

核技术利用建设项目

上海四方无锡锅炉工程有限公司东台
分公司新建探伤房、实时成像装置项目
环境影响报告表

上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司(公章)

2025 年 12 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司新建探伤房、实时成像装置项目 环境影响报告表

建设单位名称: 上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司

建设单位法人代表（签字或盖章）：_____

通讯地址: 江苏省盐城市东台市城东工业园四灶园区

邮政编码: 224248 联系人: _____

电子邮箱 _____ 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	16
表 9 项目工程分析与源项	21
表 10 辐射安全与防护	33
表 11 环境影响分析	44
表 12 辐射安全管理	61
表 13 结论与建议	65
表 14 审批	70
附表 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表	71

附图：

附图1 本项目地理位置示意图

附图2 本项目厂区平面布置及周围环境图

附图3 本项目所在车间平面布置图

附图4-1 本项目与江苏省生态环境管控单元相对位置关系图

附图4-2 本项目与东台市生态空间管控区域相对位置关系图

附图5 本项目 X 射线实时成像装置屏蔽设计图

附图6 本项目探伤房平面及剖面布置图

附图7 本项目探伤房辐射安全与防护措施分布图

附图8 本项目工程师踏勘现场照片

附件：

附件1 委托书

附件2 承诺书

附件3 危险废物处置承诺书

附件4 营业执照

附件5 租赁合同及不动产权证

附件6 实时成像技术说明

附件7 实时成像射线管说明书

附件8 探伤机说明书

附件9 现状检测报告及检测资质

表 1 项目基本情况

建设项目名称		上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司 新建探伤房、实时成像装置项目				
建设单位		上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司				
法人代表	严玉芳	联系人		联系电话		
注册地址		东台市东台镇灶丰路西侧(四灶园区)				
建设项目地点		东台市东台镇灶丰路西侧(四灶园区)				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		60	项目环保投资 (万元)	34	投资比例（环保投资/总投资） 57	
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ） 100	
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、任务由来及原有核技术利用项目许可情况 上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司（以下简称为“公司”）是上海四方无锡锅炉工程有限公司（以下简称为“总公司”）下设的分公司，公司成立于2024年10月9日，注册地位于东台市东台镇灶丰路西侧(四灶园区)，负责人为严玉芳。经营范围包括：特种设备制造；特种设备安装改造修理；特种设备设计；一般项目：特种设备销售，专用设备制造(不含许可类专业设备制造)；技术服务、技术开发、技术咨询、					

技术交流、技术转让、技术推广；工程管理服务；工业设计服务；货物进出口，技术进出口，进出口代理，环境保护专用设备销售；环境保护专用设备制造。

公司租赁江苏久工重型机械股份有限公司的厂房用于锅炉及零部件生产，目前项目环境影响评价报告正在编制阶段，厂房租赁合同及租赁方土地证见附件5。因生产需要，公司拟购置1台DU105/320型X射线实时成像装置（最大管电压320kV，最大管电流22.5mA，最大功率1800W），和建设1座探伤房，并配备3台X射线探伤机(最大管电压250kV，最大管电流5mA)。本项目实时成像主要用于检测公司生产的管道，管道直径 $\leq 76\text{mm}$ ，壁厚 $\leq 18\text{mm}$ ；探伤房主要用于检测公司生产的锅炉及零部件质量，工件直径最大为3000mm，壁厚最大为36mm。本项目拟配备4名辐射工作人员，其中1人兼辐射防护负责人；X射线实时成像装置每周曝光时间预计不超过15h，年工作50周，年曝光时间预计不超过750h，探伤房曝光室内每周曝光时间预计不超过10h，年曝光时间预计不超过500h。

本项目为上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司首次开展核技术利用项目。公司核技术利用项目详见表1-1：

表 1-1 上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司核技术利用项目情况表

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	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	验收情况	备注
1	XXQ-2005D 型 X 射线探伤机	1	200	5	II	探伤房曝光室	使用	本次环评	未许可	未验收	定向机
2	XXQ-2505D 型 X射线探伤机	1	250	5	II	探伤房曝光室	使用	本次环评	未许可	未验收	定向机
3	XXH-2505Z 型 X 射线探伤机	1	250	5	II	探伤房曝光室	使用	本次环评	未许可	未验收	周向机
4	DU105/320 型 X 射线实时成像装置	1	320	22.5	II	厂房中部生产区	使用	本次环评	未许可	未验收	最大功率1800W

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、实时成像装置，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。受上海四方无锡锅炉工程

有限公司东台分公司委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，在此基础上编制该项目环境影响报告表。委托书见附件1，射线装置承诺书见附件2。

2. 项目周边保护目标及项目选址情况

上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司位于东台市东台镇灶丰路西侧(四灶园区)，公司东侧隔厂区道路为灶丰南路，南侧、西侧、北侧均为江苏久工重型机械股份有限公司厂房，本项目地理位置见附图1。

本项目拟建址位于上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司厂房内，探伤房位于厂房中部偏南侧，实时成像装置位于厂房中部偏西侧，二址相距约16m。探伤房拟建址东侧依次为车间过道、设备区，南侧依次为车间过道、水压区及评片室、洗片室、危废间、江苏久工重型机械股份有限公司厂房，西侧为成品堆放区，北侧依次为车间过道、成品堆放区、组装区；实时成像装置拟建址东侧、西侧为组装区，南侧依次为车间过道、成品堆放区，北侧依次为组装区、焊接区、半成品区、江苏久工重型机械股份有限公司厂房。本项目所在厂房为一层建筑，拟建探伤房、实时成像装置上方为厂房屋顶，下方为土层，实时成像装置拟安装在深962mm地坑内。本项目厂区平面布置及周围环境图见附图2。

对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74号）《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1号）《江苏省自然资源厅关于东台市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2021〕1059号），本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域、东台市生态空间管控区域，本项目与江苏省生态空间管控区域、东台市生态空间管控区域相对位置关系图见附图4-1、附图4-2。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。

本项目的建设符合江苏省及盐城市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）要求。

本项目50m范围内无居民区、学校等环境敏感区。本项目50m范围内涉及公司厂房、江苏久工重型机械股份有限公司厂房。本项目周围环境保护目标主要为从事探伤房、实时成像装置操作的辐射工作人员及装置周围公众。

3. 实践正当性

上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司因产品质量检测需要，拟开展探伤房、实时成像装置项目对产品质量进行无损检测，确保其产品质量。本项目的建设将满足企业产品检测的需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，检测系统的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司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，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，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“实践的正当性”的原则与要求。

4. 与产业政策的相符性

本项目使用 X 射线探伤机、实时成像装置对公司生产的管道进行无损检测，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于限制类、淘汰类，本项目的建设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	1 台	XXQ-2005D 型	200	5	无损检测	探伤房曝光室	定向机
2	X 射线探伤机	II	1 台	XXQ-2505D 型	250	5	无损检测	探伤房曝光室	定向机
3	X 射线探伤机	II	1 台	XXH-2505Z 型	250	5	无损检测	探伤房曝光室	周向机
4	X 射线实时成像 装置	II	1 台	DU105/320 型	320	22.5	无损检测	厂房中部生产区	最大功率 1800W

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氡靶情况			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	通过曝光室内通风管道、打开工件门排入大气，臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态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。
废胶片	固态	/	/	约 2kg	约 24kg	/	暂存在危废间	收集贮存在危废间，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 20kg	约 240kg	/	暂存在危废间	收集贮存在危废间，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 60kg	约 720kg	/	暂存在危废间	收集贮存在危废间，委托有危险废物经营资质的单位回收处理。
生活垃圾	固态	/	/	30kg	360kg	/	暂存	由公司统一收集后，交给环卫部门清运。
生活污水	液态	/	/	2.4m ³	28.8m ³	/	不暂存	接管至东台市城东污水处理有限公司处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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），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2024年第36号，自2025年1月1日起施行； 11) 《射线装置分类》，中华人民共和国原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； 12) 《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； 13) 《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；
------	---

	14) 《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； 15) 《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； 16) 《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； 17) 《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； 18) 《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； 19) 《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； 20) 《江苏省自然资源厅关于东台市生态空间管控区域调整方案的复函 苏自然资函(2021)1059号》； 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，江苏省生态环境厅办公室，2021年5月31日印发； 22) 《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； 23) 《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； 24) 《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），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》（HJ 10.1-2016） 3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） 4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） 5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（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/T 250-2014）及修改单 8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019） 9) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023） 10) 《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012） 11) 《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2-1995）2023修改单 12) 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276—2022） 13) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）
------	--

其他	附图： 附图1 本项目地理位置示意图 附图2 本项目厂区平面布置及周围环境图 附图3 本项目所在车间平面布置图 附图4-1 本项目与江苏省生态环境管控单元相对位置关系图 附图4-2 本项目与东台市生态空间管控区域相对位置关系图 附图5 本项目 X 射线实时成像装置屏蔽设计图 附图6 本项目探伤房平面及剖面布置图 附图7 本项目探伤房辐射安全与防护措施分布图 附图8 本项目工程师踏勘现场照片 附件： 附件1 委托书 附件2 承诺书 附件3 危险废物处置承诺书 附件4 营业执照 附件5 租赁合同及不动产权证 附件6 实时成像技术说明 附件7 实时成像射线管说明书 附件8 探伤机说明书 附件9 现状检测报告及检测资质
----	---

表 7 保护目标与评价标准

评价范围 本项目拟使用X射线探伤机、实时成像装置均属于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，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围”相关规定，确定本项目评价范围为本项目探伤房曝光室、实时成像装置边界外50m区域，见附图2。
保护目标 本项目拟建址位于上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司厂房内，项目50m范围内无居民区、学校等环境敏感区。本项目周围环境保护目标主要为从事探伤房、实时成像装置操作的辐射工作人员及周围公众。 对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74号）《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1号）《江苏省自然资源厅关于东台市生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2021〕1059号），本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域、江苏省生态空间管控区域、东台市生态空间管控区域。 本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。 本项目的建设符合江苏省及盐城市“三线一单”（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）要求。 根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为： 1、操作探伤机、实时成像装置的辐射工作人员； 2、探伤房、实时成像装置周围公众。

表7-1 本项目保护目标情况一览表

表7-1 本项目保护目标情况一览表									
装置名称	保护目标		方位	距屏蔽体最近距离	规模	保护目标类型	目标管理值 (μSv/周)	年剂量约束值 (mSv/年)	
探伤房	操作室		南侧	紧邻	2人	探伤房辐射工作人员	100	5.0	
	评片室、洗片室、危废间		南侧	10m					
	上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司	实时成像操作室	北侧	16m	2人	实时成像辐射工作人员	公众	5	0.1
		成品堆放区、车间过道	四周	紧邻	流动人员				
		设备区	东侧	14m	流动人员				
		油漆包装区	西南侧	7m	约2人				
		组装区	北侧	14m	约5人				
		其他区域	四周	7m	约15人				
	江苏久工重型机械股份有限公司		南侧、北侧	南侧17m	约20人				
DU105/320型X射线实时成像装置	操作室		北侧	0.9m	2人	实时成像辐射工作人员	100	5.0	
	上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司	探伤房操作室	南侧	16m	2人	探伤房辐射工作人员			
		组装区	东侧、西侧	东侧1.2m	约10人	公众	5	0.1	
		车间过道	南侧	0.9m	流动人员				
		焊接区	北侧	7m	约5人				
		成品堆放区	南侧	4m	流动人员				
		其他区域	四周	10m	约5人				
	江苏久工重型机械股份有限公司		南侧、北侧	北侧38m	约20人				

评价标准

1) 工作人员职业照射和公众照射剂量限值:

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量执行《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 7-2 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。

2) 剂量约束值：

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“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。”的要求，职业人员按年剂量限值1/4取值，公众按照其年剂量限值的1/10取值，确定本项目剂量约束值如下：

职业照射的年剂量约束值不超过5mSv/a；

公众照射的年剂量约束值不超过0.1mSv/a。

3) 职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平：

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：a)关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于100μSv/周，对公众场所，其值应不大于5μSv/周”的要求，确定本项目职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平如下：

职业人员每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于100μSv/周；

公众每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于5μSv/周。

4) 本项目周围剂量当量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：b)屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5μSv/h。”以及“6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：a)探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同6.1.3；b)对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的周围剂

量当量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv/h}$ 。”的要求确定本项目探伤房曝光室、实时成像装置表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平如下：

探伤房曝光室四周屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；本项目曝光室顶无人员到达，曝光室所在厂房为单层建筑，高约16m，自辐射源点到曝光室顶内表面边缘所张立体角区域内无其它已建、拟建建筑物，因此曝光室顶部外30cm处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

本项目实时成像装置四周表面外30cm处辐射剂量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。同时考虑本项目装置高度较低，顶部剂量率限值保守与其余侧剂量率限值一致，即顶部表面外30cm处辐射剂量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

5) 辐射环境质量现状检测评价参考值

《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第13卷第2期，1993年3月），江苏省环境监测站。

表 7-3 江苏省全省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果 单位： nGy/h

项目	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差 (s)	7.0	12.3	14.0

现状评价时，参考测值范围数值进行评价：即原野为 $(33.1\sim 72.6)\text{nGy/h}$ ；道路为 $(18.1\sim 102.3)\text{nGy/h}$ ；室内为 $(50.7\sim 129.4)\text{nGy/h}$ ”。表格中数据已扣除宇宙响应值。

6) 参考资料

《辐射防护导论》，方杰主编。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状 1. 项目地理和场所位置 上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司位于东台市东台镇灶丰路西侧(四灶园区)，公司东侧隔厂区道路为灶丰南路，南侧、西侧、北侧均为江苏久工重型机械股份有限公司厂房。 本项目拟建址位于上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司厂房内，探伤房位于厂房中部偏南侧，实时成像装置位于厂房中部偏西侧，二址相距约16m。探伤房拟建址东侧依次为车间过道、设备区，南侧依次为车间过道、水压区及评片室、洗片室、危废间、江苏久工重型机械股份有限公司厂房，西侧为成品堆放区，北侧依次为车间过道、成品堆放区、组装区；实时成像装置拟建址东侧、西侧为组装区，南侧依次为车间过道、成品堆放区，北侧依次为组装区、焊接区、半成品区、江苏久工重型机械股份有限公司厂房。本项目所在厂房为一层建筑，拟建探伤房、实时成像装置上方为厂房屋顶，下方为土层，实时成像装置拟安装在深962mm地坑内。 本项目50m范围内无居民区、学校等环境敏感区。本项目50m范围内涉及公司厂房、江苏久工重型机械股份有限公司厂房。本项目周围环境保护目标主要为从事探伤房、实时成像装置操作的辐射工作人员及装置周围公众。 本项目探伤房、实时成像装置拟建址周围环境现状照片见图8-1（拍摄于2025.5.16，经建设单位确认，目前实时成像装置未进场，探伤房未建设）。

