

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

威海朝阳化工机械有限公司  
2026 年 1 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：威海朝阳化工机械有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：山东省威海市环翠区张村镇珠江街云科孵化园 1-2 号厂房

邮政编码： 联系人：

电子邮箱： 联系电话：

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	威海朝阳化工机械有限公司				
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址	山东省威海市环翠区张村镇西郊热电厂南珠江街云科孵化园 1-2 号厂房				
项目建设地点	山东省威海市高区初村镇翠山街北、福海路西, 西郊创意工业园 A2 厂房内西南角				
立项审批部门	--		批准文号	--	
建设项目总投资 (万元)	60	项目环保投 资(万元)	50	投资比例(环保 投资/总投资)	83.33%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建(迁建) <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积(m <sup>2</sup> )	约 90
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	/		
	射线装 置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<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		
	其他	/			
<h3>1.1 公司简介</h3> <p>威海朝阳化工机械有限公司成立于 2011 年 10 月 24 日, 是中国内陆地区化工机械行业生产大、中、小型实验室设备的专业厂商, 是集研制、开发、销售的综合企业, 公司主营产品包括不锈钢反应釜、高压釜、加氢反应釜等, 年生产反应釜可达到 1000 台。公司现有老厂区位于山东省威海市环翠区张村镇西郊热电厂南珠江街云科孵化园 1-2 号厂房, 老厂区建设有 1 座探伤室, 并配备使用 1 台 XXHZ-2505 型周向 X 射线探伤机。</p> <p>根据公司发展规划, 拟将老厂区整体搬迁至山东省威海市高区初村镇翠山街北、福海路西, 西郊创意工业园内(以下简称: 新厂区), 新厂区系租赁威海市西郊科技有限公司新建西郊创意工业园 A1、A2 厂房。为满足新厂区无损检测要求, 公司拟于新厂区</p>					

A2 厂房内西南角新建一处探伤工作场所，并根据探伤需求新购 1 台 XXGH-3505Z 型周向 X 射线探伤机。经核实，厂区搬迁完成后，公司老厂区及配套探伤室、原有 XXHZ-2505 型周向 X 射线探伤机均不再使用，建设单位拟清除老厂区探伤室所有电离辐射警告标志和安全告知，并将原有 XXHZ-2505 型周向 X 射线探伤机 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。

新厂区地理位置示意图见附图 1，新厂区周边环境关系影像图见附图 2，新厂区平面布置示意图见附图 3。

## 1.2 现有工程

### 1.2.1 环保手续执行情况及辐射安全许可情况

2018 年 7 月，公司委托山东海美侬项目咨询有限公司编制了《威海朝阳化工机械有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》，项目涉及于老厂区建设单层探伤室一座，并购置 1 台 XXHZ-2505 型周向 X 射线探伤机，该项目于 2018 年 8 月 17 日取得原威海市环境保护局批复，批复文号为：威环辐表审〔2018〕5 号。

2020 年 12 月，公司委托山东鼎嘉环境检测有限公司编制了《威海朝阳化工机械有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目竣工环境保护验收监测报告表》，对老厂区 1 座探伤室及 1 台 XXHZ-2505 型周向 X 射线探伤机进行了竣工环保验收，并于 2020 年 12 月 18 日取得自主验收意见。

经延续，公司现持有由威海市生态环境局颁发的辐射安全许可证，证书编号：鲁环辐证[10504]，种类和范围为使用 II 类射线装置，有效期至 2028 年 11 月 6 日。

### 1.2.2 辐射安全管理现状

#### 1. 辐射安全管理机构基本情况

公司签订了辐射工作安全责任书，明确了法人代表为本单位辐射安全工作责任人，成立了辐射安全领导小组，指定专人负责射线装置的安全和防护工作。

#### 2. 规章制度制定及落实情况

公司制定了多项辐射安全管理规章制度，主要有《射线装置操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《辐射防护与安全保卫制度》《设备检修维护制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射监测方案》《射线装置台账管理制度》《自行检查和年度评估制度》《危险废物管理制度》等，并严格按照规章制度执行。

#### 3. 人员培训及个人剂量监测情况

公司现有 2 名辐射工作人员均已参加国家核技术利用辐射安全与防护考核，持证上岗。辐射工作人员均配有人个人剂量计，并定期委托有资质单位进行检测，建立了个人剂量档案，现有 2 名辐射工作人员个人剂量检测结果均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》及原有项目环评要求。

#### 4. 辐射环境监测情况

公司每年委托有资质单位对老厂区探伤室周围环境辐射剂量率进行了检测，检测结果均合格，已按期在全国核技术利用辐射安全申报系统上报年度评估报告，无投诉、无事故记录和违纪记录。公司配备有 BG9511 型便携式 X- $\gamma$  剂量率仪 1 台，用于开展自主监测。

#### 5. 辐射事故应急管理情况

公司制定了《辐射事故应急预案》，每年定期进行辐射事故应急演练，以保证公司一旦发生辐射意外事件，能够立即采取必要的有效的应急响应行动，妥善处理辐射事故，保护辐射工作人员和公众的健康与安全。公司已开展 2025 年度辐射事故应急演练，并形成辐射事故应急演练总结报告，将应急演练情况记录入档。

综上，公司辐射安全管理档案健全，现有核技术利用项目环保手续齐全，符合有关法律法规以及生态环境主管部门要求。

### 1.3 本项目概况

为提高和保证产品质量，公司在生产反应釜等压力容器产品过程中，需使用 X 射线探伤机进行无损检测。为满足新厂区无损检测的要求，公司拟于新厂区 A2 厂房内西南角新建一处探伤工作场所，并根据探伤需求新购 1 台 XXGH-3505Z 型周向 X 射线探伤机。根据现场踏勘，本项目探伤工作场所尚未开工建设，XXGH-3505Z 型 X 射线探伤机尚未购置。

本次评价涉及的射线装置明细见表 1-1。

表 1-1 本次评价涉及的射线装置明细表

装置名称	型号	数量	类别	最大管电压	最大管电流	主射束方向	备注
X 射线探伤机	XXGH-3505Z	1 台	II 类	350kV	5mA	南北周向	拟购

### 1.4 选址合理性

本项目所在新厂区系租赁威海市西郊科技有限公司新建西郊创意工业园 A1、A2 厂房，根据威海市西郊科技有限公司提供的不动产权证书，项目所在位置土地用途为工业

用地，符合当地规划要求。

本项目曝光室为单层建筑，下方为土层，经现场勘查，曝光室周围 50m 范围内共存在 4 处环境保护目标，无居民区、学校、医院等人员密集区。经下文分析，X 射线探伤机使用过程中，曝光室周围及环境保护目标处辐射水平可满足国家相关要求，项目运行对周围环境及环境保护目标处的辐射影响较小，因此项目选址合理。

## 1.5 实践正当性

本项目使用 X 射线探伤机对公司生产的压力容器产品进行无损检验，有利于提高公司的生产技术和产品质量，具有良好的社会效益和经济效益。同时根据下文分析，本项目采取的辐射防护措施能保证曝光室外剂量率和人员受照水平控制在标准范围内，射线装置运行过程中产生的辐射影响可以满足国家有关要求，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

## 1.6 产业政策符合性

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。本项目用于压力容器产品的无损检测，对公司产品进行质量控制，经查《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于鼓励类、限制类和淘汰类，属于国家允许建设的项目，符合产业政策。

## 1.7 目的和任务的由来

公司在压力容器产品生产过程中需使用 X 射线探伤机进行无损检验，由于 X 射线在穿透物体过程中与物质发生相互作用，缺陷部位和完好部位的透射强度不同，底片上相应部位会呈现黑度差，评片人员则根据黑度变化判断缺陷情况并评价焊接焊缝的质量。通过及时检测和信息反馈，使焊接人员及时调整焊接方法和工艺参数，从而保证焊接质量。

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，根据《关于发布<射线装置分类>的公告》，本项目 X 射线探伤机属 II 类射线装置；根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年），项目属于“五十五、核与辐射，172、核技术利用建设项目，使用 II 类射线装置的”，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，威海朝阳化工机械有限公司委托我公司对其 X 射线探伤机及探伤室应用项目进行

辐射环境影响评价。接受委托后，在进行现场调查与核实、环境检测、收集和分析有关资料及预测估算等基础上，我单位编制完成了《威海朝阳化工机械有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》。

**表 2 射线装置**

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压	最大管电流	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II类	1 台	XXGH-3505Z	350kV	5mA	无损检测	西郊创意工业园 A2 厂房内西南角 曝光室	南北周向

**表 3 废弃物 (重点是放射性废弃物)**

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废胶片	固态	/	/	/	12kg/a	/	危废暂存间	委托具有危废处置资质的单位处理
废显(定)影液	液态	/	/	/	100kg/a	/	危废暂存间	委托具有危废处置资质的单位处理
非放射性废气	气态	/	/	/	少量	/	/	曝光室通风口设置机械排风装置, 将 废气排至外环境

注: 1、常规废弃物排放浓度, 对于液态单位为 mg/L, 固体为 mg/kg, 气态为 mg/m<sup>3</sup>; 年排放总量用 kg。

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

表 4 评价依据

法 规 文 件	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2015. 1. 1 施行；</li><li>2. 《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第 24 号，2018. 12. 29 第二次修订后施行；</li><li>3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号，2003. 10. 1 施行；</li><li>4. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订，2020. 9. 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 709 号第二次修订，2019. 3. 2 施行；</li><li>6. 《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>7. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第 20 号修订，2021. 1. 4 施行；</li><li>8. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011. 5. 1 施行；</li><li>9. 《危险废物转移管理办法》，生态环境部令第 23 号，2022. 1. 1 施行；</li><li>10. 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第 16 号，2021. 1. 1 施行；</li><li>11. 《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>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》，国家环保总局环发[2006]145 号，2006. 9. 26 施行；</li><li>13. 《国家危险废物名录（2025 年版）》，生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 36 号公布，2025. 1. 1 施行；</li><li>14. 《山东省辐射污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第 37 号，2014. 5. 1 施行；</li><li>15. 《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人大常务委员会第七次会议，2018. 11. 30 修订，2019. 1. 1 施行；</li></ol>
------------------	---

