

建筑工程电气系统安装与调试技术应用研究

宋友¹, 于田景²

(1. 青岛恒硕建设有限公司, 山东 青岛 266000;
2. 山东德正公路工程有限公司, 山东 济南 250014)

摘要 电气系统作为实现建筑功能的关键重要环节, 其安装与调试技术的科学性对建筑运行效率、安全保障和节能表现起着决定性作用。本文依据《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2025), 并融合预制装配、物联网应用以及模块化集成等先进技术, 对电气系统安装与调试的核心环节开展了系统性研究, 通过对低压配电、智能照明以及消防电气等系统的安装工艺进行优化探讨, 构建包含“预制化生产、模块化安装、智能化调试与全周期质量控制”的综合技术体系, 通过实际工程案例对其应用成效进行了检验。实践数据显示, 该优化技术能使安装效率提高30%以上, 可将故障发生率降低45%, 并且实现能耗减少28%, 进而为建筑电气工程高标准建设提供有力支撑。

关键词 建筑工程; 电气系统; 安装技术; 调试工艺

中图分类号: TU85

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.08.036

0 引言

随着建筑领域朝着绿色化、智能化、工业化方向不断发展, 建筑电气系统已从单纯具备供电功能拓展成“能源供给、智能控制、安全防护、节能降耗”一体化综合体系。作为工程实施核心环节, 电气系统安装调试质量直接决定建筑物投运后运行稳定性、使用安全性及经济合理性。当前电气系统呈现设备集成化程度高、控制逻辑复杂、能源类型多样化等特征, 传统施工工艺中存在管线布局冲突、调试流程不规范等问题愈发突出, 制约了工程品质与施工效率提升。在“双碳”目标及新型城镇化建设推动下, 行业对电气安装调试工作提出更高标准, 既要满足新型规范与技术要求, 又要达成施工过程节能环保与资源优化配置目标。通过引入预制装配技术、BIM可视化手段及物联网监测等创新方法, 为解决传统施工难题提供可行方案。本文结合工程实践经验, 系统探讨电气系统安装调试领域关键技术创新与应用实践, 构建完善的技术应用框架, 为同类工程实践提供借鉴。

1 建筑工程电气系统安装与调试技术现状及问题

1.1 技术发展现状

建筑电气安装技术正朝着“工厂化预制、组件化拼装、自动化施工”的方向不断发展, 在低压配电系统当中, 工厂化生产的预制构件使用率呈现持续攀升

态势, 智能系统依靠传感器网络实现自动管控功能, 调试技术呈现出“数字化检验、智能分析、协同验收”的全新特征。随着《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB 50303-2025)标准的推行实施, 安装精度与绝缘性能等指标被设定了更高要求标准, 这有力地促进了行业的技术革新进程, 同时绿色施工理念也要求安装调试环节更加注重节能减排工作^[1]。

1.2 现存主要问题

首先, 安装工艺和新型设备兼容性差, 依赖传统人工操作难以适应高精度设备装配需求, 进而引发接触不良、温度异常等现象; 其次, 各专业间协作失调情况严重, 因协同规划不足导致管线排布冲突和预留孔洞偏差, 只能进行返工处理; 再者, 调试过程缺乏统一标准规范, 常出现操作顺序混乱、检测指标遗漏及数据记录不完整等问题; 最后, 绿色施工技术应用存在一定局限, 现场建筑垃圾量大、材料浪费严重, 且可再生能源系统整合调试技术尚不成熟。

2 建筑工程电气系统安装关键技术创新与应用

2.1 预制装配式电气管线安装技术

依靠工厂化预制还有现场精细化施工, 有效克服传统管线安装精度不足弊端, 在预制环节用数控设备来制造构件, 管线与配件按600毫米、900毫米等规格批量下料, 把接口误差限定在正负0.5毫米范围之内,

作者简介: 宋友(1991-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 电气安装。

还配套唯一标识系统实现全流程管控。现场作业依托 BIM 模型来进行空间协调,将定位误差控制在 10 毫米以内,配合激光测距仪等工具实现快速安装,单个接头作业耗时只需 2 分钟至 3 分钟,针对特殊工况在潮湿区域选用防水接头并做防腐处理,室外管线增设防晒保护层,最终检测要求绝缘电阻值不低于 1 兆欧^[2]。某商业综合体项目实践显示该方法使管线安装工效提高 35%,材料损耗率从 8% 压缩到了 3%。

