

核技术利用建设项目

厦门海辰储能西南智能制造中心及研发中心项目

(一期) - 电芯厂房 2 工业 CT 部分

环境影响报告表

建设单位：重庆海辰储能科技有限公司

环评单位：重庆宏伟环保工程有限公司



2026年6月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

厦门海辰储能西南智能制造中心及研发中心项目

(一期) - 电芯厂房 2 工业 CT 部分

环境影响报告表

建设单位名称：重庆海辰储能科技有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：重庆市铜梁区东城街道 57 号重庆海辰储能科技有限公司

邮政编码：402560

联系人：唐清祥

电子邮箱：tangqx@hlthlum.com

联系电话：



打印编号: 1782294217000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	pg8r4j		
建设项目名称	厦门海辰储能西南智能制造中心及研发中心项目（一期）-电芯厂房2工业CT部分		
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		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	重庆海辰储能科技有限公司		
统一社会信用代码	91500151M AACD 0592N		
法定代表人（签章）	王鹏程 		
主要负责人（签字）	曾朝新 		
直接负责的主管人员（签字）	唐清祥 		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	重庆宏伟环保工程有限公司		
统一社会信用代码	915001126912004082		
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
罗定福	2014035550350000003510550235	BH 004103	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
罗定福	项目基本情况、放射源、非密封放射性位置、射线装置、废弃物、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论	BH 004103	

重庆海辰储能科技有限公司关于同意对《厦门海辰储能西南
智能制造中心及研发中心项目（一期）-电芯厂房 2 工业 CT
部分环境影响报告表》（公示版）进行公示的说明

重庆市生态环境局：

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》等有关规定，我院委托重庆宏伟环保工程有限公司编制了《厦门海辰储能西南智能制造中心及研发中心项目（一期）-电芯厂房 2 工业 CT 部分环境影响报告表》。该报告经我公司审阅，考虑到项目部分内容涉及到商业秘密，报告表(公示稿)已删除了涉及商业秘密的内容：联系人的联系电话、附图 2~附图 7、支撑性材料，其他内容可根据相关要求予以公开。

我公司对该报告表(公示稿)内容负责，同意进行网上公示，并承诺在项目建设、运营中落实报告表中提出的环保措施，愿承担由该报告表带来的一切相关后果和责任。

特此说明。

重庆海辰储能科技有限公司



2026年6月

表 1 项目基本情况

建设项目名称		厦门海辰储能西南智能制造中心及研发中心项目（一期）-电芯厂房 2 工业 CT 部分			
建设单位		重庆海辰储能科技有限公司			
法人代表	王**	联系人名称	唐**	联系人电话	*****
注册地址		重庆市铜梁区东城街道龙安大道 29 号科创中心			
项目建设地点		重庆市铜梁区东城街道 57 号重庆海辰储能科技有限公司电芯厂房 2 车间 1F 中部预留位置			
立项审批部门		重庆市铜梁区发展和改革委员会	批准文号	2208-500151-04-01-275517	
建设项目总投资（万元）	1400	项目环保投资（万元）	16	投资比例（环保投资/总投资）	1.1%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m ² ）	约 200m 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>锂离子电池（简称锂电池）广泛应用于水力、火力、风力和太阳能电站等储能电源系统，邮电通讯的不间断电源，以及电动工具、电动自行车、电动摩托车、电动汽车、军事装备、航空航天、通讯等多个领域。随着能源的紧缺和世界环保方面的压力，锂电池被广泛应用于电动车行业，特别是磷酸铁锰锂材料电池、三元材料电池的出现，更推动了锂电池产业的发展和应用。厦门海辰储能科技股份有限公司（简称“海辰储能”）是一家专注于储能电池及系统研发、生产和销售的高新技术企业。海辰储能是行业领先</p>					

续表 1 项目基本情况

的储能电池系统生产商，主营业务为磷酸铁锂电芯、模组及储能系统的研发、生产和销售，产品广泛应用于光电及风电电网储能、工商企业储能、基站配储、光储充电站等场景，并积极布局家用储能市场。

根据海辰储能产业布局发展规划，2022年，海辰储能成立了重庆海辰储能科技有限公司（简称“重庆海辰”），海辰储能为公司总部，重庆海辰为西南地区分部。2022年5月，“厦门海辰储能西南智能制造中心及研发中心项目”签约落户重庆市铜梁区，目前是我国西南地区单体产能最大的储能电池工厂，也是重庆首个储能整装项目，对完善重庆市工业体系，推进重庆市新能源产业高质量发展，助力实现“双碳”目标，推动产业转型升级具有重要意义。

重庆海辰储能科技有限公司成立于2022年6月17日，经营范围包括一般项目：电池制造，新兴能源技术研发，储能技术服务，新材料技术推广服务，新材料技术研发，新型膜材料制造，技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广，软件开发，5G通信技术服务，电力设施器材制造，金属制品研发，通用零部件制造，金属链条及其他金属制品制造，货物进出口，技术进出口等。

重庆海辰拟投资130亿元在重庆市铜梁区东城街道57号建设“厦门海辰储能西南智能制造中心及研发中心项目”，主要生产锂离子电池及相关储能产品。根据建设单位发展规划，拟分两期实施，一期工程投资70亿元，主要生产锂离子电池产品。

1.2 项目由来

为了确保厦门海辰储能西南智能制造中心及研发中心项目（一期）中电芯厂房2电芯生产线生产的电芯质量，重庆海辰在电芯厂房2的1层中部装配车间安装4台在线工业CT，在测试车间安装1台离线工业CT，用于电芯生产线生产的电芯无损检测，实施“重庆海辰拟建设厦门海辰储能西南智能制造中心及研发中心项目（一期）-电芯厂房2工业CT部分”。

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公告2017年第66号，2017年12月5日施行）的相关规定，工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置属于II类射线装置。根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人

续表 1 项目基本情况

民共和国环境影响评价法》以及《建设项目环境保护管理条例》等相关规定，该项目的建设应开展环境影响评价工作。本项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）中的“五十五 核与辐射 172 核技术利用建设项目”，使用 II 类射线装置的项目应编制环境影响报告表。因此，本项目环境影响评价报告文件形式为环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，严格执行《中华人民共和国环境影响评价法》，重庆宏伟环保工程有限公司接受了委托，对本项目进行环境影响评价。评价单位组织专业技术人员到现场进行调查、踏勘和资料收集，结合项目特点、性质、规模和环境状况，并按照国家对核技术利用项目环境影响评价技术规范的要求，编制完成了该项目的环境影响报告表。

1.3 建设规模及工程内容

(1) 建设规模及工程内容

本项目拟在重庆市铜梁区东城街道 57 号重庆海辰储能科技有限公司电芯厂房 2 的 1 层中部，配置 4 台在线工业 CT（II 类射线装置，单台设备含两个独立 X 射线球管，每个管头最大管电压 180kV、最大管电流 0.5mA）和 1 台离线工业 CT（II 类射线装置，1 个 X 射线球管，最大管电压 180kV、最大管电流 0.5mA）开展无损检测工作，用于入壳电芯和未入壳电芯极片无损检测，依托预留场地安装设备。总投资约 1400 万元，施工期约 2 个月。项目组成见表 1-1。

表 1-1 项目组成一览表

类别	项目名称	建设内容	备注
主体工程	设备	<p>本项目拟购置 4 台在线工业 CT，安装在电芯厂房 2 中部装配车间，2 台 GT3000HB-V-R 工业 CT 和 2 台 GT3000HB-V-L，为 II 类射线装置，单台设备含两个独立 X 射线球管，每个管头最大管电压 180kV，最大管电流 0.5mA；</p> <p>拟购置 1 台离线工业 CT，型号 GT3000HB-IV，安装在电芯厂房 2 中部 CT 测试车间，该工业 CT 为 II 类射线装置，1 个 X 射线球管，最大管电压 180kV，最大管电流 0.5mA。</p> <p>在线工业 CT 自带屏蔽检测室，采用流水线式自动化在线检测；离线工业 CT 自带屏蔽检测室，采用半自动化检测。本项目设备为数字成像，不涉及洗片。</p>	拟购置
辅助工程	CT 测试车间	CT 测试车间位于装配车间内部的测试车间区域，房间大小长为 8.05×6.10m，为安装离线工业 CT 准备的房间。	依托
公用	供配电	本项目用电来源于市政供电，厂区配电。	依托

续表 1 项目基本情况

工程	给水系统	工作人员生活用水依托厂区原有给水设施。	依托
	排水系统	工作人员生活污水依托厂区污水处理设施。	依托
	通风系统	本项目工业 CT 设置机械排风，自然进风，检测室顶部设置排气扇进行通风换气，4 台在线工业 CT 每个检测室排风量约 234m ³ /h，通风次数约 3.4 次/h；离线工业 CT 检测室的排风量约 100m ³ /h，通风次数约 7 次/h。	新建
环保工程	生活污水	本项目无生产废水产生，不新增单位总劳动定员，不新增生活污水产生量。工作人员生活污水经厂区内内部管道收集后接入厂区生活污水处理系统（设计处理规模为 800m ³ /d）处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后接入市政污水管网，最终排入蒲吕污水处理厂达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标后排入小安溪。	依托
	固废	本项目不新增单位总劳动定员，不新增生活垃圾产生量，现有工作人员生活垃圾依托厂区生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。	依托
		设备报废后按照相关要求去功能化后根据建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。	/
	废气	单台在线工业 CT 检测室顶部设置有 3 个排风口，离线工业 CT 检测室顶部设置有 2 个排风口，通过管道机械排风到上方无人员值守的夹层，通过夹层通风系统排放到环境中。	/
	辐射防护	工业 CT 设计了屏蔽防护设施，由一定厚度的钢板+铅+钢板组成屏蔽防护，同时对上下料口、通风孔和线缆孔采取屏蔽补偿，确保检测室屏蔽能力能达到辐射防护的要求。	设备自带
其他	工作人员	本项目在线工业 CT 为流水线式自动化检测，工作期间仅在设备开关机时需要人员操作，其余时间人员仅负责定期巡查，离线工业 CT 为工作人员抽样检测，本项目工作人员拟在单位内部调配培养 15 名人员从事本项目工业 CT 的操作。	新增

(2) 项目工作场所建设情况

本项目在线工业 CT 为自屏蔽式整体设置，GT3000HB-V-R 和 GT3000HB-V-L 两种型号实为同一设备，仅上下料口方向不同；除内部呈镜像对称外，其余结构完全相同。GT3000HB-V-R（附图中在线工业 CT1 和在线工业 CT3）和 GT3000HB-V-L（附图中在线工业 CT2 和在线工业 CT4）两两交叉摆放，操作面板相邻排列。后文将以 GT3000HB-V-R 为代表进行屏蔽防护评价，其屏蔽防护设计情况如下表 1-2 所示。

续表 1 项目基本情况

表 1-2 在线工业 CT 屏蔽防护材料及厚度表			
名称	尺寸 (m)	屏蔽体	屏蔽厚度
在线工业 CT (长×宽×高): 10×4.41×2.9	①2 个工业 CT 检测环 (长×宽×高): 1.41×0.81×1.55	探测器背面防护板 (长宽: 0.38×0.38m)	5.5mm 铅+3mm 钢
		检测环上部 4 面防护罩 (长宽: 1.41×0.77m, 1.41×0.60m, 1.41×0.60m, 0.77×0.60m)	5.5mm 铅+3mm 钢
		检测环下部 2 面防护板 (长宽: 0.77×0.38m, 0.77×0.38m)	5.5mm 铅+3mm 钢
	②检测室 (长×宽×高): 7.35×4.41×2.13	正面板 (宽高: 4.41×2.13m) 和 1 个检修门	4.5mm 铅+3mm 钢
		左面板 (宽高: 7.35×2.13m) 和 5 个检修门	6mm 铅+3mm 钢
		右面板 (宽高: 7.35×2.13m) 和 5 个检修门	5mm 铅+3mm 钢
		后面板 (宽高: 4.41×2.00m), 同时也是上下料间前侧板	4mm 铅+3mm 钢
		顶板 (长宽: 7.35×4.41m)	2.5mm 铅+3mm 钢
		进出料口挡板 (宽高: 1.23×1.00m)	4mm 铅+3mm 钢
	③上下料间 (长×宽×高): 4.41×2.65×2.13	左面板 (宽高: 0.88×2.13m) 和 1 个检修门	1mm 铅+3mm 钢
		右面板 (宽高: 2.65×2.13m) 和 1 个检修门	5mm 铅+3mm 钢
		后面板 (宽高: 4.41×2.13m) 和 3 个检修门	1mm 铅+3mm 钢
		顶板 (长宽: 4.41×2.65m)	2.5mm 铅+3mm 钢
		上料口内挡板 (宽高: 1.28×0.42m)	2mm 铅+3mm 钢
		下料口内挡板 (宽高: 1.40×2.00m, 1.33×2.00m)	1mm 铅+3mm 钢
	④其他	出风管道补偿铅防护罩 (检测室顶外面)	2.5mm 铅+3mm 钢
		线缆孔补偿铅防护罩 (检测室顶内部)	2.5mm 铅+3mm 钢
		顶上四周电气部分	1.5mm 钢

备注: ①操作面板侧为正侧板, 左侧板为下料侧、右侧板为上料口, 操作面板对面侧为后侧板。
 ②铅密度 11.34g/cm³, 铅板的内外钢板厚度为 1mm、2mm, 钢密度 7.85g/cm³。
 ③距离详见附图。

本项目离线工业 CT 为自屏蔽式整体设备, 各屏蔽体屏蔽防护设计情况如下表 1-3 所示:

续表 1 项目基本情况

表 1-3 离线工业 CT 屏蔽防护材料及厚度表						
名称	尺寸 (m)	屏蔽体			屏蔽厚度	
离线工业 CT (长×宽×高): 4.17×3.70×2.9	①工业 CT 检测环 (长×宽×高): 1.41×0.81×1.55	探测器背面防护板 (长宽: 0.38×0.38m)			5.5mm 铅+3mm 钢	
		检测环上部 2 面防护罩 (宽高: 1.61×1.17m, 1.61×1.17m)			5.5mm 铅+3mm 钢	
	②检测室(长×宽×高): 4.18×1.61×2.07	正面板(宽高: 1.61×2.07m)和 1 个检修门			4mm 铅+3mm 钢	
		左面板(宽高: 4.17×2.07m)和 2 个检修门			6mm 铅+3mm 钢	
		右面板(宽高: 4.17×2.07m)和上下料铅门, 同时也是上下料间左侧板			6mm 铅+3mm 钢	
		后面板(宽高: 1.61×2.07m)和 1 个检修门			4mm 铅+3mm 钢	
		顶板(长宽: 4.17×1.61m)			6mm 铅+3mm 钢	
	③上下料间(长×宽×高): 4.18×2.09×2.07	正面板(宽高: 2.09×2.07m)			2mm 铅+3mm 钢	
		右面板(宽高: 4.18×2.07m)、1 个检修门和上下料门			1.5mm 钢	
		后面板(宽高: 2.09×2.07m)			2mm 铅+3mm 钢	
		顶板(长宽: 4.18×2.09m)			1.5mm 钢	
	④其他	出风管道补偿铅防护罩(检测室顶外面)			2.5mm 铅+3mm 钢	
		线缆孔补偿铅防护罩(检测室顶内部)			2.5mm 铅+3mm 钢	
		顶上四周电气部分			1.5mm 钢	
	备注: ①操作面板侧为正面, 左侧板为检修门、右侧板为上下料面, 操作面板对面侧为后侧板。 ②铅密度 11.34g/cm ³ , 铅板的内外钢板厚度分别为 1mm、2mm, 钢密度 7.85g/cm ³ 。 ③距离详见附图。					
(3) 设备概况						
本项目设备清单见表 1-4。						
表 1-4 项目设备一览表						
序号	名称	数量	规格型号	用途	设备设施说明	备注
1	在线工业 CT	2 台	GT3000HB-V-R	无损检测	II类射线装置, 设备为固定式; 单台设备含两个独立 X 射线球管, 每个管头最大管电压 180kV, 最大管电流 0.5mA, 最大功率 90W。两种型号实为同一设备, 仅上下料口方向不同; 除内部呈镜像对称外, 其余结构完全相同。生产厂家为同方威视技术股份有限公司。	拟购
		2 台	GT3000HB-V-L			

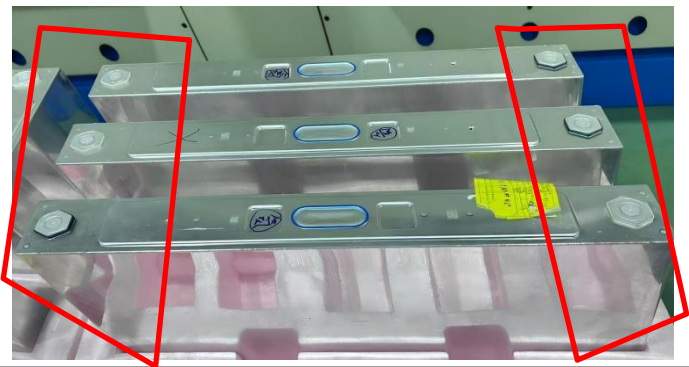

续表 1 项目基本情况

2	离线工业 CT	1 台	GT3000HB-IV	无损检测	II类射线装置，设备为固定式；1 个 CT 装置，最大管电压 180kV，最大管电流 0.5mA，最大功率 90W。	拟购
3	便携式辐射检测仪	1 台	HK-600	监测工作场所防护	定期监测，按要求进行校验	依托
4	固定式剂量报警仪	5 套	待定	监测工作场所实时剂量率	探头安装在工业 CT 检测室内，显示屏集成于前侧操作面板上。	设备自带
5	个人剂量计	15 台	待定	剂量累积	操作出束的辐射工作人员随身携带	拟购
6	个人剂量报警仪	15 枚	待定	剂量报警	操作出束的辐射工作人员随身携带	拟购

(4) 检测工件情况

本项目在线工业 CT 机无损检测工件为电芯厂房 2 的装配生产线生产的入壳电芯，离线工业 CT 机无损检测工件为抽检生产车间的入壳电芯和未入壳，详见表 1-5。

表 1-5 检测工件的相关参数一览表

工件类型	材质/组成	形状	尺寸/重量
入壳电芯	铜箔、铝箔、隔膜、磷酸铁锂、石墨		长 450-750 mm 宽 140-210mm 厚 10-40mm 重 8-14 千克
未入壳电芯	铜箔、铝箔、隔膜、磷酸铁锂、石墨		长 450-750 mm 宽 140-210mm 厚 10-40mm 重 5-10 千克

注：红线区域为电芯的两端电极检测区域。

(5) 计划工作负荷

根据建设单位提供资料，本项目在线工业 CT 为全自动生产线的一部分，其 X 射线为连续出束，对入壳电芯两端电极（阴极和阳极）进行无损检测，每台在线工业 CT 检

续表 1 项目基本情况

测 7 个电芯/分钟，每天 2 班 24 小时制，每班设备**连续曝光时间 11 小时**，每天最大检测 9240 件电芯，每周工作 7 天，年工作约 52 周，每年 360 天；

离线工业 CT 对入壳电芯和未入壳电芯的两端电极（阴极和阳极）进行无损检测。

离线工业 CT 为手动检测设置，每天 2 班 24 小时制，每班设备运行时间 11 小时，其中每件电芯准备时间 1.5 分钟，曝光时间 0.5 分钟，每天最大检测 660 件电芯，每周工作 7 天，年工作约 52 周，每年 360 天。

根据建设单位提供的资料，本项目工作负荷见表 1-5。

表 1-5 工作负荷一览表

工件类型	单次曝光最大时间/次（班）	每天检测电芯数量（件）	周曝光时长（h）	每年检测电芯数量（个）	年曝光时长（h）
在线工业 CT1	11h	9240	154	3326400	7920
在线工业 CT2	11h	9240	154	3326400	7920
在线工业 CT3	11h	9240	154	3326400	7920
在线工业 CT4	11h	9240	154	3326400	7920
离线工业 CT	30s	660	38.5	237600	1980
合计	/	37620	/	13543200	/

(6) 工作制度和劳动定员

本项目拟在本单位总劳动定员范围内调配 15 名非辐射工作人员从事本项目工业 CT 的操作和巡查，按照三班两运转，每班 5 人工作 12h，年工作 360 天。设备的维修由设备厂家负责。

其中在线工业 CT 每班 2 名工作人员负责设备的开关机、巡查及转运不合格电芯工作，除开关机和处理故障时，不在操作位长时间停留；离线工业 CT 每班 3 名工作人员负责设备的日常上下料、开关机及检测工作，不从事其他辐射源的操作。

1.4 外环境概况

重庆海辰公司（一期）厂区位于重庆市铜梁区东城街道 57 号，厂区东南侧、西南侧和西北侧为市政道路、其他公司厂房和绿化等，东北侧是公司二期预留用地，电芯厂

续表 1 项目基本情况

房 2 位于厂区东南，四周相邻区域为厂区内道路、绿化、厂区厂房、预留用地和厂外市政道路等。外环境关系情况见表 1-6，四周分布情况见附图。

表 1-6 公司电芯厂房 2 的外环境关系一览表

方位	外环境情况	最近距离	备注
西北	绿化、厂内道路	紧邻	厂区内部道路及绿化
	模组厂房、储能装配车间、动力站房、原料仓库等	约 28m	厂区内厂房 1F-4F
东北	厂内道路和绿化	紧邻	厂区内部道路及绿化
	二期预留用地	约 23m	预留用地
东南	绿化、厂内道路	紧邻	厂区内部道路及绿化
	预留用地（一期）	约 21m	电芯铝壳车间、仓库、电芯前工序车间预留用地
西南	绿化、厂内道路	紧邻	厂区内部道路及绿化
	厂外绿化带、道路	约 45m	厂外市政设施

本项目位于重庆海辰公司厂区内电芯厂房 2 的 1F 层，电芯厂房 2 的工业 CT 所在区域为单层厂房，无地下室，设备上方为无人员值守的夹层（通风设备、管道和检修、操作平台夹层）。本项目评价范围位于厂区内，其环境保护目标主要为从事本项目无损检测工作的辐射工作人员以及电芯厂房 2 其他生产线、厂区内道路的公众成员，详见表 7-1。

1.5 选址可行性

本项目利用工业 CT（在线、离线）的 X 射线对电芯（含入壳、未入壳电芯）进行极片对齐度、数量等的无损检测，确保其质量，不涉及生物、化学实验，不进行生产。

本项目位于重庆市铜梁区东城街道 57 号，属于重庆铜梁高新技术产业开发区中的蒲吕片区，根据《重庆铜梁高新区铜梁片区及全蒲片区规划环境影响跟踪评价报告书》及其审查意见（渝环函〔2019〕94 号）、《重庆市铜梁区规划局关于铜梁高新技术产业开发区范围及面积的说明》、《铜梁区工业发展规划（2017-2025）》等相关规划可知，蒲吕片区产业定位为发展电子信息、装备制造、新材料、适当发展大健康等产业，“厦门海辰储能西南智能制造中心及研发中心项目（一期）”为电芯生产，符合发展电子信息产业定位，本项目为厦门海辰储能西南智能制造中心及研发中心项目（一期）的工

续表 1 项目基本情况

业 CT 部分，主要用于电芯厂房 2 的电芯生产线生产的电芯检测服务，与区域发展定位不冲突，符合相关准入要求。

本项目所在的电芯厂房 2 为单层厂房，无地下室，工业 CT 设备上方为夹层（通风设备、管道和检修、操作平台夹层）。工业 CT 安装于电芯厂房 2 一层中部，其中在线工业 CT 位于装配车间末端生产线，离线工业 CT 则设置在 CT 测试车间内。装配生产线上的入壳电芯经在线工业 CT 自动检测合格后，将进入常温房车间；该生产线作为全自动装配生产线的一环，其布局与整体生产线相适应，四周主要为员工通道及内部测试车间等区域，不会影响周边生产线的人流与物流通行。位于装配车间内部的测试车间负责对装配生产线上的入壳电芯及未入壳电芯进行抽检，离线工业 CT 作为该测试车间内的无损检测环节，其布置亦与相邻的装配车间及其他相关测试车间相协调。

根据辐射环境监测结果，本项目拟建位置的环境 γ 辐射剂量率在重庆市整体辐射水平的正常涨落范围内。因此，项目选址可行。

1.6 与项目有关的环境保护问题

1.6.1 项目所在厂房环保手续情况

本项目位于“厦门海辰储能西南智能制造中心及研发中心项目（一期）”中的电芯厂房 2 内，该项目已取得重庆市铜梁区发展和改革委员会下发的投资项目备案证（项目代码：2208-500151-04-01-275517）。该项目于 2022 年取得环评批复：渝（铜）环准〔2022〕64 号，由于后期规划建设内容发生了重大变动，于 2024 年重新报批并取得批复：渝（铜）环准〔2024〕59 号。该项目主要建设内容为：电芯厂房 1 内新建电芯生产线 6 条，设计生产能力为 28Gwh/a。电芯厂房 2 内新建电芯生产线 3 条，设计生产能力为 28Gwh/a。凹版车间内新建电芯（MIC 电芯）生产线 1 条，设计生产能力为 4.62Gwh/a，新建 7 条底涂布线、1 条 Sorting（返工）线。模组厂房及储能装配车间内新建模组生产线及储能装配生产线、Sorting（返工）线，设计模组总生产能力为 24Gwh/a，其中储能系统产能为 8Gwh/a。配套建设库房、NMP 罐区、NMP 精馏装置、食堂、污水处理站、动力站等公用工程及辅助工程。目前电芯厂房 2 正在建设过程中。

1.6.2 公司现有核技术利用情况

续表 1 项目基本情况

(1) 现有核技术利用项目及辐射安全许可情况

重庆海辰储能科技有限公司注册地址为重庆市铜梁区东城街道龙安大道 29 号科创中心，根据调查，重庆海辰现有核技术利用项目包括使用 V 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置。现有核技术利用项目辐射工作场所均位于重庆市铜梁区东城街道 57 号，已办理了辐射安全许可证，证号为：渝环（辐）证 00921 号，有效期至 2030 年 5 月 18 日。现有核技术利用项目详细情况见表 1-7。

表 1-7.1 建设单位现有射线装置情况一览表

装置名称	设备型号	类别	数量（台）	场所
工业 CT（离线）	TSOL-CT225H	II 类	1	凹版车间 1F 测试房 1
在线工业 CT	LBCTROO4	II 类	1	凹版车间 1F 中部切叠热压区与焊接区之间
在线 X-ray 装置	XG5200A	III 类	1	电芯厂房 1-1F 装配车间
离线 X-ray 装置	AX8200B	III 类	4	电芯厂房 1-1F 装配区测量房
X 荧光光谱仪	EDX360	III 类	1	模组厂房-来料检测室
X 荧光光谱仪	EDX360	III 类	1	原料仓 RoHS 检测室

表 1-7.2 建设单位现有放射源情况一览表

放射源	用途	类别	活度（贝可）×枚数	场所
Kr-85	测厚仪	V 类	1.11E+10×1	凹版车间 1F 阳极 Demo 拉线
			1.85E+10×4	
Kr-85	测厚仪	V 类	1.11E+10×10	电芯厂房 1-1F 阳极涂布车间
			1.85E+10×24	

(2) 辐射安全管理情况

根据现有核技术利用项目开展情况，重庆海辰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，制定了相应的操作规程、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、年度评估等管理制度和辐射事故应急预案。

重庆海辰按照要求每年对现有核技术利用项目开展了监测，根据建设单位提供的资料，现有各射线装置及放射源工作场所监测结果满足相关标准要求。

本项目 50m 评价范围内无其他电离辐射源。

根据建设单位提供的资料，现有辐射工作人员均按要求开展了个人剂量检测，进行

续表 1 项目基本情况

了职业健康体检且体检合格，建立了个人健康档案。根据 2025 年四个季度的个人剂量监测报告可知，辐射工作人员的年个人剂量监测结果最大值为 0.72mSv，低于年剂量管理目标值 5mSv。

