

宝德华南（深圳）热能系统有限公司
使用 X 射线检测系统项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：宝德华南（深圳）热能系统有限公司（盖章）

编制单位：广州乐邦环境科技有限公司（盖章）

2025 年 12 月

建设单位法人代表:



编制单位法人代表:

项目负责人: 吴雅婷

填 表 人: 吴雅婷

建设 单位	宝德华南(深圳)热能系统 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		电话	020-36298507
传真	/	传真	/
邮编	518109	邮编	511496
地址	深圳市龙华区大浪街道新石社区 爱美达高新科技工业园区 A 栋厂 房 1 层-4 层、B 栋厂房 1-4 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	21
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	38
表五 验收监测质量保证及质量控制	44
表六 验收监测内容	46
表七 验收监测	51
表八 验收监测结论	58
附件 1 环评批复文件	60
附件 2 辐射安全许可证	62
附件 3 辐射安全管理相关制度	65
附件 4 辐射安全与防护培训合格证	85
附件 5 检测报告	86

表一 项目基本情况

建设项目名称		宝德华南（深圳）热能系统有限公司 使用 X 射线检测系统项目			
建设单位名称		宝德华南（深圳）热能系统有限公司			
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		深圳市龙华区大浪街道新石社区爱美达高新科技工业园区 A 栋 1 楼			
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	使用 2 台Ⅱ类射线装置：①DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统，管电压：225kV，管电流：2mA；②DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统，管电压：225kV，管电流：2mA；			
建设项目环评批复时间		2025 年 2 月 18 日	开工建设时间	2025 年 3 月	
取得辐射安全许可证时间		2025 年 11 月 3 日	项目投入运行时间	2025 年 11 月 7 日	
辐射安全与防护设施投入运行时间		2025 年 11 月 7 日	验收现场监测时间	2025 年 11 月 13 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）	150	辐射安全与防护设施 投资总概算	10	比例	6.67%
实际总概 算（万元）	150	辐射安全与防护设施 实际总概算	11	比例	7.33%
验收依据	1.建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度 <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</p>				

	<p>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)《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)</p> <p>(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)</p> <p>(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)</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年10月1日实施, 含一号修改单)</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) 《宝德华南(深圳)热能系统有限公司使用X射线检测系统项目环境影响报告表》(报告编号: LBHJ-2024-DLHP022, 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宝德华南(深圳)热能系统有限公司使用X射线检测系统项目环境影响报告表的批复》(批复文号: 粤环深审【2025】10号, 2025年2月18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) 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) 本项目环评报告表及其批复确定了辐射工作人员和公众的有效剂量约束值: 辐射工作人员的有效照射剂量约束值低于5毫希沃特/年, 公众的有效照射剂量约束值低于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宝德华南(深圳)热能系统有限公司使用X射线检测系统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</p>

	<p>伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足： b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$。</p> <p>确定本项目屏蔽体外剂量率控制水平为： 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$。</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			
<p>宝德华南(深圳)热能系统有限公司成立于 2014 年 3 月 5 日，前身为爱美达(深圳)热能系统有限公司，于 2022 年 3 月 22 日更名为宝德华南(深圳)热能系统有限公司(以下简称“建设单位”)。建设单位位于深圳市龙华区大浪街道新石社区爱美达高新科技工业园区，主要生产散热界面材料、散热风扇、散热热管、稳压电源等产品。建设单位隶属于宝德集团，于 2013 年兴建，2014 年投产，占地 35000 多平方米，拥有 1500 多名员工。公司服务的市场涵盖电信、LED、医疗设备、服务器、消费电子、军事和航空航天等多个领域，致力于为全球客户提供优质的热能系统解决方案。</p>			
2.1.2 项目建设内容和规模			
<p>建设单位新增水冷散热管生产业务，由于新增水冷散热管体积较大，现有射线装置无法满足水冷散热管的无损检测需求，因此建设单位新增 2 台 X 射线检测系统用于检测其生产的水冷散热管。本次新增 2 台 X 射线检测系统出厂时均自带屏蔽铅房。</p>			
<p>2025 年，建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司编制了《宝德华南(深圳)热能系统有限公司使用 X 射线检测系统项目环境影响报告表》(报告编号：LBHJ-2024-DLHP022)，该报告表于 2025 年 2 月 18 日经广东省生态环境厅批复，批文号为粤环深审[2025]10 号，详见附件 1。报告评价的主要内容为：于深圳市龙华区大浪街道新石社区爱美达高新科技工业园区 A 栋 1 楼。新增 2 台 X 射线检测系统用于检测其生产的水冷散热管，2 台 X 射线检测系统型号分别为 DRO Cus 225/R 和 DRO Cus 225/R-S，最大管电压均为 225kV，最大管电流均为 2mA，均属工业用 X 射线探伤装置中的其他工业用 X 射线探伤装置，为 II 类射线装置。</p>			
<p>2025 年 11 月，计划安装的 1 台 DRO CuS225/R 型 X 射线检测系统和 DRO CuS 225/R-S 型 X 射线检测系统安装完成。随后，建设单位向深圳市生态环境局申领辐射安全许可证，并于 2025 年 11 月 03 日取得辐射安全许可证，证书编号为粤环辐证[B9338]，许可的种类和范围为使用 II 类、III 类射线装置(见附件 2)。</p>			
<p>建设单位环评批复与建设情况对照见表 2-1。</p>			
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	X 射线检测系统	X 射线检测系统	一致

数量	2 台	2 台	一致
型号	1 台 DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统; 1 台 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统	1 台 DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统; 1 台 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统	一致
参数	225kV, 2mA, 300W	225kV, 2mA, 300W	一致
用途	检测其生产的水冷散热管	检测其生产的水冷散热管	一致

根据已上分析，本次验收项目使用的 2 台 X 射线检测系统型号及其它各项技术参数与环评一致。

2.1.3 项目建设位置和平面布置

本次验收项目位于深圳市龙华区大浪街道新石社区爱美达高新科技工业园区 A 栋厂房的东南角，地理位置见图 2-1。

本项目为使用 2 台 X 射线检测系统，均放置在同一个场所内，两者相距 9m；其四周相邻场所情况见表 2-1，详细布局情况见图 2-2，二层布局详见图 2-3。

X 射线检测系统 1 周边 50m 范围如图 2-4 红色圈内区域，X 射线检测系统 2 周边 50m 范围如图 2-4 蓝色圈区域。图中虚线内范围为两台射线装置 50m 内重叠范围。因本项目 X 射线检测系统 1 和 X 射线检测系统 2 周边 50m 范围重叠较大，所以将 2 台 X 射线检测系统视为一个整体，对周边环境情况进行叙述。本项目东侧 11m 处为 A 栋厂房边界，边界外为厂区通道，26m 处为建设单位边界围墙，围墙外为丽荣路，41m 处为新百丽工业园道路；南侧 16m 处为建设单位南侧边界围墙，围墙外为伟华达工业园道路，25m 处为伟华达工业园 A 栋，26m 处为伟华达工业园 B 栋；西侧 26m 处为 A 栋厂房内测量室；西北侧 18m 处为水冷机柜区，32m 处为 EM 生产区；北侧 18m 处为仓库，QC 检验区。

表 2-1 项目四周临近场所一览表

场所	四周方位	距离	环境信息
DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统（以下简称 X 射线检测系统 1）	北侧	0.5m	A 栋厂房内通道
		4.2m	钎焊炉、超声波检测和高频焊 3
	东侧	0.4m	A 栋厂房内通道
		2.6m	A 栋厂房楼梯间
	南侧	5.5m	A 栋厂房外围墙 (围墙外为厂区道路)
	西南侧	3.4m	高频焊 1
	西侧	2.5m	操作位
		9m	X 射线检测系统 2 机房

DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统（以下简称 X 射线检测系统 2）	上方	设备顶部距二楼 地面约 3.1m	包装气冲区操作位
	北侧	0.5m	A 栋厂房内通道
		4.2m	钎焊炉、超声波检测和高频焊 3
	东侧	2.0m	操作位
		9.0m	x 射线检测系统 1
	东南侧	3.4m	高频焊 2
	南侧	3.3m	高频焊 1
		6.0m	A 栋厂房外围墙（围墙外为厂 区内道路）
	西侧	1.5m	水冷区通道
		2.6m	烤盘焊工位
	上方	设备顶部距二楼 地面约 2.7m	通道

综上，本项目在 50m 范围内（见图 2-4）主要为建设单位 A 栋内部，建设单位室内室外公共道路，伟华达工业园内 A 栋 C 栋和公共道路，新百丽工业园内道路和室外公共道路。

通过现场调查并与环评文件对照，建设单位首期实际建设地点、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

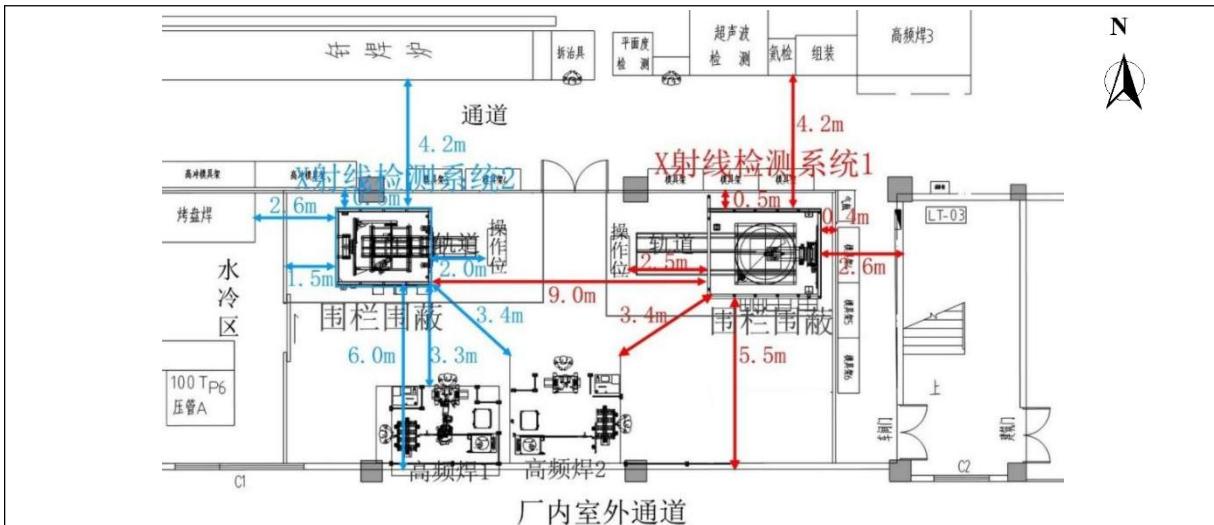


图 2-2 验收项目平面布局图



图 2-3 验收项目上方二层布局图

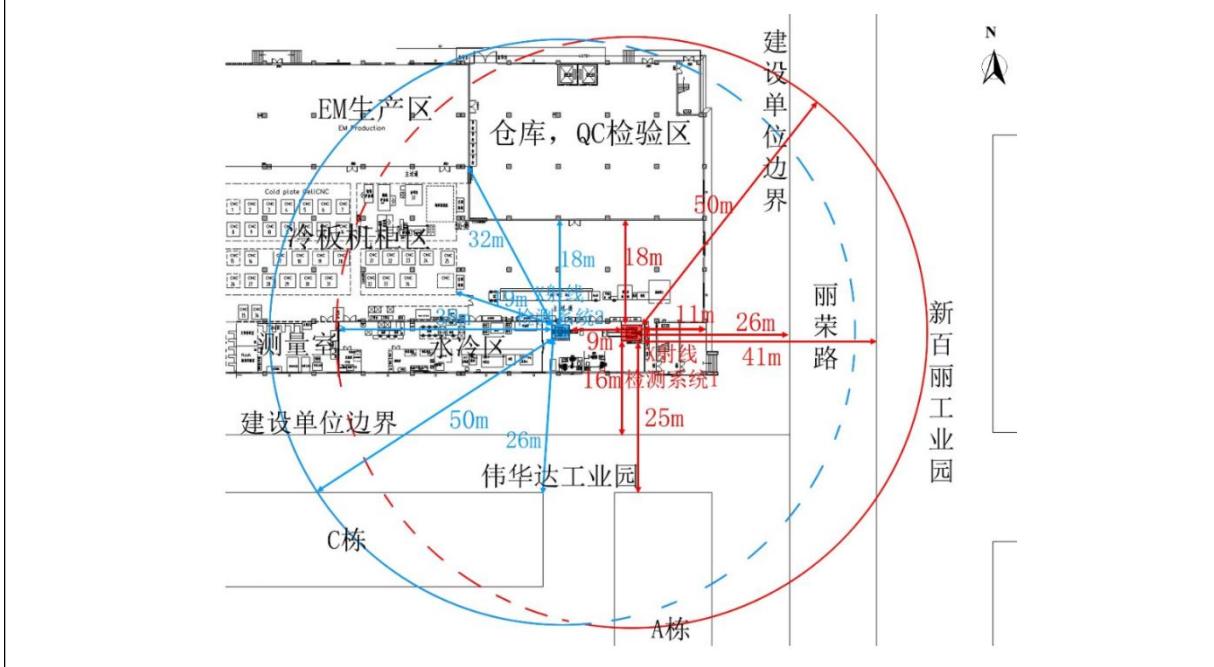
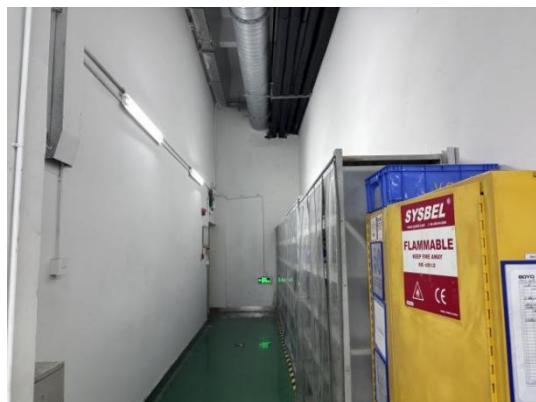


图 2-4 验收项目周围环境状况分布图



X 射线检测系统 2 北侧通道



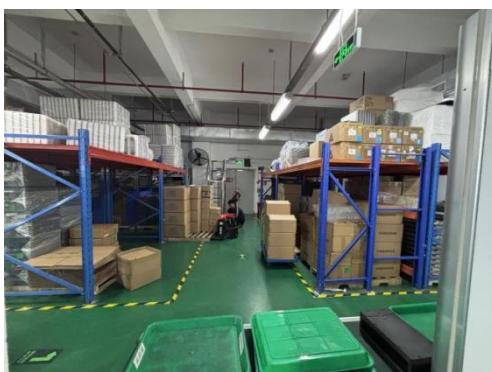
X 射线检测系统 1 东侧通道



X 射线检测系统南侧高频焊



X 射线检测系统 1 上方



X 射线检测系统 2 上方



X 射线检测系统西侧水冷区



X射线检测系统西侧测量室

X射线检测系统西北侧冷板机柜

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

《宝德华南（深圳）热能系统有限公司使用 X 射线检测系统项目环境影响报告表的批复》中根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016) 确定评价范围如下：

评价项目 X 射线检测系统 1 北侧 0.5m 处为 A 栋厂房内通道，4.2m 处为钎焊炉，超声波检测和高频焊 3；东侧 0.4m 处为 A 栋厂房内通道，2.6m 处为 A 栋厂房楼梯间；南侧 5.5m 为 A 栋厂房外围墙，围墙外为厂区道路；西南侧 3.4m 处为高频焊 1；西侧 2.5m 处为操作位，9m 处为 X 射线检测系统 2 机房。X 射线检测系统 2 北侧 0.5m 处为 A 栋厂房内通道，4.2m 处为钎焊炉，超声波检测和高频焊 3，东侧 2.0m 处为操作位，9.0m 处为 X 射线检测系统 1；东南侧 3.4m 处为高频焊 2；南侧 3.3m 处为高频焊 1,6.0m 处为 A 栋厂房外围墙，围墙外为厂区道路；西侧 1.5m 处为水冷区通道，2.6m 处为水冷区最近工位（烤盘焊工位）。X 射线检测系统 1 和 X 射线检测系统 2 楼上为包装气冲区操作位和通道。X 射线检测系统 1 机房顶部距离二楼地面约 3.1m，X 射线检测系统 2 机房顶部距离二楼地面约 2.7m。

确定评价项目保护目标为伟华达工业园内 A 栋、C 栋和道路，新百丽工业园内道路，室外公共道路，以及建设单位 A 栋厂房内工作场所

根据图 2-2 至图 2-4 确定，本项目环境保护目标见表 2-2。

表 2-2 辐照室周围环境保护目标一览表

序号	环境保护目标		最小距离	保护对象及数量	约束值
1	X 射线检测系统所在房间： 操作位，高频焊和通道		紧邻	2 人，辐射工作人员，全居留	5 mSv/a
2	水冷区	通道	X 射线检测系统 2 西侧 1.5m	人数不定，公众，偶 然居留	0.25 mSv/a
3		工位	X 射线检测系统 2 西侧 2.6m	10 人，公众，全居 留	
4	通道		X 射线检测系统 1 东侧 0.4m	人数不定，公众，偶 然居留	
	楼梯走廊		X 射线检测系统 1 东侧 2.6m	人数不定，公众，偶 然居留	
	厂区内室外通道		X 射线检测系统 1 南侧 5.5m	人数不定，公众，偶 然居留	
5	钎焊炉，超声波检测、高 频焊 3 等		X 射线检测系统 1,2 北 侧 4.2m	4 人，公众，全居留	

6	包装气冲区		X 射线检测系统 2 上方 2.7m	10 人, 公众, 全居 留	
7	A 栋厂 房内其 他区域		X 射线检测系统 2 西侧 38m	5 人, 公众, 全居留	
8			X 射线检测系统 2 西北 侧 19m	2 人, 公众, 全居留	
9			X 射线检测系统 2 西北 侧 32m	10 人, 公众, 全居 留	
10			X 射线检测系统 1,2 北 侧 18m	2 人, 公众, 全居留	
			X 射线检测系统 1,2≤ 50m	人数不定, 公众, 偶 然居留	
11	丽荣路		X 射线检测系统 1 东侧 26m	人数不定, 公众, 偶 然居留	
12	新百丽工业园道路		X 射线检测系统 1 东侧 41m	人数不定, 公众, 偶 然居留	
13	伟华达 工业园	道路	X 射线检测系统 1 南侧 16m	人数不定, 公众, 偶 然居留	
14		A 栋	X 射线检测系统 1 南侧 25m	20 人, 公众, 全居 留	
15		C 栋	X 射线检测系统 2 西南 侧 26m	50 人, 公众, 全居 留	

结论：根据对照分析，本项目所涉及的环境保护目标与环评时一致，未发生变更。

2.1.5 环境影响评价文件及批复对照分析

本项目环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容详见表 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
在深圳市龙华区大浪街道新石社区爱美达高新科技工业园区 A 栋 1 楼。新增 2 台 X 射线检测系统用于检测其生产的水冷散热管，2 台 X 射线检测系统型号分别为 DRO CuS225/R 和 DRO CuS 225/R-S，最大管电压均为 225kV，最大管电流均为 2mA，均属工业用 X 射线探伤装置中的其他工业用 X 射线探伤装置，为 II 类射线装置。	在深圳市龙华区大浪街道新石社区爱美达高新科技工业园区 A 栋 1 楼。新增 2 台 X 射线检测系统用于检测其生产的水冷散热管，2 台 X 射线检测系统型号分别为 DRO CuS225/R 和 DRO CuS 225/R-S，最大管电压均为 225kV，最大管电流均为 2mA，均属工业用 X 射线探伤装置中的其他工业用 X 射线探伤装置，为 II 类射线装置。
根据以上分析，本次验收项目的实际建设内容，在规模、选址方面，均严格执行了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	

2.2.1 设备结构组成

(1) DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统

DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统生产厂家为丹东华日理学电气有限公司，如图 2-7 所示。DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统出厂自带屏蔽体，待检工件可以通过屏蔽门放入屏蔽体内进行检测。DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统设置有一个 C 臂，C 臂初始位置为竖直方向，X 射线管位于 C 型臂的下方，检测前，可通过控制软件调整 C 臂方向进行左右旋转，如图 2-8 所示，出束过程中 C 臂固定不动。

