

核技术利用项目

漳州职业技术学院1台工业CT装置项目 环境影响报告表 (公示稿)

漳州职业技术学院 (盖章)

2025年11月



核技术利用项目

漳州职业技术学院1台工业CT装置项目 环境影响报告表



建设单位名称：漳州职业技术学院

建设单位法人代表（签名或盖章）：林培榕

林培榕

通讯地址：漳州市芗城区大学路2号

邮政编码：363000

联系人：刘**

电子邮箱：/

联系电话：18*****

打印编号: 1763540362000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	49016n		
建设项目名称	漳州职业技术学院1台工业CT装置项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	漳州职业技术学院		
统一社会信用代码	12350600743800412D		
法定代表人 (签章)	林培榕		
主要负责人 (签字)	刘利		
直接负责的主管人员 (签字)	林娜		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	福建宏邦检测技术有限公司		
统一社会信用代码	91350102MA8UQ5E46W		
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
杨梅青	20210503535000000001	BH048197	杨梅青
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
王乐梅	表7、表8、表9、表10、表11、表12	BH076387	王乐梅
杨梅青	表1, 表2, 表3, 表4, 表5, 表6, 表13	BH048197	杨梅青

建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位 福建宏邦检测技术有限公司（统一社会信用代码 91350102MA8UQ5E46W）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的 漳州职业技术学院1台工业CT装置项目 项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为 杨梅青（环境影响评价工程师职业资格证书管理号 20210503535000000001，信用编号 BH048197），主要编制人员包括 杨梅青（信用编号 BH048197）、王乐梅（信用编号 BH076387）（依次全部列出）等 2 人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位(公章):



2024年11月19日



营业执照

(副本) 副本编号: 1-1

统一社会信用代码

91350102MA8UQ5E46W



名称 福建宏邦检测技术有限公司

注册资本 壹仟万圆整

类型 有限责任公司

成立日期 2022年03月16日

法定代表人 彭小坚

住所 福建省福州市晋安区新店镇西园路161号
延陵楼4层417#/418#/419#办公室

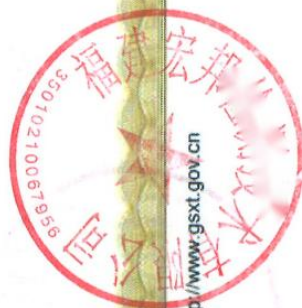
经营范围

许可项目: 检验检测服务; 职业卫生技术服务; 放射卫生技术服务; 辐射监测。(依法须经批准的项目, 经相关部门批准后方可开展经营活动, 具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准) 一般项目: 计量技术服务; 技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广; 环保咨询服务; 环境保护监测。(除依法须经批准的项目外, 凭营业执照依法自主开展经营活动)



登记机关

2025年 4 月 11日



国家企业信用信息公示系统网址:

<http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer



姓名:	杨梅青
证件号码:	350125199212022820
性别:	女
出生年月:	1992年12月
批准日期:	2021年05月30日
管理号:	20210503535000000001

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，具有环境影响评价工程师的职业水平和能力。



中华人民共和国
人力资源和社会保障部

中华人民共和国
生态环境部





企业职工基本养老保险参保缴费明细证明

社会保障号: 350127199609035966

姓名: 王乐梅

打印日期: 2025-11-19

序号	个人编号	单位编号	单位名称	费款所属期	对应费款所属期	单位缴费金额	个人缴费金额	缴费月数	缴费基数	缴费性质
1	176195729	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202501	202501	616.88	323.44	1	4043	正常应缴
2	176195729	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202502	202502	616.88	323.44	1	4043	正常应缴
3	176195729	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202503	202503	616.88	323.44	1	4043	正常应缴
4	176195729	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202504	202504	616.88	323.44	1	4043	正常应缴
5	176195729	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202505	202505	616.88	323.44	1	4043	正常应缴
6	176195729	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202506	202506	616.88	323.44	1	4043	正常应缴
7	176195729	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202507	202507	616.88	323.44	1	4043	正常应缴
8	176195729	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202508	202508	616.88	323.44	1	4043	正常应缴
9	176195729	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202509	202509	616.88	323.44	1	4043	正常应缴
10	176195729	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202510	202510	616.88	323.44	1	4043	正常应缴

第 1 页, 共 2 页

本表来自福建省12333公共服务平台

此件真伪, 可通过访问<http://35.106.32.190/gsfest-portal/portal/home>或扫描右侧二维码进行校验。

文件校验码: 7XFB1L0TV

(文件下载后校验码才有效)





企业职工基本养老保险参保缴费明细证明

社会保障码: 350125199212022920

姓名: 杨梅青

打印日期: 2025-11-19

序号	个人编号	单位编号	单位名称	费款所属期	对应费款所属期	单位缴费金额	个人缴费金额	缴费月数	缴费基数	缴费性质
1	175337482	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202504	202504	646.88	323.44	1	4043	正常应缴
2	175337482	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202505	202505	646.88	323.44	1	4043	正常应缴
3	175337482	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202506	202506	646.88	323.44	1	4043	正常应缴
4	175337482	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202507	202507	646.88	323.44	1	4043	正常应缴
5	175337482	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202508	202508	646.88	323.44	1	4043	正常应缴
6	175337482	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202509	202509	646.88	323.44	1	4043	正常应缴
7	175337482	2022091730986	福建宏邦检测技术有限公司	202510	202510	646.88	323.44	1	4043	正常应缴

第 1 页, 共 2 页

本表来自福建省12333公共服务平台

此件真偽，可通過訪問[http://221.193.52.229/1/ggfwxy-portal/portal/portal/home](http://221.193.52.229/1/ggfwxy-portal/portal/home)或掃描右側二維碼進行校驗。

文件檢驗碼: 7XF6FS5N

(文件下载后校验码才有效)





2025年11月19日 星期三

本站 | 请输入关键字



长者模式

无障碍浏览

当前位置: 首页 政务公开 业务信息 环评审批 环评管理

环评文件编制技术单位备案情况汇总表(截至2025年11月10日)

来源: 福建省生态环境厅 时间: 2025-11-10 09:59 浏览量: 439

A⁺ A⁻ ☆ 打印 分享

环评文件编制技术单位备案情况汇总表

(截至2025年11月10日,按备案时间先后)

注册地在福建省的环评文件编制技术单位

序号	技术单位名称	备案时间	备注
1	中核集团福建创信环保科技有限公司	2020.8.4	2022.12.12工程师变更。2024.7.29 公司地址、环评工程变更。2024.9.29变更公司邮箱信息,环境影响评价工程师信息未
2	福建新时代环保科技有限公司	2020.8.4	
172	福州新晟环境技术有限公司	2025.4.18	
173	泉州红树林环保科技有限公司	2025.5.7	
174	漳州市绿安企业服务有限公司	2025.5.7	
175	福建省工大工程设计有限公司	2025.5.7	
176	泉州市清鑫环能环保科技有限公司	2025.5.27	
177	福建宏邦检测技术有限公司	2025.5.27	
178	福建宏诚低碳环保咨询有限公司	2025.5.27	
179	福建悦创环保科技有限公司	2025.5.27	
180	福建省诚硕环保科技有限公司	2025.6.19	
181	福建省莆阳环保科技有限公司	2025.7.14	
182	福建省蓝澈环保科技有限公司	2025.7.14	

目录

表1 项目基本情况	1
表2 放射源基本情况	16
表3 非密封放射性物质	16
表4 射线装置	17
表5 废弃物（重点是放射性废弃物）	18
表6 评价依据	19
表7 保护目标与评价标准	21
表8 环境质量和辐射现状	28
表9 项目工程分析与源项	34
表10 辐射安全与防护	39
表11 环境影响分析	47
表12 辐射安全管理	60
表13 结论与建议	64

表1 项目基本情况

建设项目名称		漳州职业技术学院 1 台工业 CT 装置项目					
建设单位		漳州职业技术学院					
法人代表		林培榕	联系人	刘**	联系电话	18*****	
注册地址		漳州市芗城区大学路 2 号					
项目建设地点		漳州市芗城区大学路 2 号漳州职业技术学院 7 号楼 1 层 120 室					
立项审批部门		/		批准文号	/		
建设项目总投资（万元）		251		环保投资（万元）	14	投资比例	5.6%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积	15m ²	
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	/					

1.1 建设单位情况

漳州职业技术学院（以下简称“建设单位”）位于福建省漳州市芗城区大学路2号，是一所由漳州市人民政府举办，经福建省人民政府批准、教育部备案的全日制普通高等职业院校，是国家示范性高等职业院校、“中国特色高水平高职学校和专业建设计划”高水平专业群建设单位、第四届“黄炎培职业教育优秀学校”、教育部职业教育信息化标杆学校。

学院前身是创办于1984年的漳州大学（后改名漳州职业大学），2002年4月，经福建省人民政府批准，更名为漳州职业技术学院。《建设单位法人证书》见附件2。

1.2 项目由来

为满足需求，建设单位拟购置1台型号为“BVE-CT2250型”的工业CT装置，拟安装在7号楼1层120室。拟购置的设备为Ⅱ类自屏蔽式X射线探伤装置，用于材料内部缺陷检测，出厂设备辐射检测报告见附件4。

建设单位拟为本项目配备5名辐射工作人员，在投入使用前应取得核技术利用辐射安全与防护考核合格成绩单。该建设单位无其他核技术利用设备，本次属于首次开展核技术利用。建设项目射线装置参数一览表见表1.2-1。

表1.2-1 拟建项目射线装置参数一览表

型号	管电压 (kV)	管电流 (mA)	类别	数量 (台)	设备拟安装 位置	用途
BVE-CT2250型	225	3	Ⅱ	1	7号楼1层 120室	材料内部缺陷 检测

根据环境保护部、国家卫生和计划生育委员会的公告（2017年第66号）《关于发布〈射线装置分类〉的公告》及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》（中华人民共和国生态环境部令第16号）规定，建设单位拟配置的1台工业CT机为Ⅱ类射线装置，属于《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021版）》（中华人民共和国生态环境部令第16号）中的“五十五、核与辐射172核技术利用建设项目”，应编制环境影响报告表。建设单位于2025年9月委托福建宏邦检测技术有限公司（见附件1）对漳州职业技术学院1台工业CT装置项目（以下简称“本项目”）进行环境影响评价工作。

我公司接受委托后，对漳州职业技术学院1台工业CT机项目拟建场址及周围环境进行了辐射环境本底监测，收集了有关资料，在完成辐射环境质量现状监测、污染源分析等工作的基础上，依照《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）的相关要求编制完成了《漳州职业技术学院1台工业CT装置项目环境影响报告表》。

1.3 项目地理位置及周边环境

漳州职业技术学院位于漳州市芗城区大学路2号，项目地理位置见图1.3-1，建设单位平面布局图见图1.3-2。本项目拟购置的工业CT机放置于7号楼1层120室，平面布局图见图1.3-3、图1.3-4、图1.3-5。该机房原为实训室（见图1.3-3），现将其改造为工业CT机房、精密检测室及预留的实验室（见图1.3-5）。工业CT机房用地面积约 15m^2 ，南侧为精密检测室，东侧为材料热处理实训室，西侧为预留实验室，北侧为楼内过道，楼上为电子技术基础实训室，楼下土层无建筑。工业CT机周边环境现状见图1.3-6。



