

报告编号：WKFHP-26046

核技术利用建设项目

嘉兴兰钧科技有限公司

工业 CT 建设项目

环境影响报告表

(公示稿)

嘉兴兰钧科技有限公司

2026 年 06 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

嘉兴兰钧科技有限公司

工业 CT 建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：嘉兴兰钧科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：何*鑫

通讯地址：浙江省嘉兴市嘉善县惠民街道松海路 99 号 1 号楼 109 室

邮政编码：314112

联系人：王*辰

电子邮箱：/

联系电话：189****9970



营业执照

(副本)

统一社会信用代码
91330108MA2AXDJA8X (1/1)



扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息

名称 卫康环保科技(浙江)有限公司

注册资本 壹仟零壹拾捌万元整

类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

成立日期 2017年10月12日

法定代表人 陆浩楠

住所 浙江省杭州市滨江区浦沿街道东冠路611号7幢5层504室

经营范围 一般项目:技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广;环保咨询服务;环境保护监测;教学用模型及教具销售;第一类医疗器械销售;环境监测专用仪器仪表销售(除依法须经批准的项目外,凭营业执照依法自主开展经营活动);许可项目:辐射监测;放射性污染监测;建设工程设计;建设工程施工(依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动,具体经营项目以审批结果为准)。

登记机关



2025年07月24日

编制单位和编制人员情况表

项目编号			
建设项目名称	嘉兴兰钧科技有限公司工业 CT 建设项目		
建设项目类别	五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	环境影响报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	嘉兴兰钧科技有限公司		
统一社会信用代码	91330421MACEX3HN6P		
法定代表人（签章）	何金鑫		
主要负责人（签字）	王亦辰		
直接负责的主管人员（签字）	王亦辰		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	卫康环保科技（浙江）有限公司		
统一社会信用代码	91330108MA2AXDJA8X		
三、编制人员情况			
1.编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
李昭龙	2015035430352013439901000596	BH007840	
2.主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
冉丽丽	表 1-表 9	BH064850	
李昭龙	表 10-表 13	BH007840	

编制主持人职业资格证书（复印件）

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 the qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



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



Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: HP 00017214
No.



04021744

持证人签名:
Signature of the Bearer

姓名: 李昭龙
Full Name
性别: 男
Sex
出生年月: 1974年7月
Date of Birth
专业类别: _____
Professional Type
批准日期: 2015年5月23日
Approval Date

签发单位盖章:
Issued by
签发日期: 2015 年 10 月 30 日
Issued on

管理号: 2015035430352013439901000596
File No.

04040217

目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	9
表 3 非密封放射性物质.....	9
表 4 射线装置.....	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	11
表 6 评价依据.....	12
表 7 保护目标与评价标准.....	14
表 8 环境质量和辐射现状.....	19
表 9 项目工程分析与源项.....	22
表 10 辐射安全与防护.....	26
表 11 环境影响分析.....	30
表 12 辐射安全管理.....	40
表 13 结论与建议.....	45
表 14 审批.....	48

表1 项目基本情况

建设项目名称		嘉兴兰钧科技有限公司工业 CT 建设项目			
建设单位		嘉兴兰钧科技有限公司			
法人代表	何*鑫	联系人	王*辰	联系电话	189****9970
注册地址		浙江省嘉兴市嘉善县惠民街道松海路 99 号 1 号楼 109 室			
项目建设地点		浙江省嘉善市嘉善县惠民街道枫南村			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	290	项目环保投资（万元）	7	投资比例（环保投资/总投资）	2.4%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				
<p>1.1 建设单位简介</p> <p>嘉兴兰钧科技有限公司（以下简称“公司”）成立于 2023 年 04 月 11 日，厂区位于浙江省嘉善市嘉善县惠民街道枫南村，是一家专注锂电池材料与电芯/模组制造，为新能源汽车及储能提供核心产品的企业。</p> <p>2023 年 7 月，嘉兴兰钧科技有限公司委托浙江环耀环境建设有限公司编制了《嘉兴兰钧科技有限公司新建年产 45Gwh 锂离子电池电芯和模组生产项目环境影响报告表》，并于 2023 年 7 月 21 日提交至嘉兴市生态环境局受理，并取得备案承诺：嘉环（善）建[2023]60 号。该项目处于建设中，不具备验收条件。</p> <p>公司现持有有效《辐射安全许可证》（证书编号：浙环辐证[F5199]，有效期至 2031 年 5 月 14 日，种类和范围：使用V类放射源；使用III类射线装置（见附件 7），已许可 20 枚 ⁸⁵Kr 和 30 台III类射线装置于公司厂房生产线上从事辐射工作。</p> <p>1.2 项目建设目的和任务由来</p>					

为保证产品质量和生产的安全，公司拟在厂区厂房一层新建 2 台 CYS-T3000A 型工业 CT（最大管电压 300kV，最大管电流 3mA，属于Ⅱ类射线装置），对自生产的电芯进行无损检测，该工业 CT 采用一体化结构设计，为自带屏蔽防护铅房的成套设备，整体出厂安装使用。

根据《关于发布射线装置分类的公告》（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号），本项目工业 CT 属于Ⅱ类射线装置中“工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置”。对照中华人民共和国生态环境部令第 16 号《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于五十五、核与辐射：172、核技术利用建设项目——使用Ⅱ类射线装置，应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，嘉兴兰钧科技有限公司委托卫康环保科技（浙江）有限公司对本项目进行环境影响评价，环评委托书见附件 1。评价单位接受委托后，通过现场踏勘、收集有关资料等工作，结合本项目特点，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了本项目的环境影响报告表。

1.3 项目建设内容与规模

公司计划在厂区厂房一层新建 2 台 CYS-T3000A 型工业 CT（最大管电压 300kV，最大管电流 3mA，属于Ⅱ类射线装置），操作台位于探伤铅房北侧，对自生产的电芯进行无损检测，以提高企业的生产水平和确保产品质量。本项目采用数字成像，非胶片成像，不涉及显/定影液和胶片的使用，不会产生废显/定影液、洗片废水及废胶片等危险废物，故无需设置暗室、评片室和危废暂存间，射线装置参数详见下表。

表 1-1 本项目射线装置配置一览表

设备名称	类别	型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作场所	主射方向
工业 CT	Ⅱ类	CYS-T3000A	2 台	300	3	厂房一层	朝北

1.4 相关规划符合性分析

1.4.1 用地规划符合性分析

本项目位于浙江省嘉善市嘉善县惠民街道枫南村厂区内。根据业主提供的不动产权证（附件 4），用地性质为工业用地。因此，本项目建设符合城乡规划和当地土地利用规划的要求。

1.4.2 与《嘉善经济技术开发区产业提升发展区控制性详细规划》符合性分析

(1)规划范围

东至沪杭高速公路，南至晋吉路，西至四期边界线，北至浙沪交界线，规划范围总用地 9.7km²。

(2)功能定位

上海都市区重要产业拓展区；嘉善县域科学发展示范基地；嘉善县新型城市化和生态文明建设引领示范区；高端制造业的集聚区。

(3)产业导向

重点围绕《中国制造 2025》以及浙江省重点发展七大产业的战略布局，优先发展高端装备制造产业、电子信息和新兴电子电声产业，重点培育节能环保装备制造产业和通用航空配套产业，大力提升木业家具和服装纺织产业，继续壮大发展新材料和健康产业，加快推进现代物流产业和以工业 2.5 产业为主的电子商务产业，大力探索利于传统产业不断升级和新兴产业不断壮大的体制机制，努力将开发区建设成为县域产业转型升级的全国示范点。

(4)土地利用规划

规划区块总体形成“两廊串两心、四轴融三区”的布局结构。

“两廊”——分别为枫泾塘及沿 G60 沪杭高速绿化带形成的经济开发区绿色产业轴；

“两心”——指区域内二个重要公共活动核心，包括商业休闲中心、管理服务中心。

商业中心位于纵一路与规划横二路交汇处，布置购物街、美食街、大型购物 MALL 与星级酒店，为周边商务办公、居住社区提供城市级购物体验。管理中心布置于纵四路与规划横二路交叉口，作为科技研发片区核心，一方面为该片区提供金融、管理、会议展览、日常服务等功能，一方面为整个开发区提供大型会展空间。

“四轴”——沿枫泾塘及沿 G60 沪杭高速形成四条城市经济发展主轴线，分别为纵二路、纵三路、纵四路以及台升路。

“三区”——即为三个主要的功能片区，分别为北侧的生活配套服务区、中间的工业产业制造区以及南侧的科技研发区。

符合性分析：本项目位于浙江省嘉善市嘉善县惠民街道枫南村厂区内，对照《嘉善经济技术开发区产业提升发展区控制性详细规划》中的“工业产业制造区”，项目所在地块用地性质规划为二类工业用地，与开发区提升发展区用地规划是相符的。且本项目为使用射线装置对自生产的工件进行无损检测，运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固废产生，产生的少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风装置排出探伤铅房，臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境污染较小，。因此，项目建设符合《嘉善经济技术

开发区产业提升发展区控制性详细规划》。

1.5 “三区三线”符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2080号）要求，“三区三线”划定成果作为建设项目用地用海报批的依据。其中“三区”具体指城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的国土空间，“三线”分别对应城镇空间、农业空间、生态空间划定的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线三条控制线。

本项目位于浙江省嘉善市嘉善县惠民街道枫南村厂区内，根据嘉善县“三区三线”划定图（最终），见附图11，本项目属于城镇开发边界内，用地及评价范围均不涉及永久基本农田、生态保护红线。因此，本项目建设符合浙江省“三区三线”要求。

1.5.1 与《嘉善县生态环境分区管控动态更新方案》符合性分析

生态环境分区管控是以改善生态环境质量为核心，明确生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，划定生态环境管控单元，在一张图上落实“三线”的管控要求，编制生态环境准入清单，构建生态环境分区管控体系。

