

## 自动化技术在电气工程中的应用探析

邹奕超

国网福建省电力有限公司泰宁县供电公司, 福建 三明 354400

[摘要]文中全面研究了自动化技术对于电气工程的应用发展情况以及目前所使用的自动化技术及其核心技术支持。首先介绍了自动化技术的基础理论知识,在此基础上对电气工程的发展状况以及对其所需要的自动化水平进行研究。然后着重从发电与输配电,电气设备控制,建筑电气,工业生产四个方面来分析自动化技术的应用方面。研究结果表明电气自动化的技术是提高电力系统的安全性、可靠性、经济性和绿色化的重要保障,以大数据、人工智能、物联网、边缘计算等新技术为基础的相关技术创新正在改变着电气工程发展的新趋势。基于人工智能、大数据、物联网、边缘计算和数字孪生所构成的智能信息技术,为电气工程自动化控制系统的革新开辟了新的方向,还介绍了信息收集环节,数据传输过程、数据处理方面的一些重要核心技术对于实现自动化系统支持的意义所在,希望能够给电气工程自动化转型一些借鉴意义。

[关键词]自动化技术;电气工程;智能控制

DOI: 10.33142/hst.v9i4.19595

中图分类号: TP2

文献标识码: A

### Exploration on the Application of Automation Technology in Electrical Engineering

ZOU Yichao

Taining County Power Supply Company of State Grid Fujian Electric Power Co., Ltd., Sanming, Fujian, 354400, China

**Abstract:** This article comprehensively studies the application and development of automation technology in electrical engineering, as well as the current automation technology and its core technical support. Firstly, the basic theoretical knowledge of automation technology was introduced, and based on this, the development status of electrical engineering and the required level of automation were studied. Then focus on analyzing the application of automation technology from four aspects: power generation and transmission, electrical equipment control, building electrical, and industrial production. The research results show that the technology of electrical automation is an important guarantee to improve the security, reliability, economy and greening of the power system. Relevant technological innovations based on new technologies such as big data, artificial intelligence, Internet of Things, edge computing are changing the new trend of the development of electrical engineering. The intelligent information technology based on artificial intelligence, big data, the Internet of Things, edge computing and digital twins has opened up a new direction for the innovation of electrical engineering automation control system. It also introduces the information collection link, data transmission process, and some important core technologies in data processing for the realization of automation system support, hoping to give some reference to the transformation of electrical engineering automation.

**Keywords:** automation technology; electrical engineering; intelligent control

#### 引言

电气自动化技术和电气工程技术的相互融合促使传统的供电系统向着信息化、智能化大跨步前进。伴随着用电负荷不断增加以及越来越多清洁能源接入电网,电网上网电压等级不断提高,对传统电气工程运维提出了反应迟缓、智能化程度低、节能效果差等问题,在此情况下,如何通过应用自动化技术提高电气设备的运行效率、保障电网的安全稳定可靠运行成为行业内最关心的问题之一。现

如今电气自动化的应用已经不仅局限于单个设备的操控,而是上升到了整个系统的调度层面,以前的人工巡视转变为了智能监测,事后修理变成了预防性维护。电气自动化技术的发展对电力系统的改进起到良好的促进作用,PLC自动控制系统以其稳定可靠、便于编程以及适用范围广等特点被广泛应用于电力系统的各个方面。因此,在这样的基础上对自动化技术应用于电气工程的应用情况及核心技术进行总结,有利于加速行业的智能化进程有着重要的

意义。本文首先对自动化技术的基本原理进行了研究,在此基础上对电气工程领域的发展现状以及自动化的需求做了具体解析,详细介绍了自动化技术在电力系统四个方面的应用,最后对主要核心技术的作用做了深入剖析,希望对电气工程自动化技术的发展起到一定的借鉴作用。

