

2026-F-049

核技术利用建设项目

深海智慧检测（南京）有限公司 新建移动式 X 射线探伤项目 生态环境影响报告表 （公示版）



深海智慧检测（南京）有限公司

2026 年 8 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

深海智慧检测（南京）有限公司 新建移动式 X 射线探伤项目 生态环境影响报告表 （公示版）

建设单位名称：深海智慧检测（南京）有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：江苏省南京市江宁区江宁滨江开发区地秀路 757 号

邮政编码：

联系人：

电子邮箱：

联系电话：



编制单位和编制人员情况表

项目编号	2ld89i		
建设项目名称	深海智慧检测（南京）有限公司新建移动式X射线探伤项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	深海智慧检测（南京）有限公司		
统一社会信用代码	91320115MADGDXUFXJ		
法定代表人（签章）	赵飞		
主要负责人（签字）	赵飞		
直接负责的主管人员（签字）	张小勇		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	江苏玖洁环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91320105MA1MQU5T14		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
张斌	05353243505320171	BH002747	张斌
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
邱天灵	表1项目基本概况、表2放射源、表3非密封放射性物质、表4射线装置、表5废弃物（重点是放射性废弃物）、表6评价依据、表7保护目标与评价标准	BH006225	邱天灵
张斌	表8环境质量与辐射现状、表9项目工程分析与源项、表10辐射安全与防护、表11环境影响分析、表12辐射安全管理、表13结论与建议	BH002747	张斌

持证人签名:
Signature of the Bearer

管理号: 05353243505320171
File No.:

姓名: 张斌
Full Name
性别:
Sex
出生年月:
Date of Birth
专业类别: 环境评价四科
Professional Type
批准日期: 200605
Approval Date

签发单位盖章:
Issued by

签发日期:
Issued on



本证书由中华人民共和国人事部和国家环境保护总局批准颁发, 它表明持证人通过国家统一组织的考试合格, 取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



The People's Republic of China



State Environmental Protection Administration
The People's Republic of China

编号:
No.: 0001750

编制主持人现场照片
拍照时间：2026 年 5 月 26 日
拍照地点：深海智慧检测（南京）有限公司新建移动式 X 射线探伤项目环评现场
编制主持人：张斌
职业资格证书管理号：05353243505320171



江苏省社会保险权益记录单
(参保单位)



请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

参保单位全称：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

现参保地：建邺区

统一社会信用代码：91320105MA1MQL5T14

查询时间：202606-202608

共1页，第1页

单位参保险种		养老保险		工伤保险		失业保险	
缴费总人数		29		29		29	
序号	姓名		公民身份号码（社会保障号）		缴费起止年月		缴费月数
1	邱天灵				202606 202608		3
2	张斌				202606 202608		3

- 说明：
1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息，单位应妥善保管。
 2. 本权益单为打印时参保情况。
 3. 本权益单已签具电子印章，不再加盖鲜章。
 4. 本权益单记录单出具后有效期内（6个月），如需核对真伪，请使用江苏智慧人社APP，扫描右上方二维码进行验证（可多次验证）。



目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	5
表 3 非密封放射性物质	5
表 4 射线装置	6
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	7
表 6 评价依据	8
表 7 保护目标与评价标准	10
表 8 环境质量和辐射现状	12
表 9 项目工程分析与源项	14
表 10 辐射安全与防护	19
表 11 环境影响分析	25
表 12 辐射安全管理	39
表 13 结论与建议	43
表 14 审批	47

表 1 项目基本情况

建设项目名称		深海智慧检测（南京）有限公司新建移动式 X 射线探伤项目			
建设单位		深海智慧检测（南京）有限公司			
法人代表		联系人		联系电话	
注册地址		南京市江宁区江宁滨江开发区地秀路 757 号			
项目建设地点		探伤地点：客户厂区内及野外探伤现场； 探伤机贮存场所：南京市江宁区江宁滨江开发区地秀路 757 号厂区内 一楼探伤机储存室			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 （万元）		50	项目环保投 资（万元）	10	投资比例（环保 投资/总投资） 20%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ） /
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	/			
	项目概述				
1.建设单位基本情况、项目建设规模及由来					
深海智慧检测（南京）有限公司成立于 2024 年 4 月 8 日，公司租赁南京锂泰新能源 科技有限公司位于南京市江宁区江宁滨江开发区地秀路 757 号博创中试园 B 栋 1 层场地 作为公司探伤机储存场所及办公地点（厂房租赁协议见附件 5）。公司主要经营业务包 括特种设备检验检测；检验检测服务；建设工程质量检测；室内环境检测；信息技术咨 询服务；信息咨询服务；计量技术服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、 技术转让、技术推广；工程技术服务；消防技术服务；储能技术服务。					

深海智慧检测（南京）有限公司作为第三方检验检测机构，对客户厂区车间生产的大型金属管道、压力容器及野外的风电塔筒等进行无损检测工作。由于不同客户单位检测工件在材质特性、壁厚规格、结构形态、作业场景等要求上存在显著差异，单一型号的 X 射线探伤机无法全面适配各类检测需求，需通过多型号 X 射线探伤机配置以实现检测服务的全覆盖与专业性保障，因此本项目拟配备 10 台 X 射线探伤机，其中 5 台为 X 射线定向探伤机，5 台为 X 射线周向探伤机，5 台 X 射线定向探伤机型号分别为 XXG-1605D 型、XXG-2005D 型、XXG-2505D 型、XXG-3005D 型及 XXG-3505D 型，5 台 X 射线周向探伤机型号分别为 XXG-1605C 型、XXG-2005C 型、XXG-2505C 型、XXG-3005C 型及 XXG-3505C 型。

本项目 10 台 X 射线探伤机拟根据工件厚度、结构形式及作业场景分类使用，其中 XXG-1605D 型及 XXG-1605C 型 X 射线探伤机拟用于客户单位厚度约 8mm~20mm 的工件探伤；XXG-2005D 型及 XXG-2005C 型 X 射线探伤机拟用于客户单位厚度约 20mm~30mm 的工件探伤；XXG-2505D 型及 XXG-2505C 型 X 射线探伤机拟用于客户单位厚度约 30mm~40mm 的工件探伤；XXG-3005D 型及 XXG-3005C 型 X 射线探伤机拟用于客户单位厚度约 40mm~50mm 的工件探伤；XXG-3505D 型及 XXG-3505C 型 X 射线探伤机拟用于客户单位厚度约 50mm~60mm 的工件探伤。

本项目探伤地点为客户厂区内及野外探伤现场，平时 X 射线探伤机不使用时，拟储存于公司探伤机储存室内，探伤机储存室设置防盗门，采用双人双锁进行管理。公司在厂区探伤机储存室及办公场所内不调试、不使用 X 射线探伤机。本项目无损检测服务面向全国，X 射线探伤机在客户厂区内及野外探伤现场作业间歇或夜间无法返回时，拟选择门窗完好并有上锁的场所作为 X 射线探伤机的临时贮存场所，安排双人值守，使 X 射线探伤机一直处于监控状态，并采取防误启动、防损坏、防盗/防丢失等安全防护措施。

在实际检测中，10 台 X 射线探伤机将实施动态调度管理，建设单位根据当日检测任务的技术参数（如材质厚度、焦距要求等）精准匹配相应型号的 X 射线探伤机。依据作业计划，每日最多开展 3 组移动探伤任务，因此公司拟为本项目配备 3 个移动探伤小组，共 6 名辐射工作人员，其中 1 名兼职辐射防护负责人。现场探伤时，每个移动探伤现场每次仅使用 1 台 X 射线探伤机。每个移动探伤小组操作探伤机周开机曝光时间（含训机）约为 4 小时，年开机曝光时间（含训机）约为 200 小时。

公司拟配置的 X 射线探伤机基本情况见表 1-1。

表1-1 本项目核技术利用情况一览表

序号	射线装置型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	类别	工作场所名称	许可种类	环评情况	许可情况	备注
1	XXG-1605D 型 X 射线探伤机	1	160	5	II类	客户厂区内及野外探伤现场	使用	本次环评	未许可	定向机
2	XXG-1605C 型 X 射线探伤机	1	160	5	II类		使用	本次环评	未许可	周向机
3	XXG-2005D 型 X 射线探伤机	1	200	5	II类		使用	本次环评	未许可	定向机
4	XXG-2005C 型 X 射线探伤机	1	200	5	II类		使用	本次环评	未许可	周向机
5	XXG-2505D 型 X 射线探伤机	1	250	5	II类		使用	本次环评	未许可	定向机
6	XXG-2505C 型 X 射线探伤机	1	250	5	II类		使用	本次环评	未许可	周向机
7	XXG-3005D 型 X 射线探伤机	1	300	5	II类		使用	本次环评	未许可	定向机
8	XXG-3005C 型 X 射线探伤机	1	300	5	II类		使用	本次环评	未许可	周向机
9	XXG-3505D 型 X 射线探伤机	1	350	5	II类		使用	本次环评	未许可	定向机
10	XXG-3505C 型 X 射线探伤机	1	350	5	II类		使用	本次环评	未许可	周向机

根据《中华人民共和国生态环境法典》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目使用II类射线装置，应当编制生态环境影响报告表。受深海智慧检测（南京）有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的生态环境影响评价工作。我公司通过资料调研、评价分析，编制该项目生态环境影响报告表。

