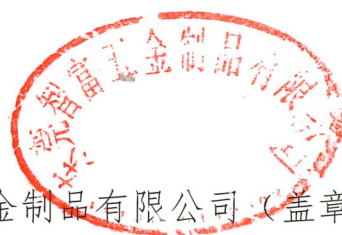


报告编号: LBHJ-2026-DLYS006

东莞智富五金制品有限公司  
使用工业 CT 项目  
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位: 东莞智富五金制品有限公司 (盖章)



编制单位: 广州乐邦环境科技有限公司 (盖章)



2026 年 4 月

建设单位法人代表: [Redacted] (签字)

编制单位法人代表: [Redacted] (签字)

项目负责人: 陈云杰

填表人: 陈云杰 姜雅婷

|      |                     |      |                           |
|------|---------------------|------|---------------------------|
| 建设单位 | 东莞富五金制品有限公司<br>(盖章) | 编制单位 | 广州乐邦环境科技有限公司<br>(盖章)      |
| 电话   | [Redacted]          | 电话   | 020-36298502              |
| 传真   | /                   | 传真   | /                         |
| 邮编   | 523710              | 邮编   | 511436                    |
| 地址   | 东莞市塘厦镇沙湖大岭边路<br>5号  | 地址   | 广州市番禺区新造镇和平路<br>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 .....                   | 4  |
| 表三   | 辐射安全与防护设施/措施 .....             | 16 |
| 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 ..... | 34 |
| 表五   | 验收监测质量保证及质量控制 .....            | 36 |
| 表六   | 环境监测内容 .....                   | 38 |
| 表七   | 验收监测 .....                     | 42 |
| 表八   | 验收监测结论 .....                   | 46 |
| 附件 1 | 环评批复文件 .....                   | 48 |
| 附件 2 | 辐射安全许可证 .....                  | 52 |
| 附件 3 | 辐射安全与防护培训合格证 .....             | 55 |
| 附件 4 | 辐射安全管理相关制度 .....               | 58 |
| 附件 5 | 检测报告 .....                     | 75 |
|      | 建设项目环境保护“三同时”竣工验收登记表 .....     | 82 |

表一 项目基本情况

|                 |                                                                                                                   |                                                                                                |  |               |    |                                          |       |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------|----|------------------------------------------|-------|
| 建设项目名称          |                                                                                                                   | 东莞智富五金制品有限公司使用工业 CT 项目                                                                         |  |               |    |                                          |       |
| 建设单位名称          |                                                                                                                   | 东莞智富五金制品有限公司                                                                                   |  |               |    |                                          |       |
| 建设项目性质          |                                                                                                                   | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 |  |               |    |                                          |       |
| 建设地点            |                                                                                                                   | 东莞市塘厦镇沙湖大岭边路 5 号                                                                               |  |               |    |                                          |       |
| 源项              |                                                                                                                   | 放射源                                                                                            |  | /             |    |                                          |       |
|                 |                                                                                                                   | 非密封放射性物质                                                                                       |  | /             |    |                                          |       |
|                 |                                                                                                                   | 射线装置                                                                                           |  | 使用 1 台II类射线装置 |    |                                          |       |
| 建设项目环评批复时间      |                                                                                                                   | 2025 年 12 月 22 日                                                                               |  | 开工建设时间        |    | 2025 年 12 月 24 日                         |       |
| 取得辐射安全许可证时间     |                                                                                                                   | 2026 年 3 月 26 日                                                                                |  | 项目投入运行时间      |    | 2026 年 3 月 30 日                          |       |
| 辐射安全与防护设施投入运行时间 |                                                                                                                   | 2026 年 3 月 30 日                                                                                |  | 验收现场监测时间      |    | 2026 年 4 月 2 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   |                                                                                                                   | Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH                                                       |  | 辐射安全与防护实施施工单位 |    | Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH |       |
| 投资总概算（万元）       | 400                                                                                                               | 辐射安全与防护设施投资总概算（万元）                                                                             |  |               | 15 | 比例                                       | 3.75% |
| 实际总概算（万元）       | 400                                                                                                               | 辐射安全与防护设施实际总概算（万元）                                                                             |  |               | 15 | 比例                                       | 3.75% |
| 验收依据            | 一、法规文件<br>（1）《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令 第 9 号，2014 年，2015 年 1 月 1 日施行）；<br>（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>(3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2005 年 1 月 1 日国务院令第 449 号公布, 2019 年 3 月 2 日国务院令第 709 号修订)</p> <p>(4) 《生态环境监测条例》(国务院令第 820 号)</p> <p>(5) 《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>(6) 《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>(7) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;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(2025 试行)》环办辐射函(2025) 313 号)</p> <p>二、技术标准</p> <p>(1) HJ1326-2023 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(2024-02-01 施行)</p> <p>(2) GB18871—2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(2003-04-01 实施)</p> <p>(3) HJ61-2021 《辐射环境监测技术规范》(2021-05-01 实施)</p> <p>(4) HJ1157-2021 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(2021-05-01 实施)</p> <p>(5) GB8999-2021 《电离辐射监测质量保证通用要求》(2021-08-01 实施)</p> <p>(6) GBZ117—2022 《工业探伤放射防护标准》(2023-03-01 实施)</p> <p>三、其他</p> <p>(1) 《东莞智富五金制品有限公司使用工业 CT 项目环境影响报告表》(报告编号: LBHJ-2025-DLHP023, 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东莞智富五金制品有限公司使用工业</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | CT 项目环境影响报告表的批复》（粤环审[2025]248 号，2025 年 12 月 22 日）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 验收执行标准 | <p>（1）剂量约束</p> <p>本项目环境影响报告表（报告编号：LBHJ-2025-DLHP023）根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）的相关要求，确定了辐射工作人员和公众的剂量约束值。目前该两项标准均现行有效，因此以环境影响报告表确定的评价标准作为本次验收标准：辐射工作人员的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）不超过 20 mSv；公众的年有效剂量不超过 1 mSv。取有效剂量的四分之一作为相关人员年有效剂量约束值：即辐射工作人员年有效剂量约束值为 5 mSv/a，公众年有效剂量约束值为 0.25 mSv/a。</p> <p>（2）屏蔽体外辐射水平</p> <p>本项目环境影响报告表（报告编号：LBHJ-2025-DLHP023）根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）的相关要求，确定了周围剂量当量率控制水平。目前该项标准现行有效，因此以环境影响报告表确定的评价标准作为本次验收标准：工业 CT 自带屏蔽体表面外 30 cm 处周围剂量当量率控制水平为 2.5 μSv/h。</p> <p>（3）辐射安全与防护设施</p> <p>根据环评文件和批复文件以及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117—2022）的要求，对本次验收项目的各项辐射安全措施与防护设施进行验收。</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

东莞智富五金制品有限公司（以下简称“建设单位”）成立于 1993 年 3 月，注册地址为东莞市塘厦镇沙湖大岭边路 5 号，属港澳台独资企业，厂房建筑面积有 12.5 万平方米，分为 A、B 厂区，均属自有厂房，现有员工 2000 余人。

建设单位主要开展五金制品制造业务，生产的产品包括电器外壳、电脑电器散热器、音响配件铝面板、铝制五金配件、散热模组、太阳能设备电脑电器周边配件等。

本次验收项目位于东莞市塘厦镇沙湖大岭边路 5 号 B 厂区西南侧连廊首层，地理位置见图 2-1。



图 2-1 验收项目地理位置图

2.1.2 本次验收项目相关的环保手续概况

2025 年，建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司编制了《东莞智富五金制品有限公司使用工业 CT 项目环境影响报告表》（报告编号：LBHJ-2025-DLHP023），报

告评价的主要内容为在 B 厂区西南侧连廊首层设置一间 CT 测试房（仅为物理隔离功能，不涉及辐射防护），并在该 CT 测试房内安装使用 1 台工业 X 射线 CT 装置用于自产五金制品的无损检测。该装置型号为 METROTOM 1500 225 G3，最大管电压 225 千伏，最大管电流 3 毫安，设备自带屏蔽体，属于Ⅱ类射线装置。该报告于 2025 年 12 月 22 日取得了环评批复，批复文号为粤环审[2025]248 号（详见附件 1）。随后建设单位开始安装设备，建设单位在完成了整个安装流程后向广东省生态环境厅申请了辐射安全许可证，于 2026 年 3 月 26 日取得辐射安全许可证，证书编号为粤环辐证[05323]，许可的种类和范围为使用Ⅱ类射线装置（详见附件 2）。

建设单位于 2026 年 4 月正式委托广州乐邦环境科技有限公司承担本项目的竣工环境保护验收监测工作。

2.1.3 工程建设情况

本次验收项目位于东莞市塘厦镇沙湖大岭边路 5 号 B 厂区西南侧连廊首层 CT 测试房内。

验收项目周边 50 m 范围为建设单位厂区内厂房和道路，铭佳工业园内厂房，商铺新味酒楼，沙湖德福路等场所，如图 2-2 所示。本项目所在连廊为五层建筑，工业 CT 使用位置东北侧约 6.5 m 为建设单位厂房二；东侧约 16 m 为建设单位宿舍，约 36 m 为商铺新味酒楼；东南侧约 38 m 为建设单位厂区边界，边界外为沙湖德福路，东南侧约 40 m 为新德苑厂区出入口；西南侧隔着通道为建设单位厂区边界，边界外为铭佳工业园新德苑厂区，西北侧约 2.4 m 为危废仓库，约 33 m 为 A、B 厂区之间通道，约 52 m 为建设单位 A 厂区；上层为治具库、露台，所在建筑没有地下层。CT 测试房东北侧大门为设备进出门，该门日常状态下关闭，相关人员从操作室门进出

验收项目四至图如图 2-3 所示，工业 CT 使用位置东北侧 1.49 m 内为 CT 测试房，1.49 m 外为建设单位厂区内通道；东南侧 1 m 内为 CT 测试房，1 m 外为预留仓库；西南侧 0.5 m 内为 CT 测试房，CT 测试房外隔着 0.8 m 通道为铭佳工业园厂房；西北侧 0.15 m 内为 CT 测试房，0.15 m 外为 CT 操作室。

表 2-1 CT 测试房相邻环境状况环评规划与实际对照

| 使用位置   | 东北侧 | 东南侧  | 西南侧 | 西北侧 | 上层     | 下层 | 备注   |
|--------|-----|------|-----|-----|--------|----|------|
| CT 测试房 | 通道  | 预留仓库 | 通道  | 通道  | 治具库、露台 | 无  | 环评规划 |
| CT 测试房 | 通道  | 预留仓库 | 通道  | 通道  | 治具库、露台 | 无  | 实际建设 |

通过现场调查并与环评文件对照，验收项目实际建设地点与环评阶段一致，保护目标情况均与环评阶段一致，不涉及重大变动。





图 2-2 验收项目与周围环境关系图 (50m)