审图号：闽S（2019）255号

福建省制图院 编制

福建省测绘地理信息发展中心 监制

图1.3-1 项目地理位置图

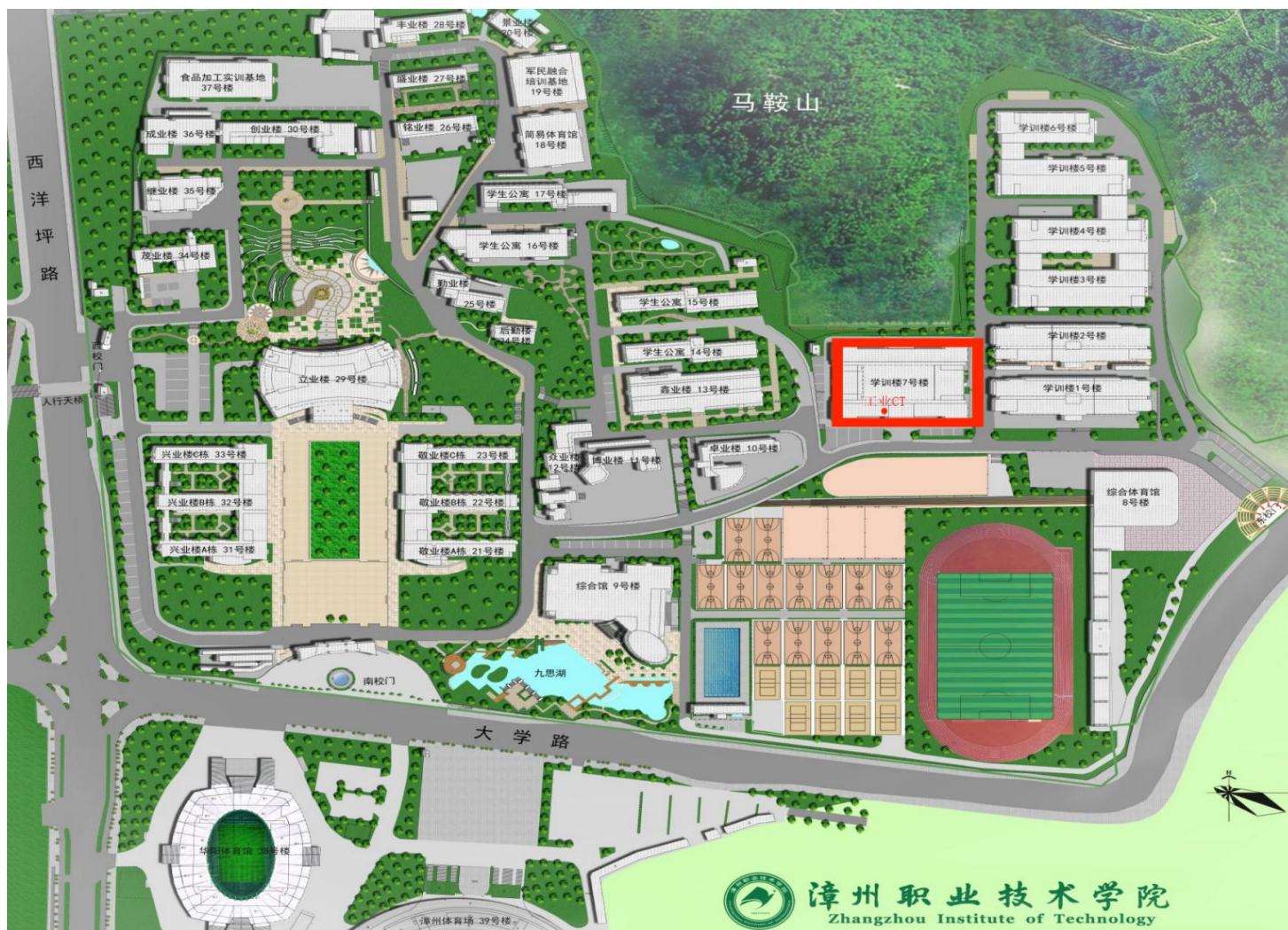


图1.3-2 建设单位平面布局图（本项目位于7号楼）

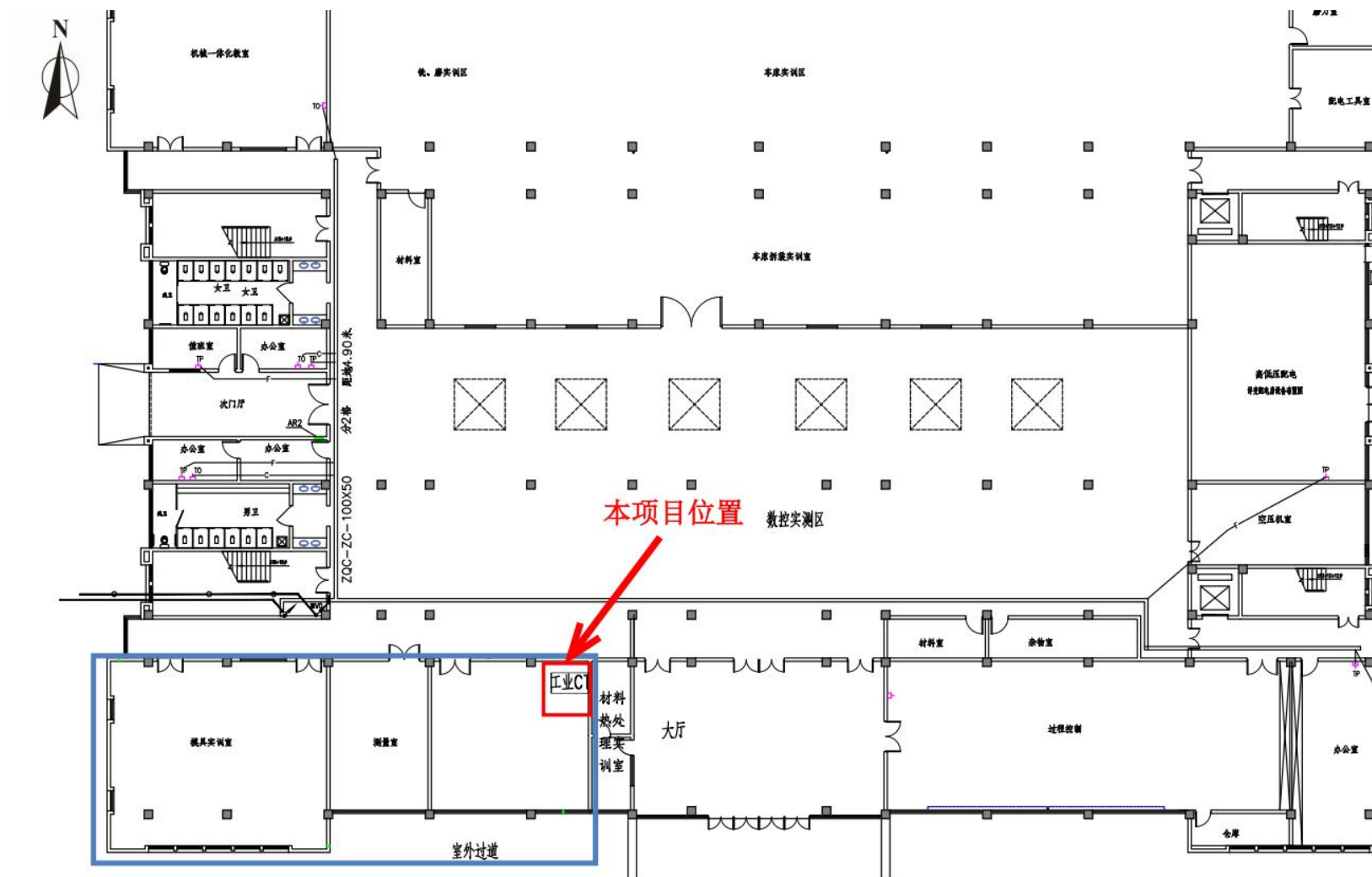


图1.3-3 7号楼1层平面布局图（蓝色框内为改造区域，红色框内为本项目所在位置）

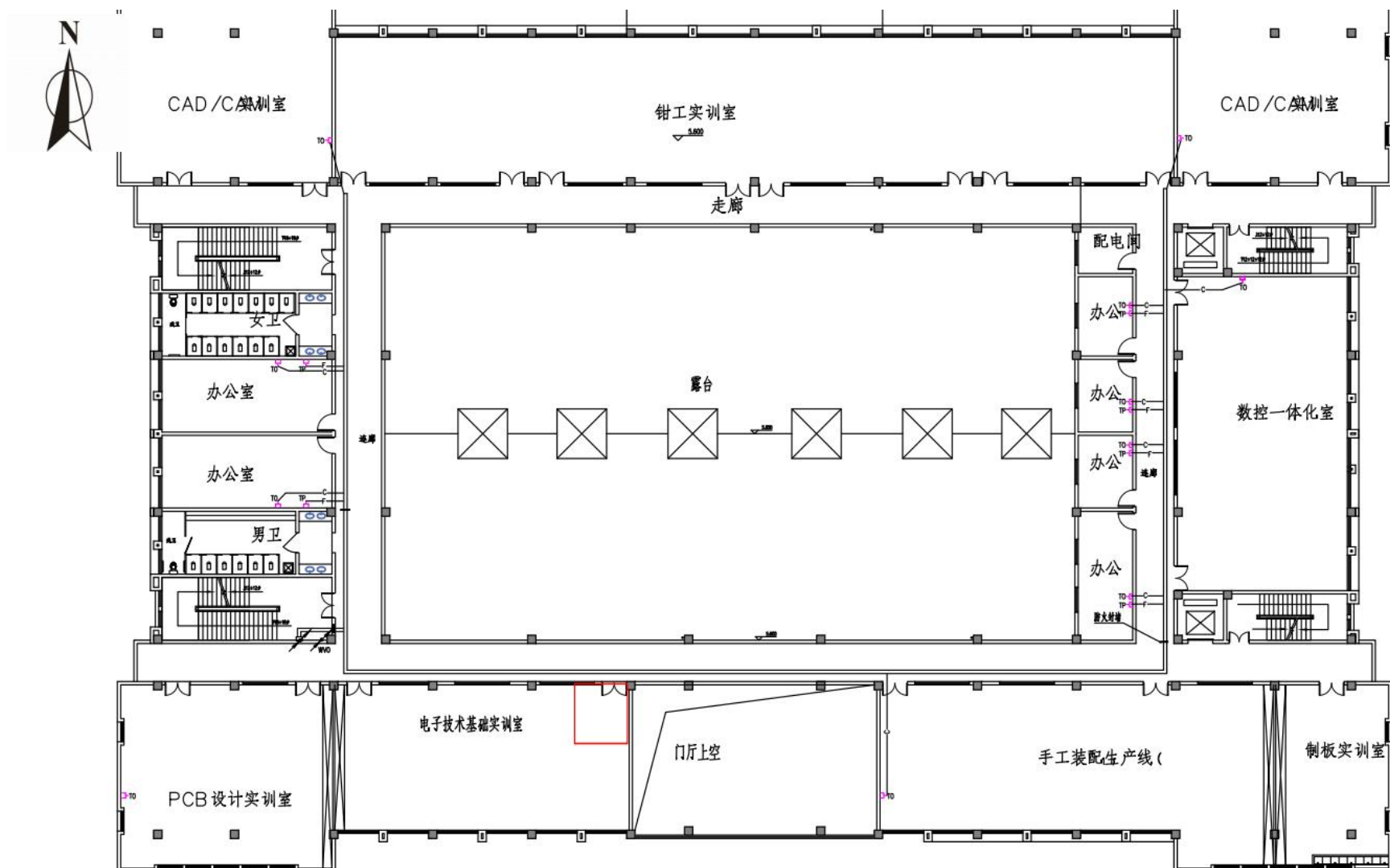


图1.3-4 7号楼2层图纸（红色框内为工业CT机房正上方位置）

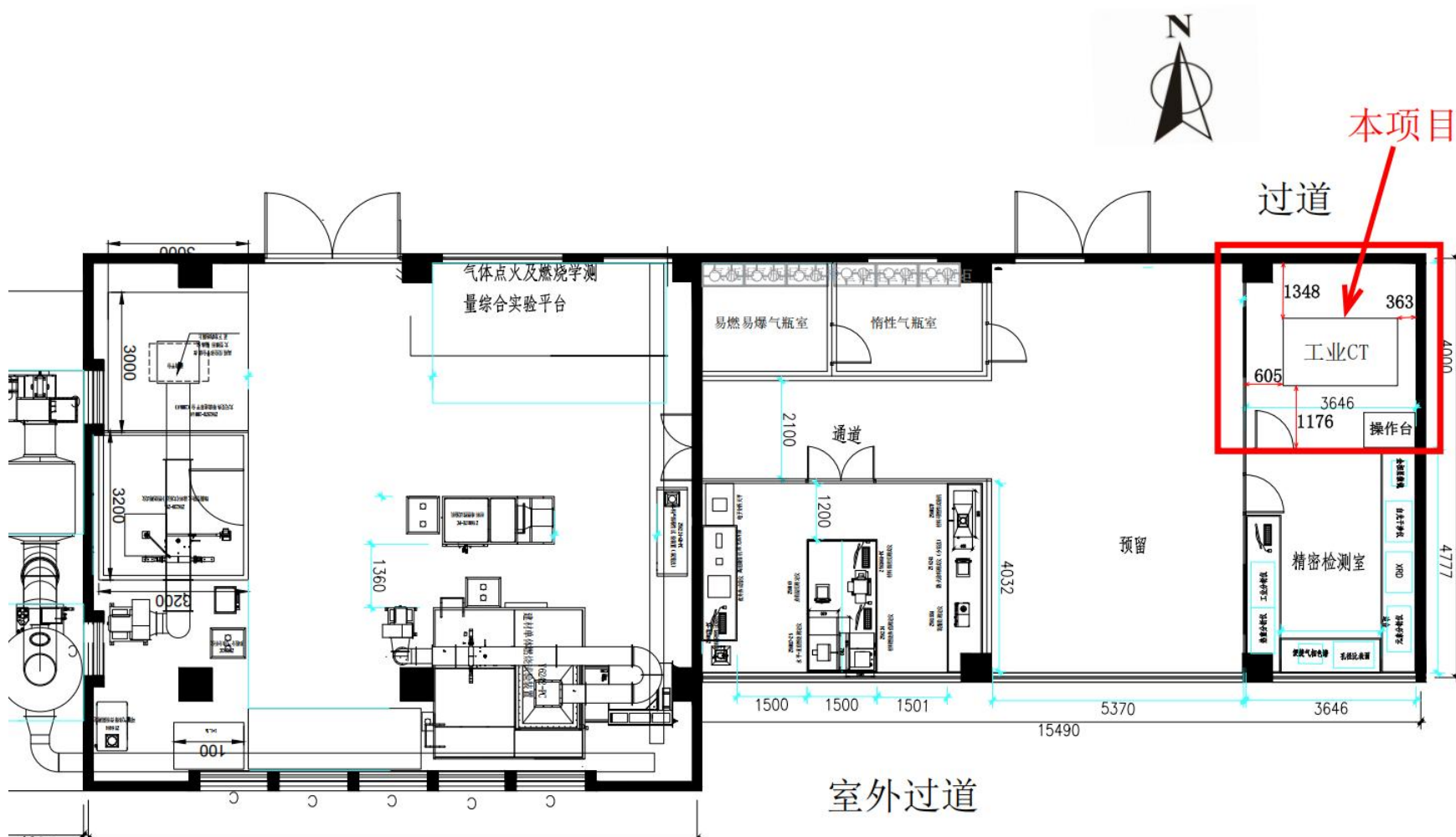


图1.3-5 7号楼1层改造后图纸（局部）



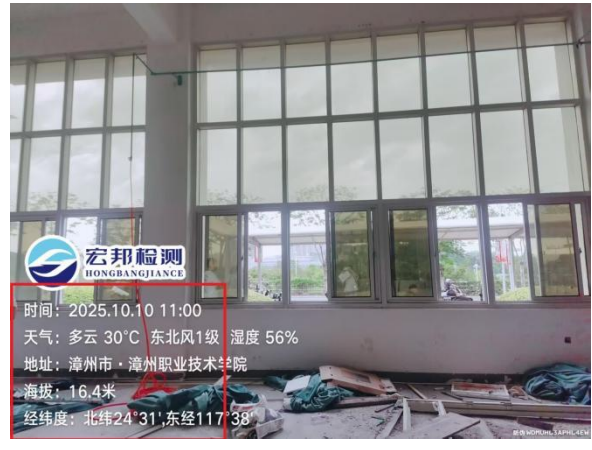
设备拟安装位置



西侧（预留实验室）



东侧（材料热处理实训室）



南侧（精密检测室）



北侧（楼内过道）



楼上（电子技术基础实训室）



图1.3-6 周边环境现状图

该项目50米范围内均在学校内，为学校道路、操场，无居民住，因此该项目的选址是合理的。辐射环境影响评价范围见图1.3-7。



1.4 可行性分析

(1) 实践正当性分析

拟建项目工业CT机主要用于材料内部缺陷检测，其应用能提高产品的质量，确保产品安全可靠的同时创造了更大的经济效益和社会效益，符合辐射防护“实践的正当性”原则；拟建项目考虑了经济和社会的因素之后，通过探伤室辐射防护措施将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则；拟建项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使拟建项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则；项目在加强管理后能满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

