

肇庆兆阳装备技术有限公司生产（含出束
调试）在线 X 射线检测装置项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位:

肇庆兆阳装备技术有限公司（盖章）

编制单位:

广州乐邦环境科技有限公司（盖章）

2025 年 10 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 裴瑶

建设单位	肇庆兆阳装备技术有限公司 (盖章)	编制单位	广州东邦环境科技有限公司 (盖章)
电话		电话	020-36298507
传真	/	传真	/
邮编	526071	邮编	511496
地址	肇庆市鼎湖区永安镇科技二路肇 庆新区电子信息产业园 B1 栋 1 层	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	25
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	61
表五	验收监测质量保证及质量控制	63
表六	验收监测内容	65
表七	验收监测	71
表八	验收监测结论	78
附件 1	环评批复文件	80
附件 2	辐射安全许可证	84
附件 3	卡尔蔡司（上海）管理有限公司辐射安全许可证	89
附件 4	辐射安全管理相关制度	107
附件 5	辐射安全与防护培训合格证	126
附件 6	L12161-07（LB122-01）型 X 射线源检测报告	129
附件 7	MXR-225MF 型 X 射线源检测报告	132
附件 8	检测报告	135

表一 项目基本情况

建设项目名称		肇庆兆阳装备技术有限公司生产（含出束调试）在线 X 射线检测装置项目				
建设单位名称		肇庆兆阳装备技术有限公司				
建设项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建				
建设地点		肇庆市鼎湖区永安镇科技二路肇庆新区电子信息产业园 B1 栋 1 层				
源项		放射源		/		
		非密封放射性物质		/		
		射线装置		生产（含出束调试）2 种型号 X 射线检测装置		
建设项目环评批复时间		2025 年 6 月 11 日	开工建设时间		2025 年 6 月	
取得辐射安全许可证时间		2025 年 8 月 18 日	项目投入运行时间		2025 年 8 月 20 日	
辐射安全与防护设施投入运行时间		2025 年 8 月 20 日	验收现场监测时间		2025 年 09 月 22 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		广州乐邦环境科技有限公司	
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）	850	辐射安全与防护设施投资总概算		100	比例	11.76%
实际总概算（万元）	860	辐射安全与防护设施实际总概算		110	比例	12.79%
验收依据	1.建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度 （1）《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行） （2）《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行） （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） （4）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（根据 2021					

	<p>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文件文件的决定》第四次修正)</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 449 号令, 2005 年 12 月 1 日施行; 2019 年 3 月 2 日国务院第 709 号令修改)</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令 18 号 2011 年 5 月 1 日施行)</p> <p>(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)</p> <p>(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)</p> <p>(9) 《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)</p> <p>(10) 《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)</p> <p>2.建设项目竣工环境保护验收技术规范</p> <p>(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)</p> <p>(2) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021, 2021-05-01 实施)</p> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021, 2021-05-01 实施)</p> <p>(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)</p> <p>(5) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021, 2021-8-1 日实施)</p> <p>(6) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022, 2023 年 3 月 1 日实施)</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) 《肇庆兆阳装备技术有限公司生产（含出束调试）在线 X 射线检测装置项目环境影响报告表》（报告编号：LBHJ-2025-DLHP003，编制单位：广州乐邦环境科技有限公司）</p> <p>(2) 《广东省生态环境厅关于肇庆兆阳装备技术有限公司生产在线 X 射线检测装置项目环境影响报告表的批复》（批复文号：粤环审【2025】90 号，2025 年 6 月 11 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) 审管部门批复</p> <p>四、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> <p>根据《广东省生态环境厅关于肇庆兆阳装备技术有限公司生产在线 X 射线检测装置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 2.5μSv/h。</p>

	<p>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 2.5μSv/h。</p>
--	---

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

肇庆兆阳装备技术有限公司（以下简称建设单位）是深圳吉阳智能科技有限公司的全资子公司，成立于 2021 年，注册资本为 1.5 亿元，计划总投资 25 亿元，总用地面积 320 亩。目前，建设单位尚处于建设阶段，未来，建设单位拟生产制片激光切割机、卷绕一体机、叠片一体机、方形动力电池组装智能线、新能源动力电池制造关键核心装备等。

随着新能源时代的到来，锂电池的大量生产，锂电池生产单位急需一种在线式的高效率的电池无损检测手段。为增强核心竞争力、响应市场需求，建设单位和卡尔蔡司（上海）管理有限公司进行了深度合作，开展在线 X 射线检测装置（以下简称“射线装置”）的生产和销售，具体如下：

（1）设计阶段：卡尔蔡司（上海）管理有限公司提供成熟的射线装置的设计方案；

（2）生产阶段：建设单位进行射线装置的生产（含出束调试）；卡尔蔡司（上海）管理有限公司不参与。

（3）销售阶段：卡尔蔡司（上海）管理有限公司进行射线装置的销售，建设单位不参与销售；建设单位进行射线装置在使用单位的安装（只负责设备安装，不进行出束操作）；卡尔蔡司（上海）管理有限公司进行射线装置的出束调试和售后使用培训，建设单位不参与出束调试和售后使用培训；

（4）售后维护：卡尔蔡司（上海）管理有限公司进行射线装置的售后维护，建设单位不参与。

（5）售后维修：①现场维修：卡尔蔡司（上海）管理有限公司负责使用单位的现场维修，建设单位不参与；②返厂维修：建设单位负责射线装置的返厂维修（含出束调试），卡尔蔡司（上海）管理有限公司不参与。

目前，卡尔蔡司（上海）管理有限公司已经持有辐射安全许可证（见附件 3），许可的种类和范围为销售、使用 II 类、III 类射线装置。

建设单位生产射线装置所需的零部件，部分零部件（如 X 射线源、探测器等）由

卡尔蔡司（上海）管理有限公司提供，不涉及采购；部分零部件（如循环传送系统、屏蔽体等）由建设单位向第三方采购获得。

2.1.2 项目建设内容和规模

建设单位在广东省肇庆市鼎湖区科技二路和新安大道交汇处北侧的肇庆兆阳装备技术有限公司 1 栋厂房首层南侧，开展在线 X 射线检测装置的生产（含出束调试）和返厂维修（含出束调试）。

2025 年，建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司编制了《肇庆兆阳装备技术有限公司生产在线 X 射线检测装置项目环境影响报告表》（报告编号：LBHJ-2025-DLHP003），该报告表于 2025 年 6 月 11 日经广东省生态环境厅批复，批文号为粤环审[2025]90 号，详见附件 1。报告评价的主要内容为：①开展卡尔蔡司(上海)管理有限公司射线装置产品代加工生产活动。在公司厂区 1 栋厂房首层南侧设置装配测试区，并建设物理隔断，在装配测试区外围配套设置一般物料区、部装作业区、成品区等场所，按照卡尔蔡司(上海)管理有限公司设计方案和要求以及提供的 X 射线源、探测器等主要部件，在装配测试区进行 2 种型号 X 射线装置的装配调试生产活动，每次调试限 1 台射线装置。本项目生产的 X 射线装置分别按照卡尔蔡司(上海)管理有限公司的 SPRK CO100 型、SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置设计方案实施，均用于卷绕电池内部对齐度和异物的无损检测。SPRK CO100 型在线 X 射线监测装置内含 6 个定向射线源，最大管电压均为 150 千伏，最大管电流均为 0.5 毫安；SPRK CP100 型 X 射线装置内含 12 个定向射线源,其中 8 个 X 射线源的最大管电压为 225 千伏，最大管电流为 0.89 毫安；其余 4 个 X 射线源的最大管电压为 150 千伏，最大管电流为 0.5 毫安。以上 2 种型号 X 射线装置均自带屏蔽体，均属Ⅱ类射线装置；②开展以上在线 X 射线监测装置的返厂维修活动，该 2 种型号装置年最大生产均为 6 台，年最大返厂维修量均为 2 台，其用户端安装调试、培训和售后维护活动均由卡尔蔡司(上海)管理有限公司负责。

建设单位取得批复后，开始筹备项目，配备相应的辐射防护用品，并组织辐射工作人员参加了辐射安全与防护培训考核。

在各项安全措施准备就绪后，建设单位于 2025 年 7 月向广东省生态环境厅申请辐射安全许可证，并于 2025 年 8 月 18 日取得辐射安全许可证，证书编号为粤环辐证[05250]，许可的种类和范围为生产、使用Ⅱ类射线装置（见附件 4）。

2025 年 9 月，建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司对该项目进行竣工环境保护验收监测，组织实施自主验收工作。

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肇庆市鼎湖区科技二路和新安大道交汇处北侧，建设单位 1 栋厂房首层南侧，地理位置见图 2-1。

本项目的工作场所主要包括一般物料区、部装作业区、装配测试区和成品区。（1）一般物料区：用于存放生产射线装置的硬件零部件（不含 X 射线源和屏蔽体），以及生产所用工具。（2）部装作业区：不涉及辐射的硬件零部件的初步组装（如：上料和下料机械手的初步组装）。（3）装配测试区：用于存放 X 射线源和屏蔽体，射线装置的装配和调试场所。（4）成品区：生产调试合格且包装完毕的成品库存区。本项目工作场所的平面布局图见图 2-2。由于射线装置只有在出束时才会产生辐射影响。本项目的射线装置，只会在装配测试区进行出束操作。因此本项目对环境的辐射影响主要来源于装配测试区。

装配测试区位于建设单位厂区内的 1 栋厂房首层南侧。东南侧约 46m 处和南侧约 67m 处为门卫室；西南侧约 51m 处、西侧约 109m 处为远期规划厂房；西北侧约 96m 处为 2 栋厂房；装配测试区（厂区外）东南侧约 54m 处为科技二路，东南侧约 92m 处为广东北理华创新新能源汽车技术有限公司和广东佳饰家新材料有限公司，装配测试区评价范围示意图见图 2-3。

建设单位厂区内的 1 栋厂房为 3 层独立建筑，无地下层，本项目位于 1 栋厂房首层南侧。装配测试区东侧约 35m 处为设备间，西南侧约 4m 处为接待室，西北侧约 3m 处为线边仓，西北侧约 11m 处为总装区，西北侧约 24m 处为设备间，西北侧约 29m 处为办公室，东北侧约 19m 处为总装区，楼上为物料存储区和通道。建设单位 1 栋厂房首层西南侧平面布局图见图 1-5，建设单位 1 栋厂房二层西南侧平面布局图见图 2-4、建设单位 1 栋厂房二层西南侧平面布局图见图 2-5。

通过现场调查并与环评文件对照，本次验收项目实际工作场所、验收范围与环评一致。



图 2-1 验收项目地理位置图

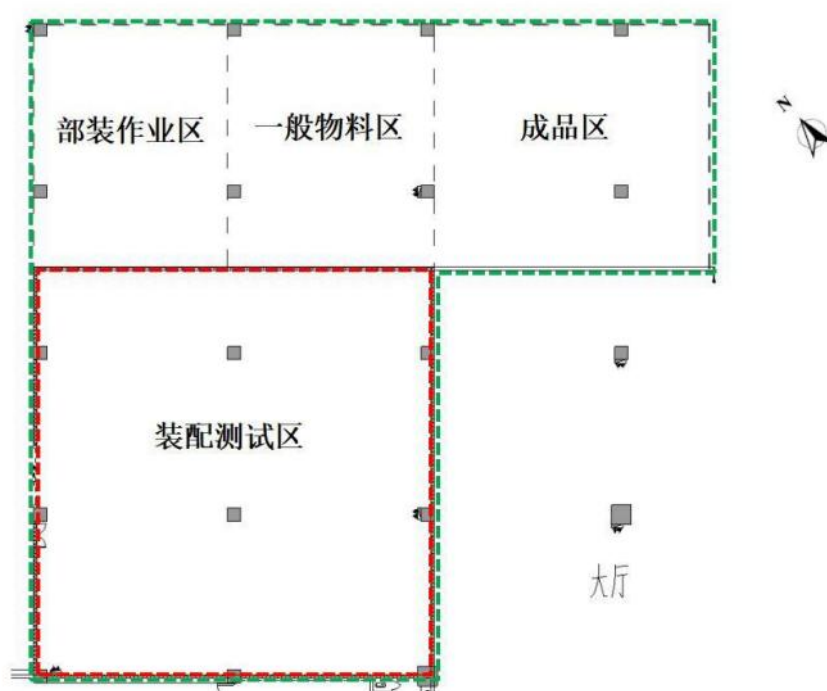


图 2-2 本项目工作场所的平面布局（绿色线框为本项目范围）

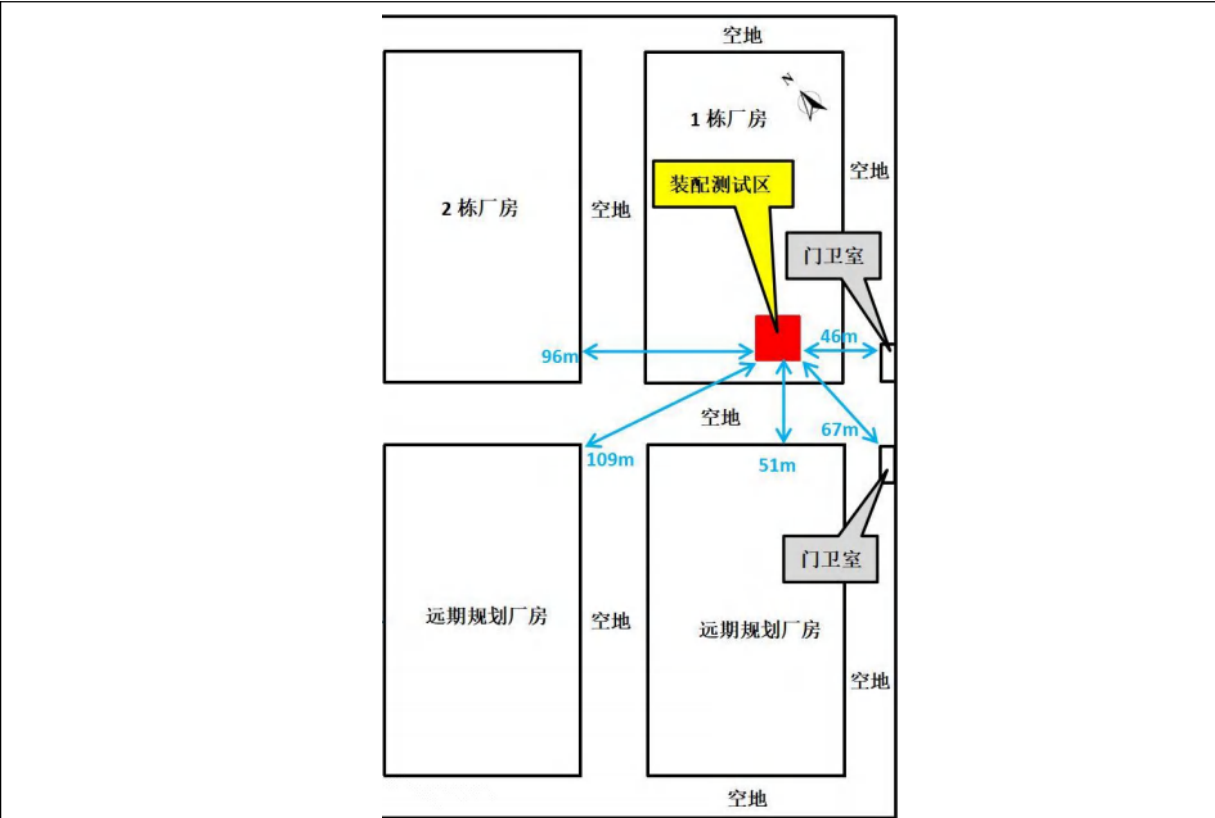


图 2-3 验收项目建设地点及周围环境分布图

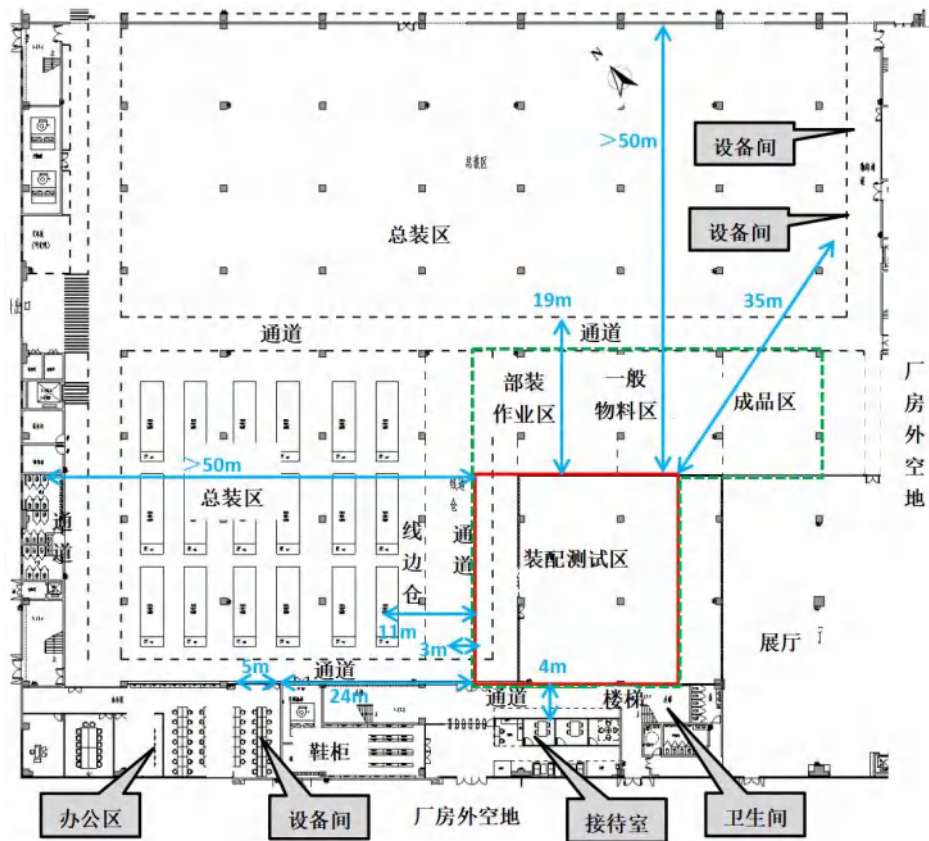


图 2-4 建设单位 1 栋厂房首层西南侧平面布局图（绿色虚线框为本项目范围）

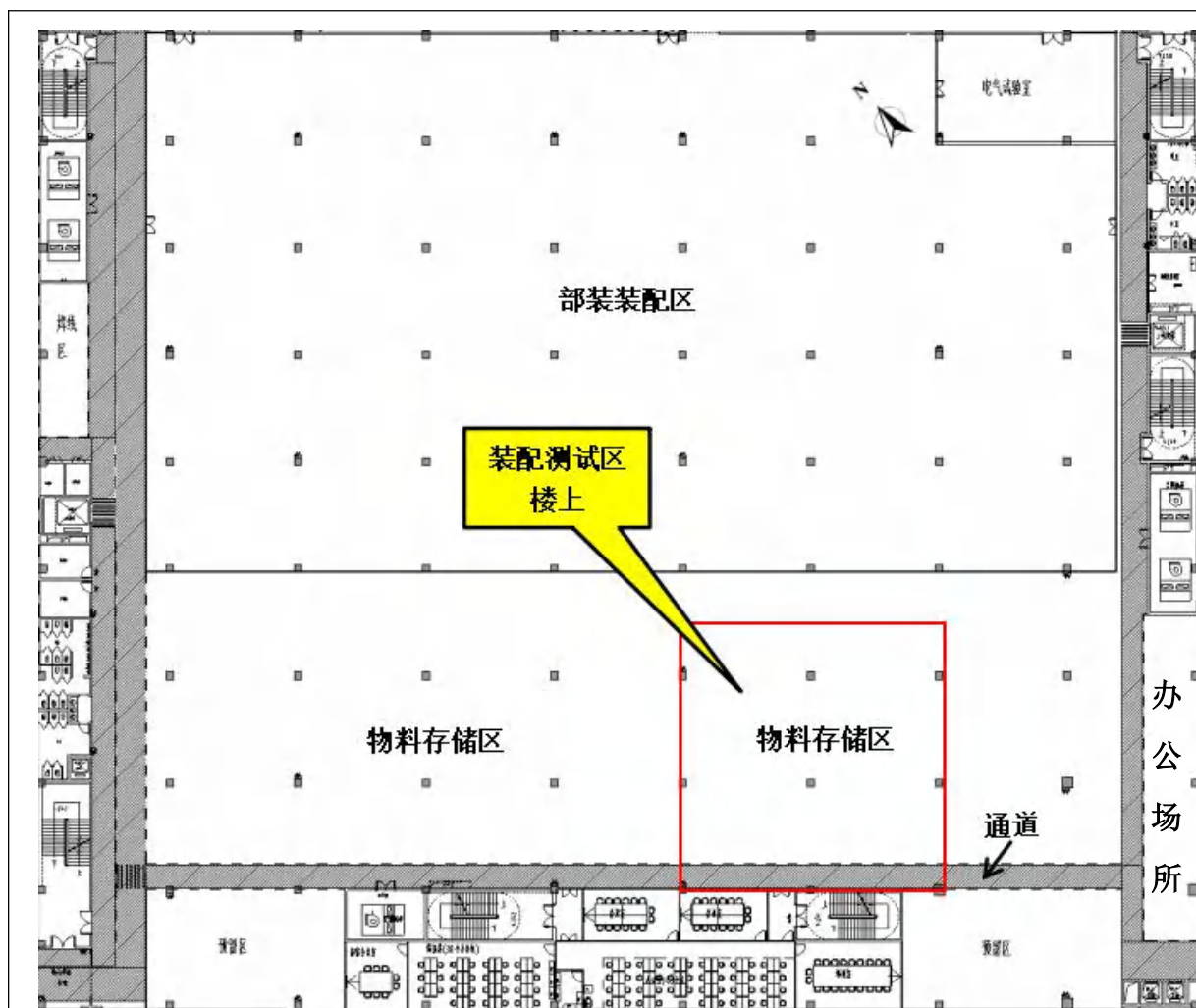


图 2-5 建设单位 1 栋厂房二层西南侧平面布局图



装配测试 1 区



装配测试 2 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，主要为建设单位射线装置操作人员，建设单位范围内的活动人员等，具体见表 2-1。

表 2-1 周围环境保护目标一览表

地点		方向	人员类别	最近距离	居留情况	人数	保护要求
1 栋	首层装配测试区	/	辐射工	/	全居留	6 人	辐射工作人员剂量

厂房	首层部装作业区	东北侧	作人员	紧邻	部分居留		约束值 100 μ Sv/周 5mSv/年
	首层一般物料区	东北侧		紧邻	偶然居留		
	首层成品区	东侧		紧邻	偶然居留		
	首层展厅	东南侧	公众	紧邻	偶然居留	约 2 人	公众剂量约束值 5 μ Sv/周 0.25mSv/年
	首层接待室	西南侧		4m	部分居留	约 2 人	
	首层办公区	西北侧		29m	全居留	约 25 人	
	首层总装区	西北侧		11m	全居留	约 10 人	
	二层物料存储区	楼上		紧邻	全居留	约 3 人	
	其余场所	周围		紧邻	全居留	约 15 人	
	门卫室	东南侧		46m	全居留	约 1 人	

*注：保守预测，1 栋厂房其余场所（门卫室）的人员居留情况选取全居留。

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 2-2。

表 2-2 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>开展卡尔蔡司(上海)管理有限公司射线装置产品代加工生产活动。在公司厂区 1 栋厂房首层南侧设置装配测试区，并建设物理隔断，在装配测试区外围配套设置一般物料区、部装作业区、成品区等场所；按照卡尔蔡司(上海)管理有限公司设计方案和要求以及提供的 X 射线源、探测器等主要部件，在装配测试区进行 2 种型号 X 射线装置的装配调试生产活动，每次调试限 1 台射线装置。</p> <p>本项目生产的 X 射线装置分别按照卡尔蔡司(上海)管理有限公司的 SPRKCO100 型、SPRKCP100 型在线 X 射线检测装置设计方案实施，均用于卷绕电池内部对齐度和异物的无损检测。SPRKCO100 型在线 X 射线监测装置内含 6 个定向射线源，最大管电压均为 150 千伏，最大管电流均为 0.5 毫安；SPRK CP100 型 X 射线装置内含 12 个定向射线源，其中 8 个 X 射线源的最大管电压为 225 千伏，最大管电流为 0.89 毫安；其余 4 个 X 射线源的最大管电压为 150 千伏，最大管电流为 0.5 毫安。以上 2 种型号 X 射线装置均自带屏蔽体，均属 II 类射线装置。</p> <p>开展以上在线 X 射线监测装置的返厂维修活动，该 2 种型号装置年最大生产均为 6 台，年最大返厂维修量均为 2 台，其用户端安装调</p>	<p>开展卡尔蔡司(上海)管理有限公司射线装置产品代加工生产活动。在公司厂区 1 栋厂房首层南侧设置了装配测试区，在装配测试区外围配套设置一般物料区、部装作业区、成品区等场所；并按照卡尔蔡司(上海)管理有限公司设计方案和要求以及提供的 X 射线源、探测器等主要部件，在装配测试区进行 2 种型号 X 射线装置的装配调试生产活动，每次调试限 1 台射线装置。</p> <p>本项目生产的 X 射线装置分别按照卡尔蔡司(上海)管理有限公司的 SPRKCO100 型、SPRKCP100 型在线 X 射线检测装置设计方案实施，均用于卷绕电池内部对齐度和异物的无损检测。SPRKCO100 型在线 X 射线监测装置内含 6 个定向射线源，最大管电压均为 150 千伏，最大管电流均为 0.5 毫安。SPRK CP100 型 X 射线装置内含 12 个定向射线源，其中 8 个 X 射线源的最大管电压为 225 千伏，最大管电流为 0.89 毫安；其余 4 个 X 射线源的最大管电压为 150 千伏，最大管电流为 0.5 毫安。以上 2 种型号 X 射线装置均自带屏蔽体，均属 II 类射线装置。</p> <p>开展以上在线 X 射线监测装置的返厂维修活动，该 2 种型号装置年最大生产均为 6</p>

试、培训和售后维护活动均由卡尔蔡司(上海)管理有限公司负责。	台, 年最大返厂维修量均为 2 台, 其用户端安装调试、培训和售后维护活动均由卡尔蔡司(上海)管理有限公司负责。
--------------------------------	--

由上表可知, 本次验收项目为卡尔蔡司(上海)管理有限公司射线装置产品代加工生产活动, 其工作场所、生产设备型号、技术参数以及返厂维修数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

本次验收 2 种型号的在线 X 射线检测装置, 其各项技术参数与环评一致, 具体内容见表 2-3。

表 2-3 验收的在线 X 射线检测装置项目与环评阶段设计的主要技术参数对照表

名称	类别	型号	年销售量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作场所	用途	备注
在线 X 射线检测装置	II	SPRK CO100	6 台	每台含 6 个 X 射线源, 最大管电压均为 150kV 最大管电流均为 0.5mA		装配测试区	卷绕电池内部对齐度的无损检测	环评设计
在线 X 射线检测装置	II	SPRK CP100	6 台	每台含 12 个 X 射线源, 其中 8 个 X 射线源的最大管电压为 225kV, 最大管电流为 0.89mA; 其余 4 个 X 射线源的最大管电压为 150kV, 最大管电流为 0.5mA		装配测试区	卷绕电池内部对齐度的无损检测	
在线 X 射线检测装置	II	SPRK CO100	6 台	每台含 6 个 X 射线源, 最大管电压均为 150kV 最大管电流均为 0.5mA		装配测试区	卷绕电池内部对齐度的无损检测	验收情况
在线 X 射线检测装置	II	SPRK CP100	6 台	每台含 12 个 X 射线源, 其中 8 个 X 射线源的最大管电压为 225kV, 最大管电流为 0.89mA; 其余 4 个 X 射线源的最大管电压为 150kV, 最大管电流为 0.5mA		装配测试区	卷绕电池内部对齐度的无损检测	



SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置



SPRK CP100 在线 X 射线检测装置

图 2-7 在线 X 射线检测装置实物图

验收项目实际生产的 SPRK CO100 型、SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置主要技术参数均与环评一致。

2.3 工艺设备与工艺分析

2.3.1 设备结构组成及工作方式

(1) SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置

SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置自带屏蔽体，主要由 6 个 X 射线源、6 个探测器、循环传送系统、上料机械手、下料机械手、自动控制系统、数据处理系统等组成。SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置设计图见图 2-8。

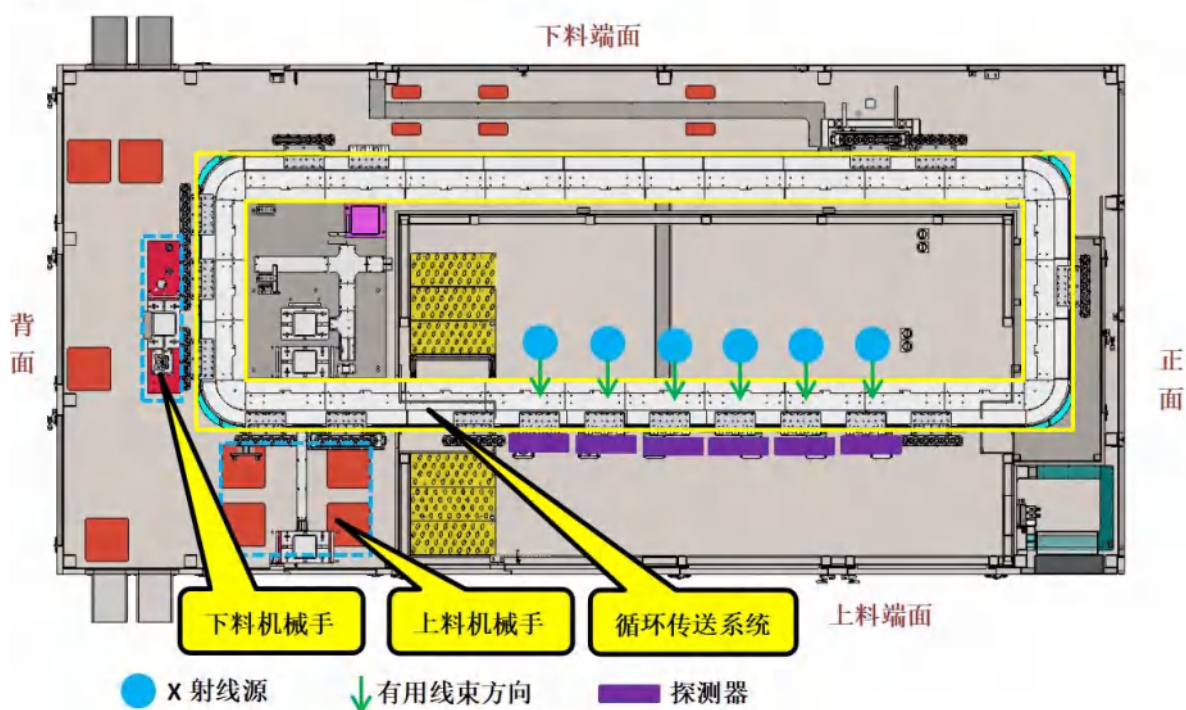


图 2-8 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置设计图（俯视图）

SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置的 6 个 X 射线源均为 150kV，有用线束方向均水平朝向上料端面。SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置内部的所有 X 射线源和所有探测器的位置均固定不可调节，所有 X 射线源的出束角度均固定不可调节，检测时被测物体与 X 射线源靶点的距离不可调节。检测工件在循环传送系统上不具备旋转功能，射线装置不具有 CT 成像功能。

SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置在使用单位进行使用时，需接入使用单位的电池生产线。在使用时，托杯中的电池由使用单位的物流线，传送至 SPRK CO100 型

在线 X 射线检测装置的上料机械手位置，并由上料机械手将电池转移至 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置的循环传送系统；通过循环传送系统，电池传送至 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置内部进行无损检测；检测完成后，由循环传送系统将电池传送至下料机械手位置，并由下料机械手将电池转移至使用单位的物流线内的空托杯中，并最终传送离开 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置。SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置使用示意图见图 2-9。

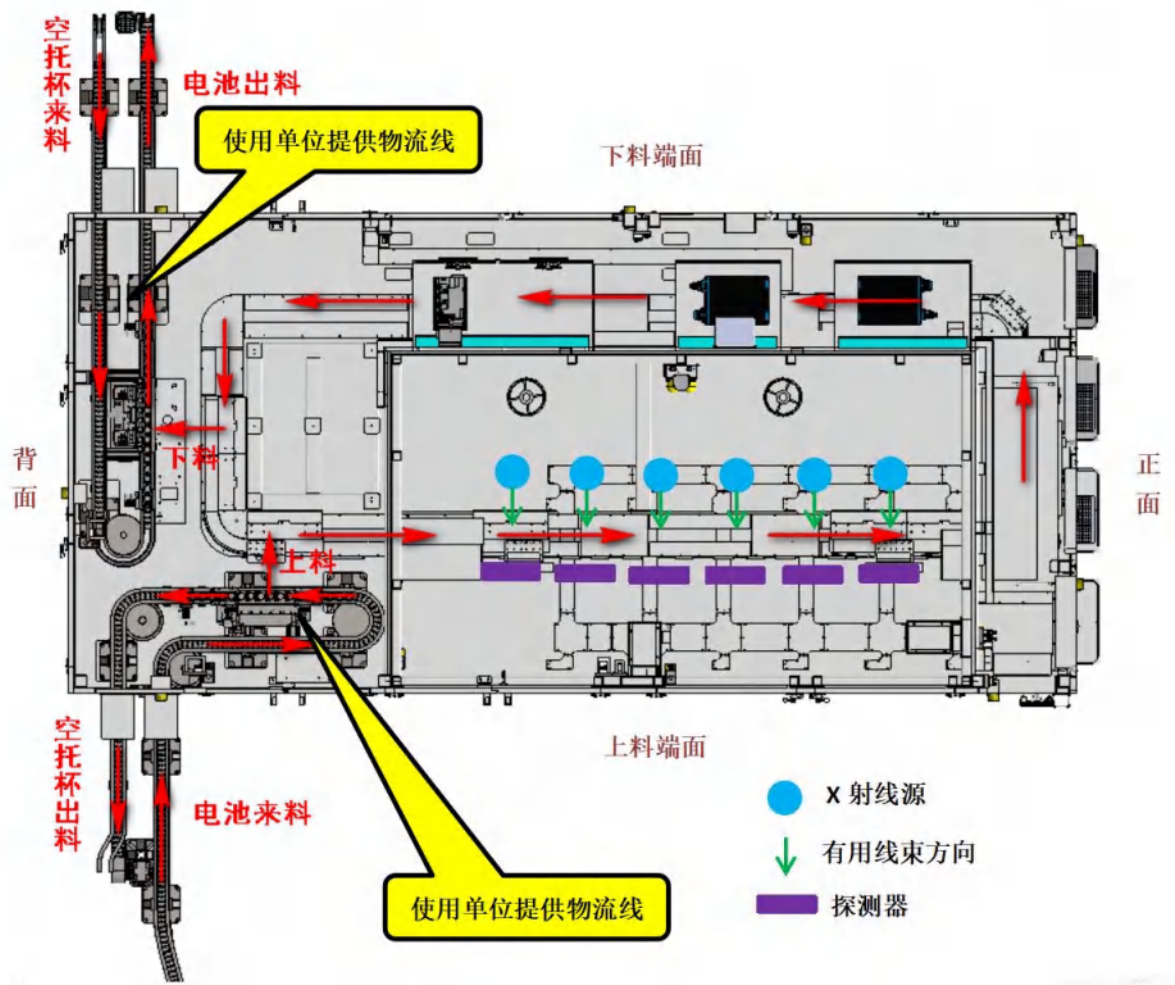


图 2-9 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置使用示意图（俯视图）

在使用 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置时，射线装置的 6 个 X 射线源将一直处于出束状态。射线装置可以全自动完成无损检测工作，自动保存分析数据，辐射工作人员只需在正面的操作位确认设备运行正常，无需进入 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置内部，无需进行操作干预。为了增加检测效率，SPRK CO100 型在线 X 射线检测设计有 6 个 X 射线源，循环传送系统将 6 个电池传送至 6 个 X 射线源的有用线束

范围后，一次性对 6 个电池进行检测。

建设单位在出束调试时，SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置的 6 个 X 射线源将一直处于出束状态。SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置效果图见图 2-10 和图 2-11。为方便描述，本项目将 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置的 4 个侧面分别称为：正面、上料端面、背面和下料端面。

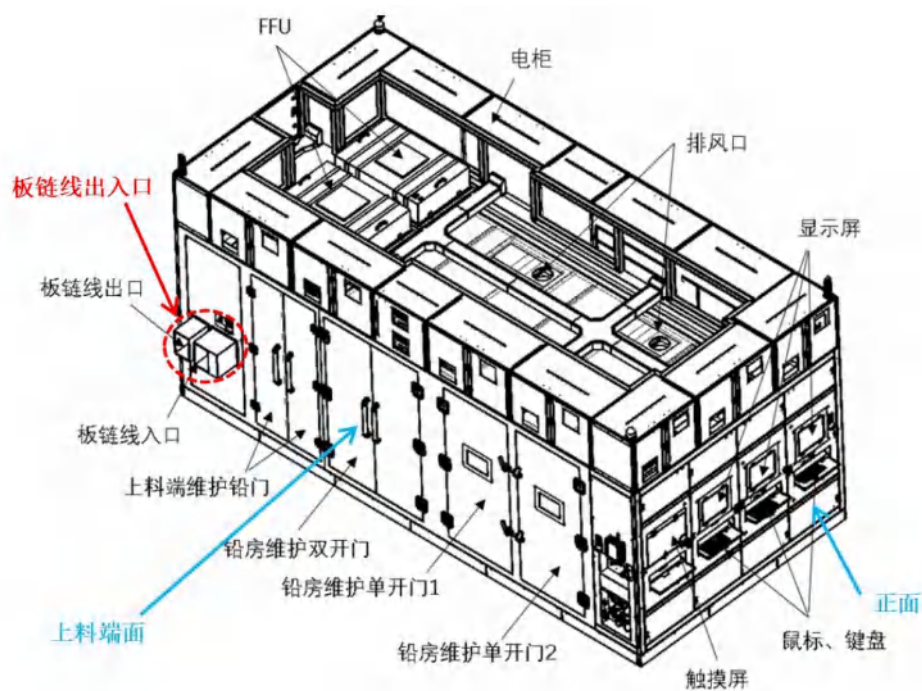


图 2-10 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置效果图

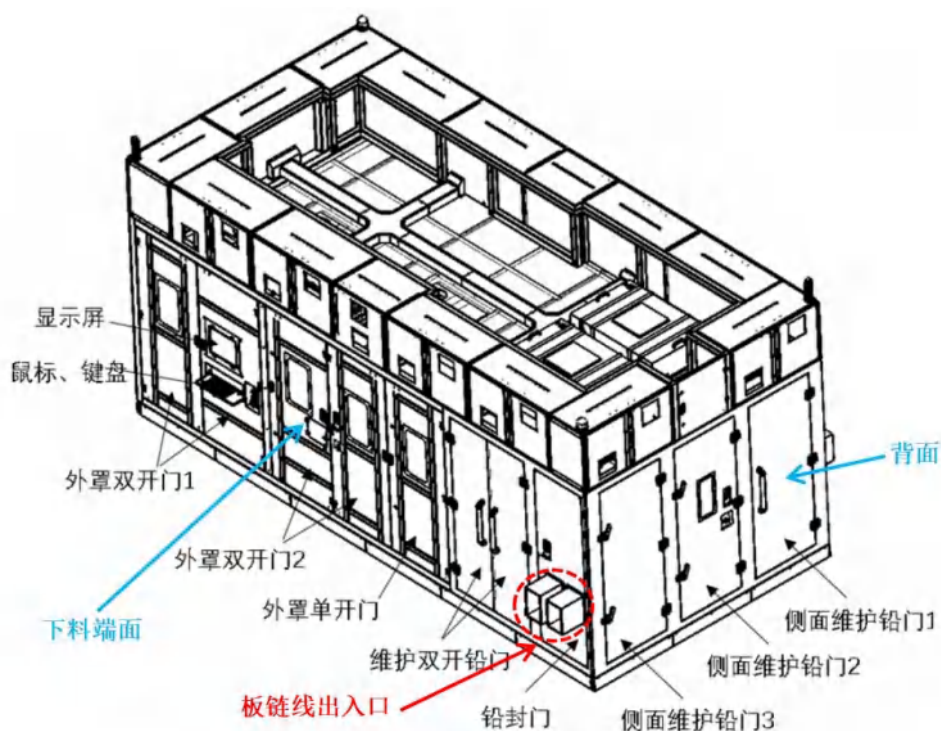


图 2-11 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置效果图

(2) SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置

SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置自带屏蔽体，主要由 12 个 X 射线源、12 个探测器、循环传送系统、自动控制系统、数据处理系统等组成。SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置设计图见图 2-12。

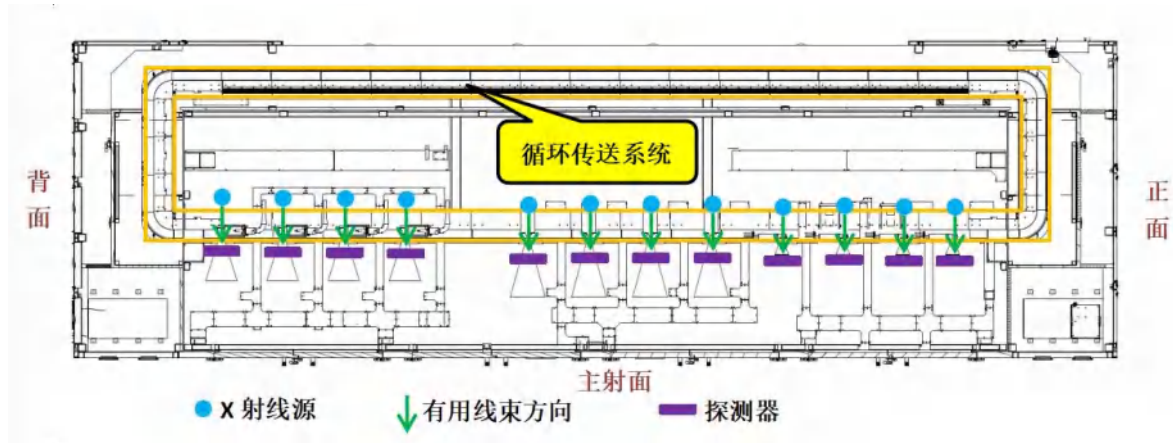


图 2-12 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置设计图（俯视图）

SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置靠近背面的 4 个 X 射线源均为 225kV，有用线束方向均水平朝向主射面；中间的 4 个 X 射线源均为 150kV，有用线束方向均水平朝向主射面；靠近正面的 4 个 X 射线源均为 225kV，有用线束方向均朝向主射面并斜向上 40 度。SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置内部的所有 X 射线源和所有探测器的位置均固定不可调节，所有 X 射线源的出束角度均固定不可调节，检测时被测物体与 X 射线源靶点的距离不可调节。检测工件在循环传送系统上不具备旋转功能，射线装置不具有 CT 成像功能。

SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置在使用单位进行使用时，需接入使用单位的电池生产线。在使用时，电池由使用单位的电池物流线，经使用单位的上料机械手，转移至 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的循环传送系统；通过循环传送系统，电池传送至 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置内部进行无损检测；检测完成后，由循环传送系统将电池转移出在线 X 射线检测装置，经使用单位的下料机械手，最终转移至使用单位的电池物流线。SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置使用示意图见图 2-13。

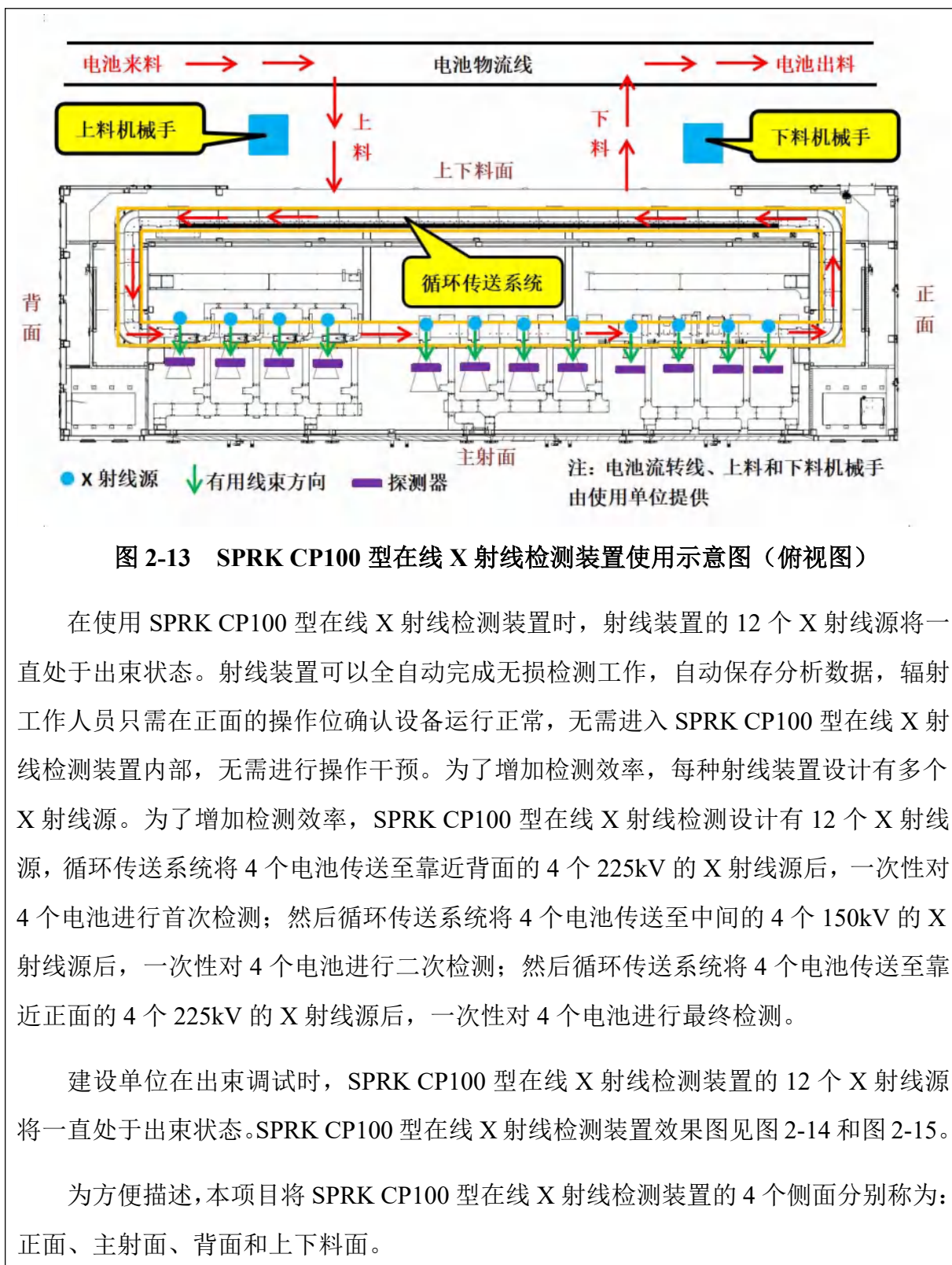


图 2-13 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置使用示意图（俯视图）

在使用 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置时，射线装置的 12 个 X 射线源将一直处于出束状态。射线装置可以全自动完成无损检测工作，自动保存分析数据，辐射工作人员只需在正面的操作位确认设备运行正常，无需进入 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置内部，无需进行操作干预。为了增加检测效率，每种射线装置设计有多个 X 射线源。为了增加检测效率，SPRK CP100 型在线 X 射线检测设计有 12 个 X 射线源，循环传送系统将 4 个电池传送至靠近背面的 4 个 225kV 的 X 射线源后，一次性对 4 个电池进行首次检测；然后循环传送系统将 4 个电池传送至中间的 4 个 150kV 的 X 射线源后，一次性对 4 个电池进行二次检测；然后循环传送系统将 4 个电池传送至靠近正面的 4 个 225kV 的 X 射线源后，一次性对 4 个电池进行最终检测。

建设单位在出束调试时，SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的 12 个 X 射线源将一直处于出束状态。SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置效果图见图 2-14 和图 2-15。

为方便描述，本项目将 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的 4 个侧面分别称为：正面、主射面、背面和上下料面。

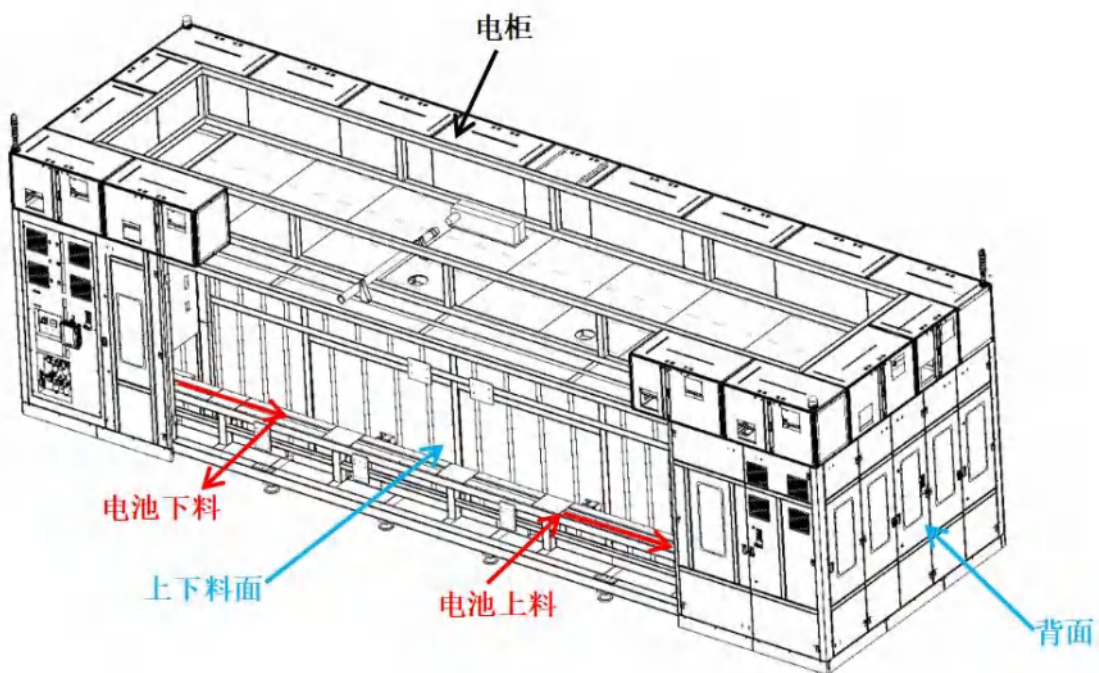


图 2-14 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置效果图

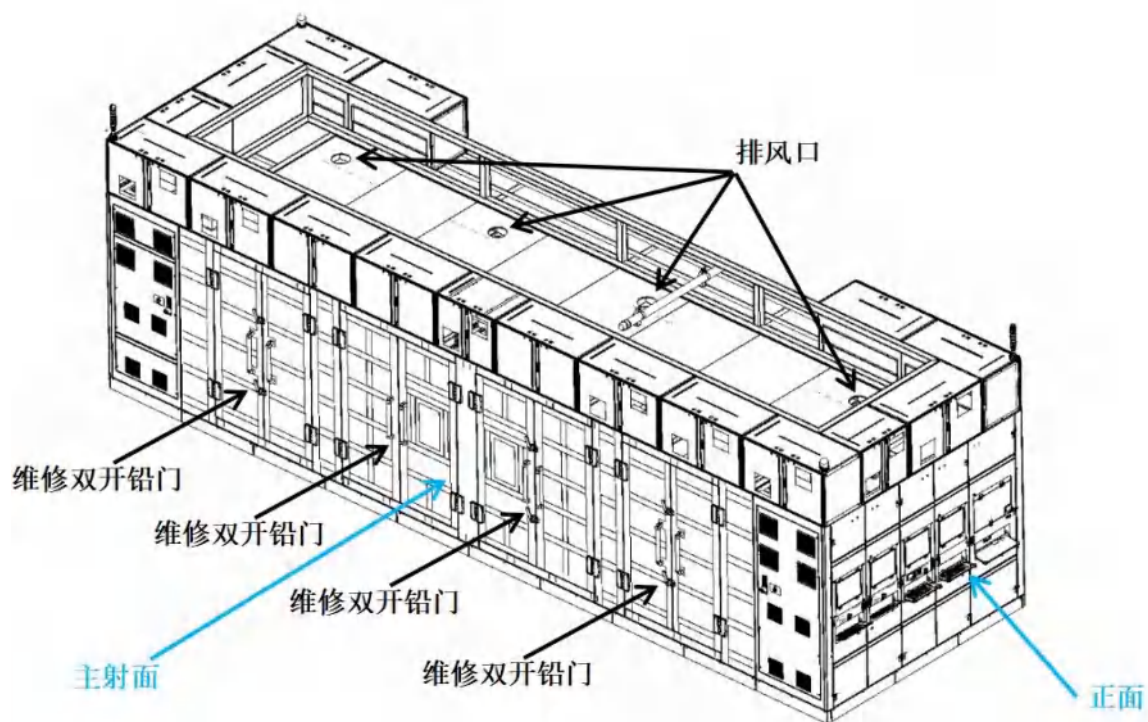


图 2-15 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置效果图

2.3.2 工作流程及产污环节

本项目生产两种型号在线 X 射线检测装置工作流程和产物环节一样。

一、射线装置的生产

对于本项目的两种在线 X 射线检测装置，建设单位的辐射屏蔽设计目标均为射线装置屏蔽体外 0.3m 处的剂量率不高于 $1\mu\text{Sv/h}$ ，超过 $1\mu\text{Sv/h}$ 的产品，建设单位将定义为不合格产品。本项目的射线装置由卡尔蔡司（上海）管理有限公司提供设计方案，建设单位只负责生产，不负责研发。

建设单位规定在任意时间，最多进行 1 台射线装置的出束调试，建设单位不会同时进行多台射线装置的出束调试。射线装置的生产流程如下：

（1）获取零部件。建设单位生产射线装置所需的零部件，部分零部件（如 X 射线源、探测器等）由卡尔蔡司（上海）管理有限公司提供，不涉及采购；部分零部件（如循环传送系统、屏蔽体等）由建设单位向第三方采购获得。零部件送至建设单位后，建设单位在收到货后进行零部件质量检验。检验合格的 X 射线源放入装配测试区进行暂存。射线装置的 X 射线源由卡尔蔡司（上海）管理有限公司提供，X 射线源为已封装好且已经过初步训管（老练硬化）处理的 X 射线源。建设单位拟购买可以直接使用的屏蔽体，建设单位无需对屏蔽体进行加工。建设单位采购的射线装置屏蔽体送至建设单位后，直接转移至装配测试区，用于射线装置生产。

（2）设备组装。建设单位将除了 X 射线源外的其余零部件，在装配测试区内进行组装，安装软件操作系统，进行机械调试。此步骤中的调试为机械调试，此时尚未安装 X 射线源，不会进行 X 射线出束。

（3）检查确认。检查并确认除 X 射线源外的所有零部件均安装无误，射线装置的屏蔽体及其辐射防护措施均已正确连接安装，机械运行测试无误。此时尚未安装 X 射线源，不会进行 X 射线出束。

（4）安装 X 射线源。将 X 射线源安装至射线装置内。

（5）出束调试前准备工作。调试出束由 2 名辐射工作人员进行，辐射工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并确认便携式辐射剂量率仪可以正常使用。同时，辐射安全工程师现场确认作业权限，确保其它射线装置均没有进行出束调试。辐射工作人员位于装配测试区内，进行出束调试，开展下述（6）~（8）步。

（6）屏蔽体效果验证。辐射工作人员将管电压和管电流均设置到最小，然后开始

屏蔽体效果验证。此时，辐射工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，使用便携式辐射剂量率仪，巡测射线装置屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率。之后，逐步增加管电压和管电流到最大值。屏蔽体效果验证期间：当射线装置屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率超过 $1\mu\text{Sv/h}$ 时，则应立即停止出束调试，查找原因并采取措施，直到周围剂量当量率满足要求。此步骤涉及 X 射线出束，出束时所有 X 射线源均出束，建设单位预计每台射线装置进行屏蔽体效果验证时，可能进行多次出束，累计出束时间最多为 0.5h。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。

（7）辐射安全防护系统测试验证。辐射安全防护系统测试验证包括：钥匙控制、工作状态指示灯、急停装置、门机联锁等，在此环节，建设单位将逐项进行验证。出束测试验证期间，辐射工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，当个人剂量报警仪发出警报声音（报警水平为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）时，则应立即停止出束，查找原因采取措施，之后使用便携式辐射剂量率仪巡测射线装置屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率，直到周围剂量当量率满足要求。此步骤涉及 X 射线出束，出束时所有 X 射线源均出束。建设单位预计每台射线装置进行辐射安全防护系统测试验证时，可能进行多次出束，累计出束时间最多为 0.5h。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。

（8）检测成像验证。在停止出束状态下，将模拟工件放置在合适位置，关闭射线装置所有门后，进行检测成像验证。若误差较大，则在停止出束后进行设备调整，直到射线装置的所有性能满足出厂要求后，完成检测成像验证工作。检测成像验证出束时，辐射工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，当个人剂量报警仪发出警报声音时，则应立即停止出束，查找原因采取措施，之后使用便携式辐射剂量率仪巡测射线装置屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率，直到周围剂量当量率满足要求。此步骤涉及 X 射线出束，出束时所有 X 射线源均出束，建设单位预计每台射线装置进行检测成像验证时，可能进行多次出束，累计出束时间最多为 1h。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。

（9）包装入库。将完成调试的射线装置进行整机包装，并转移至成品区。

射线装置的生产流程和产污环节示意图见 2-16。

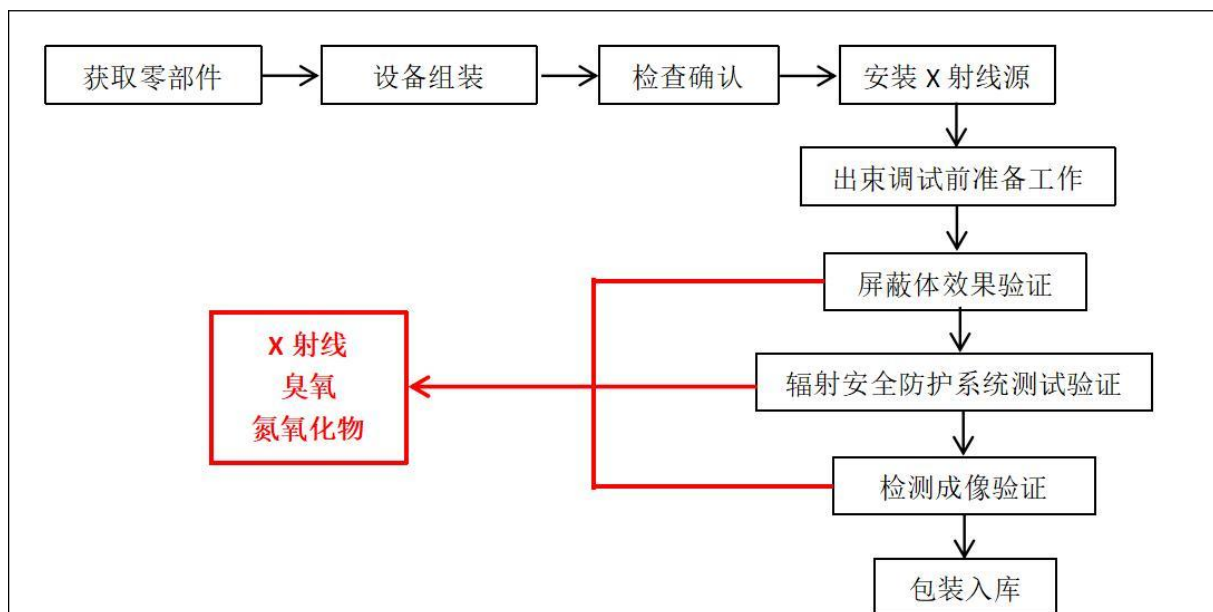


图 2-16 射线装置的生产流程和产污环节示意图

二、射线装置返厂维修

射线装置的现场维修（如 X 射线源损坏、零部件损坏等），由卡尔蔡司（上海）管理有限公司负责。射线装置只有屏蔽体损坏，才需要返厂维修，只有此类情况的维修由建设单位负责。返厂维修时，射线装置在运回建设单位，更换屏蔽体后，按照生产流程进行处理，工作流程和产污环节见“一、射线装置的生产”中内容。

建设单位预计全年的返厂维修量，每种型号最多为 2 台/年，平均每台射线装置在返厂维修时的累计出束时间最多为 1h。

2.4 人员配置及工作负荷

环评情况：射线装置生产阶段，建设单位预计每种型号的射线装置，每周最多生产 1 台，全年最多生产 6 台，每台射线装置在生产阶段累计出束 2h。因此，每种型号的射线装置，生产阶段的周出束时间最多均为 2h，年出束时间最多均为 12h；两种型号射线装置的周出束时间总计最多为 4h，年出束时间总计最多为 24h。

射线装置返厂维修阶段，建设单位预计每种型号的射线装置，每周最多返厂维修 1 台，全年最多返厂维修 2 台，平均每台射线装置返厂维修的累计出束最多为 1h。因此，每种型号的射线装置，返厂维修阶段的周出束时间最多均为 1h，年出束时间最多均为 2h；两种型号射线装置的周出束时间总计最多为 2h，年出束时间总计最多为 4h。

建设单位拟设置项目管理和生产组装调试，2 个辐射工作岗位，总计拟配备 5 名

辐射工作人员。生产组装调试的 4 名辐射工作人员的其中 1 人，为辐射安全工程师，负责确认出束作业权限。

验收情况：射线装置生产阶段，建设单位每种型号的射线装置，每周最多生产 1 台，全年最多生产 6 台，每台射线装置在生产阶段累计出束 2h。因此，每种型号的射线装置，生产阶段的周出束时间最多均为 2h，年出束时间最多均为 12h；两种型号射线装置的周出束时间总计最多为 4h，年出束时间总计最多为 24h。

射线装置返厂维修阶段，建设单位每种型号的射线装置，每周最多返厂维修 1 台，全年最多返厂维修 2 台，平均每台射线装置返厂维修的累计出束最多为 1h。因此，每种型号的射线装置，返厂维修阶段的周出束时间最多均为 1h，年出束时间最多均为 2h；两种型号射线装置的周出束时间总计最多为 2h，年出束时间总计最多为 4h。

