

福州六和金属科技有限公司 2 台工业 CT 机 项目竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：福州六和金属科技有限公司

2025 年 11 月

表一 项目基本情况

建设项目名称	福州六和金属科技有限公司 2 台工业 CT 机项目				
建设单位名称	福州六和金属科技有限公司				
建设项目性质	新建				
建设地点	福建省闽侯县青口镇新城西路 11 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			
建设规模	新增 1 台型号为“RG-AI-ROBCII”的在线 X 光检测设备和 1 台型号为“NAOMi-CT 3D-L”的桌面式 CT 设备				
本次验收规模	新增 1 台型号为“RG-AI-ROBCII”的在线 X 光检测设备和 1 台型号为“NAOMi-CT 3D-L”的桌面式 CT 设备				
建设项目环评批复时间	2025.3.24	开工建设时间	2025.5		
取得辐射安全许可证时间	2025.10.30	项目投入运行时间	2025.11.1		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2025.11.1	验收现场监测时间	2025.11.7		
环评报告表审批部门	福建省生态环境厅	环评报告表编制单位	福建九邦环境检测科研有限公司		
环保设施设计单位	/	环保设施施工单位	/		
投资总概算	850 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	35 万元	比例	4.1%
实际总概算	850 万元	辐射安全与防护设施实际总概算	35 万元	比例	4.1%
验收监测依据	1.1 法律法规 （1）《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015 年 1 月 1 日实施； （2）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施； （3）《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院				

	令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行； （4）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修正版），国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行； （5）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令第 20 号，自 2021 年 1 月 4 日起施行； （6）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行； （7）关于发布《射线装置分类》的公告，环境保护部，国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日起施行。 （8）《关于发布放射源分类办法的公告》，国家环境保护总局公告 2005 年 第 62 号 （9）《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； （10）《福建省环境保护条例》（修订版），2012 年 3 月 31 日起施行 1.2 建设项目竣工环境保护验收技术规范 （1）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （2）《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，2017 年 11 月 22 日起施行； （3）《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 2018 年第 9 号公告，2018 年 5 月 16 日施行。 （4）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326—2023） （5）《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号）
--	--

验收监测评价标准、标
号、级别、限值

根据《福州六和金属科技有限公司 2 台工业 CT 机项目环境影响报告表》相关标准、福建省生态环境厅的审批意见以及最新标准，本次验收监测标准如下：

- 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）
- 2、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）
- 3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）
- 4、项目剂量限值要求

根据环评报告，项目剂量限值要求如下：

表 1-1 本项目相关标准限值

项目	内容	相关限制	标准名称
连续5年的 年平均有效 剂量限值	辐射工作人员	20mSv	《电离辐射防护与辐射 源安全基本标准》 （GB18871-2002）
年有效剂量 限值	非辐射工作人员	1mSv	
管理限值	辐射工作人员	5mSv/a	辐射工作人员取连续5 年年平均有效剂量限值 的1/4作为管理限值
	非辐射工作人员	0.25mSv/a	非辐射工作人员取年有 效剂量限值的1/4作为管 理限值
周围剂量当 量率控制目 标值	关注点最高周围剂 量当量率参考控制 水平	$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	《工业X射线探伤放射 防护要求》（GBZ117- 2015）
剂量率参考 控制水平	探伤室外表面 30cm处剂量率控 制值	$\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$	《工业X射线探伤室辐 射屏蔽规范》 （GBZ/T250-2014）
	对不需要人员到达 的探伤室顶，探伤 室顶表面30cm处 剂量率控制值	$\leq 100\mu\text{Sv/h}$	《工业X射线探伤放射 防护要求》（GBZ117- 2015）

表二 项目建设情况

2.1 项目概述

2.1.1 项目建设历程

福州六和金属科技有限公司成立于 2022 年 05 月 20 日，位于福建省福州市闽侯县青口镇新城西路 11 号，法定代表人为宗绪顺，所属行业为汽车制造业，主要从事汽车零部件制造。

为满足生产需要，福州六和金属科技有限公司拟新增 1 台型号为“RG-AI-ROBCII”的在线 X 光检测设备，转台式零部件智能检测系统（以下简称 1 号工业 CT 机），和 1 台型号为“NAOMi-CT 3D-L”的桌面式 CT 设备（以下简称 2 号工业 CT 机），两台工业 CT 机均自带屏蔽体，用于检测公司生产的零部件等的工艺和质量。

表 2-1 本项目射线装置参数一览表

射线装置	型号	管电压 (kV)	管电流 (mA)	类别	所在场所	数量
转台式零部件智能检测系统	RG-AI-ROBCII	225	15	II 类	低压车间内西北侧 CT 检测区	1 台
桌面式 CT 设备	NAOMi-CT 3D-L	100	10	II 类		1 台

2024 年 5 月项目委托福建九邦环境检测科研有限公司完成《福州六和金属科技有限公司 2 台工业 CT 机项目环境影响报告表》编制；2025 年 3 月 24 日项目通过错误!未找到引用源。审批，审批文号为：闽环辐评〔2025〕15 号；2025 年 10 月 30 日获得辐射安全许可证，证书编号为：闽环辐证[00563]。

