

核技术利用建设项目

江苏思源赫兹互感器有限公司
新建 1 台 X 射线实时成像系统项目
环境影响报告表
(公示本)

江苏思源赫兹互感器有限公司(公章)

2025 年 10 月

生态环境部监制

打印编号：1761284602000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	ov9a5z		
建设项目名称	江苏思源赫兹互感器有限公司新建1台X射线实时成像系统项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	江苏思源赫兹互感器有限公司		
统一社会信用代码	91320682762825033L		
法定代表人（签章）	陈邦栋		
主要负责人（签字）	顾赞		
直接负责的主管人员（签字）	顾赞		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	江苏睿源环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91320106MA20BXME57		
三、编制人员情况			
1 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
赵凌宇	201905035320000015	BH020792	赵凌宇
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
李玉	表1项目基本情况 表2放射源 表3非密封放射性物质 表4射线装置 表5废弃物（重点是放射性废弃物） 表6评价依据 表7保护目标与评价标准 表8环境质量和辐射现状	BH068599	李玉
赵凌宇	表9项目工程分析与源项 表10辐射安全与防护 表11环境影响分析 表12辐射安全管理 表13结论与建议	BH020792	赵凌宇

编制主持人和主要编制人员信息

编制主持人证书



编制主持人和主要编制人员社会保险缴纳证明

江苏省社会保险权益记录单 (参保单位)

请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

参保单位全称: 江苏睿源环境科技有限公司

现参保地: 鼓楼区

统一社会信用代码: 91320106MA20BXME57

查询时间: 202508-202510

共1页, 第1页

单位参保险种	养老保险	工伤保险	失业保险	
缴费总人数	28	28	28	
序号	姓名	公民身份号码(社会保障号)	缴费起止年月	缴费月数
1	赵凌宇		202508 - 202510	3
2	李玉		202508 - 202510	3

说明:

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



目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	5
表 3 非密封放射性物质	5
表 4 射线装置	6
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	7
表 6 评价依据	8
表 7 保护目标与评价标准	11
表 8 环境质量和辐射现状	14
表 9 项目工程分析与源项	14
表 10 辐射安全与防护	26
表 11 环境影响分析	32
表 12 辐射安全管理	41
表 13 结论与建议	45
表 14 审批	50
附表 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表	51

附图：

- 1) 附图 1 本项目地理位置图
- 2) 附图 2 本项目周围环境示意图
- 3) 附图 3-1 本项目装置所在厂房一层平面布置图
附图 3-2 本项目装置所在厂房一层平面布置放大图
- 4) 附图 4 本项目装置所在厂房二层平面布置图
- 5) 附图 5 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图
- 6) 附图 6 本项目 X 射线实时成像系统屏蔽设计图

附件：

- 1) 附件 1 委托书
- 2) 附件 2 射线装置承诺书
- 3) 附件 3 营业执照
- 4) 附件 4 厂区环评备案、批复及验收
- 5) 附件 5 射线装置说明书
- 6) 附件 6 租赁合同
- 7) 附件 7 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		江苏思源赫兹互感器有限公司新建1台X射线实时成像系统项目			
建设单位		江苏思源赫兹互感器有限公司			
法人代表	陈邦栋	联系人		联系电话	
注册地址		江苏省如皋市经济开发区			
建设项目地点		江苏省如皋市经济开发区惠民西路1号			
立项审批部门		如皋经济技术开发区行政审批局	批准文号	皋开行审备(2020)74号	
建设项目总投资(万元)		项目环保投资(万元)		投资比例(环保投资/总投资)	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积(m ²)	43
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备PET用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他				
	项目概述:				
1. 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来及原有核技术利用项目许可情况					
江苏思源赫兹互感器有限公司成立于2004年8月9日,注册地位于江苏省如皋市经济开发区,法定代表人为陈邦栋。经营范围包括高压交直流互感器、500kV及以上超高压交直流互感器、光电互感器、超高压交直流套管及相关的仪器、仪表、软件的研发、生产销售、技术咨询。许可项目包括发电业务、输电业务、供(配)电业务。营业执照见					

附件3。

江苏思源赫兹互感器有限公司《110kV~800kV交直流环氧树脂浸渍纸（RIP）干式套管研发生产项目》已于2020年进行企业投资项目备案（备案证号：皋开行审备（2020）74号），同年取得如皋经济技术开发区行政审批局批复（皋开行审环表复（2020）34号），并进行了项目竣工环保验收，相关环保手续见附件4。

因业务发展需求，江苏思源赫兹互感器有限公司拟于套管及互感器厂房检验区内新建 1 台 UND-225 型 X 射线实时成像系统，该装置最大管电压 225kV，最大管电流 8mA，最大功率 1800W。装置用于公司生产的环氧树脂浇注件、铸铝件等工件的无损检测。探伤工件长度最大约为 1000mm，宽度最大约为 700mm，高度最大约为 550mm。

江苏思源赫兹互感器有限公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，其中 1 人兼任辐射防护负责人。本项目 X 射线实时成像系统预计日曝光时间不超过 2h，周工作 5 天，年工作 50 周，年曝光时间不超过 500h，以上曝光时间包含训机时间。

在此之前，江苏思源赫兹互感器有限公司从未开展过核技术利用项目，本项目为江苏思源赫兹互感器有限公司首次开展核技术利用项目。

本项目核技术利用项目详见表 1-1：

表 1-1 江苏思源赫兹互感器有限公司本项目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	UND-225 型 X 射线实时成像系统	1	225	8	II	检验区	使用	本次环评	未许可	未验收	最大功率 1800W

根据《射线装置分类》，本项目购置的射线装置为II类射线装置中“工业用 X 射线探伤装置”⁵、⁶（5 中的其他工业用 X 射线探伤装置），该装置应按照II类射线装置管理。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 射线实时成像系统，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。受江苏思源赫兹互感器有限公司委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场监测、评价分析，在此基础编制该项目环境影响报告表。委托书见附件 1，射线装置使用情况

承诺书见附件 2。

2. 项目周边保护目标及项目选址情况

江苏思源赫兹互感器有限公司租赁江苏省如高高压电器有限公司位于如皋市经济开发区惠民西路 1 号的两栋厂房用于生产经营。租赁厂房四周均为江苏省如高高压电器有限公司。

本项目 UND-225 型 X 射线实时成像系统拟放置于套管及互感器厂房内，该厂房整体为一层结构，部分区域存在二层。装置位于厂房检验区内，所在检验区东北侧为仓储区，东南侧为发货区，西南侧为办公室，西北侧隔通道为三车间绕线，楼上为空调机房，楼下为土层。本项目地理位置图见附图 1，本项目周围环境示意图见附图 2，本项目装置所在厂房平面布置图见附图 3，本项目装置所在厂房二层平面布置图见附图 4。

对照《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号）和《南通市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（通政办规〔2021〕4 号），本项目的建设符合江苏省及南通市“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。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》《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》《如皋市生态空间管控区域调整方案》《江苏省自然资源厅关于如皋市生态空间管控区域调整方案的复函》，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及如皋市生态空间管控区域，本项目与生态空间管控区域相对位置关系图见附图 5。

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 X 射线实时成像系统周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，本项目 X 射线实时成像系统 50m 范围内涉及①套管及互感器厂房，②厂区道路，③后装配厂房，④变电所。本项目周围环境保护目标主要为从事 X 射线实时成像系统操作的辐射工作人员及周围公众。

3. 实践正当性

江苏思源赫兹互感器有限公司使用 X 射线实时成像系统对公司生产的环氧树脂浇注件、铸铝件等产品进行无损检测以控制产品质量。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，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，X 射线实时成像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，可将上述辐射影响降至尽可能小。因此，在考虑了社会、经济和其他有关因素之后等有关因素之后，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射线实时成像系统对公司生产的环氧树脂浇注件、铸铝件等产品进行无损检测，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，故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 射线实时成像系统	II	1 台	UND-225 型	225	8	无损检测	检验区	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 (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。
生活垃圾	固态	/	/	30kg	360kg	/	暂存	由厂区统一收集后，交给环卫部门清运。
生活污水	液态	/	/	2.4m ³	28.8m ³	/	暂存	经化粪池处理达标后接管至如皋恒发水处理有限公司深度处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	<ol style="list-style-type: none"> 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) 《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； 5) 《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； 6) 《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； 7) 《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； 8) 《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； 9) 《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； 10) 《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； 11) 《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； 12) 《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； 13) 《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
----------	---

	<p>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；</p> <p>14) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》，中华人民共和国生态环境部公告2021年第9号，自2021年3月15日起施行；</p> <p>15) 《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；</p> <p>16) 《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；</p> <p>17) 《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；</p> <p>18) 《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；</p> <p>19) 《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；</p> <p>20) 《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；</p> <p>21) 《市政府办公室关于印发南通市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》，南通市人民政府办公室通政办规〔2021〕4号，2021年2月24日印发。</p>
<p>技术标准</p>	<p>1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）</p> <p>2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）</p> <p>3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）</p> <p>4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）</p> <p>5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）</p> <p>7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及其修改单</p> <p>8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）</p>

<p>其他</p>	<p>附图：</p> <ol style="list-style-type: none">1) 附图 1 本项目地理位置图2) 附图 2 本项目周围环境示意图3) 附图 3-1 本项目装置所在厂房一层平面布置图 附图 3-2 本项目装置所在厂房一层平面布置放大图4) 附图 4 本项目装置所在厂房二层平面布置图5) 附图 5 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图6) 附图 6 本项目 X 射线实时成像系统屏蔽设计图 <p>附件：</p> <ol style="list-style-type: none">1) 附件 1 委托书2) 附件 2 射线装置承诺书3) 附件 3 营业执照4) 附件 4 厂区环评备案、批复及验收5) 附件 5 射线装置说明书6) 附件 6 租赁合同7) 附件 7 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						
<p>本项目为新建X射线实时成像系统项目，X射线实时成像系统属于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X射线实时成像系统屏蔽体外50m区域，见附图2。</p>						
保护目标						
<p>本项目X射线实时成像系统周围50m范围内无居民区、学校等环境敏感目标，本项目X射线实时成像系统50m范围内涉及①套管及互感器厂房，②厂区道路，③后装配厂房，④变电所。本项目周围环境保护目标主要为从事X射线实时成像系统操作的辐射工作人员及周围公众。</p> <p>对照《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号）和《南通市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（通政办规〔2021〕4号），本项目的建设符合江苏省及南通市“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。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》《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》《如皋市生态空间管控区域调整方案》《江苏省自然资源厅关于如皋市生态空间管控区域调整方案的复函》，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及如皋市生态空间管控区域。</p> <p>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。</p> <p>根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、操作X射线实时成像系统的辐射工作人员； 2、X射线实时成像系统周围公众。 						
表7-1 本项目保护目标情况一览表						
本项目保护目标			方位	距装置最近距离	规模	剂量约束值(mSv/a)
辐射工作人员			装置屏蔽体四周及操作台	0.3m	2人	5
拟建址 50m范围	江苏思源赫兹互感器有	仓储区	东北侧	约4m	约5人	0.1
		发货区	东南侧	约2.5m	约2人	

内公众	限公司	通道	西北侧	约4m	流动人员
		三车间绕线	西北侧	约7m	约20人
		办公室	西南侧	约4m	约10人
		空调机房	上方	约4m	流动人员
		套管及互感器厂房 其余区域	东北侧、东南侧、西北侧、西南侧、上方	西南侧约8m	约50人
		后装配厂房	东南侧	约23m	约25人
	厂区道路	东南侧、东北侧	东南侧约10m	流动人员	
变电所	东北侧	约45m	2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:

A) 职业照射的年剂量约束值不超过5mSv/a;

B) 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100 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于5 μ Sv/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：

A) 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 100 μ Sv/周，

B) 公众每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于 5 μ Sv/周；

4) X射线实时成像系统屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平：

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：b)屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5 μ Sv/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 μ Sv/h。”的要求确定本项目X射线实时成像系统表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平如下：

A) X射线实时成像系统四周（含防护门）表面外 30cm 处及底部关注点周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h；

B) X射线实时成像系统顶部表面外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h（装置上方存在已建建筑物）。

5) 辐射环境质量现状检测评价参考值

根据《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）确定本项目拟建址的辐射环境质量现状检测评价参考值如下：

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。其中宇宙射线响应的扣除方法采用文献[2]（全国环境天然放射性水平调查总结报告编写小组（支仲骥执笔）。全国环境天然贯穿辐射水平调查研究（1983-1990年）。辐射防护，1992.12（2）：96）中的方法。

