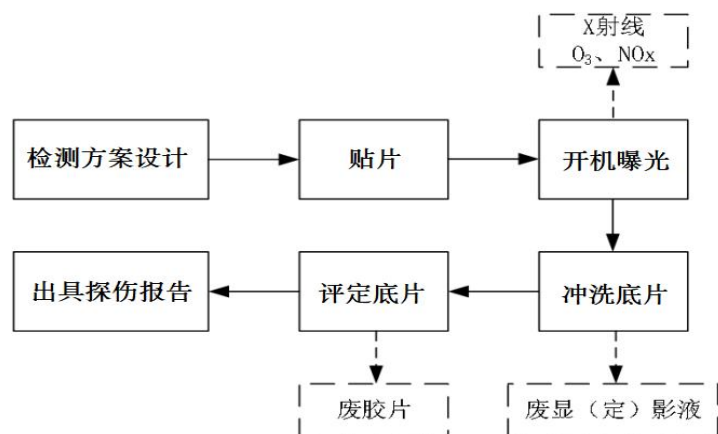


图7-3 X射线探伤机进行室内探伤工作流程示意图

五、X射线探伤机进行探伤作业时有用射束方向及探伤作业范围

本项目探伤室设有轨道，宽度为 1.76m，配备拖车，用于导引工件。

根据公司提供资料及探伤机使用特性等，本项目涉及的周向型 X 射线探伤机在探伤室内进行探伤作业时，其有用线束方向主要为东西周向，有用线束不照射北向和南向。探伤机工作范围一般位于探伤室轨道中心线（红色线段），机位沿中心线南北移动，周向型 X 射线探伤机距探伤室地面最高垂直距离为 1.5m，距东墙水平距离为 2.72m，距西墙水平距离为 3.28m，距北墙最近水平距离为 2.10m，距南墙最近水平距离为 2.40m，距大防护门最近水平距离为 2.90m，距小防护门最近水平距离为 4.80m，距室顶最近距离为 3.0m。

定向型 X 射线探伤机在探伤室内进行探伤作业时，其有用线束方向主要为向东、向西照射，有用线束不照射室顶、北向和南向。探伤机工作范围为矩形区域（蓝色区域），定向型 X 射线探伤机距探伤室地面最高垂直距离为 1.5m，距东墙最近水平距离为 1.42m，距西墙最近水平距离为 1.98m，距北墙最近水平距离为 2.10m，距南墙最近水平距离为 2.40m，距大防护门最近水平距离为 2.90m，距室顶最近距离为 3.0m。

本项目探伤机探伤作业范围详见图 7-4。

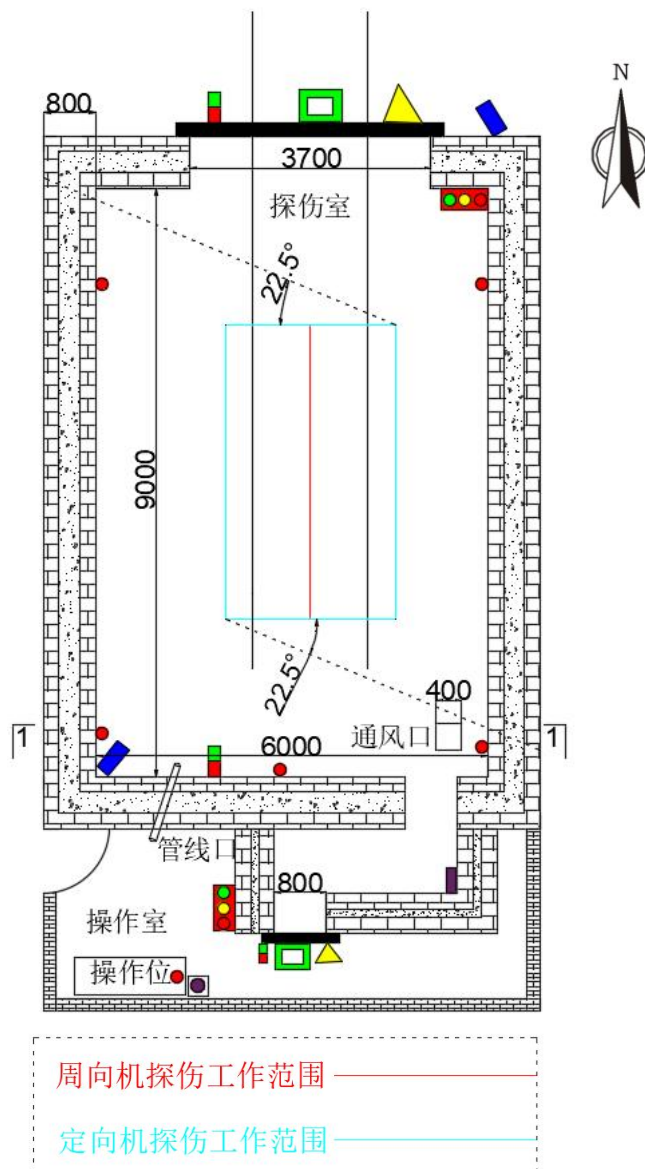


图 7-4 (a) X 射线探伤机在探伤室内探伤作业范围示意图 (平面图, 单位: mm)

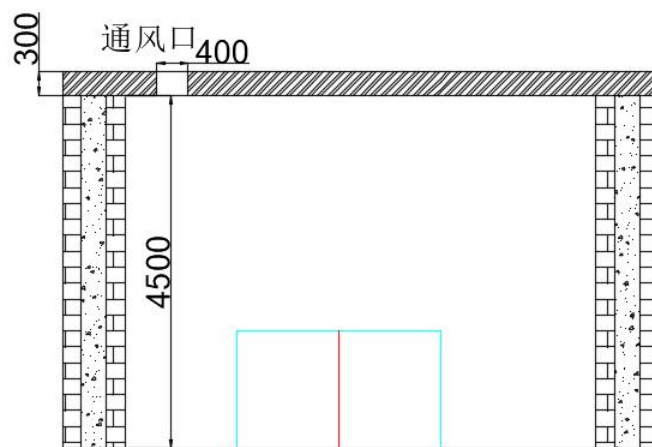


图7-4 (b) X射线探伤机在探伤室内探伤作业范围示意图 (1-1剖面, 单位: mm)

六、工作负荷及辐射工作人员配备

根据公司提供资料，X射线探伤机每年检测工件约500个，每个工件最多曝光3次，每次曝光时间最多为5min，每个工件探伤拍1至10张片子不等，每年最多拍15000张片子，年累计曝光时间约125h，考虑到训机、维修维护等曝光时间，保守按20h计，则本项目年累计总曝光时间约145h，公司拟配备2名辐射工作人员，其中1名专职辐射管理工作，1名专职探伤操作，均从事室内无损检测。

7.3 污染源项描述

7.3.1 施工期污染因素分析与评价因子

1. 施工噪声

本项目施工期噪声材料运输过程中的交通噪声，另外还有突发性、冲击性、不连续性的敲打撞击噪声。

2. 废水

废水主要是施工人员产生的生活废水。

综上，施工期主要环境影响评价因子为：施工噪声、生活污水。

7.3.2 营运期污染因素分析与评价因子

1. X射线

X射线探伤机在进行室内探伤作业或训机过程中，会产生X射线，对周围环境及人员将产生辐射影响。X射线随着探伤机的开、关而产生和消失。

2. 非放射性废物

在X射线探伤机运行中产生的X射线照射下，空气吸收辐射能量并通过电离作用可产生少量非放射性气体，主要为臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x)。

3. 危险废物

拍片、洗片过程中会产生废胶片、废显(定)影液等，属于危险废物，废物类别为HW16感光材料废物，废物代码为900-019-16，危险特性为毒性。

结合本项目的工作负荷，每年拍片约15000张，片子在档案室存放7年后即可作为废胶片处理。存档期满以后，平均每张片子约10g，胶片产生量约150kg/a，本项目废显(定)影液产生量共计约300kg/a。

