

电力工程中电气自动化技术实践应用研究

曾威

广州致新电力工程技术有限公司，广东 广州 510000

DOI:10.61369/EPTSM.2026040015

摘 要： 文章从技术特性出发，梳理了当前电力工程发展面临的几个主要问题。行业起步偏晚，技术积累相对薄弱。整体环境比较复杂，实施难度有所增加。管理体制还不够完善。这些因素共同制约了自动化技术的深入推广。文章随后重点讨论了自动化技术在变电站监控、电网调控、发电厂控制以及调度管理等关键环节的具体应用方案。相关讨论可为后续技术研发和工程实践提供一定参考。

关 键 词： 电力工程；电气自动化技术；应用

Research on the Practical Application of Electrical Automation Technology in Power Engineering

Zeng Wei

Guangzhou Zhixin Power Engineering Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract： Starting from the technical characteristics, this paper outlines several major challenges confronting the current development of power engineering. The industry started relatively late, and technological accumulation remains relatively weak. The overall environment is complex, increasing the difficulty of implementation. Additionally, the management system is not yet perfect. These factors collectively constrain the in-depth promotion of automation technology. Subsequently, the paper focuses on discussing specific application schemes of automation technology in key areas such as substation monitoring, power grid regulation, power plant control, and dispatch management. The relevant discussions can provide certain references for subsequent technological research and development and engineering practices.

Keywords： power engineering; electrical automation technology; application

引言

用电负荷持续增长，新能源并网规模不断扩大，传统电力运行模式面临新的挑战。系统响应速度和调控能力有待进一步提升。在此形势下，电气自动化技术逐步应用于发电、输电、变电、配电及调度等各个环节。该技术可控性较好，数据处理能力较强，系统集成也较为灵活，成为电力工程智能化转型的重要推动力量。但受限于行业发展起步较晚以及管理体制存在一定惯性，我国电力自动化技术在实际应用中仍面临较多困难，技术优势尚未得到充分发挥。

一、电力系统运行中运用电气自动化技术的优点

（一）高可控性

多重挑战之下，电气自动化技术因其良好的可控性能，成为保障现代电网安全高效运行的重要支撑。实际工程中，该技术的优势较为突出。分散的二次设备和控制系统被整合起来，形成统一的管理体系。调度人员可远程操作变电站内的断路器、隔离开关以及无功补偿装置，实现精准投切。现场人员的工作负担因此减轻，设备动作的准确性和及时性也得到提高。

自动化系统能够结合负荷预测与电网潮流分布，适时调整运行模式，保障电能质量符合相关标准。在日常运维过程中，系统自动记录设备操作频次与运行状态变化，为后期工况分析和设备

维护留存基础资料。电气自动化技术有效提升了电网调度的整体管控水平，既能帮助电力系统应对复杂运行工况与突发故障，也能持续促进供电服务质量的改善与提高。

（二）维护方便

电气自动化技术在设备运维工作中优势突出。电网系统出现运行异常时，自动化设备可依托自身诊断机制，快速识别故障特征并发出预警信号，同时精准定位故障点位。该模式大幅缩短故障排查耗时，便于运维人员及时到场处置，有效遏制事故进一步蔓延，降低停电范围与停电时长带来的不良影响。

自动化系统具备较强的数据处理性能，可为设备运维工作提供便利。依托计算机运行平台，系统能够不间断采集并保存设备运行状态、动作时序及环境参数等各类信息。运维人员通过梳理

分析相关数据，可提前排查绝缘老化、机械卡涩等各类隐性隐患。传统被动抢修模式由此转变为事前主动防护模式。通过比对设备历史操作频次与动作时长，能够判断机械机构是否出现磨损倾向。依托数据支撑开展检修工作，不仅提升了检修工作的针对性与整体效率，也为设备全生命周期管理提供参考，进一步夯实了电力系统安全稳定运行的基础^[1]。

（三）提高运转效率

电气自动化技术对发电、输电、配电等环节进行精准调控，有助于提升电力供应的稳定性和供电质量，减少电压波动或频率偏移带来的损耗。自动化系统根据实时负荷变化动态调整设备工作状态，使电力资源在需求和供给之间实现较好匹配。运行管理更加精细之后，线路和设备的无功损耗与空载损耗都会下降，不必要的能源浪费也相应减少。整个电力传输的能效水平由此得到改善。

从企业运营角度看，运转效率的提升还体现在管理流程优化和劳动生产率提高上。自动化技术替代了大量人工巡检和现场操作，把运维人员从繁重重复的劳动中解放出来，让他们可以专注于更有技术含量的分析决策工作。