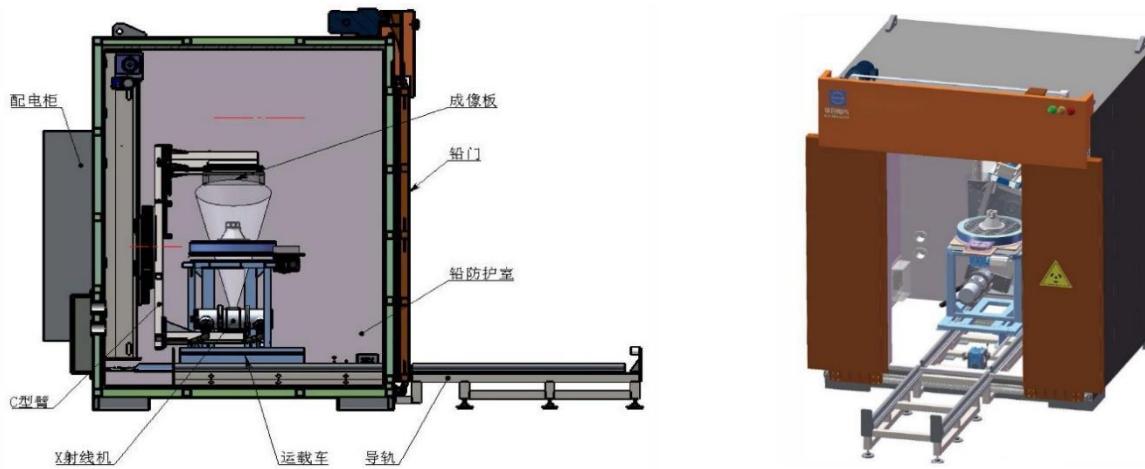


图 2-7 DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统外观结构和剖面结构

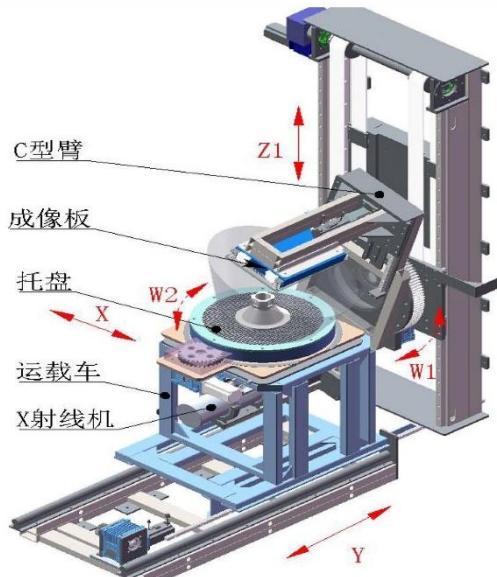
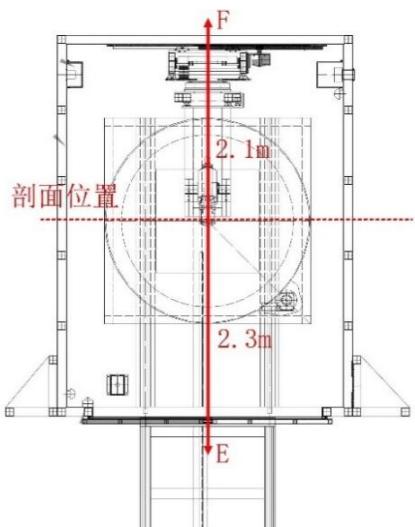
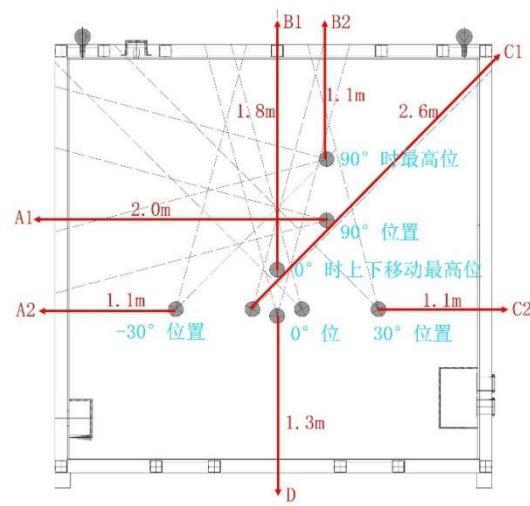


图 2-8 DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统旋转方向示意图



平面图



剖面图

图 2-9 有用线束和非有用线束关注点选取

DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统的 C 臂旋转方向沿图 2-9 中 W1 轴进行旋转，向左最大可旋转 30° ，向右最大可旋转 90° 。C 臂还可沿着 X 轴左右运动，沿着 Z 轴上下移动：左右移动是以射线机中心为原点，左右可移动 50cm；上下移动是以载物台高度为起点，最多向上移动 50cm。根据 DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统 C 臂移动范围确定其有用线束方向为顶面，左侧（该面高 1.2m 至顶部为有用线束面，其余为非有用线束面）和右侧（该面高 2.6m 至顶部为有用线束，其余为非有用线束面）为有用线束。X 射线管移动极限位置如图 2-9 所示，分别在左侧，顶面，右侧选取有用线束方向关注点 A1,B1 和 C1，距离取有用线束朝向该面时的最小距离。

对于机房每个面都有可能为非有用线束面，所以在分别选取左侧，顶面，右侧面非有用线束关注点 A2,B2,C2，在其他面选取 D, E 和 F 三个点，取与球管最小距离位置为关注点位置。

DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统载物台可通过导轨移动出铅房，方便检测工件的取放。铅房内导轨和铅房外导轨为分体化设计，在屏蔽门处分成两段。DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统安装时，由生产厂家对导轨进行调试，确保载物台移出铅房时，可顺畅的由铅房内导轨移动至铅房外导轨上，确保操作过程中不会出现机械事故，同时也可保证铅房门可彻底关闭。

(2) DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统

DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统生产厂家也为丹东华日理学电气有限公司，

如图 2-10 所示。DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统出厂自带屏蔽体，待检工件可以通过屏蔽门放入屏蔽体内进行检测。

DRO Cus 225/R-S 的 C 臂初始位置为水平方向，X 射线管位于左侧。C 臂同样可进行旋转和移动：如图 2-10 所示，C 臂可沿 W1 轴旋转 $\pm 45^\circ$ ，C 臂可以上下移动，行程范围为 1000mm。由此可确定 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统的有用线束面为右侧面，顶面（右侧边界 0.8m 范围内为有用线束面，其余位置为非有用线束）和底面（右侧边界 0.8m 范围内为有用线束面，其余位置为非有用线束）。X 射线管移动极限位置如图 2-11 所示，分别在顶面，右侧面和底面选取有用线束方向关注点 A1,B 和 C1，距离取有用线束朝向该面时的最小距离。

除右侧面外，其余每个面都有可能为非有用线束面，所以在其他面分别选取关注点 A2,C2, D, E 和 F，取与球管最短距离为关注点所在位置。

DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统同样可通过导轨移动出铅房，方便检测工件的取放。铅房内导轨和铅房外导轨为分体化设计，在屏蔽门处分为两段，由生产厂家对导轨进行调试，确保载物台移出铅房时，可顺畅的由铅房内导轨移动至铅房外导轨上，确保操作过程中不会出现机械事故，同时也可保证铅房门可彻底关闭。

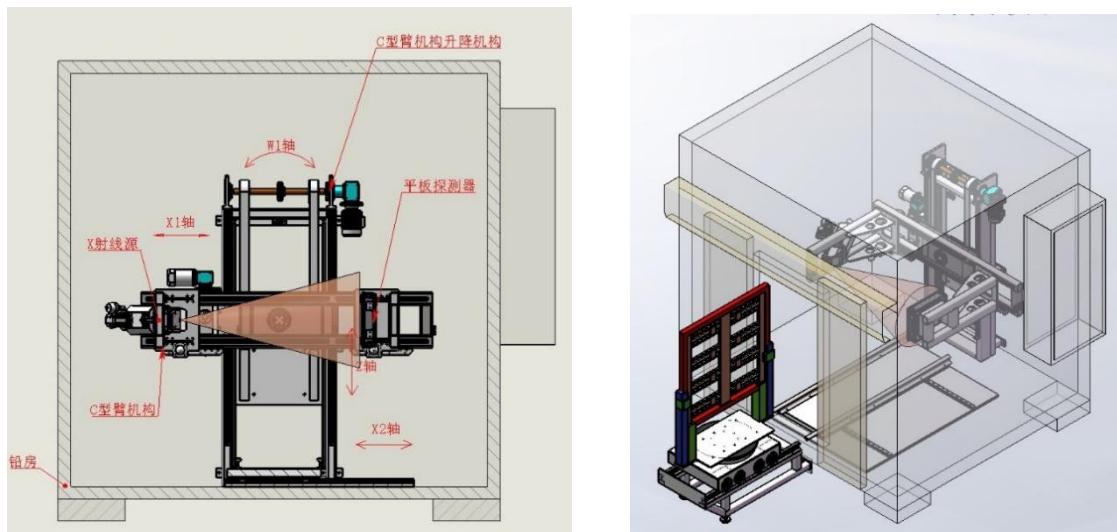
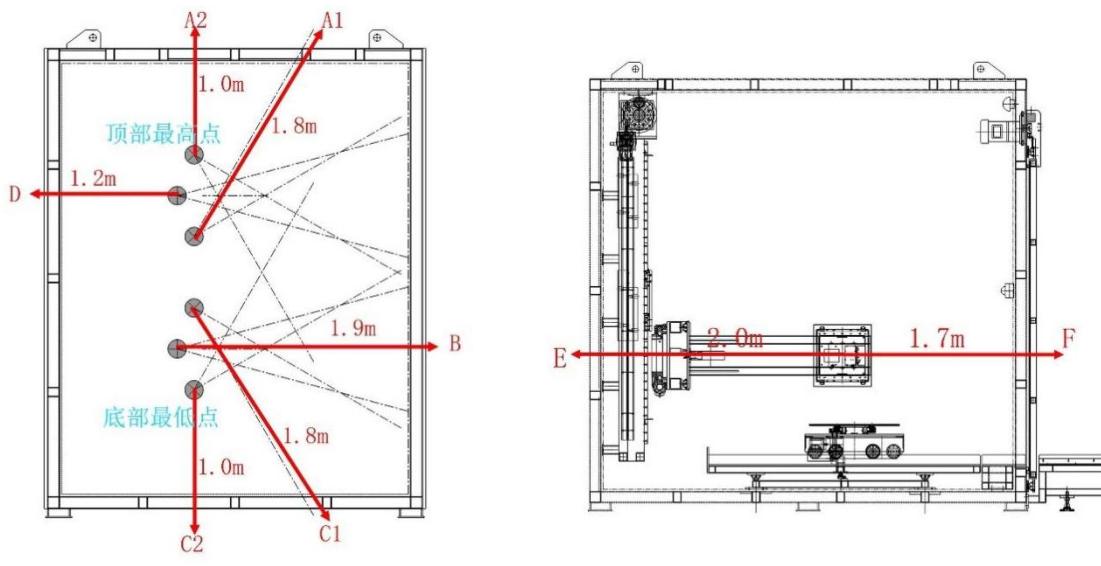


图 2-10 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统旋方向示意图



短边剖面图

长边剖面图

图 2-11 有用线束和非有用线束关注点选取

2.2.2 工作流程及产污环节

本次验收项目使用的两台 X 射线检测系统工作流程及产物环节一样，均在控制电脑中软件功能包括训机程序，操作过程中，根据提示完成训机即可。本项目工作流程如图 2-12 所示，详细如下：

1. 前期准备：环境与人员准备

①环境检查：在进行检测前，辐射工作人员需全面巡查周边环境，确保 X 射线检测系统所在内无未经授权人员，同时仔细检查 X 射线检测系统及其配套设备的外观完整性，确认无明显损坏或故障迹象；

②规范佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，确保辐射防护装备正常运行。

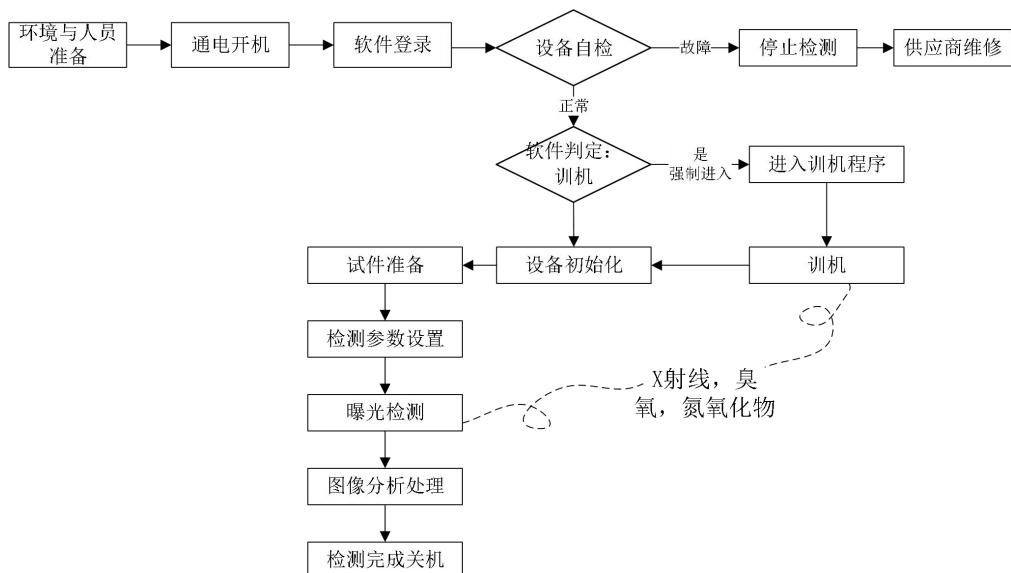


图 2-12 工作流程及产污环节

2.X 射线检测系统启动

- ①通电开机：打开总电源和计算机系统，等待系统启动完成；
- ②软件登录：双击开启操作软件图标，在弹出的登录界面准确输入管理员账号与密码，成功登录进入系统操作主界面；
- ③开机自检：系统自动执行开机自检程序，对各硬件部件进行逐一检测，检测人员密切关注自检进度及结果提示，确保所有部件均正常运行，若自检过程中发现异常，应立即结束本次检测任务，并对故障进行上报，由 X 射线检测系统供应商提供指导进行修复；
- ④训机操作（若需）：操作软件内置了训机软件，软件可通过停机时间，自动判定是否需要进行训机，若系统判定需要进行训机，操作界面软件将强制弹出训机提示框，检测人员无法跳过此步骤。点击确认按钮后，进入训机程序流程：首先，确保铅房门完全关闭，此时各安全联锁装置就绪后，系统界面相应指示灯亮起；随后，点击“开始训机”按钮，随即自动启动训机，检测人员需在旁监控训机状态，直至训机完成。训机完成后，系统自动回到操作主界面。
- ⑤初始化：点击操作界面上的“初始化”按钮，启动载物台和 C 臂位置初始化程序，等待完成初始化动作，直至初始化状态灯亮起，表明 X 射线检测系统已准备就绪，可进行后续操作。

3.试件准备

- ①检查试件：确认待检工件的尺寸、形状和材质，确保符合检测要求，清洁试件表面，去除可能影响成像质量的杂质和污垢；
- ②试件上机：开启机房防护门，通过轨道将载物台平稳移至机房外，放置待检测的试件于载物台上，确保试件放置稳固且位置准确。随后，缓慢移动载物台，将其连同试件一同移回机房内，关闭防护门，此时软件界面应实时显示防护门已关闭状态。

4.试件检测：

- ①参数设置：根据试件的材质特性与实际厚度，在操作软件中精细设置管电压、管电流以及曝光时间等关键参数，确保射线穿透试件后能获取清晰、准确的成像效果；
- ②曝光检测：点击“曝光”按钮，启动射线源，执行曝光操作，使射线穿透试件并被探测器接收；

③图像采集与处理：曝光结束后，探测器将接收到的射线信号转换为数字图像，并实时传输至计算机，检测人员使用图像处理软件对采集到的原始图像进行查看与分析，图像分析处理完毕后，将处理后的图像按规范命名并保存；

④重复以上步骤，直至所有试件均检测完成。

5.关机：系统关闭：所有试件检测任务完成后，依次关闭射线源、探测器以及计算机系统电源。

2.2.3 维修管控流程

本项目使用的两台 X 射线检测系统，其设备本身已自带屏蔽体，由于工件进出口屏蔽门尺寸较大，检修人员也可通过此门进入设备内部进行维护，因此无设置其他维修用门。

（一）维修流程：

（1）维修分类

①当设备出现故障需更换零部件时，辐射工作人员通过设备控制台紧急停机按钮切断 X 射线发射，关闭设备总电源、高压电源，确保设备无法意外启动，并佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪的情况下，进行零部件的更换。维修后的出束调试，按照正常操作 X 射线检测系统的流程进行，并使用便携式辐射剂量率仪对 X 射线检测系统屏蔽体外 30cm 处进行巡测。

②若发现射线故障时，应请生产厂家进行维修，维修人员须熟练掌握设备的性能、工作原理、操作规程和维护保养知识。检修过程中，射线装置必须断电并有辐射监测设备进行现场检测。检测结束后，要填写情况报告，将检修后的监测结果留档，维护场所的安全防护与屏蔽等安全措施及警示标志。

（2）维修前准备阶段

工作授权与许可：任何维修作业，尤其是需要进入设备内部时，必须执行工作许可制度（如辐射工作许可证），由辐射安全负责人审批。

维修方案与风险评估：对于复杂或非常规维修，特别是需厂家人员介入时，应提前制定维修方案和安全预案，进行风险评估。

现场准备与清场：在设备主电源和高压电源开关处悬挂“禁止合闸，有人工作”的警示牌；在工作区域入口设置临时围栏和“设备维修，禁止进入”的警示标识；确保维修人员除佩戴个人剂量计、报警仪外，还随身携带便携式剂量率仪，并确认仪器工作

正常。

(3) 维修中操作阶段

准入控制: 严格限制进入屏蔽体内的人数, 仅允许必要的维修人员进入, 并登记进出时间。

持续监测: 维修期间, 应在工作点位、人员操作处、屏蔽门缝等关键位置进行连续或间歇性的辐射监测, 并记录监测数据。

(4) 维修后恢复阶段

功能与安全检查: 更换零部件后, 应先进行非出束状态下的机械、电气功能检查, 确认无误后方可进行出束调试。

巡测范围: 出束调试时的巡测, 除屏蔽体外 30cm 处, 还应特别关注维修涉及部位、屏蔽门以及可能存在的薄弱环节。

(二) 管控流程

维修前、维修中、维修后必须进行辐射水平监测, 所有监测数据需真实、完整记录, 若出现监测数据异常(超标、波动过大), 需立即停止作业, 启动应急方案, 并上报单位辐射安全负责人及当地生态环境部门(若涉及辐射泄漏)。

2.2.4 人员配置及工作负荷

环评情况: 根据建设单位的计划, 初期水冷散热管的生产量较小, 采取 8 小时单班工作制, 安排如下:

1.高频焊 1 和 X 射线检测系统 1 设一个工作岗位;

2.高频焊 2 和 X 射线检测系统 2 设一个工作岗位;

因此, 初期共安排 2 名辐射工作人员, 分别负责高频焊和 X 射线检测系统的操作, 每周工作 5 天, 每年工作 50 周。

随着水冷散热管订单量的增加, 生产量变大时, 实行 24 小时工作制, 仍每周工作 5 天, 每年工作 50 周, 计划如下:

1.24 小时分为两个班次进行倒班运营;

2.每个班次安排 4 名辐射工作人员, 合计安排 8 名工作人员;

3.每个班次中, 2 名工作人员负责高频焊 1 和 X 射线检测系统 1, 另外 2 名工作人员负责高频焊 2 和 X 射线检测系统 2。

每名辐射工作人员每天最多完成 20 个散热管焊接和检测工作, 每个试件检测使

用 X 射线检测系统出束时间不会超过 5min，每天出束时长为 100min，则每周工作 5 天出束时长为 500min（即 8.33h），每年工作 50 周出束时长为 416.5h。