因此，拟建项目对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的实践的正当性原则。

(2) 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，拟建项目属于鼓励类中第六类“核能”中的第6条“核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，符合国家当前产业政策。

(3) 生态环境分区管控符合性分析

根据《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政〔2020〕12号）、《漳州市生态环境局关于发布漳州市2024年生态环境分区管控动态更新成果的通知》（漳环综〔2025〕5号），项目环境管控单元编码：ZH35060220004（芴城区），其所在管控单元见图1.4-1，与管控要求符合性分析见表1.4-1。

表1.4-1 项目与管控单元生态环境准入符合性分析

环境管控单元名称	环境管控要求		拟建项目	符合性
芴城区重点管控单元2	空间布局约束	1.禁止新建、扩建涉气重污染项目 2.严禁在人口聚集区新建涉及危险化学品的项目 3.禁止在城镇居民区、文化教育科学研究区等人口集中区域建设畜禽养殖场、养殖小区 4.严格控制高VOCs排放的建设项目，采用低挥发性原辅材料的项目除外 5.开展城镇及周边未入园的工业企业进行摸底调查，建立“退城入园”项目库。	拟建项目属于核技术利用建设项目，不涉及涉气重污染项目、VOCs排放，不产生危险化学品、不涉及畜禽养殖场、养殖小区，符合空间布局的要求	符合

		6.禁止开发利用未经评估和无害化处理的列入建设用地污染地块名录及开发利用负面清单的土地。列入建设用地土壤污染风险管控和修复名录的地块，不得作为住宅、公共管理与公共服务用地。		
芄城区重点管控单元2	污染物排放管控	1.加快城市污水管网建设，新（改/扩）建污水处理厂排放执行一级A排放标准或更严格。 2.城市建成区的大气污染型工业企业的新增二氧化硫、氮氧化物及VOCs排放量实行总量控制，落实相关规定要求。 3.对现状企业进行整合搬迁或升级改造治理，全面提升污染治理水平，远期实现逐步退出。 4.通过实施清洁柴油车（机）、清洁运输和清洁油品行动，发展绿色交通、推广新能源汽车、强化城市扬尘污染管控和对加油站、储油库、油罐车等监管等措施减少城市交通源、扬尘源。	拟建项目属于核技术利用建设项目，未涉及污水管网建设、油气回收设施，产生少量臭氧和氮氧化物经通风系统排到大气环境，对环境基本无影响	符合
	环境风险防控	对单元内具有潜在土壤污染环境风险的企业应加强管理，实施项目环评、设计建设、拆除设施、终止经营全生命周期土壤和地下水污染防治，建立土壤和地下水污染隐患排查治理制度、风险防控体系和长效监管机制。制定环境风险应急预案，建设突发事件应急物资储备库，成立应急组织机构。	拟建项目为核技术利用项目，建设单位将按要求制定环境风险应急预案，建立完善有效的环境风险防控设施，环境风险可控	符合
	资源开发效率要求	禁止使用、销售高污染燃料，禁止新建、扩建高污染燃料燃用设施。	拟建项目不涉及高污染燃料，仅使用的电属于清洁能源	符合
因此，拟建项目符合漳州市芄城区的管控要求。				



图1.4-1 项目所在管控单元判定图

1.5 评价目的

（1）对拟建项目核技术利用场所及周边的辐射环境现状进行现场调查和监测，掌握该场址的辐射水平和辐射环境质量现状；

（2）通过环境影响评价，预测拟建项目对其周围环境影响的程度和范围，提出环境污染对策，为拟建项目的辐射环境管理提供科学依据；

（3）对不利影响和存在的问题提出防治措施，使辐射环境影响满足相关标准要求和减少到“可合理达到的尽量低的水平”；

（4）提出环境管理和环境监测计划，使该项目满足国家和地方生态环境部门对建设项目环境管理规定的要求，为辐射环境管理提供科学依据。

1.6 原有核技术应用项目许可情况

建设单位此前未开展过核技术利用项目，未持有过辐射安全许可证，本项目为首次申请核技术利用项目。

1.7 辐射工作人员情况

建设单位为本项目拟配备5名X射线工业CT操作人员，详细人员结构在后期项目运营期将根据实际需要再进行调整。

1.8 环保投资

拟建项目总投资为251万元，其中环保投资约为14万元，占总投资的5.6%。拟建项目环保投资具体情况见表1.8-1。

表1.8-1 环保投资情况一览表

序号	项目	环保投资金额（万元）
1	个人剂量监测、职业健康体检、辐射安全与防护考核费用	3
2	辐射监测仪器、个人剂量报警仪、固定式辐射剂量报警仪费用	5
3	辐射工作场所监测费用、环境影响评价费用、环保设施验收费用	5
4	辐射安全规章制度上墙、工作状态指示灯、警告标志等防护设施费用	1
6	合计	14

表2 放射源基本情况

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

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

表3 非密封放射性物质

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

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业CT	II类	1	BVE-CT2250	225	3	材料内部缺陷检测	7号楼1层120室	/

(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	气态	/	/	/	少量	/	通风排放	排入大气
氮氧化物	气态	/	/	/	少量	/	通风排放	排入大气
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

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

表6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日实施 (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日修订； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日实施； (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019年3月2日修订； (5) 《建设项目环境保护管理条例》，2017年10月1日实施； (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021年1月1日实施； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011年5月1日； (8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021修正版）生态环境部令第20号，2021年1月4日起施行； (9) 《放射工作人员职业健康管理办法》，2007年11月1日； (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》，2019年12月23日； (11) 《福建省环保厅关于印发〈核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲〉（试行）的通知》（闽环保辐射〔2013〕10号）； (12) 《关于发布射线装置分类办法的公告》，2017年12月5日； (13) 《产业结构调整指导目录》（2024年本），2023年12月27日发布，2024年2月1日实施； (14) 《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》（环发〔2006〕145号）； (15) 《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔2016〕430号）。
技术标准	(1) 《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ/T10.1-2016）； (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (3) 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），2023年3月1日实施； (4) 《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第1号修改单（GBZ/T250-2014/XG1-2017）；

技 术 标 准	(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； (6) 《环境 γ 辐射空气吸收剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
其 他	(1) 《委托书》； (2) 《辐射防护技术与管理》（张丹枫赵兰才编著）第一卷； (3) 《中国环境天然放射性水平》（原子能出版社出版，2015年）； (4) 建设单位提供的拟建项目相关资料。

表7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围 根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ/T10.1-2016）评价范围和保护目标的相关规定：放射源和射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于100m的范围）。本项目为使用II类射线装置，且本项目工业CT机自带屏蔽体。因此，本项目辐射环境影响评价范围为自屏蔽体外50m范围。																																																											
7.2 保护目标 根据对拟建项目周围环境的现场踏勘和调查，本评价范围为职业工作人员和公众，公众人员包括学校学生、学校职工和偶尔停留的其他非辐射工作人员。 根据对拟建项目周围环境的调查，拟建项目评价范围内的环境保护目标具体见表7.2-1。 表7.2-1 工业CT工作场所周边环境及保护目标 <table> <tr> <th>保护目标名称</th><th>相对方位/场所名称</th><th>与自屏蔽体最近距离</th><th>规模（人数）</th><th>剂量约束值（mSv/a）</th></tr> <tr> <td>辐射工作人员</td><td>本项目</td><td>/</td><td>5人</td><td>5</td></tr> <tr> <td rowspan="14">公众</td><td>西侧（预留实验室）</td><td>相邻</td><td>1-2人</td><td rowspan="13">0.10</td></tr> <tr> <td>南侧（精密检测室）</td><td>相邻</td><td>1-2人</td></tr> <tr> <td>北侧（室内过道）</td><td>相邻</td><td>流动人员</td></tr> <tr> <td>北侧（数控实验区）</td><td>3.5m</td><td>1-2人</td></tr> <tr> <td>东侧（材料热处理实验室）</td><td>相邻</td><td>1-2人</td></tr> <tr> <td>东侧（大厅）</td><td>2.3m</td><td>流动人员</td></tr> <tr> <td>楼上（电子技术基础实验室）</td><td>相邻</td><td>1-2人</td></tr> <tr> <td>7号楼南侧室外过道</td><td>6m</td><td>流动人员</td></tr> <tr> <td>7号楼南侧车棚</td><td>10m</td><td>流动人员</td></tr> <tr> <td>7号楼南侧马路</td><td>18m</td><td>流动人员</td></tr> <tr> <td>7号楼南侧操场</td><td>28m</td><td>流动人员</td></tr> <tr> <td>7号楼北侧室外过道</td><td>43m</td><td>流动人员</td></tr> <tr> <td>7号楼西侧室外过道</td><td>25m</td><td>流动人员</td></tr> <tr> <td>7号楼东侧室外过道</td><td>53m</td><td>流动人员</td><td></td></tr> </table>					保护目标名称	相对方位/场所名称	与自屏蔽体最近距离	规模（人数）	剂量约束值（mSv/a）	辐射工作人员	本项目	/	5人	5	公众	西侧（预留实验室）	相邻	1-2人	0.10	南侧（精密检测室）	相邻	1-2人	北侧（室内过道）	相邻	流动人员	北侧（数控实验区）	3.5m	1-2人	东侧（材料热处理实验室）	相邻	1-2人	东侧（大厅）	2.3m	流动人员	楼上（电子技术基础实验室）	相邻	1-2人	7号楼南侧室外过道	6m	流动人员	7号楼南侧车棚	10m	流动人员	7号楼南侧马路	18m	流动人员	7号楼南侧操场	28m	流动人员	7号楼北侧室外过道	43m	流动人员	7号楼西侧室外过道	25m	流动人员	7号楼东侧室外过道	53m	流动人员	
保护目标名称	相对方位/场所名称	与自屏蔽体最近距离	规模（人数）	剂量约束值（mSv/a）																																																							
辐射工作人员	本项目	/	5人	5																																																							
公众	西侧（预留实验室）	相邻	1-2人	0.10																																																							
	南侧（精密检测室）	相邻	1-2人																																																								
	北侧（室内过道）	相邻	流动人员																																																								
	北侧（数控实验区）	3.5m	1-2人																																																								
	东侧（材料热处理实验室）	相邻	1-2人																																																								
	东侧（大厅）	2.3m	流动人员																																																								
	楼上（电子技术基础实验室）	相邻	1-2人																																																								
	7号楼南侧室外过道	6m	流动人员																																																								
	7号楼南侧车棚	10m	流动人员																																																								
	7号楼南侧马路	18m	流动人员																																																								
	7号楼南侧操场	28m	流动人员																																																								
	7号楼北侧室外过道	43m	流动人员																																																								
	7号楼西侧室外过道	25m	流动人员																																																								
	7号楼东侧室外过道	53m	流动人员																																																								

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

第4.3.2.1款应对个人受到的正常照射加以限制，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）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。

表7.3-1 本项目相关标准限值

对象	剂量限值
职业照射 剂量限值	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： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可做任何追溯性平均），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到的平均剂量估计值不应超过下述限值：①年有效剂量，1mSv； ②剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即取值范围在每年0.1~0.3mSv）。但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。 特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一年份的有效剂量可提高到5mSv。

第6.4款 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

表7.3-2 辐射工作场所的分区标准

辐射工作场所分区	要求
控制区	6.4.1.1注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。 6.4.1.确定控制区的边界时，应考虑预计的正常照射的水平、潜在照射的可能性和大小，以及所需要的防护手段与安全防护措施的性质和范围。
监督区	注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

7.3.2 《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。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按GBZ128的要求进行个人剂量监测，按GBZ98的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合GB/T9445要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

5 探伤机的放射防护要求

5.1 X射线探伤机

5.1.1 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。

5.1.2 工作前检查项目应包括：

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

5.1.3 X射线探伤机的维护应符合下列要求：

a) 使用单位应对探伤机的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行；

b) 设备维护包括探伤机的彻底检查和所有零部件的详细检测；

- c) 当设备有故障或损坏需更换零部件时, 应保证所更换的零部件为合格产品;
- d) 应做好设备维护记录

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全, 操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X射线探伤室的屏蔽计算方法参见GBZ/T250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理, 分区管理应符合GB18871的要求。

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足:

a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平, 对放射工作场所, 其值应不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$, 对公众场所, 其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$;

b) 屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足:

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室内表面边缘所张立体角区域内时, 探伤室顶的辐射屏蔽要求同6.1.3;

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

6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置, 应在门(包括人员进出门和探伤工件进出门)关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中, 防护门被意外打开时, 应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时, 每台装置均应与防护门联锁。

6.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置, 并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间, 以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别, 并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。

6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置, 在控制室的操作台应有专用的监

视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。

6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

6.1.9 探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。

6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。

6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

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

6.2.4 交接班或当班使用便携式X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。

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

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

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

6.3 探伤设施的退役

当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：

c) X射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。

e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。

f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。

7.3.3 《工业X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第1 号修改单

本标准规定了工业X射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于500kV以下的工业X射线探伤装置的探伤室。

3.1.1 探伤室墙和入口处周围剂量当量率（以下简称剂量率）和每周剂量当量（以下简称周剂量）应满足下列要求：

人员在关注点的周剂量参考水平（ H_e ）如下：

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

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

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物的自辐射源点到探伤室内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面30cm处和（或）该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同1。

b) 除2、a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 穿过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应的关注点的剂量率总和，应按1、c) 的剂量率参考控制水平 H_e （ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）加以控制。

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以取 $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

拟建项目相关限值采用标准见表7.3-3。

表7.3-3 拟建项目相关标准限值			
项目	内容	相关限值	标准名称
连续5年的年平均有效剂量限值	辐射工作人员	20mSv	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)
年有效剂量限值	非辐射工作人员	1mSv	
管理限值	辐射工作人员	5mSv/a	辐射工作人员取连续5年年平均有效剂量限值的1/4作为管理限值
	非辐射工作人员	0.1mSv/a	非辐射工作人员取年有效剂量限值的1/10作为管理限值
剂量率参考控制水平	探伤室外表面30cm处剂量率控制值	$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)
	对不需要人员到达的探伤室顶, 探伤室顶表面30cm处剂量率控制值	$\leq 100\mu\text{Sv/h}$	

