

格力电器（杭州）有限公司 X 射线实时成像
检测系统建设项目竣工环境保护验收监测
报告表

杭卫环（2026 年）验字第 044 号

建设单位：格力电器（杭州）有限公司

编制单位：卫康环保科技（浙江）有限公司

编制日期：二零二六年九月

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:_____ (建设单位)

填 表 人:

建设单位: 格力电器(杭州)有限公司(盖章)

电话: 18758250370

传真: /

邮编: 311228

地址: 浙江省杭州市钱塘区江东一路 2345 号

编制单位: 卫康环保科技(浙江)有限公司(盖章)

电话: 0571-86576138

传真: /

邮编: 310000

地址: 浙江省杭州市滨江区浦沿街道东冠路 611 号 7 幢 5 层 504 室

目录

表一 项目基本情况	1
表二 项目建设情况	9
2.1 项目建设内容	9
2.2 源项情况	14
2.3 工艺设备与工艺分析	14
表三 辐射安全与防护设施/措施	18
3.1 辐射工作场所布局及分区管理	18
3.2 屏蔽设施建设情况	20
3.3 辐射安全与防护措施	20
3.4 辐射安全管理措施	23
3.5 放射性三废处理设施	25
3.6 非放射性废物处理设施	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	32
4.1 环境影响报告表主要结论	32
4.2 环境影响报告表批复的主要结论	34
4.3 环评批复文件落实情况	35
表五 验收监测质量保证和质量控制	37
5.1 监测单位	37
5.2 监测项目	37
5.3 监测方法及技术规范	37
5.4 监测人员资格	37
5.5 监测分析过程中的质量保证和质量控制	37
表六 验收监测内容	39
6.1 监测因子及频次	39
6.2 监测布点	39
6.3 监测仪器	39
6.4 监测时间	39
表七 验收监测	41

7.1 验收监测期间生产工况	41
7.2 验收监测结果	41
7.3 剂量监测和估算结果	43
表八 验收监测结论	45
8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况	45
8.2 污染物排放监测结果	45
8.3 工程建设对环境的影响	45
8.4 辐射安全防护、环境保护管理	45
8.5 后续要求	46
8.6 结论	46
附件	
附件 1：验收委托书	
附件 2：项目竣工、调试公示	
附件 3：环评批复	
附件 4：辐射安全许可证	
附件 5：辐射防护与安全知识培训证书	
附件 6：辐射工作人员体检报告	
附件 7：个人剂量监测报告	
附件 8：成立公司辐射安全管理小组的文件	
附件 9：各项辐射安全管理制度	
附件 10：辐射事故应急响应预案	
附件 11：场所监测报告	
附件 12：建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表	

表一 项目基本情况

建设项目名称	格力电器（杭州）有限公司 X 射线实时成像检测系统建设项目				
建设单位名称	格力电器（杭州）有限公司				
项目性质	新建				
建设地点	浙江省杭州市钱塘区江东一路 2345 号				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	使用 II 类射线装置			
建设项目环评批复时间	2026 年 01 月 20 日	开工建设时间	2026 年 01 月 28 日		
取得辐射安全许可证时间	2026 年 05 月 21 日	项目投入运行时间	2026 年 06 月 01 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2026 年 06 月 01 日	验收现场监测时间	2026 年 07 月 03 日		
环评报告表审批部门	杭州市生态环境局	环评报告表编制单位	卫康环保科技（浙江）有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	深海精密科技（深圳）有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	深海精密科技（深圳）有限公司		
投资总概算（万元）	80	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）	5	比例	6.25%
实际总投资（万元）	78	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）	11	比例	14.1%
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）《中华人民共和国生态环境法典》，中华人民共和国主席令第七十号，2026 年 8 月 15 日起施行； （2）《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 253 号，1998 年 11 月 29 日；2017 年 7 月 16 日国务院第 682 号令修改； （3）《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，2005 年 12 月 1 日；2019 年 3 月 2 日经国务院令第 709 号修改； （4）《生态环境监测条例》，国务院令第 820 号，2026 年 1 月 1 日起施行； （5）《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》，国环规环评[2017]4 号，原国家环境保护部，2017 年 11 月 20 日；				

续表一 项目基本情况

验收依据	(6) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类>的公告》，生态环境部公告 2018 年第 9 号，2018 年 5 月 15 日； (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 修订）》，生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； (8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日； (9) 《关于发布射线装置分类办法的公告》（原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； (10) 《浙江省建设项目环境保护管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日； (11) 《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》，浙江省人民政府令第 388 号，2021 年 2 月 10 日； (12) 《核技术利用建设项目重大变动清单》（环办辐射函〔2025〕313 号），2025 年 8 月 29 日； (13) 《浙江省生态环境保护条例》，浙江省第十四届人民代表大会常务委员会第 25 号公告，2026 年 7 月 31 日。 2、建设项目竣工环境保护验收技术规范： (1) 《建设项目竣工环境保护设施竣工验收技术规范 核技术利用》，HJ 1326-2023； (2) 《辐射环境监测技术规范》，HJ61-2021； (3) 《工业探伤放射防护标准》，GBZ 117-2022； (4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》，HJ1157-2021； (5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，GB 18871-2002； (6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》，GBZ/T250-2014； 3、建设项目环境影响报告表及其审批部门的审批决定： (1) 《格力电器（杭州）有限公司X射线实时成像检测系统建设项目环境影响报告表》，卫康环保科技（浙江）有限公司，2025年11月；
------	--

续表一 项目基本情况

验收依据	(2) 杭州市生态环境局关于《格力电器（杭州）有限公司 X 射线实时成像检测系统建设项目环境影响报告表》的审批意见，杭环钱辐评批[2026] 1 号，杭州市生态环境局，2026 年 1 月 20 日。 4、其他相关文件 (1) 验收委托书； (2) 竣工公示、调试公示； (3) 辐射安全许可证； (4) 辐射安全管理机构文件及各项辐射安全管理规章制度； (5) 辐射防护与安全知识培训证书； (6) 个人剂量监测检测报告； (7) 职业健康体检报告； (8) 本项目检测报告及资质；
验收执行标准	验收监测执行标准： 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中的源的安全。 4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限制 4.3.2.1 应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。 4.3.2.2 应对个人所受到的潜在照射危险加以限制，使来自各项获准实践的所有潜在照射所致的个人危险与正常照射剂量限值所相应的健康危险处于同一数量级水平。 4.3.3 防护与安全的最优化 4.3.3.1 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照的可能性均保持在合理达到的尽量低的水平；这种最优化

续表一 项目基本情况

验收 执行 标准	应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。 6.4.1 控制区 6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。 6.4.2 监督区 6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。 B1.1 职业照射 B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： a) 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； 本项目取其四分之一即 5mSv 作为年剂量约束值。 B1.2 公众照射 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下述限值： a) 年有效剂量，1mSv； 本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为年剂量约束值。 2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022） 本标准规定了 X 射线和 γ 射线探伤的放射防护要求。本标准适用于使用 600kV 及以下的 X 射线探伤机和 γ 射线探伤机进行的探伤工作（包括固定式探伤和移动式探伤），X 射线实时成像系统探伤和非探伤目的同辐射源范围的无损检测参考使用。本标准不适用于加速器和中子探伤机进行的工业探伤工作。
----------------	---

续表一 项目基本情况

验收 执行 标准	6 固定式探伤的放射防护要求 6.1 探伤室放射防护要求 6.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的放射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。 6.1.2 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。 6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足： a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值应不大于$100\mu\text{Sv}/\text{周}$，对公众场所，其值应不大于$5\mu\text{Sv}/\text{周}$； b) 屏蔽体外30cm处周围剂量当量率参考控制水平不大于$2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$； 6.1.4 探伤室顶的辐射屏蔽应满足： a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 6.1.3； b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量率参考控制水平通常可取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$。 6.1.5 探伤室应设置门~机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）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。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门联锁。
----------------	--

续表一 项目基本情况

验收 执行 标准	6.1.6 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“预备”和“照射”信号意义的说明。 6.1.7 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。 6.1.8 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。 6.1.9 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。 6.1.10 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。 6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。 6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求 6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。 6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。 6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。 6.2.4 交接班或当班使用便携式 X-γ剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X-γ剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。
----------------	---

续表一 项目基本情况

验收 执行 标准	6.2.5 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。 6.2.6 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内部没有人员驻留并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤工作。 6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。 6.3 探伤设施的退役 当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容： a) 有使用价值的γ放射源可在获得监管机构批准后转移到另一个已获使用许可的机构，或者按照本标准第 5.2.5 条中废旧放射源的处理要求执行。 b) 掺入贫铀的屏蔽装置应与γ射线源一样对待。 c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。 d) 包含低活度γ射线源的管道爬行器，应按照相关要求执行。 e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。 f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。 g) 对退役场所及相关物品进行全面的辐射监测，以确认现场没有留下放射源，并确认污染状况。 3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014） 本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求。本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。 3.2 需要屏蔽的辐射 3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。 3.2.2 散射辐射考虑以 0°入射探伤工件的 90°散射辐射。
----------------	--

续表一 项目基本情况

验收 执行 标准	3.2.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。 3.3 其他要求 3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门。对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室。可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路的形式。 3.3.2 探伤装置的操作室应置于探伤室外，操作室和人员门应避开有用线束照射的方向。 3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。 3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按最高管电压与相应该管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。 3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用材料为混凝土、铅和钢板等。 4、项目管理目标 综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）与《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）等评价标准，确定本项目的管理目标。 ①个人年有效剂量限值：职业人员年有效剂量限值$\leq 20\text{mSv/a}$；公众成员年有效剂量限值$\leq 1\text{mSv/a}$； ②个人年有效剂量约束值：职业人员年有效剂量约束值$\leq 5\text{mSv/a}$；公众成员年有效剂量约束值$\leq 0.25\text{mSv/a}$。 ③探伤铅房四侧屏蔽体、底部及顶棚表面外 30cm 处辐射剂量控制水平：$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$；
----------------	--

