

电力工程电气自动化技术应用研究

郑土明

广州市宸思通讯科技有限公司，广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2025040059

摘要：文章首先阐述了该技术在提升系统运维便捷性、增强安全可靠性及全面提高运行效率方面的显著优势；进而详细分析了其在智能化运维、集成化管理和仿真建模等核心领域的具体应用与成效；接着，通过监控系统、故障诊断和电网调度三个关键环节，展现了电气自动化技术的实际应用表现；最后，针对技术标准统一、数据安全保障及人才储备等应用难题，提出了切实可行的对策与建议，为电力系统智能化转型提供了清晰的路径指引。

关键词：电力工程；电气自动化技术；应用

Research on the Application of Electrical Automation Technology in Power Engineering

Zheng Tuming

Guangzhou Chensi Communication Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract : This paper first outlines the significant advantages of this technology in enhancing system operation and maintenance convenience, strengthening security and reliability, and comprehensively improving operational efficiency. It then thoroughly analyzes its specific applications and outcomes in core domains such as intelligent operation and maintenance, integrated management, and simulation modeling. Subsequently, it demonstrates the practical performance of electrical automation technology through three critical aspects: monitoring systems, fault diagnosis, and power grid dispatch. Finally, it proposes practical countermeasures and recommendations for application challenges including unified technical standards, data security safeguards, and talent reserves, providing a clear path for the intelligent transformation of power systems.

Keywords : power engineering; electrical automation technology; application

引言

随着社会经济持续发展，电力需求不断攀升，对电力系统的稳定、高效、安全运行提出了更高要求。传统依赖人工的电力运维与管理模式，在效率、精度和安全性上已难以适应现代电力系统的复杂性与规模。在此背景下，以计算机技术、通信技术和控制理论为核心的电气自动化技术，正深刻引领着电力行业的变革。它为电力系统的监控、保护、调度和维护提供了智能化、集成化的解决方案，成为保障电网安全稳定运行、提升能源配置效率、推动电力工业可持续发展的关键驱动力。

一、在电力系统运行中运用电力自动化的优点

(一) 提升电力系统运维的便捷性

随着社会用电需求的持续攀升，确保电力系统稳定运行显得尤为关键，这使得开展高效的系统维护工作成为行业重点。在过去，运维工作主要依赖人工操作，此类方式不仅耗时较长，且难以实现精准有效的维护目标。如今，电力从业人员可以引入电气自动化技术，对系统运行状态进行实时监测与数据分析，从而构建智能化的运维管理机制。该方法能够全面采集和处理运行数据，实现系统状态的动态监控与及时维护，显著提升了工作效率。

能。同时，自动化系统所生成的数据记录也为后续维护提供了可靠依据，形成良性循环的运维体系。

(二) 增强电力系统运行的安全性与可靠性

在电力工程领域引入电气自动化技术，能够集成先进的计算机系统与智能化软件平台，通过持续优化控制程序与诊断策略，实现对各类电力设备的定期自动巡检。这一技术应用可显著降低设备故障发生率，从而有效提升供电过程的连续性与稳定性。同时，自动化系统能够替代人工执行高风险环境下的操作任务，大幅降低直接作业风险，为现场人员的安全提供有力保障。基于数据分析的预测性维护也进一步强化了系统整体的可靠运行水平，

构建了更安全、更可控的电力运行环境^[1]。

(三) 实现电力系统运行效率的全面提升

相较于传统运行模式，融合了电气自动化技术的电力系统在整体运行效能上实现了质的飞跃。电气自动化以信息技术为核心，其在数据传递速率与指令执行精度方面均显著优于人工操作和常规控制系统。借助这一技术优势，系统内部各类电力设备能够实现更及时的状态更新与参数优化。同时，自动化监测机制可对设备运行质量进行快速评估与反馈，大幅缩短了状态识别与响应的时间周期，从而有效提升了系统整体的调控响应速度与运行效率。

二、电气自动化技术的应用范围

(一) 智能化技术在电力系统中的应用优势

在传统电力运维模式下，故障排查主要依赖人工现场检查，工作人员需要携带各类检测设备逐点排查，不仅工作强度大，且受限于人员专业水平差异，诊断结果的准确性难以保证。这种方式不仅给工作人员带来较大操作负担，也导致整体处理效率难以提升，平均故障修复时间长达数小时。此外，实施人工检修时常需切断供电，这种计划性停电既影响了用户的正常用电体验，又造成了额外的人力与物资投入，据统计，每次计划停电造成的直接经济损失可达数十万元。而在现代技术条件下，电气自动化系统的引入显著增强了电力系统持续稳定运行的能力，通过部署智能传感器和监控装置，实现了对设备运行状态的24小时不间断监测，更好地适应了社会对高质量供电的实际需要。该技术可快速定位系统中存在的异常问题，并自动采集运行参数进行深度分析与诊断，通过机器学习算法对历史故障数据的学习，系统能够提前预警潜在故障，从而大幅提升运维工作的精准性与执行效率，将平均故障修复时间缩短至分钟级^[2]。

