

电力工程中电力自动化技术的应用

邹 旭

通联航天工业有限公司 贵州 遵义 563000

摘 要: 电力工程作为国家能源领域的关键部分,其稳定、高效运行对社会经济发展意义重大。本文围绕电力工程中电力自动化技术的应用展开研究。阐述了自动化技术在电力工程中应用的优势。介绍了数据采集与处理、智能控制、通信网络、继电保护和系统集成等关键技术。探讨了自动化技术在电力工程发电、输电、变电和配电环节的具体应用,如火力发电的分布式控制系统、输电线路智能监测、智能变电站自动化系统及配电网故障处理等,展现了电力自动化技术对电力工程发展的重要作用。

关键词: 电力工程;电力自动化技术;具体应用

引言: 随着科技飞速进步,电力自动化技术应运而生并不断发展。自动化技术凭借其独特优势,正逐渐改变传统电力工程的运作模式。从提升电力系统运行效率到保障供电质量,电力自动化技术展现出巨大的应用潜力。深入研究电力自动化技术在电力工程中的应用,有助于提高电力系统的整体性能,还能为电力行业的可持续发展提供有力支撑,成为当前电力领域的重要研究方向。

1 电力工程中自动化技术应用的优势

在电力工程领域,自动化技术的广泛应用为行业发展带来以下显著优势,有力推动了电力系统的高效、稳定运行。(1)大幅提升了电力系统的运行效率。传统电力系统运行依赖人工操作与监测,效率低,还容易出错。而自动化技术通过实时采集、处理电力系统各环节数据,能够快速分析电力负荷、设备状态等信息,并依据预设规则自动调节系统参数。在配电环节,自动化系统可根据实时用电需求,自动调整变压器分接头,优化电压水平,减少电能损耗,提高电能传输效率,使电力资源得到更合理配置。(2)有效保障了电力供应的可靠性与安全性。借助自动化监测系统,可对电力设备进行24小时不间断监测,及时发现设备潜在故障和异常运行状态。一旦检测到故障,自动化系统能够迅速定位故障点,并自动采取隔离故障区域等措施,防止故障范围扩大,缩短停电时间。自动化技术还可模拟各种故障场景,提前制定应对策略,增强电力系统抵御风险的能力,确保电力供应的稳定性,为社会生产生活提供可靠电力保障。(3)降低人力成本与运维难度。传统电力运维需要大量人力进行巡检、操作和维护,成本高且劳动强度大。自动化技术的应用减少了人工干预,许多操作和维护工作可由自动化设备和系统完成。自动化系统还能对设备运行数据进行分析,预测设备故障,实现预防

性维护,降低设备突发故障概率,延长设备使用寿命,减少维修成本和停机时间,显著提升运维管理的效率和质量。(4)推动电力系统智能化发展。随着信息技术的不断进步,自动化技术与大数据、人工智能等技术深度融合,使电力系统具备更强的智能决策和自适应能力^[1]。智能电网能够根据不同用户需求,实现个性化供电服务,提高用户用电体验。自动化技术助力电力系统更好地接入和消纳新能源,促进能源结构优化升级,推动电力行业向绿色、可持续方向发展。

2 电力工程中电力自动化关键技术

2.1 数据采集与处理技术

在电力系统中,分布着大量的传感器,如电压传感器、电流传感器、温度传感器等,这些传感器能够实时采集电力设备的运行参数,如电压、电流、功率、温度、湿度等信息。以变电站为例,通过安装各类传感器,可对变压器油温、绕组温度、开关触头温度等关键数据进行实时监测。采集到的数据经过信号调理、模数转换等预处理后,传输至数据处理中心。数据处理中心运用大数据分析、云计算等技术对海量数据进行深度挖掘和分析。通过建立数据模型,能够判断电力设备的运行状态,预测设备故障发生的可能性。通过对变压器油色谱数据的分析,可检测变压器内部是否存在局部过热、局部放电等故障。同时,利用数据处理技术还能对电力系统的负荷情况进行预测,为电力调度提供科学依据,实现电力资源的合理分配。

2.2 智能控制技术

智能控制技术是电力自动化的核心,其中最具代表性的是专家系统和神经网络控制。(1)专家系统。基于领域专家的知识和经验构建的智能系统,它能够模拟人类专家的思维方式,对电力系统的运行状态进行分析

