

2025-F-127

核技术利用建设项目

常州青塔超高压套管有限公司
扩建1台X射线实时成像检测装置项目
环境影响报告表



常州青塔超高压套管有限公司（盖章）

2025年11月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

常州青塔超高压套管有限公司
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：常州青塔超高压套管有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：江苏武进经济开发区祥云路 11 号

邮政编码：213100

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：



持证人签名:

Signature of the Bearer

管理号: 05353243505320171
File No.:

姓名:

Full Name 张斌

性别:

Sex

出生年月:

Date of Birth 320106197504291279

专业类别:

Professional Type 环境评价四科

批准日期:

Approval Date 200505

签发单位盖章:

Issued by

签发日期:

Issued on



本证书由中华人民共和国人事部和国家环境保护总局批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试合格,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.



The People's Republic of China



State Environmental Protection Administration
The People's Republic of China

编号:
No.: 0001750

编制主持人现场照片

拍照时间：2025 年 10 月 22 日
拍照地点：常州青塔超高压套管有限公司扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置项目拟建
址处（江苏武进经济开发区祥云路 11 号）
编制主持人：张斌
职业资格证书管理号：05353243505320171



本项目建设单位大门



本项目拟建址

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：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

现参保地：建邺区

统一社会信用代码：91320105MA1MQU5T14

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		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	徐呈亮				202508 - 202510		3
2	张斌				202508 - 202510		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.....	4
表 3	非密封放射性物质.....	4
表 4	射线装置.....	5
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	6
表 6	评价依据.....	7
表 7	保护目标与评价标准.....	10
表 8	环境质量和辐射现状.....	13
表 9	项目工程分析与源项.....	17
表 10	辐射安全与防护.....	23
表 11	环境影响分析.....	28
表 12	辐射安全管理.....	40
表 13	结论与建议.....	45
表 14	审批.....	51

附图 1 常州青塔超高压套管有限公司厂区地理位置图

附图 2 常州青塔超高压套管有限公司厂区平面布局图

附图 3 本项目 X 射线实时成像检测装置屏蔽设计图

附件 1 项目委托书

附件 2 射线装置使用承诺书

附件 3 辐射防护屏蔽设计说明

附件 4 辐射环境现状检测报告复印件

附件 5 辐射安全许可证正副本复印件

附件 6 公司已有核技术利用项目环评批复复印件

附件 7 公司已有核技术利用项目竣工环保验收意见复印件

附件 8 辐射工作人员考核合格证明复印件

附件 9 2025 年度辐射工作场所年度检测报告复印件

附件 10 2024~2025 年度个人剂量监测报告复印件

附件 11 X 射线数字成像检测设备参数说明

表 1 项目基本情况

建设项目名称		常州青塔超高压套管有限公司扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置项目							
建设单位		常州青塔超高压套管有限公司							
法人代表姓名		王冠		联系人		联系电话			
注册地址		江苏武进经济开发区祥云路 11 号							
项目建设地点		江苏武进经济开发区祥云路 11 号公司车间检查室 2 内							
立项审批部门		/		批准文号		/			
建设项目总投资（万元）		150		项目环保总投资（万元）		30			
				投资比例（环保投资/总投资）		20%			
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 ² ）			
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

常州青塔超高压套管有限公司成立于 2008 年 11 月，公司厂区地址位于江苏武进经济开发区祥云路 11 号。公司主要从事 500 千伏及以上高压电器用大套管制造，销售自产产品，机械电气设备制造、机械电气设备销售、电工器材制造、电工器材销售等业务。

1.2 项目规模及任务由来

根据生产、检测需要，常州青塔超高压套管有限公司拟在车间南部检查室 2 内扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置，用于开展公司生产的超高压套管、绝缘件的无损检

测工作，检测工件为圆筒状，最大直径约为 400mm，最大长度约为 1000mm。本项目 X 射线实时成像检测装置型号为 UND160 型，其最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA，工作时主射线可朝南侧或者底部照射。本项目 X 射线实时成像检测装置仅在检修情况下人员需进入设备内部，正常运行过程中，人员在工件门外取放工件，无需进入设备内部。

公司拟为本项目配备 1 名辐射工作人员，该名辐射工作人员拟从已有辐射工作人员中调配。本项目 X 射线实时成像检测装置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 常州青塔超高压套管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	环评情况及审批时间	许可情况	备注
1	UND160 型 X 射线实时成像检测装置	1	160	3	II	检查室 2	本次环评	未许可	主射线朝南侧或者底部照射

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》《建设项目环境影响评价分类管理名录》《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，本项目使用 II 类射线装置应当编制环境影响评价报告表。受常州青塔超高压套管有限公司委托，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

常州青塔超高压套管有限公司地址位于江苏武进经济开发区祥云路 11 号，公司地理位置图见附图 1。公司厂区东侧为常州戴朗机械设备有限公司，南侧依次为河道、常州创新给排水设备有限公司及江苏成盛家具有限公司，西侧为祥云路，北侧为常州施瑞特机械有限公司，公司厂区平面布局及周围环境示意图见附图 2。

常州青塔超高压套管有限公司拟在公司车间南部检查室 2 内扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置，检查室 2 东侧依次为仓库、压力试验室、原材料库及烘箱区，南侧依次为厂内道路、河道、常州创新给排水设备有限公司及江苏成盛家具有限公司，西侧依次为车间内过道、修复室、仓库、办公室、会议室、通道、货物进出口及厂内道路，北侧依次为车间内过道、注塑室、组立室、金具室、检查室 1、待出货区、产品干

燥室、叉车充电区、修复室、电气试验室、更衣室、卫生间及常州施瑞特机械有限公司，公司车间为一层建筑，无地下室。本项目检查室 2 所在车间平面布局图见附图 2。

本项目 X 射线实时成像检测装置周围 50m 范围内没有居民区、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、装置拟建址周围评价范围内公司其他工作人员、南侧常州创新给排水设备有限公司、江苏成盛家具有限公司及北侧常州施瑞特机械有限公司内工作人员。

3 单位原有核技术应用情况

公司已于 2024 年 10 月 08 日取得了常州市生态环境局核发的辐射安全许可证，证书编号为苏环辐证【D0239】，活动种类和范围为“使用Ⅱ类射线装置”，许可证有效期至 2029 年 10 月 07 日，辐射安全许可证正副本复印件见附件 5。公司目前在用 1 台 XGI-160 型 X 射线实时成像检测装置，已有核技术利用项目已履行相关环保手续，其环评批复复印件见附件 6，验收意见复印件见附件 7。已有核技术利用项目情况见表 1-2。

表 1-2 已有射线装置基本情况一览表

序号	射线装置型号名称	类别	管电压(kV)	管电流(mA)	使用场所	环评情况	许可情况	验收情况
1	XGI-160 型 X 射线实时成像检测装置	Ⅱ	150	3	检查室 1	已环评，批复文号：苏环辐（表）审[2012]319 号	已许可	已验收，常环核验[2015]25 号

4 实践正当性分析

公司厂内原有 1 台 X 射线实时成像检测装置，随着公司产能扩大，原有装置无法满足检测需求，因此公司拟扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置。扩建后能够满足产量扩增后的检测需求。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产能扩大的检测需求，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。

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类	1	UND160 型	160	3	无损检测	检查室 2	主射线朝南侧或者底部照射
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	X 射线实时成像检测装置可通过装置顶部通风口排出曝光室，再依托检查室 2 内通风系统排入外部环境，臭氧常温下 50min 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/m³；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/m³)和活度(Bq)。

表 6 评价依据

法规文件	<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 年修订版），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，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》，原环境保护部、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》，原环境保护部令第 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〈建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法〉</p>
------	---

	<p>配套文件的公告》，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）《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》，苏自然资函〔2023〕880 号，2023 年 10 月 10 日起施行</p> <p>（20）《江苏省生态空间管控区域调整管理办法》，苏政办发〔2021〕3 号，2021 年 2 月 1 日起施行</p>
技术标准	<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》（HJ10.1-2016）</p> <p>（3）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）</p> <p>（4）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</p> <p>（5）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）</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》（GBZ117-2022）</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>
其他	<p>与本项目相关附件：</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）辐射防护屏蔽设计说明（附件 3）</p> <p>（4）辐射环境现状检测报告复印件（附件 4）</p> <p>（5）辐射安全许可证正副本复印件（附件 5）</p> <p>（6）公司已有核技术利用项目环评批复复印件（附件 6）</p> <p>（7）公司已有核技术利用项目竣工环保验收意见复印件（附件 7）</p>

	<p>(8) 辐射工作人员考核合格证明复印件 (附件 8)</p> <p>(9) 2025 年度辐射工作场所年度检测报告复印件 (附件 9)</p> <p>(10) 2024~2025 年度个人剂量监测报告复印件 (附件 10)</p> <p>(11) X 射线数字成像检测设备参数说明 (附件 11)</p>
--	---