表二 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 项目建设概况

格力电器（杭州）有限公司位于杭州市钱塘区临江街道江东一路2345号，成立于2016年，注册资金80000万元，是一家集家用及商用空调、智能装备、压缩机、小家电、模具以及其配套产品的设计、生产、批发零售；自营和代理各类商品和技术的进出口企业。

公司控制器分厂已有1台X射线探伤仪（Ⅲ类射线装置，型号EVO，最大管电压为160kV，最大管电流为1mA，备案号202033018600000010），但无法满足公司探伤需求。为满足企业生产的产品无损检测，来确保产品品质的需要，公司在两器管路车间设备间购置1台X射线实时成像检测系统（型号SEAMASTER STANDARD，最大管电压为200kV，最大管电流为4mA），对公司生产的冷凝器组件、蒸发器组件、四通阀组件、毛细管组件等产品的铜管焊点熔深情况进行无损检测。X射线实时成像检测系统为一体设备，设备间为现有场所，无需土建，因此在购买设备调试后可立即投入使用。

2025年11月，卫康环保科技（浙江）有限公司完成了《格力电器（杭州）有限公司X射线实时成像检测系统建设项目环境影响报告表》的编制，2026年1月20日，杭州市生态环境局对该项目进行了审批，审批文号为：杭环钱辐评批〔2026〕1号（见附件3）。

公司于2026年5月21日取得的由浙江省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》，证书编号为：浙环辐证[A4236]，种类范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，有效期至2030年06月26日。本项目于2026年4月20日竣工，2026年6月1日投入调试，公司在厂房一层门口进行了竣工和调试公示（见附件2）。

卫康环保科技（浙江）有限公司于2026年07月开展格力电器（杭州）有限公司X射线实时成像检测系统建设项目竣工环境保护验收工作。在现场监测、检查和查阅相关资料的基础上，编制项目竣工环境保护验收监测报告表。

2.1.2 项目地理位置

本项目位于浙江省杭州市钱塘区江东一路2345号格力工业园两器管路车间设备间（一层建筑，无地下层）。两器管路车间东侧为厂区道路，隔路为总装车间；南

续表二 项目建设情况

侧为厂区道路，隔路为注塑车间；西侧为园区停车场；北侧为厂区道路，隔路为钣金喷涂车间。格力工业园东侧为经二路；南侧为江东一路；西侧为新世纪大道；北侧为空地。本项目地理位置详情见图2-1。公司周围环境关系见图2-2。

据本项目周边环境情况调查，本项目位于格力工业园两器管路车间设备间（一层建筑，无地下层），探伤铅房北侧 50m 范围内有设备操作间和生产车间；东侧 50m 范围内有计量室、实验室、卫生间和厂区道路及绿化带；南侧 50m 范围内有厂区道路及绿化带、注塑车间；西侧 50m 范围内有办公室、车间过道、联合办公室；设备间所在车间无上方楼层，下方无地下层。X 射线装置设备间所在两器管路车间位置示意图见图 2-3。

根据现场调查结果，本项目 X 射线实时成像检测系统周围 50m 验收范围内主要为公司厂房和内部道路，无居住区、学校、医院等环境敏感目标。

2.1.3 项目内容及规模

本项目建设内容：公司在格力园区两器管路车间设备间（一层建筑，无地下层），配置一台 SEAMASTER STANDARD 型 X 射线实时成像系统（最大管电压为 200kV，最大管电流为 4mA，属于 II 类射线装置）对公司生产的产品的铜管焊点熔深情况进行无损检测。环评及验收阶段设备规模见表 2-2。

表2-2 探伤设备规模及有关技术参数对照表

规模	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	工作场所	用途
环评规模	X 射线实时成像检测系统	II 类	1 台	SEAMASTER STANDARD	200	4	两器管路车间设备间	无损探伤
验收规模	X 射线实时成像检测系统	II 类	1 台	SEAMASTER STANDARD	200	4	两器管路车间设备间	无损探伤

2.1.4 项目变动情况

经现场调查，与环评规模进行对照，本项目建设内容与规模与环评一致，对照《核技术利用建设项目重大变动清单》（环办辐射函〔2025〕313 号）的规定，本项目无重大变动。



图2-1 本项目所在位置



图2-2 公司周边环境关系示意图

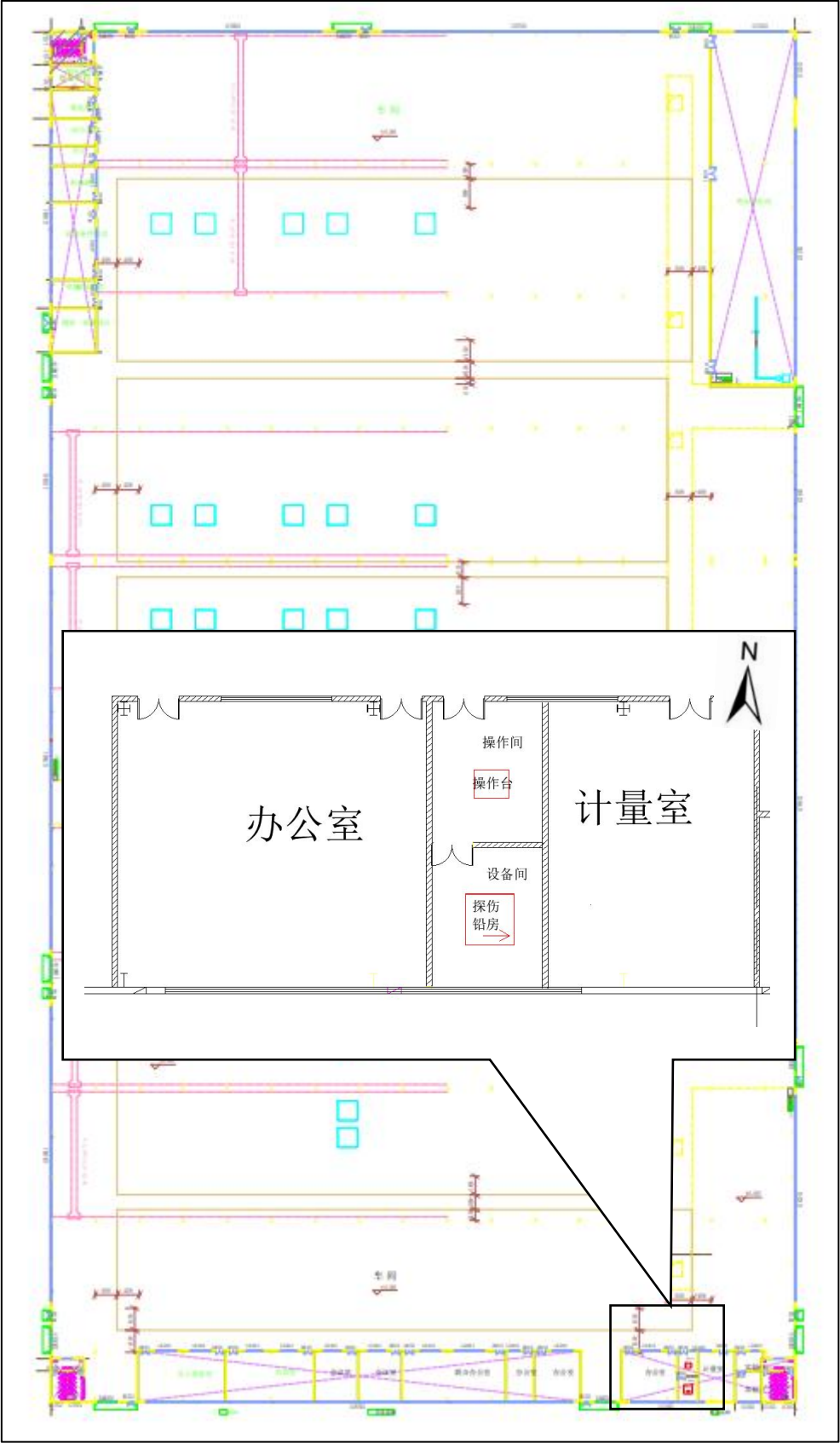


图 2-3 X 射线装置设备间所在两器管路车间位置示意图

续表二 项目建设情况

2.2 源项情况

本项目所用射线装置技术参数见表 2-3。

表2-3 射线装置技术参数一览表

设备名称	设备型号	类型	管电压	管电流	主射线方向
X 射线实时成像检测系统	SEAMASTER STANDARD	II类	200kV	4mA	定向机，主射方向朝东

2.3 工艺设备与工艺分析

2.3.1 设备组成及工作方式

本项目 X 射线实时成像检测系统主要组成可分为内部组件和外部结构。其内部组成可分为射线源组件、载物组件、平板组件、以及计算机分析扫描组件、散热组件以及其他连接组件；外部组件由自屏蔽体、线缆、计算机显示组件等组成，操作台为自行外接电脑控制。本项目设备图见图 2-5。



图 2-5 X 射线实时成像检测系统整体外观图

续表二 项目建设情况

2.3.2 工作原理

X射线实时成像系统基本工作原理为：X射线管中的电子束轰击阳极靶产生X射线，经准直器准直后，窄束X射线射向工件进行分层扫描，X射线与探测器分别位于工件两侧的相对位置，检测时X射线束从固定方向对被测工件的断面进行扫描，被测工件可以旋转各个角度，位于对侧相对位置的探测器接收透过断面的X射线，然后将这些X射线信息转变为电信号，再由模拟/数字转换器转换为数字信号输入计算机进行处理，最后由图像显示器用不同等级的灰度等级显示出来。由于被测工件不同部位及缺陷处的原子序数及密度等均会有差异，因此X射线在穿过被测工件时的减弱也会有不同，X射线实时成像系统可给出工件任一平面层的图像，可以发现平面内任何方向分布的缺陷，具有不重叠、层次分明、对比度高和分辨率高等特点，可准确定位缺陷的位置和性质。

典型的 X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用的需要，由不同的材料制成各种形状，一般用高原子序数的难熔金属（如钨、钼、金、钽等）制成。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

