

基于电气工程自动化技术的供配电节能控制方法

罗伟明

国家电投集团贵州金元威宁能源股份有限公司，贵州 贵阳 550000

摘要：随着全球能源危机的日益凸显与环境保护意识的普遍增强，能源的高效利用成为社会发展的重要议题。在这一背景下，供配电系统的节能控制成为了电气工程领域的研究热点。电气工程自动化技术，作为推动电力系统智能化、高效化转型的关键力量，为供配电系统的节能管理开辟了新的路径。本文旨在探讨基于电气工程自动化技术的供配电节能控制方法，分析其在实时监控、智能调节、优化管理等方面的应用价值，强调其在提升能效、降低损耗、促进绿色可持续发展方面的积极作用。

关键词：电气工程；自动化技术；供配电；节能控制

Energy Saving Control Method For Power Supply And Distribution Based On Electrical Engineering Automation Technology

Luo Weiming

State Power Investment Group Guizhou Jinyuan Weining Energy Co., Ltd., Guiyang, Guizhou 550000

Abstract : With the increasingly prominent global energy crisis and the general strengthening of environmental protection awareness, the efficient utilization of energy has become an important issue in social development. In this context, energy-saving control of power supply and distribution systems has become a research hotspot in the field of electrical engineering. Electrical engineering automation technology, as a key force in promoting the intelligent and efficient transformation of power systems, has opened up new paths for energy-saving management of power supply and distribution systems. This article aims to explore energy-saving control methods for power supply and distribution based on electrical engineering automation technology, analyze their application value in real-time monitoring, intelligent regulation, and optimized management, and emphasize their positive role in improving energy efficiency, reducing losses, and promoting green and sustainable development.

Keywords : electrical engineering; automation technology; power supply and distribution; energy saving control

引言：

在电气工程自动化技术支持下，供配电系统不再是孤立的电力输送网络，而是转变为一个集感知、分析、决策、执行于一体的智能生态系统^[1]。通过集成传感器网络、大数据分析、云计算以及先进的控制算法，系统能够实时监测并响应电网的各种变化，精准控制电能的分配与使用，从而最大限度地减少能源浪费，提升整体的能源利用效率。

一、电气工程自动化在供配电节能控制中的应用优势

(一) 实时监控与数据分析

实时监控与数据分析是电气工程自动化在供配电节能控制中的基石。借助现代传感器技术和智能计量设备，系统能够不间断地收集电流、电压、功率因数及能耗等关键参数，形成一个全面而精细的数据网络。这些数据通过物联网技术被传送到中央管理系统，实现远程监控与即时警报功能^[2]。一旦检测到异常情况，

如过载、电压波动或效率下降，系统可立即通知运维人员，便于快速响应并采取措施，避免潜在的故障和损失。数据分析在此过程中发挥着至关重要的作用。通过对历史数据的深度挖掘与机器学习算法的应用，可以识别出能源消耗的模式、趋势及异常点，从而揭示出节能的潜在空间^[3]。例如，通过聚类分析识别出高能耗时段或设备，或利用预测模型提前预估未来的能耗需求。这些分析结果为制定精确的节能策略提供了科学依据，比如调整运行时间、优化设备配置或引入更高效的供电方案，最终实现供配电系

统的整体能效提升。

(二) 智能负载管理和优化运行

智能负载管理是电气工程自动化技术的另一大亮点，它有效解决了传统供配电系统中负荷不均与波动大的问题。通过集成先进的控制算法和人工智能技术，系统能够实现对各类负载的精准预测与动态调度^[4]。首先，基于历史数据和外部环境变量（如天气预报、节假日等），负荷预测模型能够较为准确地预测未来负荷变化，这为高效规划供电资源提供了先决条件。在此基础上，智能调度算法可根据预测结果，自动调整不同时间段的供电策略，如动态分配负载至效率更高的变压器或线路，避免过载现象，同时确保电力供应的稳定性和可靠性。此外，通过优化运行策略，如实施需量管理、谐波抑制和无功补偿等技术，进一步减少电能损失，提高电能质量，从而达到节能减排的目的。

