2025-F-053

核技术利用建设项目

中兴通讯（南京）有限责任公司
在线式 3D-X-RAY 检测装置购置项目
环境影响报告表
（公示本）

中兴通讯（南京）有限责任公司

2025 年 6 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

中兴通讯（南京）有限责任公司
在线式 3D-X-RAY 检测装置购置项目
环境影响报告表

建设单位名称：中兴通讯（南京）有限责任公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：南京市江宁区江宁街道牧龙中路 1 号

邮政编码：　　联 系 人：

电子邮箱：　　联系电话：

打印编号：1749713572000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	2w5ov3
建设项目名称	中兴通讯(南京)有限责任公司在线式3D-X-RAY检测装置购置项目
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目
环境影响评价文件类型	报告表
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	中兴通讯(南京)有限责任公司
统一社会信用代码	91320115MA1TEU7H7P
法定代表人（签章）	周建峰
主要负责人（签字）	陈扬涛
直接负责的主管人员（签字）	陈扬涛
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3 非密封放射性物质 表4 射线装置 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：
Date of Birth

专业类别：
Professional Type

批准日期：
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.

中华人民共和国人力资源和社会保障部

approved & authorized by
Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China

中华人民共和国环境保护部

approved & authorized by
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：2025 年 4 月 28 日

拍照地点：南京市江宁区江宁街道牧龙中路 1 号（中兴通讯（南京）有限责任公司）

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

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：** 202504-202506

共1页，第1页

单位参保险种	养老保险	工伤保险	失业保险
缴费总人数	29	29	29

序号	姓名	公民身份号码（社会保障号）	缴费起止年月	缴费月数
1	周楠		202504 - 202506	3
2	吴小平		202504 - 202506	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）。

江苏省社会保险 电子专用章

打印时间：2025年6月12日

表 1　项目基本概况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="7">中兴通讯（南京）有限责任公司在线式 3D-X-RAY 检测装置购置项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="7">中兴通讯（南京）有限责任公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表姓名</td><td></td><td>联系人</td><td></td><td>联系电话</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="7">南京市江宁区江宁街道牧龙中路 1 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="7">南京市江宁区江宁街道牧龙中路 1 号厂区 B24 栋三层 SMT 车间</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">南京市江宁区政务服务管理办公室</td><td>批准文号</td><td colspan="3">江宁政务投备〔2025〕1027 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>700</td><td>项目环保总投资（万元）</td><td>75</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td colspan="2">10.7%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">□新建 □改建 ☑扩建 □其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td colspan="2">100</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="6">□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="6">□I类（医疗使用） □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="6">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="6">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="6">□乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="6">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="6">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="6">☑II类 □III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="7">/</td></tr>
</table>

1 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来

1.1 建设单位基本情况

中兴通讯（南京）有限责任公司成立于 2017 年 12 月，由中兴通讯股份有限公司投资设立，注册地位于南京市江宁区江宁街道牧龙中路 1 号。中兴通讯全球 5G 智能制造基地，是中兴通讯在国内的五大生产基地之一，主要从事通讯产品研发；生产程控交换系统、多媒体通讯系统、通讯传输系统的研发；移动通信系统设备、微波通讯设备、寻呼机的生产；计算机软硬件、微波通信、信号自动控制、计算机信息处理的技术开发、技术咨询、技术服务；电子设备、微电子器件的销售等。

1.2 项目规模及任务由来

中兴通讯（南京）有限责任公司已于厂区内使用 2 台工业 CT 装置，已有核技术利用项目环评批复复印件见附件 8。现根据生产、检测需要，公司拟在 B24 栋（共三层）三层 SMT 车间装配区扩建 2 台工业 CT 装置（1#、2#工业 CT 装置），2 台装置相距约 27m，均用于开展公司生产的 PCBA 单板的无损检测工作。2 台工业 CT 装置型号均为 VT-X750 型，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，2 台装置操作台均拟设于装置南侧。

公司现有 19 名辐射工作人员，拟为本项目调配 4 名辐射工作人员专职负责检测工作。每台装置周开机曝光时间不超过 30 小时，年开机曝光时间不超过 1500 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 中兴通讯（南京）有限责任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	工作场所名称	环评情况	许可情况	备注
1	VT-X750 型工业 CT 装置	1	130	0.3	B24 栋三层 SMT 车间装配区南侧	本次环评	未许可	1#工业 CT 装置，主射线朝顶部照射，最大功率为 39W
2	VT-X750 型工业 CT 装置	1	130	0.3	B24 栋三层 SMT 车间装配区南侧	本次环评	未许可	2#工业 CT 装置，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》《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。受中兴通讯（南京）有限责任公司委托，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

中兴通讯（南京）有限责任公司位于南京市江宁区江宁街道牧龙中路 1 号，地理位置图见附图 1。公司东侧为地秀路，南侧为旺达路，西侧为景明大街，北侧为牧龙东路，公司厂区平面布局及周围环境示意图见附图 2。

本项目 2 台工业 CT 装置均拟建于 B24 栋（共三层）三层 SMT 车间装配区内，2 台装置之间相距约 27m。2 台装置拟建址东侧依次为装配区及车间内过道，南侧依次为装配区、车间内过道、楼梯间、卫生间、空调机房、库房、厂区道路及 B22 栋，西侧

依次为装配区、车间内过道、暂存区及维修区，北侧依次为装配区、SMT 生产线及备料区；1#工业 CT 装置拟建址楼下二层、一层均为高温后测试区，2#工业 CT 装置拟建址楼下二层、一层均为自高温区。B24 栋三层车间平面布局图见附图 3，二层、一层车间平面布局图见附图 4、附图 5。

本项目 2 台工业 CT 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。

3 已有核技术应用情况

3.1 建设单位辐射安全许可情况

中兴通讯（南京）有限责任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【A6048】”，种类和范围为“使用II类、III类射线装置”，发证日期为 2024 年 08 月 07 日，有效期至：2026 年 12 月 20 日，许可使用 5 台III类射线装置及 2 台II类射线装置。公司目前使用 5 台III类射线装置、2 台II类射线装置及 3 台豁免设备，其中本项目 1#工业 CT 装置拟建址 50m 评价范围内有 1 台III类射线装置在用。

公司辐射安全许可证正副本复印件见附件 5，公司另有三台射线装置取得豁免批文，批文见附件 6。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 7，已有核技术利用项目环评批复见附件 8，公司现有核技术应用项目见表 1-2。

