

编号：BG-ZFFB25220252

核技术利用建设项目

浙江锂威能源科技有限公司

2 台工业 CT 建设项目

环境影响报告表

（公示稿）

浙江锂威能源科技有限公司

2026 年 1 月

生态环境部监制

# 核技术利用建设项目

浙江锂威能源科技有限公司

2 台工业 CT 建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：浙江锂威能源科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：浙江省金华市兰溪市兰江街道雁洲路 111 号

邮政编码：321100

联系人：\*\*\*

电子邮箱：\*\*\*

联系电话：\*\*\*

## 目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	10
表 3 非密封放射性物质.....	10
表 4 射线装置.....	11
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	12
表 6 评价依据.....	13
表 7 保护目标与评价标准.....	16
表 8 环境质量和辐射现状.....	24
表 9 项目工程分析与源项.....	28
表 10 辐射安全与防护.....	37
表 11 环境影响分析.....	46
表 12 辐射安全管理.....	60
表 13 结论与建议.....	66
表 14 审批.....	69

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		浙江锂威能源科技有限公司 2 台工业 CT 建设项目			
建设单位		浙江锂威能源科技有限公司			
法人代表	郑明清	联系人	***	联系电话	***
注册地址		浙江省金华市兰溪市兰江街道雁洲路 111 号			
项目建设地点		浙江省金华市兰溪市兰江街道雁洲路 111 号（兰江片工业区） 2#厂房 4 层检测六区域			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	620	项目环保投资 (万元)	20	投资比例（环保 投资/总投资）	3.22%
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 <sup>2</sup> ）	/
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			
	<b>1.1 项目概况</b>				
<b>1.1.1 建设单位简介</b>					
<p>浙江锂威能源科技有限公司于 2020 年在浙江兰溪成立，为欣旺达（SUNWODA）全资子公司；是一家专业从事 3C 消费类聚合物电芯、小动力电芯的研发、制造、销售服务的国家高新科技绿色能源企业。产品覆盖智能手机、平板电脑、笔记本电脑、智能穿戴设备、无人机、电动工具、智能出行、智能家居等智能终端，与众多国内外知名企业展开深度合作。</p> <p>浙江锂威能源科技有限公司现有两个厂区，分别位于浙江省金华市兰溪市兰江街道雁洲路 111 号（兰江片工业区）和浙江省金华市兰溪市光膜小镇创新大道 1368 号（光学膜产业园），两厂区直线距离约 4.6km。</p>					

浙江锂威能源科技有限公司现持有浙江省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号：浙环辐证[GB086]，有效期至 2030 年 11 月 13 日，许可的种类和范围：使用 V 类放射源。

### 1.1.2 建设目的和任务由来

为顺应市场需求，浙江锂威能源科技有限公司投资 521470 万元，在兰溪经济开发区实施锂离子产品生产，规划分两期实施，达产后预计达到年产锂离子电芯 2.4 亿只、锂离子电池模组 2.4 亿只的规模。《浙江锂威能源科技有限公司年产 2.4 亿只锂离子电芯及年产 2.4 亿只锂离子电池模组生产线项目环境影响登记表（区域环评+环境标准）》已取得金华市生态环境局备案受理书（金环备兰〔2020〕39 号）。

为不断拓展锂离子产品市场，满足客户日益增长的产品需求和未来业务发展需要，浙江锂威能源科技有限公司拟新购 1 台广东东博智能装备股份有限公司（以下简称“东博”）生产的 DBA-CT9200 型工业 CT，和 1 台无锡先导智能装备股份有限公司（以下简称“先导”）生产的 UNMS-U150B 型工业 CT，在兰溪市兰江街道雁洲路 111 号（兰江片工业区）2#厂房 4 层检测六区域安装使用，用于对生产的 3C 成品电芯进行内部缺陷无损检测。

对照《射线装置分类》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），本项目工业 CT 探伤装置属于工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，为 II 类射线装置。根据《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），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，环境影响评价文件形式应为编制环境影响报告表。

为此，浙江锂威能源科技有限公司委托中辐环境科技有限公司开展“浙江锂威能源科技有限公司 2 台工业 CT 建设项目（简称‘本项目’）”的环境影响评价工作。在接受委托后，环评单位组织相关技术人员进行了现场勘察、资料收集和委托辐射环境质量现状监测等工作，并结合项目特点，按照《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）等规定要求编制了本项目的环境影响报告表。

### 1.1.3 项目建设内容和规模

建设单位拟在兰溪市兰江街道雁洲路 111 号（兰江片工业区）2#厂房（共 4 层，无地下层）4 层检测六区域新增 2 台工业 CT 探伤装置进行无损检测工作，东侧新增 1 台东博 DBA-CT9200 型工业 CT，西侧新增 1 台先导 UNMS-U150B 型工业 CT，2 台工业

CT 均自带防护铅房。

东博 DBA-CT9200 型工业 CT 设备整体外观尺寸长 5400mm×宽 3000mm×高 2600mm，占地面积约为 16.2m<sup>2</sup>；整体分为西侧防护铅房、东侧物料进出间和顶部电箱三部分；其中西侧为防护铅房尺寸长 3000mm×宽 2630mm×高 2000mm，防护铅房六面均设有屏蔽防护；物料进出间位于设备整体东侧，尺寸长 3000mm×宽 2770mm×高 2000mm；电箱位于设备整体顶部，尺寸长 5400mm×宽 3000mm×高 600mm。DBA-CT9200 型工业 CT 防护铅房内南北并列设有两台射线管头，定向出束，出束方向可随机架 360° 旋转朝南、北、上、下方向出束；物料进出间内南北并列设有两套机械臂传送装置；两台射线管头分别由 2 个控制台控制，2 个控制台均集成于物料进出间南侧。

先导 UNMS-U150B 型工业 CT 设备整体外观尺寸长 6500mm×宽 2300mm×高 2800mm，占地面积约为 14.95m<sup>2</sup>，整体分为四部分，从西到东依次为物料传入间、防护铅房、物料传出间和顶部电箱；其中防护铅房尺寸长 3920mm×宽 2300mm×高 2020mm（支脚高 120mm），防护铅房六面均设有屏蔽防护；防护铅房东西两侧物料传入间和物料传出间尺寸长 2300mm×宽 1290mm×高 2020mm（支脚高 120mm）；电箱尺寸长 6500mm×宽 2300mm×高 660mm。UNMS-U150B 型工业 CT 设备防护铅房内东西并排设有两台射线管头，定向出束，出束方向可随机架 360° 旋转朝东、西、上、下方向出束；物料传入间和物料传出间内各设有一套机械臂传送装置；两台射线管头分别由 2 个控制台控制，2 个控制台均集成于物料传入间西侧。

本项目工业 CT 主要技术参数信息见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置一览表

设备名称	型号	类别	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	有用线束照射方向	射线管头数量	工作场所位置
工业 CT	DBA-CT9200 型	II类	1 台	150	0.5	定向（可随机架 360° 朝上下南北方向出束）	2 个	2#厂房 4 层检测六区域
工业 CT	UNMS-U150B 型	II类	1 台	150	0.4	定向（可随机架 360° 朝上下东西方向出束）	2 个	2#厂房 4 层检测六区域

#### 1.1.4 劳动定员及工作制度

根据建设单位提供资料及持有辐射安全许可证可知，建设单位现有 5 处辐射工作场所，其中 5 号厂房 1 楼阳极车间的放射源尚未入厂；现有 6 名辐射工作人员分别位于其他 4 处辐射工作场所：1 号厂房 1 楼涂布生产线（2 人）、5 号厂房 1 楼南硅负极涂布生产线（2 人）、研发车间 1 楼涂布生产线（1 人）和圆柱阳极车间（1 人）；辐射工作

人员实行一班制，每名辐射工作人员日工作 8h，年工作 50 周，每周工作 6 天，年工作 300 天。

根据建设单位提供的资料，本项目拟从 1 号厂房 1 楼涂布生产线、5 号厂房 1 楼南硅负极涂布生产线各调配 1 名原有辐射工作人员（共 2 名）作为本项目工业 CT 辐射工作人员，且该 2 名辐射工作人员不再从事其他辐射工作。

根据建设单位提供的个人剂量监测报告可知，现有 6 名辐射工作人员近 4 个季度的个人剂量监测结果最大为 0.124mSv；辐射工作人员调配后 1 号厂房 1 楼涂布生产线、5 号厂房 1 楼南硅负极涂布生产线辐射工作人员需承担原有 2 倍工作量，个人受照剂量保守  $\times 2 = 0.248\text{mSv}$ ，仍能满足辐射工作人员不超过 5mSv/a 的剂量约束值。因此辐射工作人员调配后，仍能满足工作安排要求。

本项目 2 名辐射工作人员实行两班制；因本项目 2 台工业 CT 均为全自动化无损检测，1 名辐射工作人员即可同时负责操作 2 台工业 CT。每名辐射工作人员日工作 8h，年工作 50 周，每周工作 6 天，年工作 300 天。建设单位后续应根据工作需求增加辐射工作人员。

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），在落实本项目辐射工作人员后，建设单位应尽快组织本项目辐射工作人员到国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名参加“X 射线探伤”类别辐射安全与防护培训，并取得考核合格成绩报告单后方可上岗。建设单位应组织辐射工作人员按时接受再培训。

### 1.1.5 工作负荷

根据建设单位提供的资料，本项目待检工件尺寸为建设单位生产的 3C 成品电芯，最大尺寸为 150mm×120mm×10mm，电芯主要材料为隔膜、电解液、铜箔、铝箔、石墨等。根据电芯的尺寸大小，本项目单台工业 CT 单次可同时对 2 个或 4 个电芯进行无损检测，一次检测时间约为 1min，其中一次曝光出束时间约为 20s。

本项目单台工业 CT 内两台射线源同时出束，单台 CT 最大曝光次数约 960 次/天、288000 次/年，则本项目单台工业 CT 日曝光工作时间最长为 5.4h（960 次/天×20s/次≈5.4h），周曝光工作时间为 32h，年曝光工作时间为 1600h。

## 1.2 项目选址及周边环境保护目标

### 1.2.1 项目地理位置

本项目位于浙江省金华市兰溪市兰江街道雁洲路 111 号（兰江片工业区），厂区由

通济路分割成两个地块,道路东侧为生产区,道路西侧为宿舍区。本项目位于生产区内。生产区东侧为映月路,隔路为浙江百特厨具有限公司、浙江合一织造有限公司和金华市华尔汽车饰件有限公司;南侧为雁洲路,隔路为三字桥村居民区;西侧为通济路,隔路为宿舍区、张高耀居民区和浙江永博汽车零部件有限公司;北侧为吉祥路,隔路为下东山居民区。

项目地理位置见附图 1,厂区周边环境关系见附图 2。

### 1.2.2 项目周边环境关系

本项目新增 2 台工业 CT 均位于兰溪市兰江街道雁洲路 111 号(兰江片工业区)2# 厂房 4 层检测六区域,2#厂房共 4 层,无地下层。

2#厂房东侧紧邻厂区道路(距离工业 CT 最近距离约 55m);南侧紧邻厂区道路(距离工业 CT 最近距离约 24m),24m 处为办公实验楼(距离工业 CT 最近距离约 48m),86m 处为厂区道路(距离工业 CT 最近距离约 110m);西南侧 24m 处为食堂(距离工业 CT 最近距离约 47m);西侧紧邻厂区道路(距离工业 CT 最近距离约 20m),16m 处为停车场(距离工业 CT 最近距离约 36m),94m 处为河道(距离工业 CT 最近距离约 114m);北侧紧邻厂区道路(距离工业 CT 最近距离约 71m)。

本项目新增 2 台工业 CT 均位于 2#厂房 4 层检测六区域,东西并排设置,东侧为东博 DBA-CT9200 型工业 CT,西侧为先导 UNMS-U150B 型工业 CT,2 台工业 CT 之间间隔约 3.3m,控制台均集成于设备外表面。2 台工业 CT 东侧为分容抽检区(距离工业 CT 最近距离约 5.7m),南侧为静置库(距离工业 CT 最近距离约 0.9m);西侧为通道(距离工业 CT 最近距离约 15m);北侧为检测六区域尺寸测量区(距离工业 CT 最近距离约 0.8m);下层为检测四区域,上层为屋面。

因此,本项目 50m 评价范围内主要为厂区内建筑物、道路和停车场。项目总平面图见附图 3。

### 1.2.3 选址合理性分析

本项目拟建 2 台工业 CT 均位于兰溪市兰江街道雁洲路 111 号(兰江片工业区)建设单位 2#厂房 4 层检测六区域,利用现有场地,不新增用地,且项目所在位置用地性质为工业用地。本项目为建设单位“年产 2.4 亿只锂离子电芯及年产 2.4 亿只锂离子电池模组生产线项目”配套无损检测,其选址符合建设单位现有生产线工艺流程便利性,且选址避开厂房内人员常驻留区域;本项目评价范围内主要为厂区内建筑物、道路和停车场,无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民住宅、学校等环境敏感

目标，周围无环境制约因素。项目运营过程产生的电离辐射，经采取辐射防护措施后对周围环境与人员的辐射影响是满足标准要求的，因此本项目选址是可行的。

### 1.3 产业政策符合性

本项目为新增使用 2 台工业 CT，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 1 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”。因此，项目符合国家产业政策。

### 1.4 实践正当性分析

建设单位实施本项目，目的在于对生产的电池电芯进行无损检测，通过高分辨率计算机断层扫描及图像重建技术，对被测试件内部结构、材料分配、空隙率和裂缝等进行分析，为产品研发和改进、提高质量提供依据。对其工作人员和公众产生的影响可以控制在根据最优化原则设置的项目剂量管理限值以下，其获得的利益远大于辐射所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

### 1.5 《兰溪市生态环境分区管控动态更新方案》符合性分析

根据《兰溪市人民政府关于印发<兰溪市生态环境分区管控动态更新方案>的通知》（兰政发〔2024〕74 号），要求落实“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”约束，现分析如下：

#### 1、生态保护红线

本项目拟建 2 台工业 CT 均位于兰溪市兰江街道雁洲路 111 号（兰江片工业区）2# 厂房，属于“金华市兰溪市经济开发区产业集聚重点管控单元”（ZH33078120015），不在当地饮用水源、风景区、自然保护区等生态保护区内。本项目不涉及生态保护红线。

#### 2、环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场址周围环境  $\gamma$  辐射剂量属于正常本底范围。在落实本报告提出的各项污染防治措施后，不会对周围环境产生不良影响，能维持周边环境质量现状，满足该区域环境质量功能要求，因此本项目符合环境质量底线要求。

#### 3、资源利用上线

本项目水、电等公共资源由市政供水管网和电网供应，项目所在厂区用地为工业用地；且整体而言本项目所用资源相对较小，也不占用当地其他自然资源和能源，因此本项目符合资源利用上限的要求。

#### 4、生态环境准入清单

本项目拟建 2 台工业 CT 均位于兰溪市兰江街道雁洲路 111 号（兰江片工业区）2# 厂房，位于“金华市兰溪市经济开发区产业集聚重点管控单元”（ZH33078120015）；本项目属于核技术利用项目，不涉及空间布局约束条件中禁止的项目，且不属于高污染、高能耗工业，满足管控措施，不在环境功能区负面清单内，本项目满足生态环境准入清单的要求。

本项目与兰溪市生态环境管控单元准入清单符合性分析详见表 1-2。

表 1-2 本项目与兰溪市生态环境管控单元准入清单符合性分析表

生态环境准入清单		本项目情况	符合性分析
空间布局约束	根据产业集聚区块的功能定位，建立分区差别化的产业准入条件。严格控制重要水系源头地区和重要生态功能区三类工业项目准入。优化完善区域产业布局，合理规划布局三类工业项目，鼓励对三类工业项目进行淘汰和提升改造。合理规划布局居住、医疗卫生、文化教育等功能区块，与工业区块、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。	本项目为工业 X 射线探伤设备项目，为核技术利用项目，不属于三类工业项目；本项目所在厂区边界设有绿化隔离带。	符合
污染物排放管控	严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平，推动企业绿色低碳技术改造。新建、改建、扩建高耗能、高排放项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划，强化“两高”行业排污许可证管理，推进减污降碳协同控制。全面推进行业排污口排查整治、监督管理，有效管控入河污染物排放。加快落实污水处理厂建设及提升改造项目，加快推进城镇污水管网排查及提升改造，深化工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。加强土壤和地下水污染防治与修复。重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。	本项目为核技术利用项目，主要影响因子为电离辐射，不涉及工业污染物总量排放。项目运营过程产生的少量臭氧和氮氧化物经动力通风装置排放至大气环境中，不涉及其他污染物的排放。	符合
环境风险防控	定期评估沿江河湖库工业企业、工业集聚区环境和健康风险。强化工业集聚区企业环境风险防范设施设备建设和正常运行监管，加强重点环境风险管控企业应急预案制定，建立常态化的企业隐患排查整治监管机制，加强风险防控体系建设。进一步加大土壤和地下水污染防治与修复力度。	建设单位已制定辐射事故应急预案。	符合
资源开发效率要求	推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造，推进节水型企业、节水型工业园区建设，落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率。	本项目运营过程中主要消耗一定量的电能和少量城市生活用水，消耗量相对区域资源利用总量较少，且项目不使用高耗能、低效率的设备。	符合

综上所述，本项目不涉及生态保护红线，不触及环境质量底线和资源利用上线，符合兰溪市生态环境分区管控动态更新方案的要求。

#### 1.6 原有核技术利用项目情况

### 1.6.1 原有核技术利用项目许可情况

浙江锂威能源科技有限公司现持有浙江省生态环境厅颁发的辐射安全许可证，证书编号：浙环辐证[GB086]，有效期至2030年11月13日，许可的种类和范围：使用V类放射源。

