

松下家电（中国）有限公司工业 CT 装置应 用项目竣工环境保护验收监测报告表

杭卫环（2025 年）验字第 010 号

建设单位：松下家电（中国）有限公司

编制单位：卫康环保科技（浙江）有限公司

编制日期：二零二五年四月

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: 松下家电(中国)有限公司 (盖章)

电话: 13588824323

传真: /

邮编: 310000

地址: 浙江省杭州市钱塘区松乔街 2 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	17
2.3 工艺设备与工艺分析	17
表三 辐射安全与防护设施/措施	22
3.1 辐射工作场所布局及分区管理	23
3.2 屏蔽设施建设情况	26
3.3 辐射安全与防护措施	26
3.4 辐射安全管理措施	28
3.5 放射性三废处理设施	29
3.6 非放射性废物处理设施	30
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	33
4.1 环境影响报告表主要结论	33
4.2 环境影响报告表批复的主要结论	36
4.3 环评批复文件落实情况	37
表五 验收监测质量保证和质量控制	38
5.1 监测单位	38
5.2 监测项目	38
5.3 监测方法及技术规范	38
5.4 监测人员资格	38
5.5 监测分析过程中的质量保证和质量控制	38
表六 验收监测内容	40
6.1 监测因子及频次	40
6.2 监测布点	40
6.3 监测仪器	40
6.4 监测时间	40
表七 验收监测	43

7.1 验收监测期间生产工况	43
7.2 验收监测结果	43
7.3 剂量监测和估算结果	45
表八 验收监测结论	46
8.1 安全防护、环境保护“三同时”制度执行情况	46
8.2 污染物排放监测结果	46
8.3 工程建设对环境的影响	46
8.4 辐射安全防护、环境保护管理	46
8.5 后续要求	47
8.6 结论	47
附件	
附件 1：验收委托书	
附件 2：项目竣工、调试公示	
附件 3：营业执照	
附件 4：关于松下家电（中国）有限公司工业 CT 装置应用项目环境影响报告表的审批意见，杭环钱环评批（2025）22 号，杭州市生态环境局，2025 年 2 月 11 日	
附件 5：辐射安全许可证	
附件 6：辐射防护与安全知识培训证书	
附件 7：辐射工作人员体检报告	
附件 8：个人剂量检验检测报告	
附件 9：成立辐射安全管理小组的文件	
附件 10：各项辐射安全管理制度	
附件 11：辐射事故应急响应预案	
附件 12：场所监测报告	
附件 13：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	松下家电（中国）有限公司工业 CT 装置应用项目				
建设单位名称	松下家电（中国）有限公司				
项目性质	新建				
建设地点	浙江省杭州市钱塘区松乔街 6 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	2025 年 02 月 11 日	开工建设时间	2025 年 02 月 12 日		
取得辐射安全许可证时间	2025 年 03 月 11 日	项目投入运行时间	2025 年 03 月 13 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2025 年 03 月 13 日	验收现场监测时间	2025 年 03 月 24 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	岛津企业管理（中国）有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	岛津企业管理（中国）有限公司		
投资总概算（万元）	160	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）	10	比例	6.3%
实际总投资（万元）	145	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）	20	比例	13.8%
验收依据	<p>1、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度：</p> <p>（1）《中华人民共和国环境保护法（2014 年修订）》，中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日；</p> <p>（2）《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日；</p> <p>（3）《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；</p> <p>（4）《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；</p>				

续表一 项目基本情况

验收 依据	<p>(5) 《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；</p> <p>(6) 《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；</p> <p>(7) 《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；</p> <p>(8) 《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；</p> <p>(9) 《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；</p> <p>(10) 《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；</p> <p>(11) 《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；</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竣工验收技术规范 核技术利用》，HJ 1326-2023；</p> <p>(2) 《辐射环境监测技术规范》，HJ61-2021；</p> <p>(3) 《工业探伤放射防护标准》，GBZ 117-2022；</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》，HJ1157-2021；</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》，GB 18871-2002；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》，GBZ/T250-2014；</p> <p>3、建设项目环境影响报告表及其审批部门的审批决定：</p> <p>(1) 《松下家电（中国）有限公司工业 CT 装置应用项目环境影响报告表》，卫康环保科技（浙江）有限公司，2025 年 01 月；</p>
----------	--

续表一 项目基本情况

验收依据	<p>(2) 杭州市生态环境局关于《松下家电（中国）有限公司工业 CT 装置应用项目环境影响报告表》的审批意见, 杭环钱环评批〔2025〕22号, 杭州市生态环境局, 2025年2月11日。</p> <p>4、其他相关文件</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 验收委托书（见附件1）； (2) 设施竣工公示、设施调试公示； (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) 个人剂量检验检测报告； (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	<p>验收监测执行标准:</p> <p>1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>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。</p> <p>4.3.2 剂量限制和潜在照射危险限制</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>4.3.3 防护与安全的最优化</p> <p>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</p>

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>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）。</p> <p>6.4.1 控制区</p> <p>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。</p> <p>6.4.2 监督区</p> <p>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。</p> <p>B1.1 职业照射</p> <p>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：</p> <p>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；</p> <p>本项目取其四分之一即 5mSv 作为年剂量约束值。</p> <p>B1.2 公众照射</p> <p>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：</p> <p>a) 年有效剂量，1mSv；</p> <p>本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为年剂量约束值。</p> <p>2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）</p> <p>本标准适用于使用 600kV 以下的工业 X 射线探伤装置进行探伤的工作。</p> <p>5.1.1 X 射线探伤机在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 100 cm 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 1-1 的要求：</p>
--------	--

续表一 项目基本情况

验收 执行 标准	表1-1 X射线管头组裝体漏射线所致周围剂量当量控制值	
	管电压 (kV)	漏射线所致周围剂量当量率 (mSv/h)
	<150	<1
	150~200	<2.5
	>200	<5

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	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求</p> <p>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。</p> <p>6.2.2 探伤工作人员进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应配备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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>
-------------------	--

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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，应遵循本标准第 7.1 条~第 7.4 条的要求。</p> <p>6.3 探伤设施的退役</p> <p>当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容：</p> <p>a) 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。</p> <p>b) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。</p> <p>3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）</p> <p>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。</p> <p>3.2 需要屏蔽的辐射</p> <p>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。</p> <p>3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。</p> <p>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半值层厚度（HVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 HVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。</p> <p>3.3 其他要求</p> <p>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。</p> <p>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</p>
--------	---

续表一 项目基本情况

验收执行标准	<p>用线束照射的方向。</p> <p>3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>5、项目管理目标</p> <p>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）等评价标准，确定本项目的管理目标。</p> <p>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$\leq 1\text{mSv/a}$；</p> <p>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$\leq 0.25\text{mSv/a}$。</p> <p>③工业 CT 四侧屏蔽体、底部、防护门外、顶棚 30cm 处辐射剂量控制水平：$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$；</p>
--------	---

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

松下家电（中国）有限公司（以下简称“公司”）成立于 2004 年 09 月，注册地址位于浙江省杭州市钱塘区松乔街 2 号，是一家以生产和销售厨卫家电产品为主要业务的私营企业。

为满足企业生产的产品无损检测，来确保产品品质的需要，公司租用杭州松下家用电器有限公司位于浙江省杭州市钱塘区松乔街6号3幢X1栋一层部分区域，建设评价中心实验室，并在评价中心实验室内建设了1间X射线实验室，配置一台XSeeker 8000型工业CT（最大管电压为160kV，最大管电流为1.2mA），对集团名下子公司生产的产品进行无损检测，以更好满足客户采购需求。

2025 年 01 月，卫康环保科技（浙江）有限公司完成了《松下家电（中国）有限公司工业 CT 装置应用项目环境影响报告表》的编制，2025 年 2 月 11 日，杭州市生态环境局对该项目进行了审批，审批文号为：杭环钱环评批〔2025〕22 号（见附件 4）。

公司于 2025 年 03 月 11 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[A5692]，种类范围：使用II类射线装置，有效期至 2030 年 03 月 10 日。本项目于 2025 年 02 月 25 日竣工，于 2025 年 03 月 13 日投入调试，公司在 X 射线实验室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 2025 年 03 月开展松下家电（中国）有限公司工业 CT 装置应用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

公司位于浙江省杭州市钱塘区松乔街2号，所属园区为松下工业园。松下工业园东侧为文津北路；南侧为松乔街；西侧为浙江科泰电气有限公司和史陶比尔（杭州）精密机械电子有限公司；北侧为围垦街。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3幢X1栋一层评价中心实验室内X射线

续表二 项目建设情况

实验室，3幢X1栋东侧为X2栋厂房；南侧为厂内道路；西侧为HS栋研发中心，西北侧为HA栋研发中心；北侧为福利栋和成品仓；所属建筑结构为地上四层，其中一层为评价中心实验室和生产车间，二到四层为生产车间和车间办公区，下方为土层，无地下室。X射线实验室东侧紧邻IP实验室；南侧紧邻廊道，隔廊道为安规实验室；西侧紧邻物料实验室；北侧紧邻材料实验室；正上方隔开放空间3m为会议室；下方无地下室。工业CT所在楼层平面示意图（1F）见图2-3，工业CT所在正上方楼层平面示意图（2F）见图2-4，工业CT所在楼层平面详情示意图（1F）见图2-5。

