

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

青岛平电锅炉辅机有限公司

2023 年 8 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：青岛平电锅炉辅机有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：青岛平度市蓼兰镇蓼兰路 55 号

邮政编码：266731

联系人：刘瑞春

电子邮箱：dianlifuji@126.com

联系电话：0532-82301306



# 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。



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



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: 20210503537000000013





验真码: JNRS39c8673bbad202d3  
附: 参保单位全部(或部分)职工参保明细( 2023年04 至 2023年07 )

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 | 202304-202307    |    |
| 2  | 刘影 |       | 失业保险 | 202304-202307    |    |
| 3  | 刘影 |       | 工伤保险 | 202304-202307    |    |

打印流水号: 37019201230710KCQ49429 系统自助: 5860632

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: JNRS39c8673bbad1989x  
证明编号: 37019201230710SH337352

|        |               |       |        |
|--------|---------------|-------|--------|
| 姓名     | 韩啡啡           | 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   | 202302-202307 |       | 6      |
| 失业保险   | 202302-202307 |       | 6      |
| 工伤保险   | 202302-202307 |       | 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)  
2023年07月10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            |          | 青岛平电锅炉辅机有限公司                                                                                                               |                                                                                                                                                             |                        |             |
| 法人代表            | 焦京丰      | 联系人                                                                                                                        | 刘瑞春                                                                                                                                                         | 联系电话                   | 13806395102 |
| 注册地址            |          | 青岛平度市蓼兰镇蓼兰路55号                                                                                                             |                                                                                                                                                             |                        |             |
| 项目建设地点          |          | 青岛平度市蓼兰镇蓼兰路55号，公司生产车间内东侧                                                                                                   |                                                                                                                                                             |                        |             |
| 立项审批部门          |          | /                                                                                                                          |                                                                                                                                                             | 批准文号                   | /           |
| 建设项目总投资<br>(万元) | 38       | 项目环保投资<br>(万元)                                                                                                             | 28                                                                                                                                                          | 投资比例<br>(环保投资/总投资)     | 73.7%       |
| 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> ) | 约160        |
| 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

青岛平电锅炉辅机有限公司占地面积17916平方米，从事锅炉辅机及压力容器设备、换热设备的研发与制造。主要产品有一、二类压力容器，高效旋膜除氧器，水处理设备，定、连排、疏水扩容器，换热设备，消音设备，加药装置，余热回收设备及石油化工设备。公司已取得A2级压力容器生产（含设计）资质，已通过ISO9001质量管理体系认证、ISO14001环境管理体系认证、ISO45001职业健康安全管理体系认证。

### 1.2 项目概况

为满足公司生产需求，保证公司生产压力容器的质量，公司在生产车间内东侧建设一处X射线探伤工作场所，包括探伤室、操作室、暗室、洗片室和评片室，拟购置3台周向X射线探伤机（型号分别为XXH-2005C、XXH-2505C，XXH-3005C），用于固定(室内)场所无损检测。探伤室主体于2011年建成，探伤机未购置，探伤工作未开展。

本次属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

| 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  | XXH-2005C | 1 台 | 200kV | 5mA   | II | 探伤室  | 无损检测<br>周向 |
| 2  | XXH-2505C | 1 台 | 250kV | 5mA   | II | 探伤室  |            |
| 3  | XXH-3005C | 1 台 | 300kV | 5mA   | II | 探伤室  |            |

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

为满足生产需求，保证生产产品质量，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。

受青岛平电锅炉辅机有限公司的委托，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 项目周边保护目标及选址情况

### 2.1 周边情况及保护目标

青岛平电锅炉辅机有限公司位于岛平度市蓼兰镇蓼兰路55号，厂区北侧为空地，西侧为蓼兰路，南侧为青岛琴益仪表有限公司，东侧为农田。公司地理位置示意图见图1-1，公司周边影像关系见图1-2，公司总平面布置示意图见图1-3。

本项目探伤室位于生产车间内东侧（生产车间平面布置图见图1-4），其（实体屏蔽边

界外50m的区域)西侧为生产车间内部区域,北侧为生产车间内部区域、院内空地、院外空地,东侧为操作室、暗室、洗片室、评片室、院内空地、农田,南侧为生产车间内部区域、院内空地、喷漆间、空地,探伤室评价范围内有1处保护目标,为南侧28m喷漆间。

## 2.2 场址选址合理性分析

本项目建设于厂区内部,不新增用地,根据建设单位提供的国有土地使用证:平国用(2010)第00073号,厂区土地用途为工业用地,符合规划要求,经现场勘察,探伤室建设区域周围无关人员较少,评价范围内无学校、居民区等人员密集区,经下文分析,探伤室周围辐射水平可满足国家相关要求,使用过程对周围环境影响较小,因此项目选址合理。

## 3 产业政策符合性分析

本项目为X射线探伤机固定探伤项目,该项目不属于《产业结构调整指导目录(2019 年本)》中限制类和淘汰类,符合国家产业政策。

## 4 实践正当性分析

本项目使用X射线探伤机对公司产品进行无损检测,以保证产品质量、提高产品质控,具有良好的经济效益。经分析其产生的辐射影响较小,满足相关标准规范,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。



