

核技术利用建设项目
新增 X 射线探伤机及探伤室应用项目
环境影响报告表
(送审版)

威海市正威机械设备股份有限公司

2026年6月

环境保护部监制

表 1 项目基本情况

建设项目名称		威海市正威机械设备股份有限公司新增 X 射线探伤机及探伤室应用项目			
建设单位		威海市正威机械设备股份有限公司			
法人代表		联系人	邹积威	联系电话	
注册地址		山东省威海市经济技术开发区崮山镇皂埠工业园内 5 号楼			
项目建设地点		山东省威海市经济技术开发区崮山镇皂埠工业园内 5 号厂房，公司铆焊车间内西北角			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		30	项目环保 投资(万元)	15	投资比例(环保 投资/总投资) 50%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积 约 55m ² (探伤室及辅助用房)
应用 类 型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类(医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封 放射性 物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装 置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			

1.1 公司简介

威海市正威机械设备股份有限公司（以下简称“公司”，统一社会信用代码：91371000760978116D）成立于 2004 年 4 月，注册资本壹仟万。公司经营范围为特种设备制造；特种设备设计；特种设备安装改造修理；特种设备销售；炼油、化工生产专用设备制造；石油钻采专用设备制造；石油钻采专用设备销售；工业机器人制造；工业自动控制系统装置制造；工业自动控制系统装置销售；喷涂加工；木制容器制造；木制容器销售；水资源专用机械设备制造；污泥处理装备制造；气体、液体分离及纯净设备制造；船用配套设备制造；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；金属切削加工服务；机械设备销售。

1.2 本项目建设规模

公司拟于铆焊车间内西北角新建一间探伤室及其配套用房（控制室、洗片室及评片室），探伤室与车间西墙距离为 1m，与车间北墙距离为 3m，拟购置 2 台 X 射线探伤机（1 台 XXG-3505 型定向 X 射线探伤机、1 台 XXGH-3505 型周向 X 射线探伤机）于探伤室内对公司生产的压力容器及机械设备备件进行无损检测，每次最多于探伤室内使用 1 台 X 射线探伤机。本项目射线装置情况详见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置一览表

序号	名称	型号	类别	数量（台）	最大管电压	最大管电流	备注	照射方向
1	X 射线	XXG-3505	II类	1	350kV	5mA	拟购	定向向南
2	探伤机	XXGH-3505	II类	1	350kV	5mA	拟购	南北周向

经现场勘查，本项目探伤室尚未建设，探伤机尚未购置。根据环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号《关于发布射线装置分类的公告》，本项目 X 射线探伤机属于 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“五十五、核与辐射—172、核技术利用建设项目”中“使用 II 类射线装置的”，应编制环境影响报告表。

1.3 选址合理性和实践正当性分析

1.3.1 选址合理性分析

公司主体项目为“威海市正威机械设备有限公司压力容器项目”，本项目为公司主体项目的配套项目。根据公司提供的厂区租赁协议及土地证明：威环集用（2003）字第 066 号，公司厂区所在地为威海经济技术开发区崮山镇皂埠社区集体用地，厂房用途为工业用地（详见附件 3）。

本项目探伤室拟建于厂区铆焊车间内西北侧，位于车间内部，不新增用地，根据《威海市人民政府关于威海经济技术开发区崮山镇国土空间规划（2021-2035）的批复》（威政字〔2024〕47 号），对照“崮山镇国土空间用地布局规划图”，本项目所在区域土地规划用途为工业用地（详见附图 5），因此选址符合规划及用地要求。

探伤室拟建位置南侧为铆焊车间内部（工件暂存区）、机加工车间、厂区外道路等，东侧为铆焊车间内部（工件暂存区、生产区）、铆焊车间外空地、门卫、厂区外道路等，北侧为探伤室配套用房、包装车间、厂区外道路、东诺体育用品有限公司，西侧为铆焊车间内夹道、东港汽修厂，探伤室的建设位置位于铆焊车间内西北角，邻近生产区及工件暂

存区，便于上下游工序的衔接。探伤室拟建位置四周 50m 范围内存在包装车间、机加工车间、办公室、门卫、东港汽修厂、东诺体育用品有限公司、威海五善渔具有限公司及项目所在铆焊车间等环境保护目标。同时根据下文分析，本项目探伤室周围及环境保护目标处的辐射水平可以满足国家相关标准要求，因此本项目选址基本合理。

本项目所在厂区地理位置示意图见附图 1，本项目探伤室周边关系影像图见附图 2。

1.3.2 实践正当性分析

本项目使用 X 射线探伤机对公司生产的压力容器及机械设备备件进行无损检测，项目投入使用后，可以更好地满足公司高质量的探伤检测要求，在评判生产产品好坏的同时提高产品的质量，为公司创造更大的经济效益；且经后续理论分析，工作场所周围的辐射水平及人员受照剂量能满足相应标准要求，因此，本项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源基本标准》（GB18871-2002）中的辐射防护“实践正当性”的要求。

1.4 产业政策符合性分析

公司主体项目为“威海市正威机械设备有限公司压力容器项目”，项目产品为压力容器设备及机械加工配件，年产量为压力容器 100 套，机械设备备件 2000 套，产品直径不大于 2.0m，产品长度不大于 4m。原威海市环境保护局经区分局于 2017 年 12 月 3 日以威环经管表[2017]12-1 号对该项目进行了批复，项目于 2018 年 5 月 21 日完成竣工环境保护验收，项目不属于限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策。

本项目为使用 X 射线探伤机于探伤室内对公司生产的压力容器及机械设备备件进行无损检测，属公司主体项目的配套项目，因此符合国家产业政策。

1.5 评价目的

- （1）评价项目在运行过程中对工作人员及公众成员所造成的辐射影响；
- （2）评价辐射防护措施效果，提出减少辐射危害的措施，为生态环境行政主管部门的管理提供依据；
- （3）通过项目辐射环境影响评价，为建设单位保护环境和公众利益给予技术支持；
- （4）对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；
- （5）评价项目的可行性，从环境保护角度为生态环境主管部门和建设单位进行辐射环境管理提供科学依据。

1.6 任务的由来

为满足生产需求，保证生产产品质量，公司拟建设探伤室，于探伤室内使用 X 射线探伤机对公司生产的压力容器及机械设备备件焊缝进行无损检验。由于 X 射线在穿透物体过程中与物质发生相互作用，缺陷部位和完好部位的透射强度不同，底片上相应部位会呈现黑度差，评片人员则根据黑度变化判断缺陷情况并评价焊接焊缝的质量。通过及时检测和信息反馈，使焊接人员及时调整焊接方法和工艺参数，从而保证焊接质量。

X 射线探伤机在工作过程中可能对环境产生一定的辐射影响。为保护环境和公众利益，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规对伴有辐射建设项目环境管理的规定，威海市正威机械设备股份有限公司委托和盛环境技术（威海）有限公司对其 X 射线探伤机及探伤室应用项目进行辐射环境影响评价。接受委托后，在进行现场调查与核实、辐射环境现状检测、收集和分析有关资料、预测估算等基础上，依照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）编制了该项目的环境影响报告表。

1.7 原有核技术利用项目情况

公司无其他核技术利用项目应用，本次属首次开展核技术利用建设项目。

表 2 射线装置

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 台	XXG-3505	350kV	5mA	无损检测	探伤室	定向向南
2	X 射线探伤机	II 类	1 台	XXGH-3505	350kV	5mA	无损检测		南北周向

表 3 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废胶片 (HW16 900-019-16)	固态	/	/	/	182kg	/	铆焊车间内东南侧 公司现有危废暂存 间内	委托具有危废处置资质 的单位处理
废显（定）影液 (HW16 900-019-16)	液态	/	/	/	400kg	/		
清洗废水 (HW16 900-019-16)	液态	/	/	/	800kg	/		
非放射性废气（O ₃ 、 NO _x ）	气态	/	/	/	/	/	/	通过探伤室排风装置沿 排风管道排至铆焊车间 西墙外环境

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/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 4 评价依据

法规文件	1. 《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 3 月 12 日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过，2026 年 8 月 15 日起施行。《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》同时废止）； 2. 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2015.1.1 起施行； 3. 《中华人民共和国环境影响评价法(2018 年修订)》，中华人民共和国主席令第 24 号，2018.12.29 起施行； 4. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号；2003.10.1 起施行； 5. 《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 起施行； 6. 《建设项目环境保护管理条例(2017 修订)》，国务院令第 682 号，2017.10.1 起施行； 7. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 版)，生态环境部令第 16 号公布，2021.1.1 起施行； 8. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005.12.1 起施行，国务院令第 709 号修订，2019.3.2 起施行； 9. 《关于发布<射线装置>分类的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，2017 年第 66 号，2017.12.6 起施行； 10. 《国家危险废物名录（2025 年版）》，2025.1.1 施行； 11. 《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，2022.1.1 施行； 12. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021.1.4 第四次修订并施行； 13. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011.5.1 起施行； 14. 《山东省环境保护条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第 41 号，2019
------	--

	年 1 月 1 日起施行； 15. 《山东省辐射污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第 37 号，2014. 5. 1 施行； 16. 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2023 年 12 月 27 日发布，2024 年 2 月 1 日起施行； 17. 《山东省固体废物污染环境防治条例》，2026 年 7 月 23 日山东省第十四届人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过，2026 年 8 月 15 日起施行。
技术标准	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）； 2. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）； 3. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）； 4. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）； 5. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； 6. 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； 7. 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）； 8. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）。
其他	1. 威海市正威机械设备股份有限公司新增 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响评价委托书； 2. 威海市正威机械设备股份有限公司提供的探伤室设计资料等； 3. 《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 5 保护目标与评价标准

