

核技术利用建设项目
X 射线探伤机及探伤室应用项目
生态环境影响报告表

威海中远海运重工科技有限公司

2026 年 8 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
X 射线探伤机及探伤室应用项目
生态环境影响报告表

建设单位名称：威海中远海运重工科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：山东省威海市环翠区张村镇沈阳南路 19 号

邮政编码：264203

联系人：董**

联系电话：155*****

电子邮箱：*****@coscoshipping.com

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 X 射线装置	8
表 3 废弃物（重点是放射性废弃物）	8
表 4 评价依据	9
表 5 保护目标与评价标准	11
表 6 环境质量和辐射现状	13
表 7 项目工程分析与源项	18
表 8 辐射安全与防护	24
表 9 环境影响分析	31
表 10 辐射安全管理	40
表 11 结论与建议	44
表 12 审 批	47
附件	
附件一 委托书	48
附件二 承诺函	48
附件三 不动产权证书	50
附件四 检测报告	52
附件五 辐射安全管理承诺书	58

表 1 项目基本情况

建设项目名称		X射线探伤机及探伤室应用项目			
建设单位		威海中远海运重工科技有限公司			
法人代表	王**	联系人	董**	联系电话	155*****
注册地址		山东省威海市环翠区张村镇沈阳南路 19 号			
项目建设地点		山东省威海市环翠区张村镇沈阳南路 19 号，公司厂区东南侧			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	90	项目环保投资 (万元)	5	投资比例 (环保投资/总投资)	5.56%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它		占地面积 (m ²)	约46
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 项目概述 1.1 公司简介 威海中远海运重工科技有限公司2011年10月注册成立，曾用名威海中远造船科技有限公司，2022年4月更名为现名。公司是中远海运重工有限公司全资子公司，隶属于中国远洋海运集团，厂址坐落于山东省威海市。 企业主要从事船舶节能环保高端装备研发、制造与配套集成，核心产品包含船用压载水处理系统、船舶岸电系统、船舶废气脱硫装置、船用替代燃料供给系统、船载碳捕集系统、船舶生活污水处理设备、船用锅炉等。公司配备专业研发与检测队伍，建有各类实验室、试验场地，产品售后网络覆盖全球三十多个国家和地区。 公司严格落实质量、环保、职业健康安全要求，推行清洁生产，持续节能降耗，					

兼顾企业发展与生态环境保护。

公司现有主体工程环保手续情况如下：

2011年11月，原威海中远造船科技有限公司委托编制了《船用压载水处理系统生产项目环境影响报告表》，项目于2011年12月28日取得威海市环境保护局环翠分局批复，批复文号威环环管表〔2011〕12-27号；2014年11月18日，该一期项目通过威海市环境保护局环翠分局竣工环保验收。

2023年2月，公司委托编制了《威海中远海运重工科技有限公司新能源供给系统测试车间项目环境影响报告表》，项目于2023年4月7日取得威海市生态环境局环翠分局批复，批复文号威环环管表〔2023〕4-1号；2025年1月完成自主竣工环保验收，验收合格。

2024年4月，公司委托编制了《威海中远海运重工科技有限公司节能环保装备制造项目环境影响报告表》，项目于2024年5月17日取得威海市生态环境局环翠分局批复，批复文号威环环管表〔2024〕5-4号；2024年6月完成自主竣工环保验收，验收合格。

2024年7月，公司委托编制了《威海中远海运重工科技有限公司船舶低碳减排替代燃料供给系统改造项目环境影响报告表》，项目于2024年8月1日取得威海市生态环境局环翠分局批复，批复文号威环环管表〔2024〕8-1号；2025年4月完成自主竣工环保验收，验收合格。

本项目地理位置示意图见图1-1，项目周边环境关系影像图见图1-2，公司总平面布置示意图见图1-3。

1.2 拟建项目概况

为满足公司生产需求，保证生产管路等产品的质量，公司拟在厂区东南侧新建一处X射线探伤工作场所，包含探伤室（定制式，现场拼装）、操作室、评片室及暗室；拟购置XXG-2505型、XXGH-2505Z型X射线探伤机各1台，用于固定（室内）场所无损检测。

本次属公司首次开展核技术利用建设项目，根据建设单位提供资料，本项目射线装置仅在探伤室内使用，一次使用1台射线装置，属室内探伤，不在场外、厂区其他区域开展探伤作业，探伤机不对外出借、出租给其他单位或个人使用。

本次评价涉及的射线装置参数见表1-1。

表 1-1 本次评价涉及的 X 射线探伤机情况一览表

序号	型号	数量	意向厂家	最大管电压	最大管电流	类别	工作场所	备注
1	XXG-2505	1台	丹东东方	250kV	5mA	II类	探伤室	定向

2	XXGH-2505Z	1台	丹东东方	250kV	5mA	II类	探伤室	周向
---	------------	----	------	-------	-----	-----	-----	----

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。

1.3 目的和任务的由来

公司在生产管路等产品的过程中，需使用X射线探伤机对产品进行无损质量检验，通过X射线探伤机产生的X射线在穿透物体过程中与物质发生相互作用，缺陷部分和完好部分的透射强度不同，底片上相应部分会呈现黑度差，评片人员根据黑度变化判断探件是否存在缺陷以及缺陷类型等，通过及时将检测结果进行反馈，使工作人员调整生产工艺参数等，从而确保公司生产产品的质量。

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《中华人民共和国生态环境法典》和《建设项目环境保护管理条例》，本项目需进行环境影响评价。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，应编制生态环境影响报告表。

受威海中远海运重工科技有限公司的委托，我公司对X射线探伤机及探伤室应用项目进行环境影响评价。接受委托后，在进行现场勘察、充分收集和分析有关资料、实地辐射环境监测以及预测估算等基础上，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），编制了本项目的生态环境影响报告表。

2 选址合理性分析

威海中远海运重工科技有限公司位于山东省威海市环翠区张村镇沈阳南路19号，公司厂区东侧为威海人生药业股份有限公司；南侧为雍江街、威海联筑机械有限公司；西侧为沈阳南路、威海市东宏锻压机械有限公司、前双岛村；北侧为昆仑路、威海新北洋数码科技有限公司。根据项目所在厂区不动产权证（见附件三），厂区用途为工业用地，用地符合规划及其他管控要求。

本项目建设于厂区内，无新增用地。探伤室拟建设于公司厂区东南侧，工件进出防护门位于探伤室北侧，便于工件进出。探伤室北侧为厂区空地、甲醇项目实验室、厂区空地，西侧为本项目辅助房间（操作室、评片室、暗室）、厂区空地、道路、门卫值班室，南侧为厂区空地、雍江街，东侧为厂区空地、控制室、厂区空地。

探伤室周围50m范围内存在3处环境保护目标，分别为探伤室北侧25m处甲醇项目实验

室、探伤室西侧40m处门卫值班室、探伤室东侧2m处控制室，无居民区、学校等人员密集区，邻接无不利因素。同时根据下文分析，探伤室采取了有效的防护措施，探伤室周围及环境保护目标处的辐射水平均满足国家相关标准要求。

综上所述，本项目选址合理。

3 产业政策符合性分析

本项目为使用X射线探伤机进行室内无损探伤，该项目不属于《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，2024.2.1施行）中限制类和淘汰类，不违反国家产业政策。

4 实践正当性分析

本项目使用X射线探伤机用于对公司生产的管路等产品进行无损检验，以保证产品质量、提高产品质控，具有良好的经济效益。同时根据下文分析，本项目采取的辐射防护措施能保证探伤室外剂量率和人员受照水平控制在标准范围内，射线装置运行过程中产生的辐射影响可以满足国家有关要求，因此本项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

环翠区地图



图 1-1 本项目地理位置示意图



图 1-2 项目周边环境关系影像图



图 1-3 公司总平面布置示意图

表 2 X 射线装置

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II 类	1 台	XXG-2505	250	5	无损检测	探伤室内	定向
2	X 射线探伤机	II 类	1 台	XXGH-2505Z	250	5	无损检测	探伤室内	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
废显（定）影液	液态	/	/	/	100kg	/	暂存在危废暂存间 （依托现有）	交由有相应资质的危废 处置单位处置
废胶片	固态	/	/	/	50kg	/		
非放射性气体	气态	/	/	少量	少量	/	/	通过通风口排至探伤室 室顶上方外环境

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； 2. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 682 号公布，2017 年 6 月 21 日修订，2017 年 10 月 1 日起施行； 3. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行，2014 年 7 月 9 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订； 4. 《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 年 12 月 5 日施行； 5. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护部令第 3 号，2006 年 3 月 1 日起施行，2008 年 11 月 21 日第一次修订，2017 年 12 月 12 日第二次修订，2019 年 8 月 22 日第三次修订，2021 年 1 月 4 日第四次修订； 6. 《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 年 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日起施行； 7. 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月实施； 8. 《国家危险废物名录》（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 部令第 36 号，2025 年 1 月 1 日起施行； 9. 《山东省固体废物污染防治条例》（山东省人民代表大会常务委员会，鲁人常〔2022〕234 号，2023 年 1 月 1 日起施行，2026 年 7 月 23 日修订。
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》（HJ10.1-2016） 2. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） 3. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） 4. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 5. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022） 6. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及修改单 7. 《无损检测仪器 500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB 22448-2025） 8. 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）

	9. 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022） 10. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）
其 他	1. 项目环境影响评价委托书 2. 《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站，1989年） 3. 建设单位提供的有关技术资料

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项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的规定及本项目的辐射特性，本项目辐射环境评价范围：探伤室实体屏蔽边界外50m的范围内区域。

5.2 保护目标

本项目保护目标为评价范围内活动的辐射工作人员和公众成员。其中辐射工作人员为操作本项目X射线探伤机的人员，公众成员主要为本项目探伤室周围驻留公众成员，本项目评价范围内保护目标详见表5-1。

表5-1 本项目评价范围内保护目标一览表

保护目标	区域	人数	方位、距离	环境特征
探伤操作人员	操作室	2 人	探伤室西侧/紧邻	单层建筑， 高约 3m
公众成员	控制室	流动人员	探伤室东侧，最近距离约 2m	单层建筑， 高约 6.4m
	甲醇项目实验室	流动人员	探伤室北侧，最近距离约 25m	单层建筑， 高约 7.5m
	门卫值班室	流动人员	探伤室西侧，最近距离约 40m	单层建筑， 高约 4m
	探伤室周围驻留公众人员	流动人员	探伤室周围 50m 以内	/