（1）生态保护红线

根据《嘉善县生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于嘉善县惠民街道产业集聚重点管控单元（ZH33042120005），见附图 12。与嘉善县“三区三线”划定图（最终）对比，见附图 11，本项目所在区域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，本项目拟建场所周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率属于正常本底范围。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

本项目营运过程中会消耗一定量的电源和水资源等，主要来自工作人员的日常办公和设施用电，但项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。

（4）生态环境准入清单

根据《嘉善县生态环境分区管控动态更新方案》，本项目位于嘉善县惠民街道产业集聚重点管控单元（ZH33042120005），该管控单元生态环境准入清单见下表。

表 1-2 项目与嘉善县生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

生态环境管控要求		本项目情况	符合性分析
空间布局约束	1. 优化产业布局和结构，实施分区差别化的产业准入条件。2. 合理规划布局三类工业项目，控制三类工业项目布局范围和总体规模，对不符合嘉善县重点支持产业导向的三类工业项目禁止准入，鼓励对现有三类工业项目进行淘汰和提升。3. 提高电力、化工、印染、造纸、化纤等重点行业环保准入门槛，控制新增污染物排放量。4. 新建涉 VOCs 排放的工业企业全部进入工业功能区，严格执行相关污染物排放量削减替代管理要求。5. 所有改、扩建耗煤项目，严格执行相关新增燃煤和污染物排放减量替代管理要求，且排污强度、能效和碳排放水平必须达到国内先进水平。6. 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。	本项目为属于核技术利用建设项目，不属于工业项目。探伤过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体，对环境影响较小，不涉及碳排放。	符合
污染物排放管控	1. 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。2. 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。3. 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。4. 加快落实污水处理厂建设及提升改造项目，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。5. 加强土壤和地下水污染防治与修复。6. 重点行业按照规范要求开展建设项目碳排放评价。	本项目不涉及污染物总量控制，探伤过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体，对环境影响较小，也不产生水污染，也不产生土壤污染，不涉及碳排放。	符合
环境风险防控	1. 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。2. 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。	本项目为属于核技术利用建设项目，不属于工业项目，不涉及污染物总量控制。公司拟制定《辐射事故应急预案》，并设置辐射事故应急小组和应急物资，具备完善的风险防范措施。	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。	本项目仅消耗少量水资源和电力资源，不存在高耗水、难处理的水污染项目，也不涉及煤炭的消费。	符合

因此，本项目符合生态环境准入清单要求，该建设符合《嘉善县生态环境分区管控动态更新方案》的要求。

1.6 项目选址及周边环境保护目标

1.6.1 项目地理位置

本项目位于浙江省嘉善市嘉善县惠民街道枫南村厂区内，地理位置见附图 1。厂区东侧隔钱塘江路为日善电脑配件（嘉善）有限公司 B 区和阿里巴巴长三角智能计算基地，南侧隔养子江路为浙江南芯半导体有限公司项目部，西侧隔秀州塘为空地（规划为二类工业

用地)；北侧为空地（规划为其他商务设施兼容工业用地），周围关系图见附图 2。

1.6.2 项目周边环境概况

本项目 1#和 2#探伤铅房均位于厂区内厂房一层，该主体厂房为地上三层建筑，无地下室。本项目 1#和 2#探伤铅房均位于厂房一层，且相隔 14m，50m 范围内的主要保护目标高度重合，因此本报告中看成一个整体的辐射工作场所。该场所东侧紧邻过道，约 8m 为拆盘区（二注前），约 18m 为二注区，约 48m 为厂区内道路；南侧紧邻过道，约 7m 为顶盖焊接区，约 22m 为包膜入壳区，约 44m 为极耳焊接区；西侧紧邻过道，约 11m 为电梯间、固废通道，约 13m 为危废缓存间，约 20m 为待定区，约 22m 为厂区内道路，约 31m 为 9#丙类仓库，约 38m 为甲类物品（电解液）运输车停车场；北侧紧邻过道，约 2m 为氦检区，约 11m 为烘箱露点管控区、填丝补焊房，约 15m 为高温老化区；探伤铅房所处位置正上方二层为临空区域，探伤铅房正上方隔开放空间 9.3m 为结构件二次拆包区、二注区（正上方三层）。厂区总平面图见附图 3，工业 CT 所在车间及楼上平面示意图见附图 4~附图 6。

1.6.3 环境保护目标

本项目环境保护目标为评价范围 50m 内辐射工作人员及公众成员。

1.6.4 选址合理性分析

本项目用地性质属于工业用地，探伤铅房周围 50m 范围内主要为厂房、厂内道路、9#丙类仓库、甲类物品（电解液）运输车停车场，不涉及学校、居民区、医院等环境敏感区，也不涉及生态保护红线。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后，对周围环境与公众健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

1.7 产业政策符合性分析

本项目属于核技术在工业领域内的运用，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号），本项目工业 CT 的应用属于第一类鼓励类第十四项“机械”第 1 条“科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X 射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微

镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，符合国家产业政策的要求。

1.8 实践正当性分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中 4.3 “辐射防护要求”，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目实施的目的是为了对公司自生产的电芯进行无损检测，以提高公司生产水平和确保产品的质量，具有良好的经济效益与社会效益。经辐射屏蔽防护和安全管理后，其射线装置运行所致辐射工作人员和周围公众成员的辐射剂量符合年剂量约束值的要求，也符合《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。因而，只要按规范操作，该公司使用探伤装置是符合辐射防护“实践的正当性”原则的。因此，本项目使用工业 CT 是正当可行的。

1.9 原有核技术利用项目许可情况

公司现持有效《辐射安全许可证》(证书编号：浙环辐证[F5199]，有效期至 2031 年 5 月 14 日，种类和范围：使用V类放射源；使用III类射线装置(见附件 7)，公司已许可的现有设备见下表。

表 1-3 公司现有放射源一览表

核素名称	类别	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	使用场所	许可情况	环评情况
⁸⁵ Kr	V类	1.11×10 ¹⁰ ×20 枚	生产线	浙环辐证 [F5199]	备案号： 202633042100000102

表 1-4 公司现有射线装置一览表

装置名称	类别	型号	数量	最大管电压	最大管电流	使用场所	许可情况	环评手续
X 射线面密度仪	III类	RX1450	10 台	20kV	1mA	生产线	浙环辐证 [F5199]	备案号： 202633042 100000102
		W-RX1450	8 台	30kV	1mA			
X 射线全检面密度仪	III类	RXF1450	8 台	80kV	6mA			
X 射线检测系统	III类	LX-D9500	4 台	160KV	5mA			

1.9.1 辐射安全管理现状

《嘉兴兰钧科技有限公司新增 X 射线装置和 V 类放射源项目》和《嘉兴兰钧科技有限公司新增 X 射线装置》两个项目现阶段处于施工阶段，暂时未开展任何辐射相关的活

动。现阶段公司已启动辐射安全筹备工作如下：

1、已成立了公司辐射安全与环境保护管理小组（见附件 12），负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作，明确了相关负责人和各成员及其职责。

2、已制定了相关规章制度（见附件 13）：辐射防护与安全保卫制度、辐射安全管理制度、操作规程、射线装置使用登记、设备检修维护制度、人员培训体检计划、监测方案、自行检查和年度评估制度、辐射安全档案管理制度、台账管理制度、储源场所安全防护制度、放射源管理制度、废旧源的收贮制度、辐射事故应急预案等。

3、建设单位已签订个人剂量检测合同（见附件 10）、并承诺建立个人剂量档案、职业健康档案。

4、操作放射源的辐射工作人员均参加辐射安全和防护知识培训，并取得合格的培训证书，操作 X 射线装置的辐射工作人员已完成自主考核，考核合格，见附件 8；辐射工作人员均已进行体检，体检均合格，见附件 9。

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》(GB 18871-2002)。

表4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业 CT	II类	2 台	CYS-T3000A	300	3	无损检测	厂房 1F	拟购，本次评价

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	/	少量	少量	不暂存	排放至大气外环境中，臭氧在常温下后可自行分解为氧气

注：1、常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³；年排放总量用kg。

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

表6 评价依据

法律文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，主席令第九号，1989年12月26日通过；2014年4月24日修订，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》，主席令第二十四号，2002年10月28日通过；2003年9月1日起施行；2018年12月29日第二次修正；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，主席令第六号，2003年6月28日通过，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日国务院令第253号发布，2017年7月16日修订，2017年10月1日起施行；</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日国务院令第449号公布，2005年12月1日起施行，2019年3月2日第二次修订；</p> <p>(6) 《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日原环境保护部令18号公布，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》，2006年1月18日原环境保护总局令31号公布；2006年3月1日起施行；2021年1月4日第四次修正；</p> <p>(8) 《关于发布射线装置分类的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月5日起施行；</p> <p>(9) 《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》，原国家环境保护总局，环发〔2006〕145号，2006年9月26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日国家发展和改革委员会令7号公布，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，2019年12月24日印发；</p> <p>(12) 《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16号，2020年11月5日通过；2021年1月1日起施行；</p> <p>(13) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令9号，2019年8月19日通过，2019年11月1日起施行；</p> <p>(14) 《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，自然资办函〔2022〕2080号，2022年9月30日起施行；</p> <p>(15) 关于印发《生态环境分区管控管理暂行规定》的通知，环环评〔2024〕41号，2024</p>
------	--

