

核技术利用建设项目
X 射线探伤机、 γ 射线探伤机及探伤室应用项目
环境影响报告表

青岛畅隆重型装备有限公司

2022 年 11 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
X 射线探伤机、 γ 射线探伤机及探伤室应用项目
环境影响报告表

建设单位名称：青岛畅隆重型装备有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：山东省青岛市平度市东阁街道办事处长江路 87 号

邮政编码：266700

联系人：周增辉

电子邮箱：changlong2008@vip.163.com

联系电话：1302650875

表 1 项目基本情况

建设项目名称	X 射线探伤机、γ 射线探伤机及探伤室应用项目				
建设单位	青岛畅隆重型装备有限公司				
法人代表	欧玉海	联系人	周增辉	联系电话	1302650875
注册地址	山东省青岛市平度市东阁街道办事处长江路 87 号				
项目建设地点	厂区 2#车间内西南侧				
立项审批部门	——		批准文号	——	
建设项目总投资 (万元)	400	项目环保投 资(万元)	20	投资比例(环保 投资/总投资)	5.00%
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 ²)	约 257.6
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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类(医疗使用) <input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			

1.1 公司简介

青岛畅隆重型装备有限公司位于青岛市平度市东阁街道办事处长江路 87 号，成立于 1994 年，前身为青岛畅隆电力设备有限公司，注册资金 10099 万元。公司厂区面积 36000 平方米，建筑面积 16000 平方米，主要生产和制造 I、II、III 类压力容器设备。公司多年来持续致力于火电、核电、石油化工、煤化工、化肥等行业压力容器以及节能环保设备的研发与设计制造，具备年产各类除氧器、高低压加热器、冷换设备、石化行业高压容器、塔器、反应器、分离器等各类压力容器及氧化铝行业压力容器等环保设备 5000 台（套）的能力，产品销往国内三十多个省、市、自治区，以及欧、美、亚等五十余个国家和地区。公司通过了

ISO9001-2015 质量管理体系认证、ISO14001-2015 环境管理体系认证、OHSAS18001-2007 职业健康安全管理体系认证，并获国家质检总局授予 A1 级高压容器及 A2 级第三类低、中压力容器设计及制造许可证，取得发明和实用新型专利 20 余项。

1.2 项目概况

1.2.1 公司现有工程

公司《X 射线探伤室及探伤机应用项目辐射环境影响报告表》于 2010 年 3 月取得山东省环境保护局批复（鲁辐环表审[2010]41 号），建设内容为 1 座探伤室和 3 台 X 射线探伤机。该项目于 2013 年 1 月取得山东省环境保护厅竣工环境保护验收批复（鲁环验[2013]23 号）。

公司现持有辐射安全许可证（鲁环辐证[02112]），许可种类和范围：使用 II 类射线装置；有效期至 2025 年 03 月 23 日。

公司现有项目情况见表 1-1。

表 1-1 公司现有项目一览表

序号	装置名称	规格型号	数量 (台)	类别	生产厂家	使用状态
1	X 射线探伤机	XXH-2005	1	II 类	丹东市无损检测设备有限公司	在用
2	X 射线探伤机	XXH-3005	2	II 类		

1.2.2 本项目建设规模

为满足生产需求，公司拟在厂区 2#车间内西南侧建设一处探伤场所（单层建筑），主要包括曝光室（含贮源库）、控制室和洗片室。拟购置 3 台 X 射线探伤机（型号分别为 XXGHA-2005、XXGH-2505、XXGHA-3005）和 1 台 γ 射线探伤机[（ $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ） \times 1 枚 ^{192}Ir]，于曝光室内对除氧器等压力容器进行无损检测。X 射线探伤机和 γ 射线探伤机只在本项目曝光室内从事室内探伤，不进行现场或移动探伤。经现场勘查，本项目探伤场所尚未开工建设，X 射线探伤机及 ^{192}Ir 放射源均尚未购置。

本项目共涉及 3 台 X 射线探伤机和 1 枚 ^{192}Ir 放射源，根据《 γ 射线探伤机》（GB/T14058-2008）分类方法，其中 γ 射线探伤机为手提式（代号 P）。 ^{192}Ir 放射源活度为 $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ （100Ci），根据《关于发布放射源分类办法的公告》（国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号），属 II 类放射源。本项目核技术利用类型属使用 II 类放射源、使用 II 类射

线装置。

本次评价范围内放射源及射线装置情况详见表 1-2。

表 1-2 本次评价涉及的放射源及射线装置一览表

一、放射源								
序号	放射源	最大装源活度	数量(枚)	类别	贮存场所	工作场所	备注	
1	^{192}Ir	$3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$	1	II类	源放于 γ 射线探伤机内，随探伤机放于曝光室储源室内	曝光室内	拟购	
二、射线装置								
序号	装置名称	规格型号	数量(台)	类别	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	工作场所	备注
1	X射线探伤机	XXGHA-2005	1	II类	200	5	曝光室内	拟购
2	X射线探伤机	XXGH-2505	1	II类	250	5		拟购
3	X射线探伤机	XXGHA-3005	1	II类	300	5		拟购

1.3 选址合理性

公司所在厂区已取得不动产权证[鲁(2022)平度市不动产权第0007998号]，用地性质为工业用地。本项目建于厂区内，不新增用地，符合土地利用总体规划。探伤工作场所拟建于2#车间内西南侧，大防护门外即为生产区域，方便生产车间内完成的工件进入曝光室进行探伤。

本项目探伤场所南侧为危废间、3#车间，东侧为2#车间其他生产区域，西侧为车间外过道、青岛兴华锦盛包装材料科技有限公司，北侧为2#车间其他生产区域、1#车间。曝光室四周50m范围内存在三处环境保护目标，分别为南侧5m处厂内3#车间、北侧18m处厂内1#车间和西侧3m处青岛兴华锦盛包装材料科技有限公司。同时根据下文分析，曝光室周围及环境保护目标处的辐射水平可以满足国家相关要求，经墙体屏蔽和距离衰减后，项目运行过程中对周围环境辐射影响较小，因此本项目选址基本合理。

公司厂区所在地理位置见附图1，项目周边影像关系见附图2。

1.4 产业政策符合性

本项目为使用X射线探伤机、 γ 射线探伤机进行固定场所探伤，根据《产业结构调整指

导目录（2019年本）》，本项目不属于限制类和淘汰类，不违背国家产业政策要求。

1.5 实践正当性

本项目利用 X 射线探伤机、 γ 射线探伤机对压力容器进行无损检测，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和社会效益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的辐射防护“实践正当性”的要求。

1.6 目的和任务的由来

公司在生产压力容器过程中，需使用 X 射线探伤机、 γ 射线探伤机对产品进行无损检验。由于 X 射线、 γ 射线在穿透物体过程中均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，评片人员根据黑度变化判断缺陷情况评价焊接焊缝的质量。通过及时检测和信息反馈，使生产人员及时调整焊接工艺及参数，从而保证产品质量。

X 射线探伤机、 γ 射线探伤机在工作过程中可能对环境产生一定的辐射影响。为保护环境和公众利益，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《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，青岛畅隆重型装备有限公司委托我单位对其 X 射线探伤机、 γ 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、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）编制了该项目的环境影响报告表。

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
2	¹⁹² Ir	(3.7×10 ¹²) × 1	II类	使用	无损检测	曝光室内	源放于γ射线探伤机内，随探伤机放于曝光室储源室内	拟购

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

表 3 射线装置

(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类	1	XXGHA-2005	200	5	无损检测	曝光室内	拟购
2	X射线探伤机	II类	1	XXGH-2505	250	5	无损检测		拟购
3	X射线探伤机	II类	1	XXGHA-3005	300	5	无损检测		拟购

表 4 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
报废或退役放射源	固态	¹⁹² Ir	/	/	/	/	暂存于曝光室储源库内	厂家回收
废旧γ探伤机	固态	/	/	/	/	/		
废显（定）影液	液态	/	/	/	240kg	/	厂内危废间	委托有资质单位处置
废胶片	固态	/	/	/	120kg	/		
非放射性废气	气态	/	/	/	少量	/	/	经曝光室排风口排向外部环境

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/m³；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/m³) 和活度 (Bq)。

表 5 评价依据

法规 文件	<ol style="list-style-type: none">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 施行；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 77 号，2003.9 实施，2016.7 第一次修订，2018.12 第二次修订；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 施行；4. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，中华人民共和国主席令第 43 号公布，2020.4.29 修订，2020.9.1 施行；5. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 253 号，1998.11 实施，2017.7 修订；6. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005.12 实施，2014.7 第一次修订，2019.3 第二次修订；7. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2006.1 施行，2008.12 第一次修订，2017.12 第二次修订，2019.8 第三次修订，2021.1 第四次修订；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 施行；9. 《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，2021.1 施行；10. 《关于发布放射源分类办法的公告》，国家环境保护总局公告，2005 年第 62 号，2005.12；11. 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部与国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号，2017.12 施行；12. 《建设项目危险废物环境影响评价指南》，环境保护部公告，2017 年第 43 号，2017.10 施行；13. 《关于印发〈关于 γ 射线探伤装置的辐射安全要求〉的通知》，国家环境保护总局，环发〔2007〕8 号，2007.1 施行；14. 《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
----------	---

	<p>家环保总局环发[2006]145号，2006.9 施行；</p> <p>15. 《国家危险废物名录》，生态环境部令第15号，2021.1 施行；</p> <p>16. 《关于加强核与辐射安全监管能力建设工作的通知》，环办辐射函[2017]1593号)，2017.10 施行；</p> <p>17. 《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 施行；</p> <p>18. 《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人大常委会第七次会议，2018年11月30日修订，2019.1 施行。</p>
<p>技术标准</p>	<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》(GB18871-2002)；</p> <p>3. 《工业γ射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)；</p> <p>4. 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008)；</p> <p>5. 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)；</p> <p>6. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)；</p> <p>7. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>8. 《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》(GBZ114-2006)；</p> <p>9. 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>10. 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及其修改公告；</p> <p>11. 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)。</p>
<p>其他</p>	<p>1. 青岛畅隆重型装备有限公司 X 射线探伤机、γ 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. 青岛畅隆重型装备有限公司提供的探伤室设计图纸等其它有关资料文件；</p> <p>3. 《辐射防护手册》第一分册《辐射源与屏蔽》(李德平主编，原子能出版社，1990)；</p> <p>4. 《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>

表 6 保护目标与评价标准

6.1 评价范围

参照《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）中核技术利用建设项目环境影响报告书要求：“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 X 射线探伤机、 γ 射线探伤机，本次评价范围为 X 射线探伤机、 γ 射线探伤机所在曝光室墙体外 50m 的范围。

6.2 保护目标

本项目保护目标为评价范围内活动的公众成员和职业人员。职业工作人员为在控制室内工作的辐射工作人员，公众成员为曝光室四周其他生产区域的本厂员工、厂内外偶然经过的其他公众成员及环境保护目标内公众成员。保护目标的详细情况见表 6-1。

表 6-1 曝光室周围主要保护目标情况

保护目标		人员数量	方位（距离）
职业人员		5 人	控制室内工作的辐射工作人员
公众成员	厂区 3#车间内员工	约 10 人	曝光室南侧 5m
	厂区 1#车间内员工	约 15 人	曝光室北侧 18m
	青岛兴华锦盛包装材料有限公司内工人	约 30 人	曝光室西侧 3m
	其他生产区域的本厂员工及厂内外偶然经过的其他公众	<50 人	曝光室周围 50m 范围内

6.3 评价标准

1、《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）

4.1 源容器应符合 GB/T14058-1993 中 5.3 的要求，照射容器周围的空气比释动能率不超过下表中的数值。

表 6-2 照射容器周围空气比释动能率控制值

探伤机类型与代号		距容器外表面不同距离处空气比释动能率控制值/ $\text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$		
		0cm	5cm	100cm
手提式	P	2	0.5	0.02
移动式	M	2	1	0.05
固定式	F	2	1	0.1

6.1 探伤室屏蔽要求

γ 射线探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑直射、散射和屏蔽物材料和结构等各种因素。在进行屏蔽墙设计时剂量约束值可取为 0.1~0.3mSv/a，并要求探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5 μ Gy/h，无迷路探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。

6.2 安全设施要求

6.2.1 应安装门-机联锁装置和工作指示灯；探伤室门入口外必须有固定的电离辐射警告标志；探伤室入口处及被探物件出入口处必须设置声光报警装置，该装置在 γ 射线探伤机工作时应自动接通以给出声光警示信号。

6.2.2 应在屏蔽墙内外合适位置上设置紧急停止按钮，并给出清晰的标记和说明；

6.2.3 应配置固定式辐射检测系统，并与门-机联锁相联系。同时配置便携式辐射测量仪和个人剂量报警仪。

6.2.4 应定期对探伤室的探伤室防护门-机联锁装置、紧急停止按钮、出束信号指示灯等安全措施进行检查。

6.3 操作要求

6.3.1 工作人员进出探伤室时应佩带个人剂量计、剂量报警仪和便携式剂量测量仪。

6.3.2 每次工作前，探伤作业人员应检查安全装置、联锁装置的性能及警告信号、标志的状态。只有确认探伤室内无人且门已关闭，所有安全装置起作用并给出启动信号后才能启动照射。

8.2 放射源的储存和领用

8.2.1 探伤使用单位应设立专用的放射源（或带源的探伤装置）的储存库。储存库应为单独的建筑，不能和爆炸物品、腐蚀性物品一起存放。储存库的相应位置设置电离辐射警告标志。源容器出入源库时应进行监测并有详细记录。

8.2.2 工作间歇临时储存含源源容器或放射源、控制源，应在专用的储存设施内贮存。放射源储存设施应能做到：

(a) 严格限制对周围人员的照射、防止放射源被盗或损坏，并能防止非授权人员采取任何损伤自己或公众的行动，储存设施外应有警告提示；

(b) 应能在常规环境条件下使用，结构上防火，远离腐蚀性和爆炸性等危险因素；

(c) 如其外表能接近公众，其屏蔽应能使设施外表面的空气比释动能率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 或者审管部门批准的水平；

(d) 门应保持在锁紧状态，钥匙仅由授权人员掌管；

(e) 定期检查物品清单，确认探伤源、源容器和控制源的存放地点。

8.2.4 探伤使用单位应设立放射源管理组织，制定领用或交还制度，建立放射源领用台账，明确放射源的流向，并由专人负责。

2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

3.1 设备技术要求

3.1.1 X 射线管头组装体

3.1.1.5 X 射线装置在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率应符合如下要求。

表 6-3 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	漏射线空气比释动能率, $\text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

3.1.2 控制台

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压，已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

b) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线装置，关上门不能自动开始 X 射线照射。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。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.11 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。

综上所述，本项目探伤室为单层建筑，且室顶人员可到达；本次评价以 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 作为曝光室四周墙体及室顶外各关注点的剂量率参考控制水平。

3、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

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

标准中附录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 ；

c) 眼晶体的年当量剂量， 150mSv ；

d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量， 500mSv 。

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；

c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv；

d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。

剂量约束值通常在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。

本次评价取规定限值的 1/4，即以 5.0mSv 作为职业工作人员的年管理剂量约束值；以 0.25mSv 作为公众成员的年管理剂量约束值。

4、《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》

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，青岛市环境天然 γ 空气吸收剂量率见表 6-4。

表 6-4 青岛市环境天然辐射水平 ($\times 10^{-8}$ Gy/h)

监测内容	范围	平均值	标准差
原野	4.24~13.00	6.62	1.45
道路	1.15~12.40	6.90	2.38
室内	3.12~16.16	11.09	2.33