典型的 X 射线管结构图见图 2-6。

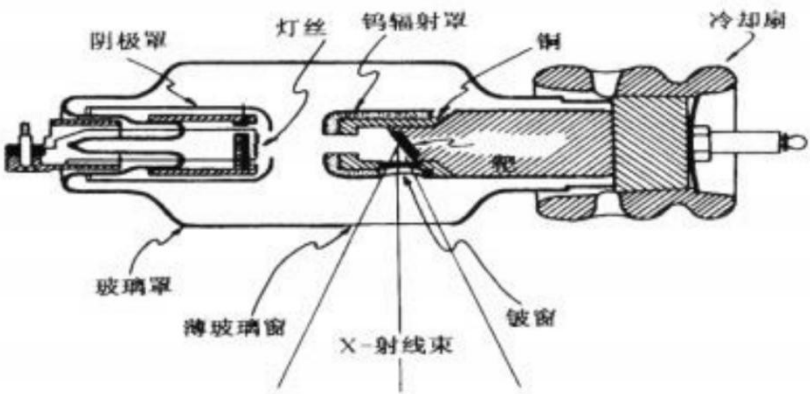


图2-6 典型的X射线管结构图

续表二 项目建设情况

2.3.3 工艺流程及产污环节

（1）检查系统安全措施并确认探伤设备处于非工作状态下，通过操作台控制打开铅门，由辐射工作人员将待检测工件放置于转台；

（2）关闭铅门，确认安全联锁装置、警示灯等装置均能正常运行，工作人员开启高压，开始曝光；

（3）经数字成像，辐射工作人员通过显示屏可观察工件质量状况，并做出判断，根据需要将数据存储；

（4）检测完成后关闭检测装置，关闭X射线装置电源，开启铅门，将工件从转台上取下，完成一轮探伤。

（5）检查全部完成后，关闭电脑、铅房电源和总电源。

探伤工艺流程及产污环节见图2-7。

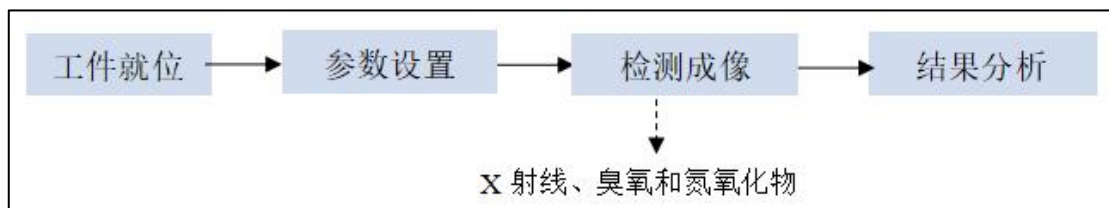


图2-7 探伤工艺流程及产污环节示意图

2.3.4 污染源

（1）X 射线

由X射线实时成像系统的工作原理可知，X射线随设备的开、关而产生和消失。因此，正常工况时，在开机曝光时间，X射线是本项目的主要污染因子。

（2）臭氧和氮氧化物

X 射线实时成像检测系统工作时产生射线，会造成探伤铅房内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物，对周围环境空气会产生影响。

2.3.5 人员配置情况

公司为本项目配备 4 名辐射工作人员，均参加了 X 射线探伤辐射安全与防护考核，成绩合格，并取得证书，持证上岗，有效期为 5 年。公司建立培训档案，并长期保存。

续表二 项目建设情况

2.3.6 操作时间

公司为本项目配备4名辐射工作人员，分两组轮班，平均每组每天工作时间10h，每周工作五天，每年工作250天。企业每天使用X射线实时成像系统合计抽检产品数量最多为240个，单个工件检测曝光时间约为1min，周检测工件1200件，周出束时间为20h，年出束时间为1000h，2组操作工人每组平均周受照时间为10h，年受照时间为500h（本设备检测于工作开始前自动训机，该受照时间统计已包括训机时间）。

该设备主要用于检测公司生产的冷凝器组件、蒸发器组件、四通阀组件、毛细管组件铜管焊点熔深情况。其中检测最大两组工件尺寸分别为 866mm×616mm×38.1mm 和 956mm×389mm×38.1mm，最大厚度均为 0.8mm。

表三 辐射安全与防护设施/措施

3.1 辐射工作场所布局及分区管理

本项目 X 射线实时成像检测系统位于格力园区两器管路车间设备间，该设备间含探伤铅房和操作台，X 射线实时成像系统工件门位于铅房北侧，为电动双开门（左右开门），辐射工作人员操作位位于设备房北侧的操作间。

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，辐射工作场所可分为控制区、监督区，其划分原则如下：控制区是指需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域；监督区是指通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

本项目将 X 射线实时成像检测系统内部区域划为控制区，在正常工作过程中，控制区内严格禁止无关人员进入。在探伤铅房防护门显著位置设置电离辐射警告标志和中文指示说明；将设备间除控制区外区域和操作间划分为监督区，对该区不采取专门防护手段安全措施，但要定期检测其辐射剂量率，在正常工作过程中，监督区内不得有无关人员滞留。辐射工作场所具体控制区及监督区划分示意图见图 3-1。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

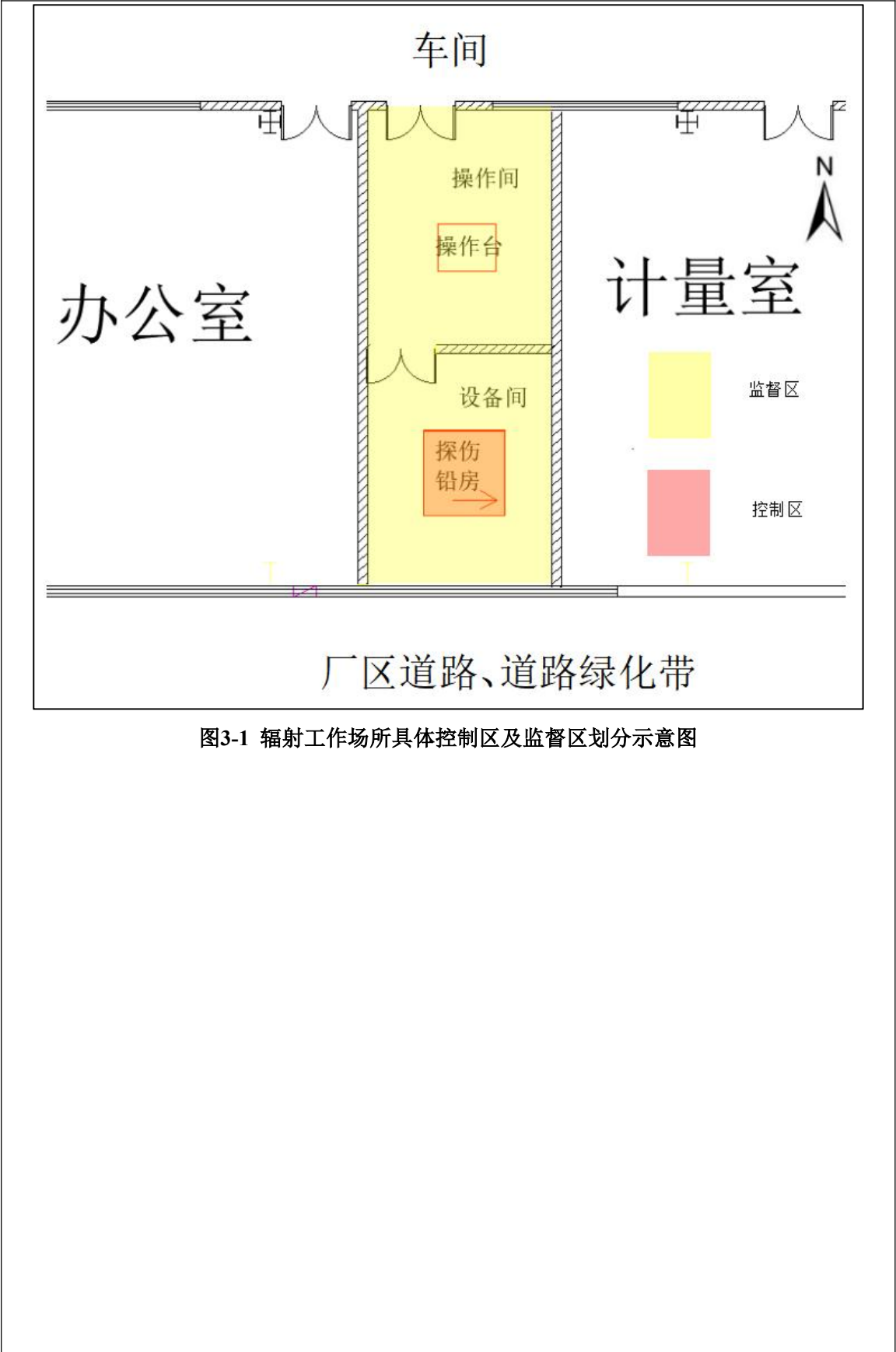


图3-1 辐射工作场所具体控制区及监督区划分示意图

续表三 辐射安全与防护设施/措施

3.2 屏蔽设施建设情况

本项目 X 射线实时成像检测系统自带防护铅房，其屏蔽防护实际情况见表 3-1。由表 3-1 可知，探伤铅房屏蔽防护情况符合环评文件及相关标准要求。

表3-1 探伤铅房屏蔽防护情况一览表

项目	环评阶段	验收阶段
探伤铅房规格	外尺寸：2.050m（长）×2.175m（宽）×2.000m（高）	外尺寸：2.050m（长）×2.175m（宽）×2.000m（高）
	内尺寸：1.921m（长）×1.925m（宽）×1.770m（高）	内尺寸：1.921m（长）×1.925m（宽）×1.770m（高）
东侧屏蔽体（主射方向）	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板
南侧屏蔽体	2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板	2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板
西侧屏蔽体	2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板	2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板
北侧屏蔽体	2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板	2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板
底部屏蔽体	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板
顶棚屏蔽体	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板	2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板
工件防护门（设于北墙上）	电动双开门，单扇双开门尺寸为 459mm（宽）×1423.5mm（高），敷设 2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板，门缝四侧搭接尺寸均为 42mm。	电动双开门，单扇双开门尺寸为 459mm（宽）×1423.5mm（高），敷设 2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板，门缝四侧搭接尺寸均为 42mm。
电缆管线	设 L 型电缆通道，电缆口位于铅房南墙下方，用 2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板覆盖屏蔽。	设 L 型电缆通道，电缆口位于铅房南墙下方，用 2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板覆盖屏蔽。
通风口	设 L 型通风口，位于西墙上方，1 个排风口，装有排风扇，风量：208m ³ /h，排风口尺寸为 87mm×87mm，出口处设 2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板防护罩。	设 L 型通风口，位于西墙上方，1 个排风口，装有排风扇，风量：208m ³ /h，排风口尺寸为 87mm×87mm，出口处设 2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板防护罩。

