

电力自动化技术在电力工程的应用

苏旭¹ 王超²

1. 国网山东省电力公司东营市垦利区供电公司 山东 东营 257500
2. 东营方大电力工程有限责任公司垦利区分公司 山东 东营 257500

摘要：电力自动化技术围绕电力系统全流程构建核心技术体系，涵盖测控、保护、调度、通信及配电自动化等技术分类，通过智能传感、数据处理、通信网络等要素协同支撑，在发电、输电、变电、配电、用电环节实现设备控制、状态监测、资源优化等功能。本文重点分析其在各环节的应用模式与核心方向，提出技术适配性、系统集成、运行稳定性等关键点，为电力工程自动化升级提供理论支撑与实践参考。

关键词：电力自动化技术；电力系统；全流程应用；系统集成；运行稳定性

引言：电力工程作为能源传输与利用的核心载体，其运行效率与安全性直接影响社会经济发展。随着电力系统规模扩大与运行复杂度提升，传统人工调控模式难以满足动态平衡需求。电力自动化技术通过融合智能传感、通信、控制与信息技术，构建覆盖全流程的自动化体系，实现运行参数实时监测、设备状态精准管控、资源动态优化配置等功能，成为提升电力系统可靠性、经济性与灵活性的关键手段。

1 电力自动化技术核心技术体系

1.1 电力自动化核心技术分类

电力自动化核心技术分类围绕电力系统发电、输电、变电、配电、用电全流程运行需求构建，各类技术定位清晰、协同互补，形成完整的技术支撑链条^[1]。测控自动化技术聚焦电力系统运行参数的实时采集与精准监测，通过智能传感技术捕捉电压、电流、功率等关键参数，经数据预处理后为系统调控提供可靠数据支撑。保护自动化技术针对电力设备及线路可能出现的异常状态，通过精准故障识别算法与快速保护动作，规避故障扩大蔓延，保障电力系统整体安全。调度自动化技术依托海量运行数据解析与智能算法，实现电力资源优化配置，灵活适配系统运行动态变化。通信自动化技术构建稳定、高效的信息传输通道，采用标准化通信协议保障各环节信息高效、准确交互。配电自动化技术面向配电网运行需求，实现配电网状态实时监测与运行优化，完善电力系统末端供电保障能力。

1.2 电力自动化技术核心构成要素

电力自动化技术核心构成要素相互支撑、缺一不可，共同奠定技术体系稳定运行的基础，其组成逻辑符合电力自动化系统分层分布式架构的核心要求。智能传感设备作为数据采集的核心载体，涵盖同步相量测量单元、智

能传感器等多种设备，实现电力系统运行状态与设备参数的全面感知，是自动化技术应用的重要前提。数据处理与控制装置承担数据滤波去噪、异常检测及控制指令执行功能，通过先进算法对采集的数据进行深度解析，转化为精准的控制指令，实现对电力系统的实时调控。通信网络与协议作为信息交互的核心载体，采用工业以太网等高性能网络架构与标准化协议，保障数据传输的低延迟、高稳定性。自动化主站系统统筹各类技术与设备，实现数据集中管理、运行状态全面监控及调控指令统一下发，推动整个技术体系高效、有序运转。

2 电力自动化技术在电力工程各环节的应用

2.1 发电环节的自动化应用

发电环节是电力工程的起始端，承担电能生产与稳定输出的核心任务，电力自动化技术在该环节的应用围绕设备运行与生产流程展开，形成闭环管控体系。发电设备自动化控制聚焦各类发电设备的稳定运行，通过自动化控制系统对接发电机组、辅助运行装置等核心设备，依据预设运行逻辑完成设备参数调节，维持设备在合理运行区间持续工作。控制系统实时采集设备运行数据并完成解析，根据数据变化动态调整控制指令，减少人工干预带来的运行波动，提升设备运行稳定性。自动化控制覆盖设备全运行周期，从启动、稳定输出到停机维护，均实现规范化管控，降低设备故障发生概率。发电过程自动化调控关注电能生产流程的整体优化，结合电网负荷需求与能源供给条件，动态调整发电节奏。调控系统整合发电原料供应、设备运行状态、电网负荷变化等多维度信息，制定科学发电策略，通过对发电流程的动态调节，保障电能输出与实际需求精准适配，提升发电过程合理性，推动发电模式从固定化转向灵活化，强化与后续环节的衔接效率。

