

核技术利用建设项目

威睿电动汽车技术（宁波）有限公司
工业 CT 检测系统项目环境影响报告表

（报批稿）

威睿电动汽车技术（宁波）有限公司

2024 年 8 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

威睿电动汽车技术（宁波）有限公司 工业 CT 检测系统项目环境影响报告表

（报批稿）

建设单位名称： 威睿电动汽车技术（宁波）有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址： 浙江省宁波杭州湾新区银湾东路 198 号

邮政编码： 315336 联系人：

电子邮箱： / 联系电话：



持证人签名:
Signature of the Bearer

管理号:
File No.: 09353343506330279

姓名: 徐冰锋
Full Name
性别: 男
Sex
出生年月: 1979年06月
Date of Birth
专业类别:
Professional Type
批准日期: 2009年05月24日
Approval Date

签发单位盖章:
Issued by
签发日期: 2009年08月28日
Issued on



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

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

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



approved & authorized by
Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: 0009911
No.:



目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	7
表 3 非密封放射性物质	7
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	17
表 9 项目工程分析与源项	21
表 10 辐射安全与防护	27
表 11 环境影响分析	34
表 12 辐射安全管理	42
表 13 结论与建议	47
表 14 审批	50

附图

附图 1 项目地理位置图

附图 2 铅房拟建址及 50m 评价范围概况图

附图 3 厂区布置图

附件

附件 1 营业执照

附件 2 委托书

附件 3 编制主持人现场踏勘照片

附件 4 环评批复、验收意见、环境登记表备案、辐射安全许可证

附件 5 放射工作场所防护检测报告

附件 6 上岗证、体检报告、2023 年度个人剂量检测报告

附件 7 检测报告

附件 8 专家意见及修改索引

表 1 项目基本情况

建设项目名称		威睿电动汽车技术（宁波）有限公司工业 CT 检测系统项目				
建设单位		威睿电动汽车技术（宁波）有限公司				
法人代表		谢世滨	联系人		联系电话	
注册地址		浙江省宁波杭州湾新区银湾东路 198 号				
项目建设地点		浙江省宁波杭州湾新区银湾东路 198 号威睿电动汽车技术（宁波）有限公司试验中心无损检测室内				
立项审批部门		/		项目代码	/	
建设项目总投资（万元）		100	项目环保投资（万元）	20	投资比例（环保投资/总投资） 20%	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ）	--
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类			
<input checked="" type="checkbox"/> 使用		<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类				
其它	/					
<p>1.1 项目概述</p> <p>1.1.1 建设单位情况</p> <p>威睿电动汽车技术（宁波）有限公司成立于 2017 年 6 月（以下简称“建设单位”，营业执照见附件 1），浙江省宁波杭州湾新区银湾东路 198 号。其中制造能力分为宁波电池工厂、电驱工厂、BMS 产品线，占地总面积 133824 平方米。一直秉承着以客户需求为导向进行价值塑造，以质量为内核，以安全为基础，形成成本优势，形成快速交付能力。</p> <p>1.1.2 项目建设目的和任务由来</p> <p>建设单位为了满足生产发展和产品质量的需要，在浙江省宁波杭州湾新区银湾东路 198 号威睿电动汽车技术（宁波）有限公司试验中心无损检测室内拟购一台</p>						

Metrotom1500 型工业 CT，用于开展电芯无损扫描。

由于工业 CT 在使用过程中产生的 X 射线将对环境产生电离辐射影响。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版）：辐射工作单位在申请领取辐射安全许可证前，应当组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报生态环境主管部门审批。对照《关于发布〈射线装置分类〉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），本项目拟新增的 1 台工业 CT 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》（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”，故应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，威睿电动汽车技术（宁波）有限公司委托杭州旭辐检测技术有限公司对本项目进行辐射环境影响评价（委托书见附件 2）。评价单位在对探伤场所进行辐射环境影响分析的基础上（编制主持人现场踏勘照片见附件 3），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），编制该项目的辐射环境影响报告表。

1.1.3 项目建设规模

经与建设单位核实，建设单位在浙江省宁波杭州湾新区银湾东路 198 号威睿电动汽车技术（宁波）有限公司试验中心无损检测室内使用一套一体式工业 CT（最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA），自带有铅钢结构屏蔽铅房。

1.1.4 地理位置

项目建设地址位于浙江省宁波市杭州湾新区银湾东路 198 号新能源三电检测中心实验楼内。目前，厂区北侧为朝浦路，东侧为兴慈五路，南侧为银湾东路，西侧为空地。拟建铅房位于三电检测中心实验楼一楼无损检测室内，为二层建筑，无地下室。无损检测室北侧为 EMC 实验室，南侧为公司内道路，西侧为三坐标实验室，东面为 SEM 扫描电镜，上层为 BMS 实验室。

无损检测室内现有 1 台 Phoenixv/tome/xs 型工业 CT 检测系统，位于本项目西北侧，相距约 3m；公司现有的 β 射线面密度检测仪（含 ^{85}Kr 放射源），位于本项目东南侧，相距约 300-400m；现有 1 台 Phoenixv/tome/xs 型工业 CT 检测系统射线朝向为西侧，与本项目一致，且主射方向均避开操作位。

项目地理位置图见附图 1。铅房拟建址及 50m 评价范围概况图见附图 2，厂区

布置图见附图 3。

1.1.5 选址合法性、合理性分析

(1) 土地利用总体规划符合性

本项目位于浙江省宁波杭州湾新区银湾东路 198 号，用地性质为工业用地，符合土地利用要求。

(2) 产业政策符合性分析

本项目为核技术利用项目，经对照查询国家发展和改革委员会发布的《产业结构调整指导目录(2024 年本)》，本项目的建设属于国家鼓励类产业，不属于国家限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策。

1.2.2 “三线一单”符合性分析

根据《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见(试行)》，要求加强对“三线一单”生态环境分区管控制度实施和落地应用的指导，筑牢生态优先、绿色发展的底线，强化综合治理、系统治理、精准治理，推动构建新发展格局。

(1) 生态保护红线

本项目位于浙江省宁波市杭州湾新区银湾东路 198 号新能源三电检测中心实验楼，不在当地饮用水源、风景区、自然保护区等生态保护区内，对照《慈溪市“三线一单”生态环境分区管控方案》和生态保护红线图(见图 1-1)，本项目不在生态红线范围内。因此，本项目的建设符合生态保护红线的要求。

(2) 环境质量底线

根据环境质量现状监测结果，本项目拟建场所周围环境 γ 辐射剂量属于正常本底范围。在落实本环评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

本项目主要能源为电能，项目电能主要依托市政电力管网，且利用效率高。总体而言，本项目符合资源利用上线的要求。

(4) 生态环境准入清单

本项目为核技术利用建设项目，主要用于工件的无损检测，不属于管控措施中禁止新建、扩建项目，符合“宁波市余姚市城区产业集聚重点管控单元”(环境管

控单元编码：ZH33028220003) 的准入清单，详见表 1-1。

综上，本项目建设能够符合“三线一单”的管控要求。

1.3 原有核技术利用项目许可情况

建设单位现有 1 台 Phoenixv/tome/xs 型工业 CT 检测系统于 2020 年 2 月 26 日取得《宁波市生态环境局关于威睿电动汽车技术(宁波)有限公司新建 1 台工业 CT 检测系统项目环境影响报告表的审查意见》甬环建表(2020)4 号，该项目 2020 年 4 月进行了竣工验收工作。现有 V 类放射源 (Kr-85) 于 2022 年 8 月 24 日已完成环境登记表备案，备案号：202233026100000042。以上射线装置、放射源均申领辐射安全许可证（环评批复、验收意见、环境登记表备案、辐射安全许可证见附件 4）。

在历年运行中，建设单位成立了环境保护工作领导小组，并制定了以下规章制度：《辐射安全防护和管理制度》《辐射防护和安全保卫制度》《射线装置管理机构各人员的管理责任》《岗位职责》《监测方案》《人员培训计划、体检及保健制度》《设备检测维护制度》，同时做好了《辐射事故报告制度及应急处理方案》。现有设备每年请有资质的单位进行一次 X- γ 射剂量检测（放射工作场所防护检测报告见附件 5），监测数据每年年底向当地生态环境局上报备案。

建设单位现有 4 名辐射工作人员，均取得了辐射安全上岗证，并建立了职业健康档案和个人剂量档案（上岗证、体检报告、2023 年度个人剂量检测报告见附件 6）。在历年运行过程中，未出现辐射工作人员剂量超标事故、职业健康事故和一些其他辐射事件。公司现有辐射管理制度较为全面，符合相关要求。公司严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。

