

编号: LBHJ-2025-DLHP015

核技术利用建设项目
泽鸿(广州)电子科技有限公司
使用工业CT项目
环境影响报告表
(送审版)

泽鸿(广州)电子科技有限公司(盖章)

2025年08月

环境保护部监制

编制单位人员情况表

核技术利用建设项目
泽鸿（广州）电子科技有限公司
使用工业 CT 项目
环境影响报告表

建设单位名称：泽鸿（广州）电子科技有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

刘志勇

通讯地址：广州市高新技术产业开发区科学城科珠路 202 号

邮政编码：510700

联系人：丁凯涛

电子邮箱：

联系电话：

打印编号: 1755489295000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	937142		
建设项目名称	泽鸿(广州)电子科技有限公司使用工业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)	泽鸿(广州)电子科技有限公司		
统一社会信用代码	91440116783764671A		
法定代表人(签章)	刘志勇		
主要负责人(签字)	刘雄华		
直接负责的主管人员(签字)	曾庆勇		
二、编制单位情况			
单位名称(盖章)	广州邦邦环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA5AUCBH11		
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
徐灿	2015035440352013449914000326	BH001925	徐灿
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
田丰	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	BH005814	田丰

编制主持人职业资格证书

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它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的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China



Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: HP00017526
No.



持证人签名:
Signature of the Bearer

管理号: 2015035440352013449914000326
File No.

姓名: 徐灿
Full Name
性别: 男
Sex
出生年月: 1982年01月
Date of Birth
专业类别: /
Professional Type
批准日期: 2015年05月24日
Approval Date

签发单位盖章:
Issued by

签发日期: 2015年05月24日
Issued on



目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	7
表 3	非密封放射性物质	7
表 4	射线装置	8
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	9
表 6	评价依据	10
表 7	保护目标与评价标准	12
表 8	环境质量和辐射现状	15
表 9	项目工程分析与源项	22
表 10	辐射安全与防护	29
表 11	环境影响分析	41
表 12	辐射安全管理	50
表 13	结论与建议	55
表 14	审批	57
附件 1	委托书	58
附件 2	环境 γ 辐射剂量率检测报告	59
附件 3	规章制度	67

表1 项目基本情况

建设项目名称		泽鸿（广州）电子科技有限公司使用工业CT项目			
建设单位		泽鸿（广州）电子科技有限公司			
法人代表	刘志勇	联系人	丁凯涛	联系电话	
注册地址		广州市高新技术产业开发区科学城科珠路202号			
项目地点		广州市高新技术产业开发区科学城科珠路202号的大楼三层CT检测室			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）	500	项目环保投资（万元）	50	投资比例（环保投资、总投资）	10.00 %
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 退役			占地面积（m 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		
	其它				
	1.1.建设单位概述 泽鸿（广州）电子科技有限公司（以下简称“建设单位”）成立于2006年，位于广州高新技术产业开发区科学城科珠路202号。建设单位主要经营计算机软硬件及外围设备制造、通信设备制造、电子元器件制造、节能管理服务等业务。				
1.2.项目建设内容及规模 为满足日常工作中的电子元器件等产品的无损检测需求，建设单位拟在广州市高新技术产业开发区科学城科珠路202号的大楼三层CT检测室，新建1台METROTOM 1500 225 G3型工业CT，对电子元器件等产品进行无损检测。本项目拟使用的工业CT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表 1-1。

表 1-1 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	大楼三层 CT 检测室

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。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《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中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。

泽鸿（广州）电子科技有限公司使用工业 CT 项目环境影响评价报告表的评价内容与目的：

- 1、对项目拟建位置及其周围环境进行辐射环境质量现状监测，以掌握拟建位置及周围的环境质量现状水平。
- 2、对拟建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。

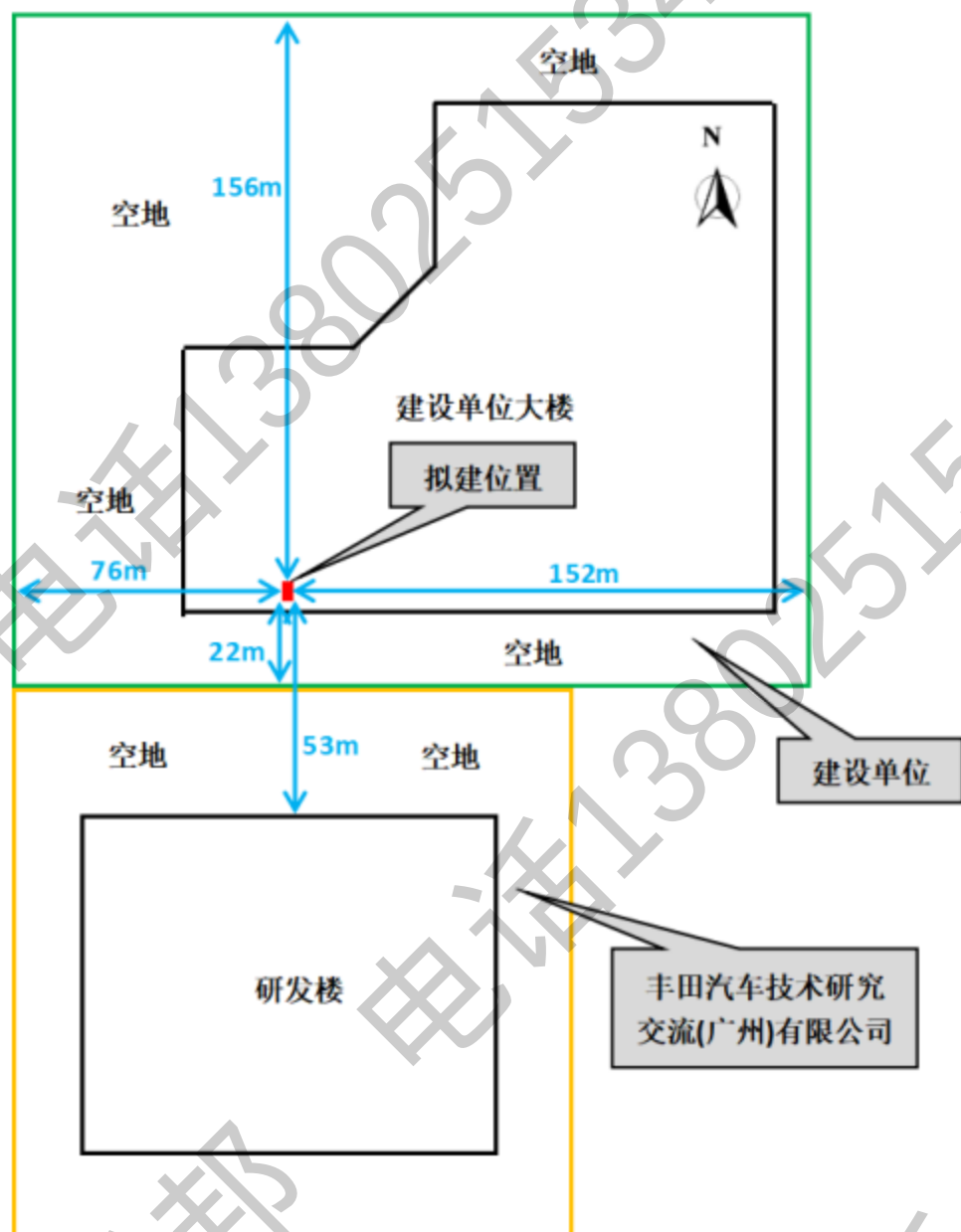
1.4.项目地理位置及周边环境概况

本项目的工业CT拟建位置为广州市高新技术产业开发区科学城科珠路202号的大楼三层CT检测室，项目所在地理位置图见图1-1。



图 1-1 项目所在地理位置图

本项目拟建位置东侧约152m处、南侧约22m处、西侧约76m处和北侧约156m处均为建设单位厂区边界，拟建位置南侧约53m处为丰田汽车技术研究交流（广州）有限公司内研发楼。本项目周边环境关系图见图1-2。



注：绿色为建设单位用地边界，橘色为丰田汽车技术研究交流（广州）有限公司用地边界

图 1-2 本项目周边环境关系图

建设单位厂区内只有 1 栋大楼，该大楼为 4 层建筑物，所在位置没有地下层。本项目拟建于大楼内 3 层的 CT 检测室，拟建位置东侧约 4m 处为仓库，东侧约 28m 处为空调机房，东侧约 53m 处为走廊，南侧约 2m 处为大楼外墙，西侧约 1m 处为卫生间，西侧约 8m 处为资讯室，西侧约 14m 处为实验室，西北侧约 9m 处和西北侧约 20m 处为会议室，西北侧约 23m 处为办公室，北侧约 2m 处为走廊，北侧约 6m 处和东北侧约 44m 处为生产区，东北侧约 48m 处为仓库，楼上为实验室，楼下为仓库。大楼三层平面布局图见图 1-3。

1.5. 项目选址和布局合理性分析

本项目的工业 CT 拟建位置为广州市高新技术产业开发区科学城科珠路 202 号的大楼三层 CT 检测室。本项目拟建位置 50m 范围内，主要为建设单位大楼和空地，无居民区、学校等环境敏感点。

本项目为核技术利用项目，污染因子种类较少，主要污染因子为 X 射线，次要污染因子为臭氧、氮氧化物。本项目所在的 CT 检测室的东侧为仓库，南侧为楼外临空，西侧为卫生间，北侧为走廊，楼上为实验室，楼下为仓库。本项目拟建位置相邻环境状况见表 1-2。建设单位的 CT 检测室是工业 CT 的专用场所，CT 检测室内不设置其它工作岗位。综上可知，本项目的选址和布局合理可行。

表 1-2 工业 CT 相邻环境状况

拟建位置	东侧	南侧	西侧	北侧	楼上	楼下
CT 检测室	仓库	楼外临空	卫生间	走廊	实验室	仓库

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”，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

建设单位没有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	大楼三层 CT 检测室	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 (μA)	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	(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日施行) (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) (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日施行) (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) (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) (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) (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) (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) (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) (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) (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) (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) (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)
------	--

技术标准	(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) (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) (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) (4) GBZ117-2022《工业探伤放射防护标准》(2023 年 3 月 1 日实施) (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) (6) HJ61-2021《辐射环境监测技术规范》(2021 年 5 月 1 日实施) (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) (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) (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)
其他	(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) (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) (3) 建设单位提供的相关资料

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 屏蔽体外 50m 的范围（见图 7-1），主要为建设单位大楼和空地。

