

核技术利用建设项目

赫比（苏州）通讯科技有限公司

扩建一台工业用X射线计算机断层扫描

（CT）装置项目

生态环境影响报告表

（公示本）

赫比（苏州）通讯科技有限公司

2026年9月

生态环境部监制

表1 项目基本情况

建设项目名称		赫比（苏州）通讯科技有限公司扩建一台工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置项目					
建设单位		赫比（苏州）通讯科技有限公司					
法人代表姓名		姚嘉瑞	联系人	张广娟	联系电话		
注册地址		苏州市吴中区郭巷街道河东工业园六丰路86号					
项目建设地点		苏州市吴中区郭巷街道河东工业园六丰路289号					
立项审批部门		/		批准文号	/		
建设项目总投资（万元）		750	项目环保总投资(万元)	20	投资比例(环保投资/总投资)	2.67%	
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其他				占地面积(m ²)	30
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类				
		☐ 使用	☐ I类(医疗使用) ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类				
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备PET用放射性药物				
		☐ 销售	/				
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙				
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类				
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类				
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类				
	其他	/					

1 项目概述

1.1 建设单位基本情况

赫比（苏州）通讯科技有限公司成立于2005年12月16日，注册地址为苏州市吴中区郭巷街道河东工业园六丰路86号（以下简称六丰路86号），企业主要生产智能消费产品、注塑件以及智能数码电子类产品，包括键盘、手机外壳、耳机、平板、鼠标、音响等产品。

1.2 项目规模及任务由来

赫比（苏州）通讯科技有限公司苏州总部位于六丰路86号，现租用苏州慈美环保新材料有限公司位于六丰路289号的1幢标准厂房（以下简称慈美1#厂房）用于生产智能数码电子类产品，两片厂区不相邻，租赁合同见附件7。企业计划在慈美1#厂房西侧扩建1间CT室，拟购置1台工业用X射线计算机断层扫描

(CT)装置(以下简称工业CT)展开无损检测,满足企业的质控需求,待检产品主要为规格为直径范围为1mm~65mm、高1mm~800mm的塑胶件和铁件等产品。本项目拟配备3名辐射工作人员(沿用现有的辐射工作人员),其中2人为设备操作人员,1人为辐射防护负责人。企业计划每周工作6天,年工作300天,实行2班制,企业计划年检测工件数量为20000件,单件扫描出束时间约为9分钟,换样时间约为1分钟。每班曝光时间不超过5小时/天。则每名辐射工作人员周受照时间不超过30小时,年受照时间不超过1500小时。

本项目工业探伤装置由专业设备商承担检修、维护、故障处理及联锁校验等专业工作并负主要安全责任;本单位辐射工作人员仅负责日常检查、保养、清洁,严禁擅自拆机维修。

本次评价核技术应用项目情况一览表见下表1-1:

表1-1 赫比(苏州)通讯科技有限公司本次评价核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称型号	数量	最大管电压kV	最大管电流mA	最大功率W	射线装置类别	工作场所名称	活动种类	环评情况及审批时间	许可情况	备注
1	工业用X射线计算机断层扫描(CT)装置METROTOM 1500 225KV G3	1台	225	3	500	II类	慈美1#厂房CT室	使用	本次环评	未许可	/

根据《中华人民共和国生态环境法典》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》和《射线装置分类公告》等法律法规的规定,使用II类射线装置的单位应当在申请许可证前编制环境影响报告表。受赫比(苏州)通讯科技有限公司委托,江苏华衍低碳环保科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作,通过资料调研、现场监测(委托江苏海尔森检测技术服务有限公司)和评价分析,编制该项目环境影响报告表。

2 项目周边保护目标及项目选址情况

本项目建设地址位于苏州市吴中区郭巷街道河东工业园六丰路289号慈美1#厂房,项目地理位置图见附图1。本项目厂区四周为相邻的工业企业和道路,厂界东侧为俐马公寓,北侧为六丰路和俐马(苏州)织染有限公司,西侧为苏州淼昇电子有限公司,南侧为众仁智能家居有限公司。公司厂区布局及周围环境

图见附图2。

本项目CT室拟建于慈美1#厂房西侧，该厂房为一层建筑。CT室东侧为车间过道、全检贴膜区、测试区和注塑区等生产区域，北侧为打包区、厂务设施间、车间过道、厂区过道和六丰路，西侧为厂区道路和苏州淼昇电子有限公司，南侧为车间过道、会议室、卫生间、茶水间、厂区道路和变电所。CT室周围50m范围主要为车间内部、道路和相邻企业，评价范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及CT室周围评价范围内的公众。

3 原有核技术利用项目许可情况

3.1 原有核技术利用项目环保手续

赫比（苏州）通讯科技有限公司已申请苏州市生态环境局颁发的辐射安全许可证（见附件9），辐射安全许可证的编号为“苏环辐证[E2041]，许可种类和范围为“使用II类、III类射线装置”，发证日期为2026年03月11日，有效期至2027年11月24日。

表1-2 现有核技术项目一览表

序号	射线装置名称及型号	数量	最大管电压kV	最大管电流mA	类别	场所名称	活动种类	环评情况及审批时间	验收情况	许可情况
1	CT METROT OM 800 130kV型工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置	1	130	0.3	II类	2#厂房CT房	使用	2022年10月10日取得批复，苏环核评字〔2022〕E038号	已于2023年1月8日进行验收	已许可
2	Quadra3型X射线检测装置	1	160	0.125	III类	6#厂房X-ray房	使用	2025年2月11日填报环境影响登记表	/	已许可

3.2 原有核技术利用项目管理情况

（1）建设单位针对原有的核技术利用项目，设置了辐射安全管理机构，明确了管理职责，制定了辐射安全管理规章制度，制度中包含了射线装置使用/操作规程、辐射防护和安全保卫、组织机构与职责、设备点检、维护与检修、登记台账管理、人员培训管理、辐射监测与验收、辐射事故应急预案等。在实际

工作中建设单位严格执行各项规章制度。

(2) 建设单位目前配有7名辐射工作人员，其中5名辐射工作人员已通过核技术利用辐射安全与防护考核，2名辐射工作人员已通过企业自主培训与考核（附件14）。

(3) 建设单位安排辐射工作人员佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送检，建立了剂量健康档案并存档。结合最近四个季度个人剂量监测报告（附件12）统计分析，辐射工作人员的年有效剂量均低于5mSv/a的职业照射剂量约束值，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中对辐射工作人员要求的剂量限值和审管部门提出的年剂量的约束值要求。人员受照剂量统计表见表1-3。

表1-3 辐射工作人员受照剂量统计表（单位：mSv）

序号	姓名	25年2季度	25年3季度	25年4季度	26年1季度	全年累计	备注
1		0.0455	0.0435	0.044	0.044	0.177	豁免设备
2		0.0455	0.0435	0.044	0.044	0.177	豁免设备
3		0.0455	0.0435	0.044	0.044	0.177	II类设备
4		0.0455	0.0435	0.044	0.044	0.177	II类设备
5		0.0455	0.0435	0.044	0.044	0.177	II类设备
6		0.0455	/	/	/	0.0455	已离职
7		0.0455	0.0435	/	/	0.089	已离职
8		/	/	0.044	0.044	0.088	豁免设备
9		/	/	0.044	0.044	0.088	III类设备
10		/	/	0.044	0.044	0.088	III类设备
11		/	/	/	/	/	II类设备
12		/	/	/	/	/	II类设备

注：表中每季度结果均<MLD，其中25年第2季度MLD为0.091mSv，25年第3季度MLD为0.087mSv，25年第4季度MLD为0.088mSv，26年第1季度MLD为0.088mSv。

*田星星、付飞洋受照时长未满一季度。

(4) 建设单位已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，建设单位每年委托有资质的单位对核技术利用建设项目辐射工作场所和周围环境进行1次辐射水平监测，监测报告存档，2025年度场所辐射监测报告见附件11。

(5) 建设单位已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的

要求，每年对本单位射线装置安全和防护状况进行评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度评估报告。

综上所述，建议建设单位进一步做好以下工作：（1）定期组织辐射事故应急人员培训和应急演练；（2）在后续的管理中应加强对环保文件的管理，建立环保文件档案；（3）结合日常运行和管理情况，不断完善辐射安全管理规章制度和辐射事故应急预案，使之更具有实操性和针对性。

3.3本项目与原有项目的依托关系

（1）核技术利用项目依托关系

建设单位原有辐射安全许可证登记辐射活动场所为六丰路86号，原有核技术利用项目种类和范围为使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，原核技术项目正常运转使用，本项目建设地点为慈美1#厂房（六丰路289号），两处地址相互独立，本项目为企业新增辐射工作场所，属于异地扩建项目。

（2）辐射工作人员依托关系

企业现有共7名辐射工作人员，拟从现有的5名从事Ⅱ类射线装置的辐射工作人员（1名管理人员、4名操作人员）中抽调2名专职操作员，仅负责本项目射线作业，不兼任其他岗位；辐射防护管理人员统一监管原有厂区与扩建厂区的辐射场所。

企业整体运营制度为每周工作6天、年工作300天，实行两班制，每班在岗时长8小时，单班次设备曝光时长不超过5小时；经核算，所有辐射作业人员周受照时长不超过30h、年受照时长不超过1500h。

（3）辐射安全管理制度依托关系

为加强对企业辐射工作的管理，有效预防辐射事故，建设单位针对核技术利用建设项目制定了《辐射安全管理规章制度》，针对本次扩建项目，建设单位应进一步完善射线装置的操作规程、辐射监测计划、人员培训计划、辐射事故应急处理预案等相关内容。

（4）辐射监测设备依托关系

建设单位原配有3台个人剂量报警仪及1台便携式X-γ剂量率仪。企业拟为本项目新配备1台个人剂量报警仪以及1台便携式X-γ剂量率仪用于日常检测。

4 实践正当性分析

本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能会提高拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效地控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