2.2 输电环节的自动化应用

输电环节承担长距离电能输送的功能，是连接发电与用电的关键通道。电力自动化技术在输电环节的应用聚焦线路状态监测与系统运行调控，保障输电通道安全高效运行^[2]。输电线路自动化监测围绕线路运行状态展开，通过各类监测装置采集线路环境参数电气参数与机械参数。监测装置持续捕捉线路运行过程中的各类数据，及时反馈线路存在的异常状态，为后续处理提供数据依据。监测范围覆盖输电线路主体及配套设施，实现输电通道全方位状态感知，提升输电线路运行的可控性。输电系统自动化调控立足于整体输电网络的运行优化，依据电网运行结构与电能输送需求调整输电策略。调控系统整合各条输电线路的运行信息，合理分配电能输送路径与输送容量，缓解局部输电压力。通过科学的调控手段维持输电系统电压频率稳定，减少输电过程中的能量损耗，提升输电网络整体运行效率，保障电能平稳输送至各个区域。

2.3 变电环节的自动化应用

变电环节通过电压变换实现电能的合理分配，是电力工程中衔接输电与配电的重要节点。电力自动化技术在变电环节围绕控制与运维两大方向展开应用。变电站自动化控制实现站内设备的集中管控与协调运行，自动化控制系统整合变压器开关设备保护装置等核心设施，统一发布运行指令。控制模块依据电网运行需求调整变电参数，完成电压变换与电能分配，保障变电站各项功能稳定落地。自动化控制减少人工操作频次，提升站内运行的精准度，强化变电站在电力系统中的枢纽作用。变电设备自动化运维聚焦设备状态管理与维护规划，自动化系统持续跟踪设备运行数据，分析设备运行趋势，预判潜在运行风险。依据数据分析结果制定针对性的维护方案，合理安排维护时间与维护内容，延长设备使用寿命。自动化运维模式推动变电设备管理从被动维修转向主动预防，提升变电设备运行可靠性，保障变电环节持续稳定发挥作用。

2.4 配电环节的自动化应用

配电环节直接面向终端供电区域，负责将电能合理分配至各类用电场景。电力自动化技术在配电环节的应用提升供电稳定性与分配合理性。配电网络自动化调控立足配电网络整体结构，优化电能分配路径与供电方式。调控系统实时掌握配电网络负载分布与运行状态，调整网络运行模式，应对供电需求的动态变化。通过科学调控平衡各区域供电压力，减少停电范围与停电时长，提升配电网络应对复杂工况的能力，保障末端供电稳定。配电设备自动化管理实现配电设施的规范化管控，管理系

统记录设备运行参数使用周期与维护信息，建立完整的设备运行档案。依据档案信息统筹设备运行调试升级更换等工作，提升设备管理效率。自动化管理手段强化配电设备与配电网络的协同运行，推动配电环节整体运行质量提升。

2.5 用电环节的自动化应用

用电环节是电力工程的终端环节，电力自动化技术在用电环节的应用聚焦负荷与信息管理，实现用电过程的科学管控。用电负荷自动化调控依据区域用电特征与电网承载能力调节用电负荷分布。调控系统分析用电规律与用电峰值特征，引导用电行为合理分配，缓解高峰时段电网压力。通过动态调控维持用电负荷与电网供给的平衡，提升电力资源利用效率，保障用电过程稳定有序。用电信息自动化采集实现用电数据的规范化收集与整理，采集装置覆盖各类用电场景，持续记录用电数据。采集系统将数据稳定传输至管理平台，完成数据分类整合与存储，为用电分析与供电规划提供基础依据。自动化采集提升信息获取效率，减少人工统计误差，推动用电管理向数据化方向发展。

3 电力自动化技术在电力工程中的应用核心方向

3.1 电力系统自动化控制

电力系统自动化控制是电力自动化技术应用的核心基础，聚焦电力系统全流程运行的精准管控，通过自动化控制算法与控制系统的协同作用，维持电力系统运行参数稳定^[3]。自动化控制覆盖电力系统发电、输电、变电、配电、用电全环节，通过实时采集系统运行数据，经算法解析后输出精准控制指令，调节系统运行状态，规避运行波动。控制技术依托分层分布式架构，实现对电力系统的分级管控，兼顾局部运行与整体平衡，提升电力系统运行的稳定性与可控性，符合电力系统安全运行的核心需求。

3.2 电力设备自动化运维

电力设备自动化运维聚焦电力工程各类核心设备的全生命周期管理，依托智能监测技术与数据解析能力，实现设备运行状态的实时感知、风险预判与精准维护。自动化运维系统整合设备运行数据、维护记录等信息，通过数据分析挖掘设备运行规律，预判潜在故障隐患，制定科学维护方案。运维模式打破传统人工巡检的局限，实现维护工作的精准化、高效化，延长设备运行寿命，降低设备故障发生率，保障电力设备持续稳定发挥作用，支撑电力工程长期有序运行。