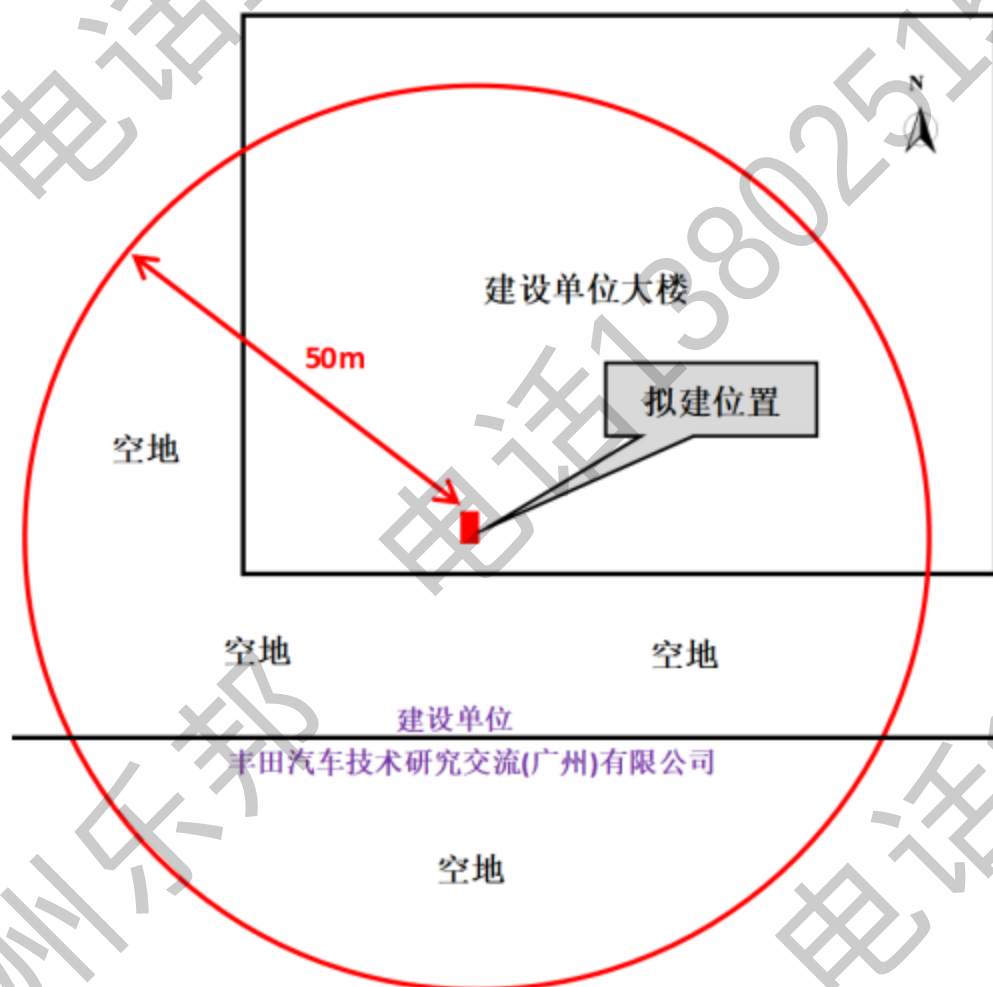


图7-1 本项目评价范围

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。周围环境保护目标一览表见表 7-1。

表 7-1 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	人数	保护要求
建设单位大楼	三层	CT检测室	紧邻	辐射工作人员	全居留	2人	辐射工作人员剂量约束值
		东侧仓库	4m	公众	偶然居留	流动人员	公众剂量约束值
		西侧卫生间	1m		偶然居留	流动人员	
		北侧走廊	2m		偶然居留	流动人员	
		三层其余场所	6m		全居留	约10人	
		楼上实验室	2m		全居留	约2人	
		楼下仓库	2m		偶然居留	流动人员	
		大楼内其余场所	5m		全居留	约25人	

7.3.评价标准一览

(1) 人员剂量限值 and 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 μ Sv/周, 对公众场所, 其值应不大于 5 μ Sv/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 μ Sv, 年有效剂量约束值为 5mSv; 公众的周有效剂量约束值为 5 μ Sv, 年有效剂量约束值为 0.25mSv。

(2) 屏蔽体外剂量率

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

根据上述内容，本报告取工业 CT 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率控制水平为 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

本项目位于广州市高新技术产业开发区科学城科珠路 202 号的大楼三层 CT 检测室。为了调查评价项目拟建位置及周边场所的环境质量现状，我司技术人员于 2025 年 8 月 12 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，大楼三层 CT 检测室的现状为闲置房间。本项目所在场所环境现状见图 8-1。



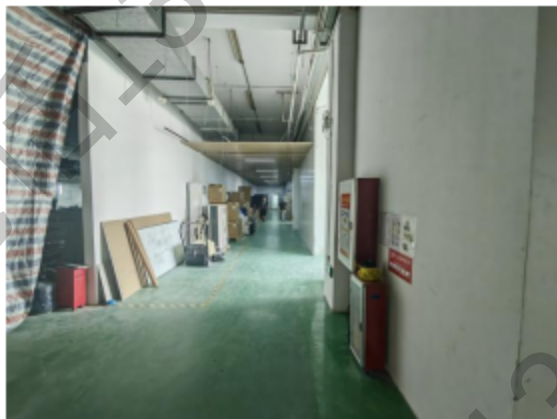
本项目拟建位置现状



拟建位置东侧仓库现状



拟建位置西侧卫生间现状



拟建位置北侧走廊现状



拟建位置楼上实验室现状



拟建位置楼下仓库现状



拟建位置南侧大楼外空地现状



建设单位大楼现状

图 8-1 环境现状相片

2025 年 8 月 12 日，为调查本项目拟建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拟建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：本项目是使用工业 CT 进行无损检测，主要污染因子为工业 CT 运行时产生的 X 射线。因此，本项目选取的监测因子为环境 γ 辐射剂量率。

监测对象：本项目拟建位置及周围场所

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表 8-1。

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），结合本项目拟建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，选取本项目拟建位置及周围环境 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。根据上述布点原则与方法，本项目选取了 25 个监测点位，本项目的检测布点如图 8-2~图 8-4 所示。

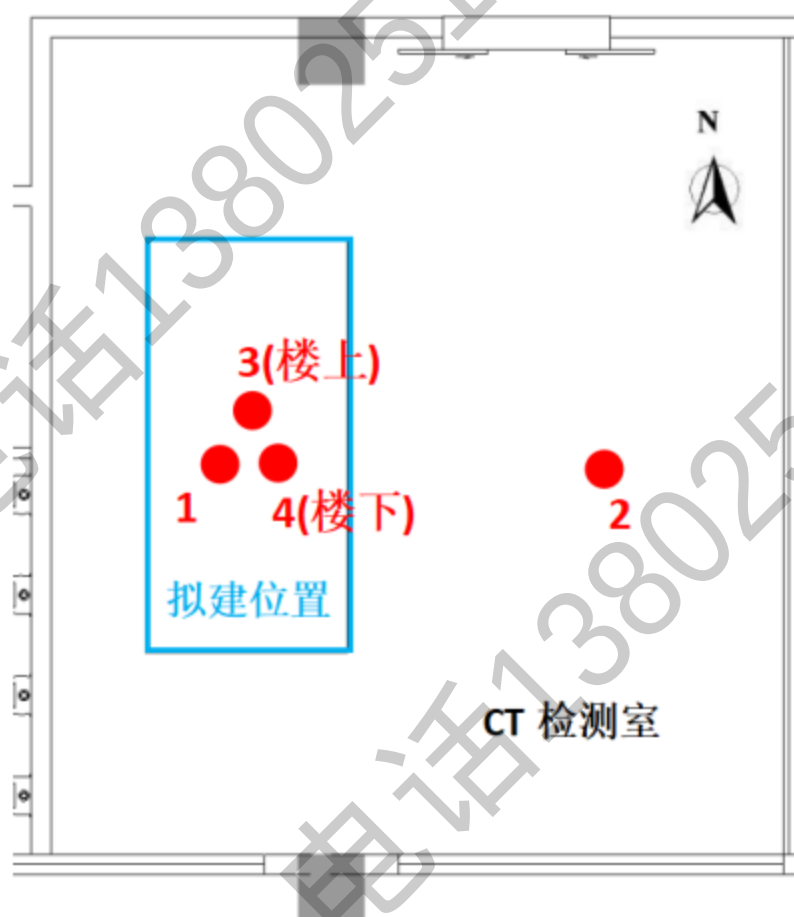
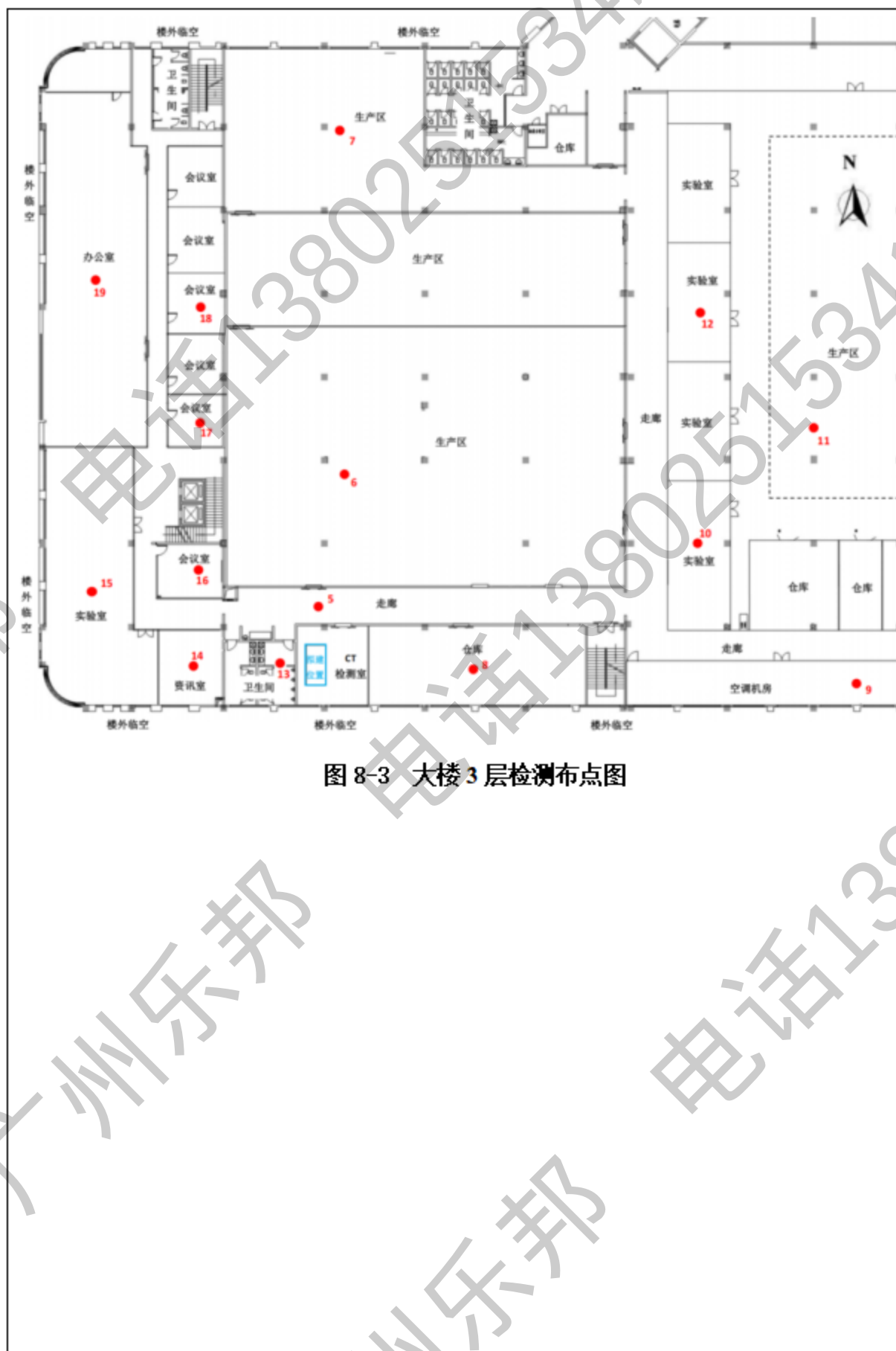


图 8-2 拟建位置检测布点图



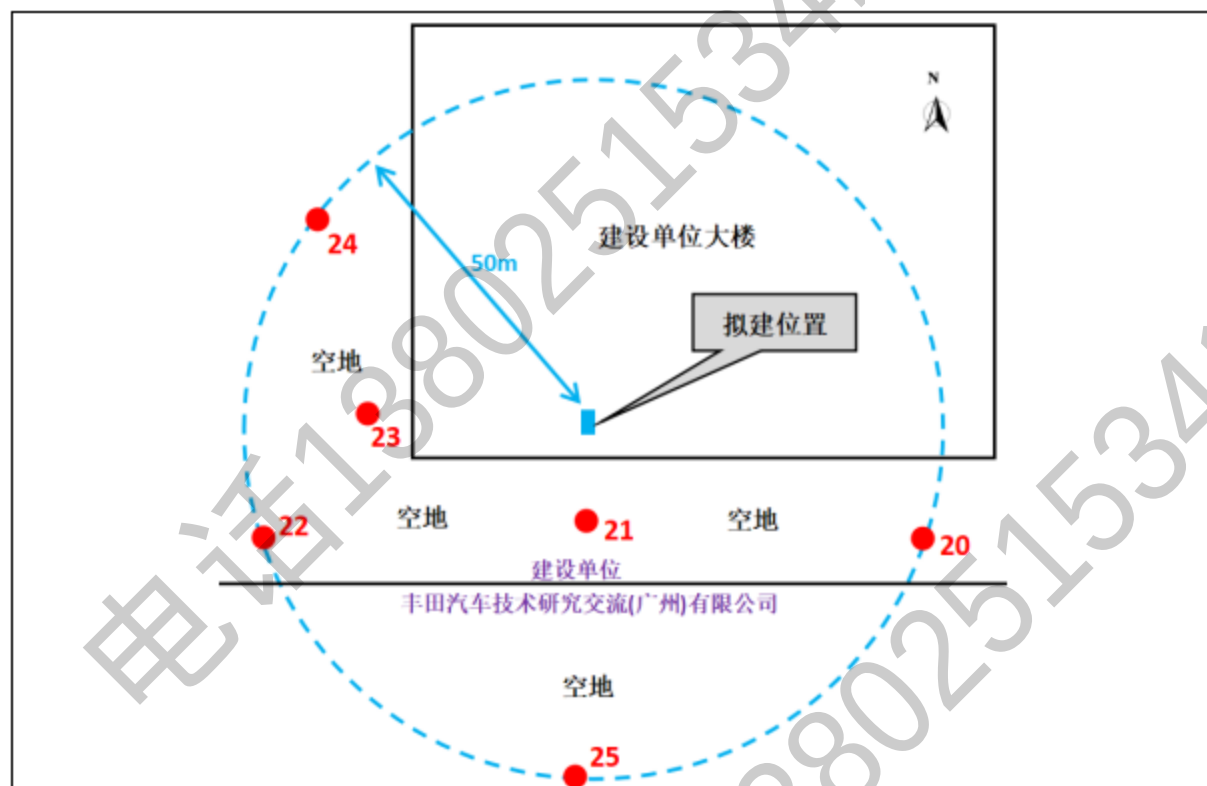


图 8-4 周边场所检测布点图

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: $\dot{D}_\gamma$ ——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0.89;