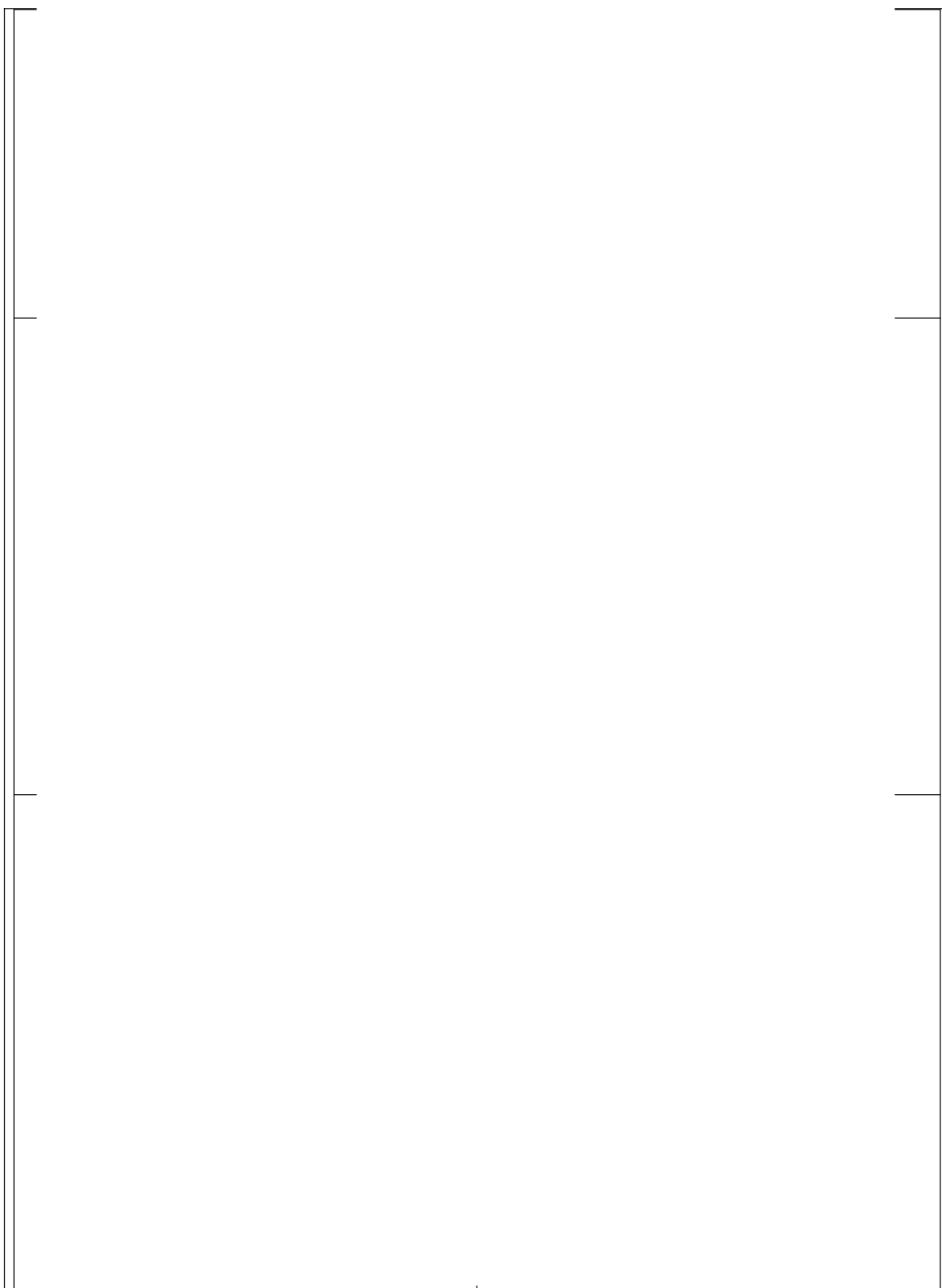


图 8-1 本项目拟建址周围环境现状

2. 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：本项目实时成像装置、探伤房曝光室拟建址及周围辐射环境。

监测因子：本项目实时成像装置、探伤房曝光室拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率。

监测点位：在实时成像装置、探伤房曝光室拟建址及周围布置监测点位，分别位于探伤房曝光室、实时成像装置拟建址及周围，共计 16 个监测点位。

3. 监测方案、质量保证措施

监测方案：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在 X 射线实时成像装置拟建址及周围布设监测点位，测量 X 射线实时成像装置拟建址周围环境 γ 辐射剂量率。

质量保证措施：检测单位已通过 CMA 计量认证，具备相应的检测资质和检测能力；检测单位制定有质量管理体系文件，实施全过程质量控制；检测单位所用监测仪器均经过计量部门检定并在检定有效期内，使用前后进行校准或检查，定期参加权威部门组织的仪器比对活动；实施全过程质量控制，全程实验数据及监测记录等均进行存档；检测人员持证上岗规范操作；检测报告实行三级审核。

4. 监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：江苏睿源环境科技有限公司

仪器设备：X- γ 辐射监测仪

型号/规格：BG9512+BG7030

设备编号：RY-J018

检定有效日期：2025.3.13-2026.3.12

检定单位：上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心

检定证书编号：2025H21-20-5788587001

测量范围：10nGy/h~200 μ Gy/h

能量响应范围：25keV~3MeV

仪器的宇宙射线响应值：12nGy/h

监测日期：2025.5.16

天气：阴；**温度：**23.2℃；**相对湿度：**72.3%

评价方法：参考表 7-3 江苏省全省环境天然 γ 辐射剂量率调查结果，评价该项目周围环境辐射水平。

监测结果：本项目 X 射线实时成像装置拟建址周围现状环境 γ 辐射剂量率监测结果见表 8-1（报告见附件 8），监测点位示意图见图 8-2。

数据记录及处理：仪器读数稳定后，以约 10s 的间隔读取 10 个数据，记录在原始记录表，同时记录海拔、经纬度。根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中公式进行修正并扣除宇宙射线响应值，同时处理出标准偏差。

表 8-1 本项目 X 射线实时成像装置拟建址周围环境γ辐射剂量率

序号	检测点位	检测结果（nGy/h）	标准偏差	备注
1	实时成像拟建址中部	51	1.59	室内（平房）
2	实时成像拟建址东侧	52	0.96	室内（平房）
3	实时成像拟建址南侧	52	1.83	室内（平房）
4	实时成像拟建址西侧	52	0.98	室内（平房）
5	实时成像拟建址北侧	56	0.96	室内（平房）
6	曝光室拟建址中部	52	1.17	室内（平房）
7	曝光室拟建址东侧	53	1.21	室内（平房）
8	曝光室拟建址南侧	52	0.96	室内（平房）
9	曝光室拟建址西侧	52	1.00	室内（平房）
10	曝光室拟建址北侧	53	0.98	室内（平房）
11	公司厂房东部	53	0.96	室内（平房）
12	公司厂房南部	51	0.86	室内（平房）
13	公司厂房西部	52	1.17	室内（平房）
14	公司厂房北部	52	1.04	室内（平房）
15	公司厂房北侧江苏久工重型机械股份有限公司厂房	51	1.15	室内（平房）
16	公司厂房南侧江苏久工重型机械股份有限公司	53	0.88	室内（平房）

*X-γ辐射监测仪检定使用 ^{137}Cs 辐射源。建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为 0.8，平房取值为 0.9，原野、道路取值为 1，上述结果为已扣除宇宙响应值（仪器的宇宙响应值为 12nGy/h）并进行了建筑物屏蔽修正后的结果。

根据表 8-1 的监测结果可知，本项目探伤房、实时成像拟建址周围环境γ辐射剂量率为（51~56）nGy/h，均处于江苏省室内天然γ辐射剂量率测值范围内。



表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 工程设备情况

1.1 X 射线实时成像装置

本项目 X 射线实时成像装置由铅房及操作台等组成。铅房内部包括：射线管、成像板、夹紧旋转机构等部件组成。铅房尺寸为 1370mm（长）×915mm（宽）×1680mm（高），铅房采用钢板+铅板+钢板结构对 X 射线进行屏蔽，定义 X 射线实时成像装置检修门为前侧，铅房各侧屏蔽情况如下：底部内嵌 26mm 铅板，左侧、右侧、前侧（含检修门）、后侧、顶部内嵌 22mm 铅板。装置工件进出口设置 4 层铅帘，总厚度相当于 22mmPb 当量。装置正常工作时检修门不打开。本项目装置有用线束方向固定朝下照射。

装置安装时整体放置在深度为 962mm 的坑内，底部固定架用水泥浇筑，浇筑厚度约 13cm。检测前辐射工作人员将待检工件置于待检位，由传动装置送入实时成像检测室，辐射工作人员确认装置周围无其他无关人员，进入操作室在操作台开机曝光进行无损检测，检测完后停止曝光，检测完毕从另侧经传动装置送出。

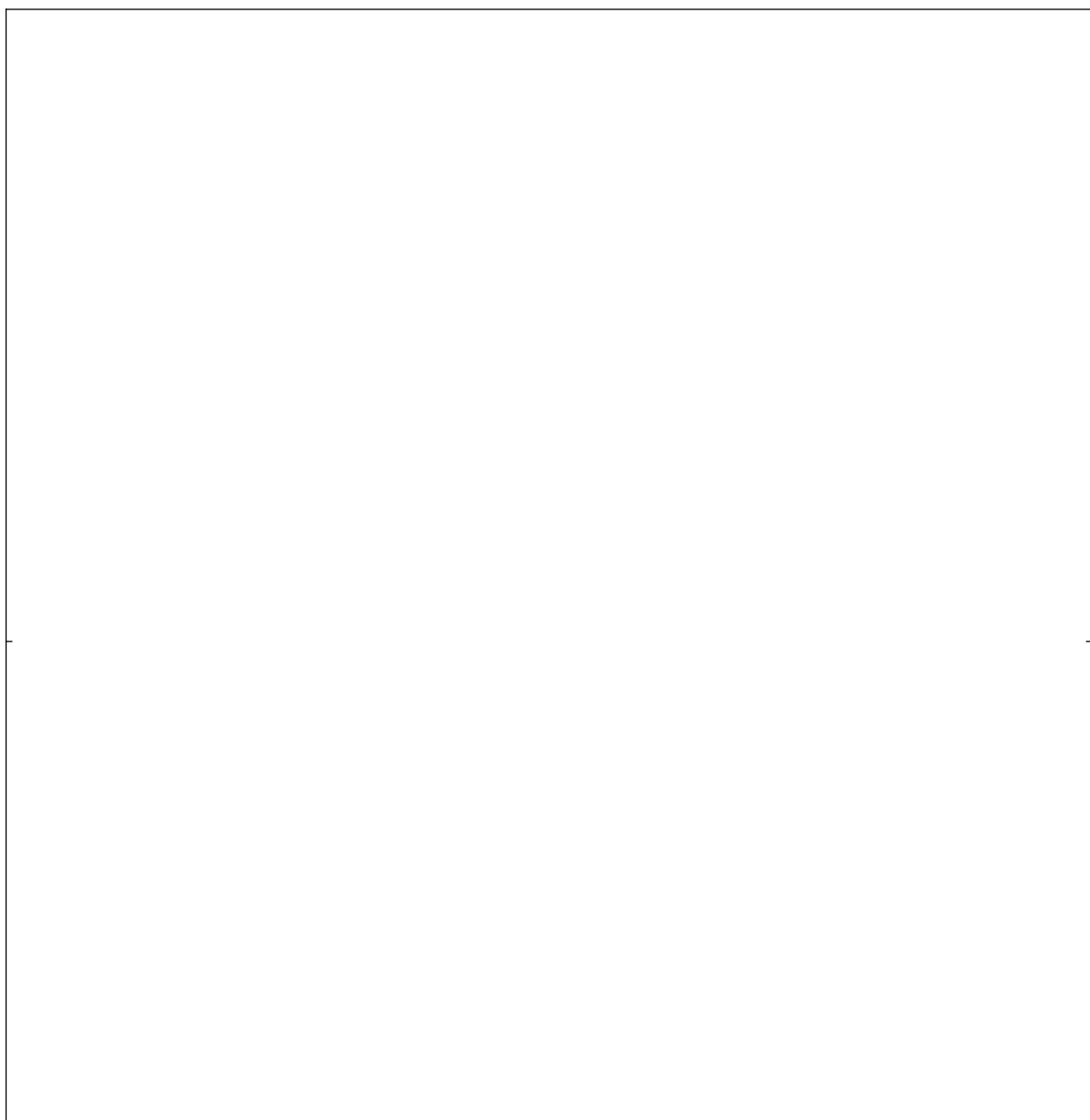
表 9-1 本项目 X 射线实时成像装置参数一览表

设备型号	DU105/320 型
最大管电压	320kV
最大管电流	22.5mA
最大功率	1800W
滤过条件	3mmBe+0.5mmCu
出束角度	21°×21°(限束后)

本项目定义装置检修门为装置前侧，X 射线管可上下垂直移动，上下移动范围 200mm，可以左右偏转，偏转角度 30°；射线管裸管出束角度 40°×30°，装置经准直器后的出束角度限制为 21°×21°，装置外观示意图见图 9-1，三视图见图 9-2，根据图 9-2 可知，有用线束只照射装置底部，不会照射到其它方向。



图 9-1 装置外观示意图



1.2 X 射线探伤机

本项目配备3台X射线探伤机，相关参数如下表所示。

表9-2 本项目探伤机主要设备参数

序号	射线装置	型号	数量	类别	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	有用线束辐射角	工作方式
1	X 射线探伤机	XXH-2505Z 型	1	周向机	250kV	5mA	25°×360°	间歇式工作 1:1，工作 5 分钟休息 5 分钟
2	X 射线探伤机	XXQ-2505D 型	1	定向机	250kV	5mA	40°±5°	
3	X 射线探伤机	XXQ-2005D 型	1	定向机	200kV	5mA	40°±5°	

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

调节探伤机管电压、曝光时间。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。常见X射线探伤装置控制箱见图9-4，常见X射线探伤机外观图及连接电缆见图9-5。

