

上海遐畅检测技术有限公司  
新增 4 台 X 射线移动探伤装置项目  
环境影响报告表  
(可公开版)

建设单位：上海遐畅检测技术有限公司

编制单位：上海国核科技发展有限公司

2023 年 11 月

## 说 明

上海国核科技发展有限公司受上海遐畅检测技术有限公司委托完成对“上海遐畅检测技术有限公司新增 4 台 X 射线移动探伤装置项目”的环境影响评价工作。现根据国家及本市规定，在向具有审批权的环境保护行政主管部门报批前公开环评文件全文。

本文本的内容为拟报批的环境影响报告表全本，上海遐畅检测技术有限公司和上海国核科技发展有限公司承诺本文本与报批稿全文完全一致，但不涉及国家秘密/商业秘密/个人隐私。

上海遐畅检测技术有限公司和上海国核科技发展有限公司承诺本环评文本内容的真实性，并承担内容不实之后果。

本环评文本在报环保部门审查后，上海遐畅检测技术有限公司和上海国核科技发展有限公司将可能根据各方意见对项目的建设方案、污染防治措施等内容开展进一步的修改和完善工作，“上海遐畅检测技术有限公司新增 4 台 X 射线移动探伤装置项目”最终的环境影响评价文件，以经环保部门批准的“上海遐畅检测技术有限公司新增 4 台 X 射线移动探伤装置项目”的环境影响评价文件（审批稿）为准。

上海遐畅检测技术有限公司

地 址：上海市崇明区长兴江南大道 988 号

邮 编：201913

联系人：奚莉 电 [REDACTED]

电子邮箱：bcship@163.com

上海国核科技发展有限公司

地 址：上海市徐汇区虹漕路 29 号

邮 编：200233

联系人：徐雨芳 电 话：021-61902515

传 真：021-61860728 电子邮箱：xuyufang@snerdi.com.cn

核技术利用建设项目

上海遐畅检测技术有限公司  
新增 4 台 X 射线移动探伤装置项目  
环境影响报告表



2023 年 11 月

核技术利用建设项目

上海遐畅检测技术有限公司  
新增 4 台 X 射线移动探伤装置项目  
环境影响报告表

建设单位名称：上海遐畅检测技术有限公司  
建设单位法人代表（签名或签章）：章雄妹



通讯地址：上海崇明区长兴镇潘园公路 1800 号 3 号楼 38997 室  
邮政编码：201913 联系人：奚莉  
电子邮箱：bcship@163.com 联系电话：[REDACTED]

打印编号: 1696813802000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	b38044
建设项目名称	上海遐畅检测技术有限公司新增4台X射线移动探伤装置项目
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)	上海遐畅检测技术有限公司
统一社会信用代码	91310230MA1JX08FXK
法定代表人(签章)	章雄妹
主要负责人(签字)	周庆辉
直接负责的主管人员(签字)	章理

### 二、编制单位情况

单位名称(盖章)	上海国核科技发展有限公司
统一社会信用代码	91310104MA7LH6PQX1

### 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
徐雨芳	2014035310352014310101000111	BH 010338	

#### 2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
徐雨芳	项目基本情况、射线装置、废弃物、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量与辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH 010338	

上海遐畅检测技术有限公司  
新增 4 台 X 射线移动探伤装置项目  
环境影响报告表

审核、审定人员名单

审定：黄晓冬



审核：曹以洁



上海国核科技发展有限公司

2023 年 11 月

表 1 项目基本情况

项目名称	上海遐畅检测技术有限公司新增 4 台 X 射线移动探伤装置项目					
建设单位	上海遐畅检测技术有限公司					
法人代表	章雄妹	联系人	奚莉	联系电话		
注册地址	上海市崇明区长兴镇潘园公路 1800 号 3 号楼 38997 室（上海泰和经济发展区）					
项目建设地点	上海市崇明区长兴江南大道 988 号					
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）	5	投资比例（环保投资/总投资）	10%	
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积 (m <sup>2</sup> )	757.2	
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV <input type="checkbox"/> V类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
<input checked="" type="checkbox"/> 使用		<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类				
其他	/					

## 项目概述

### 1. 建设单位情况

上海遐畅检测技术有限公司（以下简称“遐畅”）位于上海市崇明区长兴镇潘园公路 1800 号 3 号楼 38997 室（上海泰和经济发展区），于 2015 年 10 月 14 日注册成立，经营范围包括检测技术领域内的技术开发、技术转让、技术咨询和技术服务，商务咨询，无损检测建设工程专业施工，房屋建设工程施工，营业执照详见附件 1。

### 2. 项目背景及概况

遐畅为满足公司发展和市场的需求，为客户提供无损探伤检测服务，拟购买配备 4 台 X 射线移动探伤装置开展 X 射线移动式探伤业务，业务内容主要对钢结构加工场地、桥梁建设场地等建设场地上的钢结构工件进行无损探伤，无损探伤检测业务主要面向上海市。为了能够为主要客户提供便利、及时的检测服务，遐畅向江南造船（集团）有限责任公司（以下简称江南造船厂）品质保证部无损检测室租赁江南造船厂上海市崇明区长兴江南大道 988 号探伤楼一层用于设备存放、洗片评片及

危废暂存。本项目探伤机贮存场所地理位置见附图 1，贮存场所所在厂区及周边环境状况见附图 2。

本项目 4 台 X 射线移动探伤装置均存放于探伤楼一层北角 X 光拍片室内，该存储库为 X 射线装置专用场所，设置双人双锁，外部设有监控摄像头确保射线装置的安全。洗片位于一层东北侧洗片暗室内，评片位于一层西南面办公室内，洗片、评片过程中产生的危废存放于一层西南侧危废暂存间，具体见探伤楼一层平面布置图附图 3，附图 4 为探伤楼二层平面布置图。

本项目新增的 X 射线移动探伤装置基本情况如下：

表1-1 新增X射线装置基本情况

设备名称	数量	型号	类别	设备最大额定管电压 (kV)	设备最大额定管电流 (mA)	单次作业最大曝光时长 (分钟)	年最大曝光次数	预计每周作业时长 (分钟)	用途	工作场所	备注
移动式 X 射线探伤装置	4	XXG-2505	II类	250	5	5min	12000	1150	工业探伤	委托单位处	定向机

上海遐畅检测技术有限公司拟新增 6 名辐射工作人员（均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，详见附件 2），其中 2 名辐射工作人员专职负责该公司的辐射安全管理，不负责探伤作业，其余 4 人专职负责 X 射线移动式探伤作业（均已取得无损探伤人员资格，详见附件 4），共 2 个探伤小组，各组辐射工作人员互不交叉。每个小组 2 人负责移动式探伤作业，其中每个移动式探伤小组 1 名辐射工作人员负责现场 X 射线探伤机的操作，1 名负责辐射安全管理，负责安全管理的辐射工作人员具备对现场辐射安全负责的权限，主要负责场所区域的划分与控制、场所限制区域的人员管理、场所辐射剂量水平监测等安全相关工作，并承担探伤装置的领取、归还等工作，发现安全问题应立即停止探伤作业。

根据原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会的公告（2017 年第 66 号）《关于发布<射线装置分类>的公告》，本项目移动式 X 射线探伤装置属于 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 版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号）及《〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉上海市实施细化规定（2021 年版）》（沪环规【2021】11 号），本项目属“五十五、核与辐射-172、核技术利用项目-生产、使用 II 类射线装置”，应编制环境影响报告表，因此本项目应编制环境影响报告表。

### 3. 项目选址及周边概况

本项目探伤机贮存场所所在崇明区长兴江南大道 988 号，属于“104 工业地块”，详

见附图 5。4 台 X 射线移动探伤装置均存放于江南造船厂厂区内的探伤楼一层北侧的 X 光拍片室内，X 射线装置存储库北侧为楼道，南侧为操作室，西侧为 X 光拍片室，东侧为楼道。项目洗片位于探伤楼一层东北侧洗片暗室内，评片位于一层西南面办公室内，洗片、评片过程中产生的危废存放于一层西南侧危废暂存间，洗片室北面为楼道，南面为走廊，西面为操作室，东面为楼道，评片室北面和东面为走廊，南面和西面为楼道。

#### 4. 产业政策相符性分析

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改），本项目不属于鼓励类、限制类、淘汰类产业，为允许类产业。经对照《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录（2010 年本）》，本项目不属于该目录所列“淘汰落后生产工艺装备和产品”。此外本项目未列入《市场准入负面清单（2022 年版）》。综上，项目建设符合国家产业政策。

根据《上海工业及生产性服务业指导目标和布局指南（2014 年版）》，本项目不属于培育类、鼓励类、限制类、淘汰类产业，为允许类产业，项目的建设符合上海市产业导向；根据《上海市产业结构调整指导目录限制和淘汰类（2020 年版）》，本项目不属于限制类和淘汰类内容之列，因此项目的建设符合上海市产业政策。

#### 5. 实践正当性分析

X 射线探伤检测作为五大常规无损检测方法之一，可以探测各型金属内部可能产生的缺陷，如气孔、针孔、夹杂、疏松、裂纹、偏析、未焊透和熔合不足等，且能较直观地显示工件内部缺陷的大小和形状，对保障产品质量起了十分重要的作用，由于钢结构加工场地、桥梁建设场地等建设场地上的钢结构工件体积较大，部分部件固定于野外，无法转移到固定式探伤室内，因此只能在现场对部件进行无损检测，本项目所配备的 X 射线移动探伤装置具有结构简单、携带方便、功能齐全、抗干扰能力强、可靠性高等特点，可显著提高现场无损探伤水平，因此，该项目的实践是必要的。但是，在移动式探伤过程中射线装置的应用可能会造成如下放射性环境问题：

- (1) 给探伤现场周围环境和辐射工作人员、附近的公众造成一定的辐射影响。
- (2) 若射线装置的使用不当或建设单位管理疏漏导致射线装置非正常开启、被盗或丢失等可能会造成一定的辐射安全事故。

建设单位在开展 X 射线移动式探伤过程中，对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给辐射工作人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射

危害，该核技术应用的实践具有正当性。

辐射工作人员在开展 X 射线移动式探伤过程中，应严格按照标准规范操作，避免失误和重复性曝光，将辐照保持在可合理达到的尽量低的水平。

#### 6. 原有核技术应用项目许可情况

上海遐畅检测技术有限公司首次开展核技术利用项目，无原有项目。

**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》(GB18871-2002)。

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)	最大管电 流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	移动式 X 射线探伤装置	II类	4	XXG-2505	250	5	5	工业探伤	委托单位处	定向机
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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)	最大管电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	活度 (Bq)	气瓶情况	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度 (Bq)	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废显影液 (HW16 , 感光材 料废物)	液态	/	/	/	150kg	/	专用桶盛装, 暂 存于探伤楼一楼 危废暂存间内	定期委托有 资质公司回收处置
废定影液 (HW16 , 感光材 料废物)	液态	/	/	/	150kg	/	专用桶盛装, 暂 存于探伤楼一楼 危废暂存间内	
废胶片 (HW16 , 感光材 料废物)	固态	/	/	/	280kg	/	专用桶盛装, 暂 存于探伤楼一楼 危废暂存间内	
臭氧及氮 养化物	气态	/	/	微量	微量	/	/	排入大气
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注: 1. 常规废弃物排放浓度, 对于液态单位为mg/L, 固体为mg/kg, 气态为mg/m<sup>3</sup>; 年排放总量用kg。

2.含有放射性的废物要注明, 其排放浓度、年排放总量分别用比活度 (Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>) 和活度 (Bq) 。

**表 6 评价依据**

法 规 文 件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年 4 月 24 日修订, 2015 年 1 月 1 日施行);</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2003 年 9 月 1 日施行, 2018 年 12 月 29 日第二次修订);</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(国家主席令 2003 年第 6 号, 2003 年 10 月 1 日施行);</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 7 月 16 日国务院第 682 号令修订, 2017 年 10 月 1 日施行);</p> <p>(5) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》, 中华人民共和国生态环境部令第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起施行;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005 年 12 月 1 日施行, 2019 年 3 月 2 日国务院令第 709 号修改);</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》2020 年 12 月 25 日生态环境部第 20 号令修改;</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011 年 4 月 18 日原环境保护部第 18 号令发布, 2011 年 5 月 1 日施行);</p> <p>(9) 《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);</p> <p>(10) 上海市生态环境局关于印发《&lt;建设项目建设项目环境影响评价分类管理名录&gt;上海市实施细化规定(2021 年版)》的通知(沪环规【2021】11 号);</p> <p>(11) 《上海市放射性污染防治若干规定》(上海市人民政府第 23 号令公布, 2010 年 1 月 15 日施行, 上海市人民政府第 30 号令修订);</p> <p>(12) 《上海市环境保护局关于贯彻落实新修订的&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的通知》(沪环保评【2017】323 号);</p> <p>(13) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评【2017】4 号);</p> <p>(14) 《上海市环境保护局关于贯彻落实&lt;建设项目竣工环境保护验收暂行办法&gt;的通知》(沪环保评【2017】425 号)。</p>
------------------	--

技术标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(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);</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(4) 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016);</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019);</p> <p>(6) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022);</p> <p>(7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及其第 1 号修改单;</p> <p>(8) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB 22448-2008)。</p>
其他	<p>建设单位提供的资料</p>

表 7 保护目标与评价标准

<b>评价范围</b> <p>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),“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(无实体边界项目视具体情况而定,应不低于 100m 的范围)”。</p> <p>本项目探伤场所不固定,根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中“5.1.6 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 <math>2.5\mu\text{Sv}/\text{h}</math> 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”的规定,工业 X 射线移动式探伤监督区边界周围剂量当量率控制要求与工业 X 射线探伤室探伤监督区探伤室墙壁外部相邻区域的周围剂量当量率控制要求一致,因此,本项目评价范围为工业 X 射线移动式探伤划定的监督区边界外 100m 的范围。</p>
<b>保护目标</b> <p>本项目为移动式探伤,主要针对有探伤需求的钢结构加工场地、桥梁建设场地等建设场地。依据项目现场实际情况划分的控制区外监督区内的辐射工作人员(6名)以及监督区边界外 100m 范围内的公众均应划定为保护目标。</p>
<b>评价标准</b> <p><b>1. 剂量限值及剂量约束值</b></p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)以及《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)的年剂量限值控制要求,职业照射人员剂量限值应符合以下要求:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) 连续 5 年的年平均有效剂量应不超过 20mSv;</li><li>b) 任何 1 年中的有效剂量应不超过 50mSv;</li><li>c) 眼晶体的年当量剂量应不超过 150mSv;</li><li>d) 四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量应不超过 500mSv。</li></ul> <p>公众剂量限值应符合以下要求:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) 年有效剂量, 1mSv;</li><li>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;</li><li>c) 眼晶体的年当量剂量, 15mSv;</li><li>d) 皮肤的年当量剂量, 50mSv。</li></ul>

遵循辐射防护最优化原则,结合本项目的特点,确定本项目辐射工作人员和公众(包括本项目的非辐射工作人员)的年剂量约束值见下表。

表7-1 剂量限值及剂量约束值

保护目标	剂量限值	剂量约束值
辐射工作人员	20mSv/a	5mSv/a
公众	1mSv/a	0.1mSv/a

## 2. X射线移动式探伤作业分区设置要求

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022), X射线移动式探伤作业的分区设置要求如下:

2.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。

2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$  的范围内划为控制区。如果每周实际开机时间明显大于 7h, 控制区边界周围剂量当量率应按式 (1) 计算:

式中：

K——控制区边界周围剂量当量率, 单位为微希沃特每小时 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ );

$t$ —每周实际开机时间, 单位为小时 (h);

100——5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值，即  $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

2.3 控制区边界上合适的位置应设置电离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。

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。

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。

2.6 每一个探伤作业班组应至少配备一台便携式  $X$ - $\gamma$  剂量率仪，并定期对其进行检定/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。

2.7 探伤作业期间还应对控制区边界上代表点的剂量率进行检测，尤其是探伤的位置在此方向或射线束的方向发生改变时，适时调整控制区的边界。

2.8 应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 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。

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。

2.10 探伤机控制台（X射线发生器控制面板）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。

### 3. X射线移动式探伤作业的准备

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），X射线移动式探伤作业中对使用单位的相关准备工作要求如下：