表2 放射源

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

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度(n/s)

表3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量(Bq)	日等效最大操作量(Bq)	年最大用量(Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

表4 射线装置

(一)加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二)X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置	II类	1台	METROTOM 1500 225KV G3	225	3	使用	慈美1#厂房CT室	本项目以防护门为前侧，射线方向固定朝右，最大管功率为500W
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三)中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

表5 废弃物(重点是放射性废弃物)

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过铅房顶部机械排风排入车间，依托车间通风排入外环境，臭氧常温下50min左右可自行分解为氧气，对环境影响较小。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	(1) 《中华人民共和国生态环境法典》“国家主席令第70号公布”，2026年8月15日起施行； (2) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正版），国务院令第682号，2017年10月1日发布施行； (3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 修订版），2005年9月14日国务院令第449号发布，修订版于2019年3月2日国务院令第709号发布施行； (4) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国生态环境部令第16号公布，自2021年1月1日起施行； (5) 《关于发布射线装置分类的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月5日起施行； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正）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》，环保部令第18号，2011年5月1日起施行； (8) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第9号，自2019年11月1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》国家环保总局，环发〔2006〕145号，2006年9月26日起施行； (10) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告2019年第57号，2020年1月1日起施行； (11) 《关于发布〈建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法〉配套文件的公告》，生态环境部公告2019年第38号，2019年10月24日； (12) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告2019年第39号，2019年10月25日印发； (13) 《江苏省辐射污染防治条例》（修正本），根据江苏省第十四
------	---

	届人民代表大会常务委员会第二十三次会议《关于修改〈江苏省生态环境保护条例〉等二十三件地方性法规的决定》第二次修正，2026年8月15日起施行； （14）《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74号2018年6月9日； （15）《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1号，2020年1月8日； （16）《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》（苏环办〔2021〕187号），2021年11月9日； （17）《江苏省自然资源厅关于苏州市吴中区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2025〕444号）； （18）《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号）。
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）； （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）； （3）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （4）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （5）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （6）《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）； （7）《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及1号修改单； （8）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）。
其他	与本项目相关附图： （1）项目地理位置示意图（附图1） （2）本项目厂区布局及周边环境示意图（附图2） （3）车间平面布置图（附图3） （4）本项目与生态保护红线和生态空间管控区域的相对位置示意图

	(附图4) (5) 本项目与江苏省生态环境分区管控区域位置关系图 (附图5) 与本项目相关附件: (1) 项目委托书 (附件1) (2) 射线装置使用承诺书 (附件2) (3) 屏蔽设计说明 (附件3) (4) 源项说明文件 (附件4) (5) 供应商辐射安全许可证 (附件5) (6) 辐射环境现状检测报告 (附件6) (7) 厂房租赁合同及厂房续租情况说明 (附件7) (8) 不动产权证 (附件8) (9) 营业执照 (附件9) (10) 企业现有许可证 (附件10) (11) 企业现有环保手续 (附件11) (12) 企业最近四个季度的个人剂量监测报告 (附件12) (13) 企业2025年度场所辐射监测报告 (附件13) (14) 现有辐射工作人员考核证书及培训记录 (附件14) (15) 管理制度文件 (附件15) (16) 辐射事故应急预案 (附件16)
--	--

表7 保护目标与评价标准

评价范围 根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围”相关规定，确定本项目评价范围为工业CT屏蔽体（铅房）边界外50m范围区域。						
保护目标 本项目CT室周围50m范围主要为车间内部、厂区道路及其他相邻企业，评价范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。对照《江苏省自然资源厅关于苏州市吴中区生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2025〕444号），本项目评价范围内不涉及吴中区生态空间管控区域（调整后）。评价范围内没有国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19-2022)，本项目不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目，可直接进行生态影响简单分析。本项目运行后的环境保护目标主要为辐射工作人员及铅房周围评价范围内的公众。						
表7-1 本项目50m评价范围内敏感保护目标情况一览表						
设备名称	场所	方位	最近距离	保护目标	规模	剂量约束值
METROTOM 1500 225KV G3型 工业CT	操作台 （CT室）	西	2m	辐射工作人员	3人	<5mSv/a
	临时物料区		6.3m	公众	流动人员	<0.1mSv/a
	厂区过道		10.3m		流动人员	
	临时物料区		15.8m		流动人员	
	厂区过道		21.3m		流动人员	
	苏州淼昇电子有限公司		42m		5~10人	
	车间过道	南	1.2m	公众	流动人员	
	安保区		6.1m		1~2人	
	会议室		7.7m		流动人员	
	卫生间、茶水间		7.7m		流动人员	
	厂区过道		13m		流动人员	
	变电所		25m		1~2人	
	苏州众仁智能		25.8m		5~10人	

	家居有限公司					
	车间过道	东	紧邻	公众	流动人员	
	全检、贴膜区		4.7m		5~10人	
	测试区		16m		5~10人	
	注塑区		23.3m		10~20人	
	打包区		紧邻		1~2人	
	厂务设施间	北	7m	公众	1~2人	
	车间过道		25.5m		流动人员	
	厂区道路		33m		流动人员	
	六丰路		45m		流动人员	

评价标准

1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

本项目辐射工作人员和公众的年有效剂量执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中个人剂量限值，如下表：

表7-3 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

类型	剂量限值
职业照射剂量限	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv；
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到5mSv；

2 剂量约束值

参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)“11.4.3.2·剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv~0.3mSv）的范围之内。”的要求，职业人员按年剂量限值1/4取值，公众按照其年剂量限值的1/10取值，确定本项目剂量约束值如下：

- a.职业人员剂量约束值不大于5mSv/a；
- b.公众活动区域相关人员剂量约束值不大于0.1mSv/a。

3 辐射剂量率控制水平

参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)：

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。

确定本项目关注点剂量当量率参考控制水平如下：

(1) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值不大于100 μ Sv/周，对公众场所，其值不大于5 μ Sv/周。

(2) 工业CT装置四周表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5 μ Sv/h，顶部表面外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应从严不大于2.5 μ Sv/h。

4 辐射环境质量现状检测评价参考值

1) 《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，（辐射防护第13卷第2期，1993年3月，江苏省环境监测站）确定本项目拟建址的辐射环境质量现状检测评价参考值如下：

表7-4 江苏省天然 γ 辐射水平调查结果*（单位：nGy/h）

项目	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差(s)	7.0	12.3	14.0

*：结果已扣除宇宙射线电离成分所致（空气吸收）剂量率

本项目现状评价时，参考测值范围数值进行评价。

2) 《辐射防护导论》，方杰主编。

3) 《辐射防护手册》第一、三分册，李德平、潘自强主编。

表8 环境质量和辐射现状

1 项目地理和场所位置 本项目建设地址位于苏州市吴中区郭巷街道河东工业园六丰路289号慈美1#厂房，项目地理位置图见附图1。赫比（苏州）通讯科技有限公司厂区四周为相邻的工业企业和道路，厂界东侧为俐马公寓，北侧为六丰路和俐马（苏州）织染有限公司，西侧为苏州淼昇电子有限公司，南侧为众仁智能家居有限公司。公司厂区布局及周围环境图见附图2。 本项目CT室拟建于慈美1#厂房西侧，该厂房为一层建筑。CT室东侧为车间过道、全检贴膜区、测试区和注塑区等生产区域，北侧为打包区、厂务设施间、车间过道、厂区过道和六丰路，西侧为厂区道路和苏州淼昇电子有限公司，南侧为车间过道、会议室、卫生间、茶水间、厂区道路和变电所。CT室周围50m范围主要为车间内部、道路和相邻企业，评价范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及CT室周围评价范围内的公众。 本项目工业用CT装置拟建址周围环境现状见图8-1。	

图8-1 本项目CT室拟建址周围环境现状

2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

评价对象：工业用CT装置拟建址周围辐射环境

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在工业用CT装置拟建址周围布置监测点位，共计13个监测点位

3 监测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 监测方案

监测项目： γ 辐射空气吸收剂量率。

监测布点：根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)及《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)在测量室CT室拟建区域周围布设监测点位，对测量室CT室周围环境辐射剂量率进行检测。在工业CT拟建址及周围进行布点，具体点位见图8-2、图8-3。

监测时间：2026年06月08日。

监测单位：江苏海尔森检测技术服务有限公司。

监测仪器：FH40G+FH672E-10 X、 γ 辐射剂量率仪（检定有效期：2025-10-9~2026-10-8）。

监测方法：《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）。

数据记录及处理：每个点位读取10个数据，读取间隔不小于20s，并待计数稳定后读取数值，每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中5.5方法进行换算，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取1.20Sv/Gy。

3.2 质量保证措施

监测单位：江苏海尔森检测技术服务有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定。

监测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点。

监测过程质量控制质量保证：本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

监测人员、监测仪器及监测结果质量保证：监测人员均经过考核并持有检测上岗证，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过检定，监测报告实行三级审核。

3.3 监测结果

评价方法：参照江苏省天然贯穿辐射剂量水平调查结果，监测结果见表8-1，详细检测结果见附件6。

表8-1 本项目CT室拟建址周围 γ 辐射空气吸收剂量率测量结果

测点编号	测点位置描述	检测结果(nGy/h)		测点位置
		平均值	标准偏差	
1	工业 CT 拟建址	67.7	0.9	室内楼房
2	工业 CT 拟建址西侧（CT 室内）	78.6	1.2	室内楼房
3	工业 CT 拟建址北侧（打包区）	68.7	1.0	室内楼房
4	工业 CT 拟建址东侧（车间过道）	60.8	1.1	室内楼房
5	工业 CT 拟建址南侧（车间过道）	54.6	0.8	室内楼房
6	会议室	106.0	1.0	室内楼房
7	茶水间	116.0	1.0	室内楼房
8	测量室	79.5	1.1	室内楼房
9	全检、贴膜区	64.9	0.8	室内楼房
10	出货 CCD 检验区	68.7	1.3	室内楼房
11	测试区	70.5	0.8	室内楼房
12	苏州众仁智能家居有限公司	88.1	1.0	室外道路
13	苏州淼昇电子有限公司	80.7	1.0	室外道路

