核技术利用建设项目

湖州卫蓝科技有限公司新建工业 CT 应用项目环境影响报告表

(报批稿)

湖州卫蓝科技有限公司 2023年4月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

湖州卫蓝科技有限公司新建工业 CT 应用项目环境影响报告表

	THE O	W.	
建设单位名	称: 湖州卫蓝科技	布限公司	根介
建设单位法	人代表(签名或签章):_	俞会根	的会 33259110013£35
通讯地址:	浙江省湖州市梦溪路 898	号-1	
邮政编码:	313000	联系人: _	_
由乙邮符.		联系由话,	

编制单位和编制人员情况表

项目编号		9wczd2					
建设项目名称		湖州卫蓝科技有限公	司新建工业CT应用项	目			
建设项目类别		55—172核技术利用建	设项目				
环境影响评价文件	类型	报告表	W ATT				
一、建设单位情况	L.	E T	4				
单位名称 (盖章)		湖州卫蓝科技有限公	司學				
统一社会信用代码 91330501MA2D5UEHX2 11001363							
法定代表人(签章)	俞会根 32653116018515					
主要负责人(签字)	田启友	1-2) 3 to	ber re	(%).2m/l		
直接负责的主管人	员(签字)	祁盼盼 20120000	有為				
二、编制单位情况	L	The same of the sa	A DI				
单位名称 (盖章)		杭州环科环保咨询有	限公司				
统一社会信用代码		91330110MA2GYXE2	33011003				
三、编制人员情况	ž						
1. 编制主持人							
姓名	职业资标	各证书管理号	信用编号		签字		
鲁琼芳	201703533038	52017332711000035	BH001304		泉游考		
2 主要编制人员							
姓名	主要	编写内容	信用编号		签字		
鲁琼芳		第3部					

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	8
表 3 非密封放射性物质	8
表 4 射线装置	8
表 5 废弃物(重点是放射性废弃物)	9
表 6 评价依据	10
表 7 保护目标与评价标准	12
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	37
表 13 结论与建议	40
附图: 附图1 建设项目地理位置图 附图2 企业周边环境概况及评价范围图 附图3 厂区总平图 附图41#厂房一层平面布置图 附图51#厂房二层平面布置图 附图6 湖州市南太湖新区环境管控单元分类图	
附件: 附件1 营业执照 附件2 企业主体项目环评审批意见 附件3 企业放射源环评备案回执 附件4 辐射安全许可证 附件5 现状监测报告	

附件 6 专家意见及修改对照单

表1 项目基本情况

建i	没项目名称		湖州卫蓝科技有限公司新建工业 CT 应用项目							
3	建设单位			湖州	卫蓝科技有	限公司				
Ý	去人代表	俞会	根	联系人		联系电话				
ì	通讯地址			湖州	市梦溪路8	98 号-1				
项	目建设地点			湖州	市梦溪路 8	98 号-1				
立口	立项审批部门 / 批准文号 /									
	没项目总投 资(万元)	100	项目环保投资 (万元)		6	投资比例(环保 投资/总投资)		6%		
J	项目性质 ■新建□改扩建□迁建 □其他 占地面积 (m²)									
	放射源	□销售		□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类						
	川又为11-4/示	□使用	□ I	□Ⅰ类(医疗使用)□Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类						
	-11. 2. 1. 1 2.	□生产			□制备 PET 月	自放射性药物				
应	非密封放 射性物质	□销售			/	,				
用类	71 12 1777	□使用			пZ	□丙				
型		□生产				类 □III类				
	射线装置	□销售				类 □III类				
		■使用			■ II §	类 □III类				
	其他				/					

1.1 建设单位基本情况及项目由来

1.1.1 建设单位简介

湖州卫蓝科技有限公司成立于 2021 年 1 月 25 日,公司租用浙江吉胜鸿图智能装备科技有限公司位于湖州市梦溪路 898 号-1 的闲置厂房 46022.77 平方米,购置 PD 混料机、涂布机、辊压机、模切机等生产设备,形成年产 2GWH 固态锂离子电池的生产能力。《湖州卫蓝科技有限公司年产 2GWH 固体锂离子电池项目环境影响报告表》于 2021 年 11 月 22 日通过湖州市生态环境局审批,审批文号:湖新区环建[2021]22 号,详见<u>附件 2</u>。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

企业原有放射源项目已取得《辐射安全许可证》,证书编号:浙环辐证 [E2443],许可种类和范围:使用 V 类放射源。发证日期:2022 年 2 月 14 日,有效期至:2027 年 2 月 13 日,详见**附件 4**。企业现有放射源详见表 1-1。

表 1-1 企业现有放射源情况一览表

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
1	Kr-85	1.48E+10Bq×10	V类	使用	测厚	涂布车间

为提高产品质量,企业拟在厂区内新增 1 台工业 CT 装置对电芯进行无损检测。根据生态环境部部令第 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"中"使用 II 类射线装置",应编制辐射环境影响报告表,并及时向有权限的生态环境主管部门申领辐射安全许可证。为此,湖州卫蓝科技有限公司委托杭州环科环保咨询有限公司对本项目进行辐射环境影响评价。我单位在现场踏勘的基础上,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。

1.2 建设内容及规模

经与建设单位核实,企业拟配备 1 台型号为 UND225 型工业 CT 装置用于电芯的无损检测。工业 CT 装置放置于 1#厂房 CT 检测室内,设备最大管电压 225kV、最大管电流 3mA,属于 II 类射线装置。具体见表 1-1。

表 1-1 本项目内容及规模

	《工产· 次百百百次》。											
序号	装置名称	型号	类别	数量	主要技术参数 (按最大计)	工作场所						
1	工业 CT 装置	UND225	II类	1台	225kV、3mA	CT 检测室						



图 1-1 检测室位置示意图

1.3 评价目的

- (1) 评价项目在运行过程中对工作人员及公众成员所造成的辐射影响;
- (2) 评价辐射防护措施效果,提出减少辐射危害的措施,为生态环境行政 主管部门的管理提供依据;
- (3)通过项目辐射环境影响评价,为建设单位保护环境和公众利益给予技术支持:
- (4)对不利影响和存在的问题提出防治措施,把辐射环境影响减少到"可合理达到的尽量低水平":
- (5) 评价项目的可行性,从环境保护角度为生态环境主管部门和建设单位 进行辐射环境管理提供科学依据。