3.1 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）。

3.2 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。

3.3 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。

### 4. X射线移动式探伤作业安全警告信息

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022），X射线移动式探伤作业的安全警告相关要求如下：

4.1 通过委托单位提前发布探伤作业信息，应通知到所有相关人员，防止误照射发生。

4.2 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”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。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。

4.3 X射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁。

4.4 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

4.5 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。

### 5. X射线移动式探伤作业安全操作要求

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)，应考虑控制器与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。

## 6. X射线移动式探伤作业的边界巡查与监测

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)，X射线移动式探伤作业的边界巡查与监测要求如下：

6.1 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。

6.2 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。

6.3 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正确。必要时应调整控制区的范围和边界。

6.4 开始移动式探伤工作之前，应对便携式X- $\gamma$ 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- $\gamma$ 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。

6.5 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- $\gamma$ 剂量率仪，两者均应使用。

## 7. 移动式探伤的分区及检测要求

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)，X射线移动式探伤作业的分区及检测要求如下：

7.1 进行移动式探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。

7.2 当X射线探伤机、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。

7.3 在工作状态下应检测操作位置，确保其低于国家法规和建设单位制定的指导水平。

7.4 探伤机停止工作时，应检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤机确已停止工作。

表 8 环境质量和辐射现状

### 环境质量和辐射现状

本项目主要开展 X 射线移动式探伤作业，根据本项目 X 射线装置的特性，射线装置只有在通电开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，关机状态下不会产生 X 射线。本项目为移动式探伤，作业场所不确定，典型工作场所为上海市内的钢结构加工场地、桥梁建设场地等建设场地，采用上海市近年来公示的  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率为本环评的辐射环境现状调查提供参照依据。

根据《2022 年上海市生态环境状况公报》的公示数据，上海市大气、水体、土壤等介质中的放射性核素活度浓度处于正常水平，全市各监测点的  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率与历年的监测结果相当，核技术利用场所周围环境中的年累积辐射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 规定的限值要求。上海市辐射环境背景值见下图所示。

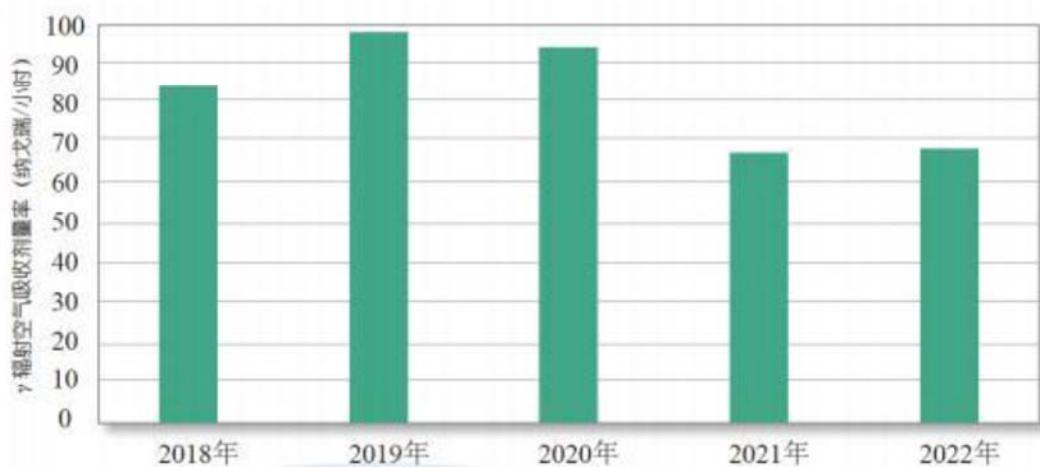


图 8-1 2018~2022 年上海市  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率变化趋势图

参考《上海市环境陆地  $\gamma$  辐射剂量率调查》(杨鹤鸣等, 放射环境, 1995.03), 上海市原野  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率本底水平为  $3.42 \times 10^{-8} \sim 7.95 \times 10^{-8} \text{ Gy/h}$ , 图 8-1 的结果表明, 本项目典型工作场所的环境  $\gamma$  辐射剂量率趋于环境本底水平, 当地辐射水平无异常。

表 9 项目工程分析与源项

## 工程设备和工艺分析

### 1. 项目概况

因业务需要, 上海遐畅检测技术有限公司拟使用 4 台 X 射线探伤机开展移动式探伤, 探伤的对象主要是钢结构加工场地、桥梁建设场地等建设场地上的钢结构工件等。建设单位拟新增 6 名辐射工作人员, 其中 2 名辐射工作人员专职负责该公司的辐射安全管理, 其余 4 名辐射工作人员负责 X 射线移动式探伤作业和安全管理(需取得无损探伤人员资格)。

### 2. 工作原理及工作流程

#### (1) X 射线探伤机结构

X 射线探伤机主要由 X 射线发生器、控制台、连接电缆及附件组成。控制台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。常见 X 射线探伤机见下图。



图 9-1 常见X射线探伤机

#### (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轫致辐射即为 X 射线。典型的 X 射线管结构见下图。

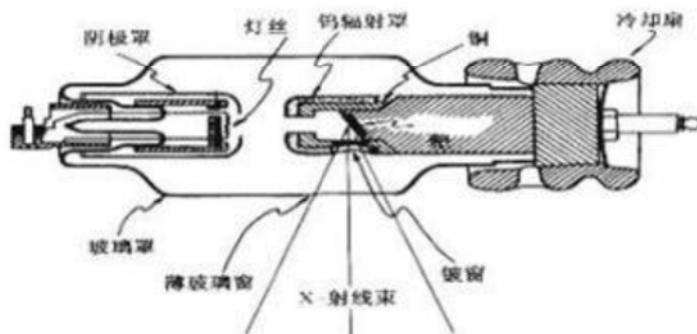


图 9-2 典型 X 射线管结构图

### 3. X 射线探伤原理

X 射线探伤，即无损 X 射线检测技术，是利用不同性质材料对 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，从而可以从底片的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。

### 4. X 射线探伤工作流程

本项目使用 X 射线装置进行移动式探伤的流程如下：

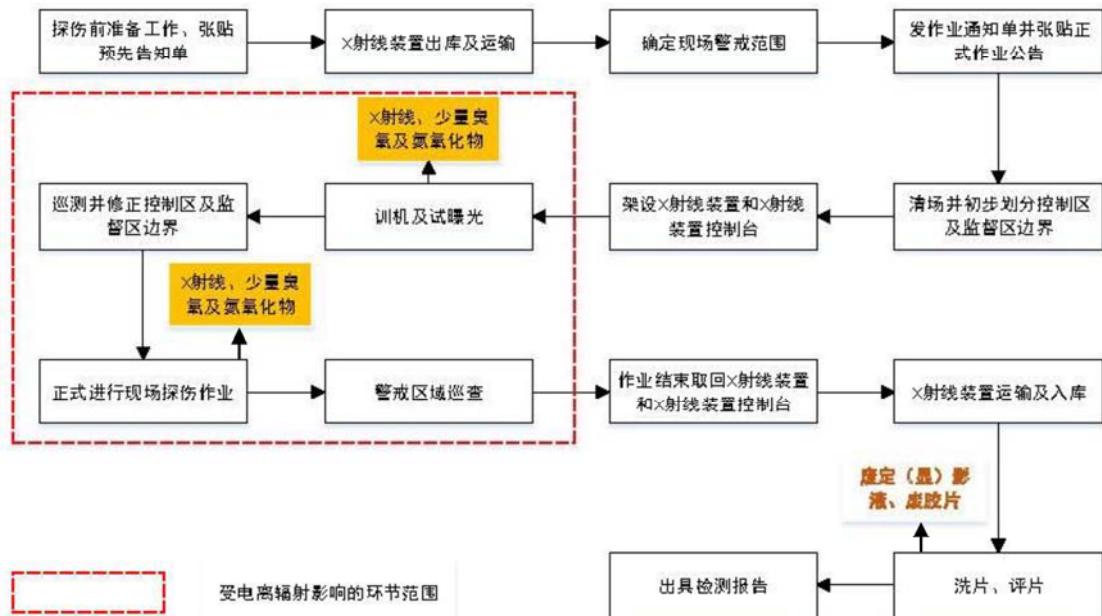


图 9-3 项目移动式探伤工作流程及产污环节示意图

4 台 X 射线装置不使用时均存放于上海市崇明区长兴江南大道 988 号探伤楼一层 X 光

拍片室内，双人双锁，外部设有监控摄像头确保射线装置的安全。

在探伤前，首先进行相关准备工作：根据委托单位提供的现场资料，对工作环境进行全面评估，评估内容包括工作地点、附近公众数量、天气、探伤时间、现场作业空间等，制定初步的监测方案，根据待测物件的材质、厚度等信息选择合适的 X 射线装置，绘制控制区和监督区的示意图，并将检测日期、地点等信息告知委托单位，由委托单位在现场张贴预先告知单，提前告知作业现场相关人员。

完成准备工作后，办理 X 射线装置、运输车辆、辐射安全防护用品和检测仪器等的使用手续，在台账上登记相应的信息，X 射线装置由 X 射线装置存储库转移至登记的运输车辆上，确保辐射安全防护用品和检测仪器携带齐全后，进行 X 射线装置的运输。

X 射线装置运输至作业现场后，工作人员首先观察现场环境，确定警戒范围，然后向委托单位发作业通知单，由委托单位进行协助，与委托单位一起在作业现场四周张贴正式作业公告，公告内容包括作业性质、时间、地点、控制范围、监测方案、清场方式等，然后对作业现场进行清场，初步划分控制区及监督区边界，控制区、监督区内不再进行除移动式探伤以外的工作，设立警戒线、警示牌、警示标志、声光报警灯等，控制区的边界尽可能设定实体屏障，有条件的情况下安排监督人员实施人工管理，确认工作人员佩戴个人剂量报警仪，保持个人剂量报警仪、巡测仪均处于开启状态。

根据监测方案架设 X 射线装置，装配准直器，连接控制电缆，确保 X 射线装置控制台位于控制区外，在主射方向设置配套的屏蔽铅板。项目 X 射线装置控制台上均设计有自动训机功能和延时曝光功能，工作人员在 X 射线装置控制台上设置并启动自动训机功能键后在监督区及其边界进行巡查，设备进入训机状态，从低千伏值一点一点地往高训，当训到最高值后结束，待训练指示灯熄灭后，训机结束，进入工作待命状态，单次训机时间约 5 分钟。

训机完成后，工作人员在 X 射线装置控制台上设置试曝光条件，采取延时曝光的方式进行试曝光。试曝光期间，工作人员携带个人剂量报警仪和巡测仪对控制区、监督区边界进行巡测，验证和修定，必要时重新确定控制区和监督区边界。如果不能满足控制区和监督区设置要求，尽可能采取调整曝光方向、增加屏蔽铅板等措施缩减控制区和监督区范围。

核实控制区和监督区的设置满足要求，确保控制区和监督区内已清场后，在曝光前进行声、光预警，警示时间不少于 1 分钟，然后采取延时曝光（延时时间按现场情况一般为 1~5min）方式进行移动式探伤作业，在工作电压下曝光胶片。工作人员在 X 射线装置控制台上设置好延时曝光后，在探伤作业期间对警戒区域进行巡查。当移动式探伤工艺和工件规格发生变化时需要重新划定控制区与监督区，重新测量控制区和监督区的实际的剂

量当量率，并记录。达到预定照射时间和曝光量后，X射线装置的射线管高压自动断开。

探伤作业完成后，工作人员携带个人剂量报警仪和巡测仪先前往X射线装置控制台，确认X射线装置射线管高压断开后，进入控制区，取下胶片，如需调整设备后再次进行探伤作业，则从试曝光步骤重新开始，作业完成后，关闭X射线装置电源，收回X射线装置和X射线装置控制台，现场作业结束，工作人员解除警戒，清理现场。

作业结束后，X射线装置装回原运输车辆，将射线装置送回至探伤楼一层X光拍片室内，将X射线装置、辐射安全防护用品、检测仪器等归还，办理归还手续并在台账上记录，将现场监测记录存档备查。

作业期间对现场监测情况、作业情况、设备状况等进行记录，工作人员在巡查、巡测期间，一旦发现紧急情况，立刻启动《辐射事故应急响应预案》。

工作人员将需要冲洗的胶片送至探伤楼一层东北侧的洗片室使用显影液、定影液进行洗片（得到可供观察评定的底片。工作人员在评片室内将底片置于专用的底片观察灯上观察，根据底片的黑度变化情况判断工件焊接质量，存在的缺陷种类、大小、形状、数量等，出具检测报告。

## 污染源项描述

### 1. 运行阶段的污染源项

#### （1）电离辐射

由X射线探伤机工作原理可知，本项目探伤机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出X射线，对探伤现场辐射工作人员和公众产生一定外照射，因此探伤机曝光期间，X射线是本项目主要污染物。本项目使用的射线装置的最大电压为250kV，轫致辐射的能量低于多数重核元素（如铁、铜、铝等）的反应阈能（10MeV），因此不会引起射线管头及被照射的物体感生放射性，项目产生的X射线随射线装置的关闭而消失。

#### （2）废气

X射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生微量臭氧和氮氧化物，这部分废气对周围环境影响较小。

#### （3）废水

项目人员从建设单位现有一般检测服务工作人员中调派，工作人员在建设单位日常办公所产生的现有生活污水经厂区的污水管网纳管排放。项目辐射工作人员移动式探伤时产生的生活污水经作业现场的污水收集措施，收集后由委托单位处理。

#### （4）噪声

探伤工作时，控制区及监督区将开启声光报警器进行报警，因此会产生一定的噪声，

但由于时间较短，且经距离衰减后，对周围声环境影响较小。

#### （5）固体废物

项目人员从建设单位现有一般检测服务工作人员中调派，工作人员在建设单位日常办公所产生少量的现有生活垃圾由环卫部门定期收集后统一处置。

项目辐射工作人员移动式探伤时产生的生活垃圾收集并送至作业现场固废暂存点后由作业现场单位委托环卫部门统一清运处置。

X 射线探伤机达到使用年限或者不满足移动式探伤安全防护标准要求后，建设单位应对 X 射线探伤机做退役处理，由生产厂家将退役的 X 射线探伤机回收后妥善处置。建设单位不得将 X 射线探伤机自行拆解或当一般固废自行处置。

#### （6）危险废物

项目探伤拍片、洗片产生的废显影液、废定影液和废胶片属于国家危险废物名录中感光材料废物（HW16），无放射性，收集后临时贮存于危废暂存间，定期交由有危废资质的单位回收处置。

## 2. 事故工况影响分析

本项目在运行过程中可能发生的事故有：

- （1）移动式探伤时，探伤前清场不完全或探伤过程中警戒工作未到位，致使工作人员或公众误入控制区和监督区，使其受到照射；
- （2）移动式探伤时，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照射；
- （3）移动式探伤时，辐射工作人员违反操作规程强行探伤，对工作人员和公众造成照射；在未确定安装探伤机的工作人员远离 X 射线探伤机的情况下，操作控制台的工作人员开机照射，X 射线探伤机摆置不当，机头未投射于探伤物件，而直接照向人群居留位置，而导致误照射；
- （4）公司管理及辐射安全培训不到位，致使工作人员在公司办公或其他非野外（室外）探伤区域内使用、调试射线装置，对工作人员和公众造成照射；
- （5）公司管理混乱，致使探伤机丢失、被盗，对环境和社会产生危害；
- （6）仪器故障：X 射线探伤机因故障导致漏射线指标达不到《工业探伤放射防护标准（GBZ 117-2022）规定的要求，或探伤机故障以及控制失灵，出现异常曝光可致人员受到一定的照射剂量，造成工作人员不必要的照射。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、探伤机的存放与维护

本项目拟使用上海市崇明区长兴江南大道 988 号谈探伤楼一层北侧的 X 光拍片室用于 X 射线探伤机设备存储。项目 4 台 X 射线探伤机均存放于该房间内。建设单位与江南造船（集团）品质保证部无损检测室已签订房屋租赁合同及安全责任说明，明确了承租后该场所的安全责任由遐畅承担。

建设单位拟在 X 射线装置存储库外部安装监控摄像头，摄像头可与移动设备联网，实行 24 小时实时监控，能随时看到 X 射线装置存储库情况。X 射线装置存储库实行双人双锁，由专职工作人员负责，采用防盗门窗，设有电离辐射警告标志，项目 X 射线装置存储库仅用于存放 X 射线探伤机及现场作业安全与防护的物资，不存放其他无关物品，满足“防盗、防火、防潮、防爆”的要求。

