

核技术利用建设项目

百兆瓦级先进压缩空气储能系统装备
制造基地项目

(X 射线数字成像装置项目)

环境影响报告表

(公示本)

中储国能(江苏)技术有限公司(公章)

2026 年 6 月



生态环境部监制

核技术利用建设项目

百兆瓦级先进压缩空气储能系统装备

制造基地项目

(X 射线数字成像装置项目)

环境影响报告表

建设单位名称: 中储国能(江苏)技术有限公司

建设单位法人代表(签字或盖章): 印纪律

通讯地址: 南京市江宁区飞天大道 69 号

邮政编码: 211100 联系人:

电子邮箱: / 联系电话:

编制单位和编制人员情况表

项目编号	5q2e23		
建设项目名称	百兆瓦级先进压缩空气储能系统装备制造基地项目（X射线数字成像装置项目）		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	中储国能(江苏)技术有限公司		
统一社会信用代码	91320115MABDDDL027Y		
法定代表人（签章）	纪律		
主要负责人（签字）	张晓刚		
直接负责的主管人员（签字）	张晓刚		
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
李耀林	2014035320352013449914000422	BH020117	李耀林
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
李耀林	全本	BH020117	李耀林

编制主持人和主要编制人员信息

编制主持人证书

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

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


Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China


Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: HP00034274

姓名: 李耀林
Full Name

性别: 女
Sex

出生年月:
Date of Birth

专业类别:
Professional Type

批准日期: 2014年05月
Approval Date

持证人签名:
Signature of the Bearer

李耀林

2014035320352013449914000422
管理号:
File No.

签发单位盖章:
Issued by

签发日期: 2014 09 04
Issued on

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: 202604-202606

共1页, 第1页

单位参保险种		养老保险	工伤保险	失业保险
缴费总人数		29	29	29
序号	姓名	公民身份号码(社会保障号)	缴费起止年月	缴费月数
1	李耀林		202604-202606	3

说明:

1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息, 单位应妥善保管。
2. 本权益单为打印时参保情况。
3. 本权益单已签具电子印章, 不再加盖鲜章。
4. 本权益单记录单出具后有效期内(6个月), 如需核对或验证, 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	19
表 10 辐射安全与防护	26
表 11 环境影响分析	33
表 12 辐射安全管理	42
表 13 结论与建议	46
表 14 审批	50
附表 辐射污染防治措施“三同时”措施一览表	51

表 1 项目基本情况

建设项目名称		百兆瓦级先进压缩空气储能系统装备制造基地项目 (X 射线数字成像装置项目)			
建设单位		中储国能(江苏)技术有限公司			
法人代表		纪律	联系人		联系电话
注册地址		江苏省南京市江宁区秣陵街道庄排路 109 号 1 幢 01 厂房二层(江宁开发区)			
建设项目地点		江苏省南京市江宁经济技术开发区苍穹路以南、钟萃路以西、纬三路以北、云龙路以东，中储国能(江苏)技术有限公司换热器厂房小件焊接车间			
立项审批部门		南京江宁经济技术开发区管理委员会行政审批局		批准文号	宁经管委行审备 (2024) 77 号
建设项目总投资 (万元)		150	项目环保投资 (万元)	35	投资比例（环保投资/总投资） 23.3%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积（m ² ） 90
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 中储国能(江苏)技术有限公司成立于2024年3月7日，注册地位于江苏省南京市江宁区秣陵街道庄排路109号1幢01厂房二层(江宁开发区)，法定代表人为纪律。经营范围包括：特种设备制造；特种设备设计；一般项目：特种设备销售；气体压缩机械制造；					

气体压缩机械销售；机械设备销售；机械设备研发；通用设备修理；汽轮机及辅机制造；气体、液体分离及纯净设备制造；气体、液体分离及纯净设备销售；余热发电关键技术研发；储能技术服务；试验机制造；试验机销售；轴承、齿轮和传动部件制造；轴承、齿轮和传动部件销售等。

中储国能(江苏)技术有限公司拟在江苏省南京市江宁经济技术开发区苍穹路以南、钟萃路以西、纬三路以北、云龙路以东建设《百兆瓦级先进压缩空气储能系统装备制造基地项目》，项目备案见附件5，环评批复见附件6，不动产权证见附件4，目前厂区及厂房正在建设中。

因生产的换热器接管及法兰质量检测需求，中储国能(江苏)技术有限公司拟购置1台UND225型X射线数字成像装置（最大管电压225kV，最大管电流10mA，最大功率1800W），在公司换热器厂房小件焊接车间无损检测区开展无损检测，该项目主要用于检测公司生产的换热器接管及法兰焊接部分，工件直径 $\phi 25\text{mm}\sim 800\text{mm}$ ，壁厚 $3\text{mm}\sim 60\text{mm}$ ，材质为铝合金。

根据建设单位提供资料，公司换热器接管、法兰产量各为3000个/年，合计工件总产量6000个/年。项目采用X射线数字成像装置对工件进行无损检测，年工作50周，预计每周检测工件120个，单个工件开机检测一次出束时间不超过1min，此外，装置长时间未使用后需要进行训机，单次训机时长约30min（0.5h），本项目按每周训机1次考虑，装置周曝光时间不超过2.5h。项目一周工作5天，一年工作250天（50周），年曝光时间不超过125h。

中储国能(江苏)技术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射线数字成像装置预计每周曝光时间不超过2.5h，年工作50周，年曝光时间不超过125h。

本项目为中储国能(江苏)技术有限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 中储国能(江苏)技术有限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	UND225 型 X 射线数字成像装置	1	225	10	II	换热器厂房小件焊接车间无损检测区	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射线数字成像装置，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。受中储国能(江苏)技术有限公司委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。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

中储国能(江苏)技术有限公司位于江苏省南京市江宁经济技术开发区苍穹路以南、钟萃路以西、纬三路以北、云龙路以东，厂区东北侧为钟萃路，西北侧为苍穹路，东南侧和西南侧均为空地，本项目地理位置见附图1。

本项目拟建址位于中储国能(江苏)技术有限公司换热器厂房小件焊接车间无损检测区，换热器厂房四周均为厂区道路及绿化，拟建址东南侧为厂区道路及绿化，西南侧为设备平台，西北侧为小件焊接车间焊接区，东北侧隔过道为换热器厂房生产区二。换热器厂房生产厂房为一层结构，配套辅助用房为三层结构，本项目位于生产厂房内，上方为厂房屋顶，下方为土层。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》《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，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，经江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目选址属于江苏省重点管控单元“江宁经济技术开发区”，本项目与生态空间管控单元相对位置关系图见附图4。

