

核技术利用建设项目  
X 射线实时成像检测系统应用项目  
环境影响报告表

平高集团威海高压电器有限公司

2025 年 12 月

环境保护部监制

打印编号: 1764143448000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	pv0x52		
建设项目名称	平高集团威海高压电器有限公司X射线实时成像检测系统应用项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	平高集团威海高压电器有限公司		
统一社会信用代码	91371000264205587G		
法定代表人（签章）	张洪涛		
主要负责人（签字）	胡景瑜		
直接负责的主管人员（签字）	胡景瑜		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	山东丹波尔环境科技有限公司		
统一社会信用代码	913701026846887493		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
刘延峰	03520240537000000169	BH074159	刘延峰
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
何雪	全部	BH065355	何雪

## 编制单位承诺书

本单位山东丹波尔环境科技有限公司(统一社会信用代码  
913701026846887493)郑重承诺:本单位符合《建设项目环境影响报告书  
(表)编制监督管理办法》第九条第一款规定,无该条第三款所列情形,不  
属于(属于/不属于)该条第二款所列单位:本次在环境影响评价信用平台  
提交的下列第1项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 单位名称、住所或者法定代表人(负责人)变更的
3. 出资人、举办单位、业务主管单位或者挂靠单位等变更的
4. 未发生第3项所列情形、与《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》第九条规定的符合性变更的
5. 编制人员从业单位已变更或者已调离从业单位的
6. 编制人员未发生第5项所列情形,全职情况变更、不再属于本单位全职人员的
7. 补正基本情况信息

承诺单位(公章)



### 编制人员承诺书

本人刘延峰 (身份证件号码 370702198604234520) 郑重承诺:

本人在山东丹波尔环境科技有限公司单位(统一社会信用代码

913701026846887493)全职工作,本次在环境影响评价信用平台提交

的下列第 1 项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 从业单位变更的
3. 调离从业单位的
4. 建立诚信档案后取得环境影响评价工程师职业资格证书的
5. 被注销后从业单位变更的
6. 被注销后调回原从业单位的
7. 编制单位终止的
8. 补正基本情况信息

承诺人(签字):




2025 年 11 月 26 日

### 编制人员承诺书

本人何雪 (身份证件号码 370921199911220924) 郑重承诺: 本人在山东丹波尔环境科技有限公司 单位(统一社会信用代码 913701026846887493) 全职工作, 本次在环境影响评价信用平台提交的下列第1 项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 从业单位变更的
3. 调离从业单位的
4. 建立诚信档案后取得环境影响评价工程师职业资格证书的
5. 被注销后从业单位变更的
6. 被注销后调回原从业单位的
7. 编制单位终止的
8. 补正基本情况信息

承诺人(签字): 

2025 年 11 月 26 日

表 1 项目基本情况

建设项目名称		X 射线实时成像检测系统应用项目			
建设单位		平高集团威海高压电器有限公司			
法人代表	张洪涛	联系人		联系电话	
注册地址		威海火炬高技术产业开发区火炬路 278 号			
项目建设地点		威海火炬高技术产业开发区火炬路278号，公司外检车间内东南侧位置			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	118	项目环保投资 (万元)	28	投资比例 (环保投资/总投资)	23.7%
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10
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	/			
	<p><b>1 概述</b></p> <p><b>1.1 公司概况</b></p> <p>平高集团威海高压电器有限公司始建于1993年，系中国电气集团有限公司所属平高电气全资子公司。目前主要生产66千伏~220千伏SF<sub>6</sub>气体绝缘封闭式组合电器（GIS）、66千伏风机塔筒GIS、66千伏箱式变电站以及配套的运维检修业务。其中风机塔筒GIS为我公司自主研发，也是国内首个在海上风电项目实现工程应用的GIS产品。公司经过30多年发展已成长为一个市场营销体系完善、履约服务质量高效、科技创新能力突出、产品性能质量可靠的GIS生产制造企业，已具备年产1000间隔110千伏和220千伏GIS的生产制造能力。</p> <p>本项目地理位置示意图见图1-1，项目周边影像关系图见图1-2，公司平面布置示意图见图1-3，外检车间平面布置示意图见图1-4。</p> <p><b>1.2 本次评价项目概况</b></p>				

公司在生产过程中，需要对环氧树脂浇注件进行检测，以保证产品质量。公司拟购置并使用1套UND320型X射线实时成像检测系统，安装地点位于公司外检车间内东南侧位置；该套成像系统为一体化设计，主要由320kV X射线机、高分辨率实时成像单元、计算机图像处理单元、机械传动单元电气控制单元、X射线防护单元(以下简称“铅房”)组成。

根据《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），工业用X射线探伤装置分为自屏蔽式X射线探伤装置和其他工业用X射线探伤装置，对自屏蔽式X射线探伤装置的使用活动按III类射线装置管理。依据环境保护部部长信箱对《射线装置分类》的解释：“自屏蔽式X射线探伤装置，应同时具备以下特征：一是屏蔽体应与X射线装置主体结构一体设计和制造，具有制式型号和尺寸；二是屏蔽体能将装置产生的X射线剂量减少到规定的剂量限值以下，人员接近时无需额外屏蔽；三是任何工作模式下，人体无法进入和滞留在X射线探伤装置屏蔽体内。”

基于以上描述，本项目X射线实时成像检测系统所带的铅房设置有1.3m宽×2.27m高的防护门洞，具备人员可进入铅房的条件，不属于自屏蔽式X射线探伤装置的范围，应界定为“其他工业用X射线探伤装置”，按照II类射线装置管理。因此本项目属使用II类射线装置进行室内探伤检测项目(固定场所探伤)。

本次评价的射线装置情况详见表1-1。

表1-1 本次评价涉及的射线装置参数表

装置名称	型号	意向厂家	数量	类别	最大管电压	最大管电流	使用状态	安装场所
X射线实时成像系统	UND320型	重庆日联科技有限公司	1套	II类	320kV	5.6mA	拟购置	外检车间内东南侧位置

### 1.3 目的和任务的由来

公司在生产环氧树脂浇注件过程中，需使用X射线实时成像检测系统对环氧树脂浇注件进行无损检验。由于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，显示器屏幕上图像相应部分会呈现灰度差，评片人员根据图像灰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。

本项目成像系统在工作过程中可能对环境产生一定的辐射影响，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》，本项目属于“五十五、核与辐射”中“172 核技术利用项目”，应编制环境影响报告表。

为保护环境和公众利益，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国

国环境影响评价法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规对伴有辐射建设项目环境管理的规定，平高集团威海高压电器有限公司委托我公司对其X射线实时成像检测系统应用项目进行核技术利用项目环境影响评价。接受委托后，在进行现场调查与核实、辐射环境现状检测、收集和分析有关资料、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》（HJ 10.1-2016），编制完成了该项目的环境影响报告表。

## 2 选址合理性分析

平高集团威海高压电器有限公司位于威海火炬高技术产业开发区火炬路278号，东南侧为火炬路、威海公交集团第二分公司，西南侧为海域、威海宏阳渔具有限公司、威海天乘华轮特种带芯有限公司，西北侧为威海星亚电子公司、威海人合机电公司；东北侧为大连路、招商花园。

根据不动产权证书威高国用(2010)第33号（见附件四），用途为工业用地，用地符合规划。本项目属已有项目的配套质保设施，外检车间内安装使用，无新增用地。

铅房东南侧为零部件待检区；西南侧为零部件待检区、外检班办公室、装配车间；西北侧为零部件待检区；东北侧为厂区道路、气站；南侧为厂区道路、包装厂房；西侧为仓库；其中存在4处保护目标，分别为铅房西南侧10.5m处外检班办公室、铅房西南侧13m处装配车间、铅房西侧32m处仓库、铅房南侧19m处包装厂房。铅房四周50m范围内无居民区、学校等人员密集区，邻接无不利因素。综上所述，项目的选址是合理的。

## 3 产业政策符合性分析

本项目属于利用成像系统进行室内无损检测作业，该项目不属于《产业结构调整指导目录（2024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射线实时成像检测系统对公司生产的环氧树脂浇注件开展无损检测，有利于提高公司的生产技术和产品质量，具有良好的经济效益。同时根据下文分析，本项目采取的辐射防护措施能保证铅房外剂量率和人员受照水平控制在标准范围内，射线装置运行过程中产生的辐射影响可以满足国家有关要求，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB1 8871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。



