

核技术利用建设项目

无锡金超检测科技有限公司

新建移动式 X 射线探伤项目

环境影响报告表

无锡金超检测科技有限公司(公章)

2025 年 9 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

无锡金超检测科技有限公司

新建移动式 X 射线探伤项目

环境影响报告表

建设单位名称： 无锡金超检测科技有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：

通讯地址： 无锡市滨湖区胡埭工业园北区莲杆路 3 号

邮政编码： 214161 联 系 人：

电子邮箱： 443412487@qq.com 联系电话：

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	12
表 8 环境质量和辐射现状	18
表 10 辐射安全与防护	28
表 11 环境影响分析	34
表 12 辐射安全管理	42
表 13 结论与建议	47
表 14 审批	51
附表 污染防治措施“三同时”措施一览表	52

附图：

- 1) 附图 1 本项目 X 射线探伤机存储库地理位置图
- 2) 附图 2 本项目 X 射线探伤机存储库周围环境示意图
- 3) 附图 3 原办公室改造后的平面布局图
- 4) 附图 4 工程师踏勘现场照片

附件：

- 1) 附件 1 委托书
- 2) 附件 2 射线装置承诺书
- 3) 附件 3 关于现场探伤的相关说明
- 4) 附件 4 危废处置协议
- 5) 附件 5 营业执照
- 6) 附件 6 租赁合同
- 7) 附件 7 X 射线探伤机技术参数说明

表 1 项目基本情况

建设项目名称		无锡金超检测科技有限公司新建移动式 X 射线探伤项目			
建设单位		无锡金超检测科技有限公司			
法人代表		欧阳金良	联系人		联系电话
注册地址		无锡市滨湖区胡埭工业园北区莲杆路 3 号二层			
建设项目地点		移动探伤现场（主要为委托企业厂区内及野外探伤现场） 探伤机储存场所（江苏省无锡市滨湖区胡埭工业园北区莲杆路 3 号 无锡金超检测科技有限公司一层 X 射线探伤机存储库房）			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)			项目环保投 资		投资比例（环保 投资/总投资）
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、项目建设规模和任务由来 无锡金超检测科技有限公司成立于 2020 年 01 月 20 日，注册地位于无锡市滨湖区胡埭工业园北区莲杆路 3 号二层，法定代表人为欧阳金良。公司经营范围包括检验检测服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广等。（营业执照见附件 5）。 因业务发展需求，无锡金超检测科技有限公司拟开展移动式 X 射线探伤项目，租赁无锡锡湖锅炉有限公司位于江苏省无锡市滨湖区胡埭工业园北区莲杆路 3 号的办公楼一层（共 3 层），将其改造后作为本项目运营场所（租赁合同见附件 6），本项目探				

伤地点一般为委托企业厂区内及野外探伤现场，探伤对象为各种焊接件，包括压力容器、管道、锅炉等，常用材质为钢，尺寸大小不一，单层工件或管道壁厚约为 2mm~60mm。

无锡金超检测科技有限公司拟为本项目配备 13 台 X 射线探伤机(6 台 XXG-2505D 型定向 X 射线探伤机，最大管电压 250kV，最大管电流 5mA；2 台 XXGH-3005Z 型周向 X 射线探伤机，最大管电压 300kV，最大管电流 5mA；3 台 XXG-3505D 型定向 X 射线探伤机，最大管电压 350kV，最大管电流 5mA；2 台 XXGH-3505P 型周向 X 射线探伤机，最大管电压 350kV，最大管电流 5mA)，本项目 X 射线探伤机属于工业用 X 射线探伤装置，为 II 类射线装置。

本项目拟配备 9 名辐射工作人员，其中 1 人兼任辐射防护负责人。本项目拟由 3 名辐射工作人员组成 1 个探伤小组（共 3 个探伤小组）。探伤时在人员齐全后 3 人协同工作，各小组均独立开展工作，每个移动探伤小组每次仅使用 1 台 X 射线探伤机，在探伤过程中，同一时间只在一个场所开展探伤工作，且不存在两台探伤机在同一场所同时开机探伤的情况。本项目平均每组辐射工作人员操作探伤机周开机曝光时间约为 6 小时，合计年出束时间约为 300h（含训机时间）。

无锡金超检测科技有限公司拟将所租赁办公楼一楼北部的设备室房间改造为本项目 X 射线探伤机存储库房，用于单独存放 X 射线探伤机及警戒线（绳）、警告牌等项目相关辐射安全防护设施。库房拟设置双人双锁、防盗门、防盗窗及视频监控。平时 X 射线探伤机放置在库房中，钥匙由专人保管。拟将租赁办公楼一楼南部办公室区域内的闲置用房改造为本项目暗室，暗室北侧房间改造为本项目危废库，暗室东侧房间改造为本项目评片室。

移动探伤工作时，建设单位将探伤机运输至移动探伤现场，探伤结束后，将探伤机、辐射安全防护设施及探伤胶片运输回公司内，在拟建的暗室内进行洗片工作，在拟建的评片室内进行读片工作。洗片过程中产生的废显（定）影剂、废胶片、胶片清洗废水收集贮存在公司拟建的危废库内，委托有危险废物经营资质的单位回收处理。

本项目为无锡金超检测科技有限公司首次开展核技术利用项目。无锡金超检测科技有限公司核技术利用项目详见表 1-1。

表 1-1 无锡金超检测科技有限公司核技术利用项目表

序号	射线装置名称、型号	数量(台)	最大管电压 kV	最大管电流 mA	类别	使用场所名称	活动种类	环评情况及审批时间	备注
1	XXG-2505D型X射线探伤机	6	250	5	II	移动探伤现场（主要为委托企业厂区内及野外探伤现场）	使用	本次环评	定向
2	XXGH-3005Z型X射线探伤机	2	300	5	II	X射线探伤机储存场所（江苏省无锡市滨湖区胡埭工业园北区莲杆路3号无锡金超检测科技有限公司一层X射线探伤机存储库房）	使用	本次环评	周向
3	XXG-3505D型X射线探伤机	3	350	5	II		使用	本次环评	定向
4	XXGH-3505P型X射线探伤机	2	350	5	II		使用	本次环评	周向

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《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》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，本项目需进行环境影响评价。依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第16号，2021年版），本项目为使用X射线探伤机进行无损检测，属于“172核技术利用建设项目”中的“使用II类射线装置的”，本项目应编制环境影响报告表。受无锡金超检测科技有限公司委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环评评价工作。我公司依照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）通过资料调研、评价分析，编制该项目环境影响报告表。

2. 项目周边保护目标及项目选址情况

无锡金超检测科技有限公司位于无锡市滨湖区胡埭工业园北区莲杆路3号，租赁无锡锡湖锅炉有限公司厂区内办公楼（共3层）作为办公区域，四周均为无锡锡湖锅炉有限公司厂内区域。公司拟将办公楼1层北部设备室改造为本项目X射线探伤机存储库房，库房北侧、南侧均为试验室，库房正上方二层为业务室；拟将一层南部办公室区域内的闲置用房改造为本项目暗室，暗室北侧房间改造为本项目危废库，暗室东侧房间改造为本项目评片室。本项目X射线探伤机存储库房地理位置图见附图1，周围环境图见附图2，办公室平面布局图见附图3。

公司在客户单位及野外实施现场探伤之前，开具探伤作业票，对工作环境进行全面的评估，评估内容包括工作地点的选择、警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间、探伤现场负责人等，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，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）周围开展移动探伤作业，如果工程区域周围有人群等敏感目标，作业时间尽量避开公众活动的高峰时段，或将工件转移至其他空旷地带进行探伤，否则将改用其他非放射性方式进行检测。

公司租赁区域均为办公室等场所，X 射线探伤机存储库房仅作为 X 射线探伤机存储使用，公司严禁在存储库房内使用、调试 X 射线探伤机。本项目周围环境保护目标主要为探伤辐射工作人员以及探伤现场周围公众。

3. 实践正当性

无锡金超检测科技有限公司拟配备 13 台 X 射线探伤机对焊接件的焊缝进行无损检测，能够确保委托单位制造安全系数更高的工件，从而保障产品安全，减少安全事件发生的可能性。在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，对周围环境、职业人员或公众影响较小。因此在考虑了社会、经济及其他综合因素后，能够认为本项目为社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）4.3.1.1 对于“实践的正当性”的要求。

4. 与产业政策的相符性

本项目使用X射线探伤机对委托单位焊接件的焊缝进行质量检测，出具检测报告，用于对工件产品质量进行判定，从本质上来说，本项目属于检验检测机构的检测业务。根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号，本项目属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务业”中第1条“质量认证和检验检测服务”，符合国家现行产业政策。

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)	年最大操作量 (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 射线探伤机：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	6 台	XXG-2505D型	250	5	无损检测	移动探伤现场（主要为委托企业厂区内及野外探伤现场） X 射线探伤机储存场所（江苏省无锡市滨湖区胡埭工业园北区莲杆路 3 号无锡金超检测科技有限公司一层 X 射线探伤机存储库房）	定向
2	X 射线探伤机	II	2 台	XXGH-3005Z型	300	5	无损检测		周向
3	X 射线探伤机	II	3 台	XXG-3505D型	350	5	无损检测		定向
4	X 射线探伤机	II	2 台	XXGH-3505P型	350	5	无损检测		周向
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 (μ A)	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	/	不暂存	直接排入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟，可自动分解为氧气。
生活垃圾	固态	/	/	60kg	720kg	/	暂存	由公司统一收集后，交给环卫部门清运。
生活污水	液态	/	/	4.8m ³	57.6m ³	/	不暂存	进入出租方的污水管道，最终进入污水处理站处理。
废胶片	固态	/	/	约 15kg	约 180kg	/	暂存在危废库	收集贮存在拟建的危废库，委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
废显（定）影剂	液态	/	/	约 50kg	约 600kg	/	暂存在危废库	收集贮存在拟建的危废库，委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
胶片清洗废水	液态	/	/	约 150kg	约 1800kg	/	暂存在危废库	收集贮存在拟建的危废库，委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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.含有放射性的废弃物要注明，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) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订本），中华人民共和国2014年主席令第9号，自2015年1月1日起施行； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正本），中华人民共和国2018年主席令第24号，自2018年12月29日起施行； 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国2003年主席令第6号，自2003年10月1日起施行； 4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年修订本），中华人民共和国2020年主席令第43号，自2020年9月1日起施行 5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正本），中华人民共和国2017年国务院令第682号，自2017年10月1日起施行； 6) 《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2011年原环境保护部令第18号公布，自2011年5月1日起施行； 7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正本），中华人民共和国2019年国务院令第709号，自2019年3月2日起施行； 8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），中华人民共和国2021年生态环境部令第20号修正，自2021年1月4日起施行； 9) 《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2020年生态环境部令第16号，自2021年1月1日起施行； 10) 《国家危险废物名录》（2025年版），中华人民共和国生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第36号，自2025年1月1日起施行； 11) 《危险废物转移管理办法》，生态环境部、公安部、交通运输部令第23号，自2022年1月1日起施行； 12) 《射线装置分类》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会2017年公告第66号，自2017年12月5日起施行； 13) 《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》，中华人民共和国原国家环保总局环发〔2006〕145号，自2006年9月26日起施行；
------	--

14) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第39号，自2019年11月1日起施行；
15) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，中华人民共和国生态环境部2019年部令第9号，自2019年11月1日起施行；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，中华人民共和国生态环境部2019年公告第38号，自2019年11月1日起施行；
16) 《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》，中华人民共和国生态环境部公告2019年第57号，自2020年1月1日起施行；
17) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省人民代表大会常务委员会公告2018年第2号，自2018年5月1日起施行；
18) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2018〕74号，自2018年6月9日起施行；
19) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，江苏省人民政府苏政发〔2020〕1号，自2020年1月8日起施行；
20) 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，江苏省人民政府办公厅苏政发〔2020〕49号，自2020年6月21日起施行；
21) 《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31日印发；
22) 《省政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域监督管理办法的通知》，江苏省人民政府办公厅苏政办发〔2021〕20号，自2021年5月1日起施行；
23) 《省政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域调整管理办法的通知》，江苏省人民政府办公厅苏政办发〔2021〕3号，自2021年2月1日起施行；
24) 《关于印发“十四五”江苏省危险废物规范化环境管理评估工作方案的通知》（苏环办〔2021〕304号），2021年11月2日印发；
25) 《省生态环境厅关于进一步加强危险废物污染防治工作的实施意见》（苏环办〔2019〕327号），2019年9月24日印发；
26) 《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》（苏环办〔2020〕401号），2020年12月31日印发；
27) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》中华人民共和国2023年国家发展

	改革委令第7号，自2024年2月1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》（HJ2.1-2016） 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》（HJ10.1-2016） 3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） 4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） 5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 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/T250-2014）及修改单 8) 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012） 9) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023） 10) 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ1276-2022） 11) 《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）修改单（2023版）

其他	附图： 1) 附图 1 本项目 X 射线探伤机存储库房地理位置图 2) 附图 2 本项目 X 射线探伤机存储库房周围环境示意图 3) 附图 3 原办公室改造后的平面布局图 4) 附图 4 工程师踏勘现场照片 附件： 1) 附件 1 委托书 2) 附件 2 射线装置承诺书 3) 附件 3 关于现场探伤的相关说明 4) 附件 4 危险处置协议 5) 附件 5 营业执照 6) 附件 6 租赁合同 7) 附件 7 X 射线探伤机技术参数说明
----	---

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目使用的射线装置为工业用 X 射线探伤机，属于Ⅱ类射线装置，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》（HJ10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围”相关规定结合本项目具体情况，确定本项目评价范围为本项目探伤现场周围监督区外 100m。根据表 11 理论计算结果，本项目移动探伤现场评价范围见表 7-1。

表7-1 移动探伤现场评价范围

探伤机型号	控制区距离（m）	监督区距离（m）	评价范围（m）
XXG-2505D型X射线探伤机	73	178	278
XXGH-3005Z型X射线探伤机	91	221	321
XXG-3505D型X射线探伤机	73	179	279
XXGH-3505P型X射线探伤机	89	218	318

保护目标

公司拟开展移动 X 射线探伤，公司承接的项目现场一般位于委托公司厂区内及野外探伤现场，随承接任务地点不同而不同，探伤地点不固定。各探伤现场情况及周边环境将存在较大差异。

对照《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），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，如增加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“三线一单”相关要求。

本项目环境保护目标为：

- 1、本项目移动探伤辐射工作人员；
- 2、本项目移动探伤现场评价范围内周围公众。

表7-2 本项目环境保护目标情况一览表

序号	保护目标名称		方位	最近距离	人员数量
1	移动探伤现场	辐射工作人员	控制区外监督区内	控制区边界	≤9 人
2		周围公众	监督区外评价范围内	监督区边界	流动人员

评价标准

1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量需满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值，如下表：

表 7-3 工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

类别	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(但不可作任何追溯性平均)，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。

4.3.4 剂量约束和潜在照射危险约束

4.3.4.1 除了医疗照射之外，对于一项实践中的任一特定的源，其剂量约束和潜在照射危险约束应不大于审管部门对这类源规定或认可的值，并不大于可能导致超过剂量限值和潜在照射危险限值的值。

2) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

本标准规定了X射线和γ射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用600kV及以下的X射线探伤机和γ射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业CT探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按GBZ 128的要求进行个人剂量监测，按GBZ98的要求进行职业健康监护。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X射线探伤机

5.1.1 X射线探伤机在额定工作条件下，距X射线管焦点100 cm处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表7-4的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合GB/T 26837的要求。

表7-4 X射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

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) 安全联锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；

5.1.3 X射线探伤机的维护应符合下列要求：

a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；

- b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- d) 应做好设备维护记录。

6.3 探伤设施的退役

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。

7 移动式探伤的放射防护要求

7.1 作业前准备

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）。

7.1.2 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。

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。

7.2 分区设置

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 $15\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为控制区。

7.2.3 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。

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。

7.2.5 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。

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。

7.2.7 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。

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

7.2.9 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。

7.2.10 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。

7.3 安全警示

7.3.1 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。

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”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。

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”信号和“照射”信号。

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。

7.4 边界巡查与检测

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。

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。

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正确。必要时调整控制区的范围和边界。

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。

7.5 移动式探伤操作要求

7.5.1 X 射线移动式探伤

7.5.1.1 周向式探伤机用于移动式探伤时，应将 X 射线管头组装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）。

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。

本项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）评价标准，确定本项目的管理目标职业人员年剂量约束值按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值1/4取值，公众年剂量约束值按照1/10取值。

本项目移动探伤现场周围剂量当量率参考控制水平：

控制区边界周围剂量当量率： $\leq 15\mu\text{Sv/h}$

监督区边界周围剂量当量率： $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$

本项目辐射工作人员和公众的剂量约束值：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

表 8 环境质量和辐射现状

1. 项目地理和场所位置

无锡金超检测科技有限公司位于无锡市滨湖区胡埭工业园北区莲杆路 3 号，租赁无锡锡湖锅炉有限公司厂区内办公楼（共 3 层）作为办公区域，四周均为无锡锡湖锅炉有限公司厂内区域。公司拟将办公楼 1 层北部设备室改造为本项目 X 射线探伤机存储库房，库房北侧、南侧均为试验室，库房正上方二层为业务室；拟将一层南部办公室区域内的闲置用房改造为本项目暗室，暗室北侧房间改造为本项目危废库，暗室东侧房间改造为本项目评片室。本项目 X 射线探伤机存储库房地地理位置图见附图 1，周围环境图见附图 2，办公室平面布局图见附图 3。

公司在客户单位及野外实施现场探伤之前，开具探伤作业票，对工作环境进行全面的评估，评估内容包括工作地点的选择、警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间、探伤现场负责人等，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，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）周围开展移动探伤作业，如果工程区域周围有人群等敏感目标，作业时间尽量避开公众活动的高峰时段，或将工件转移至其他空旷地带进行探伤，否则将改用其他非放射性方式进行检测。

公司租赁区域均为办公室等场所，存储库房仅作为 X 射线探伤机存储使用，公司严禁在存储库房内使用、调试 X 射线探伤机。本项目周围环境保护目标主要为探伤辐射工作人员以及探伤现场周围公众。

X 射线探伤机存储库房现场照片见图 8-1。

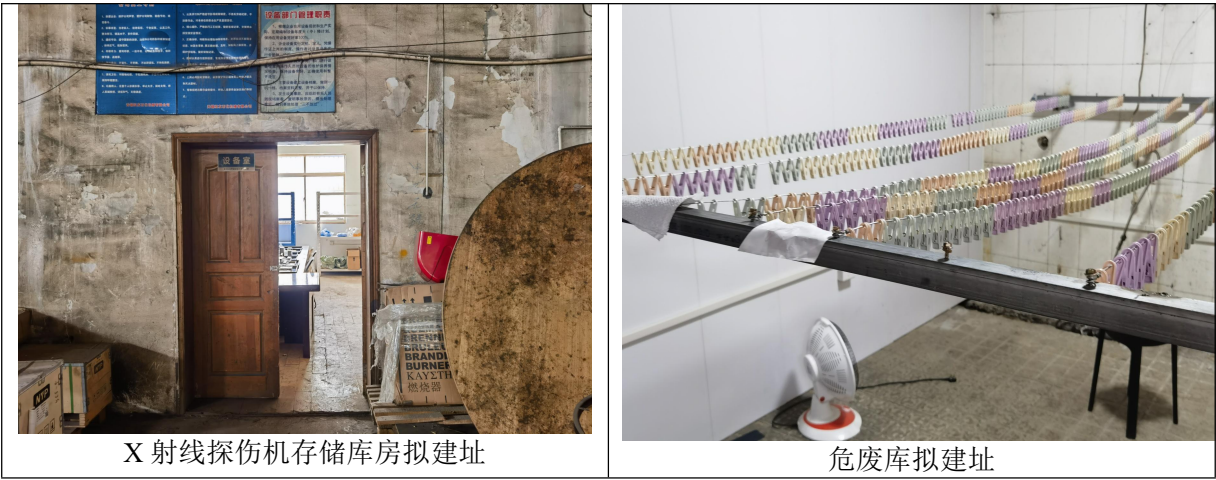




图 8-1 X 射线探伤机存储库房现场照片

2、环境现状检测

无锡金超检测科技有限公司仅在委托单位的厂区内及野外探伤现场进行移动探伤检测工作；公司 X 射线探伤机存储库房内严禁使用、调试探伤机，项目运营过程中对公司办公场所及探伤机存储库房周围环境无辐射影响，故本项目未进行环境辐射水平现状检测。

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

无锡金超检测科技有限公司新建移动式X射线探伤项目拟使用13台X射线探伤机（6台XXG-2505D型定向X射线探伤机，最大管电压250kV，最大管电流5mA；2台XXGH-3005Z型周向X射线探伤机，最大管电压300kV，最大管电流5mA；3台XXG-3505D型定向X射线探伤机，最大管电压350kV，最大管电流5mA；2台XXGH-3505P型周向X射线探伤机，最大管电压350kV，最大管电流5mA），X射线探伤机主要设备参数见表9-1。

表9-1 本项目探伤机主要设备参数

序号	射线装置	型号	类别	最大输出电压	输出电流	主射线辐射角	工作方式
1	X射线探伤机	XXG-2505D型	定向机	250 kV	5mA	40±5°	间歇式工作 1:1，工作 5 分钟休息 5 分钟。
2	X射线探伤机	XXGH-3005Z型	周向机	300 kV	5mA	360×30°	
3	X射线探伤机	XXG-3505D型	定向机	350 kV	5mA	40±5°	
4	X射线探伤机	XXGH-3505P型	周向机	350kV	5mA	360×25°	

X射线探伤机主要由控制箱、X射线发生器和连接电缆等部件构成。控制箱用于调节探伤机开关、管电压、曝光时间设置。连接电缆用于连接控制器与X射线发生器。X射线发生器用于在控制器设置条件进行曝光探伤。X射线发生器的核心部件是X射线管。X射线管由阳极、阴极、灯丝、钨靶、铜体、发射罩等组成。X射线管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。常见X射线探伤装置外观见图9-2。