综上分析，本项目运行阶段环境影响评价的评价因子主要为X射线，同时考虑非放射性气体和危险废物。

表 8 辐射安全与防护

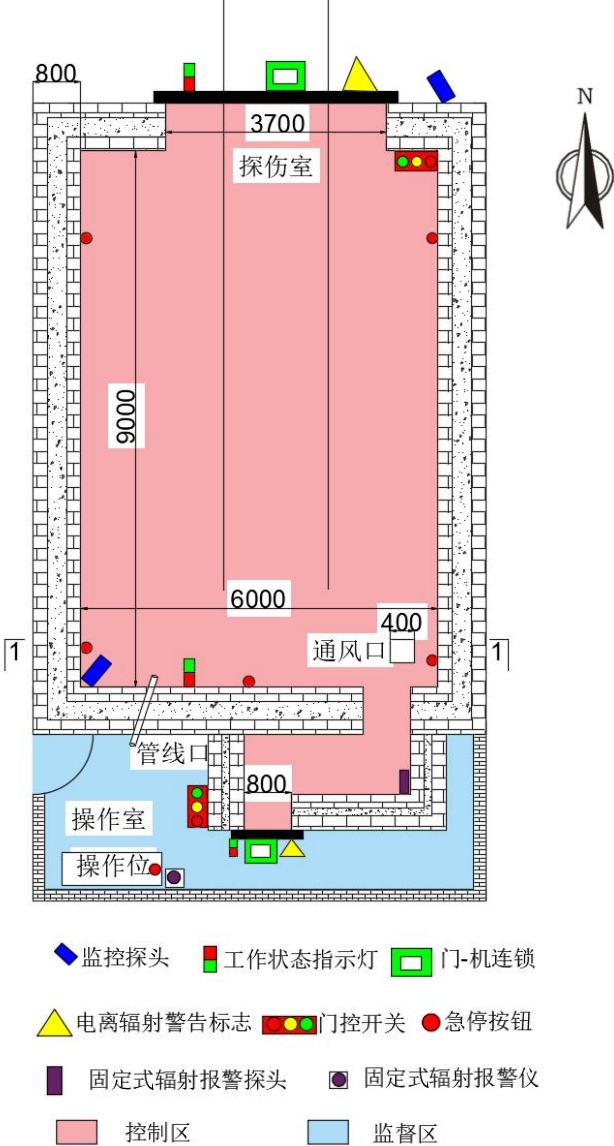
8.1 项目安全设施

8.1.1 探伤场所布局及分区情况

一、探伤场所分布情况

X射线探伤工作场所位于公司南厂区内生产车间外东南角位置，由探伤室、操作室、评片室、暗室、危废暂存间组成，探伤室布置在北侧，操作室和危废暂存间布置在探伤室南侧，评片室和暗室布置在探伤室西侧。探伤室北侧设置工件进出的大防护门（向西移动），探伤室东南侧设置人员进出的小防护门（向东移动），布局基本合理。

其平面布置示意图8-1。



二、探伤场所分区情况

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中规定，“应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区”。建设单位拟对工作场所进行分区管理，划分为控制区和监督区；拟将探伤室内部及迷路划分为控制区，探伤期间禁止任何人员进入；拟将操作室划分为监督区。并在控制区边界防护门处设置电离辐射警告标志。分区划分示意图见图8-1。

8.1.2 探伤场所辐射防护屏蔽情况

公司拟对现有探伤室进行改造，拟在探伤室南墙设置迷道以及小防护门，拟安装防护门、增加辐射安全防护设施等，改造后的探伤室尺寸、容积及屏蔽参数详见表8-1。

表8-1 探伤室尺寸、容积及屏蔽参数一览表

名 称	内 容
尺寸（长×宽×高）	探伤室内径：9m（南北）×6.0m（东西）×4.5m（高） 迷道：2.8m（东西）×1.0m（南北）×2.5m（高）
面 积	45m ²
容 积	202.5m ³
室顶屏蔽材质及厚度	300mm 硫酸钡砂
四周墙体屏蔽材质及厚度	240mm 砖+320mm 混凝土+240mm 砖
大防护门	位于探伤室北侧，用于工件进出； 门洞尺寸（宽×高）：3.7m×4.0m。 门体尺寸（宽×高）：4.3m×4.3m； 铅钢混合材质，防护能力为18mmPb； 大防护门为电动推拉防护门，在专用地槽沟内移动；大防护门与洞口搭接处间隙≤20mm，其上、下、左、右与四周墙壁的搭接量分别为150mm、150mm、300mm和300mm，搭接宽度与缝隙比例大于10:1。
小防护门	位于探伤室东南侧，用于人员进出； 门洞尺寸（宽×高）：0.8m×2.0m。 门体尺寸（宽×高）：1.2m×2.3m； 铅钢混合材质，防护能力为12mmPb； 小防护门为电动推拉防护门，在专用地槽沟内移动；小防护门与洞口搭接处间隙≤20mm，其上、下、左、右与四周墙壁的搭接量分别为150mm、150mm、200mm和200mm，搭接宽度与缝隙比例大于10:1。
导 轨	间距为1.76m，位于大防护门洞中间位置，大防护门位置处采用一段活动的轨道，大防护门关闭时可移开。
注：混凝土的密度为2.35t/m ³ ，砖的密度为1.65t/m ³ ，硫酸钡砂密度为3.2t/m ³ 。	

8.1.3 辐射安全防护措施

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），本项目采用的辐射安全措施有：

1. 探伤室辐射防护措施

(1) 探伤室大、小防护门拟设置门-机联锁装置，大、小防护门打开时X射线照射立即停止，关上门不能自动开始X射线照射。拟在探伤室北墙和迷道外墙设置一处门控开关，可方便探伤室内人员在紧急情况下开门离开。

(2) 探伤室大、小防护门口和内部拟设置能够显示“预备”和“照射”状态的工作状态指示灯和声音提示装置，且“预备”信号持续时间能够确保探伤室内人员安全离开，两种信号有明显的区别，并与场所周围使用的其他报警信号有明显区别，工作状态指示灯能够与X射线机有效连锁；公司拟在探伤室内外醒目位置张贴对两种信号意义的说明。

(3) 公司拟在探伤室内和大防护门外安装监视装置，在操作台处设计专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

(4) 大、小防护门外拟张贴电离辐射警告标识和中文警示说明。

(5) 探伤室内拟设置5处急停开关（探伤室南墙设置一处，东墙、西墙的南北两端各设置一处），操作位自带1处，确保出现事故时能立即停止照射，急停开关的位置可使其探伤室内任何位置的人员都不需要穿过主射线束就能使用，且急停开关设计有明显标志，标明使用方法。

(6) 拟在探伤室室顶东南角（距东墙400mm，距南墙400mm处）设置一处通风口，尺寸为400mm×400mm，非放射性气体经通风口排至探伤室室顶外环境，在通风口外拟安装10mmPb的铅防护罩，拟安装轴流风机，设计通风换气量约1000m³/h，探伤室净容积202.5m³，通风换气次数大于3次/h，且周围非人员密集区。

(7) 探伤室拟配置固定式场所辐射探测报警装置。

(8) 管线口设置在探伤室西南侧，地下U型穿墙。

(9) 公司拟为本项目配备2名辐射工作人员、1部个人剂量报警仪、1台辐射巡检仪，并为每位辐射工作人员配备个人剂量计，待配备后可满足探伤工作要求。

(10) 公司拟委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量每三个月检测一次，拟建立工作人员个人剂量档案，个人剂量档案每人一档，由专人负责保管和管理，个人剂量档案终生保存。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。

(11) 公司拟定期为工作人员职业健康查体，建立工作人员健康档案。

2. 探伤室探伤操作的放射防护措施

(1) 进入探伤室工作之前，先检查探伤机外观是否完好；电缆是否有断裂、扭曲以及

破损；液体制冷设备是否有渗漏；螺栓等连接件是否连接良好；安装的固定辐射检测仪是否正常。

（2）对于正常使用的探伤室先检查探伤室防护门-机联锁装置是否正常工作、照射信号指示灯是否正常运行。

（3）探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还携带个人剂量报警仪和便携式X- γ 剂量率仪，同时要确保个人剂量报警仪能正常工作。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

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

（5）交接班或当班使用便携式X- γ 剂量率仪前，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，则先不开开始探伤工作。

