

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

山东志信能源装备科技有限公司

2026 年 5 月

生态环境部监制

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：山东志信能源装备科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：山东省济南市长清区经济开发区南园志信大道 001 号

邮政编码：250301

联系人：史庆龙

电子邮箱：@qq.com

联系电话：





# 营业执照

统一社会信用代码

913701026846887493

扫描二维码了解更多登记、备案、许可、监管信息，体验更多应用服务。



(副本) 1-1



名称 山东丹波尔环境科技有限公司  
类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

法定代表人 苏冬梅

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）

注册资本 叁佰万元整

成立日期 2009年04月24日

住所 山东省济南市市中区六里山街道英雄山路129号祥泰广场项目1号商务办公楼1303



登记机关

2025年06月16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:	[REDACTED]
性别:	女
出生年月:	1989年11月
批准日期:	2021年05月30日
管理号:	[REDACTED]



中华人民共和国生态环境部



中华人民共和国人力资源和社会保障部

验真码: JNRS39ca18e62d77075a

附: 参保单位全部(或部分)职工参保明细(2025年12至2026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	202512-202605	
2	刘影		失业保险	202512-202605	
3	刘影		工伤保险	202512-202605	

打印流水号: 370193012605110ZV74060

系统自助: 6485314

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: JNRS39ca18fccd9a8a80

证明编号: 370193012605176UP74522

姓名	耿金磊	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
工伤保险	202512-202605		6
企业养老	202512-202605		6
失业保险	202512-202605		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)

2026年05月17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	山东志信能源装备科技有限公司				
法人代表	刘志	联系人	史庆龙	联系电话	
注册地址	山东省济南市长清区经济开发区南园志信大道 001 号				
项目建设地点	公司生产车间北墙中间偏西位置				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)	80	项目环保投资 (万元)	20	投资比例 (环保投资/总投资)	25%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m <sup>2</sup> )	58.5 (探伤室)
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他	/				

## 1 项目概述

### 1.1 公司简介

山东志信能源装备科技有限公司成立于 2020 年 5 月 7 日，注册地位于山东省济南市长清区经济开发区南园志信大道 001 号，法定代表人为刘志。经营范围包括节能环保设备的技术开发、销售；中、低压容器的销售；锅炉及配件、换热器、热网加热器、高低压配电柜、自动化控制柜、水处理设备、供水设备、中央空调及配件、机械设备、水泵及配件、阀门、

管件、水箱、机电设备、消防设备、五金产品、电子产品、仪器仪表、水暖器材、电线电缆、换热机组、供水设备的制造、安装、维修；通风采暖设备设计、安装、维修；射线防护工程、核医学工程、电磁屏蔽工程、医用净化工程、医用中心供氧工程、污水处理工程施工以及其他按法律、法规、国务院决定等规定未禁止和无需经营许可的项目。

## 1.2 拟建项目概况

为满足生产需求，保证公司生产的压力容器质量，公司拟在生产车间北墙中间偏西位置（探伤室南侧 3m 区域位于生产车间内，其他区域位于生产车间外）新建一处 X 射线探伤工作场所，包括探伤室、操作室、评片室、暗室及危废暂存间等。拟购置并使用 1 台 X 射线探伤机，用于固定（室内）场所无损检测。不进行探伤检测时，X 射线探伤机在探伤室内储存。

依据国家有关射线装置分类办法，X 射线探伤机属于 II 类射线装置，核技术利用活动类型与范围属使用 II 类射线装置。

本次属公司首次开展核技术利用建设项目。本次评价涉及的射线装置参数见表 1-1。

表 1-1 本次评价涉及的 X 射线探伤机情况一览表

型号	生产厂家	数量	最大管电压	最大管电流	类别	工作场所	备注
XXH-3005	待定	1 台	300kV	5mA	II	探伤室	无损检测 周向

本项目 X 射线探伤机用于固定探伤作业，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

为满足生产需求，保证公司生产的压力容器质量，公司建设 X 射线探伤机及探伤室应用项目；通过 X 射线探伤机通电产生的 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压力容器焊缝处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，从而确保公司生产的压力容器质量。

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”中的使用 II 类射线装置，应编制环境影响报告表。

受山东志信能源装备科技有限公司的委托，山东丹波尔环境科技有限公司对 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 项目周边环境及选址情况

### 2.1 周边环境

山东志信能源装备科技有限公司位于山东省济南市长清区经济开发区南园志信大道 001 号。公司南侧为道路及农田，东侧、北侧及西侧均为农田。本项目所在地理位置见图 1-1，周边关系影像见图 1-2，公司厂区总平面布置见图 1-3。

本项目拟建探伤室位于公司生产车间北墙中间偏西侧。本项目拟建探伤室实体屏蔽边界周围 50m 范围内，南侧依次为公司生产车间、公司厂区内道路，东侧依次为公司生产车间、公司厂区内道路、仓库、办公楼，北侧依次为拟建操作间/评片室、拟建暗室、拟建危废暂存间、公司厂区内道路、公司厂区外农田，西侧依次为公司厂区内道路、计划拆除板房、卫生间、公司储备用地、养殖看护房。

### 2.2 场址选址合理性分析

根据济南市长清区人民政府归德街道办事处出具的证明文件，厂区土地用地性质为建设用地（证明文件见附件三）。本项目建设于公司厂区内部，不新增用地，用地性质符合要求。经现场勘查，探伤室拟建区域相对独立，周围无关人员较少，评价范围内无居住区、学校等人员密集区，邻接无不利因素。同时依据工件的生产流程，探伤室拟建位置便于上下游衔接。

根据下文分析，本项目拟建探伤室四周墙体、防护门及通风口外 30cm 处辐射剂量率低于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  的剂量率参考控制水平；拟建探伤室室顶外 30cm 处辐射剂量率低于  $100 \mu\text{Sv/h}$  的剂量率参考控制水平；辐射工作人员、探伤室周围相邻区域公众成员以及周围环境保护目标处公众所受年辐射剂量均满足本评价采用的辐射工作人员及公众年剂量约束值分别不超过  $2.0\text{mSv}$  和  $0.1\text{mSv}$  的管理要求。综上，本项目选址基本合理。

## 3 产业政策符合性分析

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。经查《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于鼓励类、限制类和淘

# 长清区地图

山东省标准地图

县(市、区)·基本要素版



审图号:鲁SG(2025)084号

山东省自然资源厅监制 山东省地图院编制

图 1-1 项目所在地理位置示意图



图 1-2 项目周边关系影像图

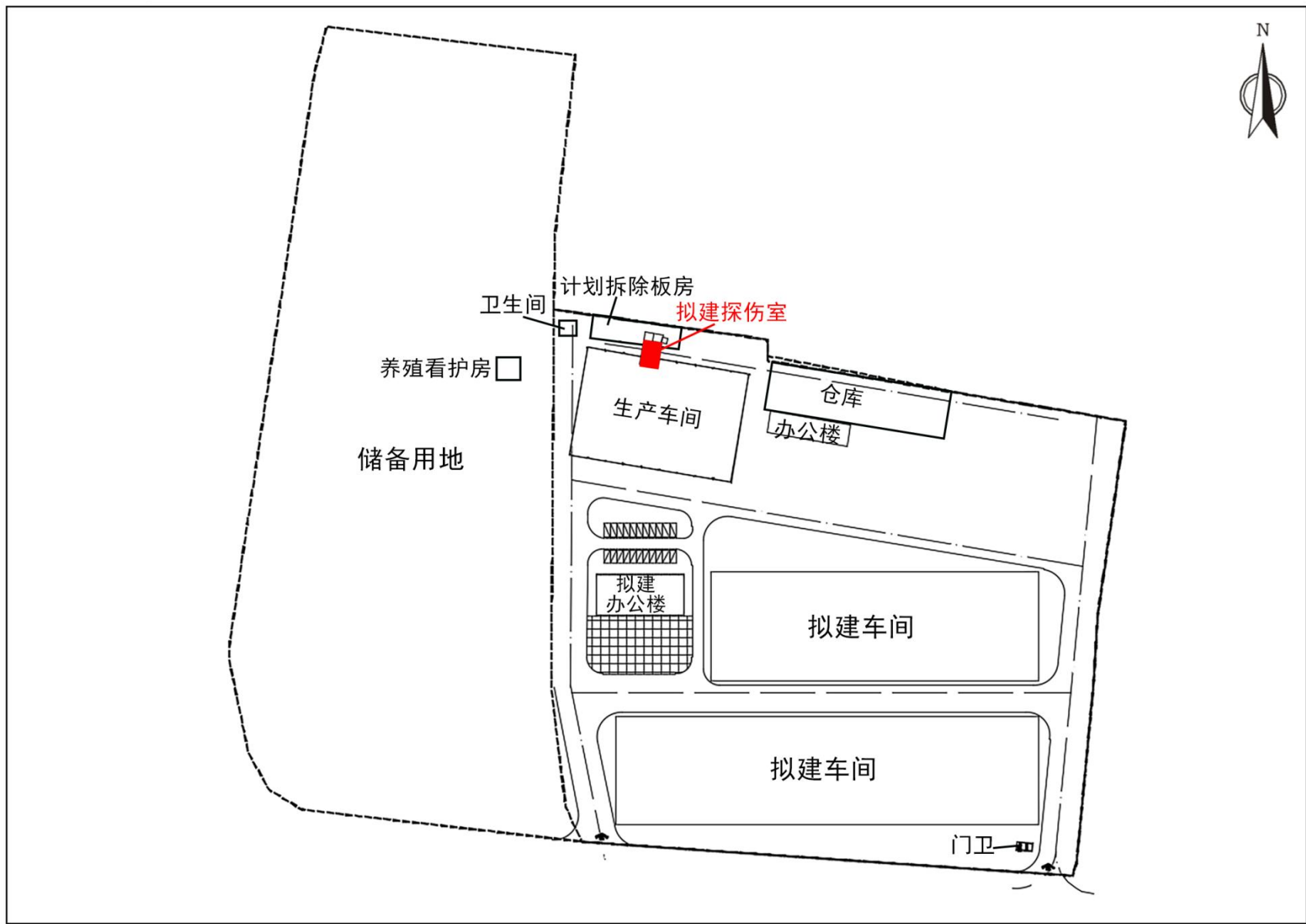


图 1-3 公司厂区总平面布置示意图

汰类，属于国家允许建设的项目，符合产业政策。

#### 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测，可检测产品的缺陷有利于提高公司的生产技术和产品质量，具有较好的经济效益。同时根据下文分析，本项目采取的辐射安全防护措施能够确保探伤室周围辐射剂量率水平和人员受照剂量控制在标准范围内；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）中的辐射防护“实践正当性”的要求。