2.2 模块化配电设备安装技术

把开关柜、变压器这些设备统一设计成标准化模块,以此支持工厂化预制以及现场快速拼装工作,按照功能单元来划分模块,通过标准化接口保证各部件能够实现互换。其中开关柜采用抽屉式结构,母线槽接触电阻要控制在不超过 50 微欧的范围,变压器运行噪声需控制在 55 分贝以下,单个模块重量不能超过 2 吨^[3]。现场安装的时候先使用预埋螺栓固定基础且将误差控制在 ± 5 毫米以内,利用专用吊具开展吊装作业, M10 螺栓的紧固扭矩设定在 35 牛·米至 45 牛·米。例如:某绿色办公大楼应用该技术之后,配电系统的安装时间从 45 天减少到了 20 天,合格率达到 100%,故障处理时间缩短了 60%。

2.3 智能照明系统安装技术

通过融合物联网技术和智能控制算法来达成照明的精准管控与高效节能,系统构建“感知层—网络层—控制层”这样的三层架构^[4]。感知层配置光照度及人体红外探测装置用于信息采集,网络层利用 RS485 总线完成数据传递以保障信息流通,控制层负责远程操作与智能逻辑处理来实现有效控制。施工阶段借助 BIM 技术优化设备布局以提升施工合理性,光照度传感器安装高度设定为 2.5 米且允许误差 ± 5 厘米保证安装精度,控制器与灯具采用即插即用设计方便安装与维护,线缆选用低烟无卤阻燃材料提高使用安全性,调试环节对传感器进行校准确保数据准确并配置多种照明场景方案,实际项目节能效果提升 35% 以上体现节能成效。

3 建筑工程电气系统调试关键技术实践

3.1 低压配电系统调试技术

按照先空载运行后带负荷、先分项系统后整体系统步骤分四个阶段开展测试,第一阶段用 2500 V 兆欧表检测绝缘电阻要求不低于 1 M Ω ,同时额外检测变压器吸收比 R60/R15 需达 1.3 以上;第二阶段进行空载测试要求变压器空载电流控制在 2%~4% 范围,母线槽连接部位温升不超过 30 K;第三阶段逐步增加负荷量确保三相电压不平衡度不超过 2%,电压偏差在 $\pm 5\%$

以内且功率因数不低于 0.9;第四阶段进行联动测试重点检查与消防、安防系统配合情况,确认应急照明能在 0.5 秒内启动。

3.2 消防电气系统调试技术

在火灾报警系统当中,探测器的响应时间要控制在不超过 30 秒的范围内,控制器的备用电源需维持运行至少 180 分钟^[5]。对于联动控制部分要模拟火情情况,要让排烟风机在 30 秒以内启动起来,防火卷帘要下降到 1.8 米的高度,应急广播的转换用时不能超过 5 秒,应急照明装置在断电之后要在 5 秒内启动发光,疏散通道的照度要不低于 1.0 勒克斯,楼梯间的照度要不小于 5.0 勒克斯,备用电源要保障供电时长达到 90 分钟。

3.3 智能化系统集成调试技术

构建能支持 BACnet、Modbus 等多种协议的统一通信框架,借助数据采集网关达成各系统之间的无缝对接。调试阶段要先保证单一系统实现稳定运行,接着开展各系统之间的联动测试,能源管理平台依靠优化变压器负载分配发挥作用,楼宇自控系统则实现照明与空调的协同控制功能。经过测试可知,数据传输可靠性达到 99.9% 以上的水平,电压电流测量精度误差不超过 $\pm 1\%$ 的范围,远程指令响应时间控制在 3 秒以内的标准。

4 工程案例

4.1 工程概况

某大型综合商务中心建筑面积 35 万平方米,由 34 层高的主楼以及裙楼共同构成,建筑总高度为 144 米,其中电气工程的投资额占到了总投资的 12%。电气系统总的设计容量是 42 000 kVA,涵盖了低压配电、智能照明、消防电气等内容,还有分布式光伏发电系统(装机容量 1 200 kWp)以及储能系统(容量 500 kW·h),年度设计用电量为 680 万 kW·h。

4.2 安装与调试技术应用

施工环节选用模块化配电装置包含 8 组开关柜单元、4 组变压器单元等以及预制装配化管线,其中总计有 12 000 余套标准部件。借助 BIM 模型技术消除空间冲突,智能照明系统部署了 320 个亮度采集器和 180 个红外感应探测装置。调试阶段测试显示低压配电系统三相压差为 1.2% 且功率系数达 0.92,消防系统警报触发耗时平均 22 秒且应急照明激活时间控制在 3 秒内,智能化平台数据传输成功率为 99.95% 且远程操作响应时间为 2.3 秒。

4.3 应用效果

电气系统安装工期从原先的 60 天压缩到了 38 天,调试耗时从 15 天减少至了 8 天,工作效率提高了 35%,

安装质量达到了100%达标状态。设备连续6个月稳定运行未出现任何故障,智能照明系统节省电力达到了38%,光伏设备年度发电量达132万kW·h(占总用电量的19.4%),每年可减少碳排放1056吨,运维过程中故障排查时间缩短了70%,所需人力减少了30%,年度运维开支节省240万元。

