

# 基于电气工程自动化技术在电力系统运行中的运用

苏东杨

金泽技术服务（潮州市）有限公司，广东 潮州 521000

DOI:10.61369/EPTSM.2025090015

**摘要：**文章系统阐述了电气工程自动化技术在电力系统运行中的核心作用、关键技术应用及未来管理优化方向。通过分析仿真、智能控制等具体应用，论证了自动化技术在提升故障诊断精度、优化资源配置、降低运维成本方面的显著优势。文章提出通过推进技术标准化、构建网络一体化架构、实现全流程集成管控等策略，以加强技术应用管理，最终全面提升电力系统的综合效益与可持续发展能力。

**关键词：**电气工程；自动化技术；电力系统运行

## The Application of Electrical Engineering Automation Technology in The Operation of Power Systems

Su Dongyang

Jinze Technology Services (Chaozhou) Co., Ltd., Chaozhou, Guangdong 521000

**Abstract :** This article systematically elaborates on the core role of electrical engineering automation technology in the operation of power systems, key technological applications, and future directions for management optimization. By analyzing specific applications such as simulation and intelligent control, it demonstrates the significant advantages of automation technology in enhancing fault diagnosis accuracy, optimizing resource allocation, and reducing operational and maintenance costs. The article proposes strategies such as promoting technological standardization, constructing a network-integrated architecture, and achieving full-process integrated management and control to strengthen the application management of technology, ultimately the comprehensive benefits and sustainable development capabilities of power systems.

**Keywords :** electrical engineering; automation technology; power system operation

## 引言

传统依赖人工为主的运行管理模式，在应对海量数据、快速故障响应和精细化调度等方面已显乏力。因此，推动电气工程自动化技术的深度应用与创新融合，成为引领电力系统转型升级、实现现代化管理的必然选择。文章旨在深入探讨电气自动化技术在电力系统运行中各环节所发挥的关键作用，分析主要技术分支的应用价值，并就如何加强技术应用管理、优化系统运行提出建设性思路，以期为电力行业的智能化发展提供理论参考与实践指引。

## 一、电力系统运行中电气工程自动化技术运用的重要作用

### （一）自动化控制的核心任务

作为电气自动化技术在电力系统中的基石性应用，自动化控制承担着对电网进行全面或局部智能化管理与状态监测的核心任务。该系统能够实时采集运行数据并精准诊断设备工况，继而将处理后的关键信息清晰呈现给控制中心的工作人员。这一过程实现了对电力系统全天候、不间断的运行监视，为技术人员快速识别隐患、制定精准决策并执行有效措施提供了坚实依据，从而显著降低因人为疏忽或响应延迟引发的意外事故概率。通过其对系

统运行的自主管理与智能监控，自动化控制从根本上保障了电力供电的安全性与稳定性，是维系电网可靠运行的不可或缺的技术支柱。

### （二）强化核心自动化技术在电力系统调控中的深度应用

电气自动化技术在电力系统中的有效运行，深度依赖于继电保护、稳定控制与能量管理等专业系统与现代信息技术的融合。这些核心技术通过部署于厂站、线路的智能终端（如 RTU、PMU），能够实时采集电网的电压、电流、功率潮流及设备状态等关键运行参数。所采集的海量数据经由高速通信网络上传至调度控制中心，为系统的实时监控与决策提供了数据基石。在此基础上，高级应用软件（如状态估计、最优潮流、自动发电控制

AGC) 对数据进行分析与计算, 进而生成并执行精准的控制指令, 如调节发电机出力、投切电容器组或执行故障隔离。这一从“数据感知”到“智能决策”再到“精准执行”的闭环过程, 极大地提升了电力系统应对负荷波动、故障扰动时的自适应与自愈能力, 保障了电网运行的安全、稳定与经济性<sup>[1]</sup>。

### (三) 优化系统运行与增强综合效益

电力系统的运行效能直接关系到社会生产的顺利进行与居民日常生活的质量保障, 其重要性不言而喻。通过引入电气自动化技术, 系统在稳定性、可靠性及安全性等关键指标上均得到了显著提升。这种提升不仅意味着供电质量的优化和服务能力的增强, 还体现在对运行过程的精细化管理上, 从而有效降低了不必要的电能损耗, 实现了节能降耗。它通过提升运营效率、降低运营成本、保障供电安全, 帮助企业同时实现了可观的经济利润和广泛的社会价值, 达成了可持续发展目标。