1.4 周围环境概况

1.4.1 企业地理位置

企业地址位于浙江省湖州市梦溪路 898 号-1。企业东侧为湖州见闻录科技有限公司动力站房和众联精工技术有限公司;南侧为西苕溪;西侧为闲置厂房;北侧为湖州见闻录科技有限公司及厂房。企业周边环境概况详见下图 1-2。



图 1-2 企业周边环境概况图

1.4.2 项目周边环境概况

本项目设备位于 1#厂房 CT 检测室, 1#厂房共三层, 检测室位于厂房一层, 无地下层。设备周边环境概况详见下表 1-2。检测室周围布局图详见图 1-3。

表 1-2 检测室周边环境概况

	从上上版 版主角及中央编列								
序号	设备位置	周边环境							
	1 1#厂房 CT 检测室	东侧	电解液暂存间						
		南侧	厂区道路						
1		西侧	消防值班室						
		北侧	生产预留车间						
		上方	分选车间						

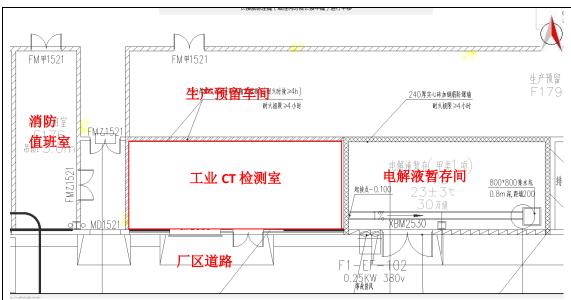


图 1-3 工业 CT 检测室周围布局图

1.4.3 选址合理性分析

本项目工业 CT 检测室位于湖州卫蓝科技有限公司厂区 1#生产车间 1 层 CT 检测室内,用地性质为工业用地,检测室 50 米评价范围内无居民点、学校和医院等敏感建筑。本项目环境保护目标为公司辐射工作人员、公司其他非辐射工作人员和其他公众成员受到的辐射照射符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于"剂量管理限值"的要求,因此选址是合理可行的。

1.5"三线一单"符合性分析

(1) 与生态保护红线相符性

生态保护红线是生态空间范围内具有特殊重要生态功能必须实行强制性严格保护的区域。根据《南太湖新区"三线一单"生态环境分区管控方案》,本项目不在生态红线范围内。

(2) 与环境质量底线相符性

本项目的主要污染因子为 X 射线,采取一定的辐射防护措施后,周围剂量 当量率不大于 2.5μSv/h,符合环境质量底线要求。

(3) 与资源利用上线的相符性

本项目不涉及能源、水及土地资源的消耗,符合资源利用相关规定要求。

(4) 与生态环境准入清单的相符性

对照《南太湖新区"三线一单"生态环境分区管控方案》,本项目位于"湖州市吴兴区湖州国家开发区重点管控单元(ZH33050220010)"。详见**附图 6**。

空间布局约束:除从管控单元周边迁入的三类企业外,严格控制新建其他三类重污染企业数量和排污总量。调整和优化产业结构,严格控制重污染企业布局,逐步提高产业准入条件。凤凰分区禁止新建、扩建三类工业项目,但鼓励对三类工业项目进行淘汰和提升改造。西苕溪岸线两侧各 1000 米范围内,禁止新建、扩建化工、医药生产及其他涉及危险化学品生产、一类重金属污染排放的项目。在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地,生态绿地等隔离带。土壤污染重点监管单位新(改、扩)建项目用地应当符合国家或地方有关建设用地土壤风险管控标准。

污染物排放管控:实施污染物总量控制制度,严格执行地区削减目标。禁止新建、扩建污水集中处理设施排污口以外的排污口;禁止新建入河漾排污口,现有的排污口应限期纳管。推进工业集聚区"零直排区"建设,所有企业实现雨污分流,现有工业集聚区内工业企业废水必须经预处理达到集中处理要求,方可进入污水集中处理设施。

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,落实防控措施。对于医药、化工等存在较多废气排放的重点企业须安装在线监测设备,控制废气排放总量。强化工业集聚区应急预案和风险防控体系建设,防范重点企业环境风险。

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。

符合性分析:本项目为企业生产配套无损检测项目,位于企业原厂区内,项目不涉及污染物总量。运营过程产生的电离辐射,经采取一定的辐射防护措施后,辐射工作人员和周围公众成员所受到的辐射照射符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于"年剂量约束值"的要求。且企业建成后将制定《辐射突发事故应急预案》,设有完善的应急处理措施。因此,本项目符合"三线一单"相关管控要求。

1.6产业政策符合性

本项目属于核技术在无损检测领域内的运用,根据国家发展和改革委员会 2019 年令第 29 号《产业结构调整指导目录(2019 年本)》(2021 年修改)相关规

定,本项目的建设属于第十四项"机械"中第 6 款"……,工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备"。不属于限制类"或"淘汰类"项目,属于国家鼓励类产业,符合国家现行的产业政策。

1.7 原有核技术利用建设项目许可情况

1.7.1 原有核技术利用项目许可情况

企业原有放射源项目《湖州卫蓝科技有限公司放射性测厚仪应用项目》于 2021年12月20日完成环评备案,建设内容及规模:1#厂房涂布车间使用 Kr-85 放射源用于测厚(单枚活度1.48E+10Bq),为V类放射,数量10枚,正负极涂布膜机各5枚。该项目已取得《辐射安全许可证》,证书编号:浙环辐证[E2443],许可种类和范围:使用V类放射源。发证日期:2022年2月14日,有效期至:2027年2月13日。

1.7.2 原有核技术利用环保手续履行情况

企业已许可使用 V类放射源,放射源环保手续履行情况见表 1-4,环评备案 回执详见**附件 3**。

序号	核素名称	总活度(Bq)/活 度(Bq)×枚数	类别	用途	工作 场所	环评情况	许可情况
1	Kr-85	1.48E+10Bq×10	V	测厚	涂布 车间	备案号: 2021330502 00000205	浙环辐证 [E2443]

表 1-4 放射源环保手续履行情况一览表

1.7.3 单位现有辐射安全管理情况

公司指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作,已针对现有核技术利用项目制定了辐射安全管理制度。公司放射源项目现有 4 名辐射工作人员已就位。该 4 名工作人员均已参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核。公司已为每名辐射工作人员配备个人剂量计,后续定期送至浙江环安检测有限公司进行检测。4 名辐射工作人员已预约岗前职业健康体检,待体检无误设备安装后方可后上岗;公司已逐步落实各项辐射安全和防护措施及各项辐射安全管理制度,满足环保相关管理要求。