注：1.检测结果均已扣除宇宙射线响应值。

2.楼房对宇宙射线的屏蔽修正因子取0.8，道路对宇宙射线的屏蔽修正因子取1。

3.地面材料为水泥。

4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目工业CT拟建址及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率为（54.6~116.0）nGy/h，其中室内楼房环境辐射剂量率为（54.6~116.0）nGy/h，处于江苏省室内外环境天然 γ 辐射剂量率测值范围内；道路环境辐射剂量率为（80.7~88.1）nGy/h，处于江苏省道路天然 γ 辐射剂量率测值范围内。

表9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析 1 工程设备 本项目使用工业CT由曝光箱控体（包括箱体内部固定的X线发生器及影像接受器、连接电缆等）、显示器、操作台等组成，设备自带铅房屏蔽体，有独立的操作位。设备设置电离辐射警告标志，自带门机联锁安全装置及工作指示灯，操作位或控制面板设置急停开关和钥匙开关。设备外观图见9-1，  图9-1 METROTOM1500 225KV G3型工业用X射线断层扫描（CT）装置外观图 本项目工业用CT装置在开展CT扫描时，X射线发生器及平板探测器均固定不可移动，本项目以防护门为前侧，主射线固定朝右侧照射。载物台可移动，载物台可沿X轴水平移动1033mm，可实时调整放大比，使图像达到最清晰的效果；载物台沿Y轴水平移动300mm，方便用于工件宽度方向上的检测；载物台可垂直升降395mm；载物台可绕Z轴360°旋转，实现断层扫描旋转采集。设备内部结构图见图9-2。
--

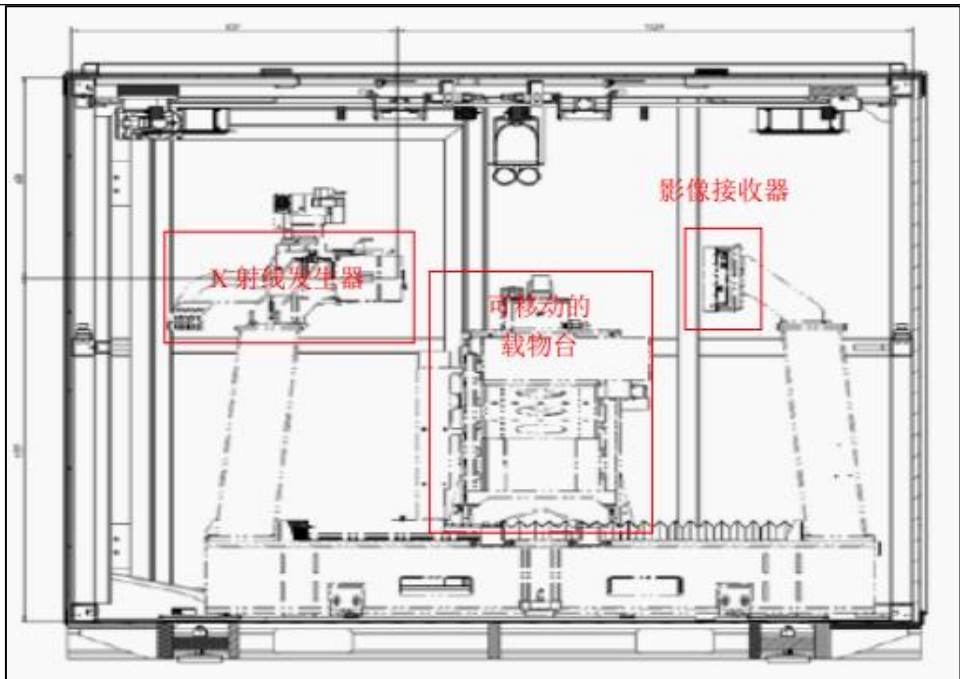


图9-2 METROTOM1500 225KV G3型工业用X射线断层扫描（CT）装置内部结构图

本项目拟建的工业CT设计参数见下表9-1。

表9-1 本项目工业用CT装置设计参数表

设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	尺寸 (m)	主射线方向	滤过条件	出束角	备注
METROTOM 1500 225KV G3	225	3	3.7 (长) *1.81 (宽) *2.44 (高)	以防护门为前侧，主射线固定朝右	2mm 锡	30°	/

2 工作原理

本项目工业用CT装置的核心部件是X射线管，它是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生X射线。常见典型的X射线管结构图见图9-3。

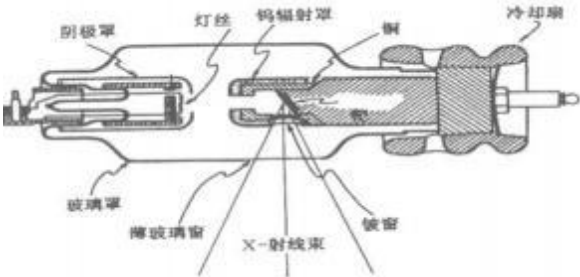


图9-3 典型的X射线管结构图

工业用CT装置工作原理是由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质密度越大，射线强度减弱越大，X射线穿透被检工件后被数字平板探测器所接收，数字平板探测器把不可见的X射线检测信号转换为光学图像，按照一定的图像重建算法，即可获得被检工件截面一薄层无影像重叠的断层扫描（CT）图像，重复上述过程又可获得一个新的断层图像，当测得足够多的二维断层图像就可重建出三维图像。同时，可根据三维图像查看工件内部的缺陷性质、大小、位置等信息，可迅速对工件缺陷进行辨别，从而达到无损检测的目的。

3 工业CT装置工艺流程及产污环节

本项目工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置工作流程和产污环节如下图9-4中所示。

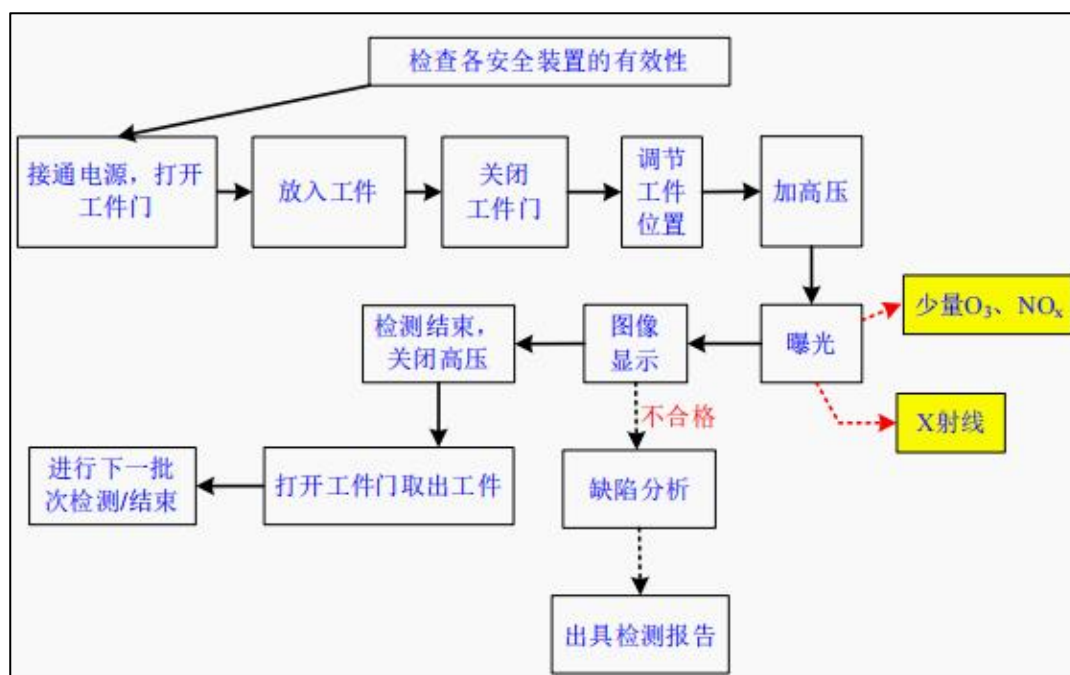


图9-4 工业用CT装置工作流程及产污环节示意图

- (1) 检查各安全装置有效性；
- (2) 接通电源，打开铅房屏蔽门；
- (3) 将待检工件放至铅房内的载物台上；

(4) 接通电源，将控制单元总开关打开，等待片刻，确认监视器亮起；根据被检测物的测试要求，设定高压、电流；状态指示区域的X射线发生器红色指示灯亮起，按下该指示键，工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置、影像接受器以及载物台将进行自动的复位调整；设备自动复位调整结束后，状态指

示区域的X射线发生器指示灯亮起，X射线开始工作；加大电压到X射线能完全透射被检测物，得到清晰图像，此过程产生X射线、臭氧、氮氧化物。

（4）操作台根据接收到的图像给出产品检测结果。

（5）确定铅房关闭且X射线不在发送状态下，将控制单元的总开关逆时针旋转，由“ON”转换为“OFF”，X射线工作结束。

（6）打开屏蔽门，辐射工作人员将测试后的产品从铅房取出。

本项目拟配备3名辐射工作人员，其中2人为设备操作人员，1人为辐射防护负责人。企业计划每周工作6天，年工作300天，实行2班制。企业计划年检测工件数量为20000件，单件扫描出束时间约为9分钟，换样时间约为1分钟。每班曝光时间不超过5小时/天。则每名辐射工作人员周受照时间不超过30小时，年受照时间不超过1500小时。

