

报告编号: LBHJ-2025-DLYS003

核技术利用建设项目
广东林顿智能装备有限公司
核技术利用建设项目
竣工环境保护验收监测报告表
(会后修正版)

建设单位:

广东林顿智能装备有限公司 (盖章)

编制单位:

广州乐邦环境科技有限公司 (盖章)

2026 年 05 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: 吴雅婷

填 表 人: 吴雅婷

建设单位	广东林顿智能装备有限公司 (盖章) 	编制单位	广州东邦环境科技有限公司 (盖章) 
电话	1  020-36298507	电话	020-36298507
传真	/	传真	/
邮编	526000	邮编	511436
地址	肇庆市端州区双龙产业园 双龙北路 19 号	地址	广州市番禺区新造镇和平路 1 号 19 号仓 101

目录

表一	项目基本情况	1
表二	项目建设情况	5
表三	辐射安全与防护设施/措施	20
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	45
表五	验收监测质量保证及质量控制	47
表六	验收监测内容	49
表七	验收监测	53
表八	验收监测结论	61
附件 1	环评批复文件	64
附件 2	辐射安全许可证	68
附件 3	常规环评批复	72
附件 4	危险废物处理处置服务协议	76
附件 5	辐射安全管理相关制度	81
附件 6	辐射安全与防护培训合格证	100
附件 7	个人剂量报告	102
附件 8	检测报告	114

表一 项目基本情况

建设项目名称		广东林顿智能装备有限公司核技术利用建设项目					
建设单位名称		广东林顿智能装备有限公司					
建设项目性质		☑新建☐改建☐扩建					
建设地点		肇庆市端州区双龙北路 19 号厂房 1 内					
源项		放射源	/				
		非密封放射性物质	/				
		射线装置	在厂房 1 内东北侧建设 2 间探伤室，并配备 5 台 X 射线探伤机：①XXGH-3005Z 型周向 X 射线机（管电压：300kV，管电流：5mA）；②XXGH-3005 型周向 X 射线机（管电压：300kV，管电流：5mA）；③XXG-3005H 型定向 X 射线机（管电压：300kV，管电流：5mA）、④XXG2505L 型定向 X 射线机（管电压：250kV，管电流：5mA）；⑤XXGH2505LZ 型周向 X 射线机（管电压：300kV，管电流：5mA），均属Ⅱ类射线装置。				
建设项目环评批复时间		2024 年 4 月 12 日		开工建设时间		2024 年 5 月	
取得辐射安全许可证时间		2025 年 5 月 11 日		项目投入运行时间		2025 年 12 月 16 日	
辐射安全与防护设施投入运行时间		2025 年 12 月 16 日		验收现场监测时间		2026 年 01 月 09 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		广东省肇庆市建筑设计院有限公司		辐射安全与防护设施施工单位		河南携眷建筑工程有限公司	
投资总概算（万元）	200	辐射安全与防护设施投资总概算（万元）			50	比例	25%
实际总概算（万元）	135	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）			35	比例	25.9%
验收依据	1.建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度 （1）《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行） （2）《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日施行）						

	(3) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 253 号令；2017 年 7 月 16 日国务院第 682 号令修订，2017 年 10 月 1 日施行） (4) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（根据 2021 年 1 月 8 日部令第 20 号《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》第四次修正） (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令，2005 年 12 月 1 日施行；2019 年 3 月 2 日国务院第 709 号令修改） (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 18 号 2011 年 5 月 1 日施行） (7) 《关于发布射线装置分类的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 公告 2017 年 第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行） (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） (9) 《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函[2025]313 号) (10) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号 2017 年 11 月 20 日施行） (11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日施行） 2.建设项目竣工环境保护验收技术规范 (1) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023，2024-02-01 实施） (2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021，2021-05-01 实施） (3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021，2021-05-01 实施）
--	---

	(4) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002, 2003 年 4 月 1 日实施) (5) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021, 2021-8-1 日实施) (6) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022, 2023 年 3 月 1 日实施) (7) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014, 2014 年 10 月 1 日实施, 含一号修改单) 3. 建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定 (1) 《广东林顿智能装备有限公司核技术利用建设项目环境影响报告表》(报告编号: LBHJ-2024-DLHP003, 编制单位: 广州乐邦环境科技有限公司) (2) 《广东省生态环境厅关于广东林顿智能装备有限公司核技术利用建设项目环境影响报告表的批复》(批复文号: 粤环审【2024】67 号, 2024 年 4 月 12 日)
验收执行标准	1.剂量限值和约束值 (1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 附录 B 第 B1.1.1.1 款: 工作人员的**职业照射水平不超过“由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量 (但不可作任何追溯性平均), 20mSv”; 根据第 B1.2.1 款: 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过“年有效剂量, 1mSv”的限值。 (2) 本项目环评报告表及其批复确定了辐射工作人员和公众的有效剂量约束值: 辐射工作人员的有效照射剂量约束值低于 5 毫希沃特/年, 公众的效照射剂量约束值低于 0.25 毫希沃特/年。 由此确定本项目剂量约束值为辐射工作人员有效剂量约束值为 5mSv /a, 公众有效剂量约束值为 0.25mSv/a。 2.周围剂量当量率限值 根据环境影响报告表、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T

	250-2014)和《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)确定: 本项目探伤室屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h,探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率不大于 100μSv/h。
--	---

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

广东林顿智能装备有限公司（以下简称“建设单位”）成立于 2021 年，总部坐落于中国广东省肇庆市。作为一家专注于专用设备制造业的企业，致力于为石油化工、食品饮料、粮油、制药、环保、印染、电力等多个行业提供高品质的机械设备和解决方案。广东林顿智能装备有限公司的主要产品包括各类压力容器、反应釜、搅拌釜、热交换器、储罐、塔器，以及全/半自动灌装线、全/半自动包装线、自动开装箱系统、自动码垛设备、视觉自动识别抓包投料系统、输送带等。设备主要采用不锈钢，同时也兼顾碳钢、合金钢以及特殊材料，以满足不同行业的严苛需求。秉承着以客户需求为导向的理念，不断创新，致力于为客户提供先进的、可靠的设备，助力客户提升生产效率，降低运营成本，实现可持续发展。

2.1.2 项目建设内容和规模

建设单位为确保所生产的压力容器、反应釜等产品符合质量标准，在生产过程中使用 X 射线探伤机进行无损检测。建设单位在厂区厂房 1 内新建 2 间探伤室（为了便于表述，对探伤室进行编号为探伤室 1 和探伤室 2），专门用于 X 射线无损检测探伤作业。

2024 年，建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司编制了《广东林顿智能装备有限公司核技术利用建设项目环境影响报告表》（报告编号：LBHJ-2024-DLHP003），该报告表于 2024 年 4 月 12 日经广东省生态环境厅批复，批文号为粤环审[2024]67 号，详见附件 1。报告评价的主要内容为：在厂房 1 内东北侧建设 2 间探伤室，并在探伤室内使用 10 台工业 X 射线探伤机(均属Ⅱ类射线装置)开展其生产的洁净容器、储罐、发生罐等压力容器的无损检测。以上 10 台探伤机中，2 台型号为 XXG-2505，2 台型号为 XXGH-2505,最大管电压均为 250 千伏，最大管电流均为 5 毫安；2 台型号为 XXG-3005，2 台型号为 XXGH-3005，最大管电压均为 300 千伏，最大管电流均为 5 毫安;另 2 台型号分别为 RD-3605LGD、RD-3605LGP，最大管电压均为 360 千伏，最大管电流均为 5 毫安;各探伤室每次仅限使用 1 台射线装置探伤，探伤类型属探伤室探伤。

取得环评批复后，建设单位随即启动了探伤室的建设工作。根据公司发展规划，X 射线探伤机采取分期购置方式实施。本阶段在 2 间探伤室内配置 5 台 X 射线探伤机开展探伤作业，本项目配置的 X 射线探伤机主要技术参数见表表 2-1。

表 2-1 本项目 X 射线探伤机主要技术参数

序号	型号名称	数量	额定参数	使用位置
1	XXGH-3005Z 型周向 X 射线机	1 台	管电压 300kV 管电流 5mA	探伤室 1/2（每间探伤室同一时间仅会使用 1 台射线装置，不会在一间探伤室内同时多台设备出束）
2	XXGH-3005 型周向 X 射线机	1 台	管电压 300kV 管电流 5mA	
3	XXG-3005H 型定向 X 射线机	1 台	管电压 300kV 管电流 5mA	
4	XXG2505L 型定向 X 射线探伤机	1 台	管电压 250kV 管电流 5mA	
5	XXGH2505LZ 型周向 X 射线探伤机	1 台	管电压 250kV 管电流 5mA	

2025 年 5 月，建设单位完成 2 间探伤室建设及 5 台 X 射线探伤机购置后，向广东省生态环境厅申领辐射安全许可证，并于 2025 年 5 月 11 日取得辐射安全许可证，证书编号为粤环辐证[05216]，许可的种类和范围和使用 II 类射线装置（见附件 2）。

建设单位环评批复与建设情况对照见表 2-2。

表 2-2 环评批复与本次验收内容对照分析

项目	环评阶段	建设情况	分析
探伤室建设	建设 2 间探伤室	已建设 2 间探伤室	按照环评建设
配备数量	10 台探伤机	5 台探伤机	本次配备 X 射线机的数量小于环评数量,进行部分验收
配备型号	2 台型号为 XXG-2505, 2 台型号为 XXGH-2505,最大管电压均为 250 千伏, 最大管电流均为 5 毫安; 2 台型号为 XXG-3005, 2 台型号为 XXGH-3005, 最大管电压均为 300 千伏, 最大管电流均为 5 毫安;另 2 台型号分别为 RD-3605LGD、RD-3605LGP, 最大管电压均为 360 千伏, 最大管电流均为 5 毫安。	1 台 XXGH-3005Z 型 X 射线探伤机、1 台 XXGH-3005 型 X 射线探伤机、1 台 XXG-3005H 型 X 射线探伤机, 其最大管电压均为 300kV, 最大管电流为 5mA; 1 台 XXG2505L 型 X 射线探伤机、1 台 XXGH2505LZ 型 X 射线探伤机, 其最大管电压均为 250kV, 最大管电流为 5mA。	本次配备 X 射线探伤机最大管电压为 300kV 小于环境影响评价阶段。

用途	探伤室探伤	探伤室探伤	一致
综上，本项目实际配置 5 台 X 射线探伤机，设备最大管电压为 300kV 的周向机，已覆盖原环境影响评价阶段拟配置的最大管电压不超过 360kV 的射线装置类型。 因此，本次竣工环境保护验收范围为：2 间探伤室及其配套使用的最大管电压不超过 300kV 的 X 射线探伤机相关建设内容。 环评阶段拟配置的最大管电压为 360kV 的 X 射线探伤机目前尚未建设实施，不纳入本次验收范围。建设单位后续如新增最大管电压超过 300kV 的 X 射线探伤机，应按照规定另行开展竣工环境保护验收。 2.1.3 项目建设位置和平面布置 根据环境影响评价报告表，本项目拟在肇庆市端州区双龙北路 19 号厂区内厂房 1 建设 2 间探伤室，厂房 1 位于厂区东侧，探伤室设置在厂房 1 东北侧区域。每间探伤室东北角设置操作室，操作室为两层结构，其中一层为操作室，二层为办公区及评片室。项目所在位置见图 2-1，厂区平面布局见图 2-2。 验收阶段，本项目已在厂房 1 内建成 2 间探伤室（探伤室 1 和探伤室 2），探伤室整体位于厂房 1 东北侧，与环评阶段规划位置一致。探伤室内部布局为：每间探伤室东北角设置操作室，操作室为两层结构，其中一层为操作室，二层为办公区及评片室；探伤室 1 北侧设置洗片室（晾片室）及探伤物料存放区。探伤室平面布局见图 2-3，验收项目工作场所环境现状见图 2-4。 探伤洗片过程中产生的废显（定）影液和废胶片属于危险废物。根据环评文件，本项目危险废物依托广东林顿智能装备有限公司高端制造与服务项目已建危废暂存间进行暂存。该依托的危险废物暂存间已建成并投入使用，本项目产生的废显（定）影液及废胶片等危险废物均转移至该危废暂存间暂存，与环评阶段规划一致。 通过现场调查并与环评文件对照，建设单位根据实际工作需要，在建设阶段，重新对洗片室、晾片室、评片室进行了规划，主要变更内容为：将操作室 2 层原规划的洗片室、晾片室调整为办公区（评片区），并将洗片室、晾片室迁至探伤室 1 北侧；其余保护目标情况与环评阶段一致。 该变更不影响项目探伤室的辐射屏蔽设施，同样不涉及新的污染影响因子，不增加污染物的排放，不会产生额外的辐射影响。根据《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》，上述变动不属于重大变动。			



图 2-1 验收项目地理位置图

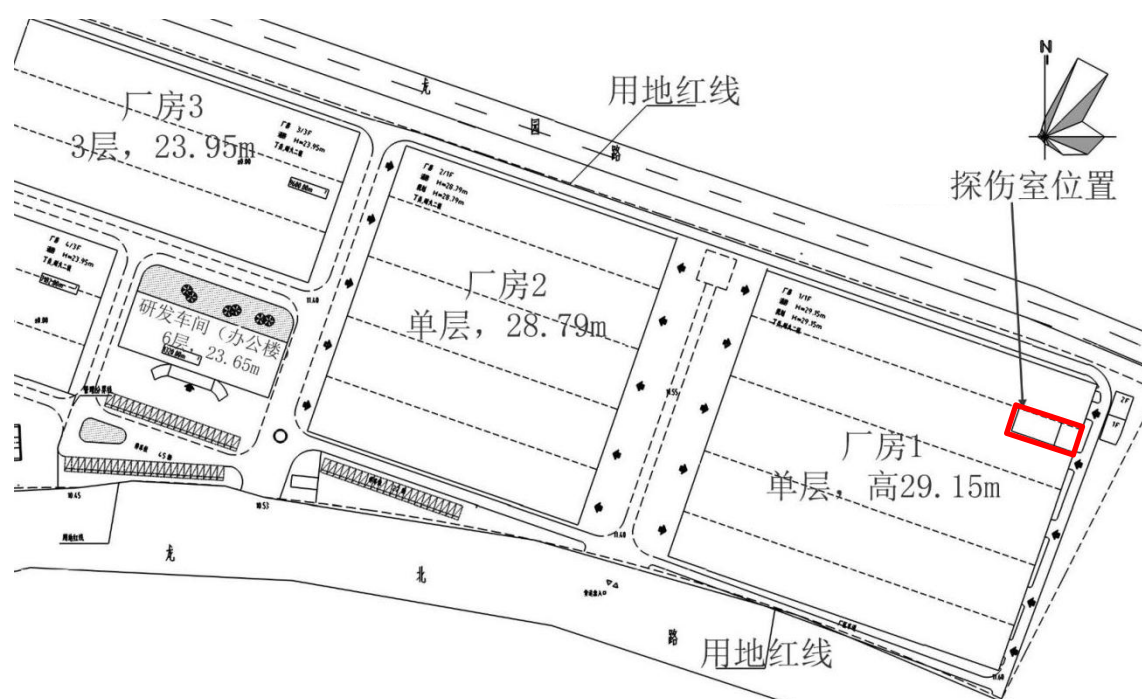


图 2-2 建设单位厂区平面图

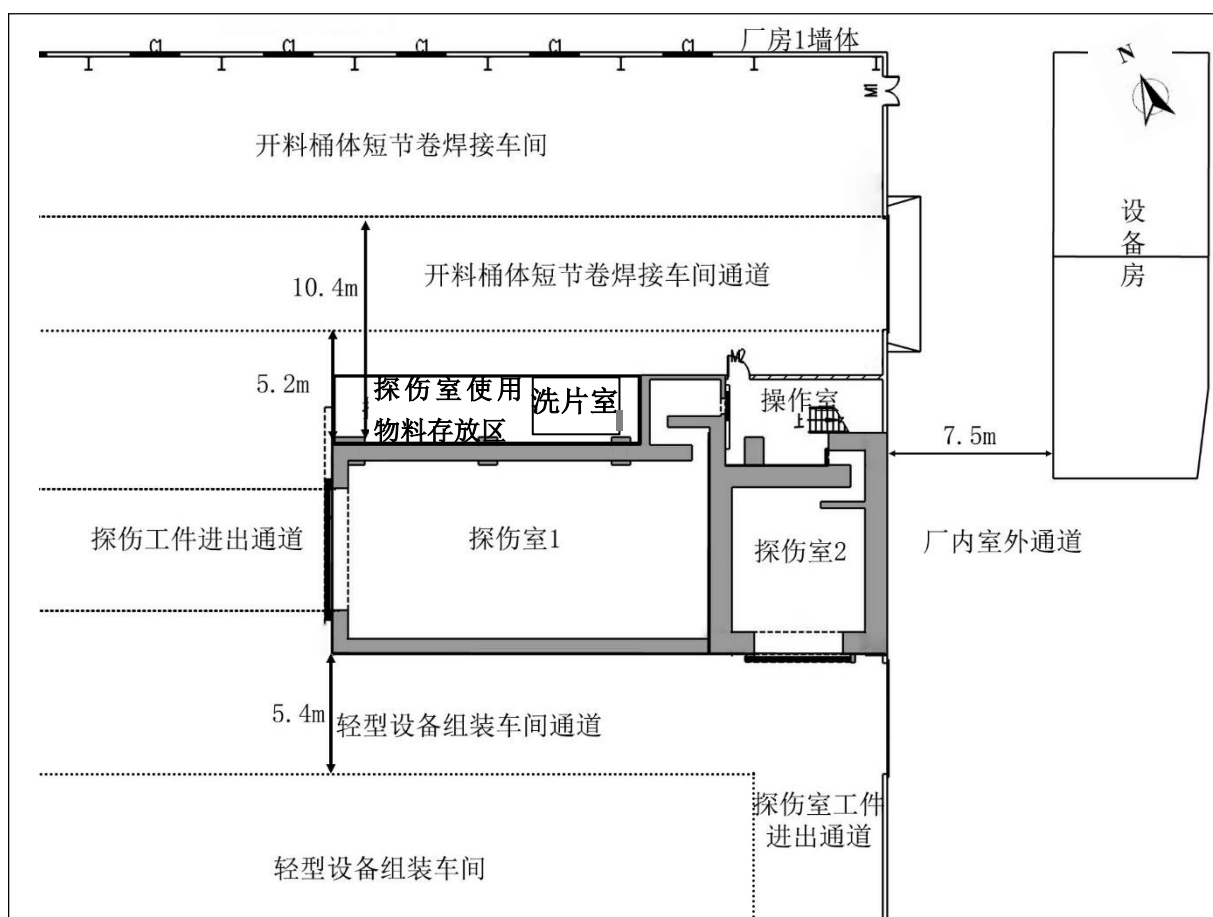


图 2-3 验收项目平面布局图



探伤室 2 南侧轻型设备组装车间通道



探伤室 1 北侧洗片室（晾片室）



厂内室外通道



探伤室 1 西侧探伤工件进出通道



探伤室北侧物料存放区及通道



操作室二层办公区（评片室）



厂房 1 焊接车间工位



探伤室东侧设备房

图 2-4 验收项目工作场所环境现状图

2.1.4 环境保护目标

《广东林顿智能装备有限公司核技术利用建设项目环境影响报告表》中根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016) 确定本项目为探伤室周边 50m 范围如下：建设单位厂房 1 内的操作室，办

