

电气自动化技术在电力工程中的应用

任树辉

(山东坤厚电力科技有限公司, 山东 德州 253000)

摘要 随着我国对电能的需求不断增加, 电力工程建设越来越多。在电力系统的运行和管理中, 电气自动化技术发挥着日益重要的作用, 其是提高电力系统运行效率、可靠性的关键手段之一。通过自动化技术的应用, 电力系统能够实现更加智能化的监控、控制、管理, 以此来有效应对各种复杂的运行情况和挑战, 该技术为电力供应提供了坚实的技术支撑。本文分析了电气自动化及其在电力工程中应用的重要性, 探讨了电气自动化技术在电力系统运行中的具体应用, 以期为促进电力工程发展提供借鉴。

关键词 电气自动化技术; 电力系统; 智能配电网自动化技术; 智能线路设备; 变电站自动化技术

中图分类号: TM76

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.04.007

0 引言

电气自动化技术弥补了传统技术方式的不足, 凭借高效性、灵活性和高精度的优势广泛应用于电力工程, 不仅有助于全面提高生产效率, 而且能够降低工程事故风险, 缓解人力资源压力。电力工程基于提升电力系统运行安全水平的目标, 应当结合现场工作环境提高技术应用效率, 深入了解分析技术实际应用场景, 推动电力行业向着智能化、绿色化发展。

1 电气自动化及其在电力工程中应用的重要性

电气自动化是基于自动控制技术、电子技术和计算机技术等学科知识衍生的跨学科类别。电气自动化在电力工程中的应用可以实现自动化监控和管理电气系统及相关设备的目标。电气自动化具有自动化控制、检测诊断、搜集分析和处理相关数据、远程监控、信息共享和决策等优势, 其在电力工程中的应用包括实时收集和分析相关数据信息, 记录每次出现的问题, 建立数据库, 以便为后期系统和设备维护提供参考。电气自动化应用于电力工程的重要性主要表现在以下几个方面:

1. 提升电力工程系统和设备运行的安全性。电气自动化在电气工程中应用可以收集和汇总系统运行的相关参数, 便于技术人员全方位分析数据信息, 判断系统和设备的运行状态, 第一时间发现问题、解决问题, 通过这种方式提升系统和设备运行的安全性和稳定性。

2. 简化系统和设备的控制流程。电气自动化在电力工程中的应用实现了系统无控制模块运行, 仅凭智

能控制的方式就可完成各项任务。以往使用的自动化控制技术达不到脱离控制模块自行运行的效果, 要求技术人员考虑控制模块动态方程的难度及物体控制方式的设计合理性, 否则很难产生比较好的控制效果。如今, 电气自动化在电力工程中的应用有效解决了这一问题, 凭借智能控制可以提前发现问题, 第一时间采取措施进行处理。这在很大程度上减轻了技术人员的工作压力, 也简化了电力工程系统和设备的控制流程, 提升了自动控制准确性和系统稳定性。

3. 全面改善电力工程系统和设备运行状态的监控效果。电气自动化在电力工程技术中的应用实现了实时监控的效果。与一般的控制手段不同, 电气自动化无须投入很多人力物力, 也不容易受各方面因素的影响, 不仅可以提升电力工程系统和设备运行的监控水平, 还可以汇总各方面数据, 借助测试模型和智能化检测评估电力工程系统和设备的状态, 避免出现问题^[1]。

2 电气自动化技术在电力系统运行中的应用

2.1 远程监控和智能调度

远程监控和智能调度是电气自动化技术在电力系统运行中的重要应用领域。通过部署遍布电网各环节的在线监测设备, 并将海量运行数据实时传输至控制中心, 再结合先进的大数据分析技术以及先进的智能决策算法, 控制中心能够全方位感知电网的运行状态, 并根据电网实际情况自动优化调度, 以确保电力系统安全经济高效运行。在发电环节, 远程监测系统能够实时采集一些关键参数, 如锅炉、汽轮机、发电机等