2.1.2 验收项目由来

根据《建设项目环境管理条例》（2017 年 7 月 16 日修订）、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（环规环评〔2017〕4 号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326—2023），建设单位编制了《福州六和金属科技有限公司 2 台工业 CT 机项目竣工环境保护验收监测报告表》，并组织技术人员对该项目的环保设施建设、运行状况、环境保护管理等相关内容进行调查，编制了该项目竣工验收监测方案，并委托福建宏邦检测技术有限公司承担本项目的环保设施竣工验收监测工作。

2.1.3 验收范围与内容

本次验收范围为福州六和金属科技有限公司 2 台工业 CT 机项目所使用的 2 台工业 CT

机。

2.1.4 验收监测报告形成过程

建设单位组织技术人员查阅了有关文件和材料，对本项目的性质、规模、地点、建设情况、环保设施运行情况、环境保护管理情况等有关内容进行了现场勘查，并在此基础上制定了竣工环境保护验收检测方案。福建宏邦检测技术有限公司于 2025 年 11 月 7 日，依据验收检测方案进行了现场采样监测，并于 2025 年 11 月 13 日出具了编号为 YS25352795-1 的检测报告。2025 年 11 月 15 日公司依据有关规范编制完成了《福州六和金属科技有限公司 2 台工业 CT 机项目竣工环境保护验收监测报告表》。

2.2 项目建设概况

2.2.1 项目名称、性质及地点

- 项目名称：福州六和金属科技有限公司 2 台工业 CT 机项目
- 建设单位：福州六和金属科技有限公司
- 建设地点：福建省福州市闽侯县青口镇新城西路 11 号低压车间内西北侧 CT 检测区
- 建设性质：新建
- 总投资：850 万元
- 劳动定员：4 人

本项目 2 台工业 CT 机放置在福建省福州市闽侯县青口镇新城西路 11 号低压车间内西北侧 CT 检测区内。项目 2 台工业 CT 机装置参数与环评一致，具体射线装置参数情况见表 2-2。

表 2-2 本项目射线装置参数一览表

射线装置	型号	管电压 (kV)	管电流 (mA)	类别	所在场所	数量
转台式零部件智能检测系统	RG-AI-ROBCII	225	15	II 类	低压车间内西北侧 CT 检测区	1 台
桌面式 CT 设备	NAOMi-CT 3D-L	100	10	II 类		1 台

项目 2 台工业 CT 机设备组成及基本参数见表 2-3、表 2-4。

表 2-3 项目 1 号工业 CT 机设备功能和基本组件（RG-AI-ROBCII）

序号	系统名称	设备	作用
1	X 射线系统	iXRS-225 高稳定性恒电 压式 X 射线系统	提供高品质高分辨率 X 射线
2	数字式平板探测器	Y.Panel 2530 数字式平板 探测器	在 X 射线成像领域既可清晰地实现静态拍片功能，亦

			可实现连续的动态成像功能，满足要求严苛的全天候工业无损检测环境的应用。
3	射线智能检测系统	计算机系统	射线智能检测平台系统软件
4		RG-AIDR 射线智能检测平台	
5		图像分析软件	
6	检测机械系统	X 射线主防护铅房	X 射线防护铅房采用钢-铅-钢结构设计，能对225kV的X 射线进行可靠防护，防护性能达到GBZ117-2015《工业X 射线探伤卫生防护标准》要求
7		工件旋转进出托架	实现物料进出
8		多自由度机器人检测单元	机器人检测单元由1 台FANUC 的机器人和U 型安装机构组成（U 型安装机构固定X 射线管头和平板探测器），具有全位置调节功能，射线管前端还安装有气动光闸，以确保工件进出时无射线泄露
9	操控系统	RG-CTR20 吊臂式操控系	机器人专用控制系统，实现机器人的示教和运

表 2-4 项目 2 号 CT 机设备功能和基本组件（NAOMi-CT 3D-L）

序号	系统名称		规格
1	动力源	动力源	AC100V~240V 50
		消耗功率	1.0kVA
2	X 射线	管电压	50~100kV
		管电流	2~10mA
		高压发生器	直流整流器（转子点火系统）
		冷却	石油和空气
		焦斑大小	0.5mm
3	探测器	活跃成像区域	263×213（mm）
		像素大小	75
		像素	3462×2808（mm）
		灰阶	16 位元
4	图像采集	图像获取规模	部分扫描 $\phi 68 \times 38 \sim 49$ （mm）
			正常扫描 $\phi 146 \times 153 \sim 185$ （mm）
			偏置扫描 $\phi 251 \times 130 \sim 185$ （mm）
			2D 采集 H263×L213（mm）

2.2.2 人员及工作制度

本项目使用的 1 号工业 CT 机（型号为 RG-AI-ROBCII），最大管电压为 225kV，最大电流为 15mA（运行时最大管电压为 225kV，最大管电流为 8mA），建设单位提供的每天工作的时间为 8h，年工作时间为 260 天。配置 2 人操作，操作位设置于设备左前侧。

