

核技术利用建设项目

江苏中电环境工程有限公司  
扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置项目  
环境影响报告表

江苏中电环境工程有限公司（盖章）

2025 年 1 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

江苏中电环境工程有限公司  
扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置项目  
环境影响报告表

建设单位名称：江苏中电环境工程有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址： /

邮政编码： /

电子邮箱： /

联系人： /

联系电话： /

**表 1 项目基本概况**

建设项目名称		扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置项目				
建设单位		江苏中电环境工程有限公司				
法人代表姓名		/	联系人	/	联系电话	/
注册地址		建湖县上冈镇纬三路 8 号				
项目建设地点		江苏中电环境工程有限公司 1#厂房 B 跨区中部				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资 (万元)		90	项目环保总投资 (万元)	64	投资比例 (环保投资/总投资)	71.1%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m <sup>2</sup> )	26.8
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	/				

**1 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来**

**1.1 建设单位基本情况**

江苏中电环境工程有限公司成立于 2013 年 3 月 27 日，注册地址位于建湖县上冈镇纬三路 8 号。公司经营范围包括：特种设备制造；各类工程建设活动；特种设备安装改造修理；货物进出口；技术进出口；发电业务、输电业务；特种设备销售；环境保护专用设备销售；工业自动控制系统装置销售，仪器仪表销售；先进电力电子装置销售；金属制品销售，汽车零配件零售，电线、电缆经营，国内货物运输代理；金属

材料销售；建筑材料销售等。

## 1.2 项目规模及任务由来

目前，江苏中电环境工程有限公司在用 1 座固定式 X 射线探伤房及 3 台 X 射线实时成像检测装置（DU105/320 型、IMG-GL-200kV-CV240 I 型及 ZXFlasee B-GP（225kV）型），分别于 2017 年和 2021 年取得通过盐城市环境保护局的批复（复印件见附件 6）。探伤房主要用于集箱和水冷壁的无损检测，检测工件最大厚度约 20mm；DU105/320 型 X 射线实时成像检测装置主要用于蛇形管的无损检测，检测工件最大厚度约 15mm；IMG-GL-200kV-CV240 I 型 X 射线实时成像检测装置主要用于蛇形管的无损检测，检测工件最大厚度约 10mm；ZXFlasee B-GP（225kV）型 X 射线实时成像检测装置主要用于水冷壁和蛇形管的无损检测，检测工件最大厚度约 13mm。现有 1 座固定式 X 射线探伤房及 3 台 X 射线实时成像检测装置的年开机曝光时间均约为 500 小时。

在根据生产、检测需要，江苏中电环境工程有限公司拟在 1#厂房 B 跨区中部扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置，对蛇形管焊缝进行探伤，主要检测管件壁厚 3mm~14mm。本项目 X 射线实时成像检测装置的型号为 ZXF B 型，最大管电压为 320kV，最大管电流为 5.6mA。工作时主射线朝底部照射，操作台位于装置东北侧。正常运行情况下，人员无法进入设备内部，维修时人员可进入。

江苏中电环境工程有限公司现有 8 名辐射工作人员，公司拟新增 2 名辐射工作人员负责本项目检测工作，X 射线实时成像检测装置的周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时。

本次评价核技术应用项目情况一览表见下表 1-1：

表 1-1 江苏中电环境工程有限公司本次评价核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称型号	数量	最大管电压 kV	最大管电流 mA	射线装置类别	工作场所名称	使用情况	备注
1	ZXF B 型 X 射线实时成像检测装置	1	320	5.6	II	1#厂房 B 跨区中部	拟购	主射线朝底部照射

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》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目使用的 X 射线实时成像检测装置为 II 类射线装置，应当编制环境影响评价报告表。受江苏中电环境工程有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保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、现场监测和评价分析，编制该项目环境影响评价报告表。

## 2 项目周边保护目标及项目选址情况

本项目建设地址位于盐城市建湖县上冈镇纬三路8号，其地理位置图见附图1。公司厂区东北侧为204国道，东南侧为建湖县威力液压机械制造有限公司，西南侧为串场河，西北侧为江苏宇达智能装备有限公司，公司平面布局图及周围环境图见附图3。

本项目拟建址位于1#厂房B跨区中部，1#厂房共一层，高约13m。拟建址东北侧依次为对接房、上管料架、输送装置、B跨区及通道，东南侧依次为焊接料架、C跨区及D跨区，西南侧依次为输送装置及焊接料架，西北侧依次为焊接料架、B跨区及A跨区，车间平面布局图见附图4。

本项目X射线实时成像检测装置拟建址周围50m范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及X射线实时成像检测装置拟建址周围评价范围内公众。

### 3 原有核技术利用项目情况

江苏中电环境工程有限公司已申领由盐城市生态环境局颁发的辐射安全许可证，证书编号为“苏环辐证【J0272】”，发证日期为2024年1月26日，有效期至2029年1月25日，许可种类和范围为“使用II类射线装置”。江苏中电环境工程有限公司辐射安全许可证正副本复印件见附件5，现有核技术利用项目环评批复及验收意见复印件见附件6。

江苏中电环境工程有限公司现有核技术利用项目详见表1-2。

表1-2 江苏中电环境工程有限公司现有核技术利用项目清单

射线装置							
序号	名称	型号	类别	数量	场所	环评审批时间	环保许可验收情况
1	X射线实时成像检测装置	DU105/320	II类	1	1#厂房	盐环辐(表)审(2017)44号 2017.10.31	已许可 已验收 2023年11月17日
2	X射线实时成像检测装置	IMG-GL-200kV-CV240I	II类	1	1#厂房	盐环辐(表)审(2021)22号 2021年4月6日	已许可 已验收 2023年11月17日
3	X射线实时成像检测装置	ZXFlasee B-GP(225kV)	II类	1	1#厂房		
4	X射线探伤机	XXG-3005	II类	1	探伤房	盐环辐(表)审(2017)44号 2017.10.31	已许可 已验收 2023年11月17日
5	X射线探伤机	XXG-2005	II类	1	探伤房		

### 4 实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会增加X射线实时成像检测装置拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的生产需求和提高产品质量，

创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

**表 2 放射源**

序号	核素名称	总活度 (Bq)/ 活度 (Bq)×枚数	类别	活度种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)

**表 3 非密封放射性物质**

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(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 射线实时成像检测装置	II	1	ZXF B 型	320	5.6	无损检测	1#厂房 B 跨区中部	主射线朝底部照射，额定功率 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	通过通风口排出到铅房外，最终通过厂房自然通风排入外环境，臭氧常温下 50min 内可自行分解为氧气，对环境影响较小
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年修订版), 国家主席令第 9 号公布, 2015 年 1 月 1 日施行</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年修正版), 2018 年 12 月 29 日中华人民共和国主席令第 24 号公布实施, 2018 年 12 月 29 日修订, 2018 年 12 月 29 日起施行</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 国家主席令第 6 号公布, 2003 年 10 月 1 日起施行</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修订版), 国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日发布施行</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 年修订版), 国务院令第 449 号, 2005 年 12 月 1 日起施行; 2019 年修订, 国务院令第 709 号, 2019 年 3 月 2 日起施行</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录 (2021 年版)》, 生态环境部令第 16 号, 自 2021 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(7) 《关于发布射线装置分类的公告》, 环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 第 66 号, 2017 年 12 月 6 日起施行</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正版), 生态环境部令第 20 号, 2021 年 1 月 4 日起施行</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》, 环境保护部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(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》国家环保总局, 环发[2006]145 号, 2006 年 9 月 26 日起施行</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书 (表) 编制监督管理办法》, 生态环境部令第 9 号, 2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(12) 《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》, 生态环境部公告 2019 年 第 57 号, 2020 年 1 月 1 日起施行</p> <p>(13) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》, 生态环境部公告 2019 年 第 39 号, 2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(14) 《关于发布&lt;建设项目环境影响报告书 (表) 编制监督管理办法&gt;配</p>
-------------	--