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范围内涉及本公司换热器厂房、厂区道路、绿化、非机动车停车位，厂区外空地。本项目周围环境保护目标主要为从事X射线数字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

中储国能(江苏)技术有限公司因产品质量检测需要，拟购置 1 台 UND225 型 X 射线数字成像装置对生产的换热器接管及法兰质量进行无损检测，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，数字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。

4.与产业政策的相符性

本项目使用 X 射线数字成像装置对公司生产的换热器接管及法兰进行无损检测，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 射线数字成像装置	II	1 台	UND225 型	225	10	无损检测	换热器厂房小件焊接 车间无损检测区	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	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	经装置顶部风机及开关工件门，再经车间门窗排入大气，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	经污水管网接管至空港污水处理厂处理达标后排放。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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) 《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) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，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； 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； 14) 《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； 15) 《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； 16) 《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； 17) 《省政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域管理办法的通知》（苏政办规〔2026〕1号）； 18) 《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； 19) 《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七号），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) 《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）

其他	
----	--

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目为新建X射线数字成像装置，X射线数字成像装置为工业用X射线探伤装置，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射线数字成像装置屏蔽体外50m区域，见附图2。

保护目标

本项目拟建址位于中储国能(江苏)技术有限公司厂房内换热器厂房小件焊接车间无损检测区，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X射线数字成像装置操作的辐射工作人员及装置周围公众。

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》《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，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，经江苏省生态环境分区管控综合服务系统查询，本项目选址属于江苏省重点管控单元“江宁经济技术开发区”，本项目与生态空间管控单元相对位置关系图见附图4。

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。

根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：

- 操作X射线数字成像装置的辐射工作人员；
- X射线数字成像装置项目周围公众。

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	人员规模	保护目标类型	目标管理值(μSv/周)	年剂量约束值(mSv/年)
UND225型X射线数字成像装置	操作台及监督区		四周	紧邻	2人	辐射工作人员	100	5.0
	中储国能(江苏)技术有限公司	设备平台	西南侧	0.7m	流动人员	公众	5	0.1
		小件焊接车间焊接区	西北侧	2m	8人			
		过道	东北侧	6m	流动人员			

	生产区二	西北侧、东北侧	东北侧8m	约10人
	生产区六	西侧	35m	约4人
	生产区七	西南侧	5m	4人
	生产区八	西南侧	35m	2人
	生产辅助配套用房	东北侧	28m	约20人
	厂区道路、绿化、非机动车停车位	东南侧、东北侧	东南侧3m	流动人员
	厂区外空地	东南侧	16m	流动人员

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) “11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%(即0.1mSv~0.3mSv)的范围之内。”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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ”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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

公众每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。”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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。”的要求确定本项目X射线数字成像装置30cm处周围剂量当量率参考控制水平如下：

本项目X射线数字成像装置四周30cm处及底部地面处周围剂量当量率不超过 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。同时考虑本项目装置高度较低，顶部周围剂量当量率限值保守与其余侧剂量率限值一致，即顶部表面外30cm处周围剂量当量率不超过 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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。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，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 中储国能(江苏)技术有限公司位于江苏省南京市江宁经济技术开发区苍穹路以南、钟萃路以西、纬三路以北、云龙路以东，厂区东北侧为钟萃路，西北侧为苍穹路，东南侧和西南侧均为空地。 本项目拟建址位于中储国能(江苏)技术有限公司换热器厂房小件焊接车间无损检测区，换热器厂房四周均为厂区道路及绿化，拟建址东南侧为厂区道路及绿化，西南侧为设备平台，西北侧为小件焊接车间焊接区，东北侧隔过道为换热器厂房生产区二。换热器厂房生产厂房为一层结构，配套辅助用房为三层结构，本项目位于生产厂房内，上方为厂房屋顶，下方为土层。 本项目50m范围内无居民区、学校等环境敏感区。本项目50m范围内涉及本公司换热器厂房、厂区道路、绿化、非机动车停车位，厂区外空地。本项目周围环境保护目标主要为从事X射线数字成像装置操作的辐射工作人员及装置周围公众。 现场检测时，项目厂房处于施工阶段，X射线数字成像装置拟建址周围环境照片见图8-1。
--



图 8-1 本项目 X 射线数字成像装置拟建址周围环境照片

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 射线数字成像装置拟建址及周围辐射环境。

监测因子：本项目 X 射线数字成像装置拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率。

监测点位：在 X 射线数字成像装置拟建址及周围布置监测点位，分别位于数字成像装置拟建址及周围，共计 11 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 射线数字成像装置拟建址及周围布设监测点位，测量 X 射线数字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

监测仪器：BG9512+BG7030 型 X-γ辐射监测仪（仪器编号：RY-J001）

测量范围：10nGy/h~200μGy/h

能量响应范围：25keV~3MeV

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

监测日期：2025 年 11 月 14 日

环境条件：天气：晴；温度：23.2℃；相对湿度：55.1%

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 射线数字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 射线数字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	距屏蔽体 距离 (m)	备注
1	X 射线数字成像装置拟建址中部	47	1	/	道路
2	X 射线数字成像装置拟建址东北侧	48	1	/	道路
3	X 射线数字成像装置拟建址东南侧	51	1	/	道路
4	X 射线数字成像装置拟建址西南侧	50	1	/	道路
5	X 射线数字成像装置拟建址西北侧	49	1	/	道路
6	无损检测区东北侧（生产区二）	50	1	14	道路
7	无损检测区东南侧（拟建厂区道路）	52	1	7	道路
8	无损检测区西南侧（生产区七）	50	1	16	道路
9	小件焊接车间西北部（焊接区）	51	1	17	道路
10	小件焊接车间西北侧（生产区二）	49	1	35	道路
11	厂区外东南侧空地	47	1	19	原野

注①：现场检测时，项目厂房处于施工阶段；

注②：X-γ辐射监测仪检定使用 ¹³⁷Cs 辐射源。建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，原

野、道路取值为 1，上述结果为己扣除宇宙响应值（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。

根据表 8-1 的监测结果可知，本项目 X 射线数字成像装置拟建址周围环境 γ 辐射剂量率为（47~52）nGy/h，均处于江苏省全省环境天然 γ 辐射剂量率测值范围内。

