

核技术利用建设项目

南京市欣旺达新能源有限公司
二期电芯生产线技术改造项目（辐射专题）
环境影响报告表
（公示版）

南京市欣旺达新能源有限公司（盖章）



生态环境部监制

核技术利用建设项目

南京市欣旺达新能源有限公司
二期电芯生产线技术改造项目（辐射专题）
环境影响报告表
（公示版）

建设单位名称：南京市欣旺达新能源有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：



韦志宏

通讯地址：南京市溧水区新能源大道 99 号

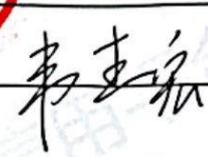
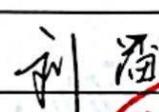
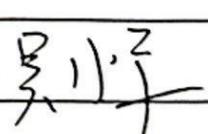
邮政编码：210000

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：

编制单位和编制人员情况表

项目编号	f2nan6		
建设项目名称	南京市欣旺达新能源有限公司二期电芯生产线技术改造项目 (辐射专题)		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	南京市欣旺达新能源有限公司		
统一社会信用代码	91320117MA1YAWFK01		
法定代表人 (签章)	韦杰宏	  	
主要负责人 (签字)	韦杰宏		
直接负责的主管人员 (签字)	刘潘		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	江苏玖清玖蓝环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91320105MA1MQU5T14		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
吴小平	08353243507320555	BH001785	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
吴小平	表8 环境质量与辐射现状 表9 项目工程分析与源项 表10 辐射安全与防护 表11 环境影响分析 表12 辐射安全管理 表13 结论与建议	BH001785	
周楠	表1 建设项目基本概况 表2 放射源表 表3 非密封放射性物质 表4 射线装置表 表5 废弃物 表6 评价依据 表7 保护目标与评价标准	BH063950	



持证人签名:

Signature of the Bearer

吴小平

管理号: 08353243507320555
File No.:

姓名: 吴小平
Full Name
性别: 男
Sex
出生年月: 1979年06月
Date of Birth
专业类别:
Professional Type
批准日期: 2008年05月
Approval Date

签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2008年07月29日

Issued on



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

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



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



Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: 0008447
No.:

编制主持人现场照片

拍照时间：2024年8月9日

拍照地点：南京市溧水区新能源大道99号（南京市欣旺达新能源有限公司）

编制主持人：吴小平

职业资格证书管理号：08353243507320555



本项目建设单位大门



本项目工业 CT 装置拟建址



本项目 1#X 射线检测系统拟建址



本项目 2#X 射线检测系统拟建址

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：202407-202409

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	48	48	48	
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	周楠		202407 - 202409	3
2	吴小平		202407 - 202409	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）。



表 1 项目基本概况

建设项目名称		二期电芯生产线技术改造项目（辐射专题）			
建设单位		南京市欣旺达新能源有限公司			
法人代表姓名		联系人		联系电话	
注册地址		南京市溧水区经济开发区中兴西路 9 号			
项目建设地点		南京市溧水区新能源大道 99 号二期厂区 02 栋一层车间正极涂布原配件房、三层包膜车间			
立项审批部门		南京市溧水区行政审批局	批准文号	溧审批投备【2024】621 号	
建设项目总投资（万元）		500	项目环保总投资（万元）	30	投资比例（环保投资/总投资） 6%
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	/			
<p>1 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来</p> <p>1.1 建设单位基本情况</p> <p>南京市欣旺达新能源有限公司成立于 2019 年 4 月，注册地址位于南京市溧水区经济开发区中兴西路 9 号。公司共有两期厂区，其中一期厂区位于南京市溧水区柴山路与胜水路交叉口东北方向 259 米，二期厂区位于南京市溧水区新能源大道 99 号。经营范围包含：货物进出口、技术进出口、新材料技术研发、电动汽车充电基础设施运营、智能输配电及控制设备销售、输配电及控制设备制造、集中式快速充电站、电池制造、电子产品销售、其他电子器件制造、光伏设备及元器件销售、光伏发电设备租赁等。</p> <p>1.2 项目规模及任务由来</p>					

根据生产、检测需要，南京市欣旺达新能源有限公司拟在二期厂区扩建 3 台 X 射线装置，分别为二期厂区 02 栋厂房 1（共三层）一层车间正极涂布原配件房内拟建 1 台工业 CT 装置，三层包膜车间内拟建 2 台 X 射线检测系统（1#、2#X 射线检测系统），均用于开展公司电芯的无损检测工作，本项目检测的电芯尺寸约为 220mm 长、110mm 宽、44.2mm 厚。

本项目工业 CT 装置型号为 AL-CT-225D 型，最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA，额定功率为 320W。公司拟将工业 CT 装置工件门朝南放置摆放在一层正极涂布原配件房内；装置射线管出束角为 30°×30°，工作时主射线朝东侧照射，操作台拟设于装置南侧。

2 台 X 射线检测系统（1#、2#X 射线检测系统）的型号均为 AIT6000 型，最大管电压为 200kV，最大管电流为 6mA，额定功率为 500W，装置射线管出束角为 40°×40°。1#X 射线检测系统与 2#X 射线检测系统所在的包膜线东西相邻，自东向西为 1#X 射线检测系统、2#X 射线检测系统。公司拟将 1#、2#X 射线检测系统两侧工件门均朝南北方向分别摆放在包膜车间 L8-1、L8-2 线上，工作时主射线均朝东侧照射，操作台均拟设于装置北侧。

公司拟为本项目配备 6 名辐射工作人员，每台设备年开机曝光时间不超过 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 南京市欣旺达新能源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	AL-CT-225D 型 工业 CT 装置	1	225	3	II	正极涂布 原配件房	本次环评	未许可	主射线朝东照 射；额定功率 320w
2	AIT6000 型 X 射 线检测系统	2	200	6	II	包膜车间	本次环评	未许可	主射线均朝东 照射；额定功 率 500w

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。受南京市欣旺达新能源有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。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

本项目建设地址位于南京市溧水区新能源大道 99 号，地理位置图见附图 1。公司二期厂区东侧为一干河大桥，南侧为一干河路及一干河，西侧为空地及科创大道，北侧为新能源大道及欣旺达二期宿舍，公司厂区平面布局及周围环境示意图见附图 2。

本项目工业 CT 装置拟建于 02 栋厂房 1 一层车间正极涂布原配件房内，工业 CT 装置拟建址东侧依次为 OK 料区及设备备件房，南侧依次为车间内过道、厂内道路及 06 栋厂房，西侧依次为车间内过道、辅料间、除湿机房、正极辊压分条车间及负极辊压分条车间，北侧依次为车间内过道、正极涂布车间及负极涂布车间，楼下无建筑，楼上二层为车间内过道、除湿机区、空压机房、辅料房及常温静置库，楼上三层为常温静置库、辅料房、空调房、放电车间及包膜车间。工业 CT 装置所在一层车间平面布局图见附图 3，楼上二层车间平面布局图见附图 4，楼上三层车间平面布局图见附图 5。

本项目 1#、2#X 射线检测系统所在的包膜线东西相邻，自东向西为 1#X 射线检测系统、2#X 射线检测系统。公司拟将 1#、2#X 射线检测系统分别摆放在 02 栋厂房 1 三层包膜车间 L8-1、L8-2 线上，2 台 X 射线检测系统拟建址东侧依次为车间内过道、包膜线、放电车间及空调房，南侧依次为包膜线、车间内过道、三层楼外立面、一层为厂内道路，西侧依次为车间内过道及包膜区，北侧依次为车间内过道及包膜线，楼下二层为常温静置库，楼下一层为正极辊压分条车间及负极辊压分条车间，楼上无建筑。1#、2#X 射线检测系统所在的三层包膜车间平面布局图见附图 6，楼下二层车间平面布局图见附图 7，楼下一层车间平面布局图见附图 8。

本项目 1 台工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统周围 50m 范围内均没有居民区、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 建设单位已有核技术利用项目许可情况

南京市欣旺达新能源有限公司目前已申领南京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【A0985】”，种类和范围为“使用 V 类放射源”，发证日期为 2022 年 8 月 24 日，有效期至：2025 年 3 月 26 日，许可使用 46 枚 V 类放射源，公司辐射安全许可证正副本及台账明细复印件见附件 5，公司已有核技术利用项目建设项目环境影响登记表复印件见附件 6。

公司现有核技术应用项目见表 1-2。

表 1-2 现有核技术利用项目一览表

序号	核素	类别	活度 (Bq) ×枚数	活动种类	许可情况
1	Kr-85	V类	1.11E+10*2	使用	已许可
2	Kr-85	V类	1.11E+10*6	使用	已许可
3	Kr-85	V类	1.11E+10*4	使用	已许可
4	Kr-85	V类	1.11E+10*4	使用	已许可
5	Kr-85	V类	1.11E+10*5	使用	已许可
6	Kr-85	V类	1.11E+10*3	使用	已许可
7	Kr-85	V类	1.11E+10*3	使用	已许可
8	Kr-85	V类	1.85E+10*2	使用	已许可
9	Kr-85	V类	1.11E+10*4	使用	已许可
10	Kr-85	V类	1.11E+10*5	使用	已许可
11	Kr-85	V类	1.11E+10*2	使用	已许可
12	Kr-85	V类	1.11E+10*6	使用	已许可

4 实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会增加工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统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地控制，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	工业 CT 装置	II类	1	AL-CT-225D 型	225	3	无损检测	正极涂布原配件房	主射线朝东照射；额定功率 320w
2	X 射线检测系统	II类	2	AIT6000 型	200	6	无损检测	包膜车间	主射线均朝东照射；额定功率 500w
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	可通过装置通风口排出,再依托车间内通风系统排出车间;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

<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) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订版），2020 年 4 月 29 日修订，2020 年 9 月 1 日施行</p> <p>(5) 《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>(6) 《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，修订版于 2019 年 3 月 2 日起施行</p> <p>(7) 《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>(8) 《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>(9) 《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>(10) 《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>(11) 《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>(12) 《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>(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，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，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，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>(17) 《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>(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，2020 年 1 月 8 日</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，2020 年 6 月 21 日</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(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) 及第 1 号修改单</p>
<p>其它</p>	<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及台账明细复印件(附件 5)</p> <p>(6) 已有核技术利用项目建设项目环境影响登记表复印件(附件 6)</p> <p>(7) 江苏省投资项目备案证复印件(附件 7)</p> <p>(8) 厂家检测报告(附件 8)</p> <p>(9) 年度检测报告复印件(附件 9)</p>

(10) 个人剂量检测报告复印件 (附件 10)

(11) 辐射工作人员培训情况一览表 (附件 11)