	<p>套文件的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行</p> <p>(15)《江苏省辐射污染防治条例》(2018 年修订版)，江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行</p> <p>(16)《江苏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，2018 年 6 月 9 日</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》，苏政发〔2020〕1 号，2020 年 1 月 8 日</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》，苏政发〔2020〕49 号，2020 年 6 月 21 日</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 11 月 9 日</p> <p>(20)《中华人民共和国突发事件应对法》，国家主席令第 25 号公布，2024 年 11 月 1 日起施行</p>
<p style="text-align: center;"><b>技术标准</b></p>	<p>(1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)</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》(HJ10.1-2016)</p> <p>(3)《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)</p> <p>(4)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)</p> <p>(5)《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)</p> <p>(6)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>(7)《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)</p> <p>(8)《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)及修改单</p> <p>(9)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)</p> <p>(10)《无损检测仪器工业 X 射线数字成像系统》(GB/Z41399-2022)</p>
<p style="text-align: center;"><b>其它</b></p>	<p><b>与本项目相关附件：</b></p> <p>(1)项目委托书(附件 1)</p> <p>(2)射线装置使用承诺书(附件 2)</p> <p>(3)屏蔽设计说明(附件 3)</p> <p>(4)装置参数说明(附件 4)</p> <p>(5)辐射安全许可证复印件(附件 5)</p>

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>(6) 环评批复及竣工环保验收意见复印件（附件 6）</li><li>(7) 辐射环境现状检测报告复印件（附件 7）</li><li>(8) 辐射安全与防护培训证书复印件（附件 8）</li><li>(9) 环保验收检测报告复印件（附件 9）</li><li>(10) 个人剂量监测报告复印件（附件 10）</li><li>(11) 专家意见及修改清单（附件 11）</li></ul> |
|--|---|

**表 7 保护目标与评价标准**

<b>评价范围</b>					
<p>根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)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 X 射线实时成像检测装置边界外 50m 区域。</p>					
<b>保护目标</b>					
<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。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》(苏政发〔2018〕74 号)及《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),本项目评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域,本项目与江苏省生态空间管控区域相对位置关系见附图 2。对照《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022),本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。</p> <p>本项目使用 X 射线实时成像检测装置进行无损检测工作,占用资源少,不会降低评价范围内的水、气、土壤的环境功能类别和环境质量,符合“三线一单”相关要求。</p> <p>本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标,本项目保护目标主要为辐射工作人员、X 射线实时成像检测装置拟建址周围 50m 范围内其他公众。</p>					
<b>表 7-1 本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址评价范围内保护目标情况一览表</b>					
保护目标名称	保护目标位置	方位	最近距离	规模	环境保护要求 (mSv/a)
辐射工作人员	操作台	东北侧	紧邻	2 人	5
	DU105/320 型 X 射线实时成像检测装置	西北侧	约 20m	2 人	
	ZXFLasee B-GP 型 X 射线实时成像检测装置	东南侧	约 25m	2 人	
公众	对接房	东北侧	约 2.5m	约 1 人	0.1
	上管料架		约 7m	约 1 人	
	输送装置、B 跨区、通道		约 7m	流动人群	
	焊接料架	东南侧	约 1.5m	流动人群	
	C 跨区		约 8m	约 10 人	
	D 跨区		约 40m	约 5 人	

	输送装置	西南侧	约 1.5m	流动人群
	焊接料架		约 1.5m	流动人群
	焊接料架	西北侧	约 2m	流动人群
	B 跨区		约 7m	约 3 人
	A 跨区		约 20m	约 8 人

## 评价标准

### 1 剂量限值

#### 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

/	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

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中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~0.3 mSv）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

（1）辐射工作人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中职业人员年剂量限值的1/4，即职业人员年剂量约束值不大于**5mSv/a**；

（2）公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中公众照射剂量限值的10%，即公众年剂量约束值不大于**0.1mSv/a**。

### 3 辐射剂量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

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 $\mu$ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 $\mu$ Sv/周；
- 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 $\mu$ Sv/h。

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 $\mu$ Sv/h。

确定本项目关注点剂量率参考控制水平：

(1) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值不大于 100 $\mu$ Sv/周，对公众场所，其值不大于 5 $\mu$ Sv/周。

(2) X 射线实时成像检测装置屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

(3) 本项目 X 射线实时成像检测装置顶部外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu$ Sv/h（本项目地坑深约 1.1m，检测铅房地面部分高约 1m，顶部人员可接触到）。

#### 4 环境天然 $\gamma$ 辐射水平参考值

参考《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 江苏省环境天然 $\gamma$ 辐射水平（单位：nGy/h）

/	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

注： [1]测量值已扣除宇宙射线响应值。

[2]现状评价时，参考测值范围进行评价。

## 表 8 环境质量和辐射现状

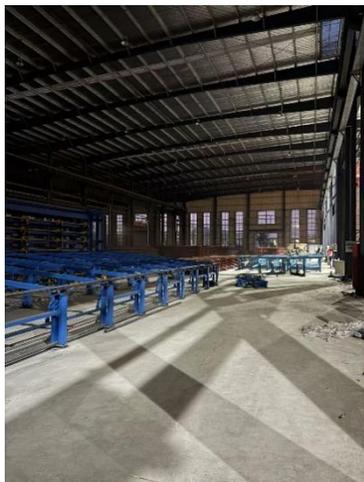
### 1 项目地理和场所位置

本项目建设地址位于盐城市建湖县上冈镇纬三路 8 号，其地理位置图见附图 1。公司厂区东北侧为 204 国道，东南侧为建湖县威力液压机械制造有限公司，西南侧为串场河，西北侧为江苏宇达智能装备有限公司，公司平面布局图及周围环境图见附图 3。

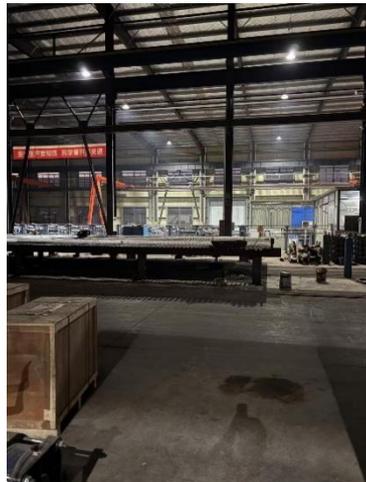
本项目拟建址位于 1#厂房 B 跨中部，1#厂房共一层，高约 13m。拟建址东北侧依次为对接房、上管料架、输送装置、B 跨区及通道，东南侧依次为焊接料架、C 跨区及 D 跨区，西南侧依次为输送装置及焊接料架，西北侧依次为焊接料架、B 跨区及 A 跨区，车间平面布局图见附图 4。

本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及 X 射线实时成像检测装置拟建址周围评价范围内公众。

本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围环境现状见图 8-1。



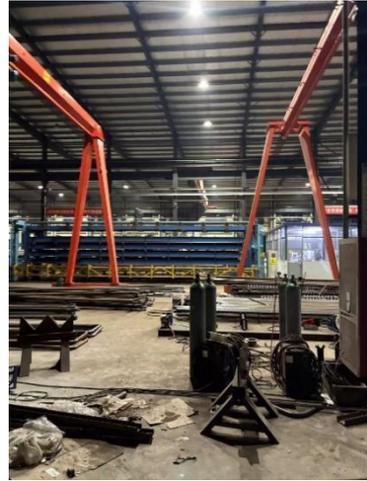
X 射线实时成像检测装置拟建址东北侧



X 射线实时成像检测装置拟建址东南侧



X 射线实时成像检测装置拟建址西南侧



X 射线实时成像检测装置拟建址西北侧



X射线实时成像检测装置拟建址处

图 8-1 本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址及周围环境现状照片

## 2 环境现状评价的对象、检测因子和检测点位

评价对象：X 射线实时成像检测装置拟建址及周围辐射环境

检测因子： $\gamma$ 射线辐射剂量率

检测点位：在 X 射线实时成像检测装置拟建址周围布置检测点位，共计 5 个点位

## 3 检测方案、质量保证措施及检测结果

### 3.1 检测方案

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

检测仪器：FH40G 型多功能辐射测量仪(探头型号 FHZ672E-10)(设备编号：J0317，  
检定有效期：2024.10.23~2025.10.22，检测范围：1nSv/h~100 $\mu$ Sv/h，能量响应：48keV~  
4.4MeV)

