

核技术利用建设项目  
新建固定式 X 射线探伤项目  
环境影响报告表

苏气智造东台压力容器有限公司（公章）

2024 年 4 月

生态环境部监制

## 核技术利用建设项目

# 新建固定式 X 射线探伤项目

## 环境影响报告表

建设单位名称： 苏气智造东台压力容器有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）： \_\_\_\_\_

通讯地址： 东台市南沈灶金星村四组 2 号

邮政编码： 224224 联系人： 王玉团

电子邮箱： \_\_\_\_\_ 联系电话： \_\_\_\_\_

## 目录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	4
表 3 非密封放射性物质.....	4
表 4 射线装置.....	5
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	6
表 6 评价依据.....	7
表 7 保护目标与评价标准.....	10
表 8 环境质量和辐射现状.....	18
表 9 项目工程分析与源项.....	22
表 10 辐射安全与防护.....	30
表 11 环境影响分析.....	36
表 12 辐射安全管理.....	47
表 13 结论与建议.....	51
表 14 审批.....	55
辐射污染防治措施“三同时”措施一览表.....	56

**附图：**

附图 1 苏气智造东台压力容器有限公司地理位置图

附图 2 苏气智造东台压力容器有限公司平面布置图及周围环境示意图

附图 3 车间一平面布局图

附图 4 本项目探伤房平面及剖面布置图

附图 5 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图

**附件：**

附件 1 委托书

附件 2 承诺书

附件 3 洗片废水、废胶片安全处置承诺书

附件 4 厂房租赁合同及土地证

附件 5 苏气智造东台压力容器有限公司营业执照

附件 6 本项目探伤房拟建址本底检测报告

附件 7 专家意见

附件 8 修改清单

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		新建固定式 X 射线探伤项目			
建设单位		苏气智造东台压力容器有限公司			
法人代表	王军	联系人	王玉团	联系电话	
注册地址		东台市南沈灶金星村四组 2 号			
项目建设地点		东台市南沈灶金星村四组 2 号			
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)	51	投资比例(环保 投资/总投资)	85%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m <sup>2</sup> )	约 110
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	/			
	<b>项目概述：</b>				
<b>1. 建设单位基本情况、项目建设规模和任务由来</b>					
<p>苏气智造东台压力容器有限公司成立于 2021 年 12 月 24 日，统一社会信用代码为 91320981MA7G7AUP5F，位于东台市南沈灶金星村四组 2 号，经营范围包含：许可项目：特种设备制造（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，具体经营项目以审批结果为准）一般项目：通用设备制造（不含特种设备制造）；专用设备制造（不含许可类专业设备制造）；特种设备销售；技术服务、技术开发、技术咨询、</p>					

技术交流、技术转让、技术推广；第二类医疗器械销售；第二类医疗器械租赁；技术进出口；货物进出口；气体、液体分离及纯净设备销售（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。

苏气智造东台压力容器有限公司租赁位于东台市南沈灶金星村四组 2 号东台宏博净化科技有限公司车间一及东侧危废库用于公司开展生产经营。车间一东侧危废库现为东台宏博净化科技有限公司，危废库拟划分南侧约 1/3 为苏气智造东台压力容器有限公司使用，两个危废库实体分开分别按要求管理。租赁合同见附件 4。

苏气智造东台压力容器有限公司主营业务为生产压力容器，压力容器需要拼接焊接，焊接部分可能存在气泡、裂缝等质量问题，存在安全隐患，因此需要进行无损检测，确保压力容器质量。因此公司拟在车间一东南角新建 1 座固定式 X 射线探伤房（包括曝光室及辅房），并配备 2 台 X 射线探伤机。公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，项目运行后每周开机曝光时间不超过 10h，年工作 50 周，年曝光总时间不超过 500h。在此之前，苏气智造东台压力容器有限公司从未开展过核技术利用项目，本项目为首次开展核技术利用项目。本项目详见下表 1-1。

表 1-1 苏气智造东台压力容器有限公司核技术利用情况一览表

射线装置									
序号	射线装置名称及型号	数量	管电压 kV	管电流 mA	类别	工作场所	活动 种类	环评情况及 审批时间	备注
1	XXG2505 型 X 射线探伤机	1	250	5	II	探伤房曝光室	使用	本次环评	定向机
2	XXH2505 型 X 射线探伤机	1	250	5	II	探伤房曝光室	使用	本次环评	周向机

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，本项目需进行环境影响评价，依照《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，2021 年版），本项目为使用 X 射线探伤机进行无损检测，属于“172 核技术利用建设项目”中的“使用 II 类射线装置的”，本项目应编制环境影响报告表。受苏气智造东台压力容器有限公司委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，编制该项目环境影响报告表。

## 2. 项目周边保护目标及项目选址情况

苏气智造东台压力容器有限公司位于东台市南沈灶金星村四组 2 号东台宏博净化

科技有限公司厂区内。东台宏博净化科技有限公司东侧为农田；南侧为东台市海卓立自动化设备有限公司；西侧为道路；北侧为农田。本公司租赁车间一东侧为危废库及厂区围墙，南侧、西侧为厂区道路及围墙，北侧为厂区道路及车间。公司地理位置示意图见附图 1，公司平面布置图及周围环境示意图见附图 2。

本项目探伤房拟建设于公司租赁车间一东南角。探伤房曝光室东侧为危废库；南侧为探伤房辅房；西侧、北侧为车间一。本项目探伤房设置有曝光室、操作室、评片室及暗室，操作室、评片室及暗室均位于曝光室南侧。本项目探伤房为一层建筑，上方无建筑，下方为土层。

本项目曝光室周围 50m 范围无居民区、学校等环境敏感目标。50m 范围内涉及①南侧、北侧厂区道路，②东侧农田，③南侧东台市海卓立自动化设备有限公司，④西侧、北侧车间一，⑤北侧车间二，⑥东侧危废库。本项目周围环境保护目标主要为从事 X 射线探伤操作的辐射工作人员及周围公众。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》和《江苏省生态空间管控区域规划》，本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域。本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中的环境敏感区。本项目的建设符合江苏省及盐城市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）要求。

### 3. 实践正当性

苏气智造东台压力容器有限公司因工件无损检测需要，拟新建 1 座固定 X 射线探伤房并计划购买 2 台 X 射线探伤机对生产的压力容器进行无损检测，确保其产品质量。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，探伤机的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对受照个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，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“实践的正当性”的原则与要求。

**表 2 放射源**

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

**表 3 非密封放射性物质**

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。



**表 4 射线装置**

**(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器**

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

**(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途**

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	1	XXG2505	250	5	无损检测	探伤房曝光室	定向机
1	X 射线探伤机	II	1	XXH2505	250	5	无损检测	探伤房曝光室	周向机
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

**(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源**

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 ( $\mu$ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

**表 5 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
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	直接进入大气,臭氧在常温常压下稳定性较差,常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟,可自动分解为氧气。
废显(定)影剂	液态	/	/	约 25kg	约 300kg	/	集中收集后暂存于危废库	收集贮存危废库后委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
一次、二次冲洗废水	液态	/	/	约 50kg	约 600kg	/	集中收集后暂存危废库	收集贮存危废库后委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
三次及以上冲洗废水	液态	/	/	/	/	/	不暂存	排入城市污水管网
废胶片	固态	/	/	约 2kg	约 24kg	/	集中收集后暂存于危废库	收集贮存危废库后委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
生活垃圾	固态	/	/	30kg	360kg	/	不暂存	由公司统一收集后,交给环卫部门清运。
生活污水	液态	/	/	2.4m <sup>3</sup>	28.8m <sup>3</sup>	/	不暂存	进入公司污水处理管道最终进入污水处理厂处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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.含有放射性的废弃物要注明，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 6 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》（2014年修订本），中华人民共和国主席令第9号，自2015年1月1日起施行；</li> <li>2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正本），中华人民共和国2018年主席令第24号，自2018年12月29日起施行；</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2003年主席令第6号，自2003年10月1日起施行；</li> <li>4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年修订本），中华人民共和国2020年主席令第43号，自2020年9月1日起施行</li> <li>5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正本），中华人民共和国2017年国务院令第682号，自2017年10月1日起施行；</li> <li>6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令第18号公布，自2011年5月1日起施行；</li> <li>7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正本），中华人民共和国2019年国务院令第709号，自2019年3月2日起施行；</li> <li>8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），中华人民共和国生态环境部令第20号修正，自2021年1月4日起施行；</li> <li>9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国生态环境部令第16号，自2021年1月1日起施行；</li> <li>10) 《国家危险废物名录》（2021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15号，自2021年1月1日起施行；</li> <li>11) 《射线装置分类》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会2017年公告第66号，自2017年12月5日起施行；</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》，中华人民共和国原国家环保总局环发〔2006〕145号，自2006年9月26日起施行；</li> <li>13) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第39号，自2019年11月1日起施行）；</li> <li>14) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，中华人民共和国生态环境部2019年部令第9号，自2019年11月1日起施行；关于发布《建</li> </ol>
----------	--

	<p>设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》配套文件的公告，中华人民共和国生态环境部2019年公告第38号，自2019年11月1日起施行；</p> <p>15) 《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》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第57号，自2020年1月1日起施行；</p> <p>16) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省人民代表大会常务委员会公告2018年第2号，自2018年5月1日起施行；</p> <p>17) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74号，自2018年6月9日起施行；</p> <p>18) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1号，自2020年1月8日起施行；</p> <p>19) 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49号，自2020年6月21日起施行；</p> <p>20) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》（苏环办〔2021〕187号），2021年5月31日印发；</p> <p>21) 《危险废物转移管理办法》，生态环境部、公安部、交通运输部部令第23号，自2022年1月1日起施行；</p> <p>22) 《省生态环境厅关于印发江苏省危险废物贮存规范化管理专项整治行动方案的通知》（苏环办〔2019〕149号），2019年4月29日印发；</p> <p>23) 《省生态环境厅关于进一步加强危险废物污染防治工作的实施意见》（苏环办〔2019〕327号），2019年9月24日印发；</p> <p>24) 《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》（苏环办〔2020〕401号），2020年12月31日印发；</p> <p>25) 《省生态环境厅关于印发江苏省危险废物集中收集体系建设工作方案（试行）的通知》（苏环办〔2021〕290号），2021年10月14日印发。</p> <p>26) 《省生态环境厅关于印发江苏省危险废物贮存规范化管理专项整治行动方案的通知》（苏环办〔2019〕149号），2019年4月29日印发</p> <p>27) 《关于印发“十四五”江苏省危险废物规范化环境管理评估工作方案的通知》（苏环办〔2021〕304号），2021年11月2日印发</p> <p>28) 《省政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域调整管理办法的通知》（苏政办发〔2021〕3号），2021年2月1日起施行</p> <p>29) 《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》（苏自然资函〔2023〕</p>
--	--

	880号，2023年10月10日印发
技术标准	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）</li> <li>2) 《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）</li> <li>3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</li> <li>4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</li> <li>5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</li> <li>6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）</li> <li>7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其修改单</li> <li>8) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）</li> <li>9) 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）</li> <li>10) 《环境保护图形标志固体废物贮存(处置)场》(GB15562.2-1995)(2023版)</li> <li>11) 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）</li> <li>12) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）</li> </ol>
其他	<p><b>附图：</b></p> <p>附图 1 苏气智造东台压力容器有限公司地理位置图</p> <p>附图 2 苏气智造东台压力容器有限公司平面布置图及周围环境示意图</p> <p>附图 3 车间一平面布局图</p> <p>附图 4 本项目探伤房平面及剖面布置图</p> <p>附图 5 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图</p> <p><b>附件：</b></p> <p>附件 1 委托书</p> <p>附件 2 承诺书</p> <p>附件 3 洗片废水、废胶片安全处置承诺书</p> <p>附件 4 厂房租赁合同及土地证</p> <p>附件 5 苏气智造东台压力容器有限公司营业执照</p> <p>附件 6 本项目探伤房拟建址本底检测报告</p> <p>附件 7 专家意见</p> <p>附件 8 修改清单</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围						
<p>本项目使用 X 射线探伤机进行无损探伤，X 射线探伤机属于 II 类射线装置。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）中“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”相关规定，确定本项目评价范围为本项目探伤房曝光室边界外 50m 区域。本项目 50m 评价范围见附图 2。</p>						
保护目标						
<p>本项目建设地点位于东台市南沈灶金星村四组 2 号，本项目探伤房曝光室周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。</p> <p>对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74号）、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1号）、《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（苏政发〔2020〕49号）后可以确定，本项目不涉及江苏省生态空间管控区域、江苏省国家级生态保护红线区域。本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中环境敏感区。本项目的建设符合江苏省及盐城市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）要求。</p> <p>根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、本项目探伤房辐射工作人员。</li> <li>2、本项目探伤房曝光室周围公众。</li> </ol>						
表7-1 本项目保护目标情况一览表						
序号	保护目标名称		方位	最近距离（m）	人员数量	剂量约束值
1	辐射工作人员	操作室、评片室、暗室	曝光室南侧	相邻	2 人	5mSv/a
2	周围公众	厂区道路	曝光室南、北	距离南侧最近 4m 距离北侧最近 8m	流动人员	0.1mSv/a
3		危废库	曝光室东侧	相邻	流动人员	0.1mSv/a
4		车间一	曝光室西侧、北侧	相邻	约 20 人	0.1mSv/a
5		车间二	曝光室北侧	17	约 20 人	0.1mSv/a
6		东台市海卓立自动化设备有限公司	曝光室南侧	6	约 30 人	0.1mSv/a
7		农田	曝光室东侧	5	流动人员	0.1mSv/a