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

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

3. 探伤机的维护措施

（1）公司对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；

（2）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；

（3）当设备有故障或损坏需更换零部件时，公司承诺保证所更换的零部件为合格产品；

（4）拟做好设备维护记录。

4. 探伤设施的退役

（1）X射线发生器拟处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；

（2）当射线装置从现场移走后，使用单位拟按监督机构要求办理相关手续。

（3）拟清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

综上所述，本项目的辐射安全防护措施均满足相关标准和管理部门的要求。

8.1.4 危废暂存间

拍片、洗片过程中会产生废胶片、废显(定)影液等,属于危险废物,危废编号为HW16 900-019-16,危险特性为毒性,应按照《危险废物贮存污染控制标准》和《危险废物转移管理办法》等要求进行暂存,委托有相应资质的危废处置单位处置,对危险废物实行台账管理。

公司拟将危险废物暂存于拟建危废暂存间内,危废暂存间位于探伤室南侧,为现有房间改造,其尺寸为(长×宽×高):7m×3.2m×3.2m。危废暂存间具备防风、防雨、防晒、防渗等功能,其外设有规范的警示标志。公司拟对危险废物实行台账管理,定期委托具备危废运输资质的单位运输至有相应危废处置资质的单位处置。

8.2 三废的治理

1. 非放射性气体

X射线探伤机运行时产生的非放射性气体主要靠通风换气来控制,探伤室拟设置一处通风口,位于探伤室室顶东南角位置,尺寸为400mm×400mm,设计通风换气量约1000m³/h,通风口外侧拟安装10mmPb的铅防护罩,内侧拟安装轴流风机,非放射性气体经通风口排至探伤室室顶上方外环境,探伤室室顶日常无人员到达。能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中“探伤室应设置机械通风装置,排风管道外口避免朝向人员活动密集区。”的要求。

2. 危险废物

本项目产生的废显(定)影液和废胶片,属于危险废物,危废编号为HW16 900-019-16。公司拟将危险废物暂存于危废暂存间内专用贮存容器中。拟为本项目配备2个容积为150L的废液桶以及2个尺寸为80cm×40cm×60cm的废胶片箱。结合本项目的工作负荷,每年拍片最多约15000张,片子在档案室存放7年后即可作为废胶片处理。存档期满以后,平均每张片子约10g,胶片产生量约150kg/a,本项目废显(定)影液产生量共计约300kg/a。本项目危险废物产生较多,公司根据废(定)显影液和废胶片的产生情况以及《危险废物转移管理办法》等生态环境要求进行危废转移,对危险废物实行台账管理,定期委托有资质的单位进行处置。

为保证暂存的危险废物不对环境产生污染,危废暂存间的建设需满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)、《危险废物收集贮存运输技术规范》(HJ2025-2012)等及相关法律法规和标准的要求:

①根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径,采取必要的防

风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施，不应露天堆放危险废物；

②根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等要求设置必要的贮存分区，避免不相容的危险废物接触、混合；

③地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝；

④地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。贮存危险废物直接接触地面的，还应进行基础防渗；

⑤采取技术和管理措施防止无关人员进入；

⑥对危险废物类别和特性与危险废物标签等危险废物识别标志不一致的或类别、特性不明的不应存入；

⑦定期检查危险废物的贮存状况，及时清理贮存设施地面，更换破损泄漏的危险废物贮存容器和包装物，保证堆存危险废物的防雨、防风、防扬尘等设施功能完好；

⑧按国家有关标准和规定建立危险废物管理台账并保存；

⑨建立贮存设施环境管理制度、管理人员岗位职责制度、设施运行操作制度、人员岗位培训制度等。

根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的要求，建设单位应对不同种类的危险废物分别存放，从而满足贮存容器符合性和相容性的要求，具体详见表8-2。

表8-2 危险废物贮存、利用、处置设施标志及危险废物标签说明

图例	说明
	①危险废物设施标志背景颜色为黄色，字体和边框颜色为黑色； ②危险废物设施标志字体应采用黑体字，其中危险废物设施类型的字样应加粗放大并居中显示； ③观察距离不大于 4m 时，标志牌整体外形最小尺寸为 300mm×186mm；三角形警告性标志外边长 140mm，内边长 105mm，边框外角圆弧半径 8.4mm；设施类型名称最低文字高度 16mm，其他文字 8mm； ④危险废物贮存、利用、处置设施标志可采用横版或竖版的形式。

 The image shows a yellow rectangular label for hazardous waste storage. At the top is a black triangle containing a black silhouette of a dead tree and a dead animal. Below the triangle, the text '危险废物' (Hazardous Waste) is written in black. Underneath that, '危险废物贮存设施' (Hazardous Waste Storage Facility) is written in black. At the bottom, there are three lines of text: '单位名称:' (Unit Name), '设施编码:' (Facility Code), and '负责人及联系方式:' (Responsible Person and Contact Information), each followed by a blank line for handwritten information.	
 The image shows an orange rectangular label for hazardous waste. At the top, '危险废物' (Hazardous Waste) is written in black. Below this, there are several fields for information: '废物名称:' (Waste Name), '危险特性:' (Hazardous Characteristics), '废物类别:' (Waste Category), '废物代码:' (Waste Code), '主要成分:' (Main Components), '危险形态:' (Hazardous Form), '有害成分:' (Harmful Components), '注意事项:' (Precautions), '数字识别码:' (Digital Identification Code), '产生/收集单位:' (Production/Collection Unit), '联系人及联系方式:' (Contact Person and Contact Information), '产生日期:' (Production Date), '废物重量:' (Waste Weight), and '备注:' (Remarks). A QR code is located in the bottom right corner.	①危险废物标签背景色应采用醒目的橘黄色，标签边框和字体颜色为黑色； ②危险废物标签字体宜采用黑体字，其中“危险废物”字样应加粗放大； ③容器或包装物的容积不大于 50L 时，标签最小尺寸为 100mm×100mm，最低文字高度 3mm。

本项目危废进行暂存时，公司拟在存放废显（定）影液的废液桶及废胶片箱上粘贴符合《危险废物识别标志设置技术规范》规定的危险废物标识；废显（定）影液应暂存在防渗漏且无反应的容器内，容器内须留足够空间，并定期对容器（废液桶）、废胶片箱及危废暂存间进行检查，发现破损，应及时采取措施清理更换；将不同类别的危险废物分区存放；同时做好危险废物情况的记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、废物出库日期及接受单位名称等；按照《危险废物转移管理办法》相关规定，将本项目产生的废胶片及废显（定）影液委托有资质单位及时转移处置。

综上所述，危险废物将得到妥善处置，不会对周围环境造成明显影响。

表 9 环境影响分析

9.1 建设阶段对环境的影响

施工期主要产生少量生活污水、噪声影响。

（1）相关生活污水进入厂区化粪池，然后排入市政污水管网。

（2）整个建筑施工阶段都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

9.2 运行阶段对环境的影响

9.2.1 探伤室周围辐射水平估算与评价

一、预测点选取

根据X射线探伤机使用时有用线束照射方向、探伤室平面布置及其周围环境特征，在探伤室四周墙体、室顶、通风口及大、小防护门外30cm处，预测点分布见图9-1(a)、图9-1(b)。

