

广东正业科技股份有限公司
生产销售使用工业 CT 项目
竣工环境保护验收监测报告表



建设单位: 广东正业科技股份有限公司 (盖章)



编制单位: 广州乐邦环境科技有限公司 (盖章)

2026 年 01 月



建设单位法人代表: (签字)

编制单位法人代表: (签字)

项目负责人: 吴雅婷

填表人: 吴雅婷

建设单位	广东正业科技股份有限公司 (盖章)	编制单位	广州乐邦环境科技有限公司 (盖章)
电话	1	电话	020-36298507
传真	/	传真	/
邮编	523808	邮编	511496
地址	东莞市松山湖园区南园路6号	地址	广州市番禺区新造镇和平路 1号19号仓101

目录

表一	项目基本情况	1
表二	项目建设情况	5
表三	辐射安全与防护设施/措施	35
表四	建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	71
表五	验收监测质量保证及质量控制	73
表六	验收监测内容	75
表七	验收监测	83
表八	验收监测结论	90
附件 1	环评批复文件	92
附件 2	辐射安全许可证	96
附件 3	辐射安全管理相关制度	100
附件 4	辐射安全与防护培训合格证	132
附件 5	检测报告	136

表一 项目基本情况

建设项目名称	广东正业科技股份有限公司生产销售使用工业 CT 项目				
建设单位名称	广东正业科技股份有限公司				
建设项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建				
建设地点	广东省东莞市松山湖园区南园路 6 号				
源项	放射源		/		
	非密封放射性物质		/		
	射线装置		生产销售使用 2 种型号工业 CT		
建设项目环评批复时间	2025 年 7 月 22 日	开工建设时间	2025 年 7 月		
取得辐射安全许可证时间	2025 年 9 月 30 日	项目投入运行时间	2025 年 10 月 9 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2025 年 10 月 9 日	验收现场监测时间	2025 年 12 月 11 日		
环评报告表审批部门	广东省生态环境厅	环评报告表编制单位	广东智环创新环境科技有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	/	辐射安全与防护设施施工单位	/		
投资总概算（万元）	3000	辐射安全与防护设施投资总概算	80	比例	2.7%
实际总概算（万元）	2000	辐射安全与防护设施实际总概算	85	比例	4.3%
验收依据	<p>1.建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度</p> <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) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）</p> <p>(3) 《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>(4) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（根据 2021 年 1 月 8 日部令第 20 号《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性</p>				

文件的决定》第四次修正)

(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和防护管理办法》(环境保护部令 18 号 2011 年 5 月 1 日施行)

(7) 《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)

(8) 《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 日施行)

(9) 《核技术利用建设项目重大变动清单(试行)》(环办辐射函[2025]313 号)

(10) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4 号 2017 年 11 月 20 日施行)

(11) 《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 日施行)

2.建设项目竣工环境保护验收技术规范

(1) 《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, 2024-02-01 实施)

(2) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021, 2021-05-01 实施)

(3) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021, 2021-05-01 实施)

(4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002, 2003 年 4 月 1 日实施)

(5) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021, 2021-8-1 日实施)

(6) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022, 2023 年 3 月 1 日实

	<p>施)</p> <p>(7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014, 2014-10-01 实施) 及第 1 号修改单(国卫通(2017)23 号, 2017 年 10 月 27 日实施)</p> <p>3. 建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定</p> <p>(1) 《广东正业科技股份有限公司生产销售使用工业 CT 项目环境影响报告表》(报告编号: 25DLFSHP004, 编制单位: 广东智环创新环境科技有限公司)</p> <p>(2) 《广东省生态环境厅关于广东正业科技股份有限公司生产销售使用工业 CT 项目环境影响报告表的批复》(批复文号: 粤环审【2025】125 号, 2025 年 7 月 22 日)</p>
验收执行标准	<p>1. 剂量限值和约束值</p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>附录 B 第 B1.1.1.1 款: 工作人员的职业照射水平不超过“由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均), 20mSv”; 根据第 B1.2.1 款: 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过“年有效剂量, 1mSv”的限值。</p> <p>(2) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)</p> <p>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 100μSv/周, 对公众场所, 其值应不大于 5μSv/周。</p> <p>(3) 审管部门批复</p> <p>本项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全防护措施以及辐射安全责任, 确保辐射工作人员有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年, 公众有效剂量约束值低于 0.25 毫希沃特/年。</p> <p>由此确定本项目剂量约束值为辐射工作人员有效剂量约束值为 5mSv/a, 公众有效剂量约束值为 0.25mSv/a。</p> <p>2. 周围剂量当量率限值</p>

根据《广东省生态环境厅关于广东正业科技股份有限公司生产销售使用工业 CT 项目环境影响报告表的批复》以及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）（参考该标准相关内容）第 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 μ Sv/h。

确定本项目屏蔽体外剂量率控制水平为：取人员可达区域的屏蔽体外 30cm 处及以上区域的周围剂量当量率不能超过 2.5 μ Sv/h。

表二 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 建设单位概况

广东正业科技股份有限公司（以下简称“建设单位”），创立于1997年，位于东莞松山湖园区，2014年在深交所创业板上市，股票代码：300410，现为景德镇市国资委合盛公司旗下控股上市企业。

正业科技是一家专注于工业检测智能制造和研发的高新技术企业，主要服务于锂电池、半导体、PCB、平板显示等先进制造行业。公司以技术创新为核心驱动力，通过自主研发掌握了多项关键核心技术，尤其在X光应用技术和检测自动化领域形成了显著优势。经过20多年的稳步发展，硕果累累，获得了行业市场、客户的普遍认可，是国家制造业单项冠军、国家专精特新小巨人企业、国家知识产权示范企业、广东省首批战略性新兴产业集群“2D/3D X射线无损检测装备产业链”链主企业等。正业科技员工总数500余人，技术人员占比30%以上。

近年来，公司主导或参与制定的国家标准、行业标准10余项；共承担国家重点研发项目8项、省市级研发项目30余项；累计专利申请241件，授权专利156件，其中已授权发明专利40件，软件著作权28件，荣获中国专利优秀奖4次、广东省专利优秀奖2次，荣获广东省高新技术产品20余项，公司不断加大新技术、新工艺研发应用，产品不断实现替代进口，以优质产品与服务，为工业品质量保驾护航，助力中国制造业高质量发展。

2.1.2 项目建设内容和规模

2025年，建设单位委托广东智环创新环境科技有限公司编制了《广东正业科技股份有限公司生产销售使用工业CT项目环境影响报告表》（报告编号：25DLFSHP004），该报告表于2025年7月22日经广东省生态环境厅批复，批文号为粤环审[2025]125号，详见附件1。报告评价的主要内容为：在建设单位厂区连廊楼一层X射线无损检测重点实验室内原已许可的铅房进行升级改造，在厂区1号厂房一层设置射线装置组装、调试场所；通过外购X射线管屏蔽体、管线等部件，在改造后的铅房、组装场所、调试场所依次开展工业CT装置的研发、组装、调试活动。本次研发生产两种型号的工业CT装置，一种型号为CT8001，最大管电压225千伏，最大管电流3毫安；另一种型号为CT8101，最大管电压150千伏，最大管电流

0.5 毫安;装置均自带屏蔽体,属II类射线装置,用于锂电池、半导体、集成电路、铝、铜等铸件等无损检测。

开展装置生产后的销售、使用(用户现场安装、调试和维修维护)活动,每种型号 CT 装置的年最大生产、销售、使用量均为 36 台。

取得环评批复后,开始筹备项目。计划生产的 CT8001 型工业 CT、CT8101 型工业 CT 研发完成后。建设单位向广东省生态环境厅申请并于 2025 年 9 月 30 日取得了辐射安全许可证,证书编号为粤环辐证[04635],许可的种类和范围为生产、销售、使用II类、III类射线装置(见附件 2)。

建设单位环评批复与建设情况对照见表 2-1。

表 2-1 环评批复与本次验收内容对照分析

项目	环评阶段	建设情况	分析
设备名称	工业 CT	工业 CT	一致
型号	生产 CT8001 型工业 CT 及 CT8101 型工业 CT	生产 CT8001 型工业 CT 及 CT8101 型工业 CT	一致
生产、销售量	最大年生产、销售、使用均为 36 台	最大年生产、销售、使用均为 36 台	一致
参数	CT8001 型工业 CT: 225kV, 3mA CT8101 型工业 CT: 150kV, 0.5mA	CT8001 型工业 CT: 225kV, 3mA CT8101 型工业 CT: 150kV, 0.5mA	一致
用途	无损检测	无损检测	一致

根据已上分析,本次验收项目生产、销售使用的工业 CT 型号、年生产、销售量及其它各项技术参数均与环评一致。

2.1.3 项目建设位置和平面布置

本次验收项目位于广东省东莞市松山湖园区南园路 6 号广东正业科技股份有限公司厂区内。连廊楼位于厂区 1 号厂房和 2 号楼之间,连廊楼 1 层为利旧原有 III 类射线装置研发铅房。因 III 类射线装置的研发工作已经结束,为充分利用资源,将现有铅房利旧,作为 II 类研发平台使用。经测算现有辐射防护设施及措施经过优化后可以满足工业 CT 研发调试需要。改造后仅用于工业 CT 装置的研发。本项目工业 CT 装置的组装和调试区位于 1 号厂房一层西北侧。1 号厂房中部和东侧当前为 III 类射线装置的生产车间。厂房西侧为建设单位 3 号办公楼、4 号宿舍楼和篮球场。园区东侧为芦溪一路、天之娇新材和路畅科技厂区,南侧为新建道路和新建园区,西侧为经一路和广东恒翼能科技厂区,北侧为南园路和绿化带。本项目周边环境状况见图 2-1。

本项目研发实验室所在连廊楼为地上 2 层建筑,实验室下方为实土层,一层为 X

射线无损检测重点实验室，研发铅房位于该实验室内，是本项目工业 CT 研发场所。二层为连接 1 号厂房和 2 号厂房的通道及办公区。连廊楼 1 层平面布置见图 2-2。本项目工业 CT 组装、调试区位于 1 号厂房一层（平面布置见图 2-3），1 号厂房为 4 层建筑，第 2 层为采购部仓库和办公区（平面布置见图 2-4），负一楼为停车场（平面布置见图 2-5）。

通过现场调查并与环评文件对照，建设单位实际生产场所地点、平面布局及建设情况与环评情况一致。

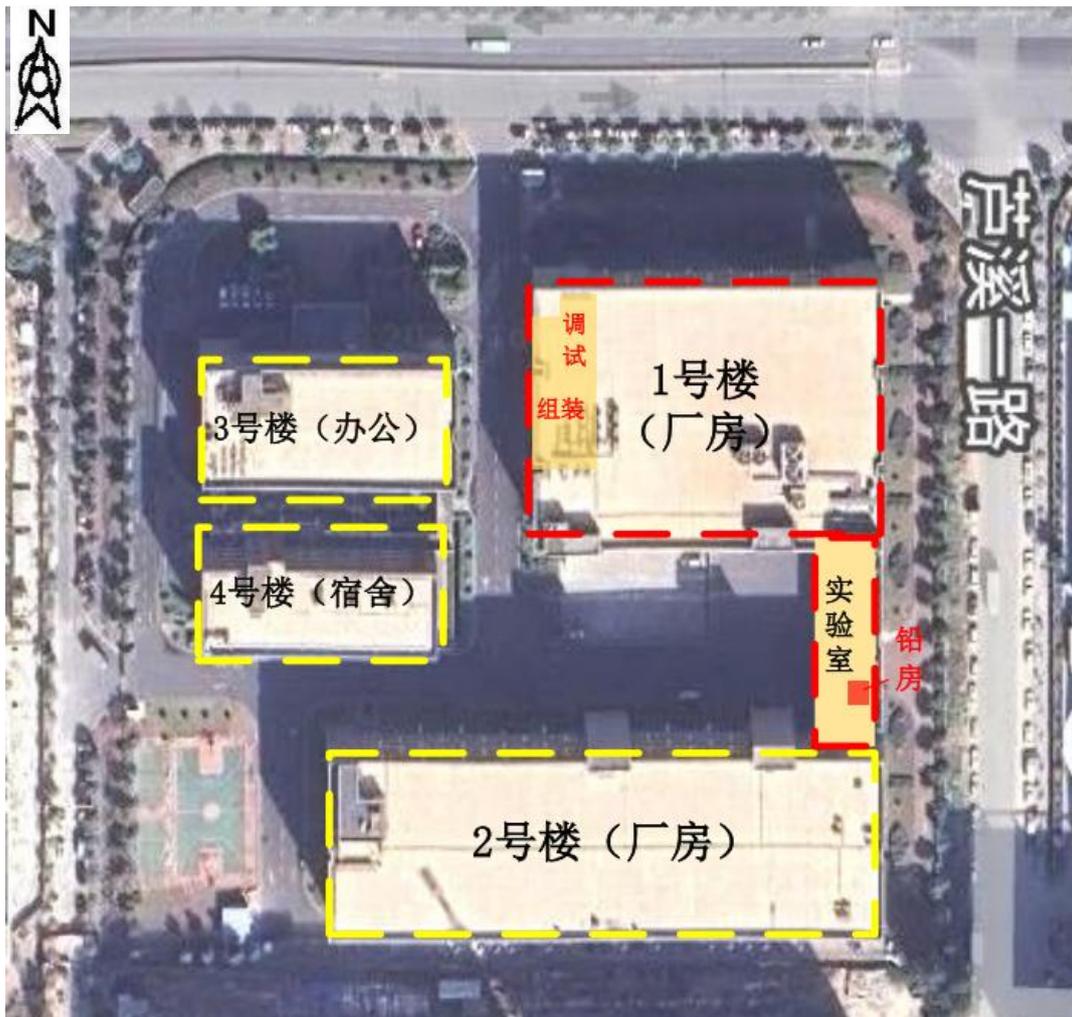


图 2-1 验收项目地理位置图（红色线框为本次验收场所）

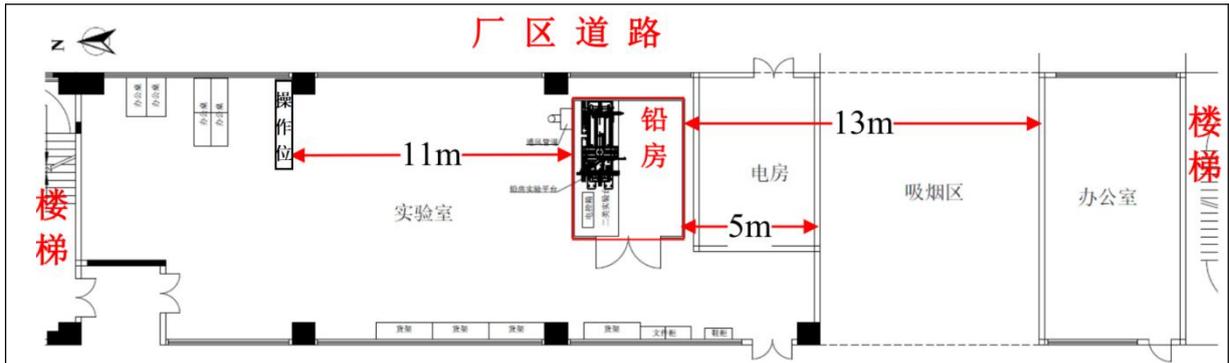


图 2-2 本项目工业 CT 研发场所平面布局图

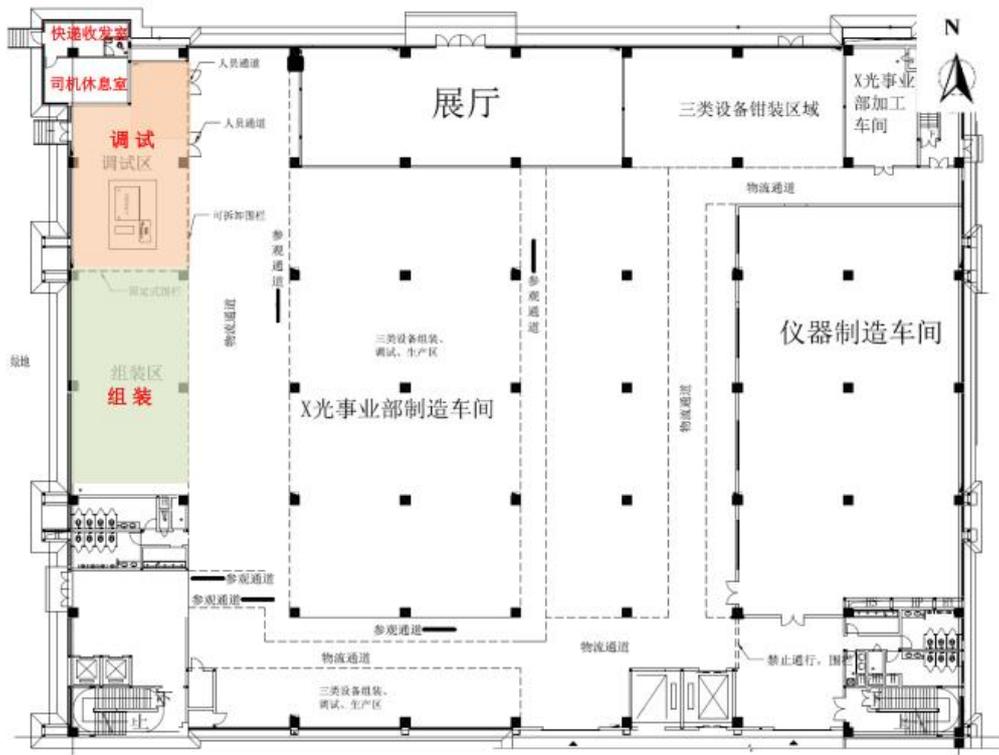


图 2-3 本项目工业 CT 组装、调试区平面布局图

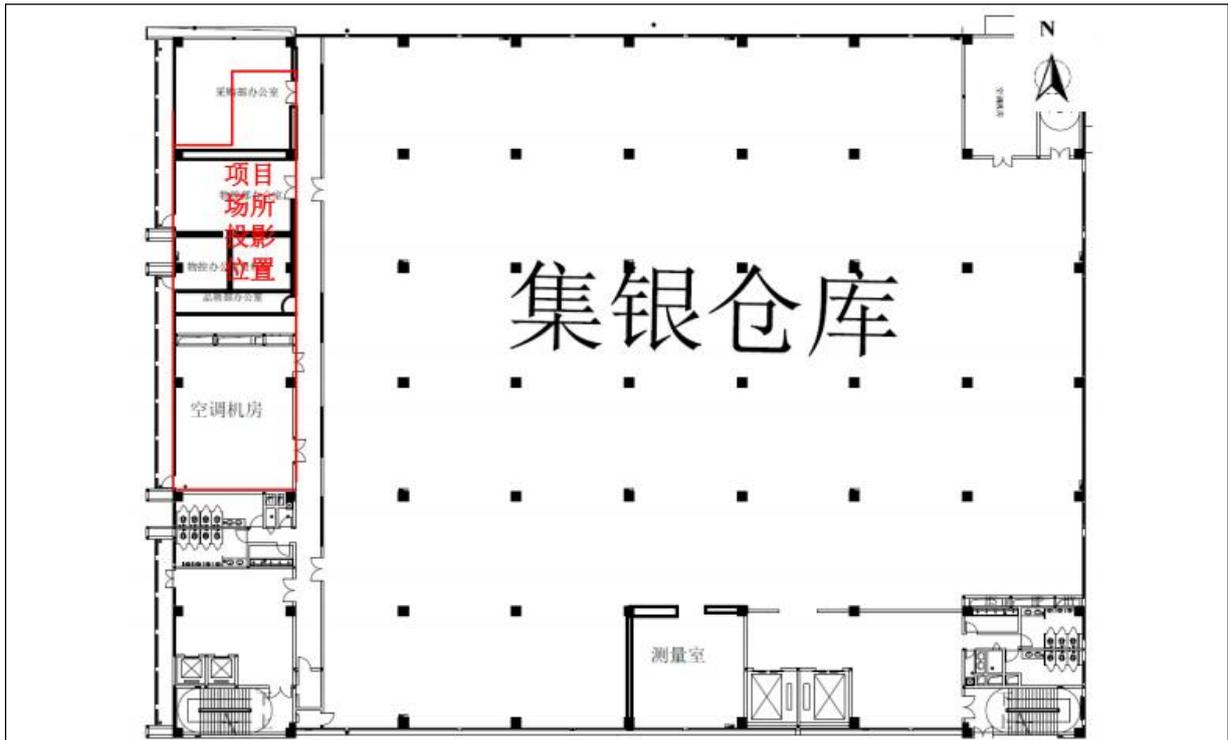


图 2-4 本项目工业 CT 组装、调试区上方平面布局图

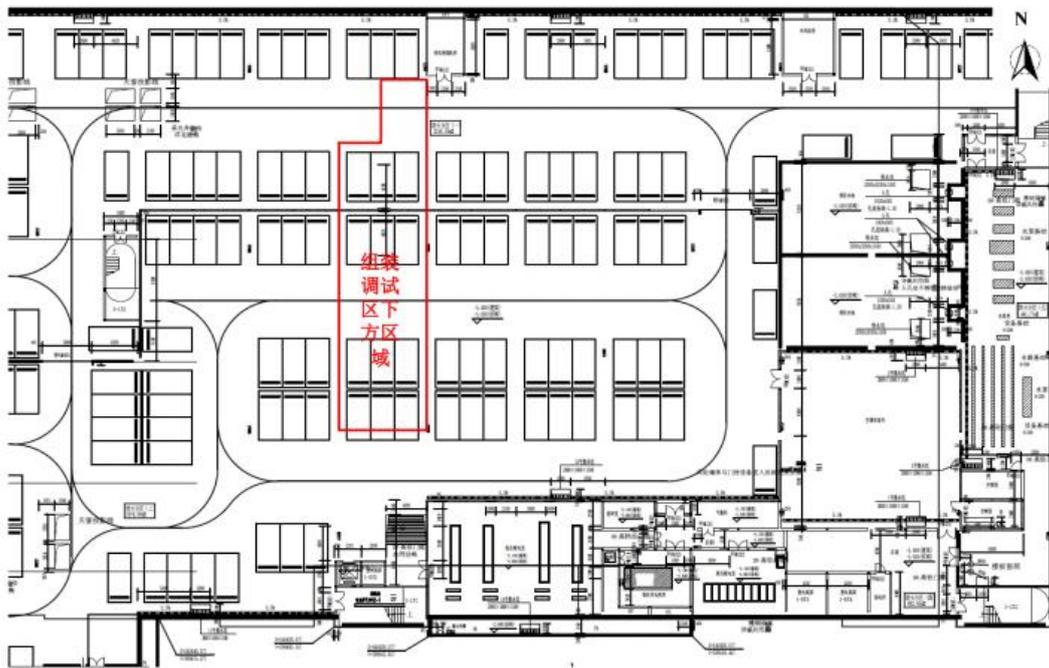


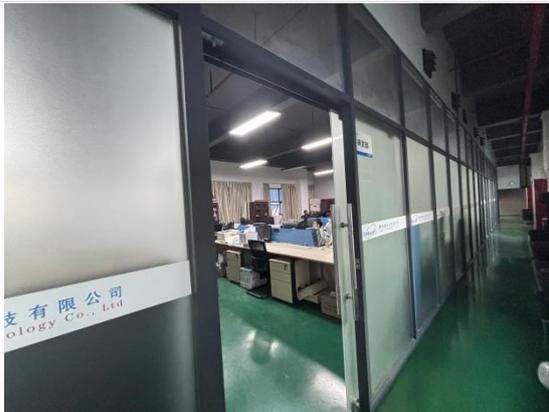
图 2-5 本项目工业 CT 组装、调试区下方平面布局图



研发铅房现状图



研发铅房所在实验室



研发铅房上方办公区



研发铅房南侧吸烟区



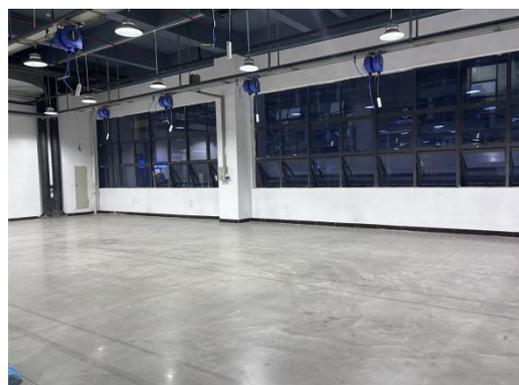
研发铅房南侧办公室



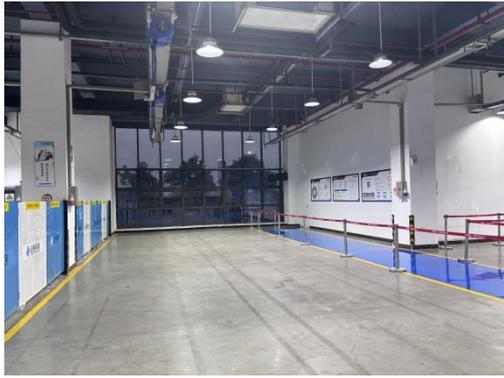
厂区内道路



1号厂房一层调试区



1号厂房一层组装区



1号厂房一层参观通道



调试区北侧快递收发室



调试区北侧司机休息室



1号厂房地下停车场



1号厂房二层仓库办公区

图 2-6 验收项目工作场所环境现状图

2.1.4 环境保护目标

本项目所涉及的环境保护目标与环评时一致，主要为建设单位厂区的生产车间、办公区、宿舍区、停车场和道路等，具体见表 2-2。

表 2-2 周围环境保护目标一览表

方位	场所名称	距离	环境保护目标	人数(人)	备注	年剂量率约束值
—	1号厂房工业CT调试区	—	辐射工作人员	3	全居留	5mSv/a

铅房 北侧	连廊楼一层实验室 操作位	11m	辐射工作 人员	3	全居留	0.25mSv/a
调试区南侧	组装区	紧邻	公众	3	部分居留	
调试区西侧	3号办公楼	25m	公众	50	全居留	
调试区北侧	司机休息室	5m	公众	2	部分居留	
调试区北侧	快递收发室	6m	公众	流动人员	全居留	
调试区上方	仓库办公区	8m	公众	流动人员	部分居留	
调试区下方	停车场	5m	公众	流动人员	部分居留	
铅房东侧	厂区道路	6m	公众	流动人员	偶尔居留	
铅房东侧	芦溪一路	22m	公众	流动人员	偶尔居留	
铅房南侧	吸烟区	5m	公众	流动人员	偶尔居留	
铅房南侧	办公室	13m	公众	6	全居留	
铅房南侧	2号厂房	20m	公众	50	全局留	
铅房西侧	装卸区、停车场	10m	公众	流动人员	部分居留	
铅房上方	办公区	5m	公众	10	全居留	

