

电气自动化技术在电力工程中的应用探析

李雪峰, 田 坤

(陕西省电力有限公司子洲县供电分公司, 陕西 榆林 718400)

摘 要 本文阐述了电气自动化技术在电力工程发电、输电、变电、配电等环节的具体应用方式, 分析该技术在提高电力工程运行效率、增强电力系统稳定性及节省运维成本等方面的优势, 并且剖析其面临的技术标准不统一、网络安全风险和人才短缺等挑战, 然后对智能化、信息化、绿色化的未来发展趋势展开论述, 旨在为电力工程领域的技术发展与应用提供参考。

关键词 电气自动化技术; 电力工程; 火力发电; 水力发电; 智能变电站

中图分类号: TM76

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.01.014

0 引言

电气自动化技术的快速发展, 推动了电力工程开展水平的提升。现如今, 由于社会用电需求的不断增多, 电力系统的规模也明显扩大, 其复杂化特点日渐突出, 增大了电气自动化技术在电力工程中应用的难度, 制约着电气自动化技术的进一步发展和应用。因此, 研究电气自动化技术在电力工程中的应用, 探讨其发展趋势, 旨在使电力工程领域的技术能够取得进步, 切实维护社会供电状态的安全与稳定, 促进电力事业的稳步发展。

1 电气自动化技术在电力工程各环节的具体应用

1.1 电气自动化技术在发电环节的应用

1.1.1 电气自动化技术在火力发电中的应用

电气自动化技术在火力发电中发挥了关键作用, 对于提高发电效率、加快设备安全运行及减少能耗及污染来说是重中之重。以锅炉燃烧优化为例, 借助自动化技术可以准确控制燃烧过程, 通过传感器持续性监测炉膛内的温度、氧量及燃料和空气的流量等一系列重要参数, 同时传输到自动化控制系统。系统按照预设的算法和模型对数据进行处理, 以此调整燃料和空气的供给量, 使得燃料得到充分燃烧, 进一步增加整体的燃烧效率^[1]。例如: 采用现代化的燃烧优化算法能够根据各煤种和负荷需求来改进风煤配比, 让燃烧过程变得越来越稳定, 减少飞灰含碳量, 控制能源浪费等问题的出现, 使火力发电系统实现对能源的高水平利用。

1.1.2 电气自动化技术在水力发电中的应用

在水力发电中, 水轮机调速是水力发电自动化的一个重要环节。自动化调速系统可以按照电力系统的负荷变化以及水轮机的运行情况, 灵活改变水轮机导水机构的开度, 进一步完善水轮机的转速及其具体的输出功率。自动化调速系统采用现代化的控制算法, 如 PID 控制等, 再搭配高精度传感器以及执行机构, 对水轮机进行科学有效的控制。当电力系统负荷上升时, 调速系统增大导水机构的开度, 让大量的水流加快水轮机旋转, 增加水轮机转速以及输出功率; 当负荷减少时, 调速系统则减小导水机构的开度, 降低水轮机的转速和输出功率, 使得水轮机的转速一直保持在额定值上下, 确保电力系统频率没有较大起伏^[2]。

1.2 电气自动化技术在输电环节的应用

1.2.1 电网调度自动化

电网调度自动化系统由自动化系统、主站系统以及数据通信网络系统组建而成。其中, 自动化系统属于核心部分, 在发电厂、变电站等节点设置传感器、智能终端等设备, 不断采集电力系统运行的一系列数据并进行初步处理, 为后续的调度决策提供基础信息; 主站系统大多是在电网调度中心, 主要负责信息汇总、处理、决策制定和指令下发等工作, 其接收来自自动化系统采集的数据, 运用计算机技术以及算法模型对电力系统的运行情况展开分析, 预测运行趋势, 然后采取高效的调度方案和控制方法。

1.2.2 输电线路监测与维护自动化

现阶段, 输电线路规模正进一步扩大, 运行环境

作者简介: 李雪峰 (1998-), 男, 本科, 助理工程师, 研究方向: 电气工程。

也变得越来越复杂,利用传感器、无人机等技术对输电线路展开监测与自动化维护,是保障输电安全的关键措施。基于此,传感器技术发挥了关键作用,能够实现输电线路的监测,在输电线路上一系列的传感器,如温湿度传感器、振动传感器和应力传感器等,能够较为精准地掌握输电线路的实时运行状态,并了解环境参数等关键信息。其中,温度传感器主要是监测导线、接头处的温度变化情况,温度过高就表明线路过载或接触不良,发出预警信号提醒运维人员进行检查,防止温度过高造成线路破损;振动传感器则能够在输电线路出现振动状况时尽快感知,第一时间发现因风力、舞动等原因引起的振动,避免线路因长时间不断振动而疲劳损坏;应力传感器则是监测导线的受力情况,线路受到过大的拉力时快速发出警报,同时采取防护方法,以此保证线路实现稳定运行^[3]。