### 1.6.2 原有核技术利用项目环保手续履行情况

建设单位持有辐射安全许可证共许可使用V类放射源25枚（在用23枚，2枚尚未入厂）。已许可的放射源明细见表1-3。

表 1.3 已许可的放射源

序号	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度（贝可）/活度（贝可）×枚数	用途	环保手续
1	1号厂房1楼涂布生产线	Kr-85	V类	使用	$1.11 \times 10^{10} \text{Bq} \times 9$ 枚	测厚仪	6枚备案号： 202133078100000016 3枚备案号： 202233078100000039
2	5号厂房1楼南硅负极涂布生产线	Kr-85	V类	使用	$1.11 \times 10^{10} \text{Bq} \times 2$ 枚	测厚仪	备案号： 202433078100000098
3	5号厂房1楼南硅负极涂布生产线	Kr-85	V类	使用	$1.11 \times 10^{10} \text{Bq} \times 5$ 枚	测厚仪	备案号： 202533078100000045
4*	5号厂房1楼阳极车间	Kr-85	V类	使用	$3.70 \times 10^{10} \text{Bq} \times 2$ 枚	/	备案号： 202533078100000074
5		Kr-85	V类	使用	$1.11 \times 10^{10} \text{Bq} \times 3$ 枚	测厚仪	3枚备案号： 202533078100000045
6	研发车间1楼涂布生产线	Kr-85	V类	使用	$1.11 \times 10^{10} \text{Bq} \times 2$ 枚	测厚仪	1枚备案号： 202233078100000039 1枚备案号： 202133078100000016
7	圆柱阳极车间	Kr-85	V类	使用	$1.11 \times 10^{10} \text{Bq} \times 2$ 枚	测厚仪	备案号： 202233078100000058

注：\*5号厂房1楼阳极车间放射源转让手续尚未完成，2枚放射源尚未进厂使用。

### 1.7.3 原有核技术利用项目管理情况

#### (1) 辐射防护管理机构

根据相关法律、法规、规范的要求，建设单位已成立了辐射安全与防护管理领导小组，并明确小组成员职责。

#### (2) 安全管理规章制度

建设单位已制定了一系列的辐射工作管理制度，其中包括《辐射安全管理制度》《辐射防护和安全保卫制度》《使用场所安全措施》《岗位职责》《放射性物质“双人双锁”管理制度》《含密封放射源仪表岗位的安全操作规程》《放射源保管人员岗位职责》《废

源处置方案》《使用登记制度》《设备检修维护制度》《人员培训计划》《监测方案》《辐射事故报告制度及应急处理方案》等。建设单位已有管理制度内容较为全面，符合相关要求，原有规章制度基本满足公司从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。

### （3）辐射安全与防护培训情况

目前建设单位共有 6 名辐射工作人员，均已通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台辐射安全与防护培训，并取得考核合格成绩单。

### （4）个人剂量监测及职业健康体检情况

建设单位已委托金华市疾病预防控制中心进行了个人剂量当量监测，人员包括现有辐射工作人员 6 人及现有放射源和豁免射线装置辐射工作场所周围其他工作人员，合计 152 人；根据金华市疾病预防控制中心提供的 2025 年度（2024 年 10 月~2025 年 9 月）个人剂量检测结果显示，现有辐射工作人员个人剂量最大值为 0.124mSv/a，低于工作人员剂量约束值 5mSv/a，2024 年 10 月~2025 年 9 月个人剂量检测结果见附件 7。

建设单位已为现有 6 名辐射工作人员进行了上岗前、在岗期间职业健康检查，由金华市职业病防治所承担，体检结果表明现有辐射工作人员均可继续从事辐射工作。

### （5）现有辐射工作场所管理

建设单位现有 V 类放射源 23 枚（另有 2 枚放射源尚未进厂），已设立有放射源库和贮源箱，并在放射源库入口处和贮源箱外表面张贴电离辐射警告标志，放射源库实行双人双锁；在辐射工作场所设置警戒线和电离辐射警告标志。

根据 2025 年年度监测报告可知，建设单位现有 21 个工作场所在密封源容器开启状态时周围剂量当量率均符合《含密封源仪表的放射卫生防护要求》（GBZ125-2009）标准相关要求。

### （6）辐射应急演练和年度评估

建设单位已制定有《辐射事故报告制度及应急处理方案》。建设单位计划在本项目建成完成后，根据本项目工业 CT 设备特点完善和修订《辐射事故报告制度及应急处理方案》，并开展辐射事故应急演练，对演练结果进行总结。经与建设单位核实，自核技术利用项目开展以来，未发生过辐射事故。

建设单位执行有年度评估制度，编制有《辐射安全和防护状况年度评估报告》，对现有密封放射源台账、辐射安全与防护制度执行情况、辐射安全和防护设施的配备、运行与维护状况和辐射工作相关人员管理情况等年度总结和评估，并及时提交至上级生态环境管理部门。

**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	II类	1 台	DBA-CT9200 型	150	0.5	无损检测	2#厂房 4 层检测六区域	新增，内含 2 台 射线源
2	工业 CT	II类	1 台	UNMS-U150B 型	150	0.4	无损检测	2#厂房 4 层检测六区域	新增，内含 2 台 射线源

(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	/	/	/	/	/	通过动力排风系统排入大气环境	排入大气后可自然分解

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

## 表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过;2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订),自2015年1月1日起施行修订版;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2002年10月28日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过,自2003年9月1日起施行;2016年7月2日第一次修正;2018年12月29日第二次修正),自2018年12月29日起施行修正版;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003年6月28日中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过),自2003年10月1日起施行;</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》(1998年11月29日中华人民共和国国务院令 第253号发布施行;2017年7月16日中华人民共和国国务院令 第682号令修订),自2017年10月1日起施行修订版;</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005年9月14日经中华人民共和国国务院令 第449号公布,2014年7月29日经中华人民共和国国务院令 第653号修订,2019年3月2日经中华人民共和国国务院令 第709号修订),自2019年3月2日起施行修订版;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006年1月18日国家环境保护总局令 第31号公布,2008年12月6日经环境保护部令 第3号修正,2017年12月20日经环境保护部令 第47号修正,2019年7月11日经生态环境部令 第7号修改,2020年12月25日经生态环境部令 第20号修改),自2021年1月4日起施行修改版;</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011年4月18日环境保护部令 第18号),自2011年5月1日起施行;</p> <p>(8) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》(环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 公告 2017年第66号),自2017年12月5日起施行;</p> <p>(9) 《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,2021年),自2021年1月1日起施行;</p>
------	---

	<p>(10) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》(2023年12月27日中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号公布),自2024年2月1日起施行;</p> <p>(11) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部公告2019年第57号),自2020年1月1日起施行;</p> <p>(12) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号),自2017年11月20日起施行;</p> <p>(13) 《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》(环发〔2006〕145号),自2006年9月26日起施行;</p> <p>(14) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》(2011年10月25日浙江省人民政府令第288号公布,根据2014年3月13日浙江省人民政府令第321号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省林地管理办法〉等9件规章的决定》第一次修正,根据2018年1月22日浙江省人民政府令第364号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省建设项目环境保护管理办法〉的决定》第二次修正,根据2021年2月10日浙江省人民政府令第388号公布的《浙江省人民政府关于修改〈浙江省价格监测预警办法〉等9件规章的决定》第三次修正);</p> <p>(15) 《浙江省辐射环境管理办法》(2011年12月18日浙江省人民政府令第289号公布,2021年2月10日浙江省人民政府令第388号修订),自2021年2月1日起施行;</p> <p>(16) 《浙江省生态环境厅关于发布&lt;省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单(2024年本)&gt;的通知》(浙环发[2024]67号),自2025年2月2日起实施;</p> <p>(17) 《浙江省生态环境保护条例》(浙江省第十三届人民代表大会公告2022年第71号),自2022年8月1日起施行;</p> <p>(18) 《兰溪市人民政府关于印发&lt;兰溪市生态环境分区管控动态更新方案&gt;的通知》(兰政发〔2024〕74号),自2024年12月25日起施行。</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》(HJ 10.1-2016);</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p>

	<p>(4) 《环境 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021) ;</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ 61-2021) ;</p> <p>(6) 《电离辐射监测质量保证通用要求》 (GB8999-2021) ;</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/T250-2014) 及第 1 号修改单;</p> <p>(9) 《职业性外照射个人监测规范》 (GBZ 128-2019) ;</p> <p>(10) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》 (GB 22448-2008) 。</p> <p>(11) 《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>(1) 环境影响评价委托书;</p> <p>(2) 《浙江省环境天然贯穿辐射水平调查研究》;</p> <p>(3) 建设单位提供的其它相关资料。</p>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

本项目为使用II类射线装置，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）对射线装置应用项目的评价范围的相关规定，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围为评价范围。因本项目 2 台工业 CT 均为成套设备，因此确定本项目评价范围为工业 CT 设备整体外 50m 区域。本项目评价范围示意图见附图 3。

### 7.2 保护目标

根据附图 3 可知，本项目 50m 评价范围内主要为厂区内部建筑物、道路和停车场环境保护目标为从事本项目辐射活动的职业人员及评价范围内活动的公众人员，如表 7-1 所示。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

环境保护目标	方位	与设备最近距离 m		规模	年剂量约束值 mSv	
		水平	垂直			
辐射工作人员	四周	紧邻	/	共 2 人	职业人员 5.0	
2#厂房内	分容抽检区其他工作人员	东侧	5.7	/	约 5 人/d	公众 0.25
	静置库其他工作人员	南侧	0.9	/	约 2 人/d	
	通道其他工作人员	西侧	15	/	流动人员	
	检测六区域尺寸测量区其他工作人员	北侧	0.8	/	约 3 人/d	
	屋面其他工作人员	上层	/	3.6	约 2 人/d	
	检测四区域其他工作人员	下层	/	3.7	约 4 人/d	
2#厂房外	南侧厂区道路其他工作人员及公众	南侧	24	/	流动人员	
	办公实验楼其他工作人员	南侧	48	/	约 500 人/d	
	食堂其他工作人员	西南侧	47	/	约 4000 人/d	
	西侧厂区道路其他工作人员及公众	西侧	20	/	流动人员	
	停车场其他工作人员及公众	西侧	36	/	流动人员	

### 7.3 评价标准

#### 7.3.1 剂量限值和剂量约束值

##### (1) 剂量限值及剂量约束值

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总

当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

## 附录 B

### B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a) 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。

本项目取其四分之一，即不超过 5mSv 作为辐射工作人员的年有效剂量约束值。

### B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a) 年有效剂量，1mSv。

本项目取其四分之一，即不超过 0.25mSv 作为公众的年有效剂量约束值。

## (2) 辐射分区

### 6.4 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

#### 6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

#### 6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

## 7.3.2 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

本标准规定了 X 射线和  $\gamma$  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 射线探伤机和  $\gamma$  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。

### 5 探伤机的放射防护要求

#### 5.1 X 射线探伤机

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周

围剂量当量率应符合表 7-2 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 7-2 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

## 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，操作室应避免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 GB 18871 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  $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于  $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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  $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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“照射”和“预备”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 GB 18871 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。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

## 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- $\gamma$  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- $\gamma$  剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- $\gamma$  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：

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。

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。

## 8 放射防护检测

### 8.1 检测的一般要求

#### 8.1.1 检测计划

使用单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

#### 8.1.2 检测仪器

应选用合适的放射防护检测仪器，并按规定进行定期检定/校准，取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

### 8.2 探伤机检测

#### 8.2.1 防护性能检测

##### 8.2.1.1 检测方法

X射线探伤机防护性能检测方法按 GB/T 26837 的要求进行； $\gamma$ 射线探伤机防护性能检测方法按 GB/T 14058 的要求进行。

##### 8.2.1.2 检测周期

使用单位应每年对探伤机的防护性能进行检测。探伤机移动后，应进行安全装置的性能检测。

##### 8.2.1.3 结果评价

X射线探伤机防护性能检测结果评价按本标准第 5.1.1 条的要求。

### 8.3 探伤室放射防护检测

#### 8.3.1 检测条件

检测条件应符合如下要求：

a) X 射线探伤机应在额定工作条件下、探伤机置于与测试点可能的最近位置，如使用周向式探伤机应使装置处于周向照射状态；主屏蔽的检测应在没有探伤工件时进行，副屏蔽的检测应在有探伤工件时进行。

### 8.3.2 辐射水平巡测

探伤室的放射防护检测，特别是验收检测时应首先进行周围辐射水平的巡测，用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪巡测探伤室墙壁外 30cm 处的辐射水平，以发现可能出现的高辐射水平区。巡测时应注意：

a) 巡测范围应根据探伤室设计特点、照射方向及建造中可能出现的问题决定，并关注天空反散射对周围的剂量影响；

b) 无固定照射方向的探伤室在有用线束照射四面屏蔽墙时，应巡测墙上不同位置及门、门四周的辐射水平；探伤室四面屏蔽墙外及楼上如有人员活动的可能，应巡测墙上不同位置及门外 30cm 门四周的辐射水平。

c) 设有窗户的探伤室，应特别注意巡测窗外不同距离处的辐射水平。

### 8.3.3 辐射水平定点检测

一般情况下应检测以下各点：

a) 通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；

b) 探伤室门外 30cm 离地面高度为 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周各 1 个点；

c) 探伤室墙外或邻室墙外 30cm 离地面高度为 1m 处，每个墙面至少测 3 个点；

d) 人员可能到达的探伤室屋顶或探伤室上层（方）外 30cm 处，至少包括主射束到达范围的 5 个检测点；

e) 人员经常活动的位置；

f) 每次探伤结束后，检测探伤室的入口，以确保探伤机已经停止工作。

### 8.3.4 检测周期

探伤室建成后应进行验收检测；投入使用后每年至少进行 1 次常规检测。当  $\gamma$  射线探伤放射源的活度增加时，或者 X 射线探伤机额定电压增大时，应重新测量上述辐射水平，并根据测量结果对防护措施或设施做出合适的改进。

### 8.3.5 结果评价

探伤室周围辐射水平应符合本标准第 6.1.3 条和第 6.1.4 条的要求。

## 8.5 放射工作人员个人监测

8.5.1 射线探伤作业人员（包括维修人员），应按照 GBZ 128 的相关要求进行外照射个人监测。

8.5.2 对作业人员进行涉源应急处理时还应进行应急监测，并按规定格式记入个人剂量档案中。

### 7.3.3 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.1.1 探伤室墙和入口门外周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周周围剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平 ( $H_c$ ) 和导出剂量率参考控制水平 ( $H_{c,d}$ )：

1) 人员在关注点的周剂量参考控制水平  $H_c$ ，如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

2) 相应  $H_c$  的导出剂量率参考控制水平  $H_{c,d}$  ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) 按式 (1) 计算：

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad \text{式 (1)}$$

式中：

$H_c$ ——周剂量参考控制水平，单位为微希每周 ( $\mu\text{Sv}/\text{周}$ )；

$U$ ——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；

$t$ ——探伤装置周照射时间，单位为小时每周 (h/周)。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平  $H_{c,max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

c) 关注点剂量率参考控制水平  $H_c$  为上述 a) 中的  $H_{c,d}$  和 b) 中的  $H_{c,max}$  二者的较小值。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

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，距探伤室顶外表面 30cm 处和(或)在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

b) 除 3.1.2 a) 的条件外，应考虑下列情况：

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透射辐射在相应关注点的剂量率总和,应按3.1.1 c)的剂量率参考控制水平 $H_c$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 加以控制。

2)对不需要人员到达的探伤室顶,探伤室顶外表面30cm处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

### 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,不需要考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 $0^\circ$ 入射探伤工件的 $90^\circ$ 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。

### 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。

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理和场所位置

本项目位于兰溪市兰江街道雁洲路 111 号（兰江片工业区），厂区东侧为映月路，隔路为浙江百特厨具有限公司、浙江合一织造有限公司和金华市华尔汽车饰件有限公司；南侧为雁洲路，隔路为三字桥村居民区；西侧为通济路，隔路为宿舍区、张高耀居民区和浙江永博汽车零部件有限公司；北侧为吉祥路，隔路为下东山居民区。厂区地理位置见附图 1，周边环境关系见附图 2。

本项目新增 2 台工业 CT 均位于 2#厂房 4 层检测六区域，设备东西并排设置，东侧为东博 DBA-CT9200 型工业 CT，西侧为先导 UNMS-U150B 型工业 CT，2 台工业 CT 之间间隔约 3.3m。

### 8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

#### 8.2.1 环境现状评价对象

拟建工业 CT 区域及周围辐射环境本底水平。

#### 8.2.2 监测因子

$\gamma$  辐射剂量率。

#### 8.2.3 监测方案

- (1) 监测单位：浙江建安检测研究院有限公司
- (2) 监测日期：2025 年 12 月 31 日
- (3) 监测方式：现场监测
- (4) 监测依据：《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）
- (5) 监测频次：依据标准予以确定
- (6) 监测工况：辐射环境本底
- (7) 天气环境条件：温度 18°C，相对湿度 40%RH，晴
- (8) 监测报告编号：GAH25380632
- (9) 监测设备

表 8-1 X、 $\gamma$  剂量当量率仪参数

仪器名称	便携式 X、 $\gamma$ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150AD6/H+6150AD-b/H
生产厂家	automess
仪器编号	05038417

能量范围	38keV-7MeV
量 程	模拟量程：10nSv/h-100μSv/h；数字量程：1nSv/h-99.9μSv/h
检定单位	浙江省质量科学研究院
检定证书	NJYF-20250751506、NJYF-20250751504
检定有效期	2025年07月28日~2026年07月27日

### 8.2.4 质量保证措施

(1) 本项目辐射环境监测单位为浙江建安检测研究院有限公司，具有浙江省市场监督管理局颁发的资质认定证书，并在允许范围内开展工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。

(2) 采用国家有关部门颁布的监测标准方法，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

(3) 监测仪器每年定期经计量部门校准或鉴定，确认合格后方可使用。

(4) 监测实行全过程的质量控制，严格按照浙江建安检测研究院有限公司《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经培训、考核合格后上岗。