5.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）规定要求：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”。

本项目为在探伤室内使用Ⅱ类射线装置，评价范围为探伤室四周屏蔽体外 50m 的范围。

5.2 保护目标

本项目保护目标为评价范围内活动的职业人员和公众成员。其中职业人员为在探伤室北侧控制室、洗片室及评片室内进行探伤相关作业的辐射工作人员及公司辐射安全管理人员；公众成员为探伤室东侧及南侧铆焊车间内其他区域的本厂员工、北侧包装车间及东诺体育用品有限公司内的公众、南侧机加工车间内的公众、西侧东港汽修厂及威海五善渔具有限公司的公众、公司门卫、公司办公室位置处公众以及探伤室评价范围内偶然经过的其他公众成员

保护目标情况见表 5-1。

表 5-1 探伤室周围主要保护目标情况

保护目标		人员数量	方位、距离	环境特征
职业人员		3 人	探伤室北侧洗片室、控制室、评片室内工作的辐射工作人员	——
公众成员	铆焊车间	约 10 人	探伤室所在车间	单层钢结构厂房
	包装车间	约 10 人	探伤室北侧，约 3m	单层钢结构厂房
	机加工车间	约 10 人	探伤室南侧，约 20m	单层钢结构厂房
	办公室	约 10 人	探伤室东南侧，约 40m	三层砖混结构（局部单层钢结构）
	门卫	约 10 人	探伤室东侧，约 40m	双层钢结构
	东港汽修厂	约 5 人	探伤室西侧，约 1m	多处单层尖顶砖混结构建筑，高约 3m
	东诺体育用品有限公司	约 10 人	探伤室北侧，约 40m	1 处双层尖顶砖混结构建筑，高约 7m；2 处单层钢结构建筑，高约 8m
	威海五善渔具	约 5 人	探伤室西侧，约 49m	1 处单层尖顶砖混

	有限公司			结构建筑，高约 4m
	探伤室外偶然 经过的其他公 众	——	0~50m	——

5.3 评价标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

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；

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；

本次评价以上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4（5mSv）作为职业人员的年管理剂量约束值；以公众照射年有效剂量限值的 1/10（0.1mSv）作为公众成员的年管理剂量约束值。

2. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

4 使用单位放射防护要求

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

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。

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

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

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

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

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

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）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-γ剂量率仪。

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

参考以上标准，本次评价以 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 作为探伤室四周屏蔽体及防护门外各关注点的剂量率参考控制水平；本项目探伤室为单层建筑，高约 4.4m，上方无人员到达，本次以 $100 \mu\text{Sv/h}$ 作为探伤室室顶外关注点的剂量率参考控制水平。

4. 环境天然辐射水平

根据山东省环境监测中心站对山东省环境天然放射性水平的调查，烟台市（含威海市）环境天然γ空气吸收剂量率见表5-2。

表5-2 烟台市（含威海市）环境天然γ空气吸收剂量率 单位： $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$

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

注：表中数据摘自《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》，山东省环境监测中心站，1989年。

表 6 环境质量和辐射现状

6.1 项目地理位置

威海市正威机械设备股份有限公司拟于公司铆焊车间内西北角新建一座探伤室及其配套用房（控制室、洗片室、评片室），于探伤室内使用 X 射线探伤机对公司生产的压力容器及机械设备备件的纵、环焊缝处进行室内无损检测。

探伤室四周情况详见表 6-1，现场勘查时探伤室拟建区域周围现状照片见图 6-1。公司厂区平面布置图见附图 3，探伤室所在铆焊车间平面布置图见附图 4。

表 6-1 本项目探伤室拟建区域周围环境一览表

名称	方 向	场 所 名 称	距探伤室距离
探伤室	南 面	铆焊车间内部（工件暂存区）、机加工车间、厂区外道路	0~50m
	西 面	铆焊车间内夹道	0~1m
		东港汽修厂、厂区外道路、威海五善渔具有限公司	1~50m
	北 面	洗片室、控制室、评片室	0~3m
		包装车间、厂区外道路、东诺体育用品有限公司	3~50m
	东 面	铆焊车间内部（工件暂存区、生产区）、车间外空地、门卫、厂区外道路	0~50m
	东南侧	办公室	40~50m

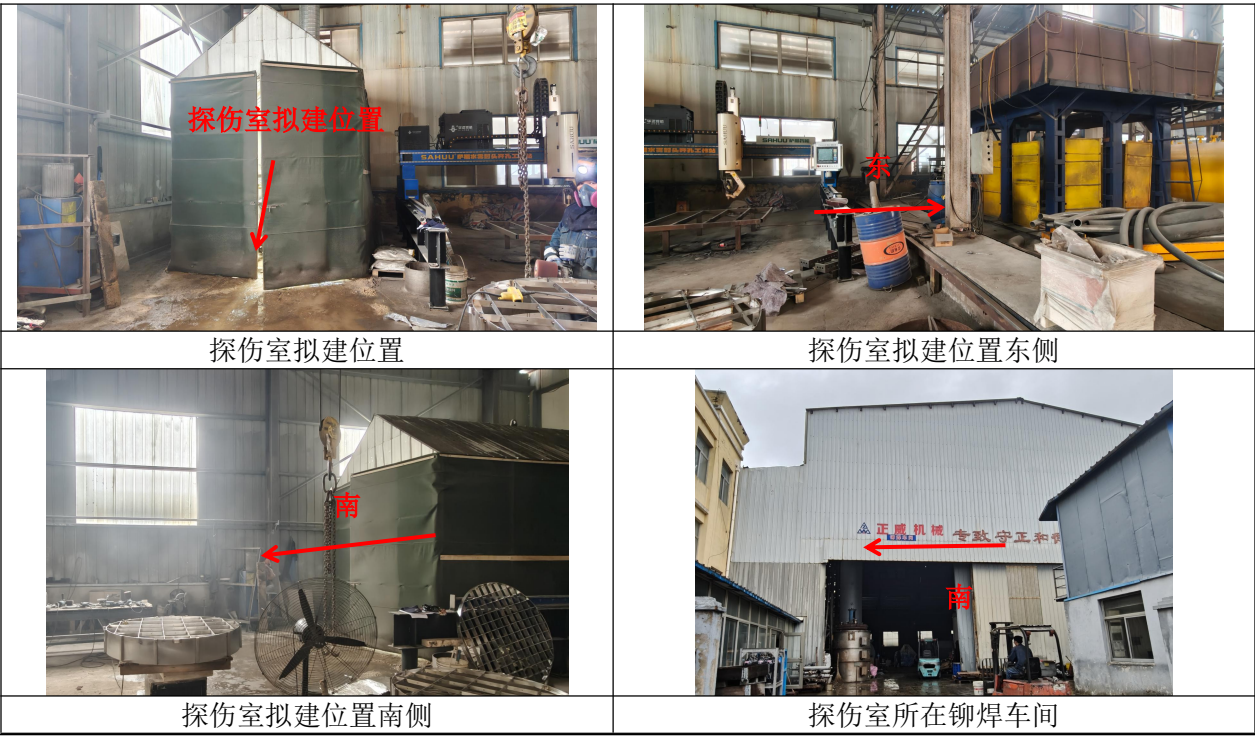




图 6-1 本项目探伤室拟建区域周围现状照片（拍摄于 2026 年 5 月）

6.2 环境质量和辐射现状

6.2.1 检测方案

经现场勘查，本项目探伤室未开工建设，探伤机未购置。本次仅对探伤室拟建区域周围及环保目标处的 γ 辐射空气吸收剂量率进行检测。检测方案如下所示：

1. 环境现状评价对象

探伤室拟建区域周围及环境保护目标处的辐射环境现状。

2. 检测因子

γ 辐射空气吸收剂量率。

3. 检测点位

本项目探伤室尚未建成，本次评价只进行项目场址现状值检测，在探伤室拟建区域及

周围环境保护目标处布设 12 个检测点，检测布点见图 6-2。



图 6-2 探伤室检测点位布置图

6.2.2 质量保证措施

1、检测单位

本次评价委托具备辐射检测资质的山东益景检测技术有限公司开展检测，该公司已取得生态环境认证。

2、检测仪器

仪器名称：便携式 X、 γ 剂量率仪；

型号：HD-2005；

编号：A-2020-02；

量程范围： $(1 \sim 50000) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ；

能量响应：30keV $\sim$ 3MeV；

检定单位：山东省计量科学研究院；

检定证书编号：Y16-202600914；

检定有效期至：2027 年 4 月 8 日。

3、检测方法

依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）的要求和方法进行现场测量。将仪器接通电源预热 15min 以上，仪器探头离地 1m，设置好测量程序，仪器自动读取 10

个数据，计算均值和标准偏差。

4、其他保证措施

本次由两名检测人员共同进行现场检测，由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。检测时获取足够的数量，以保证检测结果的统计学精度。建立完整的文件资料、仪器校准（测试）证书、检测布点图、测量原始数据、统计处理记录等全部保留，以备复查。检测报告严格实行多级审核制度，经过校对、审核，最后由授权签字人审定。

