

# 电气自动化技术在电力系统中的应用

乌兰<sup>1</sup>, 赵昊<sup>2\*</sup>

1. 中国质量认证中心有限公司, 北京 100000

2. 镇江市产品质量监督检验中心, 江苏 镇江 212000

DOI:10.61369/EPTSM.2025020003

**摘要：** 电气自动化技术在推动电力系统智能化升级中发挥着重要作用。本文从系统安全、运行效率与绿色转型三个层面分析了该技术在电力系统的应用意义，进而梳理其在发电、变电、输配电与调度管理等关键环节的应用体现。在此基础上，提出涵盖基础设施、政策标准、网络安全、协同机制、人才建设与国际合作等六方面的应用策略。本研究旨在为电气自动化技术在电力系统中的深入应用提供理论支持与实践参考。

**关键词：** 电气自动化技术；电力系统；智能化；应用策略

## Application of Electrical Automation Technology in Power Systems

Wu Lan<sup>1</sup>, Zhao Hao<sup>2\*</sup>

1. China Quality Certification Center, Beijing 100000

2. Zhenjiang Product Quality Supervision and Inspection Center, Zhenjiang, Jiangsu 212000

**Abstract：** Electrical automation technology plays a vital role in promoting the intelligent upgrading of power systems. This paper analyzes the significance of its application from three perspectives: system security, operational efficiency, and green transformation. It further outlines the specific applications of the technology in key sectors such as power generation, substations, power transmission and distribution, and dispatching management. On this basis, six strategic directions are proposed, including infrastructure development, policy and standard improvement, cybersecurity, cross-sector collaboration, talent cultivation, and international cooperation. This study aims to provide theoretical support and practical guidance for the in-depth application of electrical automation technology in modern power systems.

**Keywords：** electrical automation technology; power system; intelligence; application strategy

## 引言

近年来，随着新型电力系统建设的加快推进，能源结构持续朝着低碳化、多元化方向演进，电力系统在保障国家能源安全和实现“双碳”目标中的战略地位日益凸显。与此同时，大规模新能源接入、电力负荷波动频繁以及用户侧响应复杂化等问题，使传统电网在运行安全、调度效率和能源利用方面面临前所未有的挑战。电力系统正从集中式、静态结构向灵活互联、高度智能的新形态演进，对技术支撑能力提出了更高要求。在此背景下，如何通过技术革新重塑电网运行模式，已成为电力行业发展的核心议题。电气自动化技术成为提升电网智能化水平的关键路径。其在发电、变电、输配电及调度管理等环节的广泛应用，显著提升了系统的感知能力、调控效率与运行安全性，为构建高比例新能源占比下的灵活电力系统提供了有力支撑。

在此基础上，本文聚焦电气自动化技术在电力系统中的典型应用场景与功能作用，结合当前电力系统运行的痛点与发展趋势，系统分析其在各环节的融合路径，并提出涵盖基础设施建设、政策标准制定、网络安全防护、协同机制优化、人才体系建设及国际合作等多维度的策略建议，致力于电气自动化技术在电力系统中的深化应用构建理论框架，指引实践方向。

## 一、电气自动化技术在电力系统中的应用意义

### （一）提高安全性与可靠性

电力系统的安全稳定运行是保障经济社会正常运转的重要基础。电气自动化技术通过在发电、输电、变电、配电等环节广泛

部署传感器与智能设备，实现了对电流、电压、温度、负荷等关键运行参数的实时监测<sup>[1]</sup>。一旦出现异常或故障，系统能够迅速定位故障点，并借助继电保护装置与远程控制技术及及时隔离故障区段，防止故障范围进一步扩大。同时，依托在线监测与预测性维护等电气自动化手段，可提前识别设备老化趋势与潜在隐患，