3.3 辐射安全与防护措施

格力电器（杭州）有限公司开展 X 射线实时成像检测系统应用项目根据环评要求落实了辐射安全与防护措施。项目环评文件要求落实情况见表 3-2。由表 3-2 可见，项目落实了环评提出的要求。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

表3-2 环评文件要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
一、辐射安全防护措施： （1）由于本项目探伤装置为 X 射线实时成像系统，属于一体化设计和制造的成套设备，因此本项目参考《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）。 （2）本项目 X 射线实时成像系统自带机械排风装置，风机风量 208m³/h，对于探伤铅房内部 2.81m³ 容积空间每小时可实现 74 次的气体交换，满足规范要求。 （3）X 射线实时成像系统设有一个工件防护门，供受检工件进出。工件防护门安装门-机联锁安全装置，工件门与 X 射线高压控制电路联锁，从而保证在门未关闭的情况下，无法开启射线；或在门打开情况下，立即切断射线输出。 （4）X 射线实时成像系统铅房设有三色指示灯，分别用红、黄、绿指示机器工作状态为照射状态、预备状态和通电状态，且照射状态指示装置与铅房内 X 射线机联锁，X 射线打开红色警示灯就会亮起。 （5）X 射线实时成像系统铅房工件门右侧设有急停按钮，确保出现紧急事故时，可以在设备工件门侧按下“紧急停机”按钮，断开主电源。解决了紧急情况之后，必须重新开机，才能恢复供电。工件门朝北侧正对设备间出入口，主射方向朝东，发生紧急事故工作人员须手动暂停设备可不穿过注射线束即可使用急停按钮。 （6）铅房内部设有监视装置，设备所在设备间拟安装监视装置，工作人员可于操作台出观察探伤设备运行情况。 （7）建设单位拟于工件门处张贴电离辐射警告标识。	已落实 一、探伤工作场所安全防护措施： （1）X 射线实时成像检测系统属于一体化设计和制造的成套设备。经检测，X 射线实时成像检测系统辐射防护性能符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。 （2）探伤铅房已按要求设置 1 个排风装置，位于铅房西墙上方排风口引出探伤铅房，避免朝向人员活动密集区，风机风量 208m³/h，出口处设 2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板防护罩。探伤铅房内部 6.55m³，每小时有效通风换气次数为 31 次，满足每小时有效通风换气次数不小于 3 次要求。 （3）采用电动移门，设置门机联锁，并与探伤铅房实现联锁，且只有在防护门和维修门关闭后 X 射线才能进行探伤作业。防护门打开时立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。探伤过程中防护门意外打开，X 射线实时成像检测系统停止出束。 （4）探伤铅房顶部明显处已设置 1 个黄色、绿色、红色三色指示灯，探伤作业时该指示灯能正常运行。红色为照射状态，绿色为通电状态，黄色为预备状态，且指示灯已与铅房内 X 射线机联锁。 （5）X 射线实时成像检测系统已按要求设置 2 个紧急停机按钮（铅房工件门右侧，操作台 1 个）按下急停按钮，会立刻停止出束，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。解决紧急事故后，重新开机方可恢复供电。发生紧急事故后，工作人员可使用急停按钮暂停设备。 （6）探伤铅房已按要求设置 2 个监控摄像头，设备间东北侧墙体已设置有 1 个监控摄像头，操作台设有专用的监视器，可监视探伤铅房内的探伤设备运行情况。 （7）探伤铅房防护门设置符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表3-2 环评文件要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
(8) 辐射工作人员进入设备间时除佩戴常规个人剂量计外，还拟配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，如剂量仪报警，辐射工作人员应立即离开设备间，同时阻止其他人进入设备间，并立即向辐射防护负责人报告。 (9) 定期测量 X 射线实时成像系统铅房外周围区域的辐射水平，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平（2.5μSv/h）相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止无损检测工作并向辐射防护负责人报告。 (10) 交接班或当班使用剂量报警仪前，须检查个人剂量报警仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量报警仪不能正常工作，则不应开始检测工作。 (11) 辐射工作人员须正确使用配备的辐射防护装置，把潜在的辐射降到最低。 (12) 每一次照射前，辐射工作人员都应该确认铅房内无异常并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始检测工作。 二、探伤装置的检查和维护： (1) 建设单位的日检，每次工作开始前进行检查的项目包括： a) X 射线实时成像检测系统设备外观是否完好； b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； c) 安全联锁是否正常工作； d) 报警设备和警示灯是否正常运行； e) 螺栓等连接件是否连接良好； (2) 运营单位的定期检查，定期检查的项目应包括： a) 电气安全，包括接地和电缆绝缘检查； b) 所有的联锁和紧急停机开关的检查； c) 制造商推荐的其他常规检测项目。	(8) 已落实。辐射工作人员进入设备间时除佩戴常规个人剂量计外，还配备了个人剂量报警仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，辐射工作人员立即离开设备间，同时阻止其他人进入设备间，并立即向辐射防护负责人报告。 (9) 已落实。辐射工作人员定期检测 X 射线实时成像系统铅房四周及周边环境的剂量率水平，包括操作位和周围毗邻区域人员居留处。将测量值与剂量率的标准限值相比较。当测量值高于剂量率的标准限值时，立即终止无损检测工作并向辐射防护负责人报告。 (10) 已落实。交接班或当班使用剂量报警仪前，辐射工作人员按规定检查个人剂量报警仪是否正常工作。如发现不能正常工作时，上报情况，并停止检测工作。验收时个人剂量报警仪能正常工作。 (11) 已落实。公司定期对辐射工作人员进行培训，确保辐射工作人员能正确使用配备的辐射防护装置。 (12) 已落实。在每一次照射前，辐射工作人员均按照规定确认铅房内无异常并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始检测工作。 二、探伤装置的检查和维护： (1) 公司的日检，每次工作开始前都落实了以下项目的检查： a) X 射线实时成像检测系统设备外观是否完好； b) 电缆是否有断裂、扭曲以及破损； c) 安全联锁是否正常工作； d) 报警设备和警示灯是否正常运行； e) 螺栓等连接件是否连接良好。 (2) 公司定期检查的项目都包括以下项目的检查： a) 电气安全，包括接地和电缆绝缘检查正常； b) 所有的联锁和紧急停机开关的检查正常； c) 制造商推荐的其他常规检测项目正常。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表3-2 环评文件要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
(3) 设备维护 运营单位应对X射线实时成像系统的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。设备维护包括X射线实时成像系统的彻底检查和所有零部件的详细检测。当设备有故障或损坏，需更换零部件时，应保证所更换的零部件都来自设备制造商。应做好设备维护记录。 四、其他安全管理措施 (1) 为保障非辐射工作人员（公众）安全，项目将X射线实时成像系统探伤铅房内部区域划分为控制区，将探伤铅房四周及操作台所在区域划分为监督区，采取张贴电离辐射警示标志、建设单位拟在监督区拟设置警戒线等措施进行管控，禁止无关人员靠近，使设备与公众保持一定的距离。 (2) 建设单位拟在探伤铅房防护门上增加各安全措施的中文指示说明。 (3) 建设单位拟建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施，并将辐射工作制度张贴在工作现场并将辐射工作制度张贴在工作现场。 (4) 建设单位拟建立探伤装置使用台账。 五、探伤设施的退役 (1) 本项目射线装置后期如报废，公司应严格按照《浙江省辐射环境管理办法（2021 年修正）》第十八条要求，对射线装置内的高压射线管进行拆解，并报颁发辐射安全许可证的生态环境部门核销。 (2) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。 (3) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。	(3) 设备维护 公司定期对 X 射线实时成像检测系统的设备进行维护；设备维护由厂家维修人员进行。设备维护包括 X 射线实时成像检测系统的彻底检查和所有零部件的详细检测；当设备有故障或损坏，需更换零部件时，保证所更换的零部件为合格产品；设备维护人员按要求落实了设备维护记录。 四、其他安全管理措施 (1) 探伤工作场所按GB18871的管理要求进行两区划分与两区管理。将X射线实时成像系统探伤铅房内部区域划分为控制区，将设备间除控制区外区域和操作间所在区域划分为监督区，采取张贴电离辐射警示标志、监督区为房间墙壁为边界，禁止无关人员靠近，使设备与公众保持一定的距离。 (2) 探伤铅房防护门上增加了安全警示标志的中文指示说明。 (3) 公司已建立辐射安全与环境保护管理小组，明确辐射安全与环境保护管理小组管理人员及其职责，建立和实施辐射防护管理制度和措施，并将辐射工作制度张贴在工作现场。 (4) 公司已建立探伤装置使用台账。 五、探伤设施的退役 公司承诺项目后期投入使用后对报废探伤装置按照相关程序进行报废处置。
3.4 辐射安全管理措施 本项目环评文件中辐射安全管理措施落实情况见表 3-3。由表 3-3 可见，项目落实了环评文件中提出的要求。	