预测参考点选取主要考虑以下两方面：1. 原则上探伤室四周墙体、室顶、通风口及大、小防护门外30cm处均布设预测参考点；2. 预测参考点到靶点距离取最近距离。

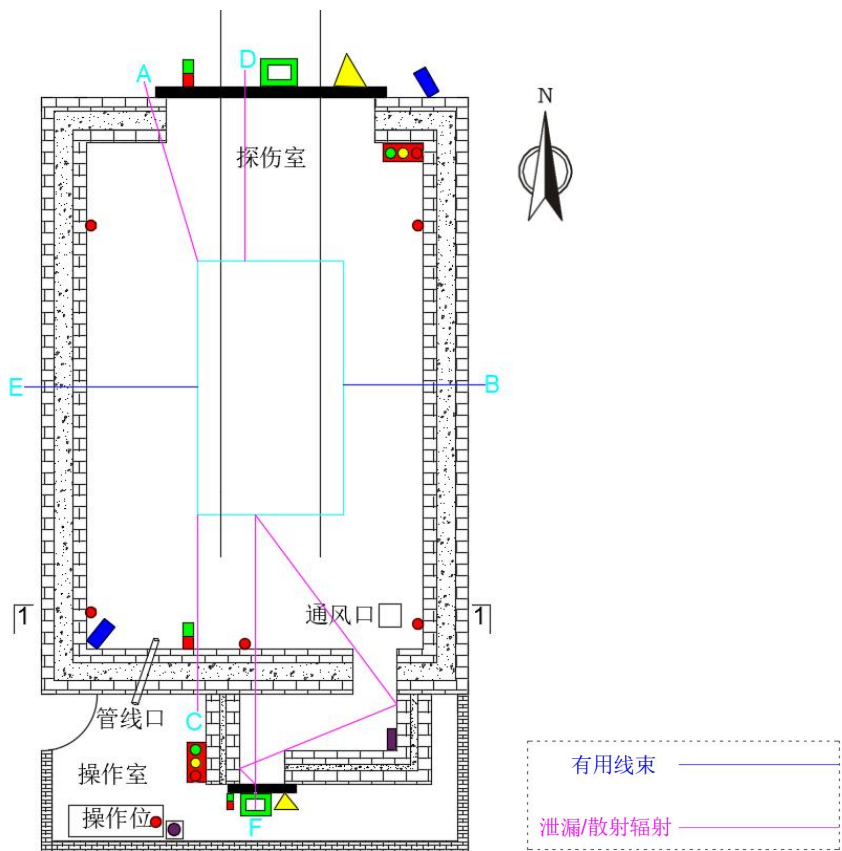


图9-1 (a) 探伤室平面预测点示意图

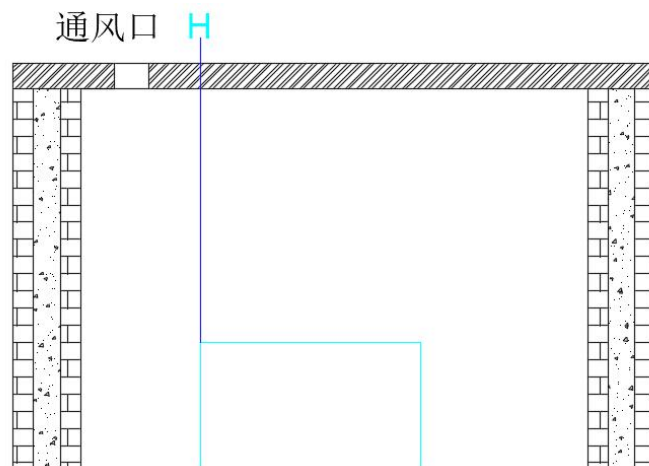


图 9-1 (b) 探伤室 1-1 剖面预测点示意图

二、计算公式选取

本次评价公式参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），详见公式 9-1～公式9-4。

1. 有用线束在关注点处的剂量率计算公式：

$$H=I\times H_0\times B\div R^2 \quad (\text{式 9-1})$$

式中：

H	有用线束在关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$
I	X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA
H_0	距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4
B	屏蔽透射因子
R	辐射源点（靶点）至关注点的距离，m

2. 屏蔽透射因子计算公式：

$$B=10^{-X/TVL} \quad (\text{式 9-2})$$

式中：

B	屏蔽透射因子
X	屏蔽物质厚度
TVL	X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度

3. 泄漏辐射在关注点处的剂量率计算公式

$$H_l=H_l\times B\div R^2 \quad (\text{式 9-3})$$

式中：

H_l	泄漏辐射在关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$
H_l	距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率
B	屏蔽透射因子

R	辐射源点（靶点）至关注点的距离，m
-----	-------------------

4. 关注点的散射辐射剂量率计算公式

$$H_2 = I \times H_0 \times B \times F \times \alpha \div (Rs^2 \times R_0^2) \quad (\text{式 9-4})$$

式中：

H_2	关注点的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$
I	X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA
H_0	距辐射源点（靶点）1m处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4
B	屏蔽透射因子
F	R_0 处的辐射野面积， 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
Rs	散射体至关注点的距离，m
R_0	辐射源点（靶点）至工件之间的距离，m

三、参数选取

1. 根据公司提供资料及探伤机使用特性等，探伤机实际工作时会根据工件尺寸调整探伤位置，定向探伤机使用范围为探伤室内一个矩形区域，周向探伤机使用范围为探伤室内中间一条线段，综合考虑周向机和定向机，探伤机使用范围选取图 9-1（a）中蓝色矩形区域。定向型 X 射线探伤机距探伤室地面最高垂直距离为 1.5m，距东墙最近水平距离为 1.42m，距西墙最近水平距离为 1.98m，距北墙最近水平距离为 2.10m，距南墙最近水平距离为 2.40m，距大防护门最近水平距离为 2.90m，距小防护门最近水平距离为 4.80m，距室顶最近距离为 3.0m。

本项目 XXG-2505 型和 XXH-2505 型 X 射线探伤机辐射角度最大为 45° ，则有用线束半张角最大为 22.5° ，当 X 射线向西照射时， $\tan 22.5^\circ \times 4.58\text{m}$ （探伤区域与西墙的最远距离） $\approx 1.90\text{m} < 2.10\text{m} / 2.40\text{m} / 2.90\text{m} / 4.80\text{m}$ ，该距离小于探伤机距北墙、南墙及大、小防护门的最近距离，因此探伤室北墙、南墙及大、小防护门不会受到有用线束的照射，仅受泄漏辐射和散射辐射的影响。

为方便计算，本项目探伤作业范围较大的 XXG-2505 型 X 射线探伤机，按照探伤机机位在最不利位置进行计算，其中东墙、西墙及室顶考虑有用线束影响，南墙、北墙及大、小防护门考虑泄漏辐射和散射辐射的影响开展以下计算。

2. 参照标准 GBZ/T 250-2014，X 射线管电压为 250kV、0.5mm 铜过滤条件下输出量为 $16.5\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

X 射线管电压为 250kV 时，X 射线在铅、混凝土中半值层厚度为 2.9mm、90mm（铅的密度为

11.3t/m³，混凝土密度为2.35t/m³）。

根据GBZ/T 250-2014中4.2.2，当管电压>200kV时，取X射线装置距靶点1m处泄漏辐射剂量率为5×10³ μSv/h，即本项目管电压为250kV，X射线装置距靶点1m处泄漏辐射剂量率为5×10³ μSv/h。

原始X射线能量为250kV (200<kV≤300)时，原始X射线90° 散射辐射最高为200kV，200kV对应的铅的半值层厚度为1.4mm，混凝土的半值层厚度为86mm。

$R_0^2/(F \cdot \alpha)$ ：根据GBZ/T250-2014中B4，入射辐射被面积为400cm²水模体散射至1m处的相对剂量比份 α_w 为1.9×10⁻³；则散射因子 $\alpha = 1.9 \times 10^{-3} \times 10000 \div 400 = 0.0475$ 。 R_0 处的辐射野面积F为 $\pi \times (R_0 \times \tan 22.5^\circ)^2$ ，则 $R_0^2/(F \cdot \alpha)$ 为 $R_0^2 \div \pi \div (R_0 \times \tan 22.5^\circ)^2 \div 0.0475 = 39.91$ 。（按照本项目使用探伤机最大辐射角计算）。

3. 将屏蔽材料折算为相应屏蔽效果的混凝土进行计算：480mm砖=480×1.65÷2.35≈337mm混凝土；300mm硫酸钡砂=300×3.2÷2.35≈408mm混凝土。

四、预测结果

1. 有用线束在预测点处的剂量率

根据公式9-1和公式9-2，计算得有用线束在预测点的辐射剂量率，详见表9-1。

表9-1 有用线束在探伤室周围预测点辐射剂量率一览表

预测点	最大管电流	距靶点1m处输出量	屏蔽材料厚度	屏蔽透射因子	靶点至预测点最近距离	辐射剂量率 (μSv/h)
B点(探伤室东墙外30cm处)	5mA	16.5mSv·m ² /(mA·min)	240mm 砖+320mm 混凝土+240mm 砖	10 ^{~(657/90)}	2.52 ^①	3.91×10 ⁻²
E点(探伤室西墙外30cm处)	5mA	16.5mSv·m ² /(mA·min)	240mm 砖+320mm 混凝土+240mm 砖	10 ^{~(657/90)}	3.08 ^②	2.62×10 ⁻²
H点(探伤室室顶外30cm处)	5mA	16.5mSv·m ² /(mA·min)	300mm 硫酸钡砂	10 ^{~(408/90)}	3.60 ^③	11.2