表 7 保护目标与评价标准

<p>评价范围</p> <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曝光室边界外周围 50m 区域。</p>																																				
<p>保护目标</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。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号）及《各市（区）生态空间管控区域调整后范围图》（规划公示 H（2023）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。</p> <p>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。本项目利用 X 射线进行无损检测，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周围 50m 范围内没有居民区、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、装置拟建址周围评价范围内公司其他工作人员、南侧常州创新给排水设备有限公司、江苏成盛家具有限公司及北侧常州施瑞特机械有限公司内工作人员。本项目 X 射线实时成像检测装置周围保护目标一览表见表 7-1。</p> <p>表 7-1 本项目 X 射线实时成像检测装置周围保护目标一览表</p> <table><tr><th colspan="3">环境保护目标名称</th><th>方位</th><th>最近距离</th><th>规模</th><th>环境保护要求</th></tr><tr><td rowspan="5">X 射线实时成像检测装置</td><td rowspan="2">职业人员</td><td rowspan="2">辐射工作人员</td><td>检查室 2 内</td><td>紧邻</td><td>1 人</td><td rowspan="2">职业人员年剂量约束值为 5mSv/a</td></tr><tr><td>检查室 1 内</td><td>约 7.5m</td><td>1 人</td></tr><tr><td rowspan="3">公众</td><td>仓库、压力试验室、原材料库及烘箱区内其他工作人员</td><td>东侧</td><td>紧邻</td><td>约 8~10 人</td><td rowspan="3">公众年剂量约束值为 0.1mSv/a</td></tr><tr><td>厂内道路上行人</td><td rowspan="2">南侧</td><td>约 1 m</td><td>流动人员</td></tr><tr><td>常州创新给排水设备有限公司及江苏成盛家具有限公司</td><td>约 14m</td><td>约 15~20 人</td></tr></table>							环境保护目标名称			方位	最近距离	规模	环境保护要求	X 射线实时成像检测装置	职业人员	辐射工作人员	检查室 2 内	紧邻	1 人	职业人员年剂量约束值为 5mSv/a	检查室 1 内	约 7.5m	1 人	公众	仓库、压力试验室、原材料库及烘箱区内其他工作人员	东侧	紧邻	约 8~10 人	公众年剂量约束值为 0.1mSv/a	厂内道路上行人	南侧	约 1 m	流动人员	常州创新给排水设备有限公司及江苏成盛家具有限公司	约 14m	约 15~20 人
环境保护目标名称			方位	最近距离	规模	环境保护要求																														
X 射线实时成像检测装置	职业人员	辐射工作人员	检查室 2 内	紧邻	1 人	职业人员年剂量约束值为 5mSv/a																														
			检查室 1 内	约 7.5m	1 人																															
	公众	仓库、压力试验室、原材料库及烘箱区内其他工作人员	东侧	紧邻	约 8~10 人	公众年剂量约束值为 0.1mSv/a																														
		厂内道路上行人	南侧	约 1 m	流动人员																															
		常州创新给排水设备有限公司及江苏成盛家具有限公司		约 14m	约 15~20 人																															

		内工作人员				
		车间内过道、通道、货物进出口及厂内道路上行人	西侧	约 1 m	流动人员	
		修复室、仓库、办公室及会议室内其他工作人员		约 6 m	约 10~12 人	
		注型室、组离型室、金具室、待出货区、产品干燥室、叉车充电区、修复室、电气试验室内其他工作人员	北侧	约 7.5m	约 20~25 人	
		车间内过道、更衣室及卫生间内行人		约 1 m	流动人员	
		常州施瑞特机械有限公司内工作人员		约 43m	约 10~15 人	

评价标准

1 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

/	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（但不可做任何追溯性平均），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 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ 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 μ 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。

确定本项目关注点剂量率参考控制水平：

(1) X 射线实时成像检测装置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 μ Sv/周，对公众场所，其值不大于 5 μ Sv/周。

(2) X 射线实时成像检测装置曝光室四周屏蔽体和防护门外 30cm 处最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

(3) 本项目 X 射线实时成像检测装置曝光室顶部外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h（装置高 2.4m，高度较低，因此剂量率限值保守按照 2.5 μ Sv/h 取值）。

4 环境天然 γ 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 γ 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，参考表 7-3 江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果的测值范围进行评价。

表 8 环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置

常州青塔超高压套管有限公司地址位于江苏武进经济开发区祥云路 11 号，公司地理位置图见附图 1。公司厂区东侧为常州戴朗机械设备有限公司，南侧依次为河道、常州创新给排水设备有限公司及江苏成盛家具有限公司，西侧为祥云路，北侧为常州施瑞特机械有限公司，公司厂区平面布局及周围环境示意图见附图 2。

常州青塔超高压套管有限公司拟在公司车间南部检查室 2 内扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置，检查室 2 东侧依次为仓库、压力试验室、原材料库及烘箱区，南侧依次为厂内道路、河道、常州创新给排水设备有限公司及江苏成盛家具有限公司，西侧依次为车间内过道、修复室、仓库、办公室、会议室、通道、货物进出口及厂内道路，北侧依次为车间内过道、注型室、组离型室、金具室、检查室 1、待出货区、产品干燥室、叉车充电区、修复室、电气试验室、更衣室、卫生间及常州施瑞特机械有限公司，公司车间为一层建筑，无地下室。本项目检查室 2 所在车间平面布局图见附图 2。

本项目 X 射线实时成像检测装置周围 50m 范围内没有居民区、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、装置拟建址周围评价范围内公司其他工作人员、南侧常州创新给排水设备有限公司、江苏成盛家具有限公司及北侧常州施瑞特机械有限公司内工作人员。

本项目 X 射线实时成像检测装置周围环境现状见图 8-1。



X 射线实时成像检测装置拟建址东侧
(仓库)



X 射线实时成像检测装置拟建址南侧
(厂内道路)



X 射线实时成像检测装置拟建址西侧
(修复室)



X 射线实时成像检测装置拟建址北侧
(车间内过道)



X 射线实时成像检测装置拟建址现状

图 8-1 本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围环境现状

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周围辐射环境

检测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

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 10 个检测点位

3 检测方案、质量保证措施及检测结果

3.1 检测方案

检测项目： γ 辐射空气吸收剂量率

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

检测时间：2025 年 10 月 28 日

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

检测仪器：环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪（型号 BG9512PG03）（设备编号：J2825，检定有效期：2025.8.13~2026.8.12，检测范围：10nGy/h~200 μ Gy/h，能

量响应：25keV~3MeV)

环境条件：天气：晴 温度：17.2℃ 湿度：56.3%RH

检测方法：《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

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

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，检验检测机构资质认定证书编号为 231020341442

检测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）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：监测人员均经过考核并持有检测上岗证，检测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，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，监测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 4。

表 8-1 本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围γ辐射水平测量结果

测点编号	测点位置描述	检测结果(nGy/h)	备注
1	X 射线实时成像检测装置拟建址处	56	平房
2	X 射线实时成像检测装置拟建址东侧	55	平房
3	X 射线实时成像检测装置拟建址南侧	48	道路
4	X 射线实时成像检测装置拟建址西侧	54	平房
5	X 射线实时成像检测装置拟建址西侧办公室	54	平房
6	X 射线实时成像检测装置拟建址北侧	53	平房
7	X 射线实时成像检测装置拟建址东侧常州戴朗机械设备有限公司外	48	平房
8	X 射线实时成像检测装置拟建址南侧常州创新给排水设备有限公司外	52	道路
9	X 射线实时成像检测装置拟建址南侧江苏成盛家具有限公司外	48	道路
10	X 射线实时成像检测装置拟建址北侧常州施瑞特机械有限公司外	53	平房

检测时检查室 1 内的 X 射线装置处于开启状态

注：测量数据已扣除仪器宇宙响应值，平房对宇宙射线的屏蔽修正因子取 0.9，道路对宇宙射线的屏蔽修正因子取 1。



图 8-2 本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量监测点位示意图

4 环境现状调查结果评价

由表 8-1 的监测结果可知,本项目拟建辐射工作场所及周围环境在检查室 1 内的 X 射线实时成像检测装置开机的条件下,扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为 (48~56) nGy/h, 室外道路 γ 辐射水平为 (48~52) 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 γ 辐射水平为 (50.7~129.4) nGy/h, 室外道路 γ 辐射水平为 (18.1~102.3) nGy/h, 本项目 X 射线实时成像检测装置拟建址周围室内 γ 辐射水平在考虑检查室 1 内的 X 射线实时成像检测装置辐射影响下仍率低于江苏省室内环境天然 γ 辐射水平测值范围, 室外道路 γ 辐射水平在考虑检查室 1 内的 X 射线实时成像检测装置辐射影响下仍处于江苏省室外道路环境天然 γ 辐射水平测值范围内。

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

公司拟在车间南部检查室 2 内扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置，用于开展公司生产的超高压套管、绝缘件的无损检测工作，检测工件为圆筒状，最大直径约为 400mm，最大长度约为 1000mm。本项目 X 射线实时成像检测装置型号为 UND160 型，最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA，工作时主射线朝南侧或者底部照射。本项目 X 射线实时成像检测装置仅在检修情况下人员需进入设备内部，正常运行过程中，人员在工件门外取放工件，无需进入设备内部。

本项目 X 射线实时成像检测装置由曝光室、X 射线管、探测器、C 型臂、轨道、运载平台、操作台、计算机成像及图像重建系统、图像分析和评估系统以及射线防护辅助装置等组成，被测工件可以通过工件门放入曝光室内进行检测。装置外壳尺寸为 3.200m（长）×3.040m（宽）×2.452m（高，不含立脚高度 0.130m）。本项目 X 射线实时成像检测装置样式图见图 9-1，结构图见图 9-2。