# 威海市地图

山东省标准地图

设区市·基本要素版



审图号：鲁SG (2024) 035号

山东省自然资源厅监制 山东省地图院编制

图 1-1 本项目地理位置示意图

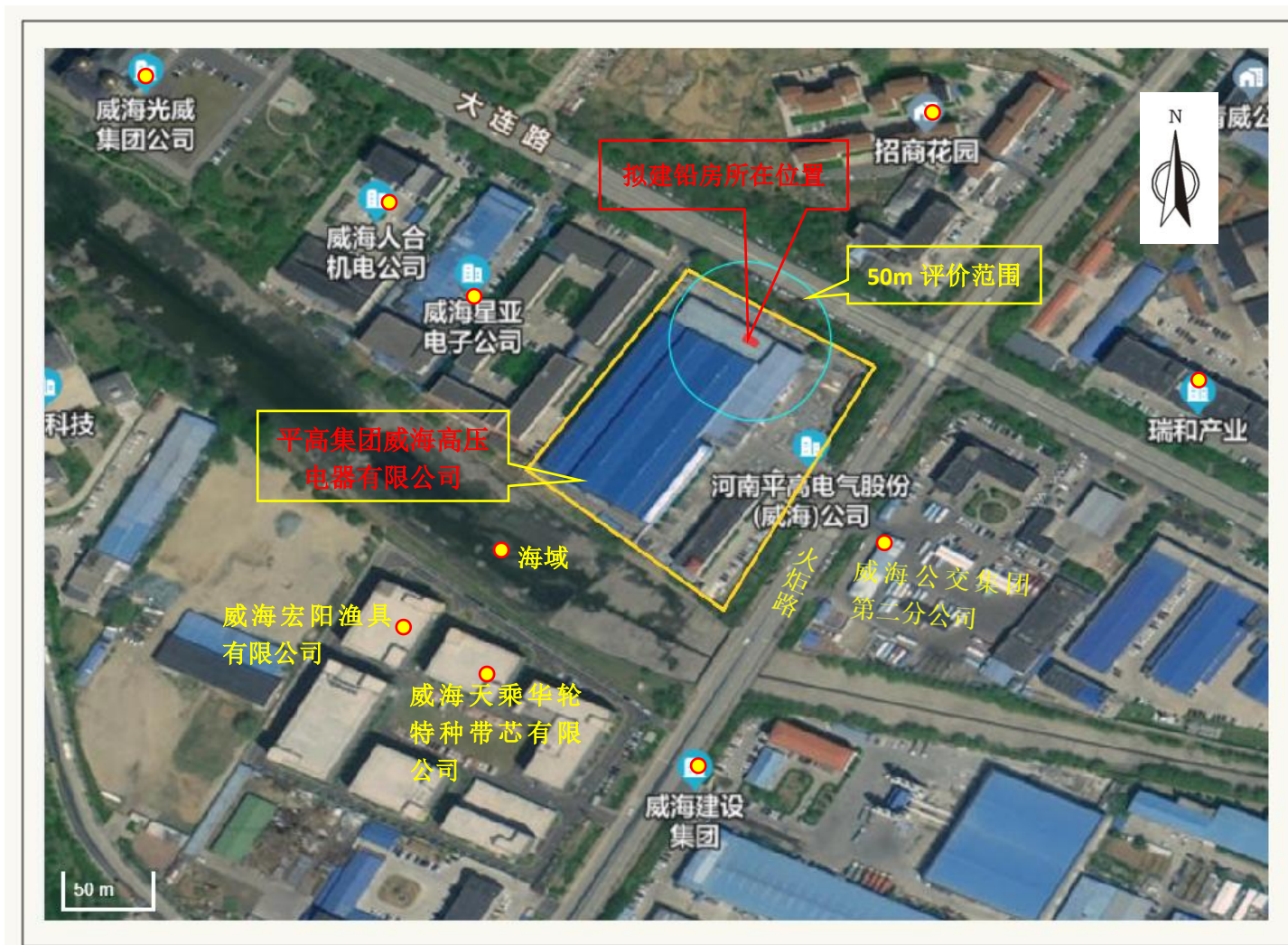


图 1-2 项目周边影像关系图

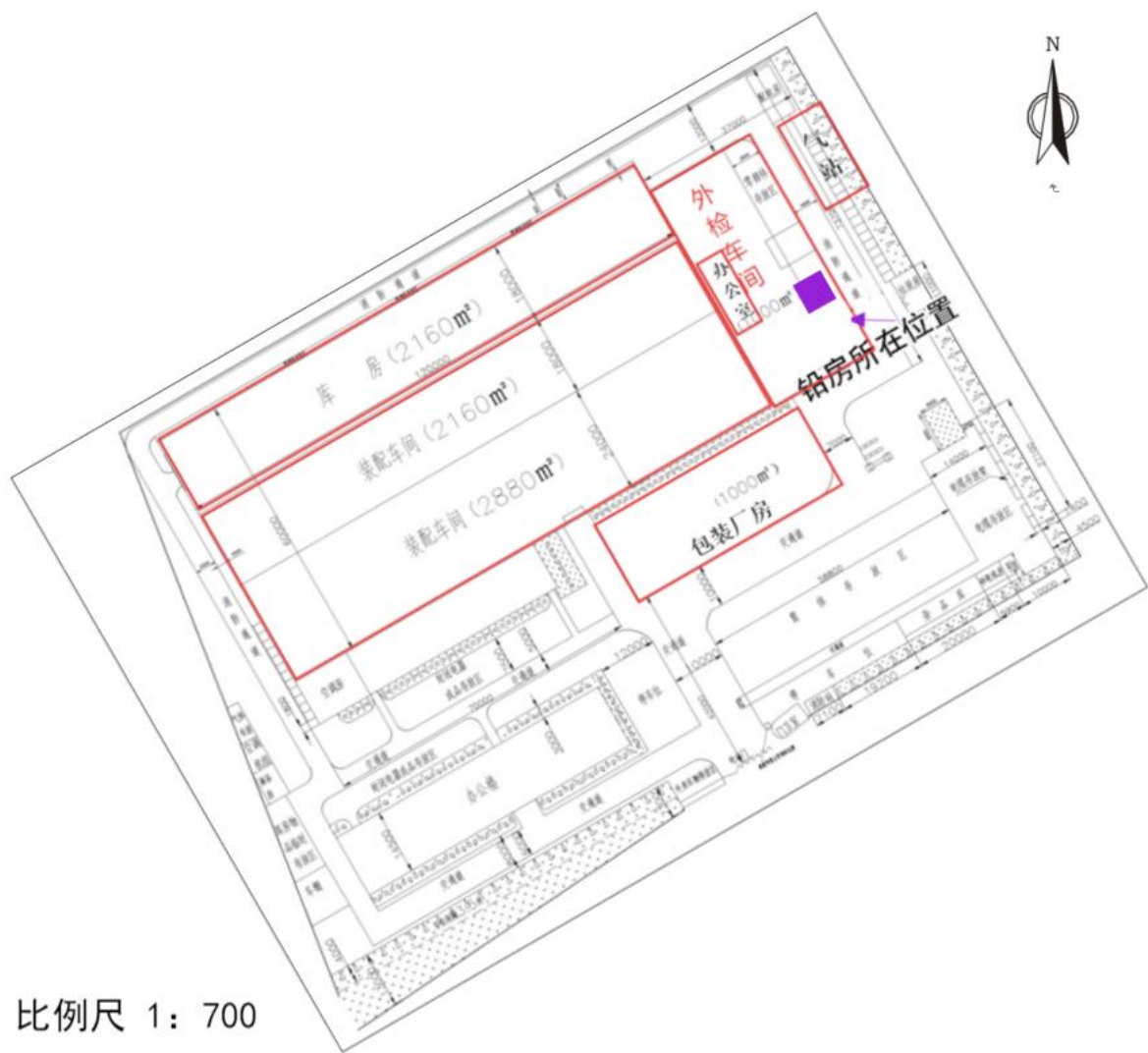


图 1-3 公司平面布置示意图





图 1-4 外检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 射线实时成像 检测系统	II 类	1 台	UND320 型	320	5.6	无损检测	外检车间内东南 侧位置	定向

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
非放射性 气体 (O <sub>3</sub> 和 NO <sub>x</sub> )	气态	/	/	少量	少量	/	/	铅房内废气通过通风口 1 和通风口 2 转入一个通风管道内，排至外检车间 东北侧外环境，车间外为厂区道路， 日常无人员驻留。

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);</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);</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);</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);</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; 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);</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);</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);</li> <li>10. 《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》(国家环境保护总局、公安部、原卫生部, 环发〔2006〕145 号, 2006. 9. 26);</li> <li>11. 《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);</li> <li>12. 《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)。</li> </ol>
------	--

<p>技 术 标 准</p>	<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. 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</li> <li>3. 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</li> <li>4. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</li> <li>5. 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)；</li> <li>6. 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)及修改单；</li> <li>7. 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</li> </ol>
<p>其 他</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 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. 建设单位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》（HJ 10.1-2016）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”。

根据本项目特点，X射线实时成像检测系统安装在铅房内，属在铅房内使用Ⅱ类射线装置。因此，评价范围为铅房四周屏蔽体外50m的范围。

### 5.2 保护目标

本项目保护目标为评价范围内活动的操作人员和公众成员。其中操作人员为操作本项目X射线实时成像检测系统的辐射工作人员，公众成员主要为本项目所在车间内及周围的其他工作人员以及偶然经过的其他公众。保护目标情况见表5-1。

表5-1 本项目周围主要保护目标情况

保护目标		人数	方位/距离	建筑特征
工作人员	辐射操作人员	1人	铅房西南侧1m处	/
公众成员	外检班办公室	6人	铅房西南侧10.5m处	单层建筑， 高约3.5m
	装配车间	45人	铅房西南侧13m处	单层建筑， 高约14.6m
	仓库	12人	铅房西侧32m处	单层建筑， 高约14.6m
	包装厂房	12人	铅房南侧19m处	单层建筑， 高约14m
	其他偶然经过的公众	/	铅房周围	/

### 5.3 评价标准

#### 1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）标准中附录B规定：

B1 剂量限值：

B1.1 工作照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的工作照射水平进行控制，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；

职业人员和公众成员的剂量约束值通常取受照剂量限值的 10%~30%。本次评价保守取受照剂量限值的 10%进行评价，即以 2.0mSv 作为职业工作人员的年管理剂量约束值；以 0.1mSv 作为公众成员的年管理剂量约束值。

## 2. 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

### 4 使用单位放射防护要求

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

### 5.1 X射线探伤机

5.1.1 X射线探伤机在额定工作条件下，距X射线管焦点 100cm处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 5-2 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 5-2 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

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

5.1.2 工作前检查项目应包括：

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全联锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

5.1.3 X射线探伤机的维护应符合下列要求：

a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；

b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；

c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；

d) 应做好设备维护记录。

#### 6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作位应避开有用线束照射的方向并与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合GB 18871 的要求。

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  $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于  $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3；

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

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤设备进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联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，应能立刻停止出束或回源。

6.1.6 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，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。

“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。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作位应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 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。

6.1.9 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。

6.1.10 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。

#### 6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

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

6.2.4 交接班或当班使用便携式X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式X-γ剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

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

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

本次评价以 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 作为铅房四周防护面、防护门及通风口外30cm处各关注点的剂量率参考控制水平，考虑到本项目X射线实时成像检测系统所在铅房高度较低（2.92m），本次评价以 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 作为室顶外30cm处剂量率参考控制水平。

### 3. 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）提供的烟台市环境天然辐射水平见表5-3。

表5-3 烟台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	2.14~12.05	5.84	1.66



表 6 环境质量和辐射现状

6.1 项目地理和场所位置


本项目涉及 1 套 UND320 型 X 射线实时成像检测系统，安装于威海火炬高技术产业开发区火炬路 278 号，公司外检车间主体朝向为北偏西 59°，并非正南正北朝向；外检车间为单层建筑，长约 74.07m，宽约 13.5m，高约 10.3m，本项目位于外检车间内东南侧位置，铅房距车间东北侧墙约 1.5m，距东南侧墙约 16m。

铅房四周防护面与外检车间平行，铅房四周防护面描述为东南侧、西南侧、东北侧、西北侧，防护门位于铅房西南侧。


铅房安装位置四周环境详见表 6-1，项目拟建区域及周围环境现场照片见图 6-1。

表 6-1 X 射线实时成像检测系统拟安装位置周围环境一览表

名称	方向	场所名称	距离
X 射线实时成像检测系统	东南侧	零部件待检区	0m~50m
	西南侧	零部件待检区、外检班办公室、装配车间	0m~50m
	西北侧	零部件待检区	0m~50m
	东北侧	厂区道路、气站	0m~50m
	南侧	厂区道路、包装厂房	0m~50m
	西侧	仓库	0m~50m



拟建铅房中间区域



拟建铅房东南侧区域

	
<p>拟建铅房西南侧区域</p>	<p>拟建铅房西北侧区域</p>
	
<p>拟建铅房东北侧区域</p>	<p>拟建铅房西南侧外检班办公室</p>
	
<p>拟建铅房西南侧装配车间</p>	<p>拟建铅房西侧仓库</p>
	<p>/</p>
<p>拟建铅房南侧包装厂房</p>	<p>/</p>

图 6-1 项目拟建区域及周围环境现场照片（拍摄于 2025 年 11 月）

### 6.2 辐射环境现状调查

为了解本项目拟建区域及周围的辐射环境现状，山东丹波尔环境科技有限公司对本项目拟建区域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：根据本项目平面布置和周围环境情况，共设 10 个辐射环境现状调查检测点位，检测点位描述见表 6-3，检测布点见图 6-2。