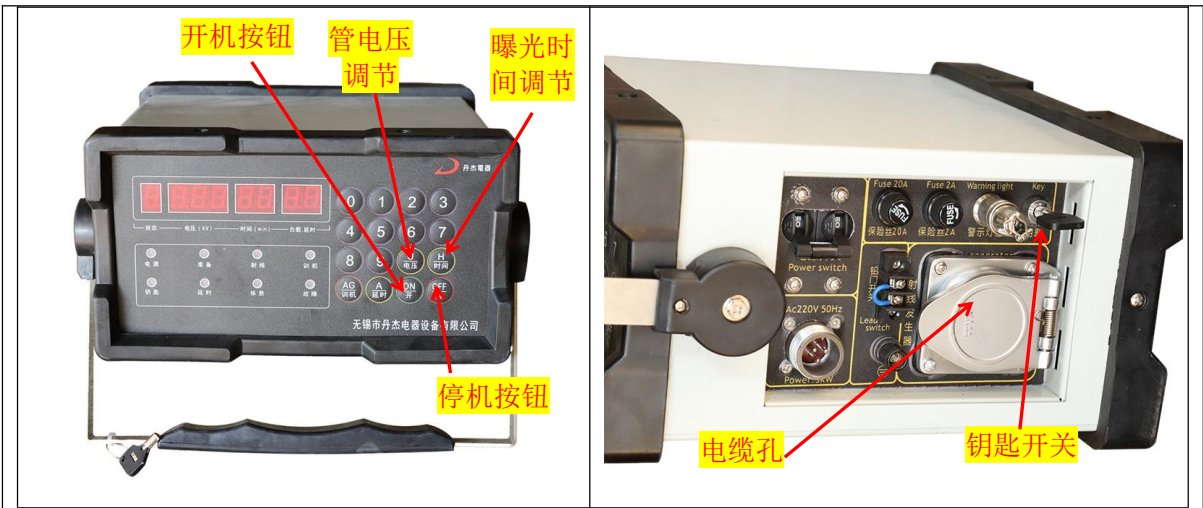


图9-1 常见X射线探伤装置控制箱



图 9-2 常见 X 射线探伤机外观图及连接电缆

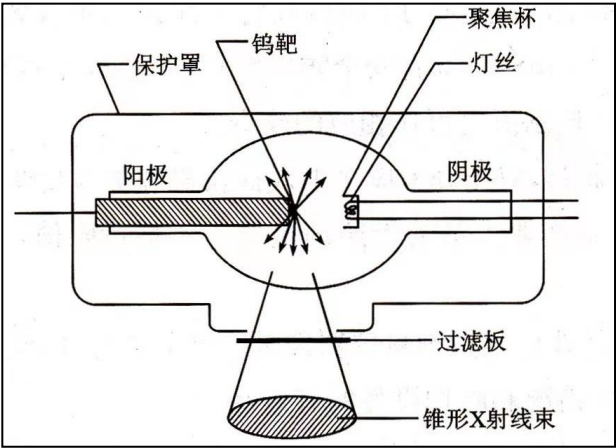


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

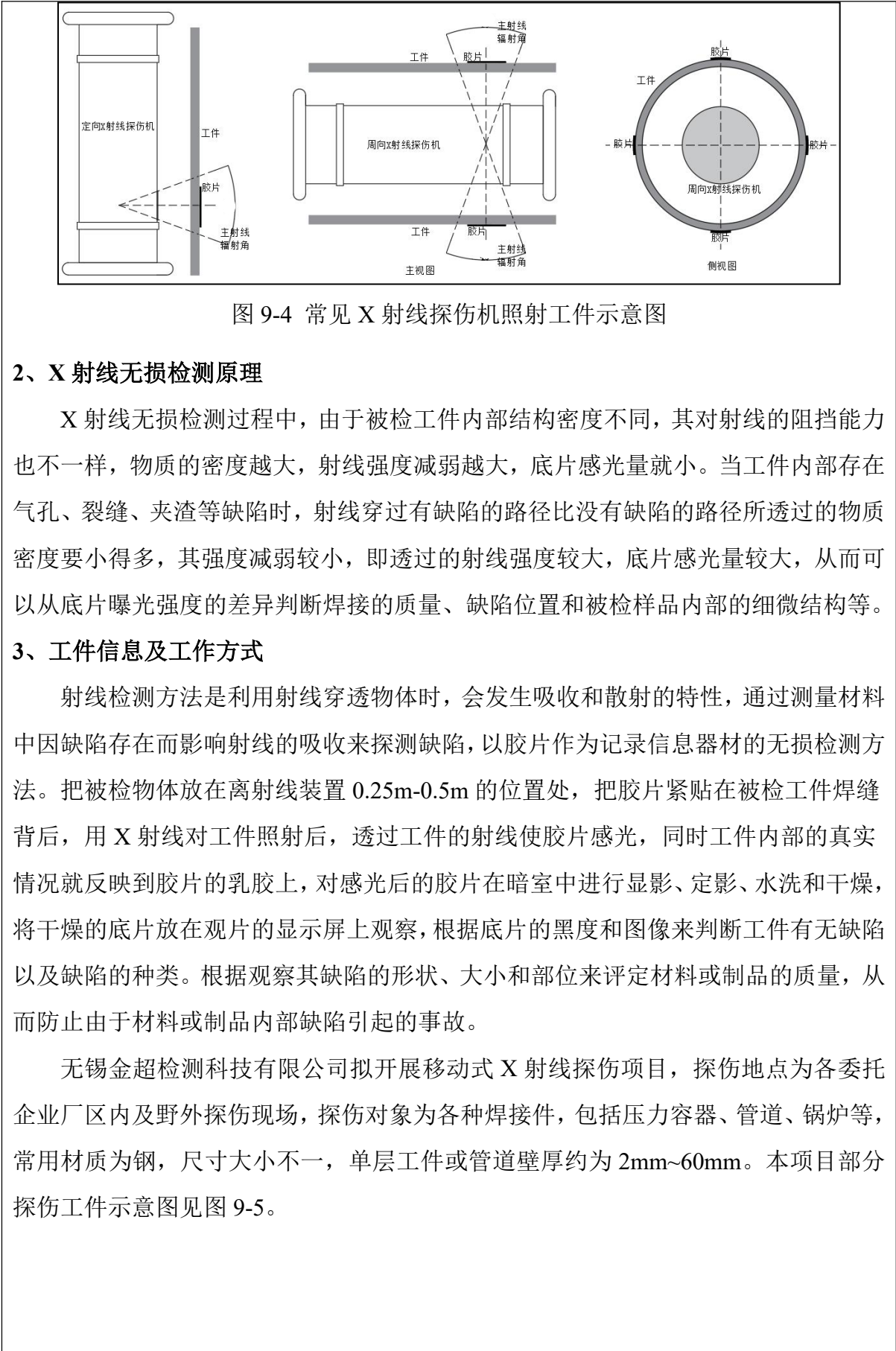


图 9-4 常见 X 射线探伤机照射工件示意图

2、X 射线无损检测原理

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、工件信息及工作方式

射线检测方法是利用射线穿透物体时，会发生吸收和散射的特性，通过测量材料中因缺陷存在而影响射线的吸收来探测缺陷，以胶片作为记录信息器材的无损检测方法。把被检物体放在离射线装置 0.25m-0.5m 的位置处，把胶片紧贴在被检工件焊缝背后，用 X 射线对工件照射后，透过工件的射线使胶片感光，同时工件内部真实情况就反映到胶片的乳胶上，对感光后的胶片在暗室中进行显影、定影、水洗和干燥，将干燥的底片放在观片的显示屏上观察，根据底片的黑度和图像来判断工件有无缺陷以及缺陷的种类。根据观察其缺陷的形状、大小和部位来评定材料或制品的质量，从而防止由于材料或制品内部缺陷引起的事故。

无锡金超检测科技有限公司拟开展移动式 X 射线探伤项目，探伤地点为各委托企业厂区内及野外探伤现场，探伤对象为各种焊接件，包括压力容器、管道、锅炉等，常用材质为钢，尺寸大小不一，单层工件或管道壁厚约为 2mm~60mm。本项目部分探伤工件示意图见图 9-5。

图 9-5 本项目部分探伤工件示意图

4、工作流程及产污环节分析

(1) 接受移动探伤任务；

(2) 指定探伤现场负责人及工作职责，探伤现场负责人应由现场工作经验丰富且经过专业化探伤作业培训的员工担任，工作内容包括负责对控制区及监督区理论估算值和经验划分，并负责在探伤地点周围利用便携式辐射巡测仪对控制区、监督区进行修正，按照修正的结果重新布置控制区和监督区等工作。

(3) 探伤现场评估

公司在客户单位实施现场探伤之前，开具探伤作业票，对工作环境进行全面的评估，评估内容包括工作地点的选择、警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间、探伤现场负责人等，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，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）周围开展移动探伤作业，如果工程区域周围有人群等敏感目标，作业时间尽量避开公众活动的高峰时段，或将工件转移至其他空旷地带进行探伤，否则将改用其他非放射性方式进行检测。

(4) 制订探伤作业方案，该作业方案包括：

- ①工况、时间、地点、控制区范围、监督区范围、监测方案、清场方式等；
- ②明确探伤人员、防护人员、运输人员、保卫人员的职责和分工；
- ③对探伤人员的要求，包括：检测作业人员、检测防护培训要求；
- ④检测准备，包括：技术、工艺、检测设备和材料等；
- ⑤检测实施，包括：工作要点、安全防护、工艺参数设置、操作流程；
- ⑥图像评定，包括：评定条件及要求；
- ⑦检测记录及报告要求；
- ⑧质量检查的要求、方法等；

⑨职业健康安全和环境管理等内容。

(5) 在工程探伤现场张贴探伤通知、委托单位各部门发布探伤通知，涉及厂区外公众散发探伤通知，收集相关部门及公众的反馈意见。

(6) 设备出库及运输：根据设备出入管理制度，库房管理人员依据工作人员提供任务单进行设备使用台账登记，打开库房并领取设备。采用公司车辆将设备运送至探伤作业场所，至少 1 名操作人员随车押运。

(7) 到达移动探伤现场后，初步划分控制区及监督区，划分要求如下：根据现场情况通过理论估算值和经验划定并标志出控制区及监督区边界，并在相应边界设置警示标识，包括：控制区悬挂“禁止进入射线工作区”警告牌及电离辐射警告标志，监督区悬挂“无关人员禁止入内”警告牌及电离辐射警告标志和警示语等提示信息。

(8) 对控制区及监督区内的人员进行清场，辐射工作人员至少巡查一遍，确保控制区及监督区内不存在无关人员滞留情况。

(9) 清场完成后，在控制区及监督区边界设置安全警戒措施，包括工作状态指示灯、声音报警装置及铅屏风。

(10) 安置 X 射线探伤机：辐射工作人员连接好 X 射线探伤机控制部件，对被探伤工件贴置胶片，将贴好胶片的工件固定位置，工作人员设置曝光参数，开启延时曝光功能，操作人员退至控制区外。

(11) 试曝光：X 射线探伤机进行试曝光，此过程产生 X 射线以及 X 射线电离空气产生少量臭氧及氮氧化物。

(12) 通过辐射环境巡测仪对控制区及监督区进行巡测及修正，并记录巡检结果。

(13) 以上工作完成后，启动 X 射线探伤机进行曝光检测，产生 X 射线以及 X 射线电离空气产生少量臭氧及氮氧化物。检测过程中由探伤现场负责人进行巡视。每名辐射工作人员佩戴 1 枚个人剂量计及 1 台个人剂量报警仪。

(14) 曝光结束后，关闭 X 射线探伤机，收回 X 射线探伤机，取下胶片。

(15) 探伤作业结束，清理现场，撤除警戒。

(16) 仪器设备运输及入库：采用公司车辆将设备运送回公司库房存放，至少 1 名操作人员随车押运。库房管理人员打开库房，进行台账登记后，设备入库。同时探伤胶片一同运送回公司。