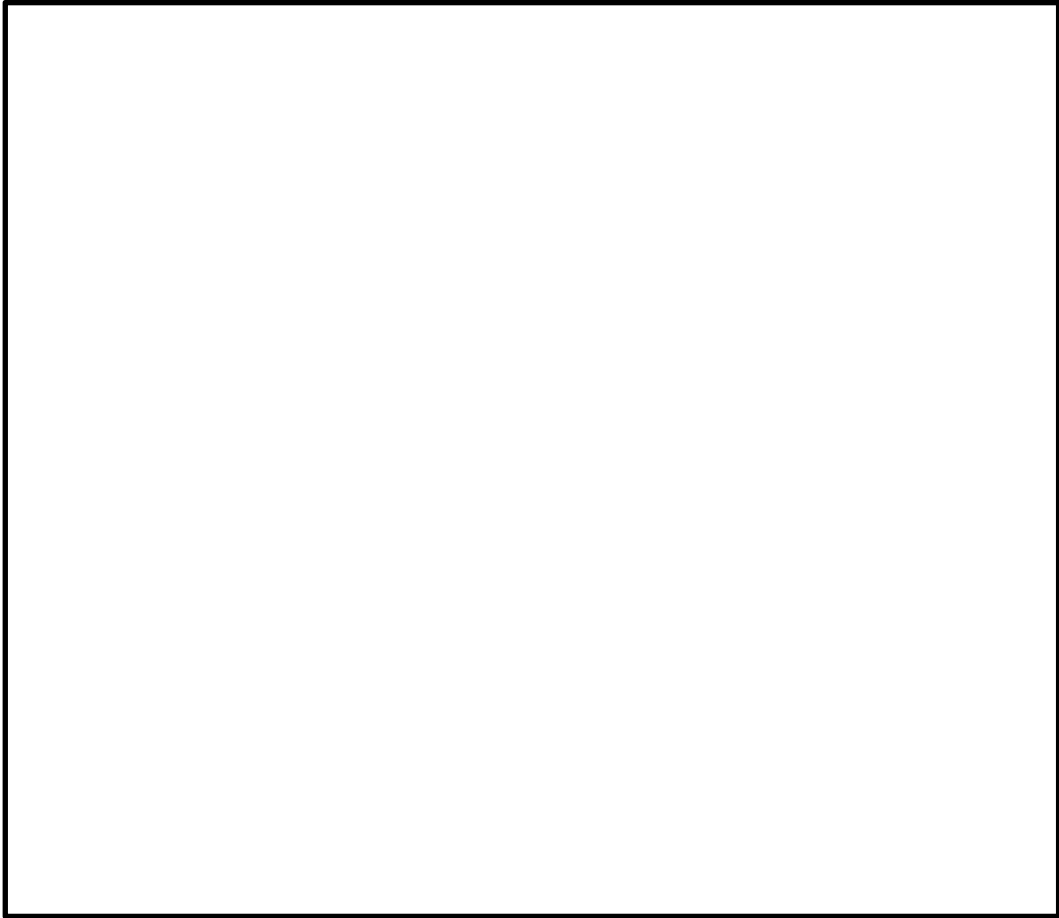


图 9-1 本项目 X 射线实时成像检测装置样式图

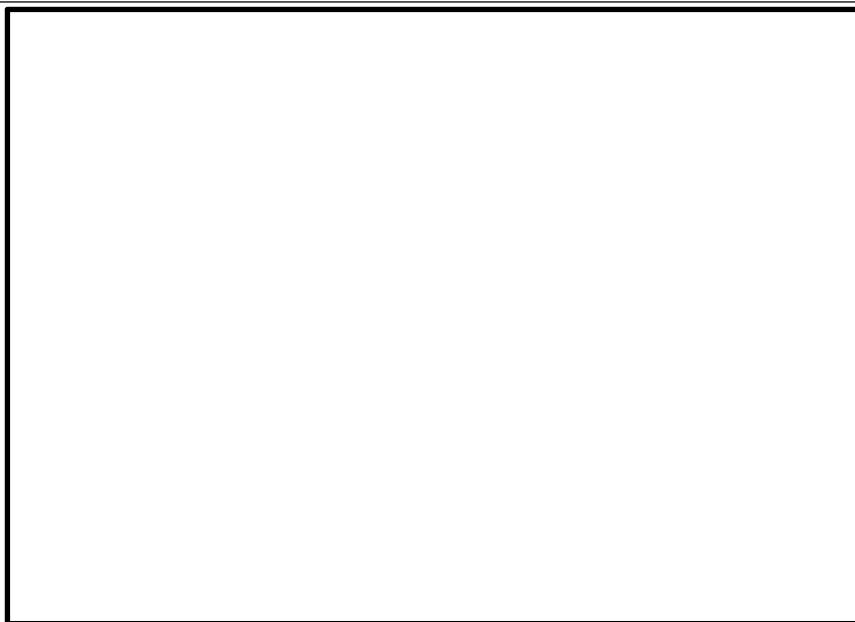


图 9-2 本项目 X 射线实时成像检测装置结构示意图

本项目 X 射线实时成像检测装置的 X 射线管出束角为 20° ，该装置 X 射线管及成像板分别安装在 C 型臂的两端，X 射线实时成像检测装置主射线可朝南侧或者底部照射。



图 9-3 本项目 X 射线实时成像检测装置计算示意图（主射线朝南侧）

①当 X 射线朝南侧照射时，C 型臂可在竖直方向上下移动（移动距离约 800mm），水平方向不可移动，C 型臂可围绕轴点在垂直方向最大旋转 $\pm 15^{\circ}$ ，C 型臂在到达最高

点时，只能向底部偏转，在到达最低点时，只能向顶部偏转。当 X 射线朝南侧照射时，X 射线管靶点距装置东侧外表面的距离为 1720mm，距装置南侧外表面的最近距离为 2366mm，距装置西侧外表面的距离为 1320mm，距装置北侧外表面的距离为 810mm，距装置顶部外表面的最近距离为 760mm，距装置底部外表面的最近距离为 523mm。主射线范围及计算示意图见图 9-3。

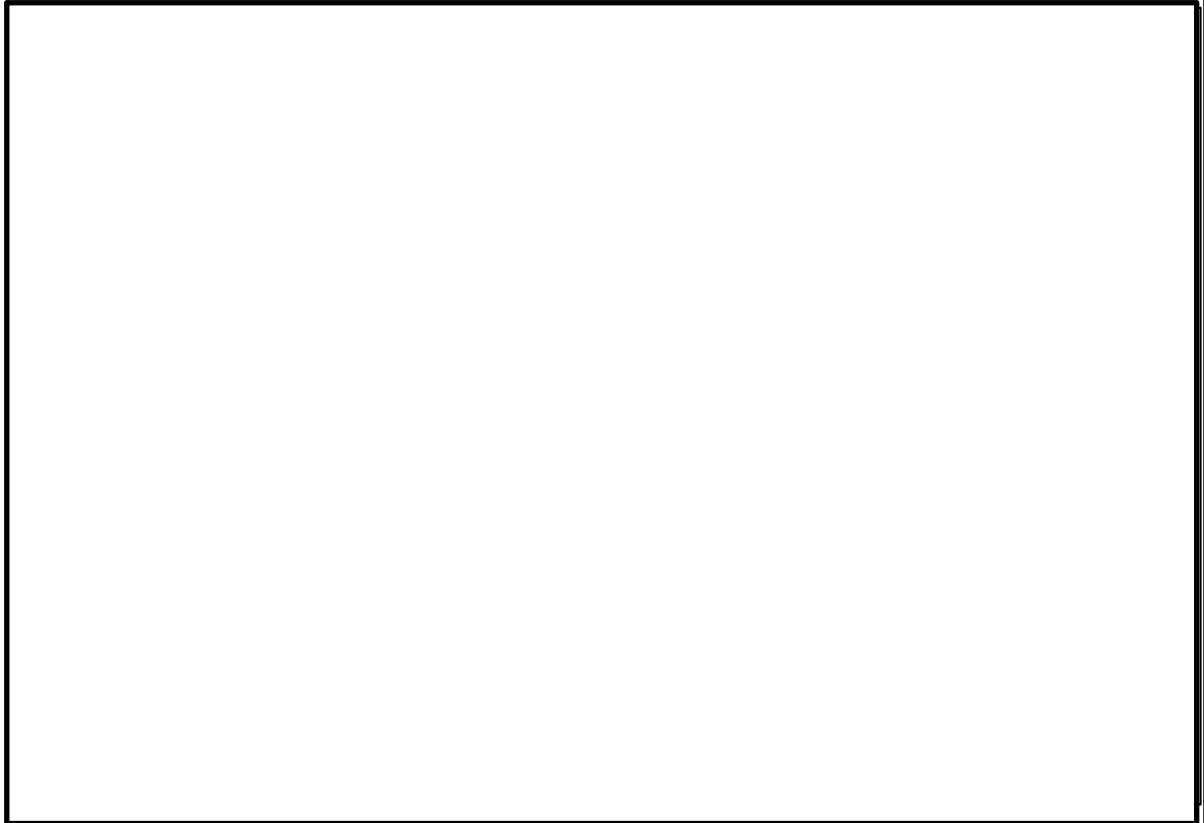


图 9-4 本项目 X 射线实时成像检测装置计算示意图（主射线朝底部）

②当 X 射线朝底部照射时，此时 C 型臂可在竖直及水平方向均不可移动，C 型臂不可旋转。当 X 射线朝底部照射时，X 射线管靶点距装置东侧外表面的距离为 1650mm，距装置南侧外表面的距离为 1600mm，距装置西侧外表面的距离为 1390mm，距装置北侧外表面的距离为 1600mm，距装置顶部外表面的距离为 600mm，距装置底部外表面的最近距离为 1852mm。主射线范围及计算示意图见图 9-4。

