

核技术利用建设项目  
南京测源科技有限公司  
新增1台工业CT检测装置项目  
环境影响报告表  
(公示本)

南京测源科技有限公司

2026年3月

生态环境部监制

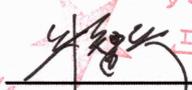
核技术利用建设项目

南京测源科技有限公司

新增1台工业CT检测装置项目

环境影响报告表

建设单位名称： 南京测源科技有限公司

建设单位法人代表（签字或盖章）： 

通讯地址： 江苏省南京市江宁区吉印大道3128号

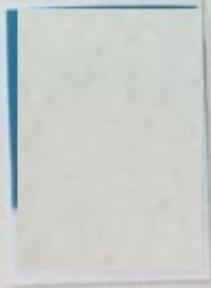
邮政编码： 211100 联系人：

电子邮箱： / 联系电话：

打印编号：1768375446000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	dkce5e		
建设项目名称	新增1台工业CT检测装置项目		
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		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称（盖章）	南京测源科技有限公司		
统一社会信用代码	91320115MADAJG0H6D		
法定代表人（签章）	朱智宁		
主要负责人（签字）	朱智宁		
直接负责的主管人员（签字）	陆佩		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称（盖章）	南京苏绿环境技术有限公司		
统一社会信用代码	91320111053297442E		
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
程新	07353243507320533	BH014783	程新
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
程新	全部章节	BH014783	程新
孙婉婷	审核	BH028156	孙婉婷



持证人签名:  
Signature of the Bearer

管理号:  
File No.: 07353243507320533

5663

姓名: 程新  
Full Name \_\_\_\_\_  
性别: \_\_\_\_\_  
Sex \_\_\_\_\_  
出生年月: \_\_\_\_\_  
Date of Birth \_\_\_\_\_  
专业类别: \_\_\_\_\_  
Professional Type \_\_\_\_\_  
批准日期: 2007年05月  
Approval Date

签发单位盖章:  
Issued by \_\_\_\_\_  
签发日期: 2007 年 07 月 31 日  
Issued on





# 环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源  
和社会保障部、生态环境部批准颁发，  
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职业资格。



中华人民共和国  
人力资源和社会保障部



中华人民共和国  
生态环境部

姓 名： 孙婉婷

证件号码： \_\_\_\_\_

性 别： 女

出生年月： \_\_\_\_\_

批准日期： 2024年05月26日

管 理 号： 03520240532000000043



# 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：南京苏绿环境技术有限公司

现参保地：建邺区

统一社会信用代码：91320111053297442E

查询时间：202512-202603

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	8	8	8	
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	程新		202512 - 202602	3

说明：

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



# 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: 南京苏绿环境技术有限公司

现参保地: 建邺区

统一社会信用代码: 91320111053297442E

查询时间: 202501-202603

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	8	8	8	
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	孙婉婷		202601 - 202602	2

说明:

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



# 目录

表1 项目基本情况 .....	1
表2 放射源 .....	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 .....	14
表9 项目工程分析与源项 .....	20
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 .....	44
表13 结论与建议 .....	48
表14 审批 .....	53

**表1 项目基本情况**

建设项目名称		南京测源科技有限公司新增1台工业CT检测装置项目			
建设单位		南京测源科技有限公司			
法人代表	朱智宁	联系人		联系电话	
注册地址		江苏省南京市江宁区吉印大道3128号2幢二层（江宁开发区）			
项目建设地点		江苏省南京市江宁区吉印大道3128号2幢一层			
立项审批部门	南京江宁经济技术开发区管理委员会政务服务中心	批准文号	宁经政服备（2025）599号		
建设项目总投资（万元）	420	项目环保投资（万元）	10	投资比例（环保投资/总投资）	2.38%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m <sup>2</sup> ）	100
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	/			
	<b>1. 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来</b>				
<b>1.1 建设单位基本情况</b>					
<p>南京测源科技有限公司于2024年2月22日成立，公司地址位于江苏省南京市江宁区吉印大道3128号。公司经营范围包括一般项目：电子（气）物理设备及其他电子设备制造；计算机软硬件及外围设备制造；电子、机械设备维护（不含特种设备）；货物进出口；技术进出口；进出口代理；机械设备租赁；计算机及通讯设备租赁；机械设备研发；智能机器人的研发；电子测量仪器制造；电子测量仪器销售；电子专用设备制造；电子专用设备销售；电子专用材料销售；信息技术咨询服务；科技推广和应用服务（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。</p>					

## 1.2项目规模及任务由来

本项目为新建项目，公司目前未开展过核技术利用项目。为满足研发与检测需求，公司租赁南京中蕊科技有限公司位于南京市江宁区吉印大道3128号2幢一层北侧厂房，拟在该厂房内建设检测车间，配置1台VT-X750型工业CT检测装置，主要用于开展PCB线路板的无损检测及相关X射线成像技术研究。待测PCB线路板尺寸范围为50mm×50mm×1mm~610mm×515mm×5mm。工业CT检测装置最大管电压为130kV，最大管电流为0.3mA，射线管最大功率为39W。工作时主射线朝顶部照射，操作台拟设于装置东侧。

本次新增工业CT检测装置实行单班制运行，每天曝光时间不超过5h，每周曝光时间不超过30h，工作时间300天（50周），则工业CT检测装置年曝光时间约为1500h。

本项目拟新增2名辐射工作人员专门从事本项目工业CT检测装置的辐射工作，不再从事其他辐射工作。

本次评价核技术应用项目情况一览表见表1-1。

表1-1本次评价核技术应用项目情况一览表

序号	射线装置名称、型号	数量	最大管电压kV	最大管电流mA	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	备注
1	VT-X750型工业CT检测装置	1	130	0.3	II	2幢一层检测车间	使用	本次环评	未许可	主射线朝顶部照射，最大功率为39W

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），本项目属于“172核技术利用建设项目”中的“使用II类射线装置的”，应编制环境影响报告表。受南京测源科技有限公司委托，南京苏绿环境技术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报告表。

## 2.项目周边保护目标及项目选址情况

南京测源科技有限公司位于南京市江宁区吉印大道3128号2幢，地理位置图见附图1。公司西侧隔厂区道路为联东U谷·南京九龙湖智造创新港，南侧为电梯间、卫生间、楼梯间和中国邮政物流共配中心，隔厂区道路为南京协辰电子科技有限公司，东侧为南京星纪元机器人系统工程有限公司，北侧为吉印大道，厂区平面及周围环境示意图见附图2。

本项目拟在租赁的2幢一层检测车间内建设，该选址目前处于空置状态。工业CT检测装

置拟建址东侧依次为检测车间内过道、本公司仓库和南京星纪元机器人系统工程有公司；南侧依次为检测车间预留设备区、厂房走道及电梯间、卫生间、楼梯间、厂区道路和南京协辰电子科技有限公司；东南侧为中国邮政物流共配中心；西侧依次为厂区道路、联东U谷·南京九龙湖智造创新港厂区道路及厂房；北侧依次为检测车间预留设备区、本公司仓库、厂区道路。项目所在厂房共2层，本项目位于1层，层高约4.2米，无地下建筑。工业CT检测装置正上方2层区域现状用于本公司产品临时堆放，该区域暂未纳入本次租赁合同范围，建设单位已与房东达成初步意向，后续将结合生产运营需求适时办理租赁手续，该区域仍作为仓库使用。厂房平面布置及车间平面布局图见附图3。

本项目工业CT检测装置曝光室周围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及装置拟建址周围评价范围内的公众。

### **3. 实践正当性**

南京测源科技有限公司拟在厂区内新增1台工业CT检测装置对PCB线路板进行无损检测。虽然在运行期间，工业CT检测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，对周围环境的辐射影响能够满足相关标准要求。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对受照个人和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》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