4 原有工艺不足和改进情况

建设单位原许可的辐射工作场所均有完善的环境影响评价、登记表、辐射安全许可证和竣工验收手续。建设单位已建立完善的辐射安全与防护相关规章制度，且各辐射工作场所辐射安全与防护措施配备到位。

建设单位现有一台Ⅲ类射线装置及一台Ⅱ类射线装置，并且配备7名辐射工作人员，其中2名操作Ⅲ类射线装置的辐射工作人员已在企业内部进行自主考核，且均已合格。4名操作Ⅱ类射线装置的辐射工作人员均已参加辐射安全与防护专业知识及相关法律法规的考核(考核类别为“X射线探伤”)并取得考核合格证书，剩下1名辐射安全管理人员也已参加辐射安全与防护专业知识及相关法律法规的考核(考核类别为“辐射安全管理”)并取得考核合格证书。现有辐射工作人员均已进行职业健康体检结果均合格，已委托检测单位该辐射工作人员进行个人剂量监测，已建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

因产量需求扩大，原有射线装置已不能满足日常产品的无损检测时限需求，因此拟扩建一台Ⅱ类工业用CT用于产品的无损检测，以保证产品质量，缩短产品的供货期。

根据现场调查可知，现有检测项目工艺流程合理，已根据相应标准要求进行检测过程中采取安全防护措施。

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由工业用CT装置的工作原理可知，工业用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，对曝光室外工作人员和周围公众产生一定外照射，因此CT在开机曝光期间，本项目的辐射源项主要包括有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射。

有用线束辐射：工业用CT装置发出的用于工件检测的辐射束，又称为主射线束。根据设备供应商提供的材料（见附件4）可知，工业X射线计算机断层扫描装置在2mmSn过滤条件下距辐射源点1m处输出量为 $3.67\text{mSv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min}$ (即 $\approx 2.202\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{h}$)。

漏射线辐射：由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线称为漏射线。根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)表1，管电压 $>200\text{kV}$ 时，漏射线所致周围剂量当量率典型值为 5mSv/h 。本项目最大管电压为 225kV ，因此距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率 $\dot{H}_L$ 取 5mSv/h 。

散射线辐射：当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射,包括 90° 散射辐射、迷路散射及天空反散射等。参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ127-2014)表2，工业X射线计算机断层扫描装置的X射线 90° 散射辐射最高能量相应的kV值为 200kV 。

2 非放射性污染源分析

工业CT装置在工作状态时，产生的X射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

本项目辐射工作人员在工作过程中将产生生活污水和一般生活垃圾。

本项目检测结果实时成像，不洗片，无洗片废水及废胶片。

表10 辐射安全与防护

1 项目安全措施 1 项目布局及分区合理性分析 本项目CT室拟建于慈美1#厂房西侧，CT室内放置1台工业CT和1个操作台。工业CT背靠CT室北墙放置，工件门朝向南侧（本项目定义工件门所在面为前侧），设备运行时其有用线束方向固定朝右侧照射，而操作台位于工业用CT装置左侧。本项目布局满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中操作室应避开有用线束照射的方向并与探伤室分开的要求。 企业将辐射工作场所进行分区管理，本项目将工业CT设备外表面作为控制区边界（控制区实行禁区管理，设备出束期间严禁人员进入），以CT室建筑边界作为监督区边界（监督区实行常态化辐射监测管理）。控制区边界采用实体屏蔽，防护门采用门机联锁装置，设备上显著位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，检测期间禁止任何人员进入。监督区边界采用实体隔墙，在CT室入口处的适当地点设立监督区标牌，在CT室外醒目位置设置电离辐射标志，设置门禁。 本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目工作场所分区示意图见图10-1。 图10-1 本项目CT室平面布局及分区图
--

2 辐射屏蔽设计

本项目工业用CT装置METROTOM 1500 225KV G3外尺寸为3.7m（长）×1.81m（宽）×2.44m（高）；工业用CT装置主射线方向固定朝向右侧壁。工业CT装置屏蔽设计参数如下表所示，铅房结构示意图见图10-2。

表10-1 工业屏蔽参数一览表

名称	尺寸	位置	厚度
METROTOM 1500 225KV G3	3.7m*1.81m*2.44m（外尺寸）	前侧壁	5mm铅+3mm钢
		防护门（前侧）	3mm钢+5mm铅+3mm钢
		左侧壁	5mm铅+3mm钢
		右侧壁（主射线朝向）	12mm铅+3mm钢
		顶部	5mm铅+3mm钢
		底部	3mm钢+5mm铅+3mm钢
		后侧壁	5mm铅+3mm钢
	本项目工业用CT装置的防护门与屏蔽体前壁之间，两侧采用8cm重叠宽度，上下采用16cm重叠宽度，门缝宽约5mm，搭接宽度与防护门门缝的宽度比例达到10:1，防止射线在门缝处泄漏。		
	铅房后侧面板下方设电缆孔洞，出线孔处设置5mm铅+3mm钢防护罩进行屏蔽；铅房顶部2个换气通风孔，出风口均设置5mm铅+3mm钢板进行防护。		

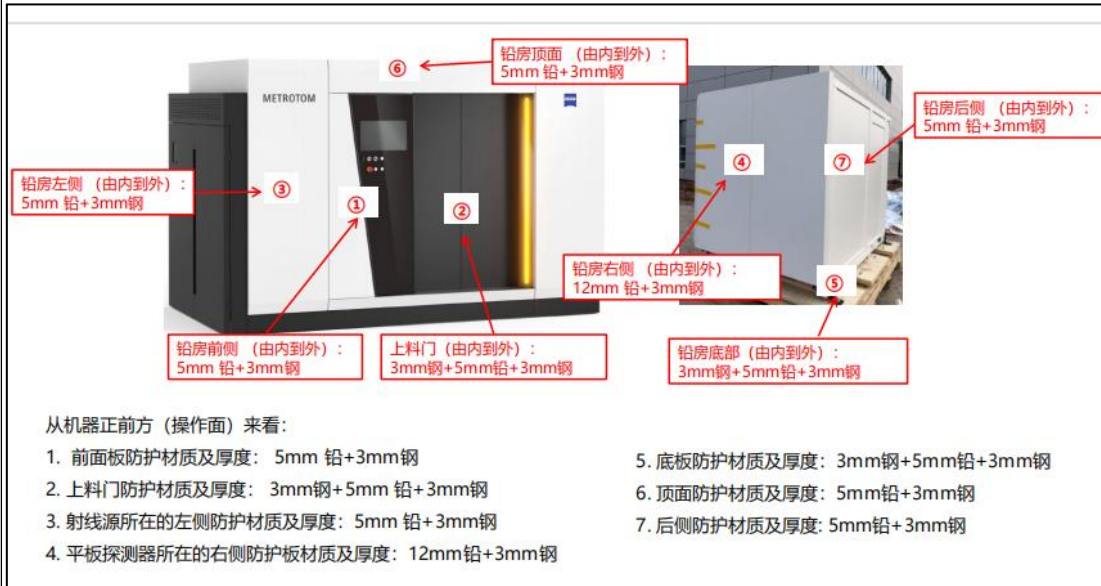


图10-2 METROTOM 1500 225KV G3 屏蔽结构示意图

本项目拟购的工业用CT装置型号为METROTOM 1500 225KV G3，其射线管头位置增加了一个额外的铅防护外壳（罩），其结构厚度为5mm铅+2mm钢组成。通过在射线管上增加防护罩的方式，可以有效降低射线管本身的泄漏辐射。铅防护罩结构示意图见图10-3。

X射线管周围同样采用铅钢防护结构（如下图），厚度为5mm铅+2mm钢

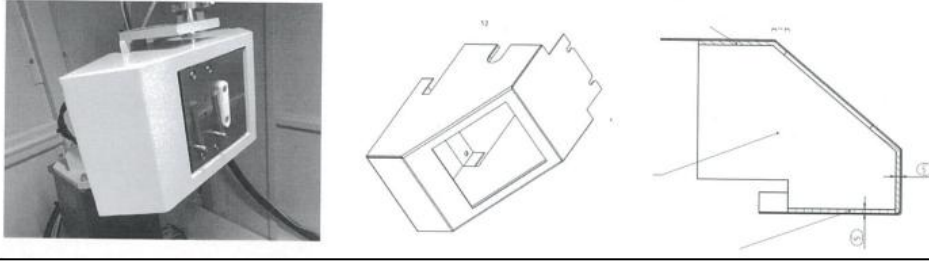


图10-3 射线管外部铅防护结构图

3 辐射防护措施

为确保辐射安全，保障工业CT装置安全运行，公司拟根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）设计相应的辐射安全装置和保护措施。主要有：

（1）工业CT拟安装门机联锁装置，铅房正面有1扇防护门，配置两个双通道安全电子互锁开关，防护门与X射线发生器设置门机联锁。防护门未完全关闭时，铅房内部X射线发生器不能接通高压出束。操作期间误打开防护门，可以立即实现X射线停止出束。

（2）工业CT防护门关闭和射线工作时均拟设计相应的声光报警和警示灯提示，警示灯串在安全回路里，如警示灯故障，射线不能启动。铅房正面醒目位置安装工作状态指示灯，设备出束期间工作状态指示灯亮起，黄灯闪烁表示射线准备就绪，黄灯常亮表示射线启动。