常州青塔超高压套管有限公司拟为本项目配备 1 名辐射工作人员，该名辐射工作人员拟从原有 2 名辐射工作人员中调配，调配后仅负责本项目辐射工作，不再从事公司其他辐射工作。本项目 X 射线实时成像检测装置周开机曝光时间约为 10 小时，年开机曝光时间约为 500 小时。

2 X 射线实时成像检测装置工作原理

2.1 X 射线发生原理

X 射线实时成像检测装置的核心是 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 9-5。

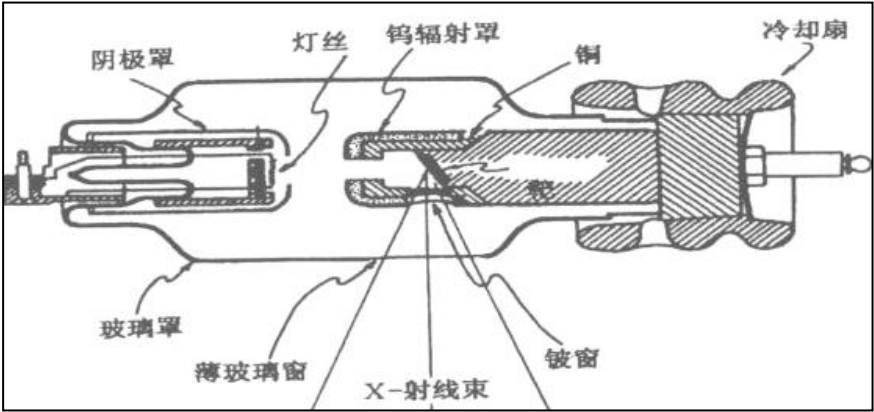


图 9-5 典型的 X 射线管结构图

2.2 X 射线实时成像检测装置检测原理

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 射线穿透被测管件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 射线实时成像检测装置工作原理示意图见图 9-6。

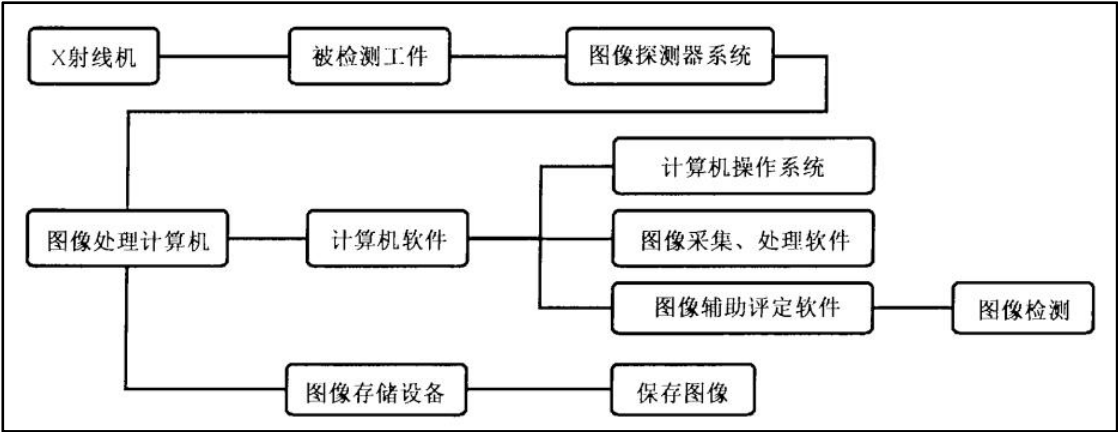


图 9-6 X 射线实时成像检测装置工作原理示意图

3 X 射线实时成像检测装置工作流程及产污环节

本项目 X 射线实时成像检测装置在工作时，辐射工作人员于工件门外将被测工件放置在运载平台上，随后运载平台进入曝光室后关闭工件门，然后辐射工作人员在操作台处进行操作，在对被测工件无损伤条件下，清晰、准确、直观地展示被检测物体的缺损状况，其工作流程如下：

（1）开机前检查 X 射线实时成像检测装置操作位与曝光室工件门的门机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否有效，确认无问题后方可开始检测工作；

（2）开机，打开工件门，运载平台通过轨道移至曝光室工件门外，辐射工作人员将被检测工件放至运载平台上；

（3）运载平台进入曝光室内，确认曝光室内无人后关闭工件门，辐射工作人员在操作台处控制运载平台，将运载平台调整到合适位置。开启 X 射线实时成像检测装置进行检测，在此过程中会产生 X 射线及少量 O₃、NO_x；

（4）通过显像器对被检工件的缺损状况进行辨别，出具检验报告；

（5）关机，打开工件门，运载平台及检测完成的工件通过内轨道到达曝光室工件门外，辐射工作人员取下检测工件。

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 9-7。

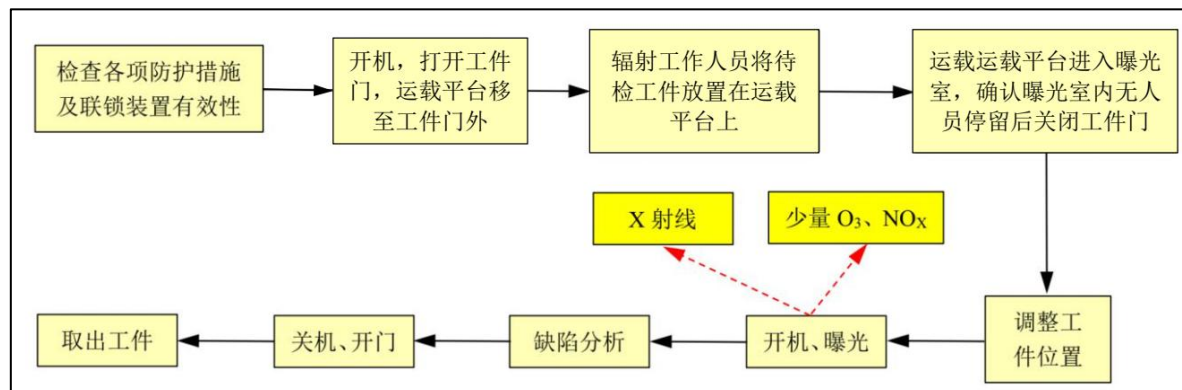


图 9-7 本项目 X 射线实时成像检测装置工作流程及产污环节分析示意图

4 原有项目工艺不足和改进情况

公司目前在厂区内使用 1 台 X 射线实时成像检测装置，已有辐射项目工艺流程合理，在使用过程中采取的安全措施符合标准要求，不存在工艺不足情况。本项目拟配备 1 名辐射工作人员，该名辐射工作人员拟从公司原有 2 名辐射工作人员中调配，调配后，原有项目由 1 名辐射工作人员负责，调配后原有项目工作时间不会超过原环评中的工作时间，因此不会导致工作负荷增加，进而引起其受照剂量增加。

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，只有 X 射线装置在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线，对曝光室外工作人员和公众产生一定外照射，因此 X 射线实时成像检测装置在开机检测期间，X 射线是项目主要污染物。本项目 X 射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X 射线机发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。根据厂家提供的 X 射线数字成像检测设备参数说明（附件 11），本项目 X 射线管滤过采用 2mm 聚醚酰亚胺（固有）+2mmCu（附加），根据《辐射防护导论》附图 3，X 射线管 1m 处输出量取 $2.2\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

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。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1，本项目 X 射线实时成像检测装置距 X 射线管辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

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，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，160kV 的 X 射线 90°散射辐射能量为 150kV。本项目详细参数见表 9-1。