	<p>年7月6日起施行；</p> <p>(16) 《浙江省生态环境保护条例》，2022年5月27日浙江省第十三届人民代表大会常务委员会公告第71号通过，2022年8月1日起施行；</p> <p>(17) 《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；2011年12月1日起施行；2021年2月10日第三次修正；</p> <p>(18) 《浙江省辐射环境管理办法》，浙江省人民政府令第388号，2011年12月18日公布；2012年2月1日起施行；2021年2月10日修订；</p> <p>(19) 《关于印发浙江省辐射事故应急预案的通知》，浙政办发〔2018〕92号，浙江省人民政府办公厅，2018年9月28日印发；</p> <p>(20) 浙江省生态环境厅关于发布《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）》的通知，浙环发〔2024〕67号，浙江省生态环境厅，2024年12月31日发布，2025年2月2日起实施；</p> <p>(21) 关于印发《浙江省生态环境分区管控动态更新方案》的通知，浙江省生态环境厅，浙环发〔2024〕18号，2024年3月28日印发；</p> <p>(22)《嘉善县人民政府办公室关于印发〈嘉善县生态环境分区管控动态更新方案〉的通知》，嘉善县人民政府，善政发〔2024〕12号，2024年8月22日印发。</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》(HJ 10.1-2016)；</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) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)；</p> <p>(4) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 及第1号修改单；</p> <p>(5) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；</p> <p>(6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(8) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)；</p> <p>(9) 《辐射事故应急监测技术规范》(HJ 1155-2020)。</p>
<p>其 他</p>	<p>(1) 环评委托书；</p> <p>(2) 建设单位提供的工程设计图纸及相关技术参数资料；</p>

表7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)的规定：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”，结合本项目的辐射污染特点（II类射线装置），本项目评价范围为探伤铅房实体屏蔽外 50m 的区域，评价范围示意图见附图 2。

7.2 保护目标

本项目环境保护目标为评价范围 50m 内从事设备操作的辐射工作人员及公众成员，具体见下表。

表 7-1 本项目辐射工作场所主要环境保护目标一览表

环境保护目标	所在位置	人员规模	方位	与探伤铅房边界最近距离 (m)	剂量约束值
辐射工作人员	操作台	2 人	北侧	紧邻	≤5mSv/a
公众成员	过道	约 10 人次/d	东侧	0	≤0.25mSv/a
	拆盘区（二注前）	约 5 人		8	
	二注区	约 5 人		18	
	厂区内道路	约 200 人次/d		48	
	过道	约 20 人次/d	南侧	0	
	顶盖焊接区	约 20 人次/d		7	
	包膜入壳区	约 3 人		22	
	极耳焊接区	约 10 人		44	
	过道	约 25 人次/d	西侧	0	
	电梯间、固废通道	约 10 人		11	
	危废缓存间	约 5 人		13	
	待定区	约 10 人		20	
	厂区内道路	约 10 人		22	
	9#丙类仓库	约 5 人		31	
	甲类物品（电解液）运输车停车场	约 10 人		38	
	过道	约 2 人		北侧	
	氦检区	约 2 人	2		
	烘箱露点管控区、填丝补焊房	约 1 人	11		
	高温老化区	约 200 人	15		
	结构件二次拆包区、二注区（正上方三层）	约 10 人	正上方	9.3	
无地下室					

注：①本项目探伤铅房正上方二层为临空区域；②本项目 1#和 2#探伤铅房均位于厂房一层，且相隔 14m，50m 范围内的主要保护目标高度重合，因此本报告中看成一个辐射工作场所进行评价。

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)

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。

(1) 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的潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

(2) 辐射工作场所的分区

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。

(3) 剂量限值

B1.1 职业照射

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;

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;

(4) 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中 11.4.3.2 条款：“剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30% (即 0.1mSv/a~0.3mSv/a) 的范围之内”，遵循辐射防护最优化的原则，结合项目实际情况，本次评价取职业照射剂量限值的 25%、公众照射剂量限值的 25%分别作为本项目剂量约束值管理目标，具体见下表。

表 7-2 剂量约束值

适用范围	剂量约束值
职业人员	5.0mSv/a
公众成员	0.25mSv/a

7.3.2 《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 600kV 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 和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。

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/T250。

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。

7.3.3 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准适用于 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，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射。

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

3.3 其他要求

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

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，按最高管电压与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。

7.3.4 本项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改单等评价标准，确定本项目的管理目标如下：

1、周围剂量当量率

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)第 6.1.3 条款要求,本项目工业 CT 探伤铅房的四侧屏蔽体、底部、防护门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$; 工业 CT 探伤铅房所处位置正上方二层为临空区域,探伤铅房正上方隔开放空空间 9.3m 为结构件二次拆包区、二注区(正上方三层),由于探伤铅房上方已建,且探伤铅房旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤铅房顶内表面边缘所张立体角区域内,因此顶棚处辐射屏蔽条件保守按顶棚外 30cm 处周围剂量当量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 要求。

2、个人剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)条款 4.3.2.1 与 11.4.3.2 的要求,本项目年有效剂量控制水平如下:

- A. 职业人员年有效剂量 $\leq 5\text{msv/a}$;
- B. 公众成员年有效剂量 $\leq 0.25\text{msv/a}$ 。

3、通风要求

根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)第 6.1.10 条款的要求,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。

表8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

8.1.1 项目地理位置

本项目位于浙江省嘉善市嘉善县惠民街道枫南村厂区内，地理位置见附图 1。厂区东侧隔钱塘江路为日善电脑配件（嘉善）有限公司 B 区和阿里巴巴长三角智能计算基地，南侧隔养子江路为浙江南芯半导体有限公司项目部，西侧隔秀州塘为空地（规划为二类工业用地）；北侧为空地（规划为其他商务设施兼容工业用地）。

8.1.2 项目场所位置

本项目 1#和 2#探伤铅房均位于厂区内厂房一层，该主体厂房为地上三层建筑，无地下室。本项目 1#和 2#探伤铅房均位于厂房一层，且相隔 14m，50m 范围内的主要保护目标高度重合，因此本报告中看成一个整体的辐射工作场所。该场所东侧紧邻过道，约 8m 为拆盘区（二注前），约 18m 为二注区，约 48m 为厂区内道路；南侧紧邻过道，约 7m 为顶盖焊接区，约 22m 为包膜入壳区，约 44m 为极耳焊接区；西侧紧邻过道，约 11m 为电梯间、固废通道，约 13m 为危废缓存间，约 20m 为待定区，约 22m 为厂区内道路，约 31m 为 9#丙类仓库，约 38m 为甲类物品（电解液）运输车停车场；北侧紧邻过道，约 2m 为氦检区，约 11m 为烘箱露点管控区、填丝补焊房，约 15m 为高温老化区；探伤铅房所处位置正上方二层为临空区域，探伤铅房正上方隔开放空间 9.3m 为结构件二次拆包区、二注区（正上方三层）。

8.2 辐射环境质量现状评价

8.2.1 监测目的

通过现场监测的方式掌握项目区域环境质量和辐射水平现状，为分析及预测本项目运行时对职业人员、公众成员及周围环境的影响提供基础数据。

8.2.2 环境现状评价对象

本项目探伤铅房拟建址及周边环境。

8.2.3 监测因子

根据项目污染因子特征，环境监测因子为 γ 辐射空气吸收剂量率。

8.2.4 监测点位

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等要求，结合现场条件，对本项目各辐射工作场所及周围环境进行监测布点，布点情况见附图 7，检测报告及检测资质见附件 11。

8.2.5 监测方案

- (1) 监测单位：浙江亿达检测技术有限公司（资质证书编号：211112051235）；
- (2) 监测时间：2026年6月2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》（HJ 1157-2021）等；
- (5) 监测频次：即时测量，每个监测点在仪器读数稳定后以10秒间隔读取10个数；
- (6) 监测工况：辐射环境本底；
- (7) 天气环境条件：；
- (8) 监测仪器：该仪器在检定有效期内，相关设备参数见表8-1。

表 8-1 监测仪器设备参数

仪器名称	X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号	6150 AD 6/H (外置探头：6150 AD-b/H 主机：6150 AD 6/H)
仪器编号	167510+165455
生产厂家	Automess
量 程	外置探头：10nSv/h~99.99 μ Sv/h 主机：0.1 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	外置探头：20keV-7MeV 主机：60keV-1.3MeV
检定证书编号	NJYF-20260350086
检定有效期	2026年03月02日~2027年03月01日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
校准因子 C_f	1.02
探测限	10nSv/h

8.2.6 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 监测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核，最后由技术负责人审定。

8.2.7 监测结果及评价

监测结果见下表。

表 8-2 本项目拟建场所及周围环境辐射本底监测结果

点位 编号	点位描述	γ 辐射空气吸收剂量率 (nGy/h)		位置
		平均值	标准差	
1#	1#探伤铅房拟建址	151	3	室内
2#	2#探伤铅房拟建址	143	2	
3#	氦检区	144	1	
4#	烘箱露点管控区	147	2	
5#	填丝补焊房	143	1	
6#	一次注液区	105	1	
7#	化成前换盘挑 NG 区	94	1	
8#	高温老化区	108	1	
9#	拆盘区（二注前）	113	1	
10#	二注区	89	1	
11#	密封钉焊接返工区	115	2	
12#	常温静置 1	112	2	
13#	顶盖焊接区	100	3	
14#	极耳焊接区	114	1	
15#	包膜入壳区	105	1	
16#	固废通道	112	1	
17#	厂区内道路（西侧）	114	2	
18#	厂区内道路（东侧）	152	1	
19#	结构件货架区域	148	1	室内
20#	9#丙类仓库	145	2	
21#	甲类物品（电解液）运输车停车场	157	1	室外
22#	结构件二次拆包区（1#探伤铅房正上方三层）	151	1	室内
23#	二注区（2#探伤铅房正上方三层）	149	2	

注：1、根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中第 5.4 条款，本次测量时，测量时仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据；
2、根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中第 5.5 条款，本次检测设备测量读数的空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照 JJG393，使用 ¹³⁷Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取 1.20Sv/Gy；
3、γ 辐射空气吸收剂量率均已扣除测点处宇宙射线响应值 25.5nGy/h，本样品中建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，17#、18#和 21#点位取 1，其余点位取 0.8。