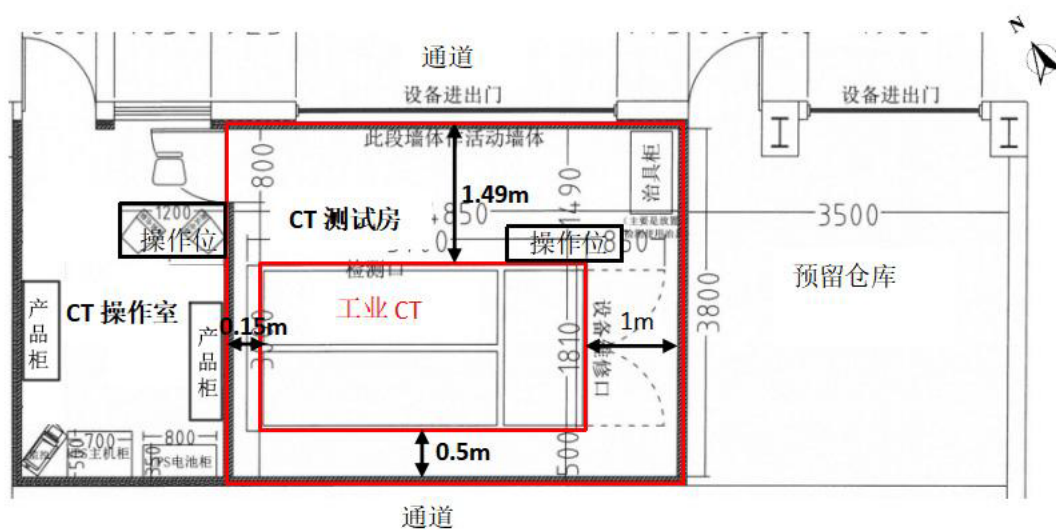


图 2-3 验收项目四至图

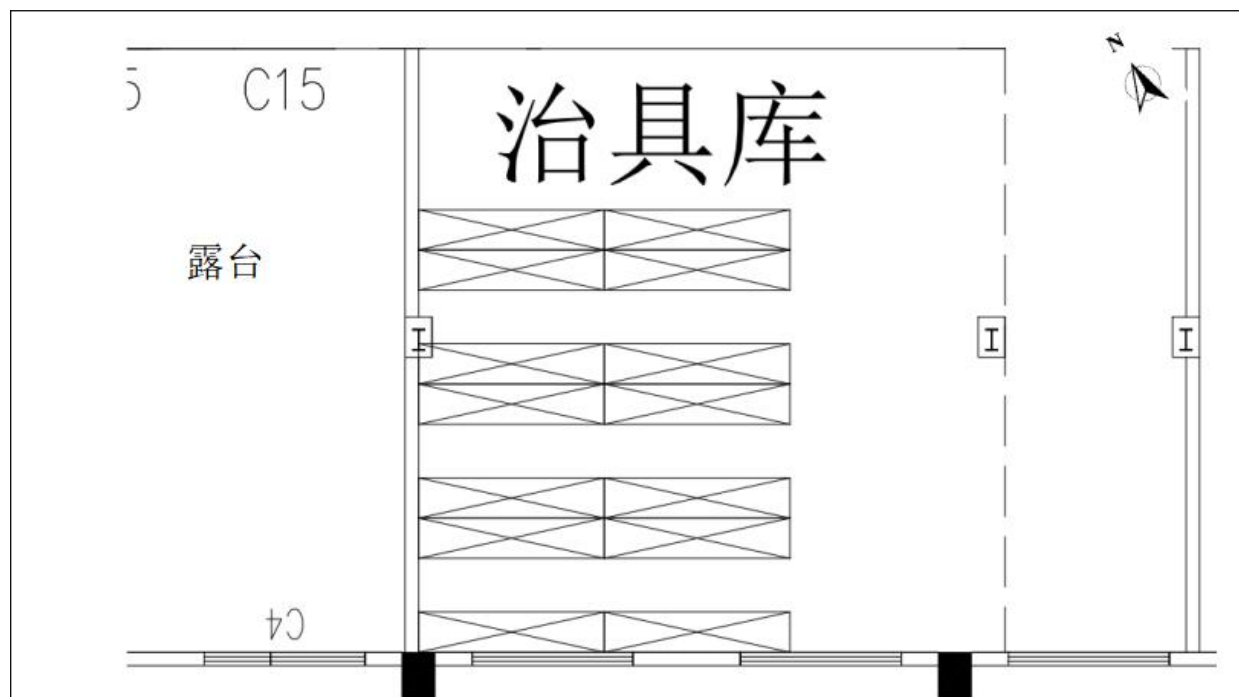
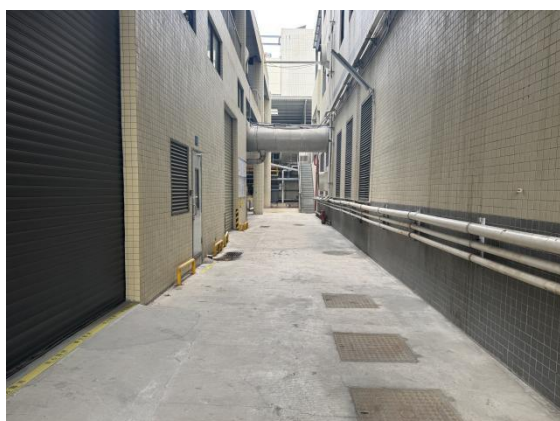


图 2-4 CT 测试房上层平面布局图



东北侧过道



东南侧过道



东南侧过道



东南侧厂区门口



上层治具库



东南侧预留仓库



东侧商铺新味酒楼



西侧厂房内通道

图 2-5 验收项目工作场所周边环境现状图

## 2.1.4 环境保护目标情况

本项目所涉及的环境保护目标均与环评阶段一致，主要涉及的范围为操作位的辐射工作人员、厂房内其他工作区域的工作人员以及厂区内外道路的流动人员。

表 2-2 验收范围内保护目标分布情况

| 位置     | 与工业 CT 外表面最近距离 | 人员类别   | 居留情况（居留因子） | 人数     | 剂量约束值                 |
|--------|----------------|--------|------------|--------|-----------------------|
| CT 测试房 | 紧邻             | 辐射工作人员 | 全居留（1）     | 约 5 人  | 辐射工作人员剂量约束值<br>5mSv/a |
| CT 操作室 | 西北侧 0.15 m     |        |            |        |                       |
| 通道     | 东北侧 1.49 m     | 公众     | 偶然居留（1/16） | 流动人员   | 公众剂量约束值<br>0.25mSv/a  |
| 厂房二    | 东北侧 6.5 m      |        | 全居留（1）     | 约 5 人  |                       |
| 宿舍     | 东侧 16 m        |        | 全居留（1）     | 约 20 人 |                       |
| 预留仓库   | 东南侧 1 m        |        | 部分居留（1/4）  | 约 4 人  |                       |
| 危废仓库   | 西北侧 2.4 m      |        | 部分居留（1/4）  | 约 2 人  |                       |
| 通道     | 西北侧 7.4 m      |        | 偶然居留（1/16） | 流动人员   |                       |
| 治具库    | 上层 4.2 m       |        | 部分居留（1/4）  | 约 2 人  |                       |



|                 |           |  |             |        |  |
|-----------------|-----------|--|-------------|--------|--|
| 厂区内其余场所         | 50m 范围内   |  | 全居留 (1)     | 约 20 人 |  |
| 新味酒楼            | 东侧 36 m   |  | 全居留 (1)     | 约 5 人  |  |
| 沙湖德福路           | 东南侧 38 m  |  | 偶然居留 (1/16) |        |  |
| 铭佳工业园内<br>新德苑厂房 | 西南侧 1.5 m |  | 全居留 (1)     | 流动人员   |  |
| 厂区外其余场所         | 50m 范围内   |  | 全居留 (1)     | 约 4 人  |  |

**2.1.5 环评及其批复文件建设内容与实际建设内容**

2025 年，建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司编制了《东莞智富五金制品有限公司使用工业 CT 项目环境影响报告表》（报告编号：LBHJ-2025-DLHP023），该报告于 2025 年 12 月 22 日经广东省生态环境厅审批，批复文号为粤环审[2025]248 号。环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容和验收建设内容为：

在 B 厂区西南侧连廊首层设置一间 CT 测试房（仅为物理隔离功能，不涉及辐射防护），并在该 CT 测试房内安装使用 1 台工业 X 射线 CT 装置用于自产五金制品的无损检测。该装置型号为 METROTOM 1500 225 G3，最大管电压 225 千伏，最大管电流 3 毫安，设备自带屏蔽体，属于Ⅱ类射线装置。

环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容和验收建设内容与本次验收建设内容一致。具体执行情况如下：

**表 2-3 环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与验收建设内容对比表**

| 环境影响报告表及其审批部门审批<br>决定建设内容                                                                                                                                     | 验收建设内容                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 在 B 厂区西南侧连廊首层设置一间 CT 测试房（仅为物理隔离功能，不涉及辐射防护），并在该 CT 测试房内安装使用 1 台工业 X 射线 CT 装置用于自产五金制品的无损检测。该装置型号为 METROTOM 1500 225 G3，最大管电压 225 千伏，最大管电流 3 毫安，设备自带屏蔽体，属于Ⅱ类射线装置 | 在 B 厂区西南侧连廊首层设置一间 CT 测试房（仅为物理隔离功能，不涉及辐射防护），并在该 CT 测试房内安装使用 1 台工业 X 射线 CT 装置用于自产五金制品的无损检测。该装置型号为 METROTOM 1500 225 G3，最大管电压 225 千伏，最大管电流 3 毫安，设备自带屏蔽体，属于Ⅱ类射线装置 |

**2.2 源项情况**

本次验收项目使用的射线装置型号及类别等主要技术参数均与环评一致，无变化，具体内容见表 2-4。

表 2-4 环评阶段的规划方案与实际建成（使用）情况的对照表

| 名称            | 型号                   | 类别   | 最大管电压 /kV | 最大管电流 /mA | 最大功率  | 用途   | 工作场所                    | 备注   |
|---------------|----------------------|------|-----------|-----------|-------|------|-------------------------|------|
| 工业 X 射线断层扫描装置 | METROTOM 1500 225 G3 | II 类 | 225       | 3         | 500 W | 无损检测 | 建设单位 B 厂区西南侧连廊首层 CT 测试房 | 环评阶段 |
| 工业 X 射线断层扫描装置 | METROTOM 1500 225 G3 | II 类 | 225       | 3         | 500 W | 无损检测 | 建设单位 B 厂区西南侧连廊首层 CT 测试房 | 验收阶段 |

2.3 工程设备和工艺分析

2.3.1 设备组成

METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 主要由屏蔽铅房、X 射线发生器、探测器、载物台、电柜、数据处理系统和操作台等组成。工业 CT 实物图见图 2-6，工业 CT 内部正视图见图 2-7，工业 CT 内部俯视图见图 2-8。

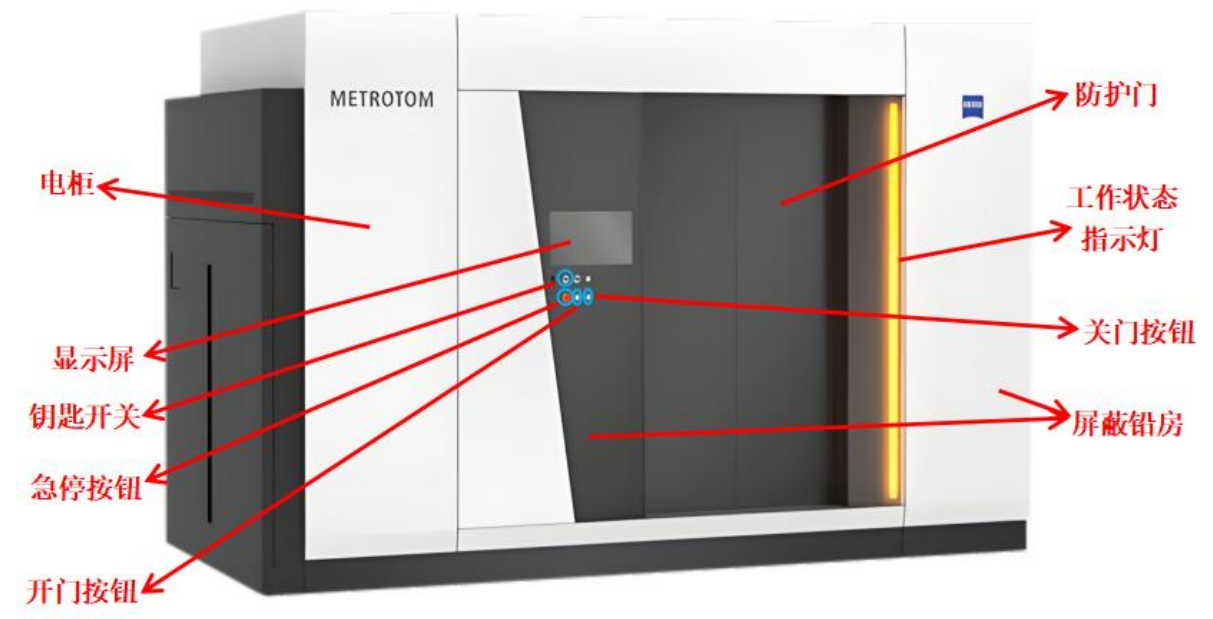


图 2-6 工业 CT 实物图

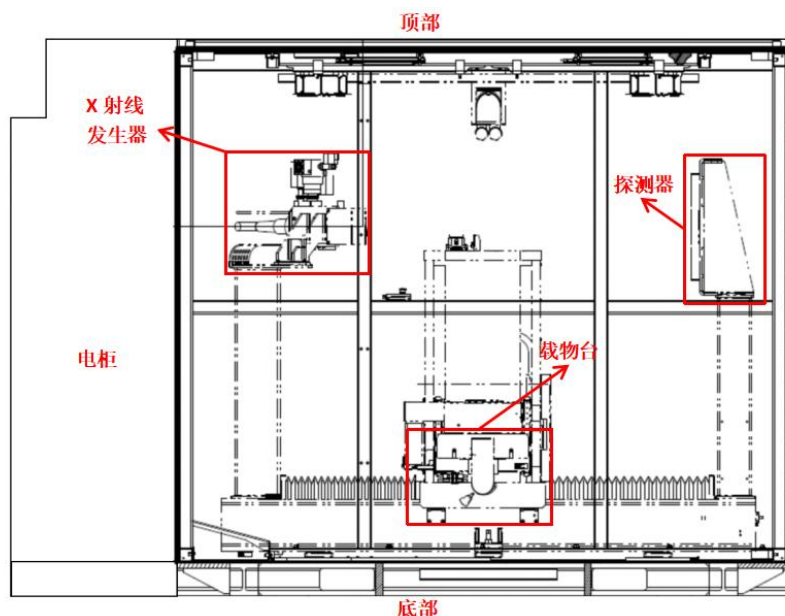


图 2-7 工业 CT 内部正视图

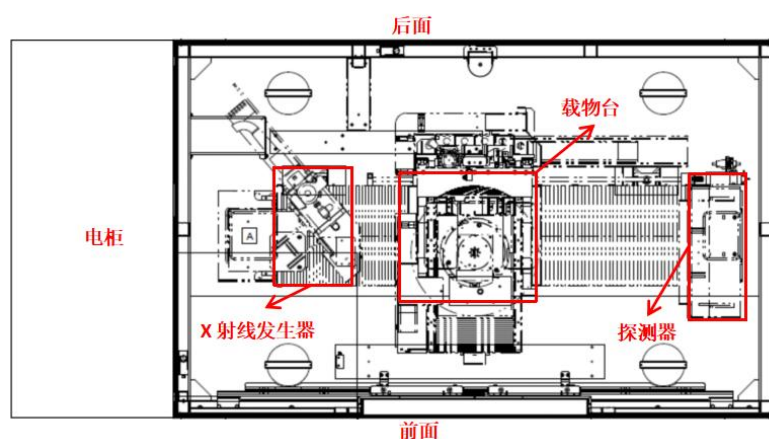


图 2-8 工业 CT 内部俯视图

本项目的 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 属于离线式检测装置，待检工件可以通过电动防护门放入工业 CT 内进行检测，防护门具有门机联锁功能，X 射线出束时人员不能进入工业 CT 内部。操作人员放置工件、关闭防护门、设置检测参数后，设备可自动完成分析测试工作，自动保存分析数据。X 射线出束期间，操作人员需要在 CT 测试房内操作位停留 5 min，其余时间在操作室操作位停留。