根据现场调查结果，本项目工业 CT 周围 50m 验收范围内主要是松下家电（中国）有限公司评价中心试验室内各功能用房、杭州松下家用电器有限公司厂房冲压区和办公区、松下工业园厂内道路，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：公司在浙江省杭州市钱塘区松乔街 6 号 3 幢 X1 栋一层评价中心实验室内建设了 1 间 X 射线实验室，配置一台 XSeeker 8000 型工业 CT（最大管电压为 160kV，最大管电流为 1.2mA）对自生产的产品进行无损检测。环评及验收阶段设备规模见表 2-1。

表2-1 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	工业 CT	II类	1 台	XSeeker 8000型	160	1.2	X 射线实验室	固定式探伤
验收规模	工业 CT	II类	1 台	XSeeker 8000型	160	1.2	X 射线实验室	固定式探伤

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（征求意见稿）》（环办便函〔2023〕230号）的规定，本项目无重大变动。

2.1.5 辐射安全与防护设施实际总投资

本次竣工环保验收项目实际总投资约 145 万元，其中辐射安全与防护设施实际总概算 20 万元，辐射安全与防护设施实际总概算占实际总投资约 13.8%。本次

续表二 项目建设情况

竣工环保验收项目辐射安全与防护设施具体环保投资详见表 2-2。

表2-2 辐射安全与防护设施投资一览表

序号	项目	投资金额（万元）
1	实时监控系统、通风设施、电离辐射警告标志等	5
2	个人剂量监测、辐射安全与防护培训、职业健康体检	3
3	便携式 X- γ 剂量率仪、个人剂量报警仪、个人剂量计	5
4	辐射安全管理规章制度及竣工环保验收	7



图2-1 本项目所在位置



图2-2 公司周边环境关系示意图

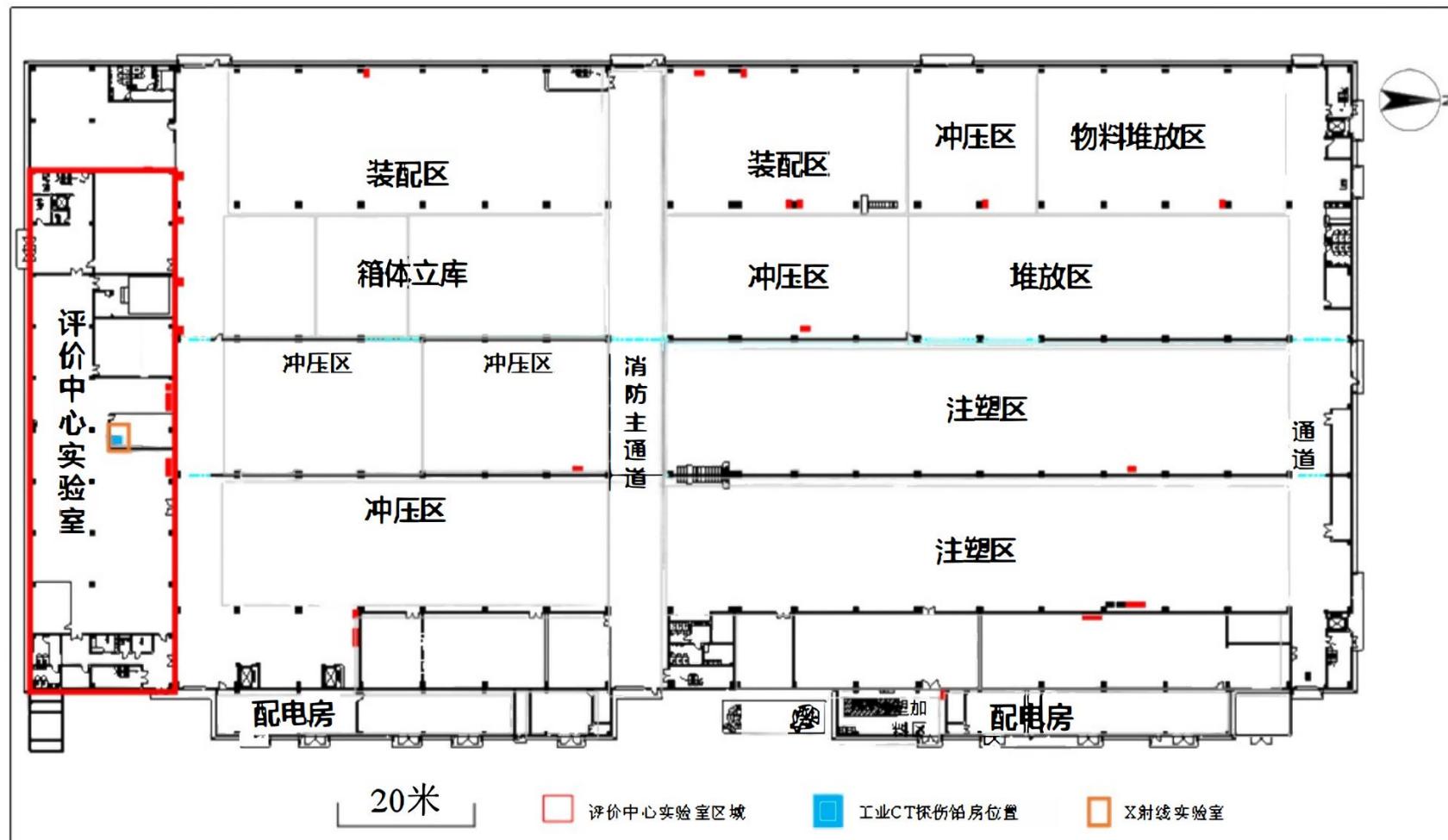


图 2-3 工业 CT 所在楼层平面示意图 (1F)

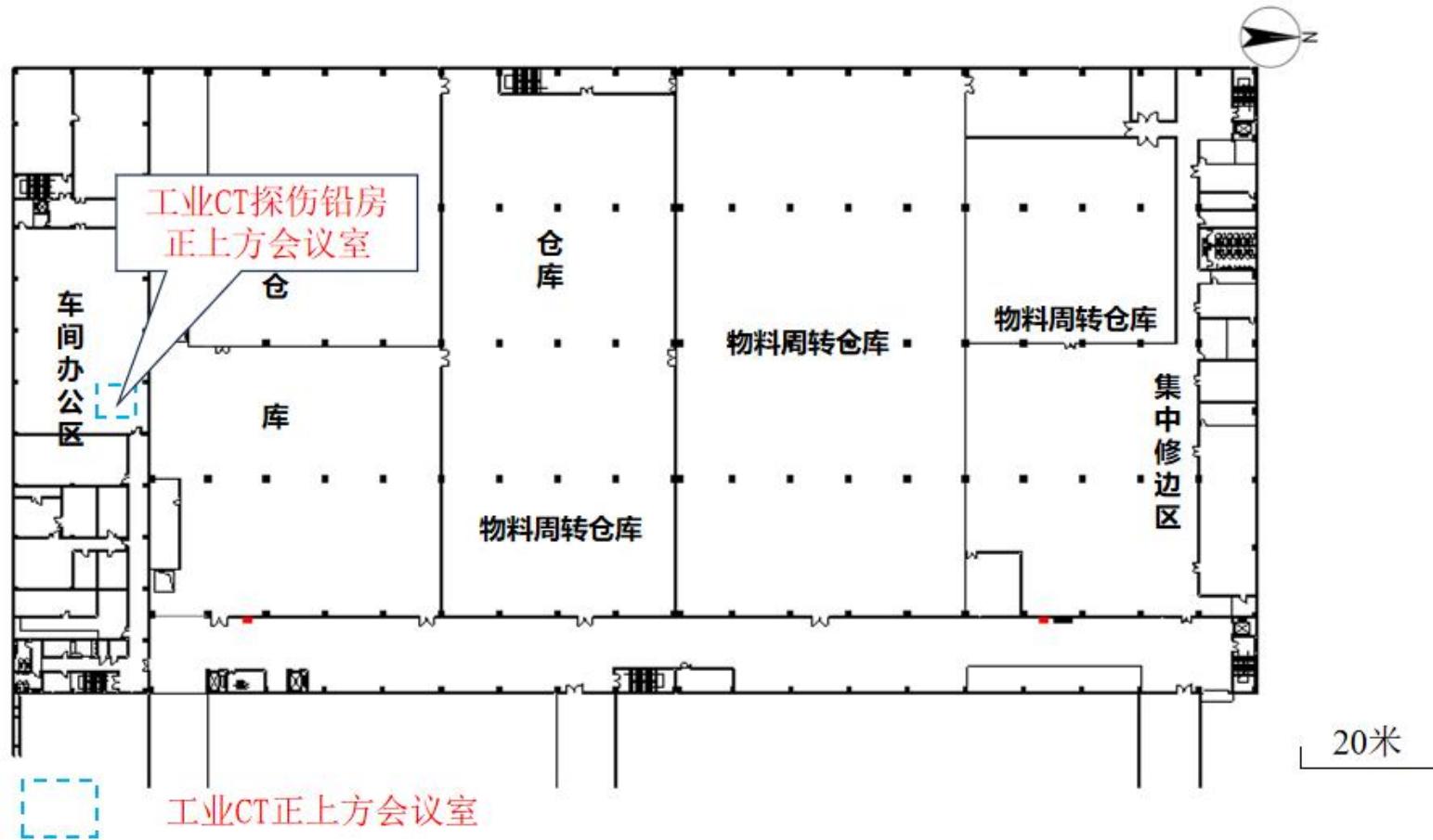


图 2-4 工业 CT 所在正上方楼层平面示意图 (2F)