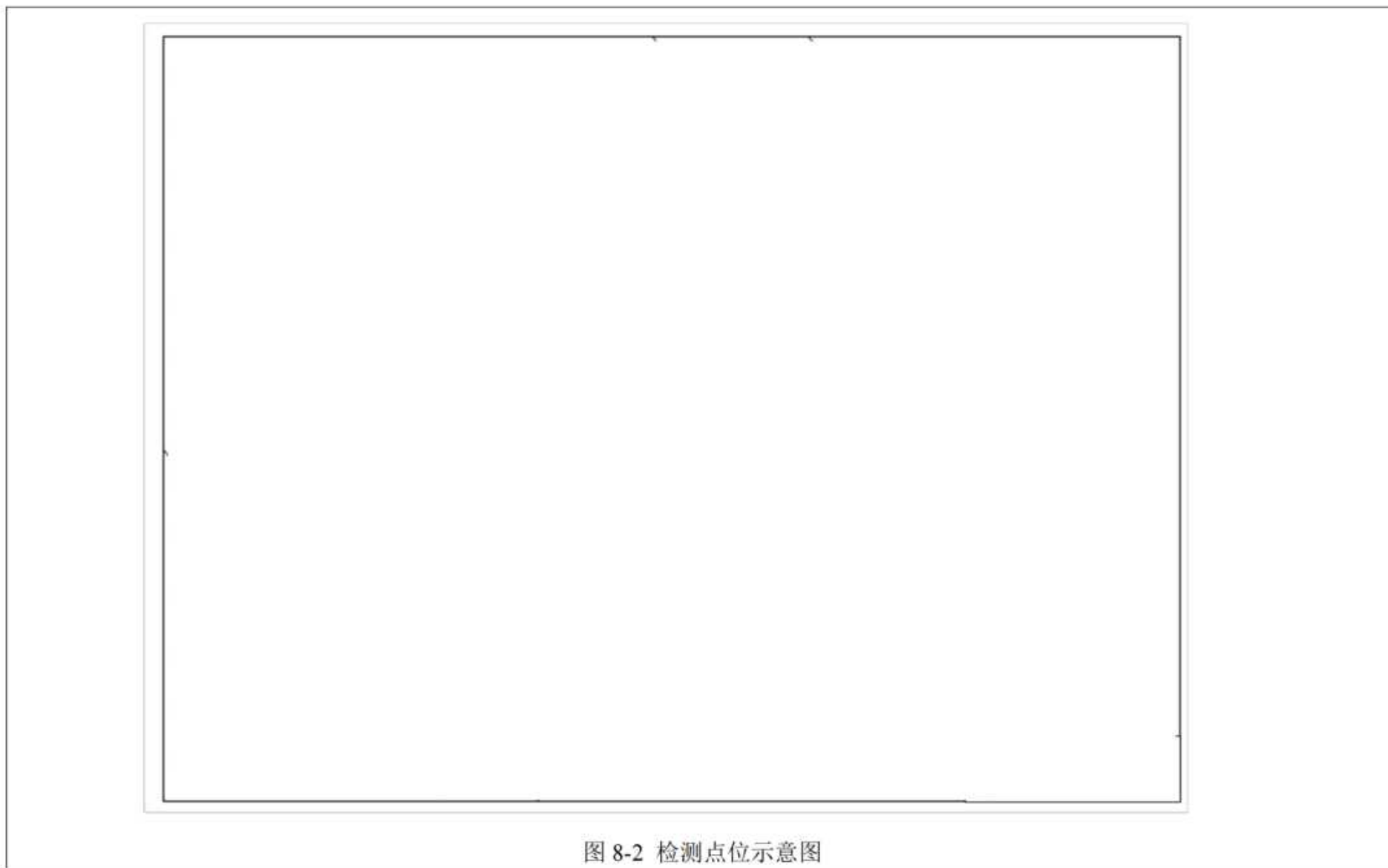


表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1. 工程设备情况

1.1 系统组成

本项目使用 1 台 UND225 型 X 射线数字成像装置，设备主要由 X 射线探伤机、高分辨率实时成像单元、计算机图像处理单元、机械传动单元、电气控制单元和 X 射线防护单元组成，具体系统组成如下：

X 射线探伤机：主要由 X 射线管、高频高压发生器、高压电缆、冷却器等组成。

高分辨率实时成像单元：具备 120 μ m 的清晰分辨能力，超高的响应灵敏度和 DQE。

计算机图像处理单元：主要由计算机硬件和图像处理软件两部分组成。

机械传动单元：主要包括：探测器移动机构、射线管移动机构、移动小车组成。

电气控制单元：采用中央集成式控制方式，以可编程逻辑控制器 PLC 为核心，现场各传感器的信号反馈给 PLC，根据检测工艺，PLC 经过逻辑程序运算，完成相应电机运动控制；达到自动精确运动控制，同时保证人员和设备安全。

X 射线防护单元：检测室外侧屏蔽体采用钢-铅-钢夹层结构，内壁为方管焊接而成的框架；检测室顶部设有明显可见的报警灯，内部设有照明及摄像机。检测室内有紧急停止按钮，按下该停止按钮设备停止运行，保证维修时安全。

1.2 屏蔽结构及主要技术参数

该装置由检测室及操作台组成，检测室内仅设有 1 个 X 射线管。装置外尺寸为 4395mm（长） $\times$ 3470mm（宽） $\times$ 3186mm（高），检测室采用钢-铅-钢结构对 X 射线进行屏蔽。本项目 X 射线数字成像装置检测室工件门朝向东北侧，检测室各面屏蔽情况如下：西北侧（右侧）为 3mm 钢+18mm 铅+4mm 钢，东北侧（前侧，含工件门）、东南侧（左侧）、西南侧（后侧）、顶部采用 3mm 钢+10mm 铅+4mm 钢，底部采用 3mm 钢+10mm 铅+3mm 钢。装置最大管电压为 225kV，最大管电流为 10mA，最大功率 1800W，射线管固有滤过为 0.8mmBe，附加滤过 3mmAl，有用线束方向朝右侧（西北侧），射线管出束角度 16 $^{\circ}$ $\times$ 16 $^{\circ}$ 。项目详细参数见表 9-1。

本项目检测机构总共由 7 个运动轴组成，射线管沿 Z 轴升降、射线管沿 X 轴运动、射线管沿 Z 轴偏转；探测器沿 Z 轴升降、探测器沿 X 轴运动、探测器沿 Z 轴偏

转，探测器沿 Y 轴运动；检测机构如下图所示。定义装置工件门为装置前侧，X 射线管上下移动范围 1500mm，位于行程中部位置时，可上下偏转，偏转角度 $\pm 15^{\circ}$ ，可偏转的范围为 638mm；射线管前后移动范围 2450mm；根据出束点移动范围及出束角度、偏转角度，有用线束只照射装置右侧（西北侧），见图 9-2。