有探伤任务时，项目 X 射线探伤机配套控制台的控制钥匙和其他组件由不同人员保管，只有经过公司批准，本次探伤任务小组两名现场成员均在场的情况下，X 射线探伤机方可组装完毕，出束工作，以此来确保 X 射线探伤机现场存放安全。

项目 X 射线探伤机在进行移动式探伤前会进行相应的日常检查，检查的项目包括：  
a) 探伤机外观是否存在可见的损坏； b) 电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损； c) 安全联锁（包括声光报警灯与控制台联锁、控制台与射线管高压的联锁等）是否正常工作； d) 报警设备和警示灯是否正常运行； e) 螺栓等连接件是否连接良好。

建设单位将安排专人每月对探伤机的配件、机电设备和监测仪器进行存放地不开机检查，定期检查的项目包括：a) 电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；b) 所有的联锁和紧急停机开关的检查；c) 制造商推荐的其他常规检测项目。

X 射线探伤机不现场作业时，全部存放于 X 光拍片室内。该场所仅用于存放设备，不涉及移动式探伤机的使用、调试检修工作。探伤机检修均由设备生产厂家承担，项目工作人员不承担检修工作。

2、辐射分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）以及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求，对本项目进行分区管理，项目辐射分区情况如图 10-1 所示，具体如下：

①控制区：项目每周开机时间为 1150min，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）2.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于  $15\mu\text{Sv}/\text{h}$  的范围内划为控制区。

如果每周实际开机时间明显大于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按式（1）计算。因此将作业场所中周围剂量当量率大于  $5\mu\text{Sv}/\text{h}$  的范围内划为控制区，控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”的控制区警告牌和声光报警灯，辐射工作人员在控制区边界外操作。移动式探伤作业工作过程中，控制区内不同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，X 射线探伤机使用准直器，并在主射束方向工件背后紧挨工件采用局部屏蔽措施（铅板）。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。移动式探伤工作在多楼层的工地实施时，在上下层对应区域同步设置警戒线和电离辐射警告标志，并对楼梯口进行巡查，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。探伤机控制台设置在背向主射束方向的控制区边界之外，且设有延时启动功能，以便尽可能降低操作人员的受照剂量。

②监督区：将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  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”的监督区警示牌和电离辐射警告标志，并由工作人员进行巡查，防止其他人员意外闯入。

③监督区外对人员活动不作限制。

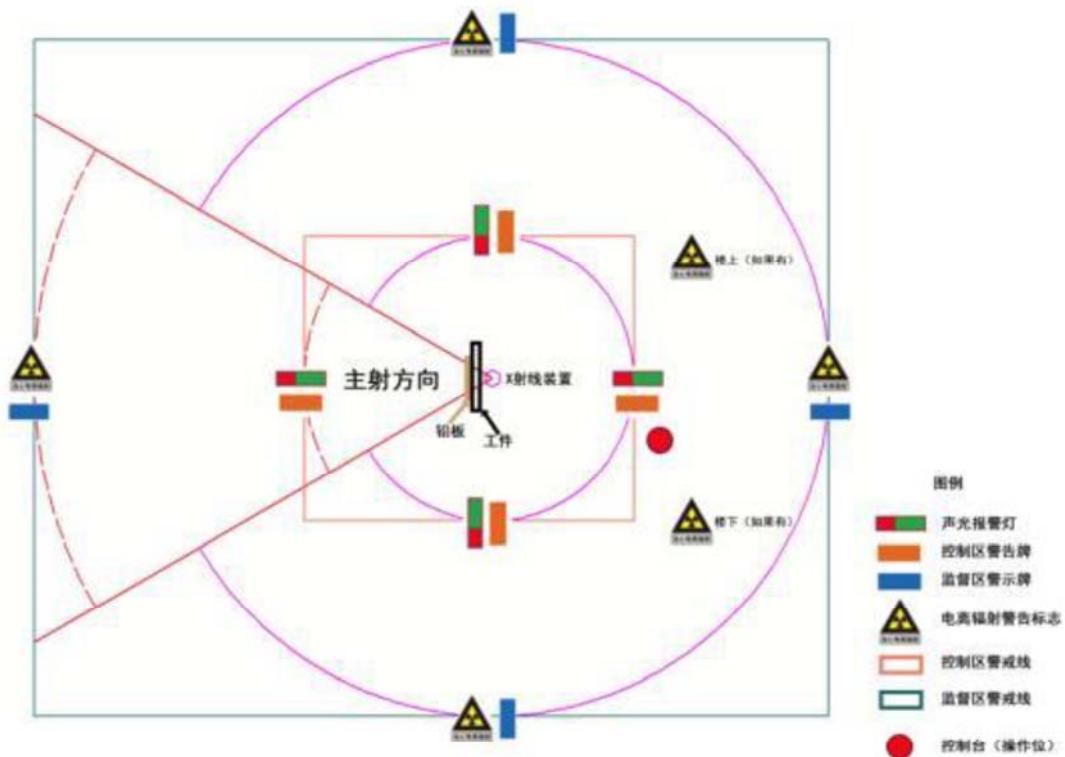


图 10-1 项目两区划分及辐射安全措施布置示意图

建设单位使用 X 射线探伤机进行移动式探伤时，将通过巡测修正控制区和监督区。当 X 射线探伤装置、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。在工作状态下应检测操作位置，确

保操作位置的辐射水平是可接受的。在工作状态下使用检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率，确保其低于国家法规和建设单位制定的指导水平。探伤机停止工作时，还应检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤机确已停止工作。

### 3、移动式探伤过程中的安全措施

本项目的辐射防护措施如下：

#### 1) X 射线探伤机取用过程安全措施

公司高度重视 X 射线探伤机取用过程管控制定了 X 射线探伤机出/入库管理制度和 X 射线探伤机运输管理规定，辐射工作人员严格按照规定进行取用及运输，主要措施如下：

①设置专人管理射线装置的出/入库工作，禁止非辐射工作人员领取射线装置，工作人员必须将探伤装置的情况如实填写在相应的管理台账上。

②设备取用、归还要面对面交接，交接班前必须做好日常检查（保证设备完整、紧固易松螺丝、随机文件完备）。

③取用设备必须提前预约并填写探伤装置使用登记表、提供委托任务凭证，经管理人员批准，认真仔细核对探伤装置名称、编号、设备状态等信息，确认无误后，由管理员和使用人员共同签字确认，方可领取出库。

④本项目 X 射线探伤机的运输工作是由上海遐畅检测技术有限公司自行承担，配有专用运输车辆，设有防盗锁。

⑤项目 X 射线探伤机运输过程至少有 1 名辐射工作人员随车押运，探伤机在不使用时，其控制钥匙和其他组件由不同人员保管。作业现场设备应保持处于工作人员控制范围内。

⑥运输全程由经过培训的辐射工作人员负责，如中途需要离开车辆应至少保留 1 名工作人员负责 X 射线探伤机的看管。

⑦无法当天返回 X 射线装置存储库时，X 射线探伤机由辐射工作人员负责看管，并需要 24h 值班。

⑧归还时应再次填写探伤装置使用登记表，核对探伤装置名称、编号等信息后，填写设备状况、归还时间等信息，并经归还人员和管理员共同签字确认。

⑨建设单位已建立 X 射线探伤机使用管理制度，明确同一时间同一工作地点不会出现两台 X 射线探伤机同时工作。

⑩公司每次移动式探伤作业活动均会建立完整的档案，做到“一事一档”，使每次移动式探伤的辐射安全和防护状况具有可追溯性。归档的材料包括以下内容：a.移动探

伤作业活动期间的相关记录和日志：包括现场公示、射线装置的领用记录、设备检查记录，每次作业的时间、地点、操作人员，每次作业清场、两区划分记录，对工作场所和周围环境监测记录、现场影像记录等；b.探伤活动期间异常情况说明以及其他需要记录的有关情况。

## 2) X射线探伤机机体配套辐射安全与防护措施

本项目使用的 X 射线探伤机符合国家相关法律法规的要求，配套有相应的辐射安全与防护措施：

①项目使用的 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率均符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中第 5.1.1 条款的表 1 要求。且每台 X 射线探伤机均装有准直器，使装置发射的线束尽量减小，以减少辐射影响。

②延时启动功能：本项目探伤机配套的控制台均设有延时启动功能，延时时长为 1~10min，能延时启动曝光系统。现场工作时，工作人员在 X 射线装置控制台上设置好延时曝光后，探伤机根据设定启动延时曝光功能，操作员在延时期间离开操作位，在监督区或监督区外进行巡查，巡查期间尽可能利用现场设施进行辐射防护，如混凝土结构、厚壁钢结构、管道、坑道等。

③当 X 射线发生器接通高压产生 X 射线后，控制台将始终实时监测 X 射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，控制台自动切断 X 射线发生器的高压。在曝光阶段出现任何故障，控制台都将立即切断 X 射线发生器的高压，蜂鸣器会持续报警，提醒操作人员发生了故障。

④当曝光阶段正常结束后，控制台将自动切断高压，所有指示灯熄灭，停止探伤作业。

⑤项目使用的 X 射线探伤机均自带辐射警告标志，提醒辐射工作人员预防危险，从而减少事故发生的可能性。

⑥项目 X 射线探伤机配套的控制台均包含以下功能：a.设有紧急停机按钮（开关），当探伤机异常出束时或遇到突发状况时，可通过该急停按钮（开关）停止探伤机出束；b.设置有钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出；c.设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示、以和照射时间选取设定值显示装置；d.自动训机功能，设定后设备可自动进行训机；e.设置有辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的等标识。



控制台正面

控制台侧面

图 10-2 项目各 X 射线探伤机配套控制台示意图

⑦本项目 X 射线探伤机配套的控制台与 X 射线发生器通过电缆进行连接, 经与建设单位核实, 本项目各型号 X 射线探伤机与控制台的控制电缆长度如下表所示, 均  $\geq 20m$ , 项目线缆长度均能够实现将控制台设置在背向主射束方向的控制区边界外, 辐射工作人员均在控制台进行远距离操作, 可有效减少工作人员受照剂量, 满足移动式探伤对于连接电缆的要求。

表 10-1 项目各 X 射线探伤机配套控制电缆长度

设备型号	控制电缆长度 (m)	背向主射束方向的控制区边界与射线机的最近距离 (m)	能否将控制台设置于控制区边界外
XXG-2505	20	19	可以

⑧项目使用的声光报警灯与控制台联锁, 控制台与射线管高压联锁, 在射线管高压接通时, 可有效进行外部报警及指示, 当出现异常情况时, 控制台可立刻切断射线管高压, 停止出束。

### 3) 现场安全管理和防护措施

①在移动式探伤工作的准备和规划阶段, 对工作环境进行全面评估, 评估内容包括工作地点、附近公众数量、天气、探伤时间、现场作业空间等, 制定初步的监测方案, 绘制控制区和监督区的示意图, 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。

②由委托方提供必要的资源保障和生产调整, 协助辐射工作人员做好移动式探伤的清场、巡逻和告知等工作。主要包括: a. 探伤任务开展之日前提前通知厂区所有员工, 确保探伤时段与探伤任务无关的人员远离探伤作业附近区域; b. 告知探伤现场附近公众、居民探伤作业时段, 确保附近公众、居民在该时段内远离探伤作业附近区域, 探伤任务结束后及时发布通知; c. 提供足够的人员协助辐射工作人员进行探伤现场的清场、巡逻; d. 提供协助探伤任务顺利完成的便利条件以及其他辅助设备、设施。

③每次进行移动式探伤任务前，辐射工作人员确保自身穿戴相关防护用品，确保各类移动式探伤防护物资配备充足满足移动式探伤要求，认真检查 X 射线探伤机是否正常，个人剂量报警仪、X/γ 辐射剂量率监测仪能否正常工作，发现异常应立即暂停探伤任务并汇报委托方、辐射事故应急领导小组。

④抵达探伤现场后，先初步划分监督区、控制区范围，对探伤现场区域内进行清场，控制区、监督区内不再进行除移动式探伤以外的工作，确保移动式探伤监督区、控制区内无人员逗留，并在相应边界设立警戒线，控制区的边界尽可能设定实体屏障，在控制区边界设置声光报警灯和控制区警示牌，本项目单个探伤现场拟设 4 个声光报警灯，声光报警灯与控制台联锁，分别布设于划定的控制区 4 个方向，可以覆盖控制区的所有边界，声光报警灯设置于空旷区域，设置高度不低于 1.2m，设置场所周边无阻挡物，在控制区的所有边界都能清楚地听见或看见声光报警灯信号，声光报警灯通过“绿光+间断鸣”和“红光+长鸣”分别表示“预备”信号和“照射”信号，同时辐射工作人员通过对讲机、大功率喊话器等辅助提示“预备”信号和“照射”信号。在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标志和监督区警示牌等提示信息。辐射工作人员保持自身个人剂量报警仪、巡测仪均处于开启状态。

⑤移动式探伤时，即使监督区边界满足周围剂量率的标准要求，仍应避免在场界有人口密集区（作业时人员无法清场）或环境敏感区（如居民小区、学校或幼儿园）周围开展移动式探伤作业。经充分论证并采取切实有效措施（如疏散人员或调整设备参数等），确保控制区和监督区不涉及敏感区。否则，不得探伤。

⑥合理规划 X 射线移动式探伤时间，避开人流高峰期。探伤作业尽可能优选在晚上等现场其他非辐射工作人员下班后进行，或者前一天通知周围的非辐射工作人员在探伤作业时间回避现场，鉴于工作场所情况多样性，根据实际情况必要时可临时增加巡护人员，确保移动式探伤辐射防护安全。

⑦辐射工作人员严格按照设备厂商提供的曝光曲线进行移动式探伤作业，尽量避免使用高电压等级的探伤机对较薄工件进行探伤作业，否则应根据实际情况扩大监督区和控制区的管控范围。作业时在主射束方向工件背后紧挨工件设置屏蔽铅板，有效减少工作人员受照剂量。

⑧在自动训机、试曝光、正式曝光等产生 X 射线的作业期间，现场 2 名辐射工作人员均对警戒区域进行巡查，确保作业期间无其他人员误入警戒区域。

⑨探伤过程中，出现剂量率水平异常、无关人员误入警戒区域等紧急情况时，立即关闭 X 射线探伤机电源，向辐射事故应急领导小组汇报并启动应急预案。

#### 4、制定严格的辐射安全管理制度

建设单位将建立移动式探伤任务分派、人员分工、人员健康和个人剂量管理、设备管理、辐射事故应急响应预案等一系列辐射安全管理制度，包括：《X 射线装置安全操作规程》、《X 射线装置使用登记管理制度》、《辐射防护制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《X 射线装置检修维护制度》、《辐射工作人员培训制度》、《个人辐射剂量监测及健康管理制度》、《X 射线探伤环境剂量监测制度》、《辐射事故应急响应预案》等，将建立辐射防护管理机构，合理分配辐射工作人员的工作任务，尽量做到平均分配，定期向有资质单位送检辐射工作人员个人剂量计，确保辐射工作人员的个人剂量不超标，一旦发现辐射工作人员的个人剂量超出本项目的管理约束限值，立即启动调查和整改。

建设单位确保开展移动式探伤工作的每台 X 射线探伤机至少配备 2 名工作人员，明确人员职责和分工计划：如探伤操作人员的名单和职责，安全专员（包括现场监督、清场、现场监测）名单及其职责等。

建设单位制订有明确且合理的监测方案：根据每次探伤的具体工况明确监测点位、监测设备、监测指标及频次，预先制定监测记录表格。监测点位包括控制区边界、监督区边界以及辐射工作人员位置等。在探伤正式开始前，进行一次试曝光，来对各个监测点位实施监测，确保监测点位的剂量率符合要求。

#### 5、个人防护

本项目共设 2 个探伤小组，每组均有 2 名辐射工作人员，每台 X 射线移动探伤装置时，由 2 名辐射工作人员共同负责，其中 1 名主要负责探伤装置操作，另 1 名主要负责现场巡视及监督检查，以确保探伤现场工作场所安全及防止外来人员误入。