	16. 《山东省固体废物污染环境防治条例》，山东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十八次会议，2023.1.1 施行。
技术标准	<p>1. 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>2. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>3. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）；</p> <p>4. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单；</p> <p>5. 《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>6. 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>7. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>8. 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）；</p> <p>9. 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）；</p> <p>10. 《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562. 2-1995）及其修改单。</p>
其他	<p>1. 威海朝阳化工机械有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响评价委托书；</p> <p>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）；</p> <p>3. 威海朝阳化工机械有限公司提供的相关技术资料。</p>

## 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”。

本项目为在曝光室内使用 II 类射线装置，本次评价范围为曝光室四周墙外 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职业人员和公众成员。职业人员为在曝光室北侧操作室、暗室及评片室内进行探伤作业的辐射工作人员，公众成员为曝光室周围 50m 范围内偶然经过的其他公众人员及环境保护目标处公众人员。

本项目主要保护人群情况见表 5-1。

表 5-1 本项目主要保护人群情况

分类	具体的保护目标	距离及方位	环境特征
职业人员	操作室、暗室及评片室处辐射工作人员	曝光室北侧毗邻	涉及辐射工作人员 2 人
公众成员	偶然经过的其他公众人员	曝光室四周 50m 范围内	流动人员
	环境保护目标①A2 厂房内公众人员	曝光室所在厂房	A2 厂房为单层，高度约 13m，涉及公众人员约 50 人
	环境保护目标②A1 厂房内公众人员	曝光室北侧约 38m 处	A1 厂房为单层，高度约 13m，涉及公众人员约 50 人
	环境保护目标③B1 厂房内公众人员	曝光室南侧约 20m 处	B1 厂房为单层，高度约 13m，涉及公众人员约 50 人
	环境保护目标④威海鹏元纺织科技有限公司厂区内的公众人员	曝光室西侧约 5m 处	主要涉及威海鹏元纺织科技有限公司生产车间，高度约 13m 或 5m，公众人员约 50 人

### 5.3 评价标准

#### 5.3.1 职业照射和公众照射

职业照射和公众照射参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中附录 B 规定：

B1 剂量限值：

## B1.1 职业照射

### B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），

20mSv；

b) 任何一年中的有效剂量，50mSv。

## B1.2 公众照射

### B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv；

b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

根据 GB18871-2002 规定，参照 GBZ128-2019 及 X 射线探伤工作实践，本次评价以 GB18871-2002 中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4 (5.0mSv) 作为职业人员的年管理剂量约束值；以公众照射年有效剂量限值的 1/10 (0.1mSv) 作为公众成员的年管理剂量约束值。

## 5.3.2 剂量率目标控制限值

剂量率目标控制限值执行《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 规定：

### 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空气比释动能率控制值

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, 操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。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:

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

#### 6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足:

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

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工件进出门)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。探伤室内有多台探伤装置时, 每台装置均应与防护门联锁。

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，在控制室的操作台应有专用的监视器，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。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

## 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安全措施。

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- $\gamma$  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- $\gamma$  剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式X- $\gamma$  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。

参考以上标准，本次评价以  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  作为曝光室四周墙体及防护门外各关注点的剂量率参考控制水平；曝光室为单层建筑，室顶没有人员到达，因此，以  $100 \mu\text{Sv/h}$  作为曝光室室顶外关注点的剂量率参考控制水平。

表 6 环境质量和辐射现状

### 6.1 项目地理位置

威海朝阳化工机械有限公司新厂区位于山东省威海市高区初村镇翠山街北、福海路西，西郊创意工业园 A1、A2 厂房，本项目探伤工作场所拟建于 A2 厂房内西南角，A2 厂房平面布置示意图见附图 4。经现场踏勘，公司租赁的 A1、A2 厂房正在建设，本项目探伤工作场所尚未开工建设。

现场勘查情况见图 6-1，曝光室周围 50m 范围内环境情况详见表 6-1。

	
曝光室拟建位置	曝光室所在 A2 厂房内部
	
曝光室所在 A2 厂房外观	环境保护目标 A1 厂房
	
环境保护目标 B1 厂房	环境保护目标威海鹏元纺织科技有限公司厂区
图 6-1 现场勘察照片 (拍摄于 2025 年 11 月)	

表 6-1 本项目曝光室周围 50m 范围内环境一览表

项目	方向	场所名称
曝光室 (单层建筑, 下方为土层)	东侧	A2 厂房内空地、自动焊区、焊接区
	南侧	厂区道路、B1 厂房、厂区道路
	西侧	夹道、威海鹏元纺织科技有限公司厂区
	北侧	操作室、暗室、评片室、A2 厂房内空地、试验区、厂区道路、A1 厂房

## 6.2 环境天然辐射水平

根据山东省环境监测中心站对山东省环境天然放射性水平的调查, 烟台市环境天然辐射水平见表 6-2。

表 6-2 烟台市环境天然辐射水平 ( $\times 10^{-8}\text{Gy}/\text{h}$ )

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	2.14~12.05	5.84	1.66
道 路	1.94~20.14	6.49	2.39
室 内	4.56~20.53	10.11	2.71

注: 表中数据摘自《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, 报告中无威海市数据, 使用原隶属烟台地区数据。

## 6.3 环境质量和辐射现状

### 6.3.1 检测方案

本项目曝光室暂未建设, X 射线探伤机尚未购置, 本次评价根据项目实际情况制定辐射环境检测计划, 对本项目曝光室拟建位置周围及环境保护目标处辐射环境现状进行检测。检测方案如下所示:

#### 1、环境现状评价对象

曝光室拟建位置周围及环境保护目标处辐射环境。

#### 2、检测因子

环境  $\gamma$  辐射剂量率。

#### 3、检测点位

本次评价进行项目场址现状值检测, 在曝光室拟建位置周围及环境保护目标处共布设 8 个检测点位。环境  $\gamma$  辐射剂量率检测布点见附图 3。

### 6.3.2 质量保证措施

#### 1、检测单位

本次评价委托具备生态环境检测资质的潍坊正沅环境检测有限公司开展检测, 具备检

测本项目检测因子的能力, 检验检测机构资质认定证书编号为 231512117166。

## 2、检测仪器

检测仪器为 HD-2005 型便携式 X- $\gamma$  剂量率仪, 设备编号: F12032; 测量范围为(1~100000)  $\times 10^{-8}$  Gy/h, 能量响应范围: 25keV~3MeV; 经中国计量科学研究院检定合格, 证书编号: DLJ12025-06802, 检定有效期至 2026 年 5 月 29 日, 在有效期内。

## 3、检测方法

依据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 和《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 的要求和方法进行现场测量。将仪器接通电源预热, 仪器探头离地 1m, 设置好测量程序, 仪器自动读取 10 个数据, 计算均值和标准偏差。

## 4、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。检测报告严格实行多级审核制度, 经过校对、审核, 最后由授权签字人审定。

### 6.3.3 检测时间与条件

2025 年 11 月 27 日, 天气: 阴; 温度: 4.1°C; 相对湿度: 51.2%。

### 6.3.4 检测结果

环境  $\gamma$  辐射剂量率现状值检测结果见表 6-3。

表 6-3 环境  $\gamma$  辐射剂量率检测结果

点位	点位描述	检测结果 ( $\times 10^{-8}$ Gy/h)	
		检测值	标准差
1#	曝光室拟建区域中间位置	8.5	0.2
2#	曝光室拟建区域北侧	8.3	0.2
3#	曝光室拟建区域东侧	8.2	0.1
4#	曝光室拟建区域南侧	8.3	0.2
5#	曝光室拟建区域西侧	8.3	0.2
6#	A1 厂房外南侧	8.1	0.1
7#	B1 厂房外北侧	8.1	0.2
8#	威海鹏元纺织科技有限公司厂区外东侧	8.1	0.1

注: ①检测结果已扣除宇宙射线响应值  $2.0 \times 10^{-8}$  Gy/h;  
②宇宙射线响应值的屏蔽修正因子, 原野及道路取 1, 平房取 0.9, 多层建筑物取 0.8;  
③1#~3#检测点位位于室内, 4#~8#检测点位位于室外。

### 6.3.5 环境现状调查结果评价

表 6-3 检测数据表明, 本项目曝光室周围及环境保护目标处室内 (1#~3#) 环境  $\gamma$  辐射剂量率为  $(8.2\sim8.5) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ; 室外 (4#~8#) 环境  $\gamma$  辐射剂量率为  $(8.1\sim8.3) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ , 均处于烟台 (威海) 市环境天然辐射水平范围内 [室内  $(4.56\sim20.53) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 、道路  $(1.94\sim20.14) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ]。

表 7 项目工程分析与源项

## 7.1 施工期工艺流程简述

本项目探伤工作场所由曝光室、操作室、暗室及评片室构成，曝光室四周墙体、室顶及防护门均采用组合式钢结构，操作室、暗室及评片室均为彩钢板结构，以上建筑均采用模块化制作，现场拼装。施工期建设内容较少，施工期可能的污染因素主要为施工过程产生的噪声、施工人员产生的生活污水及施工过程产生的固体废物等常规环境因素，不产生辐射影响。

## 7.2 营运期工艺流程简述

### 7.2.1 X 射线探伤机

#### 1、X 射线探伤机结构

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。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。