# 平度市地图

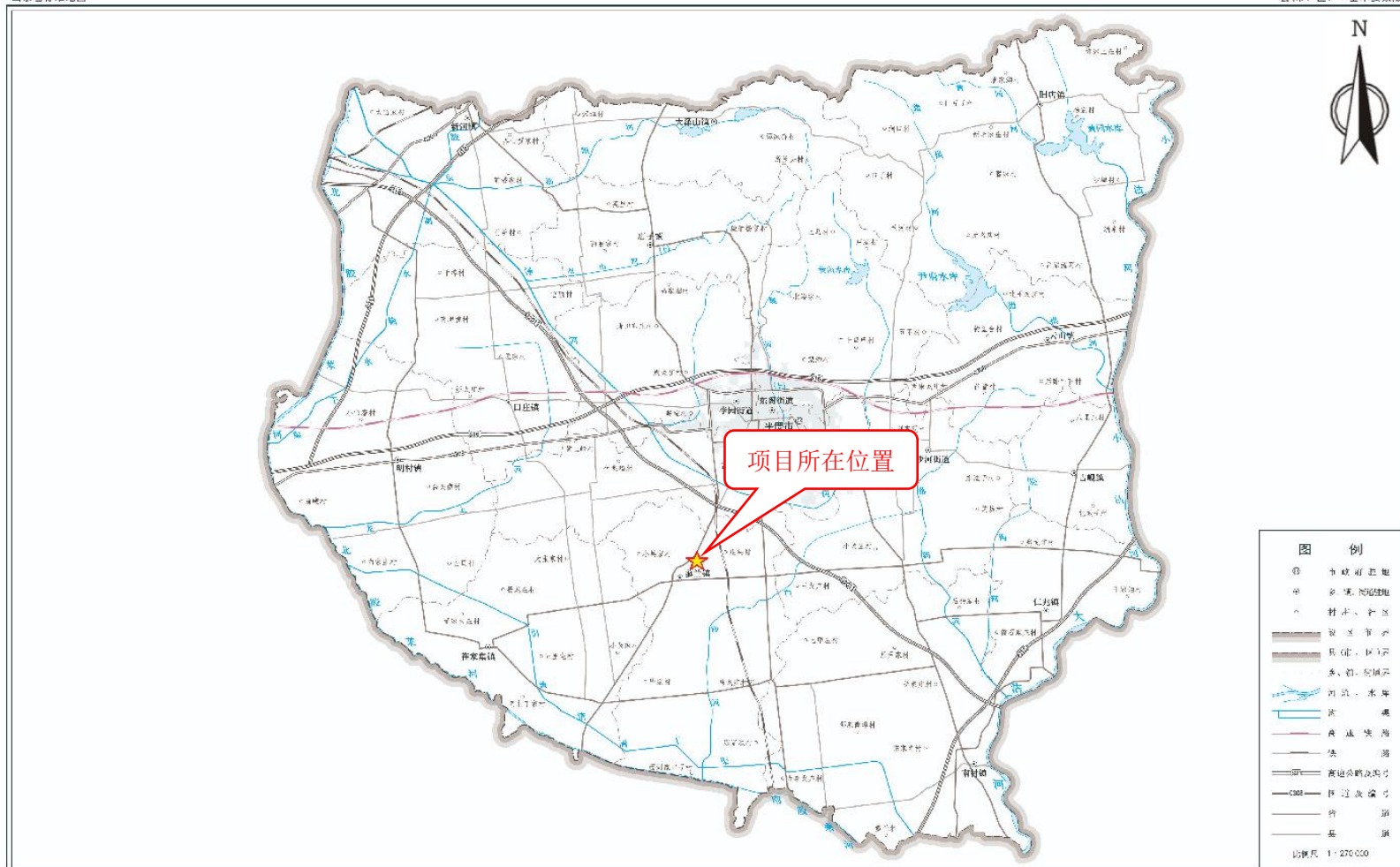


图1-1 项目地理位置示意图



图1-2 项目周边关系影像图

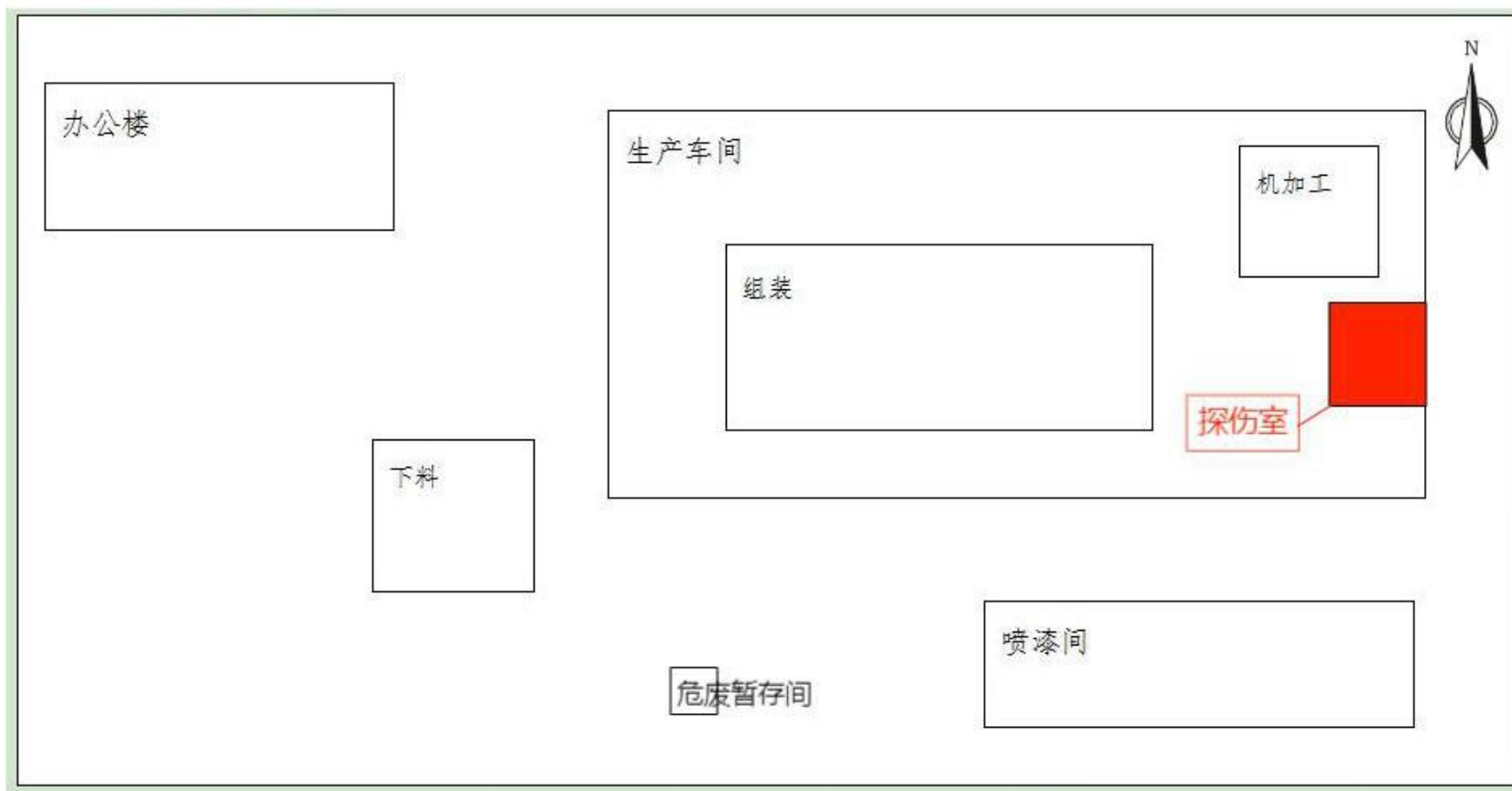


图1-3 公司平面布置示意图



图1-4 生产车间平面布置示意图

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 | XXH-2005C | 200        | 5          | 无损检测 | 探伤室内 | 周向 |
| 2  | X 射线探伤机 | II 类 | 1 台 | XXH-2505C | 250        | 5          |      |      |    |
| 3  | X 射线探伤机 | II 类 | 1 台 | XXH-3005C | 300        | 5          |      |      |    |

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 | /    | /  | /    | 72kg  | /     | 暂存在危废暂存间 | 交由有相应资质的<br>危废处置单位处置 |
| 废胶片     | 固态 | /    | /  | /    | 36kg  | /     |          |                      |
| 非放射性气体  | 气态 | /    | /  | 少量   | 少量    | /     | /        | 通风排入生产车间东侧外<br>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<br>规<br>文<br>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. 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017. 10. 1 施行)</li> <li>5. 《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; 国务院令第 709 号第二次修订, 2019. 3. 2)</li> <li>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 31 号, 2006. 3. 1 施行; 生态环境部令第 20 号修订, 2021. 1. 4)</li> <li>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. 5. 1 施行)</li> <li>8. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(生态环境部令第 16 号公布, 2021. 1. 1 施行)</li> <li>9. 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;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>10. 《国家危险废物名录》(生态环境部令第 15 号, 2021. 1. 1 施行)</li> <li>11. 《建设项目危险废物环境影响评价指南》(环境保护部公告 2017 年第 43 号, 2017. 10. 1 施行)</li> <li>12. 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(原国家环境保护总局、公安部、卫生部, 环发〔2006〕145 号, 2006. 9. 26 施行)</li> <li>13. 《山东省环境保护条例》(山东省人大常委会公告第 41 号修订, 2019. 1. 1 施行)</li> <li>14. 《山东省辐射污染防治条例》(山东省人大常委会公告第 37 号, 2014. 5. 1 施行)</li> </ol> |
| 技<br>术<br>标<br>准 | <ol style="list-style-type: none"> <li>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)</li> <li>2. 《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)</li> <li>3. 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |



|    |                                                                                                                                                |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 4. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)<br>5. 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)<br>6. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)<br>7. 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023) |
| 其他 | 1. 项目环境影响评价委托书<br>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)<br>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

本项目保护目标为辐射工作人员，以及评价范围内的公众人员。

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      |
|--------|----------------------|-----|-------|---------|
| 辐射工作人员 | 操作室、暗室、评片室内人员        | 2 人 | 探伤室东侧 | 0m~4m   |
| 公众成员   | 南侧喷漆间内人员             | 3 人 | 探伤室南侧 | 28m~35m |
|        | 探伤室周围的工人及偶然经过的其他公众成员 | —   | 探伤室周围 | —       |

### 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；同时探伤室室顶人员无法到达，取 $100\mu\text{Sv/h}$ 作为探伤室室顶外关注点的剂量率参考控制水平。

### 5.3.3 青岛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)提供的青岛市环境天然辐射水平见表5-2。

表5-2 青岛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  | 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

公司厂址位于岛平度市蓼兰镇蓼兰路 55 号，本项目探伤室位于公司生产车间内东侧位置。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 本项目探伤室建设区域周围环境一览表

| 方向 | 场 所 名 称                | 距离    |
|----|------------------------|-------|
| 西侧 | 生产车间内部区域               | 0～50m |
| 南侧 | 生产车间内部区域、院内空地、喷漆间、空地   | 0～50m |
| 东侧 | 操作室、暗室、评片室、洗片室、院内空地、农田 | 0～50m |
| 北侧 | 生产车间内部区域、院内空地、院外空地     | 0～50m |



探伤室内现状



探伤室小防护门



探伤室大防护门



操作室



暗室



探伤室北侧区域现状



探伤室南侧区域现状



探伤室西侧区域现状



南侧喷漆房



危废暂存间

图 6-1 探伤室区域、周围保护目标现状图（拍摄于 2023 年 7 月）

## 6.2 辐射环境现状调查

为了解本项目探伤室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建设

区域及周围保护目标的辐射环境现状进行检测。

1. 检测因子：环境  $\gamma$  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，本次于探伤室建设区域及周围布设 9 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，证书编号 221512052438。

(2) 检测设备

检测仪器名称：便携式 X- $\gamma$  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  $\mu$ Gy/h；能量范围：33keV~3MeV；相对固有误差<7.6%（相对于  $^{137}\text{Cs}$  参考  $\gamma$  辐射源）；检定单位：山东省计量科学研究院；检定证书编号：Y16-20222192；检定有效期至：2023 年 12 月 20 日。

(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：2023 年 2 月 21 日，天气：晴，温度：3.1° C，相对湿度：38.4%。

5. 检测结果

检测结果见表 6-2。

表 6-2 探伤室及其周围环境  $\gamma$  辐射剂量率检测结果（nGy/h）



| 序号 | 点位描述             | 剂量率  | 标准偏差 |
|----|------------------|------|------|
| 1# | 探伤室内部区域          | 72.5 | 0.69 |
| 2# | 探伤室北侧区域          | 45.0 | 0.74 |
| 3# | 探伤室西侧区域          | 48.2 | 0.48 |
| 4# | 探伤室南侧区域          | 45.0 | 0.60 |
| 5# | 探伤室东侧操作室         | 70.5 | 0.52 |
| 6# | 探伤室东侧洗片室         | 73.8 | 0.73 |
| 7# | 探伤室东侧评片室         | 76.8 | 0.55 |
| 8# | 厂区内道路            | 40.7 | 0.52 |
| 9# | 探伤室南侧喷漆间北墙外 1m 处 | 47.3 | 0.46 |