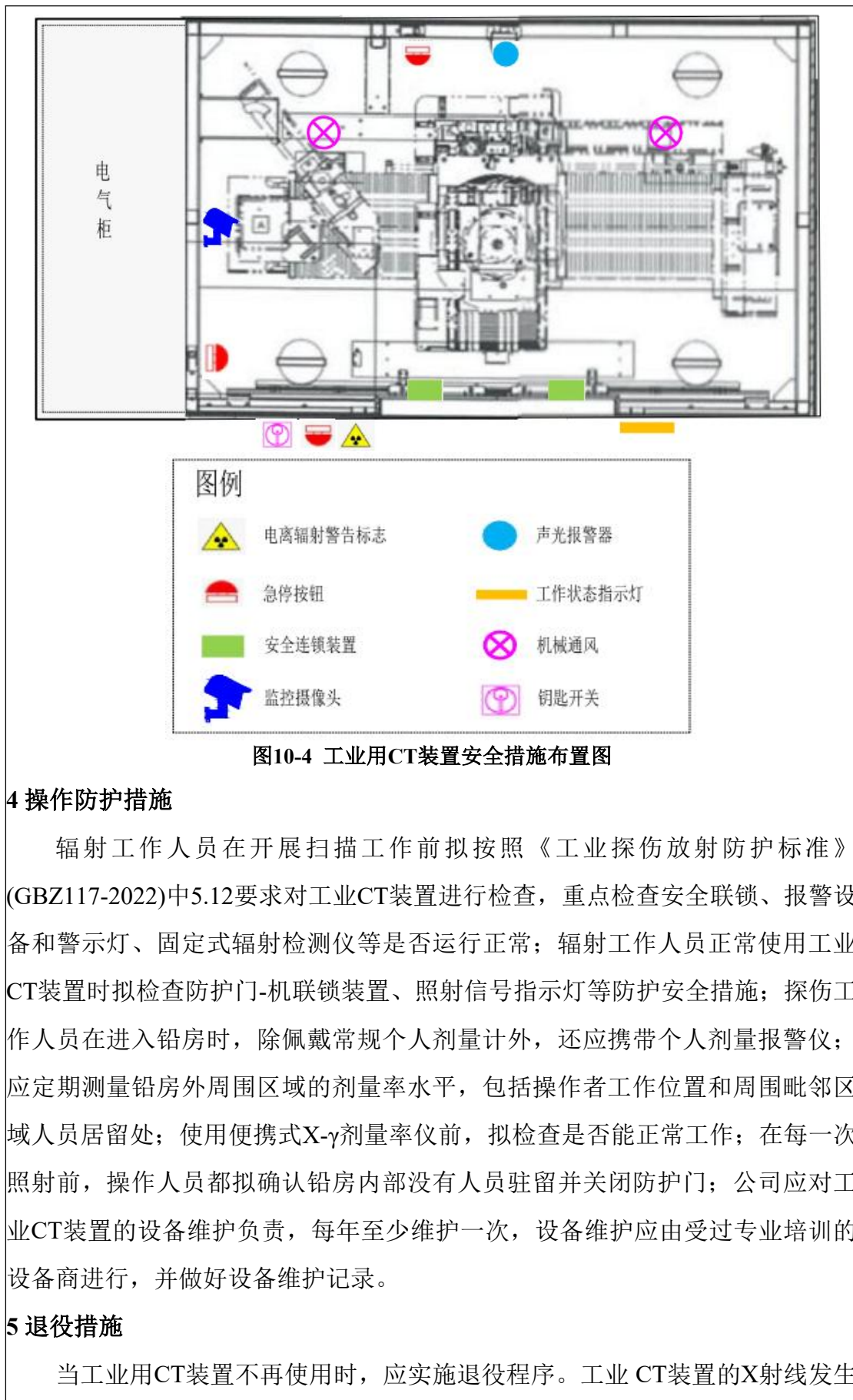
（3）铅房内部顶部均拟安装监视装置，可监视铅房人员出入、内部的人员活动以及设备内部的运行情况。

（4）铅房醒目位置和CT室入口处均拟设置电离辐射警告标志和中文警示说明。

（5）铅房控制面板均拟设置1处急停开关，铅房内部均拟设置2处急停开关，分别安装在后侧壁、左侧壁。发生紧急状况时，按下急停开关，立即终止X射线出束。急停开关使用后，需复位后方可进行下一次检测工作。急停按钮应带有标签。

（6）铅房内部拟设置机械通风装置，设置两个排风口，均位于设备顶部后侧，避免朝向人员活动密集区，每小时有效通风换气次数不小于3次。

在落实以上辐射安全措施后（如下图），本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。



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:退役时应清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

6 辐射安全防护设施与标准对照分析

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），本项目工业CT装置可参考使用此标准，本项目具体的辐射防护设施与标准对照分析见表10-2。

表10-2 本项目辐射安全设施与标准对照分析表

序号	设施	《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)要求	实施方案	是否满足要求
1	曝光室与操作室分开	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。	本项目工业CT装置设有独立的检测室作为辐射工作场所，操作台设在射线装置左侧，避开了有用射线方向(右侧)，充分考虑了周围场所的辐射安全。	是
2	两区划分	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。	企业将工业CT装置外表面定为控制区边界，将屏蔽体外整个检测室定为监督区。	是
3	门机联锁	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。	本项目工业CT装置设置门机联锁装置，只有在防护门完全关闭时X射线实时成像检测装置才能出束照射，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。	是
4	工作状态指示灯	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。	本项目工业CT装置设有工作状态指示灯和声音提示装置，并与X射线管联锁。设备在预备阶段，指示灯闪烁，设备出束期间工作状态灯常亮，防护门关闭时声音提示装置开始报警，警告无关人员勿靠近装置或在装置附近做不必要的逗留。	是
5	监视装置	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	铅房内部安装监视装置，可监视铅房人员出入、内部的人员	是

		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。	活动以及设备内部的运行情况。	
6	电离辐射警告标志	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。	本项目工业CT装置表面外设置“当心电离辐射”的电离辐射警告标志及中文警示说明，提醒无关人员此处有电离辐射危害。	是
7	急停按钮	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。	本项目工业CT装置的控制面板和设备内部设有急停按钮，发生紧急状况时，按下急停开关，立即终止X射线出束。急停按钮带有标签，标明使用方法。	是
8	通风装置	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。	本项目工业CT装置的顶部设有通风口，每小时对铅房进行约111次有效换气。	是
9	固定式场所辐射探测报警装置	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目运行后辐射工作人员无需进入装置内部拿取工件，故无需安装固定式场所辐射探测报警装置。	是

三废治理

本项目工业CT装置，工作时产生的X射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，为了防止工业CT装置使用期间密闭空间内臭氧和氮氧化物积聚，铅房底部自然进风，顶部安装2个风扇式机械排风装置，每个风量为900m³/h，METROTOM 1500 225KV G3铅房内部体积约16.34m³，换气频率大于3次/小时，CT室内装配新风系统，铅房顶部排出的废气通过新风系统排至车间内，再利用车间通风系统排至外环境。满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中对于探伤房通风换气的要求。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

表11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响 本项目工业CT是由铅房和操作台等组成的一体式设备，拟由专业供应商直接运送到指定区域并用支架固定在地面，因此本项目仅做室内区域的整改。 本项目建设阶段会产生一定的噪声和包装垃圾等污染物，但本工程施工量不大，且位于公司厂房内，施工期对周围环境影响较小。
运行阶段对环境的影响 1 辐射环境影响分析 本项目拟购一台工业X射线计算机断层扫描（CT）装置（以下简称工业CT），其型号为METROTOM 1500 225KV G3，最大管电压为225kV，最大管电流为3mA，最大管功率为500W。管电压和管电流不会同时取最大值，本项目以最大管电压225kV运行时，最大管电流为2.222mA。本项目定义以防护门为前侧，工业CT射线方向固定朝向右侧壁。本次评价以工业用CT满功率运行时的工况进行预测，故铅房右侧壁考虑有用线束屏蔽，铅房前侧、后侧、左侧、前侧防护门考虑泄漏辐射及散射辐射屏蔽。计算模式采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的计算公式。 1.1 有用射束方向屏蔽效果预测 铅房预测计算模式采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中有用线束屏蔽估算的计算公式： $\dot{H}=I \cdot H_0 \cdot B / R^2 \quad (1)$ 式中：$\dot{H}$：关注点处剂量率，$\mu\text{Sv/h}$； I：X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，2.222mA； H_0：距辐射源点（靶点）1m处输出量，根据设备供应商提供的实测材料（附件4），有用线束(主射束)在2mmSn过滤条件下辐射源点1m处的输出量实测值为$3.67\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$，折$H_0=2.202 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$； R：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m； B：屏蔽透射因子，无量纲； $B=10^{-X / \text{TVL}} \quad (2)$ 式中：X：屏蔽物质厚度，mm；

TVL：屏蔽物质的什值层厚度，取值参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中的附录表B.2，200kV对应铅什值层1.4mm，250kV对应铅什值层2.9mm；本设备最高管电压225kV介于二者之间，采用线性内插法计算：插值系数 $= (225-200)/(250-200)=0.5$ ；225kV TVL_铅 $= 1.4+(2.9-1.4) \times 0.5=2.15\text{mm}$ 铅。

X射线在铁中的什值层厚度取值参考《辐射安全手册》图6.4，225kV电压下TVL_铁为11.67mm。

1.2 非有用线束屏蔽效果预测

非有用线束方向预测计算模式采用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

① 泄漏辐射

$$\dot{H}=\dot{H}_L \cdot B / R^2 \quad (3)$$

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_L$ ：距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率，根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)表1，管电压 $>200\text{kV}$ 时，漏射线所致周围剂量当量率 $<5\text{mSv/h}$ 。本项目最大管电压为225kV，因此距靶点1m处X射线管组装体的泄漏辐射剂量率 $\dot{H}_L$ 取 5mSv/h 。

R ：辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B ：屏蔽透射因子，计算公式同（2）。

② 散射辐射

$$\dot{H}=(I \cdot H_0 \cdot B / R s^2) \cdot (F \cdot \alpha / R_0^2) \quad (4)$$

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I ：X射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，2.222mA；

H_0 ：距辐射源点（靶点）1m处输出量，根据厂家提供的材料，有用线束（主射束）在2mmSn过滤条件下辐射源点1m处的输出量实测值为 $3.67\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / \text{mA} \cdot \text{min}$ ，折 $H_0=2.202 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B ：屏蔽透射因子，计算公式见（2）。