X 射线探伤机整机外形、内部结构见图 7-1。



图 7-1 典型 X 射线探伤机外型及内部结构

其中，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。X 射线管、屏蔽套及附件总称管头组裝体。

控制器为手提箱式结构，控制面板设置操作按钮和显示窗口，并配备电缆插座、源开关及接地端子的插座盒。

#### 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

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、钽等）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轫致辐射即为 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 7-2。

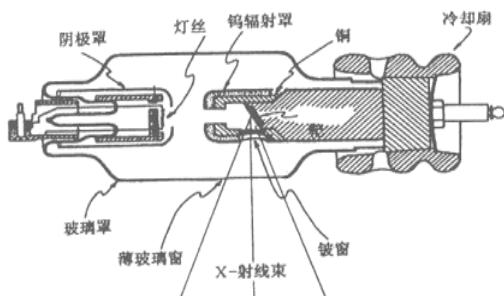


图 7-2 典型的 X 射线管结构图

### 3、探伤原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置。通过 X 射线管产生的 X 射线对受检工件焊缝处所贴的 X 射线感光片进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少或增大，胶片接受的辐射增大或减少，在显影后的胶片上产生一个较黑的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。

### 4、X 射线探伤机主要技术参数

本项目 X 射线探伤机主要技术参数见表 7-1。

表 7-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数表

型号	数量	最大管电压	最大管电流	焦点尺寸	射线管辐射角	最大穿透钢
XXGH-3505Z	1 台	350kV	5mA	1.0mm×3.5mm	360°×30°	55mm

#### 7.2.2 工作流程

(1) 辐射工作人员进入曝光室时，携带便携式 X- $\gamma$  剂量率仪、佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，打开曝光室通风换气系统；

(2) X 射线探伤机初次使用及非连续使用时需进行训机，然后出曝光曲线。训机的目的是为了提高射线管真密度，如果真密度不良，会使阳极烧毁或者击穿射线管，导致故障，甚至报废；

(3) 工作人员在进行 X 射线探伤前，先将探伤工件放于防护门外的拖车上，工人通过导轨拖车将工件运至曝光室内，然后在被探伤工件的焊缝处做上标记并贴上胶片；

(4) 根据工件尺寸将 X 射线探伤机固定在适当的位置；

- (5) 曝光室内人员撤离、清场，关闭曝光室防护门等；
- (6) 在操作室内，辐射工作人员开机，对工件实施曝光，曝光结束后，关闭探伤机；
- (7) 曝光结束一段时间后，辐射工作人员进入曝光室整理现场、关闭通风换气系统、关闭防护门后离开；
- (8) 将取下的胶片送洗片室进行冲洗，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射线探伤机存放于曝光室内，不另行设置贮存场所。其工作流程及产污环节示意图见图7-3。

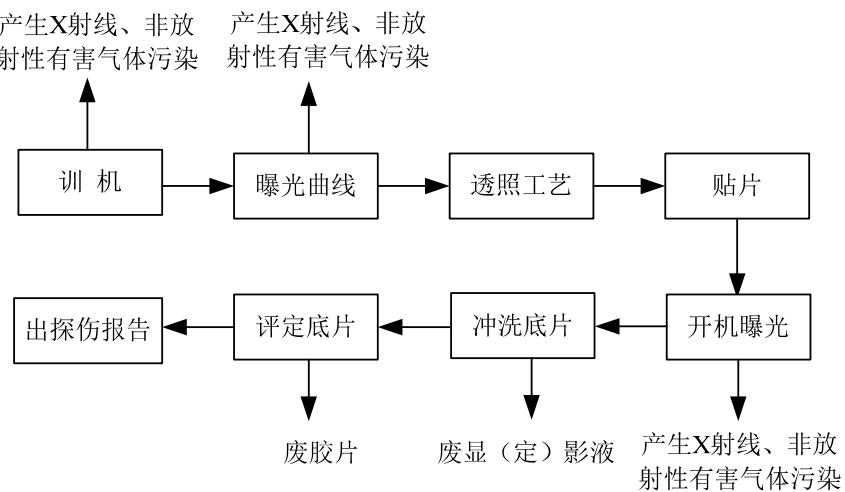


图 7-3 X 射线探伤机工作流程及产污环节示意图

### 7.2.3 工作负荷与人员配置

经与建设单位核实，公司每年需探伤检测的反应釜等压力容器产品约 40 台，每台压力容器产品最多贴 30 张片子，则拍片量为 1200 张/年（本次评价按 1200 张/年计）。压力容器焊缝分环缝及纵缝两种，在检测环缝时，每次大约同时曝光 5~10 张片子；在检测纵缝时，每次仅曝光 1 张片子。本次环评保守按照每 1 张片子需曝光 1 次来核算年曝光时间，即 X 射线探伤机每年约曝光 1200 次，每次曝光时间不超过 5min，则全年曝光时间不超过 100h。另外，X 射线探伤机全年训机时间约为 10h，则本项目 X 射线探伤机年累积曝光时间约 110h。

公司老厂区现有 2 名辐射工作人员均已参加国家核技术利用辐射安全与防护考核，并考核合格，在有效期内。经核实，新厂区曝光室建成后，拟安排老厂区现有 2 名辐射工作人员运行新厂区新建曝光室。

## 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、噪声

本项目施工期噪声主要为曝光室、操作室、暗室及评片室等组装过程中产生的突发性、冲击性、不连续性的敲打撞击噪声。

#### 2、废水

施工期废水主要来自施工人员的生活污水，本项目建设内容较为简单，施工期最多时期有约 4 人施工，总施工期约 30 天，用水按每人每天 50L 计算，日用水  $0.2\text{m}^3/\text{d}$ 。废水产水量以 80% 计，每天产生生活污水  $0.16\text{m}^3/\text{d}$ 。

#### 3、固体废物

固体废物主要是施工垃圾和施工人员的生活垃圾，施工垃圾主要为组装过程中产生的少量废包装材料、废螺丝等，生活垃圾以每人每天  $0.25\text{kg}$  计，则生活垃圾产生量为  $1\text{kg}/\text{d}$ 。

综上所述，施工期主要环境影响评价因子为：施工噪声、生活污水、生活垃圾和施工垃圾。

### 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、非放射性污染因素分析

##### (1) 非放射性有害气体

X 射线探伤机产生的 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。

##### (2) 废胶片和废显(定)影液

X 射线探伤机探伤完成后的洗片、评片过程会产生废显(定)影液和废胶片，属于《国家危险废物名录》(2025 年)规定的危险废物，废物类别为“HW16 感光材料废物”，废物代码为“900-019-16”，为其他行业产生的废显(定)影剂、胶片及废像纸。

废显（定）影液主要在显影、定影及胶片冲洗过程产生，废胶片主要包括无损检测过程损坏的片子以及超过保存年限后作为危险废物处理的片子。根据《承压设备无损检测 第 1 部分：通用要求》（NB/T47013. 1-2015）中“第 7.3.3 无损检测记录的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于 7 年。7 年后，若用户需要，可将原始检测数据转交用户保管；7.4.4 无损检测报告的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于 7 年。”要求，胶片存档 7 年后作为危险废物处置。

根据建设单位提供资料，结合本项目的工作负荷，曝光室每年拍片约 1200 张，每张片子平均约 10g，胶片产生量约 12kg/a。经与建设单位核实，结合老厂区运行经验，洗 1200 张片子约产生废显（定）影液约 100kg。危险废物汇总情况见表 7-2。

表 7-2 危险废物汇总表

名称	类别	代码	产生量	产生工序	主要成分	有害成分	物理性状	贮存方式	危险特性
废胶片	HW16	900-019-16	12kg/a	洗片、评片过程	明胶、感光剂等	感光剂	固体	密封	T
废显（定）影液	HW16	900-019-16	100kg/a	洗片、评片过程	硫酸、硝酸及苯、甲醇、卤化银、硼酸、对苯二酚等	硫酸、硝酸及苯、甲醇、卤化银、硼酸、对苯二酚等	液体	桶装密封	T

综上分析，本项目营运期环境影响评价的评价因子为 X 射线、非放射性有害气体、废胶片和废显（定）影液。

## 表 8 辐射安全与防护

### 8.1 项目安全与防护

#### 8.1.1 项目布局

本项目探伤工作场所主要由曝光室、操作室、暗室及评片室组成。操作室、暗室及评片室均位于曝光室北侧，防护门位于曝光室东墙中间位置。公司生产的压力容器产品于 A2 厂房内焊接完成后，由平板拖车运至曝光室内，使用 X 射线探伤机进行探伤操作，探伤结束后再运至 A2 厂房内存放，整体生产工序布局合理、衔接紧凑。

本项目操作室和曝光室分开，XXGH-3505Z 型 X 射线探伤机主射束使用方向为在曝光室内南北周向照射，防护门避开了有用线束的照射，操作位位于操作室内东端，结合探伤机使用区域及照射角度分析，操作位也避开了有用线束的照射，操作室西北角局部区域可被有用线束照射，该区域非操作人员长时间停留区域，因此本项目平面布局基本合理。

本项目探伤工作场所平面布置示意图见附图 5。

#### 8.1.2 项目分区

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.2 款规定“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。”建设单位拟将曝光室内部设置为控制区，曝光室北侧的操作室、暗室、评片室及曝光室东侧约 1.5m 的范围设置为监督区，并在控制区边界防护门处设置电离辐射警告标志，在适当位置设置控制区和监督区的文字和划线标识，除辐射工作人员外，其他任何人不得进入控制区，同时禁止无关人员进入监督区。本项目探伤工作场所控制区及监督区划分情况见附图 4。