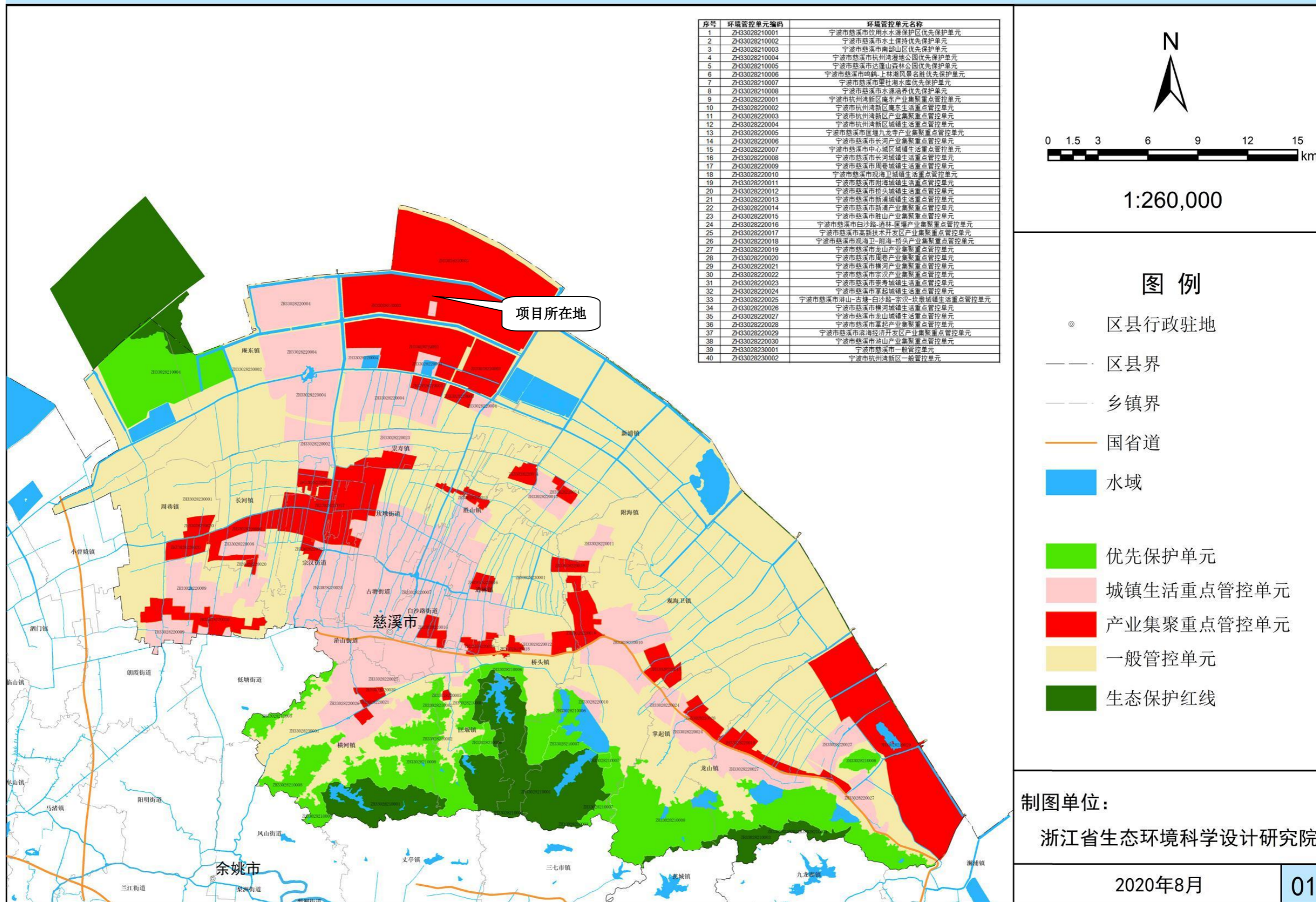


图 1-1 本项目三线一单环境管控单元分类图

表 1-1 慈溪市环境管控单元生态环境准入清单

环境管控单元编码	环境管控单元名称	行政区划		管控单元分类	面积 (km ²)	单元生态环境特征	空间布局约束	污染物排放管控	环境风险防控	资源开发效率要求
ZH33028220003	宁波市杭州湾新区产业集聚重点管控区	宁波市	杭州湾新区	产业集聚重点管控单元	82.67	<p>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。合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带。</p> <p>另外，禁止新建、扩建纯对外加工的喷漆/浸漆等产生 VOCs、臭气异味的涂装行业（包括水性漆）；禁止新建、扩建纯对外加工的发黑、钝化、热镀锌、印染、电镀、酸洗、磷化/硅烷化/陶化等表面处理项目；禁止新建、扩建纯对外加工的热处理加工项目；配套的不作限制。禁止新建、扩建废塑料造粒、印花、冶炼、铸造、石棉、造纸、制革、小熔炼、小化工、小织造等散乱污项目。</p> <p>为宁波杭州湾经济技术开发区、国家级出口加工区、产业集聚区所在地，主导行业为智能电器、高性能新材料等。位于滨海大道以北片区，西至陆中湾江，东至四灶浦江。该管控区内设有 1 个环境空气质量自动监测点，区域内四灶浦江、八塘江现状为 IV 类水质；基础设施：该区块污水管网设施较完善，污水纳入杭州湾水处理厂处理。</p>	<p>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。推进工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。全面推进重点行业 VOCs 治理和工业废气清洁排放改造，强化工业企业无组织排放管控。加强土壤和地下水污染防治与修复。污水管网未到位区域，禁止新建、扩建排放生产废水的项目。</p>	<p>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，</p>	<p>推进工业集聚区生态化改造，强化企业清洁生产改造，推进节水型企业创建等。落实煤炭消费减量替代要求，提高能源使用效率。</p>	

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) 活度 (Bq) × 枚数	类别	活度 种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
本项目不涉及								

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
本项目不涉及										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
本项目不涉及										

(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	1	Metrotom 1500	225	3	工业探伤	铅房内	本次环评

(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	
本项目不涉及													

表 5 废弃物 (重点是放射性废弃物)

名称	状态	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	少量	少量	/	/	室外

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, 年排放总量为 kg。

2. 含有放射性的废物要注明, 其排放浓度、年排放总量分别用比活度 (Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³) 和活度 (Bq)。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年；</p> <p>(5) 《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 1 月 1 日起实施；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，于 2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正本），生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（第二次修正）》，国务院令第 449 号，于 2019 年 3 月 2 日修正；</p> <p>(9) 《关于发布<射线装置分类>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，2017 年 12 月 5 日；</p> <p>(10) 《国家危险废物名录（2021 年版）》，生态环境部令第 15 号，2021 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(11) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》，（2021 年 2 月 10 日修正），浙江省人民政府令第 364 号；</p> <p>(12) 《浙江省辐射环境管理办法》（2021 年 2 月 10 日修正），省政府令第 289 号。</p> <p>(13) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)，2023 年 7 月 1 日起实施。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及 2017 年第 1 号修改单；</p>

	<p>(4) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）。</p>
其它	<p>(1) 营业执照；</p> <p>(2) 建设单位提供的与本项目有关的各种资料和项目设计图纸。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目污染为能量流污染,根据能量流的传播与距离相关的特性,结合《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)的相关规定,确定以铅房周围 50m 作为评价范围。

本项目 1 台工业 CT 位于三电检测中心实验楼一楼无损检测室内,50m 评价范围均为厂区内。其北侧 50m 范围内依次为 Phoenixv/tome/xs 型工业 CT 检测系统、EMC 实验室,西侧 50m 范围内为三坐标实验室,西北侧 50m 范围内为储能,东侧 50m 范围内依次是公司内道路、综合楼,上层为 BMS 实验室。铅房拟建址及 50m 评价范围概况图见附图 2。

7.2 保护目标

本项目的主要环境影响因素为电离辐射。根据本项目评价范围、辐射工作场所布局、总平面布置及外环境特征,本项目环境保护目标为评价范围 50m 内建设单位从事工业 CT 检测装置操作的辐射工作人员、其他工作人员和公众人员,具体见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标分布一览表

序号	保护目标	位置描述	数量 (人)	距离 (m)	年剂量约束值
1	本项目:辐射工作人员	北侧:操作位	1	紧邻	5mSv
2	现有 Phoenixv/tome/xs 型工业 CT 检测系统辐射工作人员	北侧:操作位	2	2	
3	公众成员	上层: BMS 实验室	30	7-15	0.25mSv
4		北侧: EMC 实验室	6	7.4	
5		南侧: 公司内道路	流动人口	1	
6		南侧: 综合楼	620	5	
7		西侧: 三坐标实验室	4	4.4	
8		东侧: SEM 扫描电镜	4	5	
9		东侧: 大厅	流动人口	13	
10		西北侧: 储能	2	16.3	

11		厂区内其他非辐射工作区域	不定	10-50	
----	--	--------------	----	-------	--

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

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。

4.3.3 防护与安全的最优化

4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

B1 剂量限值（标准的附录 B）

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，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 5mSv 作为辐射剂量约束值。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

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 0.25mSv 作为辐射剂量约束值。

(2) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）

本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 600 kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 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。

5.1.2 工作前检查项目应包括：

- a) 探伤机外观是否完好；
- b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- c) 液体制冷设备是否有渗漏；
- d) 安全连锁是否正常工作；
- e) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- f) 螺栓等连接件是否连接良好；
- g) 机房内安装的固定辐射检测仪是否正常。

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

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

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合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顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同6.1.3；

b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面30cm处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.5 探伤室应设置门-机连锁装置，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-机连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- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

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

6.2.4 交接班或当班使用便携式X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工

作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

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

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

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

6.3 探伤设施的退役

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。

(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，适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需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° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

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

3.3 其他要求

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

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

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

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

本项目探伤室有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，故本项目各个关注点均按《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 进行评价。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

项目建设地址位于浙江省宁波市杭州湾新区银湾东路 198 号新能源三电检测中心实验楼内。目前，厂区北侧为朝浦路，东侧为兴慈五路，南侧为银湾东路，西侧为空地。拟建铅房位于三电检测中心实验楼一楼无损检测室内，为二层建筑，无地下室。无损检测室北侧为 EMC 实验室，南侧为公司内道路，西侧为三坐标实验室，东面为 SEM 扫描电镜，上层为 BMS 实验室。

无损检测室内现有 1 台 Phoenixv/tome/xs 型工业 CT 检测系统，位于本项目西北侧，相距约 3m；现有 β 射线面密度检测仪（含 ^{85}Kr 放射源），位于本项目东南侧，相距约 300-400m。

项目地理位置图见附图 1。铅房拟建址及 50m 评价范围概况图见附图 2，厂区布置图见附图 3。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位及结果

(1) 环境现状评价的对象

本项目辐射工作场所周围。

(2) 监测因子

X- γ 辐射剂量率

(3) 监测点位

监测点位布点详见图 8-1

(4) 监测方案

- 1、监测单位：杭州旭辐检测技术有限公司
- 2、监测日期：2024 年 04 月 06 日
- 3、监测方式：现场检测
- 4、监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021
- 5、监测频次：依据 HJ1157-2021 标准予以确定
- 6、监测工况：现状检测报告
- 7、天气环境条件：温度：10℃；相对湿度：60%；天气状况：阴
- 8、监测设备：见表 8-1