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34 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, 能够客观反映出拟建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
		平均值	标准差	
1	工业 CT 拟建位置	135	2	楼房非顶层
2	拟建位置东侧约 2m 处 CT 检测室	132	2	楼房非顶层
3	拟建位置楼上实验室	137	1	楼房顶层
4	拟建位置楼下仓库	136	1	楼房非顶层
5	拟建位置北侧约 2m 处走廊	141	2	楼房非顶层
6	拟建位置北侧约 16m 处生产区	146	1	楼房非顶层
7	拟建位置北侧约 50m 处生产区	129	2	楼房非顶层
8	拟建位置东侧约 14m 处仓库	136	1	楼房非顶层
9	拟建位置东侧约 50m 处空调机房	139	1	楼房非顶层
10	拟建位置东北侧约 35m 处实验室	136	1	楼房非顶层
11	拟建位置东北侧约 50m 处生产区	127	2	楼房非顶层
12	拟建位置东北侧约 46m 处实验室	133	2	楼房非顶层
13	拟建位置西侧约 2m 处卫生间	137	2	楼房非顶层
14	拟建位置西侧约 10m 处资讯室	141	1	楼房非顶层
15	拟建位置西侧约 21m 处实验室	130	2	楼房非顶层
16	拟建位置西北侧约 12m 处会议室	133	1	楼房非顶层

17	拟建位置西北侧约 23m 处会议室	129	1	楼房非顶层
18	拟建位置西北侧约 33m 处会议室	131	1	楼房非顶层
19	拟建位置西北侧约 39m 处办公室	147	1	楼房非顶层
20	拟建位置东南侧约 50m 处空地	114	2	空地
21	拟建位置南侧约 12m 处空地	109	1	空地
22	拟建位置西南侧约 50m 处空地	118	2	空地
23	拟建位置西侧约 30m 处空地	106	2	空地
24	拟建位置西北侧约 50m 处空地	103	2	空地
25	拟建位置南侧约 50m 处空地	111	1	空地

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（响应值为 34 nGy/h，该值已经过仪器校准因子的校准）；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，楼房非顶层取 0.8，楼房顶层取 0.9，其余取 1。

现场检测共布设了 25 个检测点位：1~19 号测点为室内测量点，测量结果为 127~147 nGy/h；20~25 号测点为道路测量点，测量结果为 103~118 nGy/h。

结果评价：根据《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），广州市室内 γ 辐射剂量率为 104.6~264.1 nGy/h，道路 γ 辐射剂量率为 52.5~165.7 nGy/h，原野 γ 辐射剂量率为 51.8~164.8 nGy/h。可见本项目的环境 γ 辐射剂量率与《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）中的调查结果处于同一水平。

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 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，其损失的动能会以光子（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动能。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。

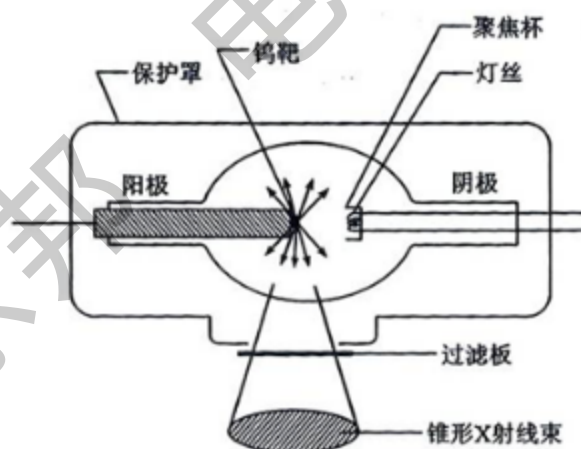


图 9-1 X 射线管线及 X 射线产生的示意图

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 9-2 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,根据射线在待检工件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的 CT 图象重建,转台可以实现 CT 扫描时的待检工件旋转。探测器系统用来接收穿过试件的射线信号,经放大和模数转换后送进计算机进行图象重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整,完成图象重建、显示及处理等。屏蔽设施用于射线安全防护,一般小型设备自带屏蔽设施。

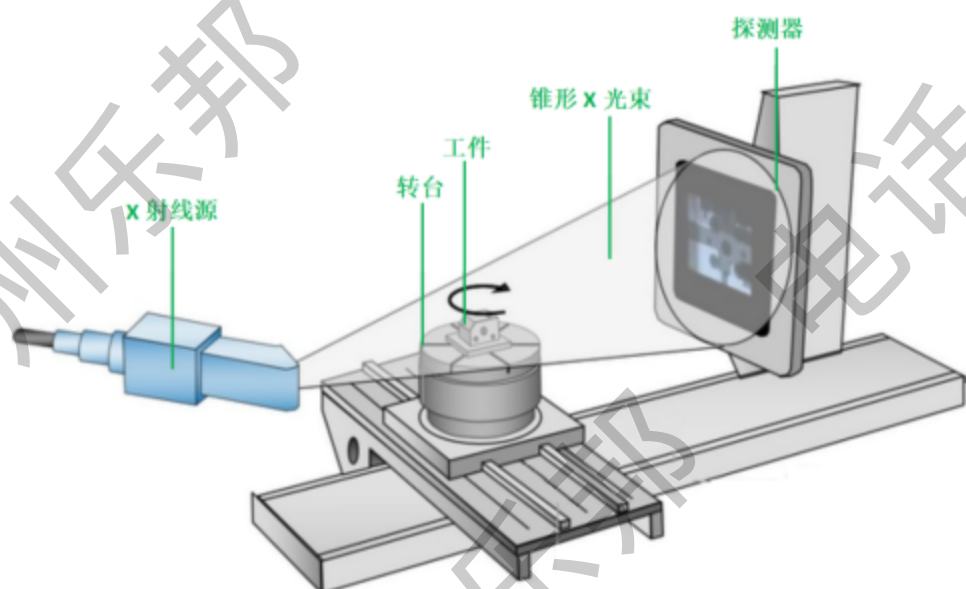


图 9-2 工业 CT 工作示意图

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、数据处理系统和操作台等组成。工业 CT 实物图见图 9-3，工业 CT 内部正视图见图 9-4，工业 CT 内部俯视图见图 9-5。