移动式探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计，携带便携式 X/γ 辐射剂量监测仪和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携式 X/γ 辐射剂量监测仪，两者均应使用。

开展 X 射线移动式探伤作业时，每台 X 射线探伤机需至少配备 1 台便携式 X/γ 辐射剂量监测仪，并配套相应的声光报警灯、警示牌、警示标识、警戒绳等器材，为每名辐射工作人员配备 1 台个人剂量报警仪和 1 支个人剂量计，个人剂量计须编号并定期送检，检测结果应记录至个人剂量健康档案。开始探伤工作之前，应对便携式 X/γ 辐射剂量监测仪和个人剂量计、个人剂量报警仪进行检查，确保便携式 X/γ 辐射剂量监测仪和个人剂量报警仪能正常工作，个人剂量计正常佩戴，在移动式探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止，建设单位配置的

现场作业安全与防护物资清单如下表所示。

表 10-2 现场作业安全与防护物资清单

序号	物资名称	现有数量	单个小组所需数量	备注
1	便携式X/γ辐射剂量监测仪	2台	1台	定期委托有资质单位校准
2	个人剂量报警仪	4台	2台	定期委托有资质单位校准
3	个人剂量计	4台	2台	/
4	铅防护服	4套	2套	/
5	6mm铅板	5块	单次探伤任务1~4块，同时携带1~3块作冗余备份	
6	3mm铅板	4块		
7	警戒线(围栏)	14卷, 50米/卷	7卷, 50米/卷	单次探伤任务
8	电离辐射警告标志	12块	4~6块	单次探伤任务
9	声光报警灯	8台	4台	单次探伤任务
10	控制区警告牌	8块	4块	单次探伤任务，需印有“禁止进入X射线区”字样
11	监督区警告牌	8块	4块	单次探伤任务，需印有“无关人员禁止入内”字样
12	安全信息告示牌	2块	1块	/
13	大功率喊话器、对讲机	4套	2套	/

由上表可知，建设单位已配备的现场作业安全与防护物资能够满足 2 个探伤小组同时开展移动式探伤的相关需求，故开展本项目所配置的现场作业安全与防护物资是充分的。

## 6、法规符合性分析

### 1) 对《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的满足情况

原环保部 2011 年第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对拟使用射线装置的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与“18 号令”要求的对照评估如下表所示。

表 10-3 安全和防护能力对照评估情况

序号	安全和防护管理办法要求	本单位落实情况	符合情况
1	第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其出口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目使用的X射线探伤装置为II类射线装置，在射线探伤装置外表面和监督区边界设置有电离辐射警告标志；在工件主射方向设置配套的屏蔽铅板，控制区边界设置声光报警灯和警示牌，声光报警灯与控制台联锁，控制台上设有1个急停按钮（开关）；探伤现场实行分区管理，剂量当量率大于 $5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的范围内设为控制区，剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 且除控制区以外的范围设为辐射监督区。建设单位将为每个探伤小组配备1台X、γ辐射剂量巡测仪，配备2台个人剂量报警仪，并为每名人员配备个人剂量计。	符合
2	第九条 生产、销售、使用射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	建设单位每次进行移动式探伤工作时均自行使用X、γ辐射剂量巡测仪围绕控制区、监督区边界测量辐射水平，确保边界剂量率满足相关要求；每年委托有资质单位对移动式探伤进行一次抽检，并出具监测报告。	符合

3	第十二条 生产、销售、使用射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	建设单位拟在项目建成投运前，向生态环境主管部门申请辐射安全许可证，并按要求于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的年度评估报告。	符合
4	第十七条 生产、销售、使用射线装置的单位应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训并进行考核；考核不合格的，不得上岗。	本项目拟设置2名辐射管理人员（不涉及操作），并将建立辐射防护管理机构，设置4名辐射工作人员负责射线装置的操作工作。辐射工作人员需参加辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗。	符合
5	第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	建设单位拟为所有辐射工作人员每人配备1枚个人剂量计，委托有资质检测机构定期（不超过90天）进行个人剂量检测，并出具个人剂量检测报告。如发现个人剂量监测结果异常的，立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。建设单位已设专人建立和管理个人剂量档案并终生保存。	符合
6	第二十四条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。	建设单位委托有资质的机构定期（不超过90天）进行个人剂量检测，并出具个人剂量检测报告。	符合

## 2) 对《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求的满足情况

下表汇总列出了本项目对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对使用放射性同位素和射线装置单位要求的对应评估情况。

表 10-4 项目执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对照情况

序号	要求	项目单位情况	符合情况
1	应当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。	本项目拟设置2名本科学历的辐射管理人员，并将建立辐射防护管理机构，专职负责辐射安全管理工作。	符合
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目拟设置4名辐射工作人员负责射线装置的操作，辐射工作人员均需参加辐射安全与防护考核，且考核合格。	符合
3	使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及使用放射性同位素。	/
4	放射性同位素与射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	在X射线探伤装置外表面和监督区边界设置有电离辐射警告标志；在工件主射方向设置配套的屏蔽铅板，控制区边界设置声光报警灯和警示牌，声光报警灯与控制台联锁，控制台上设有1个急停按钮（开关）；探伤现场实行分区管理，剂量当量率大于5 $\mu$ Sv/h的范围内设为控制区，剂量当量率大于2.5 $\mu$ Sv/h且除控制区以外的范围设为辐射监督区。	符合
5	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，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	建设单位将为每个探伤小组配备1台 X、 $\gamma$ 辐射剂量巡测仪，配备2台个人剂量报警仪，以及声光报警灯、警示牌、警示标识、警戒绳等防护器材	符合
6	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护措施、台帐管理制度、培训计划和监测方案。	公司将制定健全的规章制度，包括：《X射线装置安全操作规程》、《X射线装置使用登记管理制度》、《辐射防护制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《X射线装置检修维护制度》、《辐射工作人员培训制度》、《个人辐射剂量监测及健康管理制度》、《X射线探伤环境剂量监测制度》、《辐射事故应急响应预案》等。	符合
7	有辐射事故应急措施。	公司针对可能发生的辐射事故（件）制定了应急预案。	符合
8	产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具	本项目无放射性“三废”产生	/

	有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。		
--	-------------------------------------	--	--

### 3) 对《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 要求的满足情况

表 10-5 项目执行《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 对照情况

要求	《GBZ117-2022》中相关要求	本项目情况	是否满足要求
X 射线移动式探伤作业的准备	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)	在进行移动式探伤作业之前, 对作业现场进行评估, 评估内容包括移动式探伤地点选择, 辐射工作人员选择, 附近公众, 工作时天气情况, 探伤作业时间及空间等。	建设单位承诺落实后符合
	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	本项目共 4 台 X 射线探伤机, 最大可同时 2 组开展探伤工作。每台探伤机配备 2 名辐射工作人员	建设单位承诺落实后符合
	3 移动式探伤工作在委托单位的工作场地实施的准备和规划, 使用单位应与委托单位写上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。	项目将作业场所中周围剂量当量率大于 $5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的范围内划为控制区。将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的范围划为监督区。在移动式探伤作业过程中, 控制区边界悬挂“禁止进入 X 射线区”警告牌, 探伤作业人员在边界外进行探伤操作。作业前提前与委托单位沟通, 保证充足的时间用以开展移动式探伤工作。	建设单位承诺落实后符合
X 射线移动式探伤安全警示	1 委托单位(业主单位)应配合做好探伤作业的辐射防护工作, 通过合适的途径提前发布探伤作业信息, 应通知到所有相关人员, 防止误照射发生	公司在进行移动式探伤工作前与业主单位签订合同, 要求业主单位提前发布探伤作业信息, 通知所有相关人员, 防止误照射发生。	建设单位承诺落实后符合
	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”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。夜晚作业时控制区边界应设置警示灯。	项目在 X 射线探伤现场控制区边界设置有声光报警灯, 声光报警灯通过“绿光+间断鸣”和“红光+长鸣”分别表示“预备”信号和“照射”信号, 同时辐射工作人员通过对讲机、大功率喊话器等辅助提示“预备”信号和“照射”信号。	建设单位承诺落实后符合
	3 X 和 $\gamma$ 射线探伤的警示信号指示装置应与探伤机联锁	项目 X 射线探伤机控制台与声光报警灯联锁, 保证高压开启时声光报警灯进行警示。	建设单位承诺落实后符合
	4 在控制区的所有边界都应能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。	项目声光报警灯设置于空旷区域, 设置高度不低于 1.2m, 设置场所周边无阻挡物, 同时辐射工作人员通过对讲机、大功率喊话器等辅助提示“预备”信号和“照射”信号, 确保控制区所有边界都能看并听到	建设单位承诺落实后符合
	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。	辐射工作人员在探伤现场作业时, 将在监督区边界及建筑物进出口醒目位置张贴电离辐射警告标志。	建设单位承诺落实后符合
X 射线移动式探伤边界巡查与检测	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。	在开始移动式探伤工作之前, 对探伤现场进行清场和检查, 保证再控制区内没有任何其他人员, 并监督防止有人进入控制区。	建设单位承诺落实后符合
	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。	公司在控制区边界设置警戒线、控制区警告牌和声光报警灯, 使控制区边界清晰可见, 如果控制区范围过大时, 加派工作人员进行定期巡查, 防止无关人员进入。	建设单位承诺落实后符合
	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正确。必要时应调整控制区的范围和边界。	项目在正式探伤工作开始之前, 会进行试曝光。在试曝光期间测量控制区、监督区边界剂量率, 并进行适当的调整。	建设单位承诺落实后符合
	4 开始移动式探伤工作之前, 应对便携式	项目在探伤工作开始之前, 对 X- $\gamma$ 剂量率仪	建设单位

	X- $\gamma$ 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- $\gamma$ 剂量率仪应一直处于开机状态防止射线曝光异常或者不能正常终止。	进行检查确认剂量率仪能否正常工作。并保持剂量率仪在探伤工作期间一直为开启状态。	承诺落实后符合
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- $\gamma$ 剂量率仪，两者均应使用。	项目为每名辐射工作人员配备了个人剂量报警仪，本项目共 6 名辐射工作人员，为 6 名辐射工作人员配备了辐射剂量报警仪。并对每组工作组配备了 1 台便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪。二者一起使用。	建设单位承诺落实后符合
X 射线移动式探伤操作要求	1 周向式探伤机用于移动式探伤时，应将 X 射线管头组裝体置于被探伤物件内部进行透照检查。做定向照射时应使用准直器（仅开定向照射口）。	本项目使用的 4 台 X 射线探伤机均为定向探伤机。	建设单位承诺落实后符合
	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。	项目在探伤工作开始之前对 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进行评估，并采取最佳设备布置及适当防护措施。	建设单位承诺落实后符合

### 三废的治理

#### (1) 废气

X 射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，项目移动式探伤的场地位于的钢结构加工场地、桥梁建设场地等建设场地，现场较为开阔，臭氧和氮氧化物经自然逸散后浓度较低，对人体危害甚微，对周围环境影响较小。

#### (2) 废水

项目人员从建设单位现有一般检测服务工作人员中调派，工作人员在建设单位日常办公所产生的生活污水经厂区的污水管网纳管排放。

项目辐射工作人员移动式探伤时产生的生活污水经作业现场的污水收集措施，收集后集中处理。

#### (3) 固体废物

项目人员从建设单位现有一般检测服务工作人员中调派，工作人员在建设单位日常办公所产生少量的生活垃圾由环卫部门定期收集后统一处置。

项目辐射工作人员移动式探伤时产生的生活垃圾收集并送至作业现场固废暂存点后由作业现场单位委托环卫部门统一清运处置。

#### (4) 危险废物

根据《国家危险废物名录》(2021 年版) 的规定，本项目在洗片过程中产生的废显影液、废定影液及废胶片属于危险废物 (HW16, 感光材料废物)。建设单位每年产生的废胶片为 0.28t/年，废显影液为 0.15t/年，废定影液 0.15t/年，项目产生的危废用可密封的专用桶盛装，暂存于探伤楼一层西南侧的危废暂存区，定期委托有危废资质的公司回收处理。

表 11 环境影响分析

运行阶段对环境的影响

a. 辐射环境影响分析

本项目 X 射线探伤主要针对钢结构加工场地、桥梁建设场地等建设场地上的钢结构工件等进行无损检测，工件常用材质为钢铁，材料厚度通常约为 8mm~60mm。建设单位根据工件的大小、形状、厚度等参数选择相应的 X 射线探伤机，一般而言，探伤物件越厚，其选取的管电压也越大。各 X 射线探伤机均配备有设备厂家提供的曝光曲线图（具体见图 11-1），各 X 射线探伤机曝光时均需根据曝光曲线图选择合适的电压、电流、时间等参数，否则无法在底片上形成清晰、可评定的图像。本项目每次探伤时，同一地点同一时间内仅开启 1 台 X 射线探伤机进行作业，不存在 2 台 X 射线探伤机同时开启的情况。

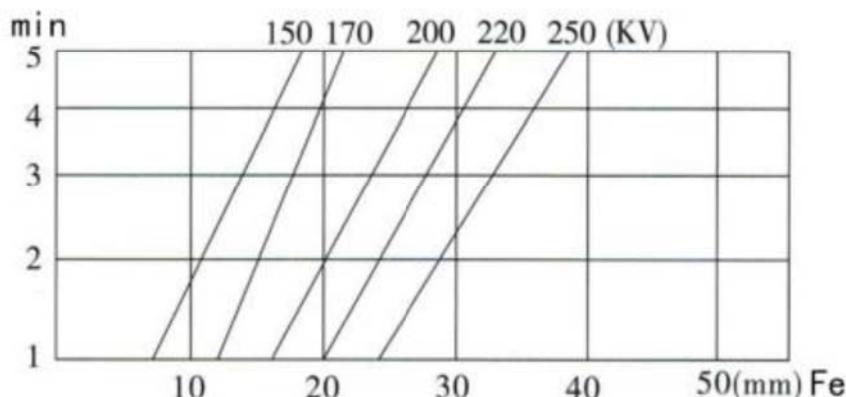


图 11-1 X 射线探伤机曝光曲线图

根据建设单位提供的曝光曲线及相关设备资料，考虑最不利情形下项目 X 射线探伤机源强参数如下：

表 11-1 最不利情形下项目 X 射线探伤机源强参数

设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电压工况下					照射野范围 (锥角°)	附加铅版厚度 (mm)
		最大管电流 (mA)	工件 (钢铁) 最小成像厚度 (mm)	附加滤过材料	距辐射源点 1m 处的输出量 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{h}$	漏射线剂量率 (mSv/h)		
XXG-2505	250	5	24	0.5mm 铜	990000 <sup>[1]</sup>	<5	45	6

注：[1]根据 GBZ/T 250-2014 表 B.1 中值进行计算得输出量。

建设单位按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 的要求，将周围剂量当量率大于  $5\mu\text{Sv}/\text{h}$  的范围内划为控制区，将周围剂量当量率大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  的范围内划为监督区。现根据最不利工况下，该建设单位配备的 X 射线探伤机的参数及对应探伤材料的厚度，给出控制区及监督区的参考划分范围。

1. 漏射线（除主射方向以外）控制区和监督区的规定

采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中泄露辐射屏蔽估算不同距离的漏射剂量率:

$$H = \frac{H_L}{R^2} \times B$$

式中:

H: 估算点处的剂量率,  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ;

$H_L$ : 距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 单位为微希每小时 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ );

R: 辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m);

B—屏蔽透射因子,  $B = 10^{-X/TVL}$

上式中,

X—屏蔽物质厚度, 单位与TVL取相同的单位, 为mm;

TVL—什值层厚度。

根据建设单位提供的资料, 本项目使用的射线装置均符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中的规定: 管电压大于 200kV 时, 要求探伤机 X 射线管焦点 1m 处的漏射线所致周围剂量当量率小于 5 $\text{mSv}/\text{h}$ 。

由此估算各射线装置不同电压工况下无屏蔽时不同距离漏射线的剂量率, 见下表。

表 11-2 X 射线探伤机非主射方向无屏蔽状态下不同距离的漏射剂量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )

距离 (m)	19	45
电压 (kV)		
250	<15 (控制区边界)	<2.5 (监督区边界)

根据理论计算结果可知, 本项目 X 射线探伤机在以>200kV 的管电压进行移动式探伤工作时, 对于漏射线, 控制区为以 X 射线探伤机为圆心半径 32m 的圆形区域; 监督区为以 X 射线探伤机为圆心, 内圆半径 32m, 外圆半径 45m 的环形区域。