环境条件：天气：晴 温度：7.7 $^{\circ}$ C 湿度：34.6%RH

检测项目： $\gamma$ 射线辐射剂量率

检测布点：在 X 射线实时成像检测装置拟建址及周围进行布点，具体点位见图 8-2

检测时间：2024 年 11 月 28 日

检测方法：《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中 5.5，使用  $^{137}\text{Cs}$  作为检定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy。

### 3.2 质量保证措施

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定

检测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点

检测过程质量控制质量保证：本项目检测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制

检测人员、检测仪器及检测结果质量保证：检测人员均经过考核并持有检测上岗证，所有检测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，检测仪器使用前经过检定，检测报告实行三级审核。

### 3.3 检测结果

评价方法：对照江苏省环境天然γ辐射水平调查结果进行评价，检测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 7。

表 8-1 本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址及周围γ辐射水平测量结果

测点编号	测点位置描述	测量结果(nGy/h)	备注
1	X 射线实时成像检测装置拟建址处	56.9	平房
2	X 射线实时成像检测装置拟建址东北侧	60.5	平房
3	X 射线实时成像检测装置拟建址东南侧	58.7	平房
4	X 射线实时成像检测装置拟建址西南侧	57.7	平房
5	X 射线实时成像检测装置拟建址西北侧	59.1	平房

注：测量数据已扣除仪器宇宙射线响应值。建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子平房取 0.9。

本项目现状检测时，1#厂房内其他射线装置未开机使用。

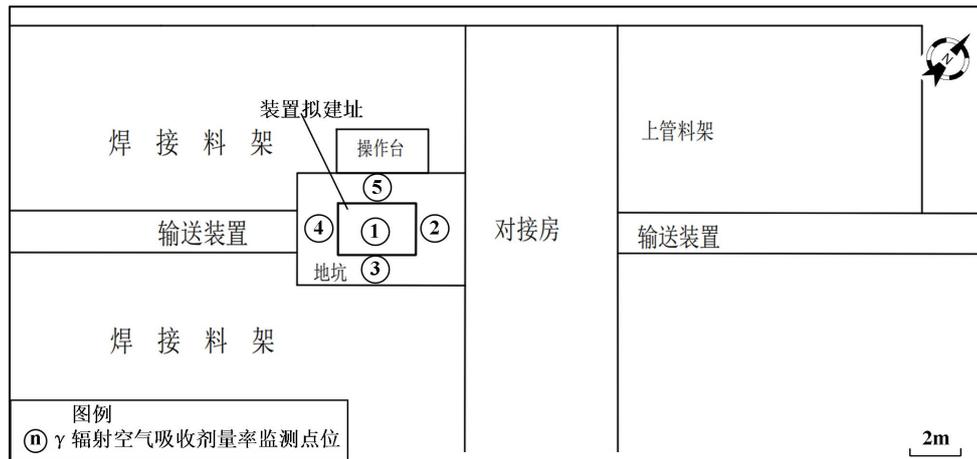


图 8-2 本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围环境 $\gamma$ 辐射水平监测点位示意图

#### 4 环境现状调查结果评价

从现场检测结果可知，本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址及周围环境扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 $\gamma$ 辐射水平为（56.9~60.5）nGy/h，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），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 $\gamma$ 辐射水平为（50.7~129.4）nGy/h，本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围室内检测点位 $\gamma$ 辐射水平处于江苏省环境天然 $\gamma$ 辐射水平室内测值范围内。

表 9 项目工程分析与源项

## 工程设备与工艺分析

### 1 工程设备

在根据生产、检测需要，江苏中电环境工程有限公司拟在 1#厂房 B 跨中部扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置，对蛇形管焊缝进行探伤，主要检测管件壁厚 3mm~14mm。本项目 X 射线实时成像检测装置的型号为 ZXF B 型，最大管电压为 320kV，最大管电流为 5.6mA。工作时主射线朝底部照射，操作台位于装置东北侧。正常运行情况下，人员无法进入设备内部，维修时人员可进入。

本项目 X 射线实时成像检测装置包含铅房、耳房、维修门、进出料口等。X 射线实时成像检测装置外观图见图 9-1。本项目 X 射线实时成像检测装置主射线朝底部照射，X 射线管的出束角为  $40^{\circ} \times 30^{\circ}$ ，射线管可朝东北、西南方向偏转  $\pm 15^{\circ}$ 。X 射线管可在东北、西南方向和垂直方向移动，在东北、西南方向移动范围为 400mm，在垂直方向移动范围为 450mm。X 射线管距东北侧屏蔽体外表面及东北侧铅帘最近距离为 650mm，距东南侧屏蔽体外表面最近距离为 1141.5mm，距西南侧屏蔽体外表面及西南侧铅帘最近距离为 650mm，距西北侧屏蔽体外表面最近距离为 822.5mm，距顶部屏蔽体外表面最近距离为 450mm，距东北侧和西南侧耳房外表面最近距离均为 1342mm，X 射线管移动到各侧极限位置时，只可朝铅房中间偏转，主射线仅可照射到底部，计算示意图详见图 9-2。

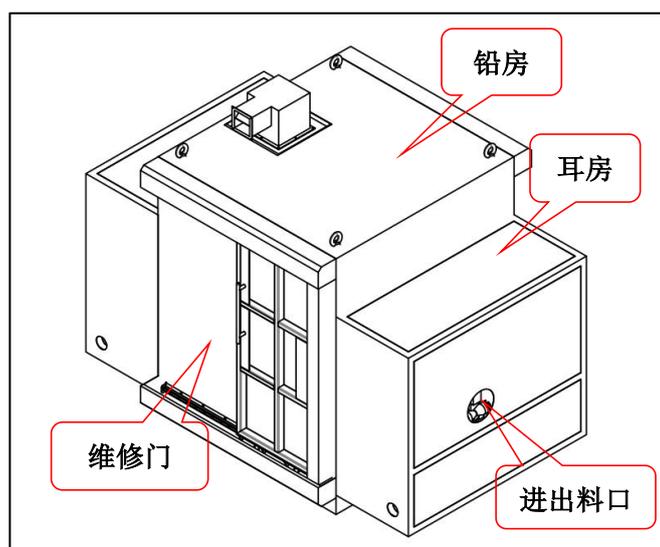


图 9-1 本项目 X 射线实时成像检测装置外观图

## 2 工作原理

### 2.1 X 射线产生工作原理

X 射线实时成像检测装置核心部件是 X 射线管。它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。常见典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