TVL-先根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表2查得本项目原始X射线225kV所对应的90°散射辐射最高能量相应的kV

值为200kV，再根据表B.2查得90°散射辐射的TVL值，200kV电压下TVL_铅为1.4mm；根据《辐射安全手册》图6.4，200kV电压下TVL_铁为10mm。

Rs: 散射体至关注点的距离，m；

R₀: 辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为m；

F: R₀处的辐射野面积，单位为m²；根据设备供应商提供的资料，射线锥束角为30°，0.5m处辐射面积0.056m²。

α: 散射因子。依据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)中表B.3，查得由附录B表B.4，取 $1.9 \times 10^{-3} \times 10000 / 400 = 0.0475$ ；

1.3 参考点的年剂量水平估算

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad (5)$$

式中：H_c: 参考点的年剂量水平，μSv/a；

$\dot{H}_{c,d}$: 参考点处剂量率，μSv/h；

t: 探伤装置年照射时间，h/a；

U: 探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

T: 人员在相应关注点驻留的居留因子。

2 屏蔽计算结果

2.1 参考点处理论计算结果

图11-1 METROTOM 1500 225kV G3铅房屏蔽计算点位图（主视图）

图11-2 METROTOM 1500 225kV G3铅房屏蔽计算点位图（俯视图）

表11-1 METROTOM 1500 225kV G3铅房有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

序号	关注点	设计厚度 (Pb)	I (mA)	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	B^*	R^* (m)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平($\mu\text{Sv/h}$)	评价
①	右侧壁	12mm铅 +3mm钢	2.222					2.5	满足

注：X射线在铁中的什值层厚度取值参考《辐射安全手册》图6.4，225kV电压下TVL铁为11.67mm，因此本项目 $\text{TVL}_{\text{Fe}}=11.67$ 。

①R右侧壁=X射线管距右侧壁最小距离1.86m+参考点0.3m=2.16m

表11-2 METROTOM 1500 225kV G3铅房非有用线束方向屏蔽墙屏蔽效果预测表

序号		②	③	④	⑤	⑥
关注点		左侧壁	顶部	底部	后侧壁（电缆穿线孔）	防护门（前侧壁）
X设计厚度 (mm)	铅房					
	射线管防护层					
泄漏辐射	B					
	$\dot{H}_L(\mu\text{Sv/h})$					
	R (m)					
	$\dot{H}(\mu\text{Sv/h})$					
散射辐射	散射后能量对应的kV值					
	X设计厚度 (mm)					
	B					
	I (mA)					
	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h}))$					
	F (m ²)					
α						

R _o (m)	0.5m				
R _s (m)					
Ḣ (μSv/h)					
泄漏辐射和散射辐射的 复合作用(μSv/h)					
剂量率参考控制水平 (μSv/h)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
评价	满足	满足	满足	满足	满足

注：X射线在铁中的半值层厚度取值参考《辐射安全手册》图6.4，225kV电压下TVL铁为11.67mm，因此本项目TVL钢=11.67。

②Rs左侧壁=X射线管距左侧壁最小距离0.81m+参考点0.3m=1.11m。

③Rs顶部=X射线管距顶部最小距离0.767m+参考点0.3m=1.067m。

④Rs底部=X射线管距底部最小距离1.465m+参考点0.3m=1.765m

⑤Rs后侧壁=X射线管距后侧壁最小距离0.935m+参考点0.3m=1.24m。

⑥Rs防护门（铅侧壁）=X射线管距防护门（前侧壁）最小距离0.725m+参考点0.3m=1.025m。

本项目METROTOM 1500 225kV G3型工业用CT满功率运行时，其四周墙体、防护门外的最大辐射剂量率0.606μSv/h，顶部30cm处的最大辐射剂量率约为0.655μSv/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/T250-2014）中“屏蔽体外30cm处的周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5μSv/h的要求。”

2.2 关注点处理论计算结果

本项目工业CT的典型关注点位详见图11-3。

图11-3 关注点位图

根据剂量率与距离的平方成反比公式可得到各个关注点处辐射剂量率：

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \quad (6)$$

式中：H₁：距射线源R₁处的剂量率，μSv/h；

H₂：距射线源R₂处的剂量率，μSv/h；

R₁：工业探伤装置屏蔽体外30cm处距射线源的距离，m；

R₂：工业探伤装置四周各关注点位距射线源的距离，m。

根据以上公式，可理论计算出本项目工业探伤装置四周关注点处的辐射剂量率，结果见表11-3。

表11-3 屏蔽计算关注点参数列表

点位描述	方位	射线类型	射线源至关注点距离R ₁ (m)	装置四周参考点处剂量率值H ₁ (μSv/h)	射线源至关注点距离R ₂ (m)	关注点处剂量率值H ₂ (μSv/h)
⑦操作台	设备左侧	漏射线、散射线				
⑧厂区道路	设备左侧	漏射线、散射线				
⑨车间过道	设备前侧	漏射线、散射线				
⑩安保区	设备前侧	漏射线、散射线				
⑪车间过道	设备右侧	主射线				
⑫全检贴膜区	设备右侧	主射线				
⑬打包区货架	设备后侧	漏射线、散射线				
⑭打包区	设备后侧	漏射线、散射线				

2.3 剂量叠加

本项目拟建址西北侧约430m处（2#厂房）为现场有项目Ⅱ类设备所在场所，西北侧约210m处（6#厂房）为现场有项目Ⅲ类设备所在场所。距离本项目拟建址较远，三台辐射装置的评价范围不重叠。结合现有项目的辐射场所检测（附件11），公众区域的测量值等同于本底值，再考虑距离衰减后，本项目与现有项目设备同时出束运行的叠加剂量可忽略不计。

3 天空反散射辐射影响分析

根据表11-2预测结果，本项目工业用CT装置在最大工况下运行，四周蔽体

30cm处的最大辐射剂量率为0.606μSv/h，顶部屏蔽体上方30cm处的最大辐射剂量率为0.655μSv/h，穿透顶部屏蔽体后的X射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低，叠加透射辐射剂量率将不超过1.261μSv/h，能够满足因此其天空反散射能够满足“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5μSv/h”的要求。

4 通风措施、电缆管线评价

本项目METROTOM1500 225kV G3型工业CT电缆管道处设置5mm铅板+3mm钢板防护的屏蔽补偿，位于铅房后侧，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。工业CT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5mm铅板+3mm钢板防护。

根据《辐射防护导论》第189页“实例证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”。本项目射线探伤装置电缆口及通风口处铅防护罩均采用迷宫式设计，X射线至少经过3次散射才能到达防护量外，可确保电缆口及通风口铅防护罩不破坏铅房的整体防护效果。射线在电缆口及通风口铅防护罩中的散射路径示意图如下：

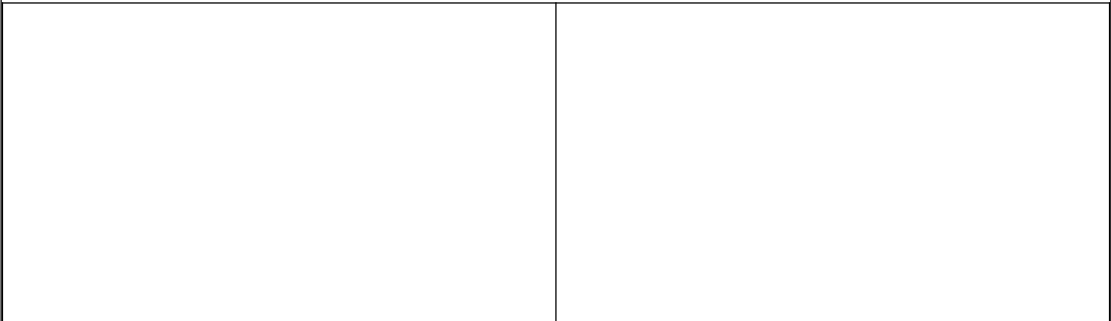


图11-4 电缆管道散射示意图

图11-5 通风管道散射示意图

本项目电缆口、通风口处的X射线辐射剂量率能够满足标准要求。

5 年/周有效剂量估算

本项目辐射工作人员为射线装置操作人员，公众主要为工业CT周围50m范围内其他人员。根据表11-1到表11-3估算结果代入公式（5），分别选取各参考点处最大辐射剂量率值进行年/周剂量估算。

表11-4 本项目铅房周围人员年受照有效剂量结果评价

METROTOM 1500 225kV G3											
序号	关注点	使用因子U	居留因子T	剂量率值(μSv/h)	周工作时间(h)	年工作时间(h)	周剂量估算值(μSv/周)	年剂量估算值(mSv/a)	周剂量约束值(μSv/周)	年剂量约束值(mSv/a)	评价
辐射工作人员											

②	左侧壁	1	1		30	1500			100	5	满足
⑥	前侧壁	1	1		30	1500			100	5	满足
⑦	操作台	1	1		30	1500			100	5	满足
公众											
⑧	厂区道路 (左侧)	1	1/4		30	1500			5	0.1	满足
⑨	车间过道 (前侧)	1	1/4		30	1500			5	0.1	满足
⑩	安保区	1	1		30	1500			5	0.1	满足
⑪	车间过道	1	1/4		30	1500			5	0.1	满足
⑫	全检贴膜区	1	1		30	1500			5	0.1	满足
⑬	打包区货架	1	1/4		30	1500			5	0.1	满足
⑭	打包区	1	1		30	1500			5	0.1	满足