1.3 电气自动化技术在变电环节的应用

1.3.1 变电站自动化系统

变电站自动化系统由监控子系统、保护子系统、通信子系统等相关部分所构成,这些部分彼此协作,对变电站设备进行全方位的监管。以监控子系统为例,其在变电站内设置一系列的传感器以及智能终端,用来采集电气设备具体运行参数及设备的运行信息等,实现对相应数据信息的快速处理,并尽快将其呈现在监控界面当中,推进数据信息的直观获取,使运维人员时刻掌握变电站的运行情况。

1.3.2 智能变电站

智能变电站是在传统变电站自动化系统的前提下,融合了现代化的信息技术、通信技术、智能控制技术等。在智能变电站运行期间,一次设备智能化技术,如智能变压器、智能断路器等得到了有效应用,智能变压器通过内置的传感器和智能控制系统,可以测变压器的运行状态并基于此优化变压器的运行方式;智能断路器则拥有智能化的操作控制以及状态监测功能,可以按照电网的运行情况完成分合闸操作,并且监测断路器的触头磨损、机构状态等信息,对断路器展开预防性维护。

1.4 电气自动化技术在配电环节的应用

1.4.1 配电网自动化系统

配电网自动化系统由配电自动化主站、子站、终端设备及通信网络组成。其中,配电自动化主站是系统的核心,主要对整个配电网的运行进行监控、分析和决策,其接收来自子站和终端设备上传的配电网运行数据并进行综合处理。建立配电网的数学模型以及

运行分析算法,主站可以评估配电网的运行状态,预测负荷变化趋势,采取行之有效的调度计划以及控制方法;主站还具有人机交互功能,为运维人员带来一目了然的操作界面,使其可以对配电网进行监控和操作。子站是连接主站和终端设备的中间环节,对终端设备上传的数据进行汇总和初步处理,然后将处理后的数据上传到主站;子站还接收主站下达的控制指令并转发至终端设备,以此对配电网设备进行远程控制^[4]。

1.4.2 分布式能源接入与微电网技术

在新能源产业的蓬勃发展下,分布式能源如分布式光伏、分布式风电和小型燃气轮机得到了越来越多的应用,其接入配电网的规模进一步扩大,对配电网的自动化控制技术有着严格的要求。分布式能源具有分散布局、出力波动等特点,直接接入配电网会对电网的电压稳定、频率稳定及潮流分布造成一定影响,所以要借助电气自动化技术实现分布式能源的友好接入及管理。

在分布式能源接入配电网的自动化控制方面,核心技术包括分布式能源出力预测、接入点电压调节、潮流优化控制及故障穿越控制等。部署传感器和智能监测终端,采集分布式能源的出力数据、接入点的电压电流数据,还有配电网的运行工况数据,应用通信网络传输到配电网自动化主站系统。然后主站系统利用大数据分析和人工智能算法对分布式能源的出力进行短期和超短期预测,为配电网的调度运行提供依据。在分布式能源出力波动作用下,容易引发接入点电压波动问题,自动化控制系统通过协调控制分布式能源自身的调节装置和配电网中的无功补偿设备,实现接入点电压的实时调节,保证电压稳定在允许范围内。

2 电气自动化技术在电力工程应用中的优势

2.1 提高电力工程运行效率

在发电环节中,自动化控制系统可以按照电力负荷的实际变化情况,灵活调整发电设备的运行参数,如火力发电中的锅炉燃烧控制、汽轮机调速控制,水力发电中的水轮机导水机构开度调节,以及风力发电中的桨距角调节、功率控制等,保证发电设备一直处于最佳运行的状态下,增加整体的发电效率。

2.2 提高电力系统稳定性以及可靠性

多样化的传感器以及监测设备是电气自动化技术进行实时监测的前提条件。它们被大范围应用在电力系统的不同环节,可以持续性采集电力设备运行参数以及状态信息,如电压、电流、振动等。接着,数据借助通信网络快速传输到自动化控制系统中,为系统

分析、决策提供数据依据。自动化控制系统利用现代化的算法和模型,实现对采集数据信息的快速处理,当系统检测到电力设备的运行参数超出正常范围或出现异常状态时,能够及时预警,使运维人员获取关键信息,提高重视程度^[5]。