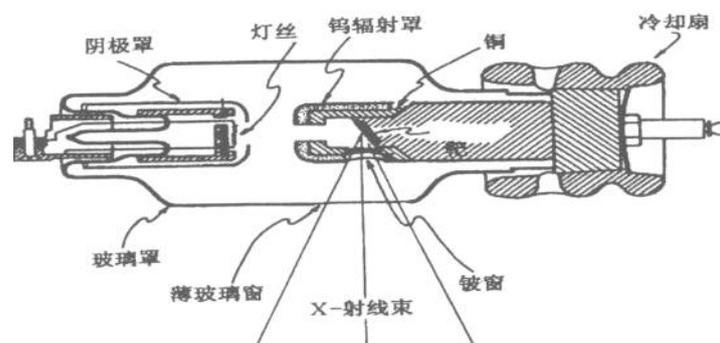


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

## 2.2 X 射线实时成像检测装置工作原理

X 射线实时成像检测装置基本原理是 X 射线管中加速的电子撞击阳极靶产生 X 射线，X 射线穿透被测轮胎被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信号转换为光学图像；用高清晰度电视摄像机摄取光学图像，输入计算机进行 A/D 转换，转换为数字图像，经计算机处理后，还原在显示器屏幕上显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，再根据图像的灰度对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到检测的目的。X 射线实时成像系统工作原理示意图见图 9-4。

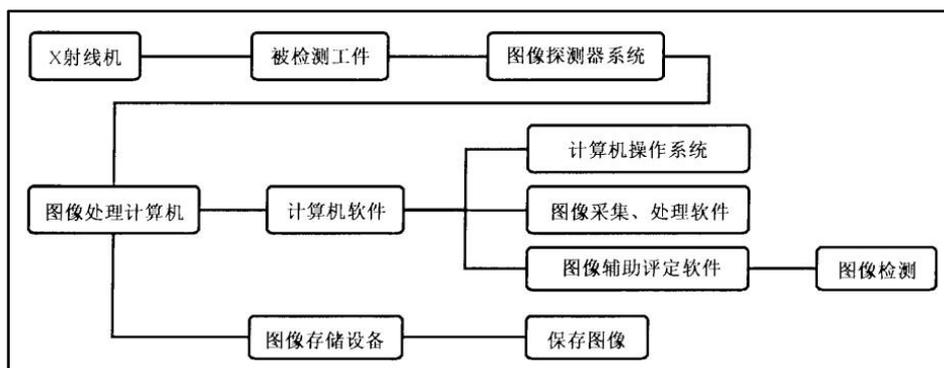


图 9-4 典型 X 射线实时成像工作原理图

## 3 工艺流程及产污环节

本项目 X 射线实时成像检测装置检测时，辐射工作人员将被测工件放置到输送装置上，工件通过输送装置送入铅房中，辐射工作人员在操作台处进行操作，对检测工件内部缺陷情况进行无损检测，工作流程如下：

- (1) 辐射工作人员在开展检测工作前对 X 射线实时成像检测装置进行检查，重点检查安全联锁、工作状态指示灯等安全防护措施是否运行正常；
- (2) 辐射工作人员将被检测工件放置在输送装置上；
- (3) 辐射工作人员在操作台处操作，控制工件从工件进口进入铅房内；
- (4) 辐射工作人员在操作台处调整工件及 X 射线管位置，开启 X 射线实时成像检测装置进行检测，检测过程中会产生 X 射线及少量 O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>；
- (5) 通过控制台处的显像器对工件内部缺损进行辨别；
- (6) 检测完毕后，关机，被测工件通过工件出口传出。

本项目 X 射线实时成像检测装置工作流程及产污环节示意图见图 9-5。

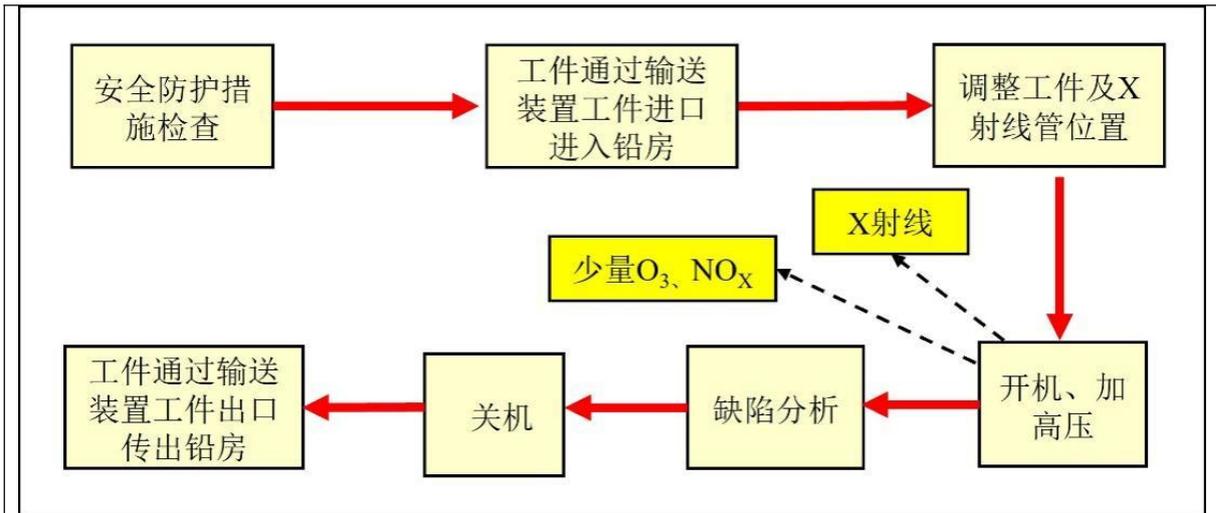


图 9-5 本项目 X 射线实时成像检测装置工作流程及产污环节分析示意图

#### 4 工作机制

公司现有 8 名辐射工作人员，拟新增 2 名辐射工作人员负责本项目检测工作，本项目拟采用一班制工作制。本项目周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时。

#### 污染源项描述

##### 1 放射性污染源分析

由 X 射线实时成像检测装置工作原理可知，X 射线是机器的开、关而产生和消失。因此，正常开机出束期间，放射性污染物为 X 射线及其散射线、漏射线。本项目工作期间 X 射线是主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

**有用线束辐射：**射线装置发出的用于检测的辐射束，又称为主射线束。依据厂家提供参数（见附件 4），X 射线管滤过材料为 1mmBe+0.4mmFe，X 射线管距辐射源点（靶点）1m 处的输出量为  $11.78\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

**漏射线辐射：**由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1，320kV 的 X 射线管距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为  $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

**散射线辐射：**当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，320kV 的 X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 X 射线为 250kV。详细参数见表 9-1。

表 9-1 本项目理论预测 X 射线实时成像检测装置参数一览表

设备型号	ZXF B 型 X 射线实时成像检测装置
最大管电压	320kV
最大管电流	5.6mA
X 射线机的发射率常数	11.78mGy·m <sup>2</sup> / (mA·min)
泄漏辐射剂量率	5×10 <sup>3</sup> μSv/h
90°散射后能量相应的 X 射线 kV	250kV

## 2 非放射性污染源分析

本项目射线装置在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

本项目辐射工作人员在工作过程中将产生生活污水和一般生活垃圾。

**表 10 辐射安全与防护**

**项目安全措施**

**1 项目布局及分区合理性分析**

江苏中电环境工程有限公司拟在 1#厂房 B 跨区内扩建 1 台 ZXF B 型 X 射线实时成像检测装置，拟将装置工件进出口朝东北、西南方向摆放在探伤地坑内。X 射线实时成像检测装置包含铅房、耳房和操作台等，工作时主射线朝底部照射，操作台位于铅房东北侧，操作台避开了有用线束照射方向，本项目 X 射线实时成像检测装置布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室与探伤室分开设置及操作室应避开有用线束照射方向的要求，布局设计合理。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求：应把放射性工作场所分为控制区、监督区以便于辐射防护管理和职业照射控制；需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，对控制区运用行政管理程序（如工作许可证制度）和连锁装置限制进入；监督区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。

本项目拟将 X 射线实时成像检测装置铅房及耳房作为本项目的辐射防护控制区（图 10-1 中红色方框），在铅房表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；拟将操作台及地坑作为辐射防护监督区（图 10-1 中蓝色方框），监督区东北侧及西南侧边界外设置围栏，东南侧及西北侧边界设置地面警戒线，设置“无关人员禁止入内”警告牌及表明监督区的标牌，并设置明显的电离辐射警示标

