电气工程自动化在电气工程中的应用

胡伟健

湖北星辰能源技术有限公司 湖北 武汉 430064

摘要：本文深入探讨了电气工程自动化在电气工程中的应用。详细分析了其在电气工程中展现出的应用优势，包括对电气系统的有效调控、保障系统安全可靠运行以及推动电气工程智能化发展等方面。同时，全面阐述了电气工程自动化在电网调度、远程监控、变电站自动化以及发电厂分散控制等多个关键领域的具体应用，旨在揭示电气工程自动化对于提升电气工程整体效能和促进电力行业发展的重要意义。

关键词：电气自动化；电气工程；应用

引言

随着科技的飞速发展，电气工程自动化技术在电气工程领域中的地位日益凸显。它融合了多种先进技术，对传统电气工程进行了革新与优化。通过自动化技术的应用，电气工程在运行效率、可靠性、安全性以及智能化水平等方面都取得了显著提升，有力地推动了电力行业的发展与进步。深入研究电气工程自动化在电气工程中的应用，对于充分发挥其优势，进一步提升电气工程的整体质量和效益具有重要意义。

1 电气工程及其自动化在电气工程中的应用优势

1.1 有效调控电气系统，提高管控效率

电气工程自动化技术能够对电气系统进行全方位、实时的监测与调控。借助先进的传感器和控制系统，可精准采集电气系统运行过程中的各类参数，如电压、电流、功率等。通过对这些参数的实时分析，能够迅速察觉系统运行中的异常情况，并及时采取相应的调控措施。自动化调控系统能够依据预设的程序和算法，快速、准确地调整电气设备的运行状态，确保电气系统始终处于最佳运行工况。这种高效的调控方式极大地减少了人工干预，降低了人为因素带来的误差和风险，显著提高了电气系统的管控效率。与传统的人工管控方式相比，电气工程自动化的调控速度更快，精度更高，能够更好地适应现代电气工程复杂多变的运行需求。

1.2 无需建立控制模块，保证系统安全、可靠运行

传统的电气控制系统往往需要构建大量复杂的控制模块来实现对系统的控制与管理。然而，这些控制模块的建立不仅增加了系统的成本和复杂性，还容易引入故障隐患。电气工程自动化技术采用了先进的分布式控制理念，无需建立专门的集中控制模块。各个电气设备和子系统通过网络相互连接，实现信息共享和协同工作。在这种模式下，每个设备都具备一定的自主控制能力，

能够根据自身的运行状态和接收到的指令进行相应的操作。当某个设备或子系统出现故障时，其他部分能够迅速感知并做出调整，避免故障的扩散，从而保证整个电气系统的安全、可靠运行。分布式控制架构还提高了系统的容错能力和可扩展性，即使部分设备出现问题，系统仍能维持基本的运行功能，并且便于对系统进行升级和扩展。

1.3 构建智能化生产管理体系，促进电气工程智能化发展

电气工程自动化技术为构建智能化生产管理体系提供了有力支撑。通过集成先进的信息技术、自动化技术和人工智能技术，能够实现对电气工程生产过程的全面智能化管理。在生产计划制定方面，可根据市场需求、设备状况和资源配置等因素，运用优化算法自动生成合理的生产计划^[1]。在生产过程监控中，利用实时数据采集和分析技术，对生产线上的各个环节进行动态监测，及时发现并解决生产过程中的问题。借助人工智能技术，还能够对设备的运行状态进行预测性维护，提前发现潜在故障，避免设备突发故障对生产造成影响。智能化生产管理体系的构建，使得电气工程的生产过程更加高效、精准、智能，有力地促进了电气工程向智能化方向发展，提升了整个电力行业的竞争力。

2 电气工程自动化在电气工程中的应用

2.1 电网调度中的应用

在电网调度的核心范畴内，电气工程自动化技术展现出不可或缺的关键效能。作为保障电网安全、稳定且经济运行的核心技术手段，电网调度自动化系统架构包含数据采集与传输、数据处理与分析、运行决策与控制等关键环节。

在数据采集阶段，大量智能传感器广泛分布于电网各节点，针对电网运行中的线路电压、电流、功率潮

流、频率等数据展开实时采集。这些传感器凭借高精度与高可靠性特性,可在复杂电磁环境下稳定运行,确保采集数据的准确性。采集到的数据借助高速通信网络,如光纤通信网络、无线通信网络等,快速传输至电网调度中心的数据处理服务器。