(3) 小结

根据调查，现场射线装置、放射源与辐射安全许可证相符，公司核技术利用项目运行至今，无辐射安全事故发生，运行总体良好，无环保投诉和遗留问题。

1.7 依托可行性

项目依托可行性分析见表 1-8。

表 1-8 项目与公司厂区依托可行性分析

依托工程	依托情况	可行性分析	结论
项目用房	依托电芯厂房 2	本项目为工业 CT，拟安装在电芯厂房 2 的 1F 中部预留位置处，不新增用地。该设备只在该处使用，满足设备运行和无损检测工作的开展。	可行
公用工程	供电、供水等公用工程依托厂区设施	本项目供电、供水设施依托厂区公用设施。厂区为市政供电，市政管网供水。因此，项目依托厂区现有的公用设施可行。	可行
环保工程	依托厂区生活污水处理设施	本项目所在厂区内生活污水单独收集后接入厂区生活污水处理系统，设计处理规模为 800m ³ /d，处理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后排入市政污水管网，最终排入蒲吕污水处理厂达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标后排入小安溪。本项目不产生生产废水，辐射工作人员由公司总劳动定员内部调配，不新增工作人员总劳动定员，工作人员产生的生活污水依托原有设施处理可行。	可行
	固废	工作人员产生的生活垃圾依托厂区现有生活垃圾处置设施处置，本项目不新增工作人员总劳动定员，依托可行。	可行
劳动定员	依托已有工作人员进行调配培养	项目拟从单位总劳动定员中调配培养 15 人从事工业 CT 检测工作，在现有总劳动定员内，依托可行。	可行
管理	辐射环境管理	重庆海辰已经建立了辐射防护管理机构，设置了专人负责管理公司辐射环境管理工作，公司现有使用射线装置包括工业 CT，本项目依托公司原有管理体系可行。本项目需在项目运行前根据设备情况制定专用的操作规程。	可行

由表 1-7 可知，本项目辅助工程、公用工程、环保工程均可依托厂区公用设施，辐射环境管理可依托目前管理体系。

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
本项目不涉及放射源。								

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
本项目不涉及非密封放射性物质										

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
本项目不涉及加速器。										

(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	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 (在线工业 CT)	II	2	GT3000HB-V-R	180	0.5	无损检测	电芯厂房 2 的 1F 中部装配车间	拟购	
2	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 (在线工业 CT)	II	2	GT3000HB-V-L	180	0.5	无损检测	电芯厂房 2 的 1F 中部装配车间	拟购	
3	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置 (离线工业 CT)	II	1	GT3000HB-IV	180	0.5	无损检测	电芯厂房 2 的 1F 中部 CT 测试车间	拟购	
以下空白。										

(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 (mA)	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	
本项目不涉及中子发生器													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	/	/	/	/	/	/	/	电芯厂房 2 的楼顶排放
生活污水	/	/	/	/	/	/	/	依托厂区污水处理站处理后排入市政污水管网
生活垃圾	/	/	/	/	/	/	厂区生活垃圾暂存点	环卫部门统一处置
报废的在线工业 CT	/	/	/	/	/	/	/	设备报废后按照相关要求去功能化后根据建设单位要求处理，保留手续，并做好记录存档。

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

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 3 月 12 日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过，2026 年 8 月 15 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日修订施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修正施行；</p> <p>(4) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行修订版；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日施行）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 21 日施行；国务院令第 653 号，2014 年 7 月 29 日修订实施；国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日修订实施；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原国家环境保护总局令第 31 号，2021 年 1 月 4 日第四次修正实施；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(10) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，原环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(11) 《重庆市环境保护条例》，2025 年 7 月 31 日修正；</p> <p>(12) 《重庆市辐射污染防治办法》重庆市人民政府令第 338 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 《国家危险废物名录》，自 2025 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(14) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，2024 年 2 月 1 日起施行。</p>
------	---

续表 6 评价依据

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(4) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)；</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及 2017 年修改单；</p> <p>(6) 《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ104-2017)；</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(8) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008)。</p> <p>(9) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(10) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 委托书；</p> <p>(2) 项目投资备案证；</p> <p>(3) 《厦门海辰储能西南智能制造中心及研发中心项目(一期)》环境影响报告表及其批准书；</p> <p>(4) 公司辐射安全许可证；</p> <p>(5) 项目辐射环境监测报告；</p> <p>(6) 项目设计等相关资料；</p> <p>(7) 《重庆铜梁高新区铜梁片区及全蒲片区控制性详细规划》(2017 年修编)，《重庆铜梁高新区铜梁片区及全蒲片区规划环境影响跟踪评价报告书》及其审查意见的函(渝环函〔2019〕94 号)；</p> <p>(8) 《辐射防护导论》等参考文献。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

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）的相关规定，并结合该项目射线装置为能量流污染的特征，根据能量流的传播与距离相关的特性，结合本项目工业 CT 设备的自屏蔽检测室及电气柜等辅助设备为一个整体的情况，确定以本项目在线工业 CT 设备箱体和离线工业 CT 设备箱体边界外 50m 区域作为辐射环境的评价范围。

7.2 环境保护目标

本项目工业 CT 拟安装在电芯厂房 2 的 1F 中部预留位置，电芯厂房 2 为单层厂房建筑（高约 25.6m），无地下室，工业 CT（含在线和离线）上方为无人员值守的夹层（通风设备、管道和检修、操作平台夹层）。本项目 4 台在线工业 CT 设备相同，运行模式一致，位置相对集中，因此本报告将 4 台在线工业 CT 作为一个整体，考虑其对环境保护目标的影响；离线工业 CT 单独考虑其对环境保护目标的影响。本项目 5 台工业 CT 的 50m 评价范围都位于厂区内。4 台在线工业 CT 环境保护目标一览表见表 7-1，离线工业 CT 环境保护目标一览表见表 7-2。

续表 7 保护目标与评价标准

表 7-1 4 台在线工业 CT 环境保护目标一览表					
序号	环境保护目标名称	方位	水平距离	高差	环境特征及主要影响人群
1	操作位	设备之间	紧邻	平层	本项目操作位, 辐射工作人员, 约 2 人
	装配车间人员通道		约 1m	平层	电芯厂房 2 的人员工作通道, 公众成员, 约 4 人
	返修车间		约 2~10m	平层	电芯厂房 2 内返修车间, 公众成员, 约 6 人
2	装配车间及人员通道	东北侧	约 3~50m	平层	电芯厂房 2 的装配车间人员通道, 公众成员, 约 10 人
	金相车间、拉力测试车间等		约 4~19m	平层	电芯厂房 2 内测试车间, 公众成员, 约 46 人
	拆解车间、隔离膜放置区车间等		约 19~50m	平层	电芯厂房 2 内测试车间、库房等, 公众成员, 约 17 人
3	室外道路和绿化	东南侧	约 4~24m	平层	厂区道路及绿化, 公众成员, 约 15 人
	预留仓库		约 24~50m	平层	厂区预留仓库, 公众成员, 约 20 人
4	装配车间人员通道	西南侧	约 3~5m	平层	电芯厂房 2 的人员工作通道, 公众成员, 约 4 人
	水含量测试车间、增压机房等		约 5~18m	平层	电芯厂房 2 的测试车间、机房, 公众成员, 约 5 人
	常温房车间、干燥车间等		约 8~50m	平层	电芯厂房 2 的工作车间, 公众成员, 约 10 人
5	装配车间人员通道	西北侧	约 0~3m	平层	电芯厂房 2 的人员工作通道, 公众成员, 约 4 人
	生产辅料车间、MRB 辅料车间、更衣室、卫生间等		约 2~50m	平层	电芯厂房 2 的辅助车间、后勤用房等, 公众成员, 约 50 人
	室外道路、风雨连廊和绿化		约 20~50m	平层	厂区道路及绿化, 公众成员, 约 15 人
	模组厂房		约 45~50m	平层	其他厂房, 公众成员, 约 50 人
6	通风设备、管道和检修、操作平台夹层	上方	设备上方夹层区域	高于检测室顶约 5m	无人值守的通风设备、管道和检修、操作平台夹层, 检修期间公众成员约 2 人

备注: 项目主要影响因素均为电离辐射。

续表 7 保护目标与评价标准

序号	环境保护目标名称	方位	水平距离	高差	环境特征及主要影响人群
1	CT 测试车间	设备四周	0~4m	平层	设备房间，辐射工作人员，约 3 人
2	拆解车间、隔离膜放置区车间、装配车间等	东北侧	约 2~50m	平层	电芯厂房 2 内测试车间、库房等，公众成员，约 35 人
3	装配车间员工通道	东南侧	约 2~28m	平层	电芯厂房 2 的生产车间，公众成员，约 20 人
	室外道路和绿化		约 28~20m	平层	厂区道路及绿化，公众成员，约 15 人
4	拉力测试车间、金相车间、返修车间等	西南侧	约 2~27m	平层	电芯厂房 2 内返修、测试车间，公众成员，约 52 人
	水含量测试车间、增压机房、常温房车间、干燥车间等		约 28~50m	平层	电芯厂房 2 的测试车间、机房、工作车间，公众成员，约 15 人
5	装配车间员工通道	东南	约 6~33m	平层	电芯厂房 2 的生产车间，公众成员，约 20 人
	生产辅料车间、MRB 车间、更衣室、备品车间等		约 33~50m	平层	电芯厂房 2 的辅助车间、后勤用房等，公众成员，约 50 人
6	通风设备、管道和检修、操作平台夹层	上方	设备上方夹层区域	高于检测室顶约 5m	无人值守的通风设备、管道和检修、操作平台夹层，检修期间公众成员约 2 人

备注：项目主要影响因素均为电离辐射。

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。

第 4.3.2.1 款 应对个人受到的正常照射加以限值，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

B1 剂量限值

第 B1.1.1.1 款 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：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 作为职业照射剂量限值。

续表 7 保护目标与评价标准

第 B1.2 款 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超过下述限值：年有效剂量，1mSv。

(2) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

该标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。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。

5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1（本报告表 7-2）的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T 26837 的要求。

表 7-2 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值

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

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 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/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 μ Sv/h。

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。

(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

第 3.1.1 条 探伤墙和入口门外周围剂量当量率和每周周围剂量当量应满足下列要求：

续表 7 保护目标与评价标准

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

1) 人员在关注点的周围剂量参考控制水平 H_c 如下:

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

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

第 3.1.2 条 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求:

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

第 3.2 条 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 条 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)。

(4) 评价标准及相关参数值

①管理目标值

根据建设单位提供的资料, 本项目取 GB18871-2002 中工作人员职业照射剂量限值的四分之一即 $5 \text{mSv}/\text{a}$ 作为辐射工作人员的管理目标值, 取公众照射剂量限值的十分之一即 $0.1 \text{mSv}/\text{a}$ 作为公众成员的管理目标值, 满足 GB18871-2002 的规定。

②项目剂量限值与污染物排放指标

综上所述, 结合本项目实际情况, 确定本项目的主要评价要求如表 7-5 所示。

表 7-5 项目主要评价标准及相关参数汇总表

序号	项目	控制限值	采用的标准
1	年剂量管理目标值	辐射工作人员: 5mSv 公众成员: 0.1mSv	GB18871-2002 公司管理要求
2	设备性能要求	距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率 $< 2.5 \text{mSv}/\text{h}$ (管电压 150~200kV)	GBZ117-2022
3	周围剂量当量率参	在线工业 CT 四周屏蔽体外 30cm 处周围剂量当	GBZ117-2022、 GBZ/T250-2014

续表 7 保护目标与评价标准

	考控制水平	量率不大于 2.5 μ Sv/h；顶棚外 30cm 处周围剂量当量率不大于 100 μ Sv/h	
4	周剂量参考控制水平	职业工作人员：Hc \leq 100 μ Sv/周 公众：Hc \leq 5 μ Sv/周	GBZ/T250-2014
5	通风要求	有效通风换气次数应不小于 3 次/h	GBZ117-2022

表 8 环境质量现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目位于重庆市铜梁区东城街道 57 号重庆海辰储能科技有限公司厂区内，地理位置见附图。本项目工业 CT 拟安装在电芯厂房 2 的 1F 中部装配车间和测试车间预留位置，场址现状及周围环境现状情况见附图，项目场所位置见附图。

8.2 辐射环境背景评价

本项目工业 CT 拟安装在电芯厂房 2 的 1F 中部装配车间和测试车间预留位置，本次评价对项目场地及周边环境的辐射环境背景水平进行了监测，监测时间为 2026 年 5 月 20 日，监测结果和监测布点见监测报告：渝新绿环（监）[2026]030 号。

8.2.1 监测因子

环境 γ 辐射剂量率。

8.2.2 监测方案

(1) 监测方法和依据

表 8-1 监测方法和依据

监测项目	监测方法	监测依据
环境 γ 辐射剂量率	仪器法	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021

(2) 监测点位选取

根据本项目场所位置及周围环境情况，本次辐射环境背景监测共设置 10 个监测点位，在电芯厂房 2 内拟建场址中心、项目周围代表性的环境保护目标和电芯厂房 2 外的室外道路均进行了布点，布点时考虑了项目用房和周围相邻区域，并在最近公众长时间驻留区域布点，本次监测布点能够反映本项目涉及工作场所和环境保护目标的辐射环境背景水平。

监测布点图见图 8-1。

续表 8 环境质量现状

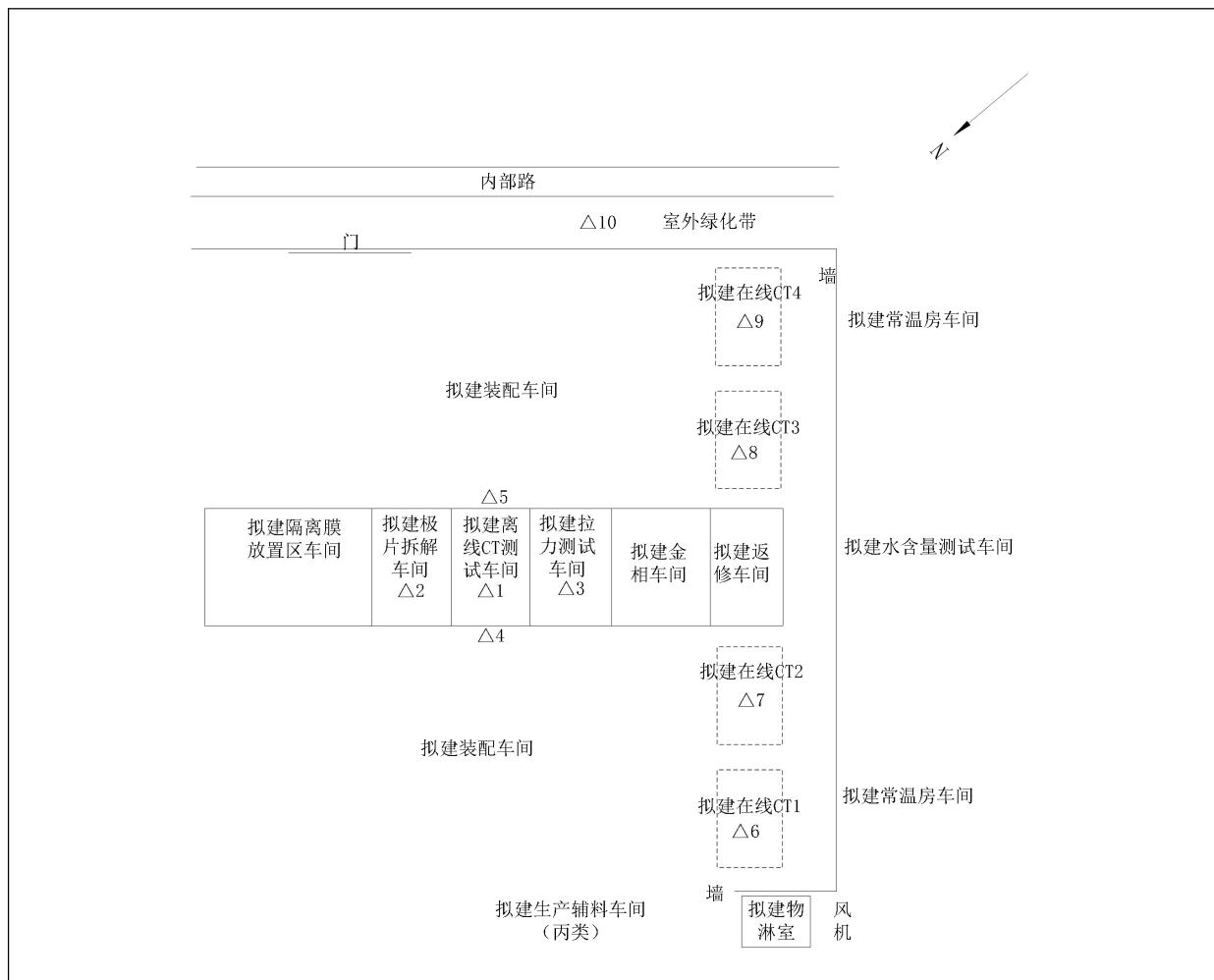


图 8-1 监测点示意图

(3) 测定方式

本项目选取的测定方式为即时测量，即用监测仪器直接测量出点位上的对应监测因子的监测结果。

8.2.3 质量保证措施

(1) 监测单位资质

本次监测单位为重庆新绿环保工程有限公司，该公司具有重庆市市场监督管理局颁发的在中华人民共和国境内有效的检验检测机构资质认定证书，保证了监测工作的合法性和有效性。

(2) 监测人员及报告审核

监测人员经过培训后上岗，监测仪器应每年送有资质的单位检定或校准，并在其证

书有效期内使用；每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；监测时由专业人员按操作规程操作仪器，获取足够的数量，并做好记录；监测报告严格实行三级审核制度，经过校核、审核、审定，最后由授权签字人签发。

(3) 监测仪器

监测仪器在检定有效期内使用，监测仪器及检定情况见表 8-2。

表 8-2 监测仪器及检定情况

仪器名称及型号	仪器编号	计量检定/校准证书编号	有效期至	校准因子
环境级 α 、 γ 辐射巡检仪 RGM5200	1222204005009	2026031301736	2027.3.26	1.06

8.2.4 监测结果

监测结果统计见表 8-3。

表 8-3 项目所在区域辐射环境监测结果统计

监测点位	监测点位描述	环境 γ 辐射剂量率测量值 ($\mu\text{Gy/h}$)
$\Delta 1$	拟建离线 CT 测试间（现为空置房间）	0.053
$\Delta 2$	拟建极片拆解车间（现为空置房间）	0.055
$\Delta 3$	拟建拉力测试车间（现为空置房间）	0.055
$\Delta 4$	拟建装配车间	0.056
$\Delta 5$	拟建装配车间	0.055
$\Delta 6$	拟建在线 CT1	0.054
$\Delta 7$	拟建在线 CT2	0.053
$\Delta 8$	拟建在线 CT3	0.051
$\Delta 9$	拟建在线 CT4	0.055
$\Delta 10$	室外绿化带	0.056

注：监测点位距地面 1.0m。

根据监测统计结果可知，拟建项目所在位置环境 γ 剂量率的监测值在 51nGy/h~56nGy/h 之间（未扣除宇宙射线响应值）。根据《2024 年重庆市辐射环境质量报告书》（简化版），2024 年重庆市 X- γ 辐射累积剂量监测结果，累积剂量测得的 γ 辐射空气吸收剂量率年均值为 79.2~108nGy/h（未扣除宇宙射线响应值）。因此，项目所在场址及邻近环境的环境 γ 辐射剂量率与重庆市 2024 年环境 γ 辐射剂量率相比，在其正常涨落范围内。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期工艺流程及产污环节

本项目拟直接购置整体式工业 CT 设备，安装在在建电芯厂房 2 的 1F 中部预留位置。本项目施工期主要为工业 CT 及各类防护设施的安装（工业 CT 为成套设备的组装，不需要现场焊接）及调试。整个施工过程基本由人工完成，产生的废弃物主要为设备外包装、安装人员生活垃圾和生活污水等，包装垃圾和生活垃圾均统一收集后由当地环卫部门集中处置，生活污水由厂区内已建污水处理设施处理后排入市政管网。调试过程的影响因子主要为电离辐射，与营运期一致，其影响和污染防治措施参考营运期内容。

9.2 营运期工艺流程及产污环节

9.2.1 设备组成

A 在线工业 CT

本项目拟配置的在线工业 CT 为自屏蔽整体式装置，采用流水线式自动化检测，设备主要由 CT 检测环、检验转台、桁架机械手、直线电机传送线、控制系统组成。其中，CT 检测环主要由 X 射线球管、探测器、圆形支架组成。本评价重点介绍 CT 检测环。设备组成示意图见图 9-1、图 9-2 和图 9-3。

续表 9 项目工程分析与源项

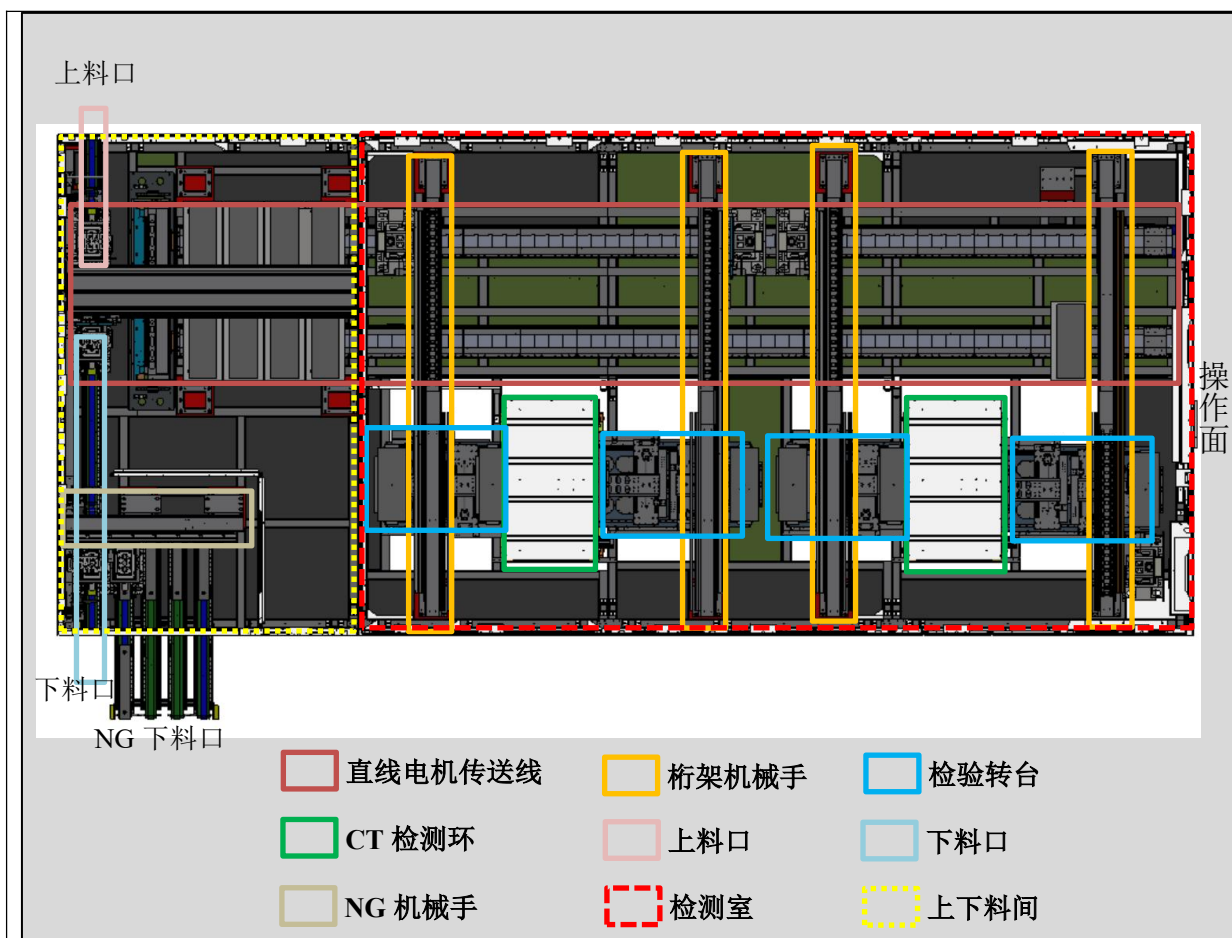


图 9-1 在线工业 CT 设备内部结构示意图 (1)

续表 9 项目工程分析与源项

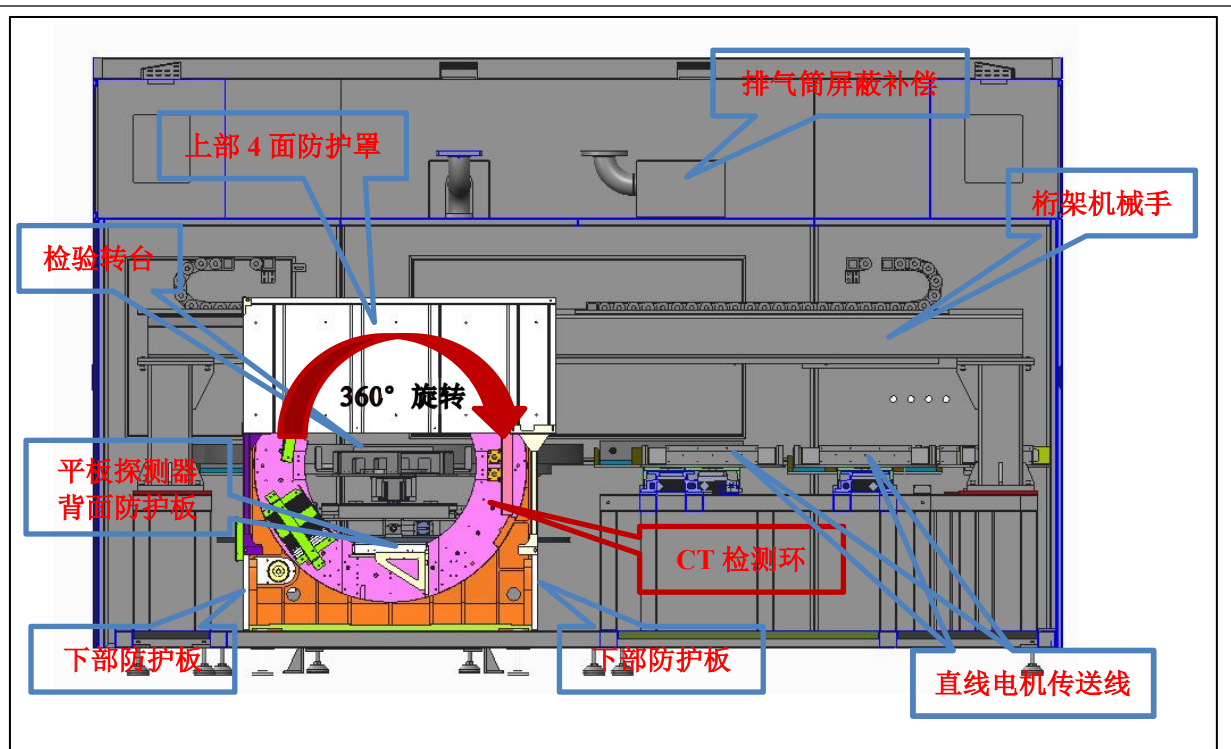


图 9-2 在线工业 CT 设备内部结构示意图 (2)

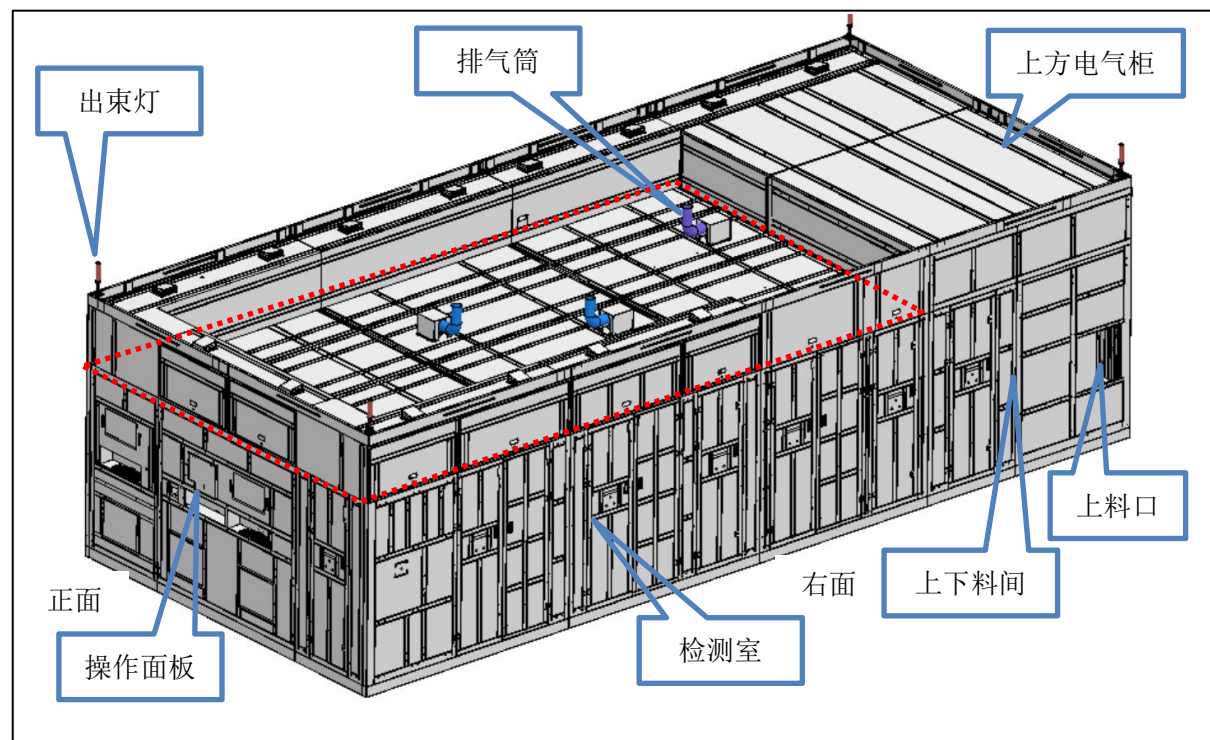


图 9-2 在线工业 CT 设备示意图 (1-正面)