3. 质量保证措施：

(1) 监测单位

山东丹波尔环境科技有限公司，已通过生态环境认证，证书编号 221512052438。

(2) 检测设备

环境监测仪器参数见表 6-2。

表 6-2 测量仪器主要技术参数一览表

序号	项 目	参 数
1	仪器名称	便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪
2	仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
3	系统主机测量范围	10nGy/h~1Gy/h
4	探测器测量范围	1nGy/h~100 $\mu$ Gy/h
5	系统主机能量范围	36keV~1.3MeV
6	探测器能量范围	30keV~4.4MeV
7	能量范围	33keV~3MeV；相对固有误差-7.9% (相对于 $^{137}\text{Cs}$ 参考 $\gamma$ 辐射源)
8	检定单位	山东省计量科学研究院
9	检定证书编号	Y16-20247464
10	检定有效期至	2025 年 12 月 22 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) 检测方法

《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，最后由授权签字人审定。



4. 检测时间与条件：2025 年 11 月 12 日，天气：晴，温度：18.1℃，相对湿度：30.9%RH。

#### 5. 检测结果

检测结果见表 6-3，检测布点示意图见图 6-2。

表 6-3 本项目拟建区域及周围  $\gamma$  辐射剂量率检测结果

序号	点位描述	检测结果 (nGy/h)	
		剂量率	标准差
1#	拟建铅房中间区域	66.9	0.9
2#	拟建铅房东南侧区域	66.7	1.0
3#	拟建铅房西南侧区域	69.1	1.0
4#	拟建铅房西北侧区域	68.2	1.1
5#	拟建铅房东北侧区域	65.2	1.1
6#	拟建铅房西南侧外检班办公室东北墙外 1m 处	66.7	0.9
7#	拟建铅房西侧仓库东墙外 1m 处	81.7	1.0
8#	拟建铅房西南侧装配车间东北墙外 1m 处	72.6	1.0
9#	拟建铅房南侧包装厂房北墙外 1m 处	73.0	0.8
10#	厂区道路	65.9	1.0
注：1. 上表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 13.4nGy/h； 2. 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野和道路为 1，平房取 0.9，多层建筑取 0.8； 3. 点位 1#~8#均位于室内，检测时地面为地坪胶漆；点位 9#、10#均位于室外，检测时地面为水泥。			

根据表 6-3 中检测数据，本项目拟建铅房区域及周围  $\gamma$  辐射剂量率现状值为 (65.2~81.7)nGy/h 即  $(6.52\sim8.17)\times10^{-8}\text{Gy/h}$ ；其中室内检测点位的  $\gamma$  辐射剂量率为  $(6.52\sim8.17)\times10^{-8}\text{Gy/h}$ ，处于烟台市环境天然放射性水平范围内[室内  $(4.56\sim20.53)\times10^{-8}\text{Gy/h}$ ]，室外检测点位的  $\gamma$  辐射剂量率为  $(6.59\sim7.30)\times10^{-8}\text{Gy/h}$ ，处于烟台市环境天然放射性水平范围内[道路  $(1.94\sim20.14)\times10^{-8}\text{Gy/h}$ ]。





图 6-2 (a) 检测布点示意图

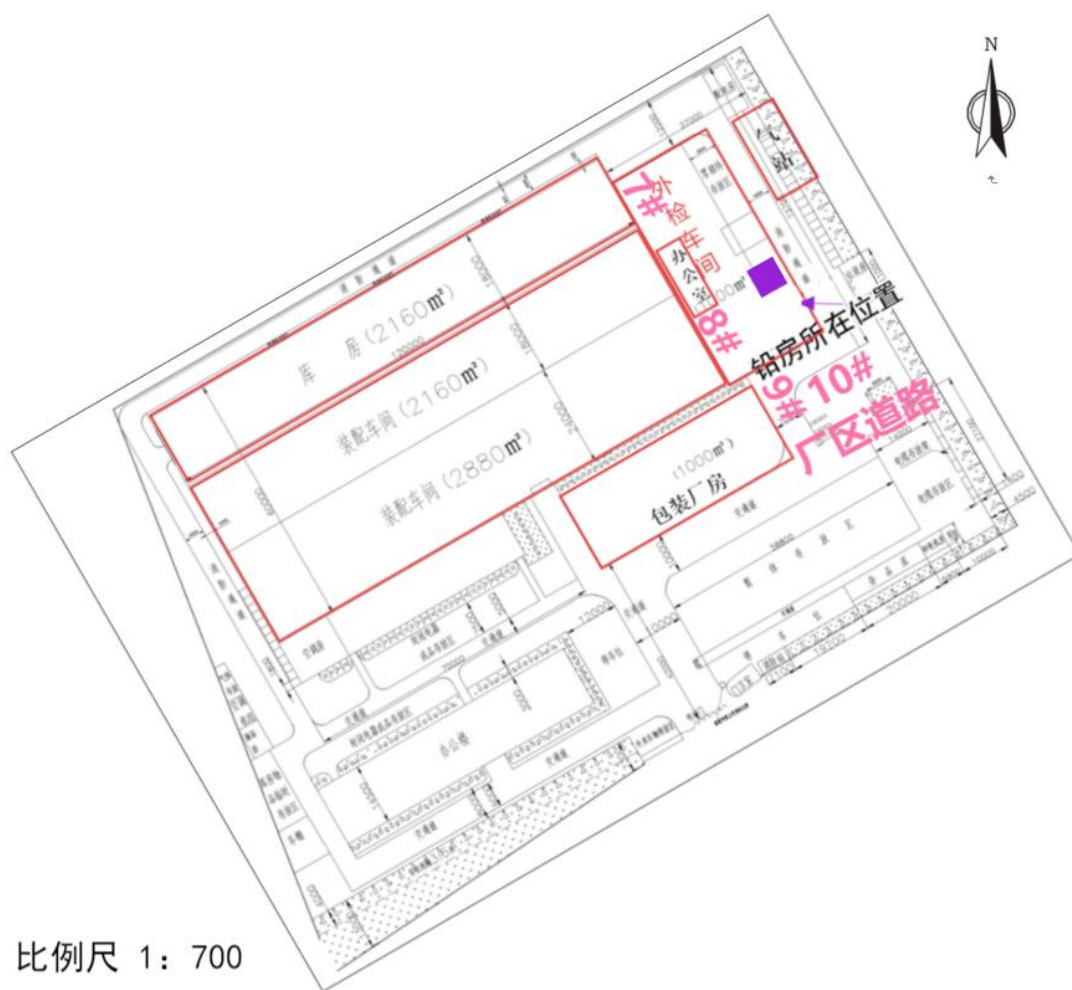


图 6-2 (b) 检测布点示意图

表 7 项目工程分析与源项

7.1 施工期工艺流程简述

本项目施工期内容主要在外检车间内东南侧位置安装1套X射线实时成像检测系统及1处操作位，成像系统为整体外购设备，可直接固定安装，不涉及土建工作。施工期可能的污染因素主要为施工过程产生的噪声及包装废弃物等常规环境要素。

施工期工艺流程及产污环节见图7-1。

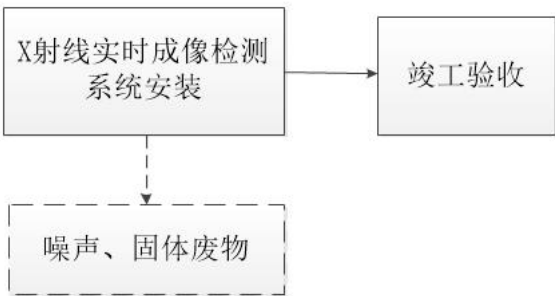


图7-1 施工期工艺流程及产污环节图

7.2 营运期工艺流程简述

7.2.1 X射线实时成像检测系统简介

1、X射线实时成像检测系统组成

实时成像设备由X射线系统、机械传动系统、探测器成像系统、图像处理系统、电气控制系统、辐射防护系统及监控系统组成，X射线实时成像检测系统组成示意图见图7-2。

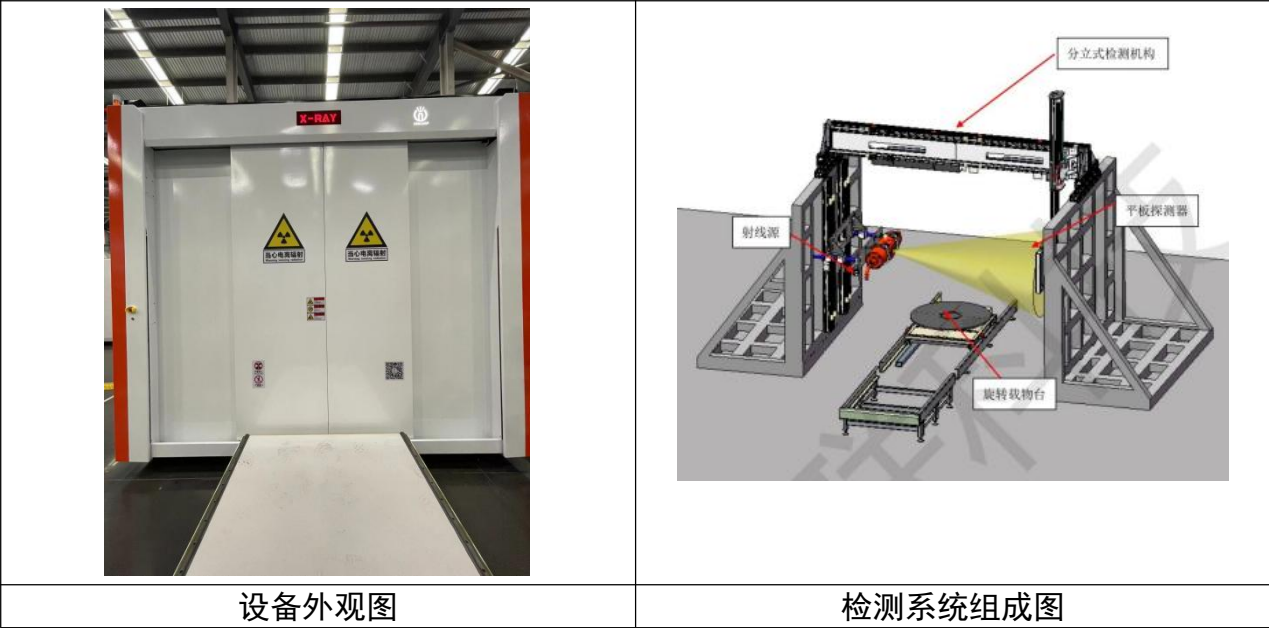


图 7-2 X 射线实时成像检测系统组成示意图

(1) X射线系统

根据设备厂家提供的资料，X射线实时成像检测系统最大管电压为320kV，管电流为5.6mA，连续功率800W/1800W，本项目主要进行环氧树脂浇注件的检测，最大管径730mm，高度为65mm。