6.2.3 检测时间与条件

2026 年 5 月 26 日，天气：阴，气温：19.1℃，相对湿度 82.4%。

6.2.4 检测结果

γ 辐射空气吸收剂量率现状值检测结果见表 6-2。

表 6-2 探伤室拟建位置及周围 γ 辐射空气吸收剂量率检测结果 单位： $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$

检测点位	点位描述	平均值	标准差
A1	探伤室拟建位置（室内）	9.0	0.2
A2	探伤室拟建位置东侧（室内）	8.6	0.5
A3	探伤室拟建位置南侧（室内）	9.9	0.2
A4	探伤室拟建位置北侧（室内）	9.5	0.3
A5	探伤室拟建位置西侧（室内）	10.1	0.3
A6	包装车间（室外）	9.0	0.2
A7	门卫（室外）	8.3	0.5
A8	办公室（室外）	8.7	0.3
A9	机加工车间（室外）	8.0	0.3
A10	东诺体育用品有限公司（室外）	8.6	0.2
A11	东港汽修厂（室外）	8.8	0.3
A12	威海五善渔具有限公司（室外）	8.6	0.2

注：1、检测结果已扣除宇宙射线响应值 $2.9 \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ；

2、宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8。

6.2.5 环境现状调查结果评价

由表 6-2 的检测数据表明，本项目探伤室拟建位置、拟建位置四周等室内点位处的 γ 辐射空气吸收剂量率现状值为 $(8.6 \sim 10.1) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，处于烟台市（含威海市）环境天然放射性水平范围内[室内 $(4.56 \sim 20.53) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$]；周边环境保护目标等室外点位处的 γ 辐射空气吸收剂量率现状值为 $(8.0 \sim 9.0) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，处于烟台市（含威海市）环境天然放射性水平范围内[道路 $(1.94 \sim 20.14) \times 10^{-8}\text{Gy/h}$]。

表 7 项目工程分析与源项

7.1 施工期工艺流程简述

本项目探伤室拟建位置现建设有一处板房，施工期拟将板房拆除后新建探伤室及其配套用房，探伤室墙体为混凝土结构，配套用房为彩钢结构，施工期建设内容为探伤室及其配套用房（控制室、评片室、洗片室等）。施工期主要建设内容包括探伤室的主体工程 and 辐射防护工程建设、安全防护设施的安装以及控制室建设等，施工期可能的污染因素主要为噪声、扬尘、施工废水、生活污水、固体废物等常规污染因素，不涉及辐射影响。施工期工艺流程及产污环节见图 7-1。

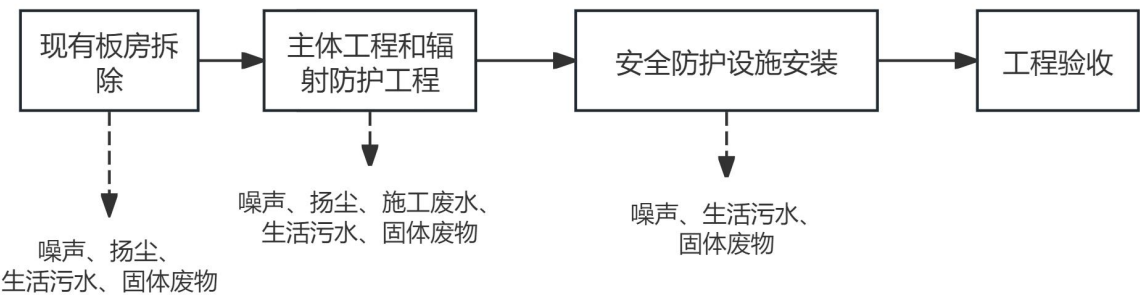


图 7-1 施工期工艺流程及产污环节

7.2 运营期工艺流程简述

7.2.1 X 射线探伤机简介

1. X 射线探伤机结构

X 射线探伤机主要由 X 射线发生器、控制器、连接电缆及附件组成。控制器采用了先进的微机控制系统，可控硅规模快速调压，主、副可控硅逆变控制及稳压、稳流等电子线路和抗干扰线路，工作稳定性好，运行可靠。

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 7-2。

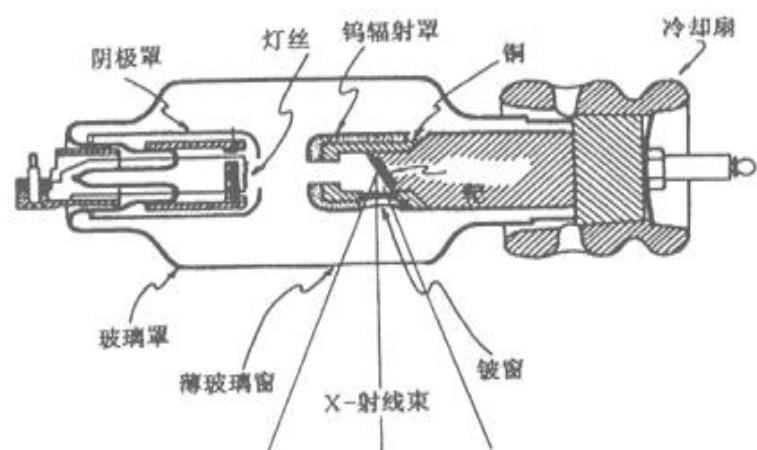


图 7-2 典型的 X 射线管结构图

3. 探伤原理

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的检测装置。X 射线管产生的 X 射线穿透被检测工件的焊缝，当射线在穿过焊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黑度差显示焊缝所在的位置，X 射线探伤机就据此实现探伤目的。

4. X 射线探伤机主要技术参数

本次评价涉及 1 台 XXH-3505 型定向 X 射线探伤机及 1 台 XXGH-3505 型周向探伤机。本项目探伤机主要技术参数见表 7-1。

表 7-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数表

型号	输出电压 (kV)	最大管电流 (mA)	焦点尺寸 (mm)	最大穿 A3 钢 厚度	靶体类型	射线管辐射角	照射方向	工作场所
XXG-3505	170~350(连续可调)	5	2.5×2.5	55mm	锥靶	40° +5°	定向 向南	探伤 室
XXGH-3505	170~350(连续可调)	5	1.0×6.0	55mm	平靶	30° × 360°	南北 周向	

7.2.2 工作流程

X 射线探伤机每隔一段时间后需进行训机，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。

开始探伤前，工作人员先将待探伤物件的焊缝处贴上胶片，然后用平板拖车将被检测工件移动至探伤室内预定位置，工作人员佩戴个人剂量计、个人剂量报警仪进入探伤室。将探伤机置于检测位处。人员全部离开探伤室，关闭探伤室工件进出防护门、工作人员进出防护门，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。工作人员佩戴个人剂量报警仪进入探伤室内，移动探伤机至下一处已贴胶片的焊缝处，重复上述步骤。探伤工作完成后，利用平板拖车将探伤工件从探伤室工件进出防护门运出，完成工件探伤；辐射工作人员冲洗胶片、观察胶片、出具探伤报告。

X 射线探伤机日常存放于所在探伤室内，不另行设置贮存场所。

本项目探伤室东西净长 5.0m、南北净宽 4.0m，探伤室东墙设置有一处防护门洞，门洞尺寸为 2800mm×3400mm（宽×高），门洞处安装有一扇电动平移式工件进出防护门，探伤工件尺寸最大为 $\phi 2000\text{mm} \times 4000\text{mm}$ ，材质为钢结构，厚度不超过 50mm，探伤室内部及门洞尺寸满足探件最长要求，因此本项目不会存在开门探伤的情况。

本项目探伤工作流程示意图见图 7-3。

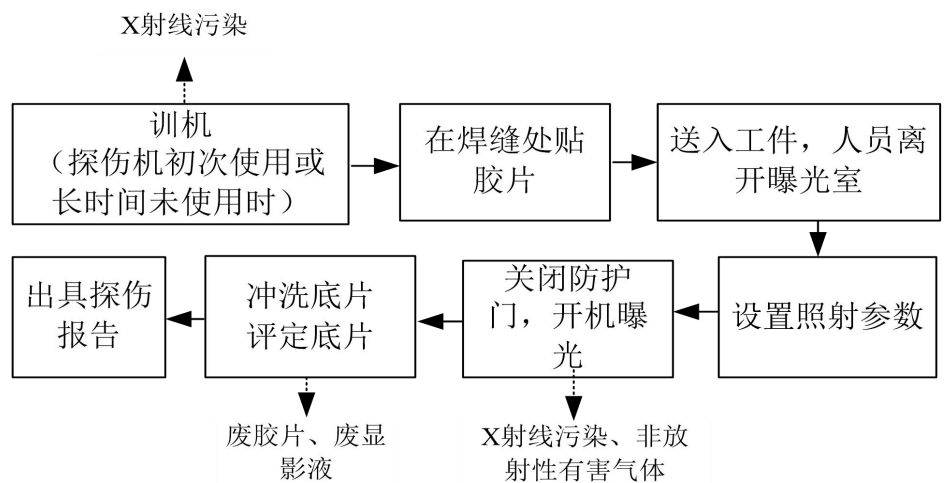


图 7-3 X 射线探伤机工作流程及产污环节示意图

7.2.3 工作负荷和人员配置

根据公司提供的资料，本项目探伤室工作负荷如下：

本项目探伤室检测的工件主要为压力容器及机械设备备件的纵、环焊缝处，检测方式为抽检，年最大检测工件数量为 1000 个，检测位置为焊缝处，每个工件最多曝光 10 次，每次曝光 3min，则探伤室内探伤机年最大开机时间为 $1000 \times 10 \times 3\text{min} = 30000\text{min} = 500\text{h}$ ，同时考虑每台设备每年约 2h 的训机和曝光曲线制作时间，则本项目探伤室内探伤机年累计最大开机时间为 504h。本项目定向探伤机每次最多拍摄一张胶片，周向探伤机每次可