(5) 监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人审定。

### 8.3 监测点位及结果

根据项目的平面布置及项目情况布设监测点。本项目辐射环境现状监测点位图见图 8-1、8-2，监测结果详见表 8-2。

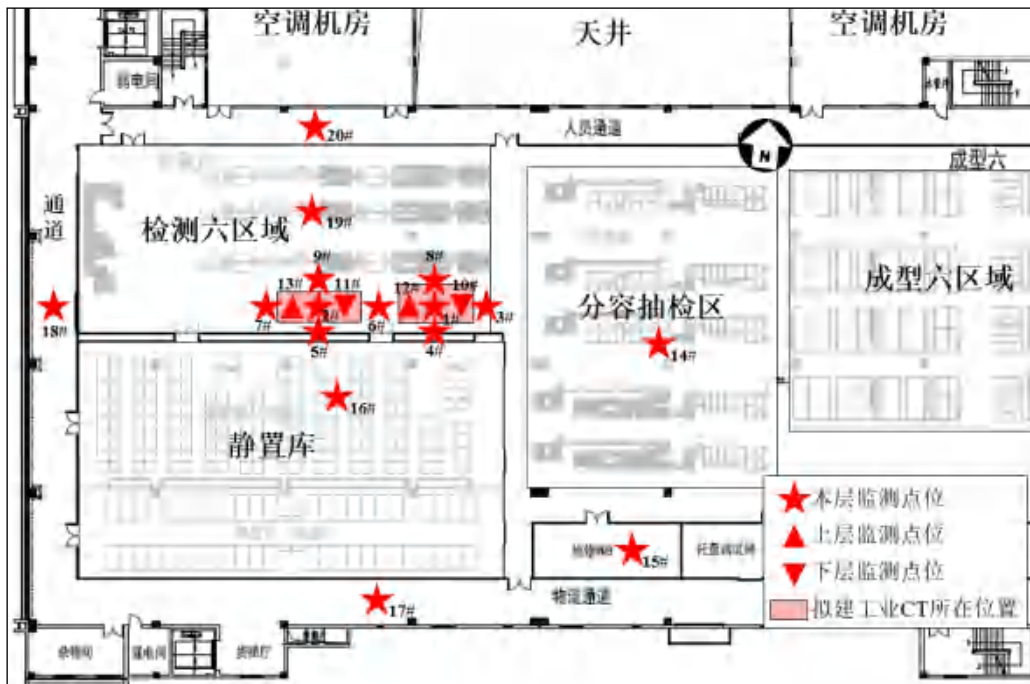


图 8-1 本项目拟建工业 CT 位置及周边 X-γ 辐射剂量率监测点位示意图 1



图 8-2 本项目拟建工业 CT 位置及周边 X-γ 辐射剂量率监测点位示意图 2

表 8-2 本项目拟建工业 CT 位置及周边 X-γ 辐射环境现状监测结果一览表

监测点编号	监测位置	监测结果 (nGy/h)	备注
1#	拟建工业 CT 所在位置 1	74±2	室内
2#	拟建工业 CT 所在位置 2	73±2	室内
3#	拟建工业 CT 东侧点位	72±2	室内
4#	拟建工业 CT 南侧点位 1	73±2	室内
5#	拟建工业 CT 南侧点位 2	75±2	室内
6#	拟建工业 CT 西侧点位 1	73±2	室内
7#	拟建工业 CT 西侧点位 2	76±2	室内
8#	拟建工业 CT 北侧点位 1	73±2	室内
9#	拟建工业 CT 北侧点位 2	75±2	室内
10#	拟建工业 CT 下层点位 1	77±2	室内
11#	拟建工业 CT 下层点位 2	78±2	室内
12#	拟建工业 CT 上层点位 1	71±2	室外
13#	拟建工业 CT 上层点位 2	78±2	室外
14#	东侧分容抽检区	80±2	室内
15#	东南侧检修 MRB 间	101±2	室内
16#	南侧静置库	65±2	室内
17#	南侧物流通道	90±2	室内
18#	西侧通道	87±2	室内
19#	检测六区域	74±2	室内

20#	北侧人员通道	111±2	室内
21#	东侧厂区道路	89±2	室外
22#	南侧厂区道路	90±2	室外
23#	办公实验楼	108±2	室内
24#	食堂	119±2	室内
25#	西侧厂区道路	92±2	室外
26#	停车场	87±2	室外
27#	北侧厂区道路	91±2	室外

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值；

3、环境  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率=仪器读数平均值 $\times$ 仪器校准因子  $k_1$  $\times$ 仪器检验源效率因子  $k_2$  $\div$ 空气比释动能和周围剂量当量的换算系数-建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子  $k_3$  $\times$ 测量点宇宙射线响应值  $D_c$ ，校准因子  $k_1$  为 1.06，仪器使用  $^{137}\text{Cs}$  进行校准，效率因子  $k_2$  取 1，换算系数为 1.20Sv/Gy， $k_3$  楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，测量点宇宙射线的响应值为 23nGy/h（监测地址：宁波东钱湖湖心水面，监测时间：2024 年 9 月 12 日）。

#### 8.4 对环境现状调查结果的评价

由监测结果可知，本项目拟建工业 CT 位置及周边室内  $\gamma$  辐射剂量率范围为 65~119nGy/h，即  $6.5\times 10^{-8}$ ~ $11.9\times 10^{-8}$ Gy/h，拟建工业 CT 位置周边室外  $\gamma$  辐射剂量率范围为 71~92nGy/h，即  $7.1\times 10^{-8}$ ~ $9.2\times 10^{-8}$ Gy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知金华地区室内的  $\gamma$  辐射剂量率在  $6.2\times 10^{-8}$ Gy/h~ $46.7\times 10^{-8}$ Gy/h 之间；金华地区道路的  $\gamma$  辐射剂量率在  $4.7\times 10^{-8}$ Gy/h~ $18.5\times 10^{-8}$ Gy/h 之间。可见本项目所在区域的  $\gamma$  辐射水平处于当地本底水平范围之内，未见异常。

## 表 9 项目工程分析与源项

### 9.1 工程设备和工艺分析

#### 9.1.1 设备技术参数

本项目拟新增 1 台东博 DBA-CT9200 型工业 CT，和 1 台先导 UNMS-U150B 型工业 CT，2 台工业 CT 均自带防护铅房。本项目工业 CT 主要技术参数信息见下表。

表 9-1 本项目射线装置一览表

设备名称	型号	类别	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	有用线束照射方向	射线管头数量	工作场所位置
工业 CT	DBA-CT9200 型	II类	1 台	150	0.5	定向（可随机架 360° 旋转朝上下南北方向出束）	2 个	2#厂房 4 层检测六区域
工业 CT	UNMS-U150B 型	II类	1 台	150	0.4	定向（可随机架 360° 旋转朝上下东西方向出束）	2 个	2#厂房 4 层检测六区域

#### 9.1.2 设备组成

工业 CT 机的主要结构包括：X 射线源（发射高能射线，微焦点或大功率类型）、探测器（接收射线并转换为数字信号，常用平板或线阵探测器）、旋转平台（精确旋转被测物体获取多角度数据）、数据采集和重建系统（收集投影数据并生成三维图像）、控制系统（协调设备运行）、防护装置（屏蔽 X 射线保障安全）、软件系统（控制操作、数据分析和结果输出）以及冷却系统（散热保障设备稳定运行），这些部分协同工作，实现对物体的高精度无损检测和分析。

本项目两台工业 CT 内部均设有机械臂等传送装置，均可开启全自动化无损检测。

##### (1) 东博 DBA-CT9200 型工业 CT

东博 DBA-CT9200 型工业 CT 设备整体分为西侧防护铅房、东侧物料进出间和顶部电箱三部分；防护铅房内南北并列设有两台射线管头，定向出束，出束方向可随机架 360° 旋转朝南、北、上、下方向出束；物料进出间内南北并列设有两套机械臂传送装置；两台射线管头分别由 2 个控制台控制，2 个控制台均集成于物料进出间南侧。

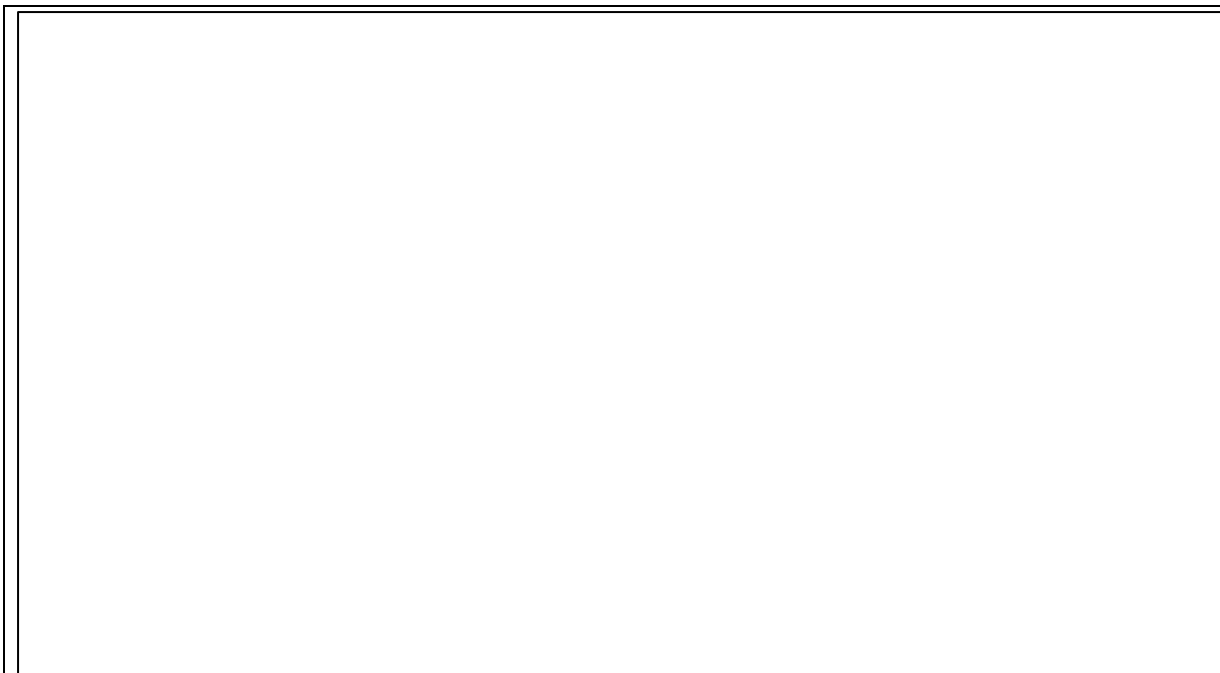


图 9-1 东博 DBA-CT9200 型工业 CT 示意图（正面）

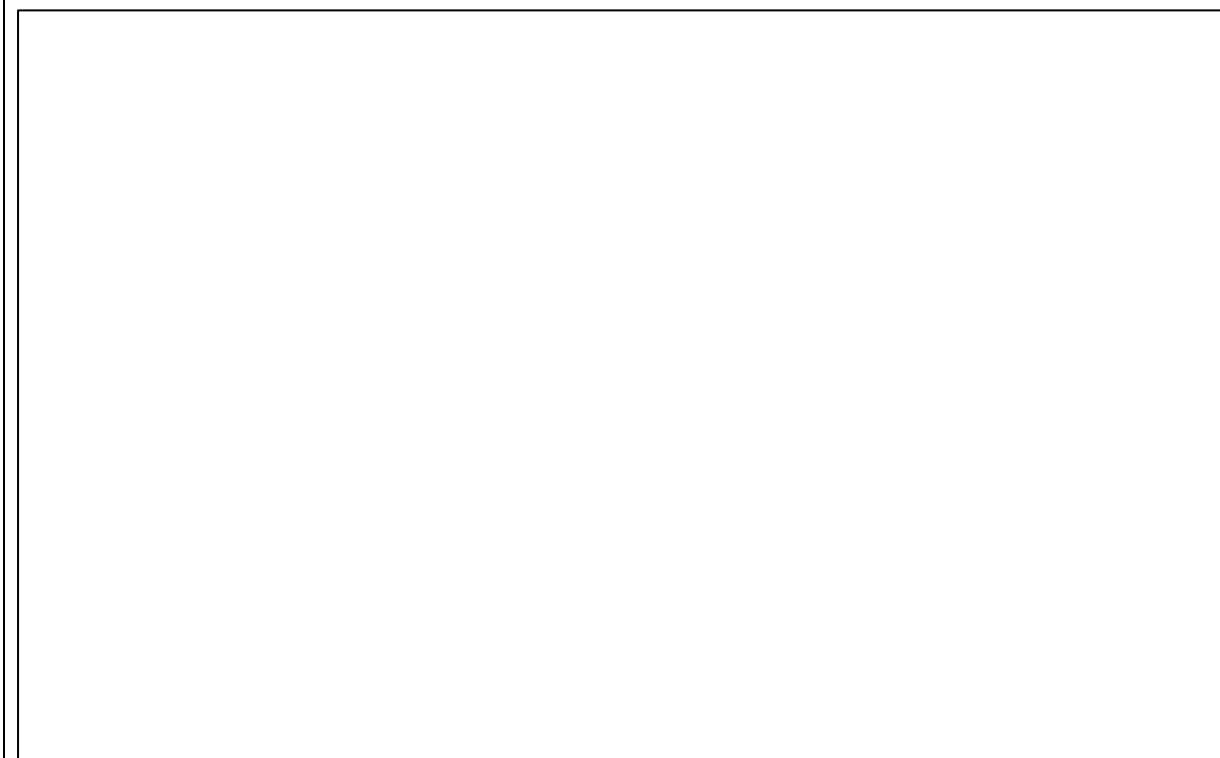


图 9-2 东博 DBA-CT9200 型工业 CT 示意图（背面）

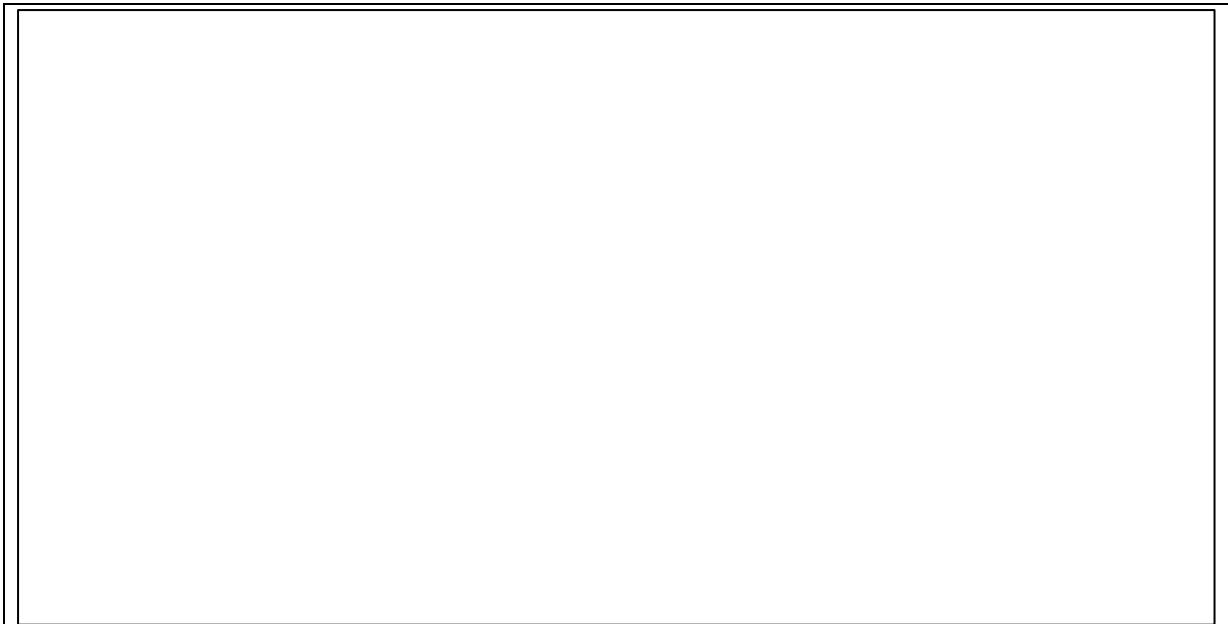


图 9-3 东博 DBA-CT9200 型工业 CT 示意图（俯视图）

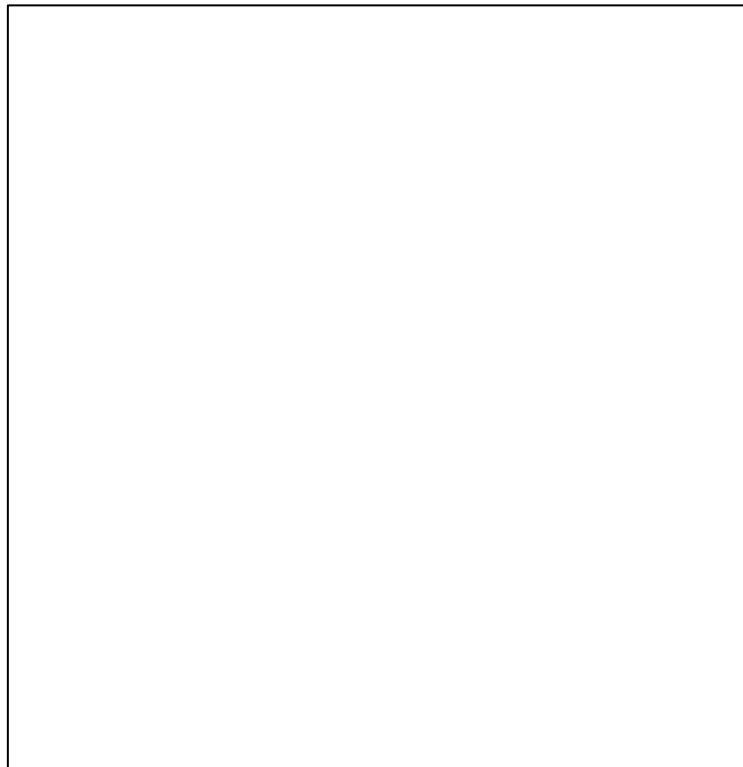


图 9-4 东博 DBA-CT9200 型工业 CT 示意图（侧视图）

#### （2）先导 UNMS-U150B 型工业 CT

先导 UNMS-U150B 型工业 CT 设备整体分为四部分，从西到东依次为物料传入间、防护铅房、物料传出间和顶部电箱；防护铅房内东西并排设有两台射线管头，定向出束，出束方向可随机架 360° 旋转朝东、西、上、下方向出束；物料传入间和物料传出间内各设有一套机械臂传送装置；两台射线管头分别由 2 个控制台控制，2 个控制台均集成于物料传入间西侧。