**评价标准**

**1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）**

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量需满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值，如下表：

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

类别	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： 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。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： 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。

**4.3.4 剂量约束和潜在照射危险约束**

4.3.4.1 除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。

11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv~0.3mSv）的范围之内。但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限（见 4.3.4）。（参考）

**6.4 辐射工作场所的分区**

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

**6.4.1 控制区**

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.1.2 确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全措施的性质和范围。

6.4.1.3 对于范围比较大的控制区，如果其中的照射或污染水平在不同的局部变化较大，需要实施不同的专门防护手段或安全措施，则可根据需要再划分出不同的子区，以方便管理。

**6.4.1.4 注册者、许可证持有者应：**

- a) 采用实体边界划定控制区；采用实体边界不现实时也可以采用其他适当的手段；
- b) 在源的运行或开启只是间歇性的或仅是把源从一处移至另一处的情况下，采用与主导情况相适应的方法划定控制区，并对照射时间加以规定；
- c) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F（标准的附录）规定的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示；
- d) 制定职业防护与安全措施，包括适用于控制区的规则与程序；
- e) 运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证制度）和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区；限制的严格程度应与预计的照射水平和可能性相适应；
- f) 按需要在控制区的入口处提供防护衣具、监测设备和个人衣物贮存柜；
- g) 按需要在控制区的出口处提供皮肤和工作服的污染监测仪、被携出物品的污染监测设备、冲洗或淋浴设施以及被污染防护衣具的贮存柜；
- h) 定期审查控制区的实际状况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

#### 6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

6.4.2.2 注册者和许可证持有者应：

- a) 采用适当的手段划出监督区的边界；
- b) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；
- c) 定期审查该区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

### 2) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

#### 5 探伤机的放射防护要求

##### 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100 cm处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表1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7-3 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 固定式探伤的放射防护要求

### 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。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

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  $100\mu\text{Sv/}$

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。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

### 6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

## 3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

### 3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以  $0^\circ$  入射探伤工件的  $90^\circ$  散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

### 3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

#### 参考资料

1) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省环境监测站。

表 7-4 江苏省全省环境天然 $\gamma$ 辐射水平调查结果 单位：nGy/h

项目	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差 (s)	7.0	12.3	14.0

2) 方杰，辐射防护导论[M].北京：原子能出版社，1991。

#### 项目管理目标

(1) 本项目曝光室外周围剂量当量参考控制水平：

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）确定本项目管理目标为：

曝光室墙体和门的辐射屏蔽应满足：

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 $\mu$ Sv/h。

曝光室顶的辐射屏蔽应满足：

探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平取 100 $\mu$ Sv/h（本项目曝光室顶没有人员到达）。

(2) 本项目职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平：

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）确定本项目管理目标为：

职业人员每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于  $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，

公众每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于  $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

(3) 本项目职业人员和公众的年剂量约束值：

职业人员按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值  $1/4$  取值，公众按照其剂量限值的  $1/10$  取值，确认本项目管理目标为：

职业照射的剂量约束值不超过  $5\text{mSv/a}$ ；

公众照射的剂量约束值不超过  $0.1\text{mSv/a}$ 。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**1. 项目地理和场所位置**

苏气智造东台压力容器有限公司位于东台市南沈灶金星村四组 2 号东台宏博净化科技有限公司厂区内。东台宏博净化科技有限公司东侧为农田；南侧为东台市海卓立自动化设备有限公司；西侧为道路；北侧为农田。本公司租赁车间一东侧为危废库及厂区围墙，南侧、西侧为厂区道路及围墙，北侧为厂区道路及车间。公司地理位置示意图见附图 1，公司平面布置图及周围环境示意图见附图 2。

本项目探伤房拟建设于公司租赁车间一东南角。探伤房曝光室东侧为危废库；南侧为探伤房辅房；西侧、北侧为车间一。本项目探伤房设置有曝光室、操作室、评片室及暗室，操作室、评片室及暗室均位于曝光室南侧。本项目探伤房为一层建筑，上方无建筑，下方为土层。

本项目曝光室周围 50m 范围无居民区、学校等环境敏感目标。本项目周围环境保护目标主要为从事 X 射线探伤操作的辐射工作人员及周围公众。





图 8-1 本项目探伤房拟建址周围环境现状及工程师现场踏勘照片

## 2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

**评价对象：**本项目探伤房拟建址周围辐射环境。

**监测因子：**本项目探伤房拟建址周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率。

**监测点位：**探伤房拟建址及周围布设 11 个监测点位，分别位于探伤房拟建址四周

及保护目标处。

### 3. 监测方案、质量保证措施

**监测方案：**根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）及《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）在探伤房拟建址周围布设监测点位，对探伤房拟建址周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率进行检测。

**质量保证措施：**江苏睿源环境科技有限公司已通过检验检测机构资质认定，合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性，同时满足相关标准要求。检测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和公司《质量体系文件》的要求，实施全过程质量控制。检测人员均经过考核并持有合格证书，检测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，检测报告实行三级审核制度，检测时仪器使用前检查是否正常。

### 4. 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

监测仪器：BG9512P 型 X- $\gamma$ 辐射监测仪（仪器编号：RY-J001）

测量范围：10nGy/h~200 $\mu$ Gy/h

能量响应范围：主机：48keV~1.5MeV；外置探头：25keV~3MeV

检定有效日期：2024.2.23-2025.2.22

检定单位：上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

检定证书编号：2023H21-10-4598339001

监测日期：2024 年 3 月 26 日

环境条件：天气：多云；温度：17 $^{\circ}$ C；相对湿度：50%

评价方法：参考表 7-4 江苏省全省环境天然 $\gamma$ 辐射剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

监测结果：本项探伤房拟建址周围现状环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测结果见表 8-1（报告见附件 6），监测点位示意图见图 8-2。

表 8-1 本项目探伤房拟建址周围环境 $\gamma$ 辐射水平

序号	检测点位	检测结果 (nGy/h)	备注
1	探伤房拟建址中部	64	室内（平房）
2	探伤房拟建址东侧	63	室内（平房）
3	探伤房拟建址南侧	64	室内（平房）



4	探伤房拟建址西侧	65	室内（平房）
5	探伤房拟建址北侧	63	室内（平房）
6	车间一中部	61	室内（平房）
7	车间二内	67	室内（平房）
8	拟建址东侧危废库内	63	室内（平房）
9	厂区道路	65	道路
10	东台市海卓立自动化设备有限公司内	57	道路
11	农田	56	原野

\*已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为 13nGy/h）。

\*\*建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1。

根据表 8-1 的监测结果可知，本项目探伤房拟建址周围环境 $\gamma$ 辐射剂量率为（61~67）nGy/h（室内）、（57~65）nGy/h（道路）、56nGy/h（原野），与江苏省天然 $\gamma$ 辐射水平相当。

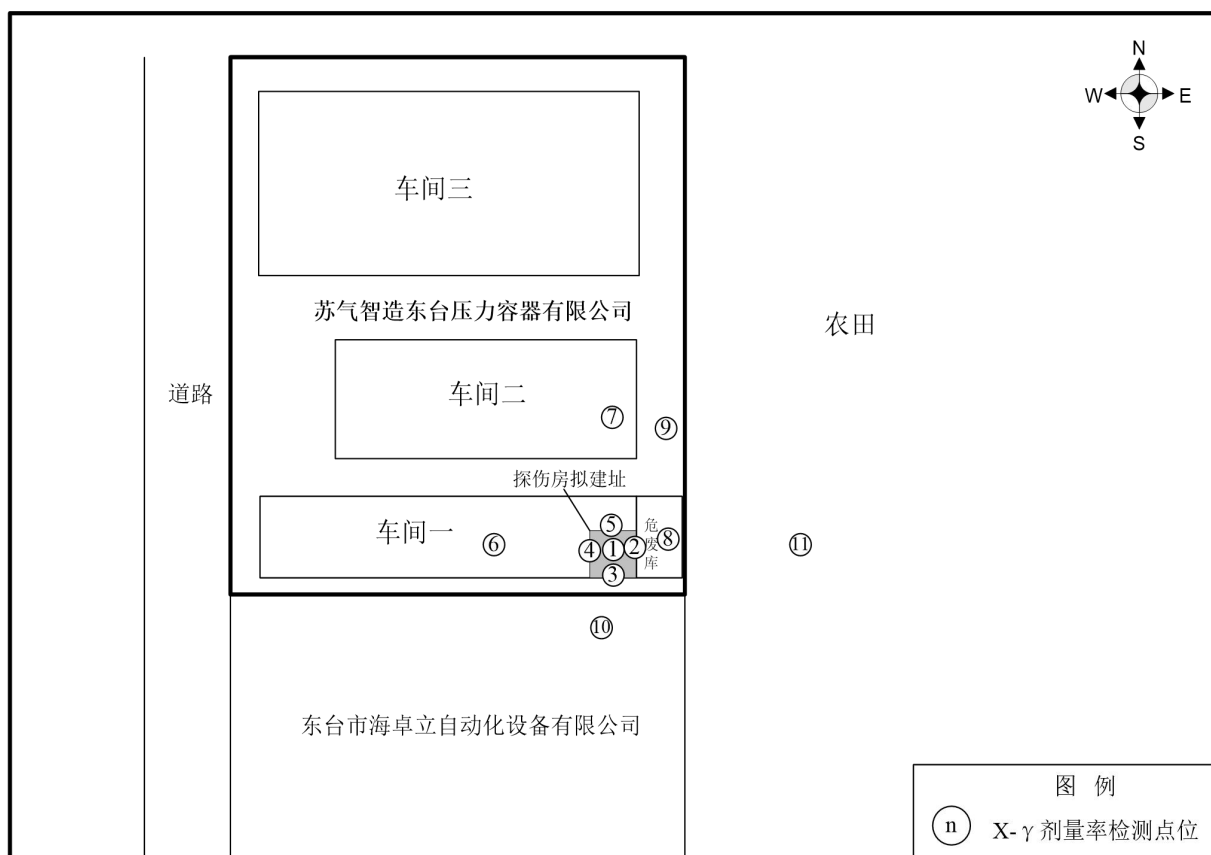


图 8-2 X- $\gamma$ 辐射剂量率检测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1、工程设备

苏气智造东台压力容器有限公司因本公司生产的压力容器无损检测需要，拟新建1座固定式X射线探伤房（包括曝光室及辅房），并配备2台X射线探伤机（最大管电压250kV，最大管电流5mA。），用于开展固定式X射线探伤作业。

本项目探伤房曝光室内部长宽高尺寸为8m×5m×5m，曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶和铅防护门对X射线进行防护。四周墙为600mm混凝土，顶部为400mm混凝土，工件门内嵌14mm铅板，人员门内嵌10mm铅板。本项目探伤房布局如下图所示。本项目探伤机主要设备参数见表9-1。