表8 环境质量和辐射现状

为掌握拟建项目所在地的辐射环境质量现状，福建宏邦检测技术有限公司于2025年10月10日对拟建项目工作场所及其周围环境进行 γ 辐射空气吸收剂量率背景水平调查。

8.1 环境现状监测点位和监测因子

(1) 监测点位

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）中“5.3.3射线装置”的辐射环境监测内容，结合拟建项目评价范围，确定拟建项目检测点位为工业CT机所放置位置及周边受影响区域，具体监测点位见表8.1-1，监测点位见图8.1-1

(2) 监测因子

表8.1-1 监测点位情况表

序号	监测点位	监测内容
1	设备拟安装位置	γ 辐射空气吸收剂量率
2	南侧精密检测室	
3	西侧预留实验室	
4	东侧材料热处理实验室	
5	东侧大厅	
6	北侧过道	
7	北侧数控实测区	
8	正上方电子技术基础实训室	
9	7号楼南侧室外过道	
10	7号楼南侧车棚	
11	7号楼南侧马路	
12	7号楼南侧操场	
13	7号楼北侧室外过道	
14	7号楼东侧室外过道	
15	7号楼西侧室外过道	
16	卓业楼 10 号楼前	
17	鑫业楼13号楼前	
18	学训楼1号楼前	
19	学训楼 2 号楼前	

8.2 监测方案、质量保证措施

8.2.1 监测方案

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）及《环境 γ 辐射空气吸收剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）在工业 CT 装置拟建址周围布设监测点位，测量工业 CT 装置拟放置位置 γ 辐射空气吸收剂量率。

（1）监测时间及环境条件监测单位：福建宏邦检测技术有限公司；监测时间：2025年10月10日；监测环境条件：温度32℃，湿度56%RH。

（2）监测方法：《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《环境 γ 辐射空气吸收剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）。

（3）监测仪器：便携式X、 γ 辐射周围剂量当量率仪。

8.2.2 质量保证措施

（1）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求。

（2）监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。

（3）监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。

（4）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验。

（5）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

（6）监测报告严格实行三级审核。

8.3 监测结果与环境现状调查结果评价

8.3.1 监测仪器与规范

辐射监测仪器的参数与规范见表8.3-1。

表 8.3-1 监测仪器与监测规范表

仪器名称	便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
型号	6150 AD 6+6150 AD-b/H
编号	FJHB021
能量范围	20keV~7MeV
测量范围	5nSv/h-99.99 μ Sv/h
校准因子	0.97
检定有效期	福建省计量科学研究院（证书编号：25R2-00151） 有效期至：2026 年 9 月 25 日

8.3.2 监测结果

本项目工业CT机周边环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果见表8.3-3。

表8.3-2 工业CT周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率水平监测结果

序号	检测点位	检测结果（nGy/h）	备注
1	设备拟安装位置	130.1 $\pm$ 2.9	室内监测
2	南侧精密检测室	121.1 $\pm$ 3.1	室内监测
3	西侧预留实验室	124.0 $\pm$ 2.2	室内监测
4	东侧材料热处理实训室	130.9 $\pm$ 2.9	室内监测
5	东侧大厅	129.5 $\pm$ 3.3	室内监测
6	北侧过道	129.5 $\pm$ 3.2	室内监测
7	北侧数控实测区	130.2 $\pm$ 2.4	室内监测
8	正上方电子技术基础实训室	132.9 $\pm$ 2.6	室内监测
9	7 号楼南侧室外过道	86.0 $\pm$ 1.7	室外监测
10	7 号楼南侧车棚	89.4 $\pm$ 2.9	室外监测
11	7 号楼南侧马路	95.4 $\pm$ 1.9	室外监测
12	7 号楼南侧操场	96.4 $\pm$ 2.7	室外监测
13	7 号楼北侧室外过道	115.1 $\pm$ 2.0	室外监测
14	7 号楼东侧室外过道	121.9 $\pm$ 3.4	室外监测
15	7 号楼西侧室外过道	123.1 $\pm$ 2.6	室外监测
16	卓业楼 10 号楼前	107.5 $\pm$ 1.9	室外监测
17	鑫业楼 13 号楼前	109.0 $\pm$ 2.9	室外监测
18	学训楼 1 号楼前	110.8 $\pm$ 2.6	室外监测
19	学训楼 2 号楼前	110.3 $\pm$ 2.5	室外监测

备注：1.辐射环境检测点位见检测布点图；

2.表中计算结果已乘以建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取0.8，原野、道路取1；

3.根据HJ 1157-2021，空气比释动能和周围剂量当量的换算系数取1.20 Sv/Gy；

（ ^{137}Cs 作为检定参考辐射源）

4.以上检测结果均已扣除测量点处的宇宙射线响应值（29nGy/h）。

由表 8.3-2 监测结果表明，本项目周边室内的环境 γ 辐射空气吸收剂量率在 121.1~132.9nGy/h 之间，周边室外环境 γ 辐射空气吸收剂量率在 61.5~123.1nGy/h 之间，处于漳州市室内、室外辐射环境本底范围值内（注：根据《中国环境天然放射性水平》，漳州市室内辐射环境本底范围值 102.0~351.7nGy/h，道路辐射环境本底范围值在 82.4~399.1nGy/h）。

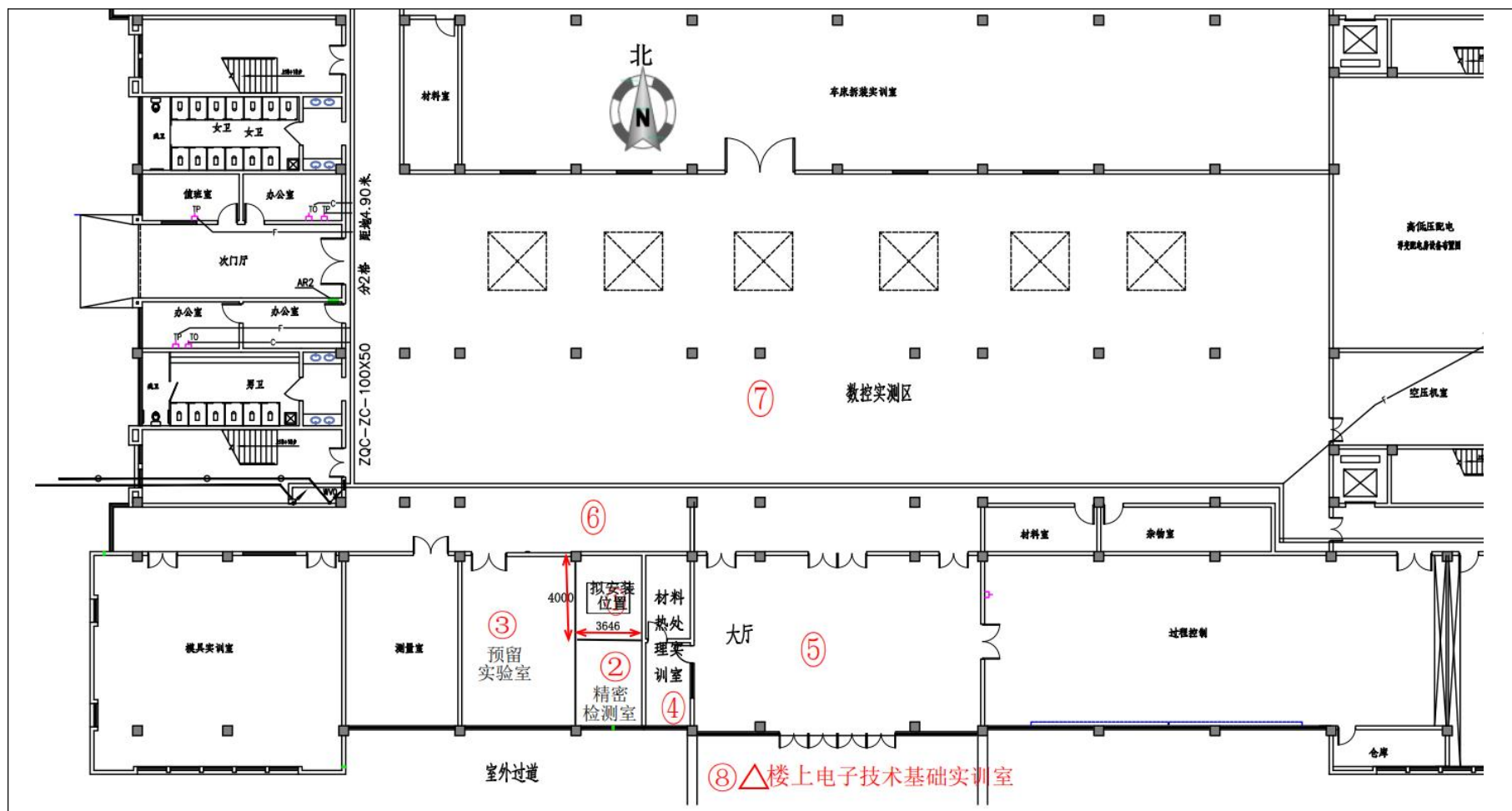




图8.1-1 监测点位图

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

建设单位因工作需要，拟购置1台型号为“BVE-CT2250型”工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置，拟放置于7号楼1层120室，用于材料内部缺陷检测。该设备为II类自屏蔽式X射线探伤装置，CT机在学校内具体位置见图1.3-2。

9.1.1 工程设备

（1）设备结构组成

该设备主要由工业X射线源系统、探测器系统、图像采集处理系统、工业CT数据分析系统、机械传动系统、电气控制系统及安全防护系统组成，设备功能和基本组件见表9.1-1，设备基本技术参数见表9.1-2。工业CT机效果图见图9.1-1。

表 9.1.1 设备功能和基本组件

序号	系统名称	设备	作用
1	X射线源系统	225kV微焦点射线源	提供高品质高分辨率X射线
2	探测器系统	奕瑞公司NDT1717X2探测器	支持探测器校正，有效确保探测器长期运行过程中图像质量的稳定及使用寿命
3	图像采集处理系统	Precision系列塔式T5820图形工作站	精准控制CT运动组件，全面涵盖检测流程的各个环节
4	工业CT数据分析系统	图形处理工作站，液晶显示器，三维建模分析软件	用于三维可视化建模，以及所有CT数据的分析和后期处理功能
5	机械传动系统	探测器移动机构、样品移动机构，高精度转动机构	通过射线源与数字平板探测器的同步平移，配合工件的旋转实现图像数据的采集
6	电气控制系统	操作台、配电柜、控制软件及连接电缆	采用高精度的运动控制器实现精确定位运动，系统的定位，初始化，位置校正等功能通过上位机软件自动完成
7	安全防护系统	X射线铅房、连锁、辐射监测、视频监控和报警等功能	采用全防护设计，确保设备外表面辐射剂量率 $\leq 1.0\mu\text{Sv/h}$ ，安全防护装置全方位保证操作使用人员的安全，集成标准隔振系统，确保系统运行稳定性

表9.1-2 工业CT机基本技术参数

设备型号	BVE-CT2250型
生产厂家	北京真空电子科技有限公司南通分公司
用途	用于材料内部缺陷检测
设备尺寸	2690mm×1500mm×1990mm
设备自屏蔽	设备具有自屏蔽箱体

最大管电压和最大管电流	225kV、3mA
滤过材料	**
射线源与探测器距离	**
主束方向	**
最大扫描区域	**
X射线辐射角	**

(2) X射线检测原理

电芯离线 CT 检测设备是一种用于检测电芯质量的专用设备。该设备采用先进的计算机断层扫描（CT）技术，可以在不破坏电芯的情况下，对其进行全面、精确的质量检测。电芯离线 CT 检测设备采用 X 射线断层扫描技术，对电芯进行多角度、高精度的扫描，并将扫描图像进行数字化处理，生成电芯的三维立体模型。通过该模型，可以清晰地看到电芯内部的各个部件和结构，从而对电芯的质量进行全面地检测。

X 射线检测原理：X 射线装置主要由 X 射线管和高压电源组成。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，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高速电子轰击靶体产生 X 射线。

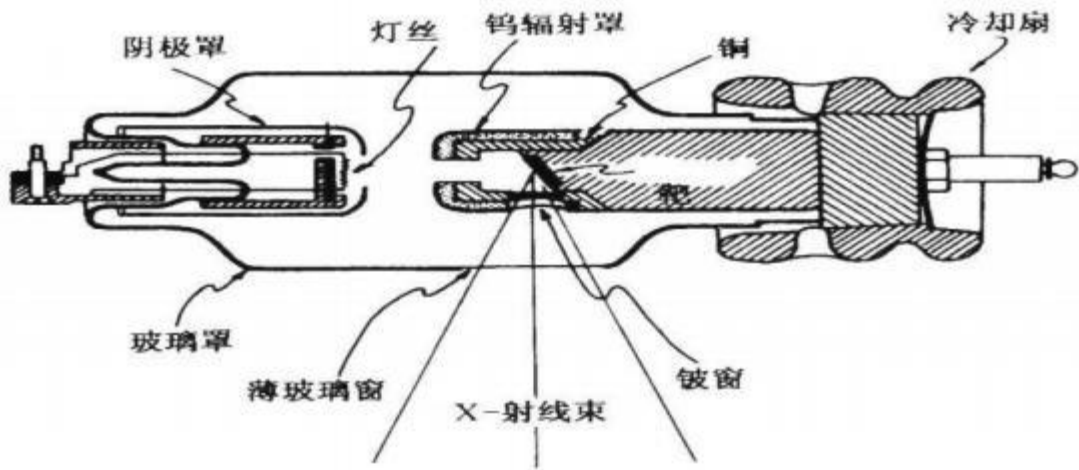


图9.1-2 X 射线管结构示意图

(3) 成像原理

X射线源发射的X射线射穿过被测物体后被探测器所接收，探测器可以对X射线进行一系列的转化：首先通过闪烁晶体将X射线转换为可见光，然后通过光电转换装置将可

见光转换为电信号，接着将电信号转化为数字信号，最后通过计算机处理将数字信号转换为图像。通过获取一系列不同角度的X射线图像后，再将图像通过一定的数学算法，重建为新的二维图像。

（4）设备特点

本设备探伤原理与常规射线探伤原理一致，不同在于本设备内射线源和探测器固定在转盘中，转盘可进行0-360°顺时针旋转。同时设置两个载物台，可同时对两个物件进行扫描，当样品进入检测箱体后，射线源和探测器可绕样品0-360°旋转，对样品各侧进行检测。