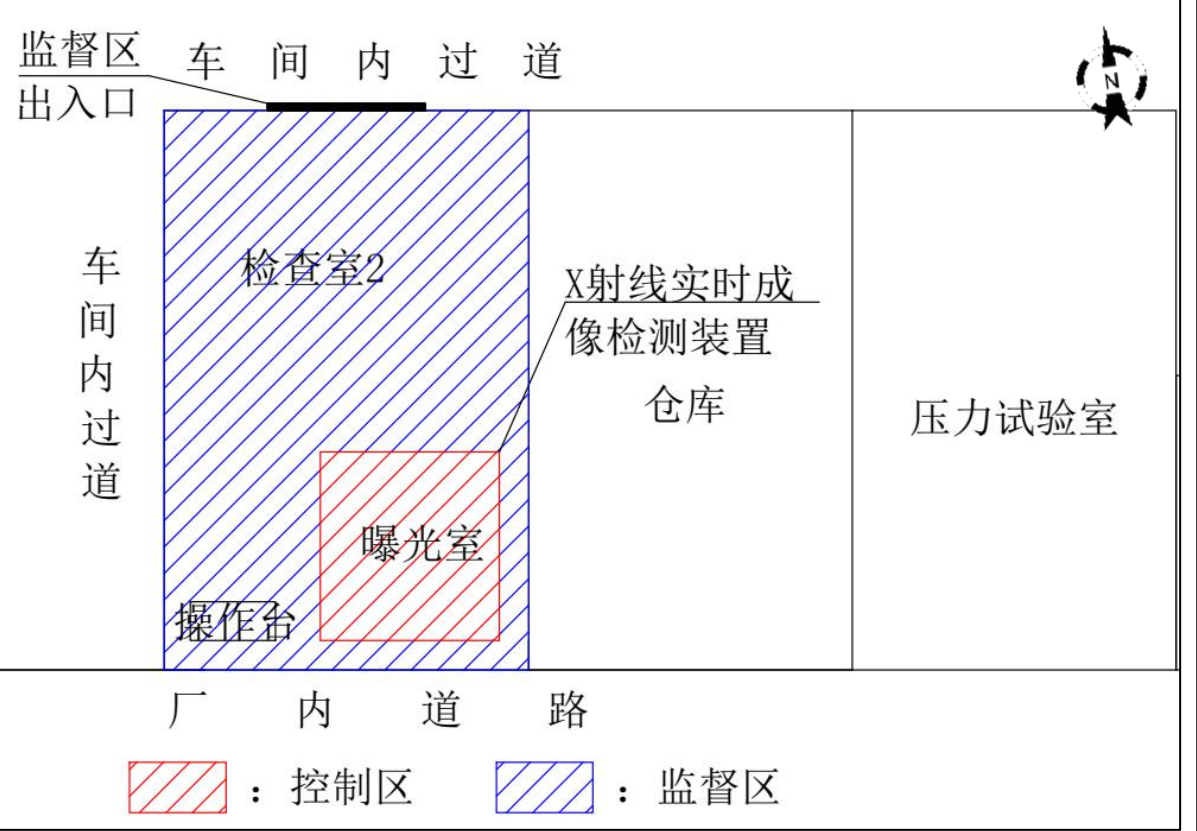
表 9-1 本项目 X 射线实时成像检测装置 X 射线管参数一览表

--

本项目 X 射线实时成像检测装置在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生的臭氧和氮氧化物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将产生生活污水和一般生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

<p>项目安全措施</p> <p>1 项目布局及分区合理性分析</p> <p>常州青塔超高压套管有限公司拟新增的 X 射线实时成像检测装置包括曝光室和操作台，操作台位于曝光室西侧，主射线可朝装置南侧或底部照射，操作台避开了 X 射线主射线方向。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）中关于操作室与曝光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。</p>	
 <p>图10-1 本项目X射线实时成像检测装置平面布局及分区图</p> <p>本项目拟将 X 射线实时成像检测装置曝光室作为本项目的辐射防护控制区（图 10-1 中红色阴影部分），在曝光室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曝光室内；拟将 X 射线实时成像检测装置所在检查室 2 除曝光室以外的其他区域（含操作台）作为辐射防护监督区（图 10-1 中蓝色阴影部分），在监督区出入口处悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和显示监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人员不得靠近。本项目 X 射线实时成像检测装置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</p>	

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曝光室屏蔽防护设计见表 10-1，屏蔽设计见附图 3，装置屏蔽设计说明见附件 3。

表 10-1 本项目 X 射线实时成像检测装置曝光室屏蔽设计参数一览表

--

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，本项目拟参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）设置相应的辐射安全装置和保护措施。X 射线实时成像检测装置辐射安全措施图见图 10-2。

3.1 辐射防护措施

本项目拟采取的辐射安全措施与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）对照见表 10-2。

表 10-2 本项目辐射安全措施与标准对照一览表

标准要求	拟采取措施	是否满足要求
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	本项目 X 射线实时成像检测装置工件门拟设置门机联锁装置，只有当工件门完全关闭后才能开	满足

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。	机检测。在检测过程中, 工件门被意外打开时, 射线管能立刻停止出束。本项目 X 射线实时成像检测装置操作台处拟设紧急开门开关。	
6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置, 并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间, 以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别, 并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	本项目 X 射线实时成像检测装置外北侧顶部及装置内东侧均拟设置工作状态指示灯并与 X 射线管进行联锁。X 射线实时成像检测装置工作时, 指示灯开启, 警告无关人员勿靠近 X 射线实时成像检测装置或在装置附近做不必要的逗留。指示灯信号能持续足够长的时间, 以确保 X 射线实时成像检测装置周围人员安全离开, 指示灯信号有明显的区别, 并且与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。X 射线实时成像检测装置表面明显位置处拟设置对指示灯信号意义的清晰说明。由于本项目 X 射线实时成像检测装置所在检测室 2 内不允许公众人员进入, 且装置体积较小, 几乎不存在视野死角, 操作时辐射工作人员无需进入装置内部, 因此本项目 X 射线实时成像检测装置未设置声音提示装置。	满足
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。	拟在 X 射线实时成像检测装置曝光室内顶部设置 1 个视频监控装置, 视频监控的显示装置拟设于操作台处, 辐射工作人员可通过监控系统监视 X 射线实时成像检测装置内部情况。	满足
6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	拟在 X 射线实时成像检测装置工件门上设置“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。	满足
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。	拟在 X 射线实时成像检测装置曝光室内西侧设置 1 个急停按钮, 拟在操作台处设置 1 个急停按钮, 确保出现紧急事故时, 能立即停止照射。各紧急停机按钮旁均拟设置标签, 标明使用方法。	满足
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 射线实时成像检测装置顶部拟设置 2 个通风口, 并拟配备 2 台轴流风机对曝光室内进行换气, 2 台轴流风机总有效通风量为 330m ³ /h, 曝光室内净体积约为 12.4m ³ , 每小时能对曝光室内进行约 26.6 次有效换气。同时检查室 2 内拟设置空调装置进行通风。	满足

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	由于本项目摆放工件无需进入曝光室内，因此曝光室内未设置固定式场所辐射探测报警装置。	/
/	拟在操作台处设置钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用，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。	/

以上措施落实后，本项目的辐射安全和防护措施将满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中相关辐射安全要求和本项目辐射安全的需要。

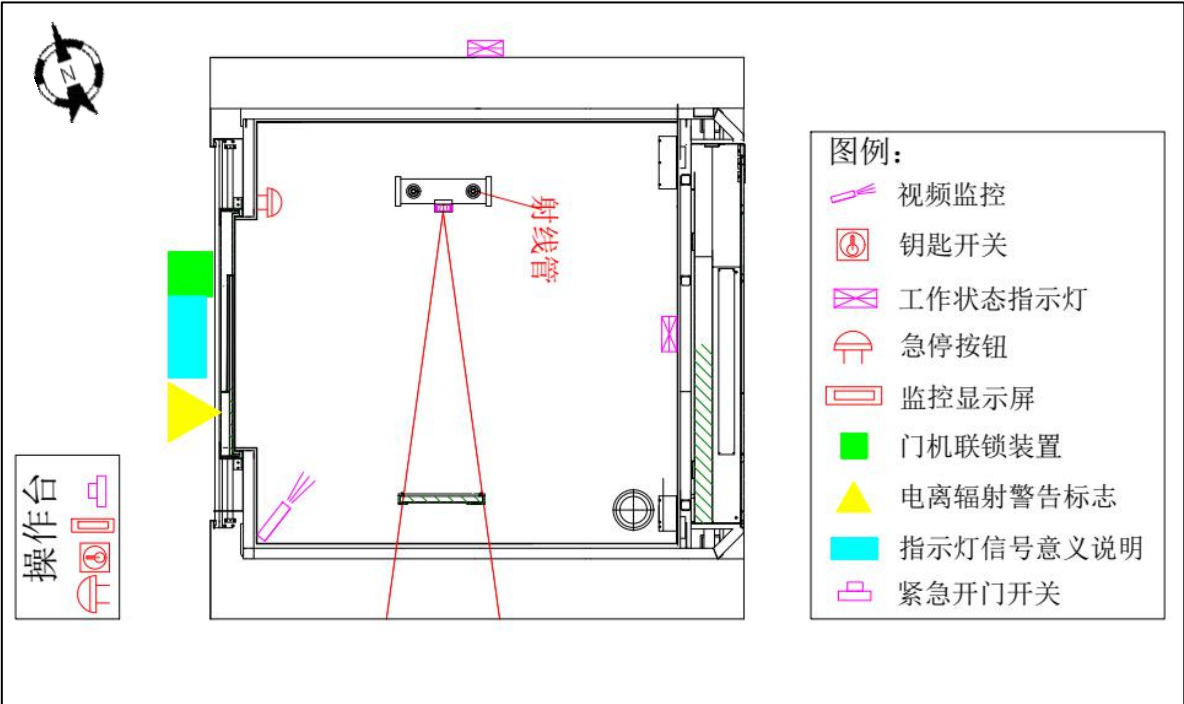


图 10-2 本项目 X 射线实时成像检测装置辐射防护与安全措施布置图

3.2 操作防护措施

- （1）辐射工作人员在开展检测工作前拟对 X 射线实时成像检测装置进行检查，确认设备外观完好，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。测量值拟与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，拟终止检测工作并向辐射防护负责人报告。
- （3）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。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不开展检测工作。
- （4）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，才能开始检测工作。
- （5）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。

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) 拟将 X 射线实时成像检测装置的 X 射线发生器处置至无法使用，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

本项目无放射性三废产生，和项目有关的非放射三废主要包括臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。

本项目 X 射线实时成像检测装置在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化物可通过通风口排入检查室 2 内，然后通过检查室 2 内的通风装置排入外环境。臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气，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。

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是由曝光室和操作台等组成的一体式设备，由专业供应商直接运送安装到指定区域，在设备安装过程中会产生少量的噪声、固体废物及废水。

(1) 噪声：X 射线实时成像检测装置在安装过程中会产生少量的设备安装组装噪声，设备安装组装噪声远远小于厂区内生产经营活动产生的生产噪声，因此施工噪声对周围环境影响较小。