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。

表 7 环境质量和辐射现状

7.1 项目地理位置

青岛畅隆重型装备有限公司位于青岛市平度市东阁街道办事处长江路 87 号。本项目探伤场所位于厂区 2#车间内西南侧，2#车间高约 17.5 米，主要为压力容器焊接、组装等。本项目四周环境详见表 7-1，现场勘查时现状照片见图 7-1。公司厂区平面布置见附图 3。

表 7-1 曝光室周围环境一览表

名称	方向	场所名称	距场所距离
曝光室	北侧	2#车间其他生产区域、1#车间	0m~50m
	东侧	2#车间其他生产区域	0m~50m
	南侧	控制室、洗片室、危废暂存间、3#车间	0m~50m
	西侧	车间外过道、青岛兴华锦盛包装材料科技有限公司	0m~50m

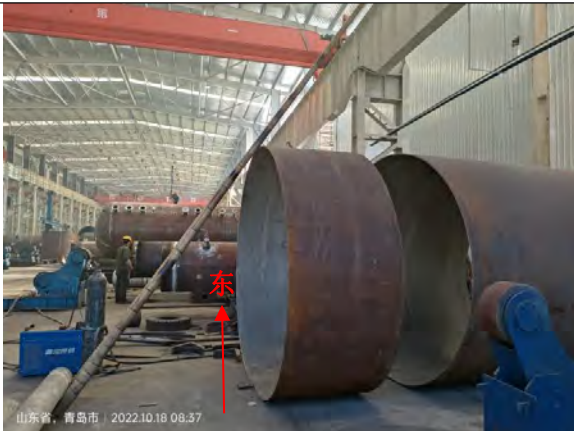
注：本项目曝光室为单层建筑，无地下室。



探伤场所拟建位置



探伤场所拟建位置北侧



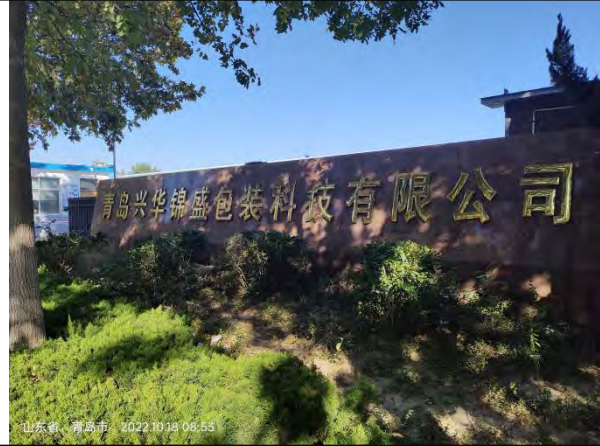
探伤场所拟建位置东侧



探伤场所拟建位置西侧



曝光室南侧 5m 厂区 3#车间



曝光室西侧 3m 青岛兴华锦盛包装材料科技有限公司

图 7-1 本项目曝光室周围现场拍摄照片（2022 年 10 月）

7.3 环境质量和辐射现状

7.3.1 检测方案

本次评价根据项目实际情况制定辐射环境检测计划，对本项目拟建区域周围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

本项目拟建区域周围的辐射环境现状。

2、检测因子

环境 γ 辐射吸收剂量率。

3、检测点位

本项目尚未开工建设，本次评价只进行项目场址现状值检测，按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）测点布设原则，在拟建场址及其周围布设检测点，环境 γ 辐射吸收剂量率检测布点见图 7-2。

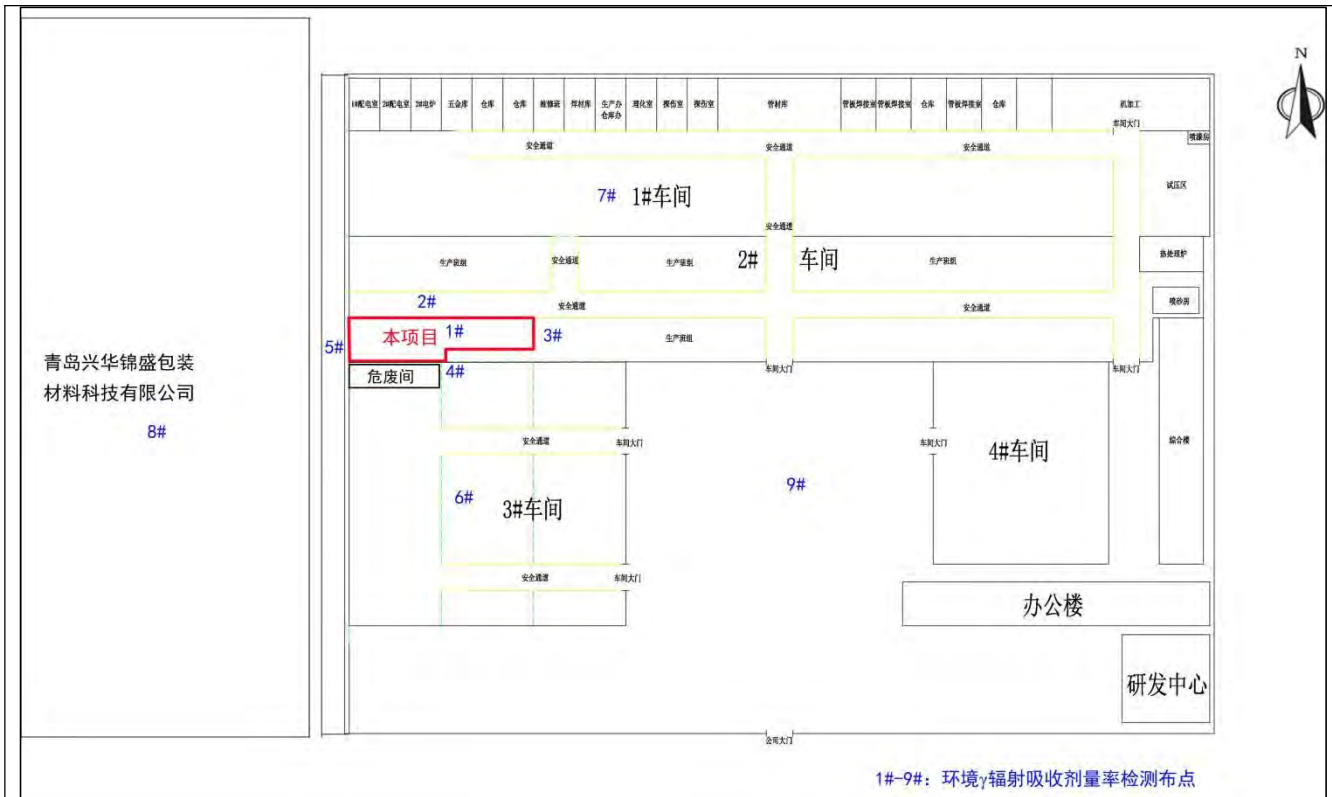


图 7-2 环境 γ 辐射吸收剂量检测布点图

7.3.2 质量保证措施

1、检测单位

本次评价委托具备检测资质的青岛环湾检测评价股份有限公司开展检测，该公司已取得生态环境认证，具备环境 γ 空气吸收剂量率的检测资质。

2、检测仪器

便携式 X- γ 剂量率仪（仪器编号：JL62-01）

型号：BH3103B

测量范围：10nGy/h-10mGy/h

相对固有误差： $\leq -3.6\%$

检定单位：中国计量科学研究院；检定证书编号：DLj12022-03718

检定有效期至：2023 年 4 月 18 日；校准因子：1.04。

3、检测方法

依据《环境 γ 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 15min 以上，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。

7.3.3 检测结果

1、检测时间与条件

2022 年 11 月 27 日，天气：阴，气温：16℃，相对湿度：65%。

2、检测结果

环境 γ 辐射吸收剂量率检测结果见表 7-2。

表 7-2 环境 γ 辐射吸收剂量率检测结果

单位：nGy/h

序号	点位描述	检测结果	标准差
1#	曝光室拟建场址中心位置	86.9	1.73
2#	曝光室拟建场址北侧	85.9	1.53
3#	曝光室拟建场址东侧	87.4	2.72
4#	曝光室拟建场址南侧	85.9	1.85
5#	曝光室拟建场址西侧（过道）	81.5	1.81
6#	曝光室拟建场址南侧 5m 厂区 3#车间	85.3	1.33
7#	曝光室拟建场址北侧 18m 厂区 1#车间	90.1	1.60
8#	曝光室西侧 3m 青岛兴华锦盛包装材料科技有限公司	79.7	1.87
9#	2#车间南侧（厂内空地）	80.6	2.09

注：检测结果已扣除宇宙射线响应值 $3.0 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 。

7.3.4 环境现状调查结果评价

根据表 7-2 中的检测数据，本项目拟建场址周围环境 γ 辐射吸收剂量率在（79.7～90.1）nGy/h[即（7.97～9.01） $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$]之间，处于青岛市环境天然放射性水平范围内[原野（4.24～13.00） $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$ 、室内（3.12～16.16） $\times 10^{-8} \text{Gy/h}$]。

表 8 项目工程分析与源项

8.1 施工期工艺流程简述

本项目建设内容包括曝光室（含储源室）、控制室和洗片室，施工期主要为基础工程、主体工程、防护设施安装等，建设内容较少，施工期工艺流程及产污环节见图 8-1。施工期可能的污染因素主要为常规环境要素。

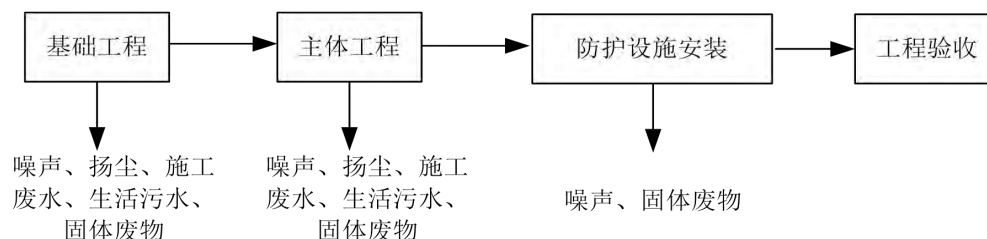


图 8-1 施工期工艺流程及产污环节

8.2 营运期工艺流程简述

8.2.1 X 射线探伤机简介

1、系统组成

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。

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装体。

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、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韧致辐射即为 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 8-2。

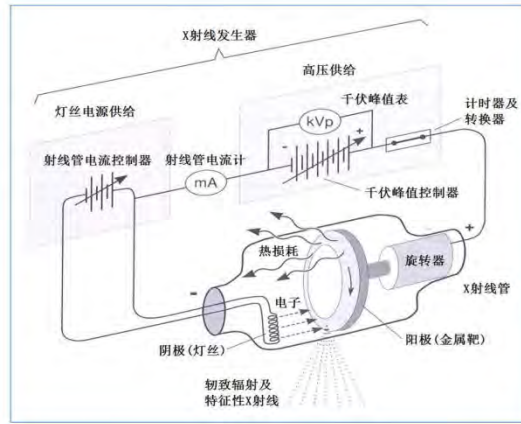


图 8-2 典型的 X 射线管结构图

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 线感光片进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，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 射线探伤机据此实现探伤目的。

4、X 射线探伤机主要技术参数

本项目探伤机主要技术参数见表 8-1。

表 8-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数表

型 号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	焦点尺寸	辐射角度	最大穿 透钢	主射束方 向
XXGHA-2005	200	5	1.0×3.5	40°	24mm	南北周向
XXGH-2505	250	5	1.0×2.4	40°	36mm	南北周向
XXGHA-3005	300	5	1.0×2.5	40°	40mm	南北周向

5、工作流程

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空度，如果真空度不良，会使阳极烧毁或者击穿射线管，导致故障，甚至报废。

本项目曝光室内设计有轨道，工作人员在进行探伤前，将探伤工件放于大防护门外的拖

车上，工件通过拖车进入曝光室内，将被检测工件移动至曝光室预定位置，然后在被探伤工件的焊缝处贴上胶片，操作人员根据工件大小以及焊缝位置，将探伤机置于工件内部适当位置，人员全部离开曝光室。确定曝光室内无人员，关闭防护门，接通电源并开始计时；达到预定的照射时间后关机，完成一次探伤。然后，冲洗照片、观察照片、出具探伤报告。X射线探伤机存放于曝光室内，不另行设置贮存场所。工作流程示意图见图 8-3。

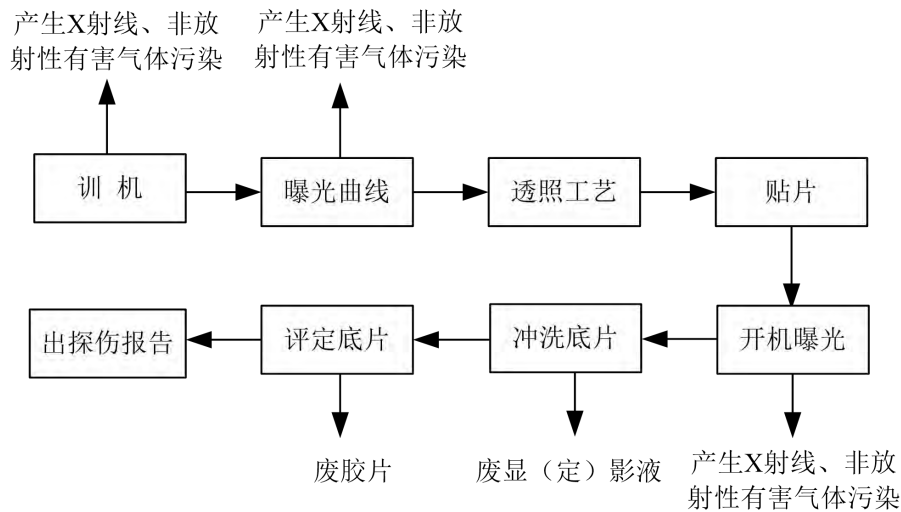


图 8-3 X 射线探伤机工作流程及产排污示意图

8.2.2 γ 射线探伤机简介

1、 γ 射线探伤机

本项目 γ 射线探伤机利用放射源的 γ 射线进行工业探伤。它将 γ 射线穿透力强的优点与防护材料采用贫化铀所带来的便携性结合起来。外壳设计坚固，耐冲击，该设备具有闭锁自动关闭功能，可减少工作人员的近距离受照辐射。因而， γ 射线探伤机广泛适用于电力、化工、石油、机械、航天等行业的管道、容器及球罐焊缝探伤。

2、 γ 射线探伤机结构

手提式 γ 探伤机的结构比较简单，主要由 3 部分组成：加长输源导管、源屏蔽容器（贮源容器）、遥控控制线及摇把。源屏蔽容器是探伤机主体，用作放射源贮存和运输的屏蔽容器。其最外层为钢包壳，内部是贫铀屏蔽层，当放射源贮存在正确位置时，容器外表面的辐射水平远小于允许值。容器钢壳与贫铀之间充以泡沫塑料，用来吸收贫铀材料的韧致辐射。屏蔽容器的一端有联锁装置，用来连接控制缆；另一端通过管接头和输源管连接。放射源存储于源屏蔽容器内，并设计有多项安全锁定装置，只有将输源管及控制缆与屏蔽容器正确、可靠

