

建筑电气工程施工中自动化控制技术的应用研究

王如懿

江西宏达电力工程有限公司

摘 要：随着建筑行业智能化转型加速，自动化控制技术在建筑电气工程施工中的应用愈发广泛，其不仅能提升施工精度、效率与安全水平，还能后续电气系统稳定运行奠定基础。本文结合建筑电气工程施工实操场景，梳理自动化控制技术的核心类型与应用价值，重点分析其在施工全流程中的具体应用，剖析技术应用中的现存问题，提出针对性优化策略及落地保障措施，为自动化控制技术在建筑电气工程施工中的规范化、高效化应用提供实操参考。

关键词：建筑电气工程；自动化控制技术；施工应用

1 建筑电气工程自动化控制技术核心体系与应用价值

1.1 核心技术构成及特性

建筑电气自动化控制技术的核心是建筑物的电器系统，它通过电源、配电、照明、空调、通风、给排水等设备的自动化控制，实现对建筑物内外环境的智能化调控。照明控制技术可以通过感应器、光线传感器等设备实现建筑物照明的自动控制，节省能源。空调控制技术可以通过温度传感器、湿度传感器等设备实现建筑物空调系统的智能化控制，提高舒适度和节能效果。给排水控制技术可以通过流量传感器、液位传感器等设备实现建筑物给排水系统的自动控制，提高水资源利用效率。建筑电气自动化控制技术还包括智能建筑管理系统的开发和应用。智能建筑管理系统通过集成各种设备和传感器，实现建筑物内部设备的协调运行和信息的集中管理。它可以实时监测和控制建筑物的用电量、用水量、环境温湿度、室内空气质量等数据，通过分析和优化处理，提供给建筑管理员更加科学、高效的管理策略。智能建筑管理系统还可以与外部环境进行信息交互，以实现对建筑物的远程监测和控制，提高管理效率和节能水平。建筑电气自动化控制技术在提高建筑物的舒适性和节能性方面发挥着重要作用。它可以根据不同的使用需求和环境状况，自动调整建筑物的各项设备，提供最佳的工作和生活环境。它可以通过优化设备的运行参数，减少能源的消耗和浪费，提高能源利用效率，降低建筑物的能源成本和环境压力^[1]。

1.2 施工应用核心价值维度

质量层面，通过自动化参数调控与智能检测的双重保障，可确保电气线路敷设、设备安装、接线调试等工序严格符合《建筑电气工程施工质量验收规范》

（GB 50303-2015），例如 PLC 技术可将配电箱内元件接线误差控制在毫米级，大幅降低接线故障发生率，智能检测设备则能自动核验线路绝缘性能、接地电阻等关键指标，避免人为判断的主观性误差；效率层面，自动化设备可替代人工完成高强度、高重复性作业，如自动化布线机器人单日布线量可达人工的 3 倍-5 倍，且能 24 小时不间断作业，配合自动化管控平台的资源调度功能，可实现施工机械、人员与工序进度的精准匹配，显著缩短施工周期；安全层面，远程自动化控制技术让高危环节脱离人工直接操作，同时通过传感器实时监测作业环境安全参数，一旦出现异常自动触发报警并暂停作业，全方位降低安全事故风险。

2 自动化控制技术在电气施工中的全流程应用

2.1 规划与资源管控

通过自动化技术，可以对电气工程项目进行全面的计划和进度控制。利用计算机辅助设计软件，可以实现电气工程项目的三维模型设计和优化。项目管理人员可以通过计算机软件对工程项目进行分析和模拟，确保项目进度合理、风险可控。在电气工程项目中，资源的合理管理和调度对项目的成功实施和运行至关重要。自动化技术可以实现对电气工程项目资源的全面监控和调度，通过传感器和监控系统，实时监测设备和人员的运行状态和工作情况，根据实时数据进行资源的调度和优化，提高资源的利用效率和项目的执行效率^[2]。电气工程项目中存在着各种风险，如电气设备故障、电路短路等。自动化技术可以通过传感器和监控系统实时监测项目中存在的潜在风险，并及时发出预警信号。项目管理人员可以通过接收预警信号，采取相应措施，避免风险的发生和对项目的不利影响。

