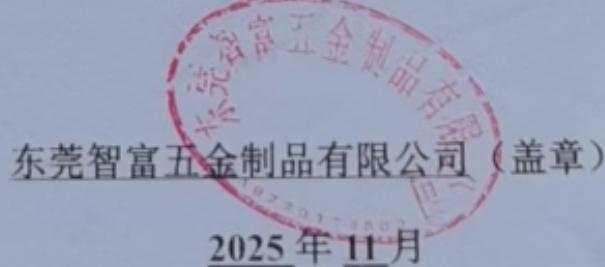


编号：LBHJ-2025-DLHP023

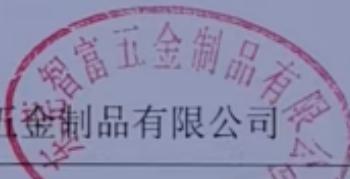
核技术利用建设项目
东莞智富五金制品有限公司
使用工业CT项目
环境影响报告表
(送审版)



环境保护部监制

核技术利用建设项目
东莞智富五金制品有限公司
使用工业CT项目
环境影响报告表

建设单位名称: 东莞智富五金制品有限公司

建设单位法人代表(签名或签章): 

通讯地址: 东莞市塘厦镇沙湖大岭边路5号

邮政编码: 523710 联系人: 李忠良

电子邮箱:  联系电话: 

打印编号：1762223360000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	0sd55b
建设项目名称	东莞智富五金制品有限公司使用工业CT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）	东莞智富五金制品有限公司
统一社会信用代码	91441900618328067E
法定代表人（签章）	吴杰安
主要负责人（签字）	吴杰安
直接负责的主管人员（签字）	李忠良

二、编制单位情况

单位名称（盖章）	广州乐邦环境科技有限公司
统一社会信用代码	91440101MA5AUCCEHX1

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
裴瑶	03520250644000000004	BH002513	裴瑶

2 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
裴瑶	项目基本情况、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、结论与建议	BH002513	裴瑶

编制主持人职业资格证书



环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer



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，
取得环境影响评价工程师职业资格。

姓 名：裴瑶

证件号码：[REDACTED]

性 别：女

出生年月：1988年10月

批准日期：2025年06月15日

管 理 号：03520250644000000004



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



目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	9
表 3 非密封放射性物质	9
表 4 射线装置	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	11
表 6 评价依据	12
表 7 保护目标与评价标准	14
表 8 环境质量和辐射现状	17
表 9 项目工程分析与源项	23
表 10 辐射安全与防护	30
表 11 环境影响分析	42
表 12 辐射安全管理	53
表 13 结论与建议	58
表 14 审批	60
附件 1 项目委托书	61
附件 2 环境 γ 辐射剂量率检测报告	62
附件 3 规章制度	67
附件 4 工业 CT 技术参数	83

表1 项目基本情况

建设项目名称	东莞智富五金制品有限公司使用工业CT项目						
建设单位	东莞智富五金制品有限公司						
法人代表	吴杰安	联系人	李忠良	联系电话	[REDACTED]		
注册地址	东莞市塘厦镇沙湖大岭边路5号						
项目地点	东莞市塘厦镇沙湖大岭边路5号						
立项审批部门	/		批准文号	/			
建设项目总投资 (万元)	400	项目环保投 资(万元)	15	投资比例(环保 投资、总投资)	3.75 %		
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建	<input type="checkbox"/> 改建	<input type="checkbox"/> 扩建	<input type="checkbox"/> 退役	占地面积(m ²) 30		
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				
其它							
1.1 建设单位概述							
东莞智富五金制品有限公司(以下简称“建设单位”)成立于1993年3月,注册地址为东莞市塘厦镇沙湖大岭边路5号,属港澳台独资企业,厂房建筑面积有12.5万平方米,分为A、B厂区,均属自有厂房,现有员工2000余人。							
建设单位主要开展五金制品制造业务,生产的产品包括电器外壳、电脑电器散热器、音响配件铝面板、铝制五金配件、散热模组、太阳能设备电脑电器周边配件等。							
1.2 项目内容及规模							
为提高公司自产五金制品的质量,建设单位拟购置1台工业CT机对产品进行无损							

检测，检测产品的最大尺寸为：直径 615mm，长 800mm。

建设单位计划将购置的工业 CT 机安装在东莞市塘厦镇沙湖大岭边路 5 号 B 厂区西南侧连廊首层 CT 测试房。工业 CT 机型号为 METROTOM 1500 225 G3 型，自带屏蔽体，最大管电压为 225kV，最大功率为 500W，最大管电流为 3mA，工业 CT 的技术参数一览表见下报表。

表 1.2-1 工业 CT 的技术参数

名称	数量	型号	最大管电压	最大功率	最大管电流	用途	工作场所
工业 CT	1 台	METROTOM 1500 225 G3	225kV	500W	3mA	无损检测	建设单位 B 厂区西南侧连廊首层 CT 测试房

注：由于最大功率为 500W，因此管电压和管电流无法同时达到最大值。当管电压为 225 kV 时，管电流最大为 2.22 mA。

1.3 项目目的和任务由来

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 253 号令；2017 年 7 月 16 日国务院第 682 号令修订），本项目的工业 CT 在项目建设前应进行环境影响评价。

对照《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），本项目的工业 CT 属于工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置，为 II 类射线装置。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部 部令第 16 号），本项目属于“五十五、核与辐射”中“172 核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”，应编制环境影响报告表。

为此，建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司开展本次环境影响评价工作（委托书见附件 1）。在接受委托后，广州乐邦环境科技有限公司组织相关技术人员进行了资料收集、现场勘察等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境管理办法》（HJ10.1-2016）中环境影响报告表的内容和格式，编制了本项目的环境影响报告表。

东莞智富五金制品有限公司使用工业 CT 项目环境影响评价报告表的评价内容与目的：1、对项目位置及其周围环境进行辐射环境质量现状监测，以掌握项目位置及周围的环境质量现状水平。

- 2、对项目施工期和运行期的环境影响进行分析预测评价。
- 3、提出辐射防护与污染防治措施，使辐射影响降低到“可合理达到的尽可能低水平”。
- 4、满足国家和地方生态环境部门对项目环境管理规定的要求，为项目的环境管理提供科学依据。

1.4 项目地理位置及周边环境概况

本项目工业 CT 拟安装在东莞市塘厦镇沙湖大岭边路 5 号 B 厂区西南侧连廊首层 CT 测试房。项目所在地理位置图见下图。



图 1.4-1 项目所在地理位置图

建设单位厂区均为自有用地，工业 CT 拟安装位置位于 B 厂区西南侧连廊首层 CT 测试房，以工业 CT 自带屏蔽体外表面为起点，周围 200m 范围内主要为建设单位厂区、其他工业厂房、住宅区、道路、绿地等场所。工业 CT 东北侧隔着通道为建设单位 B 厂区厂房及厂区道路，距离约 90m 为建设单位 B 厂区边界，边界外隔着通道距离工业 CT 约 95m~190m 为工业厂房（东莞文鑫麒麟科技园），距离约 190m~200m 为麒麟

岭路；西北侧为工业 CT 操作室，操作室外紧邻危废仓库，距离工业 CT 约 5m~52m 为厂区内地道，距离约 52m~188m 为建设单位 A 厂区，距离约 188m~200m 为大结岭路；西南侧为厂区边界，边界外~95m 为铭佳工业园，距离约 95m-105m 为大岭边路，距离约 105m~198m 为其他厂区工业厂房，距离约 198m~200m 为绿地；东南侧为预留制具仓库，仓库外为建设单位停车场，距离约 40m 处为 B 厂区边界，距离约 40m~50m 为沙湖德福路，距离约 50m~200m 为工业厂房。东侧距离工业 CT 约 90m 为住宅楼，工业 CT 拟使用位置周围 200m 范围内，无中小学、幼儿园等环境敏感点，本项目周围 200m 范围环境状况见下图。

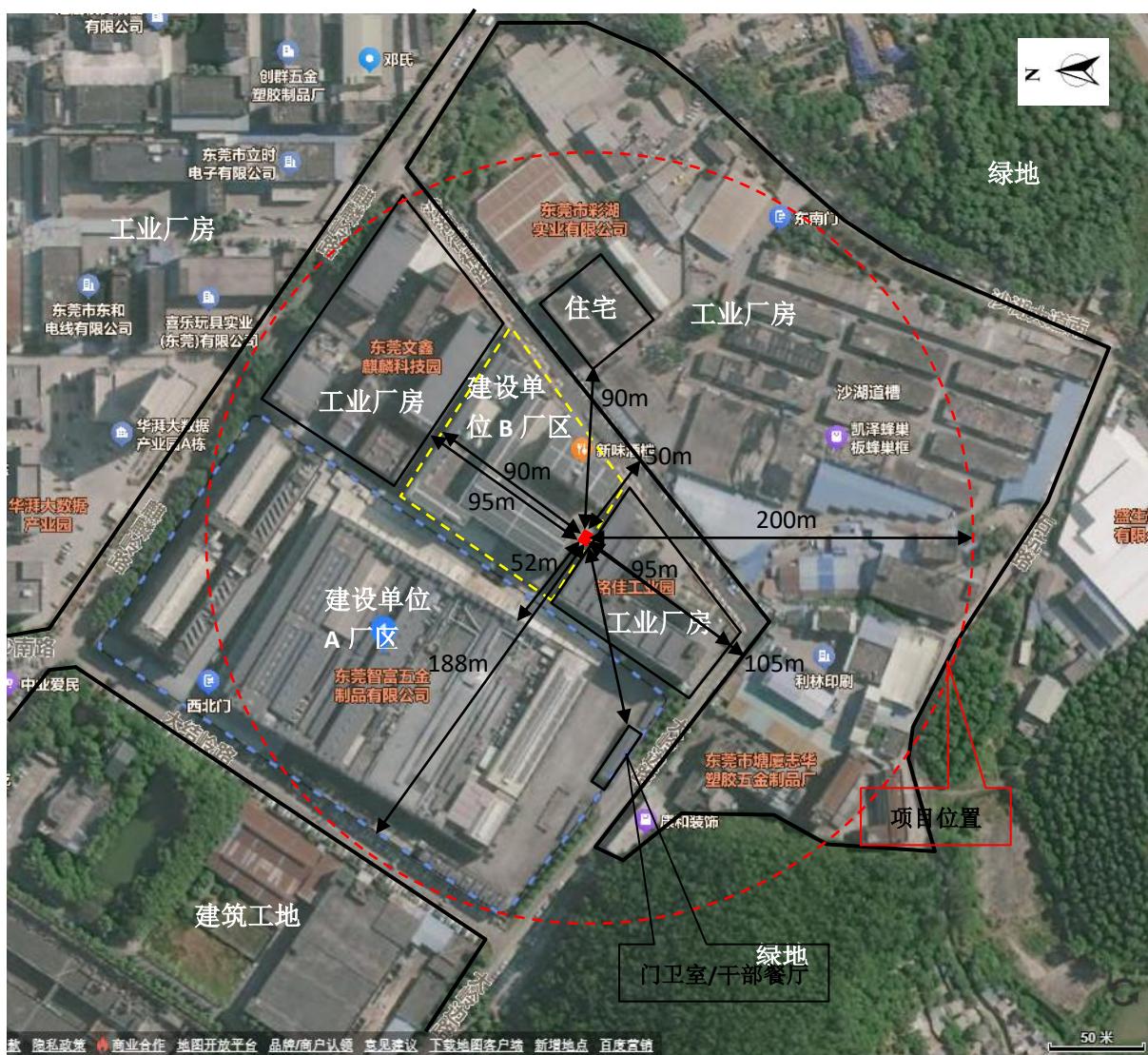


图 1.4-2 本项目周围 200m 环境状况

建设单位厂区平面布局图见下图。

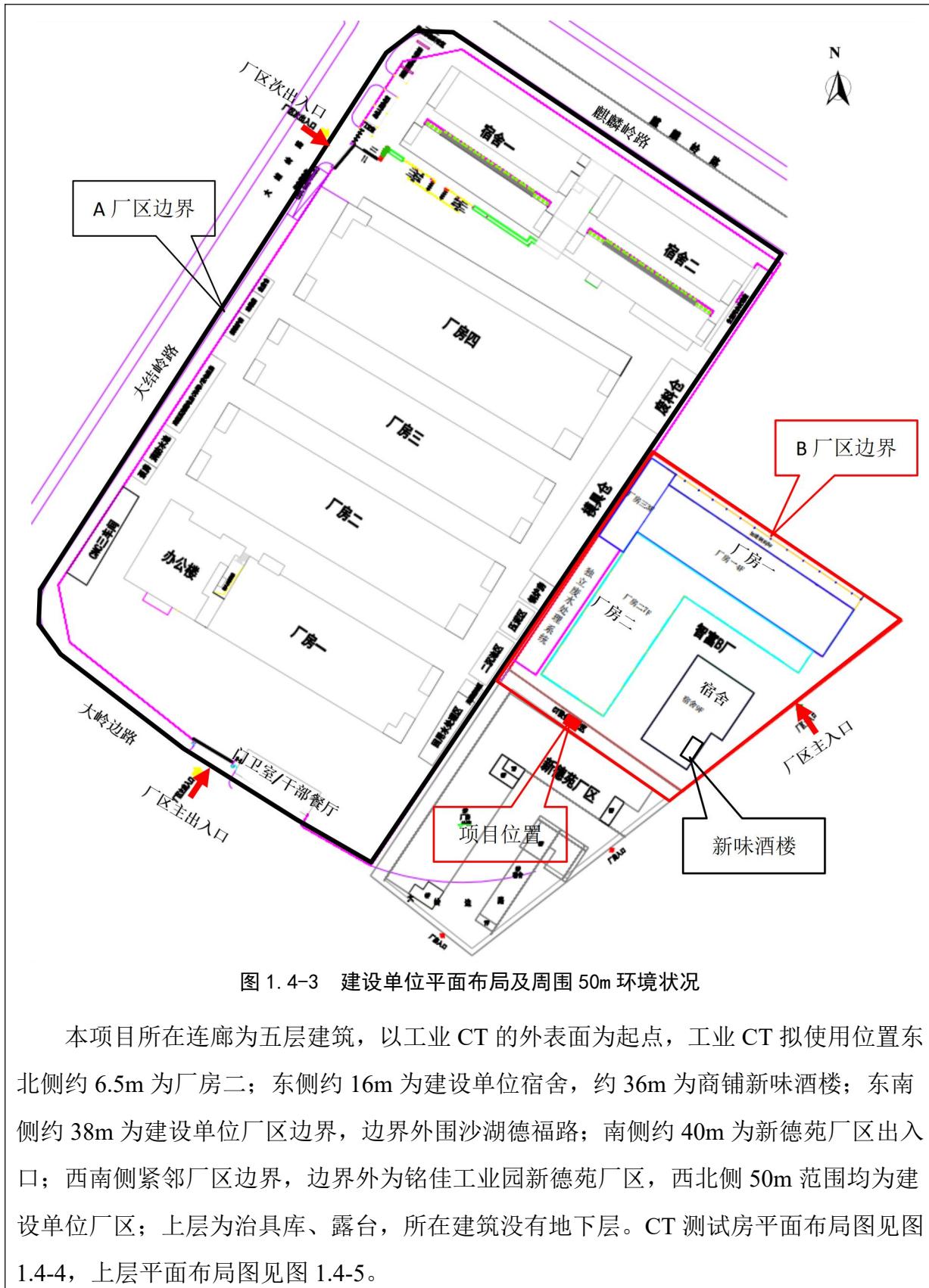


图 1.4-3 建设单位平面布局及周围 50m 环境状况

本项目所在连廊为五层建筑，以工业 CT 的外表面为起点，工业 CT 拟使用位置东北侧约 6.5m 为厂房二；东侧约 16m 为建设单位宿舍，约 36m 为商铺新味酒楼；东南侧约 38m 为建设单位厂区边界，边界外围沙湖德福路；南侧约 40m 为新德苑厂区出入口；西南侧紧邻厂区边界，边界外为铭佳工业园新德苑厂区，西北侧 50m 范围均为建设单位厂区；上层为治具库、露台，所在建筑没有地下层。CT 测试房平面布局图见图 1.4-4，上层平面布局图见图 1.4-5。

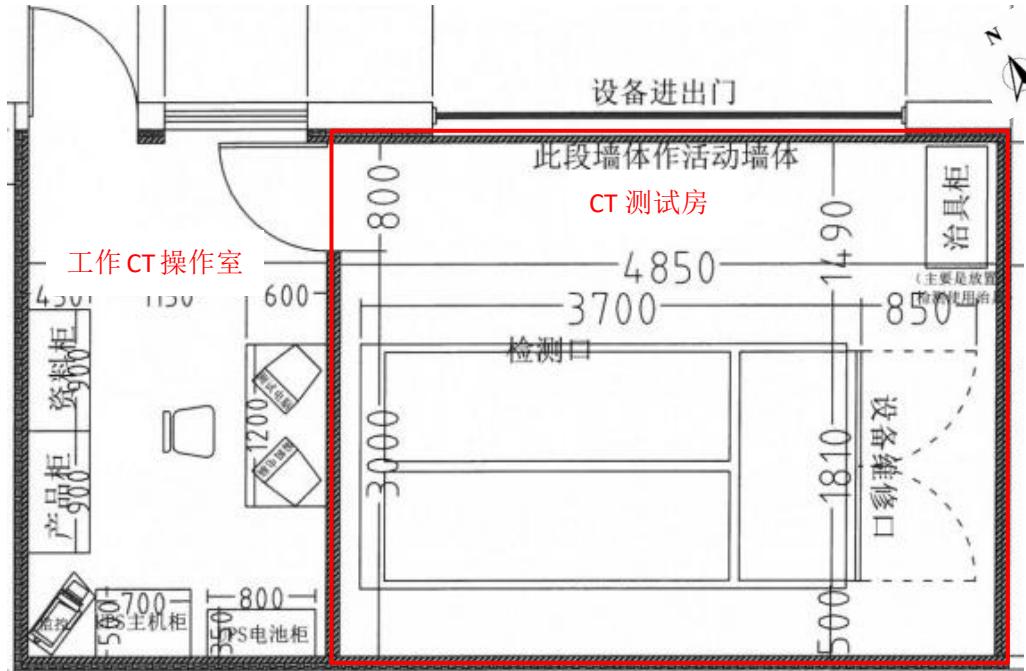


图 1.4-4 CT 测试房平面布局图

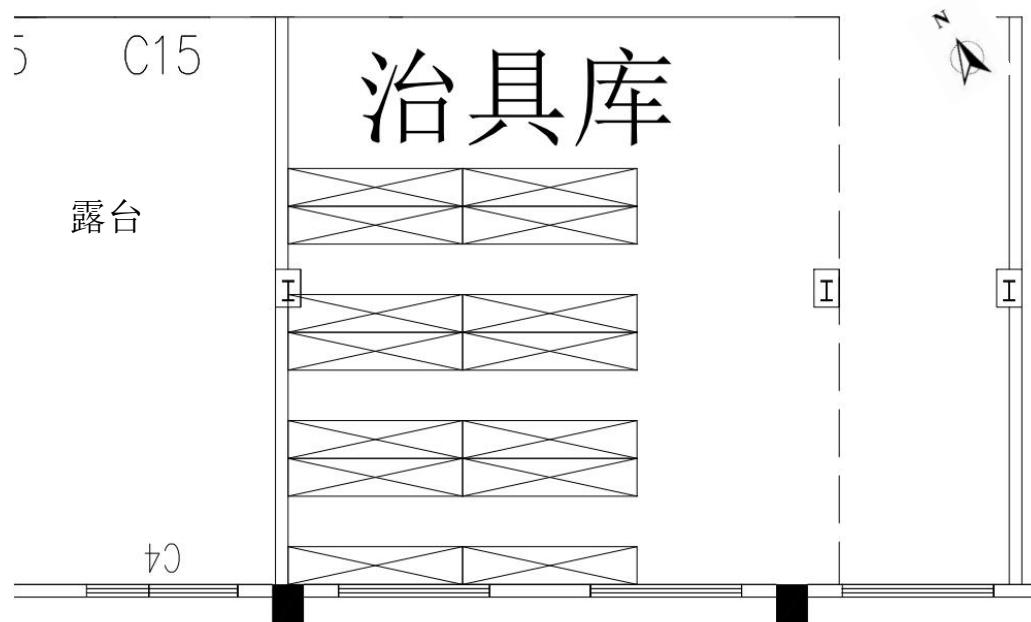


图 1.4-5 CT 测试房上层平面布局图

以工业 CT 自带屏蔽体的外表面为起点，工业 CT 拟使用位置东北侧 1.49m 内为 CT 测试房，1.49m 外为建设单位厂区通道；东南侧 1m 内为 CT 测试房，1m 外为预留仓库；西南侧 0.5m 内为 CT 测试房，CT 测试房外隔着 0.8m 通道为铭佳工业园厂房；西北侧 0.15m 内为 CT 测试房，0.15m 外为 CT 操作室。CT 测试房相邻环境状况见下图。