#### 8.1.3 项目安全措施

根据建设单位提供的资料，曝光室防护设计参数如下所示：

表 8-1 曝光室防护设计一览表

项目	内容
内部尺寸	曝光室东西净长 6m、南北净宽 5.6m、净高 4m，净容积约 134.4m <sup>3</sup>
四周墙体	四周墙体总厚度均为 456mm，采用 3mm 钢板+450mm 硫酸钡+3mm 钢板（组合式钢结构），硫酸钡密度 3.8g/cm <sup>3</sup>
室顶	室顶总厚度为 406mm，采用 3mm 钢板+400mm 硫酸钡+3mm 钢板（组合式钢结构），硫酸钡密度 3.8g/cm <sup>3</sup>
防护门	曝光室东墙中间位置设计 1 个防护门，用于工件及人员进出，电动平移式。防护门总厚度为 406mm，采用 3mm 钢板+400mm 硫酸钡+3mm 钢板（组合式钢结构），尺寸为 4.3m

	×4.3m（宽×高），门洞尺寸为3.5m×4m（宽×高），左、右、上、下与周围墙壁搭接量分别为40cm、40cm、15cm、15cm，防护门与墙壁之间的缝隙不大于1cm，搭接量与缝隙比例大于10:1，可满足防护要求
机械排风装置	设圆形通风口1个，位于曝光室室顶西南角，通风口直径约30cm，于通风口外部设置15mmPb的铅防护罩，通风口外拟设置引风管道，将废气向西引至厂房外环境，该区域为夹道，非人员活动密集区，通风口处设置机械排风装置，设计有效通风换气量约600m <sup>3</sup> /h，曝光室容积约134.4m <sup>3</sup> ，有效通风换气次数约4次/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.1.10款要求
操作位	位于曝光室北侧的操作室内东端，避开了有用线束的照射
管线口	位于曝光室北墙东端下方，地下U型穿墙，避开了有用线束的照射
紧急停机按钮	拟于曝光室内设置5处紧急停机按钮（南墙东侧、南墙西侧、北墙东侧、北墙西侧、西墙中间位置各设置1处），X射线探伤机控制台自带紧急停机按钮，按钮带有标签并标明使用方法，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.1.9款要求
监控装置	拟于曝光室内西北角及防护门外各安装监控摄像头1个，在操作室的操作台设置专用的监视器，可监视曝光室内人员的活动和探伤设备的运行情况，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.1.7款要求
门机联锁装置	防护门拟设置门机联锁装置，并保证关闭门后X射线探伤机才能进行探伤作业，门打开时立即停止X射线照射，X射线探伤机与防护门联锁，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的6.1.5款要求
工作状态指示灯和声音提示装置	防护门及曝光室内部均拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置并与X射线探伤机联锁，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的6.1.6款要求
电离辐射警告标志	防护门外中间位置拟张贴电离辐射警告标志和中文警示说明，并在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的6.1.8款要求
固定式场所辐射探测报警装置	拟配置固定式场所辐射探测报警装置，具有异常情况下报警功能，探头设置在曝光室东墙北端，数值显示单元设置在操作室内，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的6.1.11款要求
开门装置	防护门内侧及外侧均设置开门装置

由上表可知，本项目曝光室防护设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中放射防护相关要求。

经与建设单位核实，本项目XXGH-3505Z型周向X射线探伤机主射束使用方向为南北周向照射，X射线探伤机不进行探伤时贮存于曝光室内部。

#### 8.1.4 其他安全环保措施

除曝光室硬件安全防范措施外，建设单位还将完善和加强以下几个方面的措施：

1、根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第五款要求，建设单位配备的防护用品和监测仪器需满足探伤工作的要求。对从事与放射性和射线装置有关的职业人员要求随身佩戴个人剂量计，以监督个人剂量的变化情况，控制接受剂量，保证职业人员的健康水平。公司拟安排老厂区现有 2 名辐射工作人员运行本项目新建曝光室，已为辐射工作人员配备个人剂量计（每人 1 支）、1 台便携式 X- $\gamma$  剂量率仪及 2 部个人剂量报警仪，可满足新厂区探伤工作要求。

2、根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第二款要求，从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。公司拟安排老厂区现有 2 名辐射工作人员运行本项目新建曝光室，该 2 名人员已通过国家核技术利用辐射安全与防护培训考核，在有效期内。

3、公司已委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量每三个月进行检测，建立辐射工作人员个人剂量档案，每人一档，由专人负责保管和管理，个人剂量档案终生保存。

4、定期组织辐射工作人员专业健康体检，并建立工作人员职业健康档案。

5、定期检查曝光室防护门门机联锁装置、工作状态指示灯等防护安全措施。

6、辐射工作人员在进入曝光室时，除佩戴常规个人剂量计外，还携带个人剂量报警仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员立即退出曝光室，同时防止其他人进入曝光室，并立即向辐射防护负责人报告。

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

8、在每一次照射前，操作人员都确认曝光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。

## 8.2 三废的治理

本项目为 X 射线探伤机应用，在探伤过程中不产生放射性固体废物、放射性废水及放射性废气。

### 1、非放射性废气

X 射线探伤机产生的 X 射线会使空气电离，从而产生臭氧( $O_3$ )和氮氧化物( $NO_x$ )。本项

目曝光室设有通风口，通风口处设置有机械排风装置，有效通风换气量约  $600\text{m}^3/\text{h}$ ，曝光室容积约  $134.4\text{m}^3$ ，有效通风换气次数约 4 次/h，拟于通风口外侧设置引风管道，将废气向西引至厂房外环境，该区域为夹道，非人员活动密集区，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.1.10 款要求。

## 2、危险废物

洗片、拍片过程中产生的废胶片和废显（定）影液属危险废物，废物类别为“HW16 感光材料废物，900-019-16 其他行业产生的废显（定）影剂、胶片及废像纸”，建设单位拟按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）和《危险废物转移管理办法》等要求进行暂存及转移，并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。本项目废胶片产生总量 12kg/a，废显（定）影液产生总量 100kg/a。

建设单位拟于 A1 厂房外西北侧新建一处危废暂存间，危废暂存间拟建位置见附图 3，并配备专门的危废暂存容器对危险废物进行储存，该危废暂存间拟为公司新厂区共用，经与建设单位核实，主体建设项目产生的危险废物主要为废机油和废切削液，均拟暂存于防渗漏且无反应的桶内，危废暂存间内部实行分区管理，本项目产生的危险废物与主体建设项目产生的危险废物性质是相容的，因此共用危废暂存间是可行的。危废暂存间污染控制要求如下：

①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。

②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采用坚固的材料建造，表面无裂缝。

③地面与裙脚采取表面防渗措施；表面防渗材料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。贮存的危险废物直接接触地面的，进行基础防渗，防渗层为至少 1m 厚黏土层（渗透系数不大于  $10^{-7}\text{cm/s}$ ），或至少 2mm 厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于  $10^{-10}\text{cm/s}$ ），或其他防渗性能等效的材料。

④采用相同的防渗、防腐工艺（包括防渗、防腐结构或材料），防渗、防腐材料覆盖所有可能与废物及其渗滤液、渗漏液等接触的构筑物表面；采用不同防渗、防腐工艺分别建设贮存分区。

⑤不同贮存分区之间采取隔离措施。隔离措施可根据危险废物特性采用过道、隔板或

隔墙等方式。

⑥在贮存库内或通过贮存分区方式贮存液态危险废物的，具有液体泄漏堵截设施，堵截设施最小容积不应低于对应贮存区域最大液态废物容器容积或液态废物总储量 1/10（二者取较大者）；用于贮存可能产生渗滤液的危险废物的贮存库或贮存分区设计渗滤液收集设施，收集设施容积满足渗滤液的收集要求。

运行环境管理要求：

①危险废物存入贮存设施前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的一致性进行核验，不一致的或类别、特性不明的不应存入。

②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。

③贮存设施运行期间，按国家有关标准和规定建立危险废物管理台账并保存。

④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。

⑤依据国家土壤和地下水污染防治的有关规定，结合贮存设施特点建立土壤和地下水污染隐患排查制度，并定期开展隐患排查；发现隐患及时采取措施消除隐患，并建立档案。

⑥建立贮存设施全部档案，包括设计、施工、验收、运行、监测和环境应急等，按国家有关档案管理的法律法规进行整理和归档。

⑦采取技术和管理措施防止无关人员进入。

⑧设置符合《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022）及《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）及其修改单规定的警示标志（如下图）。



图 8-1 危险废物贮存、处置场警告图形符号

建设单位拟及时将探伤工作场所产生的危险废物转移至危废暂存间内，转运过程将废显（定）影液置于专用完好防渗漏的密闭容器内，确保盖口密封，废胶片使用专用密封袋或箱体盛装，准备专用的防渗漏转运工具，如带托盘的拖车，确定最短、最便捷的转运路线，确保转运过程始终有人员看管等安全措施，可以最大程度地控制危险废物在厂区内转运过程中的环境与安全风险，确保符合环保法规要求。危废运抵危废暂存间后，在危废暂存间内对不同类别的危废分区存放，并做好危废记录，注明危废名称、来源、数量、入库日期、出库日期及接收单位名称等，及时委托有相应危废处置资质的单位转移处置。综上所述，危险废物将得到妥善处置，不会对周围环境造成明显影响。

表 9 环境影响分析

## 9.1 建设阶段对环境的影响

### 1、声环境影响分析

本项目施工期噪声主要为组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施工期较短，此外本项目施工过程均在厂房内进行，经隔声和距离衰减后，对周边环境影响较小。