2.项目周边保护目标及项目选址情况

深海智慧检测（南京）有限公司位于南京市江宁区江宁滨江开发区地秀路 757 号博创中试园 B 栋 1 层，公司所在地理位置示意图见附图 1。公司厂区东侧为园区道路、博创中试园 C 栋、D 栋及慧路绅（南京）门业有限公司，南侧为园区道路、南京有多利科技发展有限公司及滨江经济技术开发区管理委员会，西侧为园区道路、博创中试园 A 栋及地秀路，北侧为园区道路及南京苏洋玻璃有限公司。公司厂区周围环境示意图见附图 2。公司拟将 X 射线探伤机储存于公司厂区探伤机储存室内，公司厂区平面布局图见附图 3。

本项目 X 射线探伤机储存室、暗室拟建址位于厂区东北部，危废间拟建址位于厂区西北部，评片室位于厂区西南部。

本项目辐射工作人员在公司厂区探伤机储存室及办公场所内不调试、不使用 X 射线探伤机，因此公司厂区内及周围的工作人员、公众不会受到辐射影响。

公司对客户单位的金属管道、压力容器及野外风电塔筒焊缝实施现场探伤时，可能受到辐射影响的人群有现场辐射工作人员及探伤现场周边评价范围内的公众等，具体根据现场检测地点的变化可能会涉及厂房、民房等场所，因此本项目的保护目标主要是本单位辐射工作人员及探伤现场周边评价范围内厂房、民房等场所内的公众等。

3.单位原有核技术应用情况

本项目为该单位首次开展核技术利用项目。

4.实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能提高探伤现场周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可以得到有效控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

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

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

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II类	1	XXG-1605D 型	160	5	无损检测	客户厂区内及 野外探伤现场	定向机
2	X 射线探伤机	II类	1	XXG-1605C 型	160	5	无损检测		周向机
3	X 射线探伤机	II类	1	XXG-2005D 型	200	5	无损检测		定向机
4	X 射线探伤机	II类	1	XXG-2005C 型	200	5	无损检测		周向机
5	X 射线探伤机	II类	1	XXG-2505D 型	250	5	无损检测		定向机
6	X 射线探伤机	II类	1	XXG-2505C 型	250	5	无损检测		周向机
7	X 射线探伤机	II类	1	XXG-3005D 型	300	5	无损检测		定向机
8	X 射线探伤机	II类	1	XXG-3005C 型	300	5	无损检测		周向机
9	X 射线探伤机	II类	1	XXG-3505D 型	350	5	无损检测		定向机
10	X 射线探伤机	II类	1	XXG-3505C 型	350	5	无损检测		周向机

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电 压 (kV)	最大靶电 流 (μA)	中子强 度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	无暂存	自然弥散在环境中，臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对环境影响较小
显影、定影废液	液态	/	/	约 50kg	约 600kg	/	集中收集后暂存于公司危废间内	收集贮存后每月交由有资质单位进行处理处置
胶片一次、二次清洗废水	液态	/	/	约 300kg	约 3600kg	/	集中收集后暂存于公司危废间内	收集贮存后每月交由有资质单位进行处理处置
废胶片	固态	/	/	约 1kg	约 12kg	/	收集后暂存于公司危废间内	每月交由有资质单位处理处置
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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 6 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》（2017 年修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行 (3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订版），国务院令第 709 号第二次修订，2019 年 3 月 2 日发布 (4) 《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，自 2021 年 1 月 1 日起施行 (5) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行 (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），2021 年 1 月 4 日中华人民共和国生态环境部令第 20 号修正 (7) 《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 5 月 1 日起施行 (8) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日 (9) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行 (10) 《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》，生态环境部公告 2019 年 第 57 号，2019 年 12 月 23 日 (11) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 39 号，2019 年 10 月 21 日 (12) 《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行 (13) 《危险废物转移管理办法》，2021 年 11 月 30 日生态环境部、公安部、交通运输部令第 23 号公布，自 2022 年 1 月 1 日起施行 (14) 《江苏省辐射污染防治条例》（2026 年修正版），2026 年 7 月 31 日江苏省第十四届人民代表大会常务委员会第二十三次会议修正 (15) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187 号，2021 年 5 月 28 日
------	--

	(16) 《江苏省生态环境厅关于印发辐射安全许可证办理等工作程序和规范的通知》，苏环规〔2025〕1号，2025年9月21日起施行
技术标准	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016) (2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016) (3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021) (4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021) (5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) (6) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) (7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及修改单 (8) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023) (9) 《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276-2022) (10) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)
其他	报告附图： 附图 1 深海智慧检测（南京）有限公司地理位置图 附图 2 深海智慧检测（南京）有限公司厂区周围环境示意图 附图 3 深海智慧检测（南京）有限公司厂区平面布局图 报告附件： (1) 项目委托书（附件 1） (2) 射线装置使用承诺书（附件 2） (3) 洗片废液及废胶片安全处置承诺书（附件 3） (4) 关于现场探伤的相关承诺（附件 4） (5) 租赁协议（附件 5） (6) 生产厂家关于 X 射线探伤机的参数说明（附件 6）

表 7 保护目标与评价标准

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）的要求，无实体边界项目视具体情况而定，评价范围应不低于 100m。根据深海智慧检测（南京）有限公司配备的 X 射线探伤机的参数及对应探伤工件的厚度，确定移动探伤项目的评价范围为监督区边界外 100m（具体监督区边界参考表 11 辐射环境影响分析）。

保护目标

对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022），本项目评价范围内可能涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标，公司拟采取有效方式，如设置屏蔽或调整设备参数等措施减少控制区及监督区的范围，确保控制区和监督区不涉及生态保护目标。本项目利用 X 射线进行无损检测，不占用资源，不会降低评价范围内的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合生态环境分区管控管理要求。

本项目现场检测对象为客户单位的金属管道、压力容器及野外风电塔筒等焊缝，在实施移动现场探伤时，可能受到辐射影响的人群有现场辐射工作人员及探伤现场周边评价范围内的公众等，具体根据现场检测地点的变化可能会涉及厂房、民房等场所，因此本项目的保护目标主要是本单位辐射工作人员及探伤现场周边评价范围内厂房、民房等场所内的公众等。在开展现场探伤前，将对评价范围内的保护目标（含生态保护目标）具体分布情况进行调查。

表 7-1 本项目探伤现场评价范围内保护目标情况一览表

环境保护目标		规模	方位	距离	环境保护要求
职业人员	辐射工作人员	6 人	/	控制区外	职业人员年剂量约束值 5mSv/a
公众	探伤现场周边评价范围内厂房、民房等场所内的公众	特定	四周	监督区外评价范围内	公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a

注：控制区和监督区边界的具体取值依据现场检测结果划分。

评价标准

1 剂量限值

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可做任

	何追溯性平均), 20mSv; ②任何一年中的有效剂量, 50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值: ①年有效剂量, 1mSv; ②特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

2 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中 11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30% (即 0.1mSv~0.3mSv) 的范围之内, 但剂量约束的使用不应取代最优化要求, 剂量约束值只能作为最优化值的上限。确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下:

(1) 辐射工作人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中职业人员年剂量限值的 1/4, 即职业人员年剂量约束值不大于 5mSv/a;

(2) 公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中公众照射剂量限值的 10%, 即公众年剂量约束值不大于 0.1mSv/a。

3 辐射剂量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15 μ Sv/h 的区域划为控制区。

7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的范围划为监督区。

确定本项目关注点剂量率参考控制水平:

本项目移动 X 射线探伤区域控制区边界的周围剂量当量率为 15 μ Sv/h, 监督区边界的周围剂量当量率为 2.5 μ Sv/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1.项目地理和场所位置

深海智慧检测（南京）有限公司位于南京市江宁区滨江开发区地秀路 757 号博创中试园 B 栋 1 层，公司所在地理位置示意图见附图 1。公司厂区东侧为园区道路、博创中试园 C 栋、D 栋及瑟路绅（南京）门业有限公司，南侧为园区道路，南京有多利科技发展有限公司及滨江经济技术开发区管理委员会，西侧为园区道路、博创中试园 A 栋及地秀路，北侧为园区道路及南京苏洋玻璃有限公司。公司厂区周围环境示意图见附图 2。公司拟将 X 射线探伤机储存于公司厂区探伤机储存室内，公司厂区平面布局图见附图 3。

本项目 X 射线探伤机储存室、暗室拟建址位于厂区东北部，危废间拟建址位于厂区西北部，评片室位于厂区西南部。本项目 X 射线探伤机储存室拟建址现状图见图 8-1，暗室拟建址现状图见图 8-2，评片室拟建址现状图见图 8-3，危废间拟建址现状图见图 8-4。

图 8-1 探伤机储存室 拟建址	图 8-2 暗室拟建址	图 8-3 评片室拟建址	图 8-4 危废间拟建址

本项目辐射工作人员在公司厂区探伤机储存室及办公场所内不调试、不使用 X 射线探伤机，因此公司厂区内及周围的工作人员、公众不会受到辐射影响。

公司对客户单位的金属管道、压力容器及野外风电塔筒等焊缝实施现场探伤时，可能受到辐射影响的人群有现场辐射工作人员及探伤现场周边评价范围内的公众等，具体根据现场检测地点的变化可能会涉及厂房、民房等场所，因此本项目的保护目标主要是本单位辐射工作人员及探伤现场周边评价范围内厂房、民房等场所内的公众等。

深海智慧检测（南京）有限公司在实施现场探伤之前，应根据探伤工作场所周围的具体环境特征，对警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间等进行全面的评估，强化辐