当工作量达到最大时：

每个班次 2 名辐射工作人员轮换操作 1 台 X 射线检测系统，该 X 射线检测系统每个班次每周出束时长不会超过 $8.33\text{h}/\text{人} \times 2 \text{ 人} = 16.66\text{h}$ ，每年出束时长不会超过 $416.5\text{h}/\text{人} \times 2 \text{ 人} = 833\text{h}$ 。

每天 2 个班次，则每天 X 射线检测系统每周最大出束时长为 33.32h，每年出束时长为 1666h。

另外，X 射线检测系统仅有停机超过 24 小时才需要进行训机，所以每周最多训机一次，每次训机时间不会超过 0.5h。

验收情况：由于现阶段项目处于初期水冷散热管的生产量较小，因此建设单位根据实际情况配备了 2 名辐射工作人员。分别负责高频焊和 X 射线检测系统的操作，每周工作 5 天，每年工作 50 周。

每名辐射工作人员每天最多完成 20 个散热管焊接和检测工作，每个试件检测使用 X 射线检测系统出束时间不会超过 5min，每天出束时长为 100min，则每周工作 5 天出束时长为 500min（即 8.33h），每年工作 50 周出束时长为 416.5h。

另外，X 射线检测系统仅有停机超过 24 小时才需要进行训机，所以每周最多训机一次，每次训机时间不会超过 0.5h。

根据以上分析，每台 X 射线检测系统周最大出束时间和年最大出束时间进行分析见表 2-5。

表 2-5 本项目实际工作量汇总

工作类型	每台 X 射线检测系统出束时长	
	周出束	年出束
检测	8.33h	416.5h
训机	0.5h	25h
合计	8.83h	441.5h

2.2.5 主要污染源

(1) 正常工况

该项目的主要污染因子是 X 射线，随 X 射线发生器的开和关而产生和消失。在正常工况下，检测过程中产生的射线可以得到射线装置的有效屏蔽。但由于 X 射线的直

射、反射及散射，可能有衰减后的射线对外部的工作人员和周围的公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。

X 射线与空气因辐射作用会产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。

(2) 事故工况

对于射线装置使用过程中可能发生的事故包括以下几点：

- (1) X 射线检测系统使用过程中，防护门安全联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射；
- (2) 由于 X 射线检测系统故障，控制系统失效，人为事故等原因引起意外照射；
- (3) 在有其他人员进入和滞留在铅房内时，开机出束，造成人员误照射；
- (4) X 射线检测系统检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

表三 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

本项目为使用 2 台 X 射线检测系统，均放置在同一个场所内，两者相距 9m；X 射线检测系统 1 北侧 0.5m 处为 A 栋厂房内通道，4.2m 处为钎焊炉，超声波检测和高频焊 3；东侧 0.4m 处为 A 栋厂房内通道，2.6m 处为 A 栋厂房楼梯间；南侧 5.5m 为 A 栋厂房外围墙，围墙外为厂区道路；西南侧 3.4m 处为高频焊 1；西侧 2.5m 处为操作位，9m 处为 X 射线检测系统 2 机房。X 射线检测系统 2 北侧 0.5m 处为 A 栋厂房内通道，4.2m 处为钎焊炉，超声波检测和高频焊 3，东侧 2.0m 处为操作位，9.0m 处为 X 射线检测系统 1；东南侧 3.4m 处为高频焊 2；南侧 3.3m 处为高频焊 1,6.0m 处为 A 栋厂房外围墙，围墙外为厂区道路；西侧 1.5m 处为水冷区通道，2.6m 处为水冷区最近工位（烤盘焊工位）。X 射线检测系统 1 和 X 射线检测系统 2 楼上为包装气冲区操作位和通道。X 射线检测系统 1 机房顶部距离二楼地面约 3.1m，X 射线检测系统 2 机房顶部距离二楼地面约 2.7m。

两台 X 射线检测系统相邻环境状况见表 3-1。

表 3-1 X 射线检测系统相邻环境状况

设备	北侧	东侧	南侧	西侧	上方	下方
X 射线检测系统 1	A 栋厂房内通道	A 栋厂房内通道	A 栋厂房外围墙	操作位	包装气冲区操作位	无
X 射线检测系统 2	A 栋厂房内通道	操作位	高频焊 1	水冷区通道	通道	无

3.1.2 分区管理

环评要求：建设单位根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定，对射线装置使用场所进行监督区和控制区的划分，详细如下：

- (1) 控制区：X 射线检测系统铅房屏蔽体内；
- (2) 监督区：①X 射线检测系统 1 屏蔽体北侧和东侧至房间墙体，屏蔽体西侧和南侧至围蔽围栏均划定为监督区；②X 射线检测系统 2 屏蔽体北侧和西侧至房间墙体，屏蔽体东侧和南侧至围蔽围栏均划定为监督区。

监督区仅授权人可进入，并在 X 射线检测系统房间内张贴非授权工作人员禁止进入的警示标识，同时也会在铅房门张贴电离辐射警告标志和中文警示说明。

落实情况：本次验收项目，将两台 X 射线检测系统铅房屏蔽体内划分为控制区；将 X 射线检测系统 1 屏蔽体北侧和东侧至房间墙体，屏蔽体西侧和南侧至围蔽围栏均划定为监督区；②X 射线检测系统 2 屏蔽体北侧和西侧至房间墙体，屏蔽体东侧和南侧至围蔽围栏均划定为监督区。

监督区仅授权人可进入，并在 X 射线检测系统房间内张贴非授权工作人员禁止进入的警示标识，同时也会在铅房门张贴电离辐射警告标志和中文警示说明。详见图 3-1~图 3-2。

本项目辐射工作场所分区情况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。

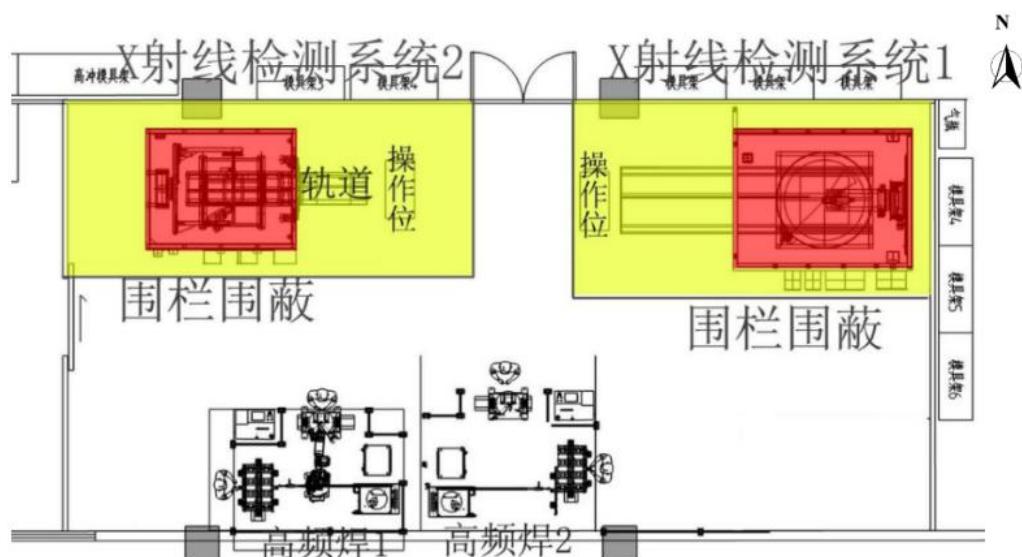


图 3-1 辐射工作场所分区图（红色为控制区，黄色为监督区）





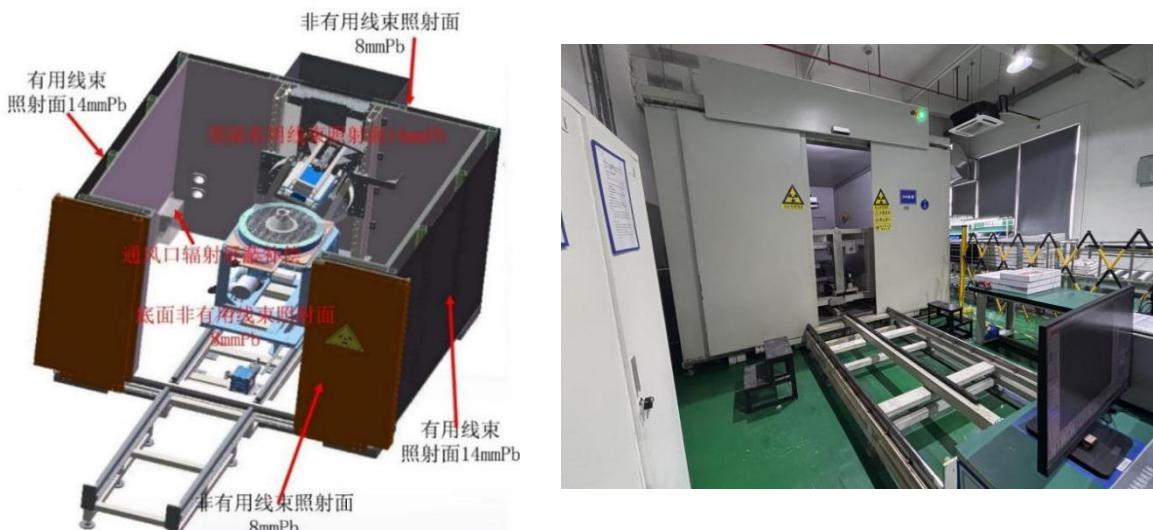
图 3-2 分区现状示意图及电离辐射警示标识

3.2 屏蔽设施建设情况和屏蔽效能

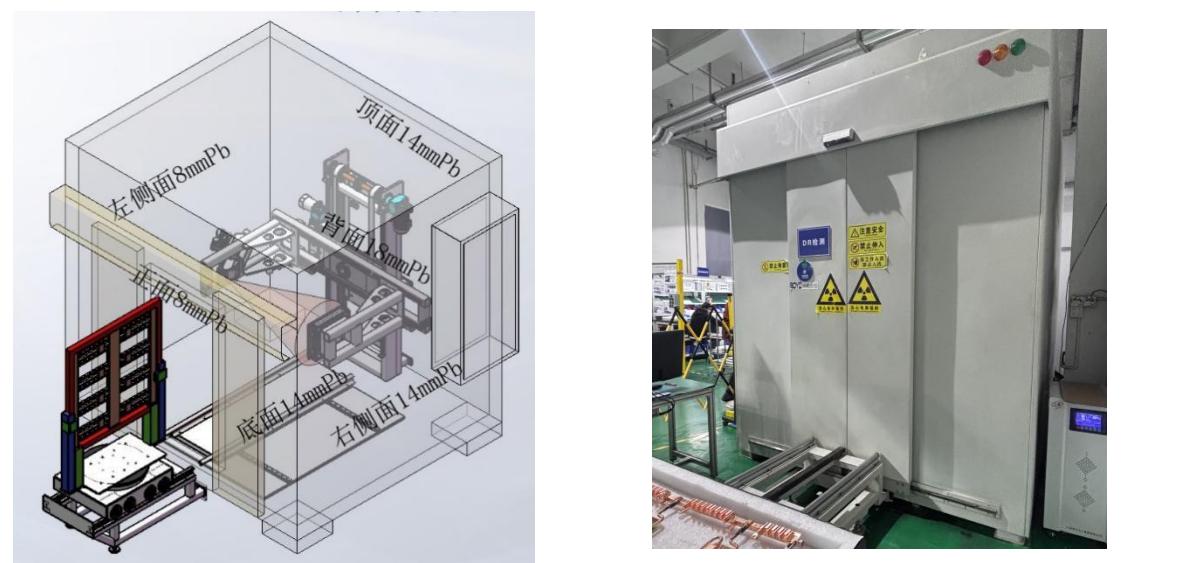
环评要求: DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统和 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统有用线束照射面屏蔽为 14mmPb，非有用线束照射面辐射屏蔽为 8mmPb（含屏蔽门）。

落实情况: 本项目使用的 DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统和 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统有用线束照射面屏蔽为 14mm 铅，非有用线束照射面辐射屏蔽为 8mm 铅（含屏蔽门），辐射屏蔽设计及实物图见图 3-3。

两台 X 射线检测系统的屏蔽门均为两侧对开式设计。两扇屏蔽门通过对缝搭接的方式进行闭合，搭接宽度约为 16 厘米，以此确保屏蔽门在闭合后能够达到良好的屏蔽效果。两扇辐射屏蔽门闭合后，两侧与铅房均有 10 厘米的搭接宽度，搭接部位设置了一个铅挡，以此保证门闭合后的辐射屏蔽效果。屏蔽门辐射屏蔽设计见图 3-4。



DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统



DRO Cus 225/R-S型 X 射线检测系统
图 3-3 屏蔽铅房厚度及 X 射线检测系统实物图

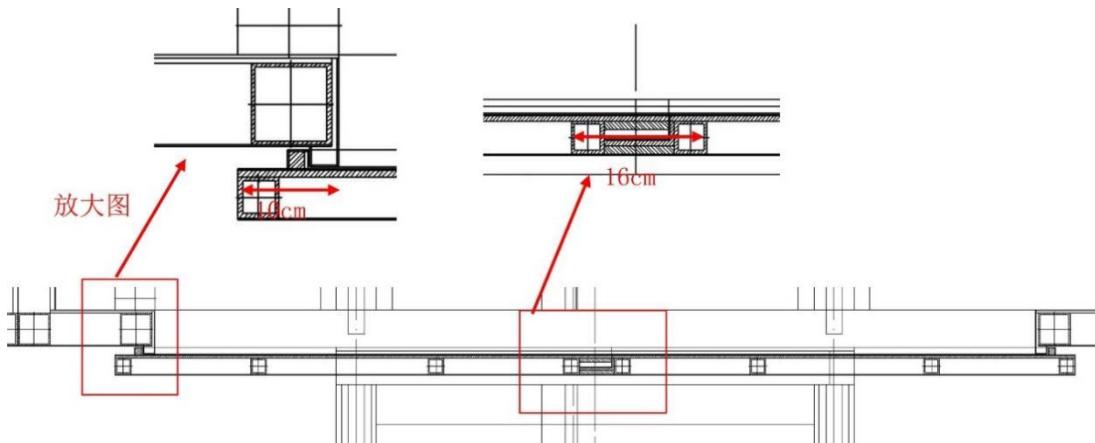


图 3-4 辐射屏蔽门对缝搭接设计图

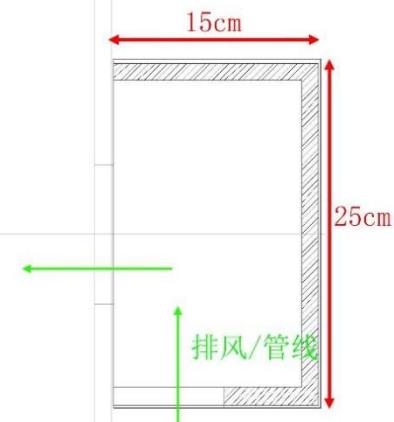


图 3-5 辐射屏蔽补偿示意图



通风口辐射屏蔽补偿



线缆口辐射屏蔽补偿

DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统



通风口辐射屏蔽补偿

DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统



线缆口辐射屏蔽补偿

DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统

图 3-6 辐射屏蔽补偿实拍照片

DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统铅房内左侧面设置有通风口，右侧设置有线缆口。DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统相反，在右侧面设置有通风口，左侧面设置有线缆口。为了不减弱辐射屏蔽效果，通风口和线缆口均采取辐射屏蔽补偿措施，在通风口和线缆口位置安装一个下方开口的铅盒，以增加散射，铅盒辐射防护厚度与所在面的防护厚度一致：①DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统通风口和管线口均位于有用线束面，铅盒均为 14mmPb；②DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统通风口位于有用线束面，通风口铅盒为 14mmPb，管线口位于非有用线束面铅盒为 8mmPb。

通风管道辐射屏蔽补偿示意图如图 3-5 所示，X 射线检测系统通风口及线缆口辐射屏蔽补偿图片如图 3-6 所示。

根据以上分析，本项目辐射屏蔽设施建设情况与环境影响评价阶段一致，根据表 7 检测结果，DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统屏蔽体外 30cm 及操作位处周围

剂量当量率水平为 149nSv/h~201nSv/h； DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统屏蔽体外 30cm 及操作位处周围剂量当量率水平为 141nSv/h~198nSv/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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

3.2 辐射安全与防护措施

(1) 门机联锁

环评要求：2 台 X 射线检测系统铅房门上均安装安全联锁装置，门打开时，射线管无法出束；出束过程中屏蔽门意外打开，高压将切断，射线管停止出束。

当门完全闭合时，限位器接通，向 PLC 传递闭合信号。上位机接收到信号后，表示门已闭合，并在确认其他安全联锁状态就绪后，允许射线管出束。反之，当门打开时，PLC 信号断开，上位机接收到信号后立即停止出束。如果未完成出束操作，则无法加载高压出束。

落实情况：本项目 2 台 X 射线检测系统铅房门上均安装了安全联锁装置，门打开时，射线管无法出束；出束过程中屏蔽门意外打开，高压将切断，射线管停止出束。

当门完全闭合时，限位器接通，向 PLC 传递闭合信号。上位机接收到信号后，表示门已闭合，并在确认其他安全联锁状态就绪后，允许射线管出束。反之，当门打开时，PLC 信号断开，上位机接收到信号后立即停止出束。如果未完成出束操作，则无法加载高压出束。实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-7。



图 3-7 门机联锁实拍照片

(2) 急停按钮

环评要求: 2 台 X 射线检测系统均设置有 2 个急停按钮，急停按钮位于人员操作台和铅房内部出入口处。急停按钮设置处无任何遮挡物存在，发生紧急情况时可通过按下此按钮停止出束，达到保护的措施。按下急停按钮后，必须进行复位后，才可再次开机。

对于 DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统，在初始化时，有用线束朝向上方，人员可不穿过有用线束即可按下急停按钮。当 C 臂偏转时，因内部空间限制，人员无法穿过 C 型臂到达背部，所以也可无需穿过有用线束即可按下急停按钮。

对于 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统，因 C 臂初始位置为水平放置，由于内部空间限制，人员无法穿过 C 臂到达其后方，且 C 臂无法完全竖直放置，所以可满足不穿过有用线束即可按下急停按钮的要求。

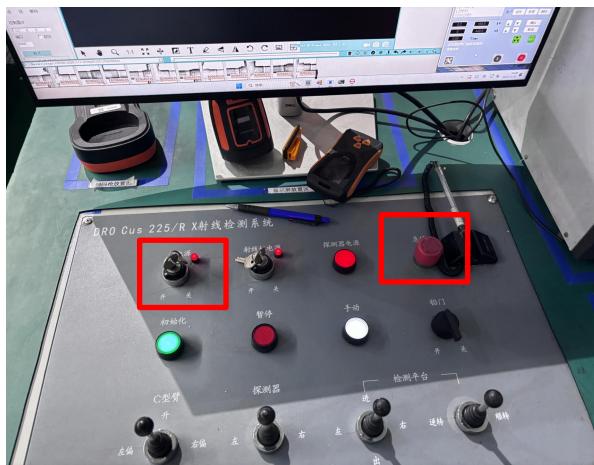
落实情况: 2 台 X 射线检测系统均设置有 2 个急停按钮，急停按钮位于人员操作台和铅房内部出入口处。急停按钮设置处无任何遮挡物存在，发生紧急情况时可通过按下此按钮停止出束，达到保护的措施。按下急停按钮后，必须进行复位后，才可再次开机。

对于 DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统，在初始化时，有用线束朝向上方，人员可不穿过有用线束即可按下急停按钮。当 C 臂偏转时，因内部空间限制，人员无法穿过 C 型臂到达背部，所以也可无需穿过有用线束即可按下急停按钮。

对于 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统，因 C 臂初始位置为水平放置，由于内部空间限制，人员无法穿过 C 臂到达其后方，且 C 臂无法完全竖直放置，所以可满足不穿过有用线束即可按下急停按钮的要求。实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-8。



DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统



DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统

图 3-8 急停按钮及主控钥匙实物图

(3) 主控钥匙

环评要求: 2 台 X 射线检测系统的操作台上均设置有主控钥匙，主控钥匙为 X 射线检测系统主电源控制开关，主控钥匙旋转至指定位置，才可接通电源。项目投入运营后，主控钥匙将由专人保管。

落实情况: 本项目 2 台 X 射线检测系统的操作台上均设置了主控钥匙，主控钥匙为 X 射线检测系统主电源控制开关，主控钥匙旋转至指定位置，才可接通电源。主控钥匙交由专人保管。实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-8。

(4) 工作警示灯

环评要求: 2 台 X 射线检测系统的铅房门上方均设置有三色警示灯。X 射线检测系统接通电源开机时，绿色警示灯亮；当 X 射线准备就绪，可以进行出束时，黄色警示灯亮；当射线管出束时，红色警示灯亮。出束前，X 射线检测系统还会发出声音提示，报警音与该工作场所内使用的其他报警信号会有明显区别。因 X 射线检测系统铅房整体尺寸较小，人员可直接观察内部。出束前，如发出报警音，内部人员可听到报警，所以 X 射线检测系统内部未安装警示装置，可满足要求。

落实情况: 2 台 X 射线检测系统的铅房门上方均设置有三色警示灯。X 射线检测系统接通电源开机时，绿色警示灯亮；当 X 射线准备就绪，可以进行出束时，黄色警示灯亮；当射线管出束时，红色警示灯亮。出束前，X 射线检测系统还会发出声音提示，报警音与该工作场所内使用的其他报警信号会有明显区别。因 X 射线检测系统铅

房整体尺寸较小，人员可直接观察内部。出束前，如发出报警音，内部人员可听到报警，所以 X 射线检测系统内部未安装警示装置，可满足要求。实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-9。



DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统



DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统

图 3-9 工作警示灯实物图

(5) 控制软件

环评要求：2 台 X 射线检测系统使用的控制软件相同，均设置有登录账户和密码，仅授权人员可进行操作。评价项目 X 射线检测系统登录密码将由辐射工作人员管理，禁止用户名和密码外泄。

落实情况：2 台 X 射线检测系统使用的控制软件相同，均设置有登录账户和密码，仅授权人员可进行操作。评价项目 X 射线检测系统登录密码将由辐射工作人员管理，禁止用户名和密码外泄。X 射线检测系统出束时，软件中电离辐射指示灯会变成红色，操作人员可在操作软件界面中看到是否出束，防护门是否关闭等信息。实际落实情况与环评阶段规划一致，详见图 3-10。



DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统



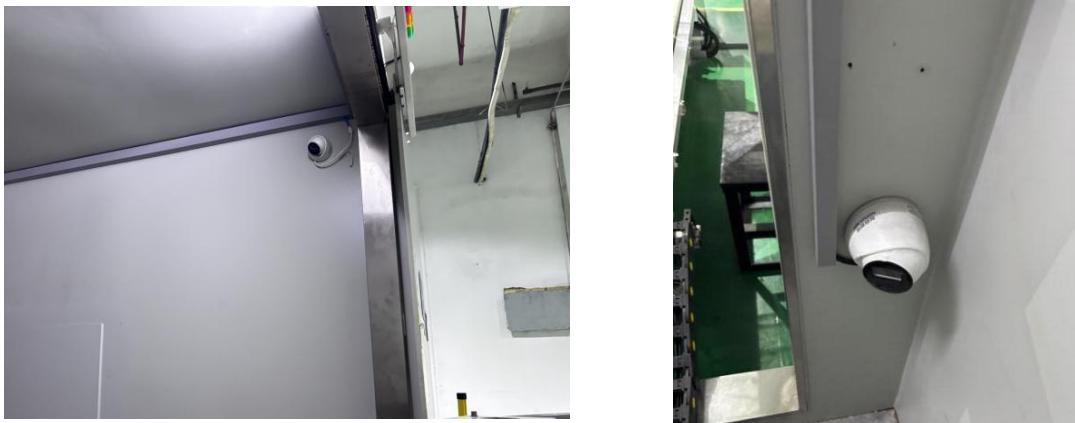
DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统

图 3-10 信号警示装置

(6) 铅房内监控设施

环评要求: 2 台 X 射线检测系统铅房内部安装有摄像头，进行检测过程中，铅房内情况可通过视频摄像监控，视频监控终端位于人员操作位，为独立屏幕显示。

落实情况: 2 台 X 射线检测系统铅房内部各安装了两个摄像头，进行检测过程中，铅房内情况可通过视频摄像监控，视频监控终端位于人员操作位，为独立屏幕显示。实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-11。



DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统



DRO Cus 225/R-S型 X射线检测系统



视频监控终端

图 3-11 监控设施

(7) 通风设施

环评要求:建设单位拟使用的 2 台 X 射线检测系统(DRO Cus 225/R 型与 DRO Cus 225/R-S 型) 均自带屏蔽铅房, 并设有通风口, 2 台 X 射线检测系统安装通风设施通风量均为 $2.5\text{m}^3/\text{min}$ ($150 \text{ m}^3/\text{h}$)。

为避免铅房内气体直接排入室内, 建设单位计划在每台设备的通风口安装集气罩(尺寸不小于 $300\text{mm}\times 300\text{mm}$), 并通过管道将废气引至室外排放。排放口位于厂区内外道路侧, 距地面约 5m。

落实情况:建设单位使用的 2 台 X 射线检测系统均自带屏蔽铅房, 铅房内均设置有通风口。

DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统安装通风设施通风量为 $150 \text{ m}^3/\text{h}$, 体积为 $3750\text{mm}\times 2852\text{mm}\times 2793\text{mm}=29.9\text{m}^3$, 则铅房内每小时可换气约 5 次; DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统安装通风设施通风量为 $2.5\text{m}^3/\text{min}$ ($150 \text{ m}^3/\text{h}$), 体积为

$3100\text{mm} \times 2390\text{mm} \times 3180\text{mm} = 23.6 \text{ m}^3$, 则铅房内每小时可换气约 6 次, 两台 X 射线检测系统均可满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022) 中规定的探伤室应设置机械通风装置, 每小时有效通风换气次数应不小于 3 次的要求。

因 2 台 X 射线检测系统均放置于室内, 为了避免探伤室排出气体直接排放至室内环境, 建设单位在射线装置通风口处安装一个集气罩, 用于收集铅房内排出气体, 并通过管道将气体排放至室外环境。两台 X 射线检测系统通风口尺寸为宽 200mm×高 240mm, 配备集气罩尺寸不小于 300mm×300mm, 集气罩尺寸大于通风口尺寸, 使用密封胶将其固定于铅房排风口处, 安装风机排风量与铅房风机风量相同, 保证铅房内排出气体被收集后排放至室外环境。排放口位置均为建设单位厂区内外道路, 气体排出位置距离地面约 5m 高, 该位置无人员长期居留。实际落实情况与环评阶段一致, 详见图 3-12~图 3-13。

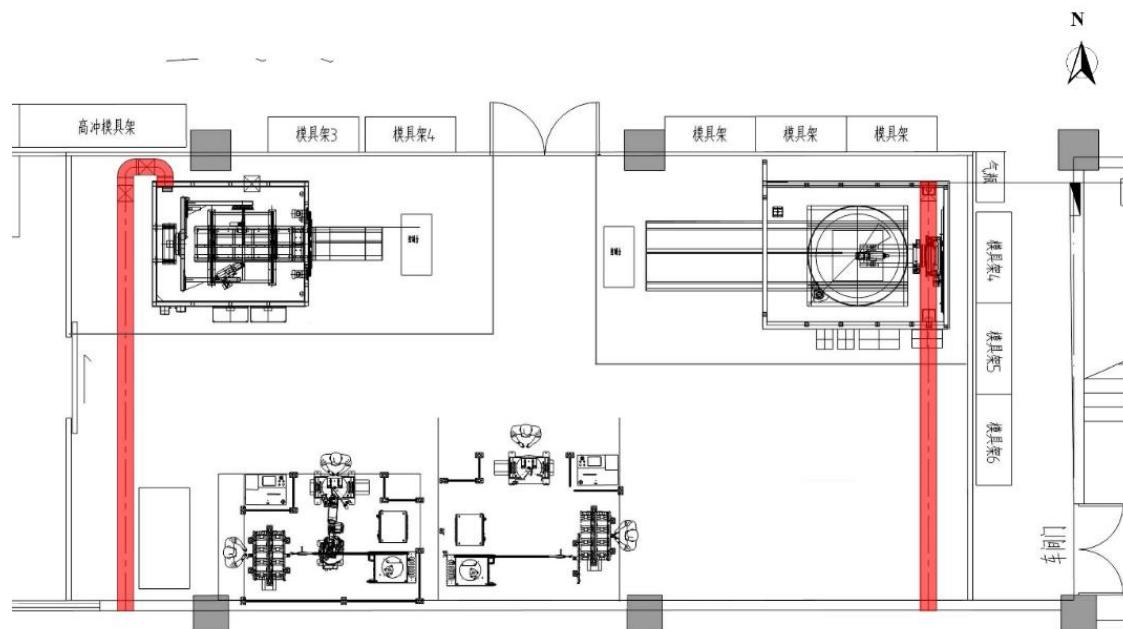


图 3-12 射线机房外接集气罩管道示意图



DRO Cus 225/R型 X射线检测系统



DRO Cus 225/R-S型 X射线检测系统



图 3-13 通风设施

(8) 安全联锁逻辑

X射线检测系统各项辐射安全设施安全联锁逻辑如图 3-14 所示。

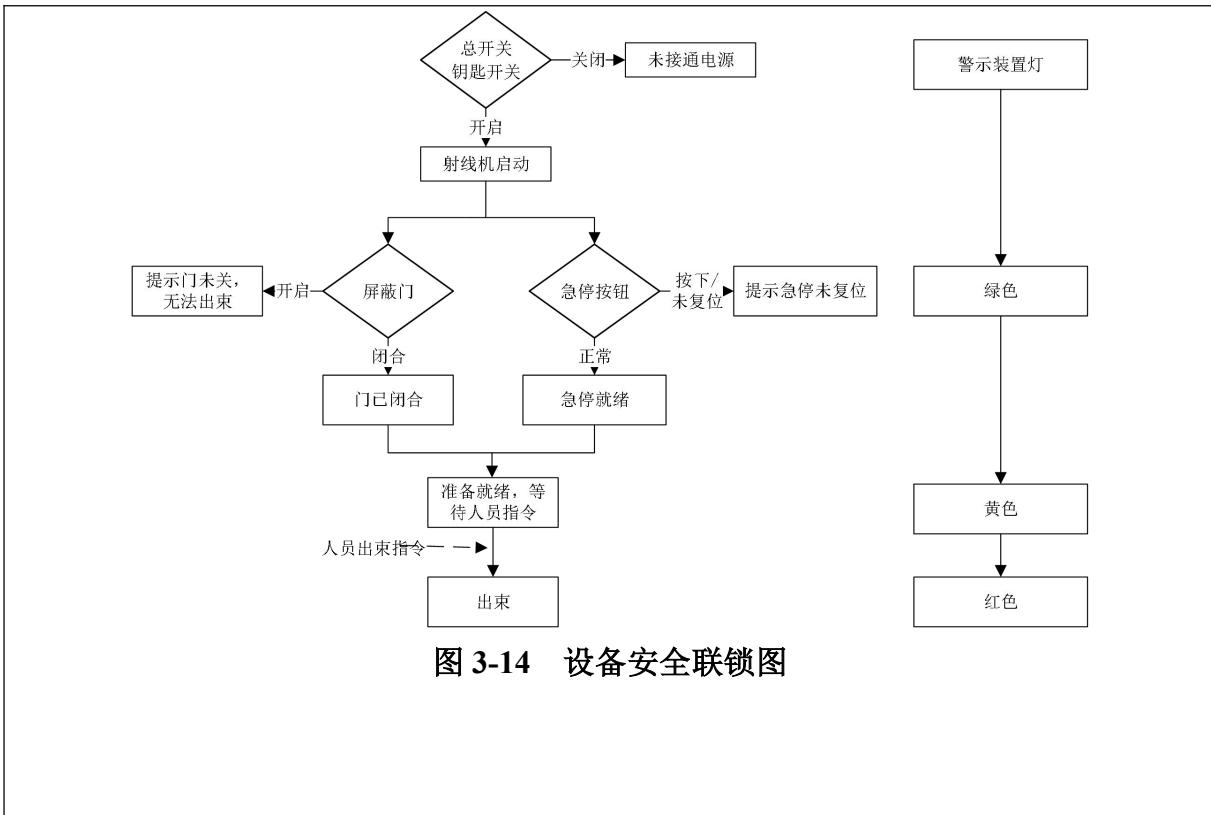


图 3-14 设备安全联锁图

3.4 辐射安全与防护设施分析小结

建设单位已按照环境影响评价文件设置辐射安全措施，现对照《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）各项具体要求，对本项目具体的辐射防护设施及措施与标准对照分析，详见表 3-1。

表 3-2 辐射安全设施与环评和标准对照分析

GBZ117-2022	环评设计方案	实际落实情况	变动情况
应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。	已对辐射工作场所进行分区管理，拟将两台 X 射线检测系统铅房屏蔽体内划分为控制区；将 X 射线检测系统 1 屏蔽体北侧和东侧至房间墙体，屏蔽体西侧和南侧至围蔽围栏均划定为监督区；X 射线检测系统 2 屏蔽体北侧和西侧至房间墙体，屏蔽体东侧和南侧至围蔽围栏均划定为监督区。	目前建设单位已对辐射工作场所进行分区管理，将两台 X 射线检测系统铅房屏蔽体内划分为控制区；将 X 射线检测系统 1 屏蔽体北侧和东侧至房间墙体，屏蔽体西侧和南侧至围蔽围栏均划定为监督区；X 射线检测系统 2 屏蔽体北侧和西侧至房间墙体，屏蔽体东侧和南侧至围蔽围栏均划定为监督区。	无变动
探伤室应设置门-机联锁装置，应在门关闭后才能进行探伤作业。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。	评价项目拟使用的 2 台射线装置均设置门机联锁：屏蔽门关闭时才可进行出束；出束过程中，门被意外打开，立即停止出束，可满足要求。	本项目 2 台 X 射线检测系统铅房门上均安装安全联锁装置，门打开时，射线管无法出束；出束过程中屏蔽门意外打开，高压将切断，射线管停止出束。	无变动
探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，并与探伤机联锁。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	评价项目拟使用的 2 台射线装置均设置有报警灯和声音提示装置，均与 X 射线检测系统进行联锁。准备出束时，声音报警装置会发出提示音，提示音结束后，红灯会亮起，表示出束。提示音与周围其他信号声音有明显区别，项目投入使用之前，建设单位会在工作场所内张贴指示灯说明。因铅房内部较小，人员可直接在	本项目 2 台 X 射线检测系统的铅房门上方均设置有三色警示灯。X 射线检测系统接通电源开机时，绿色警示灯亮；当 X 射线准备就绪，可以进行出束时，黄色警示灯亮；当射线管出束时，红色警示灯亮。	无变动

	内部听到报警声音，所以未在内部设置警示灯。		
探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	铅房内设置有监控设施，监控终端位于操作位，为单独显示器，操作人员可监视铅房内的运行情况。	本项目2台X射线检测系统铅房内部各安装了两个摄像头，进行检测过程中，铅房内情况可通过视频摄像监控，视频监控终端位于人员操作位，为独立屏幕显示。	无变动
探伤室防护门上应有符合GB 18871要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	评价项目X射线检测系统投入使用前，建设单位会在铅房表面张贴电离辐射警告标志和中文警示说明。	建设单位已在X射线检测系统房间内张贴非授权工作人员禁止进入的警示标识，同时也会在铅房门张贴电离辐射警告标志和中文警示说明。	无变动
探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	铅房内设置有急停按钮，人员无需穿过主射线束方向，即可按下急停按钮，评价项目投入使用后，将按照要求张贴使用方法。	本项目2台X射线检测系统均设置有2个急停按钮，急停按钮位于人员操作台和铅房内部出入口处。	
探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于3次。	两台X射线检测系统铅房均设置有机械排风设施，换气次数均大于3次。建设单位对铅房排风口处设置集气罩，收集排出气体排向室外。排放口位置为建设单位通道，非人员密集区。	本项目使用的2台X射线检测系统(DRO Cus 225/R型与DRO Cus 225/R-S型)均自带屏蔽铅房，并设有通风口，2台X射线检测系统安装通风设施通风量均为2.5m ³ /min(150m ³ /h)。为避免铅房内气体直接排入室内，建设单位计划在每台设备的通风口安装集气罩(尺寸不小于300mm×300mm)，并通过管道将废气引至室外排放。排放口位于厂区内室外道路侧，距地面约5m。	无变动
通过以上对本项目辐射防护设施实际建成情况的分析，可知本项目使用的2台X射线检测系统辐射防护设施实际落实情况与环评阶段			

的设计方案基本一致，2台X射线检测系统的各项辐射安全与防护设施与实际情况一致，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

本项目无放射性固废，废水和废气产生，但辐射场所可能因 X 射线对空气的电离产生微量的非放射性的氮氧化物和臭氧。

2 台 X 射线检测系统均设置有机械排风装置，DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统铅房内每小时可换气约 5 次，DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统铅房内每小时可换气约 6 次，均可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中规定的探伤室应设置机械通风装置，每小时有效通风换气次数应不小于 3 次的要求。因 2 台 X 射线检测系统均放置于室内，为了避免探伤室排出气体直接排放至室内环境，建设单位拟在射线装置通风口处安装一个集气罩，用于收集铅房内排出气体，并通过管道将气体排放至室外环境。排放口位置均为建设单位厂区外道路，该位置非人员密集区，无人员长期居留。

评价项目使用的 2 台 X 射线检测系统均采用数字成像方式，在显示屏上直接显示检测结果，不涉及胶片、显（定）影液液等感光材料废物。

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。辐射防护管理小组成员如下：

表 3-2 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	王耀庭	工艺工程部
2	组员	李虎	环境健康安全
3	组员	邓皓	工艺工程部
4	组员	孙文军	生产部

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: 为了保障放射射线装置的使用安全，公司已制定了健全的制度，包括《X 射线检测系统安全操作规程》《射线装置操作及管理岗位职责》《辐射防护和安全保卫管理制度》《设备检修及维护保养制度》《辐射工作人员培训计划和个人剂量管理办法》《辐射装置场所监测计划》《辐射装置的安全和防护状况进年度评估制度》《辐射事故应急预案》（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。

(3) 辐射工作人员的培训

环评要求: 本项目辐射工作人员为 X 射线检测系统的操作人员，初期工作负荷较轻，建设单位拟配备 2 名辐射工作人员；随着水冷散热管订单量的增加，生产量变大时，实行 24 小时工作制。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。

评价项目拟新增辐射工作人员，评价项目落实前，建设单位将组织其拟配备的辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加相应类别的辐射安全与防护培训，培训完成后，报名参加考试，取得合格证后才可上岗。

实际落实情况: 由于现阶段项目处于初期水冷散热管的生产量较小，因此建设单位根据实际情况配备了 2 名辐射工作人员，可满足项目运行需求，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 4。后期有新辐射工作人员入职后，建设单位将组织其参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，并按要求在上岗前通过考核。

(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: 建设单位已为新增 2 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: 建设单位拟为本项目配备 1 台辐射检测仪，用于日常监测工作。拟配备 2 台个人剂量报警仪，个人剂量报警仪在工作期间将保持开机，实时监测工作环境的辐射水平。如有异常，将立即切断电源，停止使用该 X 射线检测系统。

实际落实情况: 建设单位为本项目配备了 1 台 YD-210 型便携式辐射探测仪和 2 台 YD-100A 型个人剂量报警仪（报警水平为 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ）。本项目已配备辐射探测设备与环境影响评价阶段一致，详见图 3-15。



便携式辐射探测仪



个人剂量报警仪

图 3-15 辐射监测仪器

(6) 本项目实际环保投资情况

本项目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，环保投资一览表详见下表 3-3。

表 3-3 本项目辐射安全与防护设施投资一览表

序号	投资项目	金额（元）
1	X 射线防护服（长袖单面铅衣 0.35mmpd 五件套）	1200
2	辐射检测仪	3000
3	个人剂量报警仪	1768
4	个人剂量监测	2575
5	环境辐射监测	7200
6	设备排风工程	10000