续表三 辐射安全与防护设施/措施

续表3-3 环评文件辐射安全管理措施要求及落实情况	
环评文件要求	环评文件要求落实情况
(1) 辐射安全管理机构 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，使用II类射线装置的工作单位，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，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识和相关法律法规的培训和考核。 (2) 辐射工作人员辐射安全培训、健康管理及剂量监测 所有辐射工作人员应参加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学习相关知识，经考核合格后方可上岗，并按要求及时参加复训；应配备个人剂量计，定期送检有资质单位（常规监测周期一般为 1 个月，最长不应超过 3 个月），并建立个人剂量档案；应进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，在岗期间每一年或两年委托相关资质单位对辐射工作人员进行职业健康检查，建立完整的职业健康档案。 (3) 辐射安全管理制度 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，使用射线装置的单位应有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，有完善的辐射事故应急措施。 (4) 监测仪器 公司拟为辐射工作人员配置 2 台个人剂量报警仪和 2 支个人剂量计，配备 1 台便携式 X-γ剂量率仪。 (5) 工作场所辐射监测 本项目正式投入使用后，公司须定期（每年 1 次）委托有资质的单位对探伤铅房周围环境进行监测，并建立监测技术档案，监测数据每年年底向当地生态环境部门上报备案。	(1) 辐射安全管理机构 公司已按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关规定，设立了辐射安全与环境保护管理小组，明确了管理小组的成员和成员各自的职责内容，管理小组以钱博为管理小组组长。公司配备的 4 名辐射工作人员均进行了由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学习相关知识，且考核合格，持证上岗。 (2) 辐射工作人员辐射安全培训、健康管理及剂量监测 公司配备的 4 名辐射工作人员均进行了由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学习相关知识，且考核合格，持证上岗。公司已与浙江多谱检测科技有限公司签订个人剂量监测合同，每个工作人员都配备了个人剂量计，每 3 个月送检一次，并按要求建立个人剂量档案。同时 4 名辐射工作人员在杭州市职业病防治院进行了职业健康体检。体检结论为均可从事放射工作。 (3) 辐射安全管理制度 公司已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定了《辐射安全岗位职责》、《辐射防护与安全保卫制度》、《辐射设备检修维护制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员培训计划、体检及保健制度》、《辐射安全监测方案》、《辐射安全管理制度》、《辐射安全操作规程》、《辐射安全自行检查和年度评估制度》、《辐射安全档案管理制度》等各项规章制度，并制定了完善的辐射事故应急响应预案。 (4) 监测仪器 公司为本项目配备了 2 台个人剂量报警仪和 4 支个人剂量计，配备 1 台便携式 X-γ剂量率仪，1 套铅衣、铅帽和铅围脖。 (5) 工作场所辐射监测 公司承诺委托有资质的单位每年对 X 射线实时成像检测系统及周围环境进行辐射水平监测，并编写年度评估报告，在规定时间内提交至当地生态环境部门。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

3.5 放射性三废处理设施

本项目探伤过程中无放射性三废产生，故本项目未设置放射性三废处理设施。

3.6 非放射性废物处理设施

（1）臭氧和氮氧化物

X 射线实时成像检测系统在开机状态下，空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体。探伤铅房位于西墙上方已设置 1 个排风口，排风口设置 2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板防护罩，通风量为 208m³/h，探伤铅房内部 6.55m³，每小时有效通风换气次数为 31 次，则满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求，不会形成局部聚集，且臭氧在短时间内会自动分解为氧气对大气环境基本没有影响。

（2）危险废物

本项目 X 射线实时成像检测系统采用先进的数字显影技术，不涉及洗片过程，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