志和警告标语，工作时无关人等不得进入。本项目平面布局及分区图见图 10-1，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。

## 2 辐射屏蔽设计

本项目X射线实时成像检测装置铅房的屏蔽防护设计见表10-1，屏蔽设计图见附图5。

表 10-1 本项目 X 射线实时成像检测装置铅房屏蔽设计参数一览表

X 射线实时成像检测装置型号	铅房屏蔽参数		尺寸参数	主射线方向
	防护材料	厚度		
ZXFB 型	四周屏蔽体	/	/	/
	顶部屏蔽体	/		
	维修门 (东南侧、西北侧)	/		
	电缆口铅罩 (东北侧)	/		
	通风口铅罩 (顶部)	/		
	进出料口铅帘 (东北侧、西南侧)	/		
/				

## 3 辐射安全措施设计

为确保辐射安全，保障X射线实时成像检测装置安全运行，江苏中电环境工程有限公司拟对本项目X射线实时成像检测装置设计相应的辐射安全装置和保护措施。

### 3.1 X射线实时成像检测装置

(1) 本项目 X 射线实时成像检测装置的操作台处拟设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(2) X 射线实时成像检测装置操作台处拟设置 1 个急停按钮，铅房内东南侧屏蔽体和西北侧屏蔽体各拟设置 1 个急停按钮，按钮带有标签，表明使用方法。确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

(3) X 射线实时成像检测装置的 2 扇维修门均设置门机联锁装置，即操作台或 X 射线管头组装体上的接口与维修门联锁，只有当维修门完全关闭后才能开机检测。在检测过程中，维修门被意外打开时，射线管应能立刻停止出束。

(4) X 射线实时成像检测装置的铅房顶部外拟设置显示“预备”和“照射”状态的工作状态指示灯和声音提示装置，并与 X 射线管联锁。X 射线实时成像检测装置时，指示灯和声音提示装置开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。“预备”信号

和“照射”信号有明显的区别，并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

(5) X 射线实时成像检测装置铅房表面明显位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

(6) X射线实时成像检测装置铅房内顶部拟设置2个视频监控，两侧耳房外顶部各拟设置1个视频监控，可监视设备运行情况。

(7) 本项目拟在操作台处设置个人剂量报警仪进行检测。

本项目 X 射线实时成像检测装置正常工作时，工作人员位于装置外操作，无需进入装置内部摆放工件，故未在铅房内部设置工作状态指示灯、声音提示装置、开门按钮和固定式剂量报警装置。本项目 X 射线实时成像检测装置辐射安全与防护分布见图 10-2。

### 3.2 操作防护措施

(1) 辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中 5.1.2 要求对 X 射线实时成像检测装置进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯等是否运行正常。

(2) 辐射工作人员正常使用 X 射线实时成像检测装置时拟检查维修门-机联锁装置、工作状态指示灯等防护安全措施。

(3) 辐射工作人员拟定期测量 X 射线实时成像检测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，应终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

(4) 交接班或当班使用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪前，拟检查是否能正常工作。如发现

便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始检测工作。

(5) 在每一次照射前，操作人员都拟确认检测铅房内部没有人员驻留并关闭维修门。只有在维修门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始检测工作。

(6) 公司拟对 X 射线实时成像检测装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。

(7) 公司拟定期对铅帘的防护性能进行检查，发现损坏时及时维修或更换。

### 3.3 探伤设备退役措施

当 X 射线实时成像检测装置不再使用时，拟实施退役程序。

(1) X 射线实时成像检测装置的 X 射线发生器拟处置至无法使用，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。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

### 三废治理

本项目 X 射线实时成像检测装置工作时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，本项目 X 射线实时成像检测装置的铅房顶部拟设置 1 个通风口，配备轴流风机对铅房内进行换气，轴流风机有效通风量为 60m<sup>3</sup>/h，X 射线实时成像检测装置铅房内净体积约为 7.1m<sup>3</sup>，每小时有效换气次数约为 8 次，能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。产生的臭氧及氮氧化物通过铅房顶部通风口排入厂房，通过厂房自然通风排入外环境。臭氧常温下 50min 左右可自行分解，对周围环境影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

**表 11 环境影响分析**

**建设阶段对环境的影响**

本项目 X 射线实时成像检测装置由铅房、耳房、输送装置等组成，建设阶段涉及的主要施工程序为输送装置的安装、固定及铅房底部混凝土的浇筑封边等，施工时对环境会产生如下影响：

(1) 大气：本项目在建设施工期需进行的各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：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尽量采取遮盖、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。

(2) 噪声：整个建筑施工阶段，建筑设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。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，同时严禁夜间进行强噪声作业。

(3) 固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。

(4) 废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

该单位在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司局部区域，对周围环境影响较小。

**运行阶段对环境的影响**

**辐射环境影响分析**

本项目 X 射线实时成像检测装置型号为 ZXF B 型，最大管电压为 320kV，最大管电流为 5.6mA。本次评价选取 X 射线实时成像检测装置满功率运行时的工况进行预测。因 X 射线实时成像检测装置摆放在地坑内，地坑深度约为 1.1m，X 射线实时成像检测装置运行时主射线朝底部照射，铅房底部用混凝土防护并嵌入地下，故计算时不再预测有用线束影响，本次评价拟将装置四周屏蔽体及顶部屏蔽体、维修门、电缆口、通风口均按照非有用线束照射进行预测计算。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 X 射线实时成像检测装置主射线朝底部照射，X 射线管的出束角为  $40^{\circ} \times 30^{\circ}$ ，射线管可朝东北、西南方向偏转  $\pm 15^{\circ}$ 。X 射线管可在东北、西南方向和竖直

方向移动，在东北、西南方向移动范围为 400mm，在竖直方向移动范围为 450mm。X 射线管距东北侧屏蔽体外表面及东北侧铅帘最近距离为 650mm，距东南侧屏蔽体外表面最近距离为 1141.5mm，距西南侧屏蔽体外表面及西南侧铅帘最近距离为 650mm，距西北侧屏蔽体外表面最近距离为 822.5mm，距顶部屏蔽体外表面最近距离为 450mm，距东北侧和西南侧耳房外表面最近距离均为 1342mm，X 射线管移动到各侧极限位置时，只可朝铅房中间偏转，主射线仅可照射到底部，计算示意图见图 9-2。

## 1 理论预测公式

### 1.1 非有用线束屏蔽效果预测公式

非有用线束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

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \dots\dots\dots (11-1)$$

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）中的表 1；

$R$ ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$B$ ：屏蔽透射因子，根据公式（11-2）计算得出。

$$B=10^{-X/\text{TVL}} \quad \dots\dots\dots (11-2)$$

式中： $X$ ：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：屏蔽材料的什值层厚度。

#### ② 散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \dots\dots\dots (11-3)$$

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，厂家提供的参数，X 射线管距辐射源点（靶点）1m 处的输出量为  $11.78 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 。

$B$ ：屏蔽透射因子，按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 2 确定  $90^\circ$  散射辐射的射线能量，按公式（11-2）计

算得出；

$F$ :  $R_0$  处的辐射野面积,  $m^2$ ;

$\alpha$ : 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 $\alpha$ 值时, 可以用水的 $\alpha$ 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,  $m$ 。

## 1.2 参考点的年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \dots\dots\dots (11-4)$$

式中:  $H_c$ : 参考点的年剂量水平,  $mSv/a$ ;

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

$t$ : 年照射时间,  $h/a$ ;