表 2 射线装置

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
X 射线探伤机	II 类	1 台	XXH-3005	300	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	/	/	/	200kg	/	暂存在危废暂存间内	交由有相应资质的危废处置单位处置
废胶片	固态	/	/	/	91kg	/		
非放射性气体	气态	/	/	少量	少量	/	/	通过通风口排至探伤室西侧外环境

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/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2、含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 4 评价依据

法 规 文 件	<ol style="list-style-type: none"> <li>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，2015. 1. 1 施行）</li> <li>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 24 号，2018. 12. 29 施行）</li> <li>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 6 号，2003. 10. 1 施行）</li> <li>4. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（中华人民共和国主席令第 31 号，2020. 9. 1 施行）；</li> <li>5. 《建设项目环境保护管理条例（2017 修订）》（国务院令第 682 号，2017. 10. 1 施行）</li> <li>6. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号，2005. 12. 1 施行；2014. 7. 29 第一次修订；2019. 3. 2 第二次修订）</li> <li>7. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，2006. 3. 1 施行；2008. 12. 6 第一次修订；2017. 12. 20 第二次修订；2019. 8. 22 第三次修订；2021. 1. 4 第四次修订）</li> <li>8. 《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. 5. 1 施行）</li> <li>9. 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号公布，2021. 1. 1 施行）</li> <li>10. 《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. 12. 5 施行）</li> <li>11. 《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，2025. 1. 1 施行）</li> <li>12. 《危险废物转移管理办法》（生态环境部、公安部、交通运输部令第 23 号，2022. 1. 1 施行）</li> <li>13. 《山东省环境保护条例》（山东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议通过，2018. 11. 30 修订，2019. 1. 1 施行）</li> <li>14. 《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. 5. 1 施行）</li> </ol>
------------------	---

<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</li> <li>2. 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）</li> <li>3. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）</li> <li>4. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及修改单</li> <li>5. 《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）</li> <li>6. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</li> <li>7. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</li> <li>8. 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）</li> </ol>
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 山东志信能源装备科技有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响评价委托书；</li> <li>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）；</li> <li>3. 山东志信能源装备科技有限公司提供的有关技术资料</li> </ol>

## 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 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）规定要求：“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”。

本项目探伤室评价范围为探伤室四周屏蔽体外 50m 的范围。

### 5.2 保护目标

本项目保护目标为辐射工作人员，以及评价范围内的公众人员。

拟建探伤室西侧原有板房计划拆除，且西侧卫生间无工作人员长期滞留，因此不作为保护目标。

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

保护目标		人数	方位	距离 (距探伤室)	特征描述
辐射工作人员	职业人员	2 人	探伤室北侧	紧邻	单层，砖混结构
公众成员	公司办公楼	约 10 人	探伤室东南侧	42m	两层，彩钢板结构
	公司仓库	约 5 人	探伤室东侧	35m	单层，彩钢板结构
	养殖看护房	约 2 人	探伤室西南侧	49m	单层，彩钢板结构
	其他公众成员	—	探伤室四周	50m 范围内	探伤检测期间周围经过的人员

### 5.3 评价标准

#### 5.3.1 职业照射和公众照射

职业照射和公众照射参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中附录 B 规定：

B1 剂量限值：

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 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（但不可作任何追溯性平均），20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

## B1.2 公众照射

### B1.2.1 剂量限值

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。

本次评价以上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/10（2.0mSv）作为职业人员的年管理剂量约束值；以公众照射年有效剂量限值的 1/10（0.1mSv）作为公众成员的年管理剂量约束值。

## 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）中要求：

### 6.1 探伤室放射防护要求

#### 6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

(a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100  $\mu$  Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5  $\mu$  Sv/周。

(b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5  $\mu$  Sv/h。

#### 6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

(b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100  $\mu$  Sv/h。

综合考虑，本次评价以 2.5  $\mu$  Sv/h 作为探伤室四周墙体、防护门及通风口外 30cm 处各关注点的剂量率参考控制水平；同时探伤室室顶人员无法到达，取 100  $\mu$  Sv/h 作为探伤室室顶外关注点的剂量率参考控制水平。

## 5.3.3 济南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）提供的济南市环境天然辐射水平见表 5-2。

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

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	4.43~8.08	6.26	0.77
道 路	1.84~6.88	4.12	1.40
室 内	6.54~12.94	8.94	1.91

## 表 6 环境质量和辐射现状

### 6.1 项目地理和场所位置

山东志信能源装备科技有限公司位于山东省济南市长清区经济开发区南园志信大道 001 号，本项目拟建探伤场所位于公司生产车间北墙中间偏西侧。拟建探伤室距离生产车间西边界约 20m，探伤室南侧探入生产车间 3m。

本项目踏勘现场时，拟建探伤区域及周围现状见图 6-1。

表 6-1 本项目探伤室拟建区域周围环境一览表

名称	方向	场所名称
拟建探伤室	南侧	公司生产车间、公司厂区内道路
	东侧	公司生产车间、公司厂区内道路、仓库、办公楼
	北侧	拟建操作间/评片室、拟建暗室、拟建危废暂存间、公司厂区内道路、公司厂区外农田
	西侧	公司厂区内道路、计划拆除板房、卫生间、公司储备用地、养殖看护房



拟建探伤室区域现状



拟建探伤室南侧区域现状



拟建探伤室西侧区域现状



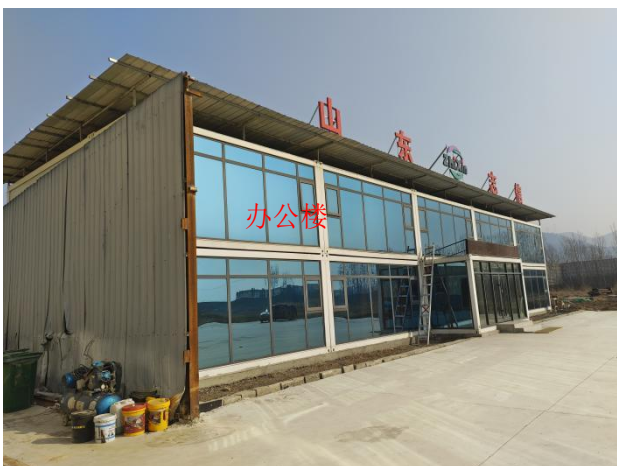
拟建探伤室东侧区域现状



拟建探伤室北侧区域现状



公司生产车间现状



公司办公楼现状



公司仓库现状


	/
养殖看护房现状	/

图 6-1 探伤室拟建区域及周围现状图（拍摄于 2026 年 1 月）

## 6.2 辐射环境现状调查

为了解本项目拟建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拟建探伤室周围及保护目标处的辐射环境现状进行检测。

1. 检测因子： $\gamma$  辐射剂量率

2. 检测点位

按照《环境  $\gamma$  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）测点布设原则，本次于探伤室拟建探伤室周围及保护目标处共布设 10 个检测点，检测点位布置见图 6-2。

3. 质量保证措施：

（1）检测单位

山东丹波尔环境科技有限公司，已通过生态环境认证，检验检测机构资质认定证书编号 221512052438。

（2）检测设备

检测仪器为 FH40G+FHZ672E-10 型便携式 X- $\gamma$  剂量率仪；内部编号 JC01-09-2013，系统主机测量范围为 10nGy/h~1Gy/h；天然本底扣除探测器测量范围为 1nGy/h~100  $\mu$ Gy/h；能量范围为 33keV~3MeV；经山东省计量科学研究院检定校准合格；检定证书编号为 Y16-20253686；检定有效期至 2026 年 12 月 22 日；校准因子为 1.17。

（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) 检测依据

《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

《环境  $\gamma$  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：2026年1月15日，天气：晴，温度：12.4℃，相对湿度：37.5%RH。

5. 检测结果

检测结果见表 6-2

表 6-2 探伤室拟建区域周围及保护目标处  $\gamma$  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#	拟建探伤室中间位置	60.1	0.8
2#	拟建探伤室东侧	60.0	0.9
3#	拟建探伤室南侧	72.1	1.4
4#	拟建探伤室西侧	59.5	1.2
5#	拟建探伤室北侧	59.6	0.8
6#	公司办公楼西墙外 1m 处	60.3	0.9
7#	公司仓库西墙外 1m 处	61.1	0.8
8#	公司卫生间东墙外 1m 处	59.3	1.0
9#	养殖看护房东墙外 1m 处	60.3	1.1
10#	公司厂区内道路	54.4	0.8

注：1. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 13.5nGy/h；  
2. 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；  
3. 除 3#点位外，其余点位均位于室外；  
4. 检测时，9#点位地面为土壤，其余点位地面均为混凝土地面。

根据表 6-1 中检测数据，本项目拟建设探伤室周围及保护目标处  $\gamma$  辐射剂量率检测结果范围为（54.4~72.1）nGy/h[（5.44~7.21） $\times 10^{-8}$ Gy/h]，处于济南市环境天然放射性水平范围内。



图 6-2 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

本项目拟建探伤场所需要开工建设，拟建探伤场所包括探伤室、操作室、暗室、评片室及危废暂存间等，为单层建筑。拟建探伤室区域原有板房后期拆除。施工期主要工作为探伤室、操作室、暗室、评片室及危废暂存间墙体的建设，辐射安全防护设施的安装，原有板房的拆除。本项目建设内容较少，施工期工艺流程及产污环节见图 7-1。施工期可能的污染因素主要为常规环境要素，主要为噪声、扬尘、施工废水、生活污水及固体废物。