公司部分环保措施落实情况示意图见图 1~图 15。

	
图 1 操作台紧急停机按钮	图 2 探伤铅房内急停按钮

续表三 辐射安全与防护设施/措施



图 3 铅房内监控探头



图 4 探伤铅房内部通风装置



图 5 规章制度上墙

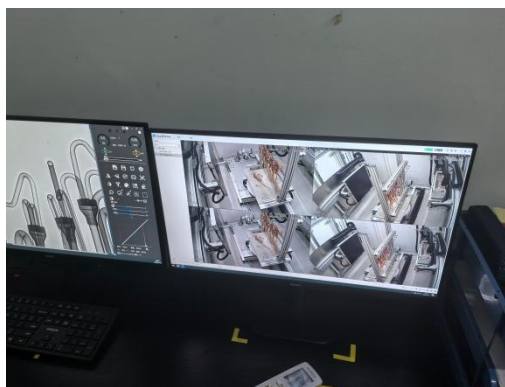


图 6 监视器显示屏



图 7 个人剂量报警仪

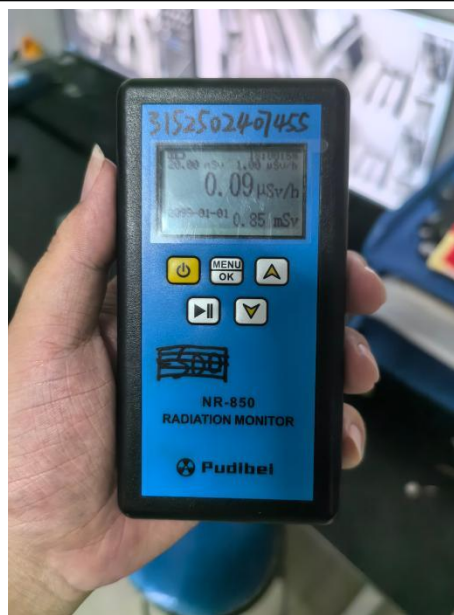


图 8 便携式 X-γ 剂量率仪

续表三 辐射安全与防护设施/措施



图 9 铅衣



图 10 个人剂量计



图 11 电离辐射警告标志



图 12 消防设备



图 13 预备状态指示灯



图 14 照射状态指示灯

续表三 辐射安全与防护设施/措施

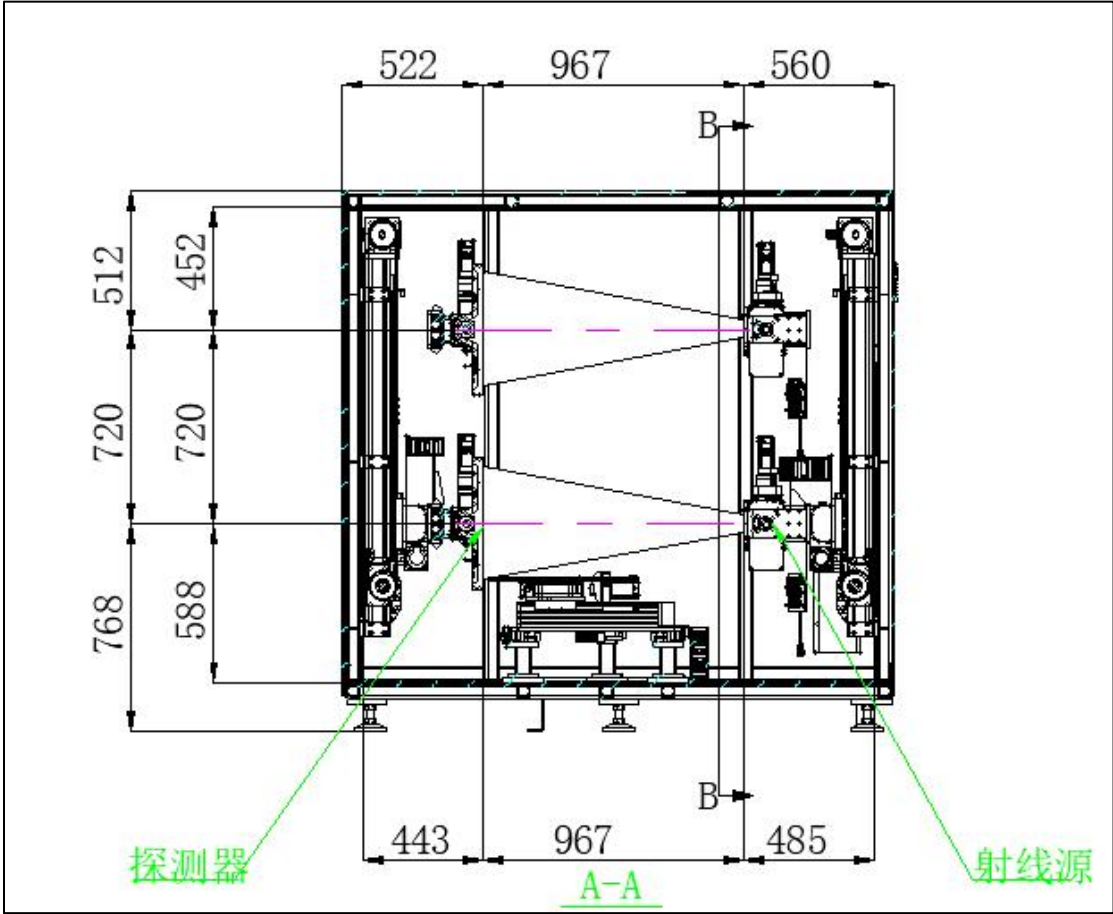


图3-3 X射线实时成像检测系统剖面图示意图

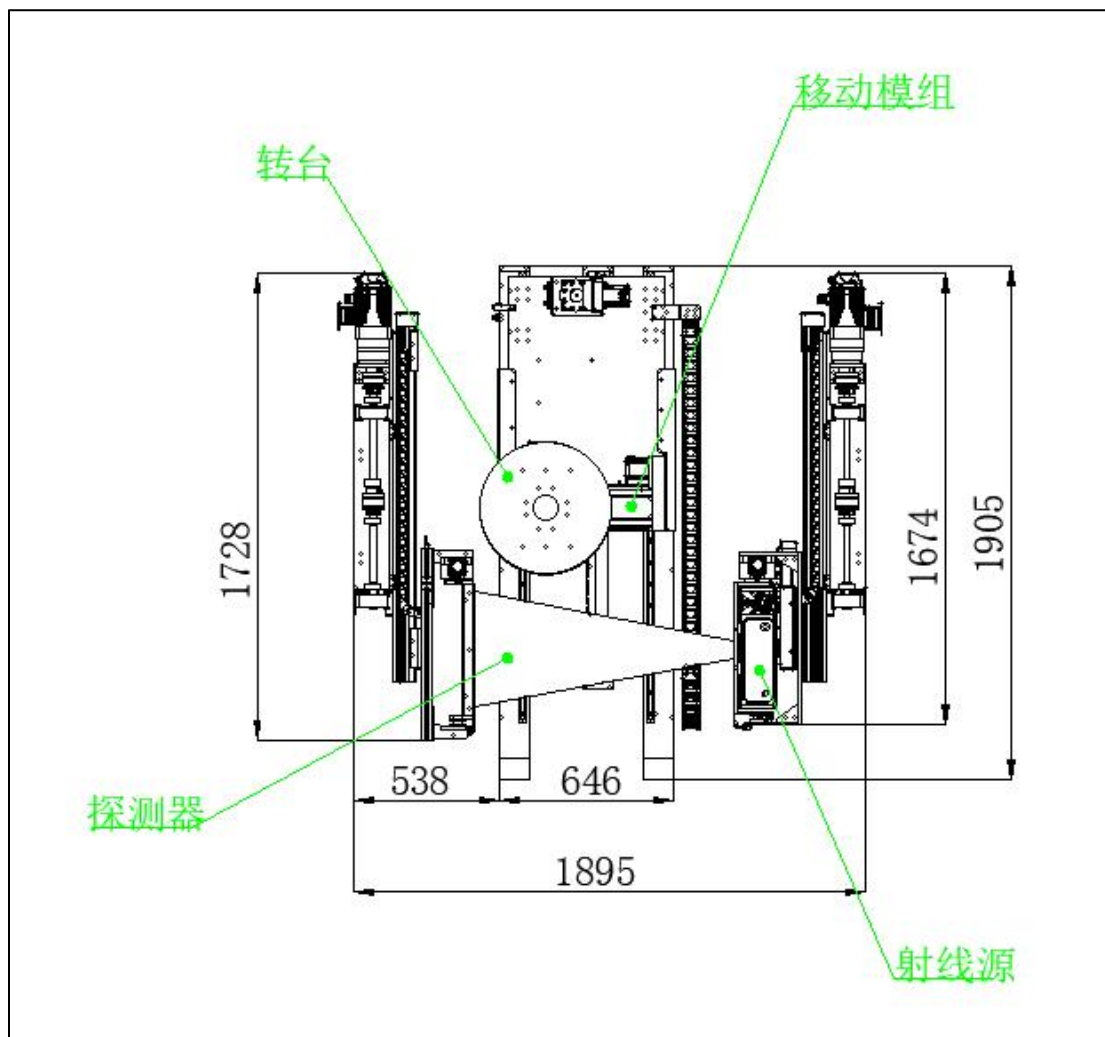


图3-4 X射线实时成像检测系统平面示意图

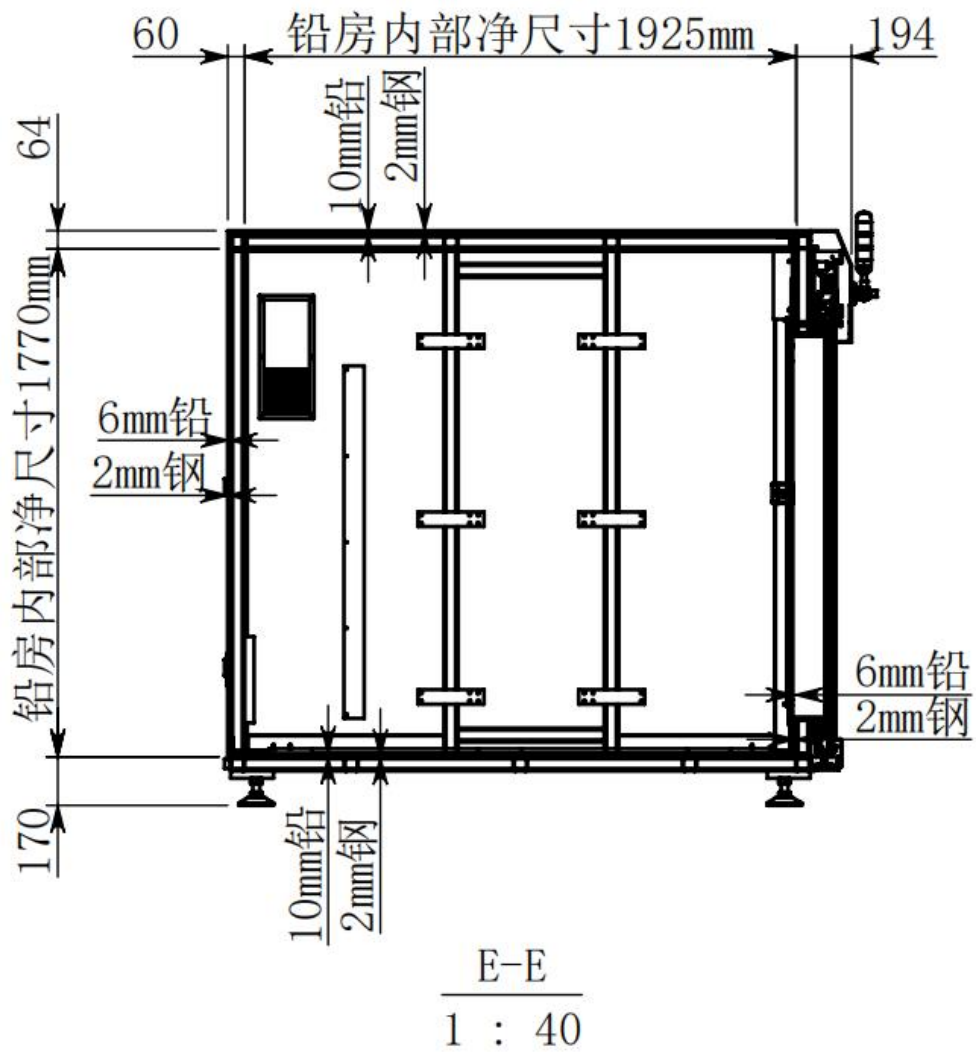


图3-5 探伤铅房正面图示意图

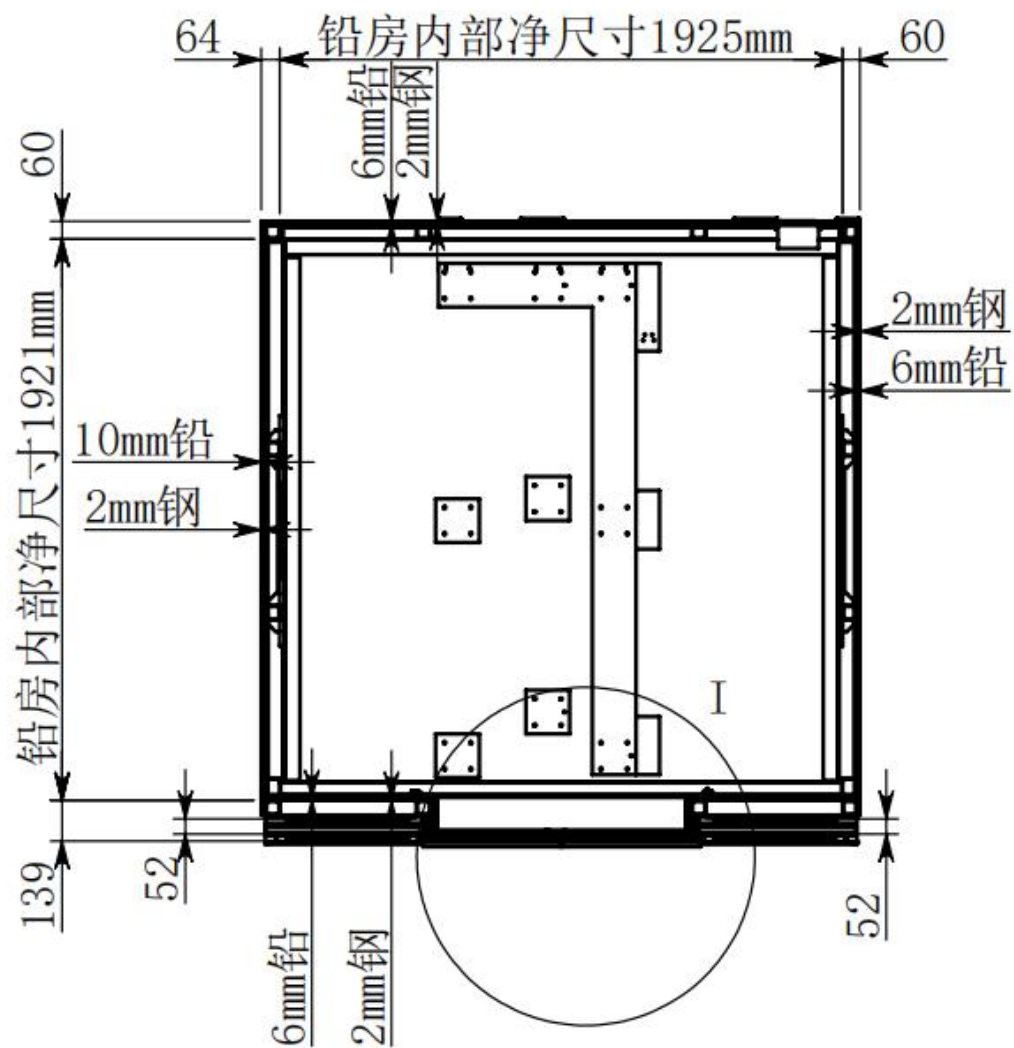


图3-6 探伤铅房俯视图示意图

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

本项目环评文件《格力电器（杭州）有限公司 X 射线实时成像检测系统建设项目环境影响报告表》由卫康环保科技（浙江）有限公司编制。该项目主要环评结论：

4.1 环境影响报告表主要结论**1、辐射安全与防护分析结论****（1）辐射安全防护措施结论**

本项目 X 射线实时成像系统铅房以铅板作为屏蔽体，曝光铅房外尺寸为 2.050m（长）×2.175m（宽）×2.000m（高），主射方向墙体、顶棚、底部均为 2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板，其他方向的四侧墙体最小为 2mm 钢板+6mm 铅板+2mm 钢板。铅房拟设双开工件门，位于北侧屏蔽墙，工件门采用电动门，并设置门机联锁装置，紧急停机按钮和警示标示等安全设施，满足相关辐射安全原则；本项目拟为辐射工作人员配备 1 台 X-γ剂量监测仪、4 枚个人剂量计和 2 台个人剂量报警仪。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求。