2.1.5 环境影响评价文件及批复对照分析

现对本项目实际建设内容与环境影响评价文件和批复进行对照分析，详见 2-3。

表 2-3 验收项目与环评阶段设计的建设内容对照表

环评文件及批复	实际建设内容
<p>将厂区连廊楼一层 X 射线无损检测重点实验室内原已许可的铅房进行升级改造,在厂区 1 号厂房一层设置射线装置组装、调试场所;通过外购 X 射线管屏蔽体、管线等部件,在改造后的铅房、组装场所、调试场所依次开展工业 CT 装置的研发、组装、调试活动。本次研发生产两种型号的工业 CT 装置,一种型号为 CT8001,最大管电压 225 千伏,最大管电流 3 毫安;另一种型号为 CT8101,最大管电压 150 千伏最大管电流 0.5 毫安;装置均自带屏蔽体,属 II 类射线装置,用于锂电池、半导体、集成电路、铝、铜等铸件等无损检测;开展装置生产后的销售、使用(用户现场安装、调试和维修维护)活动,每种型号 CT 装置的年最大生产、销售、使用量均为 36 台。</p>	<p>将厂区连廊楼一层 X 射线无损检测重点实验室内原已许可的铅房进行升级改造,在厂区 1 号厂房一层设置射线装置组装、调试场所;通过外购 X 射线管屏蔽体、管线等部件,在改造后的铅房、组装场所、调试场所依次开展工业 CT 装置的研发、组装、调试活动。本次研发生产两种型号的工业 CT 装置,一种型号为 CT8001,最大管电压 225 千伏,最大管电流 3 毫安;另一种型号为 CT8101,最大管电压 150 千伏最大管电流 0.5 毫安;装置均自带屏蔽体,属 II 类射线装置,用于锂电池、半导体、集成电路、铝、铜等铸件等无损检测;开展装置生产后的销售、使用(用户现场安装、调试和维修维护)活动,每种型号 CT 装置的年最大生产、销售、使用量均为 36 台。</p>

由上表可知,本次验收项目为在东莞市松山湖园区南园路 6 号,将厂区连廊楼一层 X 射线无损检测重点实验室内原已许可的铅房进行升级改造,在厂区 1 号厂房一层

设置射线装置组装、调试场所;通过外购 X 射线管屏蔽体、管线等部件,在改造后的铅房、组装场所、调试场所依次开展工业 CT 装置的研发、组装、调试活动,同时进行装置生产后的销售、使用活动。其工作场所、生产设备型号、技术参数以及年最大生产、销售、使用量均严格按照环境影响评价文件及批复要求,未发生重大变更。

2.2 源项情况

2.3.1 设备结构组成及工作原理

(1) 工业 CT 机工作原理

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。

工业 CT 机一般由射线源、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。射线源提供 CT 扫描成像的能量线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。与射线源紧密相关的直准器用以将射线源发出的锥形射线束处理成扇形射束。机械扫描系统实现 CT 扫描时的射线源和探测器的旋转。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,本项目的工业 CT 自带屏蔽设施。

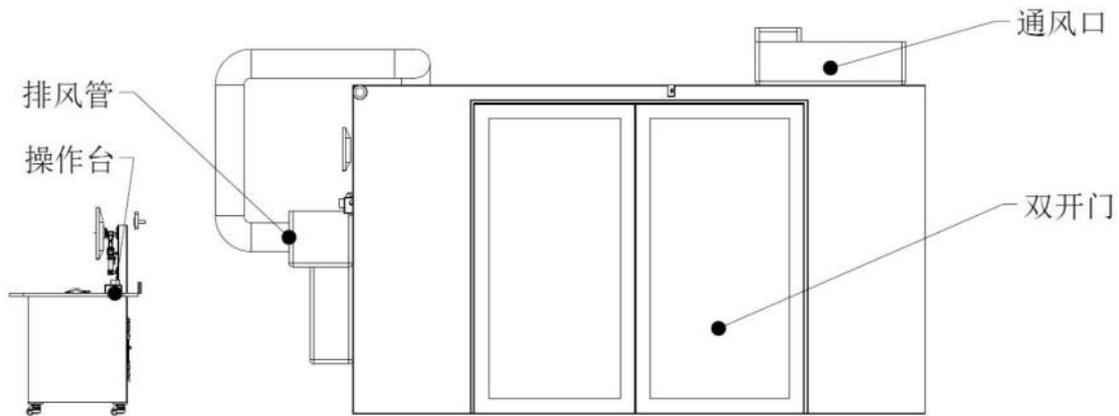
(2) 设备组成和工作方式

①生产(研发)阶段设备组成和工作方式

研发工作固定在实验室铅房内进行,本项目研发活动涉及 225kV 和 150kV 两款型号的射线管。根据建设单位提供的设计资料,研发工作中测试的 X 射线管与生产工业 CT 设备使用的射线管保持一致。

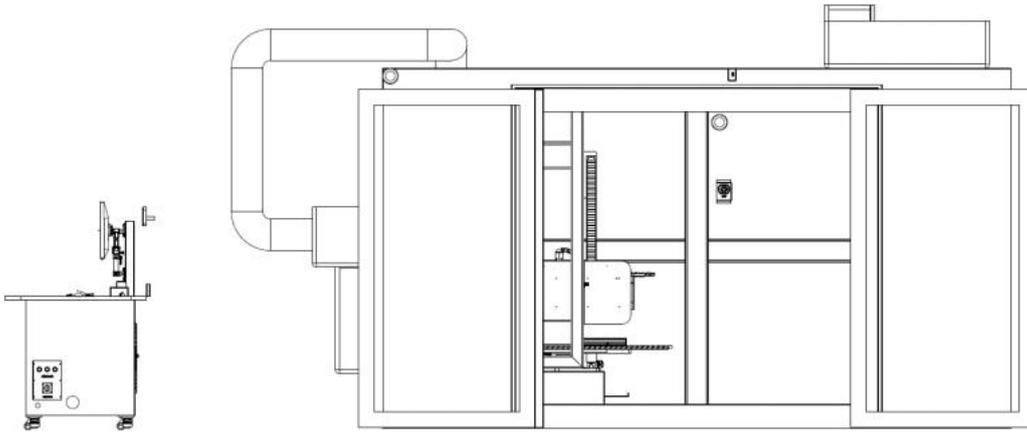
实验室铅房是本项目研发工作的核心区域,研发工作包括射线管的调试以及配套设施系统的研发,经过多次测试、调整和验证,最终得到适配性最好的机械系统、

成像系统和对应的操作系统。铅房内包括 X 射线管，载物台、探测器和相关位移结构等。射线源 Z 轴上下可调，Z 轴方向行程900mm。载物台可在 X 轴和 Y 轴方向移动。铅房具有门机连锁功能，打开屏蔽门立即停止出束。每扇屏蔽门均设有一套电磁安全开关和一套接近传感器，冗余设计，确保公众安全。电磁安全开关原理为钥匙插入到指定位置，电磁感应到钥匙，弹起限位器，正常工作状态下，钥匙不能拔出；若钥匙拔出，则信号断开，射线源强制断电，射线源不出束。接近传感器是一种位置传感器，磁铁部用螺丝固定在门上，磁铁部靠近开关部时，接通信号，正常工作，射线源可正常出束。若门打开，则磁铁部远离开关部，信号断开，射线源强制断电，射线源不出束。两者的区别是前者除电信号外，还带锁，有强制锁门功能。X 射线出束期间，人员在操作位控制，不需要进入铅房。铅房的外观及内部设计图见图 2-7。

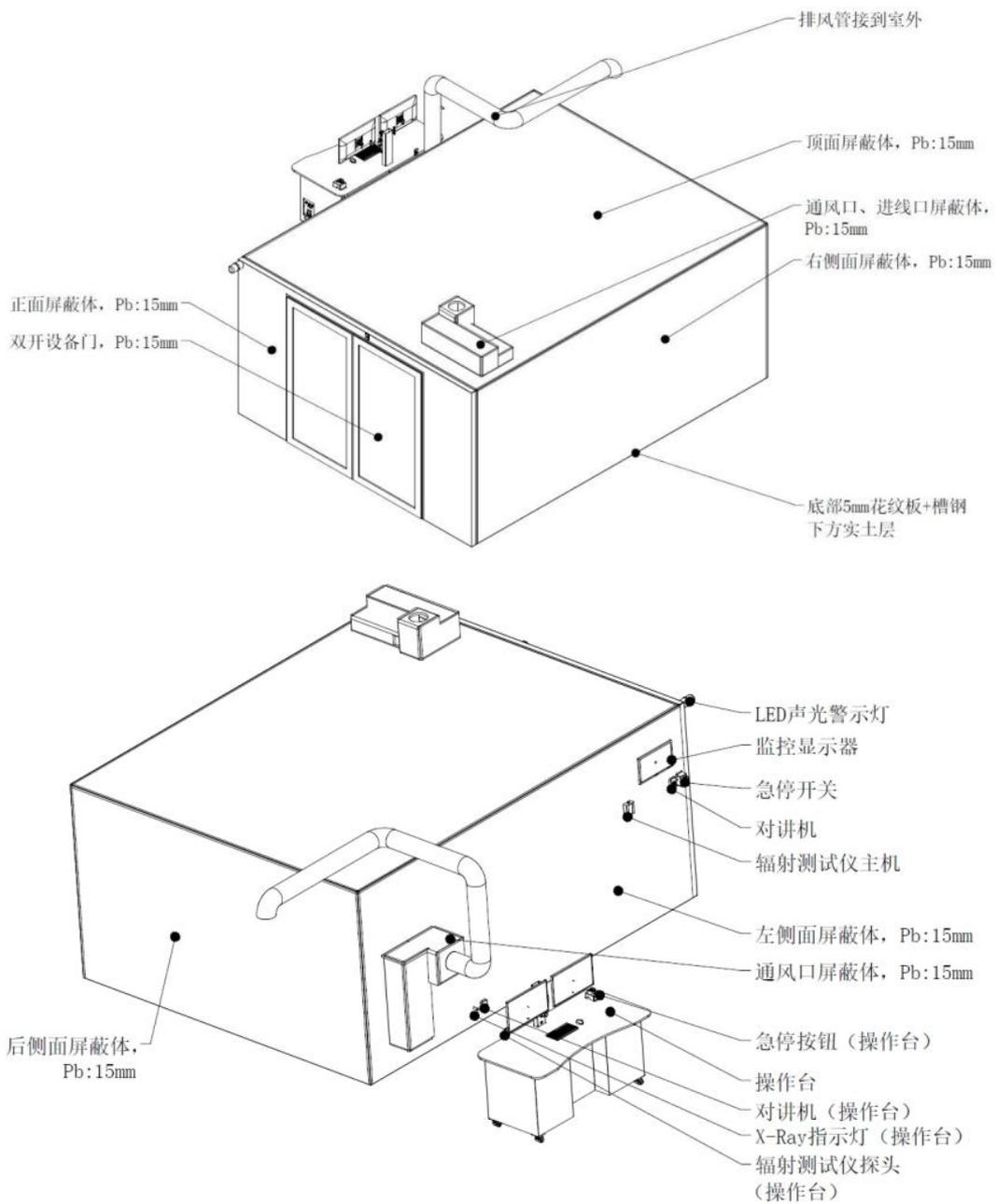


实验室铅房正面（屏蔽门关闭）





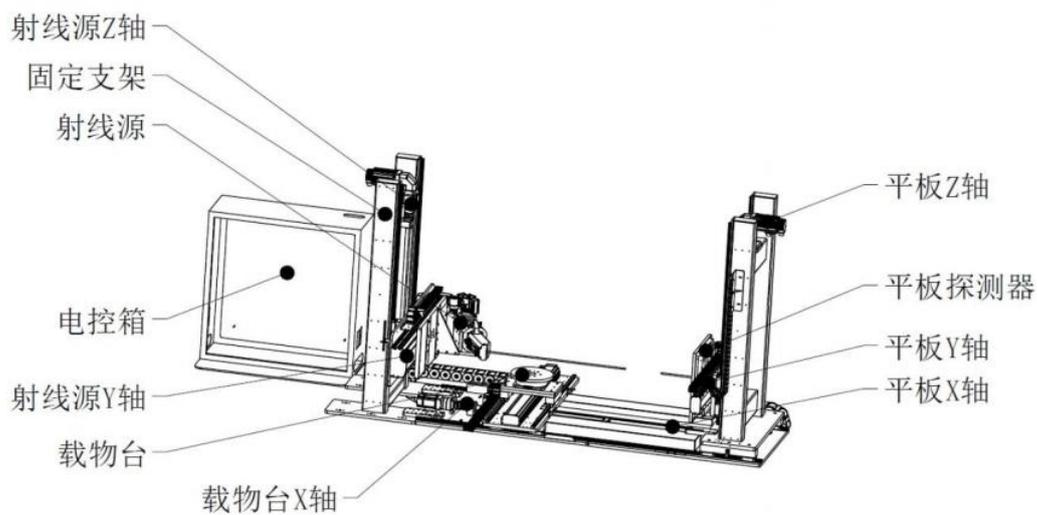
实验室铅房正面（屏蔽门打开）



实验室铅房侧面和背面



实验室铅房侧面





实验室铅房内部检测结构图

图 2-7 研发铅房外部及内部结构图

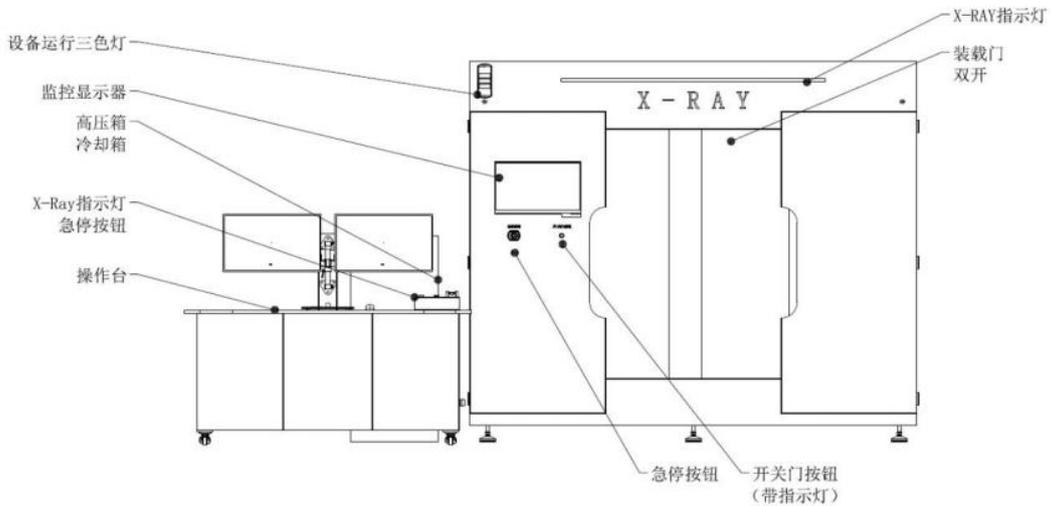
②生产（调试）阶段设备组装和工作方式

本项目生产、销售和和使用CT8001 和CT8101 两个型号工业CT 设备。工业CT 组装不产生 X 射线，组装过程不涉及放射性影响。正式调试前会对设备屏蔽体防护性能进行测试。调试是在厂区 1 号楼一层西北侧的调试区。

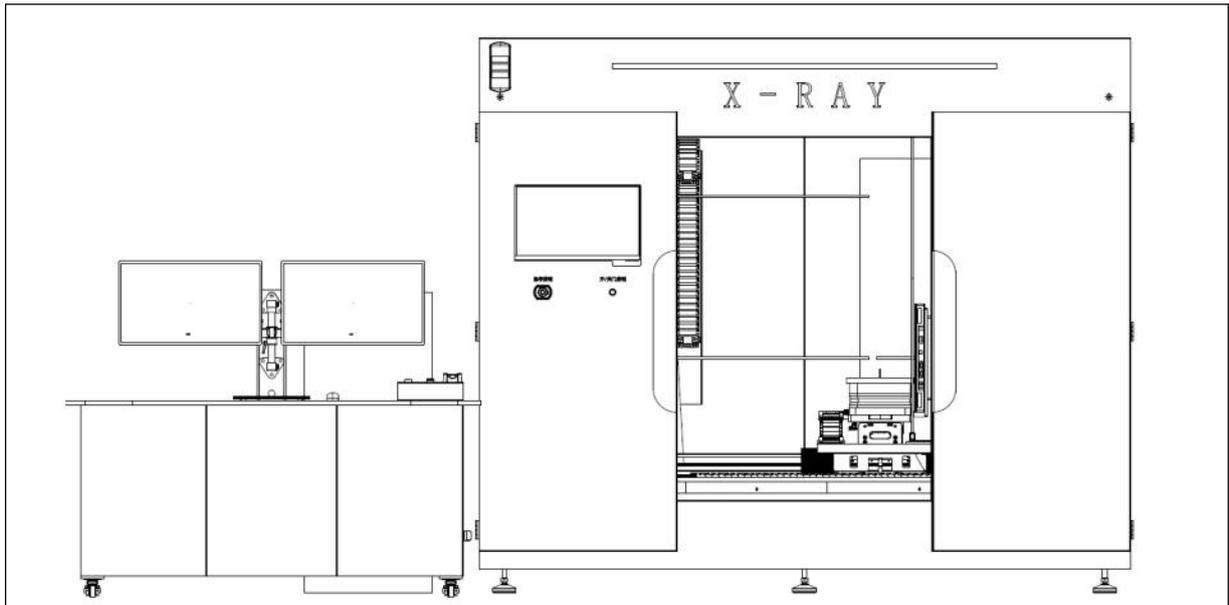
CT8001 设备结构和工作方式

CT8001 型工业CT 由X 射线管、检测平台、探测器、机械运动与电气控制系统、屏蔽体和操作台等组成，设备尺寸为2.8m(L)×2.0m(W)×2.4m(H)。装载门位于设备的前侧，检修门位于设备背面。CT 设备载物平台可以X 轴（左右）、Y 轴（前后）移动，X 轴行程 400mm，Y 轴行程 450mm，在 X、Y 组成的平面上，以 Y 轴为中心做连续圆周运动。X 射线管在 Z 轴高度上下可调，行程 700mm。有用线束固定朝右，探测器 Z 向高度可调，行程 700mm。待检工件通过装载门放入检测平台进行检测，装载门采用手动方式关闭，具有门机联锁功能。装载门尺寸为 1590mm*1090mm，维修门尺寸为 2540mm*1960mm。维修门支架由方通焊接而成，夹铅钣金由钢板+铅+钢板焊接而成，并与框架钣金具有一定宽度的重合；重合尺寸大于间隙的 10 倍。装载门和维修门均设有一套电磁安全开关和一套接近传感器开关，冗余设计，确保公众安全。操作人员放置好工件、关闭好装载门、设置好检测参数后，按下启动，射线源开始出束，检测平台进行旋转，

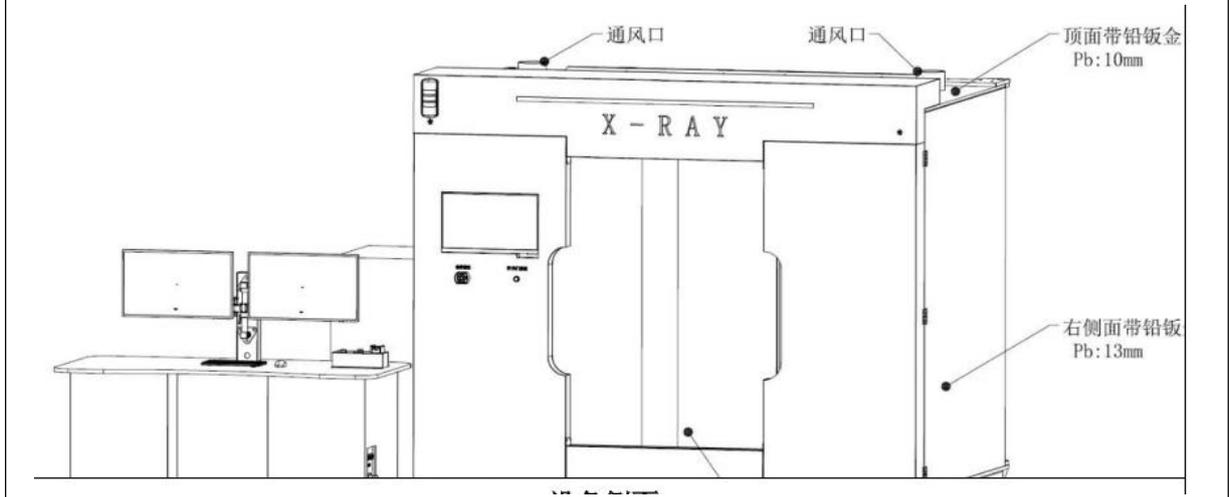
成像系统进行扫描成像，并重建。完成重建成像后关闭射线源，打开装载门，把待检工件从检测平台取出，结束本次检测操作。出束期间无需人员干预，设备内部空间狭小人员不能进入。CT8001 型工业CT 外观及内部结构图见图 2-8。



设备正面（装载门关闭）

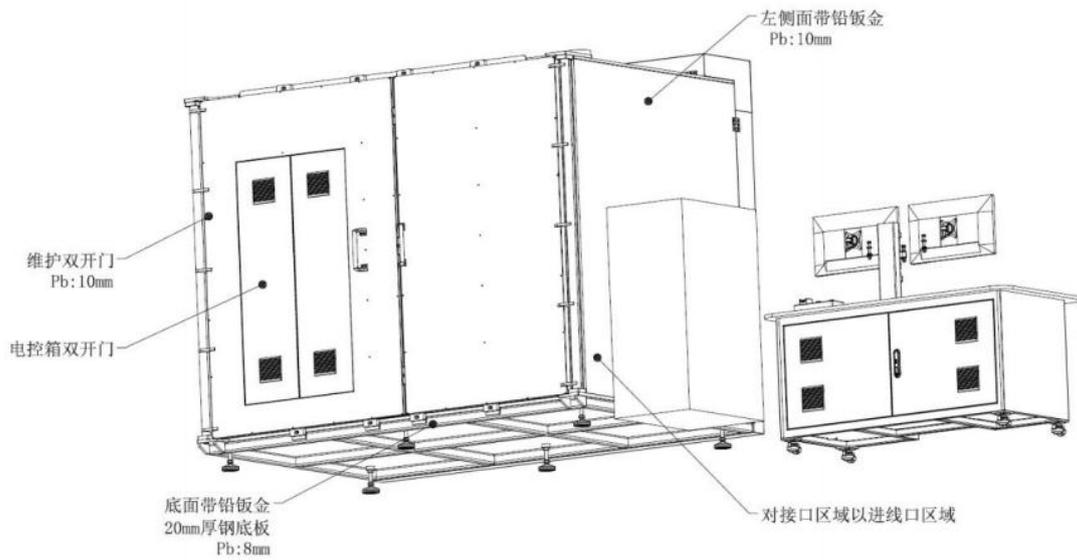


设备正面（装载门打开）



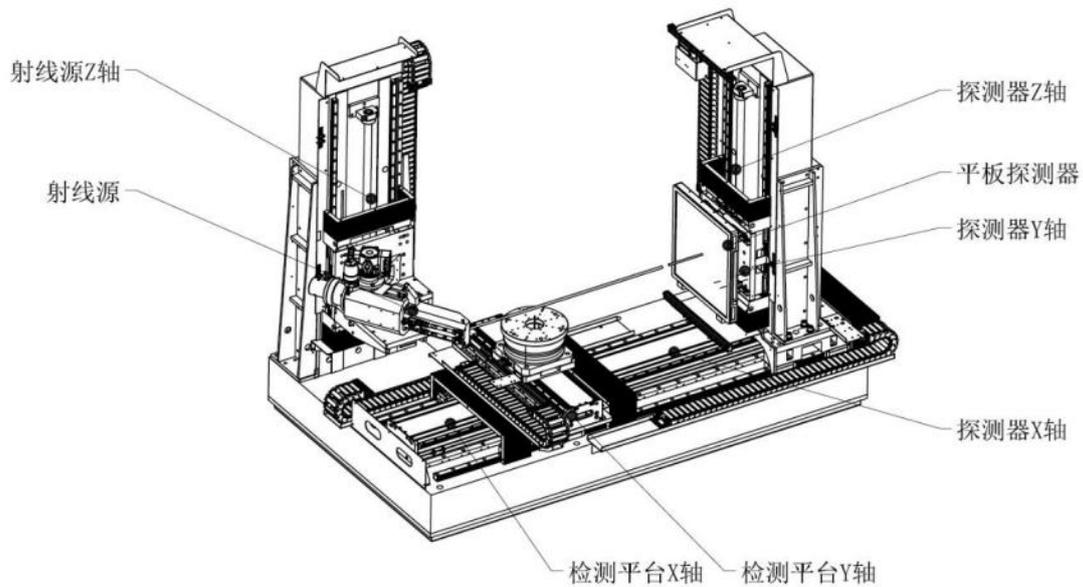


设备侧面





设备背面



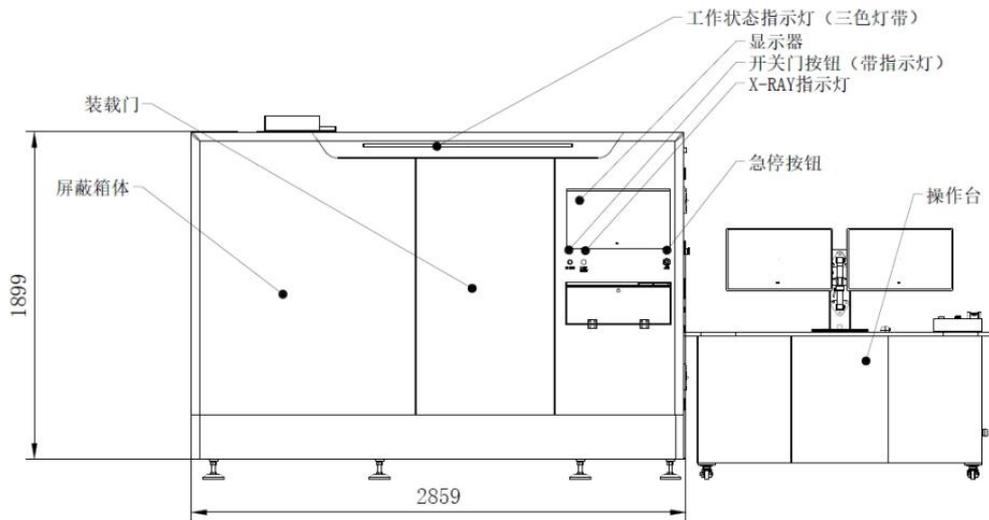
设备内部结构

图 2-8 CT8001 型工业CT 设备外观及内部结构示意图

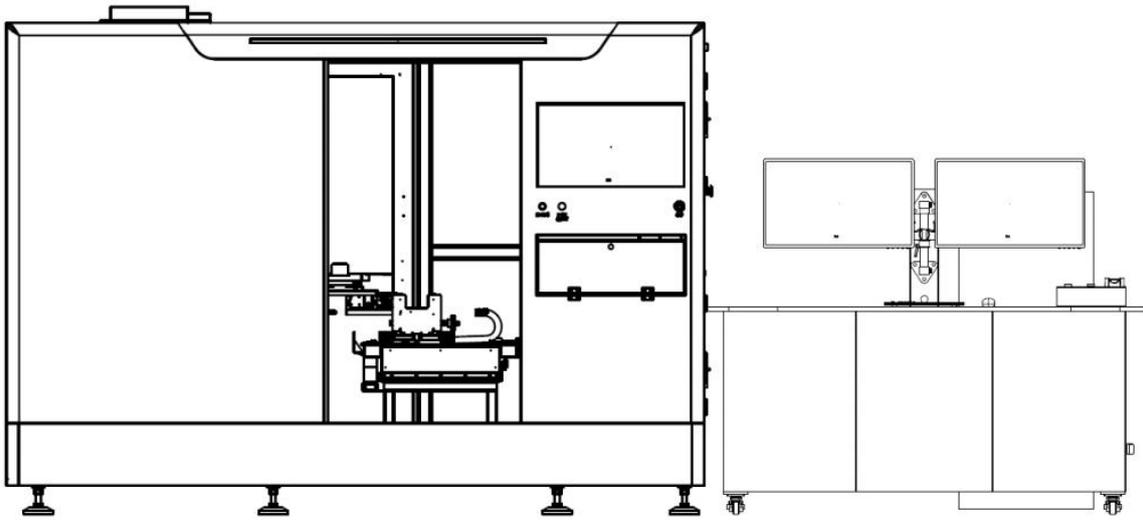
CT8101 设备构造和工作方式

CT8101 型工业CT 由操作台、X 射线管、检测平台、平板探测器、旋转盘、固定支架和屏蔽体等组成，设备尺寸为2.9m(L)×2.0m(W)×2.1m(H)。装载门位于设备前侧，检修门位于设备背面，电控箱门位于设备右侧，工作时射线源绕旋转中心旋转，射线源距离旋转中心的距离为 30~200mm。设备工作时射线源在旋转时同步出束。有用线束