由上表可知：本项目拟建探伤工作场所及周围环境室内γ辐射空气吸收剂量率范围为 89nGy/h~151nGy/h，室外γ辐射空气吸收剂量率为114nGy/h~157nGy/h。由《浙江环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，嘉兴市室内的γ辐射（空气吸收）剂量率范围为 76nGy/h~271nGy/h，湖州市道路上γ辐射（空气吸收）剂量率范围为28nGy/h~117nGy/h。因此，本项目工作场所拟建场所及周围环境的γ辐射空气吸收剂量率处于当地一般本底水平，未见异常。

表9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工程分析

本项目工业 CT 属于一体化设计和制造的成套设备，无需施工建设，因此无施工期废物排放。设备调试时会产生 X 射线及少量的臭氧与氮氧化物。具体工艺流程及产污环节见下图。

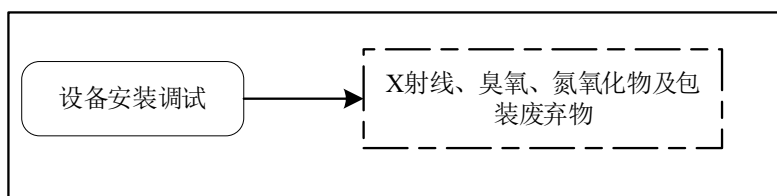


图 9-1 本项目施工期工艺流程及产污环节示意图

9.2 工艺设备和工艺分析

9.2.1 设备组成及工作方式

本项目工业 CT 由 X 射线管、操作台、工件出入口防护门、计算机系统和检测铅房等部分组成等组成，设备外观示意图及内部结构图见下图。

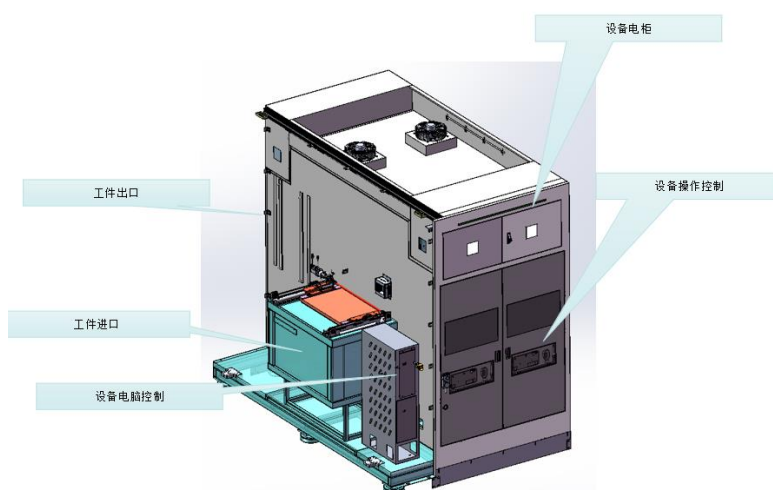


图 9-2 本项目工业 CT 外观图

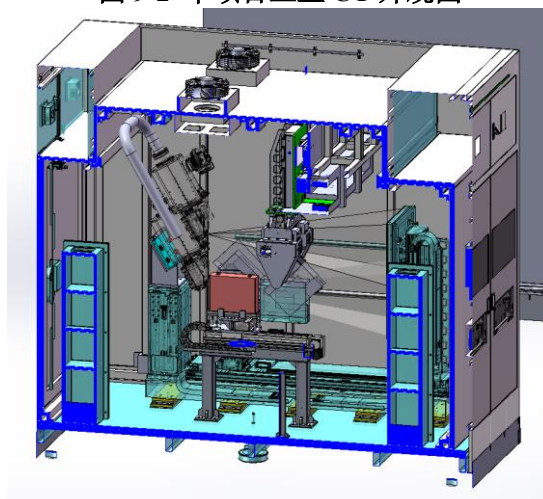


图 9-3 本项目工业 CT 内部结构图

9.2.2 工作原理

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成像新技术。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，发现被检对象内部辐射密度的微小变化。

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射线发生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。工业 CT 机成像原理示意图如下图所示。

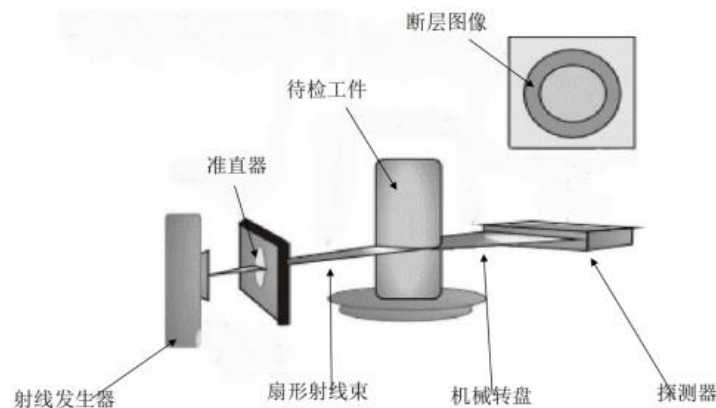


图 9-4 工业 CT 成像原理示意图

9.2.3 工艺流程及产污环节

在进行无损检测工作时，待检工件由生产线上游经自动传送夹输送至设备工件入口，传送夹将工件送入探伤铅房中的检测平台上，输送到位后，传送夹暂停并给出就位信号，探伤设备进入准备状态，铅房防护门自动关闭，门机联锁装置触发，确保门体零缝隙密封。辐射工作人员在操作台前按规程进行操作：调整探头对准工件，根据工件的具体情况将射线装置的参数调至最佳状态，然后启动射线机，X 射线束穿透工件投射到与其对应的图像接收系统上，图像系统将其传送到显示器上，工作人员在显示器上观察到工件的 X 射线图像。扫描完成，射线机自动停止出束，系统延时并确认辐射归零，铅房防护门联锁解除，自动开启，同时传送夹启动，将已检工件从设备出口送出，进入下一道工序。系统复位，等待下一件工

件送入，进入连续循环检测。本项目工作流程及产污环节分析图如下图所示。

本项目工业 CT 的射线管固定不动；载物台可做上下阶梯式移动约 900mm，其余方向不可移动。

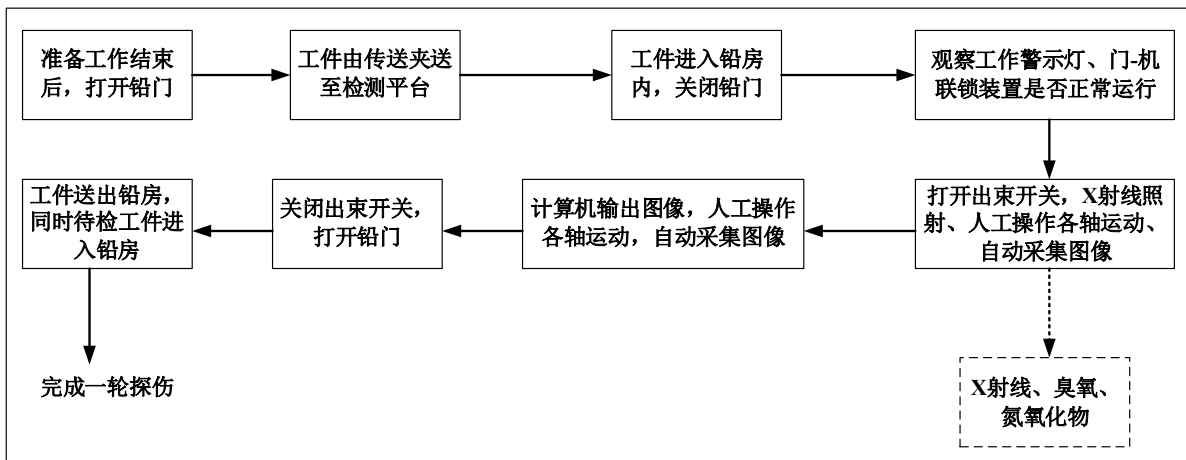


图 9-5 X 射线固定式探伤工艺流程产污环节示意图

9.2.4 运行工况和人员配置计划

本项目拟配置 2 台 CYS-T3000A 型工业 CT，（最大管电压为 300kV、最大管电流为 3mA），属于 II 类射线装置。探伤装置主射线方向朝北。

本项目探伤工件为公司自生产的电芯，材质为铝壳，最大尺寸为 288mm（长）×216mm（宽），最大厚度为 72mm。本项目拟配 4 名辐射工作人员，2 人一组实行昼间一班制，每班日工作 8 小时，每年工作 300 天（50 周，每周工作 6 天）。本项目为抽检，单次探伤曝光时间约为 3min，日曝光时间约为 4h，周曝光时间约为 24h，年曝光时间约为 1200h。

9.3 现有核技术利用项目工艺不足及改进情况

1、现有核技术利用项目基本情况

公司现有许可的有 30 台 III 类射线装置和 20 枚放射源，其射线装置和放射源基本情况详见表 1-3 和表 1-4。目前上述对应的项目暂未投入运行，未开展实际探伤作业，因此不具备现有技术利用项目工艺不足及改进情况。现阶段公司已启动辐射安全筹备工作如下：

1、已成立了公司辐射安全与环境保护管理小组（见附件），负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作，明确了相关负责人和各成员及其职责。

2、制定了相关规章制度（见附件）：辐射防护与安全保卫制度、辐射安全管理制度、操作规程、射线装置使用登记、设备检修维护制度、人员培训体检计划、监测方案、自行检查和年度评估制度、辐射安全档案管理制度、台账管理制度、储源场所安全防护制度、放射源管理制度、废旧源的收贮制度、辐射事故应急预案等。

3、建设单位已签订个人剂量检测合同（见附件 10）、并承诺建立个人剂量档案、职业

健康档案。

4、操作放射源的辐射工作人员均参加辐射安全和防护知识培训，并取得合格的培训证书，操作 X 射线装置的辐射工作人员已完成自主考核，考核合格，见附件 8；辐射工作人员均已进行体检，体检均合格，见附件 9。

