

# 电气工程及其自动化供配电系统节能控制

齐立芬

郑州工业技师学院 河南 郑州 451150

**摘要:** 在现代社会中, 电气工程及其自动化供配电系统的应用价值不可小觑, 其中包括系统便于维护、可控性强等多个方面。这些系统不仅为电力输送提供了可靠保障, 也为电力质量和能源管理开辟新的篇章。因此, 本文将提出电气工程及其自动化供配电系统节能控制措施, 希望提高系统节能效果, 促进我国电气工程及其自动化取得更为持续的发展。

**关键词:** 电气工程; 及其自动化; 供配电系统; 节能控制

前言: 从宏观角度来看, 自动化供配电系统的应用已然成为国家基础设施建设和现代化进程的重要组成部分。通过这些系统的智能化升级, 国家能够有效管理和规划能源资源, 实现经济与环境的可持续发展目标。这些系统的稳步推广和应用将继续在能源效率、环保、经济增长等多个领域发挥积极作用。因此, 电气工程及其自动化供配电系统代表着前沿技术的应用, 展示其在支持现代社会发展中不容忽视的应用价值和潜力。

## 1 电气工程及其自动化供配电系统具有的应用价值

### 1.1 维护便利

由于自动化技术的引入, 维护工作与往常完全不同。维护人员能够利用先进的监控系统, 实时监测电网状态和电气设备的性能, 这意味着他们可以在问题初期迅速识别并解决, 而无需等待设备出现严重故障。自动化系统能够准确记录和分析数据, 提供维护的历史记录及趋势预测, 这些数据对于发展预防性维护策略至关重要。预防性维护不仅减少了紧急停机的次数, 也延长了设备的使用期限。此外, 通过对关键部件进行及时更换, 从长远来看, 节省了维修成本和提高了系统的可靠性。自动化供配电系统中的故障诊断技术, 让维修变得更加迅速、高效。利用故障诊断技术, 系统能够自动检测并通知操作人员潜在的问题所在。这些问题一旦被检测出来, 系统还能提供故障排除的步骤和方法, 大大简化了问题的处理流程。因此, 维修过程不再痛苦且费时, 工作效率得到了提升。

### 1.2 可控性强

系统操作人员可以远程控制从发电厂到配电网的每一个环节, 实现精准的电力调度和管理。例如, 根据电网负荷变化, 系统能够自动调整变压器的输电功率, 平衡供需, 以及进行负载转移, 确保电力供应的连续性与稳定性。对于大面积或多因素影响的电网<sup>[1]</sup>, 自动化系统能够集成信息与控制功能, 从而在异常状态下快速做出反应, 减轻或避免出现断电等严重后果。

## 2 电气工程及其自动化供配电系统节能设计原则

### 2.1 经济适用性

经济适用性是指在保证电气系统功能和性能的前提下, 以最低的成本投入获取最大的经济效益。设计供配电系统时, 首要考虑的是能否有效满足使用需求, 包括设备的稳定性、安全性以及对现有电网的兼容性。然而, 这并不代表要求使用价格高昂的设备, 而是要求在确保设备性能的同时, 考虑其成本效益, 选择性价比最高的方案。在选择设备和材料时, 除了初步的采购成本, 还需要兼顾长期的运行、维护以及可能的更新换代成本。通过综合考虑这些因素, 可以实现供配电系统的经济性与适用性相结合, 达到经济节能的目的。

### 2.2 节能技术实事求是性

节能技术的实事求是性, 即在技术选型与设计实施过程中, 应坚持现实主义的原则, 选择成熟可靠的节能技术方案。随着科技的不断进步, 新型节能技术层出不穷, 但并非所有技术都适用于每个项目。设计时应综合考虑项目的具体情况, 如地理环境、用电负荷特性以及用户行为习惯等, 选择能够确保实际节能效果的技术, 避免盲目追求概念性或试验性的技术方案。这种实事求是的态度不仅有助于提高电力系统的运行稳定性, 也能够确保投资回报最大化, 并减少由于技术失败带来的风险和损失。

**通讯作者:** 齐立芬, 出生年月: 1975年10月, 民族: 汉, 性别: 女, 籍贯: 河南唐河, 单位: 郑州工业技师学院, 职位: 助学金办公室主任, 职称: 高级讲师, 学历: 本科学历, 硕士学位, 邮编: 451150, 研究方向: 电气工程。

### 2.3 节能优化性

节能优化性则注重通过系统性设计与优化,整体提升供配电系统的能效水平。通过对整个系统的全面优化,如合理布局电气线路、减少传输距离和电损,优选高效率的变压器和电动机<sup>[2]</sup>,以及引入先进的电力调控技术,最大限度地削减无效耗能。其中,自动化控制技术起到了至关重要的作用,例如采用智能电网技术,可实现对电力的精确调度和实时平衡,降低了因供需波动引起的电能浪费。