表 1-2 公司现有核技术利用项目清单

序号	名称	型号	类别	数量	使用场所	环评审批	许可情况	备注
1	X-Ray 检测仪	x|aminer	III	1	B27 栋 3 层 SMT18 产线线尾	备案号：202132011500001657 时间：2021.12.16（附件 7）	已许可	使用
2	X-Ray 检测仪	GE Phoenix Xaminer HD	III	1	B26 栋 3 层装焊 28 产线线尾			使用
3	X-Ray 检测仪	Phoenix X|aminer	III	1	B28 栋 1 层材料实验室			使用
4	X-Ray 检测仪	XD7800NT Ruby XL	III	1	B28 栋 2 层写片室旁			使用
5	X-Ray 检测仪	GE Phoenix Xaminer HD	III	1	B24 栋 3 层装配 1 产线旁			使用
6	工业 CT 装置	YXLON FF20 CT	II	1	B28 栋 1 层 X 射线室内	宁环辐（表）审〔2023〕36 号 时间：2023.9.26（附件 8）	已许可、验收进行中	使用

7	工业 CT 装置	VT-X700-L	II	1	B23 栋 3 层生产车间内	宁环辐（表）审〔2024〕8 号 时间：2024.2.20（附件 8）		使用

3.2 辐射安全管理情况

3.2.1 辐射安全管理机构及人员培训情况

中兴通讯（南京）有限责任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。公司现有 19 名辐射工作人员，均已取得辐射安全与防护考核合格证书（见附件 13）。

公司现有辐射工作人员均已配备个人剂量计监测累积剂量，并每三个月送江苏宁大卫防检测技术有限公司进行个人剂量监测，根据公司 2024-2025 年四个季度辐射工作人员个人剂量监测报告可知（见附件 12），辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常；公司已每两年组织辐射工作人员进行健康体检，并已按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

3.2.2 辐射安全规章制度制定及落实情况

中兴通讯（南京）有限责任公司已按照《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》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，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，制定了事故应急方案，在方案中明确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。公司还应组织应急人员对应急处理措施进行培训，并定期组织应急人员进行应急演练。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。

3.2.3 工作场所及辐射环境监测情况

公司已配备 1 台环境辐射剂量巡测仪及 19 台个人剂量报警仪，本项目拟沿用现有的 X-γ剂量率巡检仪及 4 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。公司现有核技术利用项目已委托上海欧萨评价咨询股份有限公司开展年度环境检测（年度环境检测报告见附件 11），由检测结果可知，公司现有射线装置外的周围剂量

当量率均能满足相关标准的要求。

4 实践正当性评价

本项目在运行期间将会产生电离辐射，可能会增加 2 台工业 CT 装置拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的需求，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	VT-X750 型	130	0.3	无损检测	B24 栋三层 SMT 车间装配区南侧	1#工业 CT 装置，主射线朝顶部照射，最大功率为 39W
2	工业 CT 装置	II类	1	VT-X750 型	130	0.3	无损检测	B24 栋三层 SMT 车间装配区南侧	2#工业 CT 装置，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（μA）	中子强度（n/s）	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5　废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过闸门排入车间内，再通过车间通风系统排入外环境。臭氧常温下 50min 左右可自行分解为氧气，对环境影响较小。
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m^3；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^3）和活度（Bq）。

表 6　评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订版），国家主席令第 9 号公布，2015 年 1 月 1 日施行 （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 （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 （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 （5）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订版），国务院令第 449 号，修订版于 2019 年 3 月 2 日起施行 （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 （7）《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年 第 66 号，2017 年 12 月 6 日起施行 （8）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行 （9）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行 （10）《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局，环发〔2006〕145 号，2006 年 9 月 26 日起施行 （11）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行 （12）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年修订，国家发展和改革委员会令第 7 号），2024 年 2 月 1 日起施行 （13）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行 （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 （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 （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 （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 （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 （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 （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）
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016） （2）《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016） （3）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022） （4）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） （5）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） （6）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） （7）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）（参照） （8）《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及修改单 （9）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）
其他	**与本项目相关附件：** （1）项目委托书（附件 1） （2）射线装置使用承诺书（附件 2） （3）辐射防护屏蔽设计说明（附件 3） （4）辐射环境现状检测报告复印件（附件 4）

	（5）辐射安全许可证复印件（附件 5） （6）已有射线装置豁免批文（附件 6） （7）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 7） （8）已有核技术利用项目环评批复复印件（附件 8） （9）江苏省投资项目备案证复印件（附件 9） （10）本项目 X 射线管参数说明（附件 10） （11）年度检测报告复印件（附件 11） （12）个人剂量检测报告复印件（附件 12） （13）辐射工作人员培训情况一览表（附件 13）

表 7　保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”相关规定，确定本项目评价范围为 2 台工业 CT 装置曝光室边界外周围 50m 区域。

保护目标

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。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。

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。

本项目 2 台工业 CT 装置周围 50m 范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目保护目标主要为辐射工作人员、工业 CT 装置拟建址周围评价范围内公众。

表 7-1 本项目评价范围内保护目标情况一览表

项目	环境保护目标名称		方位	最近距离	规模	环境保护要求
1#工业CT装置	职业人员	1#工业 CT 装置辐射工作人员	南侧（操作位）	紧邻	2 人	职业人员年剂量约束值为5mSv/a
		2#工业 CT 装置辐射工作人员	西南侧（操作位）	约 29 m	2 人	
	公众	装配区工作人员	东侧	紧邻	约 18 人	公众年剂量约束值为0.1mSv/a
		车间内过道工作人员		约 48 m	流动人群	
		装配区工作人员	南侧	紧邻	约 9 人	
		车间内过道、楼梯间、卫生间、空调机房、库房工		约 3 m	流动人群	