本项目使用的 2 号工业 CT 机（型号为 NAOMi-CT 3D-L），最大管电压为 100kV，最大电流为 10mA，建设单位提供的每天工作的时间为 8h，年工作时间为 260 天。配置 2 人操作，操作位设置于设备左前侧。

本项目已配备 4 名辐射工作人员，均已取得相关辐射安全与防护合格证，人员数量能够满足工业 CT 机正常运行要求。。

2.3 地理位置及外环境关系

2.3.1 地理位置及平面布置

福州六和金属科技有限公司 2 台工业 CT 机项目位于福建省福州市闽侯县青口镇新城西路 11 号低压车间内西北侧 CT 检测区内，占地面积约为 60m²，项目地理位置图见附图 1。项目所在低压车间北侧隔道路为机加工车间；西侧为厂区道路，隔道路为厂区内预留；东侧为厂区道路，隔道路为厂区配套用房；南侧为厂区道路，隔道路为厂区外空地项目 CT 检测区与本项目车间相对位置图及周边情况示意图见附图 2。项目占地四周情况见表 2-5，平面布置图见附图 3。项目 1 号 CT 机向东，主束方向向上；2 号 CT 机向西，主束方向向南，项目 2 台 CT 机放置情况图见附图 4。

表 2-5 CT 机四周情况一览表

方位	低压车间西北侧 CT 检测区	距离

2.3.2 主要环境保护目标

本次验收调查范围为工业 CT 机实体屏蔽物外 50m。本项目辐射环境评价范围内均无居民点、学校等敏感目标分布。区内保护目标包括职业工作人员周围加工车间工人及偶尔经过的公众人群。本项目周围主要环境保护目标见表 2-6。

表 2-6 本项目放射源库周围主要环境保护目标

[illegible]

项目使用的两台工业 CT 机电流、电压等参数均和环评一致，具体设备参数见下表。

表 2-7 X 射线数字成像检测系统（工业 CT 机）设备参数

[illegible]

2.4 主要工艺流程及产污环节:

2.4.1 工艺流程

本项目使用的 2 台工业 CT 机主要用于产品质量检测。其工艺流程基本相同，除上料工序有所不同外其余流程一致，工艺流程示意图详见图 2-1。

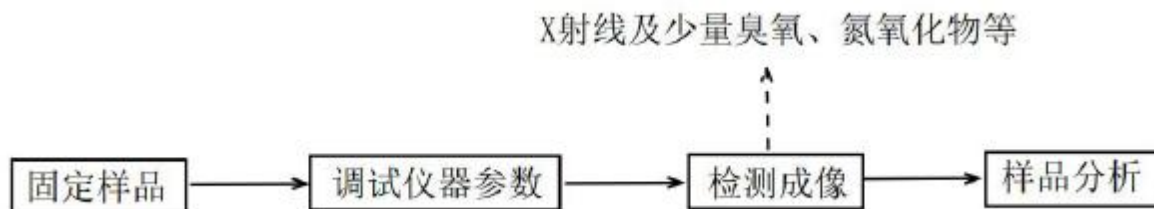


图 2-1 X 射线探伤机工作原理及产污环节示意图

本项目整个无损探伤检测过程由设备自动进行，设备开机期间工作人员在设备操作台上进行监控。具体过程为:

a) 上下料工序

1 号工业 CT 机（RG-AI-ROBCII）采用对称转盘设计，待检/检测状态自循环，工作时由外部人工或机械手将扫码后的工件按特定规则放置在待检托盘上，检测开始时旋转进入检测区。

2 号工业 CT 机（NAOMi-CT 3D-L）采用采用仓门设计，待检时将产品放入仓内按特定规则放置在待检托盘上，关闭仓门，检测开始时在仓内旋转。

b) 设置检测模板参数

对同类型工件的批量自动检测时，先将样本工件送入检测区域，进入射线智能检测平台的“评估标准”模式，调节机器人系统，设置检测速度、检测点位、亮度/对比度等参数，通过 X 射线控制机器人调节 X 射线机管电压、管电流，检测人员确认图像质量是否满足检测要求。同时，在射线智能检测系统“评估标准”模式中，设定工件的特别关注检测点和各检测点不同的缺陷通过/报警条件等参数，设置完成后所有的参数都将保存为评估模板文件以供全自动检测时系统识别调用。更换工件类型时需要选择保存的检测模板或重新创建。

c) 全自动检测工序

进入射线智能检测平台“全自动”模式，启动检测开始指令发出后，X 射线机开始曝光，系统依照评估模板文件中设定的参数自动采集和判别检测图像，对发现缺陷的工件系统自动打

标和报警，检测过程中系统同时实时显示高分辨率的检测图像，检测人员还可对被检工件的检测结果进行人工干预。检测完毕后系统将工件的检测图像完整保留在计算机内或立即传输到图像集中存储服务器上。

d) 人工检测

其他类型的少量工件手动常规检测时，可通过维修铅门或转台将工件放置到检测台上，人工调节 X 射线管位置、平板探测器位置后开启射线，进入射线智能检测平台“手动操作”模式即可进行检测。