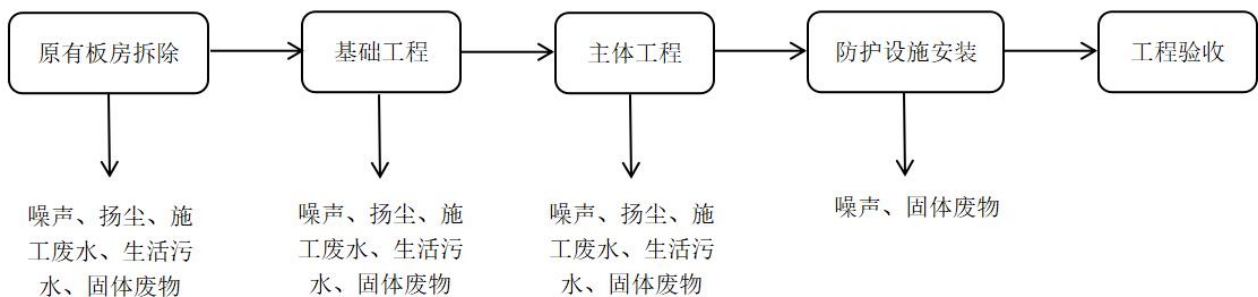


图 7-1 施工期工艺流程及产污环节图

### 7.2 运营期工程分析

本项目 X 射线探伤机主要用于检测最大长度为 4m、最大直径为 2.5m、最大壁厚为 35mm 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 7-2。



图 7-2 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韧致辐射即为 X 射线。X 射线管示意图见图 7-3。

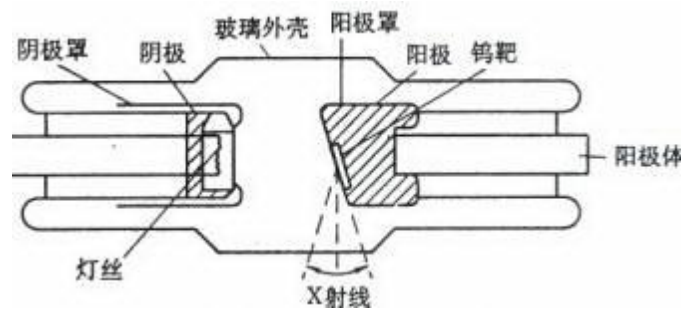


图 7-3 X 射线管示意图

### 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

型 号	生产厂家	最大管电压	最大管电流	射线管辐射角	射束	最大穿透 A3 钢
XXH-3005	待定	300kV	5mA	360° × 30°	周向	47mm

### 四、X 射线探伤机工作流程

1. 辐射工作人员佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪，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，大修后的设备重新制作曝光曲线)；
3. 将待检测工件通过轨道运至探伤室内，摆放在适当位置固定好，在待检测部位贴胶片并做标记；
4. 根据探伤要求，将探伤机摆放于工件内，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，对探件实施曝光；曝光结束后，关闭探伤机；
7. 辐射工作人员进入探伤室整理现场、关闭通风换气系统后离开；
8. 将取下的胶片送暗室进行冲洗、评片，出具探伤报告等。

X 射线探伤机主要工作流程如图 7-4 所示。

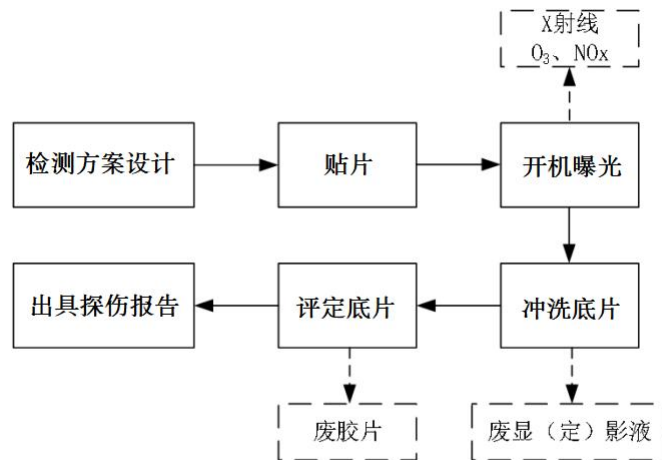


图 7-4 X 射线探伤机工作流程示意图

### 五、X 射线探伤机进行室内探伤作业时有用射束方向及探伤作业范围

探伤室内地面拟设 2 条轨道，间距为 1.2m，轨道上配有拖车，高约 0.5m，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 XXH-3005 周向型 X 射线探伤机在探伤室内进行探伤作业时，东西周向照射，探伤机移动范围通常为沿轨道轴线方向，探伤机距探伤室地面最高垂直距离为 3m，距西墙最近距离为 2.45m，距北墙最近距离为 2.2m，距东墙最近距离为 2.45m，距南墙最近距离为 1.2m，距室顶最近距离为 1.1m。本项目拟购置探伤机探伤作业范围详见图 7-5。

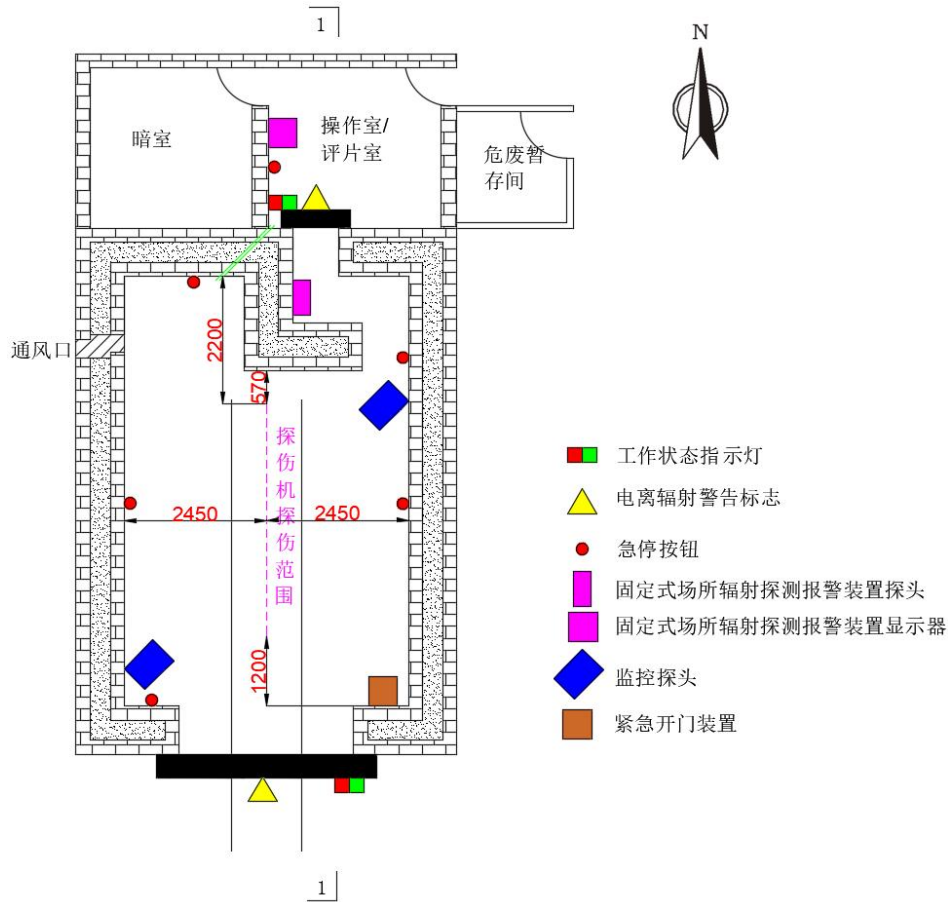


图 7-5 (a) X 射线探伤机在探伤室内探伤作业范围示意图 (平面图)

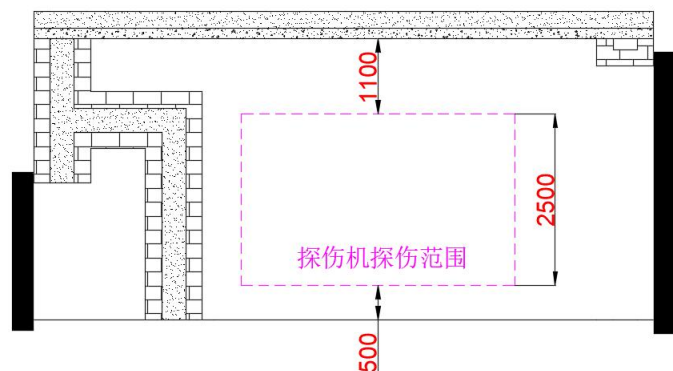


图 7-5 (b) X 射线探伤机在探伤室内探伤作业范围示意图 (1-1 剖面)

## 六、人员配备及工作负荷

根据公司提供资料，X射线探伤机每年检测工件约2000个，根据探伤工件的情况，每个工件曝光一到两次，每次曝光时间最多为3min，则年累计曝光时间约200h；每个探伤工件拍2至5张片子不等，每年最多拍10000张片子。

探伤机长时间不使用或初次使用需要训机，本项目探伤机年训机曝光时间不超过20h，则本项目年曝光时间约为220h。

公司计划配备3名辐射工作人员，其中拟配备1名本科学历的工作人员专职负责本项目辐射安全管理工作，2名操作人员专职从事本项目探伤检测。

## 7.3 污染源项描述

### 一、建设阶段的污染源项

本项目建设阶段的污染源项主要是探伤室建设过程及原有板房拆除中产生的施工扬尘、施工噪声、废水、固体废物等。

#### 1. 施工扬尘

本项目在建设阶段需进行混凝土浇筑、墙体砌筑、辐射防护设施安装、原有板房拆除等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。

#### 2. 施工噪声

施工噪声主要为施工机械运转时的噪声以及建筑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。

#### 3. 废水

废水主要是施工废水和施工人员产生的生活废水。

#### 4. 固体废物

固体废物主要是建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。

综上分析，本项目建设阶段环境影响评价的评价因子主要为施工扬尘、施工噪声、施工废水和生活污水、生活垃圾和建筑垃圾。

### 二、运行阶段的污染源项

本项目运行阶段不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物，运行阶段的污染源项主要是X射线、非放射性有害气体、危险废物。

#### 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. 非放射性有害气体

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有害气体，主要为臭氧(O<sub>3</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)。