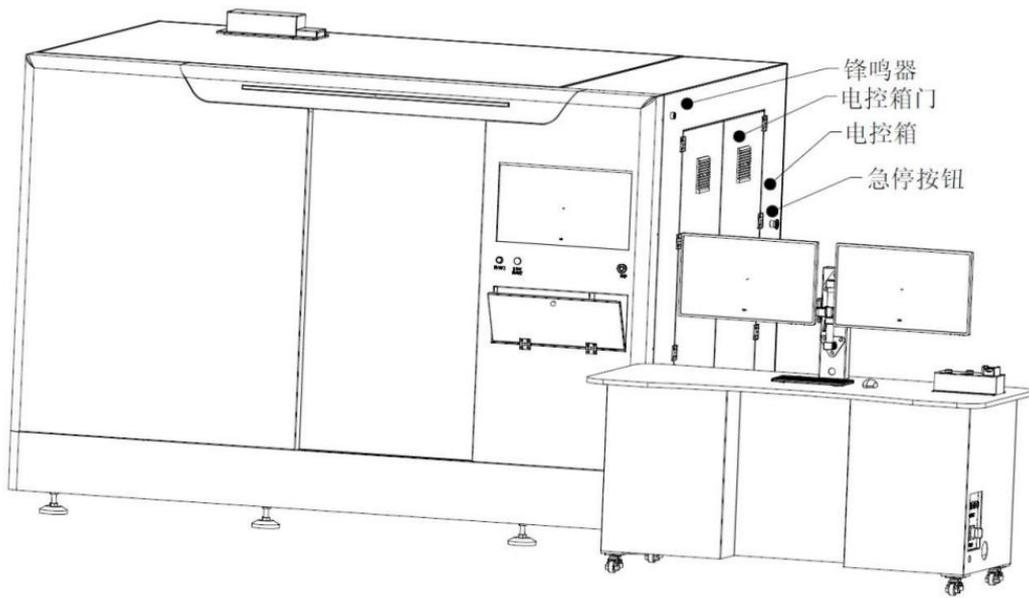
方向可朝向正面、背面、底部和顶部照射。待检工件可以在装载门打开后摆放至载物平台进行检测，装载门设有门机联锁功能。装载门尺寸为 800mm*1480mm，维修门尺寸为800mm*1500mm。维修门支架由方通焊接而成，夹铅钣金由钢板+铅+钢板焊接而成，并与框架钣金具有一定宽度的重合；重合尺寸大于间隙的 10 倍。装载门和维修门均有一套电磁安全开关和一套接近传感器，冗余设计，确保公众安全。关门后，辐射工作人员在操作台设置好检测参数，开始自动检测工件的各个面。当设备内部有工件正在检测时，装载门不会打开。待完成检测后，可打开装载门，取出工件，样品完成检测，出束期间无需人员干预。设备内部空间狭小人员不能进入。CT8101 型工业CT 外观及内部结构图见图 2-9。



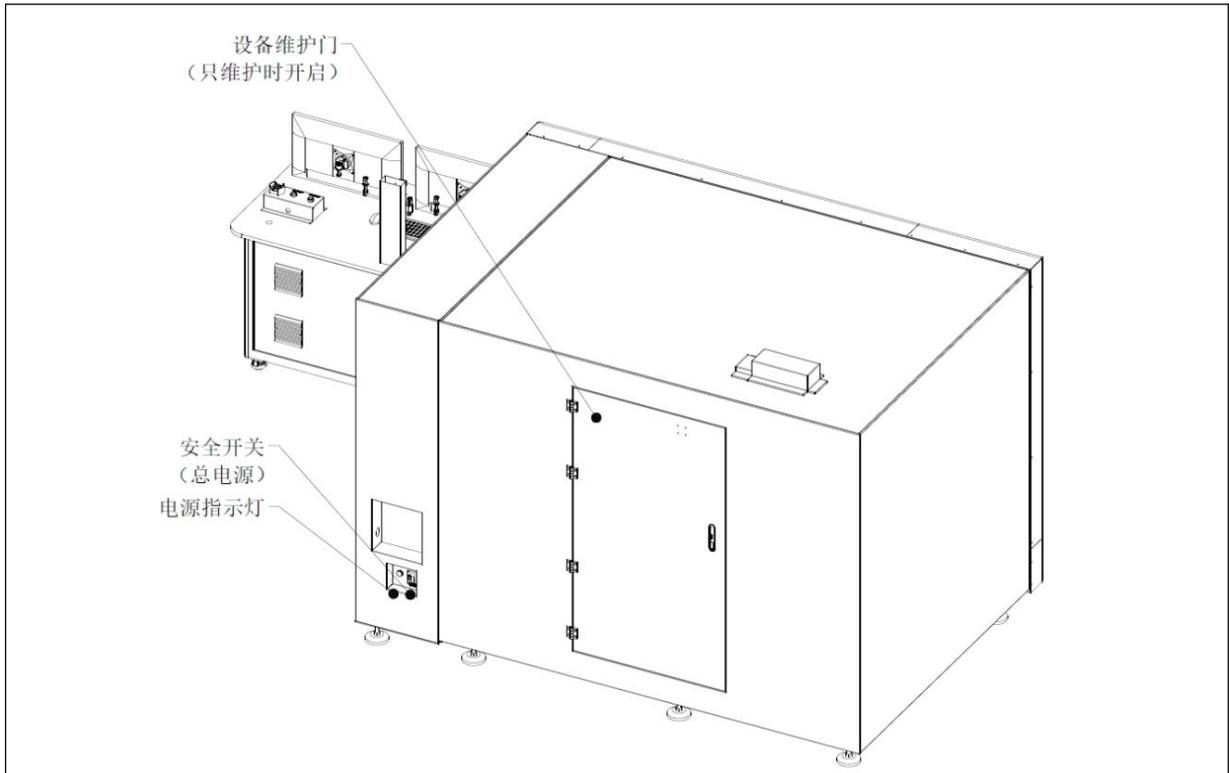
设备正面（装载门关闭）



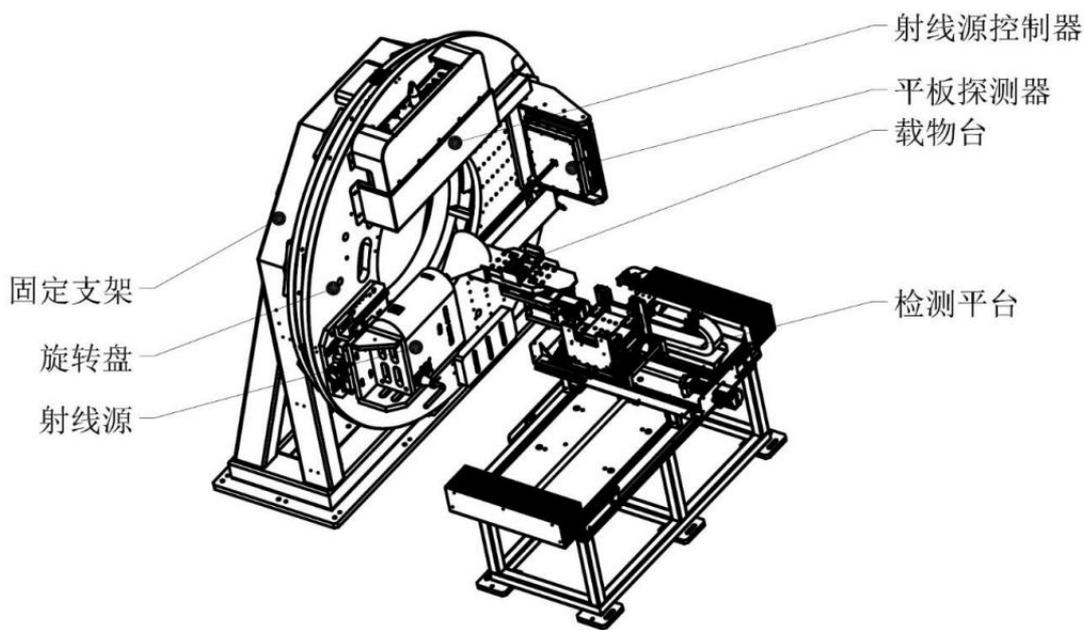
设备正面（装载门打开）



设备侧面



设备背面



设备内部结构

图 2-9 CT8101 型工业 CT 设备外观及内部结构示意图

(3) 销售和使用阶段设备组成和工作方式

销售阶段主要是商务沟通，合同签订和产品发货等，不涉及出束。使用阶段包括在客户单位的安装调试，培训指导，以及售后维护等。可对前述两款成品工业 CT 进行出束成像演示。

2.3.2 工作流程及产污环节

本项目生产、销售、使用的工业 CT，按照工作的步骤，生产环节包括了设备的研发、组装、厂内调试等，销售环节包括商务对接、设备发货等，不涉及 X 射线出束，使用环节包括在客户单位安装调试、培训和售后维护等工作环节。各环节工作流程及产污情况如下：

(1) 研发

研发工作在连廊楼一层实验室内进行，研发期间同一时间仅操作 1 台 X 射线管，其屏蔽结构为研发铅房。此阶段涉及 X 射线出束，并产生少量氮氧化物和臭氧。研发阶段工艺流程如下（见图 2-10）：

①**购买**：购买 X 射线管，及械结构件、电气件。

②**收货、检验**：收到货后检查 X 射线源外观是否合格，查验出厂检测报告；确保所有外购件的完整性。

③**组装、调试**：组装研发所需的机械和电气组件，对机械电气动作、逻辑、精度等方面进行调试，确保设备达到设计要求。

④**X 射线管调试**：将 X 射线管安装在铅房中的调试平台上，通过隔室操作进行 X 射线管调试；

⑤**成像系统调试**：由射线源和平板探测器以及相对应的机械电气辅助结构、成像软件等组成；由射线源出束，透射样品，并在平板探测器上成像，拍摄一系列不同角度的二维透视图像，再通过三维重构软件合成为三维图像数据，即可在任意位置、任意方向进行虚拟剖切观察、测量、计算等；此环节会产生X 射线、氮氧化物、臭氧。

⑥**几何校准**：通过 360 度扫描标准件确定当前成像系统的空间几何状态，然后进行优化调整，调整到设计指标再进入 CT 检测功能调试。此环节会产生X 射线、氮氧化物、臭氧。

⑦**检测功能调试**：确定检测样品的位置，所对应的平板探测器、成像周期等参数，以及样品检测位置的确认；验证设备的检查能力：如极片对齐度、异物大小等功能的检测，检测精度的验证，并满足设计要求；此环节会产生 X 射线、氮氧化物、臭氧。

⑧最后对机械、电气、成像系统、操作系统进行匹配，完成相对应的研发工作。在研发阶段，调整参数对射线管匹配性验证，以及改进优化操作系统和成像系统

为本阶段的核心工作，也是研发出束的主要目的。为集约利用铅房内空间，本项目铅房内研发平台结构与 CT8001 结构类似。对于 **CT8101** 这类机械结构与铅房研发平台存在一定差异的设备，研发阶段可完成对于成像系统和操作系统的设置，机械系统的调试可在调试区进行调试阶段完成。

(2) 组装

收到设备订购需求后，购买设备所须的零部件、机械组件和屏蔽体等，本过程在厂区 1 号楼一层车间内进行。组装过程中采用可靠的断电方式，在组装过程中工业 CT 不会产生X 射线，不会产生电离辐射影响。组装的目的是得到成品且带有合格屏蔽体的工业 CT 设备。工艺流程如下（见图2-11）：

①**购买**：购买射线管以及所需要的机械、电气组件。

②**收货、查验**：查验部件的出厂报告和测试报告，确保外购部件合格、有效；**屏蔽体**必须提供第三方检测报告，重点检查预留安装位是否严格按照要求进行，确保所有物料符合设计要求。

③**组装**：由钳工和电工在组装车间进行组装；先安装内部主体结构，再安装电气部件（不安装射线管）。

④**检查**：组装完成后，进行检查；重点检查安装过程中屏蔽体的完整性，机构的安装是否严格按预留安装位安装。

⑤**安全、连锁装置测试**：设备通电，对设备安全装置进行检查测试：按下任意一个急停按钮，均可对设备机械结构、电气件进行可靠的断电，并且按复位开关后才能重新上电；**连锁装置检查**：将射线管信号接信号灯，打开所有的铅房门，把所有的电磁安全开关及接近传感器短接（模拟关门状态），设备通电，打开操作软件，模拟开光，检查信号灯是否亮起，亮起则 OK，同时检查 X-Ray 指示灯是否亮起，亮起则 OK。断开一个安全开关，且只断开一个，其它的为短接，检查信号灯，灯灭，则连锁有效，同时检查 X-Ray 指示灯是不是灭的。灯亮则连锁失效，需要检查电路或是系统，排查原因并修复。依次断开安全开关，每次断开后，灯都能灭，重新短接上电后，灯能亮，所有安全开关都测试 OK，则连锁有效，只要有一个开关不正常，均为连锁失效。**连锁装置检查流程见图 2-12。**

⑥**调试**：关上设备门，对机械、电气动作进行调试。

⑦**安装射线源**：动作调试 OK 后，进行可靠断电，再进行安装射线源。

⑧**搬运**：设备搬运至调试车间等待调试。

(3) 厂内调试

设备的调试在厂区 1 号厂房一层的调试区进行，出束调试前工业 CT 已经组装完成，屏蔽体经研发阶段测算符合要求，出厂测试合格，组装完成的工业 CT 可避免蔽体缺陷出束的情况。调试工作每次只操作 1 台设备，清除非调试人员到监督区外并远离。此环节涉及 X 射线出束，会产生少量的氮氧化物、臭氧。详细工作流程如下（见图 2-13）：

①**搬运**：将组装好的设备使用叉车搬运至调试区。

②**人员清理**：调试前，请非调试人员到监督区外、并远离。

③**调试人员准备**：辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，以及便携式辐射测量仪。

④**设备辐射防护性能测试**：将工业 CT 的管电压、管电流设置到最小值（225kV 射线源电压从 20kV，电流从 0.1mA 开始；150kV 的射线源电压从 40kV，电流从 0.1mA 开始），启动出束，使用 X、 γ 辐射监测仪依次测试各屏蔽面、边缝连接处、装载门、管线穿屏蔽体位置的辐射防护性能（将 X、 γ 辐射监测仪固定在设备外表面 30cm 处）。每次按

20kV/0.1mA 的增量，逐步增加工业CT 出束的管电压与管电流，直至达到工业 CT 的最大管电压与最大管电流，期间每一次增加工业CT 出束管电压与管电流，均需要重新测试各屏蔽面、边缝连接处、装载门、管线穿孔位置的辐射防护性能。当测试过程中，一旦检测到泄漏剂量率超过设备报警阈值（1.0 μ Sv/h）时，通过急停装置停止出束，并判定为不合格；不合格的屏蔽箱体发回生产单位重新制作，重新安装新的屏蔽箱体重新测试。此环节会产生X 射线、氮氧化物、臭氧。

⑤**几何校准**:通过 360 度扫描标准件确定当前成像系统的空间几何状态，然后进行优化调整，调整到设计指标再进入 CT 检测功能调试。此环节会产生 X 射线、氮氧化物、臭氧。

⑥**检测功能调试**: 确定检测样品的位置，对应的平板探测器、成像周期等参数，验证设备的检查能力:如极片对齐度、异物大小等功能的检测，检测精度的验证，并满足设计要求；此环节会产生 X 射线、氮氧化物、臭氧。

⑦**辐射安全检测**: 对完成调试的设备自行监测，或委托有检测资质的第三方检测机构出具检测报告，作为附属文件的一部分交付客户。厂内调试的最终目的是得到 1 台性能和屏蔽均合格的工业 CT 设备。此环节会产生X 射线、氮氧化物、臭氧。

⑧**展示**: 部分客户要求在建设单位厂内进行预验收，或是样品测试，需要进行出束验证。此环节会产生X 射线、氮氧化物、臭氧。

(4) 销售

销售环节主要为销售人员与客户单位的商务对接、设备发货等，此阶段设备不通电，不会产生X 射线，不会产生电离辐射影响。工作流程如下（见图 2-14）：

- ①**确认客户要求**: 销售人员与客户单位确认需求、交期和安装要求。
- ②**审核客户资质**: 审核客户单位资质，是否办理了环保手续。
- ③**发货**: 客户单位资质齐全后，发货。
- ④**接收、完整性确认**: 客户收到货后，核对送货清单，确认货物是否齐全。

表 2-4 销售台账

维护对象仅限于购买本公司设备并取得了辐射安全许可证的使用单位。故障维护由客户单位提出诉求后，委派售后人员到现场确认和维护。维护的项目主要包括：机械系统、控制系统等。除更换灯丝等日常保养的工作外，其他与 X 射线管相关的维护由 X 射线管生产厂家负责，若屏蔽体损坏需返回建设单位厂房联系屏蔽体生产厂家更换屏蔽体，更换屏蔽体后参照新设备售前测试进行。会涉及 X 射线出束，产生少量的氮氧化物和臭氧。工作流程如下（见图2-16）：

- ①维护前，先请非维护人员移至监督区外并远离。
- ②维护人员按要求佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。
- ③采取可靠的断电措施，先对故障进行排查。
- ④对故障进行维护，必要时对发生故障零部件进行拆卸和更换。
- ⑤维护后需要将屏蔽体安装完整，确认安全连锁和辐射安全措施已完善，再通电测试，测试过程需要出束。此环节会产生X射线、氮氧化物、臭氧。