## 2. 主射方向的控制区和监督区划定

采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中有用线束屏蔽估算的计算公式:

$$H = I \times H_0 \times B / R^2$$

式中:

H—关注点处的剂量率,  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ;

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 处的输出量,  $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{h}$ ;

R—辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, m。

B—屏蔽透射因子,  $B=10^{-X/TVL}$ 。

根据建设单位提供的资料, 最不利情形下, 主射方向计算参数如下:

表 11-3 各型号 X 射线探伤机主射方向计算参数

设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电压工况下					
		最大管电流 (mA)	距辐射源点1m处的输出量 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{h}$ [1]	工件 (钢铁) 最小成像厚度 (mm) [1]	工件铅当量厚度 (mm) [2]	附加铅板厚度 (mm) [1]	什值层厚度 (mm) [3]
XXG-2505	250	5	990000	24	2.14	6mm 铅板	2.9

注:

[1]取表11-1中相关参数。

[2]根据ICRP No.33号出版物中数据采用内插法计算工件 (钢铁) 的铅当量厚度。

[3]根据GBZ/T 250-2014 表B.2对250kV对应的TVL进行取值。

将相关参数带入公式, 则 X 射线装置计算结果如下:

表 11-4 无辐射防护情况下探伤机在主射束方向不同距离处的剂量表

距射线靶距离 (m)	空气吸收剂量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )
5	36202.13
10	9050.53
50	362.02
100	90.51
200	22.63
300	10.06
400	5.66
426	4.99 (控制区边界)
500	3.62
600	2.51
603	2.49 (监督区边界)
700	1.85

由上表可知, 本项目 X 射线探伤机在无屏蔽铅板屏蔽的情况下实施移动式探伤时, 在最不利情形下, 应将距离探伤机主射方向 426 米以内的区域 (空气吸收剂量率大于  $5\mu\text{Sv}/\text{h}$  区域) 划为控制区; 将距离探伤机主射方向 426 米以外 603 米以内的区域 (空气吸收剂量率大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  区域) 划为监督区。在实际工作中, 为方便监督管理, 本项目 X 射线探伤机在探伤时, 在主射束方向工件背后紧挨工件采用厚度为 6mmPb 的屏蔽铅板遮挡以减少 X 射线对环境的影响。

根据上述要求, X 射线探伤机探伤采用 6mmPb 的屏蔽铅板对主射束方向进行屏蔽, 求得探伤时 X 射线在采用屏蔽铅板防护后不同距离处的记录, 计算结果见下表。

表 11-5 主射束方向 6mmPb 屏蔽情况下 X 射线探伤机在不同距离处的剂量表

距射线靶距离 (m)	空气吸收剂量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )
5	308.86
10	77.22
20	19.30
30	8.58

39.3	5.00 (控制区边界)
40	4.83
50	3.09
56	2.46 (监督区边界)
100	0.77

由上表可知，本项目 X 射线探伤机在附加屏蔽铅板 (6mmPb) 防护条件下实施移动式探伤时，在最不利情形下，应将距离探伤机主射方向 39.3m 以内的区域（空气吸收剂量率大于  $5\mu\text{Sv}/\text{h}$  区域）划为控制区，该区域应悬挂清晰可见的“禁止进入射线探伤区”警告牌；将距离探伤机主射方向 39.3m 以外 56m 以内的区域（空气吸收剂量率大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  区域）划为监督区，该区域边界处应“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒，公众不得进入该区域。

结合漏射线和主射线的分析，划定控制区及监督区。项目在实际的探伤过程中，为方便辐射工作人员划定控制区及监督区的操作，将 X 射线探伤机主射方向前方 39.3m、主射方向正后方以及左右各 32m 的矩形区域划为控制区；将控制区外，探伤机主射方向前方 39.3~56m、主射方向正后方以及左右各 32~45m 的矩形区域划为监督区。

本项目 X 射线探伤机有屏蔽情况下的监督区和控制区划分如下图所示。

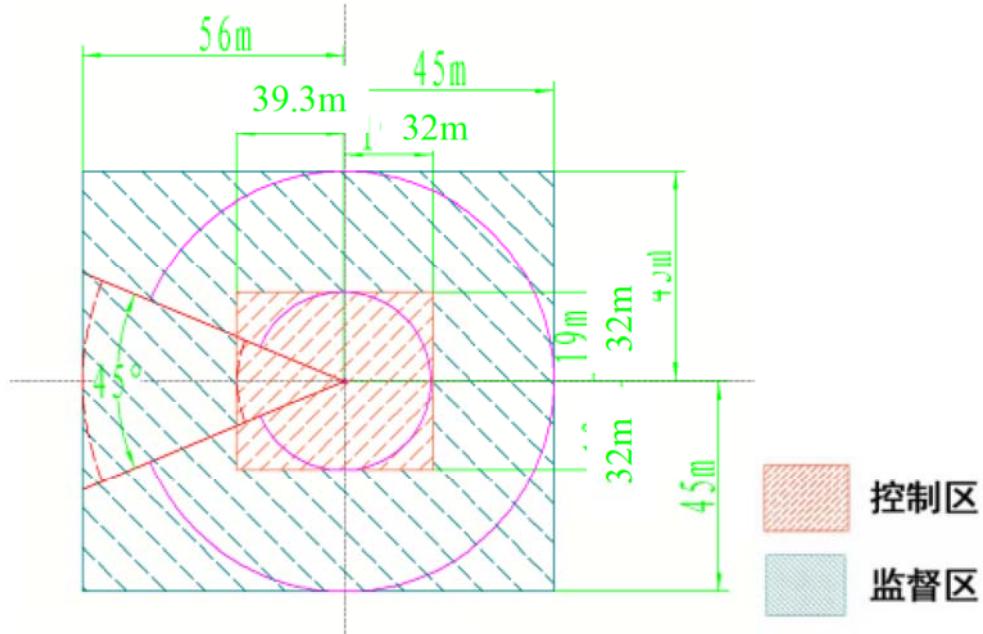


图 11-2 本项目 X 射线探伤机在有屏蔽的情况下监督区、控制区划分示意图（主射束方向 6mmPb）

此外，X 射线探伤机工作时，其周围的 X 射线剂量率还有散射线的贡献，散射线的 X 射线剂量率与 X 射线探伤机本身、周围的物体、地形等诸多因素有关，用纯理论难以准确估算，一般需要仪器直接测量，并且移动式探伤时，通常漏射线及散射线大部分被工件所屏蔽，因此实际划定的控制区及监督区会比理论计算值要小。

综上所述：上述理论计算结果仅为本项目 X 射线移动式探伤控制区和监督区的划分提供参考。实际探伤过程中 X 射线探伤机的管电压的降低、射线水平照射角度的改变、被检测工件的厚度的增加以及探伤现场的遮蔽物都会使辐射场的辐射剂量水平改变。

### 3. 特殊工况估算

实际探伤过程中，可能出现工地与周边建筑间隔过小，采取上述屏蔽措施仍不能将监督区、控制区限定在工程委托方工地内的情况，对此类特殊工况进行分析。

#### （1）工况假设

考虑最不利情形，X 射线探伤机最高管电压进行探伤，被检测工件周边剩余约 30m 的可控制范围，30m 外为其他厂区。

#### （2）特殊屏蔽措施

特殊屏蔽措施：主射方向设置 12mm 的铅屏蔽措施（2 块 6mm 铅板），同时在探伤机周边设置 1 块 3mm 铅板，将探伤机的非主射方向围住，减少漏射线的影响范围。

#### （3）计算结果

表 11-6 主射束方向 12mmPb 屏蔽情况下 X 射线探伤机在不同距离处的剂量表

距射线靶距离 (m)	空气吸收剂量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )
3	7.32
3.7	<b>4.81</b> (控制区边界)
4	4.12
5	2.64
5.2	<b>2.44</b> (监督区边界)
6	1.83

表 11-7 漏射线方向 3mmPb 屏蔽情况下 X 射线探伤机在不同距离处的剂量表

距射线靶距离 (m)	空气吸收剂量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )
3	20.00
4	11.25
5	7.20
6	<b>4.99</b> (控制区边界)
8	2.81
8.5	<b>2.50</b> (监督区边界)
10	1.80

结合漏射线和主射线的分析，划定控制区及监督区。在该特殊工况下，为了方便辐射工作人员划定控制区及监督区的操作，应将 X 射线探伤机前后左右各 6m 的矩形区域划为控制区；将控制区外，探伤机前后左右各 8.5m 的矩形区域划为监督区。综上，通过上述措施，可在该特殊工况下将控制区及监督区限定在工程委托方工地内。

辐射工作人员每次开展任务前，应提前与委托方通过电话、视频等方式沟通现场情况，初步确定现场可控制范围，并将可控制范围与初步拟定的控制区、监督区范围进行对比，确保控制区、监督区在现场可控制范围内，如不能满足要求，则应根据现场情况

进行相应的调整，根据现场情况选择相应规格的铅板。每次探伤任务应携带 1~2 块铅板用于主射方向屏蔽，同时另外携带 1~3 块作冗余备份，以尽可能缩小控制区和监督区的范围，防止监督区或控制区划分在工程委托方以外的其他厂区。

建设单位在进行 X 射线移动式探伤过程中应注意加强对控制区和监督区的管理和控制，对 X 射线探伤机附加一定的防护装置如活动防护罩、防护挡板、铅板等或采取其他防护措施，限制射线束中的无用射线，减小散射面积，减少散射量，屏蔽漏射线，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。

移动式探伤时，应优化调整探伤机主射线方向，严禁主射方向朝向人群方向，充分利用现场设施进行屏蔽防护，如混凝土结构、厚壁钢结构、管道、坑道等，采用铅板或铅屏风等防护工具进行屏蔽防护。

因此，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》(GBZ117-2022) 的要求：首先根据上述理论估算值和经验划定并标出控制区和监督区边界；在探伤工作计划的既定工况下，借助 X/γ 辐射剂量监测仪通过检测进行边界修正，将所致周围剂量当量率在  $5\mu\text{Sv}/\text{h}$  以上的范围内划为控制区，控制区边界外所致周围剂量当量率在  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$  以上的范围内划为监督区。

#### 4. 辐射工作人员剂量计算

按照联合国原子辐射效应科学委员会 (UNSCEAR) -2000 年报告附录 A，X-γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$P_{\text{年}} = H \times U \times T \times t \times 10^{-3}$$

式中：

$P_{\text{年}}$ ——年有效剂量， $\text{mSv}/\text{a}$ ；

$H$ ——关注点的剂量率， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

$U$ ——使用因子， $U=1$ ；

$T$ ——居留因子；

$t$ ——1 年工作时间， $\text{h}/\text{a}$ 。

①探伤操作人员

本项目的 X 射线探伤机控制台与 X 射线管头或高压发生器的连接电缆均不短于 20m，具体见表 10-1，便于野外（室外）探伤时，辐射工作人员在控制区外的控制台进行延时启动操作，控制区边界辐射剂量率不超过  $5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

本项目每个探伤小组 X 射线探伤机的年出束曝光时间按 1000 小时保守估计，单名操作人员操作探伤工作时间保守取  $500\text{h}/\text{a}$ ，控制区警戒线处最大有效剂量率为  $5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，

居留因子取 1 计算，则本项目辐射工作人员受照射的年有效剂量最大为  $2.5\text{mSv/a}$ ，符合《电离辐射防护与放射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 要求的剂量限值及本报告执行的职业照射剂量约束值。

#### ②监督区边界工作人员

本项目 X 射线移动式探伤时，监督区警戒线处最大有效剂量率为  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，单名操作人员操作探伤工作时间保守取  $500\text{h/a}$ ，居留因子取 1 计算，得出监督区边界单名警戒线工作人员受照射的年有效剂量为  $1.25\text{mSv/a}$ 。符合《电离辐射防护与放射源安全基本标准》(GB18871-2002) 要求的剂量限值及本报告执行的职业照射剂量约束值。

### 5. 敏感目标环境影响分析

本项目移动式探伤敏感目标主要是监督区外周边的公众。

本项目进行 X 射线移动式探伤时，监督区警戒线处有效剂量率最大为  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，本项目公众受照时间按照单组探伤装置年出束曝光时间  $250\text{h}$  保守计算。本项目公众居留因子取  $1/16$ ，得出监督区边界公众受照射的年有效剂量为  $0.0391\text{mSv}$ ，低于本次评价确定的剂量管理值  $0.1\text{mSv/a}$ 。

#### b. 非放射性环境影响分析

##### (一) 废气环境影响分析

X 射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，项目移动式探伤的场地位于钢结构加工场地、桥梁建设场地等建设场地，现场较为开阔，臭氧和氮氧化物经自然逸散后浓度较低，对人体危害甚微，对周围环境影响较小。

##### (二) 固体废物的环境影响分析

本项目不产生放射性固体废物。

项目人员从建设单位现有一般检测服务工作人员中调派，工作人员在建设单位日常办公所产生少量的生活垃圾由环卫部门定期收集后统一处置。

项目辐射工作人员移动式探伤时产生的生活垃圾收集并送至作业现场固废暂存点后由作业现场单位委托环卫部门统一清运处置。

##### (三) 危险废物的环境影响分析

根据《国家危险废物名录》(2021 年版) 的规定，本项目在洗片过程中产生的废显影液、废定影液及废胶片属于危险废物 (HW16，感光材料废物)。建设单位每年产生的废胶片为  $0.28\text{t/a}$ ，废显影液为  $0.15\text{t/a}$ ，废定影液为  $0.15\text{t/a}$ ，项目产生的危废用可密封的专用桶盛装，专用桶规格为  $300\text{L/桶}$ ，数量为 2 个，放置于探伤楼一层南面的危废暂存区，定期委托有危废资质的公司回收处理。

本项目贮存的危险废物均以密封的容器包装，所在危废暂存区地面硬化防渗，且内部设防渗托盘，当事故发生时，可将泄漏液体截留在防渗托盘内，不会排入所在厂区雨水系统，不会对地表水造成影响，也不会泄漏至土壤和地下水中。建设单位将定期检查危废贮存场所防渗地面的破损情况，以便及时作出修补措施，防止地面破裂造成泄漏污染。在采取上述防漏防渗措施后，并加强环境管理，危废贮存场所不会对地表水、土壤、地下水环境造成影响。

#### （四）废水环境影响分析

项目人员从建设单位现有一般检测服务工作人员中调派，工作人员在建设单位日常办公所产生的生活污水经厂区的污水管网纳管排放。

项目辐射工作人员移动式探伤时产生的生活污水经作业现场的污水收集措施，收集后集中处理。

#### （五）声环境影响分析

探伤工作时，控制区将开启声光报警灯进行报警，因此会产生一定的噪声，但由于时间较短，且经距离衰减后，对周围声环境影响较小。

### 事故影响分析

本项目使用的 X 射线探伤机属Ⅱ类射线装置，根据污染源分析，本项目环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线超剂量照射。本项目 X 射线探伤机只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。

#### （一）可能发生的辐射事故

根据其工作原理分析，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

（1）移动式探伤时，探伤前清场不完全或探伤过程中警戒工作未到位，致使工作人员或公众误入控制区和监督区，使其受到照射；

（2）移动式探伤时，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照射；

（3）移动式探伤时，辐射工作人员违反操作规程强行探伤，对工作人员和公众造成照射；在未确定安装探伤机的工作人员远离 X 射线探伤机的情况下，操作控制台的工作人员开机照射，X 射线探伤机摆置不当，机头未投射于探伤物件，而直接照向人群居留位置，而导致误照射；

（4）公司管理及辐射安全培训不到位，致使工作人员在公司办公或其他非野外（室外）探伤区域内使用、调试射线装置，对工作人员和公众造成照射；

（5）公司管理混乱，致使探伤机丢失、被盗，对环境和社会产生危害；

(6) 仪器故障: X 射线探伤机因故障导致漏射线指标达不到《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 规定的要求, 或探伤机故障以及控制失灵, 出现异常曝光可致人员受到一定的照射剂量, 造成工作人员不必要的照射。

## (二) 事故工况估算

### (1) 事故假设

①移动式探伤时, X 射线探伤机探伤时用较大工况探伤较薄的工件、探伤时无工件遮挡、无屏蔽铅板防护;