2.4.2 产污环节

(1) 放射污染源

根据工业 CT 机的工作原理可知，X 射线是随射线装置的开、关而产生、消失。本次项目所使用的工业 CT 机只有在开机并出线的状态时，才会有 X 射线的产生，而 X 射线可以得到屏蔽室的有效屏蔽。但由于 X 射线的直射、反射及散射，可能有衰减后的射线对外部的工作人员和周围公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。

(2) 非放射性污染

本项目的工业 CT 机工作时最大管电压为 225kV 及 100kV，依据 0.6kV 以上的 X 射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物，因此该项目运行时室内将产生少量的臭氧和氮氧化物，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。

(3) 其他污染

该项目采用数字成像方式，在显示屏上直接显示探伤结果，不涉及胶片、影液等感光材料废物。无放射性废物及其他废气、废水和固体废物产生。

2.5 工程变化内容说明：

本次项目的性质、地点、生产设备、生产工艺、环境保护措施基本与环评一致，对照情况见下表。

表 2-8 本次验收项目环评与现场调查对照情况表

本项目实际建设不存在《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》的重大变化范围内，不属于重大变化。对照情况如下表 2-9。

表 2-9 污染影响类建设项目综合重大变动清单对照情况一览表

序号	重大变动清单（摘录）	本项目变化情况说明	对照结果
1	性质：建设项目开发、使用功能发生变化的。	与原环评一致	无变动
2	规模：①生产、处置或储存能力增大 30%及以上的。生产、处置或储存能力增大，导致废水第一类污染物排放量增加的。②仓储设施（储存危险化学品、危险废物）总储存能力增加 30%及以上。③位于环境质量不达标区的建设项目生产、处置或储存能力增大，导致相应污染物排放量增加的（细颗粒物不达标区，相应污染物为二氧化硫、氮氧化物、可吸入颗粒物、挥发性有机物；臭氧不达标区，相应污染物为氮氧化物、挥发性有机物；其他大气、水污染物因子不达标区，相应污染物为超标污染因子）；位于达标区的建设项目生产、处置或储存能力增大，导致污染物排放量增加 10%及以上的。	与原环评一致	无变动
3	地点：重新选址；在原厂址附近调整（包括总平面布置变化）导致环境防护距离范围变化且新增敏感点的。	与原环评一致	无变动
4	生产工艺：（1）新增产品品种或生产工艺（含主要生产装置、设备及配套设施）、主要原辅材料、燃料变化，导致以下情形之一：①新增排放污染物种类的（毒性、挥发性降低的除外）；②位于环境质量不达标区的建设项目相应污染物排放量增加的；③废水第一类污染物排放量增加的；④其他污染物排放量增加 10%及以上的。（2）物料运输、装卸、贮存方式变化，导致大气污染物无组织排放量增加 10%及以上的。	与原环评一致	无变动

5	环保措施：①废气、废水污染防治措施变化，导致第4条中所列情形之一（废气无组织排放改为有组织排放、污染防治措施强化或改进的除外）或大气污染物无组织排放量增加10%及以上的。②新增废水直接排放口；废水由间接排放改为直接排放；废水直接排放口位置变化，导致不利环境影响加重的。③新增废气主要排放口（废气无组织排放改为有组织排放的除外）；主要排放口排气筒高度降低10%及以上的。④噪声、土壤或地下水污染防治措施变化，导致不利环境影响加重的。⑤固体废物利用处置方式由委托外单位利用处置改为自行利用处置的（自行利用处置设施单独开展环境影响评价的除外）；固体废物自行处置方式变化，导致不利环境影响加重的。⑥事故废水暂存能力或拦截设施变化，导致环境风险防范能力弱化或降低的。	与原环评一致	无变动
---	---	--------	-----

同时项目对照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号）的重大变化范围内，不属于重大变化。对照情况如下表2-10。

表 2-10 核技术利用建设项目重大变动清单对照情况一览表

序号	重大变动清单（摘录）	本项目变化情况说明	对照结果
1	性质：由核技术利用建设项目变更其他类别建设项目	与原环评一致	无变动
2	建设地点：①重新选址。②调整辐射工作场所位置（包括总平面布置变化）导致调整后评价范围内出现新的环境保护目标。	与原环评一致	无变动
3	规模：①放射源类别升高。②射线装置类别升高。③非密封放射性物质工作场所级别升高。④放射源的总活度或放射源数量增加50%及以上。⑤射线装置额定功率或输出剂量率或中子产生率增大50%及以上。⑥放射性核素活度或种类增加导致非密封放射性物质工作场所的日等效最大操作量增加50%及以上。⑦增加新的辐射工作场所。	与原环评一致	无变动
4	工艺：生产工艺或使用方式变化导致不利影响加重，含主要工艺装置、配套设备及放射性三废处理设施任何一项变化。	与原环评一致	无变动
5	辐射安全与防护措施：①辐射防护措施改变导致不利影响加重。②辐射安全联锁系统的联锁方式、联锁逻辑发生改变导致联锁功能减弱。③非密封放射性物质工作场所功能和布局变化导致增加控制区。④新增放射性液态流出物排放口或气载流出物排放口。	与原环评一致	无变动