6) 参考资料

《辐射防护导论》，方杰主编，辐射防护导论[M].北京：原子能出版社，1991。

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

江苏思源赫兹互感器有限公司租赁江苏省如高高压电器有限公司位于如皋市经济开发区惠民西路1号的两栋厂房用于生产经营。租赁厂房四周均为江苏省如高高压电器有限公司。

本项目UND-225型X射线实时成像系统拟放置于套管及互感器厂房内，该厂房总体为一层结构，部分区域存在二层。装置位于厂房检验区内，所在检验区东北侧为仓储区，东南侧为发货区，西南侧为办公室，西北侧隔通道为三车间绕线，楼上为空调机房，楼下为土层。

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X射线实时成像系统周围50m范围内无居民区、学校等环境敏感目标，本项目X射线实时成像系统50m范围内涉及①套管及互感器厂房，②厂区道路，③后装配厂房，④变电所。本项目周围环境保护目标主要为从事X射线实时成像系统操作的辐射工作人员及周围公众。本项目X射线实时成像系统拟建址及周围环境照片见图8-1。



东北侧仓储区



东南侧发货区



图 8-1 本项目 X 射线实时成像系统拟建址及周围环境照片

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 X 射线实时成像系统项目拟建址及周围辐射环境。

监测因子：本项目 X 射线实时成像系统项目拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率。

监测点位：在 X 射线实时成像系统项目及周围布置监测点位，分别位于 X 射线实时成像系统所在区域及周围，共计 12 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 射线实时成像系统拟建址及周围布设监测点位，测量 X 射线实时成像系统周围环境 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-J001

检定有效日期：2025.3.11-2026.3.10

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：2025H21-20-5786074001

测量范围：10nGy/h~200 μ Gy/h

能量响应范围：25keV~3MeV

监测日期：2025.9.11

天气：晴；温度：30℃；相对湿度：50%

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 射线实时成像系统周围环境 γ 辐射剂量率监测结果见表 8-1（报告见附件 7），监测布点示意图见图 8-2。

表 8-1 本项目 X 射线实时成像系统周围环境 γ 辐射剂量率

序号	检测点位	检测结果（nGy/h）	备注
1	X 射线实时成像系统拟建址中部		
2	X 射线实时成像系统拟建址东侧		
3	X 射线实时成像系统拟建址南侧		
4	X 射线实时成像系统拟建址西侧		

5	X 射线实时成像系统拟建址北侧		
6	套管及互感器厂房中部		
7	套管及互感器厂房北部		
8	套管及互感器厂房东部		
9	X 射线实时成像系统拟建址楼上		
10	套管及互感器厂房南侧厂区道路		
11	后装配厂房北部		
12	变电所西侧		

注：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11nGy/h）并进行了建筑物屏蔽修正后的结果。报告中东、南、西、北方位分别指代实际东北、东南、西南、西北方位。

根据表 8-1 的监测结果可知，江苏思源赫兹互感器有限公司本项目 X 射线实时成像系统周围环境 γ 辐射剂量率在（35~60）nGy/h 范围内，其中室内环境 γ 辐射剂量率在（47~60）nGy/h 范围内，略低于江苏省室内天然 γ 辐射剂量率水平测值范围；道路环境辐射剂量率为（35~38）nGy/h，处于江苏省道路天然 γ 辐射剂量率水平测值范围。

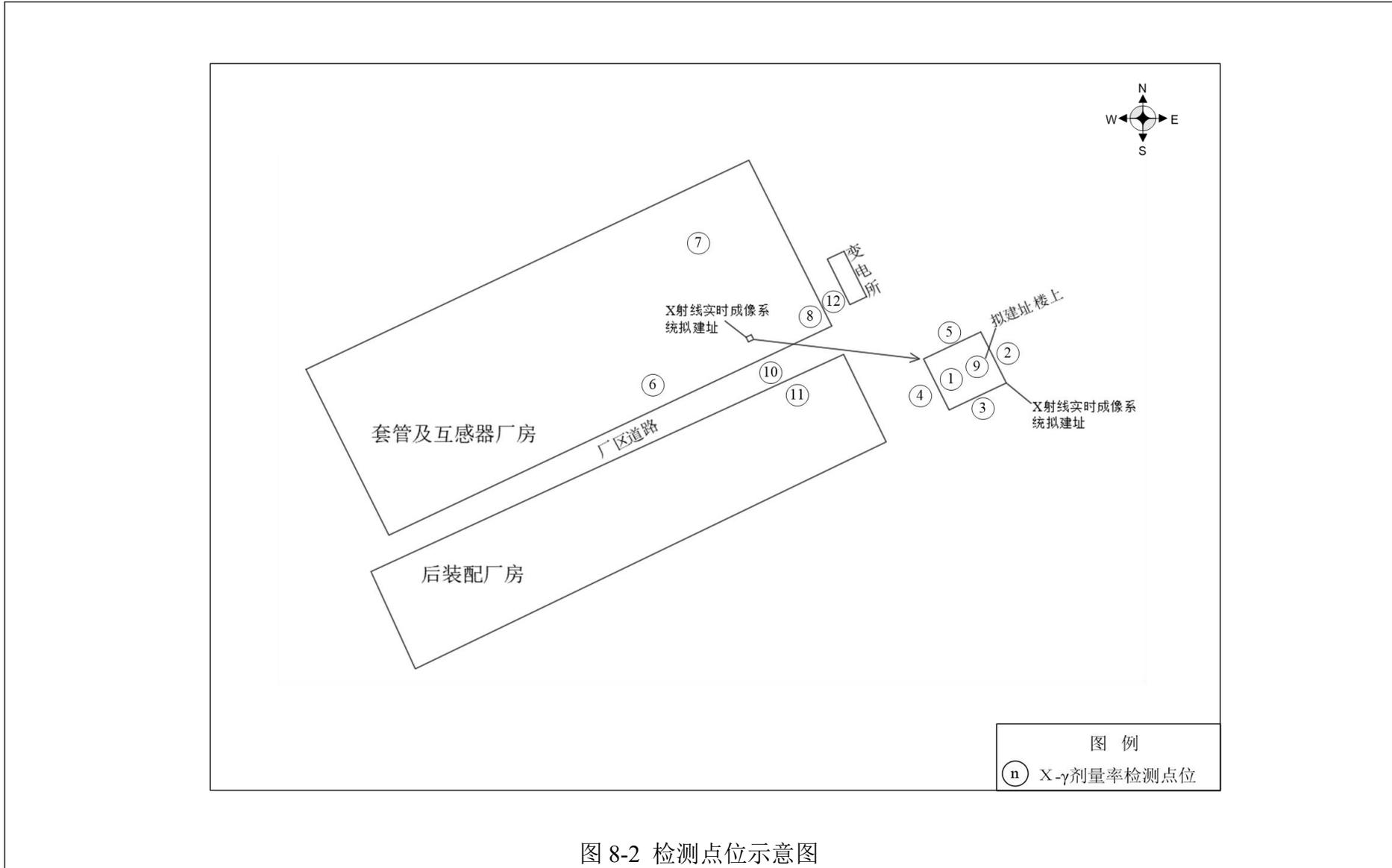


图 8-2 检测点位示意图

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

本项目 UND-225 型 X 射线实时成像系统主要由铅房、X 射线管、平板探测器、图像处理系统、操作台等组成，铅房内部安装有载物台、X 射线管与平板探测器。本项目 UND-225 型 X 射线实时成像系统设备参数见表 9-1。

表 9-1 设备参数一览表

设备型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	滤过	功率 (w)
UND-225 型 X 射线 实时成像系统	1 台	225	8	0.8mmBe	1800

本项目 UND-225 型 X 射线实时成像系统采用铅板和钢板对 X 射线进行屏蔽，装置尺寸约为 2560mm(长)×2350mm(宽)×2552mm(高)。定义工件门所在面为装置前侧，工件门面朝东北侧放置。设备自带铅屏蔽防护，右面（主射面）整部分采用 3mm 钢板+18mm 铅+2mm 钢板，顶面、底面右侧部分采用 3mm 钢板+18mm 铅+3mm 钢板，底面左侧部分采用 3mm 钢板+9mm 铅+3mm 钢板，左面、前面（含工件门）、后面及顶面左侧部分均采用 3mm 钢板+9mm 铅+2mm 钢板。

本项目装置最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA。工作时 X 射线管跟随装置机械运动系统进行移动并出束，设备出厂时采用束光器限定 X 射束辐射角最大为 17°×17°。机械运动系统包括装置内设置的 1 套 C 型臂及立柱传动系统，C 型臂用于固定 X 射线管与平板探测器，并带动其进行升降动作及摆角动作，从而实现对工件的多角度透照。C 型臂上下移动行程为 1200mm，并可绕轴心旋转，摆动角度为±15°，移动范围见下图 9-2。

根据出束点移动范围及出束角度、摆角度数，X 射线实时成像系统有用线束朝右侧及顶部（右侧、局部）方向照射（详见图 9-2）。如图所示，X 射线管在运动时距顶部最近距离 360mm，距底部最近距离 568mm，距右侧最近距离 1994mm，距左侧最近距离 356mm，距前侧最近距离 1040mm，距后侧最近距离 1520mm。

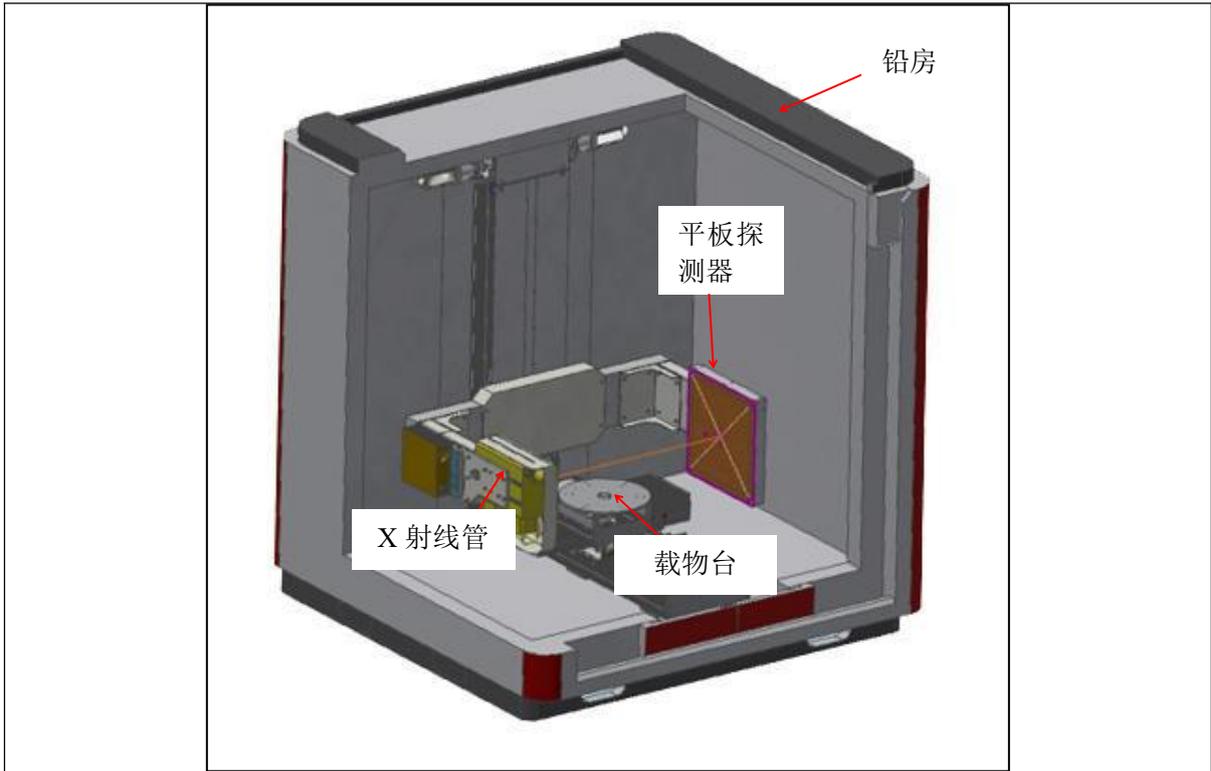
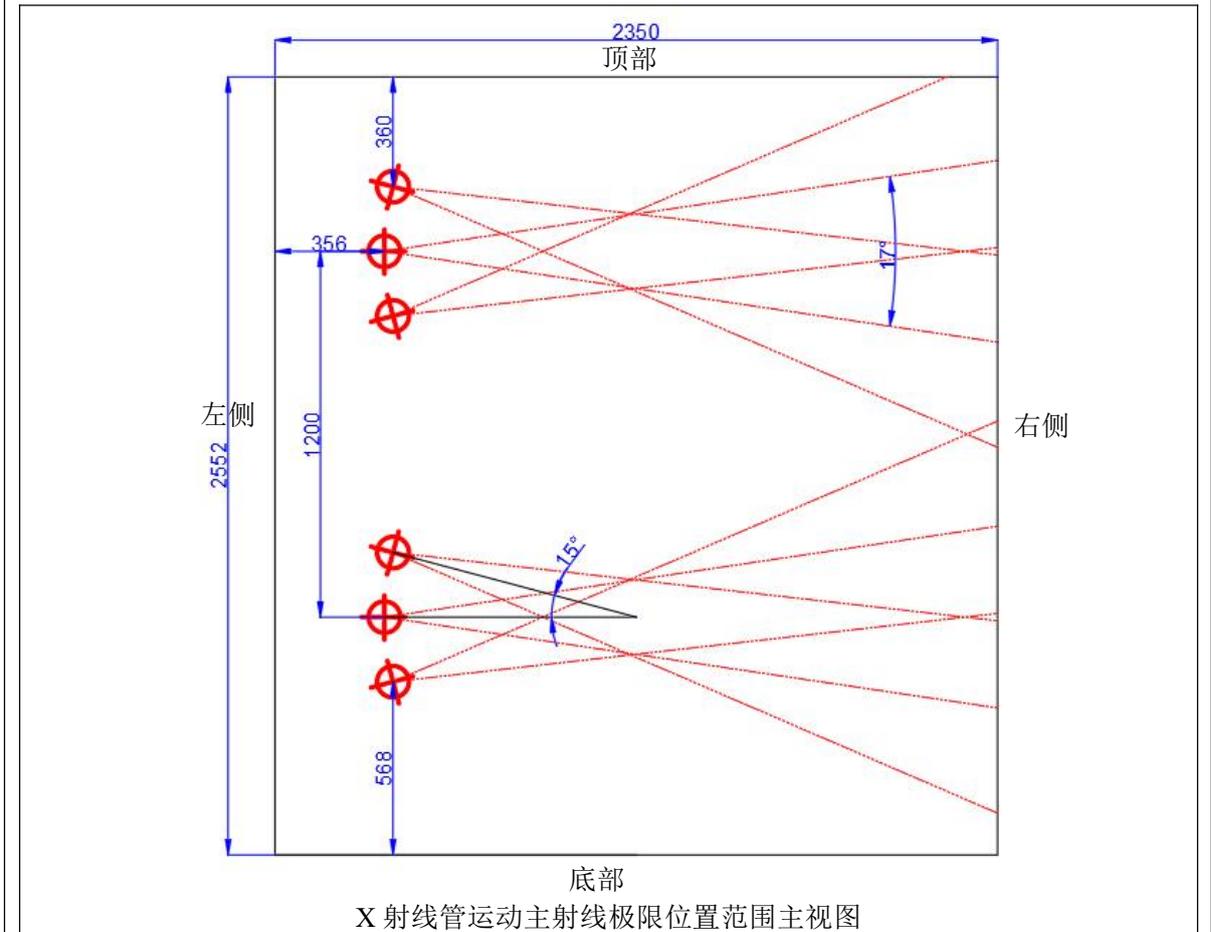