和判断,并给出相应的控制策略。在电力系统发生故障时,专家系统可根据故障特征,快速诊断故障类型和故障位置,并提供故障处理方案。(2)神经网络控制。模仿生物神经网络的结构和工作原理,通过对大量样本数据的学习和训练,建立输入与输出之间的映射关系。在电力系统中,神经网络控制可用于电力负荷预测、电压控制、无功优化等方面。将历史负荷数据作为神经网络的输入,经过训练后,神经网络能够准确预测未来的电力负荷,为电力系统的调度和运行提供有力支持。模糊控制技术也在电力自动化中广泛应用,它能够处理模糊信息,对电力系统的复杂非线性问题进行有效控制。

2.3 通信网络技术

在电力自动化系统中,常用的通信技术包括以下光纤通信、无线通信和电力线载波通信。(1)光纤通信具有传输速率高、抗干扰能力强、传输距离远等优点,是电力系统中重要的通信方式。它主要用于变电站之间、变电站与调度中心之间的高速数据传输,能够确保电力系统实时数据的准确、快速传输。(2)无线通信技术则具有部署灵活、成本低等特点,在电力自动化的一些特定场景中得到应用,如偏远地区的电力设备监测、分布式电源接入等。常见的无线通信技术包括4G、5G、LoRa等。(3)电力线载波通信是利用电力线路作为传输介质进行数据传输的通信方式,它无需额外铺设通信线路,降低了通信成本,但存在传输速率较低、信号衰减较大等问题,常用于对通信速率要求不高的场合。

2.4 继电保护技术

继电保护技术能够在电力系统发生故障或异常运行状态时,迅速检测并切除故障设备,防止故障范围扩大。现代继电保护技术采用了微处理器和数字信号处理技术,实现了保护装置的智能化和数字化。微型继电保护装置具有精度高、可靠性强、功能丰富等优点,它能够根据电力系统的运行状态自动调整保护定值,提高保护的灵敏性和可靠性。继电保护技术还与通信技术相结合,形成了纵联保护等新型保护方式。纵联保护通过通信通道将线路两端的保护装置联系起来,能够快速、准确地判断故障位置,并实现全线速动保护。继电保护技术还在不断发展,如基于人工智能的继电保护算法,能够更好地适应电力系统复杂多变的运行环境,提高继电保护的性能和可靠性。

2.5 系统集成技术

系统集成技术将电力自动化系统中的各个子系统和设备进行有机整合,实现信息共享和协同工作。在电力工程中,涉及发电、输电、变电、配电等多个环节,每

个环节都有各自的自动化系统,如发电自动化系统、变电站自动化系统、配电自动化系统等。系统集成技术通过统一的通信协议和数据接口,将这些子系统连接起来,打破信息孤岛,实现电力系统的一体化运行和管理^[2]。系统集成技术还能够对电力自动化系统进行优化配置,提高系统的整体性能。通过对各个子系统的功能分析和整合,避免功能重复和资源浪费,实现电力系统的高效运行。

3 电力自动化技术在电力工程中的具体应用

3.1 在发电环节的应用

在火力发电领域,自动化控制系统覆盖锅炉、汽轮机、发电机等核心设备。通过分布式控制系统(DCS),系统可实时采集锅炉温度、压力、水位等参数,依据预设逻辑自动调节燃料供给量与风量,确保燃烧效率最大化。如当锅炉负荷变化时,自动化系统能快速响应,调整磨煤机转速与给煤机给煤量,使燃烧过程稳定,减少污染物排放。同时汽轮机的自动化调节系统根据电网频率和负荷需求,精准控制进汽量,保证发电机转速稳定,实现电能高效输出。

水力发电的自动化控制聚焦水轮机调速与水库调度。水轮机调速系统通过传感器实时监测水轮机转速、流量等数据,利用PID控制算法自动调节导水机构开度,确保水轮机在不同水位和负荷下保持最优运行状态。在水库调度方面,自动化系统整合流域降水、水位、库容等信息,结合天气预报与电力需求预测,优化水库蓄水与放水策略,实现水能资源的合理利用与防洪安全的平衡。

新能源发电场的自动化监测与控制是保障新能源稳定并网的关键。在风力发电场,每台风机都配备自动化监测系统,实时采集风速、风向、转速、功率等数据,通过中央控制系统调整风机桨距角与偏航系统,使风机始终处于最佳发电状态。系统还能对风机齿轮箱、发电机等关键部件进行状态监测,提前预警潜在故障。在太阳能光伏电站,自动化跟踪系统可根据太阳位置自动调整光伏板角度,提高光能利用率;逆变器的自动化控制则实现直流电到交流电的高效转换,并确保输出电能符合电网接入标准。