## 3. 危险废物

拍片、洗片过程拟在公司提供场所内进行，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，公司拟交由有资质的单位处置。

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

## 表 8 辐射安全与防护

### 8.1 项目安全设施

#### 8.1.1 工作场所布局及分区情况

##### 一、工作场所布局情况

本项目探伤场所包括探伤室、操作室、评片室、暗室及危废暂存间等，探伤室布置在南侧，辅助房间操作室、评片室、暗室和危废暂存间布置在北侧。探伤室南侧设置工件进出防护门，探伤室北侧设置人员进出防护门，防护门的设计便于工件进出和人员进出。

根据建设单位提供资料，本项目操作位位于探伤室北侧，本项目探伤室使用周向探伤机时，主射束东西周向照射，周向探伤机辐射角为  $360^{\circ} \times 30^{\circ}$ ，探伤机距探伤室东墙及西墙的距离均为 2.45m， $2.45 \times \tan 15^{\circ} = 0.66\text{m}$ ，该距离小于探伤机距探伤室北墙的最近距离（2.2m），操作位不受主射束影响。

综上，本项目探伤室布局合理。

拟建探伤室场所平面及剖面布置见图 8-1。

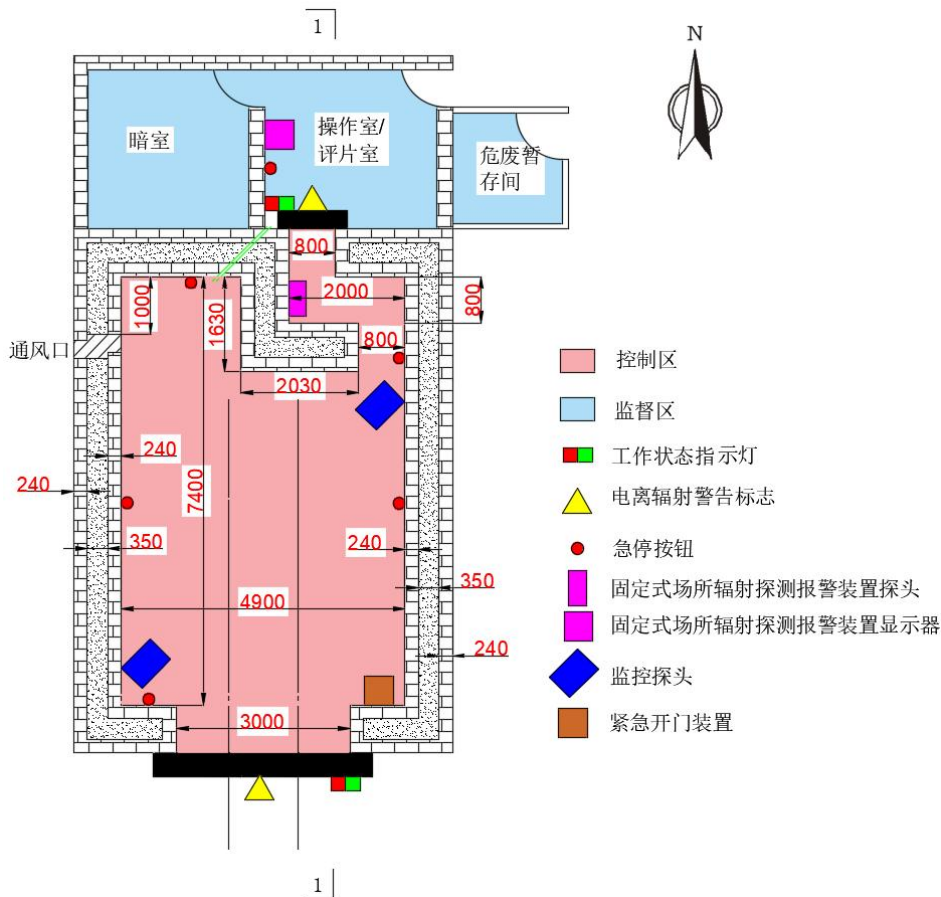


图 8-1 (a) 拟建探伤场所平面布置示意图（单位：mm）

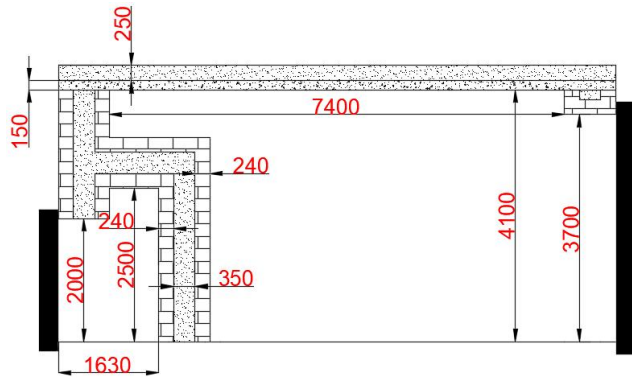


图 8-1 (b) 拟建探伤室 1-1 剖面示意图 (单位: mm)

## 二、探伤室分区情况

公司拟对探伤室进行分区管理,划分为控制区和监督区;其中探伤室划分为控制区,探伤室周围暗室、操作室、评片室、危废暂存间划分为监督区;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,分区划分示意图见图 8-1 (a)。

### 8.1.2 探伤室辐射防护屏蔽设计情况

探伤室设计尺寸、容积及屏蔽参数详见表 8-1。

表 8-1 探伤室设计尺寸、容积及屏蔽参数一览表

名称	设计参数
探伤室尺寸(长×宽×高)	探伤室(内径): 7.4m(南北)×4.9m(东西)×4.1m
探伤室面积	36.26m <sup>2</sup> (含迷道面积)
探伤室容积	148.666m <sup>3</sup> (含迷道容积)
四周墙体屏蔽材质及厚度	240mm 红砖+350mm 硫酸钡砂+240mm 红砖
室顶屏蔽材质及厚度	150mm 混凝土+250mm 硫酸钡砂
迷道屏蔽材质及厚度	240mm 红砖+350mm 硫酸钡砂+240mm 红砖
迷道尺寸(长×宽×高)	东西长 2.0m, 南北宽 0.8m, 高 2.5m
门洞尺寸(宽×高)	大防护门门洞(宽×高): 3m×3.7m 小防护门门洞(宽×高): 0.8m×2m
防护门	大防护门尺寸(宽×高): 3.8m×4.1m; 位于探伤室南墙, 铅钢混合结构, 防护能力 25mmPb; 小防护门尺寸(宽×高): 1.2m×2.3m; 位于探伤室东墙, 铅钢混合结构, 防护能力 7mmPb
操作位	操作位位于探伤室北墙外操作室内

探伤室的大防护门为下沉式电动推拉防护门,防护门与洞口搭接处间隙 8mm~10mm,其上、下、左、右与四周墙壁的搭接量分别为 200mm、200mm、400mm、400mm,搭接宽度与缝隙比例均不小于 10:1。小防护门为下沉式手动推拉防护门,防护门与洞口搭接处间隙 8mm~10mm,其上、下、左、右与四周墙壁的搭接量分别为 150mm、150mm、200mm、200mm,搭接宽度与缝隙

比例均不小于 10:1。

### 8.1.3 辐射安全防护措施

1. 本项目大、小防护门均设计有门-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。防护门内侧设有紧急开门装置，可方便探伤室内人员在紧急情况下开门离开。

2. 本项目探伤室大、小防护门门口和内部设计有能够显示“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；公司拟于探伤室内外醒目位置张贴对两种信号意义的说明。

3. 公司拟在探伤室内室顶东北角及西南角安装监视装置，拟在生产车间西北侧安装监视装置，在操作室的操作台设计专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动、大防护门的关闭及探伤设备的运行情况。

4. 本项目大、小防护门外设计有电离辐射警告标识和中文警示说明。

5. 本项目探伤室内北墙西段、西墙中间、南墙西段、东墙中间、迷道口及操作位共设计有 6 处急停开关，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. 本项目探伤室西墙北侧上方位置设计有一处方形通风口，通风口距探伤室北墙 1m，距探伤室地面 3.5m；通风口尺寸约 0.3m×0.3m。拟在通风口内安装机械排风装置，在通风口安装 20mmPb 的铅防护罩，使探伤室内的废气通过通风口排至探伤室西侧外环境。探伤室机械排风装置有效通风换气量约 600m<sup>3</sup>/h，探伤室净容积 148.666m<sup>3</sup>，通风换气次数大于 3 次/h，探伤室西侧为公司厂区内道路，日常无人居留，且周围非人员密集区。

7. 本项目探伤室拟配置固定式场所辐射探测报警装置。

8. 本项目拟配备 3 名辐射工作人员，其中 2 名职业人员。拟配备 1 台辐射巡检仪及 2 部个人剂量报警仪，并定期对检测仪器进行检定/校准，取得相应证书。可满足探伤工作要求。

9. 管线口拟设置在探伤室北侧的墙体下方，U 形穿墙。

### 8.1.4 探伤机的退役

当 X 射线探伤机不再使用，应实施退役程序。将 X 射线发生器处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构或单位，按照要求办理相关手续，并清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

### 8.1.5 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,拟委托有相应危废处置资质的单位处置,对危险废物实行联单管理和台账管理。

公司拟在探伤室北墙外东段建设一处危废暂存间,本项目探伤过程中产生的废胶片、废显(定)影液属于危险废物,于该危废暂存间内进行贮存。危废暂存间内拟配备废液桶及废胶片箱,项目产生的废显(定)影液暂存于专用废液桶内,桶下拟设置防水托盘,废胶片暂存于危废暂存间的废胶片箱内。

为保证暂存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,公司拟采取以下措施:

①本项目拟建危废暂存间具备防风、防晒、防雨能力,用作危废暂存间房间地面拟采用20cm厚C25P8抗渗商砼硬化,具备防漏、防渗及防腐等能力,且危险废物不露天堆放;

②公司拟对危险废物设置贮存分区,分为“HW16废胶片”“HW16废显(定)影液”;

③危废暂存间地面、墙面裙脚和墙体等拟采取基础防渗措施;

④公司拟采取技术和管理措施防止无关人员进入;