图 9-1 UND-225 型 X 射线实时成像系统示意图



X 射线管运动主射线极限位置范围主视图

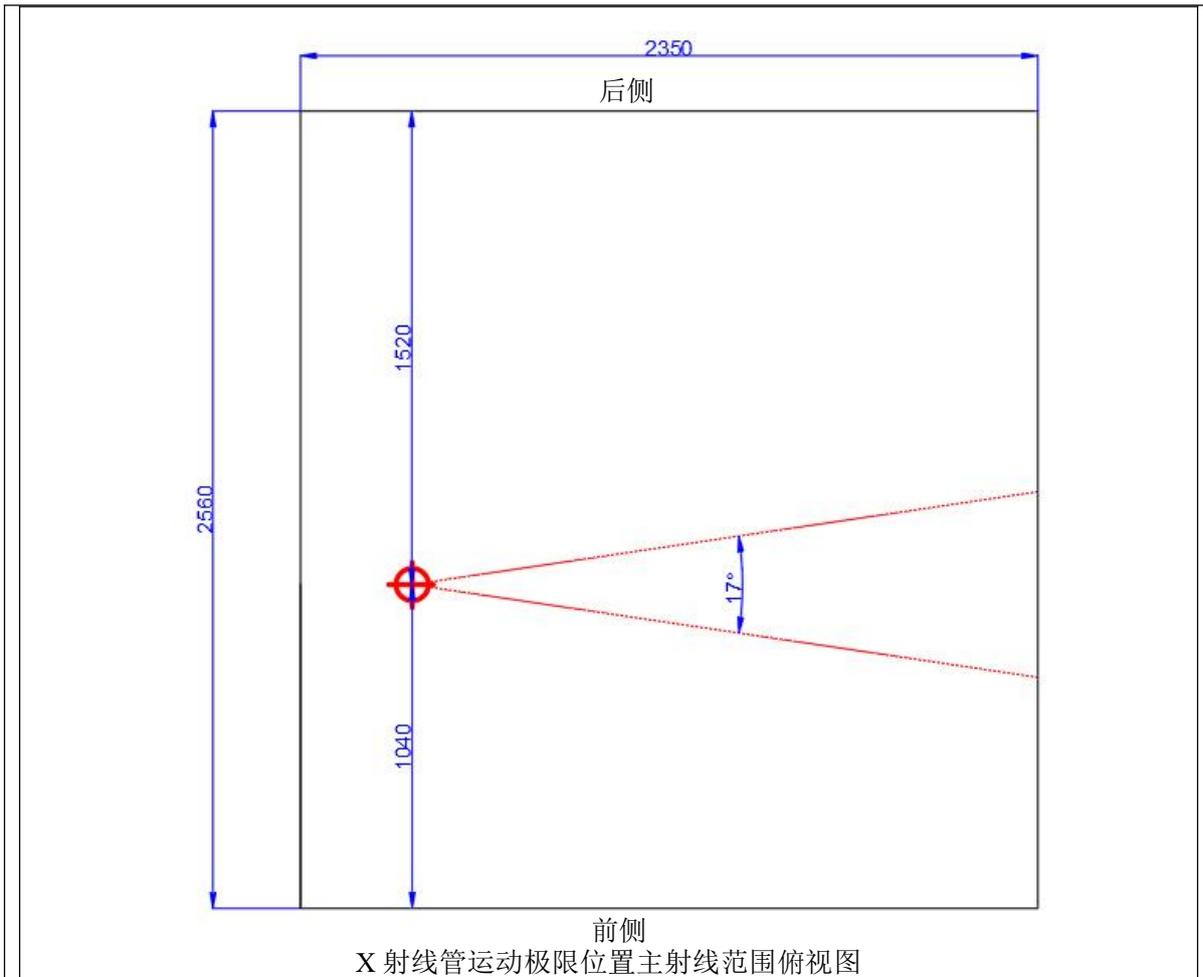


图 9-2 装置主射线范围示意图

2. 工作原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据需要，可由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子向嵌在金属阳极中的靶体射击，在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生 X 射线，X 射线的波长很短一般为 0.001~10nm。X 射线以光速直线传播，不受电场和磁场的影响，可穿透物质，在穿过程中有衰减，X 射线无损检测的实质是根据被检验工件与其内部缺陷介质对射线能量衰减程度不同，而引起射线透过工件后强度差异。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。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，从而可以从图像上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。

典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

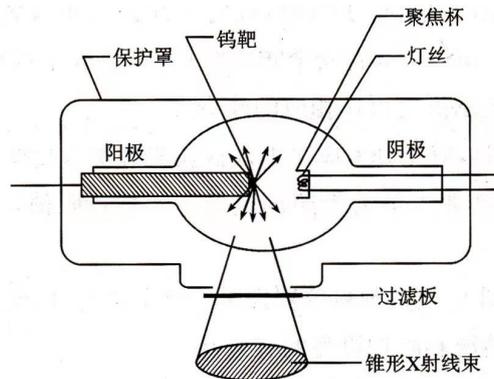


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

X 射线实时成像系统由整机控制器系统、X 射线系统、图像重建系统、机械传动系统、防护机柜、冷却系统、监视器等几部分组成。其结构工作原理如图 9-4。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。机械传动系统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；探测器系统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。图像重建系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图像重建、显示及处理等。防护机柜用于射线安全防护。

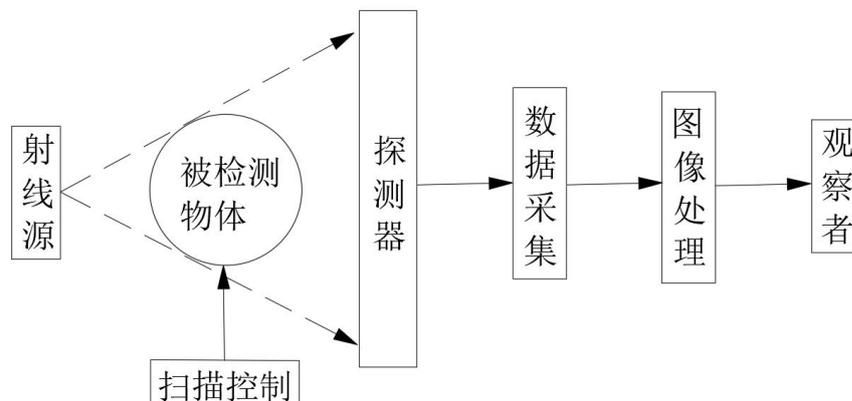


图 9-4 X 射线实时成像系统结构工作原理简图

3. 工艺流程及产污环节分析

X 射线实时成像系统工作时，辐射工作人员将被检测工件放置于装置前侧移动小

车上运送至铅房内，辐射工作人员在装置前侧操作台处进行操作，对工件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检查装置辐射防护措施的有效性；
- (2) 确保辐射安全装置可以有效工作后，辐射工作人员将工件放于 X 射线实时成像系统前侧移动小车上；
- (3) 辐射工作人员在操作台处控制 X 射线实时成像检测系统，打开工件门；
- (4) 待检测工件运输至铅房内，关闭工件门；
- (5) 辐射工作人员在操作台处控制机械运动系统，将工件及 X 射线管调整到合适位置；
- (6) 加高压、打开 X 射线出束开关，开始检测；检测期间 X 射线管发出 X 射线，X 射线电离铅房中的空气产生少量臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）；
- (7) 检测结束，关闭 X 射线；
- (8) 辐射工作人员在操作台处控制 X 射线实时成像检测系统，打开工件门；
- (9) 已检测工件运输出铅房，关闭工件门；
- (10) 辐射工作人员通过操作台处的图像显示及处理系统对工件内部缺陷进行辨别；
- (11) 启动下一个检测程序。

本项目工作流程如下图所示：

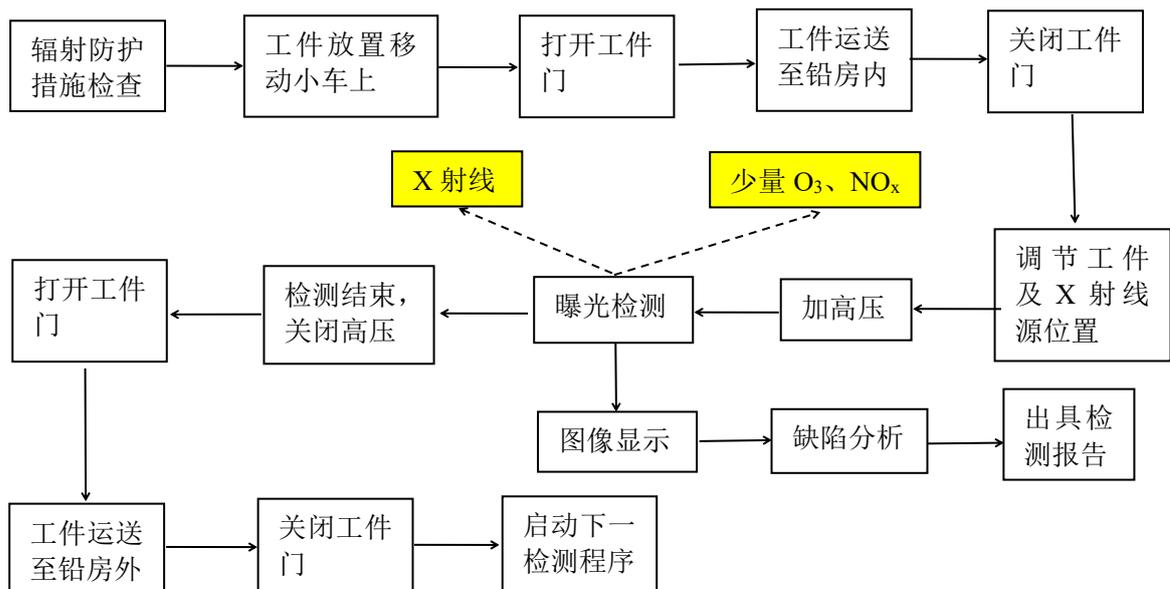


图 9-5 本项目 X 射线实时成像系统工作流程及产污环节

由图 9-5 可知，本项目营运中产生的主要污染物如下：

- (1) 实时成像系统出束过程中产生的 X 射线；
- (2) X 射线电离空气产生的臭氧及氮氧化物；
- (3) 探伤工作人员会产生少量生活污水及生活垃圾。

此外，关于训机情况，若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。此时间包含在装置年最大曝光时间500h内。