（2）辐射安全管理结论

建设单位已按规定成立辐射安全与环境保护管理机构，负责辐射安全与环境保护管理工作，明确规定成员职责，切实保证各项规章制度的制定与落实。

建设单位应拟组织本项目 4 名新增辐射工作人员参加生态环境部组织的辐射安全与防护培训，考核合格后方具备上岗条件，并委托有资质单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量检测与职业健康体检，建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案。建设单位拟定期请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测。

建设单位根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，制定相关辐射安全管理规章制度，张贴于探伤工作场所现场处，并认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定**2、环境影响分析结论****（1）辐射剂量率影响预测结论**

本项目X射线实时成像系统在最大工况运行时，探伤铅房四侧、装载门、顶棚和底部关注点辐射剂量率最大值为 $0.268\mu\text{Sv/h}$ ，满足本项目辐射工作场所剂量率控制水平不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

（2）个人剂量影响预测结论

本项目X射线实时成像系统运行后所致辐射工作人员受照周有效剂量为 $7.96\text{E-}02\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量为 $3.98\text{E-}03\text{mSv}$ ；所致公众最大受照周有效剂量为 $5.96\text{E-}01\mu\text{Sv}$ ，年最大有效剂量为 $2.98\text{E-}02\text{mSv}$ 。射线装置产生的剂量率与距离平方成反比关系，本项目评价范围内各方向其他公众年有效剂量与周有效剂量满足标准要求。因此，项目辐射工作人员和公众年有效剂量满足本项目的剂量约束值要求（职业人员 $\leq 5\text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 0.25\text{mSv/a}$ ），也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中规定的剂量限值要求（职业人员 $\leq 20\text{mSv/a}$ ；公众成员 $\leq 1.0\text{mSv/a}$ ）；周有效剂量满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）“对放射工作场所，其值应不大于 $100\mu\text{Sv/周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv/周}$ ”的要求。

（3）非辐射部分环境影响报告表

少量臭氧和氮氧化物可通过动力通风装置排出铅房，臭氧在空气中短时间内会自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

3、可行性分析结论**（1）产业政策符合性分析结论**

根据中华人民共和国国家发展和改革委员会第7号令《产业结构调整指导目录（2024年本）》、《杭州市产业发展导向目录(2024年本)》、《钱塘区产业发展导向目录与产业平台布局指引》相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类项目，符合国家当前的产业政策。

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定**（2）实践正当性分析结论**

本项目的建设是为了保证产品质量和生产的安全需要，因此，该项目的实践是必要的。本项目运行过程中，对射线装置的使用将按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，该核技术应用实践具有正当性，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践的正当性”原则。

（3）选址合理性分析

本项目位于格力工业园两器管路车间（一层建筑，无地下层）东南角设备间，不新增用地，周围无环境制约因素。X射线实时成像系统铅房周围50m范围内为公司内部生产车间、园区道路等，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。经辐射环境影响预测，本项目运营过程中产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众的辐射影响是可接受的。同时本项目用地性质属于工业用地，周围无环境制约因素。因此，本项目选址是合理可行。

（4）项目可行性

综上所述，本项目选址合理，该项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，建设单位将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

4.2 环境影响报告表批复的主要结论

2026年01月20日，杭州市生态环境局对此项目进行了审批，批复文号为杭环钱辐评批〔2026〕1号，该项目主要环评批复结论：

一、根据你单位委托卫康环保科技（浙江）有限公司编制的《格力电器（杭州）有限公司X射线实时成像系统建设项目环境影响报告表（报批稿）》，原则同意项目环境影响报告表的结论。

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

二、请你单位按照《环评报告表》明确的项目地点、规模和工艺进行建设。项目位于浙江省杭州市钱塘区江东一路2345号格力园区两器管路车间设备间，建设内容为配置1台SEAMASTER STANDARD型X射线实时成像系统（最大管电压为200kV，最大管电流为4mA，属于Ⅱ类射线装置），具体建设方案详见《环评报告表》。

三、你单位须严格落实项目环评文件中提出的各项污染防治措施、辐射安全防护和辐射安全环境管理要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等标准中的防护要求。明确辐射防护管理机构人员及职责，完善各项规章制度、事故应急制度和辐射防护安全操作规程等。使用射线装置应当依法申领《辐射安全许可证》，禁止无许可证从事相关使用活动。每年至少进行一次对射线装置机房周围环境进行辐射监测和评估，发现安全隐患的，应当立即整改，并建立监测技术档案。

四、项目建设必须严格执行建设项目环境保护“三同时”制度。项目建成后，须按规定对配套建设的辐射环境保护设施进行验收。项目性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，须按程序重新报批环评文件。自本批准之日超过五年，方决定该项目开工建设的，其环评文件应当报生态环境部门重新审核。

五、请按规定接受生态环境部门的事中事后监管。

六、依法须取得其它行政主管部门行政许可的，请你单位另行向相关行政主管部门申请并取得批准（同意）。

七、你单位对本审批意见如有不同意见，可在接到本决定书之日起六十日内向杭州市人民政府申请行政复议，也可在六个月内依法向杭州市上城区人民法院起诉。

4.3 环评批复文件落实情况

本项目环评批复文件中辐射安全与防护措施落实情况见表 4-1。由表 4-1 可见，项目落实了环评批复文件中提出的要求。

续表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

表4-1 环评批复文件要求及落实情况	
环评批复文件要求	环评批复文件要求落实情况
一、请你单位按照《环评报告表》明确的项目地点、规模和工艺进行建设。项目位于浙江省杭州市钱塘区江东一路 2345 号格力园区两器管路车间设备间，建设内容为配置 1 台 SEAMASTER STANDARD 型 X 射线实时成像系统（最大管电压为 200kV，最大管电流为 4mA，属于 II 类射线装置），具体建设方案详见《环评报告表》。 二、你单位须严格落实项目环评文件中提出的各项污染防治措施、辐射安全防护和辐射安全环境管理要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等标准中的防护要求。明确辐射防护管理机构人员及职责，完善各项规章制度、事故应急制度和辐射防护安全操作规程等。使用射线装置应当依法申领《辐射安全许可证》，禁止无许可证从事相关使用活动。每年至少进行一次对射线装置机房周围环境进行辐射监测和评估，发现安全隐患的，应当立即整改，并建立监测技术档案。 三、项目建设必须严格执行建设项目环境保护“三同时”制度。项目建成后，须按规定对配套建设的辐射环境保护设施进行验收。项目性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的，须按程序重新报批环评文件。自本批准之日超过五年，方决定该项目开工建设的，其环评文件应当报生态环境部门重新审核。	已落实。 一、项目位于浙江省杭州市钱塘区江东一路 2345 号格力园区两器管路车间设备间，购置 1 台 X 射线实时成像检测系统，型号为 SEAMASTER STANDARD（最大管电压为 200kV，最大管电流为 4mA），对公司生产的产品的铜管焊点熔深情况进行无损检测。该设备自带铅房屏蔽，属于 II 类射线装置。 二、公司已落实环评报告表提出的污染防治措施和辐射环境管理要求，经检测，X 射线实时成像检测系统四周周围剂量当量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）标准要求。公司明确了管理小组的成员和成员各自的职责内容，管理小组以钱博为管理小组组长。已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》制定了《辐射安全岗位职责》、《辐射防护与安全保卫制度》、《辐射设备检修维护制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员培训计划、体检及保健制度》、《辐射安全监测方案》、《辐射安全管理制度》、《辐射安全操作规程》、《辐射安全自行检查和年度评估制度》、《辐射安全档案管理制度》等各项规章制度，并制定了完善的辐射事故应急响应预案。本项目 X 射线实时成像检测系统采用设备自带的防护铅房进行实体屏蔽。公司于 2026 年 5 月 21 日取得的由浙江省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》，证书编号为：浙环辐证[A4236]，种类范围：使用 II 类、射线装置，有效期至 2030 年 06 月 26 日。公司每年委托有资质的第三方公司对探伤装置和设备间周围环境进行辐射监测和评估，发现安全隐患的，立即整改，并建立监测技术档案。 三、公司严格遵守法律法规及技术规范等规定，公司正按照相关国家规定的标准和程序，对配套建设的环境保护措施进行验收。本项目建设严格执行环保“三同时”制度，本项目按环评文件及批复要求进行建设，未发生重大变动。

表五 验收监测质量保证和质量控制

5.1 监测单位

2026 年 7 月 3 日，卫康环保科技（浙江）有限公司委托浙江亿达检测技术有限公司对格力电器（杭州）有限公司 X 射线实时成像检测系统及周边环境进行监测，并出具监测报告，检测检验机构资质认定证书编号：211112051235。

5.2 监测项目

X- γ 辐射剂量率。

5.3 监测方法及技术规范

监测布点和测量方法选用目前国家和行业有关规范和标准。本次验收监测方法依据的规范、标准：

- （1）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- （2）《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
- （3）《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）。

5.4 监测人员资格

参加本次现场监测的人员，均经过监测技术培训，并经考核合格，持证上岗。监测报告审核人员均经授权。

5.5 监测分析过程中的质量保证和质量控制

浙江亿达检测技术有限公司建立了质量管理体系，通过了浙江省计量认证。验收监测工作遵循本单位质量手册、程序文件、实施细则、操作规程。制定并组织实施年度监测质量保证和质量控制计划。辐射环境监测质量保证措施如下：