### **4. 单位原有核技术应用情况**

在此之前，南京测源科技有限公司从未开展过核技术利用项目，本项目为南京测源科技有限公司首次开展核技术利用项目。

**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	工业CT检测装置	II	1	VT-X750型	130	0.3	无损检测	2幢一层检测车间	主射线朝顶部照射，最大功率为39W
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 ( $\mu$ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

**表5 废弃物（重点是放射性废弃物）**

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	少量	不暂存	少量臭氧和氮氧化物可通过闸门排入车间内，最终通过车间排风装置排入外环境，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的影响较小。
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年修订版), 中华人民共和国主席令第9号, 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), 中华人民共和国主席令第24号, 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》, 中华人民共和国主席令第6号, 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709号, 修订版于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、原国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号, 自2017年12月5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, 自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, 自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》, 原国家环保总局, 环发(2006)145号, 自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, 自2019年11月1日起施行;</p> <p>(12) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》, 自2024年2月1日起施行;</p> <p>(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》, 生态环境部公告2019年第57号, 自2020年1月1日起施行;</p> <p>(14) 《关于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, 自2019年11月1日起施行;</p>
------	--

	<p>(15) 《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》，生态环境部公告2019年第38号，自2019年11月1日起施行；</p> <p>(16) 《江苏省辐射污染防治条例》(2018年修订版)，江苏省人民代表大会常务委员会公告2018年第2号，自2018年5月1日起施行；</p> <p>(17) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74号，自2018年6月9日起施行；</p> <p>(18) 《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，自2020年1月8日起施行；</p> <p>(19) 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49号，自2020年6月21日起施行；</p> <p>(20) 《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)；</p> <p>(21) 《江苏省生态环境厅关于印发辐射安全许可证办理等工作程序和规范的通知》，苏环规〔2025〕1号，自2025年9月21日起施行。</p>
<p><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γ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》(GB 18871-2002)；</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》(GBZ 128-2019)。</p>
<p><b>其 他</b></p>	<p><b>附图：</b></p> <p>附图1 项目地理位置图；</p> <p>附图2 项目周围环境示意图；</p> <p>附图3 厂房平面布置图；</p>

附图4 项目与生态空间管控区域相对位置关系图；

附图5 项目与江宁区国土空间控制线相对位置关系图。

**附件：**

附件1 委托书；

附件2 射线装置使用承诺书；

附件3 营业执照；

附件4 X射线装置情况说明、设备说明书；

附件5 设备生产厂家资质；

附件6 备案证；

附件7 租赁合同及房产证；

附件8 现状检测报告及检测资质；

附件9 工程师现场勘查照片

**表7 保护目标与评价标准**

<p><b>评价范围</b></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体边界外50m的范围”相关规定，确定本项目评价范围为工业CT检测装置曝光室边界外周围50m区域。</p>					
<p><b>保护目标</b></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《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74号）、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1号），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。本项目不进入且评价范围不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中环境敏感区。</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>本项目工业CT检测装置曝光室周围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、工业CT检测装置拟建址周围评价范围内公众。</p> <p>本项目评价范围内保护目标情况一览表详见表7-1。</p>					
<p><b>表7-1 本项目评价范围内保护目标情况一览表</b></p>					
主要保护目标名称		场所名称方位	距工业CT检测装置最近距离	规模	环境保护要求
职业人员	检测车间工业CT检测装置辐射工作人员	东侧（操作位）	紧邻	2人	职业人员年剂量约束值为5mSv/a
公众	检测车间预留设备区工作人员	北侧	紧邻	约4人	公众年剂量约束值为0.1mSv/a
	本公司仓库工作人员		约10m	流动人群	
	厂区道路行人		约19m	流动人群	

检测车间预留设备区工作人员	南侧	紧邻	约2人
厂房走道及电梯间、卫生间、楼梯间工作人员		约7m	流动人群
厂区道路行人		约25m	流动人群
南京协辰电子科技有限公司工作人员		约43m	约30人
检测车间内过道工作人员	东侧	紧邻	流动人群
本公司仓库工作人员		约4m	流动人群
南京星纪元机器人系统工程有 限公司工作人员		约36m	约20人
中国邮政物流共配中心工作人员	东南侧	约9m	约10人
厂区道路行人	西侧	约2m	流动人群
联东U谷·南京九龙湖智造创新 港厂区道路行人		约12m	流动人群
联东U谷·南京九龙湖智造创新 港厂房工作人员		约25m	约100人
本公司仓库工作人员		正上方 (2层)	约2.6m

## 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》(GB 18871-2002)

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量需满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)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

对象	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》（GB 18871-2002）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/a~0.3mSv/a）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》（GB 18871-2002）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》（GB 18871-2002）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》（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 $\mu$ 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 $\mu$ 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）本项目工业CT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，顶部外表面30cm处的剂量率参考控制水平取2.5 $\mu$ Sv/h。

## 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, 参考表7-3江苏省环境天然 $\gamma$ 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**

<b>环境质量和辐射现状</b>	
<b>1. 项目地理和场所位置</b>	
<p>本项目位于南京市江宁区吉印大道3128号2幢一层，公司西侧隔厂区道路为联东U谷·南京九龙湖智造创新港，南侧为电梯间、卫生间、楼梯间和中国邮政物流共配中心、隔厂区道路为南京协辰电子科技有限公司，东侧为南京星纪元机器人系统工程有限公司，北侧为吉印大道。</p> <p>本项目拟在租赁的2幢一层检测车间内建设，工业CT检测装置拟建址东侧依次为检测车间内过道、本公司仓库和南京星纪元机器人系统工程有限公司；南侧依次为检测车间预留设备区、厂房走道及电梯间、卫生间、楼梯间、厂区道路和南京协辰电子科技有限公司；东南侧为中国邮政物流共配中心；西侧依次为厂区道路、联东U谷·南京九龙湖智造创新港厂区道路及厂房；北侧依次为检测车间预留设备区、本公司仓库、厂区道路。项目所在厂房共2层，本项目位于1层，层高约4.2米，无地下建筑。工业CT检测装置正上方为本公司仓库。本项目地理位置图见附图1，厂区平面及周围环境示意图见附图2，厂房平面布置及车间平面布局图见附图3。</p> <p>本项目工业CT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及装置拟建址周围评价范围内的公众。</p> <p>本项目工业CT检测装置周围环境现状见图8-1。</p>	
工业CT检测装置拟建址	工业CT检测装置拟建址东侧（检测车间内过道）

工业CT检测装置拟建址南侧（检测车间预留设备区）	工业CT检测装置拟建址北侧（检测车间预留设备区）
工业CT检测装置拟建址西侧（厂区道路）	工业CT检测装置拟建址正上方（本公司仓库）
工业CT检测装置拟建址东侧（本公司仓库）	工业CT检测装置拟建址东侧（南京星纪元机器人系统工程有限公司）

工业CT检测装置拟建址东南侧（中国邮政物流共配中心）	工业CT检测装置拟建址西侧（联东U谷·南京九龙湖智造创新港厂区道路及厂房）
工业CT检测装置拟建址南侧（厂房走道及电梯间、卫生间、楼梯间）	工业CT检测装置拟建址南侧（南京协辰电子科技有限公司）
工业CT检测装置拟建址北侧（本公司仓库）	工业CT检测装置拟建址北侧（厂区道路）
图8-1 工业CT检测装置拟建址周围环境现状照片	