续表 9 项目工程分析与源项

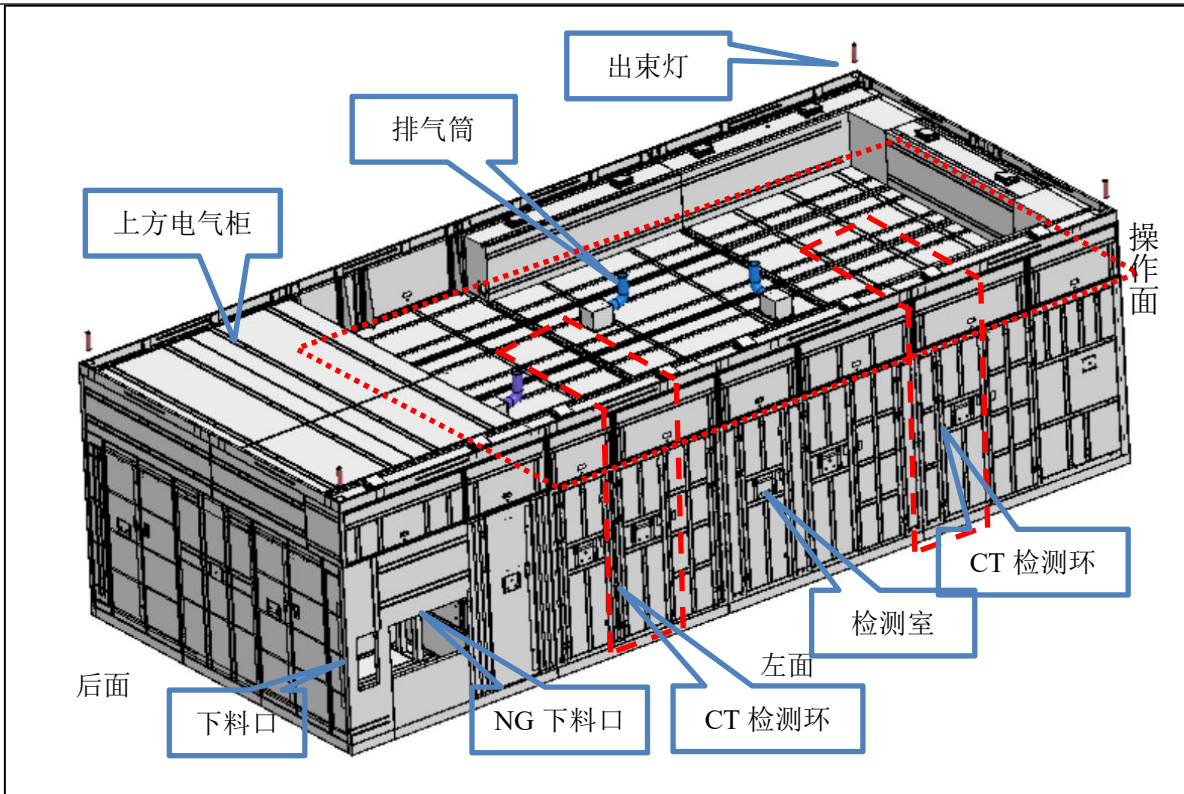


图 9-2 在线工业 CT 设备示意图 (2-后面)

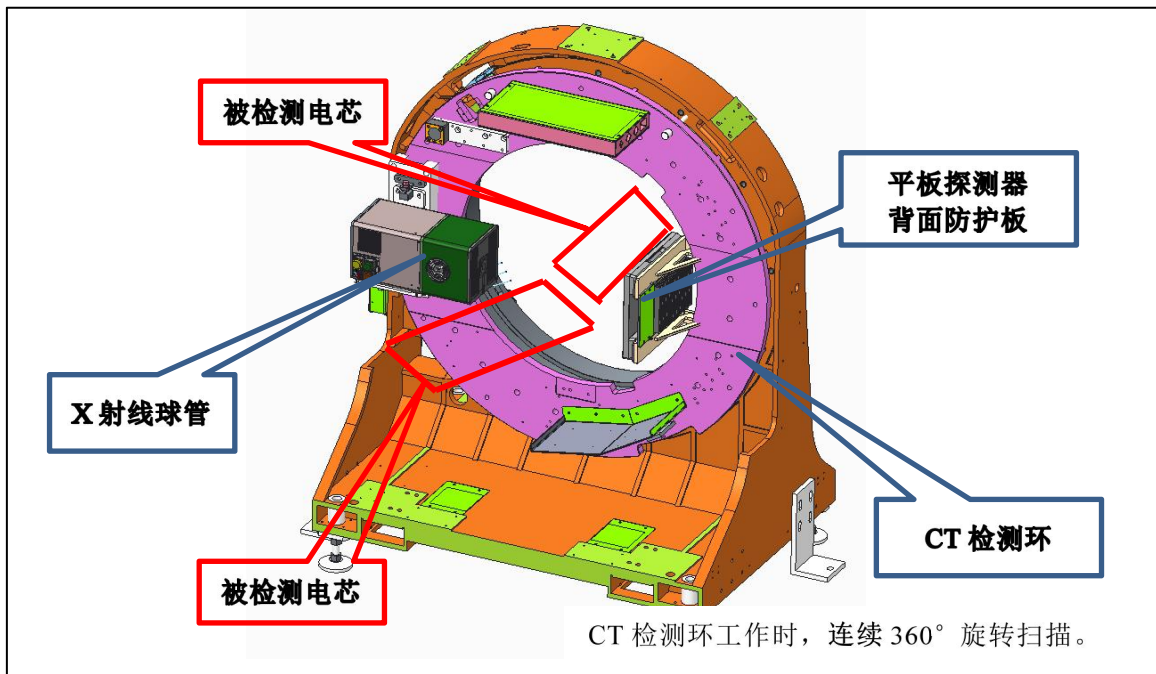


图 9-3 在线工业 CT 设备内部 CT 检测环结构示意图

B 离线工业 CT

本项目拟配置的离线工业 CT 为自屏蔽整体式装置, 采用人工进行检测, 设备主要

续表 9 项目工程分析与源项

由 CT 检测环、料件推车、桁架机械手、检验台、控制系统组成。其中，CT 检测环主要由 X 射线球管、探测器、圆形支架组成。本评价重点介绍 CT 检测环。设备组成示意图见图 9-4、图 9-5 和图 9-6。

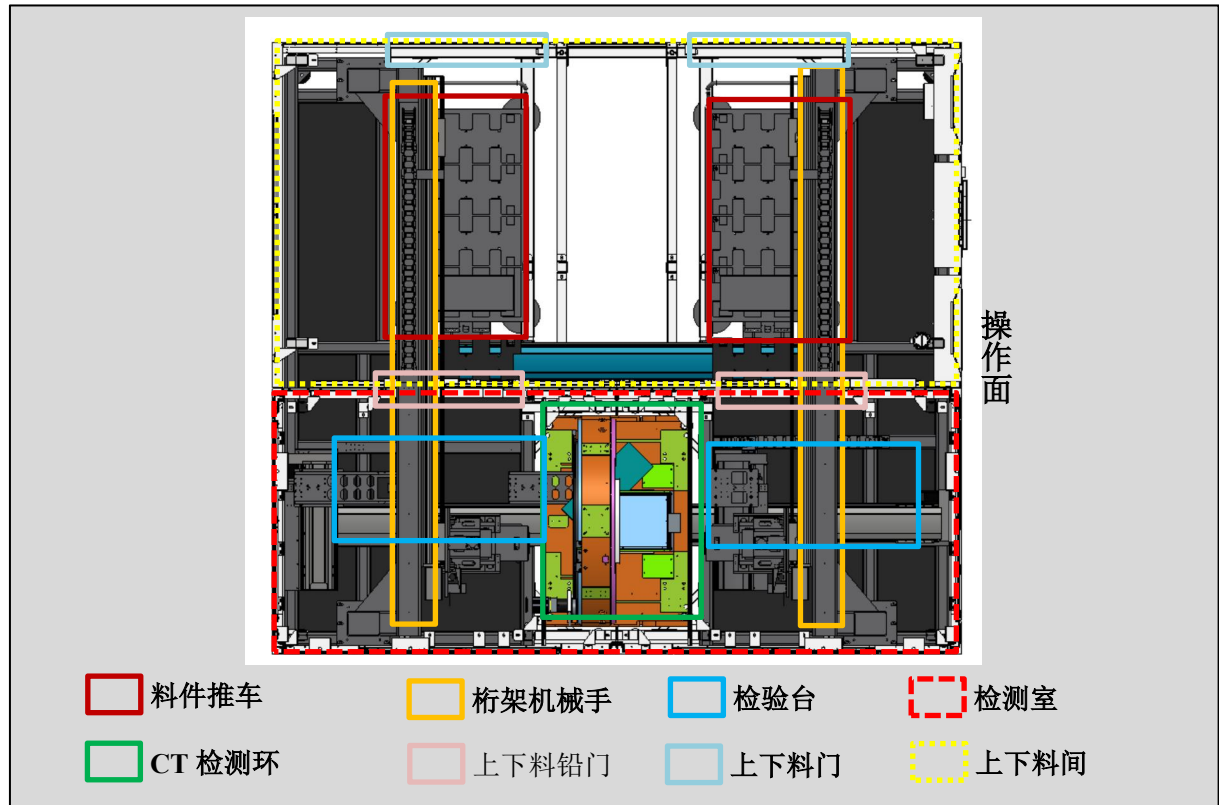


图 9-4 离线工业 CT 设备内部结构示意图 (1)

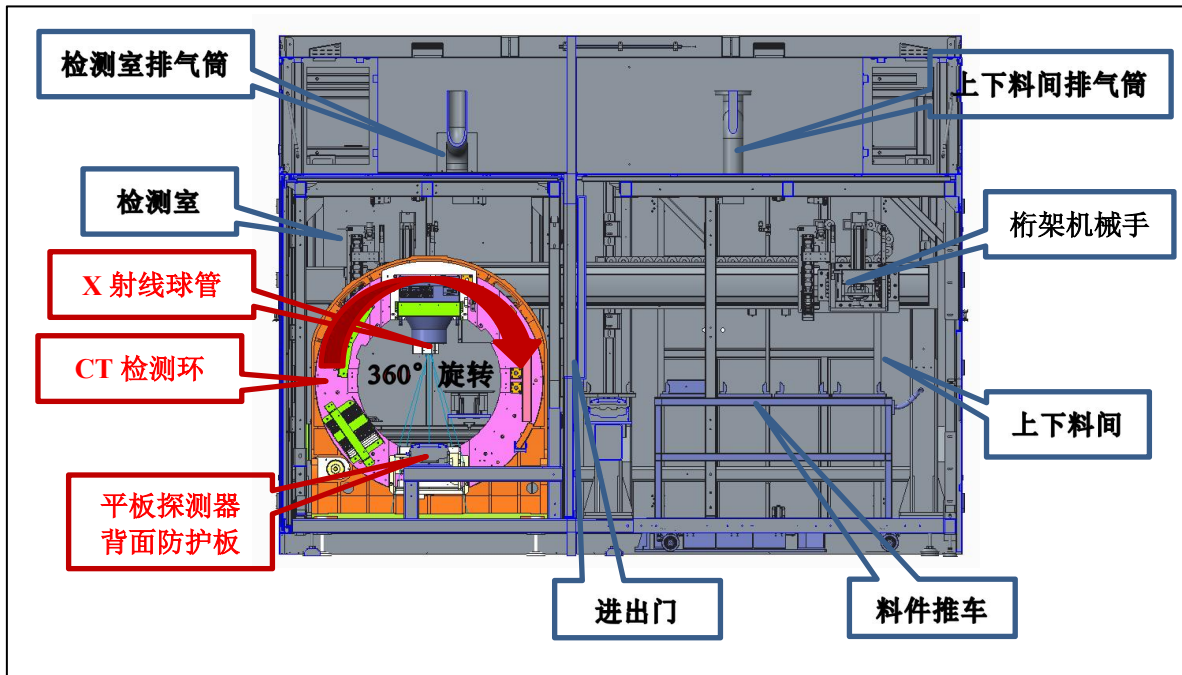


图 9-4 离线工业 CT 设备内部结构示意图 (2)

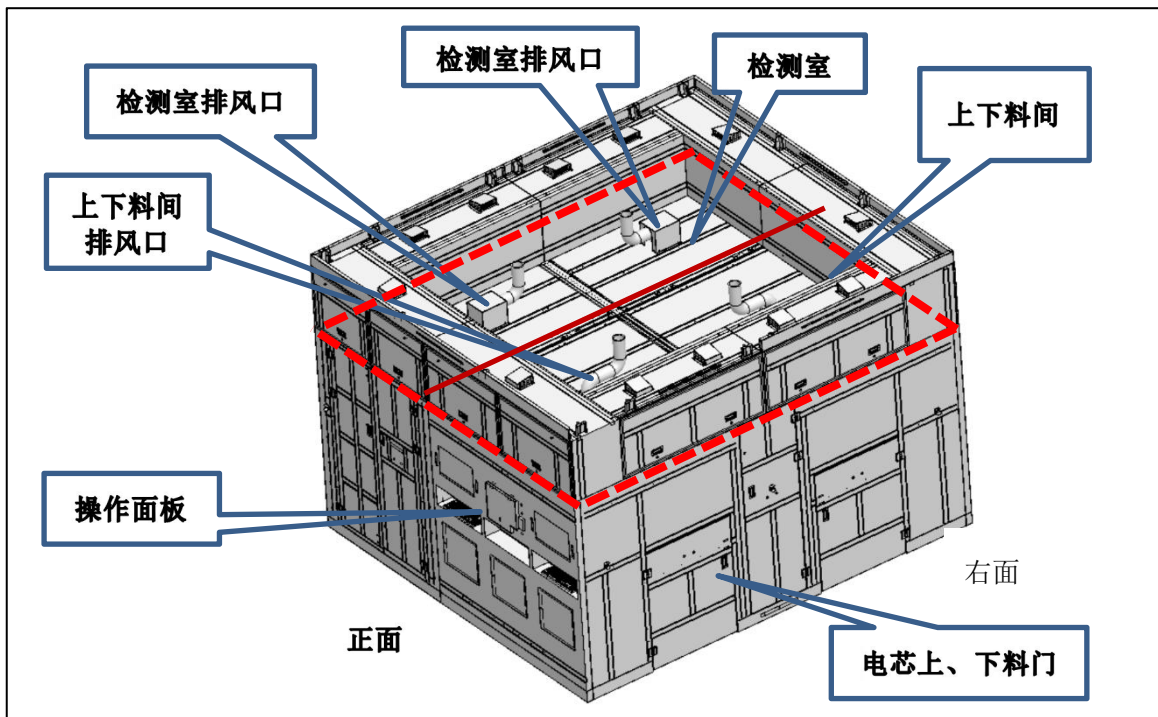


图 9-5 离线工业 CT 设备示意图 (1-正面)

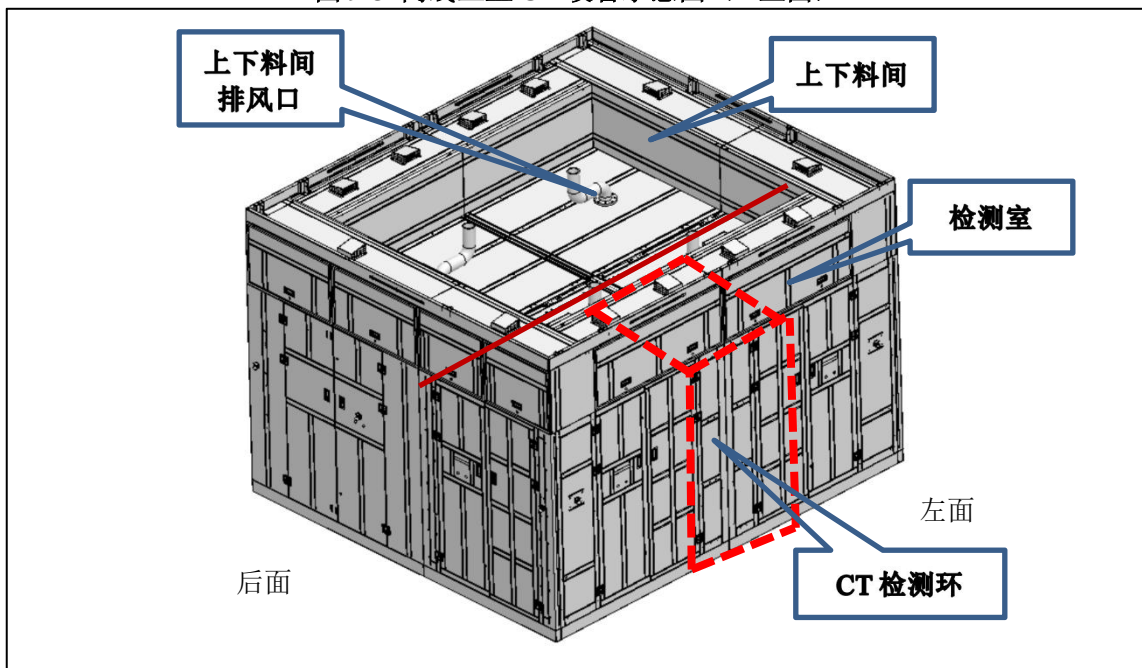


图 9-5 离线工业 CT 设备示意图 (2-后面)

续表 9 项目工程分析与源项

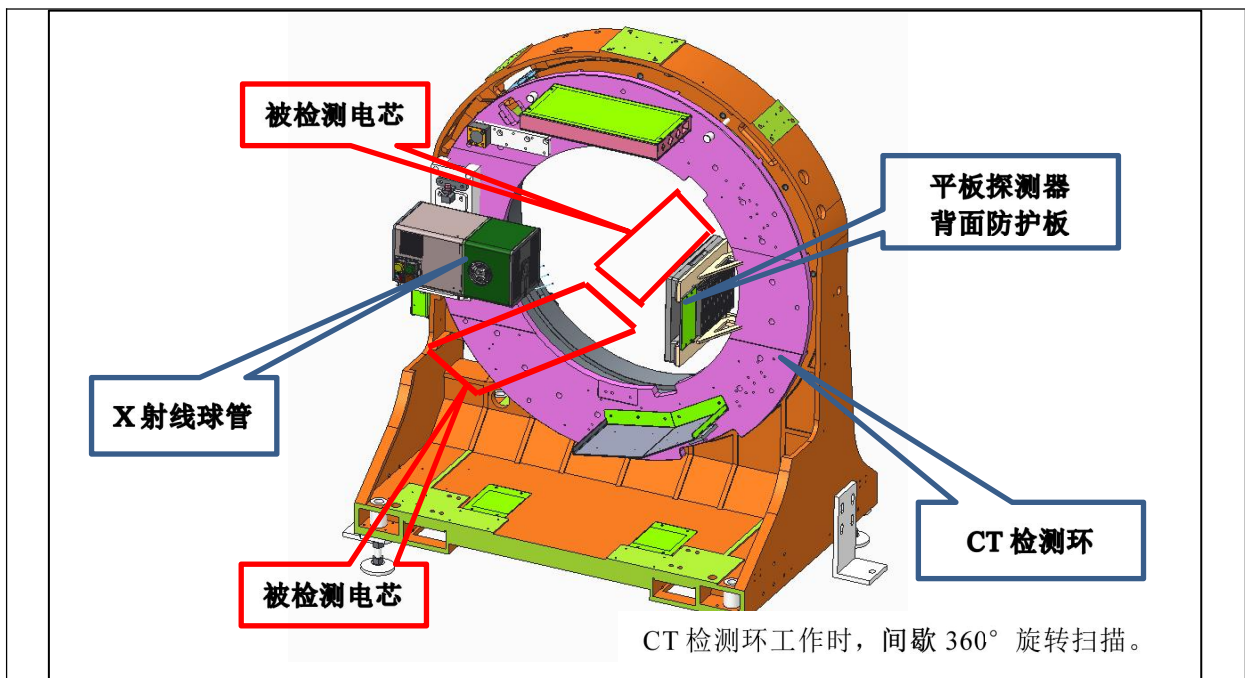


图 9-6 离线工业 CT 设备内部 CT 检测环结构示意图

根据厂家提供的设备资料，本项目 5 台工业 CT 配备的 9 个 CT 检测环完全相同，具体参数如下。

(1) X 射线球管

X 射线球管焦点最大尺寸 $110\mu\text{m}$ ，最大管电压 180kV ，最大管电流 0.5mA ，最大功率 90W ，过滤窗口为 0.5mm Be 。X 射线球管发出的射线束形状为方形锥束，锥束角度为 $34^\circ \times 34^\circ$ 。其中在线工业 CT 内部的两个 X 射线球管相距约 3.5m 。

(2) 探测器

本项目在线工业 CT 的探测器拟使用面阵平板探测器，是用来接收穿过被检工件的射线信号，经放大和模数转换后送进计算机进行图像重建，是 CT 成像的核心，将肉眼看不到的“X 射线”转换为最终能形成图像的“数字化信号”，平板探测器尺寸为 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ ，像素矩阵为 3072×3072 。探测器背面采用厚度 5.5mm 铅进行屏蔽，尺寸为 $380\text{mm} \times 380\text{mm}$ ，能覆盖 X 射线球管发出的锥束射线。

(3) 圆形支架

圆形支架是本项目工业 CT 中 CT 检测环的核心机械结构之一，用于支撑 X 射线球管和探测器进行旋转。本项目 X 射线球管和平板探测器对称固定安装在圆形支架上，正

续表 9 项目工程分析与源项

常工作时 X 射线球管随着圆形支架 360° 旋转检测，X 射线球管源点旋转半径 26cm。主射方向主要朝左侧、右侧、顶部和底部。

本项目工业 CT 设备参数如下表 9-1 所示。

表 9-1 工业 CT 检测环主要技术参数

设备名称		在线工业 CT	离线工业 CT
设备型号		GT3000HB-V-R、GT3000HB-V-L	GT3000HB-IV
X 射线球管	最大管电压	180kV	180kV
	最大管电流	0.5mA	0.5mA
	最大管功率	90W	90W
	焦距	≤180μm	≤180μm
	射线辐射角	34°×34°	34°×34°
	过滤窗口材料	0.5mmBe	0.5mmBe
	1m 处最大发射率	43.4mGy/mA/min	43.4mGy/mA/min
平板探测器	像素矩阵	3072×3072	3072×3072
	像素间距	99μm	99μm
	最大帧速	40fps	40fps
	成像面积	300×300mm	300×300mm
CT 检测环	旋转范围	360° 连续旋转扫描	360° 连续旋转扫描
	扫描时间	连续扫描	一次 30s
其他		自然冷却，设置安全联锁系统、摄像监视系统等	

9.2.2 工作方式

A 在线工业 CT

本项目在线工业 CT 设备固定安装在电芯厂房 2 的 1F 中部装配车间，无损检测工作方式为流水线式自动化检测，工作期间仅在设备开关机时需要人员操作，其余时间人员仅负责定期巡查。

在线工业 CT 位于装配车间末端生产线，装配好的电芯通过传送生产线，进入在线工业 CT 上料口，通过直线电机传送线、桁架机械手、检验转台送入 2 个 CT 检测环进行无损检测，扫描电芯极片数量。2 个 CT 检测环内的 X 射线球管 360° 旋转连续曝光，分别对检测工位上的电芯进行扫描，完成后，通过检验转台更换下一个被检电芯。平板

续表 9 项目工程分析与源项

探测器将探测 X 射线转换为图像的“数字化信号”，然后经过计算机三维重构，对 3D 数模进行切面，得到相应位置的 2D 切面。使用软件对 2D 切面图像进行分析，自动计算电芯内部极片数量，出具合格和不合格（NG）结论。合格电芯沿生产线进入后续车间，不合格（NG）电芯通过 NG 下料口暂存，返回重新加工。

本项目在线工业 CT 设备自带屏蔽检测室，X 射线出束期间，工作人员在在线工业 CT 旁边的员工通道巡视、定期转运不合格电芯，并在值班室值守。

B 离线工业 CT

本项目离线工业 CT 设备固定在电芯厂房 2 的 1F 中部测试车间，无损检测工作方式为人工检测，工作期间需要辐射工作人员进行控制。

对于抽检的入壳电芯和未入壳电芯，辐射工作人员将其放置到工业 CT 的料件推车上，将料件推车送入上下料间后，关闭上下料门，辐射工作人员启动离线工业 CT。设备自动通过桁架机械手、检验台将电芯送入 CT 检测环进行无损检测，扫描电极数量或者电芯极片整齐度。被检电芯送到检测工位后，X 射线球管随着 CT 检测环曝光进行 360° 扫描后，射线停止出束后，工件通过上下料移栽线体送出检测室。平板探测器将探测 X 射线转换为图像的“数字化信号”，然后经过计算机三维重构，对 3D 数模固定位置进行切面，得到相应位置的 2D 切面。使用软件对 2D 切面图像进行分析，自动计算电芯内部电芯极片数量和整齐度。

本项目离线工业 CT 设备自带屏蔽检测室，X 射线出束期间，工作人员均在检测室外操作位操作或者值守。

9.2.3 工作负荷

根据建设单位提供的资料，本项目在线工业 CT 连续出束，对入壳电芯两端电极进行无损检测，每台在线工业 CT 检测 7 个电芯/分钟，每天生产时间 22 小时，每周曝光时长约 154h，年工作约 52 周，每年 360 天，年曝光时长约 7920h；离线工业 CT 对入壳电芯和未入壳电芯两端电极无损检测，准备时间 1.5 分钟，曝光时间 0.5 分钟，每天生产时间 22 小时，每周曝光时长约 38.5h，年工作约 52 周，每年 360 天，年曝光时长约 1980h。

9.2.4 工作原理及工艺流程

(1) 工作原理

① X 射线产生原理

工业 CT 的 X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在铜阳极中的钨靶射击。高压加在 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。高速电子与靶物质发生碰撞，就会产生韧致 X 射线和低于入射电子能量的特征 X 射线。靶体一般用高原子序数的难熔金属如钨、钼、金等制成。X 射线管结构及原理示意图见图 9-7。

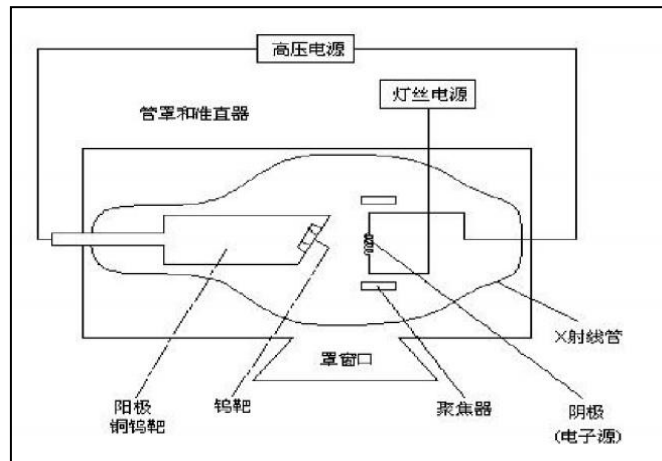


图 9-7 X 射线管原理示意图

② CT 扫描成像原理

电子计算机断层摄影 (Computed tomography, 简称 CT) 原理是基于多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法，包括数据收集和重建过程。X 射线管发射的锥束 X 射线首先撞击工件，然后撞击探测器表面。X 射线会根据工件的几何形状和吸收特性而减弱，探测器接收 X 射线后生成二维灰度图像。X 射线管围绕工件旋转 360°，这样就能获得大量的工件图像。计算机系统利用大量的工件图像通过体积重建生成三维图像，从而清晰、准确、直观地展示被检测物体的内部结构、组成及缺损状况等。