设备的温度、压力、振动等，一旦发现异常情况，能及时预警，并调整运行方式。同时，控制中心根据电网负荷、能源约束等因素，可自动调度各电厂的出力方案，优化发电组合，实现经济环保的运行调度。另外，对于输电环节的远程监控和智能调度，主要体现在智能子站。智能子站集在线监测、保护控制、通信等多种功能于一体，能自动监测输电线路的温度、风偏等数据，及时发现潜在缺陷，并主动切除故障线路。与此同时，子站还可根据负荷潮流情况，自动调节换流变压器的无功补偿，然后优化线路无功功率分布，进而提高输电能力。此外，配电网领域更是广泛应用了自动化监控技术。环网柜、开关设备等均集成了遥测遥控终端，实现了对配电设备的远程集中监视和无人值守运行。对于配电自动化主站，可全面感知配电网的运行状态，然后，结合配电网分析模型和能源管理系统，自动优化无功调节、无功功率补偿等，实现配电网的自愈重构，最大程度地缩短供电中断时间。在用户方面，智能电表可全天候采集用户端负荷曲线数据，以及实时采集电能质量数据，进而为合理制定用户侧的需求响应计划奠定坚实的基础^[2]。

2.2 配电网自动化技术

配电主站系统是配电自动化系统的核心，负责数据采集、处理、分析存储以及控制命令下发。配电主站系统使用高级应用软件，如网络分析、负荷预测等。配电终端安装在配电网各关键节点，如开关站、环网柜等，采集现场数据并执行主站下发的控制命令。配电自动化系统的工作原理可概括为“数据采集—数据传输—数据分析与控制—命令下发与执行”，例如配电终端实时采集配电网运行数据，如电压、电流等，通过通信系统将数据上传到配电主站。配电主站对接收到的数据进行处理分析，根据分析结果下发相应控制命令，如合闸、分闸、调节变压器分接开关等。配电终端实时采集馈线电压、电流、有功功率等参数，帮助运行人员及时了解馈线运行情况。当馈线发生故障时，配电主站根据故障定位和隔离算法计算出需要操作的开关，下发遥控命令给相应配电终端，实现故障快速隔离和非故障区域恢复供电。配电终端实时检测馈线运行状态，一旦发现异常如电压骤降、电流突增等，则判断为发生故障。配电主站接收到故障信号后，根据配电终端上传数据和网络拓扑结构，利用故障定位算法确定故障点位置。确定故障点后，配电主站下

发遥控命令给相应配电终端，操作开关设备将故障区域隔离，防止故障扩大。配电主站还可以计算出最优恢复供电方案，下发遥控命令给非故障区域配电终端，实现快速恢复供电。

2.3 智能线路设备

电气自动化技术还改进了电力传输中的线路设备。智能断路器、绝缘子和电缆具备自动化控制功能，能够在电力系统中迅速断开或隔离故障设备，从而防止故障蔓延和最小化停电时间；还可以实时监测线路的状态，例如温度、湿度和振动，有助于预测设备的寿命和维护需求。通过减少故障和提高线路设备的可靠性，电气自动化技术为电力传输提供了更高的稳定性^[3]。

2.4 变电站自动化技术

变电站综合自动化系统采用分层分布式结构，具有较高的灵活性和可扩展性。系统由站控层、通信层和间隔层组成。站控层包括操作员工作站、工程师工作站等，负责变电站监控、管理控制。通信层采用高速以太网或现场总线技术，实时采集变电站内的各种设备运行参数，如电压、电流等，进行处理分析。通过工作站对变电站进行实时监控，远程控制设备运行。系统具有完善的保护功能，在设备出现故障时及时切断故障部分，保证系统安全运行。变电站综合自动化系统需要配置各种自动化设备实现上述功能，例如保护装置保护变压器、线路等设备，防止故障扩大。采集设备运行参数，执行控制命令。

2.5 安全保护与故障处理

在电力系统的运行中，安全保护与故障处理是确保系统可靠运转的关键环节。电气自动化技术在这一领域发挥着重要作用，实现了安全保护的智能化以及故障处理的自动化，进而极大地提高了电网的安全可靠性。在安全保护方面，以智能子站为代表的电气自动化保护系统，集成了遥测、遥控等多项功能，它可自动采集输电线路的电压、电流、温度等参数，一旦发现异常，智能算法能够快速判断故障类型，并及时做出相应的保护动作，切除故障部位，隔离事故，防止故障扩大。与传统保护装置相比，智能保护系统响应更迅速、动作更准确，可在瞬间完成人工判断和操作所需的复杂过程。电气化铁路、石化装置等重要负荷都配置了双重甚至三重安全保护系统，能够确保在关键时刻不受影响。这些安全保护系统通过冗余备份、自动切换等设计，具备极高的可靠性，以及非常大的