本项目各主要环节的工艺流程和产污环节示意图见图 2-10 至图 2-17。

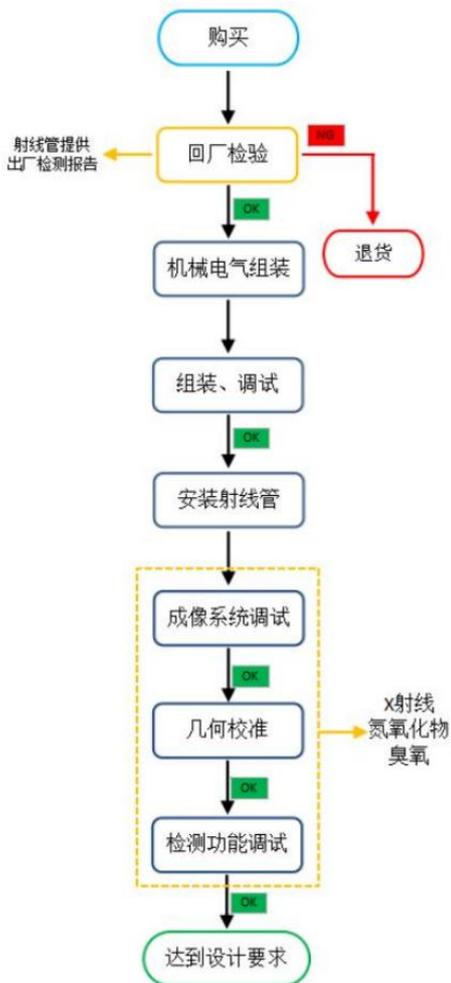


图 2-10 研发阶段工艺流程和产污环节图

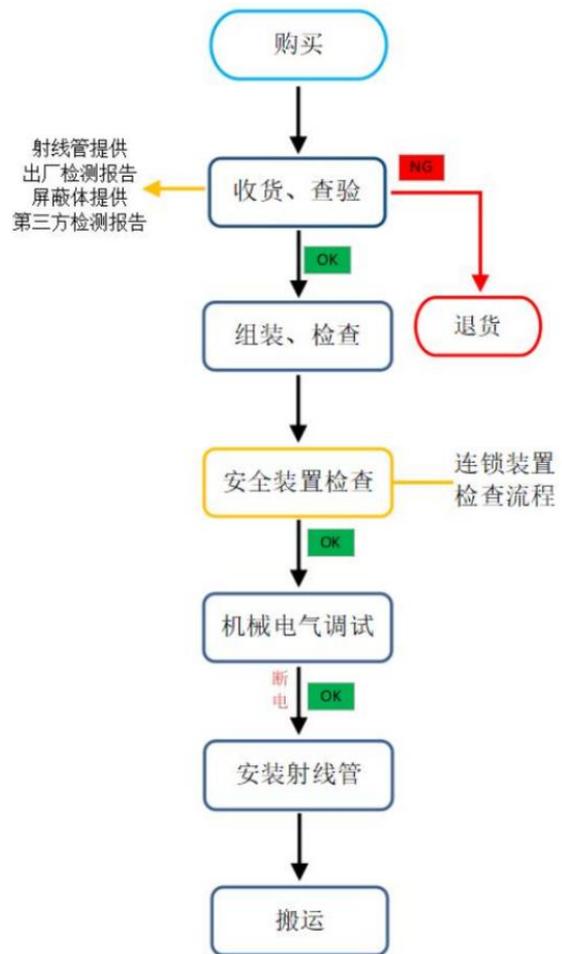


图 2-11 组装阶段工艺流程和产污环节图

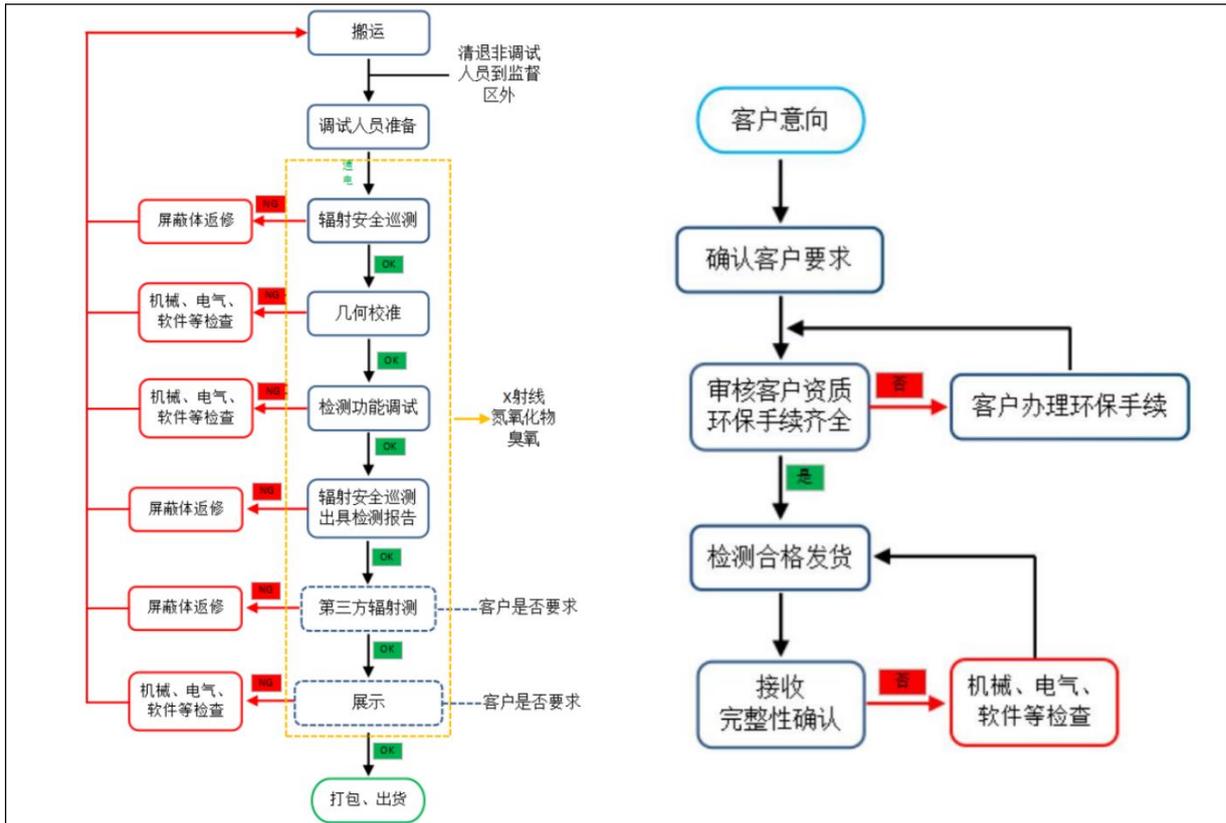


图 2-13 厂内调试阶段工艺流程和产污环节图

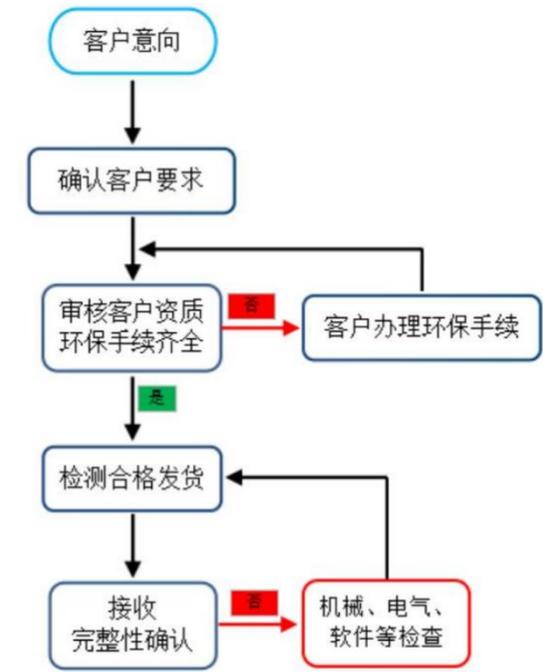


图 2-14 售后维护阶段工艺流程和产污环节图

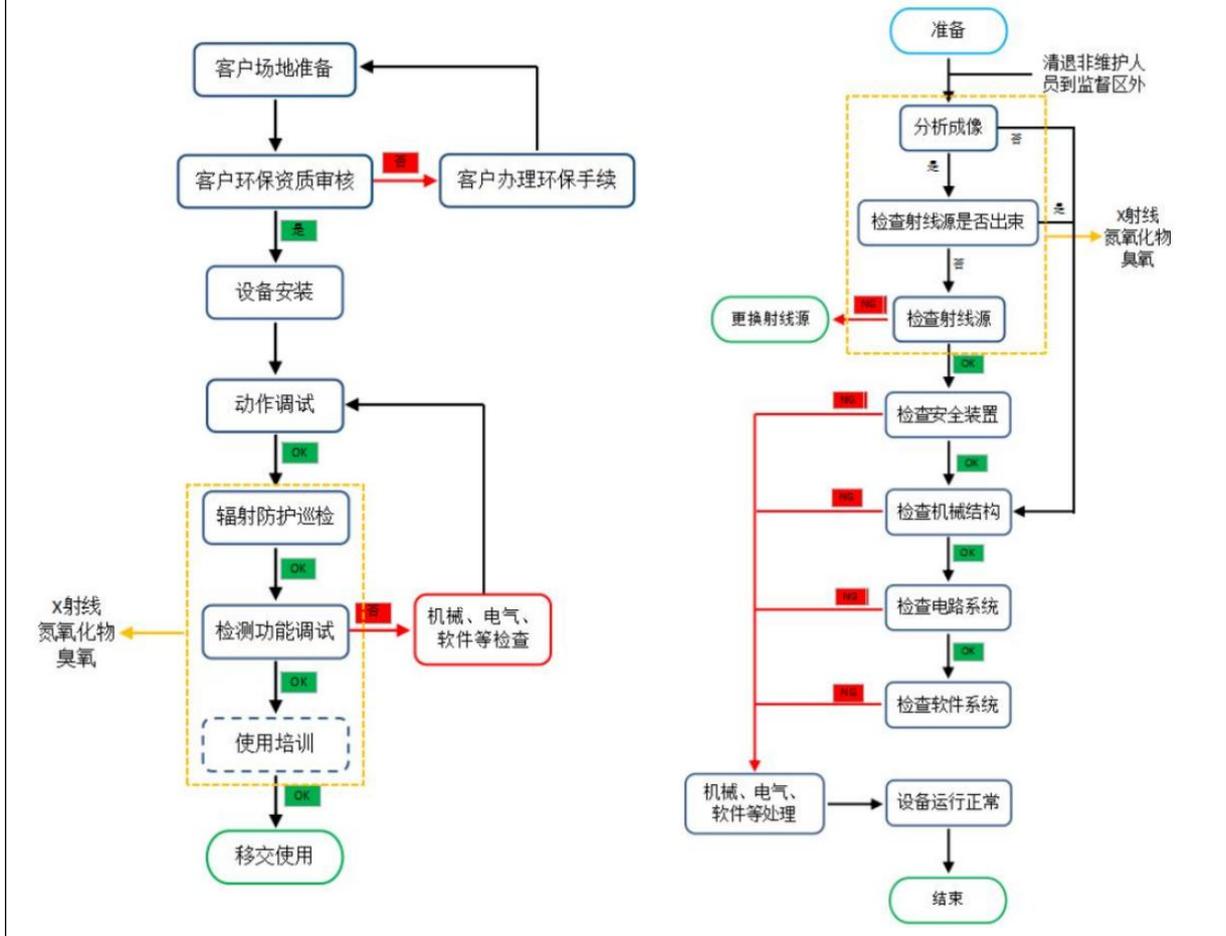


图 2-15 客户单位安装、调试阶段工艺流程和产污环节图

图 2-16 售后维护阶段工艺流程和产污环节图

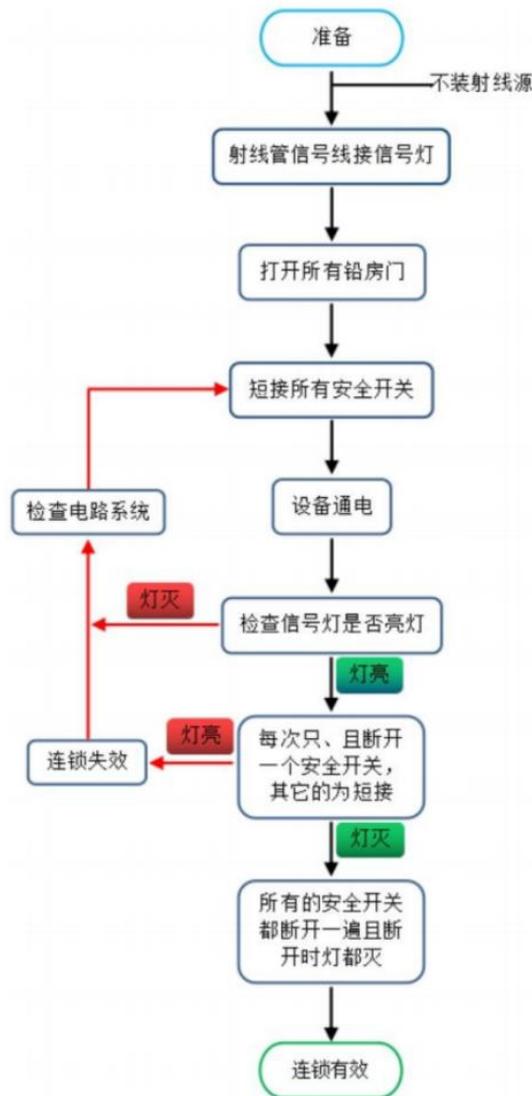


图 2-17 连锁检查阶段工艺流程和产污环节图

2.3.3 人员配置及工作负荷

环评情况: 本项目仅统计辐射工作人员的工作负荷，组装、销售、配送等环节不涉及 X 射线出束，不受辐射的影响，不纳入工作负荷统计。

(1) 研发阶段工作负荷

本项目拟生产、销售、使用的工业 CT 只会在初始样机生产时进行研发，预计一台样机研发时长约 8 周，两种工业 CT 样机研发共 16 周，每周仅对一台设备进行测试，每台设备测试过程出束时间约为 10h/周，每台设备研发过程出束时间约为 80h/年，合计研发工作时长约 160h/年。

(2) 厂内调试阶段工作负荷

根据建设单位提供的产能和规模，预计 CT8001 和 CT8101 型工业 CT 的年最大生产量为 72 台/年，每个型号的设备分别 36 台/年。每台设备厂内调试出束总时间约 4h，全年出束时间为 288h，按每年工作时间约 50 周，周出束时间约 5.76h/周。

(3) 安装、测试和培训阶段工作负荷

工作人员在客户辐射工作场所对设备进行安装、测试和培训，预计设备年最大销售量 72 台（每种 36 台），每台设备安装、测试和培训阶段出束时间约为 2h，全年出束时间约 144h，平均周出束时间约 2.88h/周。

(4) 售后维护阶段工作负荷

建设单位需要对客户使用的工业 CT 提供售后服务，主要包括定期保养与维修。其中定期保养主要是对设备的固件进行检查保养，期间不需要进行出束。设备的维修则需要根据设备实际维修内容，确定是否需要出束测试。在项目运营前期主要为定期保养与零星维修，根据建设单位预估，在项目运营稳定阶段，需要进行维修后出束测试的设备一年不超过 50 台，每次出束不超过 1h，预计设备维修出束时长 50h/年，平均 1h/周。

建设单位拟为本项目配置研发工作人员 3 人，调试工作人员 3 人，售后工作人员 2 人，项目建成后所需的辐射工作人员按照不同的岗位职责分工，本项目的辐射工作人员与原有的 III 类射线装置工作人员不交叉，不涉及受照剂量叠加。

验收情况：建设单位为本项目配置研发工作人员 3 人，调试工作人员 3 人，售后工作人员 2 人，本项目所需的辐射工作人员按照不同的岗位职责分工，本项目的辐射工作人员与原有的 III 类射线装置工作人员不交叉，不涉及受照剂量叠加，人员均已通过了生态环境部培训平台的考核。辐射工作人员实际工作负荷及人员配备情况均与环评阶段一致。辐射工作人员配备和工作负荷一览表见表 2-5。

表 2-5 人员配备和工作负荷一览表

序号	工作类型	人员配备 (人)	周出束时间 (h)	年出束时间 (h)
1	研发	3	10	160
2	厂内调试	3	5.76	288
3	客户单位安装、测试、培训和售后维护	2	3.88	194

2.5 主要污染源

(1) 正常工况

本项目生产、销售、使用的 CT8001 型工业 CT 为配套使用射线管最大管电压 225kV,最大管电流 3mA。本项目 CT8101 型工业 CT 配套使用射线管最大管电压 150kV,最大管电流 0.5mA,其源项参数均与环评规划一致。

本项目的污染因子是 X 射线,由工业 CT 的工作原理可知,X 射线是随机器的高压电源开、关而产生和消失。因此,正常工况下在工业CT 各部件的组装、销售等工艺流程中都不会有射线的产生,只有在 X 射线管通电后,在进行研发测试,厂内调试,安装调试、培训和售后维护过程中,才会产生X 射线。

研发、厂内调试、安装调试、培训、售后维护过程中产生的射线经过屏蔽体的有效屏蔽,由于 X 射线的直射、泄漏及散射,可能有衰减后的射线对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。

(2) 事故工况

本项目可能发生的事故工况及相应的辐射影响有以下几点:

(1) 研发时,工作人员配合失误,有工作人员还在研发铅房的情况下,外面的工作人员关闭防护门启动射线装置,使停留在研发铅房内的工作人员被误照射。

(2) 在整机组装及安全联锁验证阶段,若研发或调试人员因技术能力不足或操作失误,意外跳过或规避安全联锁,可能导致人员被误照射。例如:在铅房内仍有工作人员的情况下,外部人员关闭防护门并启动射线装置,造成内部人员受照。

(3) CT 设备出现质量问题,调试时发现屏蔽体外剂量率超过了 $2.5\mu\text{Sv/h}$,未及时关闭射线装置,使工作人员受到误照射。

(4) 装载门安全联锁失效,工作人员在装载门没有关闭的情况下,意外开启X 射线发生器,导致工作人员被意外照射。

(5) 售后维护时没有采取可靠的断电措施使 X 射线管意外开启,使维护人员受到误照射。

表三 辐射安全与防护设施/措施

3.1 工作场所布局和分区管理

3.1.1 工作场所布局

(1) 研发场所布局

本项目工业 CT 生产主要分研发和组装两个阶段，研发场所位于连廊楼一层实验室，研发铅房固定在实验室靠南侧，操作台位于实验室北侧，铅房东侧为厂区道路和芦溪一路，南侧有电房、吸烟区、办公室，西侧有卸货区和停车场，北侧为操作位和 1 号厂房，上方为办公区和走廊，下方为实土层。

(2) 调试场所布局

工业CT 厂内调试区域位于 1 号楼一层西北侧，其东侧是公司现有的III类射线装置生产区和参观通道，南侧为组装区和装卸区，北侧有快递收发室、司机休息室，西侧邻接厂区道路，上方为仓库办公区，下方为停车场。

研发场所及调试场所相邻环境状况见表 3-1。

表 3-1 研发场所及调试场所相邻环境状况

场所	北侧	东侧	南侧	西侧	上方	下方
研发铅房	实验室操作位	厂区道路	电房	实验室	办公区和走廊	无
调试区	厂区道路	参观通道	组装区	3 号办公楼	仓库办公区	停车场

3.1.2 分区管理

(1) 研发场所布局

环评要求：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求，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。

研发实验室包括铅房和工作区。X 射线管在铅房内开机出束，有用线束方向朝向东侧，操作台设在铅房的北侧，避开有用线束的直射方向。依据GB18871-2002 将铅房内划为控制区，研发人员可以在实验室内活动，研发实验室（铅房屏蔽体内除外）区域划为监督区，非研发人员不在该区域进行作业，未经授权不得进入该区域。

落实情况：按照本项目工作特点和实际情况，结合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及环境影响评价报告阶段计划，对研发实验室辐射工作场所进行分区。

①将研发铅房屏蔽体内划为控制区；

②将研发实验室（铅房屏蔽体内除外）区域划入监督区。

评价项目分区情况见图 3-1，建设单位已在无实体的监督区边界进行划线，并在机房门外设置电离辐射标识，详见图 3-2。

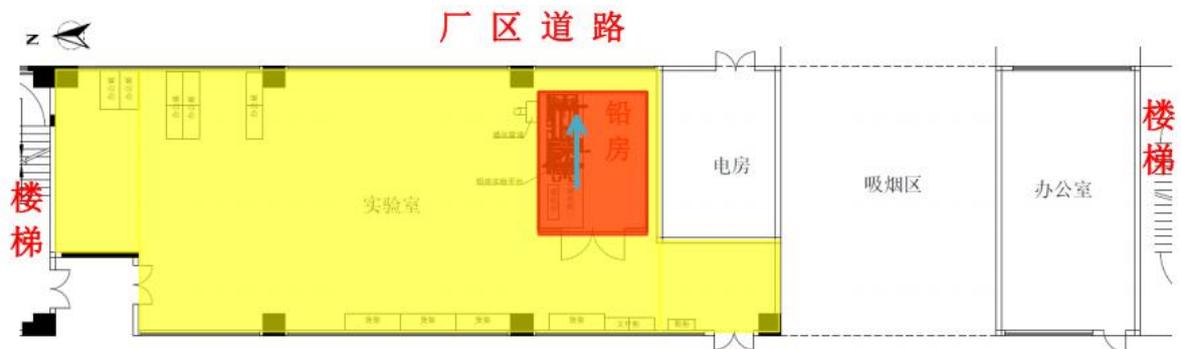


图 3-1 实验室分区管理图

（红色控制区，黄色监督区，蓝色为有用线束方向）





图 3-2 现场分区照片

(2) 调试场所布局

环评要求：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求，本项目在厂区 1 号厂房一层调试区进行分区管理如下：将车间内工业 CT 设备内部区域及周围 0.5m 的范围作为控制区，如调试阶段控制区边界超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，则应该调整扩大控制区，直到边界符合不高于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。将组装区，以及调试区内，控制区外的范围划定监督区。建设单位已初步完成分区标识设置，在控制区和监督区均设置显著标识，调试区域设置物理屏障，防止无关人员误入、误操作设备等。

落实情况：按照本项目工作特点和实际情况，结合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及环境影响评价报告阶段计划，对研发实验室辐射工作场所进行分区。

- ①将车间内工业 CT 设备内部区域及周围 0.5m 的范围划为控制区；
- ②将组装区，以及调试区内，控制区外的范围划定监督区。

本项目在厂区 1 号厂房一层调试区进行分区管理如下：将车间内工业 CT 设备内部区域及周围 0.5m 的范围作为控制区，如调试阶段控制区边界超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，则应立即开展以下核查：①屏蔽体质量排查：核实屏蔽体是否存在设计、制造或安装缺陷，并根据估算模型与实际监测数据，评估屏蔽效能是否符合设计标准。②控制区范围调整：如经核实屏蔽体本身无质量问题，且其屏蔽性能与设备本体相当，则可判定剂量率超标主要源于辐射场分布特性。此时应相应扩大控制区范围，直到边界符合不高于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。将组装区，以及调试区内，控制区外的范围划定监督区。建设单位已完成分区标识设置，并在控制区和监督区均设置显著标识，调试区域设置物理屏障，防止无关人员误入、误操作设备等。

评价项目分区情况见图 3-3，建设单位已在无实体的监督区边界进行划线，并在机房门外设置电离辐射标识，详见图 3-4。

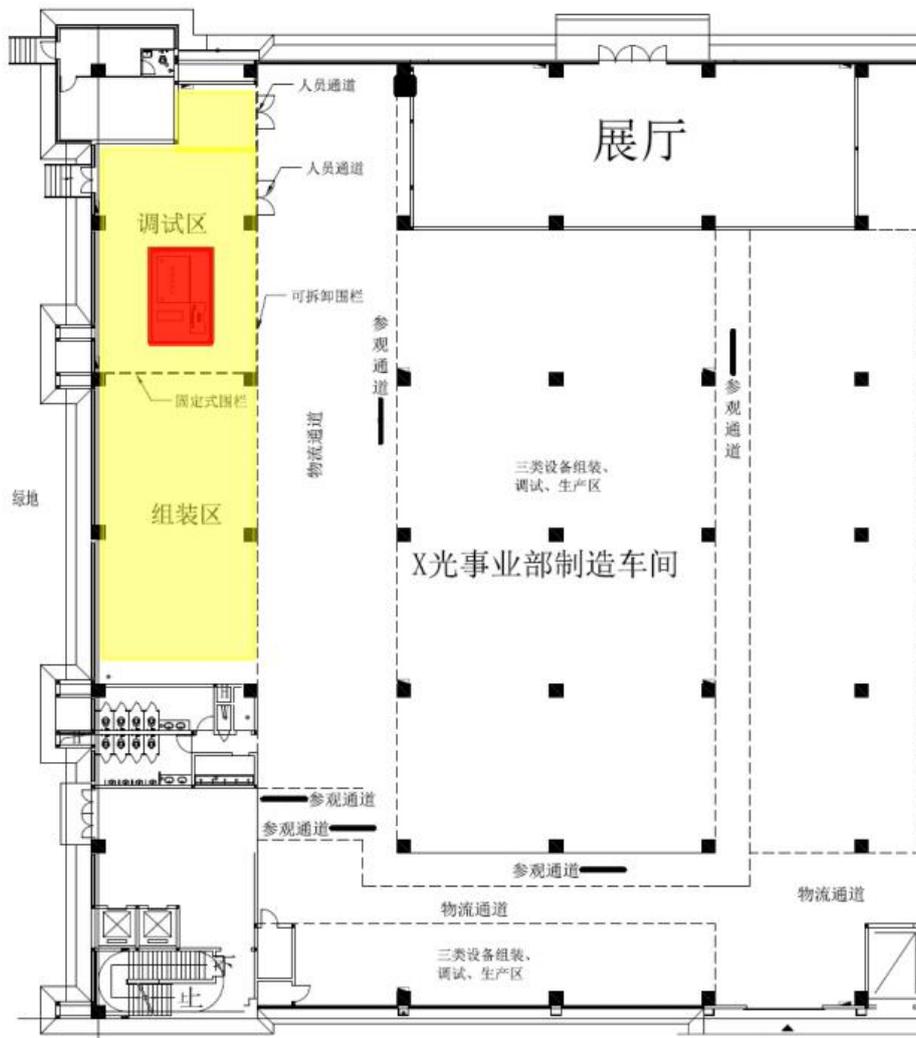


图 3-3 1 号厂房一楼分区管理管理图（红色为控制区，黄色为监督区）



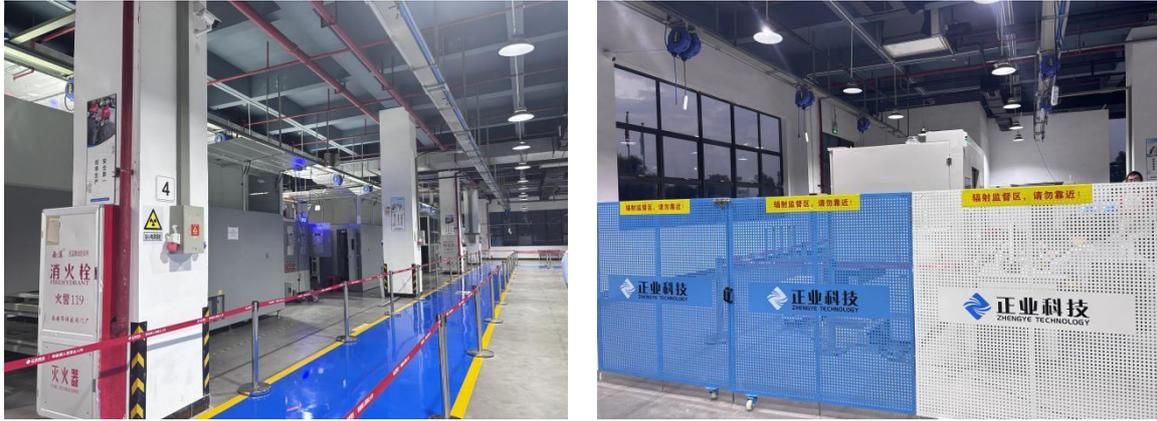


图 3-4 现场分区照片

3.2 屏蔽设施建设情况和屏蔽效能

3.2.1 研发铅房屏蔽措施

本项目研发活动在连廊楼一层实验室内进行，建设单位利用原有的研发铅房，研发活动中射线管仅限实验室铅房内出束，且仅用于工业 CT 的研发调试。铅房外尺寸为：5m (L) × 4m (W) × 2.3m (H)。四周墙体、防护门、顶棚均为钢铅结构。四周屏蔽体、顶棚和防护门的铅屏蔽厚度均为 15mmPb（不考虑内外衬钢板）。铅房下方为实土层。研发铅房屏蔽图见图 3-5~图 3-6；原有调铅房辐射屏蔽参数见表 3-2。

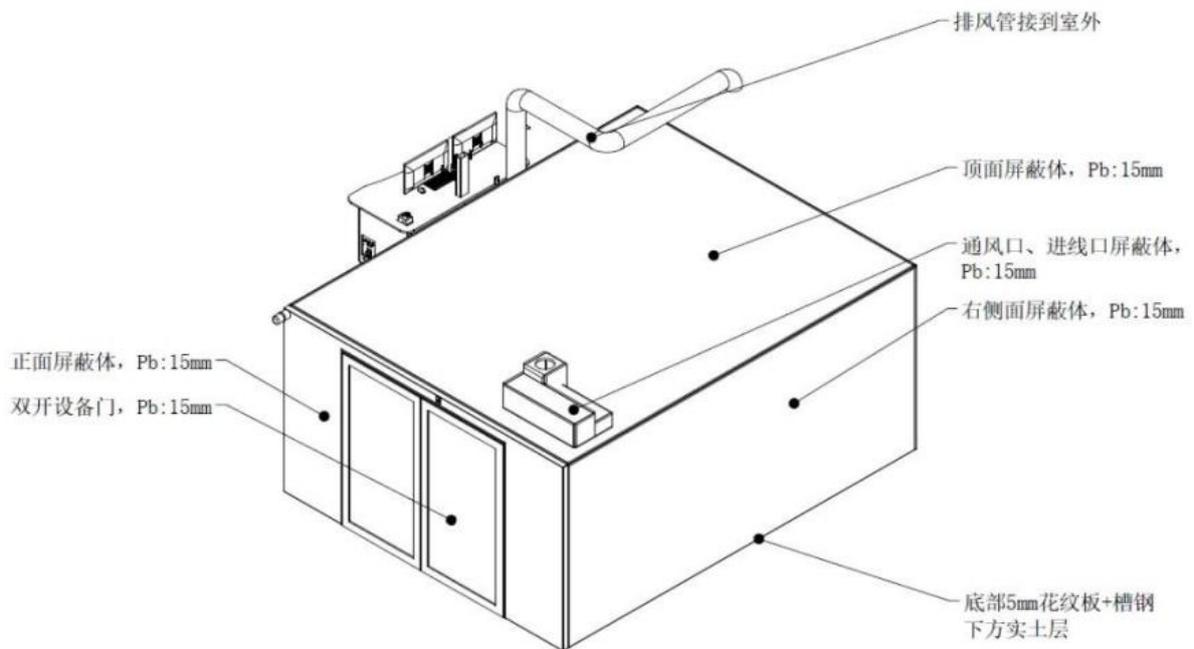


图 3-5 实验室铅房正面屏蔽图

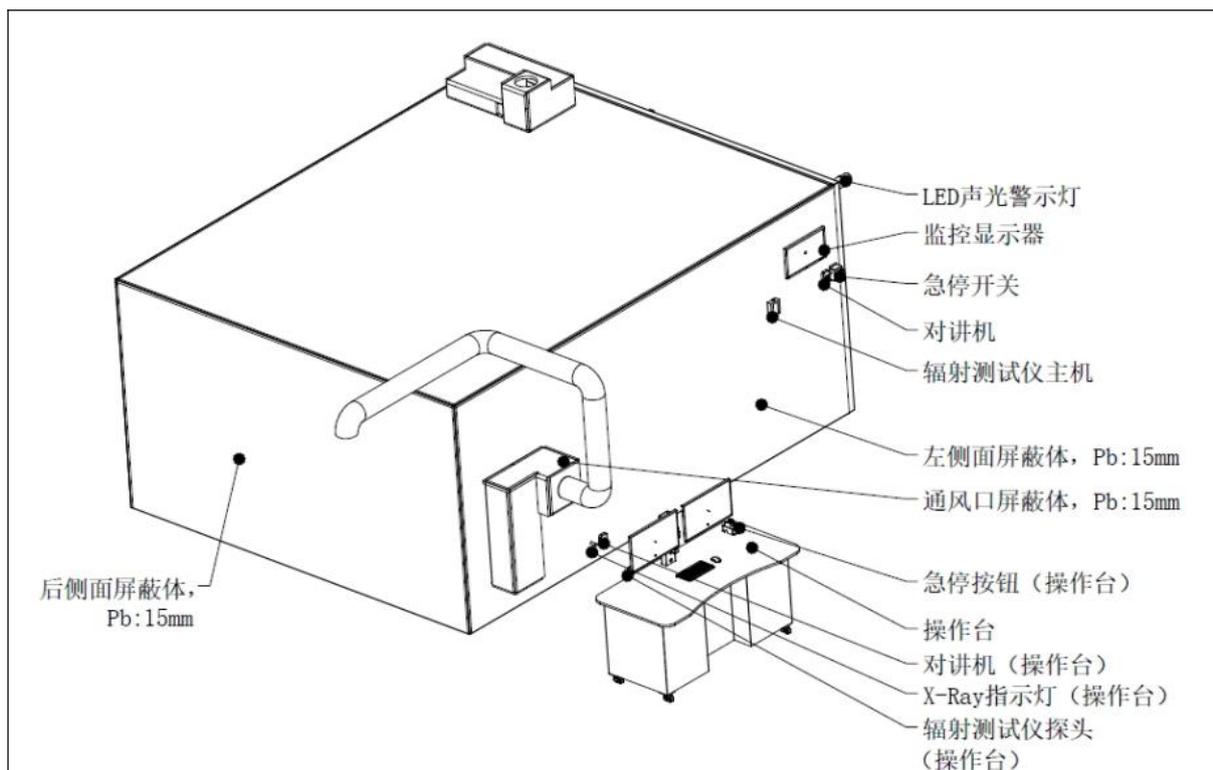


图 3-6 实验室铅房背面屏蔽图

表 3-2 原有研发铅房辐射屏蔽参数

项目	实际辐射屏蔽参数	对照分析
四周墙体	镀锌钢+15mm 铅板	该项目为利用原有研发铅房，所以实际辐射屏蔽参数与环评一致，满足要求。
顶棚	镀锌钢+15mm 铅板	
底部	5mm 花纹板+热轧H 型钢 H×W=100mm×50mm	
防护门	镀锌钢+15mm 铅板	

防护门屏蔽厚度为 15mmPb 当量，高 2200mm，外宽 2270mm，内宽 2200mm。防护门采用对开式设计，防护门关闭到位后，中间搭接 35mm，左右搭接 120mm，上搭接 160mm，下搭接 100mm，可作为辐射屏蔽补充措施。门缝宽度控制在搭接宽度的 1/10 以内。

综上所述，本项目研发场所为利用原有铅房的屏蔽措施，因此实际屏蔽参数与环评阶段一致，根据表 7 检测结果，研发铅房在使用 225kV 射线管出束调试时，屏蔽体外周围剂量当量率为 103nSv/h~147nSv/h，可满足本项目根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及环境影响评价报告确定屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h。

3.2.1.1 研发铅房辐射安全与防护措施

原有铅房中已增加固定式辐射测试仪、对讲机、急停按钮，已升级视频监控等安全措施。本次仅改造工作状态指示灯、内部紧急开门装置等安全措施：需对实验室铅房内实验平台的机械、电气组件按工业 CT 研发的需求进行设计、安装和调试，此实验平台的改造不涉及屏蔽体。