表 9-1 本项目 X 射线数字成像装置参数一览表

设备型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	滤过	出束角度	最大功率 (W)
UND225 型	1	225	10	0.8mmBe+3mm 铝	$16^{\circ} \times 16^{\circ}$	1800

图 9-1 UND225 型 X 射线数字成像装置样式图

(7)

)

图 9-2 UND225 型 X 射线数字成像装置内部结构图（单位 mm）

2. X 射线数字成像装置工作原理

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、钼等）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 $0.001 \sim 10\text{nm}$ 。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，在穿透过程中有衰减，X 射线无损检测的实质是根据被检验工件与其内部缺欠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，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。

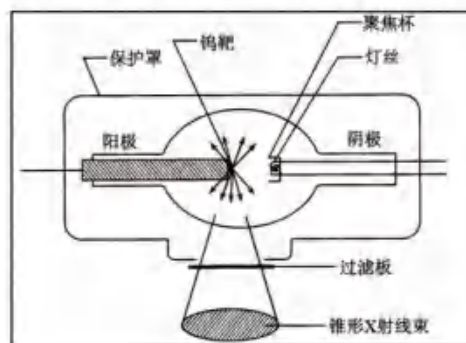


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

X 射线数字成像装置由 X 射线探伤机、高分辨率实时成像单元、计算机图像处理单元、机械传动单元、电气控制单元和 X 射线防护单元组成等部分组成。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。机械传动单元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；实时成像单元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。计算机图像处理单元用于扫描过程控制、参数调整，完成图像重建、显示及处理等。X 射线防护单元用于射线安全防护。

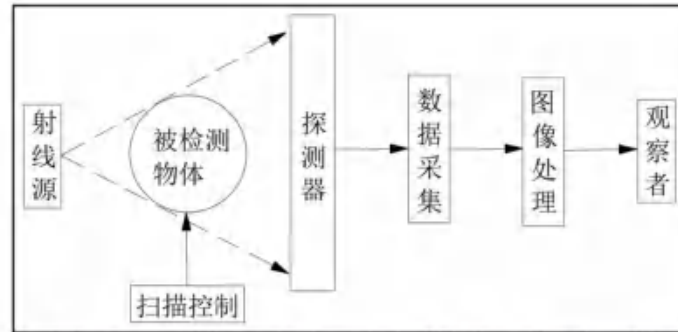


图 9-4 X 射线数字成像装置结构工作原理简图

3. 工艺流程及产污环节分析

X射线数字成像装置工作时，被检测工件放于装置内，辐射工作人员在操作台处进行操作，对工件需检测部位进行无损检测。本项目工作流程如下：

- 1) 辐射工作人员检查各辐射安全装置的有效性；
- 2) 确定所有辐射安全措施有效后，辐射工作人员到达操作台，启动主电源开关，启动检测系统控制界面；
- 3) 打开工件门，移动小车走到上料位置；
- 4) 工件置于载物台上，移动小车进入检测室，关闭工件门，辐射工作人员在操作台处控制，通过移动X射线管及探测器对不同部位出束照射，对工件进行全方位的检测，此过程会发出X射线，并产生少量臭氧及氮氧化物；
- 5) 通过显像器对被测工件的缺损状况进行辨别；
- 6) 曝光结束，开启工件门，小车走到上料位置，取下工件，开始下一轮检测。

日常辐射工作人员会产生一定量生活污水及生活垃圾，本项目工作流程及产污环节如下图所示：

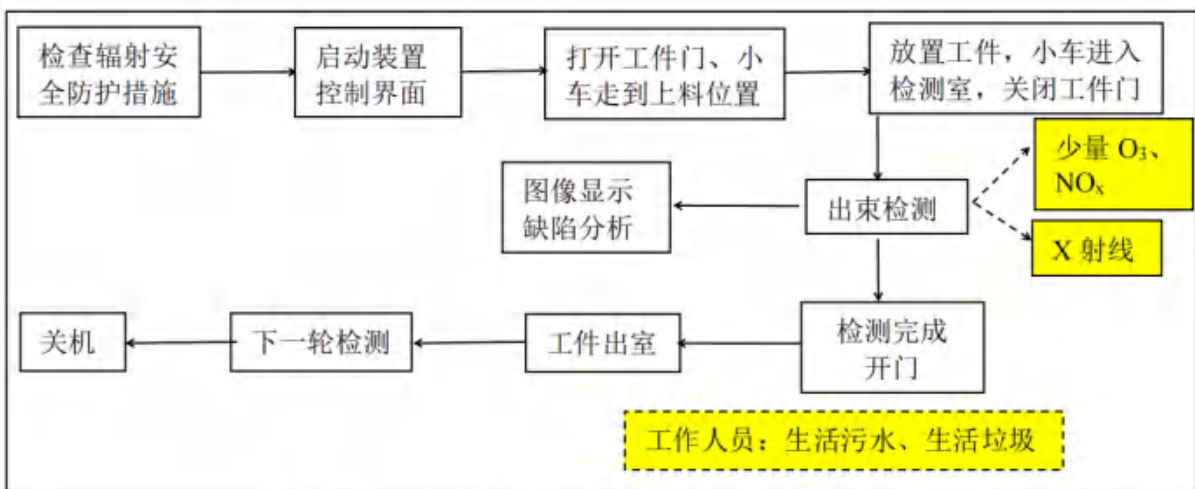


图 9-5 X 射线数字成像装置工作流程及产污环节

此外，若X射线数字成像装置长时间不用或初次使用需要先进行训机，训机过程也会产生X射线、少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。本项目训机均在装置放置的无损检测区内进行。