### 2、水环境影响分析

本项目施工期较短且施工量小，施工期废水主要为施工人员的生活污水。本项目施工期生活污水排入厂区现有污水处理系统，不直接外排环境。对水环境影响较小。

### 3、固体废物

(1) 生活垃圾：施工期间人员日常生活产生的生活垃圾统一放至厂内生活垃圾存放点，由环卫部门定期清运。

(2) 施工垃圾：施工期产生的施工垃圾，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内固体废物收集点，一并进行处理。经采取以上措施，固体废物对周围环境影响较小。

综上所述，本项目施工期对环境影响较小。

## 9.2 运行阶段对环境的影响

### 9.2.1 辐射环境影响评价

本项目探伤工作场所尚未建设，X 射线探伤机尚未购置，本次评价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，本项目 XXGH-3505Z 型 X 射线探伤机使用时主射束为南北周向照射。

### 1、估算公式及相关参数取值

#### (1) 有用线束屏蔽

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，有用线束在关注点处的剂量率可按以下公式进行估算：

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

式中：

I： X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最高管电流，单位为 mA，本项目为 5mA；

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

(mA · min) 为单位的值乘以  $6 \times 10^4$ 。查 GBZ/T250-2014 附表 B. 1, 本项目 350kV 管电压保守取 400kV 管电压对应的输出量为  $23.5 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

B: 屏蔽透射因子;

R: 辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, m。

其中屏蔽透射因子采用以下公式计算:

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

式中:

X: 屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL: X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度, 查 GBZ/T250-2014 附表 B. 2, 本项目 350kV 管电压保守取 400kV 管电压对应铅的什值层厚度为 8.2mm, 混凝土的什值层厚度为 100mm。

## (2) 漏射辐射屏蔽

对于漏射辐射屏蔽采用以下公式计算考察点处的辐射剂量率

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

式中:

B: 屏蔽透射因子;

R: 辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, m;

$\dot{H}_L$ : 距靶点 1m 处 X 射线管组件的泄露辐射剂量率, 单位为  $\mu \text{Sv}/\text{h}$ , 根据 GBZ/T250-2014 表 1,  $>200\text{kV}$  的取 5000  $\mu \text{Sv}/\text{h}$ 。

## (3) 散射辐射屏蔽

在给定屏蔽物质厚度时, 关注点的散射辐射剂量率按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中给出的公式进行计算:

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

式中:

I: 同式 9-1;

$H_0$ : 同式 9-1;

B: 屏蔽透射因子; 查 GBZ/T250-2014 表 2,  $300 < \text{kV} \leq 400$  散射辐射的能量为 250kV, 查 GBZ/T250-2014 中附录 B, 表 B. 2, 250kV 对应铅的 TVL 为 2.9mm, 混凝土的 TVL 为 90mm;

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; 根据 GBZ/T250-2014 B. 4. 2 当 X 射线探伤装置圆锥束

中心轴和圆锥边界的夹角为  $20^\circ$  时,  $R_0^2/F \cdot a$  因子的值为 50 (200kV~400kV) ”, 本项目夹角为  $15^\circ$  , 参照  $20^\circ$  取值; ;

$R_0$ : 辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离, m;

$R_s$ : 散射体至关注点的距离, m。本次评价为保守计, 取辐射源点至关注点的距离。

## 2、计算结果

根据建设单位提供资料, 本项目 XXGH-3505Z 型周向 X 射线探伤机使用时, 主射束为南北周向照射, 因此曝光室南墙、北墙及室顶受主射束的照射。经核实, 探伤机实际工作时会根据工件尺寸调整探伤机位置, 探伤机使用区域为曝光室内东西长约 2m, 南北宽约 1.6m 的矩形区域, 探伤机距东墙、西墙、南墙、北墙的最近垂直距离分别为 2.5m、1.5m、2m、2m, 距防护门内侧的最近距离为 2.956m, 距室顶为 2~3m。

XXGH-3505Z 型 X 射线探伤机有用束半张角最大为  $15^\circ$  ,  $\tan 15^\circ \times 3.6m$  (探伤区域与南墙/北墙的最远距离)  $\approx 0.96 < 2.5m$  、  $1.5m$  (探伤区域与东墙、西墙的最近距离) ,  $\tan 15^\circ \times 3m$  (探伤区域与室顶的最远距离)  $\approx 0.80 < 2.5m$  、  $1.5m$  (探伤区域与东墙、西墙的最近距离) , 因此主射束不照射东墙、西墙及防护门;  $\tan 15^\circ \times 3m$  (探伤区域与室顶的最远距离)  $\approx 0.80 < 1.2m$  (探伤区域与通风口的最近东西方向距离) , 因此主射束不照射通风口。

综上, 曝光室南墙、北墙及室顶外考虑主射束影响, 东墙、西墙、防护门及通风口外考虑漏射线和散射线影响。在曝光室外 30cm 处设置参考点, 参考点和辐射路径示意图见图 9-1 (a) 、图 9-1 (b) 。

曝光室屏蔽设计见表 8-1, 四周墙体均采用 3mm 钢板+450mm 硫酸钡+3mm 钢板 (组合式钢结构) , 室顶及防护门均采用 3mm 钢板+400mm 硫酸钡+3mm 钢板 (组合式钢结构) , 内侧及外侧钢板主要为固定支撑作用, 防护性能较小, 本次环评保守不考虑钢板防护能力, 450mm 硫酸钡 (密度  $3.8g/cm^3$ ) 折合混凝土的厚度为  $450 \times 3.8 / 2.35 \approx 727mm$  , 400mm 硫酸钡 (密度  $3.8g/cm^3$ ) 折合混凝土的厚度为  $400 \times 3.8 / 2.35 \approx 646mm$  。