(1) 联锁系统设置

环评要求：研发铅房设置有完整联锁系统。设置有控制台钥匙开关、急停按钮、防护门开关和声光警示装置。在铅房内各墙面及操作位，设置了急停开关，合计 5 个。急停装置标识中文说明。发生紧急情况时，可以按下“急停开关”，断开电源后，它将立即禁用所有电源电缆，X 射线和机械操纵系统立即停止工作，射线停止出束。在铅房内和铅房外均设置了工作状态警示灯，通过声光系统指示铅房内的的工作状态。在防护门（装载门）关闭和射线工作时均有相应的声光报警和警示灯（黄色为预备状态，红色为曝光出束状态）提示，设备待机和停止出束时，警示灯熄灭。

落实情况：研发铅房设置有完整联锁系统。设置有控制台钥匙开关、急停按钮、防护门开关和声光警示装置。

在铅房内各墙面及操作位，设置了急停开关，合计 5 个。急停装置标识中文说明。发生紧急情况时，可以按下“急停开关”，断开电源后，它将立即禁用所有电源电缆，X 射线和机械操纵系统立即停止工作，射线停止出束。

在铅房内和铅房外均设置了工作状态警示灯，通过声光系统指示铅房内的的工作状态。在防护门（装载门）关闭和射线工作时均有相应的声光报警和警示灯（绿色为准备状态，黄色为预备状态，红色为曝光出束状态）提示。

在正常的情况下，只有钥匙开关闭合、急停按钮复位、装载门正常关闭、声光警示装置正常的情况下，设备才能启动，一旦其中有一道设备未关到位，设备将不能启动。X 射线出束期间，发生故障时，按下急停按钮，设备立刻切断电源。实际落实情况与环评阶段一致，均已改造升级。逻辑示意图详见图 3-7、辐射安全装置布置示意图见图 3-8、现场实际落实情况见图 3-9。

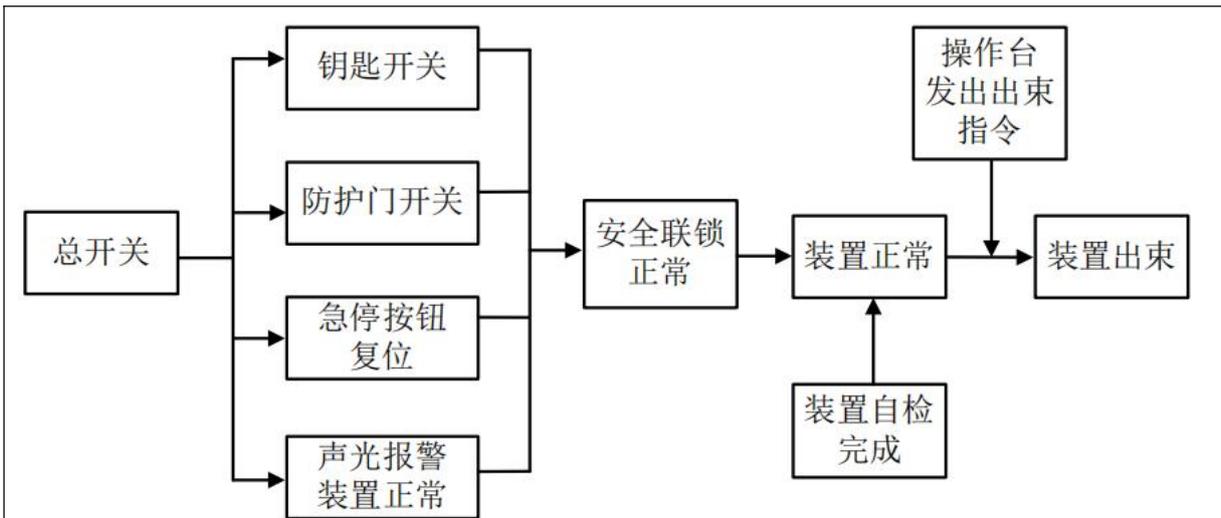


图 3-7 实验室铅房安全联锁逻辑图

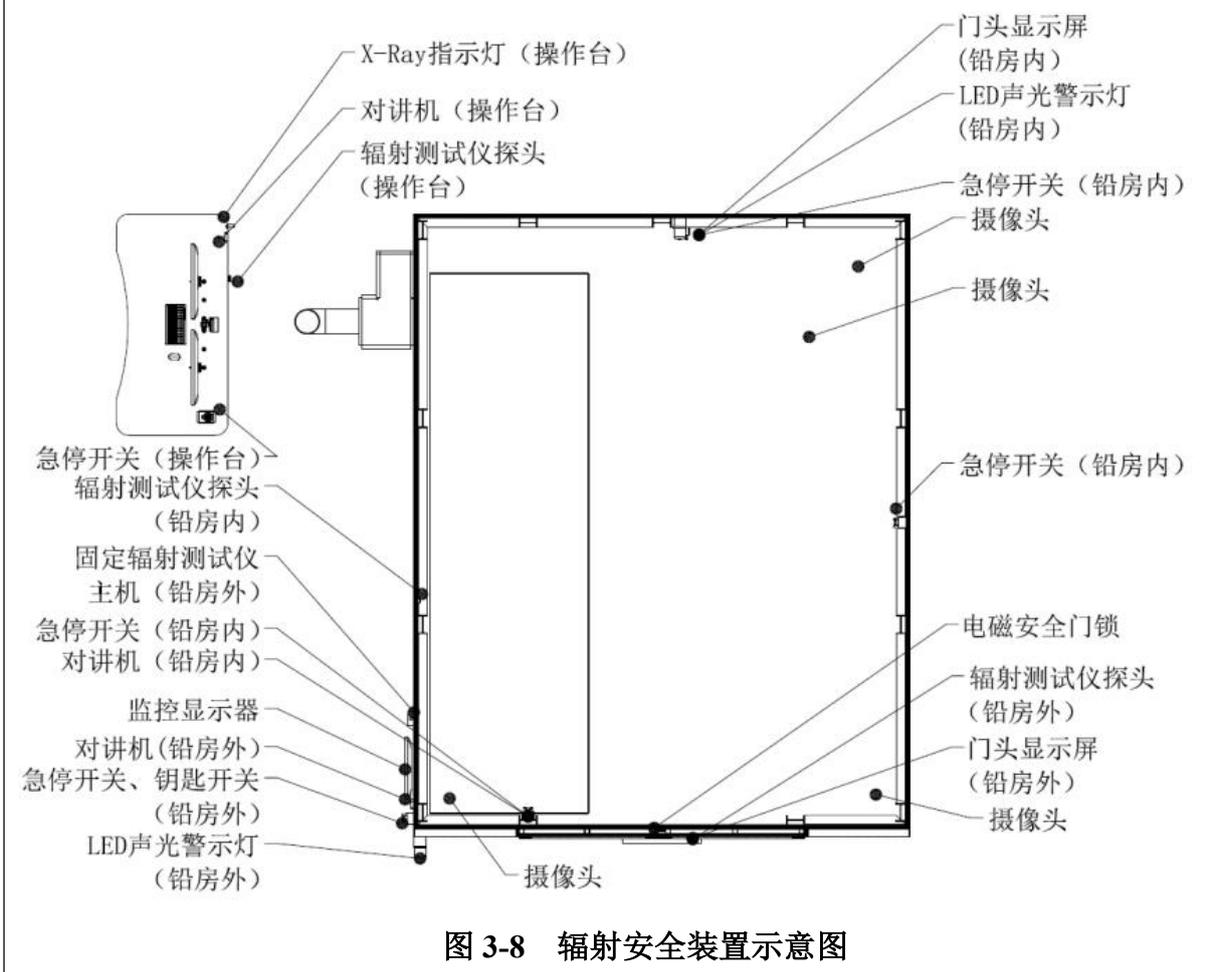


图 3-8 辐射安全装置示意图



急停按钮（铅房内）



急停按钮（铅房内）



急停按钮（铅房外）



急停按钮（操作台）



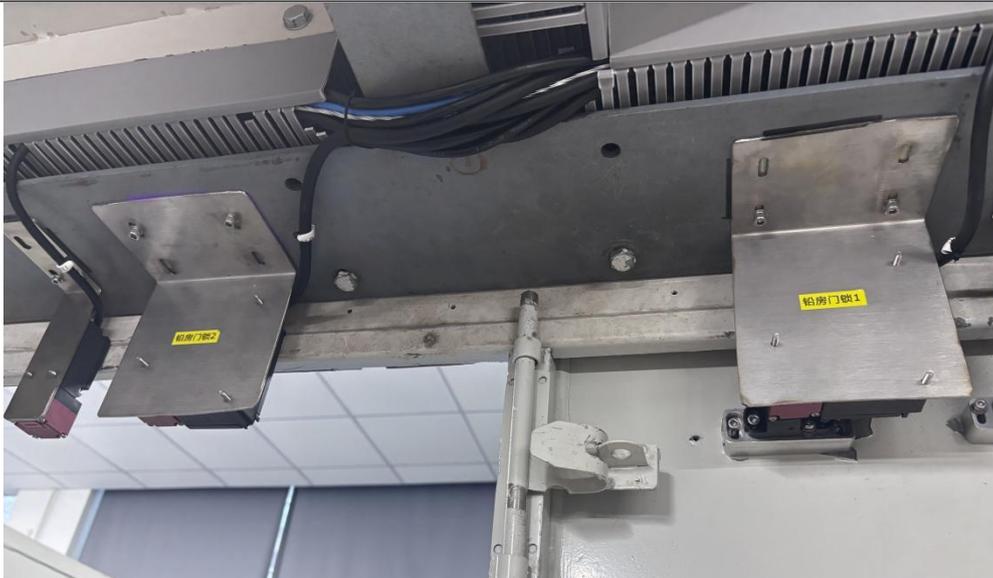
工作状态警示灯（铅房外）



工作状态警示灯（铅房外）



工作状态警示灯（铅房内）



电磁安全门锁

图 3-9 现场情况图

(2) 固定式辐射监测仪、对讲装置和电离辐射警示标识

原有铅房已配置了固定式辐射监测仪，主机设置在铅房外，配备有 3 个监测探头，1 个安装在铅房内，防止关闭主电源后射线装置仍继续工作；1 个安装在铅房安全门外，关注射线通过门缝的泄漏；另一个安装在操作区，关注操作区的辐射水平。报警阈值设置不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。在铅房内靠近门一侧设置有对讲装置，便于安装人员随时与铅房外人员沟通联系。原有铅房已在屏蔽门和侧面等显著位置张贴了电离辐射警示标识，警示标识均为符合 GB 18871 要求的电离辐射警示标志和中文警示说明。实际落实情况与环评阶段一致。现场实际落实情况见图 3-10。



固定式辐射监测仪（铅房外）



固定式辐射监测仪（铅房内）



固定式辐射监测仪（操作位）



对讲装置（铅房内）



电离辐射警示标志



电离辐射警示标志

图 3-10 现场情况图

（3）视频监视装置

原有铅房内部上方共设置 3 个监控摄像头，可在设备操作台的实时视频显示装置上进行多角度监视。该系统全面覆盖铅房内外人员活动区域，确保无监控盲区。即使研发阶段因设备体积较大，摄像头的布局仍能完整呈现铅房内部状况。操作人员在关闭屏蔽门前，可通过监视器清晰观察并确认铅房内无人员滞留。铅房内摄像头见图 3-11。



图 3-11 视频监控装置

(4) 钥匙开关

原有铅房的操作位已设置有钥匙开关，只有钥匙挡位在“开”时射线源才被允许打开，钥匙将由本项目研发人员专门管理。



图 3-12 钥匙开关

(5) 内部紧急开门装置

环评要求：在铅房内设计了紧急开门装置，确保实现门—机联锁装置的设置能够方便铅房内部的人员在紧急情况下离开铅房。

落实情况：本项目已在原有铅房内增加了紧急开门装置，确保实现门—机联锁装置的设置能够方便铅房内部的人员在紧急情况下离开铅房，实际落实情况与环评阶段一致。



图 3-13 紧急开门装置

(6) 通风和线缆口设计

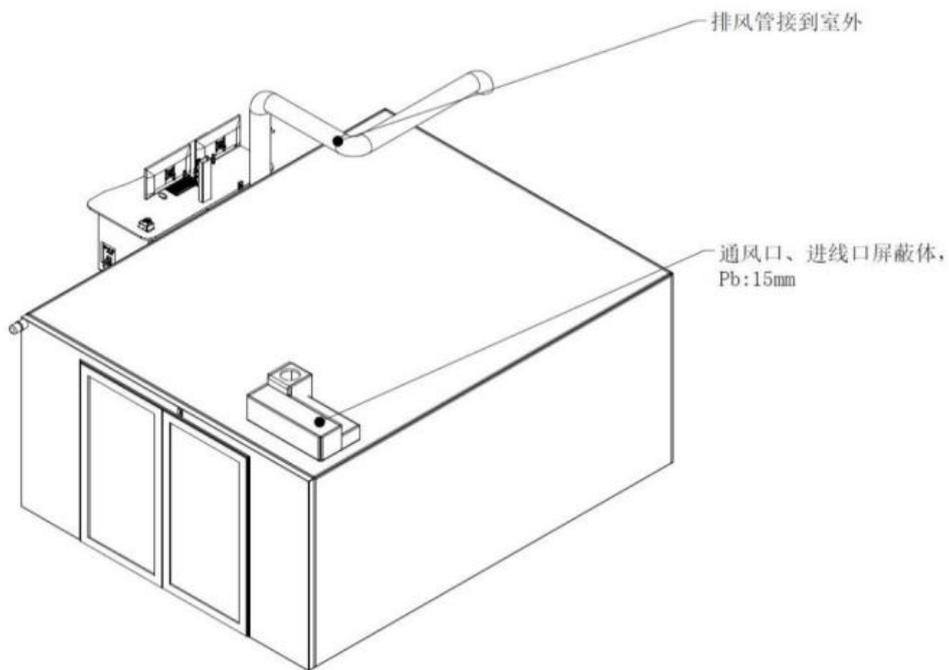
原有铅房的进风口和进线口位置位于设备顶部，排风口位于铅房北侧，通过排风管接到室外。排风口朝向铅房东侧厂区道路，该方向道路人员。进风口和线缆口设在铅房顶部，均设有钢铅复合屏蔽罩，屏蔽罩的厚度为 15mmPb 铅当量，并且管线走向采用“迷道”的形式，可有效防止射线在管线穿墙处泄漏，线管口径为 0.1m。

射线管束阶段可能会产生少量的臭氧和氮氧化物，如果长期积累可能对工作人员造成不良影响。本项目实验室铅房设有机械排风装置，排风量不小于 210m³/h。排风效率详见表 3-3、通风和线缆口设计图见图 3-14、现场实际情况见图 3-15。

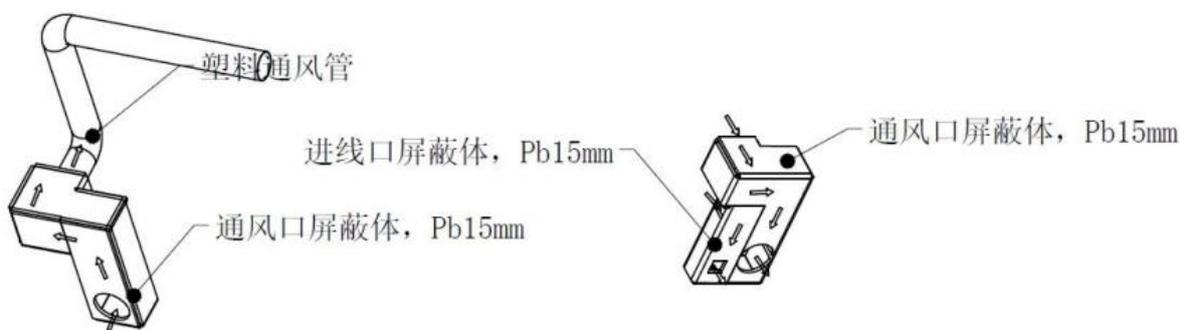
表 3-3 铅房排风效率情况表

长 (m)	宽 (m)	高 (m)	容积 (m ³)	排风速率 (m ³ /h)	每小时换气次数
5	4	2.3	46	210	4.5 次

综上所述，铅房原有排风装置可以满足每小时有效通风换气次数应不小于 3 次的要求。



通风口和线缆口布置位置



通风口及进线口屏蔽设计

图 3-14 通风和线缆口设计





图 3-15 通风设施和线缆口

综上所述，本项目在原有铅房内开展工业 CT 的研发。沿用了该铅房已有的屏蔽体、门机联锁、电离辐射警示标志、监控装置、急停装置、在线辐射剂量率检测系统、通风系统；并在原有的基础上增加并改造了紧急开门装置及声光警示。实际采取的防护措施与环评阶段描述一致。

3.2.2 组装阶段辐射安全与防护

环评要求：完成研发后，将根据研发阶段成果定制相关部件和屏蔽体进行工业 CT 的组装，屏蔽体到厂前须经第三方检测合格，在设计时预留好安装位置，装配时不涉及破坏或重新焊接屏蔽体的动作。

组装完成可通过模拟开光进行安全、连锁装置的测试。设备通电，对设备安全装置进行检查测试步骤如下：按下任意一个急停按钮，均可对设备机械结构、电气件进行可靠的断电，并且按复位开关后才能重新上电；连锁装置检查：将射线管信号接信号灯，打开所有的铅房门，把所有的电磁安全开关及接近传感器短接（模拟

关门状态），设备通电，打开操作软件，模拟开光，检查信号灯是否亮起，亮起测 OK，同时检查 X-Ray 指示灯状态是否亮起，亮起则 OK。断开一个安全开关，且只断开一个，其它的为短接，检查信号灯，灯灭，则连锁有效，同时检查 X-Ray 指示灯状态是不是灭的。灯亮则连锁失效，需要检查电路或是系统，排查原因并修复。依次断开安全开关，每次断开后，灯都能灭，重新短接上电后，灯能亮，所有安全开关都测试 OK，测连锁有效，只要有一个开关不正常，均为连锁失效。

落实情况：完成研发后，将根据研发阶段成果定制相关部件和屏蔽体进行工业 CT 的组装，屏蔽体到厂前须经第三方检测合格，在设计时预留好安装位置，装配时不涉及破坏或重新焊接屏蔽体的动作。组装区位于 1 号厂房西北侧组装区，工业 CT 的部件组装不涉及射线出束，无需考虑组装阶段 X 射线对周边环境的辐射影响。

组装完成可通过模拟开光进行安全、连锁装置的测试。设备通电，对设备安全装置进行检查测试步骤如下：按下任意一个急停按钮，均可对设备机械结构、电气件进行可靠的断电，并且按复位开关后才能重新上电；连锁装置检查：将射线管信号接信号灯，打开所有的铅房门，把所有的电磁安全开关及接近传感器短接（模拟关门状态），设备通电，打开操作软件，模拟开光，检查信号灯是否亮起，亮起测 OK，同时检查 X-Ray 指示灯状态是否亮起，亮起则 OK。断开一个安全开关，且只断开一个，其它的为短接，检查信号灯，灯灭，则连锁有效，同时检查 X-Ray 指示灯状态是不是灭的。灯亮则连锁失效，需要检查电路或是系统，排查原因并修复。依次断开安全开关，每次断开后，灯都能灭，重新短接上电后，灯能亮，所有安全开关都测试 OK，测连锁有效，只要有一个开关不正常，均为连锁失效。**组装阶段的辐射安全与防护落实情况均于环评阶段设计一致。**

3.2.3 工业 CT 设备及配套辐射防护设计

(1) 工业 CT 设备屏蔽设计

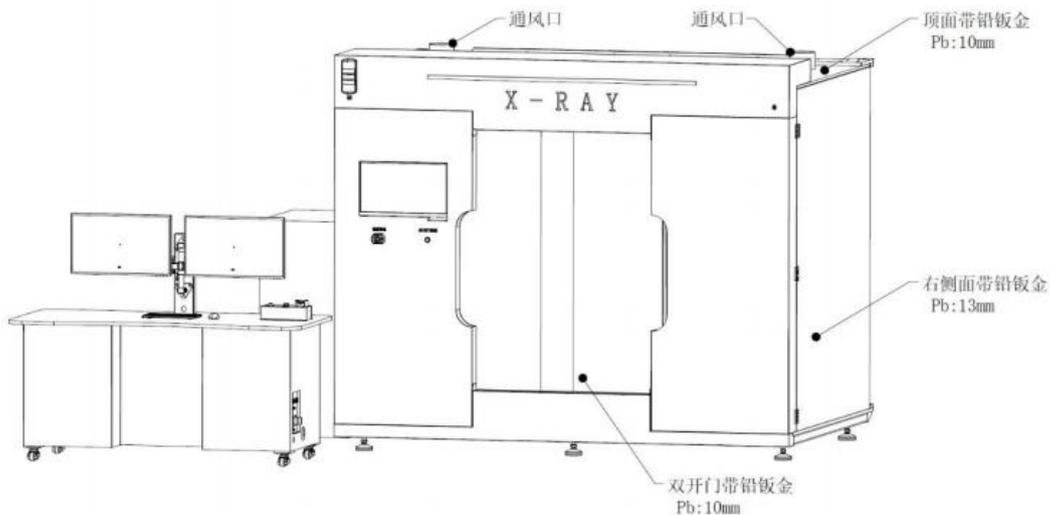
环评要求：CT8001 有用线束朝向的右侧主屏蔽为 13mm 铅当量，设备底部为 8mm 铅当量，其他面屏蔽体厚度为 10mm 铅当量。装载门尺寸为 1590mm*1090mm，维修门尺寸为 2540mm*1960mm。

CT8101 设备四周屏蔽体厚度均为 6mm 铅当量。装载门尺寸为 800mm*1480mm，维修门尺寸为 800mm*1500mm。

落实情况：本项目生产 2 种型号工业 CT 均自带成套的屏蔽体，具有统一规格和制式，屏蔽体经建设单位研发设计，再委托具有资质的厂家定制生产。屏蔽体入厂前已经过第三方检测合格，并且在设计时就已经预留好安排位置，装配时不涉及破坏屏蔽体的动作。组装后的工业 CT 屏蔽体内部安装有载物台、探测器等部件，空间小，人员不能进入。CT8001 操作位设计在设备的左前方，CT8101 的操作位设计在设备的右前方，操作位均避开了有用线束照射方向。

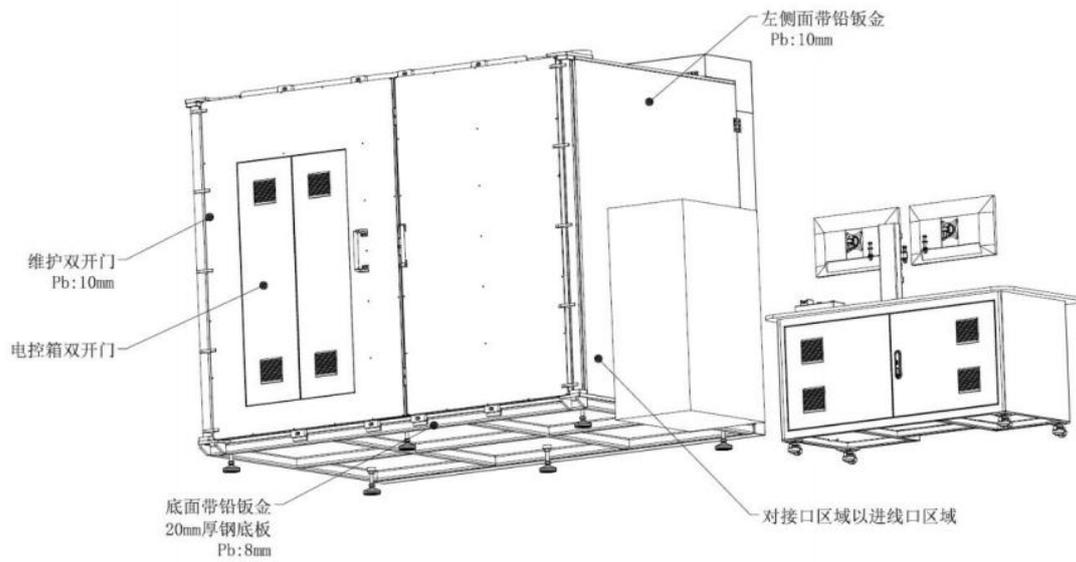
CT8001 有用线束朝向的右侧主屏蔽为 13mm 铅当量，设备底部为 8mm 铅当量，其他面屏蔽体厚度为 10mm 铅当量。装载门尺寸为 1590mm*1090mm，维修门尺寸为 2540mm*1960mm。CT8001 型工业 CT 屏蔽设计及建成情况见图 3-16。

CT8101 设备四周屏蔽体厚度均为 6mm 铅当量。装载门尺寸为 800mm*1480mm，维修门尺寸为 800mm*1500mm。CT8101 型工业 CT 屏蔽设计及建成情况见图 3-17。设备辐射屏蔽环评要求和落实情况见表 3-4。





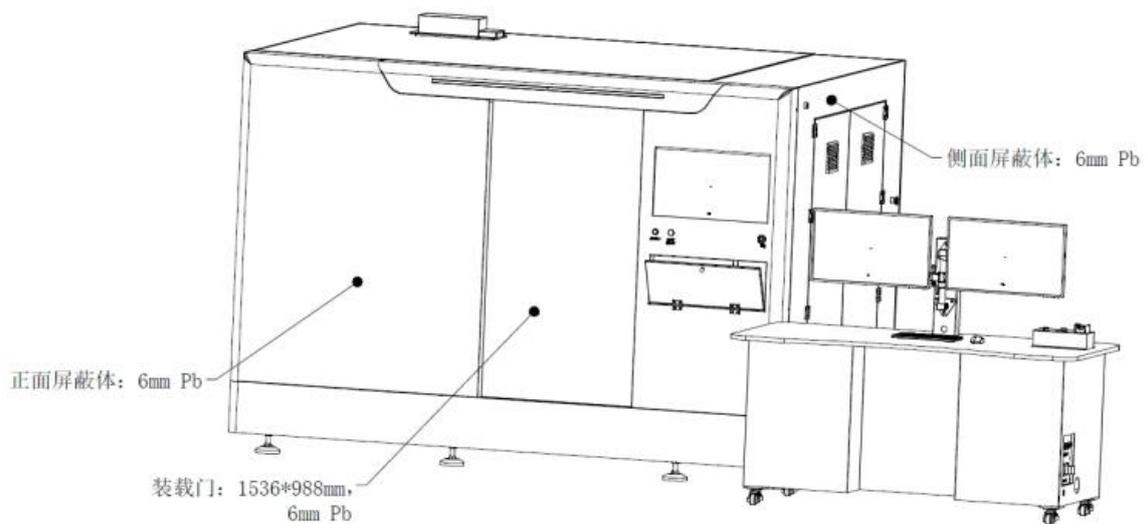
CT8001 正面





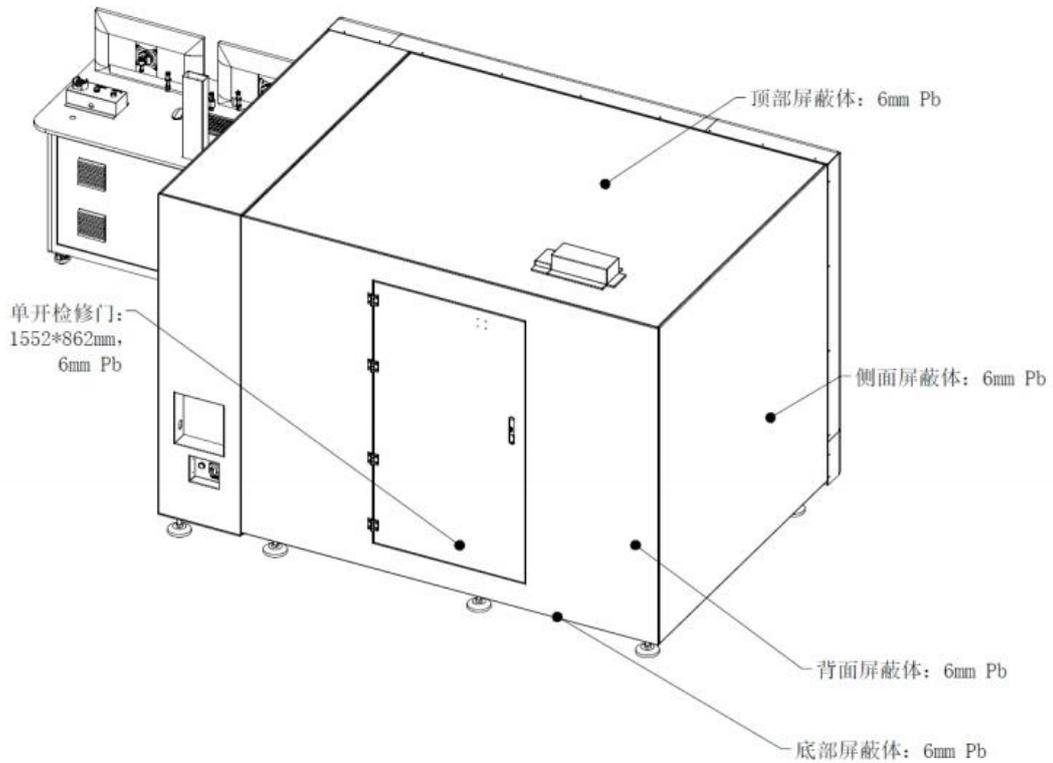
CT8001 背面

图 3-16 CT8001 型工业 CT 屏蔽设计及建成情况





CT8101 正面





CT8101 背面

图 3-17 CT8101 型工业 CT 屏蔽设计及建成情况

表 3-4 设备辐射屏蔽环评要求和落实情况对照分析

设备型号	屏蔽位置	环评设计	落实情况	符合性
CT8001	正面	10mm	10mm	符合
	左侧	10mm	10mm	符合
	右侧	13mm	13mm	符合
	背面	10mm	10mm	符合
	顶面	10mm	10mm	符合
	底面	8mm	8mm	符合
	装载门	10mm	10mm	符合
	维护门	10mm	10mm	符合
CT8101	正面	6mm	6mm	符合
	左侧	6mm	6mm	符合
	右侧	6mm	6mm	符合
	背面	6mm	6mm	符合
	顶面	6mm	6mm	符合
	底面	6mm	6mm	符合
	装载门	6mm	6mm	符合
	检修门	6mm	6mm	符合