拍摄多张胶片，根据建设单位提供的资料，探伤室内最多同时使用 1 台探伤机，项目年拍片数约 20000 张，每张胶片约 10g，则本项目每年拍片约 200kg。

项目两台探伤机位于一个探伤室内，每次最多使用一台，因此，公司拟为本项目探伤室配备 2 名探伤工作人员及 1 名辐射安全管理人员，目前人员尚未确定，待人员确定后，公司拟安排辐射工作人员于国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习，并参加考核，经考核合格后方可上岗。

7.3 污染源项描述

7.3.1 施工期污染因素分析与评价因子

1. 噪声

本项目施工期噪声主要来自现有板房拆除、混凝土搅拌、浇筑以及辅助器材拆卸等几个阶段，主要噪声源为混凝土搅拌机等各种建筑施工机械运转时的噪声以及建筑材料运输过程中的交通噪声，另外还有突发性、冲击性、不连续性的敲打撞击噪声。

2. 扬尘

在建设施工期需进行的建筑材料混合、混凝土浇筑等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械设备和厂内运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。

3. 废水

施工期废水主要来自两个方面：一是施工泥浆废水，二是施工人员的生活废水，施工泥浆废水主要来自混凝土养护。本项目建设内容较为简单，废水产生量较小。

4. 固体废物

固体废物主要是现有板房拆除和新探伤室建设过程中的建筑垃圾和施工人员的生活垃圾，本项目建设内容较为简单，固体废物产生量较小。

综上，施工期主要环境影响评价因子为：施工噪声、施工扬尘、废水和固体废物。

7.3.2 运营期污染因素分析与评价因子

1. 放射性废物

本项目不产生放射性固体废物、放射性废水和放射性废气。

2. X 射线

X 射线探伤机开机后产生 X 射线，对周围环境产生辐射影响，关机后 X 射线随之消失。

3. 非放射性污染因素分析

系统产生的 X 射线会使空气电离。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。本项目中，臭氧和氮氧化物的产生量均较小。

此外，探伤完成后的洗片、评片过程会产生废显（定）影液、清洗废水和废胶片，属于《国家危险废物名录》（2025 年）规定的危险废物，废物类别为““HW16 感光材料废物”，废物代码为“900-019-16”，为其他行业产生的废显（定）影剂、胶片及废像纸。根据公司提供的资料，结合本项目的工作负荷，本项目探伤室预计年拍片数约 2 万张，保守按洗 1000 张片用 20kg 显(定)影液考虑，经估算项目工作过程中每年产生的废显(定)影液约 400kg/a，预计每年产生清洗废水 800kg（按照废显影液和废定影液使用量的 2 倍进行估算）。废片率按 10% 计算，每年产生废胶片约 2000 张，一张废胶片 10g，共约 20kg。根据《承压设备无损检测 第 1 部分：通用要求》(NB/T47013.1-2015)中第 7.3.3 条款要求，无损检测记录的保存期应符合相关法规标准的要求，且不得少于 7 年。7 年后若用户需要，可将原始检测数据转交用户保管。经与建设单位核实，本项目年拍摄完好的胶片约 18000 张，存档期限为 7 年。存档满 7 年后的胶片最终处理方案分 2 种：①如用户需要，公司将此类胶片转交用户保管，占比约 10%，即 1800 张胶片；②如用户不需要，公司将此类胶片作为危险废物交由有资质的单位处置，占比约 90%，即 16200 张胶片。基于本项目运行的第 8 年开始，同一年既有探伤洗片产生的废胶片，又有存档期满后产生的废胶片，本次评价保守考虑来核算废胶片年产生量，即 18200 张（182kg），公司可将此类胶片作为危险固废交由有资质单位处理处置。

综上所述，本项目运营期环境影响评价的评价因子为 X 射线、非放射性有害气体、废胶片、废显（定）影液及清洗废水，评价重点为 X 射线。

表 8 辐射安全与防护

8.1 项目安全与防护

8.1.1 平面布置

本项目探伤室为单层建筑，东西净长 5.0m、南北净宽 4.0m、净高 4.0m；探伤室东墙设置有防护门，用于工件和人员进出。探伤室北侧配套建设本项目控制室、洗片室及评片室，拟于探伤室内使用 X 射线探伤机进行室内无损检测，定向探伤机主射束定向南照射，周向探伤机南北周向照射，经下文分析，本项目 2 台探伤机均不直射探伤室防护门及控制室内控制台，本项目探伤室平面布局合理，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 6.1.1 款要求。

探伤室平面布置及分区示意图见图 8-1。

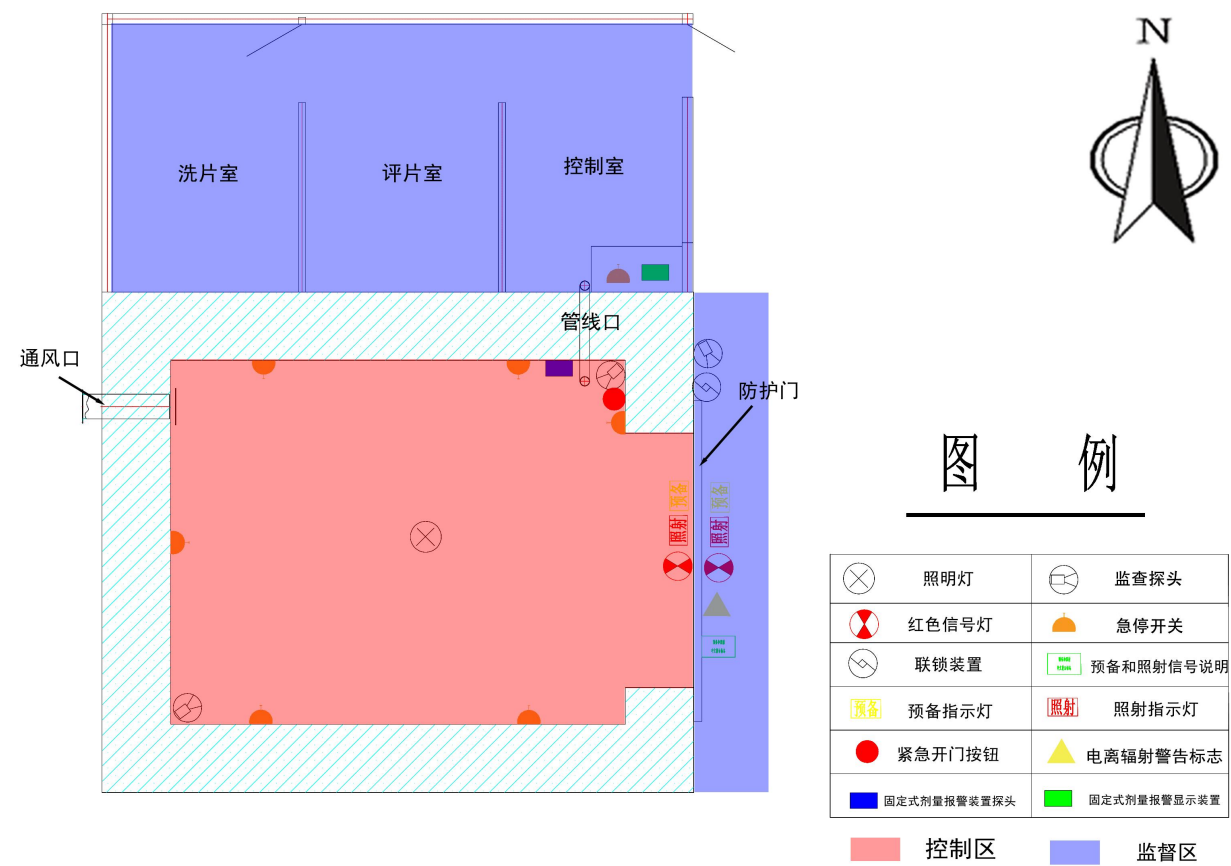


图 8-1 本项目探伤室平面布置及安全联锁示意图

8.1.2 项目分区

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中规定，“应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求”。公司拟对本项目进行分区管理，具体如下：

公司拟将探伤室内部划分为控制区，并在控制区的进出口以及其他适当位置设立醒目的电离辐射警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示；拟将探伤室北侧的控制室、洗片室、评片室及探伤室东侧防护门外 1m 等区域划分为监督区，在监督区入口的适当地点设立表明监督区的标牌并在无明确边界地面画黄实线进行标识。