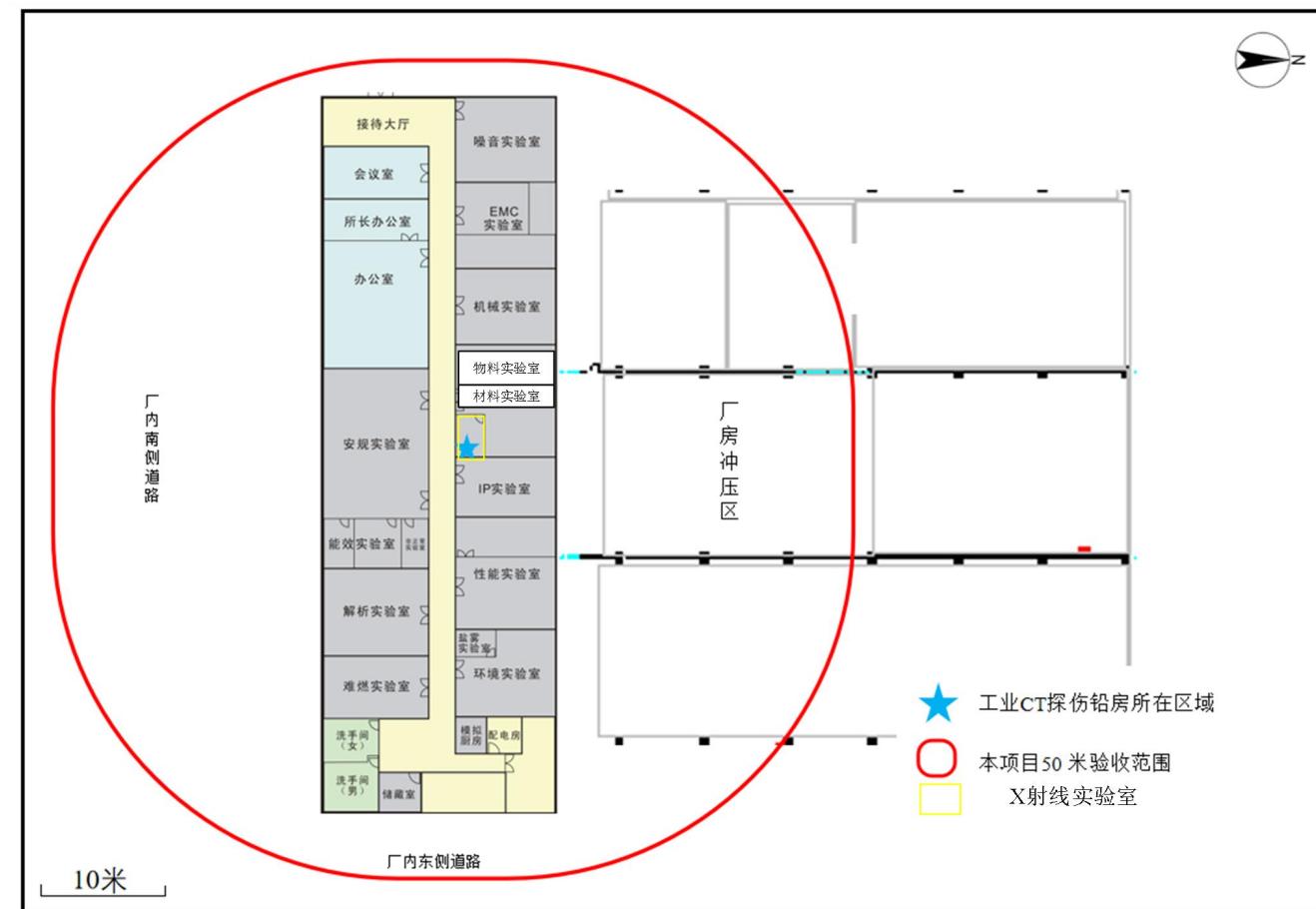


图 2-5 工业 CT 所在楼层平面详情示意图 (1F)

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
工业 CT	XSeeker 8000	II类射线装置	160kV	1.2mA	固定朝南

2.3 工艺设备与工艺分析

2.3.1 设备组成及工作方式

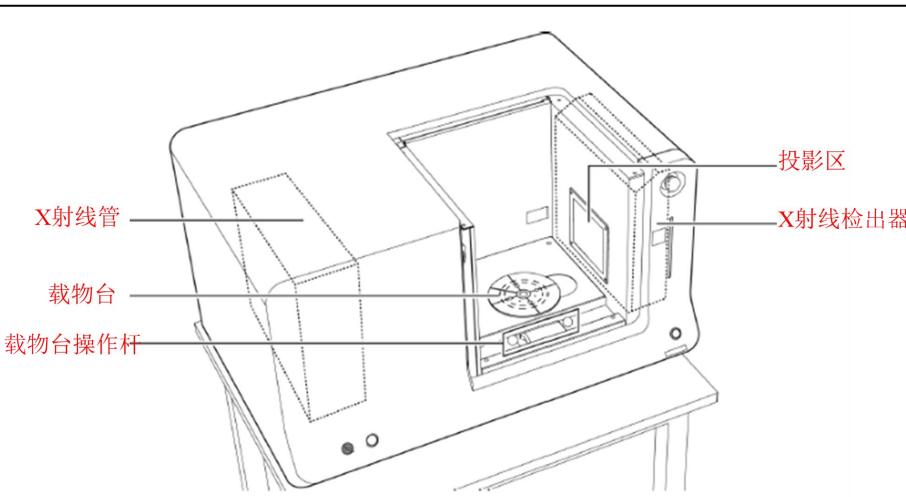
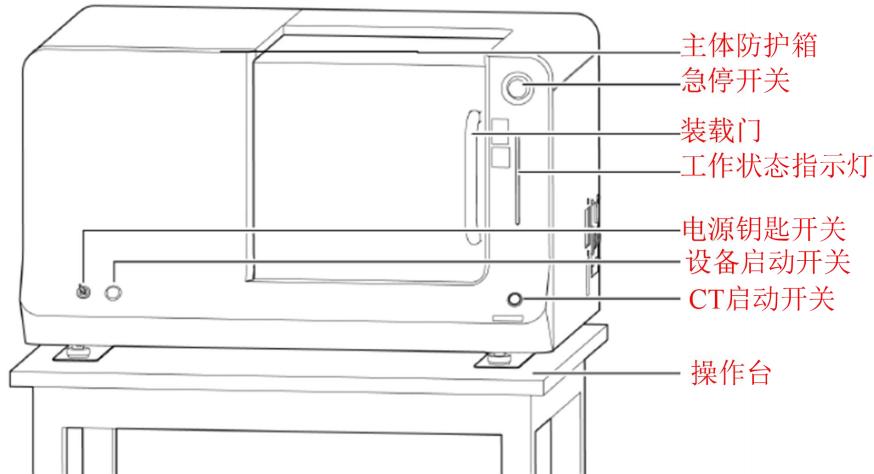
本项目 XSeeker 8000 型 X 射线检测系统为台式 CT，可放在桌面使用，由硬件部分和软件部分组成，硬件部分包括主探伤铅房、X 射线管、探测器、载物台等，软件部分包括控制系统、定位系统和成像系统。本项目工业 CT 外观情况见图 2-6，外观结构情况见图 2-7，设备内部结构见图 2-8。

该设备有用线束固定朝人员正视设备装载门的右侧（南侧）照射。X 射线管和 X 射线检出器固定，载物台水平最大移动距离约 75mm，载物台轴体可进行 360°旋转。设备采用数字成像方式，待检工件放至载物平台上后，X 射线透过待检工件后在 X 射线检出器上成像，以得到可视化的内部结构等信息。根据样品和检测需求，使用断层扫描或者在扫描过程中对样本进行 180°及以上的不同角度成像，通过计算机软件，得到多方位 2D 图像，将每个角度的图像进行重构，可在电脑中得到可分析的 3D 图像。设备采用电动推拉门，由电脑操作系统控制装载门的开合，操作人员将样品通过装载门放入载物台上，关闭装载门后，操作人员位于操作位，用电脑操作系统设置出束参数，设置完成后，用鼠标点击操作系统的出束按钮进行设备出束，X 射线出束期间无需人员干预，人员无需进入设备内部。

续表二 项目建设情况



图 2-6 本项目工业 CT 外观图



续表二 项目建设情况

2.3.2 工作原理

（1）射线装置原理

射线装置通过 X 射线管产生射线，X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，X 射线管示意图如图 2-9 所示。X 射线管阴极是钨制灯丝，它装在聚集杯中，当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击，灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。

从 X 射线管阴极上产生射向金属靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压。X 射线机产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序数、电子流强度和管电压的平方。所以，X 射线机的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子射束大致垂直的方向上通过 X 射线管保护罩上的薄窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

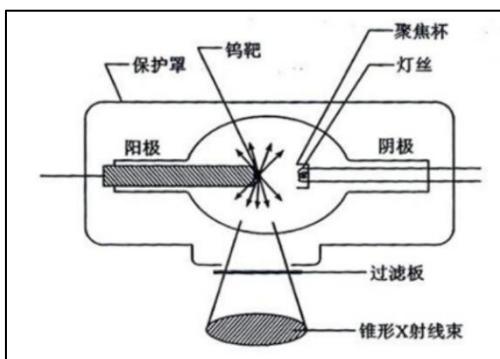


图 2-9 X 射线管示意图

（2）工业 CT 原理

电子计算机断层摄影（Computed tomography，简称CT）是近十年来发展迅速的电子计算机和X射线相结合的一项新颖的诊断新技术。其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法，现代断层成像过程中仅仅采集通过特定剖面（被检测对象的薄层，或称为切片）的投影数据，用来重建该剖面的图像，