根据表 7 检测结果，CT8001 型工业 CT 机屏蔽体外 30cm 及操作位处周围剂量当量率水平为 100nSv/h~152nSv/h；CT8101 型工业 CT 机屏蔽体外 30cm 及操作位处周围剂量当量率水平为 105nSv/h~123nSv/h；均可满足本项目根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及环境影响评价报告确定屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。

（2）摄像头和辐射安全警示标识

环评要求：2 款工业 CT 设备均配有摄像头方便操作人员及时了解设备内部情况。本项目拟在生产的工业 CT 显眼位置上张贴电离辐射警示标志，电离辐射警示标志按照 GB18871-2002 的规范制作，标志的单边尺寸不小于 15cm。

落实情况：2 款工业 CT 设备均在内部设置了 4 个摄像头，正常工作状态下，装载机狭小，人员无法进入，操作人员可以通过监视系统掌握设备内部运行情况，实际落实情况详见图 3-18；本项目在生产的工业 CT 均在设备正面和背面屏蔽体上张贴电离辐射警示标志，电离辐射警示标志按照 GB18871-2002 的规范制作，标志的单边尺寸不小于 15cm，详见图 3-19。监控系统与辐射安全警示标识实际落实情况与环评阶段一致。



CT8001

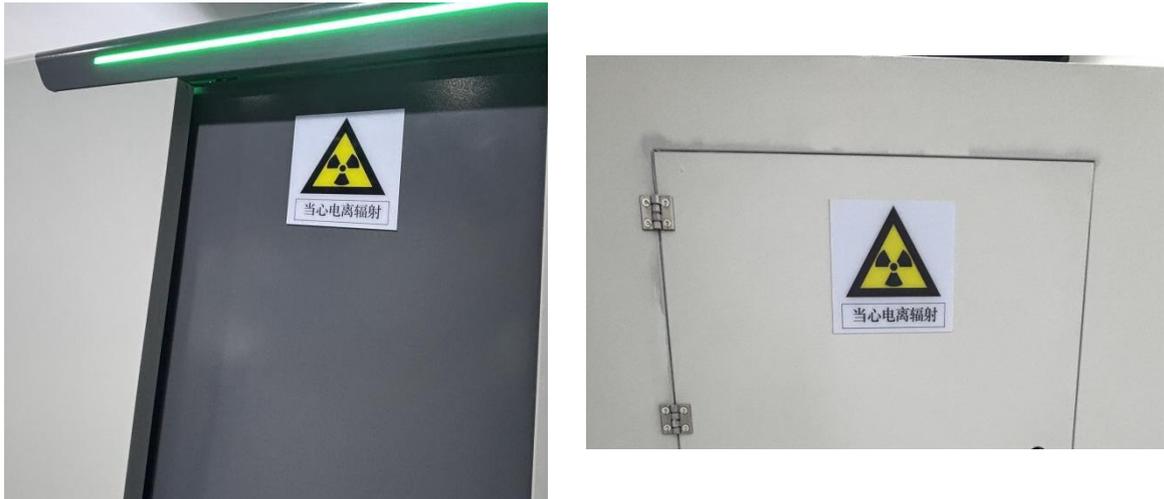


CT8101

图 3-18 监控系统



CT8001



CT8101

图 3-19 辐射安全警示标识

(3) 急停装置和安全开关

环评要求：本项目生产、销售和使用的工业 CT 均在机身显著位置和操作位均设有急停开关，发生紧急事故时可以迅速切断射线装置的高压电源，停止出束。

CT8001 在设备正面和操作位设有急停开关，设备正面和装置内部设有安全开关，紧急状态下可立刻停止出束。CT8101 在设备正面和侧面设有急停按钮，安全开关设置在设备的正面和设备内部，均可实现紧急情况下关闭射线装置。

落实情况：本项目生产、销售和使用的工业 CT 均在机身显著位置和操作位均设有急停开关，发生紧急事故时可以迅速切断射线装置的高压电源，停止出束。CT8001 在设备内部外部及操作位上共设有 4 个急停开关，设备正面和装置内部设有安全开关，紧急状态下可立刻停止出束。CT8101 在设备正面和侧面及操作台上共设有 3 个急停按钮，安全开关设置在设备的正面和设备内部，均可实现紧急情况下关闭射线装置。本次生产的 CT8001 型工业 CT，除急停装置的实际安装数量多于环评阶段的设计要求外；安全开关的实际落实情况与环评阶段一致；而 CT8101 型工业 CT 的急停装置和安全开关实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-20。



CT8001 急停按钮（外部）



CT8001 急停按钮（内部）



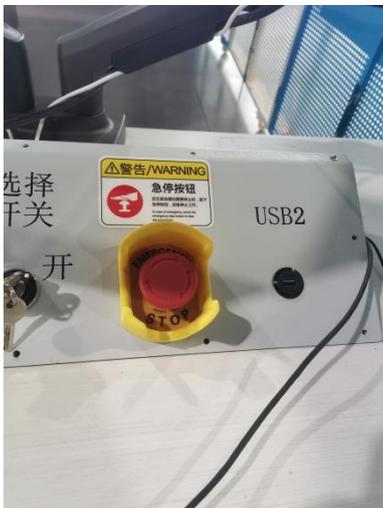
CT8001 安全开关（内部）



CT8001 安全开关（外部）



CT8101 急停按钮（外部）



CT8101 急停按钮（操作台）



CT8101 安全开关（内部）

CT8101 安全开关（外部）

图 3-20 急停装置和安全开关

(4) 钥匙开关

环评要求：本项目生产、销售和使用的工业 CT 在设备表面和操作台均设置有钥匙开关，只有钥匙挡位在“ON”时射线才被允许打开，钥匙将由本项目辐射工作人员专门管理，其他非辐射工作人员将无法打开该设备。

落实情况：本项目生产、销售和使用的工业 CT 在设备表面和操作台均设置有钥匙开关，只有钥匙挡位在“开”时射线才被允许打开，钥匙将由本项目辐射工作人员专门管理，其他非辐射工作人员将无法打开该设备。实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-21。



图 3-21 钥匙开关

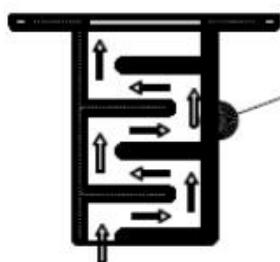
(5) 排风装置和线缆口设计

环评要求：本项目工业 CT 设备通风口设有复合屏蔽罩，屏蔽罩的厚度与主屏蔽铅当量一致，且通道走向均采用“迷道”的形式，可有效防止射线在管线穿墙处泄漏。CT8001 管线口位于设备左下方，CT8101 管线口位于设备右下方。均不在设备的主射线束方向。工业 CT 内部各组件通过管线与屏蔽体外部的操作台连接，穿线孔屏蔽罩壳厚度与设备主屏蔽厚度一致。射线经管道和屏蔽体衰减并经管道散射后，室外管线口处的辐射泄漏可忽略不计。

X 射线管出束阶段会与空气中的分子发生相互作用，产生少量的臭氧和氮氧化物，工业 CT 设备设计中充分考虑了排风设置，能够通过排风系统将产生的气体及时排出。用于设备调试的 1 号厂房一层为空旷的开放空间，车间内设有新风换气系统，通过新风系统形成气压差，将气体通过车间百叶窗，玻璃门、卷帘门等位置直接排出厂房外，确保整个厂房内保持每小时换气不少于 3.6 次。

落实情况：本项目工业 CT 设备通风口设有复合屏蔽罩，屏蔽罩的厚度与主屏蔽铅当量一致，且通道走向均采用“迷道”的形式，可有效防止射线在管线穿墙处泄漏。CT8001 管线口位于设备左下方，CT8101 管线口位于设备右下方。均不在设备的主射线束方向。工业 CT 内部各组件通过管线与屏蔽体外部的操作台连接，穿线孔屏蔽罩壳厚度与设备主屏蔽厚度一致。射线经管道和屏蔽体衰减并经管道散射后，室外管线口处的辐射泄漏可忽略不计。通风口和线缆口屏蔽设计详见图 3-22。

X 射线管出束阶段会与空气中的分子发生相互作用，产生少量的臭氧和氮氧化物，工业 CT 设备设计中充分考虑了排风设置，能够通过排风系统将产生的气体及时排出。用于设备调试的 1 号厂房一层为空旷的开放空间，车间内设有新风换气系统，通过新风系统形成气压差，将气体通过车间百叶窗，玻璃门、卷帘门等位置直接排出厂房外，确保整个厂房内保持每小时换气不少于 3.6 次。实际落实情况与环评阶段一致，排风效率详见表 3-5；厂房一层通风位置见图 3-6。



铅房顶面带铅钣金
Pb: 10mm

CT8001 设备通风口设计



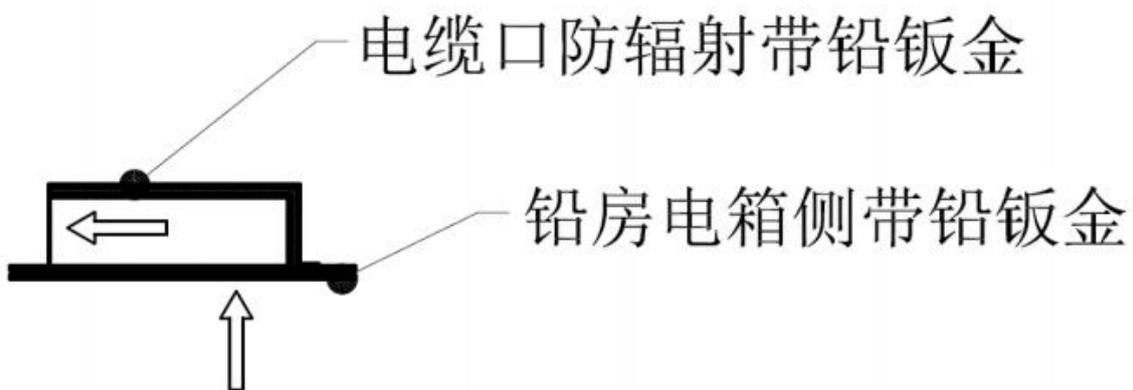
CT8001 设备通风口屏蔽罩



CT8101 设备通风口设计



CT8101 设备通风口屏蔽罩



CT8001 和 CT8101 线缆口设计



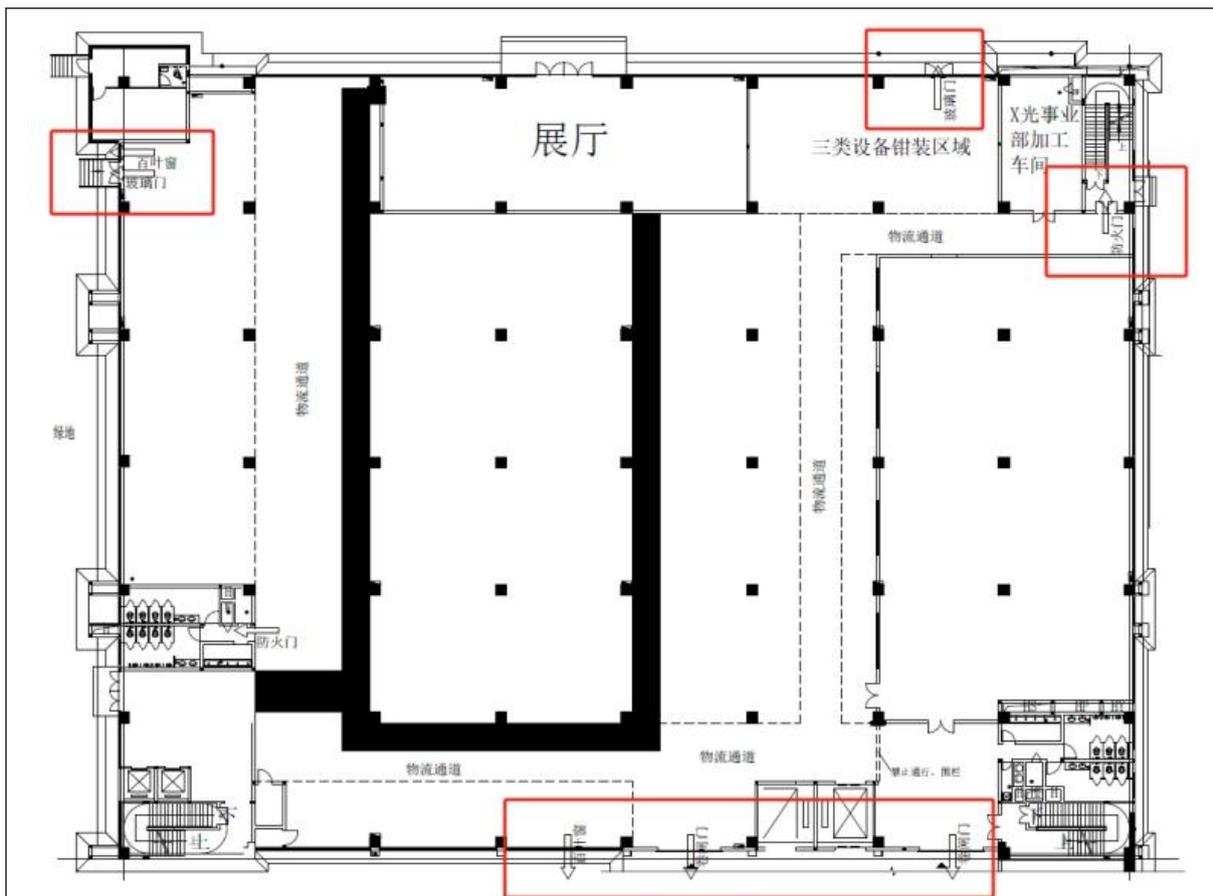
CT8001 和 CT8101 线缆口

图 3-22 排风装置和线缆口设计

表 3-5 本项目排风效率情况

名称	长 (m)	宽 (m)	高 (m)	容积 (m ³)	排风效率 (m ³ /h)	每小时换气次数
CT8001	2.72	1.67	2.3	9.5	205	17 次
CT8101	2.36	1.81	1.85	7.9	205	20 次
1 号厂房一层	72.2	55.6	7.9	31714	116000	3.6 次

注：排放效率由建设单位提供，其中工业 CT 设备装有机械排放装置，1 号厂房装有中央空调，116000 m³/h 为厂房中央空调送风量。



1 号厂房一层车间通风位置分布图



1 号厂房一层百叶窗、玻璃门

图 3-23 厂房一层通风现状图

(6) 安全联锁

在正常的情况下，只有钥匙开关闭合、急停按钮复位、装载门和维修门正常关闭、声光警示装置正常的情况下设备才能启动，一旦其中有一道设备未关到位，设

备将不能启动。X 射线出束期间，发生故障时，按下急停按钮，设备立刻切断电源，详见图 3-24。

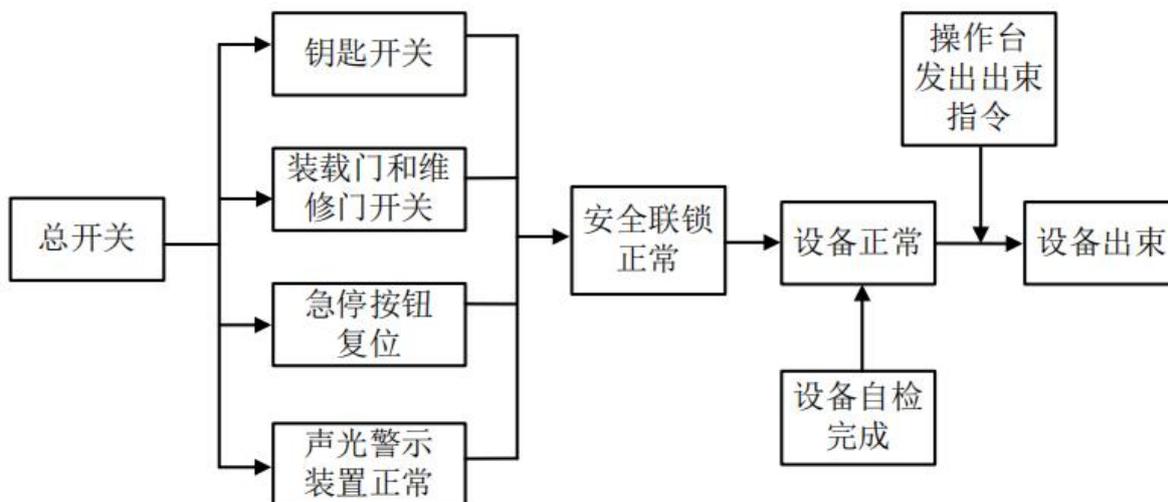


图 3-24 安全联锁逻辑图

3.3 辐射安全与防护设施分析小结

通过以上对本项目辐射防护设施实际建成情况的分析，可知本项目的研发铅房以及两种型号工业 CT 装置的实际建成情况与环评阶段的设计方案基本一致；研发铅房以及工业 CT 装置辐射屏蔽设施、防护措施较环评阶段更为完善。本项目已依法取得辐射安全许可证，纳入辐射安全监管体系进行管理，不存在重大变动的内容。

3.4 三废治理

X 射线照射会使周围的空气电离而产生少量臭氧和氮氧化物，如果不做处理会使辐射工作场所空气中的有害气体含量增加。根据国家标准《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）第 4.1.11 的规定：探伤房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换气次数不小于 3 次。本项目涉及出束场所和生产的工业 CT 设备每小时换气次数均不小于 3 次，能有效排出 X 射线照射产生的少量臭氧和氮氧化物。

本项目 X 射线检测系统采用计算机信息处理和图像重建技术，以图像形式显示，无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。

3.5 辐射安全管理

(1) 辐射安全与环境管理机构的设置

环评要求：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。

实际落实情况:公司成立了辐射防护小组负责辐射安全与环境保护管理工作,明确各相关责任人及其职责。辐射防护小组的主要任务是确保辐射实践安全,避免或减少辐射事故的发生,统筹辐射安全实践安全管理。辐射防护管理小组成员如下:

表 3-4 辐射防护管理小组成员表

序号	管理人员	姓名	职务或职称
1	负责人	郭照虎	经理
2	成员	晏俊景	常务副总经理
3	成员	张酬泰	副总经理
4	成员	彭水华	副总经理
5	成员	廖治斌	副总经理
6	成员	阙彩权	经理
7	成员	陈海兵	经理
8	成员	卢键坤	工程师

公司已明确辐射防护安全管理机构及职责,详见附件3。

(2) 辐射安全管理规章制度

环评要求: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。

实际落实情况:公司已制定了健全的制度,包括《辐射防护和安全保卫制度》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作人员职业健康及个人剂量管理制度》《辐射监测方案》《射线装置检修维护制度》《射线装置安全操作规程》《辐射事故应急处理预案》(见附件3)。建设单位辐射安全管理制度体系能有效避免对环境和人员的危害,保证辐射工作人员和公众的安全。建设单位已对操作规程,辐射安全防护管理制度,应急处理预案均已上墙,见图3-25。



图 3-25 制度上墙

(3) 辐射工作人员的培训

环评要求：本项目拟安排 8 名辐射工作人员，已有 7 人取得辐射防护培训考核证书。本项目投入使用后，建设单位及时组织辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台的培训，通过广东省内集中考核并取得核技术利用辐射安全与防护考核证书，确保所有辐射工作人员都按相关规定持证上岗。

实际落实情况：建设单位为本项目配备了 8 名辐射工作人员从事生产、销售和和使用 II 类射线装置的活动。其中 3 人从事研发工作，3 人从事设备调试工作，2 人从事销售服务工作。目前，从事工业 CT 机生产销售使用流程的 8 名人员均已通过辐射安全培训考核，实际配备人数与环评阶段规划一致。相关辐射工作人员的辐射防护与安全培训证明详见附件 4。

(4) 辐射工作人员个人剂量监测

环评要求：建设单位在原有项目工作中已建立了辐射工作人员健康及个人剂量管理制度，委托具备资质的个人剂量监测技术服务机构对全部辐射工作人员进行个人剂量监测，个人剂量计每季度送检，确保辐射工作人员的年受照剂量不大于 5mSv/a，并建立个人剂量档案，终身保存。

实际落实情况：建设单位已建立了辐射工作人员健康及个人剂量管理制度，委托具备资质的个人剂量监测技术服务机构对全部辐射工作人员进行个人剂量监测，个人剂量计每季度送检，确保辐射工作人员的年受照剂量不大于 5mSv/a，并建立个人剂

量档案，终身保存。

(5) 工作场所辐射监测

环评要求：建设单位在现有环境辐射剂量率仪和个人剂量报警仪等设备的基础上，在使用工业 CT 设备的场所补充配置 1 台便携式 X-γ剂量率仪和 7 台个人剂量报警仪（5 台用于项目工作人员，2 台用于临时参观人员）。

实际落实情况：建设单位在原有环境辐射剂量率仪和个人剂量报警仪等设备的基础上，为本项目配置 2 台 RP6000 型便携式 X-γ剂量率仪和 12 台 HFS-P3 型个人剂量报警仪（8 台用于项目工作人员，2 台用于临时参观人员，2 台用于应急替换及临时调配用途）。详见图 3-26。



图 3-26 辐射监测仪器

分析结论：通过以上对照分析，建设单位已全面落实环评文件及批复要求，设立了辐射安全与环境管理机构，并制定了完善的规章制度、监测计划及个人剂量监测制度。针对本项目生产的工业 CT 机，验收确认其固有安全性（包括屏蔽、联锁、报警等）严格按照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及环评文件论证过的设计方案落实了相应的辐射安全与防护设施；同时，调试期间机房的安全措施均按环评文件及环评批复的要求，落实了相应的辐射安全与防护设施，并充分考虑了周围场所的人员防护安全，落实了相应的个人防护措施。

表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 建设项目环境影响评价报告表主要结论的落实情况

对照项目环境影响评价报告表，对本项目落实情况进行分析，详见表 4-1

表 4-1 项目环境影响评价报告表主要结论落实情况

环评	落实情况	评价
研发铅房屏蔽措施	研发铅房为原有场所，均按环评规划沿用原有屏蔽设施，详细分析见本报告 3.2.1	已落实
研发铅房安全防护措施	沿用铅房内原有的各项安全防护措施外，并在原有的基础上升级改造，详细分析见报告 3.2.1.1	已落实
工业 CT 机辐射屏蔽	工业 CT 机已按环评设计进行生产，详细分析见本报告 3.2.3	已落实
工业 CT 机辐射安全与防护措施	工业 CT 机均已按环评设计落实各项安防措施，详细分析见报告 3.2.3	已落实
辐射分区管理	设置了监督区和控制区，详细分析见本报告 3.1.2	已落实
三废治理	已采取了完善的三废治理措施，详细分析见本报告 3.4	已落实
辐射安全与环境管理机构	设置了专门的辐射安全管理机构	已落实
辐射安全管理规章制度	已制定健全的规章制度，并严格按照规定执行	已落实
辐射工作人员培训	所有辐射工作均已取得辐射安全与防护培训合格证	已落实
辐射工作人员个人剂量监测	所有辐射工作人员均配备个人剂量进行监测	已落实
工作场所辐射监测	已配备监测设备并制定监测计划，按照监测计划进行监测。	已落实

分析结论：通过以上对照分析，建设单位按照环评文件对辐射防护设施方面的要求，落实了相应的辐射防护与安全设施，且各项辐射安全与防护设施能够正常工作，满足环评文件和相关技术标准的要求。

4.2 审批部门审批决定的相关执行情况

本项目对环评批复要求的执行情况见表 4-2

表 4-2 环评批复落实情况分析

环评批复要求	实际落实情况
项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全和防护措施，确保辐射工作人员有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众有效剂量约束值低于 0.25 毫希沃特/年。	本项目将严格按照环评报告表提出的各项辐射安全防护措施以及安全责任，根据表 7 中人员受照剂量计算结果，辐射工作人员和公众年有效剂量均低于该要求。
项目建设应严格执行配套的辐射安全与防	建设单位严格执行配套的辐射安全与

<p>护设施和射线装置同时设计、同时安装、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定程序申请辐射安全许可证。</p>	<p>防护设施和“三同时”制度，已申领辐射安全许可证（详见附件 2）。</p>
---	---

表五 验收监测质量保证及质量控制

为确保本次核技术利用项目竣工环境保护设施验收监测工作的科学性、规范性和可追溯性，严格要求开展监测质量保证与控制工作，执行《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等国家现行标准，全面落实各项监测控制环节，确保监测结果的真实性、代表性和有效性

5.1 质量保证体系总体要求

在本次验收监测中，质量保证体系以合法性、独立性和规范性为原则开展，涵盖检测机构资质、技术路线、监测方案、监测过程、数据审核等全流程。项目开展前已由检测单位制定了检测方案，明确监测对象、监测点位、方法依据和异常数据的处置流程，确保监测工作的有序进行。检测机构依法取得的计量认证（CMA）资质（证书编号：202019114880），其监测行为在全过程中保持独立性，检测工作严格按照质量体系文件要求实施。