5 建筑电气系统安装与调试质量控制体系

5.1 施工前质量控制

在技术准备阶段要以BIM深化设计作为根本依托,通过借助三维建模手段来汇集各专业信息,编制出科学合理的施工组织设计以及专项方案,以此保障作业流程能够合理且顺畅^[6]。同时要同步组织设计、施工和监理这三方进行图纸会审工作,重点复核设计参数、节点做法和技术规范的协调性,尽早发现并消除设计矛盾与潜在的问题。在材料设备入场的时候必须仔细查验质量证明材料,对于核心设备还需要执行开箱验收程序,逐一核对型号、规格以及配件是否齐全,对于线缆等材料要按照规范比例进行抽检,确保其性能能够达到标准要求。施工与调试人员必须接受系统化的专业培训,培训内容包含理论知识和实操技能,考核通过之后才可以上岗工作,严禁无资质人员进行操作。针对新技术、新工艺的运用情况,应该提前协调设备厂家的专业技术人员驻场给予指导,提供相应的技术支持和示范操作,确保施工质量与工艺要求能够落实到位。

5.2 施工过程质量控制

要认真去落实“三检制”工作,针对管线连接与设备安装等关键施工环节,需科学合理规划专项管控点,并且安排专业技术人员在现场全程监督,以此有效保障施工质量。隐蔽工程必须通过多方联合检验达标,还要签署相关文件之后,才能够开展后续的施工工作,接地电阻一定要符合相应规范要求,普通建筑接地电阻应不超过4欧姆,防雷建筑接地电阻则需小于1欧姆,要结合现场实际环境状况,切实做好防潮防晒防尘等防护工作,同时要加强对高空作业的安全管理,确保安全防护设施配备齐全且使用规范,保障施工全程安全有序开展。

5.3 调试阶段质量控制

要保证检测设备的精确度就得遵循规范调试程序,系统会自动采集绝缘电阻、电压及泄漏电流等关键数据,并且实时传输到加密存储系统,建立完整可追溯测试记录,以此确保信息的真实性和可追溯性。如检测到参数异常或者数值超出阈值,技术人员要按照三级流程来展开排查。第一步是核对仪器连接和校准的具

体状况,第二步是评估环境温湿度等方面的外部影响,第三步是对设备核心部件实施无损检测工作。依据排查结论来制定相应的改进措施,比如更换老化部件或者优化电路布局,整改之后需要重复进行三次连续的测试,最终提升电力设备运行的持久安全与稳定性能。

5.4 验收阶段质量控制

验收工作会按照“分步测试、整体联动、最终交付”这样规范的程序来开展。在分步测试这个环节当中,施工方需要逐个完成各单元的功能验证工作,测试达标之后就要马上报请监理方进行专业审核,监理工程师会对照设计要求与技术规范对测试结果做系统性核查。整体联动阶段,建设单位会召集施工、监理、设计团队以及技术人员组建联合验收组,来开展综合性联动测试工作,重点考察系统间的数据传递情况、协作能力以及综合运行效能。最终交付阶段,施工方应该提供全套的技术资料,这些资料要涵盖设计方案、设备配置、测试报告、操作指南等内容,并且要保证资料的合规性与齐全性。

6 结束语

建筑电气系统安装调试技术不断革新,为建筑业高质量发展提供有力保障。本研究聚焦预制装配模块化及智能化等先进技术路径,全面梳理电气各分项工程调试操作步骤并建立全程质量监督体系。实践案例表明,该技术应用后施工效率提升超过30%,工程质量达标率达98%,且能耗减少28%。未来,随着人工智能大数据等新一代信息技术广泛应用,电气安装调试领域将朝智能决策数字管理及绿色建造方向加速发展。施工企业应强化技术研发投入,加速成果落地,健全质量监管机制,持续优化电气工程施工水平与综合效益,以促进建筑行业可持续发展。

参考文献:

- [1] 王川. 建筑电气工程安装及调试要点研究[J]. 门窗, 2025(20): 196-198.
- [2] 杨晓伟. 建筑电气工程中低压配电系统的安装与调试[J]. 全面腐蚀控制, 2025, 39(05): 154-157.
- [3] 朱磊, 董国庆. 建筑电气工程中低压配电系统安装与调试技术[J]. 科学技术创新, 2025(11): 180-183.
- [4] 郭亚楠. 建筑电气工程中低压配电系统的安装与调试[J]. 房地产世界, 2024(22): 122-124.
- [5] 吴洪英. 建筑电气工程中低压配电系统安装与调试[J]. 工程建设与设计, 2024(18): 113-115.
- [6] 田瑞玲. 建筑电气工程安装及调试研究[J]. 电气技术与经济, 2024(04): 320-323.