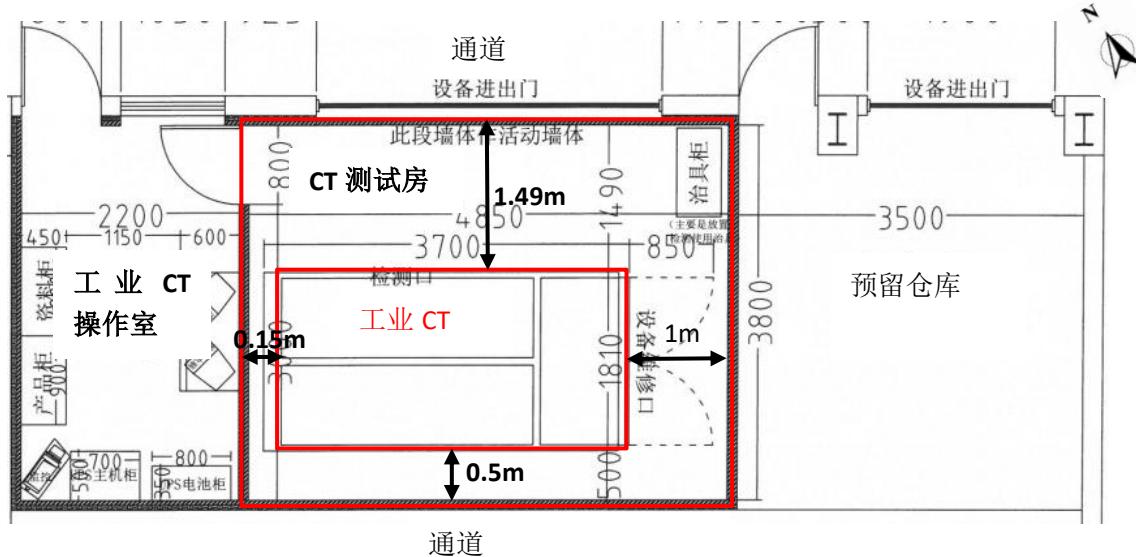


图 1.4-6 CT 测试房室相邻环境状况

1.5 项目选址和布局合理性分析

本项目的工业 CT 拟使用位置为东莞市塘厦镇沙湖大岭边路 5 号建设单位 B 厂区西南侧首层 CT 测试房。以工业 CT 自带屏蔽体的外表面为起点，工业 CT 拟使用位置 50m 范围内为建设单位厂区内的厂房和道路，铭佳工业园内厂房，商铺新味酒楼，沙湖德福路等场所，工业 CT 周围 50m 环境状况见下图。

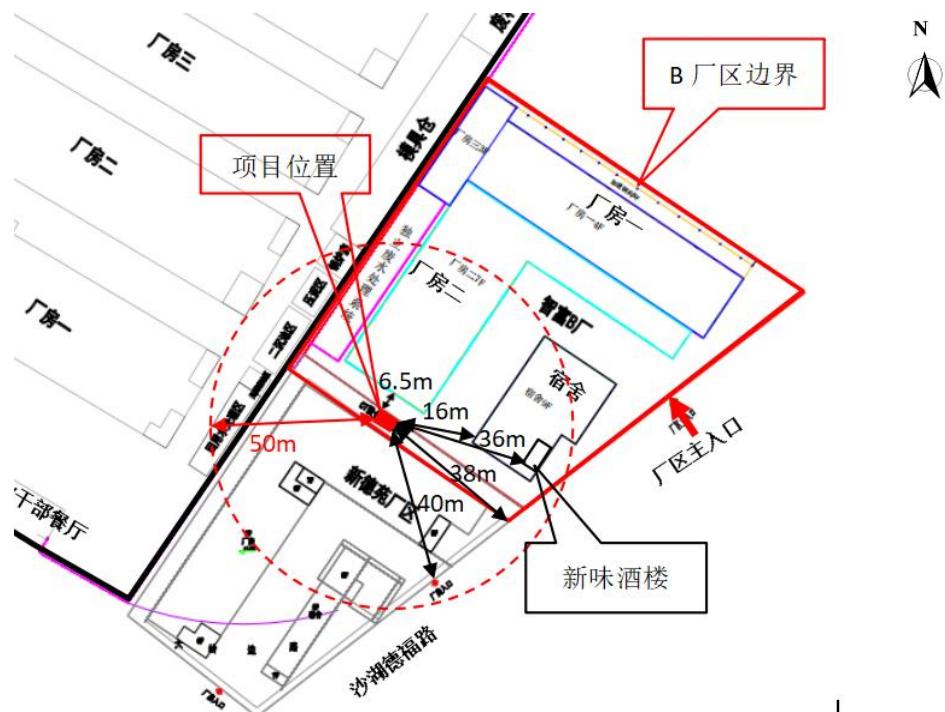


图 1.5-1 本项目评价范围

本项目拟在的 CT 测试房东北侧为厂区内通道，东南侧为预留仓库，西南侧为通道，西北侧为厂区内通道，上层为治具库和露台，无下层。本项目 CT 测试房相邻环境状况见下表。

表 1.5-1 CT 测试房相邻环境状况

拟使用位置	东北侧	东南侧	西南侧	西北侧	上层	下层
CT 测试房	通道	预留仓库	通道	通道	治具库、露台	无

建设单位拟在 CT 测试房内使用 1 台工业 CT，CT 操作室位置避开了工业 CT 主射方向，工业 CT 周围 50m 范围内无中小学、幼儿园等环境敏感点，本项目的选址和布局合理可行。

1.6 产业政策符合性、实践正当性和代价利益分析

对照国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号），本项目属于国家鼓励类的“十四、机械”中的“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，符合国家产业政策。

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当性的。本项目的开展，可以提升建设单位的产品质量，提高建设单位的市场竞争力，同时，本项目的开展导致的辐射工作人员和公众的年有效剂量均低于根据最优化原则设置的项目剂量约束值。因此，本项目的开展符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求，并且，本项目实施所获得的利益远大于可能因辐射实践所造成的损害。

1.7 建设单位原有核技术利用项目开展情况

建设单位未开展过核技术利用项目。

表 2 放射源

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

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

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (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 台	METROTOM 1500 225 G3	225kV	3mA	无损检测	建设单位 B 厂区西南侧连廊首层 CT 测试房	最大功率为 500W。由于最大功率为 500W，因此管电压和管电流无法同时达到最大值。当管电压为 225 kV 时，管电流最大为 2.22 mA。		

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度	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	/	/	/	/	/	无暂存	排入大气环境

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.含有放射性的废弃物要注明,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) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日施行）</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2002年10月28日施行，2016年7月2日第一次修订，2018年12月29日第二次修订）</p> <p>(3) 《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>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院第253号令；2017年7月16日国务院第682号令修订，2017年10月1日施行）</p> <p>(5) 《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，2005年12月1日施行；2019年3月2日国务院第709号令修改）</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第31号公布；2021年1月4日生态环境部第20号令修正）</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令18号，2011年5月1日施行）</p> <p>(8) 《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日施行）</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部 部令第16号，2021年1月1日施行）</p> <p>(10) 《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，2019年11月1日施行）</p> <p>(11) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（环境保护部 国环规环评[2017]4号，2017年11月20日施行）</p> <p>(12) 《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）</p> <p>(13) 《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，2006年9月26日发布）</p>
------	---

技术 标准	<p>(1) HJ2.1-2016《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(2017-01-01实施)</p> <p>(2) HJ10.1-2016《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》(2016年4月1日施行)</p> <p>(3) GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(2003年4月1日实施)</p> <p>(4) GBZ117-2022《工业探伤放射防护标准》(2023年3月1日实施)</p> <p>(5) GBZ/T250-2014《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》(2014年10月1日实施)及其第一号修改单(2017年10月27日)</p> <p>(6) HJ61-2021《辐射环境监测技术规范》(2021年5月1日实施)</p> <p>(7) HJ1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(2021年5月1日实施)</p> <p>(8) HJ1326-2023《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(2024年2月1日实施)</p> <p>(9) GB8999-2021《电离辐射监测质量保证通用要求》(2021年8月1日实施)</p>
其他	<p>(1)《产业结构调整指导目录(2024年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号,2024年2月1日施行)</p> <p>(2)《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社,2015年7月第一版)</p> <p>(3)建设单位提供的相关资料</p>

表7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目是在固定的有实体边界的范围内开展核技术利用项目，参照《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》（HJ 10.1-2016）对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定，确定本项目的评价范围为工业 CT 自带屏蔽体表面外 50m 的范围（见图 7.1-1），为建设单位厂区内外厂房和道路、铭佳工业园内新德苑厂房和厂区、商铺新味酒楼、沙湖德福路等场所。

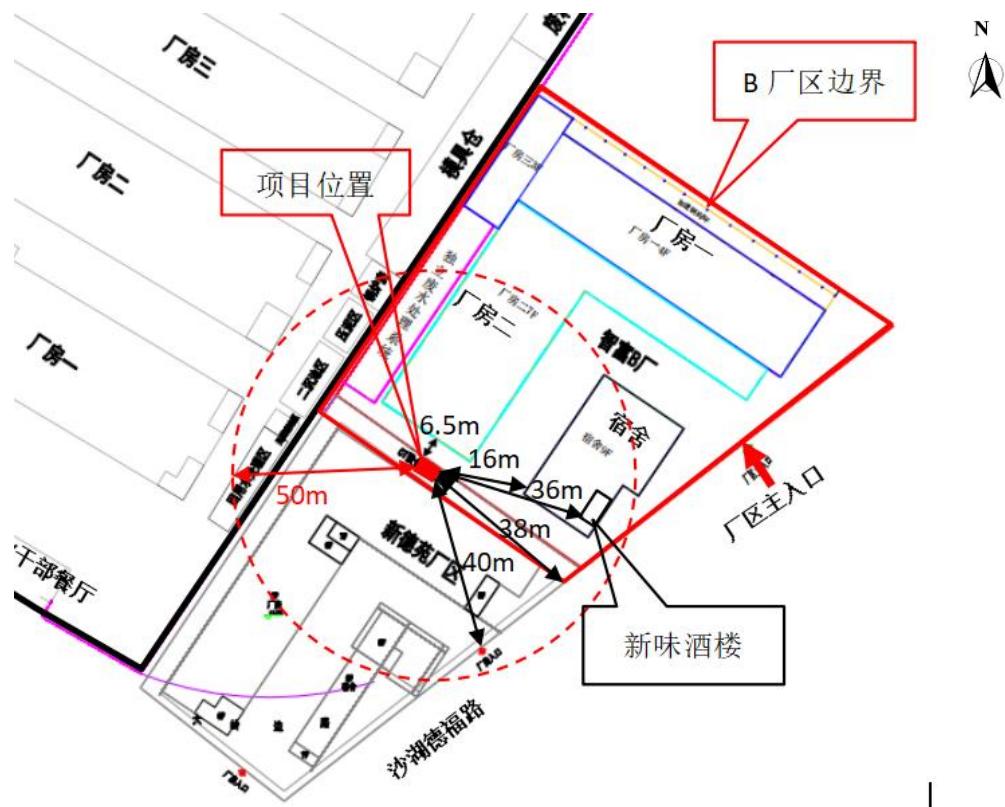


图7.1-1 本项目50m评价范围

7.2 保护目标

结合本项目的评价范围，确定本项目的保护目标是评价范围内人员活动（居留）的相关场所。周围环境保护目标及与工业 CT 自带屏蔽体外表面距离情况见下表。

表7.2-1 周围环境保护目标一览表

位置		最近距离	人员类别	居留情况(居留因子)	人数	保护要求
建设单位厂区 内	CT测试房	紧邻	辐射工作 人员	全居留(1)	约1人	辐射工作人员 剂量约束值 5mSv/a 公众剂量约束值 0.25mSv/a
	西北侧CT操作室	0.15m		全居留(1)	约2人	
	东北侧通道	1.49m	公众	偶然居留 (1/16)	流动人员	
	东北侧厂房二	6.5m		全居留(1)	约5人	
	东侧宿舍	16m		全居留(1)	约20人	
	东南侧预留仓库	1m		部分居留 (1/4)	约4人	
	西北侧危废仓库	2.4m		部分居留 (1/4)	约2人	
	西北侧通道	7.4m		偶然居留 (1/16)	流动人员	
	上层治具库	4.2m		部分居留 (1/4)	约2人	
	厂区其余场所	50m范围内		全居留(1)	约20人	
建设 单 位 厂 区 外	东侧新味酒楼	36m		全居留(1)	约5人	
	东南侧沙湖德福路	38m		偶然居留 (1/16)	流动人员	
	西南侧铭佳工业园 厂房	1m		全居留(1)	约4人	
	厂区外其余场所	50m范围内		全居留(1)	约20人	

7.3 评价标准一览

(1) 人员剂量限值和约束值

《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，以保证该标准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。并且不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。根据其附录B第B1.1.1款：工作人员的职业照射水平和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：工作人员——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)不超过20mSv；公众——一年有效剂

量不超过 1mSv 。

《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

根据上述内容，本报告取人员剂量限值为：辐射工作人员的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）不超过 20mSv ；公众的年有效剂量不超过 1mSv 。本报告取人员剂量约束值为：辐射工作人员的职业周有效剂量约束值为 $100 \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量约束值为 5mSv ；公众的周有效剂量约束值为 $5 \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量约束值为 0.25mSv 。

（2）剂量率控制水平

《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）

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 $100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；
- b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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

根据上述 6.1.3 中内容，经计算（见表 11）射线装置表面外剂量率参考控制水平为 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，结合上述 6.1.4 中要求，本报告取工业 CT 自带屏蔽体表面外 30cm 处周围剂量当量率控制水平为 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

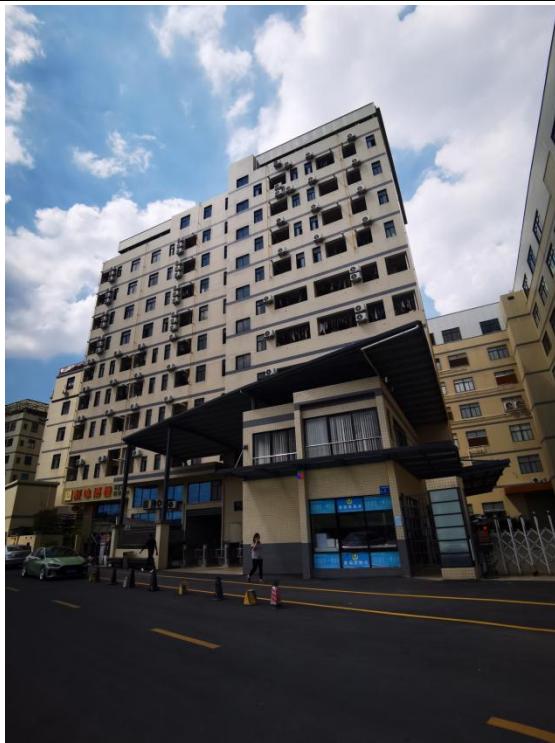
表 8 环境质量和辐射现状

本项目位于东莞市塘厦镇沙湖大岭边路 5 号建设单位 B 厂区西南侧连廊首层 CT 测试房。为了调查评价项目位置及周边场所的环境质量现状，我司技术人员于 2025 年 10 月 15 日到评价项目现场进行资料收集、环境现状调查。根据现场调查结果，工业 CT 拟使用位置的现状为空地。本项目所在场所环境现状见下图。



CT 测试房西北侧危废仓库

CT 测试房东北侧厂房二和东侧宿舍



CT 测试房东北侧通道

新味酒楼和建设单位宿舍楼



图 8-1 环境现状相片

2025 年 10 月 15 日，为调查本项目位置及周围场所的环境辐射水平现状，广州乐邦环境科技有限公司对本项目位置及周围环境进行了环境 γ 辐射剂量率水平现状检测，检测报告见附件 2。

监测因子：环境 γ 辐射剂量率

监测对象：本项目位置及周围场所

监测方法：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)

监测仪器：环境 γ 辐射剂量率的监测仪器见下表。

表 8-1 检测仪器相关信息

仪器名称	X- γ 辐射剂量率仪	仪器型号	6150AD 6/H+6150AD-b/H
生产厂家	AUTOMESS	仪器编号	171412 (主机) + 176695 (探头)
测量范围	1nSv/h-99.9 μ Sv/h	能量范围	38keV~7MeV
校准单位	广东省辐射剂量计量检定站		
证书编号	GRD(1)20250228		
校准日期	2025 年 08 月 05 日	有效期	1 年

监测点位：根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021) 和 HJ61-2021《辐射环境监测技术规范》中的布点原则，结合本项目位置及其周围场所的环境现状，同时结合现场监测点位的可达性，选取本项目位置及周围环境 50m 范围的具有代表性的监测点位，充分考虑监测点位的代表性和可重复性，以保证监测结果的科学性和可比性，在进行检测点位的布设时，尽量选取在了房间的中部，建筑物之间