表 7 保护目标与评价标准

评价范围					
<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工业 CT 装置曝光室及 2 台 X 射线检测系统检测铅房边界外 50m 区域。</p>					
保护目标					
<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。</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 装置及 2 台 X 射线检测系统周围 50m 范围内均没有居民区、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 装置周围保护目标一览表见表 7-1，1#、2#X 射线检测系统周围保护目标一览表见表 7-2。</p>					
表 7-1 本项目工业 CT 装置周围保护目标一览表					
	环境保护目标名称	方位	最近距离	规模	环境保护要求
职业 人员	辐射工作人员	南侧 (操作位)	紧邻	2 人	职业人员年剂量 约束值为 5mSv
公众	OK 料区、设备备件房工作人员	东侧	紧邻	约 6 人	公众年剂量约束 值为 0.1mSv
	车间内过道工作人员	南侧	紧邻	流动人群	
	厂内道路行人		约 12m	流动人群	
	06 栋厂房工作人员		约 30m	约 15 人	
	车间内过道、辅料间工作人员	西侧	紧邻	约 5 人	

	除湿机房、正极辊压分条车间、 负极辊压分条车间工作人员		约 12m	约 14 人	
	车间内过道、正极涂布车间工 作人员	北侧	紧邻	约 12 人	
	负极涂布车间工作人员		约 38m	约 12 人	
	车间内过道、除湿机区、空压 机房、辅料房及常温静置库	楼上二层	约 4m	流动人群	
	常温静置库、辅料房、空调房、 放电车间及包膜车间	楼上三层	约 4m	约 12 人	

表 7-2 本项目 1#、2#X 射线检测系统周围保护目标一览表

环境保护目标名称		方位	最近距离	规模	环境保护要求
职业 人员	辐射工作人员	北侧 (操作位)	紧邻	4 人	职业人员年剂量 约束值为 5mSv
公众	车间内过道、包膜线工作人员	东侧	紧邻	约 10 人	公众年剂量约束 值为 0.1mSv
	放电车间、空调房工作人员		约 29m	约 6 人	
	包膜线工作人员	南侧	紧邻	约 6 人	
	车间内过道工作人员		约 25m	流动人群	
	厂内道路行人		约 33m	流动人群	
	车间内过道、包膜区工作人员	西侧	紧邻	约 10 人	
	车间内过道、包膜线工作人员	北侧	约 5m	约 10 人	
	常温静置库工作人员	楼下二层	约 4m	流动人群	
	正极辊压分条车间、负极辊压 分条车间工作人员	楼下一层	约 4m	约 20 人	

评价标准

1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

表 7-3 辐射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。

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。

2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

本标准规定了 X 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），工业 CT 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。

6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

- a) 有使用价值的 γ 放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构，或者按照本标准第 5.2.5 条中废旧放射源的处理要求执行。
- b) 掺入贫铀的屏蔽装置应与 γ 射线源一样对待。
- c) 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。
- d) 包含低活度 γ 射线源的管道爬行器，应按照相关要求执行。
- e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。
- f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。
- g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。

3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

3.3 其他要求

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压和相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板

等。

4 项目管理目标

(1) 综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)及《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)等评价标准,本项目职业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)中职业人员年有效剂量值的1/4,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:职业人员年剂量约束值不大于5mSv/a;公众活动区域相关人员年剂量约束值不大于0.1mSv/a。

(2) 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。

(3) 依据《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)等评价标准,本项目工业CT装置曝光室及1#、2#X射线检测系统检测铅房四周屏蔽体和防护门外30cm处关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5 μ Sv/h,曝光室及检测铅房顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平不大于2.5 μ Sv/h(本项目工业CT装置及1#、2#X射线检测系统高度均较低,且工业CT装置顶部二层和三层为人员居留场所)。

5 参考资料:

《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 7-4 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7-4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

本项目建设地址位于南京市溧水区新能源大道 99 号，地理位置图见附图 1。公司二期厂区东侧为一干河大桥，南侧为一干河路及一干河，西侧为空地及科创大道，北侧为新能源大道及欣旺达二期宿舍，公司厂区平面布局及周围环境示意图见附图 2。

本项目工业 CT 装置拟建于 02 栋厂房 1 一层车间正极涂布原配件房内，工业 CT 装置拟建址东侧依次为 OK 料区及设备备件房，南侧依次为车间内过道、厂内道路及 06 栋厂房，西侧依次为车间内过道、辅料间、除湿机房、正极辊压分条车间及负极辊压分条车间，北侧依次为车间内过道、正极涂布车间及负极涂布车间，楼下无建筑，楼上二层为车间内过道、除湿机区、空压机房、辅料房及常温静置库，楼上三层为常温静置库、辅料房、空调房、放电车间及包膜车间。工业 CT 装置所在一层车间平面布局图见附图 3，楼上二层车间平面布局图见附图 4，楼上三层车间平面布局图见附图 5。

本项目 1#、2#X 射线检测系统所在的包膜线东西相邻，自东向西为 1#X 射线检测系统、2#X 射线检测系统。公司拟将 1#、2#X 射线检测系统分别摆放在 02 栋厂房 1 三层包膜车间 L8-1、L8-2 线上，2 台 X 射线检测系统拟建址东侧依次为车间内过道、包膜线、放电车间及空调房，南侧依次为包膜线、车间内过道、三层楼外立面、一层为厂内道路，西侧依次为车间内过道及包膜区，北侧依次为车间内过道及包膜线，楼下二层为常温静置库，楼下一层为正极辊压分条车间及负极辊压分条车间，楼上无建筑。1#、2#X 射线检测系统所在的三层包膜车间平面布局图见附图 6，楼下二层车间平面布局图见附图 7，楼下一层车间平面布局图见附图 8。

本项目工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统周围 50m 范围内均没有居民区、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。

本项目工业 CT 装置周围环境现状见图 8-1，2 台 X 射线检测系统周围环境现状见图 8-2。

工业 CT 装置拟建址东侧 OK 料区	工业 CT 装置拟建址南侧车间内过道
工业 CT 装置拟建址西侧车间内过道	工业 CT 装置拟建址北侧车间内过道
工业 CT 装置拟建址楼上二层车间内过道	工业 CT 装置拟建址处

图 8-1 本项目工业 CT 装置拟建址周围环境现状

2 台 X 射线检测系统拟建址东侧车间内过道	2 台 X 射线检测系统拟建址南侧车间内过道

2 台 X 射线检测系统拟建址西侧车间内过道	2 台 X 射线检测系统拟建址北侧车间内过道
2 台 X 射线检测系统拟建址楼下 二层常温静置库	2 台 X 射线检测系统拟建址处

图 8-2 本项目 2 台 X 射线检测系统拟建址周围环境现状

2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统拟建址周围辐射环境

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统拟建址周围布置监测点位，共计 12 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： γ 辐射空气吸收剂量率

监测布点：在工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统拟建址周围进行布点，具体点位见图 8-3、图 8-4

监测时间：2024 年 7 月 17 日

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

监测仪器：FH40G 型辐射剂量检测仪（探头型号 FHZ672E-10）（设备编号：J0317，检定有效期：2023.10.17~2024.10.16）

检测范围：1nSv/h~100μSv/h

能量响应范围：48keV~4.4MeV

环境条件：天气：多云、温度 33°C、湿度 71.2%RH

监测方法：《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 ¹³⁷Cs 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

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 本项目拟建址周围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	本项目工业 CT 装置拟建址处	50.4	楼房
2	本项目工业 CT 装置拟建址东侧	47.9	楼房
3	本项目工业 CT 装置拟建址南侧	54.0	楼房
4	本项目工业 CT 装置拟建址西侧	46.8	楼房
5	本项目工业 CT 装置拟建址北侧	51.4	楼房
6	本项目工业 CT 装置拟建址楼上二层	47.3	楼房
7	本项目 2 台 X 射线检测系统拟建址处	48.8	楼房

8	本项目 2 台 X 射线检测系统拟建址东侧	50.6	楼房
9	本项目 2 台 X 射线检测系统拟建址南侧	52.1	楼房
10	本项目 2 台 X 射线检测系统拟建址西侧	50.4	楼房
11	本项目 2 台 X 射线检测系统拟建址北侧	49.3	楼房
12	本项目 2 台 X 射线检测系统拟建址楼下二层	53.6	楼房

注：测量结果已扣除仪器宇宙响应值，并进行了建筑物对宇宙射线的屏蔽修正；
建筑物对宇宙射线屏蔽修正因子楼房取 0.8。

图 8-3 本项目工业 CT 装置拟建址周围环境 γ 辐射水平监测点位示意图

图 8-4 本项目 2 台 X 射线检测系统拟建址周围环境 γ 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，由于本项目工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统所在

车间地面及墙体内金属材料屏蔽的影响，本项目拟建辐射工作场所及周围环境扣除仪器宇宙射线响应值后的室内 γ 辐射水平为（46.8~54.0）nGy/h。根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，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。由此可知，本项目室内拟建址及周围室内各监测点位 γ 辐射水平略低于江苏省室内环境天然 γ 辐射水平涨落范围。

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

根据生产、检测需要，南京市欣旺达新能源有限公司拟在二期厂区扩建3台X射线装置，分别为二期厂区02栋厂房1（共三层）一层车间正极涂布原配件房内拟建1台工业CT装置，三层包膜车间内拟建2台X射线检测系统（1#、2#X射线检测系统），均用于开展公司电芯的无损检测工作，本项目检测的电芯尺寸约为220mm长、110mm宽、44.2mm厚。

本项目3台X射线装置如遇故障维修或保养维修时，公司自行维修。3台装置维修时均不涉及装置开机出束调试。

1.1 工业CT装置

本项目工业CT装置型号为AL-CT-225D型，最大管电压为225kV，最大管电流为3mA，额定功率为320W。本项目工业CT装置包含曝光室与操作台，公司拟将装置工件门朝南摆放在一层车间正极涂布原配件房内，工作时主射线朝东侧照射，操作台位于装置南侧。装置外径尺寸：3.836m（长）×2.266m（宽）×2.426m（高），曝光室内净尺寸为3.140m（长）×1.978m（宽）×2.300m（高）。