9.4 污染源项描述

(1) X射线

根据X射线机的工作原理可知，X射线是随装置的开、关而产生和消失。因此，在开机曝光时间，X射线是本项目的主要污染因子。

辐射场所中的 X 射线主要包括有用线束、泄漏辐射和散射辐射。

①有用线束和散射辐射

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B 表 B.1，本项目工业 CT 最大管电压为 300kV，300kV 射线在 2mmAl 过滤条件下输出量为 $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.25\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

②漏射辐射

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）第 4.2.2 条款表 1，本项目工业 CT 在额定工作条件下，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 臭氧和氮氧化物

本项目2台工业CT工作时产生射线，会造成探伤铅房内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，对周围环境空气会产生影响。本项目2台工业CT探伤铅房顶部均配置2个排风口进行排风，单个风机排风量均为 $186\text{m}^3/\text{h}$ ，探伤铅房的净体积均为 9.99m^3 ，每小时有效通风换气次数大于3次。臭氧和氮氧化物等非放射性气体由机械排风系统排出探伤铅房后，通过厂房排风扇引至厂房外环境中，厂房排风口位于厂房顶棚朝向开放空间，属于非人员活动密集区，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第6.1.10条款“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”的要求。

表10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 布局及合理性分析

本项目工业 CT 位于厂区厂房一层，探伤铅房工件门位于探伤铅房的东侧和南侧（电动开启），便于工件进出；操作台位于探伤铅房北侧，装置有用线束朝北，工业 CT 设备搭载射线延时启动功能，开启射线前预留缓冲时间，配合铅房安全联锁系统，保障现场作业人员辐射安全。探伤工件的最大尺寸为 288mm（长）×216mm（宽），最大厚度为 72mm，东侧工件进口防护门的门洞尺寸为 900mm（宽）×642mm（高），南侧工件出口防护门的门洞尺寸为 860mm（宽）×1475mm（高），探伤铅房内尺寸为 2350mm（内长）×1655mm（内宽）×2568mm（内高），工件可方便出入探伤铅房且满足工件门关闭时最大工件的探伤需求，尺寸满足探伤工件进出探伤铅房的要求。

综上所述，本项目探伤工作场所的功能设计较为完善，可以满足固定式探伤的基本配置需求。探伤铅房设计可满足探伤工件进出探伤铅房并于探伤铅房进行探伤检测的要求，操作辐射工作人员已避开有用线束照射的方向。因此，本项目探伤铅房的设计满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.1 条款要求，合理可行。

10.1.2 分区原则及两区规划

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，辐射工作场所可分为控制区、监督区，其划分原则如下：控制区是指需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域；监督区是指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的区域。

本项目工业CT四侧屏蔽体、底部、顶棚、防护门均采钢板+铅板作为屏蔽防护，通过表11预测分析可知，其屏蔽防护性能可以满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。根据控制区、监督区的划分原则，结合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关规定，本项目对探伤工作场所实行分区管理，将探伤铅房内部区域划为控制区，在探伤铅房工件门显著位置设置电离辐射警告标志和中文警示说明；将操作台及探伤铅房四周相邻检测区域划分为监督区，监督区地面划黄色警戒线作为标识，限制无关人员靠近，该区要定期检测其辐射剂量率。辐射工作场所分区管理示意图见附图9。

10.1.3 辐射工作场所屏蔽防护设计

根据建设单位提供的设计资料，本项目工业 CT 自带防护铅房，其屏蔽防护设计方案见下表。

表 10-1 本项目工业 CT 探伤铅房屏蔽情况一览表

项目	屏蔽防护设计方案
探伤铅房外尺寸	体积约为 16.5m ³ ，尺寸为 3000mm（外长）×2000mm（外宽）×2750mm（外高）
探伤铅房内尺寸	体积约为 9.99m ³ ，尺寸为 2350mm（内长）×1655mm（内宽）×2568mm（内高）
东、南、西侧屏蔽体、顶棚、底部	6mm 钢铁板+18mm 铅板
北侧屏蔽体	6mm 钢铁板+30mm 铅板
工件防护门（设于东侧）	电动单开平移门，门洞的尺寸为 900mm（宽）×642mm（高）；门体的尺寸为 1070mm（宽）×728mm（高），左右搭接宽度均为 85mm，上下搭接宽度均为 43mm，门体结构为 6mm 钢铁板+18mm 铅板
工件防护门（设于南侧）	手动单开平开门，门洞的尺寸为 860mm（宽）×1475mm（高）；门体的尺寸为 1010mm（宽）×1575mm（高），上下搭接宽度均为 50mm、左右搭接宽度均为 75mm，门体结构为 6mm 钢铁板+18mm 铅板
电缆孔	设于东侧屏蔽体，出线口直径为 200mm，出口处设 6mm 钢铁板+18mm 铅板
排风口	设于顶棚，2 个排风口，装有排风扇，单个风机风量：186m ³ /h，排风口尺寸为 120mm×120mm，出口处设 6mm 钢铁板+18mm 铅板，穿越形式为 Z 型斜插
注：①铅的密度不小于 11.3g/cm ³ ，钢铁的密度为 7.85g/cm ³ 。	

经表 11 理论计算，本项目工业 CT 各关注点辐射剂量率均满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h”的要求，且探伤铅房防护门与屏蔽体之间的搭接宽度满足要求。因此，本项目屏蔽设计方案合理可行。

10.1.4 辐射安全和防护及环保措施

1、设备辐射安全防护措施

参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)，本项目工业 CT 将设置如下辐射安全措施，本项目辐射安全和防护设施布置方案见附图 10。

表 10-2 本项目辐射安全防护措施一览表

序号	标准要求的措施	辐射工作场所的拟建情况	符合性分析
1	探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括工作人员防护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。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	本项目工业 CT 防护门处均已安装门-机联锁装置，射线源与防护门实现联锁，且只有在防护门关闭后，X 射线装置才能进行探伤作业。防护门打开时立即停止 X 射线照射，关上防护门不能自动开始 X 射线照射。	符合
2	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。	本项目所配备的工业 CT 属于一体化设计和制造的成套设备，设备顶部自带 1 个工作状态指示灯及声光报警装置，且均与射线源联锁，可起到与有显示“预备”和“照射”状态指示灯一样警示周围公众成员此处正在进行辐射探伤作业的作用。	符合

3	探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在操作间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。	本项目探伤装置内部西侧屏蔽体上设有1个监控探头，在工业CT操作台上设有专用的监视器，可监视探伤铅房内的探伤设备运行情况。厂房一层在每个探伤铅房处拟各设一个监控探头可观察到探伤铅房的工作情况。	符合
4	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。	探伤铅房防护门上拟设有符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	符合
5	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。	操作台设有1个急停按钮，确保出现紧急事故时，按下此按钮，关闭电源，能立即停止照射。且正常运行情况下，辐射工作人员不进入探伤铅房，因此探伤铅房内可不设置急停按钮。	符合
6	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。	本项目工业CT铅房顶部配置2个排风口进行排风，单个风机排风量为186m ³ /h，探伤铅房的净体积为9.99m ³ ，每小时有效通风换气次数大于3次。臭氧和氮氧化物等非放射性气体由机械排风系统排出探伤铅房后，通过厂房排风扇引至车间外环境中，厂房排风口位于厂房顶棚朝向开放空间，属于非人员活动密集区。	符合
7	探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	装置探伤铅房非典型探伤室，体积小，人员无法由工件门进入探伤铅房，且正常运行情况下，防护门是关闭的，因此，本装置可不安装固定式场所辐射探测报警装置。	符合

2、固定探伤操作的放射防护要求

(1) 固定式探伤工作人员应定期测量正常运行过程中探伤铅房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。测量结果超标或异常应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

(2) 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。

(3) 探伤工作人员应正确使用辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。

(4) 在每一次照射前，操作人员都应检查探伤铅房门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施是否正常；确认探伤铅房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。

3、探伤装置的检查和维护

(1) 建设单位的日检，每次工作开始前应进行检查的项目包括：

①设备外观是否完好；

- ②电缆是否有断裂、扭曲以及破损；
- ③安全连锁是否正常工作；
- 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) 设备维护

- ①建设单位应对设备维护负责，每年至少维护一次；
- ②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。设备维护包括设备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、辐射监测仪器配置

本项目辐射监测仪器配置计划见下表。

表 10-3 本项目辐射监测仪器和防护用品配置计划

序号	名称	数量
1	个人剂量计	4 枚
2	个人剂量报警仪	4 台
3	便携式 X-γ 剂量率仪	1 台

用于 X 射线探伤装置放射防护检测的仪器，应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。

5、探伤设施的退役

(1) 本项目射线装置后期如报废，公司应按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》第十八条要求，对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。

(2) 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。

(3) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

10.2 三废的治理

本项目工业 CT 在开机过程中不产生放射性废气、放射性废水、放射性固废。本项目装置作业状态时，会使空气电离产生微量的臭氧和氮氧化物，探伤铅房内拟设有机通风系统，该部分废气通过顶棚排风扇排至探伤铅房外，再通过厂房排风扇引至厂房外环境中，厂房排风口位于厂房顶棚朝向开放空间，属于非人员活动密集区，对环境影响较小。

表11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

11.1.1 土建施工阶段

本项目两台工业 CT 均为一体化设备，因此本项目无土建施工阶段。

11.1.2 设备安装调试阶段

本项目工业 CT 安装调试阶段对于环境主要影响为 X 射线、臭氧和氮氧化物以及包装材料等固废。本项目探伤设备的安装与调试均由专业人员在探伤铅房内进行，经过墙体的屏蔽与距离衰减后，设备产生的辐射对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，建设单位需及时回收包装材料及其他固体废物进行处置，不得随意丢弃。

11.2 运行阶段辐射环境影响分析

11.2 运行阶段辐射环境影响分析

为分析预测本项目投入运行后所引起的辐射环境影响，本项目选用《工业 X 射线探伤辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）及第 1 号修改清单中计算方法进行理论计算，采用理论计算的方法来预测本项目辐射工作场所运行过程中对周围环境的辐射影响。