②探伤前清场不完全或探伤过程中警戒工作未到位, 致使工作人员或公众由主射方向误入控制区和监督区;

③当发生辐射事故时, 辐射工作人员可以立即通过控制台上紧急制动开关中段电源, 整个处理时间保守估计约 1min, 假定该名人员未穿戴铅衣等个人防护用品。

### (2) 事故后果

考虑最不利情形, 事故情况下, X 射线探伤机最大管电压下的 X 射线由主射方向直接照射到人员身上, 距离射线源 1m 处停留 1min, 所受有效剂量为 82.5mSv, 距离射线源 10m 处停留 1min, 所受有效剂量为 0.15mSv, 距离射线源 50m 处停留 1min, 所受有效剂量为 0.006mSv。

## (三) 事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生, 要求建设单位严格执行以下风险预防措施:

①定期对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查, 核实各项管理制度的执行情况, 对发现的安全隐患立即进行整改, 避免事故的发生;

②在移动式探伤作业前, 制定移动式探伤工作计划, 该移动式探伤工作计划主要包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等, 明确辐射工作人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工。工作期间做好相关记录, 与移动式探伤工作计划一同存档备查;

③在现场作业现场应张贴公告, 并提前将公告发给委托单位, 由委托单位协助处理。公告中应包括作业性质、时间、地点、控制范围、探伤单位名称、项目负责人、联系电话、辐射事故报警电话等内容;

④凡涉及对 X 射线探伤机进行操作, 必须严格按照操作规程执行。探伤作业时, 至少有 2 名操作人员同时在场, 操作人员按照操作规程进行操作, 操作过程中, 设备发生任何故障都要立即停机, 及时通知有关人员进行维修, 并做好故障记录, 不允许设备带故障运行。辐射工作人员应做好个人的防护, 并应将操作规程张贴在操作人员可看到的

显眼位置；

⑤必须制定探伤机操作安全防护措施，X射线探伤机曝光前待人员全部撤离后才进行，防止误操作，防止工作人员和公众受到意外辐射；为防止开展移动式探伤时，公众误留、误入控制区或监督区，除探伤现场事先清场，布置足够的警戒绳等围挡防止公众入内、并在关键位置布设声光报警灯和警示牌提示公众外，还必须安排工作人员巡查控制区和监督区边界；

⑥安排专人每月对探伤机的配件、机电设备和监测仪器进行存放地不开机检查，对可能存在问题的设备、配件寄送至生产厂家进行更换维修；

⑦项目辐射工作人员须参加生态环境部组织的辐射安全与防护相关知识培训，并参加考核，考核合格后方可上岗。辐射工作人员须加强专业知识学习，加强防护知识培训，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；

⑧项目安排专人负责探伤机的保管，贮存射线装置的X射线装置存储库，按照国家有关规定设置明显的电离辐射警告标志，外部安装监控摄像头，摄像头可与移动设备联网，实行24小时实时监控，能随时看到X射线装置存储库的情况，实行双人双锁，采用防盗门窗。一旦发生探伤机丢失、被盗，立即报告相关部门，并积极配合调查取证；

⑨加强运输过程中的防盗意识，运输时安排专人押送。

#### （四）应急措施

假若本项目发生了辐射事故，建设单位应迅速、有效的采取以下应急措施：

（1）事故发生时，设备操作人员应立即切断X射线机的工作电源。

（2）一旦发生辐射事故，公司应立即启动应急预案，采取有效的事故处理措施，防止事故恶化。事故发生后，应立即向公司领导及上级主管部门汇报，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组上报至探伤作业现场当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，同时上报公安部门，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行政部门报告。对于射线装置被盗事故，还应向公安部门报告。

（3）事故发生后，应立即安排受辐照人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治，并保护好现场，如实向调查人员报告情况，以利于估算受照剂量，判定事故等级，提出控制措施，并及时组织专业技术人员排除事故，配合各相关部门做好辐射事故调查工作，不得隐瞒事故的真实情况。

（4）迅速查明和分析发生事故的原因，制订事故处理方案，尽快排除故障。若不能自行排除故障，则应上报当地生态环境主管部门并通知进行现场警戒和守卫，及时组织专业技术人员排除事故。

(5) 事故的善后处理，总结事故原因，吸取教训，采取补救措施，分清事故责任，避免该类事故的再次发生。

表 12 辐射安全管理

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用 II 类射线装置的单位应当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。

建设单位目前已成立辐射防护管理机构，具体成员及职责如下：

(1) 人员组成

- 单位法人或其授权的单位主管负责人；
- 辐射安全负责人；
- 辐射安全员。

(2) 职责分工

单位法人或其授权的单位主管负责人职责

- 全面负责建设单位射线装置的辐射防护与安全工作，执行国家有关法规、标准；
- 组织制定建设单位射线装置的辐射安全管理规定；
- 负责从事建设单位射线装置放射工作人员的综合管理。

辐射安全负责人职责

- 具体负责建设单位辐射保护与安全工作；
- 负责落实建设单位及生态环境、卫生、公安等部门提出的管理要求，负责本单位的辐射安全许可管理；
- 负责辐射事故的处置工作，并按规定向相关部门报告；
- 每年对员工至少进行一次辐射防护安全教育；
- 每年对建设单位辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

辐射安全员职责

- 对单位的辐射安全管理负直接管理责任，必须严格遵守国家、地方及建设单位的各项辐射安全管理制度，严格履行本人的安全职责；
- 负责单位放射工作人员进行有关法律法规、规章制度、安全操作、安全防护等知识的培训教育，按期核查、换取放射工作人员证书，做到辐射人员持证上岗；
- 负责放射工作人员健康和个人剂量档案，负责按期收发个人剂量计，监督个人剂量计的佩戴情况，组织放射工作人员接受个人剂量监测和健康监测；
- 负责对单位的辐射工作场所及周围区域进行日常巡查并做好记录。一旦发现安全

隐患及时报告，并提出整改方案。负责辐射剂量仪器的检查与校准工作；

➤负责接受上级主管部门对辐射安全相关工作的检查与指导；

➤负责辐射事故应急预案的修订与应急预案演练的组织。负责辐射事故的紧急处理与事故分析的组织与落实，现场需要时，负责实时辐射剂量监测工作。

#### 移动式探伤管理

建设单位拟从现有一般检测服务工作人员中调派 6 名人员（均已通过核技术利用辐射安全与防护考核），其中 2 名辐射工作人员专职负责该公司的辐射安全管理，其余 4 人专职负责 X 射线移动式探伤作业（需取得无损探伤人员资格），负责 X 射线移动式探伤作业的 4 名辐射工作人员均定岗定责，不从事其他辐射工作岗位，不存在剂量叠加问题。

同时，建设单位已成立辐射防护管理机构，并将设置辐射安全负责人和辐射安全员，辐射安全负责人学历为本科，符合《放射性同位素与射线装置安全许可办法》（国家环境保护部令第 3 号）的相关要求。

辐射工作人员应在上岗前接受辐射防护安全知识和法律法规教育，提高守法和自我防护意识，参加环保部门组织的上岗考核，获得考核合格证后，方可从事辐射相关工作，并保证考核合格证书的持续有效，从事辐射安全管理的人员也要定期参加辐射防护安全知识和法律法规教育，加强辐射安全管理，建设单位需制定辐射工作人员的考核计划，对辐射工作人员仪器操作、辐射防护知识、现场辐射安全管理、突发事件处置等进行培训、考核，确保辐射工作人员专业技术能力满足要求。

#### 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》的有关要求，使用射线装置的单位要“有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。

上海遐畅检测技术有限公司已制定《X 射线装置安全操作规程》、《X 射线装置使用登记管理制度》、《辐射防护制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《X 射线装置检修维护制度》、《辐射工作人员培训制度》、《个人辐射剂量监测及健康管理制度》、《X 射线探伤环境剂量监测制度》、《辐射事故应急响应预案》等规章制度来加强辐射安全管理，确保射线装置的安全运行。

同时本报告提出以下建议：

1) 建设单位应根据最新的相关法律法规、条例办法及现行标准的要求，定期更新和

完善相关规章制度。

2) 根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第 18 号令)的要求,建设单位若另新增辐射工作人员,应参加生态环境部统一组织的核技术利用辐射安全与防护考核,考核合格后方可上岗。

3) 企业针对每一个移动式探伤项目建立完整的辐射安全与防护档案,做到一事一档,需要归档的材料应包括以下内容:

①企业作业活动开始前的报备方案、每个作业活动使用计划和作业方案;

②环保部门现场检查记录及整改要求落实情况;

③企业作业活动期间的其他相关记录和日志,包括现场警示标志、射线装置领用记录、设备检查记录,每次作业的时间、地点、操作人员,每次作业清场、两区划分记录(采用影像资料和文字形式),重点记录两区划分后的实测数据,或通过影响记录实测数据;

④作业活动期间异常情况说明,以及需要记录的其他有关情况。

4) 需针对开展的 X 射线移动式探伤的安全和防护状况进行年度评估,并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

安全和防护状况年度评估报告应当符合相关主管部门发布的编制要求,包括但不限于以下内容:辐射安全和防护设施的运行与维护情况;辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况;辐射工作人员变动及参加辐射安全和防护知识教育考核情况;射线装置台账;探伤现场的分区监测情况和个人剂量监测情况及监测数据;辐射事故及应急响应情况;项目新、改、扩建和退役情况;存在的安全隐患及其整改情况;其他有关法律、法规规定的落实情况。

## 辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要的措施,通过辐射监测得到的数据,可以分析判断和估计电离辐射水平,防止人员受到超剂量的照射。

### 1、工作场所监测:

(1) 在进行移动式探伤工作时,使用便携式 X/γ 辐射剂量监测仪围绕控制区、监督区边界测量辐射水平,如上述边界分别超过  $5\mu\text{Sv}/\text{h}$  和  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ,则必须扩大控制区及监督区范围,使之满足相关要求。

(2) 根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022),建设单位在下列情况时,需委托有相应资质的技术服务机构对探伤现场进行监测:①建设单位首次进行移动式探伤;②每年抽检一次;③发现个人季度剂量(3 个月)可能超过  $1.25\text{mSv}$ 。

## 2、个人监测:

建设单位应委托有资质的单位定期对辐射工作人员的个人受照剂量进行检测并出具相关检测报告,个人剂量监测应遵照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)等相关规定执行,个人剂量监测的监测周期不得超过3个月;同时建立个人剂量档案和健康管理档案,做好工作人员的剂量数据登记和汇总工作。当发现辐射工作人员年累积剂量超出本项目剂量管理限值时,应立即停止该人员的放射工作,启动调查,并采取相应的整改措施,使实际的辐射防护达到要求水平。建设单位应定期组织本项目辐射工作人员参加岗前、岗中和离岗职业健康体检,并将体检结果及时更新到个人健康档案。

## 3、监测仪器:

建设单位应为每名辐射工作人员配备1台个人剂量报警仪和1支个人剂量计并进行个人剂量检测,为每个探伤小组配备1台便携式X/γ辐射剂量率监测仪,以满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第31号,2006年3月1日起实施,2021年01月04日修正)中“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”的要求。

表 12-1 监测计划一览表

场所	监测类别	监测项目	监测频次	备注
探伤现场	个人剂量检测	X/γ射线外照射个人剂量	3月/次	/
	自行检测	X/γ射线辐射剂量率	1次/每次任务	由探伤小组使用配备的X/γ辐射剂量率监测仪进行
	委托资质单位监测	X/γ射线辐射剂量率	根据情况而定	以下情况进行监测:①建设单位首次进行移动式探伤;②每年抽检一次;③发现个人季度剂量(3个月)可能超过1.25mSv

## 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第31号,2006年3月1日起实施,2021年01月04日修正)和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第18号令)的要求,对于使用Ⅱ类射线装置的单位,应当根据可能发生的辐射事故的风险,制定本单位的应急方案,做好应急准备。

本项目可能出现的辐射事故为X射线探伤机开机状态,由于探伤前清场不完全或探伤过程中警戒工作未到位,致使工作人员或公众误入控制区和监督区,从而受到过高的辐射剂量。

上海遐畅检测技术有限公司已成立辐射事故应急领导小组,并制定了《辐射事故应急响应预案》,来应对放射性突发事件,具体如下:

(1) 有效的组织机构：建设单位已成立辐射事故应急小组，对小组人员组成及各自职责进行规定，并按照实际情况对辐射应急小组成员进行调整，在应急小组成员中需增加辐射防护专职人员，使之适应应急所需。

(2) 应急小组职责：发生辐射事故后，应急小组必须积极配合生态环境部门、卫生和公安行政主管部门开展现场指挥、抢救工作，协助上述部门开展的辐射事故的调查工作，并认真做好善后处理工作。

组长职责：积极做好事故上报工作，并协助有关部门开展事故抢险、救援工作。

成员职责：协助组长完成保护现场，抢险、救援工作，提供事故所需的技术资料。

(3) 事故处理方案：

1) 一旦设备发生辐射泄漏、人员受到意外照射或其它可能引发辐射事故的情况时，设备操作人员第一时间启动急停按钮并切断设备电源。

2) 电话通知应急小组负责人，并做好保护现场工作，以免无关人员进入事故现场。

3) 应急小组负责人接到事故报警电话后，向生态环保、卫生、公安等部门上报事故情况并快速赶往事故现场指导应急工作。

4) 快速将可能受到意外照射的人员送到指定的医疗机构进行检查、救治。

5) 应急小组积极配合生态环保、卫生、公安等部门开展警戒、救援、调查等工作。

6) 事后做好经验总结、改进工作等措施。成立辐射事故调查小组，分析事故原因，总结事故教训。

(4) 应急物资：建设单位须配有 X 射线监测仪器、个人剂量报警仪，救护用品和通讯工具等应急物资；必须从经费、物资、人员和技术方面做好准备工作，进行专项培训和演练，应急预案应结合国家的相关法规标准定期更新，使之更能符合实际需要。

一旦发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，建设单位应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，并在两小时内填写初始报告，对于发生的误照射事故，应向事故发生地环境保护部门报告，并抄报本项目环境影响评价审批部门；对于事故的调查和处理还应向事故发生地的卫生部门和公安部门报告。

上海遇畅检测技术有限公司应定期开展辐射事故应急的培训和继续教育，针对不同类型的辐射事故进行应急和处置演练，应急演练的内容可针对以下情形开展：

(1) 移动式探伤期间辐射工作人员违反操作规程强行探伤，对工作人员和公众造成照射；

(2) 移动式探伤时，探伤前清场不完全或探伤过程中警戒工作未到位，致使工作人员或公众误入控制区和监督区，使其受到照射；

(3) 探伤机丢失、被盗。

应急演练频次应每年不少于 1 次，提高辐射工作人员对辐射事故的应急响应能力，应急演练过程应用视音频、文字等方式记录、存档。

## 环保竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》(国务院第 682 号令)、《上海市环境保护局关于贯彻落实新修订的<建设项目环境保护管理条例>的通知》(沪环保评【2017】323 号)、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评【2017】4 号)以及《上海市环境保护局关于贯彻落实<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的通知》(沪环保评【2017】425 号)的要求，本项目需开展竣工环境保护验收，竣工环境保护验收责任主体为上海遐畅检测技术有限公司。本项目环保竣工验收内容建议见下表。