## （2）机械传动系统

机械传动系统主要由C型臂、移动小车系统、立柱传动系统，射线管机构，探测器机构组成，各机构模块化设计，高可靠性，高稳定性，高集成度。如下图所示：

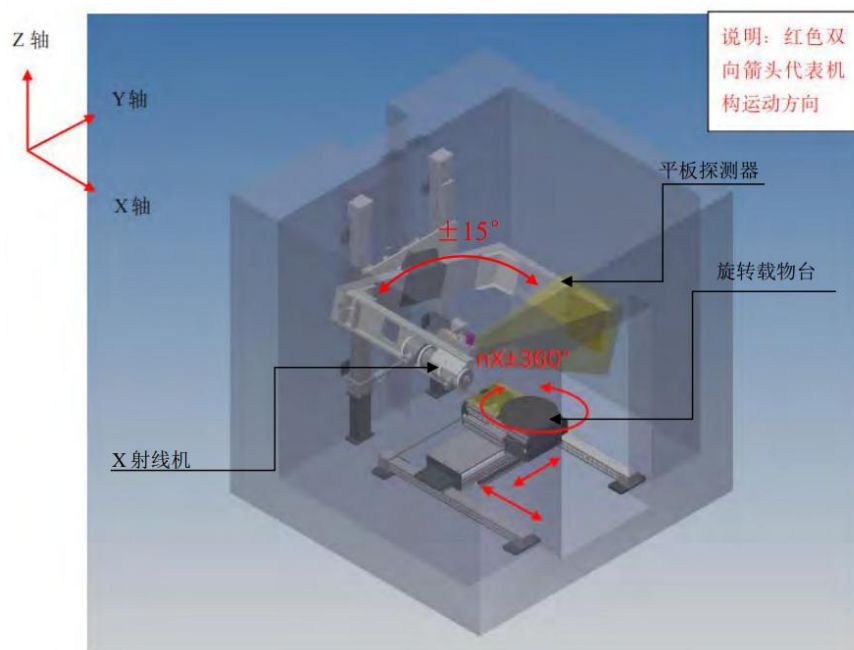


图 7-3 机械传动系统组成

## （3）探测器成像系统

①基本构成：非晶硅平板探测器为间接数字化X线成像，其基本结构为表面是一层闪烁体材料（碘化铯或硫氧化钠），再下一层是以非晶体硅为材料的光电二极管电路，底层为电荷读出电路。

②成像原理：探测器表面的闪烁体将透过物体后衰减的X线转换为可见光，闪烁体下的非晶硅光电二极管阵列又将可见光转换为电信号，在光电二极管自身的电容上形成存储电荷，每个像素的存储电荷量与入射X线强度成正比，在控制电路的作用下，扫描读出各个像素的存储电荷，经A/D转换后输出数字信号，传送给计算机进行图像处理从而形成X线数字影像。

## （4）图像处理系统

图像处理硬件系统由工控机，显示器，操作位，鼠标等硬件组成，硬件传输信息如下图所示：

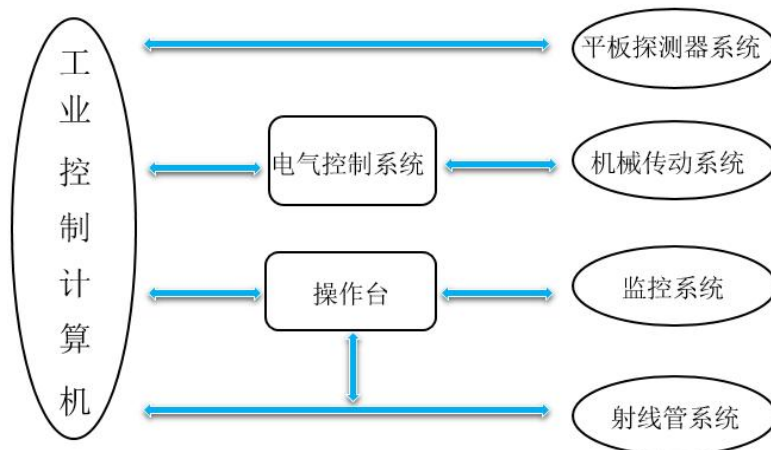


图 7-4 图像处理系统组成

#### (5) 电气控制系统

基本组成:电气控制单元主要由计算机处理系统与PLC逻辑控制单元组成,采用中央集成式控制方式,以可编程逻辑控制器PLC为核心,现场各传感器的信号反馈给PLC,根据检测工艺,PLC经过逻辑程序运算,完成相应电机运动控制;达到自动精确运动控制,同时保证人员和设备安全。

#### (6) 辐射防护系统

①铅房:外侧为钢-铅-钢夹层结构;内壁为方管焊接而成的框架,在寿命期限内有足够的强度刚度、稳定性、耐腐蚀性、抗疲劳性等性能,以确保试验机和操作人员的安全。

②安全联锁单元:维修或紧急情况下,切断安全联锁单元,可断开射线源,各运动轴停止运动为设备及人身安全提供保障措施。

③安全报警单元:铅门上方安装有声光报警器,当射线开启时,声光提醒工作人员注意辐射安全

④紧急按钮:铅房内有紧急停止按钮,按下该停止按钮设备停止运行,保证维修时安全。

#### (7) 监控系统

现场监控主要由红外高清摄像头、录像机、显示器三部分组成,铅房内安装有红外高清摄像头,实时监控铅房检测状态,方便调整工件检测角度和安全监控铅房是否有人。

### 2. 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。典型的X射线管结构见图7-5。

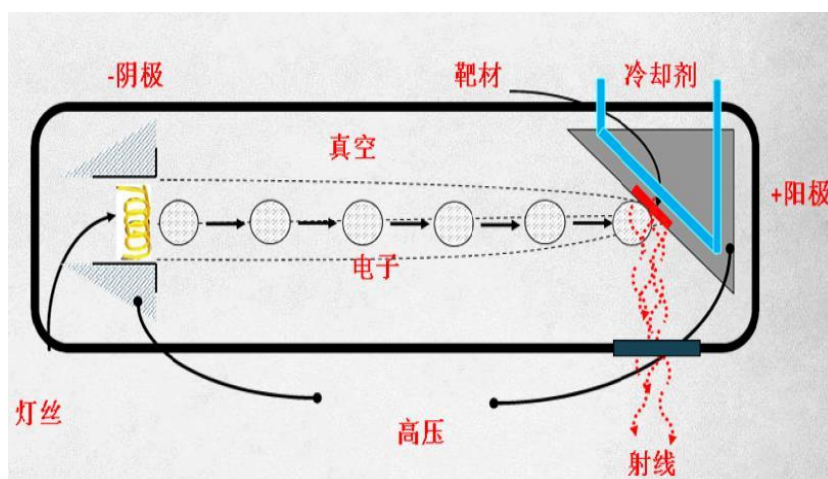


图7-5 典型的X射线管结构示意图

### 3. X射线实时成像系统检测原理

由X射线管发出X射线，X射线穿透被测物体，根据被测物体的不同密度及不同厚度对X射线的吸收和反射特性不同，成像器将穿透被测物体的X射线信息转换成灰度信息并传输给计算机，计算机通过图像处理软件对原始图像进行图像降噪、锐化等处理，将被检测物体内部结构状况清晰地显示出来，X射线探伤机据此实现探伤的目的。X射线实时成像系统检测原理图见图7-6。

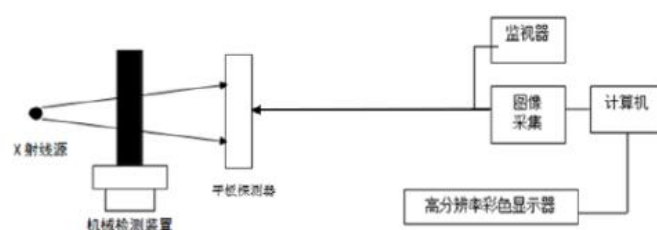


图 7-6 X 射线实时成像系统检测原理图

### 4. X射线探伤设备主要技术参数

本项目X射线实时成像检测系统主要技术参数见表7-1。

表7-1 本项目X射线实时成像检测系统主要技术参数表

项目	内容
设备型号	UND320 型

意向厂家	重庆日联科技有限公司
最大管电压 (kV)	320
最大管电流 (mA)	5.6
焦点尺寸 (mm)	D=0.4mm/1.0mm
辐射角度 (°)	20° × 30° (30° : 射线束可上下旋转±15° , 20° : 射束角度)
有用线束方向	向东南侧/向下照射 (分为两种独立模式, 必须由辐射操作人员人为切换, 系统无法在此两种模式间实现自动过渡)
最大穿透能力	A 级成像标准 45mm(Q235)
平板探测器	位于射束照射方向, 可完全覆盖射束范围, 相当于 10mmPb 的合金材质

### 7.2.2 工作流程

检测时工作流程为：关机状态下，打开工件进出防护门，辐射操作人员将被检工件搬运至旋转载物台上，关闭防护门，确认铅房内无人员停留，防护门已关闭，确认无误后接通电源并开始曝光。检测时，X射线机可在铅房内沿Z轴方向升降，也可绕X轴旋转±15°，从而实现对被检工件的各部位全面扫描；旋转载物台可自转360°，可在Y轴上运动，调整图像清晰度，也可在X轴上运动，方便检测工件的不同部位。针对某一形状的被检工件，提前设置好X射线机高度和旋转载物台位置，不必每次都进行调整，实现对工件快速自动检测。辐射操作人员在控制台操作位观察无损检测图像，一次无损检测完成后，关闭X射线源，打开工件进出防护门，将被检工件由旋转载物台上卸下，进行下一轮无损检测。系统操作、上件和下件均由同一辐射操作人员完成。X射线装置安装于固定铅房内，无法随意移出。该工作流程均自动控制。

其工作流程及产物环节示意图见图7-7。

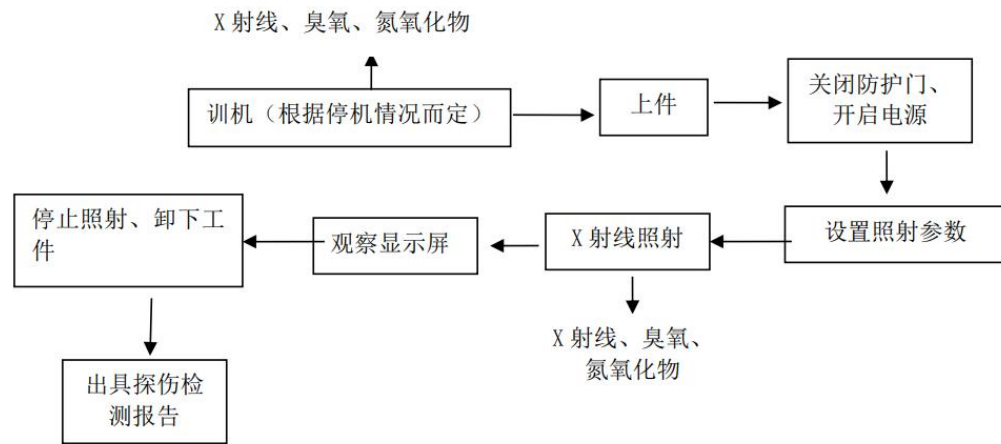


图7-7 工作流程及产物环节示意图

### 7.2.3 人员配备及工作负荷

1、本项目配备2名辐射工作人员，其中1名辐射管理人员，专职负责辐射管理工作；1名辐射操作人员，专职进行本项目探伤检测工作。

## 2、年运行时间

根据建设单位提供资料，一年最多检测1万件工件，根据建设单位提供资料，1个工件X射线最多扫描1min，则工件检测时年曝光时间 $10000 \times 1/60 \approx 167\text{h}$ 。

该设备当 $24\text{h} < \text{停机时间} < 7\text{天}$ ，需要进行短训机，曝光20min；当 $7\text{天} < \text{停机时间} < 30\text{天}$ ，进行中训机，曝光40min；当停机时间 $> 30\text{天}$ ，进行长训机，曝光时长60分钟。