3.3 电力系统自动化调度

电力系统自动化调度以电力资源优化配置为核心目

标,依托大数据分析、智能调度算法,实现电力系统发电、输电、配电的协同调度。调度系统整合电网负荷变化、能源供给、设备运行状态等多维度信息,动态调整发电计划与输电、配电策略,平衡电力供给与需求,提升电力资源利用效率。调度技术注重电网运行的动态适配,能够快速响应负荷变化与系统异常,优化调度方案,保障电力系统运行的经济性与可靠性,契合现代电力系统灵活运行的需求。

3.4 电力信息自动化传输与处理

电力信息自动化传输与处理是电力自动化技术应用的重要支撑,构建稳定、高效、安全的信息传输通道与数据处理体系,实现电力系统各环节信息的快速传递、精准解析与有效应用。传输技术采用标准化通信协议与高性能通信网络,保障运行数据、控制指令等信息的低延迟、高可靠传输;数据处理技术通过滤波去噪、异常识别、数据整合等手段,将海量采集数据转化为可用信息,为自动化控制、运维、调度提供数据支撑。该方向打通电力系统各环节信息壁垒,实现信息协同共享,推动电力自动化技术各核心方向高效落地。

4 电力自动化技术在电力工程应用中的核心要点

4.1 技术适配性要点

技术适配性要点聚焦自动化技术与电力工程实际工况的精准匹配,是自动化技术有效落地的前提。适配性需结合电力工程规模、运行模式、设备规格及区域供电需求,选择符合工程实际的自动化技术类型与技术参数^[4]。需充分考虑电力工程各环节运行特征差异,针对发电、输电、变电等不同环节的功能需求,优化自动化技术应用方案,避免技术与实际工况脱节。同时需兼顾技术兼容性,确保所选自动化技术与电力工程现有设备、系统能够顺畅衔接,降低技术应用成本,提升技术落地效率,相关适配标准参考电力工程自动化设计规范与技术应用指南。

4.2 系统集成要点

系统集成要点核心是实现电力自动化各技术模块、设备及系统的协同联动,构建一体化自动化应用体系。集成过程需打破各环节、各模块之间的信息壁垒,整合自动化控制、运维、调度及信息传输等各类技术资源,形成统一的运行管理平台。需遵循标准化集成原则,采用规

范的通信协议与接口标准,确保各系统、各设备之间能够高效交互信息、协同执行指令。集成过程中需注重系统结构的合理性,优化系统布局,提升系统整体运行效率,同时兼顾系统扩展性,为后续技术升级、功能完善预留空间,契合电力工程长期发展需求。

4.3 运行稳定性要点

运行稳定性要点是保障电力自动化技术持续发挥作用的核心,直接关系到电力工程整体运行安全。需从技术层面优化自动化系统运行机制,提升系统抗干扰能力,抵御电网波动、外界环境等因素对自动化系统的影响。加强自动化设备运行管控,定期开展设备状态检测与调试,及时排查运行隐患,保障设备持续稳定运行^[5]。优化数据传输与处理流程,确保运行数据、控制指令传输准确、延迟可控,避免数据丢失、指令误发导致系统运行异常。同时建立完善的运行保障机制,依托自动化监测技术实时跟踪系统运行状态,快速响应运行异常,及时采取调控措施,维持自动化系统长期稳定运行。

结束语

电力自动化技术通过覆盖发电至用电全流程的精准调控与智能管理,显著提升了电力系统的运行效率与安全水平。其核心价值在于实现设备状态实时感知、资源动态优化配置及异常快速响应,为电力工程提供了从局部控制到全局协同的技术支撑。技术适配性、系统集成与运行稳定性作为关键实施要点,需结合工程实际需求与设备特性进行针对性优化,以保障自动化系统的高效落地与长期稳定运行。

参考文献

- [1] 王晓波. 电力自动化技术在电力工程的应用[J]. 今日自动化, 2025(8): 116-117, 159.
- [2] 孙新鑫, 王金峰, 刘海青. 智能电网电力工程中电气自动化安装技术的应用与创新[J]. 消费电子, 2026(2): 26-28.
- [3] 黄煜坤. 电力工程及其自动化技术应用能力及安全性[J]. 科学与信息化, 2025(17): 123-125.
- [4] 臧传星, 王文清, 陈家辉. 电力工程中电气自动化技术的分析和应用[J]. 现代工业经济和信息化, 2025, 15(7): 127-129.
- [5] 黄琳. 电气自动化技术在电力工程中的应用分析[J]. 电力设备管理, 2024(13): 149-151.