$U$ : 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 屏蔽计算结果

### 2.1 理论计算结果

表 11-1 非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

关注点	东北侧/西南侧屏蔽体/电缆口	东南侧屏蔽体/维修门	西北侧屏蔽体/维修门	顶部屏蔽体/通风口	东北侧/西南侧耳房	东北侧/西南侧铅帘	
X 设计厚度	/	/	/	/	/	/	
泄漏辐射	TVL (mm)	/					
	$B^{\text{①}}$	/	/	/	/	/	
	$\dot{H}_L$ ( $\mu Sv/h$ )	/					
	$R^{\text{②}}$ (m)	/	/	/	/	/	
	$\dot{H}$ ( $\mu Sv/h$ )	/	/	/	/	/	
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值	/					
	TVL (mm)	/	/	/	/	/	
	$B^{\#}$	/	/	/	/	/	

I (mA)	/					
$H_0^{\text{③}}$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	/					
$F$ ( $\text{m}^2$ )	/					
$\alpha$						
$R_0$ (m)						
$R_s^*$ (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

从表 11-1 中计算结果可以看出,当本项目 X 射线实时成像检测装置满功率运行时,其铅房四周屏蔽体、维修门、电缆口防护罩 30 cm 处的最大辐射剂量率约为\*\* $\mu\text{Sv/h}$ ,顶部屏蔽体、通风口防护罩 30 cm 处的最大辐射剂量率约为\*\* $\mu\text{Sv/h}$ ,能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)“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 $\mu\text{Sv/h}$ ”要求及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

## 2.2 天空反散射影响分析

本项目 X 射线实时成像装置在满功率运行时,由于顶部屏蔽体、通风口防护罩方 30cm 处的最大辐射剂量率为\*\* $\mu\text{Sv/h}$ ,穿透顶部屏蔽体后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低,因此其天空反散射能够满足“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

### 2.3 通风口、电缆口及维修门缝隙辐射防护评价

本项目 X 射线实时成像检测装置电缆口位于铅房东北侧，通风口位于铅房顶部，电缆口外拟采用\*\*防护罩进行防护，通风口外拟采用\*\*防护罩进行防护。由表 11-1 计算结果可知，本项目 X 射线实时成像检测装置在满功率工况下运行时，电缆口外 30cm 处最大辐射剂量率为 \*\* $\mu\text{Sv/h}$ ，通风口外 30cm 处最大辐射剂量率为\*\* $\mu\text{Sv/h}$ ，均能满足要求。且根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”。本项目 X 射线经过电缆口防护铅罩、通风口铅罩结构时至少会经过 3 次散射到达管道口处，散射路径如图 11-1 所示，可推断管道口处的辐射剂量率能够满足标准要求。电缆口、通风口散射示意图见图 11-1。

本项目 X 射线实时成像检测装置维修门与四周屏蔽体搭接均不小于\*\*mm，维修门与屏蔽体之间的缝隙宽度均小于\*\*mm，维修门与屏蔽体重叠部分不小于维修门与屏蔽体缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断维修门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

### 2.4 年有效剂量估算

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员，工作时位于操作位处进行操作，辐射工作人员年有效剂量保守按监督区内最大的辐射剂量率叠加顶部辐射剂量率后的值计算；公众主要为 X 射线实时成像检测装置周围 50m 范围内其他人员，本项目公众年有效剂量拟按照监督区外辐射剂量取值计算，可得到保护目标处的辐射剂量率。

表 11-2 本项目装置非有用线束方向保护目标处辐射剂量率

关注点	①东北侧对接房处	②东南侧焊接料架处	③西南侧输送装置处	④西北侧焊接料架处
X 设计厚度	/	/	/	/
泄漏辐射	TVL (mm)	/		
	B <sup>#</sup>	/	/	/
	$\dot{H}_L$ (μSv/h)	/		
	R <sup>①</sup> (m)	/	/	/
	$\dot{H}$ (μSv/h)	/	/	/
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值	/		
	TVL (mm)	/		
	B <sup>#</sup>	/	/	/
	I (mA)	/	/	/
	$H_0$ μSv·m <sup>2</sup> /(mA·h)	/		
	F (m <sup>2</sup> )	/		
	$\alpha$			
	R <sub>0</sub> (m)			
	R <sub>s</sub> <sup>①</sup> (m)	/	/	/
	$\dot{H}$ (μSv/h)	/	/	/
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 (μSv/h)	/	/	/	/
剂量率参考控制水平 (μSv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足

将表 11-2 计算结果代入公式 (11-4)，可计算得到本项目 X 射线实时成像检测装置辐射工作人员及周围公众的周有效剂量及年有效剂量，结果见表 11-3、表 11-4。

表 11-3 本项目 X 射线实时成像检测装置周围人员周受照有效剂量结果评价

序号	关注点	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	周工作时间 (h)	周剂量估算 值( $\mu\text{Sv/周}$ )	剂量约束值 ( $\mu\text{Sv/周}$ )	评价
1	操作室	1	/	/	10	/	100 (职业人员)	满足
2	监督区东北侧	1	/	/	10	/	5 (公众)	满足
3	监督区东南侧	1	/	/	10	/		满足
4	监督区西南侧	1	/	/	10	/		满足
5	监督区西北侧	1	/	/	10	/		满足

从表 11-3 中的计算结果可以看出，当本项目 X 射线实时成像检测装置在满功率运行时，辐射工作人员的周有效剂量最大值为\*\* $\mu\text{Sv}$ ；公众周有效剂量最大值为\*\* $\mu\text{Sv}$ ，均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 剂量限值和本项目剂量约束值的要求：职业人员周有效剂量不超过 100 $\mu\text{Sv}$ ，公众周有效剂量不超过 5 $\mu\text{Sv}$ 。

表 11-4 本项目 X 射线实时成像检测装置周围人员年受照有效剂量结果评价

序号	关注点	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	年工作时间 (h)	年剂量估算 值(mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	评价
1	操作室	1	1	/	500	/	5 (职业人员)	满足
2	监督区东北侧	1	/	/	500	/	0.1	满足

			/				(公众)	
3	监督区东南侧	1	/	/	500	/		满足
4	监督区西南侧	1	/	/	500	/		满足
5	监督区西北侧	1	/	/	500	/		满足

从表 11-4 中的计算结果可以看出，当本项目 X 射线实时成像检测装置周围辐射工作人员的年有效剂量最大值为\*\*mSv；公众年有效剂量最大值\*\*mSv，均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

### 2.5 评价范围内叠加辐射影响

本项目 X 射线实时成像检测装置西北侧 20m 处有 1 台 DU105/320 型 X 射线实时成像检测装置在用，东南侧 25m 处有 1 台 ZXFLasec B-GP 型 X 射线实时成像检测装置在用，因此需考虑本项目运行对原有辐射工作人员年受照剂量的影响及其他项目运行对本项目新增工作人员年受照剂量的影响及项目投入运行后对公众受照剂量的影响。

根据 2023 年验收检测报告可知，在检测工况下，DU105/320 型 X 射线实时成像检测装置周围关注点最大辐射剂量率为 1.93 $\mu$ Sv/h，ZXFLasec B-GP 型 X 射线实时成像检测装置周围关注点最大辐射剂量率为 0.28 $\mu$ Sv/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“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 $\mu$ Sv/h”要求。根据剂量率与距离的平方成反比公式可计算得到本项目 X 射线实时成像检测装置在 DU105/320 型和 ZXFLasec B-GP 型 X 射线实时成像检测装置处的辐射剂量率分别为\*\* $\mu$ Sv/h 和\*\* $\mu$ Sv/h，基本湮灭在环境本底辐射中，据此可知 DU105/320 型和 ZXFLasec B-GP 型 X 射线实时成像检测装置在经距离的进一步衰减后，对本项目的辐射影响很小，可湮灭在本底辐射中，因此可推断本项目 X 射线实时成像检测装置评价范围内的辐射工作人员及公众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）剂量限值和本项目剂量约束值的要求。