9.1.2 工作流程

（1）开机

1）控制面板设置开启设备的电源钥匙开关、X射线管钥匙开关和计算机开关。2）在用户电脑上启动用户软件，登录工业CT机配套软件账号，进入软件界面后，由本项目操作人员对软件进行初始化设置、校准工作。

（2）装载

- 1）打开铅房电动门，摆放待检工件，关闭铅房电动门；
- 2）启动CT软件。

（3）扫描参数设置

辐射工作人员设置扫描参数，包括探测器扫描参数设置、射线源参数设置、运动控制，然后选择适当的扫描模式。

（4）扫描

点击“开始扫描”，装置将进入自动采集扫描状态，检测时间通常为30分钟，期间X射线持续出束，无需干预。本项目工业CT有用线束固定朝左，X射线出束期间，操作人员位于设备前侧的操作位，避开了有用线束方向，出束期间无需人员干预。样品通过样品台的自动移动进行无损检测作业，期间X射线持续出束，样品完成自动检测。

（5）结束

1）工业CT机检测完成后自动停止出束，辐射工作人员对检测图像进行导入、保存操作；

2) 操作人员取出工件，关闭工业CT机铅房电动门；

3) 在用户电脑上退出工业CT机配套软件，关闭工业CT机控制柜及其他系统电源按钮，切断电源。拟建项目工业X射线CT机的工艺流程如图9.1-3

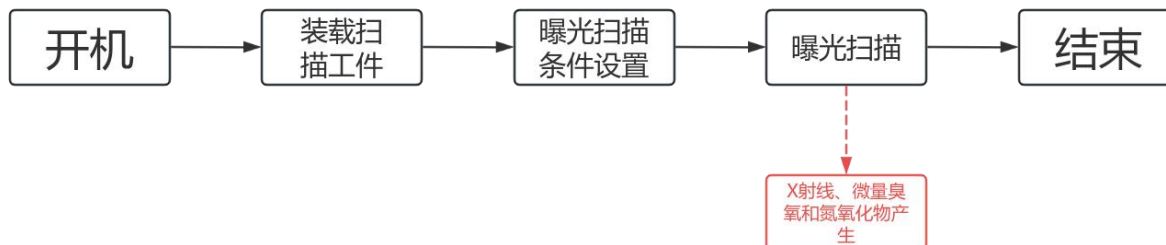


图9.1-3 工业X射线CT机工艺流程

拟建项目采用数字成像技术，不产生废显（定）影液及废胶片，在工作过程中主要产生的污染物为X射线及极少量的臭氧和氮氧化物。

9.2 源项描述

9.2.1 施工期的污染源项

拟建项目工业CT机放置于7号楼1层120室，无土建工程，不会产生施工废水和扬尘，同时不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体。

拟建项目施工期产生噪声来源的主要是设备搬运和安装时产生间歇性噪声和振动，搬运和安装工作时间应避开午间和夜间休息时间，减少对项目周边人员产生影响。固体废物主要是包装箱、防震泡沫等固体垃圾，对废纸箱等可回收利用的施工废物料应予以回收利用，不可回收利用的收集后交由环卫部门清运，不得随意废弃。拟建项目施工期不涉及射线装置的生产、调试和使用，因此，不会对周围环境产生电离辐射影响。

9.2.2 运营期的污染源项

（1）正常工况

①放射性污染

根据X射线工业CT工作原理可知，X射线是随检测装置的开、关而产生、消失。在正常工况下，拟建项目所使用的X射线工业CT只有在开机并处于出线状态时，才会有X射线的产生，而X射线可以得到屏蔽室的有效屏蔽。但由于X射线的直射、反射及散射，可能有衰减后的射线对外部的工作人员和周围公众产生辐射影响，途径为X射线外照射。

②非放射性污染

拟建项目工业CT机工作时最大管电压为225kV，依据0.6kV以上的X射线能使空气电离，该项目运行时室内将产生少量的臭氧和氮氧化物，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。

③其他污染

该项目采用数字成像方式，在显示屏上直接显示探伤结果，不涉及胶片、影液等感光材料废物。无放射性废物及其他废气、废水和固体废物产生。

因此，在正常运行状态下，该项目对周围环境影响不大。

（2）事故工况

该X射线工业CT可能发生最大概率辐射事故主要有以下几个方面：

①X射线装置在对工件进行X射线检测时，人为解除门机联锁装置或门机联锁装置发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X射线泄露使工作人员受到不必要的照射；

②在门-机联锁失效时出束，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射；

③设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启X射线发生器，使检修人员受到意外照射。

表10 辐射安全与防护

10.1 工作场所布局和分区

拟建项目使用的工业 CT 机自带屏蔽体，操作台位于铅屏蔽体外侧。按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，为了便于辐射防护管理和职业照射控制，控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射范围，将辐射工作场所分为控制区和监督区。

控制区：应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

由于拟建项目使用的工业 CT 机自屏蔽材料的屏蔽作用，使得出束状态下 X 射线装置周围剂量率远低于国家标准的辐射剂量率限值。根据分区原则以及结合本项目情况，本项目分区如下：工业 CT 机设备自屏蔽体内部区域划为控制区，CT 机以外机房内区域划为监督区。

工业 CT 机控制区密封在钢结构材料内部，无法进入，控制区边界采用门机联锁装置并设置电离辐射警示标志和工作状态指示灯；监督区无需专门的防护手段或安全设施，但需要对职业照射条件进行监督，工业 CT 机设备出束状态下禁止无关人员进入监督区，并在该入口处悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，设置标明监督区的标牌。

参考《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中对工业 X 射线探伤项目的辐射防护要求，由以上分析可知，该项目固有的辐射防护设施以及公司拟为该项目落实的防护措施较全面和完善，符合相关要求。

10.2 辐射防护屏蔽设计

该项目拟使用的BVE-CT2250型工业CT设备带铅质自屏蔽体，结构参数和屏蔽参数见表10.2-1，工业CT机构造示意图见图10.2-2，内部图见图10.2-3。

表 10.2-1 屏蔽体结构和屏蔽参数		
项目	设计情况	屏蔽铅当量
防护门	**	**mmPb
后侧	**	**mmPb
左侧（主照面）	**	**mmPb
右侧	**	**mmPb
顶部	**	**mmPb
底部	**	**mmPb

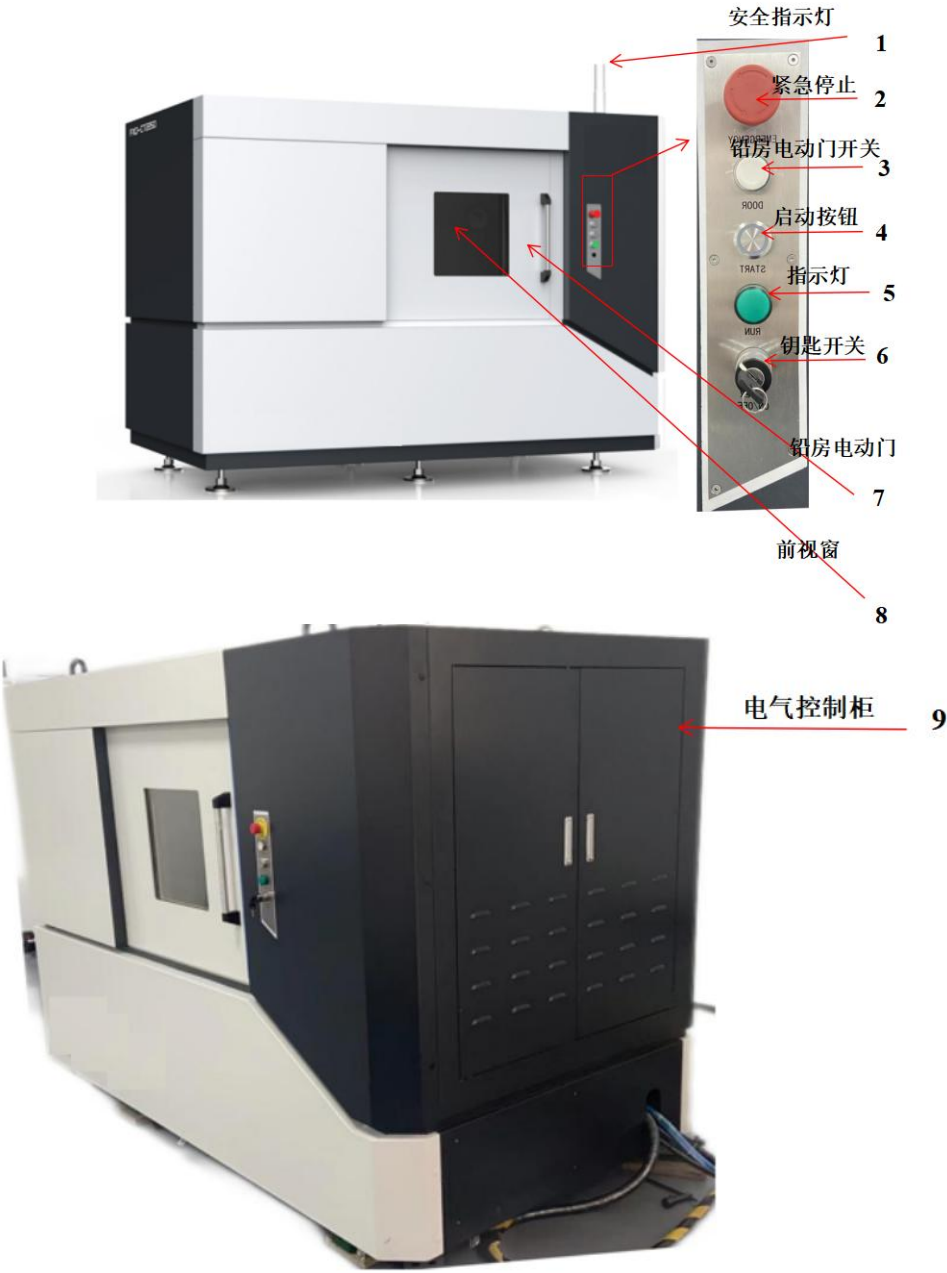


图10.2-2 工业 CT 机构造示意图

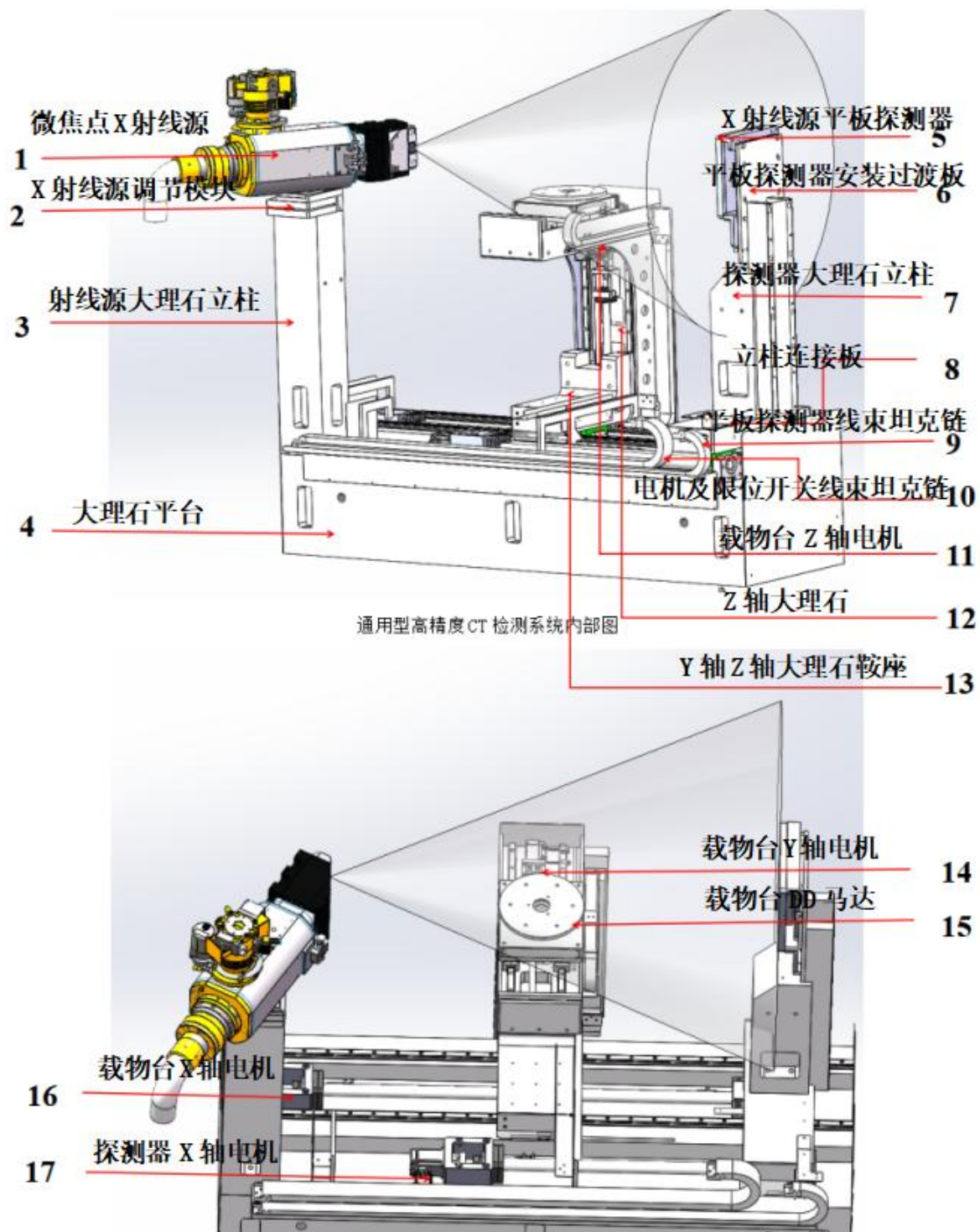


图10.2-3 工业CT机内部示意图

工业 CT 机前侧设有一个电动防护门，供受检测工件进出，后侧设有一个检修门。防护门与 X 射线高压控制电路联锁，从而保证在门未关闭的情况下，无法开启射线；或在门打开情况下，立即切断射线输出。

（1）门—机联锁机制

工业 CT 机正面进料门安装1个门机联锁只有在上料口完全关闭到位之后，设备才能接收到高压联锁接通的信号，具备出束条件，一旦上料口未完全关闭，工业 CT 机无法出束。

