

# 电气自动化技术在电力工程中的应用

俸 瑶

广东雷能电力集团有限公司 广东 湛江 524000

**摘 要：**电气自动化技术在电力工程中至关重要，能提升电力生产效率、增强系统安全性与可靠性、促进节能减排。其广泛应用于发电、输电配电及变电站自动化等领域。支撑该技术应用的关键技术包括传感器与检测、自动控制与智能算法、通信与网络以及监控与调度自动化系统等。然而，应用中存在技术兼容性、自主化不足、网络安全等问题。为此，需加强技术研发、推进系统整合与标准化建设、加强人才培养与安全保障。未来，该技术将向智能化、集成化、绿色化方向发展。

**关键词：**电气自动化技术；电力工程；应用

## 引言

在电力工程高速发展的当下，电气自动化技术已成为推动行业变革的核心力量。其凭借自动化控制、实时监测与智能决策等能力，深度融入电力生产、传输、分配及使用的全流程，不仅显著提升了电力生产效率、增强了系统安全性与可靠性，还积极促进了电力系统的节能减排与绿色转型。从发电环节的精准调控，到输电配电的智能监测，再到变电站的无人值守，电气自动化技术均展现出强大的应用潜力与价值。然而，技术兼容性、自主化水平、网络安全等问题仍待解决。本文将系统阐述电气自动化技术在电力工程中的重要性、应用领域、关键技术，并针对现存问题提出发展策略，展望其未来智能化、集成化、绿色化的发展趋势。

## 1 电气自动化技术在电力工程中应用的重要性

### 1.1 提升电力生产效率

电气自动化技术实现了电力生产过程的自动化控制，减少了人工干预，降低了人为操作误差。在发电环节，通过自动控制系统对锅炉、汽轮机等设备的参数进行实时调节，确保发电设备在最优工况下运行，提高发电效率；在输电与配电环节，自动化调度系统能根据负荷变化动态调整电力分配，减少电力损耗，提升电力传输效率，从而整体提高电力工程的生产效益。

### 1.2 增强电力系统安全性与可靠性

电气自动化技术通过对电力系统的实时监测与预警，能够及时发现设备故障、线路异常等安全隐患。例如，在变电站自动化系统中，各类传感器可实时采集电压、电流、温度等数据，一旦发现参数超出正常范围，系统会立即发出警报并自动采取保护措施，如切断故障线路，防止事故扩大。同时，自动化技术的应用使电力系统的故障处理速度大幅提升，缩短了停电时间，保障

了电力供应的连续性与可靠性<sup>[1]</sup>。

### 1.3 促进电力系统节能减排

电气自动化技术通过精准控制电力设备的运行状态，实现了能源的高效利用。在火力发电中，自动控制系统可优化燃料配比与燃烧过程，降低单位发电量的燃料消耗与污染物排放；在电力调度中，通过对负荷的精准预测与合理分配，减少了电力过剩与短缺现象，降低了不必要的能源浪费。此外，自动化技术在新能源发电（如风电、光伏）并网控制中的应用，也有助于提高新能源的消纳率，推动电力系统向绿色低碳转型。

## 2 电气自动化技术在电力工程中的主要应用领域

### 2.1 发电环节的自动化应用

在发电领域，电气自动化技术发挥着至关重要的作用，广泛应用于多种发电形式。（1）在火力发电方面，自动化技术深入渗透到锅炉燃烧与汽轮机控制等关键环节。借助高精度传感器采集炉膛温度、烟气成分等关键数据，系统能自动精准调节燃料供应量与空气量，实现燃烧过程的充分且稳定，有效提升能源利用效率。同时，汽轮机控制系统依据电网负荷需求，实时自动调整汽轮机转速，确保发电机输出功率稳定，保障电力供应质量。（2）水力发电中，自动化技术主要应用于水轮机调速系统。该系统能实时感知来水量与电网负荷的变化，自动灵活调节导叶开度，使水能得以高效转化，提升发电效率。在新能源发电领域，以光伏发电系统为例，自动化技术可实现光伏阵列的最大功率点跟踪（MPPT），依据光照强度、温度等环境因素，动态调整光伏阵列工作状态，提高光伏电池发电效率，并确保其与电网稳定并网，推动新能源发电的可靠应用。

