

核技术利用建设项目

纬创汽车电子（昆山）有限公司 2台工业CT装置搬迁项目 环境影响报告表

纬创汽车电子（昆山）有限公司

2026年5月

生态环境部监制

21



姓名: 魏晓怡
 Full Name
 性别: 女
 Sex
 出生年月: 1987年12月
 Date of Birth
 专业类别:
 Professional Type
 批准日期: 2014年05月
 Approval Date

持证人签名:
 Signature of the Bearer

签发单位盖章:
 Issued by
 签发日期: 2014年09月04日
 Issued on

2014035320352014320408000422
 管理号:
 File No



编制主持人现场踏勘照片

拍摄时间：2026年4月3日

拍摄地点：纬创汽车电子（昆山）有限公司门口和项目拟建场址

编制主持人：瞿晓怡

职业资格证书管理号：2014035320352014320406000422



公司厂区门口



项目拟建场址

目录

表1 项目基本情况	1
表2 放射源	6
表3 非密封放射性物质	6
表4 射线装置	7
表5 废弃物（重点是放射性废弃物）	8
表6 评价依据	9
表7 保护目标与评价标准	11
表8 环境质量和辐射现状	14
表9 项目工程分析与源项	20
表10 辐射安全与防护	29
表11 环境影响分析	34
表12 辐射安全管理	47
表13 结论与建议	51
表14 审批	55
附表	56
“三同时”措施一览表	56

附图:

附图1项目地理位置图

附图2项目厂区周围环境示意图

附图3项目一层平面布局及评价范围示意图

附图4项目二层平面布局图（设备正上方）

附图5项目位置与江苏省生态环境分区管控综合服务系统对比图

附件:

附件1 项目委托书

附件2 射线装置使用情况承诺书

附件3 营业执照

附件4 法人身份证

附件5 工商登记变更材料

附件6 作业场所租赁材料

附件7 建设单位辐射安全许可证

附件8 现有环评批复及竣工环保验收意见

附件9 近一年辐射工作人员个人剂量监测报告

附件10 现有核技术利用项目年度环境检测报告

附件11 环境辐射水平现状检测报告

表1 项目基本情况

建设项目名称		2台工业CT装置搬迁项目			
建设单位		纬创汽车电子（昆山）有限公司			
法人代表	黄信勋	联系人	冯婷婷	联系电话	
注册地址		昆山经济技术开发区鸿雁路88号			
项目建设地点		昆山经济技术开发区鸿雁路88号C1幢1层2号生产线、3号生产线			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目投资（万元）	/	项目环保投资（万元）	/	投资比例（环保投资/总投资）	/
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建（搬迁） <input type="checkbox"/> 改建 <input 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用放射性物质		
		<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>项目概述</p> <p>1.建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来</p> <p>纬创汽车电子（昆山）有限公司（曾用名蔚隆（昆山）汽车电子有限公司，于2024年8月14日完成变更，见附件5）成立于2019年4月，注册地址位于昆山经济技术开发区鸿雁路88号。公司租赁纬创资通（昆山）有限公司位于昆山经济技术开发区鸿雁路88号C1幢1-3层部分场所及W1栋3层部分场所用于生产及办公，租赁协议见附件6。公司业务范围包括：汽车电子、汽车零部件及配件、智能消费设备及智能车载设备的研发、生产及销售；货物及技术的进出口业务。</p> <p>因生产检测需要，纬创汽车电子（昆山）有限公司使用工业CT装置对电子产品PCB板进行无损检测。由于产线调整，1层承接了更多生产任务，1层原有工业</p>					

CT装置无法满足检测需求。拟将C1幢1层3号生产线VT-X700型工业CT装置（1号装置）搬迁至1层2号生产线，将C1幢2层8号生产线VT-X750型工业CT装置（2号装置）搬迁至1层3号生产线。

工业CT装置单班制运行，1号装置对工件进行无损检测，检测工件最大尺寸为140.7mm×179.2mm，检测曝光时间范围为30秒/个，每周工件的最大检测数量为2400个，周开机曝光时间约为20小时，年开机曝光时间约为1000小时。2号装置对工件进行无损检测，检测工件最大尺寸为246.5mm×223.2mm，检测曝光时间范围为50秒/个，每周工件的最大检测数量为1440个，周开机曝光时间约为20小时，年开机曝光时间约为1000小时。

公司现有27名辐射工作人员，本项目2台装置由原负责该装置的2名辐射工作人员专门从事本项目工业CT装置的辐射工作，不再从事其他辐射工作。

本项目核技术利用项目详见表1-1：

表1-1 纬创汽车电子（昆山）有限公司本次环评核技术应用情况表

序号	射线装置名称、型号	数量	最大管电压kV	最大管电流mA	额定功率W	类别	原工作场所名称	拟搬迁工作场所名称	活动种类
1	VT-X700型工业CT装置（1号装置）	1	130	0.3	39	II	C1幢1层3号生产线	C1幢1层2号生产线	使用
2	VT-X750型工业CT装置（2号装置）	1	130	0.3	39	II	C1幢2层8号生产线	C1幢1层3号生产线	使用

本项目为使用工业CT装置，属于“172核技术利用建设项目”中的“使用II类射线装置的”，对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），本项目应编制环境影响报告表。受纬创汽车电子（昆山）有限公司委托，苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场监测、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

纬创汽车电子（昆山）有限公司位于昆山经济技术开发区鸿雁路88号。公司东侧为厂区道路、停车场及立臻电子科技（昆山）有限公司厂房，南侧为厂区道路及鸿雁路，西侧为厂区道路、停车场及纬创资通（昆山）有限公司仓库，北侧为厂区道路、纬创资通（昆山）有限公司厂房。本项目地理位置图见附图1，厂区周围环境示意图见附图2。

本项目工业CT装置均放置于C1幢1层，C1幢为3层建筑。1层层高7米，楼上2层为纬创汽车电子（昆山）有限公司生产车间，3层为纬创资通（昆山）有限公司

车间（目前大部分空置），楼下无地下建筑。生产车间一楼平面布局图见附图3。

1号装置拟由C1幢1层3号生产线搬迁至C1幢1层2号生产线，拟建址东侧依次为2号生产线、室内走道、室外道路，南侧依次为室内走道、1号生产线、室内走道、会议室、室内走道、空调机房、室外道路，西侧依次为室内走道、波峰焊机组、FCT设备、回流焊产线、室内走道、FA区、室内走道、DIP区、室内走道、不良品仓、待入库区、测量室、室内走道、室外道路，北侧依次为室内走道、3号生产线及2号装置、室内走道、4号生产线、室内走道、PCBA原料仓、空置区域、门厅、室外道路，正上方2层为8号生产线，3层为纬创资通（昆山）有限公司车间（目前大部分空置），正下方无地下建筑。

2号装置拟由C1幢2层8号生产线搬迁至C1幢1层3号生产线，拟建址东侧依次为3号生产线、室内走道、室外道路，南侧依次为室内走道、2号生产线及1号装置、室内走道、1号生产线、室内走道、会议室、室内走道、空调机房、室外道路，西侧依次为室内走道、ATE区、室内走道、DIP区、FA区、室内走道、不良品仓、待入库区、检测室、室内走道、室外道路，北侧依次为室内走道、4号生产线、室内走道、PCBA原料仓、空置区域、门厅、室外道路，正上方2层为6号生产线，3层为纬创资通（昆山）有限公司车间（目前大部分空置），正下方无地下建筑。

本项目2台工业CT装置拟建址周围50m范围内无学校、居民区等环境敏感目标。本项目周围环境保护目标主要为从事工业CT装置操作的辐射工作人员及周围评价范围内公众。

3.原有核技术利用项目情况

3.1建设单位辐射安全许可情况

纬创汽车电子（昆山）有限公司已取得苏州市生态环境局颁发的辐射安全许可证（苏环辐证[E1567]，见附件7），有效期至2029年07月21日，许可范围为：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置。公司现有8台Ⅱ类射线装置、1台Ⅲ类射线装置。公司现有核技术应用项目均已履行环保手续，环评批复及竣工环保验收意见复印件见附件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

射线装置							
序号	名称	型号	类别	数量	场所	环评及审批时间	环保验收、许可情况
1	工业CT装置	VT-X700	II	1	C1幢1层3号生产线	苏环核评(2025) 32号	已许可 已验收 2025年10月
2	工业CT装置	VT-X750	II	1	C1幢1层4号生产线	苏环核评字(2023) E062号	已许可 已验收 2024年11月
3	X射线探伤装置	phoenix x aminer	III	1	C1幢1层PSE实验室	已备案	已许可
4	工业CT装置	VT-X750	II	1	C1幢2层5号生产线-1	苏环核准字评(2024) 32号	已许可 已验收 2024年11月
5	工业CT装置	VT-X750	II	1	C1幢2层5号生产线-2	苏环核准字评(2024) 32号	已许可 已验收 2024年11月
6	工业CT装置	VT-X750	II	1	C1幢2层6号生产线	苏环核准字评(2024) 32号	已许可 已验收 2024年11月
7	工业CT装置	VT-X750	II	1	C1幢2层8号生产线-1	苏环核评(2025) 32号	已许可 已验收 2025年10月
8	工业CT装置	VT-X750	II	1	C1幢2层8号生产线-2	苏环核评(2025) 32号	已许可 已验收 2025年10月
9	工业CT装置	nanome x180	II	1	C1幢2层PSE实验室	苏环核评(2025) 32号	已许可 已验收 2025年10月

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

纬创汽车电子（昆山）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。建设单位现有27名辐射工作人员（其中1名人员兼职辐射防护负责人），其中8名辐射工作人员参加了生态环境部门认可的机构组织的辐射安全与环境保护培训，并取得了辐射安全与防护培训合格证书。另外19名辐射工作人员根据《生态环境部关于关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部办公厅，2021年3月12日印发）要求参加并通过了公司自己组织的内部培训。

建设单位现有辐射工作人员均已配备个人剂量计监测累积剂量，并每三个月送苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司进行个人剂量监测，根据公司近一年

辐射工作人员个人剂量监测报告可知（见附件9），辐射工作人员个人剂量检测结果均未见异常；建设单位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

纬创汽车电子（昆山）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》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，建设单位相关制度均已落实且严格执行，各项辐射安全管理制度执行情况良好。无环保投诉情况。

建设单位已依据《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。建设单位制定的事故应急预案较全面，并具有一定的可行性，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

建设单位已配备2台环境辐射剂量巡测仪及8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。

建设单位现有核技术利用项目已委托苏州苏大卫生与环境技术研究所有限公司和江苏玖清玖蓝环保科技有限公司等有资质单位开展年度环境检测（见附件10），由检测结果可知，建设单位现有射线装置的周围剂量当量率均能满足相关标准的要求。

4.实践正当性分析

纬创汽车电子（昆山）有限公司使用工业CT装置对公司的电子产品PCB板进行无损检测，确保其产品质量。虽然在运行期间，工业CT装置的应用可能会对周围环境、工作人员及周围公众造成一定辐射影响，但公司在做好各项辐射防护措施，严格按照规章制度运营本项目的情况下，可将上述辐射影响降至尽可能小。因此，在考虑了社会、经济和代价等有关因素之后，其对受照个人和社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

表2 放射源

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

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

表3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

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	1	VT-X700型	130	0.3	无损检测	C1幢1层2号生产线	功率39W；主射线向上； 原址位于C1幢1层3号生 产线
2	工业CT装置	II	1	VT-X750型	130	0.3	无损检测	C1幢1层3号生产线	功率39W；主射线向上； 原址位于C1幢2层8号生 产线

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

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	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	通过打开工件投入口、工件取出口排入外环境，臭氧常温下可自行分解为氧气，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，其排浓度、年总量分别用比活（Bq/L或Bq/kg或Bq/m³）和活度（Bq）。

表6 评价依据

<p>法规文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 《中华人民共和国生态环境法典》（2026年3月12日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过），自2026年8月15日起施行； 2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修正本），2018年12月29日起实施； 3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起实施； 4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修订本），2019年3月2日； 5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修订本），国务院令第682号，2017年10月1日起施行； 6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），生态环境部令20号，2021年1月4日公布实施； 7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），2021年1月1日起实施； 8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环保部令第18号，2011年5月1日起施行； 9) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月6日印发； 10) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局，环发〔2006〕145号，2006年9月26日印发； 11) 《江苏省辐射污染防治条例》（修正本），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第2号公告公布，2018年5月1日起实施； 12) 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，生态环境部公告第38号，2019年10月25日印发； 13) 《江苏省生态空间管控区域规划》，苏政发〔2020〕1号，2020年1月8日印发； 14) 《江苏省生态空间管控区域监督管理办法》，苏政办发〔2021〕20号，2021年5月1日起实施； 15) 《江苏省人民政府办公厅关于印发江苏省生态空间管控区域调整管理办法的通知》，苏政办发〔2021〕3号，2021年1月6日印发。
-------------	---

<p>技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> 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) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） 4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） 5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 6) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022） 7) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014） 8) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250 -2014）第1号修改单 9) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019） 10) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）
<p>其他</p>	<p>报告附件：</p> <p>附件5 工商登记变更材料</p> <p>附件6 作业场所租赁材料</p> <p>附件7 建设单位辐射安全许可证</p> <p>附件8 现有环评批复及竣工环保验收意见</p> <p>附件9 近一年辐射工作人员个人剂量监测报告</p> <p>附件10 现有核技术利用项目年度环境检测报告</p> <p>附件11 环境辐射水平现状检测报告</p>

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本项目2台工业CT装置屏蔽体边界外50m范围内的区域。

本项目周边环境示意图见附图2。

保护目标

本项目建设地点位于昆山经济技术开发区鸿雁路88号C1幢1层2号生产线、3号生产线，对照《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），本项目不涉及江苏省生态空间管控区域的优先保护单元。

本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中的环境敏感区。根据项目周边情况，本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）中第三条的环境敏感区，不涉及《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）中3.4定义的生态保护目标（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）。

根据项目周边情况，本项目2台工业CT装置拟放置区50m评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条中的环境敏感区。根据本项目评价范围确定本项目环境保护目标为：

- 1.工业CT装置周围公众。
- 2.从事工业CT装置操作的2名辐射工作人员。

本项目周围环境保护目标分布见表7-1。

表7-1 本项目环境保护目标一览表

环境保护目标	方位	场所名称	最近距离	规模	剂量约束值
本项目辐射工作人员	南侧	1号装置操作位	紧邻	1名固定工作人员	职业人员年剂量约束值 5mSv/a
	南侧	2号装置操作位	紧邻	1名固定工作人员	
2台装置评价范围内公众	四周	纬创汽车电子（昆山）有限公司C1幢1层生产车间	约0.6m	200名固定工作人员	公众人员年剂量约束值 0.1mSv/a
	楼上	纬创汽车电子（昆山）有	约5.5m	130名固定工作人员	

		限公司C1幢2层生产车间		
		C1幢3层纬创资通（昆山）有限公司车间	约 12.5m	40名固定工作人员
	东侧	室外道路	41m	流动人员
	南侧	室外道路	32m	流动人员

评价标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量需满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中个人剂量限值，如下表：

表7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

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

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~0.3mSv）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. 剂量约束值

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“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~0.3mSv）的范围之内。”的要求，职业人员按年剂量限值1/4取值，公众按照其年剂量限值的1/10取值，确定本项目剂量约束值如下：

1) 职业照射的年有效剂量约束值不超过5mSv/a；

2) 公众照射的年有效剂量约束值不超过0.1mSv/a。

3. 职业人员和公众每周的周围剂量当量参考控制水平

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”的要求，确定本项目职业人员和

公众每周的周围剂量当量参考控制水平如下：

- 1) 职业人员每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于100 μ Sv/周，
- 2) 公众每周的周围剂量当量参考控制水平，其值应不大于5 μ Sv/周。

4.工业CT装置屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平

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：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。”以及“6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同6.1.3；b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取100 μ Sv/h。”的要求，确定本项目工业CT装置表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平如下：

工业CT四周、底部表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5 μ Sv/h。

5.辐射环境质量现状检测评价参考值

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，江苏省环境监测站）确定本项目拟建址的辐射环境质量现状检测评价参考值如下。

表7-3 江苏省环境天然放射性 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果（单位：nGy/h）

项目	原野	道路	室内
范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2

注：现状评价时，参考“测值范围”数值进行评价。

参考资料

《辐射防护导论》，方杰主编，辐射防护导论[M].北京：原子能出版社，1991.