根据厂家提供的设备信息，本项目装置仅朝向北侧屏蔽体照射，不朝向其余侧。根据 GBZ/T 250-2014 第 3.2.1 条款“相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射”。因此，本项目工业 CT 北侧按照有用线束考虑，东侧、南侧、西侧屏蔽体、顶棚、底部和工件门按泄漏辐射和散射辐射考虑；两台装置顶棚辐射屏蔽防护水平与其他侧相当，有用线束不朝向顶棚，且所在厂房为地上三层层建筑，本项目位于一层，故本项目不考虑天空反散射。

11.2.1 关注点的选取

本项目工业 CT 各关注点的分布情况见图 11-1~图 11-2，剂量关注点情况列于表 11-1。

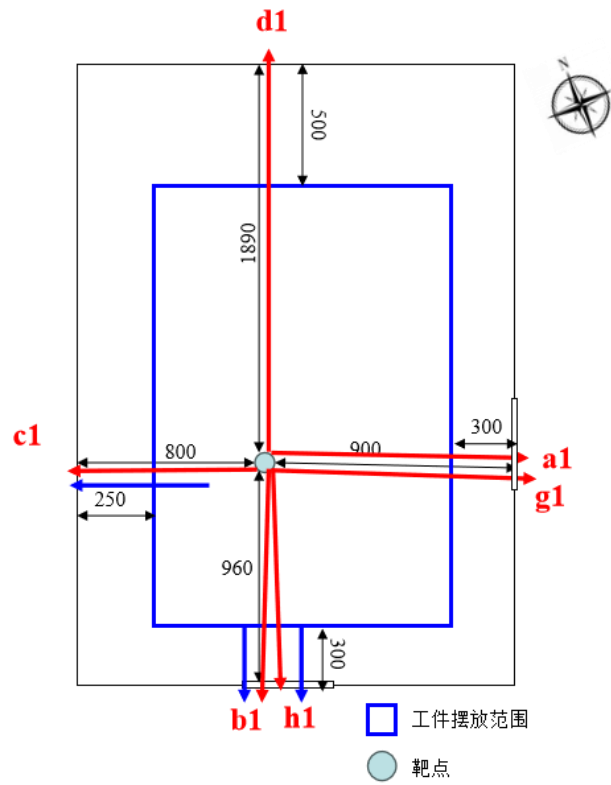


图 11-1 探伤铅房平面布局与预测点位图 (单位: mm)

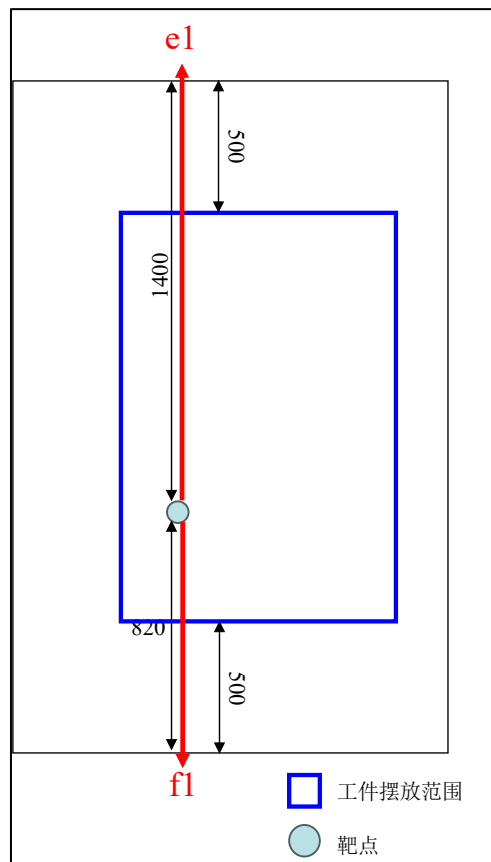


图 11-2 探伤铅房剖面布局与预测点位图 (单位: mm)

表 11-1 探伤铅房各关注点位分布情况表

关注点位	点位描述	源点与关注点距离 R (m)	散射体至关注点距离 Rs (m)	需屏蔽的辐射类型
a1	东侧屏蔽体外 30cm 处	1.2	0.6	泄漏辐射、散射辐射
b1	南侧屏蔽体外 30cm 处	1.2	0.6	泄漏辐射、散射辐射
c1	西侧屏蔽体外 30cm 处	1.1	0.5	泄漏辐射、散射辐射
d1	北侧屏蔽体外 30cm 处	2.1	/	有用线束
e1	顶棚外 30cm 处	1.7	0.8	泄漏辐射、散射辐射
f1	底部外 30cm 处	1.1	0.8	泄漏辐射、散射辐射
g1	工件门 1 外 30cm 处	1.2	0.6	泄漏辐射、散射辐射
H1	工件门 2 外 30cm 处	1.2	0.6	泄漏辐射、散射辐射

注：R=源点与屏蔽体外侧距离+0.3m，Rs=散射体移动区域与屏蔽体外侧距离+0.3m，结果均向下保留一位小数。

11.2.2 场所辐射水平预测

(1) 有用线束计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的有用线束辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 (11-1) 计算：

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

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，本项目工业 CT 取 3mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 附录 B 表 B.1，300kV 时，滤过条件为 3mm 铝时 X 射线距辐射源点 1m 处输出量为 $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ ，即 $1.25\times 10^6\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B——屏蔽透射因子；根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 图 B.1 曲线向外推，300kV 射线穿过 30mm 铅板时的透射因子取 1.0×10^{-7} ；

R——距辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米 (m)，取值见表 11-1。

(2) 泄漏辐射计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，在给定屏蔽物质厚度 X 时，屏蔽体外关注点的泄漏辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 (11-2) 计算：

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

式中：B——屏蔽透射因子，根据公式 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ ，其中 X 为屏蔽层厚度，TVL 为什值层厚度，根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2，当管电压为 300kV 时，铅的 TVL 值为 5.7mm，300kV 射线穿过 18mm 铅时的透射因子取 6.9×10^{-4} ；根据 NCRP Report No. 151

(Appendix A, P158), 可知 300kV 时 X 射线在钢铁中的什值层 TVL 为 13.3mm, 300kV 射线穿过 6mm 钢铁时的透射因子取 3.5×10^{-1} , 则 300kV 射线穿过 18mm 铅板+6mm 钢板时 $B=6.9 \times 10^{-4} \times 3.5 \times 10^{-1}=2.4 \times 10^{-4}$;

R ——距辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为米(m), 取值见表 11-1;

\dot{H}_L ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, 单位为微希每小时($\mu\text{Sv/h}$), 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 第 4.2.2 条款表 1, 本项目工业 CT 距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 $5.0 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 散射辐射计算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), 在给定屏蔽物质厚度 X 时, 屏蔽体外关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 (11-3) 计算。

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_S^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots \text{(式 11-3)}$$

式中: I ——X 射线探伤装置在最高管电压下常用最大管电流, mA 本项目取 3mA;

H_0 ——距辐射源点(靶点) 1m 处输出量, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$; 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 附录 B 表 B.1, 300kV 时, 滤过条件为 3mm 铝时 X 射线距辐射源点 1m 处输出量为 $20.9 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$, 即 $1.25 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$;

B ——屏蔽透射因子, 根据公式 $B = 10^{-X/\text{TVL}}$ 计算, 其中 X 为屏蔽层厚度, mm; 查询 GBZ/T 250-2014 表 2, 当 X 射线能量为 300kV 时, 对应的 90° 散射辐射最高能量为 200kV, 根据 GBZ/T 250-2014 附录 B 表 B.2, 当管电压为 200kV 时, 铅的 TVL 值为 1.4mm, 200kV 射线穿过 18mm 铅时的透射因子取 1.4×10^{-13} ;

F —— R_0 处的辐射野面积, 单位为平方米 (m^2);

α ——散射因子, 入射辐射被单位面积 (1m^2) 散射体散射在距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。与散射物质有关, 在未获得相应物质的 α 值时, 以水的 α 值保守估计, 见附录 B 表 B.3;

R_0 ——辐射源点(靶点)至探伤工件的距离, 单位为米(m);

$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$ ——根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) B.4.2, 当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时, 其值为: 60(150kV)和 50(200~400kV)。本项目保守取值 50;

R_S ——散射体至关注点的距离, 单位为米(m)。

(4) 预测结果

根据公式 (11-1) ~ (11-3), 代入相关参数, 本项目探伤铅房运行时周围环境辐射水平预测结果见下表。

表 11-2 有用线束辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 X	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	B	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
d1 (北侧)	30mm 铅	3	1.25E+06	1.0E-07	2.1	8.5E-02

表 11-3 泄漏辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 X	B	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
a1 (东侧)	18mm 铅+6mm 钢铁板	2.4E-04	5.0E+03	1.2	8.3E-01
b1 (南侧)				1.2	8.3E-01
c1 (西侧)				1.1	9.9E-01
e1 (顶棚)				1.7	4.2E-01
f1 (底部)				1.1	9.9E-01
g1 (工件门 1)				1.2	8.3E-01
h1 (工件门 2)				1.2	8.3E-01

表 11-4 散射辐射剂量率预测结果

关注点位	屏蔽材料 X	B	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	$\frac{R_0^2}{F \cdot \alpha}$	R_s (m)	\dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$)
a1 (东侧)	18mm 铅+6mm 钢铁板	1.4E-13	3	1.25E+06	50	0.6	2.9E-08
b1 (南侧)						0.6	2.9E-08
c1 (西侧)						0.5	4.2E-08
e1 (顶棚)						0.8	1.6E-08
f1 (底部)						0.8	1.6E-08
g1 (工件门 1)						0.6	1.6E-08
h1 (工件门 2)						0.6	2.9E-08