射安全与防护措施，以保证探伤过程中的辐射安全，确保进行现场探伤的选址合理可行。

2.辐射环境质量现状

本项目为 X 射线探伤机移动探伤项目，探伤地点为客户厂区内及野外探伤现场，无固定作业场所，为流动式作业，故本次评价未开展辐射环境现状监测。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析		
1 工程设备		
根据业务发展需要，公司拟配备 10 台 X 射线探伤机，其中 5 台为 X 射线定向探伤机，5 台为 X 射线周向探伤机，5 台 X 射线定向探伤机型号分别为 XXG-1605D 型、XXG-2005D 型、XXG-2505D 型、XXG-3005D 型及 XXG-3505D 型，5 台 X 射线周向探伤机型号分别为 XXG-1605C 型、XXG-2005C 型、XXG-2505C 型、XXG-3005C 型及 XXG-3505C 型，用于对客户单位的金属管道、容器及野外风电塔筒等焊缝开展移动探伤工作，探伤工件厚度为 8mm~60mm。 本项目 10 台 X 射线探伤机拟根据工件厚度、结构形式及作业场景分类使用，其中 XXG-1605D 型及 XXG-1605C 型 X 射线探伤机拟用于客户单位厚度约 8mm~20mm 的工件探伤；XXG-2005D 型及 XXG-2005C 型 X 射线探伤机拟用于客户单位厚度约 20mm~30mm 的工件探伤；XXG-2505D 型及 XXG-2505C 型 X 射线探伤机拟用于客户单位厚度约 30mm~40mm 的工件探伤；XXG-3005D 型及 XXG-3005C 型 X 射线探伤机拟用于客户单位厚度约 40mm~50mm 的工件探伤；XXG-3505D 型及 XXG-3505C 型 X 射线探伤机拟用于客户单位厚度约 50mm~60mm 的工件探伤。本项目部分探伤工件图见图 9-1。		
		
图 9-1 本项目部分探伤工件图		
公司厂区建有探伤机储存室，平时 X 射线探伤机不使用时，拟将 X 射线探伤机储存于厂区探伤机储存室内，探伤机储存室拟设防盗门，拟采用双人双锁进行管理。本项目探伤地点为客户厂区内及野外探伤现场，公司在厂区探伤机储存室及办公场所内不调试、不使用 X 射线探伤机。 公司拟为本项目配备 3 个移动探伤小组，共 6 名辐射工作人员，其中 1 名兼职辐射防护负责人。现场探伤时，每个移动探伤现场每次仅使用 1 台 X 射线探伤机。每个移动探伤小组操作探伤机周开机曝光时间（含训机）约为 4 小时，年开机曝光时间（含训机）约为 200 小时。		

本项目 X 射线探伤机主要由控制箱、X 射线发生器和低压连接电缆等构成，常见 X 射线探伤机外观图见图 9-2。

图9-2 本项目拟配备的X射线探伤机外观图

2 X 射线探伤机工作原理

2.1 X 射线发生原理

X 射线探伤机核心部件是 X 射线管。它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。拟配备的 X 射线探伤机的 X 射线管结构图见图 9-3。

图 9-3 X 射线管结构示意图

2.2 X 射线无损检测原理

X 射线探伤，即无损 X 射线检测技术，是利用不同材料对 X 射线吸收的差异性，使胶片感光形成黑度不同的图像，从而反映出被检测物体内部的缺陷。

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

3 工作流程及产污环节

移动 X 射线探伤工作流程如下：

(1) 现场探伤工作之前，对客户单位的检测现场工作环境进行全面评估，在满足现

场探伤的条件下，与客户单位协商适当的探伤地点和探伤时间；若探伤现场环境不能满足探伤要求时，严禁使用 X 射线探伤机进行现场探伤，改用其他非放射性检测方式：

(2) 制定探伤工作方案，开具探伤作业票，发布 X 射线探伤通知；

(3) 探伤工作开展前，辐射工作人员领取 X 射线探伤机，做好台账登记；辐射工作人员将所领 X 射线探伤机携带至客户厂区内或野外探伤现场；

(4) 2 名辐射工作人员做好个人防护，佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪，将 X 射线探伤机放到探伤现场指定位置，初步划定控制区和监督区边界，设置安全警戒措施；

(5) 对探伤现场进行清场，确认控制区及监督区内无人员且各种辐射安全措施到位后进行定位，连接好 X 射线探伤机控制部件；

(6) 新投入使用或长期不用的 X 射线探伤机使用前将在探伤现场进行训机，以提高 X 射线管真空度，保证仪器工作稳定。1 名辐射工作人员在控制区外操作探伤机进行试曝光，另外 1 名辐射工作人员携带辐射巡测仪对监督区及控制区边界进行修正，重新确定监督区及控制区边界，在训机和试曝光过程中均会产生 X 射线、少量 O_3 及 NO_x ；

(7) 关闭 X 射线探伤机，2 名辐射工作人员携带个人剂量报警仪和辐射巡测仪进入控制区，在拟探伤位置处贴片，然后辐射工作人员于控制台设定曝光延时时间，开启延时曝光后退至控制区边界外，开始无损检测，此过程中会产生 X 射线、少量 O_3 及 NO_x ；

(8) 达到预定照射时间后，切断 X 射线探伤机电源，停止照射，2 名辐射工作人员携带个人剂量报警仪和辐射巡测仪进入控制区，取下胶片，收回 X 射线探伤机，曝光结束，辐射工作人员继续对监督区及控制区边界进行巡测，确保 X 射线探伤机停止曝光后辐射工作人员方解除警戒并离场；

(9) 辐射工作人员回到公司归还 X 射线探伤机，做好台账登记；并在暗室内进行洗片、在评片室内进行评片，判断被测工件质量；此过程中会产生显影、定影废液、胶片清洗废水及废胶片。

(10) 辐射工作人员出具检测报告。

移动式 X 射线探伤工作流程及产污环节图如图 9-4 所示：

图9-4 移动式X射线探伤工作流程及产污环节

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随探伤机的开、关而产生和消失。因此，正常工况时，在开机曝光期间，放射性污染物为 X 射线及其散射线、漏射线。本项目探伤期间 X 射线是主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X 射线探伤机发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。根据探伤机厂家给出的 X 射线管参数（附件 6），本项目 10 台 X 射线探伤机 X 射线管的滤过均为“*mm 铝”，160kV 的 X 射线管 1m 处的输出量为***mGy·m²/（mA·min）；200kV 的 X 射线管 1m 处的输出量为***mGy·m²/（mA·min）；250kV 的 X 射线管 1m 处的输出量为****mGy·m²/（mA·min）；300kV 的 X 射线管 1m 处的输出量为****mGy·m²/（mA·min）；350kV 的 X 射线管 1m 处的输出量为****mGy·m²/（mA·min）。

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中表 1，本项目 160kV 及 200kV 的 X 射线探伤机距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率均为 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；250kV、300kV 及 350kV 的 X 射线探伤机距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率均为 $5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方向上的散射辐射。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，160kV 及 200kV 的 X 射线 90°散射辐射最高能量相应的 kV 值均为 150kV；250kV、300kV 的 X 射线 90°散射辐射最高能量相应的 kV 值均为 200kV；350kV 的 X 射线 90°散射辐射最高能量相应的 kV 值为 250kV。详细参数见表 9-1。

表 9-1 本项目 X 射线探伤机源强参数一览表

设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	滤过材料	出束角	发射率常数 (mGy·m ² / (mA·min))	泄漏辐射 剂量率 (μSv/h)	90°散射 后能量 (kV)

2 非放射性污染源分析

2.1 固体废物、废水

本项目在运行过程中需进行洗片、评片作业，在进行洗片作业时会产生显影、定影废液、胶片清洗废水及废胶片，显影、定影废液及废胶片属于《国家危险废物名录》中编号为 HW16（900-019-16）的危险废物，胶片清洗废水中含重金属，参照 HW16（900-019-16）当作危废处理。本项目每月预计产生显影、定影废液 50kg，胶片一次、二次清洗废水 300kg，废胶片 1kg；每年预计产生显影、定影废液 600kg，胶片一次、二次清洗废水 3600kg，废胶片 12kg。

2.2 废气

本项目X射线探伤机在工作状态时，会使探伤现场的空气电离产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），移动探伤现场在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，臭氧50分钟内可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1.工作场所布局与分区

公司在对客户单位的金属管道、压力容器等及野外风电塔筒焊缝开展移动 X 射线现场探伤作业时，根据现场具体情况，利用辐射巡测仪巡测，拟将作业场所中周围剂量当量率大于 15 μ Sv/h 的范围划为控制区，并拟在其边界悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作。拟将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的范围划为监督区，并拟在其边界上悬挂“无关人员禁止入内”警告牌，必要时拟设专人警戒。本项目开展移动探伤时的两区划分图见图 10-1、图 10-2。

图10-1 本项目使用定向探伤机时两区划分及辐射安全措施布置图

图10-2 本项目使用周向探伤机时两区划分及辐射安全措施布置图

公司拟采取的布局与分区措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求。两区划分管理见下表10-1。

表10-1 本项目现场探伤两区划分与管理

现场探伤	控制区	监督区
两区划分范围	作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划分为控制区。	控制区边界外，作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划分为监督区。
辐射防护措施	禁止人员进入控制区，控制区边界拟根据现场情况优先利用现场墙体、工件等进行划区，没有墙体、工件等实体防护时，拟在边界处设置显眼的警戒线；东、南、西、北边界处均拟悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌；东、南、西、北边界拟设与探伤机进行联锁的提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。	禁止无关人员进入监督区，监督区边界拟设置显眼的警戒线，在各边界处均拟悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，并拟设置明显的电离辐射警告标识和警告标语；根据需要设置人员进行警戒。

2.辐射安全和防护措施分析

在开展现场探伤时，深海智慧检测（南京）有限公司拟根据相关标准要求配备辐射安全措施，其与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）标准中相关要求对照如下：