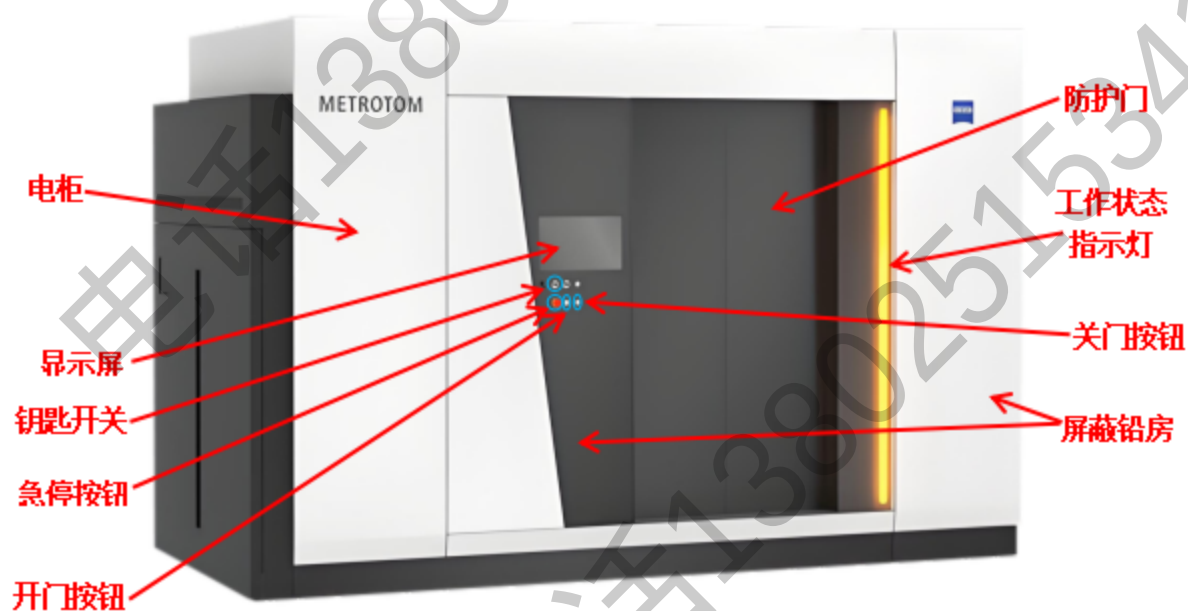


图 9-3 工业 CT 实物图

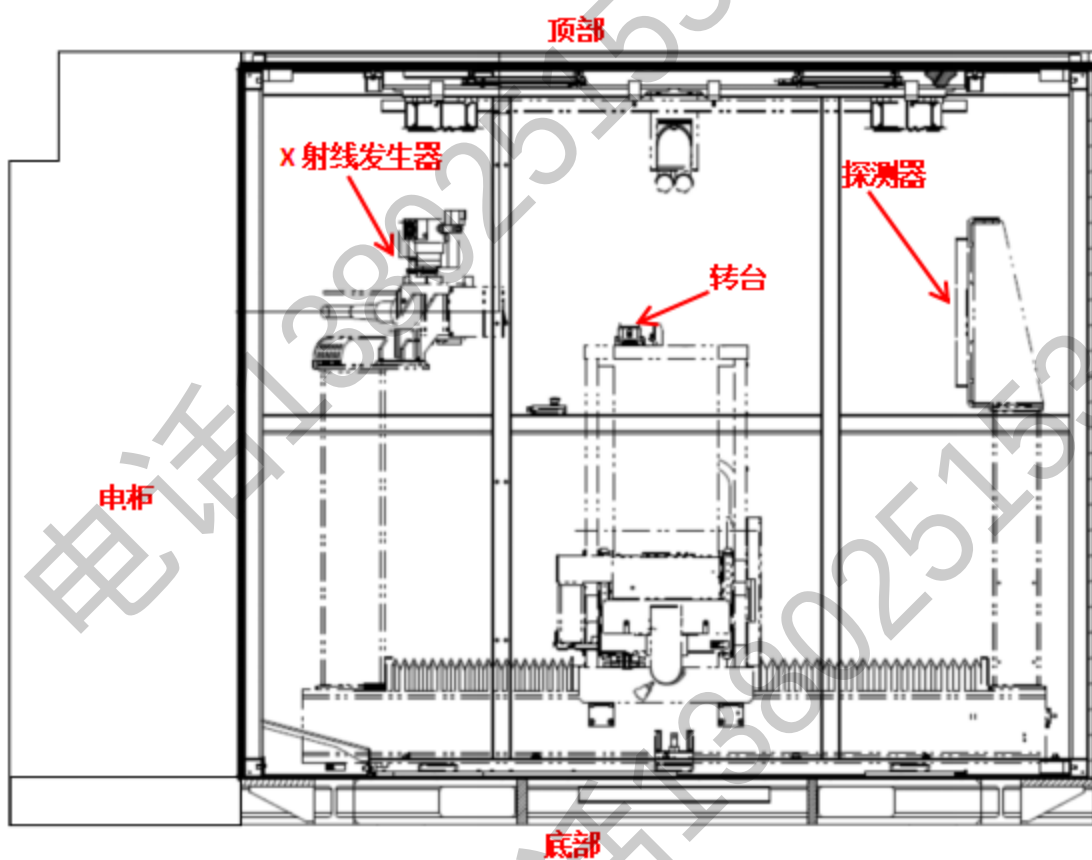


图 9-4 工业 CT 内部正视图

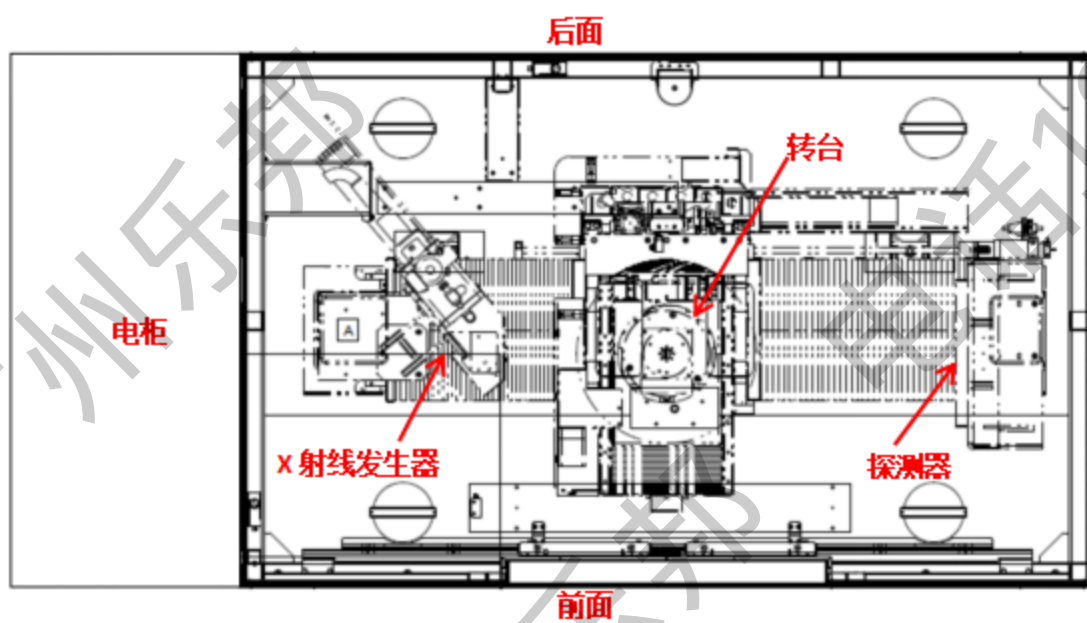


图 9-5 工业 CT 内部俯视图

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屏蔽体内进行检测，防护门具有门机联锁功能，人员不得进入屏蔽体内部。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，操作人员一般位于距离设备外表面约 0.5m 的操作位，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、转台和探测器均固定在屏蔽体内不能移动，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，工业 CT 的工作流程和产污环节示意图见图 9-6。

- 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在控制端设置扫描参数，选择适当的扫描模式。

④按下“开始扫描”开关，工业 CT 出束对工件进行无损检测。单个工件的出束检测时间最长为 30 分钟，每天累计出束时间最多为 3h。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，操作人员一般位于距离设备外表面约 0.5m 的操作位，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。

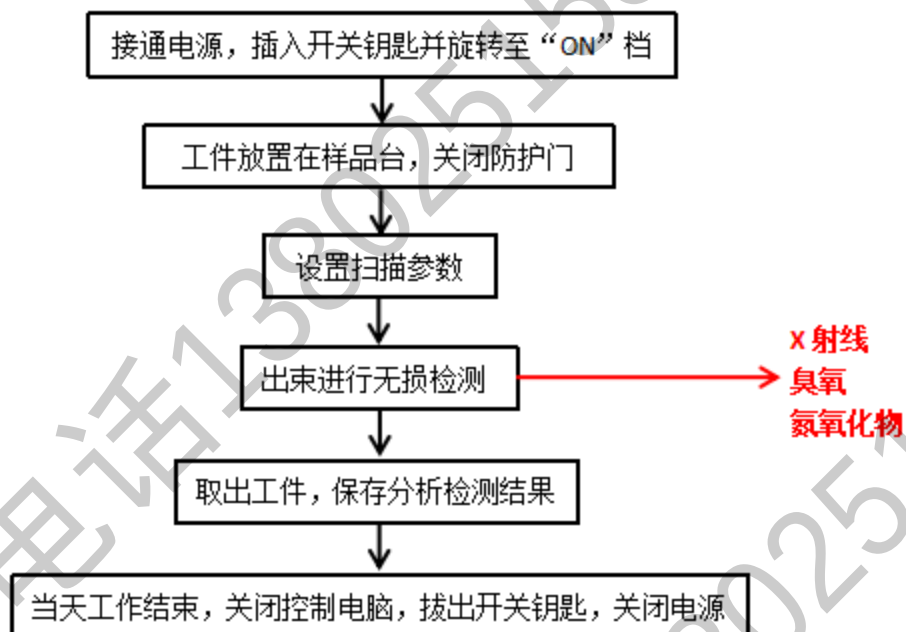


图 9-6 工业 CT 的工作流程和产污环节示意图

9.4. 工作负荷及人员配置

本项目投入使用后，预计每天累计出束时间最多为 3h，每周工作 5 天，全年最多工作 50 周，因此，本项目投入使用后，周出束时间最多为 15h，全年出束时间最多为 750h。

针对本项目，建设单位拟配备 2 名辐射工作人员。目前，相关人员尚未配备到位。

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 的源项参数见表 9-1。

表 9-1 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
距靶点 1m 处的最大泄漏辐射剂量率	5E+03 μSv/h
射束类型	锥形射束
锥形射束夹角	30 度

注：参数来源见附件 1。

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）当屏蔽体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

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。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，工业 CT 实物图见图 10-1。

本项目拟使用的工业 CT 的有用线束方向为水平向右，右面（主射面）的屏蔽材料铅当量为 12mmPb，其余面（非主射面）的屏蔽材料铅当量为 6mmPb。工业 CT 内部铅屏蔽示意图见图 10-2 和图 10-3。

本项目拟使用的工业 CT 的 X 射线源，在除了有用线束方向的其余 5 个表面，均拟附加 6mm 的铅罩。工业 CT 的 X 射线源铅罩示意图见图 10-4。工业 CT 辐射屏蔽一览表见表 10-1。



图 10-1 工业 CT 实物图

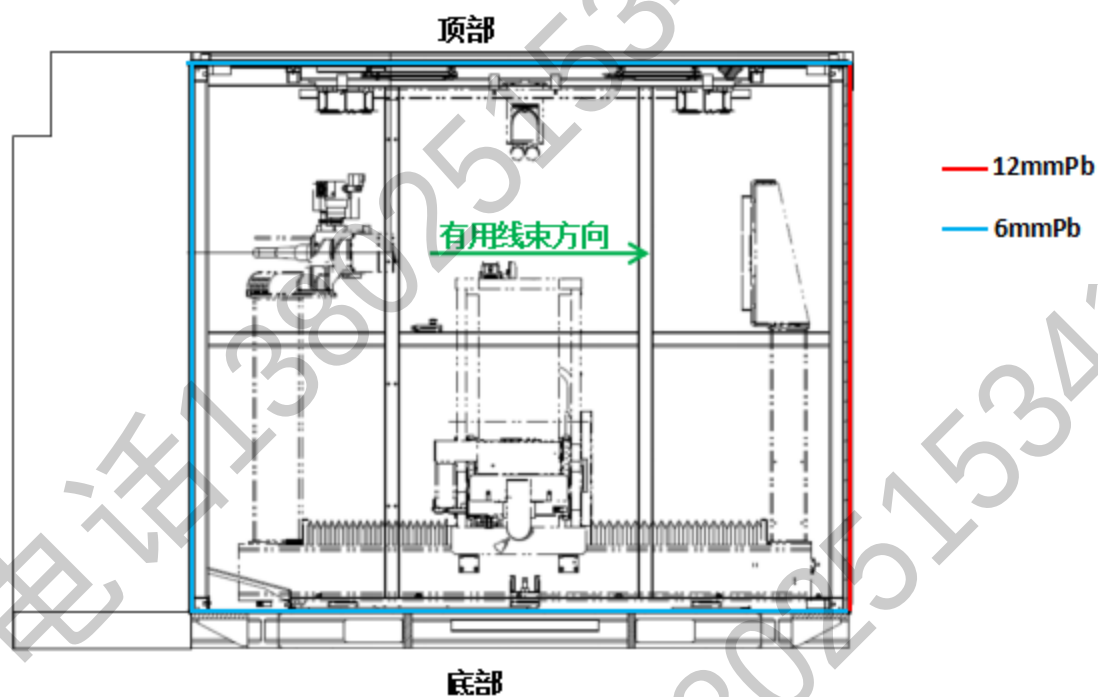


图 10-2 工业 CT 内部铅屏蔽示意图（正视图）

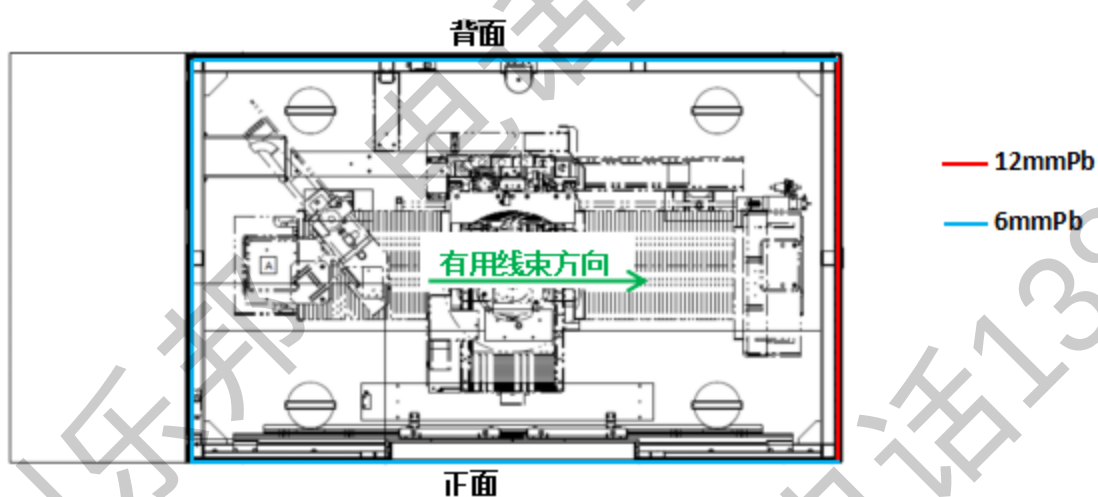
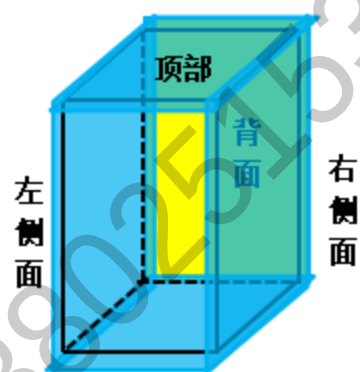


图 10-3 工业 CT 内部铅屏蔽示意图（俯视图）



蓝色和黄色区域为 6mmPb

图 10-4 工业 CT 的 X 射线源铅罩示意图

表 10-1 工业 CT 辐射屏蔽一览表

项目	屏蔽体情况	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 6mm 铅板	6mmPb	非主射面
防护门	合金内衬 6mm 铅板	6mmPb	非主射面
X 射线源铅罩	主射面：无	无	主射面
	非主射面：6mmPb	6mmPb	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、转台和探测器均固定在屏蔽体内不能移动，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 0.78m，距离工业 CT 背面 1.03m，距离工业 CT 左面 1.67m，距离工业 CT 右面 2.03m，距离工业 CT 顶部 0.82m，距离工业 CT 底部 1.62m。工业 CT 内部靶点位置示意图见图 10-5 和图 10-6。