## 2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：本项目工业CT检测装置拟建址及周围辐射环境；

监测因子： $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率；

监测点位：在工业CT拟建址及周围布置监测点位，共计6个监测点位。

## 3.监测方案、质量保证措施及监测结果

### 3.1监测方案

监测项目： $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率；

监测布点：在工业CT检测装置拟建址周围进行布点，具体点位见图8-2；

监测时间：2025年12月23日；

监测单位：江苏兴光环境检测咨询有限公司；

监测仪器：FH40G+FHZ672E-10型辐射监测仪（设备编号：XGJC-J001）；

量程：10nSv/h~10Sv/h；

能量响应范围：48keV~6MeV；

检定有效期：2025.8.14~2026.8.13；

检定单位：江苏省计量科学研究院；检定证书编号：Y2025-0080758。

环境条件：晴，温度4°C，相对湿度45%；

监测方法：《环境 $\gamma$ 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 $\gamma$ 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 $\gamma$ 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

监测单位：江苏兴光环境检测咨询有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定；

监测布点质量保证：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；

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《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；

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

### 3.3 监测结果

评价方法：对照江苏省环境天然 $\gamma$ 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8。

表8-1 本项目工业CT检测装置拟建址周围 $\gamma$ 辐射水平测量结果

测点编号	测点位置描述	测量结果 (nGy/h)	标准偏差	备注
1	工业CT检测装置拟建址处			
2	工业CT检测装置拟建址东侧（仓库）			
3	工业CT检测装置拟建址北侧（仓库）			
4	工业CT检测装置拟建址西侧（厂区道路）			
5	工业CT检测装置拟建址南侧（车间过道）			
6	工业CT检测装置拟建址正上方（楼上2层）			

注：测量结果已扣除仪器宇宙响应值。建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子楼房取0.8，道路取1。

图8-2 本项目工业CT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

由表8-1的监测结果可知，本项目工业CT检测装置拟建址及周围的测点1~3、5~6位于楼房室内，测点1~3、5环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率为59.5~64.2nGy/h，处于江苏省环境天然放射性 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率调查结果中室内的测值范围内（50.7~129.4nGy/h）；测点6环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率为49.6nGy/h，略低于江苏省环境天然放射性 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率调查结果中室内的测值范围，原因为拟建址正上方车间现状堆放大量钢制材料产品，导致该点位本底水平较低；测点4位于厂区道路，环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率为69.3nGy/h，处于江苏省环境天然放射性 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率调查结果中道路的测值范围内（18.1~102.3nGy/h）。

表9 项目工程分析与源项

## 工程设备和工艺分析

### 1. 工业CT检测装置情况介绍

南京测源科技有限公司拟在租赁的南京中蕊科技有限公司（位于南京市江宁区吉印大道3128号2幢一层北侧）厂房内设置检测车间，配置1台VT-X750型工业CT检测装置，主要用于开展PCB线路板的无损检测及相关X射线成像技术研究，检测工件的尺寸范围为50mm×50mm×1mm~610mm×515mm×5mm。

本项目工业CT检测装置最大管电压为130kV，最大管电流为0.3mA，射线管最大功率为39W。工作时主射线朝顶部照射，操作台拟设于装置东侧。

本项目VT-X750型工业CT检测装置包含曝光室、电装箱和操作台，操作台位于曝光室外部，与装置相连。该装置外壳尺寸为1.925m（长）×1.550m（宽）×1.645m（含底座高），底座高0.08m。曝光室采用铅板对X射线进行屏蔽，定义操作面板所在面为装置前侧。本项目工业CT检测装置示意图见图9-1、图9-2。

---

图9-1 工业CT检测装置示意图

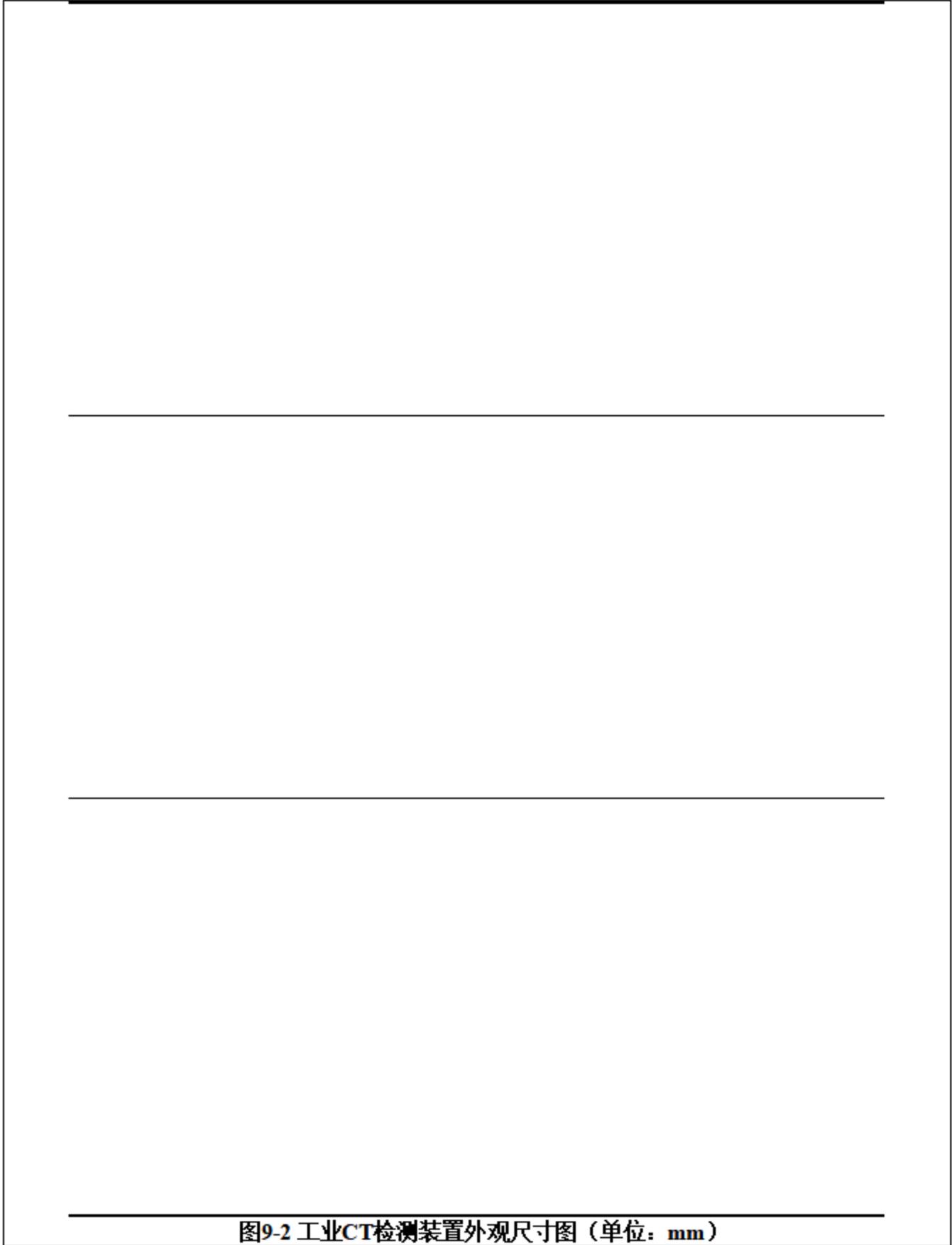


图9-2 工业CT检测装置外观尺寸图（单位：mm）

本项目工业CT检测装置的X射线管最大出束角为45°，X射线管能够在水平方向进行移动，水平方向移动范围为：左右方向650mm，前后方向835mm，竖直方向上无法进行上下移动。X射线管靶点距装置左侧、右侧外表面最近距离为450mm，距装置前侧外表面最近距离为360mm，距装置后侧外表面最近距离为730mm（设备后侧屏蔽体外350mm处为电装箱门），距装置底部外表面最近距离为695mm，距装置顶部外表面最近距离为870mm。本项目工业CT检测装置辐射源点到各侧屏蔽体最近距离及主射线范围示意图见图9-3。