公区（评片室）、洗片室（晾片室），厂房1外的设备房，厂内外公共道路，广东金辉幕墙金属材料有限公司厂区，广东德力星智能装备有限公司厂区。

验收项目周边 50m 范围内关系图如图 2-5 所示：北侧 17.1m 处为建设单位厂房 1 边界，北侧 25.2m 处为建设单位厂界，北侧 44.3m 处为广东金辉幕墙金属材料有限公司；东侧 7.5m 处为建设单位设备房，东侧 17.8m 处为建设单位厂界，厂界外为广东德力星智能装备有限公司；南侧和西侧 50m 范围内均位于建设单位厂房 1 内部，其中南侧 5.4m 外为轻型设备组装车间，北侧 5.2m 处为通道，北侧 10.4m 处为开料桶体短节卷焊接车间。本项目环境保护目标见表 2-3。

根据以上分析，与验收项目环境影响评价阶段相比，保护目标未变。

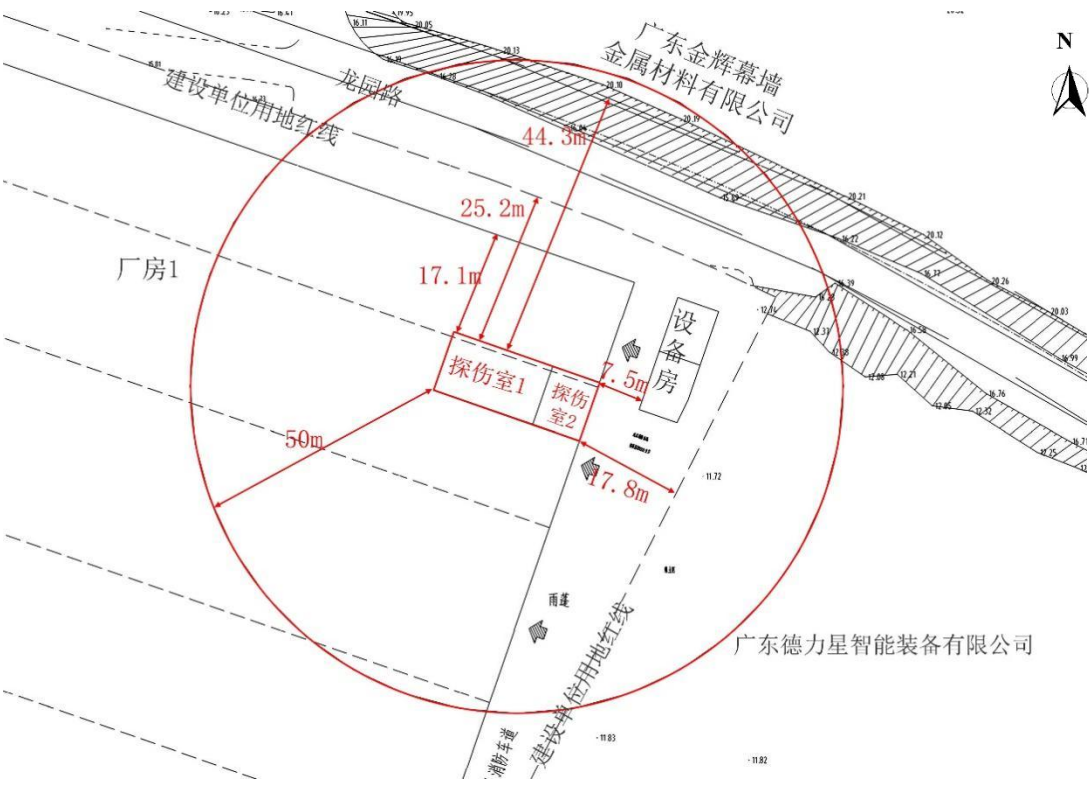


图 2-5 验收项目周边 50m 范围布局图

表 2-3 探伤室周围环境保护目标一览表

序号	环境保护目标		最小距离	保护对象及数量	约束值
1	操作室，办公区（评片室）		紧邻	4 人（职业，全居留）	5 mSv/a
2	探伤室 1		紧邻	2 人（职业，部分居留）	
3	探伤室 2		紧邻	2 人（职业，部分居留）	
4	建设单位 厂房 1	物料存放区	北侧紧邻	2 人（公众，偶然居留）	0.25 mSv/a
5		洗片室（晾片室）	北侧紧邻	4 人（职业，全居留）	
6		通道	南侧西侧紧邻	流动人员（公众，偶然居留）	
7		车间工作位	5.4m-50m	15 人（公众，全居留）	
8	建设单位设备房		东侧 7.5m	1 人（公众，偶人居留）	

	建设单位厂内公共道路	东侧紧邻	流动人员（公众，偶然居留）
	广东金辉幕墙金属材料有限公司厂区	北侧 44.3m	2 人（公众，全居留）
9	广东德力星智能装备有限公司厂区	东侧 17.8m	20 人（公众，全居留）
10	厂外公共道路	北侧 25.2m	流动人员（公众，偶然居留）

注：序号 2 和序号 3 为另外一间探伤室进行探伤作业时，该探伤室未作业，辐射工作人员在该探伤室内进行搬运设备，贴片等操作时的情形。

2.1.5 环境影响评价文件及批复对照分析

本项目环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容详见表 2-4。

表 2-4 验收项目与环评阶段设计的建设内容对照表

建设内容	环评文件及批复	实际建设情况	对照
建设规模	在厂房 1 内东北侧建设 2 间探伤室，并在探伤室内使用 10 台工业 X 射线探伤机(均属 II 类射线装置)开展其生产的洁净容器、储罐、发生罐等压力容器的无损检测。	已在厂房 1 内东北侧建设 2 间探伤室，并在探伤室内使用 5 台工业 X 射线探伤机(均属 II 类射线装置)开展其生产的洁净容器、储罐、发生罐等压力容器的无损检测。	建设单位项目探伤室建设情况与实际一致，实际配置 X 射线探伤机数量小于环境影响评价阶段，配置的 X 射线探伤机源项小于环境影响评价阶段
建设地点	肇庆市端州区双龙北路 19 号厂区内厂房 1	肇庆市端州区双龙北路 19 号厂区内厂房 1	一致
主体工程	建设 2 间探伤室	建设 2 间探伤室	一致
辐射屏蔽	探伤室采用混凝土施工	已按照环境影响评价阶段设计建设探伤室，探伤室建设情况见 3.2.1 节描述	探伤室各墙体厚度与环境影响评价阶段一致。
配套工程	通风系统	按照环境阶段设计，建设通风系统。	一致

根据以上分析，本次验收项目的实际建设内容，在规模、选址等方面，均严格执行了环境影响评价文件及批复要求，且均在环境影响评价文件及批复审批范围之内，未发生重大变更，满足竣工环保验收的要求。

2.2 源项情况

2.2.1 设备结构组成

X 射线探伤装机通常由控制器、X 射线发生器、电源电缆、连接电缆及附件等组成。控制器采用了先进的微机控制系统，可快速调压，可逆变控制及稳压、稳流，工作稳定性好，运行可靠。控制器为手提箱式结构，控制面板设置操作按钮和显示

窗口，并配备电缆插座、源开关及接地端的插座盒。

X 射线发生器由 X 射线管、高压变压器与绝缘体一起封装在桶装套内组合组成。X 射线发生器一端装有风扇和散热器，并配备表征探伤机系统处于工作状态的警示灯。X 射线管、屏蔽套及附件总称管头组装体。

本项目使用的工业 X 射线探伤装机可分为定向机和周向机。定向机采用阳极靶平面产生的 X 射线束为固定单方向照射，呈圆锥形；周向机采用锥形阳极靶，阳极靶平面与电子束垂直，产生的 X 射线束是在与 X 射线管轴线成垂直方向的 360°圆周上同时辐射 X 射线。典型的周向机和定向机示意图如图 2-6 所示。



图 2-6 X 射线探伤机示意图

建设单位配备 X 射线探伤机参数见表 2-5 所示。

表 2-5 本项目配备 X 射线探伤机参数

序号	射线机	电压变化范围	输出量	泄露辐射	探伤工件厚度	
					最小	最大
1	XXGH-3005Z 型周向 X 射线机	170-300 kV	20.9mGy·m ² /(mA·min)	<5mSv/h	15 mm 钢	47mm 钢
2	XXGH-3005 型周向 X 射线机	170-300 kV	20.9mGy·m ² /(mA·min)	<5mSv/h	15 mm 钢	47mm 钢
3	XXG-3005H 型定向 X 射线机	170-300 kV	20.9mGy·m ² /(mA·min)	<5mSv/h	15 mm 钢	50mm 钢
4	XXG2505L 型定向 X 射线探伤机	150-250 kV	16.5mGy·m ² /(mA·min)	<5mSv/h	5 mm 钢	39mm 钢
5	XXGH2505LZ 型周向 X 射线探伤机	150-250 kV	16.5mGy·m ² /(mA·min)	<5mSv/h	5 mm 钢	37mm 钢

注：最小探伤工件厚度为该射线机使用最低管电压探伤时，拍摄胶片可满足《承压设备无损检测第 2 部分：射线检测》要求的 $2 \leq \text{黑度 } D \leq 4$ ，非穿透厚度。

2.2.2 X 射线机使用区域

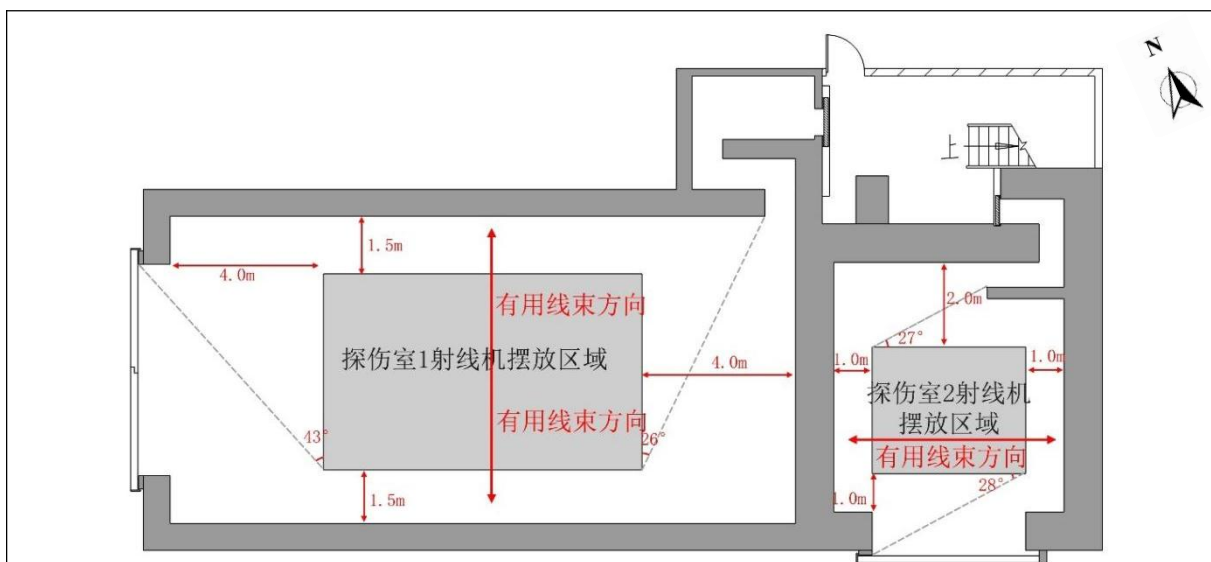


图 2-7 探伤室射线机移动范围示意图

本项目使用射线装置包括定向机和周向机，有用线束锥形束中心线夹角 $\leq 25^\circ$ 。建设单位进行探伤作业时，工件位于探伤室内，工件防护门和操作室防护门均会关闭，为隔室操作。本项目探伤室内射线机移动范围见图 2-7。

探伤室 1 使用定向机时，射线机有用线束方向可能为南北墙，屋顶和地面中任一个面；使用周向机时，有用线束方向为南北墙，屋顶和地面。周向和定向射线机移动范围均为距离南北墙分别为 1.5m，距离东西墙为 4m。射线机移动范围与大防护门最小夹角为 43° ，与迷道墙体夹角最小为 26° ，有用线束无法直接照射大防护门和迷道。

探伤室 2 使用定向机时，射线机有用线束方向可能为东西墙，屋顶和地面中任意一个面；使用周向机时，有用线束方向可能为东西墙，屋顶和地面。周向机和定向机射线机移动范围距离东西南墙分别为 1m，距离北墙为 4m。射线机移动范围与大防护门最小夹角为 28° ，与迷道墙体夹角最小为 27° ，有用线束无法直接照射大防护门和迷道。

建设单位在进行现场探伤时，在仅拍摄某一个方向的胶片时，会选择使用定向机；对于需要多方向同时拍片时，才会使用周向机。因本项目既配备周向机，又配备定向机，不会存在使用周向机拍摄单一方向胶片的情形。训机时，建设单位使用探伤工件进行遮挡，所以建设单位无需为周向机配备准直器可满足要求。

本项目设计考虑了探伤工件的运输。探伤室 1 大防护门门洞尺寸为宽 5.5m×高 6.5m，探伤室 2 大防护门门洞尺寸为宽 4.0m×高 5.0m，探伤室 1 和探伤室 2 大门前均设置有工件进出通道工件进出通道与门洞同宽。

探伤室 1 内探伤工件较大，重量较重，叉车无法满足运输，所以探伤室 1 内设置了一个 16t 行吊。探伤室 1 的探伤工件使用厂房 1 内吊车运输至探伤室门口，之后转由探伤室 1 内的行吊车进行运送，可满足建设单位运输需要。

探伤室 2 内工件运输使用使用叉车即可满足需求，叉车一般宽为不会超过 2m，高度不会超过 3m，小于门洞尺寸，叉车将工件运输至探伤室后，采取倒车的方式离开探伤室。

2.3 工作流程及产污环节

本项目为建设单位使用 X 射线装置在探伤室内对工件进行探伤，工作流程和产污见图 2-8，具体如下：

（1）选取探伤机

建设单位根据探伤工件的钢板厚度，选取合适的探伤机。

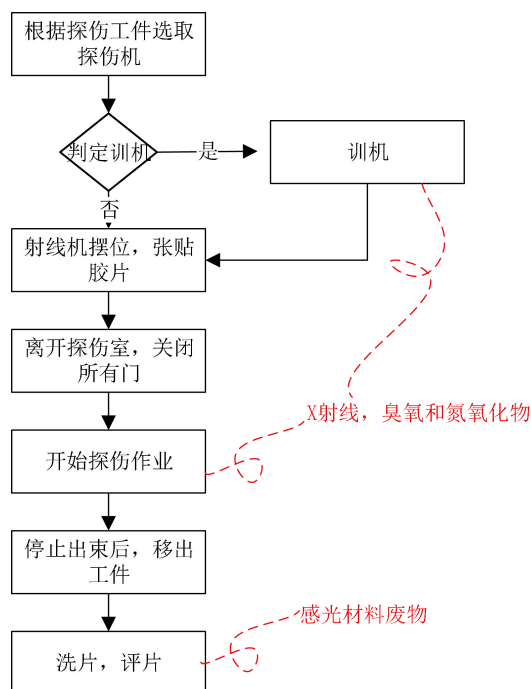


图 2-8 工作流程及产污环节示意图

（2）训机（停用 3 天以上时进行）

当使用的探伤机停用时间达 3 天以上时，为确保射线管的使用寿命，在使用探伤机前，需进行训机操作。若停用时间不到 3 天，则无需训机，可直接进行探伤作业。训机的工作流程如下：

①摆放好射线装置，避免主射束朝向控制室、防护门等有人员活动的方向，放置探伤的部分工件进行射线遮挡；

②检测人员佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，并确保其在有效检定周期内，报警仪处于正常工作状态。开启辐射探测仪，对探伤室进行清场，确认无人滞留后，关闭所有防护门，并检查门机联锁装置、声光报警装置、紧急停机按钮等安全设施是否有效。根据训机情况，在操作室内通过控制端逐步调至最高管电压情况；