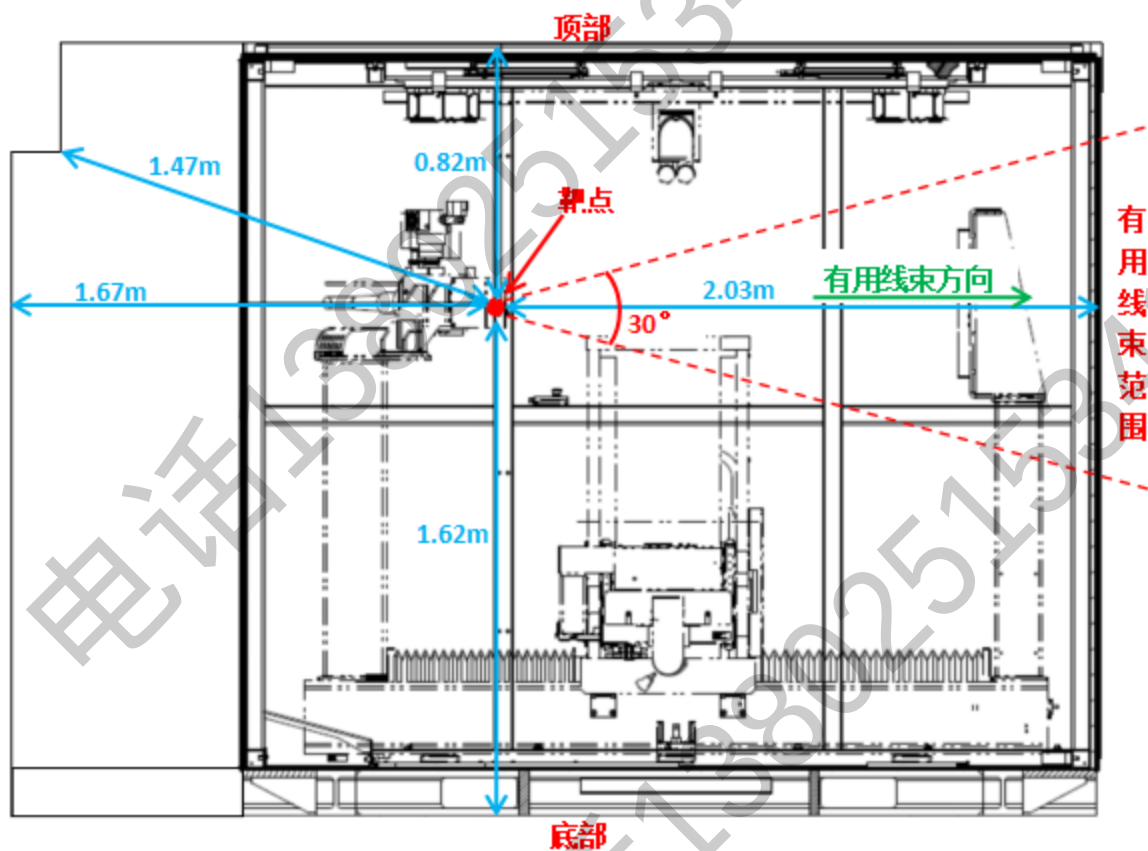


图 10-5 工业 CT 内部靶点位置示意图（正视图）

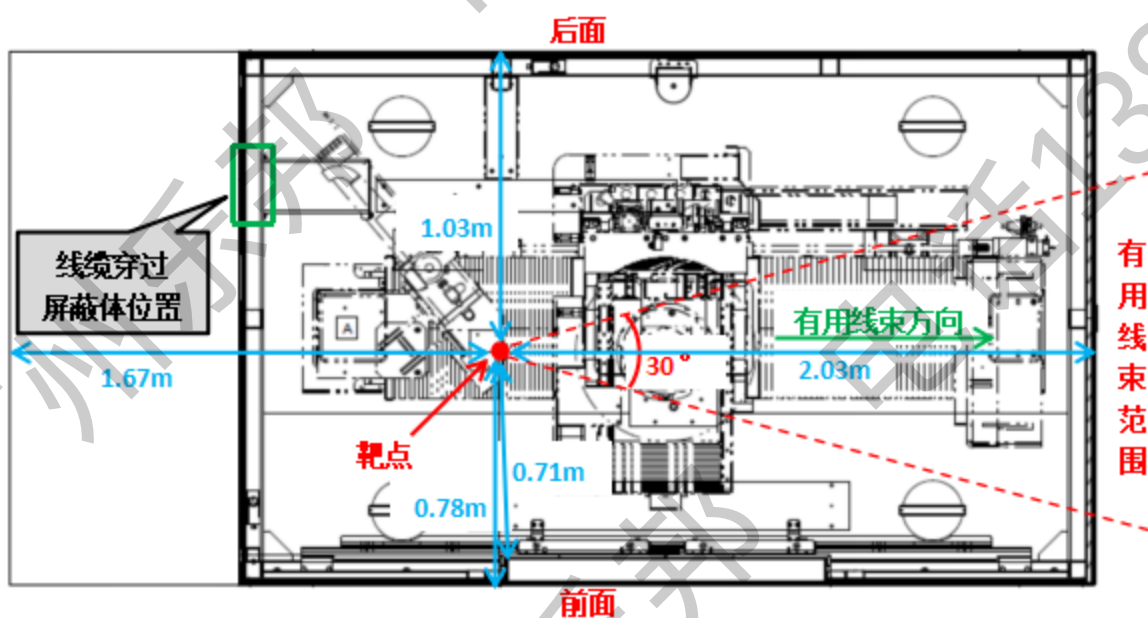


图 10-6 工业 CT 内部靶点和线缆穿过屏蔽体位置示意图（俯视图）

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 10-6，工业 CT 的屏蔽补偿示意图见图 10-7。

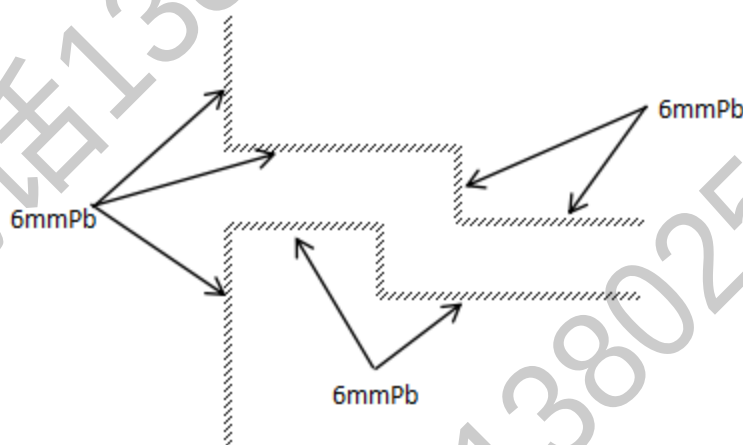


图 10-7 工业 CT 的屏蔽补偿示意

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 的屏蔽体外和屏蔽体内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 10-8 和图 10-9。当射线装置出束时，工业 CT 的屏蔽体外和屏蔽体内的指示灯均亮起，停止出束后指示灯均熄灭。建设单位拟在屏蔽体正面，张贴一个符合 GB18871-2002 规定的电离辐射警示标志。



图 10-8 工业 CT 屏蔽体外的辐射安全与防护措施

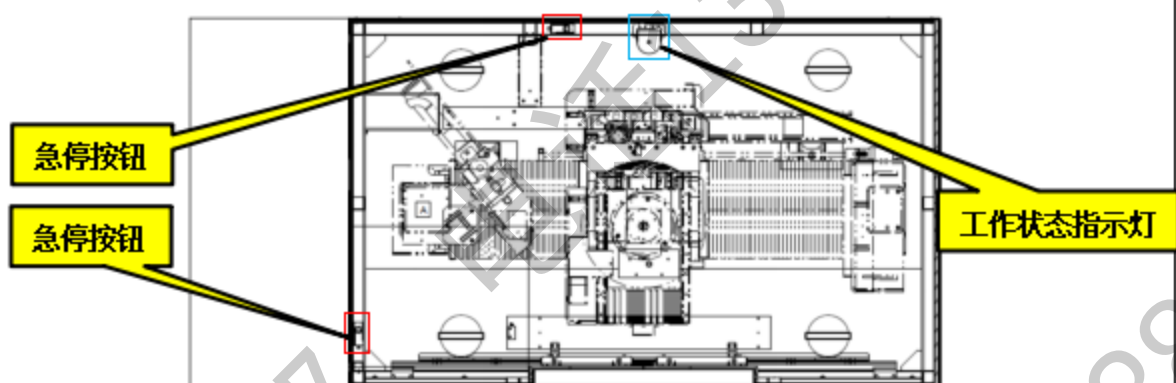


图 10-9 工业 CT 屏蔽体内的辐射安全与防护措施（俯视图）

(3) 急停装置

本项目工业 CT 在屏蔽体外设计有 1 个急停按钮，在屏蔽体内设计有 2 个急停按钮，急停按钮位置见图 10-8 和图 10-9。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，只需按下紧急停机开关，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。

(5) 视频监控

本项目工业 CT 在屏蔽体内部的顶部设计有 1 个摄像头，视频监控图像显示在屏蔽体外的显示屏上（显示屏位置见图 10-9），辐射工作人员可以在屏蔽体外监视工业 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，每月对工业 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

工业 CT 正常使用时，辐射工作人员无需进入工业 CT 内部进行操作，因此，本项目的通风设施，主要考虑人员所在的 CT 检测室的通风情况。建设单位拟在 CT 检测室的南墙上，安装一个通风能力不小于 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 的机械排风扇，CT 检测室的排风扇位置示意图见图 10-10。由于 CT 检测室内部的长 $\times$ 宽 $\times$ 高约为 $7.4\text{m}\times 6.6\text{m}\times 4.5\text{m}$ ，有效容积约为 220m^3 ，因此 CT 检测室内每小时的通风换气次数约 4.5 次，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。同时，排风扇外的环境为楼外临空，排风扇外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。

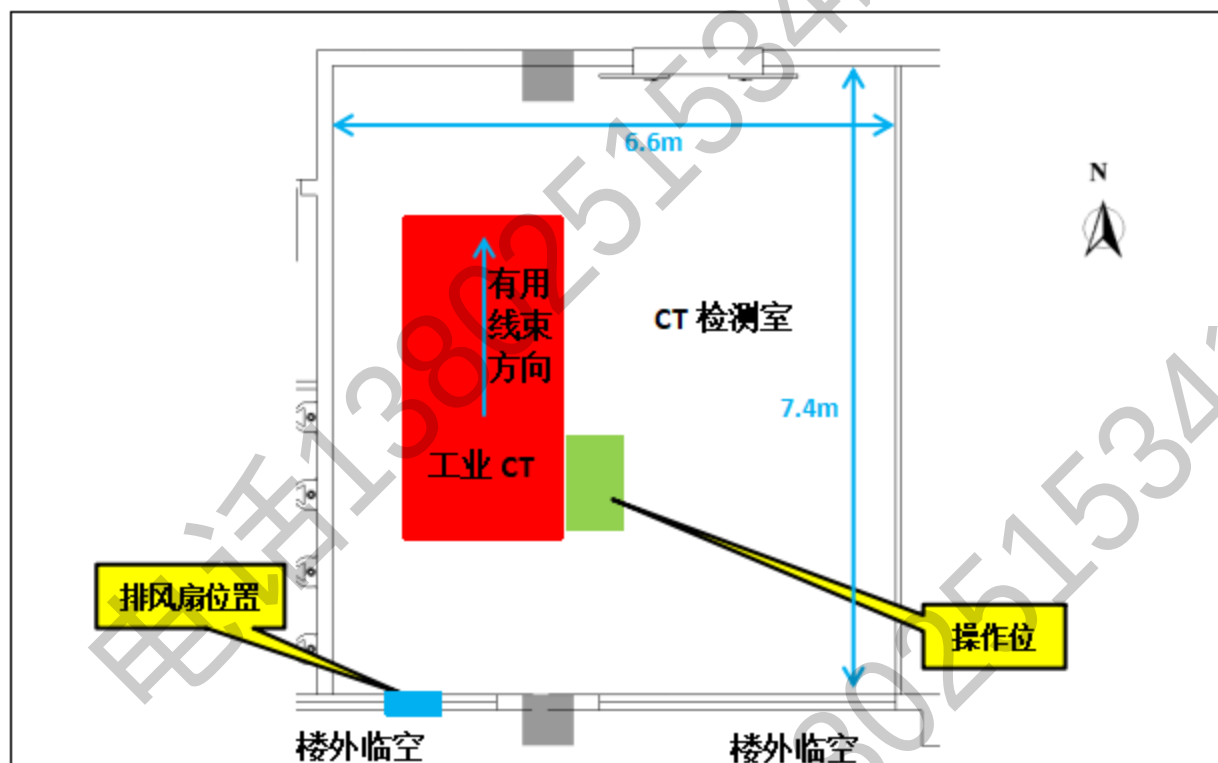


图 10-10 CT 检测室的排风扇位置示意图

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。

（1）控制区：以工业 CT 的屏蔽体为界，将屏蔽体内部区域划为控制区。

（2）监督区：将工业 CT 所在的 CT 检测室，划为监督区。建设单位拟在 CT 检测室的进出门外张贴电离辐射警示标志和警示说明。建设单位通过实体隔墙和警示标志说明，确保监督区的安全。