表 8-1 γ 辐射剂量当量率仪参数与规范

仪器名称	环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪
仪器型号	JC-5000
能量回应	48keV~3MeV $\leq\pm 30\%$ （相对于 ^{137}Cs ）
量程	1nGy/h~200 μ Gy/h, 1nSv/h~200 μ Sv/h
检定（校准）证书	上海市计量测试技术研究院 （检定证书编号：2023H21-20-4835729001） 有效期：2023年9月21日-2024年9月20日
检测规范	环境 γ 辐射剂量率测量技术规范 HJ 1157-2021

（5）质量保证措施

- a 合理布局监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- b 监测方法采取国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- c 检测仪器每年定期经计量部门检定，检定（校准）合格后方可使用。
- d 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- e 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- f 检测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由授权签字人签发。

（6）监测结果

检测时，无损检测室内另一台 v/tome/xs240/180 型工业 CT 检测系统处于正常开机的情况（该设备最大管电压 240kV、最大管电流 3mA，开机工况为 240kV、最大管电流 3mA）。本项目辐射工作场所周围的 X- γ 辐射剂量率检测结果见表 8-2，铅房拟建址周围环境 X- γ 辐射剂量率检测点位示意图见图 8-1，检测报告见附件 7。

表 8-2 本项目铅房拟建址周围 X- γ 辐射剂量率检测结果

序号	检测点位	辐射剂量率（nGy/h）	
		平均值	标准差
▲1	铅房拟建址东侧	109	6
▲2	铅房拟建址南侧	108	6
▲3	铅房拟建址西侧	104	6
▲4	铅房拟建址北侧	109	6

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，以上监测结果未扣除宇宙射线的响应；
- 3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值 \times 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-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 1.03，仪器使用 ^{137}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，仪器对宇宙射线的响应值为 15nGy/h；
- 4、室内监测点为楼房， k_3 取 0.8。

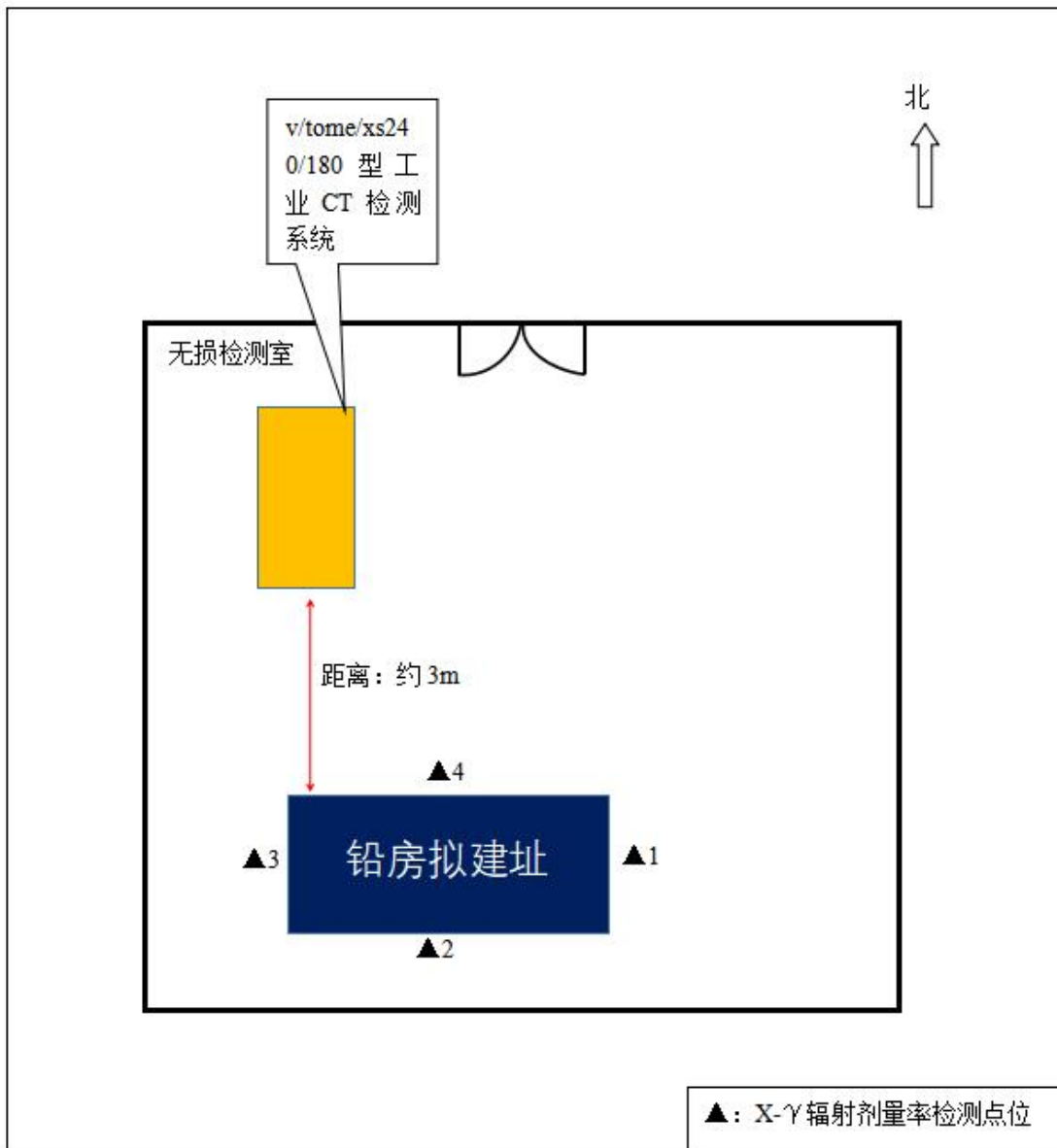


图 8-1 铅房拟建址周围环境 X- γ 辐射剂量率检测点位示意图

8.3 环境现状调查结果的评价

由表 8-2 的检测结果可知，本项目新建铅房周围各现状检测点位的 X- γ 辐射剂量率为 104~109nGy/h 之间，扣除宇宙射线的响应后 X- γ 辐射剂量率在 92~97nGy/h 之间。根据《浙江省环境天然放射性水平调查报告》可知，宁波市

建筑物室内 γ 辐射剂量率在 80-194nGy/h 之间，该项目拟建地址 γ 辐射本底水平未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 设备组成和工作方式

本项目拟使用的 Metrotom1500 型工业 CT 由自带钢铅结构的屏蔽体、X 射线发生器、探测器、载物台、数据处理系统、电气控制柜和操作台等组成。设备外观结构图和内部结构图分别见图 9-1 和图 9-2，各部件名称一览表见表 9-1。