3.2 在输电环节的应用

智能电网输电线路监测系统利用传感器与通信技术,构建起全方位的监测网络。在线路沿线部署的电流、电压、温度传感器,实时采集线路运行参数,通过光纤或无线通信将数据传输至控制中心。当线路出现过载、短路等异常情况时,系统能迅速定位故障点,并将信息反馈给调度中心,以便及时采取措施。基于无人机巡检的自动化监测技术,通过搭载高清摄像头和红外热

像仪,定期对输电线路进行巡检,自动识别线路缺陷与周边隐患,提高巡检效率与准确性。

高压直流输电(HVDC)自动化控制技术通过换流站实现交直流电能转换与传输控制。在换流站中,自动化控制系统实时监测直流电压、电流、功率等参数,通过调节换流阀的触发角,精确控制直流输电功率的大小与方向。为防止直流系统故障对交流系统产生影响,自动化保护装置会在故障发生瞬间快速动作,隔离故障区域,保障电网安全稳定运行。

输电设备状态检修自动化依托在线监测与大数据分析技术实现。通过对变压器、断路器等关键设备的局部放电、油色谱、机械振动等数据的长期监测与分析,系统能够评估设备健康状态,预测设备故障发展趋势。当设备状态接近临界值时,自动化系统自动生成检修计划,改变传统定期检修模式,降低设备维护成本,提高设备可用率^[3]。

3.3 在变电环节的应用

智能变电站自动化系统以分层分布式结构为基础,由过程层、间隔层和站控层组成。过程层通过互感器、合并单元等设备采集一次设备的模拟量和开关量信息;间隔层的保护测控装置对采集数据进行处理,实现对变压器、断路器等设备的保护与控制;站控层则负责整个变电站的运行监视、操作控制与数据通信,通过自动化系统实现变电站的无人值守与远方控制。

变电设备自动化监测与诊断技术采用多种监测手段保障设备安全运行。对于变压器,通过油中溶解气体分析、局部放电监测、绕组变形检测等技术,实时掌握变压器内部运行状态;对于高压开关设备,利用机械特性监测、局部放电监测等技术,判断开关触头磨损、绝缘老化等问题。一旦监测到设备异常,自动化诊断系统结合历史数据与故障模型,分析故障原因与严重程度,并给出处理建议。

变电站综合自动化控制策略实现了站内设备的协同运行。在电压无功控制方面,自动化系统根据母线电压和无功功率情况,自动调节变压器分接头档位和电容器、电抗器的投切,维持电压稳定,降低网损。在倒闸操作中,自动化系统按照预设操作票流程,自动完成断

路器、隔离开关的分合闸操作,并对操作过程进行全程监护,防止误操作发生。

3.4 在配电环节的应用

配电网自动化系统具备数据采集、监控、故障处理等多种功能。通过安装在配电线路上的FTU(馈线终端单元)、DTU(配电终端单元)等设备,实时采集线路电流、电压、功率等信息,并上传至配电自动化主站。主站系统根据采集数据,对配电网运行状态进行实时监控,实现负荷分析、潮流计算等功能。

配电自动化故障定位与隔离技术能够快速恢复供电。当配电线路发生故障时,FTU检测到故障电流突变信号,并将信息上传至主站。主站通过故障定位算法,迅速确定故障区段,然后遥控分段开关分闸,隔离故障区域,并自动恢复非故障区域供电,将停电范围和时间降至最低。随着分布式电源的大量接入,配电自动化管理面临新挑战。自动化系统通过对分布式电源的实时监测与控制,实现其与配电网的协调运行。当分布式电源输出功率波动时,系统自动调整配电网运行方式,保障电压稳定与电能质量^[4]。自动化系统还能对分布式电源的发电数据进行统计分析,为能源管理提供依据。

结束语

电力自动化技术在电力工程中的应用已取得显著成效,在发电、输电、变电和配电等各个环节发挥着不可替代的作用。通过应用多种关键技术,电力自动化技术提升了电力系统的运行效率、可靠性和智能化水平,降低了人力成本与运维难度。随着电力行业的持续发展和新能源的大规模接入,电力自动化技术也面临新的挑战与机遇。

参考文献

- [1]包良玉. 电力工程中电力自动化技术的应用[J]. 今日自动化,2023(11):127-129.
- [2]杨海平,孙倬伟. 电力工程中电力自动化技术的应用[J]. 光源与照明,2024(12):204-206.
- [3]李欢,郭健羽. 电力工程中电力自动化技术的应用[J]. 南方农机,2019,50(22):155-156.
- [4]卢晓韬. 电力工程中电力自动化技术的应用[J]. 科学与信息化,2022(6):16-18.