建设单位已设置项目管理和生产组装调试，2 个辐射工作岗位，总计配备 5 名辐射工作人员。生产组装调试的 4 名辐射工作人员的其中 1 人，为辐射安全工程师，负责确认出束作业权限。单名辐射工作人员的生产及维修工作负荷详见表 2-4。

表 2-4 辐射工作人员工作负荷情况

序号	工作岗位	配备人数	工作负荷
1	项目管理	1 人	/
2	生产组装调试	4 人(其中 1 人为辐射安全工程师)	生产负荷：周出束时间最多 4h/周 年出束时间最多 24h/年 维修负荷：周出束时间最多 2h/周 年出束时间最多 4h/年

2.5 主要污染源

(1) 正常工况

本项目的 X 射线源由卡尔蔡司（上海）管理有限公司提供，建设单位不生产 X 射线源。建设单位有意向使用的 150kV 的 X 射线源为 L12161-07（LB122-01）型 X 射线源，有意向使用的 225kV 的 X 射线源为 MXR-225MF 型 X 射线源。根据检测报告（见附件 6），L12161-07（LB122-01）型 X 射线源在管电压为 150kV，管电流为 0.5mA，滤过条件为 3mmCu 时，1m 处的剂量率最大为 55.8 mSv/h。根据检测报告（见附件 7），MXR-225MF 型 X 射线源在管电压为 225kV，管电流为 0.89mA，滤过条件为 3mmCu 时，1m 处的剂量率最大为 402 mSv/h。

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。本项目射线装置的源项参数与环评阶段一致，详见表 2-5。

表 2-5 射线装置源项参数

装置名称	在线 X 射线检测装置		
型号	SPRK CO100	SPRK CP100	
X 射线源数量	总计 6 个 均为 150kV	总计 12 个	
		4 个为 150kV	8 个为 225kV
单个 X 射线源的最大管电压	150kV	150kV	225kV
单个 X 射线源的最大管电流	0.5mA	0.5mA	0.89mA
滤过条件	3mmCu	3mmCu	3mmCu
单个 X 射线源 距辐射源点（靶点）1m 处最大输出量	55.8 mSv/h	55.8 mSv/h	402 mSv/h
单个 X 射线源 距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率	2.5 mSv/h	2.5 mSv/h	5 mSv/h
单个 X 射线源的有用线束水平方向张角	28 度	31 度	35 度
单个 X 射线源的有用线束竖直方向张角	14 度	10 度	32 度
有用线束的束斑形状	长方形	长方形	长方形
辐射源点（靶点）至探测器的距离	500mm	500mm	500mm
R_0 处辐射野面积 （ R_0 为辐射源点（靶点）至探伤工件的距离）	$1.22E-01 R_0^2$	$9.71E-02 R_0^2$	$3.62E-01 R_0^2$

注：单个 X 射线源距辐射源点（靶点）1m 处最大输出量的数据来源于检测报告（见附件 4 和附件 5），单个 X 射线源距辐射源点（靶点）1m 处泄漏辐射剂量率的数据根据 GBZ/T250-2014 确定，其余参数由建设单位提供。

调试出束时：正常工况下，射线装置出束过程中产生的 X 射线可以被射线装置屏蔽体有效屏蔽。由于 X 射线的直射、反射及散射，可能有衰减后的 X 射线，对射线装置外装配测试区内的辐射工作人员，以及装配测试区外的公众产生影响，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。

（2）事故工况

（1）当屏蔽体内部有人员停留时，射线装置出束，使人员受到意外照射。

（2）安全联锁发生故障，导致在维修门未关到位的情况下，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。

表三 辐射安全与防护设施/措施

3.1 装配测试区

3.1.1 装配测试区布局及设计方案

本项目在线 X 射线检测装置的出束调试环节全部在装配测试区中进行。装配测试区内规划了装配测试 1 区（预留场所）、装配测试 2 区（进行 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置的生产（含返厂维修））、装配测试 3 区（进行 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的生产（含返厂维修））、人流通道和管控物料架区，装配测试区内部布局图见图 3-1、图 3-2。

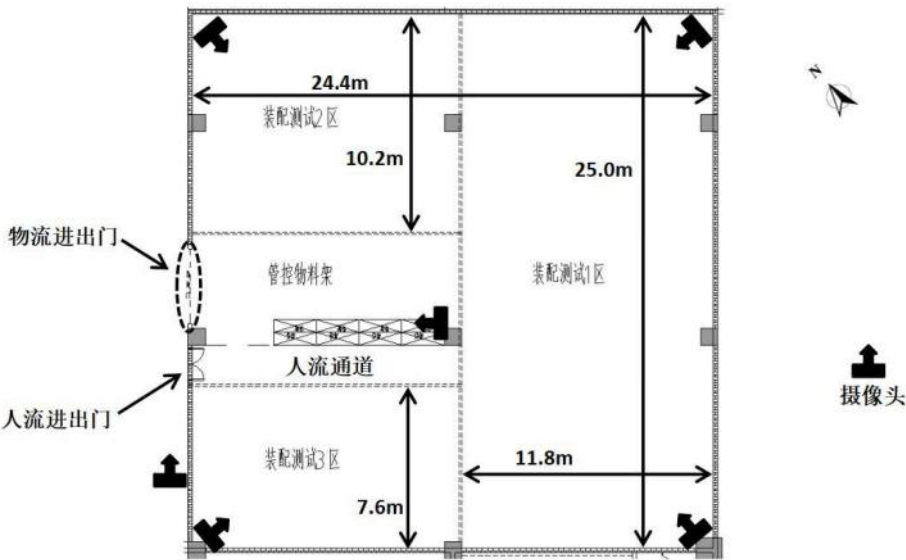


图 3-1 装配测试区内部布局图

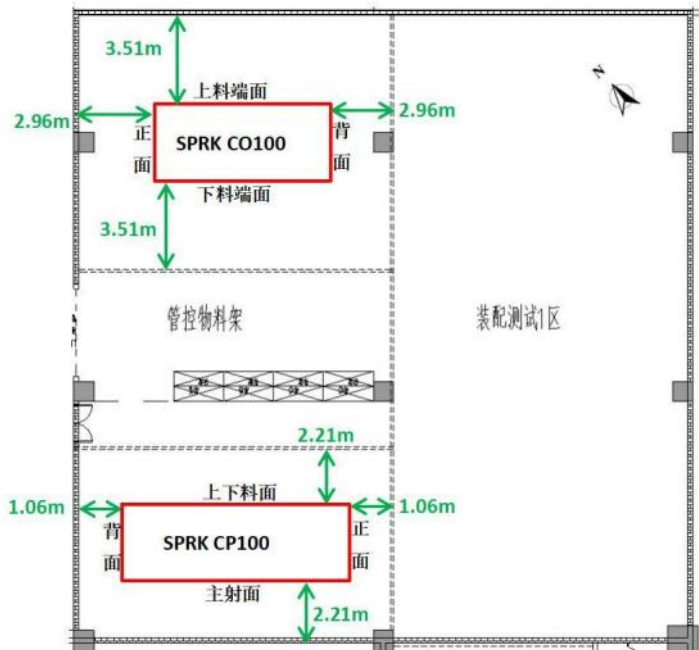


图 3-2 在线 X 射线检测装置在装配测试区内的位置示意图

装配测试区长×宽×高约为 25.0m×24.4m×8.0m，有效容积约为 4800m³。装配测试区的边界拥有实体建筑物，物流进出口安装了卷闸门，人流进出口门安装普通实体门，可以避免无关人员误入装配测试区。装配测试区的内部地面处，用黄色警戒线进行标识，用于区分装配测试区内部的不同区域。装配测试区实际落实情况与环评时设计方案对照分析见表 3-1。

表 3-1 装配测试区环评与实际建设情况对照分析

项目	环评设计方案	实际建设情况	对照分析
四面墙壁	墙体：240cm 实心砖墙 4 个窗户：普通采光玻璃，长×高=1.5m×1.0m	墙体：240cm 实心砖墙	墙体落实情况与环评阶段一致
顶部	12cm 混凝土楼板	12cm 混凝土楼板	一致
地板	下方为地下土层	下方为地下土层	一致
物流进出口	普通卷闸门，长×高=4.0m×3.5m	普通卷闸门，长×高=4.0m×3.5m	一致
人流进出口	普通实体 2 扇门，每扇门长×高=0.72m×2.1m	普通实体 2 扇门，每扇门长×高=0.72m×2.1m	一致

综上所述，本项目装配测试区的布局与环评阶段规划一致。在环评阶段，四面墙体原设计有 4 个窗户，但建设单位在施工过程中，出于优化项目运行安全与环保性能的考虑，未安装玻璃，而是将原窗口位置完全封闭为实体墙。与原本设计安装的玻璃窗相比，实体墙具有更优的屏蔽性能和密闭性，能更有效地阻隔和衰减测试过程中可能产生的辐射，从而进一步提升对周边环境及人员的防护保障水平。

鉴于本项目的在线 X 射线检测装置带自屏蔽体，正常调试过程中，自屏蔽体的外表面的周围剂量当量率均可以满足相关标准要求（不大于 2.5μSv/h）。因此装配测试区不进行辐射屏蔽设计，也可满足辐射防护要求。

3.1.2 装配测试区的安全防护措施

（1）实体建筑物加门禁管理

环评要求：装配测试区的边界拥有实体建筑物，进出口拟安装实体门并进行门禁管理，可以避免 X 射线发生器的丢失被盗，也可以避免无关人员误入装配测试区。

落实情况：装配测试区的边界拥有实体建筑物，进出口安装了实体门并进行门禁管理，可以避免 X 射线发生器的丢失被盗，也可以避免无关人员误入装配测试区。实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-3。

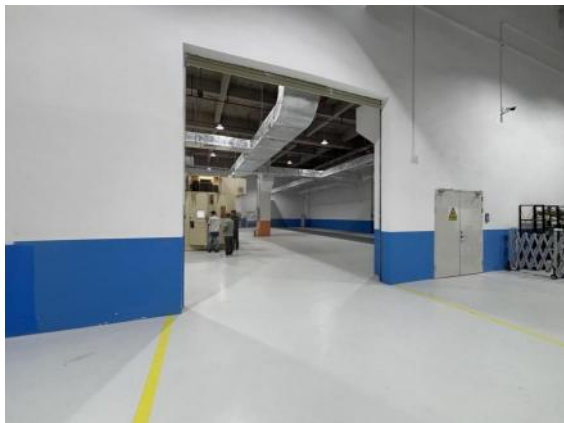


图 3-3 实体建筑物加门禁管理

(2) 电离辐射警示

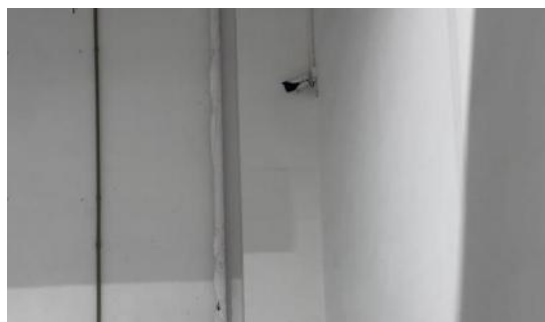
环评要求：装配测试区外拟张贴电离辐射警示标志，提醒周围人员。

落实情况：装配测试区外张贴了电离辐射警示标志，提醒周围人员。实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-3。

(3) 视频监控系统

环评要求：装配测试区内外拟设置有 24 小时视频监控，可以进一步确保装配测试区内相关物品的安全。

落实情况：装配测试区内外共设置了 5 个有 24 小时视频监控，可以进一步确保装配测试区内相关物品的安全。实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-4。



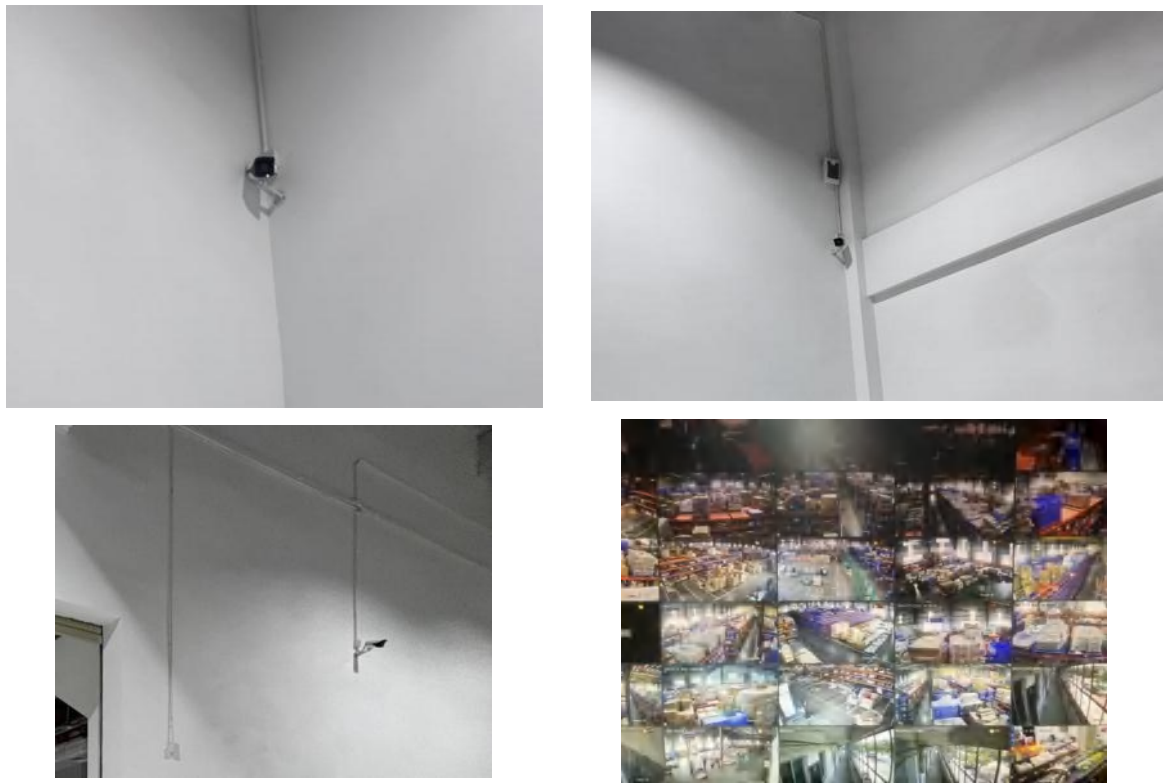


图 3-4 视频监控系统

(4) 装配测试区通风系统

环评要求：装配测试区拟安装新风系统和排风系统。新风系统经专用管道到达装配测试区后，经装配测试区上方的新风口（总计 7 个新风口）进入装配测试区。排风系统的抽风口位于装配测试区内离地高度约 0.3m 处（总计 4 个抽风口），排风系统同样经专用管道，到达 1 栋厂房天面后，排入大气环境。排风系统的排风量设计为 $17000\text{m}^3/\text{h}$ ，装配测试区有效容积约为 4800m^3 ，由此可知，装配测试区的每小时通风换气次数约为 3.54 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。

落实情况：装配测试区按环评要求安装了新风系统和排风系统。新风系统经专用管道到达装配测试区后，经装配测试区上方的新风口进入装配测试区。排风系统的抽风口位于装配测试区内离地高度约 6.2m 处（共计 6 个抽风口），排风系统经专用管道引至 1 栋厂房墙体外排放。排风口周边主要为厂房、道路等场所，无敏感区域。排风系统的最大排风量为 $22737\text{m}^3/\text{h}$ ，装配测试区有效容积约为 4800m^3 ，由此可知，装配测试区的每小时通风换气次数约为 4.74 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。

在排风系统实际建设中，建设单位根据现场情况对原环评设计进行了优化调整：抽风口数量由环评阶段的 4 个增加至 6 个，并将排风路径调整至东北侧 1 栋厂房墙体

外，实际最大排放量为 $22737\text{m}^3/\text{h}$ 更优于环评阶段，满足要求。

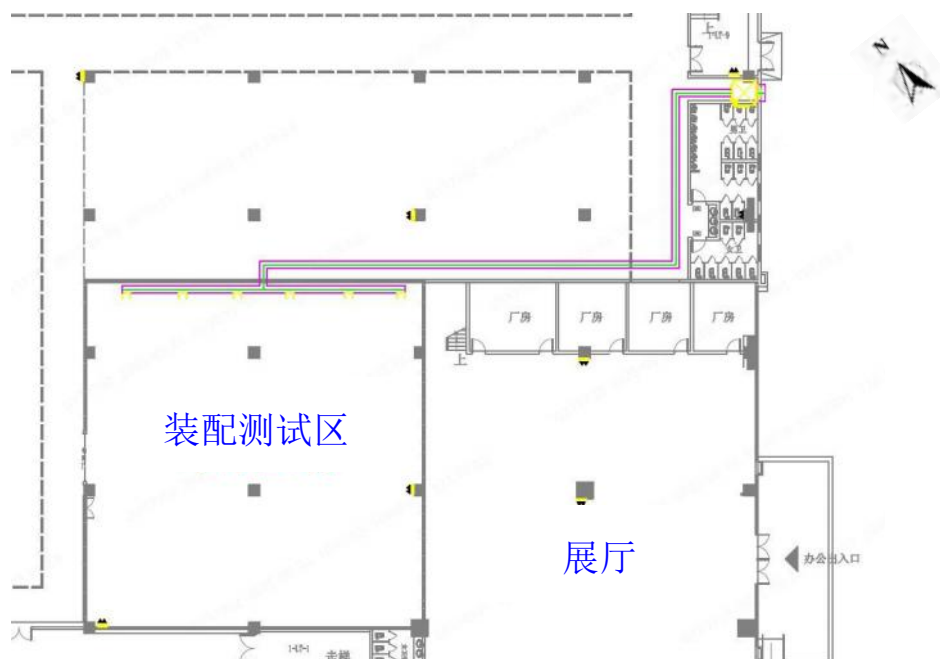


图 3-5 排风系统走向图（实际落实情况）

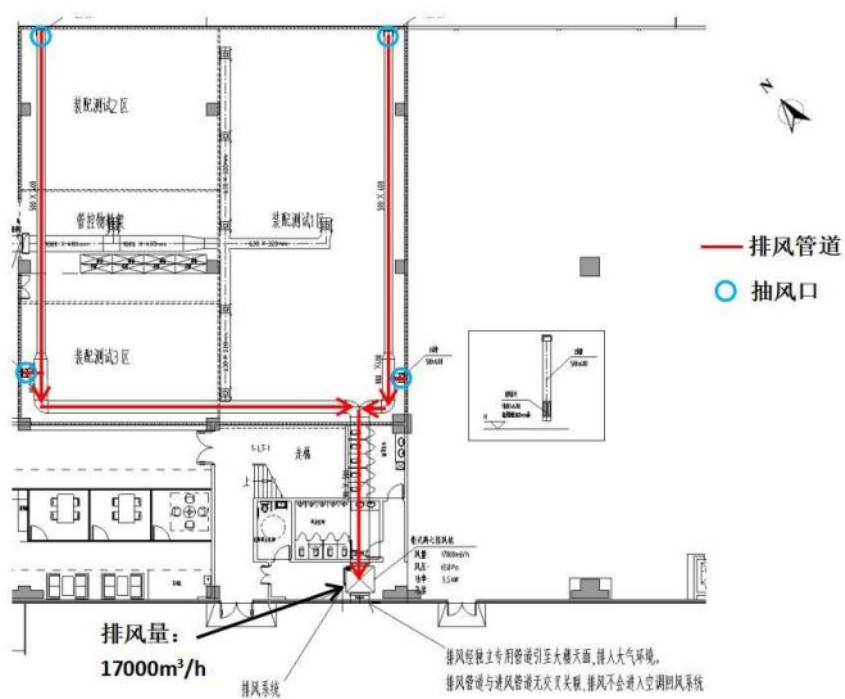


图 3-6 排风系统走向图（环评设计）

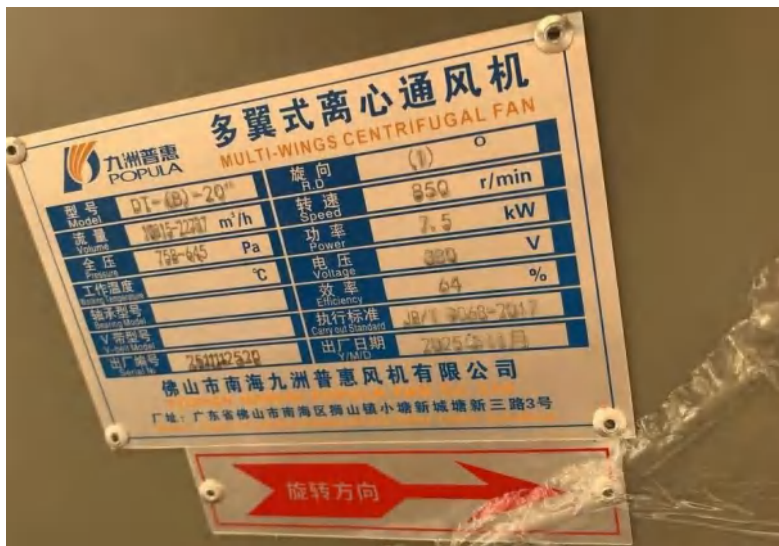


图 3-7 排风系统铭牌

3.2 在线 X 射线检测装置

3.2.1 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置辐射屏蔽建设情况

本次验收的 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置自带屏蔽体，设备最大外观尺寸长×宽×高为 6.68m×3.18m×3.14m。为方便描述，本项目将 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置的 4 个侧面分别称为：正面、上料端面、背面和下料端面。SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置效果图及实际建成情况见图见图 3-9~图 3-14。

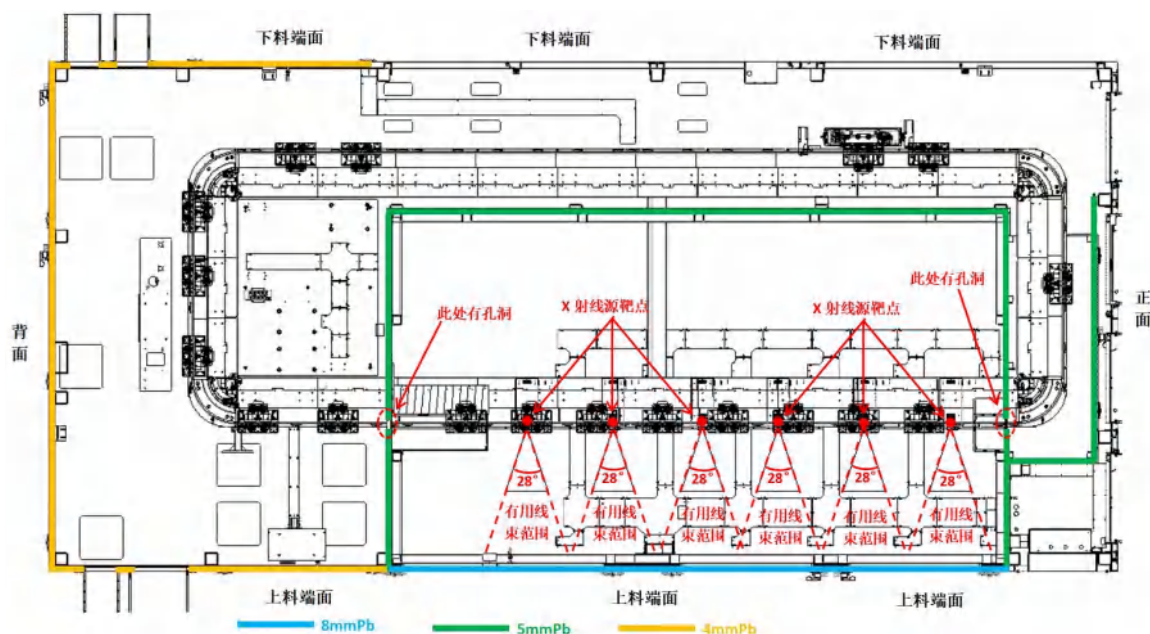


图 3-8 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置辐射防护设计图（俯视图）

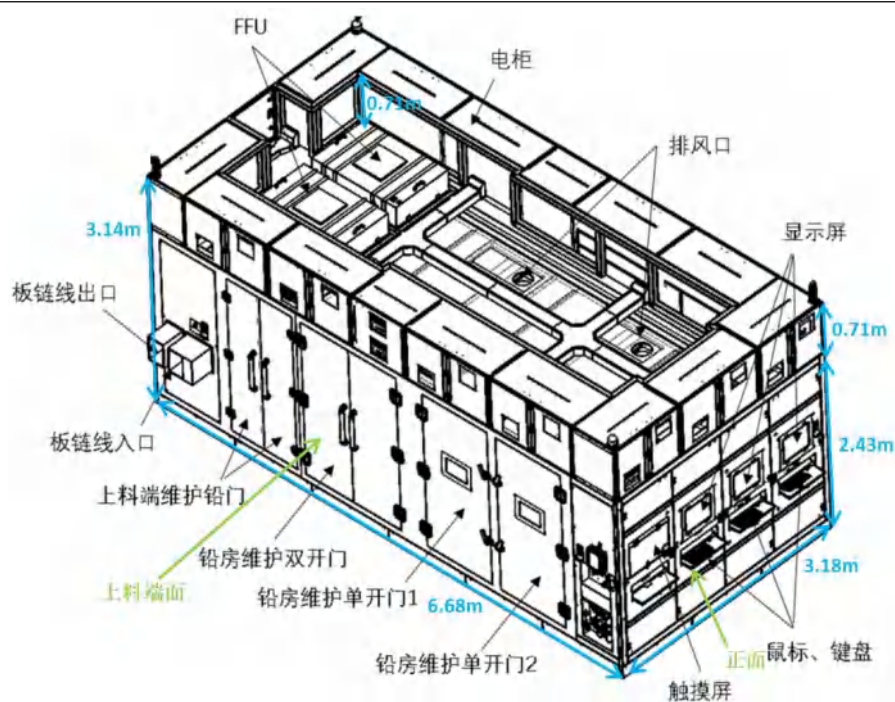


图 3-9 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置外部效果图 1



图 3-10 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置外部实际建成图 1

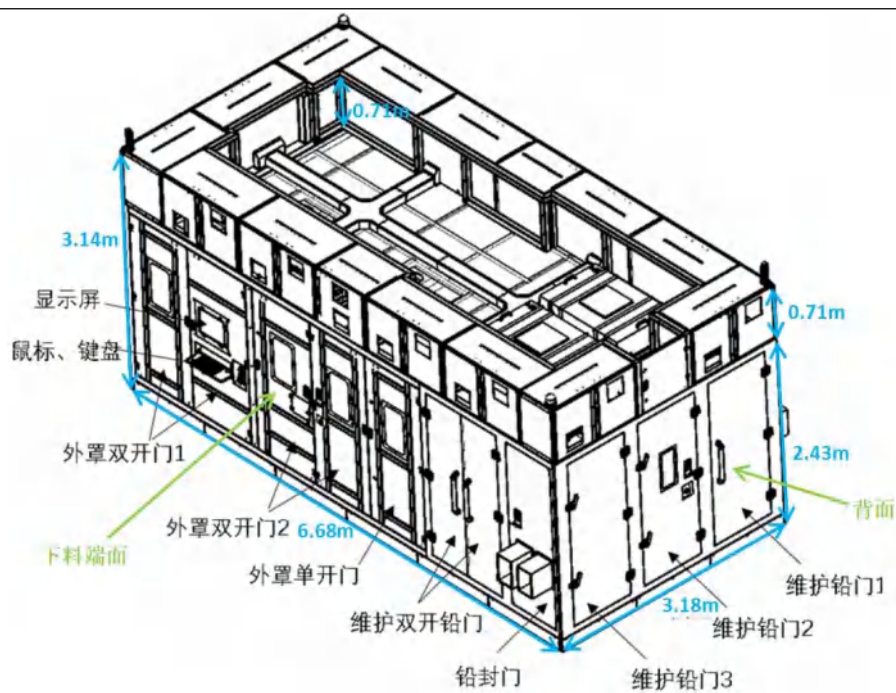


图 3-11 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置外部效果图 2



图 3-12 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置外部实际建成图 2 (下料端面)



图 3-13 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置外部实际建成图 2（背面）

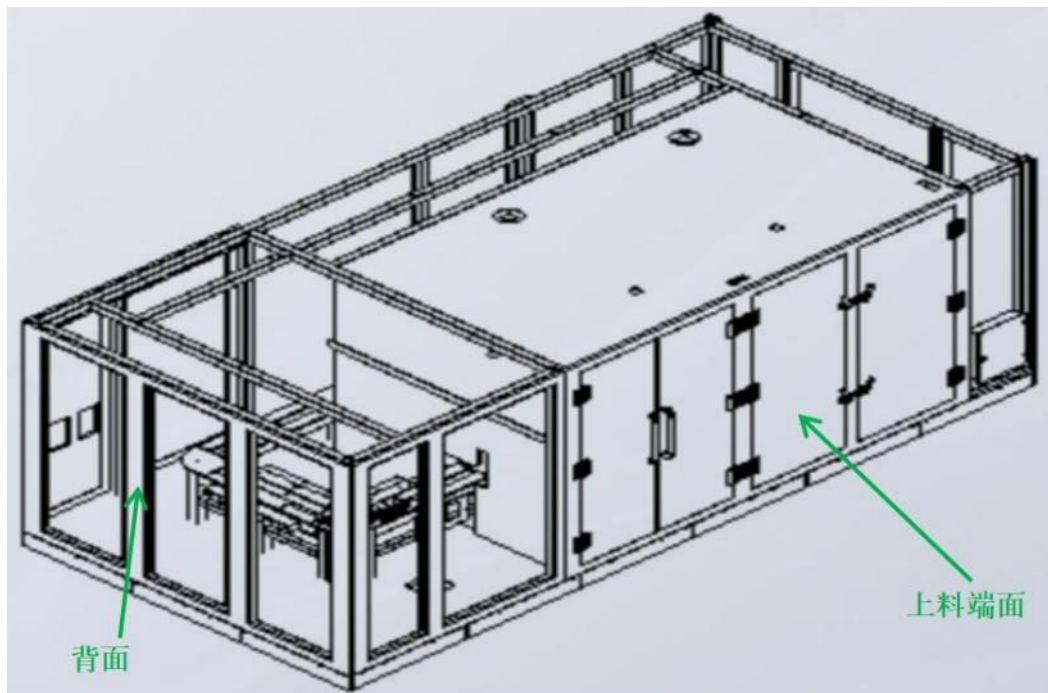


图 3-14 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置内部效果图

本次验收的 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置：（1）有用线束区域的屏蔽体为 8mmPb，其它区域的屏蔽体为 5mmPb 或 4mmPb（详见图 3-8）。（2）在内部的屏蔽体上有 2 处孔洞，尺寸均为长×高=83mm×386mm，用于探伤工件穿过屏蔽体。（3）上料端面和背面均设计有多个维修铅门，部分维修铅门上设置观察窗。（4）下料端面设计有 1 个双开维修铅门。（5）在左右两个侧面的表面，均附加了 2mm 的铅

罩进行辐射防护。

SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置内部安装有 6 个 X 射线源，X 射线源的有用线束方向均水平朝向上料端面，有用线束的水平方向张角为 28° ，垂直方向张角为 14° ，射线装置使用时，6 个 X 射线源同时出束。