注：①2.52m：距东墙外预测点的距离为靶点距东墙的最近距离+0.80+0.30=1.42+0.80+0.30=2.52m；

②3.08m：距西墙外预测点的距离为靶点距西墙的最近距离+0.80+0.30=1.98+0.8+0.30=3.08m；

③3.60m：距室顶外预测点的距离为靶点距室顶的最近距离+0.30+0.30=3.0+0.30+0.30=3.60m。

根据上表可知，探伤室东、西墙外预测点处的最大辐射剂量率为3.91×10⁻² μSv/h，低于2.5 μSv/h的剂量率参考控制水平；探伤室室顶外辐射剂量率为11.2 μSv/h，低于100 μSv/h的剂量率参考控制水平。

2. 泄漏辐射和散射辐射在预测点处的剂量率

(1) 泄漏辐射在预测点处的剂量率

根据公式9-2和公式9-3，计算得到泄漏辐射在预测点处的辐射剂量率，详见表9-2。

表9-2 泄漏辐射在探伤室周围预测点辐射剂量率一览表

预测点	距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率	屏蔽材料厚度	屏蔽透射因子	靶点至预测点最近距离	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
A 点 (探伤室北墙外 30cm 处)	5000 $\mu\text{Sv/h}$	240mm 砖+320mm 混凝土+240mm 砖	$10^{-(657/90)}$	3.20 ^①	2.45×10^{-5}
C 点 (探伤室南墙外 30cm 处)	5000 $\mu\text{Sv/h}$	240mm 砖+320mm 混凝土+240mm 砖	$10^{-(657/90)}$	3.50 ^②	2.05×10^{-5}
D 点 (大防护门外 30cm 处)	5000 $\mu\text{Sv/h}$	18mmPb	$10^{-(18/2.9)}$	3.20 ^③	3.03×10^{-4}
F 点 (小防护门外 30cm 处)	5000 $\mu\text{Sv/h}$	240mm 砖+320mm 混凝土+240mm 砖+12mmPb	$10^{-(657/90+12/2.9)}$	5.10 ^④	7.01×10^{-10}

注：①3.20m：距北墙外预测点的距离为靶点距北墙的最近距离+0.8+0.3=2.1+0.8+0.3=3.20m；
②3.50m：距南墙外预测点的距离为靶点距南墙的最近距离+0.8+0.3=2.4+0.8+0.3=3.50m；
③3.2m：距大防护门外预测点的距离为靶点距大防护门的最近距离+0.3（忽略大防护门的厚度）=2.9+0.3=3.20m；
④5.10m：距小防护门外预测点的距离为靶点距小防护门的最近距离+0.3（忽略小防护门的厚度）=4.8+0.3=5.10m；
⑤距北墙的距离保守按照靶点距北墙的最近水平距离计算（以下相同）。

（2）散射辐射在预测点处的剂量率

根据公式9-2和公式9-4，计算得到散射辐射在预测点处的辐射剂量率，详见表9-3。

表9-3 散射辐射在探伤室周围预测点辐射剂量率一览表

预测点	最大管电流	距靶点 1m 处输出量	屏蔽材料厚度	屏蔽透射因子	散射体至预测点最近距离	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
A 点 (探伤室北墙外 30cm 处)	5mA	16.5mSv·m ² /(mA·min)	240mm 砖+320mm 混凝土+240mm 砖	$10^{-(657/86)}$	3.20 ^①	2.78×10^{-4}
C 点 (探伤室南墙外 30cm 处)	5mA	16.5mSv·m ² /(mA·min)	240mm 砖+320mm 混凝土+240mm 砖	$10^{-(657/86)}$	3.50 ^②	2.32×10^{-4}
D 点 (大防护门外 30cm 处)	5mA	16.5mSv·m ² /(mA·min)	18mmPb	$10^{-(18/1.4)}$	3.20 ^③	1.68×10^{-9}
F 点 (小防护门外 30cm 处)	5mA	16.5mSv·m ² /(mA·min)	12mmPb	$10^{-(12/1.4)}$	5.10 ^④	1.28×10^{-5}

注：①3.20m：距北墙外预测点的距离为散射体距北墙的最近距离+0.8+0.3=2.1+0.8+0.3=3.20m；
②3.50m：距南墙外预测点的距离为散射体距南墙的最近距离+0.8+0.3=2.4+0.8+0.3=3.50m；
③3.20m：距大防护门外预测点的距离为散射体距大防护门的最近距离+0.3（忽略大防护门的厚度）=2.9+0.3=3.20m；
④5.10m：距小防护门外预测点的距离为散射体距小防护门的最近距离+0.3（忽略小防护门的厚度）=4.8+0.3=5.10m；散射线在探伤室内经过多次散射到达小防护门，保守按照经过一次散射计算。

（3）预测点处的总剂量率

预测点处的总剂量率由泄漏辐射在该点处剂量率叠加散射辐射在该点处剂量率，详见表9-4。

表9-4 探伤室周围预测点辐射剂量率一览表

预测点	泄漏辐射（μSv/h）	散射辐射（μSv/h）	总剂量率（μSv/h）
A点(探伤室北墙外30cm处)	2.45×10^{-5}	2.78×10^{-4}	3.02×10^{-4}
C点(探伤室南墙外30cm处)	2.05×10^{-5}	2.32×10^{-4}	2.53×10^{-4}
D点（大防护门外30cm处）	3.03×10^{-4}	1.68×10^{-9}	3.03×10^{-4}
F点（小防护门外30cm处）	7.01×10^{-10}	1.28×10^{-5}	1.28×10^{-5}

3. 通风口外辐射影响

拟在探伤室室顶东南角（距东墙400mm，距南墙400mm处）设置一处通风口，尺寸为400mm×400mm，内侧拟安装轴流风机，通风口外拟安装10mmPb的铅防护罩，非放射性气体经通风口排至探伤室室顶外环境，且周围非人员密集区。

当X射线向室顶照射时， $\tan 22.5^{\circ} \times 3\text{m}$ （探伤区域与室顶的最远距离） $\approx 1.24\text{m} < 1.72\text{m}$ （探伤机距通风口的最近距离），因此通风口不会受到有用线束的照射，仅受漏射线和散射射线的影响。X射线探伤机在探伤室内进行探伤作业时，水平方向上距通风口最近距离为1.72m、垂直方向上距通风口内侧最近距离为3m，则探伤机距通风口内侧最近距离为3.11m，距通风口外30cm处距离为3.41m（探伤机位于Q位置，距离地面1.5m）。辐射路径斜剖图详见图9-2。

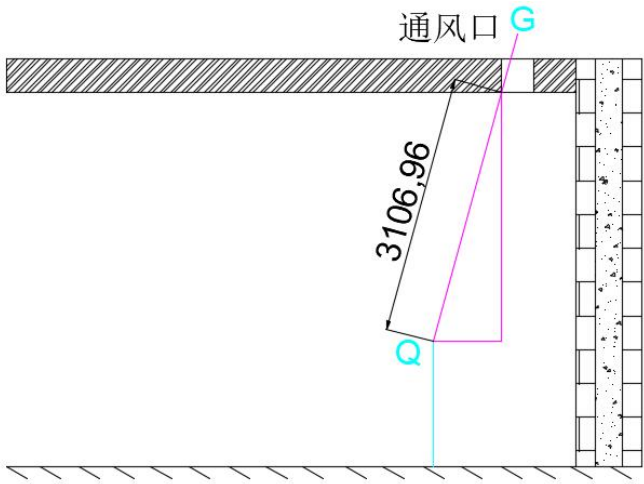


图 9-2 探伤室通风口辐射路径示意图（斜剖图，单位：mm）

（1）泄漏辐射

根据公式9-2和9-3，泄漏辐射剂量率为

$5000 \times 10^{-(10/2.9)} \div 3.41^2 = 0.15 \mu\text{Sv/h};$

（2）散射辐射

由于有用线束经工件一次散射后，在通风管道内至少经过两到三次散射才能到达通风口外，散射一次，剂量率降低1-2个数量级；同时通风口外侧拟设置10mm铅防护罩（屏蔽透

射因子= $10^{-(10/1.4)}=7.20\times 10^{-8}$ ，剂量率降低约8个数量级)，则散射辐射对通风口外辐射影响可忽略不计。

(3) 总剂量率

预测点处的总剂量率为泄漏辐射和散射辐射在该点处剂量率叠加为 $0.15\ \mu\text{Sv/h}$ 。

4. 天空反散射辐射影响

由表9-1可知，X射线探伤机在最大管电压250kV、最大管电流5mA进行探伤作业时，探伤室室顶上方30cm处的剂量率为 $11.2\ \mu\text{Sv/h}$ ，数据较低，因此，不再考虑天空反散射的辐射影响。