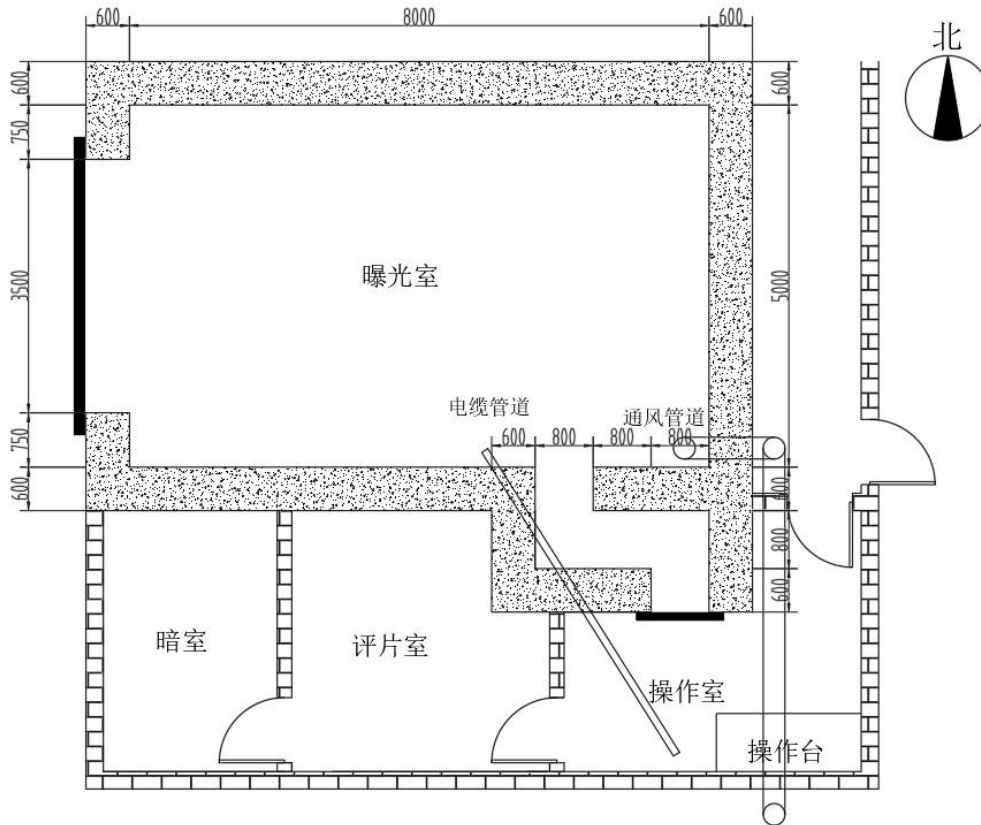


图9-1本项目探伤房平面布局图

表9-1本项目探伤机主要设备参数

参数	XXH2505 型周向 X 射线探伤机	XXG2505 型定向 X 射线探伤机
管电压	250kV	250kV
管电流	5mA	5mA
主射线辐射角	40°×360°	40±5°
工件最大厚度（钢）	32mm	37mm
工作方式	间歇式工作 1:1，工作 5 分钟休息 5 分钟。	

X 射线探伤机主要由控制箱、X 射线发生器和连接电缆等部件构成。控制箱用于调节探伤机开关、管电压、曝光时间设置。连接电缆用于连接控制器与 X 射线发生器。X 射线发生器用于在控制器设置条件进行曝光探伤。X 射线发生器的核心部件是 X 射线管。X 射线管由阳极、阴极、灯丝、钨靶、铜体、发射罩等组成。X 射线管一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。

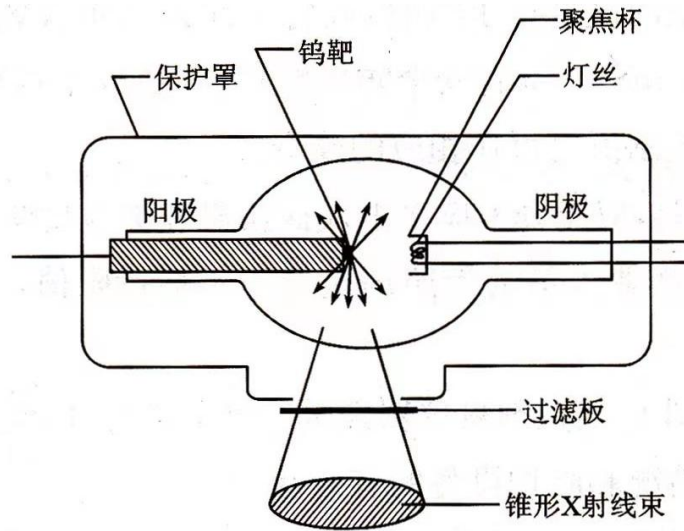


图 9-1 典型的 X 射线管结构图



图9-2 常见X射线探伤装置控制台



图 9-3 常见 X 射线探伤机外观图及连接电缆

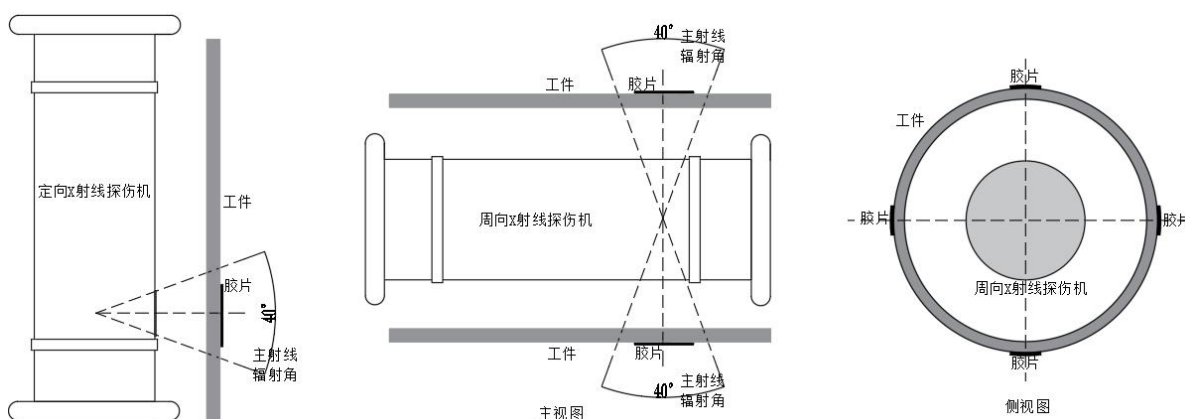


图 9-4 常见 X 射线探伤机照射工件示意图

## 2、X 射线探伤机工作原理

X射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对X射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大，底片感光量就小。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，底片感光量较大，从而可以从底片曝光强度的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部细微结构等。

射线检测方法是利用射线穿透物体时，会发生吸收和散射的特性，通过测量材料中因缺陷存在而影响射线的吸收来探测缺陷，以胶片作为记录信息器材的无损检测方法。把被检物体放在离射线装置 0.25m-0.5m 的位置处，把胶片紧贴在被检工件焊缝背后，用 X 射线对工件照射后，透过工件的射线使胶片感光，同时工件内部的真实情况就反映到胶片的乳胶上，对感光后的胶片在暗室中进行显影、定影、水洗和干燥，将干燥的底片放在观片的显示屏上观察，根据底片的黑度和图像来判断工件有无缺陷

以及缺陷的种类。根据观察其缺陷的形状、大小和部位来评定材料或制品的质量，从而防止由于材料或制品内部缺陷引起的事故。

### 3、工件信息

本项目探伤房主要用于对本公司生产的压力容器工件焊接部分进行无损检测。压力容器长度为 1-5m，直径最大 2m，管壁厚度为 10-30mm 钢。



图 9-5 本项目探伤房主要探伤工件示意图

#### 4、工作流程及产污环节分析

X射线探伤时辐射工作人员将工件从工件门运至曝光室内，在操作台进行远距离操作，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

1) 辐射工作人员工作前需要开展各项检查，重点检查曝光室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯、固定式场所辐射探测报警装置等防护安全措施。进入曝光室时，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。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。

2) 将工件从工件门运至曝光室内，清场，无关人员撤离曝光室，工作人员在曝光室固定工件并在检测部位贴上感光胶片；

3) 将X射线探伤机固定到在合适的位置；

4) 检查曝光室内人员滞留情况，再次确定无人后探伤工作人员从人员门离开曝光室，并关闭工件门及人员门；

5) 探伤工作人员开启X射线探伤机进行无损检测；

6) 达到预定照射时间和曝光量后关闭X射线探伤机，工作人员打开人员门，进入曝光室取下胶片；

7) 完成所有检测工作后，将工件由工件门运出曝光室；

8) 探伤工作人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等。

固定式X射线探伤工作流程及产污环节见下图。

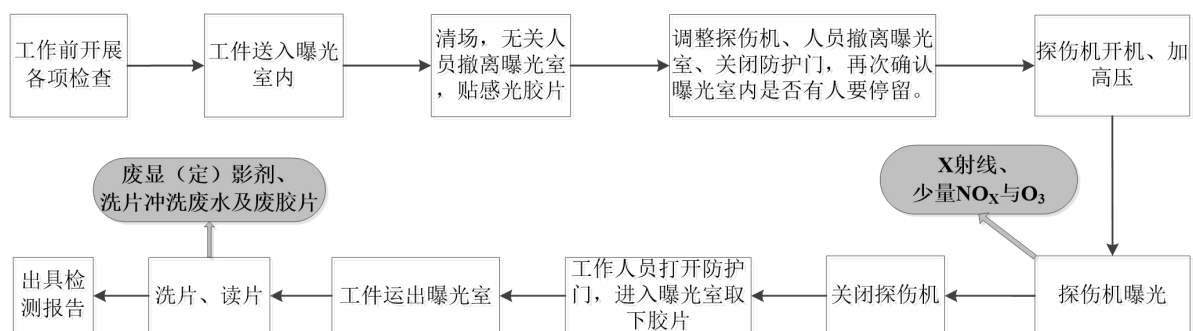


图 9-6 本项目探伤工作流程及产污环节

由图 9-6 可知，本项目营运中产生的主要污染物如下

- (1) 探伤机出束过程中产生的 X 射线；
- (2) X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；
- (3) 当定影、显影剂在使用至无法起效时产生的废显（定）影剂；

(4) 胶片冲洗过程产生洗片冲洗废水（包括一次、二次洗片废水，三次及以上洗片废水）；

(5) 探伤工作中可能产生废胶片；

(6) 辐射工作人员产生的生活垃圾及生活污水。

此外，在探伤机首次到厂或超过1周末使用等情况下，在开始探伤工作前，需要对探伤机进行训机，训机工作流程及产污环节为：

(1) 清场、关门：检查探伤室内人员滞留情况，确定无人后辐射工作人员关闭工件门，并从人员门离开探伤室，关闭人员门，启动‘预备’信号；

(2) 训机：辐射工作人员在操作室内操作控制箱，按下训机键，进入训机状态，语音提示“训机开始”，从低千伏值一点一点地往高训。按下训机键后，X射线探伤机将产生X射线污染，同时X射线将使探伤室内的空气电离产生少量臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>）；

(3) 训机结束：当训到最高千伏值后，X射线探伤机自动关闭，同时在训机过程中，也可以通过“高压关”键来随时终止。

## 5.人员配置及工作制度

**工作制度：**本项目辐射工作人员实行白班单班制，每年工作 50 周，每周最大曝光不超过 10h，预计探伤房曝光室内年曝光时间不超过 500h（以上时间包含训机）。

**人员配置：**建设单位拟为本项目配备 2 名辐射工作人员共同操作探伤机及管理本项目探伤房。本项目辐射工作人员不从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗情况。

## 6. 辐射工作场所人流及物流路径

**人流：**本项目辐射工作人员由从人员门进入曝光室进行工件摆放、贴胶片等准备工作，准备工作完成后返回至操作室，确认曝光室内无人员停留后关闭工件门及人员门，开始探伤工作。探伤任务结束后，辐射工作人员在曝光室取下胶片进入暗室进行洗片工作。一天的工作结束后，辐射工作人员从操作室门离开探伤房。