表 3-2 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置维修门和观察窗设置情况

位置	维修门和观察窗设置情况
上料端面	1 个 4mmPb 双开维修铅门，每扇门尺寸 $0.47\text{m} \times 2.10\text{m}$ ，不设观察窗 1 个 8mmPb 双开维修铅门，每扇门尺寸 $0.68\text{m} \times 2.10\text{m}$ ，不设观察窗 2 个 8mmPb 单开维修铅门，门尺寸 $0.93\text{m} \times 2.10\text{m}$ ，每个门上均设置 1 个 8mmPb 观察窗，窗尺寸为 $0.30\text{m} \times 0.20\text{m}$
背面	2 个 4mmPb 单开维修铅门，门尺寸 $0.82\text{m} \times 2.10\text{m}$ ，不设观察窗 1 个 4mmPb 单开维修铅门，门尺寸 $0.82\text{m} \times 2.10\text{m}$ ，门上设置 1 个 4mmPb 观察窗，窗尺寸为 $0.18\text{m} \times 0.44\text{m}$
下料端面	3 个双开普通维修门，无防护 1 个单开普通维修门，无防护
正面、背面 顶部、底部	无维修门，无观察窗

SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置实际建成情况与环评阶段一致，满足相关环保要求。

线缆穿墙屏蔽建设情况：SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置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。

SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置的屏蔽体搭接处，屏蔽材料在搭接处相互重合一定区域，保证有效搭接长度大于缝隙的 10 倍以上，确保安全。**线缆穿墙屏蔽落实情况与环评阶段一致。**

3.2.2 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置辐射屏蔽建设情况

本次验收的 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置自带屏蔽体，设备最大外观尺寸长 \times 宽 \times 高为 $10.48\text{m} \times 3.18\text{m} \times 3.18\text{m}$ 。为方便描述，本项目将 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的 4 个侧面分别称为：正面、主射面、背面和上下料面；其中在上下料面的出入口处，设计了钢挡板，可以确保人员无法通过，防止人员误入射线装置内部。SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置效果图及实际建成情况见图 3-16~图 3-22。

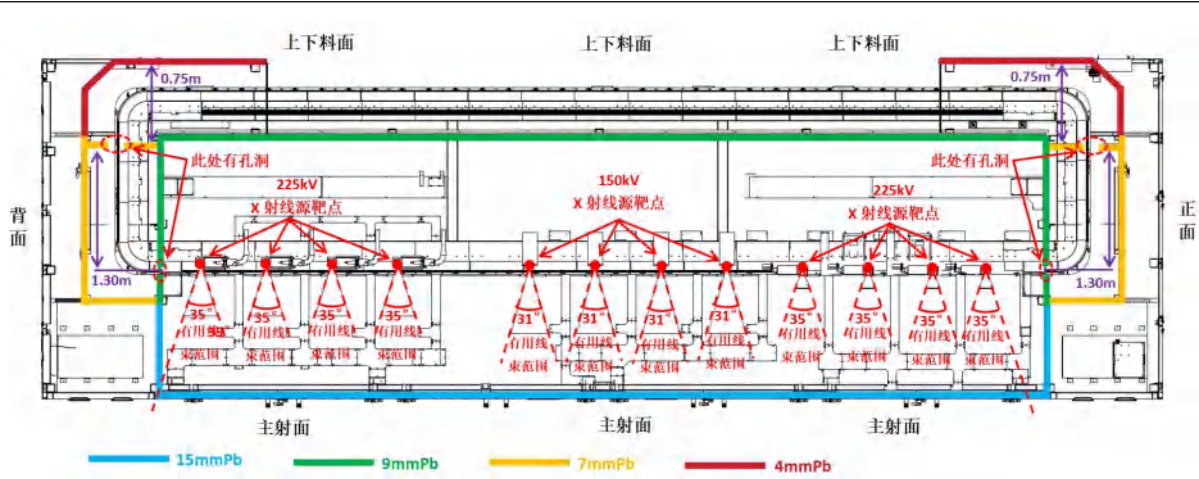


图 3-15 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置辐射防护设计图（俯视图）

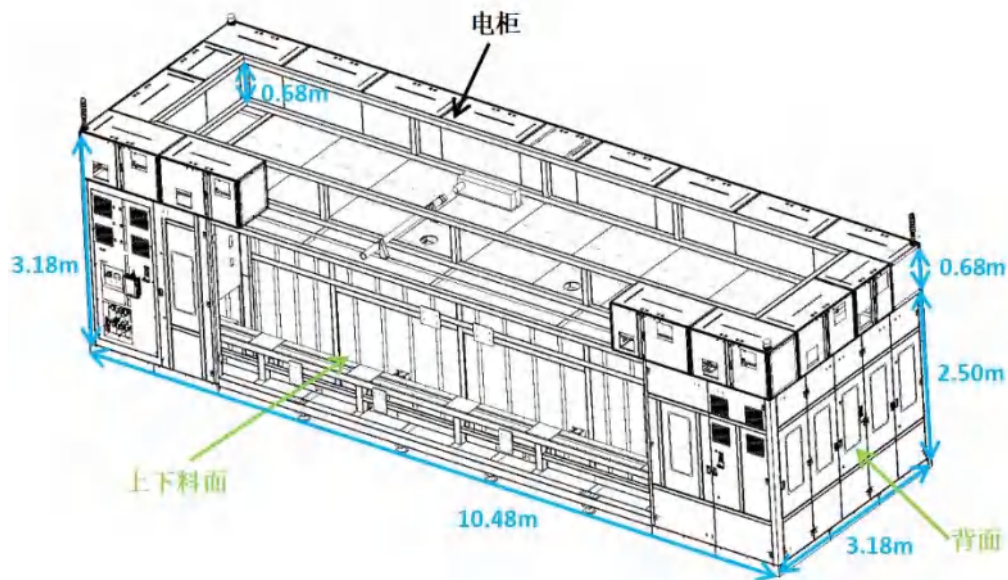


图 3-16 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置外部效果图 1

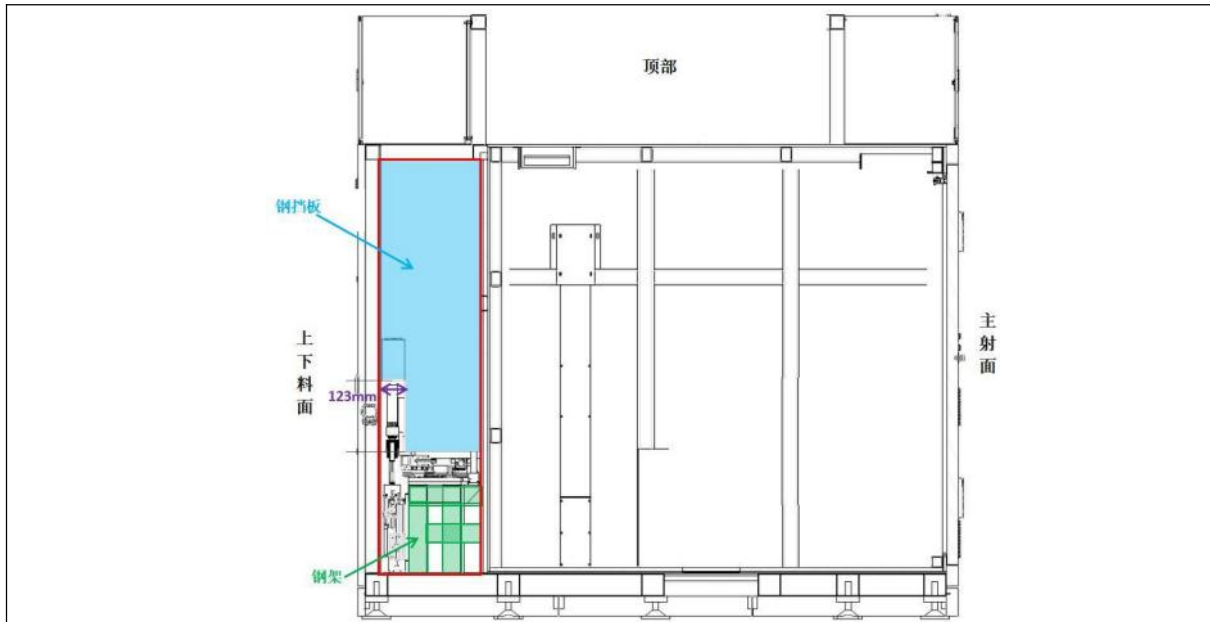
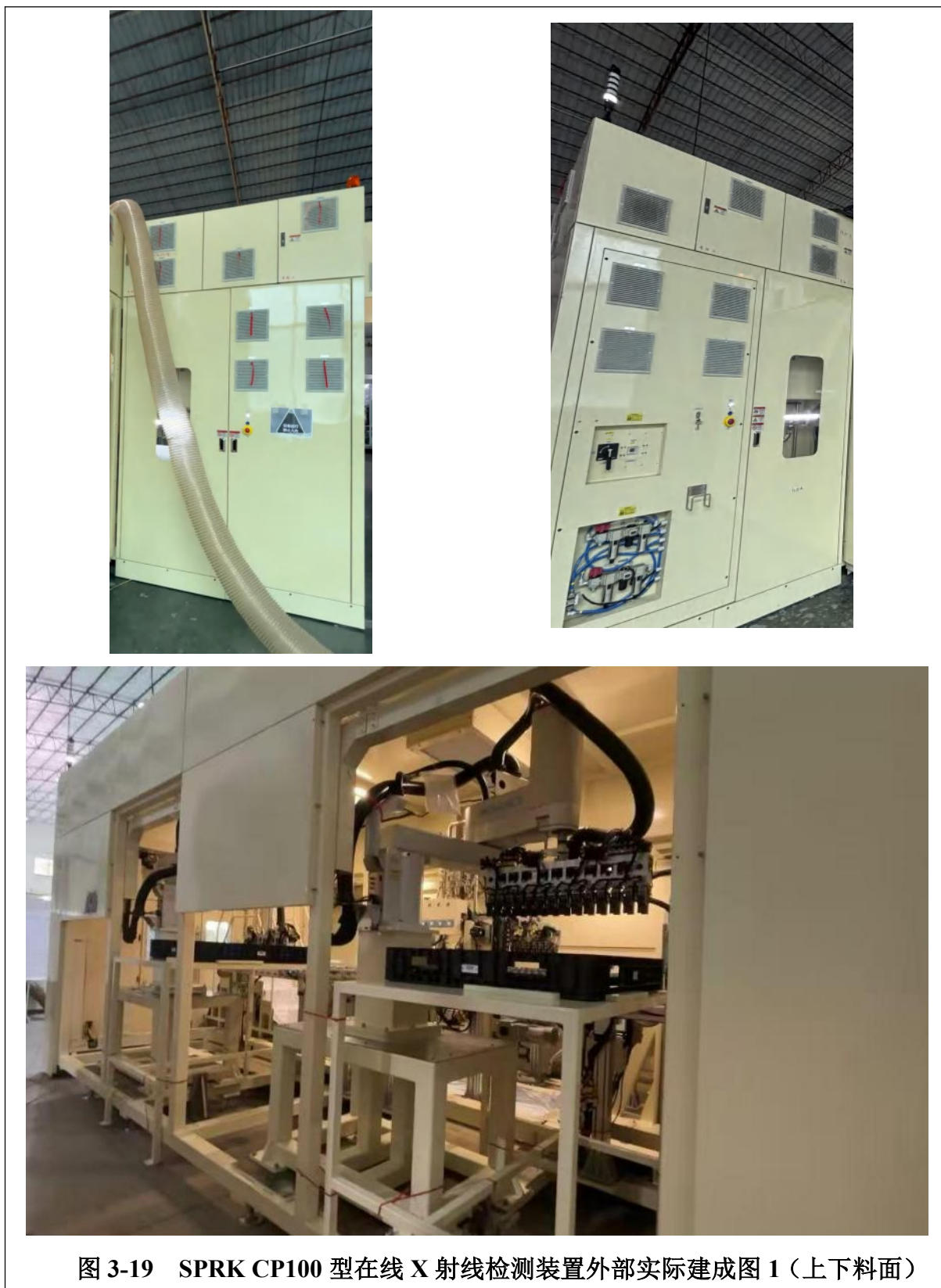


图 3-17 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置 H-H 处剖面图



图 3-18 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置外部实际建成图 1（背面）



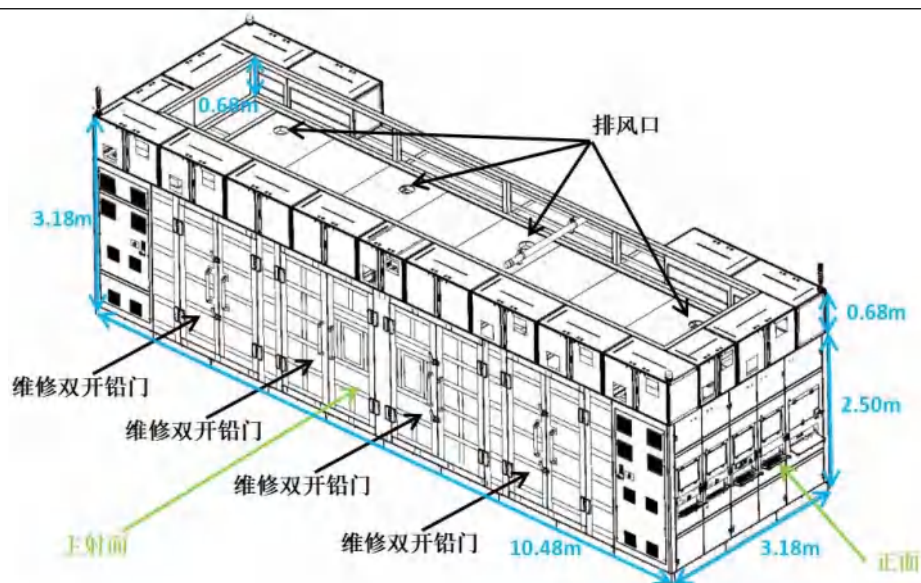


图 3-20 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置外部效果图 2



图 3-21 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置外部实际建成图 2（主射面）



图 3-22 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置外部实际建成图 1（正面）

本项目的 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置：（1）有用线束区域的屏蔽体为 15mmPb，其它区域的屏蔽体为 9mmPb、7mmPb 或 4mmPb（详见图 3-15）。（2）在内部的屏蔽体上有 2 处孔洞的尺寸为长×高=105mm×472mm，有 2 处孔洞的尺寸为长×高=200mm×600mm，用于探伤工件穿过屏蔽体。（3）主射面设计有多个维修铅门，部分维修铅门上设置观察窗。（4）在左右两个侧面的表面，均附加了 2mm 的铅罩；8 个 225kV 的 X 射线源，在除了有用线束方向的其余 5 个表面，均附加了 6mm 的铅罩。

SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置内部安装有 12 个 X 射线源：其中 8 个为 225kV 的 X 射线源，有用线束的水平方向张角均为 35°，垂直方向张角为均 32°；其余 4 个为 150kV 的 X 射线源，有用线束的水平方向张角均为 31°，垂直方向张角为均 10°；射线装置使用时，12 个 X 射线源同时出束。SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置靠近正面的 4 个 X 射线源为 225kV 的 X 射线源，有用线束方向均为斜向上方，有用线束中心线与水平方向的夹角均为 40°；中间的 4 个 X 射线源为 150kV 的 X 射线源，有用线束方向均水平朝向主射面；靠近背面的 4 个 X 射线源为 225kV 的 X 射线源，有用线束方向均水平朝向主射面。

表 3-3 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置维修门和观察窗设置情况

位置	维修门和观察窗设置情况
主射面	2 个 15mmPb 双开维修铅门，每扇门尺寸 0.72m×2.10m，不设观察窗 2 个 15mmPb 双开维修铅门，每扇门尺寸 0.85m×2.10m，双开维修铅门的 1 扇均不设观察窗，另 1 扇均设置 1 个 15mmPb 观察窗，窗尺寸均为 0.30m×0.50m
上下料面、正面、背面、顶部、底部	无维修门，无观察窗

SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置实际建成情况与环评阶段一致，满足相关环保要求。

线缆穿墙屏蔽建设情况：PRK CP100 型在线 X 射线检测装置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。

SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的屏蔽体搭接处，屏蔽材料在搭接处相互重合一定区域，保证有效搭接长度大于缝隙的 10 倍以上，确保安全。**线缆穿墙屏蔽**

落实情况与环评阶段一致。

3.2.3 在线 X 射线检测装置辐射安全与防护措施

(1) 钥匙控制

环评要求：SPRK CO100 型和 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置，均设计有钥匙开关。只有钥匙就位后才能开启电源进行出束作业；钥匙开关未闭合时，无法加载高压和出束作业；出束过程中若取下钥匙，将立即断电所有 X 射线源停止出束。建设单位规定，开关钥匙由辐射工作人员专人进行保管，建设单位规定只有授权使用的工作人员才能使用钥匙。

落实情况：SPRK CO100 型和 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置，均设计了钥匙开关。只有钥匙就位后才能开启电源进行出束作业；钥匙开关未闭合时，无法加载高压和出束作业；出束过程中若取下钥匙，将立即断电所有 X 射线源停止出束。建设单位已规定，开关钥匙由辐射工作人员专人进行保管，只有授权使用的工作人员才能使用钥匙。实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-23。



SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置



SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置

图 3-23 实体建筑物加门禁管理

(2) 工作状态指示灯和电离辐射警示标志

环评要求：SPRK CO100 型和 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置，在顶部均设计有 2 个工作状态指示灯，工作状态指示灯与该检测装置进行了联锁。当射线装置出束时，工作状态指示灯亮起；当射线装置停止出束时，工作状态指示灯熄灭。SPRK CO100 型和 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置在屏蔽体的四个侧面均拟张贴电离辐射警示标志。

落实情况:SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置在顶部设计了 2 个工作状态指示灯、SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置在顶部设计了 3 个工作状态指示灯，工作状态指示灯均与该检测装置进行了联锁。当射线装置出束时，工作状态指示灯亮起；当射线装置停止出束时，工作状态指示灯熄灭。SPRK CO100 型和 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置在屏蔽体的四个侧面均张贴了电离辐射警示标志。SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置实际落实情况与环评阶段一致，SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置较环评阶段增加了一个工作状态指示灯，均满足环保相关要求。详见图 3-24~图 3-25。



SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置





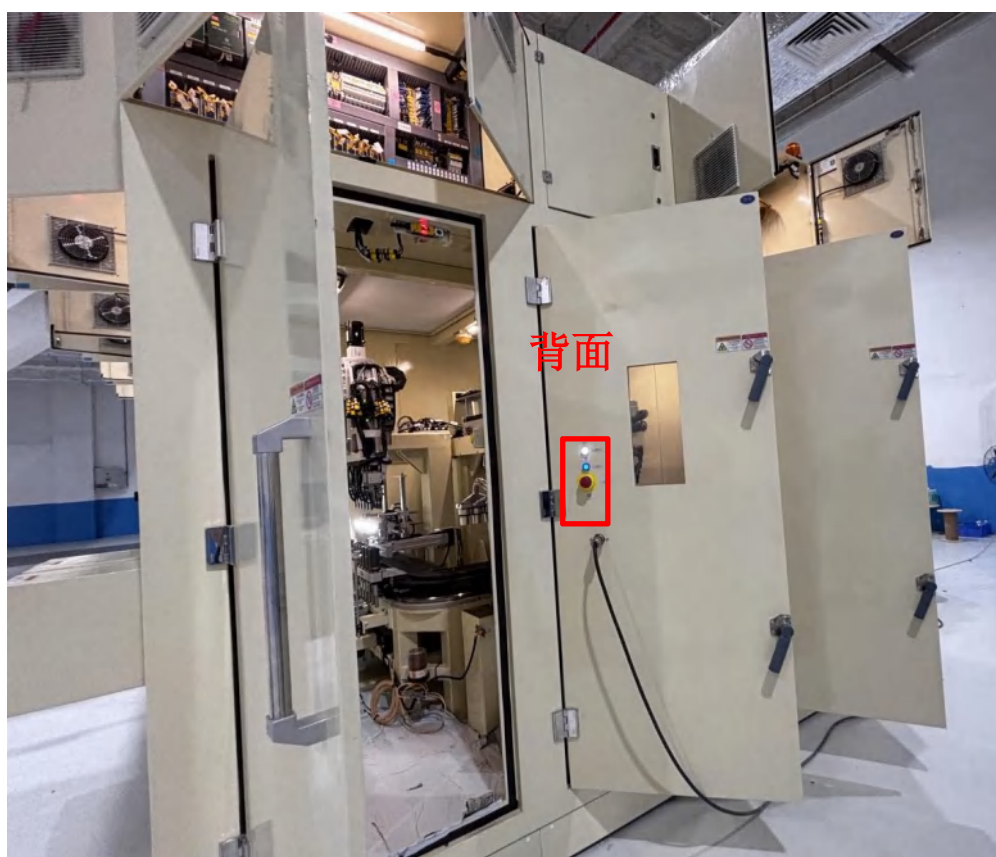
图 3-25 两台在线 X 射线检测装置电离警示标志

(3) 急停装置

环评要求: SPRK CO100 型和 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置在外表面均设计有 7 个急停按钮，在内部均设计有 8 个急停按钮，总计设计有 15 个急停按钮。急停按钮均有明显的标志，供紧急停止使用。当出现紧急情况时，只需按下任一急停按钮，在线 X 射线检测装置将立即断高压，所有 X 射线源停止出束。在紧急情况、事故处理完毕后，需将紧急停机开关复位，在线 X 射线检测装置才能重新出束作业。

落实情况: SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置在外表面设计了 8 个急停按钮，在内部设计了 8 个急停按钮，总计设计有 16 个急停按钮；SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置在外表面设计了 7 个急停按钮，在内部设计了 8 个急停按钮，总计设计有 15 个急停按钮。急停按钮均有明显的标志，供紧急停止使用。当出现紧急情况时，只需按下任一急停按钮，在线 X 射线检测装置将立即断高压，所有 X 射线源停止出束。在紧急情况、事故处理完毕后，需将紧急停机开关复位，在线 X 射线检测装置才能重新出束作业。本次生产的 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置，其急停装置的实际安装数量多于环评阶段的设计要求；而 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置，急停装置的实际安装数量与环评阶段一致，均满足环保相关要求。详见图 3-26。





SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置外表面急停按钮位置现状图



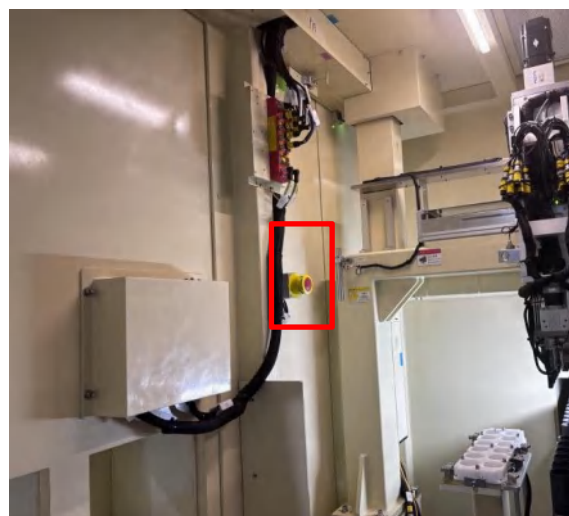
SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置内部急停按钮（正面）



SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置内部急停按钮（下料端面）



SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置内部急停按钮（背面）





SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置内部急停按钮（背面）



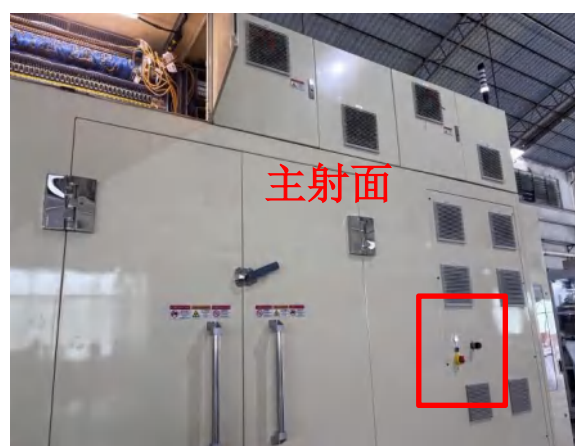
SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置内部急停按钮（上料端面）



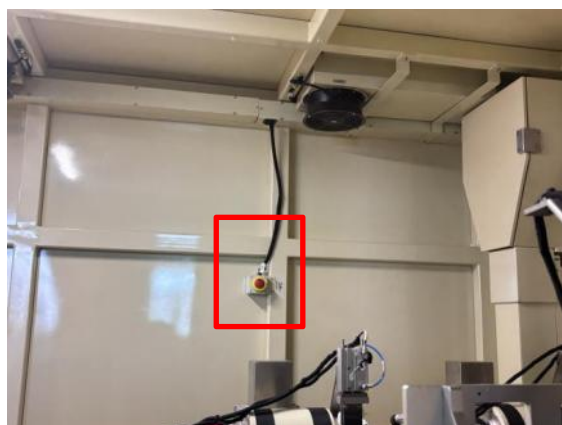
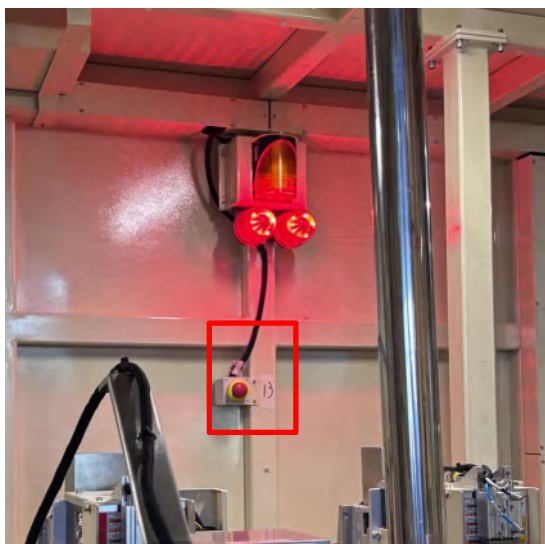
SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置内部急停按钮（上料端面）



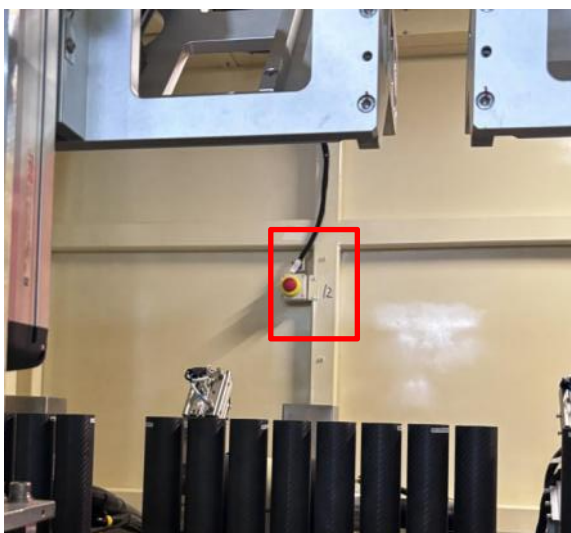




SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置外表面急停按钮位置现状图



SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置内部急停按钮（上下料面）



SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置内部急停按钮（上下料面）

SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置内部急停按钮（背面）



SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置内部急停按钮（正面）



SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置内部急停按钮（主射面）



SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置内部急停按钮（主射面）

图 3-26 两种型号 X 射线检测装置急停装置

（4）门机联锁

环评要求：SPRK CO100 型和 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的所有维修铅门，以及所有普通维修门，均拟安装电磁门锁。只有当所有门（包括维修铅门和普通维修门）均关闭到位，所有电磁门锁均反馈关闭到位的信号后，控制端才能发出出束

指令，否则即使发出出束指令，也无法加载高压进行出束作业。在出束作业时，任一电磁门锁反馈门已打开的信号，所有 X 射线源将立即停止出束，且门复位关闭后 X 射线不会自动出束。

落实情况：SPRK CO100 型和 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的所有维修铅门，以及所有普通维修门，均已安装电磁门锁。只有当所有门（包括维修铅门和普通维修门）均关闭到位，所有电磁门锁均反馈关闭到位的信号后，控制端才能发出出束指令，否则即使发出出束指令，也无法加载高压进行出束作业。在出束作业时，任一电磁门锁反馈门已打开的信号，所有 X 射线源将立即停止出束，且门复位关闭后 X 射线不会自动出束。实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-27。



SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置

SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置

图 3-27 两种型号 X 射线检测装置门机联锁装置

（5）声音提醒装置

环评要求：SPRK CO100 型和 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的正面均设置有 1 个声音提醒装置，内部均设置有 1 个声音提醒装置，总计设置有 2 个声音提醒装置，均与在线 X 射线检测装置联锁。在线 X 射线检测装置收到出束指令后，声音提醒装置将会发出明显的声音 10 秒，提醒周围人员，之后，X 射线源才会进行出束。

落实情况：SPRK CO100 型和 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的顶部均设置了 2 个声音提醒装置，内部均设置有 1 个声音提醒装置，总计设置有 3 个声音提醒装置，均与在线 X 射线检测装置联锁。在线 X 射线检测装置收到出束指令后，声音提醒装置将会发出明显的声音 10 秒，提醒周围人员，之后，X 射线源才会进行出束。两种型号在线 X 射线检测装置外部声音提醒装置的安装数量均多于环评阶段的设计要求，满足环保相关要求。详见图 3-28。



SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置外部声音提醒装置



SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置内部声音提醒装置



SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置外部声音提醒装置



SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置外部声音提醒装置



SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置内部声音提醒装置

图 3-28 两种型号 X 射线检测装置声音提醒装置

(6) 射线装置通风设施

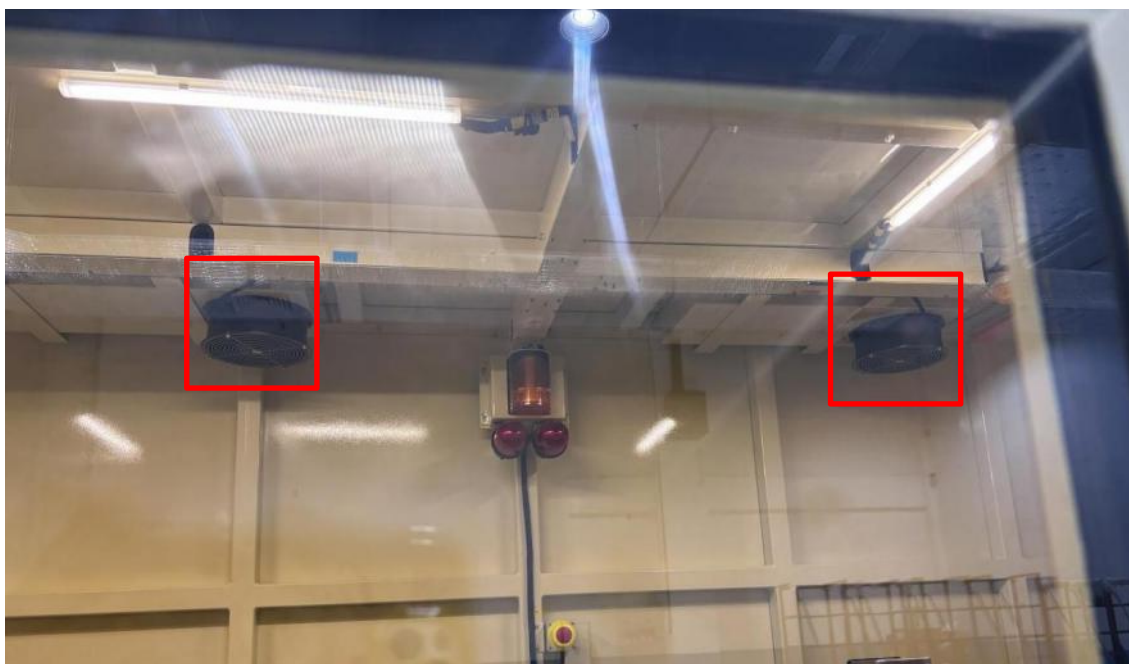
环评要求: SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置在屏蔽体顶部设计有 2 个机械排风装置, 每个排风装置的通风量为 $100\text{m}^3/\text{h}$, 总计通风量为 $200\text{m}^3/\text{h}$ 。SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置在屏蔽体顶部设计有 4 个机械排风装置, 每个排风装置的通风量为 $100\text{m}^3/\text{h}$, 总计通风量为 $400\text{m}^3/\text{h}$ 。排风系统在穿过屏蔽体处, 采用了多次折叠的路径设计。通过增加泄漏射线的散射次数和衰减, 从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。装配测试区的 SPRK CO100 型和 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的排风直接排入装配测试区。

SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置的外观尺寸长 \times 宽 \times 高为 $6.68\text{m}\times 3.18\text{m}\times 2.43\text{m}$ (不含顶部电柜), SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的外观尺寸长 \times 宽 \times 高为 $10.48\text{m}\times 3.18\text{m}\times 2.50\text{m}$ (不含顶部电柜), 由此可知, SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置的每小时通风换气次数约为 3.87 次, SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的每小时通风换气次数约为 4.80 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。

落实情况: SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置在屏蔽体顶部设计了 2 个机械排风装置, 每个排风装置的通风量为 $100\text{m}^3/\text{h}$, 总计通风量为 $200\text{m}^3/\text{h}$ 。SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置在屏蔽体顶部设计有 4 个机械排风装置, 每个排风装置的通风量为 $100\text{m}^3/\text{h}$, 总计通风量为 $400\text{m}^3/\text{h}$ 。排风系统在穿过屏蔽体处, 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。装配测试区的 SPRK CO100 型和 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的排风直接排入装配测试区。

SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置的外观尺寸长 \times 宽 \times 高为 $6.68\text{m}\times 3.18\text{m}\times 2.43\text{m}$ (不含顶部电柜), SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的外观尺寸长 \times 宽 \times 高为 $10.48\text{m}\times 3.18\text{m}\times 2.50\text{m}$ (不含顶部电柜), 由此可知, SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置的每小时通风换气次数约为 3.87 次, SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的每小时通风换气次数约为 4.80 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。本次生产两种型号在线 X 射线检测装置的通风设施落实情况与环评

阶段设计一致，满足要求。详见图 3-29。



SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置

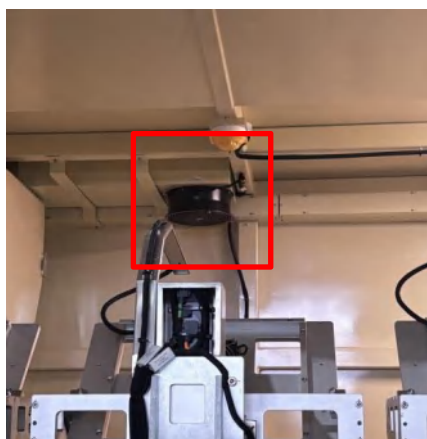


图 3-29 两种型号 X 射线检测装置通风设施

(7) 其他相关联锁

本项目射线装置的所有安全联锁，均与射线装置内的所有 X 射线源联锁。本项目的射线装置具有多重联锁，可以有效保证射线装置使用期间的安全，以及意外状况发生时的紧急停机。射线装置的安全联锁逻辑图见图 3-30。

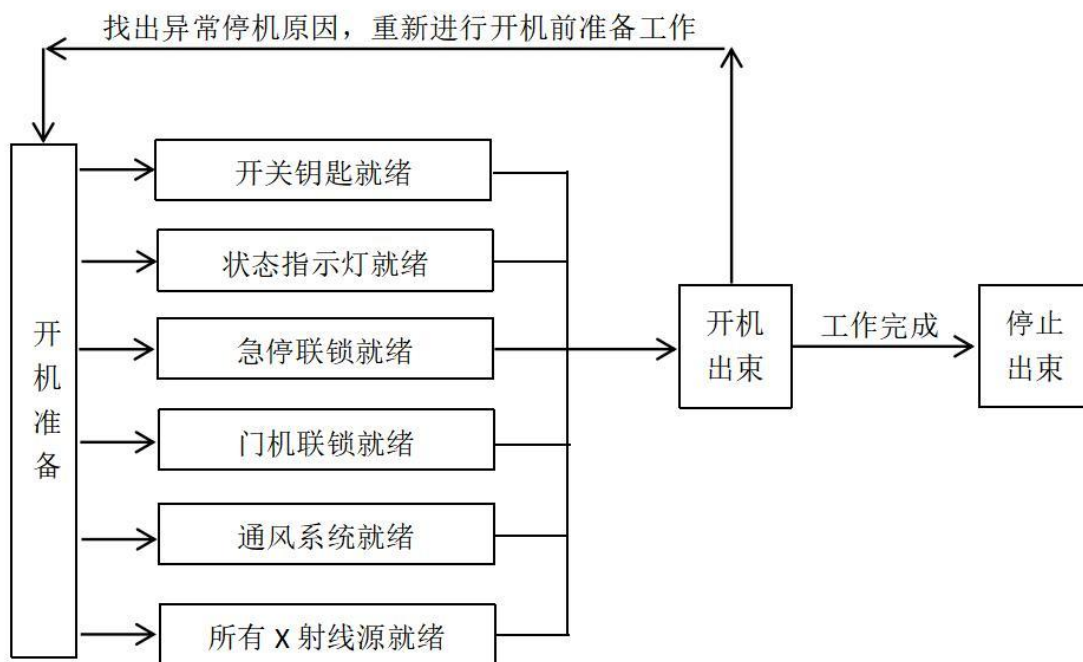


图 3-30 射线装置的安全联锁逻辑图

3.3 辐射安全分区

环评要求：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：射线装置的屏蔽体为界，将屏蔽体内部区域划为控制区。

(2) 监督区：将射线装置的屏蔽体外 30cm 处划为监督区。建设单位拟在监督区的边界地面上，张贴警戒线并设置警示标志及说明，建设单位通过上述措施，确保监督区的安全。

在射线装置出束期间，辐射工作人员不能进入控制区，公众不会进入监督区。同时，建设单位每年均会对监督区进行辐射监测，确保安全。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。

落实情况：本次验收两种型号在线 X 射线检测装置，均以射线装置的屏蔽体为界，将屏蔽体内部区域划为控制区；监督区范围划分优于环评设计方案（屏蔽体外 30cm）。建设单位在监督区的边界地面上，张贴警戒线并设置警示标志及说明；建设单位调试期间会使用护栏围挡，装配过程为方便物料出入会收拢围挡。建设单位通过上述措施，确保监督区的安全。详见图 3-31~图 3-32。

在射线装置出束期间，辐射工作人员不能进入控制区，公众不会进入监督区。同时，建设单位每年均会对监督区进行辐射监测，确保安全。

综上所述，本项目两种型号射线装置的辐射工作场所分区情况均可以满足环评文件以及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的要求。

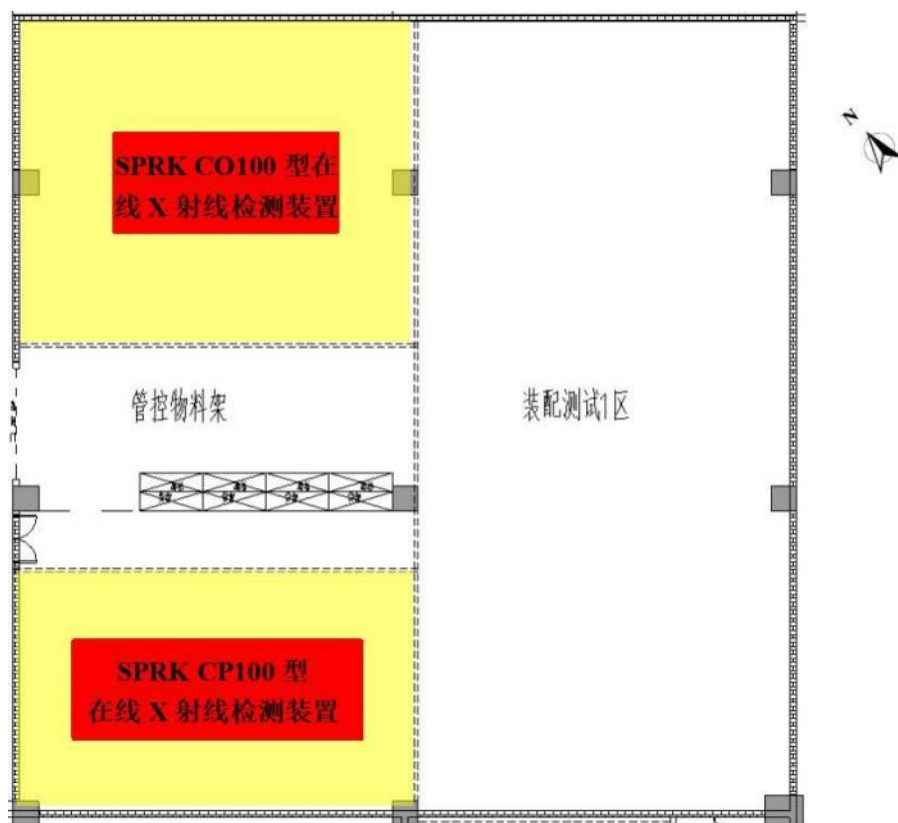


图 3-31 辐射工作场所分区图（红色为控制区，黄色为监督区）



图 3-32 分区现状示意图

3.4 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，可知本项目的装配测试区以及两种型号射线装置的实际建成情况与环评阶段的设计方案基本一致，两种型号的辐射屏蔽设施、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。

3.5 三废治理

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。本项目正常情况下人员无法进入射线装置内，因此，本项目的通风设施主要考虑辐射工作人员所在位置的通风情况，即：装配测试区的通风情况。装配测试区的每小时通风换气次数约为 4.74 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。

气体经排风系统最终排入大气环境。

本项目射线装置采用数字成像方式，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。

3.6 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。辐射防护小组成员如下：

表 3-4 辐射防护小组成员表

序号	管理人员	姓名	职务或职称
1	负责人	林云强	行政部
2	组长	马永超	制造部
3	成员	周诗杨	制造部
4	成员	岑宏坤	总装车间
5	成员	王永胜	总装车间

公司已明确辐射防护安全管理机构及职责，详见附件 4。

(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《辐射安全与防护管理制度》《辐射工作人员教育培训制度》《射线装置生产调试流程》《辐射监测方案》《设备检修维修制度》《射线装置出束调试过程记录制度》《辐射安全事故应急预案》（见附件 4）。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。

(3) 辐射工作人员的培训

环评要求：建设单位拟设置项目管理和生产组装调试，2 个辐射工作岗位，总计拟配备 5 名辐射工作人员。目前，建设单位的辐射工作人员名单尚未落实，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，保证辐射工作人员能凭考核合格后的成绩单上岗。

实际落实情况：建设单位已设置项目管理和生产组装调试，2 个辐射工作岗位，总计配备 5 名辐射工作人员。生产组装调试的 4 名辐射工作人员的其中 1 人，为辐射安全工程师，负责确认出束作业权限，且均已通过辐射培训考核，相关辐射工作人员的辐射防护与安全培训证明详见附件 5。

(4) 辐射工作人员个人剂量监测

环评要求：评价项目投入运营后，拟为所有辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检，并建立个人剂量档案，终身存档。

实际落实情况：建设单位已为 5 名辐射工作人员配置个人剂量计，并通过制定制度严格规范辐射工作人员必须佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计定期送检，建立个人剂量档案并长期保存。

(5) 工作场所辐射监测

环评要求：建设单位拟配备了 1 台便携式辐射剂量率仪，5 台个人剂量报警仪；每个辐射工作人员均拟佩戴个人剂量计。

实际落实情况：建设单位已配备了 2 台 RM-190 型核辐射检测仪、4 台 DT-9501 型手持核辐射检测仪和 4 台 TruDass G 型个人剂量报警仪（报警水平为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）。可满足本项目日常的使用要求。

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监测计划，落实了个人剂量监测制度等环评要求。

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
装配测试区布局	已按环评设计建设装配测试区，详细分析见本报告 3.1.1	已落实
装配测试区安全防护措施	已按照环评设计落实装配测试区各项安防措施，详细分析见报告 3.1.2	已落实
装配测试区通风系统	已按照环评设计建设通风设施	已落实
在线 X 射线检测装置辐射屏蔽	两种型号在线 X 射线检测装置均已按环评设计进行生产，详细分析见本报告 3.2.1 和 3.2.2	已落实
在线 X 射线检测装置辐射安全与防护措施	两种型号在线 X 射线检测装置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 3.3	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 3.5	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	现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

该项目环评文件于 2025 年 6 月 11 日经广东省生态环境厅审批，批文号粤环审【2025】90 号。批复文件具体执行情况如下：

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>项目建设应严格执行配套的辐射安全与防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>建设单位严格执行配套的辐射安全与防护设施和“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：肇庆兆阳装备技术有限公司生产（含出束调试）在线 X 射线检测装置项目周围剂量当量率检测

项目地址：肇庆市鼎湖区永安镇科技二路肇庆新区电子信息产业园 B1 栋 1 层

监测因子：为验证本项目在出束调试过程中对周围环境的辐射影响，在线 X 射线检测装置出束调试过程中和未出束调试状态下分别对验收项目辐射屏蔽体外及周边环境进行周围剂量当量率监测，并通过现场监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，评价该项目投入运行后，对周围环境和相关人员的辐射影响情况。

检测对象及其设备参数：

序号	设备名称	型号	最大管电压	输出电流	备注
1	在线 X 射线检测装置	SPRKCO100	每台含 6 个 X 射线源，最大管电压均为 150kV，最大管电流均为 0.5mA		装配测试 2 区
2	在线 X 射线检测装置	SPRKCP100	每台含 12 个 X 射线源，其中 8 个 X 射线源的最大管电压为 225kV，最大管电流为 0.89mA；其余 4 个 X 射线源的最大管电压为 150kV，最大管电流为 0.5mA		装配测试 3 区

6.2 监测点位

射线装置只有在出束时才会产生辐射影响。本项目生产的射线装置，只会在装配测试区进行出束操作，因此，本项目对环境的辐射影响主要来源于装配测试区，现场仅对在线 X 射线检测装置出束调试场所（装配测试区）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，先沿在线 X 射线检测装置屏蔽体外表面 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) 设备可达的各个面水平方向上的在线 X 射线检测装置屏蔽体外表面 30cm。

(2) 房间的关注点：包括在线 X 射线检测装置所在装配测试区及周边环境关注点。

根据以上布点原则，结合本验收项目的实际情况，在 SPRKCO100 型在线 X 射线检测装置屏蔽体外及相邻工作场所共布设了 45 处测量点，具体监测点位的布置情况见图 6-1~图 6-4；在 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置屏蔽体外及相邻工作场所共布设了 47 处测量点，具体监测点位的布置情况见图 6-5~图 6-8。