根据建设单位提供资料，停机时间不会超过30天，一年停机超过7天的不超过3次； $24\text{h} < \text{停机时间} < 7\text{天}$ 的预计一年不超过50次，则训机曝光时间为 $(50 \times 20 + 3 \times 40) / 60 \approx 19\text{h}$ 。

综上所述，本项目X射线实时成像系统的年曝光时间约为 $167 + 19 = 186\text{h}$ 。

## 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

本项目施工期无需土建施工，仅在车间内进行设备的安装和调试过程，建设内容较少，产生的主要污染是设备安装调试的较小噪声和包装废弃物。

因此，施工期主要环境影响评价因子为：施工噪声、包装废弃物。

### 7.3.2 营运期污染因素分析与评价因子

#### 1、放射性废物

本项目不产生放射性固体废物、放射性废水和放射性废气。

#### 2、X射线

X射线机开机后产生X射线，对周围环境产生辐射影响，关机后X射线随之消失。

#### 3、非放射性有害气体

系统产生的X射线会使空气电离。空气电离产生臭氧( $\text{O}_3$ )和氮氧化物( $\text{NO}_x$ )，在 $\text{NO}_x$ 中以 $\text{NO}_2$ 为主。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。本项目中，臭氧和氮氧化物的产生量均较小。

本项目使用X射线实时成像检测系统进行探伤，无洗片、评片工序，不会产生废胶片和废显(定)影液。

综上分析，本项目营运期环境影响评价的评价因子主要为X射线、非放射性有害气体。



## 表 8 辐射安全与防护

### 8.1 项目安全与防护

#### 8.1.1 项目安全措施

本项目铅房拟安装于公司外检车间内东南侧位置，操作位与铅房分开设置，X射线向东南方向及向下照射，操作位紧邻铅房西侧，能够避开有用线束的照射，布局基本合理。

铅房三视图见图8-1，本项目铅房屏蔽设计见表8-1。

表8-1 铅房屏蔽设计

项目	内容
铅房尺寸	外部尺寸：长 3.20m（东西）×宽 3.04m（南北）×高 2.92m； 内部尺寸：长 2.40m（东西）×宽 2.397m（南北）×高 2.40m；
铅房面积	5.76m <sup>2</sup>
铅房容积	13.8m <sup>3</sup>
四周防护面材质及厚度	铅房东南侧防护面（主射面）防护厚度 36mmPb+5mm 钢板； 铅房底部防护面（主射面）防护厚度 36mmPb+5mm 钢板； 铅房西北侧防护面（散射面）防护厚度 23mmPb+5mm 钢板； 铅房东北侧防护面（散射面）防护厚度 23mmPb+5mm 钢板； 铅房西南侧防护面（散射面）防护厚度 23mmPb+5mm 钢板； 铅房顶部防护面（散射面）防护厚度 23mmPb+5mm 钢板；
防护门	用于工件进出，1 处，位于铅房西南侧，为两扇电动平移式，铅钢混合材质，防护能力为 23mmPb+5mm 钢板； 门体尺寸 1.41m×2.38m（宽×高）； 门洞尺寸 1.30m×2.27m（宽×高）； 其上、下、左、右与四周防护面的设计搭接量均为 55mm，两扇门中间设置搭接约 50mm，门缝隙小于 5mm，搭接宽度与缝隙比不小于 10:1。防护门设计有门机联锁装置和电离辐射警告标志，防护门上方设计有工作状态指示灯。
通风口	铅房顶部北侧和东侧各设置 1 处通风口，通风口 1 距东北侧防护面约 15cm，距西北侧防护面约 8cm，通风口 2 距东北侧防护面约 15cm，距东南侧防护面约 8cm；通风口直径均为 15.5cm，均安装轴风流机，均采用 23mmPb+4mm 钢防护罩防护，两处通风口的有效通风量不低于 330m <sup>3</sup> /h，通风换气次数均为 24 次/h；铅房内废气通过通风口 1 和通风口 2 转入一个通风管道内，排至外检车间东北侧外环境，车间外为厂区道路，日常无人员驻留。
监控	拟安装 3 处监控摄像头，位于铅房内西北侧和东南侧防护面及防护门上方靠近室顶处，显示屏位于操作位操作位处。
管线口	设有 2 处管线口，分别位于铅房东北侧防护面东端底部，距地面 30cm 处；西北侧防护面北端底部，距地面 30cm 处；管线口外侧均安装有 23mmPb+5mm 钢板防护罩，可避免 X 射线漏射。

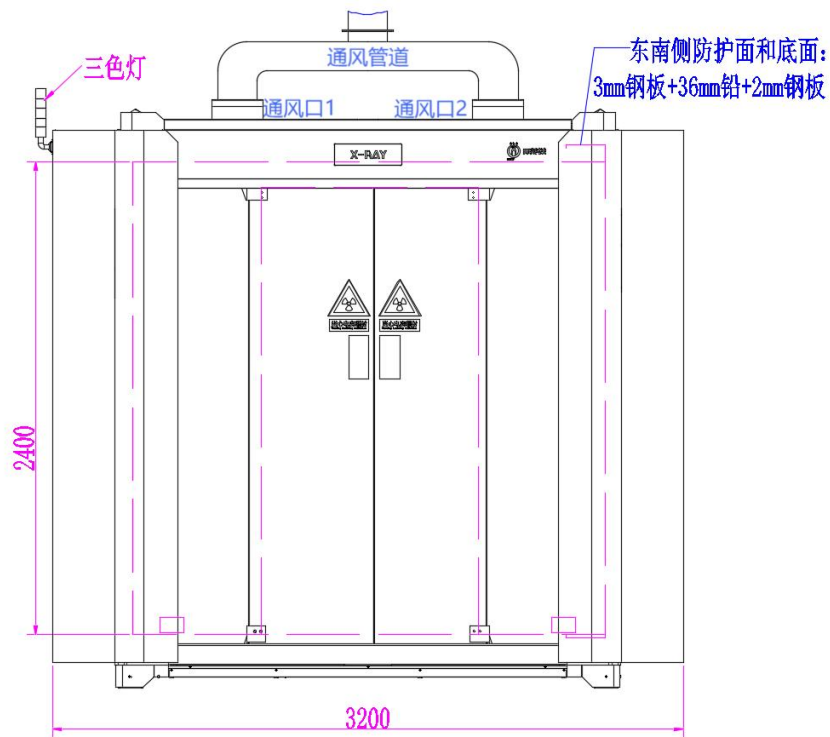


图 8-1 (a) 铅房主视图 (mm)

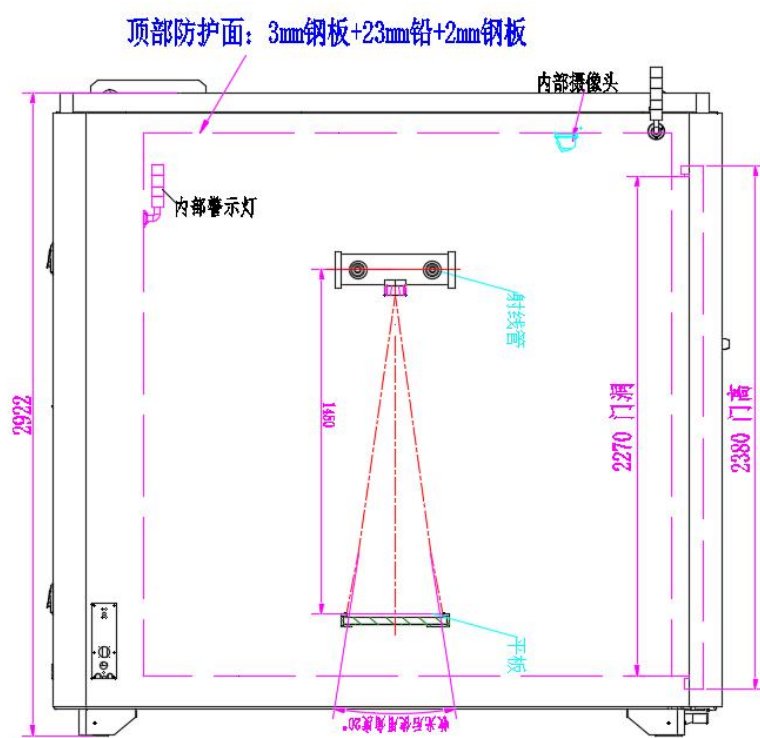


图 8-1 (b) 铅房侧视图 (mm)

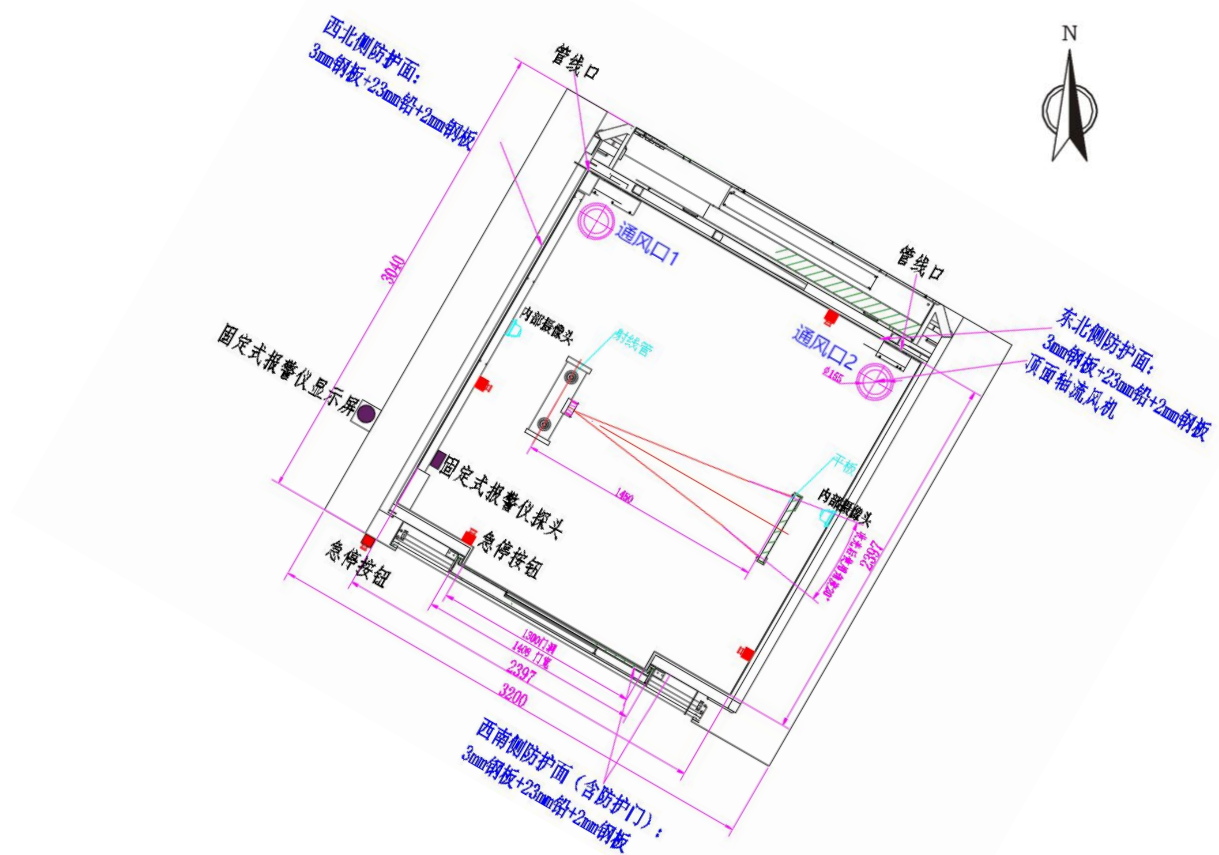


图 8-1 (c) 铅房俯视图 (mm)