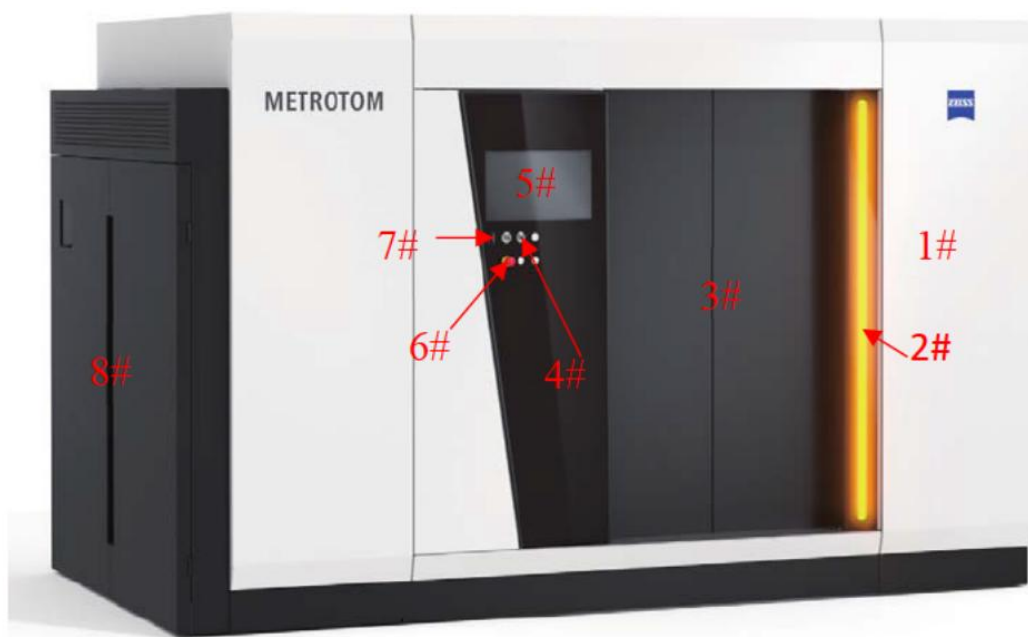


图 9-1 设备外观结构图

表 9-1 设备外各部件名称一览表

序号	名称	序号	名称
1#	防辐射铅房	5#	显示屏
2#	警示灯	6#	急停按钮
3#	装载门	7#	主电源开关
4#	钥匙开关	8#	检修门

备注：序号为图 9-1 标注点位。

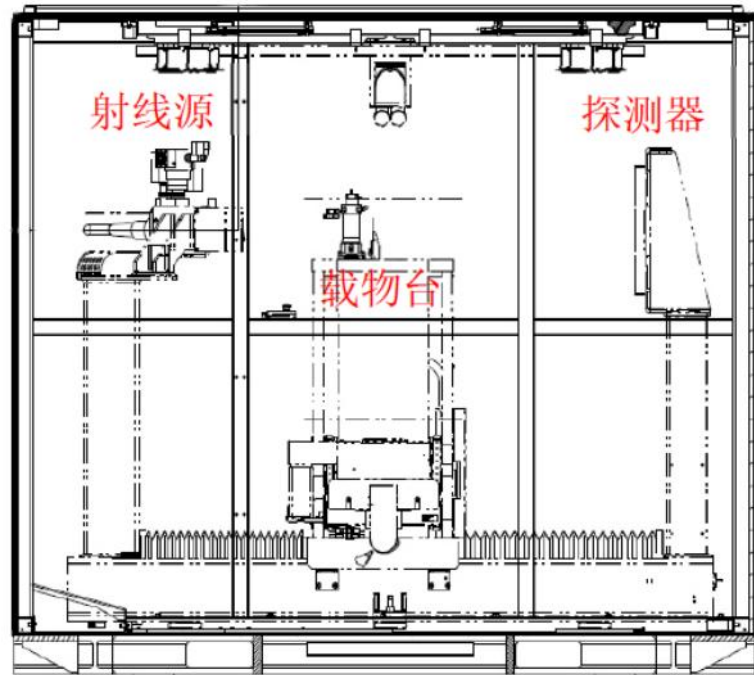


图 9-2 内部结构图

本项目工业 CT 自带屏蔽体，有用线束固定朝右照射，X 射线管不能移动。待检工件可以通过装载门放入屏蔽体内进行检测，装载门采用电动门，具有门机联锁功能，关闭装载门后射线源才能开启出束，打开装载门时将立即切断射线源，停止出束。操作人员放置好工件、关闭好装载门、设置好检测参数后，设备可自动完成分析测试工作，自动保存分析数据。X 射线管右侧有一个检测平台，待检工件放至检测平台上后，X 射线透过待检工件后由探测器接收，然后再由重构软件进行图像重建，以得到可视化的内部结构等信息。在扫描过程中工件在转台进行 360 度旋转，以获取零件每个位置的 2D 图像，在获取 360 度零件不同位置的 2D 图片后，进行 3D 重构，得到工件的 3D 内部结构图。

9.2 工作原理

9.2.1 工业 CT 原理

工业 CT 通过 X 射线管产生射线，X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，X 射线管示意图如图 9-3 所示。X 射线管阴极是钨制灯丝，它装在聚集杯中，当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击，灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程

中，电子突然减速，其损失的动能会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。

从 X 射线装置阴极上产生射向金属靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线装置两极上的高压即为管电压。X 射线装置产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序数、电子流强度和管电压的平方。所以 X 射线机的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子射束大致垂直的方向上通过 X 射线机保护罩上的薄窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

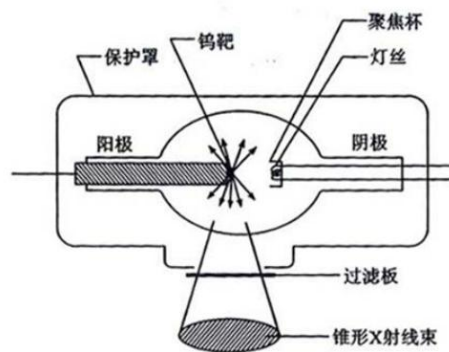


图 9-3 X 射线管示意图

9.2.2 工业 CT 原理

电子计算机断层摄影 (Computed tomography, 简称 CT) 是近十年来发展迅速的电子计算机和 X 射线相结合的一项新颖的诊断新技术。其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法，现代断层成像过程中仅仅采集通过特定剖面（被检测对象的薄层，或称为切片）的投影数据，用来重建该剖面的图像，因此也就从根本上消除了传统断层成像的“焦平面”以外其他结构对感兴趣剖面的干扰，“焦平面”内结构的对比度得到了明显的增强；同时断层图像中图像强度（灰度）数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系，发现被检对象内部密度的微小变化。

工业 CT 机一般由射线源、机械扫描系统、探测器系统、计算机系统和屏蔽设施等部分组成，其工作示意图如图 9-4 所示。射线源提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透试件，根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数

表征的 CT 图像重建。与射线源紧密相关的准直器用以将射线源发出的锥形射线束处理成扇形射束。机械扫描系统实现 CT 扫描时试件的旋转或平移，以及机械转盘、试件、探测器空间位置的调整。探测器系统用来接收穿过试件的射线信号，经放大和模数转换后送进计算机进行图像重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图像重建、显示及处理等。屏蔽设施用于射线安全防护，一般小型设备自带屏蔽设施。

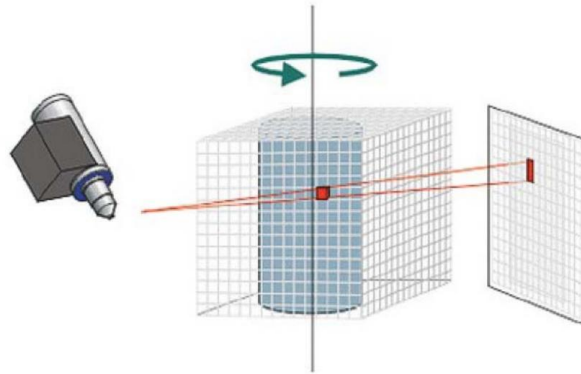


图 9-4 工业 CT 工作示意图

9.3 工艺流程和产污环节

本项目在工业 CT 的使用过程中，会出束产生 X 射线，由 X 射线照射会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

本项目的工艺流程和产污环节如图 9-5 所示。

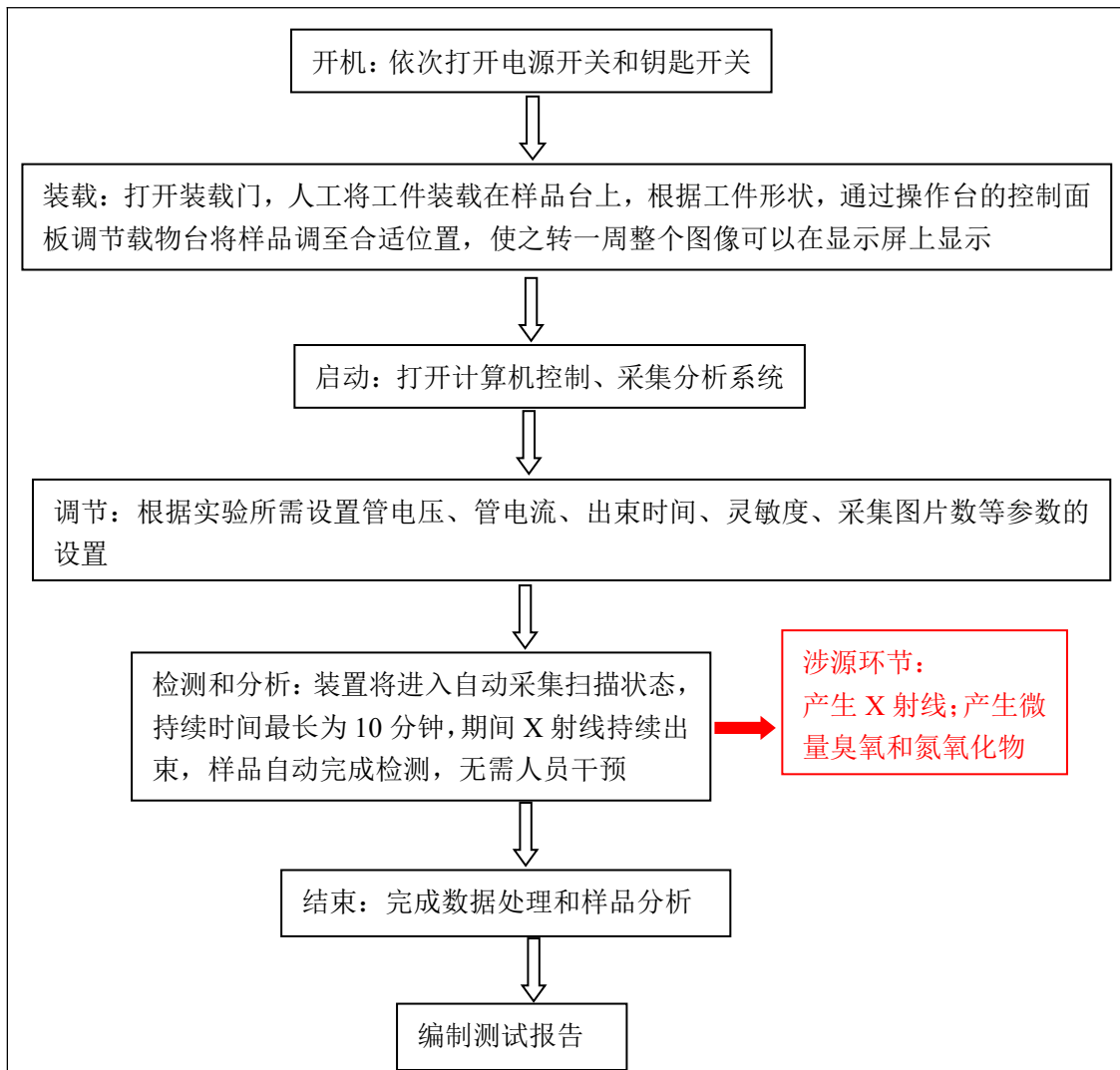


图 9-5 使用工艺流程和产污环节图

结合本项目的工作方式和工艺流程，可分析得出本项目的产污环节、污染源、受本项目污染源影响的主要人群，见表 9-2。

表 9-2 产污环节分析一览表

产污环节	使用过程“检测和分析”
污染源	X 射线、臭氧、氮氧化物
受本项目污染源影响的主要人群	辐射工作人员

9.4 运行工况和人员配置计划

本项目工业 CT 探伤工件主要为电芯（最大尺寸为长 500mm、宽 70mm、高 70mm），材质为铝。本项目工业 CT 新增 2 个辐射工作人员，每天探伤开机出束时间约为 2 小时，年工作天数 250 天，年最大出束时间为 500h。

9.5 污染源项描述

9.5.1 X 射线

本项目工业 CT 为 II 类射线装置，由工业 CT 的工作原理可知，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 射线为污染环境的主要因子。