注：1. 表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 10.9nGy/h, 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。

2. 1#-7#检测点位位于室内，8#-9#检测点位位于室外，检测时地面均为水泥。

由表 6-2 可知，本项目探伤室周围和环境保护目标处的  $\gamma$  辐射剂量率为 40.7nGy/h~76.8nGy/h，其中室内检测点位的  $\gamma$  辐射剂量率为 45.0nGy/h~76.8nGy/h[即  $(4.50\sim7.68)\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ]，处于青岛市室内环境天然放射性水平范围内[室内  $(3.12\sim16.16)\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ]，室外检测点位的  $\gamma$  辐射剂量率为 40.7nGy/h~47.3nGy/h[即  $(4.07\sim4.73)\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ]，处于青岛市道路环境天然放射性水平范围内[道路  $(1.15\sim12.40)\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ]。

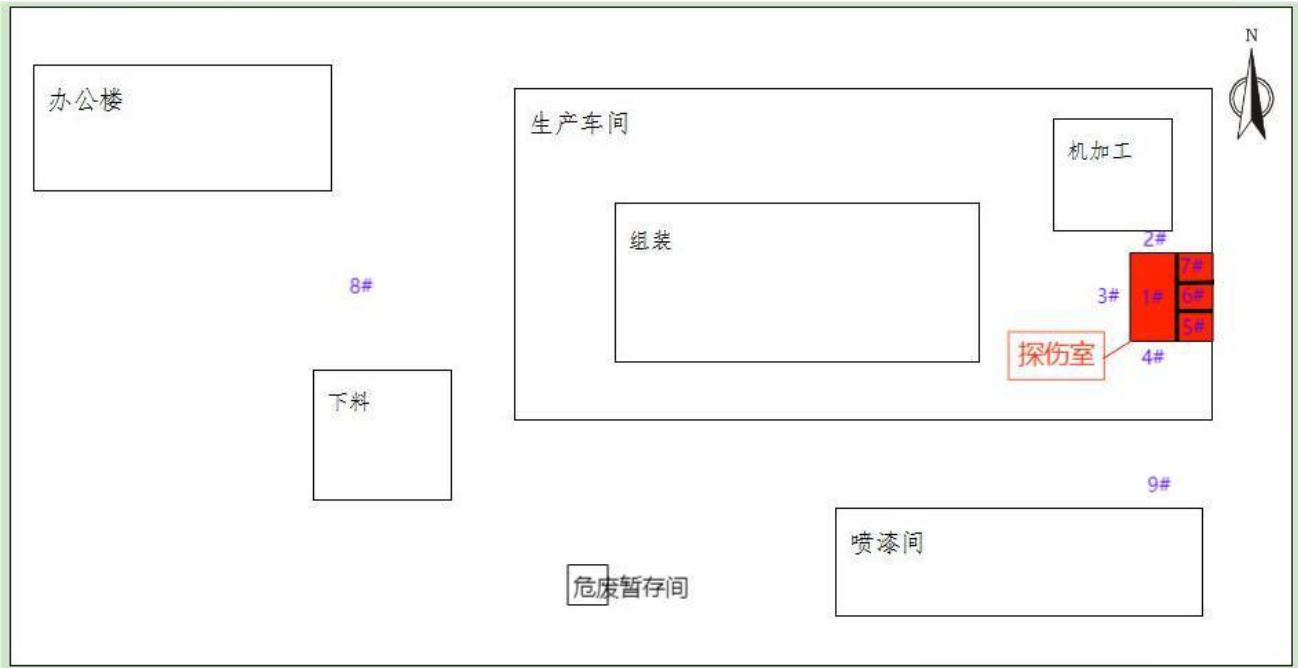


图 6-2 检测布点示意图

## 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。施工期无辐射环境影响。

### 7.2 工程分析

本项目X射线探伤机主要用于检测最大直径为3m、最长8m、最大壁厚为30mm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韧致辐射即为X射线。X射线管示意图见图7-2。

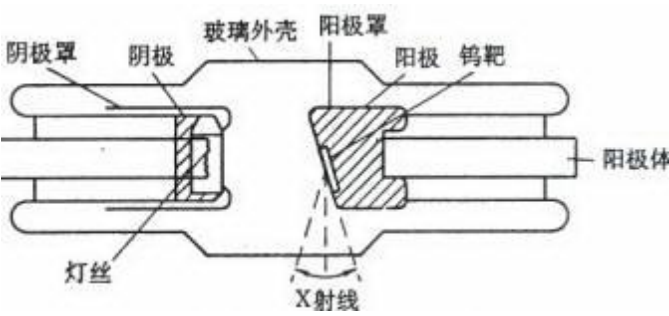


图7-2 X射线管示意图

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 | 辐射角度       | 射束 |
|----|-----------|-------|-------|------------|----|
| 1  | XXH-2005C | 200kV | 5mA   | 360° × 30° | 周向 |
| 2  | XXH-2505C | 250kV | 5mA   | 360° × 30° | 周向 |
| 3  | XXH-3005C | 300kV | 5mA   | 360° × 30° | 周向 |

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，大修后的设备应重新制作曝光曲线)；
3. 将检测工件通过轨道运至探伤室内，摆放在适当位置固定好，在检测部位贴胶片并做标记；

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. 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。

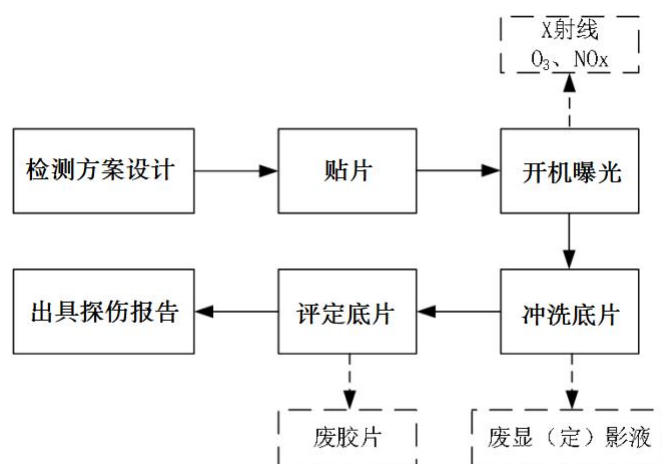


图7-3 X射线探伤机进行室内探伤工作流程示意图

### 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

根据公司提供资料及探伤机使用特性等，本项目涉及的X射线探伤机在探伤室内进行探伤作业时，三台探伤机探伤作业相同，主射束方向主要为东-西周向，主射束不照射南向和北向；探伤作业范围一般位于探伤室轨道中心线位置，沿南-北方向来回移动。探伤机距探伤室地面最高垂直距离为1.5m，距南墙最近水平距离为2.3m，距东墙最近水平距离为3.8m，距小防护门最近水平距离为3.8m，距北墙最近水平距离为1.56m，距大防护门最近水平距离为3.1m，距西墙最近水平距离为2.5m，距室顶最近水平距离为4.35m。本项目探伤机探伤作业范围详见图7-4。