### 2.2 输电与配电环节的自动化应用

在输电环节，电气自动化技术是保障电网稳定运行

的关键支撑。它着重应用于输电线路的状态监测与自动保护领域。借助前沿的在线监测装置,像高灵敏度的光纤传感器,能持续、精准地采集线路温度、振动等数据;智能巡检机器人则凭借先进的图像识别与传感器技术,对线路覆冰等状况进行实时巡查。一旦线路突发故障,自动保护装置会瞬间启动,以毫秒级速度切断故障线路,并依据智能算法将负荷迅速转移至其他正常线路,有效缩减停电范围,降低经济损失。配电环节的自动化核心在于配电自动化系统。该系统利用远程通信技术,对配电变压器、断路器等设备进行全方位远程监控与精准控制。当出现故障时,能自动、精准定位故障点,快速隔离故障区域,及时恢复非故障区域供电,大幅提升配电网络可靠性与供电质量。此外,自动化技术还可对配电负荷进行动态实时监测与深度分析,为配电网的科学规划与合理改造提供坚实的数据依据<sup>[2]</sup>。

### 2.3 变电站自动化应用

变电站作为电力系统中转换电压、合理分配电力的核心枢纽,其稳定运行关乎整个电网的安全与可靠。电气自动化技术的深度融入,让变电站成功迈向无人值守与智能化运行的新阶段。变电站自动化系统集成多种先进功能模块于一体,涵盖数据采集与监控(SCADA)、继电保护、自动控制等。数据采集模块如同敏锐的“感知器官”,持续收集变压器、断路器、隔离开关等电气设备的运行参数与状态信息,并迅速上传至监控中心,为运行人员提供全面、实时的设备动态。继电保护模块则是电网安全的“忠诚卫士”,一旦设备出现故障,它能以极快的速度、极高的准确性动作,及时切除故障设备,防止故障范围扩大。自动控制模块具备强大的远程操控与自动调节能力,可实现断路器的远程操作、变压器分接头的自动调节等功能,极大地提升了变电站的运行效率与管理水平,推动电力行业向智能化、高效化稳步迈进。

## 3 支撑电气自动化技术应用的关键技术

### 3.1 传感器与检测技术

在电气自动化系统里,传感器作为获取电力系统运行信息的关键基础元件,发挥着不可替代的作用。在电力工程领域,多种类型的传感器得到了广泛应用,常见的有电流传感器、电压传感器、温度传感器以及压力传感器等。电流传感器可精准感知电路中的电流大小,电压传感器能实时监测电压的数值变化,温度传感器对设备运行温度进行细致捕捉,压力传感器则对相关压力参数进行精确测量。这些传感器具备将电力系统中的各类物理量,如电流、电压、温度等,高效转换为电信号的

强大能力,所转换的电信号作为原始数据,为后续的自动化控制提供了坚实可靠的信息支撑。随着科技的不断进步,智能传感器凭借其卓越的性能,应用范围日益扩大。它不仅拥有数据处理功能,还能进行自诊断,并具备通信能力,可显著提升数据采集的精度与可靠性,更好地适应复杂多变的电力环境监测需求。

### 3.2 自动控制与智能算法

自动控制技术堪称电气自动化的核心驱动力,涵盖经典控制理论与现代智能控制理论两大重要体系。经典控制理论中的PID控制,凭借其结构简洁、鲁棒性出众的显著优势,在电力设备的速度调控、温度调节等基础控制场景中占据主导地位,通过精确的比例、积分、微分运算,实现对被控对象的稳定控制。而现代智能控制理论中的模糊控制与神经网络控制,则展现出强大的适应性,尤其适用于具有非线性、不确定性特征的复杂电力系统。在电力系统稳定控制领域,它们能够实时感知系统运行状态的动态变化,并依据变化情况自适应地调整控制策略,有效提升控制效果。智能算法的深度应用,让电力系统的控制迈向了更加精准、灵活的新高度,能够从从容应对各种复杂多变的运行工况,为电力系统的安全稳定运行提供坚实保障。

### 3.3 通信与网络技术

通信与网络技术是电力系统中保障各类设备与控制系统间数据高效传输的关键基石。在电力工程领域,多种通信技术各展所长。光纤通信凭借其超高的传输速率和强大的抗干扰能力,成为变电站与调度中心之间大容量数据传输的首选方案,能够确保海量电力信息快速、稳定地传递,为电力系统的实时监控与精准调度提供有力支持。无线通信技术,如4G/5G,则凭借其灵活便捷的特性,广泛应用于配电网络、输电线路巡检等场景,实现数据的实时、动态传输,极大提升了电力运维的效率。在网络技术层面,工业以太网、现场总线等技术的深度应用,成功构建起电力自动化系统的通信网络架构。这一网络实现了设备之间的无缝互联互通与高效数据共享,使得电力系统的集中监控与科学调度成为可能,为电力系统的安全、稳定、经济运行奠定了坚实基础<sup>[3]</sup>。