9.5.2 废气

工业 CT 产生的 X 射线能使空气电离，会产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，因此本项目工业 CT 正常运行时会产生一定量的臭氧和氮氧化物。

9.5.3 固体废物

本项目工业 CT 采用计算机成像，不涉及洗片，无废（定）显影液及胶片的产生。

工业 CT 作业时不产生其他固体废物。

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射屏蔽设计

本项目使用的工业 CT 自带钢铅结构的屏蔽体，装载门位于设备的前侧，采用电动对开门，检修门位于设备的左侧，采用手动对开门，结构和屏蔽参数见表 10-1，工业 CT 主视图如图 10-1 所示。

表 10-1 工业 CT 屏蔽体结构和屏蔽参数一览表

项目	设计情况	屏蔽铅当量
尺寸	设备尺寸：长×宽×高=3.7m×1.81m×2.44m 装载门尺寸：长×高=1.07m×2m 检修门尺寸：长×高=1.75m×1.54m	
前部	5mm 铅板+3mm 钢板	10mmPb
装载门	3mm 钢板+5mm 铅板+3mm 钢板	10mmPb
左部	5mm 铅板+3mm 钢板	10mmPb
右部（主射面）	12mm 铅板+3mm 钢板	12mmPb
底部	3mm 钢板+5mm 铅板+3mm 钢板	10mmPb
顶部	5mm 铅板+3mm 钢板	10mmPb
后部	5mm 铅板+3mm 钢板	10mmPb

注：X 射线管周围采用铅钢防护（除主射面），厚度为 5mm 铅+2mm 钢板。

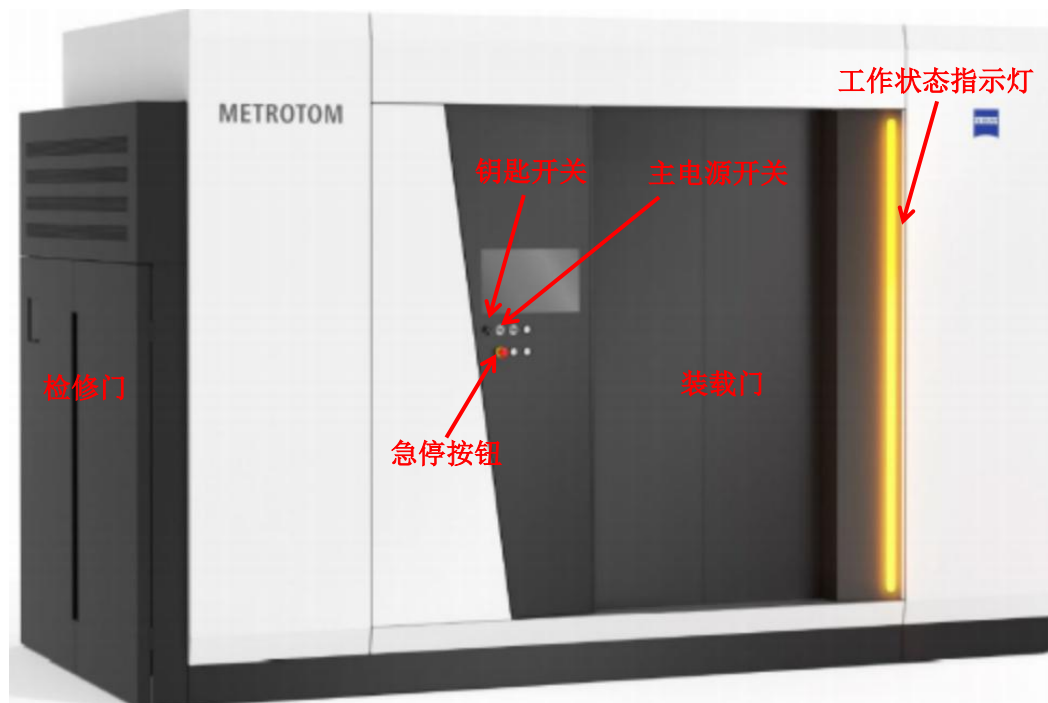


图 10-1 工业 CT 主视图

10.2 污染防治措施

10.2.1 安全联锁系统

本项目的工业 CT 设有安全联锁系统，安全联锁设计要求钥匙开关闭合、急停按钮复位、装载门和检修门正常关闭、指示灯正常的情况下工业 CT 才能启动，才能正常出束，一旦其中有一处设施未到位工业 CT 不能启动。X 射线出束期间，任何一道安全设施触发或者发生故障，X 射线立即切断出束，复位后 X 射线不会自动出束。

10.2.2 警示设施和工作状态指示灯

建设单位将在工业 CT 的正面张贴电离辐射警示标志，无损检测室门口将张贴“辐射工作场所，无关人员工作期间禁止进入”中文警示牌。本项目的工业 CT 装载门右侧设有工作状态指示灯，状态指示说明：黄灯亮（X 射线正在出束）、灯灭（处于关闭状态），指示灯位置见图 10-1。

10.2.3 多重开关

本项目的工业 CT 设有 1 个钥匙开关、1 个主电源开关，分别设在设备正面，见图 10-1，只有两个开关同时打开后设备才能启动，任何一道开关未打开 X 射线都将无法正常出束。检测工作结束后将拔出钥匙，交由专人保管，只有授权的工作人员才能使用钥匙，非授权人员无法操作工业 CT。

10.2.4 紧急停机

本项目的工业 CT 在正面显眼位置设有 1 个急停按钮，见图 10-1，发生紧急事故时可以迅速切断设备的多项部件的电源，立即停止出束。

10.2.5 辐射监测设施

建设单位拟为新增的 1 名辐射工作人员各配备 1 个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪，并在工作期间佩戴好，个人剂量报警仪具有报警功能和实时辐射剂量率监测显示功能，可满足辐射工作人员日常工作时的辐射监测和自我防护的要求。当个人剂量报警仪报警时，辐射工作人员应立即停止工作，同时阻止其他人进入辐射工作区域，并立即向辐射工作负责人报告。

拟为日常监测配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪，使用便携式 X- γ 剂量率仪定期（每个月 1 次）对工业 CT 周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。

10.2.6 监控设施

本项目工业 CT 内部设置了监控设施，监控摄像头将安装于设备内顶部，监视器设置于操作台上，可实时观察设备的运行情况。

10.3 辐射工作场所布局和分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，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。

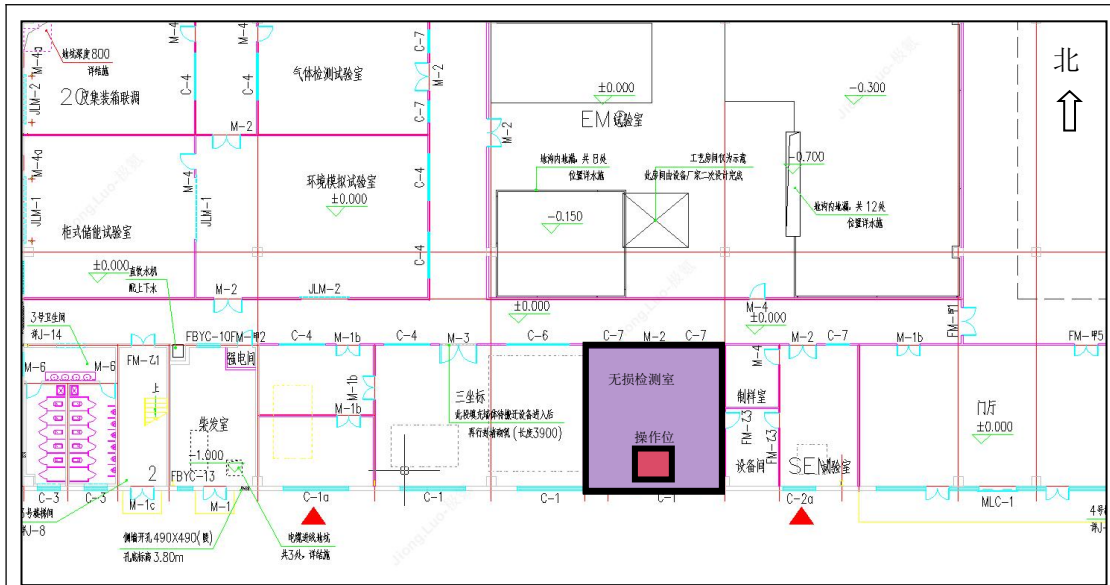
对于控制区：应采用实体边界划定控制区，在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合相关规定的警告标志；运用行政管理程序，如进入控制区的工作许可证制度和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区。

对于监督区：采用适当的手段划出监督区的边界；在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌。

参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 6.1.2 的规定：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。

布局：本项目设有独立的无损检测室作为辐射工作场所，工业 CT 放置在无损检测室南侧角落处，无损检测室内只放置本项目的工业 CT、操作台及配套设施，操作台设在工业 CT 正面一侧，避开了有用射线方向。

分区：辐射工作场所布局和分区示意图如图 10-2 所示，建设单位拟将铅房内部区域划为控制区，将屏蔽体外整个无损检测室范围划为监督区。控制区通过实体屏蔽、急停装置、门机联锁装置等进行控制，监督区通过警示说明和门禁等进行管理。综上所述，辐射工作场所的布局和分区方案有利于分区管理，可有效隔离非辐射工作人员进入监督区，布局和分区合理。



控制区
 监督区

图 10-2 铅房分区布置示意图

10.4 与标准的对照分析

按照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)对本项目的辐射工作场所布局和分区、辐射屏蔽、各项辐射安全与防护措施、安全操作要求进行分析,对照分析表见表 10-2 至 10-5。