(2) 工艺流程

A 在线工业 CT

在线工业 CT 工艺流程主要如下图 9-8 所示。

续表 9 项目工程分析与源项

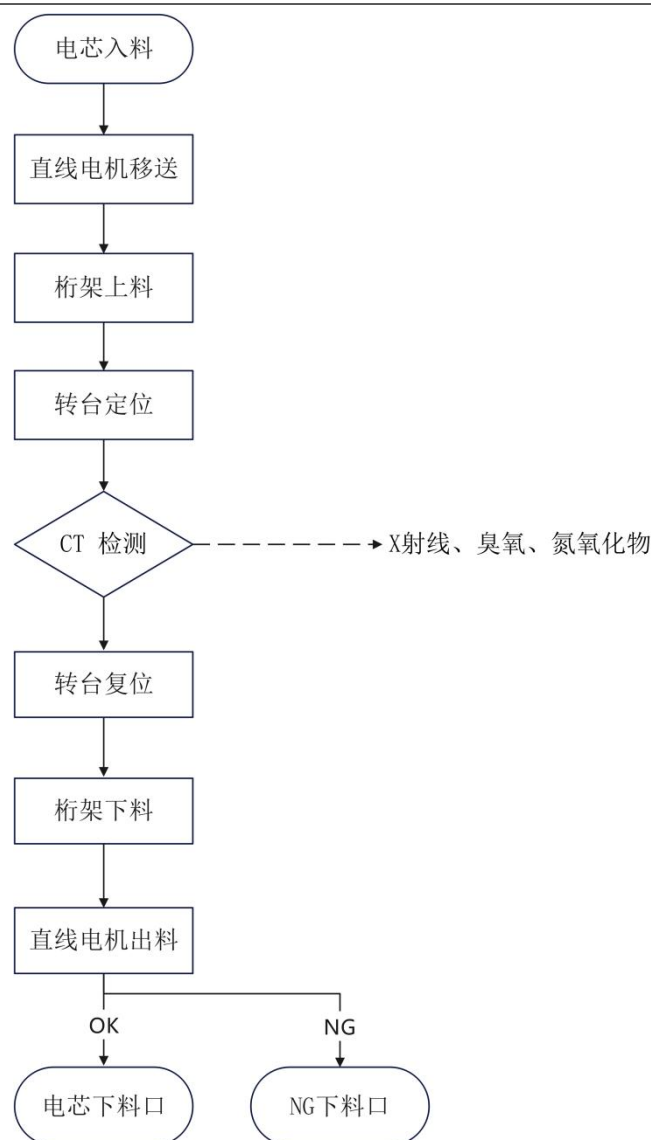


图 9-8 在线工业 CT 检测工艺流程图

工艺流程概述如下：

(1) 每天开工前，工作人员对计算机设备和工业 CT 进行自检，同时检查辐射安全防护设施是否正常。

(2) 操作人员首先刷卡认证，在 CT 扫描工作主画面下，单击操作面板上电源开关按钮，即可打开动力电源。此时系统将自动进行自检，若自检正常，则操作系统的指示灯变绿。自检完成后操作流程如下：

- ① 电芯入料：电芯由装配生产线输送至设备上料口工位；
- ② 直线电机移送：直线电机传送线将电芯从上下料间移送至检测室内的桁架机械

续表 9 项目工程分析与源项

手取料位；

③ 桁架上料：检测室内的**桁架机械手**抓取电芯，并将其放置于**检验转台**上；

④ 转台定位：**检验转台**旋转，将电芯定位至**CT 检测环**的检测工位；

⑤ CT 检测：360° 旋转扫描并连续曝光的**CT 检测环**对位于检测工位的电芯进行检测；

⑥ 转台复位：检测完成后，**检验转台**将电芯旋转回桁架机械手的抓取工位；

⑦ 桁架下料：**桁架机械手**抓取检测完成的电芯，并将其移送至直线电机的下料位置，然后抓取下一个被检测电芯到检验转台进行检测；

⑧ 直线电机出料：**直线电机传送线**将检测完成的电芯从检测室输送至上下料口的设备出口位；

⑨ 分拣下料：合格电芯被输送出设备下料口至生产线；不合格电芯则由机械手自动抓取并移送至 NG（不合格）下料口货架上，待工作人员手动叉车转运后返修车间进行维修。

（3）每天检测工作完成后，关闭高压电源，再关闭软件和计算机，最后关闭总电源。本项目在线工业 CT 检测结果为电子分析报告，不需洗片。

B 离线工业 CT

离线工业 CT 工艺流程主要如图 9-9 所示。

续表 9 项目工程分析与源项

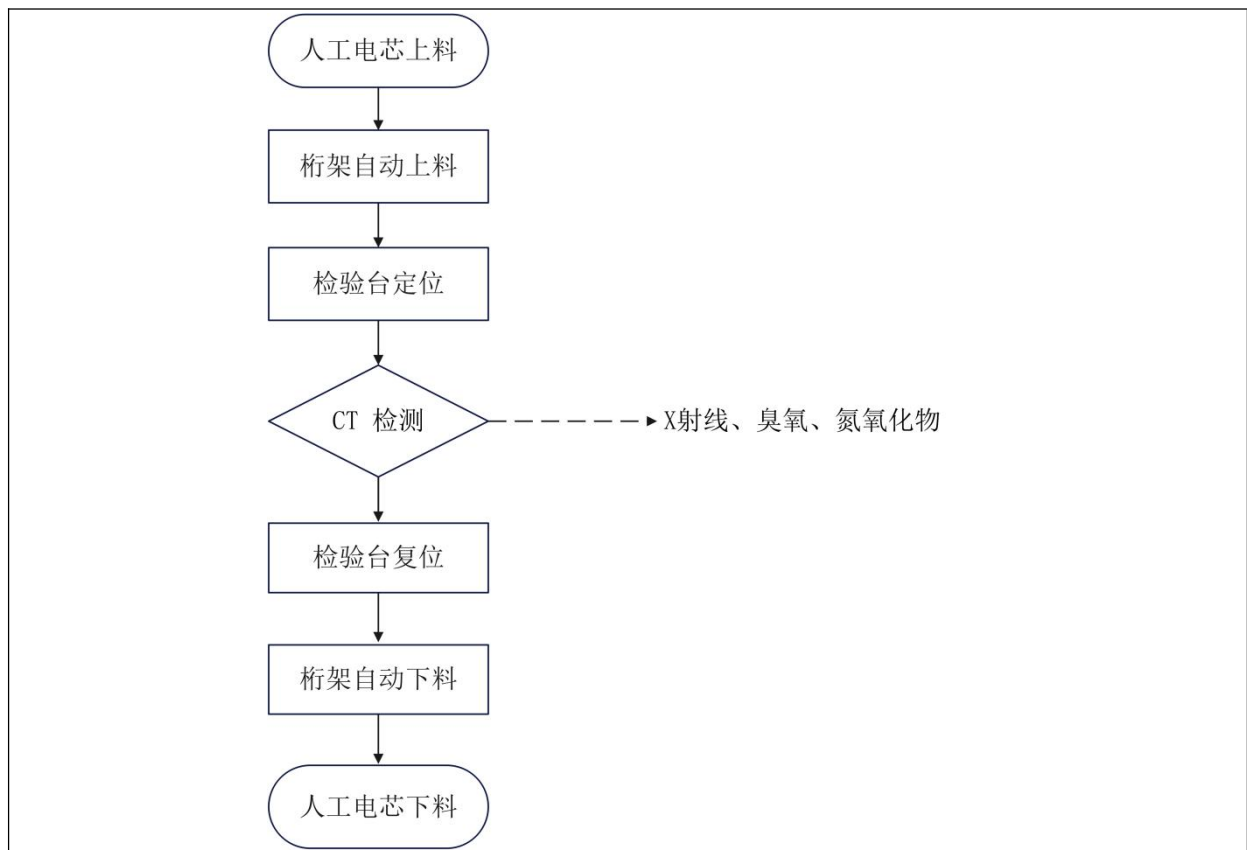


图 9-9 离线工业 CT 检测工艺流程图

工艺流程概述如下：

(1) 每天开工前，工作人员对计算机设备和工业 CT 进行自检，同时检查辐射安全防护设施是否正常。

(2) 操作人员首先刷卡认证，在 CT 扫描工作主画面下，单击操作面板上电源开关按钮，即可打开动力电源。此时系统将自动进行自检，若自检正常，则操作系统的指示灯变绿。自检完成后操作流程如下：

① 人工电芯上料：人工将待测试电芯放置到料件推车的检测位置，随后将料件推车送入上下料间并关闭上下料门；

② 桁架自动上料：桁架机械手抓取料件推车上的电芯，并将其放置于检验台上，然后关闭铅门；

③ 检验台定位：检验台将电芯定位固定后，将其传送至 CT 检测环的检测工位；

④ CT 检测：CT 检测环开始对工位上的电芯进行 360° 旋转扫描以完成检测作业，扫描完成后停止检测。

续表 9 项目工程分析与源项

⑤ 检验台复位：检测完成后，检验台将电芯传送回桁架机械手的抓取工位；

⑥ 桁架自动下料：铅门打开后，桁架机械手抓取已检测完成的电芯，并将其放置回料件推车。

⑦ 人工电芯下料：上下料门打开后，将料件推车送出离线工业 CT，人工取下检测后的电芯，并标记为合格或 NG。

(3) 每天检测工作完成后，关闭高压电源，再关闭软件和计算机，最后关闭总电源。本项目离线工业 CT 检测结果为电子分析报告，不需洗片。

9.3 工作场所人员、物品路径情况

A 在线工业 CT

本项目为在线工业 CT，工作人员在设备操作面板处操作、巡查，电芯通过传送线、机械手和转台进出在线工业 CT 设备。

工作人员路径：设备操作人员通过装配车间的员工通道到达在线工业 CT 操作位，然后在操作面板处操作设备。

工件运输路径：本项目在线工业 CT 位于装配车间生产线末端，电芯装配完成后，通过自动生产线进入在线工业 CT 入料口，检测完成后合格电芯进入东南常温房车间，不合格电芯返回生产线。全程由机械手和移载线体完成，无需人工操作。

续表 9 项目工程分析与源项

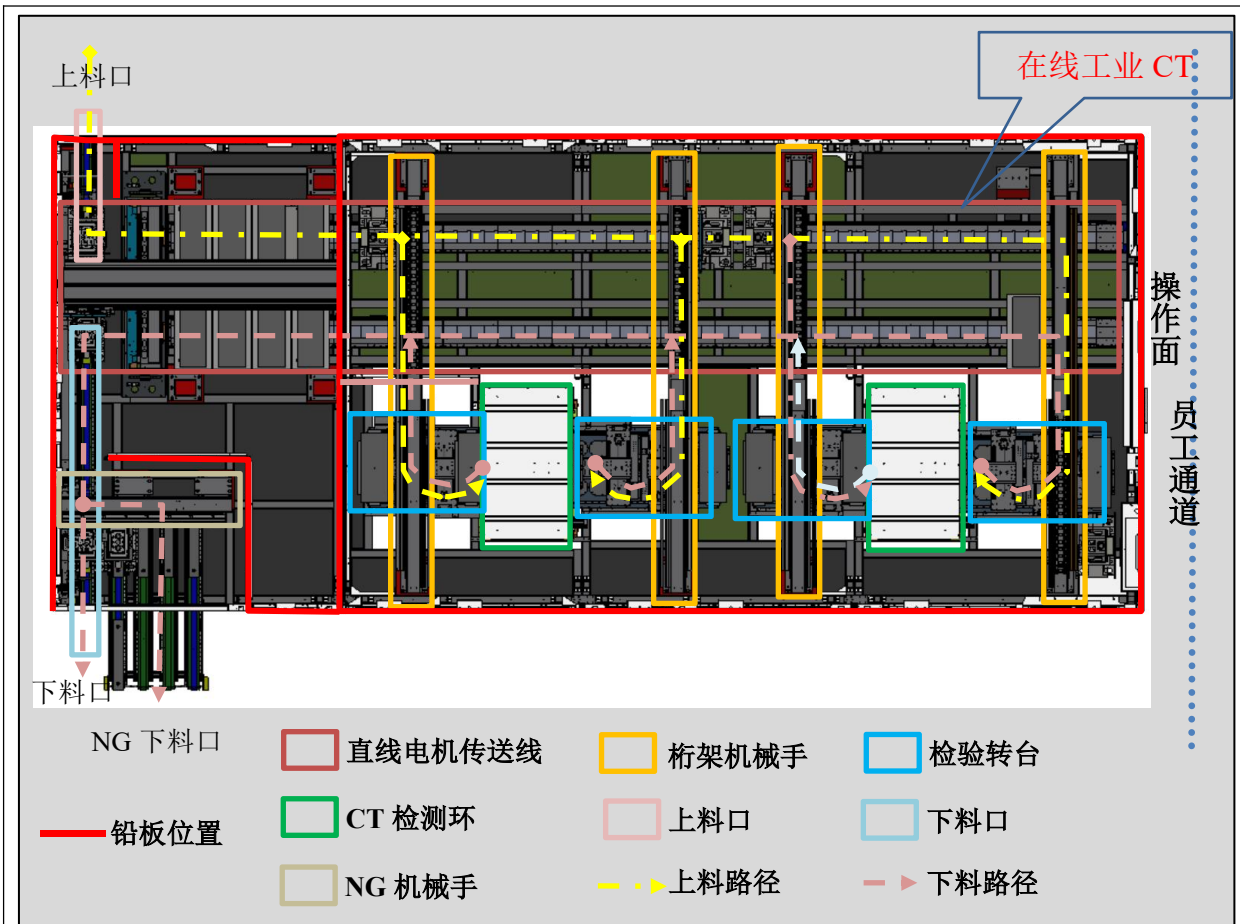


图 9-10 在线工业 CT 工件检测路径示意图

B 离线工业 CT

离线工业 CT 工作人员在设备操作面板处操作，电芯通过推车、机械手和检验台进入离线工业 CT 设备。

工作人员路径：设备操作人员通过测试车间门口到达离线工业 CT 操作位，然后在操作面板处操作设备。

工件运输路径：抽检电芯通过推车进入测试车间，人工转运到离线工业 CT 料件推车上。检测完成后，标记合格或不合格电芯，合格电芯返回原生产线，不合格电芯返回返修车间。由人工和机械手完成转运。

续表 9 项目工程分析与源项

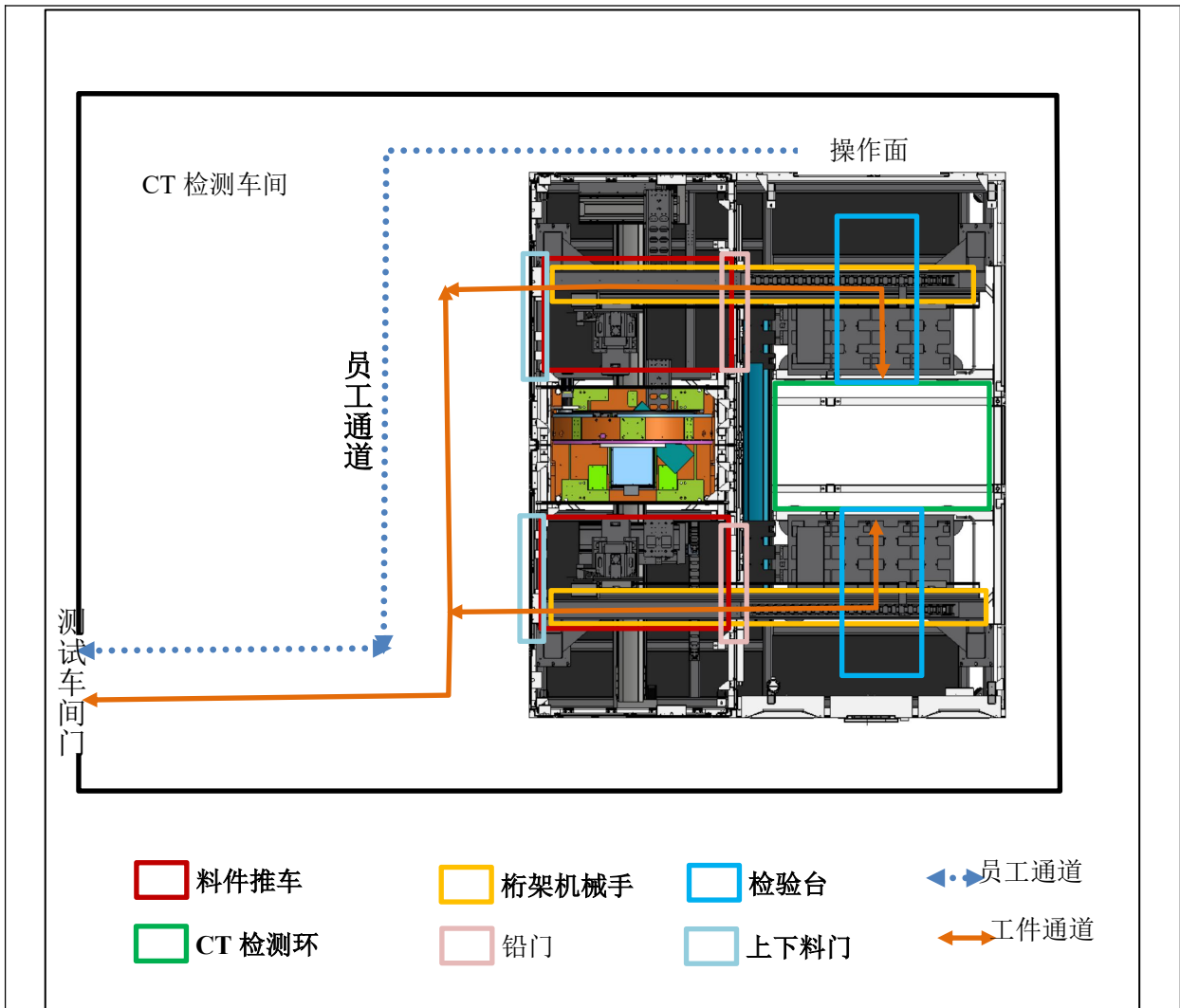


图 9-11 离线工业 CT 工件检测路径示意图

9.4 污染源项分析

根据工艺流程可知，X 射线无损检测工作产生的污染物主要有设备曝光时的 X 射线、废气（臭氧、氮氧化物）等。

9.4.1 电离辐射

由工业 CT 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束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

根据项目工作流程，工业 CT 与电离辐射危害有关的辐射安全环节主要为 X 射线球管出束照射工件期间，它产生的 X 射线能量在零和曝光管电压之间，为连续能谱分布，其穿透能力与 X 射线管的管电压有关。辐射场中的 X 射线包括有用线束、漏射线和散

续表 9 项目工程分析与源项

射线。

(1) 有用线束：直接由 X 射线管产生的电子通过打靶获得 X 射线并通过辐射窗口用来照射工件，形成工件无损检测的射线。工业 CT 机射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。靶物质原子序数越高，加在 X 射线管的管电压、管电流越高，光子束流越强。根据厂家提供设置参数，本项目工业 CT 内部 CT 检测环的 X 射线球管的过滤窗口为 0.5mmBe，180kV 射线源距靶 1m 处主射束在 0.5mmBe 的过滤条件下的最大发射率约为 43.4mGy/mA·min。

(2) 漏射线：由 X 射线管发射的透过 X 射线管组装体的射线。根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表 1，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率，管电压为 180kV 时，应小于 2.5mSv/h。

(3) 散射线：由有用线束及漏射线在各种散射体（限束装置、受检者、射线接收装置及检查床、墙壁等）上散射产生的射线。一次散射或多次散射，其强度与 X 射线能量、X 射线机的输出量、散射体性质、散射角度、面积和距离有关。本项目设备 X 射线球管额定管电压为 180kV，即 X 射线球管的原始 X 射线能量为 180kV。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ250-2014）表 2 可知， $150 \leq kV \leq 200$ 的原始 X 射线 90° 散射辐射最高能量为 150kV。

9.4.2 非放射性废物产排情况

(1) 废气

在无损检测作业时，X 射线使空气电离，产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。本项目工业 CT 检测室设置机械排风，4 台在线工业 CT 每个检测室的排风量约 234m³/h，检测室体积 69m³，通风次数约 3.4 次/h；离线工业 CT 检测室的排风量约 100m³/h，检测室体积 14m³，通风次数约 7 次/h。检测室内废气通过管道接入电芯厂房 2 的废气处理管道预留口，最终引至车间楼顶排放，排放高度约 26m。

(2) 废水

本项目无生产废水产生。本项目不新增工作人员，不新增生活污水产生量，调配培养的 15 名辐射工作人员产生的生活污水依托厂区现有污水处理设施处理达到《污水综

续表 9 项目工程分析与源项

合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后排入市政污水管网，最终排入蒲吕污水处理厂达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标后排入小安溪。

(3) 固体废物

本项目不新增工作人员，不新增生活垃圾产生量，调配培养的 15 名辐射工作人员产生的生活垃圾依托原有生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。

工业 CT 使用一定年限后，可能不能正常工作，工业 CT 报废成为固体废物，建设单位对报废的工业 CT 按照相关要求去功能化后，根据建设单位相关要求进行处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。

9.4.3 项目产排污统计

项目产生的污染因子源强分析总体情况见表 9-2。

表 9-2 项目污染物产排情况统计表

污染物	污染因子	产生量	处理方式
电离辐射	X 射线	主射线能量 $\leq 180\text{kV}$ ， 90° 散射线能量 $\leq 150\text{kV}$ ，距靶 1m 处 X 射线输出量 $43.4\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ ，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率小于 2.5mSv/h 。	利用设备屏蔽箱体屏蔽
废气	O_3 、 NO_x	少量	机械抽风引至室外排放
废水	生活污水	不新增	依托厂区污水处理设施处理
固废	生活垃圾	不新增	统一收集后交环卫处理
	报废的工业 CT	5 台	X 射线球管去功能化后根据建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。

表 10 辐射安全与防护

10.1 布局与分区

10.1.1 项目布局合理性分析

GBZ117-2022 中对于探伤室布局的要求如下：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。

A 在线工业 CT

本项目在线工业 CT 采用自带铅板进行屏蔽防护，共 4 台设备，分别位于装配车间 4 条生产线的末端。设备上下料口已集成至全自动生产线，其中相邻两台设备的操作面板相邻布置，便于工作人员操作。在线工业 CT 正常工作期间，主射线方向朝向左侧、右侧、顶部和底部；操作面板设于检测室外，位于设备正面，从而避开了主射线照射方向。待检测电芯均为小型工件，通过进出料生产线及移载线体实现自动传输，无需人员搬运进入检测室。设备全自动运行，除检修、维护等必要情况外，人员不会进入设备内部，显著降低了人员受到近距离辐射照射的风险。在线工业 CT 检测室的管线穿孔与排风口均位于顶部，各孔洞均已设置足够厚度的屏蔽补偿。

因此，本项目在线工业 CT 平面布局符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，布局合理。

B 离线工业 CT

本项目离线工业 CT 采用自带铅板进行屏蔽防护，设备固定安装于电芯厂房 2 中部预留的 CT 测试车间内。设备正常工作期间，主射线方向朝向左侧、右侧、顶部及底部；其操作面板设于检测室外，位于设备正面，从而避开了主射线照射方向。待检测电芯均为小型工件，通过人工及移载线体传输进出检测室。除检修、维护等必要情况外，人员不会进入设备内部，有效降低了人员受到近距离辐射照射的风险。离线工业 CT 检测室的管线穿孔与排风口均位于检测室顶部，各孔洞均已设置足够厚度的屏蔽补偿。

因此，本项目离线工业 CT 的平面布局符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，布局合理。

10.1.2 分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的

续表 10 辐射安全与防护

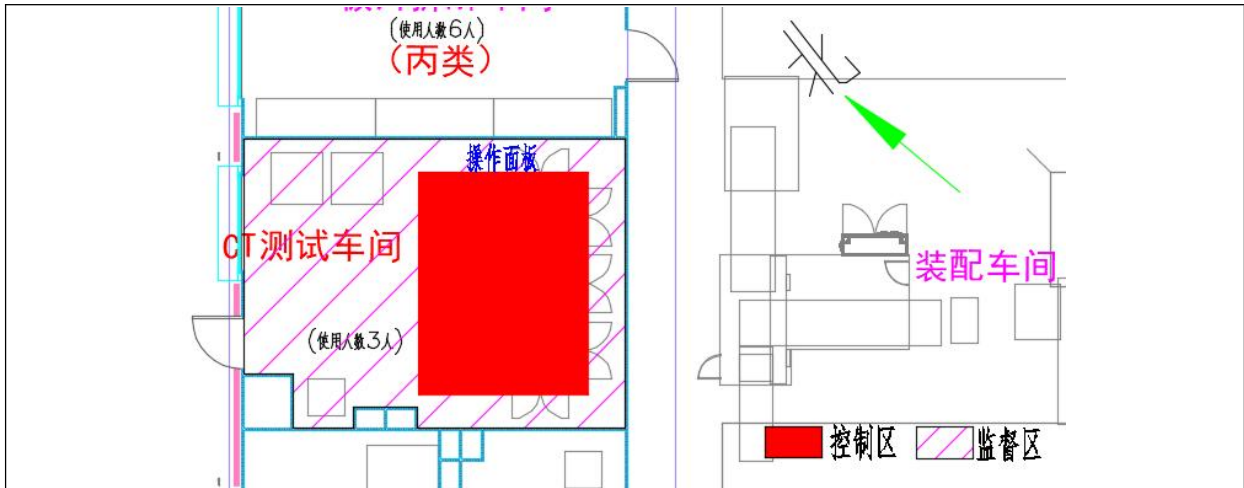


图 10-2 离线工业 CT 工作场所分区示意图

重庆海辰还拟采取必要的措施加强分区管理，主要措施如下：

①控制区：对控制区进行严格控制，射线装置在运行中严禁任何人进入划入的控制区。工业 CT 检修门设置门机联锁，各个检修门、上下料门都不能打开或进入，同时在设备外设置电离辐射警告标志。

②监督区：在设备四周拟设置监督区标识，加强周边活动人员管理，并在地面设置警示线，提醒人员不要驻留。

③在监督区开展定期监测工作，特别需注意防护门、穿墙管线洞口等薄弱部位。

10.2 辐射安全与防护措施

本项目射线装置主要辐射为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源及加以必要的屏蔽。

10.2.1 设备固有安全性

拟配置满足标准要求的具有相应安全性能且合格出厂的工业 CT：

(1) 开机时系统自检

开机后控制器首先进行系统诊断测试。若诊断测试正常，该设备会示意（控制界面显示设备正常）操作者可以进行曝光或训机操作；若诊断出故障，在显示器上显示出故障代码，提醒用户关闭电源，与厂家联系并维修。

(2) 当 X 射线发生器接通高压产生 X 射线后，系统将始终实时监测 X 射线发生器的各种参数，当发生异常情况时，控制器自动切断 X 射线发生器的高压。在曝光阶段出

续表 10 辐射安全与防护

现任何故障，控制器都将立即切断 X 射线发生器的高压，提醒操作人员发生了故障。

(3) 当曝光阶段正常结束后，系统将自动切断高压，进入休息阶段。

(4) 设备停止工作 48 小时以上，再使用时要进行训机操作后方可使用，避免 X 射线发生器损坏。

(5) 过电流保护、过电压保护、继电保护

设备带有断路器，当管电流超过额定值时或高压对地放电时以及短路、过负荷、低电压等多种故障异常时，设备会自动断电。

(6) 操作权限

设备带有操作权限，需 2 名辐射工作人员刷卡开启才可运行。

10.2.2 设备屏蔽体屏蔽防护措施

(1) 屏蔽体设计情况

本项目工业 CT 为自屏蔽式设备，CT 检测环、检测室主要采用钢+铅+钢的结构进行屏蔽 X 射线，其防护厚度充分考虑了 X 射线主射、散射、漏射的影响。上下料间设置铅板防护，对上下料孔的散射辐射进行屏蔽补偿，详细的屏蔽防护厚度见表 1-2 和表 1-3。防护板的具体尺寸和位置见附图。

(2) 根据厂家提供的数据，工业 CT 屏蔽体内铅板之间、屏蔽体与检修门之间、检修门与检修门之间的搭接，采用交错重叠的搭接方式，确保足够的长度，以保证整体屏蔽能力。