续表二 项目建设情况

因此也就从根本上消除了传统断层成像的“焦平面”以外其他结构对感兴趣剖面的干扰，“焦平面”内结构的对比度得到了明显的增强；同时断层图像中图像强度（灰度）数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系，发现被检对象内部辐射密度的微小变化。

工业 CT 一般由射线源、机械扫描系统、探测器系统、计算机系统和屏蔽设施等部分组成，其工作示意图如图 2-10 所示。射线源提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透试件，根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的 CT 图象重建。与射线源紧密相关的准直器用以将射线源发出的锥形射线束处理成扇形射束。机械扫描系统实现 CT 扫描时试件的旋转或平移，以及机械转盘、试件、探测器空间位置的调整。探测器系统用来接收穿过试件的射线信号，经放大和模数转换后送进计算机进行图象重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图象重建、显示及处理等。屏蔽设施用于射线安全防护，一般小型设备自带屏蔽设施。

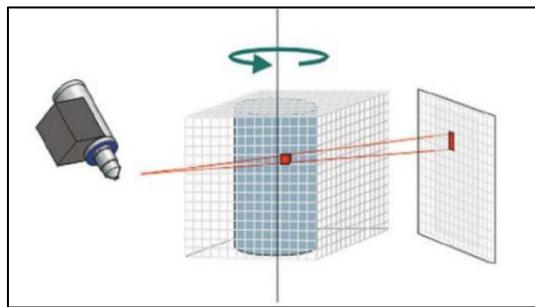


图 2-10 工业 CT 工作示意图

2.3.3 工艺流程及产污环节

本项目主要通过控制电脑上的操作软件完成检测，工作人员依次打开电源开关和钥匙开关，打开防护门，工件由人工运送至载物台上，通过操作台调整各轴位置，根据工件形状，摆放合适位置，使之转一周整个图像可以在显示屏上显示，打开计算机控制、采集分析系统，根据检测所需设置管电压、管电流、出束时间、灵敏度、采集图片等参数设置，装置进入自动采集扫描状态，本项目工件扫描时间大约为5min，期间X射线持续出束，无需干涉，完成数据处理和样品分析，即完成一次探伤。有用线束方向朝南侧。探伤工艺流程及产污环节见图2-11。

续表二 项目建设情况

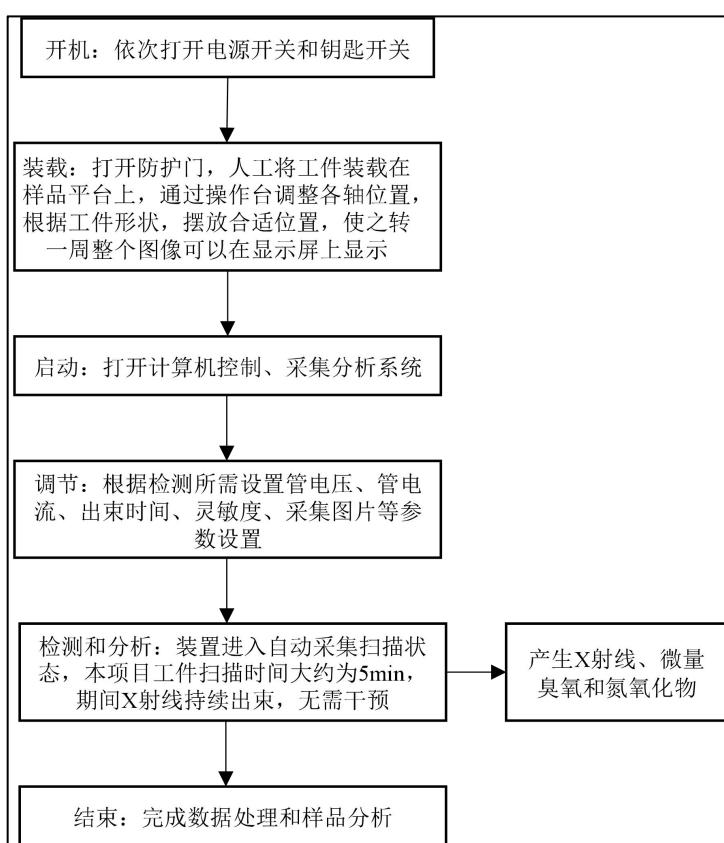


图 2-11 探伤工艺流程及产污环节示意图

2.3.4 污染源

(1) X 射线

根据工业CT的工作原理可知，X射线是随装置的开、关而产生和消失。因此，在开机曝光时间，X射线是本项目的主要污染因子。

本项目使用的工业 CT 只有在开机并处于出束状态（曝光状态）时才会发出 X 射线。因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

(2) 臭氧和氮氧化物

工业 CT 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

公司现有 2 名辐射工作人员，均参加了核技术利用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

松下家电（中国）有限公司辐射工作人员进行探伤作业时，本项目为抽检，单个工件检测曝光时间为 5min，周检测工件 120 件，周曝光时间为 10h，每年工作 250 天（50 周，每周工作 5 天），则年出束时间为 500h。

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

本项目工业 CT 装置位于杭州市钱塘区松乔街 6 号 3 幢 X1 栋一层评价中心实验室室内新建的 X 射线实验室，实验室内配置 1 台工业 CT（含探伤铅房和操作台），探伤铅房放置于桌面固定使用，桌面高度为 0.7m。操作台位于探伤铅房西侧，距探伤铅房 1.0m。

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。

本项目将工业 CT 探伤铅房区域划为控制区，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；将工业 CT 所在 X 射线实验室除控制区外区域划分为监督区，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、探伤铅房辐射安全和防护设施方案布置图见图 3-2。