本项目工业CT装置样式图见图9-1-1、图9-1-2、图9-1-3，装置实物图见9-2，内部主要结构图见图9-3；

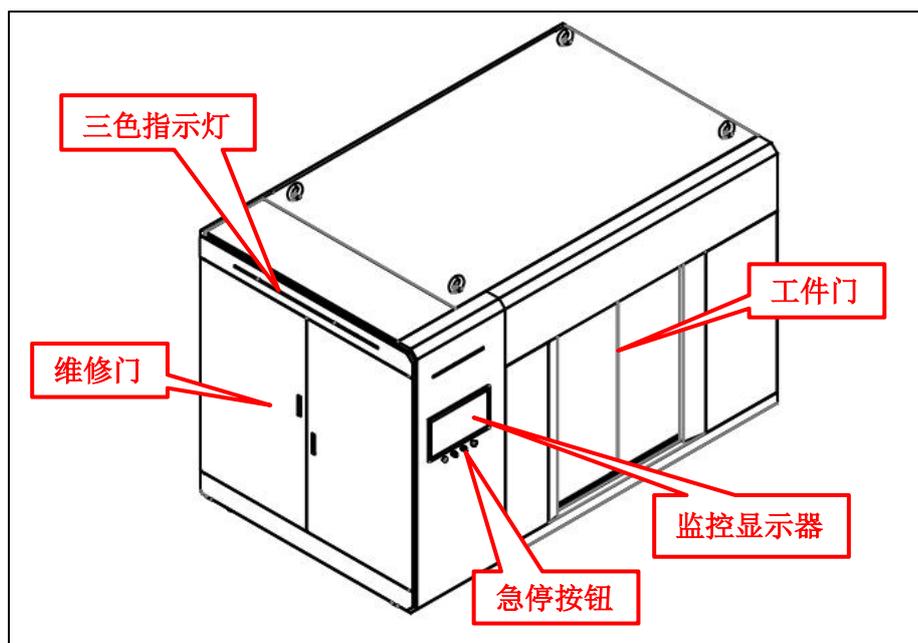


图 9-1-1 工业 CT 装置样式图（前视图）

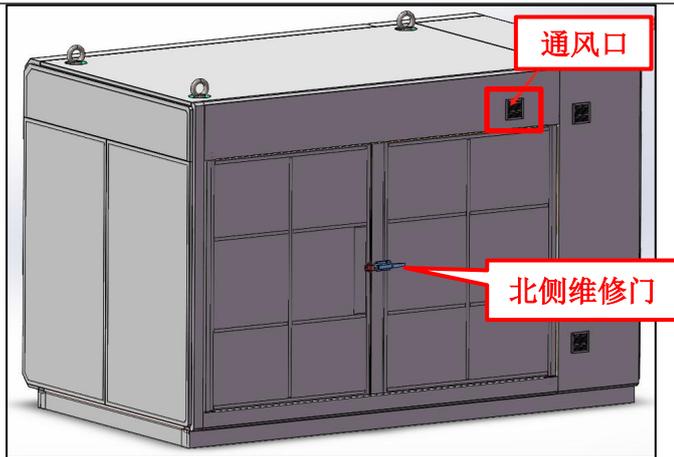


图 9-1-2 工业 CT 装置样式图 (后视图)

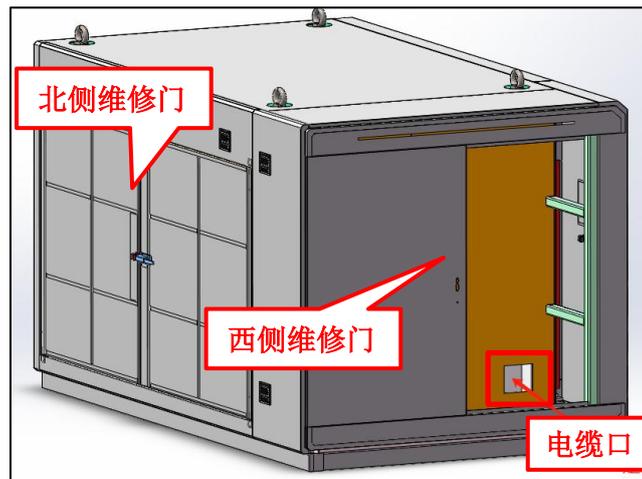


图 9-1-3 工业 CT 装置样式图 (侧视图)

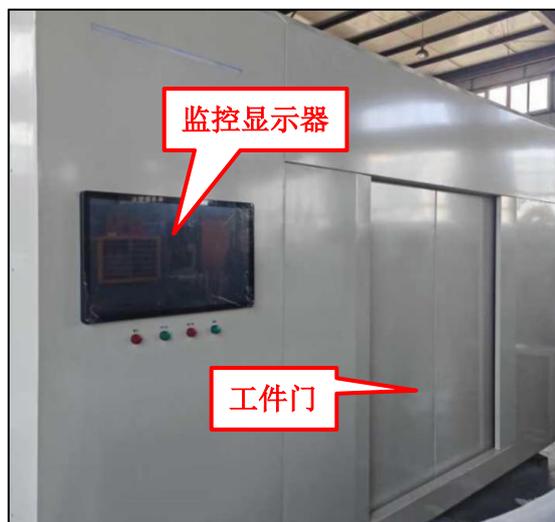


图 9-2 工业 CT 装置实物图

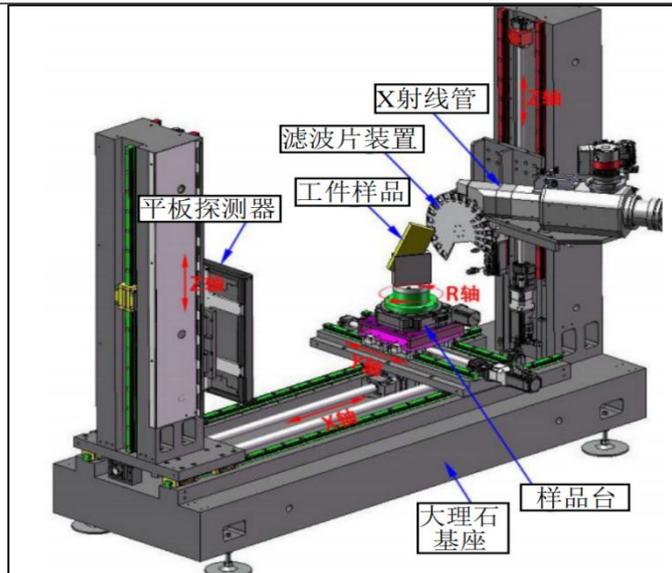


图 9-3 工业 CT 装置内部主要结构图

本项目工业 CT 装置主射线朝东侧照射，X 射线管出束角为 $30^{\circ} \times 30^{\circ}$ 。X 射线管在水平方向无法移动，在竖直方向可上下移动，移动范围为 600mm。本项目 X 射线机距离东侧屏蔽体外表面 2486mm、距离南侧屏蔽体外表面 1207mm、距离西侧屏蔽体外表面 1350mm、距离北侧外表面 1059mm、距离顶部屏蔽体外表面最近为 838mm、距离底部屏蔽体外表面最近为 988mm。

1.2 1#、2#X 射线检测系统

本项目 2 台 X 射线检测系统（1#、2#X 射线检测系统）的型号均为 AIT6000 型，最大管电压为 200kV，最大管电流为 6mA，额定功率为 500W，装置射线管出束角为 $40^{\circ} \times 40^{\circ}$ ，2 台 X 射线检测系统外径尺寸均为 2.650m（长） \times 2.228m（宽） \times 2.064m（高），内净尺寸均为 2.006m（长） \times 1.531m（宽） \times 2.008m（高）。1#X 射线检测系统与 2#X 射线检测系统所在的包膜线东西相邻，自东向西为 1#X 射线检测系统、2#X 射线检测系统。公司拟将 1#、2#X 射线检测系统两侧工件门朝南北方向分别摆放在包膜车间 L8-1、L8-2 线上，工作时主射线均朝东侧照射，操作台均拟设于装置北侧。

本项目 AIT6000 型 X 射线检测系统自带屏蔽铅房，装置设有观察窗，辐射工作人员可以清晰安全地看到检测铅房内部情况。装置工件门尺寸较小，被测工件由入料输送线通过工件门传输到检测铅房内进行自动检测；装置南侧、西侧及北侧分别设置有维修门，其中南侧、西侧的检修门主要是由人员进入铅房内进行维修；北侧维修门与曝光室分隔，不能由此进入铅房内。