二、电力工程中所存在的问题

（一）电力工程起步相对较晚

当前我国很多产业发展势头较快，但与部分发达国家相比，整体经济实力和核心技术储备仍有差距。电力工程中的电气自动化分支，这种差距更加明显。我国工业化进程启动较晚，电力系统自动化建设周期也相应滞后，技术积累和工程经验不及那些电力发展历史悠久的工业国家。起步晚导致基础薄弱，关键设备和控制软件仍依赖进口，这直接限制了电力自动化技术的自主创新能力。从当前用电需求看，现有电气自动化技术在应对复杂工况时逐渐显得力不从心，难以满足行业发展的多样化需求。同时，市场经济体制还在完善中，相关配套机制尚未完全理顺，这也增加了技术推广的难度。

（二）整体环境相对复杂

当前市场竞争激烈，电力工程及自动化领域面临更高要求。相关技术既要为经营主体创造经济收益，也要体现公共服务属性，在保障能源普惠和社会稳定运行方面发挥作用。

但理想与现实之间存在差距。行业内部的一些规范标准更新滞后，跟不上技术迭代的速度。执行环节也存在模糊地带和规则漏洞。监管约束未能全面覆盖所有业务节点。

这些问题导致电力工程在推进中常出现标准化程度不足、建设质量参差不齐等情况。一个清晰且有约束力的行业指标体系尚未真正形成。各环节缺乏统一的参照依据，从而增加了工程实施的复杂性和不确定性。电力企业在实际建设中往往需要自行摸索，进一步放大了技术推广的难度^[2]。

（三）管理体制不完善

电力工程是近年来快速发展的一个领域，但配套的管理知识体系没有同步更新。实际运作中仍大量沿用传统思路，缺乏对先

进管理理念和成功经验的有效吸纳。这导致行业内部管理人才素质参差不齐，一线管理岗位上存在专业功底薄弱、学历背景不足的人员。这部分从业者难以驾驭复杂的技术问题，在统筹协调、流程管控等方面也显得力不从心，不适应现代电力工程精细化运作的要求。

与此相对，每年虽有具备理论知识的年轻毕业生加入管理队伍，但他们刚入场时普遍经验不足，对现场情况的判断多依赖书本知识，短时间内难以将所学转化为有效的管理能力。这种新老交替中的知识与经验断层，在全国多数地区的电力工程发展中已成为常见问题。一些企业尝试通过师徒结对和轮岗培训来缓解这一矛盾，但效果仍不理想，管理体制的完善还需要较长时间

三、电力自动化技术在电力工程中的运用

（一）电力自动化技术在变电组织中的应用

在机械变电站的整体运行架构中，依托发电厂的基础发电模式，能够将各类一次能源集中转换为标准化的电能输出。鉴于变电站本身具备结构复杂、节点众多的特点，其另一项核心职能是对输送而来的电力进行科学分配，确保电流沿预设路径准确送达各条馈线。构成变电站的基础设备种类繁多，主要包括实现电压等级转换的变压器、执行电路通断的断路器、承载电流汇流的母线、改善功率因数的电容器以及完成信号转换的互感器等诸多单元。针对变电站控制难度大、操作风险高的现实情况，自动化技术的引入带来了显著改观。变电站内部充斥着高压强电流环境，即便配置了常规接触式防护手段，人员在现场作业时依然面临潜在威胁。同时，人工操控模式下难免出现动作偏差或精度不足的问题，极易诱发设备误动或安全事故。通过部署在服务器端的数据比对功能，自动化平台可将实时采集的电压、电流、温度等数值与预设阈值进行综合研判，从而在监控端即可完成对设备状态的精准掌控。这种依托自动化技术的管控模式，有效减轻了运维人员的现场负担，推动变电运行向智能化方向稳步迈进^[3]。

（二）电力自动化技术在电网中的应用

规模化的电网电力系统需集中一些自动化监管去进一步实现大数据高精度的传输，在一些精细化的监控过程中去解除一些实际的故障。在机械化的属性传输中，针对一系列监测的需求，在技术高精度比对过程中实现技术的重要性作用。一些电力自动化技术可在整体性的电网中减少时间与空间的配置，在远程数据的控制端实现问题的有效解决。一些系统内部的多元控制端口技术在电网技术运行领域主要有三方面的集中体现。

在一些电力自动化技术的预测控制端口必须实现状况重现，在一些电网的基本情况中去进一步降低故障发生率，在多元化端口采用先进方式进一步实现故障预判及协议化处理；其次，一些电动多元的自动化分析技术必须保证技术机制过载需要，在多元智能分析领域进一步控制峰值运行，可以通过技术电流的统一控制实现持续多样的保护。在需要统一充电的过程中必须防止一些设备电流过大造成的损坏，降低电力工程的维修维护相关性质的频率，进一步的提升家庭的用电质量，可满足家庭多阶段的配置电需求，在多元的