X 射线管右侧有一个检测平台，待检工件放至检测平台上后，X 射线透过待检工件后由探测器接收，然后再由重构软件进行图像重建，以得到可视化的内部结构等信息。在扫描过程中工件在载物台进行 360 度旋转，以获取零件每个位置的 2D 图像，在获取零件不同位置的 2D 图片后，进行 3D 重构，得到工件的 3D 内部结构图。METROTOM

1500 225 G3 型工业 CT 的 X 射线管和探测器均固定在工业 CT 内不能移动，工业 CT 的有用线束方向为正视图下水平向右。

### 2.3.2 工作流程及工作方式

METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 无需训机，使用流程如下，工作流程和产污环节示意图见图 2-9。

①检测前，检查设备和防护措施的完好情况，辐射监测仪表应在检定周期内，检查其是否正常可靠。检查安全防护装置，工作状态指示灯、声光报警装置等是否正常，如有异常，不得进行辐射工作。

②开始检测前辐射工作人员按要求佩戴好个人剂量计，携带个人剂量报警仪。

③接通工业 CT 的电源，插入开关钥匙并旋转至“ON”档。

④打开防护门，将工件放置在样品台上，调整工件位置，确认无误后，关闭好防护门。

⑤在控制端设置管电压和管电流参数。

按下“开始扫描”开关，工业 CT 出束对工件进行无损检测。预计每天累计出束时间为 4h。本项目工业 CT 的有用线束固定朝右，工件无损检测期间 X 射线持续出束，出束期间，操作人员需要在工业 CT 旁操作位建立扫描程序，该程序在每次检测出束中约耗时 5 min，其余出束时间操作人员在操作室内操作位停留，直至检测完成，操作位避开了有用线束方向。

在 X 射线出束过程中，会产生 X 射线，同时，X 射线与空气因辐射作用会产生微量的臭氧、氮氧化物等有害气体。

⑤无损检测完成，X 射线自动停止出束，辐射工作人员打开防护门，将工件取出。同时，保存分析检测结果，完成一个工件的无损检测。

⑥重复步骤②~⑤进行工件无损检测，当天工作结束后，关闭控制端电脑，拔出开关钥匙，关闭电源。

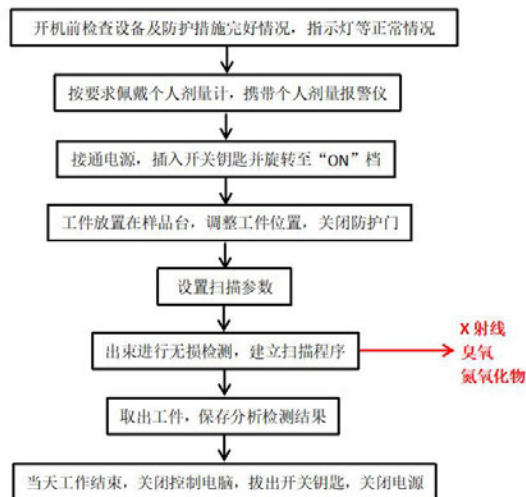


图 2-9 工作流程和产污环节示意图

## 2.4 工作负荷及人员配置

本项目工业 CT 预计每次检测出束约 30 min，每天检测 8 次，每天累计出束时间每天出束检测时间最多为 4 h，每周工作 5 天，全年最多工作 52 周，因此，本项目投入使用后，周出束时间最多为 20 h，全年出束时间最多为 1040 h。

本项目环评规划配备 3 名辐射工作人员（其中一人兼任辐射安全管理人员），实际配备 5 人（其中一人兼任辐射安全管理人员），比环评规划增加了 2 人，属于有利变动，参照《核技术利用建设项目重大变动清单（2025 试行）》环办辐射函〔2025〕313 号），增加辐射工作人员不属于重大变动。

针对本项目，建设单位采取一班制工作方式，每班 1 人，5 人轮流开展检测工作。本项目工业 CT 设置 2 个操作位，一个位于 CT 测试房内，一个位于操作室，每次出束时，辐射工作人员需要在 CT 测试房内操作位停留 5 min（工件无损检测期间 X 射线持续出束，出束期间，操作人员需要在工业 CT 旁操作位建立扫描程序，该程序在每次检测出束中约耗时 5 min），其余时间在操作室内操作位停留。据此估算，单名辐射工作人员每周出束检测时间最多为 4 h（包括在 CT 测试房内 0.67 h，在操作室内 3.33 h）。考虑到人员休假等因素影响，保守按 4 名辐射工作人员估算，单名辐射工作人员每周出束时间按照 5 h 计（包括在 CT 测试房内 0.83 h，在操作室内 4.17 h），全年出束时间累计最多为 260 h（包括在 CT 测试房内 43.33 h，在操作室内 216.67 h）。辐射工作人员名单详见表 2-5，培训合格证详见附件 3。



表 2-5 本项目辐射工作人员配备情况表

| 序号 | 姓名 | 职务/职位 | 辐射安全与防护培训合格证号 | 考核有效期                 |
|----|----|-------|---------------|-----------------------|
| 1  |    | 操作岗位  | FS25GD1201258 | 2025.11.14-2030.11.14 |
| 2  |    | 操作岗位  | FS25GD1201255 | 2025.11.14-2030.11.14 |
| 3  |    | 操作岗位  | FS26GD1200356 | 2026.04.14-2031.06.14 |
| 4  |    | 操作岗位  | FS26GD1200353 | 2026.04.14-2031.06.14 |
| 5  |    | 操作岗位  | FS26GD1200352 | 2026.04.14-2031.06.14 |

- ①本项目辐射工作人员均佩戴个人剂量计上岗，用于监测辐射剂量，佩戴的个人剂量计将每季度送往有资质单位进行检测。
- ②建设单位已为辐射工作人员建立了辐射工作人员个人剂量检测档案，由专人负责统一管理。



图 2-10 个人剂量片

2.5 主要污染源

2.5.1 正常工况

本项目的主要污染因子是 X 射线，随 X 射线发生器的开和关而产生和消失。在正常工况下，检测过程中产生的 X 射线可以得到射线装置屏蔽体的有效屏蔽。但由于 X 射线的直射、反射及散射，可能有衰减后的射线对射线装置外部的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。同时，X 射线与空气因辐射作用会产生微量的臭氧、氮氧化物等有害气体。本项目的工业 CT 的源项参数见下表。

表 2-6 验收项目设备源项

| 参数    | 环评规划                 | 实际配置                 |
|-------|----------------------|----------------------|
| 型号    | METROTOM 1500 225 G3 | METROTOM 1500 225 G3 |
| 最大管电压 | 225 kV               | 225 kV               |
| 最大功率  | 500 W                | 500 W                |

|                         |                                 |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 最大管电流                   | 3 mA                            | 3 mA                            |
| 滤过条件                    | 2 mm Sn                         | 2 mm Sn                         |
| 距辐射源点（靶点）1m 处最大输出量      | 3.67 mSv·m <sup>2</sup> /mA·min | 3.67 mSv·m <sup>2</sup> /mA·min |
| 距辐射源点（靶点）1m 处的最大泄漏辐射剂量率 | 19 μSv/h                        | 19 μSv/h                        |
| 射束类型                    | 锥形射束                            | 锥形射束                            |
| 锥形射束夹角                  | 30 度                            | 30 度                            |
| 焦点大小                    | 7-500 μm                        | 7-500 μm                        |
| 空间分辨率                   | 4 μm                            | 4 μm                            |

## 2.6 事故工况：

（1）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）当工业 CT 内部有人员误入并且停留时，射线装置出束，使人员受到意外照射；

（3）由于设备故障，控制系统失效，人为事故等原因引起意外照射；

（4）设备检修时，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 辐射屏蔽措施情况

##### 3.1.1 设备尺寸及铅屏蔽情况

本次验收项目 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 安装在建设单位 B 厂区西南侧连廊首层 CT 测试房内，安装位置四至情况与环评阶段一致，详见表二相关内容。使用的工业 CT 自带屏蔽体，设备外部尺寸长×宽×高约为 3.70 m×1.81 m×2.44 m。工业 CT 的正面设计有防护门，防护门为双开电动推拉门，防护门的尺寸长×高均约为 0.955 m×1.86 m。射线装置的左面为电柜，电柜有维修门，维修门为 2 扇平开门，维修门的尺寸长×高约为 1.74 m×1.54 m。工业 CT 实物图见下图。



图 3-1 工业 CT 实物图

本项目使用的 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 的有用线束方向为正视图下水平向右，工业 CT 右面为主射面，其余面为非主射面。工业 CT 的右面（主射面）的屏蔽材料为合金内衬 12 mm 铅板，其余面（非主射面）的屏蔽材料为合金内衬 5 mm 铅板。防护门位于正面（非主射面），防护门的屏蔽材料为合金内衬 5 mm 铅板。工业 CT 内部铅屏蔽示意图见图 3-2 和图 3-3。工业 CT 的电柜设计有 1 扇平开维修门，供电柜内部故障维修使用，由于工业 CT 内部检测室与电柜相连侧已经采用 5 mm 铅板进行辐射防护，且电柜在运行及停机状态下均无放射性，因此未对电柜维修门进行辐射防护。检测室内故障维修时，维修人员从设备前侧防护门进出。

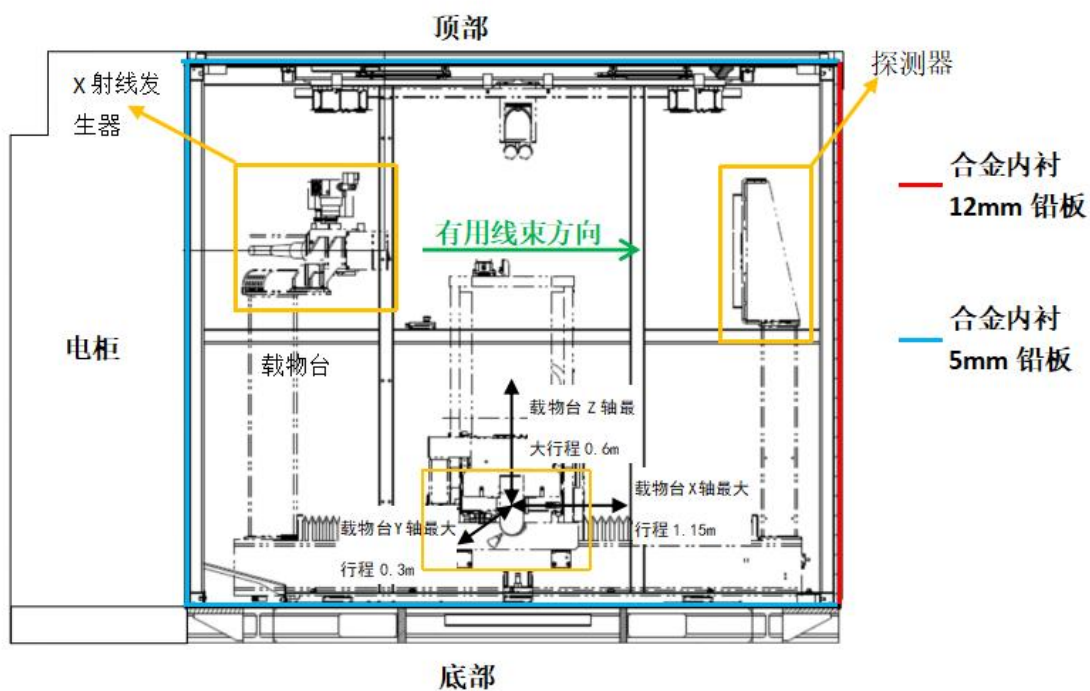


图 3-2 工业 CT 内部铅屏蔽示意图（正视图）

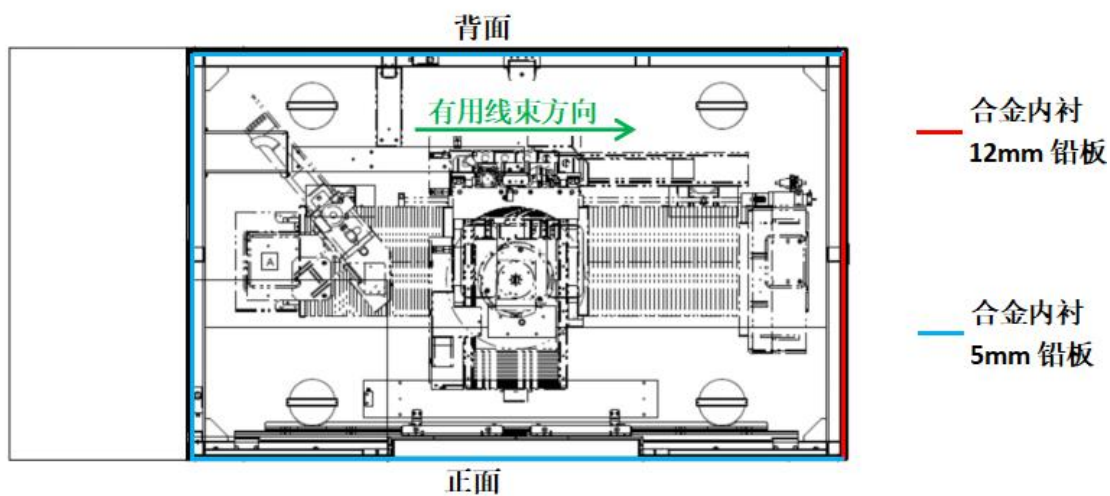


图 3-3 工业 CT 内部铅屏蔽示意图（俯视图）

本项目工业 CT 的 X 射线源除主射面外，其余 5 面设有 5 mm 铅当量的屏蔽罩。工业 CT 的 X 射线源铅屏蔽罩示意图见下图，工业 CT 辐射屏蔽一览表见下表。