连接，并打开安全锁后，才可以将放射源送出容器，缺少任何一个环节，放射源均无法送出，保证放射源的安全使用。图 8-4 为一套完整的 γ 探伤机外形示意图。

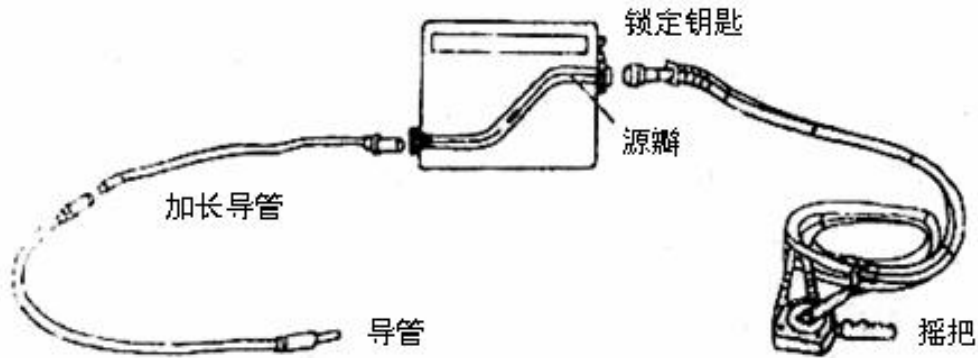


图 8-4 γ 射线探伤机典型结构示意图

3、 γ 探伤工作原理

γ 射线有很强的穿透性， γ 射线探伤就是利用 γ 射线的穿透性和直线性来探伤的。 γ 射线可使照相底片感光，也可用特殊的接收器来接收。当 γ 射线穿过（照射）物质时，该物质的密度越大，射线强度减弱得越多，即射线能穿透该物质的强度就越小。此时，若用照相底片接收，则底片的感光量就小；若用仪器来接收，获得的信号就弱。因此，用 γ 射线来照射待探伤的零部件时，若其内部有气孔、夹渣等缺陷，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，其强度就减弱得少些，即透过的强度就大些，若用底片接收，则感光量就大些，就可以从底片上反映出缺陷垂直于射线方向的平面投影；若用其它接收器也同样可以用仪表来反映缺陷垂直于射线方向的平面投影和射线的透过量。一般情况下， γ 射线探伤是不易发现裂纹的，或者说， γ 射线探伤对裂纹是不敏感的。因此， γ 射线探伤对气孔、夹渣、未焊透等体积型缺陷最敏感。即 γ 射线探伤适宜用于体积型缺陷探伤，而不适宜面积型缺陷探伤。

4、核素特性

(1) ^{192}Ir

半衰期：74.0d。

衰变方式： β % =95.4%。

主要有 3 种能量的 β 射线，分别为 225.9keV(5.95%)、256.0keV(41.3%)、672.3keV(48.5%)。

EC%=4.6%。

γ 射线： ^{192}Ir 有 20 余种不同能量的 γ 射线，其中有 4 种分支比较大，能量分别为 316.5keV(82.8%)、468.1keV(47.7%)、308.5keV(29.8%)、296.0keV(28.6%)。

^{192}Ir 简化衰变纲图如下图所示：

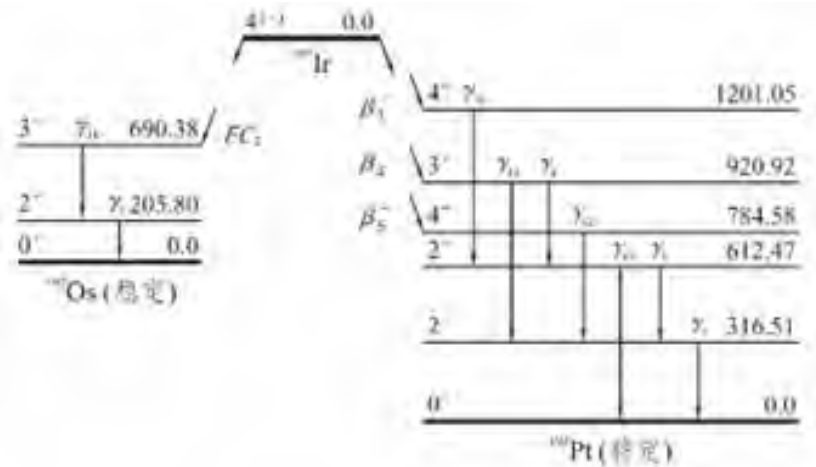


图 8-5 ^{192}Ir 简化衰变纲图

5、 γ 射线探伤机主要技术参数

本项目 γ 射线探伤机使用 ^{192}Ir 进行工业探伤， γ 射线探伤机及放射源的主要技术参数见表 8-2。

表 8-2 本项目 γ 射线探伤机及放射源的主要技术参数表

γ 射线探伤机型号	DLTS-D/08207
γ 射线探伤机类型	手提式 (P)
生产厂家	待定
放射源	^{192}Ir
核素形态	固态密封源
初装最大源活度	$3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ (100Ci)
距离源容器表面 5cm 处空气比释动能率	$\leq 0.5\text{mGy/h}$
距离源容器表面 100cm 处空气比释动能率	$\leq 0.02\text{mGy/h}$

6、 γ 现场探伤工作流程

(1) 工作人员在进行 γ 射线探伤前，先在被探伤物件的焊缝贴上胶片；

- (2) 将探伤机自贮源库取出，转至曝光室内并放置于工作位置；
- (3) 将驱动缆与主机正确、可靠连接；
- (4) 将源导管与主机正确、可靠连接；
- (5) 按拍片技术要求，将源导管另一端的源端子（曝光头）接至曝光位置，检查驱动缆和源导管曲率半径不得小于 300mm；
- (6) 检查驱动缆及源导管的摆放位置，其周边不可有容易倾倒的物体或工件，以免在曝光过程中砸伤导管造成卡源事故；
- (7) 人员撤离的同时，最后一名操作者用钥匙打开主机安全锁，将开关环旋至工作位置，注意：此时主机前方会有一束射线向正前方射出，应保证主机前方无人员经过；
- (8) 人员撤出后确认曝光室内无人并关闭防护门；
- (9) 启动出源（手动或电动）进行曝光操作；
- (11) 探伤结束后，先回源，将驱动缆及源导管从主机上拆下并妥善保管；
- (12) 将探伤机转至贮源库。

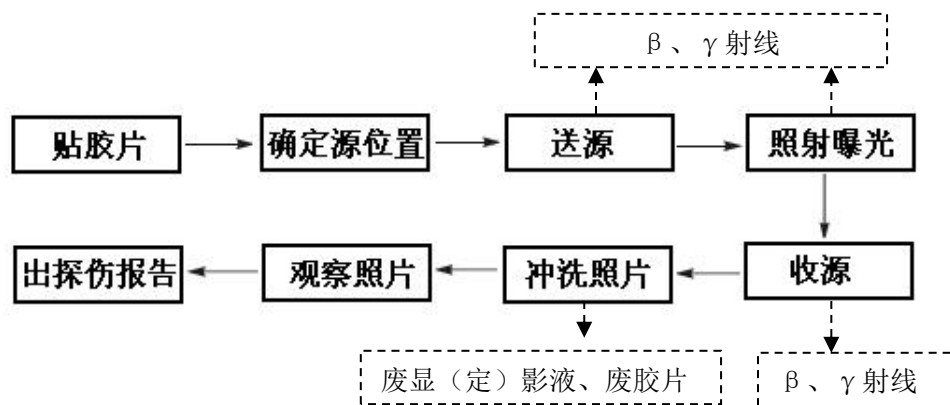


图 8-6 γ 射线探伤工艺流程示意图

8.2.3 工作人员配备

公司拟为本项目配备 5 名辐射工作人员，同时负责现有探伤项目；其中 2 人为现有辐射工作人员，且已参加核技术利用辐射安全与防护考核，成绩合格并在有效期内。拟再新增 3 名辐射工作人员，公司拟根据人员到岗情况安排工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，经考核合格后方可上岗。

8.3 污染源项描述

1、放射性污染因素

(1) 放射性废物

本项目不产生放射性废水和放射性废气。 γ 射线探伤机工作过程中产生报废和退役的废旧源属放射性固体废物，由供源厂家回收，换源事宜也由供源厂家承担。

(2) X射线、 β 射线、 γ 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。

由放射源 ^{192}Ir 的辐射特性可知， ^{192}Ir 可释放 β 、 γ 射线。由于 β 射线穿透能力很弱，设备的外包装可以完全屏蔽，使 β 射线不能释放到环境中。但 γ 射线穿透能力较强，有可能对环境产生辐射影响。

2、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、 γ 射线探伤机产生的 γ 射线均会使空气电离。进而产生臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x)，在 NO_x 中以 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) 一般固废及危险废物

γ 射线探伤装置使用期限为10年，更换的废旧探伤机属于一般固体废物。

本项目拍片、洗片过程产生的废胶片和废显(定)影液属于《国家危险废物名录》(2021年)规定的危险废物，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”，应交由有相应资质的单位处理。

拍片、洗片过程中会产生废胶片和废显(定)影液，根据企业提供资料，本项目每年拍片约12000张，每张片子平均约10g，则共计120kg/a。每洗2000张片子约产生废显(定)影液40kg，则本项目产生废显(定)影液240kg/a。

综上所述，本项目营运期环境影响评价的评价因子主要为X射线、 γ 射线、放射性固体废物、一般固废及危险废物。

表 9 辐射安全与防护

9.1 项目安全与防护

9.1.1 项目分区及屏蔽设计

本项目曝光室为单层建筑，南侧为控制室和洗片室，其中控制室分为操作台和晾片区、洗片室分为洗片区和装片区。

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中规定，“应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区”。公司拟将曝光室内部（含贮源库、迷道）设置为控制区，控制室和洗片室划分为监督区，并在边界设置警示标识。本项目探伤场所布局见附图 4。

根据建设单位提供的设计资料，曝光室及防护门的尺寸等设计参数见表 9-1。

表 9-1 曝光室设计参数一览表

项目	曝光室
曝光室内部尺寸	东西长 24.2m、南北宽 6.2m、高 7.0m，容积约 1050.3m ³ （不含迷道）。
曝光室四周墙体	四周墙体均采用混凝土结构，混凝土密度为 2.35g/cm ³ ，厚度均为 900mm。
曝光室室顶	采用 600mm 厚混凝土结构，混凝土密度为 2.35g/cm ³ 。
迷道、小防护门	本项目迷道位于曝光室西南侧，宽 0.8m，迷道墙体为 90cm 混凝土结构。迷道外口处设置有小防护门 1 个，用于操作人员进出。小防护门为铅钢复合门，电动平移式，总厚度约 12cm，防护能力为 20mmPb。小防护门宽 1.2m、高 2.4m；门洞宽 0.8m、高 2.0m；小防护门上、下、左、右与四周墙壁搭接量均为 20cm。防护门与墙壁之间的缝隙约 0.8~1cm，搭接宽度与缝隙比例均在 10:1 之上。
大防护门	<p>（1）曝光室东墙中间位置设大防护门 1 个，用于探伤工件进出，大防护门为铅钢复合门，电动平移式，总厚度约 20cm，防护能力为 70mmPb。大防护门宽 6.8m、高 7.4m；门洞宽 6m、高 7m；防护门上、下、左、右与四周墙壁搭接量分别为 20cm、20cm、40cm、40cm。防护门与墙壁之间的缝隙约 0.8~1cm，搭接宽度与缝隙比例均在 10:1 之上。</p> <p>（2）大、小防护门均拟设门机联锁装置、工作状态指示灯及电离辐射警告标志，门机联锁装置能正常响应、工作状态指示灯与探伤机联锁，同时定期进行有效性验证。</p>
排风口	于曝光室室顶西北角、东南角各设置一个 400mm×400mm 的排风口，外设 30mm 铅当

	量的防护设施；同时设计机械排风装置，设计排风量为 6000m ³ /h，曝光室容积约为 1050.3m ³ ，设计换气次数约 5 次/h，排风口外设排风管道，废气通过排风管道引至生产车间室顶上方排放。
操作台	本项目操作台位于曝光室南侧的控制室内，操作人员可通过迷道进出曝光室，操作台上设紧急停机按钮。
探伤机的贮存	(1) X 射线探伤机贮存于曝光室内，不另设贮存场所。 (2) γ 探伤机贮存于曝光室内西南角贮源库内。贮源库东西净宽 1.5m，南北净长 2.5m，净高 2.0m，南墙、西墙依托曝光室墙体，北墙、东墙和室顶均采用 300mm 厚混凝土结构，混凝土密度为 2.35g/cm ³ 。贮源库防护门设于东侧，为铅钢复合门，手动平开式，防护能力为 20mmPb。
管线口	设备电缆管线采用地下“U”型穿墙至控制室操作台。

9.1.2 其他安全环保措施

除探伤室硬件安全防范措施外，公司还将完善和加强以下几个方面的措施：

1、本项目拟设置以下安全防护措施。

表 9-2 探伤室其他安全防护措施

序号	本项目拟采取防护措施	标准要求	是否符合标准
1	本项目操作台设计 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、紧急停机按钮及张贴电辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识；设计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；并设计有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，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。	《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015） 3.1.2.1 款~3.1.2.6 款	是
2	曝光室大、小防护门均拟设门-机联锁装置，该装置能正常响应，门打开时探伤机照射立即停止，关上门不能自动开始照射，且设有紧急开门装置，可方便曝光室内人员在紧急情况下离开。	《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015） 4.1.5 款	是
3	曝光室大、小防护门门口和内部均设计有能够显示“预备”和“照射”状态的工作状态指示灯和声音提示装置，且“预备”信号持续时间能够确保曝光室内人员安全离	《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015） 4.1.6~4.1.8 款及《工业	是

	开，两种信号有明显的区别，并与场所周围使用的其他报警信号有明显区别，工作状态指示灯与探伤机联锁，同时定期进行有效性验证；公司拟于曝光室内外醒目位置张贴对两种信号意义的说明。	γ射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008） 6.2.1款、6.2.4款	
4	曝光室防护门外设计电离辐射警告标识和中文警示说明。	《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015） 4.1.9款	是
5	拟设置17个紧急停机按钮，分别位于曝光室北墙（东西向均匀布置7个）、曝光室南侧（东西向均匀布置7个）、西墙1个、迷道内1个、操作台1个（控制器自带紧急停机开关），确保出现事故时能立即停止照射，紧急停机按钮的位置可使其曝光室内任何位置的人员都不需要穿过主射线束就能使用，且紧急停机按钮设计有明显标志，标明使用方法。	《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015） 4.1.10款及《工业γ射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）6.2.2款	是
6	曝光室室顶西北角、东南角各设置一个400mm×400mm的排风口，外设30mm铅当量的防护设施；同时设计机械排风装置，设计排风量为6000m ³ /h，曝光室容积约为1050.3m ³ ，设计换气次数约5次/h，排风口外设排风管道，废气通过排风管道引至生产车间室顶上方排放。	《工业X射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015） 4.1.11款	是
7	曝光室大防护门内及小防护门内均设计固定式辐射检测系统，并与门-机联锁相联，γ射线探伤机开机后实时进行剂量率监测并将监测数值显示于操作台处。同时判断探伤结束后是否回源。	《工业γ射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008） 6.2.3款	是
8	储源库防护门上设置电离辐射警告标志；源容器出入源库时进行监测并进行详细记录。	《工业γ射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008） 8.2.1款	是
9	储源库外设有警告提示，防护门设有门锁，保持在锁紧状态，钥匙仅由授权人员掌管。	《工业γ射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008） 8.2.2款（a、d）	是
10	建设单位拟设立放射源管理组织，制定领用及交还制度，建立放射源领用台账，明确放射源的流向，并由专人负责。	《工业γ射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008） 8.2.4款	是
11	γ探伤机单独存放于储源库内，不与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放。由专人保管，并做好贮放、领取、使用、归还情况的登记，登记资料至少保存1年。	《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA1002-2012）5.1.8款	是