表 10-2 本项目拟采取的辐射安全措施及其与标准对照

序号	GBZ 117-2022 标准中要求	本项目拟采取的辐射安全措施	是否满足
1	7.1.1 在实施移动式探伤工作之前，使用单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空间等。应考虑移动式探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器等）。7.1.3 移动式探伤工作如在委托单位的工作场地实施准备和规划，使用单位应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号等，避免造成混淆。委托单位应给予探伤作业人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。	本项目的探伤现场为客户厂区内及野外探伤现场，公司提前对探伤现场进行全面评估，探伤时提前与被检单位沟通，确认适当的探伤地点和探伤时间；在探伤时间内对探伤场地进行清场，保证附近的公众均处于监督区外，同时提醒被检单位发布现场检测通告、设置警告标识和报警信号等。同时将与被检单位沟通，要求给予辐射工作人员充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。	满足
2	7.1.2 使用单位应确保开展移动式探伤工作的每台探伤机至少应配备两名专职工作人员。	公司拟为本项目配备 3 个探伤小组，共 6 名辐射工作人员。现场探伤时，每个移动探伤现场每次仅使用 1 台 X 射线探伤机。	满足
3	7.2.10 探伤机控制台（X 射线发生器控制面板或γ射线绕出盘）应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。	本项目 X 射线现场探伤控制台均拟设有延时开机装置，操作人员在控制台处设定好曝光条件后设置延迟曝光时间，确保人员到达安全位置后才开始曝光。	满足
4	7.2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离	在控制区边界拟根据现场情况优先利用	满足

	辐射警告标志并悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌，探伤作业人员应在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。 7.2.4 控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。 7.3.2 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”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。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。 7.3.3 X和γ射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。 7.3.4 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”和“照射”信号。 7.4.2 控制区的范围应清晰可见，工作期间应有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。	现场建筑物、墙体等进行屏蔽，拟在边界处设置显眼的警戒线；各边界处均拟悬挂清晰可见的“禁止进入射线工作区”警告牌；拟设与探伤机联锁的提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，X射线探伤机出束前，探伤作业人员通过控制台处开关打开“预备”状态的指示灯和声音提示装置，通常为黄色/橙色灯闪烁+间歇蜂鸣，持续时间一般$\geq 5\sim 15s$，确保探伤现场无关人员撤离；X射线探伤机出束时，探伤作业人员通过控制台处开关打开“照射”状态的指示灯和声音提示装置，通常为红色灯常亮+连续蜂鸣或语音报警“正在照射，禁止入内”。探伤作业人员拟在控制区边界外操作，每次探伤均拟对工作现场情况进行记录。 夜间探伤时拟采用良好的灯光照明，确保控制区边界及警示标志等均清晰可见。若存在控制区或监督区太大或某些地方不能看到的情况，将安排人员进行巡查，对于视线不清的情况，拟设置声音和灯光警示装置。	
5	7.2.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，将工作场所划分为控制区和监督区。并在相应的边界设置警示标识。现场射线探伤工作应在指定为控制区的区域内进行。 7.2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于$15\mu Sv/h$的区域划为控制区。 7.2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于$2.5\mu Sv/h$的范围划为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。 7.3.5 应在监督区边界和建筑物进出口的醒目位置张贴电离辐射警告标志和警示语等提示信息。	利用辐射巡测仪巡测，将作业场所中周围剂量当量率大于$15\mu Sv/h$的范围划为控制区，并在控制区边界设置“禁止进入射线工作区”警告牌，与探伤机进行联锁的提示“预备”“照射”状态的指示灯和声音提示装置。 将控制区边界外，作业时周围剂量当量率大于$2.5\mu Sv/h$的范围划为监督区，在监督区边界拟设置显眼的警戒线，并在其边界上悬挂醒目的“无关人员禁止入内”警告牌和电离辐射警告标识；根据需要设置人员进行警戒。	满足
6	7.2.9 移动式探伤工作在多楼层的工厂或工地实施时，应防止移动式探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。 7.4.1 开始移动式探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。	在多楼层的工厂或工地开展移动探伤时，拟在移动探伤区域上下层人员入口设置屏障，避免人员通过楼梯/电梯等进入控制区。 每次探伤前均拟对控制区及监督区内范围进行清场，确保区域内无人员停留并进行出入口管控。	满足
7	7.4.3 在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置	本项目拟在每次探伤前均进行试曝光，期间拟使用辐射巡测仪测量控制区边界	满足

	正确。必要时调整控制区的范围和边界。	15 μ Sv/h 及监督区边界 2.5 μ Sv/h, 根据测量的周围剂量当量率调整控制区及监督区的范围和边界。在移动探伤过程中拟严格执行移动 X 射线探伤操作规程及移动 X 射线探伤流程, 坚持先示警再开机的操作程序, 以防发生误照射事故。当探伤场所、被检测体 (材料、规格、形状)、照射方向、屏蔽等条件发生变化时, 辐射工作人员拟重新进行巡测, 确定新的划区界线。	
8	7.2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式 X-γ剂量率仪, 并定期对其开展检定/校准工作。应配备能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪。 7.4.4 开始移动式探伤工作之前, 应对便携式 X-γ剂量率仪进行检查, 确认能正常工作。在移动式探伤工作期间, 便携式 X-γ剂量率仪应一直处于开机状态, 防止射线曝光异常或不能正常终止。 7.4.5 移动式探伤期间, 工作人员除进行常规个人监测外, 还应佩戴个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X-γ剂量率仪, 两者均应使用。	公司拟为本项目配备 3 台辐射巡测仪及 6 台个人剂量报警仪, 每名辐射工作人员拟配备 1 台个人剂量报警仪和个人剂量计, 探伤期间辐射工作人员均拟佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪, 负责巡测的人员手持辐射巡测仪进行剂量率检测, 在移动探伤工作期间保持辐射巡测仪一直处于开机状态, 曝光结束后, 确认出束状态终止后操作人员手持辐射巡测仪进入控制区, 辐射工作人员在每次开始探伤工作之前, 均拟对辐射监测仪器进行检查, 确认监测仪器能正常工作。	满足
9	7.2.5 移动式探伤作业工作过程中, 控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小, 应使用合适的准直器并充分考虑探伤机和被检物体的距离、照射方向、时间和现场屏蔽等条件。视情况采用局部屏蔽措施 (如铅板)。 7.5.1.2 应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素, 选择最佳的设备布置, 并采取适当的防护措施。	本项目在进行现场探伤时拟根据现场情况采用合适的设备布置, 最大化地利用现场已有的建筑物、墙体、铅砖以及工件等进行防护, 以缩小控制区和监督区的范围。	满足
10		本项目 X 射线探伤机的控制台拟设 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示, 拟设管电压、管电流和照射时间选取及设定值的显示装置; 同时拟设高压接通时的指示装置; 在控制台上拟设置钥匙开关与急停按钮, 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。当出现有人员误入控制区或监督区、探伤时设备异常或故障等紧急情况时, 使用急停按钮, 停止 X 射线管出束。	1

11	/	本项目 X 射线探伤机平时不使用时拟储存于公司厂区探伤机储存室内，探伤机储存室仅用于贮存 X 射线探伤机，探伤机储存室门口粘贴辐射安全警示标志，同时探伤机储存室应为专用房间，拟配备防盗门窗、双人双锁，以实现防盗功能，并设置探伤机取用台账。X 射线探伤机在客户厂区内及野外探伤现场作业间歇或夜间无法返回时，拟选择门窗完好并有上锁的场所作为 X 射线探伤机的临时贮存场所，安排双人值守，使 X 射线探伤机一直处于监控状态，并采取防误启动、防损坏、防盗/防丢失等安全防护措施。	/
12	6.3 当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容： c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。	当本项目 X 射线探伤机不再使用时，深海智慧检测（南京）有限公司拟将 X 射线发生器处置至无法使用或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。	满足
13	5.1.2 工作前检查项目应包括： a) 探伤机外观是否完好； b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； c) 液体制冷设备是否有渗漏； d) 安全连锁是否正常工作； 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。	本项目探伤前拟检查确认探伤机外观、电缆、安全连锁、报警设备、警示灯及螺栓等连接件等各项安全措施的有效性，故障设备及时交由生产商进行维修，严禁在安全设施故障的情况下开机检测。	满足

公司计划为本项目配备辐射巡测仪、个人剂量报警仪、警告牌、警示线等现场探伤辐射防护用品，详见表 10-3。

表 10-3 辐射防护用品一览表

防护用品名称	每组配备数量	现场探伤组数量	防护用品总数	备注

三废治理

1. 固体废物、废水

本项目在运行过程中需进行洗片、评片作业，在进行洗片作业时会产生显影、定影废液、胶片清洗废水及废胶片，显影、定影废液及废胶片属于《国家危险废物名录》中编号为 HW16（900-019-16）的危险废物，胶片清洗废水中含重金属，参照 HW16（900-019-16）作为危废处理。本项目月拍片量约 1000 次，年拍片量约 12000 次。显影、定影液及胶片冲洗水每月更换一次，每月预计产生显影、定影废液 50kg，胶片一次、二次冲洗清洗废水约 300kg，废胶片约 1kg；每年预计产生显影、定影废液 600kg，胶片清洗废水 3600kg，废胶片 12kg。