续表 10 辐射安全与防护

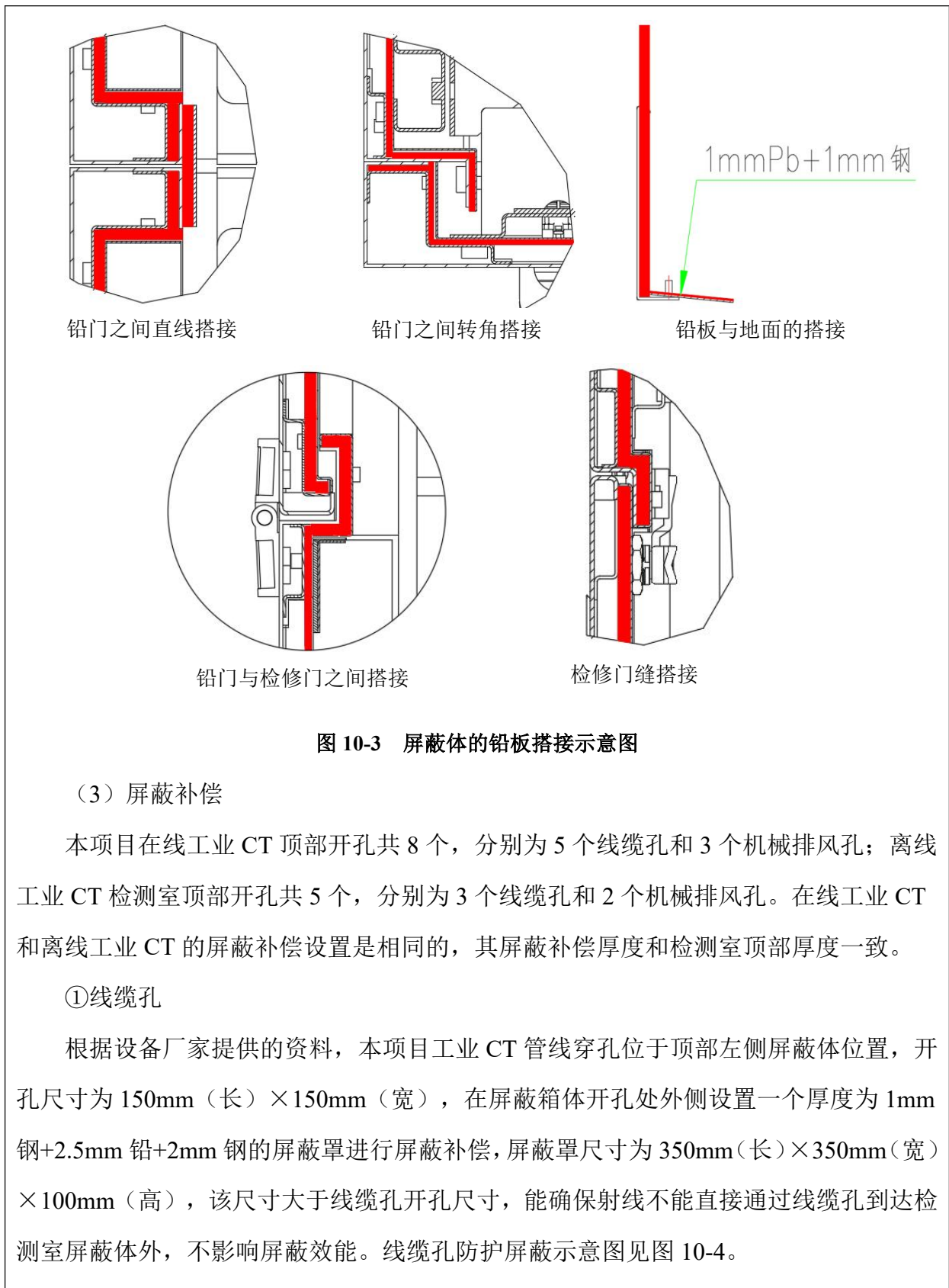


图 10-3 屏蔽体的铅板搭接示意图

(3) 屏蔽补偿

本项目在线工业 CT 顶部开孔共 8 个，分别为 5 个线缆孔和 3 个机械排风孔；离线工业 CT 检测室顶部开孔共 5 个，分别为 3 个线缆孔和 2 个机械排风孔。在线工业 CT 和离线工业 CT 的屏蔽补偿设置是相同的，其屏蔽补偿厚度和检测室顶部厚度一致。

① 线缆孔

根据设备厂家提供的资料，本项目工业 CT 管线穿孔位于顶部左侧屏蔽体位置，开孔尺寸为 150mm（长）×150mm（宽），在屏蔽箱体开孔处外侧设置一个厚度为 1mm 钢+2.5mm 铅+2mm 钢的屏蔽罩进行屏蔽补偿，屏蔽罩尺寸为 350mm（长）×350mm（宽）×100mm（高），该尺寸大于线缆孔开孔尺寸，能确保射线不能直接通过线缆孔到达检测室屏蔽体外，不影响屏蔽效能。线缆孔防护屏蔽示意图见图 10-4。

续表 10 辐射安全与防护

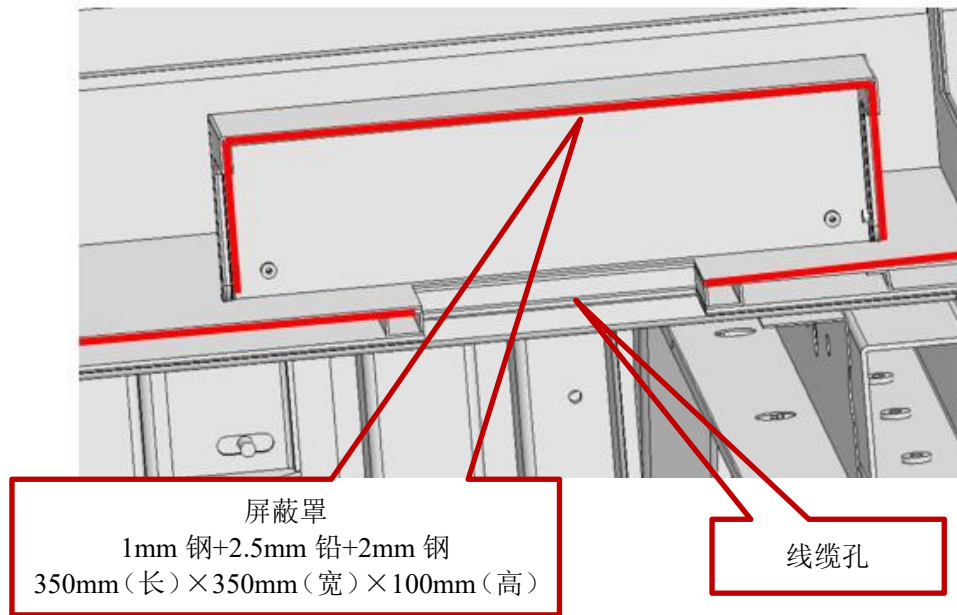


图 10-4 线缆穿孔屏蔽防护补偿示意图

②机械排风口

根据设备厂家提供的资料，本项目在工业 CT 机械排风口穿检测室孔洞位于检测室顶部，为直接在屏蔽箱体上垂直开设的 1 个孔洞（DN100mm），在屏蔽箱体外侧开孔处设置 1mm 钢+2.5mm 铅+2mm 钢的屏蔽罩，屏蔽罩尺寸为 350mm（长）×350mm（宽）×250mm（高），该尺寸大于排风口尺寸，能确保射线不能直接通过排风口到达检测室屏蔽体外，不影响屏蔽效能。排风开孔防护屏蔽示意图见图 10-5。

续表 10 辐射安全与防护

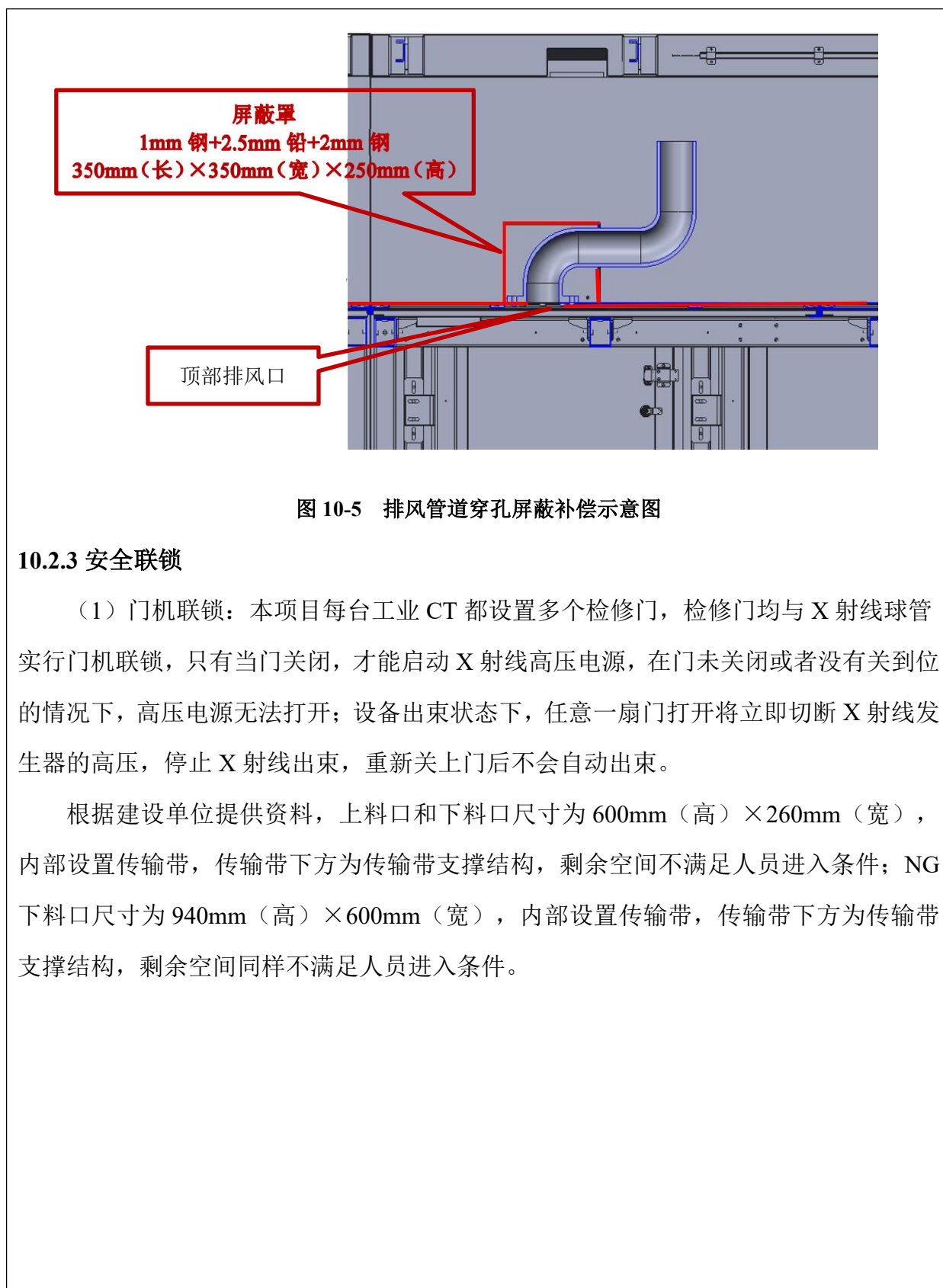


图 10-5 排风管道穿孔屏蔽补偿示意图

10.2.3 安全联锁

(1) 门机联锁：本项目每台工业 CT 都设置多个检修门，检修门均与 X 射线球管实行门机联锁，只有当门关闭，才能启动 X 射线高压电源，在门未关闭或者没有关到位的情况下，高压电源无法打开；设备出束状态下，任意一扇门打开将立即切断 X 射线发生器的高压，停止 X 射线出束，重新关上门后不会自动出束。

根据建设单位提供资料，上料口和下料口尺寸为 600mm（高）×260mm（宽），内部设置传输带，传输带下方为传输带支撑结构，剩余空间不满足人员进入条件；NG 下料口尺寸为 940mm（高）×600mm（宽），内部设置传输带，传输带下方为传输带支撑结构，剩余空间同样不满足人员进入条件。

续表 10 辐射安全与防护

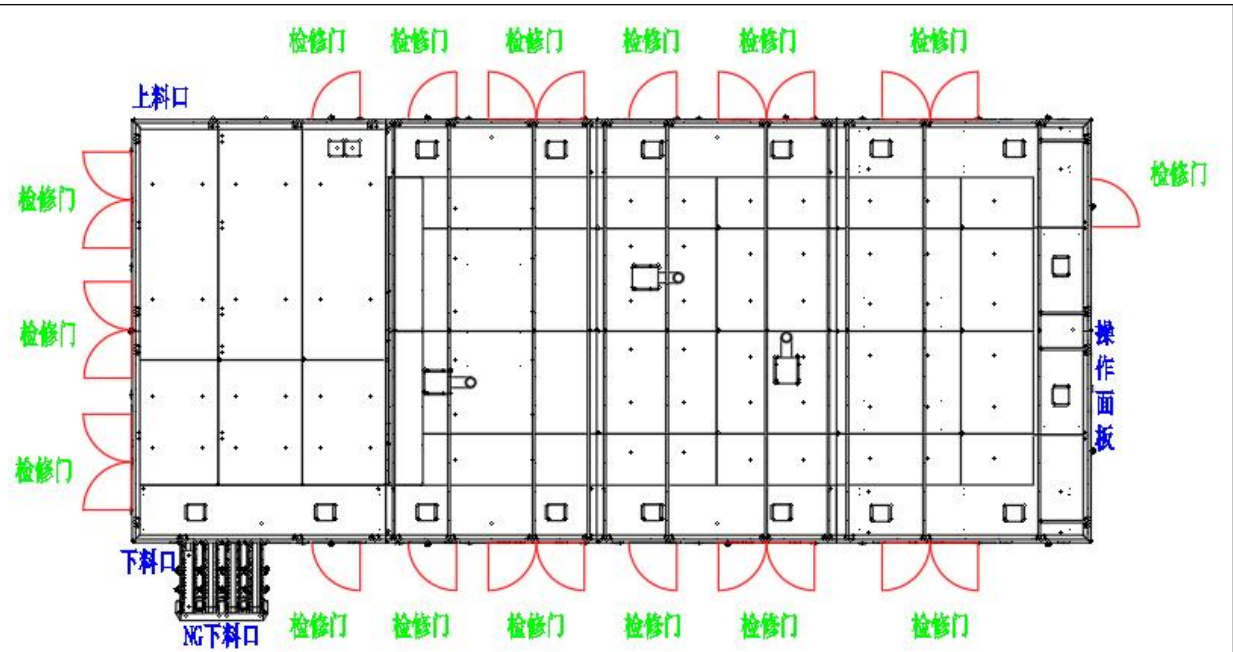


图 10-6 在线工业 CT 检修门机联锁示意图

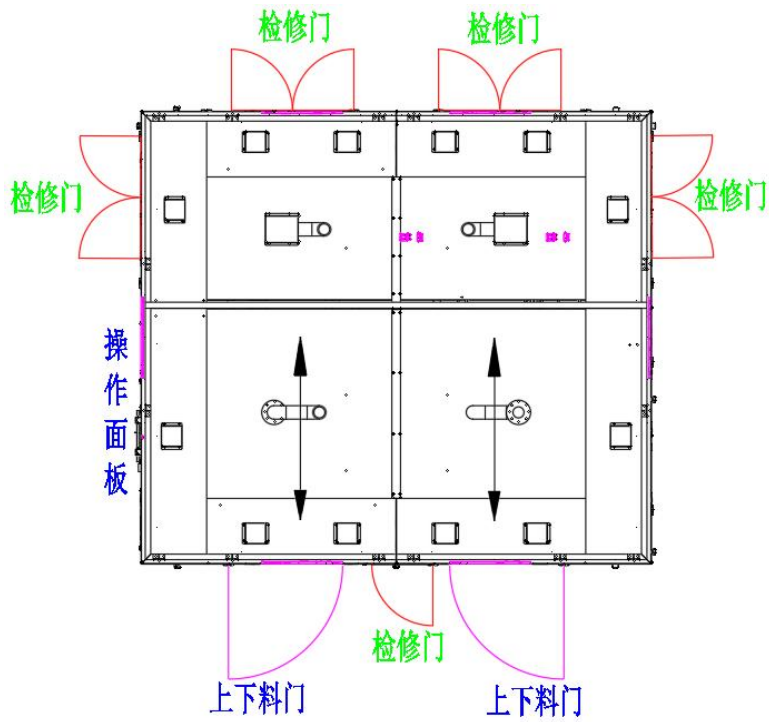


图 10-7 离线工业 CT 检修门机联锁示意图

续表 10 辐射安全与防护

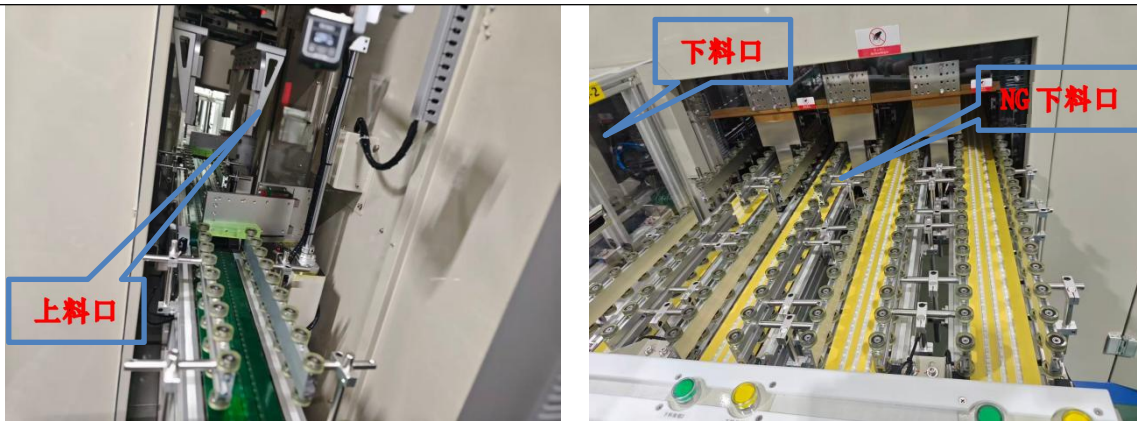


图 10-8 在线工业 CT 进出口门照片

(2) 紧急停机：本项目每台在线工业 CT 设置有 17 个急停按钮，其中设备外均匀设置 11 个急停按钮（含操作面板处 1 个），设备内设置 6 个急停按钮；离线工业 CT 共设置有 10 个急停按钮，其中设备外均匀设置 8 个急停按钮（含操作面板处 1 个），设备内设置 2 个急停按钮，所有设置均满足应急操作要求。各急停按钮旁设置中文标识和相关说明，所有急停按钮相互串联，按下任意一个按钮，X 射线设备高压电源立即被切断，设备停止出束，急停按钮按下后需要手动复位，复位后设备不能直接出束。

(3) 工作状态指示灯和声音提示装置：本项目在线工业 CT 和离线工业 CT 的设备内各设 2 个报警灯和蜂鸣器，操作面板处各设 1 个报警灯和蜂鸣器，显示 X 射线球管工作状态，X 射线球管预备时蜂鸣器发出报警声音，照射时报警灯开启，停止照射时，报警灯熄灭。报警灯和蜂鸣器均与 X 射线球管联锁，同时在报警灯和蜂鸣器旁的位置处设置对“照射”和“预备”信号意义的说明。因设备为在线自动化运行，除每天开机前设备预备蜂鸣器会发出声音外，其余时刻均为工作状态。

另外，本项目在线工业 CT 设备箱体顶部设置 4 个三色灯显示在线工业 CT 设备工作状态（非工业 CT 的 X 射线运行状态指示灯，指示设备整体工况），便于工作人员巡查设备工作状态，绿色代表正常工作、黄色代表故障、红色代表停止工作。

(4) 固定式剂量报警仪：本项目在线工业 CT 设备检测室内前侧安装 1 个固定式剂量报警仪探头，实时监控检测室内的辐射剂量率水平，显示单元集成于操作面板上。当检测室内剂量率超过阈值会进行声光报警，检测室内剂量率降到阈值以下后检修门方可开启。

续表 10 辐射安全与防护

10.2.4 监控装置

本项目在线工业 CT 设备内拟设置 6 个监控探头，离线工业 CT 设备内拟设置 3 个监控探头，可以全方位查看工业 CT 设备内 CT 检测模块的运行情况，也能查看被检工件、检修门等情况，监控显示屏位于设备外前侧，操作人员可以随时查看设备内运行情况。

10.2.5 通风

本项目工业 CT 采用自然进风、机械排风的方式。工业 CT 所在的装配车间无尘恒温车间，自然进风能够满足设备内部的降温需要。

在线工业 CT 设备顶部设置 3 个排风口并安装机械排风机，检测室总排风量为 234m³/h，检测室体积 69m³，通风次数约 3.4 次/h；离线工业 CT 检测室顶部设置 2 个排风口并安装机械排风机，总排风量为 100m³/h，检测室体积 14m³，排风次数约为 7 次/h，通风次数满足要求。工业 CT 设备顶部排风口外接排风管道，管道接入电芯厂房 2 的现有废气管道预留口，最终引至电芯厂房 2 的楼顶排放。

10.2.6 电离辐射警告标志

严格按照控制区和监督区实行“两区”管理，且在工业 CT 的设备 4 个表面和 CT 测试车间外都张贴电离辐射警告标志并附中文警示说明，用于警示公众成员非必要情况不要靠近该区域。

在线工业 CT 工作场所安全防护措施拟安装位置见图 10-9，离线工业 CT 工作场所安全防护措施拟安装位置见图 10-10。

续表 10 辐射安全与防护

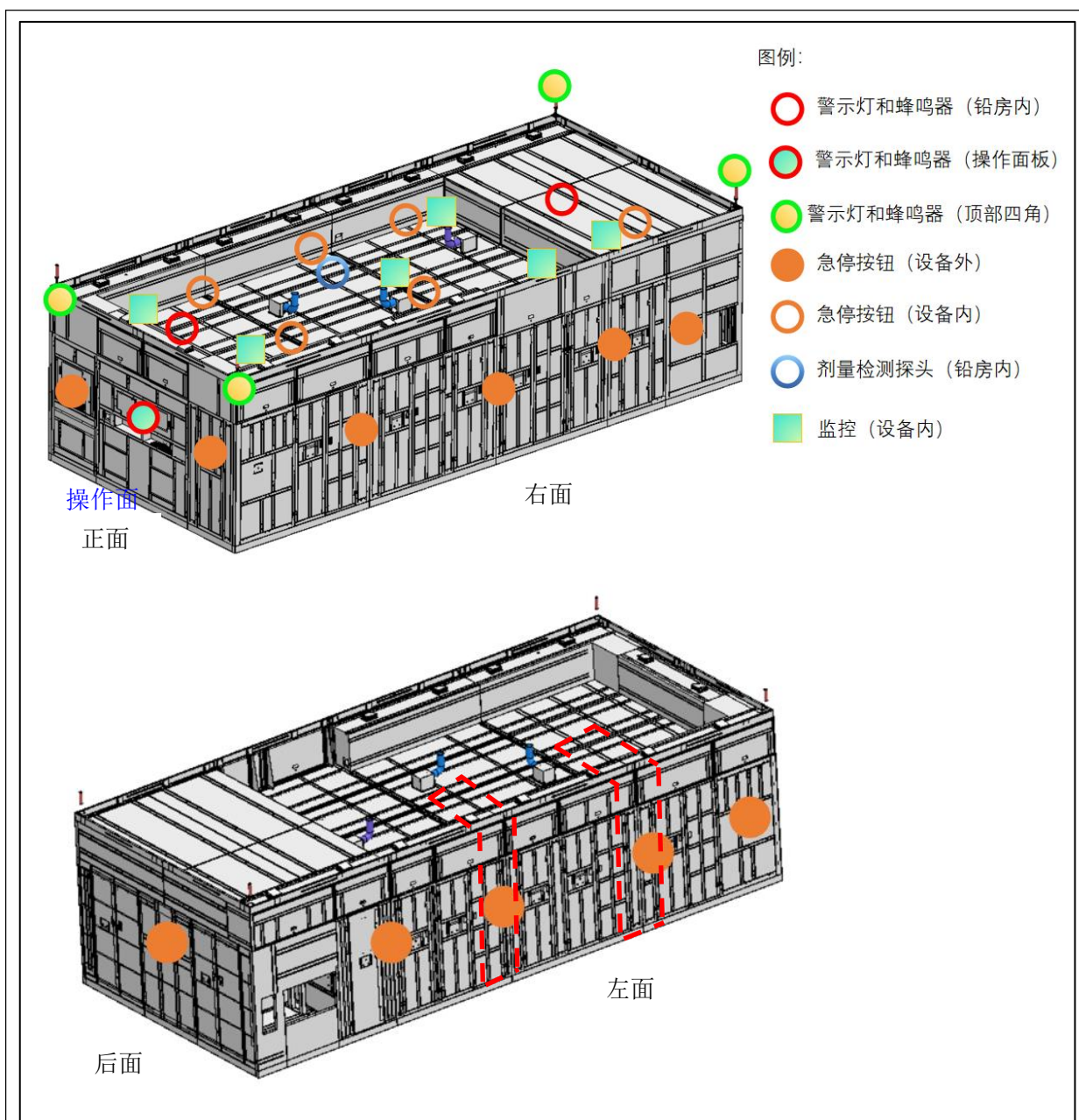


图 10-9 在线工业 CT 工作场所辐射安全设施布置示意图

续表 10 辐射安全与防护

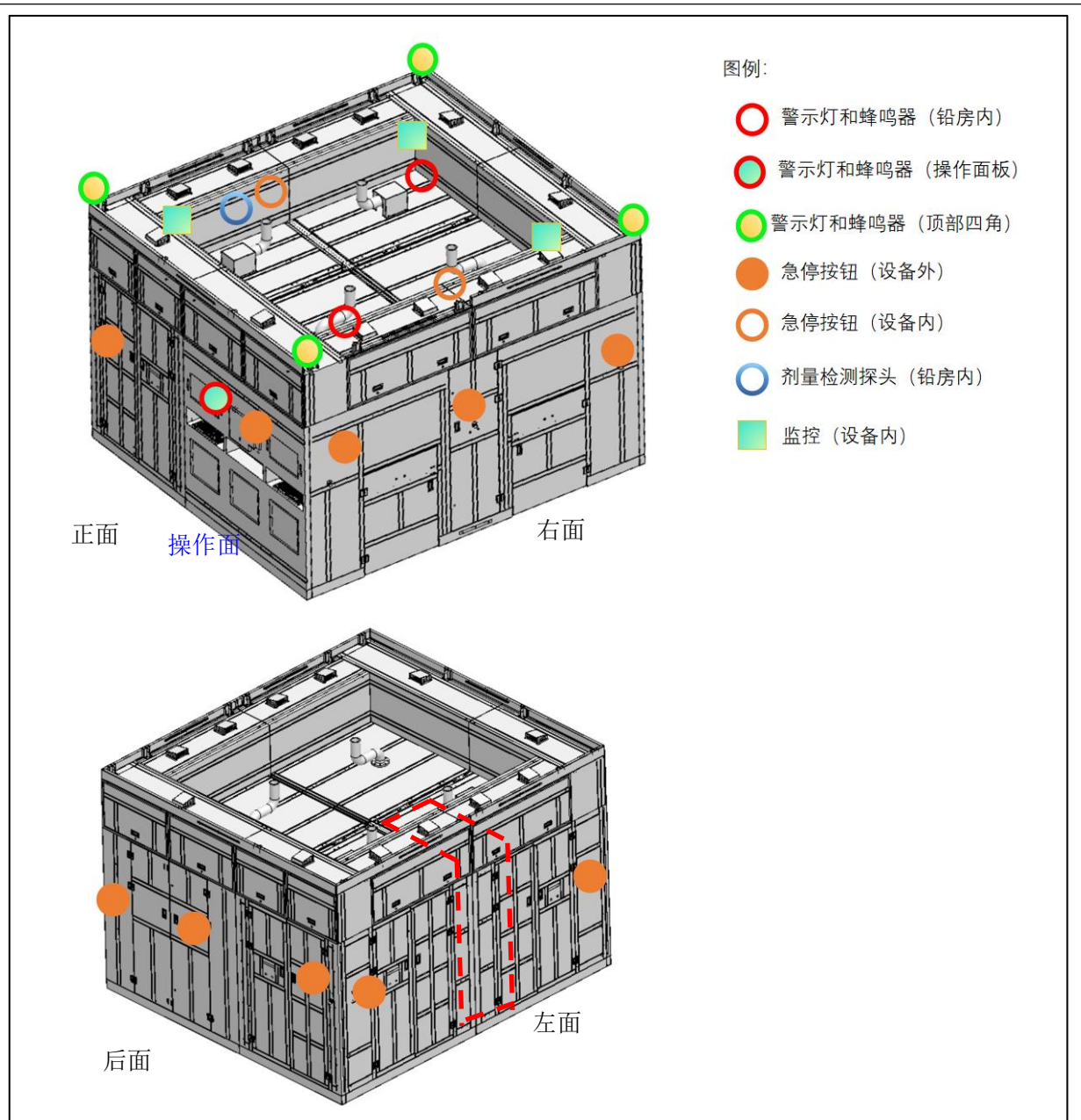


图 10-9 离线工业 CT 工作场所辐射安全设施布置示意图

本项目辐射安全联锁逻辑见图 10-10。只有在检修门关闭、急停按钮复位和系统自检正常的情况下，设备才能启动，设备出束时，设备顶部的工作状态指示灯红灯亮，同时操作面板上显示固定式场所辐射探测报警装置的读数，当探头检测到周围剂量当量率超过预设限值时，仪表指示仪进行声光报警。设备运行过程中，如果按下任何一个急停开关或铅门意外打开，设备会立即停止运行。