表8 环境质量和辐射现状

1.项目地理位置及场所位置

纬创汽车电子（昆山）有限公司位于昆山经济技术开发区鸿雁路88号。公司东侧为厂区道路、停车场及立臻电子科技（昆山）有限公司厂房，南侧为厂区道路及鸿雁路，西侧为厂区道路、停车场及纬创资通（昆山）有限公司仓库，北侧为厂区道路、纬创资通（昆山）有限公司厂房。本项目地理位置图见附图1，厂区周围环境示意图见附图2。

本项目工业CT装置均放置于C1幢1层，C1幢为3层建筑。1层层高7米，楼上2层为纬创汽车电子（昆山）有限公司生产车间，3层为纬创资通（昆山）有限公司车间（目前空置），楼下无地下建筑。生产车间一楼平面布局图见附图3。

1号装置拟由C1幢1层3号生产线搬迁至C1幢1层2号生产线，拟建址东侧依次为2号生产线、室内走道、室外道路，南侧依次为室内走道、1号生产线、室内走道、会议室、室内走道、空调机房、室外道路，西侧依次为室内走道、波峰焊机组、FCT设备、回流焊产线、室内走道、FA区、室内走道、DIP区、室内走道、不良品仓、待入库区、测量室、室内走道、室外道路，北侧依次为室内走道、3号生产线及2号装置、室内走道、4号生产线、室内走道、PCBA原料仓、空置区域、门厅、室外道路，正上方2层为8号生产线，3层为纬创资通（昆山）有限公司车间（目前大部分空置），正下方无地下建筑。

2号装置拟由C1幢2层8号生产线搬迁至C1幢1层3号生产线，拟建址东侧依次为3号生产线、室内走道、室外道路，南侧依次为室内走道、2号生产线及1号装置、室内走道、1号生产线、室内走道、会议室、室内走道、空调机房、室外道路，西侧依次为室内走道、ATE区、室内走道、DIP区、FA区、室内走道、不良品仓、待入库区、检测室、室内走道、室外道路，北侧依次为室内走道、4号生产线、室内走道、PCBA原料仓、空置区域、门厅、室外道路，正上方2层为6号生产线，3层为纬创资通（昆山）有限公司车间（目前大部分空置），正下方无地下建筑。

本项目2台工业CT装置拟建址周围50m范围内无学校、居民区等环境敏感目标。本项目周围环境保护目标主要为从事工业CT装置操作的辐射工作人员及周围评价范围内公众。

本项目2台工业CT装置拟建址及周围环境现状见图8-1。

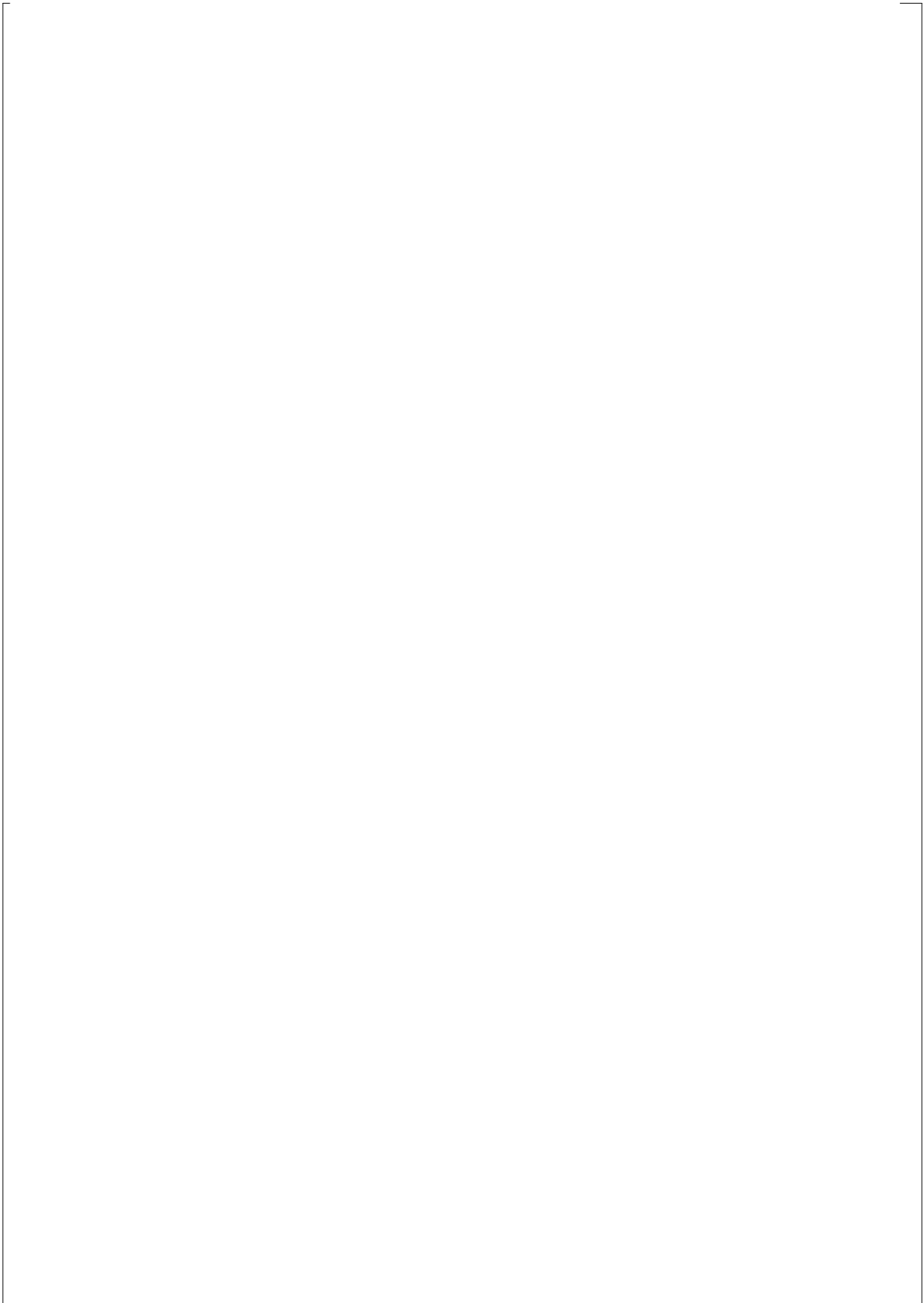


图8-1本项目拟建址及周围环境现状照片

2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：本项目工业CT装置拟建址及周围辐射环境

监测因子：本项目工业CT装置拟建址周围环境 γ 辐射剂量率

监测点位：在工业CT装置拟建址及周围布置监测点位，共计14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 辐射剂量率

监测布点：在工业CT装置拟建址及周围布置监测点位，具体点位见图8-2

监测时间：2026年4月23日

监测单位：苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司

监测仪器：

2026年4月23日：FH40G型便携式X、 γ 辐射周围剂量当量率仪（探头型号FHZ672E-10）（设备编号：SDWH2442，检定有效期：2025.10.23~2026.10.22），仪器能量响应范围：40~4400keV、测量范围：0.001~100 μ Sv/h、最低检测限：0.001 μ Sv/h。

监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

数据记录及处理：每个点位读取10个数据，读取间隔不小于20s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。

3.2 质量保证措施

监测单位：苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定，具备相应的检测资质和检测能力。

监测布点质量保证：根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）有关布点原则进行布点。

监测过程质量控制质量保证：苏州苏大卫生与环境技术研究有限公司制定有质量体系文件，本项目监测按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）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，本项目监测仪器经过计量部门检定，并在检定有效期内，监测仪器使用前经过校准或检验，监测报告实行三级审核。

3.3 监测结果

监测结果：本项目现状监测结果已进行了建筑物对宇宙射线的屏蔽修正，监测仪器为FH40G型便携式X、 γ 辐射周围剂量当量率仪（探头型号FHZ672E-10），X- γ 辐射监测仪检定使用 ^{137}Cs 辐射源，折算系数为1.2Sv/Gy。建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子，楼房取值为0.8，平房取值为0.9，原野、道路取值为1。

评价方法：参照江苏省 γ 辐射空气吸收剂量率天然辐射水平调查结果，评价该项目

周围环境辐射水平。

本项目工业CT装置拟建址周围环境 γ 辐射剂量率监测结果见表8-1，详细检测结果见附件7，监测布点示意图见图8-2。

表8-1本项目工业CT装置拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率水平

测点 编号	检测点描述		测量结果 (nGy/h)	
	位置	属性	平均值	标准差
1	VT X700工业CT检测装置拟建址处（C1幢1层2号生产线检测装置拟放置处）	室内（楼房）	79.0	0.6
2	VT X750工业CT检测装置拟建址处（C1幢1层3号生产线检测装置拟放置处）	室内（楼房）	84.3	0.9
3	VT X700工业CT检测装置拟建址东侧（C1幢1层2号生产线）	室内（楼房）	89.9	2.0
4	VT X750工业CT检测装置拟建址东侧（C1幢1层3号生产线）	室内（楼房）	85.0	1.0
5	2台工业CT检测装置拟建址东侧（室外道路）	道路	64.6	0.7
6	2台工业CT检测装置拟建址南侧（C1幢1层1号生产线）	室内（楼房）	78.5	0.8
7	2台工业CT检测装置拟建址南侧（室外道路）	道路	88.8	2.0
8	VT X700工业CT检测装置拟建址西侧（C1幢1层波峰焊设备线）	室内（楼房）	101	1
9	VT X750工业CT检测装置拟建址西侧（C1幢1层切割设备）	室内（楼房）	92.4	1.0
10	2台工业CT检测装置拟建址北侧（C1幢1层4号生产线）	室内（楼房）	98.2	1.1
11	2台工业CT检测装置拟建址北侧（C1幢1层PCBA原料仓）	室内（楼房）	109	1
12	2台工业CT检测装置拟建址北侧（C1幢1层公共区域）	室内（楼房）	98.6	1.5
13	2台工业CT检测装置拟建址北侧（室外道路）	道路	97.3	2.1
14	2工业CT检测装置拟建址楼上（C1幢2层产线）	室内（楼房）	104	1

注：测量结果已扣除宇宙射线响应值，检测仪器的宇宙射线响应值为6.78nGy/h。

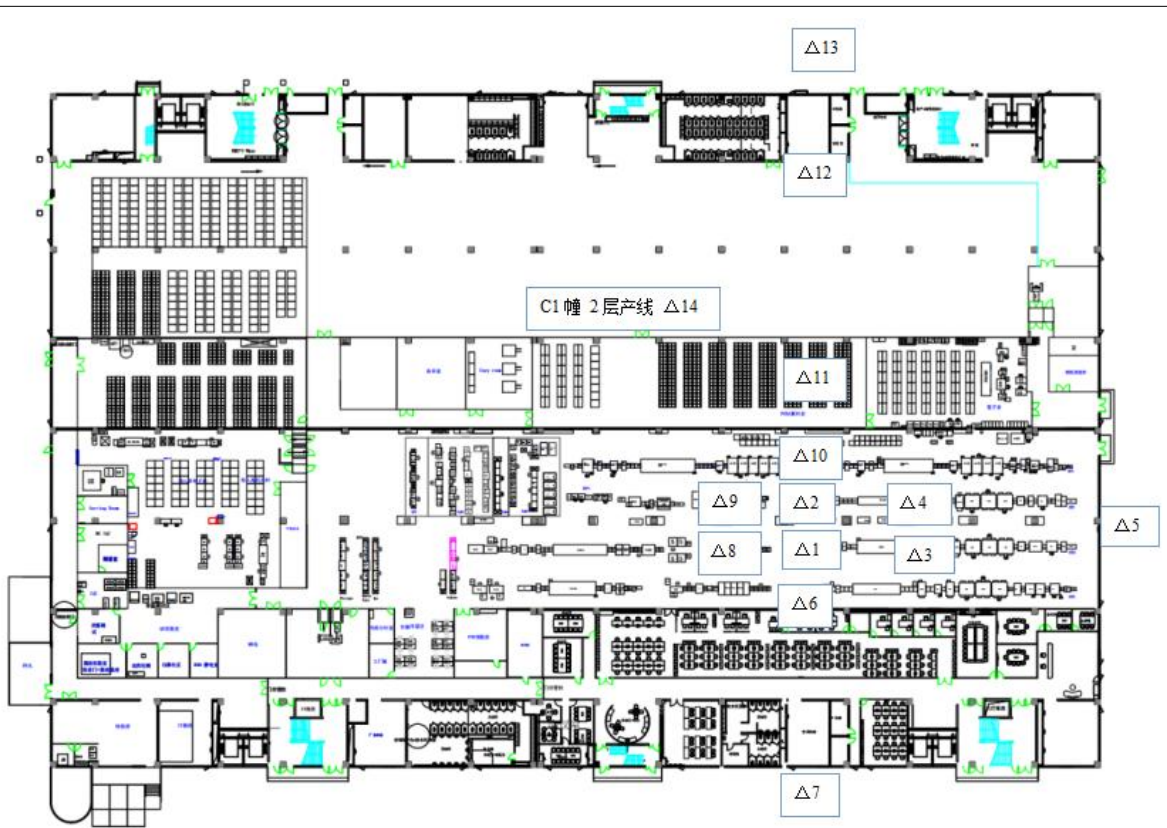


图8-2 拟建址及周围环境 γ 辐射剂量率监测点位示意图

4.环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目拟建址及周围的测点1-4、测点6、测点8-12、测点14均位于室内，测点5、测点7、测点13位于室外道路，室内测点环境 γ 辐射空气吸收剂量率为（78.5~109）nGy/h，处于江苏省室内环境天然放射性 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果中室内的涨落范围内（50.7~129.4）nGy/h。室外道路测点环境 γ 辐射空气吸收剂量率为（64.6~97.3）nGy/h，处于江苏省道路环境天然放射性 γ 辐射空气吸收剂量率调查结果中道路的涨落范围内（18.1~102.3）nGy/h。