图9-3本项目工业CT检测装置辐射源点到各侧屏蔽体最近距离及主射线范围示意图

## 2.工业CT检测装置工作原理

### 2.1X射线发生原理

X射线机主要由X射线管和高压电源组成，X射线管由阴极和阳极组成，阴极通常是装在聚

焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据需要，可由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、铂、金、钽等）制成，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，使电子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0.001~0.1nm。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陷介质对射线能量衰减程度不同，而引起射线透过工件后强度差异。X射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小得多，其强度减弱较小，即透过的射线强度较大，从而可以从图像上的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

常见典型的X射线管结构图见图9-4。

**图9-4 典型的X射线管结构图**

## **2.2 工业CT检测装置检测**

本项目工业CT检测装置能在对检测物体无损伤条件下，以二维断层图像或三维立体图像的形式，清晰、准确、直观地展示被检测物体的内部结构、组成、材质及缺损状况，其基本原理是经过准直的X射线束穿过被检物时，根据各个透射方向上各体积元的衰减系数不同，探测器接收到的透射能量也不同，按照一定的图像重建算法，即可获得被检工件截面—薄层无影像重叠的断层扫描图像，重复上述过程又可获得一个新的断层图像，通过测得足够多的二维断层图像就可重建出三维图像。

### 3.工业CT检测装置工艺流程及产污环节

工业CT检测装置工作时，辐射工作人员用手将被测件通过闸门放置在曝光室测试台上，辐射工作人员无需进入曝光室，关闭闸门后，辐射工作人员在操作台处进行操作，在对检测物体无损伤条件下，以图像的形式，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) 辐射工作人员在开展检测工作前对工业CT装置进行检查，重点检查安全联锁和警示灯等安全防护措施是否运行正常，确认所有辐射防护措施均有效后可开启检测工作；

(2) 打开闸门，辐射工作人员位于工业CT检测装置闸门外，无需进入曝光室，人工将被测工件置于测试台上，关闭闸门；

(3) 辐射工作人员在操作台处调整工件及X射线管至合适位置，打开X射线出束开关，启动曝光，进行无损检测，检测过程中会产生少量臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>）；

(4) 检测过程中，数字探测器接收X射线图像，工作人员通过操作台处的显像器对被测工件的缺损状况进行辨别；

(5) 检测完成后，关闭X射线出束开关，待X射线不再出束后，打开闸门，人工将工件取出。

本项目工业CT检测装置工作流程及产污环节分析示意图见图9-5。

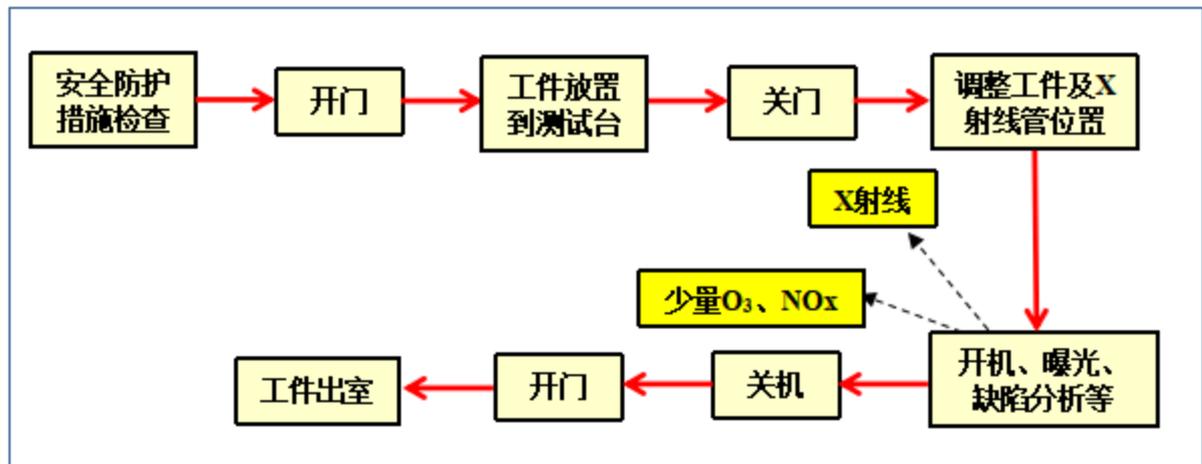


图9-5 本项目工业CT检测装置工作流程及产污环节分析示意图

### 4.人员配置及工作制度

本项目拟新增2名辐射工作人员专门从事本项目工业CT检测装置的辐射工作，不再从事其他辐射工作。本次新增工业CT检测装置单班制运行，每天曝光时间不超过5h，每周曝光时间不超过30h，工作时间300天（50周），则工业CT检测装置年曝光时间约为1500h。

## 污染源项描述

### 1.放射性污染源分析

由工业CT检测装置的工作原理可知，X射线是随装置的开、关而产生和消失。因此，正常工况时，在开机曝光期间，放射性污染物为X射线及其散射线、漏射线。本项目探伤期间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：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射线装置情况说明（附件4），本项目X射线采用0.5mmBe+1mmAl滤过，参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的附图3，保守取130kV下1mmAl滤过条件的X射线管输出量为 $19.0\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

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，本项目130kV的X射线管距辐射源点（靶点）1m处的泄漏辐射剂量率为 $1\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

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的散射辐射，130kV的X射线90°散射辐射最高能量对应的kV值不超过130kV，保守按130kV考虑。详细参数见表9-1。

表9-1 本项目工业CT检测装置参数一览表

设备型号	
最大管电压	
最大管电流	
最大功率	
出束角	
滤过条件	
X射线机的发射率常数	
泄漏辐射剂量率	
90°散射后能量	

### 2.非辐射污染源分析

本项目工业CT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**

**项目安全设施**

**1.工作场所布局及分区**

本项目工业CT检测装置包含曝光室、电装箱和操作台，操作台位于曝光室东侧，主射线朝顶部照射，操作台避开了X射线主射线方向。本项目工业CT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免有用线束照射方向的要求，布局设计合理。

本项目工业CT检测装置曝光室前后侧维修门、工件进出口闸门均设置门-机联锁装置，电装箱门未设置门-机联锁装置，射线管运行时可以打开电装箱，因此，本项目拟将工业CT检测装置曝光室边界作为本项目的辐射防护控制区，在检测装置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；拟将工业CT检测装置曝光室西侧墙体（曝光室西侧距墙体1.6m）、东南北侧各1m的范围区域（含操作台、电装箱）作为辐射防护监督区，监督区边界地面粘贴警戒线并设置警戒围栏，出入口处悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人员等不得靠近。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》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

本项目工业CT检测装置平面布局及分区图见图10-1。



**图10-1 本项目工业CT检测装置平面布局及分区图**

## 2. 辐射屏蔽设计

本项目VT-X750型工业CT检测装置包含曝光室、电装箱和操作台，操作台位于曝光室外部，与装置相连。该装置外壳尺寸为1.925m（长）×1.550m（宽）×1.645m（含底座高），底座高0.08m，曝光室外径尺寸为1.575m（长）×1.550m（宽）×1.565m（高）。曝光室采用铅板对X射线进行屏蔽，本项目工业CT检测装置曝光室屏蔽设计参数一览表见表10-1。

表10-1 本项目工业CT检测装置曝光室屏蔽设计参数一览表

工业CT检测装置型号	曝光室屏蔽参数		尺寸参数（外径）	主射线方向
	防护材料	厚度		
VT-X750型	前侧屏蔽体			主射线方向由下向上照射，最大出束角度为45°
	后侧屏蔽体			
	左侧屏蔽体			
	右侧屏蔽体			
	顶部屏蔽体			
	底部屏蔽体			
	工件进出口闸门（左侧、右侧）			
	维修门（前侧、后侧）			
	电缆口铅罩（后侧）			