图 9-5 先导 UNMS-U150B 型工业 CT 示意图（正面）

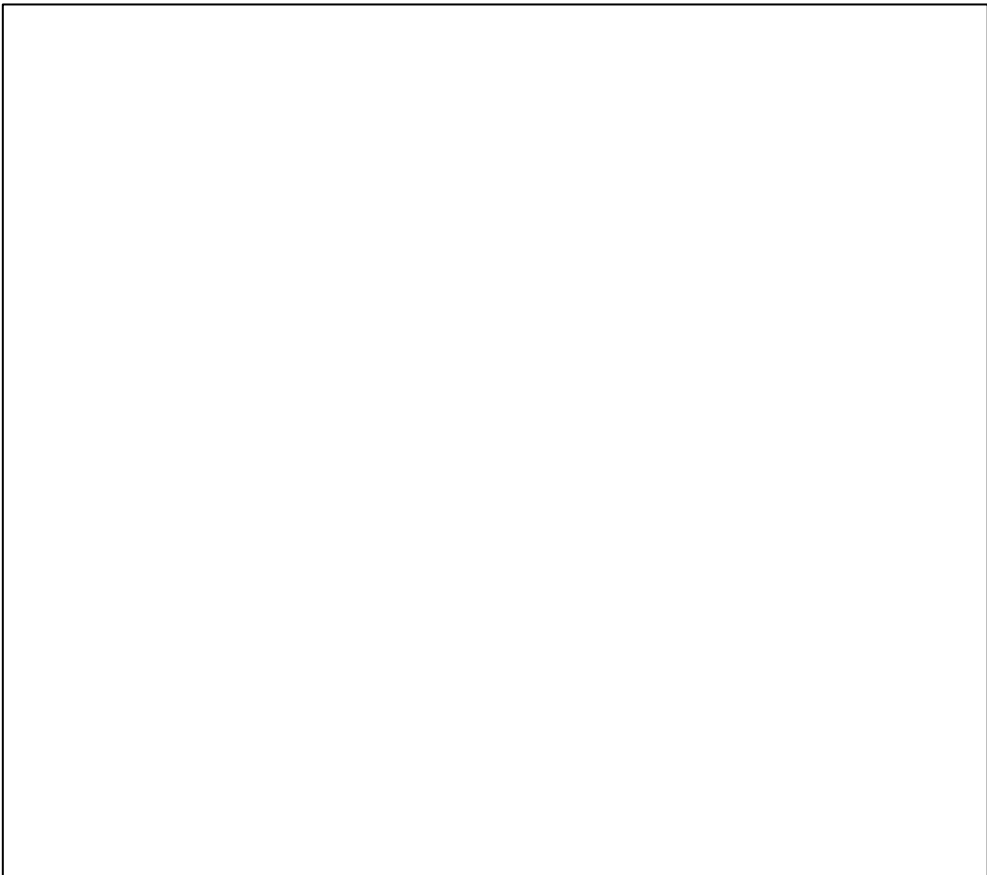


图 9-6 先导 UNMS-U150B 型工业 CT 示意图（背面）

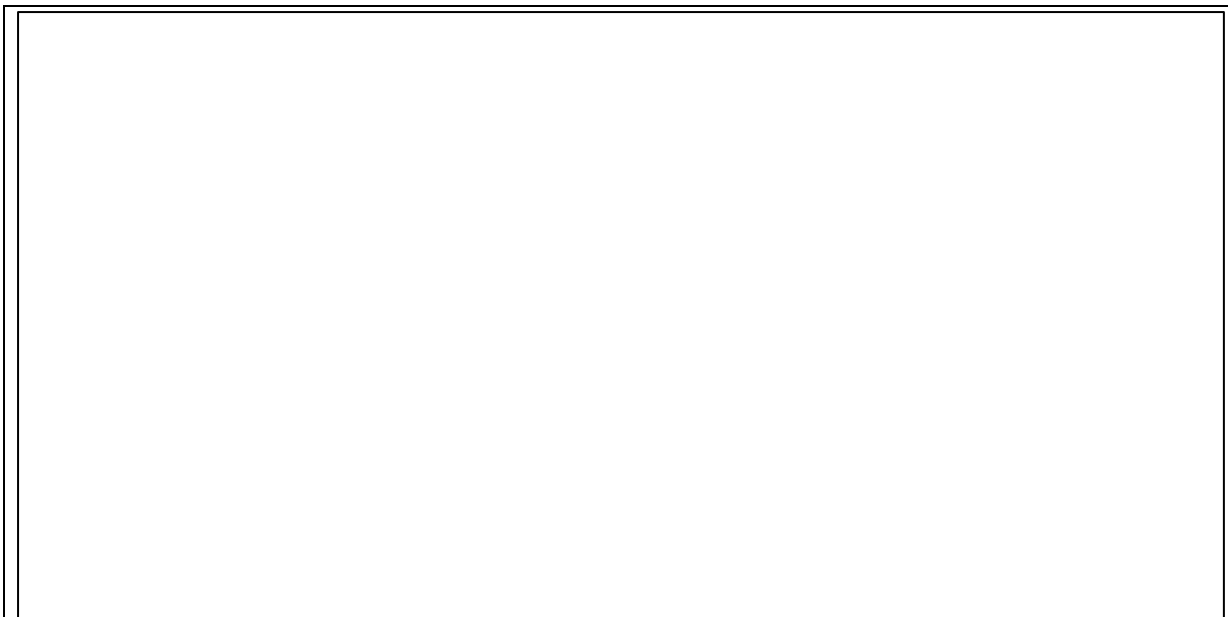


图 9-7 先导 UNMS-U150B 型工业 CT 示意图（俯视图）

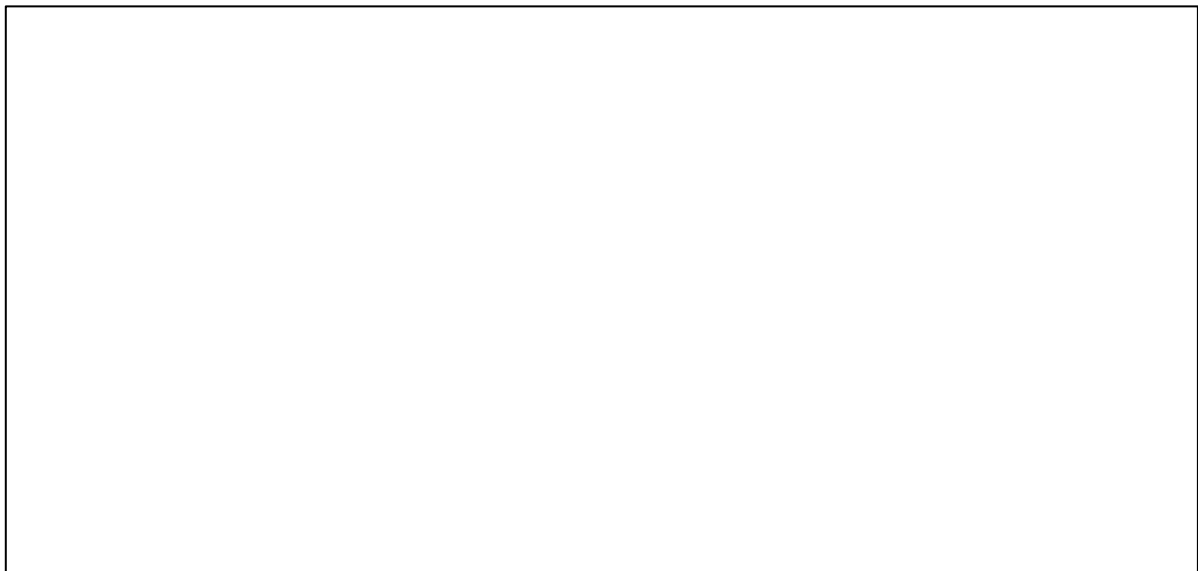


图 9-8 先导 UNMS-U150B 型工业 CT 示意图（侧视图）

### 9.1.3 工作原理

工业 CT 探伤装置的工作原理是射线源提供 CT 扫描成像的能量线束用于穿透检测部件，根据射线在检测部件内的衰减情况实现各点的衰减系统表征的 CT 图像重建。与射线源紧密相关的准直器将射线源发出的锥形射线束处理成扇形线束。扫描系统实现 CT 扫描时检测部件的旋转和平移，以及射线源、检测部件、探测器空间位置的调整。探测器系统用来接收穿过检测部件的射线信号，经放大和模数转换后经控制台计算机进行图像重建。计算机用于扫描过程中控制及参数调整、图像重建、显示和处理等工作。

射线源主要由 X 射线管和高压电压组成，X 射线管由阴极和阳极组成。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，

如图 9-1 所示。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，产生大量 X 射线。X 射线管基本结构如图 9-9 所示。

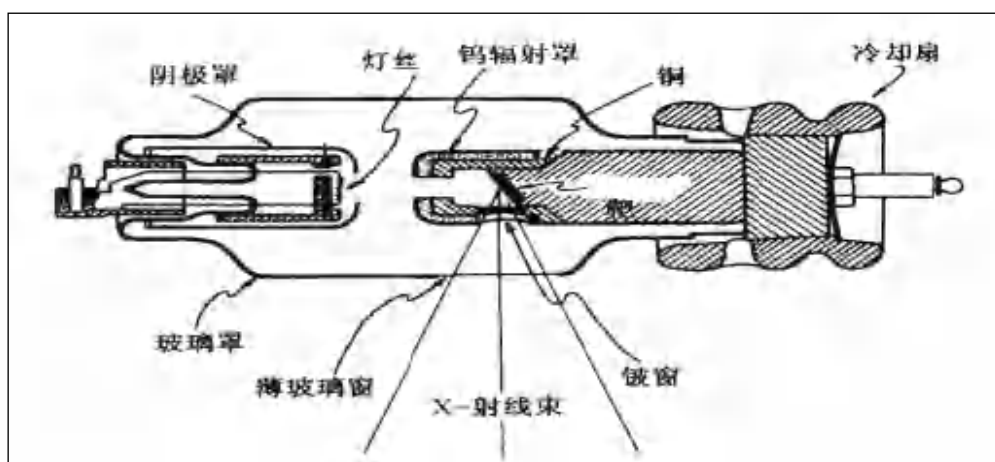


图 9-9 X 射线管基本结构图

CT 断层扫描是利用 X 射线对工件进行透射和三维重建的过程，强度均匀的射线束照射工件时，如果工件局部存在缺陷或结构存在差异，它将改变物体对射线的减弱，探测器接收射线的强度变化，然后输入计算机，通过三维图像重建重组出工件的三维图像。本项目被检产品为各类阀门，其主要材质为金属，当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣或结构改变等缺陷时，射线穿过工件的衰减发生变化，使得不同部位透射射线强度不同，透射 X 射线被探测器图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信息转换为电子图像并经增强后变成视频图像信号传输至控制台高端图形电脑工作站，可迅速对工件缺陷位置和被检样品内部的细微结构等进行判别。本项目 X 射线探测器可根据 X 射线能谱的衰减形成相关的 2D/3D 图像。

#### 9.1.4 工作流程及产物分析

##### (1) 传送方式

本项目东博 DBA-CT9200 型工业 CT 设备整体东侧为物料进出间，物料进出间东侧分别设有进料口和出料口，进料口尺寸 400mm×350mm，出料口 430mm×250mm，均大于本项目被检电芯（尺寸 150mm×120mm×10mm）；东博 DBA-CT9200 型工业 CT 物料进出间内南北并列设有两套机械臂传送装置，机械臂传送装置可对电芯进行传送。

本项目先导 UNMS-U150B 型工业 CT 设备整体从西到东依次为物料传入间、防护铅房、物料传出间；物料传入间和西侧和物料传出间东侧分别设有进料口和出料口，尺寸均为 260mm×185mm；先导 UNMS-U150B 型工业 CT 物料传入间和物料传出间内各

设有一套机械臂传送装置，机械臂传送装置可对电芯进行传送。

## (2) 工作流程

本项目东博 DBA-CT9200 型工业 CT 设备整体东侧为物料进出间，西侧为防护铅房。物料进出间东侧分别设有进料口和出料口；辐射工作人员仅需在进料口处将电芯堆放整齐，开启设备后，物料进出间内机械装置可将电芯取入设备内部放入隧道口，由隧道口传入防护铅房，再由防护铅房内机械装置传送至载物台处；铅房内设置的感应装置确认电芯已到达指定位置后，自动确认安全联锁系统正常后，自动开启设备出束；防护铅房内南北并列设有两台射线管头，两台射线管头同时定向出束，出束方向可随机架 360° 旋转朝南、北、上、下方向出束；防护铅房内探测器可接收透过物体的 X 射线，图像传送到计算机处理，由计算机经过软件处理输出图像；电芯完整扫描后，一次出束完成，X 射线停止出束；电芯由隧道口传出，并由机械装置转移至出料口处。

本项目先导 UNMS-U150B 型工业 CT 设备整体从西到东依次为物料传入间、防护铅房、物料传出间；辐射工作人员仅需在物料传入间进料口处将电芯堆放整齐，开启设备后，物料传入间内机械装置可将电芯取入由传送口送入防护铅房，再由防护铅房内机械装置传送至载物台处；铅房内设置的感应装置确认电芯已到达指定位置后，关闭传送口，自动确认安全联锁系统正常后，自动开启设备出束；防护铅房内东西并排设有两台射线管头，两台射线管头同时定向出束，出束方向可随机架 360° 旋转朝东、西、上、下方向出束；防护铅房内探测器可接收透过物体的 X 射线，图像传送到计算机处理，由计算机经过软件处理输出图像；电芯完整扫描后，一次出束完成，X 射线停止出束；设备自动打开传送口，传出电芯，并由机械装置转移至物料传出间出料口处。

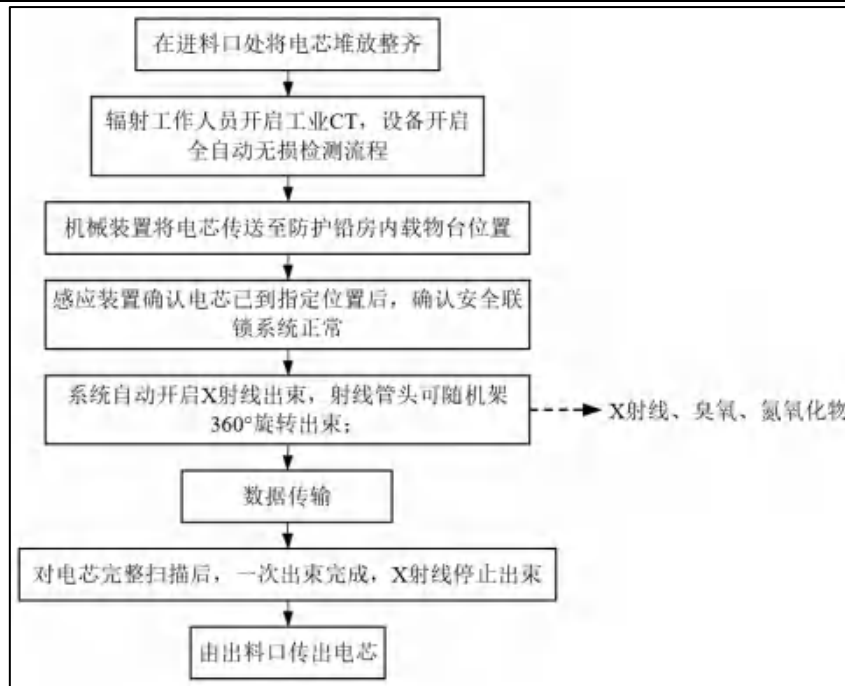


图 9-10 本项目工作流程及产污环节分析图

由图 9-10 可知，本项目工业 CT 运行过程中产生的主要污染物为 X 射线、臭氧、氮氧化物。

本项目工业 CT 无损检测结果通过计算机实时成像显示，检测结果通过计算机终端显示和储存，不使用胶片，不会产生废显（定）影液及胶片。

### 9.1.5 人员配置及工作负荷

根据建设单位提供的资料，本项目待检工件尺寸为建设单位生产的 3C 成品电芯，最大尺寸为 150mm×120mm×10mm，电芯主要材料为隔膜、电解液、铜箔、铝箔、石墨等。根据电芯的尺寸大小，本项目单台工业 CT 单次可同时对 2 个或 4 个电芯进行无损检测，一次检测时间约为 1min，其中一次曝光出束时间约为 20s。

本项目单台工业 CT 内两台射线源同时出束，单台 CT 最大曝光次数约 960 次/天、288000 次/年，则本项目单台工业 CT 日曝光工作时间最长为 5.4h（960 次/天×20s/次≈5.4h），周曝光工作时间为 32h，年曝光工作时间为 1600h。

## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 正常工况

本项目新增的 2 台工业 CT 均采用实时成像方式，图像直接在显示屏上显示，不产生显影液、定影液及胶片等固废，不产生放射性固废、放射性废液及放射性废气。

#### (1) X 射线

本项目工业 CT 为 II 类射线装置，由工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产

生和消失。本项目使用的工业 CT 只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

### **(2) 臭氧和氮氧化物**

本项目工业 CT 在出束状态下，X 射线会与空气电离产生少量臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>）。

### **(3) 废水**

本项目运行后，产生的废水主要为辐射工作人员的生活污水；本项目辐射工作人员由原有辐射工作人员中调配，因此不新增生活污水。

### **(4) 固体废物**

①本项目运行后，产生的固体废物主要为辐射工作人员的生活垃圾；本项目辐射工作人员由原有辐射工作人员中调配，因此不新增生活垃圾。

②本项目工业 CT 若在检修/维护过程中更换零部件，产生废旧零部件作为一般固体废物进行处理。

## **9.2.2 非正常工况**

根据本项目工业 CT 的使用特点，在以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到高剂量 X 射线照射：

(1) 安全联锁装置发生故障，工业 CT 防护门未关闭时，辐射工作人员启动工业 CT 进行无损检测，造成人员被误照，引发辐射事故。

(2) 安全联锁装置和自动装置发生故障，工业 CT 无法自动关闭工件传递口，工业 CT 自动开启无损检测，造成人员被误照，引发辐射事故。

(3) 安全联锁装置发生故障，人员打开工业 CT 防护门，造成人员被照射，引发辐射事故。

(4) 检修辐射工作人员进入工业 CT 防护铅房内部时，工业 CT 意外出束，造成工作人员被误照，引发辐射事故。

非正常工况污染源项同正常工况。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 辐射工作场所布局

本项目新增 2 台工业 CT 均位于 2#厂房 4 层检测六区域，东西并排设置，东侧为东博 DBA-CT9200 型工业 CT，西侧为先导 UNMS-U150B 型工业 CT，2 台工业 CT 之间间隔约 3.3m，控制台均集成于设备外表面；2#厂房 4 层平面布置图见附图 4。