作者简介：王如懿（1986—），女，本科，工程师，研究方向为电气工程及其自动化。

2.2 精准作业与智能核验

核心施工工序是自动化控制技术的主要应用场景,通过精准调控与智能作业,实现线路敷设、设备安装、接线调试等环节的自动化升级。线路敷设环节,自动化布线机器人与电缆牵引设备协同PLC技术作业,施工人员提前预设电缆敷设路径、牵引速度与张力参数,机器人可按照预设指令自动完成电缆的牵引、敷设与固定,内置传感器实时监测电缆敷设位置与状态,若出现拉伸变形、磨损或位置偏差,立即自动调整作业参数,确保敷设质量符合设计要求,该模式在高层建筑、大型综合体等复杂场地的电缆敷设中优势尤为明显,可有效解决人工敷设效率低、难度大的问题。

设备安装环节,自动化吊装设备与智能定位系统联动,针对高压开关柜、变压器、变频器等大型电气设备,通过PLC技术精准控制吊装设备的升降高度、旋转角度与移动轨迹,将设备就位误差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内,同时联动倾角传感器、压力传感器监测设备安装后的水平度、垂直度与受力情况,自动反馈调整数据,确保设备安装稳固达标。接线调试环节,PLC技术与智能调试设备形成闭环管控,自动完成电气回路通断、绝缘性能、接地电阻等参数的检测与分析,快速生成调试报告,对不合格项自动标记并提示整改方向,替代传统人工逐点检测模式,既提升了调试效率,又避免了人工检测的遗漏与误差。

质量检测与验收阶段,自动化控制技术实现了检测过程的标准化、数据化与可追溯化,大幅提升验收精准度与效率。工序质量检测环节,智能传感检测设备与自动化分析系统实时联动,对电气线路电阻、设备运行参数、接线精度等关键指标进行不间断采集,自动与规范标准比对,生成电子化检测台账,避免人工记录的主观性与失误,同时对检测不合格的工序自动锁定,倒逼施工班组限期整改,整改完成后重新进行自动化复检,直至达标后方可进入下一工序。竣工验收阶段,自动化验收平台整合施工全过程数据,包括材料进场检测报告、工序调试记录、质量检测数据等,自动生成标准化竣工验收报告,同时将验收数据与BIM模型精准关联,实现数据与实体工程的一一对应,验收人员可通过模型快速定位核查关键部位,提升验收精准度^[3]。

质量检测与验收阶段,自动化控制技术实现了检测过程的标准化、数据化与可追溯化,大幅提升验收精准度与效率。工序质量检测环节,智能传感检测设备与自动化分析系统实时联动,对电气线路电阻、设备运行参数、接线精度等关键指标进行不间断采集,

自动与规范标准比对,生成电子化检测台账,避免人工记录的主观性与失误,同时对检测不合格的工序自动锁定,倒逼施工班组限期整改,整改完成后重新进行自动化复检,直至达标后方可进入下一工序。竣工验收阶段,自动化验收平台整合施工全过程数据,包括材料进场检测报告、工序调试记录、质量检测数据等,自动生成标准化竣工验收报告,同时将验收数据与BIM模型精准关联,实现数据与实体工程的一一对应,验收人员可通过模型快速定位核查关键部位,提升验收精准度。

3 自动化控制技术应用的存在问题与优化策略

3.1 主要现存问题

当前建筑电气工程施工中,自动化控制技术应用虽已逐步普及,但在实际落地过程中仍面临诸多瓶颈,制约技术价值的充分发挥。技术适配性不足导致场景应用受限,部分自动化设备通用性较差,针对老旧建筑电气改造、异形结构场地施工等复杂场景,现有自动化布线、吊装设备难以灵活适配,仍需依赖人工操作;同时不同厂家的自动化设备与系统数据接口不统一,PLC控制器、智能检测设备、BIM系统之间无法实现数据互联互通,形成“信息孤岛”,影响自动化管控的整体效能。施工人员技能短板成为技术落地的重要阻碍,自动化技术应用需施工人员同时掌握电气施工工艺与自动化设备操作、程序编写等专业知识,但当前多数施工人员仍局限于传统施工技能,缺乏对PLC技术、BIM自动化模块、智能检测设备的操作能力,部分人员因技能不足刻意规避自动化设备使用,导致技术应用流于形式,且专业运维人员短缺,设备出现故障时无法及时排查修复,延误施工进度。技术应用成本偏高造成投入产出失衡,核心自动化设备单价昂贵,中小施工企业难以承担大规模采购成本,自动化系统的程序升级、设备维护与专业技术服务均需持续投入资金,部分项目因成本压力无法全面推广自动化技术,或因应用不充分未达到预期效益。