表 3-1 工业 CT 辐射屏蔽一览表

| 位置             | 屏蔽设计情况           | 铅当量     | 备注   | 分析      |
|----------------|------------------|---------|------|---------|
| 右面             | 合金内衬<br>12 mm 铅板 | 12 mmPb | 主射面  | 与环评规划一致 |
| 左面、正面、背面、顶部、底部 | 合金内衬<br>5 mm 铅板  | 5 mmPb  | 非主射面 | 与环评规划一致 |
| 防护门            | 合金内衬 5 mm        | 5 mmPb  | 非主射面 | 与环评规划一致 |

|         |                 |        |      |         |
|---------|-----------------|--------|------|---------|
|         | 铅板              |        |      |         |
| X 射线源铅罩 | 主射面：无           | 无      | 主射面  | 与环评规划一致 |
|         | 非主射面：<br>5 mmPb | 5 mmPb | 非主射面 | 与环评规划一致 |

### 3.1.2 X 射线源的靶点位置

本验收项目 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 的 X 射线管和探测器均固定在工业 CT 内不能移动，工业 CT 的有用线束方向为正视图下水平向右，X 射线源的靶点距离工业 CT 正面 0.725 m，距离工业 CT 后面 0.935 m，距离工业 CT 左面 1.84 m，距离工业 CT 右面 1.86 m，距离工业 CT 顶部 0.94 m，距离工业 CT 底部 1.5 m。工业 CT 内部靶点位置示意图见图 3-4 和图 3-5。

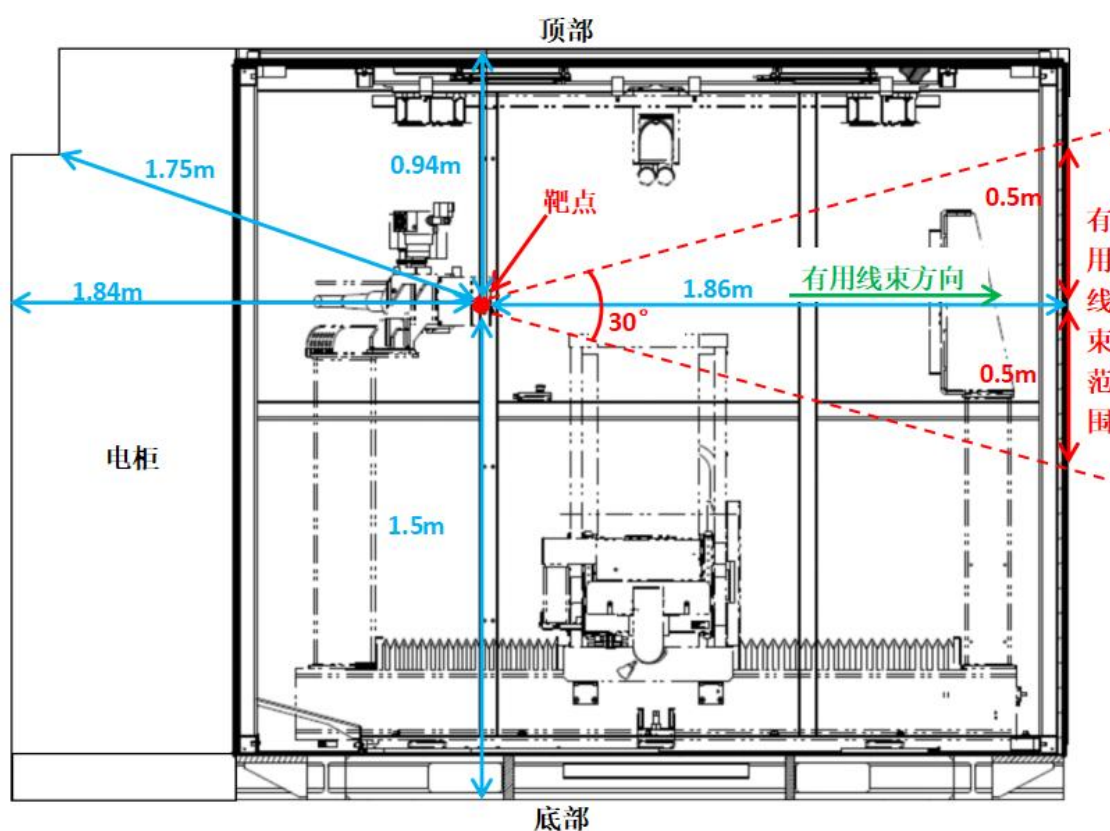


图 3-4 工业 CT 内部靶点位置示意图（正视图）



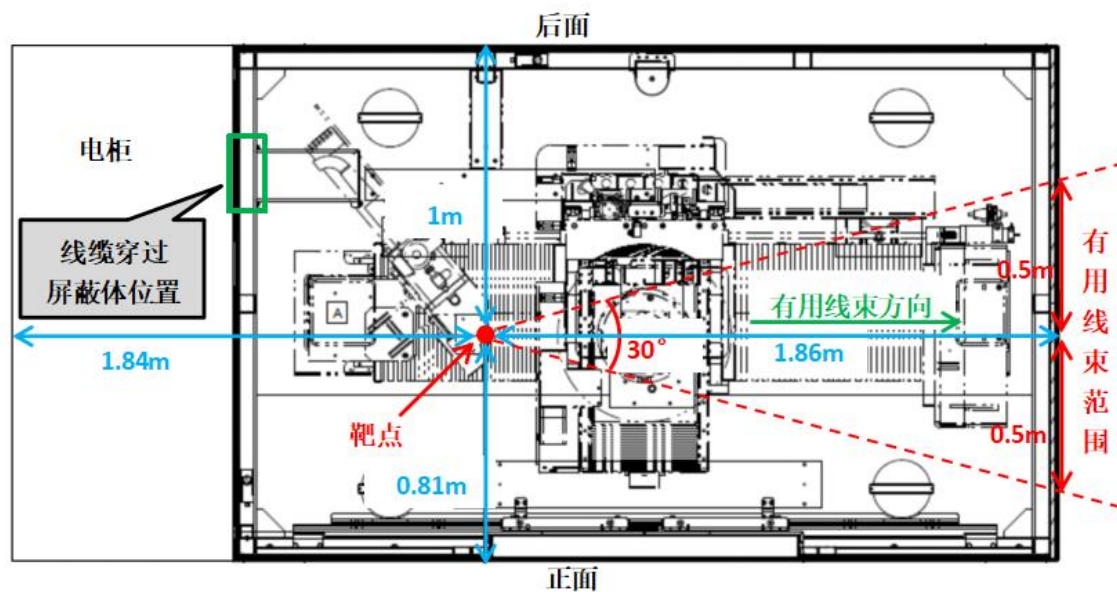


图 3-5 工业 CT 内部靶点和线缆穿过屏蔽体位置示意图（俯视图）

### 3.1.3 线缆穿屏蔽体情况

本验收项目 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 的控制线缆在穿过屏蔽体处，采用了多次折叠的路径设计。通过增加泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。工业 CT 线缆穿过屏蔽体位置及屏蔽补偿示意图见下图。

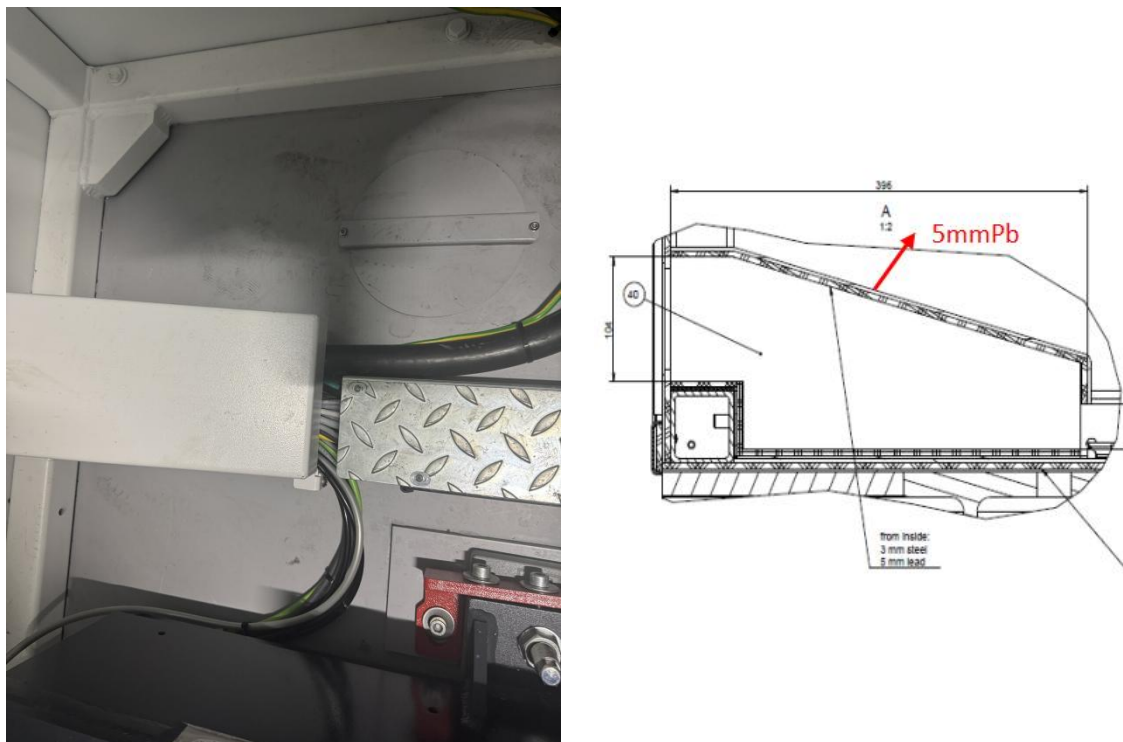


图 3-6 工业 CT 的控制线缆穿过屏蔽体位置及屏蔽补偿示意



### 3.1.4 辐射屏蔽措施情况小结

从以上屏蔽情况可知，建设单位采取的辐射屏蔽措施与环评一致，参照《核技术利用建设项目重大变动清单（2025 试行）》环办辐射函（2025）313 号），无重大变动，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

## 3.2 辐射安全与防护设施/措施

本项目 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 各项辐射安全措施包括急停装置、通风设施等均能满足标准要求，无重大变动，工业 CT 的辐射安全与防护措施布置见图 3-7 和图 3-8。