(17) 工作人员回到公司在暗室进行洗片工作、在评片室进行读片工作，判断工

件焊接质量、缺陷等工作。洗片时当定影显影液在使用至无法起效时产生废显（定）影剂、胶片清洗过程中产生胶片清洗废水以及可能产生废胶片。

公司移动探伤作业流程具体见图 9-6。

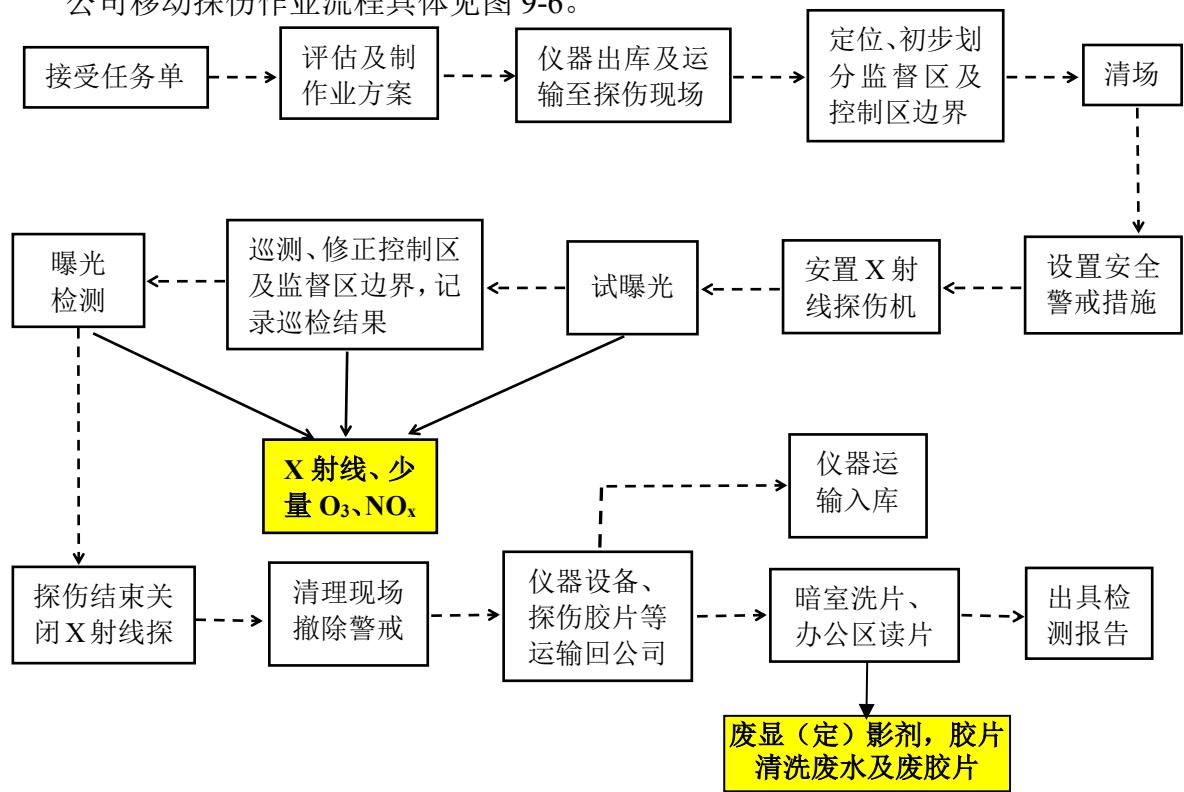


图 9-6 移动式 X 射线探伤工作流程及产污环节

5. 人员配置及工作制度

人员配置：建设单位拟配备9名辐射工作人员，分为两个探伤小组，其中1人为辐射防护负责人。

工作制度：本项目辐射工作人员检测时间基本为夜间（22:00~次日 5:00 进行），本项目平均每组辐射工作人员操作探伤机周开机曝光时间约为 6 小时，合计年出束时间约为 300h（含训机时间）

工作分配：每次接受探伤任务后，均由各小组 3 名辐射工作人员共同负责，各小组不在同一地点开展工作。每个移动探伤小组每次仅允许使用 1 台 X 射线探伤机，在探伤过程中，同一时间只在一个场所开展探伤工作，且不存在两台探伤机在同一场所同时开机探伤的情况。指定 1 名辐射工作人员为探伤现场负责人，负责现场总体调度与安排。在探伤作业开启前，1 名辐射工作组员进行机器调试，探伤现场负责人利用理论估算及经验初步划定监督区、控制区，另一名辐射工作人员根据初步划分的监督区控制区进行清场并布置辐射安全与防护措施。清场完毕，防护措施到位后，进行

试曝光，探伤现场负责人在探伤地点周围利用便携式辐射巡测仪对控制区、监督区进行修正，辐射工作人员配合按照修正的结果重新布置控制区和监督区。探伤作业开启时，2 名辐射工作人员负责操作探伤装置完成探伤任务，探伤现场负责人在控制区、监督区边界利用便携式辐射巡测仪对其不断修正，同时在探伤现场周围巡逻，禁止无关人员靠近监督区，当控制区太大或存在某些地方不能看到，增加专人在边界巡逻、看守。本项目所有辐射工作人员在开展探伤任务时，需将个人剂量计、个人剂量报警仪规范佩戴。

污染源项描述

1) 辐射污染源分析

污染源强：本项目拟配备 13 台 X 射线探伤机，共计 4 种型号，探伤机最大管电压 350kV，最大管电流 5mA。根据生产厂家提供数据，已知滤过均为 3mmAl。本项目 X 射线探伤机输出量根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.1 及表 1 中数值取得。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1 中取得距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率，即泄漏射线源强。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 取得散射辐射最高能量。

表 9-2 本项目探伤机输出量参数

序号	射线装置	型号	有用线束辐射 输出量 $\text{mGy}\cdot\text{m}^2/$ $(\text{mA}\cdot\text{min})$	有用线束辐射输 出量 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2$ $/(\text{mA}\cdot\text{h})$	泄漏辐射输 出量 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ $(\text{mA}\cdot\text{h})$	散射辐射能 量 kV
1	X 射线探伤机	XXG-2505D型	13.9	$8.34\text{E}+05$	5000	200
2	X 射线探伤机	XXGH-3005Z型	20.9	$1.254\text{E}+06$	5000	200
3	X 射线探伤机	XXG-3505D型	27.9（300kV 与 250kV 3mmAl 外推）	$1.674\text{E}+06$	5000	250
4	X 射线探伤机	XXGH-3505P型	27.9（300kV 与 250kV 3mmAl 外推）	$1.674\text{E}+06$	5000	250

由 X 射线工作原理可知，X 射线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，对工作人员和周围公众产生一定外照射，故本项目需预测评价因子为：X 射线有用线束辐射、泄漏辐射和散射辐射。

2) 非辐射污染源分析

（1）固体废物

本项目洗片过程产生废显（定）影液、废胶片和胶片清洗废水，根据建设单位提供的资料，预计每个探伤小组每年平均检测工件数量约为 1200 件，每年拍片约 6000 张，单张曝光时间在 1-5min 内，取平均值为 3min。本项目拍片完成后，在洗片过程中将产生废显（定）影剂，根据建设单位提供的资料，每升显（定）影剂约可处理 30 张胶片，则废显（定）影剂年产生量约为 $6000/30=200$ 升（密度按 1g/cm^3 计算，约 200kg）；拍片、洗片及评片过程中将产生废胶片，本次评价保守考虑来核算废胶片年产生量，即 6000 张，每张废胶片的重量约 10g/张，年产生量约 60kg；在探伤任务结束后，清洗胶片的过程中，将产生胶片清洗废水，产生量约为 600kg/a（本项目预计每年拍片约 6000 张，每张胶片清洗废水产生量约 0.1L，共计产生 $6000*0.1=600\text{L}$ 洗片废水）。则本项目共计每年产生废显（定）影剂 600kg，废胶片 180kg，胶片清洗废水 1800kg。

本项目产生的废胶片（含重金属）属于《国家危险废物名录》中危险废物，废物类别为 HW16，废物代码为 900-019-16。

本项目会产生废显（定）影剂及胶片清洗废水，废显（定）影剂属于《国家危险废物名录》中危险废物，废物类别为 HW16，废物代码为 900-019-16；胶片清洗废水（含重金属）参照危险废物进行管理。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 60kg，年排放量为 720kg。

（2）废水

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活污水，预计月排放量为 4.8m^3 ，年排放量为 57.6m^3 。

（3）废气

X 射线探伤机在工作状态时，会电离产生少量臭氧和氮氧化物。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施**1.工作场所布局及分区**

针对本项目新建的移动式X射线探伤项目探伤作业时，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。根据现场具体情况，探伤作业人员根据理论计算结果并结合实践经验划定控制区与监督区，并利用便携式X-γ剂量率仪进行检测修正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。开展移动探伤时，控制区边界的周围剂量当量率为 $15\mu\text{Sv/h}$ ，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。应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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，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。

该布局满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区要求。

2.工作场所污染防治措施**（1）X 射线探伤机存放安全防护措施**

建设单位公司内设有 X 射线探伤机存储库房，无探伤任务时本项目 13 台 X 射线探伤机放置于存储库房内。本项目 13 台 X 射线探伤机只在库房储存，不在其内使用，库房设置防盗门、防盗窗，设置视频监控，拟设置双人双锁，平时 X 射线探伤机放置在库房中，钥匙由专人保管。

（2）X 射线探伤机固有安全防护措施

本项目 X 射线探伤机设置有控制箱（见图 9-1），控制箱设置有如下安全防护措施：

- ①设置有显示器，能够显示管电压、管电流、照射时间及设定值。
- ②设置有开关按钮，只有在打开开关按钮后，X 射线管才能出束。
- ③设置有急停开关，当发生紧急情况时，通过快速按下此按钮来关闭 X 射线探伤机。

（3）现场探伤时安全防护措施

①现场探伤工作之前，探伤现场负责人对工作环境进行评估，与委托单位协商适当的地点和探伤时间，均选择在无人的夜间进行探伤作业（22:00~次日 5:00 进行）；本项目探伤对象主要为焊接件的焊缝，常用材质为钢板。

②公司通过在工程探伤现场张贴探伤通知、委托单位各部门发布探伤通知，涉及厂区外公众散发探伤通知，通知内容包括：探伤对象、探伤时间、探伤实际地点、探伤安全范围、探伤拟采取的安全防护措施等，同时强调进入辐射区域的危害；收集相关部门及公众的反馈意见，确保移动探伤现场的安全。

③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，以防发生误照射事故。

④移动探伤过程中按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）要求划定控制区和监督区，要求控制区边界周围剂量当量率不超过 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界周围剂量当量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，并在控制区边界设置“禁止进入射线工作区”警告牌、提示“预备”“照射”状态的指示灯、声音提示装置及电离辐射警告标志；在监督区边界上悬挂醒目的“无关人员禁止入内”的警告牌、电离辐射警告标志及警示语，设专人警戒。在清理完现场确保场内无其他人员后，开机探伤。

⑤控制区拟采取警戒绳将控制区范围进行圈定，确保无人员进入控制区，安排人员进行巡查，当控制区太大或存在某些地方不能看到，增加专人在边界巡逻、看守，禁止无关人员靠近监督区。

⑥在试曝光期间，将测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确，必要时将调整控制区的范围和边界，同时记录巡检结果。

⑦公司将采取警示信号指示装置，且通过剂量联锁装置与探伤机联锁，确保正确反映探伤现场工作情况。

⑧各个现场探伤配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前，对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式剂量仪一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常终止。

⑨探伤作业时，开展现场探伤工作的 X 射线探伤机配备有 3 名辐射工作人员，每名辐射工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，且一直处于开机状态。