注：控制室、门卫值班室以及甲醇项目实验室内均没有固定工作人员。

5.3 评价标准

5.3.1 职业照射和公众照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录B中对“剂量限值”要求如下：

一、职业照射剂量限值

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。

二、公众照射剂量限值

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。

本次评价取GB18871-2002中规定的年剂量限值的1/10作为年剂量约束值，即：以2.0mSv作为职业工作人员年剂量约束值，以0.1mSv作为公众成员年剂量约束值。

5.3.2 剂量当量率参考控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中第6.1.3款要求“探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：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 μ Sv/h”，第6.1.4款要求“探伤室室顶的辐射屏蔽应满足：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以取100 μ Sv/h”

综合考虑，本次评价以2.5 μ Sv/h作为探伤室四周墙体、防护门外30cm处各关注点的剂量率参考控制水平；探伤室高度为3m，高度较低，取2.5 μ Sv/h作为探伤室室顶、通风口表面30cm处关注点的剂量率参考控制水平。

5.3.3 烟台市环境天然辐射水平

《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站，1989年）提供的烟台市环境天然 γ 空气吸收剂量率见表5-2。

表 5-2 烟台市环境天然 γ 空气吸收剂量率（ $\times 10^{-8}$ 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：放射性水平调查时，威海隶属于烟台市。

表 6 环境质量和辐射现状

6.1 项目地理和场所位置

公司位于威海市环翠区张村镇沈阳南路 19 号，探伤室拟建于公司厂区东南侧。
探伤室四周情况详见表 6-1。现场勘查情况见图 6-1。

表 6-1 本项目探伤室区域周围 50m 范围环境一览表

方向	场 所 名 称
南侧	厂区空地、雍江街
北侧	厂区空地、北侧 40m 甲醇项目实验室、厂区空地
东侧	厂区空地、东侧 2m 控制室、厂区空地
西侧	厂区空地、道路、西侧 40m 门卫值班室



拟建探伤室位置现状



拟建探伤室南侧区域现状



拟建探伤室北侧区域现状



拟建探伤室东侧区域现状

	
拟建探伤室西侧区域现状	拟建探伤室北侧甲醇项目实验室
	
拟建探伤室东侧控制室	拟建探伤室西侧门卫值班室
	
现有危废暂存间	危废暂存间内部

图 6-1 探伤室拟建区域及周围现状图（拍摄于 2026 年 7 月）

6.2 辐射环境现状调查

本次评价根据项目实际情况制定辐射环境检测计划，对探伤室拟建区域及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

本项目拟建区域及周围辐射环境现状。

2. 检测因子

环境 γ 辐射剂量率。

3. 检测点位

本次评价按照《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，于拟建探伤室区域及周围布设 9 个环境 γ 辐射剂量率检测点位。

4. 质量保证措施

（1）检测单位

山东丹波尔环境科技有限公司已通过生态环境认证，证书编号 221512052438，有效期至 2028 年 7 月 21 日。

（2）检测仪器

检测仪器名称：便携式 X- γ 剂量率仪；

仪器型号：FH40G+FHZ672E-10；内部编号：JC01-09-2013；

系统主机测量范围：10nGy/h~1Gy/h；

天然本底扣除探测器测量范围：1nGy/h~100 μ Gy/h；

能量范围：33keV~3MeV；

检定单位：山东省计量科学研究院；

校准证书编号：Y16-20253686；

检定有效期至：2026 年 12 月 22 日；校准因子：1.17。

（3）检测方法

由两名检测人员共同进行现场监测，依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）等相关要求进行现场测量。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，计算算术平均值和标准差，结合仪器校准因子进行修正，扣除宇宙射线响应值后，得到测点最终辐射剂量率结果。

（4）检测人员及其他质量保证措施

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。

5. 检测时间与条件

2026 年 7 月 14 日，天气：晴，温度：24.6° C，相对湿度：73.4%。

6. 检测结果

环境 γ 辐射剂量率检测结果见表 6-2，检测布点图见图 6-2。

表 6-2 探伤室拟建区域及周围环境 γ 辐射剂量率检测结果（nGy/h）

点位	点位描述	剂量率	标准差
1#	拟建探伤室位置	100.2	1.0
2#	拟建探伤室东侧区域	103.2	0.9
3#	拟建探伤室西侧区域	98.9	1.2
4#	拟建探伤室南侧区域	101.2	1.1
5#	拟建探伤室北侧区域	103.4	0.7
6#	厂区道路	99.7	1.0
7#	拟建探伤室东侧控制室西墙外 1m 处	102.8	0.8
8#	拟建探伤室北侧甲醇项目实验室南墙外 1m 内	100.7	1.2
9#	拟建探伤室西侧门卫室东墙外 1m 处	120.2	1.1

注：1. 表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 13.5nGy/h；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，多层建筑取 0.8；
2. 检测时所有点位均位于室外，地面为水泥/泥土。

根据表 6-2 中检测数据，本项目拟建探伤室区域及周围 γ 辐射剂量率为(98.9~120.2) nGy/h，即 $(9.89\sim12.02)\times10^{-8}\text{Gy/h}$ ，处于烟台市道路环境天然放射性水平范围内[道路 $(1.94\sim20.14)\times10^{-8}\text{Gy/h}$]。

表 7 项目工程分析与源项

7.1 施工期工程分析

本项目探伤室为定制屏蔽结构，现场焊接拼装，现场需浇筑混凝土基座，操作室、暗室、评片室拟采购成品箱式房进场安装，土建施工内容较少，施工期工艺流程及产污环节见图7-1。施工期可能的污染因素主要为常规环境要素，主要为噪声、扬尘、施工废水、生活污水及固体废物。

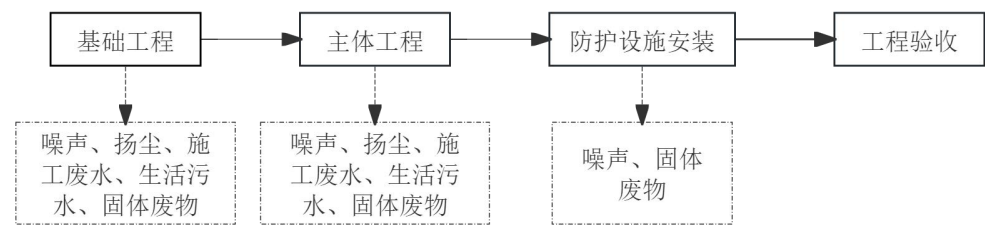


图7-1 施工期工艺流程及产污环节图

7.2 营运期工程分析

本项目X射线探伤机主要用于检测公司生产的管路等产品，检测工件最大规格为直径0.8m，长度3m、壁厚20mm，不用于探伤室外其他地点质保性质的日常工业探伤；不进行探伤检测时，探伤机贮存于探伤室内。

7.2.1 X射线探伤机简介

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。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。控制器采用了先进的微机控制系统，可控硅模块快速调压，主、副可控硅逆变控制及稳压、稳流等电子线路和抗干扰线路，工作稳定性好，运行可靠。X射线机的控制器与高压发生器的连接电缆长度为20m。

典型X射线探伤机内部及外形示意图见图7-2。



图7-2 典型X射线探伤机内部及外形示意图

7.2.2 工艺分析

一、X射线产生原理

X射线机主要由X射线管和高压电源组成。X射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钼等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面作用的韧致辐射即为X射线。X射线管示意图见图7-3。

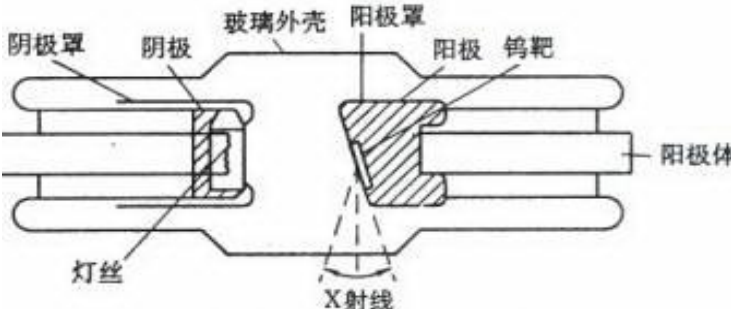


图 7-3 X 射线管示意图

二、X射线探伤原理

X射线探伤机在工作过程中，通过X射线对受检工件进行照射，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，根据曝光强度的差异判断焊接的质量。如有焊接质量等问题，在显影后的胶片上产生较强的图像显示裂缝所在的位置，X射线探伤机据此实现探伤的目的。

三、X射线探伤机技术参数

本项目X射线探伤机主要技术参数见表7-1。

表 7-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数表

型号	XXG-2505	XXGH-2505Z
意向厂家	丹东东方	丹东东方
最大管电压	250kV	5mA
最大管电流	250kV	5mA
射线管辐射角	40° +5°	360° ×30°
射束方向	定向	周向
最大穿 A3 钢厚度	40mm	34mm

靶体类型	单向锥形束	周向锥靶
------	-------	------

四、X射线探伤机工作流程

1. 探伤操作人员进入探伤室时，携带便携式 X- γ 剂量率仪，佩戴个人剂量计以及个人剂量报警仪，开启探伤室机械通风换气系统；

2. 必要时对探伤机进行训机（长时间停用或初次投入使用的探伤机需开展训机，目的提升 X 射线管真空度；真空度不足易造成阳极烧毁、击穿射线管，引发设备故障甚至报废。探伤机初次使用前制作曝光曲线，每年至少校验一次曝光曲线，设备大修后应重新制作曝光曲线）；

3. 工作人员使用叉车将待测工件转运至探伤室内，在被探伤工件焊缝位置做好标记，粘贴胶片；

4. 根据工件类型选用探伤设备并定位摆放：

（1）XXG-2505 定向探伤机：用于船体板材、平板钢结构、直线焊缝检测。射线为单向 40° 扇形束，将探伤机射线出口正对工件焊缝，射线垂直指向焊缝区域，胶片布置在工件背向射线一侧；

（2）XXGH-2505Z 周向锥靶探伤机：用于管道、圆筒类环形焊缝检测，探伤机放置于管道/筒体中心位置，依靠锥形阳极靶产生环形辐射，一次曝光即可完成整条环焊缝全景拍片；