### 3 三废治理评价

本项目 X 射线实时成像检测装置工作时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，本项目 X 射线实时成像检测装置的铅房顶部拟设置 1 个通风口，配备轴流风机对铅房内进行换气，轴流风机有效通风量为 60m<sup>3</sup>/h，X 射线实时成像检测装置铅房内净体积约为 7.1m<sup>3</sup>，每小时有效换气次数约为 8 次，能够满足《工业探

伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中每小时有效通风换气次数不小于3次的要求。产生的臭氧及氮氧化物通过铅房顶部通风口排入厂房,通过厂房自然通风排入外环境。臭氧常温下50min左右可自行分解,对周围环境影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网,一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理,对周围环境影响较小。

采取上述措施后本项目的废物处置方式能够满足当前生态环境保护管理的要求。

## 事故影响分析

### 1 潜在事故分析

本项目X射线实时成像检测装置只有在开机出束时才产生X射线,因此,本项目事故多为开机误照射事故,主要有:

(1) 由于安全联锁装置失灵,导致维修门未关闭时人员开机工作受到误照射。

(2) 机器调试、检修时误照。X射线实时成像检测装置在调试、检修过程中,责任者脱岗,不注意防护或他人误开机使人员受到误照射。

### 2 辐射事故预防措施

江苏中电环境工程有限公司应加强管理,严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作,并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善;加强职工辐射防护知识的培训,尽可能避免辐射事故的发生。针对可能发生的辐射事故,公司拟采取以下预防措施:

(1) 企业内部加强辐射安全管理,管理人员定期开展监督检查,营造持续改进的辐射安全文化。

(2) 严格执行辐射安全管理制度,按照操作规程工作。在进行射线装置调试前,检查确认各项安全措施的有效性,严禁在安全设施故障的情况下开机调试。

(3) 辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器,当个人剂量报警仪发出报警时,辐射工作人员应尽快采取应对措施。

### 3 辐射事故处置方法

根据《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》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定,根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素,辐射事故可分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。本项目拟使用的X射线实时成像检测装置属于II类射线装置,根据《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》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定,该类射线装置可能发生的事故是指射线装置

失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，通常情况下属于一般辐射事故。在发生事故后：

（1）辐射工作人员应第一时间关停射线装置的高电压，停止射线装置的出束，然后启动应急预案；

（2）立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

（3）对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

当发生或发现辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急措施，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。

**表 12 辐射安全管理**

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

本项目开展工业 X 射线探伤使用的设备为 X 射线实时成像检测装置，属于Ⅱ类射线装置。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，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，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

江苏中电环境工程有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责，确定惠东东兼职辐射防护负责人。公司现有 8 名辐射工作人员，均已通过生态环境部培训平台“X 射线探伤”类考核（证书复印件见附件 8），辐射防护负责人还应通过“辐射安全管理”类考核。拟新增 2 名辐射工作人员负责本项目检测工作，新增辐射工作人员需通过生态环境部培训平台“X 射线探伤”类考核后方可上岗。新增辐射工作人员和原有辐射工作人员证书到期后均应通过生态环境部培训平台上的线上考核方可从事相应工作。

**辐射安全管理规章制度**

江苏中电环境工程有限公司已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相关要求制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度和事故应急预案等。公司还应针对本项目，对已有辐射安全管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议：

**探伤操作规程：**明确辐射工作人员的资质条件要求，明确 X 射线实时成像检测装置设备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 射线实时成像检测装置设备操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

**岗位职责：**明确管理人员、探伤工作人员、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。

**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 射线实时成像检测装置设备的运行和维修时辐射安全管理。

**设备检修维护制度：**明确 X 射线实时成像检测装置设备及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 射线实时成像检测装置设备与剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态；交接班或当班使用剂量报警仪、便携式辐射巡测仪前，拟检查是否能正常工作，确保剂量报警仪、便携式辐射巡测仪等仪器具有有效性。

**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：**制定辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境部门、卫生健康部门调查处理。发现工作场所监测异常的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境部门报告。

**台账管理制度：**对 X 射线实时成像检测装置设备使用情况进行登记，标明设备名称、型号、电压、电流等，并对 X 射线实时成像检测装置设备使用进行严格管理。

**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》的要求，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急辐射事故分类与应急响应的措施。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在 1 小时内向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

## 辐射监测

公司使用的 X 射线实时成像检测装置属于 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目须配置至少 1 台环境辐射剂量巡测仪，以满足射线装置日常运行时，对装置周围 X 射线的辐射泄漏和散射的巡测。

公司目前配有 1 台 RP6000 型辐射环境剂量巡测仪、4 台 RJ31-1155 型个人剂量报警仪、1 台 FS2011+ 型个人剂量报警仪及 1 台 RG1100 型个人剂量报警仪。公司还应为本项目配备 2 台个人剂量报警仪，方能够满足审管部门对于监测仪器配备的要求。

公司现有核技术利用项目已委托江苏玖清玖蓝环保科技有限公司开展验收环保检测（验收检测报告见附件 9）。由检测结果可知，本单位现有核技术利用项目在检测工况下运行时，公司现有核技术利用项目工作场所周围剂量当量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中参考控制水平的要求。本项目运行后，公司应每年请有资质的单位对本项目 X 射线实时成像检测装置周围环境的辐射水平进行监测，

核实现场辐射安全措施及现场管控措施，并做好相关监测记录。

公司现有核技术利用项目的辐射工作人员均已配备个人剂量计监测累积剂量，并每3个月送江苏星灿检测咨询有限公司进行个人剂量监测，根据公司最近4个季度辐射工作人员个人剂量监测报告可知（附件10），辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常；公司已每两年组织辐射工作人员进行健康体检，并已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。

本项目运行后，公司应认真落实个人剂量监测及职业健康体检方案，安排辐射工作人员定期进行个人剂量测量（每3个月/次）以及职业健康体检（两次检查的时间间隔不应超过2年），并妥善保管监测档案。公司已于每年1月31日前提交上一年度的评估报告。本项目辐射监测方案见表12-1。

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全管理的要求。

**表 12-1 辐射监测方案**

监测对象	监测项目	监测方式	监测周期	监测点位
ZXFB型X射线实时成像检测装置	周围剂量当量率	竣工验收监测	1次	①装置四周屏蔽体外30cm离地高度1m处，每个墙面至少测3个点； ②维修门外30cm处离地高度1m处，门左、中、右侧3个点和门缝四周各一个点； ③人员操作位处； ④电缆口外； ⑤两侧铅帘外。
		场所年度监测，委托有资质的单位进行	1次/年	
		定期自行开展辐射监测	每3个月/次	
辐射工作人员	个人剂量监测	委托有资质的单位进行	每3个月/次	/

### 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，江苏中电环境工程有限公司应针对本项目可能产生的辐射事故情况制定辐射事故应急预案，应急预案内容应包括：

- (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) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 辐射事故信息公开、公众宣传方案。

江苏中电环境工程有限公司已依据《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》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定辐射事故应急预案，明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急辐射事故分类与应急响应的措施。公司拟组织应急人员对应急处理措施进行培训，并组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位事故应急方案，采取必要防范措施，在1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，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，同时向卫生健康部门报告。事故发生后公司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。

**表 13 结论与建议**

**结论**

**1 辐射安全与防护分析结论**

**1.1 项目位置**

本项目建设地址位于盐城市建湖县上冈镇纬三路 8 号。公司厂区东北侧为 204 国道，东南侧为建湖县威力液压机械制造有限公司，西南侧为串场河，西北侧为江苏宇达智能装备有限公司。

本项目拟建址位于 1#厂房 B 跨中部，1#厂房共一层，高约 13m。拟建址东北侧依次为对接房、上管料架、输送装置、B 跨区及通道，东南侧依次为焊接料架、C 跨区及 D 跨区，西南侧依次为输送装置及焊接料架，西北侧依次为焊接料架、B 跨区及 A 跨区。