**物流：**本项目工件由辐射工作人员经工件门运至曝光室内进行探伤检测工作，检测完成后，工件由工件门运出曝光室。

本项目每日产生危废由暗室送危废库内进行暂存。

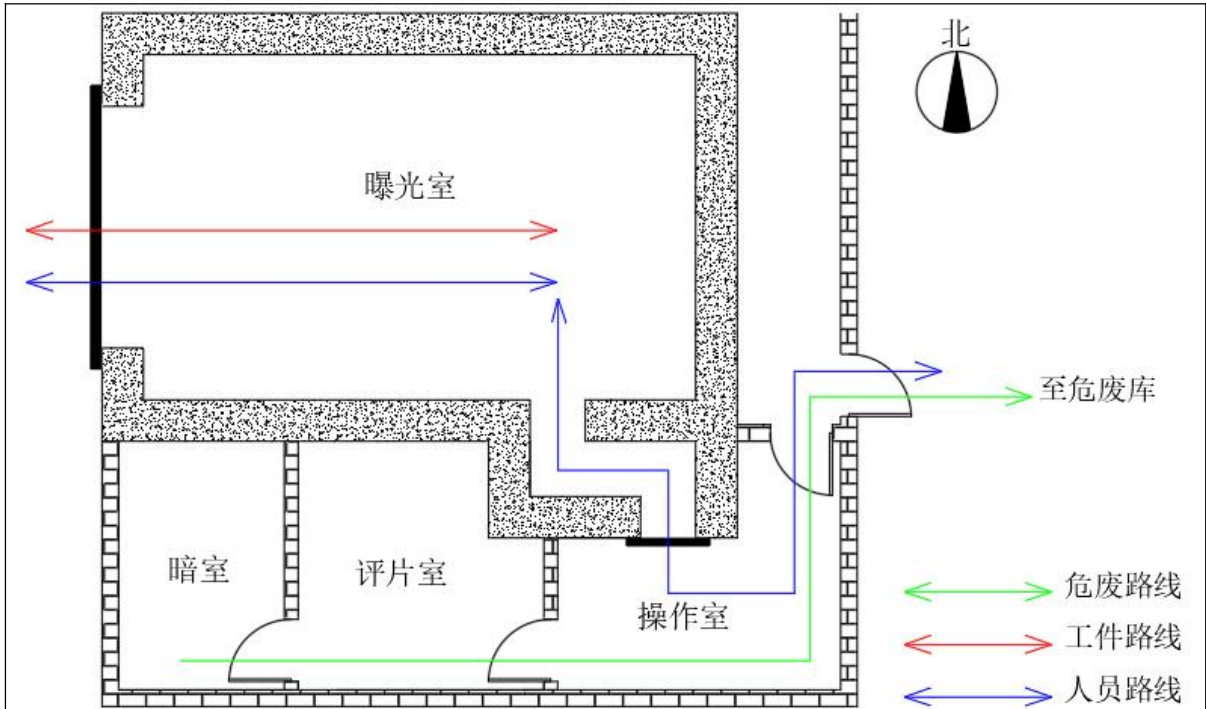


图 9-7 本项目辐射工作场所人流及物流路径

**污染源项描述**

**1.辐射污染源分析**

污染源强：本项目配备 2 台 X 射线探伤机。因生产厂家无法提供 X 射线探伤机有用线束输出量以及滤过条件，本项目 X 射线探伤机有用线束输出量参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.1 中 250kV 下最大数值，泄漏辐射输出量参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1 中数值。X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 中数值。

表9-2本项目探伤机输出量参数

射线装置	有用线束辐射输出量	距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率	X 射线 90° 散射辐射最高能量
XXG2505 型 X 射线探伤机	16.5mGy·m <sup>2</sup> / (mA·min)	5×10 <sup>3</sup> μSv/h	200kV
XXH2505 型 X 射线探伤机	16.5mGy·m <sup>2</sup> / (mA·min)	5×10 <sup>3</sup> μSv/h	200kV

注：有用线束辐射输出量保守参考表 B.1 中的较大值。

由 X 射线探伤机工作原理可知，探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对曝光室外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此探伤机在开机曝光期间，本项目的辐射源项主要包括 X 射线有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射（如以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射、天空反散射、曝光室内各类射线的



散射辐射等)。

## 2.非辐射污染源分析

### (1) 固体废物

本项目运行后工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 30kg，年排放量为 360kg。本项目产生的生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运。

本项目运营时会产生废显(定)影剂、一次、二次冲洗废水和废胶片。废显(定)影剂、一次、二次冲洗废水和废胶片属于《国家危险废物名录》中危险废物，废物类别为 HW16，废物代码为 900-019-16。本项目每月预计产生废显(定)影剂 25kg，每年预计产生废显(定)影剂 300kg；每月预计产生一次、二次冲洗废水 50kg，每年预计产生洗片冲洗废水 600kg；每月预计产生废胶片 2kg，每年预计产生废胶片 24kg。

### (2) 液体废物

本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 2.4m<sup>3</sup>，年排放量为 28.8m<sup>3</sup>。产生的生活污水进入公司污水管网，最终进入污水处理厂处理。

本项目洗片时会产生一定量三次及以上冲洗废水。

### (3) 气体废物

X 射线探伤机在工作状态时，会使曝光室内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

**表 10 辐射安全与防护**

**项目安全措施**

**1.工作场所布局及分区**

本项目探伤房设计有曝光室、操作室、评片室及暗室。本项目操作室、评片室及暗室位于检测室南墙外；本项目探伤时仅开启 1 台 X 射线探伤机，探伤工作时，XXH2505 型周向 X 射线探伤机主射线朝南墙、北墙、顶部以及地面出束照射，XXG2505 型定向 X 射线探伤机主射线朝北墙出束照射，探伤机活动范围距离南北墙 1.5m，距离东西墙 2m，如图 10-1 所示，操作室可避开有用线束照射方向。外墙无可攀爬的设施，探伤房顶部人员不可到达；因此本项目工作场所布局设计合理。

本项目探伤房将曝光室作为本项目控制区，将操作室、评片室及暗室作为本项目监督区，在监督区入口门张贴警示说明（“监督区”标牌）以作警示。在防护门外设置当心电离辐射警告标志及中文警示说明。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。两区划分示意图10-1。

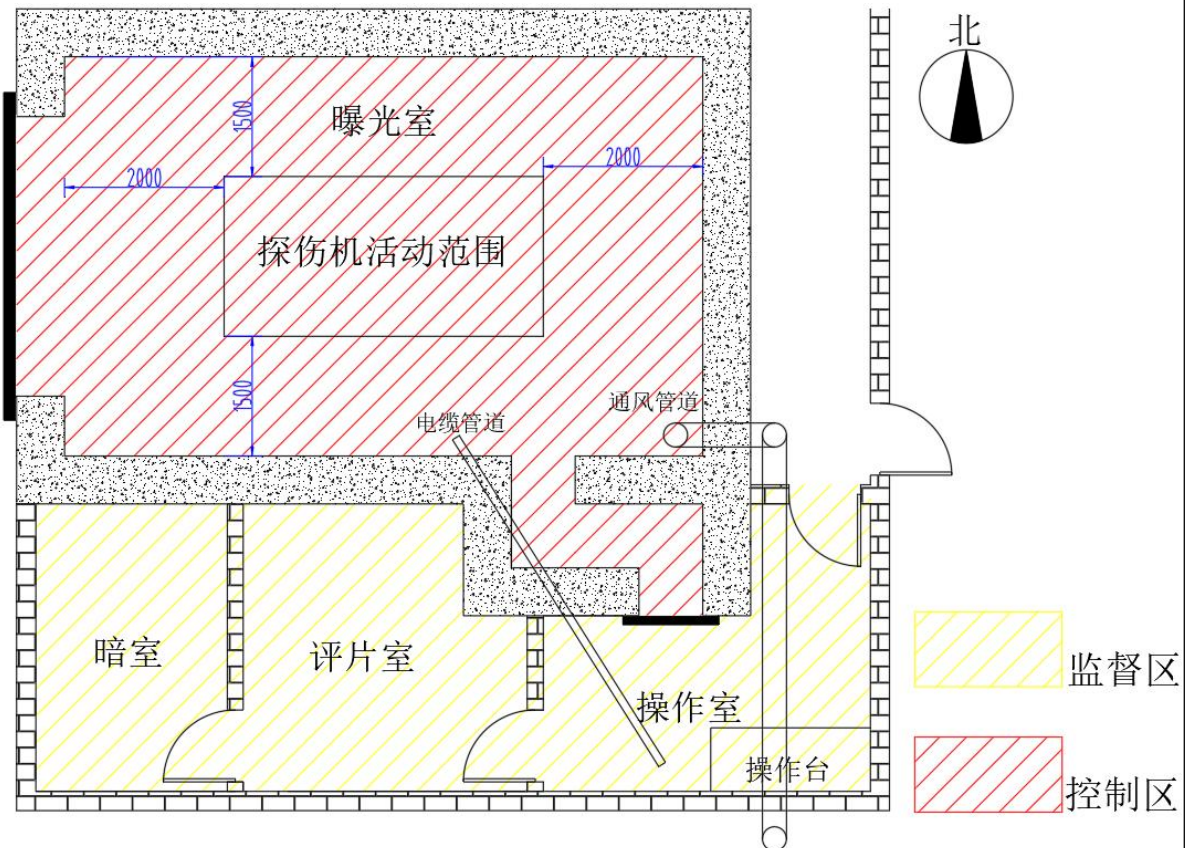


图 10-1 本项目探伤房两区划分示意图

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	探伤房曝光室	操作室、评片室及暗室
划分依据	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1。	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：6.4.2.1“注册者或者许可证持有者应将下述区域定位监督区：这种区域未被定位控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价”。 6.4.2.2 a)“采取适当的手段划出监督区的边界”。
分区管理措施	对控制区进行严格控制，曝光室内在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4 c) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。	监督区为辐射工作人员操作仪器时工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.2.2 b)在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。
辐射防护措施	工件门、人员门门外粘贴电离辐射警告标识及中文警示说明。	操作室入口门外粘贴监督区标牌。

## 2.工作场所辐射屏蔽设计

本项目探伤房曝光室内部长宽高尺寸为 8m×5m×5m，曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶和铅防护门对 X 射线进行防护。四周墙为 600mm 混凝土，顶部为 400mm 混凝土，工件门及人员门采用钢-铅-钢结构，工件门内嵌 14mm 铅板，人员门内嵌 10mm 铅板。混凝土密度不小于 2.35t/m<sup>3</sup>。工件门门洞高宽为 4m×3.5m，工件门设计高宽为 4.3m×4.1m；人员门门洞高宽为 2m×0.8m，人员门设计高宽为 2.3m×1.2m。工件门、人员门与墙体缝隙小于 1cm。该设计能够满足防护门与墙体重叠部分不小于防护门与墙体缝隙宽度的 10 倍的要求。

本项目曝光室东南角下方设置 1 个直径  $\Phi$  300mm 通风管道，使用 U 型过墙方式埋于地坪 500mm 以下，通风管道沿曝光室东墙外至曝光室顶部，再接至车间一南墙外，排风口设置在车间一南墙上。拟安装的轴流风机排风量约为 1000m<sup>3</sup>/h，探伤机曝光作业时全程开启风机。

本项目曝光室南墙下方设置 1 个直径  $\Phi$  100mm 电缆管道，均使用 U 型过墙方式埋于地坪 300mm 以下。

## 3.辐射安全与防护设施和措施

(1) **门机连锁：**本项目曝光室工件门及人员门拟设置门-机连锁装置，在工件门及人员门同时关闭后才能进行探伤作业。门-机连锁装置的设置应方便曝光室内部的

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。同时工件门及人员门内门口处设置紧急开门按钮，确保曝光室内部的人员在紧急情况下离开曝光室。

(2) **指示灯和声音提示装置：**本项目工件门及人员门上方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，并与探伤机联锁。“预备”信号设置持续足够长的时间，以确保曝光室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。同时在醒目的位置设有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

(3) **视频监控：**本项目曝光室内和操作室内拟安装监视装置，在操作室的操作台设有专用的监视器，可监视曝光室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

(4) **警告标志：**防护门外表面拟设置符合 GB 18871 要求的“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明；在操作室入口处张贴监督区标志。

(5) **急停按钮：**本项目操作台及曝光室内部四周墙壁上均拟设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮安装位置使人员处在曝光室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮带有标签，标明有使用方法。

(6) **通风：**本项目曝光室内拟配置机械通风，有效通风换气次数不小于 3 次/小时。排风管道外口无人员活动密集区。

(7) **固定式剂量率仪：**曝光室内拟配置固定式场所辐射探测报警装置。

(8) **规章制度：**公司拟成立辐射防护管理机构，并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，工作过程中严格执行相应的规章制度，避免发生误照射事故。

(9) **危废：**公司承诺与有资质单位签订废显（定）影剂、一次、二次洗片冲洗废水及废胶片处置协议。探伤过程中产生的废胶片，废显（定）影剂，一次、二次洗片冲洗废水集中贮存危废库，后交由该单位进行处理。