5. 调整焦距，设置曝光管电压、曝光时间等工艺参数；

6. 探伤室内全部人员撤离、全面清场，关闭探伤室防护门，确认门-机联锁装置正常；

7. 操作人员在操作室内远程启动探伤机，对工件实施曝光；曝光完成后关闭探伤机高压；

8. 曝光结束，等待空气电离产生的臭氧充分消散后，工作人员进入探伤室，拆除胶片、整理工件；确认现场无遗留物品后关闭通风系统、锁闭探伤室防护门离开；

9. 将胶片送至暗室进行冲洗，冲洗完成后清水漂洗、晾干，评定底片，最终出具无损检测报告。

X射线探伤机进行室内探伤主要工作流程如图7-4所示。

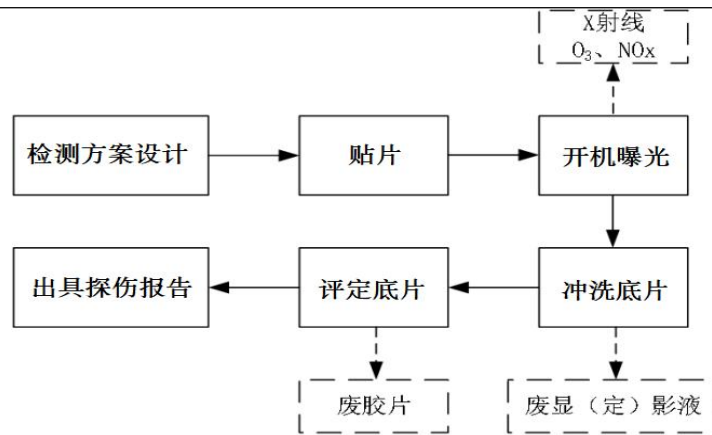


图7-4 X射线探伤机进行室内探伤工作流程示意图

五、X射线探伤机进行探伤作业时有用射束方向及探伤作业范围

根据公司提供资料及探伤机使用特性等，本项目涉及的两台探伤机在探伤室内的探伤范围一致，为探伤室内一个矩形区域（图 7-4（a）中洋红色区域），周向探伤机主射束主要是南北周向照射，定向探伤机主要向北、向南照射。

探伤机探伤时距离地面高度最大为 1.2m，探伤机距离探伤室北墙、大防护门、东墙、南墙、小防护门、西墙、操作位的最近水平距离分别为 1.0m、1.116m、1.0m、1.0m、2.232m、2.116m、3.032m，距室顶最近垂直距离为 1.8m，距室顶最远垂直距离为 2.0m。本项目探伤机探伤作业范围详见图 7-5。



图 7-5（a） X 射线探伤机在探伤室内探伤作业范围示意图（平面图，单位：mm）

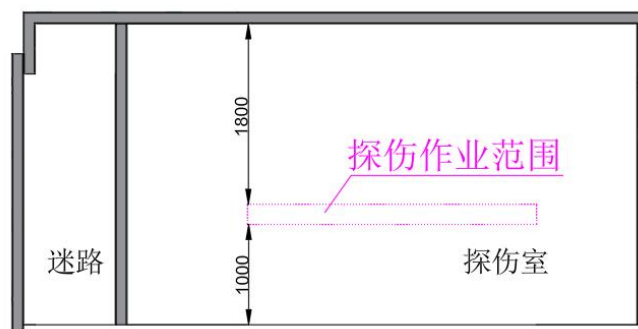


图 7-5（b） X 射线探伤机在探伤室内探伤作业范围示意图（1-1 剖面，单位：mm）

六、工作负荷及辐射工作人员配备

根据公司提供资料，X射线探伤机每年检测约500个工件，每个工件曝光1~6次，每次曝光时间最多为4min；每个工件探伤拍2~10张片子不等，每年最多拍5000张片子，年累计总曝光时间不超过200h，考虑到训机、维修维护等曝光时间，保守按25h计，则本项目年累计总曝光时间约225h。

公司拟配备2名探伤操作人员，专职从事室内探伤作业；另外拟配备1名辐射安全管理人员，专职负责公司的辐射安全管理工作。

7.3 污染源项描述

7.3.1 施工期污染因素分析与评价因子

本项目建设阶段的污染源项主要是探伤室混凝土基座建设、探伤室拼接安装、操作室、评片室、暗室等安装过程中产生的施工扬尘、施工噪声、废水、固体废物等。

1. 施工扬尘

本项目在建设阶段需进行挖掘地基、混凝土浇筑等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘。

2. 施工噪声

施工噪声主要来自开挖地基、场地平整等几个阶段，主要噪声源为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。

3. 废水

废水主要是施工废水和施工人员产生的生活废水。

4. 固体废物

固体废物主要是建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。

综上分析，本项目建设阶段环境影响评价的评价因子主要为施工扬尘、施工噪声、施工废水和生活污水、生活垃圾和建筑垃圾。

7.3.2 营运期污染因素分析与评价因子

1. X射线

X射线探伤机在进行室内探伤作业或训机过程中，会产生X射线，对周围环境及人员将产生辐射影响。X射线随着探伤机的开、关而产生和消失。

2. 非放射性废物

在X射线探伤机运行中产生的X射线照射下，空气吸收辐射能量并通过电离作用可产生少量非放射性有害气体，主要为臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。

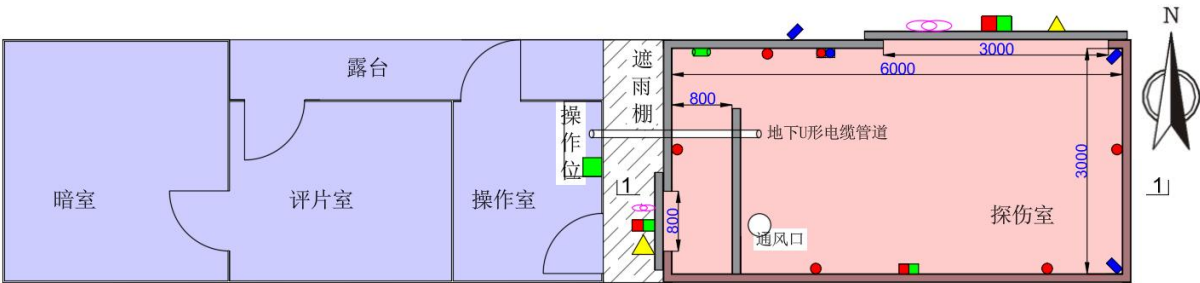
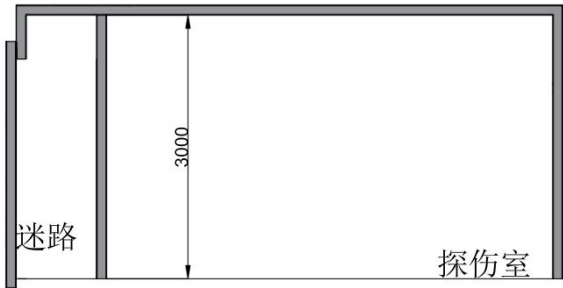
3. 危险废物

拍片、洗片过程中会产生废胶片、废显（定）影液等，属于危险废物，废物类别为HW16感光材料废物，废物代码为900-019-16，危险特性为毒性。

结合本项目的工作负荷，每年拍片约5000张，片子在档案室存放7年后即可作为废胶片处理。存档期满以后，平均每张片子约10g，胶片产生量约50kg/a，一般每洗1000张片子约产生废显（定）影液20kg。则本项目废显（定）影液产生量共计约100kg/a。

综上分析，本项目运行阶段环境影响评价的评价因子主要为X射线，同时考虑非放射性气体和危险废物。

表 8 辐射安全与防护

8.1 项目安全设施 8.1.1 探伤场所布局及分区情况 一、探伤场所分布情况 本项目X射线探伤工作场所位于公司厂区东南侧，由探伤室、操作室、评片室和暗室组成，探伤室布置在东侧，操作室、评片室和暗室布置在探伤室西侧，探伤室和操作室中间间隔0.8m。探伤室北墙东侧设置工件进出的大防护门，探伤室西墙南侧设置人员进出的小防护门，操作位布置在西侧操作室内，能够避开有用线束照射，布局基本合理。 其平面布置示意图见图8-1。  注：门-机联锁 工作状态指示灯 电离辐射警告标志 急停按钮 监控探头 固定式辐射探测报警装置剂量探头 固定式辐射探测报警装置显示屏 门控开关 控制区 监督区 图8-1（a） 探伤工作场所平面布置示意图（单位：mm）  图8-1（b） 探伤室1-1剖面布置示意图（单位：mm） 二、探伤室分区情况 根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中规定，“应对探伤工作场所实行分区管理。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”。建设单位拟对工作场所进行分区管理，划分为控制区和监督区；拟将探伤室内部划

分为控制区，探伤期间禁止任何人员进入；拟将操作室、评片室、暗室划分为监督区。并在控制区边界防护门处设置电离辐射警告标志。分区划分示意图见图8-1（a）。

8.1.2 探伤室辐射防护屏蔽情况

探伤室尺寸、容积及屏蔽设计参数详见表8-1。

表8-1 探伤室尺寸、容积及屏蔽参数一览表

名 称	设计参数
尺寸（长×宽×高）	探伤室内径：6m（东西）×3m（南北）×3m（高） 迷路（内径）：0.8m（东西）×3m（南北）×3m（高）
面 积	18m ² （含迷路）
容 积	54m ³
四周墙体、迷路和室顶屏蔽材质及厚度	8mm钢板+10#槽钢+16mm铅板+8mm钢板，厚度约116mm
大防护门	位于探伤室北墙东侧，用于工件进出； 门洞尺寸（宽×高）：3m×2.5m；门体尺寸（宽×高）：3.5m×2.8m； 防护材质：8mm钢板+10#槽钢+16mm铅板+8mm钢板，厚度约116mm； 大防护门为电动推拉防护门，在专用地槽沟内移动，防护门与洞口搭接处间隙≤10mm，其上、下、左、右与四周墙壁的搭接量分别为200mm、100mm、250mm、250mm，搭接宽度与缝隙比例均不小于10:1。
小防护门	位于探伤室西墙南侧，用于人员进出； 门洞尺寸（宽×高）：0.8m×2.5m；门体尺寸（宽×高）：1.3m×2.8m； 防护材质：8mm钢板+10#槽钢+16mm铅板+8mm钢板，厚度约116mm； 小防护门为手动推拉防护门，在专用地槽沟内移动，防护门与洞口搭接处间隙≤10mm，其上、下、左、右与四周墙壁的搭接量分别为200mm、100mm、250mm、250mm，搭接宽度与缝隙比例均不小于10:1。
操作位	操作位位于探伤室西侧操作室内
通风口	位于探伤室室顶西南侧（距南墙0.5m，距迷道内墙0.1m），尺寸约为300mm×300mm，拟在通风口内安装轴流风机，通风口拟安装10mmPb的铅防护罩。拟安装机械通风装置，设计通风量为300m ³ /h，非放射性气体经通风口排至探伤室室顶上方外环境，探伤室室顶日常无人员到达，不属于人员密集区。