8.1.3 防护设计

根据公司提供的设计图纸，本项目探伤室防护设计见表 8-1。

表 8-1 探伤室防护设计一览表

探伤室	项目	内容
探伤室	尺寸	探伤室东西净长 5.0m、南北净宽 4.0m、净高 4.0m，净容积约 89m ³ 。
	四周墙体及室顶	四周墙体均为 750mm 混凝土，室顶为 400mm 混凝土
	工件进出防护门	探伤室东墙设置有 1 处防护门，用于工件机人员进出。防护门为电动平移式，铅钢复合结构，防护能力为 20mmPb，门体尺寸为 3.2×3.8m（宽×高），门洞尺寸 2.8m×3.4（宽×高）。防护门与墙体上、下、左、右侧搭接量均为 20cm，防护门与防护面之间的缝隙小于 1cm，搭接量与缝隙比例大于 10：1，可满足防护要求。
	机械排风装置	探伤室西墙北侧上方设置有 1 处通风口，尺寸为 273mm×273mm，内置排风扇，距地约 3.5m，距北墙约 0.5m，排风口外设 20mmPb 防护罩。设计有效通风换气量 400m ³ /h，探伤室净容积约 89m ³ ，有效通风换气次数大于 3 次/h。探伤室内废气通过排风口沿排风管道排至铆焊车间外环境，排风口末端距地约 3.5m，该处为车间外夹道，属于非人员密集区，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 6.1.10 的管理要求。
	管线口	本项目管线口位于探伤室北墙偏东位置下方，地下 U 型穿墙。

8.1.4 其他安全环保措施

本项目辐射安全环保措施见表 8-2。

表 8-2 本项目辐射安全环保措施一览表

《工业探伤放射防护标准》 （GBZ 117-2022）要求	本项目探伤室
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	本项目控制台位于探伤室东北侧，探伤室内定向 X 射线机定向向南照射，周向 X 射线探伤机南北周向

探伤室分开。	照射，经分析，有用射束不照射控制台处。控制台能够避开有用线束照射。
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。	本项目探伤室防护门设有门-机联锁装置，本项目两台探伤机均与防护门联锁，防护门均关闭后才能进行探伤作业，在探伤过程中防护门被意外打开，探伤机可立刻停止出束，防护门关闭后探伤机不能自动开始出束。本项目两台探伤机不同时使用，防护门的门机联锁与探伤机控制台控制系统串联，门一旦被打开控制台高压断开，探伤机立刻停止出束。防护门内侧均设有紧急开门按钮，可确保紧急情况下探伤室内工作人员离开。
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。	本项目探伤室防护门外侧及探伤室内均安装工作状态指示灯和声音提示装置，与X射线探伤机联锁，并与场所内使用的其他报警信号有明显区别，“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。探伤室屏蔽体外及控制台处均张贴有“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。	本项目探伤工作场所拟配备视频监控系统，监控摄像头拟分别安装于探伤室内顶部西南角、东北角机防护门外，专用显示屏安装于控制台处，工作期间可以实时观察探伤室内及探伤室出入口的情况。
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。	拟于探伤室防护门外侧张贴有电离辐射警告标志，并拟张贴“辐射工作场所，无关人员工作期间禁止进入”警示牌。
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。	本项目探伤室北墙西侧、北墙东侧、南墙西侧、南墙东侧、西墙中间位置及东墙北侧各设置有1处急停按钮，控制室内控制台处设置有1处急停按钮，每个急停按钮将标明功能和使用方法，确保出现紧急事故时能立即停止照射。
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。	本项目探伤室西墙北侧上方设置有1处排风口，排风口处安装有机机械排风装置，排风量为400m ³ /h。排风管内设有排风口铅防护罩，探伤室内废气可经排风口沿排风管道排至铆焊车间西墙外环境，排风口末端距地约3.5m，该处为厂房间夹道，非人员密集区。探伤室净容积约89m ³ ，每小时有效通风换气

	次数大于 3 次。
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本次拟配置 1 个固定式场所辐射探测报警装置，固定式场所辐射探头位于探伤室北墙偏东位置，显示装置位于控制台处。

根据表 8-2 可知，本项目探伤室安全防护设施能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）有关安全防护要求。本项目安全联锁布置图见图 8-1，

除硬件安全防范措施外，公司还加强了以下几个方面的辐射安全防护措施：

1、根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021.1.4 第四次修订并施行）；中第十六条第五款要求，企业配备的防护用品和监测仪器需满足探伤工作的要求。对从事与放射性和射线装置有关的职业人员要求随身佩戴个人剂量计，以监督个人剂量的变化情况，控制接受剂量，保证职业人员的健康水平。公司拟为本项目配置个人剂量报警仪 2 部、X-γ 辐射巡检仪 1 台，配齐后检测设备满足本项目使用要求。

2、公司拟为本项目配置 3 名辐射工作人员，其中 1 名为辐射安全管理人员，2 名为设备操作人员，拟为辐射工作人员配发个人剂量计（辐射工作人员每人 1 支，检测单位配发），每三个月委托有资质的检测单位对个人剂量进行检测。

3、公司拟建立工作人员个人剂量档案。一人一档，由专人负责保管和管理，个人剂量档案终生保存。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案。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复印件。

4、公司拟定期为工作人员职业健康查体，建立工作人员健康档案。

5、公司拟定期检查探伤室防护门的门-机联锁装置、急停按钮、照射信号指示灯等防护安全措施；

6、辐射工作人员在打开探伤室防护门时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员应立即关闭探伤室防护门，离开探伤工作场所，同时防止其他人进入，并立即向辐射防护负责人报告。

7、公司拟定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括控制台处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。

8、探伤机日常储存于探伤室内，探伤室防护门日常均为关闭状态，可防止探伤机丢失或被盗。

9、探伤室防护门打开时，若剂量率达到设定的报警阈值报警，辐射工作人员应立即

关闭探伤室防护门，离开探伤工作场所，同时防止其他人进入，并立即向辐射防护负责人报告。

4. 设备检查和维护措施

公司拟制定并落实相关措施，对射线装置及附属设备进行工作前检查，并定期进行设备维护。

(1) 根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2，工作前检查项目应包括：

- a) 射线装置外观是否完好；
- 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。

(2) 根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.3，射线装置维护应符合以下要求：

- a) 使用单位应对射线装置的设备维护负责，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) 设备维护包括射线装置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。

5. 探伤设施的退役

当本项目探伤工作场所及探伤机不再使用时，应实施退役程序。包括以下内容：

- 1、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。
- 2、清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

6. 辐射防护与环保投资

本项目辐射防护与环保投资主要包括：辐射防护屏蔽、个人剂量报警仪、个人剂量计、警示标志及环评验收费用等，环保投资总计约 15 万元，约占本项目总投资 50%。详见表 8-3。

表 8-3 辐射防护与环保投资一览表

序号	项目	投资估算（万元）	备注
1	探伤室	10	探伤室、安全联锁、监控及固定式剂量报警装置等
2	个人剂量报警仪	0.4	2 个
3	个人剂量计	0.3	3 个
4	警示装置	0.3	警告标志等
5	环评及验收费用	4	/
合计		15 万元	

8.2 三废的治理

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

X 射线探伤机开机产生的 X 射线会使空气电离，从而产生臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x)。本项目探伤室西墙北侧上方设置有 1 处排风口，内置排风扇，设计有效通风换气量为 $400m^3/h$ ，探伤室净容积约 $89m^3$ ，有效通风换气次数大于 3 次/h。探伤室内废气通过排风口沿排风口外接排风管道排至探伤室所在车间外环境，排风口末端距地约 3.5m，车间外为夹道，属于非人员密集区，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 6.1.10 的管理要求。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、洗片过程中产生的废胶片、废显（定）影液及清洗废水均为危险废物（废物代码为 900-019-16）。应按照《危险废物贮存污染控制标准》和《危险废物转移管理办法》等危废管理相关规定要求，对危险废物实行联单管理和台账管理，规范贮存，并委托有相应危废处理资质的单位处置。公司将依托现有危废暂存间暂存废胶片、废显（定）影液和清洗废水。

洗片过程中，产生的废显（定）影液及清洗废水收集于专用废液收集桶（高密度聚乙烯或聚丙烯材质，桶盖配有密封圈）内，废液桶需完好无损且具有一定耐受强度。废液桶下方设防渗托盘，防止泄漏。废水收集后暂存于洗片室废液收集区，定期转移至危废暂存间集中贮存。废胶片利用专用的胶片转运盒转运至危废暂存间。

公司现有危废暂存间位于铆焊车间内东南侧，目前用于暂存公司主体项目中产生的漆渣、废矿物油、废抹布、废漆桶、废过滤材料、废显像剂、渗透剂等危险废物。危废暂存间可防晒、防雨、防风，地面已进行水泥硬化，满足防渗要求。同时内部设置照明设施，双人双锁，钥匙由专人管理；设置分区，危废暂存间满足《危险废物贮存污染控制标准》要

求，公司正常生产过程中危废量少，且本项目废显（定）影液和废胶片产生量较小，现有危废暂存间可满足本项目危废的暂存要求。

本项目危废进行暂存时，公司拟在存放废显（定）影液的废液桶上粘贴符合《危险废物识别标志设置技术规范》规定的危险废物标识；废显（定）影液应暂存在防渗漏且无反应的容器内，容器内须留足够空间，并定期对容器（废液桶）及危废暂存间进行检查，发现破损，应及时采取措施清理更换；将不同类别的危险废物分区存放；同时做好危险废物情况的记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期、废物出库日期及接受单位名称等；按照《危险废物转移管理办法》相关规定，将本项目产生的废胶片及废显（定）影液委托有资质单位及时转移处置。危险废物常规 6 个月委托有资质的单位清运一次；危险废物在厂区内危废暂存间的暂存时间最长不超过 1 年。