5.2 质量保证措施

（1）机构与人员资质控制

在人员资质方面，参与验收监测的技术人员均接受过电离辐射相关知识的专业培训，并取得检测培训合格证，所有人员严格落实持证上岗制度。同时，检测人员均具备核技术利用项目和辐射环境监测相关的工作经验，熟悉相关技术标准和监测方法，能够独立进行数据判断与分析。

（2）检测仪器管理

本次验收监测使用的主要仪器包括 X-γ辐射剂量率仪（AT1123）经具备资质的法定计量检定机构校准，处于检定有效期内，符合国家标准在响应时间、量程覆盖等方面的技术要求。在实际操作中，监测人员严格执行《质量手册》《程序文件》及仪器操作规程，确保设备在检测前后均处于良好运行状态。

（3）检测过程控制

在监测点位布设方面，依据目的实际布局，科学合理设置测量点，重点覆盖辐射剂量可能达到最大值的位置及公众可能接触的范围。为保证测量的环境条件适宜，监测需在气象条件良好时进行，要求环境温度在-10℃至 40℃之间，相对湿度不超过 95%（35℃工况）。如现场环境超出允许范围，则暂停监测并如实记录。

在测量过程中，操作人员按照事先制定的监测方案执行各项检测任务，探头摆放

符合技术规范，读数稳定后连续采集 10 个数据；如测量值超过本底值 3 倍以上，则采集 3 个稳定读数。所有读数均经统计校正后计算平均值和标准偏差。仪器使用前必须进行预热，确保设备功能正常，数据采集真实可靠。

(4) 数据溯源

为保证数据可追溯性，本项目在实验室分析环节建立完善的档案管理机制，所有监测数据及相关文件资料均保留原始记录，包括仪器校准说明书、监测点位布图、原始测量数据、统计程序代码等，资料保存期不低于 30 年，以满足未来的复查和技术审计要求。

5.3 质量控制关键环节

在数据记录方面，原始数据详实，包括监测点位位置图、检测环境参数（如温湿度、气压）以及检测过程中仪器状态的各项检查记录。数据审核采用三级审核制度，由监测人员负责原始数据的完整性核对与签名，技术负责人对逻辑性与标准一致性进行评审，最终由授权签字人审核并签发正式监测报告，确保报告内容合规、结论准确。

5.5 建设单位与检测单位的协同确认

在检测实施前，建设单位项目负责人联合检测单位技术人员共同完成对检测仪器参数的确认工作，确保各项检测因子、量程范围和能量响应等指标满足本次验收监测的技术需求。同时，双方对检测现场的气象条件和操作环境进行了核实，确认满足相关检测仪器的运行要求。通过现场协同验证和条件确认，进一步提升监测工作的科学性和有效性。

表六 验收监测内容

6.1 监测项目

项目名称：广东正业科技股份有限公司生产销售使用工业 CT 项目周围剂量当量率检测

项目地址：广东省东莞市松山湖园区南园路 6 号

监测因子：周围剂量当量率

测量目的：为估算辐射源在环境中产生的辐射对关键人群组或公众成员所致外照射剂量提供资料。

检测对象及其设备参数：

名称	最大管电压	最大管电流	工作场所
研发铅房	225kV	1.4mA	实验室
CT8001 型工业 CT 机	225kV	3mA	调试区
CT8101 型工业 CT 机	150kV	0.5mA	调试区

6.2 监测点位

工业 CT 机只有在出束时才会产生辐射影响。本项目生产工业 CT 机时，利用连廊楼一层的实验室配套铅房进行工业 CT 的研发活动，并在 1 号厂房一层调试区内进行工业 CT 出束调试；销售工业 CT 机的过程不会进行出束操作没有辐射影响；使用工业 CT 的场所为主管部门批准的使用单位的使用场所。因此，本项目对环境的辐射影响主要来源于铅房及调试区，现场仅对工业 CT 机研发铅房、调试区及其周边环境关注点位进行监测。

现场监测的布点参照 HJ1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》的相关规定，先沿铅房及工业 CT 机屏蔽体外表面 30cm 并距地面 100cm 高度上的一切人员可以到达的位置进行辐射剂量率巡测，然后再对常规关注点进行重点检测。常规关注点包括：

- (1) 屏蔽体及门外 30cm 处；
- (2) 操作位；
- (3) 周边环境。

根据以上布点原则，结合本验收项目的实际情况，在研发铅房屏蔽体外及相邻工

作场所共布设了 24 处测量点，具体监测点位的布置情况见图 6-1~图 6-4;在 CT8001 型 CT 机屏蔽体外及相邻工作场所共布设了 30 处测量点，具体监测点位的布置情况见图 6-5~图 6-8;在 CT8101 型 CT 机屏蔽体外及相邻工作场所共布设了 31 处测量点，具体监测点位的布置情况见图 6-9~图 6-12。