(2) 固体废物：X 射线实时成像检测装置在安装过程中，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 射线实时成像检测装置在安装及调试过程中，安装及调试人员会产生少量的生活污水，进入公司污水管道，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

1 辐射环境影响分析

本项目 UND160 型 X 射线实时成像检测装置的最大管电压为 160kV，最大管电流为 3mA。本项目 X 射线实时成像检测装置可朝南侧或底部照射，因此本项目分别选取 X 射线实时成像检测装置以最大管电压及最大管电流运行时朝南侧或底部照射两种情况进行预测，本次评价 X 射线实时成像检测装置理论预测参数、有用线束及非有用线束方向见下表 11-1。

表 11-1 X 射线实时成像检测装置有用线束及非有用线束方向表

预测情形	有用线束方向	非有用线束方向	预测参数
主射线朝南侧照射	南侧	东侧、西侧、北侧、顶部、底部、工件门、电缆口及通风口	160kV, 3mA, 输出量取 2.2mSv·m ² /(mA·min)
主射线朝底部照射	底部	东侧、南侧、西侧、北侧、顶部、工件门、电缆口及通风口	

计算时根据表 11-1，对 X 射线实时成像检测装置有用线束及非有用线束方向的剂量率进行预测，计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。本项目 X 射线实时成像检测装置计算示意图分别见图 9-3 及图 9-4。

1.1 理论预测公式

1.1.1 有用射束方向屏蔽效果预测公式

工业 X 射线探伤装置曝光室屏蔽预测计算模式采用《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：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-1)$$

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，根据厂家提供材料，本项目 X 射线管滤过采用 2mm 聚醚酰亚胺（固有）+2mmCu（附加），根据《辐射防护导论》附图 3，X 射线管 1m 处输出量取 $2.2\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B ：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.2，由插值法得出在 160kV 下铅的 TVL 为 1.048mm，后按公式（11-2）计算得出：

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

式中：X：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：屏蔽材料的十值层厚度。

1.1.2 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

$$\dot{H} = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

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

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《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）表 1，本项目取 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B ：屏蔽透射因子，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.2，由插值法得出在 160kV 下铅的 TVL 为 1.048mm，后按公式（11-2）计算得出；

② 散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (11-4)$$

- 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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，根据厂家提供材料，本项目 X 射线管滤过采用 2mm 聚醚酰亚胺（固有）+2mmCu（附加），根据《辐射防护导论》附图 3，X 射线管 1m 处输出量取 $2.2\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ；
- 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 160kV 电压 90° 散射辐射的射线能量为 150kV，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中附录 B 表 B.2，150kV 下铅的 TVL 值为 0.96mm，再按公式（11-2）计算得出；
- 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之比。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《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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。

2 屏蔽计算结果

2.1 理论计算结果

表 11-2 本项目有用线束屏蔽体屏蔽效果预测表

关注点	X 设计厚度	等效屏蔽厚度	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$	B	$R^\text{①}$ (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	评价
-----	--------	--------	--------	---	---	---------------------	-----------------------------------	-------------------------------	----

--

表 11-3 本项目非有用线束屏蔽体屏蔽效果预测表

--

从表 11-2、表 11-3 中预测结果可知，本项目 X 射线实时成像检测装置满功率运行时，X 射线实时成像检测装置曝光室四周、底部屏蔽体、工件门、通风口、电缆口外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 $0.074\mu\text{Sv/h}$ ，曝光室顶部屏蔽体 30cm 处的最大辐射剂量率约为 $0.113\mu\text{Sv/h}$ ，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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

2.2 天空反散射影响分析

本项目 X 射线实时成像检测装置满功率运行时，顶部屏蔽体上方 30cm 处的最大辐射剂量率为 $0.113\mu\text{Sv/h}$ ，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，保守叠加装置曝光室四周屏蔽体外最大辐射剂量率 $0.074\mu\text{Sv/h}$ 后，关注点总剂量率最大约为 $0.187\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“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 通风口及电缆口处辐射防护评价

本项目 X 射线实时成像检测装置 2 个通风口处均拟采用 $5\text{mmPb}+5\text{mmFe}$ 防护罩进行屏蔽防护，铅防护罩采用迷宫式设计，X 射线在通风口铅防护罩内至少经过 3 次散射才能到达曝光室外，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”，可推断通风口处的辐射剂量率能够满足标准要求。通风口散射示意图见图 11-1。

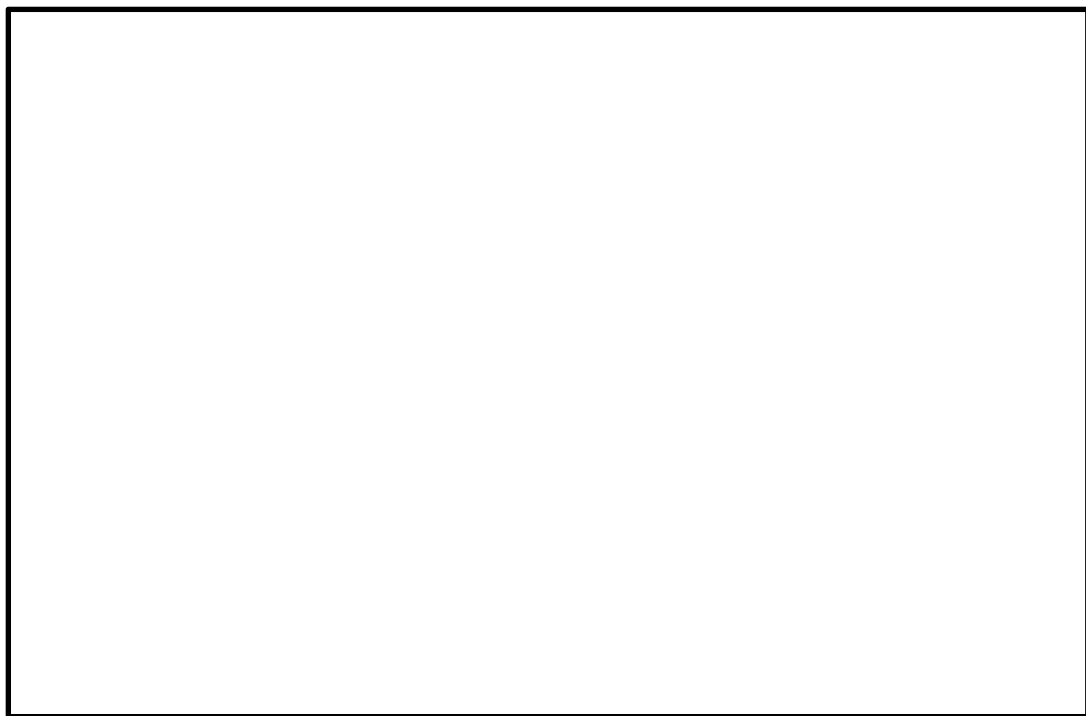


图 11-1 X 射线实时成像检测装置通风口防护罩结构散射示意图

本项目 X 射线实时成像检测装置电缆口处拟采用 5mmPb+5mmFe 防护罩进行屏蔽防护，铅防护罩采用迷宫式设计，X 射线在电缆口铅防护罩内至少经过 3 次散射才能到达曝光室外，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宫，是能保证迷宫口工作人员的安全”，可推断电缆口处的辐射剂量率能够满足标准要求。电缆口散射示意图见图 11-2。

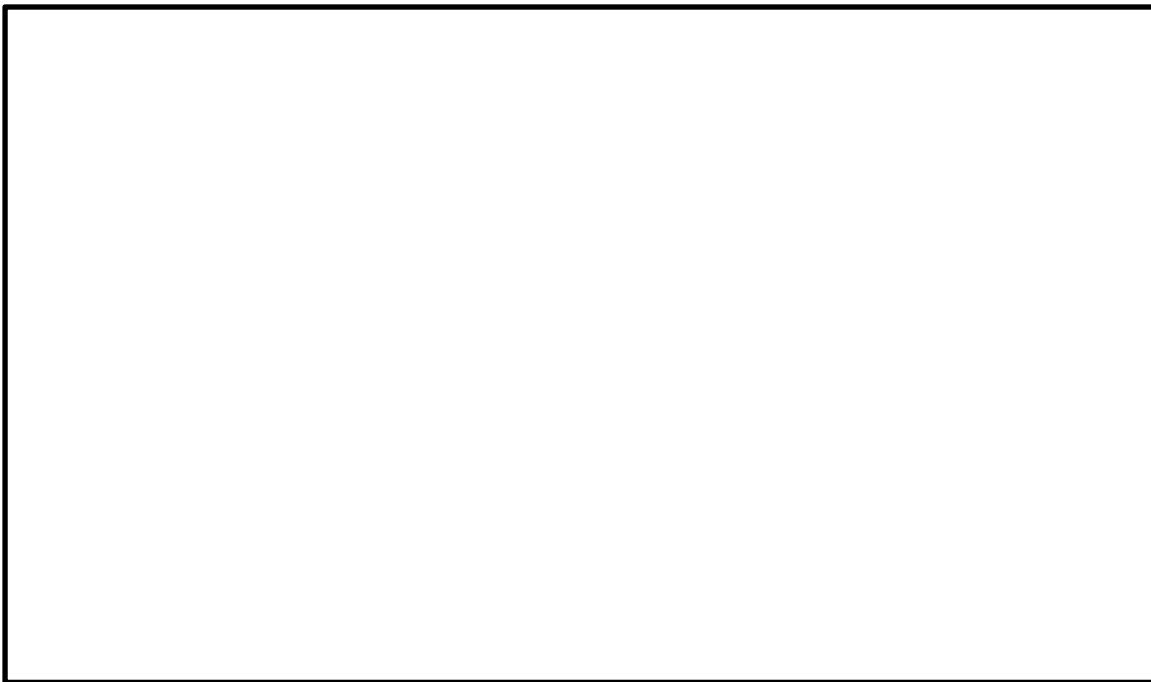


图 11-2 X 射线实时成像检测装置电缆口防护罩结构散射示意图

2.4 工件门缝隙处辐射防护评价

本项目 X 射线实时成像检测装置工件门门洞大小为 1300mm 宽×1950mm 高，工件门大小为 1408mm 宽×2060mm 高，工件门左右各搭接 54mm，上下各搭接 55mm。

