

电力工程自动化技术的应用研究

皇甫道广

北京京能国际能源技术有限公司 北京 100043

摘要：电力工程自动化技术在现代电力系统中起着至关重要的作用。本文先是概述了电力自动化技术包含的系统调度自动化、变电站自动化以及配电网自动化等关键内容。接着详细阐述了其在发电、输电、配电各环节的具体应用情况，如发电环节的发电机组自动化控制与发电厂监控管理等。最后探讨了该技术应用带来的效益，涵盖提高运行效率、可靠性及安全性等多方面。旨在通过对其应用的全面研究，为进一步推动电力工程自动化技术更好发展提供参考。

关键词：电力工程；自动化技术；应用研究

引言：随着科技的飞速发展，电力行业正经历着深刻变革，电力工程自动化技术的应用日益广泛且深入。在当今社会，人们对电力供应的稳定性、高效性及安全性有着极高要求，传统电力运行模式面临诸多挑战。而电力工程自动化技术的出现，为解决这些问题提供了有效途径。它能够实现从发电到输电再到配电各环节更精准的控制、更高效的管理以及更可靠的运行，因此深入研究其在电力系统中的应用有着重要的现实意义。

1 电力自动化技术概述

1.1 系统调度自动化

系统调度自动化是电力自动化技术的核心组成部分。它借助先进的计算机技术、通信技术以及数据采集与监控系统（SCADA），对整个电力系统的运行状态进行实时监测与分析。通过整合来自各个发电厂、变电站和输电线路的大量数据，如电力负荷、电压、电流等信息，系统调度自动化能够迅速且准确地判断电力系统的运行工况。在此基础上，利用智能算法制定科学合理的调度策略，实现对电力资源的优化分配，确保电力系统在安全稳定的前提下，以最高效率运行，有效避免电力供需失衡、过载或欠载等问题的发生，提升电力系统的整体运行质量。

1.2 变电站自动化

变电站自动化是运用现代电子技术、通信技术、计算机技术等，对变电站的二次设备进行功能整合与优化。它实现了对变电站内各种电气设备的自动监控、测量、保护和控制功能。通过自动化系统，能够实时采集变压器、断路器、隔离开关等设备的运行参数，如油温、油压、开关位置等，并进行集中处理与分析。一旦检测到设备异常或故障，能迅速启动保护装置，隔离故障部分，防止事故扩大。同时，变电站自动化还具备远程操作功能，工作人员可在控制中心对变电站设备进行

远程监控与操作，大大提高了变电站的运行可靠性与管理效率，减少了人力成本与运维难度，保障了电力输送的稳定性与安全性^[1]。

1.3 配电网自动化

配电网自动化旨在提高配电网的供电质量、可靠性和运行效率。它利用智能传感器、通信网络和自动化控制设备，对配电网的各个环节进行全方位监控与管理。在配电网运行过程中，能够实时监测线路电压、电流、功率因数等参数，及时发现诸如漏电、短路、过载等故障，并快速定位故障点。通过自动化的故障隔离与恢复策略，在最短时间内将故障区域隔离，恢复非故障区域的供电，减少停电时间和范围。此外，配电网自动化还可以根据用户的用电需求和配电网的运行状况，进行智能的负荷调配与无功补偿，优化配电网的运行方式，提高电能质量，满足用户日益增长的用电需求，促进配电网的智能化发展。

2 电力工程自动化技术在电力系统中的应用

2.1 在发电环节中的应用

2.1.1 发电机组自动化控制

发电机组自动化控制借助先进的传感器与控制系统，实现对发电机组运行参数的精准监测与调控。例如，实时监测机组转速、温度、压力、水位等关键指标，通过自动化反馈机制，迅速调整燃料供给、进气量、冷却水量等操作，确保发电机组稳定运行于最佳工况。在机组启动与停止过程中，自动化系统能按预设程序有序执行，减少人工操作失误与设备磨损。同时，可依据电网负荷需求自动调整发电功率，提高能源利用效率，增强发电系统的灵活性与可靠性，适应复杂多变的电力市场需求与电网运行条件。

2.1.2 发电厂的监控与管理

发电厂的监控与管理通过集成化的监控平台，对厂

内各类设备及系统进行全面监控。该平台能够实时收集、处理和显示发电机组、锅炉、汽轮机、电气设备等的运行数据与状态信息，以直观的图表和报警提示协助工作人员及时发现异常。基于这些数据，可进行设备性能分析与故障预测，提前安排维护计划，降低设备故障率。此外，在资源管理方面，能够优化燃料调配、水资源利用及人员调度等，提高发电厂的整体运营效率，保障电力稳定供应，同时降低运营成本，提升发电厂在市场竞争中的竞争力与可持续发展能力^[2]。