本项目探伤房辐射安全与防护措施分布见图 10-2。

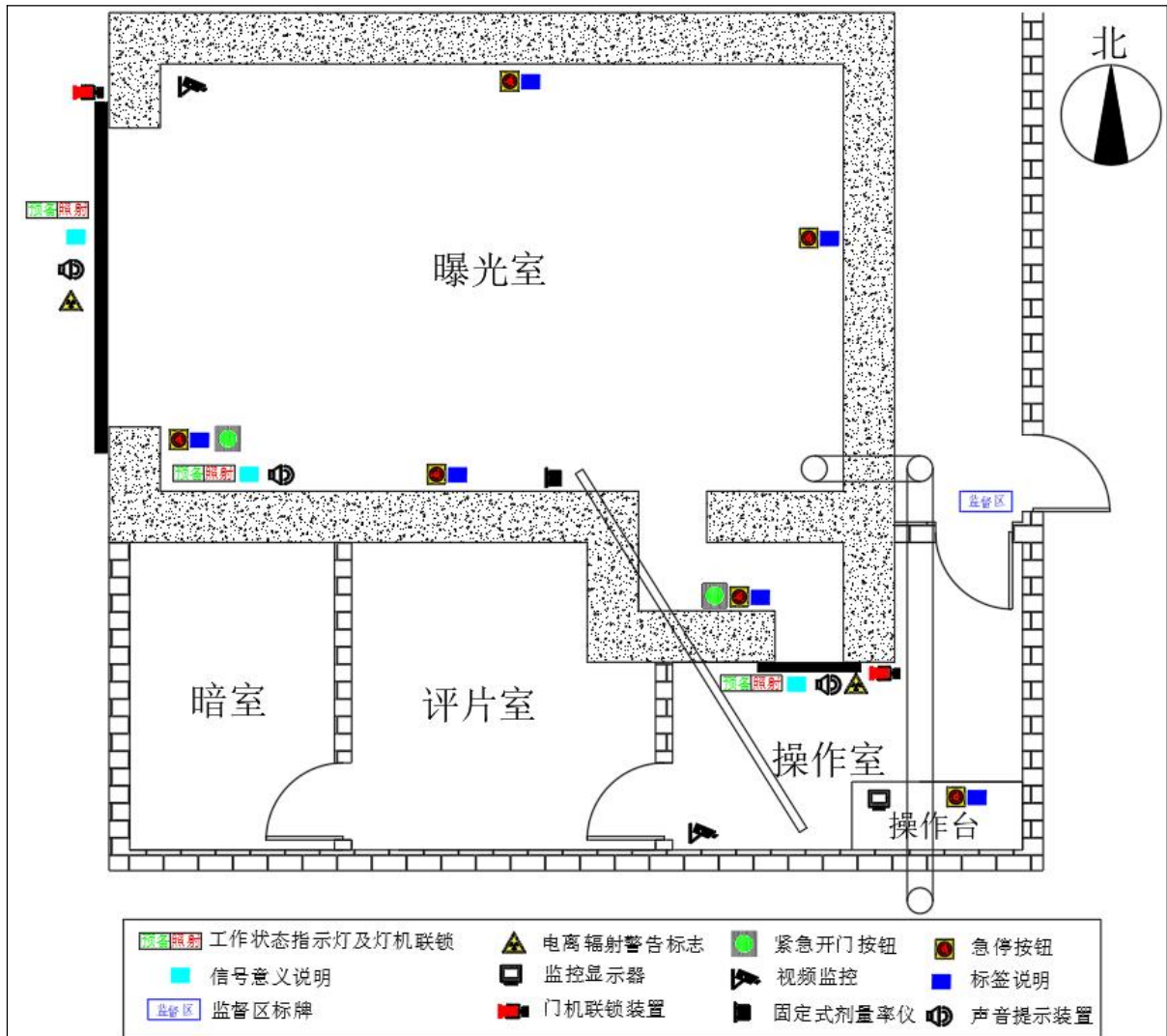


图 10-2 本项目辐射安全与防护措施分布图

## 三废的治理

### 1. 固体废物

本项目运行后工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 30kg，年排放量为 360kg。本项目产生的生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运。

本项目评片和洗片过程可能会产生废胶片、洗片冲洗废水及废显（定）影剂。在产生洗片冲洗废水及废显（定）影剂后立即用废液桶收集，并在探伤工作结束后运至建设单位危废库中洗片冲洗废水及废显（定）影剂存放区域；每日探伤产生废胶片在工作结束后收集运至厂区危废库中废胶片存放区域；废胶片、洗片冲洗废水及废显（定）影剂入库时在危险废物管理台账中如实记录。定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。

危废库位置见附图 2。危废库按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)

相关要求建设，确保做到了“防雨淋、防渗漏、防流失”，地面为防渗水泥。危废库内设消防设施，防止出现火灾。建设单位参照《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）（2023 版）《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）和《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）规定设置危险废物识别标志并在不同贮存分区之间采取隔离措施。隔离措施根据危险废物特性采用隔板形式。使用耐腐蚀容器暂存废显（定）影剂、冲洗废水。

存放装载废显（定）影剂及胶片洗片废水的容器的贮存分区内地面、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。贮存设施地面与裙脚采取表面防渗措施；表面防渗材料采用抗渗混凝土。上述容器置于架子上，不直接接触地面。存放装载废显（定）影剂、冲洗废水的容器的贮存分区具有液体泄漏堵截设施，堵截设施最小容积不低于对应贮存区域最大液态废物容器容积；设渗滤液收集设施，收集设施容积预计满足渗滤液的收集要求。

建设单位日常将危废分类存储并做好标记标志，不可混入其他杂物。危废库门上张贴环保标识牌，明确危险废物种类。危废库由专人管理，按照要求根据危险废物情况进行记录，并注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、使用量等登记工作。建设单位严格执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）8.2 贮存设施运行环境管理要求。

建设单位承诺与有资质单位签订危险废物处置合同。危废库内划定的废胶片、一次、二次洗片冲洗废水及废显（定）影剂存放区域确保满足本项目的存放需求。建设单位应定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。

建设单位将按照《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》等管理规定，制定危险废物管理计划、建立危险废物管理台账，在江苏省固体废物管理信息系统中实时申报危险废物的产生、贮存、转移等相关信息，在系统中打印的危废标志标识按规范要求张贴，实施对危险废物的规范化管理。

## 2. 液体废物

本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为  $2.4\text{m}^3$ ，年排放量为  $28.8\text{m}^3$ 。产生的生活污水进入公司污水管网，最终进入污水处理厂处理。

本项目洗片时会产生一定量三次及以上冲洗废水，该部分废水排入城市污水管网。

### 3. 气体废物

X 射线探伤机在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。曝光室拟设置通风设施，可通过东南角墙地下 U 型通风管道将臭氧及氮氧化物抽排出曝光室。本项目探伤房曝光室不设置进风口，通过工件门及人员门进气，通风管道沿曝光室东墙外至曝光室顶部，在接至车间南墙外，排风口设置在车间一南墙，排风口处无人员聚集。曝光室内体积约 200m<sup>3</sup>，如需达到每小时有效换气次数 3 次以上，需要达到的排风量为 600m<sup>3</sup>/h，公司拟安装风量为 1000m<sup>3</sup>/h 的风机，拟安装的风机能够满足每小时有效换气次数 3 次以上需求。且每次更换工件都将打开工件门，也可实现通风。臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

### 4. 探伤设施的退役

本项目工业探伤设施不再使用，本项目探伤房及 X 射线探伤机应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.3 要求实施退役。

表 11 环境影响分析

**建设阶段对环境的影响**

本项目为在公司内新建一座探伤房（包括曝光室及辅房）。本项目探伤房建设过程会有少量扬尘、噪声、废水、固废等，主要是通过施工管理等措施来进行控制。具体施工流程产污环节如下所述：

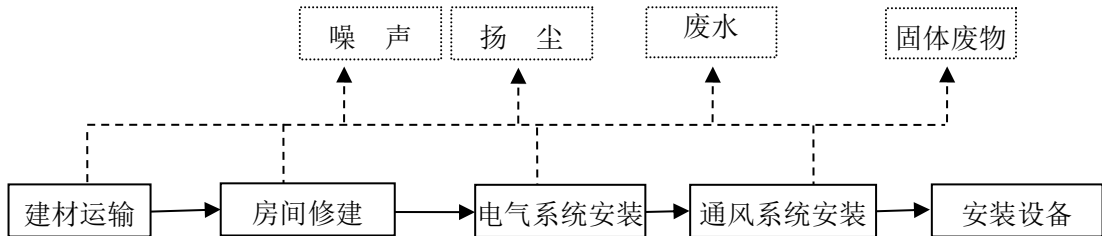


图 11-1 施工期工艺流程及产污环节图

**1.施工期扬尘**

施工过程中会产生一定扬尘，属于无组织排放，针对上述大气污染拟采取以下措施：a、及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b、车辆在运输建筑材料时采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c、施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

**2.施工期噪声**

施工期噪声包括土建施工过程、通风及电气设备安装过程中机械产生的噪声，由于项目评价范围内均为企业，公众活动较少，施工噪声对周围环境的影响较小。在施工时拟严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备。

**3.施工期废水**

施工期废水主要为施工人员的生活污水；施工人员产生的生活污水拟依托厂区内现有的污水处理设施处理后排放。

**4.施工固废**

施工期固废主要是探伤房建设过程中产生的固体废物和施工人员的办公垃圾，固体废物为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂区现有垃圾收集设施收集。

该单位在施工期间认真搞好组织工作，文明施工，切实落实各种环保措施，将施工期的影响控制在公司内局部区域，对周围环境影响较小。



### 运行阶段对环境的影响

本项目探伤房曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶和铅防护门对 X 射线进行防护。探伤时仅开启 1 台 X 射线探伤机。本项目探伤工作时，XXH2505 型周向 X 射线探伤机主射线朝南墙、北墙、顶部以及地面出束照射，XXG2505 型定向 X 射线探伤机主射线朝北墙出束照射。

本次评价拟将曝光室南墙、北墙以及顶部按照有用射束照射进行估算，东墙、西墙以及工件门按照非有用射束照射进行估算。本项目 X 射线探伤机保守以最大管电压 250kV，最大管电流 5mA 满功率运行时对探伤房四周墙壁、顶部、工件门及人员门辐射环境影响进行预测。预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。

#### 1、屏蔽效果预测

##### (1) 有用射线

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

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$I$ ：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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，取值参考表 9-2；

$B$ ：屏蔽透射因子；

$R$ ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

##### (2) 泄漏射线

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \dots\dots\dots \text{公式 (2)}$$

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_L$ ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值参考表 9-2；

$B$ ：屏蔽透射因子；

$R$ ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

##### (3) 散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \dots\dots\dots \text{公式 (3)}$$

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$I$  : X 射线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,  $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ , 取值参考表 9-2;

$B$  : 屏蔽透射因子;

$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$  : 参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中的附录 B

表 B.4.2 取值 0.02;

$R_s$  : 散射体至关注点的距离, m;