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。典型的X射线管结构图见图9-6。

X射线探伤机按照X射线发射的方向和窗口范围可分为定向式和周向式，本项目配备的定向机固定朝北侧照射，周向机朝南侧、北侧、屋顶、地面照射，常见定向、周向X射线探伤机照射工件示意图见图9-7。

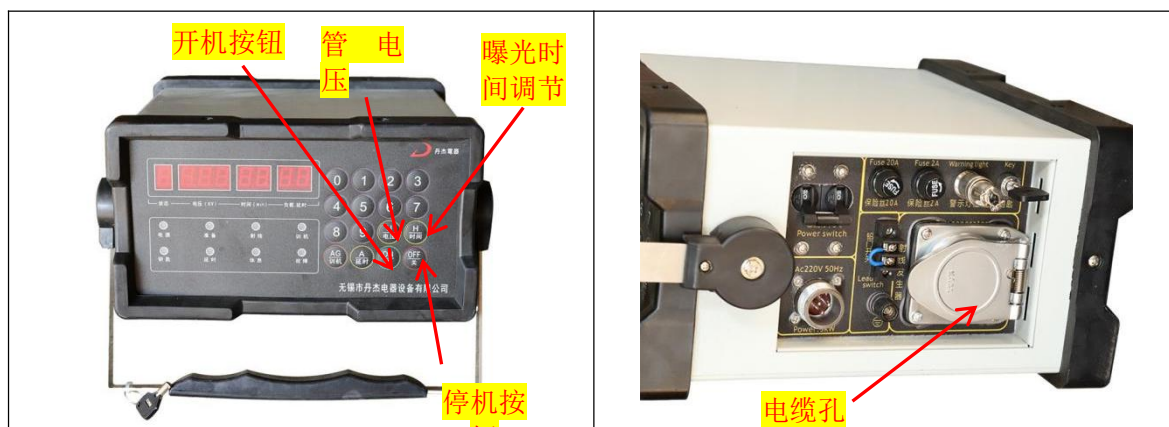


图9-4 常见X射线探伤装置控制箱



图 9-5 常见 X 射线探伤机外观图及连接电缆

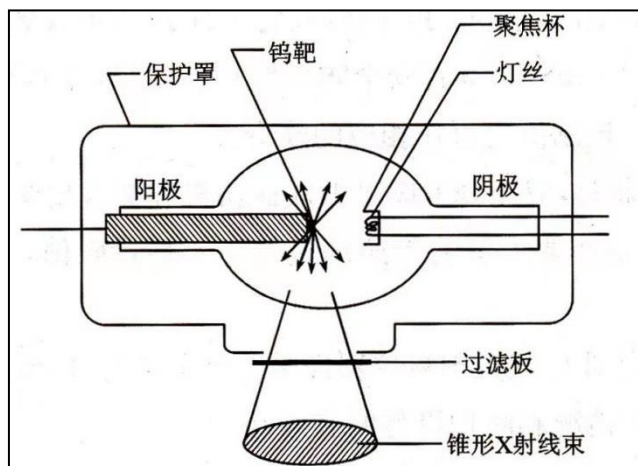


图 9-6 典型的 X 射线管结构图

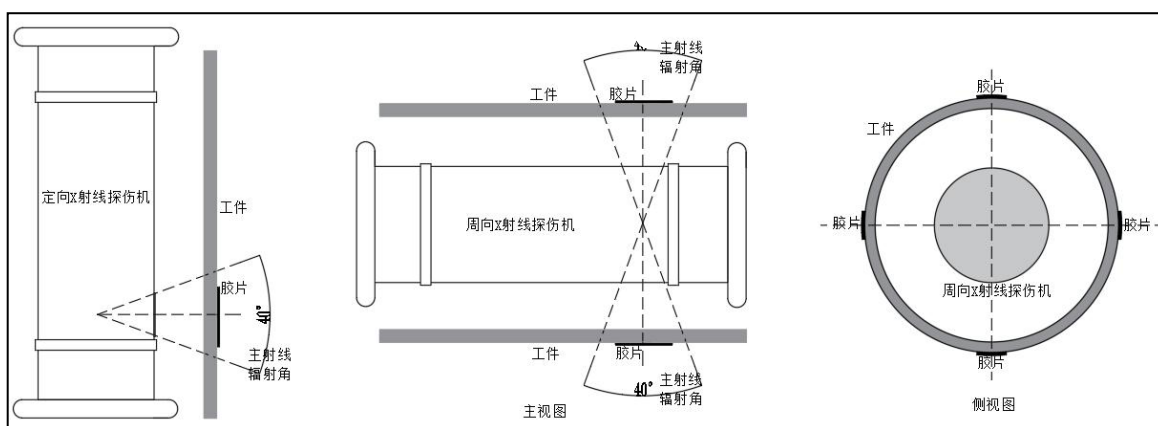


图 9-7 常见定向 X 射线探伤机照射工件示意图

2. 工作原理

2.1 X 射线实时成像装置工作原理

X 射线实时成像装置由 X 射线系统、数字平板探测器、X 射线数字成像工作站、工件运动机械结构和电控操作系统以及射线防护系统等部分组成。其结构工作原理如图 9-8。X 射线源提供系统扫描成像的能量线束用以穿透工件，根据 X 射线在工件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的计算机扫描图像重建。工件运动机械结构实现计算机扫描时工件的旋转或平移，以及射线源-工件-探测器空间位置的调整；数字平板探测器用来测量穿过工件的射线信号，经放大和模数转换后送入计算机进行图像重建。X 射线数字成像工作站用于扫描过程控制、参数调整，完成图像重建、显示及处理等。射线防护系统用于射线安全防护。

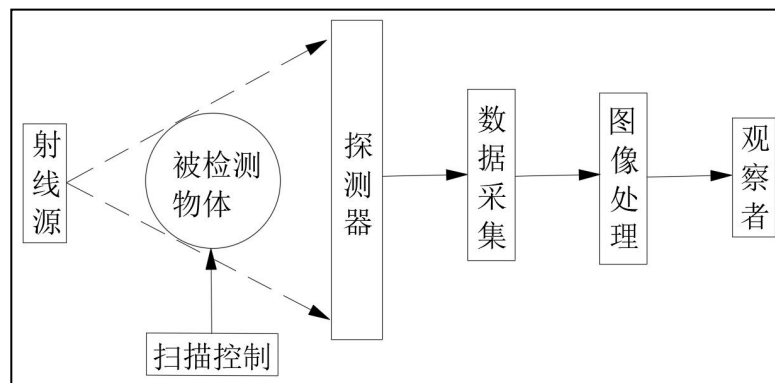


图 9-8 X 射线实时成像装置结构工作原理简图

2.2 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. 工艺流程及产污环节分析

3.1 X 射线实时成像工艺流程及产污环节

X射线实时成像装置工作时，被检测工件由传动装置从东侧工件进口进入铅房，从西侧工件出口移出铅房，辐射工作人员在操作室操作台处进行操作，对工件需检测部位进行无损检测，检测过程中无需打开检修门。

本项目工作流程如下：

- 1) 辐射工作人员工作前需要开展各项检查，重点检查铅房防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。辐射工作人员除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X- γ 剂量率仪。当班使用便携式X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作；
- 2) 待检工件置于待检位，由传动装置送入实时成像检测室，检测完毕从另侧经传动装置送出，正品进入下一道工艺，次品返回维修；
- 3) 确认周围环境及工作人员安全，辐射工作人员开启X射线实时成像装置进行无损检测，开机会发出X射线，并产生少量臭氧及氮氧化物；
- 4) 辐射工作人员对操作台上的图像进行分析，判断工件质量、缺陷等；本项目

采用成像板成像，不需要使用显影液定影液，不产生废显定影液危险废物。

5) 照射完成工件从西侧移出铅房，关闭X射线实时成像装置。

本项目 X 射线实时成像装置工作流程如下图所示：

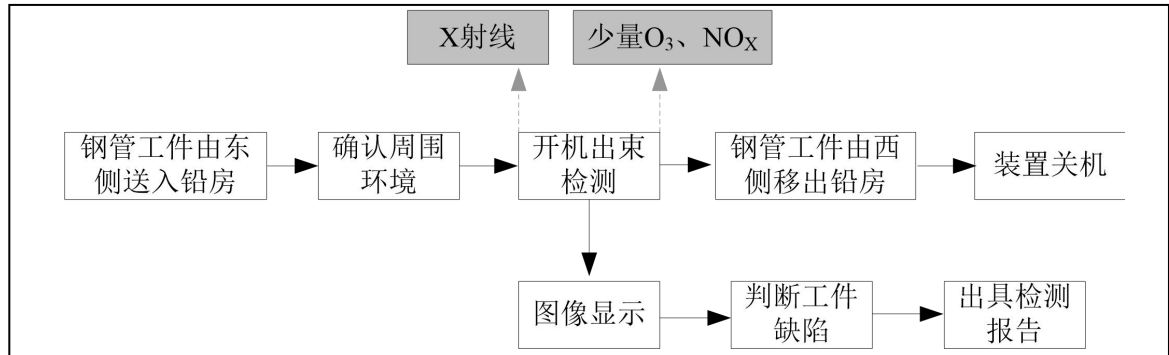


图 9-9 本项目 X 射线实时成像装置工作流程及产污环节

- (1) 射线管出束过程中产生的 X 射线；
- (2) X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；
- (3) 工作人员的生活污水和生活垃圾；

此外，若X射线实时成像装置长时间不用或初次使用需要先进行训机，训机过程也产生X射线、少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。本项目训机均在铅房内进行，装置训机曝光时间包含在年最大曝光时间750h内。

3.2 X 射线探伤机工艺流程及产污环节

X射线探伤时辐射工作人员将工件从工件门运至曝光室内，在操作台进行远距离操作，对工件焊缝等需检测部位进行无损检测，其工作流程如下：

1) 辐射工作人员工作前需要开展各项检查，重点检查曝光室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯、固定式场所辐射探测报警装置等防护安全措施。进入曝光室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪。交接班或当班使用便携式X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式X-γ剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

2) 将工件从工件门运至曝光室内，人员进入曝光室固定工件并在检测部位贴上感光胶片；

3) 将X射线探伤机固定到合适的位置；

4) 检查曝光室内人员滞留情况，确定无人后探伤工作人员关闭工件门，通过人员门回到操作室后关闭人员门；

- 5) 探伤工作人员开启X射线探伤机进行无损检测，此过程会产生X射线，并产生少量臭氧及氮氧化物，；
 - 6) 达到预定照射时间和曝光量后关闭X射线探伤机；
 - 7) 完成所有检测工作后，辐射工作人员从工件上取下胶片。将工件运出曝光室；
 - 8) 辐射工作人员对探伤胶片进行洗片、读片，判断工件焊接质量、缺陷等。
- 固定式X射线探伤工作流程及产污环节见下图9-10。

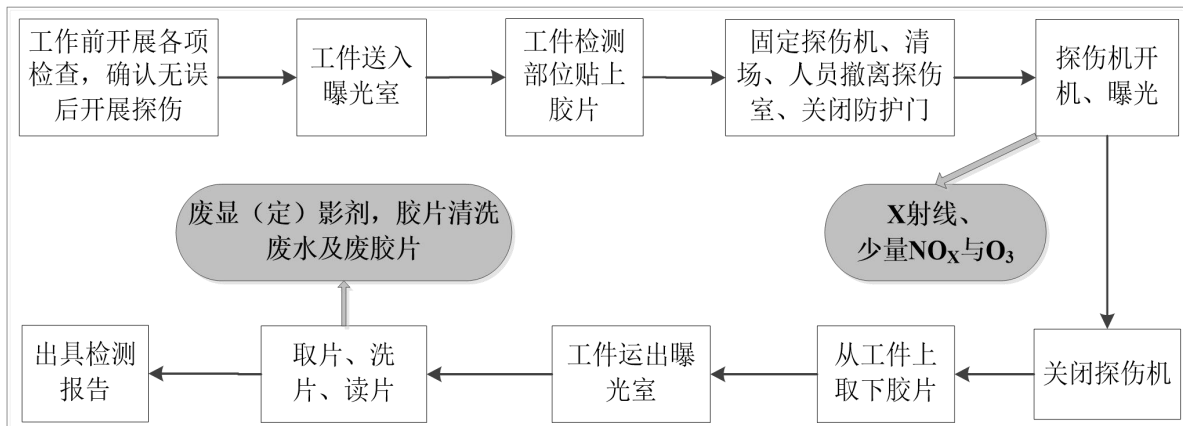


图 9-10 本项目探伤工作流程及产污环节

由图 9-10 可知，本项目营运中产生的主要污染物如下

- (1) 探伤机出束过程中产生的 X 射线；
- (2) X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；
- (3) 当定影、显影剂在使用至无法起效时产生的废显（定）影剂；
- (4) 胶片冲洗过程产生胶片清洗废水；
- (5) 探伤工作中可能产生废胶片；
- (6) 工作人员的生活污水和生活垃圾；

4. 工件信息

本项目X射线实时成像装置检测的工件为公司生产的管道，管道直径≤76mm，壁厚≤18mm。探伤房主要用于检测公司生产的锅炉及零部件质量，工件直径最大为3000mm，壁厚最大为36mm。



图 9-11 本项目拟检测工件照片

5. 人员配置及工作制度

上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司拟为本项目探伤房配备 2 名辐射工作人员，拟为本项目实时成像装置配备 2 名辐射工作人员，4 名辐射工作人员中 1 人兼任辐射防护负责人。本项目 X 射线实时成像装置每周曝光时间预计不超过 15h，年工作 50 周，年曝光时间不超过 750h，本项目探伤房曝光室内每周曝光时间预计不超过 10h，年工作 50 周，年曝光时间预计不超过 500h。探伤房每次探伤只使用 1 台探伤设备，不存在曝光室内同时使用多台探伤设备同时探伤情况。本项目辐射工作人员不从事其他辐射工作岗位，不存在兼岗情况。

6. 探伤房人流及物流路径

人流：本项目辐射工作人员由探伤房人员门进入操作室，从人员门进入曝光室进行工件摆放、贴胶片等准备工作，准备工作完成后返回操作室，确认曝光室内无人员停留后关闭工件门及人员门，开始探伤工作。探伤任务结束后，辐射工作人员从操作室门离开探伤房。