表9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1.工业CT装置情况介绍

因产品生产检测需要，纬创汽车电子（昆山）有限公司拟将C1幢1层3号生产线VT-X700型工业CT装置（1号装置）搬迁至1层2号生产线，将C1幢2层8号生产线VT-X750型工业CT装置（2号装置）搬迁至1层3号生产线，用于对电子产品PCB板进行无损检测。

根据原环评信息，本项目VT-X700型工业CT装置外尺寸为1.550m（宽）×1.650m（长）×1.620m（含底座高），底座高0.2m。曝光室采用铅板对X射线进行屏蔽，定义操作面板所在面为装置前侧，前侧朝南面布置，左右两侧设置工件投入口、工件取出口。前侧下方位置设置前侧检修防护门，电装箱设置于后侧，在电装箱和曝光室之间设置后侧检修防护门，装置工作时辐射工作人员无法进入检测装置内部（仅检修时可进入）。装置运行时X射线管不可移动，主射线方向由下向上照射，最大出束角度为45°。X射线管靶点距装置左侧外表面最近距离为775mm，距装置右侧外表面最近距离为775mm，距装置前侧外表面最近距离为770mm，距装置后侧外表面最近距离为880mm，距装置底部外表面最近距离为430mm，距装置顶部外表面最近距离为990mm。

根据原环评信息，VT-X750型工业CT装置外尺寸为1.550m（宽）×1.925m（长）×1.645m（含底座高），底座高0.2m。曝光室采用铅板对X射线进行屏蔽，定义操作面板所在面为装置前侧，前侧朝南面布置，前侧设置有前门，可用于工件搬入搬出，正常情况下前门关闭不使用，仅使用左右两侧的工件投入口、工件取出口，发生错误时可使用前门取出工件；前侧下方位置设置前侧检修防护门，电装箱设置于后侧，在电装箱和曝光室之间设置后侧检修防护门，装置工作时辐射工作人员无法进入检测装置内部（仅检修时可进入）。装置的X射线管能够在水平及竖直方向移动，水平方向移动范围为：左右方向610mm，前后方向865mm，竖直方向移动距离为85mm。X射线管靶点距装置左侧外表面最近距离为470mm，距装置右侧外表面最近距离为470mm，距装置前侧外表面最近距离为530mm，距装置后侧外表面最近距离为530mm，距装置底部外表面最近距离为500mm，距装置顶部外表面最近距离为1040mm。

VT-X700型工业CT装置样式图见图9-1，装置外观尺寸图见图9-2。VT-X750型工业CT装置样式图见图9-3，装置外观尺寸图见图9-4。

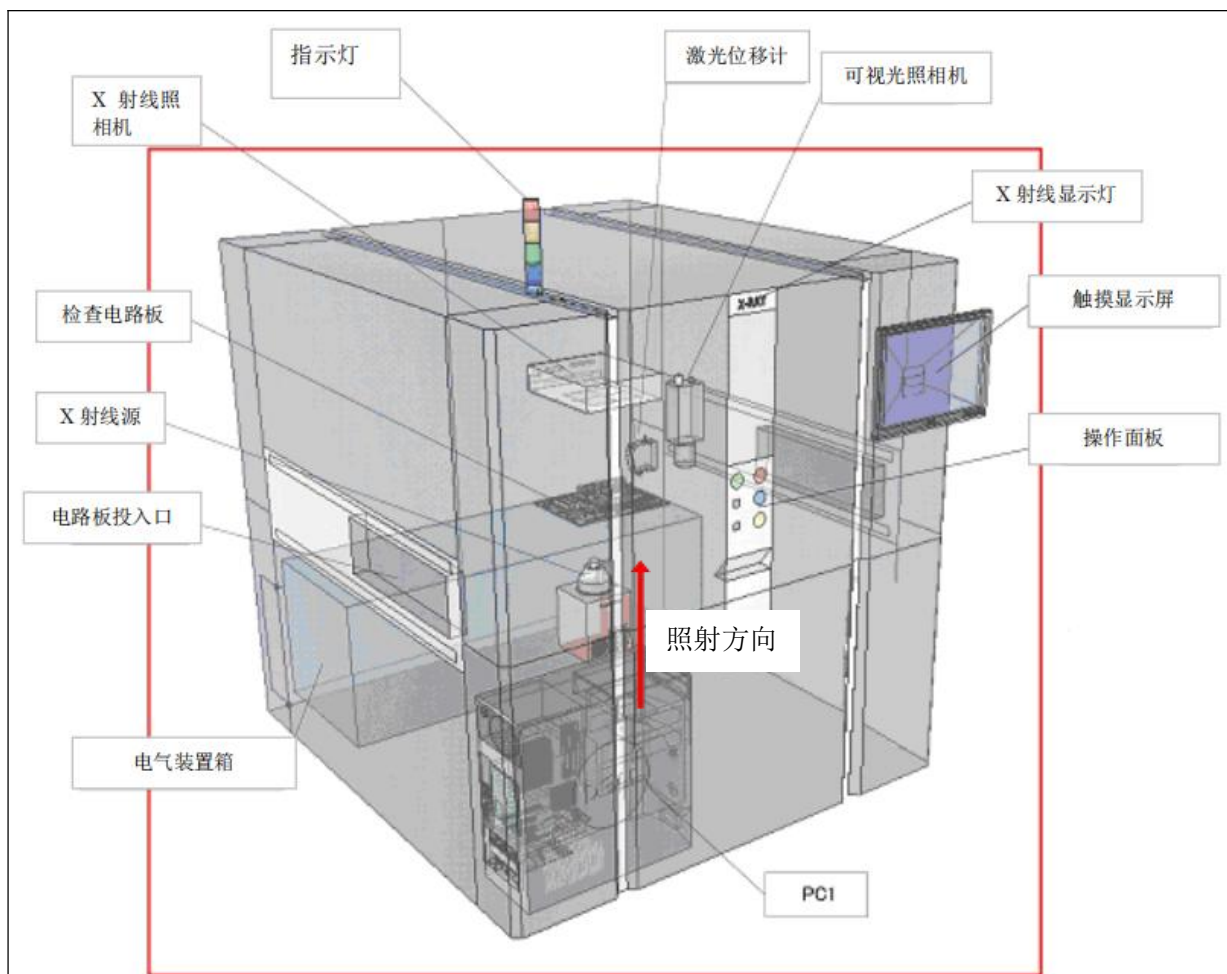
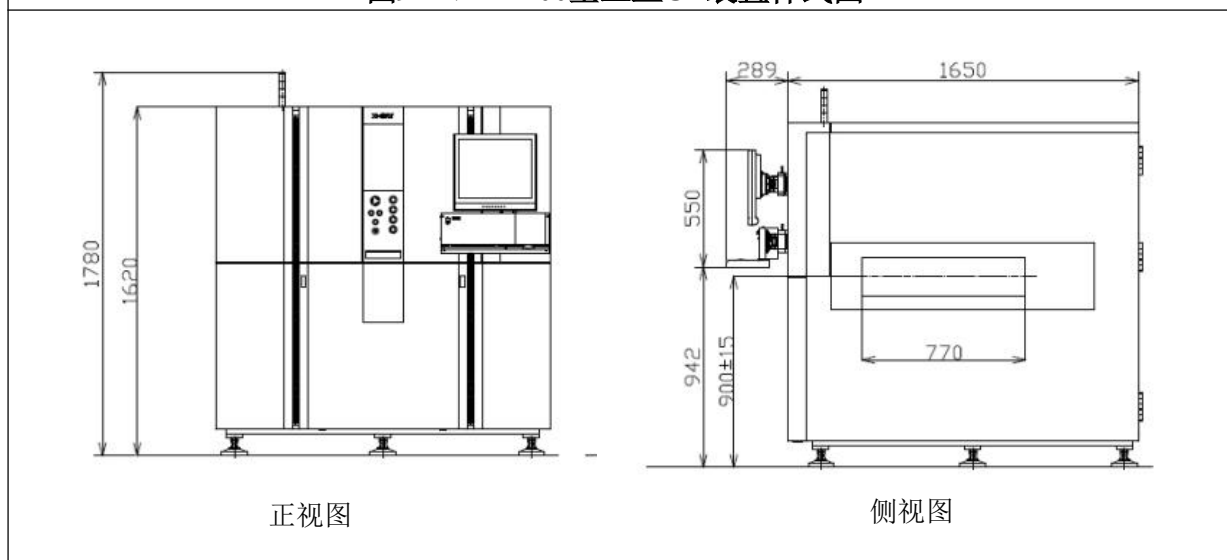
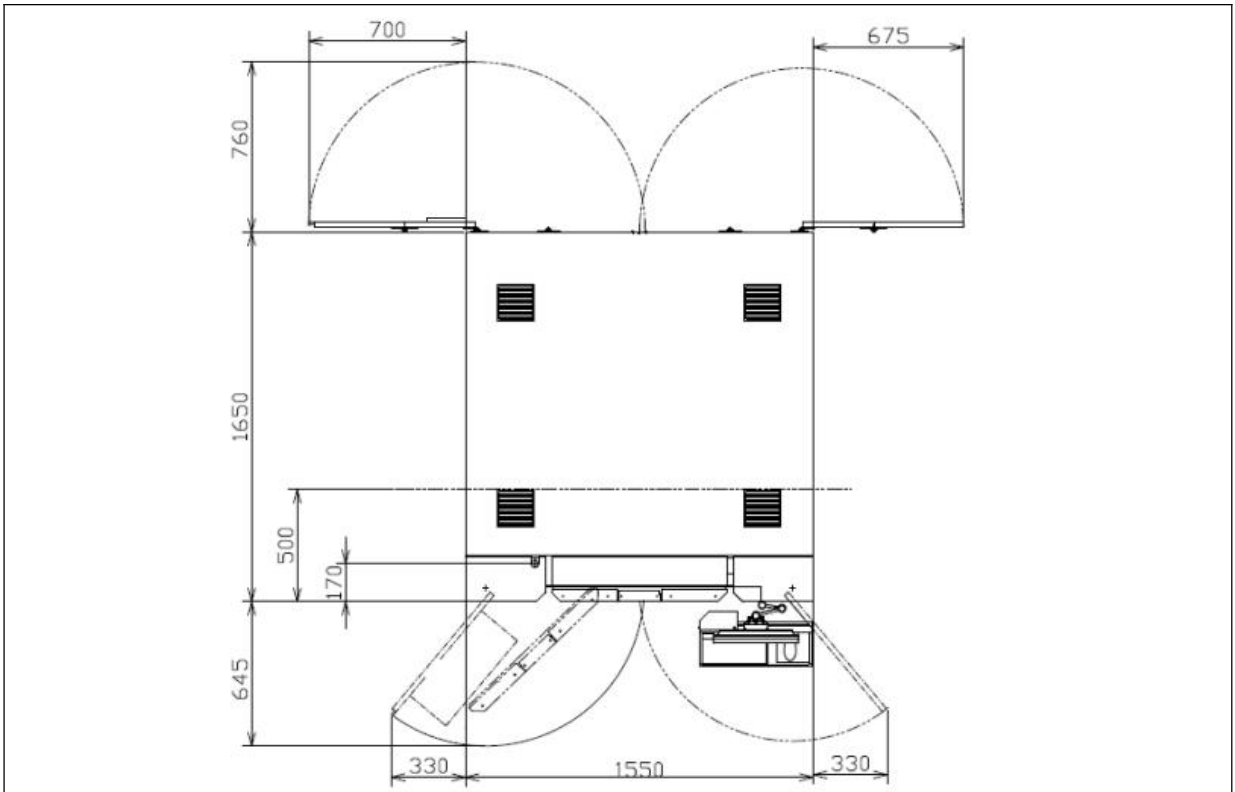