4. 工件信息

本项目X射线数字成像装置检测的工件为换热器接管及法兰，直径Φ25mm~800mm，壁厚3mm~60mm。

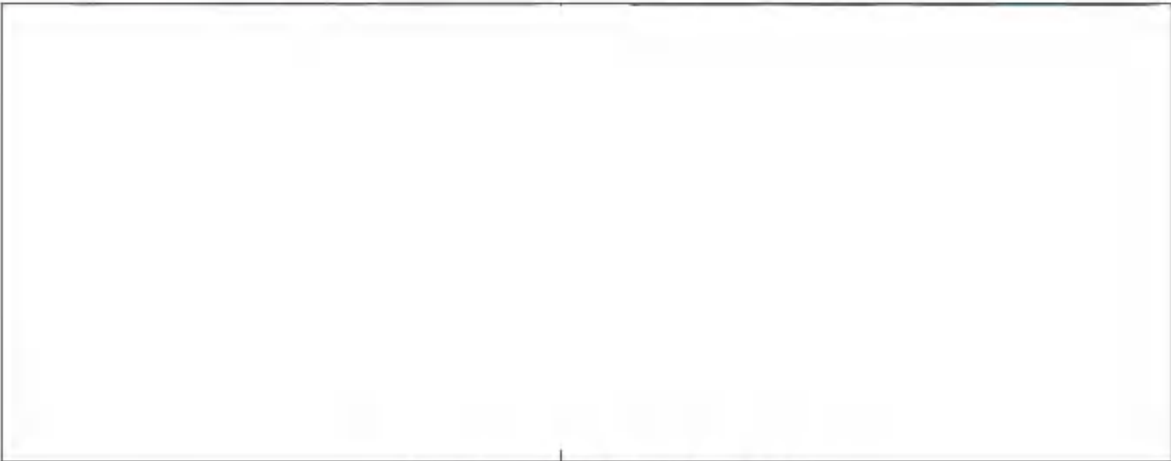


图9-6 本项目拟检测工件照片

5. 人员配置及工作制度

中储国能(江苏)技术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，2 人为一班制。本项目 X 射线数字成像装置预计周曝光时间 2.5h，年工作 50 周，年曝光时间不超过 125h，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 射线数字成像装置工作原理可知，X 射线数字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 射线数字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 射线数字成像装置最大功率：1800W，最大管电压为 225kV，最大管电流为 10mA，最大管电压下最大管电流 8mA，射线管固有滤过为 0.8mmBe，附加滤

过 3mm 铝。根据厂家提供资料（见附件 7），取得本项目 X 射线数字成像装置射线管距靶 1m 处的输出量，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1、表 2，分别取得距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率、散射辐射能量，见表 9-2。

表9-2 本项目X射线数字成像装置输出量参数

射线装置	型号	距靶 1m 处有用线束辐射 输出量 mGy·m ² /（mA·min）	距靶 1m 处有用线 束辐射剂量率 μSv·m ² /（mA·h）	1m 处泄漏辐 射剂量率 （μSv/h）	散射辐 射能量 （kV）
X 射线数字成像 装置	UND225 型	11.4	6.84E+05	5000	200

2. 非辐射污染源分析

2.1 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，预计月排放量为 30kg，年排放量为 360kg。

2.2 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 2.4m³，年排放量为 28.8m³。

2.3 气体废物

X 射线数字成像装置在工作状态时，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 本项目 X 射线数字成像装置设计有操作台与检测室，操作台与检测室分开独立设置，操作台位于装置前侧（东北侧），X 射线管有用线束朝右侧（西北侧）照射，本项目 X 射线数字成像装置布局满足《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。无损检测区西北侧为焊接区，焊接区距离本项目装置屏蔽体距离大于 2 米，且采用栅栏跟无损检测区分隔，根据表 11-4 预测结果，焊接区周围剂量当量率最大为 1.02E-03μSv/h，因此本项目 X 射线数字成像装置工作场所布局设计基本合理。 本项目 X 射线数字成像装置西北侧拟设置栅栏，与东南侧、东北侧墙体以及西南侧设备平台围成一个封闭区域；本项目拟将 X 射线数字成像装置检测室作为控制区；拟将无损检测区内除 X 射线数字成像装置检测室以外的区域作为监督区，入口粘贴监督区标牌。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 射线数字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 射线数字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 射线数字成像装置检测室	无损检测区内除 X 射线数字成像装置检测室以外的区域
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 射线数字成像装置表面外拟粘贴电离辐射警告标识。	监督区入口设置监督区标牌。

2. 工作场所辐射屏蔽设计

本项目 X 射线数字成像装置由检测室和操作台组成。

本项目 X 射线数字成像装置外尺寸为 4395mm（长）×3470mm（宽）×3186mm（高），内部净尺寸 3800mm（长）×3000mm（宽）×2636mm（高）。检测室采用钢-铅-钢结构对 X 射线进行屏蔽，工件门朝东北侧摆放。检测室右侧（西北侧）采用 3mm 钢+18mm 铅+4mm 钢，前侧（东北侧，含工件门）、后侧（西南侧）、左侧（东南侧）、顶部采用 3mm 钢+10mm 铅+4mm 钢，底部采用 3mm 钢+10mm 铅+3mm 钢。

本项目工件门尺寸 1728mm（宽）×2388mm（高），门洞尺寸 1605mm（宽）×2310mm（高），与装置外壳左右各搭接 61.5mm，上下各搭接 39mm，两扇工件门之间搭接 65mm，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。本项目在检测室的左侧（东南侧）屏蔽体下方设置电缆孔，孔洞直径约为 87mm，并在电缆孔处设置 3mm 钢+10mm 铅+4mm 钢防护罩进行防护。本项目在检测室顶部屏蔽体设置 2 个通风孔，孔洞直径均为 155mm，并在通风孔设置 3mm 钢+10mm 铅+4mm 钢防护罩进行防护。

本项目装置屏蔽参数见表 10-2。

表 10-2 X 射线数字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
UND225 型 X 射线数字 成像装置	检测室右侧（西北侧）屏蔽体	3mm 钢+18mm 铅+4mm 钢
	检测室前侧（东北侧）屏蔽体（含 工件门）	3mm 钢+10mm 铅+4mm 钢
	检测室左侧（东南侧）屏蔽体	3mm 钢+10mm 铅+4mm 钢
	检测室后侧（西南侧）屏蔽体	3mm 钢+10mm 铅+4mm 钢
	检测室底部屏蔽体	3mm 钢+10mm 铅+3mm 钢
	检测室顶部屏蔽体	3mm 钢+10mm 铅+4mm 钢
	电缆孔防护罩（东南侧屏蔽体下方）	3mm 钢+10mm 铅+4mm 钢
	通风孔防护罩（顶部屏蔽体）	3mm 钢+10mm 铅+4mm 钢

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 射线数字成像装置设计有操作台与检测室，操作台与检测室分开独立设置，操作台位于装置前侧（东北侧），X 射线管有用线束朝右侧（西北侧）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 射线数字成像装置检测室作为控制区；拟将无损检测区内除 X 射线数字成像装置检测室以外的区域作为监督区，监督区入口粘贴监督区标牌。	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 射线数字成像装置工件门设有门机联锁装置，只有在工件门完全关闭时 X 射线数字成像装置才能出束照射，工件门打开时立即停止 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”	本项目 X 射线数字成像装置左侧顶部、前侧上方、检测室内部均设有工作状态指示灯，绿灯亮代表“准备”，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，指示灯与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别，警	是