表 10-1 辐射工作场所位置及四周布局一览表

辐射场所	方位	周边邻近房间及场所
东博 DBA-CT9200 型工业 CT	东侧	分容抽检区
	南侧	静置库
先导 UNMS-U150B 型工业 CT	西侧	通道
	北侧	检测六区域尺寸测量区
	上层	屋面
	下层	检测四区域

本项目所在 2#厂房 4 层检测六区域主要功能为无损检测；检测六区域内设有本项目两台工业 CT，且工业 CT 北侧尺寸测量区另设有 3 台自屏蔽式 X 射线探伤机（为豁免射线装置），因此本项目工业 CT 所在位置与该区域功能统一；且本项目工业 CT 所在位置既促进各个工艺的衔接，满足安全生产的需要，又避开了厂房内部人群较多的办公场所，减少对周围人员的辐射影响。本项目工业 CT 工作过程中产生的 X 射线经自屏蔽防护和距离衰减后对周围环境辐射影响是可接受的。从利于安全生产和辐射防护的角度而言，该项目的平面布置是合理可行的。

#### 10.1.2 两区划分

为加强射线装置所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，划定辐射控制区和监督区。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对防护安全的要求：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。

本项目分别将 2 台工业 CT 设备整体内部区域划为控制区，工业 CT 出束时，任何人员不得停留/进入控制区；2 台工业 CT 设备东、南、西、北四侧外延 0.5m 处及控制台位置划为监督区，在监督区边界地面划警示线或设置警戒带，无关人员不得进入监督区。本项目辐射工作场所的分区管理划分见图 10-1 与表 10-2。

表 10-2 本项目辐射工作场所两区划分

辐射工作场所	控制区	监督区
东博 DBA-CT9200 型工业 CT	设备整体内部区域	东、南、西、北四侧外延 0.5m 处、控制台

先导 UNMS-U150B 型工业 CT	设备整体内部区域	东、南、西、北四侧外延 0.5m 处、控制台
----------------------	----------	------------------------

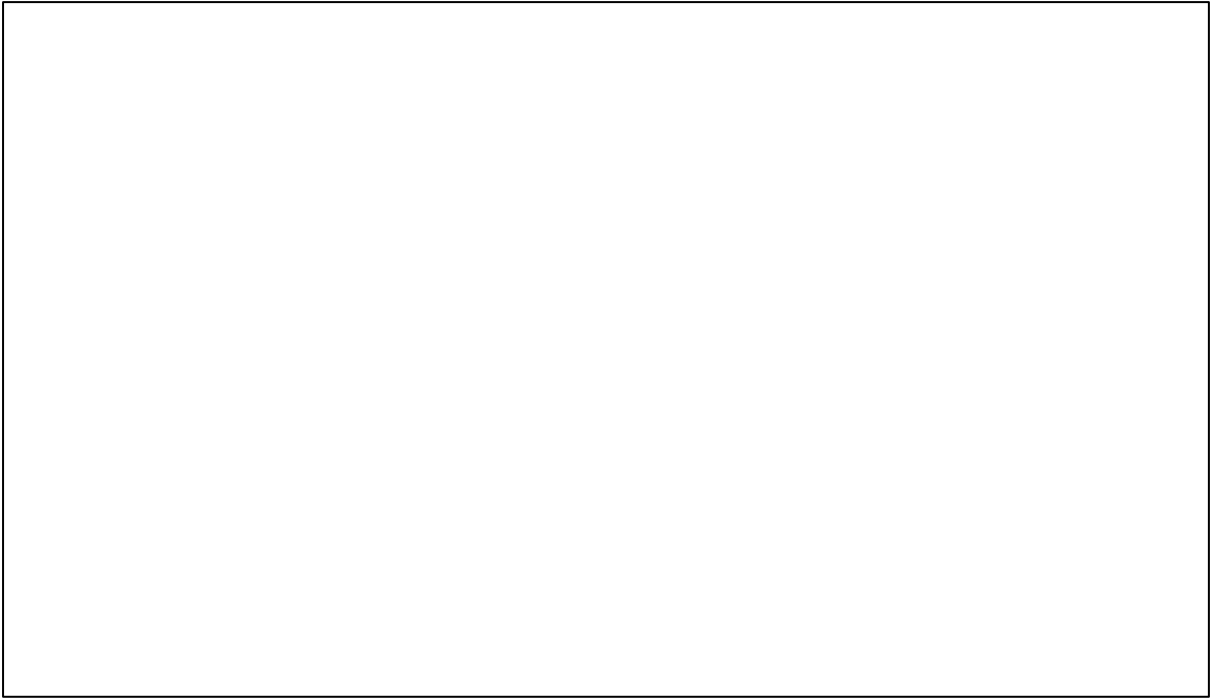


图 10-1 本项目两区划分图

### 10.1.3 辐射安全防护及环保设施

#### (1) 屏蔽设计采取措施

##### ①东博 DBA-CT9200 型工业 CT

根据设备厂家提供资料可知，东博 DBA-CT9200 型工业 CT 采用自带的防护铅房进行实体屏蔽，整体分为西侧防护铅房、东侧物料进出间和顶部电箱三部分；设备整体长 5400mm×宽 3000mm×高 2600mm，防护铅房尺寸长 2630mm×宽 3000mm×高 2000mm。防护铅房共设有 6 扇防护门，分别为 4 扇单开门和 2 扇双开门。

防护铅房六面及防护门均设有屏蔽防护。防护铅房六面均采用 8mm 铅板+4mm 钢板进行屏蔽防护；防护门均采用 8mm 铅板+4mm 钢板，防护门上设有观察窗，观察窗为 10mmPb 玻璃；通风口和穿线孔处防护罩均采用 8mm 铅板+4mm 钢板。

东博 DBA-CT9200 型工业 CT 防护铅房内南北并列设有两台射线管头，定向出束，出束方向可随机架 360° 旋转朝南、北、上、下方向出束。

表 10-2 东博 DBA-CT9200 型工业 CT 防护铅房设计屏蔽情况一览表

项目	内容
设备整体尺寸	长 5400mm×宽 3000mm×高 2600mm
防护铅房尺寸	长 2630mm×宽 3000mm×高 2000mm
东、南、西、北、顶棚、地坪六侧屏蔽防护	采用 8mm 铅板+4mm 钢板，等效于 8.31mmPb

防护门屏蔽防护	采用 8mm 铅板+4mm 钢板，等效于 8.31mmPb
通风口和穿线孔屏蔽防护	采用 8mm 铅板+4mm 钢板
注：①铅房采用钢材*铅*钢材的形式搭建组焊而成，钢的密度为 7.85g/cm <sup>3</sup> ，铅的密度为 11.34g/cm <sup>3</sup> ； ②查国家标准化指导性文件《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》（GB/Z41476.3-2022）表 4，插值得到 150kV 下 4mm 钢的等效铅厚度为 0.31mm。	

## ②先导 UNMS-U150B 型工业 CT

根据设备厂家提供资料可知，先导 UNMS-U150B 型工业 CT 采用自带的防护铅房进行实体屏蔽，设备整体从西到东依次为物料传入间、防护铅房、物料传出间三部分，设备整体长 6500mm×宽 2300mm×高 2800mm，防护铅房长 3920mm×宽 2300mm×高 2020mm（支脚高 120mm）。防护铅房共设有 2 扇双开门。

防护铅房六面及防护门均设有屏蔽防护。东侧、西侧和顶棚均采用 6mm 铅板+3mm 钢板进行屏蔽防护；南侧和北侧均采用 5mm 铅板+3mm 钢板进行屏蔽防护；底部采用 3mm 铅板+16.5mm 钢板进行屏蔽防护；防护门采用 5mm 铅板+3mm 钢板；通风口和穿线孔处防护罩均采用 6mm 铅板+3mm 钢板。

先导 UNMS-U150B 型工业 CT 防护铅房内东西并排设有两台射线管头，定向出束，出束方向可随机架 360° 旋转朝东、西、上、下方向出束。

**表 10-3 先导 UNMS-U150B 型工业 CT 防护铅房设计屏蔽情况一览表**

项目	内容
设备整体尺寸	长 6500mm×宽 2300mm×高 2800mm
防护铅房尺寸	长 3920mm×宽 2300mm×高 2020mm
东侧、西侧和顶棚屏蔽防护	采用 6mm 铅板+3mm 钢板，等效于 6.24mmPb
南侧和北侧屏蔽防护	5mm 铅板+3mm 钢板，等效于 5.24mmPb
底部屏蔽防护	3mm 铅板+16.5mm 钢板，等效于 4.17mmPb
防护门屏蔽防护	采用 5mm 铅板+3mm 钢板，等效于 5.24mmPb
通风口和穿线孔屏蔽防护	采用 6mm 铅板+3mm 钢板，等效于 6.24mmPb
注：①铅房采用钢材*铅*钢材的形式搭建组焊而成，钢的密度为 7.85g/cm <sup>3</sup> ，铅的密度为 11.34g/cm <sup>3</sup> ； ②查国家标准化指导性文件《无损检测仪器 1MV 以下 X 射线设备的辐射防护规则第 3 部分：450kV 以下 X 射线设备辐射防护的计算公式和图表》（GB/Z41476.3-2022）表 4，插值得到 150kV 下 3mm 钢的等效铅厚度为 0.24mm；16.5mm 钢的等效铅厚度为 1.17mm。	

## (2) 安全装置及污染防治措施

①实体屏蔽：本项目 2 台工业 CT 均采用设备自带的防护铅房进行屏蔽，可保证设备运行过程中屏蔽体外剂量率满足标准要求，人员在屏蔽体外操作，可保障工作人员在操作设备过程中的安全。

②人员防护措施：工作人员进行工业无损检测工作时，佩戴个人剂量报警仪，随时

监测工作场所辐射剂量率变化情况。所有辐射工作人员均需佩戴个人剂量计，并定期送有资质的单位进行监测。

③门-机联锁装置：本项目 2 台工业 CT 均设有门-机联锁装置，只有在所有防护门及传送口关闭的情况下射线装置才能出束；任一防护门/传递窗未关闭或关闭不到位时系统无法出束，若在出束过程中任一防护门/传递窗被误打开，则系统立即停止出束。

④声光报警装置：本项目 2 台工业 CT 设备外均设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与工业 CT 联锁。“预备”和“照射”状态有明显区别，且设有对应的信号说明，“预备”信号持续时间足够长，以确保无人员停留在防护铅房内。防护铅房外醒目位置处拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

⑤视频监控系统：本项目 2 台工业 CT 设备防护铅房内均设置有 1 套实时视频监控系统，并连接到控制台，工作人员能在控制台实时监控工业 CT 运行情况。

⑥警告标识：本项目 2 台工业 CT 设备外醒目处张贴电离辐射警告标识和中文警示说明。

⑦急停装置：本项目 2 台工业 CT 设备防护铅房外均设置有紧急停机按钮，且相互串联，按下按钮后，设备可立即停止出束。急停按钮旁设置中文标识和相关说明。本项目正常情况下工作人员无需进入防护铅房内部。

⑧通风装置：本项目东博 DBA-CT9200 型工业 CT 防护铅房体积约  $15.8\text{m}^3$ ，防护铅房内设有动力排风装置，排风量约  $600\text{m}^3/\text{h}$ ，有效通风次数大于 3 次/h，排风口位于防护铅房顶部，排风口处设有 8mm 铅板+4mm 钢板防护罩；先导 UNMS-U150B 型工业 CT 防护铅房体积约  $18.2\text{m}^3$ ，防护铅房内设有动力排风装置，排风量约  $220\text{m}^3/\text{h}$ ，有效通风次数大于 3 次/h，排风口位于防护铅房顶部，排风口处设有 6mm 铅板+3mm 钢板防护罩。



图 10-2 东博 DBA-CT9200 型工业 CT 防护措施位置示意图

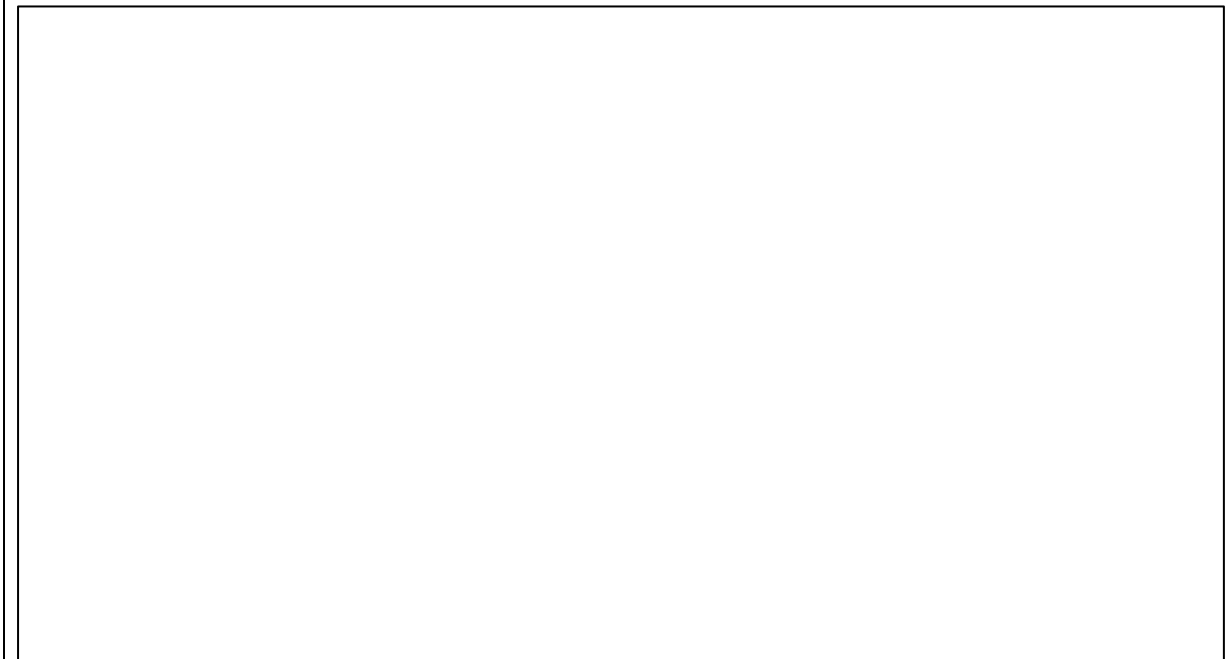


图 10-3 先导 UNMS-U150B 型工业 CT 防护措施位置示意图

根据上文介绍，本项目拟采取的辐射安全与防护措施与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求对比情况见表 10-4 所示。

表 10-4 本项目工作场所辐射安全与防护措施符合性分析

标准要求	项目情况	符合性
6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的	本项目两台工业 CT 设备控制台均集成于设备物	符合

<p>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。</p>	<p>料进出间/物料传入间表面，避免了有用线束的直接照射；且本项目两台工业 CT 均自带防护铅房，可保证设备运行过程中屏蔽体外剂量率满足标准要求，人员在屏蔽体外操作，可保障工作人员在操作设备过程中的安全。经计算四周屏蔽措施均符合要求。</p>	
<p>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。</p>	<p>本项目将两台工业 CT 设备整体内部区域均划为控制区，设备出束时，任何人员不得停留/进入控制区，并在工业 CT 设备外表面张贴电离辐射警告标志及中文说明；将 2 台工业 CT 设备东、南、西、北四侧外延 0.5m 处及控制台位置划为监督区，在监督区边界地面划警示线或设置警戒带，无关人员不得进入监督区。</p>	符合
<p>6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。</p>	<p>本项目 2 台工业 CT 均设有门-机联锁装置，只有在所有防护门及传送口关闭的情况下射线装置才能出束；任一防护门/传递窗未关闭或关闭不到位时系统无法出束，若在出束过程中任一防护门/传送窗被误打开，则系统立即停止出束。</p>	符合
<p>6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。</p>	<p>本项目 2 台工业 CT 设备外均设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与工业 CT 联锁。“预备”和“照射”状态有明显区别，且设有对应的信号说明，“预备”信号持续时间足够长，以确保无人员停留在防护铅房内。防护铅房外醒目位置处拟设置清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。</p>	符合
<p>6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。</p>	<p>本项目 2 台工业 CT 设备防护铅房内均设置有 1 套实时视频监控系统，并连接到控制台，工作人员能在控制台实时监控工业 CT 运行情况。</p>	符合
<p>6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</p>	<p>本项目 2 台工业 CT 设备外醒目处张贴电离辐射警告标识和中文警示说明。</p>	符合
<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>本项目 2 台工业 CT 设备防护铅房外均设置有紧急停机按钮，且相互串联，按下按钮后，设备可立即停止出束。急停按钮旁设置中文标识和相关说明。本项目正常情况下工作人员无需进入防护铅房内部。</p>	符合
<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>本项目东博 DBA-CT9200 型工业 CT 防护铅房体积约 15.8m<sup>3</sup>，防护铅房内设有动力排风装置，排风量约 600m<sup>3</sup>/h，有效通风次数大于 3 次/h，排风口位于防护铅房顶部，排风口处设有 8mm 铅板+4mm 钢板防护罩；先导 UNMS-U150B 型工业 CT 防护铅房体积约 18.2m<sup>3</sup>，防护铅房内设有动力排风装置，排风量约 220m<sup>3</sup>/h，有效通风次</p>	符合

	数大于 3 次/h，排风口位于防护铅房顶部，排风口处设有 6mm 铅板+3mm 钢板防护罩。	
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。	工作人员进行无损检测工作时，佩戴个人剂量报警仪，随时监测工作场所辐射剂量率变化情况。所有辐射工作人员均需佩戴个人剂量计，并定期送有资质的单位进行监测。建设单位已配备 1 台 X-γ 辐射剂量率巡测仪，拟每季度使用便携式辐射巡测仪对设备的各侧屏蔽体外进行巡测，如有异常，将立即切断电源，停止使用该设备，及时通知厂家对设备进行维修维护，并委托有资质的机构对维修后设备的辐射防护性能进行检测，确保辐射水平达标后方可继续使用设备。	符合

综上所述，本项目 2 台工业 CT 设备的固有安全特性和各项安全措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求。