4.工件信息

本项目 X 射线实时成像检测系统用于公司生产的环氧树脂浇注件、铸铝件等工件的无损检测。探伤工件长度最大约为 1000mm，宽度最大约为 700mm，高度最大约为 550mm。



图 9-6 本项目产品示意图

5.人员配置及工作制度

江苏思源赫兹互感器有限公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，其中 1 人兼任辐射防护负责人。本项目 X 射线实时成像系统预计日曝光时间不超过 2h，年工作 50 周，年曝光时间不超过 500h，本项目曝光时间包含训机时间。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。

污染源项描述

1. 辐射污染源分析

由 X 射线实时成像系统工作原理可知，X 射线实时成像系统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 射线实时成像系统在开机曝光期间，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。本项目 UND-225 型 X 射线实时成像系统滤过条件为 0.8mmBe，由厂家提供材料可知（见附件 5），装置距离辐射源点 1m 处的输出量最大为 $4.6\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即有用线束源强。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，UND-225 型 X 射线实时成像系统取得距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ，即泄漏辐射能量。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 中取得散射辐射能量。汇总见表 9-2。

表 9-2 本项目 X 射线实时成像系统输出量参数

序号	射线装置	型号	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 1m 处输出量 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射能量 (kV)
1	X 射线实时成像系统	UND-225 型	2.76E+05	5000	200

注：有用线束辐射输出量 $H_0=4.6\times 60\times 1000=2.76\text{E}+05\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$

2. 非辐射污染源分析

（1）固体废物

本项目不产生放射性固体废物。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 30kg，年排放量为 360kg。

（2）废水

本项目不产生放射性液体废物。

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）气体废物

X 射线实时成像系统在工作状态时，会使装置铅房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

本项目 X 射线实时成像系统设置有操作台和铅房，操作台与铅房分开独立设置。本项目 X 射线实时成像系统主射线朝西北侧及顶部（局部）照射，操作台位于装置东北侧；本项目 X 射线实时成像系统主射线方向均避开操作台，本项目布局满足《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。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“6.1 探伤室放射防护要求 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。”的相关要求，本项目拟将 X 射线实时成像系统铅房作为本项目的控制区，以装置所在检验区由西北侧实体墙、西南侧实体墙、东南侧栅栏、东北侧栅栏围成的区域（包括操作台）作为本项目监督区，仅辐射工作人员能够进入，并在监督区入口处的适当地点设立标明监督区的标牌，禁止非相关人员进入。在装置工件门上拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明。本项目辐射防护分区的划分符合《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。本项目装置两区划分情况见表 10-1，监督区及控制区示意图见图 10-1。

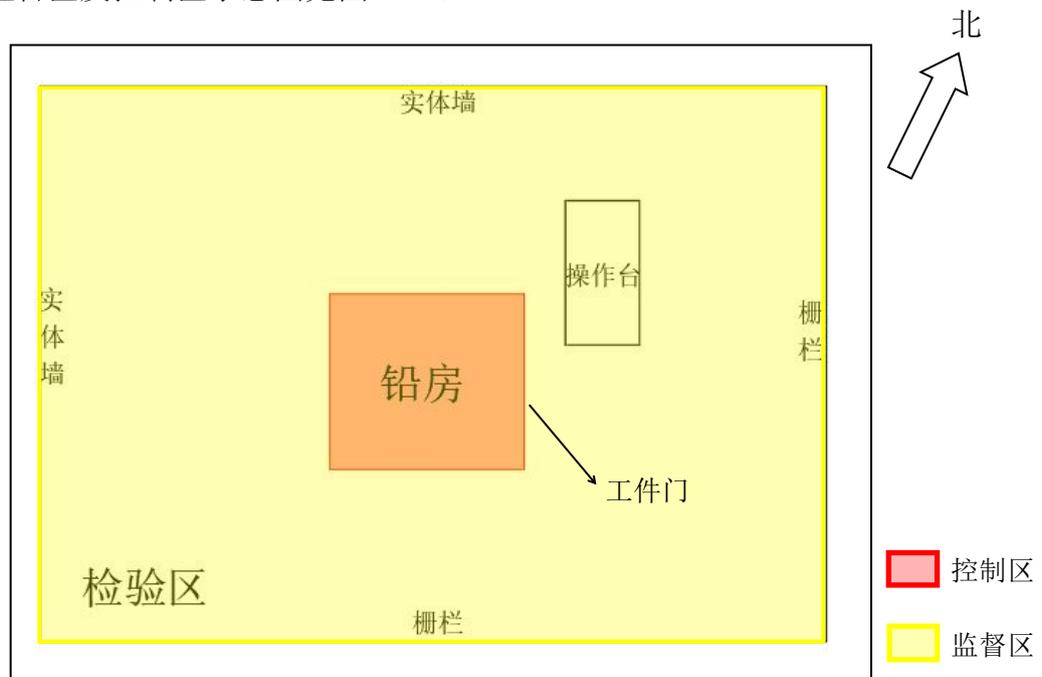


图 10-1 本项目 X 射线实时成像系统监督区及控制区示意图

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 射线实时成像系统铅房	西北侧实体墙、西南侧实体墙、东南侧栅栏、东北侧栅栏围成的区域（包括操作台）
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 射线实时成像系统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 射线实时成像系统表面外电离辐射警告标志及中文警示说明。	监督区入口处粘贴监督区标牌。

2. 工作场所辐射屏蔽设计

本项目 UND-225 型 X 射线实时成像系统采用铅板等对 X 射线进行屏蔽，装置尺寸约为 2560mm(长)×2350mm(宽)×2552mm(高)。定义工件门所在面为装置前侧，工件门朝东北侧放置。设备自带铅屏蔽防护，右面（主射面）整部分采用 3mm 钢板+18mm 铅+2mm 钢板，顶面、底面右侧部分采用 3mm 钢板+18mm 铅+3mm 钢板，底面左侧部分采用 3mm 钢板+9mm 铅+3mm 钢板，左面、前面（含工件门）、后面及顶面左侧部分均采用 3mm 钢板+9mm 铅+2mm 钢板。

本项目单扇工件门尺寸 521mm×2155mm，工件门门洞尺寸 900mm×2045mm，中缝搭接 65mm，上下搭接 55mm，左右搭接 38.5mm。工件门与装置外壳之间的缝隙宽度为 1mm，工件门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的 10 倍。本项目在铅房的后侧面板下方设置电缆口，并在电缆口处设置 3mm 钢板+9mm 铅板+2mm 钢板结构防护罩。本项目在铅房顶部屏蔽体上方设置有 2 个通风口，左侧通风口处设置 3mm 钢板+9mm 铅板+2mm 钢板结构防护罩，右侧通风口处设置 3mm 钢板+18mm 铅板+3mm 钢板结构防护罩进行屏蔽。

表 10-2 X 射线实时成像系统屏蔽设计参数

装置名称	屏蔽体方位	屏蔽体材料及材料厚度	屏蔽铅当量
UND-225 型 X 射线实时 成像系统	前侧（含工件门）	3mm 钢板+9mm 铅板+2mm 钢板	9.31mmPb
	后侧	3mm 钢板+9mm 铅板+2mm 钢板	9.31mmPb
	左侧	3mm 钢板+9mm 铅板+2mm 钢板	9.31mmPb
	右侧	3mm 钢板+18mm 铅板+2mm 钢板	18.31mmPb
	顶部右侧	3mm 钢板+18mm 铅板+3mm 钢板	18.38mmPb
	顶部左侧	3mm 钢板+9mm 铅板+2mm 钢板	9.31mmPb
	底部右侧	3mm 钢板+18mm 铅板+3mm 钢板	18.38mmPb
	底部左侧	3mm 钢板+9mm 铅板+3mm 钢板	9.38mmPb

注：参考《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)表 4 进行计算：225kV 下 3.3mm 钢板铅当量 0.2mm，6.2mm 钢板铅当量 0.4mm，内插得 5mm 钢板铅当量为 0.31mm，6mm 钢板铅当量为 0.38mm。

3.工作场所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10-3 本项目装置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	铅房与操作台分开	6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避免有用线束照射的方向并应与探伤室分开。	本项目 X 射线实时成像系统设置有操作台和铅房，操作台与铅房分开独立设置，操作台位于装置东北侧，X 射线管主射线朝西北侧及顶部照射，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 射线实时成像系统铅房作为本项目的控制区，拟将西北侧实体墙、西南侧实体墙、东南侧栅栏、东北侧栅栏围成的区域（包括操作台）作为监督区，监督区边界设置监督区标牌。	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 X 射线实时成像系统工件门设有门机联锁装置，只有在工件门完全关闭时 X 射线数字成像系统才能出束照射，防护门打开时立即停止 X 射线照射，关上门时不能自动开始 X 射线照射。	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	本项目 X 射线实时成像系统铅房顶部设有工作状态指示灯，铅房内部设有声光报警装置；工作状态指示灯和声光报警装置均与 X 射线管联锁；拟在	是

		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。	装置表面外及内部张贴指示灯中文标识，且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逗留。	
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 射线实时成像系统铅房内拟设有摄像装置，通过电脑控制系统能清楚看见铅房内情况，避免误照射情况发生。	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 射线实时成像系统表面外设置“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 射线实时成像系统内外及操作台上均设置急停按钮，且拟在装置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。	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。	本项目 X 射线实时成像系统顶部屏蔽体上方设置两个通风口，出口处设有铅防护罩，最大程度上避免射线泄漏；装置体积约为 15.4m ³ ，通风口处配置轴流风机进行排风，总通风量为 310m ³ /h，能够满足每小时有效换气次数不小于 3 次的通风需求。	是
9	其他	/	①钥匙开关：本项目操作台位于 X 射线实时成像系统铅房外，操作台上设有钥匙开关，只有打开操作台钥匙开关后 X 射线实时成像系统才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出； ②门缝搭接：本项目单扇工件门尺寸 521mm×2155mm，工件门门洞尺寸 900mm×2045mm，中缝搭接 65mm，上下搭接 55mm，左右搭接 38.5mm。工件门与装置外壳之间的缝隙宽度为 1mm，工件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：本项目在铅房的后侧屏蔽体下方设置电缆口，并在电缆孔处设置 3mm 钢板+9mm 铅板+2mm 钢板结构防护罩进行屏蔽。	是
10	监测设备	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	公司拟为本项目配备 1 台 X-γ辐射剂量巡测仪及 2 台 X-γ个人剂量报警仪，用于对 X 射线实时成像系统周围环境	是

	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。	辐射水平监测，并做好监测记录；并委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康体检。	
--	-----------------------------------	--	--

本项目 X 射线实时成像系统辐射安全和防护措施示意图见图 10-2。

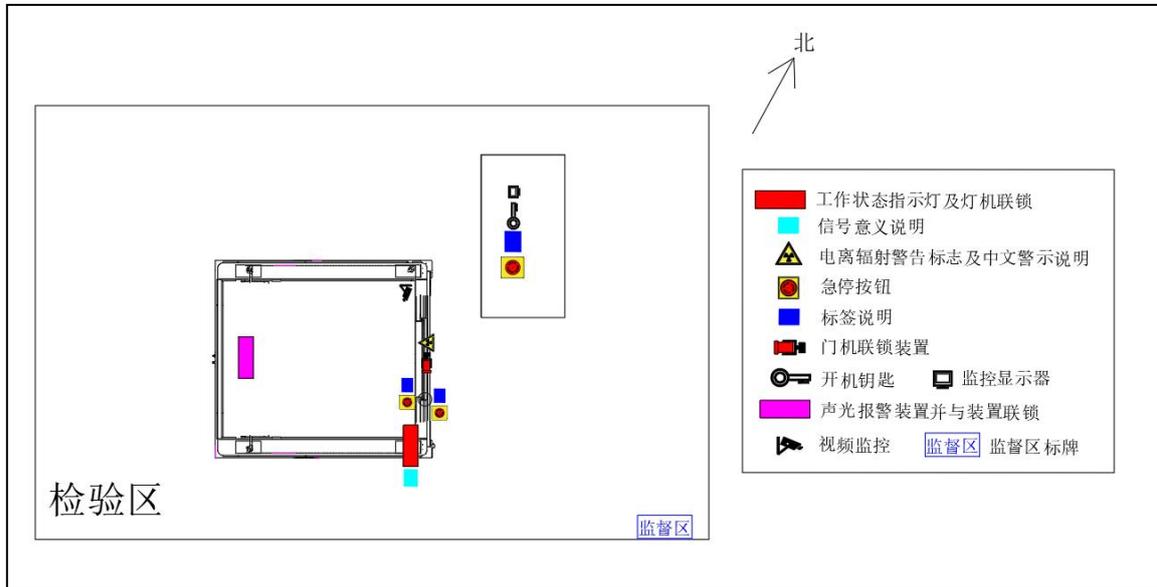


图 10-2 本项目辐射安全和防护措施示意图

操作防护措施

(1) 辐射工作人员使用实时成像系统时应检查门机联锁装置、工作状态指示灯等防护安全措施。

(2) 辐射工作人员在使用实时成像系统时，除佩戴常规个人剂量计外，还携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员立即停止出束，同时防止其他人进铅房，并立即向辐射防护负责人报告。