### 1 自动化技术理论基础

自动化技术是跨领域的一种综合性很强的应用十分广泛的技术,在无人参与的情况下利用控制系统让机械设备或者系统以及生产线能够按照预定方式自主运转。从内涵上讲,自动化包含了信息获取、传输及处理、判断、控制等一系列流程构成一个封闭式回路控制系统。自动化技术的发展是由传统的经典控制发展到现代的智能控制的过程。上世纪中期用经典的 PID 控制为代表的经典控制学派确立了自动化的理论框架;上世纪末随着计算机的出现使自动化进入了数字化控制阶段。随着人类社会进入 21 世纪以后,人工智能大数据以及物联网等新技术的不断融合应用使得传统的自动化向着智能化的方向迅猛前进,在此过程中自动化技术具有以下几方面的特征:高度自动化可以大幅度提高工作效率及系统的反应时间;准确性可以通过闭环控制来达到精确调控的效果;稳定性可以降低由于人为错误造成的风险隐患;集成功能可以做到多个系统联合作业;电气工程是应用自动化技术最广泛的一个行业,它可以对整个发电、输电、变电、配电、用电流程进行全面监测并进行有效的调配管理,从而使电力网的运行效果得到了极大程度上的改善。

### 2 电气工程发展现状及自动化需求

#### 2.1 电气工程的发展现状分析

电力工程是以电能的生产 and 输送、转换与应用以及各种电力设备的技术为基础的研究领域,包括发电、输电、变电、配电、用电五个方面。我国正处在由高速增长转向高质量发展的电气工程转型期,具备以下几个特点:电网规模不断扩大,特高压输电技术国际第一流;新能源装机迅速增长,清洁能源接入电网比重逐步上升;智能电网发

展突飞猛进,配电网自动化、用电智能化程度越来越高。但是同时面临的问题也越来越严峻:电网架构越来越复杂,调度管理愈发困难;新能源具有不稳定、不稳定的特性使系统更加脆弱;用户端多样化需求日益突出。这些变化对电气工程的控制能力和管理水平提出了更高标准。

#### 2.2 传统电气工程存在的主要问题

传统的电气运维模式有着较大的弊端,在控制手段方面大多使用的是人工操控以及就地控制的方式来完成的,反应迟缓,不能满足复杂的工况要求;对于设备维护来说,实行的是周期性的维修制度,不能提前预知到设备可能发生的问题而导致的非计划性的停电,而各个系统之间各自为政,互相之间的联系十分薄弱,联系起来需要耗费大量的时间和精力;在调度安排上,更多地是根据值班员的经验来进行处理问题,缺少科学的数据分析来作为参考依据,很难做到统筹规划。

#### 2.3 引入自动化技术的必要性与价值

针对传统方式存在的弊端,应用自动化技术对电气行业发展来说是不得不为之的举措,就技术角度讲,应用自动化技术可以对电气系统进行实时监控及处理、智能化分析、自动操控等,解决了迟缓反应、粗放式管理的问题;从经济效益方面来说,采用自动化技术能节约维护费用、避免非计划性的停机造成的损失、延长其寿命;由人手监护到设备自我监管,运维机制的升级转变已经成为行业的共同认识;从安全方面来讲,利用自动化系统代替工人进入高压区域或危险环境操作,大大减少了运维人员的安全隐患。

### 3 自动化技术在电气工程中的具体应用

#### 3.1 发电与输配电环节的自动化应用

发供电及输电配电属于电力系统的主要组成部分。其中以自动化技术的应用最发达、最多,在发电方面,AGC、AVC 技术自动对发电机的功率进行调整并对电网电压进行精确调整;输电配电网中,变电站综合自动化技术使检测、调控、通讯三位一体。

表 1 发电与输配电环节自动化应用概览

应用领域	主要自动化技术	核心功能	应用效果
发电环节	自动发电控制 (AGC)	机组出力自动调节	提高频率控制精度
发电环节	自动电压控制 (AVC)	无功功率智能管理	优化电压合格率
发电环节	机组协调控制系统	锅炉-汽机协同控制	提升机组响应速度
输配电环节	变电站综合自动化	保护、监控、通信一体化	实现无人值守
输配电环节	配电自动化系统	故障自动定位与隔离	缩短停电时间
输配电环节	调度自动化系统	电网运行智能调度	提高供电可靠性