从表11-4中预测结果可以看出，本项目铅房周围辐射工作人员年有效剂量最大值为 mSv ，周有效剂量最大值为 μSv ；公众年有效剂量最大值为 mSv ，周有效剂量最大值为 μSv ，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对个人年有效受照剂量（职业人员 20mSv/a ，公众 1mSv/a ）的要求和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中人员周剂量（职业工作 $100\mu\text{Sv/周}$ 公众 $5\mu\text{Sv/周}$ ）控制要求，并低于本项目剂量约束值：职业人员 5mSv/a ，公众 0.1mSv/a 。

根据建设单位提供的个人剂量检测报告，现有辐射工作人员近四个季度的受照剂量最大为 0.177mSv/a ，则即使考虑本项目与现有核技术利用项目的剂量叠加影响（ $0.909\text{mSv/a}+0.177\text{mSv/a}=1.086\text{mSv/a}$ ），也能满足上述要求。

事故影响分析

1 潜在事故分析

本项目工业CT只有在开机曝光时才产生X射线，因此，X射线探伤事故多为开机误照射事故，主要有：

（1）在探伤过程中，由于安全联锁装置失灵，防护门被意外打开时，不能立刻停止出束，造成误照射；由于安全联锁装置失灵，防护门未完全关闭时辐射工作人员开机工作，致使探伤房周围人员受到误照射。

（2）机器调试、检修时误照射。工业CT装置在调试或检修过程中，责任者脱离岗位，不注意防护或他人误开机使人员受到照射。

（3）二人作业，配合失误受照。两个人一起作业时，一人放置待测工件，

而另一人却仍误开机导致人员受到误照射。

(1)、(3)工况下,辐射工作人员在铅房外侧、公众位于检测室外,事故仅受泄漏、散射辐射影响;(2)设备检修工况下,辐射工作人员可进入铅房内部作业,存在遭受主射线直射风险,且与射线源距离最近,受照风险显著更高。本项目最严重的辐射事故是情景(2):机器调试、检修时误照射。X射线装置在调试或检修过程中,责任者脱离岗位,不注意防护或他人误开机使人员受到照射。设定辐射工作人员距束口0.3m,直至个人剂量报警仪报警后紧急停机,受照时长20s;工业CT装置靶点1m处最大输出剂量率 $2.202 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$,经计算单次受照剂量30.2mSv,超出辐射工作人员年有效剂量限值20mSv。

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第449号令)第四十条,射线装置失控造成人员超过年剂量限值照射即属于一般辐射事故。本项目辐射工作工作人员检修误照情景可导致职业人员年度剂量超标,因此本项目潜在辐射事故类别为一般辐射事故。

赫比(苏州)通讯科技有限公司应加强管理,严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作,并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善;加强职工辐射防护知识的培训,尽可能避免辐射事故的发生。

2 事故预防措施

企业应加强管理,严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作,并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善;加强职工辐射防护知识的培训,尽可能避免辐射事故的发生。针对可能发生的辐射事故,公司拟采取以下预防措施:

(1)公司内部加强辐射安全管理,管理人员定期开展监督检查,营造持续改进的辐射安全文化。

(2)严格执行辐射安全管理制度,按照操作规程工作。每次在开启装置前,检查确认各项安全措施的有效性,严禁在安全设施故障情况下开机检测。

(3)辐射工作人员工作时注意佩戴好个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器,装置运行时定期巡测装置周围剂量率水平,当个人剂量报警仪发出报警时,辐射工作人员应尽快采取应对措施。

3 事故处置方法

本项目拟使用的工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置属于Ⅱ类射线装置，根据《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》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。在发生事故后：

（1）辐射工作人员或操作人员应第一时间关停射线装置的高电压，停止射线装置的出束，然后启动应急预案；

（2）立即向单位领导汇报，并控制现场区域，防止无关人员进入；

（3）对可能受到大剂量照射的人员，及时送医院检查和治疗。

（4）检查设备，必要时请设备厂家进行检修，检测合格后方可继续使用。

当发生或发现辐射事故时，公司应当立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，在事故发生后1小时内向所在地生态环境和公安部门报告，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告。

表12 辐射安全管理

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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法规要求，使用II类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并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。直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核，取得相应岗位的上岗证书。 根据上述要求，赫比（苏州）通讯科技有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。赫比（苏州）通讯科技有限公司应根据本次使用工业CT装置完善相关文件，明确相关辐射项目的管理人员及其职责。本项目拟配备3名辐射工作人员（包含辐射防护负责人），其中2名已通过“X射线探伤”辐射安全与防护考核，1名已通过“辐射安全管理”辐射安全与防护考核，见表12-1		
表12-1 本项目拟配备的辐射工作人员考核情况一览表		
姓名	考核证书编号	科目
		辐射安全管理
		X射线探伤
		X射线探伤
后期新增辐射工作人员也应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，并取得辐射安全培训合格证书，辐射工作人员持有的原辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。		
辐射安全管理规章制度		
赫比（苏州）通讯科技有限公司已按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定了一系列的辐射安全管理规章制度，包括射线装置使用/操作规程、辐射防护和安全保卫、组织机构与职责、设备点检、维护与检修、登记台账管理、人员培训管理、辐射监测与验收、辐射事故应急预案等，具体制度见表12-2。		

表12-2 现有辐射安全管理制度一览表		
《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求制度	建设的制度制定情况	是否落实
辐射防护和安全保卫制度	《辐射防护和安全保卫》	已落实
操作规程	《射线装置使用/操作规程》	已落实
岗位职责	《组织机构与职责》	已落实
设备检修维护制度	《设备点检、维护与检修》	已落实
使用登记制度	《登记台账管理》	已落实
监测方案	《辐射监测与验收》	已落实
人员培训计划	《人员培训管理》	已落实
辐射事故应急	《辐射事故应急预案》	已落实
规章制度的执行与落实情况：公司现有管理制度内容较为全面，符合要求，现有规章制度基本满足公司从事相关辐射活动辐射安全和防护管理的要求。公司严格落实各项规章制度，各辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实及档案管理等方面运行较好。 规章制度的可行性：现有辐射安全管理制度具有一定的针对性和可操作性，且包含本次项目，能够满足本项目对辐射安全管理规章制度的需求。公司能够按照辐射安全管理制度对辐射活动进行管理。此外，公司在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。 本项目为扩建项目，公司应将本项目纳入日常管理内，公司还应根据本项目情况对相关辐射安全管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。 本报告对各项管理制度要点提出如下建议进行完善： 操作规程：明确X射线探伤辐射人员的资质条件要求、工业CT操作流程及操作过程中应采取的具体防护措施，重点是明确工业CT操作步骤以及作业过程中必须采取的辐射安全措施。 岗位职责：明确管理人员、探伤工作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。 辐射防护和安全保卫制度：根据企业的具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，重点是工业用CT装置的运行和维修时辐射安全管理。此外，应着重关注控制面板钥匙管理，应专人保管，使用时应进行使用记录登记，确保开机钥匙的安全性。		

设备维修制度：明确工业用CT装置、辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保射线装置、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。本项目工业CT装置由专业设备商承担检修、维护、故障处理及联锁校验等专业工作并负主要安全责任；本单位辐射工作人员仅负责日常检查、保养、清洁，严禁擅自拆机维修。维修流程为日常巡检发现异常立即停机上报，设备商派持证人员进场，在本单位监护下规范维修，完成联锁校验与验收合格后方可投入使用，确保辐射安全可控。

人员培训计划：完善人员培训计划，明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

监测方案：方案中应明确监测频次和监测项目，监测结果定期上报生态环境行政主管部门。方案中应明确选用的个人剂量报警仪及辐射环境巡测仪需按规定进行定期检定/校准，取得相应证书；使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等，以确保仪器的使用是有效的。

台账管理制度：建立健全的射线装置使用台账制度，并在日常工作中落实到位，对公司使用的X射线发生器、X射线管型号、规格、数量、去向及日期等均需记录在台账上，做到有据可查。

职业健康监护管理制度：辐射工作人员上岗前、在岗期间及离岗后均需进行职业健康检查。

事故应急预案：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）的要求，必须明确建立应急机构和人员职责分工，应急人员的组织、培训以及应急，辐射事故分类与应急响应的措施。当发生事故时，公司应当立即启动辐射事故应急方案，采取有效防范措施，及时制止事故的恶化，并在1小时内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健康部门报告。

辐射监测

本项目为扩建项目，施工前须对照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号）开展核技术利用项目重大变动核查，重点核查项目性质、建设地点、规模、工艺、辐射安全与防护措施等是否与环

评文件一致；经核查确认不属于重大变动后方可开工建设，如判定为重大变动，应依法重新报批环评文件。

公司已委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量监测（1次/季），并定期组织职业健康体检（1次/2年），建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。生态环境法规文件中关于个人剂量档案保存期限的规定(《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法(2021年修正本)》)中要求为“应当长期保存”；同时根据《放射工作人员职业健康管理辦法》单位须终生保存，内容包括：职业史、既往病史、照射接触史、历次体检结果、个人剂量监测数据、培训记录、放射性疾病诊疗资料等。公司将从严执行，终生保存个人剂量档案、职业健康监护档案等内容。

企业现有辐射工作人员最新连续四季度个人剂量结果未出现超标情况；公司已委托有资质单位每年对现有射线装置周围环境进行辐射水平监测结果均满足相应标准要求。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目须配置至少1台环境辐射剂量巡测仪，以满足工业探伤装置运行时，对设备周围的辐射水平进行监测。

本项目对监测方案及监测仪器提出如下要求：

1、监测方案

1) 请有资质的单位定期对本项目工业CT装置周围环境辐射剂量率进行检测每年1~2次；

2) 辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（常规监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月）送有资质部门进行监测，建立个人剂量档案；若发现个人剂量有异常的，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。

3) 工业CT进行作业时辐射安全管理人员定期对工业CT装置周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录。若发现辐射异常情况，应当立即采取措施，并在一小时内向苏州市吴中区生态环境行政主管部门报告。