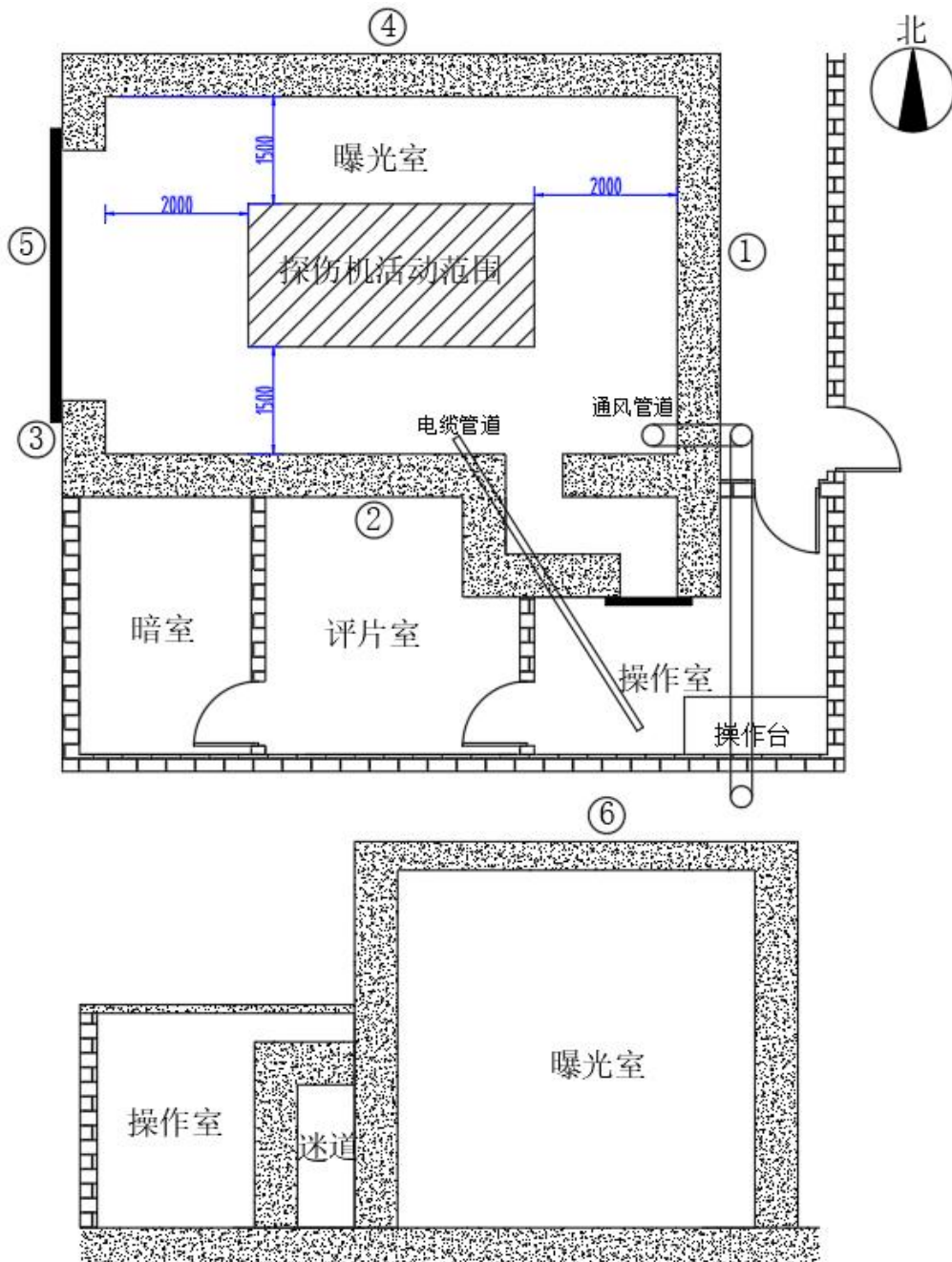


图 11-2 本项目探伤房计算点位示意图 (具体尺寸数据见附图 4)

表 11-1 探伤房关注点需要防护的射线及控制水平

序号	关注点	需要屏蔽的辐射源	剂量率控制水平
①	东墙外30cm	漏射线、散射线	2.5μSv/h
②	南墙外30cm	有用线束	2.5μSv/h
③	西墙外30cm	漏射线、散射线	2.5μSv/h
④	北墙外30cm	有用线束	2.5μSv/h
⑤	工件门外30cm	漏射线、散射线	2.5μSv/h
⑥	顶部表面外30cm	有用线束	100μSv/h

表 11-2 本项目探伤房曝光室有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度	I (mA)	$H_0$ (μSv·m <sup>2</sup> /(mA·h))	B	R (m)	$\dot{H}$ (μSv/h)	剂量率参考控制水平 (μSv/h)	评价
南墙②	600mm 混凝土	5	9.9E+05	2.15E-07	2.4	1.85E-01	2.5	满足
北墙④	600mm 混凝土	5	9.9E+05	2.15E-07	2.4	1.85E-01	2.5	满足
屋顶⑥	400mm 混凝土	5	9.9E+05	3.59E-05	3.7	13.0	100	满足

注：①探伤机距曝光室南北墙最近 1.5m，离地面 2m，取墙外 30cm 为关注点。

②根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2 中 250kV 混凝土半值层为 90mm，求得 600mm 混凝土透射因子 B 值为 2.15E-07，400mm 混凝土透射因子 B 值为 3.59E-05。

③操作室有用线束方向屏蔽与南墙屏蔽相同，距离更大，辐射剂量率保守参考点位②处辐射剂量率。

表 11-3 本项目探伤房曝光室非主射线方向屏蔽效果预测表

		东墙①	西墙③	工件门⑤
设计厚度		600mm 混凝土	600mm 混凝土	14mmPb
泄漏辐射	B	2.15E-07	2.15E-07	1.49E-05
	$\dot{H}_L$ (μSv/h)	5E+03		
	R (m)	2.9	2.9	2.9
	$\dot{H}$ (μSv/h)	1.28E-04	1.28E-04	8.84E-03
散射后射线能量		200		
散射辐射	B	1.06E-07	1.06E-07	1.00E-10
	I (mA)	5		
	$H_0$ (μSv·m <sup>2</sup> /(mA·h))	9.90E+05	9.90E+05	9.90E+05
	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	0.02 (取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）B.4.2)		
	$R_s$ (m)	2.4	2.4	2.4
	$\dot{H}$ (μSv/h)	1.24E-03	1.24E-03	1.18E-06

泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	1.37E-03	1.37E-03	8.84E-03
剂量率参考控制水平( $\mu\text{Sv/h}$ )	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足

注：①探伤机距曝光室东西墙 2m，取墙外 30cm 为关注点。

②根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.2 中 250kV 混凝土值层为 90mm，求得 600mm 混凝土透射因子 B 值为 2.15E-07。250kV 铅值层为 2.9mm，求得 14mmPb 透射因子 B 值为 1.49E-05。200kV 混凝土值层为 86mm，求得 600mm 混凝土透射因子 B 值为 1.06E-07。200kV 铅值层为 1.4mm，求得 14mmPb 透射因子 B 值为 1.00E-10。

从表 11-2、11-3 预测结果可以看出，当本项目探伤房以配备 X 射线探伤机满功率（250kV/5mA）运行时，探伤房曝光室四周屏蔽墙、顶部及防护门外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中曝光室辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

## 2、迷道入口处散射辐射影响分析

本项目保守按周向探伤机进行估算，装置辐射张角为  $40^\circ \times 360^\circ$ 。本项目探伤房曝光室采用“Z”型外迷道设计，利用散射降低人员门口处的辐射水平，避免 X 射线直接照射迷道入口，迷道及射线进入迷道后散射示意图见图 11-3。

X 射线探伤时有用线束透射工件后达到迷道口，散射后进入迷道，经过至少 2 次散射到达防护小门，迷道出口人员门采用厚度为 10mm 的铅板防护。散射公式见（4）（美国辐射防护委员会 NCRP51 号报告）。

$$H_s = \frac{D_0 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot K_1 \cdot K_2}{r_1^2 \cdot r_2^2 \cdot r_3^2} \quad \dots\dots\dots \text{公式 (4)}$$

其中：Hs 为散射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$D_0$ ：入射源强， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ； $D_0 = H_0 \times I = 9.9\text{E}+05 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$   
 $\times 5\text{mA} = 4.95\text{E}+06 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$ ；

$\alpha$  为散射系数，参考 GBZ/T250-2014 取自附录 B 表 B.3；

$\alpha = \alpha_w \times 10000/400 = 1.9 \times 10^{-3} \times 10000/400 = 4.75\text{E}-02$ ；

r 为入射距离，m；散射距离分别为 2.9m、2.0m、0.9m；

K 为散射面积， $\text{m}^2$ ；散射面积分别为  $1.6\text{m}^2$ 、 $1.6\text{m}^2$ 。

根据图11-3，探伤机距离人员门最近时，主射线进入迷道，在迷道散2次后穿出人员门，路径为O→A→B→C。

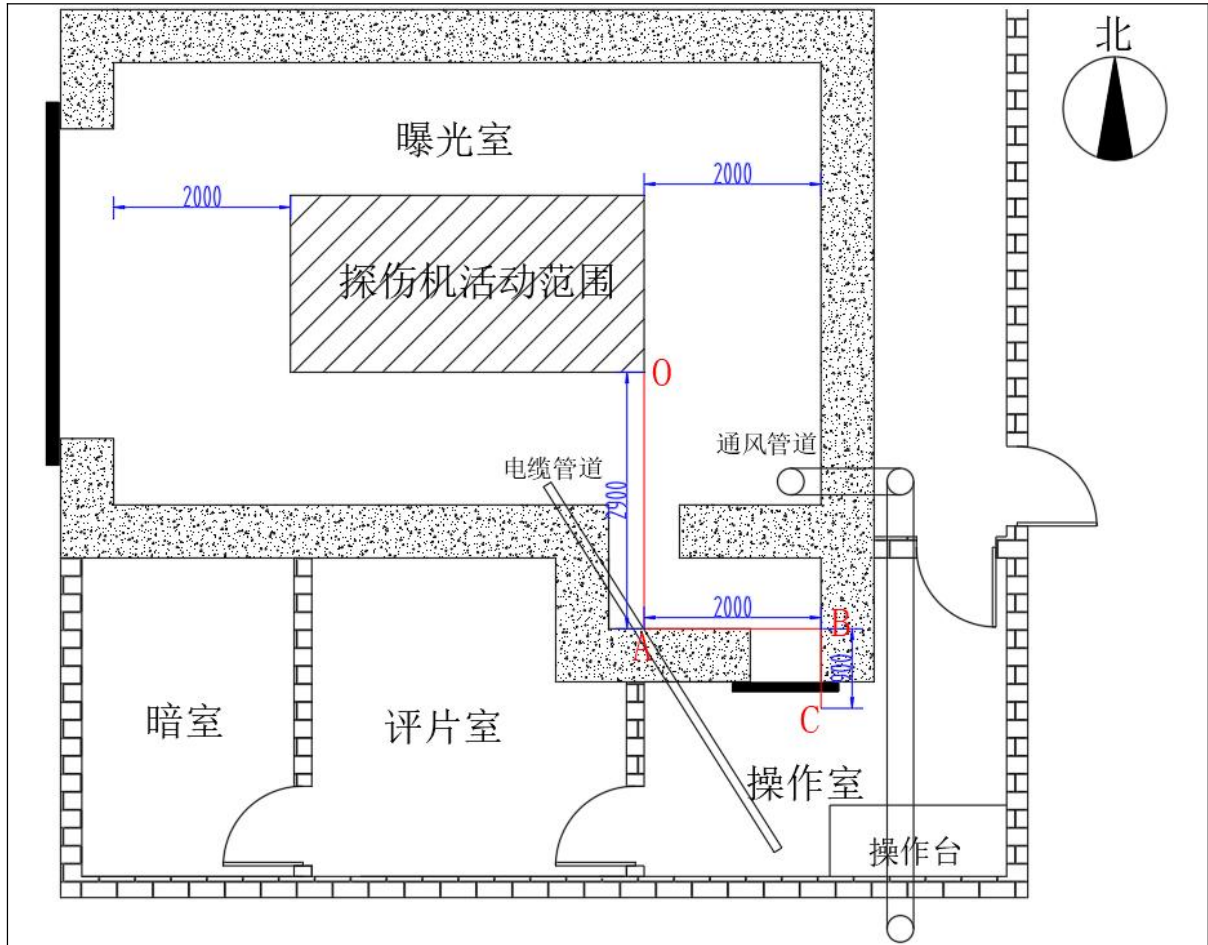


图 11-3 人员门口射线路径示意图（单位：mm）

表 11-4 迷道入口辐射剂量率

主射线在迷道内散射 2 次后穿过人员人员门							
$D_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$ )	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$K_1$ ( $\text{m}^2$ )	$K_2$ ( $\text{m}^2$ )	$r_{OA}$ (m)	$r_{AB}$ (m)	$r_{BC}$ (m)
4.95E+06	4.75E-02	4.75E-02	1.6	1.6	2.9	2.0	0.9
$E_0$ (kV)	$E_1$ (kV)	$E_2$ (kV)	H (散射线的迷道散射, 无屏蔽, $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	B 10mmPb	H (散射线的迷道散射, 有屏 蔽, $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )		
250	200	150	1.05E+3	3.83E-11	4.02E-08		

注： $K_1, K_2=2.0\text{m}\times 0.8\text{m}$ （一次散射在迷道内的照射面积）；B 为透射因子； $E_1$ 、 $E_2$  分别为散射后能量。参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 中表 B.2，150kV 下铅的半值层为 0.96mm，再根据  $B=10^{-X/\text{TVL}}$  计算得到 B 值。

表 11-5 人员门外剂量率叠加值

主射线穿墙辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	迷道散射辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	合计 H ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	剂量率参考控制水 平( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )	评价
1.85E-01	4.02E-08	1.85E-01	2.5	满足

### 3、天空反散射影响分析

参考 NCRP-151 号报告，根据公式 5.1 可以演变得到。

$$H = 2.5 \cdot 10^{-2} (B_{XS} \cdot D_{10} \Omega^{1.3}) / (d_i^2 d_s^2) \dots\dots\dots \text{公式 (5)}$$

式中：

H：在距离X射线辐射源 $d_s$ 处地面，天空反散射的X射线周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$D_{10}$ ：距离X射线辐射源1m处的标准参考点的周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$B_{XS}$ ：X射线屋顶的屏蔽透射比；