5. 探伤室四周墙体、室顶、通风口及大、小防护门外预测点辐射剂量率评价

探伤室四周墙体、室顶、通风口及大、小防护门外预测点辐射剂量率评价结果见表 9-5。

表 9-5 探伤室四周墙体、室顶、通风口及大、小防护门外预测点辐射剂量率评价结果

预测点	辐射剂量率值($\mu\text{Sv/h}$)	目标值($\mu\text{Sv/h}$)	是否达标
A 点(探伤室北墙外 30cm 处)	3.02×10^{-4}	2.5	是
B 点(探伤室东墙外 30cm 处)	3.91×10^{-2}	2.5	是
C 点(探伤室南墙外 30cm 处)	2.53×10^{-4}	2.5	是
D 点(大防护门外 30cm 处)	3.03×10^{-4}	2.5	是
E 点(探伤室西墙外 30cm 处)	2.62×10^{-2}	2.5	是
F 点(小防护门外 30cm 处)	1.28×10^{-5}	2.5	是
G 点(通风口外 30cm 处)	0.15	100	是
H 点(室顶外 30cm 处)	11.2	100	是

由上表可知，X 射线探伤机进行探伤作业时，探伤室四周墙体、室顶、通风口及大、小防护门外 30cm 处辐射剂量率均小于相应目标控制值。

6. 保护目标处辐射剂量率评价

根据式 9-1~式 9-4，计算得到保护目标处的辐射剂量率，详见表 9-6。

表9-6 保护目标处受照辐射剂量率一览表

序号	保护目标	距离方位	射线类型	辐射剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	
1	前徕庄铺村民房	探伤室东侧 10m 处	有用线束	1.66×10^{-3}	
2	机加工车间	探伤室北侧 42m 处	泄漏辐射	1.27×10^{-7}	1.57×10^{-6}
			散射辐射	1.44×10^{-6}	

注：关注点到靶点的距离本次保守按照探伤室距保护目标处的最近距离进行考虑。

9.2.2 人员受照辐射剂量估算与评价

一、计算公式

$$H = D_r \times T \times t \quad (\text{式 9-5})$$

式中：

H	年有效剂量，Sv/a
t	年受照时间，h
D_r	X 剂量率，Sv/h
T	居留因子，无量纲。

二、居留因子

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），不同环境条件下的居留因子列于表9-7。

表9-7 居留因子的选取

场所	居留因子 T	停留位置	本项目停留位置
全居留	1	控制室、暗室、办公室、临近建筑物中的驻留区	操作室、机加工车间、前徕庄铺村民房
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间	1/4：探伤室周围驻留的公众成员
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道	—

三、估算结果及评价

根据公司提供资料，X 射线探伤机年累计总曝光时间不超过 145h。本项目配备 1 名辐射操作人员进行探伤检测。

为留有一定的安全系数和简化计算，本次评价在估算人员所受有效剂量时，选取预测点最大的受照剂量，估算探伤室周围驻留的辐射工作人员和公众人员年有效剂量。详见表 9-8。

表 9-8 探伤室外人员所受年有效剂量情况

停留人员	最大剂量率 (μ Sv/h)	居留因子	时间 (h/a)	年最大有效剂量 (mSv)
辐射工作人员	2.53×10^{-4}	1	145	3.66×10^{-5}
探伤室周围驻留的公众成员	2.62×10^{-2}	1/4	145	9.48×10^{-4}
机加工车间	1.57×10^{-6}	1	145	2.28×10^{-7}
前徕庄铺村民房	1.66×10^{-3}	1	145	2.41×10^{-4}

注：（1）辐射工作人员工作时位于操作室内，取探伤室南墙外的辐射剂量率计算工作人员受照剂量；
（2）探伤室西墙及大防护门外公众成员可到达，取以上位置最大辐射剂量率（探伤室西墙外的辐射剂量率）计算公众成员受照剂量。

由上表可知，探伤室周围辐射工作人员所受年辐射剂量最大为 3.66×10^{-5} mSv/a、公众

成员所受年辐射剂量最大为 $9.48 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，均满足本次评价采用的辐射工作人员及公众成员年剂量约束值分别不超过 2.0mSv/a 和 0.1mSv/a 的管理要求。

9.2.3 非放射性气体环境影响分析

X射线探伤机运行时产生的非放射性气体主要靠通风换气来控制，拟在探伤室室顶东南角（距东墙400mm，距南墙400mm处）设置一处通风口，尺寸为400mm×400mm，内侧拟安装轴流风机，通风口外拟安装10mmPb的铅防护罩，非放射性气体经通风口排至探伤室室顶外环境，且周围非人员密集区。能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.10款的管理要求，对周围环境和人员影响较小。

9.2.4 危险废物环境影响分析

本项目产生的废显（定）影液和废胶片，属于危险废物，危废编号为HW16 900-019-16。，危废暂存间具备防风、防雨、防晒、防渗等功能，危废暂存间内准备充足的专用贮存容器，危废暂存间外设置规范的警示标志、危废信息公开栏、危废污染防治责任制度，危废台帐挂于入口处墙上等。对危险废物实行台账管理，定期委托具备危废运输资质的单位运输至有相应危废处置资质的单位处置。危险废物可以得到妥善处置，不会对周围环境造成明显影响。

9.3 事故影响分析

9.3.1 事故风险识别

1. 探伤工作过程中，由于门-机联锁、工作状态指示灯、急停开关等失效，辐射工作人员和公众误闯或误留，使其受到不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

2. 辐射工作人员不遵守操作规程，违规操作，造成人员的照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

3. X射线探伤机被盗或丢失，使探伤机使用不当，造成周围人员的照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

9.3.2 事故风险防范措施

1. 制定自检制度，定期对门-机联锁、工作指示灯等进行检查和维护，以防止其失效。

2. 制定完善的操作规范，对辐射工作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，禁止未经过培训的操作人员操作 X 射线探伤机；辐射工作人员进行探伤作业时，个人剂量计佩戴于左胸前，携带个人剂量报警仪。

3. X 射线探伤机贮存在探伤室内，建立射线装置使用登记制度，在探伤室内安装监控探

头，加强对 X 射线探伤机在贮存、使用管理，防止发生射线机的被盗、丢失。一旦发生此类事件时将及时报告当地生态环境部门和公安部门。

表 10 辐射安全管理

10.1 辐射安全管理机构设置

10.1.1 机构的设置

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规要求，公司拟建立辐射安全管理机构，拟签订辐射安全工作责任书，法人代表为辐射安全工作第一责任人。

辐射安全管理机构工作职责：

负责建立辐射环境管理台账，日常监测记录档案和个人剂量检测档案；负责各项辐射安全管理制度的编写；负责辐射安全管理的协调工作；监督执行各项管理规章制度和辐射环境监测工作；负责协调配合公司具体的辐射安全与环境保护管理工作。

10.1.2 辐射工作人员配备

根据《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》的规定：从事辐射工作的人员必须通过核技术利用辐射安全和防护考核。

公司拟配备 2 名辐射工作人员，其中 1 名辐射管理人员和 1 名辐射操作人员，专职从事室内探伤作业，公司拟尽快安排辐射工作人员及辐射防护负责人参加相应类别的核技术利用辐射安全和防护考核；考核不合格的，不得上岗。