(3) 辐射工作人员定期测量装置周围区域的剂量率水平。装置表面外（含顶部）30cm 辐射剂量率超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 时，立即终止调试工作并向辐射防护负责人报告。

(4) 当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ 剂量率仪不能正常工作，禁止开始出射线调试工作。

(5) 装置使用前，辐射工作人员确认装置内没有人员驻留和工件门关闭。只有在工件门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始工作。

三废的治理

1. 固体废物

本项目运行后不会产生放射性固体废物。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活垃圾，预计月排放量为 30kg，

年排放量为 360kg。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。

2. 废水

本项目运行后不产生放射性废水。

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 2.4m³，年排放量为 28.8m³；本项目产生的生活污水经厂区化粪池处理后接管至污水处理厂处理。

3. 气体废物

X 射线实时成像系统在工作状态时，会使铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入装置内。本项目 X 射线实时成像系统顶部屏蔽体上方设置两个直径为 155mm 的通风孔，出口处设有铅防护罩，最大程度上避免射线泄漏；装置体积约为 15.4m³，通风孔处配置轴流风机进行排风，总通风量为 310m³/h，能够满足每小时有效换气次数不小于 3 次的通风需求。同时 X 射线实时成像系统所在车间设置新风系统，通过新风系统进行换气，将产生的少量臭氧和氮氧化物排至室外，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，对环境影响较小。

4. 探伤设施的退役

本项目装置不再使用时，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 X 射线实时成像系统为整体购买设备，在设备安装组装过程中会产生少量噪声和固体废物。

①噪声

X 射线实时成像系统在安装过程中会产生少量的设备安装组装噪声，由于本项目位于公司厂房内部，经厂房墙体、门窗隔声及距离衰减，对周围环境影响较小。

②固体废物

X 射线实时成像系统在组装过程中，会拆除一定的外包装材料；包装材料及板材等建筑材料一般为固废，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处置；对周围环境影响较小。

③废水

X 射线实时成像系统在组装及调试过程中，安装及调试人员会产生少量的生活污水，经厂区污水管网，最终进入污水处理站处理，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

本项目 X 射线实时成像系统采用铅房对 X 射线进行防护，本项目运行后主要的环境影响是 X 射线实时成像系统工作时产生的 X 射线对周围环境的辐射影响。

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

装置有用线束照射方向预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中有用线束屏蔽估算的计算公式：

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

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 9-2；

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），在给定屏蔽物质厚度 X 时，根据附录 B 中的表 B.2，

取得相应电压条件下铅的什值层,再根据 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得到 B 值;

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

装置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

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

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

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

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), 给定屏蔽物质厚度 X 时, 根据附录 B 中的表 B.2, 取得相应电压条件下铅的什值层, 再根据 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得到 B 值;

R : 辐射源点(靶点)至关注点的距离, m。

② 散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

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 9-2;

B : 屏蔽透射因子, 根据表 9-2 中散射辐射能量, 再根据《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, 取得相应电压条件下铅的什值层, 再根据 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得到 B 值;

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. 参考点的周/年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: H_c : 参考点的周剂量水平, $\mu\text{Sv}/\text{周}$;

参考点的年剂量水平, $\mu\text{Sv}/\text{年}$;

$\dot{H}_{c,d}$: 参考点处剂量率, $\mu\text{Sv}/\text{h}$;

t : 探伤装置周照射时间, h/周;

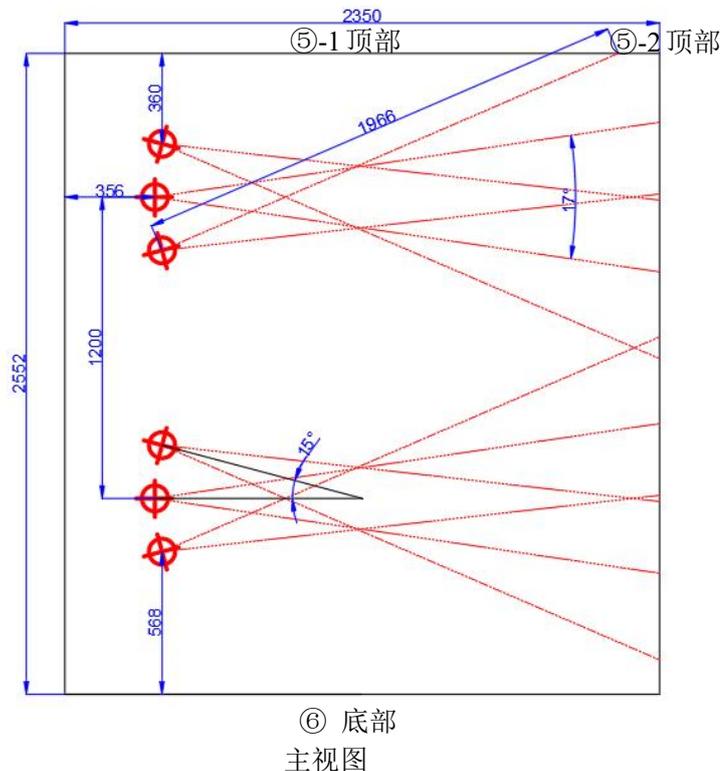
探伤装置年照射时间, h/年;

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。

4. 参考点处剂量率理论计算结果

本项目 UND-225 型 X 射线实时成像系统, 最大管电压 225kV, 最大管电流 8mA, 以此来进行预测计算。本项目西北侧及顶部 (局部) 为有用线束照射方向, 其余面均为泄漏及散射线照射方向, 关注点位示意如下图。



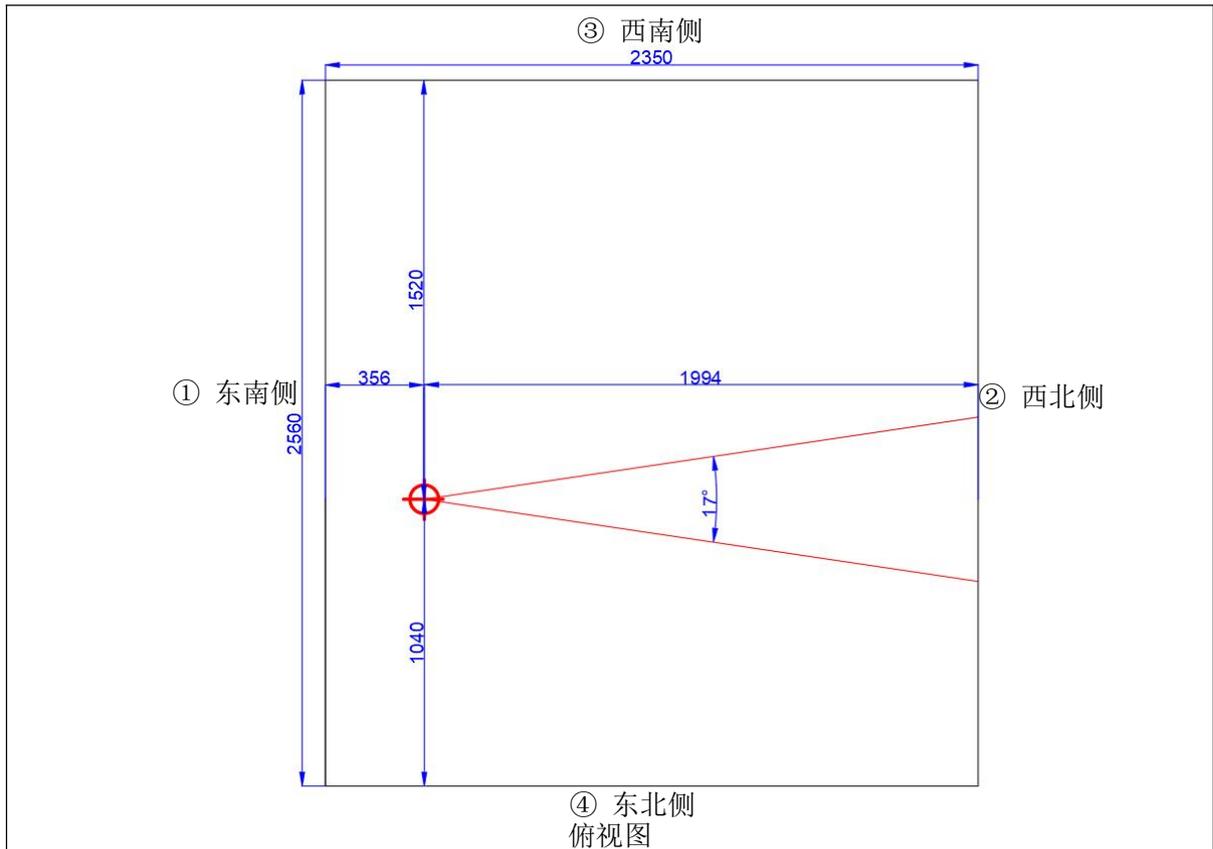


图 11-1 本项目 X 射线实时成像系统各关注点位示意图（单位：mm）

表 11-1 有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	铅板厚度 (mm)	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
②西北侧	18.31	8	2.76E+05	3.05E-09	2.29	1.28E-03	2.5	满足
⑤-2 顶部	18.38	8	2.76E+05	2.83E-09	2.26	1.22E-03	2.5	满足

注：①取装置表面外 30cm 为关注点， $R_2=1.99+0.3=2.29\text{m}$ ，； $R_{s-2}=1.96+0.3=2.26\text{m}$ ；

②B 值取值参考《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.2，根据插值计算 225kV 下铅的 TVL 为 2.15mm。

表 11-2 非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数	关注点					
	①东南侧	③西南侧	④东北侧（含工件门）	⑤-1 顶部	⑥底部	
铅板厚度 (mm)	9.31	9.31	9.31	9.31	9.38	
泄漏辐射	B_1	4.67E-05	4.67E-05	4.67E-05	4.67E-05	4.34E-05
	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)	5E+03	5E+03	5E+03	5E+03	5E+03
	R (m)	0.65	1.82	1.34	0.66	0.56
	H ($\mu\text{Sv/h}$)	5.53E-01	7.05E-02	1.30E-01	5.36E-01	6.92E-01
散射线能量 (kV)	200					

散射辐射	B_2	2.24E-07	2.24E-07	2.24E-07	2.24E-07	2.00E-07
	I (mA)	8	8	8	8	8
	$H_0 (\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$	2.76E+05	2.76E+05	2.76E+05	2.76E+05	2.76E+05
	$\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$	取 1/50 (数据取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) B.4.2)				
	R_s (m)	0.65	1.82	1.34	0.66	0.56
	H($\mu\text{Sv/h}$)	2.34E-02	2.99E-03	5.51E-03	2.27E-02	2.82E-02
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv/h}$)	5.76E-01	7.35E-02	1.36E-01	5.59E-01	7.20E-01	
剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
评价	满足	满足	满足	满足	满足	

注：①取装置表面外 30cm 为关注点，其中装置底部到地面距离不足 30cm，按射线源到装置底部距离计算，即 0.56m；其余 $R_1=0.356+0.3=0.65\text{m}$ ， $R_3=1.52+0.3=1.82\text{m}$ ， $R_4=1.04+0.3=1.34\text{m}$ ， $R_{5-1}=0.36+0.3=0.66\text{m}$ ；

② B_1 以射线能量为 225kV 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.2 插值计算 225kV 下铅的 TVL 为 2.15mm；

③ B_2 以射线能量为 200kV 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.2 取得 200kV 下铅的 TVL 为 1.4mm；