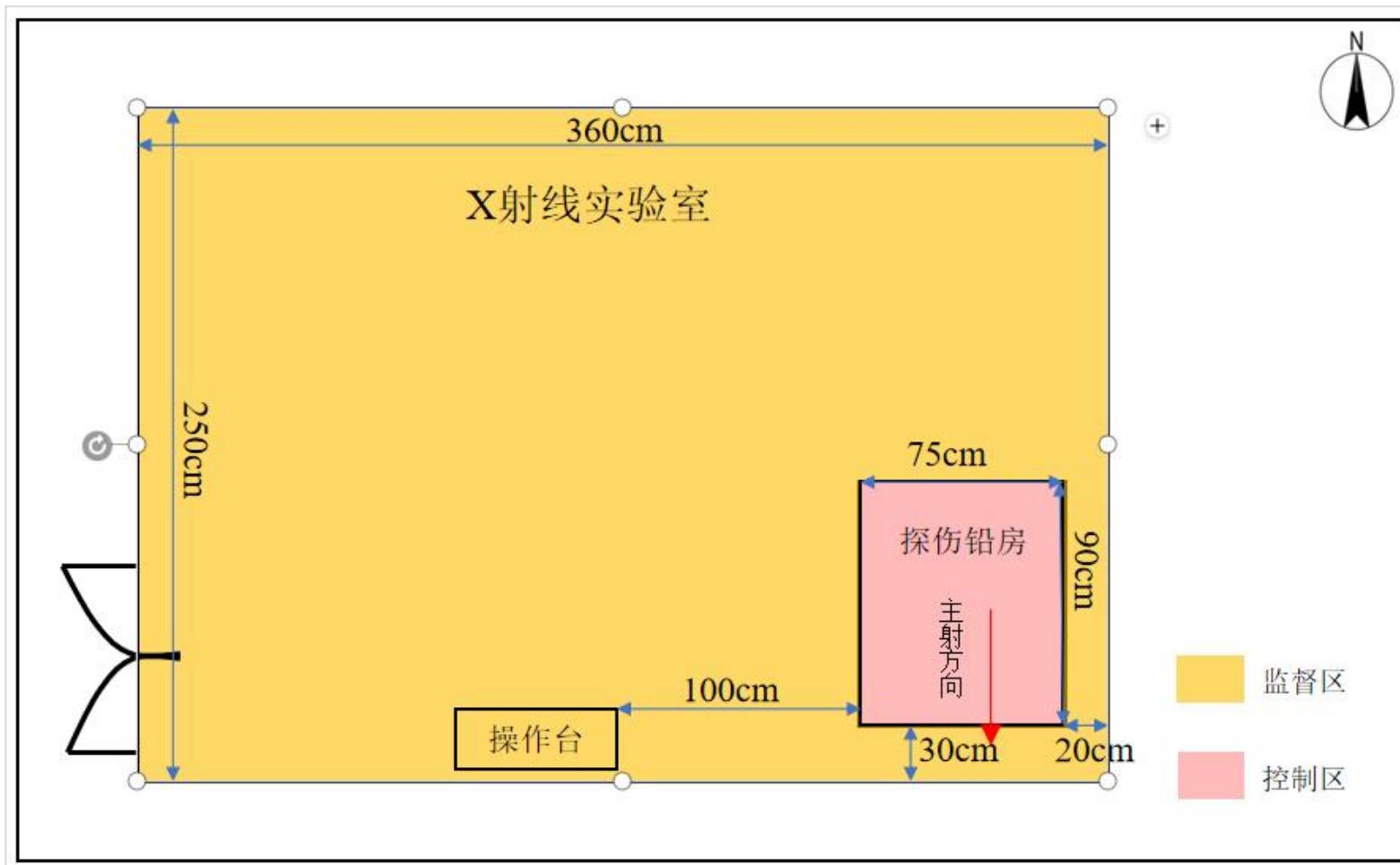


图 3-1 辐射工作场所具体控制区及监督区划分示意图

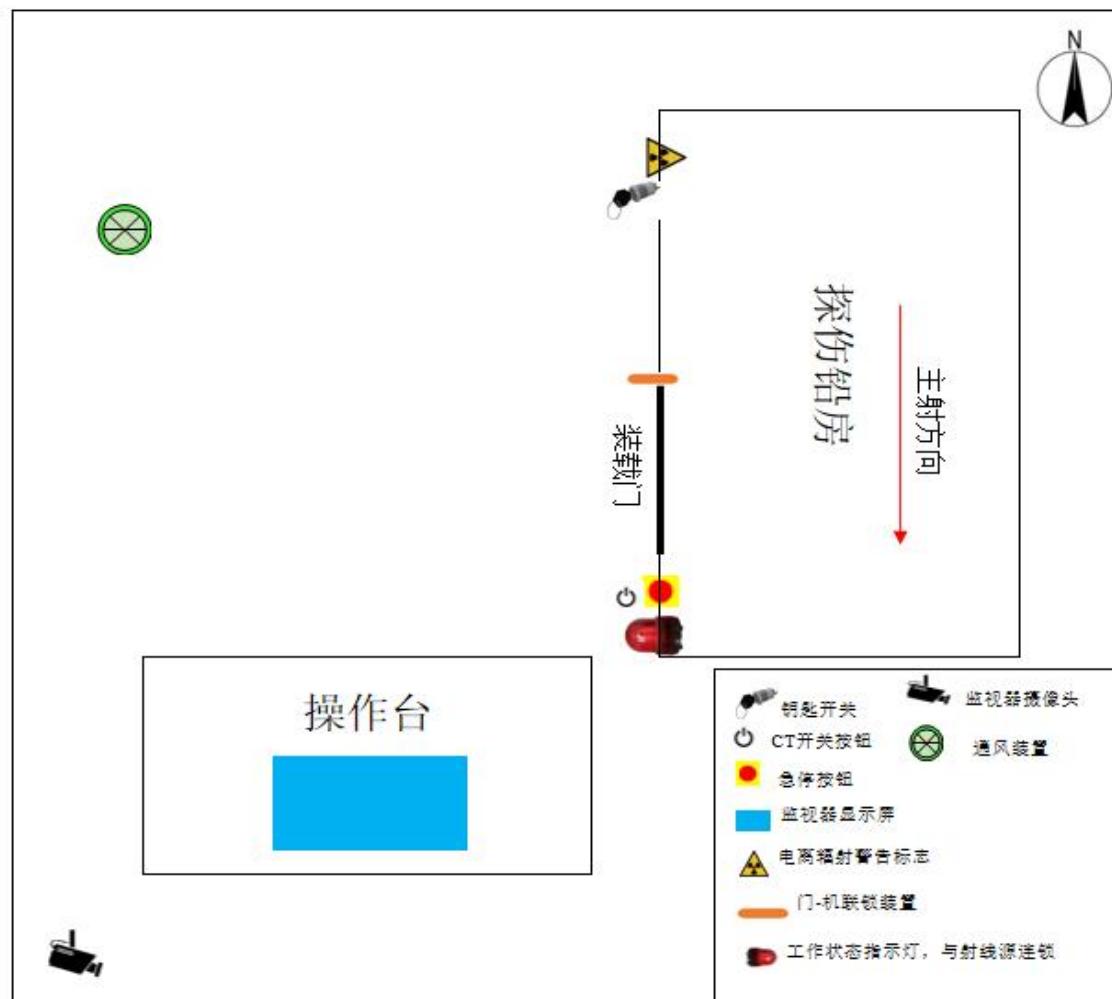


图 3-2 探伤铅房辐射安全和防护设施方案布置

续表三 辐射安全与防护设施/措施

3.2 屏蔽设施建设情况

本项目工业 CT 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：900mm（长）×750mm（宽） ×526mm（高）	外尺寸：900mm（长）×750mm（宽） ×526mm（高）
	内尺寸：893mm（长）×650mm（宽） ×426mm（高）	内尺寸：893mm（长）×650mm（宽） ×426mm（高）
东侧屏蔽体	1.6mm 钢+5mm 铅+1.6mm 钢	1.6mm 钢+5mm 铅+1.6mm 钢
南侧屏蔽体	1.6mm 钢+7mm 铅+1.6mm 钢	1.6mm 钢+7mm 铅+1.6mm 钢
西侧屏蔽体	2mm 钢+5mm 铅+2.3mm 钢	2mm 钢+5mm 铅+2.3mm 钢
北侧屏蔽体	1.6mm 钢+5mm 铅+1.6mm 钢	1.6mm 钢+5mm 铅+1.6mm 钢
顶棚	2.3mm 钢+5mm 铅+3.2mm 钢	2.3mm 钢+5mm 铅+3.2mm 钢
底部	2.3mm 钢+5mm 铅+3.2mm 钢	2.3mm 钢+5mm 铅+3.2mm 钢
装载门 (设于西防护 墙上)	电动双开推拉门，门洞 400mm（宽） ×500mm（高），门体 440mm（宽） ×540mm（高），2mm 钢+5mm 铅 +2.3mm 钢，四周门缝的搭接尺寸约 为 20mm	电动双开推拉门，门洞 400mm（宽） ×500mm（高），门体 440mm（宽） ×540mm（高），2mm 钢+5mm 铅 +2.3mm 钢，四周门缝的搭接尺寸约 为 20mm
电缆孔	探伤铅房南侧底端设置有电缆孔， 穿墙方式：L型，出线口直径为 50mm，采用 3.2mm 钢板+7mm 铅板 防护罩	探伤铅房南侧底端设置有电缆孔，穿 墙方式：L型，出线口直径为 50mm， 采用 3.2mm 钢板+7mm 铅板防护罩

3.3 辐射安全与防护措施

松下家电（中国）有限公司开展工业 CT 装置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
<p>探伤工作场所安全防护措施：</p> <p>（1）探伤铅房放置在桌面固定使用，操作台位于探伤铅房西侧，避开有用线束照射的方向并与探伤铅房分开。工业 CT 南侧屏蔽体按照有用线束考虑，其他三侧、顶棚和底部屏蔽体和装载门均按泄漏辐射和散射辐射考虑。</p> <p>（2）探伤工作场所按 GB18871 的管理要求进行两区划分与两区管理。</p> <p>（3）装载门为电动开启，探伤铅房装载门安装有门机联锁装置，只有在装载门完全关闭时，工业 CT 装置才能出束照射，门打开时立即停止 X 射线照射，关上门时不能自动开始 X 射线照射；设置了电磁锁定机构，X 射线照射过程中无法打开装载门。</p> <p>（4）装载门右侧设有急停按钮、工作状态指示灯和 CT 开始开关，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，工作状态指示灯与 X 射线管联锁。</p> <p>（5）装载门左侧设有系统钥匙开关、操作钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。</p> <p>（6）工业 CT 属于一体化设计和制造的成套设备，设备自带 1 个工作状态指示灯，且与射线源联锁，可起到与有显示“预备”和“照射”状态指示灯一样警示周围公众成员此处正在进行辐射探伤作业的作用，故可不额外安装有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。</p>	<p>已落实</p> <p>（1）工业 CT（含探伤铅房和操作台）位于 X 射线实验室东南方向，探伤铅房放置在桌面固定使用，操作台位于探伤铅房西侧，探伤铅房有用线束仅朝向南侧墙体，已避开有用线束照射的方向。工业 CT 硬件部分包括主探伤铅房、X 射线管、探测器、载物台等，软件部分包括控制系统、定位系统和成像系统。装置带有铅结构自屏蔽体，经检测，工业 CT 探伤铅房辐射防护性能符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的标准要求。</p> <p>（2）公司已按 GB18871 的管理要求对探伤工作场所进行了两区划分与两区管理。将工业 CT 区域划为控制区。将工业 CT 所在 X 射线实验室除控制区外区域划分为监督区。</p> <p>（3）装载门为电动开启，探伤铅房装载门安装有门机联锁装置，只有在装载门完全关闭时，工业 CT 装置才能出束照射，门打开时立即停止 X 射线照射，关上门时不能自动开始 X 射线照射；设置了电磁锁定机构，X 射线照射过程中无法打开装载门。</p> <p>（4）装载门右侧设有急停按钮、工作状态指示灯和 CT 开始开关，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，工作状态指示灯与 X 射线管联锁。</p> <p>（5）装载门左侧设有系统钥匙开关、操作钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。</p> <p>（6）工业 CT 属于一体化设计和制造的成套设备，设备自带 1 个工作状态指示灯，且与射线源联锁，可起到与有显示“预备”和“照射”状态指示灯一样警示周围公众成员此处正在进行辐射探伤作业的作用。</p>