空地的中间。根据上述布点原则与方法，本项目选取了 30 个监测点位，本项目的检测布点如图 8-2~图 8-3 所示。

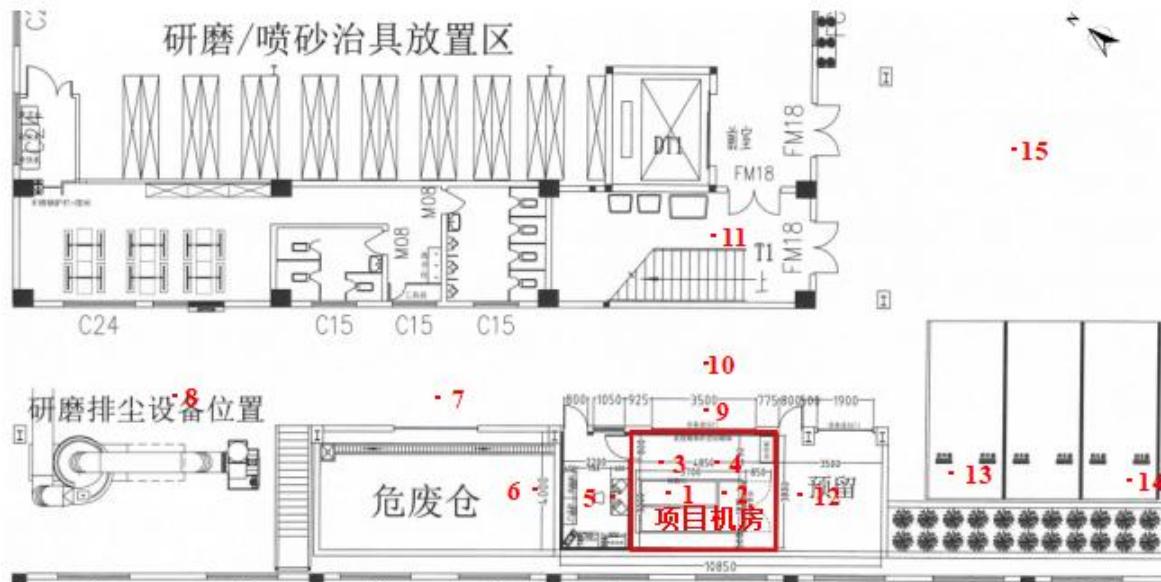


图 8-2 CT 测试房及周围环境检测布点图



图 8-3 周围 50m 范围环境检测布点图

质量保证措施:

①人员培训：监测人员经考核合格并持有合格证书上岗。

②仪器刻度：监测仪器每年经有资质的计量部门进行检定，每次监测必须在有效期内。

③仪器自检：每次测量前、后均检查仪器的工作状态。

④质量控制：本次监测实行全过程的质量控制，严格按照《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定进行监测。

⑤数据记录：开机预热，手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为1m。仪器读数稳定后，每个监测点位以约10 s的时间间隔读取10个数据，记录在测量原始记录表中。

⑥数据处理：空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取1.20Sv/Gy。环境 γ 辐射剂量率的测量结果按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）的公式进行处理：

$$\dot{D}_{\gamma} = k_1 \times k_2 \times R_{\gamma} - k_3 \times \dot{D}_c$$

式中： D_{γ} ——测点处环境 γ 辐射空气吸收剂量率值，Gy/h；

k_1 ——仪器检定/校准因子，本次检测使用仪器的校准因子为0.85；

k_2 ——仪器检验源效率因子（如仪器无检验源，该值取1），本次检测数据处理中 k_2 取值为1；

R_{γ} ——仪器测量读数值均值，Gy/h，本次检测使用的仪器使用 ^{137}Cs 作为校准参考辐射源，数据处理时换算系数取1.20Sv/Gy；

k_3 ——建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子；

\dot{D}_c ——测点处宇宙射线响应值，本次检测仪器的宇宙射线响应值为32 nGy/h（测量时间为2025年5月15日，测量地点为广东省河源市东源县万绿湖12号航标），该值已经过仪器校准因子 k_1 和仪器检验源效率因子 k_2 修正。

⑦报告审核：监测报告实行三级审核制度，经校对审核后由授权签字人审定签发。

环境现状监测结果：本次监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法和数据处理已按国家标准方法实施；布点合理，结果可信，能够客观反映出项目位置及其周边场所的辐射水平现状，可以作为本次评价的科学依据。具体监测结果如下：

表 8-2 环境 γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	测量位置	检测结果 (nGy/h)		备注
		测量值	标准差	
1	CT 测试房	150	3	室内
2	CT 测试房	153	3	
3	CT 测试房上层楼台	147	2	
4	CT 测试房上层治具库	140	2	
5	CT 操作间	151	1	
6	CT 测试房西北侧 3m 危废仓库	152	1	
7	危废仓东北侧 1m 通道	121	1	室外
8	CT 测试房北侧 8m 通道	124	3	
9	CT 测试房东北侧 1m 通道	120	1	
10	CT 测试房东北侧 2m 通道	130	2	
11	CT 测试房东北侧 5m 建设单位厂房	142	2	室内
12	CT 测试房东南侧 1m 预留仓库	145	3	
13	CT 测试房东南侧 6m 停车位	121	2	
14	CT 测试房东南侧 6m 停车位	129	2	室外
15	CT 测试房东侧 15m 空地	106	2	
16	CT 测试房东北侧 5m 建设单位厂房	143	2	
17	CT 测试房东北侧 10m 建设单位厂房	145	2	室内
18	CT 测试房北侧 30m 空地	111	1	
19	CT 测试房北侧 50m 空地	111	4	
20	CT 测试房东侧 22m 建设单位宿舍	127	3	室内
21	CT 测试房东侧 40m 商铺	101	1	室外
22	CT 测试房西北侧 30m 通道	112	2	
23	CT 测试房西北侧 50m 通道	104	2	
24	CT 测试房西北侧 50m 通道	116	2	
25	CT 测试房西侧 50m 通道	111	2	
26	CT 测试房西南侧 30m 铭佳工业园道路	112	2	
27	CT 测试房西南侧 50m 铭佳工业园道路	118	2	
28	CT 测试房南侧 35m 铭佳工业园大门	102	2	
29	CT 测试房东南侧 42m 沙湖德福路	102	2	
30	CT 测试房东南侧 50m 停车场	106	3	

- 注：①测量时，仪器探头均垂直于地面，距地面高度约 100cm，所有测点均记录 10 个读数；
 ②测量值均已扣除仪器对宇宙射线的响应值；
 ③检测仪器校准时使用的校准参考辐射源是 ^{137}Cs ，因此本报告单位换算取换算系数为 1.2Sv/Gy；
 ④建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，其余取 1。

以上检测结果表明：项目拟建场址及周围室内环境 γ 辐射剂量率检测结果为 127nGy/h~153nGy/h，室外道路环境 γ 辐射剂量率检测结果为 101nGy/h~130nGy/h，所有检测结果均已扣除宇宙射线响应值。

按照当时行政区域划分，东莞原隶属于惠州地区，参考《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015年出版）中广东省惠州地区的环境 γ 辐射空气吸收剂量率的调查结果：室内 γ 辐射剂量率调查水平为77.4~264.1nGy/h，惠州地区的室外道路 γ 辐射剂量率调查水平为50.0~176.8nGy/h。以上检测结果与本底水平相当，建设项目区域环境质量状况未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工作原理

9.1.1 X 射线无损检测工作原理

X 射线无损检测是利用 X 射线穿透物质和在物质中有衰减的特性，来发现其中缺陷的一种无损检测方法。X 射线可以检查金属与非金属材料及其制品的内部缺陷，例如焊缝中的气孔、夹渣、未焊透等体积性缺陷，其中 X 射线发生装置主要由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，如图 9.1-1 所示。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击。灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的能量会以光子（X 射线）形式释放，称之为轫致辐射。轫致辐射产生的 X 射线最大能量等于电子的能量。通过加大加速电压，电子携带的能量增大，则有可能将金属原子的内层电子撞出，于是内层形成空穴，外层电子跃迁回内层填补空穴，同时放出波长在 0.1 纳米左右的光子，形成 X 光谱中的特征线，此称为特性辐射。

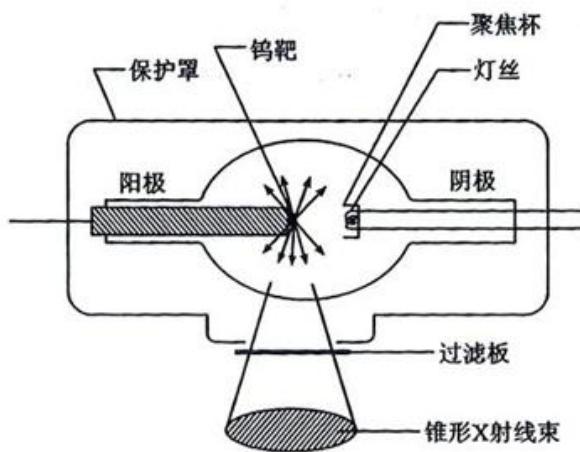


图 9.1-1 X 射线管线及 X 射线产生的示意图

从 X 射线管阴极上产生射向金属靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压。X 射线机产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序数、电子流强度和管电压的平方。所以，X 射线机的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当

加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子射束大致垂直的方向上通过 X 射线管保护罩上的薄窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

9.1.2 工业 CT 工作原理

计算机断层摄影（Computed tomography，简称 CT）是近十年来发展迅速的电子计算机和 X 射线相结合的一项新颖的诊断新技术，其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法，现代断层成像过程中仅仅采集通过特定剖面（被检测对象的薄层，或称为切片）的投影数据，用来重建该剖面的图像，因此也就从根本上消除了传统断层成像的“焦平面”以外其他结构对感兴趣剖面的干扰，“焦平面”内结构的对比度得到了明显的增强；同时断层图像中图像强度（灰度）数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系，发现被检对象内部辐射密度的微小变化。

工业 CT 一般由 X 射线源、机械扫描系统、探测器系统、计算机系统和屏蔽设施等部分组成，其工作示意图如图 9.1-2 所示。X 射线源提供 CT 扫描成像的锥形 X 光束用以穿透待检工件，探测器系统用来接收穿过待检工件的射线信号，转台可以实现 CT 扫描时的待检工件旋转，计算机系统用于扫描过程控制，完成图象重建、显示及处理等，屏蔽设施用于 X 射线的安全防护。

待检工件位于转台时，通过 X 射线源和探测器系统，可以获得待检工件的某个角度的二维投影图像。通过转台的自动旋转，待检工件可以自动完成转动，在转台自动旋转的同时，通过 X 射线源和探测器系统，可以获得待检工件的多个角度的二维投影图像。计算机利用层析重建算法，对二维投影图像进行重建后，获得断层扫描图像。

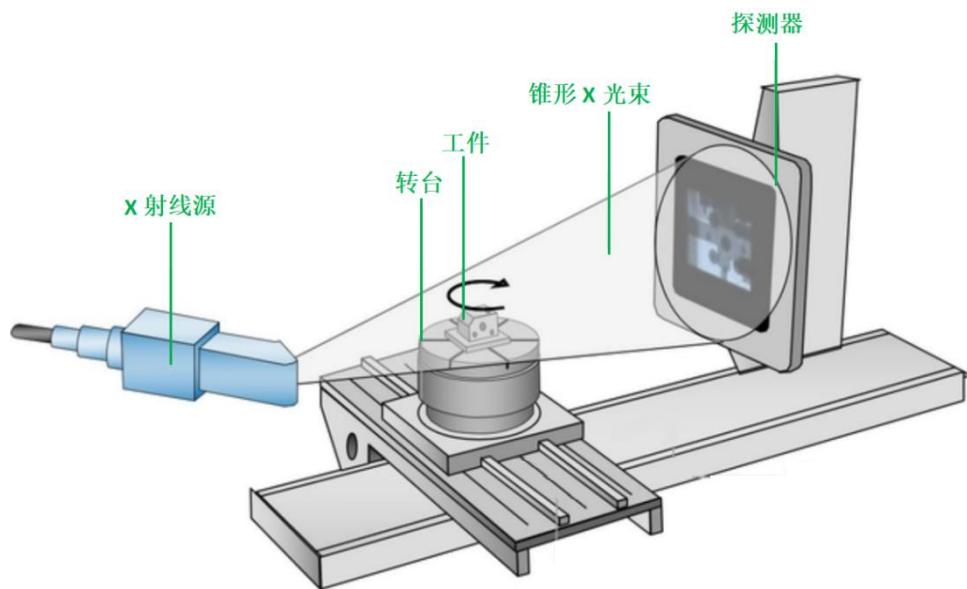


图 9.1-2 工业 CT 工作示意图

9.2 设备组成

METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 主要由屏蔽铅房、X 射线发生器、探测器、转台、电柜、数据处理系统和操作台等组成。工业 CT 实物图见图 9.2-1，工业 CT 内部正视图见图 9.2-2，工业 CT 内部俯视图见图 9.2-3。

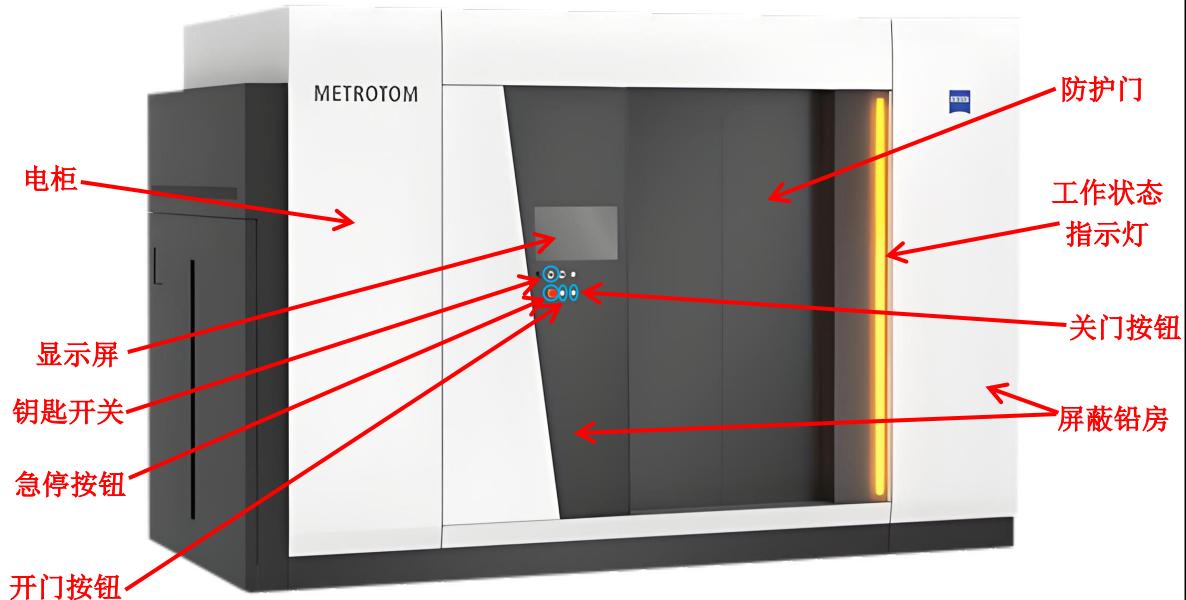


图 9.2-1 工业 CT 实物图

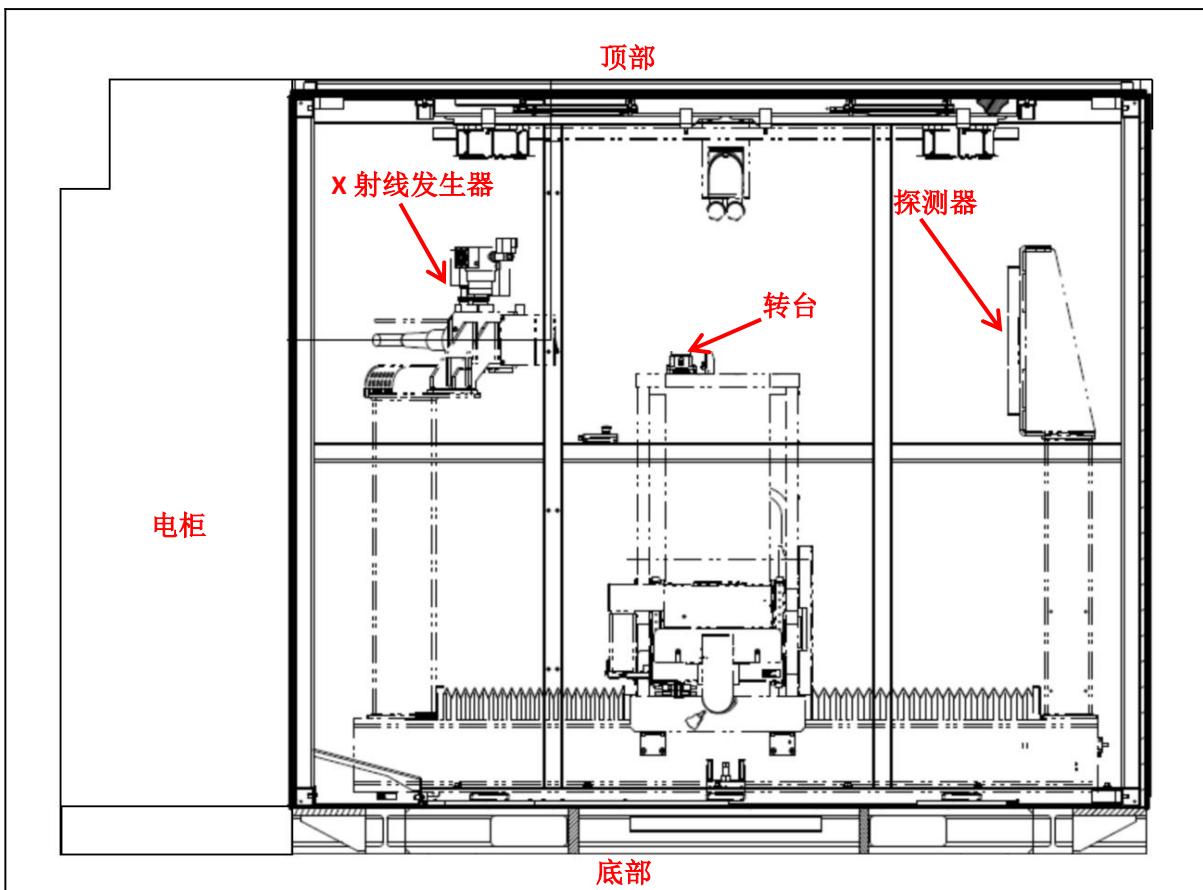


图 9.2-2 工业 CT 内部正视图

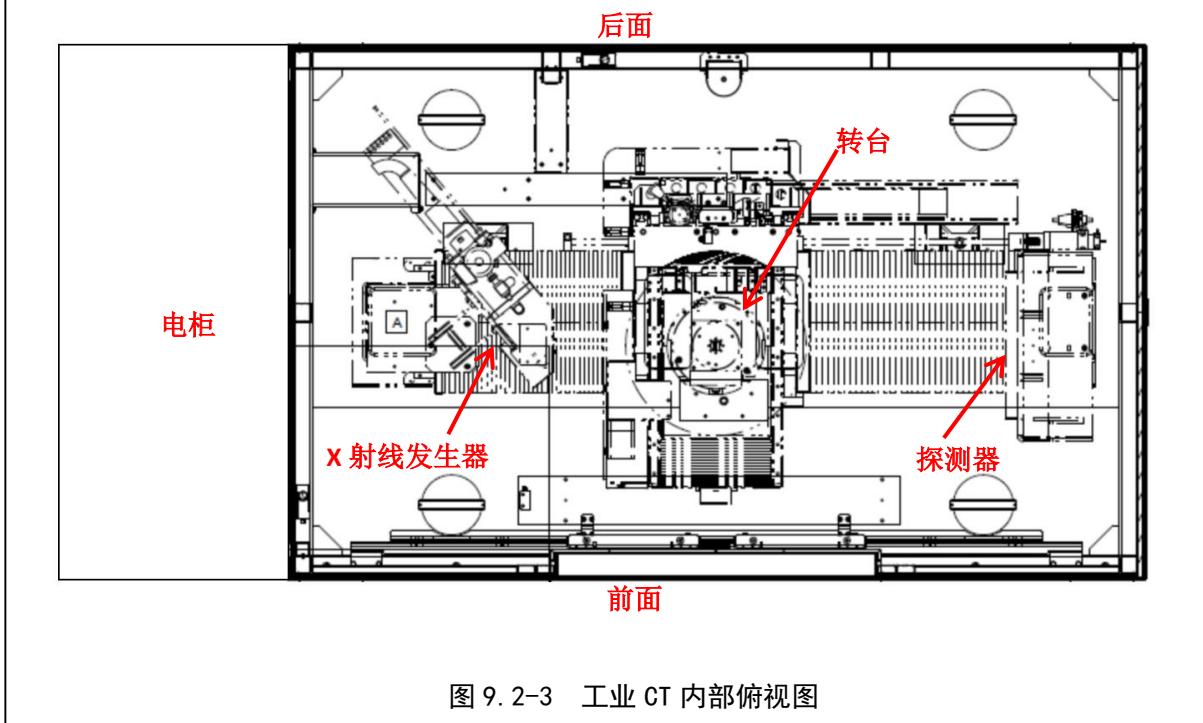


图 9.2-3 工业 CT 内部俯视图

本项目的 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 属于离线式检测装置，待检工件可以通过电动防护门放入工业 CT 内进行检测，防护门具有门机联锁功能，X 射线出束时人员不能进入工业 CT 内部。操作人员放置工件、关闭防护门、设置检测参数后，设备可自动完成分析测试工作，自动保存分析数据。X 射线出束期间，操作人员一般位于工业 CT 操作位，出束期间无需人员干预。