表 12-2 环保竣工验收内容建议一览表

验收项目	验收标准	验收内容及要求
个人受照剂量约束	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)	职业照射剂量约束值 5mSv/年；公众照射剂量约束值 0.1mSv/年。
工作场所周围环境剂量率控制水平	《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)	作业场所中周围剂量当量率大于 5 $\mu$ Sv/h 的范围内划为控制区；将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的范围划为监督区
电离辐射警告标志	《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)	在控制区和监督区分别悬挂“禁止进入 X 射线区”及“无关人员禁止入内”警告牌；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示标志和安全信息告示牌
辐射安全设施	《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 3 月 1 日起实施，2021 年 01 月 04 日修正)	探伤前清场；警戒线(绳)；有提示“预备”和“照射”状态的声光报警灯；通过便携式 X/ $\gamma$ 辐射剂量率监测仪巡测确定控制区和监督区；辐射工作人员操作时须佩戴个人剂量计并携带个人剂量报警仪
辐射监测仪器及个人防护用品	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 3 月 1 日起实施，2021 年 01 月 04 日修正)	为每名辐射工作人员配备 1 台个人剂量报警仪和 1 支个人剂量计，为每台 X 射线探伤装置配置 1 台 X、 $\gamma$ 辐射剂量率监测仪，配置必要的其它辐射防护物资等
个人剂量监测	《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(中华人民共和国环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行)	外委有资质的机构对辐射工作人员的个人受照剂量进行检测并出具相关检测报告，监测周期不得超过 3 个月，同时建立个人剂量档案和健康管理档案
辐射环境监测	《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第 18 号令)	首次进行移动式探伤时，外委有资质的机构对探伤现场进行监测，后续每年抽检 1 次，并在发现个人季度剂量(3 个月)可能超过 1.25mSv 时进行监测
规章制度	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(生态环境部第 7 号令修订)	制定操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、设备检修维护、人员培训、辐射监测、突发辐射事故应急处理预案等辐射安全管理制度，并对上述制度进行宣贯落实。
人员配置及培训	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 3 月 1 日起实施，2021 年 01 月 04 日修正)	从事放射的工作人员均需参加核技术利用辐射安全与防护考核，考核合格后方可上岗
环境风险防范、突发环境事件应急预案	《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(中华人民共和国环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行)	制定辐射事故应急响应预案，定期进行辐射事故(件)应急演练

辐射安全许可证申领	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(国家环境保护总局令第31号, 2006年3月1日起实施, 2021年01月04日修正)	有专门的辐射防护管理机构, 并具有至少一名本科以上学历的辐射安全管理人员; 辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核, 考核合格后方可上岗; 有防止误操作、防止工作人员和工作受到意外照射的安全措施; 配备与辐射类型与辐射水平相适应防护用品和监测仪器; 有健全的操作规程、岗位职责等制度; 有完善的辐射事故应急措施
三废处理设施	《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597—2023)	X射线装置运行过程中无放射性“三废”产生及排放, 产生的废显影液、废定影液及废胶片, 定期委托有危废资质的公司回收处理

**表 13 结论与建议**

结论											
1. 项目概况											
上海遐畅检测技术有限公司拟新增 4 台 X 射线探伤机对钢结构加工场地、桥梁建设场地等建设场地上的钢结构工件等进行移动式探伤作业，4 台型号均为 XXG-2505，最大管电压 250kV，最大管电流 5mA，定向机，均为 II 类射线装置。											
表 13-1 本项目射线装置一览表											
设备名称	数量	型号	类别	设备最大额定管电压 (kV)	设备最大额定管电流 (mA)	单次作业最大曝光时长 (分钟)	年最大曝光次数	预计每周作业时长 (分钟)	用途	工作场所	备注
移动式 X 射线探伤装置	4	XXG-2505	II 类	250	5	5min	12000	1150	工业探伤	委托单位处	定向机
为了能够为主要客户提供便利、及时的检测服务，上海遐畅检测技术有限公司在现有租赁厂房内选择可行区域用于 X 射线装置存储、洗片、评片及危废存放，上述 4 台 X 射线移动探伤装置均存放于崇明区长兴江南大道 988 号探伤楼一层西北侧的 X 光拍片室内，存储库设置双人双锁，外部设有监控摄像头确保射线装置的安全。项目洗片位于一层东北侧洗片暗室内，评片位于一层西南面办公室内，洗片、评片过程中产生的危废存放于一层西南侧危废暂存间。											
根据原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会的公告（2017 年第 66 号）《关于发布<射线装置分类>的公告》，本项目移动式 X 射线探伤装置属于 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 版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号）及《建设项目环境影响评价分类管理名录》上海市实施细化规定（2021 年版）》（沪环规【2021】11 号），本项目属“五十五、核与辐射-172、核技术利用项目-生产、使用 II 类射线装置”，应编制环境影响报告表，因此本项目应编制环境影响报告表。											
2. 辐射安全与防护分析											
(1) 选址布局基本合理											
上海遐畅检测技术有限公司拟将新增的 4 台 X 射线探伤机均存放于崇明区长兴江南大道 988 号探伤楼一层 X 光拍片室内，X 光拍片室北侧为外墙，南侧为另一 X 光拍片室，西侧为外墙，东侧为操作室。											
(2) 辐射分区											
根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关规定，划定控制区、监督区。项目在实际的探伤过程中，为方便辐射工作人员划定控制区及监督区的操作，将 X 射线探伤机主射方向前方 39.3m、主射方向正后方以及左右各 32m 的矩											

形区域划为控制区；将控制区外，探伤机主射方向前方 39.3~56m、主射方向正后方以及左右各 32~45m 的矩形区域划为监督区。控制区和监督区以外区域对人员活动不限制。

### （3）辐射安全管理评价

本项目拟新增的 4 台 X 射线探伤机均存放于上海市崇明区长兴江南大道 988 号一层北角的 X 光拍片室内，建设单位将安排专人定期对探伤机的配件、机电设备和监测仪器进行存放地不开机检查，当设备、配件需进行检修时则返回原厂进行维修。建设单位已建立 X 射线探伤机使用管理制度，明确同一时间同一工作地点不会出现两台 X 射线探伤机同时工作，开展 X 射线移动式探伤前，辐射工作人员需填写《设备管理台账》，X 射线探伤机领用时需填写领用记录表，并经负责人批准后方可领取 X 射线探伤机至客户现场开展移动式探伤作业。探伤设备使用完毕后需及时交回由专人保管并填写归还记录表。

上海遐畅检测技术有限公司拟新增 6 名辐射工作人员（均已通过核技术利用辐射安全与防护考核），其中 2 名辐射工作人员专职负责该公司的辐射安全管理，其余 4 人专职负责 X 射线移动式探伤作业（均已取得无损探伤人员资格）。

上海遐畅检测技术有限公司已成立辐射防护管理机构，并将设置辐射安全负责人和辐射安全员，负责建设单位辐射保护与安全工作，履行年度评估报告、辐射安全培训教育、个人剂量监测等各项辐射安全防护职责。

上海遐畅检测技术有限公司已制定了《X 射线装置安全操作规程》、《X 射线装置使用 登记管理制度》、《辐射防护制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《X 射线装置检修维护制度》、《辐射工作人员培训制度》、《个人辐射剂量监测及健康管理制度》、《X 射线探伤环境剂量监测制度》、《辐射事故应急响应预案》等规章制度来加强辐射安全管理，确保射线装置的安全运行。同时，建设单位还应不断根据法律法规及实际情况对已制定的各项管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性，同时在工作中将其落到实处，确保辐射工作的安全。

建设单位应为本项目辐射工作人员配备个人剂量计，监测周期一般不超过 3 个月，定期送有资质单位检测并出具检测报告，建立和持续更新个人剂量档案；并组织辐射工作人员进行岗前、岗中和离岗职业健康体检，建立和持续更新个人职业健康档案。

### （4）辐射防护监测仪器

上海遐畅检测技术有限公司应为每名辐射工作人员配备个人剂量计及 1 台个人剂量报警仪，为各探伤小组配备 1 台便携式 X/γ 辐射剂量率监测仪，以满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 3 月 1 日起实施，2021 年 01 月 04 日修正）中“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”的要求。

### 3. 辐射环境影响分析

**保护目标剂量评价：**上海遐畅检测技术有限公司使用 4 台 X 射线探伤机在开展 X 射线移动式探伤作业时所致辐射工作人员最大的年剂量值为 2.5mSv/年，该剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 规定的剂量限值 20mSv/年，也低于本项目建议的剂量约束值 5mSv/年，探伤作业时所致周围公众最大的年剂量值为 0.0391mSv/年，该剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 规定的剂量限值 1mSv/年，也低于本项目建议的剂量约束值 0.1mSv/年。

建设单位移动式探伤作业的探伤地点不固定，只要根据本报告严格进行控制区和监督区的划分管理，切实落实警戒绳、声光报警灯、铅板等防护物资的放置工作及巡检工作，移动式探伤时监督区内不会有其他公众成员。因此，本项目在正常运营过程中对公众辐射影响较小。

#### “三废”处理措施评价：

##### (一) 废气环境影响分析

X 射线探伤机在工作状态时，会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，项目移动式探伤的场地位于的钢结构加工场地、桥梁建设场地等建设场地，现场较为开阔，臭氧和氮氧化物经自然逸散后浓度较低，对人体危害甚微，对周围环境影响较小。

##### (二) 固体废物的环境影响分析

本项目不产生放射性固体废物。项目工作人员在建设单位日常办公所产生少量的生活垃圾由环卫部门定期收集后统一处置。项目辐射工作人员移动式探伤时产生的生活垃圾收集并送至作业现场固废暂存点后由作业现场单位委托环卫部门统一清运处置。

##### (三) 危险废物的环境影响分析

本项目在洗片过程中产生的废显影液、废定影液及废胶片属于危险废物 (HW16, 感光材料废物)。建设单位每年产生的废胶片为 0.28t/年，废显影液为 0.15t/年，废定影液为 0.15t/年，项目产生的危废用可密封的专用桶盛装，专用桶规格为 300L/桶，数量为 2 个，暂存于长兴江南大道 988 号厂区探伤楼一层南侧危废暂存区，定期委托有危废资质的公司回收处理。贮存的危险废物均以密封的容器包装，所在危废暂存区地面硬化防渗，且内部设防渗托盘，在采取上述防漏防渗措施后，并加强环境管理，危废贮存场所不会对地表水、土壤、地下水环境造成影响。

##### (四) 废水环境影响分析

项目人员从建设单位现有一般检测服务工作人员中调派，工作人员在建设单位日常办公所产生的生活污水经厂区的污水管网纳管排放，对周围环境影响较小。

项目辐射工作人员移动式探伤时产生的生活污水经作业现场的污水收集措施，收集后集中处理，对周围环境影响较小。

#### （五）声环境影响分析

探伤工作时，控制区将开启声光报警灯进行报警，因此会产生一定的噪声，但由于时间较短，且经距离衰减后，对周围声环境影响较小。

### 4. 辐射事故风险及应急措施

本项目可能出现的辐射事故为 X 射线探伤机开机状态，由于探伤前清场不完全或探伤过程中警戒工作未到位，致使工作人员或公众误入控制区和监督区，从而受到过高的辐射剂量。

上海遐畅检测技术有限公司已成立辐射事故应急领导小组，并制定了《辐射事故应急响应预案》，来应对放射性突发事件，一旦发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，建设单位应当立即启动本单位的应急方案，第一时间启动急停按钮并切断设备电源，采取应急措施，并在两小时内填写初始报告，对于发生的误照射事故，应向事故发生地环境保护部门报告，并抄报本项目环境影响评价审批部门；对于事故的调查和处理还应向事故发生地的卫生部门和公安部门报告。

上海遐畅检测技术有限公司将定期开展辐射事故应急相关的培训和继续教育（每年不少于 1 次），规范辐射工作人员的操作流程，提高辐射工作人员对辐射事故的应急响应能力。

综上分析，在规范使用操作、加强培训、落实风险防范措施、制定应急预案并加强管理的情况下，项目具有辐射事故的预防和应对能力，尽可能的降低了发生辐射事故的风险，可以及时有效处理辐射事故，控制和减轻事故后果。

### 5. 实践正当性评价

由于钢结构加工场地、桥梁建设场地等建设场地上的钢结构工件等部件体积较大，部分部件固定于野外，无法转移到固定式探伤室内，因此只能在现场对部件进行无损检测，本项目所配备的 X 射线移动探伤装置具有结构简单、携带方便、功能齐全、抗干扰能力强、可靠性高等特点，可显著提高现场无损探伤水平，项目具有一定的社会效益，建设单位在开展 X 射线移动式探伤过程中，对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射给辐射工作人员、公众及社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用的实践具有正当性。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。

### 6. 可行性分析结论

综上，在认真贯彻执行国家有关辐射、环境管理的法规，严格实施本评价提出的环境保护措施，尤其是加强安全管理的前提下，本项目不会对周围环境产生不可接受的环境影响，因此，本项目从辐射安全和环境保护角度上是可行的。

## 建议和承诺

为更好的做好本项目的环保工作，提出以下建议及要求：

1、每年对射线装置的辐射安全和防护工作进行年度评估，发现有问题应及时进行整改。并按照每年颁布的格式要求编制书面的年度评估报告，上报当地环境保护行政主管部门。

2、上海遐畅检测技术有限公司本次申请的工业 X 射线移动式探伤项目须在通过环境影响评价审批、获得辐射安全许可证后方可进行相关调试，并按要求开展竣工验收。

3、上海遐畅检测技术有限公司应定期开展辐射事故应急的培训和继续教育，针对不同类型的辐射事故进行应急和处置演练。

4、上海遐畅检测技术有限公司需制定辐射工作人员的考核计划，对辐射工作人员仪器操作、辐射防护知识、现场辐射安全管理、突发事件处置等进行培训、考核，确保辐射工作人员专业技术能力满足要求。

5、上海遐畅检测技术有限公司应制定相应的辐射工作人员工作计划，并根据辐射工作人员个人剂量监测结果适时调整辐射工作人员工作时间安排，落实辐射防护物资，确保辐射工作人员受照射剂量率满足法律法规的相关要求并低于本项目建议的约束值。