⑤公司明确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、特性不明的不存入危废暂存间;



⑥公司拟按照国家有关标准和规定建立危险废物管理台账并保存;

⑦公司拟根据贮存的废物种类和特性按照《危险废物识别标志设置技术规范》HJ1276-2022设置标志;

⑧危废暂存间拟采用双人双锁管理。

根据《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)的要求,公司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。危险废物贮存设施标志及危险废物标签说明详见表8-1。

表 8-1 危险废物贮存设施标志及危险废物标签说明

图例	说明
	<p>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；</p> <p>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；</p> <p>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；</p> <p>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。</p>
	<p>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；</p> <p>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；</p> <p>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。</p>

本项目危险废物产生较少，公司拟根据废（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，拟对危险废物实行联单管理和台账管理。公司拟委托具备危废运输资质的单位进行运输。公司计划在项目运行后尽快与危废处置单位签订危废处置协议。

综上所述，危险废物将得到妥善处置，不会对周围环境造成影响。

## 8.2 三废的治理

1. X 射线探伤机运行时产生的非放射性有害气体主要靠通风换气来控制，探伤室拟设置通

风换气系统,设计通风量为 $600\text{m}^3/\text{h}$ ,每小时通风换气次数大于3次,通风口尺寸为 $0.3\text{m}\times 0.3\text{m}$ ,位于探伤室西墙北侧上方位置,探伤室西墙外为厂区内道路,避开了人员活动密集区。非放射性有害气体通过通风口排至探伤室西侧外环境,人员很少驻留,能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)6.1.10款“探伤室应设置机械通风装置,排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。”的要求。

2. 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。公司拟建危险废物暂存间位于探伤室北墙外东段,该危废暂存间建成后,本项目探伤过程中产生的废胶片、废显(定)影液依托该危废暂存间进行贮存。危废暂存间具备防风、防雨、防晒、防渗等功能,其外设计有规范的警示标志。公司拟对危险废物实行联单管理和台账管理,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。总之,危险废物可以得到妥善处置,不会对周围环境造成影响。

## 表 9 环境影响分析

### 9.1 建设阶段对环境的影响

本项目建设阶段主要包括探伤室、操作室、评片室、暗室及危废暂存间等房间的建造，辐射安全防护设施的安装等。

#### 一、扬尘影响分析

施工期的扬尘主要来自于探伤室等房间材料运输、装卸、安装等过程。在施工期间对施工场地定期增湿、可有效减少扬尘量，对周围环境的影响很小。

#### 二、噪声影响分析

施工期的噪声主要为施工过程中各类机械作业产生的机械噪声，选用低噪声的机械设备，合理安排施工时间和工序，并注意维护保养情况下，可有效降低机械噪声。

由于施工噪声影响持续时间较短，施工结束噪声即消失，且施工均在现有厂区内。只要施工单位做到文明施工，合理安排施工时间和工序，高噪声施工机械避免夜间施工，工程施工噪声对周边环境的影响较小。

#### 三、废水排放分析

施工期污水主要为施工废水和施工人员产生的生活污水。施工废水汇集入沉淀池充分沉淀后，上清水重复利用，淤泥集中堆放后期用作回填土。施工人员生活污水经厂区内化粪池收集处理后经市政管网排入污水处理厂。施工废水和施工人员产生的生活污水可得到妥善处理，对周围环境的影响较小。

#### 四、固体废物影响分析

施工期间固体废物主要为建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。将建筑垃圾进行分类收集，尽量回收其中尚可利用的部分建筑材料，对没有利用价值的废弃物运送到环卫部门指定地点。施工人员产生的生活垃圾依托厂区现有垃圾收集设施，由环卫部门定期清运。施工期产生固体废物可得到妥善处置和综合利用，对周围环境的影响较小。

综上所述，本项目施工期对周围环境的影响是小范围和短暂的。随着施工期的结束，对环境的影响也逐步消失。

### 9.2 运行阶段对环境的影响

本次评价采用理论计算的方法预测分析 X 射线探伤机对周围环境的影响。

#### 9.2.1 辐射环境影响评价

根据公司提供的资料，本项目周向探伤机在探伤室内移动范围为一条线段，南北长 4m，高 0.5~3m。探伤机距北墙、小防护门、西墙、南墙、大防护门、东墙及室顶的最近距离分别为 2.2m、3.03m、2.45m、1.2m、2.03m、2.45m、1.1m；探伤机最大管电压 300kV，最大管电流 5mA，辐射角为  $360^{\circ} \times 30^{\circ}$ ，东西周向照射，故探伤室东墙、室顶及西墙受有用线束照射；探伤机距探伤室室顶的最远距离为 3.6m， $3.6 \times \tan 15^{\circ} = 0.96\text{m}$ ，该距离小于探伤机距探伤室南墙、大防护门、北墙的最近距离，故探伤室南墙、大防护门、北墙及小防护门均受散射、漏射线照射。探伤室地下为土层，不再考虑其辐射影响。综上，XXH-3005 型周向探伤机在探伤室内开机照射时，东墙、室顶及西墙受有用线束照射，南墙、大防护门、北墙及通风口均受散射、漏射线照射。

选取最不利的情况计算预测点所受影响。

### 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、防护门外 30cm 处及保护目标处布设预测点，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、防护门、通风口外 30cm 处均设置预测参考点；2. 预测参考点到靶点距离取最近距离。

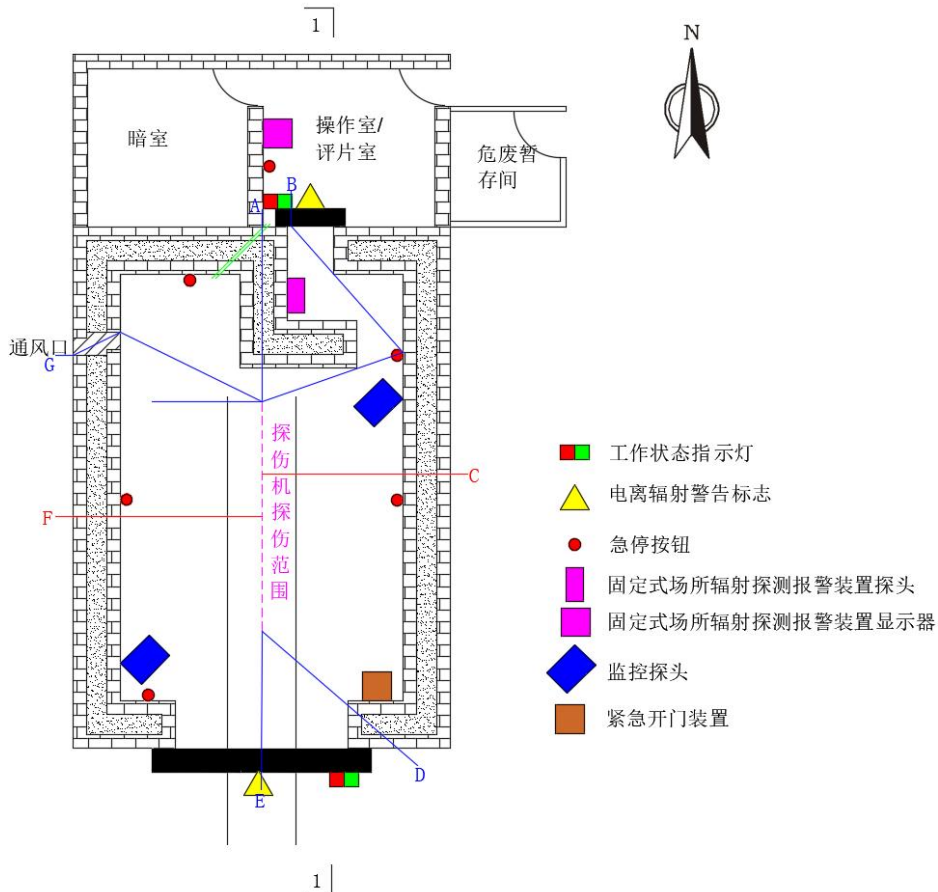


图 9-1 (a) 探伤室平面预测点示意图

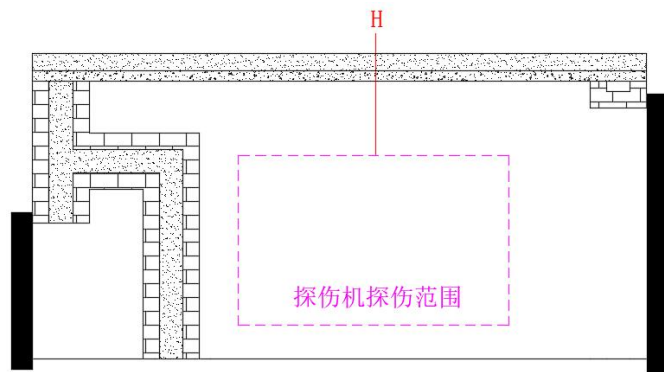


图 9-1 (b) 探伤室 1-1 剖面预测点示意图

## 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/T250-2014), 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:

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

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以  $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$  为单位的值乘以  $6 \times 10^4$ 。

$B$ ——屏蔽透射因子；

$R$ ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

(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，与  $TVL$  取相同的单位。

$TVL$ ——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：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 9-3})$$

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）；

$\dot{H}_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）。

(4) 关注点的散射辐射剂量率计算公式：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (\text{式 9-4})$$

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以  $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$  为单位的值乘以  $6 \times 10^4$ ；

$B$ ——屏蔽透射因子；

$F$  ——  $R_0$  处的辐射野面积，单位为平方米 ( $m^2$ )；

$\alpha$  —— 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。

$R_0$  —— 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)

### 三、主要预测参数选取

参照标准 GBZ/T250-2014，X 射线管电压为 300kV、3mm 铝滤过条件下，X 射线输出量为  $20.9mGy \cdot m^2 / (mA \cdot min)$ 。

X 射线管电压为 300kV 时，X 射线在铅、混凝土中半值层厚度分别为 5.7mm、100mm；铅的密度为  $11.3t/m^3$ 、混凝土的密度为  $2.35t/m^3$ 。引用“ICPR33”中相关资料，红砖的密度为  $1.9t/m^3$ 。