（2）警告标志及工作状态指示灯

该设备设置一个工作状态指示灯，以警示人员注意安全。配备了绿色和黄色两种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态。灯都不亮，仪器处于关闭状态；黄灯亮，钥匙开关处于“ON”状态；绿灯亮，仪器处于上电状态。

（3）视频监控设施

工业CT机内设有监视器，连接操作台，用于对设备内的实时X射线工作情况监视。

（4）急停按钮和控制锁

工业 CT 机共设置 2 个急停开关，前侧一个、配电柜上一个，关闭任意一道开关设备都将停止供电停止运行，紧急情况下可按下急停开关快速切断供电系统使 X 射线立即停止出束。急停按钮被按下后，必须首先将其复位，系统才可重启。

（5）通风装置

防护铅房内采取底部自然进风，后部风扇式机械排风，在进风和出风口均有铅板防护，气流经导向后才排出，最大程度上避免射线泄露。根据厂家提供的材料，风扇排风量为 60m³/h，单组风机每小时换风次数约为 13 次，共计 2 组风机，每小时总换气次数约为 26 次。

（6）操作台设备操作台连接屏幕设有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。且操作台与安全联锁机制接口，当防护门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压。

10.3 工作场所辐射安全和防护

(1) 设备自带防护

该设备设置一个工作状态指示灯，以警示人员注意安全。配备了绿色和黄色两种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态。灯都不亮，仪器处于关闭状态；黄灯亮，钥匙开关处于“ON”状态；绿灯亮，仪器处于上电状态。

(2) 监测设备

①建设单位拟在CT检测区配备一台便携式剂量仪，对正在工作的工业CT机进行剂量率监测，以确认工业CT机是否正常工作

②建设单位拟在CT检测区配置一台固定式场所辐射探测报警装置，对正在工作的工业CT机的检测区场所进行实时监测，确保检测区剂量率正常。

(3) 人员防护

①建设单位应为拟建项目工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，工作人员在进行工作时，正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

②必须对职业人员进行个人剂量监测，对工作人员个人照射的累积剂量进行监测。各项规章制度、操作规程和应急处理设施应制定完善，严格按照相关规定操作。

(4) 工业CT机防护

拟在工业CT机工作区外设电离辐射警告标识和中文警示说明。

10.4 防护与屏蔽评估

拟建项目工业CT机，属于II类射线装置，采用了自带完整铅屏蔽的防护设计，屏蔽体结构和屏蔽参数见表10.1-1。该工业CT机的辐射源（X射线发生器）安装在一个全密封的自屏蔽外壳内。外壳采用三明治结构，中间夹层为铅板，外表层为钢板，能有效降低设备运行对周围环境造成的辐射影响。在进风和出风口均有铅板防护，气流经导向后才进入室内，最大程度上避免射线泄漏。

10.5 辐射防护措施符合性分析

根据建设单位提供的设计资料，将拟建项目工业CT机的主要技术参数列表分析，并与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的技术要求对照，由表10.5-1可知，拟建项目工业CT机辐射防护措施符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要

求。辐射防护措施图见图10.5-1。

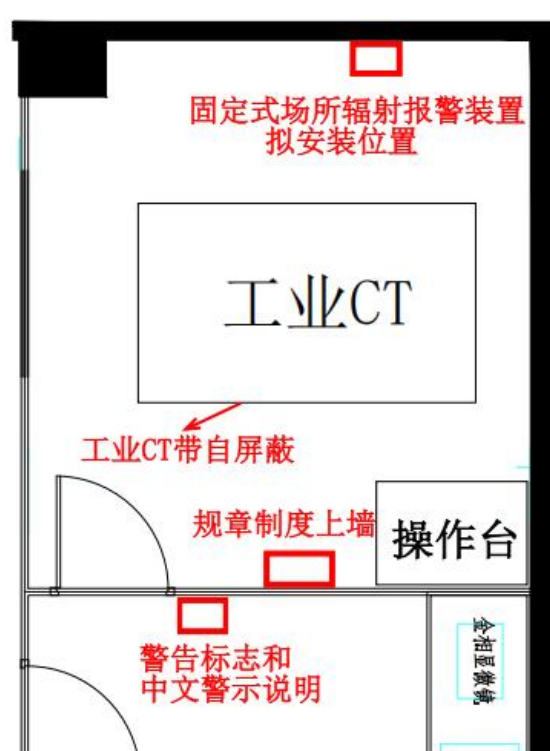


图10.5-1 辐射防护措施图

10.6 三废的治理

拟建项目工业CT机自带屏蔽体。为保持实验室的空气清新，实验室安装有动力排风装置和空调，在工作期间保持开启。因此，只要室内的空气保持清新和流通，由工业CT内部产生的少量臭氧不会对室内环境造成影响。

该项目采用数字成像方式，在显示屏上直接显示探伤结果，不涉及胶片、影液等感光材料废物。无放射性废物及其他废气、废水和固体废物产生。

表10.5-1 工业CT机辐射防护措施符合性分析表

《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）要求	拟建项目情况	符合情况
6.1.1探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X射线探伤室的屏蔽计算方法参见GBZ/T250。	工业CT机操作位于设备前侧，避开有用线束直射方向。拟建项目工业CT机自带屏蔽体，厚度符合GBZ/T250要求。	符合
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。	拟建项目按GB18871的要求对工作场所进行分区管理，工业CT机设备自屏蔽体内部区域划为控制区，CT机以外机房内区域划为监督区，实行分区管理。	符合
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100uSv/周，对公众场所，其值应不大于5uSv/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2.5uSv/h。	本CT机自带铅房屏蔽体，根据预测结果，屏蔽体外30cm处关注点最高剂量率参考控制水平2.5uSv/h的要求。	符合
6.1.5探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。	工业CT机设备防护门设有门—机联锁装置，当防护门未全部关闭时不能开机曝光。且控制柜与安全联锁机制接口，当防护门未全部关闭时不能接通X射线管管电压。	符合
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。	该设备设置一个工作状态指示灯，以警示人员注意安全。配备了绿色和黄色两种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态。灯都不亮，仪器处于关闭状态；黄灯亮，钥匙开关处于“ON”状态；绿灯亮，仪器处于上电状态	符合
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。	设备设有监视器，连接操作台，用于对设备内的实时X射线工作情况监视。	符合
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。	工业CT机外设有电离辐射警告标识和中文警示说明。	符合
6.1.9探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	工业CT机内部人员无法进入，CT机外部于操作位及机体各设置一个急停按钮，出现紧急事故时，能立即CT机电源，确保停止照射。	符合

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。	防护铅房内采取底部自然进风，后部风扇式机械排风，在进风和出风口均有铅板防护，气流经导向后才排出，最大程度上避免射线泄露，风扇排风量为60m ³ /h，单组风机每小时换风次数约为13次，共计2组风机，每小时总换气次数约为26次。	符合
6.1.11探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目在CT检测内拟安装一台固定式场所辐射探测报警装置，对正在工作的工业CT机的场所进行实时监测，确保剂量率正常	符合
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。	建设单位制订的相关操作规程，明确要求在使用射线装置前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。	符合
6.2.2探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	建设单位将为拟建项目工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，工作人员在进行工作时，正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。	符合
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。	建设单位将按照要求委托第三方检测机构对工业CT机周围的环境辐射水平进行每年一次年度检测。并且日常使用X-γ辐射空气吸收剂量率仪，定期（每月不少于1次）对设备外周围剂量当量率进行巡测，做好巡测记录。	符合
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。	建设单位制订的相关操作规程，明确交接班或当班使用剂量仪前，应检查剂量仪是否正常工作，如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。	符合
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。	建设单位制订的辐射防护制度，将为拟建项目工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，工作人员在进行工作时，正确佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。	符合
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。	拟建项目工业CT机设备设有防护门，人员无法进入。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。	符合

表11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

拟建项目工业CT设备，放置于7号楼1层120室，无土建工程，不会产生施工废水和扬尘，同时不产生放射性废物、放射性废水和放射性气体。

拟建项目产生噪声来源的主要是设备搬运和安装时产生间歇性噪声和振动，搬运和安装工作时间应避开午间和夜间休息时间，减少对项目周边人员产生影响。固体废物主要是包装箱、防震泡沫等固体垃圾，对废纸箱等可回收利用的施工废物料应予以回收利用，不可回收利用的收集后交由环卫部门清运，不得随意废弃。

故项目建设过程中对环境的影响非常小。

11.2 运行阶段对环境的影响

拟建项目工业CT机的主要环境污染因子是能量流形式的X射线，设备基本工作参数见表11.2-1。射线源靶点与铅房外表面距离见表11.2-2及图11.2-1。

表11.2-1 工业X射线CT机工作参数

名称	参数
设备型号	BVE-CT2250型
最大管电压，kV	225kV
最大管电流，mA	3.0mA
X射线机光电管正常工作时的电压范围，kV	30kV~225kV
X射线机光电管正常工作时的电流范围，mA	0.05mA~3mA
每次检测X射线的检测时间，每分钟/次	20分/次
每次检测X射线的出射时间，秒/次	1200秒/次
每个工件的检测次数，次/件	2次/件
每天检测工件的个数，个/日	1个/日
周工作天数，天/周	4天/周
周工作时间，小时/周	2.7小时/周
年工作天数，天/a	128天/a
最大扫描区域	430mm×430mm

表11.2-2 射线源靶点与铅房外表面距离一览表

方向	距铅房表面距离（mm）	屏蔽体厚度（mm）
距铅房前侧	692.5	**铅
距铅房后侧	787.5	**铅
距铅房左侧（主照射）	1869.0	**铅
距铅房右侧	816.0	**铅
距铅房上侧	856.5	**铅
距铅房下侧	1005.0	**铅

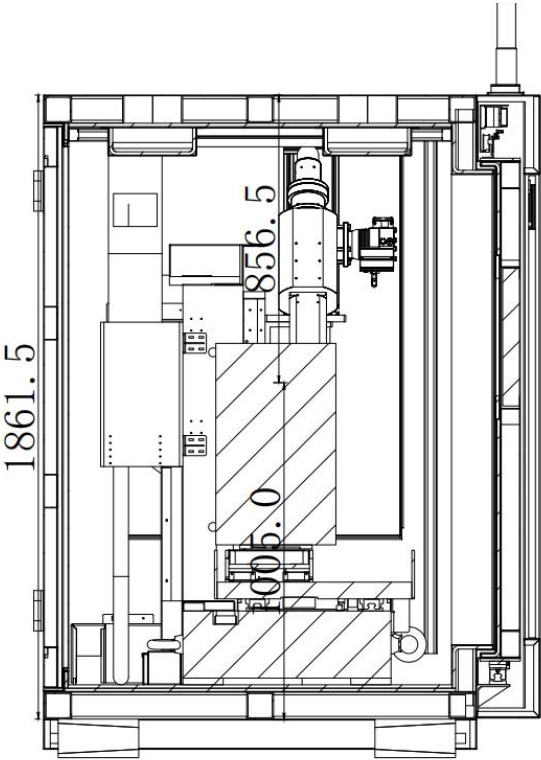
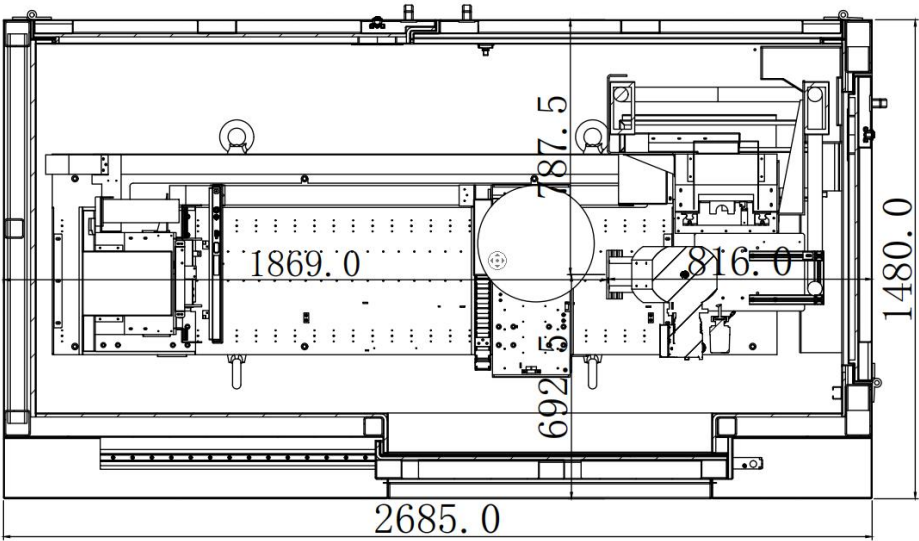


图11.2-1 射线源靶点与铅房外表面距离图

11.2.1 辐射环境影响分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）“4 探伤室辐射屏蔽估算方法”并结合拟建项目情况及特点对屏蔽防护体的屏蔽效果进行计算。本项目计算取最大电流为3mA，最大管电压为225kV。

本项目工业 CT 装置需由专业的设备商负责检修维护，本项目辐射工作人员只进行日常检查、保养、清洁和及时发现问题等。建设单位拟为本项目配备5名辐射工作人员，2名辐射工作人员一班制。根据建设单位提供资料，每天检测工件1个，每个工件检测2次，每次出束20分钟，每周工作4天，每年工作128天（32周）。则本项目装置预计每日曝光时间不超过0.7h（取1h 进行计算），每周出束时间为4h，年出束时间为128h。预计每名辐射工作人员工作负荷保守按照最大曝光时间128h。

拟建项目选用《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第1号修改单中计算方法进行理论计算。

11.2.1.1 估算模式及参数选取

（1）关注点剂量率参考控制水平的确定

①人员在关注点的周剂量参考水平 H_c 如下：

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

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

②取屏蔽体表面30cm处作为关注点，计算公式如下：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (11-1)$$