7	设置隔离辐射检测室	30000	
8	设备安装接地线	15000	
9	设备安装稳压器	10000	
10	设备维护保养费	30000	
合计		110743	

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
X 射线检测系统辐射屏蔽设施	两台 X 射线检测系统均已按环评设计落实相应的辐射屏蔽设施，详细分析见本报告 3.2	已落实
X 射线检测系统辐射屏蔽设施辐射安全与防护措施	两台 X 射线检测系统均已按环评设计落实各项安防措施，详细分析见报告 3.3	已落实
辐射安全分区	设置了监督区和控制区，详细分析见本报告 3.1	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 工程建设对环境的影响及要求

本项目购买的 X 射线检测系统为成套设备，整机运输至建设单位，现场通电后即完成安装，不涉及水、气、噪声、一般固废等环境影响。

4.3 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 2 月 18 日经广东省生态环境厅审批，批文号粤环深审【2025】10 号。批复文件具体执行情况见表 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	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

有效剂量约束值低于 0.25 毫希沃特/年。	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
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。	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）。

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。参与监测的第三方机构具备广州乐邦环境科技有限公司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（6150AD 6H+6150AD-b/H）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°C至 40°C之间，相对湿度不超过 95%

(35°C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：宝德华南（深圳）热能系统有限公司使用 2 台 X 射线检测系统项目周围剂量当量率检测

项目地址：深圳市龙华区大浪街道新石社区爱美达高新科技工业园区 A 栋 1 楼

监测因子：周围剂量当量率

检测对象及其设备参数：

设备名称	型号	最大管电压	最大管电流	最大功率	备注
X 射线检测系统	DRO Cus 225/R	225kV	2mA	300W	X 射线检测系统 1
X 射线检测系统	DRO Cus 225/R-S	225kV	2mA	300W	X 射线检测系统 2

6.2 监测点位

现场监测的布点参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021 和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关规定，先沿在线 X 射线检测系统屏蔽体外表面 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) 在线 X 射线检测系统各面屏蔽体外（可达处）表面 30cm 处，距地面 100cm 高处；
- (2) 在线 X 射线检测系统屏蔽体外关注点包括：操作位、通风口和管线出口处等；
- (3) 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 DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统屏蔽体外共布设了 17 处测量点，具体监测点位的布置情况见图 6-1~图 6-2；在 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统屏蔽体外共布设了 17 处测量点，具体监测点位的布置情况见图 6-3~图 6-4；在两台 X 射线检测系统相邻工作场所共布设了 22 处测量点，具体监测点位的布置情况见图 6-5~图 6-7。

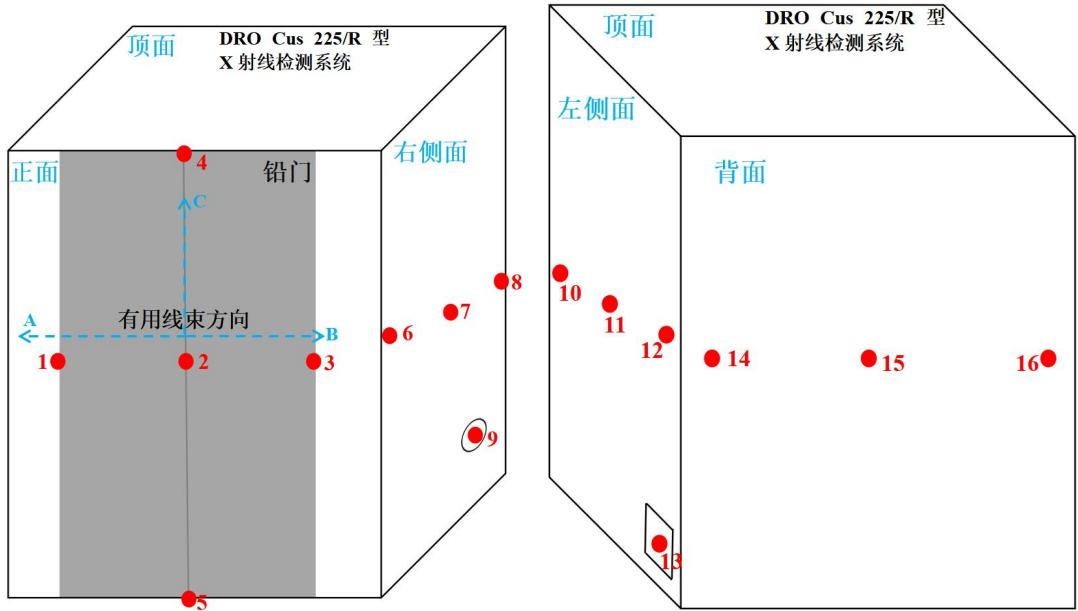


图 6-1 DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统屏蔽体外测量布点图（剖面图）

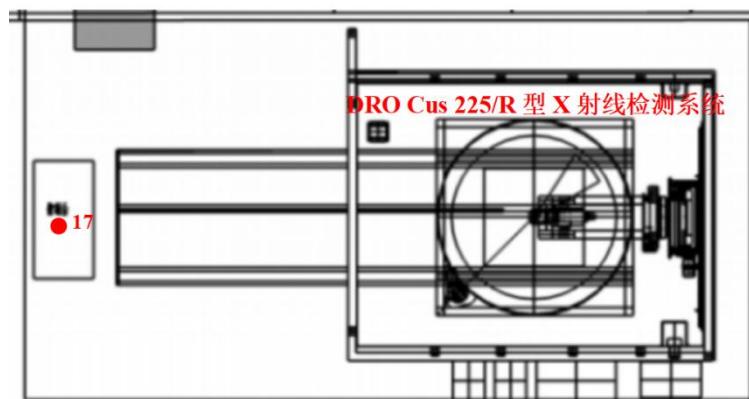


图 6-2 DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统操作位测量布点图（平面图）

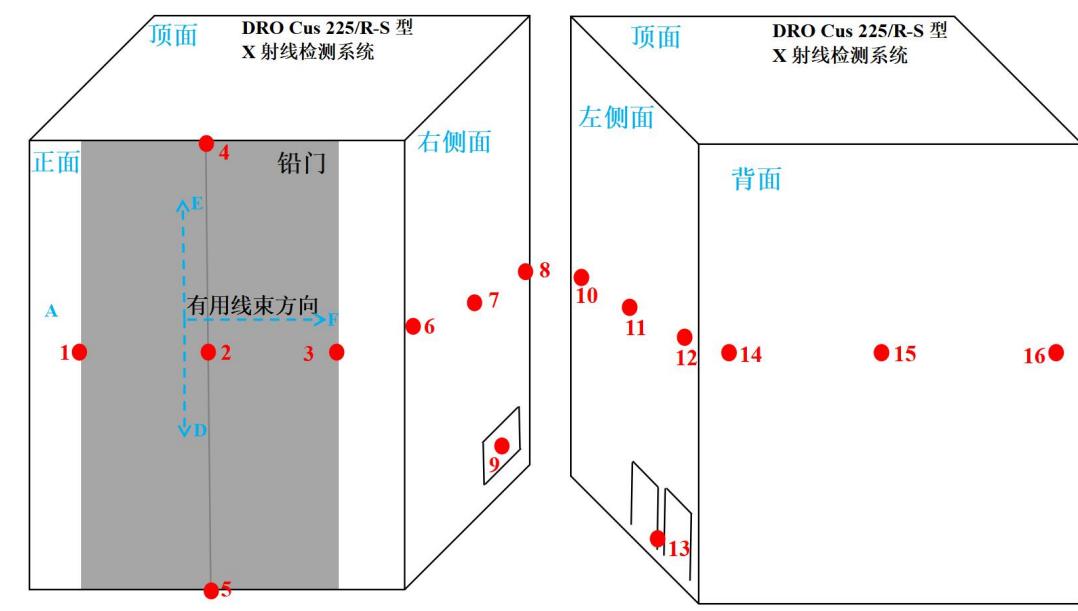


图 6-3 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统屏蔽体外测量布点图（剖面图）

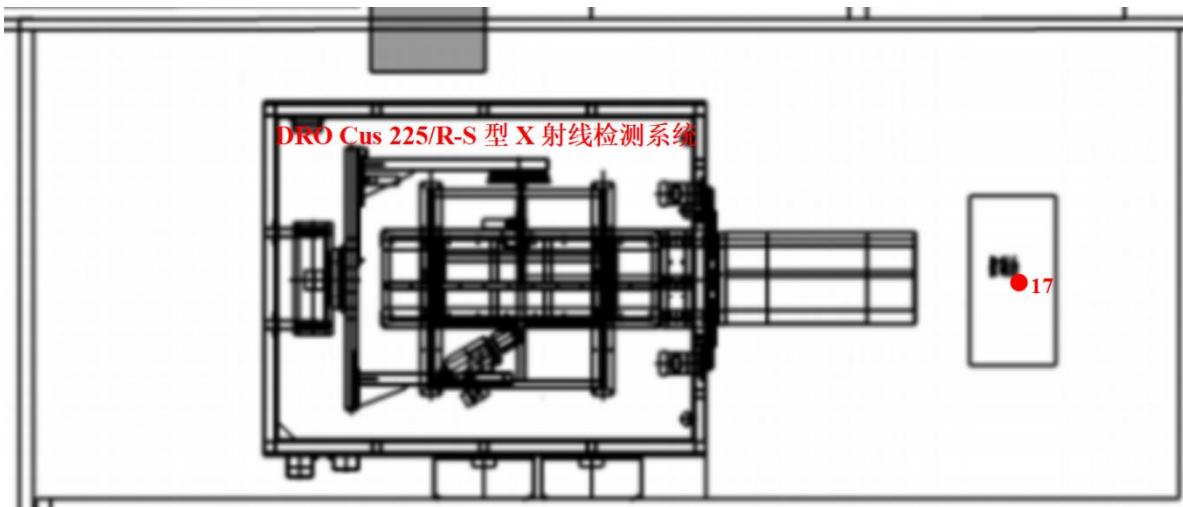


图 6-4 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统操作位测量布点图（平面图）

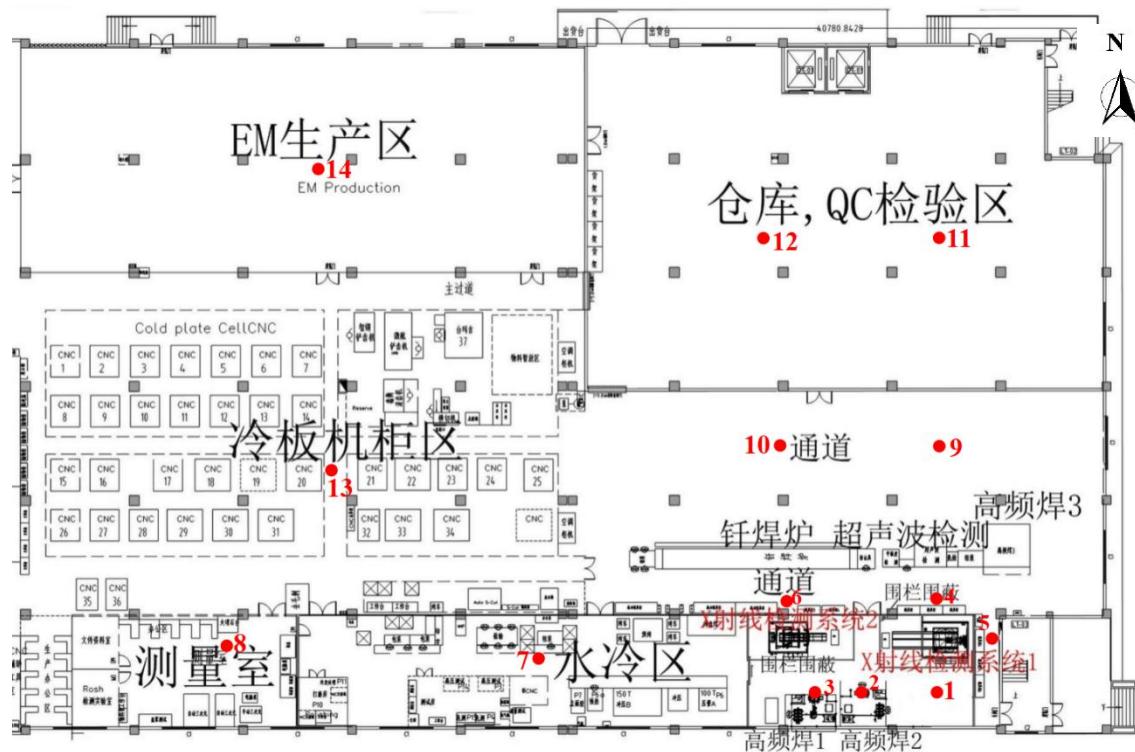


图 6-5 本项目所在厂房一层测量布点图



图 6-6 本项目所在厂房二层测量布点图

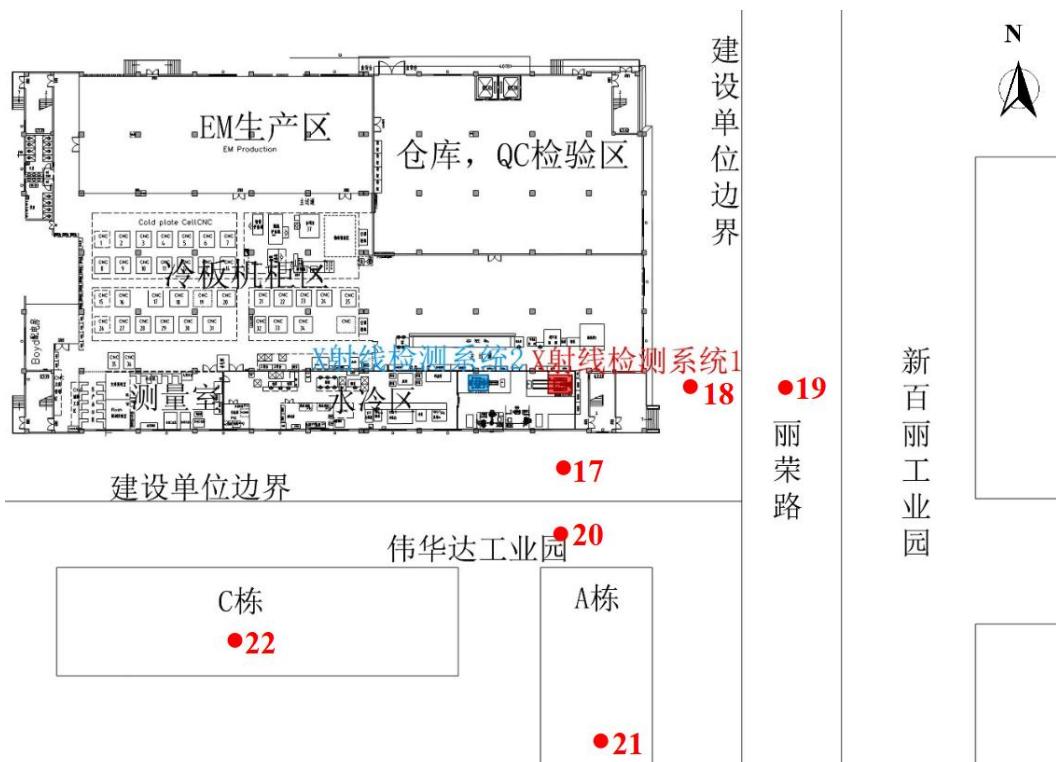


图 6-7 本项目所在位置周边环境测量布点图

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 6150AD 6/H+6150AD-b/H，仪器编号为 171412（主机）+176695（探头），

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

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

本次验收两台 X 射线检测系统，其最大管电压均为 225kV，最大管电流均为 2mA，最大功率均为 300W。

我公司技术人员于 2025 年 11 月 13 日至项目现场开展验收监测。根据建设单位提供资料，为保障球管使用寿命，本项目 2 台设备的日常最大使用工况为 175kV，0.2mA。为了保证验收监测过程中不损坏设备的 X 射线管，本次验收监测过程中经与建设单位协商，采取如下工况：①DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统出束工况为 200kV，1.5mA，功率达到 300W；②DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统出束工况为 180kV，1.5mA，功率达到 270W。

现场监测工况管电压和功率均超过最大工况的 80%，稳定运行，且远大于建设单位日常最大施工工况。

7.2 验收监测结果和数据分析

DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统现场验收监测结果具体见表 7-1；DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统现场验收监测结果具体见表 7-2；两台 X 射线检测系统周边环境现场验收监测结果具体见表 7-3，检测报告见附件 5。

7-1 DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统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)				有用线 束方向	
		背景值		装置出束时			
		平均 值	标准 差	平均 值	标准 差		
1	X 射线检测系统 1 正面屏蔽体外 30cm（铅门左门缝）	180	2	201	2	A	
2	X 射线检测系统 1 正面屏蔽体外 30cm（铅门中门缝）	182	1	195	2	A	
3	X 射线检测系统 1 正面屏蔽体外 30cm（铅门右门缝）	183	1	183	2	A	
4	X 射线检测系统 1 正面屏蔽体外 30cm（铅门上门缝）	184	1	199	1	A	
5	X 射线检测系统 1 正面屏蔽体外 30cm（铅门下门缝）	176	2	191	2	A	
6	X 射线检测系统 1 右侧面屏蔽体外 30cm	153	2	157	1	B	
7	X 射线检测系统 1 右侧面屏蔽体外 30cm	151	2	159	2	B	

8	X 射线检测系统 1 右侧面屏蔽体外 30cm	156	2	163	2	B
9	X 射线检测系统 1 右侧面线缆口外 30cm	148	2	155	2	B
10	X 射线检测系统 1 左侧面屏蔽体外 30cm	152	1	164	2	A
11	X 射线检测系统 1 左侧面屏蔽体外 30cm	155	1	166	1	A
12	X 射线检测系统 1 左侧面屏蔽体外 30cm	149	1	173	2	A
13	X 射线检测系统 1 通风口外 30cm	150	1	167	1	A
14	X 射线检测系统 1 背面屏蔽体外 30cm	151	2	149	2	B
15	X 射线检测系统 1 背面屏蔽体外 30cm	152	2	155	2	B
16	X 射线检测系统 1 背面屏蔽体外 30cm	150	2	151	1	B
17	X 射线检测系统 1 西侧操作位	183	1	201	1	A

注：1、检测时仪器中心垂直于屏蔽体，除 4、5、9、13 点外，其余点均距地面 1m 高；

2、现场检测时，两台射线装置同时出束；DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统 200kV，1.5mA；DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统 180kV，1.5mA；

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、有用线束所对的屏蔽体检测时，不放置检测工件；非有用线束所对的屏蔽体检测时，放置检测工件。

从表 7-1 中的现场监测数据可见，DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统（X 射线检测系统 1）在开机工况下，屏蔽体外 30cm 及操作位处周围剂量当量率水平为 149nSv/h~201nSv/h。

7-2 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统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)				有用线 束方向	
		背景值		装置出束时			
		平均 值	标准 差	平均 值	标准 差		
1	X 射线检测系统 2 正面屏蔽体外 30cm(铅门左门缝)	165	1	192	2	F	
2	X 射线检测系统 2 正面屏蔽体外 30cm(铅门中门缝)	158	1	165	2	F	
3	X 射线检测系统 2 正面屏蔽体外 30cm(铅门右门缝)	163	2	168	2	F	
4	X 射线检测系统 2 正面屏蔽体外 30cm(铅门上门缝)	159	2	184	1	F	
5	X 射线检测系统 2 正面屏蔽体外 30cm(铅门下门缝)	166	2	177	2	F	

6	X 射线检测系统 2 右侧面屏蔽体外 30cm	156	2	158	1	F
7	X 射线检测系统 2 右侧面屏蔽体外 30cm	148	2	157	2	F
8	X 射线检测系统 2 右侧面屏蔽体外 30cm	155	1	160	2	F
9	X 射线检测系统 2 通风口外 30cm	163	1	181	2	F
10	X 射线检测系统 2 左侧面屏蔽体外 30cm	157	1	198	2	F
11	X 射线检测系统 2 左侧面屏蔽体外 30cm	166	2	180	2	F
12	X 射线检测系统 2 左侧面屏蔽体外 30cm	158	1	177	2	F
13	X 射线检测系统 2 线缆口铅盒开口处	161	1	182	2	F
14	X 射线检测系统 2 背面屏蔽体外 30cm	141	2	141	2	F
15	X 射线检测系统 2 背面屏蔽体外 30cm	140	2	148	3	F
16	X 射线检测系统 2 背面屏蔽体外 30cm	146	2	151	2	F
17	X 射线检测系统 2 东侧操作位	180	2	192	1	F