8.1.3 辐射安全防护措施

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

1. 探伤室辐射防护措施

（1）探伤室大、小防护门拟设置门-机联锁装置，大、小防护门打开时X射线照射立即停止，关上门不能自动开始X射线照射，拟在探伤室内北墙设置一处门控开关，可方便

探伤室内人员在紧急情况下开门离开。

(2) 探伤室大、小防护门口及内部拟设置能够显示“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探伤室内人员安全离开，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，工作状态指示灯能够与X射线机有效连锁；公司拟在探伤室内外醒目位置张贴对两种信号意义的说明。

(3) 公司拟在探伤室内和大防护门外安装监视装置，在操作台处设计专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

(4) 大、小防护门外拟张贴电离辐射警告标识和中文警示说明。

(5) 探伤室内拟设置5处急停开关（探伤室东墙、西墙和北墙各设置1处，南墙设置2处），操作位自带1处急停开关，确保出现事故时能立即停止照射，急停开关的位置可使其探伤室内任何位置的人员都不需要穿过主射线束就能使用，且急停开关设计有明显标志，标明使用方法。

(6) 探伤室室顶西南侧设计一处通风口，通风口距南墙0.5m，距迷道内墙0.1m；尺寸约为300mm×300mm，拟在通风口内安装轴流风机，通风口拟安装10mmPb的铅防护罩。拟安装机械通风装置，设计通风量为300m³/h，探伤室净容积54m³，通风换气次数大于3次/h，非放射性气体经通风口排至探伤室室顶上方外环境，室顶上方日常无人员到达，不属于人员密集区。

(7) 探伤室拟配置固定式场所辐射探测报警装置，剂量探头拟安装在探伤室北墙西侧，显示屏拟安装在操作室。

(8) 管线口拟设置在探伤室西墙底部，地下U型穿墙，可避免X射线漏射。

(9) 公司拟为本项目配备1名辐射管理人员和2名探伤操作人员、2部个人剂量报警仪、1台辐射巡检仪，拟为探伤操作人员配备个人剂量计，待配备后可满足探伤工作要求。

(10) 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，拟建立工作人员个人剂量档案，个人剂量档案每人一档，由专人负责保管和管理，个人剂量档案终生保存。辐射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。辐射工作人员需要参加辐射安全与防护考核，考核通过后方可上岗，如发生工作人员新增、调离、岗位变动等情况，及时完善人员培训、个人剂量档案，并向生态环境主管部门报备。

(11) 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。

2. 探伤室探伤操作的放射防护措施

(1) 进入探伤室工作之前，先检查探伤机外观是否完好；电缆是否有断裂、扭曲以及破损；液体制冷设备是否有渗漏；螺栓等连接件是否连接良好；安装的固定辐射检测仪是否正常。

(2) 对于正常使用的探伤室先检查探伤室防护门-机联锁装置是否正常工作、照射信号指示灯是否正常运行。

(3) 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还要携带个人剂量报警仪和便携式X- γ 剂量率仪，同时要确保个人剂量报警仪能正常工作。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员立即退出探伤室，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。

(4) 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。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

(5) 当班使用便携式X- γ 剂量率仪前，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，则先不开始探伤工作。

(6) 探伤工作人员正确使用配备的辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。

(7) 在每一次照射前，操作人员先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，才开始探伤工作。

3. 探伤机的维护措施

(1) 公司对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；

(2) 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；

(3) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，公司承诺保证所更换的零部件为合格产品；

(4) 拟做好设备维护记录。

4. 探伤设备的退役

(1) X射线发生器拟处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；

(2) 当射线装置从现场移走后，使用单位拟按监督机构要求办理相关手续。

(3) 拟清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

综上所述，本项目的辐射安全防护措施均满足相关标准和管理部门的要求。

8.1.4 危废暂存间

拍片、洗片过程中会产生废胶片、废显（定）影液等，属于危险废物，危废编号为HW16 900-019-16，危险特性为毒性，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》等要求进行暂存，委托有相应危废处理资质的单位处置，对危险废物实行联单管理和台账管理。

公司拟依托厂区现有危废暂存间贮存本项目产生的危险废物。2011年11月，原威海中远造船科技有限公司委托编制了《船用压载水处理系统生产项目环境影响报告表》，2011年12月28日，威海市环境保护局环翠分局以威环环管表（2011）12-27号予以批复，项目配套建设1座建筑面积20m²危废暂存间；2014年11月18日，该项目通过竣工环保验收。厂区现有工程产生的废乙二醇水溶液、废机油、废液压油、废乳化液、废包装物等危险废物均暂存于该危废暂存间，各类危废年产生量依次为3.5t/a、1.005t/a、0.1t/a、0.2t/a、2.04t/a。

本项目探伤作业每年产生废显（定）影液0.1t、废胶片0.05t。建设单位拟设置1个120L密封桶贮存废显（定）影液、1个120L塑料箱存放废胶片，容器总占地面积约1m²。上述危险废物将在危废暂存间内划定独立分区存放，与危废暂存间内现有危险废物隔离放置。现有危废暂存间剩余贮存容积充足，可满足本项目新增危险废物暂存需求，依托方案具备可行性。

公司按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）、《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ2025-2012）等相关法律法规和标准的要求对危废暂存间进行管理：

①根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径，采取必要的防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施，不应露天堆放危险废物；

②根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等要求设置必要的贮存分区，避免不相容的危险废物接触、混合；

③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应采用坚固的材料建造，表面无裂缝；

④地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。贮

存的危险废物直接接触地面的，还应进行基础防渗；

⑤采取技术和管理措施防止无关人员进入；

⑥对危险废物类别和特性与危险废物标签等危险废物识别标志不一致的或类别、特性不明的不应存入；

⑦定期检查危险废物的贮存状况，及时清理贮存设施地面，更换破损泄漏的危险废物贮存容器和包装物，保证堆存危险废物的防雨、防风、防扬尘等设施功能完好；

⑧按国家有关标准和规定建立危险废物管理台账并保存；

⑨建立贮存设施环境管理制度、管理人员岗位职责制度、设施运行操作制度、人员岗位培训制度等。

根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）的要求，建设单位应对不同种类的危险废物分别存放，从而满足贮存容器符合性和相容性的要求，具体详见表8-2。

表8-2 危险废物贮存、利用、处置设施标志及危险废物标签说明

图例	说明
	①危险废物设施标志背景颜色为黄色，字体和边框颜色为黑色； ②危险废物设施标志字体应采用黑体字，其中危险废物设施类型的字样应加粗放大并居中显示； ③观察距离不大于 4m 时，标志牌整体外形最小尺寸为 300mm×186mm；三角形警告性标志外边长 140mm，内边长 105mm，边框外角圆弧半径 8.4mm；设施类型名称最低文字高度 16mm，其他文字 8mm； ④危险废物贮存、利用、处置设施标志可采用横版或竖版的形式。

	①危险废物标签背景色应采用醒目的橘黄色，标签边框和字体颜色为黑色； ②危险废物标签字体宜采用黑体字，其中“危险废物”字样应加粗放大； ③容器或包装物的容积不大于 50L 时，标签最小尺寸为 100mm×100mm，最低文字高度 3mm。
---	---

本项目危险废物产生较少，公司根据废（定）显影液和废胶片的产生情况以及《危险废物转移管理办法》等生态环境要求进行危废转移，对危险废物实行联单管理和台账管理。企业应委托具备危废运输资质的单位进行运输。企业在项目运行后应尽快与危废处置单位签订危废处置协议。

综上所述，危险废物将得到妥善处置，不会对周围环境造成影响。

8.2 三废的治理

1. 非放射性气体

X射线探伤机运行时产生的非放射性有害气体主要靠通风换气来控制，探伤室拟设置通风换气系统，设计通风量为300m³/h，每小时通风换气次数大于3次，通风口尺寸为300mm×300mm，位于探伤室室顶西南侧，非放射性气体经通风口外排至探伤室室顶上方外环境，室顶上方日常无人员到达，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117- 2022）中“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”的要求。

2. 危险废物

本项目产生的废显（定）影液和废胶片，属于危险废物，危废编号为HW16 900-019-16。公司拟将危险废物暂存于危废暂存间内专用贮存容器中。危废暂存间具备防风、防雨、防晒、防渗等功能，其外设有规范的警示标志。公司对危险废物实行联单管理和台账管理，定期委托具备危废运输资质的单位运输至有相应危废处置资质的单位处置。总之，危险废物可以得到妥善处置，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

本项目建设阶段主要包括混凝土基座建设、探伤室拼接安装以及操作室、评片室、暗室的安装等。

一、扬尘影响分析

施工期的扬尘主要来自开挖土方、打桩以及材料运输、装卸等过程。在施工期间应对施工场地定期增湿，可有效减少扬尘量，对周围环境的影响很小。

二、噪声影响分析

施工期的噪声主要为施工过程中各类机械作业产生的机械噪声，应选用低噪声的机械设备，合理安排施工时间和工序，并在注意维护保养的情况下，可有效降低机械噪声。

由于施工噪声影响持续时间较短，施工结束噪声即消失，且施工均在现有厂区内。只要施工单位做到文明施工，合理安排施工时间和工序，高噪声施工机械避免夜间施工，工程施工噪声对周边环境的影响较小。

三、废水排放分析

施工期污水主要为施工废水和施工人员产生的生活污水。在施工区内设置一定容量的沉淀池，把施工废水汇集入沉淀池充分沉淀后，上清水回用，沉积物回填于开挖基础处。施工人员产生的生活污水依托厂区现有污水处理设施进行处理。施工废水和施工人员产生的生活污水可得到妥善处理，对周围环境的影响较小。

四、固体废物影响分析

施工期间固体废物主要为建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。将建筑垃圾进行分类收集，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至环卫部门指定地点。施工人员产生的生活垃圾依托厂区现有垃圾收集设施，由环卫部门定期清运。施工期产生固体废物可得到妥善处置和综合利用，对周围环境的影响较小。

