

论电力电气自动化在电气工程的应用

刘晓东

廉江市常晖电力有限公司 广东 湛江 524000

摘要：随着科技浪潮的汹涌推进，电气工程领域迎来了前所未有的发展契机与挑战。本文聚焦电力电气自动化在电气工程中的应用。先概述电力电气自动化，分析其包含的自动化控制、传感器、通信、计算机等关键技术；再阐述其在电网调度、发电厂监控、变电站运行、配电系统及电气设备故障诊断中的具体应用；最后总结其在提高生产效率、增强系统可靠性、降低人工成本、优化能源管理和提升智能化水平等方面的优势，为相关领域发展提供参考。

关键词：论电力电气；自动化；电气工程；应用

引言

在当前科技飞速发展的背景下，电气工程领域对高效、稳定的电力系统需求愈发强烈，电力电气自动化成为满足这一需求的关键。它融合多种先进技术，实现电力系统的自动化运作。如今，其在电气工程多个环节已广泛应用，有效改善了传统模式的诸多不足。本文将深入探究电力电气自动化的技术、应用及优势，为电气工程自动化发展提供理论支撑。

1 电力电气自动化概述

电力电气自动化是一门融合电力系统理论、自动化技术、信息技术等多学科知识的综合性技术体系，其核心是通过智能化手段实现电力生产、传输、分配及应用全流程的自动控制与管理。它以电力设备为基础，借助各类传感器、控制器和通信网络，构建起一套能够实时监测、动态调节、智能决策的自动化系统，打破了传统电力行业依赖人工操作的局限。从技术本质来看，电力电气自动化通过将电力系统的物理过程转化为可量化的数字信号，利用计算机算法进行数据分析与逻辑判断，进而驱动执行机构完成对电压、电流、功率等关键参数的精准调控。其覆盖范围贯穿电力系统的各个环节，既包括发电厂的机组启停、负荷分配，也涉及输电网络的潮流优化、变电站的倒闸操作，还涵盖用户端的用电监控与需求响应。在现代电力工业中，电力电气自动化不仅是提升系统运行效率的技术手段，更是保障电力供应安全性与稳定性的核心支撑。它通过实现数据的实时采集与共享，消除了信息孤岛，使电力系统具备自我感知、自我诊断、自我修复的能力，最终目标是构建一个高效、可靠、经济、环保的智能化电力网络，满足社会经济发展对电力的多元化需求^[1]。

2 电力电气自动化的关键技术

2.1 自动化控制技术

自动化控制技术是电力电气自动化的核心操作中枢，通过构建动态调节机制实现电力系统的自主运行。其核心原理是依据预设目标与实时反馈信息，自动调整设备运行状态，形成闭环控制回路。在电力生产中，它能根据系统负荷变化，自动调节发电机组的输出功率，维持电网供需平衡；在输电环节，可通过调节变压器分接头，稳定线路电压在合理范围。随着技术发展，控制方式从单一的线性控制向智能控制演进。传统的比例积分微分控制凭借简单可靠的特点，广泛应用于常规参数调节；模糊控制和神经网络控制则能应对复杂的非线性系统，在新能源并网、无功补偿等场景中发挥重要作用。

2.2 传感器技术

传感器技术是电力系统感知运行状态的基础，负责将各类物理量转化为可识别的电信号。在发电环节，它能监测设备的温度、振动等状态参数，及时捕捉异常变化；在输电线路中，可测量电流、电压等电气量，为保护装置提供判断依据；在配电网里，能采集用户用电信息，支撑负荷分析。现代传感器正朝着集成化、智能化方向发展，不仅能完成信号转换，还具备数据预处理功能。

2.3 通信技术

通信技术是电力系统各环节信息交互的纽带，确保数据能够快速、准确传输。在调度中心与发电厂、变电站之间，需要稳定的通信链路传递控制指令和运行数据；在变电站内部，设备间的通信支撑着自动化操作的协同完成；在配电侧，通信网络连接着用户与电网，为需求响应等功能提供保障。目前，通信方式呈现多元化发展，有线通信如工业以太网凭借高稳定性，适用于站内设备互联。无线通信如5G技术以其广覆盖、低时延的特点，在配电自动化、巡检机器人等场景中得到应用。电力线载波通信则利用现有电力线路传输数据，降低了