## 二、电力系统运行中的电气工程自动化技术运用

### (一) 推进电力系统自动化技术标准的统一与协同

当前, 我国电力系统在自动化技术的应用广度上已臻成熟, 但在设备接口、通信协议与数据模型等技术标准的统一性与互操作性上, 与国际先进的 IEC 61850 (变电站通信网络与系统)、IEC 61970 (能量管理系统应用程序接口) 等标准体系仍存差距。由于早期建设过程中设备厂商众多、技术路线不一, 导致系统中存在多种私有通信规约和异构数据模型, 这为调度中心与厂站之间、不同自动化系统 (如监控系统 SCADA 与管理信息系统 MIS) 之间的信息集成与共享设置了壁垒。为解决这一问题, 必须在行业层面大力推进以 IEC 61850/IEC 61970 (CIM 模型) 为核心的标准体系建设。在新建或改造自动化系统时, 应强制要求设备支持标准化的通信接口与统一的数据模型, 以实现“即插即用”和无障碍信息交互。

### (二) 仿真技术的应用与价值

在传统的电力系统运行管理中, 正式投运前必须进行严格的模拟测试, 以评估其是否满足安全运行条件。基于电气自动化原理发展起来的现代仿真技术, 则能有效替代这些传统检验方式。该技术依托先进的计算机系统, 遵循标准的 TCP/IP 通信协议, 可快速将系统模型数据通过网络传输至供电单位的监控中心。这使得技术人员能够在极短时间内完成对海量运行参数的全面校验与分析, 一旦识别出任何偏离标准值的异常情况, 便可立即启动预警并采取针对性优化措施, 从而为电力系统的安全、稳定投运构筑起一道坚实的技术防线。对于供电单位而言, 仿真技术的深度应用所带来的效益是多方面的。它不仅是验证系统性能的工具, 更实现了对资源的最优化配置。通过在虚拟环境中对即将上线的电力系统进行充分的“压力测试”与工况模拟, 能够从源头上把控其建设质量与运行安全, 将潜在隐患消除在萌芽状态。这种前置性的风险管控, 显著降低了系统投运后因故障引发的维修频次与保养成本, 实现了从被动抢修向主动预防的根本性转变, 为企业创造了显著的经济效益与管理效益<sup>[2]</sup>。

### (三) 智能控制技术的融合与优势

电力系统中所应用的电气工程自动化技术, 必须保持持续的创新活力与技术迭代, 方能紧跟时代发展的步伐。这就要求我们高度重视并积极推动其与计算机技术、人工智能等前沿智能控制技术的交叉融合。强化智能控制技术的集成应用, 能够构建出具备更高感知、决策与执行能力的自动化系统。此类系统可对运行状态进行实时精准监测与智能分析, 从而极大地提升了对潜在故障和异常情况的早期预警与快速诊断能力。一旦发现隐患, 系统能自动或辅助管理人员迅速定位并采取应对策略, 有效遏制故障扩大, 避免造成更严重的运行中断和设备损坏。传统的故障排查模式, 由于缺乏精准的定位技术, 往往需要组织大量人力对庞大系统进行地毯式检查。这种方法不仅耗费巨大的人力、物力和时间成本, 且排查过程盲目性高, 效率低下, 甚至可能因判断失误而错过真正的故障点。智能控制技术的引入, 则从本质上改变了这一被动局面。通过部署智能传感器和高级算法, 系统能够自动精准地识别并定位故障源, 将运维人员从繁重的体力排查中解放出来, 实现了从“人海战术”到“精准打击”的转变<sup>[3]</sup>。

### (四) 智能化技术的实践成效

在传统运维模式下, 系统一旦出现异常, 检修人员不得不对庞杂的线路网络进行逐段排查, 整个过程高度依赖人工经验与体力劳动。这种排查方式不仅需要投入大量的人力与检测设备, 而且效率低下, 故障定位耗时漫长, 导致停电范围可能扩大, 修复时间延长, 无论对企业的正常生产还是居民的日常生活都造成了显著的负面影响。智能化技术的引入彻底扭转了这一被动局面。通过部署智能传感器、数据分析平台和专家诊断系统, 自动化系统能够对运行中产生的海量数据进行实时监测与智能分析。当故障发生时, 系统可以在极短时间内精准定位异常点, 并智能分析出导致故障的根本原因, 甚至生成初步的维修决策建议。这使得维修人员能够迅速抵达现场, 并依据系统提供的精准信息采取最有效的处理方案, 极大地缩短了故障修复时间。因此, 智能化技术的深度应用, 不仅大幅提升了供电可靠性, 有效降低了因停电带来的各类经济损失与生活不便, 更重塑了高效、精准的现代化电力运维新范式。

### (五) 实时监控技术的功能与价值

互联网技术与电气自动化技术的深度融合, 催生了具备高度自感知和自决策能力的智能电网系统。该系统的核心优势在于实现了对电网运行状态的广域实时监控。当系统监测到用电设备或输电线路出现异常或损坏时, 能立即将精确的故障数据上传至中央监控平台并自动触发多级警报, 为快速响应赢得宝贵时间。同时, 这种精细化的监控能力也能有效识别异常的用电模式, 从而精准发现并遏制窃电行为, 这不仅提升了用电管理的效率与精准度, 也为终端用户构建了一个更为安全、可靠的用电环境。先进的监控技术则能通过部署的智能终端, 持续、自动地采集并回传精确的负荷数据, 从根本上减轻了供电部门的日常运维压力与管理复杂度。