- 注：1、检测时仪器中心垂直于屏蔽体，除 4、5、9、13 点外，其余点均距地面 1m 高；
 2、现场检测时，两台射线装置同时出束；DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统 200kV，1.5mA；
 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统 180kV，1.5mA；
 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、有用线束所对的屏蔽体检测时，不放置检测工件；非有用线束所对的屏蔽体检测时，放置检测工件。

从表 7-2 中的现场监测数据可见，DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统（X 射线检测系统 2）在开机工况下，屏蔽体外 30cm 及操作位处周围剂量当量率水平为 **141nSv/h~198nSv/h**。

7-3 周边环境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)				有用线束方向	
		背景值		装置出束时			
		平均 值	标准 差	平均 值	标准 差	X 射线检 测系统 1	X 射线检 测系统 2
1	射线装置南侧（货物架）	212	2	214	2	B	F
2	射线装置南侧（高频焊 2）	211	2	215	1	B	F
3	射线装置南侧（高频焊 1）	207	1	218	2	B	F

4	X 射线检测系统 1 北侧 (通道)	198	2	202	1	A	F
5	X 射线检测系统 1 东侧 (通道)	198	2	201	1	B	F
6	X 射线检测系统 2 北侧 (通道)	184	1	185	2	A	F
7	X 射线检测系统 2 西侧 (水冷区)	216	2	225	1	A	F
8	X 射线检测系统 2 西侧 (测量室)	220	2	224	2	A	F
9	X 射线检测系统 1 北侧 (通道)	215	2	220	1	A	F
10	X 射线检测系统 2 北侧 (通道)	208	1	217	2	A	F
11	X 射线检测系统 1 北侧(仓库 QC 检验区)	187	1	190	2	A	F
12	X 射线检测系统 2 北侧(仓库 QC 检验区)	189	2	190	2	A	F
13	冷板机柜中央	210	2	214	2	A	F
14	EM 生产区中央	206	2	213	2	A	F
15	X 射线检测系统 1 使用位置正上方中央	209	2	218	2	C	E
16	X 射线检测系统 2 使用位置正上方中央	202	2	203	2	C	E
17	A 栋厂房南侧 (厂区道路中央)	160	1	167	1	B	F
18	A 栋厂房东侧侧 (厂区道路中央)	153	2	157	2	B	F
19	丽荣路中央	150	1	155	2	B	F
20	伟华达工业园道路中央	152	2	152	2	B	F
21	伟华达工业园 A 栋大厅中央	155	2	158	1	B	F
22	伟华达工业园 C 栋大厅中央	151	1	150	1	B	F

注：1、检测时仪器中心垂直于屏蔽体，除 15~16 点外，其余点均距地面 1m 高；

2、现场检测时，两台射线装置同时出束；DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统 200kV，1.5mA；DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统 180kV，1.5mA；

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 7-3 中的现场监测数据可见，两台 X 射线检测系统周边环境周围剂量当量率为 150nSv/h~225nSv/h。

综上，两台 X 射线检测系统在正常运行时，周围剂量率均低于 2.5μSv/h，满足《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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。

本项目的运行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

该项目中职业辐射工作人员主要为X射线检测系统操作人员。由于该项目处于初期阶段，仅配备2名辐射工作人员，且每个辐射工作人员的最大工作负荷约为每年441.5小时。为了保守估算，本次采用环评规划的最大工作量对辐射工作人员进行受照剂量的估算，每台X射线检测系统周最大出束时间和年最大出束时间进行分析见表7-2。

表7-2 环评规划的最大工作量汇总

工作 类型	每名人员		班次		每台X射线检测系统出束时长	
	周出束	年出束	周出束	年出束	周出束	年出束
检测	8.33h	416.5h	16.66h	833h	33.32h	1666h
训机	0.5h	25h	0.5h	25h	0.5h	25h
合计	8.83h	441.5h	17.16h	858h	33.82h	1691h

综上表所得，当工作量达到最大时，每个辐射工作人员的最大工作负荷约为每年1691小时，取两台X射线检测系统出束时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

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	
辐射工作人员	全居留	41	1691	1	6.9×10^{-2}

注：表中的贡献值以贡献值最大的点位（X射线检测系统2左侧面屏蔽体外30cm），出束状态测量值减去环境背景值得出贡献值。

当两台X射线检测系统单独出束时，每个辐射工作人员的最大年受照时间为3382小时，辐射工作人员的年受照有效剂量为： $41\text{nSv/h} \times 3382\text{h} = 0.14\text{mSv}$

综上，当两台X射线检测系统同时出束时，辐射工作人员的年受照有效剂量最大

不超过 6.9×10^{-2} mSv；当两台 X 射线检测系统单独出束时，辐射工作人员的年受照有效剂量最大不超过 0.14mSv，均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

验收项目周边环境保护目标与环评阶段基本一致，周围剂量当量率取对 X 射线检测系统对周边环境周围剂量当量率的最大贡献值进行计算，当两台 X 射线检测系统同时出束时，公众所受照时间为 1691h，对周边保护目标有效剂量进行估算见表 7-4。

表 7-4 两台 X 射线检测系统同时出束时周边公众年有效剂量

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	
水冷区	全居留	9	1691	1	1.5×10^{-2}
通道	偶然居留	4	1691	1/16	4.2×10^{-4}
钎焊炉，超声波检测、高频焊 3 等	全居留	11	1691	1	1.9×10^{-2}
包装气冲区	全居留	9	1691	1	1.5×10^{-2}
测量室	全居留	4	1691	1	6.8×10^{-3}
冷板机柜区	全居留	4	1691	1	6.8×10^{-3}
EM 生产区	全居留	7	1691	1	1.2×10^{-2}
仓库 QC 检验区	全居留	3	1691	1	5.1×10^{-3}
厂区道路	偶然居留	7	1691	1/16	7.4×10^{-4}
A 栋厂房其他保护目标	偶然居留	9	1691	1/16	9.5×10^{-4}
丽荣路	偶然居留	5	1691	1/16	5.3×10^{-4}
伟华达工业园	全居留	1	1691	1	1.7×10^{-3}

当两台 X 射线检测系统单独出束时，公众的最大年受照时间应为 3382 小时，公众所受照时间为 1691h，对周边保护目标有效剂量进行估算见表 7-5。

表 7-5 两台 X 射线检测系统单独出束时周边公众年最大有效剂量

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	
水冷区	全居留	9	3382	1	3.0×10^{-2}
通道	偶然居留	4	3382	1/16	8.5×10^{-4}
钎焊炉，超声波检测、高频焊 3 等	全居留	11	3382	1	3.7×10^{-2}
包装气冲区	全居留	9	3382	1	3.0×10^{-2}
测量室	全居留	4	3382	1	1.4×10^{-2}

冷板机柜区	全居留	4	3382	1	1.4×10^{-2}
EM 生产区	全居留	7	3382	1	2.4×10^{-2}
仓库 QC 检验区	全居留	3	3382	1	1.0×10^{-2}
厂区内道路	偶然居留	7	3382	1/16	1.5×10^{-3}
A 栋厂房其他保护目标	偶然居留	9	3382	1/16	1.9×10^{-3}
丽荣路	偶然居留	5	3382	1/16	1.1×10^{-3}
伟华达工业园	全居留	1	3382	1	3.4×10^{-3}

根据以上分析可知，当两台 X 射线检测系统同时出束时，周边公众的年受照有效剂量不超过 $1.9 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ；当两台 X 射线检测系统单独出束时，周边公众的年受照有效剂量不超过 $3.7 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，均低于验收报告设定的公众年有效剂量约束值（不超过 0.25mSv/a ）。

综上所述，本项目采取的辐射防护措施，实际运行对环境的辐射水平满足国家标准要求，人员受照剂量也满足本项目剂量管理目标值。

表八 验收监测结论

8.1 验收内容

本次验收内容为宝德华南（深圳）热能系统有限公司在深圳市龙华区大浪街道新石社区爱美达高新科技工业园区 A 栋厂房的东南角处使用 2 台 X 射线检测系统：① DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统，管电压：225kV，管电流：2mA；②DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统，管电压：225kV，管电流：2mA，均用于检测其生产的水冷散热管。

8.2 辐射环境监测结果分析

受建设单位委托，2025 年 11 月 13 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：

DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统 200kV，1.5mA，300W；

DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统 180kV，1.5mA，270W。

从现场监测数据可见，DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统（X 射线检测系统 1）在开机工况下，屏蔽体外 30cm 及操作位处周围剂量当量率水平为 149nSv/h~201nSv/h；DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统（X 射线检测系统 2）在开机工况下，屏蔽体外 30cm 及操作位处周围剂量当量率水平为 141nSv/h~198nSv/h；两台 X 射线检测系统周边环境周围剂量当量率为 150nSv/h~225nSv/h。均低于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，满足《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 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 的限值要求。

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，辐射工作人员年受照有效剂量最大不超过 0.14mSv ，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最大不超过 $3.7 \times 10^{-2}\text{mSv}$ ，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，本验收项目严格按照环评文件中的论证进行两台 X 射线检测系统安装，X 射线检测系统运行过程中充分考虑周围场所的人员防护与安全，并落

实施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。

建设单位已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

本次验收的宝德华南(深圳)热能系统有限公司使用X射线检测系统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。

广东省生态环境厅

粤环深审〔2025〕10号

广东省生态环境厅关于宝德华南（深圳）热能系统有限公司使用X射线检测系统项目环境影响报告表的批复

宝德华南（深圳）热能系统有限公司：

你单位（统一社会信用代码：914403000885139503）报批的宝德华南（深圳）热能系统有限公司使用X射线检测系统项目环境影响报告表（以下简称报告表，项目编号：11zot1）等相关申请材料收悉。经研究，批复如下：

一、你单位核技术利用扩建项目位于深圳市龙华区大浪街道新石社区爱美达高新科技工业园区A栋1楼。拟新增2台X射线检测系统用于检测其生产的水冷散热管，2台X射线检测系统型号分别为DRO Cus 225/R和DRO Cus 225/R-S，最大管电压均为225kV，最大管电流均为2mA，均属工业用X射线探伤装置中的

其他工业用 X 射线探伤装置，为Ⅱ类射线装置。

二、根据广东省深圳生态环境监测中心站出具的评估报告，该项目对环境的影响可接受，你单位应按照报告表提出的各项辐射安全和防护措施严格落实。

三、本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。

四、根据《建设项目环境保护管理条例》等有关规定，建设项目建设竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，经验收合格，方可投入生产或者使用。

五、本项目的环境保护日常监督管理工作由深圳市生态环境局负责。

六、你单位如不服本批复，可以在收到本批复之日起六十日内，向生态环境部或广东省人民政府申请行政复议；或在收到本批复之日起六个月内，直接向广州铁路运输中级法院起诉。



抄送：深圳市生态环境局，广东省深圳生态环境监测中心站，广州乐邦环境科技有限公司。

广东省生态环境厅

2025年2月18日印发

附件 2 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	宝德华南（深圳）热能系统有限公司		
统一社会信用代码	914403000885139503		
地址	广东省深圳市龙华区大浪街道新石社区爱美达高新科技工业园区 A 座厂房 1-4 层、B 座厂房 1-4 层		
法定代表人	姓名	Eric Karel Struik	联系方式
辐射活动场所	名称	场所地址	负责人
	X 射线检测室	广东省深圳市龙华区大浪街道新石社区爱美达高新科技工业园区 A 栋厂房一楼	孙文军
RoHS 检测室		广东省深圳市龙华区大浪街道新石社区爱美达高新科技工业园区 A 栋厂房 1 层	李虎
证书编号	粤环辐证[B9338]		
有效期至	2030 年 11 月 02 日		
发证机关	广东省生态环境厅 (盖章)		
发证日期	2025 年 11 月 03 日		

(三) 射线装置

证书编号: 粤环辐证[B9338]

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
1	RoHS 检测室	X射线衍射仪	III类	使用	1	RoHS 检测仪器	JSX-3400R	EQ13240050	管电压 50 kV 管电流 1 mA	JEOL LTD.	
2	X射线检测室	工业用 X 射线探伤装置	II类	使用	1	DRO Cus225/R-S 型 X 射线检测系统	DRO Cus 225/R-S	2405-1	管电压 225 kV 管电流 2 mA	丹东华日理学电气有限公司	
3		工业用 X 射线探伤装置	II类	使用	1	DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统	DRO Cus 225/R	2409-1	管电压 225 kV 管电流 2 mA	丹东华日理学电气有限公司	



附件3 辐射安全管理相关制度

宝德华南（深圳）热能系统有限公司

辐射防护安全管理机构及职责

为了有效和及时控制突发辐射事故，规范辐射工作防护管理和突发辐射事故的应急处理工作，提高应对辐射事故的能力，切实保障工作人员及公众的生命安全，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院449号令）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第31号）及其他有关法律、法规的规定和职能部门的要求，经公司研究决定成立辐射安全监督领导小组，具体任命如下：

辐射安全领导小组成员名单及联系方式

职务	姓名	工作部门	联系方式
负责人	王耀庭	工艺工程部	
组员	李虎	环境健康安全	
组员	邓皓	工艺工程部	
组员	孙文军	生产部	

一、辐射安全监督领导小组职责

1. 政策与法规执行

○严格执行国家和地方有关放射性同位素与射线装置的安全管理法规，确保公司所有射线装置的使用符合《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求。

○定期向生态环境主管部门申报环境影响评价，申领辐射安全许可证，确保所有相关文件和许可的有效性。

○按照相关法律法规，接受上级主管部门和监管机构的检查、指导和监督，及时整改发现的问题。

2. 射线装置安全管理

○负责规范公司射线装置的安全管理，制定并完善公司内部射线装置使用与安全防护规章制度。

○定期检查和监督射线装置的使用情况，确保其在生产中的安全运行，防止辐射事故的发生。

○确保射线装置的维护和检修工作及时到位，特别是关键安全设施（如屏蔽装置、安全联锁）的定期检查与评估。

3. 辐射事故应急管理

○负责制定并完善辐射事故应急预案，确保在突发辐射事故发生时能迅

速启动应急响应机制。

◦ 组织定期的辐射安全演练，确保全体工作人员了解应急预案并具备应急处置能力。

◦ 在发生辐射事故时，负责及时调查事故原因，分析并制定相应的整改措施和技术改进方案。

4. 辐射工作人员健康管理

◦ 定期开展辐射安全防护装置有效性测试，确保安全防护措施到位并有效。

◦ 定期评估辐射工作人员的个人剂量监测结果，落实个人剂量档案的管理工作，防止超标辐射剂量的情况发生。

二、人员职责

1. 组长职责

◦ 作为辐射安全监督领导小组的负责人，全面负责领导小组的工作，确保各项辐射安全管理任务顺利实施。

◦ 定期检查和监督各项辐射防护制度的落实情况，确保所有成员及工作人员严格执行安全防护制度。

◦ 在辐射安全防护措施落实不到位或发生重大安全隐患时，有权要求停止相关工作的执行。

◦ 组织并主持辐射安全管理会议，审查并更新辐射防护计划和应急预案，确保其符合最新的法律法规要求。

◦ 负责向公司高层报告辐射安全管理情况，并提出改进措施和建议。

2. 组员职责

◦ 在组长的统一领导下，负责具体分管的辐射安全管理工作，并落实安全防护措施。

◦ 射线装置管理

- 负责射线装置的日常管理工作，确保设备在使用过程中符合安全标准。

- 定期检查射线装置的运行状况，发现问题及时报告并督促处理。

◦ 辐射工作人员管理

- 协助组长进行辐射工作人员的管理工作，包括组织辐射防护知识培训、体检安排以及个人剂量监测等。

- 跟踪辐射工作人员的剂量监测结果，确保个人剂量档案的建立和完善，确保工作人员有效剂量不超过规定的约束值，如当季度超过约束值，应进行调查并采取相应措施。

- 辐射安全与防护培训

- 组织定期的辐射安全与防护培训和宣传教育，提升公司员工的辐射防护意识。

- 针对新上岗辐射工作人员，安排辐射安全与防护培训，并确保其通过考核取得合格证后上岗。

- 年度评估与审核

- 负责射线装置的年度评估工作，确保射线装置的安全性能符合最新标准和要求。

- 协助组长完成年度辐射安全与防护年度评估报告编制工作

宝德华南（深圳）热能系统有限公司

宝德华南（深圳）热能系统有限公司 X 射线检测系统安全操作规程

为确保 X 射线检测系统的安全高效运行，避免辐射事故发生，特制定本操作规程。

1. 前期准备：环境与人员准备

1.1 环境检查

- 检测人员进入检测区域前，需全面巡查环境，确保围栏内无未经授权人员。
- 仔细检查 X 射线检测系统及其配套设备的外观完整性，确认无明显损坏或故障迹象。

1.2 检测人员佩戴辐射防护装备

- 检测人员需规范佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，确保辐射防护装备正常运行。

2. X 射线检测系统启动

2.1 通电开机：打开总电源和计算机系统，等待系统启动完成。

2.2 软件登录：双击开启操作软件图标，在弹出的登录界面准确输入管理员账号与密码，成功登录进入系统操作主界面。

2.3 开机自检

- 系统自动执行开机自检程序，对各硬件部件进行逐一检测。检测人员密切关注自检进度及结果提示，确保所有部件均正常运行。如发现异常，应立即结束检测任务，并上报故障，由 X 射线检测系统供应商提供指导修复。

2.4 训机操作（若需）

- 操作软件内置训机程序，系统可根据停机时间自动判定是否需要进行训机。若系统判定需训机，操作界面将强制弹出训机提示框，检测人员无法跳过此步骤。点击确认后，进行训机操作：

- 确保铅房门完全关闭，安全联锁装置自动就绪。
- 点击“开始训机”按钮，启动训机进程，检测人员需旁监控训机状态，直到完成。
- 训机完成后，系统自动回到操作主界面。

2.5 初始话

- 点击操作界面上的“初始化”按钮，启动载物台和 C 臂位置初始化程序。待初始化动作完成，系统状态灯亮起，表明 X 射线检测系统已准备就绪。

3. 试件准备

3.1 检查试件：确认待检工件的尺寸、形状和材质，确保符合检测要求。清洁试件表面，去除影响成像质量的杂质和污垢。

3.2 试件上机：开启机房防护门，通过轨道将载物台平稳移至机房外。放置试件于载物台上，确保试件稳固且位置准确。缓慢移动载物台，将其连同试件一同移回机房内，关闭防护门，确保防护门已关闭，软件界面实时显示状态。

4. 试件检测

4.1 参数设置：根据试件材质和厚度，在操作软件中设置合适的管电压、管电流及曝光时间等参数，确保射线能穿透试件并获取清晰、准确的图像。

4.2 曝光检测：点击“曝光”按钮，启动射线源，执行曝光操作，使射线穿透试件并由探测器接收。

4.3 图像采集与处理

- 曝光结束后，探测器将接收到的射线信号转换为数字图像，实时传输至计算机。

- 检测人员使用图像处理软件查看和分析采集到的原始图像，处理后将图像按规范命名并保存。

4.4 重复步骤：重复上述步骤，直到所有试件检测完成。

5. 关机：系统关闭

5.1 系统关闭：所有试件检测任务完成后，依次关闭射线源、探测器以及计算机系统电源。

宝德华南（深圳）热能系统有限公司

宝德华南（深圳）热能系统有限公司射线装置操作及管理岗位职责

一、实验室主管职责

1. 设备管理与使用安排

- 负责射线装置的生产使用安排，确保设备的正常运行与安全使用。
- 定期检查设备状况，发现问题及时报告并督促解决。
- 负责现场的管理与监督。

2. 辐射安全监督

- 确保实验室内辐射防护措施的有效性，监督工作人员佩戴个人防护装备（如个人剂量计、报警仪）并正确使用。
- 定期进行安全检查，确保所有操作规程得到严格执行。

3. 报告与记录

- 记录设备使用情况及安全检查结果，及时向上级领导汇报工作进展。
- 完成辐射安全相关文档的整理与归档工作，确保所有记录符合法律法规的要求。

二、设备操作员职责

1. 设备操作

- 严格按照设备操作规程进行设备启动、操作与关闭，确保射线装置安全稳定运行。
- 严禁进行设备拆卸，非专业人员不得进行设备修理或调整。
- 在设备运转过程中，非操作人员不得进入操作区域，确保现场安全。