图9-1 VT-X700型工业CT装置样式图





俯视图

单位：mm

图9-2 VT-X700型工业CT检测装置外观尺寸图

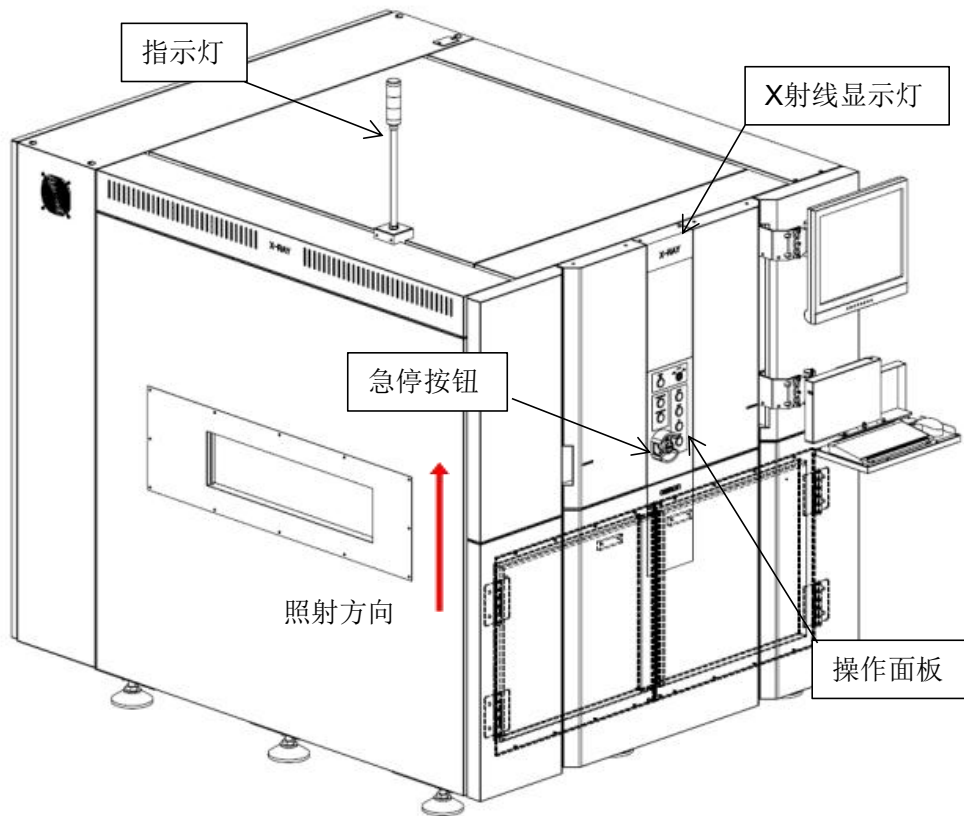


图9-3 VT-X750型工业CT装置样式图

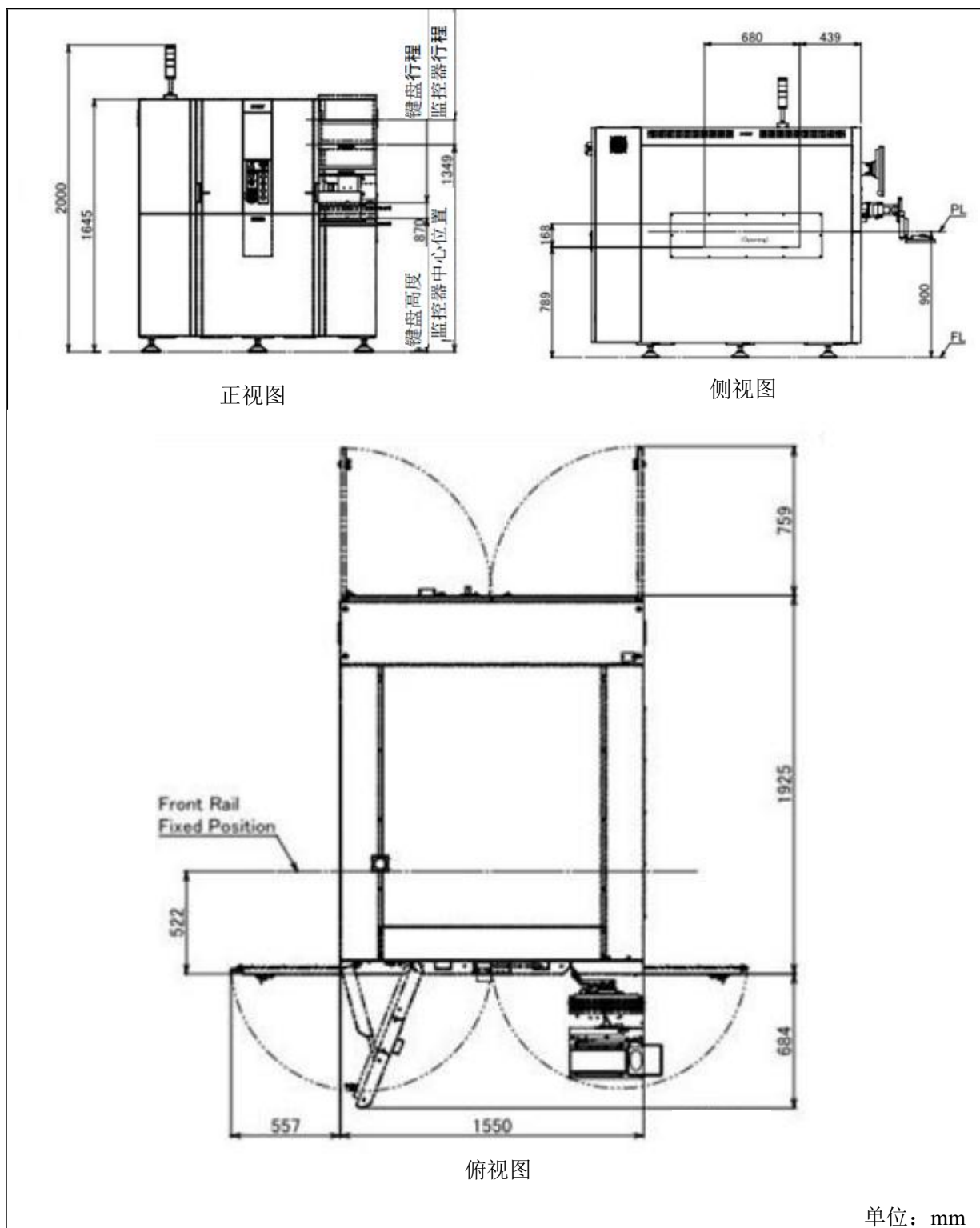


图9-4 VT-X750型工业CT检测装置外观尺寸图

2.工业CT装置工作原理

工业CT即工业用X射线计算机断层扫描（CT）成像，它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。工业CT技术是目前世界上先进的无损检测

技术之一，是物体内外部缺陷测量与统计、结构尺寸测量、设计工艺改进、升级制造技术不可缺少的手段。CT检测能在不破坏工件结构的情况下实现模具及模具产品的表面和内部结构的几何尺寸以及曲面测量，计算出测量目标的长宽高、面积、表面积、体积等各种几何参数，实现零件与CAD模型对比、几何尺寸与公差分析、零件与零件对比。同时可实现产品内部多种缺陷（如裂纹、气泡、夹杂、疏松、脱粘、装配缺陷等）的无损检测和无损质量评价，检测对象也几乎涵盖了各种材质和各种结构类型的模具及模具产品。

本项目工业CT装置主要由X射线管和高压电源组成，核心部件是X射线管。X射线管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，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在X射线管的两极之间，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。这些高速电子到达靶面被靶突然阻挡从而产生X射线，X射线的波长很短一般为0.001~0.1nm。

X射线以光速直线传播，不受电场和磁场的影响，可穿透物质，在穿透过程中有衰减，X射线无损检测的实质是根据被检验工件与其内部缺欠介质对射线能量衰减程度不同，而引起射线透过工件后强度差异。X射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大。X射线穿透被检工件后被数字平板探测器所接收，数字平板探测器把不可见的X射线检测信号转换为光学图像，按照一定的图像重建算法，即可获得被检工件截面一薄层无影像重叠的断层扫描（CT）图像，重复上述过程又可获得一个新的断层图像，当测得足够多的二维断层图像就可重建出三维图像。同时，可根据三维图像查看工件内部的缺陷性质、大小、位置等信息，可迅速对工件缺陷进行辨别，从而达到无损检测的目的。

常见典型的X射线管结构图见图9-5。

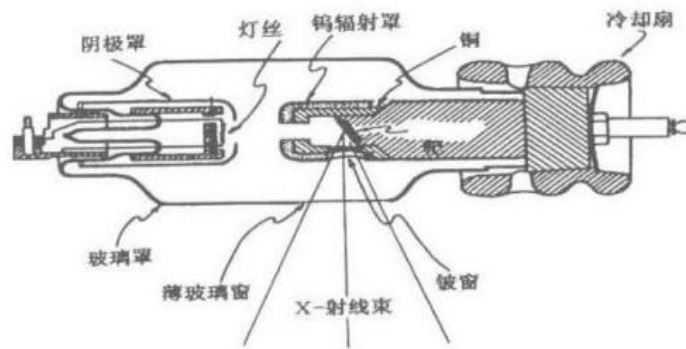


图9-5 典型的X射线管结构图

3.工作流程及产污环节

工业CT装置工作时，被检测工件自动传输至装置右侧传送带上，通过传送带运送至曝光室内，在对检测物体无损伤条件下，以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) 准备：工作人员巡视设备周围情况，检查设备各安全装置的有效性，须在所有辐射安全措施均有效情况下才能进行工件检测，检视后接通电源，根据待检工件的材质、厚度选取曝光条件、确定曝光参数，打开工件投入口防护门；

(2) 放置工件：确保各辐射安全装置可以有效工作后，生产线启动，工件自动传送至CT装置右侧传送带上，通过传送带自动将被测工件运输通过工件投入口防护门至曝光室内，自动关闭工件投入口防护门；

(3) 曝光检测：加高压、打开X射线出束开关，开始检测；根据工件特性，单次出束检测时间约30s或50s；检测期间X射线管发出X射线，X射线电离曝光室中的空气产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）；

(4) 读片：曝光结束后，装置自动对工件内部缺陷进行辨别，若辨别为好板，工件自动进入下一站，若辨别为坏板，辐射工作人员到复盘软件进行复判；

(5) 工件取出：检测完成后，关闭高压，待X射线不再出束后，自动打开CT装置右侧工件取出口防护门，通过传送带将工件输送至下一站。

本项目工业CT装置工作流程及产污环节如图9-6。

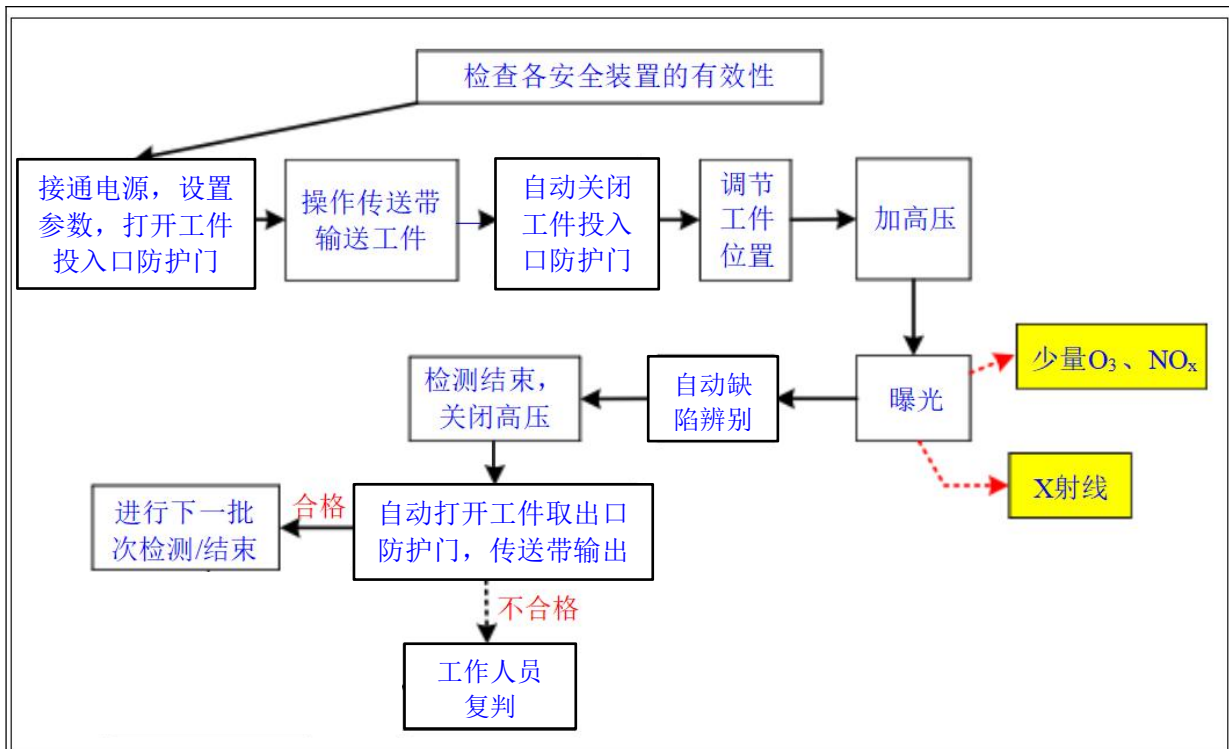


图9-6 本项目工业CT装置工作流程及产污环节示意图

4.人员配备及工作制度

工业CT装置单班制运行，1号装置对工件进行无损检测，检测工件最大尺寸为140.7mm×179.2mm，检测曝光时间范围为30秒/个，每周工件的最大检测数量为2400个，周开机曝光时间约为20小时，年开机曝光时间约为1000小时。2号装置对工件进行无损检测，检测工件最大尺寸为246.5mm×223.2mm，检测曝光时间范围为50秒/个，每周工件的最大检测数量为1440个，周开机曝光时间约为20小时，年开机曝光时间约为1000小时。

公司现有27名辐射工作人员，本项目2台装置由原负责该装置的2名辐射工作人员专门从事本项目工业CT装置的辐射工作，不再从事其他辐射工作，拟采取单班制。

污染源项描述

1.放射性污染源分析

本项目搬迁2台工业CT装置，装置最大管电压均为130kV，最大管电流均为0.3mA。

由工业CT装置的工作原理可知，只有在工业CT装置开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出X射线，若未完全屏蔽会对检测室外工作人员和公众产生一定外照射，因此工业CT装置在开机检测期间，X射线是项目主要污染物。本项目X射线辐射类型主要分为以下三类：

有用线束辐射：X射线机发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。根据

原环评信息，本项目工业CT装置最大管电压均为130kV，最大管电流为均0.3mA，功率均为39W，滤过条件均为1mm铝；参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的附图3，读取曲线后计算得1mm铝滤过条件下，输出量（ H_0 ，约为20mGy/(mA·min)） $=20 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h}) = 1.2 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

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X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），X射线管电压小于150kV时，本项目距X射线管焦点100cm处的漏射线所致周围剂量当量率应小于1mSv/h（ $1 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ）。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），X射线经检测工件90°散射后，散射线能量和辐射剂量率远小于主射线能量和辐射剂量率。本项目散射能量保守取同主射线能量。

根据原环评信息，X射线主射线方向为朝向顶部，所以本项目检测曝光室顶部面板主要受到主射线辐射影响，检测曝光室左侧、右侧、前侧、后侧及底部面板主要受到漏射线辐射影响和散射线辐射影响。

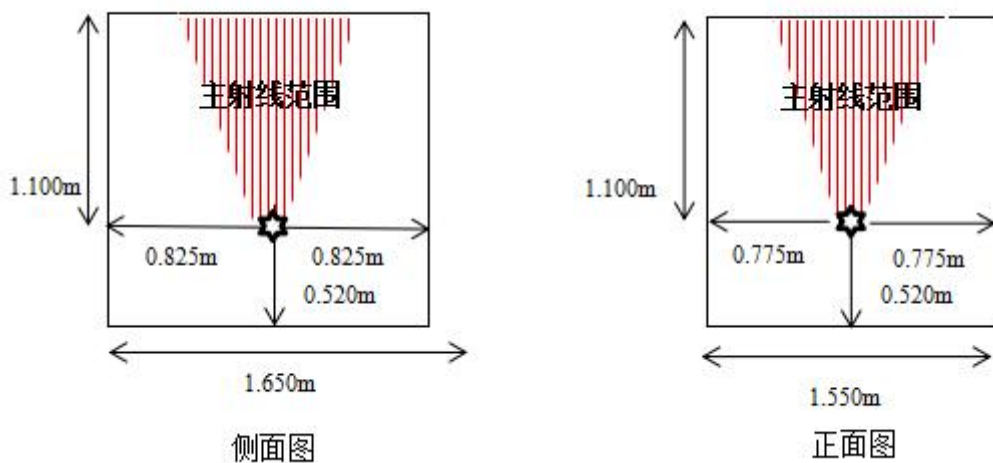


图9-6 本项目VT-X700工业CT装置主射线范围示意图

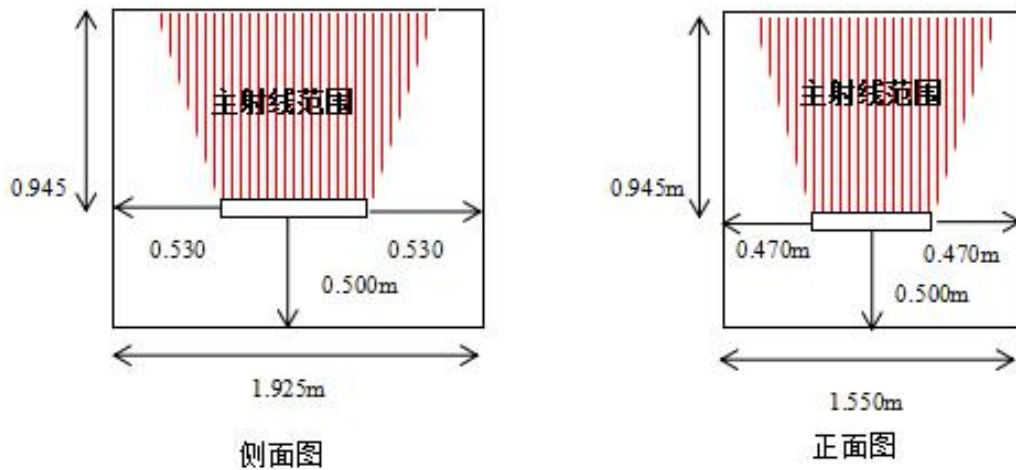


图9-7 本项目VT-X750工业CT装置主射线范围示意图

本项目射线装置参数见表9-1。

表9-1 本项目射线装置参数一览表

射线装置 型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	输出量 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	泄漏辐射剂量 率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射能量 (kV)
VT-X700	130	0.3	1.2×10^6	1×10^3	保守取130
VT-X750	130	0.3	1.2×10^6	1×10^3	保守取130