以大数据、AI、IOT、边缘计算为代表的新一代信息技术的应用正在改变着电力行业的生产方式,智能化升级改造当中,智能巡检机器人系统根据不同的现场环境特性进行设计,在750kV户外变电站安装了轮式机器人,采用四轮八驱底盘并配置3D激光雷达,可以在-40℃~60℃范围内自动行驶,利用双目高速摄像机、红外成像传感器对所辖设备进行温度在线检测,测温误差小于0.5℃。在变电站内设置一个集成监测平台,应用光声光谱技术感应呼吸,在线监测变压器绝缘油中的溶解气体变化情况的同时,结合了声音、红外热像及铁心、夹件接地电流等多种类型的传感器信号,形成全方位的体检方案。

### 3.2 电气设备与系统的自动化控制

电气设备自动控制是系统智能化的前提条件。PLC(可编程控制器)是工业控制系统的重要设备,在电力工程中的使用非常普遍,PLC自动控制具有稳定性强,编程便捷,灵活性好等特点,适用于电力系统各个层面,促进了电力系统的电气自动化的进程,在电动机的控制上,采用变频调速技术可以实现对电动机转速的准确控制并且节能,在开关设备上,智能型断路器有远程操作、自我检测、提前预警的功能。基于深度学习的人工智能的故障预测模型对设备的状态进行监控起着很大的作用。使用CNN-LSTM融合型模型等人工智能算法可以应用于变压器故障预警的研究;基于深度强化学习的配电网自愈体系的研发。设备层自动化系统搭建实现了电气设备由一个单纯的执行工具转变为一个具有感知、思考、推理功能的智能化设备,为整体系统的最优化控制提供基础。

### 3.3 建筑电气领域的自动化应用

建筑物电气自动化也是当前建筑物智能化的一个重要方面,楼宇自动控制系统(BAS)对建筑物内的电能、照明、空调、通风、供水与排水等一系列设备进行全自动化的管理和调度以合理调配能源资源,提高能源利用率。智慧型照明系统采用传感器和控制器结合技术,依据人的走动情况、自然光强度以及使用的实际需要来控制灯光强度的变化及其开闭程度,大大节约了能耗;安防及火灾报警系统是维护建筑物安全的最后一道屏障。智慧型安防系统集合了视频监控、门禁控制、入侵警报等多种子系统于一体,并由一个整合式监控中心来进行协调工作,一旦发现异常及时发出警告信息提醒相关人员处理。消防自动化系统对烟气、温度等环境指标进行实时监控,当出现火灾警报后可以自动触发报警、联动消防设施以及疏散指示设备等功能。多种自动化的配合使用使建筑物更加宜居安全

的同时,大大节约了能源及运营费用。

### 3.4 工业生产中的电气自动化应用

工厂制造是电气自动化的典型应用场景,在生产控制中,PLC加DCS(集散控制系统)结合在一起可以集中控制整个生产工艺和分布式控制各个部分,从而提高生产效率以及产品质量的一致性。工业机器人成熟的应用使得焊接、组装、刷漆、搬运等一系列动作实现了机械化操作,减少了工人在高危环境下的工作强度,同时也减轻了工人的身体负担。远端监控及数据采集系统(SCADA)是工业自动化中的核心平台,SCADA系统通过远程控制取代了人进入高危场所进行检修或者操作,减少了维护人员遭受电击的风险高达90%以上。智能巡检机器人建立全方位的立体化智能巡检体系,彻底变革传统运维方式,在生产管控上,MES系统及ERP系统有机结合,破除了由生产工艺计划到实施控制的信息壁垒,做到对生产工序的精准控制。

## 4 自动化应用的关键技术支撑

### 4.1 信息采集与传感检测技术

信息采集为自动化的系统的感知层面,它的真实性及即时性影响到整个控制的效果。传感技术就是把各种物理量(如电压、电流、温度、压力、振动等)转变为电信号供系统使用的基础数据<sup>[1]</sup>。在电气工程智能化过程中,传感器检测技术起到了极其重要的作用。依靠高频次、多指标的数据采集来给系统做出判断提供可靠依据。结合声纹监测、红外热成像、铁芯与夹件接地电流等多种传感数据形成全方位立体式的感知网络体系。目前智能传感器的发展方向是集成化、网络化和智能化,一个传感器可以同时测出多种变量,而且具有自我校正、自我补偿能力,增强了数据采集的准确性及可靠性。