2. 个人防护

- 正确佩戴并定期检查个人剂量计和个人剂量报警仪，确保辐射防护措施到位。
- 妥善保管个人剂量计，确保其不丢失或损坏，按规定进行定期校验与检查。

3. 异常情况报告

- 如发现设备异常或故障，应立即停机并报告实验室主管，配合进行故障排查。
- 在工作过程中如发现安全隐患，应立即停止操作，并进行报告。

4. 工作交接

- 按照规定完成日常操作工作后，进行工作交接，确保后续操作员知悉设备运行状况和任何需要注意的问题。
- 在交接时，记录设备使用情况、人员防护情况和任何异常事件。

三、辐射安全管理小组职责

1. 政策与法规执行

- 严格执行国家及地方关于射线装置管理的相关法律法规，确保所有射线装置的使用符合法律和行业标准。
- 定期向主管部门报送环境影响评价报告，申领并保持有效的辐射安全许可证。
- 接受主管部门与监管机构的检查与指导，确保整改措施落实到位。

2. 射线装置安全管理

- 制定并完善射线装置的安全使用制度和操作规范，确保设备在安全可控的环境下使用。
- 定期检查射线装置的使用情况，尤其是关键安全设施（如屏蔽装置、安全联锁等）是否正常运行，确保设备的安全性。
- 监督设备的维护、保养和修理，确保设备的安全性和性能。

3. 辐射事故应急管理

- 制定辐射事故应急预案，确保辐射事故发生时能够迅速启动应急响应机制。
- 组织全员参加辐射安全演练，确保所有员工了解应急预案并具备相应的应急处置能力。
- 事故发生后，负责调查事故原因，分析并提出技术整改措施，及时消除安全隐患。

4. 辐射工作人员健康管理

- 定期开展辐射工作人员的健康体检，确保其在工作中无辐射健康隐患。
- 管理辐射工作人员的个人剂量监测结果，确保其剂量不超过法定限值，并进行档案管理。
- 定期评估辐射防护措施的有效性，确保人员防护工作落实到位。

5. 培训与评估

- 定期组织辐射安全与防护培训，提升全员辐射防护意识。
- 对新上岗的辐射工作人员进行专项培训，确保其通过考核后方可正式上岗。
- 协助组织设备的年度评估工作，确保设备的安全性符合最新标准与要求。

宝德华南（深圳）热能系统有限公司

宝德华南（深圳）热能系统有限公司

辐射防护和安全保卫管理制度

1. 基本要求

1.1 目的依据

为加强对公司射线装置周边环境辐射安全管理，确保实验室辐射环境安全，保护职工身体健康，根据国家、地方政府及生态环境主管部门放射环境辐射安全管理的相关规定，制定本制度。

1.2 适用范围：本制度适用于公司涉及射线装置操作和管理部门的辐射安全管理工
作。

1.3 管理原则：依法管理，合法实用，执行“谁主管，谁负责”的原则和“专业管
理保安全”的辐射安全专业化管理原则。

1.4 管控方式

- 严格执行国家和地方政府的放射源安全法律法规，开展辐射环境安全监督管理，定期检查和排查安全隐患，确保及时发现并消除潜在风险。
- 加强辐射安全专业化管理，配备辐射检测仪器，依法培训辐射工作人员，确
保其持证上岗。
- 委托有资质的单位进行辐射监测，确保辐射环境和人员安全。

2. 管理目标

2.1 人员剂量控制值

- 工作人员剂量：低于 5 毫希沃特/年
- 公众剂量：低于 0.25 毫希沃特/年

2.2 安全生产管理目标：确保无因设备操作、使用和管理不当引发的安全事故，保
障人员、设备和环境的安全。

2.3 剂量率限值

- II 类射线装置外 30cm 处周围剂量当量率不超过 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$;
- III 类射线装置外 30cm 处周围剂量当量率不超过 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

3. II 类射线装置管理

3.1 分区管理: 设备机房划定为控制区, X射线检测系统所在房间划定为监督区。

3.2 人员管理: 除辐射工作人员外, 禁止其他人员进入监督区。

3.3 电离辐射标示: 在设备表面设立显著的电离辐射警告标识。

3.4 工作前检查: 检查项目包括:

- 设备外观是否完好
- 电缆是否有断裂、扭曲或破损
- 液体制冷设备是否有渗漏
- 安全联锁装置是否正常工作
- 报警装置和警示灯是否正常运行
- 连接件是否紧固

3.5 日常维护: 每年至少进行一次射线装置维护, 由专业人员或设备制造商进行。

记录设备维护情况, 确保设备状态良好。

3.6 辐射剂量率检测: 定期进行设备外周围剂量当量率检测。每年委托第三方进行一次全面检测。

4. III类射线装置管理

4.1 分区管理: 机房内划定为控制区, 机房外30cm处为监督区。

4.2 人员管理: 除辐射工作人员外, 禁止其他人员进入监督区。

4.3 电离辐射标示: 在设备表面设立显著的电离辐射警告标识。

4.4 日常维护

- 每年至少进行一次射线装置维护, 由专业人员或设备制造商进行。
- 记录设备维护情况, 确保设备状态良好。

4.5 辐射剂量率检测: 定期进行设备外周围剂量当量率的检测, 每年委托第三方进行一次全面检测。

5. 人员管理

5.1 上岗培训

- 工作人员必须通过辐射安全与防护的培训并取得合格证书, 方可上岗。具体培训内容参见《培训计划和个人剂量计管理办法》。

5.2 个人防护

- 辐射工作人员在工作过程中必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，个人剂量计每三个月送检，由辐射安全管理小组指派专人管理。

5.3 健康检查

- 工作人员每年需到有资质的职业健康检查机构进行健康检查，建立个人剂量档案并终身保存。

6. 日常辐射安全防护管理

6.1 辐射安全许可证：公司应向生态环境主管部门申请辐射安全许可证。新增或减少射线装置时，需履行相关手续，并向主管部门申请变更。此事宜由辐射安全领导小组负责。

6.2 环境影响评价：在申请辐射安全许可证之前，应编制环境影响评价文件，并报生态环境主管部门审查批准。使用Ⅱ类射线装置的应编制环境影响报告表，使用Ⅲ类射线装置的应填报环境影响登记表。

6.3 单位变更管理：单位名称、地址、法定代表人变更时，应在变更登记之日起20日内向原发证机关申请办理许可证变更手续。

6.4 许可证有效期管理：辐射安全许可证有效期为5年。有效期届满时，应提前30天申请许可证延续。

6.5 射线装置使用台账：建立射线装置使用台账，记录装置的使用情况。

6.6 档案保存：射线装置台账、个人剂量档案和职业健康档案应长期保存。

6.7 年度评估：每年定期进行射线装置安全和防护状况评估，并向原发证机关报送评估报告。报告应包括射线装置台账、辐射安全设施的运行与维护、辐射安全制度落实情况、事故应急管理等内容。

宝德华南（深圳）热能系统有限公司

辐射设备检修及维护保养制度

为加强公司射线设备的管理工作，确保射线装置处于完好状态，特制定本制度。本公司射线装置维修均应交由第三方（设备供应商），设备维修过程中，辐射工作人员需在场。

1、 辐射设备必须由专职、专人负责管理，负责人员应了解辐射设备的安全操作规程，掌握辐射设备使用与安全情况。

2、 辐射设备使用前后应进行必要的检查、清洁保养和简单的维护，并及时填写运行记录。

3、 明确岗位职责，坚持“专人操作，专人维护”的原则，所有射线故障维修均应由专业人员（厂家或设备供应商）完成。辐射设备维护做好维护记录，定期检查设备是否安全，防护装置是否齐全、可靠，并对设备进行定期校对，发现隐患及时整改，使设备保持完好状态，定期检查仪器设备的运行情况。

4、 未经批准不得拆除辐射设备。发现有损坏的情况要及时检修，并请持有资质的专业人士（厂家）进行维修，维修人员须熟练掌握设备的性能、工作原理、操作规程和维护保养知识。

5、 检修过程中，射线装置必须断电并有辐射监测设备进行现场检测。检测结束后，要填写情况报告，将检修后的监测结果留档，维护场所的安全防护与屏蔽等安全措施及警示标志。

6、 相关人员按规定认真做好并保存仪器设备维修记录，确保记录真实，做到备案可查。如出现重大故障，必须立即采取果断措施，防止射线泄漏，并及时向单位领导汇报，启用应急预案进行处置。

宝德华南（深圳）热能系统有限公司

宝德华南（深圳）热能系统有限公司辐射工作人员

培训计划和个人剂量计管理办法

为贯彻落实《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》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关法律、法规和规章要求，保障辐射工作人员的健康，提升辐射安全管理水品，特制定本制度。

第一章 总则

1. 本办法适用于公司范围内涉及射线装置的辐射工作人员，包括但不限于射线装置操作人员和其他因工作需要接触射线装置的相关人员。
2. 公司辐射工作管理小组负责辐射工作人员职业健康管理，具体包括建立、维护和监督个人剂量档案，组织辐射防护培训，以及对个人剂量监测的监督管理。
3. 本制度的实施旨在确保辐射工作人员的职业健康安全，减少辐射危害，满足法律法规的合规性要求。

第二章 个人剂量档案管理

1. 档案内容

- 个人剂量档案包括以下内容：
 - 个人基本信息（姓名、性别、出生年月、身份证号等）；
 - 工作岗位及岗位变化记录；
 - 个人剂量监测结果及相关分析；
 - 培训记录及培训合格证明；
 - 健康体检记录等。

2. 档案管理

- 个人剂量档案由辐射工作管理小组负责统一管理，并永久保存。
- 档案数据应保密，非经授权不得外泄。
- 辐射工作人员有权查阅、复印其本人档案，但须履行相应的申请手续。

3. 档案更新

◦ 辐射工作人员的岗位调整、剂量监测结果、培训记录或其他职业健康信息发生变化时，应及时更新档案内容。

第三章 个人剂量计使用与监测

1. 配备要求

◦ 公司为每位辐射工作人员配备个人剂量计，并确保其工作期间规范佩戴。

◦ 新聘用或调岗至辐射岗位的人员，需在上岗前领取并熟悉个人剂量计的使用方法。

2. 剂量监测

◦ 个人剂量计应每3个月送检一次，检测结果由辐射工作管理小组记录归档。

◦ 当检测结果显示个人剂量超过国家规定剂量限值的1/4时，应立即开展原因调查，采取措施降低剂量水平，并及时告知本人。

3. 使用管理

◦ 个人剂量计仅限佩戴者本人使用，不得转借或私自拆卸。

◦ 若个人剂量计丢失或损坏，应立即向辐射工作管理小组报告，及时补领新的剂量计。

第四章 辐射工作人员培训计划

1. 培训形式

◦ 辐射工作人员培训分为国家核技术利用辐射安全与防护培训平台培训（以下简称“平台培训”）和公司内部培训相结合的方式。

2. 培训要求

◦ 辐射工作人员上岗前必须接受辐射防护知识与法规的培训，并通过培训考核后方可正式上岗。

◦ 使用Ⅱ类射线装置的人员必须参加平台培训并取得合格证后才可上岗，使用Ⅲ类射线装置的人员可参加公司内部培训并进行自行考核，鼓励所有人员参加平台培训并取得合格证。

◦ 每5年对辐射工作人员组织一次全面复训，公司结合实际情况组织

专项培训。

3. 内部培训内容

- 放射性法律法规及公司规章制度；
- 辐射防护基础知识与操作规范；
- 辐射事故应急预案与处理流程；
- 个人剂量计的使用、维护与监测要求。

第五章 监督与考核

1. 监督机制

- 辐射工作管理小组对制度的落实情况进行监督，发现问题及时整改。
- 使用 II 类射线装置人员培训合格证由公司统一归档管理。
- 每年组织内部审查，确保个人剂量监测和培训记录齐全。

2. 违规处理

- 辐射工作人员未按要求佩戴个人剂量计或未参加培训的，将根据公司管理规定予以批评教育。
- 对于管理疏漏导致剂量超标、监测或培训不到位的部门或个人，公司将追究相关责任。

宝德华南（深圳）热能系统有限公司

宝德华南（深圳）热能系统有限公司射线装置场所监测计划

为了保护环境保障公众健康，公司必须加强辐射作业的现场管理，做好辐射防护工作，定期对射线装置外周围剂量当量率进行检测，检测计划如下：

1、监测周期：每三个月自行监测一次。

2、监测因子：周围剂量当量率；

3、监测点位：

①II类射线装置

- 铅房屏蔽体外 30cm 处；
- 门缝四周外 30cm；
- 人员操作位。

②III类射线装置

- 铅房屏蔽体外 30cm 处；
- 人员操作位。

3. 限值：II类和 III类射线装置外 30cm 处周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4. 监测数据记录：每次监测完成后，均应按照要求记录检测数据。

5. 年度监测和年度评估

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责，监测应委托具备 CMA 资质的单位进行检测。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定，建设单位应当在本项目投入使用后，对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

宝德华南（深圳）热能系统有限公司

宝德华南（深圳）热能系统有限公司

射线装置的安全和防护状况年度评估制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及相关法律法规的规定：使用射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。为了规范公司射线装置的年度评估，特制定此制度。

一、年度评估由辐射安全管理领导小组组长牵头，组员和涉源部门应积极配合完成年度评估。

二、年度评估时间：①当年年度检测应在 12 月份前完成，需委托有 CMA 资质单位进行检测；②年度评估报告应在当年 12 月 31 日完成，并递交公司审核盖章，并于次年 1 月 31 日前上传全国核技术利用申报系统。

三、年度评估内容

①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训（以下简称“辐射安全培训”）情况；

- ⑤场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
⑥辐射事故及应急响应情况；
⑦核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
⑧存在的安全隐患及其整改情况；
⑨其他有关法律、法规规定的落实情况。

四、年度评估格式：根据市和区生态环境主管部门要求格式编制，详见《深圳市生态环境局关于印发<深圳市核技术利用单位年度评估报告编制指南>的通知》。

五、年度评估过程中发现安全隐患的，应当立即进行整改。

六、各部门应积极配合完成射线装置的安全和防护状况年度评估制度。

宝德华南（深圳）热能系统有限公司应急处理预案

为确保放射性事件发生时能迅速有效地采取应急响应措施，最大限度减少事故对人员、环境的影响，保障公司生产秩序和工作人员安全，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全管理方法》等相关法规，制定本应急预案。

一、组织机构

1. 应急处理领导小组

为应对可能发生的放射事故，成立放射事件应急处理领导小组，负责事故应急响应和处理工作。组成人员如下：

职务	姓名	工作部门	联系方式
负责人	王耀庭	工艺工程部	0
组员	李虎	环境健康安全	15 9
组员	邓皓	工艺工程部	1 7
组员	孙文军	生产部	13

2. 职责

组长职责：（1）负责指挥和协调各部门应急响应、控制措施、信息通报、事故调查及处理工作；

（2）确定事故等级，并向市环保部门报告。

组员职责：（1）落实相关法律法规，组织应急培训、演习；

（2）在发现辐射事故隐患时，及时采取措施并记录备案；

（3）启动应急预案，并配合组长进行汇报；

（4）协助通讯联络、资料传递、信息通报、事故调查等工作。

二、辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为：

特别重大辐射事故：指射线装置失控导致 3 人（含 3 人）以上急性死亡；

重大辐射事故：指射线装置失控导致 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、局部器官残疾；

较大辐射事故：指射线装置失控导致 9 人（含 9 人）以下急性重度放射病、局部器

官残疾；

一般辐射事故：指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

根据上述分级方法，我公司可能发生的辐射事故为一般事故。

三、事故类型

1. X 射线检测系统使用过程中，防护门安全联锁发生故障，导致在防护门未关到位的情况下射线发生器出束，X 射线泄漏使工作人员受到不必要的照射；
2. 由于 X 射线检测系统故障，控制系统失效，人为事故等原因引起意外照射；
3. 在有其他人员进入和滞留在铅房内时，开机出束，造成人员误照射；
4. X 射线检测系统检修时，没有采取可靠的断电措施导致意外开启 X 射线发生器，使检修人员受到意外照射。

四、事故处理

发生事故后，立即按以下步骤处理：

1. 立即按下急停按钮，切断射线装置电源，防止事故扩展；
2. 撤离现场人员：在现场负责人指导下，迅速疏散受影响人员；
3. 送医治疗：将受照射人员送至指定医疗机构检查、治疗；
4. 保护现场：保留事故相关材料、设备等，配合事故调查。

五、事故预防

- 1.培训与考核：操作人员定期参加辐射安全法规、操作知识、应急救援等培训，并考核合格方可上岗；
- 2.应急演练：定期组织辐射事故应急演练，并做好记录；
- 3.设备标识与防护：射线装置应设明显安全标志，必要的防护装置完好；
- 4.设备维护：使用部门应定期进行设备检修，确保防护设施正常；
- 5.监测与检查：委托第三方定期对设备进行辐射安全监测，确保装置处于安全运行状态；
- 6.个人剂量监测：定期为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；
- 7.安全评估：每年对射线装置的安全防护状况进行评估，发现隐患立即整改。

六、辐射事故应急运行机制

当放射设备故障，导致异常照射；人员受到超剂量照射等异常情况下，应启动放射事故应急处理预案，应急程序包括：

- 1.事故处理：见四、事故处理。
- 2.现场负责人负责立即将可能受到辐射伤害的人员送至卫生主管部门指定的医疗机构进行检查和治疗；或者请求医院立即派人赶赴事故现场，采取救治措施；
- 3.现场负责人负责保护事故现场，保留导致事故的材料、设备和工具等；
- 4.应急处理领导小组接到报告后通知应急人员迅速到达现场，现场处置人员应配备专业辐射防护装置，采取安全防护措施；
- 5.应急处理领导小组将发生的事故报公司高层，由公司高层判定所发生的辐射事故的级别，并由应急处理领导小组将发生的特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故于2小时内报生态环境主管部门，同时应急处理领导小组负责及时填报《辐射事故初始报告表》，将发生的辐射事故的类型、时间、地点、人员受害情况、事故发生的原因、事故的过程、处理进展及采取的应急措施等基本情况报市生态环境主管部门，如有人员超剂量或受伤，应及时送至医院救治。
- 6.应急事故办公室负责配合相关部门进行现场调查，采取有效的措施，控制并消除辐射事故的影响；
- 7.应急终止后，应急处理领导小组负责实施应急评价，评价的依据：应急日志、记录、产生过程、应急行动的实际效果及产生的社会影响，并根据实践的经验，对现有的应急预案进行修订和完善。

七、联系方式

生态环境主管部门电话：12345

急救电话：120

宝德华南（深圳）热能系统有限公司

附件 4 辐射安全与防护培训合格证



附件 5 检测报告



广州乐邦环境科技有限公司

检 测 报 告

报告编号: LBDL20251112003



项目名称: 宝德华南(深圳)热能系统有限公司
使用 X 射线检测系统项目验收监测

检测类别: 委托检测

委托单位: 宝德华南(深圳)热能系统有限公司

报告日期: 2025年11月27日





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

报告编号: LBDL20251112003

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
Guangzhou Lebang Environmental Technology Co., Ltd

报告编号: LBDL20251112003

广州乐邦环境科技有限公司

检 测 报 告

项目概况:

建设单位: 宝德华南(深圳)热能系统有限公司

项目地址: 深圳市龙华区大浪街道新石社区爱美达高新科技工业园区 A 栋 1 楼

检测因子: 周围剂量当量率

检测对象及设备参数:

序号	设备名称	型号	最大管电压	最大管电流	备注
1	X 射线检测系统	DRO Cus 225/R	225kV	2mA	X 射线检测系统 1
2	X 射线检测系统	DRO Cus 225/R-S	225kV	2mA	X 射线检测系统 2