基金项目：江苏省市场监督管理局科技计划项目 (KJ2025089)。

通讯作者：赵昊，邮箱：hanzi1937@126.com

有效降低突发停电事故的发生概率，显著提升电网的整体可靠性与应急响应能力。在极端天气或突发自然灾害等情况下，电气自动化系统还可通过智能调控与应急预案的联动，具备电网自愈功能。当系统检测到大范围线路受损或负荷侧剧烈波动时，能够自动执行负荷转移或保护动作，为故障恢复与抢修争取宝贵时间，从而增强电网运行的“韧性”，最大程度保障城市和工业园区的持续供电。

### （二）提升经济效益与运行效率

传统电力系统高度依赖人工调度与现场巡检，难以及时、准确地掌握大量节点的实时运行状态。电气自动化技术的应用，可以使大量手动操作得以由自动化或半自动化控制所替代，从而显著降低运维人力投入与巡检成本<sup>[2]</sup>。通过电气自动化技术对负荷的实时数据与历史趋势的综合分析，能够更为精准地开展负荷预测与发电调度，推动机组经济调度的实现，在保障供需平衡与系统安全的前提下，尽可能降低运行成本和能耗损失。此外，电气自动化还可以推动配电层面的精细化管理，主要体现在无功电压调节与电能质量监测等方面。可依据实时用电需求，快速调节补偿装置的投入与退出，有效减少线路损耗、提高功率因数，并避免因无功过度补偿带来的能源浪费。随着各环节运行效率的持续提升，电力企业能够更科学地配置资源，将更多精力与资金投入到了技术升级与新能源接入中，从而实现整体效益的最大化。

### （三）推动智能化与绿色转型

面对日益严峻的环境与能源压力，大规模接入风电、光伏等清洁能源成为必然趋势。电气自动化可以为此提供坚实的技术支持<sup>[3]</sup>。电气自动化技术可与新能源场站的监控系统无缝对接，实时接收风速、光照、气象等信息，在保证电网安全的情况下最大化清洁能源并网比例。电气自动化在变电与配电环节的深入应用，可以对分布式电源的功率调节与并网管理更加灵活，有助于平抑输出波动对电网稳定性的影响，进一步提升可再生能源的接入效率与利用水平。另一方面，随着数字化与信息化技术的深入应用，电网开始向“能源互联网”或“智慧能源系统”转型。电气自动化在能源管理、需求侧响应、综合能源服务等方面的应用拓展，不仅可以为绿色转型提供强大的技术后盾，也能够助力电力行业打开更多业务模式与创新空间。

## 二、电气自动化技术在电力系统中的应用体现

### （一）发电系统自动化

在发电环节，电气自动化技术可以对机组的关键运行指标进行实时监测，并依据电力系统整体需求进行动态调节，从而在不同负荷水平下都能维持电网的稳定供电<sup>[4]</sup>。针对常规能源机组，能够根据生产计划和外部需求，适时调节燃料及蒸汽供应，降低人工操作失误，提高发电效率；对于风电、光伏等清洁能源，则可根据气候条件和负荷状况，灵活调度出力，避免大幅度波动对电网稳定造成冲击。从而在保证系统安全的前提下，提高各类发电资源的整体利用效率。

### （二）变电站自动化

在变电站自动化的应用中，电气自动化技术可以使变电站对短路、过载、电压异常等运行状态进行实时监测与快速处置，在故障发生时迅速隔离问题并防止事故范围进一步扩大<sup>[5]</sup>。与此同时，电气自动化与远程运维的结合，使技术人员能够随时掌握设备健康状况，及时发现潜在隐患并开展针对性维护，从而减少突发停电事故的发生。依托电气自动化技术的数据采集与分析，电力系统中的变电站能够更科学地制定检修计划，从而提升系统的整体安全性和运行效率。

### （三）输配电系统自动化

电气自动化技术在输配电环节的应用主要聚焦于故障定位、隔离、自愈以及电能质量的监测与优化<sup>[6]</sup>。通过电气自动化技术，电力系统能够实时监测线路电流、电压及断路器状态等参数。一旦发生故障，可以在数秒内精准定位故障点，并通过控制开关隔离故障区段。同时，电气自动化技术在电能质量与无功电压管理中也能够发挥作用。通过实时检测谐波、电压偏差等指标并自动调节补偿装置，能够有效降低因低功率因数与高谐波导致的能耗和设备损耗。