## 3. 辐射安全措施设计

### 3.1 辐射防护措施

为确保辐射安全，保障工业CT检测装置安全运行，南京测源科技有限公司拟为工业CT检测装置设计相应的辐射安全装置和保护措施。主要有：

- （1）本项目工业CT检测装置曝光室通过自带铅板对X射线进行防护；
- （2）本项目工业CT检测装置曝光室前后侧维修门、工件进出口闸门均设置门-机联锁装置，在所有门（包括检修和工件进出门）关闭后才能进行出束，探伤作业。在探伤过程中，任一防护门被意外打开时，能立刻停止出束；

(3) 本项目工业CT检测装置设有指示灯、X光指示灯、联动指示灯。

①指示灯：设备屏蔽体顶部设置一个指示灯，通过红、黄、绿三种颜色指示设备的状态。绿色灯指示设备正常运行，黄色灯指示设备处于等待或停机状态，红色灯指示设备出现故障。指示灯的设置位置能够被操作者及其附近所有人员清楚地看到警示灯指示的X射线系统的状态，设备屏蔽体外拟设置清晰的对信号意义的说明。

②X光指示灯：设备左侧、右侧以及前侧屏蔽体上设置有“X-ray”指示灯，当设备输出X射线时，指示灯为红色。

③联动指示灯：联动指示灯位于前挡玻璃内侧，显示防护门状态及联锁触发状态。

设备正常出束时：防护门处于关闭并锁紧状态，门-机联锁闭合，指示灯不亮；设备不出束、防护门正常开启时：门-机联锁断开，指示灯亮红灯，提示门已开启、联锁处于触发状态；设备出束过程中防护门被意外开启时：门-机联锁立即断开，出束终止，指示灯亮红灯，提示门未关闭、联锁已触发。

(4) 本项目工业CT检测装置设备表面设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。

(5) 本项目工业CT检测装置前侧操作面板设置钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，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。

(6) 本项目工业CT检测装置在前侧、后侧各安装1个急停按钮，按钮带有标签，标明使用方法，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。

(7) 本项目工业CT检测装置为自屏蔽装置，工作时人员无法进入工业CT检测装置内部，故无需在装置内部设置监视装置和固定式场所辐射探测报警装置。

(8) 本项目工业CT检测装置所在检测车间内合适位置处拟设置视频监控，以监视辐射工作人员活动及设备运行情况。

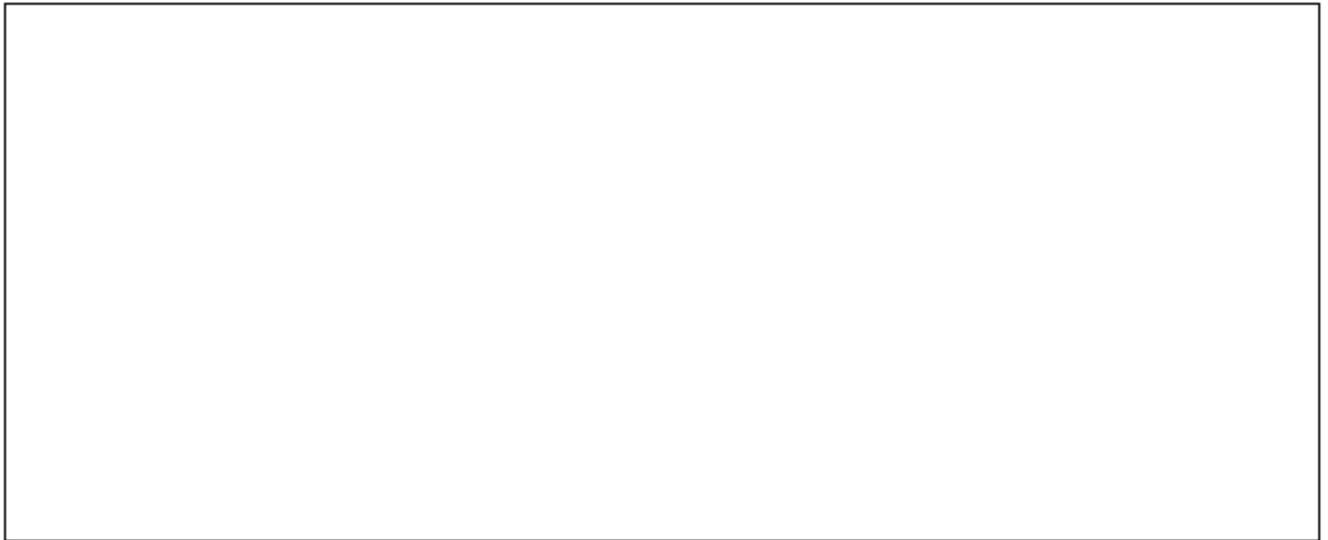
(9) 本项目拟将工业CT检测装置曝光室边界作为本项目的辐射防护控制区，在检测装置表面明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；拟将工业CT检测装置曝光室西侧墙体（曝光室西侧距墙体1.6m）、东南北侧各1m的范围区域（含操作台、电装箱）作为辐射防护监督区，监督区边界地面粘贴警戒线并设置警戒围栏，出入口处悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人员等不得靠近。工业CT检测装置监督区及控制

区示意图见图10-1。

(10) 本项目工业CT检测装置工件门与屏蔽体的间隙微小(可忽略), 并设置搭接, 防止射线泄漏。

本项目工业CT检测装置辐射安全和防护措施示意图见图10-2, 本项目工业CT检测装置辐射安全和防护平面布置图见图10-3。

**图10-2 本项目工业CT检测装置辐射安全和防护措施示意图**



**图10-3 本项目工业CT检测装置辐射安全和防护平面布置图**

本项目拟采取的辐射安全措施与《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)对照见下表10-2。

表10-2 本项目辐射安全措施与GBZ 117-2022对照一览表

序号	标准要求	本项目拟采取的辐射安全措施	是否满足要求
1	<p>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。</p>	<p>本项目工业CT检测装置曝光室前后侧维修门、工件进出口闸门均设置门-机联锁装置，在所有门（包括检修和工件进出门）关闭后才能进行出束，探伤作业。在探伤过程中，任一防护门被意外打开时，能立刻停止出束。</p>	<p>满足</p>
2	<p>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“预备”和“照射”信号意义的说明。</p>	<p>本项目工业CT检测装置设有指示灯、X光指示灯、联动指示灯。                      ①指示灯：设备屏蔽体顶部设置一个指示灯，通过红、黄、绿三种颜色指示设备的状态。绿色灯指示设备正常运行，黄色灯指示设备处于等待或停机状态，红色灯指示设备出现故障。指示灯的设置位置能够被操作者及其附近所有人员清楚地看到警示灯指示的X射线系统的状态，设备屏蔽体外拟设置清晰的对信号意义的说明。                      ②X光指示灯：设备左侧、右侧以及前侧屏蔽体上设置有“X-ray”指示灯，当设备输出X射线时，指示灯为红色。                      ③联动指示灯：联动指示灯位于前挡玻璃内侧，显示防护门状态及联锁触发状态。                      设备正常出束时：防护门处于关闭并锁紧状态，门-机联锁闭合，指示灯不亮；设备不出束、防护门正常开启时：门-机联锁断开，指示灯亮红灯，提示门已开启、联锁处于触发状态；设备出束过程中防护门被意外开启时：门-机联锁立即断开，出束终止，指示灯亮红灯，提示门未关闭、联锁已触发。</p>	<p>本项目工业CT检测装置为自屏蔽装置，工作时人员无法进入检测装置内部，不存在室内人员滞留情况，无需设置“预备”声光提示；设备已配备指示灯、X光指示灯、联动指示灯，可满足本项目的辐射安全需要。</p>
3	<p>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。</p>	<p>本项目工业CT检测装置所在检测车间内合适位置处拟设置视频监控，以监视辐射工作人员活动及设备运行情况。</p>	<p>本项目工业CT检测装置为自屏蔽装置，工作时人员无法进入检测装置内部，故无需在装置内部设置监视装置，车间视频监控可满足本项目的辐射安全需要。</p>