物流：本项目工件由辐射工作人员经工件门运至曝光室内进行探伤检测工作，检测完成后，工件由工件门运出曝光室。

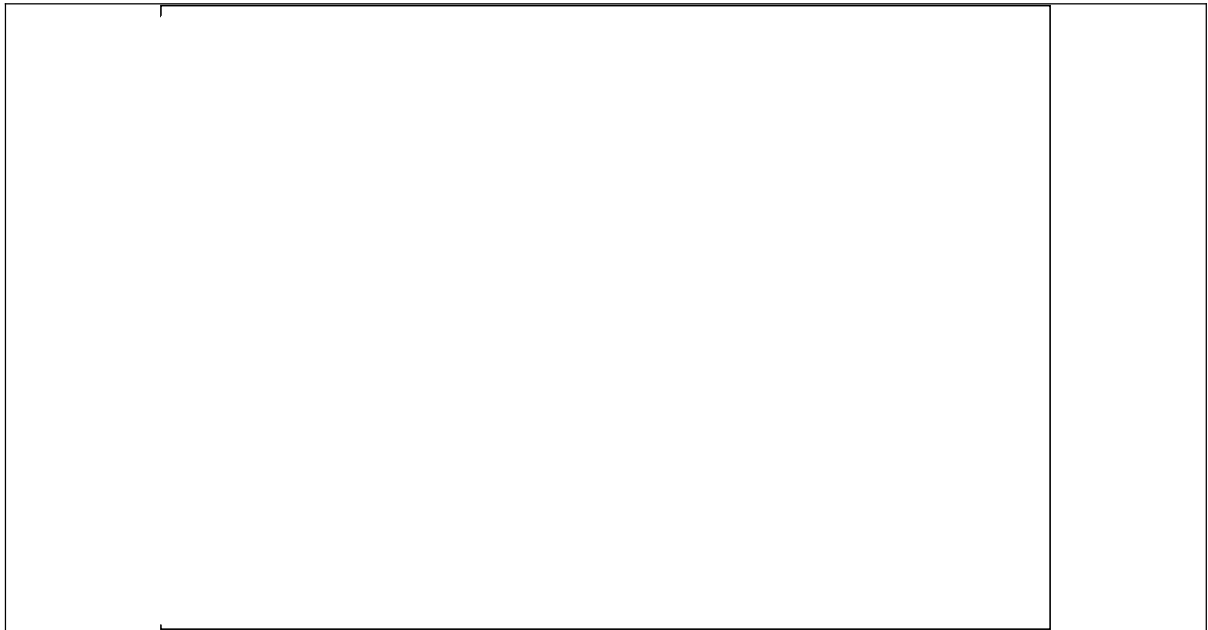


图 9-12 本项目辐射工作场所人流及物流路径

污染源项描述

1. 辐射污染源分析

①**实时成像污染源强**：由 X 射线实时成像装置工作原理可知，X 射线实时成像装置只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对设备外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此 X 射线实时成像装置在开机曝光期间，X 射线是项目主要污染物。本项目运行后不会产生放射性固体废物及放射性废水。

本项目正常运行时可能产生的 X 射线影响具体包括以下几种：X 射线有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射。

本项目 X 射线实时成像装置最大功率 1800W，最大管电压为 320kV，最大管电压下管电流为 5.625mA。根据附件 7 厂家提供资料，本项目 X 射线实时成像装置射线管滤过为 3mmBe，附加滤过 0.5mmCu，根据 ICRP33 号出版物 p56 图 3（见图 9-13），取 320kV 下距靶 1m 处 X 射线周围剂量当量率为有用线束源强。泄漏辐射输出量参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1 中数值。散射辐射能量根据《辐射防护手册》第一分册（p448）中的 X 射线散射公式进行计算。

$$E = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0(1 - \cos \theta)}{511}} \quad \dots (1)$$

式中：E₀：散射前电压，kV，320kV；

θ为散射角度，取 90°。

本项目

-

图9-13

在不同线束过滤情况下恒电位X线发生器在离靶1米处的发射率

表9-3 本项目X射线实时成像装置输出量参数

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 输出剂量率 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	泄漏辐射 1m处输出量 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐 射能量 (kV)
X射线实时成像 装置	DU105/320型				

由X射线实时成像装置工作原理可知，X射线实时成像装置只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出X射线，对设备外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此X射线实时成像装置在开机曝光期间，X射线是项目主要污染物。

本项目正常运行时可能产生的X射线影响具体包括以下几种：X射线有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射（如以 0° 入射工件的 90° 散射辐射和天空反散射）。正常运行时本项目实时成像装置辐射源点固定向下，产生的天空反散射影响较小。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。

②X射线探伤机污染源强：

本项目拟配备3台X射线探伤机，最大管电压250kV，最大管电流5mA。根据附件8探伤机说明书，探伤机射线管滤过为3mm铝。探伤机输出量保守根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表B.1取值。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。

本项目探伤机源强一览表见表 9-4。

表 9-4 本项目探伤机源强一览表

序号	型号	滤过	有用线束输出量 $\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$	有用线束输出量 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	距靶点 1m 处的 泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射能量 (kV)
1	XXH-2505Z 型 周向机	3mm 铝				
2	XXQ-2505D 型 定向机	3mm 铝				
3	XXQ-2005D 型 周向机	3mm 铝				

由 X 射线探伤机工作原理可知，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，对探伤房外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此探伤机在曝光期间，项目的辐射源项主要包括 X 射线有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射。

2. 非辐射污染源分析

（1）固体废物

本项目运营时会产生废胶片、废显（定）影剂、胶片清洗废水，废胶片、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 900-019-16 处理。公司每月预计产生废胶片 2kg、废显（定）影剂 20kg、胶片清洗废水 60kg，每年预计产生废胶片 24kg、废显（定）影剂 240kg、胶片清洗废水 720kg。

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 30kg，年排放量为 360kg。

（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 2.4m^3 ，年排放量为 28.8m^3 。

（3）废气

X 射线实时成像装置、探伤机在工作状态时，会使屏蔽体内的空气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

1.1 实时成像工作场所布局及分区

本项目 X 射线实时成像装置设计有铅房及操作台，铅房及操作台分开独立设置，操作台位于铅房北侧操作室内，X 射线管有用线束朝下照射，本项目 X 射线实时成像装置布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开的要求。因此本项目 X 射线实时成像装置工作场所布局设计基本合理。

本项目拟将 X 射线实时成像装置铅房作为控制区；将地坑内除装置铅房外的区域、操作室作为本项目监督区，在地坑边界设置防护栅栏及出入口。本项目分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目 X 射线实时成像装置监督区及控制区示意图见图 10-1。

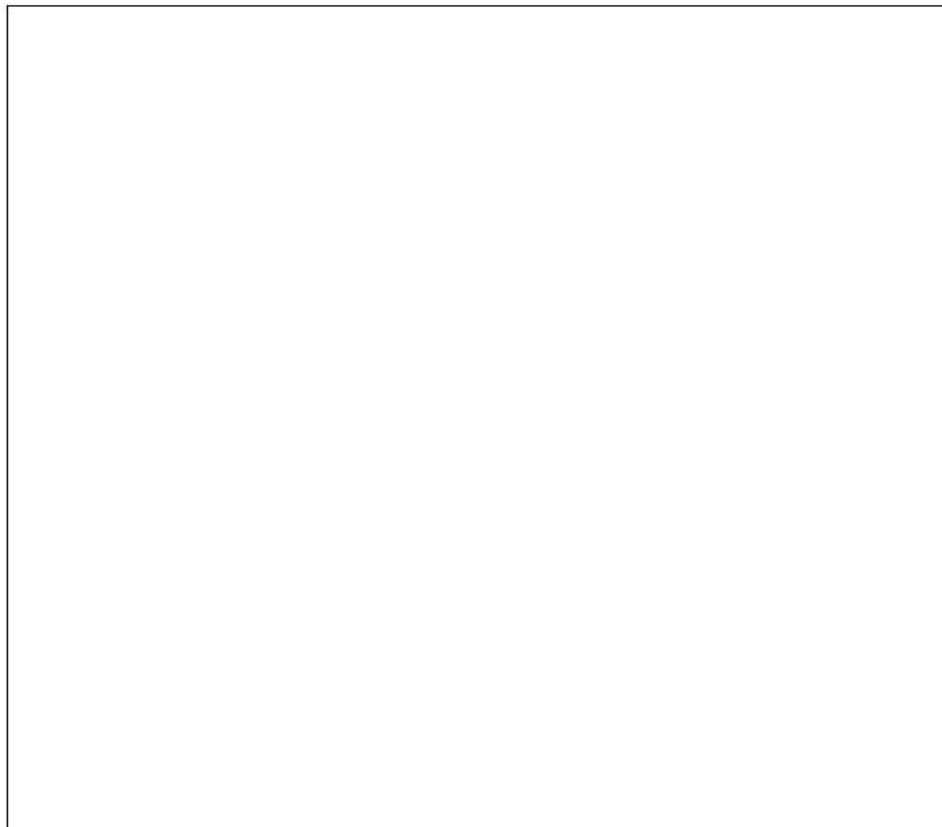


图 10-1 本项目 X 射线实时成像装置监督区及控制区示意图

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	X 射线实时成像装置铅房	地坑内除装置铅房外的区域、操作室
划分依据	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1。	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：6.4.2.1“注册者或者许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价”。 6.4.2.2 a) “采取适当的手段划出监督区的边界”。
分区管理措施	对控制区进行严格控制，X 射线实时成像装置在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.1.4 c)在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。	监督区为辐射工作人员操作仪器时工作场所，禁止非相关人员进入，避免受到不必要的照射，并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）6.4.2.2 b)在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。
辐射防护措施	X 射线实时成像装置表面外拟粘贴电离辐射警告标志及中文警示说明。	操作室入口、地坑入口粘贴监督区标牌。

1.2 探伤房工作场所布局及分区

本项目固定式 X 射线探伤房设有曝光室、操作室，本项目操作室位于曝光室东南侧，本项目周向机有用线束方向为北墙、南墙、顶部和地面，定向机有用线束方向为北墙、南墙，本项目布局满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中关于操作室与曝光室分开的设计要求。本项目探伤房未设置迷道，工件门、人员门与曝光室四周墙壁均内含 22mm 铅板，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能的要求。操作台拟设置于操作室东北角，尽量避开探伤工件的摆放位置，从而尽量避免辐射工作人员处于有用线束照射方向，同时将在辐射安全与防护制度及人员培训制度中强调出束过程应尽量避免在附近停留。

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)要求在辐射工作场所内划出控制区和监督区。本项目探伤房将曝光室作为本项目的控制区，将操作室作为本项目的监督区，在探伤房工件门及人员门上设置电离辐射警告标志及中文警示说明，在监督区张贴警示说明(“监督区”标牌)以作警示。本项目分区的划

分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于辐射工作场所的分区规定。两区划分示意情况见图 10-1。

表 10-2 本项目辐射工作场所两区划分情况

项目环节	控制区	监督区
两区划分范围	曝光室	操作室
划分依据	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 6.4.1。	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002): 6.4.2.1“注册者或者许可证持有者应将下述区域定位监督区: 这种区域未被定为控制区, 在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施, 但需要经常对职业照射条件进行监督和评价”。 6.4.2.2 a) “采取适当的手段划出监督区的边界”。
分区管理措施	对控制区进行严格控制, X 射线探伤机在曝光过程中严禁任何人进入。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 6.4.1.4 c) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合附录 F 规定的警告标志。	监督区为辐射工作人员操作仪器时工作场所, 禁止非相关人员进入, 避免受到不必要的照射, 并根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 6.4.2.2 b) 在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。
辐射防护措施	工件门、人员门外拟粘贴电离辐射警告标志及中文警示说明。	人员门外拟粘贴监督区标牌。

2. 工作场所辐射屏蔽设计

2.1 实时成像屏蔽设计

本项目 X 射线实时成像装置由铅房和操作台组成。

铅房尺寸为 1370mm（长）×915mm（宽）×1680mm（高），铅房采用钢板+铅板+钢板结构对 X 射线进行屏蔽，定义 X 射线实时成像装置检修门为前侧，铅房各面屏蔽情况如下：底部内嵌 26mm 铅板，左侧、右侧、前侧(含检修门)、后侧、顶部内嵌 22mm 铅板。装置工件进出口设置 4 层铅帘，总厚度相当于 22mmPb 当量。

本项目检修门与装置外壳搭接处重叠宽度为 80mm，检修门与装置外壳之间的缝隙宽度为 5mm，检修门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的 10 倍。本项目在铅房左侧屏蔽体设置电缆孔，孔洞直径约为 150mm，并在电缆孔处设置 22mm 铅迷宫进行防护。

根据生产厂家提供资料，装置工件进出口均设置 4 层铅橡胶，铅橡胶采用错位布置，缝隙间有搭接，可防止射线漏出，铅帘样式图如图 10-3 所示。



图 10-3 本项目 X 射线实时成像装置铅帘样式图

本项目装置屏蔽参数见表 10-2。

表 10-3 X 射线实时成像装置屏蔽设计参数

装置名称	屏蔽体方位	屏蔽体材料及材料厚度
DU105/320 型 X 射线实时成像 装置	底部屏蔽体	26mm 铅
	铅房左侧、铅房右侧、前侧(含检修门)、后侧、顶部屏蔽体	22mm 铅
	工件进出口	22mm 铅当量铅帘
	电缆孔	22mm 铅屏蔽补偿

2.2 探伤房屏蔽设计

本项目探伤房曝光室内部长 10m，宽 6m，高 4.2m，曝光室四周墙、工件门及人员门通过 3mm 钢-22mm 铅板-3mm 钢结构对 X 射线进行屏蔽，曝光室四周墙体与地面连接处，四周墙体下沉约 100mm。顶部通过 3mm 钢-11mm 铅板-3mm 钢对 X 射线进行屏蔽。工件门内嵌 22mm 铅板，工件门与墙体上面搭接重叠宽度 200mm，下面搭接重叠宽度为 150mm，左右搭接重叠宽度为 300mm，人员门与墙体上下左右各搭接 100mm。工件门、人员门与墙体之间的缝隙宽度为 10mm，工件门、人员门与墙体重叠部分不小于工件门、人员门与墙体缝隙宽度的 10 倍。

本项目曝光室西南角西墙下方设置直径 300mm 通风口，使用 U 型过墙方式埋于地坪 400mm 以下。拟安装的轴流风机排风量约为 900m³/h，探伤机曝光作业时全程开启风机。

本项目曝光室东南角南墙下方设置 2 根直径 86mm 电缆管道，使用 U 型过墙方式埋于地坪 300mm 以下。

表 10-4 本项目工作场所屏蔽设计情况一览表

工作场所名称	屏蔽防护体	本项目曝光室材质及厚度设计
探伤房 曝光室	四周墙体	3mm钢板-22mm铅板-3mm钢板
	屋顶	3mm钢板-11mm铅板-3mm钢板
	工件门	3mm钢板-22mm铅板-3mm钢板
	电缆管道	直径 Φ86mm*2，采用U型过墙方式埋于地坪300mm以下
	排风管道	直径 Φ300mm，采用U型过墙方式埋于地坪400mm以下