本项目 1#、2#X 射线检测系统样式图见图 9-4-1、图 9-4-2，实物图见图 9-5-1、图 9-5-2、图 9-5-3，内部主要结构图见图 9-6。

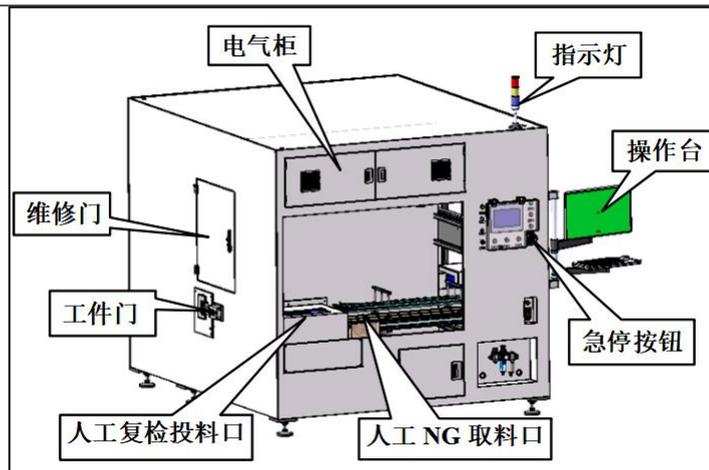


图 9-4-1 1#、2#X 射线检测系统样式图（前视图）

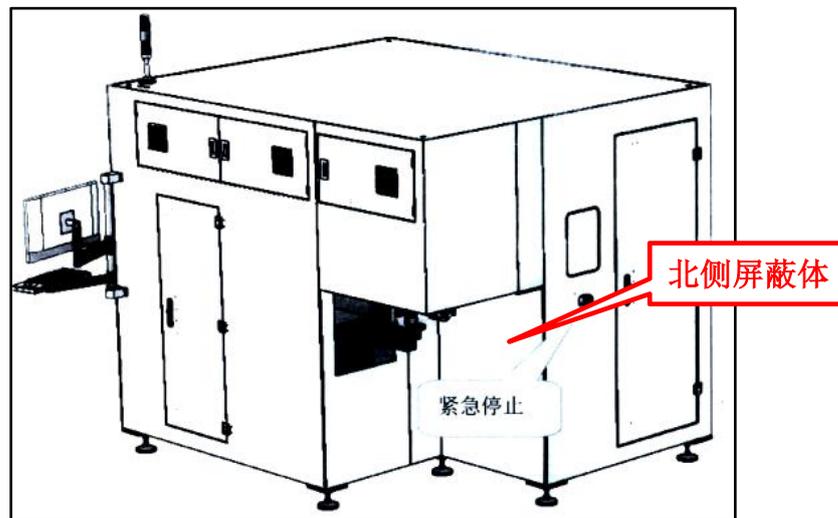


图 9-4-2 1#、2#X 射线检测系统样式图（后视图）

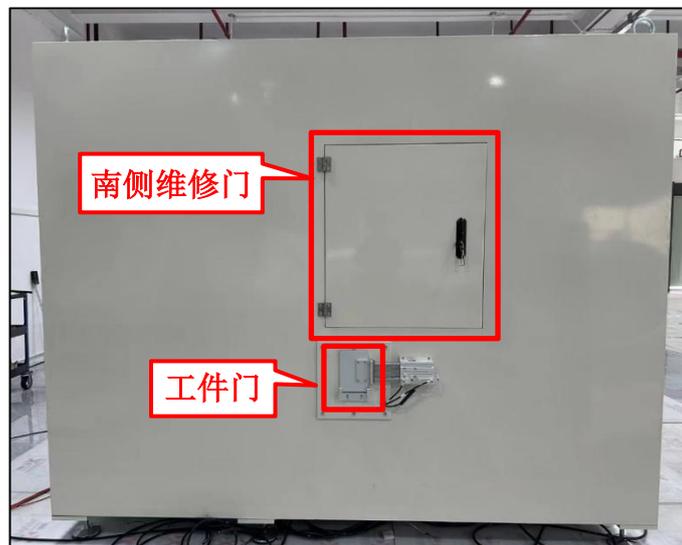


图 9-5-1 1#、2#X 射线检测系统实物图（侧视图）

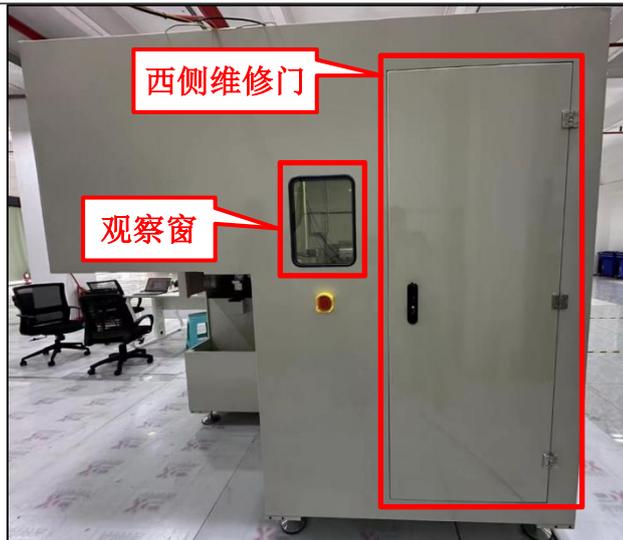


图 9-5-2 1#、2#X 射线检测系统实物图（后视图）

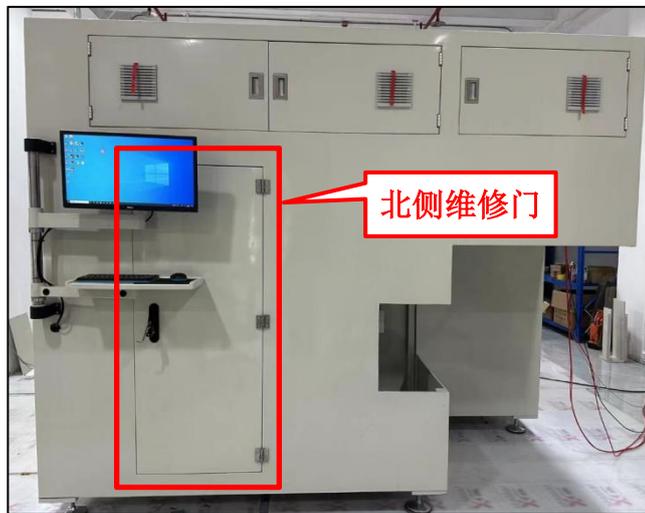


图 9-5-3 1#、2#X 射线检测系统实物图（侧视图）

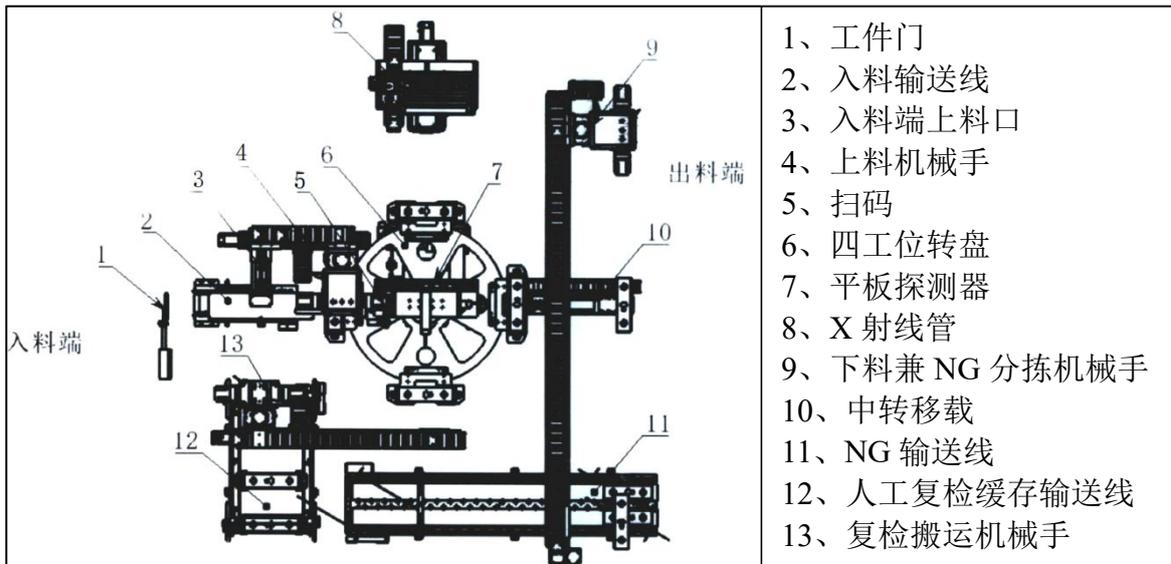


图 9-6 1#、2#X 射线检测系统内部主要结构图

本项目 1#、2#X 射线检测系统 X 射线管出束角均为 $40^{\circ} \times 40^{\circ}$ 。2 台装置 X 射线管

在垂直方向均无法移动，在水平方向均可沿东西移动，移动范围为 100mm。X 射线管距离东侧屏蔽体外表面为 2150mm，距离南侧屏蔽体外表面为 1060mm，距离西侧屏蔽体外表面为 400mm，距离北侧屏蔽体最近距离为 300mm，距离北侧屏蔽体外表面为 1168mm，距离顶部屏蔽体外表面为 1404mm，距离底部屏蔽体外表面为 660mm。

2 工作原理

2.1 X 射线产生原理

工业 CT 装置及 X 射线检测系统的核心是 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 9-7。

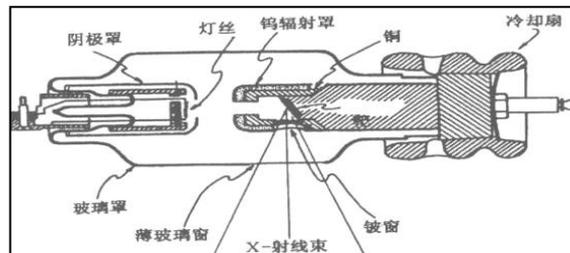


图 9-7 典型的 X 射线管结构图

2.2 工业 CT 装置检测原理

工业 CT 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。

2.3 X 射线检测系统检测原理

X 射线管中加速的电子撞击阳极靶产生 X 射线，X 射线穿透金属材料后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 射线检测系统工作原理示意图见图 9-8。

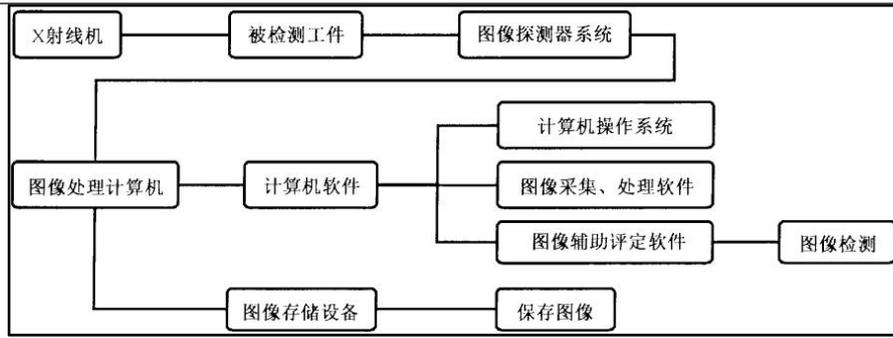


图 9-8 典型 X 射线检测系统工作原理图

3 工作流程及产污环节

3.1 工业 CT 装置工作流程及产污环节

检测时辐射工作人员打开工件门，将被测工件放置在载物台上，关闭工件门后，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缺损状况，其工作流程如下：

- (1) 开机前检查操作台与曝光室工件门、维修门的门机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否有效；
- (2) 开机预热，打开工件门，辐射工作人员将被测工件放置在载物台上；
- (3) 关闭工件门，辐射工作人员首先在操作台处控制工件测试平台按钮，将载物台调整到合适位置，然后开启工业 CT 装置进行检测，会产生 X 射线及少量 O₃、NO_x；
- (4) 通过显像器对被测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，辐射工作人员取出检测工件。

本项目工业 CT 装置工作流程及产污环节示意图见图 9-9。

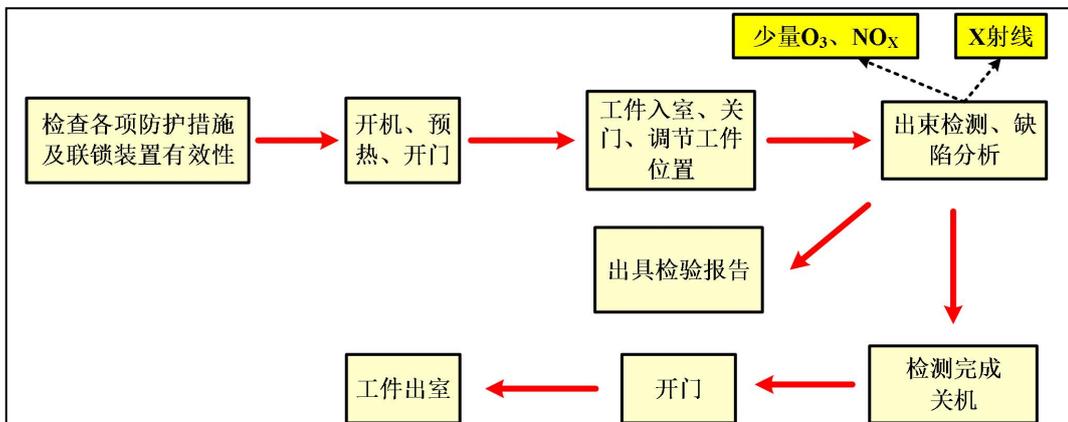


图 9-9 本项目工业 CT 装置工作流程及产污环节分析示意图

3.2 1#、2#X 射线检测系统工作流程及产污环节

本项目 X 射线检测系统输送线速度为 8PPM（即每分钟输送线流过 8 个电芯），电芯检测速度约为 2 秒/个。本项目 2 台 X 射线检测系统均为全自动在线装置，被测工件由入料输送线通过工件门自动传输到检测铅房内，上料机械手自动抓取工件放置于转盘工位后开始检测，检测完成后，再由下料机械手将被测工件自动搬移至输送线移出检测铅房。工件门自动开合，并设有门机联锁功能。辐射工作人员在操作台设置好检测参数，启动装置后开始自动检测工件。其工作流程如下：

（1）开机前检查操作台与检测铅房工件门、维修门的门机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否有效；

（2）被测工件由入料输送线传输到检测铅房内，上料机械手自动抓取工件放置于工位转盘；

（3）辐射工作人员在操作台处设置好检测参数，启动装置后开始自动检测，两侧工件门关闭。检测时会产生 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）检测完成后，工件门打开，下料机械手将被测工件通过输送线自动送出检测铅房，随后新的被测工件传输到检测铅房内进行检测。当装置内部正在检测时，工件门不会打开，需等待上一个工件检测完成送出检测铅房后才能进行下一个工件的检测。