(二) 集成化技术在电力系统中的融合价值

在传统电力系统管理体系中，电力分配、安全维护等职能通常采用分块独立运作的方式，各部门之间缺乏有效的信息共享机制。这种分散化管理容易导致各部门、各环节之间出现协作不畅、信息隔阂等问题，例如调度部门与运维部门使用不同的信息系统，数据交换需要人工导入导出，从而制约整体运营效率的提升。为应对这一挑战，在电力系统内部推行统一化、集中式的管理机制，通过构建一体化运营平台，将原本分散的SCADA系统、EMS系统、故障录波系统等进行深度整合，有助于打破专业壁垒，显著增强系统的协同效率与服务能力。集成化技术作为电气自动化的重要分支，融合了多学科的理论与方法，包括计算机科学、通信技术、控制理论等，其在电力系统运行过程中的深入应用，能够有效整合各类技术资源，充分发挥复合型技术体系的综合优势。这种集成模式不仅提升了电力系统管理的系统性与决策合理性，通过建立统一数据仓库和智能分析平台，实现对海量运行数据的实时处理，也能够实现对运行异常的早期识别与快速响应，例如通过多系统数据关联分析，可在设备故障发生前数小时发出预警，强化系统整体运行的协调一致，从而在保障供电可靠

性与质量方面发挥关键作用^[3]。

(三) 仿真建模技术在电力系统中的应用与成效

随着电气自动化水平的持续提升，高精度仿真技术已被广泛引入电力系统领域，数字孪生技术的应用使得建立与物理电网完全对应的虚拟电网成为可能，为系统安全防护能力的强化提供了关键技术支撑。借助仿真建模平台，工程人员能够在实验环境中对电力系统的运行参数进行全面评估与多场景测试，通过构建包括极端天气、设备故障、负荷突变在内的多种仿真场景，并结合具体企业的用电负荷、网络结构等实际条件，定制与之相匹配的电力系统规划与优化方案。该方法所生成的数据更为精确和完整，仿真精度可达95%以上，为系统运行的精细控制奠定了坚实基础。通过仿真技术的深入应用，不仅能够有效增强电力系统在实际运行中的可靠性与稳健性，例如在某省级电网应用中，通过仿真演练成功避免了因连锁故障导致的大面积停电事故，也有助于优化能源配置，通过潮流计算和最优功率分配算法，减少不必要的资源损耗，年度可节约运行成本约15%，从而提升系统整体运行经济性与可持续性。

三、电气自动化技术在电力工程中的应用表现

(一) 电力监控系统的自动化发展与应用价值

在电力供应与配电体系的运行过程中，其稳定状态易受到多种内外因素的干扰。为确保系统可靠运转，对设备运行状态进行实时监视与智能调控显得尤为关键。电气自动化技术的引入，为供配电系统的全面监控提供了有效的技术路径。无论是运行参数的实时采集、远程电能计量，还是故障诊断与电能质量分析，均可借助自动化系统实现对整个供配电体系的智能分析，并自动记录设备运行信息。该技术所具备的精确控制能力，直接关系到整个供配电系统运行的安全与平稳。传统配电模式容易受到温度、湿度等环境条件的影响，难以持续保障系统的可靠运行。而自动化技术的成熟与推广，使得供配电系统能够实现更精细的调节与控制，降低因人为操作失误引发的风险，从而在整体上提升了系统运行的稳定水平与抗干扰能力^[4]。

(二) 设备故障智能诊断中电气自动化技术的运用

电气自动化技术不仅推动了电力工程的智能化与自动化转型，还在设备故障诊断与状态监测方面发挥关键作用，有助于维持电力设备持续处于高效运行状态。当系统检测到某一参数超过预设的安全阈值时，会自动向运维人员发送警示信息，以便及时采取干预措施。部分先进的自动化装置甚至可以在故障发生时自主执行应对策略，实现快速闭环处理。此类智能诊断方法能够迅速识别异常，精准定位故障点，从而显著增强电力系统的运行可靠性。面对种类繁多的电力设备，电气自动化技术也在持续优化与升级。例如，在系统监测过程中，自动化平台可依据设备正常运行时的基准数据与状态特征进行智能判断，实现更为科学合理的监测分析。系统还能自动记录故障发生前后的关键数据，为后续人工介入提供完整的分析依据。一旦监测数据偏离正常区间，系统将立即触发报警并生成相应的应急处置策略，极大地提升了