本项目 CT 检测室是工业 CT 的专用场所，CT 检测室内不设置其它工作岗位。辐射工作场所分区图见图 10-11，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。

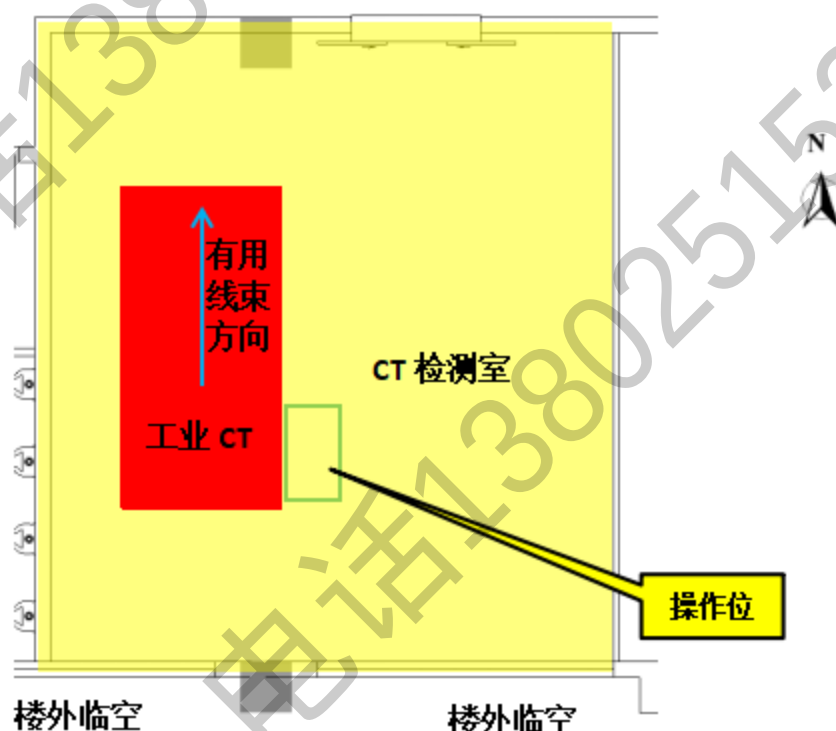


图 10-11 辐射工作场所分区图（红色为控制区，黄色为监督区）

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表 10-2。

表 10-2 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，	符合

		见“表 10.3 辐射场所分区”中内容。	
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。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,门被意外打开,设备将立即停止出束。	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。	工业 CT 屏蔽体外和屏蔽体内均设计有工作状态指示灯,与设备进行了联锁,当射线装置出束时指示灯均亮起,停止出束后指示灯均熄灭。 本项目工业 CT 内部空间较小,未设置声音提示装置。	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。	本项目工业 CT 在屏蔽体内部的顶部设计有 1 个摄像头,视频监控图像显示在屏蔽体外的显示屏上,辐射工作人员可以在屏蔽体外监视工业 CT 的内部情况。	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。	建设单位拟在屏蔽体正面,张贴一个符合 GB18871-2002 规定的电离辐射警示标志。	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 在屏蔽体外设计有 1 个急停按钮,在屏蔽体内设计有 2 个急停按钮(人员在工业 CT 内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用),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。	符合
7	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	正常使用时,人员无需进入工业 CT 内部进行操作,因此,本项目的通风设施,	符合

	有效通风换气次数应不小于 3 次。	主要考虑人员所在的 CT 检测室的通风情况。CT 检测室拟在南墙设置机械排风扇，每小时的通风换气次数约 4.5 次。排风扇外的环境为楼外临空，排风扇外四周空间开阔利于气流扩散，避开了人员密集区域，	
安全操作要求			
8	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，建设单位会定期检查门机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	符合
9	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工业 CT 屏蔽体，并且切断工业 CT 电源，同时防止他人进入工业 CT，并立即向辐射防护负责人报告。	符合
10	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。	建设单位拟每月使用 X-γ 辐射剂量率仪进行周围剂量当量率监测，测量点位包括屏蔽体外 30cm 处和操作位处。测量值将与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，将终止使用射线装置并向辐射防护负责人报告。	符合
11	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

12	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。	每次照射前，辐射工作人员均会检查确认工业 CT 内部没有人员驻留并且防护门已关闭，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，才能出束。	符合
----	---	---	----

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。

10.5.三废的治理

本项目不会产生放射性三废。

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。辐射工作人员所在的 CT 检测室拟安装机械排风扇，确保 CT 检测室内每小时的通风换气次数约为 4.5 次。同时，排风扇外的环境为楼外临空，避开了人员密集区域。

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。

表 11 环境影响分析

11.1.建设阶段环境影响分析

本项目是在现有大楼中进行工业 CT 的安装，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

根据前文所述，本项目拟建的 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT，当管电压为 225kV（最大管电压）时，管电流最大为 2.22mA。

运行阶段对环境的影响，本报告取工业 CT 的运行工况为管电压 225kV，管电流 2.22mA，进行理论预测分析。

11.2.1 辐射屏蔽分析

(1) 计算公式

本项目的辐射屏蔽理论计算参考《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：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2}$$

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；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{h}$ ；

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。

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：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2}$$

式中：

B ——屏蔽透射因子；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为 m；

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

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：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2}$$

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；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量，单位为 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{h}$ ；

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 $a=1.9\text{E-}03 \times 10000 \div 400=4.75\text{E-}02$ 。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。

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：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}}$$

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。

根据 NCRP51 号报告中宽束 X 射线在铅中的十值层（见图 11-1）可知，225kV

的电子产生的 X 射线在铅中的平衡十值层约为 2.2mm，第一十值层小于 2.2mm。本项目保守估算，取 225kV 下有用线束在铅中的第一十值层和平衡十值层均为 2.2mm。由于《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中没有 225kV 下 X 射线经强衰减后在铅中的十值层数据，根据上述内容，本项目取 225kV 下 X 射线经强衰减后在铅中的十值层为 2.2mm。

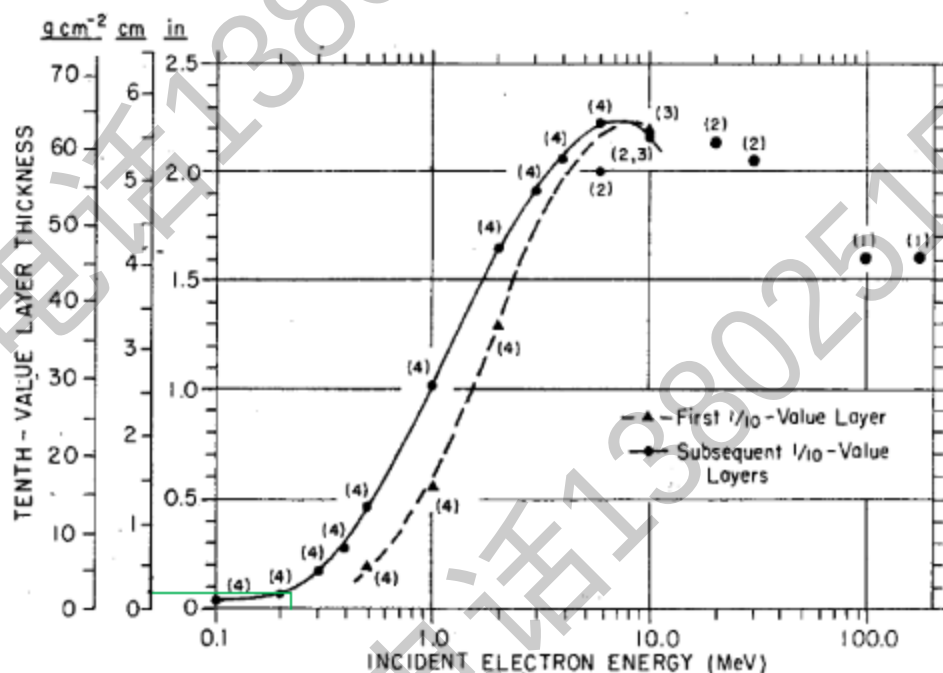


图 11-1 宽束 X 射线在铅中的十值层

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

本次评价选取屏蔽体外代表性区域作为预测目标点（各预测目标点位于屏蔽体外 30cm 处），关注点位置图见图 11-2 和图 11-3。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。