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
<p>(7) 本项目工业 CT 使用的探伤铅房为非典型探伤室，且探伤铅房体积小，人员无法进入，因此，本项目工业 CT 探伤铅房内可不设置摄像头，可不安装固定式场所辐射探测报警装置。探伤铅房所在房间安装一个监控探头。</p> <p>(8) 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。</p> <p>(9) 工业 CT 没有自带机械排风装置，由于工业 CT 探伤铅房体积小，设备每次工作时间短，电离产生的臭氧和氮氧化物浓度低，工件进出装载门时探伤铅房内部气体可与外部充分交换，探伤铅房拟建房间内已设有机械排风装置，能够有效降低室内的臭氧和氮氧化物浓度。</p> <p>(10) 各项辐射环境管理规章制度张贴于操作室墙壁等处。</p> <p>(11) 探伤场所拟配备 1 台携式 X-γ 剂量率仪和 1 台个人剂量报警仪，每名辐射工作人员均配个人剂量计，并定期委托资质单位进行监测。</p> <p>(12) 探伤工作场所内拟设置灭火器材，作为应急物资使用。</p>	<p>(7) 本项目工业 CT 使用的探伤铅房为非典型探伤室，且探伤铅房体积小，人员无法进入，因此，本项目工业 CT 探伤铅房内不设置摄像头，不安装固定式场所辐射探测报警装置。工业 CT 所在房间安装一个监控探头。</p> <p>(8) 工业 CT 设置有符合 GB18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。</p> <p>(9) 工业 CT 没有自带机械排风装置，由于工业 CT 探伤铅房体积小，设备每次工作时间短，电离产生的臭氧和氮氧化物浓度低，工件进出装载门时探伤铅房内部气体可与外部充分交换，工业 CT 所在实验室内已设有机械排风装置，能够有效降低室内的臭氧和氮氧化物浓度。</p> <p>(10) 各项辐射环境管理规章制度张贴于操作室墙壁上。</p> <p>(11) 探伤场所配备有 1 台便携式 X-γ 剂量率仪和 1 台个人剂量报警仪，每名辐射工作人员均配个人剂量计，并定期委托资质单位进行监测。</p> <p>(12) 探伤工作场所设置有灭火器材，作为应急物资使用。</p>

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。

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
<p>(1) 辐射安全管理机构</p> <p>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及相关法律法规的培训和考核。</p>	<p>(1) 辐射安全管理机构</p> <p>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，设立了辐射安全管理小组，明确了管理小组的成员和成员各自的职责内容。</p>

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
<p>(2) 辐射工作人员辐射安全培训、健康管理与剂量监测</p> <p>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。</p> <p>(3) 辐射安全管理制度</p> <p>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。</p> <p>(4) 监测仪器</p> <p>公司拟为辐射工作人员配置1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。</p> <p>(5) 工作场所辐射监测</p> <p>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。</p>	<p>(2) 辐射工作人员辐射安全培训、健康管理与剂量监测</p> <p>公司2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,辐射工作人员培训合格证书见附件6。公司已与杭州市职业病防治院签订个人剂量检测合同,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,个人剂量检验检测报告见附件8。同时2名辐射工作人员已于2024年8月7日和2024年8月13日在杭州市职业病防治院进行了职业健康体检。体检报告见附件7。</p> <p>(3) 辐射安全管理制度</p> <p>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《辐射安全档案管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《岗位职责》、《工业CT机安全操作规程》、《射线装置使用登记和台账管理制度》、《设备检修维护制度》、《个人培训计划、体检及保健制度》和《监测计划》等各项规章制度,并制定了完善的辐射事故应急响应预案。</p> <p>(4) 监测仪器</p> <p>公司配备了1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。</p> <p>(5) 工作场所辐射监测</p> <p>公司承诺委托有资质的单位每年对工业CT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。</p>
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。

续表三 辐射安全与防护设施/措施

3.6 非放射性废物处理设施

（1）臭氧和氮氧化物

本项目工业 CT 在工作状态下会产生辐射，使得工业 CT 铅房内空气电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。由于本项目探伤铅房体积小，设备每次工作时间短，电离产生的臭氧和氮氧化物浓度低，工件进出装载门时探伤铅房内部气体可与外部充分交换，且工业 CT 所在 X 射线实验室内已设有机械排风装置，废气由机械排风装置排出后，臭氧在短时间内可自动分解成氧气，对大气环境基本没有影响。

（2）危险废物

本项目工业 CT 不涉及洗片过程，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

部分环保措施落实情况示意图见图 1~图 10。



图 1 工业 CT 紧急停机按钮



图 2 通风装置

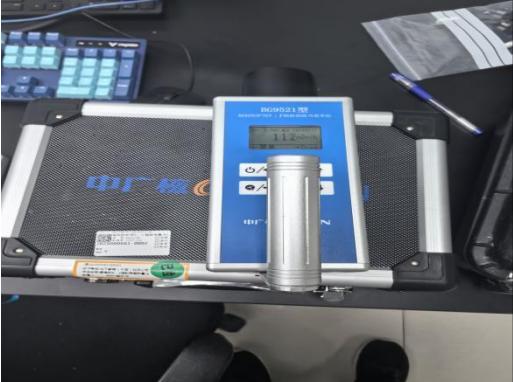


图 3 视频监控探头



图 4 探伤铅房外安全警戒线

续表三 辐射安全与防护设施/措施

	
图 5 规章制度上墙	图 6 便携式 X-γ 剂量率仪
	
图 7 个人剂量报警仪	图 8 个人剂量计
	
图 9 电离辐射警告标志	图 10 防火设备

续表三 辐射安全与防护设施/措施

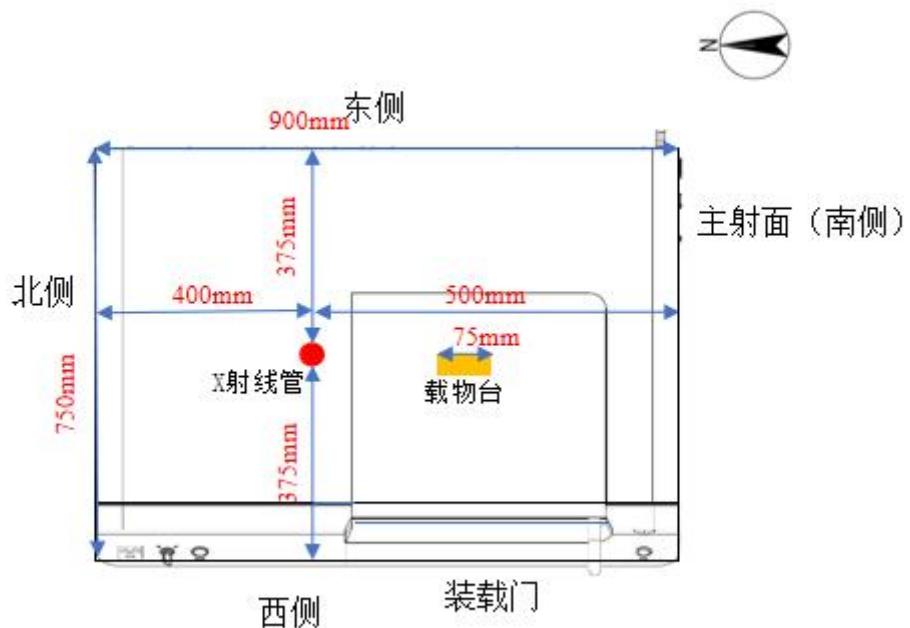


图 3-3 工业 CT 平面布局

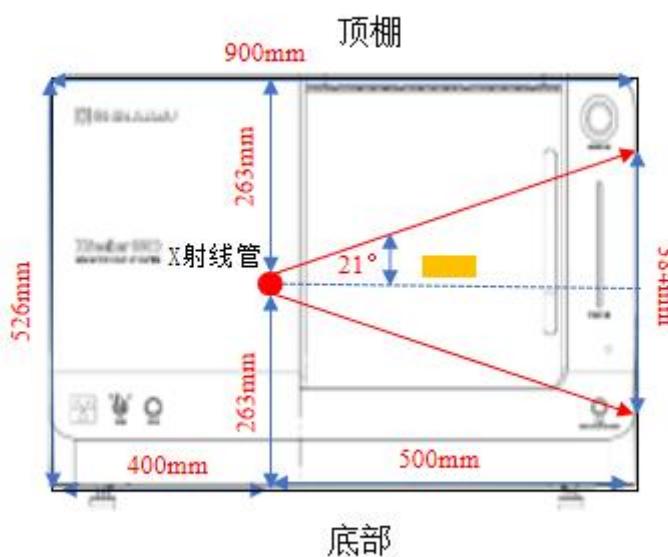


图 3-4 工业 CT 剖面示意图

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《松下家电（中国）有限公司工业 CT 装置应用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

本项目工业 CT 采用设备自带的防护铅房进行实体屏蔽。探伤铅房外尺寸为 900mm（长）×750mm（宽）×526mm（高），南侧（主射束方向）屏蔽体为 3.2mm 钢板+7mm 铅板，东侧和北侧屏蔽体为 3.2mm 钢板+5mm 铅板，西侧屏蔽体和装载门为 4.3mm 钢板+5mm 铅板，顶棚和底部屏蔽体为 5.5mm 钢板+5mm 铅板。探伤铅房装载门已安装有门机联锁装置，并设有工作状态指示灯，与 X 射线联锁；工业 CT 上有系统钥匙开关、电离辐射警告标识和急停按钮；本项目配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪、2 枚个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪。

在落实以上辐射安全措施后，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

建设单位按规定拟成立辐射防护管理领导小组，拟根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定制定一系列辐射安全管理制度。