公司拟在厂区西北部建设 1 间危废间，危废间占地面积约为 $****m^2$ ，本项目实行“日收集、月转运”管理模式，每月产生的 50kg 显影、定影废液拟采用 3 个容积为 $**kg$ 密闭塑料桶盛装，单个密封桶占地面积约 $*****m^2$ ；每月产生的 300kg 胶片一次、二次冲洗废水拟采用 2 个容积为 $***kg$ 密闭塑料桶盛装，单个密封桶占地面积约 $****m^2$ ；每月产生的 1kg 废胶片拟采用一个 $***m$ 长 $\times ***m$ 宽（占地面积为 $****m^2$ ）防渗漏收集箱存放，每月密封桶及废胶片收集箱占地面积共计 $****m^2$ ，危废间面积能够满足本项目每月产生的危废暂存需求。公司拟按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求建设危废间，危废间门外拟设置危险废物警告标志及危险废物信息公开栏，整个危废间拟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；各类危废在危废间内分区码放，避免不相容的危险废物接触，混合。危废间由专人管理，危废单独收集和贮存。

公司拟与有资质单位签订危险废物处置意向协议，探伤过程中产生的显影、定影废液、胶片清洗废水及废胶片拟集中收集后暂存于公司危废间，每月交由有危险废物经营资质单位处置，洗片废液及废胶片安全处置承诺书见附件 3。

胶片三次及以上清洗废水拟排入市政污水管网。

2. 废气

本项目 X 射线探伤机在工作状态时，会使探伤现场的空气电离产生臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ），移动探伤现场在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，臭氧 50 分钟内可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目建设阶段拟对 X 射线探伤机储存室、暗室、评片室及危废间进行装修，装修过程中将产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，对环境会产生如下影响：

大气：本项目在建设阶段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，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：a.及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b.车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c.施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘；d.对施工机械和车辆燃油造成的废气排放污染应引起重视，应要求其燃用符合国家标准的高热值清洁燃料，安装尾气净化器，尽量减少废气污染物的排放。

噪声：整个建筑施工阶段，建筑设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业，如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，按照《中华人民共和国生态环境法典》的规定，需取得当地人民政府或有关主管部门的证明，并公告附近居民。

固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

公司在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在项目局部区域，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

根据工程分析可知，本项目运行后主要的环境影响是 X 射线探伤机工作时产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。

公司拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求，将探伤现场周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为控制区，将探伤现场周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，现根据该公司配备的 X 射线探伤机的参数及对应探伤工件的厚度，给出控制区及监督区的参考划分范围。

1 估算模式

本项目拟对客户单位的金属管道、压力容器及野外风电塔筒等焊缝等进行移动探伤检测工作。本项目探伤的工件壁厚约为 8mm~60mm，实际运行过程中拟根据实际探伤工件的厚度来选择 X 射线探伤机，加强对控制区和监督区的管理和控制，工件越薄，其选取的 X 射线探伤机电压也越小。

本项目拟配备 10 台 X 射线探伤机，本次评价分别对 10 台 X 射线探伤机满功率运行时的工况进行预测。

本次评价分别选取如下 10 种工况进行预测：

①使用 XXG-1605D 型 X 射线定向探伤机（管电压为 160kV，管电流为 5mA）满功率运行时，对厚度为 20mm 的工件探伤进行理论预测（定向探伤机放置于工件一侧，使主射线方向与工件呈 90°布置，故主射线方向考虑 1 层壁厚，即 20mmFe）；

②使用 XXG-1605C 型射线周向探伤机（管电压为 160kV，管电流为 5mA）满功率运行时，对厚度为 20mm 的工件探伤进行理论预测（周向探伤机放置于工件内部，使主射线方向与管道外壁环焊缝呈 90°布置，故主射线方向考虑 1 层壁厚，即 20mmFe）

③XXG-2005D 型 X 射线定向探伤机（管电压为 200kV，管电流为 5mA）满功率运行时，对厚度为 30mm 的工件探伤进行理论预测（定向探伤机放置于工件一侧，使主射线方向与工件呈 90°布置，故主射线方向考虑 1 层壁厚，即 30mmFe）；

④使用 XXG-2005C 型射线周向探伤机（管电压为 200kV，管电流为 5mA）满功率运行时，对厚度为 30mm 的工件探伤进行理论预测（周向探伤机放置于工件内部，使主射线方向与管道外壁环焊缝呈 90°布置，故主射线方向考虑 1 层壁厚，即 30mmFe）；

⑤使用 XXG-2505D 型 X 射线定向探伤机（管电压为 250kV，管电流为 5mA）满功率运行时，对厚度为 40mm 的工件探伤进行理论预测（定向探伤机放置于工件一侧，使主射线方向与工件呈 90°布置，故主射线方向考虑 1 层壁厚，即 40mmFe）；

⑥使用 XXG-2505C 型射线周向探伤机（管电压为 250kV，管电流为 5mA）满功率运行时，对厚度为 40mm 的工件探伤进行理论预测（周向探伤机放置于工件内部，使主射线方向与管道外壁环焊缝呈 90°布置，故主射线方向考虑 1 层壁厚，即 40mmFe）；

⑦使用 XXG-3005D 型 X 射线定向探伤机（管电压为 300kV，管电流为 5mA）满功率运行时，对厚度为 50mm 的工件探伤进行理论预测（定向探伤机放置于工件一侧，使主射线方向与工件呈 90°布置，故主射线方向考虑 1 层壁厚，即 50mmFe）；

⑧使用 XXG-3005C 型射线周向探伤机（管电压为 300kV，管电流为 5mA）满功率运行时，对厚度为 50mm 的工件探伤进行理论预测（周向探伤机放置于工件内部，使主

射线方向与管道外壁环焊缝呈 90°布置，故主射线方向考虑 1 层壁厚，即 50mmFe）；

⑨使用 XXG-3505D 型 X 射线定向探伤机（管电压为 350kV，管电流为 5mA）满功率运行时，对厚度为 60mm 的工件探伤进行理论预测（定向探伤机放置于工件一侧，使主射线方向与工件呈 90°布置，故主射线方向考虑 1 层壁厚，即 60mmFe）；

⑩使用 XXG-3505C 型射线周向探伤机（管电压为 350kV，管电流为 5mA）满功率运行时，对厚度为 60mm 的工件探伤进行理论预测（周向探伤机放置于工件内部，使主射线方向与管道外壁环焊缝呈 90°布置，故主射线方向考虑 1 层壁厚，即 60mmFe）。

本次评价估算采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中公式（4）、公式（8）及公式（10）的推导公式：

（1）有用线束

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中公式（4）推导得出：

$$R = \sqrt{\frac{I \cdot H_0 \cdot B}{H}} \dots \dots (11-1)$$

式中： H ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I ：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

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

B ：屏蔽透射因子，通过查阅《辐射防护手册 第三分册》P63 表 3.4 得出不同电压等级的探伤条件下，各厚度的钢可等效的铅当量；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 B.2 得出不同电压等级的探伤条件下，铅的 TVL 值；再按公式（11-2）计算得出：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \dots (11-2)$$

式中： X ：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：屏蔽材料的什值层厚度；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

（2）非有用线束

①漏射线

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 X 射线装置在额定工作条件下，当 $150\text{kV} \leq X$ 射线机管电压 $\leq 200\text{kV}$ 时，X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率 $< 2.5 \times 10^3 \mu\text{Gy/h}$ 。当 X 射线机管电压 $> 200\text{kV}$ 时，X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率 $< 5 \times 10^3 \mu\text{Gy/h}$ 。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中公式（8）推导得出：

$$R = \sqrt{\frac{\dot{H}_L \cdot B}{\dot{H}}} \dots\dots\dots (11-3)$$

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

$\dot{H}_L$ ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，取自《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中表 1；

B ：屏蔽透射因子，本项目保守取 1；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

②散射线

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中公式（10）推导得出：

$$R_s = \sqrt{\frac{I \cdot \dot{H}_0 \cdot B_s}{\dot{H}}} \cdot \sqrt{\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}} \dots\dots\dots (11-4)$$

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

I ：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

$\dot{H}_0$ ：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B_s ：屏蔽透射因子；

R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m；

F ： R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ 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之比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以用水的 α 值保守估计，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录 B 表 B.3；计算公式中的 $R_0^2/F \cdot \alpha$ 因子根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 中 B.4.2 中给出的值；

R_s ：散射体至关注点的距离，m。

（3）泄漏射线和散射线复合

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中公式（8）和公式（10）推导得出：

$$R = \sqrt{\frac{\dot{H}_L \cdot B}{\dot{H}} + \frac{I \cdot \dot{H}_0 \cdot B_s}{\dot{H}} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}} \dots\dots\dots (11-5)$$

2 估算结果

将相关参数代入公式（11-1）、（11-5），可以估算出本项目 5 台 X 射线定向探伤

机及5台X射线周向探伤机分别对工件进行探伤时控制区和监督区的边界范围，估算结果分别见表11-1~表11-4。

表11-1 有用线束照射方向控制区与监督区边界范围估算结果（不加任何屏蔽）

探伤机型号	关注点	H ($\mu\text{Sv/h}$)	I (mA)	$\dot{H}_D$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	R (m)
XXG-1605D 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-1605C 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-2005D 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-2005C 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-2505D 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-2505C 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-3005D 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-3005C 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-3505D 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-3505C 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					

备注：①通过查阅《辐射防护手册 第三分册》P63 表 3.4，在 160kV 的探伤条件下，20mm 的钢可等效为*****mm 铅当量；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中的表 B.2，160kV 的探伤条件下，铅的 TVL 值为*****mm；
②通过查阅《辐射防护手册 第三分册》P63 表 3.4，在 200kV 的探伤条件下，30mm 的钢可等效为*****mm 铅当量；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中的表 B.2，200kV 的探伤条件下，铅的 TVL 值为***mm；
③通过查阅《辐射防护手册 第三分册》P63 表 3.4，在 250kV 的探伤条件下，40mm 的钢可等效为*****mm 铅当量；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中的表 B.2，250kV 的探伤条件下，铅的 TVL 值为***mm；
④通过查阅《辐射防护手册 第三分册》P63 表 3.4，在 300kV 的探伤条件下，50mm 的钢可等效为*****mm 铅当量；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中的表 B.2，300kV 的探伤条件下，铅的 TVL 值为***mm；
⑤通过查阅《辐射防护手册 第三分册》P63 表 3.4，在 350kV 的探伤条件下，60mm 的钢可等效为*****mm 铅当量；根