4	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。	本项目工业CT检测装置设备表面设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明，提醒无关人员勿在其附近逗留。	满足
5	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。	本项目工业CT检测装置在前侧、后侧各安装1个急停按钮，按钮带有标签，标明使用方法，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。	满足
6	6.1.11探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目工业CT检测装置为自屏蔽装置，工作时人员无法进入检测装置内部，故无需设置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目工业CT检测装置为自屏蔽装置，工作时人员无法进入检测装置内部，故无需设置固定式场所辐射探测报警装置，也可满足本项目的辐射安全需要。

本项目工业CT检测装置为购买的成套设备，检测装置设有门-机联锁装置、急停按钮、工作状态指示灯；本项目工业CT检测装置为自屏蔽装置，工作时人员无法进入检测装置内部，故无需在装置内部设置监视装置和固定式场所辐射探测报警装置。本项目采取上述辐射安全措施后，也能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中固定式X射线探伤相关辐射安全要求和本项目辐射安全需要。

### 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要求对工业CT检测装置进行检查，重点检查安全联锁和警示灯等是否运行正常。

(2) 辐射工作人员拟定期测量工业CT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安全与环境保护管理人员报告。

(3) 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，则不应开始检测工作。

(4) 只有在闸门关闭、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) 公司拟对工业CT检测装置的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护由设备制造商进行，并做好设备维护记录。维修人员进入设备曝光室内部时，除佩戴常规个人剂量计

外，还拟携带个人剂量报警仪和便携式X- $\gamma$ 剂量率仪。

### 3.3 探伤设备退役措施

当工业CT检测装置不再使用时，应实施退役程序。

(1) 工业CT检测装置的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。

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。

### 三废的治理

**放射性三废：**本项目运行过程中无放射性三废产生。

**臭氧和氮氧化物处理：**本项目工业CT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（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>），少量臭氧和氮氧化物可通过闸门排入车间内，最终通过车间排风装置排入外环境。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。

**生活污水、垃圾处理：**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，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**

本项目工业CT检测装置由曝光室、操作台和电装箱等组成，由专业供应商直接安装到指定区域进行组装，组装过程中会产生少量的噪声和固体废物。但本项目施工期较短，施工量不大，对周围环境影响很小，施工期结束后，施工期环境影响将随之消失。

**运行阶段对环境的影响**

**1.辐射环境影响分析**

本项目工业CT检测装置投入运行后每周平均开机曝光时间不超过30小时，年曝光时间不超过1500小时。工业CT检测装置型号为VT-X750型，最大管电压为130kV，最大管电流为0.3mA，额定功率为39W，主射线朝顶部照射。

本项目工业CT检测装置的X射线管最大出束角为45°，X射线管能够在水平方向进行移动，水平方向移动范围为：左右方向650mm，前后方向835mm，竖直方向上无法进行上下移动。X射线管靶点距装置左侧、右侧外表面最近距离为450mm，距装置前侧外表面最近距离为360mm，距装置后侧外表面最近距离为730mm（设备后侧屏蔽体外350mm处为电装箱门），距装置底部外表面最近距离为695mm，距装置顶部外表面最近距离为870mm。计算时将曝光室顶部屏蔽体按照有用线束照射进行预测计算，将右侧（含闸门）、前侧（含维修门）、左侧（含闸门）、后侧（含维修门）、底部屏蔽体及电缆口均按照非有用线束照射进行预测计算。预测计算模式采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的计算公式。计算示意图11-1。

图11-1 本项目工业CT检测装置计算示意图

## 2.理论预测公式

### 2.1有用线束方向屏蔽效果预测公式

有用线束预测计算模式采用《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， $\text{mA}$ ；

$H_0$ ：距辐射源点（靶点） $1\text{m}$ 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，本项目X射线采用 $0.5\text{mmBe}+1\text{mmAl}$ 滤过，参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的附图3，保守取 $130\text{kV}$ 下

1mmAl滤过条件的X射线管输出量为 $19.0\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min}) = 1.14 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B：屏蔽透射因子，取值参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的表3.5，管电压100kV时，TVL为0.84mm铅，管电压150kV时，TVL为0.96mm铅，内插法计算得管电压130kV时，TVL为0.912mm铅，再采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）公式5（ $B=10^{-X\text{TVL}}$ ）计算所需B值为 $3.29 \times 10^{-6}$ ；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

## 2.2非有用线束屏蔽估算

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

### (1) 泄漏辐射

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

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

$\dot{H}_L$ ：距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ，取值参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表1，本项目130kV的X射线管距辐射源点（靶点）1m处的泄漏辐射剂量率为 $1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

B：屏蔽透射因子，取值参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的表3.5，管电压100kV时，TVL为0.84mm铅，管电压150kV时，TVL为0.96mm铅，内插法计算得管电压130kV时，TVL为0.912mm铅，再采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）公式5（ $B=10^{-X\text{TVL}}$ ）计算所需B值为 $3.29 \times 10^{-6}$ ；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

### (2) 散射辐射

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

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，本项目X射线采用0.5mmBe+1mmAl滤过，参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的附图3，保守取130kV下1mmAl滤过条件的X射线管输出量为 $19.0\text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min}) = 1.14 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B: 屏蔽透射因子, 本项目最大管电压为130kV, 取值参考《辐射防护导论》(方杰主编)中的表3.5, 管电压100kV时, TVL为0.84mm铅, 管电压150kV时, TVL为0.96mm铅, 内插法计算得管电压130kV时, TVL为0.912mm铅, 再采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)公式5 ( $B=10^{-X \cdot TVL}$ ) 计算所需B值为  $3.29 \times 10^{-6}$ ;

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; 经查, 本项目  $\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$  取值为 1/60;

$R_s$ : 散射体至关注点的距离, m; 本项目 $R_s$ 保守取值取辐射源点(靶点)至关注点的距离R;

$R_0$ : 辐射源点(靶点)至探伤工件的距离, m。

### 2.3关注点的周/年有效剂量水平估算

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

式中:  $H_c$ : 关注点的周/年有效剂量水平,  $\mu Sv$ /周,  $\mu Sv$ /年;

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

t: 探伤装置照射时间, h/周, h/年;

U: 探伤装置向关注点方向照射的使用因子;

T: 人员在相应关注点驻留的居留因子。

## 3.屏蔽计算结果

### 3.1 理论计算结果

本项目有用线束屏蔽体屏蔽效果预测表见表11-1, 本项目非有用线束方向屏蔽效果预测表见表11-2。

表11-1 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	I (mA)	$H_0$ $\mu Sv \cdot m^2 / (mA \cdot h)$	B	R (m)	$\dot{H}$ ( $\mu Sv/h$ )	剂量率参考控制水平 ( $\mu Sv/h$ )	评价
顶部							2.5	满足

表11-2 本项目非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数		关注点位					
		前侧屏蔽体/维修门	左侧屏蔽体/闸门	右侧屏蔽体/闸门	后侧屏蔽体/维修门	底部屏蔽体/闸门	电缆穿屏蔽体处
X设计厚度							
泄漏辐射	B						
	$H_L$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )						
	R (m)						
	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )						
散射辐射	散射线能量 (kV)						
	B						
	I (mA)						
	$H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ )						
	$\frac{F \cdot a}{R_0^2}$						
	$R_s$ (m)						
	$\dot{H}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )						
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ( $\mu\text{Sv/h}$ )							
剂量率参考控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
结论		满足	满足	满足	满足	满足	满足