### （四）调度与管理自动化

调度中心作为电力系统的核心，其自动化程度直接影响整体运行的协调性与效率。电气自动化技术的应用能够赋予其全网运行状态的实时感知与统一调控能力，贯通数据采集、运行分析与调度执行全过程，实现发电与输电资源的协同调度和动态优化。随着电气自动化的深入应用，调度系统在应对负荷波动、运行异常及多元能源并网时的响应速度与决策能力持续提升。同时，电气自动化还能为分布式能源管理、用户侧调节及多能互补等新模式提供强有力的技术支持。

## 三、电气自动化技术在电力系统中的应用策略

### （一）加强基础设施建设与技术升级

为实现电气自动化技术在电力系统中的全面应用，应优先加强基础设施建设，推动与之相适应的技术体系升级。这不仅能够为电气自动化技术的大规模应用和协同运行提供坚实支撑，也可以提升电力系统在数据采集、状态感知和智能响应等关键环节的能力，有效应对新能源接入与负荷波动等复杂运行挑战<sup>[7]</sup>。基础设施与电气自动化技术的深度融合，能够进一步提升系统的运行智能化水平，增强调控的灵活性与运维的精细化。与此同时，具备前瞻性和兼容性的架构设计，也能为电气自动化技术在多能协同、智能调度等新兴领域的拓展奠定基础。可以说，基础设施的持续优化，不仅是保障系统稳定运行的前提，也是电气自动化实现高质量应用的战略支撑。

### （二）完善政策法规与标准体系

电气自动化技术在电力系统中的深入推进，离不开完善的政策体系与统一的技术标准作为支撑。制度建设不仅可以为电气自动化技术的推广与应用提供方向引导，还能够在系统管理、安全监管与责任分工等方面构建制度框架，确保技术发展始终服务于行业整体利益并稳步推进。与此同时，标准体系的持续完善也是

推动电气自动化规范化发展的关键。加快通信、保护、接口等核心标准在自动化设备间的统一适配，能够提升电力系统的互联互通能力，避免平台割裂与信息孤岛现象，确保各环节高效协同运行。面对新能源接入、配电自动化、用户侧调控等不断演进的应用场景，相关技术规范也需动态更新，以保障基于电气自动化技术的电力系统具备良好的兼容性与适应性，为智能化电力系统的构建提供坚实支撑<sup>[8]</sup>。

**（三）提升网络安全与风险防控能力**

随着电气自动化技术在电力系统中的深入应用，网络安全与风险防控能力的建设日益成为确保其稳定运行的核心要素。电气自动化高度依赖信息通信与远程控制，网络攻击或指令篡改将直接威胁系统控制能力，甚至危及整体安全与运行连续性。因此，构建系统化、多层次的网络安全防护体系是保障技术可靠运行的必要条件。随着电网结构日趋复杂，电气自动化技术在应用深度加大的同时，其网络暴露面也随之扩大，运行安全面临更高的外部风险挑战。为确保其在电力系统中的持续运行与高效响应，风险防控理念亟需从“事后响应”转向“事前预判”和“主动防御”。通过完善安全机制、应急预案及关键环节的技术冗余设计，可显著提升电力系统在极端情境下的恢复能力和整体韧性，从而保障电气自动化技术在复杂环境中的稳定运行与效能发挥。

**（四）推动跨领域协作与资源整合**

在推动电气自动化技术在电力系统各环节广泛应用的过程中，跨领域协作与资源整合日益成为关键支撑<sup>[9]</sup>。电力企业不仅要依托本行业技术积累，更需与通信、信息技术、制造业等相关领域协同发力，推进核心技术的融合与优化，提升电气自动化技术在复杂系统环境下的适配能力与运行效能。为实现这一目标，可联合信息与通信技术企业、高校及科研机构，围绕智能感知、数据处理与控制优化等关键环节，开展针对性技术攻关，推动电气自动化与电力系统运行深度融合。同时，应构建覆盖调度、发电、输变电及配电等环节的协同机制，打通信息壁垒与流程断点，加快典型场景中的电气自动化技术的应用与试点推广。多领域资源的高效整合，将为电气自动化在电力系统中的深化落地提供持续动能。