综上所述，本项目施工期对周围环境的影响是小范围和短暂的。随着施工期的结束，对环境的影响也逐步消失。

9.2 运行阶段对环境的影响

9.2.1 探伤室周围辐射水平估算与评价

本项目探伤室尚未开工建设，本次评价采用理论计算的方法评估 X 射线探伤机开机时对周围环境的影响。本项目周向探伤机和定向探伤机管电压、管电流相同，探伤作业范围

一致，探伤机不会同时开机使用，本次评价选取两台探伤机中较大的参数，采用理论计算的方法估算探伤机开机时对周围环境的影响。

一、计算公式

本次评价公式参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及其修改单，详见公式9-1～公式9-4。

1. 有用线束在关注点处的剂量率计算公式：

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

式中：

H	有用线束在关注点处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$
I	X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA
H_0	距辐射源点（靶点）1m处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4
B	屏蔽透射因子
R	辐射源点（靶点）至关注点的距离，m

2. 屏蔽透射因子计算公式：

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

式中：

B	屏蔽透射因子
X	屏蔽物质厚度
TVL	X射线在屏蔽物质中的什值层厚度

3. 泄漏辐射在关注点处的剂量率计算公式

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

式中：

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

4. 关注点的散射辐射剂量率计算公式

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

式中：

H_2	关注点的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$
I	X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA
H_0	距辐射源点（靶点）1m处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4
B	屏蔽透射因子

F	R_0 处的辐射野面积, m^2
α	散射因子, 入射辐射被单位面积 ($1m^2$) 散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比
R_s	散射体至关注点的距离, m
R_0	辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离, m

二、主要预测参数选取

1. 参照标准GBZ/T 250-2014及其修改单, X射线管电压为250kV, 0.5mm铜滤过条件下, X射线输出量为 $16.5mSv \cdot m^2 / (mA \cdot min)$ 。

250kV管电压时, X射线在铅、混凝土中什值层厚度分别取2.9mm和90mm; 铅的密度为 $11.3t/m^3$, 混凝土的密度为 $2.35t/m^3$; 根据“AEA NO.41”中表18, 250kV管电压时, X射线在钢中什值层厚度为20.1mm。

X射线管电压为250kV时, 根据标准GBZ/T 250-2014表1, 距靶点1m处的泄漏辐射剂量率取 $5000 \mu Sv/h$ 。

原始X射线能量为250kV时, X射线 90° 散射辐射最高能量为200kV, 其在铅、混凝土中什值层厚度分别为1.4mm和86mm; 在钢中的什值层厚度为17.8mm。

2. 根据公司提供资料及探伤机使用特性等, 周向探伤机南北周向照射, 定向探伤机定向向北、向南照射, 探伤机使用范围为探伤室内一个矩形区域, 探伤机与探伤室北墙、大防护门、东墙、南墙、西墙、小防护门、操作位的最近距离分别为1.0m、1.116m、1.0m、1.0m、2.116m、2.232m、3.032m, 探伤机使用时离地高度最高1.2m, 与室顶最近距离为1.8m, 与室顶最远距离为2.0m; R_0 为0.5m。

3. 本项目周向探伤机辐射角度为 30° , 定向探伤机辐射角度为 45° , 取较大值, 则有用线束半张角最大为 22.5° , 当有用线束向北照射时, $\tan 22.5^\circ \times 2.0m$ (探伤机与北墙的最远距离) $\approx 0.828m$, 该距离小于探伤机与东墙/西墙的最远距离1.0m/2.116m, 因此东墙/西墙不受有用线束照射; 操作位位于探伤室西墙南侧, 受漏射线和散射线的影响。

4. $R_0^2 / (F \cdot \alpha)$: X射线管电压为250kV时, 入射辐射被面积为 $400cm^2$ 水模体散射至1m处的相对剂量比份 α_w 为 1.9×10^{-3} ; 则散射因子 $\alpha = 1.9 \times 10^{-3} \times 10000 \div 400 = 0.0475$ 。 R_0 处的辐射野面积 F 为 $\pi \times (R_0 \times \tan 22.5^\circ)^2$, 则 $R_0^2 / (F \cdot \alpha) = R_0^2 \div \pi \div (R_0 \times \tan 22.5^\circ)^2 \div 0.0475 \approx 39.06$ 。

参考示意图见图9-1 (a)、9-1 (b)。

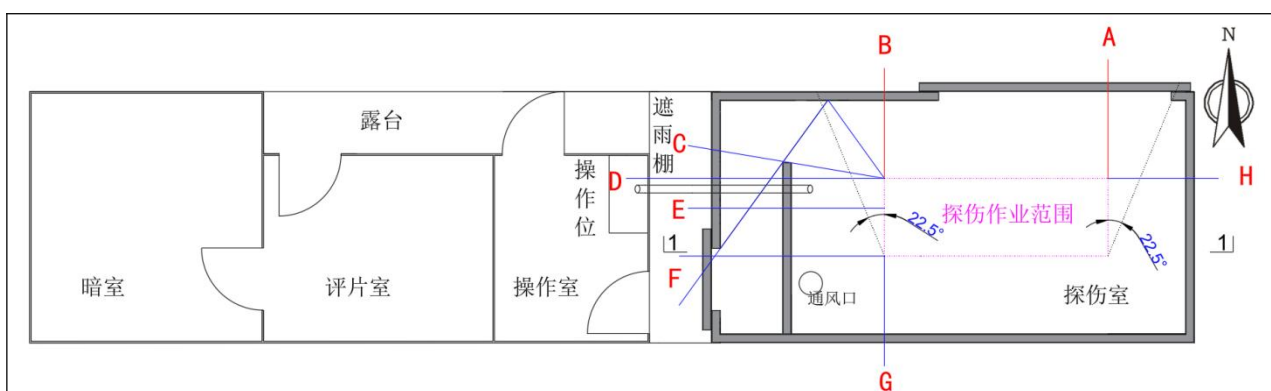


图 9-1 (a) 探伤室四周预测点示意图 (平面图, 单位: mm)

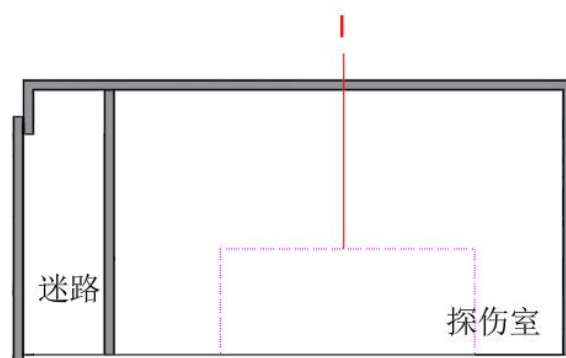


图 9-1 (b) 探伤室室顶预测点示意图 (1-1 剖面, 单位: mm)

三、预测结果

1. 探伤室四周、室顶外预测点辐射影响

根据式9-1~9-4计算, 探伤机工作时探伤室周围辐射剂量率见表9-1。

表9-1 探伤机工作时探伤室周围辐射剂量率计算结果

参考点	屏蔽体	屏蔽厚度	计算距离 m	辐射类型	屏蔽投射因子 B	剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	
A	大防护门	16mm 钢板 +16mm 铅板	1.532	主射	$10^{(-16/2.9-16/20.1)}$	1.03	
B	北墙	16mm 钢板 +16mm 铅板	1.416	主射	$10^{(-16/2.9-16/20.1)}$	1.20	
C	西墙	16mm 钢板 +16mm 铅板	2.532 ^①	漏射	$10^{(-16/2.9-16/20.1)}$	3.79×10^{-4}	3.79×10^{-4}
				散射	$10^{(-16/1.4-16/17.8)}$	1.68×10^{-9}	
D	操作位	32mm 钢板 +32mm 铅板	3.332 ^②	漏射	$10^{(-32/2.9-32/20.1)}$	1.06×10^{-10}	1.06×10^{-10}
				散射	$10^{(-32/1.4-32/17.8)}$	6.01×10^{-22}	
E	西墙+迷路 内墙	32mm 钢板 +32mm 铅板	2.532	漏射	$10^{(-32/2.9-32/20.1)}$	1.84×10^{-10}	1.84×10^{-10}
				散射	$10^{(-32/1.4-32/17.8)}$	7.91×10^{-22}	
F	迷道内墙+ 小防护门	32mm 钢板 +32mm 铅板	2.648 ^③	漏射	$10^{(-32/2.9-32/20.1)}$	1.69×10^{-10}	1.78×10^{-9}
	小防护门	16mm 钢板 +16mm 铅板		散射	$10^{(-16/1.4-16/17.8)}$	1.61×10^{-9}	

G	南墙	16mm 钢板 +16mm 铅板	1.416	主射	$10^{(-16/2.9-16/20.1)}$	1.20	
H	东墙	16mm 钢板 +16mm 铅板	1.416	漏射	$10^{(-16/2.9-16/20.1)}$	1.21×10^{-3}	1.21×10^{-3}
				散射	$10^{(-16/1.4-16/17.8)}$	3.01×10^{-9}	
I	室顶	16mm 钢板 +16mm 铅板	2.216	主射	$10^{(-16/2.9-16/20.1)}$	0.49	

注：①到西墙的距离取射束至预测点的水平距离 2.532m，屏蔽厚度取西墙的设计防护厚度进行计算；
②到西墙的距离取射束至预测点的水平距离 3.332m，忽略操作室墙体的防护能力；
③到小防护门的距离取射束至预测点的水平距离，为 2.648m，散射线需经过多次散射到达小防护门，
为便于计算，本次保守按照散射一次进行计算。

由表9-1可知，本项目探伤机运行时，探伤室四周墙体、操作位、室顶及大、小防护门外30cm处预测点辐射水平最大为1.20 μSv/h，低于2.5 μSv/h剂量率参考控制水平。

2. 通风口外辐射影响

探伤室室顶西南侧设计一处通风口，通风口距南墙0.5m，距迷路内墙0.1m；通风口尺寸约0.3m×0.3m。拟在通风口内安装排风机，通风口拟安装10mmPb的铅防护罩。

定向探伤机向南照射时，距离探伤室南墙最远距离2.0m， $\tan 22.5^{\circ} \times 2 \approx 0.828\text{m}$ ，小于探伤机与室顶的最近距离1.8m，因此定向探伤机不照射室顶。