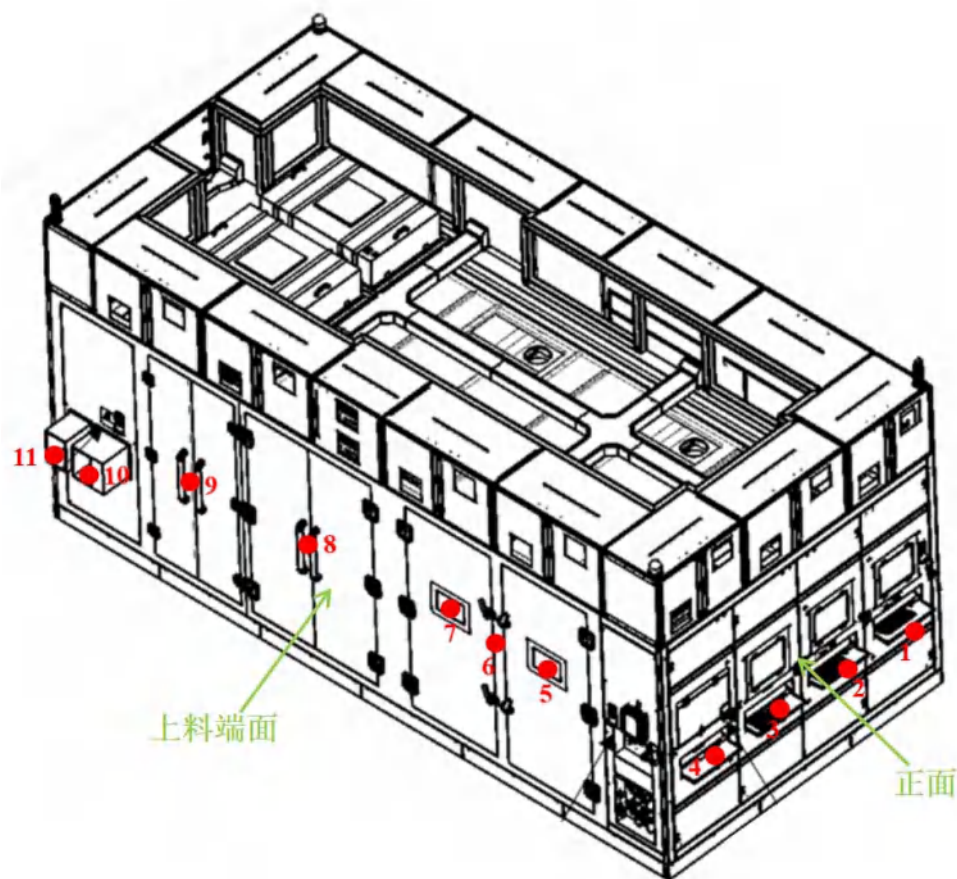


图 6-1 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置正面及上料端面测量布点图

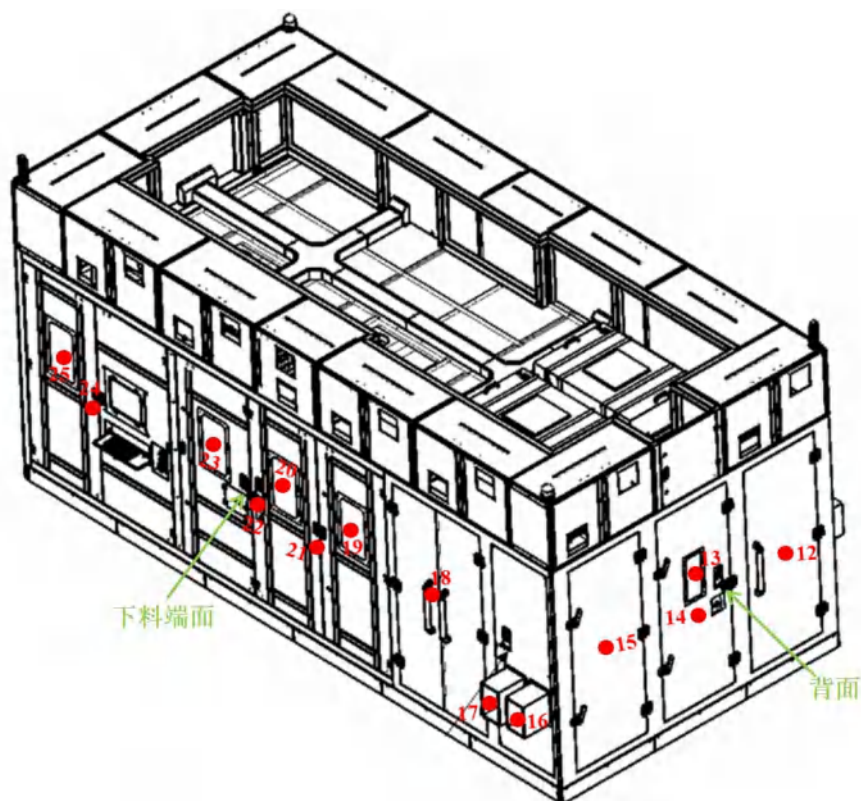


图 6-2 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置背面及下料端面测量布点图

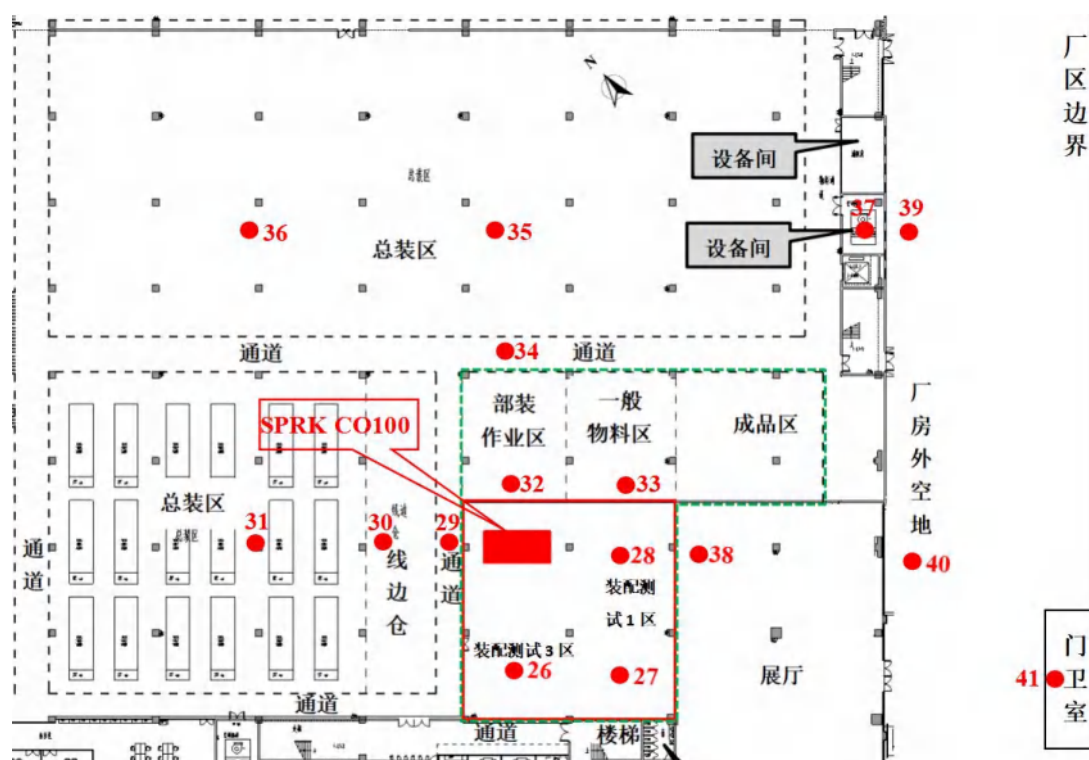


图 6-3 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置所在 1 栋厂房首层测量布点图

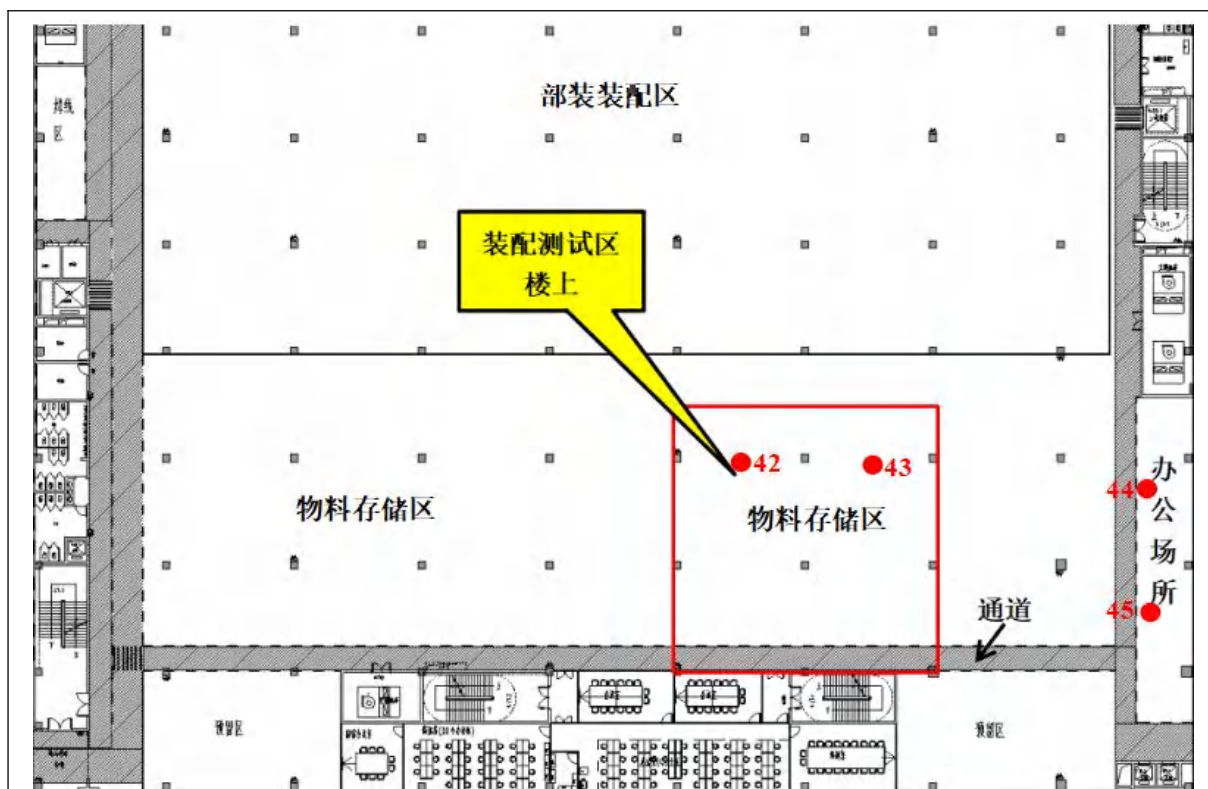


图 6-4 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置二层测量布点图

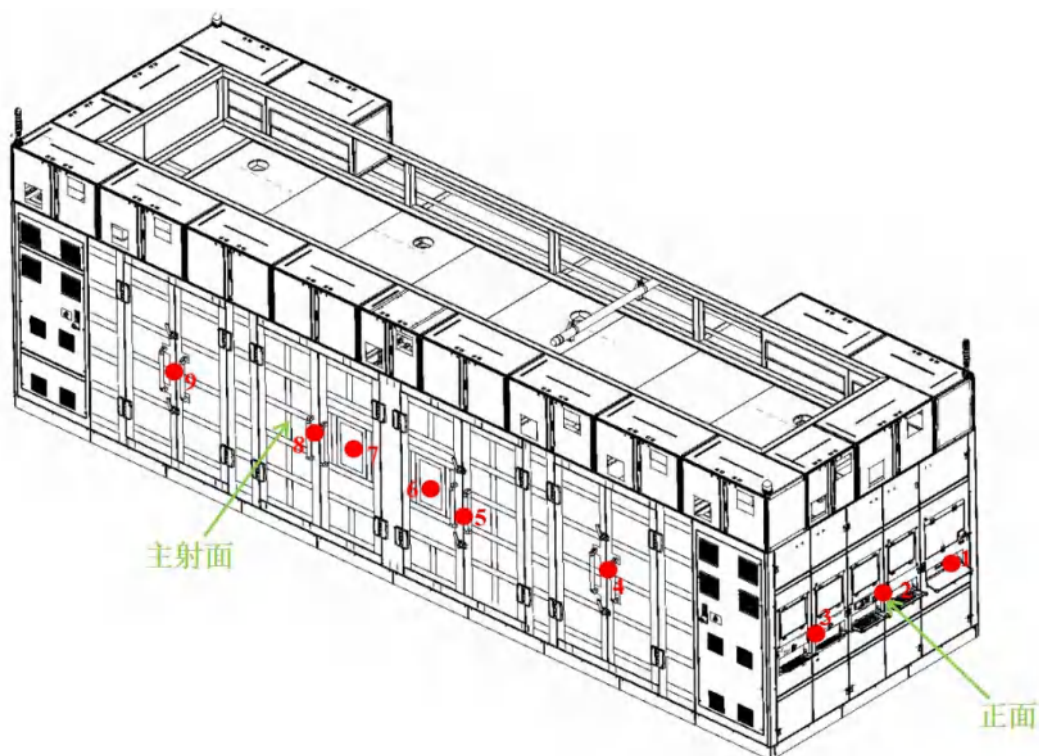


图 6-5 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置正面及主射面测量布点图

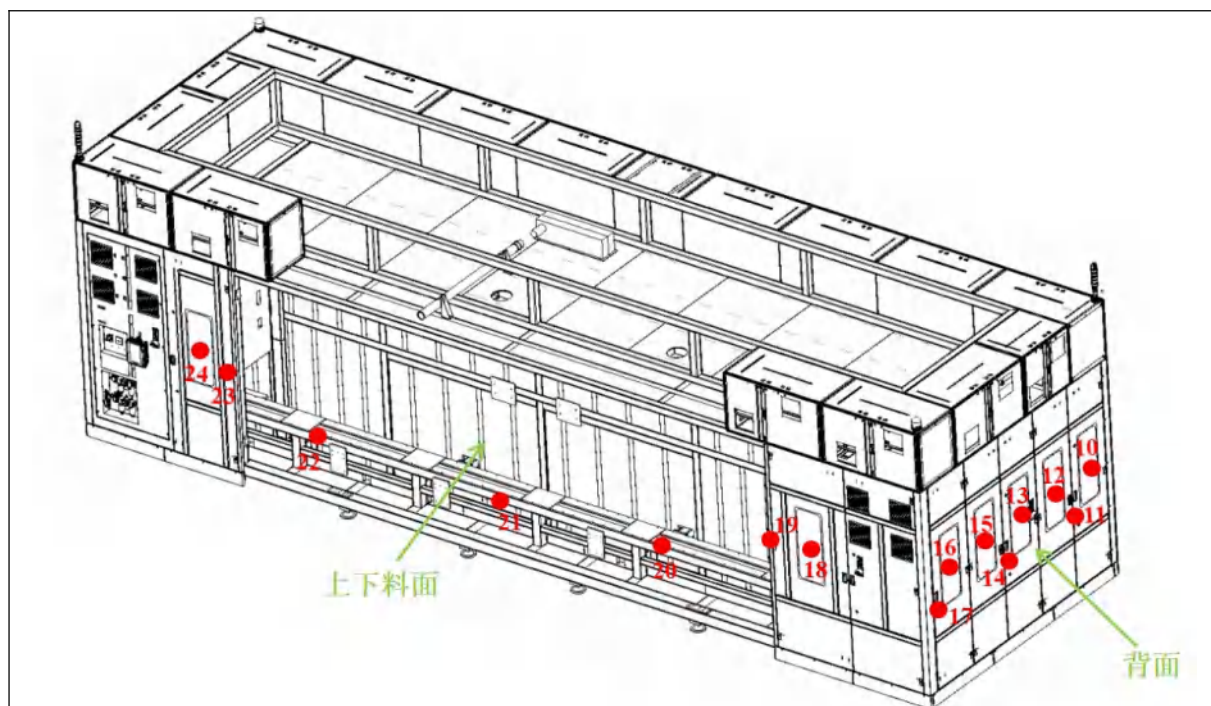


图 6-6 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面及上下料面测量布点图

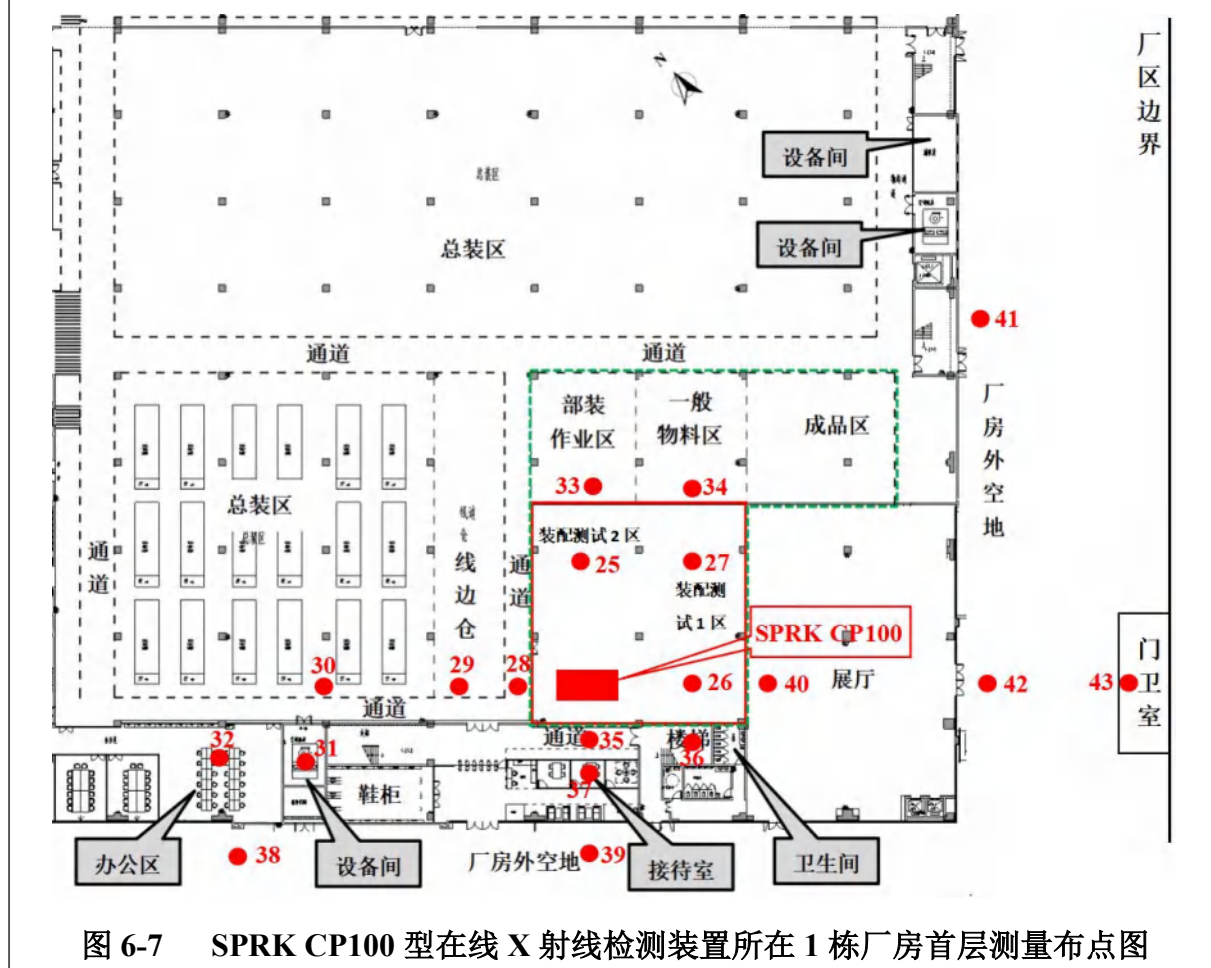


图 6-7 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置所在 1 栋厂房首层测量布点图

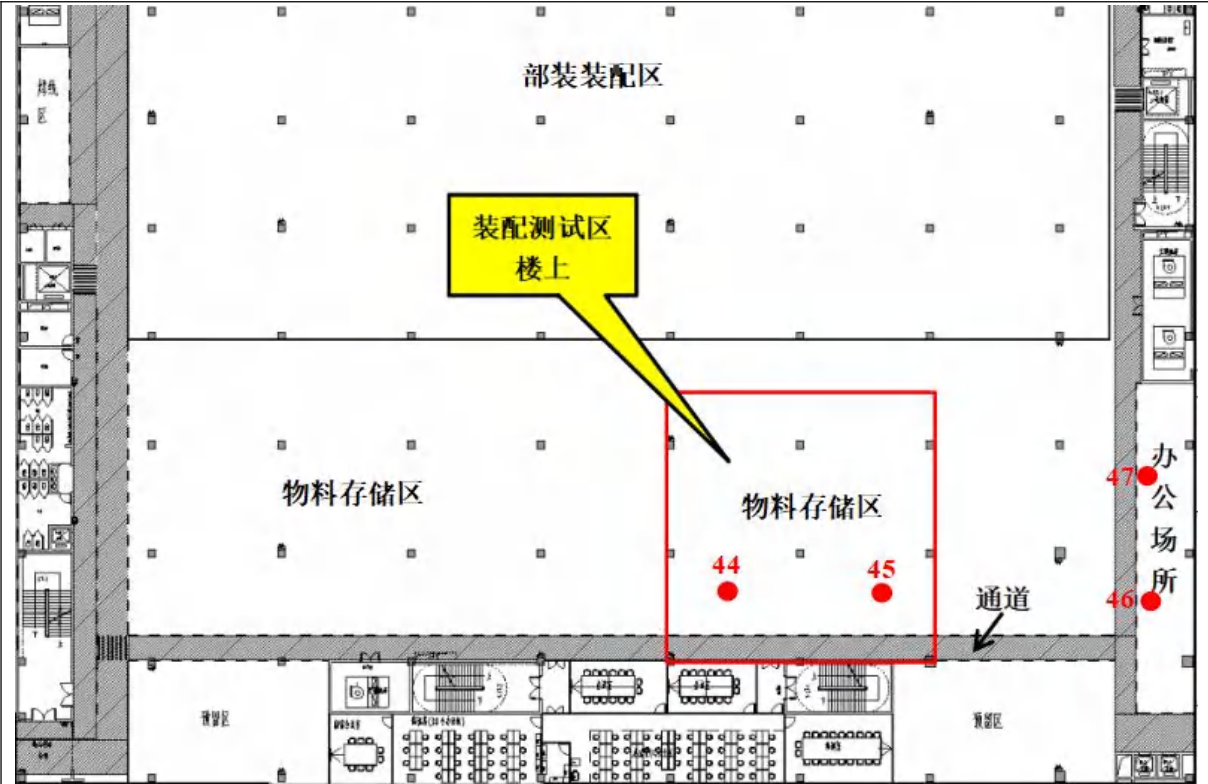


图 6-8 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置二层测量布点图

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 6-2。

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

表七 验收监测

7.1 验收监测期间工况

本次验收两种型号的在线 X 射线检测装置，其中 1 台 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置，含 6 个 X 射线源，管电压均为 150kV，管电流均为 0.5mA；1 台 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置，含 12 个 X 射线源，其中 8 个 X 射线源的管电压为 225kV，管电流为 0.89mA；其余 4 个 X 射线源的管电压为 150kV，管电流为 0.5mA。

我公司技术人员于 2025 年 9 月 22 日至项目现场进行验收监测，验收监测工况为：SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置，含 6 个 X 射线源，管电压均为 150kV，管电流均为 0.5mA；SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置，含 12 个 X 射线源，其中 8 个 X 射线源的管电压为 225kV，管电流为 0.89mA；其余 4 个 X 射线源的管电压为 150kV，管电流为 0.5mA。本次验收中，两种型号在线 X 射线检测装置的所有 X 射线源均在最大工况下正常出束。

7.2 验收监测结果和数据分析

现场验收监测结果具体见表 7-1~表 7-2，检测报告见附件 8。

7-1 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置周围剂量当量率检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果（μSv/h）			
		装置未出束时		装置出束时	
		平均值	标准差	平均值	标准差
1	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置正面屏蔽体外 30cm（操作位 1）	0.140	0.001	0.142	0.001
2	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置正面屏蔽体外 30cm（操作位 2）	0.148	0.002	0.151	0.002
3	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置正面屏蔽体外 30cm（操作位 3）	0.143	0.001	0.146	0.001
4	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置正面屏蔽体外 30cm	0.145	0.002	0.145	0.002
5	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置上料端面屏蔽体外 30cm（观察窗 1）	0.144	0.001	0.146	0.001
6	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置上料端面屏蔽体外 30cm（维修铅门）	0.143	0.002	0.142	0.002
7	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置上料端面屏蔽体外 30cm（观察窗 2）	0.142	0.002	0.145	0.001
8	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置上料端面屏蔽体外 30cm（维修铅门 2）	0.139	0.001	0.139	0.002

9	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置上料端面屏蔽体外 30cm（维修铅门 3）	0.145	0.002	0.146	0.002
10	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置上料端面板链线入口处 30cm	0.147	0.001	0.32	0.01
11	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置上料端面板链线出口处 30cm	0.149	0.002	0.229	0.002
12	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm 处（维修铅门 1）	0.145	0.001	0.148	0.002
13	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm 处（观察窗 1）	0.140	0.002	0.144	0.002
14	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm 处（维修铅门 2）	0.148	0.001	0.152	0.001
15	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm 处（维修铅门 3）	0.147	0.001	0.153	0.002
16	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面板链线出口处 30cm	0.142	0.001	0.143	0.001
17	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面板链线入口处 30cm	0.140	0.002	0.141	0.002
18	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm（维修门 1）	0.138	0.001	0.138	0.001
19	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm（观察窗 1）	0.140	0.002	0.138	0.002
20	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm（观察窗 2）	0.143	0.002	0.145	0.002
21	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm（维修门 2）	0.139	0.002	0.142	0.002
22	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm（维修门 3）	0.140	0.002	0.139	0.002
23	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm（观察窗 3）	0.139	0.001	0.140	0.002
24	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm（维修门 4）	0.146	0.002	0.84	0.02
25	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm（观察窗 4）	0.144	0.002	0.148	0.002
26	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置西南侧（装配测试 3 区）	0.140	0.001	0.143	0.001
27	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置南侧（装配测试 1 区）	0.142	0.002	0.145	0.001
28	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东南侧（装配测试 1 区）	0.140	0.002	0.142	0.002
29	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置西北侧墙体外 30cm 处（通道）	0.165	0.001	0.168	0.001
30	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置西北侧（线边仓）	0.162	0.001	0.165	0.001

31	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置西北侧(总装区)	0.158	0.002	0.160	0.002
32	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东北侧墙体外 30cm 处 (部装作业区)	0.162	0.002	0.169	0.001
33	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东侧墙体外 30cm 处 (一般物料区)	0.167	0.001	0.171	0.001
34	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东北侧(通道)	0.165	0.001	0.166	0.001
35	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东北侧(总装区)	0.160	0.001	0.164	0.001
36	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置北侧 (总装区)	0.161	0.002	0.162	0.002
37	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东北侧(设备间)	0.156	0.002	0.159	0.002
38	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东南侧墙体外 30cm 处 (展区)	0.164	0.001	0.169	0.001
39	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东北侧墙体外 30cm 处 (厂房外空地)	0.128	0.001	0.130	0.001
40	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东南侧墙体外 30cm 处 (厂房外空地)	0.125	0.001	0.131	0.002
41	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东南侧墙体外 30cm 处 (门卫室)	0.127	0.002	0.127	0.002
42	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置楼上物料存储区 1	0.196	0.001	0.200	0.001
43	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置楼上物料存储区 2	0.190	0.001	0.192	0.001
44	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置楼上办公场所 1	0.185	0.001	0.188	0.001
45	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置楼上办公场所 2	0.183	0.001	0.189	0.001

注：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。

7-2 SPRKCP100 型在线 X 射线检测装置周围剂量当量率检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果 (μSv/h)			
		装置未出束时		装置出束时	
		平均值	标准差	平均值	标准差
1	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置正面屏蔽体外 30cm (操作位)	0.145	0.002	0.147	0.002
2	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置正面屏蔽体外 30cm	0.148	0.001	0.150	0.002
3	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置正面屏蔽体外 30cm	0.146	0.001	0.149	0.001

4	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置主射面屏蔽体外 30cm（维修铅门 1）	0.145	0.002	0.148	0.002
5	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置主射面屏蔽体外 30cm（维修铅门 2）	0.143	0.001	0.146	0.002
6	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置主射面屏蔽体外 30cm（观察窗 1）	0.143	0.002	0.143	0.001
7	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置主射面屏蔽体外 30cm（观察窗 2）	0.148	0.002	0.182	0.002
8	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置主射面屏蔽体外 30cm（维修铅门 3）	0.144	0.002	0.217	0.002
9	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置主射面屏蔽体外 30cm（维修铅门 4）	0.146	0.001	0.150	0.002
10	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm（观察窗 1）	0.141	0.002	0.140	0.002
11	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm	0.142	0.001	0.142	0.001
12	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm（观察窗 2）	0.142	0.002	0.143	0.001
13	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm（观察窗 3）	0.140	0.002	0.145	0.002
14	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm	0.146	0.001	0.149	0.001
15	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm（观察窗 4）	0.145	0.001	0.146	0.002
16	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm（观察窗 5）	0.140	0.002	0.139	0.002
17	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm	0.143	0.002	0.147	0.002
18	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置上下料面屏蔽体外 30cm（观察窗 1）	0.138	0.001	0.140	0.002
19	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置上下料面屏蔽体外 30cm	0.140	0.002	0.142	0.002
20	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置上下料面电池上料处	0.145	0.001	0.149	0.002
21	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置上下料面电池物流线	0.143	0.002	0.148	0.001
22	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置上下料面电池下料处	0.147	0.002	0.153	0.001
23	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm	0.140	0.001	0.141	0.002
24	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置上下料面屏蔽体外 30cm（观察窗 2）	0.139	0.001	0.138	0.001
25	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东北侧（装配测试 2 区）	0.141	0.002	0.146	0.002

26	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东南侧(装配测试 1 区)	0.142	0.002	0.148	0.002
27	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东侧(装配测试 1 区)	0.140	0.002	0.144	0.002
28	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西北侧(通道)	0.165	0.001	0.167	0.002
29	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西北侧(线边仓)	0.162	0.001	0.165	0.002
30	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西北侧(总装区)	0.158	0.002	0.162	0.002
31	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西北侧(设备间)	0.180	0.002	0.180	0.002
32	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西北侧(办公区)	0.181	0.002	0.182	0.002
33	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东北侧(部装作业区)	0.162	0.002	0.168	0.001
34	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东北侧(一般物料区)	0.167	0.001	0.172	0.001
35	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西南侧(通道)	0.188	0.002	0.192	0.002
36	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置南侧(楼梯间)	0.183	0.003	0.186	0.002
37	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西南侧(接待室)	0.190	0.001	0.195	0.002
38	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西北侧(厂房外空地)	0.123	0.001	0.132	0.002
39	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西南侧(厂房外空地)	0.126	0.001	0.130	0.002
40	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西南侧(展厅)	0.164	0.001	0.167	0.001
41	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东侧(厂房外空地)	0.128	0.001	0.131	0.002
42	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东南侧(厂房外空地)	0.125	0.001	0.129	0.001
43	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东南侧(门卫室)	0.127	0.002	0.127	0.001
44	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置楼上物料存储区 1	0.198	0.001	0.199	0.001
45	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置楼上物料存储区 2	0.191	0.001	0.193	0.001
46	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置楼上办公场所 1	0.185	0.001	0.190	0.002
47	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置楼上办公场所 2	0.183	0.001	0.186	0.001

注：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。

从表 7-1 中的现场监测数据可见，在出束调试 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置时，其屏蔽体外周围剂量当量率为 $0.138\mu\text{Sv/h}\sim 0.84\mu\text{Sv/h}$ ；周边环境关注点的周围剂量当量率为 $0.127\mu\text{Sv/h}\sim 0.200\mu\text{Sv/h}$ ；表 7-2 中的现场监测数据可见，出束调试 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置时其屏蔽体外周围剂量当量率为 $0.138\mu\text{Sv/h}\sim 0.217\mu\text{Sv/h}$ ；周边环境关注点的周围剂量当量率为 $0.127\mu\text{Sv/h}\sim 0.199\mu\text{Sv/h}$ 。

根据上述情况可知，两种型号的在线 X 射线检测装置在出束调试时，周围剂量率均低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足人员可达区域的屏蔽体外 30cm 处及以外区域的周围剂量当量率不能超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

本项目环评阶段屏蔽体外剂量率预测值：装配测试区内的 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置屏蔽体外的周围剂量当量率最大为 $0.691\mu\text{Sv/h}$ ；SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置屏蔽体外的周围剂量当量率最大为 $0.338\mu\text{Sv/h}$ 。现场实际监测结果：SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置屏蔽体外的周围剂量当量率最大为 $0.84\mu\text{Sv/h}$ ；SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置屏蔽体外的周围剂量当量率最大为 $0.199\mu\text{Sv/h}$ 。对比结果表面，两种型号的在线 X 射线检测装置屏蔽体外剂量率预测值与现场监测屏蔽体外周围剂量当量率检测结果均满足本项目确定的屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

综上所述，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

本项目所涉及的生产、组装与调试工作均由辐射工作人员负责。在生产阶段，每种型号射线装置的年最大出束时间为 12h，因此每位辐射工作人员操作两种型号射线装置的年最大工作负荷为 24h；返厂维修阶段中，每种型号射线装置的年最大出束时间为 2h；对应每位辐射工作人员两种型号射线装置的年最大工作负荷为 4h。分别取两种型号射线装置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受照剂量估算，具体的计算参数及结果详见表 7-3。

表 7-3 辐射工作人员受照剂量估算的相关技术参数及结果

设备	阶段	居留性质	贡献值，	受照时间	有效剂量，
----	----	------	------	------	-------

			$\mu\text{Sv/h}$	计算时间 h	居留因子	mSv/a
SPRK CO100 型在线 X 射线 检测装置	生产阶段	全居留	0.694	12	1	8.3×10^{-3}
	返厂维修阶段	全居留	0.694	4	1	2.8×10^{-3}
SPRK CP100 型在线 X 射线 检测装置	生产阶段	全居留	0.073	12	1	8.8×10^{-4}
	返厂维修阶段	全居留	0.073	4	1	2.9×10^{-4}

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

辐射工作人员同时操作两种型号的生产、返厂维修阶段的年受照有效剂量为：

$$(8.3 \times 10^{-3})\text{mSv/a} + (2.8 \times 10^{-3})\text{mSv/a} + (8.8 \times 10^{-4})\text{mSv/a} + (2.9 \times 10^{-4})\text{mSv/a} \approx 1.2 \times 10^{-2}\text{mSv/a}$$

综上所述，辐射工作人员同时操作两种型号的生产、返厂维修阶段的年受照有效剂量最大不超过 $1.2 \times 10^{-2}\text{mSv}$ ，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 ）。

7.3.2 公众受照剂量估算

根据生产与返厂维修阶段的年最大出束时间，公众年受照时长取两种型号在线 X 射线检测装置出束总时长 32h，保守估算公众年估算过程中取两种型号射线装置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 7-4。

表 7-4 公众受照剂量估算的相关技术参数及结果

序号	环境性质		居留性质	贡献值 nSv/h	受照时间		有效剂量 mSv/a
					计算时间 h	居留因子	
1	1 栋 厂房	首层展厅	偶然居留	5	32	1/4	4.0×10^{-5}
2		首层接待室	部分居留	5	32	1/4	4.0×10^{-5}
3		首层办公区	全居留	1	32	1	3.2×10^{-5}
4		首层总装区	全居留	4	32	1	1.3×10^{-4}
5		楼上区域	全居留	6	32	1	1.9×10^{-4}
6		其余场所	全居留	9	32	1	2.9×10^{-4}
7	门卫室		全居留	1	32	1	3.2×10^{-5}

由表 7-4 可见，公众的年受照有效剂量最大不超过 $2.9 \times 10^{-4}\text{mSv}$ ，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

本次验收内容为肇庆兆阳装备技术有限公司在广东省肇庆市鼎湖区科技二路和新安大道交汇处北侧的肇庆兆阳装备技术有限公司 1 栋厂房首层南侧，开展 SPRK CO100 型和 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置的生产（含出束调试），每种型号射线装置的年最大产量均为 6 台。

8.2 辐射环境监测结果分析

受建设单位委托，2025 年 9 月 22 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：

SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置出束调试工况：含 6 个 X 射线源，管电压均为 150kV，管电流均为 0.5mA；

SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置出束调试工况：含 12 个 X 射线源，其中 8 个 X 射线源的管电压为 225kV，管电流为 0.89mA；其余 4 个 X 射线源的管电压为 150kV，管电流为 0.5mA。

从现场监测数据可见，SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置出束调试时，其屏蔽体外周围剂量当量率为 $0.138\mu\text{Sv/h}\sim 0.84\mu\text{Sv/h}$ ；周边环境关注点的周围剂量当量率为 $0.127\mu\text{Sv/h}\sim 0.200\mu\text{Sv/h}$ ；SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置出束调试时，其屏蔽体外周围剂量当量率为 $0.138\mu\text{Sv/h}\sim 0.217\mu\text{Sv/h}$ ；周边环境关注点的周围剂量当量率为 $0.127\mu\text{Sv/h}\sim 0.199\mu\text{Sv/h}$ 。均低于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足人员可达区域的屏蔽体外 30cm 处及以外区域的周围剂量当量率不能超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 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，操作两种型号的生产、返厂维修阶段的辐射工作人员年受照有效剂量最大不超过 $1.2\times 10^{-2}\text{mSv}$ ，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 $2.9\times 10^{-4}\text{mSv}$ ，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 ）。

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 SPRK CO100

型和 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置均自带屏蔽体，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。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

本次验收的肇庆兆阳装备技术有限公司生产（含出束调试）在线 X 射线检测装置项目落实了工程设计、环境影响评价及批复文件对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。

编号: 2025-2897 (核)

广东省生态环境厅

粤环审〔2025〕90 号

广东省生态环境厅关于肇庆兆阳装备技术有限公司 生产在线 X 射线检测装置项目环境影响 报告表的批复

肇庆兆阳装备技术有限公司:

你单位报批的《核技术利用建设项目环境影响报告表》(以下简称报告表,编号为 LBHJ-2025-DLHP003)等材料收悉。经研究,批复如下:

一、你单位核技术利用建设项目位于肇庆市鼎湖区科技二路和新安大道交汇处北侧肇庆兆阳装备技术有限公司厂区内。项目主要内容为:

— 1 —

(一) 开展卡尔蔡司(上海)管理有限公司射线装置产品代加工生产活动。在公司厂区1栋厂房首层南侧设置装配测试区,并建设物理隔断,在装配测试区外围配套设置一般物料区、部装作业区、成品区等场所,按照卡尔蔡司(上海)管理有限公司设计方案和要求以及提供的X射线源、探测器等主要部件,在装配测试区进行2种型号X射线装置的装配调试生产活动,每次调试限1台射线装置。本项目生产的X射线装置分别按照卡尔蔡司(上海)管理有限公司的SPRK CO100型、SPRK CP100型在线X射线检测装置设计方案实施,均用于卷绕电池内部对齐度和异物的无损检测。SPRK CO100型在线X射线监测装置内含6个定向X射线源,最大管电压均为150千伏,最大管电流均为0.5毫安。SPRK CP100型X射线装置内含12个定向X射线源,其中8个X射线源的最大管电压为225千伏,最大管电流为0.89毫安;其余4个X射线源的最大管电压为150千伏,最大管电流为0.5毫安。以上2种型号X射线装置均自带屏蔽体,均属II类射线装置。

(二) 开展以上在线X射线监测装置的返厂维修活动,该2种型号装置年最大生产均为6台,年最大返厂维修量均为2台,其用户端安装调试、培训和售后维护活动均由卡尔蔡司(上海)管理有限公司负责。

二、根据报告表的评价结论、肇庆市生态环境局的意见以及广东省环境辐射监测与核应急响应技术支持中心出具的技术评估意见,项目按照报告表中所列的建设内容以及辐射安全防护措施

进行建设，从生态环境保护角度可行。

三、环境影响评价文件经批准后，项目的性质、地点、规模、工艺流程和辐射安全与防护措施发生重大变动的，建设单位应当重新报批建设项目的环境影响评价文件。项目环境影响评价文件自批准之日起超过五年，方决定该项目开工建设的，其环境影响评价文件应当报我厅重新审核。

四、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。

五、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、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。

六、项目的环境保护日常监督管理工作由肇庆市生态环境局负责。

七、你单位应在收到本批复后 20 个工作日内，将批准后的环境影响评价文件送至肇庆市生态环境局，并按规定接受生态环境部门的监督检查。


广东省生态环境厅
2025 年 6 月 11 日

— 3 —

公开方式：主动公开

抄送：肇庆市生态环境局，广东省环境辐射监测与核应急响应技术支持中心，广州乐邦环境科技有限公司。

广东省生态环境厅办公室

2025 年 6 月 11 日印发

附件 2 辐射安全许可证



辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：肇庆兆阳装备技术有限公司

统一社会信用代码：91441203MA578XUH62

地址：广东省肇庆市鼎湖区永安镇科技二路肇庆新区电子信息产业园B1栋1层

法定代表人：阳如坤

证书编号：粤环辐证[05250]

种类和范围：生产、使用 II 类射线装置（具体范围详见副本）。

有效期至：2030年08月17日



发证机关：广东省生态环境厅

发证日期：2025年08月18日

中华人民共和国生态环境部监制



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	肇庆兆阳装备技术有限公司		
统一社会信用代码	91441203MA578XUH62		
地 址	广东省肇庆市鼎湖区永安镇科技二路肇庆新区电子信息产业园 B1 栋 1 层		
法定代表人	姓 名	阳如坤	联系方式
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	装配测试区	广东省肇庆市鼎湖区科技二路和新安大道交汇处北侧的肇庆兆阳装备技术有限公司 1 栋厂房首层南侧	马永超
证书编号	粤环辐证[05250]		
有效期至	2030 年 08 月 17 日		
发证机关	广东省生态环境厅		(盖章)
发证日期	2025 年 08 月 18 日		



(三) 射线装置

证书编号：粤环辐证[052501]

序号	活动种类和范围				使用台账				备注			
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
											0.89mA ；其余 4个X 射线源 的最大 管电压 为 150kV ，最大 管电流 为 0.5mA 。该型 号装置 年最大 生产为 6台， 年最大 返厂维 修量为 2台。	



(三) 射线装置

证书编号: 粤环辐证[05250]

活动种类和范围					使用台账			备注				
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
2		工业用 X 射线探伤装置	II 类	生产, 使用	6						SPRKC O100 型 在线 X 射线检 测装 置: 每 台含 6 个定向 X 射线 源, 最 大管电 压均为 150kV , 最大 管电流 均为 0.5mA 。该型 号装置 年最大 生产为	

6 / 10



(三) 射线装置

证书编号: 粤环辐证[05250]

序号	活动种类和范围					使用台账				备注			
	活动场所名称	装置位置	设备名称	活动类别	活动种类	数量/台(座)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
												6台, 年最大返厂维修量为2台。	

附件3 卡尔蔡司（上海）管理有限公司辐射安全许可证



辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：卡尔蔡司（上海）管理有限公司

统一社会信用代码：91310000607411770K

地 址：中国（上海）自由贸易试验区美约路60号南部位

法定代表人：MAXIMILIAN FOERST

证书编号：沪环辐证[30209]

种类和范围：销售、使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置（具体范围详见副本）。

有效期至：2026年11月15日



发证机关：上海市生态环境局


发证日期：2025年02月18日

中华人民共和国生态环境部监制



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	卡尔蔡司（上海）管理有限公司		
统一社会信用代码	91310000607411770K		
地 址	中国（上海）自由贸易试验区美约路 60 号南部位		
法定代表人	姓 名	MAXIMILIAN FOERST	联系方式
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	工业测量技术展示中心	上海市外高桥美约路 60 号南部位	胡晓冬
	工业测量技术销售部及客户现场	上海市外高桥美约路 60 号南部位及客户现场	胡晓冬
	产品展示中心	上海市外高桥美约路 81 号 4 幢 B 部位	刘牛
	新能源汽车创新展示中心	上海市外高桥美约路 60 号南部位	墨恺
	医疗仪器销售部及客户现场	上海市浦东新区宁桥路 825 号 4 幢 4 层及客户现场	潘世越
	显微技术销售部及客户现场	上海市外高桥美约路 60 号南部位及客户现场	李德军
	显微技术展示中心	上海市外高桥美约路 60 号南部位 001 室、002 室、003 室、004 室	李德军
	半导体光掩膜解决方案销售部及客户现场	上海市外高桥美约路 60 号南部位三楼西部位及客户现场	陈伟
	证书编号	沪环辐证[30209]	
有效期至	2026 年 11 月 15 日		
发证机关	上海市生态环境局		(盖章)
发证日期	2025 年 02 月 18 日		



(三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30209]

序号	活动种类和范围				使用台账				备注			
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	半导体光掩膜解决方案销售及客户现场	其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	5						MeRiT(R)MG45 Plus	
2		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	5						MeRiT(R)meXT BE	
3		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	5						MeRiT(R)HRII	
4		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	5						MeRiT(R)MGneo	
5		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	5						MeRiT(R)HR32 plus	
6		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	5						MeRiT(R)meXT	
7	产品展示	工业用 X	II 类	使用	1	工业 CT	CT	42712210005	管电压 225	Carl Zeiss	CTMET	



(三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30209]

设备台账												
序号	活动种类和范围					使用台账				备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	中心	射线计算机断层扫描(CT)装置					METROTOM 1500 225kV G3	7	kV 管电流 3 mA	IMT(Shanghai)Co., Ltd	ROTOM 1500225 kV/G3	
8	工业测量技术销售部及客户现场	工业用 X 射线探伤装置	II类	销售, 使用	5						SPRK1	
9		工业用 X 射线探伤装置	II类	销售, 使用	5						SPRK2	
10		工业用 X 射线探伤装置	II类	销售, 使用	20						BOSEL LO OMNIA 160-100	
11		工业用 X 射线探伤装置	II类	销售, 使用	10						BOSEL LOOMN IA120-70	
12		工业用 X 射线计算机断层扫描	II类	销售, 使用	20						VoluMax 9 titan	

5 / 22



(三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30209]

序号		活动种类和范围				使用台账				备注		
辐射活动场所名称		装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
13		(CT) 装置										
		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II 类	销售, 使用	20						BOSEL LO MAX 100-150	
14		(CT) 装置										
		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II 类	销售, 使用	20						METRO TOM 1	
15		(CT) 装置										
		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II 类	销售, 使用	20						METRO TOM 6 scout	
16		(CT) 装置										
		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II 类	销售, 使用	5						Voluma x M800	



(三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30209]

序号	活动种类和范围					使用台账				备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
17	置	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装	Ⅱ类	销售, 使用	5						GOM CT	
18		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装	Ⅱ类	销售, 使用	10						Voluma x F1500 flash	
19		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装	Ⅱ类	销售, 使用	10						Voluma x F1500 thunder	
20		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装	Ⅱ类	销售, 使用	10						METRO TOM 800 225KV HR G3	

7 / 22



(三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30209]