据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中的表B.2, 350kV的探伤条件下, 铅的TVL值为***mm。

表 11-2 有用线束照射方向控制区与监督区边界范围估算结果(采用铅毯屏蔽)

探伤机型号	关注点	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	I (mA)	$\dot{H}_0$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	R (m)
采用 3mmPb 铅毯屏蔽						
XXG-1605D 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-1605C 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-2005D 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-2005C 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-2505D 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-2505C 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
采用 6mmPb 铅毯屏蔽						
XXG-3005D 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-3005C 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-3505D 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					
XXG-3505C 型 X 射线探伤机	控制区边界					
	监督区边界					

表 11-3 泄漏辐射及散射辐射复合估算结果(不加任何屏蔽)

探伤机型号	关注点	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}_L$ ($\mu\text{Sv/h}$)	B	I (mA)	$\dot{H}_0$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	散射 后能量 (kV)	B_s	$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$	R (m)
XXG-1605D 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									

XXG-1605C 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-2005D 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-2005C 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-2505D 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-2505C 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-3005D 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-3005C 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-3505D 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-3505C 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									

表 11-4 泄漏辐射及散射辐射复合估算结果（采用 2mmPb 铅屏风屏蔽）

探伤机型号	关注点	H ($\mu\text{Sv/h}$)	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	B	I (mA)	$\dot{H}_0$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	散射 后能量 (kV)	B _s	$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$	R (m)
XXG-1605D 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									

XXG-1605C 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-2005D 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-2005C 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-2505D 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-2505C 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-3005D 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-3005C 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-3505D 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									
XXG-3505C 型 X 射线探 伤机	控制区 边界									
	监督区 边界									

由表 11-1、表 11-3 理论计算结果可知，本项目在客户厂区内及野外探伤现场进行探伤且主射线方向不加任何防护时，XXG-1605D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-1605C 型 X 射线周向探伤机满功率开机条件下，主射线方向控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为***m，非有用线束方向控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为***m。由此可知，XXG-1605D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-1605C

型 X 射线周向探伤机在主射线方向不加任何防护时，探伤机满功率开机条件下主射线方向控制区及监督区的划分范围最大：控制区范围半径最大约为**m，监督区范围半径最大约为***m；XXG-2005D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-2005C 型 X 射线周向探伤机满功率开机条件下，主射线方向控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为***m，非有用线束方向控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为***m。由此可知，XXG-2005D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-2005C 型 X 射线周向探伤机在主射线方向不加任何防护时，探伤机满功率开机条件下主射线方向控制区及监督区的划分范围最大：控制区范围半径最大约为**m，监督区范围半径最大约为***m；XXG-2505D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-2505C 型 X 射线周向探伤机满功率开机条件下，主射线方向控制区范围半径最大均约为***m，监督区范围半径最大均约为***m，非有用线束方向控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为***m。由此可知，XXG-2505D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-2505C 型 X 射线周向探伤机在主射线方向不加任何防护时，探伤机满功率开机条件下主射线方向控制区及监督区的划分范围最大：控制区范围半径最大约为***m，监督区范围半径最大约为***m；XXG-3005D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-3005C 型 X 射线周向探伤机满功率开机条件下，主射线方向控制区范围半径最大均约为***m，监督区范围半径最大均约为***m，非有用线束方向控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为***m。由此可知，XXG-3005D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-3005C 型 X 射线周向探伤机在主射线方向不加任何防护时，探伤机满功率开机条件下主射线方向控制区及监督区的划分范围最大：控制区范围半径最大约为***m，监督区范围半径最大约为***m；XXG-3505D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-3505C 型 X 射线周向探伤机满功率开机条件下，主射线方向控制区范围半径最大均约为***m，监督区范围半径最大均约为***m，非有用线束方向控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为***m。由此可知，XXG-3505D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-3505C 型 X 射线周向探伤机在主射线方向不加任何防护时，探伤机满功率开机条件下主射线方向控制区及监督区的划分范围最大：控制区范围半径最大约为***m，监督区范围半径最大约为***m。

为加强现场的辐射安全管理，减小监督区范围，公司拟在各 X 射线探伤机的主射线方向采用铅毯进行防护，散射线方向拟采用铅屏风进行防护。由表 11-2、表 11-4 理论计算结果可知，本项目在客户厂区内及野外探伤现场进行探伤且主射线方向采用 3mm 铅当量铅毯进行防护，散射线方向拟采用 2mm 铅当量铅屏风进行防护后，XXG-1605D 型 X

射线定向探伤机与 XXG-1605C 型 X 射线周向探伤机满功率开机条件下，主射线方向控制区范围半径最大均约为*m，监督区范围半径最大均约为*m，非有用线束方向控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为**m。由此可知，XXG-1605D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-1605C 型 X 射线周向探伤机主射线方向采用 3mm 铅当量铅毯进行防护，散射线方向拟采用 2mm 铅当量铅屏风进行防护后，探伤机满功率开机条件下，非有用线束方向控制区及监督区的划分范围最大：控制区范围半径最大均约为 13m，监督区范围半径最大均约为**m；XXG-2005D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-2005C 型 X 射线周向探伤机满功率开机条件下，主射线方向控制区范围半径最大均约为*m，监督区范围半径最大均约为**m，非有用线束方向控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为**m。由此可知，XXG-2005D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-2005C 型 X 射线周向探伤机主射线方向采用 3mm 铅当量铅毯进行防护，散射线方向拟采用 2mm 铅当量铅屏风进行防护后，探伤机满功率开机条件下，非有用线束方向控制区及监督区的划分范围最大：控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为**m；XXG-2505D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-2505C 型 X 射线周向探伤机满功率开机条件下，主射线方向控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为**m，非有用线束方向控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为**m。由此可知，XXG-2505D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-2505C 型 X 射线周向探伤机主射线方向采用 3mm 铅当量铅毯进行防护，散射线方向拟采用 2mm 铅当量铅屏风进行防护后，探伤机满功率开机条件下，主射线方向控制区及监督区的划分范围最大：控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为**m；本项目在客户厂区内及野外探伤现场进行探伤且主射线方向采用 6mm 铅当量铅毯进行防护，散射线方向拟采用 2mm 铅当量铅屏风进行防护后，XXG-3005D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-3005C 型 X 射线周向探伤机满功率开机条件下，主射线方向控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为***m，非有用线束方向控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为 62m。由此可知，XXG-3005D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-3005C 型 X 射线周向探伤机主射线方向采用 6mm 铅当量铅毯进行防护，散射线方向拟采用 2mm 铅当量铅屏风进行防护后，探伤机满功率开机条件下，主射线方向控制区及监督区的划分范围最大：控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为***m；XXG-3505D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-3505C 型 X 射线周向探伤机满功率开机条件下，主射线方向控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为***m，非有用线束方向控制区范

围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为***m。由此可知，XXG-3505D 型 X 射线定向探伤机与 XXG-3505C 型 X 射线周向探伤机主射线方向采用 6mm 铅当量铅毯进行防护，散射线方向拟采用 2mm 铅当量铅屏风进行防护后，探伤机满功率开机条件下，主射线方向控制区及监督区的划分范围最大：控制区范围半径最大均约为**m，监督区范围半径最大均约为***m。

上述理论计算结果选取 X 射线探伤机满功率运行时探伤相应厚度工件进行预测，仅为本项目 X 射线现场探伤控制区和监督区的划分提供参考。实际运行过程中 X 射线探伤机的管电压及管电流的大小、射线水平照射角度的改变、被检测工件厚度的改变以及探伤现场的遮蔽物都会使辐射场的辐射剂量率发生改变。公司在进行移动 X 射线探伤过程中应注意加强对控制区和监督区的管理和控制，并利用探伤区域的建筑、墙体等实体防护措施来限制射线束中的无用射线，减少散射量，屏蔽漏射线，以降低探伤作业现场周围的辐射水平，从而缩小控制区和监督区的范围。探伤机操作人员延时开机后退至控制区外操作。

在实际探伤过程中辐射工作人员应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求：在探伤开始前，根据上述理论估算值和经验划定并标志出控制区边界；在试曝光期间，借助环境辐射巡测仪进行检测或修正，将剂量当量率在 15μSv/h 以上的范围内划为控制区，控制区边界外剂量当量率在 2.5μSv/h 以上的范围内划为监督区。

3 辐射工作人员和公众剂量估算及评价

辐射工作人员和周围公众年有效剂量预测可通过《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式来估算，估算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \dots \dots \dots (11-6)$$

上式中：H—年剂量，μSv/年；

$\dot{H}$ —参考点处剂量率，μSv/h；

U—使用因子；

T—居留因子；

t—年照射时间，h。

深海智慧检测（南京）有限公司拟为本项目配备 3 个移动探伤小组，共 6 名辐射工作人员，其中 1 名兼职辐射防护负责人。现场探伤时，每个移动探伤现场每次仅使用 1 台 X 射线探伤机。每个移动探伤小组操作探伤机周开机曝光时间（含训机）约为 4 小时，年开机曝光时间（含训机）约为 200 小时。