表 11-5 各关注点位辐射剂量率预测结果汇总

关注点位	有用线束 ($\mu\text{Sv/h}$)	泄漏辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射 ($\mu\text{Sv/h}$)	总剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	GBZ117-2022 标准限值 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否达标
a1 (东侧)	/	8.3E-01	2.9E-08	8.3E-01	2.5	达标
b1 (南侧)	/	8.3E-01	2.9E-08	8.3E-01	2.5	达标
c1 (西侧)	/	9.9E-01	4.2E-08	9.9E-01	2.5	达标
d1 (北侧)	8.5E-02	/	/	8.5E-02	2.5	达标
e1 (顶棚)	/	4.2E-01	1.6E-08	4.2E-01	2.5	达标

f1 (底部)	/	9.9E-01	1.6E-08	9.9E-01	2.5	达标
g1 (工件门1)	/	8.3E-01	1.6E-08	8.3E-01	2.5	达标
h1 (工件门2)	/	8.3E-01	2.9E-08	8.3E-01	2.5	达标

因此，本项目工业 CT 在最大工况正常运行时，各关注点辐射剂量率均不大于 2.5 μ Sv/h，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h”的要求。

②两台装置同时运行时的剂量叠加影响分析

本项目 2 台装置存在同时开机的情况。因此，需要考虑 2 台装置同时运行时的剂量叠加影响。装置 1 西侧与装置 2 东侧相距 14m，此处，将装置西侧与东侧剂量率叠加为： $0.99+0.83=1.82$ (μ Sv/h) < 2.5 μ Sv/h。其余将两台装置看成一个整体，将相同侧关注点剂量率叠加做保守预测，具体见下表。

表 11-6 各关注点位辐射剂量率预测结果汇总

点位	关注点处剂量率 (μ Sv/h)	关注点处剂量率 (μ Sv/h)	总剂量率 (μ Sv/h)	GBZ117-2022 标准限值 (μ Sv/h)	是否达标
东侧	8.3E-01	8.3E-01	1.66	2.5	达标
南侧	8.3E-01	8.3E-01	1.66	2.5	
西侧	9.9E-01	9.9E-01	1.98	2.5	
北侧	8.5E-02	8.5E-02	0.17	2.5	
顶棚	4.2E-01	4.2E-01	0.84	2.5	
底部	9.9E-01	9.9E-01	1.98	2.5	
东侧	8.3E-01	8.3E-01	1.66	2.5	
南侧	8.3E-01	8.3E-01	1.66	2.5	

因此，本项目 2 台装置同时在最大工况正常运行时，各关注点辐射剂量率均不大于 2.5 μ Sv/h，满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中“屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h”的要求。

11.2.3 局部贯穿分析

本项目 2 台工业 CT 电缆孔设于东侧，出线口直径为 200mm，出口处敷设 6mm 钢板+18mm 铅板，排风口设于顶棚，2 个排风口，装有 2 台排风扇，单个风机风量：186m³/h，排风口尺寸为 120mm×120mm，出口处设 6mm 钢板+18mm 铅板，穿越形式为 Z 型斜插。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各类管道散射至探伤铅房墙外，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。因此，本项目两台工业 CT 电缆、排风等管道的布置方式不会破坏墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。

11.2.4 人员受照剂量估算

1、计算公式

参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 第 3.1.1 条款中的公式(1), 人员受照剂量计算公式如下:

$$E = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (11-4)$$

式中:

E ——年有效剂量, mSv/a;

\dot{H} ——关注点处周围剂量当量率, $\mu\text{Sv/h}$;

T ——居留因子;

U ——使用因子, 本项目取 1;

t ——受照时间, h/a。

本项目的居留因子选取根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 表 A.1, 具体数值见下表 11-7:

表 11-7 不同场所的居留因子

场所	居留因子 (T)	示例
全居留	1	操作室、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

2、估算结果

本项目两台装置存在同时开机使用的情况。因此, 人员受照剂量估算按照最不利情况, 两台装置同时开机进行预测。由于射线装置产生的剂量率与距离平方成反比关系, 同方向人员受照剂量仅需考虑与源点距离最近且居留因子最大的保护目标。利用上表的相关数据, 本项目相关人员的预期年剂量水平的计算见表 11-8。

表 11-8 人员受照剂量计算参数及计算结果一览表

人员属性		居留因子	源点与关注点距离 (m)	源点与保护目标距离 (m)	保护目标处辐射剂量率取值 ($\mu\text{Sv/h}$)	周受照时间 (h/周)	周受照剂量 ($\mu\text{Sv/周}$)	年受照时间 (h/a)	年受照剂量 (mSv/a)
职业	操作台	1	2.1	2.1	1.7E-01	24	4.1E+00	1200	2.1E-01
公众	过道	1/16	1.2	1.2	1.7E+00	24	2.6E+00	1200	1.3E-01
	拆盘区 (二注前)	1	1.2	8.9	3.0E-02	24	7.2E-01	1200	3.6E-02
	二注区	1	1.2	18.9	6.7E-03	24	1.6E-01	1200	8.0E-03
	厂区内道路	1/16	1.2	18.9	6.7E-03	24	1.0E-02	1200	5.0E-04
	过道	1/16	1.2	1.2	1.7E+00	24	2.6E+00	1200	1.3E-01
	顶盖焊接区	1	1.2	11.9	1.7E-02	24	4.1E-01	1200	2.1E-02
	包膜入	1	1.2	13.9	1.2E-02	24	2.9E-01	1200	1.5E-02

壳区									
极耳焊接区	1	1.2	44.9	1.2E-03	24	2.9E-02	1200	1.5E-03	
过道	1/16	1.1	1.1	2.0E+00	24	3.0E+00	1200	1.5E-01	
电梯间、固废通道	1/4	1.1	11.8	1.7E-02	24	1.0E-01	1200	5.0E-03	
危废缓存间	1/4	1.1	13.8	1.3E-02	24	7.8E-02	1200	3.9E-03	
待定区	1	1.1	20.8	5.5E-03	24	1.3E-01	1200	6.5E-03	
厂区内道路	1/16	1.1	22.8	4.6E-03	24	6.9E-03	1200	3.5E-04	
9#丙类仓库	1/4	1.1	31.8	2.4E-03	24	1.4E-02	1200	7.0E-04	
甲类物品(电解液)运输车停车场	1/4	1.1	38.8	1.6E-03	24	9.6E-03	1200	4.8E-04	
过道	1/16	2.1	2.1	1.7E-01	24	2.6E-01	1200	1.3E-02	
氦检区	1	2.1	4.8	3.3E-02	24	7.9E-01	1200	4.0E-02	
烘箱露点管控区、填丝补焊房	1	2.1	12.8	4.6E-03	24	1.1E-01	1200	5.5E-03	
高温老化区	1	2.1	16.8	2.7E-03	24	6.5E-02	1200	3.3E-03	
结构件二次拆包区、二注区(正上方三层)	1	1.7	10.7	2.1E-02	24	5.0E-01	1200	2.5E-02	

注：本项目存在多名操作人员，此处按照一名保守计算。

根据上表计算可知，本项目两台工业 CT 同时运行后所致辐射工作人员最大受照周有效剂量为 $4.1\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量为 $2.1\times 10^{-1}\text{mSv}$ ；所致公众最大受照周有效剂量为 $3.0\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量为 $1.5\times 10^{-1}\text{mSv}$ 。因此，辐射工作人员和公众年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的剂量限值要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）；周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ”的要求。

11.2.4“三废”环境影响分析

本项目工业 CT 只有在工作状态下会产生辐射，使得探伤铅房内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。臭氧和氮氧化物等非放射性气体由机械排风系统排出探伤铅房后，通过厂房排风扇引至厂房外环境中，厂房排风口位于厂房顶棚朝向开放空间，属于非人员活动密集区。可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）第 6.1.10 条款“探伤室应设置机械风装置，排风扇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”的要求。

本项目为工业 CT 不涉及洗片工作，因此没有废显（定）影液、洗片废液、废胶片等危险废物产生。

11.3 探伤铅房屏蔽防护能力分析

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的规定，结合建设单位探伤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，对该建设单位使用的探伤铅房的辐射屏蔽能力符合性进行如下分析：

（1）设计中，该探伤铅房的设置已充分考虑周围的放射安全，且探伤铅房与操作台分开；结合理论计算结果可知：探伤铅房四屏蔽体、顶棚和底部的防护性能，均能满足辐射防护；

（2）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有效剂量能符合《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；

（3）本项目在探伤过程中产生的 X 射线，使空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物，探伤铅房内的机械排风系统将臭氧和氮氧化物排至室外，不会对工作人员和公众成员产生影响。

因此，本项目两台工业 CT 屏蔽能力能达到射线装置正常工作时的辐射防护要求。

11.4 事故影响分析

11.4.1 事故风险分析

建设单位使用的射线装置属 II 类射线装置，可能的事故工况主要有以下几种情况：

（1）检测过程中，门-机联锁装置、紧急停机按钮等失效使工作人员和公众误闯或误留，引发辐射事故。

（2）操作人员违规操作，造成周围人员的不必要照射，引发辐射事故。

11.4.2 事故防范措施

（1）从事 X 射线探伤的辐射工作人员必须经过有关部门的专业培训，具备上岗资格

证，业务熟练；严格遵守射线装置的使用管理规定和操作规程，禁止违章操作、野蛮作业；作好实时成像系统的日常维护保养，定期检查，保证设备始终处于完好状态。操作过程中，设备发生任何故障都要立即停机，及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行。

（2）定期检查维护，确保门机联锁装置、紧急停机按钮、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等安全措施正常运转，保持完好；定期对射线装置进行检修维护，定期对周围辐射水平进行检测，发现异常，及时切断电源，请厂家对设备进行维护维修。

（3）射线装置在调试和使用时，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施，调试和维修工作由厂家专业人员承担。

发生辐射事故时，事故单位应当立即切断电源、保护现场，并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 小时内填报《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，造成或可能造成超剂量照射的，还应当同时向当地卫生行政部门报告。对于射线装置被盗事故，还应向公安部门报告。

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，并以文件形式明确管理人员职责。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。