X 射线管右侧有一个检测平台，待检工件放至检测平台上后，X 射线透过待检工件后由探测器接收，然后再由重构软件进行图像重建，以得到可视化的内部结构等信息。在扫描过程中工件在转台进行 360 度旋转，以获取零件每个位置的 2D 图像，在获取零件不同位置的 2D 图片后，进行 3D 重构，得到工件的 3D 内部结构图。METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 的 X 射线管和探测器均固定在工业 CT 内不能移动，工业 CT 的有用线束方向为水平向右。

9.3 工作流程和产污环节

使用 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 的流程如下，工作流程和产污环节示意图见图 9.3-1。

- ①接通工业 CT 的电源，插入开关钥匙并旋转至“ON”档。
- ②打开防护门，将工件放置在样品台上，确认无误后，关闭好防护门。
- ③在控制端设置管电压和管电流参数。
- ④按下“开始扫描”开关，工业 CT 出束对工件进行无损检测。预计每天累计出束时间为 4h。本项目工业 CT 的有用线束固定朝右，工件无损检测期间 X 射线持续出束，无需人工干预。X 射线出束期间，操作人员一般位于工业 CT 操作位，避开了有用线束方向。

在 X 射线出束过程中，会产生 X 射线，同时，X 射线与空气因辐射作用会产生微量的臭氧、氮氧化物等有害气体。

- ⑤无损检测完成，X 射线自动停止出束，辐射工作人员打开防护门，将工件取出。同时，保存分析检测结果，完成一个工件的无损检测。

- ⑥重复步骤②~⑤进行工件无损检测，当天工作结束后，关闭控制端电脑，拔出

开关钥匙，关闭电源。

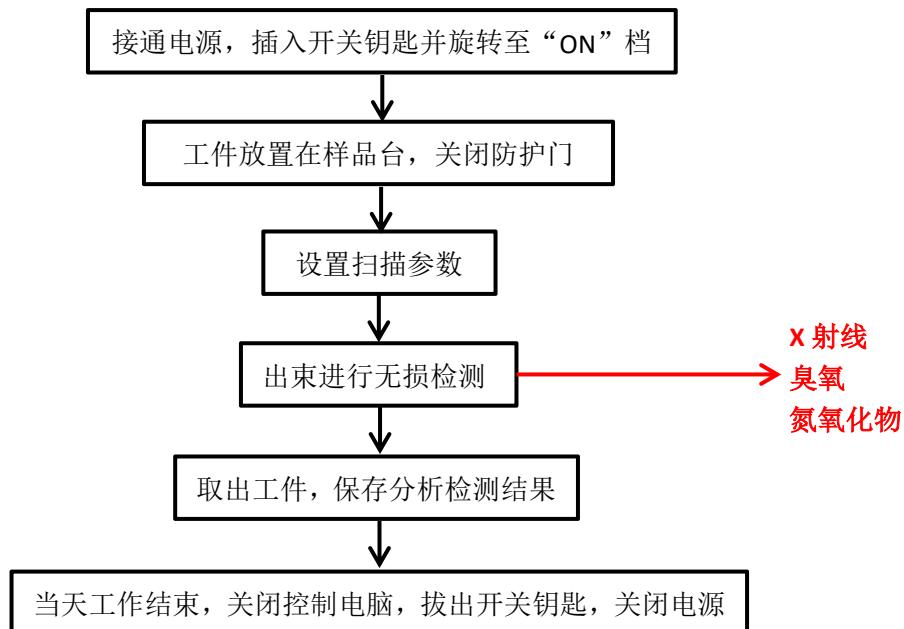


图 9.3-1 工作流程和产污环节示意图

9.4 工作负荷及人员配置

本项目工业 CT 预计每天累计出束时间最多为 4h，每周工作 5 天，全年最多工作 52 周，因此，本项目投入使用后，周出束时间最多为 20h，全年出束时间最多为 1040h。

针对本项目，建设单位拟配备 3 名辐射工作人员（其中一人兼任辐射安全管理人员），建设单位预计单个辐射工作人员每周出束时间累计最多为 10h，全年出束时间累计最多为 520h。目前，3 名辐射工作人员尚未配备到位。

9.5 污染源项描述

9.5.1 正常工况

本项目的主要污染因子是 X 射线，随 X 射线发生器的开和关而产生和消失。在正常工况下，检测过程中产生的 X 射线可以得到射线装置屏蔽体的有效屏蔽。但由于 X 射线的直射、反射及散射，可能有衰减后的射线对射线装置外部的工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。同时，X 射线与空气因辐射作用会产生微量的臭氧、氮氧化物等有害气体。本项目的工业 CT 的源项参数见下表。

表 9.5-1 工业 CT 源项参数

参数	数值
型号	METROTOM 1500 225 G3
最大管电压	225 kV
最大功率	500 W
最大管电流	3mA
滤过条件	2mm Sn
距辐射源点（靶点）1m 处最大输出量	3.67mSv·m ² /mA·min
距辐射源点（靶点）1m 处的最大泄漏辐射剂量率	19 μSv/h
射束类型	锥形射束
锥形射束夹角	30 度

注：以上参数由工业 CT 生产单位提供（见附件 4）。

9.5.2 事故工况

- (1) 防护门安全联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射；
- (2) 当工业 CT 内部有人员误入并且停留时，射线装置出束，使人员受到意外照射；
- (3) 由于设备故障，控制系统失效，人为事故等原因引起意外照射；
- (4) 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 辐射防护屏蔽

10.1.1 设备尺寸及铅屏蔽情况

本项目拟使用的工业 CT 自带屏蔽体，设备外部尺寸长×宽×高约为 3.70m×1.81m×2.44m。工业 CT 的正面设计有防护门，防护门为双开电动推拉门，每扇防护门的尺寸长×高均约为 0.55m×1.80m。射线装置的左面为电柜，电柜设计有维修门，维修门为 1 扇平开门。工业 CT 实物图见下图。

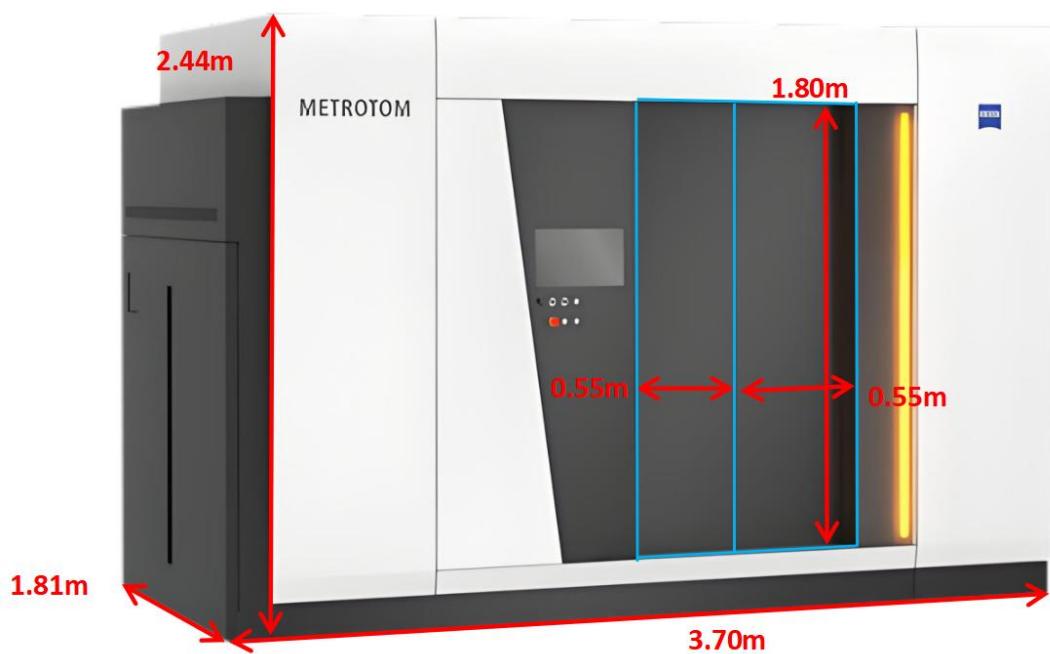


图 10.1-1 工业 CT 实物图（蓝色线条为防护门位置）

本项目拟使用的工业 CT 的有用线束方向为水平向右，工业 CT 右面为主射面，其余面为非主射面。工业 CT 的右面（主射面）的屏蔽材料为合金内衬 12mm 铅板，其余面（非主射面）的屏蔽材料为合金内衬 5mm 铅板。防护门位于正面（非主射面），防护门的屏蔽材料为合金内衬 5mm 铅板。工业 CT 内部铅屏蔽示意图见图 10.1-2 和图 10.1-3。工业 CT 的电柜设计有 1 扇平开维修门，维修门为普通门，没有进行辐射防护。

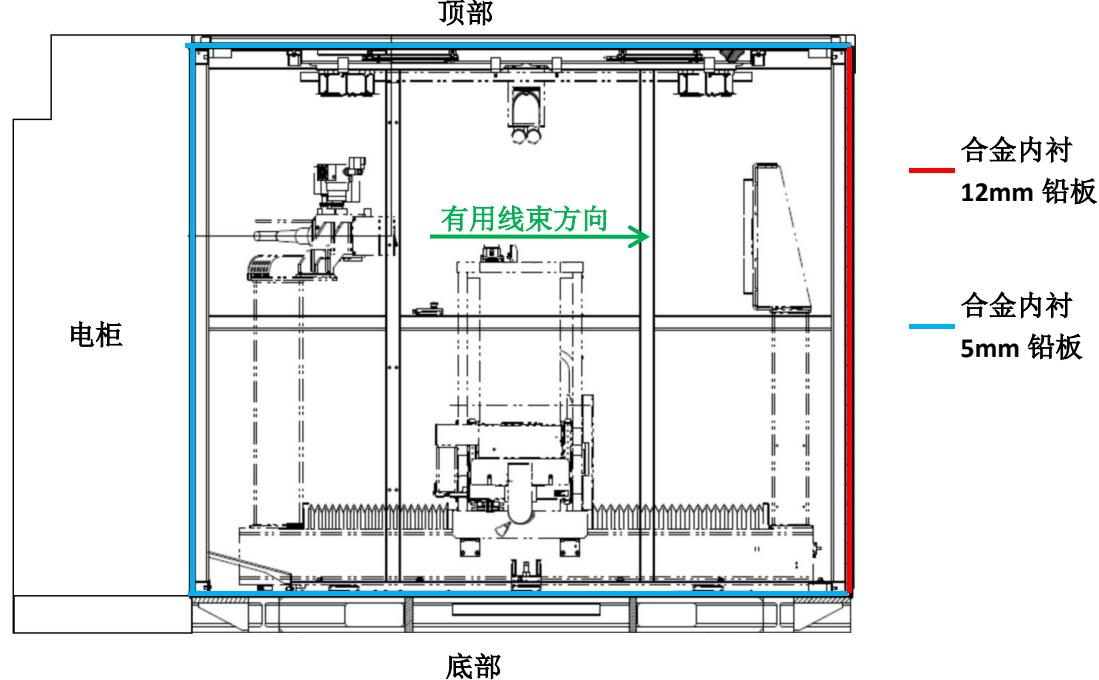


图 10.1-2 工业 CT 内部铅屏蔽示意图（正视图）

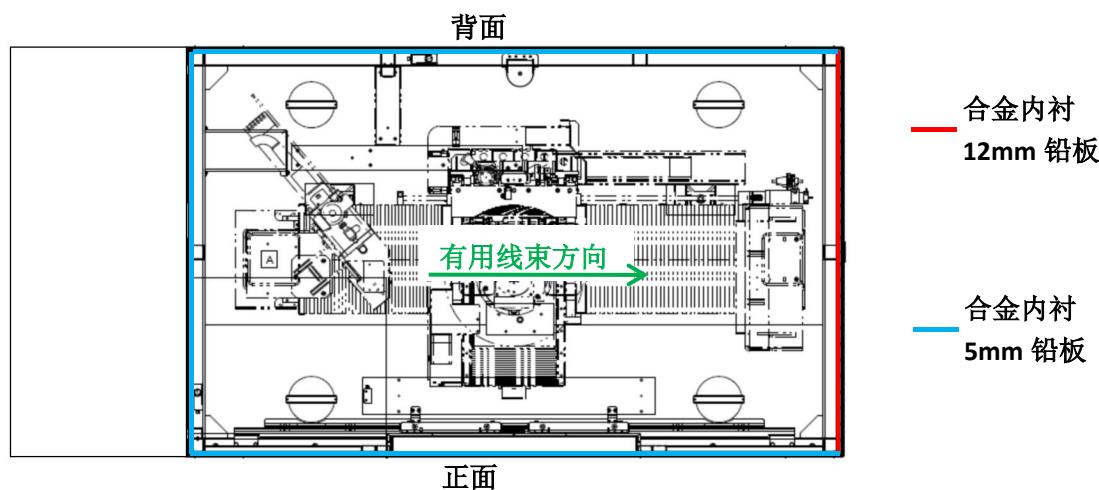


图 10.1-3 工业 CT 内部铅屏蔽示意图（俯视图）

本项目工业 CT 的 X 射线源除主射面外，其余 5 面设有 5mm 铅当量的屏蔽罩。工业 CT 的 X 射线源铅屏蔽罩示意图见下图，工业 CT 辐射屏蔽一览表见下表。

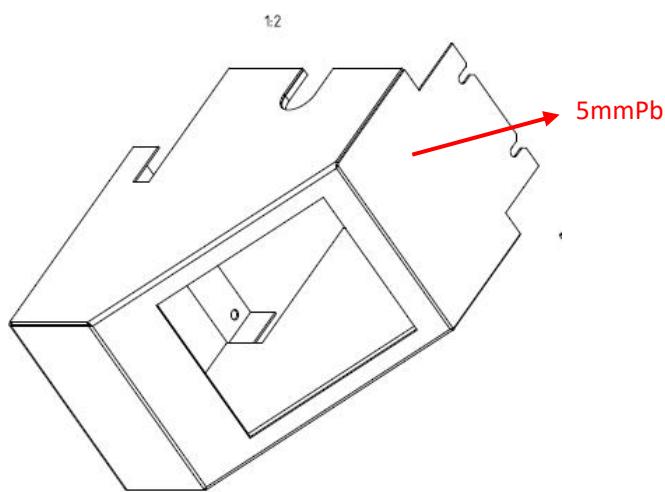


图 10.1-4 工业 CT 的 X 射线源铅屏蔽罩示意图

表 10.1-1 工业 CT 辐射屏蔽一览表

位置	屏蔽设计情况	铅当量	备注
右面	合金内衬 12mm 铅板	12mmPb	主射面
左面、正面、背面、顶部、底部	合金内衬 5mm 铅板	5mmPb	非主射面
防护门	合金内衬 5mm 铅板	5mmPb	非主射面
X 射线源铅罩	主射面: 无	无	主射面
	非主射面: 5mmPb	5mmPb	非主射面

10.1.2 X 射线源的靶点位置

METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 的 X 射线管和探测器均固定在工业 CT 内不能移动，工业 CT 的有用线束方向为水平向右，X 射线源的靶点距离工业 CT 正面 0.725m，距离工业 CT 后面 0.935m，距离工业 CT 左面 1.84m，距离工业 CT 右面 1.86m，距离工业 CT 顶部 0.94m，距离工业 CT 底部 1.5m。工业 CT 内部靶点位置示意图见图 10.1-5 和图 10.1-6。