序号	活动种类和范围				使用台账				备注			
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
21		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II类	销售, 使用	20						METRO TOM 800 130KV	
22		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II类	销售, 使用	10						METRO TOM 800 225KV G3	
23		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II类	销售, 使用	20						METRO TOM 1500 225KV G3	
24		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II类	销售, 使用	20						BOSEL LO HEX 50-70 CNC	
25		工业用 X	II类	销售,	20						BOSEL	

8 / 22



(三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30209]

活动种类和范围										使用台账			备注	
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门		
		射线计算机断层扫描(CT)装置		使用							LO MAX 70-120			
26		工业用X射线计算机断层扫描(CT)装置	II类	销售, 使用	20						BOSEL LO MAX 80-150			
27		工业用X射线计算机断层扫描(CT)装置	II类	销售, 使用	20						BOSEL LO MAX 100-200			
28		工业用X射线计算机断层扫描(CT)装置	II类	销售, 使用	10						Voluma x F1500			
29		工业用X射线计算机	II类	销售, 使用	5						Voluma x M400			



(三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30209]

序号	活动种类和范围				使用台账				备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
30		断层扫描(CT)装置									
		工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	II 类 销售, 使用	10						Volumax F800	
31	工业测量技术展示中心	工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	II 类 使用	3	工业 CT	Metrotom 800	229890	管电压 130 kV 管电流 0.3 mA	Carl ZEISS GmbH	工业 CT	
						CT		管电压 225 kV 管电流 3 mA	Carl Zeiss X-ray Technologies Srl		
					工业 CT	METROTOM 1500 225kV G3	147123030068				
32	显微技术销售部及客户现场	其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类 销售, 使用	30	工业 CT	METROTOM 1	20-000179	管电压 160 kV 管电流 7 mA	GOM GmbH	电子显微镜 GeminiS	

10 / 22



(三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30209]

序号	活动种类和范围					使用台账				备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
33		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	30						EM 360 电子显微镜 GeminiS EM 560	
34		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	20						电子显微镜 GeminiS EM 460	
35		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	15						电子显微镜 GeminiS EM 450	
36		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	20						电子显微镜 GeminiS EM 500	
37		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	15						电子显微镜 Sigma 500	

11 / 22



(三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30209]

序号	活动种类和范围				使用台账				备注			
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
38		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	4						电子显微镜 Crossbeam 340	
39		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	4						电子显微镜 Crossbeam 540	
40		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	30						电子显微镜 EVO 25	
41		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	30						电子显微镜 EVO 18	
42		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	4						电子显微镜 Crossbeam 550L	
43		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	30						电子显微镜 EVO 15	

12 / 22



(三) 射线装置

证书编号：沪环辐证[30209]

活动种类和范围					使用台账				备注			
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
44		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	4						电子显微镜 Crossbeam 550	
45		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	15						电子显微镜 Sigma 560	
46		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	15						电子显微镜 Sigma 360	
47		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	15						电子显微镜 Sigma 300	
48		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	4						电子显微镜 Crossbeam 350	
49		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	10							电子显微镜

13 / 22



(三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30209]

序号	活动种类和范围					使用台账				备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
		豁免的 X 射线装置	类	使用							微镜 ORION NanoFab	
50		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	15						电子显微镜 GeminiS EM 300	
51		其他不能被豁免的 X 射线装置	III 类	销售, 使用	20						电子显微镜 EVO 10	
52		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II 类	销售, 使用	10						显微 CT Xradia 410 Versa	
53		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II 类	销售, 使用	10						显微 CT Xradia 810 Ultra	
54		工业用 X	II 类	销售,	10						显微 CT	

14 / 22



(三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30209]

活动种类和范围		使用台账				备注						
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
55		射线计算机断层扫描(CT)装置	II类	使用	10						Xradia 520 Versa	
		工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置		销售, 使用								
56		工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	II类	销售, 使用	20						显微 CT Xradia Crystal CT	
		工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置		销售, 使用								
57		工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	II类	销售, 使用	15						显微 CT Xradia a515Versa	
		工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置		销售, 使用								
58		工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	II类	销售, 使用	10						显微 CT Xradia	
		工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置		销售, 使用								

15 / 22



(三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30209]

序号	活动种类和范围					使用台账				备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
		断层扫描(CT)装置									620 Versa	
59		工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	II类	销售, 使用	20						显微 CT Xradia 630 Versa	
60		工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	II类	销售, 使用	10						显微 CT Xradia 610 Versa	
61		工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置	II类	销售, 使用	10						显微 CT Xradia Context microCT	
62		工业用 X 射线计算机断层扫描	II类	销售, 使用	10						显微 CT Xradia 510	



(三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30209]

序号	活动种类和范围					使用台账				备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
		(CT) 装置									Versa	
63		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II 类	销售, 使用	10						显微 CT Xradia 800 Ultra	
64		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II 类	销售, 使用	10						显微 CT UltraXR M-L200	
65		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II 类	销售, 使用	10						显微 CT Micro XCT 200	
66		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II 类	销售, 使用	10						显微 CTVersa XRM61 5	



(三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30209]

活动种类和范围					使用台账				备注			
序号	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
67		工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II 类	销售, 使用	10						显微 CTVersa XRM730	
	显微技术展示中心	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II 类	使用	1	显微 CT	Xradia 515 Versa	8808010504	管电压 160 kV 管电流 0.156 mA	Carl Zeiss X-ray Microscopy, Inc	Xradia5 15Versa	
69	新能源汽车创新展示中心	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II 类	使用	3	显微 CT	Xradia 620 Versa	8807010608	管电压 160 kV 管电流 0.156 mA	Carl Zeiss X-ray Microscopy, Inc		
						工业 CT	BOSELL Q AT-LINE 2D Battery	228921030020	管电压 160 kV 管电流 4 mA	Carl Zeiss X-ray Technologies Srl		
						工业 CT	CT VoluMax	229805	管电压 225 kV 管电流	Carl Zeiss GmbH		

18 / 22



(三) 射线装置

证书编号: 沪环辐证[30209]

序号		活动种类和范围					使用台账				备注		
		辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
70		医疗仪器销售部及客户现场	术中放射治疗装置	II类	销售, 使用	30		F1500		8 mA		Intrabeam Prs 500	
71			术中放射治疗装置	II类	销售, 使用	28						INTRABEAM 600	

附件 4 辐射安全管理相关制度

辐射防护安全管理机构及职责

为贯彻落实国家和地方生态环境主管部门关于放射性同位素与射线装置安全管理要求，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号）及相关法律法规，保护工作人员及周边公众的健康安全，特制定本制度。

一、辐射安全监督领导小组组

织架构

序号	管理人员	姓名	联系方式	职务或职称
1	负责人	林云强		行政部
2	组长	马永超		制造部
3	成员	周诗杨		制造部
4	成员	岑宏坤		总装车间
5	成员	王永胜		总装车间

二、辐射安全监督领导小组职责

1. 依法依规管理

严格执行国家、地方关于放射性同位素与射线装置安全与防护的法律法规，依法申报环境影响评价，依法办理辐射安全许可证，配合生态环境主管部门的监督指导与检查。

2. 设备与作业安全管理

规范公司探伤室射线装置的安全使用，落实辐射防护措施，防止辐射事故，保障工作人员和公众健康安全。

3. 规章制度制定与执行

制定、完善辐射防护规章制度，定期组织监督检查，确保制度落实到位。

4. 辐射事故管理与应急响应

负责辐射事故的调查、分析和处理，制定并落实整改措施，并按照法规规定及时上报事故信息。

5. 辐射防护设施检测与维护

定期对防护门、安全联锁、报警器、辐射监测设备等进行检测与维护，确保其完

好有效。

6. 个人剂量管理

配发和回收个人剂量计，组织剂量检测，督促工作人员正确佩戴剂量计，并落实定期职业健康检查。

7. 教育培训与应急演练

组织新上岗人员培训、在岗人员复训及辐射应急演练，提升全体员工的辐射安全意识和应急处置能力。

8. 辐射环境监测与记录归档

组织定期辐射环境监测，落实年度辐射检测计划；负责各类检测记录、剂量监测记录、作业记录的收集、归档与保存。

9. 风险评估与隐患排查

定期开展辐射风险评估和安全隐患排查，及时消除隐患，预防事故发生。

10. 全国核技术利用辐射安全申报系统数据维护

负责本单位在全国核技术利用辐射安全申报系统中的信息录入、更新、核查及维护工作，确保系统数据及时、真实、准确，满足上级主管部门的信息化监管要求。

11. 本单位辐射监测管理

制定辐射监测计划，组织实施探伤室及周边区域的辐射水平定期监测，确保辐射水平符合国家规定标准，并及时采取防护措施；对监测数据进行分析、保存、上报，持续改进辐射防护工作。

三、人员职责分工

（一）组长职责

1. 依法依规管理

- 负责组织办理环境影响评价、辐射安全许可证申报、延续、变更等事项。

- 负责与生态环境主管部门的联络、沟通和协调工作。

2. 设备与作业安全管理

- 组织制定射线装置操作规程和安全防护措施。

- 审核作业计划，审批放射性作业许可，监督作业过程中的安全措施落实情况。

3. 规章制度制定与执行

- 主导制定和修订本单位各项辐射防护管理制度。
- 监督检查制度执行情况，组织季度/年度总结评估。
- 4. 辐射事故管理与应急响应
 - 主持辐射事故应急响应和处理，负责事故调查与上报。
 - 组织辐射事故应急演练，并对演练效果进行评估总结。
- 5. 辐射防护设施检测与维护
 - 指定检测计划，安排定期检测工作并审阅检测报告。
- 6. 个人剂量管理
 - 审核个人剂量监测计划，审阅个人剂量检测数据，确认异常剂量分析报告。
- 7. 教育培训与应急演练
 - 制定年度培训计划，组织辐射防护培训及考核，组织应急预案演练。
- 8. 辐射环境监测与记录归档
 - 审阅辐射环境检测报告，检查检测数据存档和备查情况。
- 9. 风险评估与隐患排查
 - 定期组织辐射作业安全隐患排查工作，并牵头整改落实。
- 10. 全国核技术利用辐射安全申报系统数据维护
 - 组织申报系统信息录入、更新与年度核查，最终审核后提交。
- 11. 本单位辐射监测管理
 - 总体负责监测计划审批，审核监测结果及防护措施落实情况。

（二）组员职责

- 1. 协助组长开展射线设备安全管理，落实作业过程中的辐射防护措施。
- 2. 具体执行日常辐射安全检查，发现隐患及时汇报并参与整改。
- 3. 按照计划完成防护设施、报警装置、安全联锁等的功能检测与巡检。
- 4. 负责日常辐射环境水平监测，并记录、归档相关数据。
- 5. 配合辐射事故应急响应，参加应急演练并根据演练计划完成分配任务。
- 6. 负责本单位辐射工作人员培训的组织、通知及签到记录工作。
- 7. 配合维护全国核技术利用辐射安全申报系统中的数据，完成本岗位负责部分的填报工作。
- 8. 协助组长完善辐射防护管理制度，推动制度落地执行。

9. 负责日常使用人员个人剂量计的发放、佩戴检查、回收及检测送检工作。
10. 具体落实辐射作业计划的审批和作业现场的安全措施核查。
11. 参与组织年度辐射防护教育培训及应急演练，负责演练现场安全保障。
12. 配合完成辐射监测设备的日常维护、校准与功能检查。
13. 协助组长开展风险评估及隐患排查，提出初步整改意见。
14. 具体承担探伤室和周边区域日常辐射环境监测工作，并记录数据。

肇庆兆阳装备技术有限公司

辐射安全与防护管理制度

1 目的

规范公司辐射安全与防护的管理，明确职责与分工，根据法律法规的要求，结合公司辐射安全管理的实际工作，特制订本制度。

2 范围

适用于肇庆兆阳装备技术有限公司的辐射安全的管理。

3 定义

3.1 射线装置：指能产生预定水平 X 射线的电器设备或内含放射源的装置。

3.2 辐射工作场所：特指控制区及监督区区域。

4 职责

4.1 辐射安全工程师：

A. 负责建立辐射安全与防护管控流程，督导辐射作业人员依法进行辐射安全资质的考取及期满后的再教育落实。

B. 负责组织督导辐射安全生产和防护措施的落实情况，开展在岗培训教育。

C. 负责组织个人辐射剂量计的定期送测，对职业健康档案、稽核记录等进行存档管控。

4.2 辐射工作人员

4.2.1：负责出束前检查射线装置的状态，只有符合规定时才能开机操作。

4.2.2：负责射线装置出束时严格执行设备操作规程。

4.2.3：负责熟悉设备的情况。

4.2.4：负责积极学习相关的新技术、新知识，确保辐射工作安全有序开展。

4.3 辐射安全管理与防护小组

4.3.1：负责组织审定、批准有关辐射安全与防护方面的制度及计划。

4.3.2: 负责组织协调与上级或外部辐射安全管理部门的关系，做好安全防护的公共关系管理。

4.3.3: 负责落实辐射安全与防护管理目标及相关工作。

4.3.4: 负责组织辐射安全与防护的培训管理、宣传教育。

4.3.5: 负责安全与防护设施的管理和使用，组织系统安全检查和辐射（工作人员及环境）监测管理。

4.3.6: 负责当发生应急事故时，组织执行应急措施并向上级报告。

5 工作内容

5.1 防护安全要求：

5.1.1: 质量中心计量科定期对个人剂量报警仪、辐射泄漏监测仪进行外校，以确保仪器的正常使用。

5.1.2: 在日常工作中，辐射工作人员进入辐射工作场所时必须佩戴个人剂量报警仪、个人剂量计。当辐射水平达到设定的报警水平时，报警仪报警，辐射工作人员应立即离开辐射工作场所，同时紧急拉停射线装置，阻止其他人进入，并立即向辐射安全工程师报告。

5.1.3: 定期组织对辐射工作人员进行个人剂量监测，监测周期最长不得超过 90 天，测读结果录入《辐射工作人员健康档案》，个人累计年有效剂量约束值不得超过 5mSv/a。

5.1.4: 辐射安全工程师依据《日常场地环境监测记录表》使用辐射泄漏监测仪，在每次出束时进行巡测（参考控制水平为：屏蔽体 30cm 处的剂量当量率不大于 $1.0 \mu\text{Sv/h}$ ）。当测量值高于参考控制水平时，应终止调试工作并向辐射防护负责人报告。

5.1.5: 使用个人剂量报警仪和巡测仪前，辐射工作人员应检查是否正常工作，如发现不能正常工作，则不开始调试工作。

5.1.6: 从事辐射工作的人员应严格按照操作规程和规章制度，杜绝非法操作。

5.2 台账管理

5.2.1: 辐射安全工程师建立《设备台账明细登记表》，《设备台账明细登记表》需长期保管并及时更新。

5.2.2: 台账信息不允许辐射工作无关人员查阅、复印、外借，辐射工作人员查阅台账，台账管理员需做好查阅记录登记。

5.3 辐射安全和防护状况评估报告

结合辐射安全管控运营状况，每年须编放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，于次年 1 月 31 日前报原发证机关。

肇庆兆阳装备技术有限公司

辐射工作人员教育培训制度

1 目的

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，特别制定本制度。

2 范围

适用于肇庆兆阳装备技术有限公司的辐射安全教育培训管理。

3 定义

3.1 无

4 职责

4.1 安全环境部

4.1.1 辐射安全工程师：负责向厂内辐射工作人员、来厂参与辐射工作客户人员提供辐射安全理论知识培训资料。

4.2 事业部：负责熟悉辐射培训技能。

5 工作内容

5.1：本单位配设的专职辐射技术人员必须持有专业部门的学历证明，具备专业技术管理能力。

5.2：本单位负责辐射安全管理的人员必须通过参加上级部门辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核后方可从事辐射安全管理工作。

5.3：在辐射源使用位置的岗位工人和设备检测人员，在上岗前要先进行辐射安全防护教育培训，并考核后，方可上岗。

5.4：使用辐射源的辐射工作人员每5年进行辐射安全防护知识培训考核一次。被调换到辐射岗位人员，必须重新进行培训而后上岗。

6 培训内容

6.1：学习辐射安全法律法规常识和基本防护知识。

6.2: 学习辐射事故应急救援措施和救援演练。

6.3: 其它需要掌握的相关知识等。

肇庆兆阳装备技术有限公司

辐射监测方案

1 目的

根据国家关于辐射安全管理规定，为了保障社会公众利益，保护工作人员健康，结合我司实际，特制定如下监测方案。

2 范围

适用于肇庆兆阳装备技术有限公司的辐射环境监测。

3 职责

3.1 在日常工作中，辐射工作人员进入辐射工作场所时必须佩戴个人剂量报警仪、个人剂量计。当辐射水平达到设定的报警水平时，报警仪报警，辐射工作人员应立即离开辐射工作场所，同时紧急拉停射线装置，阻止他人进入，并立即向辐射安全工程师报告。

3.2 定期组织对辐射工作人员进行个人剂量监测，监测周期最长不得超过 90 天，测读结果录入《辐射工作人员健康档案》，个人累计年有效剂量约束值不得超过 5mSv/a。

3.3 辐射安全工程师依据《日常场地环境监测记录表》使用辐射泄漏监测仪，在每次出束时进行巡测（参考控制水平为：屏蔽体 30cm 处的剂量当量率不大于 $1.0 \mu\text{Sv/h}$ ）。当测量值高于参考控制水平时，应终止调试工作并向辐射防护负责人报告。

3.4 使用个人剂量报警仪和巡测仪前，辐射工作人员应检查是否正常工作，如发现不能正常工作，则不开始调试工作。

3.5 从事辐射工作的人员应严格按照操作规程和规章制度，杜绝非法操作。

肇庆兆阳装备技术有限公司

设备检修维护制度

第一章 总则

第一条 目的

为确保在线 X 射线检测装置及相关辐射设备在生产、使用过程中运行稳定，降低设备故障率，提高设备的安全性和可靠性，同时保障调试机房的辐射防护安全，依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等法规，制定本制度。

第二条 适用范围

本制度适用于公司生产、调试使用的在线 X 射线检测装置及其装配测试区的设备检修、维护保养、辐射安全管理等相关工作。

第三条 责任分工

1. **制造部：**负责在线 X 射线检测装置的日常维护、调试、检修及运行监测。
2. **总部车间：**负责监督设备维护工作的执行情况，确保维护质量符合技术标准。
3. **行政部：**负责装配测试区及设备的辐射安全管理，确保调试工作符合国家法规要求。
4. **调试人员：**负责设备的正确使用，发现异常情况及时报告，并配合维修维护工作。

第二章 设备日常巡检

第四条 巡检要求

1. **巡检周期：**在线 X 射线检测装置的辐射设备应每日进行基本检查，每周进行全面检查，每季度进行深度巡检。
2. **巡检人员：**由设备技术部指定专人负责，每次巡检需填写巡检记录表。
3. **巡检内容：**
 - ① X 射线管及高压电源运行情况；
 - ② 设备散热、通风系统是否正常；
 - ③ 安全联锁装置、辐射报警装置是否正常工作；
 - ④ 在线 X 射线检测装置屏蔽门、连接线等防护设施有无损坏或变形；
 - ⑤ 设备工作状态是否正常，有无异常噪音、异味或其他异常现象；
 - ⑥ 在线 X 射线检测装置辐射探测仪的读数是否在安全范围内。

第五条 发现异常的处理

1. **轻微故障**：如非紧急问题（如风扇故障、按钮失灵等），由设备技术部进行修复，并记录维修情况。

2. **严重故障**：如影响设备正常运行的故障（如 X 射线管工作异常、高压故障等），需立即停止设备运行，报告设备技术部，并采取必要的安全防护措施。

3. **辐射超标情况**：如巡检中发现辐射剂量超标，应立即停机，封锁调试机房，并通知安全管理部进行调查和处理。

第三章 设备维护保养

第六条 维护保养周期

1. **日常保养**：调试人员在每次设备运行前后进行基本检查，确保设备状态良好。

2. **定期维护**：

①**每月**：清洁设备表面、检查电缆连接情况、测试安全联锁装置；

②**每季度**：检测 X 射线管状态，检查在线 X 射线检测装置通风系统，测量辐射泄漏水平；

③**每年**：对设备的机械、电气、屏蔽体、防护系统进行全面检测，并编制年度维护报告。

1. **电缆及接口维护**：检查电缆线路是否完好，避免因老化或松动导致设备故障。

2. **软件系统维护**：定期更新设备控制软件，优化参数配置，防止软件故障影响设备运行。

肇庆兆阳装备技术有限公司

肇庆兆阳装备技术有限公司射线装置生产调试流程

一、射线装置的生产

(2) 获取零部件。建设单位生产射线装置所需的零部件，部分零部件（如 X 射线源、探测器等）由卡尔蔡司（上海）管理有限公司提供，不涉及采购；部分零部件（如循环传送系统、屏蔽体等）由建设单位向第三方采购获得。零部件送至建设单位后，建设单位在收到货后进行零部件质量检验。检验合格的 X 射线源放入装配测试区进行暂存。射线装置的 X 射线源由卡尔蔡司（上海）管理有限公司提供，X 射线源为已封装好且已经过初步训管（老练硬化）处理的 X 射线源。建设单位拟购买可以直接使用的屏蔽体，建设单位无需对屏蔽体进行加工。建设单位采购的射线装置屏蔽体送至建设单位后，直接转移至装配测试区，用于射线装置生产。

(3) 设备组装。建设单位将除了 X 射线源外的其余零部件，在装配测试区内进行组装，安装软件操作系统，进行机械调试。此步骤中的调试为机械调试，此时尚未安装 X 射线源，不会进行 X 射线出束。

(3) 检查确认。检查并确认除 X 射线源外的所有零部件均安装无误，射线装置的屏蔽体及其辐射防护措施均已正确连接安装，机械运行测试无误。此时尚未安装 X 射线源，不会进行 X 射线出束。

(4) 安装 X 射线源。将 X 射线源安装至射线装置内。

(5) 出束调试前准备工作。调试出束由 2 名辐射工作人员进行，辐射工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并确认便携式辐射剂量率仪可以正常使用。同时，辐射安全工程师现场确认作业权限，确保其它射线装置均没有进行出束调试。辐射工作人员位于装配测试区内，进行出束调试，开展下述 (6) ~ (8) 步。

(6) 屏蔽体效果验证。辐射工作人员将管电压和管电流均设置到最小，然后开始屏蔽体效果验证。此时，辐射工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，使用便携式辐射剂量率仪，巡测射线装置屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率。之后，逐步增加管电压和管电流到最大值。屏蔽体效果验证期间：当射线装置屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率超过 $1 \mu\text{Sv/h}$ 时，则应立即停止出束调试，查找原因并采取措施，直到周围剂量当量率满足要求。此步骤涉及 X 射线出束，出束时所有 X 射线源均出束，建设单位预

计每台射线装置进行屏蔽体效果验证时,可能进行多次出束,累计出束时间最多为 0.5h。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。

(7) 辐射安全防护系统测试验证。辐射安全防护系统测试验证包括: 钥匙控制、工作状态指示灯、急停装置、门机联锁等,在此环节,建设单位将逐项进行验证。出束测试验证期间,辐射工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪,当个人剂量报警仪发出警报声音时,则应立即停止出束,查找原因采取措施,之后使用便携式辐射剂量率仪巡测射线装置屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率,直到周围剂量当量率满足要求。此步骤涉及 X 射线出束,出束时所有 X 射线源均出束。建设单位预计每台射线装置进行辐射安全防护系统测试验证时,可能进行多次出束,累计出束时间最多为 0.5h。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。

(8) 检测成像验证。在停止出束状态下,将模拟工件放置在合适位置,关闭射线装置所有门后,进行检测成像验证。若误差较大,则在停止出束后进行设备调整,直到射线装置的所有性能满足出厂要求后,完成检测成像验证工作。检测成像验证出束时,辐射工作人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪,当个人剂量报警仪发出警报声音时,则应立即停止出束,查找原因采取措施,之后使用便携式辐射剂量率仪巡测射线装置屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率,直到周围剂量当量率满足要求。此步骤涉及 X 射线出束,出束时所有 X 射线源均出束,建设单位预计每台射线装置进行检测成像验证时,可能进行多次出束,累计出束时间最多为 1h。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。

(9) 包装入库。将完成调试的射线装置进行整机包装,并转移至成品区。

肇庆兆阳装备技术有限公司射线装置出束调试过程记录制度

本制度旨在规范公司射线装置的使用管理。

一、适用范围

本制度适用于射线机出束调试。

二、登记人

射线装置的使用人员必须为辐射工作人员，秉承谁使用，谁登记的原则。

二、登记内容

- a. 射线机的调试日期和时间，确保记录使用时间的精确性；
- b. 使用射线机的操作人员姓名，确保操作人员身份的清晰和可追溯性；
- c. 射线机使用结束时间等信息，以便后续审查和追溯。

详细登记表见附件

三、登记流程

- a. 使用射线机前，使用人员需填写射线机使用登记表，并在表格中详细记录上述内容；
- b. 登记表随机放置，公司定期核查登记情况，

四、管理要求

- a. 所有相关人员必须严格执行本制度的规定，确保射线机的使用登记准确、完整和及时；
- b. 负责人员应定期对登记表进行检查和审核，发现问题及时纠正和处理；
- c. 对于不遵守登记制度或存在违规行为的个人，将按照相关规定进行相应处罚，并进行教育和培训。

肇庆兆阳装备技术有限公司

辐射安全事故应急预案

（一）目的

为有效预防和规范各类辐射事故的应急处置工作，提高应对辐射事故的能力，最大程度的预防和减少辐射事故的损害，保护环境、保障工作人员和公众人员的人身财产安全，维护社会稳定，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等有关规定，结合我公司实际，特制定本应急预案。

（二）辐射事故的预防

辐射事故多数是人为因素造成的责任事故，严格管理，做好预防工作，是防止辐射事故发生的关键环节。

1. 健全管理体制和规章制度，依据所操作的射线装置以及潜在事故的特性和可能后果，考虑制定辐射应急计划或应急程序。
2. 组织辐射防护知识培训，禁止无证上岗，严格把控操作规程。
3. 定期检查辐射防护安全措施，发现问题及时整改。

（三）成立应急处理小组

- 负责人：林云强 电话
- 组长：马永超 电话
- 成员：
 - 周诗杨 电话
 - 岑宏坤 电话：
 - 王永胜 电话：

四）应急处理领导小组组长职责：

- 负责全面指挥协调辐射事故的应急响应工作，组织各部门落实事故应急控制措施，进行信息通报、医疗应急、事故调查与处理等工作。
- 发生辐射事故后，立即启动应急预案，评估事故等级，决定是否需要向市环保、公安、卫生等相关部门报告。
- 根据事故发展情况，调整应急响应策略，指挥各部门采取相应的应急措施。

应急处理领导小组组员职责：

- 负责确保辐射事故应急处理工作符合国家及省相关法律法规的要求。
- 负责组织和培训应急救援队伍，确保在辐射事故发生时，所有成员能够熟练开展应急响应。
- 在事故发生前，发现辐射事故隐患时，应及时采取有效措施消除隐患，并做好记录备档。
- 发生辐射事故后，按照组长指挥，立即启动应急预案，并及时向生态环境主管部门报告事故，组织事故现场的控制、人员撤离和医疗救治等工作。
- 负责事故信息的收集、整理与报告，确保事故信息的快速传递与透明公开。

（五）辐射事故分级

辐射事故根据其性质、严重程度、可控性和影响范围，分为以下四个等级：

- **特别重大辐射事故：**射线装置失控，导致3人（含3人）以上急性死亡。
- **重大辐射事故：**射线装置失控，导致2人（含2人）以下急性死亡或10人（含10人）以上急性重度放射病或局部器官残疾。
- **较大辐射事故：**射线装置失控，导致9人（含9人）以下急性重度放射病或局部器官残疾。
- **一般辐射事故：**射线装置失控，导致人员受到超过年剂量限值的照射。

根据我公司设备使用情况，可能发生的辐射事故属于 **一般辐射事故**。

（六）事故类型

- **防护门安全连锁故障：**防护门未关到位时，射线发生器仍然出束，导致X射线泄漏，工作人员受到不必要的照射。
- **设备故障：**射线装置发生故障或控制系统失效，造成意外照射。
- **误操作：**其他人员进入射线房间且未按规定撤离，设备启动时造成人员误照射。
- **检修不当：**设备检修时未采取有效的断电措施，导致意外开启射线装置，造成检修人员照射。

（七）事故预防措施

- **培训与考核**

所有射线装置操作人员必须定期参加辐射事故应急培训，学习相关法规、安

全操作知识和应急救援技巧，培训合格后方可上岗作业。

- **应急演练**

定期组织辐射事故应急响应演习，确保所有人员掌握应急操作流程。演习记录必须存档，并作为应急预案的评估依据。

- **安全标志与防护设施**

所有射线装置使用场所应设置明显的辐射安全标志，入口处应安装必要的安全防护装置、报警装置、联锁系统等。

- **设备维护与保养**

定期对射线装置的防护设施进行检查和维护，确保设备性能稳定，避免因设备故障引发事故。维修人员必须经过专业资质审核。

- **监测与健康检查**

定期委托第三方对射线装置进行辐射监测，对操作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案与健康监护档案。

- **安全评估**

每年对射线装置的安全防护措施进行评估，发现安全隐患及时整改。

（八）辐射事故的处理

1. 发生辐射事故时，第一时间切断射线装置电源。

2. 发生事故后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（12345）、肇庆市生态环境局（0758-2781018）、广东省生态环境厅（020-28368521）、公安局（110）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肇庆市120指定医院救治。

3. 在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向肇庆市生态环境局、广东省生态环境厅报告。

4. 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。

5. 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。

6. 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。

7. 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。

肇庆兆阳装备技术有限公司

附件 5 辐射安全与防护培训合格证



核技术利用辐射安全与防护考核		
成绩报告单		
方斌，男，1998年10月03日生，身份证：[REDACTED]，于2025年05月参加 X射线探伤 辐射安全与防护考核，成绩合格。		
编号：FS25GD1200435	有效期：2025年05月27日至 2030年05月27日	
报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn		

核技术利用辐射安全与防护考核		
成绩报告单		
滕海，男，1998年03月12日生，身份证：[REDACTED]，于2025年03月参加 X射线探伤 辐射安全与防护考核，成绩合格。		
编号：FS25GD1200198	有效期：2025年03月25日至 2030年03月25日	
报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn		

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



林云强，男，1983年05月28日生，身份证：[REDACTED]，于2025年03月参加 辐射安全管理 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25GD2200167

有效期：2025年03月28日至 2030年03月28日



报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

附件 6 L12161-07 (LB122-01) 型 X 射线源检测报告



检测报告编号: 2025H00-30-5829027001
Test report series No.



上海市计量测试技术研究院
SHANGHAI INSTITUTE OF MEASUREMENT AND TESTING TECHNOLOGY
华东国家计量测试中心
NATIONAL CENTER OF MEASUREMENT AND TESTING FOR EAST CHINA
中国上海测试中心
NATIONAL CENTER OF TESTING TECHNOLOGY,SHANGHAI

检测报告

Test Report

委 托 者 Customer	卡尔蔡司(上海)管理有限公司
联 络 信 息 Contact information	/
样 品 名 称 Name of sample	X射线管
制 造 厂 Manufacturer	Hamamatsu
型 号 / 规 格 Model/Specification	L12161-07 (LB122-01)
样 品 编 号 No. of sample	MU 2273



批 准 人 Approved by	何林锋	何林锋
核 验 员 Checked by	陆小军	陆小军
检 测 员 Tested by	宋家斑	宋家斑

发布日期 2025 年 04 月 03 日
Issue date Year Month Day



地址: 上海市张衡路1500号(总部) 电话: 021-38839800 传真: 021-50798390 邮编: 201203
Address No.1500 Zhangheng Road., Shanghai(headquater) Tel. Fax PostCode
客户咨询电话: 800-820-5172 投诉电话: 021-50798262
Inquire line Complaints line

未经本院/中心批准, 部分采用本证书内容无效。
Partly using this report will not be admitted unless allowed by SIMT

第 1 页 共 3 页
Page of total pages



检测报告编号: 2025H00-30-5829027001
Test report series No.