根据表 11-1、表 11-2 中预测结果，本项目 X 射线实时成像系统表面外 30cm 处及底部表面辐射剂量率最大为 $7.20\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ ，装置表面外 30cm 处及底部表面辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中辐射屏蔽剂量率参考控制水平的要求。

5. 天空反散射、底部散射辐射影响分析

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 ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。”

根据表 11-1 及表 11-2 计算结果，本项目 X 射线实时成像系统顶部外 30cm 处辐射剂量率最大为 $5.59\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ ，与装置四周辐射剂量率最大值 $5.76\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ 叠加后为 $1.14\mu\text{Sv/h}$ ，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要求。

根据表 11-2 计算结果，本项目 X 射线实时成像系统到达底部剂量率为 $7.20\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ ，与装置四周辐射剂量率最大值 $5.76\text{E-}01\mu\text{Sv/h}$ 叠加后为 $1.30\mu\text{Sv/h}$ ，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

要求。

6. 通风口、电缆口辐射影响分析

本项目 X 射线实时成像系统电缆孔采用外置迷宫铅防护罩、通风孔采用外置迷宫铅防护罩，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、通风孔，X 射线进入电缆孔后散射示意图如图 11-2，进入通风孔后散射示意图如图 11-3。X 射线进入电缆口及通风口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 X 射线实时成像系统电缆孔、通风孔设计能够满足辐射防护要求。

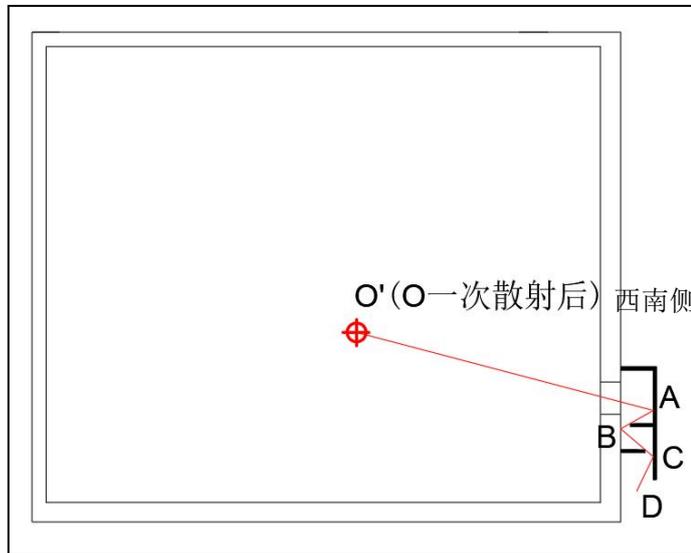


图 11-2 本项目电缆管道散射示意图

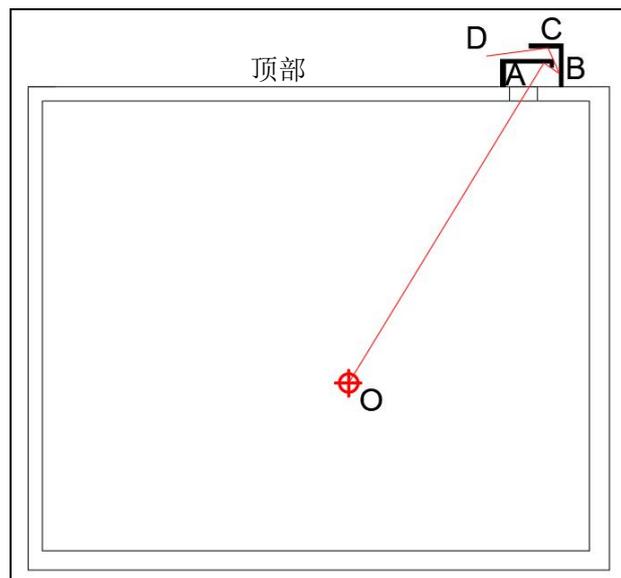


图 11-3 本项目通风口散射示意图

7. 保护目标剂量评价

表 11-3 本项目辐射工作人员有效剂量估算结果

保护目标名称	位置	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 $\mu\text{Sv/h}$	剂量率控制水平 $\mu\text{Sv/h}$	周剂量估算值 $\mu\text{Sv/周}$	目标管理值 $\mu\text{Sv/周}$	年剂量估算值 mSv/年	目标管理值 mSv/年	结论
本项目辐射工作人员	装置屏蔽体四周	1	1	5.76E-01	2.5	5.76	100 工作人员	2.88E-01	5 工作人员	满足

注：①辐射工作人员受到的剂量率保守按照装置四周最大剂量率计算，居留因子取 1；

②本项目 X 射线实时成像系统周曝光时间不超过 10h/周；一年按照 50 周计算，年曝光时间不超过 500h。

表 11-4 本项目装置周围 50m 范围内保护目标有效剂量一览表

保护目标		方位及装置最近距离	距射线管最近距离 (m)	居留因子	关注点处辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	周剂量估算值 $\mu\text{Sv/周}$	目标管理值 $\mu\text{Sv/周}$	年剂量估算值 mSv/年	目标管理值 mSv/年	结论
江苏思源赫兹互感器有限公司	仓储区	东北侧约 4m	5.04	1	9.58E-03	9.58E-02	5 公众	4.79E-03	0.1 公众	满足
	发货区	东南侧约 2.5m	2.85	1	3.00E-02	3.00E-01		1.50E-02		满足
	通道	西北侧约 4m	5.99	1/8	1.88E-04	2.35E-04		1.18E-05		满足
	三车间绕线	西北侧约 7m	8.99	1	8.33E-05	8.33E-04		4.17E-05		满足
	办公室	西南侧约 4m	5.52	1	7.99E-03	7.99E-02		4.00E-03		满足
	空调机房	顶部约 4m	4.36	1/8	1.28E-02	1.60E-02		8.00E-04		满足
	套管及互感器厂房其余区域	西南侧约 8m	9.52	1	2.69E-03	2.69E-02		1.35E-03		满足
	后装配厂房	东南侧约 23m	23.35	1	4.46E-04	4.46E-03		2.23E-04		满足
厂区道路	东南侧约 10m	10.35	1/8	2.27E-03	2.84E-03	1.42E-04	满足			
变电所	东北侧约 45m	46.04	1	1.15E-04	1.15E-03	5.75E-05	满足			

注：①使用因子取 1。

②本项目 X 射线实时成像系统周曝光时间约为 10h/周；一年按照 50 周计算，年曝光时间约为 500h。

③本项目保护目标西北侧关注点以有用线束照射进行考虑，参考表 11-1 及公式 (1)；其余方向保护目标辐射剂量率按非有用线束照射进行考虑，参考表 11-2 及公式 (2)、公式 (3)。R 值为保护目标距源点最近距离。

从表 11-3 及表 11-4 中预测结果可以看出，本项目 X 射线实时成像系统满功率运行时，本项目辐射工作人员所受周有效剂量最大为 $5.76\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $2.88\text{E-}01\text{mSv}$ ；周围公众所受周有效剂量最大为 $3.00\text{E-}01\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $1.50\text{E-}02\text{mSv}$ 。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 μ Sv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv，周有效剂量不超过 5 μ Sv）。

事故影响分析

1) 本项目可能发生的辐射事故

①X 射线实时成像系统门机联锁失效，导致设备工件门未关闭就对工件进行曝光检测，或在工作状态中，设备工件门被意外打开，X 射线实时成像系统未能立即停止出束照射，致使人员受到意外照射；

②X 射线实时成像系统进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射。

2) 针对本项目可能发生的辐射事故提出预防措施

本项目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；

②辐射工作人员应经常检查门机联锁装置，确保完好。确保在防护门关闭后，装置才能进行照射；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装置曝光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误入人员可按下室内紧急停机按钮并逃离铅房，辐射工作人员对于人员误入铅房应及时按下急停按钮，停止曝光；对可能受到超剂量照射的人员，及时送医检查并治疗；

⑤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；

⑥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 射线实时成像系统进行检查、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

像系统操作，每次操作前检查 X 射线实时成像系统门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测 X 射线实时成像系统的周围辐射水平，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。

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”。

江苏思源赫兹互感器有限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；拟配备 2 名辐射工作人员，其中一人兼任辐射防护负责人。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仍需通过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II类射线装置项目，江苏思源赫兹互感器有限公司拟按照《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，基本能满足核技术利用项目管理需要。

江苏思源赫兹互感器有限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 射线实时成像系统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，重点是明确实时成像系统操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。
- **辐射防护和安全保卫制度：**根据公司的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是 X 射线实时成像系统的运行和维修时辐射安全管理。

- **设备检修维护制度：**明确 X 射线实时成像系统的辐射监测设备维修计划、维修的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 射线实时成像系统、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，监测结果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》（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》的要求针对本项目可能发生的辐射事故（意外照射等）完善事故应急预案，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系电话、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。

江苏思源赫兹互感器有限公司应严格按照制度执行，在今后的工作实践中不断完善，提高制度的可操作性。

1.监测方案

- 1) 请有资质的单位定期对本项目 X 射线实时成像系统周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1 次；
- 2) X 射线实时成像系统进行检测作业时公司辐射安全管理人员对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) 建设单位拟为本项目配备2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，个人剂量计定期（不超过3个月）送检，并建立个人剂量档案；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。个人剂量档案长期保存。

表 12-1 监测方案一览表

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射线实时成像系统	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射线实时成像系统目表面外30cm处，工件门四周门缝及表面外30cm处，电缆口外30cm处，通风口外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》（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；江苏思源赫兹互感器有限公司拟为本项目配备1台便携式X- γ 剂量率仪与2台X- γ 个人剂量报警仪，项目运行后应定期对X射线实时成像系统周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

江苏思源赫兹互感器有限公司拟为本项目配备2名辐射工作人员，应在项目运行前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，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。

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

江苏思源赫兹互感器有限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。

江苏思源赫兹互感器有限公司应依据《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》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。

江苏思源赫兹互感器有限公司应加强管理，严格执行安全操作规程。应经常监测本项目X射线实时成像系统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**

江苏思源赫兹互感器有限公司使用 X 射线实时成像系统对公司生产的环氧树脂浇注件、铸铝件等产品进行无损检测以控制产品质量。本项目的建设将满足企业提供产品质量的需求，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，X 射线实时成像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，可将上述辐射影响降至尽可能小。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，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 射线实时成像系统对公司生产的环氧树脂浇注件、铸铝件等产品进行无损检测，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，故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**

江苏思源赫兹互感器有限公司租赁江苏省如高高压电器有限公司位于如皋市经济开发区惠民西路 1 号的两栋厂房用于生产经营。租赁厂房四周均为江苏省如高高压电器有限公司。

本项目 UND-225 型 X 射线实时成像系统拟放置于套管及互感器厂房内，该厂房整体为一层结构，部分区域存在二层。装置位于厂房检验区内，所在检验区东北侧为仓储区，东南侧为发货区，西南侧为办公室，西北侧隔通道为三车间绕线，楼上为空调机房，楼下为土层。

对照《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号）和《南通市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（通政办规〔2021〕4 号），本项目的建设符合江苏省及南通市“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。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》《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》《如皋市生态空间管控区域调整方案》《江苏省自然资源厅关于如皋市生态空间管控区域调整方案的复函》，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及如皋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X射线实时成像系统周围50m范围内无居民区、学校等环境敏感目标，本项目X射线实时成像系统50m范围内涉及①套管及互感器厂房，②厂区道路，③后装配厂房，④变电所。本项目周围环境保护目标主要为从事X射线实时成像系统操作的辐射工作人员及周围公众。

2) 辐射防护措施

本项目UND-225型X射线实时成像系统采用铅板等对X射线进行屏蔽，装置尺寸约为2560mm(长)×2350mm(宽)×2552mm(高)。定义工件门所在面为装置前侧，工件门朝东北侧放置。设备自带铅屏蔽防护，右面(主射面)整部分采用3mm钢板+18mm铅+2mm钢板，顶面、底面右侧部分采用3mm钢板+18mm铅+3mm钢板，底面左侧部分采用3mm钢板+9mm铅+3mm钢板，左面、前面(含工件门)、后面及顶面左侧部分均采用3mm钢板+9mm铅+2mm钢板。

本项目单扇工件门尺寸521mm×2155mm，工件门门洞尺寸900mm×2045mm，中缝搭接65mm，上下搭接55mm，左右搭接38.5mm。工件门与装置外壳之间的缝隙宽度为1mm，工件门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的10倍。本项目在铅房的后侧面板下方设置电缆口，并在电缆口处设置3mm钢板+9mm铅板+2mm钢板结构防护罩。本项目在铅房顶部屏蔽体上方设置有2个通风口，左侧通风口处设置3mm钢板+9mm铅板+2mm钢板结构防护罩，右侧通风口处设置3mm钢板+18mm铅板+3mm钢板结构防护罩进行屏蔽。