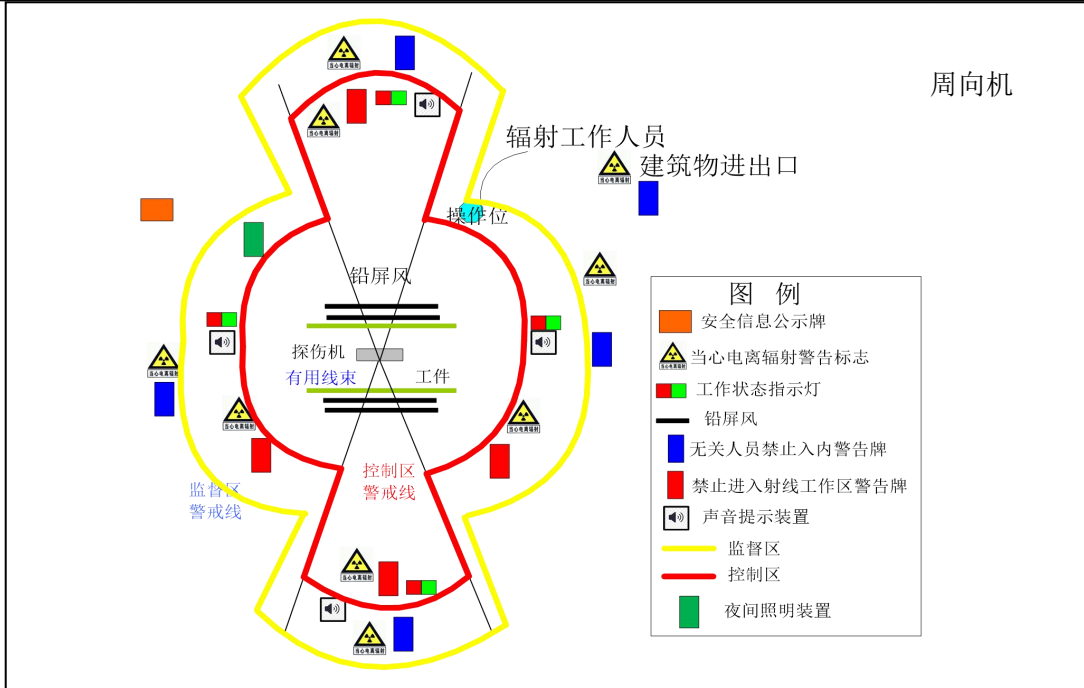
⑩探伤作业人员每次对工作现场情况进行记录。

⑪公司将建立射线装置使用台账，使用 X 射线探伤机进行台帐登记。

公司拟采取辐射安全防护和环保设施一览表见表 10-1。

表 10-1 辐射安全防护和环保设施一览表

项目	环保设施（每组配备数量）	防护用品总数	应用位置
辐射防护	警告牌至少 8 个(控制区边界至少 4 个、监督区边界至少 4 个)	警告牌至少 24 个	控制区边界及监督区边界
	安全警示线 1000 米	安全警示线 3000 米	控制区边界及监督区边界
	电离辐射警告标志至少 9 个（移动探伤现场至少 8 个、建筑物进出口 1 个）	电离辐射警告标志至少 27 个	控制区、监督区边界
	安全信息公告牌 1 个，面积不小于 2 平方米，公示信息采取喷绘（印刷）方式进行制作	安全信息公告牌 3 个	建筑物进出口
	个人剂量计 3 个	个人剂量计 9 个	辐射工作人员佩戴
	个人剂量报警仪 3 个（可看见数值）	个人剂量报警仪 9 个	辐射工作人员携带
	便携式 X-γ剂量监测仪 1 台	便携式 X-γ剂量监测仪 3 台	辐射工作人员携带
	工作状态指示灯（剂量联锁装置）4 个（剂量联锁逻辑图 10-2）	工作状态指示灯（剂量联锁装置）12 个	控制区边界
	声音提示装置 4 个	声音提示装置 12 个	控制区内
	夜间照明装置若干	若干	控制区边界
安全装置	2mm 铅屏风 2 块，3mm 铅屏风 2 块，1mm 铅屏风 2 块（0.8m*1m）	2mm 铅屏风 6 块，3mm 铅屏风 6 块，1mm 铅屏风 6 块	X 射线探伤机四周及主射线方向
辐射安全		库房设置双人双锁、防盗门、防盗窗，设置视频监控	X 射线探伤机存储库房



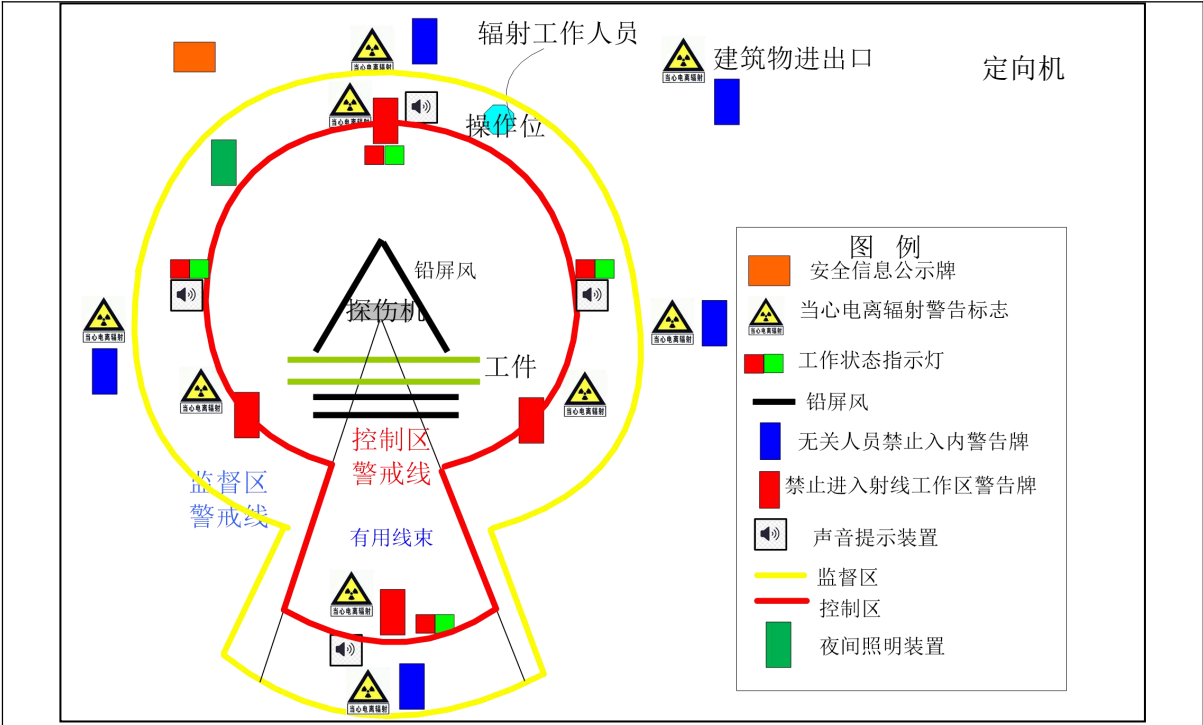
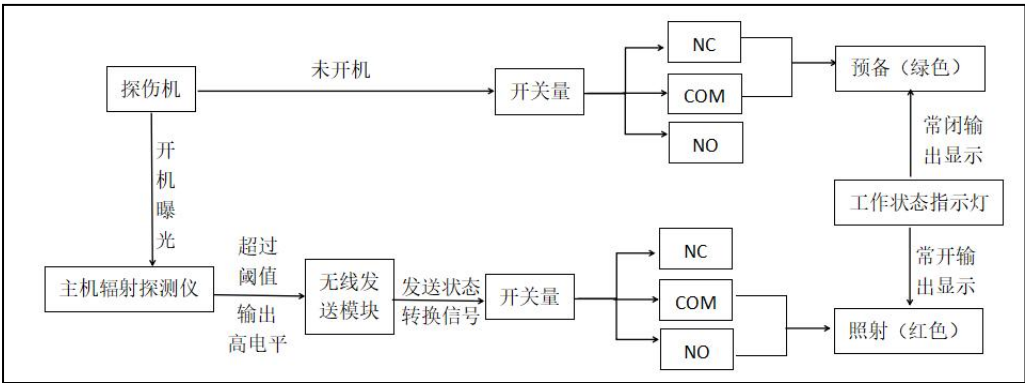


图 10-1 本项目辐射安全设施布置示意图



注：NC：常闭；COM：公共端；NO：常开。

图10-2 本项目工作状态指示灯剂量联锁逻辑图

公司拟开展移动式 X 射线探伤，公司承接的项目现场一般位于委托公司的厂区内或野外探伤现场，各探伤现场情况及周边环境将存在较大差异，公司在客户单位实施现场探伤之前，开具探伤作业票，对工作环境进行全面的评估，评估内容包括工作地点的选择、警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间、探伤现场负责人等，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，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）周围开展移动探伤作业，如果工程区域周围有人群等敏感目标，作业时间尽量避开公众活动的高峰时段，或将工件转移至其他空旷地带进行探伤，否则将改用其他非放射性方式进行检

测。综上所述，本项目拟采取的辐射安全防护措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关要求，是可靠且合理可行的。

三废的治理

1.固体废物

本项目运行后工作人员会产生一定量的生活垃圾，本项目产生的生活垃圾由公司统一收集后，交给环卫部门清运。

本项目评片和洗片过程可能会产生废胶片、胶片清洗废水及废显（定）影剂。在产生胶片清洗废水及废显（定）影剂后立即用废液桶收集，并运至危废库中胶片清洗废水及废显（定）影剂存放区域；废胶片在工作结束后收集运至危废库中废胶片存放区域；废胶片、胶片清洗废水及废显（定）影剂入库时在危险废物管理台账中如实记录。定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。

危废库将按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求建设，能够防雨淋、防风、防晒，地面采用防渗水泥建设。危废库内设消防设施，防止出现火灾。危废库门上张贴环保标识牌，明确危险废物种类，建设单位制定危废库管理制度，危废库由专人管理，做好危险废物情况的记录。本项目危废库位置见附图 3。

本项目运行后预计每年产生 600kg 废显（定）影剂、180kg 废胶片及 1800kg 胶片清洗废水，属于危险废物（胶片清洗废水（含重金属）参照危险废物进行管理），建设单位已与有资质单位签订危废废物收集处置协议书。危废库内划定的废胶片、胶片清洗废水及废显（定）影液存放区域确保满足本项目的存放需求。建设单位应定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质单位转运。

建设单位将按照《省生态环境厅关于做好江苏省危险废物全生命周期监控系统上线运行工作的通知》等管理规定，制定危险废物管理计划、建立危险废物管理台账，在江苏省固体废物管理信息系统中实时申报危险废物的产生、贮存、转移等相关信息，在系统中打印的危废标志标识按规范要求张贴，实施对危险废物的规范化管理。

2.液体废物

本项目运行后工作人员会产生一定量的生活污水，产生的生活污水进入出租方污水管道，最终进入污水处理站处理。

3.气体废物

本项目作业地一般位于委托企业厂区内或野外探伤现场，X 射线探伤机工作时会

使周围空气电离产生极少量臭氧和氮氧化物，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，X 射线探伤机运行过程中产生的少量臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。

4.探伤设施的退役

本项目工业探伤设施不再使用，本项目 13 台 X 射线探伤机应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）6.3 要求实施退役。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响 本项目 X 射线探伤机存储库房由设备室改建，改建施工量较少。危废库、暗室均依托现有房间进行改建，施工过程中的扬尘、噪声、废水、固废，主要是通过施工管理等措施来进行控制。 本项目施工过程中会产生一定扬尘，属于无组织排放，建设单位拟及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；施工期噪声包括改建、新建施工过程产生的噪声，由于周围均为企业，施工噪声对周围环境的影响较小。施工期废水主要为施工人员的生活污水和施工废水。施工废水拟先经简易沉淀设施进行沉淀处理后，用于施工场地泼洒或水泥砂浆的配制；施工人员产生的生活污水拟依托公司内现有的污水处理设施处理后排放。施工期固废主要是装修过程中产生的固体废物和施工人员的办公垃圾，装修固体废物为一般固废，依托厂区现有垃圾收集设施处理；部分与办公垃圾一同依托厂区现有垃圾收集设施收集。 该单位在施工期间认真搞好组织工作，文明施工，切实落实各种环保措施，将施工期的影响控制在公司内局部区域，改建工程施工量较小，对周围环境影响较小。
运行阶段对环境的影响 1. 辐射环境影响分析 本项目移动式X射线探伤地点为委托企业厂区内或野外探伤现场，探伤对象为各种焊接件，包括压力容器、管道、锅炉等，常用材质为钢，单层工件或管道壁厚约为2~60mm。一般使用定向探伤机时探伤机位于工件外部，主射线方向上屏蔽厚度可视作2层管件厚度；使用周向探伤机时探伤机位于工件内部，主射线方向上可视为1层管件厚度。 公司探伤时同一时间只开展一个场所探伤，而且不存在两台探伤机在同一场所同时开机探伤的情况，平均每组辐射工作人员操作探伤机年探伤曝光时间约300h。本项目的辐射源强主要包括X射线有用射束辐射、泄漏辐射、散射辐射。 本项目移动式X射线探伤是根据待检测的工件厚度选用相应的探伤机管电压及管电流。本项目XXG-2505D型X射线探伤机一般用于对厚度为2mm~40mm的工件进行探伤，XXGH-3005Z型X射线探伤机一般用于对厚度为40mm~50mm的工件进行探伤，XXG-3505D型X射线探伤机一般用于对厚度为50mm~60mm的工件进行探伤，