本项目 X 射线检测系统流程及产污环节示意图见图 9-10。

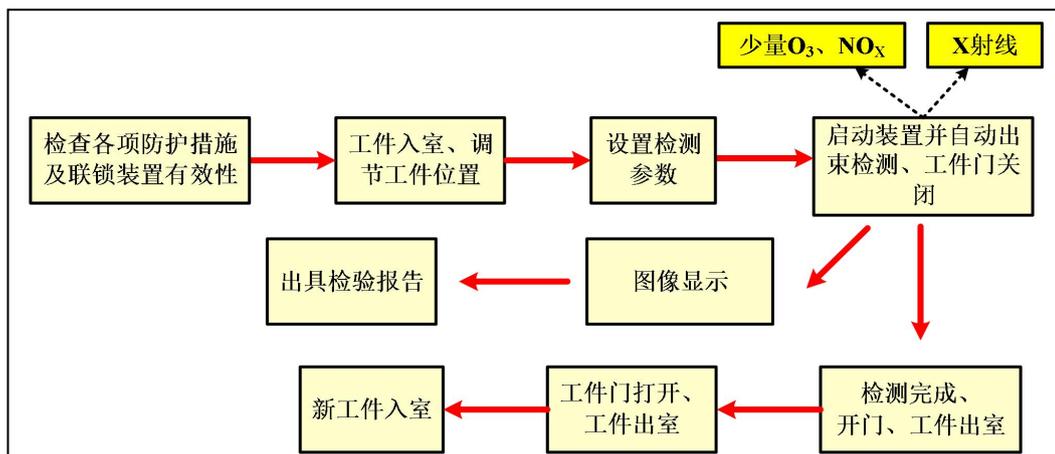


图 9-10 本项目 X 射线检测系统工作流程及产污环节分析示意图

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由工业 CT 装置及 X 射线检测系统的工作原理可知，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，对曝光室及检测铅房外工作人员和公众产生一定外照

射，因此工业 CT 装置及 X 射线检测系统在开机检测期间，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。由于本项目未获得厂家给出装置的滤过材料及输出量，因此输出量参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 保守取值，200kV 的 X 射线管 1m 处的输出量为 $28.7\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ；保守以 200kV 及 250kV 下 X 射线管输出量较大值进行插值计算得到 225kV 的 X 射线管 1m 处的输出量为 $22.6\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

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 200kV 距 X 射线机辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $2.5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ ；225kV 距 X 射线机辐射源点（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 2，200kV X 射线 90° 散射辐射相应的 X 射线为 150kV；225kV X 射线 90° 散射辐射相应的 X 射线为 200kV。

本项目详细参数见表 9-1。

表 9-1 本项目工业 CT 装置及 X 射线检测系统源项参数一览表

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

2 非放射性污染源分析

工业 CT 装置及 X 射线检测系统在工作状态时，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

项目安全措施

1 项目布局及分区合理性分析

1.1 工业 CT 装置

南京市欣旺达新能源有限公司扩建的工业 CT 装置包括曝光室和操作台，主射线朝东侧照射，操作台位于曝光室南侧，避开了有用线束照射方向。因此本项目工业 CT 装置布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室避开主射线方向、操作室与曝光室分开设置的要求，本项目布局设计合理。

本项目拟将工业 CT 装置曝光室作为本项目的辐射防护控制区（图 10-1 中红色方框），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；将曝光室除外的正极涂布原配件房作为本项目辐射防护监督区（图 10-1 中蓝色方框），在监督区入口悬挂“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，工作时无关人等不得进入。

本项目工业 CT 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。

图 10-1 本项目工业 CT 装置平面布局及分区图

1.2 1#、2#X 射线检测系统

南京市欣旺达新能源有限公司扩建的 1#、2#X 射线检测系统均包括检测铅房和操作台，主射线朝东侧照射，操作台位于检测铅房北侧，均避开了有用线束照射方向。

因此本项目 1#、2#X 射线检测系统布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室避开主射线方向、操作室与曝光室分开设置的要求，本项目布局设计合理。

本项目拟将 1#、2#X 射线检测系统检测铅房作为本项目的辐射防护控制区（图 10-2 中红色方框），在检测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；将 1#、2#X 射线检测系统东西方向 1m、南北方向 0.6m 的范围（含操作台）作为本项目辐射防护监督区（图 10-2 中蓝色方框），拟在监督区边界设置地面警戒线，在监督区入口竖立“无关人员禁止入内”警告立牌和监督区标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入。

本项目 1#、2#X 射线检测系统平面布局及分区图见图 10-2，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。

图10-2 本项目1#、2#X射线检测系统平面布局及分区图

2 辐射屏蔽设计

本项目工业 CT 装置曝光室屏蔽防护设计见表 10-1，屏蔽设计见附图 9；1#、2#X 射线检测系统检测铅房屏蔽防护设计见表 10-2，屏蔽设计见附图 10，装置屏蔽设计说明见附件 3。

表 10-1 本项目工业 CT 装置曝光室屏蔽设计参数一览表

规格尺寸	
屏蔽体	
工件门（南侧）	
维修门 （西侧、北侧）	
电缆口（西侧）	
通风口（北侧）	
工件门、维修门 门洞	

表 10-2 本项目 1#、2#X 射线检测系统检测铅房屏蔽设计参数一览表

规格尺寸	
屏蔽体	
工件门 （南侧、北侧）	
维修门 （南侧、西侧）	
电缆口（顶部）	
通风口（顶部）	
观察窗（西侧）	
工件门、维修门 门洞	

3 辐射安全措施设计

3.1 辐射防护措施

为确保辐射安全，南京市欣旺达新能源有限公司拟根据相关标准要求配备辐射安全措施，其与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中相关要求的对照如下：

3.1.1 工业 CT 装置辐射防护措施

本项目工业 CT 装置开展检测工作时人员无需进入曝光室内，工作人员进入曝光室维修时，装置处于关机状态。本项目工业 CT 装置辐射安全与防护措施分布见图 10-3。

图 10-3 本项目工业 CT 装置辐射防护措施布置图

表 10-3 本项目工业 CT 装置拟采取的辐射安全措施及其与标准对照

序号	GBZ 117-2022 标准中要求	本项目拟采取的辐射安全措施	是否满足
1	6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	本项目工业 CT 装置工件门与维修门均拟设置门机联锁装置，只有当工件门与维修门完全关闭后才能开机检测。在检测过程中，工件门或维修门被意外打开时，射线管应能立刻停止出束。	满足
2	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。	本项目工业 CT 装置拟设置显示“预备”信号和“照射”信号状态的指示灯，工业 CT 装置工作时，指示灯开启，“预备”时指示	满足

	<p>“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>灯亮红灯，“照射”时指示灯亮绿灯，警告无关人员勿靠近工业CT装置或在装置附近做不必要的逗留。装置曝光室拟设置指示灯与X射线管进行联锁。</p> <p>工业CT装置外醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明。“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。</p> <p>本项目开展检测工作时人员无需进入曝光室内，工作人员进入曝光室维修时，装置处于关机状态，因此本项目工业CT装置并未完全按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室放射防护要求设置“声音提示装置”。</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>拟在工业CT装置内部设置监控装置，辐射工作人员可通过装置监控显示器监视工业CT装置内部情况；拟在车间正极涂布原配件房内设置监控装置，以便辐射工作人员能够观察到装置工件门外装置的运行情况。</p>	满足
4	<p>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。</p>	<p>工业CT装置表面明显位置拟设置“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。</p>	满足
5	<p>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。</p>	<p>拟在工业CT装置南侧外表面、操作台处及装置内部南侧、北侧各设置1个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。紧急停机按钮拟设置标明使用方法的标签。</p>	满足
6	<p>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。</p>	<p>本项目工业CT装置北侧设有通风口，通风口处拟采用8mmPb+4mmFe防护罩，未破坏曝光室内屏蔽。通风口位于装置北侧，操作位位于装置南侧，通风口已远离操作人员。本项目曝光室体积约为14.3m³，曝光室内通风系统的通风量拟设置为300m³/h，每小时有效通风换气次数约为20次，能够满足每小时有效通风换气次数不小于3次的要求。</p>	满足
7	<p>6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。</p>	<p>本项目工业CT装置拟设置固定式辐射探测报警装置、对应报警灯及剂量率显示界面。</p>	满足

8	/	操作台处拟设紧急开门开关及钥匙开关, 钥匙唯一, 仅授权的辐射工作人员方可使用, 只有在打开钥匙开关后, X 射线探伤机才能出束; 钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。	/
---	---	--	---

3.1.2 1#、2#X 射线检测系统辐射防护措施

本项目 1#、2#X 射线检测系统开展检测工作时人员无需进入检测铅房内, 工作人员进入检测铅房维修时, 装置处于关机状态。本项目 1#、2#X 射线检测系统辐射安全与防护措施分布见图 10-4。

图 10-4 本项目 1#、2#X 射线检测系统辐射防护措施布置图

表 10-4 本项目 1#、2#X 射线检测系统拟采取的辐射安全措施及其与标准对照

序号	GBZ 117-2022 标准中要求	本项目拟采取的辐射安全措施	是否满足
1	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的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中, 防护门被意外打开时, 应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时, 每台装置均应与防护门联锁。	本项目 1#、2#X 射线检测系统工件门与维修门均拟设置门机联锁装置, 只有当工件门与维修门完全关闭后才能开机检测。在检测过程中, 工件门或维修门被意外打开时, 射线管应能立刻停止出束。	满足
2	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。	本项目 1#、2#X 射线检测系统拟设置显示“预备”信号和“照射”信号状态的指示三色灯, X 射线检测系统工作时, 指示灯开启,	满足

	<p>“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>“预备”时指示灯亮红灯，“照射”时指示灯亮绿灯，警告无关人员勿靠近 X 射线检测系统或在附近做不必要的逗留。装置检测铅房拟设置指示灯与 X 射线管进行连锁。</p> <p>1#、2#X 射线检测系统外醒目位置处拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明。</p> <p>“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。</p> <p>本项目开展检测工作时人员无需进入检测铅房内，工作人员进入检测铅房维修时，装置处于关机状态，因此本项目 1#、2#X 射线检测系统并未完全按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室放射防护要求设置“声音提示装置”。</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>1#、2#X 射线检测系统均拟设有观察窗，辐射工作人员可通过观察窗清晰地监视 X 射线检测系统内部情况，且摆放工件时人员无需进入铅房内，因此检测铅房内未设有视频监控装置。拟在包膜车间内设置监控装置，以便辐射工作人员能够观察到装置工件门外装置的运行情况。</p>	满足
4	<p>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。</p>	<p>1#、2#X 射线检测系统明显位置均拟设置“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。</p>	满足
5	<p>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。</p>	<p>拟在 1#、2#X 射线检测系统东侧、西侧、操作台处及检测铅房内部各设置 1 个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。紧急停机按钮拟设置标明使用方法的标签。</p>	满足
6	<p>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。</p>	<p>本项目 1#、2#X 射线检测系统顶部均设有通风口，通风口处拟采用 6.5mmPb+4mmFe 防护罩，未破坏曝光室内屏蔽。通风口位于装置顶部，操作位位于装置北侧，通风口已远离操作人员。本项目检测铅房体积约为 6.2m³，检测铅房内通风系统的通风量拟设置为 100m³/h，每小时有效通风换气次数约为 16 次，能够满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。</p>	满足
7	<p>6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。</p>	<p>本项目 1#、2#X 射线检测系统均拟设置固定式辐射探测报警装置、对应报警灯及剂量率显示界面。</p>	满足