注：

从表11-1及表11-2中预测结果可知，本项目VT-X750型工业CT检测装置满功率运行时，工

业CT检测装置曝光室四周屏蔽体、顶部、底部、维修门及闸门门外30cm处的最大辐射剂量率约为 $0.822\mu\text{Sv/h}$ ，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。

### 3.2 天空及底部反散射影响分析

本项目VT-X750型工业CT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 $0.822\mu\text{Sv/h}$ ，底部屏蔽体8cm处的最大辐射剂量率为 $0.0367\mu\text{Sv/h}$ ，穿透顶部及底部屏蔽体后的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 $0.0507\mu\text{Sv/h}$ 后，关注点总剂量率将低于 $0.9094\mu\text{Sv/h}$ ，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。

### 3.3 电缆口及防护门缝隙辐射防护评价

本项目工业CT检测装置电缆口位于装置曝光室后侧，拟采用 $5\text{mmPb}+4\text{mmFe}$ 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的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”，可推断电缆口处的辐射剂量率能够满足标准要求。铅防护罩迷宫通道内部净宽、净高及转弯半径系根据本项目所用电缆外径、最小弯曲半径及穿线操作空间要求设计确定，电缆可直接沿屏蔽通道顺畅敷设进出，无需额外穿线管即可实现正常布线及后期检修维护。电缆口防护罩结构散射示意图见图11-2。

图11-2 电缆口防护罩结构散射示意图

闸门、维修门与曝光室屏蔽体缝隙为3mm，搭接长度均为80mm，闸门、维修门与屏蔽体搭接长度不小于闸门、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，可推断本项目工业CT检测装置防护门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

### 3.4 有效剂量估算

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员，公众主要为工业CT检测装置曝光室50m范围内其他人员。辐射工作人员年有效剂量拟按照监督区内最大辐射剂量率进行计算。公众人员年有效剂量拟按照监督区外辐射剂量率取值计算。根据剂量率与距离的平方成反比公式可得到监督区周围的辐射剂量率。

$$\frac{\dot{H}_1}{\dot{H}_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \dots\dots\dots (11-5)$$

式中： $\dot{H}_1$ —距射线源点 $R_1$ 处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_2$ —距射线源 $R_2$ 处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$R_1$ —装置屏蔽体外30cm处距射线源的距离，m；

$R_2$ —监督区外各点位距射线源的距离，m。

本项目工业CT检测装置周围人员关注点位辐射剂量率见下表11-3。

表11-3 本项目工业CT检测装置周围人员关注点位辐射剂量率

序号	关注点	$\dot{H}_1$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$R_1$ (m)	$R_2$ (m)	$\dot{H}_2$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	工业CT检测装置东侧监督区外(车间内过道)				
2	工业CT检测装置南侧监督区外(预留设备区)				
3	工业CT检测装置西侧监督区外(厂区道路)				

4	工业CT检测装置北侧监督区外（预留设备区）					
5	工业CT检测装置正上方（楼上2层本公司仓库）					

注：

根据表11-3估算结果代入公式（11-4），计算得到本项目辐射工作人员及公众周有效剂量及年有效剂量。本项目工业CT检测装置周围人员周受照有效剂量结果评价见表11-4。

表11-4 本项目工业CT检测装置周围人员周受照有效剂量结果评价

保护目标	关注点	使用因子U	居留因子T	剂量率值(μSv/h)	周工作时间(h)	周剂量估算值(μSv/周)	剂量约束值(μSv/周)	评价
辐射工作人员	工业CT检测装置前侧（操作位）						100 (职业人员)	满足
周围公众	工业CT检测装置东侧监督区外（车间内过道）						5 (公众)	满足
	工业CT检测装置南侧监督区外（预留设备区）							满足
	工业CT检测装置西侧监督区外（厂区道路）							满足
	工业CT检测装置北侧监督区外（预留设备区）							满足
	工业CT检测装置正上方（楼上2层本公司仓库）							满足

从表11-4中预测结果可以看出，本项目工业CT检测装置周围辐射工作人员周有效剂量最大值为1.521μSv，周围公众成员周有效剂量最大为0.642μSv，均能够满足《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100μSv，公众周有效剂量不超过5μSv。

表11-5 本项目工业CT检测装置周围人员年受照有效剂量结果评价

保护目标	关注点	使用因子U	居留因子T	剂量率值(μSv/h)	年工作时间(h)	年剂量估算值(mSv/年)	剂量约束值(mSv/年)	评价
辐射工作人员	工业CT检测装置前侧(操作位)						5 (职业人员)	满足
周围公众	工业CT检测装置东侧监督区外(车间内过道)						0.1 (公众)	满足
	工业CT检测装置南侧监督区外(预留设备区)							满足
	工业CT检测装置西侧监督区外(厂区道路)							满足
	工业CT检测装置北侧监督区外(预留设备区)							满足
	工业CT检测装置正上方(楼上2层本公司仓库)							满足

从表11-5中预测结果可以看出，本项目工业CT检测装置周围辐射工作人员年有效剂量最大值为0.076mSv，周围公众成员年有效剂量最大为0.032mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)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。

对于50m评价范围内的其他公众人员，经过厂房的进一步屏蔽和距离的进一步衰减，本项目对50m评价范围内的其他公众人员的辐射影响很小，可湮没在本底辐射中。

#### 4.三废治理评价

**放射性三废：**本项目运行过程中无放射性三废产生。

**臭氧和氮氧化物处理：**本项目工业CT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(O<sub>3</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)，少量臭氧和氮氧化物可通过闸门排入车间内，最终通过车间排风装置排入外环境。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。

**生活污水、垃圾处理：**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，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

本项目工业CT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，导致闸门或维修门未完全关闭时开机工作，人员误入或误留受到误照射；在检测过程中，闸门或维修门被意外打开，导致人员受到误照射。

(2) 机器调试、检修时误照射。工业CT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。

### 2. 辐射事故预防措施

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；加强对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。每次在开启工业CT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) 检修时，关闭X射线出束装置，工作人员需佩戴常规个人剂量计，携带个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪再进入装置内部，装置外部另有一人陪同，防止误开机使人员受到照射。

### 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。

本项目拟使用的工业CT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。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。

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**

本项目拟新增的工业CT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、辐射安全与环境保护管理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。

公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员管理职责。公司拟为本项目配备2名辐射工作人员和1名辐射安全与环境保护管理人员。本项目辐射安全与环境保护管理人员和辐射工作人员均需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核技术利用辐射安全与防护考核，通过考核后，方能从事本项目辐射工作。

核技术利用辐射安全考核内容包括公共科目和专业科目两部分。公共科目包括《核技术利用辐射安全法律法规》《电离辐射安全与防护基础》，专业科目辐射安全与环境保护管理工作人员报考类别为“辐射安全管理”，辐射工作人员报考类别为“X射线探伤”。

**辐射安全管理规章制度**

本项目为新建项目，公司拟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，可满足《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》的要求。本报告对各项管理制度制定要点提出如下建议：

**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，重点是工业CT检测装置的运行和维修时辐射安全管理。

**操作规程：**明确辐射工作人员的资质条件要求，明确工业CT检测装置操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确工业CT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。

**设备维修制度：**明确工业CT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，确保工业CT检测装置与剂量报警仪等仪器设

备保持良好工作状态。

**岗位职责：**明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位职责，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。

**人员培训：**应明确培训对象、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。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识。根据18号令及《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》，本项目辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并通过考核；如有辐射工作人员辐射安全和防护培训证书到期，应通过培训平台再学习并通过考核。