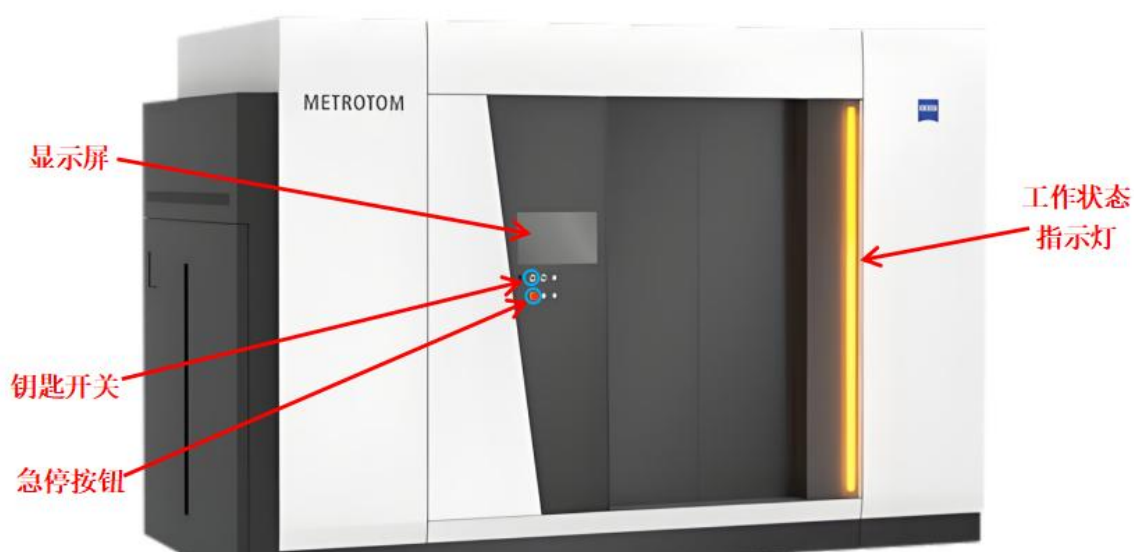


图 3-7 工业 CT 外表面的辐射安全与防护措施

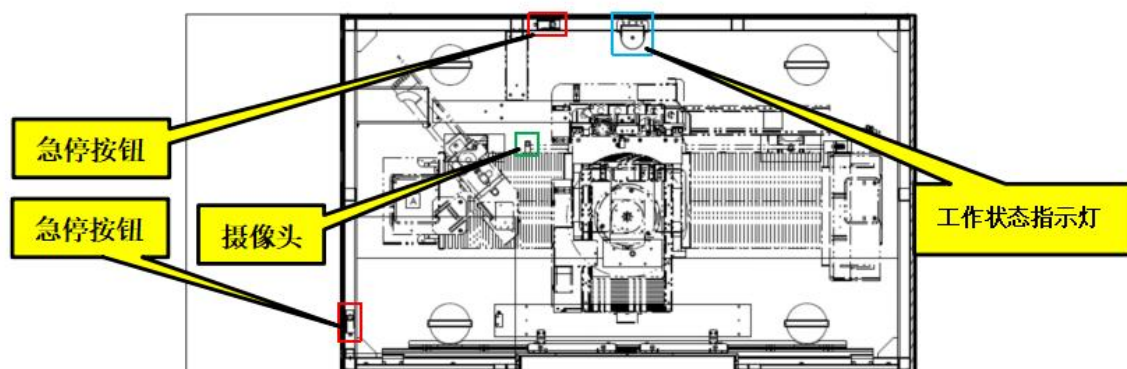


图 3-8 工业 CT 内部的辐射安全与防护措施（俯视图）

### 3.2.1 钥匙控制

本项目工业 CT 设置有钥匙开关。只有钥匙就位后才能开启电源，启动工业 CT 进

行出束作业。钥匙开关未闭合时，工业 CT 无法加载高压和出束作业。出束过程中若取下钥匙，工业 CT 将立即断电停止出束。

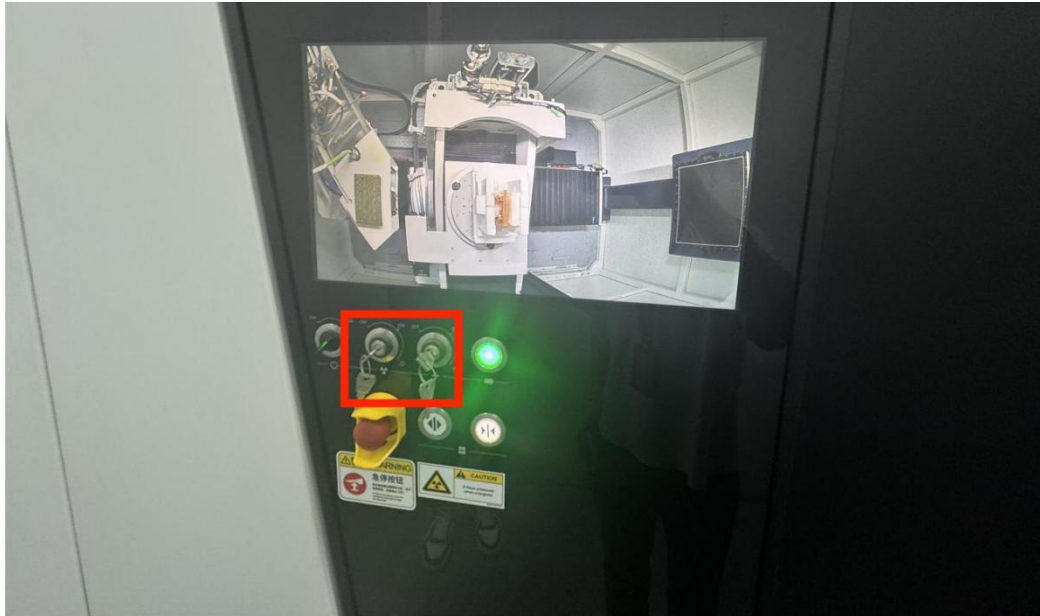


图 3-9 工业 CT 的钥匙开关

### 3.2.2 工作状态指示灯和电离辐射警示标志

本项目工业 CT 的外部正面和内部均设置有工作状态指示灯，工作状态指示灯与工业 CT 的 X 射线源均设计有联锁，工作状态指示灯位置见图 3-7 和图 3-8。

本项目射线装置装载门右侧设有黄色警示灯，黄色警示灯常亮表示 X 射线正在出束。射线装置内部设有 1 组声光警示灯（由 1 个黄色警示灯和 2 个红色警示灯组成），防护门关闭到位后黄色警示灯会闪烁 10 秒，同时伴随报警声，此时 X 射线未出束；报警过后才可以打开射线，X 射线出束时，红色警示灯会常亮。建设单位在工业 CT 显示屏上方张贴射线装置信号指示意义的中文说明，工业 CT 的工作状态指示灯及信号中文说明见图 3-10。

建设单位在工业 CT 外部正面张贴了一个符合 GB18871-2002 规定的电离辐射警示标志和中文警示说明，见图 3-11。

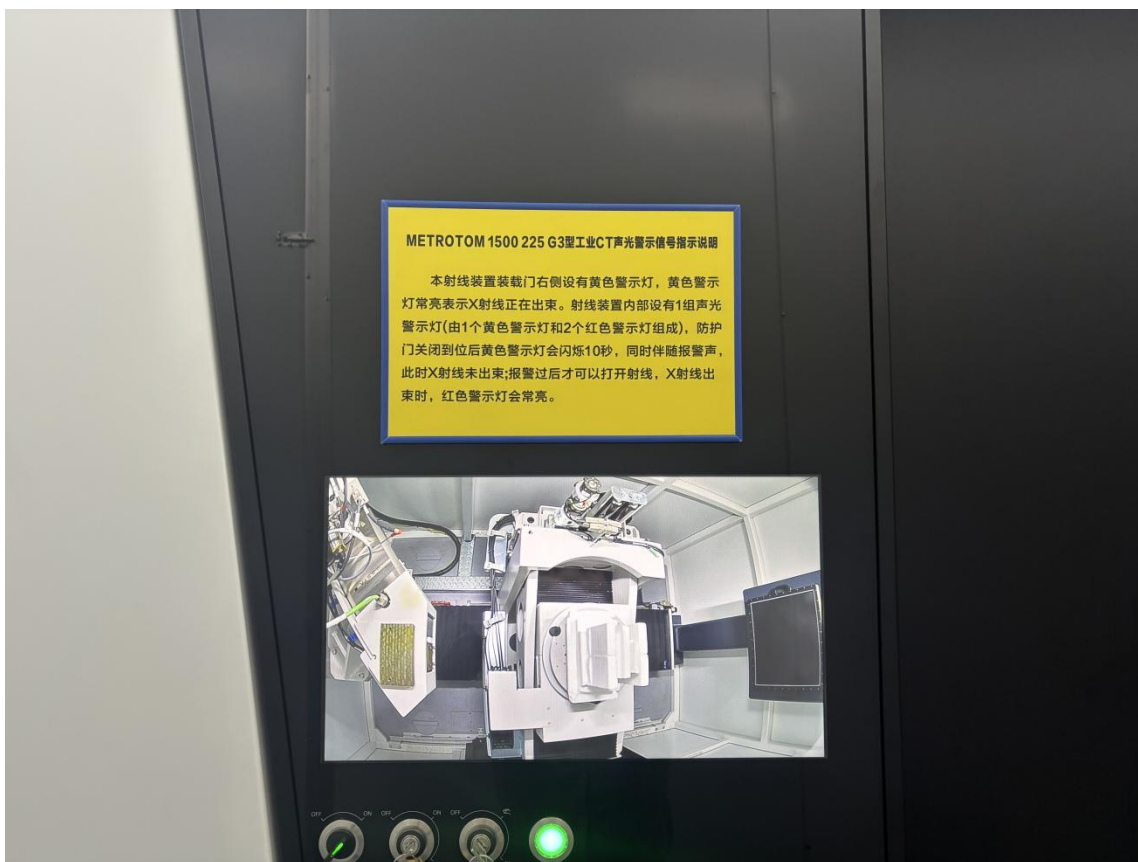
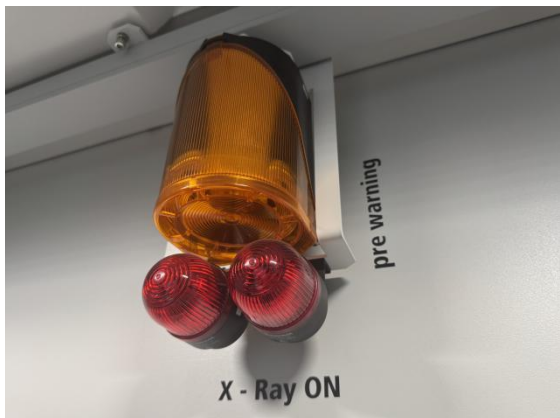


图 3-10 工业 CT 的工作状态指示灯及信号中文说明



图 3-11 工业 CT 的电离辐射标识

### 3.2.3 急停装置

本项目工业 CT 共有 3 个急停按钮，包括外部正面控制面板上 1 个急停按钮，内部 2 个急停按钮，见图 3-12。急停按钮有明显的标志，供紧急停止使用。当出现紧急情况时，只需按下任一急停按钮，工业 CT 将立即断高压，停止出束。在紧急情况、事故处理完毕后，需将紧急停机开关复位，工业 CT 才能重新出束作业。



图 3-12 工业 CT 的急停按钮

### 3.2.4 门机联锁

本项目安装的工业 CT 设置有门机联锁，防护门安装有限位器，只有当防护门关闭到位，工业 CT 的限位器反馈关闭到位后，控制端才能发出出束指令。在出束作业时，当防护门被打开，限位器将立即反馈门已打开的信号，工业 CT 将立即停止出束，且防护门复位关闭后 X 射线不会自动出束。

工业 CT 的左面电柜设置有维修门，由于电柜整体处于 CT 机屏蔽体之外，因此其



维修门未设置也不需要设置联锁。



图 3-13 工业 CT 的门机联锁

3.2.5 视频监控

本项目工业 CT 在内部的顶部设计有 1 个摄像头,视频监控图像显示在外部正面的显示屏上,辐射工作人员可以在工业 CT 外监视工业 CT 的内部情况。



图 3-14 工业 CT 的视频监控

3.2.6 辐射监测设施

针对本项目,建设单位实际配备 1 台 X- $\gamma$  辐射剂量率仪,3 台个人剂量报警仪,与环评规划一致。建设单位每季度将用 X- $\gamma$  辐射剂量率仪,对工业 CT 进行周围剂量当量率监测;辐射工作人员每人均拟佩戴个人剂量报警仪,在进行工业 CT 的操作时将佩戴处于开启状态的个人剂量报警仪,确保安全。

环评为本项目规划配备 3 名辐射工作人员,实际配备了 5 名辐射工作人员,比环评规划增加 2 名辐射工作人员。建设单位 CT 测试房采取一班制工作方式,每班 1 人,因此 3 台个人剂量报警仪可满足要求。

表 3-2 建设单位现有的监测仪器

| 序号 | 名称      | 型号    | 数量  | 技术参数             |
|----|---------|-------|-----|------------------|
| 1  | 便携辐射检测仪 | R-EGD | 1 台 | 测量范围: 0~999.9Sv; |

|   |         |        |     |                 |
|---|---------|--------|-----|-----------------|
|   |         |        |     | 能量范围：48keV~3MeV |
| 2 | 个人剂量报警仪 | RG1000 | 3 台 | /               |
| 3 | 个人剂量计   | /      | 5 个 | /               |



图 3-15 辐射监测设施

### 3.2.7 通风设施

#### (一) 工业 CT

本项目工业 CT 在顶部设置有 2 个机械排风扇，每个排风扇的通风能力为 900 m<sup>3</sup>/h，总计通风能力为 1800 m<sup>3</sup>/h。由于工业 CT 的内部体积小于 16.3 m<sup>3</sup>（保守按 16.3 m<sup>3</sup> 计），则工业 CT 每小时的通风换气次数约 110 次，满足标准要求的每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。工业 CT 的排风口穿过屏蔽体处均采用了多次折叠的路径设计。通过增加泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。





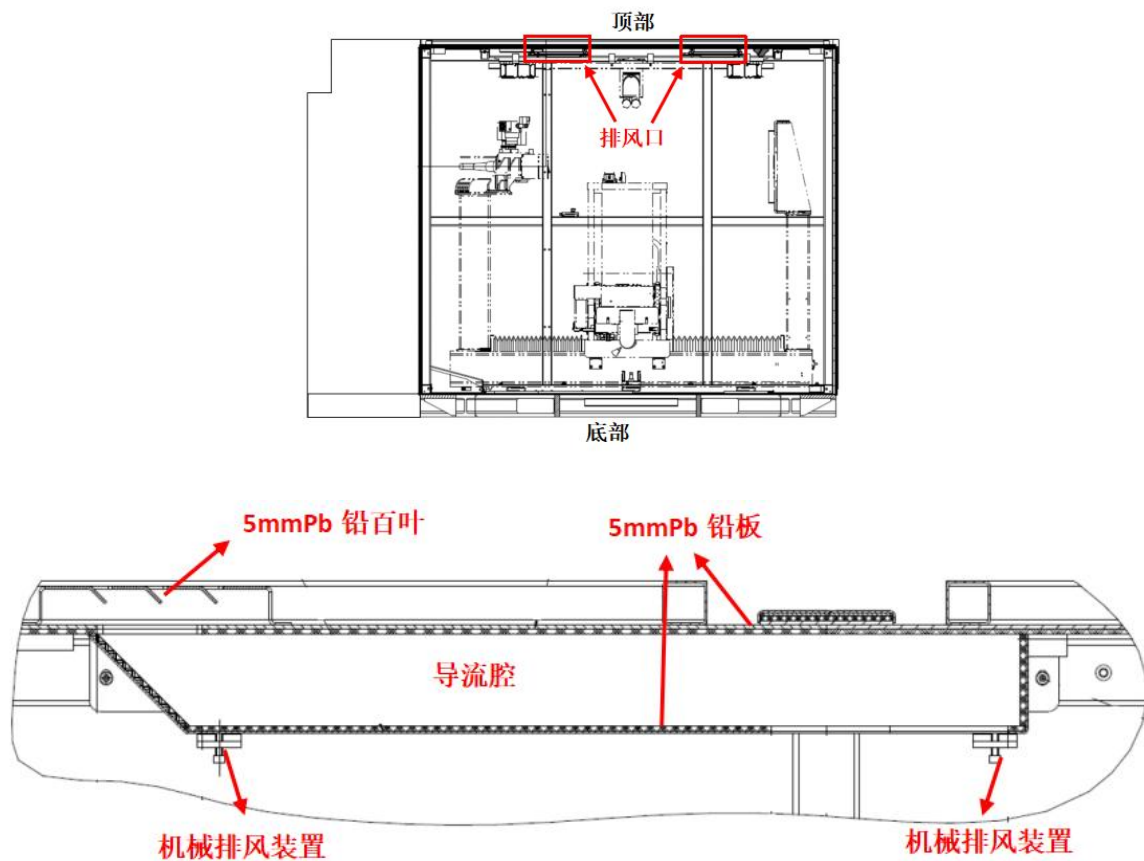


图 3-16 工业 CT 的通风装置

## (二) CT 测试房

建设单位在 CT 测试房吊顶安装了独立排风系统，排风口位于 CT 测试房东北侧过道，非人员密集区域。排风系统设置了 2 个排风口，每个排风口内设置有 1 个排风扇，单个排风扇的排风量为  $228 \text{ m}^3/\text{h}$ ，则 CT 测试房排风系统总通风量为  $456 \text{ m}^3/\text{h}$ ，可以满足环评设计排风量为  $420 \text{ m}^3/\text{h}$  的要求。CT 测试房的有效容积约为  $130.2 \text{ m}^3$ ，CT 测试房内每小时的通风换气次数约 3 次/h，可以满足标准要求的每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。