8	/	操作台处拟设紧急开门开关及钥匙开关, 钥匙唯一, 仅授权的辐射工作人员方可使用, 只有在打开钥匙开关后, X 射线探伤机才能出束; 钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。	/
---	---	--	---

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工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统进行检查, 确认设备外观完好, 安全联锁、报警设备和警示灯等防护措施正常运行。

(2) 正常使用工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统时拟检查防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

(3) 辐射工作人员拟定期测量工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统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。

(4) 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。

(5) 公司拟对工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统的设备维护负责, 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

当工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统不再使用时, 拟实施退役程序。

(1) 工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统的 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

本项目工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统在工作状态时, 会使曝光室内的空气电离产生臭氧和氮氧化物, 少量臭氧和氮氧化物可通过工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统通风口排出曝光室及检测铅房, 再依托车间内通风系统排出车间; 臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气, 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

本项目工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统是一体式设备，由专业供应商直接运送安装到指定区域，不存在施工期环境影响。

运行阶段对环境的影响

1 辐射环境影响分析

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， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

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）中的表 B.2，得到对应的 TVL 值，然后按公式（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：屏蔽材料的什值层厚度；

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

天空反散射辐射水平预测模式采用《辐射防护导论》中推荐模式，具体计算公式如下：

$$\eta_{r,s} \leq 0.67 H_{L,h} \cdot r_i^2 \cdot r_s^2 / (D_{10} \cdot \Omega^{1.3}) \dots\dots\dots (11-5)$$

由公式 (11-5) 可导出：

$$H_{L,h} = \eta_{r,s} \cdot D_{10} \cdot \Omega^{1.3} / (0.67 \cdot r_i^2 \cdot r_s^2) \dots\dots\dots (11-6)$$

式中：0.67：单位换算系数；

$H_{L,h}$ ：参考点处相应的剂量当量率，Sv/h；

$\eta_{r,s}$ ：透射比；

r_i ：辐射源到屋顶上方 2m 处的距离 m；

r_s ：室外参考点到源的水平距离，本项目探伤房周围 50m 内没有敏感点， r_s 通过公式 $r_s = b \cdot r_i / (r_i - c)$ 计算得到；

D_{10} ：离源上方 1m 处的吸收剂量指数率，Gy·m²/min；对于 X 辐射源， $D_{10} = I \delta_a$ ；其中 I 是电流，mA； δ_a 是 X 射线发射率常数，Gy·m²·mA⁻¹·min⁻¹，从《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.1 查取（ δ_a 与 GBZ/T 250-2014 表 B.1 中的 X 射线输出量为同一物理量），以使该物理量取值与有用射束辐射影响预测计算中取值均查自 GBZ/T 250-2014 表 B.1。

Ω ：辐射源对屋顶张的立体角，单位为球面度，sr。 $\Omega = 4 \text{tg}^{-1} (ab/cd)$ ，其中 a 是屋顶长度之半，b 是屋顶宽度之半，c 是辐射源到屋顶表面中心的最小距离（此处 a、b 的值统一取探伤室的内净尺寸，不包含四周墙体的厚度，c 统一取到屋顶外表面的距离，即加上屋顶墙体厚度）；d 是源到屋顶边缘的距离， $d = (a^2 + b^2 + c^2)^{1/2}$ 。

1.1.4 参考点的年剂量水平估算公式

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \dots\dots\dots (11-7)$$

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， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ：探伤装置年照射时间，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。

1.2 工业 CT 装置

本项目工业 CT 装置的最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA，额定功率为 320W。本次评价选取工业 CT 装置达到最大管电压且满功率运行时的工况（225kV，1.42mA）进行预测。本项目工业 CT 装置运行时主射线朝东侧照射，X 射线管出束角为 30°×30°，故计算时将曝光室东侧按照有用线束照射进行预测计算，将南侧、西侧、北侧、顶部及底部屏蔽体、工件门（南侧）、维修门（西侧、北侧）、电缆口（西侧）及通风口（北侧）均按照非有用线束照射进行预测计算。

X 射线管在水平方向无法移动，在竖直方向可上下移动，移动范围为 600mm。本项目 X 射线机距离东侧屏蔽体外表面 2486mm、距离南侧屏蔽体外表面 1207mm、距离西侧屏蔽体外表面 1350mm、距离北侧屏蔽体外表面 1059mm、距离顶部屏蔽体外表面最近为 838mm、距离底部屏蔽体外表面最近为 988mm。本项目预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的计算公式。本项目工业 CT 装置计算示意图见图 11-2。

图 11-2 本项目工业 CT 装置计算示意图

1.2.1 理论计算结果

表 11-1 有用线束方向屏蔽铅板屏蔽效果预测表

关注点	X 设计厚度	I (mA)	$H_0^{\text{①}}$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	$B^{\text{②}}$	$R^{\text{③}}$ (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	评价
东侧屏蔽体								

表 11-2 非有用线束方向屏蔽铅板屏蔽效果预测表

关注点	南侧屏蔽体 /工件门	西侧屏蔽体 /维修门/电缆口	北侧屏蔽体 /维修门/通风口	顶部屏蔽体	底部屏蔽体
X 设计厚度					
泄漏辐射	TVL(mm)				
	B [#]				
	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)				
	R* (m)				
	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)				
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值				
	TVL(mm)				
	B [#]				
	I (mA)				
	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ ($\text{mA}\cdot\text{h}$))				
	F (m ²)				
	α				
	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($\mu\text{Sv/h}$)					
评价					

从表 11-1、表 11-2 中预测结果可知，本项目工业 CT 装置满功率运行时，工业 CT 装置曝光室四周、顶部、底部屏蔽体、工件门、维修门、通风口、电缆口外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 0.791 $\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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。

1.2.2 天空反散射影响分析

根据公式(11-5)~(11-6)，结合本项目工业 CT 装置各尺寸参数，装置的 $a=1.570\text{m}$ ， $b=0.989\text{m}$ ， $c=0.838\text{m}$ ，计算得 $d=2.040\text{m}$ ， $\Omega=2.949\text{sr}$ 。

表 11-3 天空反散射影响预测表

参数	参数取值或计算结果
$D_{10}(\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{min}^{-1})$	
$\Omega(\text{sr})$	
$\eta_{r,s}$	
$r_i(\text{m})$	
$r_s(\text{m})$	
瞬时剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	

从表 11-3 中预测结果可以看出，当本项目工业 CT 装置满功率运行时，天空反散射影响值为 0.123 $\mu\text{Sv/h}$ ，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。

本项目工业 CT 装置满功率运行时，由于顶部屏蔽体上方 30cm 处的最大辐射剂量率为 0.791 $\mu\text{Sv/h}$ ，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为 0.123 $\mu\text{Sv/h}$ ，天空反散射影响值和顶部屏蔽体上方 30cm 处的最大辐射剂量率总和为 0.914 $\mu\text{Sv/h}$ ，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。

1.2.3 通风口、电缆口辐射防护分析

本项目工业 CT 装置通风口、电缆口处均拟设置 8mmPb+4mmFe 防护罩，由表 11-1、表 11-2 计算结果可知，本项目工业 CT 装置在满功率条件下运行时，本项目通风口外 30cm 处辐射剂量率为 0.554 $\mu\text{Sv/h}$ ，电缆口外 30cm 处辐射剂量率为 0.376 $\mu\text{Sv/h}$ ，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/T250-2014）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。

本项目 X 射线经过防护罩后至少会经过 3 次散射到达通风口及电缆口处, X 射线至少经过 3 次散射才能到达防护罩外, 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、线缆口处的辐射剂量率能够满足标准要求。电缆孔及通风口散射示意图如图 11-3。

图 11-3 通风口、电缆口散射示意图

1.3 1#、2#X 射线检测系统

本项目 1#、2#X 射线检测系统型号、尺寸及屏蔽设计参数均一致, 且 2 台 X 射线检测系统所在包膜线东西相邻, 自东向西为 1#X 射线检测系统、2#X 射线检测系统, 因此本次评价选取 1#X 射线检测系统达到最大管电压且满功率运行时的工况(200kV, 2.5mA)进行预测。因 1#X 射线检测系统运行时主射线朝东侧照射, X 射线管出束角为 $40^{\circ} \times 40^{\circ}$, 主射线能够照射到 X 射线检测系统底部, 故计算时将 1#X 射线检测系统外壳东侧、北侧、底部及工件门(北侧)按照有用线束照射进行预测计算, 将 1#射线检测系统外壳南侧、西侧、顶部、工件门(南侧)、维修门(南侧、西侧)、观察窗(西侧)、通风口(顶部)及电缆口(顶部)均按照非有用线束照射进行预测计算。

X 射线管在垂直方向均无法移动, 在水平方向均可沿东西移动, 移动范围为 100mm。X 射线管距离东侧屏蔽体外表面为 2150mm, 距离南侧屏蔽体外表面为 1060mm, 距离西侧屏蔽体外表面为 400mm, 距离北侧屏蔽体最近距离为 300mm, 距离北侧外表面为 1168mm, 距离顶部屏蔽体外表面为 1404mm, 距离底部屏蔽体外表面为 660mm。本项目预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中的计算公式。本项目 1#X 射线检测系统计算示意图见图 11-4。

图 11-4 本项目 1#X 射线检测系统计算示意图

1.3.1 理论计算结果

将相关参数代入公式 (11-1) ~ (11-4) 中, 计算结果见表 11-4 及表 11-5。

表 11-4 有用线束方向屏蔽铅板屏蔽效果预测表

关注点	X 设计厚度	I (mA)	$H_0^{\text{①}}$ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	$B^{\text{②}}$	$R^{\text{③}}$ (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	评价
东侧屏蔽体								
北侧屏蔽体/工件门								
底部屏蔽体								

表 11-5 非有用线束方向屏蔽铅板屏蔽效果预测表

关注点	南侧屏蔽体/工件门/维修门	西侧屏蔽体/维修门	顶部屏蔽体/通风口/电缆口	观察窗(西侧)
X 设计厚度				
泄漏辐	TVL (mm)			
	$B^{\#}$			
	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)			

射	R^* (m)			
	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)			
散 射 辐 射	散射后能量 对应的 kV 值			
	TVL (mm)			
	$B^\#$			
	I (mA)			
	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ (mA·h))			
	F (m^2)			
	α			
	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($\mu\text{Sv/h}$)				
评价				

从表 11-4、表 11-5 中预测结果可知，本项目 1#X 射线检测系统满功率运行时，检测铅房四周、顶部、底部屏蔽体、工件门、维修门、通风口、电缆口外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 $1.741\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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。

据厂家提供的检测报告，该 X 射线检测系统检测铅房四周、顶部、底部屏蔽体外 5cm 处的最大辐射剂量率约为 $0.22\mu\text{Sv/h}$ ，即 30cm 处最大辐射剂量率约为 $0.006\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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，厂家检测报告见附件 8。