**台账管理制度：**对工业CT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，并对工业CT检测装置使用进行严格管理。

**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。

**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预案，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。

**职业健康体检：**公司应组织工作人员上岗前进行职业健康体检，在岗期间定期复检，两次检查的时间间隔不超过2年，必要时可增加临时性检查，辐射工作人员无论何种原因脱离辐射工作时，公司应及时安排其进行离岗时的职业健康检查，以评价其离岗时的健康状况；如果最后一次在岗期间职业健康检查在离岗前三个月内，可视为离岗时检查，但应按离岗时检查项目补充未检查项目；公司应建立辐射工作人员职业健康监护档案。

## 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用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。南京测源科技有限公司拟为本项目配备1台便携式X-γ剂量率仪和2台个人剂量报警仪，用于辐射防护监测和报警。同时结合本项目实际情况，拟制定如下监测计划：

(1) 委托有资质的单位定期对项目周围环境X-γ辐射剂量率进行监测，周期：1~2次/年；

(2) 辐射工作人员开展个人剂量监测（周期：1次/1至3个月），建立个人剂量档案；

(3) 定期使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录。

公司拟每年请有资质的单位对工业CT检测装置周围环境的辐射水平进行监测，在开展检测作业时，应定期对工业CT检测装置周围的辐射水平进行监测，并做相关记录。

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（1次/1个月，最长不超过1次/3个月）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过2年）安排辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康档案。公司拟每年对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前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。

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
工业CT检测装置	周围剂量当量率	竣工验收监测，委托有资质的单位进行	1次	①工业CT检测装置四周屏蔽体外30cm处、闸门外30cm处、维修门外30cm处，电缆口外； 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	1次/3个月	
辐射工作人员	个人剂量当量	委托有资质的单位进行	1次/3个月	/

落实以上措施后，公司安全管理措施能够满足辐射安全的要求。

### 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，南京测源科技有限公司拟针对项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急方案，应急方案内容应包括：

(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。

南京测源科技有限公司拟依据《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。并在今后工作中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的事故应急方案，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**

南京测源科技有限公司位于南京市江宁区吉印大道3128号2幢。公司西侧隔厂区道路为联东U谷·南京九龙湖智造创新港，南侧为电梯间、卫生间、楼梯间和中国邮政物流共配中心，隔厂区道路为南京协辰电子科技有限公司，东侧为南京星纪元机器人系统工程有限公司，北侧为吉印大道。

本项目拟在租赁的2幢一层检测车间内建设，工业CT检测装置拟建址东侧依次为检测车间内过道、本公司仓库和南京星纪元机器人系统工程有限公司；南侧依次为检测车间预留设备区、厂房走道及电梯间、卫生间、楼梯间、厂区道路和南京协辰电子科技有限公司；东南侧为中国邮政物流共配中心；西侧依次为厂区道路、联东U谷·南京九龙湖智造创新港厂区道路及厂房；北侧依次为检测车间预留设备区、本公司仓库、厂区道路。项目所在厂房共2层，本项目位于1层，层高约4.2米，无地下建筑。工业CT检测装置正上方为本公司仓库。

本项目工业CT检测装置曝光室周围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及装置拟建址周围评价范围内的公众。

**1.2 产业政策相符性**

本项目使用工业CT检测装置对PCB线路板进行无损检测，并开展相关成像技术研究，根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于鼓励类的第十四项“机械”中“1.科学仪器和工业仪表：……工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备……”，故本项目的建设符合国家现行产业政策。

**1.3 实践正当性评价**

本项目的建设和运行满足了企业的发展需求，南京测源科技有限公司在做好辐射防护的基础上，其建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

**1.4 项目分区及布局**

本项目拟将工业CT检测装置曝光室边界作为本项目的辐射防护控制区，在检测装置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；拟将工

业CT检测装置曝光室西侧墙体（曝光室西侧距墙体1.6m）、东、南、北、西侧各1m的范围区域（含操作台、电装箱）作为辐射防护监督区，监督区边界地面粘贴警戒线并设置警戒围栏，出入口处悬挂“无关人员禁止入内”警告牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人员等不得靠近。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》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

### **1.5 辐射安全措施**

本项目拟落实的辐射安全措施包括：工业CT检测装置曝光室通过自带铅板对X射线进行防护；前后侧维修门、工件进出口闸门均设置门-机联锁装置；工业CT检测装置设有指示灯、X光指示灯、联动指示灯；本项目工业CT检测装置在前侧、后侧各安装1个急停按钮；工业CT检测装置前侧操作面板设置钥匙开关；工业CT检测装置设备表面设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；工业CT检测装置所在检测车间内合适位置处拟设置视频监控。

公司拟为本项目配备1台便携式X-γ剂量率仪和2台个人剂量报警仪，用于辐射防护监测和报警。

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。

### **1.6 辐射安全管理**

南京测源科技有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员管理职责，同时拟制定各项辐射安全管理制度。公司拟为本项目配备2名辐射工作人员和1名辐射安全与环境保护管理人员，辐射安全与环境保护管理人员和辐射工作人员均需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核技术利用辐射安全与防护考核，通过考核后，方能从事本项目辐射工作。公司拟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。

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**

本项目工业CT检测装置外壳尺寸为1.925m（长）×1.550m（宽）×1.645m（含底座高），底座高0.08m，曝光室外径尺寸为1.575m（长）×1.550m（宽）×1.565m（高）。曝光室四周、

顶部及底部屏蔽体均拟采用5mmPb+4mmFe，闸门和维修门均拟采用5mmPb+4mmFe，电缆口防护罩拟采用5mmPb+4mmFe。

根据理论预测结果，本项目工业CT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

本项目工业CT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闸门排入车间内，最终通过车间排风装置排入外环境，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的影响较小。

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，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，南京测源科技有限公司新增1台工业CT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	预期投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司成立专门的辐射安全管理机构，指定专人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	本项目工业CT检测装置曝光室四周、顶部及底部屏蔽体均拟采用5mmPb+4mmFe，闸门和维修门均拟采用5mmPb+4mmFe，电缆口防护罩拟采用5mmPb+4mmFe。	曝光室表面外30cm处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）剂量率限值要求，满足《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范（GBZ/T 250-2014）》中剂量率限值要求。 辐射工作人员及公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于“剂量限值”的要求，也符合本项目目标管理值的要求。（辐射工作人员年有效剂量约束值5mSv，公众年有效剂量约束值0.1mSv）。	/
	本项目拟落实的辐射安全措施包括：工业CT检测装置曝光室通过自带铅板对X射线进行防护；前后侧维修门、工件进出口闸门均设置门-机联锁装置；工业CT检测装置设有指示灯、X光指示灯、联动指示灯；本项目工业CT检测装置在前侧、后侧各安装1个急停按钮；工业CT检测装置前侧操作面板设置钥匙开关；工业CT检测装置设备表面设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；工业CT检测装置所在检测车间内合适位置处拟设置视频监控。	能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的管理要求。	7
人员配备	公司拟为本项目配备2名辐射工作人员和1名辐射安全与环境保护管理人员，辐射安全与环境保护管理工作人员和辐射工作人员均需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核技术利用辐射安全与防护考	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	定期投入

	核，通过考核后，方能从事本项目辐射工作。	健康体检的相关要求。		
	公司拟委托有资质的单位对2名辐射工作人员开展个人剂量监测（1次/3个月），并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案。			定期投入
	公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过2年）组织2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。			定期投入
<b>监测仪器和防护用品</b>	拟配备1台便携式X-γ剂量率仪和2台个人剂量报警仪。	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。	3	
<b>辐射安全管理制度</b>	公司拟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。	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	/	
	职业健康体检：定期组织职业健康体检，并按相关要求建立职业健康监护档案。（两次检查的时间间隔不应超过2年，必要时可增加临时性检查。）	根据《放射工作人员职业健康管理办法》公司应定期组织职业健康体检并建立辐射工作人员职业健康监护档案。	定期投入	

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：

公章

经办人

年 月 日

审批意见：

公章

经办人

年 月 日