图 3-17 CT 测试房的通风装置

### 3.2.8 辐射安全与防护措施设施小结

从以上措施可知，建设单位采取的辐射安全与防护设施与环评一致，参照《核技术利用建设项目重大变动清单（2025 试行）》环办辐射函〔2025〕313 号），无重大变动，可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求。

### 3.3 辐射场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），应把辐射工作场所进行分区管理，分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。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。控制区外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定为监督区。将控制区外较低辐射的区域划定为监督区。按照本项目工作特点，结合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对本项目辐射工作场所进行分区，分区情况见下图。

**控制区：**以工业 CT 的表面为界，将工业 CT 的内部区域划为控制区。建设单位通过工业 CT 的外壳和辐射安全与防护措施，在工业 CT 屏蔽体上张贴了电离辐射警示标志，以及在工业 CT 边界地面张贴红色警戒线，设置“控制区”“当心辐射，请勿靠近”等警示说明标识等，确保控制区的安全。

**监督区：**将工业 CT 表面外 CT 测试房内的范围以及 CT 操作室划为监督区。监督区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。建设单位在监督区边界的地面上张贴警戒线，并设置“监督区”“当心辐射，请勿

靠近”等警示说明标识。建设单位通过警戒线和警示说明标识，检测过程中无关人员不能进入监督区，确保监督区的安全。

辐射工作场所分区图见下图，建设单位监督区和控制区划分与环评规划一致，参照《核技术利用建设项目重大变动清单（2025 试行）》环办辐射函（2025）313 号），无重大变动，可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等标准的要求。

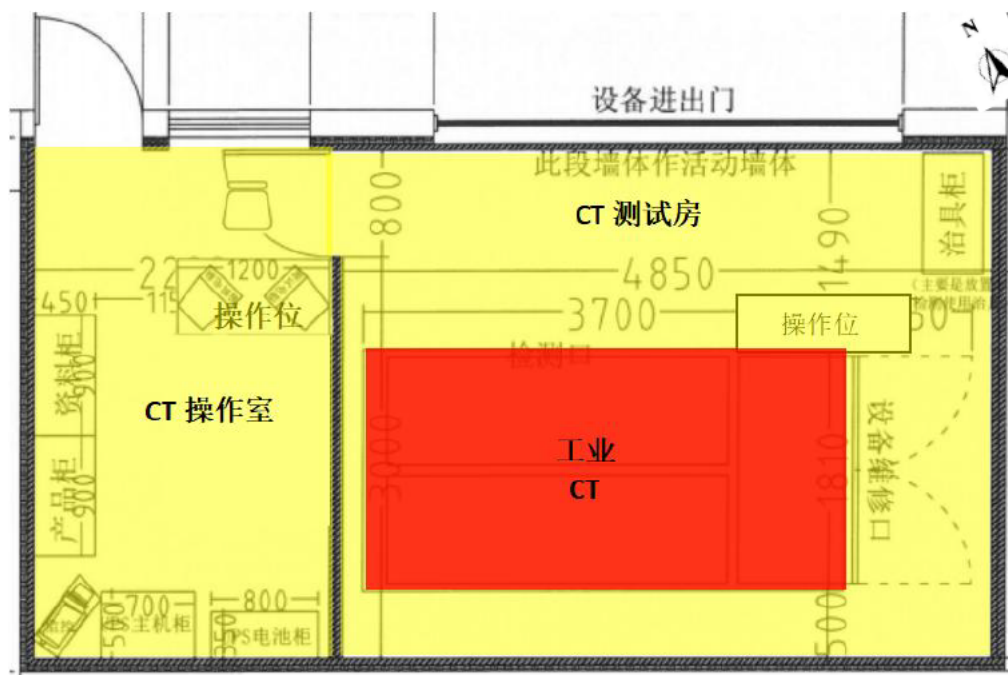


图 3-18 辐射场所分区（红色区域控制区，黄色区域监督区）



图 3-19 辐射分区照片

### 3.4 探伤设施的退役

建设单位不再使用工业 CT 后，拟按要求实施退役：将工业 CT 去功能化后报废或转移至其他已获许可的机构，并且及时办理辐射安全许可证等相关手续。同时，清除所

有电离辐射警告标志和安全告知。

### 3.5 辐射安全设施与标准相关要求对比分析

对照标准《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的要求，分析本项目 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 辐射安全设计与辐射安全设施的落实情况，详见下表。

**表 3-2 本项目 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 安全措施落实情况**

| GBZ117-2022 的要求                                                                                                                                                                                    | 落实情况                                                                                                                                                                                              | 结论 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 工作场所分区<br>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。                                                                                                                                                   | 建设单位对辐射工作场所进行分区管理，分区情况可以满足 GB 18871 的要求。                                                                                                                                                          | 符合 |
| 2 剂量控制<br>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 30 cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。 | 根据本报告表七的分析结果，工作人员及公众在关注点的受照剂量、关注点最高周围剂量当量率均满足相关要求。                                                                                                                                                | 符合 |
| 3 门机联锁<br>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。                                                                                                                                           | 本项目工业 CT 设置有门机联锁：防护门关闭时才能进行出束；设备出束过程中，防护门被意外打开，设备将立即停止出束。紧急情况下，按下开门按钮，防护门将会立即打开，此时门机联锁不会影响防护门的打开。                                                                                                 | 符合 |
| 4 声光警示<br>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。                                    | 本项目射线装置防护门右侧设有黄色警示灯，黄色警示灯常亮表示 X 射线正在出束。<br>射线装置内部设有 1 组声光警示灯（由 1 个黄色警示灯和 2 个红色警示灯组成），防护门关闭到位后黄色警示灯会闪烁，并发出报警声 10 秒，此时 X 射线未出束；报警过后才可以打开射线，X 射线出束时，红色警示灯会常亮。建设单位在 CT 测试房或操作室内醒目位置张贴射线装置信号指示意义的中文说明。 | 符合 |
| 5 监视装置<br>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。                                                                                                                              | 工业 CT 内部设计有摄像头，视频监控图像位于工业 CT 正面的显示屏上，辐射工作人员可以在工业 CT 外监视工业 CT 的内部情况。辐射工作人员可以直接看到射线装置防护门外的情况，因此射线装置防护门外没有安装监视装置。                                                                                    | 符合 |

|                                                                                                                                             |                                                                                                                                                  |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <p><b>6 警示标志</b></p> <p>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>建设单位在工业 CT 外部正面,张贴了符合 GB18871-2002 规定的电离辐射警示标志和中文警示说明。</p>                                                                                    | 符合 |
| <p><b>7 急停装置</b></p> <p>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>本项目工业 CT 在外部正面设计有 1 个急停按钮,在工业 CT 内部设计有 2 个急停按钮,可以确保出现紧急事故时,能立即停止照射。急停按钮处张贴标签,标明使用方法。工业 CT 内部的急停按钮,可以确保射线装置内部的人员不需要穿过主射线束就能够使用。</p>            | 符合 |
| <p><b>8 通风设施</b></p> <p>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>工业 CT 内部设置有 2 个机械排风扇,每小时的通风换气次数约 110 次。CT 测试房安装了独立排风系统,每小时的通风换气次数约 3 次,排风系统外的环境为 CT 操作室外道路,距地高度约 4.2 m,四周空间开阔利于气流扩散,避开了人员密集区域,能保证良好的通风效果。</p> | 符合 |
| <p><b>9 固定式场所辐射探测报警装置</b></p> <p>探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。</p>                                                                                   | <p>工业 CT 未配置固定式场所辐射探测报警装置,但建设单位为每位辐射工作人员配备个人剂量报警仪,在工作期间,辐射工作人员将佩戴个人剂量报警仪,当剂量率达到报警阈值时,个人剂量报警仪会立刻报警。</p>                                           | 符合 |
| <b>安全操作</b>                                                                                                                                 |                                                                                                                                                  |    |
| <p><b>10 防护安全措施检查</b></p> <p>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>本项目投入使用后,在每次使用工业 CT 前,建设单位辐射工作人员会检查门机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。</p>                                                                                 | 符合 |
| <p><b>11 防护用品</b></p> <p>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。</p> | <p>辐射工作人员在 CT 测试放工作时将佩戴个人剂量计,携带 X-γ 辐射剂量率仪和辐射剂量报警仪。当剂量率达到报警阈值时,所有人员将立即退出 CT 测试房,同时防止他人进入 CT 测试房,并立即向辐射防护负责人报告。</p>                               | 符合 |
| <p><b>12 定期监测</b></p> <p>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>建设单位每季度将使用 X-γ 辐射剂量率仪进行周围剂量当量率监测,测量点位包括工业 CT 表面外 30 cm 处和操作位处。测量值将与剂量率控制水平相比较。当测量值高于剂量率控制水平时,将终止使用射线装置并向辐射防护负责人报告。</p>                        | 符合 |



|                                                                                                           |                                                                                      |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <p><b>13 设备状态检查</b></p> <p>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>          | <p>建设单位当班人员使用 X-γ 辐射剂量率仪和个人剂量报警仪时，会检查工作状态是否正常。当监测设备不能正常工作时，将停止使用射线装置并向辐射防护负责人报告。</p> | 符合 |
| <p><b>14 安全连锁</b></p> <p>在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤室内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>在每一次照射前，操作人员都会确认射线装置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，才会开始出束作业。</p> | 符合 |
| <p><b>15 未预计到的工作</b></p> <p>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 GBZ117-2022 第 7.1 条~第 7.4 条的要求。</p>     | <p>本项目工业 CT 用于检测最大尺寸不超过直径 615 mm、长 800 mm 的五金制品，不存在工件过大等特殊原因必须打开防护门进行检测的情况。</p>      | 符合 |

通过以上对本项目 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 辐射防护设施实际建成情况的分析，可知实际情况相对于与环评阶段的设计方案一致，参照《核技术利用建设项目重大变动清单（2025 试行）》环办辐射函〔2025〕313 号），无重大变动，不存在重大变动。该项目满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中的相关要求。

### 3.6 三废处理

本项目不会产生放射性三废。

工业 CT 的 X 射线与空气因辐射作用会产生微量的臭氧、氮氧化物等有害气体。工业 CT 设置有 2 个机械排风扇，每小时的通风换气次数约 110 次。建设单位在 CT 测试房内安装独立排风系统，每小时的通风换气次数约 3 次，排风系统外的环境为 CT 测试房外道路，四周空间开阔利于气流扩散，避开了人员密集区域。

本项目工业 CT 采用数字成像方式，在显示屏上直接显示检测结果，不会产生胶片、影液等感光材料废物，无放射性废物产生。

### 3.7 辐射安全管理

#### 3.7.1 辐射安全与环境管理机构的设置

**环评要求：**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：**建设单位设置了辐射安全与环境管理机构，并明确了辐射安全与环境管理机构及职责。

#### 3.7.2 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、监测计划等。

**实际落实情况：**建设单位已制定了《关于成立辐射安全与防护管理小组》、《射线装置操作规程》、《岗位职责》、《辐射防护制度》、《辐射安全保卫制度》、《人员培训计划》、《辐射监测方案》、《设备检修维护制度》、《设备使用、维修台账与登记管理制度》（见附件3），《关于成立辐射安全与防护管理小组》包括管理小组职责、组长职责、成员职责等内容；《射线装置操作规程》对工业CT无损检测前准备工作、操作步骤、安全措施等进行规定；《岗位职责》对辐射工作人员职责和工作内容进行规定；《辐射防护制度》和《辐射保卫制度》对工业CT使用过程中需要采取的辐射防护措施进行规定；《人员培训计划》对辐射工作人员培训和管理进行规定；《辐射监测方案》包括个人剂量监测、验收监测、年度监测、日常监测等内容；《设备检修维护制度》对工业CT投入运行后日常维护和故障检修要求进行规定；《设备使用、维修台账与登记管理制度》包括对工业CT使用、维修情况进行台账登记与管理等。