因本项目 1#、2#X 射线检测系统型号、检测铅房尺寸及屏蔽设计参数均一致，且 2 台 X 射线检测系统所在包膜线东西相邻，因此由 1#X 射线检测系统预测结果可知，2#X 射线检测系统四周、顶部及底部的剂量率值与 1#X 射线检测系统剂量率值一致。

1.3.2 评价范围内辐射剂量率叠加评价

由于本项目 2 台 X 射线检测系统相邻建设，且存在同时开展检测工作的可能性，本项目 2 台 X 射线检测系统周围剂量率水平叠加预测拟选取 4 个叠加点位：①2 台 X 射线检测系统南侧的叠加点位；②2 台 X 射线检测系统中间过道处的叠加点位；③2 台 X 射线检测系统北侧的叠加点位；④2 台 X 射线检测系统正下方的叠加点位。拟选取的 4 个叠加点位见附图 6、附图 7。

本项目 1#、2#X 射线检测系统监督区四周的辐射剂量率保守取曝光室对应侧屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率进行剂量估算；1#、2#X 射线检测系统监督区楼下的辐射剂量率拟根据剂量率与距离的平方成反比公式（11-8）得到叠加点位处辐射剂量率：

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \dots\dots\dots (11-8)$$

式中：H₁—距射线源点 R₁ 处的剂量率，μSv/h；

H₂—距射线源 R₂ 处的剂量率，μSv/h；

R₁—装置各屏蔽体外 30cm 处距射线源的距离，m；

R₂—监督区外各计算点位距射线源的距离，m。

表 11-6 本项目 1#X 射线检测系统周围人员关注点位辐射剂量率

关注点	H ₁ (μSv/h)	R ₁ (m)	R ₂ (m)	H ₂ (μSv/h)
监督区楼下				

根据表 11-4 至 11-6 计算结果可知，2 台 X 射线检测系统同时使用时周围辐射剂量率见表 11-7。

表 11-7 2 台 X 射线检测系统同时使用时周围剂量率水平

关注点	剂量率 (μSv/h)	剂量率汇总值 (μSv/h)
①2 台 X 射线检测系统南侧		
②2 台 X 射线检测系统中间过道处		

③2 台 X 射线检测系统 北侧	
④2 台 X 射线检测系统 楼下二层	

从表 11-7 中预测结果可知，本项目 2 台 X 射线检测系统同时运行时，检测铅房叠加点位 30cm 处的最大辐射剂量率约为 0.991 μ Sv/h，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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 μ Sv/h”的要求。

1.3.3 天空反散射影响分析

本项目 1#、2#X 射线检测系统满功率运行时，由于顶部屏蔽体上方 30cm 处的最大辐射剂量率均为 0.014 μ 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 μ Sv/h”的要求。

1.3.4 通风口、电缆口辐射防护分析

本项目 1#、2#X 射线检测系统通风口、电缆口处均拟设置 6.5mmPb+4mmFe 防护罩，由表 11-4、表 11-5 计算结果可知，本项目 1#、2#X 射线检测系统在满功率条件下运行时，本项目通风口、电缆口外 30cm 处辐射剂量率均为 0.014 μ 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/T250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h”的要求。

本项目 X 射线经过防护罩后至少会经过 3 次散射到达通风口及电缆口处，X 射线至少经过 3 次散射才能到达防护罩外，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、线缆口处的辐射剂量率能够满足标准要求。电缆孔及通风口散射图如图 11-5。

图 11-5 通风口、电缆口散射示意图

2 有效剂量估算

2.1 工业 CT 装置周围辐射工作人员及公众人员年/周有效剂量估算

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 装置曝光室 50m 范围内的其他人员。辐射工作人员于操作位进行操作，因此辐射工作人员年有效剂量拟按照操作位的最大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（11-8）可得到各关注点处辐射剂量率：

表 11-8 本项目工业 CT 装置周围人员关注点位辐射剂量率

关注点	H ₁ (μSv/h)	R ₁ (m)	R ₂ (m)	H ₂ (μSv/h)
监督区东侧				
监督区南侧				
监督区西侧				
监督区北侧				
监督区楼上				

根据表 11-8 结果代入公式（11-7），以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 11-9 及 11-10。

表 11-9 本项目工业 CT 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 (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
1	装置北侧							
2	监督区东侧							
3	监督区南侧							
4	监督区西侧							

5	监督区 北侧							
6	监督区 楼上							

注：辐射工作人员剂量率值保守选取监督区内最大剂量率值。

从表 11-9 中预测结果可以看出，本项目工业 CT 装置周围辐射工作人员周有效剂量最大值为 5.540 μ Sv，周围公众成员周有效剂量最大为 0.460 μ Sv，均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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。

表 11-10 本项目工业 CT 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 (μ 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	装置 北侧							
2	监督区 东侧							
3	监督区 南侧							
4	监督区 西侧							
5	监督区 北侧							
6	监督区 楼上							

注：辐射工作人员剂量率值保守选取监督区内最大剂量率值。

从表 11-10 中预测结果可以看出，本项目工业 CT 装置周围辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.277mSv，周围公众年有效剂量最大为 0.023mSv，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目年剂量约束值的要求：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。

2.2 1#、2#X 射线检测系统周围辐射工作人员及公众人员年/周有效剂量估算

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员，公众主要为 1#、2#X 射线检测系统检测铅房 50m 范围内的其他人员。辐射工作人员于操作位进行操作，因此辐射工作人员年有效剂量拟按照操作位的最大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（11-8）可得到各关注点处辐射剂量率：

表 11-11 本项目 1#X 射线检测系统周围人员关注点位辐射剂量率

关注点	H ₁ (μ Sv/h)	R ₁ (m)	R ₂ (m)	H ₂ (μ Sv/h)
监督区东侧				

监督区南侧	
监督区西侧	
监督区北侧	
监督区楼下	

根据表 11-11 结果代入公式 (11-7)，以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 11-12 及 11-13。

表 11-12 本项目 1#X 射线检测系统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 (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
1	装置东侧							
2	监督区东侧							
3	监督区南侧							
4	监督区西侧							
5	监督区北侧							
6	监督区楼下							

注：辐射工作人员剂量率值保守选取监督区内最大剂量率值。

从表 11-12 中预测结果可以看出，本项目 1#X 射线检测系统周围辐射工作人员周有效剂量最大值为 8.450μSv，周围公众成员周有效剂量最大为 1.065μSv，均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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。

表 11-13 本项目 1#X 射线检测系统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 (μSv/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	装置东侧							
2	监督区东侧							
3	监督区南侧							
4	监督区西侧							
5	监督区北侧							
6	监督区楼下							

注：辐射工作人员剂量率值保守选取监督区内最大剂量率值。

从表 11-13 中预测结果可以看出，本项目 1#X 射线检测系统周围辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.423mSv，周围公众年有效剂量最大为 0.053mSv，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目年剂量约束值的要求：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。

本项目 2 台 X 射线检测系统型号、尺寸及屏蔽设计参数均一致，且 2 台 X 射线检测系统所在包膜线东西相邻，因此 2#X 射线检测系统四周、顶部及底部剂量率值与 1#X 射线检测系统相同，2#X 射线检测系统周围辐射工作人员及公众年/周有效剂量值均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目年剂量约束值的要求：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 评价范围内辐射叠加影响

由于本项目 2 台 X 射线检测系统相邻建设，因此需考虑公众人员所受叠加年有效剂量影响。根据表 11-12、表 11-13 计算结果可知，本项目 2 台 X 射线检测系统周围公众周、年受照有效剂量估算见表 11-14。

表 11-14 叠加点位处公众人员周、年有效剂量估算表

关注点	周剂量值 ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	周剂量汇总 值($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	年剂量值 (mSv/a)	年剂量汇总 值(mSv/a)
①2 台 X 射线检测系统 南侧的叠加点位				
②2 台 X 射线检测系统 中间过道处的叠加点位				
③2 台 X 射线检测系统 北侧的叠加点位				
④2 台 X 射线检测系统 正下方的叠加点位				

根据表 11-14 计算结果，考虑 2 台 X 射线检测系统的叠加影响，本项目评价范围内公众周有效剂量最大值为 1.103 μSv ，年有效剂量最大值为 0.055mSv；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。

4 三废治理评价

本项目工业 CT 装置及 X 射线检测系统在工作状态时，产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物可通过装置通风口排出曝光室及检测铅房，再依托车间内通风系统排出车间，车间的通风速率为 11 次/h，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。

本项目曝光室体积约为 14.3m³，曝光室内通风系统的通风量拟设置为 300m³/h，每小时有效通风换气次数约为 20 次；检测铅房体积约为 6.2m³，检测铅房内通风系统的通风量拟设置为 100m³/h，每小时有效通风换气次数约为 16 次，均能够满足《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。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，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

本项目工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统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、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，工件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 装置及 2 台 X 射线检测系统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）由于工件碰撞造成工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统工件门、维修门破损，导致防护门外产生漏射线。

2 辐射事故预防措施

南京市欣旺达新能源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。每次在开启工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统前，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。

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 装置及 2 台 X 射线检测系统属于 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

本项目开展工业 X 射线探伤使用的工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统属 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 名具有本科及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。

南京市欣旺达新能源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。公司已有 36 名辐射工作人员，其中 1 人兼职辐射防护负责人，均已通过生态环境部培训平台上的线上考核。本项目拟新增 6 名辐射工作人员，新增辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台上的线上考核，辐射工作人员持有的原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上岗。

辐射安全管理规章制度

南京市欣旺达新能源有限公司已按照《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，包括探伤操作规程、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，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，明确工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统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 装置及 2 台 X 射线检测系统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，重点是工业 CT 装置及 X 射线检测系统的运行和维修时辐射安全管理。

设备检修维护制度：明确工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统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 装置、2 台 X 射线检测系统与剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

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：对工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统使用情况进行登记，标明设备名称、型号、电压、电流等，并对工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统使用进行严格管理。

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。

此外，公司在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各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。

辐射监测

公司拟扩建的工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统属 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》，本项目须配置至少 1 台便携式 X- γ 剂量率仪，以满足射线装置日常运行时，对工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统周围 X 射线的辐射泄漏和散射的巡测。

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 装置、1#、2#X 射线检测系统	X- γ 周围剂量当量率	验收监测	1 次	①装置周围各关注点处，如四周、顶部、底部屏蔽体、工件门、维修门外 30cm 处；特别是工件门缝、维修门缝、通风口、电缆口等位置； ②辐射工作人员操作位处 ③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 3 个月/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，南京市欣旺达新能源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。

南京市欣旺达新能源有限公司已依据《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》的要求制定了辐射事故应急预案，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。公司已定期组织应急人员对应急处理措施进行培训，并组织了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南京市溧水区新能源大道 99 号，地理位置图见附图 1。公司二期厂区东侧为一干河大桥，南侧为一干河路及一干河，西侧为空地及科创大道，北侧为新能源大道及欣旺达二期宿舍。