#### 10.1.4 设备的检查和维护

##### （1）工作前检查项目应包括：

- ①设备整体外观及防护铅房外观是否完好；
- ②电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- ③安全联锁是否正常工作；
- ④报警设备和警示灯是否正常运行；
- ⑤螺栓等连接件是否连接良好；

##### （2）建设单位的定期检查：

- ①电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；
- ②所有的联锁和紧急停机开关的检查；
- ③制造商推荐的其他常规检测项目。

##### （3）设备维护应符合下列要求：

①建设单位应对本项目工业 CT 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；

- ②设备维护包括工业 CT 的彻底检查和所有零部件的详细检测；
- ③当设备有故障或损坏需更换零部件时，应保证所更换的零部件为合格产品；
- ④应做好设备维护记录。

##### （4）维护内容及程序

在设备出现故障，或对设备进行维护检修时，需请设备厂家的维修维护人员前来进行维修维护操作，并且需严格执行下述步骤：

①提前制定维修维护计划，并及时告知辐射工作人员。

②辐射工作人员首先停止工业 CT 运行，按下设备的急停按钮，在控制台关闭钥匙开关，确认工业 CT 电源处于关闭状态。

③设备厂家的维修维护人员确认工业 CT 已停机，佩戴处于开启状态下运行良好的个人剂量报警仪。

④确保辐射工作人员离开监督区后，设备厂家的维修维护人员可通过打开设备防护铅门进入设备内部，进行设备维修维护。

⑤辐射工作人员通过视频信号等方式，时刻注意维修维护的正常进行。

⑥维修维护结束后，辐射工作人员对钥匙开关和急停按钮等进行手动复位。

另外，辐射工作人员在设备日常使用过程中，要对设备的相关安全设施、功能进行定期检查，发现异常及时修复或改正，并做好相关记录。

## 10.2 三废的治理

本项目新增的 2 台工业 CT 采用实时成像方式，图像直接在显示屏上显示，不产生显影液、定影液及胶片等固废，不产生放射性固废、放射性废液及放射性废气。

### (1) 臭氧和氮氧化物

根据 X 射线的工作原理，本项目工业 CT 在出束状态下，X 射线会与空气电离产生少量臭氧（O<sub>3</sub>）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>）。

本项目东博 DBA-CT9200 型工业 CT 防护铅房体积约 15.8m<sup>3</sup>，防护铅房内设有动力排风装置，排风量约 600m<sup>3</sup>/h，则每小时通风换气次数约 37 次，满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次；本项目先导 UNMS-U150B 型工业 CT 防护铅房体积约 18.2m<sup>3</sup>，防护铅房内设有动力排风装置，排风量约 220m<sup>3</sup>/h，则每小时通风换气次数约 12 次，满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次。两台工业 CT 的排风口位置均位于设备顶部，均避开了人员活动密集区。臭氧及氮氧化物通过设备自带动力排风装置排放至 2#厂房内，再通过厂房通风系统将臭氧和氮氧化物排出室外，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度，臭氧在一段时间内自动分解为氧气，其产生的臭氧及氮氧化物对环境的影响是可接受的。

### (2) 废水

本项目运行后，产生的废水主要为辐射工作人员的生活污水；本项目辐射工作人员由原有辐射工作人员中调配，因此不新增生活污水。

### (3) 固体废物

①本项目运行后，产生的固体废物主要为辐射工作人员的生活垃圾；本项目辐射工

作人员由原有辐射工作人员中调配，因此不新增生活垃圾。

②本项目工业 CT 若在检修/维护过程中更换零部件，产生废旧零部件作为一般固体废物进行处理。

### 10.3 服务期满后的环境保护措施

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》中“五十五、核与辐射”中“173、核技术利用项目退役—使用I类、II类射线装置（X射线装置和粒子能量不高于10兆电子伏的电子加速器除外）存在污染的”，应编制项目退役环境影响报告表，并取得生态环境主管部门审批后才能正式按照方案实施退役活动。

由于本项目工业 CT 为II类 X 射线装置，且不存在污染，故无需开展退役环境影响评价。按照《浙江省辐射环境管理办法》要求，本项目工业 CT 需要报废处理时，应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

#### 11.1.1 施工期环境影响分析

本项目拟在兰溪市兰江街道雁洲路111号（兰江片工业区）2#厂房（4层检测六区域新增2台工业 CT 探伤装置进行无损检测工作，2台工业 CT 均自带防护铅房，不单独设置机房，因此无土建施工期影响。

#### 11.1.2 设备安装调试期环境影响分析

本项目设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，建设单位方不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在防护铅房外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，禁止其他无关人员靠近，防止辐射事故发生。

由于本项目 2 台工业 CT 为整体外购，均自带防护铅房，因此调试阶段 X 射线经过防护铅房屏蔽后，对周围环境造成电离辐射影响较小。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其它固体废物作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 工作场所周围环境辐射影响分析

本项目通过理论计算评价方法对两台工业 CT 投入使用后产生的辐射环境影响进行预测分析。

东博 DBA-CT9200 型工业 CT 内有两台 X 射线管头，均为定向出束，最大管电压 150kV，最大管电流 0.5mA，有用线束可随机架 360 旋转° 朝上下南北方向出束；有用线束出束角度为 67°，根据附图 7 可知，有用线束仅照射上、下、南、北四侧；

先导 UNMS-U150B 型工业 CT 内有两台 X 射线管头，均为定向出束，最大管电压 150kV，最大管电流 0.4mA，有用线束可随机架 360° 旋转朝上下东西方向出束；有用线束出束角度为 100°，根据附图 9 可知，随着机架旋转，有用线束会照射到东、南、西、北、上、下六侧。

本次计算以 2 台工业 CT 满功率运行时对设备四周、顶部及底部辐射环境影响进行预测，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。

#### (1) 有用线束照射范围确定及关注点设置

本项目 2 台工业 CT 内的 X 射线管头均为定向出束。东博 DBA-CT9200 型工业 CT 有用线束仅照射上、下、南、北四侧；先导 UNMS-U150B 型工业 CT 有用线束会照射到东、南、西、北、上、下六侧。

本项目两台工业 CT 均分别设有防护铅房和物料进出间或物料传入/传出间部分，仅防护铅房六面及防护门设有防护屏蔽；物料进出间或物料传入/传出间内部均设有机械臂传送装置，人员仅需在物料入口处准备待检电芯，人员无需进入设备内部，且物料进出间或物料传入/传出间检修门为常闭状态，因此不在物料进出间或物料传入/传出间内设关注点。因此本项目关注点位均设置在 2 台工业 CT 设备周围及控制台位置处。本项目的关注点分布如图 11-1 所示，靶点至关注点距离取值见附图 7 和附图 9。



图 11-1 本项目关注点示意图

## (2) 公式及参数选取

### ①有用线束的屏蔽估算：

关注点的剂量率 $H$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 按公式 (11-1) 计算：

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

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)；

$H_0$ ——距辐射源点(靶点)1m 处输出量,单位为  $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ , 以  $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$  为单位的值乘以  $6.0 \times 10^4$ ；本项目两台工业 CT 最大管电压均为 150kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 B.1，保守取管电压 150kV、过滤条件 2mm 铝，输出量  $H_0 = 18.3 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即  $1.10 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$  进行计算；

$B$ ——屏蔽透射因子，本项目设备最大管电压 150kV 状态下屏蔽透射因子由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 图 B.1 取得，本项目取值见表 11-1；

$R$ ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

②泄漏辐射屏蔽的估算方法如下：

按式（11-2）计算泄漏辐射在关注点的剂量率 $H$ ，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）：

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

式中：

$B$ ——屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.2 中 150kV 下，X 射线束在铅中的什值层厚度 TVL 为 0.96mm，相应的辐射屏蔽透射因子  $B$  按照式（11-3）计算；

$R$ ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

$H_L$ ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为  $\mu\text{Sv/h}$ 。本项目两台工业 CT 最大管电压均为 150kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1，本项目两台工业 CT 的泄漏辐射剂量率取  $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

对于给定屏蔽物质厚度  $X$ ，相应的辐射屏蔽透射因子  $B$  按下面公式（11-3）计算，

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (11-3)$$

式中：

$X$ ——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL——什值层厚度。

③散射辐射屏蔽的估算方法如下：

关注点的散射辐射剂量率 $H$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）按公式（11-4）计算：

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

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）；

$H_0$ ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位为  $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，以  $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$  为单位的值乘以  $6.0 \times 10^4$ ；本项目两台工业 CT 最大管电压均为 150kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2，150kV 据表查得  $90^\circ$  散射辐射为 150kV；根据表 B.1，保守取管电压 150kV、过滤条件 2mm 铝，输出量  $H_0 = 18.3 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ ，即  $1.10 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$  进行计算；

$B$ ——屏蔽透射因子，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

表 2, 150kV 据表查得 90° 散射辐射为 150kV, 再根据附录 B 表 B.2 查得: 150kV 的 X 射线 TVL<sub>铅</sub>=0.96mm, 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按照式 (11-3) 计算:

$F$ —— $R_0$  处的辐射野面积, 为平方米 ( $m^2$ );

$\alpha$ ——散射因子, 入射辐射被单位面积 ( $1m^2$ ) 散射体散射到距其 1m 处的辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。

$R_0$ ——辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离, 单位为米 (m);

$R_S$ ——散射体至关注点的距离, 单位为米 (m)。

### (3) 屏蔽计算

表 11-1 有用线束的 B 值

设备	屏蔽厚度			读取 B 值	合计 B 值
东博 DBA-CT9200 型工业 CT	东、南、西、北、顶棚、地坪六侧屏蔽防护	8mm 铅板+4mm 钢板, 等效于 8.31mmPb	4.5mmPb	1.00E-06	6.00E-12
			3.81mmPb	6.00E-06	
先导 UNMS-U150B 型工业 CT	东侧、西侧和顶棚屏蔽防护	6mm 铅板+3mm 钢板, 等效于 6.24mmPb	4.5mmPb	1.00E-06	2.00E-09
			1.74mmPb	2.00E-03	
	南侧和北侧屏蔽防护	5mm 铅板+3mm 钢板, 等效于 5.24mmPb	4.5mmPb	1.00E-06	4.00E-08
			0.74mmPb	4.00E-02	
底部屏蔽防护	3mm 铅板+16.5mm 钢板, 等效于 4.17mmPb	4.17mmPb	3.00E-06	3.00E-06	
/	200mm 混凝土			1.20E-03	1.20E-03

注: 本项目设备最大管电压均为 150kV, 有用线束的屏蔽透射因子由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 图 B.2 取得, 混凝土厚度为 200mm 时, X 射线穿过混凝土的透射因子为 1.20E-03; 由图 B.1 取得, 铅厚度约 4.17mmPb 时, X 射线穿过铅的透射因子为 3.00E-06。

由于图 B.1 中 150kV, 2mmAl 曲线无 8.31mmPb、6.24mmPb 和 5.24mmPb 的透射因子, 因此根据图 B.1 分段读取 B 值, 相乘后得出最终的 B 值。根据图 B.1 中 150kV, 2mmAl 曲线可得: 铅板厚度约 4.5mmPb 时, X 射线穿过铅的透射因子为 1.0E-06; 铅厚度约 3.81mmPb 时, X 射线穿过铅的透射因子为 6.00E-06; 铅厚度约 1.74mmPb 时, X 射线穿过铅的透射因子为 2.00E-03; 铅厚度约 0.74mmPb 时, X 射线穿过铅的透射因子为 4.00E-02。

根据公式 (11-1) 分别计算本项目两台工业 CT (主束方向) 外表面 30cm 处主射线辐射剂量率水平, 相关计算参数及计算结果见表 11-2。

表 11-2 有用线束剂量率水平预测参数及结果

设备	关注点	编号	$H_0$ $\mu Sv \cdot m^2 / (mA \cdot h)$	$I$ mA	$R$ m	$X$ mm	$B$	$H$ $\mu Sv/h$	$H \times 2$ $\mu Sv/h$
东博 DBA-CT9200 型工业 CT	设备南侧外表面 30cm 处	1-2#	1.10E+06	0.5	1.15	8.31	6.00E-12	2.50E-06	5.00E-06
	设备北侧外表面 30cm 处	1-4#	1.10E+06	0.5	1.15	8.31	6.00E-12	2.50E-06	5.00E-06
	设备顶棚上方 30cm 处	1-5#	1.10E+06	0.5	1.81	8.31	6.00E-12	1.01E-06	2.02E-06
	设备地坪下方 30cm 处	1-6#	1.10E+06	0.5	1.37	8.31	(6.00E-12) × (1.20E-03)	2.11E-09	4.22E-09

先导 UNMS- U150B 型工业 CT	设备东侧外表面 30cm 处	2-1#	1.10E+06	0.4	2.80	6.24	2.00E-09	1.12E-04	2.24E-04
	设备南侧外表面 30cm 处	2-2#	1.10E+06	0.4	1.27	5.24	4.00E-08	1.09E-02	2.18E-02
	设备西侧外表面 30cm 处	2-3#	1.10E+06	0.4	2.77	6.24	2.00E-09	1.15E-04	2.30E-04
	设备北侧外表面 30cm 处	2-4#	1.10E+06	0.4	1.63	5.24	4.00E-08	6.62E-03	1.32E-02
	设备顶棚上方 30cm 处	2-5#	1.10E+06	0.4	2.18	6.24	2.00E-09	1.85E-04	3.70E-04
	设备地坪下方 30cm 处	2-6#	1.10E+06	0.4	1.52	4.17	(3.00E-06) × (1.20E-03)	6.86E-04	1.37E-03
	控制台处	2-7#	1.10E+06	0.4	2.77	6.24	2.00E-09	1.15E-04	2.30E-04

注：①由于本项目东博 DBA-CT9200 型工业 CT 和先导 UNMS-U150B 型工业 CT 设备防护铅房内均有两个射线源，且可同时出束，因此有用线束剂量率水平结果需×2。  
②由于本项目设备地坪下方 30cm 处为 3F，因此设备 1-6#和 2-6#点位需要考虑楼板 200mm 混凝土的屏蔽。

根据公式 (11-2)、(11-3) 计算本项目工业 CT 周边泄漏辐射剂量率水平，相关计算参数及计算结果见表 11-3。

表 11-3 泄漏辐射剂量率水平预测参数及结果

设备	关注点	编号	$H_L$ μSv/h	$R$ m	$X$ mm	$TVL$ mm	$B$	$H$ μSv/h	$H \times 2$ μSv/h
东博 DBA- CT9200 型 工业 CT	设备东侧外表面 30cm 处	1-1#	2.50E+03	4.70	8.31	0.96	2.21E-09	2.50E-07	5.00E-07
	设备西侧外表面 30cm 处	1-3#	2.50E+03	1.28	8.31	0.96	2.21E-09	3.37E-06	6.74E-06
	控制台处	1-7#	2.50E+03	2.69	8.31	0.96	2.21E-09	7.62E-07	1.52E-06

根据公式 (11-3)、(11-4) 计算本项目工业 CT 周边散射辐射剂量率水平，相关计算参数及计算结果见表 11-4。

表 11-4 散射辐射剂量率水平预测参数及结果

设备	关注点	编号	$H_0$ μSv·m <sup>2</sup> /( mA·h)	$I$ mA	$R_s$ m	$X$ mm	$TVL$ mm	$B$	$F \cdot a/R_0^2$	$\dot{H}$ μSv/h	$\dot{H} \times 2$ μSv/h
东博 DBA- CT9200 型工业 CT	设备东侧 外表面 30cm 处	1-1#	1.10E+06	0.5	4.70	8.31	0.96	2.21E-09	5.51E-02	3.03E-06	6.06E-06
	设备西侧 外表面 30cm 处	1-3#	1.10E+06	0.5	1.28	8.31	0.96	2.21E-09	5.51E-02	4.08E-05	8.16E-05
	控制台处	1-7#	1.10E+06	0.5	2.69	8.31	0.96	2.21E-09	5.51E-02	9.24E-06	1.85E-05

注：F—— $R_0$  处的辐射野面积取最大值为  $\pi \times (R_0 \times \tan(33.5^\circ))^2$ ； $\alpha$ ——散射因子，入射辐射被单位面积 ( $1m^2$ ) 散射体散射到距其 1m 处的辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比 0.04 ( $10000/400 \times 1.6E-03 = 0.04$ )； $R_0$ ——辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离；求得  $F \cdot \alpha/R_0^2 = \pi \times (R_0 \times \tan(33.5^\circ))^2 \times 0.04/R_0^2 = 5.51E-02$ 。

本项目两台工业 CT 检测设备周边散射辐射剂量率水平与泄漏辐射剂量率水平叠加

后，相关计算结果见表 11-5。

表 11-5 本项目两台工业 CT 周边辐射剂量率水平预测参数及结果

设备	关注点	编号	主射辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	泄漏辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射辐射 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
东博 DBA-CT9200 型工业 CT	设备东侧外表面 30cm 处	1-1#	/	5.00E-07	6.06E-06	6.56E-06
	设备南侧外表面 30cm 处	1-2#	5.00E-06	/	/	5.00E-06
	设备西侧外表面 30cm 处	1-3#	/	6.74E-06	8.16E-05	8.83E-05
	设备北侧外表面 30cm 处	1-4#	5.00E-06	/	/	5.00E-06
	设备顶棚上方 30cm 处	1-5#	2.02E-06	/	/	2.02E-06
	设备地坪下方 30cm 处	1-6#	4.22E-09	/	/	4.22E-09
	控制台处	1-7#	/	1.52E-06	1.85E-05	2.00E-05
先导 UNMS-U150B 型工业 CT	设备东侧外表面 30cm 处	2-1#	2.24E-04	/	/	2.24E-04
	设备南侧外表面 30cm 处	2-2#	2.18E-02	/	/	2.18E-02
	设备西侧外表面 30cm 处	2-3#	2.30E-04	/	/	2.30E-04
	设备北侧外表面 30cm 处	2-4#	1.32E-02	/	/	1.32E-02
	设备顶棚上方 30cm 处	2-5#	3.70E-04	/	/	3.70E-04
	设备地坪下方 30cm 处	2-6#	1.37E-03	/	/	1.37E-03
	控制台处	2-7#	2.30E-04	/	/	2.30E-04