此外，建设单位还制定了《辐射事故应急预案》。建设单位通过管理制度规定了辐射工作人员、辐射工作场所和射线装置的管理，以及人员培训制度以及监测方案等。

建设单位制定的辐射安全管理规章制度满足相关标准要求。相关辐射安全管理规章制度上墙的照片见下图。

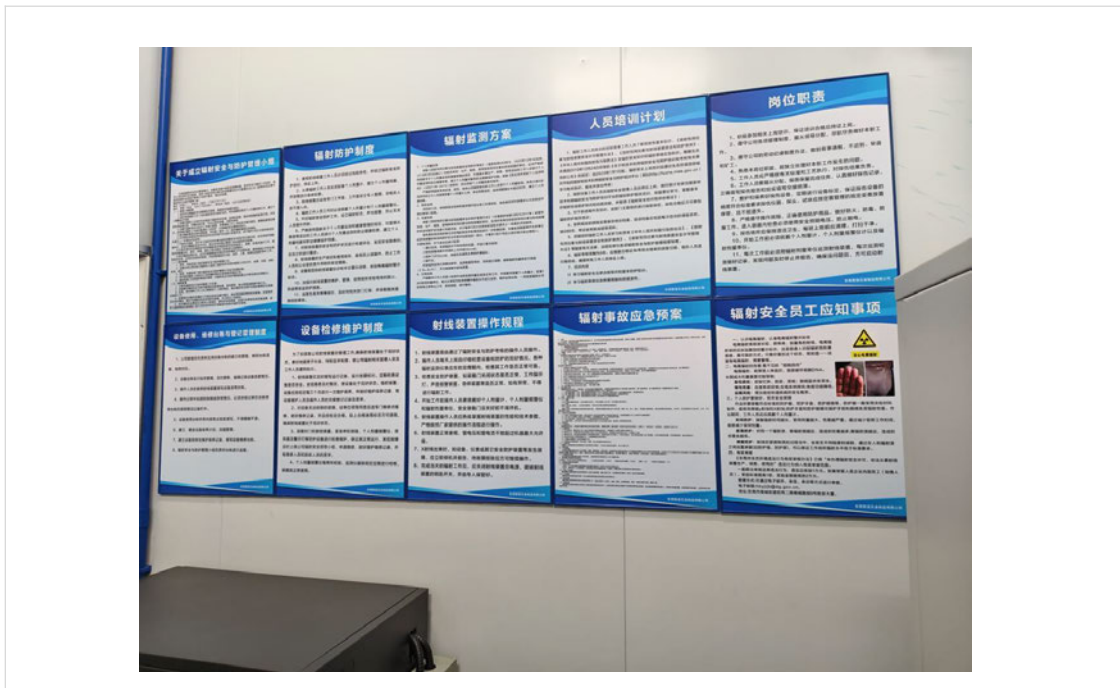


图 3-17 辐射安全管理规章制度现场照片

### 3.7.3 辐射工作人员的培训

**环评要求：**辐射工作人员应当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：**根据上文表三中分析可知，本项目所有辐射工作人员均已通过考核，取得考核合格证书。相关辐射工作人员的辐射防护与安全培训证明详见附件 3。

### 3.7.4 辐射工作人员个人剂量监测

**环评要求：**建设单位将为每个操作人员配备个人剂量计，并严格规定其必须佩带个人剂量计上岗，每季度送检，建立个人剂量档案。

**实际落实情况：**建设单位为每名从事探伤工作的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。

**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辐射监测计划，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

|                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                  |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>4.1 建设项目环境影响报告表主要结论的落实情况</b>                                                                                                                                                                |                                                                                                                  |      |
| 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。                                                                                                                                                            |                                                                                                                  |      |
| <b>表 4-1 建设项目环境影响报告表主要结论的落实情况</b>                                                                                                                                                              |                                                                                                                  |      |
| 环评规划项目                                                                                                                                                                                         | 实际落实情况                                                                                                           | 分析结论 |
| 辐射屏蔽设施情况                                                                                                                                                                                       | 本项目已按环评设计落实相应的辐射屏蔽设施，详见表三第 1 节。                                                                                  | 已落实  |
| 辐射安全与防护设施/措施                                                                                                                                                                                   | 本项目已按环评设计落实各项安防措施，详见表三第 2 节。                                                                                     | 已落实  |
| 辐射场所分区                                                                                                                                                                                         | 本项目已按环评设计落实辐射场所分区，详见表三第 3 节                                                                                      | 已落实  |
| 三废处理                                                                                                                                                                                           | 本项目不会产生放射性三废。                                                                                                    | 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                                                                                                                                                                                       | 本项目辐射工作人员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计进行监测。                                                                                            | 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：建设单位严格按照环境影响报告表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，建立了规范的辐射安全管理、辐射剂量检测及应急响应体系。同时，项目建立了专职辐射安全管理机构，制定了完善的规章制度，并确保所有辐射工作人员持证上岗、全员接受个人剂量监测与工作场所辐射监测。各项环保措施均按环评要求有效落实，确保项目正常运行时，对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求。 |                                                                                                                  |      |
| <b>4.2 环评文件中辐射安全管理的落实情况环评批复主要内容</b>                                                                                                                                                            |                                                                                                                  |      |
| 该项目环评文件于 2025 年 12 月 22 日取得了环评批复，批复文号为粤环审[2025]248 号。批复文件具体执行情况如下：                                                                                                                             |                                                                                                                  |      |
| <b>表 4-2 环评批复落实情况分析</b>                                                                                                                                                                        |                                                                                                                  |      |
| 环评批复要求                                                                                                                                                                                         | 实际落实情况                                                                                                           |      |
| 项目应确保辐射工作人员年有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众年有效剂量约束值低于 0.25 毫希沃特/年。                                                                                                                                       | 已落实。<br>建设单位已严格落实了报告表提出的各项辐射安全防护措施以及安全责任，根据表七中人员受照剂量计算结论，确保在今后操作使用过程中辐射工作人员年有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众年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，你单位应按规定重新程序申请辐射安全许可证。 | 已落实<br>本项目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。已按规定的程序重新申请并取得了辐射安全许可证。 |
|                                                                                   |                                                                |



表五 验收监测质量保证及质量控制

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>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。</p> <p><b>5.1 质量保证体系总体要求</b></p> <p>在本次验收监测中，质量保证体系以合法性、独立性和规范性为原则开展，涵盖检测机构资质、技术路线、监测方案、监测过程、数据审核等全流程。项目开展前已由检测单位制定了检测方案，明确监测对象、监测点位、方法依据和异常数据的处置流程，确保监测工作的有序进行。检测机构依法取得的计量认证（CMA）资质（证书编号：202019114880），其监测行为在全过程中保持独立性，检测工作严格按照质量体系文件要求实施。</p> <p><b>5.2 质量保证措施</b></p> <p>（1）机构与人员资质控制</p> <p>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。</p> <p>（2）检测仪器管理</p> <p>本次验收监测使用的主要仪器包括 X-γ辐射剂量率仪（AT1123），仪器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。</p> <p>（3）检测过程控制</p> <p>在监测点位布设方面，依据目的实际布局，科学合理设置测量点，重点覆盖辐射剂量可能达到最大值的位置及公众可能接触的范围。为保证测量的环境条件适宜，监测需在气象条件良好时进行，要求环境温度在-10℃至 40℃之间，相对湿度不超过 95%（35℃工况）。如现场环境超出允许范围，则暂停监测并如实记录。</p> <p>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</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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。

### 5.4 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 环境监测内容

## 6.1 监测项目

**项目名称：**东莞智富五金制品有限公司使用工业 CT 项目验收监测

**项目地址：**东莞市塘厦镇沙湖大岭边路 5 号

**监测因子：**周围剂量当量率

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

**辐射源类型：**详细情况见表 6-1。

表 6-1 设备参数一览表

| 名称                   | 型号                   | 最大管电压  | 最大管电流 |
|----------------------|----------------------|--------|-------|
| 工业 X 射线断层扫描装置（工业 CT） | METROTOM 1500 225 G3 | 225 kV | 3 mA  |

## 6.2 监测点位

现场监测的布点参照 HJ1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》的相关规定，先沿工业 CT 屏蔽体外 30 cm 处人员可到达的位置进行辐射剂量率巡测，然后再对常规点进行重点检测。常规点包括：

- （1）屏蔽体外 30 cm 处；
- （2）屏蔽门的左侧、右侧、上部、下部及中部外 30 cm 处；
- （3）操作位；
- （4）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，在工业 CT 屏蔽体外及相邻工作场所共布设了 40 处测量点，具体监测点位的布置位置见表 6-2，布点图见图 6-1~图 6-3。

表 6-2 检测位置

| 序号 | 检测位置                  | 序号 | 检测位置           |
|----|-----------------------|----|----------------|
| 1  | 工业 CT 东北侧屏蔽体外 30 cm 处 | 21 | CT 测试房东南侧预留仓库  |
| 2  | 工业 CT 屏蔽门右侧外 30 cm 处  | 22 | CT 测试房西北侧危废仓   |
| 3  | 工业 CT 屏蔽门中部外 30 cm 处  | 23 | CT 测试房西北侧室外通道  |
| 4  | 工业 CT 屏蔽门左侧外 30 cm 处  | 24 | CT 测试房西北侧室外通道  |
| 5  | 工业 CT 屏蔽门上侧外 30 cm 处  | 25 | CT 测试房东北侧厂房楼梯处 |
| 6  | 工业 CT 屏蔽门下部外 30 cm 处  | 26 | CT 测试房东南侧停车位   |
| 7  | 工业 CT 控制面板外操作位        | 27 | CT 测试房东北侧通道    |
| 8  | 工业 CT 东北侧屏蔽体外 30 cm 处 | 28 | CT 测试房东北侧厂房    |
| 9  | 工业 CT 东南侧电柜外 30 cm 处  | 29 | CT 测试房东北侧厂房    |
| 10 | 工业 CT 东南侧电柜外 30 cm 处  | 30 | CT 测试房东北侧通道    |

|    |                                       |    |                  |
|----|---------------------------------------|----|------------------|
| 11 | 工业 CT 东南侧电柜外 30 cm 处                  | 31 | CT 测试房东侧宿舍       |
| 12 | 工业 CT 西南侧屏蔽体外 30 cm 处                 | 32 | CT 测试房东侧新味酒楼     |
| 13 | 工业 CT 西南侧屏蔽体外 30 cm 处                 | 33 | CT 测试房西北侧通道      |
| 14 | 工业 CT 西南侧屏蔽体外 30 cm 处                 | 34 | CT 测试房西北侧通道      |
| 15 | CT 测试房西北侧产品柜外 30 cm 处                 | 35 | CT 测试房西侧通道       |
| 16 | CT 测试房西北侧窗外 10 cm 处（距工业 CT 约 30 cm 处） | 36 | CT 测试房西南侧铭佳工业园道路 |
| 17 | CT 测试房西北侧窗外 10 cm 处（距工业 CT 约 30 cm 处） | 37 | CT 测试房西南侧铭佳工业园道路 |
| 18 | CT 测试房操作室操作位                          | 38 | CT 测试房南侧铭佳工业园大门  |
| 19 | CT 测试房上方治具库                           | 39 | CT 测试房东南侧沙湖德福路   |
| 20 | CT 测试房东北侧室外通道                         | 40 | CT 测试房东南侧停车场     |

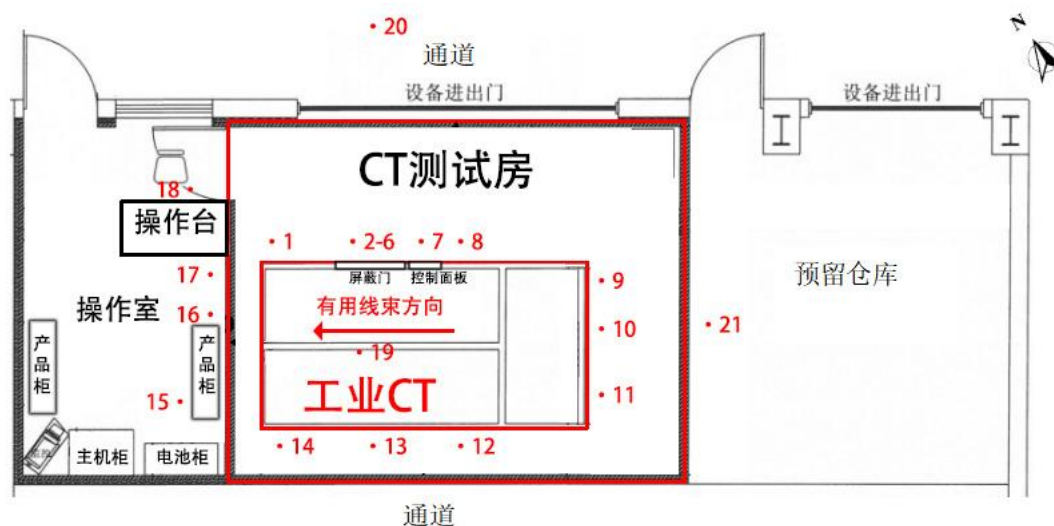


图 6-1 工业 CT 屏蔽体外周围检测布点图

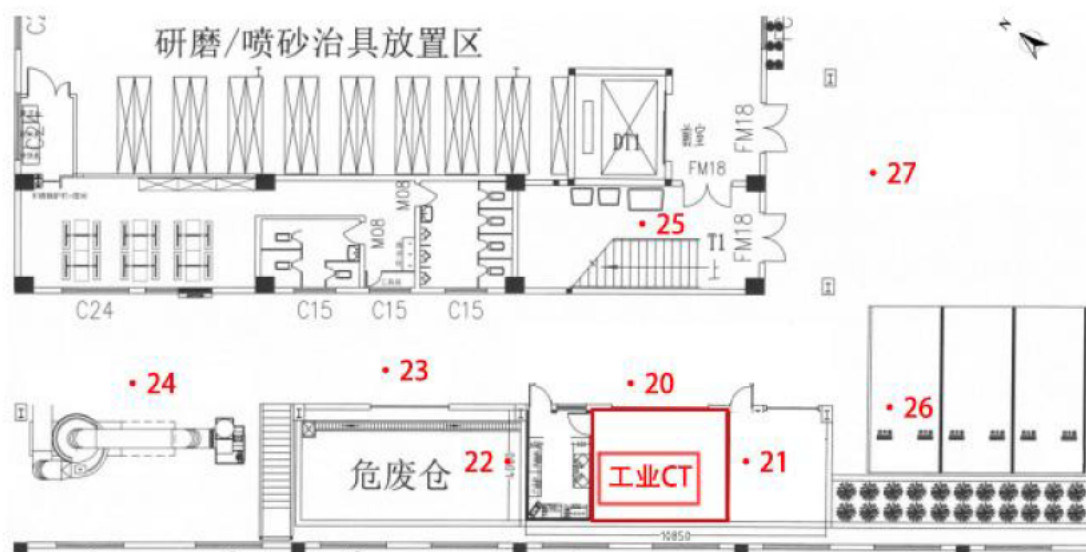


图 6-2 周边环境检测布点图



图 6-3 周边环境检测布点图

### 6.3 监测仪器

本项目的验收检测因子为周围剂量当量率，检测仪器采用 X-γ辐射剂量率仪，仪器型号为 AT1123，仪器编号为 54928，检测仪器的相关信息见表 6-3。

表 6-3 检测仪器相关信息

|      |                  |      |              |
|------|------------------|------|--------------|
| 仪器名称 | X-γ辐射剂量率仪        | 仪器型号 | AT1123       |
| 生产厂家 | ATOMTEX          | 仪器编号 | 54928        |
| 测量范围 | 50 nSv/h~10 Sv/h | 能量响应 | 25 keV~3 MeV |
| 检定单位 | 深圳市计量质量检测研究院     |      |              |
| 证书编号 | JL2508095051     |      |              |
| 检定日期 | 2025 年 06 月 03 日 | 有效期  | 1 年          |