表三 辐射安全与防护设施/措施

3.1 主要污染源

3.1.1 放射污染源

根据工业 CT 机的工作原理可知，X 射线是随射线装置的开、关而产生、消失。本次项目所使用的工业 CT 机只有在开机并出线的状态时，才会有 X 射线的产生，而 X 射线可以得到屏蔽室的有效屏蔽。但由于 X 射线的直射、反射及散射，可能有衰减后的射线对外部的工作人员和周围公众产生辐射影响，影响途径为 X 射线外照射。

3.1.2 非放射性污染

本项目的工业 CT 机工作时最大管电压为 225kV 及 100kV，依据 0.6kV 以上的 X 射线能使空气电离，会产生少量臭氧和氮氧化物，因此该项目运行时室内将产生少量的臭氧和氮氧化物，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气。

3.1.3 其他污染

该项目采用数字成像方式，在显示屏上直接显示探伤结果，不涉及胶片、影液等感光材料废物。无放射性废物及其他废气、废水和固体废物产生。

3.2 工作场所布局和分区管理

本项目工业 CT 机自屏蔽材料的屏蔽作用，使得出束状态下 X 射线装置周围剂量率远低于国家标准的辐射剂量率限值。根据分区原则以及结合本项目情况，本项目分区如下：工业 CT 机设备自屏蔽体内部区域划为控制区，CT 机以外 30cm 内区域划为监督区。本项目检测区控制区和监督区见附图 5。

3.3 环境保护措施

3.3.1 放射性污染防治措施

（1）屏蔽防护

该工业 CT 机的辐射源（X 射线发生器）安装在一个全密封的自屏蔽壳内。内层为钢板，中层为铅板，外表层为钢板，能有效降低设备运行对周围环境造成的辐射影响。具体各侧铅屏蔽体的屏蔽防护设计详见表 3-1、表 3-2。CT 机剖视图见附图 6。

表 3-1 项目 1 号 CT 机自带铅屏蔽体的辐射防护屏蔽设计一览表

表 3-2 项目 2 号 CT 机自带铅屏蔽体的辐射防护屏蔽设计一览表

（2）防护措施

1 号 CT 机

① 门——机联锁机制

维修铅门为手动推拉开启，两套独立的安全开关与 X 射线机系统连锁开关连接，可防止铅门在检测过程中打开或在门打开时自动关闭射线，确保防护安全。

② 警告标志及工作状态指示灯

该设备设置一个工作状态三色指示灯，以警示人员注意安全。配备了红色、绿色、黄色三种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态:红灯发光常亮表示设备 X 射线管打开，这时设备正在工作中;绿灯常亮表示设备处于正常状态，即所有的门已关好可以打开 X 射线管对物品进行检测。黄灯闪烁表示进料门未关。

③ 视频监控设施

本项目工业 CT 机内均设有监视器，连接操作台，用于对设备内的实时 X 射线工作情况监视。

④ 急停按钮和控制锁

该工业 CT 的墙体距离底面 1.2 米处安装 2 只急停开关，关闭任意一道开关设备都将停止供电停止运行，紧急情况下可按下急停开关快速切断供电系统使 X 射线立即停止出束。急停按钮被按下后，必须首先将其复位，系统才可重启。

⑤ 通风装置

防护铅房内采取下侧自然进风，后部风扇式机械排风，在进风和出风口均有铅板防护，气流经导向后才排出，最大程度上避免射线泄露。

⑥ 操作台

设备操作台连接屏幕设有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。且操作台与安全联锁机制接口，当防护门未全部关闭时不能接通 X 射线管电压。

2 号 CT 机

① 门——机联锁机制

维修铅门为手动推拉开启，与 X 射线机系统连锁开关连接，可防止铅门在检测过程中打开或在门打开时自动关闭射线，确保防护安全。

② 警告标志及工作状态指示灯

该设备设置一个工作状态三色指示灯，以警示人员注意安全。配备了红色、绿色、黄色三种灯光，不同的灯光表示设备不同的运行状态:红灯发光常亮表示设备 X 射线管打开，这时设备正在工作中;绿灯常亮表示设备处于正常状态，即所有的门已关好可以打开 X 射线管对物品进行检测。黄灯闪烁表示进料门未关。

③ 视频监控设施

本项目 2 号工业 CT 机内均设有监视器，连接操作台，用于对设备内的实时 X 射线工作情况监视。

④ 急停按钮

在 X 射线摄影的软件画面中，有停止 X 射线扫描过程的取消按钮。CT 机同时设置了物理电源开关，紧急情况下可直接关掉装置的电源使 X 射线立即停止出束。

⑤ 通风装置

防护铅房内，后部风扇式机械排风，在进风和出风口均有铅板防护，气流经导向后才排出，

最大程度上避免射线泄露。

3.3.2 其它污染防治措施

(1) 废气

项目 CT 机 X 射线电离空气产生的少量臭氧和氮氧化物通过通风系统排入大气。本项目 1 号 CT 机配置一个风扇，风量为 $240\text{m}^3/\text{h}$ ，根据设备尺寸推算内部体积约 38.3m^3 ，则每小时换气次数可达 6.26 次；|本项目 2 号 CT 机配置一个风扇，风量为 $0.949\text{m}^3/\text{min}$ ，根据设备尺寸推算内部体积约 0.1476m^3 ，则每小时换气次数可达 386 次；项目两台 CT 机有效换气次数均大于每小时 3 次，可及时将臭、氮氧化物等有害气体排出 CT 机外，符合《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中“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 次的要求”。另 CT 检测区所在厂房内安装有动力排风装置和空调，在工作期间保持开启。因此，只要室内的空气保持清新和流通，由 CT 机内部产生的少量臭氧不会对室内环境造成影响。