		和“预备”信号意义的说明。	告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。	
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 射线数字成像装置检测室内、工件门外均设有摄像装置，通过电脑控制系统能清楚看见检测室内情况，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 射线数字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 射线数字成像装置检测室内外、操作台均设有急停按钮，确保出现紧急事故或人员误入的情况下，能够通过按下急停按钮停止出束，避免发生误照射事件。	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 射线数字成像装置内采取工件门自然进风，顶部屏蔽体设置轴流风机，出风口设有铅防护罩，最大程度上避免射线泄漏；检测室内部体积约为 30m ³ ，装置配置 330m ³ /h 的轴流风机进行排风，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	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 射线数字成像装置工作、工件摆放及工件位置调节时，辐射工作人员无需进入检测室内，仅在检测室外操作；设备检修时，检修人员在断电情况下检修，检修完成后在检测室外调试，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 射线数字成像装置才能出束，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左右各搭接 61.5mm，上下各搭接 39mm，两扇工件门之间搭接 65mm，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 X 射线数字成像装置线缆管道位于左侧（东南侧）屏蔽体下方，采用 10mm 铅防护罩，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

11	规章制度	4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。 4.6 应制定辐射事故应急预案。	公司拟成立辐射防护管理机构，拟制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案，在检测过程中严格执行相应的规章制度，避免发生误照射事故。	是
12	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。	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 射线数字成像装置周围环境辐射水平监测，并做好监测记录；并委托有资质单位对 2 名辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康体检。	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 10-2 本项目辐射安全设施平面布置示意图

4. 工作场所探伤操作的放射防护要求

①每次使用 X 射线数字成像装置检测前应检查门-机联锁装置、工作状态指示灯等防护安全措施。

②辐射工作人员工作时，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（装置工作时用于周围巡测）。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员应立即离开 X 射线数字成像装置，同时防止其他人靠近 X 射线数字成像装置，并立即向辐射防护负责人报告。

③定期测量 X 射线数字成像装置外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止无损检测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，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，则不应开始无损检测工作。

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，由公司统一收集后，交给环卫部门清运。

2. 废水

本项目运行后不会产生放射性废水。

本项目运行后辐射工作人员会产生一定量的生活污水，经污水管网接管至空港污水处理厂处理达标后排放。

3. 气体废物

X 射线数字成像装置在工作状态时，会使检测室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 射线数字成像装置检测室内采取开关工件门自然进风，顶部屏蔽体设置 2 个轴流风机，出风口设有 10mm 铅防护罩。本项目 X 射线数字成像检测装置检测室内部体积约为 30m³，装置配置轴流风机进行排风，通风量为 330m³/h，能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求。同时 X 射线数字成像装置所在厂房空间较大，门窗面积较大，自然通风换气效果较好，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

项目探伤设施不再使用时，探伤房及 X 射线探伤机应按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117—2022）6.3 要求实施退役：

（1）X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

（2）清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 X 射线数字成像装置为整体购买设备，在设备安装组装过程中会产生少量的噪声和固体废物。

①噪声

X 射线数字成像装置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，设备安装组装噪声远远小于厂房内部生产经营产生的生产噪声，因此施工噪声对周围环境影响较小。

②固体废物

X 射线数字成像装置在组装过程中，会拆除一定的外包装材料，包装材料为一般固废，部分回收利用；部分与办公垃圾一同依托厂房现有垃圾收集设施收集处置，对周围环境影响较小。

③液体废物

X 射线数字成像装置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，经厂区污水管网接管至市政污水管网，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

本项目 X 射线数字成像装置通过含铅板的检测室对 X 射线进行防护，根据中储国能(江苏)技术有限公司提供的数据，本项目运行后 X 射线数字成像装置年曝光时间不超过 125h。本项目 X 射线数字成像装置最大功率：1800W，最大管电压为 225kV，最大管电流为 10mA，最大管电压下管电流为 8mA。装置出束工作时，照射方向为右侧（西北侧），因此西北侧为有用线束方向，西南、东南、东北、顶部、底部为非有用线束方向。

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.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： $\dot{H}$ ：关注点处周围当量剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I ：X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流，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，取值保守参考《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后，再根据 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ 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， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值见表 9-2。

B ：屏蔽透射因子，计算方法同上；

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 9-2；

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）表 2 中取得散射辐射能量；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后，再根据 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ 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 ：参考点每周的周围剂量当量/年有效剂量， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ 、 $\mu\text{Sv}/\text{年}$ ；

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

t ：探伤装置周照射时间， $\text{h}/\text{周}$ 、 $\text{h}/\text{年}$ ；

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. 参考点处周围当量剂量率理论计算结果

本项目数字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(底部取地面处为关注点)，有用线束方向屏蔽效果预测表见表 11-1，非有用线束方向屏蔽效果预测表见表 11-2。

(

图 11-1 X 射线数字成像装置各关注点位示意图（1）

图 11-1 X 射线数字成像装置各关注点位示意图（2）

表 11-1 X 射线数字成像装置有用线束方向屏蔽效果预测表

关注点	铅厚度 (mm)	I (mA)	H ₀ μSv·m ² /(mA·h)	TVL ₁ (mm)	B	R (m)	$\dot{H}$ (μSv/h)	剂量率参考 控制水平 (μSv/h)	评价
右侧① (西北侧)							2.45E-03	2.5	满足

注：1）射线管距右侧 2.78m，距关注点距离 R=2.78+0.3=3.08m。
2）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，根据 200kV 和 250kV 铅什值层内插取得 225kV 下铅什值层为 2.15mm，再根据 $B=10^{-X/TVL}$ 计算得到 B 值。

表 11-2 X 射线数字成像装置非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数		关注点				
		底部②	左侧③	顶部④	前侧⑤	后侧⑥
铅当量厚度 (mm)						
泄漏 辐射	TVL ₁ (mm)					
	B ₁					
	$\dot{H}_L$ (μSv/h)					
	R (m)					
	$\dot{H}$ (μSv/h)					
散射 辐射	散射线能量(kV)					
	TVL ₂ (mm)					