		作人员				
		厂区道路行人		约 18 m	流动人群	
		B22 栋工作人员		约 36 m	约 20 人	
		装配区工作人员	西侧	紧邻	约 30 人	
		车间内过道工作人员		约 43 m	流动人群	
		暂存区工作人员		约 47 m	约 5 人	
		装配区、SMT 生产线、备料区工作人员	北侧	紧邻	约 30 人	
		高温后测试区工作人员	楼下二层	约 7 m	流动人群	
		高温后测试区工作人员	楼下一层	约 14 m	流动人群	
2#工业CT装置	职业人员	2#工业 CT 装置辐射工作人员	南侧（操作位）	紧邻	2 人	职业人员年剂量约束值为 5mSv/a
		1#工业 CT 装置辐射工作人员	东南侧（操作位）	约 29 m	2 人	
	公众	装配区工作人员	东侧	紧邻	约 18 人	公众年剂量约束值为 0.1mSv/a
		装配区工作人员	南侧	紧邻	约 9 人	
		车间内过道、卫生间、空调机房、楼梯间、库房工作人员		约 3 m	流动人群	
		厂区道路行人		约 18 m	流动人群	
		B22 栋工作人员		约 36 m	约 20 人	
		装配区工作人员	西侧	紧邻	约 30 人	
		车间内过道工作人员		约 43 m	流动人群	
		暂存区、维修区工作人员		约 47 m	约 15 人	
		装配区、SMT 生产线、备料区工作人员	北侧	紧邻	约 30 人	
		自高温区工作人员	楼下二层	约 7 m	流动人群	
		自高温区工作人员	楼下一层	约 14 m	流动人群	

评价标准

1 剂量限值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

/	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可做任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

2 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%～30%（即 0.1mSv～0.3 mSv）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

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

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

3 辐射剂量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足：

a）关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于 100μSv/周，对公众场所，其值应不大于 5μSv/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 2.5μSv/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 100μSv/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 100μSv/周，对公众场所，其值不大于 5μSv/周。

（2）本项目 2 台工业 CT 装置屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平均不大于 2.5μSv/h，顶部外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平取 2.5μSv/h。

4 环境天然γ辐射水平参考值

参考《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省环境监测站。

表 7-3 江苏省环境天然γ辐射水平（单位：nGy/h）

	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差（s）	7.0	12.3	14.0

注：[1]测量值已扣除宇宙射线响应值。

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

表 8　环境质量和辐射现状

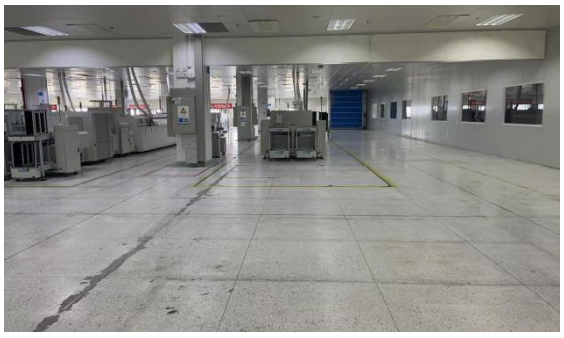
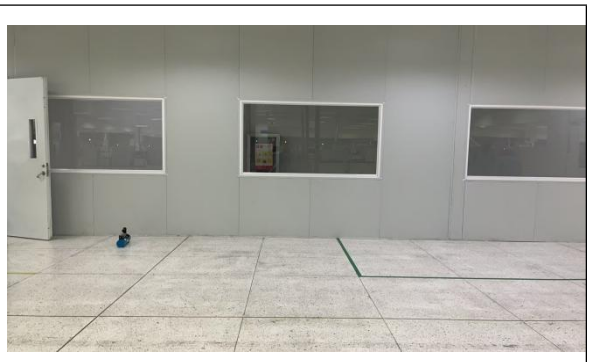
1 项目地理和场所位置

本项目 1#工业 CT 装置拟建于 B24 栋（共三层）三层 SMT 车间装配区南侧，1#工业 CT 装置拟建址东侧依次为装配区及车间内过道，南侧依次为装配区、车间内过道、楼梯间、卫生间、空调机房、库房、厂区道路及 B22 栋，西侧依次为装配区、车间内过道及暂存区，北侧依次为装配区、SMT 生产线及备料区，楼下二层、一层均为高温后测试区。

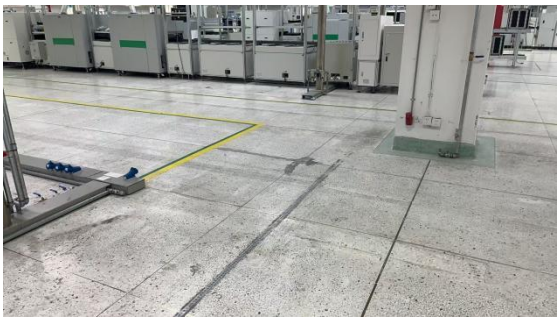
本项目 2#工业 CT 装置拟建于 B24 栋（共三层）三层 SMT 车间装配区南侧，2#工业 CT 装置拟建址东侧为装配区，南侧依次为装配区、车间内过道、卫生间、空调机房、楼梯间、库房、厂区道路及 B22 栋，西侧依次为装配区、车间内过道、暂存区及维修区，北侧依次为装配区、SMT 生产线及备料区，楼下二层、一层均为自高温区。B24 栋三层车间平面布局图见附图 3，二层、一层车间平面布局图见附图 4、附图 5。

本项目 2 台工业 CT 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。

本项目 2 台工业 CT 装置周围环境现状见图 8-1、图 8-2。

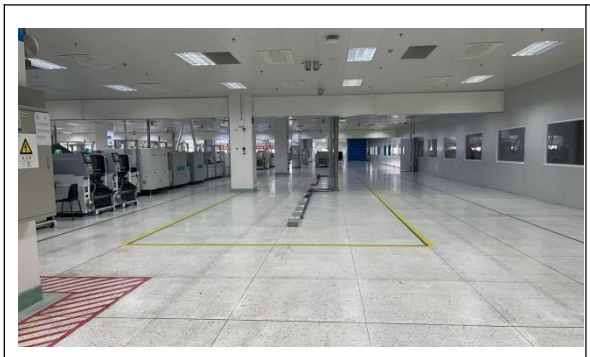
<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>1#工业 CT 装置拟建址东侧装配区</td><td>1#工业 CT 装置拟建址南侧车间内过道</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>1#工业 CT 装置拟建址西侧装配区</td><td>1#工业 CT 装置拟建址北侧 SMT 生产线</td></tr>
</table>

1#工业 CT 装置拟建址楼下二层高温后测试区



1#工业 CT 装置拟建址

图 8-1　1#工业 CT 装置拟建址周围环境现状照片



2#工业 CT 装置拟建址东侧装配区

2#工业 CT 装置拟建址南侧车间内过道

2#工业 CT 装置拟建址西侧装配区

2#工业 CT 装置拟建址北侧 SMT 生产线

2#工业 CT 装置拟建址楼下二层自高温区

2#工业 CT 装置拟建址

图 8-2　2#工业 CT 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：2 台工业 CT 装置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 2 台工业 CT 装置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 2 台工业 CT 装置拟建址周围进行布点，具体点位见图 8-3