10.2 辐射安全管理规章制度

为认真贯彻执行国家、省和市有关规定，加强公司内部管理，山东宏扬石化工程有限公司拟制定一系列的辐射管理制度，包括：《X射线探伤机安全操作规程》《设备检修维护制度》《辐射事故应急预案》《辐射工作人员岗位职责》《辐射监测方案》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作安全防护管理制度》《射线装置使用登记制度》《三废处置制度》等。

上述制度不仅考虑了辐射设备的使用和安全防护，而且考虑了辐射设备使用的实践合理性，具有一定的可操作性，适用于本项目。同时，公司还将在项目运行过程中，根据实际情况不断对上述辐射制度进行完善，以确保相关制度能够得到有效运行。

10.3 辐射监测

10.3.1 个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关要求，山东宏扬石化工程有限公司将安排专人负责个人剂量监测管理，并规范建立辐射工作人员个人剂量档案，为

本项目辐射工作人员配备个人剂量计，并委托有资质的检测机构每三个月检测一次，检测数据填入个人剂量档案。个人剂量档案内包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案终生保存。当1季度个人剂量监测结果超过0.5mSv，应调查其原因。

10.3.2 工作场所辐射水平监测

按照HJ61-2021等有关标准的规定，公司拟制定《辐射环境监测方案》，监测方案主要内容如下：

1. 监测因子：

X- γ 辐射剂量率。

2. 监测点位：

(1) 探伤室防护门外30cm离地面高度为1m处，门的左、中、右侧3个点和门缝四周；

(2) 探伤室墙外30cm离地面高度为1m处，每个墙面至少测3个点；

(3) 人员经常活动的位置，主要包括操作室及其他人员能到达的位置。

3. 监测频率：

定期监测：正常情况下，每年进行1~2次例行监测。

应急监测：工作场所如发现异常情况或怀疑有异常情况，应对工作场所和环境进行应急监测。

年度监测：每年委托有资质单位对探伤室周围的辐射剂量率进行检测，出具年度检测报告，并随年度评估报告上报生态环境部门。

10.3.3 检测仪器检定/校准

根据 GBZ117-2022 中 8.1.2，公司应对辐射巡检仪定期进行检定/校准工作。

10.4 辐射事故应急

10.4.1 环境风险事故应急预案

公司根据《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等法律法规的要求，制定《辐射事故应急预案》。一旦发生风险事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。建议公司按照以下几方面内容进行完善：

1、辐射事故应急处理机构与职责

(1) 公司成立辐射事故应急处理领导小组，并明确小组人员组成、联系方式，组织开展风险事件应急处理工作。

(2) 明确应急处理领导小组职责：

- a. 发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；
- b. 事故发生后立即组织有关部门和人员进行事故应急处理；
- c. 负责向生态环境部门及卫生行政部门及时报告事故情况；
- d. 负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；
- e. 人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法，迅速估算受照人员的受照剂量；
- f. 负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响。

2、辐射事故应急原则

- a. 迅速报告原则；
- b. 主动抢救原则；
- c. 生命第一的原则；
- d. 科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；
- e. 保护现场，收集证据的原则。

3、辐射事故应急处理程序

（1）辐射应急预案的启动

a、明确应急预案的启动条件，如出现人员受照事故、人员个人剂量超标、辐射剂量率超标、设备无法关机等情况时及时启动应急预案；

b、当发生辐射事故时，由专人向公司辐射事故应急行动负责人报告，并由指定人员及时向卫生、公安、生态环境部门报告，应急预案中须明确内部联系人员及卫生、公安、生态环境部门的联系方式。

（2）辐射事故应急处理

a. 发生辐射事故时，公司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，并立即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部门报告；并在2小时内填写辐射事故初始报告表上报当地政府及有关部门，并明确各部门联系电话；

b. 事故发生后，当事人应立即通知同工作场所的工作人员离开，并及时上报辐射事故应急处理领导小组；

c. 应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

d. 事故处理必须在应急处理领导小组的领导下，在有经验的工作人员和辐射防护人员的参与下进行；

e. 各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似事故重复发生；

f. 定期进行事故应急演练，对演练效果作出评价，提交演练报告，详细说明演练过程中发现的问题，列出不符合项，进行整改。

（3）辐射事故应急响应的终止

a、明确应急行动的终止条件，如实现受照人员得到救治、现场辐射水平降低至规定限值以下、设备修复完成等情况，且得到行政主管部门批准后，可终止本次应急行动；

b、指定专人发布应急行动的终止，并由辐射事故应急处理机构对当次辐射事故应急行动进行总结和反思，及时收集与事故有关的物品和资料，做好调查研究工作，认真分析事故原因，并采取妥善措施，尽量减少事故发生。

总之，为减少事故发生，必须加强管理力度，提高职业人员的技术水平，严格按规范操作，认真落实应急预案，并加强设备检查和维修，减少故障发生，提高单位应急能力。

10.4.2 辐射事故应急演练

公司拟根据应急演练计划以及项目实际情况，每年至少开展一次辐射事故应急演练，并编制应急演练记录，对演练效果进行总结和评价，对演练过程中存在的不足进行改正，适时修订应急预案。

表 11 结论与建议

11.1 结论

1. 山东宏扬石化工程有限公司拟在南厂区内生产车间外东南角位置建设一处X射线探伤工作场所，拟配备3台X射线探伤机，分别为1台XXH-2505型探伤机和2台XXG-2505型X射线探伤机，均属于Ⅱ类射线装置，用于固定(室内)场所无损检测。

2. 本项目符合“实践正当性”原则，符合国家产业政策。

3. 由现状检测结果表明：本项目探伤室区域周围环境 γ 辐射剂量率现状值处于临沂市天然放射性水平范围内。

4. X射线探伤工作场所由探伤室、操作室、暗室、危废暂存间组成。拟对该场所进行分区管理，划分为控制区和监督区。

探伤室四周墙体屏蔽材料及厚度为240mm砖+320mm混凝土+240mm砖，室顶屏蔽材料及厚度为300mm硫酸钡砂，大防护门的防护能力为18mmPb，小防护门的防护能力为12mmPb。

探伤室拟安装门-机联锁装置；大、小防护门上拟张贴电离辐射警告标识和中文警示说明，大、小防护门上方和探伤室内拟安装显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，其中工作状态指示灯与X射线探伤机联锁；探伤室内拟设置5处急停开关，操作位自带1处急停开关，并标明使用方法；拟在探伤室室顶东南角位置（距东墙400mm，距南墙400mm处）设置一处通风口，尺寸为400mm×400mm；探伤室西南侧底部设有穿线孔。公司拟为本项目配备2名辐射工作人员，并为2名辐射工作人员配置个人剂量计，拟配置1部个人剂量报警仪和1台辐射巡检仪。

5. 经估算，探伤机进行探伤作业时，探伤室四周墙体及大、小防护门外30cm处辐射剂量率最大为 $(1.28 \times 10^{-5} \sim 3.91 \times 10^{-2}) \mu\text{Sv/h}$ ，小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平，探伤室室顶及通风口外30cm处的剂量率为 $(0.15 \sim 11.2) \mu\text{Sv/h}$ ，小于 $100 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。

探伤室周围辐射工作人员所受年辐射剂量最大为 $3.66 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ 、公众成员所受年辐射剂量最大为 $9.48 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，均满足本评价采用的辐射工作人员及公众成员年剂量约束值分别不超过 2.0mSv/a 和 0.1mSv/a 的管理要求。

6. 探伤室每小时通风换气次数约为5次，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中“第6.1.10款 每小时有效通风换气次数应不小于3次”的要求。

公司拟将探伤检测过程中产生的危险废物存于危废暂存间内专用贮存容器中，危废暂存

间具备防风、防雨、防晒、防渗等功能，其外设有规范的警示标志。公司拟对危险废物实行台账管理，定期委托具备危废运输资质的单位运输至有相应危废处置资质的单位处置。危险废物可以得到妥善处置，不会对周围环境造成明显影响。

7. 公司拟成立辐射防护安全管理领导小组，拟制定各类辐射安全管理规章制度。在运行过程中，须将各项安全防护措施落实到位，在此条件下，可以确保工作人员、公众的安全，并有效应对可能的突发事件（事件）。

公司拟配备2名辐射工作人员，其中1名辐射管理人员和1名辐射操作人员，专职从事室内探伤作业，公司拟尽快安排辐射工作人员及辐射防护负责人参加相应类别的核技术利用辐射安全和防护考核；考核不合格的，不得上岗。