12	贮源库南墙、西墙依托曝光室墙体，厚度均为 900mm 混凝土；北墙、东墙和室顶均采用 300mm 厚混凝土。	《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》 (GA1002-2012) 5.2.3 款	是
13	本项目为使用 II 类放射源，属二级风险等级。曝光室内和迷道外口拟设置入侵报警装置和视频监控装置。控制室配备通讯工具并操持 24h 畅通，安装紧急报警装置，出现紧急情况时能人工触发报警。应设置监控中心，为独立设置，监控中心应配备通讯工具，安装紧急报警装置和监控中心设备。	《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》 (GA1002-2012) 5.3.3 款、5.3.4 款。	是
14	拟于曝光室室顶西北角、东北角、东南角及贮源库外东墙各设置一处监测摄像头；以便观察曝光室内及防护门启闭情况。	/	/

2、本项目拟配备 5 名辐射工作人员，已配备有个人剂量计 2 支和 A05464 型 X- γ 辐射巡检仪 1 台，拟再配备个人剂量计 3 支（每人一支，委托个人剂量检测后由检测单位配发）及个人剂量报警仪 2 部，待配备相应的仪器设备和个人防护用品后可满足探伤工作要求。

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

4、公司拟定期为工作人员健康查体，建立工作人员健康档案。

9.2 三废的治理

本项目的运行不产生放射性废水、放射性废气。

X 射线探伤机产生的 X 射线、 γ 射线探伤机产生的 γ 射线均会使空气电离。空气电离产生臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)，在 NO_x 中以 NO_2 为主。它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。本项目臭氧和氮氧化物的产生量均较小，曝光室内设置排风口，并内置机械排风装置，换气次数大于 3 次/h，排风口外设排风管道，废气通过排风管道引至生产车间室顶上方排放。因此，本项目所产生的臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

此外，拍片、洗片过程中产生废胶片和废显（定）影液，其均属于危险废物（HW16 900-019-16），委托具有危废处置资质的单位进行处理。同时废胶片和废显（定）影液暂存于危

废间内，废显（定）影液暂储存在塑料桶内或其他无反应防渗漏的容器内。危废间为防风防雨、地面做防腐防渗处理，需张贴危废标示及储存的危废种类、特性及数量，危险废物暂存时严格按照《危险废物贮存污染控制标准（2013年修订）》（GB18597-2001）及《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）中规定要求存放。同时危废间设置门锁，钥匙由专人保管，并建立危废管理台账。因此，本项目所产生的危险废物不会对周围环境产生影响。

γ 射线探伤机工作过程中产生报废和退役的废旧源属放射性固体废物，由供源厂家回收，换源事宜也由供源厂家承担。

废旧 γ 探伤装置属于一般固废，由厂家回收。

综上所述，放射性废物、一般固废及危险废物均妥善处置，不会对周围环境造成影响。

表 10 环境影响分析

10.1 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基础工程、主体工程、装修及设备安装过程产生的一些突发性、冲击性、不连续性的敲打撞击噪声。本项目在施工时严格执行《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，对周边环境影响较小。

2. 水环境影响分析

施工人员生活污水主要为洗涤废水和生活污水，本项目施工期生活污水排入厂区化粪池，排入园区污水管网。施工废水上清水重复利用，不直接外排环境。

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生活垃圾存放点，由环卫部门定期清运。

(2) 建筑垃圾，施工期间产生的建筑垃圾应进行分类，尽量回收其中尚可利用的部分建筑材料，对没有利用价值的废弃物运送到环卫部门指定的建筑垃圾堆埋场。

4. 大气环境影响分析

本项目施工期扬尘产生环节较少，施工过程产生的扬尘仅局限在施工现场，对周围环境影响较小。

综上所述，本项目施工期对环境的影响较小。

10.2 运行阶段对环境的影响

本项目探伤场所尚未建成，在曝光室内探伤工作时只使用一台探伤机，因此本次评价采用理论计算的方法分别评估 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机开机时对周围环境的影响。

10.2.1 X 射线探伤机环境影响分析

本项目拟购置 3 台 X 射线探伤机，最大管电压 300kV，且探伤时只使用一台探伤机，主射束均为南北周向照射。因此本次评价选取管电压 300kV、管电流 5mA 的周向探伤机评估其环境影响。

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：

$$\dot{H} = (I \cdot H_0 \cdot B) / R^2 \quad (10-1)$$

式中：

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

H₀——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m² /（mA·h），以 mSv·m² /（mA·min）为单位的值乘以 6×10⁴。查 GBZ/T250-2014 附表 B.1，本项目 X 射线探伤机最大管电压为 300kV，则 300kV 管电压对应 3mm 铝过滤条件下输出量为 20.9mSv·m² /（mA·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：

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

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，可查表 10-1。

表 10-1 X 射线束在铅和混凝土中的什值层厚度

X 射线管电压 (kV)	什值厚度 TVL	
	铅, mm	混凝土, mm
200	1.4	86
250	2.9	90
300	5.7	100

注：摘自 GBZ/T250-2014 附表 B.2。

由表 10-1 可知，本项目 300kV 射线机相应铅和混凝土的什值层厚度：铅 5.7mm，混凝土 100mm。

本项目 X 射线曝光室四周墙体为 900mm 混凝土，室顶为 600mm 混凝土结构；大防护门防护能力为 70mmPb，小防护门防护能力为 20mmPb。将管电压相应的什值层厚度代入公式（10-

2) 计算可得, 本项目 300kV 射线机对应 B 值为 $B_{\text{曝光室墙体}}=10^{-9}$, $B_{\text{室顶}}=10^{-6}$, $B_{\text{大防护门}}=10^{-12.3}$, $B_{\text{小防护门}}=10^{-3.51}$ 。

(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

$$\dot{H} = (\dot{H}_1 \cdot B) / R^2 \quad (10-3)$$

式中:

B——屏蔽透射因子, 同上;

R——辐射源点(靶点)至关注点的距离, m;

\dot{H}_1 ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率, 单位为 $\mu\text{Sv/h}$ 。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 表 1, 本项目 \dot{H}_1 取 $5000 \mu\text{Sv/h}$ 。

(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:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (10-4)$$

式中:

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的最大常用管电流, 单位为 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 6×10^4 , 见附录表 B. 1, 300kV 管电压对应 3mm 铝过滤条件下输出量为 $20.9 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$;

B—屏蔽透射因子; 在给定屏蔽物质厚度时, 相应的屏蔽透射因子, 按 GBZ/T250-2014 中表 2 并查附录 B 表 B. 2 的相应值;

GBZ/T250-2014 中表 2 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值

原始 X 射线 (kV)	散射辐射 (kV)
$150 \leq \text{kV} \leq 200$	150
$200 < \text{kV} \leq 300$	200

300<kV≤400	250
注：该表仅用于以什值层计算散射辐射在屏蔽物质中的衰减	

根据上表可知，本项目 300kV 射线机散射辐射能量为 200kV。

GBZ/T250-2014 中附录 B 中表 B.2 同上文中表 10-1，根据表 10-1，散射能量 200kV 对应混凝土的 TVL 为 86mm，铅的 TVL 为 1.4mm。

本项目 X 射线曝光室四周墙体为 900mm 混凝土，室顶为 600mm 混凝土结构；大防护门防护能力为 70mmPb，小防护门防护能力为 20mmPb。根据透射因子的计算公式 $B=10^{-X/TVL}$ ，可计算出本项目各关注点的散射透射因子 B： $B_{\text{曝光室墙体}}=10^{-10.47}$ ， $B_{\text{室顶}}=10^{-6.98}$ ， $B_{\text{大防护门}}=10^{-50}$ ， $B_{\text{小防护门}}=10^{-14.29}$ 。

$F-R_0$ 处的辐射野面积，单位为平方米；

α -散射因子，入射辐射被单位面积（1m²）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

R_0 -辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米；

标准中 B.4.2 中给出“当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时， $R_0^2/F \cdot a$ 因子的值为 50（200kV~400kV），本项目探伤机辐射角度 40° 左右（夹角为 20° 左右）。

R_s -散射体至关注点的距离，单位为米，本次评价为保守计算，取探伤工件至关注点（墙外 30cm 处）的最近距离。

2、计算结果

根据建设单位提供的资料，在曝光室内开展射线检测工作时，周向 X 射线探伤机主射束为向北、向南、向上、向下。经核实，本项目 X 射线探伤机工作时距南墙、北墙最近距离为 2m，距东墙、西墙的最近距离为 4.0m，距地面高度最大为 1.0m、最小为 0.4m。探伤机有用线束半张角最大 20°，经计算，4.2m（探伤机距南、北墙最远距离） $\times \tan 20^\circ \approx 1.53\text{m}$ ，该距离小于探伤机距东墙、西墙和大防护门的最近距离。6.8m（探伤机距室顶最大距离） $\times \tan 20^\circ \approx 2.47\text{m}$ ，该距离小于探伤机距东墙、西墙和排风口的最近距离。因此本项目曝光室南墙、北墙、室顶及小防护门受主射束影响；曝光室东墙、西墙、大防护门及排风口均不会受到有用线束的直接照射，仅受漏射线及散射线影响。曝光室下方为土层，不再考虑其受辐

射的影响。

综上，本项目重点关注：

①主射束：曝光室南墙、北墙、室顶及小防护门防护主射束屏蔽能力。

②漏射束和散射束：曝光室东墙、西墙、大防护门、排风口防护泄露辐射和散射辐射屏蔽能力。

计算参考点示意图见图 10-1。

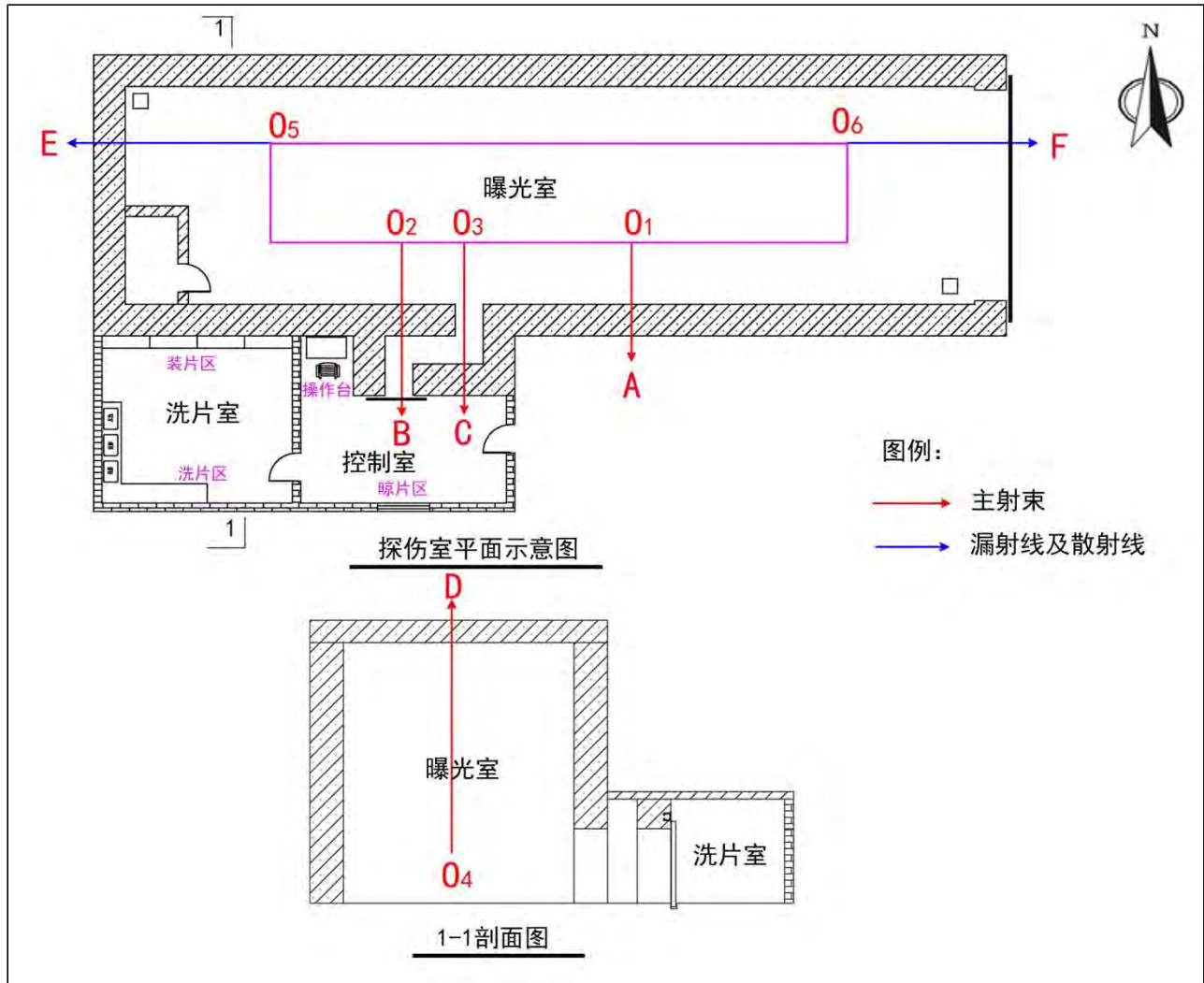


图 10-1 X 射线探伤机辐射影响核算参考点示意图

a、四周墙体、大防护门、小防护门及室顶的防护能力计算

探伤机运行过程中，本项目曝光室南墙、北墙、室顶、小防护门受主射束影响，东墙、西墙、大防护门外的辐射影响主要为泄露辐射及散射影响。根据式 10-1 至式 10-4，计算结

果见表 10-2。

表 10-2 曝光室周围及环境保护目标处的辐射剂量率计算结果

考察点	射线类型	路径	屏蔽层	屏蔽厚度	考察点到出束点距离(m)	考察点处剂量率计算值 (μSv/h)		标准限值 (μSv/h)
A	主射束	O ₁ -A	南墙	90cm 混凝土	3.2 ^①	6.12×10 ⁻⁴		2.5
B	主射束	O ₂ -B	南墙+小防护门	90cm 混凝土+20mmPb	4.9 ^②	8.09×10 ⁻⁸		2.5
C	主射束	O ₃ -C	迷道外墙	90cm 混凝土	4.9 ^③	2.61×10 ⁻⁴		2.5
D	主射束	O ₄ -D	室顶	60cm 混凝土	6.9 ^④	0.132		2.5
E	漏射线	O ₅ -E	西墙	90cm 混凝土	5.2 ^⑤	1.85×10 ⁻⁷	3.44×10 ⁻⁷	2.5
	散射线					1.59×10 ⁻⁷		
F	漏射线	O ₆ -F	大防护门	70mmPb	5.2 ^⑥	9.69×10 ⁻¹¹	9.69×10 ⁻¹¹	2.5
	散射线					4.64×10 ⁻⁴⁷		
厂区 3#车间			南墙	90cm 混凝土	8.2	9.32×10 ⁻⁵		2.5
厂区 1#车间			北墙	90cm 混凝土	22.2	1.27×10 ⁻⁵		2.5
青岛兴华锦盛包装材料有限公司			西墙	90cm 混凝土	8.2	7.44×10 ⁻⁸	1.38×10 ⁻⁷	2.5
						6.39×10 ⁻⁸		

注：①3.2m（出束点离南墙最近距离 2.0m，墙体厚度 0.9m，取墙外 0.3m 为参考点）；
 ②4.9m（出束点离小防护门最近距离 4.6m，忽略小防护门厚度，取门外 0.3m 为参考点）；
 ③4.9m（出束点离迷道外墙最近距离 3.7m，迷道外墙厚度 0.9m，取墙外 0.3m 为参考点）；
 ④6.9m（出束点离室顶最近距离 6.0m，室顶厚度 0.6m，取室顶上方 0.3m 为参考点）；
 ⑤5.2m（出束点离西墙最近距离 4.0m，墙体厚度 0.9m，取墙外 0.3m 为参考点）；
 ⑥5.2m（出束点离大防护门最近距离 4.9m，忽略大防护门厚度，取门外 0.3m 为参考点）。