本项目探伤室四周墙体均使用“红砖+硫酸钡砂+红砖”的材质，室顶使用“混凝土+硫酸钡砂”的材质，其中硫酸钡砂的密度为  $3.8t/m^3$ ，则 35cm 硫酸钡砂相当于 56.6cm 混凝土，25cm 硫酸钡砂相当于 40.4cm 混凝土，24cm 红砖相当于 19.4cm 混凝土。

X 射线管电压为 300kV 时，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率取  $5000 \mu Sv/h$ 。

原始 X 射线能量为 300kV 时，X 射线  $90^\circ$  散射辐射最高能量为 200kV，其在铅、混凝土中半值层厚度分别为 1.4mm、86mm。

X 射线探伤机圆锥束中心轴和束边夹角为  $15^\circ$  时， $R_0^2 / (F \cdot \alpha)$  的值约为  $R_0^2 / [\pi (R_0 \times \tan 15^\circ)^2 \times (1.9 \times 10^{-3} \times 10000 / 400)] \approx 93.34$ 。

### 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	防护能力	屏蔽透射因子	靶点至预测点最近距离 (m)	辐射剂量率 ( $\mu Sv/h$ )
C(探伤室东墙外 30cm 处)	5mA	$20.9mGy \cdot m^2 / (mA \cdot min)$	240mm 红砖+350mm 硫酸钡砂+240mm 红砖	$10^{-[(194+566+194)/100]}$	3.58 <sup>①</sup>	$1.41 \times 10^{-4}$
F(探伤室西墙外 30cm 处)	5mA	$20.9mGy \cdot m^2 / (mA \cdot min)$		$10^{-[(194+566+194)/100]}$	3.58 <sup>②</sup>	$1.41 \times 10^{-4}$
H(探伤室室顶外 30cm 处)	5mA	$20.9mGy \cdot m^2 / (mA \cdot min)$	150 混凝土+250mm 硫酸钡砂	$10^{-[(150+404)/100]}$	1.5 <sup>③</sup>	8.04

注：① 3.58m：距东墙外预测点的距离为靶点距东墙的最短距离

+0.24+0.35+0.24+0.3=2.45+0.24+0.35+0.24+0.3=3.58m;

② 3.58m : 距西墙外预测点的距离为靶点距西墙的最近距离+0.24+0.35+0.24+0.3=2.45+0.24+0.35+0.24+0.3=3.58m;

③ 1.5m : 距室顶外预测点的距离为靶点距室顶的最近距离+0.15+0.25+0.3=1.1+0.15+0.25+0.3=1.5m。

根据上表可知,拟建探伤室东西墙外预测点处的辐射剂量率为  $1.41 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ , 低于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  的剂量率参考控制水平; 室顶外预测点处的辐射剂量率为  $8.04 \mu\text{Sv/h}$ , 低于  $100 \mu\text{Sv/h}$  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	防护能力	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 红砖+350mm 硫酸钡砂+240mm 红砖	$10^{-[(194+566+194)/100]}$	3.33 <sup>①</sup>	$1.30 \times 10^{-7}$
B 点 (小防护门外 30cm 处)		240mm 红砖+350mm 硫酸钡砂+240mm 红砖	$10^{-[(194+566+194)/100]}$	3.33 <sup>②</sup>	$1.30 \times 10^{-7}$
D 点 (探伤室南墙外 30cm 处)		240mm 红砖+350mm 硫酸钡砂+240mm 红砖	$10^{-[(194+566+194)/100]}$	2.33 <sup>③</sup>	$2.66 \times 10^{-7}$
E 点 (大防护门外 30cm 处)		25mmPb	$10^{-(25/5.7)}$	2.33 <sup>④</sup>	0.04

注: ①3.53m: 距北墙外预测点的距离为靶点距北墙的最近距离 (忽略迷道墙体厚度)+0.24+0.35+0.24+0.3=2.2+0.24+0.35+0.24+0.3=3.33m。

②3.33m: 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 (忽略小防护门的厚度)+0.3=3.03+0.3=3.33m。

③2.33m: 距南墙外预测点的距离为靶点距南墙的最近距离+0.24+0.35+0.24+0.3=1.2+0.24+0.35+0.24+0.3=2.33m。

④2.33m: 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 (忽略大防护门的厚度)+0.3=2.03+0.3=2.33m。

### (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	防护能力	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)	5mA	20.9mGy·m <sup>2</sup> (mA·min)	240mm 红砖+350mm 硫酸钡砂+240mm 红砖	$10^{-[(194+566+194)/86]}$	3.33 <sup>①</sup>	$4.89 \times 10^{-8}$
B 点(小防护门外 30cm 处)			7mmPb	$10^{-(7/1.4)}$	3.33 <sup>②</sup>	0.06
D 点(探伤室南墙外 30cm 处)			240mm 红砖+350mm 硫酸钡砂+240mm 红砖	$10^{-[(194+566+194)/86]}$	2.33 <sup>③</sup>	$9.99 \times 10^{-8}$
E 点(大防护门外 30cm 处)			25mmPb	$10^{-(25/1.4)}$	2.33 <sup>④</sup>	$1.72 \times 10^{-14}$

注：①3.33m：距北墙外预测点的距离为散射体距北墙的最近距离（忽略迷道墙体厚度）+0.24+0.35+0.24+0.3=2.2+0.24+0.35+0.24+0.3=3.33m。

②3.33m：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（忽略小防护门的厚度）+0.3=3.03+0.3=3.33m。

③2.33m：距南墙外预测点的距离为散射体距南墙的最近距离+0.24+0.35+0.24+0.33=1.2+0.24+0.35+0.24+0.3=2.33m。

④2.33m：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（忽略大防护门的厚度）+0.3=2.03+0.3=2.33m。

⑤小防护门外散射辐射剂量率保守按照一次散射进行计算。

### (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)	$1.30 \times 10^{-7}$	$4.89 \times 10^{-8}$	$1.79 \times 10^{-7}$
B 点(小防护门外 30cm 处)	$1.30 \times 10^{-7}$	0.06	0.06
D 点(探伤室南墙外 30cm 处)	$2.66 \times 10^{-7}$	$9.99 \times 10^{-8}$	$3.65 \times 10^{-7}$
E 点(大防护门外 30cm 处)	0.04	$1.72 \times 10^{-14}$	0.04

根据上表可知，拟建探伤室北墙、小防护门、南墙、大防护门外剂量率最大为 0.06 μSv/h，低于 2.5 μSv/h 的剂量率参考控制水平。

### 3. 通风口外剂量率

探伤室拟设置的通风口位于西墙北侧上方，距北墙约 1m、距地面约 3.5m，尺寸为 30cm×30cm，通风口拟设置不小于 20mmPb 铅防护罩。

探伤机距通风口南北方向水平距离最近为 0.9m，探伤机距探伤室西墙的距离为 2.45m，

$2.45 \times \tan 15^\circ = 0.66\text{m}$ ，该距离小于探伤机距通风口南北方向水平距离，故通风口不受主射束照射。

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处最近距离约为 2.61m、垂直方向上距通风口处最近距离为 0.5m，则探伤机距通风口处最近距离为 2.66m，探伤机距通风口外 30cm 处最近距离约为  $2.66 + 0.24 + 0.35 + 0.24 + 0.3 = 3.79\text{m}$ 。辐射路径斜剖图详见图 9-2。

### (1) 泄漏辐射

根据公式 9-2 和公式 9-3，计算得到通风口外 30cm 处泄漏辐射剂量率为  $5000 \times 10^{-(20/5.7)} \div 3.79^2 = 0.11 \mu\text{Sv/h}$ 。

### (2) 散射辐射

通风口处散射辐射影响保守按一次散射进行计算，根据公式 9-2 和公式 9-4，计算得到通风口外 30cm 处散射辐射剂量率为  $5 \times 20.9 \times 60000 \times 10^{-(20/1.4)} \times (1/93.34) / 3.79^2 = 2.42 \times 10^{-11} \mu\text{Sv/h}$ 。

### (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  $0.11 \mu\text{Sv/h}$ 。

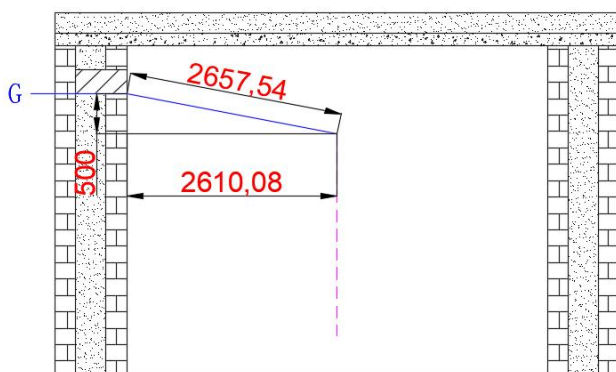


图 9-2 探伤室通风口辐射路径示意图（斜剖图，单位：mm）

### 4. 天空反散射辐射影响

由表 9-4 可知，XXH-3005 周向型 X 射线探伤机在最大管电压 300kV、最大管电流 5mA 进行探伤作业时，探伤室室顶外 30cm 处的剂量率为  $8.04 \mu\text{Sv/h}$ ，远小于室顶外 30cm 处辐射剂量率目标控制值  $100 \mu\text{Sv/h}$ ，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、防护门及通风口外预测点辐射剂量率评价

探伤室四周墙体、室顶、防护门及通风口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、防护门及通风口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)	$1.79 \times 10^{-7}$	2.5	是
B点(小防护门外 30cm 处)	0.06	2.5	是
C(探伤室东墙外 30cm 处)	$1.41 \times 10^{-4}$	2.5	是
D点(探伤室南墙外 30cm 处)	$3.65 \times 10^{-7}$	2.5	是
E点(大防护门外 30cm 处)	0.04	2.5	是
F(探伤室西墙外 30cm 处)	$1.41 \times 10^{-4}$	2.5	是
G(通风口外 30cm 处)	0.11	2.5	是
H(探伤室室顶外 30cm 处)	8.04	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、防护门及通风口外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 保护目标处辐射剂量率一览表