本项目移动探伤开机曝光过程中，辐射工作人员拟采用延时曝光，并根据现场实际情况优先利用现场的建筑、墙体等进行屏蔽；根据每个现场环境的变化辐射工作人员曝光时的操作位置也会不同，但均位于控制区边界外，因此保守取控制区边界的辐射剂量率 $15\mu\text{Sv/h}$ 进行预测；现场清场后，公众均位于监督区边界外，因此周围公众保守取监督区边界的辐射剂量率 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 进行预测；根据每次探伤现场的改变，其周围的公众均不相同，因此监督区外公众的居留因子取 $1/16$ 。探伤现场周围人员受照剂量预测结果见表 11-4。

表 11-4 本项目移动 X 射线探伤现场周围人员年受照有效剂量结果评价

序号	关注点	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	年曝光时间 (h)	年剂量估算值 (mSv/a)
1	控制区外					
2	监督区外					

注：*由于本项目移动探伤一般在夜间进行，监督区外偶然居留，因此居留因子取 $1/16$ 。

由表 11-4 估算结果可知，公司在做好安全防护措施的情况下，辐射工作人员年有效剂量最大约为 3.000mSv ，公众年有效剂量最大约为 0.031mSv ，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员和公众受照剂量限值和本项目剂量约束值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv ，公众年有效剂量不超过 0.1mSv ）的剂量限值要求。

对于监督区边界外 100m 范围内的其他公众，由于剂量率与距离的平方成反比，因此，在通过距离衰减后，可推断出监督区边界外 100m 范围内的其他公众人员所受年有效剂量也能满足要求。

事故影响分析

1. 辐射事故分析

本项目为使用 II 类射线装置进行现场探伤，可能引起以下事故工况：

（1）现场探伤时，探伤前清场不完全，致使人员误留控制区和监督区，使其受到超剂量的外照射。

（2）现场探伤时，周围环境保护目标调查不仔细，导致遗漏相关保护目标，致使人员受到误照射。

（3）现场探伤时，现场控制区和监督区划分不合理，探伤过程中未对两区边界的辐射水平进行检测，对辐射工作人员和公众造成超剂量的照射，或辐射工作人员违反操作

规程强行探伤，对辐射工作人员和公众造成的照射。

(4) 未在控制区边界设置“禁止进入射线工作区”警告牌、提示“预备”“照射”状态的指示灯和声音提示装置，导致无关人员进入造成误照射。

(5) 未在监督区边界上悬挂醒目的“无关人员禁止入内”的警告牌和电离辐射警告标识，且无专人警戒，致使人员受到误照射。

(6) X 射线探伤机被盗，使 X 射线探伤机使用不当，造成周围人员的不必要照射。

(7) 现场探伤时在未照射完毕的情况下，现场辐射工作人员误入控制区给辐射工作人员造成误照射。

(8) 探伤机停止工作时，未按《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中 8.4.1.4 的要求检测操作者所在位置的辐射水平，即认为探伤机已停止工作而实际未停止工作，造成对人员的误照射。

2.辐射事故预防措施

深海智慧检测（南京）有限公司拟加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤作业，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善：加强职工辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。针对可能发生的辐射事故，公司拟采取以下预防措施：

(1) 公司内部加强辐射安全管理，管理人员定期开展监督检查，营造持续改进的辐射安全文化。

(2) 严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。每次开展移动探伤时，在探伤机开机前，初步划分控制区与监督区，设置安全警戒措施，严格对现场进行清场，确保没有无关人员，通过试曝光修正控制区与监督区范围，并相应调整安全警戒措施。定期检查确认探伤机及警戒线、警告牌、警告标志、指示灯以及声音提示装置等各项安全措施的有效性，故障设备及时交由生产商进行维修，严禁在安全设施故障的情况下开机检测。

(3) 辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器，当个人剂量报警仪发出报警时，辐射工作人员应尽快采取应对措施。必要时可远程控制停止出束。

(4) 开机作业需由 2 人共同操作，开机状态下人员不得脱岗。

(5) 移动探伤 X 射线探伤机不使用时放置在公司厂区探伤机储存室内，探伤机储存室拟设置防盗门窗、双人双锁，以实现防盗功能。X 射线探伤机在客户厂区内及野外探

伤现场作业间歇或夜间无法返回时，拟选择门窗完好并有上锁的场所作为 X 射线探伤机的临时贮存场所，安排双人值守，使 X 射线探伤机一直处于监控状态，并采取防误启动、防损坏、防盗/防丢失等安全防护措施。

3.辐射事故处置方法

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》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，辐射事故可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。本项目拟使用的 X 射线探伤机属于 II 类射线装置，本项目事故多为探伤前清场不完全或探伤过程中警戒工作未到位，致使辐射工作人员或公众误入控制区或监督区、现场控制区和监督区划分不合理对辐射工作人员和公众造成超剂量照射以及开机误照射等，通常情况下属于一般辐射事故。在发生事故后：

（1）事故情况下立即切断电源，确保 X 射线探伤机停止出束，并组织人员保护现场，迅速报告公司安全和保卫部门进行事故处理，在 1 小时内上报生态环境、公安等有关部门，并做好辐射事故档案记录；

（2）发生人员受照事故时，迅速安排受照人员接受医学检查和救治，建立并保存相应的医疗档案；

（3）辐射事故发生后，积极配合生态环境、公安等管理机关做好事故调查和善后处理，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目开展工业 X 射线探伤使用的设备为 X 射线探伤机，属于 II 类射线装置。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用 II 类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。辐射工作人员均应通过生态环境部门组织的“X 射线探伤”类、辐射防护负责人应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类辐射安全与防护知识考核，通过考核后方可上岗。

深海智慧检测（南京）有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司拟为本项目配备 6 名辐射工作人员，其中 1 名兼职辐射防护负责人。辐射工作人员均应通过生态环境部门组织的“X 射线探伤”类、辐射防护负责人还应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类辐射安全与防护知识考核，考核合格后方可上岗。

辐射安全管理规章制度

深海智慧检测（南京）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》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相关要求制定一系列辐射安全管理制度，包括探伤操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度和事故应急预案等。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议：

移动探伤操作规程：明确 X 射线探伤机的移动探伤操作流程及操作过程中采取的具体防护措施，重点明确 X 射线探伤机移动探伤前的清场，控制区及监督区的划分，开机探伤时的训机，试曝光，检测过程中必须采取的辐射安全措施以及曝光结束后携带开机状态的个人剂量报警仪和辐射巡测仪进入控制区，收回 X 射线探伤机。

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

辐射防护和安全保卫制度：根据公司的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线探伤机在探伤现场的保管、运行和维修时的辐射安全管理。

设备维修制度：明确 X 射线探伤机以及辐射监测设备的维修计划、维修记录和在日常

常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保 X 射线探伤机以及剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

台账管理制度：对 X 射线探伤机的进出进行严格管理，实行领用归还登记制度。对 X 射线探伤机使用情况进行登记，记录开关机时间、地点，标明探伤机名称、型号、电压、电流等。

人员培训计划和健康管理制：制定人员培训计划，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。辐射工作人员应在上岗前进行健康检查，开展辐射安全知识培训。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》（生态环境部公告，2019 年第 57 号），新从事辐射活动的人员须通过生态环境部组织的考核后方可上岗。还应组织新进辐射工作人员定期参加职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

监测方案：制定辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理。公司每次开展现场探伤时均拟对工作场所及周围环境进行监测，发现异常情况的（如设备故障导致控制区范围突然扩大等），应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境主管部门报告。

事故应急方案：针对 X 射线探伤机移动探伤作业可能产生的辐射事故制定辐射事故应急方案，该方案中要明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。当发生辐射事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化，并在 1 小时内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时，还应同时报告当地卫生健康部门。

辐射监测

1.监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用 II 类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

本项目拟配备 3 个移动探伤小组，共 6 名辐射工作人员，其中 1 名兼职辐射防护负责人。公司拟为本项目配备 3 台辐射巡测仪，并定期对其开展检定/校准工作，拟配备 6 台在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪，能够满足审管部门

关于监测仪器配备的要求。

2.监测方案

公司拟定期（不少于1次/年）请有资质的单位对移动X射线探伤项目辐射工作场所及周围环境的辐射水平进行监测，并核实现场辐射安全措施及现场管控措施；在开展探伤作业时，深海智慧检测（南京）有限公司拟对辐射工作场所周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录；本项目辐射工作人员均拟佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（每3个月/次）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。同时公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过2年）安排辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康档案。公司还拟对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前提交上一年度的评估报告。本项目辐射监测方案见表12-1。

表12-1 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测方式	监测周期		监测点位
移动探伤现场	周围剂量当量率	验收监测	1次		①控制区及监督区边界外； ②人员操作位处； ③保护目标处。
		委托有资质的单位进行	工作场所放射防护年度检测*	1次/年	
		定期自行开展辐射监测	每次现场探伤		
辐射工作人员	个人剂量当量	委托有资质的单位进行	每3个月/次		/

注：*公司每年选定1处客户厂区内现场或野外探伤现场，委托有资质单位开展工作场所及周围环境辐射水平监测。

落实以上措施后，深海智慧检测（南京）有限公司辐射监测措施能够满足辐射监测管理的要求。

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，深海智慧检测（南京）有限公司应针对移动探伤项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案，应急预案内容包括：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）应急人员的组织和培训，应急装备、资金、物资的准备；
- （3）辐射事故分级与应急响应措施；
- （4）辐射事故调查、报告和处理程序；
- （5）辐射事故信息公开、公众宣传方案。

深海智慧检测（南京）有限公司拟依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事

故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定辐射事故应急预案，建立应急机构，明确人员职责分工，加强应急人员的组织、培训，完善辐射事故分类与应急响应措施，并在今后工作中定期组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司立即启动本单位事故应急预案，采取必要防护措施，在 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置及选址合理性分析