辐射环境风险评价表明，本项目在实际工作中存在一定的辐射环境风险，公司严格执行制定的风险防范措施和《辐射事故应急预案》，定期演练辐射事故应急方案，对发现的问题及时进行整改，可使项目环境风险影响降至最低。

综上所述，山东宏扬石化工程有限公司X射线探伤机及探伤室应用项目，在切实落实报告中提出的辐射管理、辐射防护等各项措施，严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，该项目对辐射工作人员和公众人员是安全的，对周围环境产生的辐射影响较小，不会引起周围辐射水平的明显变化。因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

11.2 建议和承诺

一、承诺

1. 项目环境影响评价文件取得环评批复后，公司将及时向生态环境主管部门申请辐射安全许可证；

按照环境影响评价文件及审批文件、生态环境主管部门提出的要求同步进行主体工程 and 环保设施的建设，落实各项环保措施和辐射环境管理措施。

项目建成后，公司将按最新环保管理要求开展竣工环境保护验收。

2. 公司将加强探伤机的安全管理工作，严格落实探伤机使用登记制度，建立使用台账；做好探伤机的安全保卫工作，防止丢失或被盗。

按照相关规定划定控制区和监督区，各区严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求进行管理。

3. 公司将对辐射工作人员参与探伤的时间和次数进行记录。安排专人负责个人剂量监测管

理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。

4. 加强对废显(定)影液和废胶片等危险废物的日常管理，暂存在耐腐蚀的专用容器内；建立管理台帐，严控环境风险。

5. 严格执行监测计划，发现问题及时处理。

6. 根据辐射建设项目实际情况，完善辐射事故应急预案；按照辐射事故应急方案和报告制度，根据各类可能出现辐射事故的情形编制应急演练脚本，定期开展应急演练，分析、总结存在的问题，并不断完善应急预案。

二、建议

1. 在项目运行过程中，进一步完善各项规章制度。

2. 进一步加强对辐射工作人员的辐射防护知识宣传教育，使其熟知防护知识，能合理的应用“距离、时间、屏蔽”的防护措施，使公众人员和自身所受到的照射降到“可合理达到的尽量低水平”。

表 12 审 批

下一级环保部门意见	
经办人	公 章 年 月 日
审批意见	
经办人	公 章 年 月 日

附件目录

附件一：委托书

附件二：承诺函

附件三：不动产权证书

附件四：检测报告

附件一：委托书

建设项目环境影响评价工作 委 托 书

山东丹波尔环境科技有限公司：

我单位拟开展 X 射线探伤机及探伤室应用项目。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》、《建设项目环境保护管理条例》等环保法律、法规的规定，本项目必须执行环境影响报告审批制度，编制环境影响评价文件。为保证项目建设符合上规定，特委托贵单位承担本项目的环境影响评价工作。

请接收委托，并按规范尽快开展工作。

委托单位盖章：山东宏扬石化工程有限公司

日期：2025 年 4 月

附件二：承诺函

承 诺 函

我单位承诺：我方提供的《山东宏扬石化工程有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目》的相关材料均为真实、合法的。

我单位委托山东丹波尔环境科技有限公司编制《山东宏扬石化工程有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》，经我方对报告内容认真核对，我单位确认报告中相关技术资料及支撑性文件均为我方提供，并由我方承担因提供资料的真实性、合法性引起的法律责任。

我单位将严格按照环境影响报告中所列内容进行建设，如出现实际建设内容与报告及审批内容不一致的情况，我单位愿承担全部责任。

特此承诺！

建设单位（公章）：山东宏扬石化工程有限公司

日期：2025 年 5 月

附件三：不动产权证书

鲁 (2019) 费县 不动产权第 0001374 号

权利人	山东宏扬石化工程有限公司
共有情况	单独所有
坐落	费县探沂镇北徐庄铺村327国道南06等7处
不动产单元号	371325 106037 JB00004 F00060001等7个
权利类型	集体建设用地使用权/房屋（构筑物）所有权
权利性质	集体土地/自建房
用途	工业用地/工业、综合、其它
面积	独用宗地面积16913㎡/房屋建筑面积7801.79㎡
使用期限	土地使用权期限：2008年12月15日起2038年12月14日止
权利其他状况	专有建筑面积：7801.79㎡，分摊建筑面积：——㎡ 房屋结构：钢结构、其它结构、砖木结构、混合结构

附 记

业务编号：2019006772
其它登记—集体建设用地使用权/房屋所有权—普通换证（房地一体）换发
原证书：费集用（2009）第013号集体土地使用证及费房权证探沂字第018585号房屋所有权证

附件四：检测报告



221512052438



丹波尔环境科技



检 测 报 告

丹波尔辐检[2025]第 189 号

项目名称：X 射线探伤机及探伤室应用项目

委托单位：山东宏扬石化工程有限公司

检测单位：山东丹波尔环境科技有限公司

报告日期：2025 年 5 月 21 日



说 明

1. 报告无本单位检测专用章、骑缝章及  章无效。
2. 未经本【检测机构】书面批准,不得复制(全文复制除外)检测报告。
3. 自送样品的委托检测,其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目,结果仅对采样(或检测)所代表的时间和空间负责。
4. 对检测报告如有异议,请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本公司提出,逾期不予受理。

山东丹波尔环境科技有限公司

地址: 济南市历下区燕子山西路 58 号 2 号楼 1-101

邮编: 250013

电话: 0531-61364346

传真: 0531-61364346

检测报告

检测项目	γ 辐射剂量率		
委托单位、联系人及联系方式	山东宏扬石化工程有限公司 [REDACTED]		
检测类别	委托检测	检测地点	探伤室周围及保护目标处
委托日期	2025 年 4 月 27 日	检测日期	2025 年 4 月 29 日
检测依据	1. HJ61-2021 《辐射环境监测技术规范》 2. HJ1157-2021 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》		
检测设备	检测仪器名称: 便携式 X-γ 剂量率仪; 仪器型号: FH40G+FHZ672E-10; 内部编号: JC01-09-2013; 系统主机测量范围: 10nGy/h~1Gy/h; 天然本底扣除探测器测量范围: 1nGy/h~100 μGy/h; 能量范围: 33keV~3MeV; 相对固有误差: -7.9%(相对于 ¹³⁷ Cs 参考 γ 辐射源); 检定单位: 山东省计量科学研究院; 检定证书编号: Y16-20247464; 检定有效期至: 2025 年 12 月 22 日; 校准因子: 1.07。		
环境条件	天气: 晴 温度: 29.7℃ 相对湿度: 22.5%RH		
解释与说明	山东宏扬石化工程有限公司建有一处 X 射线探伤工作场所, 拟购置 3 台 X 射线探伤机, 用于开展产品质量监督检验工作, 属使用 II 类射线装置。II 类射线装置的使用会对周围环境产生影响。现依据相关标准在探伤室周围及保护目标处进行布点检测。 下表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 13.4nGy/h, 宇宙射线响应的屏蔽修正因子, 原野及道路取 1, 单层建筑取 0.9。 检测结果见第 2 页; 检测布点示意图及现场检测照片见附图。		

检 测 报 告

表 1 探伤室周围及保护目标处 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

检测 点位	点位描述	剂量率	标准差
1#	探伤室中间区域	109.8	1.1
2#	探伤室东侧区域	98.4	1.0
3#	探伤室西侧区域	103.3	1.2
4#	探伤室南侧区域	97.5	1.2
5#	探伤室北侧区域	98.5	1.3
6#	厂区道路	91.3	0.9
7#	探伤室北侧仓库西墙外 1m 处	98.2	1.2
8#	探伤室东侧前徕庄铺村民房西墙外 1m 处	101.7	1.7
范 围		91.3~109.8	

注：检测时，点位 1#、2#、4#、5#均位于室内，检测时地面为水泥；点位 3#、6#~8#均位于室外，检测时地面为水泥。

检测 报 告

附图 1: 检测布点示意图



附图 2: 检测布点示意图



检测报告

附图3：现场检测照片



以 下 空 白



检测人员 何雪 核验人员 张 批准人 刘金维
编制日期 2025.5.21 核验日期 2025.5.21 批准日期 2025.5.21