保护目标	距离方位	射线类型	辐射剂量率值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
公司办公楼内人员	探伤室东南侧约 42m	有用线束	$1.03 \times 10^{-6}$	
公司仓库内人员	探伤室东侧约 35m	有用线束	$1.48 \times 10^{-6}$	
养殖看护房内人员	探伤室西南侧约 49m	漏射线	$6.01 \times 10^{-10}$	$8.27 \times 10^{-10}$
		散射线	$2.26 \times 10^{-10}$	

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 人员所受辐射剂量估算与评价

#### 一、计算公式

$$H = D_r \times T_1 \times T_2 \quad (\text{式 9-5})$$

式中：

$H$  ——年有效剂量，Sv/a

$T_1$  ——年受照时间，h

$T_2$  ——居留因子

$D_r$  ——X 剂量率，Sv/h

#### 二、居留因子

参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 选取，具体数值见表 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、公司办公楼内 人员
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间	公司仓库内人员、养殖 看护房内人员、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，本项目 X 射线探伤机年累计总曝光时间为 220h。

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成员年有效剂量。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 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留因子	时间 (h/a)	年最大有效剂量 (mSv)
辐射工作人员	0.06	1	220	0.01
探伤室周围驻留的公 众人员	0.04	1/4	220	0.002
公司办公楼内人员	$1.03 \times 10^{-6}$	1	220	$2.27 \times 10^{-7}$
公司仓库内人员	$1.48 \times 10^{-6}$	1/4	220	$8.14 \times 10^{-8}$
养殖看护房内人员	$8.27 \times 10^{-10}$	1/2	220	$9.10 \times 10^{-11}$

注：对于辐射工作人员取 B 点（小防护门外 30cm 处）的辐射剂量率，对于公众人员取 E 点（大防护门外 30cm 处）的辐射剂量率。

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 0.01mSv/a、公众成员所受年辐射剂量最大为 0.002mSv/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。

#### 9.2.3 非放射性有害气体环境影响分析

X 射线探伤机运行时产生的非放射性有害气体主要靠通风换气来控制，探伤室拟设置机械通风装置，设计通风量为  $600\text{m}^3/\text{h}$ ，探伤室容积约为  $148.666\text{m}^3$ ，则每小时通风换气次数大于 3 次；通风口位于探伤室西墙北侧上方。非放射性有害气体通过通风口排至探伤室西侧外环境，人员很少驻留，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)6.1.10 款“探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。”的要求，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

本项目拍片、洗片过程中产生的废显(定)影液和废胶片,属于危险废物,危废编号为HW16 900-019-16。公司拟建危险废物暂存间位于探伤室外北墙东段,该危废暂存间建成后,本项目探伤过程中产生的危险废物依托该危废暂存间进行贮存。拟建危废暂存间具备防风、防雨、防晒、防渗等功能,拟建危废暂存间内准备充足的专用贮存容器,拟建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。公司对危险废物实行联单管理和台账管理,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。总之,危险废物可以得到妥善处置,不会对周围环境造成影响。

根据建设单位提供资料,结合本项目的工作负荷,每年拍片最多约10000张,每张片子平均约9g,片子在档案室存放8年后即可作为废胶片处理。存档期间,由于存档及甲方留存,仅洗片过程产生废胶片约1kg;存档期以后,每年产生量约91kg。根据建设单位提供资料,本项目每洗2000张片子约产生废显(定)影液40kg,则本项目每年产生废显影液和废定影液约200kg。

## 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-机联锁装置、紧急停机按钮等失效使工作人员和公众误闯或误留,使工作人员或公众受到不必要照射,严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命;

2. 操作人员不遵循操作规程,违规操作,造成周围人员的不必要照射,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、工作状态指示灯等进行检查和维护,以防止其失效;同时人员误留探伤室时,操作室的工作人员使用紧急停机按钮,使之停止出射线。

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. 加强探伤机在贮存、使用的管理,防止探伤机被盗、丢失发生;一旦发生此类事件,公司应立即按规定启动本单位《辐射事故应急预案》,并及时报告当地生态环境部门。

## 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，山东志信能源装备科技有限公司拟成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，由辐射安全管理机构全面主持辐射安全管理工作，包括射线装置使用及工作人员的管理等，组织落实辐射工作的各项管理规章制度和操作规程，防止辐射安全事故的发生。

#### 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。

本项目计划配备 3 名辐射工作人员，其中拟配备 1 名本科学历的工作人员专职负责本项目辐射安全管理工作，2 名操作人员专职从事本项目探伤检测。辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核并取得考核合格成绩单后，方可上岗。其中辐射安全管理人员需参加并通过辐射安全管理辐射安全与防护考核，探伤操作人员需参加并通过 X 射线探伤辐射安全与防护考核。

### 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，山东志信能源装备科技有限公司将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》《辐射工作人员岗位职责》《辐射防护和安全保卫制度》《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》和《自行检查及年度评估制度》等，拟制定危险废物管理处置制度。

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》的相关要求，生产、销售、使用放射性同位素与射线装置单位，应按照法律、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，应当立即核实和调查，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；个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定，职业照射个人剂量档案应终身保存。按《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求，应对从事探伤工作的人员按照 GBZ128-2019 要求进行个人剂量监测，应配备个人剂量报警仪。

公司拟按照以上要求，对辐射工作人员上岗前进行放射职业健康检查，合格后方可从事辐射工作；建立个人剂量档案及职业健康档案；委托有资质的单位对辐射工作人员进行个人剂量监测；辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计上岗。

### 10.3.2 工作场所辐射水平监测

#### (1) 工作场所辐射监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关要求，生产、销售、使用放射性同位素与射线装置单位，应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。按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

公司拟根据以上规定委托有相应检验检测资质的单位对辐射工作场周围进行辐射水平年度监测；拟购置 1 台辐射巡检仪、1 套固定式辐射探测报警装置和 2 部个人剂量报警仪，其中利用辐射巡检仪定期对探伤室周围剂量率进行巡测（每月一次）。

辐射监测计划见表 10-1，监测仪器配置情况见表 10-2。

表 10-1 辐射监测计划

监测项目		监测频次	监测位置
环境 $\gamma$ 辐射剂量率	竣工验收监测	1 次	探伤室周围及其他关注点
	场所年度监测（委托资质单位）	1~2 次/年	
	自行监测	每月 1 次	
个人剂量	个人剂量监测（委托资质单位）	1 次/不超过 90 天	/

表 10-2 监测仪器配置情况

仪器名称	拟配备数量	功能
个人剂量计	2 支	对个人剂量进行日常监测
个人剂量报警仪	2 部	避免工作人员个人剂量超出控制水平
辐射巡检仪	1 台	对探伤室周围进行日常监测
固定式辐射探测报警装置	1 台	实时监测探伤室内辐射水平，识别探伤机开/关状态

## (2) 环境及工作场所辐射监测方案

①监测项目、监测频次见表 10-1、监测仪器见表 10-2;

②监测仪器要求: 便携式 X- $\gamma$  剂量率仪应按规定进行定期检定和校准, 并取得相应证书;

③监测布点要求及位置:

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 相关要求, X 射线探伤机应在额定工作条件下、探伤机置于与测试点可能的最近位置, 如使用周向式探伤机应使装置处于周向照射状态; 主屏蔽的监测应在没有探伤工件时进行, 副屏蔽的监测应在有探伤工件时进行; 应首先进行周围辐射水平的巡测, 使用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪巡测探伤室墙壁外 30cm 处的辐射水平, 以发现可能出现的高辐射水平区。监测位置应包括:

a 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置;

b 探伤室门外 30cm 离地面高度为 1m 处, 门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点;

c 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;

d 人员经常活动的位置。

④参考控制水平

以  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  作为工作场所辐射参考剂量率控制水平, 如发现超过标准的情况, 应立即停止辐射工作, 查找原因并整改。

## 10.4 辐射事故应急

### 10.4.1 环境风险事故应急预案

公司拟根据《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。应急预案须包括以下主要内容:

#### 1. 可能发生的辐射事故及分级

特别重大辐射事故, 是指射线装置失控导致 3 人以上 (含 3 人) 急性死亡。

重大辐射事故, 是指射线装置失控导致 2 人以下 (含 2 人) 急性死亡或者 10 人以上 (含 10 人) 急性重度放射病、局部器官残疾。

较大辐射事故, 是指射线装置失控导致 9 人以下 (含 9 人) 急性重度放射病、局部器官残疾。

一般辐射事故, 是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

#### 2. 应急组织机构及职责

为确保辐射事故发生时，能够明确分工负责、抢险迅速、处置得当，公司成立了“应急救援指挥部”，下设应急救援领导小组。一旦发生辐射事故，以应急救援领导小组成员为基础、以公司人员为骨干力量进行事故的现场应急救援工作。

总指挥：组织指挥公司的应急救援工作。

副总指挥：协助总指挥负责应急救援的具体指挥工作。

现场指挥小组：协助总指挥及副总指挥负责现场应急救援的指挥工作，实行分工负责，负责好各自的指挥范围，协调各应急小组的救援任务。

通讯联络组协助指挥人员做好事故报警、情况通报及事故处理工作；负责最高管理者与外部有关部门的联系、内外信息的反馈；负责事故现场通信联络和对外联系；负责应急过程的记录与整理以及对外联络。

治安警戒组：负责事故现场的警戒、治安、人员疏散、道路保障等管制工作负责维持厂区秩序，对事故现场外围人员进行疏散，保持通道畅通，保障救援行动的顺利进行。

排险抢修组：在总指挥的统一指挥下负责事故现场险情控制与排查，防止在事故有可能扩大时造成意外伤害；寻找受害者并转移至安全地带；实施抢险抢修工作，负责设备抢修、应急救援用电用水的保障，保证救援行动的顺利进行。

医疗救护组：负责现场受伤人员的紧急救护、配合医疗机构进行分类抢救和护送转院工作。

物资疏散组：对事故现场及相邻危险区域的设备、物资等的抢救与疏散，防止事故的扩散，减少财产损失，保障事故现场的救援。

后勤保障组：负责应急救援物资的供应、运输；组织有关人员事故现场及有害物质扩散区域内的环境进行监测，及时将环境情况的信息报告总指挥。

### 3. 响应程序

当事故发生后，现场有关人员应立即向事故发生现场的最高领导进行报告，报告事故发生的时间、地点、经过、造成的后果、原因初步分析、已采取的措施等情况。现场最高领导负责向应急指挥部报告。事故发生现场有关人员应当保护事故现场，接受事故调查，如实提供事实情况。