### (六) 以太网技术在电力系统中的整合与效能

面对社会用电需求的持续快速增长, 现代电力系统的架构与

运行模式日趋复杂，随之产生了海量的运行数据亟待处理。若仅依赖传统的人工方式进行数据记录、核算与分析，不仅工作效率低下，严重制约决策与响应速度，更因人工操作的局限性极易引入计算错误，给电网的安全稳定运行埋下隐患。通过构建统一的信息高速公路，使得调度中心、变电站、用户终端等各个环节的数据得以无缝对接与集中处理，这显著减少了对重复人力劳动的依赖，实现了人力资源的优化配置，并降低了因分散式管理产生的额外成本。此外，以太网技术所具备的高可靠性与标准化的通信协议，有效保障了所传输电网信息的真实性与完整性。这种对数据质量的根本性提升，为高级分析、智能决策等自动化功能的实现奠定了坚实基础，从而从信息底层有力地推动了整个电气自动化技术体系向更高效、更智能的方向演进<sup>[4]</sup>。

### 三、加强电气自动化技术在电力系统中的应用管理

#### (一) 实现系统运行全流程的集成化自动管控

在传统的电力系统运维模式下，各项管理职能通常被划分为多个相对独立的板块，例如电力能源的调度分配、系统安全防护以及日常的运行维护等。这些板块各自为政，职责分明，虽在一定程度上明确了分工，但也导致了信息壁垒的形成。每个环节独立运行所产生的数据难以顺畅流通和共享，致使整体管理工作量繁重，且各类电气设备的协同运行效率低下，资源无法得到最优配置。为彻底扭转这一局面，显著提升电力系统运行管理的效能与质量，必须打破原有的条块分割模式，转向一体化的集成管理。其核心路径在于，运用先进的自动化与信息技术，将电力分配、设备维护、安全监控等原本孤立的技术与管理环节进行深度整合与无缝链接。通过构建一个统一的管控平台，实现对各环节数据流的集中处理与指令的协同下发，推动电力运维向集约化、智能化方向发展。这种根本性的变革，不仅能够大幅提升运维工作的效率与精准度，更能从全局层面增强系统内部各单元之间的

协调性与响应速度，从而在本质上保障电力系统运行的安全、经济与高效。

#### (二) 基于网络一体化与现代技术的系统运行优化

为深化电气自动化技术在电力系统运行管理中的应用效能，关键在于大力推进网络一体化架构的建设。这要求我们科学规划和高效利用以互联网为代表的现代信息技术，实现信息网络与物理电力系统的深度融合。通过这种集成，可以显著增强系统测量、控制和决策的精准度，为精细化运维提供支撑。同时，必须紧密结合电力生产的需求，有针对性地引入先进的自动化技术。例如，利用成熟的以太网等技术构建高速、可靠的内外部通信网络，能够极大提升系统的数据交互能力和远程管理能力，从而从整体上改善管理质量与响应速度。对当前电力系统的运行状况进行分析不难发现，随着智能终端和传感设备的普及，系统运行时产生的信息数据正呈指数级增长。传统的数据处理方式需要耗费大量的人工时间和精力，已成为制约运行管理效率提升的瓶颈。为了有效应对这一挑战，实现真正高效的自动化管理，就必须依据现实基础，合理采用以太网等技术构建统一、高效的数据传输与处理平台<sup>[5]</sup>。

### 四、结束语

综上所述，电气工程自动化技术的广泛应用是推动电力系统迈向智能化、高效化的核心动力。从自动化控制、智能诊断到实时监控与高速数据传输，这些技术共同构筑了现代电网稳定运行的坚实防线，显著提升了供电质量、运维效率和经济与社会效益。未来通过坚定不移地推进技术标准的统一、打破信息壁垒实现系统集成，以及构建基于网络一体化的智能管控体系，方能充分释放自动化技术的巨大潜能，最终实现建设安全、清洁、高效、智能的现代化电力系统的宏伟目标。

### 参考文献

- [1] 杨兆实. 电力系统运行中电气工程自动化技术的运用 [J]. 通信电源技术, 2019, 36(12): 122-123.
- [2] 王涛. 电力系统运行中工程自动化技术运用研究 [J]. 电力设备管理, 2025, (14): 204-206.
- [3] 朱敏忠. 基于电气工程自动化技术在电力系统运行中的应用 [J]. 科技风, 2022(16): 85-87.
- [4] 王乾洋. 电气工程自动化技术在电力系统运行中的应用 [J]. 今日自动化, 2021(8): 100-101.
- [5] 朱宗晖, 魏育才. 电气工程及自动化技术在电力系统中的应用分析 [J]. 消费电子, 2025(7): 149-151.