检测方法:

《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》(GBZ117-2022)

检测仪器:

仪器名称: X- γ 辐射剂量率仪

仪器型号: 6150AD 6/H+6150AD-b/H

仪器编号: 171412 (主机) +176695 (探头)

生产厂家: AUTOMESS

探头量程: 1nSv/h~99.9 μ Sv/h

能量范围: 38keV~7MeV

检定单位: 广东省辐射剂量计量检定站

证书编号: GRD (1) 20250228

检定日期: 2025 年 08 月 05 日

有效期: 1 年



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

报告编号: LBDL20251112003

检测时环境状况	天气: 晴	温度: 26°C	相对湿度: 59%
检测概况	检测人员	王春波、吴雅婷	
	检测日期	2025年11月13日	

检测结果:

宝德华南(深圳)热能系统有限公司使用2台X射线检测系统时(DRO Cus 225/R型X射线检测系统200kV, 1.5mA; DRO Cus 225/R-S型X射线检测系统180kV, 1.5mA):

DRO Cus 225/R型X射线检测系统屏蔽体外30cm及操作位处周围剂量当量率水平为149nSv/h~201nSv/h;

DRO Cus 225/R-S型X射线检测系统屏蔽体外30cm及操作位处周围剂量当量率水平为141nSv/h~198nSv/h;

两台X射线检测系统周边环境周围剂量当量率为150nSv/h~225nSv/h;

DRO Cus 225/R型X射线检测系统和DRO Cus 225/R-S型X射线检测系统屏蔽体外30cm处周围剂量当量率均可满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中确定的屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平不大于2.5μSvh的限值要求。

报告签署:

编制人	吴雅婷	日期	2025.11.27
复核人	张波	日期	2025.11.27
签发人	王春波	日期	2025.11.27

检测单位印章:

广州乐邦环境科技有限公司(检验检测专用章)

附表 检测结果

附表 1 DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统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)				有用线 束方向	
		背景值		装置出束时			
		平均 值	标准 差	平均 值	标准 差		
1	X 射线检测系统 1 正面屏蔽体外 30cm (铅门左门缝)	180	2	201	2	A	
2	X 射线检测系统 1 正面屏蔽体外 30cm (铅门中门缝)	182	1	195	2	A	
3	X 射线检测系统 1 正面屏蔽体外 30cm (铅门右门缝)	183	1	183	2	A	
4	X 射线检测系统 1 正面屏蔽体外 30cm (铅门上门缝)	184	1	199	1	A	
5	X 射线检测系统 1 正面屏蔽体外 30cm (铅门下门缝)	176	2	191	2	A	
6	X 射线检测系统 1 右侧面屏蔽体外 30cm	153	2	157	1	B	
7	X 射线检测系统 1 右侧面屏蔽体外 30cm	151	2	159	2	B	
8	X 射线检测系统 1 右侧面屏蔽体外 30cm	156	2	163	2	B	
9	X 射线检测系统 1 右侧面线缆口外 30cm	148	2	155	2	B	
10	X 射线检测系统 1 左侧面屏蔽体外 30cm	152	1	164	2	A	
11	X 射线检测系统 1 左侧面屏蔽体外 30cm	155	1	166	1	A	
12	X 射线检测系统 1 左侧面屏蔽体外 30cm	149	1	173	2	A	
13	X 射线检测系统 1 通风口外 30cm	150	1	167	1	A	
14	X 射线检测系统 1 背面屏蔽体外 30cm	151	2	149	2	B	
15	X 射线检测系统 1 背面屏蔽体外 30cm	152	2	155	2	B	
16	X 射线检测系统 1 背面屏蔽体外 30cm	150	2	151	1	B	
17	X 射线检测系统 1 西侧操作位	183	1	201	1	A	

注: 1、检测时仪器中心垂直于屏蔽体, 除 4、5、9、13 点外, 其余点均距地面 1m 高;

2、现场检测时, 两台射线装置同时出束; DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统 200kV, 1.5mA; DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统 180kV, 1.5mA;

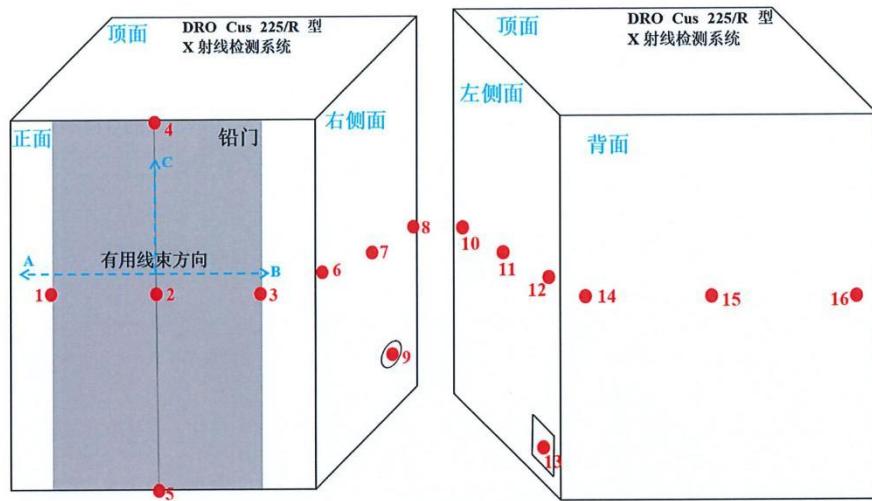
3、每个测点测量 10 个读数, 出束状态测量值未扣除环境背景值, 所有测量值均未扣除仪器对宇宙射线的响应;

4、有用线束所对的屏蔽体检测时, 不放置检测工件; 非有用线束所对的屏蔽体检测时, 放置检测工件。

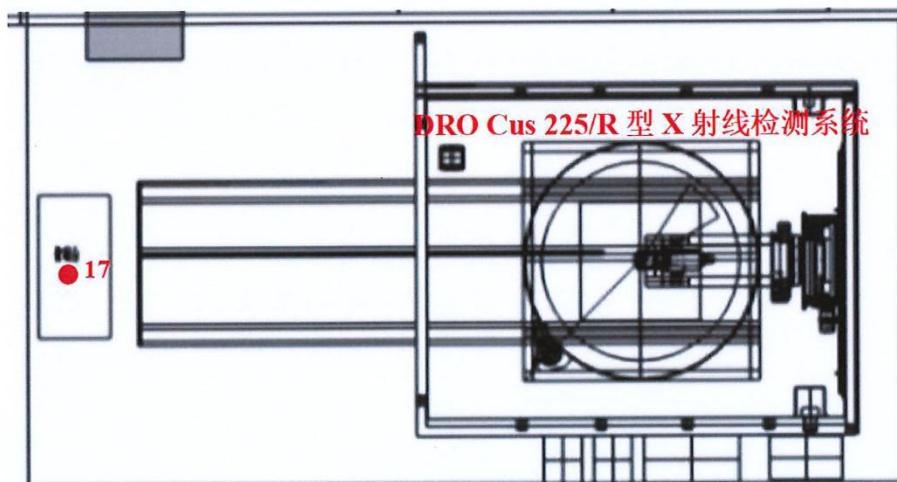


广州乐邦环境科技有限公司
Guangzhou Lebang Environmental Technology Co., Ltd

报告编号：LBDL20251112003



附图 1 DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统屏蔽体外测量布点图（剖面图）



附图 2 DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统操作位测量布点图（平面图）



附表 2 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统周围剂量当量率检测结果

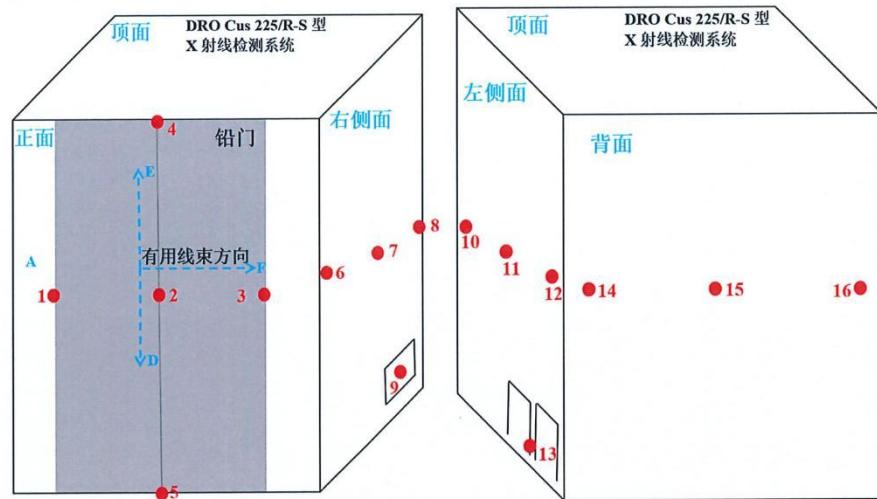
测点 编号	测量位置	检测结果 (nSv/h)				有用线 束方向	
		背景值		装置出束时			
		平均 值	标准 差	平均 值	标准 差		
1	X 射线检测系统 2 正面屏蔽体外 30cm(铅门左门缝)	165	1	192	2	F	
2	X 射线检测系统 2 正面屏蔽体外 30cm(铅门中门缝)	158	1	165	2	F	
3	X 射线检测系统 2 正面屏蔽体外 30cm(铅门右门缝)	163	2	168	2	F	
4	X 射线检测系统 2 正面屏蔽体外 30cm(铅上门缝)	159	2	184	1	F	
5	X 射线检测系统 2 正面屏蔽体外 30cm(铅下门缝)	166	2	177	2	F	
6	X 射线检测系统 2 右侧面屏蔽体外 30cm	156	2	158	1	F	
7	X 射线检测系统 2 右侧面屏蔽体外 30cm	148	2	157	2	F	
8	X 射线检测系统 2 右侧面屏蔽体外 30cm	155	1	160	2	F	
9	X 射线检测系统 2 通风口外 30cm	163	1	181	2	F	
10	X 射线检测系统 2 左侧面屏蔽体外 30cm	157	1	198	2	F	
11	X 射线检测系统 2 左侧面屏蔽体外 30cm	166	2	180	2	F	
12	X 射线检测系统 2 左侧面屏蔽体外 30cm	158	1	177	2	F	
13	X 射线检测系统 2 线缆口铅盒开口处	161	1	182	2	F	
14	X 射线检测系统 2 背面屏蔽体外 30cm	141	2	141	2	F	
15	X 射线检测系统 2 背面屏蔽体外 30cm	140	2	148	3	F	
16	X 射线检测系统 2 背面屏蔽体外 30cm	146	2	151	2	F	
17	X 射线检测系统 2 东侧操作位	180	2	192	1	F	

注: 1、检测时仪器中心垂直于屏蔽体, 除 4、5、9、13 点外, 其余点均距地面 1m 高;

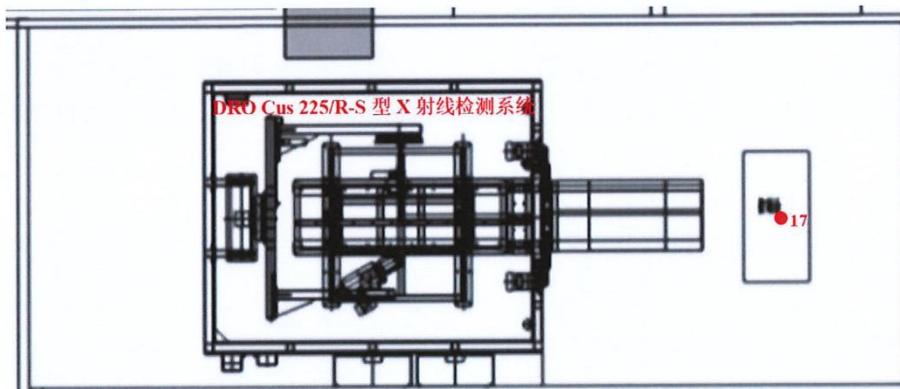
2、现场检测时, 两台射线装置同时出束; DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统 200kV, 1.5mA; DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统 180kV, 1.5mA;

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、有用线束所对的屏蔽体检测时, 不放置检测工件; 非有用线束所对的屏蔽体检测时, 放置检测工件。



附图 3 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统屏蔽体外测量布点图 (剖面图)



附图 4 DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统操作位测量布点图 (平面图)



附表 3 周边环境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)				有用线束方向	
		背景值		装置出束时			
		平均 值	标准 差	平均 值	标准 差	X 射线检 测系统 1	X 射线检 测系统 2
1	射线装置南侧(货物架)	212	2	214	2	B	F
2	射线装置南侧(高频焊 2)	211	2	215	1	B	F
3	射线装置南侧(高频焊 1)	207	1	218	2	B	F
4	X 射线检测系统 1 北侧(通道)	198	2	202	1	A	F
5	X 射线检测系统 1 东侧(通道)	198	2	201	1	B	F
6	X 射线检测系统 2 北侧(通道)	184	1	185	2	A	F
7	X 射线检测系统 2 西侧(水冷区)	216	2	225	1	A	F
8	X 射线检测系统 2 西侧(测量室)	220	2	224	2	A	F
9	X 射线检测系统 1 北侧(通道)	215	2	220	1	A	F
10	X 射线检测系统 2 北侧(通道)	208	1	217	2	A	F
11	X 射线检测系统 1 北侧(仓库 QC 检验区)	187	1	190	2	A	F
12	X 射线检测系统 2 北侧(仓库 QC 检验区)	189	2	190	2	A	F
13	冷板机柜中央	210	2	214	2	A	F
14	EM 生产区中央	206	2	213	2	A	F
15	X 射线检测系统 1 使用位置正上方中央	209	2	218	2	C	E
16	X 射线检测系统 2 使用位置正上方中央	202	2	203	2	C	E
17	A 栋厂房南侧(厂区道路中央)	160	1	167	1	B	F
18	A 栋厂房东侧(厂区道路中央)	153	2	157	2	B	F
19	丽荣路中央	150	1	155	2	B	F
20	伟华达工业园道路中央	152	2	152	2	B	F
21	伟华达工业园 A 栋大厅中央	155	2	158	1	B	F
22	伟华达工业园 C 栋大厅中央	151	1	150	1	B	F

注: 1、检测时仪器中心垂直于屏蔽体, 除 15~16 点外, 其余点均距地面 1m 高;

2、现场检测时, 两台射线装置同时出束; DRO Cus 225/R 型 X 射线检测系统 200kV, 1.5mA; DRO Cus 225/R-S 型 X 射线检测系统 180kV, 1.5mA;

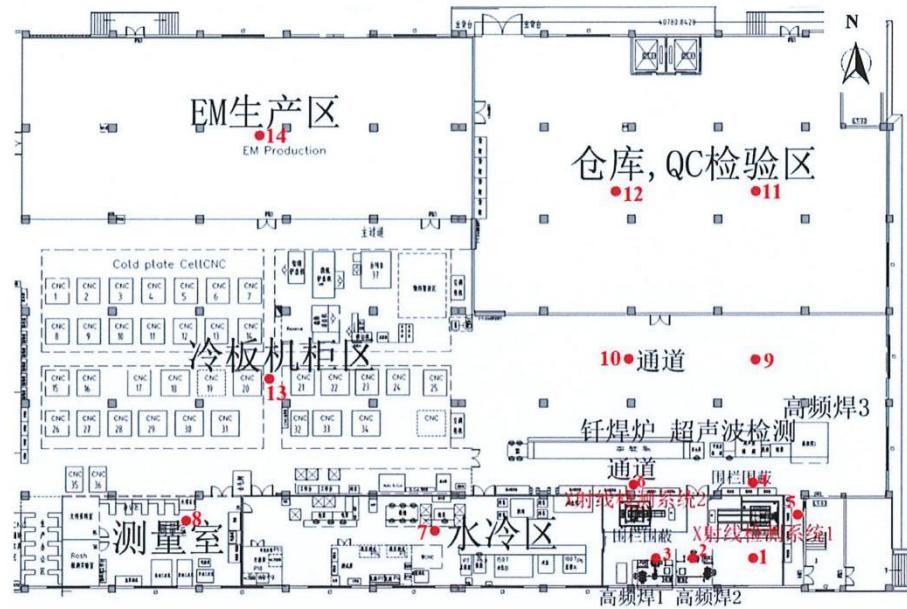
3、每个测点测量 10 个读数, 出束状态测量值未扣除环境背景值, 所有测量值均未扣除仪器对宇宙射线的响应;

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。

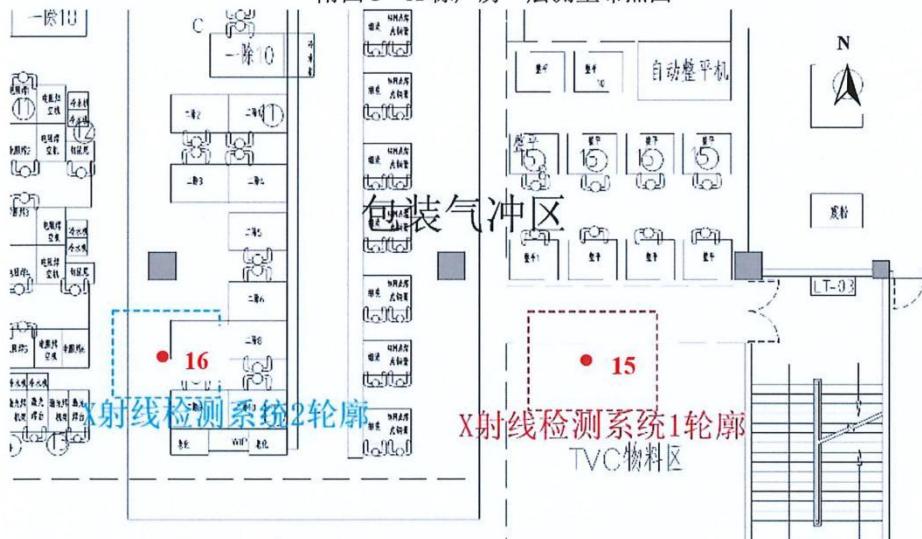


广州乐邦环境科技有限公司
Guangzhou Lebang Environmental Technology Co., Ltd

报告编号: LBDL20251112003



附图 5 A 栋厂房一层测量布点图

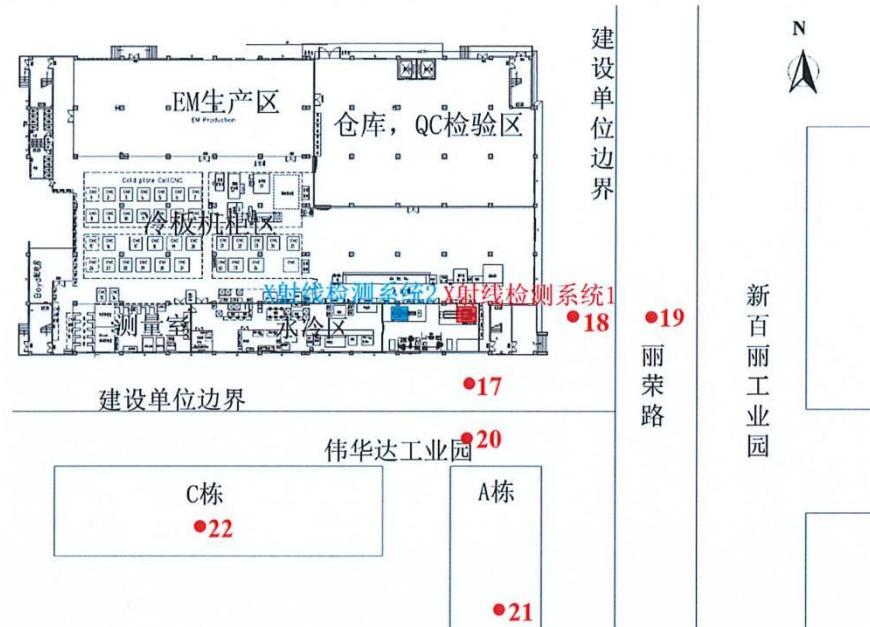


附图 6 A 栋厂房二层测量布点图



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

报告编号: LBDL20251112003



附图 7 A 栋厂房周边环境测量布点图

报告结束