深海智慧检测（南京）有限公司位于南京市江宁区江宁滨江开发区地秀路 757 号博创中试园 B 栋 1 层。公司厂区东侧为园区道路、博创中试园 C 栋、D 栋及瑟路绅（南京）门业有限公司，南侧为园区道路、南京有多利科技发展有限公司及滨江经济技术开发区管理委员会，西侧为园区道路、博创中试园 A 栋及地秀路，北侧为园区道路及南京苏洋玻璃有限公司。

本项目辐射工作人员在公司厂区探伤机储存室及办公场所内不调试、不使用 X 射线探伤机，因此公司厂区内及周围的工作人员、公众不会受到辐射影响。

公司在实施现场探伤之前，应根据探伤工作场所周围的具体环境特征，对警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间等进行全面的评估，强化辐射安全与防护措施，以保证探伤过程中的辐射安全，确保进行现场探伤的选址合理可行。

1.2 实践正当性分析

本项目的建设将满足建设单位的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

1.3 项目分区及布局

深海智慧检测（南京）有限公司在对客户单位的金属管道、压力容器及野外风电塔筒等焊缝开展移动 X 射线现场探伤作业时，根据现场具体情况，拟将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，深海智慧检测（南京）有限公司采取上述辐射防护分区的划分后能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于辐射工作场所的划分要求。

1.4 辐射安全措施

深海智慧检测（南京）有限公司在开展移动 X 射线现场探伤作业时，拟提前与客户单位沟通，对探伤现场进行全面评估。根据现场具体情况，最大化地利用现场已有的建筑物、墙体以及铅毯等进行防护。利用辐射巡测仪巡测，将作业场所中周围剂量当量率

大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为控制区，并在控制区边界设置“禁止进入射线工作区”警告牌、与探伤机进行联锁的提示“预备”“照射”状态的指示灯和声音提示装置；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂醒目的“无关人员禁止入内”的警告牌和电离辐射警告标识，必要时设专人警戒。

探伤现场配备辐射巡测仪，辐射工作人员佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪，探伤机操作人员延时开机后退至控制区外操作，控制台处拟设置钥匙开关。移动探伤过程中严格执行移动 X 射线探伤操作规程及移动 X 射线探伤流程，坚持先示警再开机的操作程序，每次开机前进行清场，确保控制区和监督区内无人员滞留，以防发生误照射事故。本项目 X 射线探伤机平时不使用时拟储存于公司厂区探伤机储存室内，探伤机储存室仅用于贮存 X 射线探伤机，探伤机储存室门口拟粘贴辐射安全警示标志，同时探伤机储存室应为专用房间，拟配备防盗门窗、双人双锁，以实现防盗功能，并设置 X 射线探伤机取用台账。在外作业探伤机不工作时，拟安排专人负责 X 射线探伤机的保管。X 射线探伤机在客户厂区内及野外探伤现场作业间歇或夜间无法返回时，拟选择门窗完好并有上锁的场所作为 X 射线探伤机的临时贮存场所，安排双人值守，使 X 射线探伤机一直处于监控状态，并采取防误启动、防损坏、防盗/防丢失等安全防护措施。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

1.5 辐射安全管理

深海智慧检测（南京）有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。公司拟在项目运行前制定辐射安全管理制度。本项目拟配备的 6 名辐射工作人员在上岗前均应取得辐射安全培训合格证书或通过生态环境部培训平台上的线上考核。

公司拟为本项目配备 3 个移动探伤小组，共 6 名辐射工作人员，其中 1 名兼职辐射防护负责人。现场探伤时，每个移动探伤现场每次仅使用 1 台 X 射线探伤机。公司共拟配备 3 台辐射巡测仪及 6 台个人剂量报警仪，方能满足审管部门关于监测仪器配备的要求。

公司拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，并核实现场辐射安全措施及现场管控措施；委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立完整的个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全管理措施能够满足辐射安全要求。

2 环境影响分析结论

2.1 保护目标剂量

根据理论估算结果可知，在严格按照标准要求划分控制区及监督区，并落实辐射安全措施后，本项目投入运行后辐射工作人员和公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对辐射工作人员和公众受照剂量限值和本项目剂量约束值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）的剂量限值要求。

2.2 三废处理处置

X 射线探伤机在工作状态时，会使探伤现场的空气电离产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），移动探伤现场在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，臭氧 50 分钟内可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目在运行过程中需进行洗片、评片作业，在进行洗片作业时会产生显影、定影废液、胶片清洗废水及废胶片，显影、定影废液及废胶片属于《国家危险废物名录》中编号为 HW16（900-019-16）的危险废物，胶片清洗废水中含重金属，参照 HW16（900-019-16）作危废处理。公司拟与有资质单位签订危险废物处置意向协议，探伤过程中产生的洗片废液（显影、定影废液及胶片一次、二次清洗废水）及废胶片拟集中收集后暂存于公司危废间内，每月交由有危险废物经营资质单位处理处置。

3 可行性分析结论

综上所述，深海智慧检测（南京）有限公司新建移动式 X 射线探伤项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

建议与承诺

（1）公司拟在项目投运前按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求完成危废间的建设，与有资质单位签订危险废物处置意向协议，按照《危险废物转移管理办法》等管理规定处置危废。

（2）公司应定期或不定期对 X 射线探伤机的各种管理、操作、保安措施的落实情况进行检查，确保仪器的完好和有效。

（3）本项目运行后，运营单位应严格执行操作规程和辐射防护程序，并实施系统性的工作人员培训与考核制度。通过落实这些风险管控措施，切实预防意外事故的发生；并确保一旦发生辐射事故，能有效减轻其对职业人员和公众的辐射后果。同时，在正常

运行期间，应持续优化管理，将项目对环境的辐射影响控制在可合理达到的尽量低水平。

（4）项目建成后企业应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定及时进行自主环境保护验收。

表 14 审批

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

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	投资 (万元)
辐射安全管理机构	深海智慧检测（南京）有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人兼职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确其管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用Ⅱ类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的要求。	/
辐射安全和防护措施	本项目现场探伤时，将被检物周围的周围剂量当量率在 $15\mu\text{Sv/h}$ 以上的范围划为控制区，将控制区边界外周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划定为监督区。	《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中控制区及监督区划分要求；同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束限值的要求；职业人员年有效剂量不超过 5mSv ，公众年有效剂量不超过 0.1mSv 。	/
	深海智慧检测（南京）有限公司在开展移动 X 射线现场探伤作业时，拟提前与客户单位沟通及对探伤现场进行全面评估。根据现场具体情况，最大化地利用现场已有的建筑物、墙体等进行防护。利用辐射巡测仪巡测，将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为控制区，并在控制区边界设置“禁止进入射线工作区”警告牌、与探伤机进行联锁的提示“预备”“照射”状态的指示灯和声音提示装置；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，并在其边界上悬挂醒目的“无关人员禁止入内”的警告牌和电离辐射警告标识，必要时设专人警戒。 每个移动探伤现场拟配备 1 台辐射巡测仪，辐射工作人员均佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪，探伤机操作人员延时开机后退至控制区外操作，控制台处拟设置钥匙开关。移动探伤过程中严格执行移动 X 射线探伤操作规程及移动 X 射线探伤流程，坚持先示警再开机的操作程序，每次开机前进行清场，确保控制区内无人员滞留，监督区内没有无关人员滞留，以防发生误照射事故。本项目 X 射线探伤机平时不使用时拟储存于公司厂区探伤机储存室内，探伤机储存室仅用于贮存 X 射线探伤机，探伤机储存室门口拟粘贴辐射安全警示标志，同时探伤机储存室应为专用房间，拟配备防盗门窗、双人双锁，以实现防盗功能，并设置探伤机取用台账。	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）关于辐射安全设施的相关要求。	7

	在外作业探伤机不工作时，拟安排专人负责 X 射线探伤机的保管。在外开展探伤作业时，一般情况下探伤机在当日返回公司厂区探伤机储存室内。X 射线探伤机在客户厂区内及野外探伤现场作业间歇或夜间无法返回时，拟选择门窗完好并有上锁的场所作为 X 射线探伤机的临时贮存场所，安排双人值守，使 X 射线探伤机一直处于监控状态，并采取防误启动、防损坏、防盗/防丢失等安全防护措施。		
人员配备	公司拟为本项目配备 6 名辐射工作人员，辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台上的线上考核。 本项目拟配备的 6 名辐射工作人员均拟开展个人剂量监测，送检周期为每 3 个月/次，并拟建立辐射工作人员个人剂量监测档案。 本项目拟配备的 6 名辐射工作人员均拟定期进行职业健康体检，体检周期为两年，并拟建立职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训，个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。	定期投入
监测仪器和防护用品	公司拟为本项目配备 3 台环境辐射巡测仪及 6 台个人剂量报警仪。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射巡测仪等仪器的要求。	3
辐射安全管理制度	公司拟根据相关标准要求，制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、射线装置使用登记、台账管理制度以及辐射事故应急方案等制度，公司还应根据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案。	/

辐射防护用品一览表

防护用品名称	每组配备数量	现场探伤组数量	防护用品总数	备注
辐射巡测仪				新增
个人剂量报警仪				新增

现场警戒绳				新增
“禁止进入射线工作区”警告牌				新增
提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置				新增
“无关人员禁止入内”警告牌				新增
电离辐射警告标识				新增
夜间照明装置				新增
1.5mm 铅毯（1.5m 长×1m 宽）				新增
2mm 铅屏风（1.5m 长×1m 宽）				新增

以上措施必须在项目运行前落实。