阶段实现经济效益的提升；最后，在电网系统的发展过程中，一些技术阶段的要求可在故障发生时提供帮助^[4]。

（三）电力自动化技术在基础发电厂的应用

发电厂是电力能源的生产源头，一旦停机中断，会对区域经济造成较大冲击。

在发电环节，自动化管理主要依赖各类传感技术。传感器实时感知炉膛温度、燃料存量、设备振动等关键指标。系统据此判断燃料补给时机和维护保养节点，确保燃烧过程处于最优状态。

自动化系统替代了人工巡检和重复操作。现场人员的劳动强度因此降低，参数调整的精确度也有所提高。发电厂获得更长周期、更稳定安全的运行保障。

发电机组并网时，多个电站之间需要协调配合。自动化技术通过网络化连接和智能控制，记录并网瞬间的相位、频率及电压数据。这有助于多个电源点实现平滑接入和功率平衡。不同电站的并网条件存在差异，自动化系统可根据预设逻辑做出调整，从而减少人工干预。

多电站协同运行时，自动化平台可集中调控跨区域的电流分布。该平台利用技术精度优势，替代人工完成复杂且风险较高的操作指令。整个发电体系因此实现更高水平的智能化运行，稳定性与可靠性得到增强。现场人员主要负责监控系统状态，无需频繁进入高风险区域作业。作业安全性随之提升，劳动条件也有所改善。此外，自动化平台还能根据实时电流变化自动调整调节策略，进一步降低人为操作失误的可能。

（四）电力自动化技术在调度管理中的应用

电力调度维持电网平衡运行，负责协调发电、输电、配电各部分的工作。传统调度模式中，值班人员依靠电话沟通和经验判断来分配负荷、下达指令。这种模式响应速度较慢，遇到复杂情况容易出现信息滞后或决策失误。

电力自动化技术引入后，调度管理出现显著变化。调度中心利用能量管理系统和数据采集与监控平台，实时获取全网各节点的运行参数，包括发电出力、线路负载、母线电压及频率波动等。自动化系统对上述数据进行整理和可视化展示，帮助调度人

员快速掌握电网的整体运行状态。相比传统方式，信息获取更及时，调度响应也更准确。

系统在实际运行中持续监测各线路的电流和电压。当某条线路接近载流极限，或某个区域出现电压越限，内置预警机制会立即发出告警信号。同时，系统推送相应的调整建议，为调度决策提供数据支持。调度人员不必时刻紧盯大量仪表，可以更专注于判断和处理异常情况。

负荷预测和发电计划编制方面，自动化技术也有应用。系统分析历史负荷数据、气象条件和特殊事件。高温天气或节假日期间，用电需求会出现明显波动。系统据此预判未来时段的用电需求，并优化机组的启停时间和出力曲线。根据预判结果提前调整发电安排，可以减少能源浪费，提高电网运行的经济性。

这种基于数据的调度方式，提高了发电资源的利用效率。它能够减少因供需失衡导致的弃风弃光或拉闸限电现象。以风电为例，当预测到夜间风力较大时，系统可以提前安排火电机组降负荷，为风电让出空间。这样一来，清洁能源得到更充分利用。

自动化调度模式能够有效降低调度人员的工作负担。工作人员无需频繁电话沟通与手动登记各类数据，只需依托监控屏幕实时掌握系统运行情况，可将更多精力投入工况分析与调度决策。电力自动化技术的应用，使电网调度管理更加精细高效，同时也具备了更强的预判能力^[5]。

四、结束语

电力行业存在发展起步较晚、作业环境复杂、管理模式相对滞后等现实短板，针对上述现存问题，可从多维度完善优化方案。技术维度可搭建智能监控与数据校核体系，动态监测电力设备运行情况，及时排查潜在故障风险。运行环节依托自动化技术完善负荷预估与发电排布方案，维系电力供给与用电需求的动态适配。管理环节整合信息化资源强化调度统筹能力，弱化人工主观判断造成的决策误差。

参考文献

- [1] 孙新鑫,王金峰,刘海青. 智能电网电力工程中电气自动化安装技术的应用与创新 [J]. 消费电子, 2026(2): 26-28.
- [2] 朱宗晖,魏育才. 电气工程及自动化技术在电力系统中的应用分析 [J]. 消费电子, 2025(7): 149-151.
- [3] 李政浩, 乔旭东, 刘杰. 电力电子技术在电气工程自动化中的创新应用 [J]. 全面腐蚀控制, 2025, 39(8): 57-59.
- [4] 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(7): 127-129.
- [5] 运广超. 电气自动化技术在电力工程中的应用探究 [C]// 新技术与新方法学术研讨会论文集. 2024: 1-4.