监测时间：2025 年 4 月 16 日

监测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

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

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 25℃、湿度 51%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 ^{137}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》（HJ61-2021）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　本项目工业 CT 装置拟建址周围γ辐射水平测量结果

测点编号	测点位置描述	测量结果(nGy/h)	标准偏差	备注
1	1#工业 CT 装置拟建址处	50.8	0.37	楼房
2	1#工业 CT 装置拟建址东侧	53.2	0.36	楼房
3	1#工业 CT 装置拟建址南侧	53.8	0.45	楼房
4	1#工业 CT 装置拟建址西侧	52.7	0.49	楼房
5	1#工业 CT 装置拟建址北侧	51.1	0.47	楼房
6	1#工业 CT 装置拟建址楼下二层	53.4	0.49	楼房
7	2#工业 CT 装置拟建址处	52.5	0.49	楼房
8	2#工业 CT 装置拟建址东侧	51.5	0.56	楼房
9	2#工业 CT 装置拟建址南侧	51.6	0.94	楼房
10	2#工业 CT 装置拟建址西侧	50.7	0.31	楼房
11	2#工业 CT 装置拟建址北侧	54.6	0.44	楼房
12	2#工业 CT 装置拟建址楼下二层	53.4	0.44	楼房

注：1、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。

2、本次监测时，拟建址东侧已有III类射线装置为关机状态；

3、本项目拟建址所在 B24 栋楼顶入口处设有门禁，仅物业工作人员能到达，无门禁权限人员无法到达楼顶，物业人员到达楼顶频率较小，因此楼顶未布置监测点位。

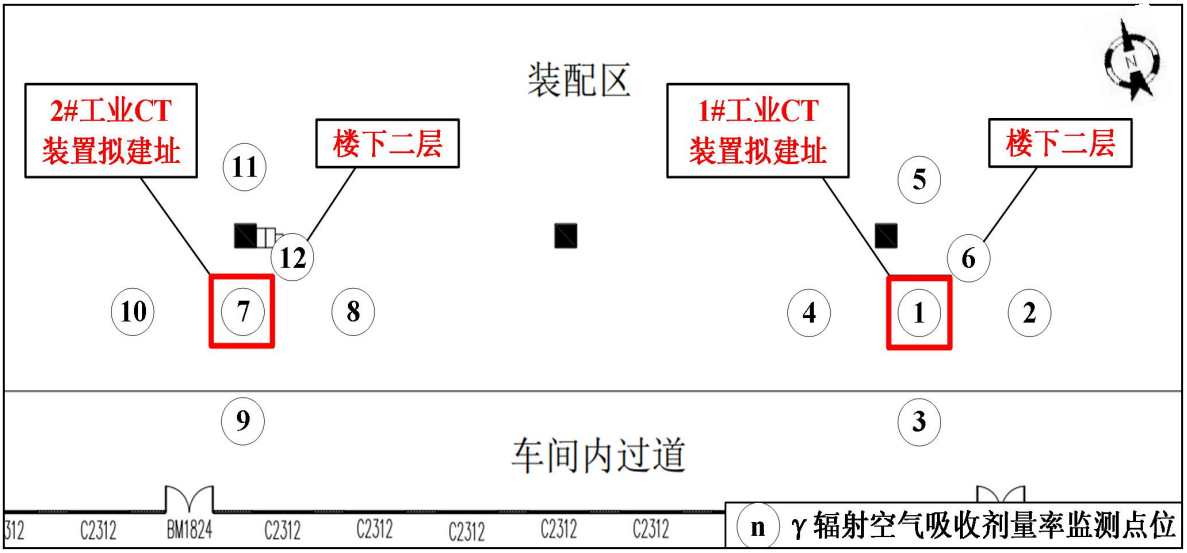


图 8-3　本项目 2 台工业 CT 装置拟建址周围环境γ辐射水平监测点位示意图

4 环境现状调查结果评价

由表 8-1 的监测结果可知，本项目 2 台工业 CT 装置拟建址及周围环境扣除仪器宇宙射线响应值后的室内γ辐射水平为（50.7~54.6）nGy/h。根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内γ辐射水平为（50.7~129.4）nGy/h，本项目 2 台工业 CT 装置拟建址周围室内监测点位γ辐射水平处于江苏省环境天然γ辐射水平室内测值范围内，属于正常辐射水平。

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，中兴通讯（南京）有限责任公司拟在 B24 栋（共三层）三层 SMT 车间内扩建 2 台工业 CT 装置，用于开展公司生产的 PCBA 单板的无损检测工作，检测工件的尺寸为 50mm（长）×50mm（宽）×5mm（高）。

本项目 2 台工业 CT 装置型号均为 VT-X750 型，最大管电压均为 130kV，最大管电流均为 0.3mA，射线管最大功率均为 39W。2 台工业 CT 装置工作时主射线均朝顶部照射，操作台均拟位于装置南侧。

本项目 2 台 VT-X750 型工业 CT 装置均包含曝光室、操作台、进出闸门、维修门等，外壳尺寸均为 1.925m（长）×1.550m（宽）×1.645m（高）。本项目工业 CT 装置示意图见图 9-1。