周向探伤机有用线束照射室顶，探伤机与探伤室南墙最远距离2.0m，距离室顶最远距离2.0m， $\tan 15^{\circ} \times \sqrt{2^2 + 2^2} \text{m} \approx 0.758\text{m}$ ，探伤机有用线束照射在室顶和探伤室南墙搭接处距离迷路内墙最近距离为1.2-0.758=0.442m，大于通风口与迷路内墙的距离0.4m，因此，通风口不受有用线束照射，受泄漏辐射和散射线影响。探伤机距通风口内侧最近水平距离 $\sqrt{0.2^2 + 0.8^2} \approx 0.824\text{m}$ ，垂直距离 1.8m，因此探伤机距通风口内侧的最近距离为 $\sqrt{0.824^2 + 1.8^2} \approx 1.98\text{m}$ ，距通风口外预测点的距离为1.98+0.116+0.3=2.396m。

辐射路径斜剖图详见图9-2。

（1）泄漏辐射

根据公式9-2和9-3，泄漏辐射剂量率为

$$5000 \times 10^{-(10/2.9)} \div 2.396^2 \approx 0.31 \mu\text{Sv/h};$$

（2）散射辐射

由于有用线束经工件一次散射后，至少经过二至三次散射才能到达通风口外，每散射一次，剂量率降低1-2个数量级；同时由于通风口外侧拟设置不小于10mm铅防护罩屏蔽透射因子 $= 10^{(-10/1.4)} = 7.20 \times 10^{-8}$ ，剂量率降低约8个数量级），则散射辐射对通风口外辐射影响可忽略不计。

（3）总剂量率

预测点处的总剂量率为泄漏辐射和散射辐射在该点处剂量率叠加为 $0.31\ \mu\text{Sv/h}$ ，低于 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ 剂量率参考控制水平。

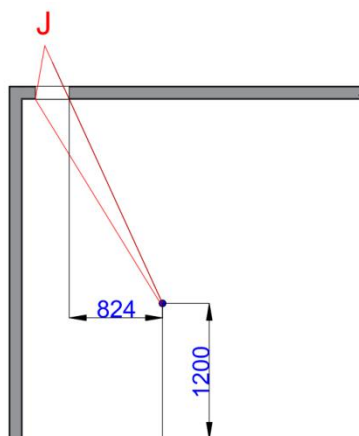


图 9-2 通风口辐射路径示意图（斜剖图，单位：mm）

3. 天空反散射辐射影响

由上文可知，XXGH-2505Z型周向X射线探伤机在最大管电压250kV、最大管电流5mA进行探伤作业时，探伤室室顶上方30cm处的剂量率为 $0.49\ \mu\text{Sv/h}$ ，数据较低；因此，不再考虑天空反散射的辐射影响。

4. 探伤室四周墙体、室顶、通风口及防护门外预测点辐射剂量率评价

探伤室四周墙体、室顶、通风口及防护门外预测点辐射剂量率评价结果见表9-2。

表9-2 探伤室四周墙体、室顶、通风口及防护门外预测点辐射剂量率评价结果

预测点	辐射剂量率值（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	目标值（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	是否达标
A 点（大防护门外 30cm 处）	1.03	2.5	是
B 点（北墙外 30cm 处）	1.20	2.5	是
C 点（西墙外 30cm 处）	3.29×10^{-4}	2.5	是
D 点（操作位）	1.06×10^{-10}	2.5	是
E 点（西墙外 30cm 处）	1.84×10^{-10}	2.5	是
F 点（小防护门外 30cm 处）	1.78×10^{-9}	2.5	是
G 点（南墙外 30cm 处）	1.20	2.5	是
H 点（东墙外 30cm 处）	1.21×10^{-3}	2.5	是
I 点（通风口外 30cm 处）	0.31	2.5	是
J 点（室顶外 30cm 处）	0.49	2.5	是

由上表可知，X射线探伤机进行探伤作业时，探伤室四周墙体、室顶、通风口及大、

小防护门外30cm处辐射剂量率均小于相应目标控制值。

5. 保护目标处辐射剂量率评价

根据式9-1和式9-4，计算得到保护目标处的辐射剂量率，详见表9-3。

表 9-3 保护目标处的辐射剂量率一览表

保护目标	距离方位	射线类型	辐射剂量率值（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	
控制室	探伤室东侧 2m 处	泄漏辐射	2.50×10^{-4}	2.50×10^{-4}
		散射辐射	1.37×10^{-9}	
甲醇项目实验室	探伤室北侧 25m 处	有用线束	3.53×10^{-3}	
门卫值班室	探伤室西侧 40m 处	泄漏辐射	1.36×10^{-6}	1.36×10^{-6}
		散射辐射	1.01×10^{-10}	

注：关注点到靶点的距离本次保守按照探伤室距保护目标处的最近距离进行考虑。

9.2.2 人员所受辐射剂量估算与评价

一、计算公式

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

式中：

H	年有效剂量，Sv/a
T	年受照时间，h
D_r	X 剂量率，Sv/h

二、居留因子

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及其修改单，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	操作室、评片室、暗室、控制室、甲醇项目实验室、门卫室
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间	1/4：探伤室周围驻留的公众成员
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道	—

三、估算结果及评价

根据公司提供资料，X 射线探伤机年累计总曝光时间不超过 225h。

为留有一定的安全系数和简化计算，本次评价在估算人员所受有效剂量时，选取预测点最大的受照剂量，估算探伤室周围驻留的探伤操作人员和公众人员年有效剂量。详见表

9-5。

表 9-5 探伤室外人员所受年有效剂量情况

停留人员	最大剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留因子	时间 (h/a)	年最大有效剂量 (mSv)
探伤操作人员	1.06×10^{-10}	1	225	2.39×10^{-11}
探伤室周围驻留的公众成员	1.20	1/4	225	0.068
控制室	2.50×10^{-4}	1	225	5.63×10^{-5}
甲醇项目实验室	3.53×10^{-3}	1	225	7.94×10^{-4}
门卫值班室	1.36×10^{-6}	1	225	3.06×10^{-7}

注：（1）探伤操作人员工作时位于操作室内，取操作室操作位的辐射剂量率计算探伤操作人员受照剂量；

（2）探伤室北墙、东墙及大防护门外公众成员可到达，取以上位置最大辐射剂量率（探伤室北墙外的辐射剂量率）计算公众成员受照剂量，公众成员不在探伤室周围长时间驻留，居留因子取 1/4。

由上表可知，探伤室周围探伤操作人员所受年辐射剂量为 $2.39 \times 10^{-11}\text{mSv/a}$ 、公众成员所受年辐射剂量最大为 0.068mSv/a ，均满足本评价采用的探伤操作人员及公众成员年剂量约束值分别不超过 2.0mSv/a 和 0.1mSv/a 的管理要求。

9.2.3 非放射有害气体环境影响分析

X 射线探伤机运行时产生的非放射性气体主要靠通风换气来控制，探伤室室顶西南侧设计有一处通风口，通风口距南墙 0.5m，距迷道内墙 0.1m；尺寸约为 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ ，通风口外侧拟安装 10mmPb 的铅防护罩，拟在通风口内安装轴流风机，设计通风量 $300\text{m}^3/\text{h}$ ，通风换气次数大于 3 次/h，非放射性气体经通风口排至探伤室室顶上方外环境，探伤室室顶上方日常无人员到达，且周围非人员密集区，本项目排放的气体主要为臭氧和氮氧化物，半衰期短，易于自然分解，废气向上扩散，不易侧向聚集，且探伤室周围大气扩散条件良好，废气到达东侧控制室（距离 7m）时浓度已经大幅衰减，对控制室内人员影响较小，且控制室内无常驻人员，因此，本项目通风系统设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）6.1.10 款的管理要求，废气排放对周围环境和人员影响较小。

9.2.4 危险废物环境影响分析

本项目产生的废显（定）影液和废胶片，属于危险废物，危废编号为 HW16 900-019-16。公司拟将危险废物暂存于公司现有危废暂存间专用贮存容器中。危废暂存间具备防风、防雨、防晒、防渗等功能，其外设有规范的警示标志。公司对危险废物实行台账管理，定期委托具备危废运输资质的单位运输至有相应危废处置资质的单位处置。总之，危险废物可以得到妥善处置。

9.3 事故影响分析

9.3.1 事故风险识别

1. 探伤工作过程中，由于门—机联锁、工作状态指示灯、急停开关等失效，辐射工作人员和公众误闯或误留，使其受到不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

2. 辐射工作人员不遵守操作规程，违规操作，造成人员的照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命；

3. X 射线探伤机被盗或丢失，使探伤机使用不当，造成周围人员的照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

9.3.2 事故风险防范措施

1. 制定自检制度，定期对门—机联锁、工作指示灯等进行检查和维护，以防止其失效。

2. 制定完善的操作规范，对辐射工作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，禁止未经过培训的操作人员操作 X 射线探伤机；辐射工作人员进行探伤作业时，个人剂量计佩戴于左胸前，携带个人剂量报警仪。

3. X 射线探伤机贮存在探伤室内，建立射线装置使用登记制度，在探伤室内安装监控探头，加强对 X 射线探伤机贮存、使用管理，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和公安部门。

表 10 辐射安全管理

10.1 辐射安全管理机构设置 10.1.1 机构的设置 按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规要求，公司拟建立辐射安全管理机构，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。 辐射安全管理机构工作职责： 负责建立辐射环境管理台账，日常监测记录档案和个人剂量监测档案；负责各项辐射安全管理制度的编写；负责辐射安全管理的协调工作；监督执行各项管理规章制度和辐射环境监测工作；负责协调配合公司具体的辐射安全与环境保护管理工作。 10.1.2 辐射工作人员配备 根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》的规定：从事辐射工作的人员必须通过核技术利用辐射安全和防护考核。 公司拟配备3名辐射工作人员，包括1名辐射管理人员，专职负责辐射管理工作，2名探伤操作人员，专职从事室内探伤工作，公司拟尽快安排辐射工作人员及探伤操作人员参加相应类别的核技术利用辐射安全和防护考核；考核不合格的，不得上岗。
10.2 辐射安全管理规章制度 为认真贯彻执行国家、省和市有关规定，加强公司内部管理，威海中远海运重工科技有限公司将制定一系列的辐射管理制度，包括：《辐射防护和安全保卫制度》《X射线探伤机安全操作规程》《设备检修维护制度》《辐射工作人员岗位职责》《辐射监测方案》《辐射工作人员培训制度》《射线装置使用登记制度》《自行检查及年度评估制度》和《危险废物管理处置制度》等。 上述制度不仅考虑了辐射设备的使用和安全防护，而且考虑了辐射设备使用的实践合理性，具有一定的可操作性，适用于本项目。同时，公司还将在项目运行过程中，根据实际情况不断对上述辐射制度进行完善，以确保相关制度能够得到有效运行。
10.3 辐射监测 10.3.1 个人剂量监测 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关要求，威海中远海运重工科技有限公司将安排专人负责个人剂量监测管理，并规范建立辐射工作人员个人剂量档案，为本项目辐射工作人员配备个人剂量计，并委托有资质的检测机构每三个月检测一次，

