

房地产项目中建筑电气施工的精细化管理与质量控制

林学鹏

身份证号: 440181198102144817

DOI:10.61369/ERA.2025070031

摘要： 房地产项目建筑电气施工的精细化管理与质量控制是提升工程品质的关键环节。针对设计变更频繁、隐蔽工程缺陷等痛点，研究提出以组织架构优化、全周期标准化流程及 BIM、AI 等技术为核心的精细化管理路径，结合物联网实时监测、防雷接地规范等质量控制技术，构建量化评估与 PDCA 改进机制。通过《住宅项目规范》等政策导向，推动施工效率提升与运维风险降低，为行业转型升级提供理论与实践依据。

关键词： 建筑电气施工；精细化管理；质量控制

Refined Management and Quality Control of Building Electrical Construction in Real Estate Projects

Lin Xuepeng

ID: 440181198102144817

Abstract： The refined management and quality control of building electrical construction in real estate projects are critical to enhancing project quality. Addressing common issues such as frequent design changes and defects in hidden works, research proposes a refined management approach centered on organizational structure optimization, full-cycle standardized processes, and technologies like BIM and AI. This is combined with quality control techniques such as IoT real-time monitoring and lightning protection grounding standards, establishing a quantified evaluation and PDCA improvement mechanism. Guided by policies such as the "Residential Project Specifications," this approach promotes improvements in construction efficiency and reductions in operation and maintenance risks, providing theoretical and practical support for industry transformation and upgrading.

Keywords： building electrical construction; refined management; quality control

引言

房地产行业作为国民经济支柱产业，其高质量发展与城市化进程紧密关联。近年来，行业面临从规模扩张向品质提升的转型需求，建筑电气施工的精细化管理与质量控制成为核心议题。当前，电气施工中普遍存在设计变更频繁、隐蔽工程缺陷等隐患，导致返工率居高不下，直接影响项目安全性与经济性。2025年3月31日，住房和城乡建设部发布的《住宅项目规范》明确要求住宅建设需以“安全、舒适、绿色、智慧”为目标，强化建筑设备系统标准化与智能化水平，为电气施工管理提供了政策导向。住建部2025年重点任务中提出“打造中国建造升级版”，强调通过智能建造、绿色建造等技术革新提升工程品质，并推动房屋全生命周期安全管理。在此背景下，探索精细化管理的实施路径与质量控制关键技术，不仅契合行业转型升级需求，更能通过优化资源配置、降低运维风险，实现经济效益与社会效益的双重提升，为“好房子”建设提供理论与实践支撑。

一、房地产项目建筑电气施工的概述

（一）房地产项目电气施工的特点

房地产项目电气施工具有显著的复杂性与系统性特征。多专业协同是其核心挑战之一，电气工程需与土建结构、给排水、暖通等专业深度交叉配合，涉及预埋管线定位、桥架安装空间分配、设备接口匹配等环节，任何设计冲突或施工时序错位均可能引发返工或质量隐患^[1]。房地产项目通常采用批量开发模式，强调

高标准化与成本控制的平衡。标准化设计虽可提升施工效率，但需在满足差异化户型需求的同时，严格管控材料采购、工艺实施及人力调配成本，以实现规模化开发下的经济效益最大化。施工过程中还需兼顾工期压力与技术规范的合规性，确保隐蔽工程与终端设备安装满足安全性与功能性要求。

（二）精细化管理与质量控制的核心价值

精细化管理和质量控制是提升房地产电气工程综合效益的核心手段。通过优化施工流程、强化技术标准执行，可显著提高资

源利用效率，例如基于 BIM 的管线综合设计减少材料浪费，标准化工艺缩短施工周期^[2]。同时，质量控制体系能够系统性识别并规避潜在风险，如隐蔽工程验收的影像化追溯可避免后期开凿修复成本，严格材料进场检验降低设备故障率。从全生命周期视角看，精细化管理不仅减少施工阶段的返工与延误，更能通过提升电气系统可靠性降低运维阶段的故障频率与维修成本，从而增强房地产项目的市场竞争力与用户满意度。

二、建筑电气施工精细化管理的实施路径

（一）精细化管理的体系构建

建筑电气施工精细化管理需以系统性框架为基础。组织架构设计是管理体系的基石，通过明确建设单位、监理单位与施工方的权责边界，建立层级清晰的决策与执行机制，例如建设单位主导技术标准制定、监理单位负责过程监督、施工方落实具体操作，辅以跨部门协同平台实现信息实时共享^[3]。标准化流程建设贯穿项目全周期，涵盖设计阶段的技术交底规范、采购阶段的供应商准入标准、施工阶段的工艺工法手册及验收阶段的量化评价指标，形成闭环管理链条。通过编制标准化作业指导书、建立流程动态调整机制，可有效规避人为操作偏差，确保施工活动与设计意图、成本目标高度契合。