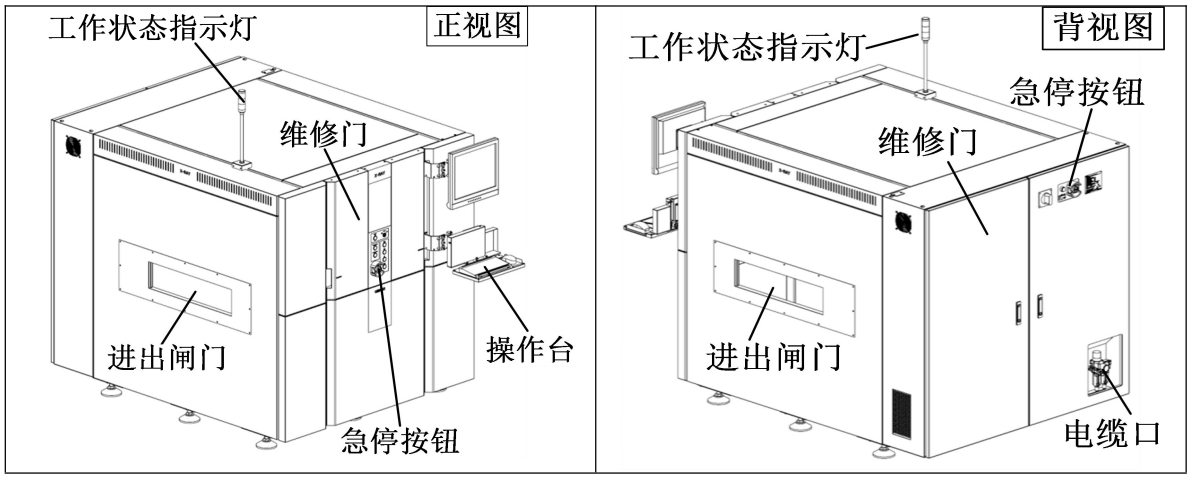


图 9-1 工业 CT 装置示意图

本项目工业 CT 装置的 X 射线管出束角为 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：东西方向 650mm，南北方向 835mm，竖直方向上无法进行上下移动。X 射线管靶点距装置东侧、西侧最近距离均为 450mm，距装置南侧最近距离为 360mm，距装置北侧最近距离为 730mm，距装置底部最近距离为 695mm，距装置顶部最近距离为 870mm。本项目工业 CT 装置计算示意图见图 9-2。

图 9-2 本项目工业 CT 装置计算示意图

2 工业 CT 装置工作原理

2.1 X 射线发生原理

本项目 2 台工业 CT 装置核心均是 X 射线管，它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。常见典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

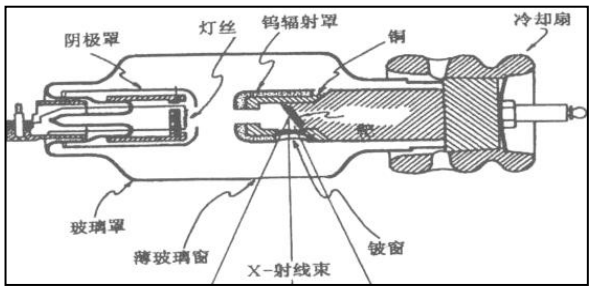


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

2.2 工业 CT 装置检测原理

本项目 2 台工业 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。

3 工业 CT 装置工作流程及产污环节

本项目 2 台工业 CT 装置在工作时，辐射工作人员将被测工件放置在传送带上，检测时传送带上的被测工件通过闸门自动运输至曝光室测试台上，辐射工作人员在操作台处进行操作，在对被测工件无损伤条件下，清晰、准确、直观地展示被检测物体的缺损状况，其工作流程如下：

（1）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、报警设备和警示灯等安全防护措施是否有效，措施有效方可开始检测工作；

（2）闸门打开，被检测工件通过传送带送至闸门入口，通过装置内部运动装置将工件运输至测试台上；

（3）装置两侧闸门关闭，辐射工作人员首先在操作台处控制工件测试平台按钮，将试样操作器调整到合适位置，然后开启工业 CT 装置进行检测，会产生 X 射线及少量 O_3、NO_x；

（4）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，关机，打开闸门，将被测工件运出曝光室。

本项目工业 CT 装置工作流程及产污环节示意图见图 9-4。

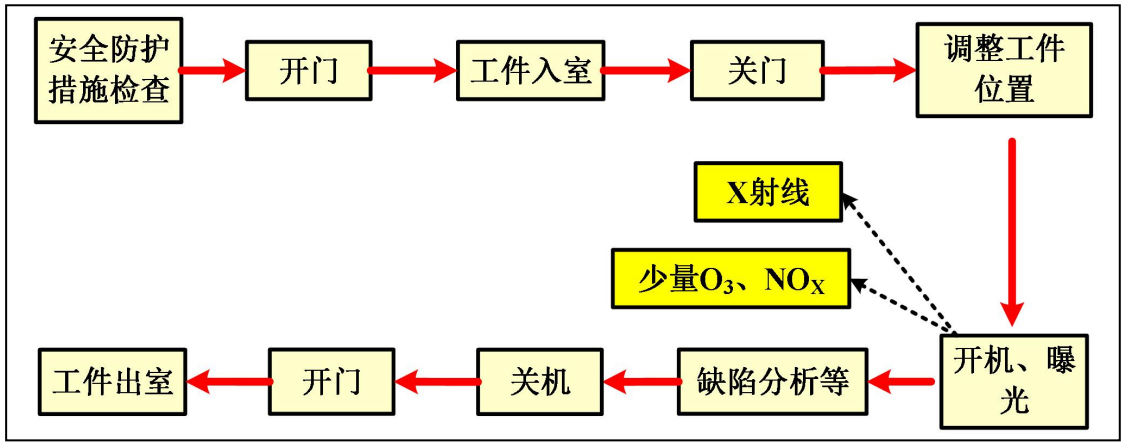


图 9-4 本项目工业 CT 装置工作流程及产污环节分析示意图

4 原有工艺不足和改进情况分析

根据现场调查可知，公司已有的工业 CT 装置项目工艺流程合理，已根据相应标准要求在检测过程中采取安全防护措施。本项目拟扩建的 2 台工业 CT 装置与已有项目工艺流程一致，不存在工艺不足情况。

5 工作人员配置及工作机制

公司现有 19 名辐射工作人员，拟为本项目每台装置调配 2 名辐射工作人员，共调配 4 名辐射工作人员专职负责本项目检测工作，拟采取一班制。每台装置周开机曝光

时间不超过 30 小时，年开机曝光时间不超过 1500 小时。

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由工业 CT 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。根据厂家提供装置说明（附件 10），本项目 X 射线采用 0.5mmBe+1mmAl 滤过，参考《辐射防护导论》附图 3，保守取 130kV 下 1mmAl 滤过条件的 X 射线管输出量为 19.0mGy·m^2/（mA·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 1×10^3μSv/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，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 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 非放射性污染源分析

本项目 2 台工业 CT 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

项目安全措施

1 项目布局及分区合理性分析

中兴通讯（南京）有限责任公司拟在 B24 栋（共三层）三层 SMT 车间装配区扩建 2 台工业 CT 装置（1#、2#工业 CT 装置）。2 台工业 CT 装置均包括曝光室和操作台等，操作台均位于曝光室南侧，主射线均朝顶部照射，操作台避开了 X 射线主射线方向。本项目 2 台工业 CT 装置布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于操作室与曝光室分开设置及操作室应避开有用线束照射方向的要求，布局设计合理。