经计算，使用 X 射线探伤机时，曝光室四周墙体、大防护门、小防护门及室顶外辐射剂量率最大为 0.132 μSv/h，均满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.3 款“关注点最高周围剂量率参考控制水平不大于 2.5 μSv/h”的标准要求。项目周围环境保护目标处辐射剂量率最大为 9.32×10⁻⁵ μSv/h。

综上所述，本项目 X 射线探伤机运行时，曝光室四周墙体、大防护门、小防护门及室顶的防护设计均可以满足辐射防护要求。

b、通风口对泄漏辐射及散射辐射的防护能力计算

曝光室室顶西北角、东南角各设置一个 400mm×400mm 的排风口，距地约 7.0m，距西墙、东墙均约 0.2m，外设 30mm 铅当量的防护设施。经前文计算，X 射线机探伤机向上照射

时，主射束无法到达通风口，通风口处主要受漏射线影响，且至少经过 1 次散射。保守估算，出束点到通风口的最近距离为 8.3m，屏蔽为 30mmPb，根据式 10-2 至式 10-4，计算得通风口处泄露辐射剂量率约为 $3.96 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ；散射辐射剂量率约为 $6.79 \times 10^{-19} \mu\text{Sv/h}$ ，则通风口处辐射剂量率约为 $3.96 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.3 款“关注点最高周围剂量率参考控制水平不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ”的标准要求。

10.2.2 γ 射线探伤机环境影响分析

1、辐射剂量率理论计算

根据建设单位提供的资料，在曝光室内开展 γ 射线探伤工作时，放射源距南墙、北墙最近距离为 2m，距东墙、西墙的最近距离为 4.0m，距室顶最近为 6.5m。

γ 射线探伤机辐射影响核算参考点见图 10-2。

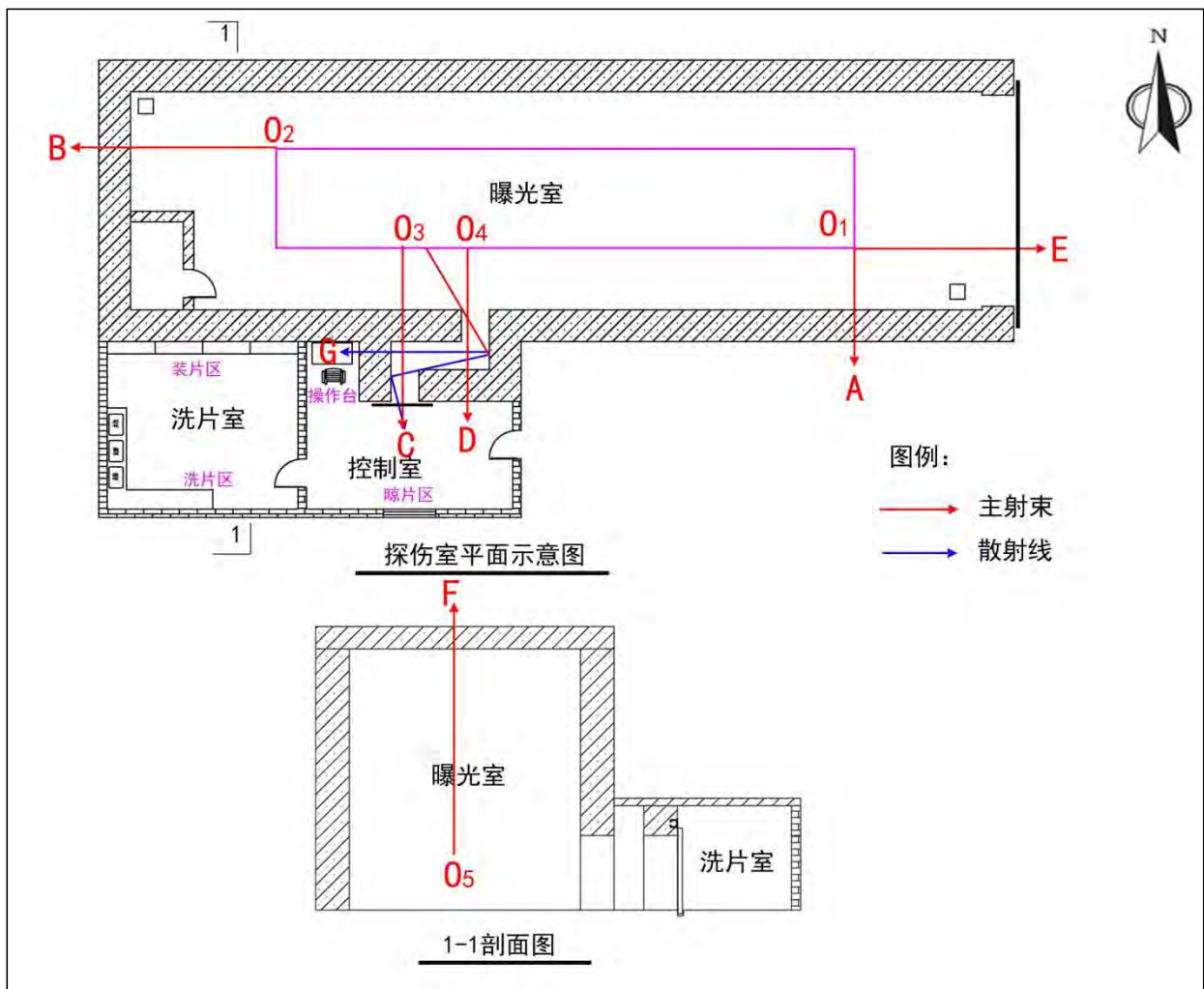


图 10-2 γ 射线探伤机辐射影响核算参考点示意图

1、估算公式及相关参数取值

本次评价参考《辐射防护手册》第一分册《辐射源与屏蔽》（李德平主编，原子能出版社，1990）和《辐射源室屏蔽设计与评价》（北京市放射卫生防护所，王时进，2002年）中推荐公式进行计算。

(1) 有用线束在关注点处的辐射剂量率

$$H = (A \cdot K_r \cdot K^{-1}) / R^2 \quad (10-5)$$

式中：

H——距源 R_m 处的辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

A——放射源活度，Ci；

K_r ——单位活度的放射源在距其单位距离处的空气比释动能率，根据《辐射源室屏蔽设计与评价》表 4.1， ^{192}Ir 取 $4.19 \times 10^3 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{h} \cdot \text{Ci})$ ；

K^{-1} ——衰减系数；

R——辐射源点至关注点的距离，m。

(2) 衰减系数

$$K^{-1} = 2^{-X/HVT} \quad (10-6)$$

式中：

X——屏蔽物质厚度，mm；

HVT——半值层厚度，根据《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）， ^{192}Ir γ 射线对铅的半值层厚度为 3mm，混凝土的为 50mm。

(3) 散射辐射在关注点处的辐射剂量率

$$D = \frac{D_0}{d_s^2} \times \frac{\alpha_1 A_1}{d_{r1}^2} \times \frac{\alpha_2 A_2}{d_{r2}^2} \times \dots \times \frac{\alpha_j A_j}{d_{rj}^2} \times K^{-1} \quad (10-7)$$

式中：

D——关注点处的散射辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

D_0 ——距源 1m 处的辐射剂量率，根据公式（10-5）计算， ^{192}Ir 取 $4.19 \times 10^5 \mu\text{Gy/h}$ ；

d_s ——靶点到第一个散射体的距离, m, 本项目中, $d_s \approx 3.9\text{m}$;

$d_{r1}, d_{r2} \dots d_{rj}$ ——散射距离, m, 本项目中, $d_{r1} \approx 3.1\text{m}$, $d_{r2} \approx 1.2\text{m}$;

$\alpha_1 A_1, \alpha_2 A_2 \dots \alpha_j A_j$ ——由于射线在室内的散射是一个十分复杂的物理传递过程, 使用计算机软件进行计算也需要作很多的假设, 难以实现精确的理论估算。为了简化估算, 需作一定假设。参考有关教科书等材料, 该数值可保守取 10%。

2、计算结果

(1) 曝光室墙体、大防护门及室顶屏蔽效果核算

使用 γ 射线探伤机工作时, 曝光室各屏蔽墙体、大防护门及室顶均会受到有用射束照射。曝光室各屏蔽墙体、大防护门和室顶外 30cm 处的辐射剂量率估算结果见表 10-3。

表 10-3 使用 ^{192}Ir 探伤机时曝光室周围参考点处剂量率估算结果

项目	A (南墙外 30cm)	B (西墙外 30cm)	C (小防护门外 30cm)	D (迷道外墙外 30cm)	E (大防护门外 30cm)
活度 A (Ci)	100	100	100	100	100
$K_r [\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{h} \cdot \text{Ci})]$	4.19×10^3	4.19×10^3	4.19×10^3	4.19×10^3	4.19×10^3
屏蔽层	90cm 混凝土	90cm 混凝土	90cm 混凝土 +20mmPb	90cm 混凝土	70mmPb
R (m)	3.2	5.2	4.9	4.9	5.2
K^{-1}	3.81×10^{-6}	3.81×10^{-6}	3.75×10^{-8}	3.81×10^{-6}	9.46×10^{-8}
剂量率 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	0.156	0.059	6.55×10^{-4}	0.067	1.47×10^{-3}
限值要求 ($\mu\text{Gy}/\text{h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
项目	F (室顶上方 30cm)	厂区 3#车间	厂区 1#车间	青岛兴华锦盛包装材料科技有限公司	
活度 A (Ci)	100	100	100	100	
$K_r [\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 / (\text{h} \cdot \text{Ci})]$	4.19×10^3	4.19×10^3	4.19×10^3	4.19×10^3	
屏蔽层	60cm 混凝土	90cm 混凝土	90cm 混凝土	90cm 混凝土	
R (m)	7.4	8.2	22.2	8.2	
K^{-1}	2.44×10^{-4}	3.81×10^{-6}	3.81×10^{-6}	3.81×10^{-6}	
剂量率 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	1.87	0.024	3.24×10^{-3}	0.024	
限值要求 (SvSv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	

经计算，使用 γ 射线探伤机时，曝光室四周墙体、大防护门外及室顶上方的辐射剂量率最大为 $1.87\ \mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）和本次评价提出的 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。项目周围环境保护目标处辐射剂量率最大为 $0.024\ \mu\text{Sv/h}$ 。

（2）迷道外口小防护门及操作台屏蔽效果核算

本项目迷道外口小防护门（参考点C）及控制室内（参考点G）可受到有用线束的直接照射和有用线束经迷道到达此外的散射影响，照射路径见图10-2。本项目小防护门防护能力为 20mmPb ，迷道西墙为 90cm 混凝土，则根据公式10-5至式10-7计算。

小防护门（参考点C）外的散射辐射剂量率约为 $1.96\ \mu\text{Sv/h}$ ；有用线束辐射剂量率约为 $6.55\times 10^{-4}\ \mu\text{Sv}$ 。则小防护门（参考点C）外的辐射剂量率为 $1.96\ \mu\text{Sv/h}+6.55\times 10^{-4}\ \mu\text{Sv/h}\approx 1.96\ \mu\text{Sv/h}$ 。控制室内（参考点G）的散射辐射剂量率为 $1.09\times 10^{-3}\ \mu\text{Sv/h}$ ；有用线束辐射剂量率为 $0.156\ \mu\text{Sv/h}$ 。则控制室内（参考点G）的辐射剂量率为 $1.09\times 10^{-3}\ \mu\text{Sv/h}+0.156\ \mu\text{Sv/h}\approx 0.157\ \mu\text{Sv/h}$ 。均满足本次评价提出的 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。

（3）通风口防护能力分析

曝光室室顶西北角、东南角各设置一个 $400\text{mm}\times 400\text{mm}$ 的排风口，距地约 7.0m ，距西墙、东墙均约 0.2m ，外设 30mm 铅当量的防护设施；室顶厚度为 600mm 混凝土。有用射束无法直接到达通风口外，射线经排风口内壁多次散射到达通风口外，本次保守按一次散射进行考虑，源距通风口最近距离为 8.3m ，散射距离为 0.9m 。根据式10-5、式10-6，有用线束经过室顶到达通风口的剂量率为 $1.48\ \mu\text{Sv/h}$ ；根据式10-7，通风口处散射辐射剂量率为 $0.73\ \mu\text{Sv/h}$ ，则通风口处剂量率为 $1.48\ \mu\text{Sv/h}+0.73\ \mu\text{Sv/h}=2.21\ \mu\text{Sv/h}$ 。满足本次评价提出的 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。

根据以上分析可看出， γ 射线探伤机运行时，曝光室各墙体、防护门、室顶、通风口的防护设计均可以满足辐射防护要求。

（4）贮源库屏蔽效果核算

根据企业提供资料，企业拟在曝光室内西南角设置贮源库，贮源库东西净宽 1.5m ，南北净长 2.5m ，净高 2.0m ；南墙、西墙依托曝光室墙体（ 900mm 混凝土），北墙、东墙和室顶均采用 300mm 厚混凝土结构；贮源库东墙上设置防护门，为铅钢复合门，防护能力为 20mmPb 。

（1）估算公式

$$\dot{D} = \frac{D_0}{r^2} \cdot \frac{1}{k} \quad (\text{式 } 10-8)$$

式中：

D	预测点的 γ 辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；
D_0	距放射源 1m 处的 γ 辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；
r	预测点与放射源的距离，m；
k	γ 射线穿透屏蔽墙后的剂量衰减倍数，由式 10-6 计算。

(2) 贮源库外 γ 剂量率

贮源库外剂量率主要为射线透过墙体或门的剂量率，根据《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008），距手提式 γ 射线探伤机源容器表面 1m 处的辐射剂量率限值为 0.02mGy/h（即 20 $\mu\text{Gy/h}$ ）。根据企业提供资料，贮源库内只储存 1 台 ^{192}Ir 探伤机，则贮源库内源强最大为 20 $\mu\text{Gy/h}$ 。为简化计算，贮源库四周墙体外、室顶上方和门外剂量率计算距离按照源库中心到墙外 30cm 处的水平直线距离考虑。贮源库参考点示意图见图 10-3。贮源库外辐射剂量率计算结果见表 10-5。