工件门与屏蔽体之间的缝隙宽度均小于 5mm，工件门与屏蔽体重叠部分不小于防护门与墙体缝隙宽度的 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断本项目 X 射线实时成像检测装置工件门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

3 年有效剂量估算


3.1 辐射工作人员及公众年有效剂量估算

本项目辐射工作人员和周围公众年有效剂量预测可通过《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的公式来估算，估算公式如下：

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \dots\dots\dots (11-5)$$

上式中：H—受照剂量，μSv；

\dot{H} —参考点处剂量率，μSv/h；



本项目 X 射线实时成像检测装置辐射工作人员为 X 射线实时成像检测装置操作人员，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。本项目拟将检查室 2 内除 X 射线实时成像检测装置曝光室外的其他区域划为监督区，公众人员位于监督区外，根据公式（11-1）~公式（11-4），计算可得监督区边界外各关注点处辐射剂量率，计算点位图见图 11-3，计算结果见表 11-4。

--	--	--	--

将表 11-2~表 11-4 中结果代入公式（11-5）中，以 X 射线实时成像检测装置周围各关注点处辐射剂量率值进行周剂量估算及年剂量估算，结果见表 11-5 及表 11-6。

表 11-5 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

--	--	--	--

从表 11-5 预测结果可以看出，本项目 X 射线实时成像检测装置周围辐射工作人员周有效剂量最大值为 $0.740\mu\text{Sv}$ ，周围公众成员周有效剂量最大为 $0.020\mu\text{Sv}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和本项目管理目标中关注点的周围剂量当量参考控制水平要求：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 11-6 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

--

从表 11-6 中预测结果可以看出，本项目 X 射线实时成像检测装置周围辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.037mSv ，周围公众成员年有效剂量最大为 0.003mSv ，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：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 。

3.2 叠加辐射剂量影响分析

由于本项目 X 射线实时成像检测装置与公司原有 1 台 X 射线实时成像检测装置相距较近（约 7.5m），因此需考虑 2 台装置的叠加影响。

3.2.1 辐射工作人员所受叠加年有效剂量分析

本项目 X 射线实时成像检测装置周围辐射工作人员所受最大叠加剂量率保守取本项目 X 射线实时成像检测装置四周外最大剂量率与原有 1 台 X 射线实时成像检测装置四周外最大剂量率（ $0.128\mu\text{Sv/h}-0.103\mu\text{Sv/h}$ ）（见附件 9，剂量率扣除了本底水平 $0.103\mu\text{Sv/h}$ ）相加，即： $0.074\mu\text{Sv/h}+0.128\mu\text{Sv/h}-0.103\mu\text{Sv/h}=0.099\mu\text{Sv/h}$ ，则本项目 X 射线实时成像检测装置周围辐射工作人员所受叠加年有效剂量为 $0.099\mu\text{Sv/h}\times 500\text{h}=0.050\text{mSv}$ 。本项目 X 射线实时成像检测装置辐射工作人员所受叠加年有效剂量能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和本项目管理目标中关注点的周围剂量当量参考控制水平要求，即职业人员年有效剂量不超过 5mSv。

3.2.2 公众人员所受叠加年有效剂量分析

本项目监督区东侧、西侧及北侧的公众人员需考虑叠加年有效剂量。本项目监督区东侧、西侧及北侧边界外关注点处的最大剂量率分别为 $0.020\mu\text{Sv/h}$ 、 $0.006\mu\text{Sv/h}$ 及 $0.002\mu\text{Sv/h}$ ，叠加原有 1 台 X 射线实时成像检测装置四周外最大剂量率（ $0.128\mu\text{Sv/h}-0.103\mu\text{Sv/h}$ ）（见附件 9，剂量率扣除了本底水平 $0.103\mu\text{Sv/h}$ ）后，监督区东侧、西侧及北侧的公众人员所受叠加剂量率分别为 $0.045\mu\text{Sv/h}$ 、 $0.031\mu\text{Sv/h}$ 及 $0.027\mu\text{Sv/h}$ ，则本项目 X 射线实时成像检测装置监督区东侧、西侧及北侧的公众人员所受叠加年有效剂量见表 11-7。

表 11-7 本项目 X 射线实时成像检测装置周围公众人员所受叠加年有效剂量结果评价

--

由表 11-7 中结果可知，本项目 X 射线实时成像检测装置周围公众所受叠加年有效剂量最大值约为 0.006mSv/a ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）和本项目管理目标中关注点的周围剂量当量参考控制水平要求，即公众年有效剂量不

超过 0.1mSv。

4 三废治理评价

本项目 X 射线实时成像检测装置在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。X 射线实时成像检测装置顶部设有通风口及轴流风机，总有效通风量为 330m³/h，曝光室体积约为 12.4m³，每小时能对曝光室内进行约 26.6 次有效换气，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应不小于 3 次”的要求。X 射线实时成像检测装置产生的少量臭氧和氮氧化物可通过顶部通风口排入检查室 2 内，检查室 2 内拟设置排风系统（空调装置，具备新风功能），臭氧和氮氧化物可通过检查室 2 内的排风系统排入外环境。臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气，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。

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曝光时才产生 X 射线，因此 X 射线探伤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，导致工件门未完全关闭时开机工作，人员受到误照射；在检测过程中，工件门被意外打开，导致人员受到误照射。

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

（3）由于工件碰撞造成 X 射线实时成像检测装置工件门破损，导致工件门外产生漏射线。

2 辐射事故预防措施

常州青塔超高压套管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，结合公司《辐射事故应急预案》，公司拟采取以下预防措施：

（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

人员误入或误留在装置内。

(2) 每次在开启 X 射线实时成像检测装置前，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检测。

(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。

(4) 辐射工作人员通过考核后方能从事检测作业，同时定期进行辐射安全与防护培训，提升安全与防护意识。

(5) 对可能受到超剂量照射的人员，及时送医检查并治疗。

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，结合公司《辐射事故应急预案》相关内容，确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。在发生事故后：

(1) 辐射工作人员或操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。

(4) 协助专业人员对受照人员进行受照剂量估算，并协助进行身体检查和医学观察。

(5) 事故处理后保存好受照人员体检资料，做好跟踪观察。

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。

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。辐射工作人员均应通过生态环境部组织的“X 射线探伤”类、辐射防护负责人应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类考核，通过考核后方可上岗。

常州青塔超高压套管有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确了辐射防护负责人及其职责。公司目前共有 2 名辐射工作人员（其中张国庆于 2025 年 6 月调离辐射工作岗位，由李艳接替），2 名辐射工作人员均已通过生态环境部培训平台上的线上考核（考核合格证明见附件 8）。本项目配备的 1 名辐射工作人员拟从已有辐射工作人员中调配，调配后仅负责本项目辐射工作，不再从事公司其他辐射工作。公司辐射防护负责人此前未取得生态环境部组织的“辐射安全管理”类考核合格证书，此次公司辐射防护负责人还应参加并通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类考核。辐射工作人员持有的辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可再次上岗。

辐射安全管理规章制度

常州青塔超高压套管有限公司已按照《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》中相关要求制定了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、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、台账登记制度、事故应急制度等。

公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，基本满足现有核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求。公司相关制度均已落实且严格执行，公司各项辐射安全管理制度执行情况良好。

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，使其在实际工作中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，明确本项目 X 射线实时成像检测装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确本项目 X 射线实

时成像检测装置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、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。

辐射防护和安全保卫制度：根据公司的具体情况及本项目情况完善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的运行和维修时辐射安全管理。明确维修保养人员进入 X 射线实时成像检测装置内部进行维修时的安全防护和紧急停机的管理措施及制度。

设备检修维护制度：明确 X 射线实时成像检测装置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：完善人员培训计划，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。

在历年运行过程中，常州青塔超高压套管有限公司严格遵守了《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》等相关放射性法律、法规，配合各级环保部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在

辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好，迄今为止，公司未发生过辐射安全相关事故。

辐射监测

公司拟使用的 X 射线实时成像检测装置属于 II 类射线装置，根据《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；用于对 X 射线实时成像检测装置周围的辐射水平进行巡测。

公司目前共配有 1 台辐射巡测仪及 2 台个人剂量报警仪。本项目拟使用公司已有的辐射监测仪器，公司的仪器配备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宁大卫防检测技术有限公司开展年度环保检测，根据公司 2025 年度环保检测报告（见附件 9）可知，公司已有辐射工作场所周围的辐射水平无异常；在开展作业期间，公司已定期（每 3 个月/次）对已有辐射工作场所及周围的辐射水平进行监测，并做相关记录。