由表 11-5 可知，本项目东博 DBA-CT9200 型工业 CT 设备外表面 30cm 处的辐射剂量率最大为  $8.83\text{E-}05\mu\text{Sv/h}$ ；先导 UNMS-U150B 型工业 CT 设备外表面 30cm 处的辐射剂量率最大为  $2.18\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ ；均满足《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  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

#### （4）叠加影响分析

①由于本项目新增 2 台工业 CT 东西并排设置，东侧为东博 DBA-CT9200 型工业 CT，西侧为先导 UNMS-U150B 型工业 CT，2 台工业 CT 之间间隔约 3.3m；因此需对 2 台工业 CT 公共区域（即 2 台工业 CT 中间位置、南侧和北侧）的辐射剂量率水平进行叠加分析。

表 11-6 本项目两台工业 CT 公共区域辐射剂量率水平预测参数及结果

位置		东博 DBA-CT9200 型工业 CT		先导 UNMS-U150B 型工业 CT		合计 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
		对应点位	辐射剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	对应点位	辐射剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	
2 台工业 CT	中间位置	1-3#	8.83E-05	2-1#	2.24E-04	3.12E-04
	南侧	1-7#	2.00E-05	2-2#	2.18E-02	2.18E-02
	北侧	1-4#	5.00E-06	2-4#	1.32E-02	1.32E-02

由表 11-6 可知，叠加 2 台工业 CT 对公共区域的辐射剂量率，最大值为  $2.18\text{E-}02\mu\text{Sv/h}$ ，也满足《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  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

②本项目两台工业 CT 北侧和下方位置均为建设单位现有自屏蔽式 X 射线探伤机（为豁免射线装置）；根据 2025 年度场所监测报告可知，建设单位现有自屏蔽式 X 射线探伤机表面 5cm 处剂量率均趋近于本底值，再经距离衰减，对本项目所在位置的辐射影响可忽略不计。

③建设单位现有 23 枚 V 类  $^{85}\text{Kr}$  放射源分别位于 1 号厂房 1 楼涂布生产线、5 号厂房 1 楼南硅负极涂布生产线、研发车间 1 楼涂布生产线和圆柱阳极车间内使用，均处于本项目 50m 评价范围外，因此不考虑辐射叠加影响。

### 11.2.2 隧道口辐射影响分析

本项目被检电芯由隧道口进入东博 DBA-CT9200 型工业 CT 防护铅房内进行扫描，隧道为“U”型设计，屏蔽材料为 8mm 铅板+4mm 钢板（与防护铅房及防护门屏蔽相同）；进出料隧道位于防护铅房东侧，避开了有用线束范围；且该设计方式不减弱设备防护铅房的厚度和屏蔽效果，X 射线在到达隧道口前，在隧道内，均至少经过三次散射才能到达隧道口处，因此隧道口处辐射剂量将在控制范围内。

根据东博 DBA-CT9200 型工业 CT 设备厂家提供的设备出厂监测报告（附件 6）可知，东博 DBA-CT9200 型工业 CT 设备整体外表面 30cm 处剂量率均小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，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  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。



图 11-2 东博 DBA-CT9200 型工业 CT 进出料隧道示意图

### 11.2.3 工作人员及公众个人剂量估算

#### (1) 公式选取

各点位处公众及职业人员的年有效剂量由方杰主编的《辐射防护导论》中的公式计算，计算公式如下：

$$D_{\text{Eff}} = D_r \times t \times T \quad \text{式 (11-5)}$$

式中：

$D_{\text{Eff}}$ ——辐射外照射人均年有效剂量，Sv；

$Dr$ ——辐射剂量率, Sv/h;

$t$ ——年工作时间, h;

$T$ ——居留因子。

居留因子选取参考表 11-7。

表 11-7 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 T	示例
全居留	1	控制台、暗室、办公室、邻近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

注: 取自《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 A.1。

## (2) 人员受照剂量预测结果

根据表 11-5 计算的各个关注点辐射剂量率, 结合工作时间及各预测点位居留因子, 分别计算本项目两台工业 CT 正常运行情况下对辐射工作人员和公众的年剂量, 具体见表 11-8 和表 11-9。

表 11-8 本项目东博 DBA-CT9200 型工业 CT 所致人员年受照剂量估算

保护目标	对应关注点	关注点辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	居留因子	年受照时间 h	与设备靶点最近距离	年剂量估算值 mSv	
2# 厂房内	辐射工作人员	1-3#	8.83E-05	1	1600	/	1.41E-04
	东侧分容抽检区其他工作人员	1-1#	6.56E-06	1	1600	4.7-0.3+5.7=10.1	1.99E-06
	南侧静置库其他工作人员	1-2#	5.00E-06	1/4	1600	1.15-0.3+0.9=1.75	4.72E-07
	西侧通道其他工作人员	1-3#	8.83E-05	1/4	1600	1.28-0.3+15+3.3+6.5=25.78	5.10E-08
	北侧检测六区域尺寸测量区其他工作人员	1-4#	5.00E-06	1	1600	1.15-0.3+0.8=1.65	2.12E-06
	上层屋面其他工作人员	1-5#	2.02E-06	1/4	1600	1.81-0.3+3.6=5.11	7.06E-08
	下层检测四区域其他工作人员	1-6#	4.22E-09	1	1600	1.37-0.3+3.7=4.77	3.40E-10
2# 厂房外	南侧厂区道路其他工作人员及公众	1-2#	5.00E-06	1/8	1600	1.15-0.3+24=24.85	1.17E-09
	南侧办公实验楼其他工作人员	1-2#	5.00E-06	1	1600	1.15-0.3+48=48.85	2.42E-09
	西南侧食堂其他工作人员	1-3#	8.83E-05	1	1600	1.28-0.3+47+3.3+6.5=57.78	4.06E-08
	西侧厂区道路其他工作人员及公众	1-3#	8.83E-05	1/8	1600	1.28-0.3+20+3.3+6.5=30.78	1.79E-08
	西侧停车场其他工作人员及公众	1-3#	8.83E-05	1/8	1600	1.28-0.3+36+3.3+6.5=46.78	7.75E-09

注: ①保守不考虑墙体的屏蔽衰减。

②辐射工作人员的年受照剂量保守选取设备外表面 30cm 处最大剂量水平进行预测;

③公众的年剂量估算值考虑距离的衰减; 以东侧分容抽检区其他工作人员为例: 设备东侧外表面 30cm 处与靶点

最近距离为 4.7m, 设备外表面距东侧分容抽检区其他工作人员距离为 5.7m, 则设备靶点与东侧分容抽检区其他工作人员距离为  $4.7-0.3+5.7=10.1\text{m}$ , 则东侧分容抽检区其他工作人员距离为的年剂量估算值为  $(4.7-0.3)^2 \times 6.56\text{E}-06 \div (10.1)^2 \times 1600 \times 1 \div 1000=1.99\text{E}-06\text{mSv}$ ; 其余公众的年剂量估算值计算方式同上;  
 ③与西侧和西南侧保护目标之间的距离需加上两台设备之间间隔 3.3m 和西侧的先导 UNMS-U150B 型工业 CT 设备长度 6.5m。

表 11-9 本项目先导 UNMS-U150B 型工业 CT 所致人员年受照剂量估算

保护目标		对应关注点	关注点辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	居留因子	年受照时间 h	与设备靶点最近距离	年剂量估算值 mSv
2# 厂房内	辐射工作人员	2-2#	2.18E-02	1	1600	/	3.49E-02
	东侧分容抽检区其他工作人员	2-1#	2.24E-04	1	1600	$2.8-0.3+5.7+3.3+5.4=16.9$	7.84E-06
	南侧静置库其他工作人员	2-2#	2.18E-02	1/4	1600	$1.27+0.3+0.9=2.47$	3.57E-03
	西侧通道其他工作人员	2-3#	2.30E-04	1/4	1600	$2.77-0.3+15=17.47$	1.84E-06
	北侧检测六区域尺寸测量区其他工作人员	2-4#	1.32E-02	1	1600	$1.63-0.3+0.8=2.13$	8.23E-03
	上层屋面其他工作人员	2-5#	3.70E-04	1/4	1600	$2.18-0.3+3.6=5.48$	1.74E-05
	下层检测四区域其他工作人员	2-6#	1.37E-03	1	1600	$1.52-0.3+3.7=4.92$	1.35E-04
2# 厂房外	南侧厂区道路其他工作人员及公众	2-2#	2.18E-02	1/8	1600	$1.27+0.3+24=25.57$	1.66E-05
	南侧办公实验楼其他工作人员	2-2#	2.18E-02	1	1600	$1.27+0.3+48=49.57$	3.54E-05
	西南侧食堂其他工作人员	2-2#	2.18E-02	1	1600	$1.27+0.3+47=48.57$	3.69E-05
	西侧厂区道路其他工作人员及公众	2-3#	2.30E-04	1/8	1600	$2.77-0.3+20=22.47$	5.56E-07
	西侧停车场其他工作人员及公众	2-3#	2.30E-04	1/8	1600	$2.77-0.3+36=38.47$	1.90E-07

注: ①保守不考虑墙体的屏蔽衰减。

②辐射工作人员的年受照剂量保守选取设备外表面 30cm 处 (除地坪下方 30cm 处点位) 最大剂量水平进行预测;  
 ③公众的年剂量估算值考虑距离的衰减; 以西侧通道其他工作人员为例: 设备西侧外表面 30cm 处与靶点最近距离为 2.77m, 设备外表面距西侧通道其他工作人员距离为 15m, 则设备靶点与西侧通道其他工作人员距离为  $2.77-0.3+15=17.47\text{m}$ , 则西侧通道其他工作人员距离为的年剂量估算值为  $(2.77-0.3)^2 \times 2.30\text{E}-04 \div (17.47)^2 \times 1600 \times 1/4 \div 1000=1.84\text{E}-06\text{mSv}$ ; 其余公众的年剂量估算值计算方式同上;

③与东侧保护目标之间的距离需加上两台设备之间间隔 3.3m 和东侧的东博 DBA-CT9200 型工业 CT 设备长度 5.4m。

表 11-10 本项目两台工业 CT 所致人员年受照剂量估算结果叠加

保护目标		东博 DBA-CT9200 型工业 CT 所致人员年受照剂量 mSv	先导 UNMS-U150B 型工业 CT 所致人员年受照剂量 mSv	合计年受照剂量估算值 mSv		年剂量约束值 mSv
2# 厂房内	辐射工作人员	1.41E-04	3.49E-02	3.50E-02	单人 1.75E-02	职业人员 5.0
	东侧分容抽检区其他工作人员	1.99E-06	7.84E-06	9.83E-06		公众 0.25
	南侧静置库其他工作人员	4.72E-07	3.57E-03	3.57E-03		

2# 厂 房 外	西侧通道其他工作人员	5.10E-08	1.84E-06	1.89E-06
	北侧检测六区域尺寸测量区其他工作人员	2.12E-06	8.23E-03	8.23E-03
	上层屋面其他工作人员	7.06E-08	1.74E-05	1.75E-05
	下层检测四区域其他工作人员	3.40E-10	1.35E-04	1.35E-04
	南侧厂区道路其他工作人员及公众	1.17E-09	1.66E-05	1.66E-05
	南侧办公实验楼其他工作人员	2.42E-09	3.54E-05	3.54E-05
	西南侧食堂其他工作人员	4.06E-08	3.69E-05	3.69E-05
	西侧厂区道路其他工作人员及公众	1.79E-08	5.56E-07	5.74E-07
	西侧停车场其他工作人员及公众	7.75E-09	1.90E-07	1.98E-07

由表 11-10 可知，本项目单名辐射工作人员年有效剂量最大为 1.75E-02mSv，公众年有效剂量最大为 8.23E-03mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值的要求，同时满足本项目年有效剂量约束值（职业人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a）的要求。

### 11.3 “三废”影响分析

本项目新增的 2 台工业 CT 均采用实时成像方式，图像直接在显示屏上显示，不产生显影液、定影液及胶片等固废，不产生放射性固废、放射性废液及放射性废气。

本项目辐射工作人员由原有辐射工作人员中调配，因此不新增生活污水和生活垃圾。

本项目工业 CT 若在检修/维护过程中更换零部件，产生废旧零部件作为一般固体废物进行处理。

本项目两台工业 CT 设备内各设有 2 个射线源，X 射线能量偏低（均为 150kV），电离产生的臭氧和氮氧化物额度非常低，且臭氧可在 50 分钟后自然分解，氮氧化物只有臭氧产生额的 1/3。本项目东博 DBA-CT9200 型工业 CT 防护铅房体积约 15.8m<sup>3</sup>，防护铅房内设有动力排风装置，排风量约 600m<sup>3</sup>/h，则每小时通风换气次数约 37 次，满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次；本项目先导 UNMS-U150B 型工业 CT 防护铅房体积约 18.2m<sup>3</sup>，防护铅房内设有动力排风装置，排风量约 220m<sup>3</sup>/h，则每小时通风换气次数约 12 次，满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次。

两台工业 CT 防护铅房内空气中氧受 X 射线电离而产生臭氧，臭氧其产率和浓度可用下面公式分别计算。

$$Q_o=6.5 \times 10^{-3} G \cdot S_o \cdot R \cdot g \quad (\text{式 11-6})$$

式中：

$Q_o$ ——臭氧产率 mg/h;

$G$ ——射束在距离源点 1m 处的剂量率  $Gy \cdot m^2/h$ , 本项目东博 DBA-CT9200 型工业 CT 取  $0.55Gy \cdot m^2/h$ , 先导 UNMS-U150B 型工业 CT 取  $0.44Gy \cdot m^2/h$ ;

$S_o$ ——射束在距离源点 1m 处的照射面积  $m^2$ , 东博 DBA-CT9200 型工业 CT 取  $1.38m^2$ , 先导 UNMS-U150B 型工业 CT 取  $4.46m^2$ ;

$R$ ——射束径迹长度 m, 东博 DBA-CT9200 型工业 CT 取 1.51m, 先导 UNMS-U150B 型工业 CT 取 2.5m;

$G$ ——空气每吸收 100eV 辐射能量产生  $O^3$  的分子数, 本项目保守取 10。

本项目两台工业 CT 内均设有 2 个射线管头, 因此臭氧产率需  $\times 2$ 。经计算, 东博 DBA-CT9200 型工业 CT 臭氧产率为  $0.15mg/h$ ; 先导 UNMS-U150B 型工业 CT 臭氧产率为  $0.64mg/h$ 。

室内臭氧饱和浓度由下式计算:

$$C=Q_oT_v/V \quad (\text{式 11-7})$$

式中:

$C$ ——室内臭氧浓度,  $mg/m^3$ ;

$Q_o$ ——臭氧产率 mg/h;

$T_v$ ——臭气有效清除时间, h;

$V$ ——空间体积, 本项目东博 DBA-CT9200 型工业 CT 取  $15.8m^3$ , 先导 UNMS-U150B 型工业 CT 取  $18.2m^3$ 。

$$T_v = \frac{t_v \times t_a}{t_v + t_a} \quad (\text{式 11-8})$$

式中:

$t_v$ ——每次换气时间, 本项目东博 DBA-CT9200 型工业 CT 每小时通风换气次数约 37 次, 换气次数取  $1/37=0.027h/次$ ; 先导 UNMS-U150B 型工业 CT 每小时通风换气次数约 12 次, 换气次数取  $1/12=0.083h/次$ 。

$t_a$ ——臭氧分解时间, 取值为 0.83h。

东博 DBA-CT9200 型工业 CT 防护铅房内设有动力排风装置, 排风量为  $600m^3/h$ , 根据计算每小时换气约 37 次, 本项目东博 DBA-CT9200 型工业 CT 防护铅房内臭气平衡浓度为  $2.47 \times 10^{-4}mg/m^3$ ; 先导 UNMS-U150B 型工业 CT 防护铅房内设有动力排风装置, 排风量为  $220m^3/h$ , 根据计算每小时换气约 12 次, 本项目先导 UNMS-U150B 型工

业 CT 防护铅房内臭气平衡浓度为  $2.64 \times 10^{-3} \text{mg/m}^3$ ；两台工业 CT 同时运行时，臭氧浓度约为  $2.89 \times 10^{-3} \text{mg/m}^3$ ，满足臭氧室内浓度限值《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中“臭氧最高容许浓度  $0.3 \text{mg/m}^3$ ”的要求。两台工业 CT 的排风口位置均位于设备顶部，均避开了人员活动密集区。臭氧及氮氧化物通过设备自带动力排风装置排放至 2#厂房内，再通过厂房通风系统将臭氧和氮氧化物排出室外，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度，臭氧在一段时间内自动分解为氧气，其产生的臭氧及氮氧化物对环境的影响是可接受的。

## 11.4 辐射事故影响分析

### (1) 可能发生的辐射事故

①安全联锁装置发生故障，工业 CT 防护门未关闭时，辐射工作人员启动工业 CT 进行无损检测，造成人员被误照，引发辐射事故。

②安全联锁装置和自动装置发生故障，工业 CT 无法自动关闭工件传递口，工业 CT 自动开启无损检测，造成人员被误照，引发辐射事故。

③安全联锁装置发生故障，人员打开工业 CT 防护门，造成人员被照射，引发辐射事故。

④检修辐射工作人员进入工业 CT 防护铅房内部时，工业 CT 意外出束，造成工作人员被误照，引发辐射事故。

### (2) 事故影响分析

本项目工业 CT 意外情形下产生的辐射事故，可用以下公式来计算事故所受照射剂量。意外照射剂量计算公式：

$$D = D_0 t h / (3600 r^2) \times 10^{-3} \quad (\text{式11-9})$$

式中：

$D$ ——受照剂量，mSv；

$D_0$ ——射线束中心轴上距靶 1 米处的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$t$ ——受照时间，单位 s；

$r$ ——被照人员距靶点距离，m；

$h$ ——转换因子，取 1。

表 11-11 事故工况下人员受照剂量分析

事故类型	设备	$D_0$ $\mu\text{Gy/h}$	受照时间 s	被照人员距靶点距离 r (m)		受照剂量 mSv		年剂量限制 mSv
						单个射线源	两个射线源	
①	东博 DBA-CT9200	$5.50 \times 10^5$	60	考虑人员位	1.28	5.59	11.18	职业人员