公司已成立以赵耀航为负责人的辐射安全管理小组，负责全单位的辐射安全与防护监督管理工作，明确了相关负责人和各成员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施，可以满足本项目扩建后的辐射安全管理需要。

12.1.2 辐射人员管理

(1) 个人剂量检测

建设单位拟为新增辐射工作人员进行个人剂量检测。个人剂量计检测周期一般为一个月，最长不超过3个月，并建立个人剂量档案，加强档案管理，个人剂量档案应终生保存。

(2) 辐射工作人员培训

根据生态环境部《关于做好2020年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853号）和《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》（2019年，第57号）精神，所有辐射工作人员必须通过生态环境部举办的辐射安全和防护专业知识培训及相关法律法规的培训和考核，尤其是新进的、转岗的人员，必须到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）自主培训并参加考核取得成绩单，经考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

根据《核技术利用辐射安全考核专业分类参考目录（2021年版）》，本项目操作人员辐射安全考核专业类别为X射线探伤。建设单位拟新增4名辐射工作人员，由公司现有员工参加生态环境部组织的辐射安全与防护平台自主学习，考核合格后上岗，并按时每五年重新进行考核。

(3) 辐射工作人员职业健康体检

新增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在岗期间职业健康检查，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

工作岗位时，放射工作单位应当对其进行离岗前的职业健康检查，并建立个人健康档案。

建设单位拟组织 4 名新增辐射工作人员到有资质的医院进行上岗前体检，建立个人健康档案，并长期保存，并每 4 年进行在岗期间体检，离岗前进行离岗体检。

12.1.3 辐射安全和防护状况年度评估报告

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辐射安全和防护状况年度评估报告。辐射安全与防护状况年度评估报告应包括辐射安全和防护设施的运行与维护情况；辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；射线装置台账；场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；辐射事故及应急响应情况；存在的安全隐患及其整改情况；其他有关法律、法规规定的落实情况等内容。

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许可管理办法》，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，有完善的辐射事故应急措施。

公司已制定了辐射防护与安全保卫制度、辐射安全管理制度、操作规程、射线装置使用登记、设备检修维护制度、人员培训体检计划、监测方案、自行检查和年度评估制度、辐射安全档案管理制度、台账管理制度、储源场所安全防护制度、放射源管理制度、废旧源的收贮制度、辐射事故应急预案等。

综合考虑到公司本次配备的工业 CT 设备，本次评价建议贵公司结合本项目开展特点，对相关辐射安全管理制度进行针对性的补充、完善，重新制定相关规章制度后张贴于工业 CT 相关辐射工作现场，使之切实可行又符合相关管理规定，并付诸严格执行。拟补充、完善的内容如下：

- (1) 工业 CT 操作规程；
- (2) 射线装置报废管理制度；
- (3) 辐射安全档案管理制度；
- (4) 工业 CT 辐射工作场所的监测方案纳入监测制度；
- (5) 结合工业 CT 运行时的辐射风险，完善辐射事故应急预案。

综上所述，贵公司在落实上述制度后，能够确保本项目工业 CT 装置的安全使用，满足国家相关的辐射安全管理及技术层面要求。在日后的工作实践中，公司应根据核技术利

用具体情况以及在工作中遇到的实际问题，并根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时进行更新、完善，提高制度的可操作性，并严格按照制度进行。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 等要求，使用II类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。公司拟为辐射工作人员配置 4 台个人剂量报警仪和 4 支个人剂量计，并配备 1 台便携式 X- γ 剂量率仪。

12.3.2 个人剂量监测

辐射工作人员工作时应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量计须定期（一般为一个月，最长不得超过三个月）送检。公司应建立剂量管理限值和剂量评价制度，对受到超剂量限值的应进行评价，跟踪分析高剂量的原因，优化实践行为，并指定专职辐射管理人员负责对个人剂量检测结果（检测报告）统一管理，建立档案，个人剂量档案应当长期保存。

12.3.3 探伤工作场所辐射监测

本项目正式投入使用后，公司须定期（每年 1 次）委托有资质的单位对探伤铅房周围环境进行监测，并建立监测档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。

①年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量当量率进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应作为《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。

②日常自我监测

定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定辐射工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案，参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 第 8.3.4 条款，本项目射线装置投入使用后每年至少进行 1 次常规监测。

③监测内容和要求

A、监测内容：周围剂量当量率。

B、监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划或验收监测布点方案。

监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-1 监测场所及监测项目建议

监测项目	监测点位	监测依据	监测周期
年度监测	(1) 探伤铅房四侧屏蔽体、防护门	《环境 γ 辐射剂量率	1 次/年

自主监测	及顶棚外 30cm 处； (2) 防护门门缝四周、电缆管孔、 通风口表面 30cm 处； (3) 操作位及人员常驻留位置。	测量技术规范》(HJ 1157-2021)	1 次/年
验收监测			竣工验收
个人剂量当量	所有辐射工作人员	《职业性外照射个人 监测规范》(GBZ 128-2019)	常规监测周期一 般为 1 个月，最 长不应超过 3 个 月

12.3.4 竣工环保验收

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）和《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）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。除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。验收报告公示期满后 5 个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，生态环境主管部门对上述信息予以公开。

12.4 辐射事故应急

公司需建立《辐射事故应急预案》，制定《辐射事故应急预案》后，应制定计划定期组织应急人员进行应急预案的培训和演练。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第四十一条的规定，结合单位的实际情况和事故工况分析，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- (1) 应急机构和职责分工（具体人员和联系电话）。
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备。
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施。
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序。

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。事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。建设单位必须加强管理，

杜绝辐射安全事故的发生。

表13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目工程概况

嘉兴兰钧科技有限公司拟在浙江省嘉善市嘉善县惠民街道枫南村厂区厂房一层新建2台CYS-T3000A型工业CT（最大管电压300kV，最大管电流3mA，属于II类射线装置），对自生产的电芯进行无损检测，该工业CT采用一体化结构设计，为自带屏蔽防护铅房的成套设备，整体出厂安装使用。

13.1.2 辐射安全与防护结论

（1）本项目工业CT设备搭载射线延时启动功能，开启射线前预留缓冲时间，配合铅房安全连锁系统，保障现场作业人员辐射安全；探伤铅房的屏蔽体厚度已充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素，其屏蔽防护性能可以满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的相关要求。

（2）探伤工作场所实行分区管理，划分监督区与控制区。本项目工业CT铅房设有门-机连锁装置、工作状态的指示灯与声光报警装置、急停按钮，工件门上拟张贴电离辐射警告标志和中文警示说明，以上措施可满足辐射安全和防护要求。

13.1.3 环境影响分析结论

（1）主要污染因子

本项目主要污染因子为X射线、臭氧和氮氧化物。

（2）辐射剂量率影响预测结论

本项目工业CT在最大工况运行时，探伤铅房四侧屏蔽体、顶棚、底部、防护门外各关注点处辐射剂量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）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”。

（3）个人剂量影响预测结论

经剂量估算，本项目所致辐射工作人员与公众成员的年有效剂量低于本项目剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5.0\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ 、公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）；周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ”的要求。

（4）“三废”环境影响分析

本项目运行过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固废产生。本项目探伤铅房内

产生的少量臭氧和氮氧化物可通过机械排风装置排出探伤铅房，臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。本项目装置为工业 CT 采用数字成像，非胶片成像，不涉及显/定影液和胶片的使用，不会产生废显/定影液、洗片废水及废胶片等危险废物。

13.1.4 辐射安全管理结论

(1) 建设单位已成立了辐射安全与环境保护管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作，明确规定成员职责，切实保证各项规章制度的制定与落实。

(2) 本项目新增的 4 名辐射工作人员拟参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方具备上岗条件，并委托有资质单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量检测与职业健康体检，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。建设单位拟定期请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。

(3) 建设单位拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，制定相关辐射安全管理规章制度，张贴于探伤工作场所现场处，并认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

13.1.5 可行性分析结论

(1) 规划符合性与选址合理性分析结论

本项目位于浙江省嘉善市嘉善县惠民街道枫南村厂区内，用地性质为工业用地，符合土地利用规划要求，项目符合《嘉善经济技术开发区产业提升发展区控制性详细规划》、《嘉善县生态环境分区管控动态更新方案》和“三区三线”的要求，不涉及生态保护红线，符合环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单的要求。同时，本项目探伤铅房评价范围内无居民和学校等环境敏感点。经辐射环境影响预测，采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众成员的辐射影响是可接受的。因此，本项目的建设符合相关规划要求，且选址合理可行。

(2) 产业政策符合性分析结论

根据国家发展和改革委员会令第 7 号《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目工业 CT 的应用属于鼓励类项目，符合国家产业政策的要求。

(3) 实践正当性分析结论

本项目的建设是为了保证公司自生产的电芯产品质量，因此，该项目的实践是必要的。本项目运行过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的

情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

（4）环保可行性结论

综上所述，本项目选址合理，符合国家产业政策，符合实践正当性原则，符合“三区三线”和《嘉善县生态环境分区管控动态更新方案》相关要求，该项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，建设单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

（1）建设单位应加强对探伤铅房以及探伤工作场所内人员进出的管理，健全辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护与操作的理解和执行水平，杜绝辐射事故的发生。

（2）辐射工作人员应规范运行设备并有效使用个人剂量计、个人剂量报警仪等监测用品；建设单位应定期对探伤设备、防护设施进行检查与维修。

（3）建设单位应严格执行相关法律法规，落实有关规定，并及时更新完善，提高制度可操作性。

13.2.2 承诺

（1）建设单位承诺将根据报告表的要求和生态环境主管部门的要求落实相应的污染防治措施和管理要求。

（2）环评报批后，建设单位需及时向有关部门重新申领《辐射安全许可证》。

（3）建设项目竣工后，建设单位应当按照《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》（HJ 1326-2023）的相关要求，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

表14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日

审批意见：

公章

经办人（签字）：

年 月 日