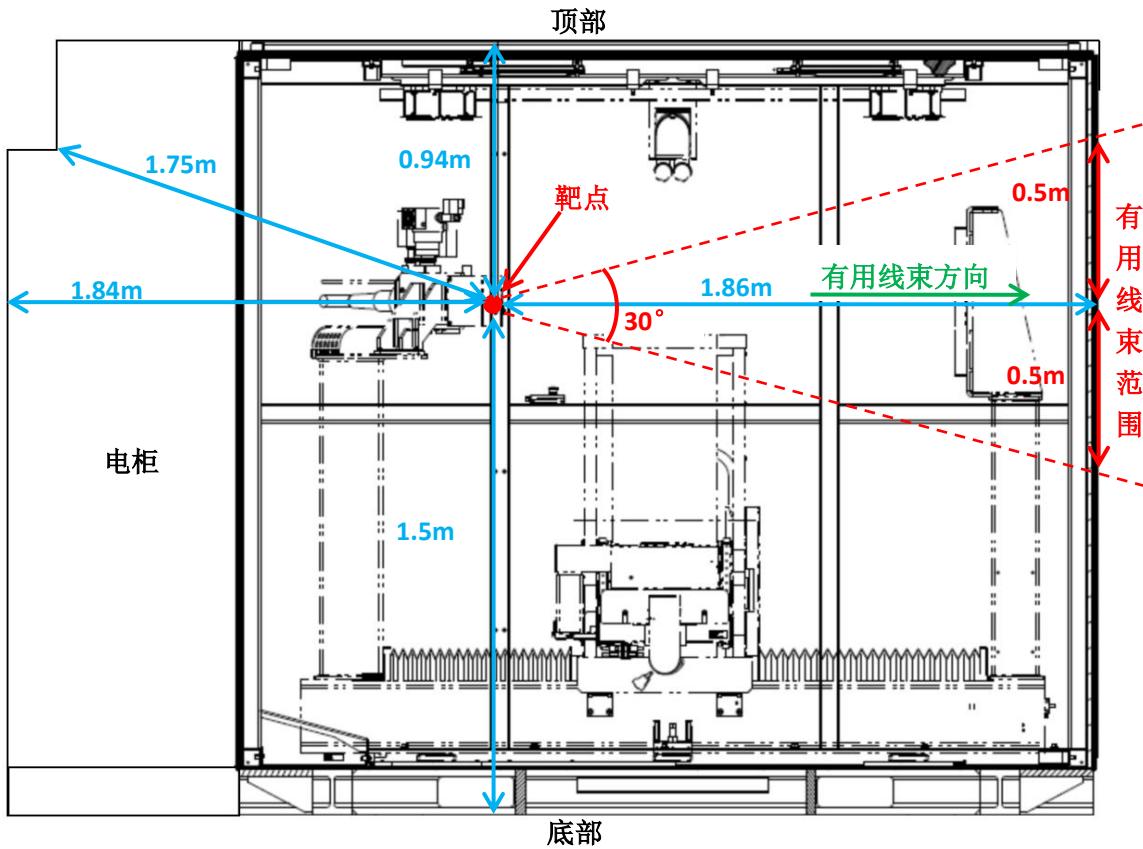


图 10.1-5 工业 CT 内部靶点位置示意图（正视图）

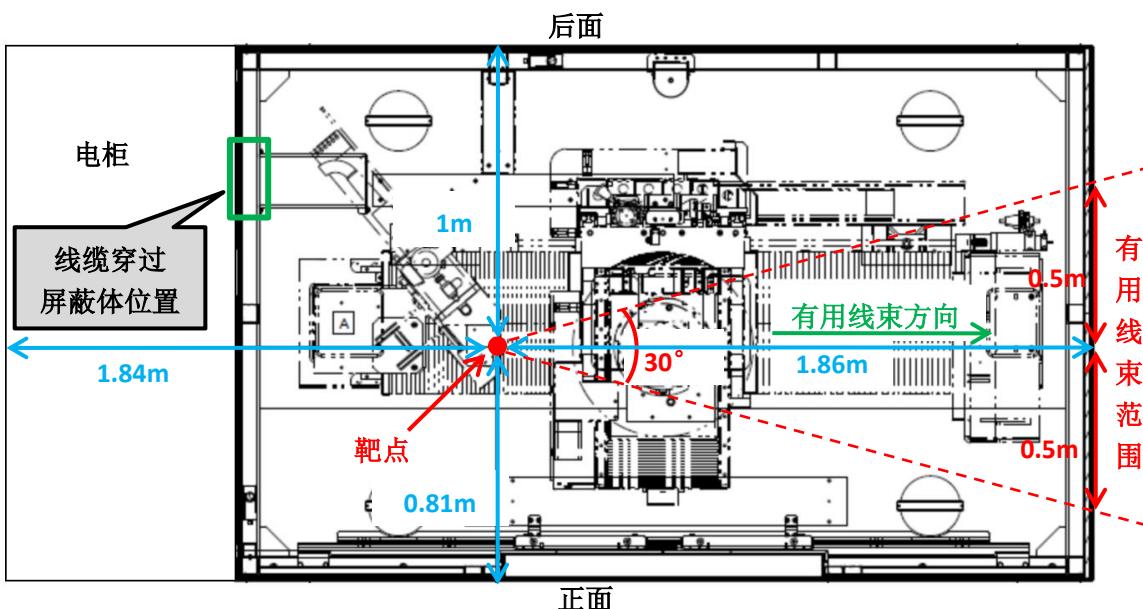


图 10.1-6 工业 CT 内部靶点和线缆穿屏蔽体位置示意图（俯视图）

10.1.3 线缆穿屏蔽体情况

本项目拟用的工业 CT 的控制线缆在穿过屏蔽体处，采用了多次折叠的路径设计。通过增加泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。工业 CT 线缆穿过屏蔽体位置见图 10.1-7，工业 CT 的控制线缆穿过屏蔽体处屏蔽补偿示意图见图 10.1-8。

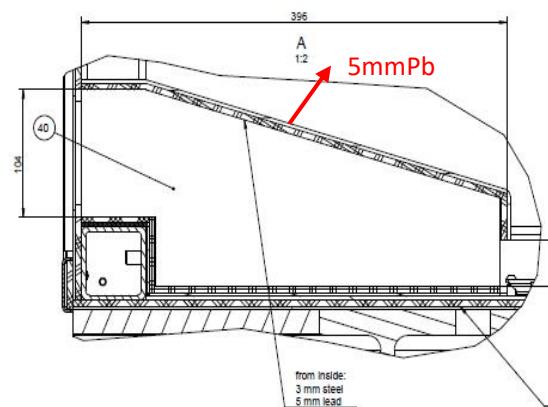


图 10.1-7 工业 CT 的控制线缆穿过屏蔽体处屏蔽补偿示意

10.2 辐射安全与防护措施

(1) 钥匙控制

本项目工业 CT 设计有钥匙开关。只有钥匙就位后才能开启电源，启动工业 CT 进行出束作业。钥匙开关未闭合时，工业 CT 无法加载高压和出束作业。出束过程中若取下钥匙，工业 CT 将立即断电停止出束。

(2) 工作状态指示灯和电离辐射警示标志

本项目工业 CT 的外部正面和内部均设计有工作状态指示灯，工作状态指示灯与工业 CT 的 X 射线源均设计有联锁，工作状态指示灯位置见图 10.2-1 和图 10.2-2。

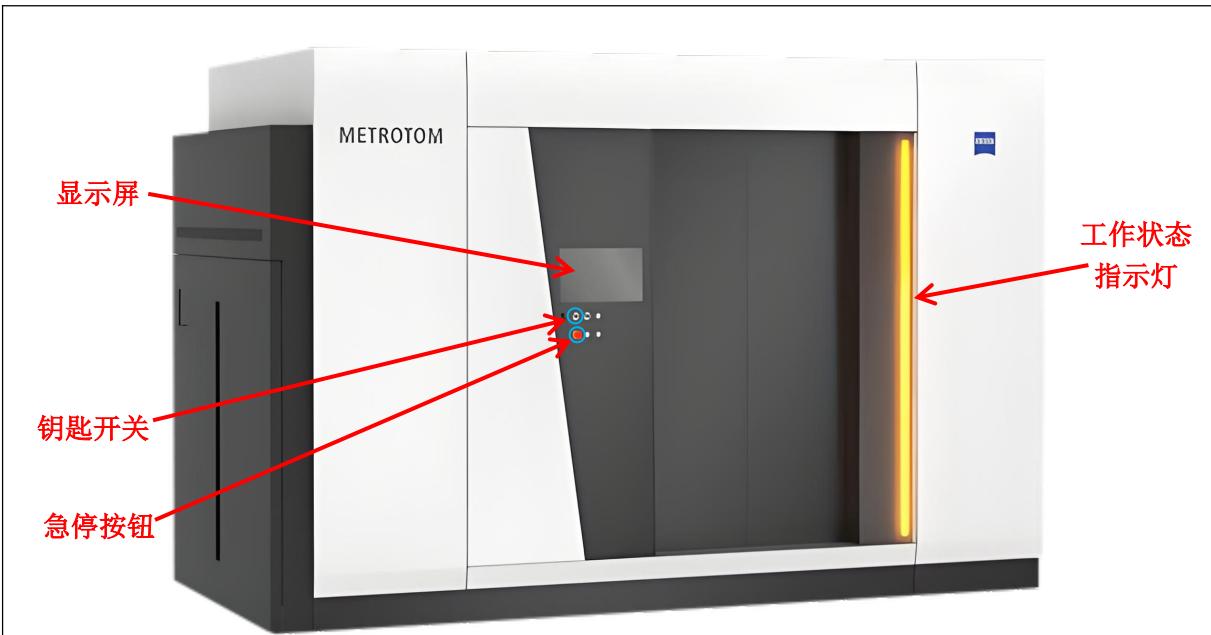


图 10.2-1 工业 CT 外表面的辐射安全与防护措施

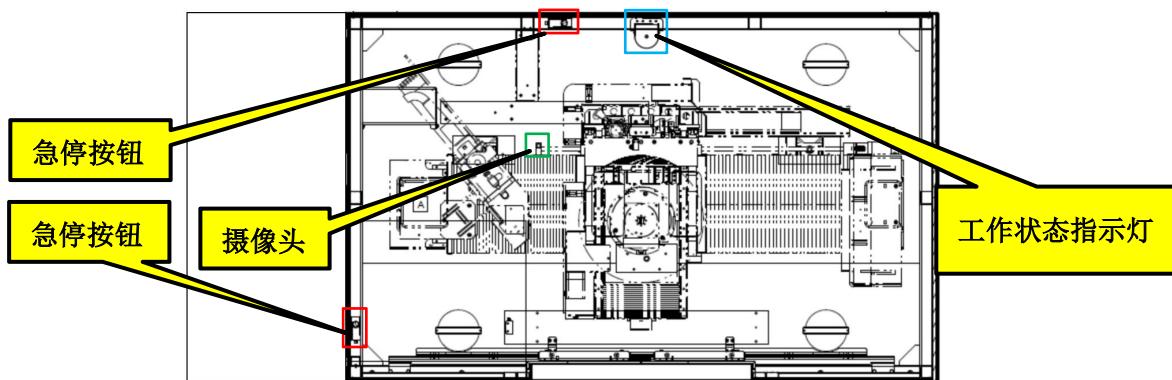


图 10.2-2 工业 CT 内部的辐射安全与防护措施（俯视图）

本项目射线装置装载门右侧设有黄色警示灯，黄色警示灯常亮表示 X 射线正在出束。射线装置内部设有 1 组声光警示灯（由 1 个黄色警示灯和 2 个红色警示灯组成），装载门关闭到位后黄色警示灯会闪烁，并发出报警声 10 秒，此时 X 射线未出束；报警过后才可以打开射线，X 射线出束时，红色警示灯会常亮。

（3）急停装置

本项目工业 CT 在外部正面设计有 1 个急停按钮（见上图 10.2-1 所示），在内部设计有 2 个急停按钮（见上图 10.2-2），操作位设计有 1 个急停按钮。急停按钮将有明显的标志，供紧急停止使用。当出现紧急情况时，只需按下任一急停按钮，工业 CT

将立即断高压，停止出束。在紧急情况、事故处理完毕后，需将紧急停机开关复位，工业 CT 才能重新出束作业。

(4) 门机联锁

本项目拟建的工业 CT 设计有门机联锁，防护门安装有限位器，只有当防护门关闭到位，工业 CT 的限位器反馈关闭到位后，控制端才能发出出束指令。在出束作业时，当防护门被打开，限位器将立即反馈门已打开的信号，工业 CT 将立即停止出束，且防护门复位关闭后 X 射线不会自动出束。

工业 CT 的左面电柜设置有维修门，由于电柜整体处于 CT 机屏蔽体之外，因此其维修门未设置也不需要设置联锁。

(5) 视频监控

本项目工业 CT 在内部的顶部设计有 1 个摄像头，视频监控图像显示在外部正面的显示屏上，辐射工作人员可以在工业 CT 外监视工业 CT 的内部情况。

(6) 辐射监测

针对本项目，建设单位拟配备 1 台 X- γ 辐射剂量率仪，2 台辐射剂量报警仪。建设单位拟用 X- γ 辐射剂量率仪，每季度对工业 CT 进行周围剂量当量率监测；辐射工作人员每人均拟佩戴个人剂量报警仪，在进行工业 CT 的操作时将佩戴处于开启状态的个人剂量报警仪，确保安全。

(7) 通风设施

①工业 CT 的通风设施：本项目工业 CT 在顶部设置有 2 个机械排风扇，每个排风扇的通风能力为 $900\text{m}^3/\text{h}$ ，总计通风能力为 $1800\text{m}^3/\text{h}$ 。由于工业 CT 的外部尺寸长×宽×高约为 $3.70\text{m} \times 1.81\text{m} \times 2.44\text{m}$ ，内部体积小于 16.3m^3 （保守按 16.3m^3 计），保守取该值进行通风换气次数的计算，则工业 CT 每小时的通风换气次数约 110.4 次，满足标准要求的每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。工业 CT 的排风口穿过屏蔽体处均采用了多次折叠的路径设计。通过增加泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。工业 CT 排风口位置见图 10.2-3，工业 CT 的排风口穿过屏蔽体处屏蔽补偿示意图见图 10.2-4。

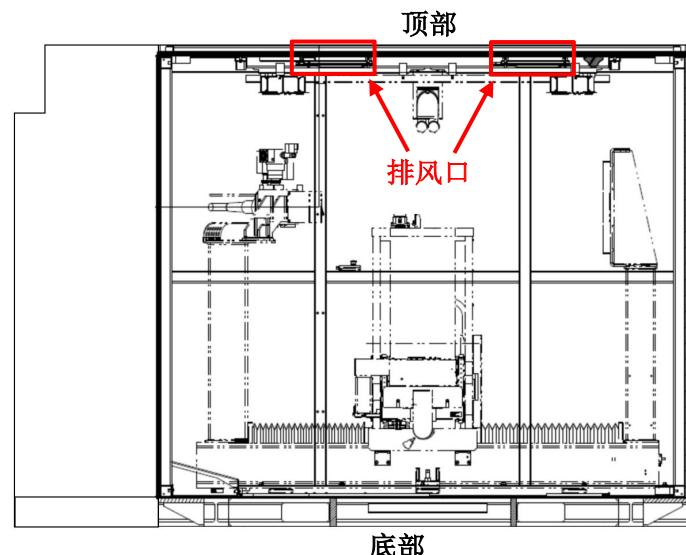


图 10.2-3 工业 CT 排风口位置（正视图）

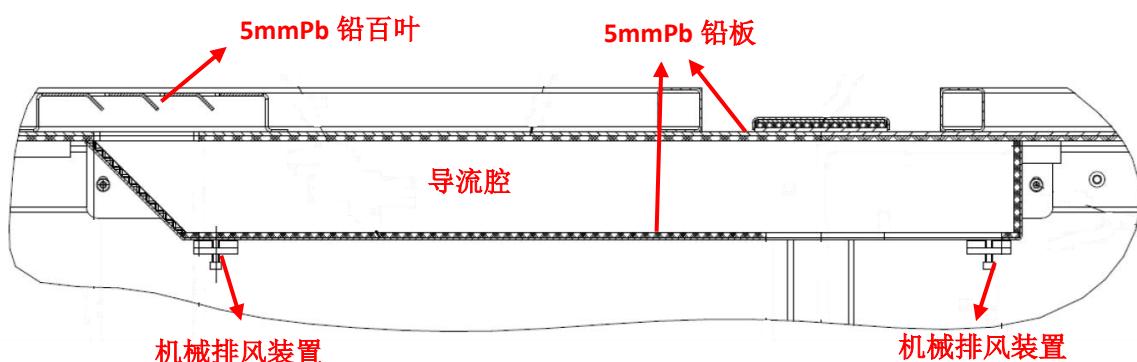


图 10.2-4 工业 CT 的排风口穿过屏蔽体处屏蔽补偿示意

②通风设施：建设单位拟在 CT 测试房吊顶安装独立排风系统，设计通风量为 $420\text{m}^3/\text{h}$ 。由于 CT 测试房内部尺寸为 10.85 （长） $\times 4\text{m}$ （宽） $\times 4\text{m}$ （高），吊顶高度约为 3m ，因此 CT 测试房的有效容积约为 130.2m^3 ，计算可知，CT 测试房内每小时的通风换气次数约 3.2 次/ h ，可以满足标准要求的每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

10.3 辐射场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），应把辐射工作场所进行分区管理，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。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。控制区外不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。将控制区外较低辐射的区域划定为监督区。按照本项目工作特点，结合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），以及剂量率估算结果，对本项目辐射工作场所进行分区，分区情况见下图。

(1) 控制区：以工业 CT 的表面为界，将工业 CT 的内部区域划为控制区。建设单位通过工业 CT 的外壳和辐射安全与防护措施，确保控制区的安全。

(2) 监督区：将工业 CT 表面外 CT 测试房内的范围以及 CT 操作室划为监督区。建设单位拟在监督区边界的地面上张贴警戒线，并设置警示说明标识牌。建设单位通过警戒线和警示说明标识牌，确保监督区的安全。

辐射工作场所分区图见下图，建设单位监督区和控制区划分合理，可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等标准的要求。