续表 10 辐射安全与防护

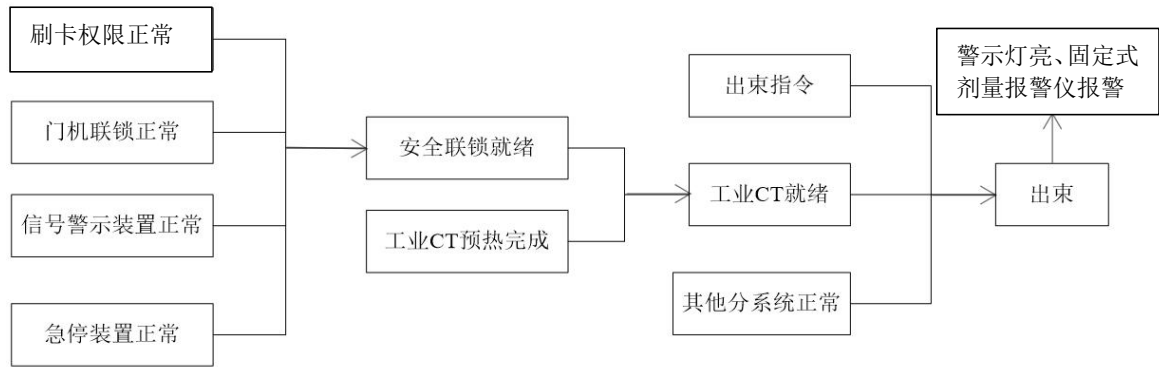


图 10-10 辐射安全联锁逻辑图

10.3 个人防护用品及监测仪器

项目拟配置的个人防护用品及监测仪器如下表 10-2 所示。

表 10-2 个人防护用品及监测仪器

序号	名称	数量	用途	备注
1	个人剂量报警仪	15 台	辐射工作人员佩戴，实时监测辐射剂量是否超标	拟购
2	个人剂量计	15 枚	工作期间辐射工作人员佩戴，对个人受到的照射剂量进行记录	拟购
3	便携式 X- γ 辐射剂量巡测仪	1 台	定期对设备屏蔽体外周围剂量当量率进行监测，保证屏蔽体的屏蔽效果。	依托
4	固定式剂量报警仪	5 套	探头安装在设备检测室内，监测检测室内的实时剂量率水平，超过阈值会进行声光报警。	拟购

10.4 放射性“三废”的处理

根据工程分析，本项目不涉及放射性“三废”。

10.5 项目措施与相关要求的符合性分析

根据上文介绍，项目拟采取的辐射防护措施与相关标准和规范的相关要求对比情况见表 10-3 所示。

续表 10 辐射安全与防护

表 10-3 项目辐射防护措施与标准要求对比情况表			
标准名称	标准要求	项目情况	
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	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。	重庆海辰对本项目放射防护安全负主体责任。
		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。	重庆海辰成立了辐射安全与防护管理小组，明确了管理人员及组织职责，制定了辐射防护管理制度，在本项目投运前补充制定本项目设备操作规程。
		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。	重庆海辰制定了《人员培训计划和监测方案》和《辐射工作人员健康管理规定》，本项目辐射工作人员拟按制度要求进行个人剂量监测和职业健康监护。
		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。	本项目拟配备 15 名辐射工作人员需取得 X 射线无损检测工作资格证再上岗。
		4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。	本项目依托已有的 1 台便携式 X-γ 辐射剂量巡测仪，拟配置 15 台个人剂量报警仪。
		4.6 应制定辐射事故应急预案。	公司已制定《辐射安全事故应急预案》，待本项目运行前再根据实际情况进行修订完善。
	5 探伤机的放射防护要求	5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1 的要求，在随机文件中应有这些指标的说明。其他放射防护性能应符合 GB/T26837 的要求。表 1 内容略。	本项目设备拟购买合格出厂的设备。
		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。	拟制定本项目设备操作规程，规定工作前检查相应项目。

续表 10 辐射安全与防护

标准名称	标准要求	项目情况
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	5 探伤机的放射防护要求 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	单位已制定有设备检修维护制度，可以满足本项目要求；设备维护由生产厂家负责，维护后做好维护记录。
	6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避免开有用线束照射的方向并与探伤室分开。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。	设备自带屏蔽防护。设备屏蔽箱体材料和厚度充分考虑了设备辐射防护要求。本项目工业 CT 正常工作期间，主射方向朝向左侧、右侧、顶部和底部，操作面板设置于工业 CT 正面，避开了主射线照射方向。本项目检测室无迷路，检修门的防护性能与同侧墙体相当。
	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。	本项目将工业 CT 设备整体划为控制区，由于在线工业 CT 本装置位于一个大厂房敞开空间的闲置区域，本次考虑将设备周围相邻的走廊的区域（以各个生产区的地标线划分）均划为监督区；离线工业 CT 位于 CT 测试车间内，将 CT 测试车间划为监督区。工作场所分区管理满足 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 100 μ Sv/周，对公众场所，其值应不大于 5 μ Sv/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 μ Sv/h。	根据后文核算，设备屏蔽体均满足要求。
	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	根据后文核算，工业 CT 顶的辐射屏满足标准要求。

续表 10 辐射安全与防护

		周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 μ Sv/h。	
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	6.1 探伤室放射防护要求	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。	本项目工业 CT 的检修门、离线工业 CT 上下料门都设置了门机联锁装, 只有当门关闭后 X 射线球管才能出束。门-机联锁装置的设置很方便内部的人员在紧急情况下离开。在检测过程中, 检修门被意外打开时, 能立刻停止出束。
		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“照射”和“预备”信号意义的说明。	本项目在线工业 CT 设备内和设备外操作面板处均设置报警灯和蜂鸣器, 显示 X 射线球管工作状态, X 射线球管预备时蜂鸣器发出报警声音, 照射时报警灯开启。报警灯和蜂鸣器均与 X 射线球管联锁, 同时在报警灯和蜂鸣器旁的位置处设置对“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。	本项目工业 CT 设备内拟设置足够的监控探头(在线 6 个、离线 3 个), 可以全方位查看工业 CT 设备内 CT 检测模块的运行情况, 也能查看被检工件、检修门等情况, 监控显示屏位于设备外面的操作面板处, 操作人员可以随时查看设备内运行情况。
		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。	本项目工业 CT 所有检修门上拟粘贴符合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。	本项目每台在线工业 CT 设备外均设置 11 个急停按钮(含操作面板处 1 个), 设备内设置 6 个急停按钮; 离线工业 CT 设备外均匀设置 8 个急停按钮(含操作面板处 1 个), 设备内设置 2 个急停按钮。因本项目工业 CT 检测室内空间尺寸较小, 设备设置了足够急停按钮, 满足应急操作要求。应急按钮带有标签和使用方法。
《工业探伤放射防护标准》	6.1 探伤室放射防护要求	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。	设备顶部设排风口并连接排风管道, 外接电芯厂房 2 的预留的机械排风管道, 在线工业 CT 检测室总排风量为

续表 10 辐射安全与防护

(GBZ117-2022)			234m ³ /h, 排风次数约为 3.4 次/h; 离线工业 CT 检测室总排风量为 100m ³ /h, 排风次数约为 7 次/h, 通风次数满足要求。
		6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	每台工业 CT 的设备检测室内都配置 1 个固定式剂量报警仪探头, 显示屏集成于操作面板处。
	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。	拟制定工业 CT 操作规程, 规定每天工作前, 检查门机联锁装置和工作状态指示灯等防护安全措施是否正常。
		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。	正常运行时, 人员不进入工业 CT 内部, 在打开检修门检修期间按本条的要求执行。拟依托现有便携式 X-γ剂量率仪并新购个人剂量报警仪, 当仪器报警时, 立刻按下急停按钮或切断设备电源并关闭检修门, 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。	本项目拟依托 1 台便携式 X-γ剂量率仪, 拟按照监测方案计划, 定期对设备周围剂量率水平进行监测, 工业 CT 设备四周屏蔽体外 30cm 处超过剂量率限值时, 及时进行整改。
		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。	本项目每天设置 2 个工作班次, 并在设备操作规程中明确交接班内容, 交接班时, 巡查设备周围和设备内外是否存在异常。交接班或当班使用便携式 X-γ剂量率仪前, 检查是否可以正常运行, 发现异常, 及时维修。
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。		拟制定操作规程, 要求工作人员规范使用辐射防护装置。	
《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)	6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求	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。	拟制定操作规程, 要求工作人员每次操作前, 需要确认设备内无人员驻留, 并关闭防护门。确认所有防护和安全装置都正常运行后, 再启动设备。
		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。	本项目是给电芯进行无损检测, 上下料口尺寸满足电芯进出要求, 不需要开门探伤。

续表 10 辐射安全与防护

	6.3 探伤设施的退役	<p>当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。</p> <p>g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。</p>	<p>本项目不再使用后，设备报废后按照相关要求去功能化后根据建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。清除工作场所内电离辐射警告标志和各类说明。</p>
《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T250-2014)	3 探伤室屏蔽要求	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。	设备自带铅屏蔽防护，人员不进入设备内部，电芯通过专用的上下料口（门）进出检测室，检修门与同侧墙体的屏蔽防护能力相当，未设置迷路。
		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免有用线束照射的方向。	本项目工业 CT 正常工作期间，主射方向朝向左侧、右侧、顶部和底部，操作面板设置于工业 CT 正面，避开了主射线照射方向。
		3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。	本项目在线工业 CT 主各管线开孔区域内均设置铅防护罩进行屏蔽补偿。
	3 探伤室屏蔽要求	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。	本项目拟购置整体式设备，采用铅+钢板作为屏蔽材料。
《职业性外照射个人监测规范》 GBZ128-2019	5.3 佩戴	5.3.1 对于比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。	项目工作人员主要辐射来自前方，拟为工作人员配备个人剂量计，要求工作人员佩戴在胸口位置。
	7.3 实施监测过程的质量保证	7.3.2 个人剂量计在非工作期间避免受到任何人工辐射的照射。	个人剂量计拟设置专人保管，在非工作期间统一保管于非辐射照射区。
<p>根据表 10-3 可知，本项目采取的辐射安全与防护措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）、《工业 X 射线探伤室辐</p>			

续表 10 辐射安全与防护

射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的要求。在设备安装和运行阶段，应严格落实相关辐射安全防护措施。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目施工期的环境影响主要是设备的安装和调试。施工过程中主要有包装垃圾产生，还有施工人员产生的少量生活污水和生活垃圾。施工人员产生的少量生活污水依托厂区污水处理设施处理，一般固废统一交由环卫部门处理。因本项目施工期短、工程量小，施工范围小，且随着施工期的结束而结束，固废能得到妥善处置，因此施工对环境产生的影响小。根据后文核算，调试阶段的电离辐射影响同运行阶段的影响，设备屏蔽体外剂量率达标。

运行阶段对环境的影响

11.1 工业 CT 屏蔽能力理论预测

11.1.1 工业 CT 辐射屏蔽估算公式

核算公式使用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中公式。

(1) 有用线束

a) 关注点达到剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 时，屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 按式 (11-1) 计算，然后由附录 B.1 的曲线查出相应的屏蔽物质厚度 X。

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

式中：

\dot{H}_c —剂量率参考控制水平，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

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) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，由附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按式 11-2) 计算：

续表 11 环境影响分析

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

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, Gy/Sv 的转换因子取 1;

B——屏蔽透射因子;

R——辐射源点(靶点)至关注点的距离, 单位为米(m)。

(2) 屏蔽物质厚度 X 与屏蔽透射因子 B 相应的关系

a) 对于给定的屏蔽物质厚度 X, 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式 (11-3) 计算:

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

式中:

X——屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL——查表。

b) 对于估算出的屏蔽透射因子 B, 所需的屏蔽物质厚度 X 按式 (11-4) 计算:

$$X = -\text{TVL} \cdot \lg B \quad \text{式 (11-4)}$$

式中:

TVL——查表;

B——达到剂量参考控制水平 \dot{H}_c 时所需的屏蔽透射因子。

(3) 泄漏辐射屏蔽

a) 关注点达到剂量率参考控制水平 \dot{H}_c 时所需的屏蔽透射因子 B 按式 (11-5) 计算, 然后按式 (11-4) 计算所需的屏蔽物质厚度 X。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{\dot{H}_L} \quad \text{式 (11-5)}$$

式中:

续表 11 环境影响分析

\dot{H}_c —剂量率参考控制水平，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

\dot{H}_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）。

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式（11-3）计算，然后按式（11-6）计算泄漏辐射在关注点的剂量率 \dot{H} 单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \text{式 (11-6)}$$

式中：

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

\dot{H}_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）。

(4) 散射辐射屏蔽

a) 关注点达到剂量率参考水平 \dot{H}_c 时，屏蔽设计所需的屏蔽透射因子 B 按式（11-7）计算。然后按式（11-4）计算出所需的屏蔽物质厚度 X。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \quad \text{式 (11-7)}$$

式中：

\dot{H}_c —剂量率参考控制水平，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米（m）；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

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 ；

F— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

续表 11 环境影响分析

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

B—屏蔽透射因子；

b) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B，查表得出 90° 散射辐射的 TVL，然后按照式 (3) 计算。关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} ($\mu\text{Sv/h}$) 按照式 (11-8) 计算。

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{式 (11-8)}$$

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 ；

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，入射辐射被单位面积（ 1m^2 ）散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米 (m)；

R_s —散射体至关注点的距离，单位为米 (m)。

11.1.2 工业 CT 防护核算原则及主要技术参数

(1) 主要技术参数

本项目在线工业 CT 和离线工业 CT 的 CT 检测环是相同的，额度电压和电流相同，其 CT 核算相关参数见表 11-1 所示。

续表 11 环境影响分析

表 11-1 屏蔽体核算相关参数				
参数	数值			来源
设备基础参数	X 射线管最高电压 180kV，最大电流 0.5mA；			建设单位提供
G (mGy·m ² /mA/min)	43.4			设备厂家提供
转换系数	6×10 ⁴			/
H0 (μSv·m ² /(mA·h))	2.6×10 ⁶			
α	0.0475			参照 GBZ/T250-2014 附录 B.4.1，取 a=1.9×10 ⁻³ ×10000/400≈0.048
$\frac{R_0^2}{F \times \alpha}$	56			根据 GBZ/T250-2014 计算：F=0.11×0.11=0.121m ² 、R ₀ =0.18m
泄漏辐射剂量率 HL (μSv/h)	2500			GBZ/T250-2014 表 1
X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值	150			GBZ/T250-2014 表 2
什值层 (TVL) 半值层 (HVL)	铅 (mm)			GBZ/T250-2014 表 B.2，内插法计算
	电压	TVL	HVL	
	180kV	1.22mm*	0.37mm*	
	150kV	0.96mm	0.29mm	
	钢或铁			《辐射防护导论》(方杰主编，P103，附图 3.23) 查图
	电压等级	TVL	HVL	
	180kV	12.8mm	/	
	150kV	9.5mm	/	

备注：①Sv、Gy 转换因子取 1，其余位置同此；
②运行电流保守按照设备最大管电流 0.5mA 进行考虑。

(2) 屏蔽防护效能核算原则

墙体厚度确定原则：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、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厚度，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)。

本项目工作场所屏蔽计算选择设备最大参数条件，且不考虑工件本身的防护效果。本项目的工业 CT 的 X 射线球管额定电压为 180kV，在 GBZ/T250-2014 中附录 B.1

续表 11 环境影响分析

的曲线中无对应的曲线，因此采用公式（1）和（3）进行理论计算。

11.1.3 工业 CT 防护核算结果

A 在线工业 CT 防护核实结果

（1）关注点的选取与距离、方向的核算

① 由于本项目在线工业 CT 设备的检测室与电气柜等附属部件为一体化整体，因此本次核算将关注点选定在在线工业 CT 整体设备外表面 30 cm 处。

② 工业 CT 布置于厂房最底层，设备底板与地面之间无空隙，并采用宽 10mm 厚度 1 mm Pb+1 mm 钢板进行补偿。因此，本次评价不再对工业 CT 底部进行屏蔽防护核算。

③ CT 检查环的 X 射线束最大锥角为 34° ，其主射线方向朝向左侧、右侧、顶部或底部（其中底部不予考虑），上述方向均按主射线方向进行考量。平板探测器后方设有铅板防护，在主射线影响预测考虑该屏蔽体的防护作用。同时，由于 CT 检测环的旋转会使 X 射线球管的漏射线影响距离小于同方向的主射线距离，因此对于左侧、右侧及顶部，还需一并考虑散漏射线的复合影响。工业 CT 的正面与背面不属于主射线方向，故仅需评估漏散射线的影响。

④ 工业 CT 顶部设有穿线孔和通风管，其屏蔽防护罩的防护厚度与顶部屏蔽厚度一致，因此不在穿线孔洞位置单独设置计算关注点。

⑤ 工业 CT 四周设置的检修门，其屏蔽厚度与紧邻的防护铅板一致。因此，本次评价不再单独针对检修门设置关注点。

⑥ 依据最不利原则，对于同一方向，关注点应设置在距离最近且防护厚度最小的位置。

⑦ 在线工业 CT 检测室内平行布置有两台相同的 CT 检测环，间距约为 3.5 米，且可同时运行。预测设备正面、后面散漏射辐射剂量率时，分别预测两个 CT 检测环对正面、后面侧散漏射产生的剂量率；其余方向则依据最不利原则，按单个 CT 检测环对设备外剂量率最大贡献值的 2 倍进行估算。

⑧ 针对上料口、下料口及 NG 下料口共 3 处开口，均配套设置了内挡板，形成 Z

续表 11 环境影响分析

型或 L 型迷路。由于 CT 检测环经屏蔽后剂量率水平已较低，在预测最近距离下料口的二次散射环境影响时，不考虑二次散射衰减系数，仅考虑距离衰减。

(2) 在线工业 CT 周围各点位估算示意图见图 11-1，各方向核算距离详见表 11-2。

表 11-2 在线工业 CT 关注点选取情况一览表

关注点	方位	核算距离 (m)	辐射类型	屏蔽体
A1	右面	3.55	主射线	探测器背面防护板 (5.5mm 铅+3mm 钢) + 右面屏蔽体 (5mm 铅+3mm 钢)
a1		3.19	散射、漏射	右面屏蔽体 (5mm 铅+3mm 钢)
B1	左面	1.81	主射线	探测器背面防护板 (5.5mm 铅+3mm 钢) + 左面屏蔽体 (6mm 铅+3mm 钢)
b1		1.45	散射、漏射	左面屏蔽体 (6mm 铅+3mm 钢)
C1	顶面 (中部无电气部分)	1.67	主射线	探测器背面防护板 (5.5mm 铅+3mm 钢) + 检测环上部防护罩 (5.5mm 铅+3mm 钢) + 顶面屏蔽体 (2.5mm 铅+3mm 钢)
c1		1.31	散射、漏射	检测环上部防护罩 (5.5mm 铅+3mm 钢) + 顶面屏蔽体 (2.5mm 铅+3mm 钢)
c2		2.95	散射、漏射	顶面屏蔽体 (2.5mm 铅+3mm 钢) (斜向实际屏蔽厚度为 5mm 铅+6mm 钢)
D1	左面上部电气处	2.62	主射线	探测器背面防护板 (5.5mm 铅+3mm 钢) + 顶面屏蔽体 (2.5mm 铅+3mm 钢) + 顶部电气 (1.5mm 钢)
d1		2.26	散射、漏射	顶面屏蔽体 (2.5mm 铅+3mm 钢) + 顶部电气 (1.5mm 钢) (斜向实际屏蔽厚度为 3.4mm 铅+4.1mm 钢+2.2mm 钢)
e1	正面	6.10	散射、漏射	正面屏蔽体 (4.5mm 铅+3mm 钢)
e2	正面	2.54	散射、漏射	正面屏蔽体 (4.5mm 铅+3mm 钢)
f1	上下料间左面	2.58	散射、漏射	检测室后面屏蔽体 (4mm 铅+3mm 钢) + 上下料间左面屏蔽体 (1mm 铅+3mm 钢)
g1	上下料间后面	4.49	散射、漏射	检测室后面屏蔽体 (4mm 铅+3mm 钢) + 上下料间后面屏蔽体 (1mm 铅+3mm 钢)
g2	上下料间后面	8.04	散射、漏射	检测室后面屏蔽体 (4mm 铅+3mm 钢) + 上下料间后面屏蔽体 (1mm 铅+3mm 钢)
h1	上下料间右面	3.84	散射、漏射	进出料口挡板 (4mm 铅+3mm 钢) + 上下料间右面屏蔽体 (5mm 铅+3mm 钢)
h2	上料口	5.31	散射、漏射	进出料口挡板 (4mm 铅+3mm 钢) + 上料口内挡板 (2mm 铅+3mm 钢)
i1	下料口	4.15+1.77=5.92	二次散射	检测室后面屏蔽体 (4mm 铅+3mm 钢)
		下料口漏射引用 f1 的漏射剂量		

续表 11 环境影响分析

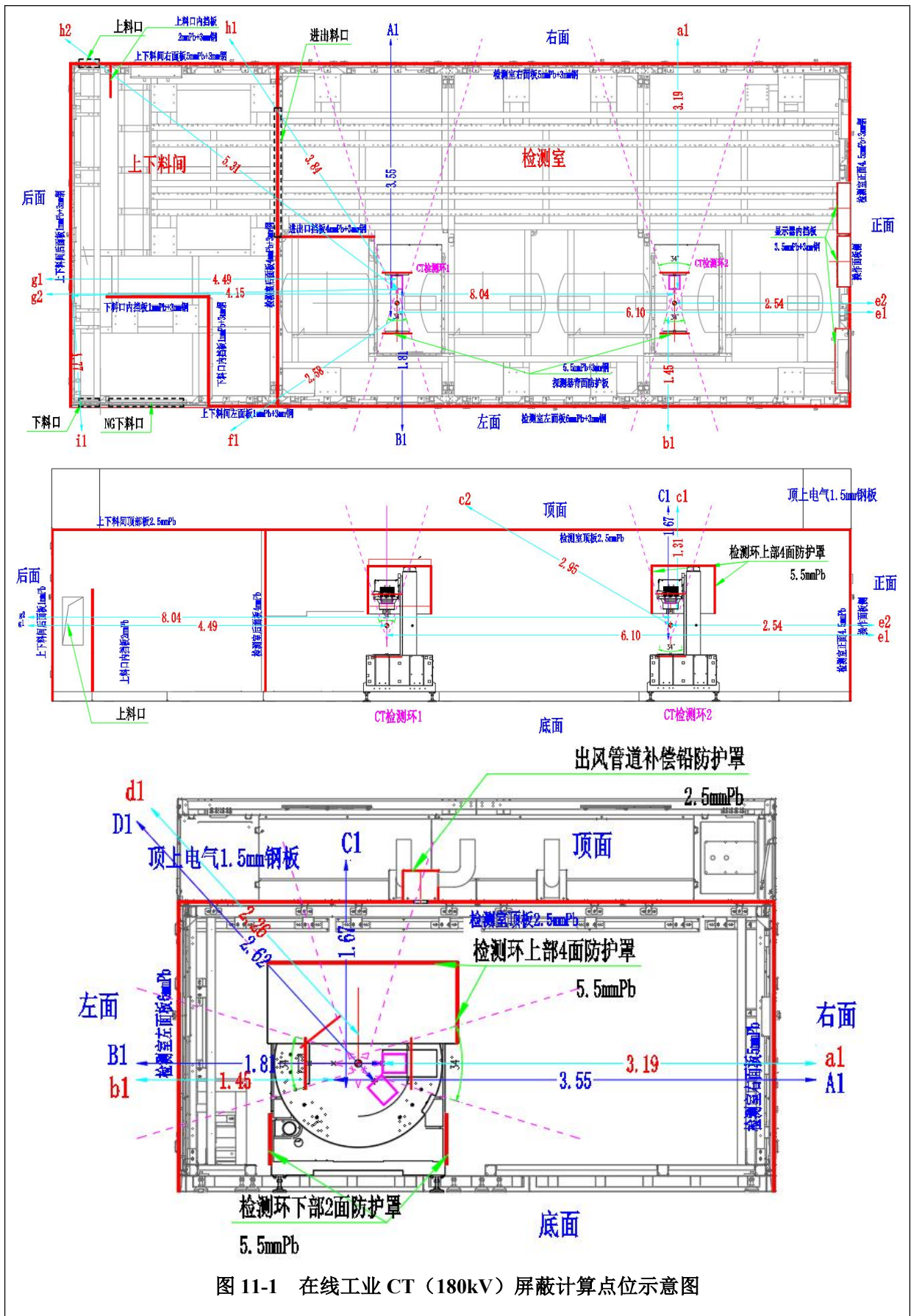


图 11-1 在线工业 CT (180kV) 屏蔽计算点位示意图

续表 11 环境影响分析

本项目在线工业 CT 的屏蔽体屏蔽能力核算结果见表 11-3。

表 11-3 在线工业 CT 屏蔽效能核实表

考察点		剂量率参考控制水平 Hc (μSv/h)	距离 (m)	设计厚度 (mm)	设计厚度下瞬时剂量 (μSv/h)			是否达到屏蔽要求	
					单个 CT 检测环最大值	2 个 CT 检测环			
A1 (右侧)	主射	2.5	3.55	10.5Pb+6 钢	8.69E-05	8.7E-05	1.7E-04	是	
a1 (右侧)	散射	2.5	3.19	5Pb+3 钢	6.83E-03	1.8E-02	0.04	是	
	漏射				1.14E-02				
B1 (左侧)	主射	2.5	1.81	11.5Pb+6 钢	5.06E-05	5.1E-05	1.0E-04	是	
b1 (左侧)	散射	2.5	1.45	6Pb+3 钢	3.01E-03	1.1E-02	0.02	是	
	漏射				8.37E-03				
C1 (顶部)	主射	100	1.67	13.5Pb+9 钢	7.95E-07	8.0E-07	1.6E-06	是	
c1 (顶部)	散射	100	1.31	8Pb+6 钢	1.47E-05	1.5E-04	3.0E-04	是	
	漏射				1.37E-04				
c2 (顶部)	散射	100	2.95	5Pb+6 钢	0.00	0.01	0.02	是	
	漏射				0.01				
D1 (左侧)	主射	2.5	2.62	8Pb+7.5 钢	0.01	0.01	0.03	是	
d1 (左侧)	散射	2.5	2.26	3.4Pb+6.3 钢	0.28	0.54	1.08	是	
	漏射				0.26				
e1 (正面) 操作位	散射	2.5	6.10	4.5Pb+3 钢	0.01	0.01	0.10	是	
	漏射				0.01				
e2 (正面) 操作位	散射		2.54			0.04	0.08		是
	漏射					0.05			
f1 (上下料间左面)	散射	2.5	2.58	5Pb+6 钢	0.01	0.02	0.03	是	
	漏射				0.01				
g1 (上下料间后面)	散射	2.5	4.49	5Pb+6 钢	1.67E-03	5.0E-03	6.60E-03	是	
	漏射				3.36E-03				
g2 (上下料间后面)	散射		8.04			5.20E-04	1.6E-03		是
	漏射					1.05E-03			
h1 (上下料间右面)	散射	2.5	3.84	9Pb+6 钢	1.55E-07	2.6E-06	5.1E-06	是	
	漏射				2.42E-06				
h2 (上料口)	散射	2.5	5.31	6Pb+6 钢	1.08E-04	4.7E-04	9.4E-04	是	
	漏射				3.64E-04				
i1 (下料口二次散射)	散射	2.5	5.92	4Pb+3 钢	0.02	0.03	0.06	是	
	漏射								f1 漏射剂量 0.01

备注：除正面和后面外，设备外总其余剂量为单个 CT 检测环 2 倍剂量。

综上所述，根据计算结果，设备工作时，设备四周、顶棚及防护门的设计厚度均能

续表 11 环境影响分析

满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的屏蔽防护要求。工业 CT 顶棚上方 30cm 处的剂量率均小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，在不考虑天空散射的情况下，该剂量率经距离衰减与散射后，对周围环境的辐射影响甚微。相邻两台设备为操作面板相对，单台设备操作面板处的剂量为 $0.10 \mu\text{Sv/h}$ ，两台设备共同的剂量也是小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 标准值。

B 离线工业 CT 防护核实结果

（1）关注点的选取与距离、方向的核算

①因离线工业 CT 设备检测室与电气柜等附属部件为一个整体，故本次核算关注点选择工业 CT 整体设备外表面 30cm 处。

②工业 CT 布置在厂房最底层，设备底板与地面无空隙，采用 1mmPb+1mm 钢板进行补偿。故本次评价不对工业 CT 底部进行屏蔽防护核算。

③CT 检查环的 X 射线束最大锥角为 34° ，其主射线方向朝向左侧、右侧、顶部或底部（其中底部不予考虑），上述方向均按主射线方向进行考量。平板探测器后方设有铅板防护，在主射线影响预测考虑该屏蔽体的防护作用。同时，由于 CT 检测环的旋转会使 X 射线球管的漏射线影响距离小于同方向的主射线距离，因此对于左侧、右侧及顶部，还需一并考虑散漏射线的复合影响。工业 CT 的正面与背面不属于主射线方向，故仅需评估漏散射线的影响。