3) 辐射安全措施

本项目X射线实时成像系统操作台上设置有钥匙开关，工件门设置有门-机安全联锁装置，装置设置工作状态指示灯和声光报警装置，并拟张贴指示灯中文标识，将定期检查门-机联锁装置和工作状态指示灯，确保有效；设备外表面拟设置“当心电离辐射”警告标志及中文说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。本项目X射线实时

成像系统铅房内外部及操作台上均设置急停按钮，并设置相应中文标识，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。装置内部设置视频监控。公司拟为本项目配备1台便携式X-γ剂量率仪与2台个人剂量报警仪，用于对X射线实时成像系统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。

本项目拟将X射线实时成像系统铅房作为本项目的控制区，以西北侧实体墙、西南侧实体墙、东南侧栅栏、东北侧栅栏围成的区域（包括操作台）作为本项目监督区，仅辐射工作人员能够进入，并在监督区入口处的适当地点设立标明监督区的标牌，禁止非相关人员进入。

4) 通风措施评价

X 射线实时成像系统在工作状态时，会使铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入装置内。本项目 X 射线实时成像系统顶部屏蔽体上方设置两个通风口，出口处设有铅防护罩，最大程度上避免射线泄漏；装置体积约为 15.4m³，通风口处配置轴流风机进行排风，总通风量为 310m³/h，能够满足每小时有效换气次数不小于 3 次的通风需求。同时 X 射线实时成像系统所在车间设置新风系统，通过新风系统进行换气，将产生的少量臭氧和氮氧化物排至室外，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，对环境影响较小。

4. 辐射环境影响分析结论

本项目 X 射线实时成像系统通过铅房对 X 射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，本项目 X 射线实时成像系统以最大功率运行时装置表面外 30cm 处及底部辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的辐射剂量率限值要求。

由预测结果可知，本项目 X 射线实时成像系统满功率运行时，辐射工作人员及周围公众所受周有效剂量和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》（GBZ 117-2022）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，周有效剂量不超过 100μSv；公众年有效剂量不超过 0.1mSv，周有效剂量不超过 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) 拟为本项目配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪 2 台个人剂量报警仪, 定期对工作场所辐射水平进行检测;

3) 在项目运行前, 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, 定期按时送检, 并建立辐射工作人员个人剂量监测档案。

4) 在项目运行前安排 2 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) 江苏思源赫兹互感器有限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。在项目运行前完善辐射安全管理制度; 本项目拟配备 2 名辐射工作人员; 项目投运后, 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, 江苏思源赫兹互感器有限公司新建 1 台 X 射线实时成像系统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》(GBZ 117-2022) 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 X 射线实时成像系统建成后根据《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

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

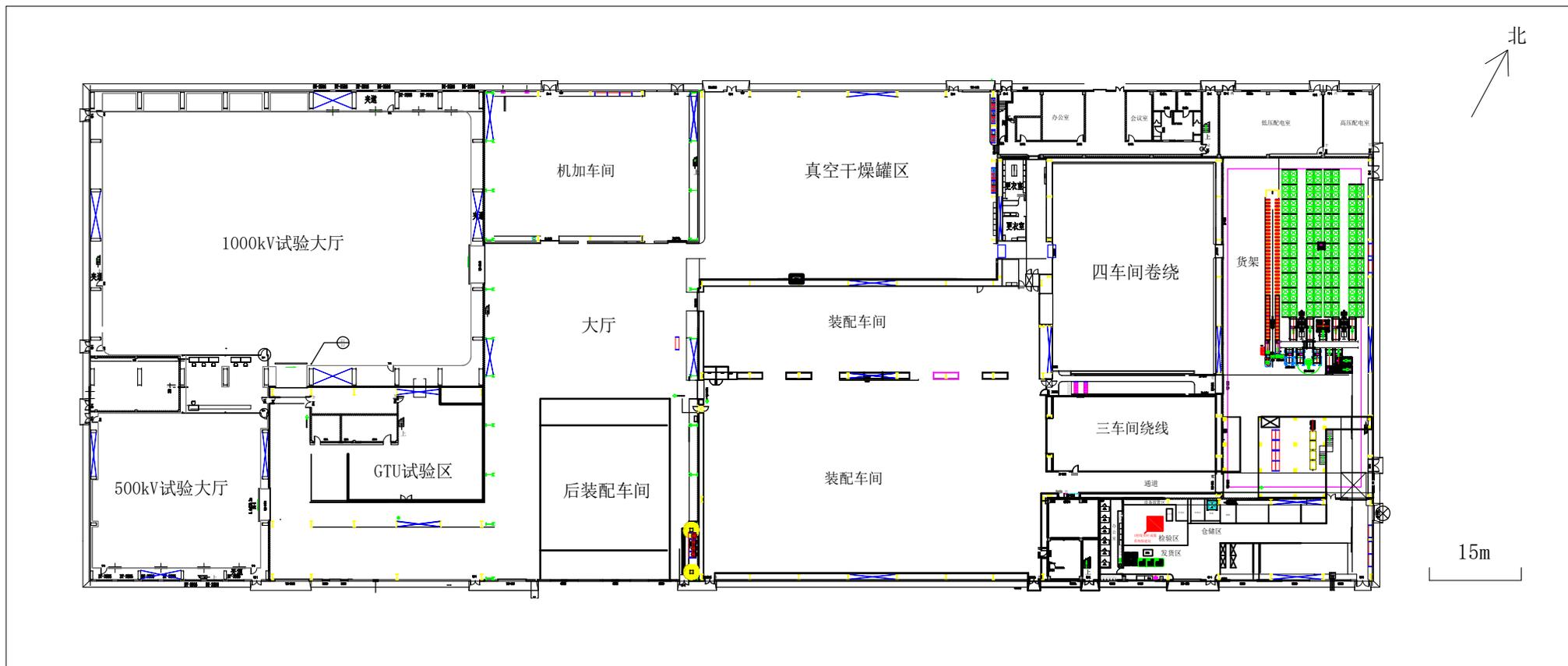
项目	“三同时”措施	预期效果	预期投资 (万元)
辐射防护措施	<p>本项目UND-225型X射线实时成像系统采用铅板等对X射线进行屏蔽，定义工件门所在面为装置前侧。设备右面（主射面）整部分采用3mm钢板+18mm铅+2mm钢板，顶面、底面右侧部分采用3mm钢板+18mm铅+3mm钢板，底面左侧部分采用3mm钢板+9mm铅+3mm钢板，左面、前面（含工件门）、后面及顶面左侧部分均采用3mm钢板+9mm铅+2mm钢板。</p>	<p>表面外30cm处及底部辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）剂量率限值要求。</p> <p>辐射工作人员及公众周有效剂量和年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。（辐射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）。</p>	
辐射安全措施	<p>本项目X射线实时成像系统操作台上设置有钥匙开关，工件门设置有门-机安全联锁装置，装置设置工作状态指示灯和声光报警装置，并拟张贴指示灯中文标识，将定期检查门-机联锁装置和工作状态指示灯，确保有效；设备外表面拟设置“当心电离辐射”警告标志及中文说明，提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。本项目X射线实时成像系统铅房内外部及操作台上均设置急停按钮，并设置相应中文标识，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。装置内部设置视频监控。</p> <p>本项目拟将X射线实时成像系统铅房作为本项目的控制区，以西北侧实体墙、西南侧实体墙、东南侧栅栏、东北侧栅栏围成的区域（包括操作台）作为本项目监督区，仅辐射工作人员能够进入，并在监督区入口处的适当地点设立标明监督区的标牌，禁止非相关人员进入。</p>	<p>能满足《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）的管理要求。</p>	
	<p>岗位职责及操作规程等工作制度在合适的墙上张贴。</p>	<p>按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》完善各项规章制度。</p>	/
	<p>配备1台便携式X-γ剂量率仪与2台个人剂量报警仪。</p>	<p>按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》配备个人剂量测量报警、辐射监测，满足工作场所日常监测要求。</p>	
污染防治措施	<p>废气：X射线实时成像系统在工作状态时，会使铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，人员不进入装置内。本项目X射线实时成像系统顶部屏蔽体上方设置两个通风口，出口处设有铅防护罩，最大程度上避免射线泄漏；装置体积约为15.4m³，通风口处配置轴流风机进行排风，总通风量为</p>	<p>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。</p>	/

	310m ³ /h，能够满足每小时有效换气次数不小于3次的通风需求。同时X射线实时成像系统所在车间设置新风系统，通过新风系统进行换气，将产生的少量臭氧和氮氧化物排至室外，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，对环境影响较小。		
	生活污水：经化粪池处理达标后接管至如皋恒发水处理有限公司深度处理。	本项目产生的生活污水能够妥善处理，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。	本项目产生的生活垃圾能够妥善处理，对周围环境影响较小。	/
辐射安全管理	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》制定安全管理机构。	/
	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、射线装置使用登记、台账管理制度等。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求。	/
	本项目拟配备2名辐射工作人员，辐射工作人员在上岗前应参加辐射安全与防护培训，通过考核后才能上岗(每5年重新参加考核)。	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办法》，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，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案(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《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于健康管理的规定，对直接从事使用活动的工作人员进行个人职业健康检查，建立职业健康监护档案	每年投入