3. 工作场所辐射安全和防护措施

3.1 实时成像装置辐射安全和防护措施

建设单位参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）将设置如下辐射安全措施：

表10-5 本项目拟设置的辐射安全措施一览表

序号	措施	标准原文	措施及位置	是否满足要求
1	曝光室与操作室分开	6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。	本项目 X 射线实时成像装置设计有铅房及操作台，铅房及操作台分开独立设置，操作台位于装置北侧操作室，X 射线管有用线束朝下照射，操作台已避开有用线束照射方向。	是

2	两区划分	6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理,分区管理应符合 GB 18871 的要求。	本项目拟将 X 射线实时成像装置铅房作为控制区;将地坑内除装置铅房外区域及操作室作为本项目监督区。	是
3	门机联锁	6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置,应在门(包括人员进出门和探伤工件进出门)关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中,防护门被意外打开时,应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时,每台装置均应与防护门联锁。	本项目 X 射线实时成像装置检修门设有门机联锁装置,只有在检修门完全关闭时 X 射线实时成像装置才能出束照射,检修门打开时立即停止 X 射线照射,关上门时不能自动开始 X 射线照射。本项目检修门只用于设备检修,平时无需开启。	是
4	指示灯和声音提示装置	6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置,并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间,以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别,并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	本项目 X 射线实时成像装置顶部设有三色报警灯,绿灯亮代表“通电”,黄灯代表“预备”,红灯代表“照射”,建设单位将张贴信号意义指示牌。故无需另外安装显示“预备”“照射”字样的指示灯,该三色灯与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别,警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。	是
5	视频监控	6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置,在控制室的操作台应有专用的监视器,可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	本项目 X 射线实时成像装置铅房内拟设置视频监控装置。	是
6	电离辐射警告标志	6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	本项目 X 射线实时成像装置表面外拟设置有“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明。	是
7	急停按钮	6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳,确保出现紧急事故时,能立即停止照射。按钮或拉绳的安装,应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签,标明使用方法。	本项目 X 射线实时成像装置操作台设有急停按钮,确保出现紧急事故时,能立即停止照射,且拟在按钮旁设置相应中文标识,确保出现紧急事故时,按下此按钮,关闭电源,能立即停止照射。因辐射工作人员不进入装置内部,故装置内部不再设置急停按钮。	是
8	通风	6.1.10 探伤室应设置机械通风装置,排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	装置正常工作时人员不进入装置内部,装置产生的臭氧及氮氧化物可通过工件进出口进行换气,同时装置所在的厂房设置较空旷,通风效果较好。	是
9	固定式剂量率仪	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目 X 射线实时成像装置工作、工件摆放及工件位置调节时,辐射工作人员无需进入铅房内,仅在铅房外操作;设备检修时,检修人员在断电情况下检修,检修完成后在铅房外调试,故无需安装固定式场所辐射探测报警装置。	是

10	其他	/	①钥匙开关：本项目操作台位于操作室内，操作台上设有钥匙开关，只有打开操作台钥匙开关后 X 射线实时成像装置才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出； ②门缝搭接：本项目工件门与装置外壳搭接处重叠宽度为 80mm，工件门与装置外壳之间的缝隙宽度为 5mm，检修门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的 10 倍； ③电缆孔防护：本项目 X 射线实时成像装置铅房左侧设置电缆孔，采用 22mm 铅屏蔽补偿，避免 X 射线直接照射线缆管道口，利用散射降低线缆管道口的辐射水平。	是
----	----	---	---	---

本项目辐射安全设施平面布置示意图见图 10-2。

综上所述，以上辐射安全措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

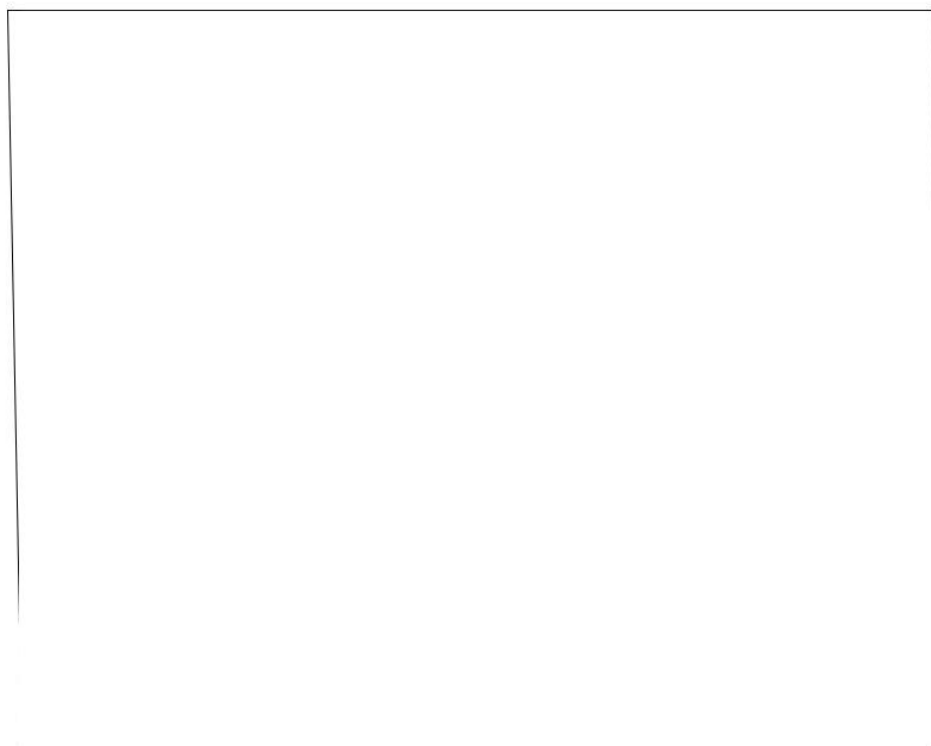


图 10-4 本项目实时成像装置辐射安全设施平面布置示意图

3.2 探伤房辐射安全和防护措施

建设单位参照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）将设置如下辐射安全措施：

表10-6 本项目拟设置的辐射安全措施一览表

序号	措施	标准原文	措施及位置	是否满足要求
1	曝光室与操作室分开	6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。	本项目操作室位于曝光室东南角，本项目操作室已尽量避开有用线束照射方向且与曝光室分开。	是
2	两区划分	6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。	本项目探伤房将曝光室作为本项目控制区，将操作室作为本项目监督区，在监督区入口门张贴警示说明（“监督区”标牌）以作警示。	是
3	门机联锁	6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	本项目曝光室工件门、人员门拟安装门机联锁装置，只有在防护门完全关闭时才能出束照射，当防护门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射等。曝光室内工件门、人员门均拟设置紧急开门按钮，在射线装置失控时，室内人员可通过按下紧急开门按钮逃离曝光室。	是
4	指示灯和声音提示装置	6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	本项目工件门和人员门外、曝光室内部均拟设置“预备”“照射”状态工作状态指示灯和声音提示装置，工作状态指示灯应与 X 射线探伤装置联锁；工作状态指示灯通过电路与探伤机连接，探伤机通电时工作状态指示灯显示“预备”状态，探伤机加高压出束时工作状态指示灯显示“照射”状态，曝光结束探伤机停止出束时工作状态指示灯自动显示“预备”状态。同时曝光室内外醒目位置拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。	是
5	视频监控	6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	本项目曝光室内及曝光室出入口拟设置视频监控；操作台设有监视器，可监视曝光室内的活动和探伤设备的运行情况。	是
6	电离辐射警告标志	6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	本项目工件门、人员门外表面拟设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明；在操作室入口处张贴监督区标志。	是
7	急停按钮	6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标	本项目操作室及曝光室内部四周墙壁上均拟设置紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射，曝光室内的急停按钮安装能够使人员处在曝光室内任何位置时都不需要穿过有用线束就	是

		明使用方法。	能够使用，紧急停机按钮设置标签及标明使用方法。	
8	通风	6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	本项目曝光室内拟配置机械通风，有效通风换气次数不小于 3 次/小时。	是
9	固定式场所辐射探测报警装置	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目探伤房拟配备固定式场所辐射探测报警装置。	是
10	防护门搭接	/	本项目工件门、人员门与墙体缝隙小于 10mm，搭接长度不少于 100mm。墙体搭接与门缝间隙不小于 10 倍。	是
11	危险废物	《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》等相关危废法律法规	公司承诺与有资质单位签订废显（定）影剂、废胶片及胶片清洗废水处置协议。探伤过程中产生的废胶片，废显（定）影剂、胶片清洗废水集中贮存厂区危废库，后交由该单位进行处理（暂存不超过一年）。	是

本项目探伤房辐射安全与防护措施分布见附图 7。

三废的治理

1. 固体废物

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，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中可能会产生废显（定）影剂、废胶片、胶片清洗废水。废显（定）影液、废胶片属于《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 900-019-16 作危废处理。根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》及《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023），项目产生的危废在本项目拟建的危废间进行收集暂存。本项目危废间位于曝光室南侧，危废库面积约 5.4m²，拟半年转运一次，危废库具体位置见附图 3。

项目危废间拟按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）相关要求建设，符合防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐等要求，地面、墙面裙脚、墙体等拟采用坚固的材料建造，表面无裂缝，地面与裙脚拟采取表面防渗措施；危废间只贮

存探伤房产生的废显（定）影剂、废胶片、胶片清洗废水，废显（定）影剂、胶片清洗废水为液态，拟采用废液桶收集，不直接接触地面。危废间门上张贴环保标识牌，明确危险废物种类，建设单位将制定危废间管理制度，危废间由专人管理，做好危险废物情况的记录，注明危险废物的名称、来源、数量、特性、入库日期等登记工作。建设单位同时将按照《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）及《环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场》（GB 15562.2-1995）修改单规范危险废物贮存、处置场警告图形符号以及危废间的危险废物识别标志的设置。

建设单位承诺与有资质单位签订危险废物收集处置协议书。危废按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求进行了临时贮存后，委托有危废处理资质单位处理处置，并按照《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. 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 2.4m^3 ，年排放量为 28.8m^3 ；本项目产生的生活污水进入厂房屋原有的污水管道，最终进入东台市城东污水处理有限公司处理。

3. 气体废物

本项目 X 射线探伤机在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。拟在曝光室西南角西墙设置管道，可通过通风管道将臭氧及氮氧化物抽排出曝光室，排风口高于曝光室顶部。本项目探伤房曝光室不设置进风口，通过工件门进气，通风管道采用 U 型管道设计。本项目曝光室内体积约 252m^3 ，公司拟为曝光室安装风量为 $900\text{m}^3/\text{h}$ 的风机，拟安装的风机能够满足每小时有效换气次数 3 次以上需求。且每次更换工件都将打开防护门，也可实现通风，本项目厂房门窗面积较大，自然通风效果良好，废气排出曝光室后，通过厂房门窗排出，此外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对周围环境影响较小。

X 射线实时成像装置在工作状态时，会使铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，本装置内部空间较小，人员不进入铅房内，臭氧和氮氧化物排出装置后，通过

车间换气系统排出厂房，另外臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态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。

4.探伤设施的退役

本项目射线装置不再使用时，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

本项目的主体工程为探伤房建设及实时成像装置安装。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。具体施工流程产污环节如下所示：

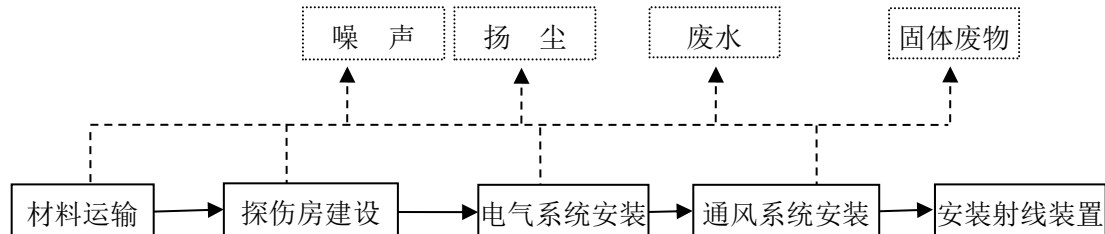


图 11-1 施工期工艺流程及产污环节图

（一）施工期扬尘

施工过程中会产生一定扬尘，属于无组织排放，针对上述大气污染拟采取以下措施：a、及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b、车辆在运输建筑材料时拟采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c、施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

（二）施工期噪声

施工期噪声包括安装过程、通风及电气设备安装过程中机械产生的噪声，由于项目评价范围内大多为建设单位厂区，公众活动较少，施工噪声对周围环境的影响较小。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备。

（三）施工期废水

施工期废水主要为施工人员的生活污水和施工废水。施工废水拟经简易沉淀设施沉淀后用于施工场地泼洒或水泥砂浆配制；施工人员的生活污水排入厂区污水管网。

（四）施工固废

施工期固废主要是装修过程中产生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，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂区现有垃圾收集设施收集。

项目施工期对环境产生的影响均为短期的，项目建成后，影响即自行消除。该单位在施工阶段计划采取上述污染防治措施后，施工期的环境影响将得到有效控制，对当地环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

本项目预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。

1. 预测公式**(1) 有用线束屏蔽估算**

预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式：

1) 有用线束屏蔽估算：

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

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

I ：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

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 9-3、表 9-4；

B ：屏蔽透射因子；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

(2) 非有用线束屏蔽估算

非有用线束屏蔽体预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

① 泄漏辐射

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \dots (3)$$

式中： $\dot{H}$ ：关注点处周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_L$ ：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 1；

B ：屏蔽透射因子；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

② 散射辐射

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

式中： $\dot{H}$ ：关注点处周围剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I ：X 射线探伤装置在最高管电压下的管电流，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 9-3、表 9-4；

B ：屏蔽透射因子；

F ： R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α ：散射因子，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以用水的 α 值保守估计，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录 B 表 B.3；