表 2 放射源

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

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

	核素名	理化性质	江沖钟米	实际日最大	日等效最大	年最大用量	田冷	操作方式	使用场所	贮方士士上址占
序号称	称	建化性 质	活动种类	操作量(Bq)	操作量(Bq)	(Bq)	用途	探作刀式	使用场例	贮存方式与地点
无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无

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
无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无

(二) X 射线机,包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序是	序号 名称	类别	数量	型号	最大管电	最大管电流	用途	工作场所	备注
序号 名称 名称	大州	双里	至 5	压 (kV)	(mA)	用处	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	田仁	
1	工业 CT 装置	Ⅱ类	1台	UND225	225	3	无损检测	CT 检测室	自带屏蔽防护铅房

(三)中子发生器,包括中子管,但不包括放射性中子源

序	名称	类	数	型号	最大管电	最大靶电	中子强度	用途	工作场所		氚靶情况		备注
号	名称 别	别	量	至与	压 (kV)	流(µA)	(n/s)	用坯	工11-79771	活度 (Bq)	贮存方式	数量	甘 仁
无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无

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
无	无	无	无	无	无	无	无	无

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说明,其排放浓度/年排放总量分别用比活度(Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m^3)和活度(Bq)

表 6 评价依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法(2014年修订)》,2015年1月1日起施行:
- (2)《中华人民共和国环境影响评价法(2018年修订)》,2018年12月29日起施行:
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》,2003年10月1日起施行;
- (4)《建设项目环境保护管理条例》,国务院令第 682 号,2017 年 10 月 1 日起施行:
- (5)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例(2019年修改)》,国务院令第709号,2019年3月2日起施行;
- (6)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法(2021年修改)》,生态环境部令第20号,2021年1月4日起施行;
- (7)《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,2011 年 5 月 1 日起施行;
- (8)《关于发布射线装置分类的公告》,原环境保护部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号, 2017 年 12 月 5 日起施行;

(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;

- (10)《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》,原环境保护部办公厅环办辐射函(2016)430号,2016年3月7日起施行:
- (11)《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》,生态环境部部令第16号,2021年1月1日起实施;
- (12) 关于发布《省环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单 2015 年本)》及《设区市环境保护主管部门负责审批环境影响评价文件的重污染、高环境风险以及严重影响生态的建设项目清单(2015 年本)》的通知,原浙江省环境保护厅浙环发(2015)38 号,2015 年 10 月 23 日起施行;
- (13) 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(2019年本)》的通知,原浙江省生态环境厅浙环发〔2019〕22号,2019年11月18日;
 - (14) 《浙江省建设项目环境保护管理办法(2021年修正)》,浙江省人民

法规 文件

	政府令第 388 号, 2021 年 2 月 10 日; (15) 《浙江省辐射环境管理办法》(2021 年修正), 浙江省政府令第 388									
	(15)《浙江省辐射环境管理办法》(2021年修正),浙江省政府令第388									
	号,2021年2月10日。									
	(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), 2016年4月1日实施;									
	(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002),2003年4									
	月1日实施;									
	(3)《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)及第1号修改									
技术	单,2017年10月27日实施;									
标准	(4)《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022),2023年3月1日实施。									
	(5)《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021),2021年5月1日实施;									
	(6)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021),2021年5月1									
	日实施;									
	(7)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019),2020年4月1日实									
	Microsoft Control of the Control of									
	(1) 营业执照, 附件 1 ;									
	 (2) 企业主体项目环评审批意见, 附件 2 ;									
	(3)建设单位提供的其他资料。									
	(3) 是灰干压灰内间外围灰杆。									
其他										

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目的特点,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,通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围作为评价范围。因此,确定以设备屏蔽体外 50m 作为本项目的评价范围。

7.2 保护目标

本项目拟建工业 CT 装置位于浙江省湖州市梦溪路 898 号-1,项目 50 米评价范围内无居民点、学校和医院等敏感建筑。因此项目评价范围内环境保护目标为本公司的辐射工作人员、公司其他非辐射工作人员和 CT 室周围活动的其他公众成员。详见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标一览表

序号	环境保护目标	方位	规模	最近距离
1	本项目辐射工作人员	CT 室检测室内 四周	2人	紧邻
2	其他非辐射工作人员	检测室四周及上 方	约 20 人/天	约 5m

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)
- 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
 - 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 5mSv 作为管理限值。

- 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 作为管理限值。

(2) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)

1 范围

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 探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

- 4.2 应建立放射防护管理组织,明确放射防护管理人员及其职责,建立和实施放射防护管理制度和措施。
- 4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ128 的要求进行个人剂量监测,按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。
 - 4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。
 - 4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。
 - 4.6 应制定辐射事故应急预案。
 - 5 探伤机的放射防护要求
 - 5.1 X 射线探伤机
 - 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) 安全联锁是否正常工作;
 - 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。
 - 5.1.3 X 射线探伤机的维护应符合下列要求:
- a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责,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;
 - b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测;
 - c) 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;
 - d) 应做好设备维护记录。
 - 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/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 GB18871 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100μSv/周,对公众场所,其值应不大于5μSv/周;
 - b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。
 - 6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足:
- a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室 顶内表面边缘所张立体角区域内时,探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3:
- b) 对没有人员到达的探伤室顶,探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100μSv/h。
- 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。
- 6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。
- 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。
- 6.2.3 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

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。
 - f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

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-γ 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 東到达范围的 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 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。

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

1 范围

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。

本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

- 3.2 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平
- 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
- 3.3.2 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。
- 3.3.5 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。

(4) 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》(GB18871-2002)、《工业 探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)》、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T250-2014)等评价标准,确定本项目的管理目标。

①辐射剂量率控制水平:工业 CT 装置屏蔽体表面外(含顶部)30cm 处剂量率不超过2.5μSv/h。

②辐射剂量控制水平:职业人员年有效剂量不超过 5mSv;公众年有效剂量不超过 0.25mSv。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

湖州卫蓝科技有限公司新建工业 CT 应用项目位于浙江省湖州市梦溪路 898 号-1。项目所在地的地理位置图见**附图 1**,厂区平面布置图见**附图 3**。

8.2 辐射环境背景监测

湖州卫蓝科技有限公司新建工业 CT 应用项目拟建址辐射环境质量背景水平采用委托监测的方法进行调查。评价单位于委托浙江环安检测有限公司于 2023 年 3 月 14 日对项目拟建址及周边环境进行背景水平监测。