检测数据填入个人剂量档案。个人剂量档案内包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案终生保存。当1季度个人剂量监测结果超过0.5mSv，应调查其原因。

10.3.2 工作场所辐射水平监测

按照HJ61-2021等有关标准的规定，公司拟制定《辐射环境监测方案》，监测方案主要内容如下：

1. 监测因子：

X- γ 辐射剂量率。

2. 监测点位

(1) 探伤室大、小防护门外30cm离地面高度为1m处，门的左、中、右侧3个点和门缝四周；

(2) 探伤室墙外30cm离地面高度为1m处，每个墙面至少测3个点；

(3) 探伤室室顶上方30cm处，巡测最大值；

(4) 人员经常活动的位置，主要包括操作室、周围环境保护目标及其他人员能到达的位置。

3. 监测频率

定期监测：正常情况下，每年1—2次自行监测。

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

年度监测：每年委托有资质单位对探伤室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。

10.3.3 检测仪器检定/校准

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

10.4 辐射事故应急

公司拟根据《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和防护条例》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。应急预案须包括以下内容：

1. 辐射事故应急处理机构与职责

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

(2) 明确应急处理领导小组的主要职责，具体如下：

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

2. 辐射事故应急原则

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

3. 辐射事故应急处理程序

(1) 辐射应急预案的启动

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

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

(2) 辐射事故应急处理

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

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

c. 应急处理领导小组召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案；

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

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

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

（3）辐射事故应急响应的终止

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

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

总之，为减少事故发生，必须加大管理力度，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。

10.4.2 辐射事故应急演练

公司拟根据应急演练计划以及项目实际情况，每年至少开展一次辐射事故应急演练，并编制应急演练记录，对演练效果进行总结和评价，对演练过程中存在的不足进行改正，适时修订应急预案。

表 11 结论与建议

11.1 结论

1. 威海中远海运重工科技有限公司拟在公司厂区东南侧建设一处X射线探伤工作场所，包括探伤室、操作室、评片室、暗室，拟购置XXG-2505型和XXGH-2505Z型X射线探伤机各1台，用于固定（室内）场所无损检测，属Ⅱ类射线装置。

2. 本项目符合“实践正当性”原则，符合国家产业政策。

3. 现状检测结果表明：本项目探伤室区域及周围环境 γ 辐射剂量率现状值处于烟台市天然放射性水平范围内。

4. X射线探伤工作场所由探伤室、操作室、评片室和暗室组成。拟对该场所进行分区管理，划分为控制区和监督区。

探伤室四周墙体，大、小防护门及室顶屏蔽材料及厚度为8mm钢板+10#槽钢+16mm铅板+8mm钢板。

探伤室拟安装门—机联锁装置，大、小防护门拟张贴电离辐射警告标识和中文警示说明，大、小防护门上方拟安装显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，其中工作状态指示灯与X射线探伤机联锁；探伤室内设计有5处紧急停开关（探伤室东墙、西墙和北墙各设置1处，南墙设置2处），操作位自带1处急停开关，并标明使用方法；通风口位于探伤室室顶西南侧，尺寸为300mm×300mm，通风口拟设置10mmPb的铅防护罩；探伤室西侧底部拟设置穿线孔。公司拟配置2部个人剂量报警仪、1台辐射巡检仪，拟为每位探伤操作人员配备个人剂量计。

5. 经估算，探伤机进行探伤作业时，探伤室四周墙体、室顶、通风口及大、小防护门外30cm处辐射剂量率为 $(1.06 \times 10^{-10} \sim 1.20) \mu\text{Sv/h}$ ，小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率参考控制水平。

探伤室周围探伤操作人员所受年辐射剂量为 $2.39 \times 10^{-11} \text{mSv/a}$ 、公众成员所受年辐射剂量最大为 0.068mSv/a ，均满足本评价采用的探伤操作人员及公众成员年剂量约束值分别不超过 2.0mSv/a 和 0.1mSv/a 的管理要求。

6. 探伤室每小时通风换气次数大于3次，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“第6.1.10款 每小时有效通风换气次数应不小于3次”的要求。

公司拟将探伤检测过程中产生的危险废物存放于现有危废暂存间内专用贮存容器中，危废暂存间具备防风、防雨、防晒、防渗等功能，其外设有规范的警示标志。公司拟对危险废物实行台账管理，定期委托具备危废运输资质的单位运输至有相应危废处置资质的单位

处置，危险废物可以得到妥善处置。

7. 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件（事件）。

公司拟配备3名辐射工作人员，包括1名辐射管理人员和2名探伤操作人员，拟近期参加辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗。

辐射环境风险评价表明，本项目在实际工作中存在一定的辐射环境风险，公司严格执行制定的风险防范措施和《辐射事故应急预案》，定期演练辐射事故应急方案，对发现的问题及时整改，可使项目环境风险影响降至最低。

综上所述，威海中远海运重工科技有限公司X射线探伤机及探伤室应用项目，在切实落实报告中提出的辐射管理、辐射防护等各项措施，严格执行相关法律法规、标准规范等文件，在严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，该项目对辐射工作人员和公众人员是安全的，对周围环境产生的辐射影响较小，不会引起周围辐射水平的明显变化。因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

11.2 建议和承诺

一、承诺

1. 项目环境影响评价文件取得环评批复后，公司将及时向生态环境主管部门申请辐射安全许可证，待取得辐射安全许可证后，开展探伤工作，本项目属X射线室内探伤，不用于室外的探伤作业活动。

按照环境影响评价文件及审批文件、生态环境主管部门提出的要求同步进行主体工程 and 环保设施的建设，落实各项环保措施和辐射环境管理措施。

项目建成后，公司将按最新环保管理要求开展竣工环境保护验收。

2. 公司将加强探伤机的安全管理工作，严格落实探伤机使用登记制度，建立使用台账；做好探伤机的安全保卫工作，防止丢失或被盜。

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

3. 公司将对辐射工作人员参与探伤的时间和次数进行记录。安排专人负责个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。

4. 加强对废显（定）影液和废胶片等危险废物的日常管理，暂存在耐腐蚀的专用容器

内；建立管理台账，严控环境风险。

5. 严格执行监测计划，发现问题及时处理。

6. 根据辐射建设项目实际情况，完善辐射事故应急预案；按照辐射事故应急方案和报告制度，根据各类可能出现辐射事故的情形编制应急演练脚本，定期开展应急演练，分析、总结存在的问题，并不断完善应急预案。

二、建议

1. 在项目运行过程中，进一步完善各项规章制度。

2. 进一步加强辐射工作人员的辐射防护知识宣传教育，使其熟知防护知识，能合理地应用“距离、时间、屏蔽”的防护措施，使公众人员和自身所受到的照射降到“可合理达到的尽量低水平”。

表 12 审 批

下一级环保部门意见	
经办人	公 章 年 月 日
审批意见	
经办人	公 章 年 月 日

建设项目环境影响评价工作委托书

山东丹波尔环境科技有限公司：

我单位拟开展 X射线探伤机及探伤室应用项目。根据《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》《建设项目环境保护管理条例》等环保法律、法规的规定，本项目必须执行环境影响报告审批制度，编制环境影响评价文件。为保证项目建设符合上述规定，特委托贵单位承担本项目的环境影响评价工作。

请接受委托，并按规范尽快开展工作。

委托单位（盖章）：威海中远海运重工科技有限公司

日期：2026年7月12日



附件二 承诺函

承 诺 函

我单位承诺：我方提供的《威海中远海运重工科技有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目》的相关材料均为真实、合法的。

我单位委托山东丹波尔环境科技有限公司编制《威海中远海运重工科技有限公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目环境影响报告表》，经我方对报告内容认真核对，我单位确认报告中相关技术资料及支撑性文件均为我方提供，并由我方承担因提供资料的真实性、合法性引起的法律责任。