式中：

$\dot{H}_{c,d}$ —导出剂量率参考控制水平。

H_c —周剂量参考控制水平，单位为微希每周（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ），拟建项目周剂量控制水平辐射工作人员取 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，公众取 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ （辐射工作人员和公众对应的年有效剂量限值分别为 5mSv 、 0.10mSv ）；

t —X射线装置周照射时间，单位为小时每周（h/周）；本项目设备每周出束时间取4h进行计算。

U —使用因子：X射线装置向关注点方向照射的使用因子；本项目工业CT机射线主

照面朝左侧，左侧使用因子取1，其他使用因子均取1/4。

T—居留因子：人员在相应关注点驻留的居留因子，参考人员在辐射场所周围的实际驻留位置取值；按照拟建项目对辐射工作人员最不利的情况分析，工业CT机在放置工件后，在操作台进行操作；工业CT机前侧操作台辐射工作人员居留因子保守取1；后侧、左侧、右侧、上侧、下侧辐射工作人员居留因子保守取1/4。

③关注点最高剂量参考控制水平 $H_{e,max}=2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

④关注点剂量率参考控制水平 H_e 为上述 $H_{c,d}$ 和 $H_{e,max}$ 二者的较小值。

表11.2-3 关注点剂量率参考控制水平计算结果

关注点	H_c ($\mu\text{Sv/周}$)	t (h/周)	U	T	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$H_{e,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}_e$ ($\mu\text{Sv/h}$)
前侧 (操作位)	100	4	1/4	1	100	2.5	2.5
后侧	100	4	1/4	1/4	400	2.5	2.5
左侧（主照射 方向）	100	4	1	1/4	100	2.5	2.5
右侧	100	4	1/4	1/4	400	2.5	2.5
上侧	100	4	1/4	1/4	400	2.5	2.5

注：工业CT机下侧为土层无人员，因此将不考虑下侧的泄露与散射。

(2) 屏蔽透射因子

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（11-2）计算：

$$B=10^{-X/TVL} \tag{11-2}$$

式中： X —屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位，mm；

TVL —什值层厚度，mm。

本项目工业CT机最大管电压为225kV，根据《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》附录 B表B.2，采用内插法计算X射线在铅中什值层取值， $TVL=2.15\text{mm}$ ；

(3) 有用线束

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \tag{11-3}$$

式中：

$\dot{H}$ —关注点处的辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I —X射线装置的常用最大管电流，mA，拟建项目工业CT机取 $I=**\text{mA}$ ；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，根据厂家提供的资料，1米处的剂量率为0.8mGy/s，换算后为 $9.6\times10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

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），取铅屏蔽体表面30cm处作为关注点，见表11.2-2。

则设备主射线辐射屏蔽效果预测结果见表11.2-4。

表11.2-4 有用线束方向屏蔽效果预测表

点位	I (mA)	B	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2$ (mA·h)	R (m)	$\dot{H}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	剂量率控制要求/ $\mu\text{Sv}/\text{h}$	评价
左侧（主照射方向）	3	1.1×10^{-7}	9.6×10^5	2.169	0.06	2.5	满足

注：工业CT机射线固定朝左(右→左)，因此本评价主束方向仅考虑左侧，上侧、左侧、前侧、后侧考虑泄漏辐射和散射辐射。

（4）泄漏辐射

在给定屏蔽物质厚度X时，屏蔽体外关心点的泄漏辐射剂量 $\dot{H}$ 按下式计算

$$\dot{H} = \frac{H_L \times B}{R^2} \tag{11-4}$$

式中：

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（ $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ），根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）表1中的规定，拟建项目工业CT机管电压225kV，取 $5\times10^3\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

（5）散射辐射

射线机有用线束经过工件90°散射后，散射线最高能量低于入射X射线的最高能量，由《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》表2可知，225kV X射线90°散射辐射相应的X射线为200kV。

在给定屏蔽物质厚度X时，屏蔽体外关心点的泄漏辐射剂量 $\dot{H}$ 按下式计算

$$\dot{H} = \frac{I \times H_0 \times B}{R_s^2} \times \frac{F \times \alpha}{R_0^2} \tag{11-5}$$

式中：

H_0 —距辐射源点（靶点）1m处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，根据厂家提供的资料，1米处的剂量率为0.8mGy/s，换算后为 $9.6\times 10^5\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

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处的散射辐射剂量当量率与该面积上的入射辐射剂量当量率之比。与散射物质有关，在未获得相应物质的 α 值时，可以水的 α 值保守估计，见《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录B表B.3， $\alpha=0.05$ ；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m），拟建项目工业CT机取 $R_0=0.5\text{m}$ ；

R_s —散射体至关注点的距离，取铅屏蔽体表面30cm处作为关注点，见表11.2-2；

11.2.1.2 辐射环境影响估算

辐射屏蔽计算相关参数及理论计算结果分别见表11.2-5。

表11.2-5 非有用线束方向屏蔽效果预测表

参数		前侧	后侧	右侧	上侧
设计厚度（mm）		**	**	**	**
泄露辐射	B	2.2×10^{-5}	2.2×10^{-5}	2.2×10^{-5}	2.2×10^{-5}
	R（m）	0.99	1.09	1.12	1.16
	H_L （ $\mu\text{Sv/h}$ ）	5000	5000	5000	5000
	$\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）	0.11	0.09	0.09	0.08
散射辐射	散射线能量（kV）	200	200	200	200
	B	7.2×10^{-8}	7.2×10^{-8}	7.2×10^{-8}	7.2×10^{-8}
	I	3	3	3	3
	H_0 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	9.60×10^5	9.60×10^5	9.60×10^5	9.60×10^5
	$\frac{F\cdot a}{R_0^2}$	0.036	0.036	0.036	0.036
	R_s （m）	0.99	1.09	1.12	1.16
	$\dot{H}$ （ $\mu\text{Sv/h}$ ）	7.61×10^{-3}	6.28×10^{-3}	5.95×10^{-3}	5.55×10^{-3}
泄露辐射和散射辐射复合作用（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		0.12	0.10	0.09	0.09
剂量率参考控制水平（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		2.5	2.5	2.5	2.5
评价		符合	符合	符合	符合

由表11.2-4和表11.2-5的预测结果可知，工业CT机主束射线方向最大辐射剂量率为0.06μSv/h，屏蔽体外30cm处的泄漏辐射与散射辐射复合作用最大剂量率为0.12μSv/h，拟建项目工业CT机各关注点均满足《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中要求的“关注点最高剂量率参考控制水平2.5μSv/h”的要求，同时也满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中要求的“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。

11.2.2 年附加有效剂量估算

（1）剂量估算公式

《环境γ辐射空气吸收剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中外照射人均年有效剂量的估算模式，X-γ射线产生的外照射人均年附加有效剂量按下列公式计算：

$$\dot{H}=H\times t\times T\times 10^{-3} \text{ (mSv)} \quad (11-6)$$

其中：H：X-γ射线外照射人均年附加有效剂量，mSv；

$\dot{H}$ ：X-γ射线当量剂量率，μSv/h；

t：射线装置年出束时间，小时；拟建项目工业CT机电压最大为225kV，电流最大为3mA，设备每天出束时间为0.7h，保守取1h，每周工作4天，每年工作128天，则周工作时间为4h，年工作时间为128h。

T：人员居留因子，无量纲。根据人员在不同场所逗留的时间长短，取不同的居留因子，其中操作台居留因子取1，铅房周围保守取值1/4，通道、走廊及屋顶取值1/16。

（2）年附加剂量的估算

拟建项目保守不考虑距离衰减，在评价范围内，各敏感目标处剂量率参考控制水平见表11.2-6，对关注点处剂量率年附加有效剂量估算表11.2-7，具体监测点位见表8.1-1。

表11.2-6 对关注点剂量率估算结果表 单位: (μSv/h)					
关注点位	相对CT机位置	有用线束	泄露辐射和散射 辐射复合作用	现状监测 值	关注点剂 量率合计
1	操作位前侧	/	0.12	0.13	0.25
2	前侧精密检测室	/	0.12	0.12	0.24
3	左侧预留实验室	0.06	/	0.12	0.18
4	右侧材料热处理实训室	/	0.09	0.13	0.22
5	右侧大厅	/	0.09	0.13	0.22
6	后侧过道	/	0.10	0.13	0.23
7	后侧数控实测区	/	0.10	0.13	0.23
8	楼上电子技术基础实训室	/	0.09	0.13	0.22
9	前侧室外过道	/	0.12	0.09	0.21
10	前侧车棚	/	0.12	0.09	0.21
11	前侧马路	/	0.12	0.10	0.22
12	前侧操场	/	0.12	0.10	0.22
13	后侧室外过道	/	0.10	0.12	0.22
14	右侧室外过道	/	0.09	0.12	0.21
15	左侧室外过道	0.06	/	0.12	0.18
16	左侧卓业楼10号楼前	0.06	/	0.11	0.17
17	左侧鑫业楼13号楼前	0.06	/	0.11	0.17
18	右侧学训楼1号楼前	/	0.09	0.11	0.20
19	右侧学训楼2号楼前	/	0.09	0.11	0.20

表11.2-7 对工作人员及公众成员的年附加有效剂量估算结果表

对象	关注 点位	相对CT机位置	周操 作时间t h/周	年操作 时间t h/a	表面 剂量 率H _s μSv/h	居留 因子 T	周剂量H (μSv/周)		年剂量H (mSv/a)	
							估算 值	约束 值	估算值	约束 值
职业 人员	1	操作位前侧	4	128	0.25	1	1.40	100	3.20×10 ⁻²	5
公 众	2	前侧精密检测室	4	128	0.24	1/4	0.34	5	7.68×10 ⁻³	0.10
	3	左侧预留实验室	4	128	0.18	1/4	0.19	5	5.76×10 ⁻³	0.10
	4	右侧材料热处理实训室	4	128	0.22	1/4	0.24	5	7.04×10 ⁻³	0.10
	5	右侧大厅	4	128	0.22	1/16	0.06	5	1.76×10 ⁻³	0.10
	6	后侧过道	4	128	0.23	1/16	0.06	5	1.84×10 ⁻³	0.10
	7	后侧数控实测区	4	128	0.23	1/4	0.25	5	7.36×10 ⁻³	0.10
	8	楼上电子技术基础实训室	4	128	0.22	1/4	0.24	5	7.04×10 ⁻³	0.10
	9	前侧室外过道	4	128	0.21	1/16	0.08	5	1.68×10 ⁻³	0.10

10	前侧车棚	4	128	0.21	1/16	0.08	5	1.68×10^{-3}	0.10
11	前侧马路	4	128	0.22	1/16	0.08	5	1.76×10^{-3}	0.10
12	前侧操场	4	128	0.22	1/16	0.08	5	1.76×10^{-3}	0.10
13	后侧室外过道	4	128	0.22	1/16	0.06	5	1.76×10^{-3}	0.10
14	右侧室外过道	4	128	0.21	1/16	0.06	5	1.68×10^{-3}	0.10
15	左侧室外过道	4	128	0.18	1/16	0.05	5	1.44×10^{-3}	0.10
16	左侧卓业楼10号楼前	4	128	0.17	1/16	0.05	5	1.36×10^{-3}	0.10
17	左侧鑫业楼13号楼前	4	128	0.17	1/16	0.05	5	1.36×10^{-3}	0.10
18	右侧学训楼1号楼前	4	128	0.20	1/16	0.06	5	1.60×10^{-3}	0.10
19	右侧学训楼2号楼前	4	128	0.20	1/16	0.06	5	1.60×10^{-3}	0.10

注：参考点剂量率选取CT机方位，不考虑距离衰减。

根据表11.2-7显示，拟建项目对辐射工作人员年附加有效剂量最大值为0.032mSv，公众人员最大年附加有效剂量为0.008mSv，投入使用后辐射工作场所的工作人员及周围公众人员的年附加有效剂量均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值20mSv和公众人员年有效剂量限值1mSv的要求，同时满足辐射工作人员的管理限值5mSv/a和公众人员管理限值0.10mSv/a的要求。

11.2.3 非辐射环境影响分析

X射线工业CT机在运行过程中，X射线管加高压轰击靶材料而产生X射线。在此过程中，X射线会电离空气产生少量的臭氧和氮氧化物，从而对周边环境产生一定的影响。且铅室间断性进出被检工件而打开、关闭防护门，产生的少量臭氧和氮氧化物不会形成局部聚集，且臭氧在50分钟后自动分解为氧气，另CT机房安装有动力排风装置和空调，在工作期间保持开启，故所产生的气体对周围环境空气质量及周围工作人员影响极小。拟建项目不产生放射性气体、放射性废水、放射性固体废物，无感光材料废物产生及其他废气产生。

11.3 事故影响分析

拟建项目X射线工业CT只有在通电的情况下才有X射线发出，断电后无射线。因此只有在铅防护门、联锁装置或X射线检测设备发生故障的情况下，才可能导致工作人员和周围公众接受意外的X射线外照射。控制室内有剂量报警装置，如果联锁失效，剂量报警装置就会报警，操作人员通过操作位急停按钮立即停机，切断高压或关闭电源，

并组织有关人员进行维修，便可杜绝此类误照的事件发生。同时，应严格管理，使用过程中要经常定期检查和维持联锁系统、剂量报警装置及安全保障系统，仪器操作人员应严格按照操作规程进行运行操作并佩戴个人剂量片，每次开机前必须确认联锁系统工作正常，才能进行开机运行。

11.3.1 可能发生的辐射事故

拟建项目工业 CT 机属于Ⅱ类射线装置，只有当设备开机并处于出束状态时才会产生 X 射线，设备关机时不会产生 X 射线；因此，辐射事故多为人员误留或误入机房产生的误照射事故，主要有：

（1）X 射线装置在对工件进行 X 射线检测时，门—机联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄露使工作人员受到不必要的照射。

（2）在门-机联锁失效时出束，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。

（3）设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

11.3.2 辐射事故处理原则

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条及《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》（原国家环境保护总局环发 145 号文件）等相关规定，发生辐射事故时，应当立即启动本单位事故应急预案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门、公安部门、卫生健康主管部门报告。

针对拟建项目可能发生的辐射事故，拟建项目采取的处理原则是：

①立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

②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；及时处理，出现事故后应尽快集中人力、物力，有组织、有计划地进行处理。这样可以缩小事故影响，减少事故损失。

③事故处理后分析相关资料，及时总结报告。建设单位对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点、所有涉及事故责任人和受害者名单、对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果、所做的任何医学检查及结果、采取的任何纠正措施、

事故的可能原因、为防止类似事件再次发生所采取的措施。

④对可能发生的辐射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理，同时及时上报生态环境主管部门和卫生健康主管部门。