表 10-2 辐射工作场所布局和分区要求对照分析表

(GBZ117-2022)的辐射工作场所布局和分区要求	辐射工作场所布局和分区实施计划
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。	本项目工业 CT 自带屏蔽体,放在独立的房间内使用,充分考虑了临近场所的辐射安全。本项目工业 CT 有用线束方向朝右,操作台设置在工业 CT 正面一侧,避开了有用线束方向。
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。	建设单位拟将铅房内部区域划为控制区,将屏蔽体外整个无损检测室的范围划为监督区,满足 GB18871 的要求。

表 10-3 工作场所辐射屏蔽要求对照分析表

(GBZ117-2022)的工作场所辐射屏蔽要求	工作场所辐射屏蔽实施计划
6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足: a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平,对放射工作场所,其值应不大于 100 μ Sv/周,对公众场所,其值应不大于 5 μ Sv/周; b) 屏蔽体外 30m 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。	根据表 11 的理论计算,工业 CT 铅房和装载门的辐射屏蔽均同时满足人员在关注点的周剂量控制要求和关注点周围剂量当量率控制要求。
6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足: a) 探伤室上	本项目屏蔽体顶部的辐射屏蔽要求同上;根据表

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 4.1.3；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为 100 μ Sv/h。	11 的理论计算，屏蔽体顶部的辐射屏蔽同时满足人员在关注点的周剂量控制要求和关注点周围剂量当量率控制要求。
---	---

表 10-4 各项辐射安全与防护措施对照分析表

(GBZ117-2022) 的辐射安全与防护安全要求	辐射安全与防护实施计划
6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置,应在门(包括人员进出门和探伤工件进出门)关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中,防护门被意外打开时,应能立刻停止出束或回源。	本项目的工业 CT 设有安全联锁系统,安全联锁设计要求钥匙开关闭合、急停按钮复位、装载门和检修门正常关闭、指示灯正常的情况下工业 CT 才能启动,才能正常出束,一旦其中有一道设施未到位工业 CT 不能启动。X 射线出束期间,任何一道安全设施触发或者发生故障,X 射线立即切断出束,复位后 X 射线不会自动出束。
6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置,并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间,以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别,并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“预备”和“照射”信号意义的说明。	本项目的工业 CT 顶部设有工作状态指示灯,黄灯亮(X 射线正在出束)、灯灭(处于关闭状态)。指示灯工作场所内其他报警信号有明显区别。将在无损检测室内醒目位置张贴“黄灯”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。	本项目工业 CT 内部设置了监控设施,监控摄像头将安装于设备内顶部,监视器安装于操作台上,可实时设备的运行情况。
6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标识和中文警示说明。	建设单位将在装置正面张贴电离辐射警示标志,无损检测室门口将张贴“辐射工作场所,无关人员工作期间禁止进入”中文警示牌。
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。	工业 CT 正面机身处的显眼位置设有 1 个急停按钮,发生紧急事故时可以立即终止出束;急停按钮将标明功能和使用方法。本项目设备有用线束朝右,急停按钮设置在屏蔽体外设备正面,人员不需要穿过主射线束就能够使用。
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。	无损检测室内设有机械排风装置,通过排风装置将无损检测室内气体排出至无人员密集居留的楼顶。每小时通风换气次数大于 3 次。
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	铅房屏蔽体外配备 1 台固定式场所辐射探测报警装置。

表 10-5 安全操作要求及实施计划对照表

(GBZ117-2022) 的安全操作要求	安全操作实施计划
6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门	建设单位拟使用工业 CT 时检查工业 CT 门-机联

-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施，发现异常立刻停止工作并查找原因，排查异常后才能继续工作。
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。	建设单位拟为新增的 1 名辐射工作人员配备 1 个人剂量计和 1 个人剂量报警仪，并在工作期间佩戴好。一旦个人剂量报警仪发出报警信号需立刻暂停辐射工作并阻止其他人员进入辐射工作区域，向辐射防护负责人报告并查找原因。
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。测量值应当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。	建设单位拟配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪用于日常辐射监测，对工业 CT 周围剂量当量率进行巡测（每月 1 次），做好巡测记录。当测量值高于参考控制水平时，需立刻停止工作并向辐射防护负责人报告并查找原因。建设单位计划每年一次委托有资质的第三方检测机构对装置外的环境辐射水平进行年度检测。
6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否正常工作。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。	工作人员作业前检查便携式 X- γ 剂量率仪是否正常工作，如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作时，则不能开始辐射工作。
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。	在每次照射前，辐射工作人员需确认工业 CT 各项安全联锁设施全部正常的情况下，工业 CT 才能启动、才能出束，把潜在的辐射降到最小。
6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内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。	本项目的工业 CT 自带屏蔽体，人员无法进入屏蔽体内。辐射工作人员需要在辐射工作前确认各项安全联锁系统正常的情况下工业 CT 才能启动，才能开始辐射工作。

小结：综上所述，建设单位拟采取的各项辐射安全与防护措施、辐射安全操作要求等满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

10.5 日常检查与维护

10.5.1 日常安全检查

工业 CT 使用时应检查工业 CT 装载门门-机联锁装置以及出束信号指示灯等辐射安全与防护措施，若发现任意一项安全措施异常应立刻停止辐射工作，排除异常后才能继续工作。每次工作开始前应进行检查的项目包括：

- (1) 工业 CT 外观是否完好；
- (2) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- (3) 液体制冷设备是否有渗漏；
- (4) 装载门是否正常关闭；

- (5) 安全联锁是否正常工作；
- (6) 钥匙开关闭合、急停按钮复位是否正常；
- (7) 报警设备和警示灯是否正常运行；
- (8) 螺栓等连接件是否连接良好；

10.5.2 设备维护

(1) 建设单位应对工业 CT 维护负责, 每年至少维护一次。设备维护应由具备资质的厂家专业人员负责。

(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查。

(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) 做好设备维护记录。

10.6 探伤设施的退役

当工业 CT 不再使用, 应实施退役程序。包括以下内容:

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、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。

3、清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

10.7 三废的治理

本项目在运行过程中无放射性三废产生。

工业 CT 在工作时产生的 X 射线会使探伤铅房内的空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物, 该检测系统为成套设备。无损检测室内设计时有设置通风装置, 通风量为 4300m³/h, 通过排风装置将无损检测室内气体排出至无人员密集居留的楼顶。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次, 臭氧常温下可自行分解为氧气, 对环境产生影响较小。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

由于工业 CT 只有在无损检测过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开、关而产生和消失的。在工业 CT 配备过程中，工业 CT 未通电运行，故不会对周围环境造成电离辐射影响，也无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目通过理论计算的评价方法来预测本项目建成投入使用后的辐射环境影响。

11.2.1 室内探伤项目

为评价新建铅房的辐射屏蔽设计方案，采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中关于铅房辐射屏蔽的估算方法。

本次环评预测分析铅房内工业 CT（最大管电压为 225kV，最大管电流为 3mA）开启工作的情况下对周围环境的影响。因工业 CT 的 X 射线朝向为右部，故铅房右部以有用线束照射的主射面进行估算，其余各侧均以散射、泄漏辐射的非主射面进行估算。

（1）计算公式及参数选取

有用线束的屏蔽估算公式

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

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

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）；

H₀：距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，见附录表 B.1。225kV 探伤机取 $22.6\times 6\times 10^4\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

B：屏蔽透射因子（根据给定的屏蔽物质厚度，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中附录图 B.1 曲线所查出）；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m。

(2) 铅房四周辐射剂量率水平预测

工业 CT（定向机）正常运行下有用线束辐射剂量率水平预测参数及结果见表 11-1。

表 11-1 工业 CT 主射线屏蔽墙外环境辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	H ₀ (μSv/h)	I (mA)	R (m)	X (mm)	B	H (μSv/h)
右部屏蔽体外 30cm 处	1.356×10 ⁶	3	1.86±0.3	12 (铅)	1×10 ⁻⁶	0.89

在工业 CT 正常工作下，工业 CT 主射方向的辐射剂量率贡献值最大为 0.89 μSv/h，各关注点的剂量当量率均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μSv/h。

(3) 泄漏辐射和散射辐射屏蔽估算

对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下面公式（11-2）计算，

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

式中：

X：屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL：半值层厚度。

①泄漏辐射屏蔽的估算方法如下：

泄漏辐射在关注点的剂量率 \dot{H} ，单位为 μSv/h 可按下面公式（11-3）计算：

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

式中：

B：屏蔽透射因子；

R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m；

\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 μSv/h，取值见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1。

根据公式（11-2）、（11-3）计算关注点泄漏辐射剂量率水平，相关计算参数及计算结果见表 11-2。

表 11-2 泄漏辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	\dot{H}_L ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	X (mm)	B	TVL (mm)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
左部屏蔽体外 30cm 处	5×10^3	0.81+0.3	10 (铅)	2.23×10^{-5}	2.15 (铅)	0.09
底部屏蔽体外 30cm 处	5×10^3	1.465+0.3	10 (铅)	2.23×10^{-5}	2.15 (铅)	0.04
顶部屏蔽体外 30cm 处	5×10^3	0.767+0.3	10 (铅)	2.23×10^{-5}	2.15 (铅)	0.10
后部屏蔽体外 30cm 处	5×10^3	0.935+0.3	10 (铅)	2.23×10^{-5}	2.15 (铅)	0.07
前部 (操作侧) 屏蔽体外 30cm 处	5×10^3	0.645+0.3	10 (铅)	2.23×10^{-5}	2.15 (铅)	0.12
装载门外 30cm 处						
上层: BMS 实验室	5×10^3	7	10 (铅)	2.23×10^{-5}	2.15 (铅)	2.3×10^{-3}

② 散射辐射屏蔽的估算方法如下:

对于给定屏蔽物质厚度 X, 按《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中表 2, 工业 CT 散射后管电压值为 200kV, 并查附录 B 表 B.1 的相应值, 确定 90° 散射辐射的 TVL, 然后按公式 (11-2) 计算相应的辐射屏蔽透射因子 B。关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按公式 (11-4) 计算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2} \dots\dots\dots (11-4)$$

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, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$, 以 $\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 , 见附录表 B.1;