R_s ：散射体至关注点的距离，m；

R_0 ：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m。

（3）保护目标有效剂量评估

本项目保护目标的周剂量当量及年有效剂量水平估算方式如下：

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \cdots (5)$$

式中： H_c ：参考点每周的周围剂量当量/年有效剂量， $\mu\text{Sv/周}$ 、 $\mu\text{Sv/年}$ ；

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

t ：探伤装置周照射时间，h/周、h/年；

U ：探伤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。

2. 实时成像辐射影响分析

2.1 参考点处理论计算结果

本项目 X 射线实时成像装置通过含铅板的铅房对 X 射线进行防护，根据公司所提供的数据本项目运行后装置年曝光时间预计不超过 750h。本项目 X 射线实时成像装置最大管电压 320kV，最大管电压下管电流 5.625mA，额定功率为 1800W。本项目装置照射方向固定向下，安装时装置底部浇筑水泥固定，浇筑厚度约 13cm，装置下方为土层，无建筑，装置底部可不考虑辐射剂量屏蔽估算。因此本报告将四周及顶部屏蔽体按照非有用射束照射进行估算。预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐

射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。

本项目实时成像装置进行无损检测时，射线管距离屏蔽体距离见图 11-1，取装置表面外 30cm 为关注点，非有用线束方向屏蔽效果预测表见表 11-1。

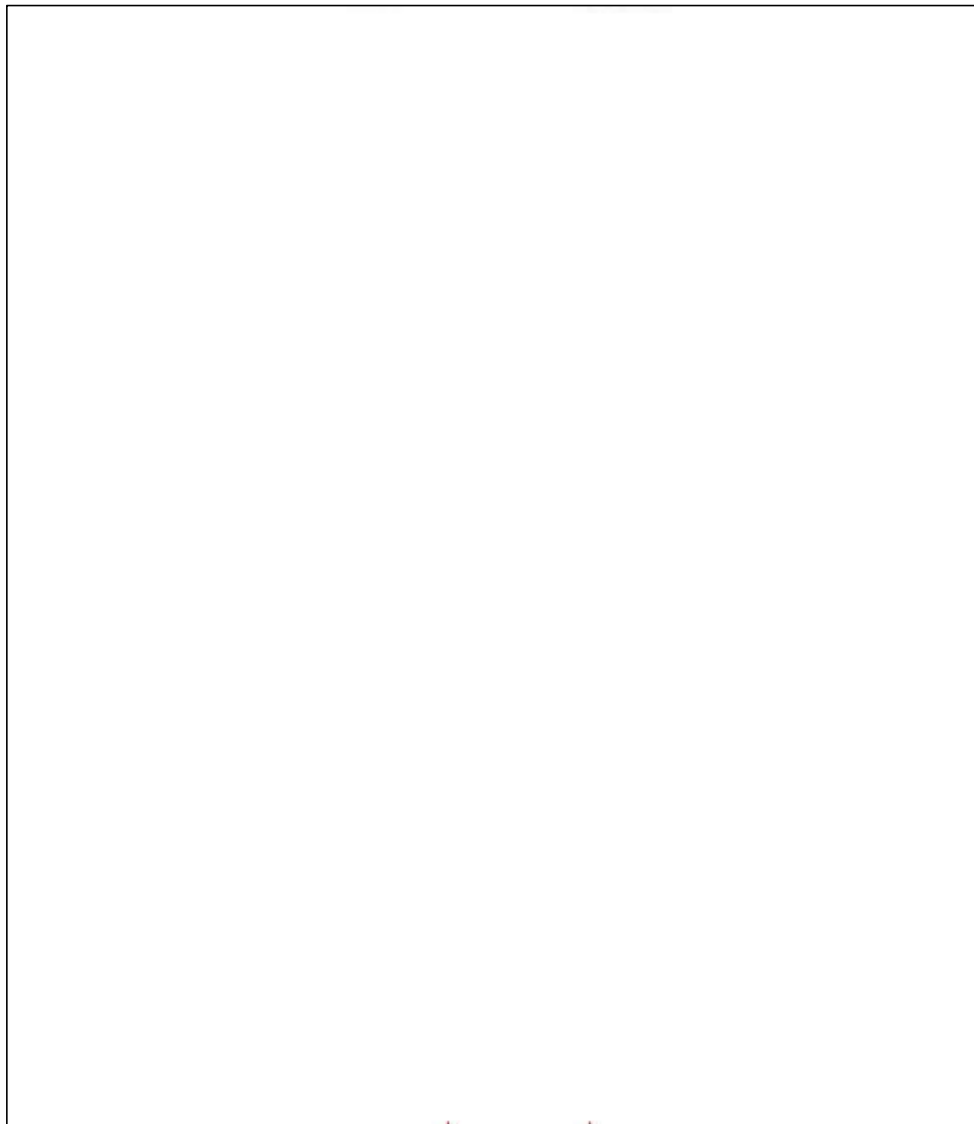


图 11-2 X 射线实时成像检测系统各关注点位示意图（单位：mm）

表 11-1 X 射线实时成像检测系统非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数	关注点						
	右侧①	顶部②	左侧③	前侧④	后侧⑤	进口⑥	出口⑦
铅当量厚度 (mm)	22	22	22	22	22	22	22
泄 漏 辐 射	B ₁						
	$\dot{H}_L$ (μS v/h)						
	R (m)						
	$\dot{H}$ (μSv/ h)						
	散射线						

散射 辐射	能量 (kV)						
	B ₂						
	I (mA)						
	$H_0(\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h}))$						
	$\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$						
	R _s (m)						
	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$						
泄漏辐射和 散射辐射的 复合作用 ($\mu\text{Sv/h}$)							
剂量率参考 控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价		满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：(1)R 值根据图 11-1 取值，取装置表面外 30cm 为关注点；

(2)B₁、B₂值取值，根据《无损检测仪器1MV以下X射线设备的辐射防护规则 第3部分：450kV以下X射线设备辐射防护的计算公式和图表》(GBZ 41476.3-2022)P3表2，320kV下铅的半值层1.5mm，197kV半值层保守按225kV下铅的半值层取值，为0.7mm，再根据 $B=2^{-X/HVL}$ 计算得到B值。

根据表 11-1 中预测结果，当本项目 X 射线实时成像装置满功率运行时，装置表面外 30cm 处周围剂量当量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平的要求。

2.2 反散射辐射影响分析

根据表 11-1，本项目 X 射线实时成像检测系统顶部外 30cm 处辐射周围剂量当量率为 5.09E-01 $\mu\text{Sv/h}$ ，经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于 5.09E-01 $\mu\text{Sv/h}$ ，预计对装置四周辐射贡献较小。

装置安装时底部浇筑水泥固定，浇筑厚度约 13cm，因此不考虑装置底部反散射。

2.3 电缆孔辐射影响分析

本项目 X 射线实时成像装置未单独设置通风装置，电缆孔采用铅迷宫防护，利用散射降低管道口的辐射水平，避免 X 射线直接照射电缆孔，X 射线进入电缆孔后散射示意图如图 11-3。X 射线均需至少经过三次散射才能到达电缆孔管道口。根据《辐射防护导论》P193 “一般经三次以上散射后 γ 射线的剂量当量率已降得很低了，实例也证明了这一点。”，本项目 X 射线实时成像装置电缆孔设计能够满足辐射防护要

求。



11-3

3.探伤房辐射影响分析

本项目探伤房曝光室四周墙、顶部、工件门和人员门均内嵌铅板对 X 射线进行屏蔽。本项目探伤工作时，曝光室内使用周向机时朝北墙、南墙、顶部及地面出束照射，定向机朝北墙、南墙照射。本项目探伤房拟配备 3 台探伤机(最大管电压 250kV 最大管电流 5mA)。本项目 X 射线探伤机保守以最大管电压 250kV，最大管电流 5mA 满功率运行时进行估算；地面为土层不进行预测估算。预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ127-2014)中的计算公式。

3.1 参考点处理论计算结果

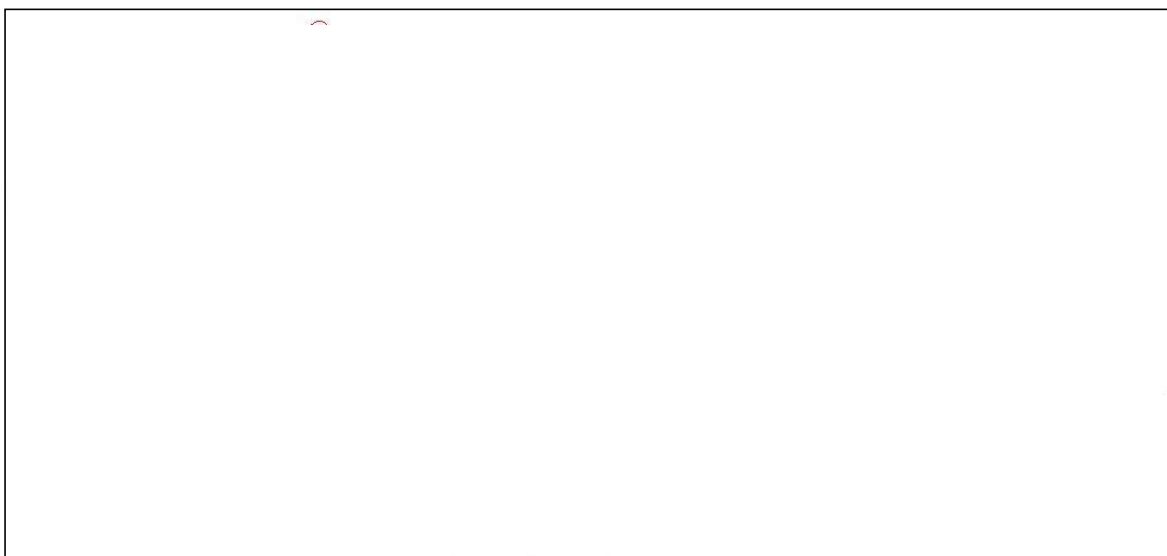


图 11-4 本项目探伤房计算点位示意图

表 11-2 本项目探伤房关注点及其需要防护的辐射

序号	点位描述	有用线束	泄漏辐射	散射辐射
①	南墙外30cm	√	/	/
②	人员门外30cm	√	/	/
③	西墙外30cm	/	√	√
④	北墙外30cm	√	/	/
⑤	工件门外30cm	/	√	√
⑥	东墙外30cm	/	√	√
⑦	顶部外30cm	√	/	/

表 11-3 本项目探伤房曝光室有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	设计厚度	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B	R (m)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率 参考控制 水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
南墙外 30cm①	22mm 铅	5					2.5	满足
人员门 外 30cm②	22mm 铅	5					2.5	满足
北墙外 30cm④	22mm 铅	5					2.5	满足
顶部外 30cm⑦	11mm 铅	5					100	满足

注：(1)B 值取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中附录 B 中的表 B.2，250kV 下铅值值层为 2.9mm；

(2)探伤房四周及顶部墙体厚 0.15m，距南、北墙 $R=2+0.15(\text{墙厚})+0.3=2.45\text{m}$ ；距人员门 $R=2+0.15(\text{墙厚})+0.1(\text{人员门厚})+0.3=2.55\text{m}$ 。探伤机离地 1m，距顶部 $R=4.2-1(\text{探伤机距地面高度})+0.15(\text{墙厚})+0.3=3.65\text{m}$

表 11-4 本项目探伤房曝光室非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数		关注点位		
		西墙③	工件门⑤	东墙⑥
屏蔽体		22mm 铅	22mm 铅	22mm 铅
泄 漏 辐 射	B_1			
	$\dot{H}_L$ ($\mu\text{Sv/h}$)			
	R (m)			
	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)			
散 射 辐 射	散射后能量			
	B_2			
	I (mA)			
	$H_0 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$			
	F (m^2)			
	α			

	R_0 (m)	(数据取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T250-2014) B.4.2)		
	R_s (m)			
	$\dot{H}$ (μSv/h)			
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 (μSv/h)				
周围剂量当量率参考控制水平(μSv/h)	2.5	2.5	2.5	
评价	满足	满足	满足	

注：（1）探伤机距曝光室南墙、西墙、北墙均为 2m，距东墙 2.65m，取墙外 30cm 为关注点；
 （2）探伤房四周及顶部墙体厚 0.15m，距西墙 $R=2+0.15(\text{墙厚})+0.3=2.45\text{m}$ ；距东墙 $R=2.65+0.15(\text{墙厚})+0.3=3.1\text{m}$ ；距工件门 $R=2.65+0.15(\text{墙厚})+0.1(\text{工件门厚})+0.3=3.2\text{m}$ ；
 （3） B_1 、 B_2 值取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中附录 B 中的表 B.2，250kV 下铅值层为 2.9mm，200kV 下铅值层为 1.4mm。

3.2 天空反散射影响分析

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中3.1.2 b) 1)穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和，应按3.1.1c)的剂量率参考控制水平 H_c （μSv/h）加以控制。

参考 NCRP-151 号报告，根据公式 5.1 可以演变得到。

$$H = 2.5 \cdot 10^{-2} (B_{XS} \cdot D_{10} \Omega^{1.3}) / (d_i^2 d_s^2) \quad (6)$$

式中：

H ：在距离X射线辐射源 d_s 处地面，天空反散射的X射线周围剂量当量率，μSv/h；

D_{10} ：距离X射线辐射源1m处的标准参考点的周围剂量当量率，μSv/h；

B_{XS} ：X射线屋顶的屏蔽透射比；

Ω ：由X射线源于屏蔽墙对向的立体角， Sr （球面度）， $\Omega=4\text{tg}^{-1}(\text{ab/cd})$
 （a是屋顶受照最长范围之半（周向机）或屋顶主射线范围之半（定向机）；

b是屋顶主射线范围之半；c是辐射源到屋顶外表面中心的最小距离；d是源到屋顶边缘的距离， $d = (a^2 + b^2 + c^2)^{1/2}$ ；

d_i ：在屋顶上方2m处距离靶的垂直距离，m；

d_s ：X射线源至天空反散射关注点，m。

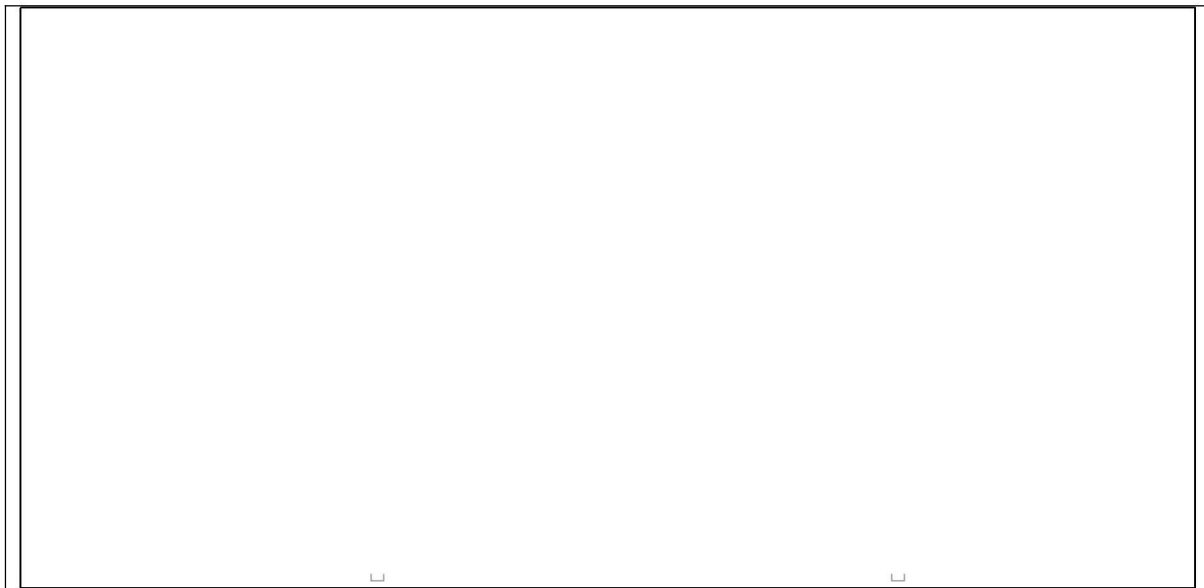


图11-5 天空反散射示意图(单位: mm)