	B_2					
	$I \text{ (mA)}$					
	$H_0 (\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$					
	$F \text{ (m}^2\text{)}$					
	α					
	$R_0 \text{ (m)}$					
	$R_s \text{ (m)}$					
	$\dot{H} (\mu\text{Sv/h})$					
泄漏辐射和散射辐射的复合作用($\mu\text{Sv/h}$)		2.68E-01	1.22E-01	8.65E-02	1.03E-01	5.87E-02
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

②TVL₁、TVL₂ 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 取值，225kV 下铅的什值层根据 200kV 和 300kV 铅的什值层内插取得，再根据 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ 计算得到 B 值。

根据表 11-1、11-2 中预测结果，当本项目 X 射线数字成像装置满功率运行时，装置表面外 30cm（底部为地面处）处周围剂量当量率最大为 2.68E-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. 反散射辐射影响分析

5.1 天空反散射

根据表 11-2，本项目 X 射线数字成像装置顶部外 30cm 处辐射周围剂量当量率为 8.65E-02 $\mu\text{Sv/h}$ ，经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于 8.65E-02 $\mu\text{Sv/h}$ ，预计对装置四周辐射贡献较小。

5.2 底部地面反散射

根据表 11-2，本项目 X 射线数字成像装置底部地面处辐射剂量率为 2.68E-01 $\mu\text{Sv/h}$ ，经地面散射后辐射剂量率远小于 2.68E-01 $\mu\text{Sv/h}$ ，预计对装置四周辐射贡献较小。

6.电缆孔、通风孔辐射影响分析

本项目 X 射线数字成像装置电缆孔、通风孔采用铅防护罩防护，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、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 射线均需至少经过三次散射才能到达电缆孔及通风孔管道口。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 射线数字成像装置电缆孔、通风孔设计能够满足辐射防护要求。

图 11-2 电缆孔散射示意图

图 11-3 通风孔散射示意图

7.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前侧操作台处，本项目保守按照装置四周最大周围剂量当量率来估算辐射工作人员有效剂量（取表11-1、表11-2装置四周最大值）。拟配备的2名辐射工作人员为1班，本项目X射线数字成像装置预计周最大曝光时间为2.5h，年曝光时间最大约为125h，通过公式4计算辐射工作人员每周的周围剂量当量及年有效剂量：

表 11-3 辐射工作人员有效剂量估算结果

位置	使用因子U	居留因子T	距射线管最近距离（m）	周围剂量当量率（μSv/h）	周围剂量当量率控制水平（μSv/h）	每周的周围剂量当量（μSv/周）	目标管理值（μSv/周）	年剂量估算值（mSv/年）	目标管理值（mSv/年）	结论
四周						0.31	100（工作人员）	1.53E-02	5（工作人员）	满足

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 1、2、3 中距离，根据公式 1、2、3 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 4 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 11-4。

表 11-4 周围公众及保护目标有效剂量估算结果

序号	关注点	关注点方位及最近距离	距射线管最近距离（m）	使用因子U	居留因子	保护目标周围剂量当量率（μSv/h）	每周的周围剂量当量（μSv/周）	目标管理值（μSv/周）	年有效受照剂量（mSv/a）	剂量约束值（mSv/年）
1	中储国能（江苏）技术有限公司	设备平台	西南侧 0.7m						2.80E-04	0.1
		小件焊接车间焊接区	西北侧 2m						1.28E-04	
		过道	东北侧 6m						4.06E-05	
		生产区二	东北侧 8m						1.94E-04	
		生产区六	西侧 35m					5	1.14E-05	
		生产区七	西南侧 5m						3.98E-04	
		生产区八	西南侧 35m						1.14E-05	
		生产辅助配套用房	东北侧 28m						1.80E-05	

	厂区道路、绿化及非机动车停车位	东南侧 3m					1.37E-03		6.85E-05	
2	厂区外空地	东南侧 16m					6.70E-05		3.35E-06	

注：本项目 X 射线数字成像装置周曝光时间约为 2.5h；一年按照 50 周计算，年曝光时间约为 125h。

从表 11-3 及表 11-4 中预测结果可以看出，本项目数字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 $0.31\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $1.53\text{E-}02\text{mSv}$ ；周围公众所受每周的周围剂量当量最大为 $7.95\text{E-}03\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $3.98\text{E-}04\text{mSv}$ 。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 $5\mu\text{Sv}$ ）。

事故影响分析

1) 主要事故风险

①X 射线数字成像装置门机联锁失效，设备工件门未关闭就对工件进行曝光，致使人员受到意外照射；

②X 射线数字成像装置进行检修、维修发生误照射对周围人员造成意外照射。

2) 事故处理方法

①发生事故时应按下急停开关切断电源，确保装置停止出束；

②对人员造成额外照射，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实与调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

当发生或发现辐射事故时，公司应当立即启动事故应急方案，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和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。

3) 事故预防措施

①应加强管理，加强对辐射工作人员的培训，严格执行安全操作规程；

②定期检查门机联锁装置，确保无损检测工作正常进行；

③X 射线数字成像装置工作时辐射工作人员应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厂家专业人员维修严禁自行拆装维修。

中储国能(江苏)技术有限公司在日常工作中应加强辐射安全管理，定期对 X 射线数字成像装置进行检查、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 射线数字成像装置操作，每次操作前检查 X 射线数字成像装置门机联锁、急停按钮等安全防护措施的有效性，定期检测 X 射线数字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，制定辐射事故应急预案，以能够有序应对事故。此外，公司应按照计划进行应急演练，配备应急物品，通过演练确定应急措施是否可行，并形成记录。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”。

中储国能(江苏)技术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：中储国能(江苏)技术有限公司拟配备 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”类别的辐射安全与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，中储国能(江苏)技术有限公司拟按照《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。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 射线数字成像装置辐射人员的资质条件要求、X 射线数字成像装置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 X 射线数字成像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 射线数字成像装置的运行和维修时辐射安全管理。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 射线数字成像装置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 射线数字成像装置、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。

中储国能(江苏)技术有限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 射线数字成像装置周围环境辐射剂量率进行检测，每年 1 次；

2) X 射线数字成像装置进行检测作业时公司辐射安全管理人员对 X 射线数字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 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。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

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 射线数字成像装置	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 射线数字成像装置表面外 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；中储国能(江苏)技术有限公司拟配备1台X-γ辐射剂量巡测仪和2台X-γ个人剂量报警仪，项目运行后应定期对X射线数字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

中储国能(江苏)技术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）应急演习计划；
- （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。

中储国能(江苏)技术有限公司应依据《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》《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。