B: 屏蔽透射因子;

F: R_0 处的辐射野面积, 单位为平方米 (m^2);

a : 散射因子;

R_0 : 辐射源点 (靶点) 至关注点的距离, 单位为米 (m);

R: 散射体至关注点的距离, 单位为米 (m)。

根据公式 (11-4) 计算铅房关注点散射辐射剂量率水平, 相关计算参数及计算结果见表 11-3, 泄漏辐射剂量率及散射辐射剂量率水平叠加后结果见表 11-4。

表 11-3 散射辐射剂量率水平预测参数及结果

关注点	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	R (m)	X (mm)	TVL (mm)	B	$\frac{F\cdot a}{R_0^2}$	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
左部屏蔽体外 30cm处	3	1.722×10^6	0.81+ 0.3	10 (铅)	1.4 (铅)	7.2×10^{-8}	1/50	6×10^{-3}
底部屏蔽体外 30cm处	3	1.722×10^6	1.465 +0.3	10 (铅)	1.4 (铅)	7.2×10^{-8}	1/50	2×10^{-3}
顶部屏蔽体外 30cm处	3	1.722×10^6	0.767 +0.3	10 (铅)	1.4 (铅)	7.2×10^{-8}	1/50	7×10^{-3}
后部屏蔽体外 30cm处	3	1.722×10^6	0.935 +0.3	10 (铅)	1.4 (铅)	7.2×10^{-8}	1/50	5×10^{-3}
前部(操作侧) 屏蔽体外30cm 处	3	1.722×10^6	0.645 +0.3	10 (铅)	1.4 (铅)	7.2×10^{-8}	1/50	8×10^{-3}
装载门外30cm 处								
上层: BMS 实 验室	3	1.722×10^6	7	10 (铅)	1.4 (铅)	7.2×10^{-8}	1/50	1.5×10^{-4}

表 11-4 泄露辐射、散射辐射剂量率水平叠加后预测结果

关注点	泄漏辐射剂量 率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量 率 ($\mu\text{Sv/h}$)	叠加后 (μ Sv/h)	剂量率参考控制 水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否满足 控制要求
左部屏蔽体外 30cm 处	0.09	6×10^{-3}	0.096	2.5	是
底部屏蔽体外 30cm 处	0.04	2×10^{-3}	0.042	2.5	是
顶部屏蔽体外 30cm 处	0.10	7×10^{-3}	0.107	2.5	是
后部屏蔽体外 30cm 处	0.07	5×10^{-3}	0.075	2.5	是
前部(操作侧)屏蔽体 外 30cm 处	0.12	8×10^{-3}	0.128	2.5	是
装载门外 30cm 处				2.5	是
上层: BMS 实验室	2.3×10^{-3}	1.5×10^{-4}	2.5×10^{-3}	2.5	是

由理论预测结果可知, 在使用, 工业 CT 时, 非主射方向的泄漏辐射和散射辐射剂量率叠加值均满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 规定的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

(4) 天空反散射的影响分析

考虑天空反散射的影响, 由公式 (11-3)、(11-4) 计算本项目产生的 X 射线穿过铅房顶部至 2m 处(参考点)的辐射剂量率为 $0.02\mu\text{Sv/h}$ 。由于 X 射线辐射剂量率的衰减与距离有关, 可知由天空反散射所致的地面辐射将远小于 $0.02\mu\text{Sv/h}$, 保守考虑该项辐射对铅房外地面的照射与穿出铅房墙的透射的辐射剂量率(最大为 $0.89\mu\text{Sv/h}$) 在相应关注点的剂量率总和小于本项目的控制值 $2.5\mu\text{Sv/h}$, 符合辐

射防护的要求。

(5) 铅房管各类管道线路屏蔽效果分析

本项目电缆孔位于铅房内左后方，线缆四周均覆以防护板，其材质为厚度 5mm 铅板+3mm 钢板。

根据《辐射防护导论》（方杰主编）P189 页的实例证明，本项目所有射线均需经过三次以上散射才能经管道散射至铅房外，经过管道的多重反射、吸收和削减后辐射能量急剧下降，射线通过管道外漏可忽略不计。

(6) 铅房外有关人员辐射年有效剂量估算

①居留因子的选取

不同场所与环境条件下的居留因子取值见表 11-5。

表 11-5 不同场所与环境条件下的居留因子

场所	居留因子 T	停留位置
全居留	1	操作位
部分居留	1/2~1/5	厂区内道路、上层等
偶然居留	1/8~1/40	顶棚

②剂量估算

辐射工作人员及公众年有效剂量可通过下列公式进行估算：

$$H = \dot{H} \times t \times T \dots\dots\dots (11-5)$$

其中：H：年有效剂量当量，mSv/a；

\dot{H} ：参考点处剂量率， μ Sv/h。

t：年工作时间，h；

T：人员在相应关注点驻留的居留因子。

根据建设单位提供的资料，该建设单位实际每天开机曝光时间为 2h，年工作 250 天。为保守计算，以 1 名探伤操作人员完成所有探伤工作进行计算，可计算出平均每年开机探伤的累积时间为：2×250=500h/a，并考虑相关的居留因子计算了工作人员和公众的年剂量，其中具体见表 11-6。

表 11-6 探伤机运行时周围工作人员和公众的年剂量估算值

关注点描述	剂量值 (μ Sv/h)	居留 因子	探伤机工作时间 (h)	年剂量估算值 (mSv/a)	类型
右部屏蔽体外 30cm 处	0.89	1/4	500	0.11	公众

左部屏蔽体外 30cm 处	0.096	1/4	500	0.01	公众
底部屏蔽体外 30cm 处	0.042	1/4	500	5×10^{-3}	公众
顶部屏蔽体外 30cm 处	0.107	1/8	500	7×10^{-3}	公众
后部屏蔽体外 30cm 处	0.075	1/4	500	9×10^{-3}	公众
前部（操作侧）屏蔽体外 30cm 处	0.128	1	500	0.06	辐射工作人员
装载门外 30cm 处					
上层：BMS 实验室	2.5×10^{-3}	1/4	500	5×10^{-3}	公众

由表 11-6 可知，铅房辐射工作人员最大可能年照射剂量为 0.06mSv/a，公众最大可能年照射剂量为 0.11mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相应“剂量限值”的要求和本次评价年剂量辐射剂量约束值（工作人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a）要求。

本项目 50m 评价范围内，有现有核技术利用项目（1 台 Phoenixv/tome/xs 型工业 CT 检测系统），与本项目均位于无损检测室内，相距约 3m。考虑同时运行过程的叠加辐照影响，则根据 2023 年放射工作场所防护检测报告可知（详见附件 5），Phoenixv/tome/xs 型工业 CT 检测系统最大检测为 0.14 μ Sv/h，叠加辐射影响可忽略；本项目对原有铅房屏蔽体周围的工作人员、公众的叠加辐射影响亦可忽略；本项目主射方向右，根据预测结果可知，铅房四周各关注点的辐射剂量率最大为 0.89uSv/h，衰减至现有铅房（1 台 Phoenixv/tome/xs 型工业 CT 检测系统）周围的辐射剂量率可忽略，其对现有铅房周围的工作人员、公众的叠加辐射影响亦可忽略。

（7）屏蔽能力分析

依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的规定，结合该公司铅房屏蔽防护相关数据及上述辐射环境影响预测分析结果，对该公司使用的铅房的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析：

A.铅房的设置已充分考虑周围的放射安全，且铅房与操作台分开；铅房装载门防护性能，各侧墙的防护性能及顶棚的防护性能结合理论计算结果可知，其已能满足辐射防护。

B.由辐射环境影响预测分析可知，辐射工作人员和公众成员所受辐射照射能符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相应“剂量限值”

的要求和本次评价年剂量辐射剂量约束值（工作人员 5mSv/a，公众 0.25mSv/a）要求。

因此，该公司铅房屏蔽能力满足管电压 225kV、管电流 3mA 的工业 CT 正常工作时的辐射防护要求。

11.3 臭氧及氮氧化物环境影响分析

本项目营运期工业 CT 在开机状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，臭氧在环境中大概经 50 分钟自动分解，氮氧化物产额约为臭氧的 1/3，远低于无组织排放浓度限值，故有害气体对环境影响较小。

11.4 事故影响分析

该项目使用的工业 CT 属 II 类射线装置，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

1. 工业 CT 在对工件进行照相的工况下，门-机联锁失效，致使铅防护门未完全关闭，X 射线泄漏到铅房外面，给周围活动的人员造成不必要的照射；或工作人员误入铅房，使其受到额外的照射。

2. 人为故意引起的辐射照射。

为了杜绝事故发生，建设单位必须进行门机联锁装置的定期检查，严格按照安全操作规程进行作业，确保安全。

发生上述辐射事故时，现场操作人员或工作人员首先须立即切断电源，同时事故单位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 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地生态环境部门报告，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。如发生射线装置被盗的事故，则还须向公安部门报告。

11.6 事故预防措施

为了杜绝上述辐射事故的发生，环评要求建设方严格执行以下风险预防措施：

（1）定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

（2）根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，建设单位需制定《辐射工作人员岗位职责》《射线装置使用登记制度》《辐射防护和安全保卫

制度》《设备维修维护制度》《操作规程》《辐射事故应急措施》《人员培训计划》《监测方案》等制度。

凡涉及对工业 CT 进行操作，必须按安全操作规程执行，探伤作业时，操作人员按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置；

（3）每月检查曝光室的门机联锁装置和门灯联锁装置，确保在防护铅门关闭后，

工业 CT 才能进行照射；

（4）每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。交接班或当班使用剂量仪前，应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作，则停止开始探伤工作。

（5）本项目拟新增至少 1 名辐射工作人员，须参加辐射安全与防护知识考核，成绩合格后方可上岗。

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、人员配备及职能

本次为扩建项目，公司历年已制定《放射防护安全管理机构及职责》，成立了辐射安全领导小组。按照《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》及生态环境主管部门的要求，该公司需成立辐射防护管理机构，制订本项目相关辐射环境管理规章制度，并在更新《辐射安全许可证》后新增射线装置方可正式使用。具体如下：