XXGH-3505P型X射线探伤机一般用于对厚度为50mm~57mm的工件进行探伤。探伤时根据工件的不同厚度选取探伤机并调节管电压，工件越厚，其选取的管电压也越大。本次评价分别选取使用如下四种场景进行保守预测：

①使用XXG-2505D型定向X射线探伤机满功率运行时（管电压为250kV，管电流为5mA），对单壁厚度为2mm的工件进行理论预测（使用定向探伤机时位于工件外侧，胶片贴于工件内侧第一层管壁外，有用射线方向屏蔽厚度计算为2层共计为4mm钢）。

②使用XXGH-3005Z型周向X射线探伤机满功率运行时（管电压为300kV，管电流为5mA），对单壁厚度为40mm的工件进行理论预测（使用周向探伤机时位于工件内部，有用射线方向屏蔽厚度计算为1层共计为40mm钢）。

③使用XXG-3505D型定向X射线探伤机满功率运行时（管电压为350kV，管电流为5mA），对单壁厚度为50mm的工件进行理论预测（使用定向探伤机时位于工件外侧，胶片贴于工件内侧第一层管壁外，有用射线方向屏蔽厚度计算为2层共计为100mm钢）。

④使用XXGH-3505P型周向X射线探伤机满功率运行时（管电压为350kV，管电流为5mA），对单壁厚度为50mm的工件进行理论预测（使用周向探伤机时位于工件内部，有用射线方向屏蔽厚度计算为1层共计为50mm钢）。

本项目考虑有用线束使用铅屏风遮挡和工件钢板厚度的屏蔽效果。建设单位将根据最大投射野面积、探伤机距工件最大距离定制铅屏风，确保铅屏风能够遮挡有用线束。计算时保守选取不同管电压下透射工件对应厚度范围中最薄的钢板厚度。

（1）有用线束方向辐射环境影响估算

主射束预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT 250-2014）4.1 有用线束的公式（1）导出控制区、监督区的距离计算公式（2）。

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \dots\dots\dots \text{（公式 1）}$$

$$\text{导出：} \quad R = \sqrt{\frac{I \cdot H_0 \cdot B}{\dot{H}}} \quad \dots\dots\dots \text{（公式 2）}$$

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；控制区取 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区取 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ，取值见表 9-2；

B ：屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

中附录 B 中的表 B.2，取得 250kV 下铅的什值层为 2.9mm，300kV 下铅的什值层为 5.7mm，350kV 下铅什值层厚度内插为 6.95mm，再根据 $B=10^{-X^{TVL}}$ 计算得到相应电压对应下的透射因子；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

表 11-1 主射线方向控制区和监督区距离估算

探伤机类别	XXG-2505D 型 定向探伤机	XXGH-3005Z 型周 向 X 射线探伤机	XXG-3505D 型定 向 X 射线探伤机	XXGH-3505P 型周 向 X 射线探伤机
有铅屏风遮挡				
工件厚度/ 等效铅厚度				
补偿屏蔽配备铅屏风				
共计铅厚度（mm）				
H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$				
I （mA）				
屏蔽透射因子 B				
控制区距离（m）				
监督区距离（m）				
工件厚度/ 等效铅厚度				
补偿屏蔽配备铅屏风				
共计铅厚度（mm）				
H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$				
I （mA）				
屏蔽透射因子 B				
控制区距离（m）				
监督区距离（m）				

根据表11-1中的理论预测结果可知，在有用线束方向未增加5mm铅屏蔽时，控制区范围最大约为528m，监督区最大约为1292m。很大一部分厂区可能无法满足该距离要求。因此，在实际开展现场探伤过程中，企业需使用铅屏风做好有用线束方向的屏蔽防护。

（2）非有用射束方向控制区、监督区距离理论估算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）漏射线及散射线计算公式（3）及公式（4）：

$$\text{漏射线: } \dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B_2}{R^2} \quad \dots\dots \text{（公式 3）}$$

$$\text{散射线: } \dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B_1}{R^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \dots\dots \text{（公式 4）}$$

考虑漏射线、散射线叠加剂量影响, 根据公式 (3)、公式 (4) 导出控制区、监督区的距离计算公式 (5)

$$R = \sqrt{\frac{I \cdot H_0 \cdot B_1 \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} + \dot{H}_L \cdot B_2}{\dot{H}}} \quad \dots\dots \text{（公式 5）}$$

式中: R : 辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, m。

$\dot{H}$: 关注点处剂量率, $\mu\text{Sv/h}$; 控制区取 $15\mu\text{Sv/h}$, 监督区取 $2.5\mu\text{Sv/h}$;

$\dot{H}_L$: 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

B_1 : 散射线屏蔽透射因子; 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中附录 B 中的表 B.2, 200kV 下铅的半值层厚度为 1.4mm, 250kV 下铅半值层厚度为 2.9mm, 再根据 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ 计算得到相应电压对应下的透射因子;

I : X 射线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, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$, 取值见表 9-2;

B_2 : 漏射线屏蔽透射因子; 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中附录 B 中的表 B.2;

$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$: 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) B.4.2 取 0.02。

根据公式 (5), 保守估算出漏射线、散射线叠加后, 控制区和监督区的边界范围。

表 11-2 漏射、散射方向控制区和监督区距离估算表

探伤机类别	XXG-2505D 型 定向探伤机	XXGH-3005Z 型周 向 X 射线探伤机	XXG-3505D 型定 向 X 射线探伤机	XXGH-3505P 型周 向 X 射线探伤机
有铅屏风遮挡				
散射				
散射能量 (kV)				
H_0 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$				
$I(\text{mA})$				

$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	
补偿屏蔽配备铅屏风	
屏蔽透射因子 B ₁	
$\dot{H}_L$	
屏蔽透射因子 B ₂	
控制区距离 (m)	
监督区距离 (m)	
散射能量 (kV)	
H_0 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$	
I(mA)	
$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$	
屏蔽透射因子 B ₁	
$\dot{H}_L$	
屏蔽透射因子 B ₂	
控制区距离 (m)	
监督区距离 (m)	

表11-3 控制区、监督区范围汇总表（考虑铅屏风）

探伤机型号	控制区 (m)	监督区 (m)
XXG-2505D型X射线探伤机		
XXGH-3005Z型X射线探伤机		
XXG-3505D型X射线探伤机		
XXGH-3505P型X射线探伤机		

由理论计算结果可知，在预测的条件下，本项目 XXG-2505D 型 X 射线探伤机满功率开机条件下，控制区范围最大约为 73m，监督区范围最大为 178m；本项目 XXGH-3005Z 型 X 射线探伤机满功率开机条件下，控制区范围最大约为 91m，监督区范围最大为 221m；本项目 XXG-3505D 型 X 射线探伤机满功率开机条件下，控制区范围最大约为 73m，监督区范围最大为 179m；本项目 XXGH-3505P 型 X 射线探伤机满功率开机条件下，控制区范围最大约为 89m，监督区范围最大为 218m。

上述计算结果是保守选取 X 射线探伤机满功率运行时探伤相应厚度范围中最薄工件进行预测的理论最大值，实际探伤过程中，射线能量是根据被检工件的厚度进行

调节，上述结果仅为本项目 X 射线现场探伤控制区和监督区的划分提供参考。实际探伤过程中还会受到探伤场所例如在委托厂区内探伤时实心砖墙、混凝土墙、厂区围墙及大型设备等屏蔽物等的屏蔽，影响到控制区及监督区的划分，同时探伤过程中 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等都会使辐射场的辐射剂量水平下降，从而缩小控制区和监督区的范围。

因此在实际探伤过程中探伤工作人员应根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求，在第一次曝光开始前，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，借助辐射环境巡测仪进行检测或修正，将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 以上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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区，在厂区内探伤时划区过程中要着重考虑超出厂界外理论划区范围的周围剂量当量率。

以上理论计算出的距离仅是理想情况下，实际由于特殊情况存在，铅屏风不一定能实现完全遮挡，可能存在一定的缝隙会漏射线，因此，本项目的理论计算出的距离仅供参考，现场探伤时，仍需严格落实好铅屏风遮挡，按照实测值进行划区。

2. 保护目标剂量评价

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中 3.1.1，参考点的年剂量参考控制水平估算：

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \dots\dots \text{（公式 6）}$$

式中： H_c ：参考点的年剂量参考控制水平， $\mu\text{Sv/年}$ ；

$\dot{H}_{c,d}$ ：参考点处周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ：装置年照射时间， h/年 ；

U ：装置向关注点方向照射的使用因子；

T ：人员在相应关注点驻留的居留因子。

鉴于现场探伤工作的工作场所各不相同，本次评价采用边界控制限值开展剂量估算。无锡金超检测科技有限公司拟为本项目配备 9 名辐射工作人员，共 3 个探伤小组。根据建设单位提供资料，平均每组预计年拍片量约 6000 张，单次平均探伤曝光时间 3min，则公司移动探伤预计每年每名移动探伤工作人员开展 X 射线探伤时间最大为 300h，X 射线探伤机使用因子为 1，探伤人员在控制区边界外进行作业，周围剂量当

量率不超过 $15\mu\text{Sv/h}$ ，居留因子取 1，则其年有效剂量最大为 4.5mSv ；

根据操作规范，在每次现场探伤作业前，建设单位都需将探伤计划（包括探伤时间、地点等）告知探伤作业所涉及区域及周边的相关部门及相关人员，严格执行清场工作。探伤作业一般均在晚上等现场其他非辐射工作人员下班后进行。

建设单位在进行现场探伤前划定控制区和监督区，公众成员不得进入监督区区域，监督区边界外的周围剂量当量率低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，则公众保守按照 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 估算，因 X 射线探伤机操作现场不固定，每年在同一地点探伤保守取 200 次，单次平均探伤曝光时间 3min，居留因子保守取 1，则公众年有效剂量最大为 0.025mSv 。本项目运行后工作人员和公众年累积受照剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标中对工作人员和公众剂量约束值要求。

无锡金超检测科技有限公司拟对工作人员开展个人剂量监测，公司应根据每季度个人剂量监测报告，合理安排辐射工作人员岗位，确保工作人员剂量满足剂量约束值要求。如有剂量超标，应及时查找原因，及时调整工作人员岗位，并上报生态环境主管部门备案。

事故影响分析

本项目可能发生的辐射事故：

- 1) X 射线探伤前清场不完全或在探伤过程中，警戒工作未到位，致使公众误入探伤区域，使其受到超剂量的外照射；
- 2) 探伤现场选择及现场控制区、监督区划分不合理，检测过程中未对两区边界辐射水平进行检测，对工作人员和现场周围公众造成照射；
- 3) 探伤人员违反操作规程强行探伤，对工作人员和现场周围公众造成照射。