2.非放射性污染源分析

本项目VT-X700型工业CT装置、VT-X750型工业CT装置曝光室均未设置机械排风装置。

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，臭氧和氮氧化物可通过打开工件投入口、工件取出口排入所在生产车间，车间设有排风装置，经车间排风装置排入室外。本项目工业CT装置管电压小，开机时间少，臭氧产生量少，且臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

表10 辐射安全与防护

项目安全设施

1.工作场所布局及分区

本项目2台工业CT装置设置有曝光室及操作面板等，操作面板与曝光室分开设置，操作面板位于设备前侧（南侧），X射线管主射线朝上照射，操作面板避开了X射线主射线方向。

本项目拟将工业CT装置的曝光室边界作为本项目的辐射防护控制区边界，工作期间禁止任何人员进入；将工业CT装置外左右两侧60cm、前后两侧100cm区域划定警示线，作为辐射防护监督区边界，工作期间禁止无关人员进入。工业CT装置控制区及监督区划分见图10-1，其中红色线范围为控制区，黄色线范围为监督区。控制区边界设置醒目的电离辐射警告标志，监督区边界设置标识牌，工作期间禁止无关人员靠近。

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）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。

本项目工业CT装置控制区和监督区划分示意图见图10-1。

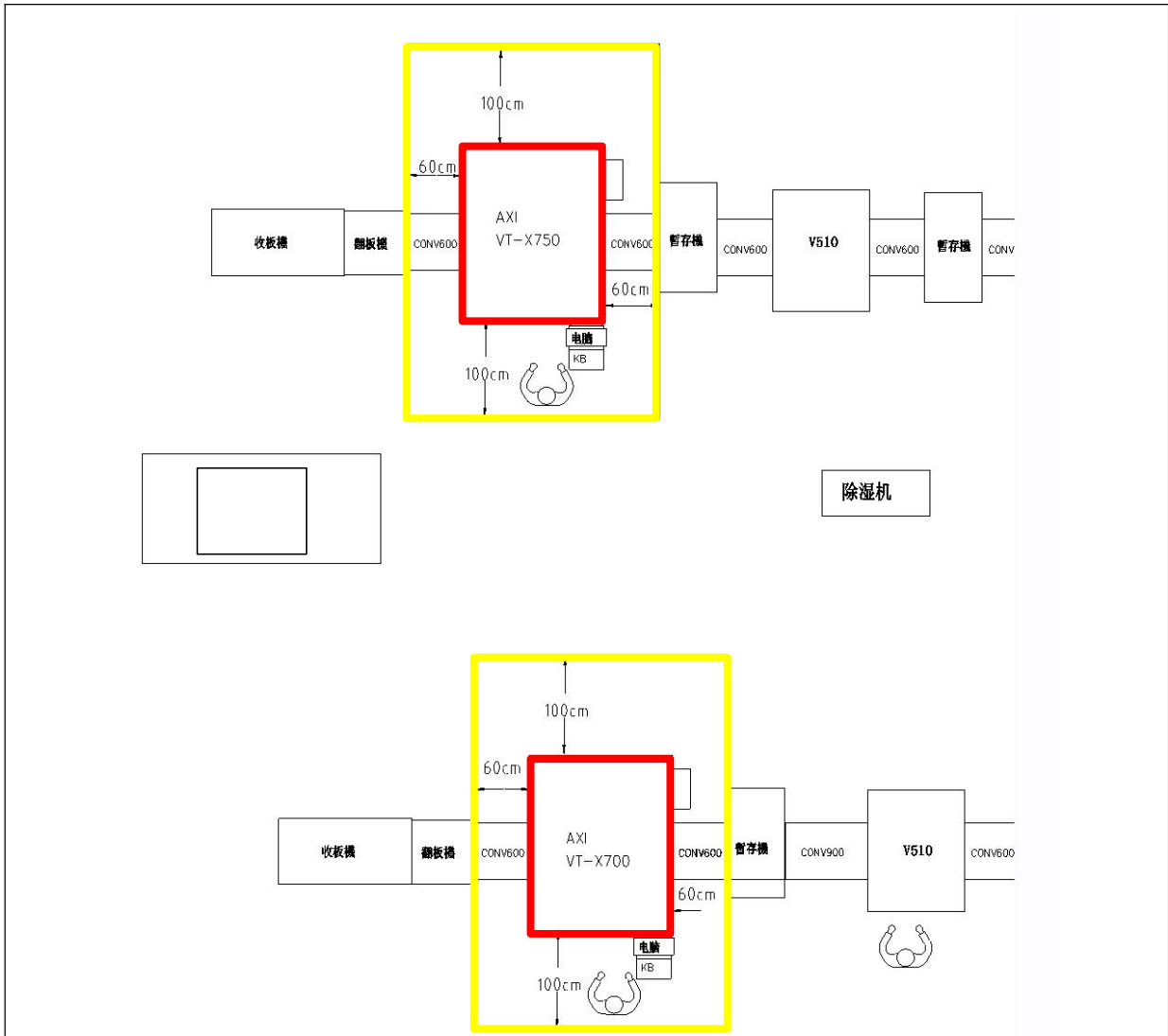


图10-1 本项目2台工业CT装置平面布局及分区图
 (: 控制区边界; : 监督区边界)

布局合理性分析:

本项目工业CT装置设计有曝光室及操作面板，操作面板位于曝光室前侧，辐射工作人员位于操作面板前进行作业，项目装置主射线方向由下向上照射，辐射工作人员操作位置避开有用线束照射方向，布局设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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。

本项目工业CT装置工作场所按控制区和监督区划分管理，辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

2.工作场所辐射屏蔽设计及射线装置主要参数

本项目VT-X700型工业CT装置外尺寸为1.550m（宽）×1.650m（长）×1.620m（含

底座高），底座高0.2m。VT-X750型工业CT装置外尺寸为1.550m（宽）×1.925m（长）×1.645m（含底座高），底座高0.2m。曝光室采用铅板对X射线进行屏蔽，该装置曝光室屏蔽防护参数见表10-1。

表10-1 本项目工业CT装置屏蔽防护参数一览表

装置名称	屏蔽体方位	屏蔽体材料及材料厚度
VT-X700型工业CT装置	曝光室前侧	4mm 铅板+4mm铁板
	曝光室后侧	4mm 铅板+4mm铁板
	曝光室左侧	4mm 铅板+4mm铁板
	曝光室右侧	4mm 铅板+4mm铁板
	曝光室顶部	5mm 铅板+4mm铁板
	曝光室底部	4mm 铅板+4mm铁板
	左侧工件投入口防护门	4mm 铅板+4mm铁板
	右侧工件取出口防护门	4mm 铅板+4mm铁板
	电缆口铅罩	4mm 铅板+4mm铁板
	前侧检修防护门	4mm 铅板+4mm铁板
	后侧检修防护门	4mm 铅板+4mm铁板
	VT-X750型工业CT装置	曝光室前侧
曝光室后侧		5mm 铅板+4mm铁板
曝光室左侧		5mm 铅板+4mm铁板
曝光室右侧		5mm 铅板+4mm铁板
曝光室顶部		5mm 铅板+4mm铁板
曝光室底部		5mm 铅板+4mm铁板
左侧工件投入口防护门		5mm 铅板+4mm铁板
右侧工件取出口防护门		5mm 铅板+4mm铁板
电缆口铅罩		5mm 铅板+4mm铁板
前侧检修防护门		5mm 铅板+4mm铁板
后侧检修防护门		5mm 铅板+4mm铁板

3.工作场所辐射安全措施

本项目VT-X700型与VT-X750型工业CT装置结构、辐射安全装置和保护措施基本一致，仅屏蔽厚度、尺寸不同。本项目辐射工作人员在装置工作时无法进入工业CT装置内部，设计的辐射安全装置和保护措施，主要有：

- ①本项目工业CT装置通过自带铅板对X射线进行防护。
- ②安装门机联锁装置。本项目VT-X750型工业CT装置前侧检修防护门、后侧检

修防护门、工件投入口防护门、工件取出口防护门、前侧工件门（可用于工件搬入搬出，正常情况下前门关闭不使用）均设置门机联锁装置，本项目VT-X700型工业CT装置前侧检修防护门、后侧检修防护门、工件投入口防护门、工件取出口防护门均设置门机联锁装置，只有在所有防护门完全关闭时扫描装置才能出束照射，门打开时立即停止X射线照射，关上门时不能自动开始X射线照射。

③安装工作状态指示灯。本项目2台工业CT装置设置X光指示灯、信号灯、联动指示灯。当防护门打开时，联动指示灯亮红灯，防护门关闭时，联动指示灯无亮灯。扫描装置工作时，X光指示灯开启，红色灯亮，警告无关人员勿靠近装置或在装置周围做不必要的逗留。在醒目的位置处设置对指示灯信号意义的说明。

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

⑤本项目工业CT装置操作面板设置钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X射线管才能出束，钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

⑥安装紧急停机按钮。本项目2台工业CT装置前侧和后侧各安装1个急停按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。急停按钮采用黄底红色按钮，便签上标注“紧急停止”字样。

⑦本项目2台工业CT装置工件门、检修门与屏蔽体的间隙小于6mm，设置搭接长度不小于60mm，工件门、检修门与装置外壳重叠部分不小于门缝间隙宽度的10倍，防止射线泄漏。

本项目辐射安全和防护措施示意图见图10-2，以VT-X750型工业CT装置为例。

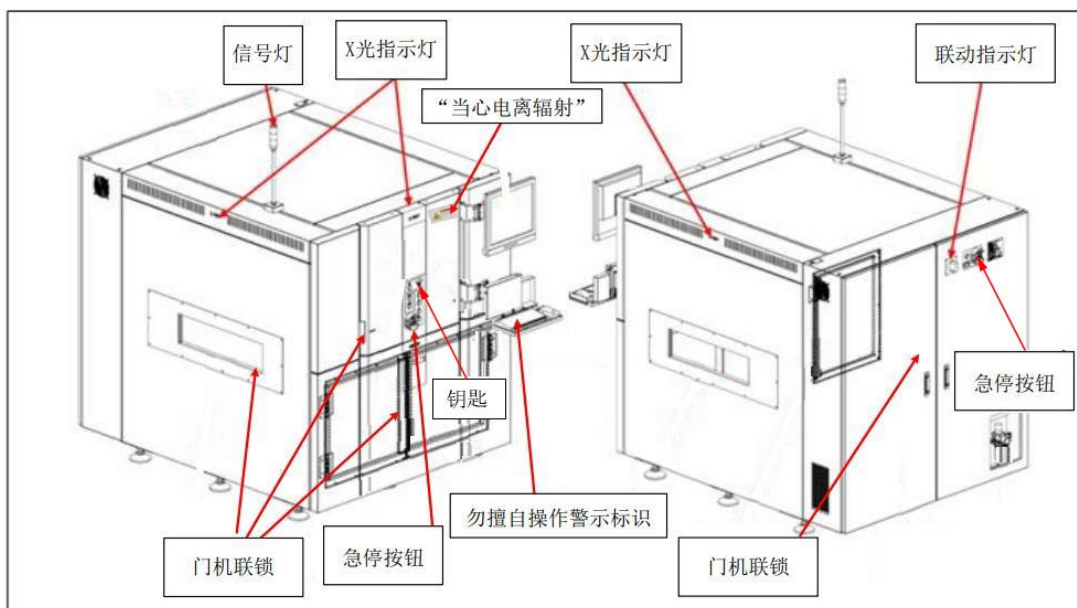


图10-2 本项目VT-X750型工业CT装置辐射安全和防护措施示意图

4.探伤操作的放射防护措施

(1) 正常使用时，辐射工作人员应检查装置防护门-联锁装置、信号灯、指示灯等防护安全措施是否有效。

(2) 项目工业CT装置正常进行检测时工作人员无法进入检测室内部，工业CT装置需定期进行检修，检修时，关闭X射线出束装置，工作人员佩戴常规个人剂量计，携带个人剂量报警仪和便携式X- γ 剂量率仪由前侧检修防护门进入设备内部进行检修。

(3) 定期测量检测装置周围区域的剂量率水平，包括辐射工作人员工位和工业CT装置检测室外公众居留处，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。

(4) 辐射工作人员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。

(5) 在每一次照射前，辐射工作人员都应该确认工业CT装置未处于检维修状态，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。

5.探伤设施的退役要求

(1) 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) 清除本项目涉及的所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

三废的治理

1.固体废物

本项目运行后不会产生放射性固体废物。

2、液体废物

本项目运行后不会产生放射性液体废物。

3、气体废物

本项目VT-X700型工业CT装置、VT-X750型工业CT装置曝光室均未设置机械排风装置。

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，臭氧和氮氧化物可通过打开工件投入口、工件取出口排入所在生产车间，车间设有排风装置，经车间排风装置排入室外。本项目工业CT装置管电压小，开机时间少，臭氧产生量少，且臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

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装置均是由曝光室和操作面板等组成的一体式设备，由专业供应商搬迁安装到指定区域，仅在厂内完成安装，过程中会产生少量的噪声和固体废物。但本项目施工期较短，施工量不大，对车间厂房周围环境影响较小，施工期结束后，施工期环境影响将随之消失。

运行阶段对环境的影响

1.辐射环境影响分析

本项目2台工业CT装置单班制运行，2台装置周开机曝光时间均约为20小时，年开机曝光时间约为1000小时。

(1) VT-X700型（1号装置）

本项目VT-X700型工业CT装置，通过含铅板的曝光室对X射线进行防护，工作时主射线固定朝顶部照射。本次评价选取VT-X700型工业CT装置在满功率运行时的工况进行预测。