$\Omega$ ：由X射线源于屏蔽墙对向的立体角， $\text{Sr}$ （球面度）， $\Omega = 4\text{tg}^{-1}(ab/cd)$ （ $a$ 是屋顶受照最长范围之半（周向机））； $b$ 是屋顶主射线范围之半； $c$ 是辐射源到屋顶外表面中心的最小距离； $d$ 是源到屋顶边缘的距离， $d = (a^2 + b^2 + c^2)^{1/2}$ ；

$d_i$ ：在屋顶上方2m处距离靶的垂直距离， $\text{m}$ ；

$d_s$ ：X射线源至天空反散射关注点， $\text{m}$ 。

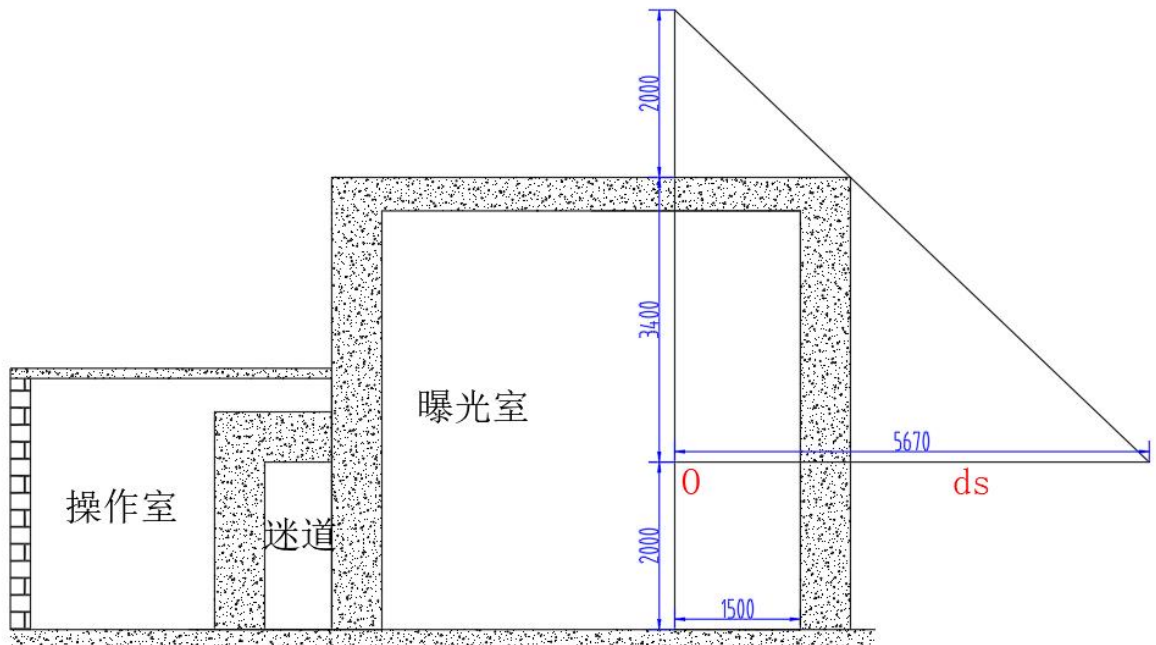


图 11-4 天空反散射示意图

表11-6 天空反散射对于地面关注点处剂量率

a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	$\Omega$	$B_{XS}$	$D_{10}$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$	$d_i$ (m)	$d_s$ (m)	H ( $\mu\text{Sv/h}$ )
2.5	1.24	3.4	4.4	0.82	3.59E-05	4.95E+06	5.4	5.67	3.65E-03

注： $d_s$ ：以屋顶中央上方 2m 与屋顶边缘连线延长至离地面 2m 处关注点至探伤机的距离。

$$D_{10} = H_0 \times I = 9.9\text{E}+05 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}) \times 5\text{mA} = 4.95\text{E}+06 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}。$$

表 11-7 主射线在天空反散射地面关注点处剂量率

关注点	设计厚度 (mm)	I (mA)	$H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ )	B	R (m)	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
南北墙	600mm 混凝土	5	9.9E+05	2.15E-07	5.67	3.32E-02

250kV 周向探伤机在天空反散射地面关注点处剂量率叠加考虑天空反散射对于地面关注点处剂量率及主射线在天空反散射地面关注点处剂量率之和，具体见表 11-8。

表 11-8 天空反散射地面关注点处剂量率汇总

关注点	H (天空反散射, $\mu\text{Sv/h}$ )	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$\dot{H}$ 叠加 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	剂量率参考控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	评价
南北墙	3.65E-03	3.32E-02	3.69E-02	2.5	满足

墙外距离探伤机 8.37m 处关注点主射线和天空反散射的复合剂量率最大为  $1.69\text{E}-02\mu\text{Sv/h}$ ，满足周围剂量当量率参考控制水平。该数值低于南北墙外 30cm 关注点周围剂量当量率，因此为获取保护目标有效剂量最大值，以南北墙外 30cm 处作为人员最大剂量率参考点。

#### 4、通风管道、电缆孔辐射影响分析

本项目探伤房通风管道、电缆孔利用散射降低管道口的辐射水平。X 射线进入通风管道、电缆孔后散射示意图如图 11-5、11-6。X 射线进入通风管道、电缆孔均需至少经过三次散射才能到达管道口。根据《辐射防护导论》P189 “如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全。这时，迷道口也只需采用普通门”，本项目探伤房通风管道、电缆孔设计能够满足辐射防护要求。

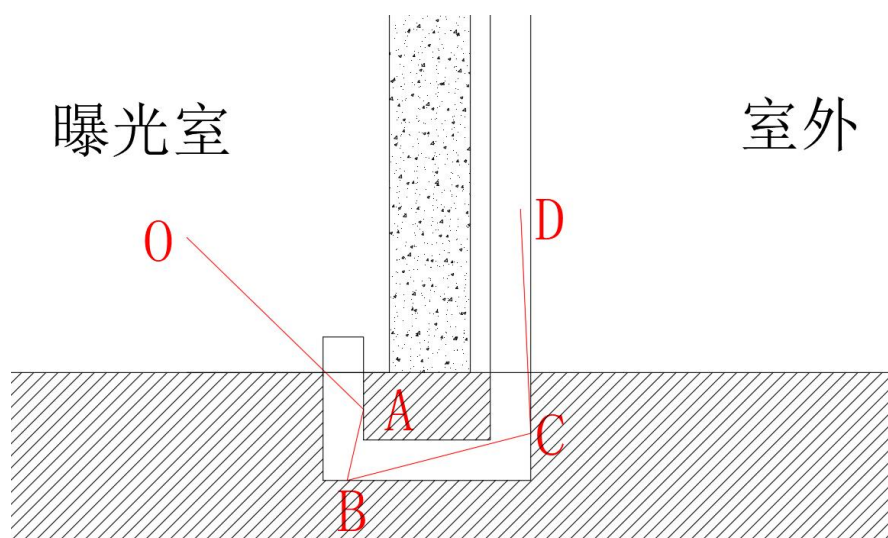


图 11-5 本项目通风管道散射示意图

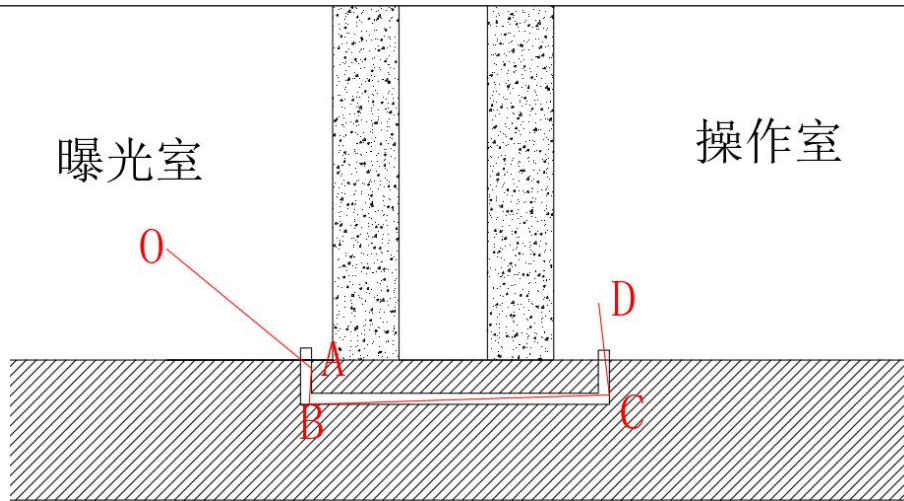


图 11-6 本项目电缆管道散射示意图

### 5、人员周/年有效剂量评估

参考点的剂量水平估算:

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \dots\dots\dots \text{公式 (6)}$$

式中:  $H_c$ : 参考点的剂量水平,  $\mu\text{Sv}$ ;

$\dot{H}_{c,d}$ : 参考点处剂量率,  $\mu\text{Sv/h}$ ;

$t$ : 装置照射时间,  $\text{h}$ ;

$U$ : 装置向关注点方向照射的使用因子;

$T$ : 人员在相应关注点驻留的居留因子。

表 11-9 本项目保护目标辐射影响理论估算结果表

位置	居留因子	墙外30cm处辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	距离 (m)	关注点处辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	周剂量估算值 ( $\mu\text{Sv/h/周}$ )	目标管理值 ( $\mu\text{Sv/周}$ )	年剂量估算值 ( $\text{mSv/年}$ )	目标管理值 ( $\text{mSv/年}$ )
操作室、评片室、暗室	1	1.85E-01	/	1.85E-01	1.85	100 (工作人员)	9.25E-02	5 (工作人员)
厂区道路	1/4	1.85E-01	4	2.60E-02	6.50E-02	5 (公众)	3.25E-03	0.1 (公众)
危废库	1/4	1.37E-03	/	1.37E-03	3.43E-03		1.71E-04	
车间一	1	1.85E-01	/	1.85E-01	1.85		9.25E-02	
车间二	1	1.85E-01	17	2.83E-03	2.83E-02		1.42E-03	
东台市海卓立自动化设备有限公司	1	1.85E-01	6	1.51E-02	1.51E-01		7.55E-03	
农田	1/8	1.37E-03	5	1.85E-04	2.31E-04		1.15E-05	



注：①本项目 X 射线探伤机周曝光时间最大约为 10h，年工作 50 周，年曝光时间最大为 500h；  
②使用因子取 1。

根据表11-9，本项目辐射工作人员周有效剂量最大为 $1.85\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $9.25\text{E-}02\text{mSv}$ ；周围公众周有效剂量最大为 $1.85\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $9.25\text{E-}02\text{mSv}$ ，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目管理目标限值要求。

### 事故影响分析

本项目 X 射线探伤机为II类射线装置。在 X 射线探伤机探伤过程中，若不采取适当的屏蔽措施，可能对操作 X 射线探伤机的辐射工作人员及周围公众造成放射性损伤，X 射线探伤机在开机曝光期间，会产生 X 射线，可能会造成意外照射。

#### 本项目可能发生的辐射事故：

- 1) X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下，曝光室门机联锁失效，工作人员误入曝光室；
- 2) 曝光室门机联锁失效，防护门未完全关闭，X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下对曝光室周围人员造成意外照射；
- 3) 探伤操作人员未发现曝光室内仍有人员滞留即开始探伤作业，致使人员受到意外照射；
- 4) 探伤机进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射；
- 5) 曝光室防护门屏蔽受损漏射线对周围人员造成意外照射。

#### 本项目针对上述可能发生的辐射事故提出预防措施：

- 1) 探伤工作人员在进入曝光室时，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，并保持开机状态，避免事故的发生。
- 2) 辐射工作人员应经常检查门机联锁装置，确保完好。确保在所有防护门关闭后，X 射线探伤机才能进行照射；定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。
- 3) X 射线探伤时辐射工作人员应定期使用辐射巡检仪进行巡检（2 名辐射工作人员之一），发现异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，并做好记录。
- 4) 对辐射工作人员造成意外照射，应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计，

剂量超标则人员应及时调岗，并及时到专业医院就诊检查治疗。

5) 建设单位需制定《探伤机操作规程》。凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，必须按操作规程执行，探伤作业时，至少有 2 名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

6) 定期对探伤机进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

7) 辐射工作人员通过考核后方能从事探伤作业，同时定期进行辐射安全与防护培训，提升安全与防护意识。

8) 公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对探伤机进行检查、维护，发现问题及时维修；严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤操作，每次探伤前检查曝光室门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测曝光室的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，完善切实可行的辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应制定应急计划演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度，提高制度的可操作性。