④工业 CT 顶部设置有穿线孔和通风管，其屏蔽防护罩防护厚度与顶部屏蔽厚度相同，因此不对穿线孔洞位置设置计算关注点。

⑤工业 CT 四周设置的检修门，其屏蔽厚度与紧邻的防护铅板一致。因此，本次评价不再单独针对检修门设置关注点。

⑥依据最不利原则，对于同一方向，关注点应设置在距离最近且防护厚度最小的位置。

⑦检测室的上下料铅门有两个孔洞，均配套设置了内挡板，形成 Z 型迷路。X 射线经迷路多次散射后，通过上下料铅门的两个孔洞的 X 射线能量小，对周边环境影响小。因此，本次评价不再对上下料铅门的两个孔洞开展二次散射屏蔽防护核算。

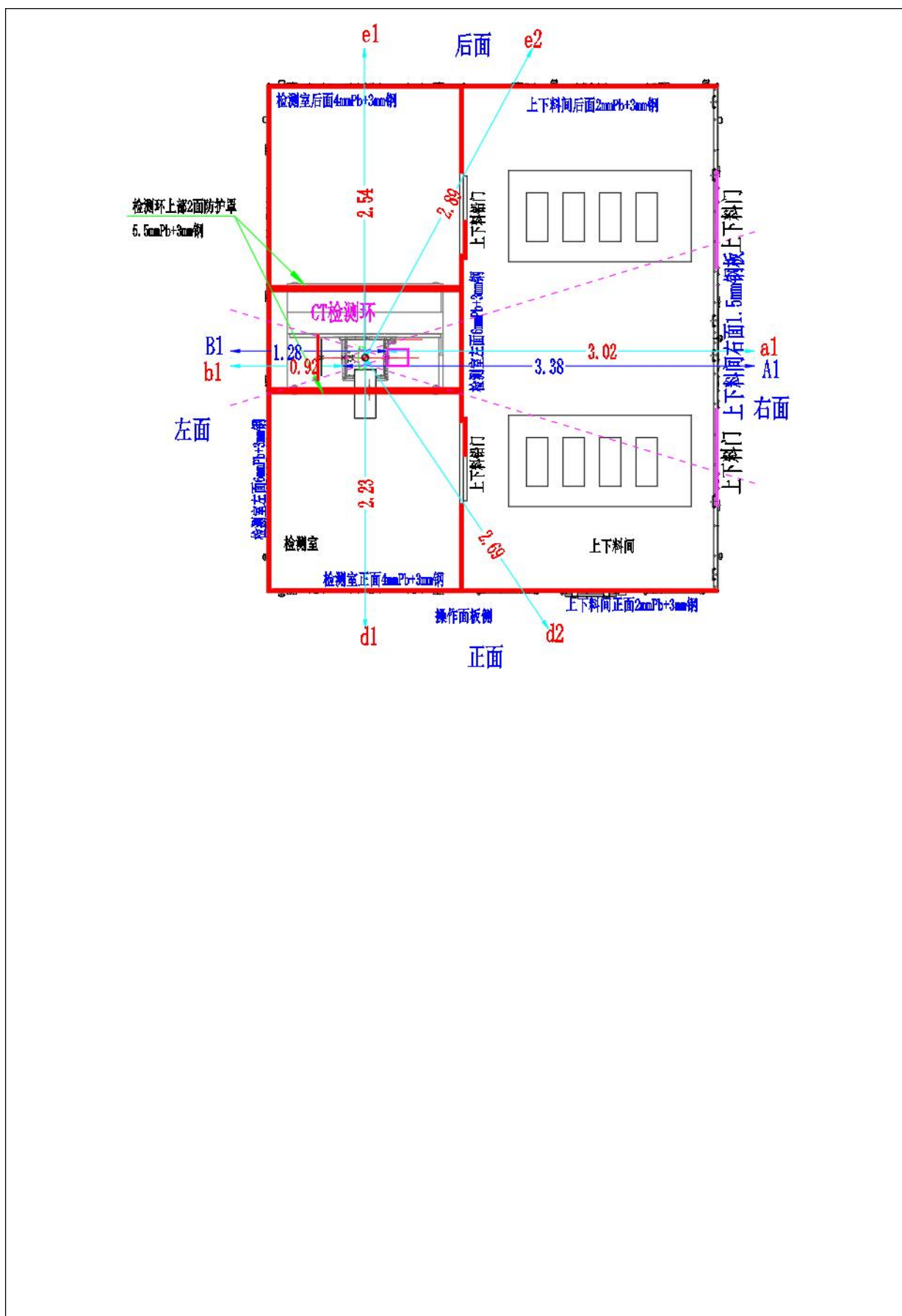
续表 11 环境影响分析

(2) 离线工业 CT 周围各点位估算示意图 11-2, 核算时各方向距离核算情况见表 11-4。

表 11-4 离线工业 CT 关注点选取情况一览表

关注点	方位	核算距离 (m)	辐射类型	屏蔽体
A1	右面	3.38	主射线	探测器背面防护板 (5.5mm 铅+3mm 钢) + 检测室右面屏蔽体 (6mm 铅+3mm 钢) + 上下料间右面 (1.5mm 钢)
a1		3.02	散射、漏射	检测室右面屏蔽体 (6mm 铅+3mm 钢) + 上下料间右面 (1.5mm 钢)
B1	左面	1.28	主射线	探测器背面防护板 (5.5mm 铅+3mm 钢) + 检测室左面屏蔽体 (6mm 铅+3mm 钢)
b1		0.92	散射、漏射	检测室左面屏蔽体 (6mm 铅+3mm 钢)
C1	顶面 (中部无电气部分)	1.59	主射线	探测器背面防护板 (5.5mm 铅+3mm 钢) + 检测室顶面屏蔽体 (6mm 铅+3mm 钢)
c1		1.23	散射、漏射	检测室顶面屏蔽体 (6mm 铅+3mm 钢)
d1	正面	2.23	散射、漏射	检测室正面屏蔽体 (4mm 铅+3mm 钢)
d2		2.69	散射、漏射	检测环上部防护罩 (5.5mm 铅+3mm 钢) + 上下料间正面屏蔽体 (2mm 铅+3mm 钢)
e1	后面	2.54	散射、漏射	检测室后面屏蔽体 (4mm 铅+3mm 钢)
e2		2.89	散射、漏射	检测环上部防护罩 (5.5mm 铅+3mm 钢) + 上下料间后面屏蔽体 (2mm 铅+3mm 钢)

续表 11 环境影响分析



续表 11 环境影响分析

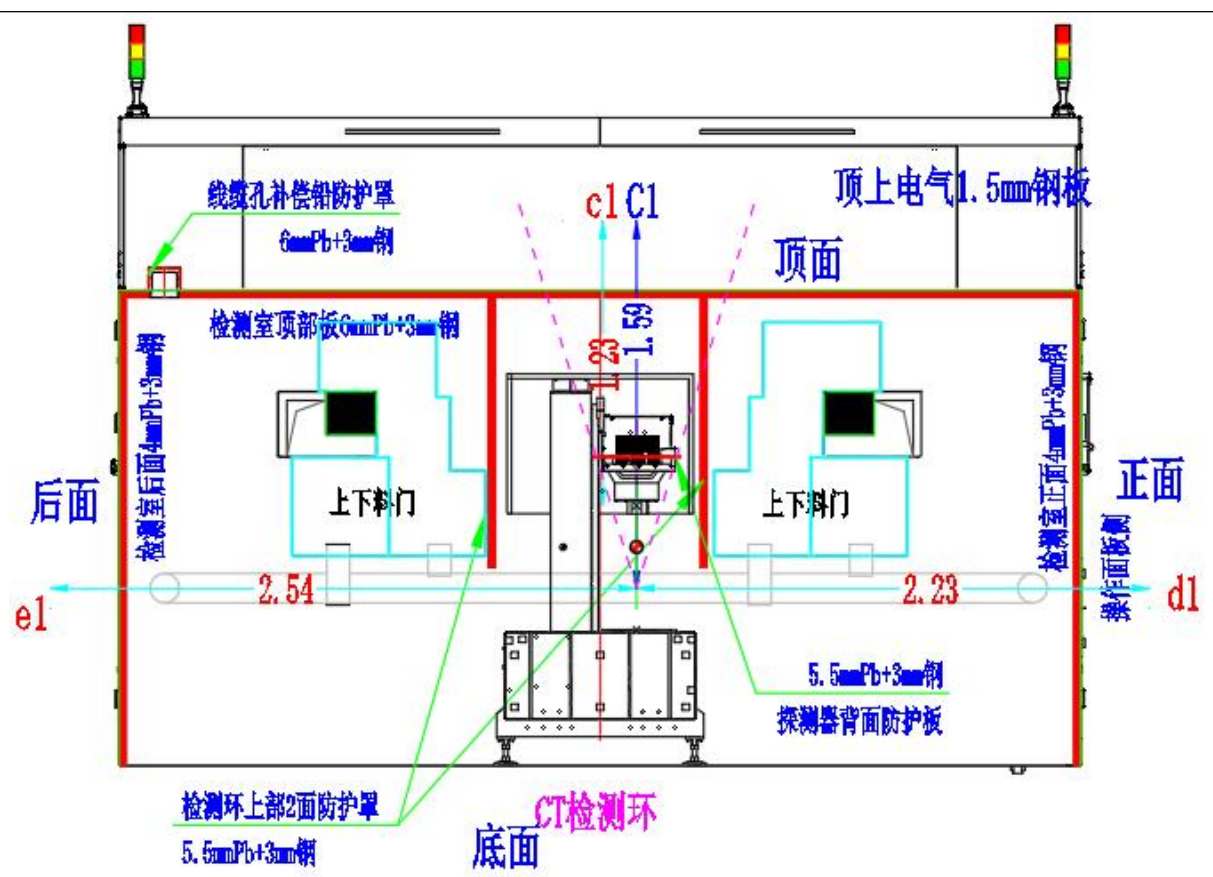


图 11-2 离线工业 CT (180kV) 屏蔽计算点位示意图

本项目离线工业 CT 的屏蔽体屏蔽能力核算结果见表 11-5。

表 11-5 离线工业 CT 屏蔽效能核实表

考察点		剂量率参考控制水平 Hc (μSv/h)	距离 (m)	设计厚度 (mm)	设计厚度下瞬时剂量 (μSv/h)		是否达到屏蔽要求
A1 (右侧)	主射	2.5	3.38	11.5Pb+7.5 钢	1.11E-05	1.1E-05	是
a1 (右侧)	散射	2.5	3.02	6Pb+4.5 钢	4.82E-04	2.0E-03	是
	漏射		3.02	6Pb+4.5 钢	1.47E-03		
B1 (左侧)	主射	2.5	1.28	11.5Pb+6 钢	1.01E-04	1.0E-04	是
b1 (左侧)	散射	2.5	0.92	6Pb+3 钢	7.47E-03	0.03	是
	漏射		0.92	6Pb+3 钢	2.08E-02		
C1 (顶部)	主射	100	1.59	11.5Pb+6 钢	6.56E-05	6.6E-05	是
c1 (顶部)	散射	100	1.23	6Pb+3 钢	4.18E-03	0.02	是
	漏射		1.23	6Pb+3 钢	1.16E-02		
d1 (正面)	散射	2.5	2.23	4Pb+3 钢	0.15	0.31	是
	漏射		2.23	4Pb+3 钢	0.15		
d2 (上下料)	散射	2.5	2.69	7.5Pb+6 钢	1.16E-05	9.5E-05	是

续表 11 环境影响分析

间正面)	漏射		2.69	7.5Pb+6 钢	8.36E-05		
e1 (后面)	散射	2.5	2.54	4Pb+3 钢	0.12	0.24	是
	漏射		2.54	4Pb+3 钢	0.12		
e2 (上下料间后面)	散射	2.5	2.89	7.5Pb+6 钢	1.00E-05	8.2E-05	是
	漏射		2.89	7.5Pb+6 钢	7.24E-05		

综上所述，根据计算结果可知，设备工作时，屏蔽箱体的四周、顶棚及防护门的设计厚度均能满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）屏蔽防护的要求。工业 CT 顶棚上方 30cm 处剂量率均小于 2.5 μSv/h，经过距离衰减后和散射后，该部分剂量率对周围环境的辐射影响是很小的，不考虑天空散射。

11.1.4 工作人员年有效剂量估算

(1) 估算公式

X-γ射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算：

$$H_{Er} = H_{(10)} \times t \times 10^{-3} \quad \text{式 (11-10)}$$

式中：

HEr: X 或γ射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

H(10): X 或γ射线周围剂量当量率，μSv/h；

t: X 或γ射线照射时间，小时。

(2) 估算结果

工作人员剂量估算表见表 11-6。

表 11-6 工作人员工作时剂量估算表

估算人员	工作场所	设计厚度下剂量率 (μSv/h)	年曝光时间 (h)	年受照剂量 (mSv/a)	工作人员居留因子	班次	个人受照剂量	
							(mSv/a)	μSv/周
在线工业 CT	操作面板	0.096	7920	0.76	0.2	3	0.05	0.98
离线工业 CT	操作面板	0.31	1980	0.61	1	3	0.20	3.91

备注：在线工业 CT 的 2 名工作人员负责设备的开关机及巡查工作，居留因子取 0.2；离线工业 CT 的 3 名工作人员负责设备的日常上下料、开关机及巡查工作，居留因子取 1。

根据表 11-6 可得出以下结论：

续表 11 环境影响分析

该项目辐射工作人员低于本评价管理目标值 5mSv/a，也低于周剂量参考控制水平 100 μ Sv/周，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

11.3 对周围环境保护目标的影响分析

工业 CT 各屏蔽体外 0.3m 处的瞬时剂量率满足国家相关标准要求，根据 X 射线随距离的增加而快速减弱的特性可知，距离设备更远的各环境保护目标的辐射影响也满足相应标准和要求。

本项目 4 台在线工业 CT 并排布置，其对设备之间、东北侧和西南侧的环境保护目标的影响主要是相邻两台在线工业 CT 的影响，其余两台设备的影响可以忽略不计；对东南侧和西北侧的环境保护目标因在线工业 CT，阻挡，考虑 1 台在线工业 CT 的影响其预测结果见表 11-7。离线工业 CT 的周围环境保护目标预测结果见表 11-8。

表 11-7 在线工业 CT 环境保护目标处公众周围剂量当量率预测结果表

序号	环境保护目标名称	方位	水平距离	保护目标处剂量率值 (μ Sv/h)	年曝光工作时间	居留因子	班次	年受照剂量 (mSv)	周剂量率值 (μ Sv/周)
1	装配车间人员通道	设备之间	约 1m	1.05E-01	7920	0.1	3	2.78E-02	0.54
2	返修车间		约 2~10m	6.82E-03	7920	1	3	1.80E-02	0.35
3	装配车间及人员通道	东北侧	约 3~50m	1.95E-02	7920	0.1	3	5.15E-03	0.10
4	金相车间、拉力测试车间等		约 4~19m	6.14E-04	7920	1	3	1.62E-03	0.03
5	拆解车间、隔离膜放置区车间等		约 19~50m	1.26E-03	7920	1	3	3.32E-03	0.06
6	室外道路和绿化	东南侧	约 4~24m	2.11E-03	7920	0.025	3	1.39E-04	2.67E-03
7	预留仓库		约 24~50m	2.24E-04	7920	0.5	3	2.95E-04	0.01
8	装配车间人员通道	西南侧	约 3~5m	4.86E-03	7920	0.1	3	1.28E-03	0.02
9	水含量测试车间、增压机房等		约 5~18m	2.31E-03	7920	1	3	6.11E-03	0.12
10	常温房车间、干燥车间等		约 8~50m	1.08E-03	7920	1	3	2.85E-03	0.05

续表 11 环境影响分析

11	装配车间人员通道	西北侧	约 0~3m	6.60E-03	7920	0.1	3	1.74E-03	0.03
12	生产辅料车间、MRB 辅料车间、更衣室、卫生间等		约 2~50m	3.41E-03	7920	1	3	9.01E-03	0.17
13	室外道路、风雨连廊和绿化		约 20~50m	2.98E-04	7920	0.025	3	1.97E-05	3.78E-04
14	模组厂房		约 45~50m	7.74E-05	7920	1	3	2.04E-04	3.93E-03
15	通风设备、管道和检修、操作平台夹层	上方	设备上方夹层区域	4.90E-07	7920	0.025	3	3.23E-08	6.22E-07

注：①居留因子参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 A 取值；
 ②同一保护目标存在不同场所与环境条件时居留因子取大者；
 ③本项目生产线为全自动生产线，生产车间及其人员通道居留因子取 1/10；
 ④生产辅料车间居留因子取 1、预留仓库居留因子取 1/2；
 ⑤离线工业 CT 居留因子取值依据相同。

表 11-8 离线工业 CT 环境保护目标处公众周围剂量当量率预测结果表

序号	环境保护目标名称	方位	水平距离	保护目标处剂量率值 (μSv/h)	年曝光工作时间	居留因子	班次	年受照剂量 (mSv)	周剂量率值 (μSv/周)
1	拆解车间、隔离膜放置区车间、装配车间等	东北侧	约 2~50m	8.57E-02	1980	1	3	0.057	1.09
2	装配车间员工通道	东南侧	约 2~28m	2.82E-03	1980	0.1	3	1.86E-04	3.58E-03
3	室外道路和绿化		约 28~20m	2.88E-05	1980	0.025	3	4.75E-07	9.14E-06
4	拉力测试车间、金相车间、返修车间等	西南侧	约 2~27m	7.44E-02	1980	1	3	0.049	0.94
5	水含量测试车间、增压机房、常温房车间、干燥车间等		约 28~50m	1.64E-03	1980	1	3	1.08E-03	2.09E-02
7	装配车间员工通道	上方	约 6~33m	2.96E-04	1980	0.1	3	1.95E-05	3.76E-04
8	生产辅料车间、MRB 车间、更衣室、备品车间等		约 33~50m	1.86E-05	1980	1	3	1.23E-05	2.36E-04
9	通风设备、管道和检修、操作平台夹层	上方	设备上方夹层区域	6.20E-04	1980	0.025	3	1.02E-05	1.97E-04

根据表 11-7 和 11-8 可知，工业 CT 开展 X 射线无损检测工作时，在设备周围活动

续表 11 环境影响分析

的公众成员所受的最大年附加有效剂量约为 0.057mSv，低于本评价剂量约束值 0.1mSv/a，最大周剂量约为 1.09 μ Sv，低于周剂量参考控制水平 5 μ Sv/周，满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。公众成员受到最大年附加有效剂量主要是相邻区域，在线工业 CT 和离线工业 CT 相距 20m，它们之间的区域公众成员受到剂量也能满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.4 其他影响

（1）废气对环境影响分析

在检测作业时，X 射线使空气电离产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（主要为 NO_x）。工业 CT 检测室顶部设置排风口，通过管道机械排风到上方无人员值守的夹层，通过夹层通风系统排放到环境中。电芯厂房 2 车间四周均为重庆海辰厂区内部和远期预留用地，废气排放经扩散后对人群和环境影响很小。

项目废气通过通风系统引至室外排放，项目用房周边均为厂区内部。同时，周围地势开阔，有利于 O₃、NO_x 废气的扩散。故项目产生的废气对周围环境影响小。

（2）废水环境影响

项目无生产废水产生，本项目废水主要为重庆海辰辐射工作人员产生的生活污水。

工作人员生活污水依托厂区污水处理设施处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后接入市政污水管网，排入污水处理厂进行处理，对地表水环境影响较小。本项目工作人员在重庆海辰总劳动定员内，不增加人员数量和生活污水产生量。

（3）固废环境影响

生活垃圾依托厂区现有的生活垃圾收集系统收集后交由环卫部门统一处理。

设备报废后按照相关要求去功能化后根据建设单位相关要求处理，保留相关手续，并做好相关记录存档。

综上所述，建设单位按照以上措施对固体废物进行处理后，对环境基本无影响。

续表 11 环境影响分析

11.5 实践正当性分析

依照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871 - 2002）里辐射防护中“实践的正当性”相关要求，针对某一实践活动，需综合考量社会、经济以及其他相关因素。只有当该实践为受照个人乃至社会带来的利益，能够充分抵消其可能引发的辐射危害时，方可判定这一实践具有正当性。

本项目运用工业 CT 无损检测技术，旨在对电芯极片对齐度开展无损质量检测，以保障产品质量及使用安全。工业 CT 的 X 射线在产品无损质量检验方面有其他技术无法替代的特点，项目的建设对公司生产的电芯提供了先进的检测手段。借助工业 CT 实施电芯质量检测，既能提升检测的精准度与效率，还能在不损害产品的前提下，掌握电芯极片对齐度状况，具有明显的社会效益，同时也将为公司创造更大的经济效益，远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

11.6 产业政策符合性分析

项目主要是配置工业 CT 用于对工件进行无损检测，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“三十一、科技服务业”中的第 1 条“质量认证和检验检测服务”，属于“鼓励类”。因此，项目符合国家产业政策。

11.7 事故影响分析

（1）风险事故类型

本项目出现的辐射事故主要是辐射工作人员或公众成员遭到误照射从而受到不必要的超剂量照射。

本项目设备产生的最大可信辐射事故主要是人员受到误照射。因工业 CT 设置有专用屏蔽体，基本不会发生固定性屏蔽体损坏而致人员受到误照射的事故，即使发生，也能一目了然而不再开机曝光，即不会受到误照射。X 射线看不见、摸不着，因此，更多的辐射事故是因为管理等不到位，而导致无关人员受到误照射。这类辐射事故主要体现在以下几个方面：

①X 射线球管设备自身丧失屏蔽或系统故障

续表 11 环境影响分析

本项目 X 射线球管机头是用重金属屏蔽包围住的，因各种原因（如检修、调试、改变照射角度等）可能无意中将设备管头上的屏蔽块移走，使 X 射线设备丧失自身屏蔽作用，导致相邻的屏蔽体外出现高剂量率，人员受到不必要的照射。或者系统故障，导致 X 射线球管朝向其他非主射线方向投照。

②安全联锁装置失效

由于门机联锁装置失效，设备出束时，检修门未关闭或门被开启，射线仍然能发射，造成射线外泄，可能对辐射工作人员及公众成员产生较大剂量照射。

③屏蔽体出现膨胀变形

工业 CT 各方向屏蔽体使用多年以后，可能因铅门的自重等原因引起铅门之间的搭接、铆钉等处空隙增大，从而漏出射线，使设备周围的人员受到误照射。

④人员滞留设备内

工作人员或设备维修人员通过检修门可进入设备内，在开机出束前，工作人员未通过监控或现场对设备内部进行充分确认，从而导致滞留在设备内的人员在工作模式下被误照射。

⑤探测器背面防护板失效

本项目探测器背面设置防护板，增加主射的平板防护，因各种原因（如检修、调试、改变照射角度等）可能无意中将探测器背面设置防护板移走，X 射线设备主射方向屏蔽防护能力减弱，导致屏蔽体外出现高剂量率，人员受到不必要的照射。

(2) 后果分析

事故情景①工业 CT 球管丧失自身屏蔽或系统故障

设备 X 射线球管丧失自身屏蔽或系统故障，使非主射方向也受到主射线照射，考虑最大管电压 180kV，最大管电流 0.5mA 运行，最不利情况下，事故时间考虑设备球管运行一个班次（在工业 CT 曝光时长 11h，离线工业 CT 曝光时长 2.75h），选择距离 X 射线球管最近的一侧（在线工业 CT 正面：2.54m，离线工业 CT 正面：2.23m）作为关注点。设备外人员误照射最大剂量估算情况见表 11-9。

表 11-9 工业 CT 外人员误照射最大剂量估算表

续表 11 环境影响分析

事故情景	设备名称	剂量率 (μSv/h)	总有效剂量 (Sv)	吸收剂量 (Gy)
X 射线球管丧失自身屏蔽	在线工业 CT	24	2.7×10^{-4}	2.7×10^{-4}
	离线工业 CT	80	2.2×10^{-4}	2.2×10^{-4}

事故情景②安全联锁失效

考虑最不利情况，安全联锁装置失效的事故下，设备考虑最大管电压 180kV，最大管电流 0.5mA 运行，周边周围均有人员活动，能及时发现设备运转且防护门没有关闭的情况。

工作人员在巡查过程中发现事故，巡查时间不超过 1 小时，则事故时间考虑为 1 小时（在工业 CT 曝光时长 1h，离线工业 CT 曝光时长 0.25h）。考虑工作人员在检修时射线未关闭状态下，设备检修门打开。180kV 条件下运行时，检修门在左侧方向上（在线工业 CT 左侧：1.45m，离线工业 CT 左侧：0.93），因主射线被探测器背面防护板屏蔽，保守考虑散漏射影响，设备外人员误照射最大剂量估算情况见表 11-10。

表 11-10 设备外人员误照射最大剂量估算表

事故情景	设备名称	检修门处有效剂量 (μSv/h)	总有效剂量 (Sv)	吸收剂量 (Gy)
联锁装置失效	在线工业 CT	1.22×10^3	0.012	0.012
	离线工业 CT	2.98×10^4	7.4×10^{-3}	7.4×10^{-3}

事故情景③屏蔽体变形

当铅屏蔽体出现膨胀变形后且长时间未发现，即射线不经过屏蔽对设备外的人员进行误照射情况，操作人员携带个人剂量报警仪，因此在发生此情形事故时，能及时发现并紧急关停设备出束；若操作人员未携带个人剂量报警仪，便很难被发现，因此造成此事故的发生。

设备考虑设备前侧，该情况下的事故剂量率值与事故情景②安全联锁失效情况下的数值相同，最不利情况下，事故时间考虑设备球管运行一个班次（在工业 CT 曝光时长 11h，离线工业 CT 曝光时长 2.75h），设备四周屏蔽体外敏感目标处停留的人员受照剂量估算情况如下表 11-11。

续表 11 环境影响分析

表 11-11 项目铅屏蔽体膨胀变形事故受照剂量估算表

名称	误照射次数 (班次)	受照射时间	受照射剂量	
			剂量当量 (Sv)	吸收剂量 (Gy)
在线工业 CT	1	11h	0.13	0.13
离线工业 CT	1	2.75h	0.082	0.082

事故情景④人员误入

因各种原因，工业 CT 运行时，人员滞留在设备内发生误照射情况，考虑最不利情况，人员误入工业 CT 内部，考虑最大管电压 180kV，最大管电流 0.5mA 运行，事故时间考虑为 2min（人员在设备内发现设备运行并按下急停），并考虑人员在距离辐射源点 0.5m 处受到误照射（散漏射）。检测室内人员误照射最大剂量估算情况见表 11-12。

表 11-12 检测室内人员误照射最大剂量估算表

事故情景	设备名称	剂量率 (μ Sv/h)	总有效剂量 (Sv)	吸收剂量 (Gy)
人员滞留检测室内	在线工业 CT	1.03×10^5	6.5×10^{-3}	6.5×10^{-3}
	离线工业 CT	1.03×10^5	6.5×10^{-3}	6.5×10^{-3}

事故情景⑤探测器背面防护板失效

因各种原因（如检修、调试、改变照射角度等）可能无意中将探测器背面设置防护板移走，X 射线设备主射方向屏蔽防护能力减弱，设备 180kV 条件下运行时，左侧方向上主射（在线工业 CT 左侧：1.81m，离线工业 CT 左侧：1.28），最不利情况下，事故时间考虑设备球管运行一个班次（在工业 CT 曝光时长 11h，离线工业 CT 曝光时长 2.75h），设备外人员误照射最大剂量估算情况见表 11-13。

表 11-13 设备外人员误照射最大剂量估算表

事故情景	设备名称	剂量率 (μ Sv/h)	总有效剂量 (Sv)	吸收剂量 (Gy)
探测器背面防护板失效	在线工业 CT	2.8	3.08×10^{-5}	3.08×10^{-5}
	离线工业 CT	5.6	1.54×10^{-5}	1.54×10^{-5}

(3) 事故状态可能引起的电离辐射生物效应

电离辐射作用于机体后，其能量传递给机体的分子、细胞、组织和器官等基本生命

续表 11 环境影响分析

物质后，引起一系列复杂的物理、化学和生物学变化，由此造成生物体组织细胞和生命各系统功能、调节及代谢的改变，产生各种生物学效应。电离辐射引起生物效应的作用是一种非常复杂的过程，大多数学者认为放射损伤发生是按一定的阶梯进行的。生物基质的电离和激发引起生物分子结构和性质的变化，由分子水平的损伤进一步造成细胞水平、器官水平的损伤，继而出现相应的生化代谢紊乱，并由此产生一系列临床症状。电离辐射生物效应按照剂量与效应的关系进行分类，分为随机性效应和组织反应。