(2) 废水、固废

该项目采用数字成像方式，在显示屏上直接显示探伤结果，不涉及胶片、影液等感光材料废物。无放射性废物及其他废气、废水和固体废物产生。

3.4 辐射安全管理措施

(1) 辐射安全管理机构及管理制度

福州六和金属科技有限公司已成立了辐射安全与环境管理机构，并明确了相应的职责。建立辐射防护管理领导小组。共同协作负责辐射安全与防护工作的具体组织、协调、督查与指导；负责拟定辐射防护工作计划和实施方案，制定相关工作制度并组织实施；建立辐射工作人员的辐射防护档案与健康监护档案;定期对辐射安全与防护工作进行督查，确保不发生辐射安全事故，见附件 11。

(2) 辐射工作人员辐射安全培训、健康管理及剂量监测

本项目已配备 4 名辐射工作人员（包括 1 名专职辐射管理人员），均已取得相关辐射安全与防护合格证见附件 12。

辐射工作人员均已配备了个人剂量计，并已委托有资质单位定期开展个人剂量监测，辐射工作人员上岗前均已参加职业健康体检，体检结果均满足继续/可从事放射工作的要求。单位已建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

（3）辐射监测仪器

本项目辐射工作人员人均配备了 1 枚个人剂量计，项目 CT 检测区配备一台便携式剂量仪，对正在工作的工业 CT 机进行剂量率监测。经现场检查辐射监测仪器均可正常使用。

个人剂量计	
计量报警器个人	辐射监测仪器

图 3-1 本项目辐射监测仪和个人剂量报警仪

3.5 环保设施投资及“三同时”落实情况

本项目实际总投资额约 850 万元，其中环保投资额 35 万元，环保投资占总投资额约 4.1%。该项目具体环保投资详见表 3-3。

表 3-3 环保投资一览表

序号	项目	投资金额(万元)
1	辐射安全装置和保护措施（电离辐射警告标志警戒线（绳）、警告牌等）	3
2	个人剂量监测、辐射安全与防护培训及考核	6
3	辐射监测仪器	10
4	危险废物处置费用	2

5	环境影响评价费用	6
6	辐射安全规章制度上墙、竣工环保验收	8
合计		35

表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 建设项目环境影响报告表主要结论与建议

福州六和金属科技有限公司 2 台工业 CT 机项目落实本报告表提出的各项污染防治措施和安全管理措施后，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，项目正常运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，该项目是可行的。

本项目环境影响报告表中对废水、废气、噪声、固废的治理要求及“三同时”落实情况见表 4-1。

表 4-1 环评中环保设施要求及“三同时”落实情况对照表

编号	验收项目	验收内容	验收标准及要求	执行情况
1	辐射防护措施	1、RG-AI-ROBCII 工业 CT 机（1 号工业 CT 机） 工业 CT 机自带铅屏蔽体，设备顶部：2mm 钢板+16mm 铅板+2mm 钢板，设备前侧、左侧、右侧：2mm 钢板+14mm 铅板+2mm 钢板，设备底部、后侧：2mm 钢板+10mm 铅板+2mm 钢板 2、NAOMi-CT 3D-L 工业 CT 机（2 号工业 CT 机） 工业 CT 机自带铅屏蔽体，设备顶部、底部、后侧：3mm 铅板，设备前侧：4.6mm 铅板，设备左侧：2mm 铅板+2mm 铅板，设备右侧：3mm 铅板+4.5mm 铅板。	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中照射限值要求，即辐射工作人员年平均有效剂量限值 5mSv/a，公众人员年平均有效剂量限值 0.25mSv/a，周围剂量当量率参考控制水平小于 2.5μSv/h。	已落实。 ①项目 2 台工业 CT 机均自带铅屏蔽体。（详见表） ②项目工业 CT 机设置门机联锁、急停按钮、工作指示灯、视频监控、电离辐射警告标志、警示灯、警戒线、警告牌装置。 ③配备固定式场所辐射探测报警装置、便携式 X-γ 剂量率仪、个人剂量计、个人剂量报警仪 ④项目辐射工作人员、周围公众年有效剂量满足控制限值要求，周围剂量当量率控制限值要求。
2	管理制度	成立辐射防护安全管理机构。 建立健全相应放射安全防护规章制度，各项规章制度应张贴上墙，严格执行。 如有辐射事故的发生，严格按照《辐射事故应急预案》中规定采取应急措施，及时向生态环境部门报告，并向公安部门和卫生健康部门上报。	符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关规定。	已落实。 ① 项目已成立辐射防护安全管理机构 ② 项目已设置完善的放射安全防护规章制度，各项规章制度应张贴上墙，严格执行。 ③ 项目已编制《辐射事故应急预案》并严格