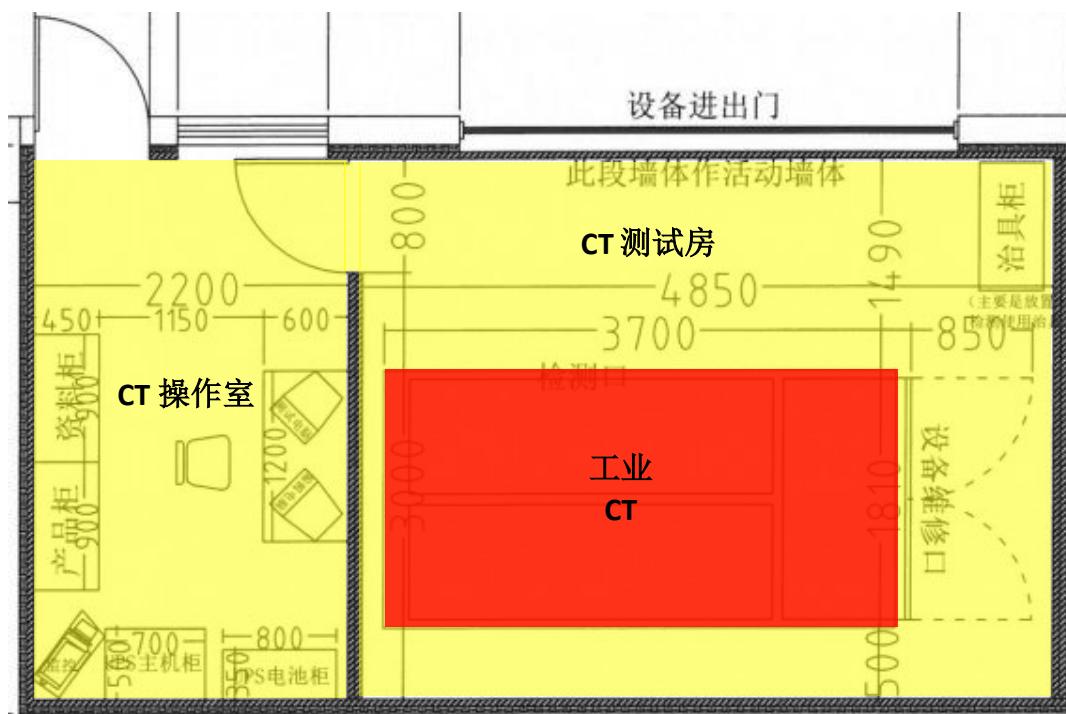


图 10.3-1 辐射工作场所分区图（红色为控制区，黄色为监督区）

10.4 标准对照分析

为进一步对本项目进行评价，下面对本项目的辐射安全设施与《工业探伤放射防

护标准》（GBZ117-2022）中条款对照，来进行辐射安全措施的评价。辐射安全措施分析对照表见下表。

表 10.4-1 辐射安全措施分析对照表

序号	GBZ117-2022 标准要求	拟落实情况	结论
硬件和管理要求			
1	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。	建设单位拟对辐射工作场所进行分区管理，分区情况可以满足 GB 18871 的要求，见“表 10.3 辐射场所分区”中内容。	符合
2	探伤室应设置门-机联锁装置，应在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 设置有门机联锁：防护门关闭时才能进行出束；设备出束过程中，防护门被意外打开，设备将立即停止出束。紧急情况下，按下开门按钮，防护门将会立即打开，此时门机联锁不会影响防护门的打开。	符合
3	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。	本项目射线装置防护门右侧设有黄色警示灯，黄色警示灯常亮表示 X 射线正在出束。 射线装置内部设有 1 组声光警示灯（由 1 个黄色警示灯和 2 个红色警示灯组成），防护门关闭到位后黄色警示灯会闪烁，并发出报警声 10 秒，此时 X 射线未出束；报警过后才可以打开射线，X 射线出束时，红色警示灯会常亮。建设单位将在 CT 测试房室内醒目位置张贴射线装置信号指示意义的中文说明。	符合
4	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。	工业 CT 内部设计有摄像头，视频监控图像位于工业 CT 正面的显示屏上，辐射工作人员可以在工业 CT 外监视工业 CT 的内部情况。辐射工作人员可以直接看到射线装置防护门外的情况，因此射线装置防护门外没有安装监视装置。	符合
5	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。	建设单位拟在工业 CT 外部正面，张贴一个符合 GB18871-2002 规定的电离辐射警示标志和中文警示说明。	符合
6	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 在外部正面设计有 1 个急停按钮，操作位设计有 1 个急停按钮，在工业 CT 内部设计有 2 个急停按钮，可以确保出现紧急事故时，能立即停止照射。急停按钮处拟张贴标签，标明使用方法。工业 CT 内部的急停按钮，可以确保射线装置内部的人员不需要穿过主射线束就能够使用。	符合
7	探伤室应设置机械通风装置，排风管道	工业 CT 内部设计有 2 个机械排风扇，每	符合

	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。	小时的通风换气次数约 110.4 次。CT 测试房拟安装独立排风系统，每小时的通风换气次数约 3.2 次，排风系统外的环境为 CT 操作室外空地，距地高度约 4.2m，四周空间开阔利于气流扩散，避开了人员密集区域，能保证良好的通风效果。	
8	探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	工业 CT 未配置固定式场所辐射探测报警装置，但建设单位拟为每位辐射工作人员配备个人剂量报警仪，在工作期间，辐射工作人员将佩戴个人剂量报警仪，当剂量率达到报警阈值时，个人剂量报警仪会立刻报警。	符合

安全操作要求

9	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。	本项目投入使用后，在每次使用工业 CT 前，建设单位辐射工作人员会检查门机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	符合
10	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。	辐射工作人员拟佩戴个人剂量计，携带 X-γ 辐射剂量率仪和辐射剂量报警仪。当剂量率达到报警阈值时，所有人员将立即退出 CT 测试房，同时防止他人进入 CT 测试房，并立即向辐射防护负责人报告。	符合
11	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。	建设单位拟每季度使用 X-γ 辐射剂量率仪进行周围剂量当量率监测，测量点位包括工业 CT 表面外 30cm 处和操作位处。测量值将与剂量率控制水平相比较。当测量值高于剂量率控制水平时，将终止使用射线装置并向辐射防护负责人报告。	符合
12	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。	建设单位当班人员使用 X-γ 辐射剂量率仪和个人剂量报警仪时，会检查工作状态是否正常。当监测设备不能正常工作时，将停止使用射线装置并向辐射防护负责人报告。	符合
13	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。	在每一次照射前，操作人员都会确认射线装置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，才会开始出束作业。	符合
14	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 GBZ117-2022 第 7.1 条～第 7.4	本项目工业 CT 用于检测最大尺寸不超过直径 615mm、长 800mm 的五金制品，不存在工件过大等特殊原因必须打开防	符合

	条的要求。	护门进行检测的情况。	
探伤设施的退役			
15	<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> <ul style="list-style-type: none"> 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。 	<p>建设单位不再使用工业 CT 后，拟按要求实施退役：将工业 CT 去功能化后报废或转移至其他已获许可的机构，并且及时办理辐射安全许可证等相关手续。同时，清除所有电离辐射警告标志和安全告知。</p>	符合
<p>根据以上分析可知，本项目工业 CT 可以满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中的要求。</p>			
<h3>10.5.三废的治理</h3> <p>本项目不会产生放射性三废。</p> <p>工业 CT 的 X 射线与空气因辐射作用会产生微量的臭氧、氮氧化物等有害气体。工业 CT 设计有 2 个机械排风扇，每小时的通风换气次数约 110.4 次。建设单位拟在 CT 测试房安装独立排风系统，每小时的通风换气次数约 3.2 次，排风系统外的环境为操作室外空地，四周空间开阔利于气流扩散，避开了人员密集区域。</p> <p>本项目工业 CT 采用数字成像方式，在显示屏上直接显示检测结果，不会产生胶片、影液等感光材料废物，无放射性废物产生。</p>			

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段环境影响分析

本项目是在现有厂房中使用工业 CT，不涉及土建施工。本项目建设阶段的环境影响是短暂的、可控的，随着施工期的结束而消失。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射剂量率控制值公式及计算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改单中计算工业 CT 表面外剂量率参考控制水平。

①各工业 CT 表面外关注点的周围剂量当量率

职业人员在关注点的周剂量参考水平： $H_c \leq 100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；公众： $H_c \leq 5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

相应的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ，计算公式如下：

$$\dot{H}_{c,d} = \frac{H_c}{t \cdot U \cdot T} \quad \text{式 (11.2-1)}$$

H_c ——周参考剂量控制水平， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

U ——X 射线装置向关注点方向照射的使用因子，考虑最大化，取 1；

T ——人员在相应关注点驻留的居留因子。

t ——X 射线装置周照射时间，h。

②关注点最高剂量率参考水平， $\dot{H}_{c,max}^* = 2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

③关注点剂量率参考控制水平 \dot{H}_c^* 取 $\dot{H}_{c,d}$ 和 $\dot{H}_{c,max}^*$ 较小者。

根据建设单位提供资料，本项目的工业 CT 的周出束时间最多为 20h。取操作位的辐射工作人员的周参考剂量控制水平取 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，工业 CT 表面外其余位置的公众的周参考剂量控制水平取 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ， U 均考虑最大化取 1， T 值取 1。工业 CT 表面外剂量率参考控制水平见下表，经计算工业 CT 表面外剂量率参考控制水平为 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

表 11.2-1 工业 CT 表面外剂量率参考控制水平

关注点	H_c ($\mu\text{Sv}/\text{周}$)	U	T	$\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	$\dot{H}_{c,\max}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)	\dot{H}_c ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
操作位	100	1	1	5.0	2.5	2.5
正面	100	1	1	5.0	2.5	2.5
后面	100	1	1	5.0	2.5	2.5
左侧	100	1	1	5.0	2.5	2.5
右侧	100	1	1	5.0	2.5	2.5
顶部	100	1	1	5.0	2.5	2.5
底部	100	1	1	5.0	2.5	2.5

11.2.2 辐射屏蔽分析

(1) 计算公式及部分参数的取值

本项目的计算采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中的相关计算公式、参数和方法:

①有用线束

对于有用线束，在给定屏蔽物质厚度时，关注点的剂量率 \dot{H} 按下式计算：

$$\dot{H}_{\text{主}} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \text{式 (11.2-2)}$$

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 mA；根据前文所述，本项目工业 CT 的管电压为 225kV(最大管电压)时，管电流最大为 2.22mA，因此取 I=2.22mA。

H_0 ——距辐射源点(靶点) 1m 处输出量，单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；根据厂家提供资料， $H_0=3.67\text{mSv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min}) = 2.20\text{E+05 } \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B——屏蔽透射因子；根据 GBZ/T250-2014 中图 B.1，当管电压 250kV，滤过条件 0.5mm 铜时，12mmPb 的屏蔽透射因子 $B=2.5\text{E-06}$ ；由于本项目工业 CT 有用线束方向为 12mmPb，且最大管电压为 225kV，因此，本项目可保守取有用线束方

向的屏蔽透射因子 $B=2.5E-06$;

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离。

②泄漏辐射

在给定屏蔽物质厚度时，泄漏辐射在关注点的剂量率 \dot{H} 按下式计算：

$$\dot{H}_{\text{漏}} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad \text{式 (11.2-3)}$$

式中：

B ——屏蔽透射因子；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m；

\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 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；根据建设单位提供的资料， \dot{H}_L 取 $19\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

③散射辐射

在给定屏蔽物质厚度时，关注点的散射辐射剂量率 \dot{H} 按下式计算：

$$\dot{H}_{\text{散}} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2} \quad \text{式 (11.2-4)}$$

式中：

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，单位为 mA；根据前文所述，本项目工业 CT 的管电压为 225kV（最大管电压）时，管电流最大为 2.22mA，因此取 $I=2.22\text{mA}$ 。

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ；根据厂家提供资料， $H_0=3.67\text{mSv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})=2.20E+05\ \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B ——屏蔽透射因子；

F —— R_0 处辐射野面积，单位为 m^2 ；

a ——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 m；

R_s ——散射体至关注点的距离，单位为 m。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014)，X 射线源的最大管电压为 225kV 时，散射因子 $a=1.9E-03 \times 10000 \div 400=4.75E-02$ 。本项目的工业 CT 的圆锥束中心轴与圆锥边界的夹角为 15° ，则 R_0 处辐射野面积为 $F=\pi (R_0 \times \tan 15^\circ)^2=0.226R_0^2$ ，因此，本项目中的 $R_0^2/F \cdot a$ 因子的取值为 93.2。

④泄漏辐射和散射辐射计算中的屏蔽透射因子：

对于给定屏蔽物质厚度 X ，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下式计算：

$$B = 10^{-X / TVL} \quad \text{式 (11.2-6)}$$

式中：

X —— 屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同单位；

TVL —— 屏蔽物质的什值层。

泄漏辐射计算中的 TVL 取值：根据《辐射安全手册》(潘自强 主编) 中图 6.4 (见图 11-1) 可知，当管电压为 225kV 时，铅的什值层为 2.2mm。

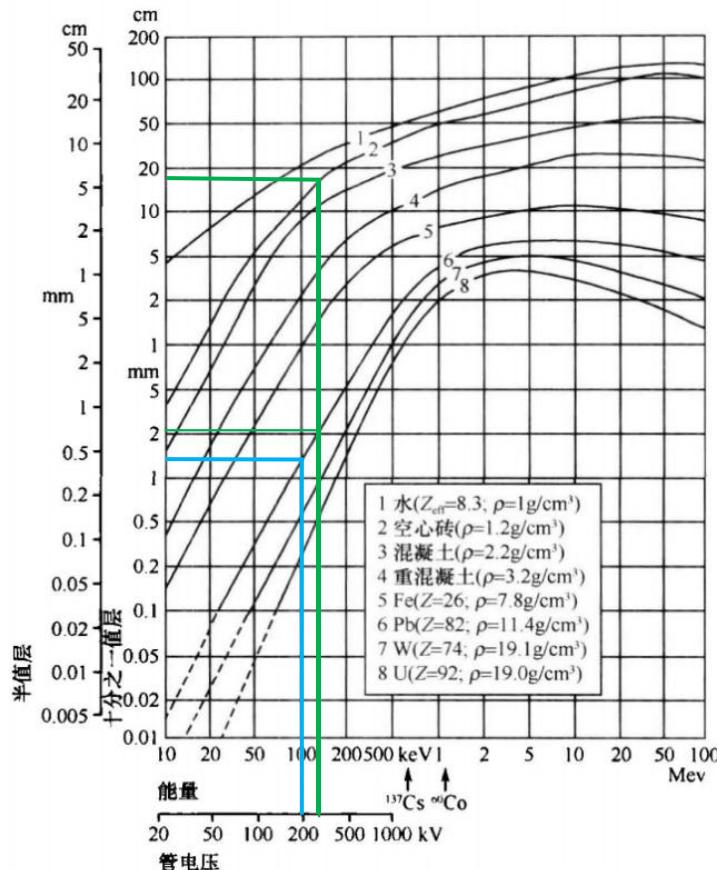


图 11.2-1 屏蔽材料的平均半值层和十分之一值层

散射辐射计算中的 TVL 取值：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表 2，取 225kV 下 X 射线 90° 散射辐射最高能量的 kV 值为 200kV。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中表 B.2，本项目取 200kV 下 X 射线经强衰减后在铅中的十值层为 1.4mm。

（2）关注点的选取

本次评价选取射线装置表面外代表性区域作为预测目标点（各预测目标点位于射线装置表面外 30cm 处），关注点位置图见图 11.2-2 和图 11.2-3。关注点 A 采用有用线束进行估算，其余关注点采用非有用线束进行估算。

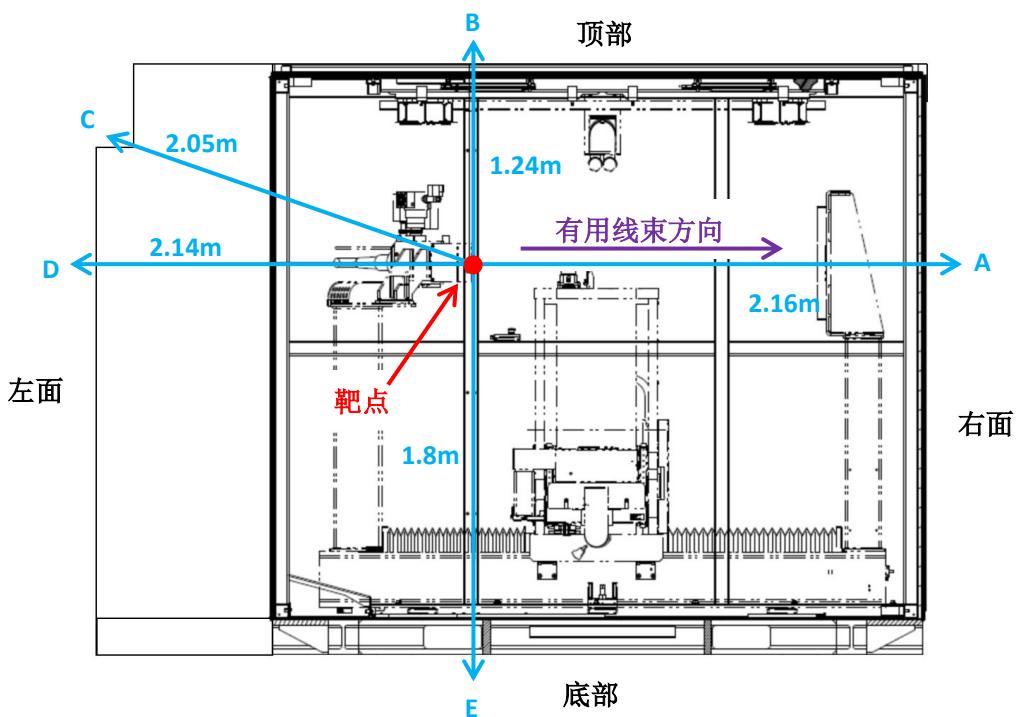


图 11.2-2 关注点位置示意图（正视图）

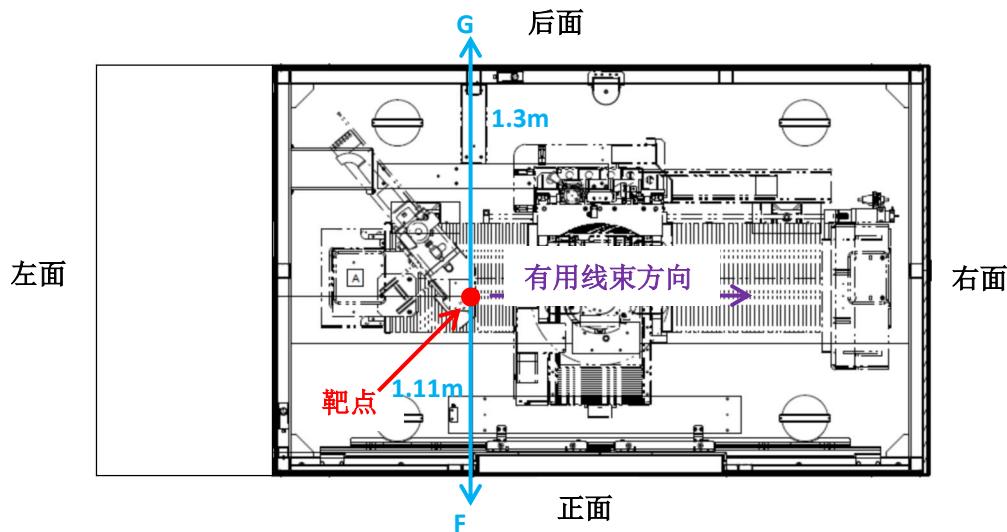


图 11.2-3 关注点位置示意图（俯视图）

(3) 有用线束方向

有用线束方向的剂量率预测结果见下表。

表 11.2-2 有用线束方向的剂量率预测结果

关注点	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$)	B	R (m)	$\dot{H}_{\text{有用线束}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
A	2.22	2.20E+05	2.5E-06	2.16	2.61E-01

(4) 非有用线束方向

非有用线束方向需进行泄漏辐射和散射辐射的屏蔽分析，非有用线束方向泄漏辐射剂量率预测结果见下表。

表 11.2-3 非有用线束方向泄漏辐射剂量率预测结果

关注点	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	X (mm)	TVL (mm)	B	$\dot{H}_{\text{漏}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
B	19	1.24	10	2.2	2.85E-05	7.81E-04
C	19	2.05	10	2.2	2.85E-05	2.86E-04
D	19	2.14	10	2.2	2.85E-05	2.62E-04
E	19	1.8	10	2.2	2.85E-05	3.71E-04
F	19	1.11	10	2.2	2.85E-05	9.75E-04
G	19	1.3	10	2.2	2.85E-05	7.11E-04

注：屏蔽物质厚度考虑了 X 射线源的铅罩防护。

X 射线源靶点至关注点 C 和 D 的最近距离为 2.05m 和 2.14m。根据前文可知，

散射体至关注点 C 和 D 的距离，大于 X 射线源靶点至关注点 C 和 D 的距离，本报告保守取散射体至关注点 C 和 D 的距离 R_s 为 2.05m 和 2.14m。预测 B、E、F、G 点的剂量率时，保守预测取 R_s 为散射体边缘至关注点的最近距离。本项目检测工件的最大尺寸为直径 615mm、长 800mm。本项目 R_s 取散射体的中心至散射体边缘的距离为 310mm，结合图 11.2-2 和图 11.2-3 可知，B、E、F、G 点的 R_s 分别为 0.93m、1.49m、0.80m、0.99m。非有用线束方向散射辐射剂量率预测结果见下表。