表11-5 天空反散射对于地面关注点处剂量率 (250kV周向机)

a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	Ω	B_{XS}	D_{I0} $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h}$	d_i (m)	d_s (m)	H ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)

注: d_s : 以屋顶中央上方 2m 与屋顶边缘连线延长至离地面 2m 处关注点至探伤机的距离 (由 CAD 测量得出)。

表 11-6 探伤机有用线束在天空反散射地面关注点处剂量率 (250kV 周向机)

探伤机 类型	关注 点	设计厚度 (mm)	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ (mA·h)	B	R (m)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)

表 11-7 探伤机非有用线束在天空反散射地面关注点处剂量率 (250kV 周向机)

参数		关注点位	
		东墙/西墙	
屏蔽体			
泄 漏 辐 射	B_1		
	$\dot{H}_L$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		
	R (m)		
	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)		
散 射 辐 射	散射后能量		
	B_2		
	I (mA)		
	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$		
	F (m^2)		
	α		

	R_0 (m)	(数据取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T250-2014) B.4.2)
	R_s (m)	
	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	
泄漏辐射和散射辐射的复合作用($\mu\text{Sv/h}$)		

表 11-8 天空反散射地面关注点处剂量率汇总 (250kV 周向机)

关注点	H (天空反散射, $\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}$ 叠加 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
南墙/北墙				2.5	满足
东墙/西墙				2.5	满足

由表 11-8 可知, 天空反散射地面关注点处剂量率叠加有用线束辐射影响后, 能满足剂量率参考控制水平。

3.3 电缆管道、通风管道辐射影响分析

本项目探伤房通风管道、电缆管道采用 U 型管设计, 利用散射降低管道口的辐射水平。X 射线进入通风管道及电缆管道后散射示意图如图 11-6、图 11-7。X 射线进入通风管道及电缆管道均需至少经过三次散射才能到达管道口。根据《辐射防护导论》P193“一般经三次以上散射后 γ 射线的剂量当量率已降得很低了, 实例也证明了这一点。”, 本项目探伤房电缆管道与通风管道设计能够满足辐射防护要求。



图11-6 本项目探伤房曝光室电缆管道散射示意图 (单位: mm)

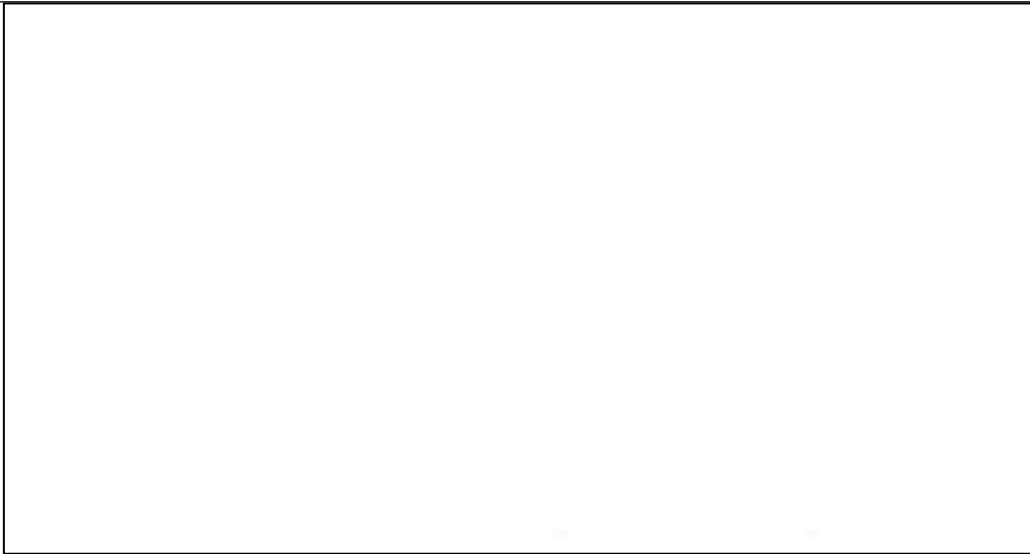


图11-7 本项目探伤房曝光室通风管道散射示意图（单位：mm）

4.实时成像、探伤房表面30cm叠加剂量分析

本项目探伤房、实时成像装置距离较近且存在同时开机的情况，因此需要考虑剂量叠加。由 2.1、3.1 计算结果可知，本项目实时成像表面 30cm 剂量率最大值为 $4.84\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ ，探伤房表面 30cm 剂量率最大值为 $1.80\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ ，保守不考虑剂量衰减，二者叠加值为 $5.02\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中辐射屏蔽剂量率参考控制水平的要求。

5.参考点的周/年剂量水平估算

5.1 实时成像保护目标剂量评价

本项目辐射工作人员正常工作时位于装置四周或北侧操作室内，因此分别按照装置四周、操作室最大周围剂量当量率来估算辐射工作人员有效剂量。拟配备的2名辐射工作人员为1班，本项目X射线实时成像装置预计周最大曝光时间为15h，年曝光时间最大约为750h，根据公式3、4获得保护目标最大的参考点周围剂量当量率，最后通过公式5计算辐射工作人员每周的周围剂量当量及年有效剂量：

通过表 7-1 中距离加上出束点距离屏蔽体最近距离作为公式 3、4 中距离，根据公式 3、4 获得保护目标最大的参考点周围剂量当量率，最后通过公式 5 计算公众每周的周围剂量当量及年有效剂量，计算结果见表 11-9。

表 11-9 本项目实时成像辐射影响理论估算结果汇总表

关注点	居留因子	关注点方位及最近距离	距射线管最近距离(m)	保护目标周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	每周的周围剂量当量($\mu\text{Sv/周}$)	目标管理值($\mu\text{Sv/周}$)	年有效受照剂量(mSv/a)	目标管理值(mSv/a)
装置四周	1							
操作室	1							
上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司	探伤房操作室	1						
	组装区	1						
	车间过道	1/8						
	焊接区	1						
	成品堆放区	1/4						
	其他区域	1						
江苏久工重型机械股份有限公司	1							

注：①使用因子保守取 1；

②本项目装置周曝光时间约为 15h/周；一年按照 50 周计算，年曝光时间约为 750h。

从表 11-9 中预测结果可以看出，本项目实时成像装置满功率运行时，辐射工作人员所受每周的周围剂量当量最大为 $7.26\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $3.63\text{E-}01\text{mSv}$ ；周围公众所受每周的周围剂量当量最大为 $1.18\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $5.92\text{E-}02\text{mSv}$ 。根据理论计算结果，本项目辐射工作人员及周围公众受照剂量能够满足《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》（GBZ117-2022）及本项目管理目标限值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv ，周有效剂量不超过 $100\mu\text{Sv}$ ；公众年有效剂量不超过 0.1mSv ，周有效剂量不超过 $5\mu\text{Sv}$ ）。

5.2 探伤房保护目标剂量评价

表11-10 本项目探伤房辐射影响理论估算结果汇总表

关注点	居留因子 T	关注点方位及最近距离	距射线管最近距离(m)	周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)	每周的周围剂量当量($\mu\text{Sv/周}$)	目标管理值($\mu\text{Sv/周}$)	年剂量估算值(mSv/年)	目标管理值(mSv/a)
操作室	1	南侧紧邻						

综合实时成像及探伤房辐射影响，本项目辐射工作人员周剂量当量最大 $7.35\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $3.68\text{E-}01\text{mSv}$ ，周围公众周剂量当量最大为 $1.27\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $6.39\text{E-}02\text{mSv}$ 。由于辐射剂量率随距离增大而衰减，更远处的关注点辐射剂量率随距离增加数值降低，相应有效剂量也越低。根据理论计算结果，本项目辐射工作人员及周围公众受照剂量能够满足《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）及本项目管理目标限值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv ，周有效剂量不超过 $100\mu\text{Sv}$ ；公众年有效剂量不超过 0.1mSv ，周有效剂量不超过 $5\mu\text{Sv}$ ）。

事故影响分析

1、探伤房事故影响分析

探伤房可能发生的辐射事故：

(1) X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下，曝光室门机联锁失效，工作人员误入曝光室；

(2) 曝光室门机联锁失效，工件门未完全关闭，X 射线探伤机在对工件进行曝光的工况下对曝光室周围人员造成意外照射；

(3) 探伤操作人员未发现曝光室内仍有人员滞留即开始探伤作业，致使人员受到意外照射；

(4) 探伤机进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射；

(5) 曝光室防护门屏蔽受损有泄漏射线对周围人员造成意外照射。

针对上述可能发生的辐射事故提出预防措施：

(1) 误入人员可按下室内紧急停机按钮并通过紧急开门按钮逃离曝光室，辐射工作人员对于人员误入曝光室应及时按下急停按钮，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) 辐射工作人员应经常检查门机联锁装置，确保完好。确保在所有防护门关闭后，X 射线探伤机才能进行照射；定期认真地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，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

(3) X 射线探伤时辐射工作人员应定期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) 建设单位需制定《探伤机操作规程》。凡涉及对 X 射线探伤机进行操作，必须按操作规程执行，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，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

(6) 定期对探伤机进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

(7) 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。

(8) 公司在日常工作中应加强辐射安全管理，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，每次探伤前检查曝光室门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测曝光室的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；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，公司应完善应急计划演练，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。

2、实时成像装置事故影响分析

实时成像装置可能发生的辐射事故：

(1) X 射线实时成像装置铅房受到碰撞变形密封性受到破坏，造成 X 射线泄漏事故，人员受到意外照射；

(2) X 射线实时成像装置门机联锁失效，装置工件门未关闭进行曝光，致使人员受到意外照射；

(3) 维修人员检修 X 射线实时成像装置时，设备进行曝光，人员受到意外照射。

针对上述可能出现的主要事故建议性的给出处理方法或者预防措施：

(1) 辐射工作人员定期检查 X 射线实时成像装置铅房外观情况，进行检查、维护。正常开机时检测装置的周围辐射水平，发现 X 射线泄漏时立即停止照射，检查泄漏原因，并上报公司，由专业人员对设备进行维修；

(2) 公司应加强管理，加强辐射工作人员的培训，严格执行安全操作规程，防止人员误入误留在装置内；

(3) 定期检查门机联锁装置，确保无损检测工作正常进行；

(4) 发生事故时应立即按下急停开关切断电源，确保装置停止出束；

(5) 对可能受到超剂量照射的人员，及时送医检查并治疗；

(6) 对受照人员进行受照剂量估算，并进行身体检查和医学观察；

(7) 事故处理后保存好受照人员体检资料，做好跟踪观察。

公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对 X 射线实时成像装置进行检查、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 X 射线实时成

像装置操作，每次操作前检查 X 射线实时成像装置门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测 X 射线实时成像装置的周围辐射水平，确保安全措施有效运行；同时针对可能发生的辐射安全事故，制定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；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。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”。

上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司拟成立相应的辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员管理职责；上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司拟配备 4 名辐射工作人员，其中 1 人兼任辐射防护负责人。本项目辐射工作人员应通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识。通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加考核，通过考核后才能进行上岗作业。此外，担任本项目辐射防护负责人的辐射工作人员需再通过“辐射安全管理”类别的辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核。

辐射安全管理规章制度

本项目为新建探伤房、实时成像装置项目，上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司拟按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定一系列的辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、事故应急制度等。公司在日后实际工作中，应根据具体情况和实际问题，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时更新、完善制度的可操作性，本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议：

- **岗位职责：**明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。
- **操作规程：**明确本项目 X 射线探伤机、实时成像装置辐射人员的资质条件要求、操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。建设单位应严格执行操作规程。
- **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、实时成像装置的运行和维修辐射安全管理。建设单位应严格执行辐射防护和安全保卫制度。

- **设备检修维护制度：**明确 X 射线探伤机、实时成像装置的辐射监测设备维修计划、维修记录和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 X 射线探伤机、实时成像装置、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。
- **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的记录。
- **人员培训计划：**制定人员培训计划，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。
- **监测方案：**方案中应明确监测频次和监测项目，委托有资质单位开展的监测结果应定期上报生态环境行政主管部门。
- **事故应急预案：**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》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求针对本项目可能发生的辐射事故（意外照射等）制定事故应急预案，应急预案内容包括：应急机构和职责分工、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、应急演习计划；辐射事故分级与应急响应措施、辐射事故调查、报告和处理程序；应急领导小组成员姓名及联络电话、当地的救援报警电话，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。
- **监测异常报告制度：**如果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。如果在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，并在一小时内向生态环境行政主管部门报告。

上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司应严格按照制度执行，日常维护保养、运行、定期安全检查须形成记录，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) 委托有资质单位定期对 X 射线探伤房、实时成像装置周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1 次；

2) X 射线探伤房、实时成像装置进行检测作业时公司辐射安全管理人员对 X 射线探伤房、实时成像装置周围的辐射水平进行监测（每月一次），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。

3) 公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，拟委托有资质单位对辐射工作人员开展个人剂量监测及职业健康体检，个人剂量计定期（不超过 3 个月）送检，并建立个人剂量档案及职业健康监护档案；若发现个人剂量有异常的，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。个人剂量档案终生保存。职业健康监护档案应包括 a) 职业史(放射和非放射)、既往病史、个人史、应急照射和事故照射史(如有)；b) 历次职业健康检查结果评价及处理意见；c) 职业性放射性疾病诊治资料(病历、诊断证明书和鉴定结果等)、医学随访资料；d) 需要存入职业健康监护档案的其他有关资料，如工伤鉴定意见或结论；怀孕声明等。职业健康监护档案终生保存。