表 12 辐射安全管理

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

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》等法律法规要求，使用Ⅱ类射线装置及放射源的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的考核。

苏气智造东台压力容器有限公司拟成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责。辐射安全管理机构需设有辐射防护负责人。本项目拟配备 2 名辐射工作人员，辐射工作人员及辐射防护负责人应在项目运行前自主在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护知识及相关法律法规，然后报考全国核技术利用辐射安全与防护考核，本项目辐射工作人员报考类别为“X 射线探伤”。必须通过考核后方能正式上岗作业。

**辐射安全管理规章制度**

苏气智造东台压力容器有限公司新建固定式 X 射线探伤项目。公司应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定相关辐射安全管理制度并严格执行，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度等。现本报告对项目辐射安全管理制度提出如下建议：

**岗位职责：**制定管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

**操作规程：**明确本项目辐射人员的资质条件要求、探伤装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确探伤装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

**辐射防护和安全保卫制度：**根据企业的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是探伤装置的运行和维修时辐射安全管理。

**设备维修制度：**明确探伤装置和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保探伤装置、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

**射线装置使用登记、台账管理制度：**根据射线装置使用具体情况制定相关制度，

重点是射线装置使用状况、出入库等的记录。

**人员培训计划：**制定人员培训计划，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

**监测方案：**方案中应明确监测频次和监测项目，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。工作场所及周围环境监测中发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

**事故应急方案：**依据《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》（环发[2006]145 号文）的要求制定事故应急预案，应急预案内容包括：应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备、应急演习计划；辐射事故分级与应急响应措施、辐射事故调查、报告和处理程序；应急领导小组成员姓名及联络电话、当地的救援报警电话。

公司应制定相关管理制度，并严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

## 辐射监测

### 1. 监测方案

1) 委托有资质单位定期对曝光室周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1~2 次；

2) 委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，个人剂量计定期（不超过 3 个月）送检，并建立个人剂量档案；若发现个人剂量有异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。

3) 探伤房曝光室内进行探伤作业时公司辐射安全管理人员对曝光室周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录。若发现辐射异常情况，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

4) 拟为本项目配备辐射工作人员定期组织职业健康体检，并为辐射工作人员建立职业健康监护档案。

5) 曝光室内配置固定式场所辐射探测报警装置，实时提醒人员曝光室内射线照射情况，防止人员误入。

表 12-1 监测计划一览表

辐射场所	监测类别	监测项目	监测频度	监测设备	监测范围
探伤房	年度监测	X-γ辐射剂量率	1次/年	便携式 X-γ辐射监测仪	a) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置； b) 曝光室门外 30 cm 离地面高度为 1 m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点； c) 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； e) 人员经常活动的位置； f) 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。
	自主监测		不定期		
	验收监测		竣工验收		
	个人剂量检测	个人剂量	1次/季度	个人剂量计	所有辐射工作人员

## 2. 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，使用II类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器；公司拟为本项目配备1台辐射剂量率仪和2台个人剂量报警仪。项目运行后公司应定期对探伤房周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

## 辐射事故应急

苏气智造东台压力容器有限公司应针对本项目可能产生的辐射事故情况制定辐射事故应急预案，应急预案内容应包括：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 应急演练计划；
- (4) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (5) 辐射事故调查、报告和处理程序。

苏气智造东台压力容器有限公司应依据《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》（环发[2006]145号文）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号）及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，单位应当立即启动本单位的应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后1小时内向所在地生态环境部门和

公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

公司应加强管理，严格执行安全操作规程。公司应经常监测探伤房曝光室周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全设施有效运转。

表 13 结论与建议

**结论****1. 实践正当性**

苏气智造东台压力容器有限公司因工件无损检测需要，拟新建 1 座 X 射线固定探伤房并计划购买 2 台 X 射线探伤机对生产的压力容器进行无损检测，确保其产品质量。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，探伤机的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营的情况下，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对受照个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，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“实践的正当性”的原则与要求。

**2. 辐射安全与防护分析结论****1) 选址、布局合理性**

苏气智造东台压力容器有限公司位于东台市南沈灶金星村四组 2 号东台宏博净化科技有限公司厂区内。东台宏博净化科技有限公司东侧为农田；南侧为东台市海卓立自动化设备有限公司；西侧为道路；北侧为农田。本公司租赁车间一东侧为危废库及厂区围墙，南侧、西侧为厂区道路及围墙，北侧为厂区道路及车间。

本项目探伤房拟建设于公司租赁车间一东南角。探伤房曝光室东侧为危废库；南侧为探伤房辅房；西侧、北侧为车间一。本项目探伤房设置有曝光室、操作室、评片室及暗室，操作室、评片室及暗室均位于曝光室南侧。本项目探伤房为一层建筑，上方无建筑，下方为土层。本项目曝光室周围 50m 范围无居民区、学校等环境敏感目标。本项目周围环境保护目标主要为从事 X 射线探伤操作的辐射工作人员及周围公众。本项目探伤房选址合理。

本项目探伤房设计有曝光室、操作室、评片室及暗室。本项目操作室、评片室及暗室位于检测室南墙外；本项目探伤工作时，X 射线探伤机主射线朝南北墙、顶部以及地面出束照射，操作台已避开有用线束照射方向。外墙无可攀爬的设施，探伤房顶部人员不可到达。因此本项目探伤房布局设计合理。

**2) 辐射防护措施**

本项目探伤房曝光室内部长宽高尺寸为8m×5m×5m，曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶和铅防护门对X射线进行防护。四周墙为600mm混凝土，顶部为400mm混凝土，工件门内嵌14mm铅板，人员门内嵌10mm铅板。

本项目探伤房将曝光室作为本项目控制区，将操作室、评片室及暗室作为本项目监督区，在监督区入口门张贴警示说明（“监督区”标牌）以作警示。在防护门外设置当心电离辐射警告标志及中文警示说明。

### 3) 辐射安全措施

曝光室工件门及人员门拟设置与探伤机高压联动的门-机安全联锁装置，防止人员误入；公司拟在曝光室工件门、人员门上方及内部拟设置带有“预备”“照射”状态的工作指示灯及信号意义的说明，照射状态指示装置与 X 射线探伤装置联锁，以提醒工作人员和其它人员在照射时不要靠近和逗留；门-机联锁装置、声音提示装置工作指示灯应定期检查，确保有效；曝光室工件门及人员门外拟设置“当心电离辐射”警告标志，用于提醒无关人员勿在其附近出入和逗留；控制台及曝光室内部四周墙壁上拟设置急停按钮及标签，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。工件门及人员门内部门口拟设置紧急开门按钮，确保发生事故时，人员能够逃离事故现场。本项目探伤房曝光室内配备监视监控装置和固定式场所辐射探测报警装置。拟为本项目配置 1 台辐射剂量率仪和 2 台个人剂量报警仪，用于对瞬时辐射剂量率的实时报警及探伤房周围环境辐射水平监测。以上措施落实后能够满足辐射安全管理的要求。

### 4) 危废处置

本项目探伤房产生的一次、二次洗片冲洗废水、废胶片及废显（定）影剂及集中收集暂存于公司危废库。建设单位承诺与有资质的单位签订危废处置协议，产生的危废交由该单位处理。

## 3. 辐射环境影响分析结论

本项目探伤房曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶和铅防护门对 X 射线进行防护。经理论预测结果可知，本项目探伤房拟配备的探伤机以最大功率运行时探伤房曝光室四周屏蔽墙、顶部及防护门外 30cm 处的周围剂量当量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的周围剂量当量率限值要求。

由预测结果可知，本项目辐射工作人员及周围公众所受周有效剂量和年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）及《工业探伤



放射防护标准》（GBZ 117-2022）的剂量限值要求和本项目的目标管理值要求。

#### 4. 辐射环境管理

- 1) 委托有资质单位每年对本项目探伤房工作场所周围环境辐射水平进行检测。
- 2) 拟配置辐射剂量检测仪器，定期对本项目探伤房工作场所辐射水平进行检测。
- 3) 在本项目运行前，公司委托有资质单位对本项目辐射工作人员开展个人剂量检测，所有辐射工作人员均配备个人剂量计，并定期按时送检，并建立辐射工作人员个人剂量监测档案。
- 4) 在本项目运行前对辐射工作人员进行职业健康体检并定期复检，并建立辐射工作人员职业健康监护档案。
- 5) 公司拟成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。同时，在项目运行前制定相关辐射安全管理制度；本项目拟配备的辐射工作人员在上岗前参加并通过辐射安全与防护知识考核。

综上所述，苏气智造东台压力容器有限公司新建固定式 X 射线探伤项目符合实践正当化原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”及目标管理值的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

#### 建议和承诺

- 1) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。
- 2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。
- 3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。
- 4) 建设单位在获得本项目环评批复后且探伤房建成后根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求申领辐射安全许可证。
- 5) 根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对

该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收。

6) 建设单位应按照江苏省生态环境厅发布的《核技术利用单位辐射安全标准化建设指南（工业射线探伤类）》编制自评估报告，每年一月各单位根据上一年度辐射安全改进提升情况再次进行自评估，自评估报告作为年度评估报告附件，于 1 月 31 日前一并上传至国家核技术利用申报系统。

## 表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

经办人

公 章  
年 月 日

审批意见：

经办人

公 章  
年 月 日

### 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预期投资 (万元)
辐射安全管理	公司成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责。	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》成立安全管理机构。	/
	管理制度：制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度等。		/
	2名辐射工作人员上岗前应通过辐射安全与防护知识考核。	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》，辐射工作人员应持有考核合格证。	定期投入 (每5年)
	辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测（常规监测周期一般为30天，最长不应超过90天。个人剂量档案长期保存）。	根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）辐射工作人员正常开展个人剂量监测，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修正本）》规定为“个人剂量档案和职业健康监护档案应当长期保存”。	每年投入 0.1/年
	职业健康体检：定期组织职业健康体检，并按相关要求建立职业健康监护档案。（两次检查的时间间隔不应超过2年，必要时可增加临时性检查。）	根据《放射工作人员职业健康管理办 法》公司应定期组织职业健康体检并建立辐射工作人员职业健康监护档案。	每年投入 0.2/年
辐射防护措施	<p>本项目探伤房曝光室内部长宽高尺寸为8m×5m×5m，曝光室通过混凝土屏蔽墙、混凝土屋顶和铅防护门对X射线进行防护。四周墙为600mm混凝土，顶部为400mm混凝土，工件门内嵌14mm铅板，人员门内嵌10mm铅板。</p>	<p>曝光室表面外30cm处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）剂量率限值要求。</p> <p>辐射工作人员及公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。（职业人员周有效剂量不超过100μSv；公众周有效剂量不超过5μSv。职业人员年有效剂量约束值5mSv，公众年有效剂量约束值0.1mSv）。</p>	45
污染防治措施	危险废物本项目产生的废显（定）影剂，第一、第二次冲洗废水及废胶片集中暂存危废库后，交给有资质单位处理。	交由有资质单位处理。	每年投入 0.7/年
	固废：本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾。	本项目产生的生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运。	
	废水：第三次及以上冲洗废水排入城市污水管网。 本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水。	第三次及以上冲洗废水排入城市污水管网。 本项目产生的生活污水进入公司污水管网，最终进入污水处理厂处理。	
	废气：本项目探伤房曝光室东南角设置通风管道，接至车间外，可通过轴流风机抽排曝光室内产生的臭氧及氮氧化物。拟安装的排风扇满足每小时有效换气次数3次以上需求。	本项目臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物环境影响较小。	

<b>辐射安全措施</b>	<p>曝光室工件门及人员门拟设置与探伤机高压联动的门-机安全联锁装置；拟在曝光室工件门、人员门及内部拟设置带有“预备”“照射”状态的工作指示灯、声音提示装置及信号意义的说明，照射状态指示装置与 X 射线探伤装置联锁；曝光室工件门及人员门拟设置“当心电离辐射”警告标志；控制台及曝光室内部四周墙壁上拟设置急停按钮及标签。工件门及人员门内部门口拟设置紧急开门按钮。本项目探伤房曝光室内配备监视监控装置和固定式场所辐射探测报警装置。在监督区入口门张贴警示说明（“监督区”标牌）以作警示。</p>	<p>能满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 要求。</p>	4
	<p>拟配备 1 台辐射剂量率仪及 2 台个人剂量报警仪。</p>	<p>根据《辐射环境监测技术规范》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》满足工作场所日常监测要求。</p>	1

以上措施必须在项目运行前落实。