表 11.2-4 非有用线束方向散射辐射剂量率预测结果

关注点	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{h}$)	R_s (m)	X (mm)	TVL (mm)	$\frac{F \cdot a}{R_0^2}$ 因子	$\dot{H}_{\text{散}}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)
B	2.22	2.20E+05	0.93	5	1.4	1/93.2	1.67
C	2.22	2.20E+05	2.05	5	1.4	1/93.2	3.43E-01
D	2.22	2.20E+05	2.14	5	1.4	1/93.2	3.15E-01
E	2.22	2.20E+05	1.49	5	1.4	1/93.2	6.49E-01
F	2.22	2.20E+05	0.80	5	1.4	1/93.2	2.25
G	2.22	2.20E+05	0.99	5	1.4	1/93.2	1.47

(5) 工业 CT 表面外剂量率预测最终结果

在工业 CT 正常运行情况下，各关注点总的剂量率见下表，结果显示，工业 CT 表面外 30cm 处的剂量率最大为 $2.20 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ，可以满足本报告提出的工业 CT 表面外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

表 11.2-5 工业 CT 剂量率预测最终结果 ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)

关注点	$\dot{H}_{\text{主}}$	$\dot{H}_{\text{漏}}$	$\dot{H}_{\text{散}}$	$\dot{H}_{\text{总}}$
A	2.62E-01	/	/	2.62E-01
B	/	7.81E-04	1.67	1.67
C	/	2.86E-04	3.43E-01	3.43E-01
D	/	2.62E-04	3.15E-01	3.15E-01
E	/	3.71E-04	6.49E-01	6.50E-01
F	/	9.75E-04	2.25	2.25
G	/	7.11E-04	1.47	1.47

11.2.3 受照剂量估算

参考《辐射防护导论》（方杰主编），本项目的辐射工作人员和公众的受照剂量估算，按照下式进行估算：

$$H_r = H \times t \times T \quad \text{式 (11.2-7)}$$

式中：

H_r 为人员的有效剂量；

H 为辐射剂量率；

t 为受照时间；

T 为居留因子。

(1) 辐射工作人员受照剂量估算

建设单位预计单个辐射工作人员每周出束时间累计最多为 10h，全年出束时间累计最多为 520h。取工业 CT 正面 30cm 处的最大值（即： $2.25 \mu\text{Sv/h}$ ）进行辐射工作人员受照剂量估算，取居留因子为 1，则辐射工作人员的周有效剂量为 $22.5 \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量为 1.17mSv ，均低于辐射工作人员剂量约束值：辐射工作人员的周有效剂量约束值为 $100 \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量约束值为 5mSv 。

(2) 公众受照剂量估算

本项目工业 CT 的周出束时间最多为 20h，全年出束时间最多为 1040h。由于剂量率与距离的平方成反比，计算公众受照剂量时，采用经距离衰减后的剂量率进行有效剂量估算，经距离衰减后的剂量率情况见表 11.2-6，公众有效剂量估算结果见表 11.2-7。

表 11.2-6 经距离衰减后的剂量率情况

位置		工业 CT 表面外 30cm 处		经距离衰减后情况	
		距离 (m)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	距离 (m)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
厂区 内	东北侧通道	0.3	2.25	1.49	3.64E-01
	东北侧厂房二	0.3	2.25	6.5	2.94E-02
	东侧宿舍	0.3	3.15E-01	16	4.53E-03
	东南侧预留仓库	0.3	3.15E-01	1	1.81E-01
	西北侧危废仓库	0.3	2.62E-01	2.4	6.73E-02

	西北侧通道	0.3	2.62E-01	7.4	1.42E-02
	上层治具库	0.3	1.67	1.76	2.53E-01
厂 区 外	东侧新味酒楼	0.3	3.15E-01	36	1.01E-03
	东南侧沙湖德福路	0.3	3.15E-01	38	9.09E-04
	西南侧铭佳工业园厂房	0.3	1.47	1.5	3.01E-01

表 11.2-7 公众有效剂量估算结果

位置		居留因子	周有效剂量 (μSv)	年有效剂量 (mSv)
厂 区 内	东北侧通道	1/16	4.55E-01	2.37E-02
	东北侧厂房二	1	5.89E-01	3.06E-02
	东侧宿舍	1	9.07E-02	4.71E-03
	东南侧预留仓库	1/4	9.06E-01	4.71E-02
	西北侧危废仓库	1/4	3.36E-01	1.75E-02
	西北侧通道	1/16	1.78E-02	9.26E-04
	上层治具库	1/4	1.26	6.57E-02
厂 区 外	东侧新味酒楼	1	2.01E-02	1.05E-03
	东南侧沙湖德福路	1/16	1.14E-03	5.91E-05
	西南侧铭佳工业园厂房	1	6.02	3.13E-01

估算结果表明，除铭佳工业园厂房外，公众的周有效剂量最大为 $1.26 \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量最大为 $6.57\text{E-}02\text{mSv}$ ，此数值未考虑建筑墙体的屏蔽作用，实际各关注点剂量率将更低。

铭佳工业园厂房与工业 CT 之间建有 360mm 砖墙（保守按照空心砖计），根据图 11.2-1 可知，当管电压为 225kV 时，空心砖的什值层为 180mm，则考虑屏蔽墙的屏蔽作用后，铭佳工业园厂房内关注点剂量率可降至 $3.13\text{E-}03 \mu\text{Sv/h}$ ，厂房内公众周有效剂量降至 $6.02\text{E-}02 \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量降至 $3.13\text{E-}03\text{mSv}$ 。则上表中关注点处公众剂量均低于约束值：公众的周有效剂量约束值为 $5 \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量约束值为 0.25mSv 。

根据剂量率与距离的平方成反比的关系可知，周围 50m 范围其他距离较远的保护目标处剂量率均符合要求，由于其他各方向保护目标的居留因子均不大于上表，可推知，周围 50m 范围所有保护目标处公众周有效剂量和年有效剂量均满足上述约束值要求。

11.4 事故期间的风险分析

(1) 可能发生的辐射事故

- ① 防护门安全联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射；
- ② 当工业 CT 内部有人员误入并且停留时，射线装置出束，使人员受到意外照射；
- ③ 由于设备故障，控制系统失效，人为事故等原因引起意外照射；
- ④ 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。

（2）预防措施

本项目辐射事故的发生主要是在管理上出问题，因此，本项目的预防措施主要为严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求做好各种相应的辐射防护措施，并定期检查工业 CT 的辐射屏蔽和各项辐射安全措施的性能，及有关的安全警示标志是否正常工作，避免辐射事故的发生。本项目的主要预防措施如下：

- ① 认真组织辐射工作人员参加辐射防护培训及专业技术的知识学习，使用射线装置的工作人员必须通过辐射安全防护培训考核后，才可持证上岗；
- ② 配备自行监测设备，并正确使用；
- ③ 定期进行的辐射防护检测，如有异常，及时整改；
- ④ 严格落实各项辐射防护措施，并定期检查，确保各项辐射防护措施可以有效使用。
- ⑤ 定期组织辐射工作人员进行职业健康检查，工作人员职业照射个人剂量监测档案终生保存；
- ⑥ 应对辐射工作人员的辐射安全管理制度执行情况进行监督、检查，确保各项规章制度的落实。

（3）一旦发生误照事故，处理的步骤是：

- ① 立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间按下紧急开关并取

下工业 CT 的开关钥匙，将射线装置停止出束。

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。

③ 及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理。这样，可缩小事故影响，减少事故损失。

④ 事故处理后应收集资料，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，所有涉及的事故责任人名单；任何可能受到照射的人员名单，及辐射剂量估算结果；所做的医学检查及结果；采取的纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年第四次修改）的相关规定，建设单位应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

建设单位已成立了辐射安全与防护管理小组：

组长：李忠良

成员：李刚、李凯为

辐射安全与防护管理小组的主要职责为：

1. 制定并完善辐射安全管理相关制度，确保相关制度的落实。
2. 组织实施辐射工作人员的辐射安全与防护培训、职业健康检查及个人剂量检测工作，建立个人健康监护档案。
3. 定期对辐射工作场所和设备进行辐射防护检测、监测和检查。
4. 定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查辐射工作人员的技术操作情况，管理制度落实情况，指导做好辐射工作场所管理和人员防护，杜绝辐射安全事故的发生。
5. 制定辐射事故应急处理预案，并定期（每年一次）组织辐射事故应急演练。
6. 对本单位的核技术利用项目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。

建设单位的辐射安全与环境管理机构的设置可以满足相关标准要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年第四次修改），使用放射性同位素、射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急措施。

建设单位已制定了《关于成立辐射安全与防护管理小组》、《射线装置操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护制度》、《辐射安全保卫制度》、《人员培训计划》、《辐射监测方案》、《设备检修维护制度》、《设备使用、维修台账与登记管理制度》（见附件3），包含了辐射安全与环境保护管理机构及其职责、辐射防护和安全保卫制度、岗位职责、操作规程、辐射工作人员培训制度、监测方案、设备检修维护制度、辐射工作人员个人剂量管理要求等内容。此外，建设单位还制定了《辐射事故应急预案》。建设单位通过管理制度规定了辐射工作人员、辐射工作场所和射线装置的管理，以及人员培训制度以及监测方案等。

建设单位承诺，随着本项目的推进，相关人员的落实，建设单位将逐步修订完善相关规章制度。建设单位制定的辐射安全管理规章制度满足相关标准要求。

12.3 辐射工作人员的培训

根据生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019年，第57号）的相关要求，自2020年1月1日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。

针对本项目，建设单位拟新配备3名辐射工作人员。目前，相关人员尚未配备到位。建设单位承诺，在辐射工作人员落实后，将安排辐射工作人员在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报名学习并参加“X射线探伤”类别的考核，保证项目安装完成后辐射工作人员能凭考核合格后的成绩单上岗。

12.4 其它辐射安全措施

评价项目正式开展后，建设单位将对本单位的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。

12.5 辐射监测

(1) 环保措施竣工环境保护验收

本项目竣工后，建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）中的要求，按照下述步骤开展验收工作：(1) 建设单位

验收自查，（2）验收监测及验收监测报告编制，（3）提出验收意见，编制“其他需要说明的事项”，形成验收报告，公开相关信息并建立档案。

验收监测时，需委托有相关资质的单位对工业 CT 表面外的周围剂量当量率进行监测。验收时，建设单位的验收小组应依据本环评报告，针对辐射安全防护措施等进行核查，现场核查内容包括辐射安全措施是否满足环评报告中的设备功能要求等。若与环评报告不一致，应立即整改，在整改完成前，不得投入使用。

表 12.5-1 验收监测

检测因子	周围剂量当量率
点位	验收监测时，对下述点位进行监测 1) 通过巡测，发现辐射水平异常高的位置，并进行重点监测； 2) 射线装置表面外四周和上方外侧 30cm 处； 3) 防护门外 30cm 处，线缆孔和通风孔等防护薄弱处； 4) 操作位； 5) 周围环境敏感点。
限值	辐射剂量率的限值为 $2.5 \mu \text{Sv/h}$ 。同时，周边环境点位应根据检测值和工作时间计算可满足辐射工作人员的职业周有效剂量约束值为 $100 \mu \text{Sv}$ ，年有效剂量约束值为 5mSv ；公众的周有效剂量约束值为 $5 \mu \text{Sv}$ ，年有效剂量约束值为 0.25mSv 。

对本项目进行验收时，可依据下列文件进行：

- ①关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部文件 国环规环评〔2017〕4号；
- ②中华人民共和国国务院令第 682 号，国务院关于修改《建设项目环境保护管理条例》的决定（2017 年 10 月 1 日起施行）；
- ③《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）
- ④本项目环评报告及批复文件。

建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载本项目环境保护设施的情况，核查落实辐射安全与防护的所有安全措施，保证严格落实环境影响评价过程中的全部安全措施，不得弄虚作假。建设单位将依法向社会公开验收报告。

（2）日常自行监测

针对本项目，建设单位拟新配备 1 台 X- γ 辐射剂量率仪，2 台辐射剂量报警仪。

建设单位拟使用 X- γ 辐射剂量率仪，每季度对工业 CT 进行周围剂量当量率监测。日常监测结果可以与验收监测结果相对照，当发现明显异常但还未达到 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 时，应该采取措施，及时查找原因。

(3) 辐射工作人员个人剂量监测

建设单位将为每个操作人员配备个人剂量计，并严格规定其必须佩带个人剂量计上岗，每季度送检，建立个人剂量档案。

(4) 年度常规监测

建设单位将严格执行辐射监测计划，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对建设单位的辐射工作场所进行监测。年度监测数据将作为本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，定期上报生态环境行政主管部门。

本项目的辐射监测一览表见下表。

表 12.5-2 辐射监测一览表

监测类别	监测因子	频率	监测单位	监测范围	控制水平	超标处理方案
验收监测	周围剂量当量率	安装调试后	委托有资质单位	见表 12	射线装置表面外 30cm 处 $\leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$	及时查找原因并整改直至符合要求
日常监测		1 次/季度	建设单位			
年度监测		1 次/年	委托有资质单位			
个人剂量监测	个人剂量当量	1 次/季度	委托有资质单位	所有辐射工作人员	每年 $\leq 5\text{mSv}$	调查原因，规范管理

在实际工作过程中，日常监测和年度监测的结果，可以与验收监测结果相对照，当发现明显异常但还未达到 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 时，应该采取措施，及时查找原因。

12.6 辐射事故应急

建设单位已成立了辐射事故应急小组。辐射事故应急小组的工作职责是平时做好放射事故应急准备工作，一旦有事故发生时能按照程序启动应急方案。

为有效处理核技术利用项目开展过程中可能产生的辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，建设单位制定了《辐射事故应急预案》（见附件3）。在《辐射事故应急预案》规定了应急响应程序及操作流程。为确保辐射事故下的应急，建设单位拟每年开展应急人员的培训演习。建设单位的辐射事故应急可以满足相关标准要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论

东莞智富五金制品有限公司拟在B厂区首层CT室使用1台METROTOM 1500 225 G3型工业CT（最大管电压为225kV，最大功率为500W，最大管电流为3mA，属Ⅱ类射线装置），用于自产五金制品的无损检测。

13.1.1 辐射安全与防护分析结论

建设单位拟对本项目的辐射工作场所实行分区管理，将工作场所划分为监督区和控制区，执行对应的管理措施。本项目的工业CT的各项辐射安全与防护措施合理可行，配备的监测设备可以满足日常工作开展。

13.1.2 环境质量和辐射现状结论

本项目拟建场址及周围室内环境 γ 辐射剂量率检测结果为127 nGy/h~153nGy/h，室外道路环境 γ 辐射剂量率检测结果为101nGy/h~130nGy/h，所有检测结果均已扣除宇宙射线响应值。参考《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015年出版）中相应地区调查水平，检测结果与本底水平相当，建设项目区域环境质量状况未见异常。

13.1.3 环境影响分析结论

本项目施工期对周围环境的影响是短暂的、可控的，随着施工期的结束而消失。

本项目运行阶段，正常情况下，射线装置外的周围剂量当量率可以满足根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）而设定的射线装置表面外剂量率控制水平：射线装置表面外30cm处周围剂量当量率控制水平为 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

本项目运行阶段，在正常情况下，本项目对周围环境中的辐射工作人员和公众的辐射影响均能满足本报告根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）而设定的剂量约束值：辐射工作人员的职业周有效剂量约束值为 $100\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量约束值为 5mSv ；公众的周有效剂量约束值为 $5\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量约束值为 0.25mSv 。

建设单位已建立了辐射安全与环境保护管理机构，制定了辐射事故应急预案等辐

射安全管理规章制度。

13.1.4 可行性分析结论

本项目符合国家产业政策，符合“实践的正当性”的要求，本项目实施所获得的利益远大于可能因辐射实践所造成的损害。

本项目建设方案中已按照环境保护法规和有关辐射防护要求进行了设计，并且完善 13.2 建议和承诺中的内容，本次评价对该项目提出的各项要求及措施，则本评价正常运行时，对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该评价项目是可行的。

13.2 建议和承诺

建设单位承诺落实以下环境保护措施：

在本项目投入运行后，结合实际情况，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。

表 14 审批

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

附件1 项目委托书

环境影响评价委托书

广州乐邦环境科技有限公司：

我公司拟在广东省东莞市塘厦镇沙湖大岭边路5号东莞智富五金制品有限公司B厂区CT测试房安装使用1台工业CT机，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等的有关规定，现委托贵单位对该项目进行核技术利用项目环境影响评价工作，并按照相关规定编制环境影响报告表，完成后提交我单位，并送报有关生态环境行政主管部门，办理核技术利用建设项目的环境影响评价审批手续。

特此委托！

东莞智富五金制品有限公司



2025年10月

附件 2 环境 γ 辐射剂量率检测报告



广州乐邦环境科技有限公司

检 测 报 告

报告编号: LBDL20251015001



项目名称: 东莞智富五金制品有限公司使用工业 CT 项目环
境 γ 辐射剂量率检测

检测类别: 委托检测

委托单位: 东莞智富五金制品有限公司

报告日期: 2025 年 10 月 20 日





广州乐邦环境科技有限公司
Guangzhou Lebang Environmental Technology Co., Ltd

报告编号: LBDL20251015001

广州乐邦环境科技有限公司

检 测 报 告

项目概况:

建设单位: 东莞智富五金制品有限公司
项目地址: 东莞市塘厦镇沙湖大岭边路 5 号
测量位置: 工业 CT 使用场所及其周边场所
监测因子: 环境 γ 辐射剂量率

检测方法和评价依据:

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

检测仪器:

仪器名称: X- γ 辐射剂量率仪
仪器型号: 6150AD 6/H+6150AD-b/H
仪器编号: 171412 (主机) +176695 (探头)
生产厂家: AUTOMESS
探头量程: 1nSv/h~99.9 μ Sv/h
能量范围: 38keV~7MeV
检定单位: 广东省辐射剂量计量检定站
证书编号: GRD (1) 20240389
检定日期: 2024 年 07 月 31 日
有效期: 1 年





广州乐邦环境科技有限公司
Guangzhou Lebang Environmental Technology Co., Ltd

报告编号: LBDL20251015001

检测时环境状况	天气: 晴朗	温度: 33°C	相对湿度: 51%
检测概况	检测人员	裴瑶、吴雅婷	
	检测日期	2025年10月15日	

检测结果:

东莞智富五金制品有限公司工业CT使用场所及周边环境 γ 辐射剂量率检测结果如下(详细结果见附页):

室内环境 γ 辐射剂量率检测结果为127nGy/h~153nGy/h, 室外环境 γ 辐射剂量率检测结果为101nGy/h~130nGy/h, 所有检测结果均已扣除宇宙射线响应值。

报告签署:

编制人	裴瑶	日期	2025.10.20
复核人	徐九斤	日期	2025.10.20
签发人	吴雅婷	日期	2025.10.20

检测单位印章:

广州乐邦环境科技有限公司(检验检测专用章)





附表 检测结果

测点编号	测量位置	检测结果 (nGy/h)		备注
		测量值	标准差	
1	CT 测试房	150	3	室内
2	CT 测试房	153	3	
3	CT 测试房上层治具库	147	2	
4	CT 测试房上层治具库	140	2	
5	CT 操作间	151	1	
6	CT 测试房西北侧 3m 危废仓	152	1	
7	危废仓东北侧 1m 通道	121	1	室外
8	CT 测试房北侧 8m 通道	124	3	
9	CT 测试房东北侧 1m 通道	120	1	
10	CT 测试房东北侧 2m 通道	130	2	
11	CT 测试房东北侧 5m 建设单位厂房	142	2	室内
12	CT 测试房东南侧 1m 预留仓库	145	3	
13	CT 测试房东南侧 6m 停车位	121	2	
14	CT 测试房东南侧 6m 停车位	129	2	室外
15	CT 测试房东侧 15m 空地	106	2	
16	CT 测试房东北侧 5m 建设单位厂房	143	2	
17	CT 测试房东北侧 10m 建设单位厂房	145	2	室内
18	CT 测试房北侧 30m 空地	111	1	
19	CT 测试房北侧 50m 空地	111	4	
20	CT 测试房东侧 22m 建设单位宿舍	127	3	室内
21	CT 测试房东侧 40m 商铺	101	1	室外
22	CT 测试房西北侧 30m 通道	112	2	
23	CT 测试房西北侧 50m 通道	104	2	
24	CT 测试房西北侧 50m 通道	116	2	
25	CT 测试房西侧 50m 通道	111	2	
26	CT 测试房西南侧 30m 铭佳工业园道路	112	2	
27	CT 测试房西南侧 50m 铭佳工业园道路	118	2	
28	CT 测试房南侧 35m 铭佳工业园大门	102	2	
29	CT 测试房东南侧 42m 沙湖德福路	102	2	
30	CT 测试房东南侧 50m 停车场	106	3	

注: 1、检测时仪器中心垂直向下, 距离地面约 1m 高, 每个测量点测量 10 个读数, 以上数据均已扣除仪器对宇宙射线的响应值;

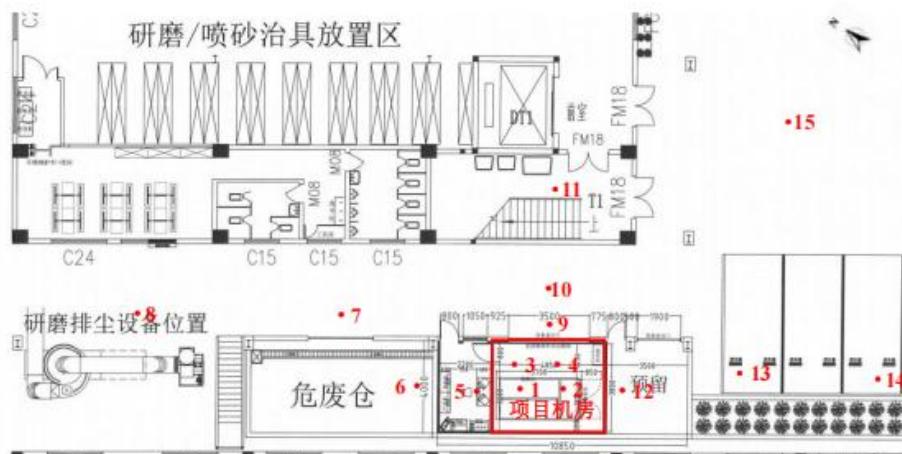
2、所有检测值均进行了空气比释动能率和周围剂量当量的换算, 换算系数采用 ^{137}Cs 作为检定参考辐射源的换算系数 1.20Sv/Gy;

3、仪器校准因子: 0.85;

4、检测数据已根据 HJ1157-2021 中 5.5 进行修正。建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子, 换算系数取值如下: 楼房非顶层取 0.8, 楼房顶层取 0.9, 天面、空地和道路取 1。



附图 检测布点图



附图 1 CT 测试房项目机房及周围环境检测布点图



附图 2 CT 测试房周围 50m 范围环境检测布点图

报告结束

第 6 页 共 6 页

附件3 规章制度

关于成立辐射安全与防护管理小组

为加强辐射防护安全管理意识，完善各项操作规程和规章制度，提供安全可靠的工作场所，规范公司的防护安全管理，按照《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条例》的相关要求，制定本制度。

辐射安全与防护管理小组：

组长（负责人）：李忠良

成员：李刚、李凯为；

（一）管理小组职责

1. 制定并完善辐射安全管理相关制度，确保相关制度的落实。
2. 组织实施辐射工作人员的辐射安全与防护培训、职业健康检查及个人剂量检测工作，建立个人健康监护档案。
3. 定期对辐射工作场所和设备进行辐射防护检测、监测和检查。
4. 定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查辐射工作人员的技术操作情况，管理制度落实情况，指导做好辐射工作场所管理和人员防护，杜绝辐射安全事故的发生。
5. 制定辐射事故应急预案，并定期（每年一次）组织辐射事故应急演练。
6. 对本单位的核技术利用项目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。

（二）组长职责

- 1、领导、协助各部门做好辐射安全与防护管理工作。
- 2、监督本单位贯彻执行国家及上级部门辐射安全与防护管理工作的方针、政策、法律、法规、标准、规定。
- 3、指导、协调各部门等对辐射安全与防护管理工作进行监督检查。
- 4、组织制定辐射上岗培训计划和辐射事故应急预案及演练计划。
- 5、组织各部门内部辐射事故的调查、向辐射安全与防护管理组提出对责任者的处理意见。

（三）成员职责

- 1、对相关辐射安全与防护管理工作负责。
- 2、监督遵守辐射安全与防护管理各项规章制度，坚持原则，制止使用违章操作等行为。
- 3、检查、督促辐射工作人员正确使用个人防护用品，做好辐射安全防护设施的管理及日常维护保养工作。
- 4、检查相关设备及各辐射工作岗位的安全操作情况，落实预防辐射事故安全措施。发现隐患及时组织整改，暂时不能整改的应采取防范措施，并立即向上级报告。
- 5、发生辐射安全事故后立即向上级报告，要及时采取措施，迅速识别事故现场危害因素，依照《辐射事故应急预案》指引采取相应的防护措施组织抢救并保护好现场。

射线装置操作规程

- 1、射线装置需由通过了辐射安全与防护考核的操作人员操作。
- 2、操作人员每天上班后仔细检查设备和防护的完好情况，各种辐射监测仪表应在检定周期内，检查其工作是否正常可靠。
- 3、检查安全防护装置，如装载门关闭状态是否正常，工作指示灯、声音报警装置、急停装置等是否正常，如有异常，不得进行辐射工作。
- 4、开始工作前操作人员要做好个人防护工作，安全装载门没关好前不得开机。
- 5、射线装置操作人员应熟练掌握射线装置的性能和技术参数，严格按照厂家提供的操作流程进行操作。
- 6、射线装置正常使用，管电压和管电流不能超过机器最大允许值。
- 7、X射线出束时，如设备、仪表或其它安全防护装置等发生故障，应立即停机并报告，待故障排除后方可继续操作。
- 8、完成当天的辐射工作后，应关闭射线装置总电源，拔掉射线装置的钥匙开关，并由专人保管好。

岗位职责

- 1、积极参加相关上岗培训，保证培训合格后持证上岗。
- 2、遵守公司各项管理制度，服从领导分配，尽职尽责做好本职工作。
- 3、遵守公司的劳动纪律制度办法，做到有事请假，不迟到、早退和旷工。
- 4、熟悉本岗位职能，能独立处理好本职工作发生的问题。
- 5、工作人员应严格按有关标准和工艺执行，对探伤结果负责。
- 6、工作人员要服从分配，保质保量完成任务，认真做好探伤记录，正确填写探伤报告和如实填写交接班薄。
- 7、爱护和保养好探伤设备，定期进行设备标定，保证探伤设备的精度符合标准要求探伤仪器、探头、试块应按定置管理的规定妥善放置保管，且不能遗失。
- 8、严格遵守操作规程，正确使用防护用品，做好防火、防毒、防爆工作。进入容器内检查必须使用安全照明电压，防止触电。
- 9、探伤场所应保持清洁卫生，每班上班前应清理，打扫干净。

辐射防护制度

- 1、使用射线装置工作人员必须经过岗前体检，并经过辐射安全防护培训，持证上岗。
- 2、从事辐射工作人员应该配备个人剂量计，建立个人剂量档案，并定期进行身体检查。
- 3、射线装置应设有专门工作室，工作室设立专人管理，非相关人员不得入内。
- 4、作好辐射安全防护工作，设立辐射标志、声光报警，防止无关人员意外照射。
- 5、严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。
- 6、对射线装置的安全和防护状况进行年度评估，发现安全隐患的，应当立即进行整改。
- 7、射线装置的生产调试和使用场所，具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。
- 8、设置明显的射线装置标识和中文警示说明，张贴电离辐射警示标志。
- 9、加强对射线装置的维护、管理，使用场所采取有效的防火、防盗等安全防护措施。
- 10、当发生丢失等事故时，及时向相关部门汇报，并采取相关措施控制事故。

辐射安全保卫制度

- 1、应对探伤工作场所实行分区管理。一般将检测室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区；
- 2、设置明显的射线装置的标识和中文警示说明，张贴电离辐射警示标志；
- 3、检测装置应设置门-机联锁装置，并保证在门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。
- 4、检测装置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。“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。
- 5、检测装置应安装紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮应带有标签，标明使用方法。
- 6、检测装置屏蔽设计应充分考虑有用线束照射的方向和范围、装置的工作负荷及室外情况，确保室外人员年有效剂量小于其相应的限值；
- 7、进行透照检查时，必须考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，以保证探伤作业人员的受照剂量低于剂量限值，并应达到可以合理做到尽可能低的水平。

人员培训计划

1、辐射工作人员培训的目标是使工作人员了解放射性基本知识、《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条例》、《中华人民共和国放射性污染防治法》及辐射安全知识和辐射事故应急知识。根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《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》的规定：自 2020 年 1 月 1 日起，辐射安全上岗培训应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（网址 <http://fushe.mee.gov.cn>）学习相关知识、报名并参加考核；

2、辐射设备工作人员及辐射安全管理人人员应持证上岗，按时按计划参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的辐射防护相关培训，加强理论学习，掌握基本的辐射安全防护知识和自救技能，并取得《辐射安全知识培训合格证》；

3、对于新进操作员培训，由部门主管组织进行岗前体检，体检合格后方可参加辐射防护相关培训；

4、按照规定的期限妥善保存培训档案。培训档案应包括每次培训的课程名称、培训时间、考试或考核成绩等资料；

5、定期组织辐射工作人员学习和贯彻《中华人民共和国污染防治法》、《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》等国家有关法律、法规和单位各项辐射安全与防护管理规章制度。

辐射监测方案

1、个人剂量监测

根据《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，2005 年 12 月 1 日实施，2019 年 3 月 2 日修订）的相关规定：生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）的规定，职业照射个人剂量档案应保存。

严格按照国家有关标准、规范，安排公司辐射岗位的工作人员进行个人剂量检测。所有从事 X 射线探伤的工作人员都将佩戴个人剂量计上岗，保证定期送检，监测周期最长不超过 90 天，建立个人剂量档案。

2、验收监测

项目竣工后，将按照相关程序和要求组织自主竣工环保验收，验收相关材料按要求公示及报送环境主管部门备案。

3、年度检测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定：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。

每年委托有资质的单位对在用的核技术利用项目进行一次年度检测，年度检测数据将作为本单位的射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，于每年 1 月 31 号前上报环境行政主管部门。

4、日常监测

严格要求工作人员进入检测作业前检查剂量仪是否正常工作，并按要求佩戴个人剂量计。配备 1 台 X 射线剂量率仪，每次出束前对检测装置外辐射水平进行巡测，做好巡测记录，一旦发现辐射水平异常将立即停止工作，查找原因，进行整改。

设备检修维护制度

为了加强我公司射线装置的管理工作，确保射线装置处于完好状态，更好地服务于社会，特制定本制度。望公司辐射相关管理人员及工作人员遵照执行。

1、射线装置应及时填写运行记录，实行定期校对。定期检查设备是否安全。发现隐患及时整改，使设备处于完好状态。辐射装置、设备应按规定每三个月进行一次维护保养，并做好维护保养记录，有设备维护人员及操作人员的交接登记记录及签字。

2、对设备无法排除的故障，经单位领导同意后送专门维修点维修，做好维修记录，并且经检定合格，贴上合格准用标志方可使用，确保射线装置处于完好状态。

3、定期对门机联锁装置、紧急停机按钮、个人剂量报警仪、排风扇及警示灯等防护设备进行检查维护，保证其正常运行，发现故障及时上报公司辐射安全领导小组，申请维修，做好维护维修记录，并有维修人员和验收人员的签字。

4、个人剂量报警仪每两年校验，监测仪器按规定定期进行校核，保障其正常使用。

设备使用、维修台账与登记管理制度

- 1、公司管理员负责核应用设备台账的建立和管理，做到台账清晰，账物对应。
- 2、设备台账实行动态管理，及时更新，准确记录设备变更情况。
- 3、操作人员在使用射线装置填写设备使用台帐。
- 4、操作过程中如遇到故障或异常情况，必须详细记录在设备使用台帐的使用情况记录栏中。
- 5、设备使用台帐所有内容务必如实填写，不得模糊不清。
- 6、建立、健全设备保养计划，加强管理。
- 7、建立设备检修及维护保养记录，填写设备维修台帐。
- 8、辐射安全与防护管理小组负责对台帐进行监督。

辐射事故应急预案

一、总则

为了有序、高效地做好辐射事故应急处理工作，及时控制或减轻辐射事故可能造成危害，保障公众健康，根据《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）等有关法律、法规，结合公司实际，特制定本预案。

本预案适用于我公司使用 X 射线装置等过程中发生辐射事故的应急处理。

二、辐射事故应急组织指挥机构及职责

（一）应急组织指挥机构

本公司成立突发性辐射事故应急指挥部（以下简称：应急指挥部），负责辐射事故应急处理的统一组织、指挥和协调工作。

总指挥：李忠良（电话 [REDACTED]）

成员：李刚（电话：[REDACTED]）、李凯为（电话：[REDACTED]）

（二）职责：

辐射事故应急组织机构总指挥为辐射事故应急第一责任人。主要职责为：

- 1、贯彻执行国家和省、市、区辐射事故应急处理工作的法律、法规及方针政策；
- 2、负责本公司辐射事故应急处理预案的审定和组织实施；
- 3、组织、协调和指挥本公司辐射事故应急处置工作；
- 4、向市、区辐射事故应急委员会或环保、公安部门报告辐射事故及

有关情况；

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的处理，减少事故损失；
- 3、向辐射事故应急组织机构和公司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。
- 5、在辐射事故应急响应期间，传达、执行上级辐射事故应急指挥部的指令，协调本公司有关方面的应急行动；
- 6、配合上级辐射事故应急指挥部门做好调查处理工作；
- 7、负责本公司辐射事故的信息发布；
- 8、负责向市、区应急指挥部门书面报送辐射事故处置情况和总结报告；
- 9、事故处理后对于辐射事故进行记录及整理相关资料；
- 10、负责辐射事故应急处理能力建设，不断完善本预案。

三、辐射事故分级

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。

(一) 特别重大辐射事故（I 级）

指射线装置失控导致 3 人及以上急性死亡。

（二）重大辐射事故（Ⅱ级）

指射线装置失控导致 2 人及以下急性死亡或者 10 人及以上急性重度放射病、局部器官残疾。

（三）较大辐射事故（Ⅲ级）

指射线装置失控导致 9 人及以下急性重度放射病、局部器官残疾。

（四）一般辐射事故（Ⅳ级）

指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

四、报警、接警与处警

（一）报警

工作人员发现辐射事故后，应及时通过对讲机、手机向管理人员汇报，并讲清基本事实情况。

（二）接警

管理人员为第一接警人，应注意问清情况，并及时向本单位指挥部总指挥报告。

（三）处警

处警工作由公司辐射事故应急指挥部具体负责，主要是对报警的信息进行分析处理，甄别一般、较大、重大、特别重大辐射事故，提出应急响应级别建议，并向市、区应急指挥中心或环保、公安、卫生等政府部门报告。

五、应急响应

（一）应急启动

辐射事故发生后，应急组织指挥机构成员迅速赶赴现场，根据总指挥

（副总指挥）的指示和现场实际情况，合理分工、密切配合、快速有效，全面展开应急工作。

（二）处置程序

- 1) 发生事故时，辐照场地工作人员应立即断开检测室应急开关，设备操作人员要立即断开电源开关；
- 2) 事故发生后，检测室要立即向质量技术部及上级主管领导报告，由质量技术部向有关卫生、环保部门汇报；
- 3) 事故发生后，应迅速安排受辐射人员接受医学检查，在指定的医疗机构救治，并保护好现场，如实向事故调查人员介绍清楚，以利估算受照剂量、判定事故级别，提出控制办法；
- 4) 配合有关部门的事故调查工作，不得隐瞒事故的真实情况；
- 5) 认真做好受辐照人员的思想稳定工作；
- 6) 对事故的处理要坚持“四不放过”原则，防止类似事件的再次发生。

（三）应急结束

依据市、区辐射事故应急指挥部门或环保部门的指示，下达终止应急状态指令，转入正常工作。

六、后期处置

（一）奖惩制度

对突发性辐射事故应急工作中接警、处警、信息报送、应急决策、应急指挥和应急响应等各个环节有突出贡献的工作人员给予相应奖励；对应急工作中出现过失行为及应急工作中畏缩不前的工作人员，视其情节轻重

分别给予处分、降职、撤职及至开除公职的行政处分或纪律处分。对犯有严重过失，造成严重后果，构成犯罪的，要依法追究刑事责任。

（二）事故责任处理

在开展突发性辐射事故应急工作的同时，应急指挥部对事故责任人进行调查处理。

七、辐射事故应急相关联系电话

公司电话 [REDACTED]

广东省生态环境厅：12345

东莞市生态环境局：12345

医院：120

公安部门应急电话：110

附件 4 工业 CT 技术参数

METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 技术参数

METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 的主要技术参数见表 1，屏蔽设计情况见表 2。

表 1 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 的主要技术参数

参数	数值
最大管电压	225kV
最大管电流	500W
最大功率	3mA
滤过条件	2mm Sn
距辐射源点（靶点）1m 处最大输出量	3.67mSv·m ² /mA·min
距辐射源点（靶点）1m 处最大泄漏辐射剂量率	19μSv/h
射束类型	锥形射束
锥形束夹角	30 度

表 2 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 屏蔽设计参数

项目	屏蔽体情况	备注
右面	合金内衬 12mmPb	主射面
左面、正面、后面、顶面、底面	合金内衬 5mmPb	非主射面
防护门	合金内衬 5mmPb	非主射面
X 射线源铅罩	无	主射面
	5mmPb	非主射面

卡尔蔡司(上海)管理有限公司