在按照以上要求将本项目产生的危险废物妥善处置后，不会对周围环境造成影响。

表 9 环境影响分析

9.1 建设阶段对环境的影响

本项目探伤室暂未开工建设。施工期主要产生噪声、扬尘、施工废水、生活污水及固体废物。施工期通过各项防尘抑尘措施控制扬尘污染，选取低噪声设备，合理控制施工时间以减少噪声污染，施工废水回用，生活污水排入厂区化粪池，定期委托环卫部门定期清运，并采取对生活垃圾进行定期清运、对建材垃圾回收利用等措施减少固体废物对周围环境的影响。以上各种施工活动严格控制在施工区域内进行，避免对周边植被和土壤造成不必要的破坏。此外，应加强对施工人员的生态环境保护宣传教育，提高施工人员环保意识，禁止破坏施工区域外的植被。

通过以上诸多措施，本项目施工期对周围环境影响较小。

9.2 运行阶段对环境的影响

本项目探伤室尚未开工建设，X 射线探伤机尚未购置，本次评价采用理论计算的方法评估 X 射线探伤机开机时对周围环境的影响。

9.2.1 辐射剂量率理论计算

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/T 250-2014），有用线束在关注点处的剂量率可按以下公式进行估算：

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

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，本项目 2 台 X 射线探伤机最大管电流均为 5mA；

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 。本项目探伤室内探伤机最大管电压均为 350kV，查 GBZ/T 250-2014 附表 B.1，本次保守取 400kV 管电压 3mm 铜滤过条件下输出量，为 $23.5 \text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；

B——屏蔽透射因子；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

(2) 屏蔽透射因子

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

式中:

X——屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL——X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度. 详见表 9-1。

表 9-1 X 射线束在铅中的什值层厚度

X 射线管电压 (kV)	什值厚度 TVL (铅, mm)	什值厚度 TVL (混凝土, mm)
250	2.9	90
300	5.7	100
400	8.2	100

注: 摘自 GBZ/T 250-2014 附表 B.2。

本项目探伤机最大管电压为 350kV, 根据内插法计算得 350kV 对应铅的什值层厚度为 6.95mm, 混凝土的什值层厚度为 100mm。

(3) 漏射辐射屏蔽

对于漏射辐射屏蔽采用以下公式计算关注点处的辐射剂量率。

$$\dot{H} = (\dot{H}_1 \cdot B) / R^2 \quad (9-3)$$

式中:

B——屏蔽透射因子;

R——辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, m;

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

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 1, 本项目 2 台探伤机 $\dot{H}_1$ 均取 $5000 \mu\text{Sv/h}$ 。

(4) 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/T 250-2014) 中给出的公式进行计算:

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

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 —同式 9-1;

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/T 250-2014 中表 2 并查附录 B 表 B.2 的相应值；

$R_0^2/F \cdot \alpha$ —根据 GBZ/T250-2014 中 B4.2，当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时，取值为 50（200kV~400kV）。本项目两台探伤机半辐射角均接近 20° ，本次 $R_0^2/F \cdot \alpha$ 均取 50；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米，保守取为靶点距关注点的距离。

表 9-2 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)
$150 \leq kV \leq 200$	150
$200 < kV \leq 300$	200
$300 < kV \leq 400$	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，最大管电压为 350kV 的 X 射线探伤机散射辐射能量为 250kV。散射能量 250kV 对应铅的 TVL 为 2.9mm，对应混凝土的 TVL 为 90mm。

(4) 天空反散射在关注点处的辐射剂量率

根据 NCRP-151 报告给出的天空反散射剂量率计算公式：

$$\dot{H} = \frac{2.5 \times 10^7 (B_{xs} D_0 \Omega^{1/3})}{(d_i d_s)^2} \quad (9-5)$$

式中：

$\dot{H}$ ：距离等中心点 d_s (m) 处的剂量当量率 (nSv/h)；

B_{xs} ：顶棚屏蔽体对光子的透射因子；

D_0 ：距靶 1m 远处的吸收剂量输出率 (Gy/h)；

Ω ：最大束流的立体角，Sr；

d_i ：靶点到屋顶以上两米的垂直距离，m；

d_s ：关注点距离等中心处的距离，m。

2. 计算结果

本项目 2 台探伤机最大管电压均为 350kV，最大管电流均为 5mA。

根据公司提供的资料，本项目探伤室内的定向 X 射线探伤机主射束方向为定向向南照射，周向 X 射线探伤机为南北周向照射，两台探伤机不同时开展工作，本次逐个进行分析。

本次根据探伤机的使用范围和探伤室的尺寸分析判断探伤室各防护面及防护门是否受主射束照射。探伤机实际工作时会根据工件尺寸调整探伤位置。

根据建设单位提供的资料，探伤室内设计有轨道，轨道中线对齐防护门门洞中线，轨道宽约 1m，轨道上方平板拖车高度为 20cm。定向探伤机位于轨道北侧开展探伤相关工作，定向探伤机主射束定向向南照射，水平使用范围为探伤室内一个南北宽 0.7m、东西长 3.0m 的长方形区域，探伤机竖直方向活动范围为 0.3m~0.8m。定向探伤机与东墙、西墙、南墙、室顶的最近距离分别为 1.0m、1.0m、2.5、3.2m，与南墙最远距离为 $2.5\text{m}+0.7\text{m}=3.2\text{m}$ 。本项目 X 射线探伤机射线管辐射角度最大为 $40^{\circ}+5^{\circ}$ ，则有用束半张角最大为 22.5° ，当 X 射线向北照射时， $\tan 22.5^{\circ} \times 3.2\text{m}$ （探伤区域与北墙的最远距离） $\approx 1.33\text{m}$ ， 1.0m （探伤机与东墙、西墙的最近距离） $< 1.33\text{m} < 1.75\text{m}$ （探伤机移动范围与防护门的最近距离） $< 3.2\text{m}$ （探伤机与室顶的最近距离），因此本项目定向探伤机开机照射时，探伤室南墙、西墙、东墙受有用线束照射，探伤室北墙、防护门及室顶仅受漏射线和散射线的影响。

周向探伤机位于导轨中间位置开展探伤工作，周向探伤机南北周向照射，东西移动范围为 2m，竖直方向活动范围为 0.3m~0.8m。周向探伤机与东墙、西墙、南墙、北墙、室顶的最近距离分别为 1.5m、1.5m、1.8m、2.2m、3.2m，与南墙、北墙、室顶最远距离为 $3.2+0.4=3.6\text{m}$ 。本项目 X 射线探伤机射线管辐射角度最大为 30° ，则有用束半张角最大为 15° ， $\tan 15^{\circ} \times 3.6\text{m}$ （探伤机移动范围与南墙、北墙、室顶的最远距离） $= 0.96\text{m}$ ， $0.96\text{m} < 1.5\text{m}$ （探伤机移动范围与东墙、西墙的最近距离） $< 2.25\text{m}$ （探伤机移动范围与防护门的最近距离），因此本项目周向探伤机开机照射时，探伤室南墙、北墙及室顶受有用线束照射，探伤室西墙、东墙、防护门仅受漏射线和散射线的影响。探伤室控制室内控制台与周向探伤机移动范围的東西方向最近距离为 1.25m， $1.25\text{m} > 0.99\text{m}$ ，故控制室内控制台不受有用线束照射。

本项目探伤室地下为土层，本次不再考虑辐射影响。

关注点和辐射路径示意图见图 9-1。

3、探伤室外防护能力计算

a、探伤室四周屏蔽体、防护门及室顶外关注点处剂量率

在探伤室内使用定向 X 射线探伤机时，于探伤室周围布设关注点 A1~F1；在探伤室内使用周向探伤机时，于探伤室周围布设关注点 A2~F2, 各关注点处辐射剂量率计算结果见表 9-2。

表 9-2 探伤室外关注点处的辐射剂量率计算结果

关注点	射线类型	位置	屏蔽厚度	距离（m）	关注点处 剂量率计算值 （ $\mu\text{Sv/h}$ ）		剂量率限值（ $\mu\text{Sv/h}$ ）
A1	有用射束	南墙	750mm 混凝土	$2.5+0.75+0.3=3.55$	1.77×10^{-2}		2.5
A2	有用射束			$1.8+0.75+0.3=2.85$	2.74×10^{-2}		
B1	有用射束	西墙	750mm 混凝土	$1.0+0.75+0.3=2.05$	5.30×10^{-2}		2.5
B2	漏射束			$1.5+0.75+0.3=2.55$	2.43×10^{-5}	1.25×10^{-4}	
	散射束				1.01×10^{-4}		
C1	漏射束	北墙	750mm 混凝土	$0.8+0.75+0.3=1.85$	4.62×10^{-5}	2.37×10^{-4}	2.5
	散射束				1.91×10^{-4}		
C2	有用射束				$2.2+0.75+0.3=3.25$	2.11×10^{-2}	
D1	有用射束	东墙	750mm 混凝土	$1.0+0.75+0.3=2.05$	5.30×10^{-2}		2.5
D2	漏射束			$1.5+0.75+0.3=2.55$	2.43×10^{-5}	1.25×10^{-4}	
	散射束				1.01×10^{-4}		
E1	漏射束	防护门	20mmPb	$1.0+0.75+0.3=2.05$	1.58	1.58	2.5
	散射束				4.26×10^{-3}		
E2	漏射束			$1.5+0.75+0.3=2.55$	1.02	1.02	
	散射束				2.75×10^{-3}		
F1	漏射束	室顶	400mm 混凝土	$3.2+0.4+0.3=3.9$	3.29×10^{-2}	0.37	100
	散射束				3.33×10^{-1}		
F2	有用射束				$3.2+0.4+0.3=3.9$	46.4	