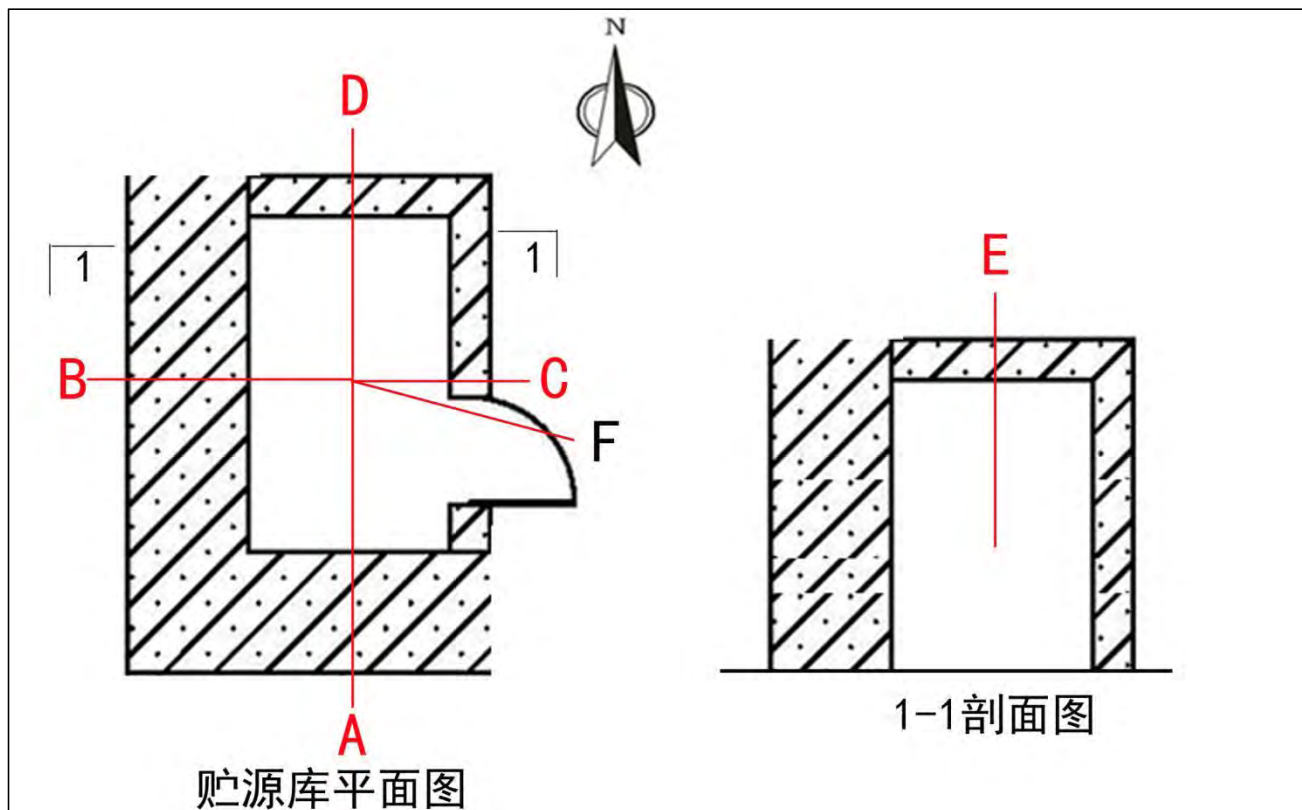


图 10-3 贮源库参考点示意图

表 10-5 贮源库周围剂量率估算结果

项目	南墙外 30cm	西墙外 30cm	东墙外 30cm	北墙外 30cm	室顶上方 30cm
源强 (μ Gy/h)	20	20	20	20	20
屏蔽层厚度	900mm 混凝土	900mm 混凝土	300mm 混凝土	300mm 混凝土	300mm 混凝土
R (m)	2.45	1.95	1.35	1.85	1.6
剂量率 (μ Gy/h)	1.27×10^{-5}	2.01×10^{-5}	0.171	0.09	0.122
限值要求 (μ Gy/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
项目	防护门外 30cm	厂区 3#车间	厂区 1#车间	青岛兴华锦盛包装材料科技有限公司	
源强 (μ Gy/h)	20	20	20	20	
屏蔽层厚度	20mmPb	900mm 混凝土	300mm 混凝土 +900mm 混凝土	900mm 混凝土	
R (m)	1.35	7.45	23.85	4.95	
剂量率 (μ Gy/h)	0.108	1.37×10^{-6}	2.10×10^{-9}	3.11×10^{-6}	
限值要求 (μ Gy/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	

经计算，贮源库四周墙体、室顶及防护门外剂量率最大为 $0.171 \mu\text{Sv/h}$ ，均满足本次评价提出的 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。项目周围环境保护目标处辐射剂量率最大为 $3.11 \times 10^{-6} \mu\text{Sv/h}$ 。

在进行 X 射线探伤时，γ 射线探伤机储存于贮源库内，则曝光室西墙、南墙外及环境保护目标处受到叠加影响，具体如下表所示。

表 10-6 曝光室周围叠加影响估算结果

项目	西墙外	南墙外	厂区 3#车间	厂区 1#车间	青岛兴华锦盛包装材料科技有限公司
X 探伤时剂量率 (μ Gy/h)	3.44×10^{-7}	6.12×10^{-4}	9.32×10^{-5}	1.27×10^{-5}	1.38×10^{-7}
储源时剂量率 (μ Gy/h)	2.01×10^{-5}	1.27×10^{-5}	1.37×10^{-6}	2.10×10^{-9}	3.11×10^{-6}
叠加后剂量率 (μ Gy/h)	2.04×10^{-5}	6.25×10^{-4}	9.46×10^{-5}	1.27×10^{-5}	3.25×10^{-6}

根据表10-6所示，受叠加影响后，曝光室西墙、南墙外及环境保护目标处辐射剂量率均满足本次评价提出的 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。

综上所述，本项目投运后，曝光室四周墙体、防护门外、室顶上方及通风口外的辐射剂

量率最大为 2.21 μ Sv/h，满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）和本次评价提出的 2.5 μ Sv/h 的限值要求。项目周围环境保护目标处辐射剂量率最大为 0.024 μ Sv/h。

10.2.3 年有效剂量

1、年有效剂量估算公式

$$H = D_r \times T \quad (10-9)$$

式中： H ——年有效剂量，Sv/a；

T ——年受照时间，h；

D_r ——辐射剂量率，Sv/h。

2、照射时间确定

根据建设单位提供的资料，本项目利用 X 射线探伤机年曝光时间不超过 200h；利用 γ 射线探伤机年曝光时间不超过 100h， γ 射线探伤机由卖方运输人员运至本项目贮源库内，本项目工作人员只进行探伤机的取放和保管工作，每年取放次数约 100 次。贮源室内源贮存时间不超过 7100h/a。

3、停留因子确定

停留因子的选取，参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）选取，见表 10-6。

表 10-7 停留因子的选取

场所	居留因子, T	停留位置
全居留	1	控制室、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2-1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8-1/40	厕所、楼梯、人行道

4、职业工作人员的年有效剂量

(1) X 射线探伤机

X 射线探伤机工作状态下，对工作人员影响的区域主要在控制室、洗片室，位于曝光室南侧。保守计算，本次评价取南墙外辐射剂量率 6.12×10^{-4} μ Sv/h，居留因子取 1，由公式（10-9）估算出该区域活动的辐射工作人员的年有效剂量为：

$$H=6.12 \times 10^{-4} \times 200 \times 1 \div 1000 \approx 1.22 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$$

(2) γ 射线探伤机

γ 射线探伤机工作状态下，对工作人员影响的区域主要在控制室内就洗片室内，位于曝光室南侧。保守计算，本次评价取小防护门外辐射剂量率 $1.96 \mu\text{Sv/h}$ ，停留因子取 1，由公式 (10-9) 估算出该区域活动的辐射工作人员的年有效剂量为：

$$H_1=1.96 \times 100 \times 1 \div 1000=0.196\text{mSv/a}$$

贮源状态时，控制室位于 γ 射线曝光室南侧，南墙外辐射剂量率为 $1.27 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/h}$ ，停留因子取 1，停留时间保守取 7100h。由公式 (10-9) 估算出该区域活动的辐射工作人员的年有效剂量为：

$$H_1=1.27 \times 10^{-5} \times 7100 \times 1 \div 1000 \approx 9.02 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$$

开机曝光前，职业人员先于贮源库内将 γ 射线探伤机取出并转移至曝光室内，然后将输源管等进行连接，曝光结束后，再将探伤机放回贮源库。每次取放及连接过程持续时间约 3min（其中，取放过程约 1min，连接过程约 2min），每年取放共 100 次，取放过程受照剂量率按照距手提式 γ 射线探伤机源容器表面 5cm 处的最大辐射剂量率（ $500 \mu\text{Sv/h}$ ）考虑，连接过程受照剂量率按照距手提式 γ 射线探伤机源容器表面 1m 处的最大辐射剂量率（ $20 \mu\text{Sv/h}$ ）考虑，则辐射工作人员的年有效剂量为：

$$H_2=（500 \times 1/60 \times 100+20 \times 2/60 \times 100）/1000=0.9\text{mSv/a}$$

(3) 个人剂量检测

本项目职业工作人员同时负责现有的现场探伤工作，根据 2021 年 5 月至 2022 年 5 月全年个人剂量检测报告，现有 2 名职业工作人员年有效剂量最大为 0.28mSv/a 。

本项目辐射工作人员同时负责 X 探伤和 γ 探伤工作，综上所述，本项目职业人员的年有效剂量为 $H=1.22 \times 10^{-4}+0.196+9.02 \times 10^{-5}+0.9+0.28 \approx 1.38\text{mSv/a}$ ，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。

5、公众成员的年有效剂量

本项目对公众成员影响的区域主要为曝光室周围，公众成员年有效剂量见下表。

表 10-8 公众人员年有效剂量

停留人员描述	时间 (h/a)	居留 因子	剂量率（ μ Sv/h)	年有效剂量 (mSv/a)	总计 (mSv/a)

曝光室西墙外（过道）	X 射线探伤时	200	T=1/4	3.44×10^{-7}	1.72×10^{-8}	1.51×10^{-3}
	γ 探伤时	100	T=1/4	0.059	1.48×10^{-3}	
	贮源状态	7100	T=1/4	2.01×10^{-5}	3.57×10^{-5}	
曝光室北、南墙外（其他生产区域）	X 射线探伤时	200	T=1	6.12×10^{-4}	1.22×10^{-4}	0.016
	γ 探伤时	100	T=1	0.156	0.0156	
曝光室东墙外（其他生产区域）	X 射线探伤时	200	T=1	3.44×10^{-7}	6.88×10^{-8}	5.90×10^{-3}
	γ 探伤时	100	T=1	0.059	5.90×10^{-3}	
曝光室室顶上方	X 射线探伤时	200	T=1/8	0.132	3.3×10^{-3}	0.031
	γ 探伤时	100	T=1/8	2.21	0.0276	
厂区 3#车间	X 射线探伤时	200	T=1	9.32×10^{-5}	1.86×10^{-5}	2.43×10^{-3}
	γ 探伤时	100	T=1	0.024	2.40×10^{-3}	
	贮源状态	7100	T=1	1.37×10^{-6}	9.73×10^{-6}	
厂区 1#车间	X 射线探伤时	200	T=1	1.27×10^{-5}	2.54×10^{-6}	3.27×10^{-4}
	γ 探伤时	100	T=1	3.24×10^{-3}	3.24×10^{-4}	
	贮源状态	7100	T=1	2.10×10^{-9}	1.49×10^{-8}	
青岛兴华锦盛包装材料科技有限公司	X 射线探伤时	200	T=1	1.38×10^{-7}	2.76×10^{-8}	2.42×10^{-3}
	γ 探伤时	100	T=1	0.024	2.40×10^{-3}	
	贮源状态	7100	T=1	3.11×10^{-6}	2.21×10^{-5}	

由以上估算结果可以看出，公众成员的年有效剂量最大为 0.031mSv/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 0.25mSv/a 的管理剂量约束值。

10.2.4 三废对环境的影响

X 射线及 γ 射线使空气电离从而产生臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)，经曝光室设置的排风口及风机排放至外环境；因此，本项目所产生的臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

本项目放射性固体废物为退役或废旧的放射源，暂存于曝光室储源库内，由供源厂家回收，换源事宜也由供源厂家承担。

γ 探伤装置使用年限为 10 年，废旧 γ 探伤装置属于一般固废，由厂家回收。

拍片、洗片过程中废胶片和废显（定）影液暂存于危废库中。危废库为防风防雨、其地面做防腐防渗处理，需张贴危废标示及储存的危废种类、特性及数量，废显（定）影液暂储存在塑料桶内或其他无反应防渗漏的容器内。危险废物暂存时严格按照《危险废物贮存污染控制标准（2013 年修订）》（GB18597-2001）及《危险废物收集 贮存 运输技术规范》

(HJ2025-2012)中规定要求存放。同时危废库设门锁，钥匙由专人保管，并建立危废管理台账，危险废物交由具有危废处置资质的单位进行处理。因此，本项目所产生的危险废物不会对周围环境产生影响。

10.3 事故影响分析

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》，国家环保总局环发[2006]145号，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。

本项目放射源属II类源，有可能发生特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故。

1、可能的风险事故（件）

(1) 检测工作过程中，门机联锁、工作状态指示灯等装置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射线机或者放射源被盗，使公众人员受到超剂量照射。

(4) 在额定工作条件下， γ 射线探伤机漏射线指标达不到《工业 γ 射线探伤放射防护标准》(GBZ132-2008)4.1条规定的要求，从而造成工作人员受到额外的照射。

(5) 放射源不能正常收回探伤机内，从而造成工作人员受到额外的照射。

(6) 放射源划破或磨损腐蚀、火灾等使源破损等，可造成一定区域内的环境放射性污染。

2、风险事故（件）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。企业应经常性的检查、维护探伤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，公司应建立更严格的探伤程序，以避免人员误留或误入；

(2) 操作人员进行专业培训，加强管理，禁止未经培训的操作人员操作探伤机；

(3) X射线探伤机贮存在X射线设备库内， γ 射线探伤机贮存于贮源库内，建立探伤机

使用登记和台账管理制度，加强对 X 射线探伤机和 γ 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、公安部门以及卫生部门。

(4) 配置必要的辐射监测仪器，及时发现使用过程中射线是否泄漏，发生意外照射事故（件）时，对受照人员则进行剂量评估，必要时进行医学处理；

(5) γ 射线探伤机的安全使用期限为 10 年，禁止使用超过 10 年的 γ 射线探伤机。应制定防范措施，经常对设备的性能进行检查，并对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。X 射线探伤机维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，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；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都来自设备制造商，运营单位应做好设备维护记录。X 射线探伤机维护应由出租方负责。“卡源”事故处置： γ 射线探伤机工作状态下，“卡源”或“源掉出”事故发生，回源装置失效，工作人员应穿戴好铅衣等辐射防护用品，进入探伤室手动回源，工作人员到达探头的整个过程约需要 40s。本项目距放射源 1m 处的辐射剂量率最大为 $4.19 \times 10^5 \mu\text{Gy/h}$ 。停留因子取 1，则工作人员在 40s 内所受剂量为 4.66mSv，能够满足 GB 18871-2002 的“除了抢救生命的行动外，必须尽一切合理的努力，将工作人员所受到的剂量保持在最大单一年份剂量值的两倍以下”的规定。

(6) 运营单位在每次工作开始前需进行检查，检查项目包括 a) 探伤机外观是否存在可见的损坏；b) 电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；c) 安全连锁是否正常工作；d) 报警设备和警示灯是否正常运行；e) 螺栓等连接件是否连接良好。

表 11 辐射安全管理

11.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

11.1.1 管理机构

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）中对使用射线装置单位的要求，青岛畅隆重型装备有限公司已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。同时设立辐射安全管理机构，成立“辐射安全管理小组”，并配备辐射防护管理人员，全面主持辐射安全管理工作，统一指挥射线装置运行安全的工作，负责无损检测考核培训及职业工作人员的管理，组织落实辐射工作的各项管理规章制度和操作规程，防止辐射安全事故的发生。辐射安全管理小组成员如下：

组长：欧雍若

副组长：周增辉

成员：姜勇、官保竹

11.1.2 职业工作人员

公司拟为本项目配备 5 名辐射工作人员，同时负责现有探伤项目；其中 2 人为现有辐射工作人员，且已参加核技术利用辐射安全与防护考核，成绩合格并在有效期内。拟再新增 3 名辐射工作人员，公司拟根据人员到岗情况安排工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，经考核合格后方可上岗。

11.2 辐射安全管理规章制度

青岛畅隆重型装备有限公司已制定相关辐射管理规章制度：《X 射线探伤机安全操作规程》、《射线装置定期清点核对制度》、《X 射线探伤机管理台账》、《辐射安全保卫制度》、《辐射防护制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作人员培训制度》、《自行检查和年度评估制度》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》、《危险废物管理制度》等。