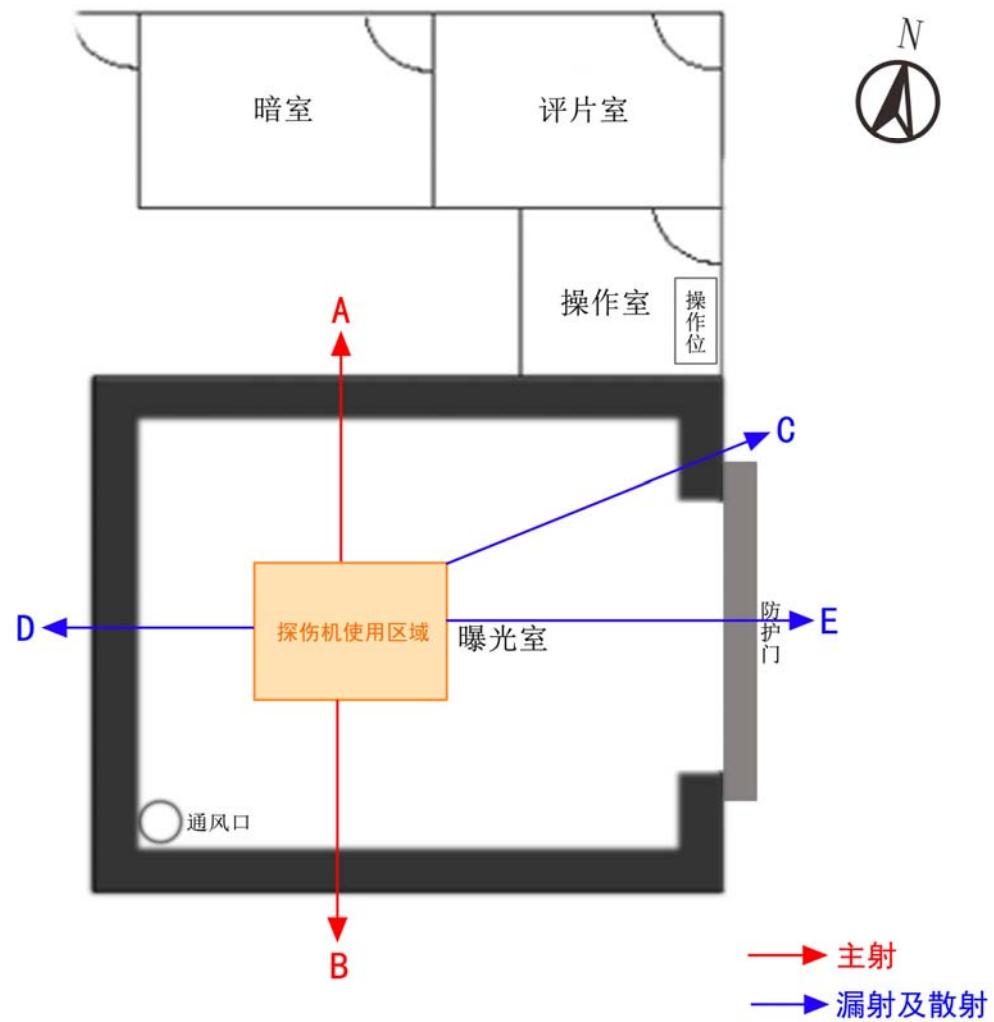


图 9-1 (a) X 射线探伤机辐射影响核算参考点示意图

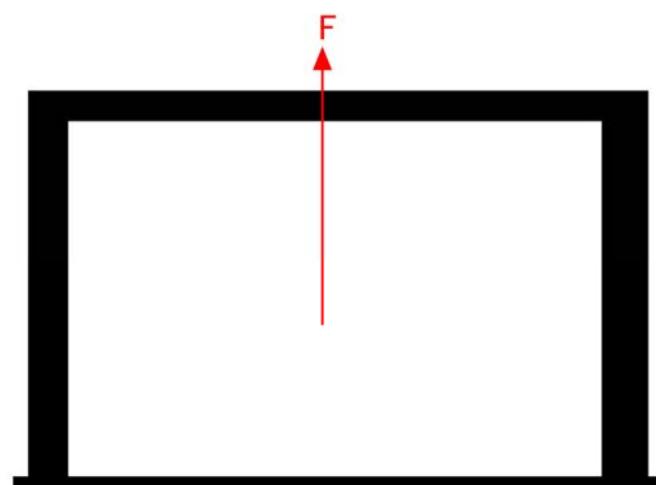


图 9-1 (b) X 射线探伤机辐射影响核算参考点示意图

根据式 9-1、9-2、9-3、9-4 核算, 计算结果见表 9-1。

表 9-1 参考点处的辐射剂量率计算结果

参考点	屏蔽体	屏蔽厚度	计算距离 m	辐射类型	屏蔽透射因子 B	剂量率 $\mu\text{Sv}/\text{h}$			
A	北墙	3mm 钢板 +450mm 硫酸钡 +3mm 钢板 (相 当于 72.7cm 混凝土)	2.756 <sup>①</sup>	主射	$10^{-72.7/10}$	0.05			
B	南墙		2.756 <sup>②</sup>	主射	$10^{-72.7/10}$	0.05			
C	东墙		3.256 <sup>③</sup>	漏射	$10^{-72.7/10}$	$2.53 \times 10^{-5}$ $1.11 \times 10^{-4}$			
				散射	$10^{-72.7/9}$				
D	西墙		2.256 <sup>④</sup>	漏射	$10^{-72.7/10}$	$5.28 \times 10^{-5}$ $2.31 \times 10^{-4}$			
				散射	$10^{-72.7/9}$				
E	防护门	3mm 钢板 +400mm 硫酸钡 +3mm 钢板 (相 当于 64.6cm 混凝土)	3.662 <sup>⑤</sup>	漏射	$10^{-64.6/10}$	$2.00 \times 10^{-5}$ $8.79 \times 10^{-5}$			
				散射	$10^{-64.6/9}$				
F	室顶	2.706 <sup>⑥</sup>	主射	$10^{-64.6/10}$	0.33				
通风口	铅防护罩					6.89			
环境保护目 标 A1 厂房	北墙	3mm 钢板 +450mm 硫酸钡 +3mm 钢板 (相 当于 72.7cm 混凝土)	40.45	主射	$10^{-72.7/10}$	$2.31 \times 10^{-4}$			
环境保护目 标 B1 厂房	南墙		22.45	主射	$10^{-72.7/10}$	$7.51 \times 10^{-4}$			
环境保护目 标威海鹏元 纺织科技有 限公司厂区	西墙		6.95	漏射	$10^{-72.7/10}$	$5.56 \times 10^{-6}$ $2.44 \times 10^{-5}$			
				散射	$10^{-72.7/9}$				

注: ①探伤机距北墙最近距离+北墙厚度+0.3=2+0.456+0.3=2.756m;  
 ②探伤机距南墙最近距离+南墙厚度+0.3=2+0.456+0.3=2.756m;  
 ③探伤机距东墙最近垂直距离+东墙厚度+0.3=2.5+0.456+0.3=3.256m;  
 ④探伤机距西墙最近距离+西墙厚度+0.3=1.5+0.456+0.3=2.256m;  
 ⑤探伤机距防护门内侧的最近距离+防护门厚度+0.3=2.956+0.406+0.3=3.662m;  
 ⑥探伤机距室顶最近距离+室顶厚度+0.3=2+0.406+0.3=2.706m。

由上表可知, X 射线探伤机开机条件下, 曝光室四周墙体及防护门外辐射剂量率最大为  $0.05 \mu\text{Sv}/\text{h}$ , 低于  $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$  的剂量率参考控制水平。曝光室室顶及通风口外辐射剂量率最大为  $6.89 \mu\text{Sv}/\text{h}$ , 低于  $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$  的剂量率参考控制水平, 经天空反散射, 散射至地面处剂量率低于  $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$  剂量率参考控制水平。因此, 曝光室四周屏蔽墙体、防护门、通风口及室顶的防护设计均可以满足辐射防护要求。经墙体间隔及距离衰减, 曝光室

周围环境保护目标处辐射剂量率基本处于本底水平。

### 9.2.2 年有效剂量

#### 1、年有效剂量估算公式

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

式中：

H： 年有效剂量， Sv/a;

$D_p$ ： 辐射剂量率， Sv/h;

T： 居留因子；

t： 年受照时间， h/a。

#### 2、照射时间确定

根据建设单位提供资料，公司每年需探伤检测的反应釜等压力容器产品约 40 台，每台压力容器产品最多贴 30 张片子，则拍片量为 1200 张/年（本次评价按 1200 张/年计）。压力容器焊缝分环缝及纵缝两种，在检测环缝时，每次大约同时曝光 5~10 张片子；在检测纵缝时，每次仅曝光 1 张片子。本次环评保守按照每 1 张片子需曝光 1 次来核算年曝光时间，即 X 射线探伤机每年约曝光 1200 次，每次曝光时间不超过 5min，则全年曝光时间不超过 100h。另外，X 射线探伤机全年训机时间约为 10h，则本项目 X 射线探伤机年累积曝光时间约 110h。

#### 3、居留因子确定

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9-2。

表9-2 居留因子的选取

场所	居留因子T	停留位置	本项目居留情况
全居留	1	控制室、洗片室、办公室、临近建筑物中的驻留区	曝光室北侧操作室、暗室及评片室，环境保护目标处
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间	曝光室东侧A2厂房内空地
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道	曝光室南侧厂区道路，曝光室西侧夹道

#### 4、职业人员的年有效剂量

公司拟安排老厂区现有 2 名辐射工作人员运行本项目新建曝光室，开展探伤工作时，由 2 名辐射工作人员共同操作，老厂区曝光室不再使用，且不存在新老厂区曝光室同时使用的情况。X 射线探伤机工作状态下，对辐射工作人员影响的区域主要在曝光室北侧的操

作室、暗室及评片室等区域，本次保守采用曝光室北墙外 30cm 处辐射剂量率进行估算，根据理论预测结果，曝光室北墙外 30cm 处的剂量率最大为  $0.05 \mu \text{Sv}/\text{h}$ ，居留因子取 1，由（式 9-5）估算辐射工作人员的年有效剂量为：

$$H = 0.05 \times 110 \times 1 \div 1000 \approx 0.006 \text{mSv/a}$$

由以上估算结果可以看出，职业人员的年有效剂量最大为  $0.006 \text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的  $20 \text{mSv/a}$  的剂量限值，也低于本报告提出的  $5 \text{mSv/a}$  的年管理剂量约束值。

### 5、公众成员的年有效剂量

本项目曝光室室顶无人员居留，X 射线探伤机工作状态下，对公众成员影响的区域主要在曝光室四周及环境保护目标处。根据各区域剂量率理论计算结果，由（式 9-5）估算公众成员年有效剂量见表 9-3。

表 9-3 公众成员年有效剂量

公众成员区域	最大剂量率 $\mu \text{Sv}/\text{h}$	居留因子	时间 h/a	年有效剂量 $\text{mSv/a}$
曝光室东侧 A2 厂房内空地	$1.36 \times 10^{-4}$	1/4（按部分居留考虑）	110	$3.74 \times 10^{-6}$
曝光室南侧厂区道路	0.05	1/20（按偶然居留考虑）	110	$2.75 \times 10^{-4}$
曝光室西侧夹道	$2.84 \times 10^{-4}$	1/20（按偶然居留考虑）	110	$1.56 \times 10^{-6}$
环境保护目标 A1 厂房	$2.31 \times 10^{-4}$	1（按全居留考虑）	110	$2.54 \times 10^{-5}$
环境保护目标 B1 厂房	$7.51 \times 10^{-4}$	1（按全居留考虑）	110	$8.26 \times 10^{-5}$
环境保护目标威海鹏元纺织科技有限公司厂区	$3.00 \times 10^{-5}$	1（按全居留考虑）	110	$3.30 \times 10^{-6}$

由以上估算结果可以看出，曝光室周围及环境保护目标处公众成员的年有效剂量最大为  $2.75 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的  $1 \text{mSv/a}$  的剂量限值，也低于本报告提出的  $0.1 \text{mSv/a}$  的年管理剂量约束值。

#### 9.2.3 运行分析与评价

由上述运行期间的理论分析可看出，威海朝阳化工机械有限公司按照现有设计条件使用曝光室及拟购 X 射线探伤机时，正常运行期间：

曝光室四周墙体及防护门外辐射剂量率最大为  $0.05 \mu \text{Sv}/\text{h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5 \mu \text{Sv}/\text{h}$ ”要求。曝光室室顶及通风口外辐射剂量率最大为  $6.89 \mu \text{Sv}/\text{h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“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  $100 \mu \text{Sv/h}$ ”要求。经墙体间隔及距离衰减，曝光室周围环境保护目标处辐射剂量率基本处于本底水平。

在 X 射线探伤机年累积曝光时间不超过 110h/a 的条件下，职业人员的年有效剂量不大于  $0.006 \text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的  $20 \text{mSv/a}$  的剂量限值，也低于本报告提出的  $5 \text{mSv/a}$  的管理剂量约束值。曝光室周围及环境保护目标处公众成员的年有效剂量不大于  $2.75 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的  $1 \text{mSv/a}$  的剂量限值，也低于本报告提出的  $0.1 \text{mSv/a}$  的管理剂量约束值。

因此，在本环评的防护条件下，威海朝阳化工机械有限公司曝光室周围的辐射剂量率、职业人员及公众成员所接受的年有效剂量均不大于本报告提出的评价指标，满足国家有关标准要求。

### 9.3 探伤设施的退役

#### 1、老厂区探伤室及 X 射线探伤机退役

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中第 6.3 款，当 X 射线装置不再使用，公司应实施退役程序。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；清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