因装置运行时X射线管不可移动，主射线朝顶部照射，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。出束角度为45°时，主射线不会朝向四周屏蔽体，故将曝光室四周面板和底部面板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/T250-2014）中的计算公式。本项目VT-X700型工业CT装置计算示意图见图11-1。主射线范围示意图见图11-2。

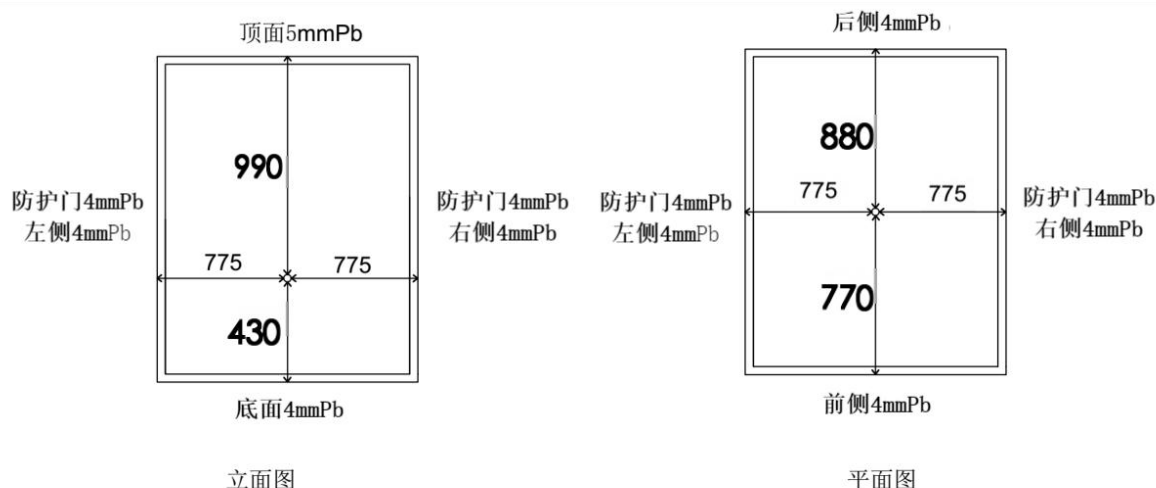


图11-1本项目VT-X700型工业CT装置辐射源点到各侧屏蔽体最近距离示意图

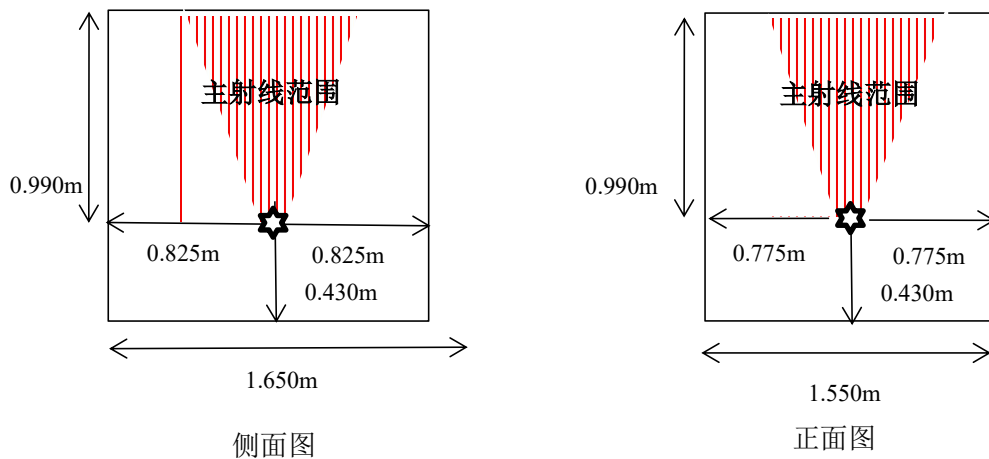


图11-2本项目VT-X700型工业CT装置主射线范围示意图

(2) VT-X750型（2号装置）

本项目VT-X750型工业CT装置，通过含铅板的曝光室对X射线进行防护，工作时主射线固定朝顶部照射。本次评价选取VT-X750型工业CT装置在满功率运行时的工况进行预测。

本项目VT-X750型工业CT装置运行时，装置的X射线管能够在水平及竖直方向移动，水平方向移动范围为：左右方向610mm，前后方向865mm，竖直方向移动距离为85mm。X射线管靶点距装置左侧外表面最近距离为470mm，距装置右侧外表面最近距离为470mm，距装置前侧外表面最近距离为530mm，距装置后侧外表面最近距离为530mm，距装置底部外表面最近距离为500mm，距装置顶部外表面最近距离为1040mm。主射线朝顶部照射，故计算时将曝光室顶部按照有用线束照射进行预测计算。当X射线管处于距装置底部最近距离500mm，出束角度为45°时，主射线不会朝向四周屏蔽体，故将曝光室四周面板和底部面板按照非有用线束照射进行预测计算。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VT-X750型工业CT装置计算示意图见图11-3。主射线范围示意图见图11-4。

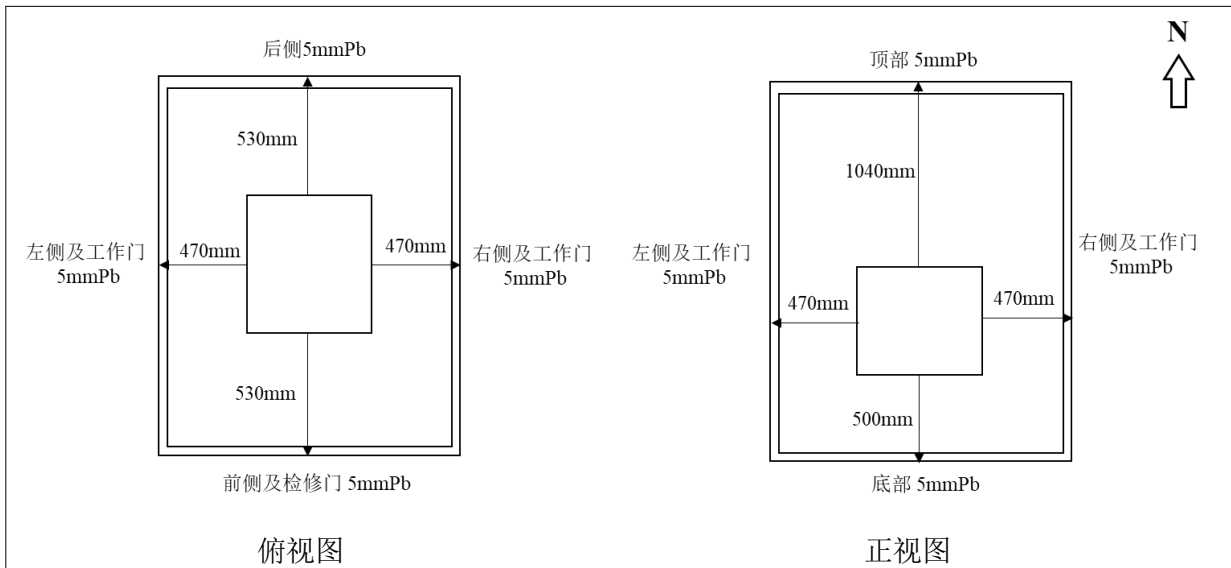


图11-3本项目VT-X750型工业CT装置辐射源点到各侧屏蔽体最近距离示意图

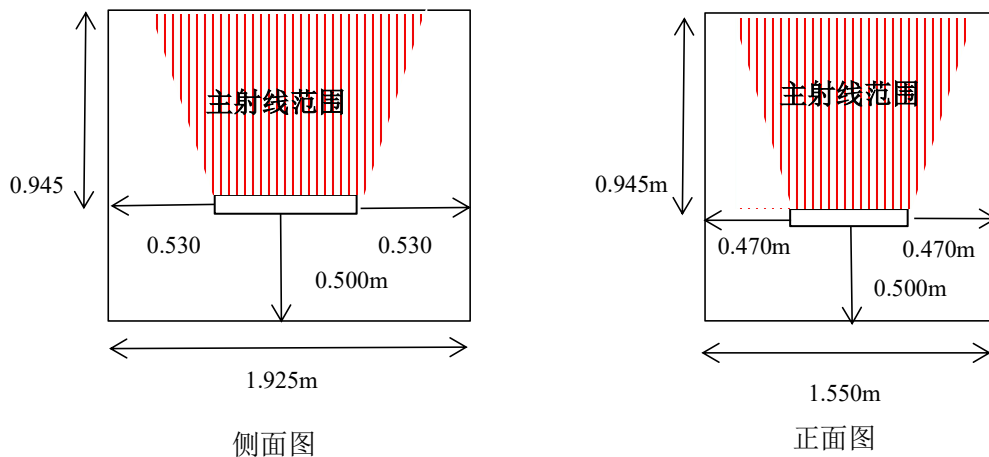


图11-4本项目VT-X750型工业CT装置主射线范围示意图

1.1有用线束方向屏蔽效果预测

本项目工业CT装置有用线束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：

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

式中：

I：X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为毫安（mA）。

H₀：距辐射源点（靶点）1m处输出量，单位为μSv·m²/（mA·h）。参考《辐射防护导论》（方杰主编）中的附图3，读取曲线后计算得1mm铝滤过条件下，距辐射源点（靶点）1m处输出量（H₀）为1.2×10⁶μSv·m²/（mA·h）。

R: 辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为米(m)。

B: 屏蔽透射因子, 参考《辐射防护导论》(方杰主编)中的表3.5, 管电压100kV时, TVL为0.84mm铅, 管电压150kV时, TVL为0.96mm铅, 内插法计算得管电压130kV时, TVL为0.912mm铅, 然后按下列公式(2)计算得出项目屏蔽透射因子。

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

式中:

X: 屏蔽物质厚度, 与TVL取相同的单位。

TVL: 什值层厚度, mm。

1.2非有用线束方向屏蔽效果预测

工业CT装置非有用线束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/T250-2014)中非有用线束屏蔽估算的计算公式:

①泄漏辐射

漏射辐射屏蔽计算模式采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中的公式:

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

式中:

\dot{H}_L : 距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 单位为 $\mu\text{Sv/h}$ 。取值参考《工业X射线探室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中的表1, 取 $1.0 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

R: 辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为米(m)。

B: 屏蔽透射因子, 按公式(2)计算。

②散射辐射

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_S^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (4)$$

式中:

H: 关注点处剂量率, 单位为 $\mu\text{Sv/h}$ 。

I: 扫描装置在最高管电压下的常用最大管电流, 单位为毫安(mA)。

H_0 : 距辐射源点(靶点)1m处输出量, 单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。同有用线束距辐射源点(靶点)1m处输出量计算, 本项目为 $1.2 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ 。

B: 屏蔽透射因子, 按公式(2)计算。

F: R_0 处的辐射野面积, 单位为平方米(m^2)。

α : 散射因子, 入射辐射被单位面积(1m^2)散射体散射到距其1m处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。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射线探室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中的附录B4.2；经查，本项目 $\frac{F \cdot \alpha}{R_0^2}$ 取值为1/60。

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

R_0 ：辐射源点（靶点）至散射体的距离，单位为米（m）。

2.参考点处剂量率理论计算结果

2.1、检测曝光室主射面辐射剂量率计算

根据图11-1，本项目VT-X700型工业CT装置X射线管距检测曝光室顶部面板最近为0.990m，VT-X750型工业CT装置X射线管距检测曝光室顶部面板最近为1.040m。将相关参数代入公式（1），可估算出检测曝光室顶部面板外30cm处的辐射剂量率，其屏蔽防护计算参数及计算结果见表11-1。

表 11-1 检测曝光室主射面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体		VT-X700型工业CT装置	VT-X750型工业CT装置
参数		顶部面板	顶部面板
设计厚度		5mmPb	5mmPb
I(mA)		0.3	0.3
$H_0(\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$		1.2×10^6	1.2×10^6
B		3.29×10^{-6}	3.29×10^{-6}
R(m)		1.290	1.340
屏蔽体顶部30cm处 剂量率 $H(\mu\text{Sv/h})$	\dot{H} 估算值	0.712	0.660
	\dot{H}_c 控制值	2.5	2.5
	评价结果	满足	满足

$$R_{\text{VT-X700型工业CT装置顶部面板}} = 0.990\text{m (辐射源距顶部外表面最近距离)} + 0.3\text{m (顶部表面距关注点)} = 1.290\text{m}$$

$$R_{\text{VT-X750型工业CT装置顶部面板}} = 1.040\text{m (辐射源距顶部外表面最近距离)} + 0.3\text{m (顶部表面距关注点)} = 1.340\text{m}$$

2.2、检测曝光室其他各面屏蔽剂量计算

根据图11-1，正常开机检测时，本项目VT-X700型工业CT装置的X射线管距检测曝光室前侧面板（操作面）的最小距离为0.770m、距后侧面板最小距离为0.880m、距左侧面板最小距离为0.775m、距右侧面板最小距离为0.775m、距底部面板最小距离为0.430m、距工件进出口防护门最小距离为0.775m，距后侧电缆口最小距离为0.880m。VT-X750型工业CT装置的X射线管距检测曝光室前侧面板（操作面）的最小距离为0.530m、距后侧面板最小距离为0.530m、距左侧面板最小距离为0.470m、距右侧面板最小距离为0.470m、距底部面板最小距离为0.530m、距工件进出口防护门最小距离为

0.470m，距后侧电缆口最小距离为0.530m。计算时，均保守取X射线管距检测曝光室各侧面板最小距离来评价本项目工业CT装置运行时的辐射影响。

将相关参数代入公式（2）、（3）、（4），可保守估算出当2台工业用X射线CT以最大管电压130kV，最大管电流0.3mA运行时，检测曝光室前侧、后侧、左侧，右侧、底部及工件进出口防护门外参考点的辐射剂量率，计算结果见表11-2、表11-3。

表11-2 VT-X700型工业CT装置检测曝光室其他各面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体 参数		前侧面板	后侧面板	左侧面板	右侧面板	底部面板	工件进出口防护门	后侧电缆口
		泄漏辐射	设计厚度 (mm)					
TVL(mm)								
B								
$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$								
R(m)								
参考点处泄漏辐射剂量率H估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)								
散射辐射	散射线能量 (kV)							
	B							
	I(mA)							
	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$							
	$R_s(\text{m})$ $\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$							
	参考点处散射辐射剂量率H估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)							
泄漏辐射和散射辐射的复合作用 ($\mu\text{Sv/h}$)	H 估算值							
	\dot{H}_C 控制值							
评价结果		满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足
$R_{\text{左、右侧}}=0.775\text{m}$ （辐射源距左、右侧外表面最近距离）+0.300m（左、右侧表面距关注点）=1.075m $R_{\text{前侧}}=0.770\text{m}$ （辐射源距前侧外表面最近距离）+0.300m（前侧表面距关注点）=1.070m $R_{\text{后侧}}=0.880\text{m}$ （辐射源距前侧外表面最近距离）+0.300m（前侧表面距关注点）=1.180m								