故障处理的针对性与效率。

此外，电气自动化技术不仅能够在故障发生后进行分析与响应，还可以基于设备实时运行数据与标准参数之间的差异，预测潜在风险并进行早期诊断。通过动态调整设备运行参数，系统能够有效防范故障发生，为电力设备的长期稳定运行提供有力保障。

(三) 电网调度体系的自动化构建与协同策略

基于计算机平台与电气自动化技术的深度融合，现代电网调度系统实现了全过程数字化管理与智能决策。在现行电力企业管理框架下，电网调度通常被划分为五个功能各异且权责分明的层级，每个层级在覆盖范围及调控目标上均具有独特要求。借助先进的计算机技术与自动化系统，各调度层级之间能够建立有效的协同机制，形成统一联动的指挥体系。在实际运行中，由于国家层面与地区层级的电网调度在管理对象和运行重点上存在差异，如何实现不同层级之间的高效协作已成为电力企业优化运行的核心课题。

四、电力工程电气自动化技术应用难题与对策

(一) 技术标准与系统集成难题及对策

当前电力工程在推进电气自动化技术应用过程中，普遍面临设备接口标准不统一、系统兼容性差等突出问题。由于不同制造商生产的电力设备采用各异的通信协议和数据格式，导致自动化系统在集成时常常出现数据交换障碍和控制指令延迟。特别是老旧变电站改造项目中，传统继电保护装置与新型智能终端的接入兼容性问题尤为突出。这种技术壁垒不仅增加了系统调试周期，更影响了电网实时控制的精准性和可靠性。为突破这一瓶颈，亟须建立行业统一的技术标准体系，推动设备制造商采用标准化通信接口，同时开发具备多协议转换功能的智能网关设备，为不同年代的电力设备提供平滑接入方案。

(二) 数据安全与系统稳定性挑战及应对

随着自动化系统在电力工程中的深入应用，数据安全风险和系统稳定性问题日益凸显。电力监控系统与公共网络的数据交互

频率显著增加，这为黑客攻击和病毒传播提供了潜在通道。2022年某省级电网就曾因边界防护漏洞导致SCADA系统遭受网络攻击，造成区域性供电异常。同时，自动化系统高度依赖的嵌入式设备和工业软件，其固有的程序缺陷可能引发连锁性故障。为应对这些挑战，必须构建纵深防御体系，在系统架构层面实现生产控制区与管理信息区的安全隔离，部署具备自学习能力的入侵检测系统，并建立覆盖全生命周期的漏洞管理机制，定期开展网络安全攻防演练。

(三) 技术人才储备与运维体系创新需求

电气自动化技术的快速发展对电力企业的人才结构提出了全新要求。现有运维人员普遍缺乏跨学科知识背景，在智能设备维护、大数据分析等领域的专业技能存在明显短板。某电网企业的调研数据显示，熟练掌握自动化系统运维的核心技术人员占比不足15%，这种人才断层现象严重制约了新技术的应用成效。为此，应当建立校企联合培养机制，开设电力自动化特色课程，同时在企业内部推行“数字工匠”培育计划，通过实战演练提升运维团队的综合能力。此外，还需创新运维管理模式，构建集设备监控、预警分析、决策支持于一体的智能运维平台，逐步实现从被动检修到主动预防的转变^[5]。

五、结语

综上所述，电气自动化技术的深度融合是电力系统迈向智能化、现代化的必然选择。通过在运维、监控、诊断和调度等环节的全面应用，该技术不仅极大地提升了工作效率、系统安全性和运行可靠性，还优化了资源配置，降低了运营成本。然而，技术的广泛应用也面临着系统集成、数据安全和高素质人才短缺等现实挑战。未来，电力行业需持续推动技术标准统一，构建纵深安全防护体系，并加强复合型人才培养，方能克服瓶颈，充分释放电气自动化技术的巨大潜力，最终构建起一个更安全、高效、灵活和自愈的智能电网体系。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 李政浩,乔旭东,刘杰.电力电子技术在电气工程自动化中的创新应用[J].全面腐蚀控制,2025,39(8):57-59.
- [3] 谷传星,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.
- [4] 王菲.电力工程中电气自动化技术的应用分析[J].消费电子,2025(8):98-100.
- [5] 闫洪起,丁保贺.电气自动化在电力工程技术中的应用[J].光源与照明,2025(1):210-212.