③开启设备，进入训机程序，设定目标管电压，目标管电压不应低于设备最大工况的 70%；

④一名工作人员按下高压键，设备进入延时曝光程序，并在操作室内观察等待，直至设备出束结束、发出停机音；

⑤设备停止后，需要按照曝光时间进行 1:1 休息，设备强制休息期间禁止关闭设备；

⑦重复 3-5 步，直至训机至目标管电压，训机完成。

（3）探伤作业

① 辐射工作人员佩戴个人剂量报警仪，将准备接受无损探伤的工件转移至探伤室内，根据探伤工件的实际情况，选取合适的探伤机并置于合适的位置；

② 在探伤工件上的合适位置摆放胶片。

③ 辐射工作人员离开探伤室至操作室，在确认探伤室内无人员逗留，无异常情况，将探伤机的管电压调节到合适位置，设定好需要曝光的时间，再按下“高压”按钮，实施出束发射 X 射线，进行 X 射线探伤工作。

④ X 射线探伤曝光时间结束，探伤机会自动降压至最低值并切断高压，探伤工作结束。

⑤ 取出胶片，并装入胶片暗袋中。后续在暗室洗片后得到底片。

⑥ 将探伤工件移出探伤室，完成一次探伤作业。

（4）洗片

胶片在暗室进行洗片，洗片的工作流程如下：

① 检测前配制化学试剂：遵照化学试剂制造商包装上的说明和配方，按说明书规定的温度配置好化学药剂；

② 将装有胶片的胶片暗袋带至暗室，在无可见光只有洗片室安全红灯的情况下，拆开暗袋，取出胶片放入洗片夹。从取出胶片直至定影操作结束，以下所有操作过程都必须在暗室环境下进行；

③ 显影：将带胶片的洗片夹依次放入显影槽（容器）内，视放置位置，显影过程中，最好是一分钟内将胶片作水平和垂直方向搅动数秒钟；

④ 停影：在显影结束后，将洗片夹重显影槽内取出，放入流动清水中去除胶片上附着的残留显影液；

⑤ 定影：将停显后的胶片立即放入定影槽内，胶片在定影液中不得互相接触；

⑥ 冲洗：定影完成后，将洗片夹从定影槽中取出，放置在流动水中冲洗 20—30 分钟；

⑦ 润湿和干燥：冲洗完成后，可把胶片浸入润湿剂中约 30 秒。然后将胶片从洗片夹中取出，通过悬挂或其他方式将胶片在环境温度的静止空气或循环空气下进行干燥。干燥完成后，得到底片。

洗片过程中，会产生废显影液、废定影液和废胶片等感光材料废物，这些废物被列入国家危险废物名录编号为 HW16 感光材料废物。建设单位拟委托有资质的单位对感光危险废物进行回收。

（5）评片

把底片放在观片灯上查看，评片人员可以判断工件内部缺陷等情况。

2.4 人员配置及工作负荷

环评情况：本次项目拟配备 4 名辐射工作人员，每间探伤室固定配备 2 人，每周工作 5 天，年工作 50 周，则年工作 250 天，每天工作 8 小时，每年累计工作时间为 2000h。

建设单位拍片量取决于生产设备数量，根据建设单位规划，每周拍片量不会超过 200 张（探伤室 1 每年拍片量为 140 张，探伤室 2 每年拍片量为 60 张），每间工件探伤开机出束时间不会超过 5 分钟。所以探伤室 1 周出束时间不会超过 11.67 小时，探伤室 2 周出束时间不会超过 5h。

每间探伤室均可从事训机工作，每天每间探伤室总训机时间不会超过 30 分钟，则每间探伤室每周出束时间不会超过 2.5h。探伤室 1 周出束时间不会超过 14.17 小时，探伤室 2 周出束时间不会超过 7.5h。

建设单位年工作 50 周，则探伤室 1 年出束时间不会超过 708.5 小时（含训机），探伤室 2 年出束时间不会超过 375h（含训机）。

验收情况：建设单位为本项目配备了 4 名辐射工作人员，每间探伤室固定配备 2 人，人员均已通过生态环境部培训平台的考核；辐射工作人员实际工作负荷及人员配备情况均与环评阶段一致。辐射工作人员配备和工作负荷一览表见表 2-6。

表 2-6 人员配备和工作负荷一览表

工作类型	周出束		年出束（50 周）	
	探伤室 1	探伤室 2	探伤室 1	探伤室 2
拍片量	11.67h	5h	583.5h	250h
训机	2.5h	2.5h	125h	125h

2.5 主要污染源

（1）正常工况

①X 射线

X 射线探伤机产生的 X 射线随 X 射线发生器的开和关而产生和消失，所以在储存过程中无 X 射线影响。

X 射线探伤机工作时，低压电源加在钨丝的两端，通电后使钨丝发热释放出电子，电子经高压加速，然后撞击到阳极靶上，电子与靶物质作用而发生韧致辐射产生能量连续分布的 X 射线或使原子电离发生原子外层电子跃迁而辐射特征 X 射线。

所以，评价项目主要考虑在射线机使用期间产生的 X 射线。X 射线装置在探伤室内使用，探伤室采取了辐射防护设计，在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，探伤室外的辐射工作人员及公众受到的射线照射可以满足标准要求。

②臭氧和氮氧化物

X 射线与空气中的氧分子作用会产生一定量臭氧、氮氧化物等有害气体。建设单位在探伤室内均设置拟排风系统，通过排风系统将出束过程中产生的臭氧、氮氧化物等有害气体排出机房外。

③感光材料废物

由于使用胶片感光显影，除了电离辐射，本项目还会产生废显影液、废定影液和废胶片等感光材料废物，这些废物被列入国家危险废物名录编号为 HW16 感光材料废物，详见表 2-7 所示。感光材料废物中主要含有硫酸对甲氨基苯酚（米吐尔）、溴化物、亚铁氰化钾、醋酸铅、重铬酸钾等有害成份。如果利用处置不当，或随意排放将会对土壤、水体和人类健康造成较大污染危害。

表 2-7 危险废物分类表

危险废物名称	废物类别	废物代码	危险特性	月排放量	年排放量
废显（定）影液	HW16 感光材料废物	900-019-16	毒性 T	≤30kg	≤360kg
废胶片				≤0.1kg	≤1kg

对于感光废物，建设单位已依托广东林顿智能装备有限公司高端制造与服务项目建设危废仓库，进行废显影液、废定影液和废胶片等感光材料废物储存，并定期委托有资质的第三方进行回收。

（2）事故工况

- 1.防护门安全联锁发生故障，防护门未关闭时启动了探伤机进行探伤作业，对周围的公众和辐射工作人员造成外照射；
- 2.工作人员没有对探伤室进行核查，在有其他人员进入和滞留在探伤室内，开机出束，造成人员误照射；
- 3.在维修维护过程中，维修人员操作不当，错误的接通了电源并使得探伤机出束，造成人员误照射，污染途径为 X 射线外照射。
- 4.感光材料废物管理不善，处置不当或随意排放，对土壤、水体和人类健康造成污染危害。

表三 辐射安全与防护设施/措施

3.1 工作场所布局和分区管理

3.1.1 工作场所布局

本项目为在厂房 1 内东北侧建设 2 间探伤室，探伤室 1 和探伤室 2 四面墙体均使用混凝土进行施工，防护门为铅钢结构防护门，探伤室 1 北侧紧邻探伤室物料存放区和洗片室（晾片室），东侧为探伤室 2，南侧为轻型设备组装车间通道，西侧为探伤工件进出通道，上方下方均无建筑；探伤室 2 北侧为二层结构，其中一层为射线机操作室，二层为办公区（评片室），东侧为厂区内室外通道，南侧为轻型设备组装车间通道，西侧探伤室 1，上方下方均无建筑。

两间探伤室相邻环境状况见表 3-1，现场情况见图 2-4。

表 3-1 探伤室相邻环境状况

位置	北侧	东侧	南侧	西侧	上方	下方
探伤室 1	探伤室物料存放区、洗片室（晾片室）	探伤室 2	轻型设备组装车间通道	探伤工件进出通道	无	土层
探伤室 2	操作室、办公区（评片室）	厂区内室外通道	轻型设备组装车间通道	探伤室 1	无	土层

3.1.2 分区管理

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

（1）控制区：以探伤室 1 和探伤室 2 屏蔽体为界，内部划为控制区，探伤机出束时，禁止任何人员进入或滞留在控制区；

（2）监督区：操作室及屏蔽体墙外 30cm 处划定为监督区，建设单位将定期对监督区进行监督和评价，探伤机出束时，禁止任何人员进入或滞留在控制区。

建设单位在探伤室防护门上张贴电离辐射警告标识，监督区边界使用黄色油漆涂刷地面，并在地面使用文字注明监督区。

落实情况：本次验收项目，将探伤室 1 和探伤室 2 屏蔽体为界，内部划为控制区；将操作室及屏蔽体墙外 30cm 处划定为监督区。

建设单位在探伤室防护门上张贴电离辐射警告标识，监督区边界使用黄色油漆涂刷地面。详见图 3-1~图 3-2。

本项目辐射工作场所分区情况可以满足环评文件以及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的要求。

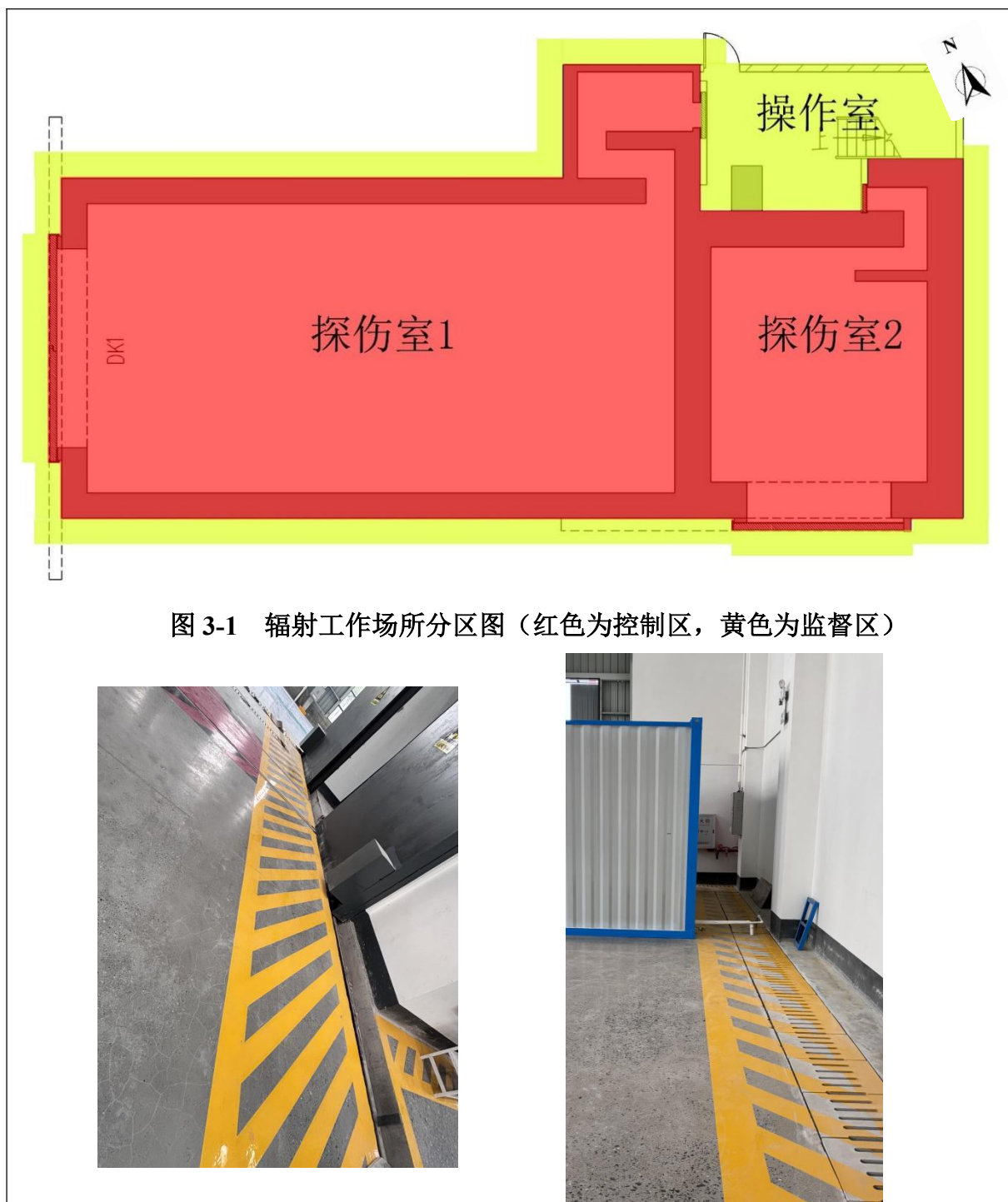




图 3-2 分区现状示意图及电离辐射警示标识

3.2 屏蔽设施建设情况和屏蔽效能

3.2.1 辐射屏蔽设计

环评要求：探伤室四面墙体、顶棚、地板均采用混凝土浇筑（密度不低于 2.35 g/cm^3 ），拟设置供工件出入的大防护门和人员出入的小防护门均采用铅板防护。探伤室 1 内部尺寸为 $16.3\text{m} \times 8.0\text{m} \times 8.6\text{m}$ ，有效容积为 1121.44m^3 。探伤室 2 内部尺寸为 $6.5\text{m} \times 6.0\text{m} \times 8.4\text{m}$ ，有效容积为 327.6 m^3 。

落实情况：本项目探伤室四面墙体、顶棚、地板均采用混凝土浇筑（密度不低于 2.35 g/cm^3 ），设置的供工件出入的大防护门和人员出入的小防护门均采用铅板防护。探伤室 1 内部尺寸为 $16.3\text{m} \times 8.0\text{m} \times 8.6\text{m}$ ，有效容积为 1121.44m^3 。探伤室 2 内部尺寸为 $6.5\text{m} \times 6.0\text{m} \times 8.4\text{m}$ ，有效容积为 327.6 m^3 。

辐射屏蔽设计详细对照分析见表 3-2，实际建成屏蔽设计图见图 3-3。

表 3-2 探伤室辐射屏蔽环评要求和落实情况对照分析

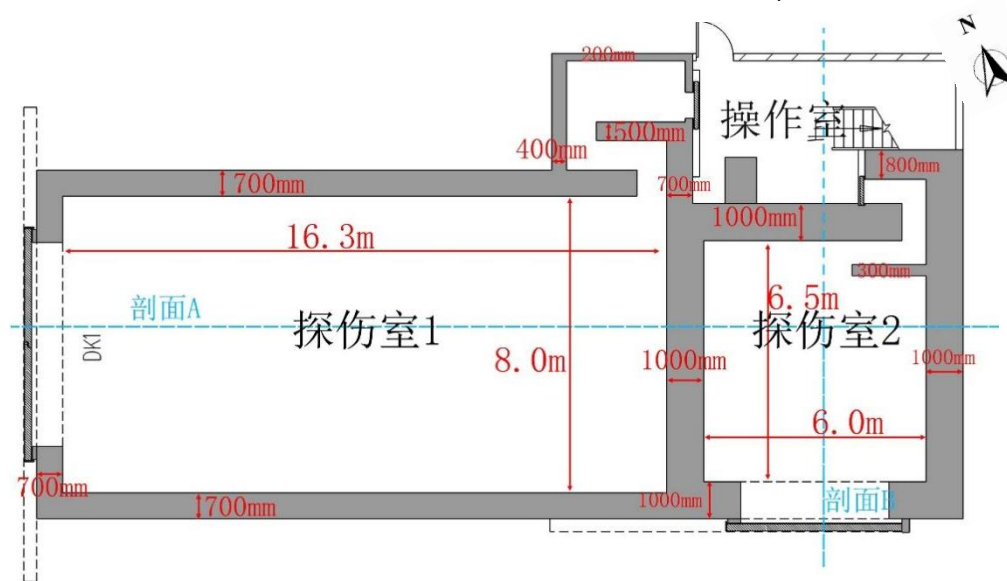
部位/项目	环评要求	落实情况	符合性
探伤室 1			
北墙	非迷道：700mm 混凝土 迷道内墙：500mm 混凝土 迷道外墙：400mm/200mm 混凝土	非迷道：700mm 混凝土 迷道内墙：500mm 混凝土 迷道外墙：400mm/200mm 混凝土	符合
东墙	1000mm 混凝土（探伤室 2 共用），700mm 混凝土	1000mm 混凝土（探伤室 2 共用），700mm 混凝土	符合
南墙	700mm 混凝土	700mm 混凝土	符合
西墙	700mm 混凝土	700mm 混凝土	符合

屋顶	400mm 混凝土	400mm 混凝土	符合
大防护门	22mmPb	22mmPb	符合
小防护门	14mmPb	14mmPb	符合

探伤室 2

北墙	非迷道：1000mm 混凝土 迷道内墙：300mm 混凝土 迷道外墙：800mm 混凝土	非迷道：1000mm 混凝土 迷道内墙：300mm 混凝土 迷道外墙：800mm 混凝土	符合
东墙	1000mm 混凝土	1000mm 混凝土	符合
南墙	1000mm 混凝土（探伤室 1 共用）	1000mm 混凝土（探伤室 1 共用）	符合
西墙	1000mm 混凝土	1000mm 混凝土	符合
屋顶	600mm 混凝土	600mm 混凝土	符合
大防护门	25mmPb	25mmPb	符合
小防护门	14mmPb	14mmPb	符合