布线成本。

2.4 计算机技术

计算机技术为电力电气自动化提供了数据处理和逻辑决策的平台,是实现智能化的核心支撑。在电网调度中,计算机系统能对海量的运行数据进行分析,制定最优的发电计划和输电方案;在设备管理方面,可通过建立数据库,存储设备参数和维护记录,为状态检修提供依据;在仿真培训中,能模拟各类运行场景,提升操作人员的应急处理能力。软件系统是计算机技术应用的重要载体,监控与数据采集系统通过图形化界面,直观展示电力系统的运行状态。能量管理系统则利用算法模型,实现对电力潮流、负荷预测等的智能化分析。

3 电力电气自动化在电气工程中的具体应用

3.1 在电网调度中的应用

电力电气自动化在电网调度中实现了从传统人工调度向智能调度的转变。自动化调度系统通过遍布电网的传感器实时采集各节点的电压、电流、功率等数据,经中央处理平台分析后,动态优化电力潮流分布。系统能根据用电负荷的变化,自动调整各发电机组的出力,实现电力供需的精准平衡。当出现线路故障时,自动化系统可快速定位故障点并生成最优隔离方案,在短时间内完成负荷转移,减少停电范围和时长。此外,该系统还能整合气象、经济等多维度信息,提前制定调度计划,例如在用电高峰来临前,协调火电机组提高出力,保障电网稳定运行,提升了电网调度的效率和灵活性。

3.2 在发电厂监控中的应用

在发电厂监控中,电力电气自动化技术构建了全面的实时监控体系。通过在锅炉、汽轮机、发电机等关键设备上安装各类传感器,自动化系统可实时监测温度、压力、转速等运行参数,并将数据传输至中央监控平台。操作人员能在监控屏幕上直观掌握设备运行状态,当参数异常时,系统会自动发出报警并显示故障位置。同时,自动化系统可实现设备的自动调节,如根据蒸汽参数自动调整锅炉的给煤量和进风量,保证燃烧效率稳定。对于发电机组的启停过程,自动化系统能按预设程序逐步完成各项操作,减少人工干预,提高了发电厂运行的安全性和可靠性^[2]。

3.3 在变电站运行中的应用

电力电气自动化技术让变电站实现了无人值守和智能运行。自动化系统通过智能终端对断路器、隔离开关等设备进行远程控制,完成倒闸操作等任务,无需人员现场操作。在数据采集方面,系统实时收集变电站的电流、电压、功率因数等数据,经处理后生成各类运行报

表,为运行分析提供依据。当变电站出现故障时,自动化系统能迅速判断故障类型并自动采取措施,如自动跳闸隔离故障线路,防止故障扩散。此外,系统还具备设备状态评估功能,通过分析历史数据预测设备寿命,提前安排检修,保障变电站持续稳定运行,降低了运维成本和劳动强度。

3.4 在配电系统中的应用

在配电系统中,电力电气自动化技术提升了供电的可靠性和经济性。自动化系统可实时监测配电线路的负荷情况,当某一区域负荷过高时,自动调整配电网络结构,实现负荷均衡分配,避免线路过载。对于配电线路故障,系统能快速定位并自动隔离故障区段,同时将非故障区段切换至备用电源,缩短停电时间。在居民用电管理方面,自动化系统支持远程抄表和智能计费,不仅提高了抄表效率,还能根据用电时段差异实施分时电价,引导用户错峰用电。通过这些功能,配电系统的运行效率得到显著提升,更好地满足了用户的用电需求。

3.5 在电气设备故障诊断中的应用

电力电气自动化技术为电气设备故障诊断提供了高效精准的手段。自动化诊断系统通过传感器持续采集设备的振动、温度、绝缘电阻等特征参数,利用大数据分析技术对比正常运行参数模型,及时发现异常情况。对于电机、变压器等设备,系统能通过分析其运行时的频谱特性,判断内部绕组、铁芯等部件的故障隐患。当设备出现故障时,系统可明确故障类型、位置及严重程度,并给出维修建议,如指出变压器的局部放电故障位置和处理方案。这种智能化的诊断方式,改变了传统依赖人工经验的诊断模式,提高了故障诊断的准确性和及时性,为设备的维护保养提供了科学依据,减少了因故障导致的停机损失。

4 电力电气自动化在电气工程中应用的优势

4.1 提高生产效率

电力电气自动化技术借助智能化管控手段,让电气工程的生产效率得到显著提升。传统模式下,电气工程里设备的启停、参数调节等工作都要依靠人工完成,不仅反应迟缓,还容易因为人为操作失误打乱生产节奏。而自动化系统能够通过传感器实时收集设备运行数据,经中央控制系统分析后,自动发出操作指令,让设备实现精准配合。比如在电力调度时,自动化系统能依据电网负荷的变化,自动调节发电机组的出力;在电气设备制造过程中,自动化生产线可以实现零部件的连续加工、装配和检测,缩短工序之间的衔接时间。