		辐射工作人员必须佩戴个人剂量计，包括仪器购买及维修、维护费用和单位项目预留防护资金，建立个人剂量档案和职业健康监护档案并长期保存。		执行。 ④ 本项目辐射工作人员已配备佩戴个人剂量计，建立个人剂量档案和职业健康监护档案并长期保存 ⑤ 项目严格按照个人剂量计检测（3个月1次）和健康体检（2年1次）执行。
		个人剂量计检测（3个月1次）和健康体检（2年1次）。		
		安排人员参加辐射安全与防护培训，并取得合格证书。		
3	环境监测	项目建成后委托有资质的技术服务机构进行验收检测；投入使用后每年至少进行1次常规检测。	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关规定。	已落实。①项目已委托有资质的技术服务机构进行验收检测；并严格执行每年至少进行1次常规检测。②本项目辐射工作人员已配备佩戴个人剂量计，建立个人剂量档案和职业健康监护档案并长期保存
		辐射工作人员必须佩戴个人剂量计，建立个人剂量档案和职业健康监护档案并长期保存。		

4.2 审批部门审批决定

根据《福州六和金属科技有限公司2台工业CT机项目环境影响报告表的批复》（闽环辐评〔2025〕15号），本项目“三同时”落实情况见表4-2。

表 4-2 环评批复中要求及“三同时”落实情况对照表

序号	环评批复要求	落实情况
一	严格按照设计方案开展建设，确保工业CT机自屏蔽安装完毕后可满足防护要求；工业CT机醒目处要安装工作状态指示灯和电离辐射警告标志，防止人员受到误照射，	已落实： 项目将严格按照设计方案进行建设，确保工业CT机自屏蔽安装完毕后满足防护要求。 工业CT机已安装工作状态指示灯和电离辐射警告标志。
二	健全辐射安全和防护管理机构，建立并完善各项规章制度，严格按照环保要求和技术操作规程开展作业，加强设备维护，定期对设备的操作、维修和管理措施进行检查，完善辐射事故应急预案并定期开展演练。	已落实： 项目已建立辐射安全和防护管理机构，建立各项规章制度，严格按照环保要求和技术操作规程开展作业，定期进行设备维护，定期对设备的操作、维修和管理措施进行检查，已编制辐射事故应急预案并按照计划定期开展演练。
三	使用射线装置的操作人员和相关管理人员应按要求参加辐射安全和防护培训并取得合格证书，做到持证上岗；建立健全个人剂量和职业健康档案，所有辐射工作人员均应按佩戴个人剂量计并接受剂量监测	已落实： 本项目已配备4名辐射工作人员（包括1名专职辐射管理人员），均已取得相关辐射安全与防护合格证；辐射工作人员均已配备了个人剂量计，并已委托有资质单位定期开展个人剂量监测。

表五 验收监测质量保证及质量控制

5.1 监测分析方法

福建宏邦检测技术有限公司已通过计量认证（CMA 证书号：23131205A029），监测方法采用资质认定计量认证证书附表内相应的方法，具体见表 5-1。

表 5-1 验收监测各项监测因子监测依据一览表

5.2 监测仪器

项目验收监测所使用的仪器名称、型号详见表 5-2。

表 5-2 辐射检测仪参数

5.3 人员能力

监测人员已通过上岗培训，经考核合格后上岗。监测由专业人员按操作规程操作仪器，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好，并做好现场记录。

5.4 质量保证及质量控制

（1）监测单位已通过计量认证，具备有相应的检测资质和检测能力，监测单位计量认证证书及检测能力证书见附件 13；

（2）监测单位制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；

（3）本次监测所采用的监测仪器已通过计量部门检定合格，并在检定有效期内；

- (4) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；
- (5) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准；
- (6) 监测报告严格实行三级审核制度。

表六 验收监测内容

6.1 验收内容

根据本项目的工艺流程和污染特征，本次验收监测因子为 γ 辐射剂量率。本次验收监测重点为福建省福州市闽侯县青口镇新城西路 11 号低压车间内西北侧 CT 检测区工作场所及周围环境 X 辐射剂量率。

6.2 监测因子及频次

监测因子：辐射工作场所及周围环境 X 辐射剂量当量率。

监测频次：周围剂量当量率在正常工况下测量一次，每次读 10 个数，取其修正后的平均值作为测量结果。

6.3 监测技术规范

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；《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）；《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）

6.4 监测布点

参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的方法布设监测点位。用监测仪器对 X 射线断层检查仪工作场所及周边进行环境辐射水平进行监测。设备检测点位见表 6-1,示意图见下图 6-1。

表 6-1 验收监测点位一览表

[illegible]