现场应急指挥部接到报告后，应立即启动应急预案。

现场总指挥要随时掌握救援人员人数，保证救援人员的安全。

发生辐射事故的单位应当立即将可能受到辐射伤害的人员送至当地卫生主管部门指定的医院或者有条件救治辐射损伤病人的医院，进行检查和治疗，或者请求医院立即派人赶赴事故

现场，采取救治措施。

在明确发生辐射事故或可能引发辐射事故的运行故障时，两小时内填写初始报告，向当地生态环境主管部门书面报告。发生辐射事故的，还应按照有关规定向公安部门及有关部门报告外，如有必要，还要请求专业救援队伍进行救援；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。

#### 4. 应急培训

##### (1) 全员培训

参加培训人员为全部员工，每年一次培训。全员培训的内容主要为：辐射事故的危害严重程度及风险、如何报警、疏散等。

##### (2) 应急救援人员培训

参加培训人员为所有应急救援人员，每年不低于一次培训。应急救援人员培训内容主要为：辐射事故的危害严重程度及风险识别、报警、应急处置措施、应急器材使用方法、受伤人员救治、个体防护器材使用、疏散等。

##### (3) 对操作人员培训

公司每年不低于一次对作业人员进行培训及应急演练。操作人员培训内容主要为：辐射事故的危害严重程度及风险识别、报警、应急处置措施、应急器材使用方法、受伤人员救治、个体防护器材使用、疏散等。

#### 5. 应急演练

(1) 演练的方式：主要为桌面模拟演练和现场模拟演练。

(2) 演练范围与频次：公司范围内，每年至少组织进行一次辐射事故应急演练。

(3) 演练组织与内容：演练前要制定演练计划并组织培训，演练应保持相应记录，并做好应急演练评价结果、应急演练总结与演练追踪记录。

(4) 应急演练评估：每次演练完成后，应急指挥部要对演练效果进行评估，主要评估预警、响应、指挥、处置措施、急救能力、注意事项等内容。

(5) 应急演练总结总结内容应包括：1) 参加演练的单位、部门、人员和演练的起止时间与地点；2) 演练项目和内容 3) 演练过程中的环境条件 4) 演练动用设备、物资；5) 演练评审（包括与持续改进的建议）6) 演练过程记录的文字、音像资料等。

#### 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。

#### 10.4.3 本项目发生一般辐射事故处置措施

- ①工作人员在设备断电后，必须携带辐射巡检仪进入探伤室；
- ②对暴露人员登记并安排辐射剂量评估，必要时送医疗机构进行生物剂量检测；
- ③长期跟踪可能出现的辐射效应；
- ④分析事故原因，完善应急预案，加强人员培训。

## 表 11 结论与建议

### 11.1 结论

#### 11.1.1 项目概况

山东志信能源装备科技有限公司位于山东省济南市长清区经济开发区南园志信大道 001 号，为保证生产的压力容器质量，公司拟在生产车间北墙中间偏西位置新建一处探伤场所，并拟购置 1 台 XXH-3005 型周向 X 射线探伤机（属于 II 类射线装置），用于固定（室内）场所无损检测。

#### 11.1.2 可行性分析结论

本项目符合“实践正当性”原则，不违背国家产业政策。

#### 11.1.3 现状检测结论

由现状检测结果表明：本项目拟建探伤室周围环境  $\gamma$  辐射剂量率现状值处于济南市环境天然放射性水平范围内。

#### 11.1.4 辐射安全与防护分析结论

拟建探伤场所由探伤室、操作室、评片室、暗室、危废暂存间等组成。拟对探伤室进行分区管理，划分为控制区和监督区。

探伤室四周墙体采用 240mm 红砖+350mm 硫酸钡砂+240mm 红砖结构，室顶采用 150mm 混凝土+250mm 硫酸钡砂结构，大、小防护门均为铅钢复合结构，大防护门防护能力为 25mmPb，小防护门防护能力为 7mmPb。

探伤室拟设置门-机联锁装置；大、小防护门上拟设置工作状态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；大、小防护门上拟设置电离辐射警告标识和中文警示说明。探伤室内拟设置 6 处紧急停机按钮，并标明使用方法。探伤室拟设置通风换气系统，设计通风量为 600m<sup>3</sup>/h；通风口拟设置 20mmPb 铅防护罩。探伤室拟配置固定式场所辐射探测报警装置。

公司拟配备 1 台辐射巡检仪及 2 部个人剂量报警仪，并定期对检测仪器进行检定/校准，取得相应证书。

经估算，本项目拟建探伤室四周墙体、防护门及通风口外 30cm 处辐射剂量率低于 2.5  $\mu$  Sv/h 的剂量率参考控制水平；拟建探伤室室顶外 30cm 处辐射剂量率低于 100  $\mu$  Sv/h 的剂量率参考控制水平。

辐射工作人员、探伤室周围相邻区域公众成员以及周围环境保护目标处公众所受年辐射剂

量均满足本评价采用的辐射工作人员及公众年剂量约束值分别不超过 2.0mSv 和 0.1mSv 的管理要求。

探伤室每小时通风换气次数大于 3 次，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)6.1.10 款“探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。”的要求。非放射性有害气体通过通风口排至探伤室西侧外环境，人员很少驻留，同时非放射性有害气体产生量较少，在空气中的自身分解时间较短，其对周围环境和人员影响较小。

危险废物暂存于探伤室北墙东段的危废暂存间内，本项目探伤过程中产生的废胶片、废显（定）影液属于危险废物，依托该危废暂存间进行贮存。危废暂存间内拟配备废液桶及废胶片箱，项目产生的废显（定）影液暂存于专用废液桶内，桶下拟设置防水托盘，废胶片暂存于危废暂存间的废胶片箱内。危废暂存间具备防风、防雨、防晒、防渗等功能，其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。公司对危险废物实行联单管理和台账管理，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。总之，危险废物可以得到妥善处置，不会对周围环境造成影响。

#### 11.1.5 辐射安全管理结论

公司拟成立辐射安全领导机构，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故（事件）。

公司计划配备 3 名辐射工作人员，其中拟配备 1 名本科学历的工作人员专职负责本项目辐射安全管理工作，2 名操作人员专职从事本项目探伤检测。

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，山东志信能源装备科技有限公司 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和环保设施的建设，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. 公司将按要求设置辐射安全领导机构，建立相应的规章制度。

3. 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。

4. 公司将安排辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护的考核。建立健全辐射防护工作档案，对工作人员的辐射安全与防护考核、健康查体和辐射防护检测等资料要分开保管并长期保存。

5. 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。

6. 严格执行监测计划，发现问题及时处理。

7. 根据辐射建设项目实际情况，编制辐射事故应急预案；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”。

3. 定期对检测仪器进行检定/校准，并取得相应证书。

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：建设项目环境影响评价工作委托书

附件二：承诺函

附件三：土地用地性质证明文件

附件四：检测报告

附件一：

## 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（公章）：山东志信能源装备科技有限公司

日期：2026 年 1 月

附件二：

## 承 诺 函

我单位承诺：我方提供的《山东志信能源装备科技有限公司 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《山东志信能源装备科技有限公司 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）：山东志信能源装备科技有限公司

2026 年 5 月

### 附件三：土地用地性质证明文件

## 证 明

山东志信能源装备科技有限公司生产车间和办公室所使用土地，  
位于山东省济南市长清区归德街道后平村。该地块三调现状为建设用  
地。



## 附件四：检测报告



# 检 测 报 告

丹波尔辐检[2026]第 032 号



项目名称：X 射线探伤机及探伤室应用项目

委托单位：山东志信能源装备科技有限公司

检测单位：山东丹波尔环境科技有限公司



报告日期：2026 年 3 月 2 日

## 说 明

1. 报告无本单位检测业务专用章、骑缝章及 **CMA** 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: 山东省济南市市中区六里山街道英雄山路 129 号祥泰广场  
项目 1 号商务办公楼 1303

邮编: 250004

电话:

传真:

J

## 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	山东志信能源装备科技有限公司 史庆龙 [REDACTED]		
检测类别	委托检测	检测地点	拟建探伤室周围及保护目标处
委托日期	2026 年 1 月 13 日	检测日期	2026 年 1 月 15 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； 检定单位：山东省计量科学研究院； 检定证书编号：Y16-20253686； 检定有效期至：2026 年 12 月 22 日； 校准因子：1.17。		
环境条件	天气：晴 温度：12.4℃ 湿度：37.5%RH		
解释与说明	山东志信能源装备科技有限公司拟建 1 座探伤室，拟购置并使用 X 射线探伤机对压力容器进行无损检测，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，依据相关标准在拟建探伤室周围及保护目标处进行布点检测。 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。		

— 密 封 —

## 检测 报 告

表 1 拟建探伤室周围及保护目标处  $\gamma$  辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准差
1#	拟建探伤室中间位置	60.1	0.8
2#	拟建探伤室东侧	60.0	0.9
3#	拟建探伤室南侧	72.1	1.4
4#	拟建探伤室西侧	59.5	1.2
5#	拟建探伤室北侧	59.6	0.8
6#	公司办公楼西墙外 1m 处	60.3	0.9
7#	公司仓库西墙外 1m 处	61.1	0.8
8#	公司卫生间东墙外 1m 处	59.3	1.0
9#	养殖看护房东墙外 1m 处	60.3	1.1
10#	公司厂区内道路	54.4	0.8
范 围		54.4~72.1 (nGy/h)	

注：1. 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 13.5nGy/h；  
 2. 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；  
 3. 除 3#点位外，其余点位均位于室外；  
 4. 检测时，9#点位地面为土壤，其余点位地面均为混凝土地面。

# 检测报告

附图1: 检测布点示意图



# 检测报告

附图 2: 现场检测照片



以 下 空 白

检测人员 闫景冲 核验人员 刘杰 批准人 张  
编制日期 2026.3.2 核验日期 2026.3.2 批准日期 2026.3.2