此外，为检验应急预案的有效性，公司拟根据应急演习计划以及项目实际情况，每年至少开展一次辐射事故应急演习，并编制应急演习记录，对演习效果进行总结和评价，对演习过程中存在的不足进行改正，适时修订应急预案。

中储国能(江苏)技术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射线数字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**

中储国能(江苏)技术有限公司因产品质量检测需要,拟购置 1 台 X 射线数字成像装置对生产的换热器接管及法兰质量进行无损检测,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,数字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 射线数字成像装置对公司生产的零部件进行无损检测,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**

中储国能(江苏)技术有限公司位于江苏省南京市江宁经济技术开发区苍穹路以南、钟萃路以西、纬三路以北、云龙路以东,厂区东北侧为钟萃路,西北侧为苍穹路,东南侧和西南侧均为空地。

本项目拟建址位于中储国能(江苏)技术有限公司换热器厂房小件焊接车间无损检测区,换热器厂房四周均为厂区道路及绿化,拟建址东南侧为厂区道路及绿化,西南侧为设备平台,西北侧为小件焊接车间焊接区,东北侧隔过道为换热器厂房生产区二。换热器厂房生产厂房为一层结构,配套辅助用房为三层结构,本项目位于生产厂房内,上方为厂房屋顶,下方为土层。

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》,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,经江苏省生态环境分区管控综合服务系

统查询，本项目选址属于江苏省重点管控单元“江宁经济技术开发区”。

本项目50m范围内无居民区、学校等环境敏感区。本项目50m范围内涉及本公司换热器厂房、厂区道路、绿化、非机动车停车位，厂区外空地。本项目周围环境保护目标主要为从事X射线数字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射线数字成像装置外尺寸为4395mm（长）×3470mm（宽）×3186mm（高），内部净尺寸3800mm（长）×3000mm（宽）×2636mm（高）。检测室采用钢-铅-钢结构对X射线进行屏蔽，工件门朝东北侧摆放。检测室右侧（西北侧）采用3mm钢+18mm铅+4mm钢，前侧（东北侧，含工件门）、后侧（西南侧）、左侧（东南侧）、顶部采用3mm钢+10mm铅+4mm钢，底部采用3mm钢+10mm铅+3mm钢。本项目工件门与装置外壳左右各搭接61.5mm，上下各搭接39mm，两扇工件门之间搭接65mm，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。本项目在检测室的左侧（东南侧）屏蔽体下方设置电缆孔，孔洞直径约为87mm，并在电缆孔处设置3mm钢+10mm铅+4mm钢防护罩进行防护。本项目在检测室顶部屏蔽体设置2个通风孔，孔洞直径均为155mm，并在通风孔设置3mm钢+10mm铅+4mm钢防护罩进行防护。

3) 辐射安全措施

本项目X射线数字成像装置工件门与装置设置门-机安全联锁装置，装置左侧顶部、前侧上方、检测室内部均设有工作状态指示灯，并与X射线管联锁；定期检查门-机联锁装置、工作状态指示灯，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射线数字成像装置内、外侧及操作台均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。操作台上拟设有钥匙开关，只有打开操作台钥匙开关后X射线数字成像装置才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出。检测室内、工件门外拟设置视频监控。公司拟配备1台辐射剂量巡测仪和2台个人剂量报警仪，用于对X射线数字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。

本项目拟将X射线数字成像装置检测室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，拟将无损检测区内除X射线

数字成像装置检测室以外的区域作为本项目监督区，监督区入口粘贴监督区标牌。

4) 通风措施评价

X 射线数字成像装置在工作状态时，会使检测室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 射线数字成像装置检测室内采取开关工件门自然进风，顶部屏蔽体设置轴流风机，出风口设有铅防护罩，内含 10mm 铅。本项目 X 射线数字成像检测装置检测室内部体积约为 30m^3 ，装置配置轴流风机进行排风，风机通风量为 $330\text{m}^3/\text{h}$ ，能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求。同时 X 射线数字成像装置所在厂房空间较大，门窗面积较大，自然通风换气效果较好，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 射线数字成像装置通过钢-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 射线数字成像装置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. 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 2 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 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) 中储国能(江苏)技术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。在项目运行前制定辐射安全管理制度；本项目拟配备 2 名辐射工作人员；项目投运后，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，百兆瓦级先进压缩空气储能系统装备制造基地项目（X 射线数字成像装置项目）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，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

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

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

4) 建设单位在获得本项目环评批复后且建成后根据《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)
辐射防护措施	本项目 X 射线数字成像装置检测室采用钢-铅-钢结构对 X 射线进行屏蔽，工件门朝东北侧摆放。检测室右侧（西北侧）采用 3mm 钢+18mm 铅+4mm 钢，前侧（东北侧，含工件门）、后侧（西南侧）、左侧（东南侧）、顶部采用 3mm 钢+10mm 铅+4mm 钢，底部采用 3mm 钢+10mm 铅+3mm 钢。	能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的剂量率限值要求。 辐射工作人员周/年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及本项目剂量管理目标（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）。	30
辐射安全措施	本项目 X 射线数字成像装置工件门与装置设置门-机安全联锁装置，装置左侧顶部、前侧上方、检测室内均设有工作状态指示灯，并与 X 射线管联锁；定期检查门-机联锁装置、工作状态指示灯，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 射线数字成像检测装置内、外侧及操作台均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。操作台上拟设有钥匙开关，只有打开操作台钥匙开关后 X 射线数字成像装置才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出。检测室内、工件门外拟设置视频监控。公司拟配备 1 台辐射剂量巡测仪和 2 台个人剂量报警仪，用于对 X 射线数字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。本项目拟将 X 射线数字成像装置检测室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，拟将无损检测区内除 X 射线数字成像装置检测室以外的区域作为本项目监督区，监督区入口粘贴监督区标牌。	能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。	4
	岗位职责及操作规程等工作制度在合适的墙上张贴。标明控制区、监督区边界。	按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定各项规章制度。	/
	拟配置 1 台 X- γ 辐射剂量巡测仪及 2 台 X- γ 个人剂量报警仪。	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。	1
污染	废气：本项目通过装置顶部轴流风机、开关装置工件门进行通风换气，能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求。同时	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对环境影响较小。	/

防治措施	通过厂房门窗进行排风换气，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，可自行分解为氧气。臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。		
	废水：本项目产生的生活污水经污水管网接管至空港污水处理厂处理达标后排放。	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。		/
辐射安全管理	制定辐射安全管理机构，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，通过辐射安全与防护考核（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。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年）。	根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）辐射工作人员正常开展个人剂量检测，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。	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。