经与建设单位核实，厂区搬迁完成后，老厂区探伤室及原有 XXHZ-2505 型周向 X 射线探伤机均不再使用，拟实施退役手续。建设单位拟清除老厂区探伤室所有电离辐射警告标志和安全告知，并将原有 XXHZ-2505 型周向 X 射线探伤机 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。

#### 2、老厂区危废暂存间退役

根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中第 4.8 款，贮存设施退役时，所有者或运营者应依法履行环境保护责任，退役前应妥善处理处置贮存设施内剩余的危险废物，并对贮存设施进行清理，消除污染；还应依据土壤污染防治相关法律法规履行场地环境风险防控责任。

经与建设单位核实，厂区搬迁完成后，老厂区危废暂存间不再使用，拟实施退役手续。建设单位拟依法履行环境保护责任，退役前委托有资质单位将暂存的废胶片及废显（定）影液等危险废物进行转移处置，并对危废暂存间进行清理，消除污染，同时依据土壤污染防治相关法律法规履行场地环境风险防控责任。

## 9.4 事故影响分析

### 1、可能发生事故/事件情形

(1) 探伤机训机时及检测工作过程中, 门机联锁装置、工作状态指示灯或急停按钮等失效使工作人员和公众误闯或误留, 对工作人员或公众造成额外照射, 严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命;

(2) 操作人员违规将探伤机转移到曝光室外部作业, 造成周围人员的额外照射, 严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命;

(3) X 射线探伤机被盗, 使 X 射线探伤机使用不当, 造成周围人员的额外照射, 严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命;

(4) 曝光室屏蔽结构劳损, 射线装置出束, 致使 X 射线泄漏, 给周围的辐射工作人员和公众人员造成不必要照射。

### 2、可能发生事故/事件的防范措施

(1) 曝光室的防护门设计安装门机联锁装置, 曝光室内和控制台上设置紧急停机按钮等安全和应急设施。建设单位拟经常性的检查、维护曝光室有关安全和应急设施正常运行, 正常情况下可以避免误开防护门的情况发生。此外, 建设单位拟建立更严格的探伤程序, 以避免人员误留或误入。辐射工作人员进入曝光室须携带个人剂量报警仪, 每次探伤结束后检测曝光室入口以确保 X 射线探伤机已经停止工作;

(2) 本项目操作人员上岗前进行辐射安全防护培训和专业培训, 并加强管理, 禁止将探伤机移出曝光室使用, 严禁未经培训考核合格的操作人员从事辐射工作, 经与建设单位核实, 项目不涉及工件过大进行开门探伤的工作开展;

(3) X 射线探伤机贮存在曝光室内, 建立射线装置使用登记和台账管理制度, 加强对 X 射线探伤机在贮存、使用现场的管理, 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、公安部门以及卫生健康部门;

(4) 严格按照辐射监测方案进行辐射水平监测, 如果辐射水平监测结果表明墙外局部剂量率偏高, 适当增加局部墙体厚度。

发生上述照射事故(件)时, 对环境只是造成暂时性的辐射污染, 停机后污染随之消失。发生照射事故时应及时切断电源, 必要时启动应急预案, 对受照人员进行剂量评估, 同时要进行必要的医学处理。

### 3、事故工况下的环境影响

本项目 X 射线探伤机工作状态下，出现人员误入或误留曝光室内，人员立即启动急停按钮，射线装置在短时间内关闭。本项目 X 射线探伤机输出量最大为  $23.5\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，保守按照人员最大居留时间为 1min，人员距离出束点 1m 考虑，则人员受照剂量最大为  $0.12\text{Gy} (5 \times 23.5 \times 6 \times 10^4 / 1^2 \times 1 / 60 \times 10^{-6})$ 。根据《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》，本项目可能发生的最大概率辐射事故等级为【一般辐射事故】。

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 辐射安全管理

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及生态环境主管部门的要求，威海朝阳化工机械有限公司已设立辐射安全管理机构，签订了辐射工作安全责任书，公司法人作为辐射工作安全第一责任人，成立了辐射安全领导小组，指定专人负责射线装置的安全和防护工作，小组成员如下：

组 长：

成 员：

小组的主要职责如下：

(1) 负责公司射线装置的安全运行及环境保护工作；  
(2) 根据射线装置的使用情况，制定射线装置应用岗位安全操作规程和辐射事故应急预案等安全防护措施；

- (3) 对射线装置进行日常维护，保证联锁装置正常运行；
- (4) 定期组织辐射工作人员参加体检；
- (5) 为射线装置应用岗位提供安全防护用品及报警仪器；
- (6) 定期联系有关部门对射线装置进行辐射环境安全检测。

公司明确了辐射安全领导小组及职责，根据公司发展的需要拟不断的进行完善。同时公司拟安排辐射安全管理人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上进行培训学习，并尽快报名参加“辐射安全管理”专业考核，考核合格后上岗。

10.1.2 人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，本项目职业人员均应进行辐射安全与防护培训。

公司老厂区现有 2 名辐射工作人员，具备生态环境主管部门规定的相应的文化及受教育要求，均已在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上进行培训学习，均已通过“X 射线探伤”专业考核，在有效期内。本项目无新增辐射工作人员，公司拟安排老厂区现有 2 名辐射工作人员运行新厂区曝光室，能够满足公司探伤工作的需求。

10.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许

可管理办法》等要求,建设单位已制定各类辐射安全管理规章制度:《射线装置操作规程》《辐射工作人员岗位职责》《辐射防护与安全保卫制度》《设备检修维护制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射监测方案》《射线装置台账管理制度》《自行检查和年度评估制度》《危险废物管理制度》等,可确保工作人员和公众的安全。规章制度中对操作人员岗位责任、辐射防护和安全保卫、设备检修、辐射设备的使用等方面分别做出明确的要求和规定,保障从事辐射工作的人员和公众的健康与安全。

公司由辐射安全管理机构和辐射安全管理人员宣传、贯彻辐射安全的相关政策及法规,制定合理的规章制度及防护措施,对探伤工作提出合理建议并进行监督管理,对环境风险事故处理进行指导,对辐射工作人员的工作过程进行管理。公司将各项规章制度落实到平时工作中,落实了辐射工作安全责任,建立了完善的辐射管理档案,并设有专人负责管理。公司从事辐射工作以来,尚未发生辐射事故,表明已制定的辐射安全规章制度是有效的,适用于本项目。

### 10.3 辐射监测

建设单位已制定《辐射监测方案》,已配备一台便携式 X- $\gamma$  剂量率仪,定期或不定期地对工作场所和周围环境进行监测。如发现异常情况或怀疑有异常情况,将及时对工作场所和周围环境进行监测。

《辐射监测方案》如下:

#### 1、辐射环境监测方案

##### (1) 检测因子

环境  $\gamma$  辐射剂量率。

##### (2) 检测频率

定期检测:正常情况下,自行监测根据工作情况及设备使用情况等,每年至少进行 1~2 次自行检测。

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

年度检测:每年一次,委托有资质的单位进行检测;

验收检测:探伤室建成后进行验收检测;

使用时检测:每次射线装置使用结束后,检测曝光室入口,以确保 X 射线探伤机已停止工作。

### (3) 检测范围

曝光室为中心，曝光室屏蔽墙外 30cm、周围 50m 范围内。

### (4) 检测仪器

选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

### (5) 检测条件

①X 射线探伤机在额定工作条件下、探伤机置于与测试点可能的最近位置；

②主射束方向的检测在没有探伤工件时进行，非主射束方向的检测在有探伤工件时进行；

③定期检测和年度检测时，开机和关机状态下分别进行监测。

### (6) 辐射水平巡测

用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪巡测工作场所外 30cm 处的辐射水平，以发现可能出现的高辐射水平区。巡测时应注意：巡测范围根据设计特点、照射方向及建造中可能出现的问题决定，并关注天空反散射对周围的剂量影响。

### (7) 辐射水平定点检测

一般情况下检测以下各点：

①通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；

②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曝光室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；

④人员可能到达的曝光室屋顶或曝光室上层（方）外 30cm 处，至少包括主射束到达范围的 3 个检测点；

⑤人员经常活动的位置；

⑥每次探伤结束后，检测曝光室的入口，以确保探伤机已经停止工作。

### (8) 剂量率控制水平

以  $2.5 \mu\text{Sv/h}$  作为曝光室四周剂量率控制水平，以  $100 \mu\text{Sv/h}$  作为曝光室室顶剂量率控制水平，如发现超过标准的情况，则应进行调查，查找原因，改善探伤室防护条件。

## 2、个人剂量的监督与检测

### (1) 严格遵守国家辐射环境管理法规；

- (2) 所有辐射工作人员，必须接受个人剂量检测，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，出具个人剂量检测报告，个人剂量档案一人一档，由专人负责保管和管理，个人剂量档案终生保存；
- (3) 辐射工作人员工作期间须按要求佩戴个人剂量计；
- (4) 辐射工作人员受照剂量超过年管理剂量约束值时，查明原因，采取改进措施。

## 10.4 辐射事故应急

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，建设单位已制定《辐射事故应急预案》，一旦发生风险事件时，能迅速采取必要有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。

该预案包括以下内容：

### 1、辐射事故应急处理机构与职责

#### (1) 成立应急机构

建设单位已成立辐射事故应急处理领导小组，组织开展辐射事件的应急处理工作，小组成员名单同辐射安全领导小组成员，已给出领导小组成员联系方式及各行政主管部门应急联系电话。

#### (2) 应急处理领导小组职责

- a. 定期组织对检测探伤现场、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健康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、辐射事故分级

国家根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，将辐射事故分为：特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