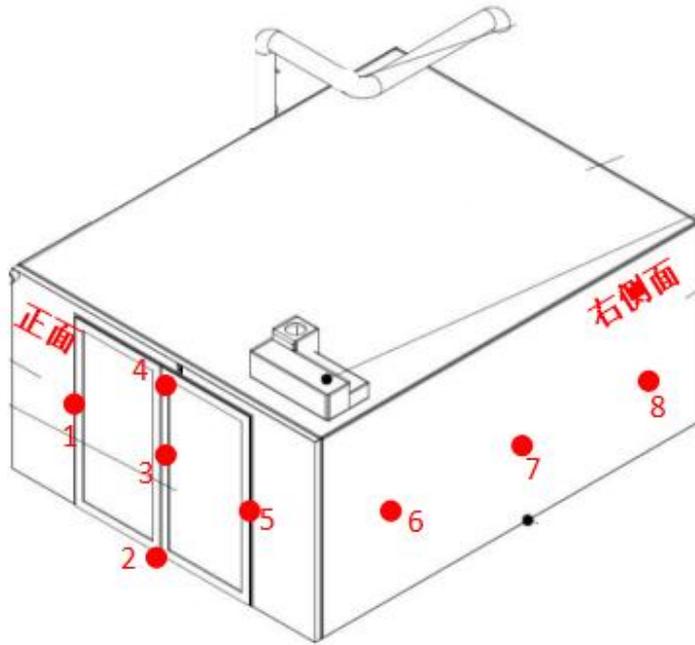


图 6-1 研发铅房正面及右侧面测量布点图

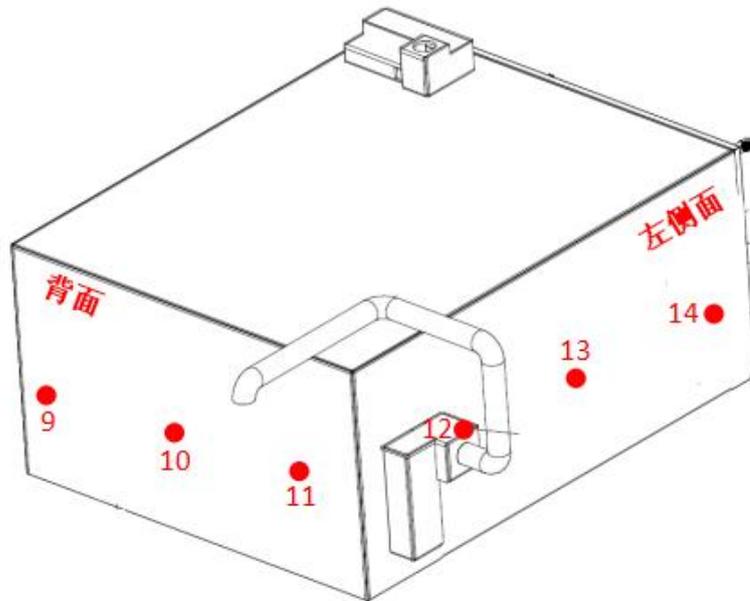


图 6-2 研发铅房背面及左侧面测量布点图

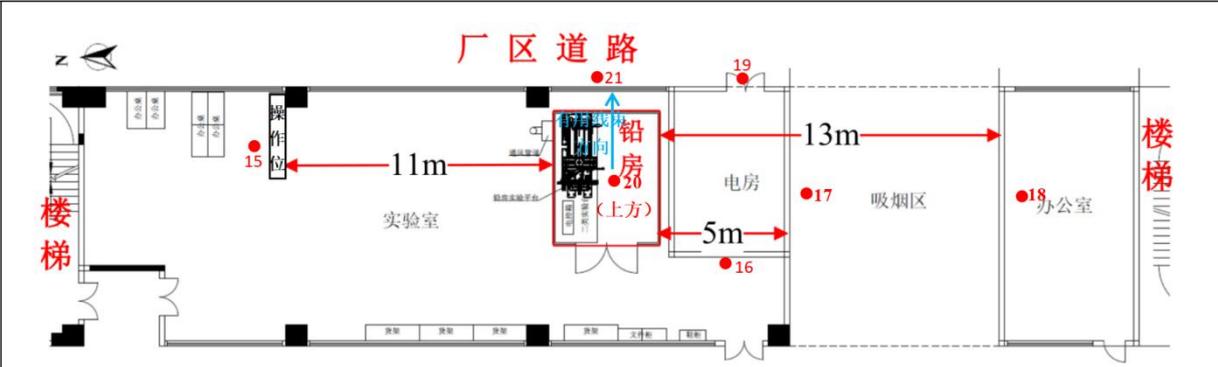


图 6-3 连廊楼一层实验室测量布点图



图 6-4 连廊楼一层实验室周边环境测量布点图

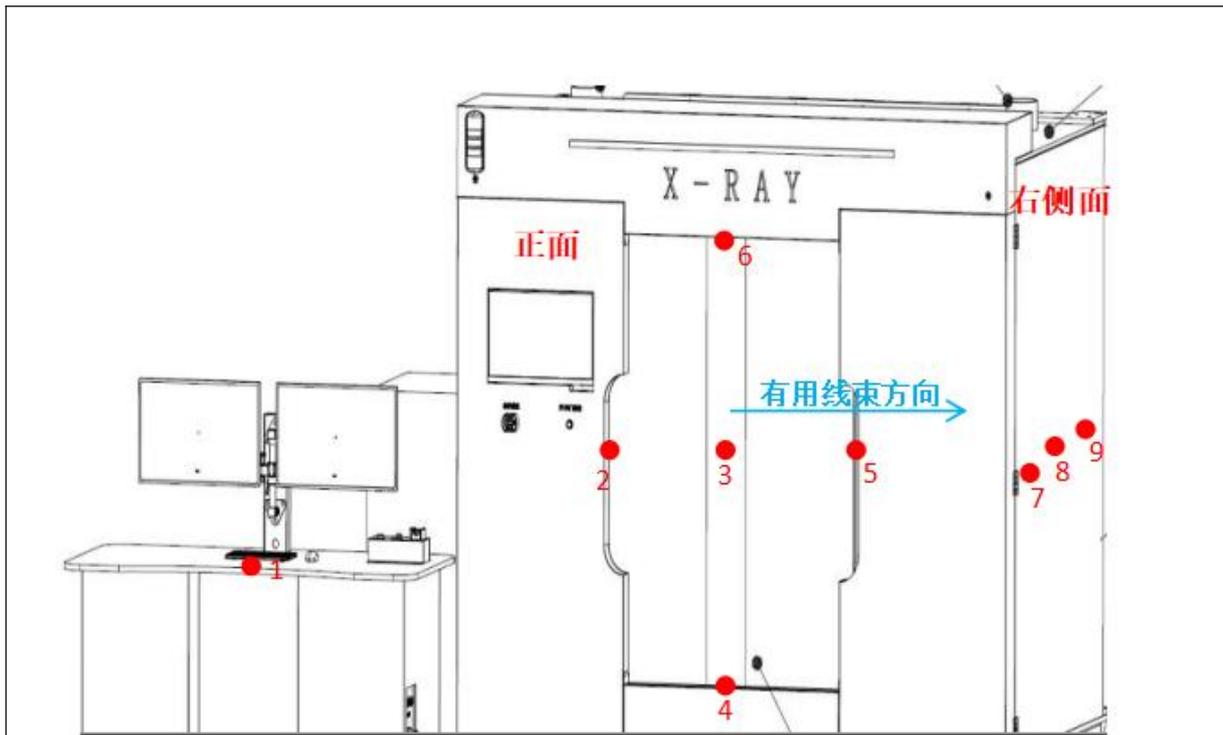


图 6-5 CT8001 型 CT 机正面及右侧面测量布点图

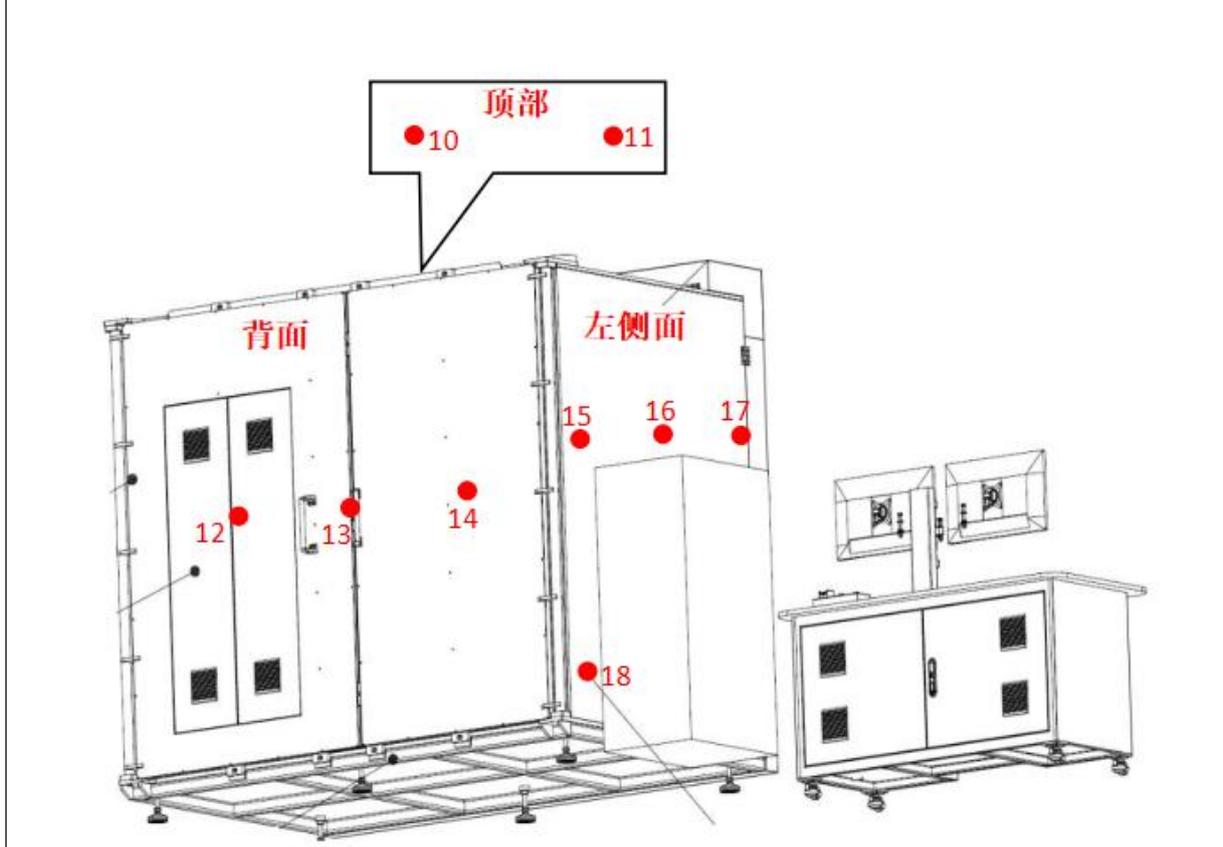


图 6-6 CT8001 型 CT 机背面、右侧面及顶部测量布点图

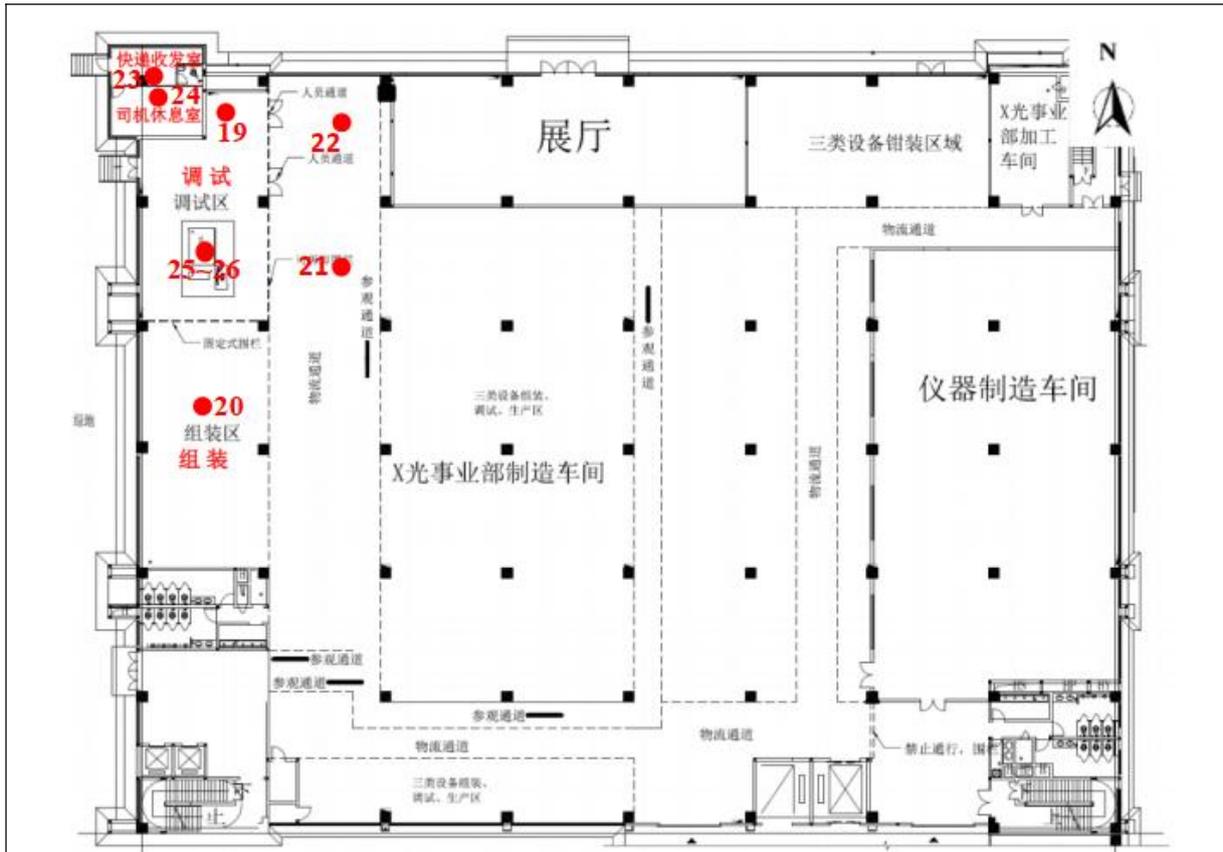


图 6-7 1号厂房一楼测量布点图

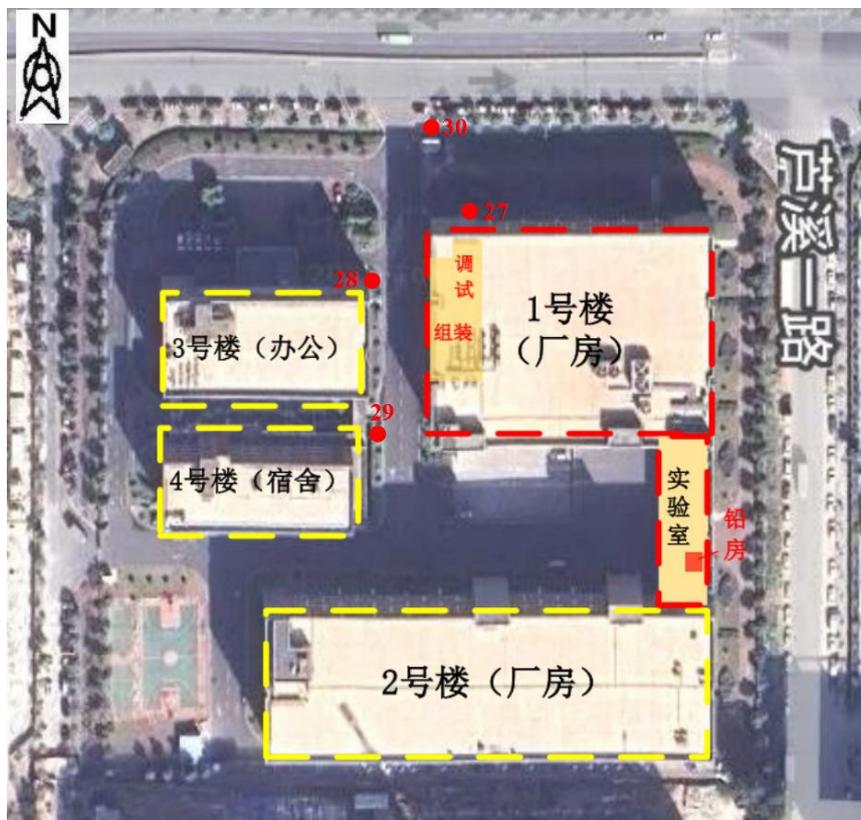


图 6-8 1号厂房周边环境测量布点图

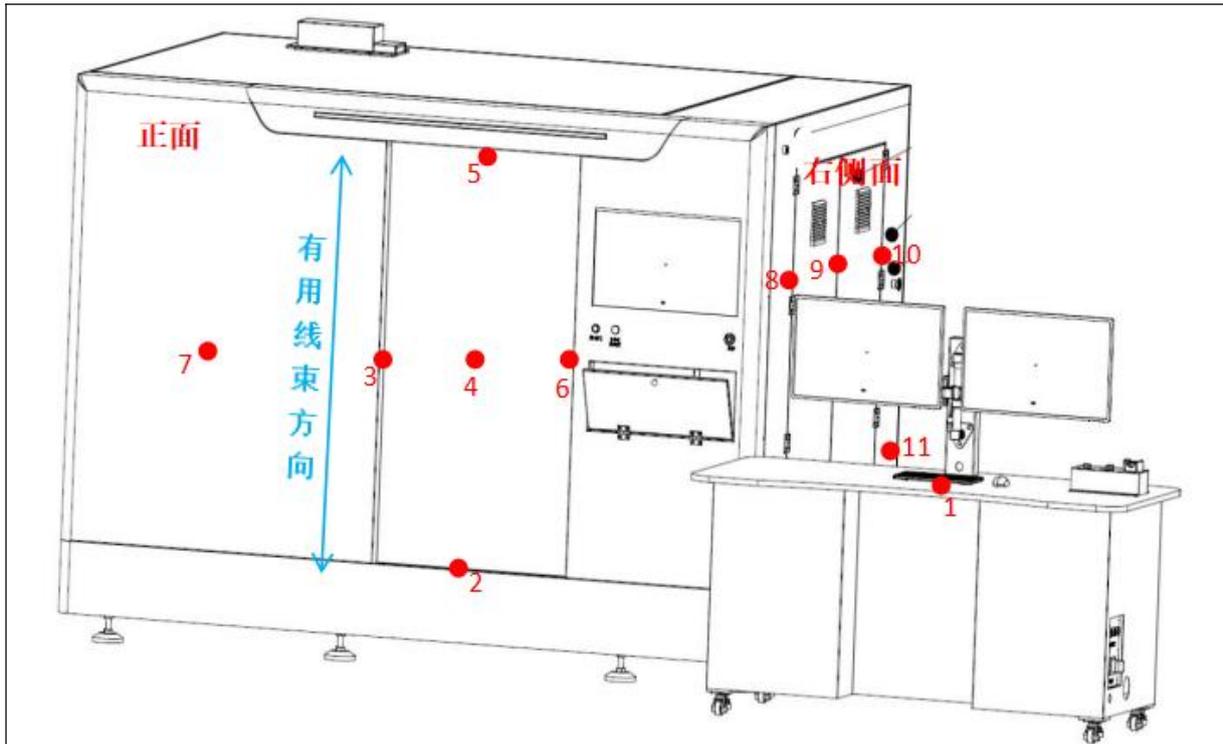


图 6-9 CT8101 型 CT 机正面及右侧面测量布点图

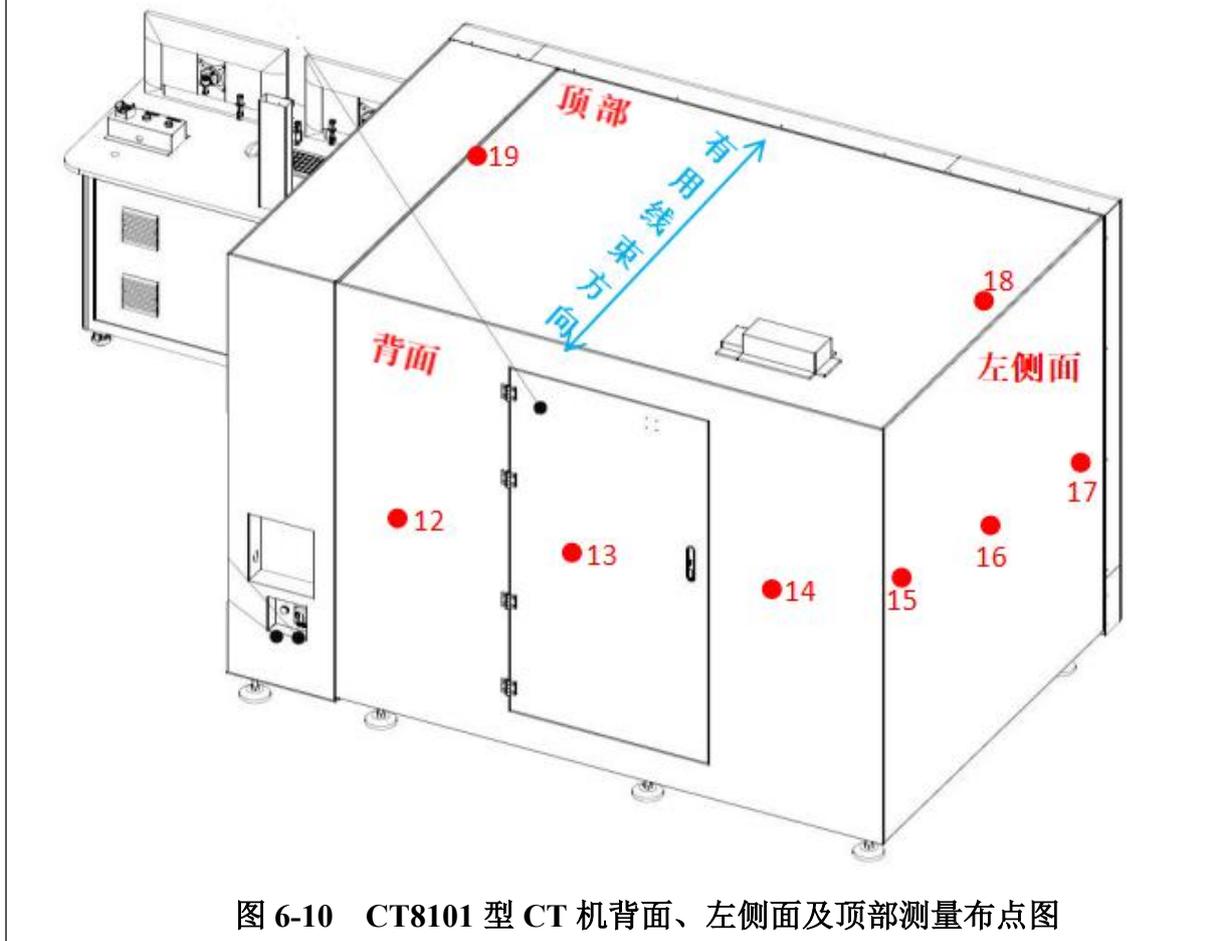


图 6-10 CT8101 型 CT 机背面、左侧面及顶部测量布点图

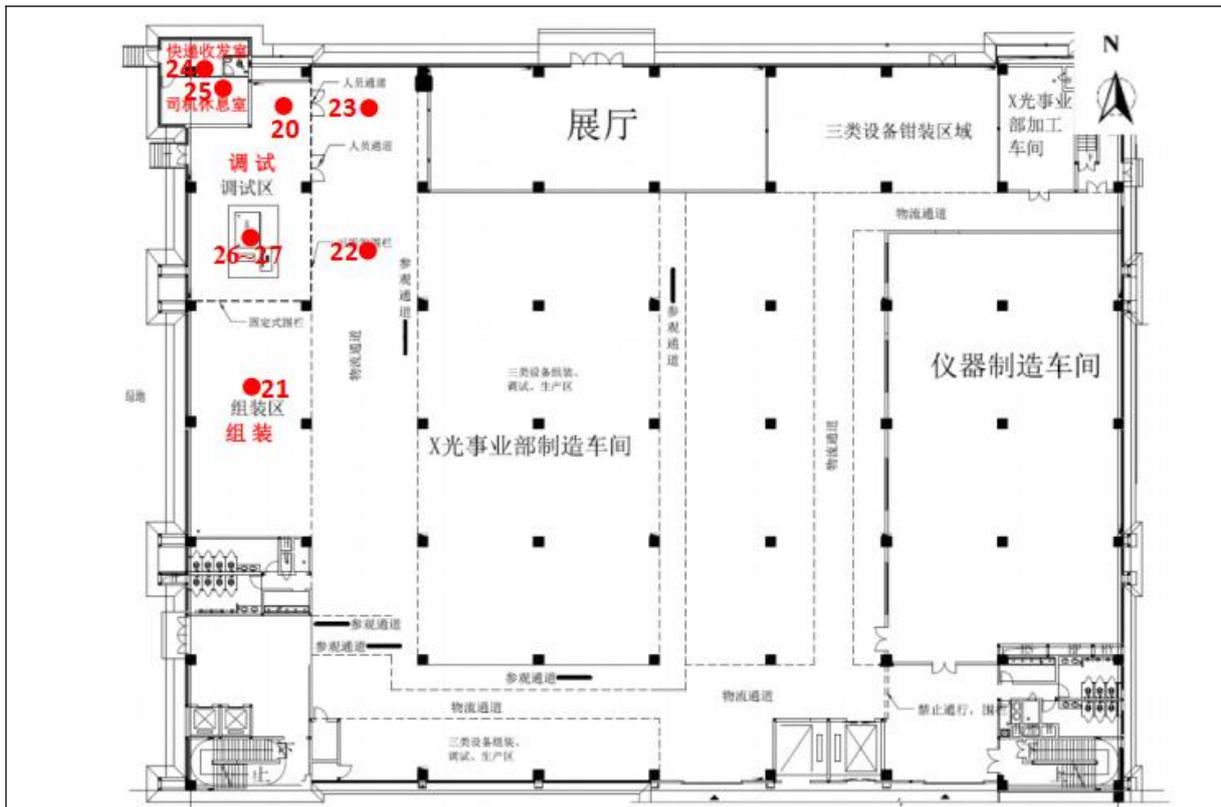


图 6-11 1号厂房一楼测量布点图

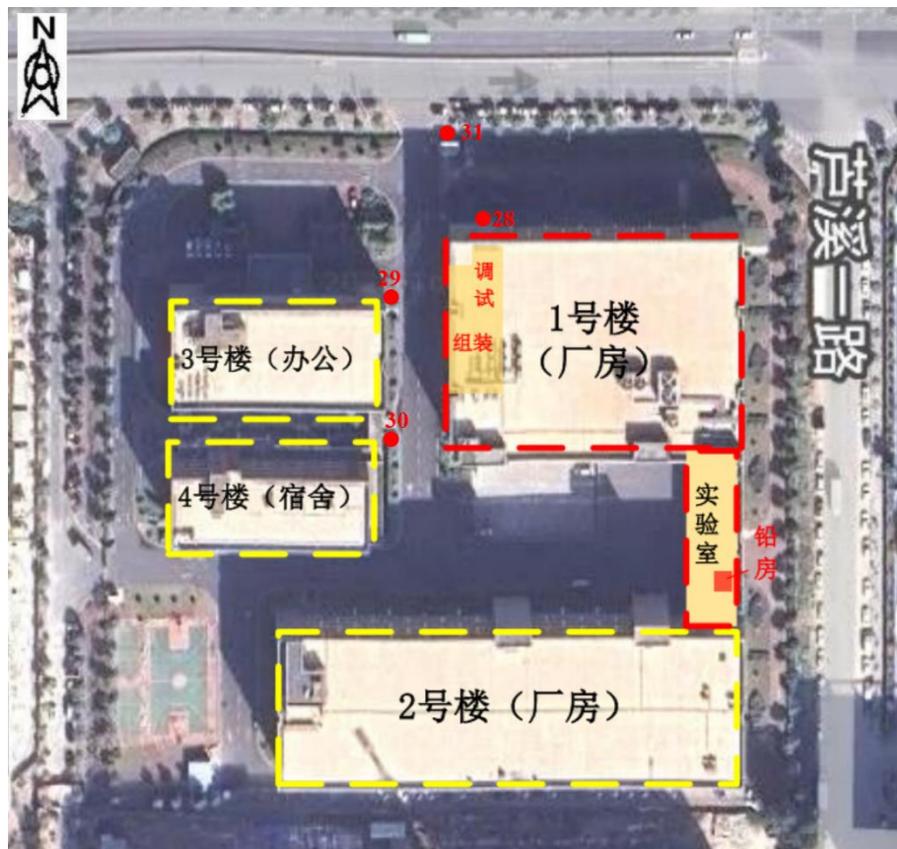


图 6-12 1号厂房周边环境测量布点图

6.3 监测仪器

本项目的验收检测因子为周围剂量当量率，检测仪器采用 X- γ 辐射剂量率仪，仪器型号为 AT1123，仪器编号为 54928，检测仪器的相关信息见表 6-1。

表 6-1 检测仪器相关信息

仪器名称	X- γ 辐射剂量率仪	仪器型号	AT1123
生产厂家	ATOMTEX	仪器编号	54928
测量范围	50nSv/h - 10Sv/h	能量响应	25keV~3MeV（保护帽）
检定单位	深圳市计量质量检测研究院		
证书编号	L2508095051		
检定日期	2025 年 06 月 03 日	有效期	1 年

6.4 监测分析方法

为验证本项目正常运行过程中对周围环境的辐射影响，对验收项目进行周围剂量当量率水平检测，并通过现场检测结果与相关技术标准、环评文件及其批复文件的要求进行对比，该项目投入运行后，确认本项目满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Svh 的限值要求。

表七 验收监测

7.1 验收监测期间工况

本次验收的 CT8001 型工业 CT 机最大管电压为 225kV，最大管电流 3mA（最大发射功率为 320W，最大管电压和最大管电流不能同时取最大值）；CT8101 型工业 CT 机最大管电压为 150kV，最大管电流 0.5mA（最大发射功率为 75W）。

我公司技术人员于 2025 年 12 月 11 日至项目现场进行验收监测。验收监测工况为：研发铅房使用 225kV 射线管出束工况为 225kV，1382 μ A；CT8001 型工业 CT 机出束调试工况为 225kV，1431 μ A；CT8101 型工业 CT 机出束调试工况为 150kV，500 μ A。

现场验收监测期间，本项目监测工况均按设备调试设定的最大管电压及对应功率条件下稳定运行；监测过程中已充分排除其他核技术利用设备可能产生的辐射干扰，所有数据均在本项目设备独立运行、周围其他射线装置处于非工作状态下获取。

7.2 验收监测结果和数据分析

研发铅房现场验收监测结果具体见表 7-1；CT8001 型工业 CT 机现场验收监测结果具体见表 7-2；CT8101 型工业 CT 机现场验收监测结果具体见表 7-3，检测报告见附件 5。

7-1 研发铅房周围剂量当量率检测结果

测点编号	测量位置	检测结果 (nSv/h)			
		装置出束时		背景值	
		平均值	标准差	平均值	标准差
1	铅房防护门左侧	130	1	129	1
2	铅房防护门下方	127	1	125	1
3	铅房防护门中部	129	1	124	2
4	铅房防护门上方	118	2	120	1
5	铅房防护门右侧	124	1	121	2
6	铅房右侧面屏蔽体外 5cm 处	114	1	111	1
7	铅房右侧面屏蔽体外 5cm 处	113	2	105	2
8	铅房右侧面屏蔽体外 5cm 处	110	2	110	2
9	铅房背面屏蔽体外 30cm 处	103	2	102	2
10	铅房背面屏蔽体外 30cm 处	105	2	103	2
11	铅房背面屏蔽体外 30cm 处	104	2	106	2
12	铅房左侧面通风管道外 30cm 处	147	1	122	1

13	铅房左侧面屏蔽体外 30cm 处	143	2	120	2
14	铅房左侧面屏蔽体外 30cm 处	138	1	120	1
15	铅房操作位	106	2	103	1
16	铅房西南墙体外 30cm 处（电房旁）	110	2	105	2
17	铅房南侧墙体外 30cm 处（吸烟区）	104	2	101	2
18	铅房南侧墙体外 30cm 处（办公室）	113	2	111	3
19	铅房东南侧电房门外 30cm 处	120	1	119	1
20	铅房上方（办公区）	102	2	101	2
21	铅房东侧墙体外 30cm 处（厂区道路）	121	2	117	2
22	铅房南侧墙体外 30cm 处（2 号厂房）	115	2	113	2
23	铅房西侧墙体外 30cm 处（装卸区）	110	1	109	2
24	铅房东侧芦溪一路旁	112	2	107	2

注：1、检测时仪器中心垂直于屏蔽体，除 2、4、12 点外，其余点均距地面 1m 高；
2、由于铅房放置于实验室右上方并紧靠右侧电房墙体，因此在测点 6~8 时，仪器探头垂直于铅房间右侧面屏蔽体外表面 5cm 处；
3、每个测点测量 10 个读数，出束状态测量值未扣除环境背景值，所有测量值均未扣除仪器对宇宙射线的响应；
4、有用线束所对的周边环境关注点检测时，不放置检测工件；非有用线束所对的周边环境关注点检测时，放置检测工件。

从表 7-1 中的现场监测数据可见，研发铅房在未出束时，屏蔽体外及周边环境关注点的周围剂量当量率为 101nSv/h~129nSv/h；在使用 225kV 射线管出束调试时，屏蔽体外周围剂量当量率为 103nSv/h~147nSv/h；周边环境关注点的周围剂量当量率为 102nSv/h~121nSv/h，基本与环境背景水平相当。

7-2 CT8001 型 CT 机周围剂量当量率检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果（nSv/h）			
		装置出束时		背景值	
		平均值	标准差	平均值	标准差
1	工业 CT 操作位	102	1	103	2
2	工业 CT 正面屏蔽体外 30cm 处（装载门左侧）	109	2	105	1
3	工业 CT 正面屏蔽体外 30cm 处（装载门中部）	118	1	108	1
4	工业 CT 正面屏蔽体外 30cm 处（装载门下方）	114	1	113	2
5	工业 CT 正面屏蔽体外 30cm 处（装载门右侧）	116	2	106	2
6	工业 CT 正面屏蔽体外 30cm 处（装载门上方）	113	2	104	1
7	工业 CT 右侧面屏蔽体外 30cm 处	152	1	128	2
8	工业 CT 右侧面屏蔽体外 30cm 处	145	2	126	2
9	工业 CT 右侧面屏蔽体外 30cm 处	149	2	125	1

10	工业 CT 顶部屏蔽体外 30cm 处	121	1	119	2
11	工业 CT 顶部屏蔽体外 30cm 处	119	2	116	2
12	工业 CT 背面屏蔽体外 30cm 处（维修门）	115	1	108	2
13	工业 CT 背面屏蔽体外 30cm 处	102	1	103	2
14	工业 CT 背面屏蔽体外 30cm 处	110	2	110	2
15	工业 CT 左侧面屏蔽体外 30cm 处	102	1	100	1
16	工业 CT 左侧面屏蔽体外 30cm 处	100	2	99	2
17	工业 CT 左侧面屏蔽体外 30cm 处	110	2	105	2
18	工业 CT 左侧面线缆口外 30cm 处	117	1	108	1
19	工业 CT 调试区	112	2	104	2
20	工业 CT 组装区	121	2	111	2
21	调试区东侧参观通道	122	2	114	2
22	调试区东侧参观通道	121	2	118	2
23	调试区北侧快递收发室	144	1	139	2
24	调试区北侧司机休息室	143	1	140	2
25	调试区上方仓库办公区	112	2	107	2
26	调试区下方停车场	121	2	120	2
27	1 号厂房北侧厂区道路	118	2	114	2
28	3 号楼东侧道路	119	1	116	1
29	4 号楼东侧道路	113	1	109	1
30	北侧门卫室旁	110	2	105	2

注：1、检测时仪器中心垂直于屏蔽体，除 4、6、18 点外，其余点均距地面 1m 高；

2、每个测点测量 10 个读数，出束状态测量值未扣除环境背景值，所有测量值均未扣除仪器对宇宙射线的响应；

3、有用线束所对的周边环境关注点检测时，不放置检测工件；非有用线束所对的周边环境关注点检测时，放置检测工件。

从表 7-2 中的现场监测数据可见，CT8001 型工业 CT 机未出束时，屏蔽体外及周边环境关注点的周围剂量当量率为 99nSv/h~140nSv/h；出束调试时，屏蔽体外周围剂量当量率为 100nSv/h~152nSv/h；周边环境关注点的周围剂量当量率为 110nSv/h~144nSv/h，基本与环境背景水平相当。

7-3 CT8101 型 CT 机周围剂量当量率检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果（nSv/h）			
		装置出束时		背景值	
		平均值	标准差	平均值	标准差

1	工业 CT 操作位	101	2	98	2
2	工业 CT 正面屏蔽体外 30cm 处（装载门下方）	105	2	103	2
3	工业 CT 正面屏蔽体外 30cm 处（装载门左侧）	108	2	102	2
4	工业 CT 正面屏蔽体外 30cm 处（装载门中部）	111	2	105	1
5	工业 CT 正面屏蔽体外 30cm 处（装载门上方）	119	1	110	2
6	工业 CT 正面屏蔽体外 30cm 处（装载门右侧）	118	2	106	2
7	工业 CT 正面屏蔽体外 30cm 处	111	1	101	2
8	工业 CT 右侧面屏蔽体外 30cm 处（维修门左侧）	123	1	115	2
9	工业 CT 右侧面屏蔽体外 30cm 处（维修门中部）	119	1	113	2
10	工业 CT 右侧面屏蔽体外 30cm 处（维修门右侧）	120	2	117	2
11	工业 CT 右侧面线缆口外 30cm 处	123	2	119	2
12	工业 CT 背面屏蔽体外 30cm 处	110	2	109	2
13	工业 CT 背面屏蔽体外 30cm 处	118	2	110	2
14	工业 CT 背面屏蔽体外 30cm 处	121	2	116	2
15	工业 CT 左侧面屏蔽体外 30cm 处	120	2	114	2
16	工业 CT 左侧面屏蔽体外 30cm 处	118	2	113	2
17	工业 CT 左侧面屏蔽体外 30cm 处	111	2	111	2
18	工业 CT 顶部屏蔽体外 30cm 处	121	1	118	1
19	工业 CT 顶部屏蔽体外 30cm 处	117	2	110	1
20	工业 CT 调试区	112	2	104	2
21	工业 CT 组装区	117	1	111	2
22	调试区东侧参观通道	121	1	114	2
23	调试区东侧参观通道	119	2	118	2
24	调试区北侧快递收发室	142	2	139	2
25	调试区北侧司机休息室	141	2	140	2
26	调试区上方仓库办公区	111	1	107	2
27	调试区下方停车场	122	1	120	2
28	1 号厂房北侧厂区道路	115	2	114	2
29	3 号楼东侧道路	120	2	116	1
30	4 号楼东侧道路	116	2	109	1
31	北侧门卫室旁	110	2	105	2

注：1、检测时仪器中心垂直于屏蔽体，除 2、5、11 点外，其余点均距地面 1m 高；

2、每个测点测量 10 个读数，出束状态测量值未扣除环境背景值，所有测量值均未扣除仪器对宇宙射线的响应；

3、有用线束所对的周边环境关注点检测时，不放置检测工件；非有用线束所对的周边环境关注点检测时，放置检测工件。

从表 7-3 中的现场监测数据可见，CT8101 型工业 CT 机未出束时，屏蔽体外及周边环境关注点的周围剂量当量率为 101nSv/h~140nSv/h；出束调试时，屏蔽体外周围剂量当量率为 105nSv/h~123nSv/h；周边环境关注点的周围剂量当量率为 110nSv/h~142nSv/h，基本与环境背景水平相当。

综上，研发铅房及两种型号工业 CT 机在出束调试时，周围剂量率均低于 2.5 μ Sv/h，满足根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)确定的屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h 的限值要求；同时也满足建设单位生产阶段设定的工业 CT 机屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率不超过 1 μ Sv/h 的要求。

本项目生产调试时所引起周围环境关注点的周围剂量率的变化在标准要求范围以内，验收监测结果与环评结论相符，且满足相关的技术标准要求。

7.3 人员受照剂量分析

7.3.1 辐射工作人员受照剂量理论估算

本项目仅统计辐射工作人员的工作负荷，组装、销售、配送等环节不涉及 X 射线出束，不受辐射的影响，不纳入工作负荷统计。各工作阶段的设备出束时间及人员受照情况具体如下：

(1) 研发阶段：本项目生产、销售、使用的工业 CT 只会在初始样机生产时进行研发，一台样机研发时长约 8 周，两种工业 CT 样机研发共 16 周，每周仅对一台设备进行测试，每台设备测试过程出束时间约为 10h/周，每台设备研发过程出束时间约为 80h/年，合计研发工作时长约 160h/年。

(2) 厂内调试阶段：预计 CT8001 和 CT8101 型工业 CT 的年最大生产量为 72 台/年，每个型号的设备分别 36 台/年。每台设备厂内调试出束总时间约 4h，全年出束时间为 288h，按每年工作时间约 50 周，周出束时间约 5.76h/周。

(3) 安装、测试和培训阶段：工作人员在客户辐射工作场所对设备进行安装、测试和培训，预计设备年最大销售量 72 台(每种 36 台)，每台设备安装、测试和培训阶段出束时间约为 2h，全年出束时间约 144h，平均周出束时间约 2.88h/周。

(4) 售后维护阶段：根据建设单位预估，在项目运营稳定后，需要进行维修后出束测试的设备一年不超过 50 台，每次出束不超过 1h，预计设备维修出束时长 50h/年，平均 1h/周。

在进行辐射工作人员个人年受照剂量估算时，选取各阶段辐射工作人员在出束调试过程中现场检测贡献值最大处进行辐射工作人员个人年受照剂量估算，具体的计算参数及结果详见表 7-4。

表 7-4 辐射工作人员年有效受照剂量估算的相关技术参数及结果

阶段	居留性质	贡献值, nSv/h	受照时间		有效剂量, mSv/a	合计 (mSv/a)
			计算时间 h	居留因子		
研发	全居留	25	160	1	4.0×10^{-3}	0.0127
厂内调试 (CT8001)	全居留	24	144	1	3.5×10^{-3}	
厂内调试 (CT8101)	全居留	12	144	1	1.7×10^{-3}	
客户单位安装、测试、培训和售后维护 (CT8001)	全居留	24	97	1	2.3×10^{-3}	
客户单位安装、测试、培训和售后维护 (CT8101)	全居留	12	97	1	1.2×10^{-3}	

注：表中的贡献值以贡献值最大的点位，出束状态测量值减去环境背景值得出贡献值。

综上所述，辐射工作人员同时负责工业 CT 机的研发、调试、客户单位安装、调试、培训和售后维护阶段的年受照有效剂量最大不超过 0.0127mSv，低于本次验收确定的辐射工作人员的职业年照射剂量约束值（不超过 5mSv/a）。

7.4 公众受照剂量估算

验收项目周边环境保护目标与环评阶段基本一致，根据研发、调试、客户单位安装、测试、培训和售后维护阶段的年最大出束时间：调试区周边环境公众年受照时长取每台设备调试（144h/年）、客户单位安装、测试、培训和售后维护阶段（97h/年）的年出束时间总和，为 241h；研发铅房周边环境公众年受照时长取设备研发阶段 160h/年，估算公众年受照剂量时，取工业 CT 机在出束调试过程中现场检测贡献值最大处进行公众的受照剂量估算，具体的计算参数及结果详见表 7-5。

表 7-5 公众受照剂量估算的相关技术参数及结果

序号	场所名称		贡献值 nSv/h	受照时间		有效剂量 mSv/a	合计 mSv/a	
				计算时间 h	居留因子			
1	组装区	CT8001	8	241	1/4	4.8×10^{-4}	8.4×10^{-4}	
		CT8101	6	241	1/4	3.6×10^{-4}		
2	调试区	3号办公楼	CT8001	3	241	1	7.2×10^{-4}	1.7×10^{-3}
			CT8101	4	241	1	9.6×10^{-4}	
3		司机休息室	CT8001	3	241	1/4	1.8×10^{-4}	2.4×10^{-4}
			CT8101	1	241	1/4	6.0×10^{-5}	
4		快递收发室	CT8001	5	241	1	1.2×10^{-3}	1.9×10^{-3}

			CT8101	3	241	1	7.2×10^{-4}	
5		仓库办公区	CT8001	5	241	1/4	3.0×10^{-4}	5.4×10^{-4}
			CT8101	4	241	1/4	2.4×10^{-4}	
6		停车场	CT8001	1	241	1/4	6.0×10^{-5}	1.8×10^{-4}
			CT8101	2	241	1/4	1.2×10^{-4}	
7		厂区道路		4	160	1/4	1.6×10^{-4}	
8		芦溪一路		5	160	1/4	2.0×10^{-4}	
9		吸烟区		3	160	1/4	1.2×10^{-4}	
10	研发铅房	办公室		2	160	1	3.2×10^{-4}	
11		2号厂房		2	160	1	3.2×10^{-4}	
12		装卸区、停车场		1	160	1/4	4.0×10^{-5}	
13		办公区（上方）		1	160	1	1.6×10^{-4}	

由表 7-3 可见，公众的年受照有效剂量最大不超过 $1.9 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，低于本次验收确定的公众的个人年有效剂量约束值（不超过 0.25mSv/a ）。

表八 验收监测结论

8.1 验收内容

本次验收内容为广东正业科技股份有限公司，在建设单位厂区连廊楼一层 X 射线无损检测重点实验室原已许可的铅房进行升级改造,在厂区 1 号厂房一层设置射线装置组装、调试场所；在铅房、组装场所、调试场所依次开展 CT8001 型和 CT8101 型工业 CT 装置的研发、组装、调试活动：①CT8001 型工业 CT 装置，最大管电压 225 千伏，最大管电流 3 毫安；②CT8101 型工业 CT 装置，最大管电压 150 千伏，最大管电流 0.5 毫安，年最大生产、销售、使用量均为 36 台。装置均自带屏蔽体，属 II 类射线装置，用于锂电池、半导体、集成电路、铝、铜等铸件等无损检测。

8.2 辐射环境监测结果分析

受建设单位委托，2025 年 12 月 11 日广州乐邦环境科技有限公司对本次验收项目进行验收监测。现场监测时运行工况如下：

研发铅房 225kV，1382 μ A；

CT8001 型工业 CT 机 225kV，1431 μ A；

CT8101 型工业 CT 机 150kV，管电流 500 μ A。

从现场监测数据可见，研发铅房在使用 225kV 射线管出束调试时，其屏蔽体外及操作位处周围剂量当量率为 103nSv/h~147nSv/h；周边环境关注点的周围剂量当量率为 102nSv/h~121nSv/h；CT8001 型工业 CT 机出束调试时，其屏蔽体外及操作位处周围剂量当量率为 100nSv/h~152nSv/h；周边环境关注点的周围剂量当量率为 110nSv/h~144nSv/h；CT8101 型工业 CT 机出束调试时，其屏蔽体外及操作位处周围剂量当量率为 105nSv/h~123nSv/h；周边环境关注点的周围剂量当量率为 110nSv/h~142nSv/h。均低于 2.5 μ Sv/h，满足根据《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)确定的屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h 的限值要求；同时也满足建设单位生产阶段设定的工业 CT 机屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率不超过 1 μ Sv/h 的要求。

通过进一步对验收项目周围环境中辐射工作人员和公众受照剂量的估算，负责工业 CT 机的研发、调试、客户单位安装、测试、培训和售后维护阶段的辐射工作人员

年受照有效剂量最大不超过 0.0127mSv，低于本次验收确定的辐射工作人员的职业年照射剂量约束值（不超过 5mSv/a）；而公众的年受照有效剂量不超过 1.9×10^{-3} mSv，低于本次验收确定的公众的个人年有效剂量约束值（不超过 0.25mSv/a）。

8.3 环境管理检查

通过现场调查分析，本验收项目符合环评文件论证，该项目生产的 CT8001 型和 CT8101 型工业 CT 装置自带屏蔽体，充分考虑周围场所的人员防护与安全，并落实了相应的各项辐射安全设施和个人防护措施；同时，调试机房落实了相应的辐射安全与防护设施，并充分考虑了周围场所的人员防护安全，落实了相应的个人防护措施。该验收项目实际运营过程中满足环境影响评价报告表提出各项要求，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）等法规标准中的相关防护设施的技术要求。

建设单位按照环评文件和环评批复对辐射安全管理方面的要求，设置了辐射安全与环境管理机构，制定了相应的辐射安全管理规章制度和辐射监测计划，落实了辐射工作人员的培训和个人剂量监测制度等环评要求。

8.4 结论

本次验收的广东正业科技股份有限公司生产销售使用工业 CT 机项目落实了工程设计、环境影响评价及批复文件对环境项目的环境保护要求，符合国家环保相关标准，建议该项目通过竣工环境保护验收。

8.5 承诺落实的辐射安全与防护措施

针对该项目实际情况，建设单位承诺将落实以下的辐射安全与防护措施：

1. 严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《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》的相关要求，落实辐射工作人员的辐射安全培训工作。培训有效期满前，或者有新辐射工作人员上岗前，做好重新培训及考核的工作安排。

2. 严格执行辐射监测计划，使用辐射监测仪做好辐射工作场所的常规辐射水平自行检测，确认其辐射水平处在合理的正常水平范围内，并将巡测应记录存档。

3. 每年委托有相关资质的第三方辐射监测机构对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，定期按时上报生态环境部门。