本项目拟将 2 台工业 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；拟将 2 台工业 CT 装置曝光室外东西侧各 0.5m、南北侧各 1m 的范围区域（含操作台）作为辐射防护监督区（图 10-1 中蓝色方框），监督区边界拟设置实体围栏，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，工作时无关人等不得靠近。本项目 2 台工业 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2台工业CT装置平面布局及分区图

2 辐射屏蔽设计

本项目 2 台 VT-X750 型工业 CT 装置曝光室屏蔽防护设计见表 10-1，屏蔽设计见

附图 6。

表 10-1 本项目工业 CT 装置曝光室屏蔽设计参数一览表

工业 CT 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	东侧屏蔽体			
	南侧屏蔽体			
	西侧屏蔽体			
	北侧屏蔽体			
	顶部屏蔽体			
	底部屏蔽体			
	工件进出口闸门（东侧、西侧）			
	维修门（南侧、北侧）			
	电缆口铅罩（北侧）			

3 辐射安全措施设计

3.1 辐射防护措施

为确保辐射安全，保障本项目 2 台工业 CT 装置安全运行，公司拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）设计相应的辐射安全装置和保护措施，示意图见图 10-2。

表10-2 本项目辐射安全设施与标准对照分析表

序号	标准要求	本项目拟采取的辐射安全措施	相符性分析
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 2 台工业 CT 装置曝光室进出闸门、维修门均拟设置门机联锁装置，只有当闸门及维修门完全关闭后 X 射线才能出束，任一门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。	符合
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。“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	本项目 2 台工业 CT 装置的曝光室外顶部拟设置工作状态指示灯，并与 X 射线管联锁。工业 CT 装置工作时，警示灯开启，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。	符合

	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。		
3	6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	本项目 2 台工业 CT 装置所在 SMT 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。	符合
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 2 台工业 CT 装置曝光室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。	符合
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 2 台工业 CT 装置南、北侧外表面各拟设置 1 个急停按钮，按钮带有标签，标明使用方法。	符合
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 2 台工业 CT 装置操作台处均拟设固定式辐射探测报警装置。	符合
7	/	本项目 2 台工业 CT 装置均拟设置钥匙开关，只有在打开操作台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。	/

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

图 10-2　本项目 2 台工业 CT 装置辐射防护措施示意图

3.2 操作防护措施

（1）辐射工作人员在开展检测工作前拟按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中 5.1.2 要求对 2 台工业 CT 装置进行检查，重点检查安全联锁、报警设备和警示灯、固定辐射检测仪等是否运行正常。

（2）正常使用 2 台工业 CT 装置时拟检查防护门-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 2 台工业 CT 装置外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止检测工作并向辐射防护负责人报告。

（4）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。

（5）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。

（6）公司拟对 2 台工业 CT 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-γ剂量率仪。

3.3 探伤设备退役措施

当 2 台工业 CT 装置不再使用时，应实施退役程序。

（1）2 台工业 CT 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。

三废治理

本项目无放射性三废产生，和项目有关的非放射三废主要包括臭氧（O_3）和氮氧化物（NO_x）。

本项目 2 台工业 CT 装置在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生臭氧（O_3）和氮氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化物可通过闸门排入车间内，最终通过车间排风系统排入外环境。臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

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

表 11　环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 2 台工业 CT 装置均由曝光室和操作面板等组成的一体式设备，由专业供应商直接运送安装到指定区域，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

本项目每台工业 CT 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。2 台工业 CT 装置型号一致，最大管电压均为 130kV，最大管电流均为 0.3mA，额定功率均为 39W，主射线朝顶部照射。本次评价选取 1#工业 CT 装置满功率运行时的工况进行预测。

本项目工业 CT 装置的 X 射线管出束角为 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：东西方向 650mm，南北方向 835mm，竖直方向上无法进行上下移动。X 射线管靶点距装置东侧、西侧最近距离均为 450mm，距装置南侧最近距离为 360mm，距装置北侧最近距离为 730mm，距装置底部最近距离为 695mm，距装置顶部最近距离为 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，将东侧（含闸门）、南侧（含维修门）、西侧（含闸门）、北侧（含维修门及电缆口铅罩）、底部屏蔽体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。计算示意见图 11-1。

图 11-1 本项目工业 CT 装置计算示意图

1. 理论预测公式

1.1 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：

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

式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/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，μSv·m^2/(mA·h)；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B：屏蔽透射因子，保守参考《医用外照射源的辐射防护》（ICRP33 号出版物）表 3，通过 100kV 及 150kV 管电压下铅的 TVL 值进行插值得到 130kV 管电压下铅的 TVL 值为 0.91mm，再按公式（11-2）计算得出；

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

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。

1.2 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

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \text{……（11-3）}$$

式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_L$：距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，μSv/h，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的表 1；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B：屏蔽透射因子，保守参考《医用外照射源的辐射防护》（ICRP33 号出版物）表 3，通过 100kV 及 150kV 管电压下铅的 TVL 值进行插值得到 130kV 管电压下铅的 TVL 值为 0.91mm，再按公式计算得出；

②散射辐射

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

式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，μSv/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，μSv·m²/（mA·h）；

B：屏蔽透射因子，本项目最大管电压为 130kV，保守参考《医用外照射源的辐射防护》（ICRP33 号出版物）表 3，通过 100kV 及 150kV 管电压下铅的 TVL 值进行插值得到 130kV 管电压下铅的 TVL 值为 0.91mm，再按公式计算得出；

F：R_0 处的辐射野面积，m²；

α：散射因子，入射辐射被单位面积（1m²）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率之比。与散射物质有关，在未获得相应物质的α值时，可以用水的α值保守估计，取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录 B 表 B.3；

R_s：散射体至关注点的距离，m；

R_0：辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m。

1.3 参考点的年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \quad \text{……（11-5）}$$

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，μSv/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。

2 屏蔽计算结果

2.1 理论计算结果

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）	$H_0$① μSv·m²/(mA·h)	B②	R③（m）	$\dot{H}$（μSv/h）	剂量率参考控制水平(μSv/h)	评价
顶部屏蔽体							2.5	满足