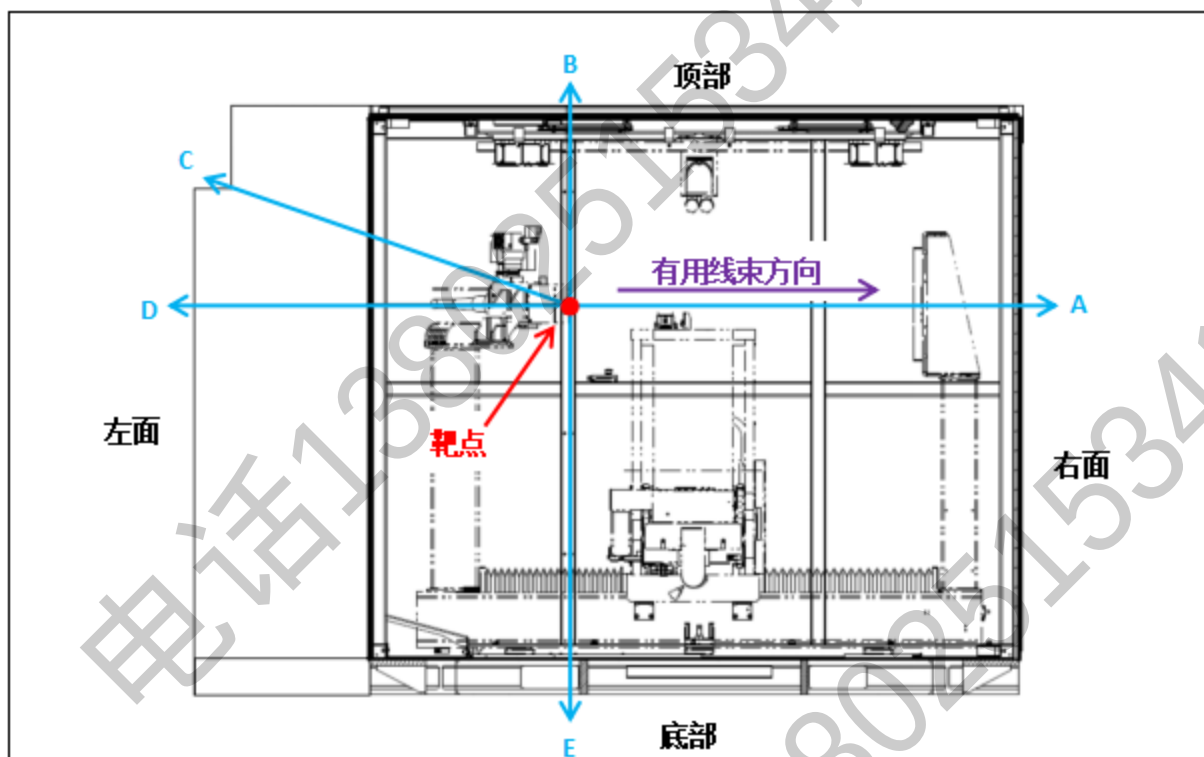


图 11-2 关注点位置示意图（正视图）

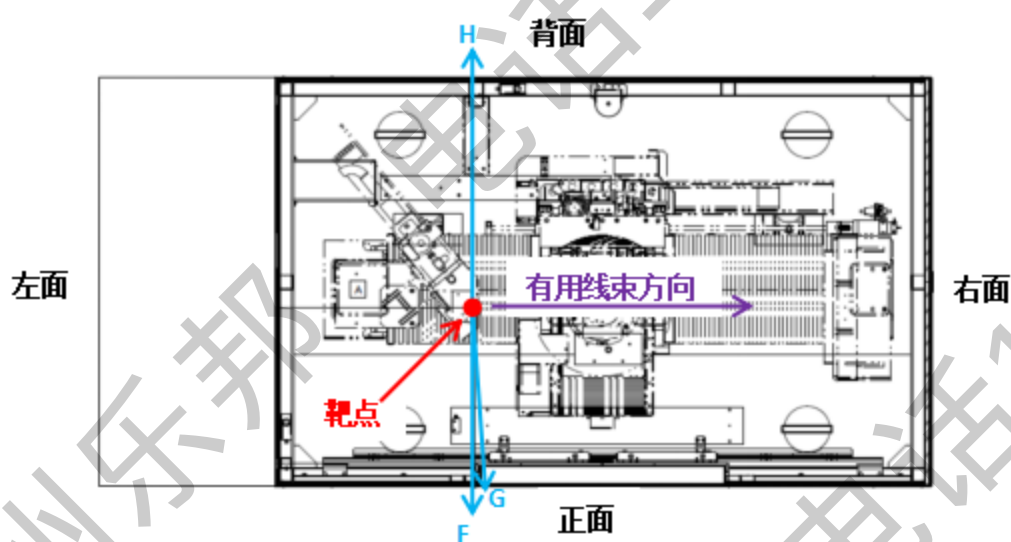


图 11-3 关注点位置示意图（俯视图）

(3) 有用线束方向

有用线束方向的剂量率预测结果见表 11-1。

表 11-1 有用线束方向的剂量率预测结果

关注点	I (mA)	H_0 ($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{h}$)	X (mm)	TVL (mm)	R (m)	B	$\dot{H}_{\text{有用线束}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
A	2.22	2.20E+05	12 铅	2.2 铅	2.33	3.51E-06	3.79E-01

注: $3.67\text{mSv} \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{min}=2.20\text{E}+05 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{h}$

(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表 11-2, 非有用线束方向散射辐射剂量率预测结果见表 11-3。

表 11-2 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	$\dot{H}_{\text{非}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
B	5.00E+03	1.12	12	2.2	3.51E-06	1.40E-02
C	5.00E+03	1.77	12	2.2	3.51E-06	5.60E-03
D	5.00E+03	1.97	12	2.2	3.51E-06	4.52E-03
E	5.00E+03	1.92	12	2.2	3.51E-06	4.76E-03
F	5.00E+03	1.08	12	2.2	3.51E-06	1.51E-02
G	5.00E+03	1.01	12	2.2	3.51E-06	1.72E-02
H	5.00E+03	1.33	12	2.2	3.51E-06	9.92E-03

注: 屏蔽物质厚度考虑了 X 射线源的铅罩防护。

表 11-3 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)	$\frac{R \cdot a}{R_0^2}$ 因子	$\dot{H}_{\text{散}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
B	2.22	2.20E+05	1.12	6	1.4	1/93.2	2.60E-01
C	2.22	2.20E+05	1.77	6	1.4	1/93.2	1.04E-01
D	2.22	2.20E+05	1.97	6	1.4	1/93.2	8.39E-02
E	2.22	2.20E+05	1.92	6	1.4	1/93.2	8.84E-02
F	2.22	2.20E+05	1.08	6	1.4	1/93.2	2.79E-01

G	2.22	2.20E+05	1.01	6	1.4	1/93.2	3.19E-01
H	2.22	2.20E+05	1.33	6	1.4	1/93.2	1.84E-01

注：3.67mSv·m²/mA·min=2.20E+05 μSv·m²/mA·h

(5) 工业 CT 屏蔽体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表 11-4，结果显示，屏蔽体外 30cm 处的剂量率最大为 3.79E-01 μSv/h，可以满足本报告提出的屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μSv/h。

表 11-4 工业 CT 剂量率预测最终结果 (μSv/h)

关注点	$\dot{H}_{有用线束}$	$\dot{H}_{透}$	$\dot{H}_{散}$	$\dot{H}_{总}$
A	3.79E-01	/	/	3.79E-01
B	/	1.40E-02	2.60E-01	2.74E-01
C	/	5.60E-03	1.04E-01	1.10E-01
D	/	4.52E-03	8.39E-02	8.84E-02
E	/	4.76E-03	8.84E-02	9.31E-02
F	/	1.51E-02	2.79E-01	2.94E-01
G	/	1.72E-02	3.19E-01	3.36E-01
H	/	9.92E-03	1.84E-01	1.94E-01

11.2.2. 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：

$$H_r = H \times t \times T$$

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；根据前文所述，本项目投入使用后，周出束时间最多为 15h，全年出束时间最多为 750h。

T 为居留因子。

(1) 辐射工作人员受照剂量估算

保守取屏蔽体外 30cm 处的最大值（即：3.79E-01 $\mu\text{Sv/h}$ ）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 5.69 μSv ，年有效剂量为 0.284mSv，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 μSv ，年有效剂量约束值为 5mSv。

(2) 公众受照剂量估算

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 11-5。估算结果表明，公众的周有效剂量最大为 0.88 μSv ，年有效剂量最大为 0.044 mSv，均低于公众剂量约束值：公众的周有效剂量约束值为 5 μSv ，年有效剂量约束值为 0.25mSv。公众有效剂量估算结果见表 11-6。

表 11-5 经距离衰减后的剂量率情况

位置			屏蔽体外 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 ($\mu\text{Sv/h}$)
建设单位大楼	三层	东侧仓库	1.01	4.59E-01	4.71	2.11E-02
		西侧卫生间	1.33	2.65E-01	2.03	1.14E-01
		北侧走廊	2.33	3.79E-01	4.03	1.27E-01
		三层其余场所	1.01	4.59E-01	6.71	1.04E-02
	楼上实验室		1.12	3.73E-01	2.82	5.88E-02
	楼下仓库		1.92	1.27E-01	3.62	3.57E-02
	大楼内其余场所		1.01	4.59E-01	5.71	1.44E-02

表 11-6 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)
建设单位大楼	三层	东侧仓库	1/16	0.02
		西侧卫生间	1/16	0.11
		北侧走廊	1/16	0.12
		三层其余场所	1	0.16
	楼上实验室		1	0.88
	楼下仓库		1/16	0.03
	大楼内其余场所		1	0.22

11.3. 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 当屏蔽体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防护管理委员会：

委员会主任：刘雄华

委员会成员：曾庆勇，欧阳耀荣

辐射管理安全小组的主要职责为：

- 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《辐射防护管理委员会及其职责》、《操作人员健康管理辦法》、《辐射安全培训规定》、《操作规程》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》等（见附件3），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。

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，建设单位拟配备2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考核，保证项目建设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屏蔽体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 12-1 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) 屏蔽体四周和上方外侧 30cm 处； 3) 防护门外 30cm 处； 4) 操作位； 5) CT 检测室外 0.3m 处，上一层距地面 0.3m 处，楼下距地面 1.7m 处； 6) 周围环境。
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年有效剂量约束值为 $100 \mu\text{Sv}$ ，年有效剂量约束值为 5mSv ；公众的年有效剂量约束值为 $5 \mu\text{Sv}$ ，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、记载建设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，每月对工业 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

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，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。

建设单位将严格执行辐射监测计划，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表 12-2。

表 12-2 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 12-1	$\leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$	及时查找原因并整改直至符合要求
日常监测		1 次/月	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（详见附件 3）。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

泽鸿(广州)电子科技有限公司拟在广州市高新技术产业开发区科学城科珠路 202 号的大楼三层 CT 检测室, 安装使用 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), 用于电子元器件等产品的无损检测。

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

本项目拟建位置及其周边场所的室内测量结果为 127~147 nGy/h; 道路测量结果为 103~118 nGy/h。本项目位置及其周边场所的环境 γ 辐射剂量率, 与《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) 中的调查研究结果处于同一水平。

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, 工业 CT 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) 而设定的屏蔽体外剂量率控制水平; 工业 CT 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率控制水平为 2.5 μ Sv/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: 辐射工作人员的年有效剂量约束值为 100 μ Sv, 年有效剂量约束值为 5mSv; 公众的年有效剂量约束值为 5 μ 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

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”，符合国家产业政策。

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。

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：完善规章制度，并张贴悬挂各规章制度于控制室墙面上。

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 委托书

委 托 书

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等法律法规要求，现委托 广州乐邦环境科技有限公司 对我单位使用工业 CT 项目进行环境影响评价，项目基本信息如下：

单位名称	泽鸿（广州）电子科技有限公司																						
项目名称	泽鸿（广州）电子科技有限公司使用工业 CT 项目																						
建设地点	广州高新技术产业开发区科学城科珠路 202 号的大楼三层 CT 检测室																						
建设规模	我单位拟安装使用 1 台 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT，用于电子元器件等产品的无损检测。METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 参数如下： <table><tr><td>型号</td><td>METROTOM 1500 225 G3</td></tr><tr><td>数量</td><td>1 台</td></tr><tr><td>类别</td><td>II 类</td></tr><tr><td>最大管电压</td><td>225 kV</td></tr><tr><td>最大功率</td><td>500 W</td></tr><tr><td>最大管电流</td><td>3mA</td></tr><tr><td>滤过条件</td><td>2mm Sn</td></tr><tr><td>距辐射源点（靶点）1m 处最大输出量</td><td>3.67mSv · m²/mA · min</td></tr><tr><td>距靶点 1m 处的最大泄漏辐射剂量率</td><td>5E+03 μSv/h</td></tr><tr><td>射束类型</td><td>锥形射束</td></tr><tr><td>锥形射束夹角</td><td>30 度</td></tr></table>	型号	METROTOM 1500 225 G3	数量	1 台	类别	II 类	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	距靶点 1m 处的最大泄漏辐射剂量率	5E+03 μSv/h	射束类型	锥形射束	锥形射束夹角	30 度
型号	METROTOM 1500 225 G3																						
数量	1 台																						
类别	II 类																						
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																						
距靶点 1m 处的最大泄漏辐射剂量率	5E+03 μSv/h																						
射束类型	锥形射束																						
锥形射束夹角	30 度																						
评价性质	环境影响评价																						

泽鸿（广州）电子科技有限公司
广州乐邦环境科技有限公司
2025 年 08 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: LBDL20250811001

项目名称: 泽鸿(广州)电子科技有限公司使用工业 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: 泽鸿(广州)电子科技有限公司

报告日期: 2025 年 08 月 21 日





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

报告编号: LBDL20250811001

说明

- 1、报告无本单位报告专用章及骑缝章无效。
- 2、报告无检测人、复核人、签发人的签名无效。
- 3、报告涂改或部分复印无效。
- 4、自送样品的委托检测，其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目，结果仅对采样所代表的时间和空间负责。
- 5、对检测结果有异议，可在收到报告之日起一个月内向我公司提出书面复检申请，逾期不予受理。

本机构通讯资料:

单位名称: 广州乐邦环境科技有限公司

地址: 广州市番禺区新造镇和平路1号19号仓101

电话: 020-36298507

邮编: 511436

广州乐邦环境科技有限公司

检测报告

项目概况:

建设单位: 泽鸿(广州)电子科技有限公司

项目地址: 广州市高新技术产业开发区科学城科珠路 202 号

监测因子: 环境 γ 辐射剂量率

测量位置: 项目拟建位置及其周边场所

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

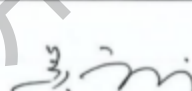
能量范围: 38keV~7MeV

检定单位: 广东省辐射剂量计量检定站

证书编号: GRD(1)20250228

检定日期: 2025 年 08 月 05 日

有效期: 1 年

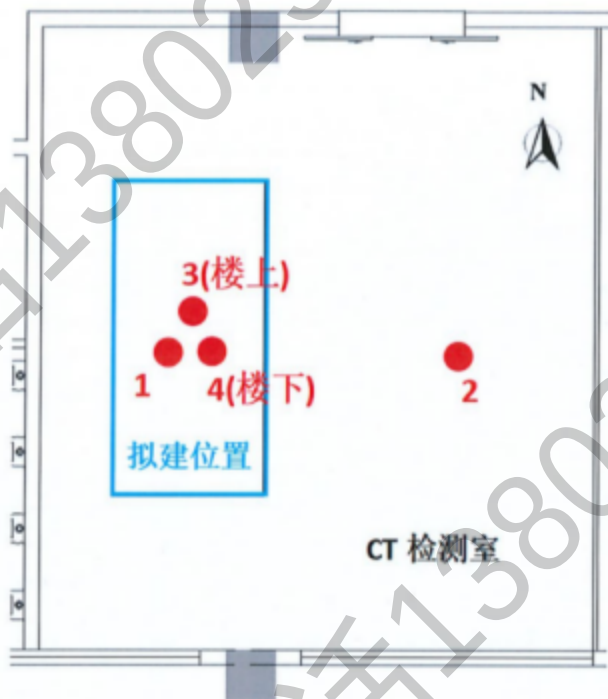
检测时环境状况	天气: 多云 温度: 32℃ 相对湿度: 64%		
检测概况	检测人员	田丰、吴雅婷	
	检测日期	2025 年 08 月 12 日	
检测结果: 泽鸿(广州)电子科技有限公司使用工业 CT 项目的项目拟建位置及其周边场所的环境 γ 辐射剂量率的检测结果如下(详细结果见附页): 环境 γ 辐射剂量率的范围为 103 nGy/h ~ 147 nGy/h; 测量值均已扣除仪器对宇宙射线的响应值。			
报告签署:			
编制人		日期	2025.8.21
复核人		日期	2025.8.21
签发人		日期	2025.8.21
检测单位印章: 广州乐邦环境科技有限公司(检验检测专用章) 			

附表 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
		平均值	标准差	
1	工业 CT 拟建位置	135	2	楼房非顶层
2	拟建位置东侧约 2m 处 CT 检测室	132	2	楼房非顶层
3	拟建位置楼上实验室	137	1	楼房顶层
4	拟建位置楼下仓库	136	1	楼房非顶层
5	拟建位置北侧约 2m 处走廊	141	2	楼房非顶层
6	拟建位置北侧约 16m 处生产区	146	1	楼房非顶层
7	拟建位置北侧约 50m 处生产区	129	2	楼房非顶层
8	拟建位置东侧约 14m 处仓库	136	1	楼房非顶层
9	拟建位置东侧约 50m 处空调机房	139	1	楼房非顶层
10	拟建位置东北侧约 35m 处实验室	136	1	楼房非顶层
11	拟建位置东北侧约 50m 处生产区	127	2	楼房非顶层
12	拟建位置东北侧约 46m 处实验室	133	2	楼房非顶层
13	拟建位置西侧约 2m 处卫生间	137	2	楼房非顶层
14	拟建位置西侧约 10m 处资讯室	141	1	楼房非顶层
15	拟建位置西侧约 21m 处实验室	130	2	楼房非顶层
16	拟建位置西北侧约 12m 处会议室	133	1	楼房非顶层
17	拟建位置西北侧约 23m 处会议室	129	1	楼房非顶层
18	拟建位置西北侧约 33m 处会议室	131	1	楼房非顶层
19	拟建位置西北侧约 39m 处办公室	147	1	楼房非顶层
20	拟建位置东南侧约 50m 处空地	114	2	空地
21	拟建位置南侧约 12m 处空地	109	1	空地
22	拟建位置西南侧约 50m 处空地	118	2	空地
23	拟建位置西侧约 30m 处空地	106	2	空地
24	拟建位置西北侧约 50m 处空地	103	2	空地
25	拟建位置南侧约 50m 处空地	111	1	空地

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 (响应值为 34 nGy/h, 该值已经过仪器校准因子的校准); 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, 楼房非顶层取 0.8, 楼房顶层取 0.9, 其余取 1。

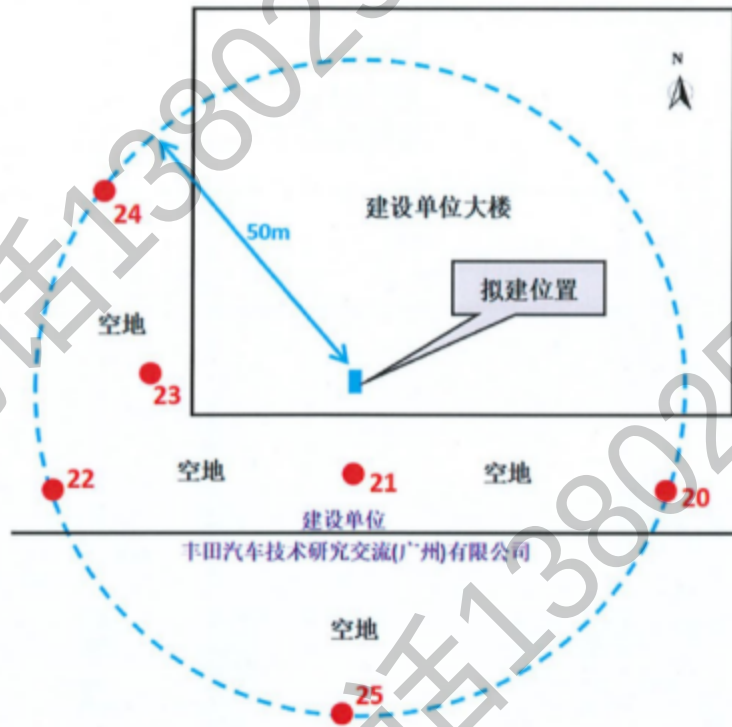
附图1 拟建位置检测布点图



附图2 大楼3层检测布点图



附图3 周边场所检测布点图



报告结束

附件 3 规章制度

辐射防护管理委员会及其职责

一、辐射防护管理委员会组织机构图

委员会主任：刘雄华

委员会成员：曾庆勇，欧阳耀荣

二、辐射防护管理委员会职责分工

职务	分 管 职 责
委员会主任	总领辐射运行阶段的各项工作，负责与上级部门进行沟通，直接领导委员会成员开展日常工作。
委员会成员	接受委员会主任的领导开展日常工作。负责公司整体辐射防护的部署沟通协调监督工作，负责必要的人财物支持工作，参与辐射安全事故的调查和处理，安排辐射工作人员的辐射安全与防护培训、职业健康体检、个人剂量监测；定期检查辐射安全防护设施、监测环境辐射水平；制定辐射安全防护管理制度。



事故应急预案

一、总则

根据国家《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》等的要求，为使我公司射线装置一旦发生辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员及公众及环境的安全，制定本应急预案。

二、射线装置辐射事故应急处理机构与职责

(一) 本单位成立射线装置辐射事故领导小组，组织、开展射线装置辐射事故的应急处理救援工作，领导小组组成如下：

组 长：刘雄华

成 员：曾庆勇

，欧阳耀荣

(二) 应急处理领导小组职责：

1. 定期组织对辐射场所、设备和人员进行辐射防护情况的自查和监测，发现事故隐患及时上报并落实整改措施；
2. 发生人员受超剂量照射事故，应启动本预案；
3. 事故发生后立即组织有关部门和人员进行辐射事故应急处理；
4. 负责向环保和卫生行政部门及时报告事故情况；
5. 负责辐射事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；
6. 辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量。
7. 负责迅速安置受照人员就医，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

三、放射性事故应急救援应遵循的原则：

- (一) 迅速报告原则；
- (二) 主动抢救原则；
- (三) 生命第一的原则；
- (四) 科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则；
- (五) 保护现场，收集证据的原则。

四、可能发生的辐射事故：

- (一) 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；
- (二) 当屏蔽体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；
- (三) 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；
- (四) 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。

五、辐射事故应急处理程序：

- (一) 发生辐射事故时，第一时间切断射线装置电源。
- (二) 发生事故后应立即将发生事故的性质、时间、地点、联系人、电话等第一时间进行口头上报，上报单位有环保专线（12369）、广州市生态环境局、广东省生态环境厅汇报，同时疏散周边人员，等待各部门的到来。受照射人员立即送到广州市120指定医院救治。

(三) 在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向广州市生态环境局、广东省生态环境厅报告。

(四) 等待相关部门到达现场的同时，采取相应措施，使危害、损失降到最小。

(五) 配合上级有关部门对现场进行勘查以及环保安全技术处理，检测等工作，查找事故发生的原因，进行调查处理。将事故处理结果及时报上级行政主管部门。

(六) 应急终止：符合下列条件后，终止应急状态：

A) 事件现场得到控制，事件条件已经消除。

B) 事件所造成的危害已经被彻底消除，无继发可能。

C) 采取了必要的防护措施以保护公众免受再次危害，并使事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。

(七) 总结经验教训，制定或修改防范措施，加强日常环境安全管理，杜绝类似事故发生。

泽鸿 广州泽鸿电子科技有限公司
电子科技有限公司 2025 年 8 月



操作人员健康管理办法

- 1、本公司所有辐射工作人员上岗前，应当进行上岗前的职业健康检查，符合辐射工作人员健康标准的，方可参加相应的辐射工作。
- 2、本公司将组织上岗后的辐射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。
- 3、辐射工作人员脱离辐射工作岗位时，本公司将对其进行离岗前的职业健康检查。
- 4、对参加应急处理或者受到事故照射的辐射工作人员，本公司将及时组织健康检查工作医疗救治，按照国家有关标准进行医学随访观察。
- 5、本公司将在收到职业健康检查报告 7 日内，将体检结果如实告知辐射工作人员，并将职业健康检查报告整理成档。
- 6、本公司为辐射工作人员建立并终生保存其职业健康监护档案。职业健康监护档案应当保存以下内容：
 - （一）职业史、既往病史和职业照射接触史；
 - （二）历次职业健康检查结果及评价处理意见；
 - （三）职业辐射性疾病诊疗、医学随访观察等健康资料。
- 7、辐射工作人员有权查阅、复印本人的职业健康监护档案。本公司将如实、无偿提供。
- 8、辐射工作人员职业健康检查、职业性辐射性疾病的诊断、鉴定、医疗救治和医学随访观察的费用，由其本公司承担。
- 9、辐射工作人员的保健津贴按照国家有关规定执行。

泽鸿（广州）德普科技有限公司



辐射安全培训规定

为了提高从事辐射工作人员的安全防护意识和工作技能，加强辐射安全管理，预防辐射伤害事故，本公司特别制定本规定。

一、所有辐射工作人员必须参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的考核，经考核合格后，方可从事辐射工作。

二、辐射工作人员每5年要重新参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的考核，考核合格后，方可继续从事辐射工作。

三、公司不定期举办辐射安全培训，加强相关人员的安全责任意识。

四、培训内容

1、学习辐射安全法律法规常识和基本防护知识。

2、学习辐射事故应急救援措施和救援演练。

五、在不定期培训的基础上，辐射安全管理人员要经常对使用辐射源的厂内员工和接触人员进行辐射安全教育，提高安全防护意识。

六、建立辐射工作人员培训档案、培训记录、培训教案、培训考核试卷，并按要求妥善保管和存档。

泽鸿（广州）电子科技有限公司



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，如防护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，安全防护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。

泽鸿（广州）电子科技有限公司



辐射监测方案

为了加强对辐射工作人员健康管理，控制 X 射线源的照射，规范辐射防护工作管理，保障我公司员工健康和环境安全，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院 449 号令）的要求，结合公司的实际，制定本方案。

一、个人剂量监测

- 1、我公司放射工作人员个人剂量监测委托第三方检测机构进行监测；
- 2、辐射工作人员个人剂量每三个月监测一次，并出具监测报告。监测报告由本公司辐射安全管理机构人员归档保管；
- 3、当监测结果出现异常情况，辐射安全管理人员和辐射工作人员本人，并采取必要措施，对出现异常情况的辐射工作人员暂停操作或调离该岗位。

二、场所监测

1、年度防护检测

委托有资质检测机构对运行的核技术利用项目进行辐射防护年度检测，每年一次，年度检测数据应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。

2、常规检测

为辐射工作场所配备辐射监测仪器，按要求开展辐射水平日常监测、定期巡测，做好记录。

泽鸿（广州）电子科技有限公司

2025 年 8 月