建设单位拟组织 2 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，考核合格后方能上岗，并拟委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，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（不少于 1 次/年）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。

建设单位在成立辐射防护管理领导小组、建立健全相应的辐射管理制度和操作规程后，能够具备从事辐射活动的能力。本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

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。

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

本项目工业CT在最大工况正常运行时，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 $1.04\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）规定的关注点最高周围剂量当量率参考控制水平。

（2）个人剂量影响预测结论

本项目工业CT运行后所致辐射工作人员受照周有效剂量为 $4.13\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量为 2.07mSv ；所致公众最大受照周有效剂量为 $3.44\times 10^{-1}\mu\text{Sv}$ ，年有效剂量为 $1.72\times 10^{-1}\text{mSv}$ 。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 $\leq 5\text{mSv}/\text{a}$ ；公众成员 $\leq 0.25\text{mSv}/\text{a}$ ），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 $\leq 20\text{mSv}/\text{a}$ ；公众成员 $\leq 1.0\text{mSv}/\text{a}$ ）；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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ”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机械排风装置排出，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

根据国家发展和改革委员会令第7号《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目工业CT的应用属于第一类鼓励类第十四项“机械”第1条“科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0纳米 的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，符合国家产业政策的要求。

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

同时，本项目不属于《杭州市产业发展导向目录与产业平台布局指引（2019 年本）》中限制类和禁止类项目，符合杭州市产业政策要求。

（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

本项目位于浙江省杭州市钱塘区松乔街6号3幢X1栋一层评价中心实验室内新建的X射线实验室，不新增土地。同时，本项目用地性质属于非住宅用地，周围无环境制约因素。本项目工业CT周围50m范围内主要为松下家电（中国）有限公司评价中心试验室内各功能用房、杭州松下家用电器有限公司厂房冲压区和办公区、松下工业园厂内道路。不涉及自然保护区、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健康的辐射影响是可接受的。因此，本项目选址合理可行。

（4）项目可行性

综上所述，本项目选址合理，符合国家产业政策，符合实践正当性原则，符合《杭州市生态环境分区管控动态更新方案》的要求，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

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

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

2025年02月11日，杭州市生态环境局对此项目进行了审批，批复文号为：杭环钱环评批〔2025〕22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《松下家电（中国）有限公司工业CT装置应用项目环境影响报告表》，原则同意本项目《环评报告表》的结论。

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。项目拟在浙江省杭州市钱塘区松乔街6号3幢X1栋一层评价中心实验室内新建的X射线实验室配置一台XSeeker8000型工业CT（最大管电压为160kV，最大管电流为1.2mA），操作台位于工业CT探伤铅房西侧0.5m处。具体射线装置参数详见《环评报告表》。

三、项目须严格落实环评文件中提出的各项污染防治措施、污染物排放标准，环境风险防范措施和环境管理要求，认真执行环保“三同时”制度，项目建成后，依法自行组织完成项目竣工环境保护设施验收。

四、项目的性质、规模、地点、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，应依法重新报批项目环境影响评价文件。自本函印发之日起超过5年方决定该项目开工建设的，其环境影响评价文件应当报生态环境部门重新报批。

五、请按规定及时申领辐射安全许可证，并接受生态环境部门监管管理。

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

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。

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
<p>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。项目拟在浙江省杭州市钱塘区松乔街 6 号 3 棟 X1 栋一层评价中心实验室内新建的 X 射线实验室配置一台 XSeeker8000 型工业 CT（最大管电压为 160kV，最大管电流为 1.2mA），操作台位于工业 CT 探伤铅房西侧 0.5m 处。具体射线装置参数详见《环评报告表》。</p> <p>二、项目须严格落实环评文件中提出的各项污染防治措施、污染物排放标准，环境风险防范措施和环境管理要求，认真执行环保“三同时”制度，项目建成后，依法自行组织完成项目竣工环境保护设施验收。</p> <p>三、项目的性质、规模、地点、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，应依法重新报批项目环境影响评价文件。自本函印发之日起超过 5 年方决定该项目开工建设的，其环境影响评价文件应当报生态环境部门重新报批。</p> <p>四、请按规定及时申领辐射安全许可证，并接受生态环境部门监管管理。</p>	<p>已落实。</p> <p>一、公司已在浙江省杭州市钱塘区松乔街 6 号 3 棟 X1 栋一层评价中心实验室内新建了 X 射线实验室，购置了一台 XSeeker8000 型工业 CT（最大管电压为 160kV，最大管电流为 1.2mA），操作台位于工业 CT 探伤铅房西侧 1m 处。</p> <p>二、公司严格按照《环评报告表》提出的要求建设和运行，探伤铅房装载门处已安装有门机联锁装置，并设有工作状态指示灯，与 X 射线联锁；装载门左侧有系统钥匙开关、电离辐射警告标识和急停按钮，配备 1 台便携式 X-γ 剂量率仪、2 枚个人剂量计和 1 台个人剂量报警仪。经检测，探伤铅房周围辐射剂量当量率满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）标准要求。公司已成立了辐射安全管理小组，明确了管理小组的成员和成员各自的职责内容；制定了《辐射安全档案管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《岗位职责》、《工业 CT 机安全操作规程》、《射线装置使用登记和台账管理制度》、《设备检修维护制度》、《个人培训计划、体检及保健制度》和《监测计划》等各项规章制度，并制定了完善的辐射事故应急响应预案。本项目严格执行环保“三同时”制度。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。</p> <p>三、本项目按环评文件及批复要求进行建设，未发生重大变动。</p> <p>四、本项目已于 2025 年 03 月 11 日取得辐射安全许可证，证书编号为：浙环辐证 [A5692]，种类范围：使用 II 类射线装置，有效期至 2030 年 03 月 10 日。</p>

表五 验收监测质量保证和质量控制

5.1 监测单位

2025 年 3 月 24 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松下家电（中国）有限公司工业 CT 工作场所进行监测，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

为掌握松下家电（中国）有限公司在工业 CT（X 射线检测系统）探伤作业时周围环境辐射水平，浙江亿达检测技术有限公司验收监测人员于 2025 年 3 月 24 日对松下家电（中国）有限公司工业 CT 的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 射线检测系统（工业 CT）及 X 射线实验室周围等位置进行了布点检测，监测布点见图 6-1~图 6-3。

6.3 监测仪器

监测仪器参数及检定情况见表 6-1。

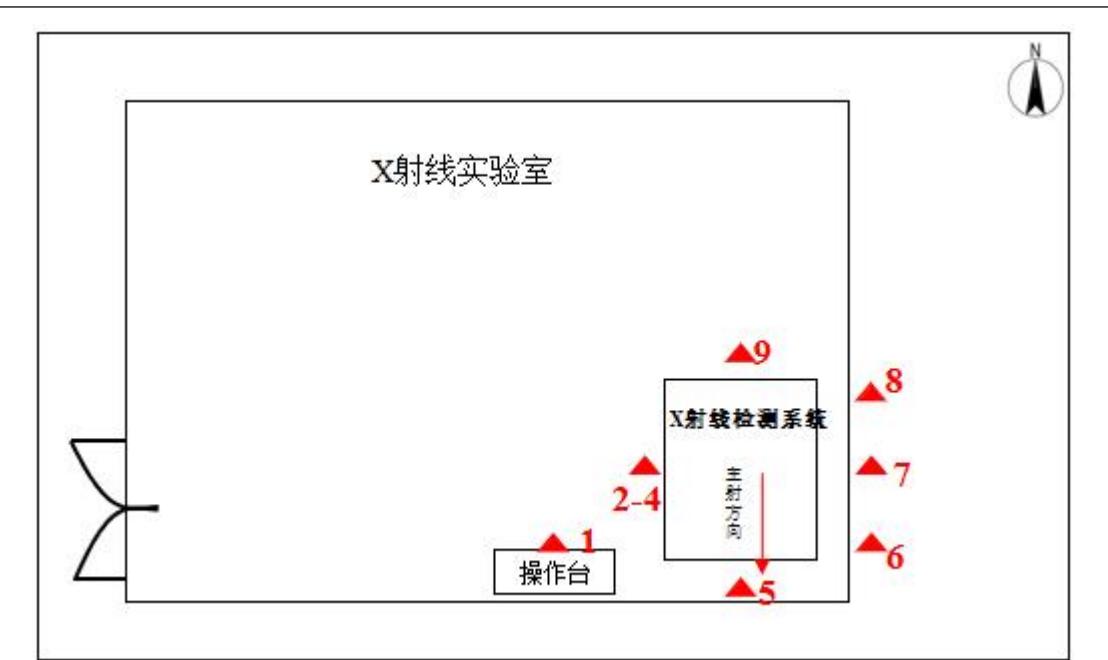
表 6-1 监测仪器参数及检定情况

检测仪器	X、 γ 辐射周围剂量当量率仪
仪器型号/编号	6150 AD 6/H+6150 AD-b/H/165455+167510
生产厂家	Automess
量程	内置探头：0.05 μ Sv/h~99.99 μ Sv/h 外置探头：0.01 μ Sv/h~10mSv/h
能量范围	内置探头：20keV-7MeV $\leq\pm30\%$ 外置探头：60keV-1.3MeV $\leq\pm30\%$
检定证书编号	2025H21-20-5773017001
检定证书有效期	2025 年 02 月 28 日~2026 年 02 月 27 日
检定单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
校准因子 C _f	150kV：1.15，1 μ Sv/h：1.06