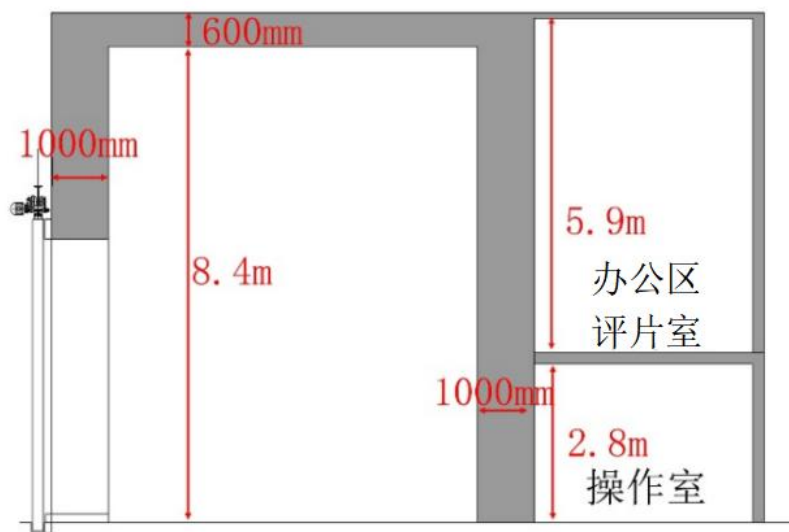
根据以上分析，本项目辐射屏蔽设施建设情况与环境影响评价阶段一致，根据表 7 检测结果，探伤室 1 在使用 XXGH-3005 型 X 射线探伤机时探伤室外 30cm 处周围剂量当量率水平为 0.168 μ Sv/h~0.32 μ Sv/h；探伤室 2 在使用 XXGH-3005 型 X 射线探伤机时探伤室外 30cm 处周围剂量当量率水平为 0.165 μ Sv/h~1.8 μ Sv/h；均可满足本项目根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及环境影响评价报告确定屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。



平面图

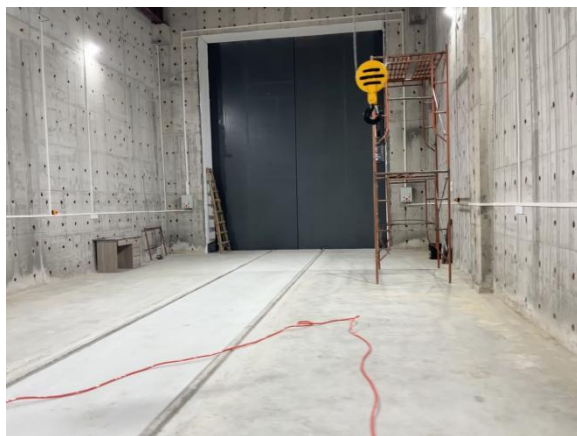


剖面 A



剖面 B

图 3-3 探伤室辐射屏蔽设计图



探伤室 1



探伤室 2

图 3-4 探伤室实际建成情况

3.2.2 防护门建设情况

环评要求：评价项目探伤室 1 和探伤室 2 均设置供工件进出的大防护门和人员

出入的小防护门，均采用电动推拉门形式。操作室及门旁均设置开门按钮。各防护门均通过与墙体采取搭接措施，以防止射线泄漏并保证防护门的屏蔽效果。其中，探伤室 1 的大防护门为双扇对开式电动推拉门，小防护门为电动推拉门；探伤室 2 的大防护门为单扇平移式电动推拉门，小防护门为电动推拉门，各防护门均与墙体采取搭接措施。

落实情况：本项目探伤室 1 和探伤室 2 均安装供工件出入的大防护门和人员出入的小防护门，其中大防护门为电动推拉门，在门旁设置有开门按钮。小防护门变更为手动推拉门。

探伤室 1 大防护门门洞尺寸为宽 5.5m×高 6.5m，防护门尺寸为宽 3.24m×高 7.0m，分为左扇和右扇，两扇门对开，中间缝隙双门搭接 0.16m，左右与墙体搭接 0.41m，上方与墙体搭接 0.35m，下方下沉 0.15m。小防护门门洞尺寸为宽 0.7m×高 2.0m，防护门尺寸宽 1.28m×高 2.3m，左右与墙体搭接 0.29m，上方与墙体搭接 0.2m，下方下沉 0.1m。

探伤室 2 大防护门门洞尺寸为宽 4.0m×高 5.0m，防护门尺寸为宽 4.76m×高 5.5m，为左侧平移，左侧与墙体搭接 0.41m，右侧与与墙体搭接 0.35m，上方与墙体搭接 0.35m，下方下沉 0.15m。小防护门门洞尺寸为宽 0.65m×高 2.0m，防护门尺寸宽 0.78m×高 2.3m，左侧与墙体搭接 0.09m，右侧嵌入墙体 0.04m，上方与墙体搭接 0.2m，下方下沉 0.1m。

经对照环评文件，本项目仅将探伤室 1 和探伤室 2 的小防护门由原设计的电动推拉门调整为手动开关门，该调整未改变防护门的屏蔽结构、搭接形式及实际防护效果。结合本报告第 3.3 节第（2）条门机联锁相关内容，该调整亦未影响探伤室安全联锁措施，不属于重大变动。

根据本次验收检测结果，探伤室防护门的辐射防护效果满足相关标准要求，能够有效发挥屏蔽作用，项目整体辐射防护效果可满足要求。实际建成情况见图 3-5。



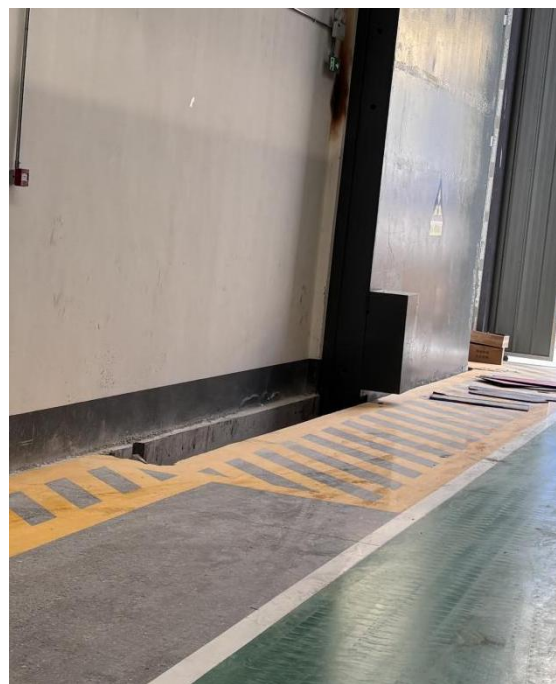
探伤室小防护门



探伤室大防护门



开门按钮



大防护门下方下沉

图 3-5 防护门的设计情况图

3.2.3 管线穿墙

环评要求：线缆在穿墙处先下沉地面 0.796m，穿过屏蔽体后上升到达操作室。电缆线穿过屏蔽墙体采用折叠路径设计，最终穿越屏蔽墙到达探伤室外。通过多次折返的电缆线穿越屏蔽墙的设计，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。

落实情况：本项目电缆线穿越探伤室屏蔽墙体时，采用下沉后折返穿墙的方式进行敷设。电缆线在穿墙处先下沉后穿过屏蔽体，再上升进入操作室，整体采用折叠路径穿墙设计，最终穿越屏蔽墙到达探伤室外。经现场核查，实际电缆线穿墙方式与环评阶段设计一致，如图 3-6 所示。根据本次验收检测结果，电缆线穿墙位置周围辐射水平为 $0.169\mu\text{Sv/h}\sim 0.176\mu\text{Sv/h}$ ，可满足相关防护标准要求。

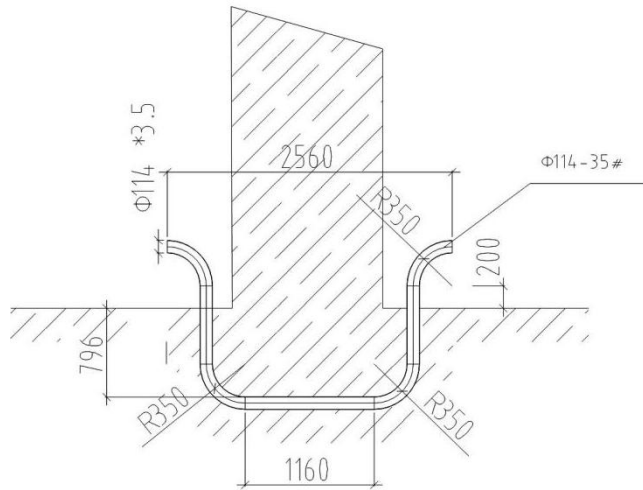


图 3-6 线缆穿墙辐射屏蔽补偿示意图

3.3 辐射安全与防护措施

根据环评文件，本项目两间探伤室可能使用多台 X 射线探伤机（不同时使用），为实现不同型号射线机的安全联锁控制，环评要求在探伤室操作室内设置安

全联锁控制箱，并将安全联锁控制箱安装在射线机控制器与 X 射线发生器之间，以实现探伤室安全联锁功能。

经现场核查，本项目已在探伤室 1 和探伤室 2 操作室内设置安全联锁控制箱。安全联锁控制箱通过接口与射线机控制器连接，并与探伤室内 X 射线发生器连接，以实现不同型号射线机的安全联锁控制功能。通过该安全联锁控制箱，可统一实现声光报警联锁、门机联锁以及紧急停机按钮等安全联锁功能，满足探伤室辐射安全防护要求。

(1) 警告标识和声光装置

环评要求：建设单位拟在探伤室 1 和探伤室 2 操作室防护门和工件进出大防护门张贴电离辐射标识，并在工件进出大防护门上方设置警示灯和声音提示装置。另外，操作室内设备的控制台上自带警示灯和声音报警。

警示灯和声音提示装置均与探伤机联锁：设备准备出束时，警示灯将闪烁 20s 警示准备出束，并发出声音提示预警，以确保探伤室内人员安全离开；设备出束后，警示灯将持续亮起，并发出报警声。建设单位的“预备”信号和“照射”信号将有明显的区别，并且与工作场所内使用的其他报警信号有明显的区别。建设单位在探伤室外醒目位置处将标注清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

落实情况：建设单位在探伤室 1 和探伤室 2 操作室防护门和工件进出大防护门张贴电离辐射标识，并在工件进出大防护门上方设置警示灯和声音提示装置。另外，操作室内设备的控制台上自带警示灯和声音报警。

警示灯和声音提示装置均与探伤机关联：设备准备出束时，警示灯将闪烁 20s 警示准备出束，并发出声音提示预警，以确保探伤室内人员安全离开；设备出束后，警示灯将持续亮起，并发出报警声。建设单位的“预备”信号和“照射”信号将有明显的区别，并且与工作场所内使用的其他报警信号有明显的区别。建设单位在探伤室外醒目位置处将标注清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。实际落实情况与环评阶段一致，详见图 3-7。



图 3-7 警告标识和声光装置实拍照片

(2) 门机联锁

环评要求：本项目探伤室 1 和探伤室 2 均设计有门机联锁装置（采用限位器），只有在防护门关闭后，安全联锁控制箱才能实现通路，探伤机才能进行出束作业。在防护门打开或未关闭到位的情况下，安全联锁控制箱内电路均为断路，探伤机无法出束作业。在探伤机出束作业时，当防护门被打开，安全联锁控制箱由通路变为断路，会导致探伤机立即停止出束。

落实情况：本项目探伤室 1 和探伤室 2 均设计了门机联锁装置（采用两个限位器），只有在防护门关闭后，安全联锁控制箱才能实现通路，探伤机才能进行出束作业。在防护门打开或未关闭到位的情况下，安全联锁控制箱内电路均为断路，探伤机无法出束作业。在探伤机出束作业时，当防护门被打开，安全联锁控制箱由通路变为断路，会导致探伤机立即停止出束。

其中，两间探伤室的小防护门同样按照上述门机联锁要求落实，与主防护门共用同一安全联锁控制箱，确保任一防护门未关闭到位时探伤机均无法出束，实际落实情况与环评阶段一致。详见图 3-8。

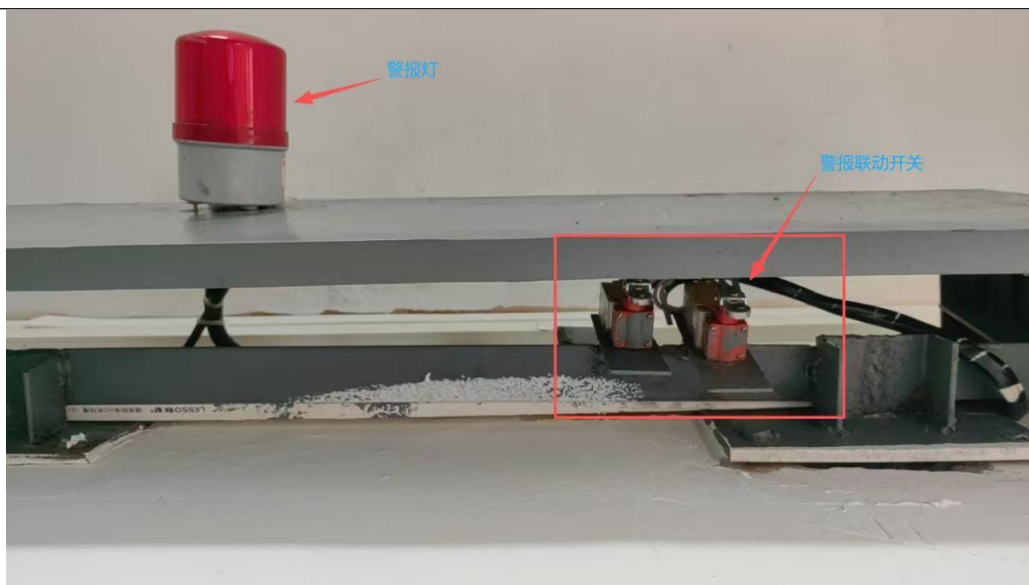
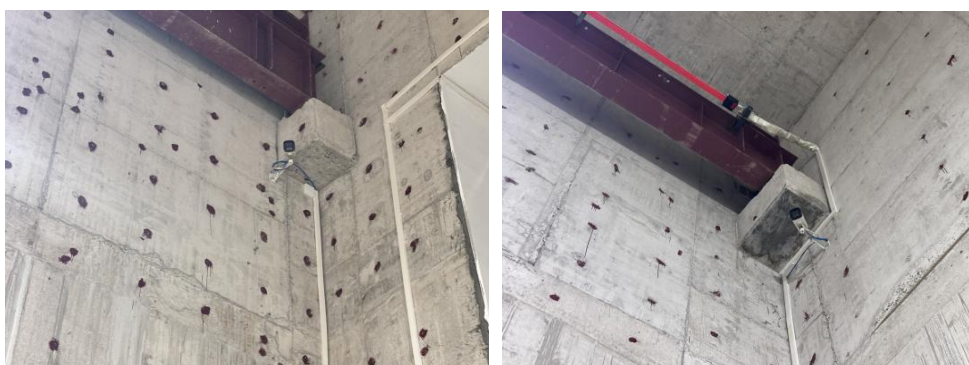


图 3-8 门机联锁装置

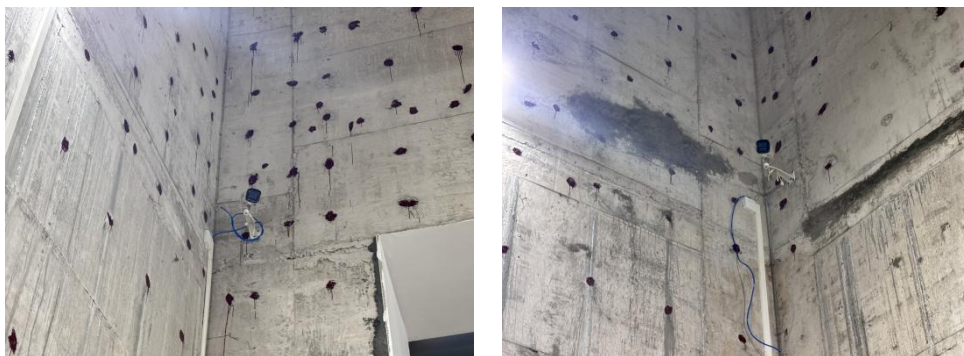
(3) 监视装置

环评要求：建设单位拟在探伤室内和防护门外，安装视频监控摄像头，在操作室的操作台安装显示屏，保证操作室的辐射工作人员可以监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况，可有效防止人员滞留探伤室的情况发生。

落实情况：建设单位在探伤室内各安装两个视频监控摄像头和在大防护门外各安装一个摄像头，在操作室的操作台安装显示屏，保证操作室的辐射工作人员可以监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况，可有效防止人员滞留探伤室的情况发生。探伤室内摄像头的实际安装数量多于环评阶段的设计要求，满足环保相关要求，详见图 3-9。