我单位将严格按照环境影响报告中所列内容进行建设，如出现实际建设内容与报告及审批内容不一致的情况，我单位愿承担全部责任。

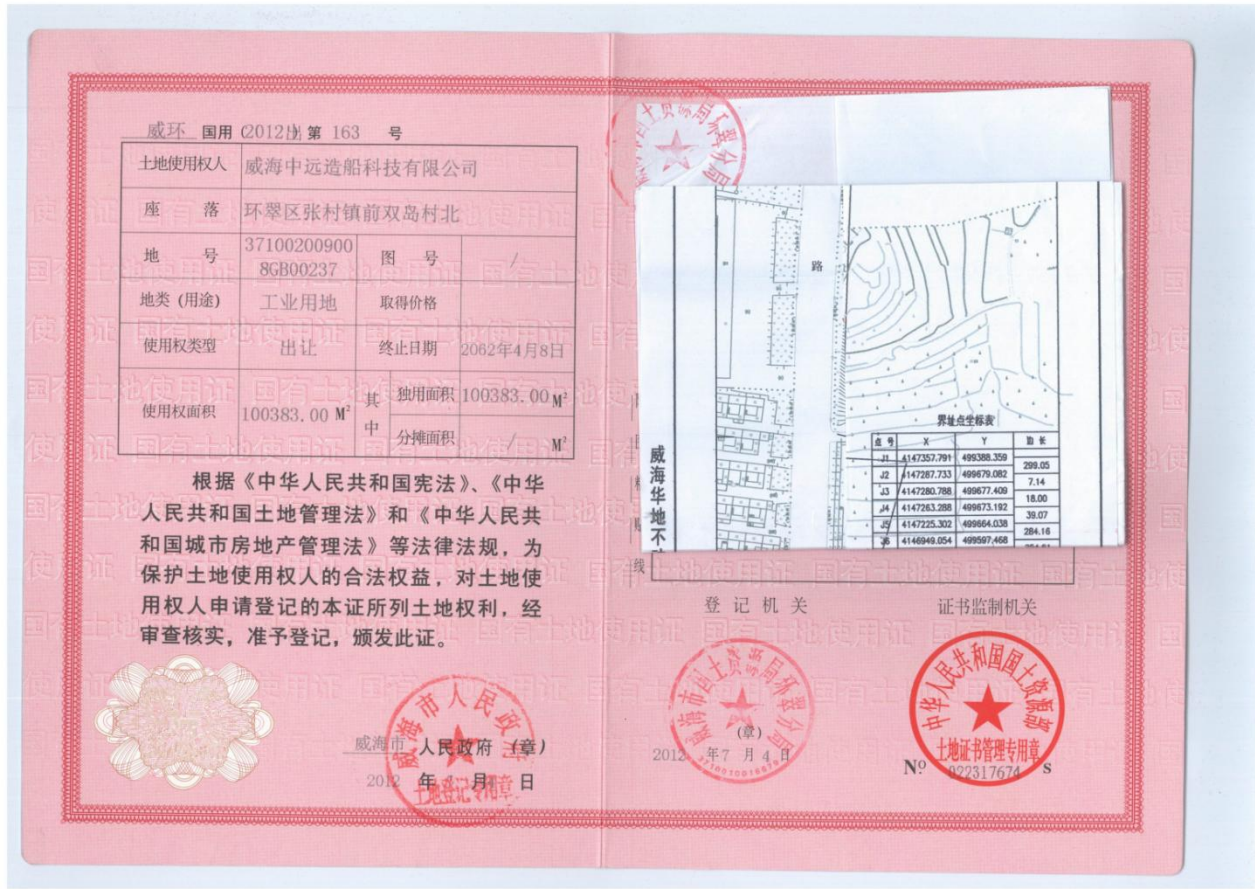
特此承诺！

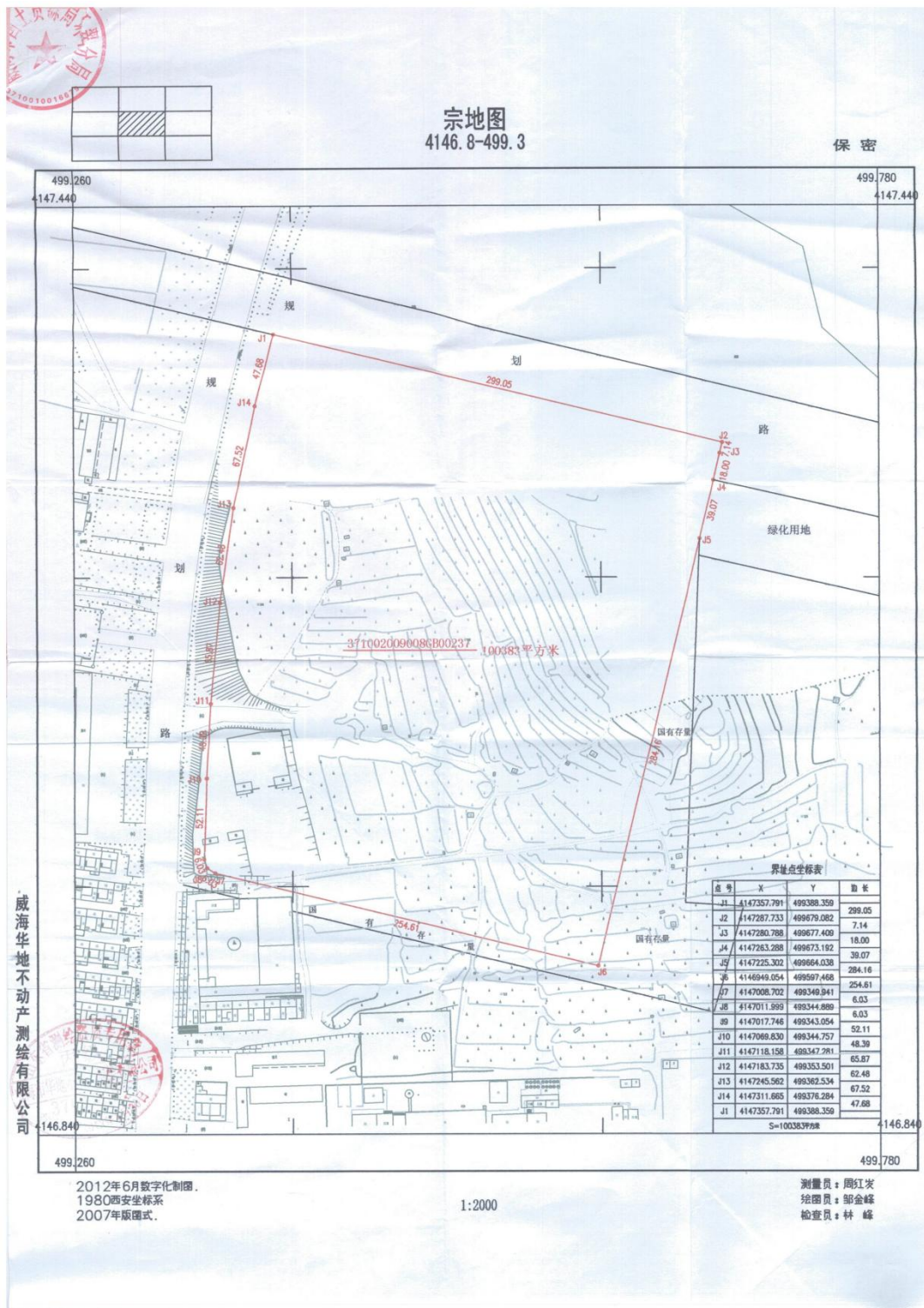
建设单位（公章）：威海中远海运重工科技有限公司

日期：2026 年 8 月 13 日



附件三 不动产权证书





附件四 检测报告



检 测 报 告

丹波尔辐检[2026]第 136 号

项目名称: X 射线探伤机及探伤室应用项目

委托单位: 威海中远海运重工科技有限公司

检测单位: 山东丹波尔环境科技有限公司



报告日期: 2026 年 8 月 4 日

说 明

1. 报告无本单位检测专用章、骑缝章及  章无效。
2. 未经本【检测机构】书面批准,不得复制(全文复制除外)检测报告。
3. 自送样品的委托检测,其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目,结果仅对采样(或检测)所代表的时间和空间负责。
4. 对检测报告如有异议,请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本公司提出,逾期不予受理。

山东丹波尔环境科技有限公司

地址: 山东省济南市市中区六里山街道英雄山路 129 号祥泰广场
项目 1 号商务办公楼 1303

邮编: 250004

电话: 0531-61364346

传真: 0531-61364346

检 测 报 告

检测项目	γ 辐射剂量率		
委托单位、联系人及联系方式	威海中远海运重工科技有限公司		
检测类别	委托检测	检测地点	探伤室拟建位置及周围
委托日期	2026 年 7 月 12 日	检测日期	2026 年 7 月 14 日
检测依据	1. HJ61-2021 《辐射环境监测技术规范》 2. HJ1157-2021 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》		
检测设备	检测仪器名称：便携式 X-γ 剂量率仪； 仪器型号：FH40G+FHZ672E-10； 内部编号：JC01-09-2013； 系统主机测量范围：10nGy/h~1Gy/h； 天然本底扣除探测器测量范围：1nGy/h~100 μ Gy/h； 能量范围：33keV~3MeV； 检定单位：山东省计量科学研究院； 检定证书编号：Y16-20253686； 检定有效期至：2026 年 12 月 22 日； 校准因子：1.17。		
环境条件	天气：晴	温度：25.6℃	湿度：73.4%
解释与说明	为满足公司生产产品质量，公司拟在厂区东南侧建设一处 X 射线探伤工作场所，并拟购置 2 台 X 射线探伤机，用于固定(室内)场所无损检测。X 射线探伤机的使用会对周围环境产生影响，依据相关标准对探伤室拟建位置及周围进行辐射环境现状检测。 检测结果见第 2 页，检测点位示意图及现场照片见附图。		

27

检 测 报 告

表 1 探伤室拟建区域及周围环境γ辐射剂量率检测结果（nGy/h）

点位	点位描述	剂量率	标准差
1#	拟建探伤室位置	100.2	1.0
2#	拟建探伤室东侧区域	103.2	0.9
3#	拟建探伤室西侧区域	98.9	1.2
4#	拟建探伤室南侧区域	101.2	1.1
5#	拟建探伤室北侧区域	103.4	0.7
6#	厂区道路	99.7	1.0
7#	拟建探伤室东侧控制室西墙外 1m 处	102.8	0.8
8#	拟建探伤室北侧甲醇项目实验室南墙外 1m 内	100.7	1.2
9#	拟建探伤室西侧门卫室东墙外 1m 处	120.2	1.1
范 围		98.9~120.2 nGy/h	

注：1. 表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 13.5nGy/h；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，多层建筑取 0.8；
2. 检测时所有点位均位于室外，地面为水泥/泥土。

检测专用章

检测 报 告

附图 1：检测布点示意图



检测报告

附图2：现场照片



以 下 空 白



检测人员 杨本震 核验人员 郭娜娜 批准人 王超

编制日期 2026.8.4 核验日期 2026.8.4 批准日期 2026.8.4

附件五 辐射安全管理承诺书

辐射安全管理承诺书

为规范本项目 X 射线探伤机使用管理，防范辐射安全风险，本单位郑重承诺如下：

- 1. 本项目 X 射线探伤机仅在公司探伤室内使用，不在场外、厂区其他区域开展探伤作业。
 - 2. X 射线探伤机不对外出借、出租给其他单位或个人使用。
 - 3. 辐射工作人员上岗前参加全国核技术利用辐射安全与防护考核，考核合格后上岗，如发生工作人员新增、调离、岗位变动等情况，将及时完善人员培训、个人剂量档案，并主动向生态环境主管部门报备。
 - 4. 定期检查探伤室门-机联锁装置、工作状态指示灯、辐射探测报警装置、急停按钮等辐射防护设施，确保全部正常有效，张贴电离辐射警告标志。
 - 5. 如实记录探伤机使用台账、个人剂量监测档案等资料，并妥善保存。
 - 6. 严格遵守《中华人民共和国生态环境法典》《工业射线探伤放射防护标准》等法律法规，自觉接受生态环境部门监督检查。
- 如违反以上承诺，本单位自愿承担相应法律责任，并按照主管部门要求完成整改。

承诺单位（公章）：威海中远海运重工科技有限公司

日期： 年 月 日