图 6-1 本项目检测点位示意图

图 6-2 本项目检测点位示意图

6.5 监测时间及环境参数

检测时间及环境参数见表 6-2。

表 6-2 检测时间及环境参数一览表

检测时间	2025 年 11 月 7 日
天气	多云
温度	17℃
湿度	94%RH
海拔	8.4m

表七 验收监测

7.1 验收监测工况

本项目的验收监测运行工况见表 7-1。

表 7-1 项目验收监测工况

射线装置	射线装置型号	验收监测日期	设计参数		验收工况	
			最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	检测时管电 压 (kV)	检测时管电 流 (mA)
转台式零部件 智能检测系统	RG-AI-ROBCII	2025年11月7 日、2025年11 月18日				
桌面式 CT 设 备	NAOMi-CT 3D-L					

7.2 验收监测结果

验收检测结果见表 7-2，检测报告见附件 14.：

表 7-2 本项目 X-γ 辐射剂量率监测结果

分析表 7-2 的监测结果可知，在验收监测工况下，开机时 CT 检测区边界及其周边环境剂
量当量率监测平均值在 0.13μSv/h~0.23μSv/h，本次验收 2 台工业 CT 机辐射工作场所及其周边
环境剂量当量率监测值均低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）和《工业 X 射线探
伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的规定及环评报告表中提出的 2.5μSv/h 标准限值。

验收检测结果见表 7-2，检测报告见附件 14.:

表 7-2 本项目 X- γ 辐射剂量率监测结果

[illegible]

分析表 7-2 的监测结果可知，在验收监测工况下，开机时 CT 检测区边界及其周边环境剂量当量率监测平均值在 $0.13\mu\text{Sv/h}\sim 0.23\mu\text{Sv/h}$ ，本次验收 2 台工业 CT 机辐射工作场所及其周边环境剂量当量率监测值均低于《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）和《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的规定及环评报告表中提出的 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 标准限值。

7.3 年附加有效剂量估算结果分析

7.3.1 辐射工作人员剂量统计结果

本次验收 2 台工业 CT 机，共配置 4 名操作人员轮流操作（附件 12：操作人员辐射安全培训证）。福州六和金属科技有限公司与 2025 年 10 月 30 日获得辐射安全许可证，证书编号为：闽环辐证[00563]，项目运行暂未满足一个季度，暂未对操作人员个人剂量片进行季度检测，已委托天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司进行定期监测，合同见附件。

福州六和金属科技有限公司个人剂量片进行个人剂量检测，确保 4 名工作人员个人累积剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和辐射工作人员及公众人员中规定职业人员 20mSv/a 的剂量约束值,也低于辐射环境影响报告表提出的 5mSv/a 的管理约束限值。

7.3.2 辐射工作人员及公众人员剂量估算

辐射工作人员和周围公众年附加有效剂量估算：

$$H=D_r \cdot t \cdot T / 1000$$

式中：

H——X、γ射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

D_r——为参考点处剂量率，μSv/h。

t——X射线装置周照射时间，单位为小时每年（h/a）。

T——人员在相应关注点驻留的居留因子。

项目CT机辐射工作人员居留因子取1，非辐射工作人员（公众人员）荧光探伤区、机加工车间、热处理工程区、后处理工程区、模具烘烤区、低压工程区居留因子取1（全居留）；车间内过道、车间外道路、仓库区、车间北侧过道、车间门口、铝锭仓库和周转区居留因子取1/8（偶然居留）。项目分别取工作人员及公众最大两个点位进行估算计算，本项目辐射工作人员及公众年有效剂量估算结果见下表。

表 7-3 本项目辐射工作人员和公众年有效剂量分析表

根据表 7-3，本项目辐射工作人员和公众年有效剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 和公众人员年有效剂量限值 1mSv 的要求，同时满足辐射工作人员的管理限值 5mSv/a 和公众人员管理限值 0.25mSv/a 的要求。

表八 验收监测结论

8.1 验收监测结论:

(1) 福州六和金属科技有限公司 2 台工业 CT 机项目基本落实了国家对建设项目环境保护“三同时”制度。

(2) 现场监测结果表明,福州六和金属科技有限公司 2 台工业 CT 机在正常运行工况下,职业工作人员和周围公众人员的年有效剂量分别低于相应的剂量约束值,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的要求。

(3) 该公司采取了电离辐射警告标志、工作状态指示灯、安全联锁装置急停开关等安全防护设施,这些辐射安全防护设施在项目竣工环保验收监测期间均正常有效。该公司成立了辐射安全与防护管理机构,制定了辐射岗位职业卫生安全操作规程及辐射事故专项应急预案等。该公司的辐射防护管理制度及环保措施情况基本落实。

(4) 辐射安全措施

项目部已配备 1 台辐射监测仪;辐射工作人员均已配备个人剂量计并开展了个人剂量监测和职业健康体检,单位建立了辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

项目采取的辐射安全措施符合环评文件及批复要求。

(5) 辐射安全管理

项目部已成立了辐射安全防护管理领导小组,并以文件形式明确了各成员管理职责,已针对本项目制定一系列较完善的辐射安全管理规章制度。本项目已配备 4 名辐射工作人,均已参加本项目相关辐射安全与防护培训且考试合格,符合环评文件及批复要求。

综上所述:该项目已按要求进行了环境保护设施建设,环保设施运行正常,监测结果可满足相关污染物排放标准要求,基本符合竣工环境保护验收条件,建议项目通过验收。

福州六和金属科技有限公司

2025 年 11 月 24 日