二、电气工程自动化及供配电系统构成

(一) 中央控制设备

中央控制设备作为电气工程自动化的指挥中枢，其重要性不言而喻。它集成计算机技术、通信技术和控制理论，实现了对供配电系统全方位、多层次的监控与管理。具体来说，中央控制设备通过复杂的算法和软件系统，收集并整合来自现场控制设备和传感器的大量数据，包括但不限于电流、电压、功率因数、设备状态等，经过高级的数据处理与分析，能够实时评估系统性能，识别潜在问题，如设备过热、负载不平衡等，并迅速做出响应。中央控制设备依据预设的控制策略和算法模型，自动调节各部分的运行参数，优化资源配置，以达到节能降耗的目标^[5]。例如，通过智能负载调度，将非紧急或低优先级的负载转移到电力成本更低的时间段，或是利用峰谷电价机制，平衡电网负荷，减少峰值时段的压力。此外，中央控制设备还能对历史数据进行深度分析，为长期的系统升级、设备维护和能效提升提供科学依据，是实现供配电系统自动化、智能化和绿色化转型的关键支撑。

(二) 现场控制设备

现场控制设备位于供配电系统的最前线，直接与各类电力设备相连，负责执行中央控制设备下达的操作指令，是实现供配电系统自动化操作的基础单元。它主要包括可编程逻辑控制器（PLC）、远程终端单元（RTU）、智能断路器、传感器等组件，这些设备通过硬接线或无线通信方式与中央控制系统相连，形成闭环控制回路^[6]。现场控制设备不仅需要精确、快速地响应中央控制设备的指令，还要具备强大的数据采集与初步处理能力，持续监测现场设备的运行状态和环境参数，如温度、湿度、振动等，确保信息的实时性和准确性。为了应对复杂多变的现场环境，现场控制设备还需具有良好的环境适应性和抗干扰能力，保证在恶劣条件下仍能稳定工作，减少误动作，提升整个供配电系统的稳定性和可靠性。

(三) 配电网络

配电网络是电力系统中连接发电厂与最终用户的关键环节，负责将不同电压等级的电能从高压输电网逐级降压后配送到各用

户端。配电网络的构成复杂，包括变电站、输电线路、配电站以及相关的保护和控制设备，其设计和优化直接影响到电能传输的效率、安全性和经济性。电气工程自动化技术在配电网络中的应用，主要体现在需求侧管理、电能质量改善、故障快速定位与隔离等方面。通过自动化控制系统，可以根据实际负荷需求，动态调整变电站的电压和无功补偿，优化电网潮流，减少损耗；同时，利用先进的故障检测与隔离技术，能在几分钟内定位并隔离故障区域，大大缩短了停电时间和范围，提升了供电可靠性。

三、基于电气工程自动化技术的供配电节能控制方法

(一) 照明控制

照明系统作为建筑能耗的重要组成部分，其智能化控制对于节能减排具有重要意义。通过集成光敏电阻或其他先进传感器，照明控制系统能够实时监测环境光照强度，实现自然光与人工照明的无缝衔接^[7]。在日间，当外界光线充足时，系统自动降低或关闭室内照明，充分利用自然光源，减少电能消耗。而夜晚或阴雨天光线不足时，照明系统则自动启动并调节至适宜亮度，确保室内光照满足基本需求而不至于过度照明，这种按需照明的方式极大提升了能源使用效率。除了光照感应，现代照明控制系统还融入了时间程序控制功能，根据预设的时间表自动调整照明状态，如办公区域的照明在下班后自动熄灭，既节省能源又增强安全性。此外，结合智能场景模式，如会议、休息或展示等，用户可以根据不同场合快速调整照明氛围，实现个性化与节能的双重目标。选用LED等高效节能灯具替代传统照明设备，是降低能耗的直接途径^[8]。LED灯具不仅能耗低、寿命长，而且配合先进的调光技术，能够实现更细腻的亮度调节，避免不必要的电能浪费。调光不仅关乎节能，还能根据人的生理节律调节光线色温，创造更健康舒适的光环境。当前，照明控制正与物联网、大数据、云计算等技术深度融合。通过物联网平台，照明系统能够集成环境监测、人员活动跟踪、数据分析等功能，实现更智能的照明管理。系统不仅能自动响应环境变化，还能基于历史数据分析用户的习惯，预测需求，从而优化照明策略，减少无效照明，同时也减轻了维护人员的工作负担。

(二) 温度控制

在供配电系统运维管理中，温度控制扮演着至关重要的角色，尤其针对变压器、智能元器件等关键设备，有效的温度管理不仅能够确保设备的安全稳定运行，还能显著提升系统整体的能效比，减少能源消耗。采用红外线辐射技术进行温度监测，是现代供配电系统中的一项重要技术革新^[9]。红外热像仪能够穿透空气，捕捉设备表面的温度分布，即便是在无需接触的情况下，也能实现全天候、非侵入式的温度监控。这种监测方式的优势在于能够及时捕捉到局部过热等潜在故障迹象，这些异常往往是设备即将发生故障的前兆。一旦监测到异常高温，系统即刻向数据中心发送警报，通过智能分析平台对数据进行快速处理，及时通知运维人员介入检查，避免了因设备过热导致的停机或安全事故，确保供配电系统的连续稳定运行。温度控制不仅仅是对当前状态