本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围 50m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及 X 射线实时成像检测装置拟建址周围评价范围内公众。

**1.2 产业政策符合性和实践正当性评价**

本项目利用 X 射线实时成像检测装置对公司生产的蛇形管进行无损检测工作，对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展改革委令第 7 号）的相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类，故本项目符合国家现行产业政策。

本项目的建设将满足企业的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

**1.3 项目分区及布局**

本项目拟将 X 射线实时成像检测装置检测铅房及耳房作为辐射防护控制区，在铅房表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；拟将操作台及地坑作为辐射防护监督区，监督区东北侧及西南侧边界外设置围栏，东南侧及西北侧边界设置地面警戒线，设置“无关人员禁止入内”警告牌及表明监督区的标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。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。

**1.4 辐射安全措施**

本项目 X 射线实时成像检测装置的操作台处拟设置钥匙开关，只有在打开操作台

钥匙开关后，X射线管才能出束；X射线实时成像检测装置操作台处拟设置1个急停按钮，铅房内东南侧屏蔽体和西北侧屏蔽体各拟设置1个急停按钮，按钮带有标签，表明使用方法；X射线实时成像检测装置的2扇维修门均设置门机联锁装置；X射线实时成像检测装置的铅房顶部外拟设置显示“预备”和“照射”状态的工作状态指示灯和声音提示装置，并与X射线管联锁；X射线实时成像检测装置铅房表面明显位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留；X射线实时成像检测装置铅房内顶部拟设置2个视频监控，两侧耳房外顶部各拟设置1个视频监控，可监视设备运行情况；拟在操作台处设置个人剂量报警仪进行检测。

辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对 X 射线实时成像检测装置进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯等是否运行正常；辐射工作人员正常使用 X 射线实时成像检测装置时拟检查维修门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；辐射工作人员拟定期测量 X 射线实时成像检测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；交接班或当班使用便携式 X- $\gamma$ 剂量率仪前，拟检查是否能正常工作；在每一次照射前，操作人员都拟确认检测铅房内部没有人员驻留并关闭工件门；公司拟对 X 射线实时成像检测装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录；公司拟定期对铅帘的防护性能进行检查，发现损坏时及时维修或更换。

当 X 射线实时成像检测装置不再使用时，拟实施退役程序。X 射线实时成像检测装置的 X 射线发生器拟处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构；清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

## 1.5 辐射安全管理

江苏中电环境工程有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责，确定惠东东兼职辐射防护负责人。公司现有 8 名辐射工作人员，均已通过生态环境部培训平台“X 射线探伤”类考核，辐射防护负责人还应通过“辐射安全管理”类考核。拟为本项目新增 2 名辐射工作人员负责本项目检测工作，新增辐射工作人员和原有辐射工作人员证书到期后均应通过生态环境部培训平台上的线上考核方可从事相应工作。公司已对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

公司现有 1 台辐射环境剂量巡测仪及 6 台个人剂量报警仪，本项目拟增配 2 台个人剂量报警仪，方能够满足审管部门对于监测仪器配备的要求。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全管理措施能够满足辐射安全管理的要求。

## 2 环境影响分析结论

### 2.1 辐射防护影响预测

本项目 X 射线实时成像检测装置铅房外壳尺寸为\*\*m(长)×\*\*m(宽)×\*\*m(高)，内净尺寸为\*\*m(长)×\*\*m(宽)×\*\*m(高)，四周屏蔽体均拟采用\*\*，顶部屏蔽体拟采用\*\*，维修门拟采用\*\*，电缆口拟采用\*\*防护罩，顶部通风口拟采用\*\*防护罩，通风口防护罩高约\*\*，进出料口拟采用\*\*层铅帘，每层铅帘\*\*铅当量，总铅当量为\*\*。

根据理论预测结果，本项目 X 射线实时成像检测装置运行后周围的辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)的辐射剂量率限值要求。

### 2.2 保护目标剂量

本项目投入运行后辐射工作人员和周围公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中对职业人员和公众有效剂量限值要求以及本项目的剂量约束值要求：职业人员周有效剂量不超过 100 $\mu$ Sv，公众周有效剂量不超过 5 $\mu$ Sv；职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

### 2.3 三废处理处置

本项目 X 射线实时成像检测装置在工作时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，产生的臭氧及氮氧化物通过铅房顶部通风口排入厂房，通过厂房自然通风排入外环境。臭氧在空气中 50min 可自行分解，对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

## 3 可行性分析结论

综上所述，江苏中电环境工程有限公司扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

### 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) 取得环评批复后企业应及时申领辐射安全许可证，并按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定及时进行自主环境保护验收。

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	投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确其管理职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，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的要求。	/
辐射安全和防护措施	<p>本项目 X 射线实时成像检测装置铅房外壳尺寸为**m（长）×**m（宽）×**m（高），内净尺寸为**m（长）×**m（宽）×**m（高），四周屏蔽体均拟采用**，顶部屏蔽体拟采用**，维修门拟采用**，电缆口拟采用**防护罩，顶部通风口拟采用**防护罩，通风口防护罩高约**，进出口拟采用**层铅帘，每层铅帘**铅当量，总铅当量为**。</p> <p>本项目 X 射线实时成像检测装置的操作台处拟设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线管才能出束；X 射线实时成像检测装置操作台处拟设置 1 个急停按钮，铅房内东南侧屏蔽体和西北侧屏蔽体各拟设置 1 个急停按钮，按钮带有标签，表明使用方法；X 射线实时成像检测装置的 2 扇维修门均设置门机联锁装置；X 射线实时成像检测装置的铅房顶部外拟设置显示“预备”和“照射”状态的工作状态指示灯和声音提示装置，并与 X 射线管联锁；X 射线实时成像检测装置铅房表面明显位置设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留；X 射线实时成像检测装置铅房内顶部拟设置 2 个视频监控，两侧耳房外顶部各拟设置 1 个视频监控，可监视设备运行情况；拟在操作台处设置个人剂量报警仪进行检测。</p> <p>辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对 X 射线实时成像检测装置进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯等是否运行正常；辐射工作人员正常使用 X 射线实时成像检测装置时拟检查维修门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施；辐射工作人员拟定期测量 X 射线实时成像检测装置外周围区域的剂量率水平，包</p>	<p>装置表面外 30cm 处的辐射剂量率均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的要求</p> <p>满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的要求。</p>	63

	<p>括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处；交接班或当班使用便携式 X-γ 剂量率仪前，拟检查是否能正常工作；在每一次照射前，操作人员都拟确认检测铅房内部没有人员驻留并关闭工件门；公司拟对 X 射线实时成像检测装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护拟由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行，并做好设备维护记录。</p>		
人员配备	<p>公司现有 8 名辐射工作人员，均已通过生态环境部培训平台“X 射线探伤”类考核，辐射防护负责人还应通过“辐射安全管理”类考核，拟新增 2 名辐射工作人员负责本项目检测工作。新增辐射工作人员和原有辐射工作人员证书到期后均应通过生态环境部培训平台上的线上考核方可从事相应工作。</p> <p>公司已委托有资质的单位对辐射工作人员每 3 个月开展一次个人剂量检测，并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案。</p> <p>公司已定期组织辐射工作人员进行职业健康体检，并按相关要求建立辐射工作人员职业健康监护档案。</p>	<p>满足《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。</p>	定期投入
监测仪器和防护用品	<p>已配备 1 台辐射环境剂量巡测仪及 6 台个人剂量报警仪，拟增配 2 台个人剂量报警仪</p>	<p>满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目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，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求</p>	1
辐射安全管理制度	<p>公司已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相关要求制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备维修制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度和事故应急预案等。公司还应针对本项目，对已有辐射安全管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。</p>	<p>满足《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急预案。</p>	/

以上措施必须在项目运行前落实。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公章

年 月 日

审批意见

经办人

公章

年 月 日