2.3 节省整体运维成本

在电气自动化技术的帮助下,还能够实现高水平运维管理,支持对电力设备的远程化监控与管理,实时掌握相应设备的运行状况以及参数,不用多次到现场亲自巡检,有效节省了人力成本的支出。应用自动化系统,运维人员能够在监控中心对电力设备进行远程操作和调节,如远程控制断路器的分合闸、变压器的分接头调节等,保证了工作效率,也降低了人为因素带来的安全风险。

3 电气自动化技术在电力工程中的发展趋势

3.1 智能化发展趋势

在电力系统故障诊断过程中,人工智能技术所具备的应用潜力是不容忽视的。以往的故障诊断方法往往是凭借人工经验以及阈值判断,无法应对复杂的电力系统故障情况。而人工智能技术,如神经网络、专家系统等能够深入研究电力系统运行期间产生的数据,同时建立一套完善的故障诊断模型。在监测到电力设备的一系列运行参数,如电压、电流和振动等,人工智能系统就可以马上判断出设备有没有出现故障问题并识别故障类型、位置。除此之外,在变压器故障诊断中,利用神经网络对变压器的油色谱数据、绕组温度以及局部放电等信息展开分析,可以在短时间之内找到变压器内部的隐藏故障隐患,满足故障的早期预警和精准诊断要求,最大限度地增强电力系统的可靠性。

3.2 信息化发展趋势

在电力数据存储环节,大数据技术为数以万计的电力数据提供了有效的存储处理方案。通常来说,电力系统在运行期间会产生庞大的数据,如发电、输电、变电和用电等环节的数据,不仅数据量大、数据类型多样,而且数据产生的速度也极为迅速。以往的数据存储手段已经满足不了电力数据存储的需求,而大数据技术采用分布式存储架构,如 Hadoop 分布式文件系统(HDFS)等,能够实现对数据的分散化储存,以此提高数据的高可靠性、高扩展性^[6]。不仅如此,大数据技术还支持存储结构化、半结构化和非结构化数据,满足电力系统中各个类型数据的存储需求。应用大数据技术,电力企业能够科学存储并管理电力数据,为后续阶段的数据分析、挖掘工作奠定了强有力的基础。

3.3 绿色化发展趋势

新能源发电,如太阳能、风水能以及生物质能等都有着清洁、可再生的优势,是未来能源发展的关键趋势。但是新能源发电往往有间歇性、波动性和随机性等缺陷,给电力系统实现平稳运行造成了极大挑战。例如:太阳能光伏发电会被光照强度、时间所干扰,风力发电受风速、风向的影响较大,导致新能源发电的输出功率不稳定,给电能质量、可靠性带来了负面影响,无法有效维护电力系统运行的良好状态。

储能技术是应对新能源发电不稳定现象的重要措施,可以在新能源发电过剩时储存一部分的电能,然后在发电不足或电力需求高峰时快速释放出电能,以此调节电力供需平衡、平滑新能源发电输出曲线。一般来说,当前应用较多的储能技术有电池储能、抽水蓄能以及压缩空气储能等,其中,电池储能响应速度快、安装十分方便,在新能源发电领域得到大范围应用。例如:锂离子电池储能系统能够快速充放电,平抑光伏发电和风力发电的功率波动;抽水蓄能则储能容量大、使用时间长,常用于大规模储能以及电网调峰。

4 结束语

随着科技的不断进步,电气自动化技术也紧随时代的发展脚步,推动了自身的转型升级。人工智能、大数据、云计算等一系列新兴技术将与电气自动化技术快速融合,促进电力系统智能化的提升,也能够有效提高系统的运行效率,助力电力系统的可持续发展。相信在各方的共同努力下,电气自动化技术能够持续发展,在电力工程中得到更高水平的应用,更好地维护供电良好状态,切实满足社会用电需求,为推动社会的发展提供关键支持。

参考文献:

- [1] 林辉辉. 电气自动化技术在电力设备节能管理中的创新应用[J]. 电力设备管理, 2025(20):265-267.
- [2] 王爱斌. 电气自动化技术在电力系统生产运行中的应用[J]. 光源与照明, 2025(08):242-244.
- [3] 臧传星, 王文清, 陈家辉. 电力工程中电气自动化技术的分析和应用[J]. 现代工业经济和信息化, 2025, 15(07): 127-129.
- [4] 闫洪起, 丁保贺. 电气自动化在电力工程技术中的应用[J]. 光源与照明, 2025(01):210-212.
- [5] 刘冰松. 电气自动化技术在电力工程建设中的运用探析[J]. 仪器仪表用户, 2025, 32(01):93-95, 98.
- [6] 胡娜, 仇培飞. 电气自动化技术在电力系统运行中的应用[J]. 自动化应用, 2024, 65(S2):29-31.