（二）关键环节的流程优化

设计阶段的流程优化以 BIM 技术为核心，通过三维建模实现电气管线与土建、机电专业的空间冲突预判与综合排布优化，减少施工阶段的设计变更与返工。材料管理需构建供应商分级评估体系，结合质量、价格、交付能力等维度建立动态“黑白名单”，并实施进场材料全数检验，采用二维码溯源技术确保材料规格与设计文件一致。施工阶段推行工序交接“三检制”，即自检、互检、专检逐级确认质量合格后方可进入下一工序；隐蔽工程采用影像化存档技术，通过全景拍摄与云端存储实现施工过程可追溯，为质量争议提供客观依据，同时降低后期维修对建筑结构的破坏风险^[4]。

三、建筑电气施工质量控制的关键技术

（一）智能化技术应用

1. 基于物联网的电气设备实时监测与调试技术

物联网技术通过部署传感器与智能终端，实现电气设备运行参数的实时采集与传输，如电流、电压、温度及绝缘状态监测。数据经云端平台分析后，可精准定位设备异常并触发预警，指导施工人员远程调整设备参数或现场排查故障，减少人工巡检盲区^[5]。调试阶段，物联网系统支持多设备联动测试，例如通过无线通信模块（如 LoRa、NB-IoT）自动校准配电柜保护定值，确保继电保护动作的准确性与时效性，显著提升调试效率与系统可靠性，为后期运维提供高精度数据支撑。

2. AI 算法在施工质量缺陷预测中的应用

AI 算法通过深度学习历史施工数据与缺陷案例，构建线缆敷设、接线端子压接等工艺的质量预测模型。例如，基于卷积神经

网络（CNN）的图像识别技术可分析线缆敷设路径的弯曲半径、固定间距是否符合规范，实时反馈偏差位置并生成修正建议^[6]。AI 结合激光点云扫描数据，可预测管线交叉区域的空间冲突概率，辅助施工方案优化。此类技术将质量管控从“事后检查”前移至“过程预警”，降低人为疏漏导致的返工成本，同时为工艺标准化提供量化依据。

（二）隐蔽工程的质量控制要点

1. 管线预埋深度与防腐蚀处理的技术规范

管线预埋深度需严格遵循设计文件与《建筑电气工程施工质量验收规范》（GB 50303），避免因覆土不足导致机械损伤或过深增加开挖成本^[7]。防腐蚀处理应依据环境湿度、土壤酸碱度等参数选择涂层材料（如环氧树脂、热浸镀锌），施工时需确保涂层连续无气泡，焊接接头处采用双重防腐包裹。质量验收阶段，可采用超声波测厚仪检测涂层厚度，辅以电火花检测仪排查针孔缺陷，确保管线在潮湿、腐蚀性环境中长期稳定运行。

2. 防雷接地系统电阻测试与验收标准

防雷接地系统的接地电阻值直接影响雷电流泄放能力，测试需采用四线法消除引线电阻干扰，并依据季节系数修正土壤湿度影响。根据《建筑物防雷设计规范》（GB 50057），一类防雷建筑接地电阻应 $\leq 10\Omega$ ，二类、三类 $\leq 30\Omega$ ，且独立接闪杆需满足 $\leq 4\Omega$ 。施工中需重点检查接地极焊接质量、降阻剂填充密实度及等电位联结导通性，隐蔽前留存电阻测试报告与影像记录，确保验收数据可追溯，避免因接地失效引发雷击事故。

四、质量评估与持续改进机制

（一）质量评估体系的构建

1. 量化评估指标

质量评估体系的构建需基于可量化的核心指标，包括材料合格率、安装误差率、验收一次通过率等。材料合格率通过统计批次抽样检测结果，结合供应商履约能力动态调整权重；安装误差率以设计图纸为基准，采用激光测距仪与三维扫描技术测量管线定位偏差，形成误差分布热力图指导工艺改进；验收一次通过率综合反映施工过程规范性，对未通过项按缺陷类型分类统计，针对性优化管理流程^[8]。量化指标通过数据可视化工具实时更新，为管理层决策提供客观依据，同时倒逼施工方提升工艺精度。

2. 第三方检测与业主参与的多维度评估模式

引入第三方检测机构对隐蔽工程、防雷接地等关键节点进行独立抽检，确保数据客观性，例如利用红外热成像仪检测电缆接头温升异常。业主参与评估则通过分阶段开放施工现场、组织质量观摩会等形式，收集使用功能与观感质量的反馈意见。第三方专业性与业主体验性评价相结合，形成覆盖技术合规性、使用便利性及美观性的综合评估报告，弥补单一内部检查的局限性，增强质量管控的公信力。