探伤室 1



探伤室 2

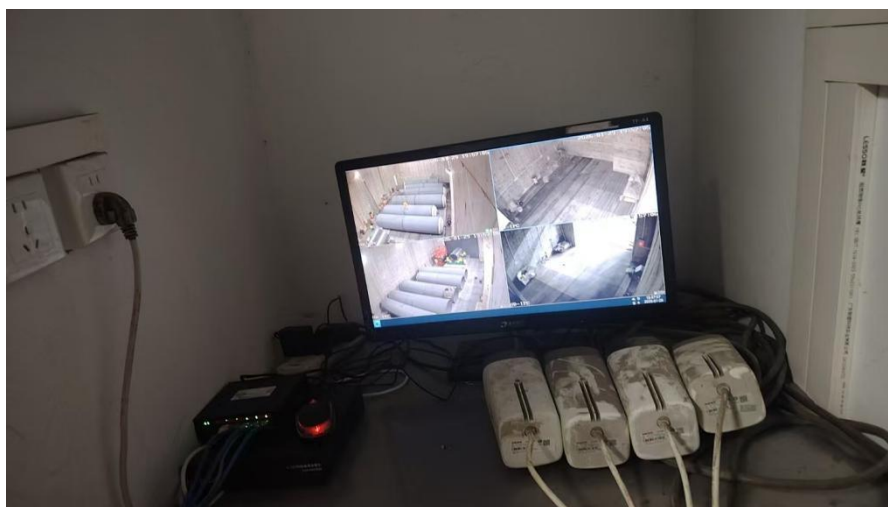


图 3-9 监视装置

(4) 紧急停机按钮

环评要求: 在探伤室内拟设置 4 个紧急停机按钮, 紧急停机按钮安装高度约 1.2m; 在操作室的控制台上, 设置 1 个紧急停机按钮。所有紧急停机按钮均张贴标签, 标明使用方法。当出现紧急情况时, 只需按下任一紧急停机按钮, 安全联锁控制箱由通路变为断路, 探伤机均将断电停止出束, 可以确保出现紧急情况时, 能立即停止照射。

落实情况: 在探伤室 1 内设置了 6 个紧急停机按钮、探伤室 2 内设置了 4 个紧急停机按钮, 紧急停机按钮安装高度约 1.2m。所有紧急停机按钮均张贴标签, 标明使用方法。当出现紧急情况时, 只需按下任一紧急停机按钮, 安全联锁控制箱由通路变为断路, 探伤机均将断电停止出束, 可以确保出现紧急情况时, 能立即停止照射。紧急停机按钮的位置, 可以使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过定向机的有用线束就能够使用。

紧急停机按钮按下后，需辐射工作人员对紧急停机按钮进行复位后，安全联锁控制箱才能恢复为通路，探伤机才能再次上电；当任一紧急停机按钮没有复位时，探伤室无法上电，无法进行出束作业。

探伤室 1 内实际设置数量多于环评阶段的要求，探伤室 2 的设置则与环评阶段要求一致。由于本项目所配置的射线机控制台未设置急停按钮，操作室未单独设置急停按钮，但可通过切断电源及探伤室内紧急停机按钮实现紧急停机功能。因此，该设置方式能够满足相关标准对紧急停机装置的要求，并可实现紧急情况下快速切断射线装置电源。详见图 3-10。



图 3-10 紧急停机按钮实物图

(5) 固定式场所辐射探测报警装置

环评要求：本项目拟安装固定式场所辐射探测报警装置，测量探头位于探伤室 1 和探伤室 2 内部，显示面板位于操作室。当显示面板上的操作室内的周围剂量当量率大于预设值时（预设值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ），固定式场所辐射探测报警装置将发出报警。操作室内的辐射工作人员通过查看探伤室内的周围剂量当量率测量结果，也可以及时掌握探伤室内探伤机的出束情况。

落实情况：本项目安装了固定式场所辐射探测报警装置，测量探头位于探伤室 1 和探伤室 2 内部，显示面板位于操作室。当显示面板上的操作室内的周围剂量当量率大于预设值时（预设值为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ），固定式场所辐射探测报警装置将发出报警。操作室内的辐射工作人员通过查看探伤室内的周围剂量当量率测量结果，也可以及时掌握探伤室内探伤机的出束情况。实际落实情况与环评阶段规划一致，详见图 3-11。



探伤室 1



探伤室 2



显示面板

图 3-11 固定式场所辐射探测报警装置

(6) 通风设施

环评要求：本项目两间探伤室设置通风设施，探伤室 1 设置两个通风口位于探伤室屋顶东侧，探伤室 2 设置两个通风口位于探伤室屋顶北侧。

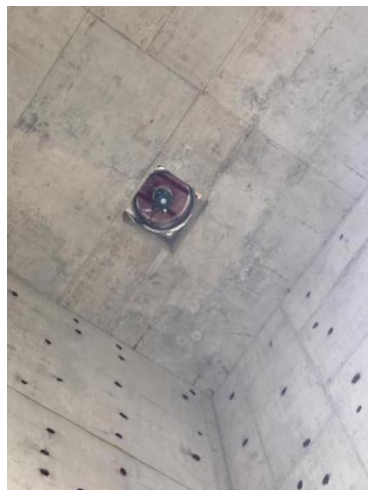
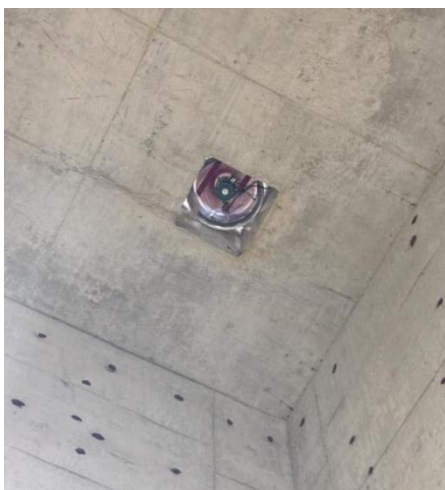
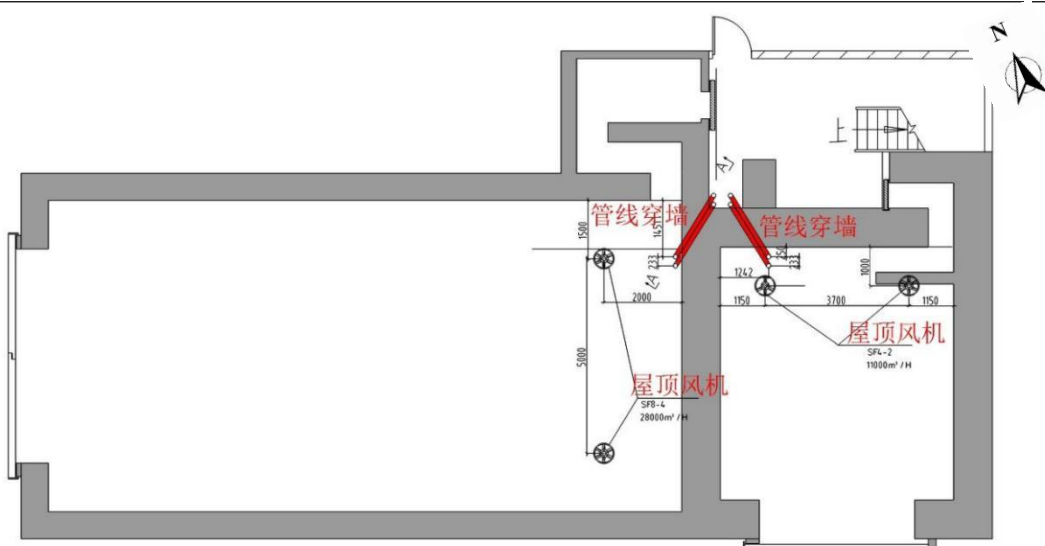
探伤室 1 和探伤室 2 均采用辐射屏蔽补偿措施，通风口设置均避开有用线束区，尺寸为 480×480mm，通风口上方使用与顶棚相同厚度的混凝土上盖进行遮挡，增加射线次数，混凝土上盖尺寸为 1900mm×1900mm。

探伤室风机位于探伤室屋顶，上方无建筑。探伤室 1 拟设置两个排风口，安装风机排风量总计为 28000m³/h，探伤室 1 的有效容积为 1121.44m³，每小时可换气 24.9 次；探伤室 2 拟设置两个排风口，安装风机排风量总计为 11000 m³/h，探伤室 2 的有效容积为 327.6m³，每小时可换气 33.5 次。可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

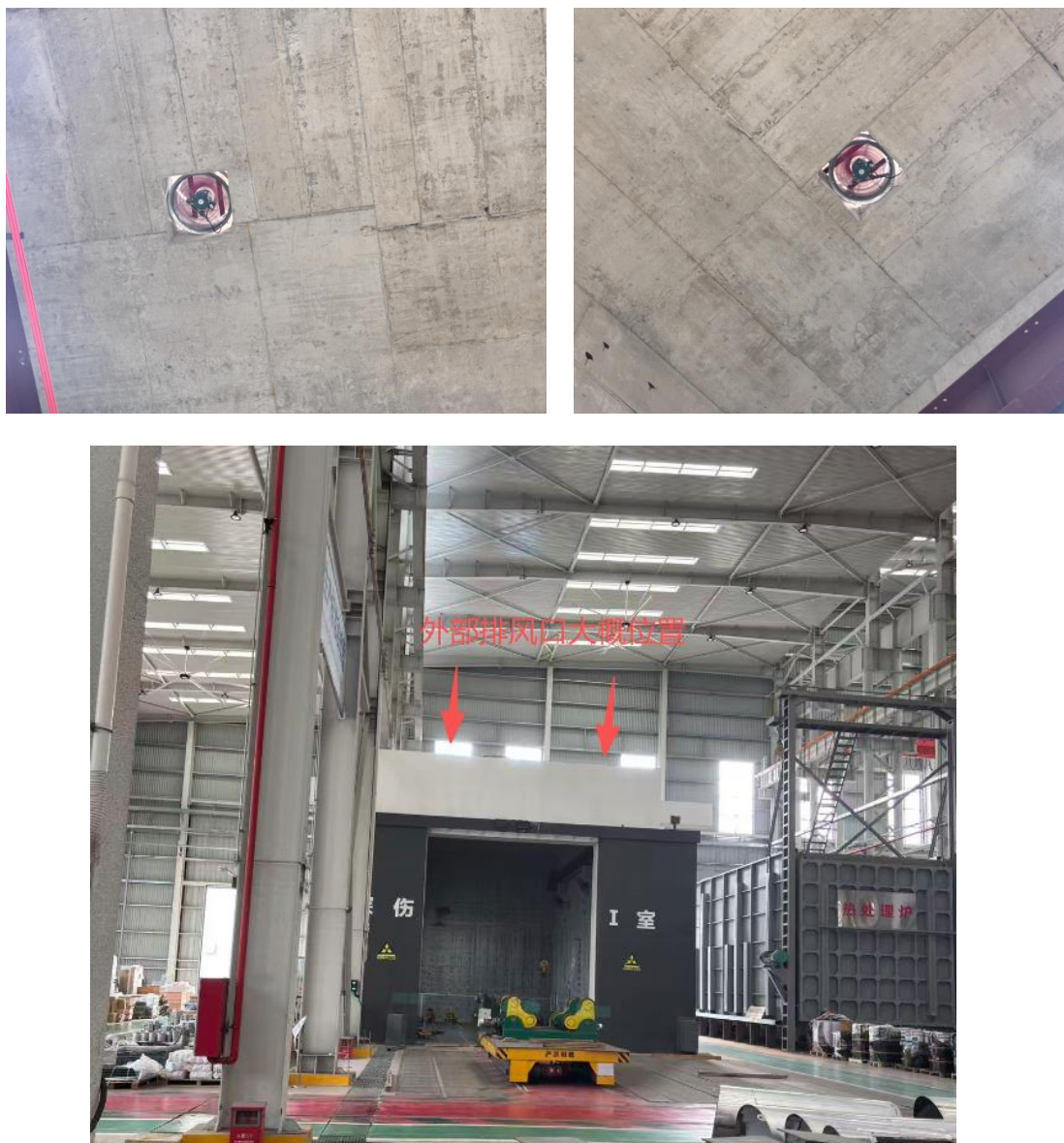
落实情况：本项目两间探伤室设置通风设施，探伤室 1 设置两个通风口位于探伤室屋顶东侧，探伤室 2 设置两个通风口位于探伤室屋顶北侧，详见图 3-12。

经现场核实，两间探伤室的通风口尺寸均为 480×480mm，且均按设计要求避开了有用线束方向。实际建设过程中，因探伤室排风口位于屋顶且上方无建筑，建设单位根据现场条件未设置混凝土上盖。根据表 7 检测结果，两间探伤室周边环境周围剂量当量率均低于限值要求，现有通风口可满足辐射防护要求。

探伤室 1 设置了两个排风口，安装风机排风量总计为 28000m³/h，探伤室 1 的有效容积为 1121.44m³，每小时可换气 24.9 次；探伤室 2 设置了两个排风口，安装风机排风量总计为 11000 m³/h，探伤室 2 的有效容积为 327.6m³，每小时可换气 33.5 次。可满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）规定的每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。实际落实情况与环评阶段一致。



探伤室 2



探伤室 1

图 3-12 通风布置图和线缆穿墙示意图

3.4 辐射安全与防护设施分析小结

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

表 3-3 辐射安全设施与环评和标准对照分析

GBZ117-2022	环评设计方案	实际落实情况	变动情况
6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，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。	本项目两间探伤室的设置均充分注意了周围的辐射安全，操作室避开了有用线束方向并与与探伤室分开设置。探伤室的屏蔽墙厚度充分考虑了源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。探伤室门的防护性能不小于同侧墙的防护性能。	根据验收监测结果，探伤室屏蔽体外 30cm 处及以外区域周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h，通过分析可知，辐射工作人员和公众有效剂量也满足要求。	无变动
6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB18871 的要求。	本项目拟对工作场所进行分区管理，满足 GB18871 的要求。	目前建设单位已对辐射工作场所进行分区管理，将探伤室 1 和探伤室 2 屏蔽体为界，内部划为控制区，探伤机出束时，禁止任何人员进入或滞留在控制区；操作室及屏蔽体墙外 30cm 处划定为监督区。	无变动
6.1.5 探伤室应设置门-机连锁装置，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-机连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连锁。	两间探伤室均设计有门机连锁，只有在门（工件大防护门和人行小防护门）关闭后，才能进行探伤作业。防护门旁均设置有紧急开门按钮，便于人在紧急情况下离开探伤室。探伤过程中，在探伤过程中，防护门被意外打开时，探伤机将立刻停止出束。本项目探伤室内使用的多台射线机均与防护门连锁。	本项目两间探伤室均设计有门机连锁，只有在门（工件大防护门和人行小防护门）关闭后，才能进行探伤作业。防护门旁均设置有紧急开门按钮，便于人在紧急情况下离开探伤室。探伤过程中，在探伤过程中，防护门被意外打开时，探伤机将立刻停止出束。本项目两间探伤室均设置了门机连锁装置，确保每间探伤室内在	无变动

		用的射线机均与探伤室的防护门实现联锁。	
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“照射”和“预备”信号意义的说明。	两间探伤室工件大防护门门外，防护门内及操作室中均设置有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。在探伤机出束曝光前，将先进行 20 秒的声光预警，以确保探伤室内人员安全离开。建设单位的“预备”信号和“照射”信号将有明显的区别，并且与工作场所内使用的其他报警信号有明显的区别。建设单位在探伤室外醒目位置处将标注清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。	本项目两间探伤室工件大防护门外，防护门内及操作室中均设置有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。在探伤机出束曝光前，先进行 20 秒的声光预警，以确保探伤室内人员安全离开。建设单位的“预备”信号和“照射”信号有明显的区别，并且与工作场所内使用的其他报警信号有明显的区别。建设单位在探伤室外醒目位置处标注清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。	无变动
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。	两间探伤室内和防护门外，拟安装视频监控摄像头，在操作室的操作台安装显示屏，保证操作室的辐射工作人员可以监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	本项目两间探伤室内和防护门外，均安装了视频监控摄像头，在操作室的操作台安装显示屏，保证操作室的辐射工作人员可以监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	无变动
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。	两间探伤室防护门上，拟张贴醒目的符合 GB18871 要求的电离辐射警告标识和中文警示说明，确保起到警示作用。	本项目两间探伤室防护门上，均张贴醒目的符合 GB18871 要求的电离辐射警告标识和中文警示说明。	无变动
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。	两间探伤室内均拟设置 4 个紧急停机按钮，紧急停机按钮安装高度约 1.2m，保证在出现紧急事故时，能立即停止照射。紧急停机按钮的位置，可以使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过定向机的有用线束就能够使用。建设单位拟在紧急停机按钮旁张贴标签，	本项目在探伤室 1 内设置了 6 个紧急停机按钮、探伤室 2 内设置了 4 个急停按钮，紧急停机按钮安装高度约 1.2m 保证在出现紧急事故时，能立即停止照射。紧急停机按钮的位置，可以使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过定向机的有	实际设置数量大于环评阶段，满足要求。

	标明使用方法。	用线束就能够使用。建设单位均在紧急停机按钮旁张贴标签，标明使用方法。	
6.1.10 探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。	探伤室设计有机械通风装置，排风管道外口没有朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数均大于 3 次。	本项目两间探伤室内均设计有机械通风装置，排风管道外口没有朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数均大于 3 次。	无变动
6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	本项目 2 间探伤室均拟安装固定式场所辐射探测报警装置，当操作室内的周围剂量当量率大于预设值时（预设值为 2.5μSv/h），固定式场所辐射探测报警装置将发出报警。	本项目 2 间探伤室均安装固定式场所辐射探测报警装置，当操作室内的周围剂量当量率大于预设值时（预设值为 2.5μSv/h），固定式场所辐射探测报警装置将发出报警。	无变动
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。	建设单位每天开始工作前均会检查探伤室的照射信号指示灯等防护安全措施，每月检查联锁装置的正常使用情况。	建设单位每天开始工作前均会检查探伤室的照射信号指示灯等防护安全措施，每月检查联锁装置的正常使用情况。	无变动
6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X-γ剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	评价项目拟配备辐射探测仪和个人剂量报警仪，为辐射工作人员配备个人剂量计。辐射工作人员进入探伤室时，会佩戴个人剂量计，携带辐射探测仪和个人剂量报警仪。发现异常会立即退出探伤室，并启动事故应急预案，向辐射管理领导小组进行汇报。	建设单位为本项目配备了 1 台 R-EGD 型便携式辐射探测仪和 4 台 LK3600+型个人剂量报警仪，同时也为工作人员配备了个人剂量计。辐射工作人员进入探伤室时，会佩戴个人剂量计，携带辐射探测仪和个人剂量报警仪。发现异常会立即退出探伤室，并启动事故应急预案，向辐射管理领导小组进行汇报。	无变动
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	建设单位检测分为自行检测和年度外委检测。建设单位已制定检测方案，项目投入运营后，会根据监测方案进行检测，发现测量值高于参考控制水平时，将终止探伤工作并向辐射	建设单位已制定检测方案，，会定期根据监测方案进行检测，发现测量值高于参考控制水平时，将终止探伤工作并向辐射管理领导小组进行汇报。	无变动