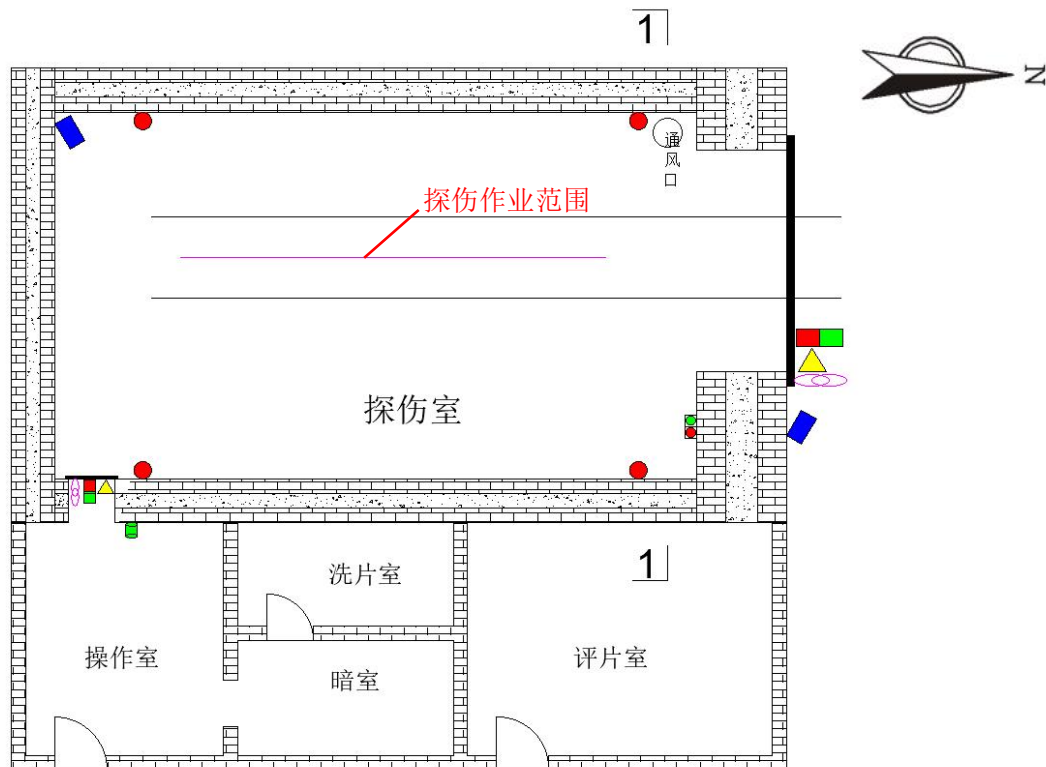


图7-4 (a) X射线探伤机在探伤室内探伤作业范围示意图（平面图）

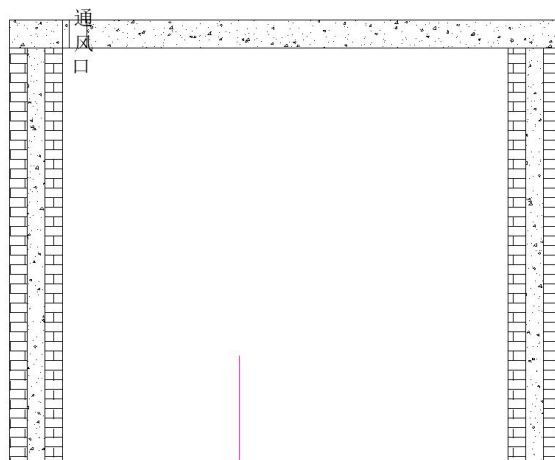


图7-4 (b) X射线探伤机在探伤室内探伤作业范围示意图(1-1剖面)

## 六、辐射工作人员配备与工作负荷

根据公司提供资料，X射线探伤机每年最多拍3600张片子，每张片子曝光时间最多为5min，则年累计总曝光时间不超过300h。计划配备2名辐射工作人员，其中1人兼职辐射管理人员。按照两名人员全部参加探伤工作考虑，每位辐射工作人员的受照时间为300h。

## 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

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有害气体，主要为臭氧( $O_3$ )和氮氧化物( $NO_x$ )。

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。

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3600张，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，废胶片产生量很少；存档期满以后，平均每张片子约10g，胶片产生量约36kg/a。一般每洗2000张片子约产生废显(定)影液40kg，则本项目废显(定)影液产生量共计约72kg/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 探伤室布局及分区情况

一、探伤室分布情况

X 射线探伤工作场所位于公司生产车间内东侧，由探伤室、操作室、暗室、洗片室、评片室等组成，探伤室布置在西侧，辅助房间操作室、暗室、洗片室、评片室布置在东侧。探伤室北侧设置工件进出防护门，便于工件进出，东侧设置人员进出防护门，便于人员进出，布局合理。其平面及剖面布置见图 8-1。

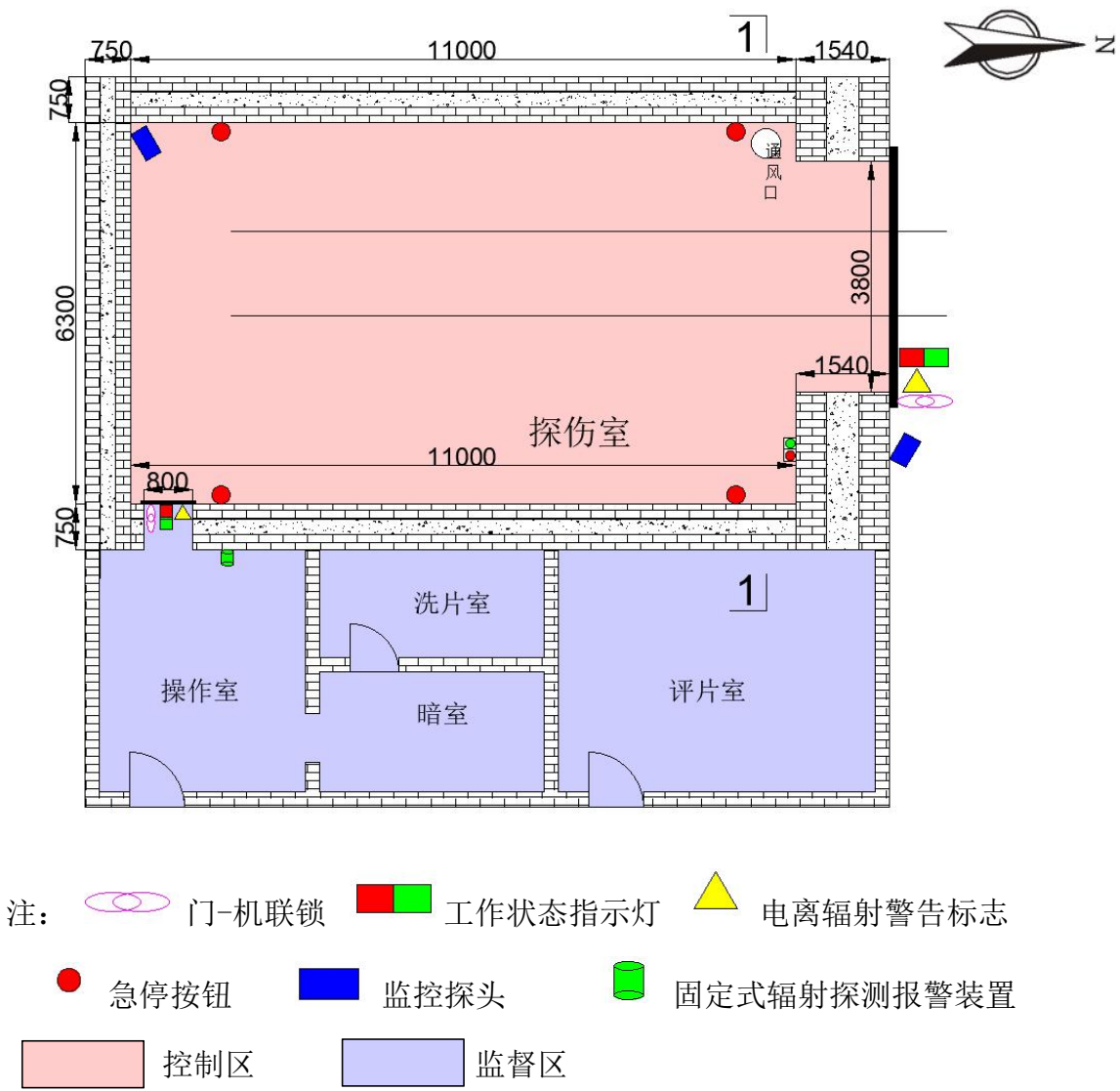


图 8-1 (a) 探伤室平面布置示意图 (单位: mm)

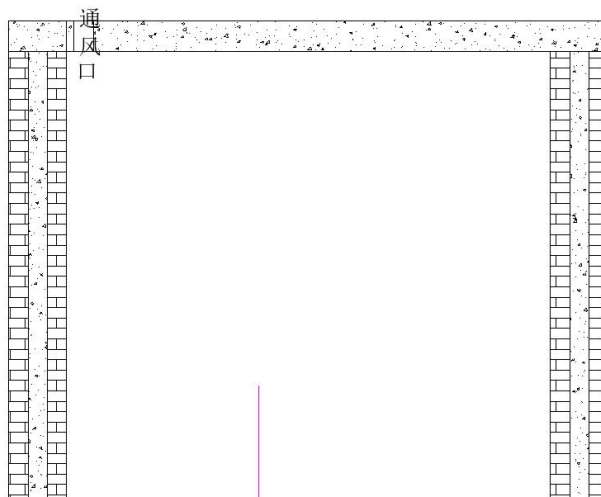


图8-1 (b) 探伤室1-1剖面示意图 (单位: mm)

## 二、探伤室分区情况

建设单位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,探伤室周围操作室、暗室、评片室划分为监督区;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情况

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             | 参 数                                                                                                                                                           |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 尺寸(长×宽×高)       | 探伤室(内径): 11m(南北)×6.3m(东西)×5.85m(高)                                                                                                                            |
| 面 积             | 75.152m <sup>2</sup>                                                                                                                                          |
| 容 积             | 431.739m <sup>3</sup>                                                                                                                                         |
| 东墙、西墙、南墙屏蔽材质及厚度 | 500mm 实心砖+250mm 混凝土                                                                                                                                           |
| 北墙屏蔽材质及厚度       | 1000mm 实心砖+540mm 混凝土                                                                                                                                          |
| 室顶屏蔽材质及厚度       | 400mm 混凝土                                                                                                                                                     |
| 大防护门            | 大防护门位于探伤室北墙,大防护门尺寸(宽×高)为4.3m×4.9m;铅钢混合结构,厚度137mm,防护能力22mmPb;为电动推拉防护门,在专用地槽沟内移动;防护门与洞口搭接处间隙≤10mm,其上、下、左、右与四周墙壁的搭接量分别为200mm、200mm、250mm和250mm,搭接宽度与缝隙比例均大于10:1。 |
| 小防护门            | 小防护门位于探伤室东墙南侧,小防护门尺寸:(宽×高)为0.9m×2.05m;铅钢混合结构,厚度50mm,防护能力22mmPb;为手动平开门,在专用地槽沟内移动;防护门与洞口搭接处间隙≤5mm,其上、下、左、右与四周墙壁的搭接量分别为75mm、75mm、50mm和50mm,搭接宽度与缝隙比例均大于10:1。     |

|                                                              |                                        |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 门洞尺寸（宽×高）                                                    | 大防护门门洞：3.8m×4.5m；<br>小防护门门洞：0.8m×1.9m； |
| 操作台                                                          | 探伤室东侧操作室内                              |
| 注：实心砖密度为 1.8t/m <sup>3</sup> ，混凝土的密度为 2.35t/m <sup>3</sup> 。 |                                        |