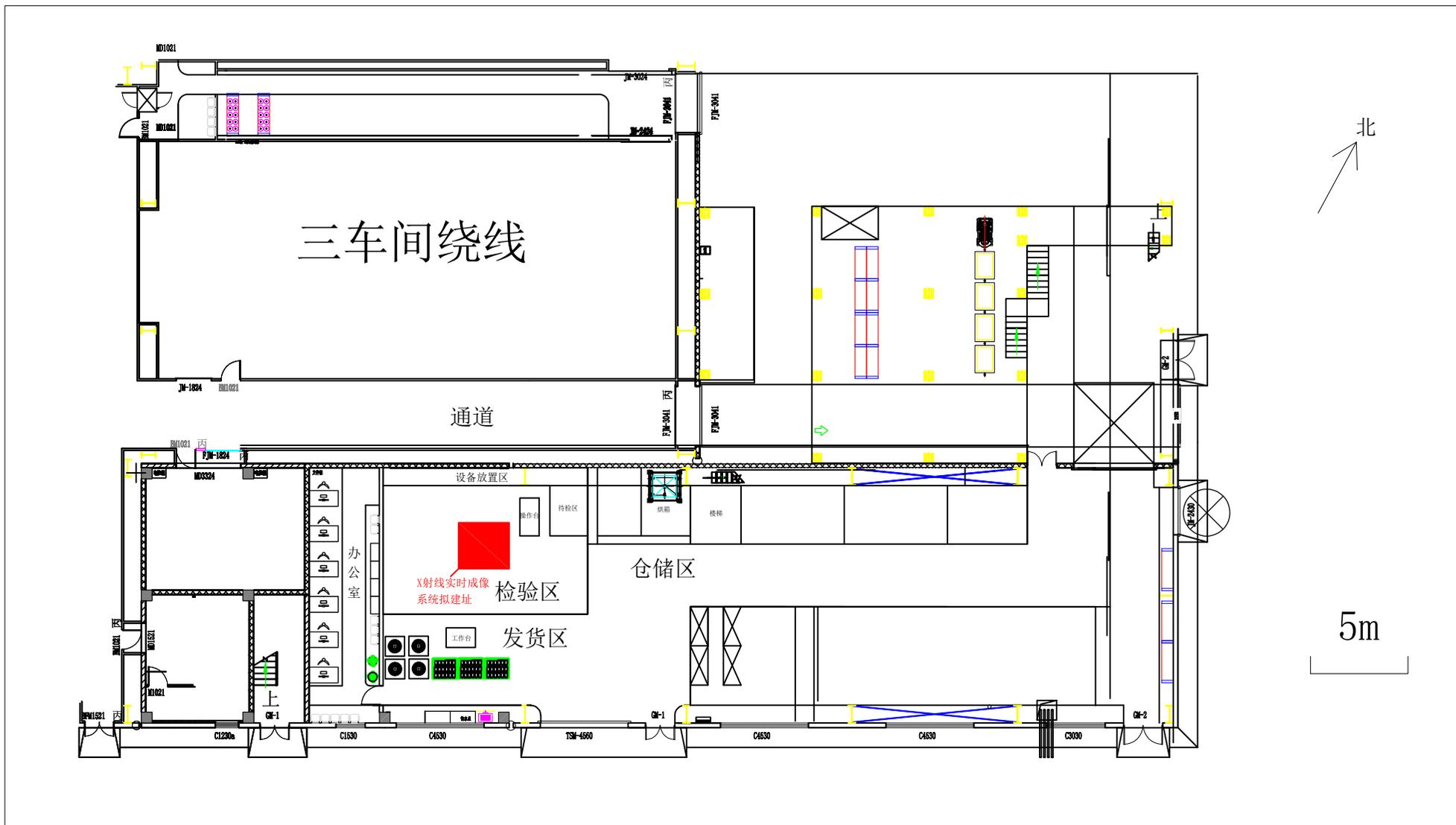
以上措施必须在项目运行前落实。



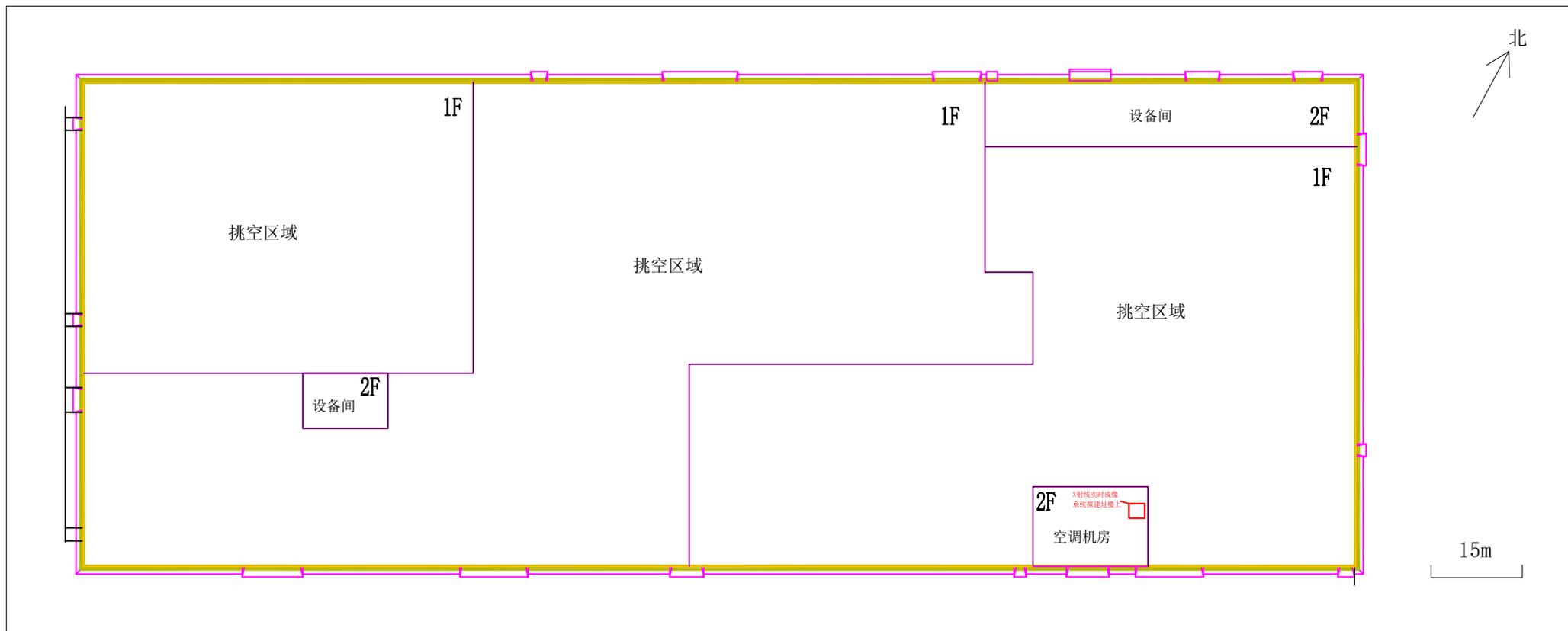
附图2 本项目周围环境示意图



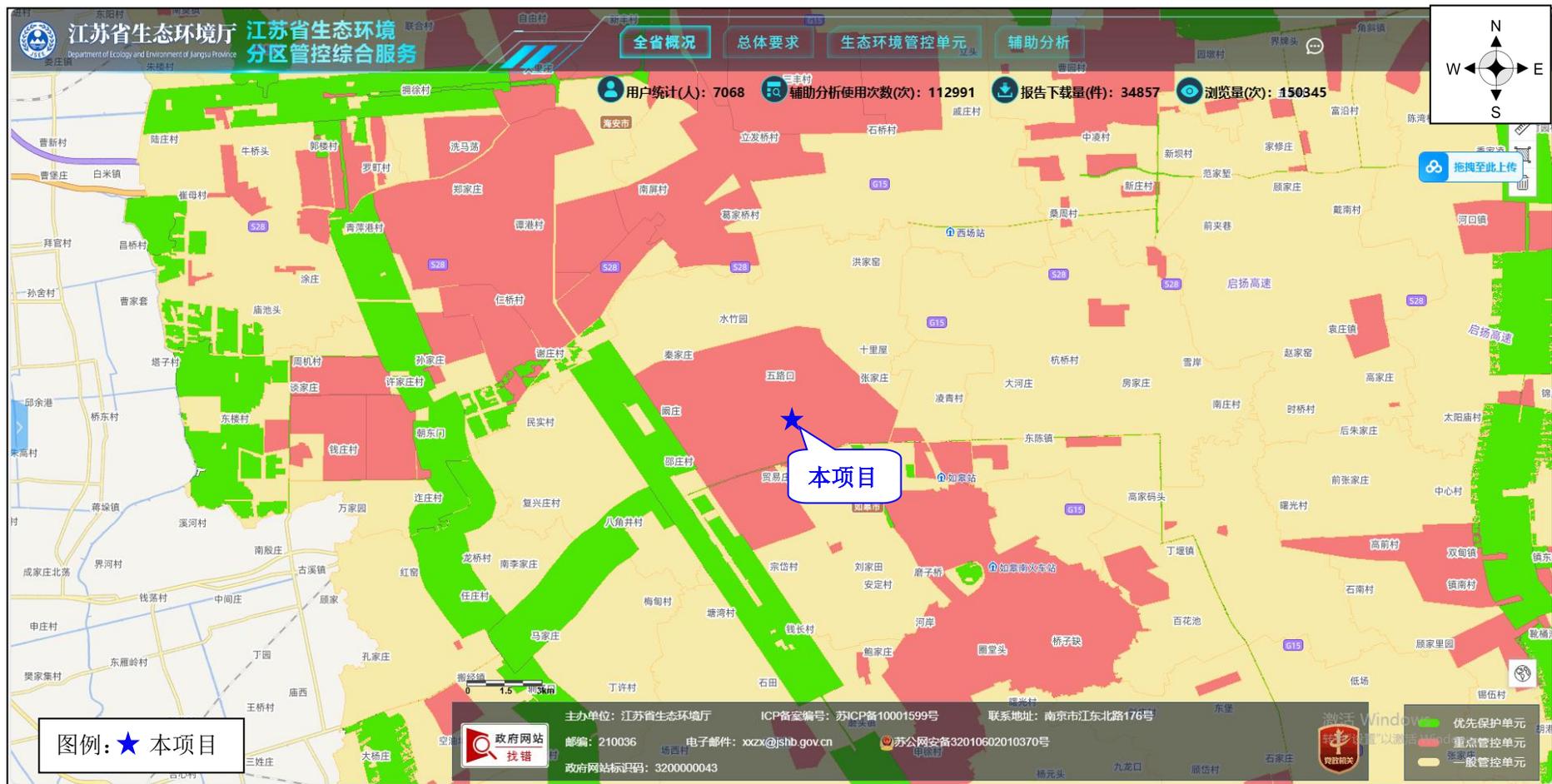
附图3-1 本项目装置所在厂房一层平面布置图



附图3-2 本项目装置所在厂房一层平面布置放大图



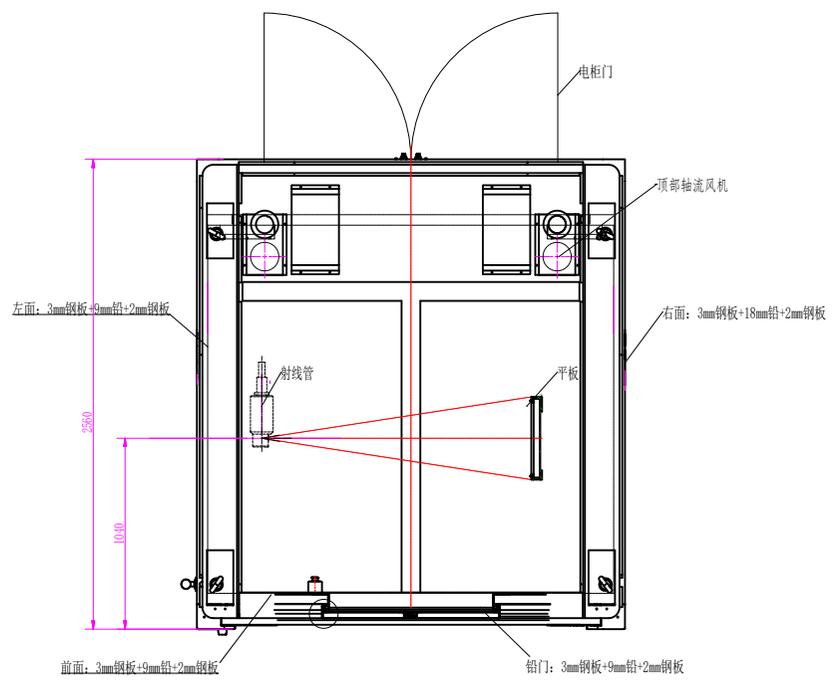
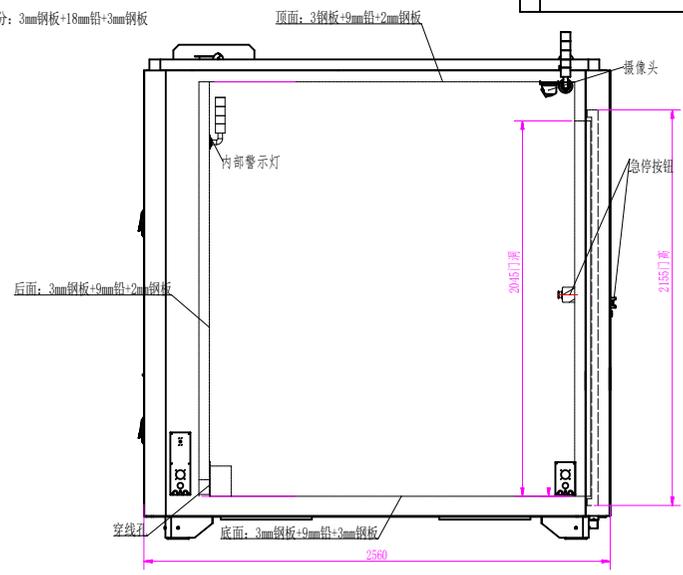
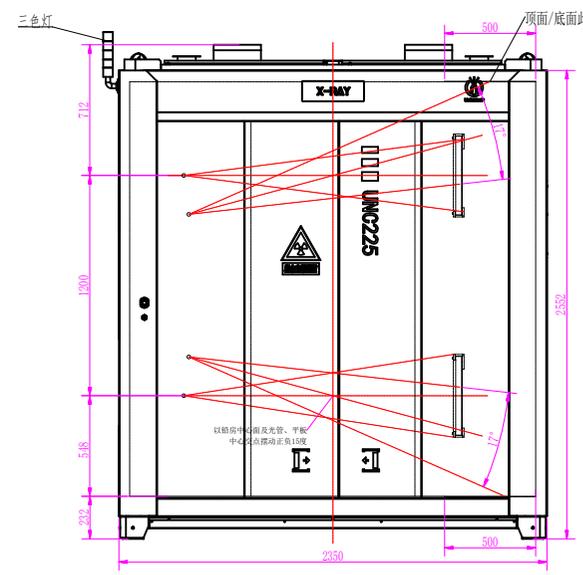
附图4 本项目装置所在厂房二层平面布置图



注：截图来自江苏省生态环境分区管控综合服务系统

附图5 本项目与生态空间管控区域相对位置关系图

修改原因及内容	修改人	日期	审核人	日期



1. 铅房采用钢材、铅、钢材的形式搭建组焊而成
2. 铅房顶部开有2个 $\phi 155$ 的换气通风孔，配有轴流风机，其风量是330立方米/小时



材 质	组 件	比 例	
质 量	无	数 量	
批 准	盛 洪		
校 对	李俊东		
审 核	万小东		
设 计	黄守荣		
制 图			

	重庆日联科技有限公司
	工程名称
环评资料	

附图6 本项目X射线实时成像系统屏蔽设计图