表12-1 监测计划一览表

辐射工作场所	监测类别	监测项目	监测频度	监测设备	监测范围
本项目拟扩建的工业	年度监测 (委托资质单位监测)	辐射剂量率	1次/年	便携式X、γ辐射监测仪(需按国家规定进	防护门及缝隙处、操作位、屏蔽体四周及顶面
	自行监测(自行巡检)		不少于1次/		

2、辐射事故应急机构分工及职责

辐射事故应急小组的组长为辐射事故应急第一责任人。主要职责为：

- (1) 贯彻组织开展辐射应急培训及演练。作的法律法规及方针政策；
- (2) 负责公司辐射事故应急处理预案的审定和组织实施；
- (3) 组织、协调和指挥公司应急准备和应急响应工作，包括组织事故调查、评价，审定事故应急处理报告等工作；
- (4) 发生辐射应急处理事故时，向生态环境主管部门和卫生部门报告工作。

其他成员主要职责为：

- (1) 定期组织开展辐射应急培训及演练。
- (2) 发生辐射应急处理事故时，及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查，出现事故后应尽快有组织有计划地处理，减少事故损失。
- (3) 向辐射事故应急小组和公司最高主管报告应急处理工作情况提出控制辐射事故危害，保障员工安全与健康，保护环境等措施建议。
- (4) 协助上级应急监测组开展辐射监测和评价工作。
- (5) 事故处理后对辐射事故进行记录及整理相关资料。

3、人员培训和演习计划

为使参加应急处理的人员能熟悉和掌握应急预案的内容，保持迅速、正确、有效地执行应急技能和知识，提高辐射工作人员应对突发事件的能力，应进行培训和演练。

(1) 人员培训

培训对象包括应急预案成员、辐射工作人员；

培训内容包括应急原则和实施程序，辐射安全与防护专业知识，可能出现的辐射事故及辐射事故经验和教训，辐射监测仪器、通讯及防护设施的使用和应急预案执行步骤等。

(2) 演练计划

辐射安全事故应急处理小组须定期(每年一次)组织应急演练，提高辐射事故应急能力，并通过演练逐步完善应急预案。

赫比（苏州）通讯科技有限公司已编制《辐射事故应急预案》，正式成立辐射事故应急领导小组，明确岗位职责与分工。公司严格落实辐射安全常态化培训及年度应急演练制度，常态化夯实从业人员应急处置能力，同时根据培训、演练复盘结果持续优化应急预案及处置流程。目前公司现有应急管理体系、培训及演练机制完备，可有效覆盖本项目各类辐射突发状况，完全满足项目辐射事故应急处置的合规及实操要求。

表13 结论与建议

结论 1 辐射安全与防护分析结论 1.1 项目位置 本项目建设地址位于苏州市吴中区郭巷街道河东工业园六丰路289号。赫比（苏州）通讯科技有限公司厂区四周为相邻的工业企业和道路，厂界东侧为俐马公寓，北侧为六丰路和俐马（苏州）织染有限公司，西侧为苏州淼昇电子有限公司，南侧为众仁智能家居有限公司。本项目CT室拟建于慈美1#厂房西侧，本项目铅房周围50m范围内没有居民区、学校等环境敏感目标。本项目辐射环境保护目标主要为辐射工作人员及CT室周围评价范围内的公众。 1.2 项目分区及布局 本项目拟将工业CT边界作为控制区边界，在防护门明显位置设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；以CT室边界作为监督区边界，工作时无关人等不得进入。本项目辐射防护分区的划分符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中关于辐射工作场所的分区规定。 1.3 辐射安全措施 本项目工业X射线计算机断层扫描（CT）装置（铅房）正面有1扇防护门，防护门与X射线发生器设置门机联锁。防护门未完全关闭时，铅房内部X射线发生器不能接通高压出束。操作期间误打开防护门，可以立即实现X射线停止出束；设备正面醒目位置和CT室入口处均设置电离辐射警示标志，设备防护门侧显著位置安装工作状态指示灯并与出束联锁，设备出束期间工作状态指示灯亮起；铅房内部以及设备操作面板上安装急停开关，发生紧急状况时，按下急停开关，立即终止X射线出束。急停开关使用后，需复位后方可进行下一次检测工作。 辐射工作人员和辐射安全管理人员在上岗前参加辐射防护知识考核，合格后上岗操作。辐射工作人员在操作时佩戴个人剂量计，企业拟为本项目配备1台有效的个人剂量报警仪，人员开展辐射工作时携带。企业拟配备1台辐射剂量率巡检仪，定期自检。在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。
--

1.4 辐射安全管理

赫比（苏州）通讯科技有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并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。本项目拟配备3名辐射工作人员，其中2名已通过“X射线探伤”辐射安全与防护考核，1名已通过“辐射安全管理”辐射安全与防护考核。后期新增辐射工作人员也应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，并取得辐射安全培训合格证书，辐射工作人员持有的原辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可上岗。

公司已配备1台环境辐射剂量巡测仪和3台个人剂量报警仪，本项目拟新增1台环境辐射剂量巡测仪和1台个人剂量报警仪，能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全管理措施能够满足辐射安全管理要求。

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

本项目Metrotom 1500 225KV G3铅房尺寸为3.7m（长）×1.81m（宽）×2.44m（高），铅房左侧、前侧、后侧以及铅房顶部为5mm铅板+3mm钢板防护，右侧壁主射线方向为12mm铅板+3mm钢板防护，铅房底部以及前侧防护门为3mm钢+5mm铅+3mm钢防护。上述防护措施可使屏蔽体达到良好防护效果。

根据理论预测结果，本项目工业用CT装置运行后铅房周围的辐射剂量率均能够满足《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/T250-2014）的辐射剂量率限值要求。

2.2 保护目标剂量

根据理论预测结果，本项目投入运行后辐射工作人员和周围公众周/年有效剂量均能够满足《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）中对个人年有效受照剂量（职业人员20mSv/a，公众1mSv/a）、周有效受照剂量（职业人员100μSv/周，公众5μSv/周）的要求，并低于本项目剂量约束值：职业人员5mSv/a，公众0.1mSv/a。

2.3 三废处理处置

本项目工业用CT装置在工作时产生的X射线可使空气电离从而产生少量臭氧和氮氧化物，臭氧和氮氧化物可通过机械通风及工件门排出铅房，臭氧在空气中短时间内可自行分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目辐射工作人员在工作过程中产生的生活污水将进入城市污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

3 可行性分析结论

综上所述，赫比（苏州）通讯科技有限公司扩建1台工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

1) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3) 公司应按照《建设项目环境保护管理条例》规定及时进行竣工环保验收。

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	投资 (万元)
辐射安全管理机构	成立辐射安全管理机构，并以文件形式明确各成员职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用II类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的要求。	1
辐射安全和防护措施	本项目Metrotom 1500 225KV G3铅房外尺寸为3.7m（长）×1.81m（宽）×2.44m（高），铅房左侧、前侧、后侧以及铅房顶部为5mm铅板+3mm钢板防护，其中主射线方向右侧壁为12mm铅板+3mm钢板防护，铅房底部以及前侧防护门为3mm钢板+5mm铅板+3mm钢板防护。本项目工业用CT装置的防护门与屏蔽体前壁之间，两侧采用8cm重叠宽度，上下采用16cm重叠宽度，门缝宽约5mm，搭接宽度与防护门门缝的宽度比例达到10:1，防止射线在门缝处泄漏。铅房后侧壁下方设电缆孔洞，出线孔处设置5mm铅+3mm钢防护罩进行屏蔽；铅房顶部2个换气通风孔，出风口均设置5mm铅+3mm钢板进行防护。	铅房表面外30cm处辐射剂量率能够满足《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/T250-2014中）“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5μSv/h。”的要求。辐射工作人员和周围公众年受照剂量应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值要求和项目管理目标剂量约束值要求：职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv。	10
	（1）工业CT拟安装门机联锁装置。工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置（铅房）正面有1扇防护门，防护门与X射线发生器设置门机联锁。防护门未完全关闭时，铅房内部X射线发生器不能接通高压出束。操作期间误打开防护门，可以立即实现X射线停止出束。 （2）工业CT防护门关闭和射线工作时均有相应的声光报警和警示灯提示，警示灯串在安全回路里，如警示灯故障，射线不能启动。铅房正面醒目位置安装工作状态指示灯，设备出束期间工作状态指示灯亮起，黄灯闪烁表示射线准备就绪，黄灯常亮表示射线启动。 （3）工业CT铅房内部顶部拟安装监视装置，可监视铅房人员出入、内部的人员活动以及设备内部的运行情况。 （4）工业CT醒目位置和CT室入口处拟设置电离辐射警告标志和中文警示说明。 （5）工业CT控制面板拟设置1处急停开关，铅房内部拟设置2处急停开	满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要求	2

	关，分别安装在后侧壁、左侧壁。发生紧急状况时，按下急停开关，立即终止X射线出束。急停开关使用后，需复位后方可进行下一次检测工作。 急停按钮应带有标签。 （6）工业CT内部拟设置机械通风装置，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不小于3次。		
人员配备	本项目拟配备3名辐射工作人员，均已参加辐射安全与防护培训，并考核合格后。 辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期送检（1次/季），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。 辐射工作人员定期（不少于2年1次）进行职业健康体检，并建立放射工作人员职业健康档案。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。	5
监测仪器和防护用品	拟新增1台环境辐射剂量巡测仪	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	1
	拟新增1台个人剂量报警仪		1
辐射安全管理制度	公司拟根据相关标准要求，制定一系列辐射安全管理制度，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、监测方案、射线装置使用登记、台账管理制度以及辐射事故应急预案等制度，公司在之后的实际工作中应不断根据法律法规及实际情况对各项管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急预案	/
总机	-	-	20

以上措施必须在项目运行前落实。

表14 审批

下一级环保部门预审意见	
经办人	公章 年 月 日
审批意见	
经办人	公章 年 月 日