数据处理服务器依托先进的数据处理算法及软件平台,对海量实时数据实施清洗、整合与分析。运用数据挖掘技术提取反映电网运行状态的关键特征信息,并通过状态估计、潮流计算等算法,精准评估电网整体运行状态。基于对电网运行状态的精准把握,调度自动化系统依据预设优化策略,自动生成合理的电网运行调度方案。在调整电网运行方式时,系统依据负荷预测结果,合理规划发电设备出力,优化电网潮流分布,降低输电损耗,提升电力资源利用效率。在负荷高峰阶段,系统根据实时负荷增长情况,自动向发电厂发送增加发电出力的指令,确保满足用户用电需求。同时,通过对电网无功功率的实时监控与调控,控制电容器、电抗器等无功补偿设备的投切,维持电网电压稳定,提高电能质量。

一旦电网发生故障,调度自动化系统能够迅速响应。借助故障诊断算法,依据采集到的故障瞬间电气量变化特征,快速且准确地判定故障位置、类型及影响范围。在明确故障信息后,系统自动执行故障隔离操作,通过远程控制断路器跳闸,将故障设备从电网中隔离,防止故障蔓延。与此同时,系统根据预设恢复策略,自动生成电网恢复方案,为调度人员恢复电网正常运行提供指导^[2]。电网调度自动化系统还与电力市场交易系统深度融合。通过实时获取电力市场交易信息,如电价波动、发电权交易等,将电网运行调度与电力市场交易有机结合,实现电力资源的优化配置与电力市场的健康有序发展。

从技术层面深入剖析,电网调度自动化系统中的数据采集环节依赖传感器的高精度感知技术以及通信网络的高速可靠传输技术。智能传感器需具备抗电磁干扰能力,以确保在复杂电网环境下稳定采集数据;通信网络则需满足数据传输的实时性与准确性要求。在数据处理与分析环节,先进的数据处理算法和软件平台是核心。数据挖掘技术用于从海量数据中提取关键信息,状态估计和潮流计算算法基于电力系统模型,对电网运行状态进行精确模拟与评估。运行决策与控制环节中,优化策略的制定依托于对电力系统运行特性的深入理解以及对各类约束条件的综合考量,以实现电网运行的经济性与安全性。故障诊断算法则基于电气量变化的特征分析,利用数学模型和智能算法快速定位故障。与电力市场交

易系统的融合,涉及到不同系统间的数据交互与协同控制技术,以实现电力资源在市场机制下的最优配置。

2.2 远程监控技术的应用

远程监控技术依赖传感器、通信以及数据分析处理技术的协同运作。在电气设备与系统中,众多类型的传感器各司其职。温度传感器紧盯设备关键部位的温度波动,振动传感器捕捉设备振动幅度与频率变化,电流和电压传感器则专注采集电气参数。这些传感器将获取的物理量转化为电信号,借助信号调理电路完成放大、滤波等处理,使信号符合通信传输标准。通信模块宛如信息桥梁,负责将处理后的传感器数据传输至远程监控中心。通信方式丰富多样,有线通信中的以太网、RS-485等接口,在距离近且对数据传输稳定性要求高的场景中广泛应用;而4G、5G通信网络、Wi-Fi、蓝牙等无线通信技术,在远程、移动或布线艰难的情况下展现独特优势,确保数据高速、稳定传输,让远程监控中心实时掌握设备最新运行状态。在远程监控中心,功能强大的数据分析处理软件对大量设备数据进行实时剖析。运用数据可视化技术,将设备运行参数以直观图表、曲线呈现给运维人员,方便其快速了解设备状况。通过故障诊断算法深度挖掘数据,能及时察觉设备运行异常。以变压器监测为例,对油温、绕组温度、油中溶解气体成分等参数的实时分析,可提前预判过热、放电等故障隐患。一旦发现异常,系统即刻向运维人员发送预警,并提供详细故障诊断报告。在变电站、输电线路以及工业企业大型电气设备等多领域,远程监控技术均有广泛应用,有效保障了电气系统的稳定运行。

变电站自动化技术同样为电力系统带来变革。变电站作为电力系统关键枢纽,其运行管理水平关乎系统整体性能。变电站自动化系统融合计算机、通信、自动化以及电力电子等前沿技术,实现了变电站二次设备的数字化、智能化与网络化。在数据采集环节,通过安装在站内电气设备上的高精度、高可靠性传感器与智能终端,实时采集电压、电流、功率、电量等运行数据及设备状态信息,如断路器分合闸状态、隔离开关位置状态等。这些数据经站内通信网络,如工业以太网、现场总线传输至后台监控主机^[3]。在控制方面,运维人员可在监控室内通过监控主机操作界面远程操控断路器、隔离开关、电容器等设备,系统还能依据预设控制策略,如电压无功综合控制策略,自动调整电容器投切与变压器分接头位置,稳定母线电压,优化无功功率分布,降低电网损耗。在保护层面,先进的继电保护算法与装置运用差动保护、瓦斯保护等原理,快速、准确地保护变电站