### 8.1.2 项目分区

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中规定,“应对探伤工作场所实行分区管理,分区管理应符合 GB18871的要求”。公司拟将铅房内部设置为控制区,拟将铅房外边长约8m,宽6.7m的矩形区域设置为监督区(东北侧为车间实体墙,其余边界拟设置隔离网,采用低碳钢材质,高度1.8m,西南侧设置一处1m宽的人脸双面识别门,东南侧设置一处手动3m宽的工件进出门)。分区管理示意图见图8-2。

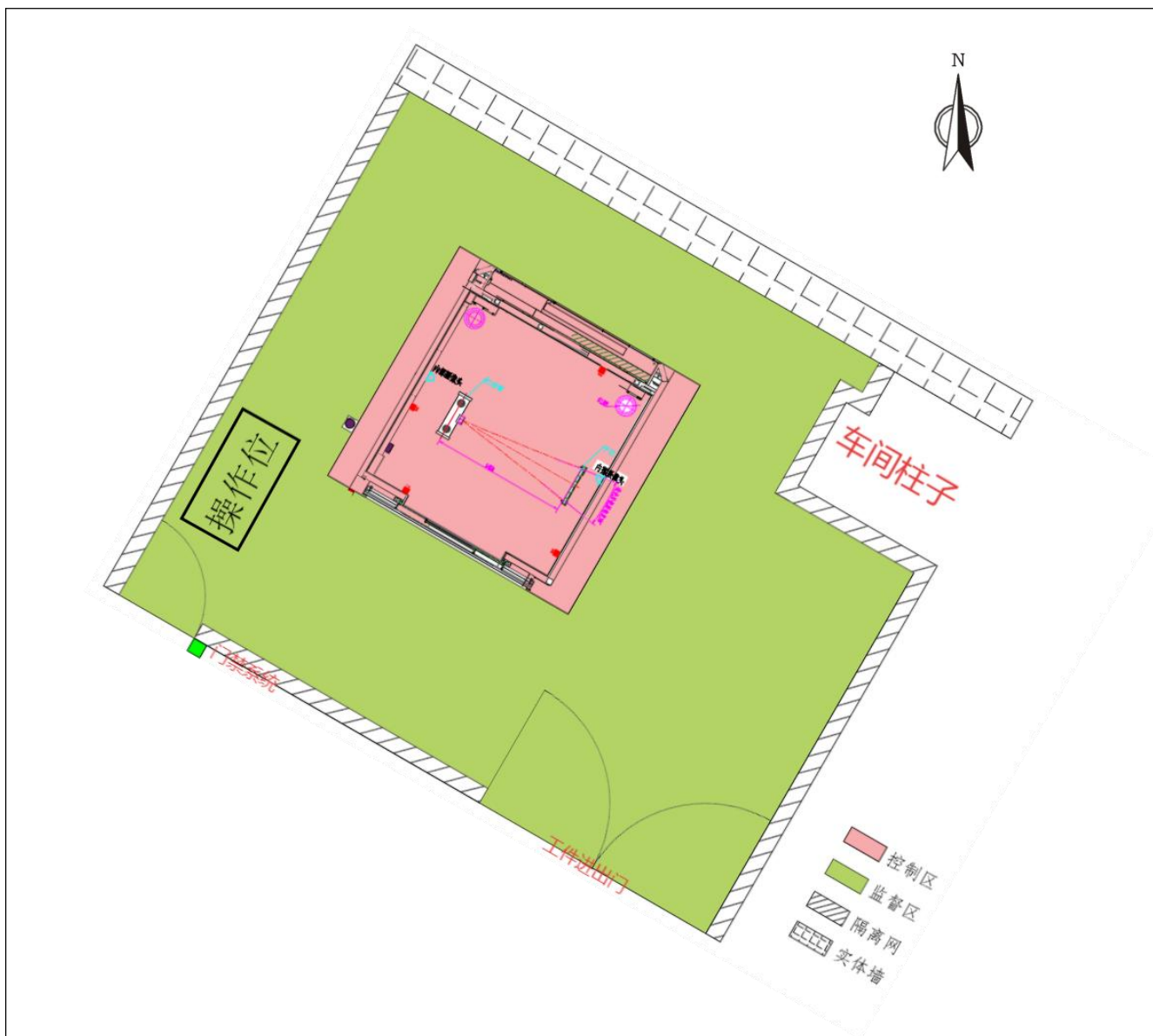


图 8-2 分区管理示意图

### 8.1.3 辐射安全环保措施

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

1. 操作位设有X射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置，并设有高压接通时的外部报警或指示装置、紧急停机开关；设有与防护门联锁的接口，可确保防护门未关闭时不能接通X射线管管电压，已接通的X射线管管电压在防护门开启时能立即切断；并设有钥匙开关，只有在打开操作位钥匙开关后，X射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

2. 防护门设计有门-机联锁装置，防护门关闭后才能出束，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。

3. 铅房内设计有声光报警器，铅房外设有三色灯，均与X射线机有效联锁。当射线开启时，声光同时提醒工作人员注意辐射安全，且声光报警器明显不同于其他报警信号。

4. 拟安装3处监控摄像头，位于铅房内西北侧和东南侧防护面及防护门上方靠近室顶处，显示屏位于操作位操作位处。操作人员能够及时观察到铅房内部及周围情况，避免无关人员逗留铅房内。

5. 防护门外张贴有电离辐射警告标志和中文警示说明。

6. 铅房内四周防护面各设1处紧急停机按钮，操作位自带1处紧急停机按钮，紧急情况下，急停按钮被按下，系统无法启动；系统工作中时，按下急停按钮，系统立即停止。

7. 铅房顶部北侧和东侧各设置1处通风口，通风口1距东北侧防护面约15cm，距西北侧防护面约8cm，通风口2距东北侧防护面约15cm，距东南侧防护面约8cm；通风口直径均为15.5cm，均安装轴流风机，均采用23mmPb+4mm钢防护罩防护，两处通风口的有效通风量不低于330m<sup>3</sup>/h，通风换气次数均为24次/h；铅房内废气通过通风口1和通风口2转入一个通风管道内，排至外检车间东北侧外环境，车间外为厂区道路，日常无人员驻留。

8. 拟安装固定式场所辐射探测报警装置，检测探头安装在铅房内，报警和读数装置安装于铅房西侧防护面南端。

#### 8.1.4 其他安全环保措施

1. 本项目拟配备2名辐射工作人员，其中1名辐射管理人员和1名辐射操作人员，拟为辐射操作人员配备个人剂量计，拟配置1部个人剂量报警仪、1台辐射巡检仪，待配备后可满足探伤工作要求。辐射操作人员当班使用辐射巡检仪前，应检查是否能正常工作。如发现不能正常工作，则不应开始探伤工作。

2. 公司拟委托有资质的单位对辐射操作人员个人剂量每三个月检测一次，建立辐射操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。辐射操作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射操作人员本人提供个人剂量档案的复制件。

3. 公司拟定期为辐射操作人员职业健康查体，建立工作人员健康档案。

4. 应定期检查铅房门机联锁装置、工作状态指示灯等防护安全措施。

#### 8.1.5 探伤装置的退役

当探伤装置不再使用时，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，并清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

## 8.2 三废的治理

本项目运行过程中不产生放射性废水、放射性废气、放射性固体废物。运行过程中产生的X射线与空气作用可产生少量臭氧和氮氧化物。本项目X射线装置年运行时间短，产生的臭氧和氮氧化物较少，日常工作中，工作人员无需进入铅房内。

铅房顶部北侧和东侧各设置1处通风口，通风口1距东北侧防护面约15cm，距西北侧防护面约8cm，通风口2距东北侧防护面约15cm，距东南侧防护面约8cm；通风口直径均为15.5cm，均安装轴风流机，均采用23mmPb+4mm钢防护罩防护，两处通风口的有效通风量不低于330m<sup>3</sup>/h，通风换气次数均为24次/h；铅房内废气通过通风口1和通风口2转入一个通风管道内，排至外检车间东北侧外环境，车间外为厂区道路，日常无人员驻留。

因此，本项目产生的非放射性有害气体对周围环境影响较小。

表 9 环境影响分析

### 9.1 建设阶段对环境的影响

#### 1、声环境影响分析

本项目施工期噪声主要来自X射线实时成像检测系统安装过程中产生的突发性、冲击性、不连续性的敲打撞击噪声，不使用高噪声设备且安装耗时较短，此外本项目施工过程在外检车间内进行，经隔声和距离衰减后，对周边环境影响较小。

#### 2、固体废物影响分析

施工期产生的包装废弃物，经收集后进行分类。回收可再生利用的，外卖至废品回收站；不可利用的固体废物送至厂区内固定废物收集点，一并进行外运处理。经采取以上措施，固体废物对周围环境影响较小。