8.2.1 监测方案

评价对象: 拟建址辐射环境背景水平。

监测因子: γ射线剂量率。

监测点位:设备拟建址及周围,重点考虑人员可能到达的场所。

天气环境条件: 天气: 阴; 温度: 22℃; 相对湿度 58%。

8.2.2 质量保证措施

- ①合理布设监测点位,保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- ②监测方法采用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。
 - 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,经过校对、校核,最后由技术总负责人审 定。

8.2.3 监测仪器与规范

监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 X-y 射线剂量率监测仪器参数

设备名称	环境监测 Χ、γ 辐射空气吸收剂量率仪
型号	RM-2030
仪器编号	2019016

能量相应	X: 35 keV–3MeV、γ				
量程	$0.01 \mu Sv/h \sim 200 \mu Sv/h , 0.1 \mu Sv - 500.0 \ mSv$				
检定/校准有效期	2022年12月13日~2023年12月12日				
监测规范	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)				

8.3 监测结果及评价

浙江环安检测有限公司于 2023 年 3 月 14 日对设备拟建址周边环境进行了背景水平监测,监测结果见表 8-2。监测点位图见图 8-1。

表 8-2 拟建址及其周围辐射环境背景监测结果

	۷. ۳	HE NEW IN EX. LEGY IN	辐射剂量率	Ĕ (μSv/h)
序号	位置	监测点位描述	测量值	标准差
1		工业 CT 检测室东侧	0.11	0.01
▲2	1#厂房 CT 检测室	工业 CT 检测室南侧	0.10	0.01
▲3		工业 CT 检测室西侧	0.10	0.01
A 4		工业 CT 检测室北侧	0.11	0.01
▲5		工业 CT 检测室上方	0.12	0.01

由表 8-2 的检测结果可知,设备拟建址各监测点位的 γ 辐射剂量率为 0.10~ 0.12 μ Sv/h(\approx 100~120nGy/h),根据《浙江省环境天然放射性水平调查研究》可知,湖州市室内 γ 辐射剂量率在40~170nGy/h 之间,道路 γ 辐射剂量率在13~139nGy/h 之间,可见其 γ 辐射剂量率处于一般本底水平,未见异常。

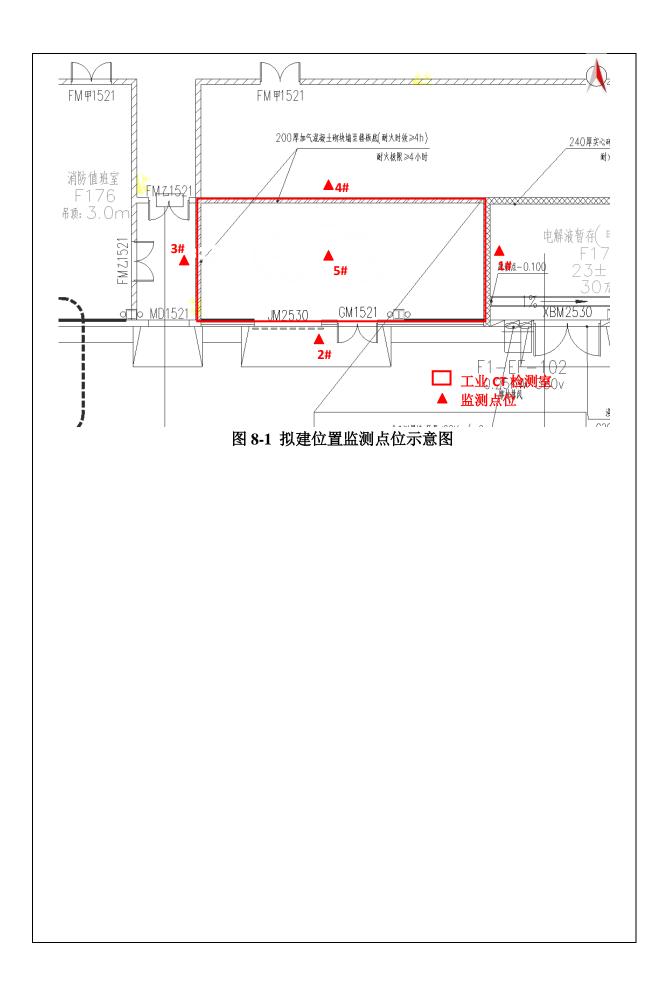


表9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 X 射线检测工作原理

X 射线无损检测是利用 X 射线管产生的 X 射线透过被检测物体后衰减,由图象增强器接收并转换成数字信号,利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术,将检测图像直接显示在显示器屏幕上,可显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息,按照有关标准对检测结果进行缺陷等级评定,从而达到无损检测的目的。

X 射线发生装置由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝,阳极靶则根据应用的需要,由不同的材料制成各种形状,一般用高原子序数的难融金属(如钨、铂、金、钽等)制成。当灯丝通电加热时,电子就"蒸发"出来,而聚焦杯使这些电子聚集成束,直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间,使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构示意图如图 9-1 所示。

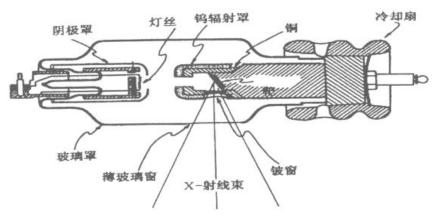


图 9-1 典型的 X 射线管结构示意图

9.1.2 设备组成及工作方式

设备由射线源、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。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 图象重建。与射线源紧密相关的直淮器用以将射线源发出的锥形射线束处理成扇形射。机械扫描系统实现 CT 扫描时试件的旋转或平移,以及射线源、试件、探測器空间位置的调整。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象重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整,完成图象重建、显示及处理等。设备工作原理图见图 9-2。

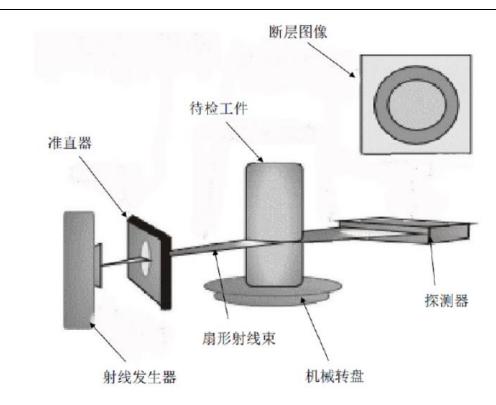


图 9-2 工业 CT 装置工作原理图

9.1.3 工艺流程及产污环节

工业 CT 装置工作时,被检测工件放置于装置内,工作人员在装置前侧控制模块处进行操作,对工件需检测部位进行无损检测,其工作流程如下:

- (1) 工作人员打开设备工件门,将待检工件放至屏蔽铅房内载物台上;
- (2) 在确认周围环境及工作人员安全后关闭工件门;
- (3) 工作人员开启工业 CT 装置,将工件调整至合适的位置进行无损检测,开机会发出 X 射线,并产生少量臭氧及氮氧化物;
 - (4) 在装置出束期间, 计算机会对图像进行处理并形成图像:
- (5)曝光结束后,工作人员打开工件门,取出被检工件后关闭工件门;工作人员对图像进行分析,判断工件质量、缺陷等;
 - (6) 工作人员出具产品检测报告。

无损检测工艺流程如图 9-4 所示。

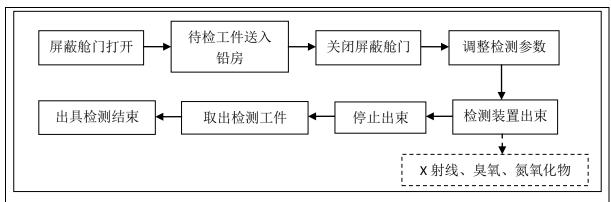


图 9-4 工艺流程及产污环节示意图

9.2 检测工件及工况

本项目检测工件为电芯,工件最大尺寸为 360mm*120mm*24mm。公司拟为本项目工业 CT 装置新配备 2 名辐射工作人员,工作制度为两班制,由 2 名辐射共工作人员轮流上岗。本项目辐射工作人员不从事其他辐射工作岗位,不存在兼岗情况。

检测工况:设备日开机出束检测时间约 12h,年工作 260 天,设备年开机检测 3120h。

9.3 污染源项描述

1、污染因子

(1) X 射线

由工业 CT 装置工作原理可知,工业 CT 装置只有在开机并处于出束状态时(曝光状态)才会发出 X 射线,对设备外工作人员和周围公众产生一定外照射,因此工业 CT 装置在开机曝光期间, X 射线是项目主要污染物。

本项目正常运行时可能产生的 X 射线影响具体包括以下几种: X 射线有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射。正常运行时辐射工作人员和周围公众不需要到达屏蔽铅房顶部,且本项目工业 CT 装置辐射源点固定向右侧,产生的天空反散射影响较小。故本项目需预测评价因子为: X 射线有用线束辐射、泄漏辐射和散射辐射。

(2) 废气

工业 CT 装置在工作状态时,会使装置屏蔽铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物,人员不进入屏蔽铅房内,本项目工业 CT 装置内采取底部自然进风,顶部风扇式机械排风,同时工业 CT 装置所在 CT 检测室顶部设置通风系统,通风效果较好,能将臭氧和氮氧化物排出室外。臭氧在常温常压下稳定性较差,常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟,可自动分解为氧气。其产生臭氧和氮氧化物

影响较少。
2、其他污染
本项目无放射性废气、废水、固废产生。项目仅进行无损检测,采用数码成像,
不使用胶片,不洗片,无废显影液和废胶片等产生。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局及合理性

本项目工业 CT 装置由屏蔽铅房(包括控制模块、扫描室和电气控制柜)和数据处理工作站组成。控制模块(即操作台)位于屏蔽铅房前侧,与屏蔽铅房设计成一体结构,功能与常规操作台相同,数据处理工作站为计算机处理系统,位于屏蔽铅房外。装置开机时辐射工作人员在控制模块处操作,装置关机后工作人员在数据处理工作站位置处对图像进行分析,判断工件质量、缺陷等。

本项目工业 CT 装置的屏蔽铅房和数据处理工作站位于检测室内。工业 CT 装置工作时主射线固定向右侧照射(定义工件门所在面为装置前侧),辐射工作人员位于屏蔽铅房前侧数据处理工作站,避开有用线束照射方向。且检测室四周为实体墙壁,除了本项目辐射工作人员能进入检测室外,其他人员不能擅自靠近或进入检测室。本项目工业 CT 装置工作场所布局设计基本合理。

10.1.2 辐射工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求,辐射工作场所依据管理的需要,可分为控制区、监督区。其划分原则如下:

- (1) 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。
- (2) 把未被定为控制区,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的区域划分为监督区。

本项目 X 射线检测装置辐射工作场所分区管理具体如下:

- (1) 控制区: 本项目工业 CT 装置屏蔽体内部区域: 任何人员不得进入控制区:
- (2)监督区:工业 CT 检测室内部区域。非辐射工作人员不得进入监督区。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记;并定期检查工作状况,确认是否需要防护措施和安全条件。

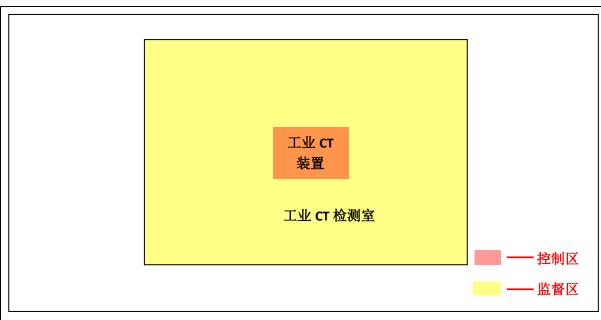


图 10-1 辐射工作场所分区示意图

10.1.3 辐射防护屏蔽设计方案

根据设备资料,本项目使用的工业 CT 装置采用铅防护结构作为安全屏蔽外壳,设备具体屏蔽情况如下:

项目	内容
最大管电压/管电流	225kV/3mA
屏蔽体尺寸	2650mm×1265mm×2025mm
主射方向	向右
前侧屏蔽体	内含 9mm 铅板(9mmPb)
前侧屏蔽体 (工件门)	9mmPb 铅玻璃
左侧屏蔽体	内含 9mm 铅板(9mmPb)
右侧屏蔽体 (主射方向)	内含 17mm 铅板(17mmPb)
后侧屏蔽体	内含 9mm 铅板(9mmPb)
底部屏蔽体	内含 9mm 铅板(9mmPb)
顶部	内含 9mm 铅板(9mmPb)
电缆管道	8mm 铅板(8mmPb)
通风管道	6mm 铅板(6mmPb)

表 10-1 设备屏蔽情况一览表

10.1.4 辐射安全与防护措施

本项目辐射安全与防护措施部分参考执行《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)。本项目使用的工业 CT 装置自带屏蔽铅房,设备已具有以下辐射 安全与防护措施:

- (1)本项目工业 CT 装置工件门设计有门机联锁装置,只有在防护门完全关闭时工业 CT 装置才能出束照射,门打开时立即停止 X 射线照射,关上门时不能自动开始 X 射线照射。
- (2)本项目工业 CT 装置设计有工作状态指示灯,工作状态指示灯与工业 CT 装置设置有联锁;铅房外醒目位置处需设置有清晰的对工作状态指示灯信号意义的说明,当工件门完全关闭,装置开始出束时,工作状态指示灯的红灯亮起,提醒辐射工作人员装置处于运行状态;装置表面外设置有"当心电离辐射"的电离辐射警告标志及警示说明用于提醒人员注意可能发生放射性的危险。
- (3) 工业 CT 检测室拟安装监视装置,可监视 CT 检测室内人员的活动和设备的运行情况。
- (4)本项目操作台拟设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示,以及管电压、管电流和照射时间选取及定值显示装置;拟设置有高压接通时的外部报警或指示装置;拟设置有紧急停机开关;拟设置有辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。
- (5)本项目工业 CT 装置前侧控制模块设计有紧急停机按钮,确保出现紧急事故时,能立即停止照射。控制模块上设有钥匙开关,只有打开钥匙开关后工业 CT 装置才能出束,钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出。
- (6)本项目工业 CT 装置线缆管道采用 U 型管设计,其防护补偿结构为在开孔位置覆盖一"几"字形防护铅板结构,厚度为 8mm 铅板防护,位于屏蔽铅房左后方,避免 X 射线直接照射线缆管道口,利用散射降低线缆管道口的辐射水平。
- (7)项目工业 CT 装置内采取底部中间位置自然进风,顶部风扇式机械排风,在进风和出风口均有铅板防护,气流经导向后才进入室内,最大程度上避免射线泄露。防护厚度均为 6mm 铅板。
- (8) 工业 CT 检测室防护门上设置符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明,提醒无关人员勿在其附近出入和逗留。
- (9)公司拟成立辐射防护管理机构,并制定相关辐射安全管理规章制度及辐射事故应急方案,检测过程中严格执行相应的规章制度,避免发生误照射事故。

工业 CT 无损检测操作的放射防护要求:

(1) 应检查工业 CT 装置防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

- (2)辐射工作人员在进入工业 CT 检测室工作时,除佩戴常规个人剂量计外,还应携带个人剂量报警仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时,工作人员应立即退出检测室,同时防止其他人进入检测室,并立即向辐射防护负责人报告。
- (3) 应定期测量工业 CT 装置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,应终止无损检测工作并向辐射防护负责人报告。
 - (4) 辐射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。
- (5) 在每一次照射前,辐射工作人员都应关闭防护门,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。

在落实以上辐射安全措施后,本项目工业 CT 检测装置的辐射安全装置和保护措施能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中相关要求和本项目的辐射安全需要。

10.2 三废的治理

本项目工业 CT 装置运行过程中,无放射性废水、废气及固体废物产生。设备在工作状态时,会使屏蔽铅房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

设备屏蔽铅房内采取底部自然进风,顶部风扇式机械排风,在进风和出风口均有6mm 钢板防护。屏蔽铅房整体体积为 6.9m³, 系统配置排风扇进行排风,通风量为100m³/h, 能够满足每小时有效换气次数 3 次的通风需求。同时通过工业 CT 装置所在CT 检测室排风系统将臭氧和氮氧化物排出室外。臭氧在常温常压下稳定性较差,常温常态常压的空气中臭氧有效化学分解时间约为 50 分钟,可自动分解为氧气。其产生臭氧和氮氧化物影响较少。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

X 射线机只有在开机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。本项目工业 CT 装置在建设安装过程中设备未通电运行,故建设期或安装期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

结合本项目设备的使用特点,本次评价采用理论计算的方法分析预测本项目投入使用后的辐射环境影响。

11.2.1 辐射剂量预测

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014),结合各机房设计屏蔽厚度,计算机房周围的剂量率。

1、关注点位

关注点位置示意图见图 11-1。

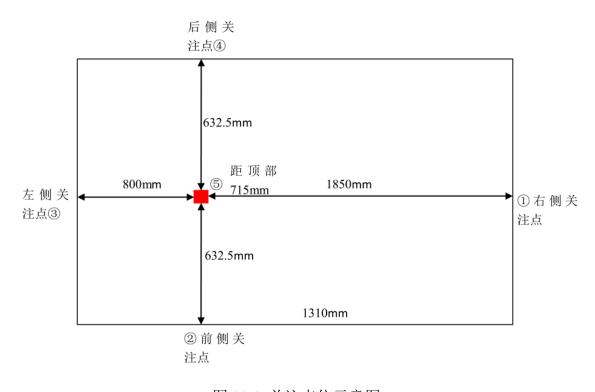


图 11-1 关注点位示意图

2、主射方向的剂量率计算

关注点的剂量率 H (μSv/h) 按式(1) 计算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \qquad \dots \tag{1}$$

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,以 $mSv m^2/(mA min)$ 为单位的值乘以 6×10^4 ;

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。

		
参数	工业 C	T 装置
少 数	屏蔽体外 30cm	公众活动区域
管电压/电流	225kV/3mA	225kV/3mA
H ₀ 距辐射源点(靶点)1m处输出量	22.6	22.6
mSv m ² /(mA min)	22.0	22.0
主射方向设计厚度	17mmPb	17mmPb
屏蔽透射因子	1.24×10 ⁻⁸	1.24×10 ⁻⁸
R 辐射源点(靶点)至关注点的距离(m)	2.15	6.85
剂量率计算结果 μSv/h	1.09×10 ⁻²	1.8×10 ⁻³

表 11-1 主射方向的剂量率计算结果

3、非主射方向的剂量率计算

非主射方向的剂量率考虑散射和泄漏辐射的叠加影响。

(1) 泄漏辐射剂量率:

泄漏辐射在关注点的剂量率 \dot{H} ,单位为 $\mu Sv/h$ 可按下面公式(2)计算:

$$H = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \qquad \dots \tag{2}$$

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;

 H_L : 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率,取值见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)表 1。

B: 相应的辐射屏蔽透射因子

$$B = 10^{-X/TVL}$$
(3)