公司现有辐射工作人员均已配备个人剂量计监测累积剂量，并定期（不超过 3 个月/次）送常州环宇信科环境检测有限公司进行个人剂量监测，根据公司 2024 年 9 月~2025 年 9 月连续 4 个季度辐射工作人员个人剂量监测报告可知（见附件 10），辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常；公司已定期（不超过 2 年/次）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。公司已于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统提交上一年度的评估报告，年度评估报告内容包括核技术利用项目新建、改建、扩建和退役，辐射安全和防护设施的运行与维护，辐射安全和防护制度及措施的制定与落实等情况。

公司还应根据辐射管理要求，针对本项目完善已有监测方案：

（1）公司拟每年委托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，周期为 1 次/年。监测结果连同单位的年度辐射安全评估报告一起，在次年的 1 月 31 日前，上报发证的生态环境部门备案；

（2）在开展检测工作时，公司拟定期对本项目 X 射线实时成像检测装置周围的辐射水平进行监测，周期为 1 次/3 个月，并做相关记录；

（3）本项目辐射工作人员拟佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（每 1 个月/次，最长不超过 3 个月/次）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。个人

剂量档案须终生保存，并且在辐射工作人员脱离辐射工作岗位后继续保存至少 20 年；

（4）公司拟定期安排本项目辐射工作人员进行职业健康体检（两次检查的时间间隔不应超过 2 年），并建立职业健康监护档案。辐射工作人员职业健康监护档案应有专人负责管理，并终生保存职业健康监护档案。

本项目辐射监测方案见表 12-1。

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
X 射线实时成像检测装置	X- γ 周围剂量当量率	验收监测，委托有资质的单位进行	1 次	①X 射线实时成像检测装置周围各关注点处，如四周、顶部、底部屏蔽体、工件门外 30cm 处；特别是通风口、电缆口等位置； ②辐射工作人员操作位处； ③周围环境保护目标处。
		工作场所年度监测，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	个人剂量当量	委托有资质的单位进行	每 1 个月/次，最长不超过 3 个月/次	/
	职业健康体检	委托有资质的单位进行	每 2 年/次	/

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。

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，常州青塔超高压套管有限公司应针对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）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。

常州青塔超高压套管有限公司已依据《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，明确建立了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。公司制定的事故应急预案较全面，并具有一定的可

行性，公司开展辐射活动至今，未发生过辐射安全事故。公司多次组织应急人员对应急处理措施进行培训，并定期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

常州青塔超高压套管有限公司地址位于江苏武进经济开发区祥云路 11 号，公司厂区东侧为常州戴朗机械设备有限公司，南侧依次为河道、常州创新给排水设备有限公司及江苏成盛家具有限公司，西侧为祥云路，北侧为常州施瑞特机械有限公司。

常州青塔超高压套管有限公司拟在公司车间南部检查室 2 内扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置，检查室 2 东侧依次为仓库、压力试验室、原材料库及烘箱区，南侧依次为厂内道路、河道、常州创新给排水设备有限公司及江苏成盛家具有限公司，西侧依次为车间内过道、修复室、仓库、办公室、会议室、通道、货物进出口及厂内道路，北侧依次为车间内过道、注型室、组离型室、金具室、检查室 1、待出货区、产品干燥室、叉车充电区、修复室、电气试验室、更衣室、卫生间及常州施瑞特机械有限公司，公司车间为一层建筑，无地下室。

本项目 X 射线实时成像检测装置周围 50m 范围内没有居民区、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、装置拟建址周围评价范围内公司其他工作人员、南侧常州创新给排水设备有限公司、江苏成盛家具有限公司及北侧常州施瑞特机械有限公司内工作人员。

1.2 产业政策符合性与实践正当性评价

本项目利用 X 射线实时成像检测装置对公司生产的超高压套管、绝缘件的无损检测工作，对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展和改革委员会令第 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。

公司厂内原有 1 台 X 射线实时成像检测装置，随着公司产能扩大，原有装置无法满足检测需求，因此公司拟扩建 1 台 X 射线实时成像检测装置。扩建后能够满足产量扩增后的检测需求。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产能扩大的检测需求，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 X 射线实时成像检测装置包括曝光室和操作台等，操作台位于曝光室外西侧，主射线朝南侧或底部照射，操作台避开了 X 射线主射线方向。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）中关于操作室与曝光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。

本项目拟将 X 射线实时成像检测装置曝光室作为本项目的辐射防护控制区，拟将 X 射线实时成像检测装置所在检查室 2 除曝光室以外的其他区域（含操作台）作为辐射防护监督区。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工件门拟设置门机联锁装置；X 射线实时成像检测装置外北侧顶部及装置内东侧拟设置工作状态指示灯并与 X 射线管进行联锁；拟在 X 射线实时成像检测装置曝光室内设置 1 个视频监控装置；拟在 X 射线实时成像检测装置工件门上设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明；拟在 X 射线实时成像检测装置曝光室内西侧及操作台处各设置 1 个急停按钮，紧急停机按钮旁均拟设置标签，标明使用方法；X 射线实时成像检测装置顶部拟设置 2 个通风口，并拟配备 2 台轴流风机对曝光室内进行换气，每小时能对曝光室内进行约 26.6 次有效换气；拟在 X 射线实时成像检测装置操作台处设置钥匙开关；由于摆放工件时人员无需进入 X 射线实时成像检测装置内，因此装置曝光室内未设置固定式辐射探测报警装置。

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

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，同时制定了各项辐射安全管理制度。公司目前共有 2 名辐射工作人员，已有辐射工作人员均已通过生态环境部培训平台上的线上考核。公司拟为本项目配备的 1 名辐射工作人员拟从已有辐射工作人员中调配。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，并建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

公司目前共配有 1 台辐射巡测仪及 2 台个人剂量报警仪。本项目拟使用公司已有的辐射监测仪器，公司的仪器配备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外壳尺寸为 3200mm（长）×3040mm（宽）×2452mm（高，不含立脚高度 130mm），X 射线实时成像检测装置东侧、西侧、北侧及顶部屏蔽体均拟采用 5mmPb+5mmFe，装置南侧及底部屏蔽体均拟采用 8mmPb+5mmFe，装置工件门拟采用 5mmPb+5mmFe，装置电缆口防护罩拟采用 5mmPb+5mmFe 防护罩，通风口防护罩拟采用 5mmPb+5mmFe 防护罩。

根据理论预测结果，公司拟配备的 X 射线实时成像检测装置满功率运行时曝光室各侧屏蔽体外 30cm 处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）的剂量率限值要求。

2.2 保护目标剂量

根据理论预测结果，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限值要求：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。

2.3 三废处理处置

本项目 X 射线实时成像检测装置在进行检测工作时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物可通过通风口排入检查室 2 内，再经过检查室 2 内的排风系统排入外环境，臭氧在空气中 50min 可自动分解为氧气，其产生的臭氧和氮氧化物对环境影响较小。

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。

3 可行性分析结论

综上所述，常州青塔超高压套管有限公司扩建 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) 建设单位在该工程竣工后，应根据《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定由建设单位在环境保护设施竣工之日起 3 个月内进行自主验收。

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	公司已成立辐射安全管理机构,并以文件形式明确各成员职责	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	本项目 X 射线实时成像检测装置外壳尺寸为 3200mm (长)×3040mm (宽)×2452mm (高,不含立脚高度 130mm), X 射线实时成像检测装置东侧、西侧、北侧及顶部屏蔽体均拟采用 5mmPb+5mmFe, 装置南侧及底部屏蔽体均拟采用 8mmPb+5mmFe, 装置工件门拟采用 5mmPb+5mmFe, 装置电缆口防护罩拟采用 5mmPb+5mmFe 防护罩, 通风口防护罩拟采用 5mmPb+5mmFe 防护罩	X 射线实时成像检测装置周围的辐射剂量率能够满足《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 2.5μSv/h”的要求。	22
	本项目 X 射线实时成像检测装置工件门拟设置门机联锁装置; X 射线实时成像检测装置外北侧顶部及装置内东侧拟设置工作状态指示灯并与 X 射线管进行联锁; 拟在 X 射线实时成像检测装置曝光室内设置 1 个视频监控装置; 拟在 X 射线实时成像检测装置工件门上设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及警示说明; 拟在 X 射线实时成像检测装置曝光室内西侧及操作台处各设置 1 个急停按钮, 紧急停机按钮旁均拟设置标签, 标明使用方法; X 射线实时成像检测装置顶部拟设置 2 个通风口, 并拟配备 2 台轴流风机对曝光室内进行换气, 每小时能对曝光室内进行约 26.6 次有效换气; 拟在 X 射线实时成像检测装置操作台处设置钥匙开关; 由于摆放工件时人员无需进入 X 射线实时成像检测装置内, 因此装置曝光室内未设置固定式辐射探测报警装置	满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中的相关要求	8
人员配备	公司拟为本项目配备 1 名辐射工作人员, 该名辐射工作人员从已有辐射工作人员中调配, 已通过生态环境部培训平台上的线上考核	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。	定期投入
	公司委托有资质的单位对本项目 1 名辐射工作人员开展个人剂量检测 (1 个月/次, 最长不超过 3 个月/次), 并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案		
	公司拟定期 (两次检查的时间间隔不应超过 2 年) 组织本项目 1 名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		
监测仪器和防护用品	公司目前共配有1台辐射巡测仪及2台个人剂量报警仪，本项目拟使用公司已有的辐射监测仪器	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	/
辐射安全管理制度	公司已根据相关标准要求，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、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、台账管理制度以及辐射事故应急方案等制度	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方案	/

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