表 11-2 本项目非有用线束屏蔽体屏蔽效果预测表

关注点		东侧屏蔽体/闸门	南侧屏蔽体/维修门	西侧屏蔽体/闸门	北侧屏蔽体/维修门/电缆口铅罩	底部屏蔽体
X 设计厚度						
泄漏辐射	TVL(mm)					
	B①					
	$\dot{H}_L$(μSv /h)					
	R②（m）					
	$\dot{H}$(μSv /h)					
散射辐射	散射后能量对应的 kV 值					
	TVL(mm)					
	B①					
	I（mA）					
	H_0(μSv·m²/(mA·h))					
	F（m²）					
	α					
	R_0（m）					
	R_s②（m）					
	$\dot{H}$(μSv /h)					
泄漏辐射和散射辐射的复合作用(μSv/h)						
剂量率参考控制水平(μSv/h)		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价		满足	满足	满足	满足	满足

从表 11-1 及表 11-2 中预测结果可知，本项目 VT-X750 型工业 CT 装置满功率运行时，工业 CT 装置曝光室四周屏蔽体、顶部、底部及防护门外 30cm 处的最大辐射剂量率约为 0.800μSv/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 2.5μSv/h”的要求。

2.2 天空及底部反散射影响分析

本项目 VT-X750 型工业 CT 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 0.800μSv/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，叠加装置曝光室四周屏蔽体外最大辐射剂量率 0.049μSv/h 后，关注点总剂量率约为 0.849μSv/h；底部屏蔽体 30cm 处的最大辐射剂量率为 0.035μSv/h，穿透底部屏蔽体后的 X 射线在经地面散射后的辐射剂量率将更低，叠加装置曝光室四周屏蔽体外最大辐射剂量率 0.049μSv/h 后，关注点总剂量率约为 0.084μSv/h；均能够满足“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的要求。

2.3 电缆口及防护门缝隙辐射防护评价

本项目 2 台工业 CT 装置电缆口处均拟采用 5mmPb+4mmFe 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以上的迷道，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。电缆口散射示意图见图 11-2。

图 11-2 电缆口散射示意图

本项目 2 台工业 CT 装置闸门、维修门与曝光室屏蔽体缝隙约为 3mm，搭接长度约为 80mm，防护门与屏蔽体搭接长度不小于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，可推断闸门、维修门缝隙处辐射剂量率能够满足标准要求。

2.4 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 2 台工业 CT 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。

$$\frac{H_1}{H_2}=\frac{R_2^2}{R_1^2} \quad \text{……（11-6）}$$

式中：H_1—距射线源点 R_1 处的剂量率，μSv/h；

H_2—距射线源 R_2 处的剂量率，μSv/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。

表 11-3　本项目 2 台工业 CT 装置周围人员关注点位辐射剂量率

序号	关注点	H_1（μSv/h）	R_1（m）	R_2（m）	H_2（μSv/h）
1	1#工业 CT 装置东侧监督区外				
2	1#工业 CT 装置南侧监督区外				
3	1#工业 CT 装置西侧监督区外				
4	1#工业 CT 装置北侧监督区外				
5	1#工业 CT 装置楼下二层				
6	2#工业 CT 装置东侧监督区外				
7	2#工业 CT 装置南侧监督区外				
8	2#工业 CT 装置西侧监督区外				
9	2#工业 CT 装置北侧监督区外				
10	2#工业 CT 装置楼下二层				

注：R_2 取值参考图 10-1。

根据表 11-3 估算结果代入公式（11-5），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。

表 11-4 本项目 2 台工业 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	1#装置南侧						100（职业人员）	满足

2	2#装置南侧							满足
3	1#装置监督区东侧						5（公众）	满足
4	1#装置监督区南侧							满足
5	1#装置监督区西侧							满足
6	1#装置监督区北侧							满足
7	1#装置监督区楼下二层							满足
8	2#装置监督区东侧							满足
9	2#装置监督区南侧							满足
10	2#装置监督区西侧							满足
11	2#装置监督区北侧							满足
12	2#装置监督区楼下二层							满足

注：监督区外关注点处剂量率保守选取装置表面 30cm 处辐射剂量率进行估算；

从表 11-4 中预测结果可以看出，本项目 2 台工业 CT 装置周围辐射工作人员周有效剂量最大值为 1.470μSv，周围公众成员周有效剂量最大为 0.720μSv，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 2 台工业 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（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	1#装置南侧						5（职业人员）	满足
2	2#装置南侧							满足
3	1#装置监督区东侧						0.1（公众）	满足
4	1#装置监督区南侧							满足
5	1#装置监督区西侧							满足
6	1#装置监督区北侧							满足

7	1#装置监督区楼下二层							满足
8	2#装置监督区东侧							满足
9	2#装置监督区南侧							满足
10	2#装置监督区西侧							满足
11	2#装置监督区北侧							满足
12	2#装置监督区楼下二层							满足

注：监督区外关注点处剂量率保守选取装置表面 30cm 处辐射剂量率进行估算；

从表 11-5 中预测结果可以看出，本项目 2 台工业 CT 装置周围辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.074mSv，周围公众成员年有效剂量最大为 0.036mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

3 叠加辐射影响

由于本项目 2 台工业 CT 装置之间距离约为 27m，2 台装置相互之间的辐射影响很小，经过距离衰减后可湮没在本底辐射中，因此本项目不考虑各装置间的叠加影响。

本项目 2 台工业 CT 装置 50m 评价范围内有 1 台III类射线装置在用，位于 1#工业 CT 装置东侧约 40m。根据公司 2024 年年度检测报告，2 台III类射线装置周围辐射剂量率均为（0.11~0.12）μSv/h，检测结果属于本底水平，因此本次评价忽略III类射线装置的叠加辐射影响。

4 三废治理评价

本项目 2 台工业 CT 装置在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生臭氧（O_3）和氮氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化物可通过闸门排入车间内，最终通过车间排风系统排入外环境。臭氧常温下 50min 可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

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

采取上述措施后本项目的废物处置方式能够满足当前生态环境保护管理的要求。

事故影响分析

1 潜在事故分析

本项目 2 台工业 CT 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 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

中兴通讯（南京）有限责任公司应加强管理，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 2 台工业 CT 装置均属于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 射线探伤使用的设备为工业 CT 装置，属II类射线装置。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用II类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。辐射工作人员均应通过生态环境部组织的“X 射线探伤”类、辐射防护负责人应通过生态环境部组织的“辐射安全管理”类考核，通过考核后方可上岗。

中兴通讯（南京）有限责任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 19 名辐射工作人员（辐射工作人员培训情况一览表见附件 13），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。公司拟调配 4 名辐射工作人专职负责本项目检测工作，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