3.2 针对性优化策略

针对上述问题,需结合施工实际制定针对性优化策略,推动自动化控制技术规范化、高效化应用。优化技术适配性以拓展应用场景,一方面加大小型化、便携式自动化设备研发力度,针对老旧建筑、异形结构等复杂场景,设计可灵活调整作业参数与形态的布线、吊装设备,同时定制化开发PLC控制程序,提升技术场景适配能力;另一方面行业层面统一自动化系统数据接口标准,推动PLC控制器、智能检测设备、BIM系统的数据互联互通,搭建一体化自动化管控平

台，打破信息壁垒。强化技能培训以组建专业团队，构建“培训+考核+激励”的人才培养体系，施工企业定期邀请设备厂家专家、行业学者开展专项培训，内容涵盖自动化设备操作、PLC 程序编写、BIM 自动化模块应用等，增设实操演练环节，提升施工人员实操能力；将自动化技术操作能力纳入绩效考核，激励人员主动学习技能，同时引进专业自动化技术人才，组建专项运维团队，负责设备故障排查、程序优化与日常维护，保障技术稳定落地^[4]。优化成本管控以提升投入效益，中小施工企业可通过设备租赁、联合采购等方式降低前期采购成本，优先选用性价比高、运维成本低的自动化技术与设备，避免盲目追求高端设备；针对核心工序、高危环节重点投入自动化设备，次要工序采用人工与自动化结合的模式，提升成本利用率，同时通过自动化技术减少返工、降低安全事故风险，间接提升投入产出比。完善管控体系以规范应用流程，制定《自动化电气施工操作规范》，明确设备操作流程、参数设置标准与数据采集要求。

4 自动化控制技术应用落地保障措施

为确保优化策略落地见效，需构建多维度保障体系，为自动化控制技术应用提供支撑。政策与标准保障方面，行业主管部门需完善建筑电气工程自动化施工相关标准规范，明确技术应用要求、质量验收标准与安全管控细则，为技术应用提供政策依据；同时加大政策扶持力度，对自动化技术研发与应用企业给予补贴、税收优惠，降低企业投入成本，鼓励企业参与行业标准制定，推动技术规范应用^[5]。技术研发与创新保障方面，推动施工企业与科研院校、设备厂家开展产学研合作，聚焦建筑电气施工场景需求，研发适配性强、成本可控的自动化技术与设备，如智能化小型布线机器人、低成本 PLC 控制模块等；鼓励技术创新，探索 AI、大数据与自动化控制技术的深度融合，通过 AI 算法自动优化施工方案、预测设备故障，提升施工智能化水平。管理机制保障方面，施工企业优化

内部管理机制，将自动化控制技术应用纳入项目管理核心流程，明确技术部门、施工部门、运维部门的职责分工，建立跨部门协同机制，及时解决技术应用中的各类问题；定期开展技术应用成效评估，结合施工质量、效率、成本等指标优化应用方案，持续提升自动化控制技术的应用效能。

5 结论

自动化控制技术在建筑电气工程施工中的应用，是建筑行业智能化转型的必然趋势，其可有效突破传统施工模式的局限，从质量、效率、安全三大维度提升施工效能，为建筑电气工程高质量建设提供支撑。当前技术应用虽面临适配性不足、技能短板、成本偏高、管控不规范等问题，但通过优化技术适配性、强化人才培养、管控应用成本、完善管控体系，结合政策、技术、管理三大保障措施，可实现自动化控制技术的规范化、高效化应用。

随着 AI、大数据、物联网等技术的持续发展，自动化控制技术将向更智能、更精准、更通用的方向升级，进一步渗透到建筑电气工程施工全流程。施工企业需主动适配技术变革，加大技术研发与人才投入，不断优化应用方案，充分发挥自动化控制技术的核心价值，推动建筑电气施工行业实现高质量转型发展。

参考文献：

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑电气工程施工质量验收规范 (GB50303-2015) [S]. 北京：中国建筑工业出版社, 2015.
- [2] 李建峰, 王丽. PLC 技术在建筑电气工程施工调试中的应用 [J]. 电工技术, 2024(11):168-170.
- [3] 张宇, 刘刚. BIM 与自动化控制技术融合在建筑电气施工中的实践 [J]. 建筑电气, 2025, 44(3):72-76.
- [4] 陈明. 建筑电气工程自动化施工质量管控要点 [J]. 工程质量, 2024, 42(8):98-101.
- [5] 刘敏. 智能检测技术在建筑电气施工验收中的应用研究 [J]. 电气应用, 2025, 44(2):69-73.