表 11-2 泄漏辐射剂量率计算结果

				关注点位				
参数	前侧	后侧	左侧	顶部	底部	检测室周 围公众活 动区域	检测室上 方公众活 动区域	
管电压/管电流		225kV/3mA						
• H _L 距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率 μSv/h	5×10 ³	5×10 ³	5×10³	5×10 ³	5×10 ³	5×10 ³	5×10 ³	
设计厚度 (Pb)	9mm							
屏蔽透射因子	6.52×10 ⁻⁵							
TVL (mm)	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	
R 辐射源点(靶点) 至关注点的距离 (m)	0.9325	0.9325	1.1	1.015	1.61	5.63	5.625	
剂量率计算结果 (μSv/h)	0.375	0.375	0.269	0.316	0.126	1.03×10 ⁻²	1.03×10 ⁻²	

(2) 散射辐射剂量率

散射辐射剂量率 H (μSv/h) 按公式 (4) 计算:

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2} \quad \dots \tag{4}$$

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,以 μSv·m² /(mA h)为单位的值乘以 6×10^4 ;

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);

α: 散射因子;

R₀: 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)。

表 11-3 散射辐射剂量率计算结果								
				关注点				
参数						检测室周	检测室上	
少 数	前侧	后侧	左侧	顶部	底部	围公众活	方公众活	
						动区域	动区域	
散射能量				200kV				
H ₀ 距辐射源点(靶 点) 1m 处输出量, mSv m ² /(mA min)	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	22.6	
设计厚度 (Pb)	9mm							
屏蔽透射因子	3.73×10 ⁻⁷							
TVL (mm)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	
R 辐射源点(靶 点)至关注点的距 离	0.9325	0.9325	1.1	1.015	1.61	5.63	5.625	
$\frac{F \cdot a}{R_0^2}$	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
剂量率计算结果 (μSv/h)	3.49×10 ⁻³	3.49×10 ⁻³	2.51×10 ⁻³	2.94×10 ⁻³	1.17×10 ⁻³	9.57×10 ⁻⁵	9.59×10 ⁻⁵	

(3) 非主射方向的剂量计算结果(散射和漏射叠加)

表 11-4 非主射方向的剂量率计算结果(散射和漏射叠加)

防护体	前侧	后侧	左侧	顶部	底部	检测室周 围公众活 动区域	检测室上 方公众活 动区域
泄漏辐射剂量率 计算结果(μSv/h)	0.375	0.375	0.269	0.316	0.126	1.03×10 ⁻²	1.03×10 ⁻²
散射辐射剂量率 计算结果(μSv/h)	3.49×10 ⁻³	3.49×10 ⁻³	2.51×10 ⁻³	2.94×10 ⁻³	1.17×10 ⁻³	9.57×10 ⁻⁵	9.59×10 ⁻⁵
叠加值(μSv/h)	0.38	0.38	0.27	0.32	0.13	1.03×10 ⁻²	1.04×10 ⁻²

由上述计算结果可知, 当本项目工业 CT 装置以满功率运行时, 设备四周屏蔽体、顶部和底部外表面 30cm 处及周围公众活动区域辐射剂量率均不大于 2.5μSv/h。

4、天空反散射辐射影响

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中"3.1.2 b) 1)穿过 探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的辐射在相应关注点的剂量率总和,应按 3.1.1c)的剂量率参考控制水平 H_c (μSv/h) 加以控制。"根据表 11-4,本项目工业 CT 装置顶部外30cm 处辐射剂量率为 0.32μSv/h,经天空反散射到达地面辐射剂量率远小于0.32μSv/h,能够满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)中辐射屏蔽剂量率参考控制水平要求。

5、电缆口、通风口辐射影响分析

本项目工业 CT 装置线缆管道采用 U 型管设计,其防护补偿结构为在开孔位置覆盖一"几"字形防护铅板结构,厚度为 8mm 铅板防护,位于屏蔽铅房左后方,避免 X 射线直接照射线缆管道口,射线将在装置内多次散射,利用散射降低线缆管道口的辐射水平,从而防止射线泄露。可推断电缆口处的辐射剂量率能够满足标准要求。

本项目工业 CT 装置进出风口设有铅板防护,防护厚度为 6mm 铅板,进风口位于底部中间位置,气流经导向后才进入室内。出风口位于顶部后侧,避免 X 射线直接照射进出风口,射线将在装置内散射数次,利用散射降低进出风口的辐射水平,最大程度上避免射线泄露。

11.2.3 附加剂量估算

1、估算公式

按照联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)--2000 年报告附录 A, X-γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算:

$$H_{Er} = D_r \times T \times t \times 10^{-3} \text{ (mSv)} \qquad (5)$$

式中: H_{Er}: 射线外照射人均年有效剂量当量;

Dr: 射线空气吸收剂量率, uSv/h;

t: 射线照射时间, h: 本项目为3120h/年

T: 居留因子

2、估算结果

(1) 辐射工作人员

企业拟配备 2 名辐射工作人员,工作制度为两班制,由两名辐射共工作人员轮流上岗。结合检测设备的使用情况做保守假设:

- a、每次检测时,工作人员所在区域的辐射剂量率保守取设备四周计算的最大值处(0.38μSv/h);
- b、每年的开机检测工作时间为3120小时,每名辐射工作人员年工作时间为1560h。则根据上式可以得出每名辐射工作人员的年附加有效剂量约为0.60mSv。符合《电 离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量约束值低于5mSv的要求。

(2) 公众成员

检测设备周围活动的公众成员主要为本企业厂房内的工作人员。保守考虑: a、

根据表 11-1、11-4,检测室周围活动区域最大辐射剂量率为 1.03×10⁻²μSv/h; b、每年的开机检测工作时间为 3120 小时,居留因子取 1/2。则根据上式,可以计算出该周边活动的公众成员的年附加有效剂量约为 0.02mSv,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量约束值低于 0.25mSv 的要求。

(3)设备所在相邻楼层年附加剂量估算

根据表 11-4,设备所在楼层上方 2F 区域(分选车间)辐射剂量率为 1.04×10⁻² μSv/h,设备每年开机时间为 3120 小时,居留因子取 1/2。则根据上式(5),可以计算出厂区 2F 分选车间活动的其他非辐射工作人员的年附加有效剂量为 0.02mSv,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量约束值低于 0.25mSv的要求。

综上所述,本项目设备周围活动的公众成员年附加有效剂量均低于 0.25mSv 的剂量管理约束值,符合《电离辐射防护和辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于"剂量限值"的要求。

11.3 事故影响分析

公司使用的射线装置属Ⅱ类射线装置,可能的事故工况主要有以下情况:

- (1) 工业 CT 装置对工件进行无损检测时,门-机联锁失效,至使铅防护门未完全关闭,X 射线泄漏到曝光室外面,给周围活动的人员造成不必要的照射。或在门-机联锁失效检测期间,工作人员误打开防护门,使其受到额外的照射。
 - (2)维修人员检修工业 CT 装置时,设备进行曝光,人员受到意外照射。 事故预防措施:
 - (1) 公司应加强管理,加强辐射工作人员的培训,严格执行安全操作规程;
- (2) 定期检查门机联锁装置、急停按钮等各项安全装置,确保无损检测工作正常进行;
- (3)辐射工作人员工作时应佩戴好个人剂量报警仪及个人剂量计,确保辐射事故发生时能够迅速切断电源,使装置停止出束。

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,并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。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。

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》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;其他辐射工作单位应当有1名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。

12.1.2 辐射人员管理

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》,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。本项目新增辐射工作人 员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗。辐射工 作人员应配备个人剂量计,每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测,建立个人剂 量档案;应当进行上岗前的职业健康检查,符合放射工作人员健康标准的,方可参加 相应的放射工作。建设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,建立职业健康档案。

12.1.3 年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中相关要求,使用射线装置的单位应当对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估,于每年 1 月 31 日前报原发证机关,年度评估报告应当包括射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。

12.3 辐射检测

12.3.1 监测仪器和防护设备

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》,建设单位应配备 1 台 X-γ 辐射剂量率巡检仪,每个辐射工作人员均应配备个人剂量计和剂量报警仪(总计2台),并建立个人剂量档案。

12.3.2 个人剂量监测

辐射工作人员工作时要求佩戴个人剂量计,且按每季度1次的频度送其个人剂量

计至有资质的部门进行个人剂量监测,并建立个人剂量档案,个人剂量档案应当保存 至辐射工作人员年满七十五周岁,或者停止辐射工作三十年。个人剂量监测档案包括 辐射操作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量、 年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。

12.3.1 工作场所及环境辐射监测

公司须委托有资质的单位定期对辐射工作场所及周围环境进行辐射环境监测,监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存,监测数据每年年底向当地生态环境主管部门上报备案。射线装置进行维修前后,应分别进行一次监测。本项目辐射监测计划见表 12-1。

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 类型			
年度监测	工业 CT 检测室	周围剂量当量率	1 次/年	按照国家规定进行计量检定	工业 CT 装置屏 蔽体外 30cm 处、 操作位、检测室 上方区域等	委托监测			

表 12-1 工作场所年度监测和日常监测计划一览表

另外,射线装置需日常检查常用的安全设备,如工作状态指示灯、报警灯、安全 联锁控制显示状况、个人剂量报警仪和辐射监测仪器工作状况等,并建立运行及维修 维护记录制度。

在实际工作中,发现个人剂量异常的,应当对有关人员采取保护措施,并在接到 监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理;工作场所及周 围环境监测结果发现异常情况的,应当立即采取措施,并在一小时内向生态环境行政 主管部门报告。以上监测方案认真落实后,能够满足辐射管理要求。

12.4 竣工验收

本次评价项目竣工后,建设单位应根据《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,建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况,自行或委托有能力的技术机构编制验收报告,报告编制完成5个工作日内,建设单位应公开验收报告,公示的期限不得少于20个工作日。建设单位在提出验收意见的过程中,可组织由设计单位、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。

12.5 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(2019年修订)》,使用射线装置的单位,应当根据可能发生的辐射事故的风险,制定本单位的应急方案,做好应急准备。发生辐射事故时,使用射线装置的单位应当立即启动本单位的应急方案,采取应急措施,并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生主管部门报告。

依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》 (环发[2006]145 号文),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》,向当地环境保护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。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

湖州卫蓝科技有限公司拟在浙江省湖州市梦溪路 898 号-1 厂区内新增 1 台工业 CT 装置对电芯进行无损检测。设备最大管电压 225kV、最大管电流 3mA,属于Ⅱ类射线装置。设备工作场所位于 1#厂房一层 CT 检测室。

13.1.2 实践的正当性

湖州卫蓝科技有限公司拟建工业 CT 装置用于产品的无损检测,提高产品的质量与生产安全,符合辐射防护"正当实践"原则。因此,该项目使用工业 CT 装置的目的是正当可行的。

13.1.3 选址合理性分析

本项目工业 CT 检测室位于湖州卫蓝科技有限公司厂区内,用地性质为工业用地, 检测室 50 米评价范围内无居民点、学校和医院等敏感建筑。本项目环境保护目标为 公司辐射工作人员、公司其他非辐射工作人员和其他公众成员受到的辐射照射符合 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于"剂量管理限值" 的要求,因此选址是合理可行的。

13.1.4 辐射防护屏蔽能力分析

公司对辐射工作场所实行分区管理,将本项目工业 CT 装置屏蔽体内部区域划为控制区,检测室内部区域划为监督区。根据理论计算结果,设备屏蔽机房四周、顶棚、底部的屏蔽能力,均能符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的要求。

13.1.5 环境影响分析结论

本项目的主要污染因子为 X 射线,本次新增的工业 CT 装置通过自带铅房进行射线屏蔽。根据理论计算结果,铅房屏蔽设计符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的要求,该公司从事辐射操作的工作人员和公众成员所受到的辐射照射符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于"剂量管理限值"的要求。

13.1.6 辐射环境管理制度

企业须设有专门的辐射安全与环境保护管理机构,项目从事辐射操作前,必须制订《放射防护安全管理机构及职责》《辐射安全管理制度》《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》《自行检查和年度评估制度》《辐射工作安全责任书》等规章制度。

13.1.7 安全培训及健康管理

- (1)公司辐射工作人员均应配备个人剂量计,个人剂量仪每 3 个月到相关部门 检测一次,并建立了个人剂量档案。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。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁,或者 停止辐射工作三十年。
- (2)公司应当组织辐射工作人员进行岗前体检。上岗后放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应超过2年,必要时可增加临时性检查。对于新上岗工作人员,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。
- (3)公司辐射工作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗。

13.1.8 可行性分析结论

湖州卫蓝科技有限公司新建工业 CT 应用项目,在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施和辐射环境管理计划后,该公司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,其运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求,故从辐射环境保护角度论证,该项目的建设是可行的。

13.2 建议

- (1) 企业承诺将根据本评价报告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) 环评报批并建成后,公司应及时向生态环境主管部门申领辐射安全许可证。
- (3)建设项目竣工后,按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准,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。

审批表

古世辛口						
审批意见:						
公章						
经办人	年	月	日			
	•					