- （1）验收监测单位取得 CMA 资质认证；
- （2）合理布设检测点位，保证各检测点位布设的科学性和可比性，同时满足标准要求；
- （3）检测方法采用国家有关部门颁布的标准，检测人员经考核并持合格证上岗。
- （4）检测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- （5）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

续表五 验收监测质量保证和质量控制

(6) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

(7) 检测报告严格实行三级审核制度，经过校准、审核，最后由技术负责人审定。

表六 验收监测内容

6.1 监测因子及频次

为掌握格力电器（杭州）有限公司 X 射线实时成像检测系统探伤铅房和设备间周围环境辐射水平，浙江亿达检测技术有限公司验收监测人员于 2026 年 7 月 3 日对格力电器（杭州）有限公司 X 射线实时成像检测系统和设备间周围辐射水平进行了监测。

监测因子：X-γ辐射剂量率；

监测频次：开机和关机两种状态下各一次。

6.2 监测布点

参照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的方法布设监测点。根据现场条件，全面、合理布点；针对工作人员长时间工作的场所、其他公众可能到达的场所及辐射剂量率可能受到探伤影响较大的场所开展了现场监测，在 X 射线实时成像检测系统探伤铅房和设备间周围等位置进行了布点检测，监测布点见图 6-1。

6.3 监测仪器

监测仪器参数及检定情况见表 6-1。

表6-1 监测仪器参数及检定情况

检测仪器	辐射剂量测量仪
仪器型号/编号	451P-DE-SI/0000006177
生产厂家	Fluke Biomedical
量程	0~50mSv/h
能量范围	20keV~2MeV
检定证书编号	NJYF-20251151592
检定证书有效期	2025 年 11 月 28 日~2026 年 11 月 27 日
检定单位	浙江省质量科学研究院
校准因子 C _f	7.15μSv/h:1.05；200kV:1.17

6.4 监测时间

监测时间：2026 年 7 月 3 日；天气：晴；相对湿度：52%；室内温度：24℃
室外温度：34℃。

续表六 验收监测内容



表七 验收监测

7.1 验收监测期间生产工况

验收监测人员于 2026 年 7 月 3 日对 X 射线实时成像检测系统设备和设备间周围辐射水平进行监测，验收检测时 X 射线实时成像检测系统管电压和管电流为企业进行探伤作业时的最大运行工况，X 射线实时成像检测系统型号、监测工况及出束方向见表 7-1。

表7-1 X射线实时成像检测系统型号、监测工况及出束方向

装置名称	设备型号	设备编号	生产厂家	额定	检测时 工况
X 射线实时成像检测系统	SEAMASTER STANDARD	DSXLT200DS25156	深海精密科技（深圳）有限公司	200kV， 4mA	180kV， 1.6mA，300s， 主射束朝东， 无工件

7.2 验收监测结果

由表 7-2 监测结果可知：X 射线实时成像检测系统未运行时，操作位周围剂量当量率为 0.12μSv/h，电缆管口周围剂量当量率为 0.19μSv/h，设备四周屏蔽体周围剂量当量率在 0.12~0.19μSv/h 之间，X 射线实时成像系统四周环境周围剂量当量率在 0.12~0.19μSv/h 之间；X 射线实时成像检测系统运行时，操作位周围剂量当量率为 0.15μSv/h，电缆管口周围剂量当量率为 0.22μSv/h，设备四周屏蔽体周围剂量当量率在 0.16~0.56μSv/h 之间，X 射线实时成像检测系统四周环境周围剂量当量率在 0.15~0.19μSv/h 之间。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定，探伤铅房屏蔽体、防护门及顶棚的辐射屏蔽满足：屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h。X 射线实时成像检测系统辐射防护性能符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。

续表七 验收监测

表7-2 X射线装置工作场所周围剂量当量率检测结果			
检测 点位	检 测 地 点	周围剂量当量率 (μSv/h)	
		开机状态	关机状态
▲1	操作位	0.15	0.12
▲2	电缆管口	0.22	0.19
▲3	设备东侧屏蔽体外表面 30cm（左侧）	0.29	0.17
▲4	设备东侧屏蔽体外表面 30cm（中部）	0.19	0.17
▲5	设备东侧屏蔽体外表面 30cm（右侧）	0.17	0.16
▲6	设备南侧屏蔽体外表面 30cm（左侧）	0.16	0.12
▲7	设备南侧屏蔽体外表面 30cm（中部）	0.17	0.18
▲8	设备南侧屏蔽体外表面 30cm（右侧）	0.19	0.19
▲9	设备西侧屏蔽体外表面 30cm（左侧）	0.17	0.18
▲10	设备西侧屏蔽体外表面 30cm（中部）	0.17	0.19
▲11	设备西侧屏蔽体外表面 30cm（右侧）	0.16	0.18
▲12	设备北侧屏蔽体外表面 30cm（左侧）	0.16	0.18
▲13	设备北侧屏蔽体外表面 30cm（右侧）	0.16	0.16
▲14	设备工件防护门外表面 30cm（左侧）	0.16	0.19
▲15	设备工件防护门外表面 30cm（右侧）	0.17	0.17
▲16	设备工件防护门外表面 30cm（左侧门缝）	0.18	0.17
▲17	设备工件防护门外表面 30cm（中部门缝）	0.56	0.16
▲18	设备工件防护门外表面 30cm（右侧门缝）	0.34	0.17
▲19	设备工件防护门外表面 30cm（上端门缝）	0.19	0.19
▲20	设备工件防护门外表面 30cm（下端门缝）	0.22	0.12
▲21	设备上方外表面 30cm	0.21	0.18
▲22	X 射线实时成像系统东侧计量室	0.15	0.19
▲23	X 射线实时成像系统南侧厂区道路	0.18	0.12
▲24	X 射线实时成像系统西侧增效室	0.17	0.19
▲25	X 射线实时成像系统北侧操作间	0.19	0.17

续表七 验收监测

注：1、以上检测结果均未扣测点处本底值。

2、受检装置位于两器管路车间设备间，正上方无建筑，正下方无建筑。

3、检测布点示意图见图 6-1。

7.3 剂量监测和估算结果

7.3.1 剂量估算公式

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中 3.1.1 条款中的公式，人员受照剂量计算公式如下：

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T \cdot 10^{-3}$$

式中：H：年有效剂量，mSv/a；

$\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t：探伤设备年照射时间，h/a；

T：人员在相应关注点驻留的居留因子；

U：探伤设备向关注点方向照射的使用因子，本次评价均保守取 1。

7.3.2 辐射工作人员附加剂量

格力电器（杭州）有限公司配备 4 名辐射工作人员，分两组轮班，平均每组每天工作时间 10h，每周工作五天，每年工作 250 天。根据建设单位提供的资料，企业每天使用 X 射线实时成像系统合计抽检产品数量最多为 240 个，单个工件检测曝光时间约为 1min，周检测工件 1200 件，周出束时间为 20h，年出束时间为 1000h，2 组操作工人每组平均周受照时间为 10h，年受照时间为 500h（本设备检测于工作开始前自动训机，该受照时间统计已包括训机时间）。

根据监测结果可知：探伤操作时，X 射线实时成像检测系统探伤铅房周围辐射剂量最大增量为 $0.40\mu\text{Sv/h}$ 。经估算可知，每组辐射工作人员年有效剂量为 0.20mSv，小于职业工作人员 5mSv 的个人剂量约束值，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业照射年有效剂量限值的要求。

7.3.3 公众人员附加剂量

本项目 X 射线实时成像检测系统周围 50m 范围内无居住区、学校、医院等环境敏感目标。距项目最近的人员为该公司非辐射工作人员，公司严禁非辐射工作人员进入设备间。本项目年出束时间为 1000h，公众人员保守居留因子取 1。

续表七 验收监测

由表7-2可知，X射线实时成像检测系统周围50m范围内辐射剂量最大增量为0.06 μ Sv/h。经估算可知，公众人员年有效剂量为0.06mSv，小于公众人员0.25mSv的个人剂量约束值，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规定的公众照射年有效剂量限值的要求。

表八 验收监测结论

8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况

格力电器（杭州）有限公司 X 射线实时成像检测系统建设项目已落实环境影响评价制度，该项目环境影响报告表及其批复文件中要求的辐射防护和安全措施已落实。该项目建设，落实了防护与安全和环境保护“三同时”制度。

8.2 污染物排放监测结果

监测结果表明：X 射线实时成像检测系统辐射防护屏蔽能力符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。

8.3 工程建设对环境的影响

由探伤工作人员、公众剂量估算结果可知，辐射工作人员个人年有效剂量最大值为 0.20mSv，小于职业工作人员 5mSv/a 的个人剂量约束值，公众人员年有效剂量保守估算最大为 0.06mSv，保守估算结果表明公众附加剂量低于 0.25mSv 的个人剂量约束值。因此该项目所致的工作人员职业照射和公众照射个人年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业照射和公众照射年有效剂量限值的要求。

8.4 辐射安全防护、环境保护管理

（1）公司新增 1 台 SEAMASTER STANDARD 型 X 射线实时成像检测系统，依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，申领了辐射安全许可证。

（2）现场检查结果表明，公司辐射安全管理机构健全，辐射防护和安全管理制度、设备操作规程基本完善；制订了监测计划、辐射事故应急响应预案；落实了本单位 X 射线实时成像检测系统的辐射安全与防护措施；辐射防护和环境保护档案相关资料齐全；公司辐射防护管理工作基本规范。

（3）格力电器（杭州）有限公司落实了辐射工作人员培训、个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

续表八 验收监测结论

8.5 后续要求

- （1）加强日常性的辐射安全设施的检查和维护。
- （2）做好辐射工作人员的培训与复训工作，加强辐射工作人员的个人剂量管理和职业健康监护管理。

8.6 结论

综上所述，格力电器（杭州）有限公司 X 射线实时成像检测系统建设项目符合《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定，具备竣工验收条件。