向辐射防护负责人报告。	管理领导小组进行汇报。		
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。	两间探伤室均配备 1 个班组，不存在交接班。每日探伤工作开始前，辐射工作人员将检查辐射探测仪和个人剂量报警仪是否正常工作，仪器不能正常工作时，不会开展探伤工作。	本项目两间探伤室均配备 1 个班组，不存在交接班。每日探伤工作开始前，辐射工作人员将检查辐射探测仪和个人剂量报警仪是否正常工作，仪器不能正常工作时，不会开展探伤工作。	无变动
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。	建设单位将定期对辐射工作人员进行培训，指导其正确使用辐射防护装置，并指导辐射工作人员利用附加屏蔽（工件）把潜在的辐射降到最低。	建设单位定期对辐射工作人员进行培训，指导其正确使用辐射防护装置，并指导辐射工作人员利用附加屏蔽（工件）把潜在的辐射降到最低。	无变动
6.2.6 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。	探伤室内配备摄像头，每次人员离开探伤室会检查探伤室内无人员后再关闭探伤室门。开始探伤作业前，通过摄像头再次核对探伤室内无人员后，才开始探伤。评价项目安全联锁均正常工作后，射线机才可开始工作。评价项目不会对安全联锁留有旁路，所以不会发生防护门不关闭，防护设施部启动，可进行探伤的情况发生。满足要求。	两间探伤室内均配备了摄像头，每次人员离开探伤室会检查探伤室内无人员后再关闭探伤室门。开始探伤作业前，通过摄像头再次核对探伤室内无人员后，才开始探伤。本项目安全联锁均正常工作后，射线机才可开始工作。本项目不会对安全联锁留有旁路，所以不会发生防护门不关闭，防护设施部启动，可进行探伤的情况发生。满足要求。	无变动
6.2.7 开展探伤室设计时未预计到的工作，如工件过大等特殊原因必须开门探伤的，应遵循本标准第 7.1 条～第 7.4 条的要求。	建设单位设计探伤室时，已考虑探伤工件尺寸，不存在开门探伤的情况。	建设单位设计探伤室时，已考虑探伤工件尺寸，不存在开门探伤的情况。	无变动
通过以上对本项目辐射防护设施实际建成情况的分析，可知本项目已落实的辐射屏蔽设施、防护措施较环评阶段更为完善。本项目已依法取得辐射安全许可证，纳入辐射安全监管体系进行管理，不存在重大变动的内容。			

3.5 三废治理

(1) 臭氧、氮氧化物等有害气体处置

本项目两间探伤室均设计有机械排风系统，探伤室 1 每小时通风次数为 24.9 次，探伤室 2 每小时通风次数为 33.5 次，可及时将臭氧、氮氧化物等有害气体排出探伤室。

(2) 感光材料

本项目处理胶片时产生废显影液、废定影液和废胶片等感光材料废物。本项目依托广东林顿智能装备有限公司高端制造与服务项目建设危废仓库，进行废显影液、废定影液和废胶片等感光材料废物储存。危废仓库位于厂区内西南侧厂区仓库和办公楼一层。已取得批复（见附件 3），所以本项目不再对其进行详细介绍。

经现场核实，危废仓库地面与裙脚用坚固、防渗的材料建造，建筑材料与危险废物不相容；基础防渗层为 2mm 厚高密度聚乙烯，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s。建设单位设置的危废仓库可确保贮存点有防风、防雨、防晒和防止危险物流失、扬散等措施。仓库设施设专人管理，禁止将危险废物以任何形式转移给无处置许可证的单位，或转移到非危险废物贮存设施中。严格按照危险货物运输的管理规定进行危险废物的运输，减少运输过程中的二次污染和可能造成的环境风险。定期将危险废物送至有资质处理单位进行处理。

本项目配置专用塑料桶（塑料桶的容积为 20L，塑料桶口直径为 5cm，塑料桶配有桶盖）盛放废显影液、废定影液，在塑料桶上张贴标签，在塑料桶下方放置铁板托盘，确保塑料桶发生渗漏时，铁板托盘可以收纳废显影液、废定影液，同时，建设单位在暗室设置塑料收纳箱，用于存放废胶片，确保贮存点贮存的危险废物置于容器或包装物中，没有直接散堆，确保贮存点根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式等，采取了防渗、防漏等污染防治措施或采用具有相应功能的装置。现场情况见图 3-13。

本项目预计每月最多产生废显（定）影液 30kg，废胶片 0.1kg，每年最多产生废显（定）影液 360kg，废胶片 1kg。

为了妥善处置本项目产生的废显影液和定影液，建设单位已与肇庆市新荣昌环

保股份有限公司有签订了危险废物处理处置合同（详见附件 4）。由于建设单位产生的废显（定）影液数量较小，且有相关资质的机构会定期上门回收，因此建设单位暗室不会大量存放废显（定）影液和废胶片，可以确保贮存点及时清运贮存的危险废物，建设单位所有危废实时贮存量不应超过 3 吨。

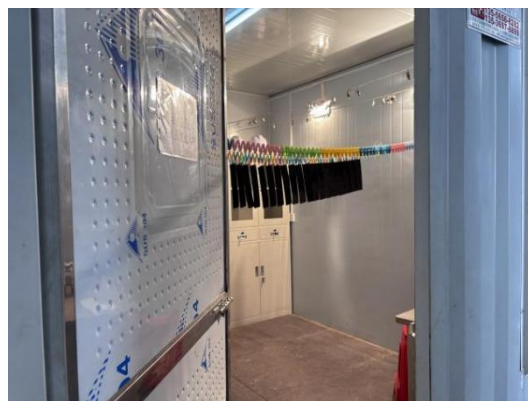


图 3-13 建设单位洗片室及塑料收纳箱

建设单位危废暂存间建设与环境评价文件设计方案一致，采取了防渗、防漏等措施，可以满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）和《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）的要求。

3.6 辐射安全管理

（1）辐射安全与环境管理机构的设置

环评要求：根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年第四次修改）的相关规定，建设单位应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

实际落实情况：公司成立了辐射防护小组负责辐射安全与环境保护管理工作，明确各相关责任人及其职责。辐射防护小组的主要任务是确保辐射实践安全，避免或减少辐射事故的发生，统筹辐射安全实践安全管理。辐射防护小组成员如下：

表 3-4 辐射防护管理小组成员表

序号	管理人员	姓名	职务或职称
1	组长	叶志文	探伤室主管
2	组员	张钊乾	探伤主任
3	组员	梁木焕	探伤室副主管

公司已明确辐射防护安全管理机构及职责，详见附件 5。

(2) 辐射安全管理规章制度

环评要求：建设单位已初步制定了《岗位职责》、《辐射防护和安全保卫制度》、《设备维修维护规定》、《辐射工作人员培训计划和辐射工作人员个人剂量计管理办法》和《辐射工作场所监测计划》等；有完善的辐射事故应急措施。

实际落实情况：为了保障放射射线装置的使用安全，公司已制定了健全的制度，包括《辐射防护和安全保卫管理制度》《辐射工作人员岗位职责》《辐射设备检修及维护保养制度》《射线机使用台账登记制度》《辐射工作人员培训计划和个人剂量计管理办法》《X射线设备安全操作规程》《辐射工作场所监测计划》《辐射事故应急预案》（见附件5）。建设单位辐射安全管理制度体系能有效避免对环境和人员的危害，保证辐射工作人员和公众的安全。建设单位已对操作规程，辐射安全防护管理制度，应急处理预案均已上墙，见图 3-14。

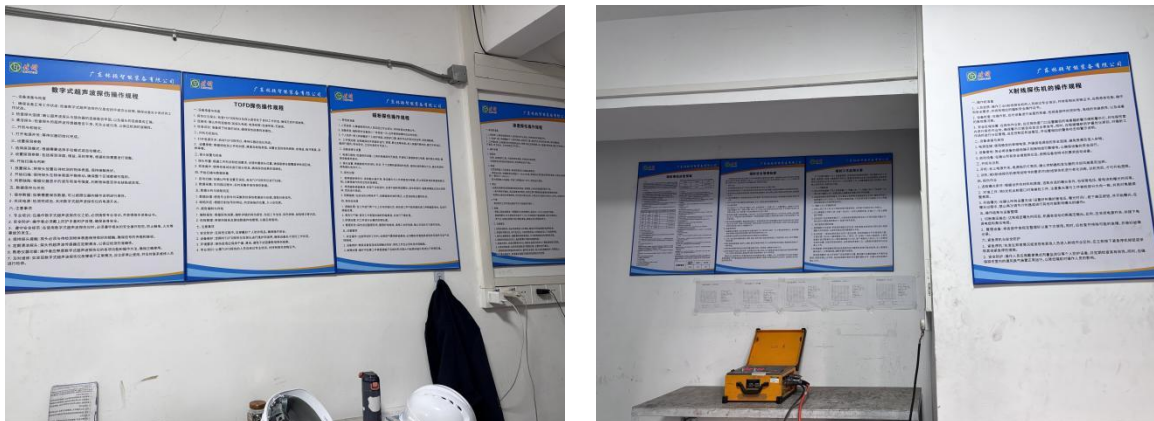


图 3-14 制度上墙

(3) 辐射工作人员的培训

环评要求：建设单位现阶段项目在筹备阶段，将在项目落实前，组织拟配备的 4 名辐射工作人员和辐射防护负责人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，取得合格证后方可上岗。考试合格证有效期为 5 年，期满后，将组织人员重新培训并参加考核。另外，建设单位将定期对组织内部辐射安全培训，保证辐射安全。

实际落实情况：建设单位已为本项目配备了 4 名辐射工作人员，每间探伤室固定配备 2 人，人员均已通过生态环境部培训平台的考核，相关辐射工作人员的辐射

防护与安全培训证明详见附件 6。后期有新辐射工作人员入职后，建设单位将组织其参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，并按要求在上岗前通过考核。

（4） 辐射工作人员个人剂量监测

环评要求：评价项目投入运营后，拟为所有辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检，并建立个人剂量档案，终身存档。

实际落实情况：建设单位已为本项目配备的 4 名辐射工作人员配置个人剂量计（个人剂量报告详见附件 7），并通过制定制度严格规范辐射工作人员必须佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计定期送检，建立个人剂量档案并长期保存。

（5） 工作场所辐射监测

环评要求：建设单位拟为本项目配备 1 台辐射探测仪用于辐射工作日常辐射检测，并配备 4 台个人剂量报警仪用于从事探伤工作的辐射工作人员日常配备报警。

实际落实情况：建设单位为本项目配备了 1 台 R-EGD 型便携式辐射探测仪和 4 台 LK3600+型个人剂量报警仪（报警水平为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ）。本项目已配备辐射探测设备与环境影响评价阶段一致，详见图 3-15。



便携式辐射探测仪



个人剂量报警仪

图 3-15 辐射监测仪器

分析结论：通过以上对照分析，建设单位按照环评文件对辐射安全管理方面的要求，设置了辐射安全与环境管理机构，制定了相应的辐射安全管理规章制度和监测计划，落实了个人剂量监测制度等环评要求。

表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 建设项目环境影响评价报告表主要结论的落实情况

对照项目环境影响评价报告表，对本项目落实情况进行分析，详见表 4-1

表 4-1 项目环境影响评价报告表主要结论落实情况

环评	落实情况	评价
探伤室辐射屏蔽设施	两间探伤室均已按环评设计落实相应的辐射屏蔽设施，详细分析见本报告 3.2	已落实
探伤室辐射屏蔽设施辐射安全与防护措施	两间探伤室均已按环评设计落实各项安防措施，详细分析见报告 3.3	已落实
辐射安全分区	设置了监督区和控制区，详细分析见本报告 3.1	已落实
三废治理	已采取了完善的三废治理措施，设置了储存场所暂存，并与有资质单位签订回收协议，详细分析见本报告 3.5	已落实
辐射安全与环境管理机构	设置了专门的辐射安全管理机构	已落实
辐射安全管理规章制度	已制定健全的规章制度，并严格按照规定执行	已落实
辐射工作人员培训	现有辐射工作均已取得辐射安全与防护培训合格证	已落实
辐射工作人员个人剂量监测	所有辐射工作人员均配备个人剂量进行监测	已落实
工作场所辐射监测	已配备监测设备并制定监测计划，按照监测计划进行监测。	已落实

本项目已严格对照环境影响评价报告表的要求，全面落实了探伤室的布局、屏蔽、分区管理、安防措施、通风设施建设，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。

4.2 工程建设对环境的影响及要求

本项目施工期严格执行环评报告提出的环境保护要求，针对噪声、扬尘、废水及固体废物污染制定专项防控方案。经现场核查与资料验证，各项措施均已落实到位，施工期环境影响处于可控范围，具体落实情况详见表 4-2

表 4-2 工程建设对环境的影响落实情况分析

环评	落实情况	评价
声环境影响：噪声影响短暂、范围小，周边无敏感点；需加强管理降低	严格控制作业时间，禁止夜间作业，选用低噪声设备。	已落实

影响。		
环境空气影响：管控材料运输、装卸及土建施工的无组织扬尘	施工区域 100%围挡封闭，每日洒水抑尘，目前土建工程施工已结束，对周围环境已无影响。	已落实
水环境影响：少量施工废水，施工废水含泥沙和悬浮物	施工废水经沉沙处理，避免阻塞排水沟及污染水体，目前项目已建设完成，对周围环境已无影响	已落实
固体废物影响：建筑垃圾	已委托环卫部门妥善处理，并清运至环卫部门指定的地点安全处理处置。	已落实

本项目在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。

4.3 审批部门审批决定的相关执行情况

本项目对环评批复要求的执行情况见表 4-3。

表 4-3 环评批复落实情况分析

环评批复要求	实际落实情况
项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全和防护措施，确保辐射工作人员有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众有效剂量约束值低于 0.25 毫希沃特/年。	本项目将严格按照环评报告表提出的各项辐射安全防护措施以及安全责任，根据表 7 中人员受照剂量计算结果，辐射工作人员有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众有效剂量约束值低于 0.25 毫希沃特/年
项目建设应严格执行配套的辐射安全与防护设施和射线装置同时设计、同时安装、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定程序申请辐射安全许可证。	建设单位严格执行配套的辐射安全与防护设施和“三同时”制度，已申领辐射安全许可证（详见附件 2）。

通过以上对照分析，建设单位按照环评批复的要求，落实了污染防治和辐射防护措施，人员受照剂量可满足给出的剂量约束值，已严格执行环保“三同时”制度，同步建成环保设施并依法取得辐射安全许可证。项目污染防治与辐射防护体系完整有效，满足环评批复要求。

表五 验收监测质量保证及质量控制

为确保本次核技术利用项目竣工环境保护设施验收监测工作的科学性、规范性和可追溯性，严格要求开展监测质量保证与控制工作，执行《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等国家现行标准，全面落实各项监测控制环节，确保监测结果的真实性、代表性和有效性

5.1 质量保证体系总体要求

在本次验收监测中，质量保证体系以合法性、独立性和规范性为原则开展，涵盖检测机构资质、技术路线、监测方案、监测过程、数据审核等全流程。项目开展前已由检测单位制定了检测方案，明确监测对象、监测点位、方法依据和异常数据的处置流程，确保监测工作的有序进行。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。

5.2 质量保证措施

（1）机构与人员资质控制

在人员资质方面，参与验收监测的技术人员均接受过电离辐射相关知识的专业培训，并取得检测培训合格证，所有人员严格落实持证上岗制度。同时，检测人员均具备核技术利用项目和辐射环境监测相关的工作经验，熟悉相关技术标准和监测方法，能够独立进行数据判断与分析。

（2）检测仪器管理

本次验收监测使用的主要仪器包括 X- γ 辐射剂量率仪（AT1123）经具备资质的法定计量检定机构校准，处于检定有效期内，符合国家标准在响应时间、量程覆盖等方面的技术要求。在实际操作中，监测人员严格执行《质量手册》《程序文件》及仪器操作规程，确保设备在检测前后均处于良好运行状态。

（3）检测过程控制

在监测点位布设方面，依据目的实际布局，科学合理设置测量点，重点覆盖辐射剂量可能达到最大值的位置及公众可能接触的范围。为保证测量的环境条件适宜，监测需在气象条件良好时进行，要求环境温度在-10℃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。

在测量过程中，操作人员按照事先制定的监测方案执行各项检测任务，探头摆放符合技术规范，读数稳定后连续采集 10 个数据；如测量值超过本底值 3 倍以上，则采集 3 个稳定读数。所有读数均经统计校正后计算平均值和标准偏差。仪器使用前必须进行预热，确保设备功能正常，数据采集真实可靠。