### 4.2 数据传输与网络通信技术

通讯技术作为衔接自动化系统的各部分之间的信息纽带。工业以太网由于传输速度快、实时性强、易扩展等特点,在工业自动化行业成为主要的通信方式之一。物联网的应用让设备间互相联系,给电气自动化系统提供全方位的信息获取能力。使用专网传输及边缘计算技术,达到巡检数据即时上传并结合AI分析的目的<sup>[2]</sup>。在电力行业中,5G通信技术的应用极大改善了数据传输速率以及稳定性,为其远程操控以及视频巡视等业务提供超低时延的支持。通讯网络采取层次结构方式,现场层通过现场总线将传感器和执行机构连在一起,控制层通过工业以太网把PLC和DCS连接起来,管理层面依靠企业的局域网进行

数据汇总和计算分析等。

#### 4.3 数据处理与智能算法技术

数据是自动控制系统智能的核心资本,伴随着传感器的数量越来越多以及采样的频率越来越快,电力系统的产生数据是呈几何倍数增长,怎样获取大量的数据中有用的信息,成了数据处理技术面临的问题<sup>[3]</sup>;对于大数据的研究,提出了应用 LSTM-CNN 结合的方法建立电力负荷预测系统,设计出一种运用张量分解及动模态分解对电网稳定性的评估方法。智能算法是进行数据分析以及决策优化的重要手段,人工智能技术的应用给电气工程及其自动化控制系统的创新发展带来了新的机遇,在故障检测、健康监视、预知性修理、电力调度以及系统集成等方面起到了很大的作用。基于深度学习的故障预警模型大大提升了变压器故障预警的准确性,智能化配电站的控制方式减少了尖峰低谷负荷差值,综合电能利用率也大幅度上升。在算法上不断地更新来完善运行模式,让设备具有自学习的能力可以做到从经验和数据相结合的方式转变为以数据为主导进行分析决策。

#### 5 结语

自动化技术和电气工程相互融合,使得电力系统向着智能化、高效率、稳定的趋势不断迈进。本文基于对自动化技术的研究,在此基础上对电气工程的发展情况以及对自动化的需求进行了解,并对自动化技术应用于发电输配电、电气装置控制、建筑工程电气化、工业企业等方面的具体实例进行了论述,在信息获取、信息传送、信息处理

三个方面论证了关键技术的支持力度。结论指出,自动化技术应用于电气工程已经由点及面的发展模式,由人为主导变为机器自主。在发电与输配电过程中, AGC, AVC 等智能控制系统以及无人值守变电站的建立使电力系统的运行更加安全可靠;对于设备控制来说, PLC、智能化保护装置以及基于 AI 的故障预测模型让设备管理由被动运维变为超前防护,在建筑及工业领域中, BAS 与 SCADA 系统使电能管理更加合理化,生产工艺控制更加精准。随着人工智能、大数据、边缘计算等新技术的不断融合,电气工程自动化正向着更高层次的智能化迈进,数字孪生技术使电气系统可以做到对整个生命周期的仿真及优化;边缘计算与云计算相结合提高系统的即时响应能力;多个智能体协调工作实现对分布式能源的良好调节。相信在未来自动化将继续助力电气工程的发展,成为打造一个可靠、清洁、高效的一流能源系统的最强大引擎。

#### [参考文献]

- [1]李松林,李明.电气工程自动化控制现状及智能化技术的有效应用分析[J].中国设备工程,2025(22):28-30.
- [2]许静,陈鹏,梁丹,等.数智技术在电气自动化中的应用及创新[J].装备制造技术,2024(09):126-130.
- [3]刘新安.电气自动化技术在电力系统中的应用[J].电子元器件与信息技术,2025,9(01):244-246.

作者简介:邹奕超(1999—),男,毕业于西安科技大学电气工程及其自动化专业,现就职于国网福建省电力有限公司泰宁县供电公司。