$R_{\text{底部}}=0.430\text{m}$ （辐射源距底部外表面最近距离）+0.200m（底座高度）=0.630m

$R_{\text{工件进出口防护门}}=0.775\text{m}$ （辐射源距工件进出口防护门外表面最近距离）+0.300m（工件进出口防护门表面距关注点）=1.075m

$R_{\text{后侧电缆口}}=0.880\text{m}$ （辐射源距后侧外表面最近距离）+0.300m（后侧表面距关注点）=1.180m

备注：屏蔽计算保守仅考虑铅板屏蔽。

表11-3 VT-X750型工业CT装置检测曝光室其他各面屏蔽防护计算参数及计算结果

屏蔽体 参数		前侧面板	后侧面板	左侧面板	右侧面板	底部面板	工件进出口 防护门	后侧电缆口
		泄 漏 辐 射	设计厚度 (mm)					
TVL(mm)								
B								
$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$								
R(m)								
参考点处泄漏辐射 剂量率H估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)								
散 射 辐 射	散射线能量 (kV)							
	B							
	I(mA)							
	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$							
	$R_s(\text{m})$ $\frac{F\cdot\alpha}{R_0^2}$							
	参考点处散射辐射 剂量率H估算值 ($\mu\text{Sv/h}$)							
泄 漏 辐 射 和 散 射 辐 射 的 复 合 作 用 ($\mu\text{Sv/h}$)	H 估算值							
	\dot{H}_C 控制值							
	评价结果	满足	满足	满足	满足	满足	满足	满足

$R_{\text{左、右侧}}=0.470\text{m}$ （辐射源距左、右侧外表面最近距离）+0.30m（左、右侧表面距关注点）=0.770m

$R_{\text{前、后侧}}=0.530\text{m}$ （辐射源距前侧外表面最近距离）+0.300m（前侧表面距关注点）=0.830m

$R_{\text{底部}}=0.500\text{m}$ （辐射源距底部外表面最近距离）+0.200m（底座高度）=0.700m

$R_{\text{工件进出口防护门}}=0.470\text{m}$ （辐射源距工件进出口防护门外表面最近距离）+0.300m（工件进出口防护门表面距

关注点) =0.770m

$R_{\text{后侧电缆口}} = 0.530\text{m}$ (辐射源距后侧外表面最近距离) + 0.300m (后侧表面距关注点) = 0.830m

备注: 屏蔽计算保守仅考虑铅板屏蔽。

从表11-1、表11-2、表11-3中预测结果可知, 本项目2台工业CT装置满功率运行时, 射线装置表面外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)中辐射屏蔽剂量率的控制要求。

2.3、防护门搭接缝隙屏蔽效果分析

本项目2台工业CT装置检测曝光室的进出口防护门均匀搭接在传送带进出口上, 防护门、检修门与四周搭接长度不小于60mm, 检测曝光室在设计安装时, 防护门、检修门与曝光室屏蔽体之间的缝隙小于6mm, 可以保证防护门与门洞的搭接长度不小于门缝大小的10倍, 确保工件防护门、检修防护门不破坏曝光室的整体防护效果, 可有效防止射线漏出, 不会破坏检测曝光室的屏蔽效果。

2.4、电缆孔处防护罩屏蔽效果分析

本项目2台工业CT装置均在检测曝光室的面板后方设置电缆孔, 其防护补偿结构为在电缆孔开孔位置设置4mm或5mm铅板结构防护罩进行屏蔽, 电缆孔避开主射线方向, 可保证射线至少经过3次散射才能到达管道口, 不会破坏检测曝光室的屏蔽效果。根据《辐射防护导论》P189“如果一个能使辐射至少散射三次的迷道, 是能保证迷道口工作人员的安全。这时, 迷道口也只需采用普通门”, 本项目2台工业CT装置电缆管道设计能够满足辐射防护要求。

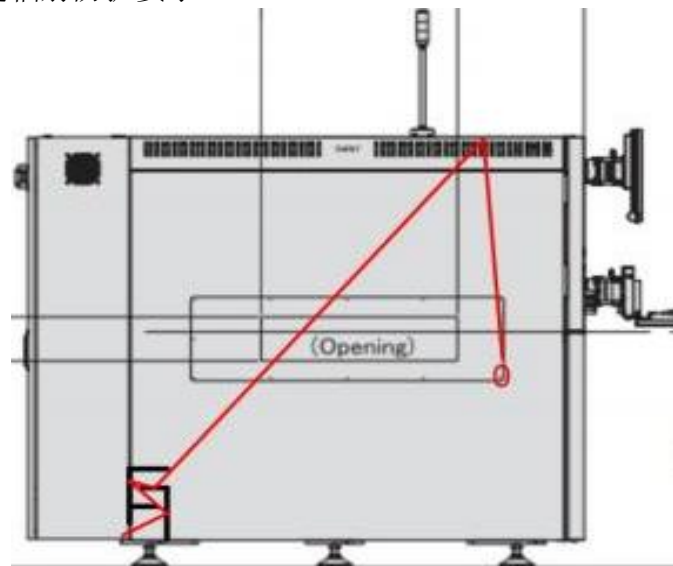


图 11-5 本项目电缆管道散射示意图

3.辐射工作人员和公众剂量估算

3.1、年有效剂量估算

本项目拟调配2名原有辐射工作人员专门从事本项目工业CT装置的辐射工作，不再从事其他辐射工作。

本项目辐射工作人员主要是装置操作人员，公众主要为装置周围其他非辐射工作人员。本项目工业CT装置所在的C1幢1层本次建设完成后共有3台II类工业CT装置和1台III类X射线实时成像装置，C1幢2层共有5台II类工业CT装置。1层4号生产线放置1台VT-X750型工业CT装置，距本项目工业CT装置放置处最近距离约30m。1层的III类X射线实时成像装置位于实验室，距本项目2台工业CT装置放置处最近距离约43m，2层的工业CT装置距离较远，且有建筑混凝土相隔，因此不考虑7台装置的叠加辐射影响。

根据公式（1）、（2）、（3）、（4），参考点剂量率与距离的平方成反比，可计算出各场所人员所受辐射剂量率，本次估算保守取距离工业CT装置最近距离，2层产线工作位主要受有用线束辐射影响。根据表11-1、表11-2、表11-3计算结果，VT-X700型工业CT装置各参考点的辐射剂量率估算值均高于VT-X750型工业CT装置，保守取VT-X700型工业CT装置东西侧关注点进行剂量率估算；由于南侧产线工作位距离VT-X700型工业CT装置近，保守取2台VT-X700型工业CT装置叠加计算，由于北侧产线工作位距离VT-X750型工业CT装置近，保守取2台VT-X750型工业CT装置叠加计算，单台辐射剂量率为泄漏辐射、散射辐射相加计算，2台叠加辐射剂量率为单台辐射剂量率乘以2计算，关注点示意图见图11-6，具体估算结果见表11-4。

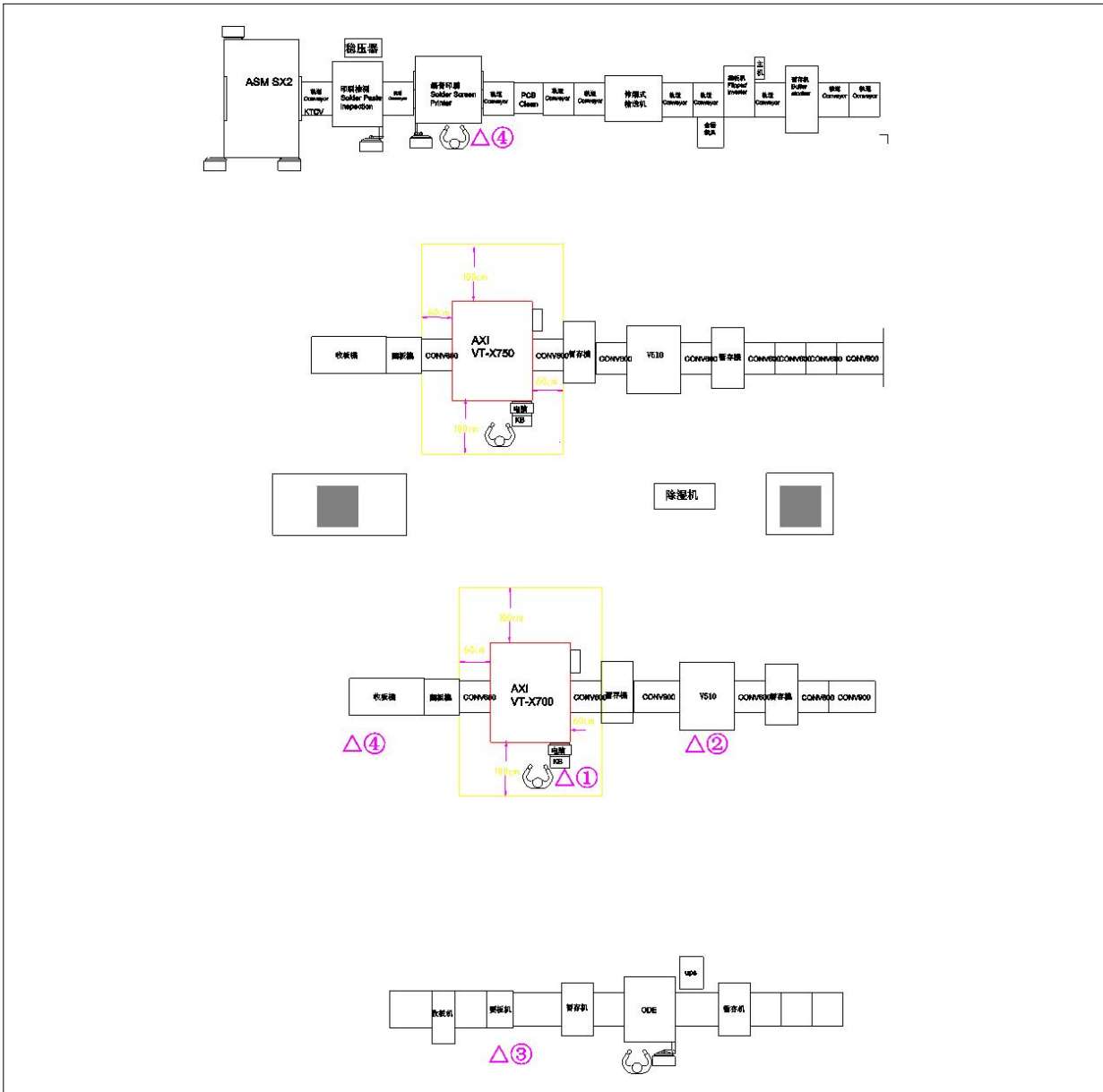


图11-6 关注点示意图

表11-4 关注点剂量率估算结果

编号	名称	方位	距离 (m)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	有用线束辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	单台辐射剂量率合计 ($\mu\text{Sv/h}$)	2台叠加辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
①	操作位	南侧						
②	东侧产线工作位	东侧						
③	南侧产线工作位	南侧						
④	西侧产线工作位	西侧						
⑤	北侧产线工作位	北侧						
⑥	2层产线工作位	上方						

$R_{\text{操作位}} = 0.770\text{m}$ (VT-X700辐射源距操作位侧防护门外表面最近距离) + 0.300m (人员距离装置表面距离)

=1.070m

$R_{\text{西侧产线工作位}} = 0.775\text{m}$ (VT-X700辐射源距西侧外表面最近距离) + 2.000m (西侧产线作业点距西侧外表面)

=2.775m

$R_{\text{东侧产线工作位}} = 0.775\text{m}$ (VT-X700辐射源距东侧外表面最近距离) + 2.000m (东侧产线作业点距东侧外表面)

=2.775m

$R_{\text{南侧产线工作位}} = 0.770\text{m}$ (VT-X700辐射源距南侧外表面最近距离) + 4.800m (1号生产线作业点距南侧外表面) = 5.570m

$R_{\text{北侧产线工作位}} = 0.530\text{m}$ (VT-X750辐射源距北侧外表面最近距离) + 3.000m (北侧产线作业点距东侧外表面) = 3.530m

$R_{\text{2层产线工作位}} = 0.990\text{m}$ (VT-X700辐射源距顶部外表面最近距离) + 5.380m (1层层高7m-设备高度1.620m) = 6.370m

辐射工作人员和周围公众年有效剂量预测可参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中的公式(1)来估算,估算公式如下:

$$H_c = H_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (5)$$

上式中:

H_c —关注点的年剂量水平, $\mu\text{Sv}/\text{年}$;

$H_{c,d}$ —关注点处剂量率, $\mu\text{Sv}/\text{h}$;

U —工业CT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;

t —工业CT装置年照射时间,单位为小时每年(h/a)。

根据公式(5),可估算出本项目所致辐射工作人员和周围公众的周有效剂量及年有效剂量,具体计算参数及计算结果见表11-5。

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

关注点	①	②	③	④	⑤	⑥
	操作位	东侧产线 工作位	南侧产线 工作位	西侧产线 工作位	北侧产线 工作位	2层产线工 作位
人员	职业人员	公众	公众	公众	公众	公众
使用因子U	1	1	1	1	1	1
居留因子T	1	1	1	1	1	1
最大辐射剂量率取值 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)						
周工作时间 (h)						
周有效剂量 (μSv)						
周受照剂量约束值 (μSv)						

评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足
年工作时间 (h)						
年有效剂量 (mSv)						
目标管理值 (mSv/a)						
评价	满足	满足	满足	满足	满足	满足

从表11-5中预测结果可知，本项目工业CT装置满功率运行时，辐射工作人员周受照有效剂量最大为10.04 μ Sv，年受照有效剂量最大为0.502mSv，周围公众周受照有效剂量最大为1.48 μ Sv，年有效剂量最大为0.074mSv，50m评价范围内其他公众距本项目相对较远，经距离的进一步衰减后，基本湮灭在环境本底辐射中。人员受照剂量均能够满足《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）。

4.天空、底部地面反散射辐射影响分析

根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“3.1.2b)1）穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的辐射在相应关注点的剂量率总和，应按3.1.1c)的剂量率参考控制水平 H_c (μ Sv/h)加以控制。”

根据表11-1、表11-2、表11-3计算结果，本项目工业CT装置顶部外30cm处辐射剂量率最大为0.712 μ Sv/h，经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于装置顶部30cm外剂量率，装置底部表面外剂量率最大为0.725 μ Sv/h，经底部地面散射后剂量率远小于装置底部表面外剂量率，装置四周表面外剂量率最大为0.251 μ Sv/h，叠加装置顶部天空反散射、底部地面反散射剂量后，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中“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”的要求。

5.三废治理措施评价

气体废物：本项目工业CT装置位于C1幢1层2号生产线、3号生产线，因正常工作时，操作人员无法进入装置内部，因此工业CT装置曝光室内部未安装通风装置，检测结束后，气体废物通过打开工件投入口、工件取出口排入所在生产车间。且检测结束后，气体废物可通过打开工件投入口、工件取出口排入所在生产车间。车间设有排风装置，经车间排风装置排入室外。本项目工业CT装置管电压小，开机时间少，臭氧产生量少，且臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