### 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 30 cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μSv/h 的要求。



表七 验收监测

7.1 验收监测期间生产工况

本次验收 1 台 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT，最大管电压为 225 kV，最大管电流为 3 mA，最大功率为 500 W。由于最大功率为 500 W，因此管电压和管电流无法同时达到最大值。当管电压为 225 kV 时，管电流最大为 2.22 mA。

我公司技术人员于 2026 年 4 月 2 日至项目现场开展验收监测。现场检测过程中，设备运行工况为:管电压 224 kV，管电流 2213  $\mu$ A。检测功率为 495.7 W，超过最大功率的 80%，且大于日常最大使用工况（220 kV，300  $\mu$ A），稳定运行，本次检测工况具有代表性。

7.2 验收监测结果和数据分析

现场验收监测结果具体见表 7-1，检测报告见附件 5。

表 7-1 周围剂量当量率检测结果

| 测点<br>编号 | 测点位置          |                                | 背景值（ $\mu$ Sv/h） |       | 出束状态值（ $\mu$ Sv/h） |       |
|----------|---------------|--------------------------------|------------------|-------|--------------------|-------|
|          |               |                                | 平均值              | 标准差   | 平均值                | 标准差   |
| 1        | 工业<br>CT      | 东北侧屏蔽体外 30 cm 处                | 0.136            | 0.002 | 0.143              | 0.002 |
| 2        |               | 屏蔽门右侧外 30 cm 处                 | 0.127            | 0.002 | 0.128              | 0.002 |
| 3        |               | 屏蔽门中部外 30 cm 处                 | 0.131            | 0.001 | 0.129              | 0.002 |
| 4        |               | 屏蔽门左侧外 30 cm 处                 | 0.134            | 0.002 | 0.134              | 0.002 |
| 5        |               | 屏蔽门上部外 30 cm 处                 | 0.132            | 0.001 | 0.130              | 0.002 |
| 6        |               | 屏蔽门下部外 30 cm 处                 | 0.131            | 0.002 | 0.127              | 0.003 |
| 7        |               | 控制面板外操作位                       | 0.124            | 0.002 | 0.125              | 0.002 |
| 8        |               | 东北侧屏蔽体外 30 cm 处                | 0.128            | 0.003 | 0.128              | 0.002 |
| 9        |               | 东南侧电柜外 30 cm 处                 | 0.127            | 0.002 | 0.129              | 0.002 |
| 10       |               | 东南侧电柜外 30 cm 处                 | 0.125            | 0.001 | 0.130              | 0.001 |
| 11       |               | 东南侧电柜外 30 cm 处                 | 0.126            | 0.003 | 0.131              | 0.001 |
| 12       |               | 西南侧屏蔽体外 30 cm 处                | 0.134            | 0.002 | 0.138              | 0.001 |
| 13       |               | 西南侧屏蔽体外 30 cm 处                | 0.133            | 0.002 | 0.137              | 0.002 |
| 14       |               | 西南侧屏蔽体外 30 cm 处                | 0.133            | 0.002 | 0.134              | 0.001 |
| 15       | CT<br>测试<br>房 | 西北侧产品柜外 30 cm 处                | 0.144            | 0.003 | 0.148              | 0.003 |
| 16       |               | 西北侧窗外 10 cm 处（距工业 CT 约 30cm 处） | 0.139            | 0.003 | 0.141              | 0.002 |
| 17       |               | 西北侧窗外 10 cm 处（距工业 CT 约 30cm 处） | 0.140            | 0.002 | 0.137              | 0.002 |
| 18       |               | 操作室操作位                         | 0.189            | 0.002 | 0.189              | 0.001 |
| 19       |               | 上方治具库                          | 0.139            | 0.002 | 0.142              | 0.002 |
| 20       |               | 东北侧室外通道                        | 0.191            | 0.001 | 0.195              | 0.002 |

|    |            |       |       |       |       |
|----|------------|-------|-------|-------|-------|
| 21 | 东南侧预留仓库    | 0.194 | 0.001 | 0.197 | 0.001 |
| 22 | 西北侧危废仓     | 0.188 | 0.002 | 0.191 | 0.001 |
| 23 | 西北侧室外通道    | 0.196 | 0.002 | 0.196 | 0.002 |
| 24 | 西北侧室外通道    | 0.197 | 0.002 | 0.198 | 0.002 |
| 25 | 东北侧厂房楼梯处   | 0.192 | 0.003 | 0.193 | 0.003 |
| 26 | 东南侧停车位     | 0.200 | 0.002 | 0.199 | 0.002 |
| 27 | 东北侧通道      | 0.198 | 0.001 | 0.200 | 0.001 |
| 28 | 东北侧厂房      | 0.185 | 0.001 | 0.190 | 0.002 |
| 29 | 东北侧厂房      | 0.180 | 0.002 | 0.180 | 0.002 |
| 30 | 东北侧通道      | 0.189 | 0.002 | 0.192 | 0.003 |
| 31 | 东侧宿舍       | 0.179 | 0.002 | 0.181 | 0.002 |
| 32 | 东侧新味酒楼     | 0.129 | 0.004 | 0.131 | 0.002 |
| 33 | 西北侧通道      | 0.165 | 0.003 | 0.163 | 0.002 |
| 34 | 西北侧通道      | 0.167 | 0.004 | 0.168 | 0.003 |
| 35 | 西侧通道       | 0.163 | 0.002 | 0.165 | 0.002 |
| 36 | 西南侧铭佳工业园道路 | 0.141 | 0.002 | 0.143 | 0.002 |
| 37 | 西南侧铭佳工业园道路 | 0.144 | 0.002 | 0.145 | 0.002 |
| 38 | 南侧铭佳工业园大门  | 0.136 | 0.002 | 0.137 | 0.002 |
| 39 | 东南侧沙湖德福路   | 0.136 | 0.002 | 0.138 | 0.002 |
| 40 | 东南侧停车场     | 0.131 | 0.001 | 0.133 | 0.002 |

注：1、METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 出束状态检测工况为 224 kV，2213  $\mu$ A。

2、1-17 号测点检测时仪器中心均垂直于屏蔽体，距地 100 cm；19 号测点检测时仪器中心垂直于地面，距地 100 cm；18 号和 20-40 号测点检测时仪器中心指向工业 CT，距地面 100 cm。

3、每个测量点测量 10 个读数，出束状态值均未扣除环境背景值，所有测量值均未扣除宇宙射线响应值。

4、15-17 号测点检测时，工业 CT 内不放置工件；其余测点检测时均放置检测 1 个工件。

5、设备下方无地下层。

从表 7-1 现场监测数据可见，东莞智富五金制品有限公司 CT 测试房使用 METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 时（检测工况：224 kV，2213  $\mu$ A），工业 CT 屏蔽体外周围剂量当量率为 0.125  $\mu$ Sv/h~0.189  $\mu$ Sv/h，周边环境周围剂量当量率为 0.131  $\mu$ Sv/h~0.200  $\mu$ Sv/h。

从以上数据分析可看出，METROTOM 1500 225 G3 型工业 CT 以最大工况运行时，屏蔽体外周围剂量率均低于 2.5  $\mu$ Sv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中屏蔽体外 30 cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5  $\mu$ Sv/h 的要求。本项目的运行，满足相关的技术标准要求。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 辐射工作人员年有效剂量分析

本项目正常开展后，单个辐射工作人员的年照射时间不超过 260 个小时。从表 7-1 中的现场监测数据可见，工业 CT 屏蔽体外周围剂量当量率贡献值最大为 0.007  $\mu\text{Sv/h}$ （工业 CT 东北侧屏蔽体外 30 cm 处）。

表 7-2 辐射工作人员年剂量计算参数及结果

| 工作地点   | 贡献值<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 居留<br>因子 | 居留时间<br>(h/a) | 年有效剂量<br>(mSv)       | 剂量约束值              |
|--------|-----------------------------|----------|---------------|----------------------|--------------------|
| CT 测试房 | 0.007                       | 1        | 260           | $1.8 \times 10^{-3}$ | 职业工作人员：<br>5 mSv/a |

由上表可知，本项目在正常工作运行时辐射工作人员最大年有效剂量为  $1.8 \times 10^{-3}$  mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的受照剂量约束值的要求，也低于本项目设定的辐射工作人员的年有效剂量管理目标值（即辐射工作人员年有效剂量约束值为 5 mSv/a）。

### 7.3.2 公众年受照剂量分析

本项目工业 CT 的周出束时间最多为 20 h，全年出束时间最多为 1040 h，单个辐射工作人员的年照射时间不超过 260 h。环境保护目标东侧宿舍人员年照射时间最长不超过 1040 h，其余保护目标的年照射时间与单个辐射工作人员一致，为 260 h。

表 7-3 公众年剂量计算参数及结果

| 位置         | 居留因子 | 贡献值/<br>( $\mu\text{Sv/h}$ ) | 居留时间<br>(h/a) | 年有效剂量 (mSv)          | 剂量约束值             |
|------------|------|------------------------------|---------------|----------------------|-------------------|
| 东北侧通道      | 1/16 | 0.004                        | 260           | $6.5 \times 10^{-5}$ | 公众：<br>0.25 mSv/a |
| 东北侧厂房二     | 1    | 0.005                        | 260           | $1.3 \times 10^{-3}$ |                   |
| 东侧宿舍       | 1    | 0.002                        | 1040          | $2.1 \times 10^{-3}$ |                   |
| 东南侧预留仓库    | 1/4  | 0.003                        | 260           | $2.0 \times 10^{-4}$ |                   |
| 西北侧危废仓库    | 1/4  | 0.003                        | 260           | $2.0 \times 10^{-4}$ |                   |
| 西北侧通道      | 1/16 | 0.001                        | 260           | $1.6 \times 10^{-5}$ |                   |
| 上层治具库      | 1/4  | 0.003                        | 260           | $2.0 \times 10^{-4}$ |                   |
| 东侧新味酒楼     | 1    | 0.002                        | 260           | $5.2 \times 10^{-4}$ |                   |
| 东南侧沙湖德福路   | 1/16 | 0.002                        | 260           | $3.3 \times 10^{-5}$ |                   |
| 西南侧铭佳工业园厂房 | 1    | 0.002                        | 260           | $5.2 \times 10^{-4}$ |                   |

结果显示，本项目公众最大年有效剂量为  $2.1 \times 10^{-3}$  mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的受照剂量约束值的要求，也低于本项目设定的公众的年有效剂量管理目标值（即公众的有效剂量不超过 0.25 mSv/a）。

因此，辐射工作人员和公众的年有效剂量均可以满足本次验收要求的“辐射工作

人员年有效剂量约束值为 **5 mSv/a**，公众年有效剂量约束值为 **0.25 mSv/a**”。

表八 验收监测结论

### 8.1 验收内容

本次验收内容为东莞智富五金制品有限公司在东莞市塘厦镇沙湖大岭边路5号B厂区西南侧连廊首层设置一间CT测试房（仅为物理隔离功能，不涉及辐射防护），并在该CT测试房内安装使用1台工业X射线CT装置用于自产五金制品的无损检测。该装置型号为METROTOM 1500 225 G3，最大管电压225千伏，最大管电流3毫安，设备自带屏蔽体，属于II类射线装置。

### 8.2 辐射环境监测结果分析

受建设单位委托，2026年4月2日广州乐邦环境科技有限公司对本期验收项目进行验收监测。METROTOM 1500 225 G3型工业CT运行工况为：管电压224 kV，管电流2213  $\mu$ A。

从现场监测数据可见，东莞智富五金制品有限公司CT测试房使用METROTOM 1500 225 G3型工业CT时，工业CT屏蔽体外周围剂量当量率为0.125  $\mu$ Sv/h~0.189  $\mu$ Sv/h，周边环境周围剂量当量率为0.131  $\mu$ Sv/h~0.200  $\mu$ Sv/h。屏蔽体外周围剂量率均低于2.5  $\mu$ Sv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中屏蔽体外30 cm处周围剂量当量率参考控制水平应不大于2.5  $\mu$ Sv/h的要求。

通过进一步对验收项目周围环境中辐射工作人员和公众受照剂量的估算，辐射工作人员年受照有效剂量不超过 $1.8\times 10^{-3}$  mSv，低于本次验收确定的辐射工作人员的年照射剂量约束值（不超过5 mSv/a）；而公众的年受照有效剂量不超过 $2.1\times 10^{-3}$  mSv，低于本次验收确定的公众的个人年有效剂量约束值（不超过0.25 mSv/a）。

### 8.3 环境管理

通过现场调查分析，本验收项目符合环评文件论证，该项目工业CT采取了辐射屏蔽，充分考虑周围场所的人员防护与安全，并落实了相应的各项辐射安全设施和个人防护措施。该验收项目实际运营过程中满足环境影响评价报告表提出各项要求，符合《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）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**

本次验收的东莞智富五金制品有限公司使用工业 CT 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。