### 3.4 监控与调度自动化系统

监控与调度自动化系统堪称电气自动化技术在电力工程领域应用的核心支撑平台,像能量管理系统(EMS)、配电管理系统(DMS)等均是其中的典型代表。EMS聚焦于电力系统的整体运行,承担着实时监控、负荷精准预测、科学发电计划制定以及高效电网调度等关键任务。它凭借强大的数据处理与分析能力,对

电力系统进行全方位优化,保障电力供应的可靠性与经济性。DMS 则将重点放在配电网的监控与管理上,具备配电网拓扑分析、负荷动态管理以及故障快速处理等实用功能。这些系统通过广泛整合各类数据资源,打造出直观、便捷的可视化操作界面。调度人员借此能够实时、全面地掌握电力系统的运行状态,在面对突发状况或复杂工况时,迅速做出科学合理的决策,从而确保电力系统始终处于安全、稳定、经济的运行状态,为电力行业的可持续发展提供坚实保障。

#### 4 电气自动化技术应用中的问题与发展策略

##### 4.1 存在的主要问题

在技术方面,部分电力系统中不同厂商的自动化设备与系统之间存在兼容性问题,导致数据共享与协同控制困难,形成“信息孤岛”;部分核心技术(如高精度传感器、先进控制算法)的自主化程度不足,依赖进口,存在技术安全风险。在应用方面,部分地区电力工程的自动化改造进度不均衡,偏远地区的自动化水平较低;自动化系统的维护与管理人才缺乏,影响了系统功能的充分发挥。此外,随着电力系统的智能化发展,网络安全问题日益凸显,自动化系统面临着黑客攻击、数据泄露等风险。

##### 4.2 发展策略

(1) 加强技术研发与自主创新,加大对高精度传感器、智能控制算法、通信芯片等核心技术的研发投入,提高技术自主化水平;鼓励企业与高校、科研机构合作,开展关键技术攻关,突破技术瓶颈;推动自动化技术与人工智能、大数据、区块链等新兴技术的融合,提升电力系统的智能化水平。(2) 推进系统整合与标准化建设,建立统一的电力自动化系统技术标准与数据接口规范,促进不同设备与系统之间的兼容与数据共享;加强电力系统的一体化整合,实现发电、输电、配电、用电各环节自动化系统的协同运行,提高电力系统的整体效率。(3) 加强人才培养与安全保障,建立健全电力自动化专业人才培养体系,通过高校教育、企业培训等方式,培养既掌握电气自动化技术又熟悉电力系统运行的复合型人才;加强电力自动化系统的网络安全防护,采

用加密技术、访问控制、入侵检测等措施,保障系统的安全稳定运行;定期开展网络安全演练,提高应对网络攻击的能力<sup>[4]</sup>。

##### 4.3 未来发展趋势

未来,电气自动化技术在电力工程中的应用将向更加智能化、集成化、绿色化的方向发展。智能化方面,人工智能、机器学习等技术将在电力系统的负荷预测、故障诊断、优化调度等方面发挥更大作用,实现电力系统的自主决策与自我修复;集成化方面,将构建涵盖发电、输电、配电、用电全环节的一体化智能电力系统,实现信息的全面共享与系统的协同优化;绿色化方面,自动化技术将更加注重与新能源的融合,提高新能源的利用效率,推动电力系统的低碳转型,助力“双碳”目标的实现。

##### 结束语

电气自动化技术在电力工程中的应用意义重大,既提升了生产效率、增强了系统安全性与可靠性,又促进了节能减排。其应用领域广泛,涵盖发电、输电配电、变电站等环节,且依赖传感器、自动控制、通信网络等关键技术支撑。然而,当前应用面临技术兼容、人才短缺、网络安全等问题。为此,需加强技术研发、推进系统整合、强化人才培养与安全保障。展望未来,电气自动化技术将朝着智能化、集成化、绿色化方向迈进,在人工智能等新兴技术助力下,构建一体化智能电力系统,推动电力行业低碳转型,为能源可持续发展与“双碳”目标实现贡献关键力量。

##### 参考文献

- [1]隋美红.电力系统运行中电气自动化技术的应用策略[J].智能建筑与智慧城市,2020,(6):49-50.
- [2]王云龙.电气自动化技术在智能建筑电气工程中的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2020(18):8-9.
- [3]向小平.电气自动化技术在电力系统中的应用[J].科技风,2021(07):193-194.
- [4]吴勇.自动化技术在电力工程中的应用[J].集成电路应用,2021,38(01):50-51.