### 8.1.3 辐射安全防护措施

1. 探伤室应安装门-机连锁装置，应在大、小防护门关闭后才能进行探伤作业。门-机连锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止照射。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门连锁。公司拟安装门-机连锁装置，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.5 款的管理要求。

2. 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机连锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤时内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。公司拟安装同时显示“预备”和“照射”状态的指示灯，且指示灯与探伤机连锁，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.6 款的管理要求。

3. 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员活动和探伤设备的运行情况。公司拟在探伤室内和大防护门外安装监控探头，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.7 款的管理要求。

4. 探伤室防护门上应有符合GB 18871要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。本项目大、小防护门外张贴有电离辐射警告标识和中文警示说明，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.8 款的管理要求。

5. 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。公司拟在东墙南北两侧、西墙南北两侧各设置1处紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射，紧急停机按钮带有标签，标明使用方法，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.9 款的管理要求。

6. 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。探伤室室顶西北角设有一处排风口，公司拟在排风口内安装排风机，通风口外连接通风管道通至车间东侧外环境，在通风口外拟安装12mmPb的铅防护罩，机械排

风装置有效通风换气量约1500m<sup>3</sup>/h，探伤室净容积约432m<sup>3</sup>，通风换气次数大于3次/h，通风口外为公司院内空地，日常无人居留，且周围非人员密集区，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117- 2022）6.1.10 款的管理要求。

7. 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置，公司拟安装固定式场所辐射探测报警装置，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117- 2022）6.1.11 款的管理要求。

8. 管线口设置在探伤室东侧，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台辐射巡检仪和2部个人剂量报警仪，并分别为2名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。

**表 8-2 探伤室辐射安全防护改造**

| 名称             | 现场状况                                                                | 整改内容                                                                                                                                                                                                       |
|----------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 门-机连锁          | 探伤室未安装门-机连锁装置。不满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117- 2022）6.1.5 款的管理要求。            | 公司拟安装门-机连锁装置，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.5款的管理要求。                                                                                                                                                       |
| 工装状态指示灯及声音提示装置 | 探伤室未安装工作状态指示灯及声音提示装置。不满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117- 2022）6.1.6 款的管理要求。     | 公司拟安装同时显示“预备”和“照射”状态的指示灯，且指示灯与探伤机连锁，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.6 款的管理要求。                                                                                                                               |
| 紧急停机开关         | 探伤室内未安装急停按钮。不满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117- 2022）6.1.9 款的管理要求。              | 公司拟在东墙南北两侧、西墙南北两侧各设置1处紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射，紧急停机按钮带有标签，标明使用方法，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.9款的管理要求。                                                                                                   |
| 通风装置           | 探伤室室顶西北角现设有一处排风口，未安装排风机，不满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117- 2022）6.1.10 款的管理要求。 | 公司拟在排风口内安装排风机，通风口外连接通风管道通至车间东侧外环境，在通风口外拟安装12mmPb的铅防护罩，机械排风装置有效通风换气量约1500m <sup>3</sup> /h，探伤室净容积约432m <sup>3</sup> ，通风换气次数大于3次/h，通风口外为公司院内空地，日常无人居留，且周围非人员密集区，落实后可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.10款的管理要求。 |

|                       |                                                                |                                                                  |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 固定式场所<br>辐射探测报<br>警装置 | 探伤室未安装固定式场所辐射探测报警装置。不满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.11 款的管理要求。 | 公司拟安装固定式场所辐射探测报警装置，落实后可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.11 款的管理要求。 |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|

#### 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《危险废物转移联单管理办法》等要求进行暂存，委托有相应危废处理资质的单位处置，对危险废物实行联单管理和台账管理。

公司厂区院内东南角建设有一处危废暂存间，危废暂存间位置见图 1-3，并配备专门的危废暂存容器，对危险废物进行储存。为保证暂存的危险废物不对环境产生污染，根据《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）、《建设项目危险废物环境影响评价指南》及相关法律法规的要求，对危废暂存间提出如下要求：

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                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <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，公司根据废（定）显影液和废胶片的产生情况以及《危险废物转移联单管理办法》等生态环境要求进行危废转移，对危险废物实行联单管理和台账管理。企业应委托具备危废运输资质的单位进行运输。企业在项目运行后应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 $1500\text{m}^3/\text{h}$ ，每小时通风换气次数约为3.5次，通风口尺寸为 $250\text{mm} \times 250\text{mm}$ ，位于探伤室室顶西北角，通风口外连接通风管道通至车间东侧外环境，在通风口外拟安装 $12\text{mmPb}$ 的铅防护罩，通风口外为公司院内空地，日常无人居留，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）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。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。公司拟将危险废物暂存于公司院内东南角的危废暂存间内放置专用贮存容器中。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

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

本项目涉及3台周向X射线探伤机，型号分别为XXH-2005C型、XXH-2505C型、XXH-3005C型，探伤机尚未购置，因3台探伤机不同时使用，探伤作业相同，管电流相同，XXH-3005C型探伤机管电压较大，因此本次评价选取XXH-3005C型探伤机采用理论计算的方法评估X射线探伤机开机时对周围环境的影响。

#### 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、通风口及防护门外30cm处，以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。

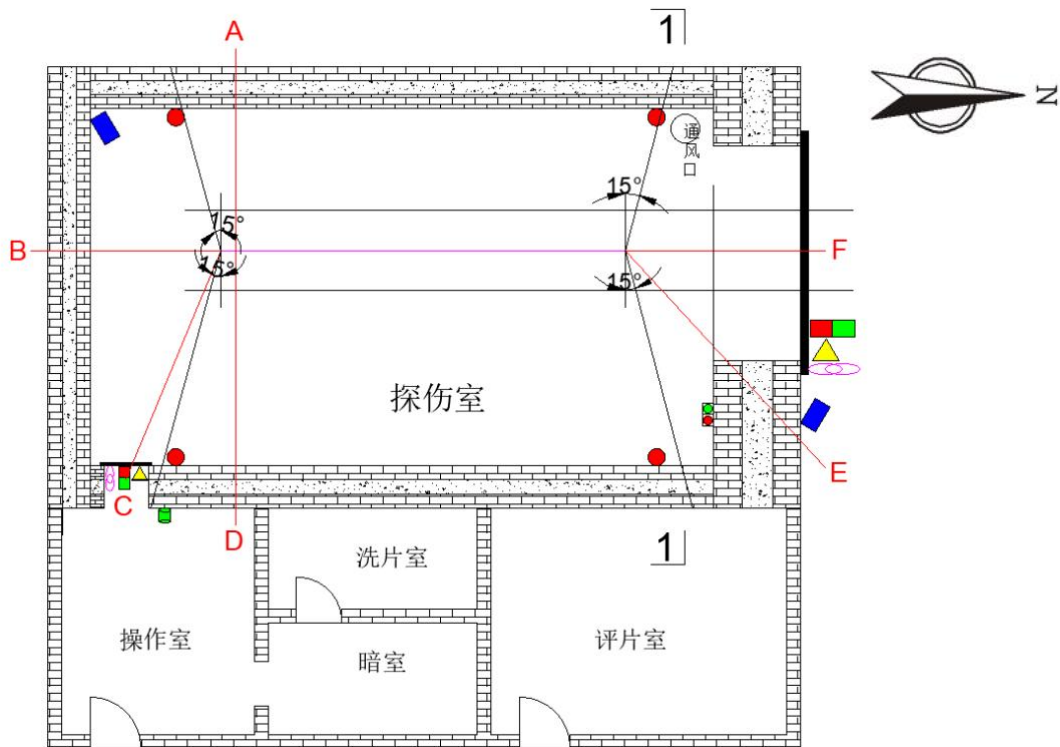


图9-1 (a) 探伤室平面预测点示意图

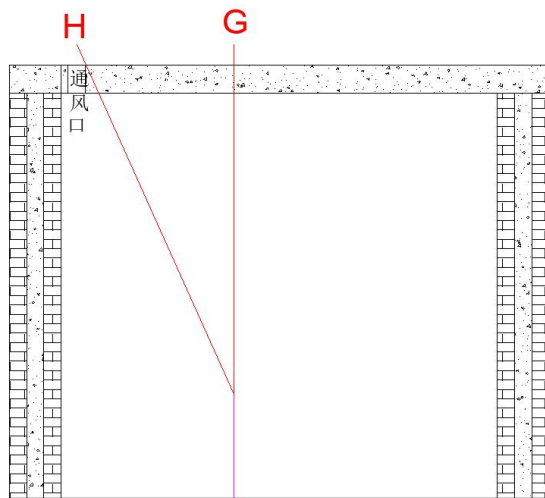


图9-1 (b) 探伤室1-1剖面预测点示意图

## 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 $6 \times 10^4$ |
| $B$   | 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半值层厚度 |