企业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，开展了辐射环境监测及个人剂量监测，建立了完善的辐射管理档案，并设有专人负责管理。企业从事辐射工作多年，目前尚未发生过辐射事故，表明已制定的辐射安全规章制度是有效的。

为满足本项目需求，企业拟制定《工业 γ 射线探伤安全操作规程》、《 γ 源应急响应方案》、《放射源储存管理办法》、《放射源领取、归还和使用登记制度》、《放射源更换管理规定》、《放射源台账管理制度》、《放射源与探伤机管理台账》、《放射性固体废物管理制度》等规章制度。

综上所述，已制定及拟制定的辐射管理规章制度基本合理，具有一定的可操作性，能够满足本项目的工作需求。

11.3 辐射监测

11.3.1 辐射监测方案

青岛畅隆重型装备有限公司制定有《辐射监测方案》，配备有 X- γ 辐射巡检仪 1 台，根据监测方案对工作场所和周围环境进行监测。监测方案主要内容如下：

1、辐射环境监测方案主要内容

(1) 监测因子

X- γ 辐射剂量率。

(2) 监测频率

定期监测：正常情况下，工作场所周围每年进行 1~2 次例行监测；放射源每次出入贮源库均需进行监测。

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。

(3) 监测范围

曝光室为中心，周围 50m 范围内。

(4) 监测布点

监测点主要涵盖以下几处位置：

- 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，测门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；
- ③探伤室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；
- ④人员经常活动的位置，主要包括控制室及其他人员能到达的位置；
- ⑤ γ 射线探伤机探伤前、后应对探伤机进行状态监测，确保放射源安全归位；
- ⑥探伤机（放射源）出入储源库时，对源容器表面进行监测。

(5) 剂量率控制水平

以 2.5 μ Sv/h 作为剂量率控制水平，如发现超过 2.5 μ Sv/h 的情况，则应暂停使用探伤机并进行调查，查找原因，改善探伤室防护条件。

(6) 监测人员和监测记录

每年 2~4 次例行监测由辐射工作人员负责，监测结果进行记录并存档。

每年委托有资质的单位进行年度检测，检测报告与年度评估报告一起上报环保部门。

2、个人剂量的监督与检测

根据《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）要求，公司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，本项目职业工作人员均应配戴个人剂量计（人手1支，由个人剂量检测单位配发），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。

11.3.2 现有监测落实情况

公司现有辐射工作人员均配有个人剂量计，委托有资质单位每三个月检测一次，出具个人剂量检测报告，并建立有个人剂量档案，检测数据填入个人剂量档案。根据个人剂量检测报告可知，公司现有辐射工作人员个人剂量检测结果均低于20mSv/a的剂量限值。已配备有辐射巡检仪，且定期开展自主检测，并委托有资质单位开展了年度监测。

11.4 辐射事故应急

11.4.1 环境风险事故应急预案

公司根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等法律法规的要求，制定了《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。该预案包括以下内容：

1、辐射事故应急处理机构与职责

为保证发生事故时应急方案能顺利实施，公司成立了辐射应急事故领导小组，成员如下：

组长：欧雍若

副组长：周增辉

组员：姜勇 负责现场事故处理

官保竹 负责联系通报相关主管部门

李寿森 负责现场保卫工作

区专项应急指挥部办公室值班电话：12345

公安部门值班电话：110

卫生部门值班电话：120

消防部门值班电话：119

2、明确辐射事故应急原则

《辐射事故应急预案》中明确辐射事故应急原则，包括以下原则：

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

3、辐射事故应急预案的启动及应急行动的终止

(1) 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、卡源事故、放射源丢失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) 应急行动的终止

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制以下、丢失放射源找回等情况时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。

4、辐射事故应急处理程序

a. 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，及时上报辐射事故应急处理领导小组，并根据事故类型由指定人员向卫生、环保、公安部门报告；

b. 应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

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

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

5、应急处置评估

对应急处置过程进行评估，发现问题及时改正；对应急事故发生原因评估，提出整改措施，及时整改。评估报告留存备查。

11.4.2 环境风险事故培训演习计划

公司拟结合具体情况，根据辐射事故应急预案定期组织应急培训和应急演习。

表 12 结论与建议

12.1 结论

1、青岛畅隆重型装备有限公司位于青岛市平度市东阁街道办事处长江路 87 号。公司现持有辐射安全许可证（鲁环辐证[02112]），许可种类和范围：使用 II 类射线装置；有效期至 2025 年 03 月 23 日。为满足生产需求，公司拟在厂区 2#车间内西南侧建设一处探伤场所（单层建筑），主要包括曝光室（含贮源库）、控制室和洗片室。拟购置 3 台 X 射线探伤机（型号分别为 XXGHA-2005、XXGH-2505、XXGHA-3005）和 1 台 γ 射线探伤机[（ $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ） \times 1 枚 ^{192}Ir]，于曝光室内对除氧器等压力容器进行无损检测。核技术应用类型属使用 II 类放射源、使用 II 类射线装置。本项目的应用有助于提高公司的生产技术和产品质量，具有良好的经济效益和社会效益。

同时根据前文分析及理论计算，本项目采取辐射防护措施，可保证曝光室外辐射水平和人员受照水平控制在标准范围内，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。

2、公司所在厂区已取得不动产权证[鲁（2022）平度市不动产权第 0007998 号]，用地性质为工业用地。本项目建于厂区内，不新增用地，符合土地利用总体规划。探伤工作场所拟建于 2#车间内西南侧，大防护门外即为生产区域，方便生产车间内完成的工件进入曝光室进行探伤。同时根据前文分析，曝光室周围的辐射水平可满足国家相关要求，经墙体屏蔽和距离衰减后，项目运行过程中对周围环境辐射影响较小，因此本项目选址基本合理。

3、现状检测结果表明，本项目拟建场址周围环境 γ 辐射吸收剂量率在（79.7~90.1）nGy/h[即（7.97~9.01） $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$]之间，处于青岛市环境天然放射性水平范围内[原野（4.24~13.00） $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 、室内（3.12~16.16） $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$]。

4、本项目探伤场所为单层建筑，由曝光室（含贮源库）、控制室和洗片室组成，曝光室东西长 24.2m、南北宽 6.2m、高 7.0m，四周墙体均为 90cm 厚的纯混凝土结构，室顶为 60cm 混凝土结构。曝光室东墙中间位置设大防护门 1 个，防护能力为 70mmPb；曝光室西南侧位置设有小防护门 1 个，防护能力为 20mmPb。

贮源库位于曝光室内西南角，贮源库东西净宽 1.5m，南北净长 2.5m，净高 2.0m，南墙、西墙依托曝光室墙体（900mm 厚混凝土），北墙、东墙和室顶均采用 300mm 厚混凝土结构，贮源库防护门设于东侧，为铅钢复合门，手动平开式，防护能力为 20mmPb。储源库防护门上设置电离辐射警告标志，防护门设有门锁，保持在锁紧状态。

曝光室大、小防护门均设计门-机联锁装置、工作状态指示灯及电离辐射警告标志，门机联锁装置需保证正常响应、工作状态指示灯应与探伤机联锁，同时定期进行有效性验证。拟设置 17 个紧急停机按钮，分别位于曝光室北墙（东西向均匀布置 7 个）、曝光室南侧（东西向均匀布置 7 个）、西墙 1 个、迷道内 1 个、操作台 1 个（控制器自带紧急停机开关）。曝光室大防护门内及小防护门内均设计固定式辐射检测系统，并与门-机联锁相联；曝光室室顶西北角、东北角、东南角及贮源库外东墙各设置一处监测摄像头。

曝光室室顶西北角、东南角各设置一个 400mm×400mm 的排风口，外设 30mm 铅当量的防护设施；同时设计机械排风装置，设计排风量为 6000m³/h，设计换气次数约 5 次/h，排风口外设排风管道，废气通过排风管道引至生产车间室顶上方排放。可满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。

5、本项目 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机不同时开机用，探伤工作时只使用一台探伤机。曝光室四周墙体、防护门外、室顶上方及通风口外的辐射剂量率最大为 2.21 μSv/h，满足《工业 γ 射线探伤放射防护标准》（GBZ132-2008）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1.3 款“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μSv/h”的标准要求和本次评价提出的 2.5 μGy/h 的限值要求。

6、本项目投运后，职业人员的年有效剂量不大于 1.38mSv/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。

公众成员的年有效剂量不大于 0.031mSv/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 0.25mSv/a 的管理剂量约束值。

7、曝光室四周 50m 范围内存在 3 处环境保护目标，分别为曝光室南侧 5m 处厂内 3# 车间、北侧 18m 处厂内 1# 车间和西侧 3m 处青岛兴华锦盛包装材料科技有限公司。环境保护目标处人员的附加年有效剂量为 2.43×10⁻³mSv/a，说明本项目运行时对环境保护目标影响甚微。

8、本项目放射性固体废物为退役或废旧的放射源，由供源厂家回收，换源事宜也由供源厂家承担。γ 探伤装置使用年限为 10 年，废旧 γ 探伤装置属于一般固废，由厂家回收。

拍片、洗片过程中产生的废胶片和废显（定）影液属于危险废物，暂存于厂内危废库中，委托有资质单位处置，规范处置后本项目所产生的危险废物不会对周围环境产生影响。

9、公司已成立辐射安全管理机构及辐射安全领导小组，明确辐射安全工作第一责任人和直接负责人。已制定及拟制定的防护制度正常情况下可以确保工作人员和公众成员的安全；已制定的辐射事故应急预案正常情况下可以应对突发事件的发生。

10、公司拟为本项目配备 5 名辐射工作人员，同时负责现有探伤项目；其中 2 人为现有辐射工作人员，且已参加核技术利用辐射安全与防护考核，成绩合格并在有效期内。拟再新增 3 名辐射工作人员，公司拟根据人员到岗情况安排工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，经考核合格后方可上岗。

11、公司已配备有个人剂量计 2 支和 A05464 型 X- γ 辐射巡检仪 1 台，拟再配备个人剂量计 3 支（每人一支，委托个人剂量检测后由检测单位配发）及个人剂量报警仪 2 部。已配备及拟配置的辐射防护器材可满足所从事的辐射活动的需要，公司需定期委托有资质单位对个人剂量及其无损检测工作场所进行监测。

12、本项目的设施较为简单，环境风险因素单一，在拟制定的风险防范措施和相应的事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，在青岛畅隆重型装备有限公司认真落实各项污染防治措施和辐射环境管理计划的基础上，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，该项目的建设是可行的。

12.2 承诺和建议

12.2.1 承诺

- 1、严格按照设计方案建设探伤室及使用探伤机；
- 2、保证门-机联锁装置、工作状态指示灯、电离辐射警告标志、紧急停机按钮等安全设施运行良好，并定期检查；
- 3、再配备个人剂量计 3 支（每人一支，委托个人剂量检测后由检测单位配发）及个人剂量报警仪 2 部；
- 4、严格管理废显（定）影液、废胶片，废显（定）影液和废胶片须交由具有危废处置资质的单位进行处理；
- 5、项目投运后，及时组织开展竣工环保验收工作。

12.2.2 建议

- 1、加强对工作人员的教育和培训，避免辐射事故（件）的发生；
- 2、探伤操作人员，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