本项目针对上述可能发生的辐射事故提出预防措施：

- 1) 发现人员误入或未完全清场时应立即停止探伤机曝光，核算人员误照射剂量，并及时到专业医院就诊检查治疗。
- 2) 建设单位制定各项管理制度并严格按照要求执行，加强人员培训，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。
- 3) 移动 X 射线探伤前应确保完全清场下进行探伤作业，辐射工作人员使用辐射巡检仪进行巡检，发现异常情况应立即停止出束，并检查排除异常，并做好记录。

4)对辐射工作人员造成意外照射,应及时检测辐射工作人员所佩戴的个人剂量计,剂量超标则人员应及时调岗,并及时到专业医院就诊检查治疗。

5)辐射工作人员通过考核后方能从事探伤作业,同时定期进行辐射安全与防护培训,提升安全与防护意识。

6)公司定期对探伤机进行检查、维护,发现问题及时维修;严格要求辐射工作人员按照操作规程进行探伤操作,每次探伤前对探伤机进行检查,确保各项安全措施有效运行;同时针对可能发生的辐射安全事故,完善切实可行的辐射事故应急预案,以能够有序应对事故。此外,公司应制定应急计划演练,配备应急物品,通过演练确定应急措施是否可行。同时公司应在今后的工作实践中不断完善辐射安全制度,提高制度的可操作性。

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和防护管理办法》《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；工作人员必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的考核。

无锡金超检测科技有限公司拟成立相应的辐射安全管理机构，并将以文件形式明确各成员管理职责；建设单位将安排 9 名辐射工作人员（其中 1 人为辐射防护负责人）自主学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，在上岗前取得考核合格证。以后如有新增辐射工作人员，建设单位应及时组织其自主学习后，通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台或者微信小程序“HJSly”报名并参加考核（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）。建设单位所有辐射工作人员必须通过考核后方能正式进行探伤作业，管理人员考核类型为“辐射安全管理”，辐射工作人员考核类型为“X 射线探伤”。

公司拟委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量检测，并组织辐射工作人员上岗前进行职业健康体检，在岗期间定期复检，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查，建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

辐射安全管理规章制度

本项目为新建移动式 X 射线探伤项目，无锡金超检测科技有限公司目前暂未制定相关辐射安全管理制度，公司应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定相关的辐射安全管理制度及探伤操作规程。现本报告提出如下建议：

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

探伤操作规程：明确探伤工作人员的资质条件要求（包括辐射工作人员考核合格证书及 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格）、X 射线探伤机操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施（包含警告牌、警戒绳、工作状态指示灯等），重点是明确 X 射线探伤操作步骤以及探伤过程中必须采取的辐射安全措施。同时需明确在探伤过程中，同一时间只在一个场所开展探伤工作，每个移动探伤小组每次仅允许使用 1 台 X

射线探伤机。

辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是X射线探伤机的运行和维修时辐射安全管理。

人员培训计划：制定人员培训计划，明确辐射工作人员应参加并通过“X 射线探伤”类考核，兼任辐射防护负责人的辐射工作人员还应通过“辐射安全管理”类考核，考核合格后方可上岗，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。明确管理层人员在辐射安全中的法定责任和义务，应安排其接受专项辐射安全培训，重点涵盖法律法规责任、应急指挥决策及资源保障要求等，确保其具备履行辐射安全领导责任的知识与决策能力，从管理源头保障防护体系有效落实。

设备检修维护制度：制定设备检修维护制度，明确本项目探伤机、监测仪器、警示灯在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。重点是剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

射线装置使用登记、台账管理制度：根据射线装置使用具体情况制定，重点是射线装置使用状况、出入库等的记录。

监测方案：制定本项目监测方案，方案中应明确监测仪器定期送有资质单位检定或校准，写明检定周期，或定期进行内部仪器比对；明确监测频次和监测项目（内容）、监测范围、监测布点等，做好相应监测记录，监测应该关注重点部位，监测结果存档，并定期上报生态环境行政主管部门。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。工作场所及周围环境监测中发现异常情况的，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行政主管部门报告。

辐射事故应急措施：针对X射线探伤作业可能产生的辐射污染情况完善事故应急措施，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》（环发[2006]145号文）的要求，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在1小时内向当地生态环境保护部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

公司应尽快制定相关管理制度，并严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

辐射监测

1. 监测方案

1) **委托监测：**建设单位应委托有资质单位定期对移动探伤现场周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1~2 次；凡属下列情况之一时，应由有相应资质的技术服务机构进行此项监测：

- a) 新开展现场射线探伤的单位；
- b) 每年抽检 1 次；
- c) 在居民区进行的移动式探伤；
- d) 发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25mSv。

2) **验收监测：**建设单位在取得《辐射安全许可证》后应委托有资质的单位对探伤作业现场开展 1 次验收监测，编制自主验收监测（调查）报告。

3) **个人剂量监测：**委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，个人剂量计定期（不超过 3 个月）送检，并建立个人剂量档案；发现个人剂量异常的，展开调查，检测结果确属超剂量照射或未能按时反馈处理意见的，个人剂量监测技术服务机构按照相关法规要求上报至相关监管部门。

4) **自行监测：**日常公司的辐射安全管理人员应在探伤期间对移动探伤场所周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录。若发现辐射异常情况，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行政主管部门报告。

表12-1 辐射监测方案

监测对象	监测项目	监测因子	监测方式	监测周期	监测点位	结果评价
移动探伤现场	验收监测	X-γ周围剂量当量率	委托有资质单位进行	项目运行前 1 次	在 X 射线探伤机处于照射状态，用便携式 X-γ剂量率仪从探伤位置四周由远及近测量周围剂量当量率，以 15μSv/h 为控制区边界，以 2.5μSv/h 为监督区边界。	控制区边界不应超过 15μSv/h；监督区边界不应超过 2.5μSv/h。
	年度监测		委托有资质单位进行	每年 1~2 次		
	委外监测		委托有资质单位进行	新开展现场射线探伤的单位或发现个人季度剂量（3 个月）可能超过 1.25mSv 时		
				在居民区进行的		

				移动式探伤		
	自主监测		自行监测	每次探伤时		
辐射工作人员	个人剂量当量	个人剂量当量	委托有资质单位进行	每 3 个月一次	/	剂量约束值： 5mSv/年

2. 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》及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等要求，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；公司拟为本项目配置3台辐射剂量巡测仪（应采用电离室类型的辐射检测仪器，并将定期对其开展检定/校准工作）及9台个人剂量报警仪。项目运行后公司应定期对移动探伤现场周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

公司将委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，并定期组织职业健康体检，为辐射工作人员建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

辐射事故应急

无锡金超检测科技有限公司拟设置以法人代表为组长的辐射事故应急小组，并制定《辐射事故应急方案》，根据本项目可能产生的辐射事故情况制定辐射事故应急预案，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、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- （3）应急演练计划；
- （4）辐射事故分级与应急响应措施；
- （5）辐射事故调查、报告和处理程序。

公司应依据《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》（环发〔2006〕145号文）、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第18号）及《江苏省辐射污染防治条例》的要求，发生辐射事故或者发生可能引发辐射事故的运行故障时，单位应当立即启动本单位的应急方案，采取必要防范措施，在1小时内向所在地生态环境保护部门、公安部门和卫生健康部门报告，并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故发生后公司应积极配合生态环境保护部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

建设单位将重视辐射安全管理，严格执行相关规章制度，并在实际工作中不断完善探伤相关的操作规程和辐射安全管理制度，每月应对 X 射线探伤机进行检查、维护，每 3 个月应对其性能进行全面检查、维护，发现问题应及时维修；并针对 X 射线探伤机可能出现的事故完善切实可靠的辐射事故应急预案，平时工作中还应加强辐射工作人员辐射防护知识的培训，树立辐射安全意识，尽可能避免辐射事故的发生。公司应经常监测移动探伤现场周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全设施有效运转。

表 13 结论与建议

结论 1.实践正当性 无锡金超检测科技有限公司拟配备 13 台 X 射线探伤机对焊接件的焊缝进行无损检测，能够确保委托单位制造安全系数更高的工件，从而保障产品安全，减少安全事件发生的可能性。在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，对周围环境、职业人员或公众影响较小。因此在考虑了社会、经济及其他综合因素后，能够认为本项目为社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）4.3.1.1 对于“实践的正当性”的要求。 2.与产业政策的相符性 本项目使用X射线探伤机对委托单位焊接件的焊缝进行质量检测，出具检测报告，用于对工件产品质量进行判定，从本质上来说，本项目属于检验检测机构的检测业务。根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号，本项目属于该指导目录中鼓励类第三十一项“科技服务业”中第1条“质量认证和检验检测服务”，符合国家现行产业政策。 3.选址、分区 无锡金超检测科技有限公司位于无锡市滨湖区胡埭工业园北区莲杆路 3 号，租赁无锡锡湖锅炉有限公司厂区内办公楼（共 3 层）作为办公区域，四周均为无锡锡湖锅炉有限公司厂内区域。公司拟将办公楼 1 层北部设备室改造为本项目 X 射线探伤机存储库房，库房北侧、南侧均为试验室，库房正上方二层为业务室；拟将一层南部办公室区域内的闲置用房改造为本项目暗室，暗室北侧房间改造为本项目危废库，暗室东侧房间改造为本项目评片室。 公司在客户单位实施现场探伤之前，开具探伤作业票，对工作环境进行全面的评估，评估内容包括工作地点的选择、警戒的安全距离、附近的公众、探伤时间、探伤现场负责人等，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。 公司承接的移动探伤现场一般位于委托企业厂区内或野外探伤现场，各探伤现场情况及周边环境将存在较大差异，探伤时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）周围开展移动探伤作业，如果

工程区域周围有人群等敏感目标，作业时间尽量避开公众活动的高峰时段，或将工件转移至其他空旷地带进行探伤，否则将改用其他非放射性方式进行检测。公司租赁区域均为办公室等场所，存储库房仅作为 X 射线探伤机存储使用，公司严禁在存储库房内使用、调试 X 射线探伤机。本项目周围环境保护目标主要为探伤辐射工作人员以及探伤现场周围公众。

在实际探伤过程中，探伤工作人员根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)的要求，在第一次曝光开始前，探伤现场负责人根据理论估算值和经验划定并标志出控制区、监督区边界；在试曝光期间，借助辐射环境巡测仪进行检测或修正，将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 以上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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区。该分区基本满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中现场探伤分区设置要求。探伤期间通过辐射剂量巡测对边界进行检测或修正，确信场内无其他人员后开始探伤。

4.辐射安全措施

无锡金超检测科技有限公司在进行移动X射线现场探伤时严格按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)划定控制区和监督区。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、声音提示装置及电离辐射警告标志；在监督区边界设置场界警戒绳，悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，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告标志和警告标语等提示信息。探伤现场拟配置有明显的区别提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁；在控制区的所有边界都能清楚地听见或看见“预备”信号和“照射”信号。探伤现场有专人在周围巡逻，禁止无关人员靠近监督区，当控制区太大或存在某些地方不能看到，增加专人在边界巡逻、看守。

本项目X射线探伤机存储库房拟设置双人双锁、防盗门、防盗窗及视频监控，建立射线装置使用台账，每次使用探伤机均进行记录；拟配置13台X射线探伤机，均设置有开关按钮。

公司在项目运行前拟为本项目配置3台辐射剂量巡测仪和9台个人剂量报警仪，符合移动探伤监测设备的配备要求。本项目所有辐射工作人员在开展探伤任务时，需将个人剂量计、个人剂量报警仪规范佩戴。

5.环境影响结论

根据理论计算结果,本项目运行后辐射工作人员和周围公众成员年受照有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)剂量限值和本项目管理目标限值的要求(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)。

X射线探伤机工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧和氮氧化物,臭氧在常温常压下稳定性较差,可自行分解为氧气,X射线探伤机运行过程中产生的少量臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。本项目产生的废胶片、废显(定)影剂及胶片清洗废水分类存储并委托有资质的单位处置,建设单位已与有资质的单位签订危险废水处置协议,产生的危废交由该单位处理。综上,项目对环境影响较小。