11.3.3 辐射事故防范措施

引起辐射事故事件的原因可分为人为因素、技术因素或其他因素。人为因素如蓄意破坏、偷盗、违反操作规程、操作失误、安全观念淡薄、管理缺失等；技术因素为设计不合理、设备故障等；其他因素如自然原因等。为加强辐射安全管理工作，公司应从辐射安全管理、辐射安全意识两方面着手，提高辐射安全文化素养，加强辐射防护意识，预防辐射事故发生。为减少事故发生，公司需做好以下工作。

（1）事故报告程序

一旦发生辐射事故，辐射工作人员立即封闭现场，通讯员负责联络事故应急处理领导小组和应急处理专业队伍。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》，在事故发生后2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

（2）辐射事故应急措施

①一旦发现有人误入或误留机房，工作人员应立刻切断电源，确保射线装置停止工作；

②误入或误留人员应在最短的时间内撤离机房。机房外划出警戒范围，设置明显的电离辐射标志，禁止公众人员入内；

③对可能受到超剂量照射的人员，尽快安排其接受检查或在指定的医疗机构救治；

④发现上述事故者应立即报告公司辐射事故应急小组，由建设单位辐射事故应急小组上报当地生态环境部门和公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的同时上报当地卫生健康部门；

⑤事故处理完毕后，成立事故调查小组，分析事故原因，总结教训。

事故发生后，除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

①确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害。

②根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间。 ③现场处置任务的工作人员应佩戴防护用具及个人剂量计和剂量报警仪。 ④应尽可能记录下现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关放射卫生防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响。 ⑤事故处理后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。 ⑥以上应急响应流程建设单位应每年组织演练一次。 (3) 事故预防措施 针对可能发生的辐射事故，拟建项目采取的预防措施见11.3-1。
--

表11.3-1 事故预防措施表

事故工况	采取措施
①X射线装置在对工件进行X射线检测时，人为解除门机联锁装置或门机联锁装置发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X射线泄露使周边人员受到不必要的照射。	必须进行联锁装置的定期检查，严格按照操作规程进行作业，确保安全。每天检测作业前，检查确认辐射安全联锁、急停开关、工业CT机完好性等项安全措施，避免联锁失灵等设施设备事故。杜绝联锁装置旁路情况下开机操作。
②在门-机联锁失效时出束，工作人员误打开防护门，使其受到额外的照射。	辐射工作人员佩戴个人剂量片和个人剂量报警仪，个人剂量计应定期送交有资质的检测部门进行检测，并建立个人剂量档案，确保工作人员的照射剂量控制在剂量管理限值范围内。个人剂量报警仪在工作期间，随身携带，并设定安全阈值和报警，同时为确保检测值准确，建设单位应定期将个人剂量报警仪和辐射监测仪送有资质单位检定或校准。
③设备检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启X射线发生器，使检修人员受到意外照射。	调试、维修、维护作业应由专业人员按规定程序完成，作业过程中应有两名有维修资格的人员操作，拔下控制台安全联锁钥匙，并在控制台设立维修标牌。作业完工后应确认维护门关闭，安全联锁恢复。维修人员需佩戴个人剂量报警仪。

综上所述，项目拟采取的防护措施可预防事故情况发生，避免人员受到不必要的照射。

11.4 退役对环境的影响

拟建项目退役时，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号，2011年）相关规定，使用I类、II类、III类放射源的场所，生产放射性同位素的场所，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》确定的甲级、乙级非密封放

射性物质使用场所，以及终结运行后产生放射性污染的射线装置，应当依法实施退役。

X射线工业CT机的射线随设备开机产生，关机时不产生辐射影响。但工业CT机X射线屏蔽材料含铅，有一定毒性，必须回收利用或按规定处置；工业CT机X射线发生器中含有少量气压为0.35~0.50MPa的SF₆绝缘气体，SF₆是一种无色无味、无毒和不易燃烧的绝缘性气体，对大气层有很强破坏作用，应予以回收利用不得随意废弃。因此，工业CT机退役时，应送往有资质的单位回收，确保退役后的安全处置，不得随意丢弃。

表12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

12.1.1 辐射安全与环境保护管理机构

建设单位已成立了辐射安全与环境管理机构，并明确了相应的职责。辐射安全与环境管理机构小组以**为组长。

领导小组具体职责：

（1）负责对本单位射线装置、放射源安全防护工作和辐射环境保护工作（以下称辐射安全与环境管理工作）实施统一监督管理。

（2）负责本单位的环境影响评价报告的申报和协助有关部门进行验收；负责本单位辐射安全许可证的申请以及协助相关部门进行审核；负责本单位辐射项目“三同时”制度执行情况进行检查。

（3）监督本单位辐射污染的防治工作；负责本单位辐照设备的日常监督管理；负责本单位辐射安全与环境管理的监察工作；负责本单位辐射污染的流治理整改以及辐射污染纠纷的处理。

（4）负责制定本单位各项辐射安全管理制度、辐射事故应急预案；监督检查本单位各项辐射安全管理制度的落实和执行。组织开展一般辐射事故的应急响应工作；配合有关部门对本单位一般以上辐射事故应急响应、调查处理和定级定性工作。

（5）负责对工作场所进行辐射剂量监测，发现问题及时查明原因，采取有效措施消除辐射安全隐患；

（6）定期检查设备状况，加强设备保养与维护，发生设备故障及时联系厂家维修。

（7）负责本单位辐射安全和环境管理队伍的建设。

12.1.2 辐射安全与环境保护管理机构

建设单位拟为本项目配备5名辐射工作人员进行检测工作。要求该5名辐射工作人员均需参加有资质单位组织的辐射安全和防护知识的培训，并取得培训合格证方可进行辐射工作。

在此基础上，本项目辐射工作人员的配置是满足要求的。

12.2 辐射安全管理规章制度

（1）安全管理规章制度

根据《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，使用放射源和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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施。

该单位已成立辐射安全与环境管理机构，并根据相关要求已制定了《辐射安全事故应急预案》、《辐射安全与防护管理制度》、《辐射环境监测方案》、《设备检修及维护制度》、《射线装置使用登记制度》、《人员培训计划》、《岗位职责》、《操作规程》等辐射安全管理制度，见附件5。

在此基础上，项目建设单位的辐射安全管理规章制度符合中华人民共和国环境保护部令第18号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等管理规定。

本项目在建成后，应对辐射安全管理制度进行及时更新。

（2）辐射工作人员拟配备人数

本项目拟配备5人辐射工作人员。详细的人员结构在后期项目运营期将根据实际需要再进行调整。

（3）辐射工作人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用射线装置的单位，其辐射工作人员和辐射防护管理人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

本项目正式开展运营前，建设单位将严格根据相关法律法规的要求，督促本项目涉及的辐射工作人员和辐射防护管理人员报名参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）关于辐射安全与防护知识的学习、考试，取得考核合格证书后方能上岗。

12.3 辐射监测

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）等的要求，该

单位针对本项目制定相应的辐射监测计划，包括：

①辐射工作人员配备个人剂量计，并定期（每季度1次）送检；

②每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，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；

③配置X- γ 剂量率测量仪，自行定期对射线装置周围环境进行监测，发现问题及时整改，所有监测记录均存档备查。

具体监测计划见表12.3-1。

表12.3-1 辐射监测计划

监测对象		监测方案	监测项目	监测频率	监测方式
工业 CT	防护性能	设备防护门外 30cm 处和上、下、前、后、顶部 30cm 处；周围 50m 内的巡测及人员经常停留位置	X- γ 辐射空气吸收剂量率	每年一次	状态监测
			X- γ 辐射空气吸收剂量率	每月一次	自主监测
			X- γ 辐射空气吸收剂量率	工程竣工正式投用前	验收监测
	安全连锁	实测并检查	安全	每次使用前	自行监测
辐射工作人员		/	年有效剂量	每 3 月 1 次	个人剂量监测

12.4 辐射事故应急预案

建设单位已制定《辐射安全事故应急预案》（见附件6），相关领导小组成员及职责如下。

应急领导小组成员：

组长： **

副组长： **

成员： **。

领导小组下设办公室和工作组，办公室挂靠装备制造与车辆工程学院，工作组组成如下：

组长： **

副组长： **

成员： **。

应急领导小组职责：

(1) 贯彻执行国家辐射事故应急方针和政策，配合主管部门做好事故应急处理工作；

(2) 负责事故现场的勘察和保护，防止事故的扩大与蔓延，启动应急预案协调指挥各部门的运作；

(3) 填写辐射事故报告表，逐级上报，配合公安机关、生态环境、卫生行政主管部门的调查；

(4) 总结事故发生的原因与改善措施，组织人员应急演练，确保办法有效的执行；

建设单位已制定了《辐射事故应急预案》，明确了放射性事故应急处理机构和职责，在发生辐射事故时，能够立即启动本单位的应急预案，采取应急措施，及时向当地生态环境主管部门报告，同时向当地人民政府、公安部门和卫生健康主管部门报告。并且落实人员培训及演练情况，根据培训及演练情况及时更新预案内容

12.5 建设项目竣工环境保护验收项目一览表

建设项目竣工环境保护验收项目一览表见表12.5-1。

表12.5-1 建设项目竣工环境保护验收项目一览表

编号	验收项目	验收内容	验收标准及要求
1	辐射防护措施	(1) 设置工作状态警示灯、电离辐射警示标志； (2) 配置便携式剂量率仪、固定式场所辐射探测报警装置、个人剂量报警仪； (3) 所有辐射工作人员配备个人剂量计	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中照射限值要求，即辐射工作人员年平均有效剂量限值5mSv/a，公众人员年平均有效剂量限值0.10mSv/a，周围剂量当量率参考控制水平小于2.5μSv/h。
2	管理制度	(1) 个人剂量计季度检定并建立个人辐射档案； (2) 完善射线装置台账； (3) 辐射工作人员上岗培训； (4) 辐射工作人员2年参加一次职业体检； (5) 建立相关规章制度 (6) 辐射工作人员取得辐射安全与防护培训合格证书，持证上岗，建立个人档案。	

表13 结论与建议

13.1 结论

1、环境影响分析结论

通过现状监测可知，建设单位拟建工业CT机周边室内的环境 γ 辐射空气吸收剂量率在121.1~132.9之间，周边室外道路环境 γ 辐射空气吸收剂量率在86.0~123.1之间，处于漳州市室内、道路辐射环境本底范围值内（注：漳州市室内辐射环境本底范围值102.0~351.7nGy/h，道路辐射环境本底范围值在82.4~399.1nGy/h，来源于《中国环境天然放射性水平》）。

（1）建设阶段对环境的影响

拟建项目工业CT机自带屏蔽体，不涉及土建工程，故建设期产生的环境影响主要是设备进厂安装时产生的噪声、包装材料废物等环境影响。拟建项目产生噪声来源的主要是设备搬运和安装时产生间歇性噪声和振动，搬运和安装工作时间应避开午间和夜间休息时间，减少对项目周边人员产生影响。固体废物主要是包装箱、防震泡沫等固体垃圾，对废纸箱等可回收利用的施工废物料应予以回收利用，不可回收利用的收集后交由环卫部门清运，不得随意废弃。故建设过程中对环境的影响非常小。

（2）运行阶段对环境的影响

经估算可知，在自带的铅屏蔽体的防护作用下工业CT机主束射线方向辐射剂量率为0.06 μ Sv/h，工业CT机四周屏蔽体外30cm处的泄漏辐射与散射辐合作用剂量率最大为0.12 μ Sv/h，均满足《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）要求。

根据剂量估算结果，CT机对辐射工作人员年附加有效剂量最大值为0.03mSv，公众人员最大年附加有效剂量为0.008mSv，均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值20mSv和公众人员年有效剂量限值1mSv的要求，同时满足辐射工作人员的管理限值5mSv/a和公众人员管理限值0.10mSv/a的要求。

2、辐射安全与防护分析结论

（1）项目安全设施

拟建项目工业CT机自带屏蔽体，拟采用的屏蔽材料和防护厚度能够有效屏蔽射线装

置产生的X射线，符合中华人民共和国环境保护部令第1号《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关文件的要求，拟建项目安全设施是合理可行的。拟建项目工业CT机的主要技术参数与《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的技术要求对照，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的要求。

（2）三废的治理

拟建项目工业CT机自带屏蔽体。为保持实验室的空气清新，实验室安装有动力排风装置和空调，在工作期间保持开启。因此，只要室内的空气保持清新和流通，由工业CT内部产生的少量臭氧不会对室内环境造成影响；该项目采用数字成像方式，在显示屏上直接显示探伤结果，不涉及胶片、影液等感光材料废物。无放射性废物及其他废气、废水和固体废物产生。

3、可行分析结论

（1）实践正当性分析

拟建项目工业CT机主要用于材料内部缺陷检测，其应用能提高产品的质量，确保设备的安全可靠性，为拟建项目的建设创造了更大的经济效益和社会效益，符合辐射防护“实践的正当性”原则；拟建项目考虑了经济和社会的因素之后，通过探伤室辐射防护措施将辐射环境影响保持在可合理达到的尽量低的水平，符合辐射防护“最优化”原则；拟建项目通过对潜在照射所致危险实施控制，使拟建项目所引起的个人照射可满足剂量限值要求，符合辐射防护“剂量限值”原则；项目在加强管理后均满足国家相关法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。

因此，拟建项目对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的实践的正当性原则。

（2）产业政策符合性分析

拟建项目属于《产业结构调整指导目录2024年本》鼓励类中第六类“核能”中的第6条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业政策。

综上，在全面落实本报告提出的各项环保对策措施的基础上，切实做到“三同时”，并在运行时严格落实管理和监测计划，从辐射环境保护角度出发，本项目工业CT

机项目的建设是可行的。

13.2 建议

（1）做好各项环保安全设施的维护，完善各项制度，加强日常管理。

（2）辐射工作人员需持证上岗，佩戴个人剂量计，定期进行放射人员的健康体检，确保核技术应用设备和人员的安全；

（3）建设单位若未来如需增加本报告表所涉及之外的污染源和射线装置或对其使用功能进行调整变动，则应按要求向有关生态环境保护主管部门进行申报，并按污染控制目标采取相应的污染治理措施，主动接受生态环境保护主管部门的监督管理。

（4）拟建项目环评批复后，建设单位应及时向环保行政主管部门办理辐射安全许可证申领手续，并及时开展竣工环保验收工作，经有关部门验收合格后设备方可运行。

预审意见：

公 章

经办人

年 月 日

审批意见：

公 章

经办人

年 月 日