6.4 监测时间

监测时间：2025 年 3 月 24 日；天气：晴；相对湿度：46%；温度：28°C。

续表六 验收监测内容



▲检测点位

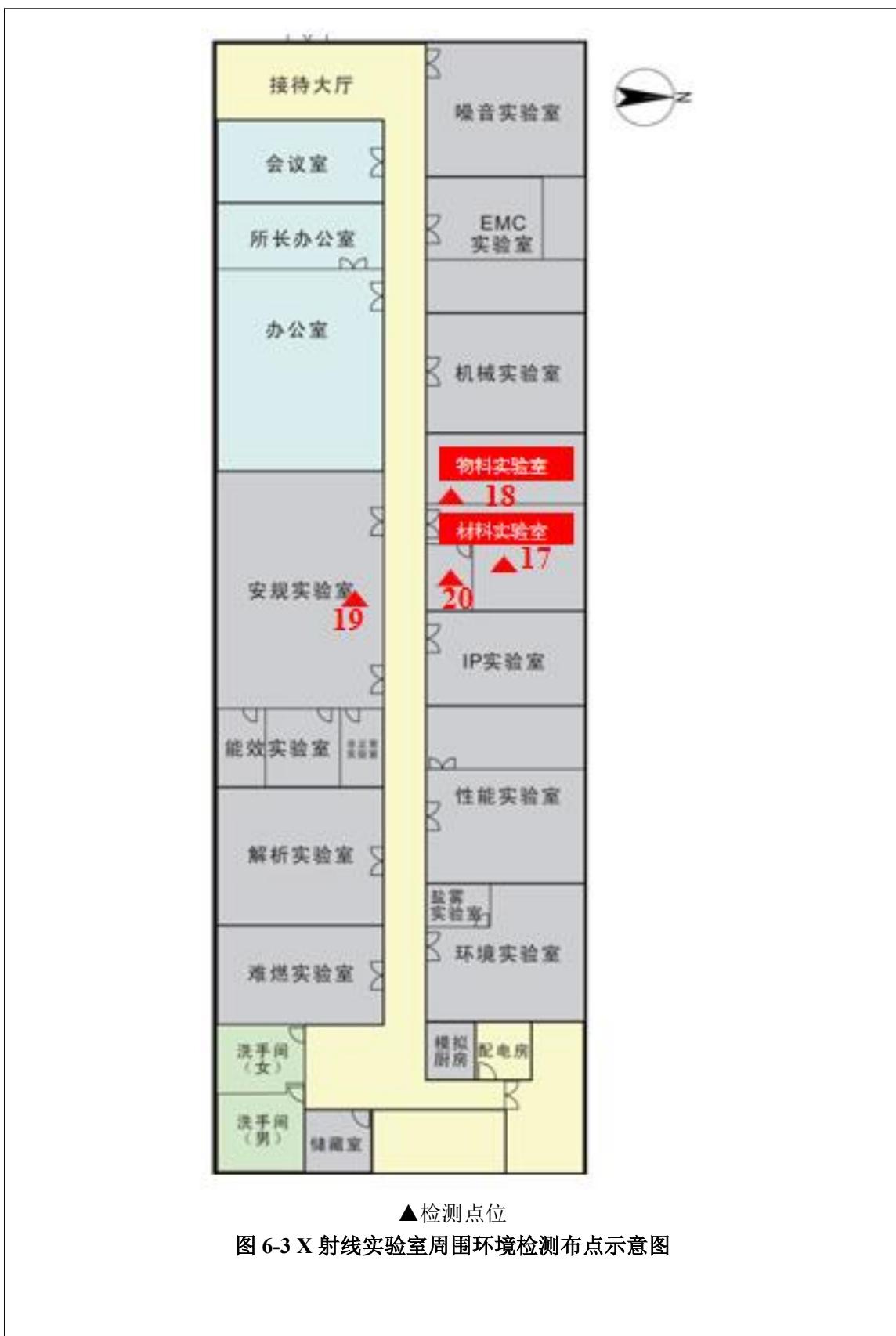
图 6-1 X 射线检测系统周围检测点位示意图 (1)



▲检测点位

图 6-2 X 射线检测系统周围检测点位示意图 (2)

续表六 验收监测内容



▲检测点位
图 6-3 X 射线实验室周围环境检测布点示意图

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 2025 年 3 月 24 日对工业 CT 周围辐射水平进行监测，验收检测时工业 CT 管电压和管电流为企业进行探伤作业时的最大运行工况，工业 CT 型号、监测工况及出束方向见表 7-1。

表 7-1 X 射线检测系统（工业 CT）型号、监测工况及出束方向

型号	额定管电压/管电流	验收时管电压/管电流	出束方向
XSeeker 8000 型工业 CT	160kV, 1.2mA	160kV, 1.2mA	主射线方向固定朝南；检测时无工件

7.2 验收监测结果

由表 7-2 监测结果可知：工业 CT 未运行时，操作位周围剂量当量率为 144nSv/h，工业 CT 四周屏蔽体、防护门门缝、顶棚和底部周围剂量当量率在 120~143nSv/h 之间，X 射线实验室四周环境周围剂量当量率在 129~151nSv/h 之间；工业 CT 机运行时，操作位周围剂量当量率为 166nSv/h，工业 CT 四周屏蔽体、防护门门缝、顶棚和底部周围剂量当量率在 138~163nSv/h 之间，X 射线实验室四周环境周围剂量当量率在 153~182nSv/h 之间。

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定，工业 CT 屏蔽体、防护门、底部和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 2.5 μ Sv/h。工业 CT 探伤铅房辐射防护性能符合《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 射线检测系统（工业 CT）及 X 射线实验室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 (nSv/h)	
		开机状态	关机状态
▲1	操作位	166	144
▲2	X 射线检测系统西侧屏蔽体外表面（左侧）30cm	148	120
▲3	X 射线检测系统西侧屏蔽体外表面（中侧）30cm	156	128
▲4	X 射线检测系统西侧屏蔽体外表面（右侧）30cm	163	129
▲5	X 射线检测系统南侧屏蔽体外表面 30cm	158	140
▲6	X 射线实验室东侧墙体外表面（左侧）30cm	153	129
▲7	X 射线实验室东侧墙体外表面（中部）30cm	158	136
▲8	X 射线实验室东侧墙体外表面（右侧）30cm	153	142
▲9	X 射线检测系统北侧屏蔽体外表面 30cm	144	135
▲10	X 射线检测系统装载门外表面 30cm	143	135
▲11	X 射线检测系统装载门外表面（左侧门缝）30cm	138	129
▲12	X 射线检测系统装载门外表面（下部门缝）30cm	140	135
▲13	X 射线检测系统装载门外表面（右侧门缝）30cm	150	128
▲14	X 射线检测系统装载门外表面（上部门缝）30cm	144	128
▲15	X 射线检测系统顶棚 30cm	141	121
▲16	X 射线检测系统底部 30cm	154	143
▲17	X 射线实验室北侧材料实验室	160	147
▲18	X 射线实验室西侧物料实验室	167	151
▲19	X 射线实验室南侧安规实验室	182	146
▲20	X 射线实验室正上方会议室	154	141

注：1、以上检测结果均未扣宇宙射线响应值。

2、X 射线检测系统（工业 CT）曝光时间大于检测仪器响应时间，未进行响应时间修正。

3、X 射线检测系统位于 3 幢 X1 栋一层评价中心实验室内 X 射线实验室，正上方为会议室，下方无建筑，点位描述中的“左、中、右”以面向 X 射线检测系统的朝向为参考方位。

4、X 射线检测系统东侧屏蔽体外表面 30cm 无检测条件。

续表七 验收监测

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， $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

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

松下家电（中国）有限公司配备 2 名辐射工作人员，对公司自生产的产品进行无损检测，检测为抽检，单个工件检测曝光时间约为 5min，周检测工件 120 件，周曝光时间为 10h，每年工作 250 天（50 周，每周工作 5 天），则年出束时间为 500h。

根据监测结果可知：探伤操作时，操作位周围剂量当量率为 $166\text{nSv}/\text{h}$ ，该点处辐射剂量增量为 $22\text{nSv}/\text{h}$ 。经估算可知，辐射工作人员年有效剂量为 $1.1 \times 10^{-2}\text{mSv}$ ，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 射线检测系统（工业 CT）50m 范围内主要为松下家电（中国）有限公司评价中心试验室内各功能用房、杭州松下家用电器有限公司厂房冲压区和办公区、松下工业园厂内道路，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 X 射线检测系统（工业 CT）所在场所 X 射线实验室。本项目年出束时间为 500h，公众人员居留因子取 1。

由表 7-2 可知，X 射线检测系统（工业 CT）周围 50m 范围内辐射剂量最大增量为 $36\text{nSv}/\text{h}$ 。经估算可知，公众人员年有效剂量为 $1.8 \times 10^{-2}\text{mSv}$ ，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》（GB18871-2002）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

松下家电（中国）有限公司工业 CT 装置应用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：工业 CT 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 $1.1 \times 10^{-2} \text{ mSv}$ ，小于职业工作人员 5 mSv/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 $1.8 \times 10^{-2} \text{ mSv}$ ，保守估算结果表明公众附加剂量低于 0.25 mSv 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 XSeeker 8000 型工业 CT，依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，申领取得了辐射安全许可证。

（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；落实了本单位工业 CT 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）松下家电（中国）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，松下家电（中国）有限公司工业 CT 装置应用项目符合《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。