3. 泄漏辐射在关注点处的剂量率计算公式

$$H_l = H_0 \times B \div R^2 \quad (\text{式 9-3})$$

式中:

|       |                                 |
|-------|---------------------------------|
| $H_l$ | 泄漏辐射在关注点处的剂量率, $\mu\text{Sv/h}$ |
| $H_0$ | 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

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

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 $6 \times 10^4$ |
| $B$      | 屏蔽透射因子                                                                                                                                                               |
| $F$      | $R_0$ 处的辐射野面积, $\text{m}^2$                                                                                                                                          |
| $\alpha$ | 散射因子, 入射辐射被单位面积 ( $1\text{m}^2$ ) 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                                                                                               |
| $R_s$    | 散射体至关注点的距离, m                                                                                                                                                        |
| $R_0$    | 辐射源点(靶点)至关注点的距离, m                                                                                                                                                   |

### 三、主要预测参数选取

1. 根据公司提供资料及探伤机使用特性等, 探伤机在探伤室内进行探伤作业时, 探伤机距探伤室地面最高垂直距离为1.5m, 距南墙最近水平距离为2.3m, 距东墙最近水平距离为3.8m, 距小防护门最近水平距离为3.8m, 距北墙最近水平距离为1.56m, 距大防护门最近水平距离为3.1m, 距西墙最近水平距离为2.5m, 距室顶最近水平距离为4.35m; 其主射束方

向主要为东西周向照射，主射束不照射南墙、北墙、大防护门（探伤机有用线束半张角最大为 $15^\circ$ ，当探伤机照射时，其距东墙最远距离为3.8m，则有用线束中心线距边缘最大距离为 $\tan 15^\circ \times 3.8\text{m} \approx 1.018\text{m}$ ，该距离小于探伤机有用线束中心线距南墙、北墙、大防护门的最近距离2.3m/1.56m/3.1m，因此X射线探伤机有用线束不会照射南墙、北墙和大防护门，详见图9-1(a)。

2. 参照标准GBZ/T 250-2014，X射线管电压为300kV、3mm铝滤过条件下，X射线输出量为 $20.9\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

X射线管电压为300kV时，X射线在铅、混凝土中什值层厚度分别为5.7mm、100mm；铅的密度为 $11.3\text{t}/\text{m}^3$ 、混凝土的密度为 $2.35\text{t}/\text{m}^3$ 。

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

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、混凝土中什值层厚度分别为1.4mm、86mm。

X射线管电压为300kV时，入射辐射被面积为 $400\text{cm}^2$ 水模体散射至1m处的相对剂量比份 $\alpha_w$ 为 $1.9 \times 10^{-3}$ ；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 $\pi \times (R_0 \times \tan 15^\circ)^2$ ，则 $R_0^2 / (F \cdot \alpha)$ 为 $R_0^2 \div \pi \div (R_0 \times \tan 15^\circ)^2 \div 0.0475 = 93.34$ 。

#### 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                                                      | 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 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) |
|-----------------|-------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|
| A 点(西墙外 30cm 处) | 5mA   | $20.9\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ | 500mm 实心砖 + 250mm 混凝土 <sup>④</sup> | $10^{-(633/100)}$ | 3.55 <sup>①</sup> | 0.23                              |
| D 点(东墙外 30cm 处) |       |                                                                  |                                    |                   | 4.85 <sup>③</sup> | 0.12                              |
| G 点(室顶外 30cm 处) |       |                                                                  | 400mm 混凝土                          | $10^{-(400/100)}$ | 5.05 <sup>④</sup> | 24.59                             |

注：①3.55m：距西墙外预测点的距离为靶点距西墙的最近距离+0.75+0.3=2.5+0.75+0.3=3.55m。

②4.85m：距东墙外预测点的距离为靶点距东墙的最近距离+0.75+0.3=3.8+0.75+0.3=4.85m。

③3.47m：距室顶外预测点的距离为靶点距室顶的最近距离+0.4+0.3=4.35+0.4+0.3=5.05m。

④将实心砖折算为相应屏蔽效果的混凝土进行计算，500mm 实心砖= $1.8 \times 500 \div 2.35 \approx 383\text{mm}$  混凝土，东西墙体的屏蔽能力为 383+250=633mm 混凝土（下文折算方法相同，不再重复计算）。

##### 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9-1和公式9-2，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 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) |
|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|
| B (南墙外 30cm 处)                | 5000 $\mu\text{Sv/h}$     | 500mm 实心砖+250mm 混凝土               | $10^{-(633/100)}$  | 3.35 <sup>①</sup>  | $2.08 \times 10^{-4}$      |
| C (小防护门外 30cm 处) <sup>②</sup> |                           | 22mmPb                            | $10^{-(22/5.7)}$   | 4.1 <sup>③</sup>   | $4.11 \times 10^{-2}$      |
| E (北墙外 30cm 处)                |                           | 1000mm 实心砖+540mm 混凝土 <sup>⑥</sup> | $10^{-(1306/100)}$ | 3.4 <sup>④</sup>   | $1.89 \times 10^{-8}$      |
| F 点 (大防护门外 30cm 处)            |                           | 22mmPb                            | $10^{-(22/5.7)}$   | 3.537 <sup>⑤</sup> | $5.52 \times 10^{-2}$      |

注：①3.55m：距南墙外预测点的距离为靶点距南墙的最近距离+0.75+0.3=2.3+0.75+0.3=3.35m。  
 ②根据以上计算，探伤机距离南墙最近距离 2.3m，探伤机有用线束中心线距边缘最大距离为 1.018m，则有用线束距离南墙最近距离为 1.282m，大于小防护门北侧与南墙的距离 1.03m，因此小防护门不受有用线束照射。  
 ③4.1m：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（保守按照靶点到东墙的水平距离计算）+0.3=3.8+0.3=4.1m。  
 ④3.4m：距北墙外预测点的距离为靶点距北墙的最近距离（保守按照靶点到北墙的水平距离计算）+1.54+0.3=1.56+1.54+0.3=3.4m。  
 ⑤ 3.537m：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+0.137+0.3=3.1+0.137+0.3=3.537m。  
 ⑥将实心砖折算为相应屏蔽效果的混凝土进行计算，1000mm 实心砖=1.8×1000÷2.35≈766mm 混凝土，北墙的屏蔽能力为 766+540=1306mm 混凝土（下文折算方法相同，不再重复计算）。

(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 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) |
|-------------------------------|-------|----------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|
| B (南墙外 30cm 处)                | 5mA   | 20.9mSv·m <sup>2</sup> /(mA·min) | 500mm 实心砖+250mm 混凝土  | $10^{-(633/86)}$  | 3.35 <sup>①</sup> | $2.61 \times 10^{-4}$      |
| C (小防护门外 30cm 处) <sup>②</sup> |       |                                  | 22mmPb               | $10^{-(22/1.4)}$  | 4.1 <sup>③</sup>  | $7.72 \times 10^{-13}$     |
| E (北墙外 30cm 处)                |       |                                  | 1000mm 实心砖+540mm 混凝土 | $10^{-(1036/86)}$ | 3.4 <sup>④</sup>  | $5.22 \times 10^{-9}$      |



|                   |  |  |        |                  |                    |                        |
|-------------------|--|--|--------|------------------|--------------------|------------------------|
| F 点（大防护门外 30cm 处） |  |  | 22mmPb | $10^{-(22/1.4)}$ | 3.537 <sup>⑤</sup> | $1.04 \times 10^{-12}$ |
|-------------------|--|--|--------|------------------|--------------------|------------------------|

注：①3.55m：距南墙外预测点的距离为散射点距南墙的最近距离+0.75+0.3=2.3+0.75+0.3=3.35m。  
 ②根据以上计算，探伤机距离南墙最近距离 2.3m，探伤机有用线束中心线距边缘最大距离为 1.018m，则有用线束距离南墙最近距离为 1.282m，大于小防护门北侧与南墙的距离 1.03m，因此小防护门不受有用线束照射。  
 ③4.1m：距小防护门外预测点的距离为散射点距小防护门的最近距离（保守按照散射点到东墙的水平距离计算）+0.3=3.8+0.3=4.1m。  
 ④3.4m：距北墙外预测点的距离为散射点距北墙的最近距离（保守按照散射点到北墙的水平距离计算）+1.54+0.3=1.56+1.54+0.3=3.4m。  
 ⑤ 3.537m：距大防护门外预测点的距离为散射点距大防护门的最近距离+0.137+0.3=3.1+0.137+0.3=3.537m。

### （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（ $\mu\text{Sv/h}$ ） | 散射辐射（ $\mu\text{Sv/h}$ ） | 总剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ） |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| B（南墙外 30cm 处）     | $2.08 \times 10^{-4}$    | $2.61 \times 10^{-4}$    | $4.69 \times 10^{-4}$    |
| C（小防护门外 30cm 处）   | $4.11 \times 10^{-2}$    | $7.72 \times 10^{-13}$   | $4.11 \times 10^{-2}$    |
| E（北墙外 30cm 处）     | $1.89 \times 10^{-8}$    | $5.22 \times 10^{-9}$    | $2.41 \times 10^{-8}$    |
| F 点（大防护门外 30cm 处） | $5.52 \times 10^{-2}$    | $1.04 \times 10^{-12}$   | $5.52 \times 10^{-2}$    |