设备,在故障发生时迅速切断故障设备电源。此外,该系统具备强大的故障诊断与事件记录功能,能根据故障前后电气量变化迅速判断故障原因与位置并生成报告,还详细记录站内各类事件,为后续故障分析、设备维护及运行管理提供关键依据,极大提升了变电站运行可靠性与效率,降低运维成本,推动电力系统整体优化升级。

2.4 在发电厂分散控制中的应用

DCS系统融合计算机、控制及通信技术,实现对发电厂生产过程的分散控制与集中管理,其系统架构涵盖现场控制站、通信网络,以及中央控制室的操作站与工程师站。

发电厂各关键生产环节,如锅炉、汽轮机、发电机等设备,均配置了对应的现场控制站。它作为DCS系统底层控制单元,承担着实时采集与控制设备运行参数的重任。在锅炉现场控制站,借助安装于锅炉本体及辅助设备的各类传感器,可实时获取蒸汽压力、温度、水位、炉膛负压、燃料量、风量等运行参数。这些传感器将物理量转化为电信号,传输至现场控制站的控制器。控制器依据预设控制策略与上级指令,对给煤机、风机挡板、调节阀等执行机构加以控制,精准调节锅炉燃烧过程与蒸汽参数。

汽轮机现场控制站同样借助传感器实时采集汽轮机的转速、负荷、轴振动、轴位移、油温、油压等运行参数。控制器根据这些参数以及电网频率、负荷指令等外部信号,对汽轮机的进汽调节阀、抽汽调节阀等执行机构进行控制,保障汽轮机稳定运行,满足发电负荷需求。发电机现场控制站主要负责采集发电机的电压、电流、功率、频率等电气参数,以及发电机的励磁电流、温度等运行状态信息,通过监测与控制这些参数,实现发电机的并网、解列及发电功率调节。

现场控制站采集的数据经高速、可靠的通信网络传输至中央控制室。通信网络多采用冗余设计,以确保数据传输稳定可靠。在中央控制室,运行人员通过操作站的监控计算机,对整个发电厂生产过程进行集中监控管理。操作站监控界面直观、友好,能展示发电厂各设备运行状态、实时参数及报警信息。运行人员可借此对现

场设备远程操作控制,调整运行参数、下达生产指令^[4]。工程师站则用于系统组态、编程、调试及维护等工作。工程师通过工程师站对DCS系统的控制策略、数据库、画面等进行修改优化,使系统契合发电厂不同工况运行需求。

DCS系统依据预设控制策略,自动调节设备运行状态,保障发电厂安全稳定运行。在锅炉燃烧控制中,DCS系统根据负荷变化与蒸汽参数反馈信息,自动调整燃料量、风量及燃烧器运行方式,实现高效燃烧,降低燃料消耗,提升锅炉热效率。在汽轮机转速控制方面,DCS系统根据电网频率变化及负荷指令调整,及时、准确调节汽轮机进汽量,维持转速稳定,确保发电机输出电能的频率与电压符合电网要求。DCS系统的应用大幅提升了发电厂生产自动化水平,增强系统可靠性与灵活性,减轻运行人员劳动强度,提高了发电厂的经济效益与社会效益,为电力行业稳定发展提供有力支持。

结束语

综上所述,电气工程自动化技术在电气工程中具有显著的应用优势,并在多个关键领域得到了广泛应用。它通过对电气系统的有效调控,提高了管控效率;无需建立复杂控制模块,保障了系统的安全可靠运行;构建智能化生产管理体系,推动了电气工程的智能化发展。在电网调度、远程监控、变电站自动化以及发电厂分散控制等方面,电气工程自动化技术都发挥了重要作用,极大地提升了电气工程的整体运行水平和效益。

参考文献

- [1]张哲焯.电气工程自动化技术在电气多功能机组中的应用[J].粘接,2021,46(5):128-132.
- [2]王泽宁.电气工程自动化技术在电力系统运行中的应用[J].电子测试,2021(1):115-117.
- [3]史栋元.智能化技术在电气工程自动化控制中的应用[J].电子测试,2021(2):116-118.
- [4]李国松,袁光辉.浅谈电气工程及其自动化技术在电力企业中的应用分析[J].内燃机与配件,2022(05):199-200.