**（五）加强人才培养与管理模式创新**

推动电气自动化技术在电力系统中高效应用，需依托高素质

人才与灵活管理机制的双重支撑<sup>[10]</sup>。随着技术融合程度不断加深，单一专业背景已难以适应复杂系统需求，亟需培养兼具电气工程、自动化控制和信息处理能力的人才队伍，以提升技术团队在系统集成与协同控制中的综合能力。同时，管理模式也需与之协同演进。应加快引入数字化管理工具，优化绩效评估、运维调度和远程响应流程，推动管理方式向平台化、数据化方向转型。通过提升组织调控效率与信息流转水平，为电气自动化在发电、输变电、调度等关键环节的高效运行创造良好条件。才体系建设与管理机制创新，将为电气自动化技术在电力系统各环节的深入推广提供坚实基础，助力系统安全、效率与服务质量的全面提升。

**（六）促进国际化合作与技术借鉴**

随着全球能源格局的深度调整与电气自动化技术的持续演进，国际化合作已成为推动电气自动化技术融入电力系统运行的重要支撑。通过与国际科研机构及技术企业协作，引入系统标准化设计、控制策略优化及复杂运行环境适配方面的前沿理念与成熟方案，能够进一步提升电气自动化在本土电力系统中的集成效率与应用深度。此外，积极参与国际标准化组织和技术交流平台建设，有助于推动自动化技术规范应用与系统互联互通，提升我国在全球电力自动化领域的参与力和影响力。国际化合作不仅是技术创新的外部资源渠道，也是推动电气自动化规模化应用与持续升级的关键动力。

**四、结束语**

电气自动化技术作为推动电力系统智能化转型的重要支撑，正持续深入应用到发电、输电、变电、配电及调度等关键环节。当前，电气自动化已成为构建现代电力系统不可或缺的技术支柱。为推动其高质量落地，电力企业需强化基础设施建设，完善政策标准，提升网络安全水平，并加强与通信、制造、科研等领域的协同联动。同时，还需加快人才队伍建设，推动管理机制数字化转型，持续激发系统运行效率与创新活力。多维联动、系统推进，方能实现电气自动化技术在新时代电力系统中的全面价值释放。

**参考文献**

[1] 胡娜,仇培飞.电气自动化技术在电力系统运行中的应用[J].自动化应用,2024,65(S2):29-31.  
[2] 殷振伟.浅析电气自动化技术在生产运行电力系统中的应用[J].通讯世界,2024,31(09):97-99.  
[3] 皇晓军.电气自动化技术在电力系统中的应用[J].中国战略新兴产业,2024,(27):120-122.  
[4] 何璐兵,张坤平.电气自动化技术在电力系统中的应用探析[J].石河子科技,2024,(04):15-16+19.  
[5] 孙钦团,段德萌.电气自动化技术在电力系统中的应用[J].现代工业经济和信息化,2024,14(07):119-121.  
[6] 鲁健.电气自动化技术在电力系统中的应用[J].自动化应用,2024,65(S1):264-266+269.  
[7] 徐新亮.电气自动化技术在电力系统生产运行过程中的应用研究[J].光源与照明,2024,(03):204-206.  
[8] 徐志坤.电气自动化技术在电力系统中的应用[J].中国金属通报,2023,(12):52-54.  
[9] 孙木杰.电气自动化技术在电力系统中的应用研究[J].农业工程与装备,2023,50(04):29-30.  
[10] 李靖康.电气自动化在电力系统中的应用[J].有色金属设计,2023,50(01):97-99+104.