注：1、靶点至各防护面外关注点处的距离均保守按探伤机移动范围至关注点处的最近距离考虑；
2、防护门的厚度保守忽略不计。

根据上表可知，本项目 X 射线探伤机开机状态下，探伤室四周屏蔽体、防护门外关注点处的辐射剂量率最大为 $1.58 \mu\text{Sv/h}$ ，低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平；探伤室室顶外关注点处的剂量率最大为 $46.4 \mu\text{Sv/h}$ ，低于 $100 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。

b、管线口、排风口外辐射水平分析

本项目管线口设计于北墙东侧下方位置，地下“U”型穿墙，射线经多次散射后，管线口外的剂量率可忽略不计。

本项目探伤室拟设置机械排风系统，排风口位于探伤室内西墙北侧上方，距地约 3.5m，排风口内设置铅百叶防护罩，防护能力为 20mmPb。探伤机移动范围距探伤室内排风口最近距离约为 2.88m，受散射、漏射束照射，探伤室排风口位置处剂量率为 $1.76 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ ，经 20mmPb 的铅百叶防护罩屏蔽后，剂量率为 $0.80 \mu\text{Sv/h}$ ，小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。

综上，排风口及管线口的设置满足标准要求，能有效控制通风口及管线口的辐射泄漏。

c、天空反散射分析

根据式 9-5，计算得天空反散射到地面关注点处最大剂量率约为 $0.02 \mu\text{Sv/h}$ （位于探伤室南墙外，距离探伤室墙体约 5.1m 处），保守叠加探伤室屏蔽体外关注点处的剂量率最大值 $1.58 \mu\text{Sv/h}$ 后，仍小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 剂量率控制水平。

d、各环保目标处辐射水平分析

经上文分析，本项目探伤室评价范围内存在 7 处环保目标。根据（式 9-1）～（式 9-4），计算得本项目探伤机开机照射状态下环保目标处剂量率如下表所示：

表 9-3 本项目环保目标处的辐射剂量率计算结果

环保目标	辐射类型	屏蔽体	屏蔽厚度	与探伤室距离	剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）
包装车间	有用线束	北墙	750mm 混凝土	3.0m	6.30×10^{-3}
门卫	散射、漏射束	大防护门	20mmPb	40m	3.81×10^{-3}
办公室	散射、漏射束	大防护门	20mmPb	40m	3.81×10^{-3}
机加工车间	有用线束	南墙	750mm 混凝土	20m	4.38×10^{-4}

东港汽修厂	有用线束	西墙	750mm 混凝土	1m	2.95×10^{-2}
东诺体育用品有限公司	有用线束	北墙	750mm 混凝土	40m	1.21×10^{-4}
威海五善渔具有限公司	有用线束	西墙	750mm 混凝土	49m	8.66×10^{-5}

注：1、本次计算保守只考虑探伤室屏蔽体的影响，不再考虑探伤室与环保目标之间其他屏蔽及环保目标实体屏蔽的影响。

2、本次计算环保目标处剂量率时，选取对各防护面影响较大的探伤机；

3、周向探伤机移动范围与南墙最近距离为 1.8m，南墙厚度为 0.75m；定向探伤机移动范围与西墙最近距离为 1m，西墙厚度为 0.75m；周向探伤机移动范围与北墙最近距离为 2.2m，北墙厚度为 0.75m，定向探伤机移动范围与防护门最近距离为 1.75m，防护门厚度忽略不计。

根据上表可知，本项目探伤室评价范围内环保目标处辐射剂量率最大为 $2.95 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ 。

9.2.3 年有效剂量

1、年有效剂量估算公式

$$E = H \times U \times T \times t \times 10^{-3} \quad (9-6)$$

式中：E——年有效剂量，mSv/a；

H——参考点处辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。

U——使用因子，无量纲，本项目均取 1；

T——居留因子，无量纲；

t——年照射时间，h/a。

2. 照射时间确定

根据上文 7.2.3，本项目探伤室内探伤机年累计最大开机时间为 504h。

3. 居留因子确定

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），不同环境条件下的居留因子列于表9-4。

表9-4 居留因子的选取

场所	居留因子T	停留位置	本项目
全居留	1	控制室、暗室、办公室、临近建筑物中的驻留区	1：包装车间、门卫、办公室、机加工车间、东港汽修厂、东诺体育用品有限公司、威海五善渔具有限公司

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	1/8: 车间内夹道、工件暂存区

4. 职业人员的年有效剂量

公司拟为本项目探伤室配备 2 名探伤工作人员及 1 名辐射安全管理人员，探伤室内的探伤作业由两名辐射工作人员同时负责。

X 射线探伤机工作状态下，对工作人员影响的区域主要在探伤室北侧的控制室，根据表 9-2 可知，该区域的辐射剂量率最大值为 $2.11 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ ，居留因子取 1，由公式（9-6）估算职业人员的年有效剂量为：

$$H = 2.11 \times 10^{-2} \times 504 \times 1 \div 1000 \approx 0.01 \text{mSv/a}$$

辐射安全管理人员的年有效剂量保守按照探伤工作人员考虑，由以上估算结果可以看出，本项目探伤室职业人员的年有效剂量均低于《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。

5. 公众成员及环境保护目标处人员的年有效剂量

X 射线探伤机工作状态下，对公众成员影响的区域主要为探伤室周围及环保目标处。由公式（9-6）估算出本项目各探伤室周围及环保目标处的公众成员的年有效剂量见下表：

表 9-5 探伤室外公众人员及环境保护目标处人员年有效剂量

停留人员描述	方位，最近距离	关注点处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	时间 (h/a)	停留因子	年有效剂量 (mSv/a)
车间内夹道	西侧，紧邻	5.30×10^{-2}	504	1/8	3.34×10^{-3}
工件暂存区	东侧，紧邻	1.58		1/8	9.95×10^{-2}
工件暂存区	南侧，紧邻	2.74×10^{-2}		1/8	1.73×10^{-3}
包装车间	探伤室北侧，约 3m	6.30×10^{-3}		1	3.18×10^{-3}
门卫	探伤室南侧，约 20m	3.81×10^{-3}		1	1.92×10^{-3}
办公室	探伤室东南侧，约 40m	3.81×10^{-3}		1	1.92×10^{-3}
机加工车间	探伤室东侧，约 40m	4.38×10^{-4}		1	2.21×10^{-4}
东港汽修厂	探伤室西侧，约 1m	2.95×10^{-2}		1	1.49×10^{-2}
东诺体育用品有限公司	探伤室北侧，约 40m	1.21×10^{-4}		1	6.10×10^{-5}
威海五善渔具有限公司	探伤室西侧，约 49m	8.66×10^{-5}		1	4.36×10^{-5}

由以上估算结果可以看出，本项目探伤室周围公众成员及环境保护目标处人员的年有效剂量最大为 $9.95 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。对于车间内部公众成员，建议探伤室内探伤机开机运行时，公众尽量远离探伤室周边区域。

9.2.4 三废环境影响分析

废显（定）影液、清洗废水和废胶片属于危险废物，公司拟分别收集后，暂存于探伤室所在铆焊车间东南侧的危废暂存间内，本次评价要求公司须按照上文 8.2 章节相关要求对危废的收集、贮存等进行管理，并对危险废物实行联单管理和台账管理，委托有相应危废处理资质的单位进行处置，在进行妥善处置后本项目产生的危险废物不会对周围环境产生影响。

本项目探伤室产生的少量非放射性废气经探伤室西墙北侧上方排风口排出后沿排风管道排至所在车间外环境，排风口末端距地约 3.5m，车间外为夹道，属于非人员密集区，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 6.1.10 的管理要求，对周围环境和人员影响较小。

综上所述，在现有设计条件下，威海市正威机械设备股份有限公司探伤室周围关注点处的辐射剂量率、职业人员及公众成员所接受的年有效剂量均不大于本报告提出的评价指标，满足国家有关要求。

9.3 事故影响分析

1. 可能的风险事故（件）

（1）检测工作过程中，门-机联锁装置失效使工作人员和公众误闯或误留，对工作人员或公众造成不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

（2）操作人员在防护门未关闭情况下，违规开机曝光，造成探伤室外人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

（3）X 射线机被盗，使 X 射线机使用不当，造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

2. 风险事故（件）防范措施

（1）经常性的检查、维护门-机联锁装置正常运行，加强对 X 射线探伤机现场的管理，避免人员误留探伤室；

（2）操作人员进行专业培训，加强管理，开机前加强巡检，按照操作规程进行开机

曝光，禁止未经培训的操作人员操作 X 射线探伤机；

（3）加强对 X 射线机在贮存、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应及时报告当地生态环境部门、公安部门以及卫生部门。

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

表 10 辐射安全管理

10.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

威海市正威机械设备股份有限公司拟按照《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）中对使用射线装置单位的要求，成立辐射安全防护管理领导小组，且安排 1 名具有本科以上学历的技术人员负责辐射安全与环境保护管理工作。公司拟签订辐射工作安全责任书，法人代表为辐射安全工作第一责任人，由辐射安全管理机构全面主持辐射安全管理工作，统一指挥射线装置运行安全的工作，负责公司 X 射线探伤机的工作及职业工作人员的管理，组织落实辐射工作的各项管理规章制度和操作规程，防止辐射安全事故的发生。