本项目辐射监测方案具体见表 12-1。

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
X 射线探伤房	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	a) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置； b) 曝光室门外 30 cm 离地面高度为 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点； c) 曝光室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点； d) 人员经常活动的位置；
	年度监测		委托有资质单位进行	每年一次	
	自主监测		自行监测	每月一次	
X 射线实时成像装置	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	①通过巡测发现辐射水平异常高的位置； ②X 射线实时成像装置表面外 30cm 处，工件门四周门缝及表面外 30cm 处； ③人员经常活动的位置。
	年度监测		委托有资质单位进行	每年一次	
	自主监测		自行监测	每月一次	
辐射工作人员	个人剂量当量监测	个人剂量当量	委托有资质单位进行	每 3 个月一次	/

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》（GBZ117-2022）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；上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司拟配备1台X- γ 辐射剂量巡测仪和4台X- γ 个人剂量报警仪，项目运行后应定期对X射线实时成像装置周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器能够满足相关管理要求。

辐射事故应急

上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司拟设置辐射事故应急小组，并制定《辐射事故应急预案》，公司应根据本项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案，应急预案内容应包括：

- （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。

上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司应依据《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》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》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，在事故发生后1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。报告内容包括单位信息，许可证信息，事故发生时间、地点、类型，射线装置名称及型号，事故经过等信息。事故发生后应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司应加强管理，严格执行安全操作规程。应经常监测本项目X射线实时成像装置周围的环境辐射剂量率等，发现问题及时排查，确保辐射工作安全有效运转。

表 13 结论与建议

结论**1. 实践正当性**

上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司因产品质量检测需要，拟开展探伤房、实时成像装置项目，对生产的管道进行无损检测，确保其产品质量。本项目的建设将满足企业产品检测需求，创造更好的经济效益，从社会角度而言，能够使用安全系数更高的产品，减少安全事件发生的可能性。虽然在运行期间，探伤机、实时成像装置的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司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，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。因此，在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，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“实践的正当性”的原则与要求。

2. 与产业政策的相符性

本项目使用 X 射线探伤机、实时成像装置对公司生产的产品进行无损检测，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目不属于限制类、淘汰类，本项目的建设符合国家现行产业政策。

3. 辐射安全与防护分析结论**1) 选址、布局合理性**

上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司位于东台市东台镇灶丰路西侧(四灶园区)，公司东侧隔厂区道路为灶丰南路，南侧、西侧、北侧均为江苏久工重型机械股份有限公司厂房。

本项目拟建址位于上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司厂房内，探伤房位于厂房中部偏南侧，实时成像装置位于厂房中部偏西侧，二址相距约16m。探伤房拟建址东侧依次为车间过道、设备区，南侧依次为车间过道、水压区及评片室、洗片室、危废间、江苏久工重型机械股份有限公司厂房，西侧为成品堆放区，北侧依次为车间过道、成品堆放区、组装区；实时成像装置拟建址东侧、西侧为组装区，南侧依次为车间过道、成品堆放区，北侧依次为组装区、焊接区、半成品区、江苏久工重型机械股份有限公司厂房。本项目所在厂房为一层建筑，拟建探伤房、实时成像装置上方为厂房屋顶，下方为土层，实时成像装置拟安装在深962mm地坑内。

本项目 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感区。本项目 50m 范围内涉及公司厂房、江苏久工重型机械股份有限公司厂房。本项目周围环境保护目标主要为从事探伤房、实时成像装置操作的辐射工作人员及装置周围公众。

2) 辐射防护措施

本项目 X 射线实时成像装置尺寸为 1370mm (长)×915mm (宽)×1680mm (高), 铅房采用钢板+铅板+钢板结构对 X 射线进行屏蔽, 定义 X 射线实时成像装置检修门为前侧, 铅房各面屏蔽情况如下: 底部内嵌 26mm 铅板, 左侧、右侧、前侧(含检修门)、后侧、顶部内嵌 22mm 铅板。装置进出口设置 4 层铅帘, 总厚度相当于 22mm 铅当量。本项目检修门与装置外壳搭接处重叠宽度为 80mm, 工件门与装置外壳之间的缝隙宽度为 5mm, 工件门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的 10 倍。本项目在铅房左侧上方设置电缆孔, 孔洞直径约为 150mm, 并在电缆孔处设置 22mm 铅屏蔽补偿。

本项目将X射线实时成像装置铅房边界作为本项目的控制区边界, 装置表面拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明, 拟将地坑内除装置以外的区域及操作室作为监督区, 操作室入口、地坑入口粘贴监督区标牌。

本项目探伤房曝光室内部长 10m, 宽 6m, 高 4.2m, 曝光室四周墙、工件门及人员门通过 3mm 钢-22mm 铅板-3mm 钢结构对 X 射线进行屏蔽, 顶部通过 3mm 钢-11mm 铅板-3mm 钢对 X 射线进行屏蔽。工件门内嵌 22mm 铅板, 工件门与墙体上面搭接重叠宽度 200mm, 下面搭接重叠宽度 150mm, 左右搭接重叠宽度为 300mm, 人员门与墙体上下左右各搭接 100mm, 工件门、人员门与墙体之间的缝隙宽度为 10mm, 工件门、人员门与墙体重叠部分不小于工件门、人员门与墙体缝隙宽度的 10 倍。本项目曝光室西南角西墙下方设置直径 300mm 通风口, 使用 U 型过墙方式埋于地坪 400mm 以下。拟安装的轴流风机排风量约为 900m³/h, 探伤机曝光作业时全程开启风机。本项目曝光室东南角南墙下方设置 2 根直径 86mm 电缆管道, 使用 U 型过墙方式埋于地坪 300mm 以下。

本项目探伤房将曝光室边界作为本项目的控制区, 将操作室作为本项目的监督区, 在探伤房工件门及人员门上设置电离辐射警告标志及中文警示说明, 在监督区张贴警示说明(“监督区” 标牌)以作警示。

3) 辐射安全措施

本项目X射线实时成像装置检修门与装置设置门-机安全联锁装置，装置顶部设有三色报警灯，并与X射线管联锁；定期检查门-机联锁装置、三色报警灯，确保有效；设备外表面设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。本项目X射线实时成像装置操作台拟设计安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。操作台上拟设置钥匙开关，只有打开操作台钥匙开关后X射线实时成像装置才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出。铅房内拟设置视频监控。

本项目探伤房曝光室工件门及人员门拟设置与探伤机高压联动的门-机安全联锁装置，防止人员误入；公司拟在曝光室工件门门口、内部及人员门门口设置带有“预备”“照射”状态的工作状态指示灯及声音提示装置，工作状态指示灯与X射线探伤装置联锁，设置信号意义的说明，以提醒工作人员和其他人员在照射时不要靠近和逗留；门-机联锁装置、声音提示装置和工作状态指示灯应定期检查，确保有效；曝光室工件门及人员门拟设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明，用于提醒无关人员勿在其附近出入和逗留，曝光室内部、操作台拟设置紧急停机按钮并均设置标签说明，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。工件门与人员门拟设置紧急开门按钮，确保发生事故时，人员能够逃离事故现场。曝光室内部拟设置固定式剂量率仪。本项目曝光室内及门口处拟设置视频监控设备，可以监控曝光室内及工件门进出口，显示器位于操作室。

公司拟配备1台辐射剂量巡测仪和4台个人剂量报警仪，用于对X射线探伤房、实时成像装置工作时周围环境辐射水平监测及对瞬时辐射剂量率的实时报警，以上措施能够满足辐射安全管理的要求。

4) 通风措施评价

X射线实时成像装置在工作状态时，会使铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，本项目实时成像装置内部布局紧凑，人员无法进入装置，且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，对环境的影响较小。

本项目探伤房曝光室内拟设置通风设施，可通过风机将臭氧及氮氧化物抽排出曝光室，能确保每小时有效通风换气次数不小于3次。且每次更换工件都将打开防护门，也可实现通风。且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，对环境影响较小。

4.辐射环境影响分析结论

本项目 X 射线实时成像装置、探伤房曝光室通过钢-铅-钢结构对 X 射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，本项目 X 射线实时成像装置、曝光室探伤机以最大功率运行时装置表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 的辐射剂量率限值要求。

由预测结果可知，本项目辐射工作人员及周围公众每周的周围剂量当量、年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 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，周剂量当量不超过 100μSv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv，周剂量当量不超过 5μSv)。

5.辐射环境管理

- 1) 委托有资质的单位每年对辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行检测；
- 2) 拟为本项目配置 1 台辐射巡测仪及 4 台 X-γ个人剂量报警仪，定期对工作场所辐射水平进行检测；
- 3) 在项目运行前，建设单位拟委托有资质的单位开展个人剂量监测，所有辐射工作人员均佩戴个人剂量计，并定期按时送检。建设单位拟建立辐射工作人员个人剂量监测档案并长期保存。
- 4) 在项目运行前安排 4 名辐射工作人员进行职业健康体检并定期复检，并建立职业健康监护档案。
- 5) 上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司拟成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。在项目运行前制定辐射安全管理制度；本项目拟配备 4 名辐射工作人员；项目投运后，若新增辐射工作人员，上岗前应报考全国核技术利用辐射安全与防护考核，必须通过考核后方能正式进行作业。

综上所述，上海四方无锡锅炉工程有限公司东台分公司新建探伤房、实时成像装置项目符合实践正当性原则，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周/年有效剂量符合《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“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管

理措施后，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，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。建设单位在本项目建设完成，且取得辐射安全许可证后，应当对本项目进行竣工环保验收。

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

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预期投资 (万元)
辐射安全管理	公司拟成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责。	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、设施设备维护与维修制度、教育培训制度、监测方案、事故应急制度等。		/
	4 名辐射工作人员上岗前应通过辐射安全与防护知识考核（每 5 年重新参加考核）。	根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，辐射工作人员应持有考核合格证。	定期投入 (每 5 年)
	委托有资质单位对所有辐射工作人员开展个人剂量检测，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案。辐射工作人员均应佩戴个人剂量计。（常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月。个人剂量档案应终生保存。	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《放射工作人员职业健康管理规范》，个人剂量档案应终生保存。	每年投入
	职业健康体检：定期组织职业健康体检，并按相关要求建立职业健康监护档案。（两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。）	根据《放射工作人员职业健康管理规范》公司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。根据《放射工作人员健康要求及监护规范》，职业健康监护档案应终生保存。	每年投入
辐射防护措施	本项目 X 射线实时成像装置铅房采用铅板结构对 X 射线进行屏蔽，定义检修门为前侧，装置底部内嵌 26mm 铅板，左侧、右侧、前侧(含检修门)、后侧、顶部内嵌 22mm 铅板。装置进出口设置 4 层铅帘，总厚度相当于 22mm 铅当量。电缆孔设置 22mm 铅屏蔽补偿。 本项目将 X 射线实时成像装置铅房边界作为本项目的控制区边界，装置表面拟设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；将地坑内除装置铅房外的区域、操作室作为本项目监督区，操作室入口、地坑入口粘贴监督区标牌。 本项目探伤房曝光室四周墙、工件门及人员门通过 3mm 钢-22mm 铅板-3mm 钢结构对 X 射线进行屏蔽，顶部通过 3mm 钢-11mm 铅板-3mm 钢对 X 射线进行屏蔽。 本项目探伤房将曝光室边界作为本项目的控制区，将操作室作为本项目的监督区，在探伤房工件门及人员门上设置电离辐射警告标志及中文警示说明，在监督区张贴警示说明(“监督区”标牌)以作警示。	曝光室表面外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）剂量率限值要求。辐射工作人员及公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。（工作人员年有效剂量约束值 5mSv，公众年有效剂量约束值 0.1mSv）。 两区划分满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）6.4.1 中相关要求。	

污 染 防 治 措 施	废气：本项目实时成像装置内部布局紧凑，人员无法进入装置，且臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态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，对环境影响较小。 本项目探伤房曝光室内拟设置通风设施，可通过风机将臭氧及氮氧化物抽排出曝光室，能确保每小时有效通风换气次数不小于 3 次。且每次更换工件都将打开防护门，也可实现通风。且臭氧在常温常压下稳定性较差，常温常态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，对环境影响较小。	本项目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。	/
	废水：本项目产生的生活污水进入厂区污水管道，最终进入东台市城东污水处理有限公司处理。	本项目产生的生活污水及生活垃圾能够妥善处理，对周围环境影响较小。	/
	一般固废：本项目产生的生活垃圾由公司统一收集，交给环卫部门清运。		/
	危险废物：本项目探伤房产生的废显（定）影剂，胶片清洗废水及废胶片集中暂存后，交给有资质单位处理。	交由有资质单位处理。	每年投入
辐 射 安 全 措 施	本项目X射线实时成像装置检修门与装置设置门-机安全联锁装置，装置顶部设有三色报警灯，并与X射线管联锁；定期检查门-机联锁装置和三色报警灯，确保有效；设备外表面设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。本项目X射线实时成像装置操作台拟安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。操作台上拟设钥匙开关，只有打开操作台钥匙开关后X射线实时成像装置才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出。铅房内拟设置视频监控。 本项目探伤房曝光室工件门及人员门拟设置与探伤机高压联动的门-机安全联锁装置，防止人员误入；公司拟在曝光室工件门、人员门口及曝光室内部设置带有“预备”“照射”状态的工作指示灯及声音提示装置，工作指示灯应与 X 射线探伤装置联锁，设置信号意义的说明，以提醒工作人员和其他人员在照射时不要靠近和逗留；门-机联锁装置、声音提示装置、工作指示灯应定期检查，确保有效；曝光室工件门及人员门拟设置“当心电离辐射”警告标志及中文警示说明，用于提醒无关人员勿在其附近出入和逗留；曝光室内部、操作台拟设置紧急停机按钮并均设置标签说明，确保出现紧急事故时，能立即停止	能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求。	

	照射。工件门与人员门拟设置紧急开门按钮，确保发生事故时，人员能够逃离事故现场。曝光室内部拟设置固定式剂量率仪。本项目曝光室内及门口处拟设置视频监控设备，可以监控曝光室内及工件门进出口，其显示器位于操作室。		
	拟配备 1 台辐射巡测仪及 4 台个人剂量报警仪。	根据《辐射环境监测技术规范》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。	

以上措施必须在项目运行前落实。