2.2 在输电环节中的应用

2.2.1 输电线路的监测

输电线路的监测利用多种先进技术手段，对输电线路的运行状况进行全方位实时监控。通过安装在输电线路上的传感器，如温度传感器、张力传感器、舞动传感器等，能够精确测量线路的温度变化、导线张力、风偏及舞动情况等关键参数。这些数据经由无线通信网络传输至监控中心，一旦发现参数异常，系统可及时预警，提示运维人员可能存在的线路故障隐患，如导线过热、覆冰过载等。借助卫星定位和地理信息系统（GIS）技术，还能快速定位故障点，为及时抢修提供有力支持，有效保障输电线路的安全稳定运行，减少因线路故障导致的停电事故，提高输电可靠性。

2.2.2 变电站自动化

变电站自动化在输电环节有着极为关键的作用。它将变电站内的二次设备进行整合优化，实现对一次设备的全面监控与智能控制。自动化系统能实时采集变压器、断路器、互感器等设备的电气量与非电气量信息，如电压、电流、功率、油温、油压等，并对这些数据进行分析处理。当检测到设备故障或异常时，可迅速启动保护装置，准确切除故障设备，防止事故扩大。同时，通过远程通信功能，运维人员可在远方监控中心对变电站设备进行遥控、遥测、遥信和遥调操作，大大提高了变电站的运行管理效率，降低了运维成本，增强了输电网络的稳定性与可靠性，确保电能可在变电站环节的高效转换与传输。

2.3 在配电环节中的应用

2.3.1 配电自动化系统

配电自动化系统通过自动化技术与信息技术的融合，对配电网进行实时监控与控制。它借助智能开关、传感器等设备，收集线路电流、电压、功率等数据，迅速分析配电网的运行状态。一旦出现故障，能自动定位故障点，并隔离故障区域，快速恢复非故障区域供电，极大缩短停电时间。同时，可依据负荷变化情况，

自动优化配电网的运行方式，平衡各线路负荷，提高电能质量和供电可靠性，减少人工巡检与操作的工作量，增强配电网的运行效率与管理水平，为用户提供稳定、高质量的电力服务。

2.3.2 智能配电网的构建

智能配电网的构建是电力工程自动化在配电环节的重要发展方向。它以先进的通信网络为基础，将分布式能源资源、储能装置、智能电表等与传统配电网有机结合。通过智能控制系统，实现对分布式能源的有效管理与调度，使其能灵活接入配电网并参与电力平衡。智能电表可实时采集用户用电数据，为精准计费与需求侧管理提供依据。此外，构建的智能配电网具备自我诊断、自我修复与自适应能力，能应对各种复杂工况与故障情况，提高配电网的韧性与可持续性，推动电力行业向绿色、智能方向转型^[3]。

3 电力工程自动化技术应用的效益

3.1 提高运行效率

3.1.1 优化资源配置

电力工程自动化技术通过精准的数据采集与分析，实现对电力系统资源的优化配置。在发电环节，自动化系统可依据不同时段的电力需求预测，合理安排各发电机组的发电计划，使能源得到高效利用，避免了发电过剩或不足的情况。在输电过程中，能够实时监测输电线路的负载情况，智能调整电力流向，将电能优先输送至需求较大的区域，减少了电能传输过程中的损耗。对于配电环节，根据用户的用电规律和实时需求，自动分配电力，确保各区域的电力供应平衡稳定。这种全方位的资源优化配置，不仅提高了电力系统整体的能源利用效率，还降低了运营成本，促进了电力行业的可持续发展。

3.1.2 减少人工干预

电力工程自动化技术显著减少了人工干预。传统电力系统中，大量的操作与监控工作依赖人工完成，这不仅效率低下，而且容易出现人为失误。而自动化技术的应用，使许多重复性、规律性的任务由智能系统自动执行。例如，在变电站中，自动化设备能够自动完成设备的监测、数据记录与初步分析，当出现异常时可及时发出警报并采取相应保护措施，无需人工时刻紧盯。在配电环节，故障的定位与隔离、负荷的调配等工作都可由自动化系统快速准确地完成。减少人工干预一方面降低了人力成本，另一方面提高了操作的准确性与及时性，大大提升了电力系统运行的稳定性与可靠性，为电力供应的安全保障奠定了坚实基础。