综上所述，本项目施工期对周围环境影响较小。

### 9.2 运行阶段对环境的影响

#### 9.2.1 铅房周围辐射水平估算与评价

##### 一、预测点选取

根据X射线机使用时有用线束照射方向、铅房平面布置及其周围环境特征，在铅房四周、顶部外30cm处等共布设5个预测点，预测点分布见图9-1。

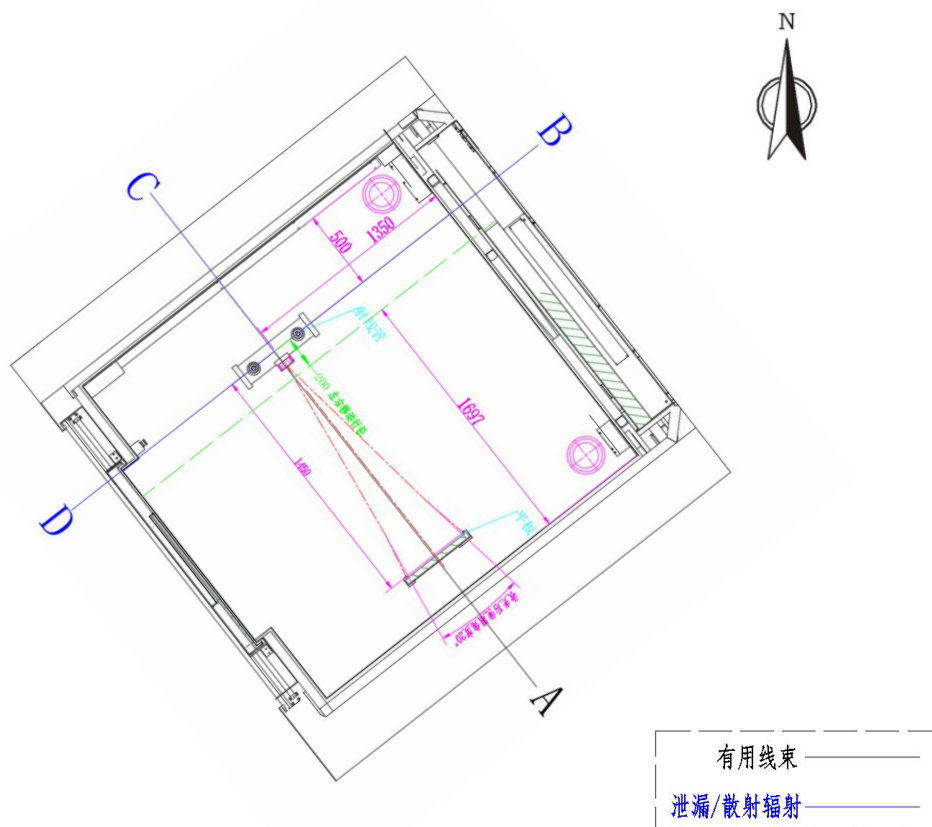


图9-1 (a) 铅房四周防护面辐射路径示意图（俯视图）

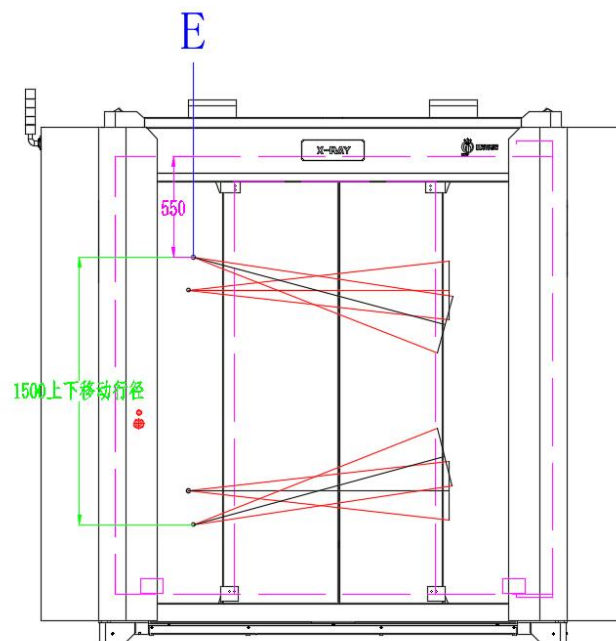


图9-1 (b) 铅房顶部防护面辐射路径示意图（主视图）



## 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）及修改单，详见式9-1～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什值层厚度

### 3. 泄漏辐射在关注点处的剂量率计算公式

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

式中：

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

### 4. 关注点的散射辐射剂量率计算公式

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

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， $\text{m}^2$
$a$	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
$R_o$	辐射源点(靶点)至探伤工件的距离, m

### 三、主要预测参数选取

1. X射线机可在X射线实时成像检测系统内上下、左右移动, 上下移动行径为1500mm、左右移动行径为200mm; 距铅房顶部防护面最近距离为550mm, 距铅房东北侧防护面为1350mm, 距铅房西南侧防护面(含防护门)为1050mm, 距铅房东南侧防护面距离为1697mm, 距铅房西北侧防护面最近距离为500mm。

设备出厂时采用束光器限定X射束辐射角最大为 $20^\circ$ , 则有用线束半张角为 $10^\circ$ , 有用线束可在整体上下偏转 $\pm 15^\circ$ 。有用线束向东南侧和向下照射。当X射线管距顶部防护面的距离小于550mm时, 限制X射线管只可做水平或向下偏转照射。

当X射线管位于最高点水平照射时,  $\tan 10^\circ \times 1.70$  (出束点距东南侧防护面的最远距离)  $\approx 0.30\text{m}$ , 此距离小于X射线出束点距铅房顶部防护面/东北侧防护面/西南侧防护面(防护门)的最近距离0.55m/1.35m/1.05m, 因此本项目顶部防护面/东北侧防护面/西南侧防护面(防护门)不会受到有用线束的直接照射。

铅房底部防护面下方为混凝土和土层, 本次不再计算X射线机对地面的影响。

综上所述, 本项目重点关注:

①铅房东南侧防护面: X射线实时成像检测系统开机时, 防护有用线束照射屏蔽能力;

②铅房西南侧/东北侧/西北侧防护面及防护门: X射线实时成像检测系统开机时, 防护泄漏辐射和散射辐射屏蔽能力。

2. 根据X射线机厂家提供的设备参数, X射线机管电压为320kV、3mm铜过滤条件下输出量为 $13.74\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

参照标准GBZ/T 250-2014, 铅对300kV和400kV X射线的什值层厚度分别为5.7mm、8.2mm, 内插法计算得铅对320kV X射线的什值层厚度为6.2mm。参照IAEA No. 47中表18, 根据外插法计算得, X射线管电压为320kV时, X射线在钢中的什值层厚度为23.04mm。

参照GBZ/T250-2014表1, X射线管电压为320kV时, 距靶点1m处的泄漏辐射剂量率取 $5000 \mu\text{Sv/h}$ 。

参照GBZ/T250-2014附表2, 320kV散射辐射的能量为250kV, 参照GBZ/T250-2014附表B. 2, 250kV对应的铅的TVL为2.9mm。参照IAEA No. 47中表18, X射线管电压为250kV时, X射线在钢中的什值层厚度为20.1mm;

根据GBZ/T250-2014中B4, 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 $\pi \times (R_0 \times \tan 20^\circ)^2$ ，则 $R_0^2 / (F \cdot \alpha)$ 为 $R_0^2 \div \pi \div (R_0 \times \tan 10^\circ)^2 \div 0.0475 = 215.7$ 。

#### 四、预测结果

##### 1. 铅房外预测点处的剂量率

根据式9-1～式9-4，计算得到铅房外预测点辐射剂量率，详见表9-1。

表9-1 铅房周围预测点辐射剂量率一览表

预测点	辐射类型	屏蔽体	屏蔽材料厚度	屏蔽透射因子	靶点至预测点最近距离(m)	辐射剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	
A(铅房东南侧30cm处)	有用线束	东南侧防护面	36mmPb+5mm钢板	$10^{- (36/6.2+5/23.04)}$	1.697+0.3+0.041=2.038	1.05	
B(铅房东北侧30cm处)	泄漏辐射	东北侧防护面	23mmPb+5mm钢板	$10^{- (23/6.2+5/23.04)}$	1.35+0.3+0.028=1.68	0.21	0.21
	散射辐射			$10^{- (23/2.9+5/20.1)}$		$5.02 \times 10^{-5}$	
C(铅房西北侧30cm处)	泄漏辐射	西北侧防护面	23mmPb+5mm钢板	$10^{- (23/6.2+5/23.04)}$	0.5+0.3+0.028=0.828	0.86	0.86
	散射辐射			$10^{- (23/2.9+5/20.1)}$		$2.06 \times 10^{-4}$	
D(铅房西南侧30cm处)	泄漏辐射	西南侧防护面(含防护门)	23mmPb+5mm钢板	$10^{- (23/6.2+5/23.04)}$	1.05+0.3+0.028=1.378	0.31	0.31
	散射辐射			$10^{- (23/2.9+5/20.1)}$		$7.45 \times 10^{-5}$	
E(铅房上方30cm处)	泄漏辐射	顶部防护面	23mmPb+5mm钢板	$10^{- (23/6.2+5/23.04)}$	0.55+0.3+0.028=0.878	0.77	0.77
	散射辐射			$10^{- (23/2.9+5/20.1)}$		$1.84 \times 10^{-4}$	

注：保守考虑，辐射源点（靶点）至预测点距离取辐射源点（靶点）至铅房外侧防护面的最近水平距离。

##### 2. 通风口外剂量率

铅房顶部北侧和东侧各设置1处通风口，通风口1距东北侧防护面约15cm，距西北侧防护面约8cm，通风口2距东北侧防护面约15cm，距东南侧防护面约8cm；通风口直径均为15.5cm，均安装轴风流机，均采用23mmPb+4mm钢防护罩防护。X射线机定向向东南侧及向下照射，则通风口不受有用线束照射，仅受泄漏辐射和散射辐射影响。

出束点至通风口1（北侧）的水平方向上的最近距离为1.04m、垂直方向上距通风口1内侧最近距离为0.55m，则X射线机距通风口1内侧最近距离为1.18m，距通风口1外30cm处距离为1.508m。出束点至通风口2（东侧）的水平方向上的最近距离为1.88m、垂直方向上距通风口2内侧最近距离为0.55m，则X射线机距通风口2内侧最近距离为1.96m，距通风口2外30cm处距离为2.288m。

根据式9-2和式9-3，计算得到通风口处泄漏辐射剂量率为：

通风口1:  $5000 \times 10^{-\left(23/6.9+4/23.04\right)} \div 1.508^2 = 0.29 \mu\text{Sv/h}$ ;

通风口2:  $5000 \times 10^{-\left(23/6.9+4/23.04\right)} \div 2.288^2 = 0.12 \mu\text{Sv/h}$ ;

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;同时通风口外侧设置23mmPb+4mm钢防护罩(屏蔽透射因子= $10^{-\left(23/2.9+4/20.1\right)} = 7.41 \times 10^{-9}$ ,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。

则通风口1处所受总辐射剂量率约为0.29  $\mu\text{Sv/h}$ ,通风口2处所受总辐射剂量率约为0.12  $\mu\text{Sv/h}$ ,均低于2.5  $\mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。

### 3. 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9-2。

表 9-2 保护目标处辐射剂量率一览表

序号	保护目标	距离/方位	射线类型	辐射剂量率值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
1	外检班办公室	铅房西南侧 10.5m 处	泄漏辐射	$4.44 \times 10^{-3}$	$4.44 \times 10^{-3}$
			散射辐射	$1.06 \times 10^{-6}$	
2	装配车间	铅房西南侧 13m 处	泄漏辐射	$3.00 \times 10^{-3}$	$3.00 \times 10^{-3}$
			散射辐射	$7.17 \times 10^{-7}$	
3	仓库	铅房西侧 32m 处	泄漏辐射	$5.42 \times 10^{-4}$	$5.42 \times 10^{-4}$
			散射辐射	$1.30\text{E} \times 10^{-7}$	
4	包装厂房	铅房南侧 19m 处	泄漏辐射	$1.47 \times 10^{-3}$	$1.47 \times 10^{-3}$
			散射辐射	$3.52 \times 10^{-7}$	

由表9-2可知,环境保护目标处剂量率最大为 $4.44 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ,低于2.5  $\mu\text{Sv/h}$ 剂量率控制目标。

综上所述,本项目X射线实时成像检测系统进行探伤机作业时,铅房外各参考点剂量率最大为1.05  $\mu\text{Sv/h}$ ,小于2.5  $\mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。环境保护目标处剂量率最大为 $4.44 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ,小于2.5  $\mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。

## 9.2.2 人员所受辐射剂量估算与评价

### 一、计算公式

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

式中:

$H$	年有效剂量, Sv/a
$Dr$	X 剂量当量率, Sv/h
$t$	年受照时间, h

$T$	居留因子。
-----	-------

## 二、照射时间确定

根据上文 7.2.3 小节，本项目 X 射线机年累积曝光时间为 186h，拟配备 1 名辐射操作人员专职从事本项目检测工作，则辐射操作人员受照时间为 186h。

## 三、居留因子

参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及修改单，具体数值见表 9-3。

表 9-3 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	操作位、外检班办公室、装配车间、包装厂房、仓库
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间	1/4: 铅房周围公众成员
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道	/

## 四、辐射工作人员的年有效剂量

辐射操作人员主要在操作位进行操作，根据表 9-1，操作位位置（取铅房西北侧防护面）辐射水平为  $0.86 \mu\text{Sv/h}$ ，居留因子取 1，辐射操作人员受照时间最大 186h，根据式 9-5，年有效剂量为：

$$0.86 \times 186 \times 1 \approx 0.16 \text{mSv/a}$$

则辐射操作人员所受年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的辐射工作人员  $20\text{mSv/a}$  的剂量限值，也低于本报告提出的  $2.0\text{mSv/a}$  的管理剂量约束值。

## 五、公众成员的年有效剂量

公众居留区域主要为铅房及周围保护目标处。根据式 9-5，计算公众成员年有效剂量，如表 9-4 所示：

表 9-4 本项目公众成员年有效剂量

公众居留区域	最大剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留因子	年累计曝光时间 (h)	年有效剂量 (mSv)
铅房周围公众成员	1.05	1/4	186	$4.90 \times 10^{-2}$
外检班办公室	$4.44 \times 10^{-3}$	1	186	$8.26 \times 10^{-4}$
装配车间	$3.00 \times 10^{-3}$	1	186	$5.58 \times 10^{-4}$
仓库	$5.42 \times 10^{-4}$	1	186	$1.01 \times 10^{-4}$
包装厂房	$1.47 \times 10^{-3}$	1	186	$2.74 \times 10^{-4}$

由上表可知，铅房周围及保护目标处公众成员所受有效剂量最大为  $4.90 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的公众成员  $1 \text{mSv/a}$  的剂量限值，也低于本报告提出的公众成员  $0.1 \text{mSv/a}$  的管理剂量约束值。

需说明的是，实际工作中，一般会留有一定的余量，管电压和管电流不会达到最大，因此，铅房周围剂量率和铅房周围人员受照剂量将低于上述估算结果。

### 9.2.3 非放射有害气体环境影响分析

本项目运行过程中不产生放射性废水、放射性废气、放射性固体废物。运行过程中产生的 X 射线与空气作用可产生少量臭氧和氮氧化物。本项目 X 射线机能量最大为  $320 \text{kV}$ ，能量较低，产生的臭氧和氮氧化物较少。

铅房顶部北侧和东侧各设置 1 处通风口，通风口 1 距东北侧防护面约  $15 \text{cm}$ ，距西北侧防护面约  $8 \text{cm}$ ，通风口 2 距东北侧防护面约  $15 \text{cm}$ ，距东南侧防护面约  $8 \text{cm}$ ；通风口直径均为  $15.5 \text{cm}$ ，均安装轴风流机，均采用  $23 \text{mmPb} + 4 \text{mm}$  钢防护罩防护，两处通风口的有效通风量不低于  $330 \text{m}^3/\text{h}$ ，通风换气次数均为  $24 \text{次/h}$ ；铅房内废气通过通风口 1 和通风口 2 转入一个通风管道内，排至外检车间东北侧外环境，车间外为厂区道路，日常无人员驻留。因此，本项目产生的非放射性有害气体对周围环境影响较小。

## 9.3 事故影响分析

### 1、可能的风险事故（件）

（1）检测工作过程中，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，使工作人员或公众造成不必要照射，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 射线机被盗、非辐射工作人员使用，使 X 射线机使用不当，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；

（4）X 射线机维修期间，因操作不当/安全措施失效，发生了误照事故，导致现场维修人员受到不必要的辐射照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

### 2、风险事故（件）防范措施

（1）定期巡检，确保门-机联锁、电离辐射警告标志、工作状态指示灯、紧急停机按钮等安全措施正常运转、保持完好；

（2）工作前检查 X 射线机外观是否完好；电缆是否有断裂、扭曲以及破损；安全联锁

是否正常工作；报警设备和警示灯是否正常运行；螺旋栓等连接件是否连接良好；辐射检测仪是否正常。定期对设备进行检修维护，每年至少一次；定期对周围辐射水平进行检测，发现异常，及时切断电源，请专业人员对设备进行维护、维修；设备维护包括 X 射线机的彻底检查和所有零部件的详细检测；当设备有故障或损坏，需更换时，应保证所更换的零部件为合格产品；做好设备维护记录。

（3）调试、维护、检修工作由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，检修时应采取必要的防护措施，避免误照射。



## 表 10 辐射安全管理

### 10.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

#### 10.1.1 管理机构

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中对使用射线装置单位的要求，平高集团威海高压电器有限公司拟签订辐射工作安全责任书，法定代表人为辐射安全工作第一责任人，拟设置辐射安全与环境保护管理机构，负责辐射安全与环境保护工作。

辐射安全与环境保护管理机构工作职责：

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

#### 10.1.2 职业工作人员

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》的规定：从事辐射工作的人员必须通过核技术利用辐射安全和防护考核。

公司拟配备2名辐射工作人员，公司将安排辐射工作人员参加核技术利用辐射安全和防护考核，待考核合格后方可上岗。

### 10.2 辐射安全管理制度

为认真贯彻执行国家有关法律法规及行业行政主管部门的要求，加强公司内部管理，公司将制定一系列的辐射管理制度，包括《X射线实时成像系统操作规程》《辐射防护与安全管理制度》《射线装置使用登记制度》《设备检修维护制度》《X射线检测人员岗位责任制度》《辐射监测方案》《辐射工作人员培训制度》，拟编制《辐射事故应急预案》。

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，平高集团威海高压电器有限公司拟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，为辐射工作人员配备1支个人剂量计，并委托有资质的检测机构每三个月检测一次，检测数据填入个人剂量档案。个人剂量档案内包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂

量档案终生保存。当1季度个人剂量监测结果超过0.5mSv，应调查其原因，采取改进措施。

### 10.3.2 工作场所辐射水平监测

平高集团威海高压电器有限公司拟制定《辐射监测方案》，拟配备1台辐射巡检仪，辐射监测方案按照以下几方面内容进行：

1. 监测因子：X- $\gamma$  辐射剂量率。

2. 监测点位：

（1）通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；

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

（3）铅房防护面外30cm离地面高度为1m处，每个防护面至少测1个点；

（4）通风口、管线口位置；

（5）人员经常活动的位置，主要包括操作位及其他人员能到达的位置；

（6）每次检测结束后，检测铅房的入口，以确保X射线机已经停止工作。

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铅房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。

验收检测：铅房安装完成后应进行验收检测。

### 10.3.3 检测仪器检定/校准

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

## 10.4 辐射事故应急

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

### 1、辐射事故应急处理机构与职责

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

(2) 明确应急处理领导小组职责：

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

## **2、辐射事故应急原则**

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

## **3、辐射事故应急处理程序**

(1) 辐射应急预案的启动

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

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

(2) 辐射事故应急处理

a. 发生辐射事故时，公司应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并立即向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生部门报告；并在2小时内填写辐射事故初始报告表上报当地政府及有关部门，并明确各部门联系电话；

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

c. 应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

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

参与下进行；

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

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

### （3）辐射事故应急响应的终止

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

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

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

## 4、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. 为满足生产需求, 保证生产产品的质量, 平高集团威海高压电器有限公司拟购置1套X射线实时成像检测系统(属于II类射线装置), 安装地点位于外检车间内东南侧位置, 用于固定(室内)场所的无损检测; X射线实时成像检测系统自带防护单元(铅房), 无需单独建设探伤室。

2. 本项目符合国家产业政策, 符合“实践正当性”原则。

3. 由现状检测结果表明: 本项目拟建区域周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率现状值处于烟台市环境天然放射性水平范围内(本底调查时威海市隶属于烟台市)。

4. 铅房东南侧防护面(主射面)防护厚度36mmPb+5mm钢板; 底部防护面(主射面)防护厚度36mmPb+5mm钢板; 西北侧防护面(散射面)防护厚度23mmPb+5mm钢板; 东北侧防护面(散射面)防护厚度23mmPb+5mm钢板; 西南侧防护面(散射面)防护厚度23mmPb+5mm钢板; 顶部防护面(散射面)防护厚度23mmPb+5mm钢板; 防护门的防护能力为23mmPb+5mm钢板; 拟将铅房内部划为控制区, 拟将铅房外边长约8m, 宽6.7m的矩形区域设置为监督区。铅房设计有门-机联锁装置、工作状态指示灯、紧急停机按钮、监视装置、电离辐射警告标志和中文警示说明等安全措施; 操作位设计有紧急停机按钮, 拟配置固定式场所辐射探测报警装置。

公司拟为辐射操作人员配置个人剂量计(由个人剂量检测单位配发), 拟配备1部个人剂量报警仪, 拟配备1台辐射巡检仪。

5. 经估算, X射线实时成像检测系统进行检测作业时, 铅房周围辐射剂量率最大为1.05  $\mu$ Sv/h, 小于2.5  $\mu$ Sv/h的剂量率参考控制水平。铅房周围辐射工作人员及公众成员所受年辐射剂量分别满足辐射工作人员及公众成员2.0mSv/a和0.1mSv/a的管理剂量约束值。

6. 铅房顶部北侧和东侧各设置1处通风口, 通风口1距东北侧防护面约15cm, 距西北侧防护面约8cm, 通风口2距东北侧防护面约15cm, 距东南侧防护面约8cm; 通风口直径均为15.5cm, 均安装轴风流机, 均采用23mmPb+4mm钢防护罩防护, 两处通风口的有效通风量不低于330m<sup>3</sup>/h, 通风换气次数均为24次/h; 铅房内废气通过通风口1和通风口2转入一个通风管道内, 排至外检车间东北侧外环境, 车间外为厂区道路, 日常无人员驻留。

7. 公司将成立辐射安全与环境保护管理机构, 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, 并制定各项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）。

8. 公司拟配备2名辐射工作人员，参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，通过该平台报名参加考核，考核合格后上岗。

公司拟制定一系列辐射管理制度，同时还将在项目运行后中，根据实际情况不断对制定的辐射制度进行完善，以确保相关制度能够得到有效运行。

本项目在实际工作中存在一定的辐射环境风险，公司将按照报告表有关内容及时完善《辐射安全事故应急预案》，并严格执行制定的风险防范措施，定期演习辐射事故应急方案，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，平高集团威海高压电器有限公司X射线实时成像检测系统应用项目，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变更辐射安全许可证；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。

2、公司将加强射线装置的的安全管理工作，严格落实探伤装置使用登记制度，建立使用台账；做好探伤装置的安全保卫工作，防止丢失或被盗。

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

3、建立健全辐射防护工作档案，对工作人员的辐射防护培训、个人剂量监测、健康查体和辐射防护检测等资料要分开保管并长期保存。

4、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。

5、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、严格落实GBZ117-2022中辐射安全和防护（如预备、照射状态的指示灯和声音提示等）规定。



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