（4）数据溯源

为保证数据可追溯性，本项目在实验室分析环节建立完善的档案管理机制，所有监测数据及相关文件资料均保留原始记录，包括仪器校准说明书、监测点位布图、原始测量数据、统计程序代码等，资料保存期不低于 30 年，以满足未来的复查和技术审计要求。

5.3 质量控制关键环节

在数据记录方面，原始数据详实，包括监测点位位置图、检测环境参数（如温湿度、气压）以及检测过程中仪器状态的各项检查记录。数据审核采用三级审核制度，由监测人员负责原始数据的完整性核对与签名，技术负责人对逻辑性与标准一致性进行评审，最终由授权签字人审核并签发正式监测报告，确保报告内容合规、结论准确。

5.4 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 验收监测内容

6.1 监测项目

项目名称：广东林顿智能装备有限公司核技术利用建设项目周围剂量当量率检测

项目地址：肇庆市端州区双龙北路 19 号厂房 1 内

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。

规模和范围：机房屏蔽体外 30cm 处及周边环境保护目标。

辐射源类型：详细情况见表 6-1。

表 6-1 设备参数一览表

序号	设备名称	型号	最大管电压	最大管电流	备注
1	X 射线探伤机	XXGH-3005	300kV	5mA	周向
2	X 射线探伤机	XXGH2505LZ	250kV	5mA	周向

注：两间探伤室均使用 XXGH-3005 型和 XXGH2505LZ 型 X 射线探伤机进行检测。

6.2 监测点位

现场监测的布点参照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》HJ1157-2021 和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关规定，先沿探伤室外表面 30cm 并距地面 100cm 高度上的一切人员可以到达的位置进行辐射剂量率巡测，然后再对常规关注点进行重点检测。常规关注点包括：

- （1）探伤室外（可达处）表面 30cm 处，距地面 100cm 高处；
- （2）探伤室外关注点包括：洗片室、操作室、管线出口处等；
- （3）周边环境关注点。

根据以上布点原则，结合本验收项目的实际情况，在探伤室 1 外共布设了 32 处测量点，具体监测点位的布置情况见图 6-1~图 6-2；在探伤室 2 外共布设了 31 处测量点，具体监测点位的布置情况见图 6-3~图 6-4。图中编号①~③表示射线机在不同

点位所对应的摆放位置。

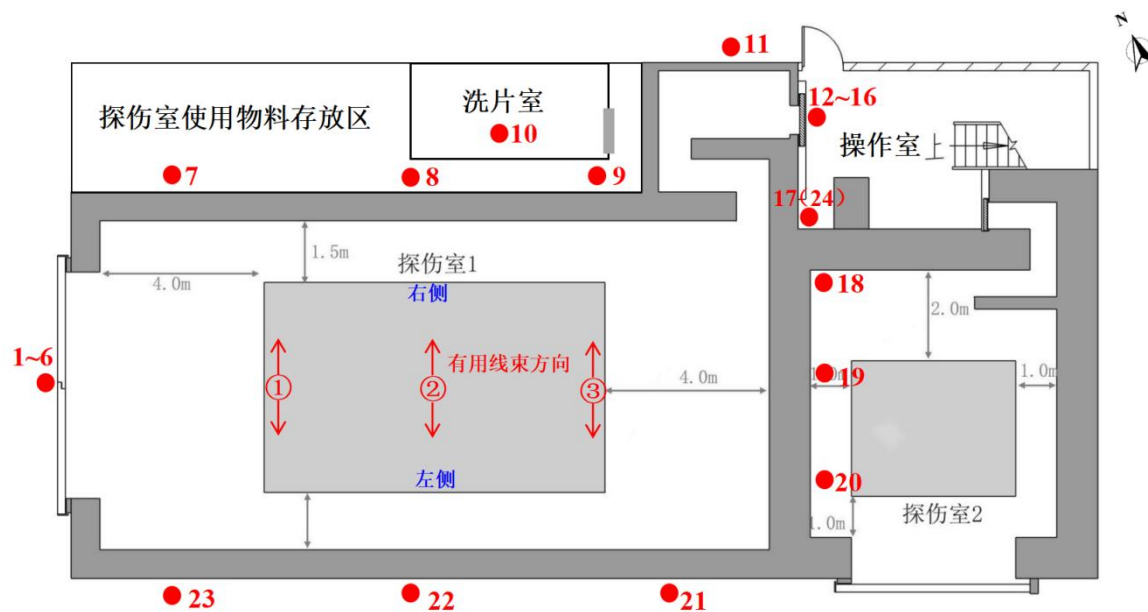


图 6-1 探伤室 1 外周围剂量当量率测量布点图

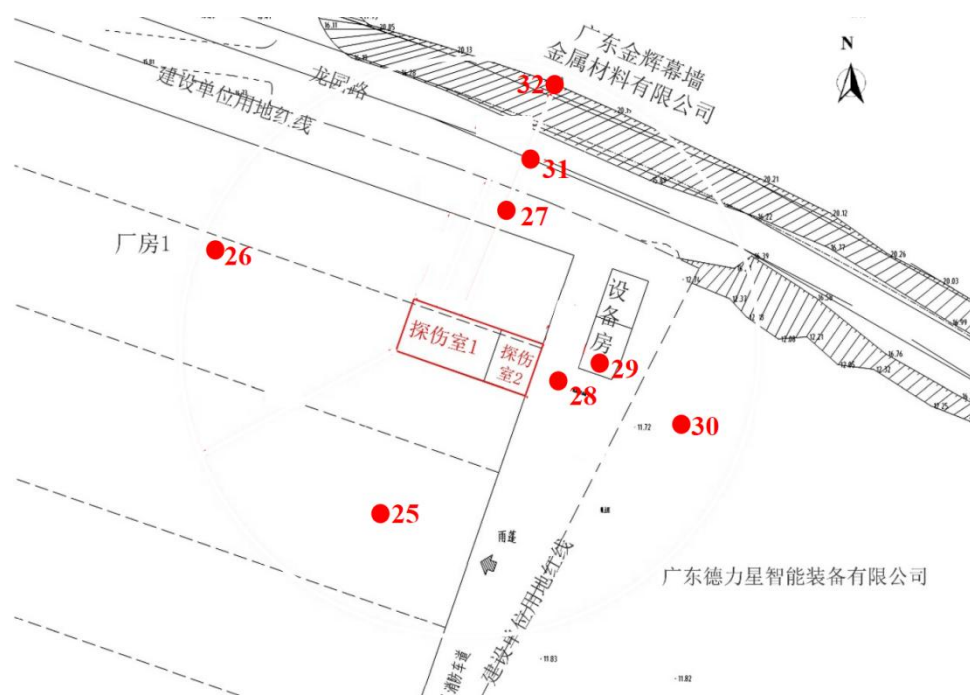


图 6-2 探伤室 1 周边环境周围剂量当量率测量布点图

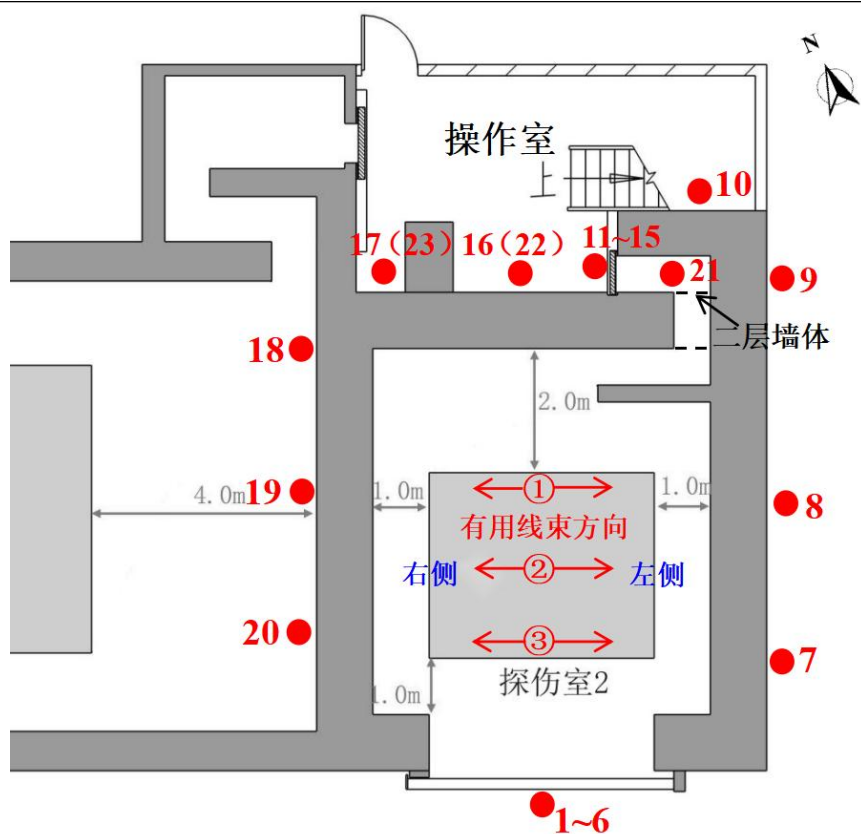


图 6-3 探伤室 2 外周围剂量当量率测量布点图

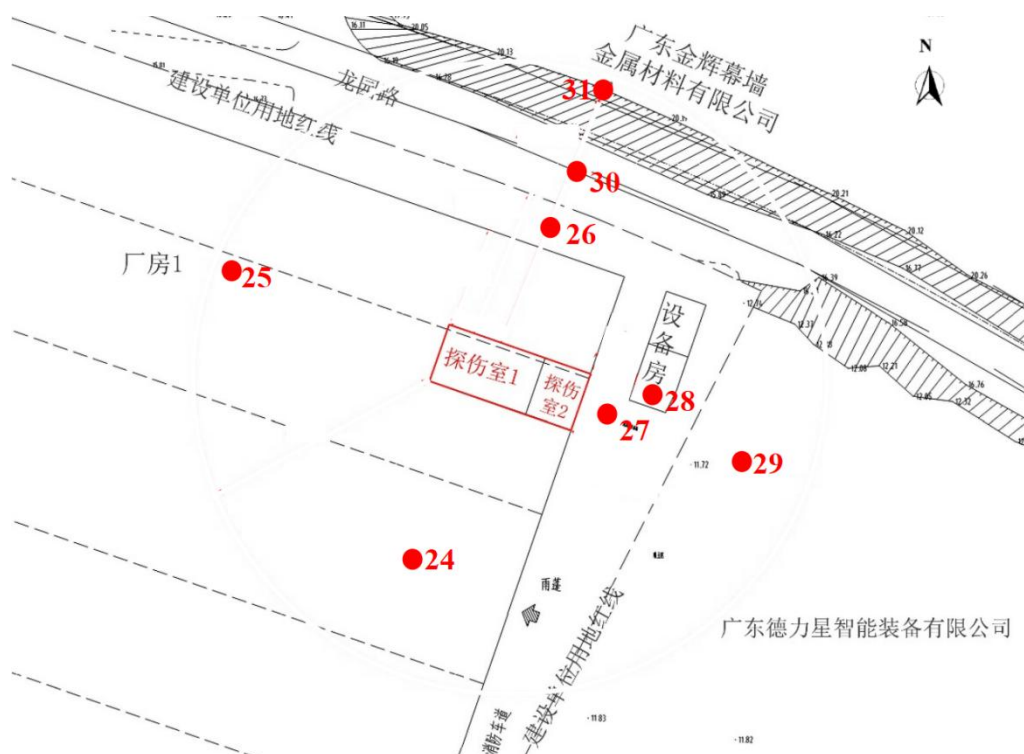


图 6-4 探伤室 2 周边环境周围剂量当量率测量布点图

6.3 监测仪器

本项目的验收检测因子为周围剂量当量率，检测仪器采用 X-γ辐射剂量率仪，仪器型号为 AT1123，仪器编号为 54928，检测仪器的相关信息见表 6-2。

表 6-2 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	5492
测量范围	50nSv/h - 10Sv/h	能量响应	25keV~10MeV（保护帽）
检定单位	深圳市计量质量检测研究院		
证书编号	JL2408095051		
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 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSvh 的限值要求。

表七 验收监测

7.1 验收监测期间工况

验收监测过程中，两间探伤室主体工程已建成，辐射安全与防护设施建成并运行正常的情况下，本项目进行了验收监测，现场监测时间为 2026 年 01 月 09 日，验收监测时，设备出束工况：①XXGH-3005 型 X 射线探伤机 300kV，5mA；②XXGH2505LZ 型 X 射线探伤机 250kV，5mA。

现场监测时，为模拟本项目实际运行工况，每间探伤室仅放置 1 台射线机进行检测。通过在探伤室内不同位置摆放射线机并开展检测，综合分析各测点辐射水平，选择对周围环境影响最大的射线机摆放位置作为检测工况进行监测，以确保监测结果具有代表性并满足最不利工况评价要求。

7.2 验收监测结果和数据分析

探伤室 1 现场验收监测结果具体见表 7-1；探伤室 2 表 7-2，检测报告见附件 8。

7-1 探伤室 1 周围剂量当量率检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果（μSv/h）						射线 机摆 放位 置
		背景值		装置出束时				
				XXGH-3005 型 X 射线探伤机		XXGH2505LZ 型 X 射线探伤机		
平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差			
1	探伤室 1 西侧防护门 左门缝外 30cm	0.167	0.001	0.32	0.01	0.257	0.002	①右
2	探伤室 1 西侧防护门 左下门缝外 30cm	0.168	0.002	0.175	0.001	0.172	0.004	
3	探伤室 1 西侧防护门 中部门缝外 30cm	0.170	0.001	0.172	0.002	0.171	0.002	①中
4	探伤室 1 西侧防护门 中部下门缝外 30cm	0.166	0.001	0.174	0.002	0.173	0.002	
5	探伤室 1 西侧防护门 右门缝外 30cm	0.166	0.002	0.32	0.02	0.258	0.002	①左
6	探伤室 1 西侧防护门 右下门缝外 30cm	0.171	0.001	0.177	0.002	0.173	0.002	
7	探伤室 1 北侧墙体外 30cm（面朝墙体右）	0.156	0.001	0.170	0.002	0.162	0.002	①右

8	探伤室 1 北侧墙体外 30cm（面朝墙体中）	0.159	0.002	0.170	0.001	0.159	0.002	②右
9	探伤室 1 北侧墙体外 30cm（面朝墙体左）	0.161	0.002	0.172	0.001	0.161	0.001	③右
10	探伤室 1 北侧洗片室	0.163	0.002	0.168	0.002	0.165	0.001	
11	探伤室 1 北侧墙体外 30cm	0.163	0.002	0.180	0.001	0.170	0.001	
12	探伤室 1 东侧防护门左门缝外 30cm	0.167	0.001	0.174	0.003	0.172	0.002	
13	探伤室 1 东侧防护门中部外 30cm	0.164	0.002	0.174	0.002	0.170	0.002	
14	探伤室 1 东侧防护门右门缝外 30cm	0.166	0.002	0.173	0.001	0.172	0.002	
15	探伤室 1 东侧防护门下门缝外 30cm	0.165	0.002	0.173	0.001	0.173	0.001	
16	探伤室 1 东侧防护门上门缝外 30cm	0.168	0.001	0.175	0.001	0.170	0.002	
17	管线口外 30cm	0.165	0.002	0.176	0.002	0.170	0.003	
18	探伤室 1 东侧墙体外 30cm（面朝墙体右）	0.165	0.002	0.171	0.001	0.169	0.001	
19	探伤室 1 东侧墙体外 30cm（面朝墙体中）	0.165	0.002	0.172	0.002	0.171	0.001	③中
20	探伤室 1 东侧墙体外 30cm（面朝墙体左）	0.163	0.001	0.173	0.001	0.172	0.002	③左
21	探伤室 1 南侧墙体外 30cm（面朝墙体右）	0.166	0.002	0.181	0.002	0.171	0.003	
22	探伤室 1 南侧墙体外 30cm（面朝墙体中）	0.165	0.002	0.179	0.001	0.170	0.002	②左
23	探伤室 1 南侧墙体外 30cm（面朝墙体左）	0.168	0.001	0.179	0.001	0.170	0.001	①左
24	探伤室 1 楼上 100cm 处	0.168	0.002	0.175	0.001	0.169	0.002	③右
25	探伤室 1 南侧轻型设备组装车间	0.118	0.001	0.124	0.001	0.119	0.001	②左
26	探伤室 1 西侧焊接车间工作位	0.111	0.001	0.117	0.004	0.115	0.002	①中
27	探伤室 1 北侧厂内室外通道	0.108	0.001	0.114	0.002	0.110	0.002	②右
28	探伤室 1 东侧厂内室外通道	0.111	0.001	0.115	0.001	0.116	0.002	③中

29	探伤室 1 东侧设备房	0.111	0.002	0.118	0.001	0.115	0.001	③右
30	德力星智能厂区门前	0.121	0.002	0.131	0.003	0.126	0.003	③中
31	龙园路中央	0.121	0.002	0.125	0.001	0.123	0.002	②中
32	金辉幕墙公司厂区门前	0.121	0.002	0.130	0.002	0.126	0.002	

注：1、检测时仪器中心垂直于探伤室，除 2、4、6、15~17、24 点外，其余点均距地面 1m 高；

2、现场检测时，XXGH-3005 型 X 射线探伤机 300kV，5mA；XXGH2505LZ 型 X 射线探伤机 250kV，5mA；

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

4、有用线束所对的探伤室及周边环境关注点检测时，不放置检测工件；非有用线束所对的探伤室及周边环境关注点检测时，放置检测工件。

从表 7-1 中的现场监测数据可见，探伤室 1 在使用 XXGH-3005 型 X 射线探伤机时（检测工况：300kV，5mA），探伤室外 30cm 处周围剂量当量率为 0.168 μ Sv/h~0.32 μ Sv/h；周边环境关注点的周围剂量当量率为 0.114 μ Sv/h~0.131 μ Sv/h；在使用 XXGH2505LZ 型 X 射线探伤机时（检测工况：250kV，5mA），探伤室外 30cm 处周围剂量当量率为 0.159 μ Sv/h~0.258 μ Sv/h；周边环境关注点的周围剂量当量率为 0.110 μ Sv/h~0.126 μ Sv/h。