本项目工业 CT 装置拟建于 02 栋厂房 1 一层车间正极涂布原配件房内，工业 CT 装置拟建址东侧依次为 OK 料区及设备备件房，南侧依次为车间内过道、厂内道路及 06 栋厂房，西侧依次为车间内过道、辅料间、除湿机房、正极辊压分条车间及负极辊压分条车间，北侧依次为车间内过道、正极涂布车间及负极涂布车间，楼下无建筑，楼上二层为车间内过道、除湿机区、空压机房、辅料房及常温静置库，楼上三层为常温静置库、辅料房、空调房、放电车间及包膜车间。

本项目 1#、2#X 射线检测系统所在的包膜线东西相邻，自东向西为 1#X 射线检测系统、2#X 射线检测系统。公司拟将 1#、2#X 射线检测系统分别摆放在 02 栋厂房 1 三层包膜车间 L8-1、L8-2 线上，2 台 X 射线检测系统拟建址东侧依次为车间内过道、包膜线、放电车间及空调房，南侧依次为包膜线、车间内过道、三层楼外立面、一层为厂内道路，西侧依次为车间内过道及包膜区，北侧依次为车间内过道及包膜线，楼下二层为常温静置库，楼下一层为正极辊压分条车间及负极辊压分条车间，楼上无建筑。

本项目工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统周围 50m 范围内均没有居民区、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 实践正当性评价

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

本项目拟将工业 CT 装置曝光室作为本项目的辐射防护控制区，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；将曝光室除

外的正极涂布原配件房作为本项目辐射防护监督区，在监督区入口悬挂“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，工作时无关人等不得进入；本项目拟将 1#、2#X 射线检测系统检测铅房作为本项目的辐射防护控制区，在检测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；将 1#、2#X 射线检测系统东西方向 1m、南北方向 0.6m 的范围（含操作台）作为本项目辐射防护监督区，拟在监督区边界设置地面警戒线，在监督区入口竖立“无关人员禁止入内”警告立牌和监督区标牌，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

本项目工业 CT 装置开展检测工作时人员无需进入曝光室内，工作人员进入曝光室维修时，装置处于关机状态。工业 CT 装置工件门与维修门均拟设置门机联锁装置，工业 CT 装置拟设置显示“预备”信号和“照射”信号状态的指示灯并与 X 射线管进行联锁，工业 CT 装置工作时，指示灯开启，“预备”时指示灯亮红灯，“照射”时指示灯亮绿灯，警告无关人员勿靠近工业 CT 装置或在装置附近做不必要的逗留，并拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；本项目开展检测工作时人员无需进入曝光室内，工作人员进入曝光室维修时，装置处于关机状态，因此本项目工业 CT 装置并未完全按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室放射防护要求设置“声音提示装置”；工业 CT 装置表面拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；拟在工业 CT 装置南侧外表面、操作台处及装置内部南侧、北侧各设置 1 个急停按钮；拟在操作台设置紧急开门开关及钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用；工业 CT 装置内拟设置监控装置；工业 CT 装置拟设置固定式辐射探测报警装置、对应报警灯及剂量率显示界面。

本项目 1#、2#X 射线检测系统开展检测工作时人员无需进入检测铅房内，工作人员进入检测铅房维修时，装置处于关机状态。本项目 1#、2#X 射线检测系统工件门与维修门均拟设置门机联锁装置，1#、2#X 射线检测系统拟设置显示“预备”信号和“照射”信号状态的指示灯并与 X 射线管进行联锁，X 射线检测系统工作时，指示灯开启，“预备”时指示灯亮红灯，“照射”时指示灯亮绿灯，警告无关人员勿靠近 X 射线检测系统或在附近做不必要的逗留，并拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；本项目开展检测工作时人员无需进入检测铅房内，工作人员进入检测铅

房维修时，装置处于关机状态，因此本项目 1#、2#X 射线检测系统并未完全按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室放射防护要求设置“声音提示装置”；1#、2#X 射线检测系统明显位置均拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；拟在 1#、2#X 射线检测系统东侧、西侧、操作台处及检测铅房内部各设置 1 个急停按钮；拟在操作台设置紧急开门开关及钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用；1#、2#X 射线检测系统均拟设置观察窗；工业 CT 装置拟设置固定式辐射探测报警装置、对应报警灯及剂量率显示界面。

辐射工作人员在开展检测工作前拟对工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统进行检查，确认设备外观完好，安全联锁、报警设备和警示灯等防护措施正常运行；正常使用工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统时拟检查防护门-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工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止检测工作并向辐射防护负责人报告；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，则不应开始检测工作；公司拟对工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统的设备维护负责，每年至少维护一次，设备维护应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。

工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统不再使用时，应实施退役程序；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；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

公司拟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，同时拟制定各项辐射安全管理制度。公司拟为本项目配备 6 名辐射工作人员，辐射工作人员均应取得辐射安全培训合格证书或通过生态环境部培训平台上的线上考核，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。

公司拟为本项目工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统配备 3 台便携式 X- γ 剂量率仪及 6 台个人剂量报警仪，能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

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

本项目工业 CT 装置外径尺寸为 3.836m（长）×2.266m（宽）×2.426m（高），内净尺寸为 3.140m（长）×1.978m（宽）×2.300m（高），装置东侧屏蔽体拟采用 14mmPb+4mmFe，南侧、西侧、北侧、顶部及底部屏蔽体均拟采用 8mmPb+4mmFe，南侧工件门拟采用 8mmPb+4mmFe，西侧、北侧维修门拟采用 8mmPb+4mmFe，电缆口及通风口处均拟采用 8mmPb+4mmFe 防护罩。

本项目 1#、2#X 射线检测系统型号、检测铅房尺寸及屏蔽设计参数均一致。1#、2#X 射线检测系统外径尺寸均为 2.650m（长）×2.228m（宽）×2.064m（高），内净尺寸均为 2.006m（长）×1.531m（宽）×2.008m（高），装置东侧屏蔽体拟采用 8mmPb+4mmFe，底部屏蔽体拟采用 8mmPb+15mmFe，南侧、西侧、北侧及顶部屏蔽体均拟采用 6.5mmPb+4mmFe，南侧、北侧工件门拟采用 6.5mmPb+4mmFe，南侧、西侧维修门拟采用 6.5mmPb+4mmFe，电缆口及通风口处均拟采用 6.5mmPb+4mmFe 防护罩，西侧观察窗拟采用 6.5mm 铅当量铅玻璃。

根据理论预测结果，公司配备的工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统满功率运行时曝光室各侧屏蔽体外 30cm 处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）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

本项目的工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统在工作状态时产生的 X 射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过装置顶部的通风口排出曝光室，再依托车间内通风系统排出车间；臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

辐射工作人员生活污水拟排入城市污水管网，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，南京市欣旺达新能源有限公司二期电芯生产线技术改造项目（辐射专题）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) 项目建成后企业应按照《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	<p>本项目工业 CT 装置外径尺寸为 3.836m (长) ×2.266m(宽)×2.426m(高),内净尺寸为 3.140m (长) ×1.978m (宽) ×2.300m (高),装置东侧屏蔽体拟采用 14mmPb+4mmFe,南侧、西侧、北侧、顶部及底部屏蔽体均拟采用 8mmPb+4mmFe,南侧工件门拟采用 8mmPb+4mmFe,西侧、北侧维修门拟采用 8mmPb+4mmFe,电缆口及通风口处均拟采用 8mmPb+4mmFe 防护罩。</p> <p>本项目 1#、2#X 射线检测系统型号、检测铅房尺寸及屏蔽设计参数均一致。1#、2#X 射线检测系统外径尺寸均为 2.650m (长) ×2.228m (宽) ×2.064m (高),内净尺寸均为 2.006m (长) ×1.531m (宽) ×2.008m (高),装置东侧屏蔽体拟采用 8mmPb+4mmFe,底部屏蔽体拟采用 8mmPb+15mmFe,南侧、西侧、北侧及顶部屏蔽体均拟采用 6.5mmPb+4mmFe,南侧、北侧工件门拟采用 6.5mmPb+4mmFe,南侧、西侧维修门拟采用 6.5mmPb+4mmFe,电缆口及通风口处均拟采用 6.5mmPb+4mmFe 防护罩,西侧观察窗拟采用 6.5mm 铅当量铅玻璃。</p> <p>本项目工业 CT 装置开展检测工作时人员无需进入曝光室内,工作人员进入曝光室维修时,装置处于关机状态。工业 CT 装置工件门与维修门均拟设置门机联锁装置,工业 CT 装置拟设置显示“预备”信号和“照射”信号状态的指示灯并与 X 射线管进行联锁,工业 CT 装置工作时,指示灯开启,“预备”时指示灯亮红灯,“照射”时指示灯亮绿灯,警告无关人员勿靠近工业 CT 装置或在装置附近做不必要的逗留,并拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明;本项目开展检测工作时人员无需进入曝光室内,工作人员进入曝光室维修时,装置处于关机状态,因此本项目工业 CT 装置并未完全按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中探伤室放射</p>	工业 CT 装置及 2 台 X 射线检测系统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)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	27

	<p>防护要求设置“声音提示装置”；工业 CT 装置表面拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；拟在工业 CT 装置南侧外表面、操作台处及装置内部南侧、北侧各设置 1 个急停按钮；拟在操作台设置紧急开门开关及钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用；工业 CT 装置内拟设置监控装置；工业 CT 装置拟设置固定式辐射探测报警装置、对应报警灯及剂量率显示界面。</p> <p>本项目 1#、2#X 射线检测系统开展检测工作时人员无需进入检测铅房内，工作人员进入检测铅房维修时，装置处于关机状态。本项目 1#、2#X 射线检测系统工件门与维修门均拟设置门机联锁装置，1#、2#X 射线检测系统拟设置显示“预备”信号和“照射”信号状态的指示灯并与 X 射线管进行联锁，X 射线检测系统工作时，指示灯开启，“预备”时指示灯亮红灯，“照射”时指示灯亮绿灯，警告无关人员勿靠近 X 射线检测系统或在附近做不必要的逗留，并拟设置对“预备”和“照射”信号意义的清晰说明；本项目开展检测工作时人员无需进入检测铅房内，工作人员进入检测铅房维修时，装置处于关机状态，因此本项目 1#、2#X 射线检测系统并未完全按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室放射防护要求设置“声音提示装置”；1#、2#X 射线检测系统明显位置均拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；拟在 1#、2#X 射线检测系统东侧、西侧、操作台处及检测铅房内部各设置 1 个急停按钮；拟在操作台设置紧急开门开关及钥匙开关，钥匙唯一，仅授权的辐射工作人员方可使用；1#、2#X 射线检测系统均拟设置观察窗；工业 CT 装置拟设置固定式辐射探测报警装置、对应报警灯及剂量率显示界面。</p>		
<p>人员 配备</p>	<p>公司拟为本项目配备 6 名辐射工作人员，辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台上的线上考核</p> <p>公司拟委托有资质的单位对 6 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</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>	<p>定期 投入</p>

	公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过2年）组织6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	拟配置3台便携式X-γ剂量率仪	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
	拟配置6台个人剂量报警仪		
辐射安全管理制度	公司已根据相关标准要求，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、台账管理制度以及辐射事故应急预案等制度	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预案	/

以上措施必须在项目运行前落实。