随机性效应是指电离辐射照射生物机体所产生效应的发生概率（而非其严重程度）与受照射的剂量大小成正比，而其严重程度与受照射剂量无关；随机性效应的发生不存在组织反应阈剂量。辐射致癌效应和遗传效应属于随机性效应。受照射个体体细胞受损伤引发突变的结果，最终可导致受照射人员的癌症，即辐射致癌效应；受照射个体生殖细胞遗传物质的损伤，引起基因突变或染色体畸变可以传递下去并表现为受照者后代的遗传紊乱，导致后代先天畸形、流产、死胎和某些遗传性疾病，即遗传效应。

组织反应定义为通常情况下存在组织反应阈剂量的一种辐射效应，受照剂量超过一定的阈值时才会发生，其效应的严重程度随超过阈值的剂量越高而越严重。组织反应是辐射照射导致器官或组织的细胞死亡，细胞延缓分裂的各种不同过程的结果，指除了癌症、遗传和突变以外的所有躯体效应和胚胎效应及不育症等，包括血液、性腺、胚胎、眼晶体、皮肤的辐射效应及急性放射病，如放射性皮肤损伤、生育障碍。

项目产生的随机性效应是关注的重点，因其无法防护，所以尽量降低人员的受照剂量，减少随机性效应产生的概率。

根据上述后果分析可知，但最不利情况下，人员受到超过年剂量的照射，可能导致人员随机性效应概率增加，但不会有明显临床指征。

(4) 事故分级

由前述事故工况下的辐射影响估算可知，本项目各类辐射事故中，影响最大的为铅屏蔽体膨胀变形事故，该种情况下，人员受到超过年剂量的照射，人员可能受到辐射损伤。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》规定“一般辐射事故，是指一般

续表 11 环境影响分析

辐射事故，是指IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射；较大辐射事故，是指III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾；重大辐射事故，是指I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾；特别重大辐射事故，是指I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。”

事故发生具有随机性，因此，假若本项目发生事故，本项目一般情况下发生的事事故等级为**一般辐射事故**。

(5) 辐射事故防范措施

由于各种管理不善或人误等造成的误照射，导致人员的照射方式是外照射，因此发生误照射事故应第一时间切断设备电源，确保设备停止出束。建设单位应采取以下措施防范风险事故发生。

①定期检查设备的门机联锁装置的有效性，发现故障及时清除，严禁违规操作。对于本项目涉及的安全控制措施各机构及电控系统，制定定期检查和维护的制度。确保安全装置随时处于正常工作状态。

②定期进行工业CT的维护检查，并做好记录。设备维护工作，由设备厂家派专业人员负责，由重庆海辰工作人员全程陪同。维护时，要求现场工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

③设备故障报警系统，如过压、欠压、过流报警、消除电流冲击等功能需定期检查、发现问题及时维修，保证其正常运行，以及时发现设备可能出现的故障。同时，辐射监测器和报警系统可用作针对这类事件进行人员防护和纵深防御措施。

④辐射工作人员必须加强专业知识学习，加强防护知识培训，避免犯常识性错误；加强职业道德修养，培养辐射工作安全文化素养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理人员应强化管理，落实监测频率，保证按照要求进行无损检测工作。

续表 11 环境影响分析

⑤本项目设备操作人员为工业 CT 相关工作人员，一般情况下，无关人员不会在该区域驻留。工作人员工作时，注意查看设备周边情况，避免无关人员靠近，并通过监控确认设备内部情况。

⑥除设备检修期间外，不能打开检修门，避免人员误入。同时在设备运行前，确认检修门是否上锁且不能随意打开。

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

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条要求：使用I类、II类、III类放射源，使用I类、II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有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。

公司已开展有核技术利用项目，按照要求成立了辐射安全与防护管理小组，其主要职责为制定公司辐射防护管理制度，定期组织辐射工作人员进行培训、体检和个人剂量监测，对工作场所辐射防护安全设施进行定期检查等。公司设置专职辐射安全管理员，管理员学历为本科及以上，满足要求。本项目拟纳入公司现有辐射环境管理体系中。

12.2 辐射安全管理

(1) 辐射安全管理规章制度

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“营运管理”的要求，重庆海辰必须培养和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生。为此，公司应按照规定制定相应的管理制度，包括：操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、人员健康及个人剂量管理制度、监测方案、辐射事故应急措施等。

重庆海辰制定有多项辐射防护管理制度，包括：《辐射安全防护和安全保卫制度》《辐射工作人员健康管理规定》《设备维修维护制度》《岗位职责制度》《人员培训计划和监测方案》《辐射安全事故应急预案》等。上述管理制度考虑到了公司现有核技术利用项目类别以及相关辐射设备的操作使用和安全防护，制度健全，具有可操作性。部分制度张贴在射线装置工作场所内。公司之前严格按照上述管理制度落实。本项目建成后根据设备说明书制定本设备的操作规程并完善相应制度及应急预案，并纳入建设单位的管理体系中。

(2) 辐射工作人员管理

重庆海辰现有53名辐射工作人员，其中使用V类放射源和II类射线装置的41人通

过了核技术利用辐射安全与防护考核且在有效期内，仅使用III类射线装置 13 人通过了建设单位自行组织的核技术利用辐射安全与防护考核且在有效期内。所有辐射工作人员已按照要求进行了职业健康检查（两年一次）、个人剂量监测（三个月一次），本项目调配培养的 15 名工作人员应纳入辐射工作人员管理，按照公司《人员培训计划和监测方案》，组织辐射工作人员在上岗前通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（以下简称培训平台，网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识并参加相应类别的辐射安全与防护考核，考核合格后再上岗工作。本项目调配培养的工作人员应按照《人员培训计划和监测方案》等制度的规定进行个人剂量监测，要求工作人员工作期间必须正确佩戴个人剂量计，对个人剂量计严格管理，防止个人剂量计遗失和监测结果异常。本项目调配培养的工作人员应按照《辐射工作人员健康管理规定》进行职业健康检查。

（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》第十二条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

公司按照上述要求每年均提交了上一年度的年度评估报告，年度评估报告包括单位基本信息、射线装置台账、现有防护用品情况、辐射安全和防护设施的运行与维护及辐射安全和防护制度及措施的建立和落实等方面的内容。待本项目建成运行后应纳入年度评估管理，按规定开展年度评估检查，对检查中发现的问题或不足及时整改，消除安全隐患，按规定编制并上报年度评估报告。

（4）档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。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。

重庆海辰建立了辐射工作人员个人剂量档案，包括个人基本信息、工作岗位、剂量

监测结果等材料，并且组织上岗后的辐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超过 2 年。个人剂量档案和职业监控检查资料终身保存。

档案信息和保存等按照环境保护令第 18 号规定执行。档案资料分以下九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“年度评估”、“辐射应急资料”。建设单位根据自身辐射项目开展的实际情况将档案资料整理后分类管理。本项目建成后将本项目的档案纳入公司档案管理中。

(5) 核安全文化建设

核安全文化是以“安全第一”为根本方针，以维护公众健康和环境安全为最终目标；保障核安全是培育核安全文化的根本目的，而培育核安全文化是减少人因失误的有力措施，是核安全“纵深防御”体系中的重要屏障。核安全文化是核安全的基础，是从事核技术利用活动单位及其全体工作人员的责任心。对于核技术利用项目核安全文化建设要求建设单位树立并弘扬核安全文化，核安全文化表现在从事核技术利用活动单位的相关领导与员工及最高管理者应具备核安全文化素养及基本的放射防护与安全知识，增强并保持核安全意识。

建设单位已建立了辐射环境安全管理体系，设立核安全保障机构，明确了单位各层级人员的职责，将良好的核安全文化融汇于运营和管理的各个环节；持续开展核安全文化建设，让其发挥的作用更加有效，做到凡事有章可循，凡事有据可查，凡事有人负责，凡事有人检查。在日常工作中将核安全文化建设贯彻于核技术利用活动中，不断识别单位内部核安全文化的弱项和问题并积极纠正与改进；落实两个“零容忍”，即对隐瞒虚报“零容忍”，对违规操作“零容忍”。让核安全文化落实到每个从事核技术利用活动人员的工作过程中，确保核技术利用项目的辐射安全。

具体操作参考如下：

①建设单位组织核安全文化培训，制定出符合自身发展规划的核安全文化，严格落实岗位职责，对隐瞒虚报“零容忍”，对违规操作“零容忍”；

②建设单位建立有关的部门管理，通过专项的管理能够让核安全文化一步步落实到员工的工作过程中，并让核安全文化建设更加有效。

12.3 从事辐射活动能力评价

建设单位从事辐射活动应具备相应的条件，对建设单位从事的辐射活动能力评价如下表 12-1。

表 12-1 从事辐射活动能力的评价

应具备条件	落实的情况
设有专门的辐射安全与环境保护管理机构或者至少有一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。	成立了专门的辐射安全与环境保护管理机构，并指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作。
从事放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。	已制定培训制度，本项目辐射工作人员将在上岗前按照规定参加培训并考核合格。
射线装置使用场所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目设备自带屏蔽设备且固定使用，设备屏蔽能力满足要求；设备拟设置门机联锁、灯机联锁、电离辐射警示标志以及警示灯、紧急停机按钮等安全防护措施。
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量计。	本项目拟依托现有便携式 X- γ 辐射剂量率仪、新购置个人剂量计、个人辐射报警仪等。
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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	重庆海辰制定有全面的辐射防护制度，并按照制度要求进行管理，同时本项目拟根据设备说明书另行制定操作规程。
有完善的辐射事故应急措施。	制定了辐射事故应急处理相关制度，明确了发生辐射事故后的应急处理要求，待本项目运行前拟根据实际情况补充完善。

根据上表可知，建设单位已建立有相应的辐射环境管理体系，因此本项目的管理工作依托现有的管理体系，已具备了一定的能力，但建设单位还应针对本项目射线装置的特点完善相应管理制度，在落实辐射防护管理和现场设施等要求后重新申请辐射安全许可证，方具备从事本项目辐射活动的能力。

12.3 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法规和标准，必须对辐射工作人员个人剂量进行监测、探伤工作场所外的环境监测，开展常规的防护监测工作。

建设单位已制定《人员培训计划和监测方案》《辐射工作人员健康管理规定》等，并按要求开展了个人剂量监测和工作场所的环境监测。根据 2025 年四个季度的个人剂量监测报告可知，辐射工作人员的年个人剂量监测结果最大值为 0.72mSv，低于年受照剂量 5mSv。建设单位应为本项目配备与辐射类型和辐射水平相适应的监测仪器，或委托有资质的单位定期对射线装置周围环境进行监测，按规定要求开展各项监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括：

(1) 个人剂量监测

对辐射工作人员进行个人照射累积剂量监测。要求辐射工作人员在工作时必须正确佩戴个人剂量计，并将个人剂量结果存入档案。个人剂量监测应由具有个人剂量监测资质的单位进行。

监测频率：一般为 1 个月测读一次，最长不超过 3 个月，如发现异常可加密监测频率。

(2) 工作场所外环境监测

为保证项目辐射工作场所的安全，项目建成后的监测包括验收监测、例行监测和日常监测。

①验收监测：项目建成后、辐射防护设施等发生大的变化、设备大修等之后进行验收监测，委托有资质单位监测。监测结果交生态环境主管部门存档。

②例行监测：每一年监测一次，委托有资质单位监测。监测结果纳入年度评估报告提交生态环境主管部门。

③日常监测：按照监测计划开展日常监测，日常监测由建设单位自行监测。做好监测记录，存档备查，发现问题及时整改。同时，每次进行检测作业时，设备运行条件及工件、操作人员信息等也应记录在案。

④监测点位：设备周围屏蔽体外、防护门外、顶棚上方 30cm 处，以及屏蔽体穿墙管线、门缝等辐射防护薄弱处。在巡测时发现数值异常高的区域，进行定点监测。监测点位按照防护门左中右侧和门缝四周各一个点、主线束范围内 5 个点、其余屏蔽体各 3 个点。人员经常活动的区域需要重点关注。

监测开始前确认设备内没有人员，确认设备正常，监测使用设备最大运行条件，检测主射线方向时不使用工件，监测其他方向时使用工件。

(3) 安全检查维护

建设单位应按照相关法规及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求对工业 CT 进行安全检查维护，建立相应的检查维护制度。安全检查维护见表 12-2。

表 12-2 安全检查维护要求

类型	对象	内容	频次
检查	工业 CT	防护门-机联锁装置，以及出束信号指示灯	日检
		a) 外观是否存在可见的损坏；b) 电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；c) 安全联锁是否正常工作；d) 报警设备和警示灯是否正常运行；e) 螺栓等连接件是否连接良好。	日检
检查	工业 CT	a) 电气安全，包括接地和电缆绝缘检查；b) 冷却单元检查；c) 所有的联锁和紧急停机开关的检查；d) 制造商推荐的其他常规检测项目。	定期（建议每季度一检）
维护	工业 CT	设备维护包括工业 CT 的彻底检查和所有零部件的详细检测。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都来自设备制造商。应做好设备维护记录。	每年

12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《重庆市辐射污染防治办法》等要求，申领辐射安全许可证的辐射工作单位应建立完善的辐射事故应急方案或具有针对性与操作性的应急措施。

在本项目建成运行前，建设单位应根据实际情况完善应急预案内容。

12.4.1 应急处理小组

由公司主要负责人及 X 射线装置相关管理人员组成辐射事故应急领导小组，其主要职责是发生辐射事故后，对现场进行及时处理，对受到事故辐射照射的人员剂量进行估算，安排其就医，向上级主管部门报告辐射事故处理情况，事故处理结束后，总结经验，防止事故的发生。

12.4.2 事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

本项目使用 II 类射线装置，可能发生的辐射事故主要为联锁失效等情况，导致人员受到不必要的误照射。极端情况下，事故可能导致辐射工作人员和公众成员受照剂量超过年剂量照射限值，造成一般辐射事故。

12.4.3 事故应急方案与措施

(1) 事故报告程序

一旦发生辐射事故，现场人员应迅速电话向公司辐射事故应急小组报告，应急小组需在事故发生后 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向生态环境部门报告。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。

(2) 辐射事故应急处置措施

本项目设备发生辐射事故时，应立即切断设备电源或者就近按下急停按钮，迅速控制事故发展，消除事故源。

(3) 辐射事故后处理

启动并组织实施方案，将事故受照人员撤离现场，检查人员受危害程度，并采取救护措施，保护事故现场，配合相关部门做好事故调查处理，并做好事故的善后工作。对可能受到辐射伤害人员，事故单位应当立即将其送至当地卫生管理部门指定的医院或者有条件救治辐射伤病人的医院，进行检查和治疗，或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施。查找事故原因，排除事故隐患，总结事故发生原因，杜绝事故的再次发生。

12.4.4 应急演练

组织工作人员根据项目运行过程中可能产生的各类辐射事故定期进行辐射事故演练，提高人员对突发事件的应急处理能力。应急演练过程记录在案，针对演练过程中发现的问题，及时进行整改，避免发生事故后，应急处置工作的不当。公司暂未开展过辐射事故应急演练活动，后续应按照规范要求执行，定期组织人员进行辐射事故应急处置演练，确保应急能力。

12.5 辐射安全与管理投资估算

项目环保投资估算表见表 12-3。

表 12-3 辐射安全与管理投资估算

内容	措施	投资（万元）
管理制度、应急措施	制作图框，上墙	0.5
警示标志	张贴正确，有中文说明	
辐射防护与安全措施	设备灯机联锁、门机联锁、紧急停机按钮、蜂鸣器、警示灯等	5
防护监测设备	个人剂量计、个人剂量报警仪、固定式剂量报警仪、便携式 X-γ 辐射剂量率仪（依托）	5
合计	环保手续：环评、验收、监测、办证等	5.5
	合计	16

12.6 竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，项目建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应取得辐射安全许可证并按照《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）进行自主竣工环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见表 12-4。

表 12-4 环保设施竣工验收内容和要求一览表

序号	验收内容	验收要求	备注	
1	设备	在线工业 CT 机 4 台，II 类射线装置，含两个 CT 射线装置，最大管电压 180kV，最大管电流 0.5mA。 离线工业 CT 机 1 台，II 类射线装置，1 个 CT 射线装置，最大管电压 180kV、最大管电流 0.5mA。	不发生 重大变更	
2	环保资料	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告等。	齐全	
3	环境管理	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、年度评估等管理制度和辐射事故应急预案，并且制度上墙。	齐全	
4	电离辐射	剂量管理目标限值	辐射工作人员≤5mSv/a 公众成员≤0.1mSv/a	GB18871-2002 GBZ117-2022 GBZ/T250-2014
		周围剂量当量率参考控制水平	在线工业 CT 四周外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h；在线工业 CT 顶棚外 30cm 处周围剂量当量率不大于 100 μ Sv/h	
		周围剂量参考控制水平	职业工作人员：Hc≤100 μ Sv/周 公众：Hc≤5 μ Sv/周	
5	环保措施	①工作场所分区管理，并进行分区标识； ②设备各屏蔽体、检修门有足够的屏蔽能力，管线口不影响屏蔽效果； ③设置安全联锁系统，包括门机联锁、灯机联锁；蜂鸣器和设备设警示灯，能表达预备和照射的工作状态；工业 CT 内外、操作面板上设急停按钮； ④通风：机械通风，每小时有效通风换气次数应不小于 3 次； ⑤工业 CT 周围（含防护门）等醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志； ⑥设置视频监控，检测室内安装摄像头； ⑦每名辐射工作人员均配备个人剂量计，配置 1 台个人剂量报警仪、1 台便携式 X-γ剂量率仪。每台工业 CT 配备 1 套固定式场所辐射探测报警装置。	符合相关要求	
6	人员要求	配置不少于 15 名辐射工作人员，持证上岗，定期进行复训。	环境保护令第 3 号、第 18 号	

表 13 结论和建议

13.结论

13.1 项目概况

重庆海辰储能科技有限公司拟在重庆市铜梁区东城街道 57 号公司厂区电芯厂房 2 的 1F 中部装配车间建设厦门海辰储能西南智能制造中心及研发中心项目（一期）-电芯厂房 2 工业 CT 部分，拟配置 4 台在线工业 CT（II 类射线装置，含两个 CT 射线装置，最大管电压 180kV、最大管电流 0.5mA）和 1 台离线工业 CT（II 类射线装置，1 个 CT 射线装置，最大管电压 180kV、最大管电流 0.5mA）开展无损检测工作。

项目总建筑面积约 200m²，项目总投资 1400 万元，其中环保投资约 16 万元。

13.2 产业政策符合性

项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“第一类 鼓励类”中“三十一、科技服务业”中的第 1 条“质量认证和检验检测服务”，属于“鼓励类”，项目符合国家产业政策。

13.3 实践正当性

项目使用工业 CT 开展工件无损质量检验，确保工件质量。其为企业和社会带来利益远大于其对环境的辐射影响及可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

13.4 辐射环境质量现状

拟建项目所在位置环境 γ 剂量率的监测值在 51nGy/h~56nGy/h 之间（未扣除宇宙射线响应值），项目所在场址及邻近环境的环境 γ 辐射剂量率与重庆市 2024 年环境 γ 辐射剂量率相比，在其正常涨落范围内。

13.5 选址可行性及布局合理性

本项目所在的电芯厂房 2 为单层厂房，无地下室，在线工业 CT 上方为检修、操作平台（无人员值守）。工业 CT 安装在电芯厂房 2 的 1F 中部，在线工业 CT 位于装配车间末端，离线工业 CT 位于测试车间内 CT 测试车间内。装配好的入壳电芯，经在线工业 CT 检测合格后，进入常温房车间，该生产线为全自动无人生产线，四周主要为走廊、通道、测试车间等，不影响周围生产线人流、物流的通行。离线工业 CT 是抽检入壳电

芯、未入壳电芯，相邻区域为测试车间。根据辐射环境监测结果，本项目拟建位置的环境 γ 辐射剂量率在重庆市整体辐射水平的正常涨落范围内。因此，项目选址可行。

A 在线工业 CT

本项目在线工业 CT 自带铅板进行屏蔽防护，设备固定安装于电芯厂房 2 中部装配车间预留位置，便于上下料口与装配生产线对接。在线工业 CT 正常工作期间，主射方向朝左侧、右侧、顶部和底部；操作面板设置于检测室外，位于设备正面，从而避开了主射线照射方向。待检测电芯均为小型工件，通过进出料生产线及移载线体自动传输进出检测室，无需人员搬运工件进入。设备全自动运行，除检修、维护等情况外，人员不会进入设备内部，显著降低了人员受到近距离辐射照射的风险。在线工业 CT 的管线穿孔和排风口位于检测室顶部，各孔洞均设置了足够厚度的屏蔽补偿。

因此，本项目在线工业 CT 平面布局符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，布局合理。

B 离线工业 CT

本项目离线工业 CT 采用自带铅板进行屏蔽防护，设备固定安装于电芯厂房 2 中部的 CT 测试车间预留位置。设备正常工作期间，主射线方向朝左侧、右侧、顶部及底部；其操作面板设于检测室外，位于设备正面，从而避开了主射线照射方向。待检测电芯均为小型工件，通过人工及移载线体传输进出检测室。除检修、维护等必要情况外，人员不会进入设备内部，有效降低了人员受到近距离辐射照射的风险。离线工业 CT 检测室的管线穿孔与排风口均位于检测室顶部，各孔洞均已设置足够厚度的屏蔽补偿。

因此，本项目离线工业 CT 的平面布局符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，布局合理。

13.6 辐射防护与安全措施

建设单位拟对工作场所进行分区管理，划分为控制区和监督区。工业 CT 作为一个整体设备，在运行时，各检修门保持关闭，电气柜等设施内嵌在设备箱体内部，因此，将工业 CT 整体划为控制区，在线工业 CT 位于一个大厂房敞开空间的闲置区域，本次考虑将设备周围相邻的走廊的区域（以各个生产区的地标线划分）均划为监督区；离线工业 CT 位于 CT 测试车间内，将 CT 测试车间划为监督区。

拟采购设备自带多种固有安全性，如：开机时系统自检、过电流保护、过电压保

护、失电流保护、操作权限等，能很好地保证工业 CT 自身的稳定性和安全性。

本项目工业 CT 为自屏蔽式设备，主要采用钢+铅+钢的屏蔽体结构对 X 射线进行屏蔽防护，防护厚度充分考虑了 X 射线主射、散射、漏射影响。本项目工业 CT 各穿墙管线孔、上下料口均设置了足够厚度的屏蔽补偿，不影响屏蔽防护效果。

工业 CT 内外均拟安装紧急停机按钮，拟设置门机联锁装置、灯机联锁装置、声光警示装置、视频监控系统，在防护门外张贴电离辐射警告标志等，配备符合开展项目要求的个人防护用品及监测仪器设备。

工业 CT 连接有机械排风系统，具有良好的通风，每小时换气次数满足标准规定的 3 次/h。

综上所述，本项目拟采取的辐射安全与防护措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的相关要求。

13.7 环境影响分析结论

根据核算，在屏蔽体设计厚度下，设备工作时，工业 CT 屏蔽箱体、防护门的设计厚度均能满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）屏蔽防护的要求，工业 CT 四周屏蔽体、顶棚外 30cm 处周围剂量当量率均不大于 2.5 μ Sv/h。辐射工作人员、公众成员的年附加有效剂量均低于剂量管理目标的要求（辐射工作人员 5mSv/a，公众成员 0.1mSv/a），满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

本项目运行时，在周围环境保护目标处的辐射影响很小，对其产生的影响有限，能为环境所接受。

项目运行不产生放射性废水、放射性废气。少量的臭氧和氮氧化物在机械排风下能迅速排出和扩散，不会对周围环境产生不利影响。

13.8 事故风险分析结论

本项目可能产生的辐射事故主要包括门机联锁失效等事故使人员受到意外照射等，事故发生具有随机性，本项目一般情况下发生的事故等级为一般辐射事故，极端情况下可能发生较大及以上辐射事故。本项目在采取相应措施后风险可防可控。公司制订的辐射事故应急预案和安全规章制度内容较全面、措施可行，在进一步完善后应认真贯彻实

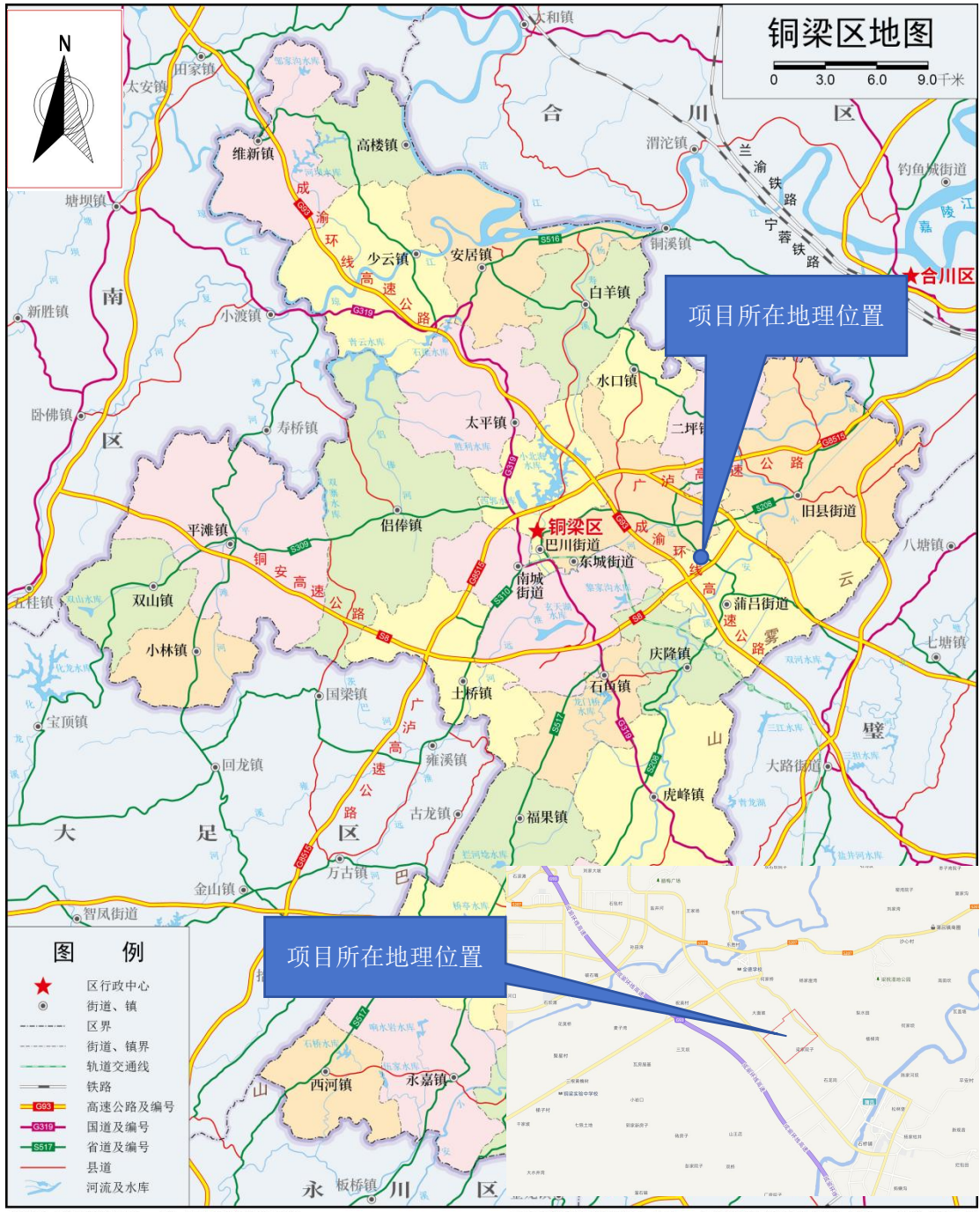
施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

13.9 辐射环境管理

本项目依托建设单位现有的辐射安全与防护管理小组和人员负责辐射安全与环境管理，建立健全的操作规程、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、监测方案等规章制度和辐射事故应急措施，建立辐射工作人员个人剂量监测、职业健康体检等档案，按照规定办理《辐射安全许可证》，并在许可的种类和范围内从事辐射活动。建设单位还应加强核安全文化建设，提高辐射安全管理能力，杜绝辐射事故的发生。

13.10 综合结论

综上所述，厦门海辰储能西南智能制造中心及研发中心项目（一期）-电芯厂房 2 工业 CT 部分符合国家产业政策，选址和布局合理，符合辐射防护“实践正当性”的原则与要求。在完善相应的污染防治措施和环境管理措施后，风险可防可控，项目运行时对周围环境和人员产生的影响满足环境保护的要求。因此，从环境保护的角度来看，该建设项目是可行的。



附图1 项目所在地理位置图