- (1) 特别重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。

(2) 重大辐射事故，是指Ⅰ类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。

(3) 较大辐射事故，是指Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。

(4) 一般辐射事故，是指Ⅳ类、Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

### 3、辐射事故应急原则

- (1) 以人为本、预防为主；
- (2) 统一领导、分类管理；
- (3) 分级响应、充分利用现有资源。

### 4、辐射事故应急处理程序

#### (1) 迅速报告

发生辐射事故时，当事人必须立即将发生事故的性质、时间、地点等报告给辐射事故应急领导小组组长，组长接到报告后立即通知小组成员并做好准备。

#### (2) 现场控制

辐射事故应急领导小组组长接到事故发生报告后，立即集合人员赶赴现场，首先采取措施保护工作人员和公众的生命安全，最大限度控制事态发展；用警示条划定紧急隔离区，禁止无关人员进入，保护好现场；迅速、正确判断事件性质。

#### (3) 现场上报

根据现场情况，辐射事故应急领导小组必须立即将事故发生时间、地点、造成事故射线装置、危害程度和范围等主要情况报告卫生健康、生态环境以及公安部门。给出卫生健康、生态环境以及公安部门联系方式。

#### (4) 先期处置

待相关部门到达现场的同时，采取相应措施，使危害、损失降到最小。组织人力将受照人员送医，并同时请专业单位进行监测。

#### (5) 查找事故原因

配合上级有关部门对现场进行勘察，以及环保安全技术处理，检测等工作，查找事故原因，进行调查处理。将事故处理结果及时上报。

#### （6）警报解除

总结经验教训，制定或修改防范措施，加强日常辐射安全防护管理，杜绝类似事故发生。

#### （7）应急物资、设备保障

配备以下监测设备及应急物资：便携式 X- $\gamma$  剂量率仪、个人剂量报警仪、个人剂量计、警示牌、警戒绳、铅衣铅帽铅眼镜等，加强日常维护和保养，保证能够随时应对可能发生的辐射事故。

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。

### 5、辐射事故培训演习计划

（1）制定应急培训计划，每年对辐射工作人员、应急机构成员定期开展辐射事故应急知识的教育和宣传。向辐射工作人员和应急机构成员解读、培训本预案，使单位人员熟悉应急职责、响应程序和处置措施，切实提高应急联动处置能力。

（2）每年定期进行辐射事故应急演练，模拟辐射事故现场。演练计划、演练方案、演练脚本、演练评估和演练音像资料要及时归档备查。

该应急预案内容全面，从机构组成、辐射事故分级、应急原则、应急响应、应急演练等方面进行了说明，适用于本项目。经核实，建设单位每年定期进行辐射事故应急演练，从事辐射工作以来，尚未发生辐射事故。

表 11 结论与建议

<h3>11.1 结论</h3> <h4>11.1.1 项目概况</h4> <p>威海朝阳化工机械有限公司老厂区位于山东省威海市环翠区张村镇西郊热电厂南珠江街云科孵化园 1-2 号厂房，公司现持有由威海市生态环境局颁发的辐射安全许可证，证书编号：鲁环辐证[10504]，种类和范围为使用 II 类射线装置，有效期至 2028 年 11 月 6 日。</p> <p>根据公司发展规划，拟将老厂区整体搬迁至山东省威海市高区初村镇翠山街北、福海路西，西郊创意工业园内，为满足新厂区无损检测的要求，公司拟于新厂区 A2 厂房内西南角新建一处探伤工作场所，并根据探伤需求新购 1 台 XXGH-3505Z 型周向 X 射线探伤机，属 II 类射线装置。</p> <p>本项目使用 X 射线探伤机用于对公司生产的压力容器产品进行无损检验，有利于提高公司的生产技术和产品质量，具有良好的社会效益和经济效益。同时根据分析，本项目采取的辐射防护措施能保证曝光室外剂量率和人员受照水平控制在标准范围内，射线装置运行过程中产生的辐射影响可以满足国家有关要求，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。</p> <p>本项目进行压力容器产品的无损检测，对公司产品进行质量控制，经查《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于鼓励类、限制类和淘汰类，属于国家允许建设的项目，符合产业政策。</p> <h4>11.1.2 选址合理性</h4> <p>本项目所在新厂区系租赁威海市西郊科技有限公司新建西郊创意工业园 A1、A2 厂房，根据威海市西郊科技有限公司提供的不动产权证书，项目所在位置土地用途为工业用地，符合当地规划要求。经现场勘查，曝光室周围 50m 范围内共存在 4 处环境保护目标，无居民区、学校、医院等人员密集区。经上文分析，X 射线探伤机使用过程中，曝光室周围及环境保护目标处辐射水平可满足国家相关要求，项目运行对周围环境及环境保护目标处的辐射影响较小，因此项目选址合理。</p> <h4>11.1.3 现状检测</h4> <p>现状检测结果表明，本项目曝光室周围及环境保护目标处室内环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率为 <math>(8.2\sim8.5) \times 10^{-8} \text{Gy/h}</math>；室外环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率为 <math>(8.1\sim8.3) \times 10^{-8} \text{Gy/h}</math>，均处于烟台</p>
---

（威海）市环境天然辐射水平范围内 [室内  $(4.56 \sim 20.53) \times 10^{-8}$  Gy/h、道路  $(1.94 \sim 20.14) \times 10^{-8}$  Gy/h]。

#### 11.1.4 辐射安全与防护分析结论

本项目主体建筑为曝光室，辅助建筑为操作室、暗室及评片室。曝光室东西净长 6m、南北净宽 5.6m、净高 4m，净容积约  $134.4 \text{m}^3$ ；四周墙体总厚度均为 456mm，采用 3mm 钢板+450mm 硫酸钡+3mm 钢板（组合式钢结构）；室顶及防护门总厚度均为 406mm，采用 3mm 钢板+400mm 硫酸钡+3mm 钢板（组合式钢结构）。

拟于曝光室内西北角及防护门外各安装监控摄像头 1 个，在操作室的操作台设置专用的监视器；防护门拟设置门机联锁装置，并保证关闭门后 X 射线探伤机才能进行探伤作业，门打开时立即停止 X 射线照射，X 射线探伤机与防护门联锁；防护门外及曝光室内部均拟设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置并与 X 射线探伤机联锁；拟于防护门外中间位置张贴电离辐射警告标志和中文警示说明，并在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明；拟配置固定式场所辐射探测报警装置；操作位探伤机控制台自带紧急停机按钮，曝光室内拟设计 5 处紧急停机按钮。安全防护措施可满足要求。

#### 11.1.5 环境影响评价分析结论

设圆形通风口 1 个，位于曝光室室顶西南角，通风口直径约 30cm，于通风口外部设置 15mmPb 的铅防护罩，通风口外拟设置引风管道，将废气向西引至厂房外环境，该区域为夹道，非人员活动密集区，通风口处设置机械排风装置，设计有效通风换气量约  $600 \text{m}^3/\text{h}$ ，曝光室容积约  $134.4 \text{m}^3$ ，有效通风换气次数约 4 次/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.1.10 款要求。

拟新建一处危废暂存间，废显（定）影液和废胶片暂存于危废暂存间内，并及时委托有资质的危废处置单位进行处置。

X 射线探伤机运行时，曝光室四周墙体及防护门外辐射剂量率最大为  $0.05 \mu \text{Sv}/\text{h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5 \mu \text{Sv}/\text{h}$ ”要求。曝光室室顶及通风口外辐射剂量率最大为  $6.89 \mu \text{Sv}/\text{h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“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  $100 \mu \text{Sv}/\text{h}$ ”要求。经墙体间隔及距离衰减，曝光室周围环境保护目标处辐射剂量率基本处于本底水平。

在 X 射线探伤机年累积曝光时间不超过 110h/a 的条件下，职业人员的年有效剂量不大于 0.006mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 5mSv/a 的管理剂量约束值，对职业人员是安全的。曝光室周围及环境保护目标处公众成员的年有效剂量不大于  $2.75 \times 10^{-4}$ mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值，对公众成员是安全的。

### 11.1.6 辐射安全管理结论

公司已设立辐射安全领导机构，已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，可以确保辐射工作人员、公众的安全，并有效应对可能的突发事故。

公司老厂区现有 2 名辐射工作人员，具备生态环境主管部门规定的相应的文化及受教育要求，均已在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上进行培训学习，均已通过“X 射线探伤”专业考核，在有效期内。公司拟安排老厂区现有 2 名辐射工作人员运行新厂区曝光室，已为辐射工作人员配备个人剂量计（每人 1 支）、1 台便携式 X-γ 剂量率仪及 2 部个人剂量报警仪，可满足新厂区探伤工作要求。

本项目的设施较为简单，环境风险因素单一，在已有的风险防范措施和相应的事故应急预案条件下，通过进一步完善安全措施，其环境风险是可控的。

综上所述，在威海朝阳化工机械有限公司认真落实各项污染防治措施和辐射环境管理要求的基础上，该单位将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，从辐射环境保护的角度分析，该项目的运行是安全可行的。

## 11.2 承诺

### 11.2.1 承诺

- 1、严格按照设计方案建设本项目探伤工作场所；
- 2、加强危废管理，废胶片及废显（定）影液交由具有危废处置资质的单位进行处理；
- 3、定期委托有资质单位对个人剂量及其工作场所进行监测；
- 4、适时修订各类辐射安全管理规章制度，定期进行辐射事故应急演练；
- 5、按照国家有关规定重新申领辐射安全许可证，并及时组织建设项目建设竣工环境保护验收。

### 11.2.2 建议

对辐射工作人员要求熟知防护知识，能合理的应用“距离、时间、屏蔽”的防护措施，使公众和工作人员所受到的照射降到“可合理达到的尽量低水平”。

下一级环保部门意见

公章

经办人签字

年 月 日

审批意见

公章

经办人签字

年 月 日