《放射防护安全管理机构及职责》内容包括：

- ①该公司应确定本单位辐射工作安全责任人，设置以行政主管领导为组长的辐射防护领导机构，并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作。
- ②辐射防护领导机构应规定各成员的职责，做到分工明确、职责分明。
- ③辐射防护领导机构应加强监督管理，切实保证各项规章制度的实施。

12.2 辐射安全管理规章制度

(1) 该公司已经制定《安全防护管理工作制度》。内容包括：

a. 该公司须按法律法规要求，尽快向环保部门申请更换《辐射安全许可证》，更新许可证后方可从事许可范围内的放射工作，需改变许可登记内容或终止放射工作时，必须按规范向审批部门办理变更或注销手续。

b. 该公司已制定《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》、《辐射工作安全责任书》等规章制度；同时该公司如增加新辐射工作人员，须组织辐射工作人员进行上岗培训和辐射安全防护知识的培训，并进行个人剂量检测和职业健康检查。

(2) 该公司已经制定《X 射线实时成像检测系统操作规程》。

a. 凡涉及对 X 射线实时成像检测系统进行的操作，都应有明确的操作规程（包括开机检查、门机联锁检查等一系列工作），操作人员必须按操作规程进行操作。

b. 操作人员必须熟悉设备的性能和使用方法，并做好相应的个人防护，操作规程应张贴在操作人员可看到的显眼位置，防止误操作。

(3) 该公司已制定《岗位职责》。该公司已制定辐射工作人员职责。

(4) 该公司已制定《辐射防护和安全保卫制度》。

a. 射线装置的使用场所，应有门-机联锁安全装置、开机工作警示灯，电离辐射警示标志及中文警示说明等防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。

b. 建立射线装置的档案和台帐，贮存、使用射线装置时及时进行登记、检查，做到帐物相符。

(5) 该公司已制定《设备检修维护制度》。

对可能引起操作失灵的关键零配件及时进行更换。设备检修时禁止开启探伤机，待检修完毕，开启探伤机试探伤，确认检修完成。

(6) 该公司已制定《自行检查和年度评估制度》。安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

(一) 辐射安全和防护设施的运行与维护情况；

(二) 辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；

(三) 辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训（以下简称“辐射安全培训”）情况；

(四) 场所辐射环境检测和个人剂量检测情况及检测资料；

(五) 辐射事故及应急回应情况；

(六) 核技术利用项目新建、改建、新建情况；

(七) 存在的安全隐患及其整改情况；

(八) 其它有关法律、法规规定的落实情况。年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

a. 定期对铅房屏蔽体的安全装置和防护措施、设施的安全防护效果进行检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患，必须立即进行整改，避免事故的发生。如每天进行门-机联锁安全装置、工作指示灯和电离辐射标志检查，每月核实规章制度执行情况，每季度进行个人剂量档案归档及检查，每年进行身体健康档案归档及检查等。

b. 该公司应当编写原有 X 射线探伤机使用的安全和防护状况年度评估报告，其中年度评估报告需包括每年的常规检测报告，于每年规定时间上报许可证审批机关备案，接受行政机关的监督检查。该公司原有 X 射线探伤机 2022 年已编写了

防护状况年度评估报告，并已向发证机关提交。本次铅房屏蔽体操作位也要张贴辐射安全管理制度的要求，严格按制度操作。

12.3 辐射监测

12.3.1 辐射工作人员个人剂量检测

本项目新建的1间铅房屏蔽体拟配置1组（共1名）辐射工作人员，企业为工作人员配置有足够数量的辐射剂量报警仪和个人剂量计、便携式辐射监测仪。个人剂量计每季度送检，并建有个人剂量档案。本项目新增工作人员，需进行体检。企业原有工作人员建有个人剂量档案。

12.3.2 辐射监测

一、环境检测及场所检测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的环境监测机构进行监测。该公司须定期（每年一次）请有资质的单位对射线装置使用场所周围环境进行辐射环境监测，建立监测技术档案。监测资料每年年底向当地生态环境部门上报备案。具体内容为：

（1）检测项目：X- γ 辐射剂量率

（2）检测依据：《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

（3）检测频度：每年常规检测一次。

（4）检测范围：a)通过巡测发现的辐射水平异常高的位置；b)装载门门外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)铅房屏蔽体外或邻室墙外30cm离地面高度为1m处，每个墙面至少测3个点；d)人员经常活动的位置；e)每次探伤结束后，检测铅房的入口，以确保X射线管已经停止工作。

二、个人剂量检测及职业健康检查

（1）原有核技术利用项目辐射工作人员均配备个人剂量计，个人剂量计每3个月到委托有资质单位检测一次，并建立了个人剂量档案。本项目新增的1名辐射工作人员需建立个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量检测结果等材料。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）

的规定，职业照射个人剂量档案应终身保存。

(2) 放射工作单位应当组织上岗后的放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。对于新增的 1 名辐射工作人员，做好上岗前的健康体检，合格者才能上岗；在本单位从事过辐射工作的人员在离开工作岗位时也要进行健康检查。

12.3.3 安全培训及健康管理

1、自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。原有核技术利用项目辐射工作人员已取得的培训合格证书。

2、辐射工作人员在上岗前和离职后都须在有资质的单位进行职业病健康体检，且须在岗期间每两年进行一次职业病健康体检，并建立完整的个人健康档案，档案保存时限为工作人员年满 75 岁或工作人员停止辐射工作后 30 年。

12.3.4 竣工环保验收

建设单位应根据项目的开展情况，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）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

本项目属于扩建项目，公司已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条之规定，制定了《辐射事故应急方案》。

结合公司的实际情况，应急方案已包括下列内容：

- (一) 应急机构和职责分工；
- (二) 应急人员的组织、培训以及应急；
- (三) 可能发生辐射事故类别与应急响应措施；
- (四) 应急方案已明确应急的具体人员和联系电话。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，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》，向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

（五）辐射事故调查、报告和处理程序。

表 13 结论与建议

13.1 实践的正当性

威睿电动汽车技术（宁波）有限公司开展工业 CT 检测是为了实现对工件的无损检测，提高产品的质量与生产安全。其运行所致辐射工作人员和周围公众成员的剂量符合标准中关于“剂量限值”的要求。因而，该单位使用探伤机符合辐射防护“正当实践”原则。

13.2 选址合法性、合理性分析

(1) 土地利用总体规划符合性

本项目位于浙江省宁波杭州湾新区银湾东路 198 号，用地性质为工业用地，符合土地利用要求。

(2) 产业政策符合性分析

本项目为核技术利用项目，经对照查询国家发展和改革委员会发布的《产业结构调整指导目录(2024 年本)》，本项目的建设属于国家鼓励类产业，不属于国家限制类和淘汰类项目，符合国家产业政策。

13.3 达标排放符合性

在落实报告中提出的各项污染防治措施后，本项目运行对周围环境产生的辐射影响可以满足环境保护的要求。项目运行产生的少量臭氧及氮氧化物室内浓度较小；经排风系统排入大气后，臭氧会自动分解，故臭氧及氮氧化物对大气环境的影响不大。危险废物委托资质单位处置，对周围环境基本不产生影响。

13.4 辐射安全防护措施

本项目由理论计算可知，屏蔽墙、顶棚、防护门等屏蔽厚度能够满足辐射防护要求。

本项目铅房设置门机连锁、门灯连锁、急停装置、警示标志等辐射安全保护装置，并为辐射工作人员配备个人剂量计和剂量报警仪、配备便携式辐射仪等。以上安全设施能够满足辐射安全防护的要求。

13.5 辐射环境管理制度

该公司已经制订《放射防护安全管理机构及职责》《安全防护管理工作制度》《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》《辐射事故应急预案》等规章制度。本次铅房屏蔽体操作位也要张贴辐射安全管理制度的要求，严格按制度操作。

13.6 安全培训及健康管理

辐射工作人员须经过辐射安全培训考核合格并取得相应资格上岗证后才能上岗，并须佩戴个人剂量计，每3个月检测一次，建立个人剂量档案。辐射工作人员上岗前须进行体检，并至少每两年进行身体健康检查，建立个人健康档案。在本公司从事过辐射工作的人员在离开该工作岗位时也要进行放射性职业健康体检。

13.7 辐射环境影响分析结论

本项目辐射工作人员和公众人员所受辐射年有效剂量均低于本评价提出的5.0mSv/a和0.25mSv/a的年管理剂量约束值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

13.8 结论

综上所述，威睿电动汽车技术（宁波）有限公司开展工业CT检测系统项目，在落实本报告提出的所有污染防治措施和辐射管理基础上，将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施；其运行对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求，该建设单位基本具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设运行是可行的。

13.2 建议和承诺

13.2.1 建议

（1）建设单位应加强辐射安全教育培训，提高辐射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）承诺按照相关法律法规要求严格履行环评制度、环保验收制度、辐射安全许可制度，加强环保档案管理，由专人或兼职人员负责。

（2）承诺严格按照本报告的屏蔽防护设计方案、辐射安全措施、辐射安全设施及装置、“三废”治理装置及措施等辐射环保内容进行建设。

（3）承诺加强辐射工作人员的管理，监督人员防护用具的使用。严格按照

本报告提出的要求进行辐射工作人员的培训、个人剂量监测、健康检查，并按要求建立保管辐射工作人员档案。

(4) 承诺制定各项辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，并监督执行各项制度。

(5) 承诺严格执行辐射监测计划，发现问题及时整改。

(6) 承诺本项目环评审批后，及时申领辐射安全许可证。

(7) 承诺在本项目正式运行前根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评【2017】4号），对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。

表 14 审批

预审意见：

经办人

公章
年 月 日

审批意见：

经办人

公章
年 月 日