国家法定计量检定机构计量授权证书号(中心/院):(国)法计(2022)01039号/(2022)01019号
The number of the Certificate of Metrological Authorization to The Legal Metrological Verification Institution is No. (2022) 01039/ No. (2022) 01019

本次检测所依据的技术规范(代号、名称):
Reference documents for the test (code, name)

参照 GB 18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
参照 CZSH-6-02-00-03-WI-2024 《工业 CT 扫描系统 X 射线管源强检测方案》

本次检测所使用的主要测量仪器:
Main measurement instruments used in this test

名称 Name	编号 Number	测量范围 Measurement range
X射线空气比释动能率仪	T1009-092551+TW30013-011105	(0.01 ~ 10)Gy/min
/	/	/
/	/	/



其他检测信息:
Test information

地点: 江苏省苏州市吴中区吴胜路26号
Location

温度: 19.6℃
Ambient temperature

湿度: 54.0%RH
Humidity

其他: /
Others

受样方式 客户现场(非抽样)
Way for receipt

样品状态描述 正常
Status of sample

受样日期 2025年 04月 01日
Received date

检测日期 2025年04月01日
Date for test

备注: /
Note:

本报告提供的结果仅对本次被测的样品有效。
The data are valid only for the sample(s).

检测报告续页专用
Continued page of test report

第 2 页 共 3 页
Page of total pages



检测结果/说明:
Results of test and additional explanation

主射线束剂量检测

检测条件: 该设备在额定电压(管电压150kV)工作条件下, 工作管电压150kV, 工作电流0.5mA。

测量仪器: PTW 0.6cc电离室剂量计。

主束剂量检测点: 位于出束口正前方1m处, 测试在3mm铜滤片遮挡下出束口正前方的剂量率。

No.	主射线束检测点位置	测得值 (mGy/min)
1	出束口正前方1m处(3mm铜滤片)	0.92~0.93

(此项目非资质项目, 仅供科研、教学及内部使用)

检测结果内容结束。



附件 7 MXR-225MF 型 X 射线源检测报告



检测报告编号: 2025H00-30-5829027002
Test report series No.



上海市计量测试技术研究院
SHANGHAI INSTITUTE OF MEASUREMENT AND TESTING TECHNOLOGY
华东国家计量测试中心
NATIONAL CENTER OF MEASUREMENT AND TESTING FOR EAST CHINA
中国上海测试中心
NATIONAL CENTER OF TESTING TECHNOLOGY,SHANGHAI

检 测 报 告

Test Report

委 托 者 Customer	卡尔蔡司(上海)管理有限公司
联 络 信 息 Contact information	/
样 品 名 称 Name of sample	X射线管
制 造 厂 Manufacturer	Comet
型 号 / 规 格 Model/Specification	MXR-225MF
样 品 编 号 No. of sample	1875220



批 准 人 Approved by	何林锋	何林锋
核 验 员 Checked by	陆小军	陆小军
检 测 员 Tested by	宋家斑	宋家斑



发布日期 Issue date	2025	年	04	月	03	日
--------------------	------	---	----	---	----	---



地址: 上海市张衡路1500号(总部) 电话: 021-38839800 传真: 021-50798390 邮编: 201203
Address No.1500 Zhangheng Road, Shanghai(headquarter) Tel. Fax PostCode
客户咨询电话: 800-820-5172 投诉电话: 021-50798262
Inquire line Complaints line

未经本院/中心批准, 部分采用本证书内容无效。
Partly using this report will not be admitted unless allowed by SIMT

第 1 页 共 3 页
Page of total pages



检测报告编号: 2025H00-30-5829027002
Test report series No.



国家法定计量检定机构计量授权证书号(中心/院):(国)法计(2022)01039号/(2022)01019号
The number of the Certificate of Metrological Authorization to The Legal Metrological Verification Institution is No. (2022) 01039/ No. (2022) 01019

本次检测所依据的技术规范(代号、名称):
Reference documents for the test (code, name)

参照 GB 18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》
参照 CZSH-6-02-00-03-WI-2024 《工业 CT 扫描系统 X 射线管源强检测方案》

本次检测所使用的主要测量仪器:
Main measurement instruments used in this test

名称 Name	编号 Number	测量范围 Measurement range
X射线空气比释动能率仪	T1009-092551+TW30013-011105	(0.01 ~ 10)Gy/min
/	/	/
/	/	/



其他检测信息:
Test information

地点: 江苏省苏州市吴中区吴胜路26号
Location

温度: 19.6℃
Ambient temperature

湿度: 54.0%RH
Humidity

其他: /
Others

受样方式 客户现场(非抽样)
Way for receipt

样品状态描述 正常
Status of sample

受样日期 2025年 04月 01日
Received date

检测日期 2025年04月01日
Date for test

备注: /
Note:

本报告提供的结果仅对本次被测的样品有效。
The data are valid only for the sample(s).

检测报告续页专用
Continued page of test report

第 2 页 共 3 页
Page of total pages



检测结果/说明:
Results of test and additional explanation

主射线束剂量检测

检测条件: 该设备在额定电压(管电压225kV)工作条件下, 工作管电压225kV, 工作电流0.89mA。

测量仪器: PTW 0.6cc电离室剂量计。

主束剂量检测点: 位于出束口正前方1m处, 测试在3mm铜滤片遮挡下出束口正前方的剂量率。

No.	主射线束检测点位置	测得值 (mGy/min)
1	出束口正前方1m处(3mm铜滤片)	6.6~6.7

(此项目非资质项目, 仅供科研、教学及内部使用)

检测结果内容结束。





广州乐邦环境科技有限公司

检 测 报 告

报告编号：LBDL20250919002

项目名称：

肇庆兆阳装备技术有限公司生产(含出束调试)

在线 X 射线检测装置项目

检测类别：

委托检测

委托单位：

肇庆兆阳装备技术有限公司

报告日期：

2025 年 09 月 25 日

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:

单位名称: 肇庆兆阳装备技术有限公司

项目地址: 肇庆市鼎湖区永安镇科技二路肇庆新区电子信息产业园 B1 栋 1 层

检测因子: 周围剂量当量率

检测对象及其设备参数:

序号	设备名称	型号	最大管电压	输出电流	备注
1	在线 X 射线 检测装置	SPRKCO100	每台含 6 个 X 射线源, 最大管电压均为 150kV 最大管电流均为 0.5mA		装配测试 2 区
2	在线 X 射线 检测装置	SPRKCP100	每台含 12 个 X 射线源, 其中 8 个 X 射线 源的最大管电压为 225kV, 最大管电流为 0.89mA; 其余 4 个 X 射线源的最大管电 压为 150kV, 最大管电流为 0.5mA		装配测试 3 区

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)

《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)

检测仪器:

仪器名称: X- γ 辐射剂量率仪

仪器型号: AT1123

仪器编号: 54928

生产厂家: ATOMTEX

探头量程: 50 nSv/h~10 Sv/h

能量范围: 25 keV~3 MeV

检定单位: 深圳市计量质量检测研究院

证书编号: JL2508095051

检定日期: 2025 年 06 月 03 日

有效期: 1 年

检测时环境状况	天气: 晴 温度: 30℃ 相对湿度: 58%		
检测概况	检测人员	吴雅婷、陈云杰	
	检测日期	2025 年 09 月 22 日	
<p>检 测 结 果:</p> <p>肇庆兆阳装备技术有限公司生产使用 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置及 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置周边环境周围剂量当量率检测报告结果如下:</p> <p>SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置出束调试时 (检测工况: 含 6 个 X 射线源, 管电压均为 150kV, 管电流均为 0.5mA), 其屏蔽体外周围剂量当量率为 0.138μSv/h~0.84μSv/h; 周边环境关注点的周围剂量当量率为 0.127μSv/h~0.200μSv/h; SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置出束调试时 (检测工况: 含 12 个 X 射线源, 其中 8 个 X 射线源的管电压为 225kV, 管电流为 0.89mA; 其余 4 个 X 射线源的管电压为 150kV, 管电流为 0.5mA), 其屏蔽体外周围剂量当量率为 0.138μSv/h~0.217μSv/h; 周边环境关注点的周围剂量当量率为 0.127μSv/h~0.199μSv/h。</p> <p>检测结果表明, 所有测点均可以满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022) 中给出的屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5μSv/h 的要求; 具体检测数据和检测布点见附件。</p>			
报告签署:			
编制人	吴雅婷	日期	2025.9.25
复核人	徐九东	日期	2025.9.25
签发人	姜. 子. 明	日期	2025.9.25
<p>检测单位印章:</p> <p>广州乐邦环境科技有限公司 (检验检测专用章)</p>			

附表 检测结果

附表 1 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置周围剂量当量率检测结果

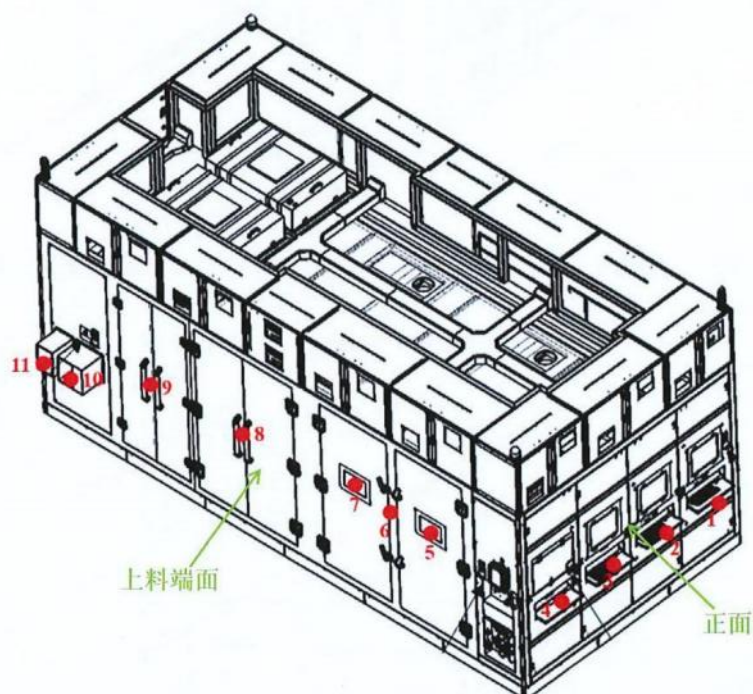
测点 编号	测量位置	检测结果 (μSv/h)			
		装置未出束时		装置出束时	
		平均值	标准差	平均值	标准差
1	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置正面屏蔽体外 30cm (操作位 1)	0.140	0.001	0.142	0.001
2	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置正面屏蔽体外 30cm (操作位 2)	0.148	0.002	0.151	0.002
3	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置正面屏蔽体外 30cm (操作位 3)	0.143	0.001	0.146	0.001
4	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置正面屏蔽体外 30cm	0.145	0.002	0.145	0.002
5	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置上料端面屏蔽体外 30cm (观察窗 1)	0.144	0.001	0.146	0.001
6	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置上料端面屏蔽体外 30cm (维修铅门)	0.143	0.002	0.142	0.002
7	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置上料端面屏蔽体外 30cm (观察窗 2)	0.142	0.002	0.145	0.001
8	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置上料端面屏蔽体外 30cm (维修铅门 2)	0.139	0.001	0.139	0.002
9	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置上料端面屏蔽体外 30cm (维修铅门 3)	0.145	0.002	0.146	0.002
10	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置上料端面板链线入口处 30cm	0.147	0.001	0.32	0.01
11	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置上料端面板链线出口处 30cm	0.149	0.002	0.229	0.002
12	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm 处 (维修铅门 1)	0.145	0.001	0.148	0.002
13	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm 处 (观察窗 1)	0.140	0.002	0.144	0.002
14	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm 处 (维修铅门 2)	0.148	0.001	0.152	0.001
15	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm 处 (维修铅门 3)	0.147	0.001	0.153	0.002
16	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面板链线出口处 30cm	0.142	0.001	0.143	0.001
17	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面板链线入口处 30cm	0.140	0.002	0.141	0.002
18	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm (维修门 1)	0.138	0.001	0.138	0.001



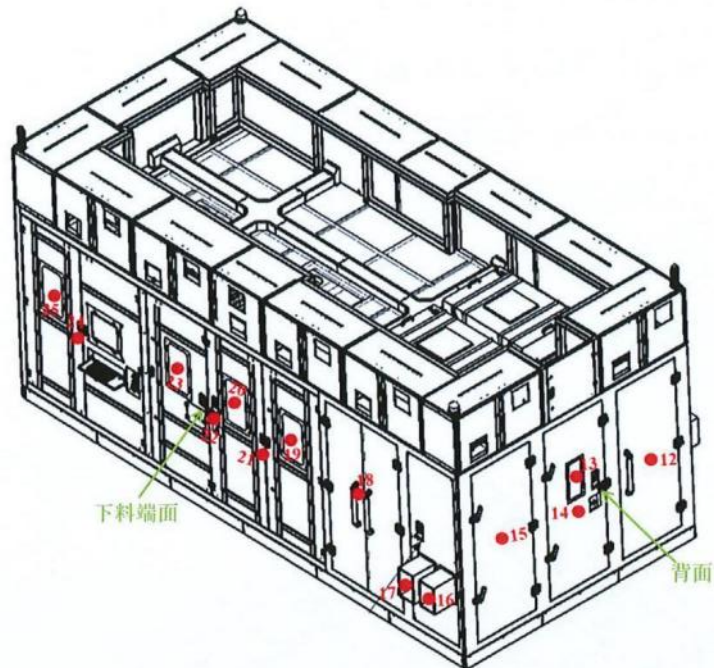
19	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm (观察窗 1)	0.140	0.002	0.138	0.002
20	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm (观察窗 2)	0.143	0.002	0.145	0.002
21	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm (维修门 2)	0.139	0.002	0.142	0.002
22	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm (维修门 3)	0.140	0.002	0.139	0.002
23	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm (观察窗 3)	0.139	0.001	0.140	0.002
24	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm (维修门 4)	0.146	0.002	0.84	0.02
25	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置下料端面屏蔽体外 30cm (观察窗 4)	0.144	0.002	0.148	0.002
26	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置西南侧 (装配测试 3 区)	0.140	0.001	0.143	0.001
27	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置南侧 (装配测试 1 区)	0.142	0.002	0.145	0.001
28	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东南侧 (装配测试 1 区)	0.140	0.002	0.142	0.002
29	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置西北侧墙体外 30cm 处 (通道)	0.165	0.001	0.168	0.001
30	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置西北侧 (线边仓)	0.162	0.001	0.165	0.001
31	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置西北侧 (总装区)	0.158	0.002	0.160	0.002
32	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东北侧墙体外 30cm 处 (部装作业区)	0.162	0.002	0.169	0.001
33	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东侧墙体外 30cm 处 (一般物料区)	0.167	0.001	0.171	0.001
34	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东北侧 (通道)	0.165	0.001	0.166	0.001
35	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东北侧 (总装区)	0.160	0.001	0.164	0.001
36	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置北侧 (总装区)	0.161	0.002	0.162	0.002
37	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东北侧 (设备间)	0.156	0.002	0.159	0.002
38	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东南侧墙体外 30cm 处 (展区)	0.164	0.001	0.169	0.001
39	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东北侧墙体外 30cm 处 (厂房外空地)	0.128	0.001	0.130	0.001
40	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东南侧墙体外 30cm 处 (厂房外空地)	0.125	0.001	0.131	0.002

41	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置东南侧墙体外 30cm 处 (门卫室)	0.126	0.002	0.127	0.002
42	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置楼上物料存储区 1	0.196	0.001	0.200	0.001
43	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置楼上物料存储区 2	0.190	0.001	0.192	0.001
44	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置楼上办公场所 1	0.185	0.001	0.188	0.001
45	SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置楼上办公场所 2	0.183	0.001	0.189	0.001

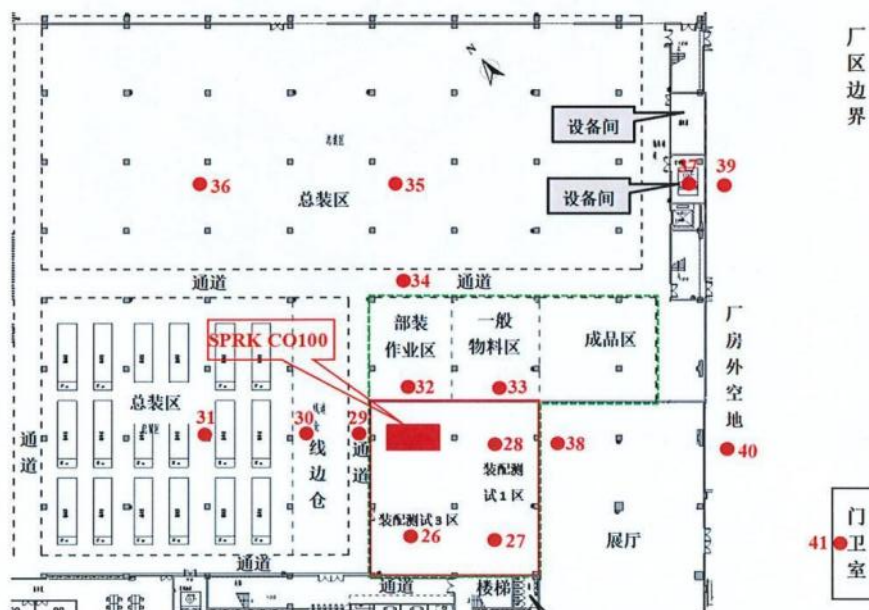
注: 出束状态测量值未扣除环境背景值, 所有测量值均未扣除检测仪器对宇宙射线的响应。



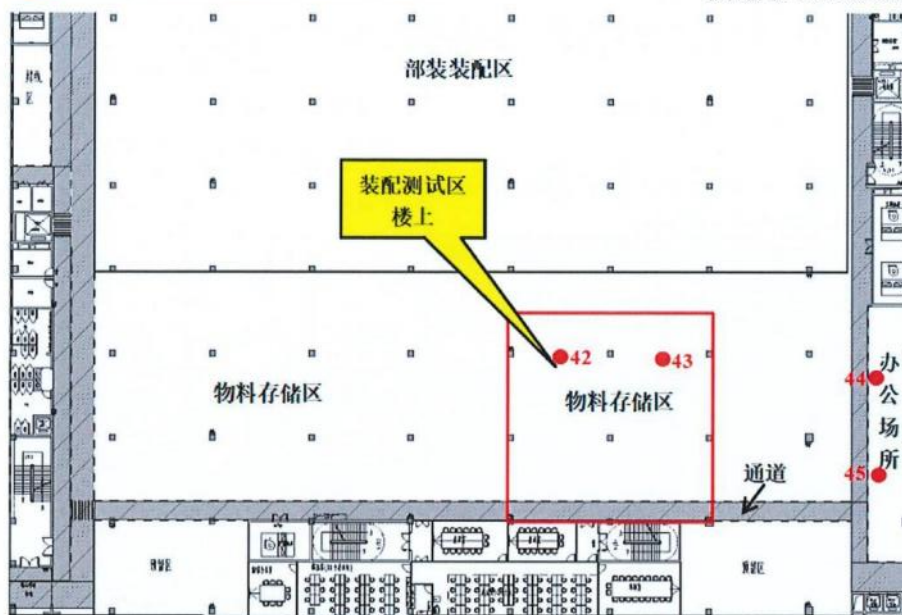
附图 1-1 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置正面及上料端面测量布点图



附图 1-2 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置背面及下料端面测量布点图



附图 1-3 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置所在 1 栋厂房首层测量布点图



附图 1-4 SPRK CO100 型在线 X 射线检测装置二层测量布点图



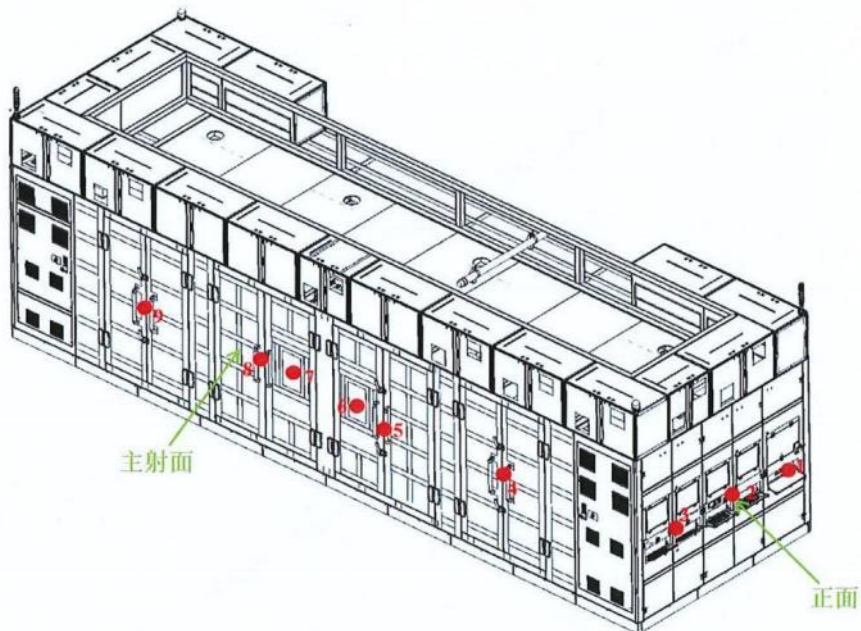
附表 2 SPRKCP100 型在线 X 射线检测装置周围剂量当量率检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果 (μSv/h)			
		装置未出束时		装置出束时	
		平均值	标准差	平均值	标准差
1	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置正面屏蔽体外 30cm (操作位)	0.145	0.002	0.147	0.002
2	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置正面屏蔽体外 30cm	0.148	0.001	0.150	0.002
3	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置正面屏蔽体外 30cm	0.146	0.001	0.149	0.001
4	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置主射面屏蔽体外 30cm (维修铅门 1)	0.145	0.002	0.148	0.002
5	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置主射面屏蔽体外 30cm (维修铅门 2)	0.143	0.001	0.146	0.002
6	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置主射面屏蔽体外 30cm (观察窗 1)	0.143	0.002	0.143	0.001
7	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置主射面屏蔽体外 30cm (观察窗 2)	0.148	0.002	0.182	0.002
8	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置主射面屏蔽体外 30cm (维修铅门 3)	0.144	0.002	0.217	0.002
9	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置主射面屏蔽体外 30cm (维修铅门 4)	0.146	0.001	0.150	0.002
10	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm (观察窗 1)	0.141	0.002	0.140	0.002
11	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm	0.142	0.001	0.142	0.001
12	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm (观察窗 2)	0.142	0.002	0.143	0.001
13	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm (观察窗 3)	0.140	0.002	0.145	0.002
14	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm	0.146	0.001	0.149	0.001
15	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm (观察窗 4)	0.145	0.001	0.146	0.002
16	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm (观察窗 5)	0.140	0.002	0.139	0.002
17	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm	0.143	0.002	0.147	0.002
18	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置上下料面屏蔽体外 30cm (观察窗 1)	0.138	0.001	0.140	0.002
19	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置上下料面屏蔽体外 30cm	0.140	0.002	0.142	0.002

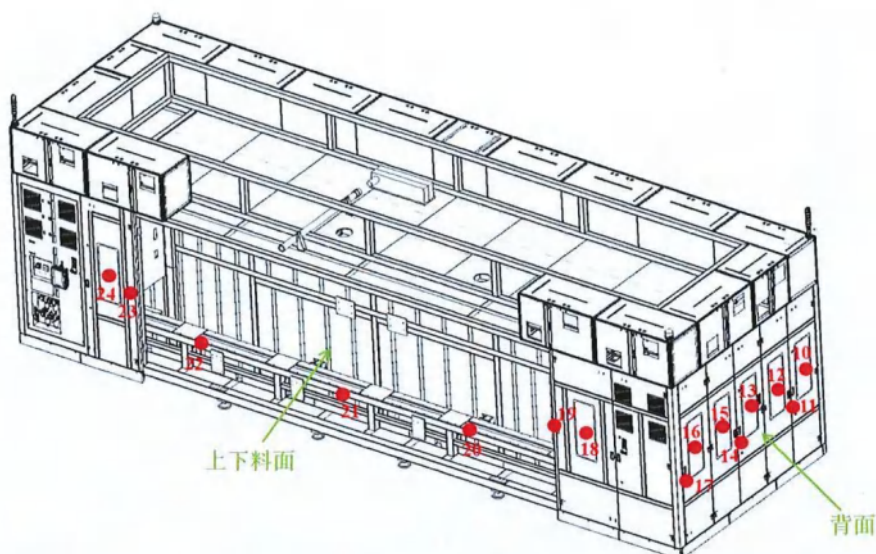
20	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置上下料面电池上料处	0.145	0.001	0.149	0.002
21	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置上下料面电池物流线	0.143	0.002	0.148	0.001
22	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置上下料面电池下料处	0.147	0.002	0.153	0.001
23	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面屏蔽体外 30cm	0.140	0.001	0.141	0.002
24	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置上下料面屏蔽体外 30cm (观察窗 2)	0.139	0.001	0.138	0.001
25	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东北侧 (装配测试 2 区)	0.141	0.002	0.146	0.002
26	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东南侧 (装配测试 1 区)	0.142	0.002	0.148	0.002
27	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东侧 (装配测试 1 区)	0.140	0.002	0.144	0.002
28	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西北侧 (通道)	0.165	0.001	0.167	0.002
29	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西北侧 (线边仓)	0.162	0.001	0.165	0.002
30	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西北侧 (总装区)	0.158	0.002	0.162	0.002
31	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西北侧 (设备间)	0.180	0.002	0.180	0.002
32	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西北侧 (办公区)	0.181	0.002	0.182	0.002
33	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东北侧 (部装作业区)	0.162	0.002	0.168	0.001
34	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东北侧 (一般物料区)	0.167	0.001	0.172	0.001
35	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西南侧 (通道)	0.188	0.002	0.192	0.002
36	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置南侧 (楼梯间)	0.183	0.003	0.186	0.002
37	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西南侧 (接待室)	0.190	0.001	0.195	0.002
38	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西北侧 (厂外空地)	0.123	0.001	0.132	0.002
39	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西南侧 (厂外空地)	0.126	0.001	0.130	0.002
40	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置西南侧 (展厅)	0.164	0.001	0.167	0.001
41	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东侧 (厂外空地)	0.128	0.001	0.131	0.002

42	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东南侧 (厂房外空地)	0.125	0.001	0.129	0.001
43	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置东南侧 (门卫室)	0.126	0.002	0.127	0.001
44	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置楼上物 料存储区 1	0.198	0.001	0.199	0.001
45	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置楼上物 料存储区 2	0.191	0.001	0.193	0.001
46	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置楼上办 公场所 1	0.185	0.001	0.190	0.002
47	SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置楼上办 公场所 2	0.183	0.001	0.186	0.001

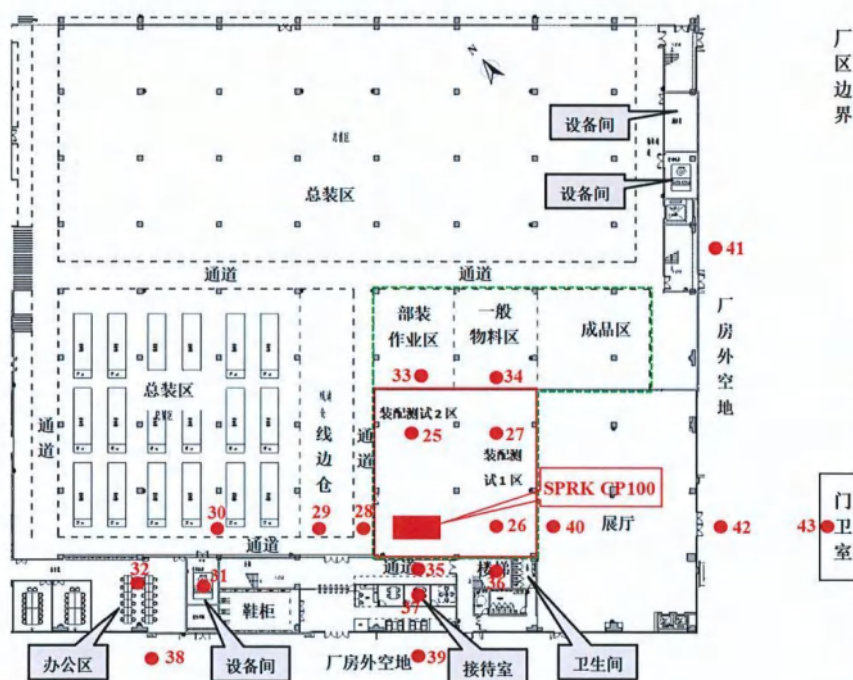
注：出束状态测量值未扣除环境背景值，所有测量值均未扣除检测仪器对宇宙射线的响应。



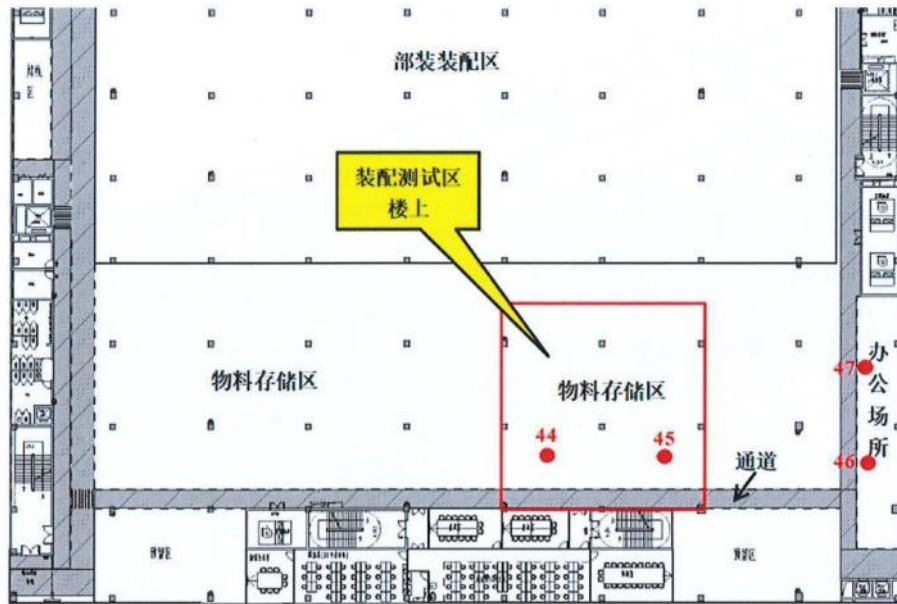
附图 2-1 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置正面及主射面测量布点图



附图 2-2 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置背面及上下料面测量布点图



附图 2-3 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置所在 1 栋厂房首层测量布点图



附图 2-4 SPRK CP100 型在线 X 射线检测装置二层测量布点图

报告结束