容错能力,是保障重要负荷安全运行的坚实屏障。快速恢复供电是配电自动化系统的另一大职责。遍布供电线路的环网柜、开关柜等终端均集成自动化功能,能自动切换备用电源。配电自动化主站则负责整体运行调配,智能分析故障位置和性质,自动制定切换路径和切换次序,使系统在最短时间内自愈重构,恢复正常供电。在重大故障无法自动处理时,电力调度自动化系统能够依据分析结果制定应急控制方案,如紧急启动备用电源、分路供电重要负荷等,以最大程度地缩小影响范围^[4]。

2.6 现场总线技术的应用

现场总线技术广泛应用于电力系统当中,已经成为不可或缺的重要组成部分,为电力工程的可持续发展提供了强大助力,也为电气自动化技术高效应用提供了保障。电气自动化技术在电力工程建设中趋于完善,为现场总线技术水平的提升创造了条件,成为提高电力工程建设质量的关键技术之一。传统电力工程技术应用模式容易产生多样化的问题,现场总线技术能够弥补传统技术的不足,并且提高解决电力问题的效率,是推动电力工程长远发展的关键要素。相关技术人员在工作实践中应当精准把控工程环境情况,制定更为完善的现场总线供电方案,在充分发挥各项技术功能的前提下科学监管设备状态,维护设备安全有效的运行条件。此外,技术人员应用现场总线技术,有利于动态化处理采集的数据信息,精准分析各项数据的漏洞和应用价值,提高数据分析与传输的质量效率,维修人员在后续工作中可以以数据分析结果为依据,提高设备控制的总体水平。现场总线技术在实际运用中可以控制电力工程的通信线路,优化其协调能力,从而降低单向传输问题发生的概率,高质量控制维护周期^[5]。

2.7 调度自动化技术

电力调度自动化系统集成数据采集、监视控制、安全分析等多种功能,远程采集电力系统实时数据,如电压、电流等,对数据进行实时监控,确保电力系统稳定运行。对采集到的数据进行实时分析,监测电力系统的安全状态,及时发现安全隐患。利用状态估计技术,对电力系统的运行状态进行评估。基于历史数据和电力市场需求,系统能进行负荷预测,为经济调度和发电计划提供依据。自动发电控制则根据电力需求和系统运行状态自动控制发电机出力,维持电力系统的稳定运行。自动发电控制是电力调度自动化系

统的重要功能,主要目标是维持电力系统频率稳定并控制联络线交换功率。AGC通过自动调节各发电机出力,满足电力系统实时负荷需求,保持系统频率在额定值附近。在大型互联电力系统中,AGC承担着维持各区间按计划要求交换功率的任务。经济调度控制在满足电力系统安全性约束的条件下,以最小成本实现电能供应。根据电力系统负荷预测和发电机运行特性,制定出最优发电计划,使发电成本最低。EDC与AGC配合使用,保证电力系统的稳定运行,实现经济运行目标^[6]。

3 结束语

随着时代的发展,电力工程的复杂性和功能性也会提升。因此,必须实现技术和系统的实时更新,更好地应用电气自动化的性能优势。在电气自动化支持下,电力工程组成系统和设备之间可以实现信息交换,在高效合作的基础上完成运行任务。从优化与推广电气自动化技术方面来看,电力工程需要以现代化、智能化发展为目标,在各个环节的工作中深化电气自动化技术的改良和普及,相关企业以及科学技术研发机构应当加大资金投入,加快技术更新速度,适应不断变化的工程建设需求,针对电气自动化领域,应当着眼于物联网、大数据、人工智能方面的研究,不断提升技术应用水平和创新能力,致力于构建完备的技术创新体系。电气自动化技术以高度智能化和自主性特征,为电力工程建设运行注入生机与活力,并且能够充分发挥传感器、数据收集与处理单元、控制系统的联动作用,实现高效化与可持续化运行目标,相关单位和人员应当通过分析技术应用前景,加大系统安全性研究力度,应对日益增长的电力需求。

参考文献:

- [1] 詹为军. 电气自动化控制技术在电气化铁路电力系统中的应用[J]. 运输经理世界,2024(03):157-159.
- [2] 包振兴,王苏亚. 电气自动化技术在电力系统中的应用[J]. 自动化应用,2023,64(S2):100-102.
- [3] 胡港国. 电气自动化技术在电力系统运行中的应用[J]. 自动化应用,2023,64(S2):125-127.
- [4] 同[2].
- [5] 同[3].
- [6] 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.