固体废物：生活垃圾将与公司内产生的生活垃圾一并委托环卫公司处理，辐射工作人员产生的生活垃圾不会对周围环境产生影响；设备退役后产生的固体废弃物处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

液体废物：生活污水排入城市污水管网，辐射工作人员产生的生活污水不会对周围环境产生影响。

事故影响分析

1.辐射事故分析

工业CT装置只有在开机出束时才产生X射线，因此，本项目事故多为开机误照射事故，主要有：

(1) 由于安全联锁装置失灵，工业CT装置工件门未能完全关闭，仍能开启X射线对工件进行检测，致使X射线泄漏到检测曝光室外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

表12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《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》《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》等法律法规要求，使用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。建设单位已成立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确了各成员管理职责。

本项目拟调配2名辐射工作人员专门从事本次新增工业CT装置的辐射工作，不再从事其他辐射工作。

本项目辐射安全与环境保护管理工作人员和辐射工作人员均需通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名并参加核技术利用辐射安全与防护考核，通过考核后，方能从事本项目辐射工作。

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

辐射安全管理规章制度

建设单位应根据《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》中的相关要求，制定辐射安全管理制度，主要包括《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》《台账管理制度》《监测方案》《辐射事故应急预案》《监测异常报告制度》等。公司制定的辐射安全管理规章制度需具有针对性和可操作性，满足核技术利用项目对辐射安全管理规章制度的需求。

公司还应根据本项目具体情况完善辐射安全管理规章制度，使其具有较强的针对性和可操作性，现对各项辐射安全管理制度要点提出如下建议：

操作规程：明确辐射工作人员的资质条件要求、工业CT装置的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装置操作步骤、工作前的安全检查、工作人员佩戴个人剂量计、携带个人剂量报警仪或检测仪器。

岗位职责：明确管理人员、辐射工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

辐射防护和安全保卫制度：根据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装置的运行和维修时辐射安全管理落实到个人。

设备维修制度：明确工业CT装置和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，确保射线装置、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、方式以及考核办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

台账管理制度：对工业CT装置使用情况进行登记，标明使用日期、电压、电流等。

个人剂量监测方案：明确辐射工作人员开展辐射工作时均应佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送有资质部门进行监测，明确个人剂量计的佩戴和监测周期，个人剂量监测结果及时告知辐射工作人员，使其了解其个人剂量情况，以个人剂量监测报告为依据，严格控制职业人员受照剂量，防止个人剂量超标；明确辐射工作人员进行职业健康体检的周期，并建立个人累积剂量和职业健康体检档案。

辐射环境监测方案：购置环境辐射巡测仪等监测设备，明确日常工作的监测项目和监测频次，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。此外，根据环境保护部18号令，使用射线装置的单位应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，将年度评估报告电子版（包含附件）上传至全国核技术利用辐射安全管理系统。

辐射事故应急预案：针对可能产生的辐射事故制定辐射事故应急措施，该措施中应明确应急机构和职责分工、应急人员的组织、培训、事故报告制度、辐射防护措施及事故处理程序等。发生辐射事故时，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后1小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，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。同时，在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

监测异常报告制度：明确了按照相关标准要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测；当发现辐射工作场所及周围环境监测出现异常情况的，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；当发现个人剂量监测结果异常的，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、卫生健康部门调查处理。

建设单位拟调配2名辐射工作人员，辐射工作人员应参加辐射安全与防护培训，建设单位已为其建立个人剂量监测档案及职业健康管理档案。

辐射监测

1.监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

纬创汽车电子（昆山）有限公司已配备2台环境辐射剂量巡测仪及8台个人剂量报警仪，并为本项目2名辐射工作人员配备2台个人剂量计，能够满足辐射监测仪器配置要求。

2.监测方案

纬创汽车电子（昆山）有限公司拟根据辐射管理要求，制定了如下监测方案：

（1）请有资质单位定期对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行监测，周期：每年1~2次；

（2）辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不少于1次/3个月）送有资质部门进行监测，建立个人累积剂量档案，终身保存；

（3）所有辐射工作人员上岗前均进行职业健康体检，以排除职业禁忌证。开展辐射工作后，均定期开展职业健康体检（不少于1次/2年），确认可继续从事放射工作，并建立个人职业健康档案。

（4）利用自配备的辐射巡测仪对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行自主监测，建议每季度一次，并记录档案。

本项目落实上述监测方案后，方能满足辐射安全管理的要求。

表12-1 项目监测计划一览表

监测项目	监测类型	监测因子	监测单位和监测频次	监测点位
工作场所及周围环境监测	竣工环保验收监测	X-γ辐射剂量率	请有资质单位监测，取得辐射安全许可证后3个月内，最长不得超过1年	操作位、工业CT四周、顶部表面30cm、工件门、检修门表面30cm、线缆口、周边关注点
	年度监测	X-γ辐射剂量率	请有资质单位监测，不少于1次/年	
	日常监测	X-γ辐射剂量率	自主监测，建议不少于1次/季度	
个人剂量监测	/	职业性外照射个人剂量	定期送有资质部门进行监测，不少于1次/三个月	/

建设单位现有核技术利用项目已认真落实以上监测方案，每年请有资质监测单位对现有辐射工作场所及周围环境辐射水平进行了监测，并每季度进行自主监测（利用自配备的环境辐射剂量巡测仪）。现有辐射工作人员均配备了个人剂量计，委托有资

质单位定期进行监测，现有辐射工作人员最近一年的受照剂量均未超过职业人员年有效剂量约束值5mSv/a，定期组织辐射工作人员进行了职业健康体检，现有辐射工作人员均可继续原放射工作，并已按相关要求建立了辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。公司已于每年1月31日前在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交了上一年度的评估报告。

本项目运行后，也应落实上述监测方案，方能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，核技术利用单位应针对本公司具体项目产生的辐射事故情况制定事故应急方案，应急方案内容包括：

- (1) 应急机构、组成人员以及职责分工；
- (2) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (3) 应急人员的组织、培训及联系方式；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 应急演习计划。

公司应针对本项目工业CT装置可能产生的辐射事故制定辐射事故应急方案，明确工业CT装置辐射防护措施及事故处理程序等，使其具有一定的操作性。公司应加强职工辐射防护知识的培训，学习结束后应进行总结，积极开展辐射应急演习，发现问题及时解决，尽可能避免辐射事故的发生。

发生辐射事故时，应当立即启动事故应急方案，采取必要的防范措施，并在事故发生后一小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，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。同时，在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。

表13 结论与建议

结论

1.项目概况

因产品生产检测需要，纬创汽车电子（昆山）有限公司拟将C1幢1层3号生产线VT-X700型工业CT装置（1号装置）搬迁至1层2号生产线，将C1幢2层8号生产线VT-X750型工业CT装置（2号装置）搬迁至1层3号生产线，用于对电子产品PCB板进行无损检测。最大管电压均为130kV，最大管电流均为0.3mA，额定功率均为39W，主射线向上照射，为II类射线装置。

2.实践正当性评价

本项目的建设和运行满足了企业的发展需求，提高了产品的质量，在做好辐射防护的基础上，其建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

3.项目选址、布局合理性评价

纬创汽车电子（昆山）有限公司位于昆山经济技术开发区鸿雁路88号。公司东侧为厂区道路、停车场及立臻电子科技（昆山）有限公司厂房，南侧为厂区道路及鸿雁路，西侧为厂区道路、停车场及纬创资通（昆山）有限公司仓库，北侧为厂区道路、纬创资通（昆山）有限公司厂房。本项目地理位置图见附图1，厂区周围环境示意图见附图2。

本项目工业CT装置均放置于C1幢1层，C1幢为3层建筑。1层层高7米，楼上2层为纬创汽车电子（昆山）有限公司生产车间，3层为纬创资通（昆山）有限公司车间（目前空置），楼下无地下建筑。生产车间一楼平面布局图见附图3。

1号装置拟由C1幢1层3号生产线搬迁至C1幢1层2号生产线，拟建址东侧依次为2号生产线、室内走道、室外道路，南侧依次为室内走道、1号生产线、室内走道、会议室、室内走道、空调机房、室外道路，西侧依次为室内走道、波峰焊机组、FCT设备、回流焊产线、室内走道、FA区、室内走道、DIP区、室内走道、不良品仓、待入库区、测量室、室内走道、室外道路，北侧依次为室内走道、3号生产线及2号装置、室内走道、4号生产线、室内走道、PCBA原料仓、空置区域、门厅、室外道路，正上方2层为8号生产线，3层为纬创资通（昆山）有限公司车间（目前大部分空置），正下方无地下建筑。

2号装置拟由C1幢2层8号生产线搬迁至C1幢1层3号生产线，拟建址东侧依次为3号

生产线、室内走道、室外道路，南侧依次为室内走道、2号生产线及1号装置、室内走道、1号生产线、室内走道、会议室、室内走道、空调机房、室外道路，西侧依次为室内走道、ATE区、室内走道、DIP区、FA区、室内走道、不良品仓、待入库区、检测室、室内走道、室外道路，北侧依次为室内走道、4号生产线、室内走道、PCBA原料仓、空置区域、门厅、室外道路，正上方2层为6号生产线，3层为纬创资通（昆山）有限公司车间（目前大部分空置），正下方无地下建筑。

本项目评价范围内无居民区、学校等环境敏感目标，不涉及《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）中3.4定义的生态保护目标，不涉及江苏省国家级生态保护红线区域，本项目的建设符合江苏省生态空间管控要求。因此，本项目周围无环境制约因素，项目选址合理。

本项目工业CT装置设计有曝光室及操作面板，操作面板位于曝光室前侧且与曝光室相连，辐射工作人员位于操作面板前进行作业，项目装置主射线方向由下向上照射，辐射工作人员操作位置避开有用线束照射方向，项目布局合理。

4.辐射防护措施评价

本项目工业CT装置通过自带铅板的曝光室对X射线进行屏蔽。经理论预测结果可知，本项目拟配备的工业CT装置以最大功率运行时其表面外30cm处辐射剂量率能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的剂量率限值要求（ $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）。

5.辐射安全措施评价

本项目拟落实的辐射安全措施包括：通过自带铅板对X射线进行防护、安装门机联锁装置；安装工作状态指示灯，并与防护门和X射线管联锁；装置表面拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；操作面板处设置钥匙开关；安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止射线照射；工件门、检修门与屏蔽体的间隙小，并设置搭接，防止射线泄漏。

建设单位已配备2台环境辐射剂量巡测仪、8台个人剂量报警仪，用于对工业CT装置工作时周围环境辐射水平监测及对瞬时辐射剂量率的实时报警，以上措施能够满足辐射安全管理的要求。

6.保护目标剂量评价

根据理论估算结果，本项目在做好个人防护措施、安全措施的情况下，辐射工作人员及周围公众年受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目剂量约束值（职业人员年受照剂量不超过 5mSv ，公众年受照剂量不超过 0.1mSv ）的要求。

7.三废处理处置

本项目无放射性三废产生。

本项目工业CT装置在工作状态时，会使曝光室内的空气电离产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），工业CT装置装置曝光室本身不设排风系统，臭氧和氮氧化物可通过开启装置东西侧的工件进出口防护门排出，随后通过车间机械排风排至室外，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

8.辐射环境管理

（1）请有资质单位定期对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行监测，周期：每年1~2次；

（2）辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（不少于1次/3个月）送有资质部门进行监测，建立个人累积剂量档案，终身保存；

（3）所有辐射工作人员上岗前均进行职业健康体检，以排除职业禁忌证。开展辐射工作后，均定期开展职业健康体检（不少于1次/2年），确认可继续从事放射工作，并建立个人职业健康档案。

（4）利用自配备的辐射巡测仪对辐射工作场所及周围环境辐射水平进行自主监测，建议每季度一次，并记录档案。

公司拟成立辐射防护管理机构，并以文件的形式明确各成员管理职责。同时在项目运行前完善相关的辐射安全管理制度；严格履行管理职能。

综上所述，纬创汽车电子（昆山）有限公司2台工业CT装置搬迁项目符合实践正当性原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于“剂量限值”的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，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，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

建议与承诺

（1）该项目运行中，应严格遵守操作规程，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) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

(4) 建议项目环境保护设施竣工后3个月内进行竣工环保验收，最长不超过12个月。

表14 审批

下一级环保部门预审意见

经办人签字公章

年 月 日

审批意见:

经办人签字公章

年 月 日

附表

“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	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。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用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管理要求。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：VT-X700型工业CT装置外尺寸为1.550m（宽）×1.650m（长）×1.620m（含底座高），底座高0.2m。VT-X750型工业CT装置外尺寸为1.550m（宽）×1.925m（长）×1.645m（含底座高），底座高0.2m。曝光室采用铅板对X射线进行屏蔽，定义操作面板所在面为装置前侧，曝光室四周、顶部、底部、工件投入口、工件取出口、前侧/后侧检修防护门及电缆口铅罩屏蔽材料均采用铅板。VT-X700型工业CT装置顶部屏蔽体采用5mm铅板，其余各侧屏蔽体采用4mm铅板。VT-X750型工业CT装置各侧屏蔽体均采用5mm铅板。工件投入口防护门、工件取出口防护门、维修门与曝光室屏蔽体缝隙小于6mm，搭接长度约为60mm。	工业CT装置运行后，装置周围的剂量率满足《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/T250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5μSv/h”的要求。 辐射工作人员和公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目剂量约束值要求（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）。	/
	本项目拟落实的辐射安全措施包括：通过自带铅板对X射线进行防护、安装门机连锁装置；安装工作状态指示灯，并与防护门和X射线管连锁；装置表面拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；操作面板处拟设置钥匙开关；安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止射线照射；工件门、检修门与屏蔽体的间隙小，并设置搭接，防止射线泄漏。	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。	1

污染防治措施	废气：工业CT装置装置曝光室本身不设排风系统，检测时产生的少量臭氧和氮氧化物通过打开工件投入口防护门、工件取出口防护门排入生产车间，生产车间设有排风装置，经车间排风装置排入室外，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。	本项目臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，其产生臭氧和氮氧化物对环境影响较小。	/
人员配备	公司辐射工作人员参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核的管理要求。	1
	辐射工作人员配备个人剂量计、定期（不少于1次/3个月）送检，并定期（不少于1次/2年）进行职业健康体检，单位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。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展个人剂量监测及建立个人剂量监测档案的管理要求。	1
	公司辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立职业健康监护档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员定期进行职业健康体检及建立职业健康监护档案的管理要求。	1
监测仪器和防护用品	拟配备2台环境辐射剂量巡测仪、8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》中辐射监测仪器配置要求。	6
辐射安全管理	拟制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台帐管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施、监测异常报告制度等辐射安全管理制度，在以后的工作中不断补充完善。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用射线装置的单位须具备健全的辐射安全管理制度的管理要求。	/

注：“三同时”措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

以上措施必须在项目运行前落实。