公司拟为本项目配备 2 名探伤工作人员及 1 名辐射安全管理人员，目前人员名单暂未确定，确定后将安排其参加国家核技术利用辐射安全与防护培训考核，取得考核合格成绩单方可上岗，公司应在辐射工作人员考核合格成绩单到期前及时组织其参加再培训和考核。

10.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等要求，公司拟制定各类辐射安全管理制度，如《辐射工作人员培训制度》、《岗位职责》、《辐射安全防护设施维修维护制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射事故应急预案》、《辐射监测方案》、《自行检查及年度评估制度》、《射线装置操作规程》、《射线装置检修维护制度》、《危废管理制度》等规章制度，从人员培训、岗位职责、操作规程等方面均做出明确要求和规定。

公司拟由辐射安全负责人负责宣传贯彻辐射安全的相关政策及法规，制定合理的规章制度及防护措施，对探伤工作提出合理建议并进行监督管理，对环境风险事故进行处理，对职业人员的工作过程进行管理。

10.3 辐射监测

10.3.1 辐射环境监测方案

公司拟制定《辐射监测方案》，拟购置 1 台 X- γ 辐射巡检仪，并根据监测计划对工作场所和周围环境进行监测。监测方案需包括以下内容：

1、辐射工作场所监测计划

(1) 监测因子

X(γ)空气吸收剂量率。

(2) 监测依据

- ① 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）
- ② 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
- ③ 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

(3) 监测频率

定期监测：正常情况下，每年进行 1~2 次例行监测。

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

年度监测：每年委托有资质单位对公司辐射工作场所周围的辐射剂量率进行检测，出具年度检测报告，并随年度评估报告上报生态环境部门。

(4) 监测范围

本项目探伤室四周屏蔽体外 50m 范围内。

(5) 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 探伤室防护门外 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 探伤室防护面外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个防护面至少测 3 个点；
- ④ 探伤室室顶外 30cm 处、排风口外，至少包括主射束到达范围内的 5 个检测点；
- ⑤ 人员经常活动的位置，主要包括控制台处及其他人员能到达的位置；
- ⑥ 探伤结束后应监测探伤室的入口，以确保 X 射线探伤机已经停止工作。

(6) 监测人员和监测记录

每年至少 1 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。

每年委托有资质单位进行年度检测，检测报告存档，并与年度评估报告一起上报生态环境部门。

2、个人剂量的监督与检测

(1) 严格遵守国家辐射环境管理法规；

(2) 所有探伤工作人员，必须接受个人剂量监测，建立个人剂量档案，个人剂量档案应包括个人基本信息、工作单位及剂量监测结果等材料，个人剂量档案应终生保存；

(3) 探伤工作人员工作期间须按要求佩戴个人剂量计；

(4) 个人剂量计的监测周期常规为 90 天，即个人剂量检测单位每三个月出具一份个人剂量检测报告；

(5) 探伤工作人员的受照剂量超过年管理剂量约束值时，所在单位应查明原因，采取改进措施。

公司制定的监测方案须从辐射工作场所的日常自主监测、年度监测及个人剂量监测等方面进行规定，待本项目建成后公司应根据监测方案定期开展自主监测，做好记录，发现屏蔽体外剂量率超标时应及时查明原因并采用相应改进措施，每年委托有资质单位对本项目开展年度监测并出具年度监测报告，随年度评估报告一并上报给生态环境部门；同时应开展个人剂量监测，按照相关要求建立个人剂量档案。

10.4 辐射事故应急

10.4.1 环境风险事故应急预案

公司拟根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等法律法规的要求，制定《辐射事故应急预案》。一旦发生风险事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。该预案应包括以下内容：

1. 辐射事故应急处理机构与职责

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

(2) 明确应急处理领导小组的主要职责，具体如下：

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

b. 发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；

c. 事故发生后立即组织有关部门和人员进行事故应急处理；

d. 负责向生态环境及卫生行政部门及时报告事故情况；

e. 负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

f. 人员受照时，要迅速估算受照人员的受照剂量；

g. 负责迅速安置受照人员就医，及时控制事故影响。

2. 辐射事故应急原则

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

3. 辐射事故应急处理程序

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

b. 应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

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

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

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

4. 辐射事故应急演练

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

10.4.2 环境风险事故培训演习计划

公司应结合本公司具体情况，根据辐射事故（事件）应急方案或计划定期组织不同规模的演练，对演练中暴露的问题及时进行整改，并做好演练记录。

表 11 结论与建议

11.1 结论

1. 威海市正威机械设备股份有限公司注册地址为山东省威海市经济技术开发区固山镇皂埠工业园内 5 号楼。本项目探伤室拟建于公司铆焊车间内西北角，拟于探伤室内使用 2 台 X 射线探伤机对公司生产的压力容器及机械设备备件进行无损检测。

本项目 X 射线探伤机用于室内探伤作业（固定场所探伤），核技术利用类型属使用 II 类射线装置。本项目的开展可以更好地满足公司高质量的探伤检测要求，提高公司的探伤检测能力，具有良好的经济效益和社会效益，符合“实践正当性”要求。

2. 本项目探伤室拟建于厂区铆焊车间内西北侧，位于车间内部，不新增用地，因此选址符合规划及用地要求。评价范围内不存在医院、学校等环保目标。经本文分析，本项目环保目标处的剂量率及公众成员受照剂量均满足标准要求，项目选址合理可行。

3. 现状检测结果表明，本项目探伤室拟建位置、拟建位置四周等室内点位处的 γ 辐射空气吸收剂量率现状值为 $(8.6 \sim 10.1) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，处于烟台市（含威海市）环境天然放射性水平范围内[室内 $(4.56 \sim 20.53) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$]；周边环境保护目标等室外点位处的 γ 辐射空气吸收剂量率现状值为 $(8.0 \sim 9.0) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，处于烟台市（含威海市）环境天然放射性水平范围内[道路 $(1.94 \sim 20.14) \times 10^{-8} \text{Gy/h}$]。

4. 本项目探伤室为单层建筑。探伤室东墙设有 1 处防护门，用于工件及人员进出，防护门为电动平移式，拟安装门-机联锁装置；拟安装能够显示“预备”和“照射”状态的工作状态指示灯和声音提示装置；拟张贴电离辐射警告标志和中文警示说明；且工作状态指示灯能够与 X 射线探伤机能够有效联锁。探伤室内设计有多个紧急停机按钮；控制室内探伤机的控制器自带紧急停机按钮；拟安装监控设备。探伤室内拟设计一套固定式辐射探测报警装置，防护门内侧设置紧急开门装置。以上安全防护措施可满足要求。

5. 本项目探伤室西墙北侧上方拟设置一处排风口，内置排风扇，排风口内设铅防护罩。设计有效通风换气量约 $400 \text{m}^3/\text{h}$ ，通风换气次数均大于 3 次/h。探伤室内废气通过排风口沿排风口外接排风管道排至探伤室所在车间外环境，排风口末端距地约 3.5m，车间外为车间之间夹道，无人员停留，属于非人员密集区，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 6.1.10 的管理要求。本项目所产生的臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

6. 本项目产生的废胶片、废显（定）影液及清洗废水拟暂存于探伤室所在车间东南角

的危废暂存间内，并及时委托有资质的危废处置单位进行处置。

7. 根据理论计算结果可知，X 射线探伤机开机状态下，本项目探伤室四周屏蔽体外关注点处的辐射剂量率均低于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平；室顶外关注点处的剂量率低于 $100 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。

8. 根据估算结果可知，本项目探伤室职业人员的年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 5mSv/a 的管理剂量约束值，对辐射工作人员是安全的。

探伤室周围公众成员的年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于本报告提出的 0.1mSv/a 的管理剂量约束值，对公众成员是安全的。

9. 公司拟成立辐射安全领导机构，拟制定各类辐射安全管理规章制度。在运行过程中，须将各项安全防护措施落实到位，在此条件下，可以确保工作人员、公众的安全，并有效应对可能的突发事故（事件）。

10. 公司拟为本项目配备 3 名辐射工作人员，其中 1 名为辐射安全管理人员，2 名为设备操作人员，目前人员名单暂未确定，确定后将安排其参加国家核技术利用辐射安全与防护培训考核，取得合格证书方可上岗，公司应在辐射工作人员证书到期前及时组织其参加再培训和考核。

11. 公司拟为本项目配置个人剂量报警仪 2 部，X- γ 辐射巡检仪 1 台，公司拟为本项目辐射工作人员配备个人剂量计（委托个人剂量检测后由检测单位配发），并定期委托有资质单位对个人剂量及其探伤工作场所进行监测。

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

综上所述，在威海市正威机械设备股份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。

11.2 承诺和建议

11.2.1 承诺

1. 为本项目辐射工作人员配备个人剂量计，按要求配置个人剂量报警仪和辐射巡检仪；

2. 加强工作人员的个人剂量监督并建立工作人员个人剂量档案；
3. 按照危废管理相关规定，严格管理废显（定）影液、清洗废水和废胶片，做到规范贮存，并实行联单管理和台账管理，将危废交由有资质单位规范处置；
4. 按规定操作 X 射线探伤机，确保探伤室内无人员滞留；
5. 本项目仅开展探伤室内固定探伤，不开门探伤，不开展探伤室外探伤。

11.2.2 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”；
3. 公司应在取得环评批复后及时申领辐射安全许可证，并自行组织竣工环境保护验收工作。

下一级环保部门意见

公 章

经办人签字

年 月 日

审批意见

公 章

经办人签字

年 月 日