表 14 审批

下一级环境保护行政主管部门审查意见：

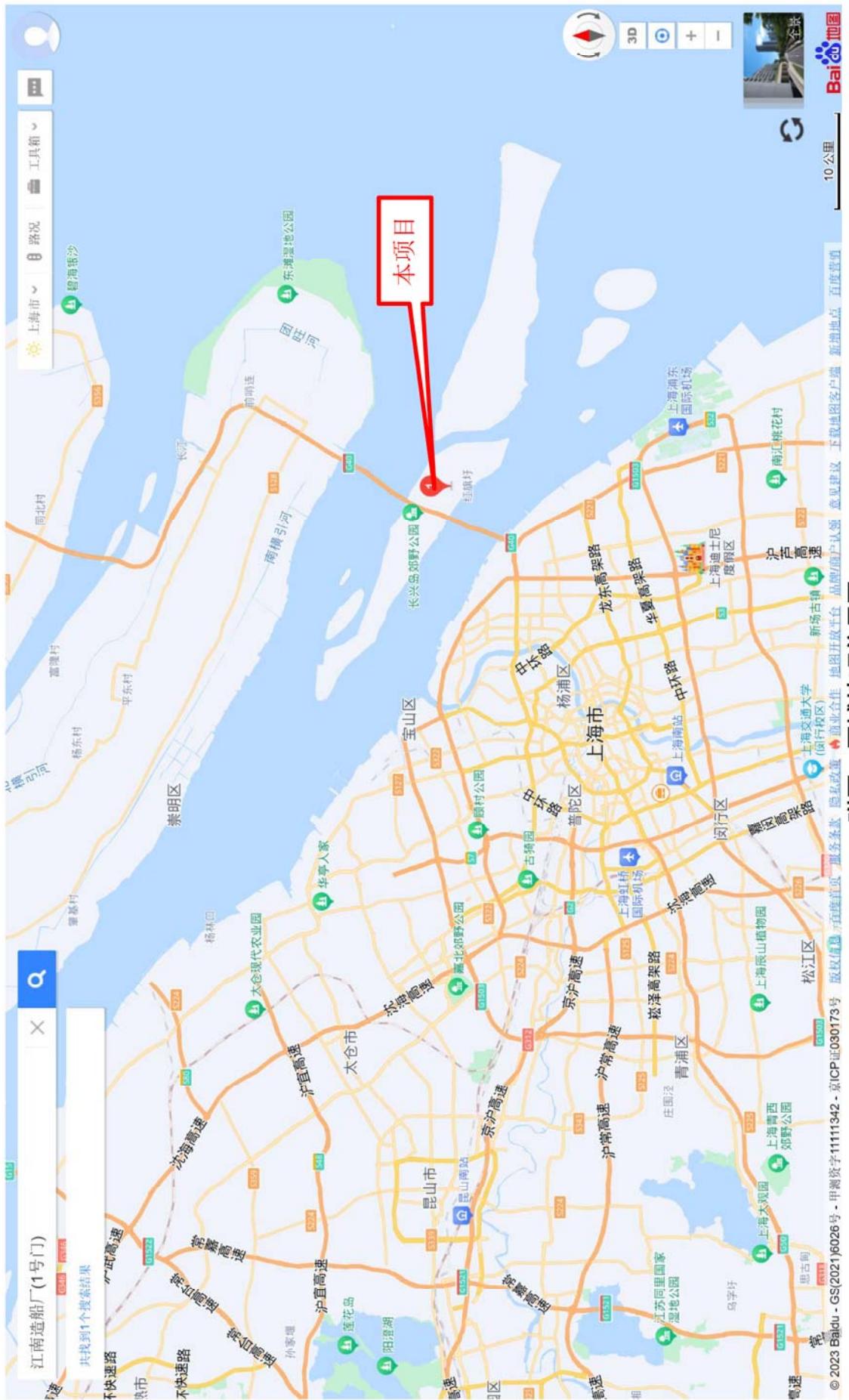
公章

经办人：年月日

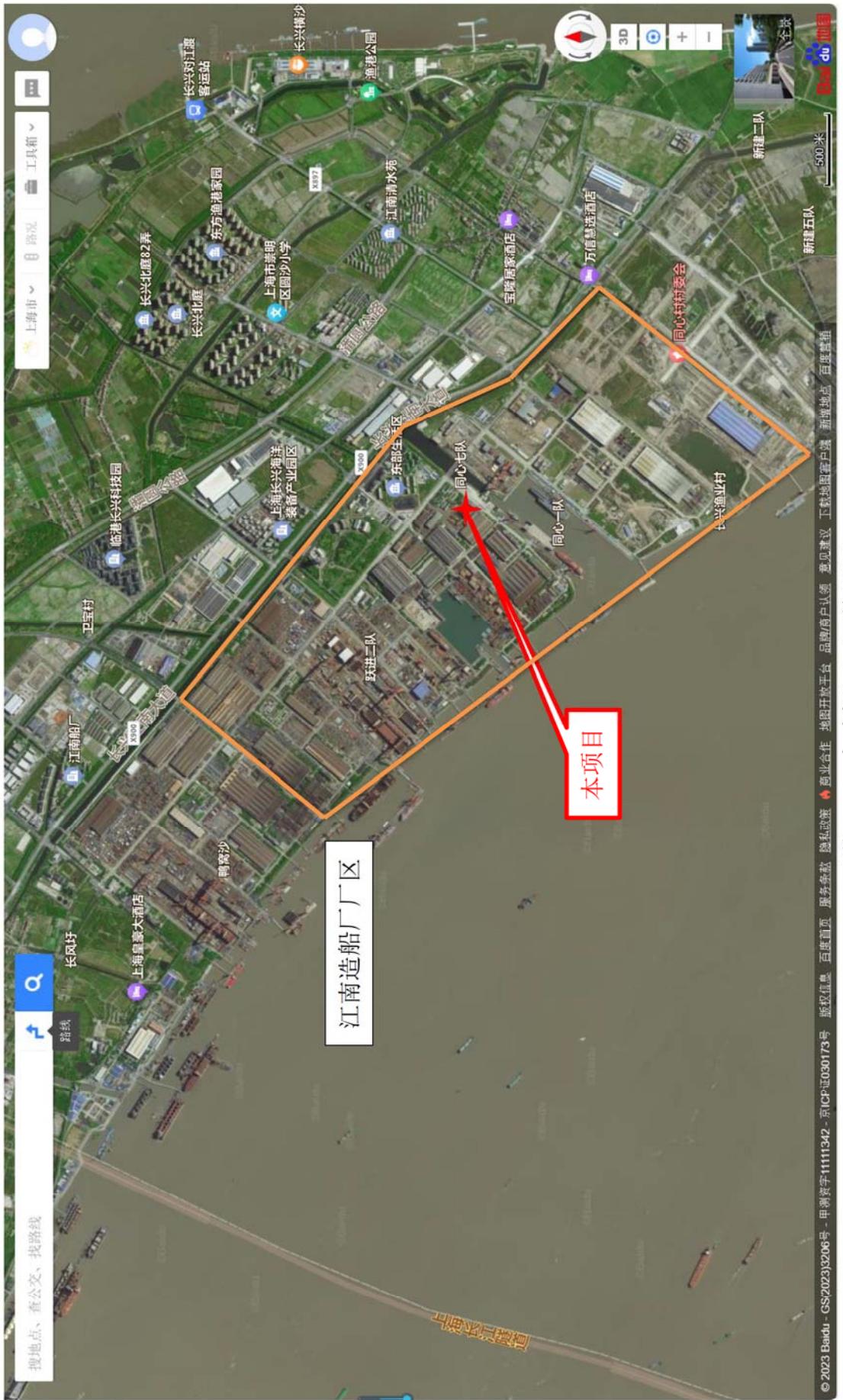
审批意见：

公章

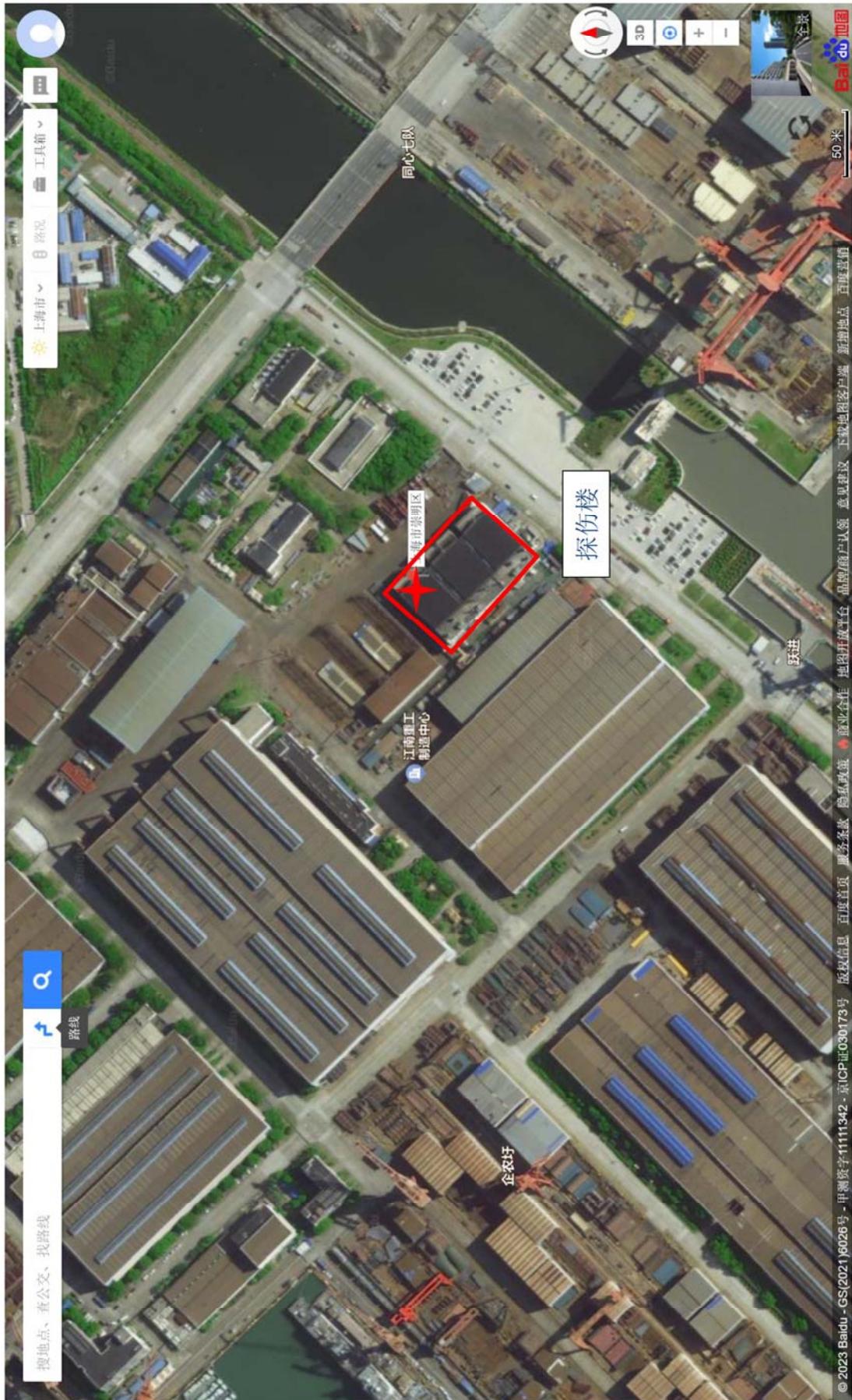
经办人：年月日



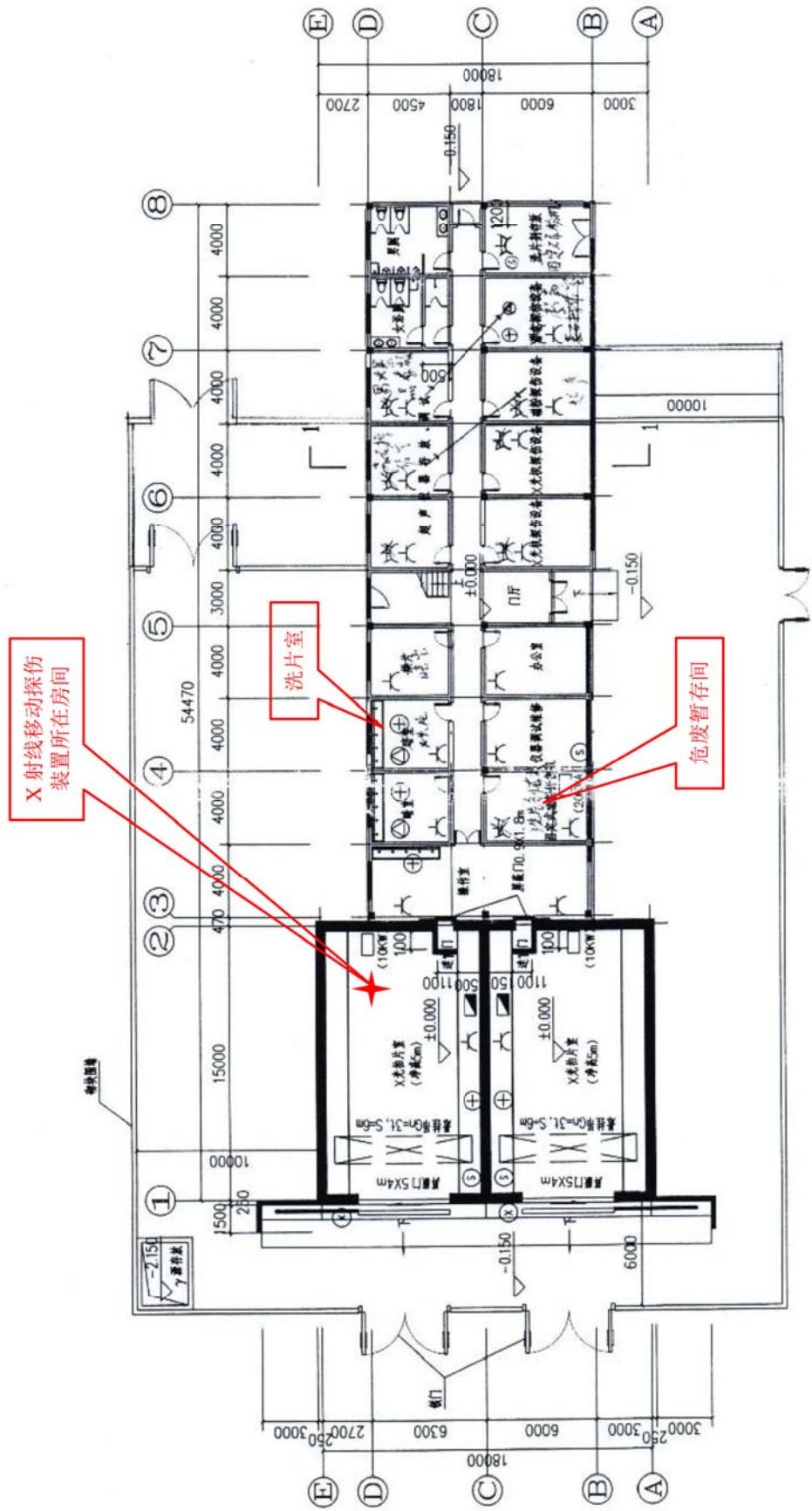
附图1 区域地理位置图



附图2 江南造船厂区位置图



附图3 江南造船厂探伤楼周边环境

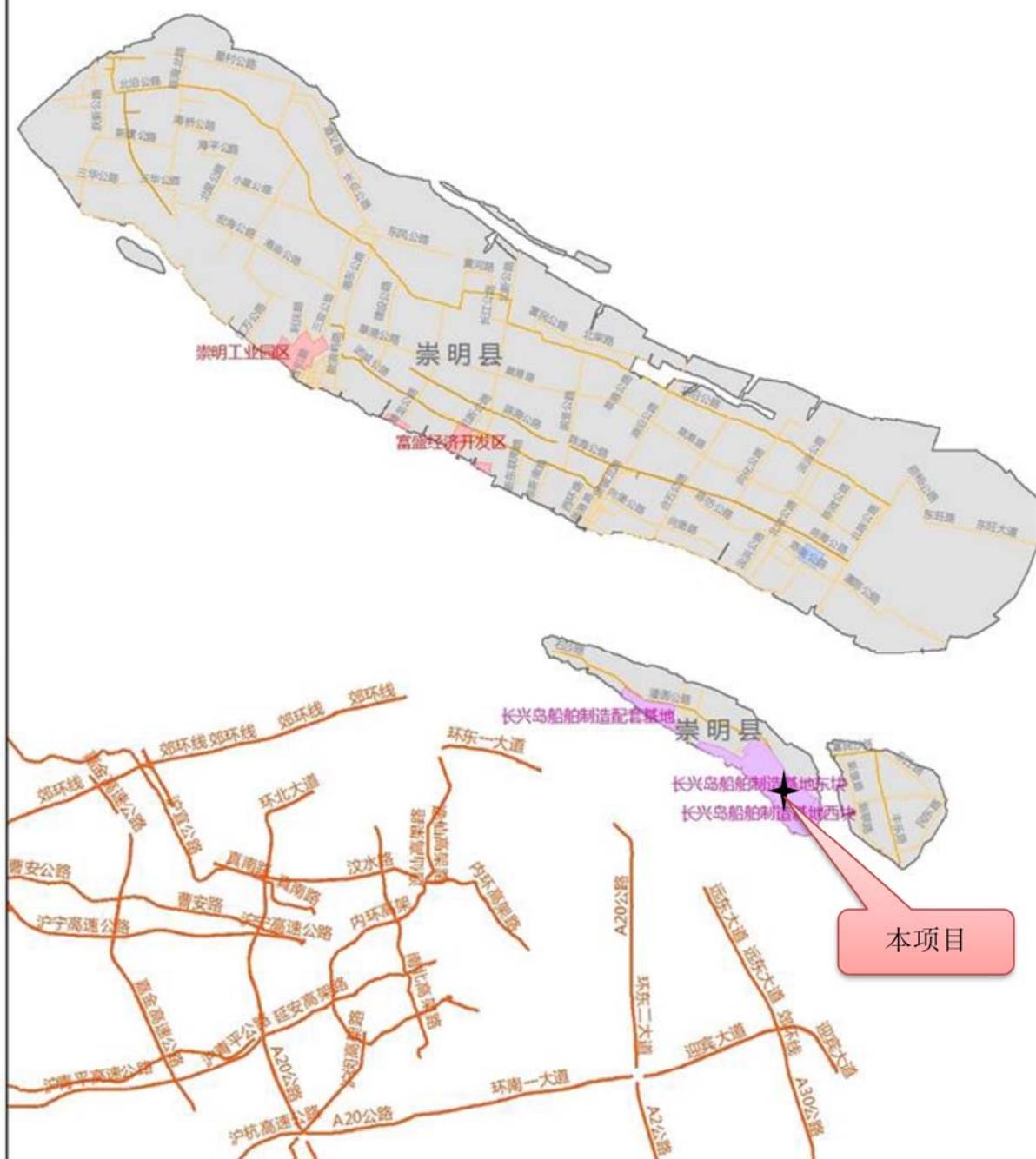


附图4 探伤楼一层平面布置图

## 崇明县工业区块分布图

### 图例

- 公告园区
- 产业基地
- 工业地块



附图 5 项目所在 104 工业地块图