的反映，更在于对未来趋势的预测。通过对历史监测数据的深度分析，可以建立设备温度变化的模型，利用机器学习算法识别出正常运行模式与异常模式之间的差异，从而在故障发生前作出预警。这种基于大数据的故障预测机制，极大地提高了维护的主动性，减少了因设备突发故障引发的停电风险，同时也有助于优化维护计划，避免不必要的维修成本^[10]。所有采集到的温度数据通过物联网技术上传至云端服务器，运维人员可以通过统一的监测平台，对分布于不同地理位置的供配电系统进行集中监控与管理。这一平台不仅显示实时温度信息，还支持数据的长期存储、分析与报表生成，为设备维护、性能评估及能效优化提供详实的数据支持。云平台的使用，让跨地域、大规模的供配电系统管理变得高效而便捷，同时也为实现智慧能源管理、远程诊断与维护等高级功能打下了坚实的基础。

(三) 功率控制

功率控制在现代供配电系统中占据核心地位，它不仅是提升能源利用效率的关键策略，也是保障电网稳定运行的重要手段。功率因数作为衡量电能质量的重要指标，直接关系到供配电系统的经济性和能效。低功率因数意味着电流中有较大的无功分量，这不仅增加了线路的损耗，还可能降低设备的使用效率。因此，通过安装电容器、调相机等无功补偿装置，动态调整系统中的无功功率，提高功率因数，是提高电能利用效率的有效途径。固定

补偿与自动补偿相结合的方式，既确保了基础无功需求的稳定供给，又满足了动态负载变化时的快速响应，达到了平衡无功、降低损耗的目的。电动机作为供配电系统中的主要负载，其效率直接影响整个系统的能耗水平。选用高效率电动机，并结合智能控制技术，如变频调速、软启动等，不仅能够根据负载需求灵活调节电机输出功率，减少空载和轻载运行时的能量浪费，还能有效降低启动电流，保护电网免受冲击。特别是对于大型非连续运行的电动机，采用风量、流量自动调节系统，可以根据实际工况精确控制，进一步优化能源利用。随着物联网、大数据、云计算等信息技术的发展，智能电力管理系统（IPMS）已成为供配电系统现代化管理的标配。该系统能够实时采集供用电设备的运行数据，包括功率、电压、电流等关键参数，通过算法分析，实现对电力负荷的精确预测与优化调度。比如，当检测到某区域负载突增时，系统能够迅速调整供电策略，合理分配电能资源，避免过载现象，确保电力供应的稳定性和安全性。

结束语：

综上所述，基于电气工程自动化的供配电节能控制方法，以其高度的智能化、精细化管理能力，为实现供配电系统的绿色、高效运行提供了强有力的支撑。

参考文献：

- [1] 郭鲁瑛, 郭婧怡, 王强, 等. 建筑机械设备电气工程自动化的供配电节能控制探讨 [J]. 智能建筑与工程机械, 2023, 5(7):48–50.
- [2] 张维奇, 吕钧. 设备电气工程自动化与工厂供配电节能控制探析 [J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2023.
- [3] 呂长宇. 电气工程及其自动化供配电系统节能控制分析 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2023.
- [4] 张增亮. 探究电气工程及其自动化供配电系统节能控制策略 [J]. 通讯世界, 2024, 31(1):85–87.
- [5] 姬晨明. 电气工程及其自动化供配电系统节能控制分析 [J]. 通信电源技术, 2023, 40(19):127–129.
- [6] 高云峰. 机械设备电气工程自动化与工厂供配电节能控制分析 [J]. 电脑校园, 2021(12):6228–6229.
- [7] 张英才. 电气工程及其自动化供配电系统节能控制分析 [J]. 通信电源技术, 2023, 40(13):121–123.
- [8] 胡文军. 浅析电气工程及其自动化供配电系统节能控制 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2024(002):000.
- [9] 刘亮. 建筑机械设备电气工程自动化的供配电节能控制探讨 [J]. 中文科技期刊数据库 (文摘版) 工程技术, 2023.
- [10] 文忠友. 供配电系统中电气自动化的应用分析 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2023.