### 3. 通风口外辐射影响

探伤室室顶西北角设有一处圆形排风口，排风口距北墙约0.2m，距西墙约0.1m；排风口直径约0.25m。拟在排风口内安装排风机，在排风口外拟安装12mmPb的铅防护罩。探伤机距西墙距离为2.5m，探伤机距通风口最近距离为0.86m，有用线束中心线距边缘最大距离为  $\tan 15^\circ \times 2.5 \approx 0.67\text{m}$ ，该距离小于探伤机距通风口的距离，因此通风口不受主射束照射影响，受泄漏辐射和散射线影响。

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2.2m、垂直方向上距通风口内侧最近距离为4.35m，则探伤机距通风口内侧最近距离为4.87m，距通风口外30cm处距离为4.87+0.4+0.3=5.57m。

#### （1）泄漏辐射

根据公式9-2和9-3，泄漏辐射剂量率为

$$5000 \times 10^{-(12/5.7)} \div 5.57^2 \approx 1.26 \mu\text{Sv/h};$$

## (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，每散射一次，剂量率降低1-2个数量级；同时通风口外侧拟设置不小于12mm铅防护罩（屏蔽透射因子= $10^{-(12/1.4)}=2.68 \times 10^{-9}$ ，剂量率降低约9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1.26  $\mu\text{Sv/h}$ 。

## 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300kV、最大管电流5mA进行探伤作业时，探伤室室顶外30cm处的最大剂量率为24.59  $\mu\text{Sv/h}$ ，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(西墙外30cm处)   | 0.23                       | 2.5                     | 是    |
| B点(南墙外30cm处)   | $4.69 \times 10^{-4}$      | 2.5                     | 是    |
| C(小防护门外30cm处)  | $4.11 \times 10^{-2}$      | 2.5                     | 是    |
| D(东墙外30cm处)    | 0.12                       | 2.5                     | 是    |
| E点(北墙外30cm处)   | $2.41 \times 10^{-8}$      | 2.5                     | 是    |
| F点(大防护门外30cm处) | $5.52 \times 10^{-2}$      | 2.5                     | 是    |
| G点(室顶外30cm处)   | 24.59                      | 100                     | 是    |
| H(通风口外30cm处)   | 1.26                       | 2.5                     | 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、大、小防护门及通风口外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 (μSv/h)        |                       |
|-------------------------------------|-----------------|------|-----------------------|-----------------------|
| 喷漆间                                 | 探伤室南侧、<br>约 28m | 漏射线  | $2.43 \times 10^{-6}$ | $5.47 \times 10^{-6}$ |
|                                     |                 | 散射线  | $3.04 \times 10^{-6}$ |                       |
| 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

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

式中：

|       |               |
|-------|---------------|
| $H$   | 年有效剂量当量, Sv/a |
| $T$   | 年受照时间, h      |
| $D_r$ | X 剂量率, Sv/h   |

### 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、喷漆间 |
| 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             | --      |

### 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 300h。拟配备 2 名辐射工作人员专职从事 X 射线探伤机室内无损检测。

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<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 居留因子 | 时间 (h/a) | 年最大有效剂量<br>(mSv) |
|--------------|-------------------------------|------|----------|------------------|
| 辐射工作人员       | 0.12                          | 1    | 300      | 0.036            |
| 探伤室周围驻留的公众人员 | 0.23                          | 1/4  | 300      | 0.017            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                       |   |     |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---|-----|-----------------------|
| 喷漆间人员                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $5.47 \times 10^{-6}$ | 1 | 300 | $1.64 \times 10^{-6}$ |
| 注：1. 辐射工作人员工作时位于操作室内，该处剂量率为 $0.12 \mu\text{Sv/h}$ ；<br>2. 公众成员到达的区域为探伤室西墙外、南墙外、北墙外和大防护门外区域，该区域最大剂量率为 $0.23 \mu\text{Sv/h}$ ，以上位置均没有人员工作，因此，公众居留因子取 1/4。                                                                                                                                                |                       |   |     |                       |
| 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 $0.036\text{mSv/a}$ 、公众成员所受年辐射剂量最大为 $0.017\text{mSv/a}$ ，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 $2.0\text{mSv/a}$ 和 $0.1\text{mSv/a}$ 的管理要求。                                                                                                                                      |                       |   |     |                       |
| <b>9.2.3 非放射有害气体环境影响分析</b><br><p>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，每小时通风换气次数大于3次；通风口位于探伤室室顶西北角，通风口外连接通风管道通至生产车间东侧外环境，在通风口外拟安装12mmPb的铅防护罩，车间东侧外日常无人长时间驻留，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。</p>                                                                |                       |   |     |                       |
| <b>9.2.4 危险废物环境影响分析</b><br><p>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，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。公司拟将危险废物暂存于危废暂存间内专用贮存容器中，对危险废物实行联单管理和台账管理，将与有危废处理资质的单位签订危废处理合同。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。</p>                 |                       |   |     |                       |
| <b>9.3 事故影响分析</b><br><b>9.3.1 事故风险识别</b><br><ol style="list-style-type: none"> <li>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；</li> <li>2. 辐射工作人员不遵守操作规程，违规操作，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；</li> <li>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。</li> </ol> |                       |   |     |                       |
| <b>9.3.2 事故风险防范措施</b><br><ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ol>                                                                                                                                                                                    |                       |   |     |                       |

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，个人剂量剂佩戴于左胸前，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，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、公安部门以及卫生部门。

## 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，青岛平电锅炉辅机有限公司拟成立辐射安全管理机构，拟签订辐射工作安全责任书，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，统一指挥射线装置运行安全的工作，负责射线装置的工作及职业工作人员的管理，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。

公司 2 名工作人员尚未参加辐射安全与防护考核，公司拟尽快安排相关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，考核合格后上岗。

### 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，青岛平电锅炉辅机有限公司将制定一系列的辐射管理制度，包括：《辐射防护和安全保卫制度》、《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》、《辐射监测方案》、《辐射工作人员培训制度》、《射线装置使用登记制度》、《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》有关要求，青岛平电锅炉辅机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。

### 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- $\gamma$  辐射剂量率。

2. 监测点位：

(1) 探伤室大、小防护门外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。

## 10.4 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. 辐射事故应急处理机构与职责

(1) 公司成立辐射事故（事件）应急处理领导小组，组织开展风险事件的应急处理工作。

(2) 明确应急处理领导小组的主要职责，具体如下：

a. 定期组织对探伤室、设备和人员进行辐射防护情况自查和检测，发现事故隐患及时督导整改；

b. 发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；

c. 事故发生后立即组织有关部门和人员进行事故应急处理；



- d. 负责向生态环境及卫生行政部门及时报告事故情况；
- e. 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；
- f. 人员受照时，要迅速估算受照人员的受照剂量；
- g. 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，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**

a. 事故发生后，当事人立即对设备进行断电，并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，并在 2 小时内填写《辐射事故初始事故表》，及时报告生态环境部门、公安部门和卫生部门；

b. 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；

c. 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；

d. 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。

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. 青岛平电锅炉辅机有限公司在生产车间东侧位置建设有一处探伤场所，拟购置3台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。

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 $\gamma$ 辐射剂量率现状值处于青岛市环境天然放射性水平范围内。

4. 探伤工作场所由探伤室、操作室、暗室、评片室组成。拟对探伤工作场所进行分区管理，划分为控制区和监督区。

探伤室南侧、西墙、东侧墙体为50mm实心砖+250mm混凝土，北侧墙体为1000mm实心砖+540mm混凝土，室顶为400mm混凝土，大、小防护门为铅钢复合结构，防护能力均为22mmPb。

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；探伤室大、小防护门上设置有电离辐射警告标识和中文警示说明。探伤室内拟设置4处紧急停机按钮，并标明使用方法。探伤室内和大防护门外拟安装监控探头；探伤室拟设置通风换气系统，设计通风量为1500m<sup>3</sup>/h；通风口拟设置不小于12mm铅防护罩。探伤室东侧底部设置有穿线孔。公司拟位每位辐射工作人员配置个人剂量计1支，拟配置2部个人剂量报警仪、1台辐射巡检仪、1套固定式场所辐射探测报警装置。

5. 经估算，探伤机进行探伤作业时，探伤室四周墙体、大、小防护门及通风口外30cm处辐射剂量率为 $(2.41 \times 10^{-8} \sim 1.26) \mu\text{Sv/h}$ ，小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平，室顶外30cm处的剂量率为 $24.59 \mu\text{Sv/h}$ ，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0.036mSv/a、公众成员所受年辐射剂量最大为0.017mSv/a，均满足本评价采用的辐射工作人员及公众成员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3.5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。非放射性有害气体经通风口及排风管道排至生产车间东侧外环境，该处日常无人长时间驻留，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。

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

7. 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件（事件）。

公司拟配备2名辐射工作人员，专职进行室内探伤作业，尚未参加辐射安全与防护考核，公司拟尽快安排相关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，考核合格后上岗。