6.辐射环境管理

公司拟成立辐射安全管理机构,并以文件形式明确各成员管理职责;公司拟制定相关管理规章制度,公司应在以后工作中不断完善相关制度。公司应每年委托有资质的单位对移动探伤现场进行年度监测。

本项目拟配备9名辐射工作人员,公司应组织9名辐射工作人员参加培训并通过辐射安全和防护专业知识考核后才可上岗。公司应委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量检测,并组织辐射工作人员上岗前进行职业健康体检,在岗期间定期复检,两次检查的时间间隔不超过2年,必要时增加临时性检查,公司应建立工作人员剂量档案和职业健康监护档案,应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁,或者停止辐射工作三十年。

综上所述,无锡金超检测科技有限公司新建移动式X射线探伤项目符合实践正当化原则,拟采取的辐射安全和防护措施适当,工作人员及公众受到的年有效剂量符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于“剂量限值”的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后,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,其设施运行对周围环境产生的影响较小,故从辐射环境保护角度论证,项目可行。

建议和承诺

1)该项目运行后,应严格遵循操作规程,加强对操作人员的培训,杜绝麻痹大意思

想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2)各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

4) 建设单位在获得本项目环评批复后且项目建成后根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求申领辐射安全许可证。

5) 根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后及时进行竣工环保验收。

6) 建设单位应按照江苏省生态环境厅发布的《核技术利用单位辐射安全标准化建设指南（工业射线探伤类）》编制自评估报告，每年一月各单位根据上一年度辐射安全改进提升情况再次进行自评估，自评估报告作为年度评估报告附件，于1月31日前一并上传至国家核技术利用申报系统。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：	
经办人	公 章 年 月 日
审批意见：	
经办人	公 章 年 月 日

附表 污染防治措施“三同时”措施一览表

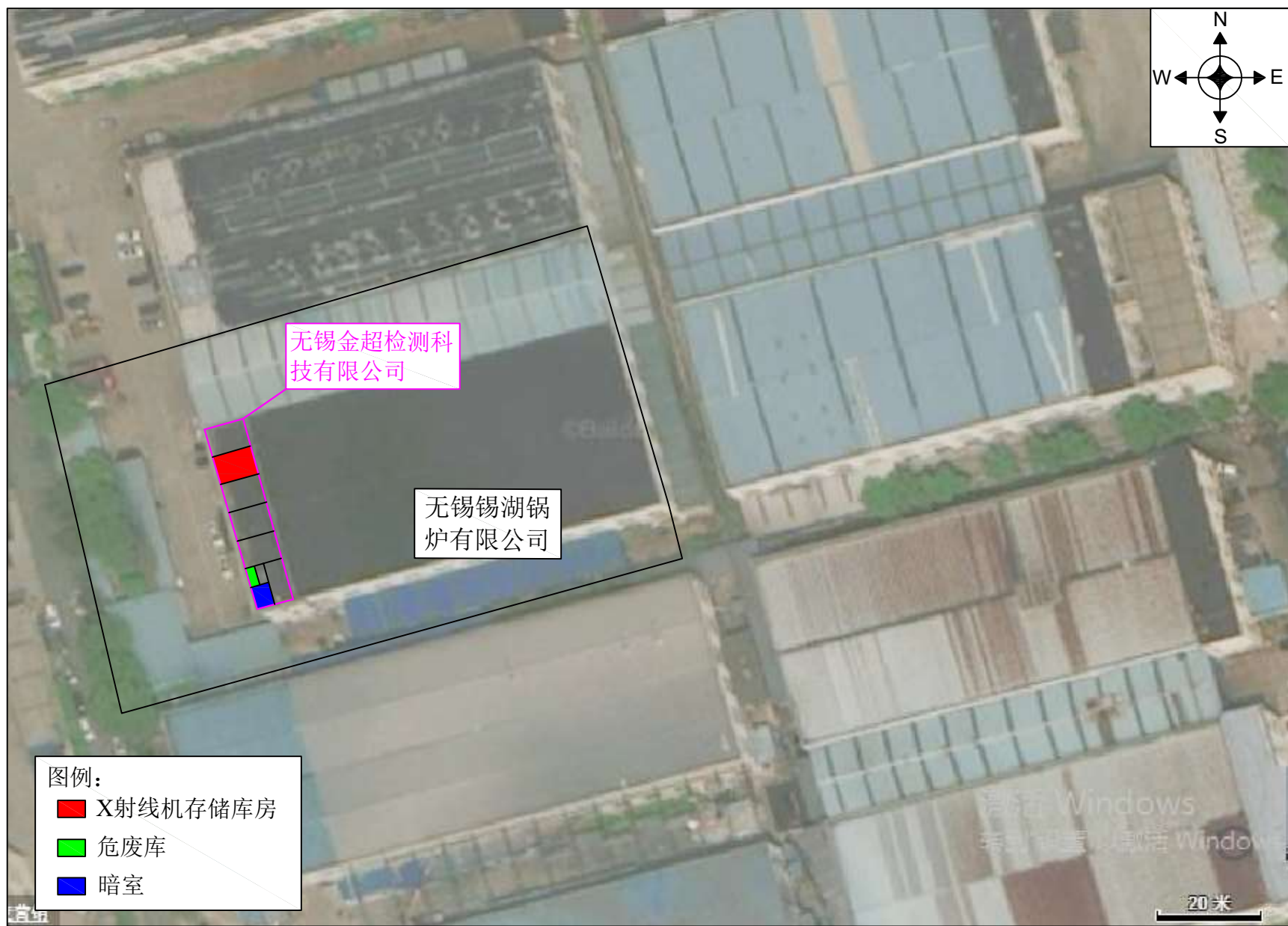
项目	“三同时”措施	预期效果	环保投资估算 (万元)
辐射防护措施	X 射线现场探伤时，在第一次曝光开始前，探伤现场负责人根据理论估算值和经验划定并标志出控制区、监督区边界；在试曝光期间，借助辐射环境巡测仪进行检测或修正，将作业场所中周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv/h}$ 以上的范围内划为控制区，将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区。 根据现场实际情况采取切实有效措施（如疏散人员或调整设备参数等），确保 X 射线现场探伤时边界满足监督区边界剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 要求。配备 2mm 铅屏风 6 块，3mm 铅屏风 6 块，1mm 铅屏风 6 块。	控制区边界周围剂量当量率不大于 $15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)。辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。	
污染防治措施	废气：X 射线探伤机在工作状态时，会电离产生少量臭氧和氮氧化物。臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物环境影响较小。 危废：本项目产生的废胶片、废显（定）影剂及胶片清洗废水集中暂存于拟建的危废库中专门区域（需张贴设置危险废物识别标志），定期按照危险废物电子或者纸质转移联单由有资质的合同单位转运。	臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小，符合排放标准。废胶片、废显（定）影剂及胶片清洗废水暂存后交由有资质单位处理。	定期投入
辐射安全措施	配备警戒绳 3000m、警告牌至少 24 个，电离辐射警告标志至少 27 个，安全信息公告牌 3 个，工作状态指示灯（剂量连锁装置）12 个，声音提示装置 12 个，照明装置若干，控制区警告牌应写明“禁止进入射线工作区”，监督区警告牌应写明“无关人员禁止入内”。	满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)。	
	拟购置 3 台辐射巡测仪、9 台个人剂量报警仪。	根据《辐射环境监测技术规范》HJ61-2021 及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》满足工作场所日常监测要求。	
	公司拟将办公楼 1 层北部设备室改造为本项目 X 射线探伤机存储库房，用于单独存放 X 射线探伤机及警戒线（绳）、警告牌等项目相关辐射安全防护设施，库房设置双人双锁、防盗门、防盗窗，设置视频监控，平时 X 射线探伤机放置在库房中，钥匙由专人保管。	满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)。	
辐射安全管理	建立以公司法人代表为第一责任人的辐射安全管理机构。	根据《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》成立安全管理机构。	/
	管理制度：制定《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》《事故应急制度》等一系列制度。		/

	从事辐射活动的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。本项目拟配的 9 名辐射工作人员岗前应通过辐射安全与防护考核。	根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《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》，辐射工作人员应持有培训合格证或考核合格证。	定期投入
	辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测（常规监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月）。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。	根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019））辐射工作人员正常开展个人剂量监测，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。	定期投入
	职业健康体检：组织辐射工作人员上岗前进行职业健康体检，在岗期间定期复检，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时增加临时性检查。	根据《放射工作人员职业健康管理辦法》建设单位应定期组织职业健康体检并建立辐射工作人员职业健康监护档案。	定期投入

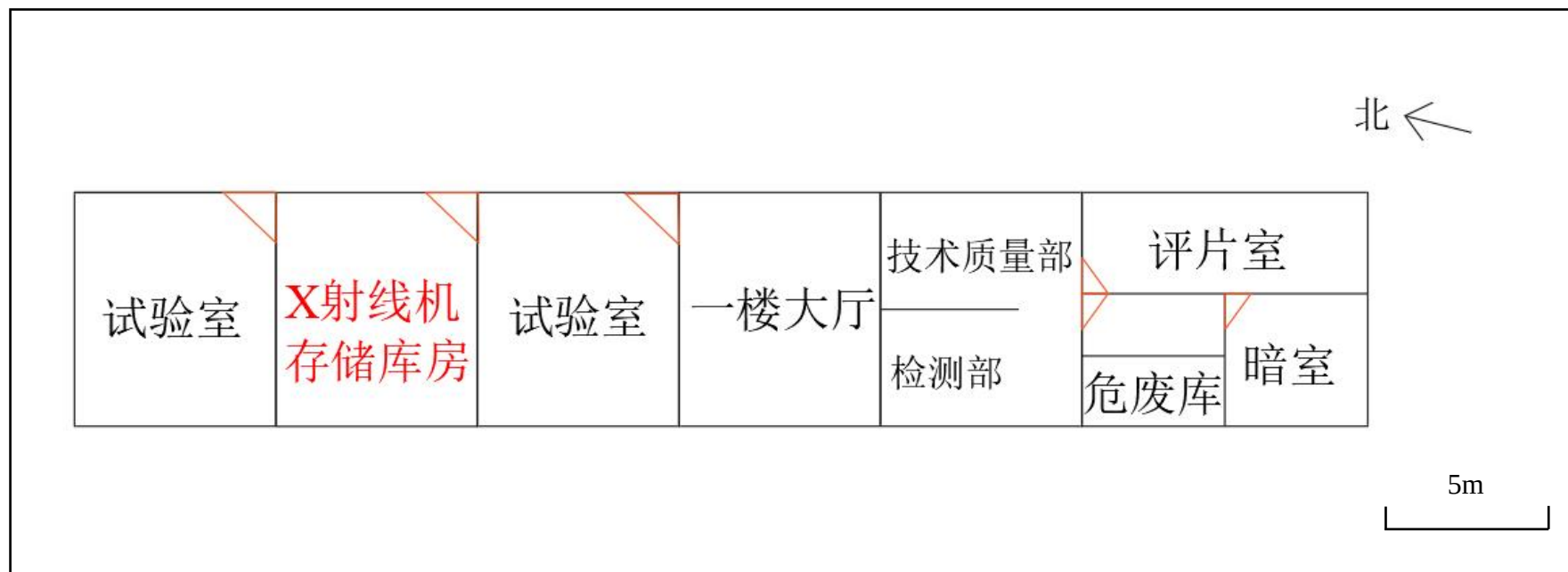
以上措施必须在项目运行前落实。



附图1 本项目X射线机存储库房地理位置图



附图2 本项目X射线机存储库房周围环境示意图



附图3 原办公室改造后的平面布局图