3.2 提高可靠性

3.2.1 故障诊断与预警

电力工程自动化技术在故障诊断与预警方面发挥着关键作用。通过在电力系统各个环节部署大量高精度传感器,能够实时采集各类设备的运行数据,如电气参数、机械性能指标等。借助先进的数据分析算法和智能诊断模型,对这些数据进行深度挖掘与对比分析,从而精准地识别出潜在的故障隐患。例如,在变压器运行中,可通过监测油温、绕组温度、油中溶解气体等参数的微小变化,提前发现绝缘老化、局部放电等故障迹象。一旦检测到异常,系统会立即发出预警信号,并提供详细的故障位置和可能的故障原因信息。这使得运维人员能够在故障发生前采取针对性的预防措施,如安排设备检修、更换故障部件等,有效避免故障的发生或降低故障的严重程度,保障电力系统的可靠运行。

3.2.2 快速恢复供电

在电力系统发生故障后,电力工程自动化技术能够实现快速恢复供电。当故障发生时,自动化系统依靠其强大的故障定位功能,迅速确定故障点的精确位置。然后,通过智能控制开关设备,自动将故障区域隔离,防止故障范围进一步扩大。同时,系统会根据配电网的拓扑结构和实时运行状态,快速制定最优的恢复供电方案,优先恢复重要负荷区域的供电。例如,在城市配电网中,自动化系统可以在短时间内重新调整电力分配路径,将周边正常区域的电力转供至停电区域,最大限度地减少停电对用户的影响。这种快速恢复供电的能力,不仅提高了电力系统的可靠性,也增强了用户对电力供应的满意度,对于维护社会生产生活的正常秩序具有重要意义。

3.3 提高安全性

3.3.1 设备运行安全

电力工程自动化技术为设备运行安全提供了多方面保障。首先,自动化监控系统能够实时监测设备的各项运行参数,如电压、电流、温度、压力等,一旦参数超出正常范围,系统会立即发出警报并启动相应保护机制,防止设备因过载、过热等异常情况而损坏。例如,对于电力变压器,自动化系统可连续监测油温,当油温过高时自动启动冷却装置或降低负荷,避免绝缘老化引发事故。其次,通过自动化的定期巡检与维护提醒功

能,确保设备得到及时的保养与维护,延长设备使用寿命。再者,在设备出现故障时,自动化的故障隔离与诊断功能可迅速定位问题并隔离故障设备,防止故障蔓延至其他正常设备,从而保障整个电力系统设备的安全稳定运行,减少因设备故障导致的停电及安全事故风险。

3.3.2 人员安全保障

电力工程自动化技术在人员安全保障方面有着重要意义。在电力系统运行与维护过程中,自动化操作减少了人员直接接触高压设备的机会。例如,远程监控与遥控功能使工作人员能够在远离危险区域的控制室内对设备进行操作与调试,避免了在高压环境下作业可能遭遇的电击、电弧灼伤等危险。同时,自动化系统的故障预警与自动保护机制,在设备发生故障或异常时能及时响应,给现场人员留出足够的疏散与应对时间,降低了因突发故障引发的安全事故对人员造成伤害的可能性。此外,自动化技术还可用于制定安全操作规程与培训模拟,通过模拟各种危险场景,帮助工作人员更好地掌握安全知识与应对技能,进一步提升人员在电力工作环境中的安全保障水平^[4]。

结束语

随着电力工程自动化技术的不断发展与深入应用,其已成为推动电力行业高效、稳定、安全运行的关键力量。从发电到输电再到配电各环节,自动化技术的全方位渗透优化了资源配置、提升了运行效率与可靠性,极大保障了设备与人身安全。未来,随着科技的持续进步,电力工程自动化技术必将迎来更多创新与突破,在智能电网构建、新能源接入等方面发挥更为卓越的作用,为全球电力事业的可持续发展提供坚实的技术支撑,开启电力新时代的辉煌篇章。

参考文献

- [1]钱小军.浅谈电力系统调度自动化技术的应用及其发展[J].机电信息,2019(09):32-33.
- [2]王松.浅议电力工程中的电力自动化技术应用思考[J].科技与创新,2019(22):157-160.
- [3]黄洁鸣,陈宋绩,杨煜辉.电力工程中电力自动化技术的应用[J].山东工业技术,2019(08):125-126.
- [4]徐艳芳,陈静云.电力工程中的电力自动化技术应用[J].科技展望,2019(21):86-87.