4.2 增强系统可靠性

电力电气自动化技术凭借实时监测、智能诊断和自动容错等功能,让电气工程系统的可靠性得到明显增强。在传统方式中,电气系统的故障检测主要依靠人工巡检,不仅检测周期长,还常常会有漏检情况,容易使小故障发展成重大事故。自动化系统则通过分布在全网的智能传感器,对电压、电流、温度、绝缘状态等关键参数进行实时采集,一旦发现参数超出正常范围,会立刻发出报警并确定故障位置。同时,自动化系统具有自适应调节能力,当某一设备出现故障时,能够自动切换到备用设备或者调整运行模式,防止系统瘫痪。例如在变电站自动化系统中,若主变压器出现异常,系统能迅速启动备用变压器,保证供电不会中断。

4.3 降低人工成本

电力电气自动化技术通过减少人工参与、优化人力资源配置,有效降低了电气工程的人工成本。在传统的电气工程中,从设备监控、参数调节到故障检修,都需要大量人工投入,不仅劳动强度大,还要支付高额的薪酬和培训费用。自动化系统实现了大部分操作的无人化,比如在智能配电网中,远程监控平台可以同时管理众多配电节点,取代了传统的现场值守人员,减少了运维人员数量。对于高压设备检修、地下电缆维护等高危作业场景,自动化系统可以借助机器人、无人机等智能设备完成操作,避免人工进入危险区域,既降低了安全事故发生的可能性,又节省了额外的安全防护费用。而且,自动化系统的标准化操作降低了对高技术工种的需求,普通运维人员经过简单培训就能上岗,减少了人力培训方面的支出。

4.4 优化能源管理

电力电气自动化技术通过对能源生产、传输和消耗过程的精准控制,实现了能源管理的最优化。在发电环节,自动化系统能够根据火电、风电、光伏等不同能源类型的特点,灵活调整发电计划:当风电、光伏出力不稳定时,自动增加火电出力进行补充,提高能源的综合利用效率。在输电和配电环节,自动化系统通过实时监测线路损耗、负荷分布等数据,智能优化电网结构,减少输电过程中的线路损耗;针对工业用户用电的高峰和低谷时段,自动调节供电电压和频率,实现错峰用电,

提高电网的负荷率。在能源消耗端,自动化系统可以对工业设备、建筑电器的能耗数据进行细致分析,找出高耗能环节并提出节能方案,例如在钢铁企业中,通过自动化调控电机转速、加热温度等参数,能够降低单位产品的能耗。

4.5 提升智能化水平

电力电气自动化技术推动电气工程从传统的人工控制向智能化、数字化转变,显著提高了系统的整体智能化水平。在数据处理方面,自动化系统整合了物联网、大数据和人工智能技术,能够对大量的电气参数数据进行深入分析,比如通过机器学习算法对设备运行曲线进行分析,提前预测潜在故障,实现从“被动维修”到“主动预警”的转变。在决策支持上,自动化系统可以根据电网负荷、气象条件、能源价格等多方面信息,自动制定出最优的运行方案,例如在新能源并网时,智能决策系统能快速确定最佳接入点和接入容量,减少人工决策的主观性和滞后性。在远程管控方面,基于5G和云计算的自动化平台,允许运维人员通过手机、电脑等终端远程操作设备,实现跨区域、跨层级的集中管理,像国家电网的智能调度中心,就可以对全国范围内的变电站进行统一调控,提高响应速度^[3]。

结束语

综上所述,电力电气自动化在电气工程的电网调度、发电厂监控、变电站运行等多领域的应用,显著提升了系统效率、可靠性与智能化水平。它不仅革新了传统运作模式,更成为推动电气工程高质量发展的核心动力。随着技术不断进步,其应用将更深入广泛,为构建更稳定、高效、智能的电力系统奠定坚实基础,助力能源领域持续突破与升级。

参考文献

- [1]马银洁.基于电气工程中电气自动化应用研究[J].电子制作,2021,15(2):318-319.
- [2]彭利.电气自动化在电气工程中的应用分析[J].工程建设与设计,2022(16):46~47
- [3]王善彪,林宏英,余庆军.电气自动化在电气工程中的应用研究[J].江西建材,2022(07):213-214.