中兴通讯（南京）有限责任公司已按照《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 2 台工业 CT 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 2 台工业 CT 装置操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。

岗位职责：明确管理人员、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 2 台工业 CT 装置的运行和维修时辐射安全管理。

设备检修维护制度：明确 2 台工业 CT 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 2 台工业 CT 装置与剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

人员培训计划和健康管理制度：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。辐射工作人员应在上岗前进行健康检查，开展辐射安全知识培训。根据《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），新从事辐射活动的人员须通过生态环境部组织的考核后方可上岗。还应组织新进辐射工作人员定期参加职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并为其建立辐射工作人员职业健康监护档案。

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 2 台工业 CT 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 装置使用进行严格管理。

事故应急预案：依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》的要求，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急辐射事故分类与应急响应的措施。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在 1 小时内向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

辐射监测

公司拟使用的 2 台工业 CT 装置均属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。公司现已配备 1 台环境辐射剂量巡测仪及 19 台个人剂量报警仪，本项目拟沿用现有的 X-γ剂量率巡检仪及 4 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：每 1 至 3 个月 1 次），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。

公司现有核技术利用项目已委托上海欧萨评价咨询股份有限公司开展年度检测（年度检测报告见附件 11），射线装置监测结果均满足相关标准的要求。本项目运行后，公司应每年请有资质的单位对本项目 2 台工业 CT 装置周围环境的辐射水平进行监测，在开展检测作业时，应定期对本项目 2 台工业 CT 装置周围的辐射水平进行监测，并做相关记录。

公司现有辐射工作人员均已配备个人剂量计监测累积剂量，并定期送江苏宁大卫防检测技术有限公司进行个人剂量监测，根据公司 2024-2025 年四个季度辐射工作人员个人剂量监测报告可知（见附件 12），辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常，本项目运行后，调配辐射工作人员均应佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（每 1 个月/次，最长不超过 3 个月/次）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。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。本项目运行后，公司应认真落实以上个人剂量监测及职业健康体检方案，并妥善保管监测档案。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
2 台工业 CT 装置	周围剂量当量	竣工验收监测	1 次	①2 台工业 CT 装置四周屏蔽体外 30cm 处、闸门外 30cm 处及门缝隙处、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；
		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，中兴通讯（南京）有限责任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。

中兴通讯（南京）有限责任公司已依据《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。公司还应组织应急人员对应急处理措施进行培训，并定期组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的事故应急方案，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

本项目建设地址于南京市江宁区江宁街道牧龙中路 1 号，公司东侧为地秀路，南侧为旺达路，西侧为景明大街，北侧为牧龙东路。

本项目 1#工业 CT 装置拟建于 B24 栋（共三层）三层 SMT 车间装配区南侧，1#工业 CT 装置拟建址东侧依次为装配区及车间内过道，南侧依次为装配区、车间内过道、楼梯间、卫生间、空调机房、库房、厂区道路及 B22 栋，西侧依次为装配区、车间内过道及暂存区，北侧依次为装配区、SMT 生产线及备料区，楼下二层、一层均为高温后测试区。

本项目 2#工业 CT 装置拟建于 B24 栋（共三层）三层 SMT 车间装配区南侧，2#工业 CT 装置拟建址东侧为装配区，南侧依次为装配区、车间内过道、卫生间、空调机房、楼梯间、库房、厂区道路及 B22 栋，西侧依次为装配区、车间内过道、暂存区及维修区，北侧依次为装配区、SMT 生产线及备料区，楼下二层、一层均为自高温区。

本项目 2 台工业 CT 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。

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2台工业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；拟将2台工业CT装置曝光室外东西侧各0.5m、南北侧各1m的范围（含操作台）作为辐射防护监督区，监督区边界拟设置实体围栏，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》（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2台工业CT装置型号一致，其采取的辐射安全装置和保护措施如下：本项目工业CT装置南、北侧外表面各拟设置1个急停按钮并设置钥匙开关；装置曝光室外顶部拟设置工作状态指示灯，并拟与X射线管联锁；曝光室进出闸门及维修门拟设置门机联锁装置；曝光室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；2台装置所在SMT车间内合适位置拟设置视频监控；工业CT装置操作台处拟设固定式辐射探测报警装置。

公司现已配备1台环境辐射剂量巡测仪及19台个人剂量报警仪，本项目拟沿用现有的X-γ剂量率巡检仪及4台个人剂量报警仪，方能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，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

1.5 辐射安全管理

中兴通讯（南京）有限责任公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责，同时拟制定各项辐射安全管理制度。公司已有19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。公司拟调配4名辐射工作人员专职负责本项目检测工作，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。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2台工业CT装置曝光室尺寸均为1.925m（长）×1.550m（宽）×1.645m（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，电缆口防护罩均拟采用5mmPb+4mmFe。

根据理论预测结果，本项目2台工业CT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100μSv，公众周有效剂量不超过5μSv；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2台工业CT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，最终通过车间排风系统排入外环境，臭氧在空气中50min可自动分解为氧气，其产生的臭氧和氮氧化物对环境影响较小。

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

3 可行性分析结论

综上所述，中兴通讯（南京）有限责任公司在线式3D-X-RAY检测装置购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重新申领辐射安全许可证，并按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定及时进行自主环境保护验收。

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	投资（万元）
辐射安全管理机构	公司已成立辐射安全管理机构，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		工业 CT 装置周围的辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h”要求及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“关注点最高剂量率参考控制水平 2.5μSv/h”的要求	75
		满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中的相关要求	
人员配备	公司现有 19 名辐射工作人员，拟为本项目调配 4 名辐射工作人员，辐射工作人员证书到期后，应再次通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求	定期投入
	公司拟委托有资质的单位对 4 名辐射工作人员开展个人剂量检测（1 个月/次，最长不超过 3 个月/次），并按相关要求建立辐射工作人员个人剂量监测档案		
	公司拟定期（两次检查的时间间隔不应超过 2 年）组织 4 名辐射工作人员进行职业健康体检，并按相关要求建立辐射工作人员职业健康监护档案		

监测仪器和防护用品	公司已配置1台环境辐射剂量巡测仪及19台个人剂量报警仪，本项目拟沿用现有的X-γ剂量率巡检仪及4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	/
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、射线装置使用登记、台账管理制度以及辐射事故应急方案等制度，公司还应根据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》 和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》 中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急方案	/

以上措施必须在项目运行前落实。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：   公 章 经办人　　年　月　日
审批意见   公 章 经办人　　年　月　日