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，对发现的问题及时整改，可使项目环境风险影响降至最低。

综上所述，青岛平电锅炉辅机有限公司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. 按照环评要求以及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求设置各项辐射安全防护设施，并定期维护，保证有效性。

2. 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；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。

3. 公司将按要求设置辐射安全与环境保护管理机构，建立相应的规章制度。

4. 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。

5. 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。

6. 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。

7. 严格执行监测计划,发现问题及时处理。

8. 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”。

表 12 审 批

|           |              |
|-----------|--------------|
| 下一级环保部门意见 |              |
| 经办人       | 公 章<br>年 月 日 |
| 审批意见      |              |
| 经办人       | 公 章<br>年 月 日 |

## 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）：青岛平电锅炉辅机有限公司

日期：2023 年 2 月

## 承 诺 函

我单位承诺：我方提供的《青岛平电锅炉辅机有限公司 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《青岛平电锅炉辅机有限公司 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。

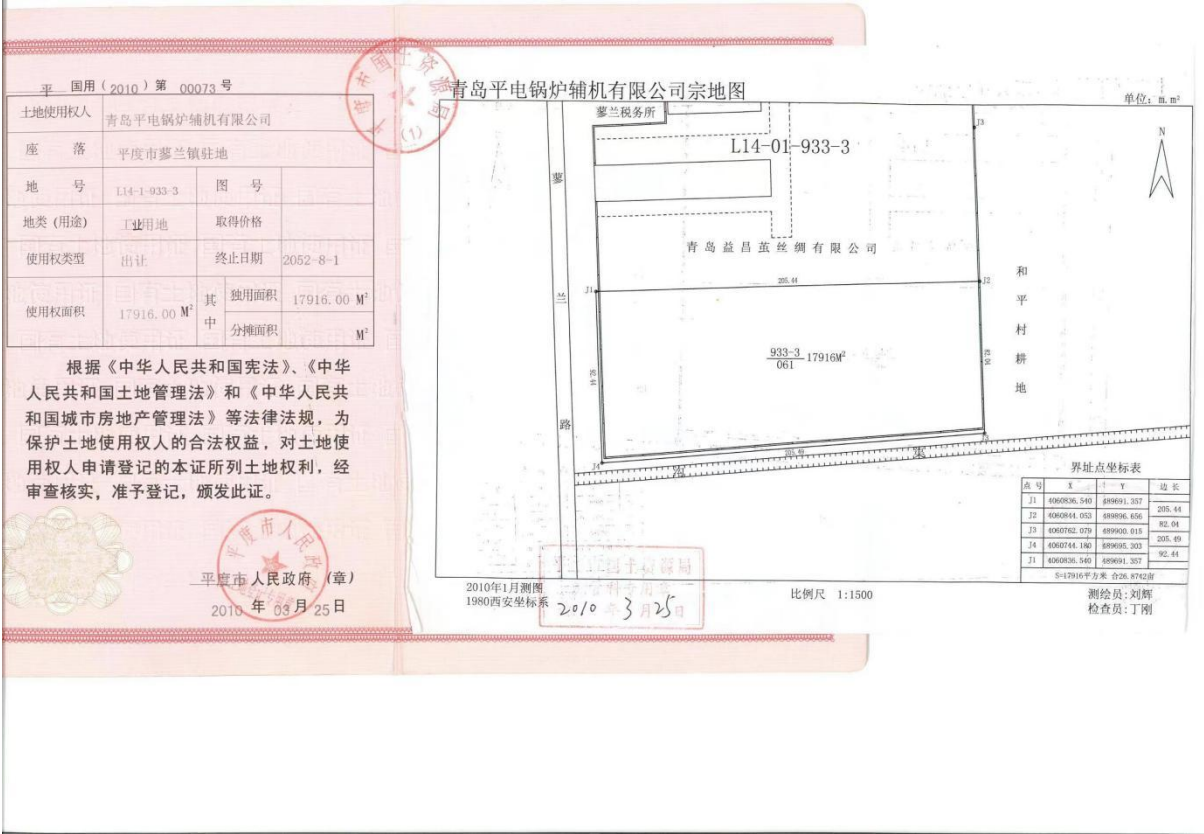
我单位将严格按照环境影响报告中所列内容进行建设，如出现实际建设内容与报告及审批内容不一致的情况，我单位愿承担全部责任。

特此承诺！

建设单位（公章）：青岛平电锅炉辅机有限公司

日期：2023 年 2 月

附件 3 土地证





附件 4 检测报告



# 检 测 报 告

丹波尔辐检[2023]第 365 号

项目名称：X 射线探伤机及探伤室应用项目

委托单位：青岛平电锅炉辅机有限公司

检测单位：山东丹波尔环境科技有限公司

报告日期：2023 年 8 月 8 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  
邮编: 250013  
电话: 0531-61364346  
传真: 0531-61364346

检测报告

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |                 |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|
| 检测项目          | $\gamma$ 辐射剂量率                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                 |
| 委托单位、联系人及联系方式 | 青岛平电锅炉辅机有限公司<br>刘瑞春 13806395102                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |                 |
| 检测类别          | 委托检测                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 检测地点    | 探伤室及周围          |
| 委托日期          | 2023 年 2 月 20 日                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 检测日期    | 2023 年 2 月 21 日 |
| 检测依据          | 1. HJ61-2021 《辐射环境监测技术规范》<br>2. HJ1157-2021 《环境 $\gamma$ 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- $\gamma$ 剂量率仪；<br>仪器型号：FH40G+FHZ672E-10；内部编号：JC01-09-2013；<br>系统主机测量范围：10nGy/h~1Gy/h；<br>天然本底扣除探测器测量范围：1nGy/h~100 $\mu$ Gy/h；<br>能量范围：33keV~3MeV；相对固有误差<7.6%(相对于 $^{137}\text{Cs}$ 参考 $\gamma$ 辐射源)；<br>检定单位：山东省计量科学研究院；<br>检定证书编号：Y16-20222192；<br>检定有效期至：2023 年 12 月 20 日；校准因子：0.99。 |         |                 |
| 环境条件          | 天气：晴                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 温度：3.1℃ | 湿度：38.4%        |
| 解释与说明         | 青岛平电锅炉辅机有限公司建有一座探伤室，拟购置并使用 X 射线探伤机，探伤机的使用会对周围环境产生影响，依据相关标准对探伤室拟建区域及周围进行辐射环境现状检测。<br>下表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 10.9nGy/h，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。<br>检测结果见第 2 页，检测点位示意图及现场照片见附图。                                                                                                          |         |                 |

## 检 测 报 告

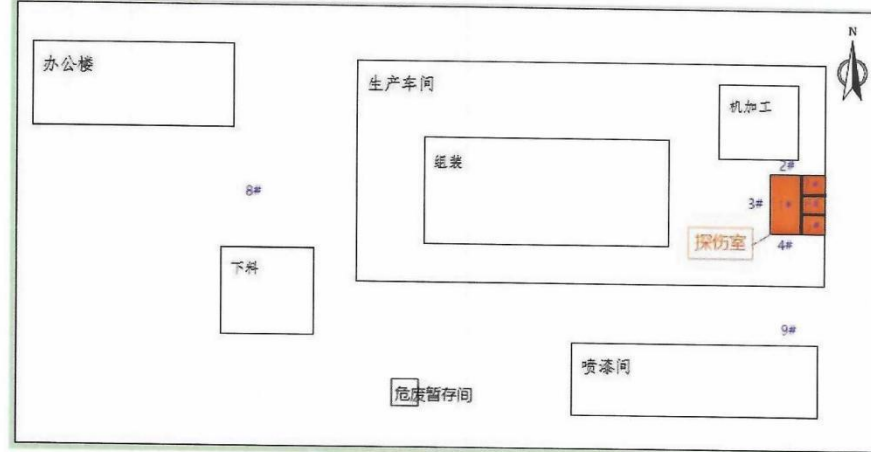
表 1 探伤室及周围  $\gamma$  辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

| 序号  | 点位描述             | 剂量率       | 标准偏差 |
|-----|------------------|-----------|------|
| 1#  | 探伤室内部区域          | 72.5      | 0.69 |
| 2#  | 探伤室北侧区域          | 45.0      | 0.74 |
| 3#  | 探伤室西侧区域          | 48.2      | 0.48 |
| 4#  | 探伤室南侧区域          | 45.0      | 0.60 |
| 5#  | 探伤室东侧操作室         | 70.5      | 0.52 |
| 6#  | 探伤室东侧洗片室         | 73.8      | 0.73 |
| 7#  | 探伤室东侧评片室         | 76.8      | 0.55 |
| 8#  | 厂区内道路            | 40.7      | 0.52 |
| 9#  | 探伤室南侧喷漆间北墙外 1m 处 | 47.3      | 0.46 |
| 范 围 |                  | 40.7~76.8 |      |

注：1#-7#检测点位位于室内，8#-9#检测点位位于室外，检测时地面均为水泥。

## 检测报告

附图1: 检测布点示意图



## 检 测 报 告

附图 2: 现场照片



以 下 空 白



检测人员 张 核验人员 韩明 批准人 刘冬雄

编制日期 2023.8.8 核验日期 2023.8.8 批准日期 2023.8.8