（二）质量问题反馈与改进机制

1. PDCA 循环在电气施工中的应用

PDCA 循环通过计划（Plan）、执行（Do）、检查（Check）、

处理（Act）四阶段实现质量持续改进。以某项目电缆桥架安装倾斜超标为例，计划阶段制定垂直度误差 $\leq 2\%$ 的技术标准；执行阶段采用激光定位仪辅助安装；检查阶段统计不合格点位并分析主因（如支架焊接偏差）；处理阶段修订焊接工艺标准并开展专项培训。该案例表明，PDCA 可将局部问题转化为系统性优化，形成“问题识别－根因分析－措施固化”的改进路径^[9]。

2. 数字化管理平台支持下的问题追溯与闭环管理

基于 BIM 与物联网的数字化管理平台集成施工日志、检测报告及影像资料，通过唯一编码关联工序、材料与责任人。质量问题可追溯至具体施工时段、操作人员及设备批次，例如管线渗漏问题通过平台调取预埋阶段影像与材料检验记录，快速定位防腐层破损责任方。平台自动生成整改通知单并跟踪闭环进度，结合大数据分析高频缺陷类型，推送预警至类似项目，实现经验教训的跨项目共享与风险前置管控。

（三）人员培训与能力提升

1. 施工人员岗前培训与技能考核制度

施工人员需通过理论考试与实操考核双认证方可上岗，理论培训涵盖电气安全规范、标准图集解读等内容^[10]。实操考核聚焦线缆压接、接地焊接等关键工艺，采用模拟工位与实物样板结合的方式，确保技能达标。定期复训制度针对新工艺、新设备（如智能配电柜安装）更新培训内容，考核结果与绩效薪酬挂钩，激发技能提升主动性，降低人为操作失误率。

2. 技术交底与标准化操作手册的动态更新

技术交底采用“图文＋视频”多媒体形式，直观展示管线预

埋深度、桥架跨接等工艺要点，施工人员通过移动终端扫码获取交底资料。标准化操作手册依据 PDCA 循环中的改进成果持续修订，例如将 AI 缺陷预测模型的应用流程纳入线缆敷设章节，新增 BIM 冲突检测操作指南。手册每季度更新版本并同步至管理平台，确保施工规范与技术创新同步迭代，形成“经验沉淀－知识转化－标准升级”的良性循环。

五、总结与展望

精细化管理通过优化组织架构、全周期标准化流程及智能化技术集成，利用明确的协同机制与 BIM、物联网等技术，提升施工效率和质量。关键技术包括隐蔽工程防腐处理、防雷接地测试规范及 AI 缺陷预测模型，形成从材料到验收的闭环控制，减少返工率和运维风险。然而，当前实践中中小房企面临技术应用滞后、数字化平台建设成本高及跨项目数据共享机制缺乏的问题，导致部分企业难以全面推行智能监测与 AI 分析，质量管控仍依赖传统方法，标准化程度不一。绿色建筑与智能电网的发展将推动电气施工向低碳化、智能化转型，深化 BIM 和数字孪生在能耗模拟和设备选型中的应用，并探索光伏－储能系统一体化施工规范。此外，智能电网要求兼容微电网架构和需求响应功能，区块链技术则有望解决质量数据溯源和多方协同信任问题，为高质量发展提供支持。

参考文献

- [1] 付海强. 高层住宅小区建筑施工综合管理研究 [D]. 华南理工大学, 2013.
- [2] 孙孝林. 浅谈精细化管理在施工企业成本管理中的重要性 [J]. 城市建设理论研究（电子版）, 2014(36): 6763-6763.
- [3] 李刚, 毛青峰. 浅谈建筑施工如何强化精细管理 [J]. 城市建设理论研究（电子版）, 2015(11): 3479-3480.
- [4] 单禹宾. 高层建筑电气工程施工质量管理探讨 [J]. 建筑与装饰, 2022(21): 58-60.
- [5] 张晓翔. 建筑项目现场施工的精细化质量管理策略 [J]. 中国厨卫: 建筑与电气, 2021(004): 000.
- [6] 张溢, 陈阳. 建筑电气工程施工质量控制及管理的研究 [J]. 中国建筑金属结构, 2021(6): 36-37.
- [7] 唐芸. 建筑工程项目施工的精细化管理分析 [J]. 装饰装修天地, 2017(18): 59.
- [8] 王文鑫. 浅谈建筑电气工程施工质量控制及安全管理 [J]. 模型世界, 2022(12): 178-180.
- [9] 王西仓. 建筑电气工程施工存在的问题及应对措施 [J]. 建筑工程技术与设计, 2016, 000(005): 1613-1613.
- [10] 刘华. 浅谈建筑电气工程施工管理及质量控制 [J]. 百科论坛电子杂志, 2020(8): 1161.