经办人签字

公章

年 月 日

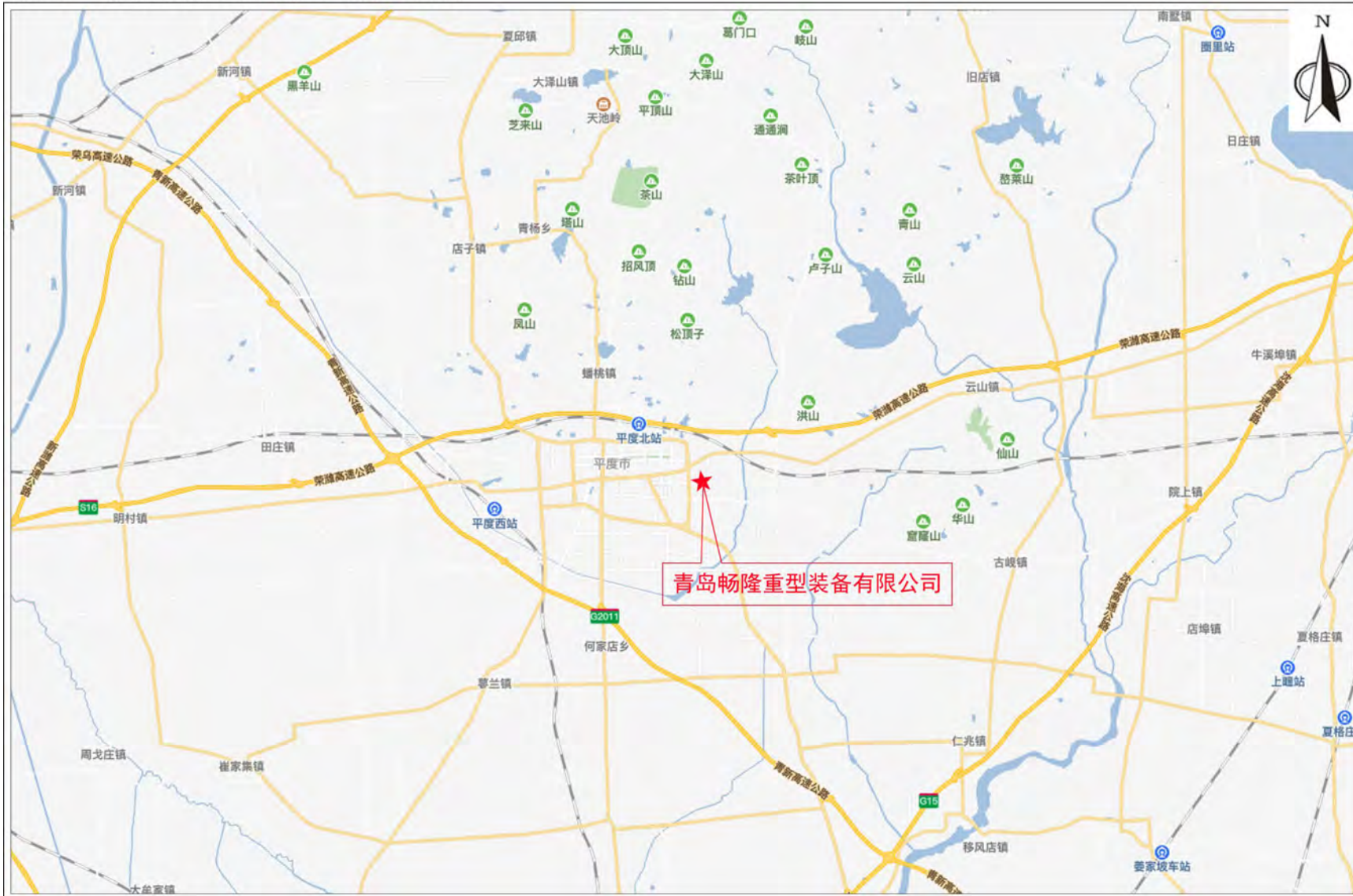
审批意见

经办人签字

公章

年 月 日

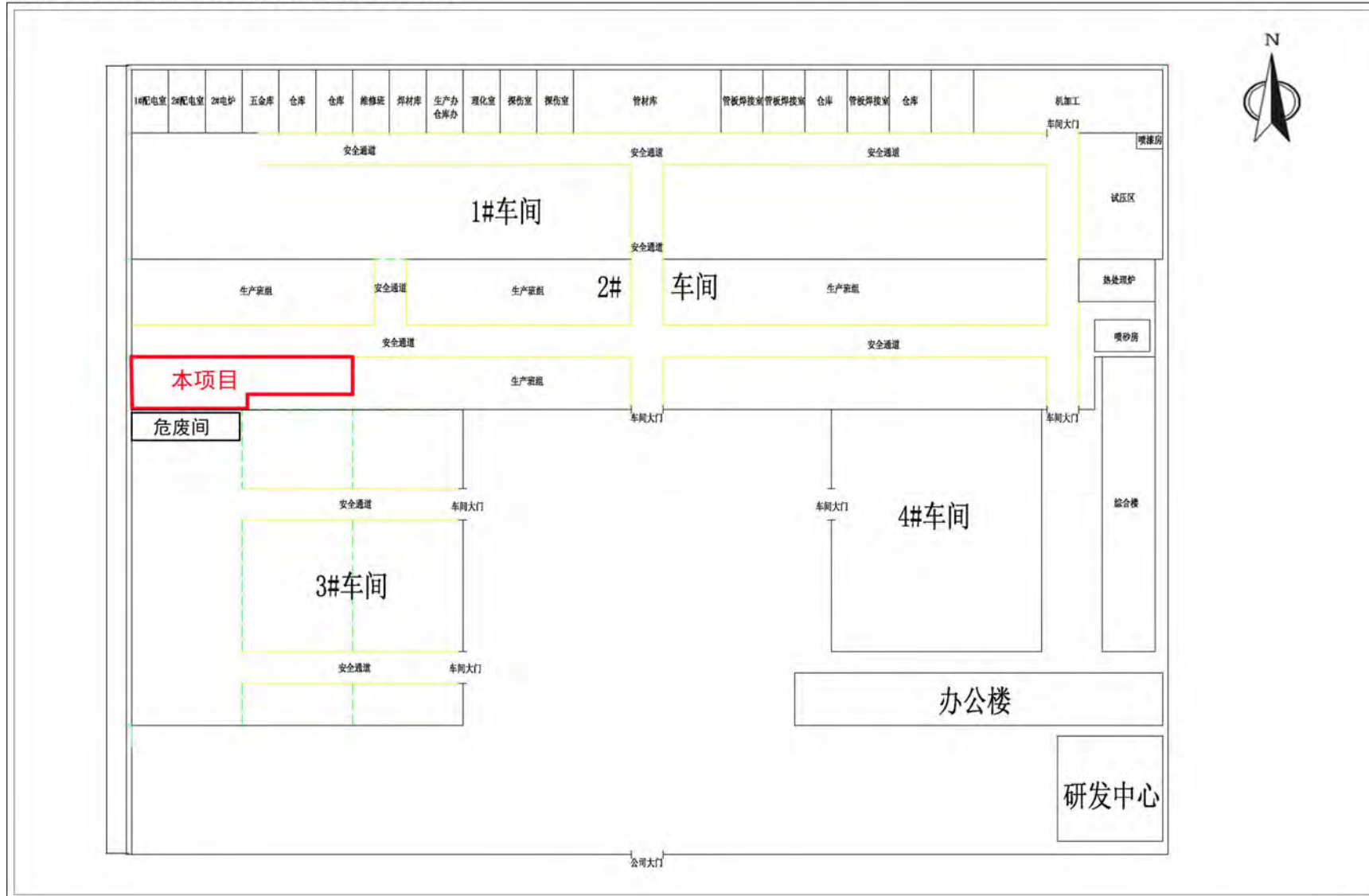
附图1 项目地理位置示意图 比例尺1:300000



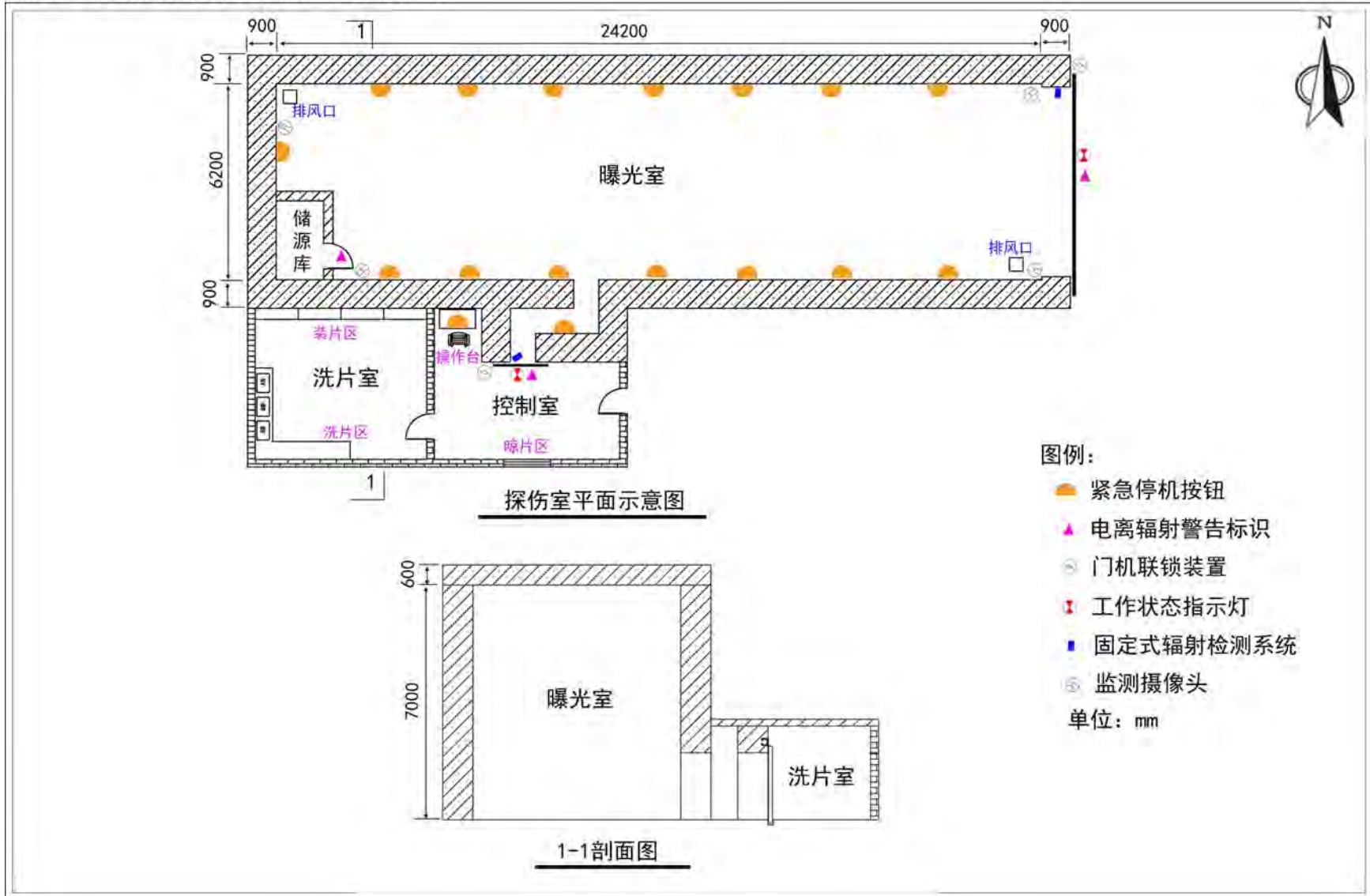
附图2 项目周边关系影像图 比例尺1:5000



附图3 厂区平面布置示意图 比例尺1:1000



附图4 探伤场所布置示意图 比例尺1:150



环境影响评价委托书

委托单位：青岛畅隆重型装备有限公司

被委托单位：山东海美依项目咨询有限公司

工程名称：X 射线探伤机、 γ 射线探伤机及探伤室应用项目

工程地点：青岛市平度市

委托内容：青岛畅隆重型装备有限公司拟在厂区 2#车间内西南侧建设一处探伤场所（单层建筑），主要包括曝光室（含贮源库）、控制室和洗片室。拟购置 3 台 X 射线探伤机（型号分别为 XXGHA-2005、XXGH-2505、XXGHA-3005）和 1 台 γ 射线探伤机[（ $3.7 \times 10^{12}\text{Bq}$ ） \times 1 枚 ^{192}Ir]，于曝光室内对除氧器等压力容器进行无损检测。核技术利用类型属使用 II 类放射源、使用 II 类射线装置。根据《中华人民共和国环境影响评价法》及环境保护行政主管部门的有关规定，该项目需办理环境影响评价手续，现委托贵单位对该项目环境影响进行评价。

特此委托。

委托单位：青岛畅隆重型装备有限公司

2022 年 10 月 15 日

附件 2 土地证



鲁(2022) 平度市 不动产权第 0007998 号

权利人	青岛畅隆重型装备有限公司
共有情况	单独所有
坐落	平度市凤台街道办事处长江路87号
不动产单元号	详见清单
权利类型	国有建设用地使用权/房屋(构筑物)所有权
权利性质	出让/
用途	工业用地/车间
面积	0(共用土地使用权面积)/22953.50(房屋建筑面积)
使用期限	土地使用期 2004年09月28日 起 2054年09月27日 止
权利其他状况	姓名: 青岛畅隆重型装备有限公司 证件号码: 91370283706492748X 单独所有土地使用权面积: 34003.0m ² ;土地独用面积: 34003.0m ²



青岛畅隆重型装备有限公司宗地图

单位: m.m²



2000国家大地坐标系
2022年4月绘图

1:1500

测绘员:孙荣波
检查员:崔振华

附件 3 现有工程环保手续

青岛畅隆电力设备有限公司 X 射线探伤室及探伤机应用项目辐射环境影响报告表

省级环保部门审批意见

鲁辐环表审(2010)41号

经研究,对《青岛畅隆电力设备有限公司 X 射线探伤室及探伤机应用项目辐射环境影响报告表》批复如下:

一、青岛畅隆电力设备有限公司位于山东省青岛市平度市开发区长江路 87 号。该公司现有 1 座探伤室和应用 3 台工业 X 射线探伤机,型号分别为:1 台 XXH-2005(周向)型(管电压:200kV、管电流:5mA)、2 台 XXH-3005(周向)型(管电压:300kV、管电流:5mA)。本批复共涉及 X 射线探伤机 3 台,均属 II 类射线装置,均用于室内(固定场所)作业,该项目性质为已建,此次为补办环评。

二、该项目应严格落实环境影响报告表提出的辐射防护措施、要求和本批复的要求。

1. 辐射环境管理要责任到人。明确企业法人代表为辐射安全工作第一责任人,分管负责人为直接责任人。设立辐射工作岗位,明确岗位职责;建立具有可操作性的设备操作规程、安全管理制度、设备维修维护制度等;建立健全辐射安全管理档案。

2. 加强对工作人员的培训教育和个人剂量监督。辐射工作人员须经过省级环保部门举办的辐射安全防护培训,熟知辐射防护知识,并经培训考核合格后,方能从事辐射工作,同时要具备操作技能,作业时佩戴个人剂量计,并做好个人剂量档案。

3. 定期对探伤室出入口位置设置的电离辐射标志,声光报警仪、工作指示灯及探伤室门和探伤机连锁等辐射安全防护装置进行检查,确保其安全有效运行。探伤机要在使用期限内使用,严禁超期限使用。

4. 配备必要的监测和防护设备,制定并严格执行辐射环境监测计划,定期向环保部门上报监测数据。

5. 每年应对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估,于每年的 1 月 31 日前向省、市、县(市、区)三级环保部门提交年度安全和防护状况评估报告。

6. 公众和工作人员所受照射应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的标准限值。

三、该项目在落实以上意见和要求后,应及时向我厅提出环境保护验收申请,经验收合格后方可投入使用。

四、建设单位应于接到此审批意见后 10 日内,将本审批意见及报告表送青岛市环保局和平度市环保局备案。

经办人:单晓良



山东省环境保护厅

鲁环验〔2013〕23号

山东省环境保护厅 关于青岛畅隆电力设备有限公司 X射线探伤室及探伤机应用项目竣工 环境保护验收的批复

青岛畅隆电力设备有限公司：

你公司《关于核技术应用建设项目竣工环境保护验收申请》及相关材料收悉。经研究，批复如下：

一、青岛畅隆电力设备有限公司位于平度市开发区长江路87号，从事X射线固定(室内)探伤作业。该项目主要内容为：在公司厂房内建设1座X射线探伤室，批准使用3台X射线探伤机，其中1台XXH-2505周向型、2台XXH-3005周向型，均属Ⅱ类射

—1—

线装置。该项目核技术利用总投资约 40 万元，其中环保投资 5 万元，占总投资的 12.5%。

2010 年 3 月，我厅以鲁辐环表审〔2010〕41 号批复了该项目的环境影响报告表。2010 年 3 月 26 日，颁发了辐射安全许可证(鲁环辐证[02112])，准予从事使用 II 类射线装置的活动。

二、2012 年 12 月，山东省辐射环境管理站编制了《青岛畅隆电力设备有限公司 X 射线探伤室及探伤机应用项目竣工环境保护验收监测表》(鲁辐环监 2012 第 051 号)，结论表明：

(一) 辐射安全和防护措施落实情况

1. 落实了辐射安全管理责任制，公司法人代表确定为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人。设立了辐射安全与环境保护管理机构，明确了辐射工作人员，确定了岗位职责。

2. 制定了《放射安全防护制度》、《X 射线装置安全管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《无损检测设备维护检修制度》、《探伤机使用登记制度》、《辐射人员培训制度》、《监测方案》等，建立了射线探伤机使用登记台账，建立了辐射安全管理档案。

3. 探伤室为混凝土结构，四周墙体厚度 60cm，屋顶厚度 30cm；探伤室设置 2 个铅钢复合防护门，均为 12mm 铅当量。探伤室防护门外设有电离辐射警告标志。落实了门-机联锁装置、工作信号指示灯、声光报警仪和紧急停机按钮等安全防护措施。X 射线探伤机存放于探伤室内，车间内设置视频监控系统。

4. 公司现有 3 名辐射工作人员，其中 2 人参加了辐射安全与

防护初级培训，取得了培训合格证书。3 人均配备个人剂量计，建立了个人剂量档案。

5. 配备了 1 台 FJ2000 型个人剂量报警仪，1 台 I-Alert 型辐射监测仪。落实了辐射环境监测计划。

6. 编制了《辐射事故应急预案》，组织进行辐射事故应急演练。

(二) 验收监测结果

1. 探伤机非工作状态下，探伤室及周围 X- γ 空气吸收剂量率处于青岛市天然放射性本底水平范围内。

2. XXH-3005 周向型 X 射线探伤机工作状态下(工作电压 270kV)，探伤室屏蔽墙外 30cm 处 X- γ 空气吸收剂量率符合《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》(GBZ117-2006)的要求。

(三) 个人剂量结果

依据监测结果和 2010 年 4 月到 2011 年 4 月个人剂量累计结果可知，工作人员和公众可能接受的年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。

三、本项目基本落实了环境影响报告表及其批复中的各项要求，辐射安全与防护措施有效，辐射安全管理制度较齐全，验收监测结果满足有关要求，符合建设项目竣工环境保护验收条件，项目竣工环境保护验收合格。

四、你公司应强化辐射工作人员个人剂量档案管理，做到一人一档；加强辐射工作人员的培训和再培训工作，确保工作人员

持证上岗；严格执行辐射环境监测计划，加强辐射环境监测；定期修订和完善辐射事故应急预案并开展应急演练；加强辐射安全和防护设施的维修、维护，建立维修、维护档案；对放射源的安全和防护状况进行年度评估，编写评估报告，于每年1月31日前上报环保部门备案。

五、由青岛市环保局负责对该项目进行日常辐射安全与防护监督检查。



抄送：青岛市环保局，平度市环保局，厅阳光政务中心，省辐射环境管理站，省核与辐射安全监测中心。

山东省环境保护厅办公室

2013年1月21日印发