7-2 探伤室 2 周围剂量当量率检测结果

测点 编号	测量位置	检测结果（μSv/h）						射线 机摆 放位 置
		背景值		装置出束时				
				XXGH-3005 型 X 射线探伤机		XXGH2505LZ 型 X 射线探伤机		
		平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	
1	探伤室 2 南侧防护门 左门缝外 30cm	0.166	0.002	0.58	0.01	0.45	0.01	③右
2	探伤室 2 南侧防护门 左下门缝外 30cm	0.168	0.002	1.80	0.01	1.62	0.02	
3	探伤室 2 南侧防护门 中部外 30cm	0.166	0.001	0.53	0.01	0.44	0.01	③中
4	探伤室 2 南侧防护门 中部下门缝外 30cm	0.164	0.002	0.165	0.001	0.167	0.001	
5	探伤室 2 南侧防护门 右门缝外 30cm	0.166	0.001	0.51	0.01	0.42	0.02	③左
6	探伤室 2 南侧防护门 右下门缝外 30cm	0.166	0.002	0.51	0.01	0.42	0.03	

7	探伤室 2 东侧墙体外 30cm（面朝墙体左）	0.164	0.001	0.228	0.004	0.197	0.002	③左
8	探伤室 2 东侧墙体外 30cm（面朝墙体中）	0.163	0.002	0.220	0.002	0.198	0.002	②左
9	探伤室 2 东侧墙体外 30cm（面朝墙体右）	0.162	0.001	0.200	0.002	0.190	0.003	①左
10	探伤室 2 北侧墙体外 30cm	0.163	0.002	0.165	0.003	0.164	0.002	
11	探伤室 2 北侧防护门 左门缝外 30cm	0.166	0.001	0.176	0.002	0.170	0.002	
12	探伤室 2 北侧防护门 中部外 30cm	0.164	0.001	0.173	0.001	0.166	0.001	
13	探伤室 2 北侧防护门 右门缝外 30cm	0.163	0.002	0.176	0.001	0.170	0.002	
14	探伤室 2 北侧防护门 上门缝外 30cm	0.165	0.002	0.175	0.002	0.167	0.001	
15	探伤室 2 北侧防护门 下门缝外 30cm	0.166	0.002	0.173	0.001	0.168	0.002	①中
16	探伤室 2 北侧墙体外 30cm	0.164	0.001	0.168	0.001	0.162	0.002	
17	管线口外 30cm	0.164	0.002	0.172	0.002	0.169	0.002	①右
18	探伤室 2 西侧墙体外 30cm（面朝墙体左）	0.166	0.001	0.169	0.001	0.168	0.001	
19	探伤室 2 西侧墙体外 30cm（面朝墙体中）	0.167	0.001	0.169	0.001	0.169	0.002	②右
20	探伤室 2 西侧墙体外 30cm（面朝墙体右）	0.166	0.002	0.170	0.002	0.169	0.002	③右
21	探伤室 2 楼上 100cm 处（面朝墙体左）	0.176	0.002	0.179	0.002	0.177	0.002	①左
22	探伤室 2 楼上 100cm 处（面朝墙体中）	0.175	0.002	0.177	0.002	0.177	0.001	①中
23	探伤室 2 楼上 100cm 处（面朝墙体右）	0.177	0.002	0.180	0.001	0.176	0.002	①右
24	探伤室 2 南侧轻型设 备组装车间	0.118	0.001	0.121	0.001	0.119	0.001	③中
25	探伤室 2 西侧焊接车 间工作位	0.111	0.001	0.115	0.001	0.113	0.002	②右
26	探伤室 2 北侧厂内室 外通道	0.108	0.001	0.114	0.001	0.113	0.002	①中
27	探伤室 2 东侧厂内室 外通道	0.111	0.001	0.117	0.002	0.114	0.002	②左

28	探伤室 2 东侧设备房	0.111	0.002	0.117	0.001	0.116	0.001	①左
29	德力星智能厂区门前	0.122	0.003	0.130	0.002	0.123	0.001	②中
30	龙园路中央	0.121	0.002	0.125	0.001	0.120	0.002	①中
31	金辉幕墙公司厂区门前	0.121	0.002	0.129	0.002	0.122	0.001	

注：1、检测时仪器中心垂直于探伤室，除 2、4、6、14~15、17、21~23 点外，其余点均距地面 1m 高；

2、现场检测时，XXGH-3005 型 X 射线探伤机 300kV，5mA；XXGH2505LZ 型 X 射线探伤 250kV，5mA；

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

4、有用线束所对的探伤室及周边环境关注点检测时，不放置检测工件；非有用线束所对的探伤室及周边环境关注点检测时，放置检测工件。

从表 7-2 中的现场监测数据可见，探伤室 2 在使用 XXGH-3005 型 X 射线探伤机时（检测工况：300kV，5mA），探伤室外 30cm 处周围剂量当量率为 0.165 μ Sv/h~1.8 μ Sv/h；周边环境关注点的周围剂量当量率为 0.114 μ Sv/h~0.130 μ Sv/h；在使用 XXGH2505LZ 型 X 射线探伤机时（检测工况：250kV，5mA），探伤室外 30cm 处周围剂量当量率为 0.162 μ Sv/h~1.62 μ Sv/h；周边环境关注点的周围剂量当量率为 0.113 μ Sv/h~0.123 μ Sv/h。

综上，探伤室 1 和探伤室 2 在正常运行时，周围剂量率均低于 2.5 μ Sv/h，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）确定的屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h 的限值要求。

本项目的运行所引起周围环境关注点的周围剂量率的变化在标准要求范围以内，验收监测结果与环评结论相符，且满足相关的技术标准要求。

7.3 人员受照剂量分析

7.3.1 个人剂量检测结果分析

建设单位为所有辐射工作人员均配备个人剂量计，根据建设单位现有个人剂量监测报告，所有辐射工作人员均已配备个人剂量。根据建设单位提供三个季度的检测报告检测，受照剂量最大的为梁木焕，年有效剂量为 0.08 mSv，低于辐射工作人员剂量约束值（5mSv/a）。

由于建设单位去年上半年才开展辐射工作，目前只有两个季度个人剂量检测报告，且工作量并未达到满负荷，所以本项目也根据检测结果和工作负荷对辐射工作人

员及公众年有效剂量进行计算。

7.3.2 辐射工作人员受照剂量理论估算

该项目中职业辐射工作人员主要为探伤室操作人员。建设单位为本项目配备了 4 名辐射工作人员（每间探伤室固定配备 2 人），且探伤室 1 辐射工作人员的最大工作负荷约为每年 708.5 小时；探伤室 2 辐射工作人员的最大工作负荷约为每年 375 小时。

本次采用检测时最大运行工况下（300kV，5mA）对辐射工作人员进行受照剂量的估算，在进行辐射工作人员个人年受照剂量估算时，选取各探伤室辐射工作人员在运行过程中贡献值最大处进行辐射工作人员个人年受照剂量估算，具体的计算参数及结果详见表 7-3。

表 7-3 辐射工作人员受照剂量估算的相关技术参数及结果

位置	居留性质	*贡献值， nSv/h	受照时间		有效剂量， mSv/a
			计算时间 h	居留因子	
探伤室 1	全居留	154	708.5	1	0.109
探伤室 2	全居留	1632	375	1	0.612

*注：表中的贡献值以贡献值最大的点位（探伤室 1 西侧防护门右门缝外 30cm、探伤室 2 南侧防护门左下门缝外 30cm），出束状态测量值减去环境背景值得出贡献值。

由于两间探伤室不同时作业，当一间探伤室探伤时，另外一间探伤室的工作人员可能在贴片、搬运设备等工作，综合考虑两间探伤室的辐射影响，对辐射工作人员进行年有效剂量叠加计算，结果为： $0.109\text{mSv/a}+0.612\text{mSv/a}=0.721\text{mSv/a}$

综上，在使用 XXGH-3005 型 X 射线探伤机时，探伤室辐射工作人员的年受照有效剂量最大不超过 0.721mSv，低于本次验收确定的辐射工作人员的职业年照射剂量约束值（不超过 5mSv/a）。因此，当探伤室在使用工况更低的设备（XXGH2505LZ 型 X 射线探伤机）时，辐射工作人员受照剂量将进一步降低，同样满足本次验收确定的辐射工作人员的职业年照射剂量约束值（不超过 5mSv/a）。

7.3.2 公众受照剂量估算

验收项目周边环境保护目标与环评阶段基本一致，周围剂量当量率取对探伤室最大运行工况下（300kV，5mA）对周边环境周围剂量当量率的最大贡献值进行计

算，因每间探伤室同一时间仅使用 1 台射线装置，不会在一间探伤室内同时多台设备出束，所以本次公众所受照时间分别取两间探伤室年出束时间，对周边保护目标有效剂量进行估算见表 7-4~表 7-6。

表 7-4 探伤室 1 周边公众年有效剂量

环境性质	贡献值, nSv/h	受照时间		有效剂量, mSv/a
		计算时间 h	居留因子	
操作室, 办公区 (评片室)	7	708.5	1	4.96×10^{-3}
探伤室 2	10	708.5	1/16	4.43×10^{-4}
物料存放区	14	708.5	1/16	6.20×10^{-4}
洗片室 (晾片室)	5	708.5	1	3.54×10^{-3}
通道	6	708.5	1/16	2.66×10^{-4}
车间工作位	6	708.5	1	4.25×10^{-3}
建设单位设备房	7	708.5	1/16	3.10×10^{-4}
建设单位厂内公共道路	6	708.5	1/16	2.66×10^{-4}
广东金辉幕墙金属材料有限公司厂区	9	708.5	1	6.38×10^{-3}
广东德力星智能装备有限公司厂区	10	708.5	1	7.09×10^{-3}
厂外公共道路	4	708.5	1/16	1.77×10^{-4}

表 7-5 探伤室 2 周边公众年有效剂量

环境性质	贡献值, nSv/h	受照时间		有效剂量, mSv/a
		计算时间 h	居留因子	
操作室, 办公区 (评片室)	3	375	1	1.13×10^{-3}
探伤室 1	4	375	1/16	9.38×10^{-5}
通道	3	375	1/16	7.03×10^{-5}
车间工作位	4	375	1	1.50×10^{-3}
建设单位设备房	6	375	1/16	1.41×10^{-4}
建设单位厂内公共道路	6	375	1/16	1.41×10^{-4}
广东金辉幕墙金属材料有限公司厂区	8	375	1	3.0×10^{-3}
广东德力星智能装备有限公司厂区	8	375	1	3.0×10^{-3}
厂外公共道路	4	375	1/16	9.38×10^{-5}

表 7-6 周边公众年总有效剂量

环境性质	探伤室 1 有效剂量, mSv/a	探伤室 2 有效剂量, mSv/a	合计, mSv/a
操作室, 办公区 (评片室)	4.96×10^{-3}	1.13×10^{-3}	6.09×10^{-3}
探伤室 1	4.43×10^{-4}	/	4.43×10^{-4}
探伤室 2	/	9.38×10^{-5}	9.38×10^{-5}
物料存放区	6.20×10^{-4}	/	6.20×10^{-4}
洗片室 (晾片室)	3.54×10^{-3}	/	3.54×10^{-3}
通道	2.66×10^{-4}	7.03×10^{-5}	3.36×10^{-4}
车间工作位	4.25×10^{-3}	1.50×10^{-3}	5.75×10^{-3}
建设单位设备房	3.10×10^{-4}	1.41×10^{-4}	4.51×10^{-4}
建设单位厂内公共道路	2.66×10^{-4}	1.41×10^{-4}	4.07×10^{-4}
广东金辉幕墙金属材料有限公司厂区	6.38×10^{-3}	3.0×10^{-3}	9.38×10^{-3}
广东德力星智能装备有限公司厂区	7.09×10^{-3}	3.0×10^{-3}	1.009×10^{-2}
厂外公共道路	1.77×10^{-4}	9.38×10^{-5}	2.71×10^{-4}

根据以上分析可知, 探伤室在使用 XXGH-3005 型 X 射线探伤机时周边公众的年受照有效剂量不超过 $1.009 \times 10^{-2} \text{mSv}$, 低于验收报告设定的公众年有效剂量约束值 (不超过 0.25mSv/a)。因此, 当探伤室在使用工况更低的设备 (XXGH2505LZ 型 X 射线探伤机) 时, 公众受照剂量将进一步降低, 同样满足本次验收报告设定的公众年有效剂量约束值 (不超过 0.25mSv/a)。

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

表八 验收监测结论

8.1 验收内容

本次验收内容为广东林顿智能装备有限公司在厂房 1 内东北侧建设 2 间探伤室，并在探伤室 1 和探伤室 2 中轮换使用 5 台 X 射线探伤机：①XXGH-3005Z 型 X 射线探伤机（管电压 300kV，管电流 5mA）；②XXGH-3005 型 X 射线探伤机（管电压 300kV，管电流：5mA）；③XXG-3005H 型 X 射线探伤机（管电压：300kV 管电流 5mA）；④XXG2505L 型 X 射线探伤机（管电压 250kV，管电流 5mA）；⑤XXGH2505LZ 型 X 射线探伤机（管电压：250kV 管电流 5mA），均用于生产的洁净容器、储罐、发生罐等压力容器的无损检测。每间探伤室同一时间仅会使用 1 台射线装置，不会在一间探伤室内同时多台设备出束。

本项目实际配置 5 台 X 射线探伤机，设备最大管电压为 300kV 的周向机，已覆盖原环境影响评价阶段拟配置的最大管电压不超过 360kV 的射线装置类型。因此，本次竣工环境保护验收范围为：2 间探伤室及其配套使用的最大管电压不超过 300kV 的 X 射线探伤机相关建设内容。

环评阶段拟配置的最大管电压为 360kV 的 X 射线探伤机目前尚未建设实施，不纳入本次验收范围。建设单位后续如新增最大管电压超过 300kV 的 X 射线探伤机，应按照规定另行开展竣工环境保护验收。

8.2 辐射环境监测结果分析

受建设单位委托，2026 年 01 月 09 日广州乐邦环境科技有限公司对本次验收项目进行验收监测。现场监测时，两间探伤室的运行工况如下：

XXGH-3005 型 X 射线探伤机 300kV，5mA；

XXGH2505LZ 型 X 射线探伤机 250kV，5mA。

从现场监测数据可见，探伤室 1 在使用 XXGH-3005 型 X 射线探伤机时（检测工况：300kV，5mA），探伤室外 30cm 处周围剂量当量率为 0.168 μ Sv/h~0.32 μ Sv/h；周边环境关注点的周围剂量当量率为 0.114 μ Sv/h~0.131 μ Sv/h；在使用 XXGH2505LZ 型 X 射线探伤机时（检测工况：250kV，5mA），探伤室外 30cm 处周围剂量当量率

为 $0.159\mu\text{Sv/h}\sim 0.258\mu\text{Sv/h}$ ；周边环境关注点的周围剂量当量率为 $0.110\mu\text{Sv/h}\sim 0.126\mu\text{Sv/h}$ 。探伤室 2 在使用 XXGH-3005 型 X 射线探伤机时（检测工况：300kV，5mA），探伤室外 30cm 处周围剂量当量率为 $0.165\mu\text{Sv/h}\sim 1.8\mu\text{Sv/h}$ ；周边环境关注点的周围剂量当量率为 $0.114\mu\text{Sv/h}\sim 0.130\mu\text{Sv/h}$ ；在使用 XXGH2505LZ 型 X 射线探伤机时（检测工况：250kV，5mA），探伤室外 30cm 处周围剂量当量率为 $0.162\mu\text{Sv/h}\sim 1.62\mu\text{Sv/h}$ ；周边环境关注点的周围剂量当量率为 $0.113\mu\text{Sv/h}\sim 0.123\mu\text{Sv/h}$ ，两间探伤室外周围剂量当量率检测结果均满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）确定的屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。

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，在探伤室使用 XXGH-3005 型 X 射线探伤机时，探伤室辐射工作人员的年受照有效剂量最大不超过 0.721mSv ，低于本次验收确定的辐射工作人员的职业年照射剂量约束值（不超过 5mSv/a ）；同时，公众的年受照有效剂量最大不超过 $1.009\times 10^{-2}\text{mSv}$ ，也低于本次验收确定的公众的个人年有效剂量约束值（不超过 0.25mSv/a ）。

因此推断，当探伤室在使用工况更低的设备（XXGH2505LZ 型 X 射线探伤机）时，辐射工作人员和公众的年受照有效剂量将进一步降低，同样满足本次验收报告设定剂量限制要求，即辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv ，公众年有效剂量不超过 0.25mSv 。

8.3 环境管理

通过现场调查分析，本验收项目严格按照环评文件中的论证进行探伤室建设，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》（GBZ 117-2022）等法规标准中的相关防护设施的技术要求。

建设单位已按照环评文件和环评批复对辐射安全管理方面的要求，设置了辐射安全与环境管理机构，制定了相应的辐射安全管理规章制度和辐射监测计划，落实了辐射工作人员的培训和个人剂量监测制度等环评要求。

8.4 结论

本次验收的广东林顿智能装备有限公司核技术利用建设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. 本项目分期投入使用，建设单位应分期对已新增的设备进行验收监测。
2. 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。
3. 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。
4. 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。