	型工业 CT			于防护门最近位置				20mSv 公众 1mSv
	先导 UNMS-U150B 型工业 CT	$4.40 \times 10^5$	60		1.27	4.55	9.10	
②	东博 DBA-CT9200 型工业 CT	$5.50 \times 10^5$	60	考虑人员位于设备外距传送口最近位置	4.70	4.15E-01	8.30E-01	职业人员 20mSv 公众 1mSv
	先导 UNMS-U150B 型工业 CT	$4.40 \times 10^5$	60		2.77	9.56E-01	1.91	
③	东博 DBA-CT9200 型工业 CT	$5.50 \times 10^5$	30	考虑人员位于防护门最近位置	1.28	2.80	5.60	职业人员 20mSv 公众 1mSv
	先导 UNMS-U150B 型工业 CT	$4.40 \times 10^5$	30		1.27	2.27	4.54	
④	东博 DBA-CT9200 型工业 CT	$5.50 \times 10^5$	30	考虑人员位于距源点最近位置	0.1	458.33	916.66	职业人员 20mSv
	先导 UNMS-U150B 型工业 CT	$4.40 \times 10^5$	30		0.1	366.67	733.34	
注：东博 DBA-CT9200 型工业 CT 和先导 UNMS-U150B 型工业 CT 防护铅房内均设有 2 个射线源，因此人员意外受照剂量需×2。								

根据事故情形分析，以上 4 种辐射事故情形中，事故①②③均不会导致职业人员受到超过年剂量限值的照射，不会造成辐射事故；事故②的东博工业 CT 意外出束不会导致公众受到超过年剂量限值的照射，不会造成辐射事故；事故④导致人员误照射剂量超过 GB18871-2002 职业人员 50.0mSv 的年有效剂量限值，为“一般辐射事故”；事故①③和事故②中先导工业 CT 意外出束均导致人员误照射剂量超过 GB18871-2002 公众人员 1mSv 的年有效剂量限值，均为“一般辐射事故”。

### (3) 事故防范措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，建设单位应严格执行以下风险预防措施：

(1) 建设单位已建立辐射防护安全管理领导小组，明确领导小组人员及其职责；拟根据本项目新增工业 CT 设备特点，制定相应的操作规程，并对现有的辐射防护管理相关制度和措施进行完善，并严格按照要求执行，对发现的安全隐患应立即进行整改，避免事故的发生。

(2) 建设单位需根据本项目新增工业 CT 设备特点制定相应《工业 CT 设备操作规程》。凡涉及对设备进行操作，必须按操作规程执行，无损检测作业时，辐射工作人员需按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

(3) 从事无损检测工作的辐射工作人员应取得核技术利用辐射安全与防护考核合格成绩报告单后方可上岗；按要求进行个人剂量监测，定期送检；按要求进行职业健康监护。

(4) 建设单位已配备 1 台 X- $\gamma$  辐射剂量率巡测仪；现有辐射工作人员均已配备个人剂量计，拟新增 2 台个人剂量报警仪。

(5) 建设单位拟根据本项目新增工业 CT 设备特点完善现有《辐射事故报告制度及应急处理方案》，并定期进行应急演练。

(6) 每日检查工业 CT 的安全联锁系统，确保在设备的防护门、工件传递口均关闭后，工业 CT 才能进行出束照射。

(7) 应定期测量工业 CT 设备外周围区域的剂量率水平，包括辐射工作人员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，应终止无损检测并向辐射防护负责人报告。

(8) 交接班或当班使用便携式 X- $\gamma$  剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- $\gamma$  剂量率仪不能正常工作，则不应开始无损检测。

(9) 在每次开启连续照射工作前，辐射工作人员都应该确认防护铅房内部没有人员滞留并关闭防护门。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，才能开始无损检测。

(10) 定期对工业 CT 进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

#### 12.1.1 机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用Ⅱ类射线装置的工作单位，应当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。

建设单位已设立辐射安全与防护管理领导小组，人员组成如下：

组长：张凯健

副组长：杨伟超、钟凯、陈良

组员：叶政、魏佳兴、程怡麟、王波、黎伦清、陆鹏、曹荣霞、陈小雪、徐怡、曾宪茹、郑慧利、钱樟贵、席九连

组长职责：全面负责辐射安全与防护管理的领导工作；

负责组织事故应急预案的制定、修订；

组建事故应急救援队伍并组织预案的实施和演练；

检查督促做好事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。

副组长职责：具体负责辐射安全与防护管理的日常管理；

组织制定辐射安全管理制度；

发生辐射安全重大事故时，发布和解除应急救援命令；

组织指挥事故救援队伍，实施救援活动；

向上级汇报事故情况；

组织事故调查，总结应急救援经验教训。

组员职责：按照部门岗位不同，协助组长、副组长做好辐射安全与防护的日常管理、检查、维护等各项工作，负责辐射安全事故现场紧急处置，做好各项预防措施和应急救援等各项工作。

#### 12.1.2 辐射工作人员管理

##### (1) 职业健康检查

辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。上岗后辐射工作人员应定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年，必要时可增加临时性检查。辐射工作人员脱离放射工作岗位

位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查。

建设单位现有 6 名辐射工作人员均已进行职业健康检查，体检结果表明现有辐射工作人员可以从事放射工作。

建设单位后续若根据工作需求增加辐射工作人员，建设单位应组织新增辐射工作人员进行上岗前的职业健康检查。

### **(2) 辐射工作人员培训**

建设单位已组织现有 6 名辐射工作人员通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加辐射安全与防护培训和考核，均已取得考核成绩合格报告单。考核成绩单有效期为 5 年，届时应及时参加再培训。

建设单位后续若根据工作需求增加辐射工作人员，建设单位应组织新增辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台 (<http://fushe.mee.gov.cn>) 参加培训，取得考核合格成绩单后方可上岗，并按时接受再培训。

### **(3) 个人剂量监测**

建设单位已为原有 6 名辐射工作人员均配置个人剂量计。个人剂量计常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月送检，并建立个人剂量档案，加强档案管理。

建设单位后续若根据工作需求增加辐射工作人员，建设单位应为每名新增辐射工作人员配备个人剂量计。

本项目辐射工作人员的职业健康档案记录、人员培训合格证书、个人剂量监测档案三个文件上的人员信息应统一；职业照射个人剂量档案应终生保存。建设单位应设专人进行环保档案的整理、存档，项目环保档案应包括：项目环境影响评价资料、相关环保会议纪要、辐射安全许可证申请资料、项目竣工环境保护验收资料、日常监测资料（或台账）、辐射工作人员培训资料、体检报告、个人剂量监测报告及相关调查资料。以上资料按年度进行整理、规范化保存，发现问题及时上报、解决，以满足生态环境主管部门档案检查的要求。

### **12.1.3 年度评估报告**

建设单位核技术利用项目正式开展后，应对开展的核技术利用项目辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《辐射安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

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》等法律法规要求，使用射线装置的单位，应有“健全的操作规程、岗位职责、辐射防护与安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，还应有完善的辐射应急措施”。

建设单位已制定了《辐射安全管理制度》《辐射防护和安全保卫制度》《使用场所安全措施》《岗位职责》《放射性物质“双人双锁”管理制度》《含密封放射源仪表岗位的安全操作规程》《放射源保管人员岗位职责》《废源处置方案》《使用登记制度》《设备检修维护制度》《人员培训计划》《监测方案》《辐射事故报告制度及应急处理方案》等。

为了保障本项目工业 CT 的安全使用，建设单位应在重新申请辐射安全许可证前，根据本次新增的两台工业 CT 设备特点，制定相应的《工业 CT 操作规程》和《岗位职责》，完善现有的《使用场所安全措施》《监测方案》《辐射事故报告制度及应急处理方案》。待本项目运行后，建设单位应根据规章制度内容认真组织实施，辐射工作人员熟知规章制度内容，并根据国家发布的新的相关法规内容，结合本单位实际情况，及时对各规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

建设单位所有相关制度应以正式文件形式制定，并将各项管理制度、操作规程等悬挂于辐射工作场所。建设单位对于各项制度在日常工作中要加强检查督促，认真组织实施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

## 12.3 辐射监测

### 12.3.1 监测仪器和防护设备

本项目属于使用 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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关管理要求，建设单位应为辐射工作人员配备个人剂量监测仪器，同时配备与辐射类型、辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括便携式 X-γ 剂量率仪和个人剂量报警仪等。

本项目运行期间主要污染物为 X 射线，建设单位已配置 1 台便携式 X-γ 射线巡测仪，拟新增 2 台个人剂量报警仪，已为每名辐射工作人员均配备个人剂量计，并每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测。项目配备的监测仪器符合《放射性同位素与射线

装置安全许可管理办法》和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对监测仪器的配置要求。

### 12.3.2 日常监测

日常工作中，建设单位已采用自购辐射巡测仪定期对现有辐射工作场所进行监测，以确保屏蔽防护性能的良好。本项目建成后，建设单位应定期对本项目辐射工作场所进行日常监测。

### 12.3.3 年度常规监测

建设单位须定期（每年一次）请有资质的单位对工业 CT 设备周围环境进行辐射环境监测，建立监测技术档案，年度监测报告应作为《辐射安全与防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

建设单位制定了辐射监测计划，并将每次监测结果记录存档备查。

表 12-1 工作场所监测计划一览表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测方法依据	监测类型
年度监测	检测六区域	周围剂量当量率	1次/年	符合监测要求的辐射监测仪，并按要求定期进行计量检定或校准	工业 CT 设备外表面 30cm 处、控制台处、设备周围环境等	《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）和《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）	委托监测
日常监测	检测六区域		1次/季度		工业 CT 设备外表面 30cm 处、控制台处、设备周围环境等		自行监测
验收监测	检测六区域		竣工验收时监测 1 次		工业 CT 设备外表面 30cm 处、控制台处、设备周围环境等		委托监测

建设单位应严格执行辐射监测计划，做好辐射工作场所的监测，确保监测记录清晰、准确、完整，并纳入档案进行保存，同时要保留好监测记录台账资料。年度监测数据将作为本单位射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，定期上报生态环境主管部门。

### 12.3.4 环保竣工验收

建设单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326—2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者

验收不合格的，不得投入生产或者使用。

## 12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》有关规定，建设单位应制定辐射事故应急预案。辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- (一) 应急机构和职责分工；
- (二) 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；
- (三) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (四) 辐射事故调查、报告和处理程序。

建设单位已制定《辐射事故报告制度及应急处理方案》，并在应急处理预案中明确了可能发生的辐射事故及处理措施；《辐射事故报告制度及应急处理方案》仍需明确应急机构组成人员、联系方式及职责，并补充辐射事故的分级。同时建设单位应定期、有针对性的对可能发生的辐射事故进行演习和辐射安全的法律、法规知识的培训，演习内容包括辐射事故应急处理预案的可操作性、针对性、完整性，相关演习和培训记录存档。在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合实际及时对预案做补充修改，使之更能符合实际需要。

建设单位计划在本项目投入运行后，根据制定的《辐射事故报告制度及应急处理方案》，及时开展辐射事故应急演练，对演练结果进行总结，并及时对《辐射事故报告制度及应急处理方案》进行完善和修订。

发生辐射事故时，建设单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境主管和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

## 12.5 从事辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条规定，使用射线装置的单位应具备相应的条件，对其从事辐射活动能力的评价详见表 12-2。

表 12-2 从事辐射活动能力评价

应具备条件	落实情况
(一) 使用Ⅱ类放射源，使用Ⅱ类射线装置的，应当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。	建设单位已设立辐射安全与防护管理领导小组；

（二）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。	建设单位现有辐射工作人员均已参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台考核，并考核合格。建设单位应组织辐射工作人员按时接受再培训。
（三）使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	建设单位现有V类放射源 23 枚（另有 2 枚尚未入厂），已设立有放射源库；
（四）放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	建设单位拟按要求张贴电离辐射警告标志；本项目新增设备设置有门-机安全联锁系统、急停装置、视频监控装置等防护措施；
（五）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，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	建设单位已配备 1 台 X-γ 辐射剂量率巡测仪，已为辐射工作人员配备个人剂量计；拟新增 2 台个人剂量报警仪；
（六）有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	建设单位现已制定有《辐射安全管理制度》《辐射防护和安全保卫制度》《岗位职责》《设备检修维护制度》《人员培训计划》《监测方案》等制度，拟根据本项目新增工业 CT 设备特点，制定相应的操作规程，并对现有的辐射防护管理相关制度和措施进行完善；
（七）有完善的辐射事故应急措施。	建设单位现已制定有《辐射事故报告制度及应急处理方案》，拟根据本项目新增工业 CT 设备特点完善《辐射事故报告制度及应急处理方案》，并定期进行应急演练。
（八）产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目不产生放射性废气、废液和固体废物。

综上所述，浙江锂威能源科技有限公司在严格执行相关法律法规、标准规范等文件的要求，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 项目概况

浙江锂威能源科技有限公司拟新购 1 台东博 DBA-CT9200 型工业 CT（最大管电压 150kV，最大管电流 0.5mA）和 1 台先导 UNMS-U150B 型工业 CT（最大管电压 150kV，最大管电流 0.4mA），在兰溪市兰江街道雁洲路 111 号（兰江片工业区）2#厂房 4 层检测六区域安装使用，用于对生产的 3C 成品电芯进行内部缺陷无损检测。2 台工业 CT 均自带防护铅房，防护铅房六面及防护门均采用铅板+钢板进行屏蔽防护，均属 II 类射线装置。

#### 13.1.2 辐射安全防护措施结论

##### （1）辐射安全防护措施结论

本项目拟新增的 2 台工业 CT 设备均自带防护铅房，设有门-机安全联锁系统、工作状态指示灯、急停装置、警告标识等安全设施；建设单位已配备 1 台 X- $\gamma$  辐射剂量率巡测仪，已为所有辐射工作人员配备个人剂量计，拟新增 2 台个人剂量报警仪；辐射安全与防护措施满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）防护最优化的要求。

##### （2）辐射安全管理结论

建设单位已成立专门的辐射安全与防护管理领导小组，并明确管理人员职责；建设单位拟根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度；建设单位已组织现有 6 名辐射工作人员参加生态环境部培训平台组织的核技术利用辐射安全与防护培训学习和考核，并取得考核成绩合格报告单；已组织现有 6 名辐射工作人员进行上岗前的职业健康检查，体检结果表明现有辐射工作人员可以从事放射工作。

#### 13.1.3 环境影响分析结论

##### （1）辐射影响分析结论

经理论预测分析，本项目运营期主要为电离辐射的环境影响，项目建设均已采取了针对电离辐射有效的防护措施。本项目两台工业 CT 的固有安全特性和各项安全措施均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求。

经预测，本项目两台工业 CT 设备正常运行时，两台工业 CT 设备外表面 30cm 处的辐射剂量率均能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关要求。项目

运行期辐射工作人员及公众的年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“剂量限值”和本项目提出的工作人员年剂量约束值不大于 5mSv、公众年剂量约束值不大于 0.25mSv 的要求。

## （2）“三废”影响分析结论

本项目两台工业 CT 均采用实时成像检测方式，不使用胶片，不会产生废显（定）影液及胶片。

本项目两台工业 CT 若在检修/维护过程中更换零部件，产生废旧零部件作为一般固体废物进行处理，不会对周围环境产生影响。

本项目两台工业 CT 运行过程产生少量臭氧及氮氧化物。本项目东博 DBA-CT9200 型工业 CT 防护铅房内设有动力排风装置，每小时通风换气次数约 37 次；本项目先导 UNMS-U150B 型工业 CT 防护铅房内设有动力排风装置，每小时通风换气次数约 12 次，均满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次的要求。臭氧及氮氧化物通过设备自带动力排风装置排放至 2#厂房内，再通过厂房通风系统将臭氧和氮氧化物排出室外，降低室内臭氧和氮氧化物的浓度，臭氧在一段时间内自动分解为氧气，其产生的臭氧及氮氧化物对环境影响是可接受的。

### 13.1.4 可行性分析结论

#### （1）产业政策分析结论

本项目为新增使用 2 台工业 CT，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 1 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”。因此，项目符合国家产业政策。

#### （2）实践正当性分析结论

本项目拟新增使用 2 台工业 CT，用于对生产的 3C 成品电芯进行无损检测工作，以提高产品的质量和性能。项目实践过程中采取了符合标准要求的辐射安全防护措施，对周围环境、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全标准的要求，因此，项目开展所带来的利益大于所付出的代价，符合辐射防护“实践的正当性”原则。

#### （3）选址合理性分析

本项目位于兰溪市兰江街道雁洲路 111 号（兰江片工业区）2#厂房 4 层检测六区域安装使用，根据《兰溪市生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于“金华市兰溪市经济开发区产业集聚重点管控单元”（ZH33078120015）。

本项目 2 台工业 CT 均位于 2#厂房 4 层检测六区域，本项目评价范围内主要为厂

区内部建筑物、道路和停车场，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民住宅、学校、行政办公区等环境敏感目标。选址合理可行。

### 13.1.5 可行性分析结论

综上所述，浙江锂威能源科技有限公司 2 台工业 CT 建设项目符合国家产业政策要求，具有实践正当性，选址合理，在落实本报告提出的各项污染防治和辐射安全防护措施后，该企业将具备其所从事的辐射活动的的能力，运营期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

## 13.2 建议与承诺

### 13.2.1 建议

- (1) 加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员辐射防护意识，杜绝辐射事故发生。
- (2) 建设单位应定期开展辐射事故应急演练，对演练结果进行总结。
- (3) 应加强辐射安全教育培训，提高职业工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。

### 13.2.2 承诺

- (1) 在本项目取得批复后，及时向生态环境主管部门重新申领辐射安全许可证。
- (2) 项目严格按照本次报批的设备类型、数量、设计方案建设，项目竣工后正式运行前，根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，在规定的验收期限内（一般为项目建成后 3 个月内），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。
- (3) 承诺在工业 CT 设备正式启用前，将张贴悬挂相应规章制度于工作场所墙面上，并在工业 CT 设备外设立符合规范要求的电离辐射警告标志，在监督区边界划警戒线或设置警戒带。
- (4) 加强辐射工作人员剂量计佩戴和个人剂量监测工作的管理和监督。
- (5) 按要求每年 1 月 31 日前向发证机关提交本单位辐射安全和防护年度评估报告。
- (6) 承诺严格执行辐射监测计划，发现隐患及时整改；对门-机安全联锁系统、工作状态指示灯等防护设施进行经常性检查，发现防护设施故障或失灵应立即维护、修复。