## 3 电气工程及其自动化供配电系统节能控制措施

### 3.1 科学使用无功补偿保障系统节能增效

无功功率在供电系统中虽不做功,但对传输电能的品质和经济性有重要影响。系统若存在过大的无功功率,会导致电压下降,增大线损,减少传输能力,造成能源浪费。因此,科学地实施无功补偿是确保供配电系统节能增效的关键措施。系统中,无功功率的补偿通常通过安装电容器和感抗器来实现。一方面,电容器能够提供无功功率,改善电网的功率因数,从而减少线路损耗,提高电能的传输效率。而感抗器用于吸收多余的无功功率,避免系统过度补偿所引起的电压升高。合理的适配和使用这些设备,则是实现节能效果的基本方法。除选用合适设备之外,有效的控制策略也同样重要。传统的无功补偿采取固定式补偿和分段开关补偿,无论负载如何变化,都只能提供固定量的无功功率。现代控制技术的发展,使得技术人员可以采用动态无功补偿。这种补偿方式通过监测供配电系统中的实时数据,智能调节补偿设备的工作状态,以适应不断变化的负载需求。比如,在用电高峰时段提供更多无功支持,在用电低谷时适当减少补偿量。通过动态无功补偿<sup>[3]</sup>,可以极大提升系统的灵活性和节能效益。而为确保动态无功补偿策略的有效性,需通过大量的经济效益分析来优化控制方案。这包括对系统运行状态的全面评估,考察不同补偿模式对电能传输效率、电压稳定性及运维成本的具体影响。详细的成本-收益分析是节能控制措施成功实施的决定性因素,它涉及设备投资、运营费用、节能量等多方面的计算与预测。

3.2 制定线路动态无功补偿计划,大力开展经济效益分析

在成本-收益分析的基础上,可制定线路动态无功补偿计划。不同的电网线路由于其负荷特性、线路长度、供电范围等差异,对无功功率的需求不尽相同。针对性的补偿计划应当基于每条线路的实际运行数据和负荷模式,制定出最节能、最经济的无功补偿策略。这个过程

需要动态评估电网运行情况,包括负载变化、季节性影响、电力市场价格等因素。制定线路动态无功补偿计划,不是一次性的任务,而应是一个持续的过程。随着每条线路使用状况的变更、新设备的加入以及技术的发展,原先的补偿计划也需要不断地更新和调整。尤其在新能源接入、负荷模式更新迭较为频繁的电网环境下,动态的补偿策略尤显其重要性。通过采用高级的电网分析和优化软件,可以帮助运维人员捕捉准确的负荷数据,制定出更加适应变化的无功补偿计划。此外,随着智能电网的发展,未来的供配电系统节能控制措施不仅限于无功功率补偿。还有其他节能措施,如需求响应、峰谷电价、能量存储等,也越发重要。需求响应通过激励或引导用户在电网负荷高峰时段减少用电,从而降低电网压力和运行成本。峰谷电价制则通过不同时间段设置不同的电价,鼓励用户在电价较低时使用电力。能量存储技术<sup>[4]</sup>,如电池或泵水蓄能,可在电力供应过剩时储存多余能量,在电力短缺时释放,有效平衡电网负荷,提高了能源利用率。实施节能控制措施的过程中,不断的技术创新也是推动节能成效的动力。例如,新型的功率因数调节器、更高效的电容器材料、智能化的电力监控系统,都能进一步提高无功补偿的效率和精确性。

### 3.3 变压器经济运行节电技术要点

变压器作为供配电系统中的核心设备之一,其运行效率直接影响着整个能源系统的性能。要实现变压器的经济运行,并非单纯追求高效率的设备本身,还需兼顾整个系统的运行状态和负荷特性。变压器在设计与选择时需考虑到其长期运行时的负载率,过大或过小的变压器都将导致运行中的能源浪费。变压器容量与预期负荷之间应达到一个经济平衡,以保证其处于最佳的工作状态,从而降低无效的能耗。经济运行的变压器还应采用高效的材料和先进的设计,如采用高导电率材料减少漏感损耗,改进铁心结构以降低铁损,以及优化绕组布局来减少铜损。此外,变压器的冷却方式也会影响其运行效率,合理选择和管理变压器的散热系统同样重要,确保在各种温度条件下都能保持良好的工作状态。

变压器投运过程中的智能监控也是实现节能的一个重要措施,通过实时监测变压器的工作参数,如温度、负载电流、电压等,可以实时地调节设备运行,甚至预测和防御潜在的故障和低效工作状态。智能监控系统不仅能够延长变压器及相关设备寿命,也有助于减少不必要的能耗和提高运行效率。

### 3.4 降低线路输电损失,明确用电单耗定额

供电线路在传输过程中不可避免会发生能量损耗,

而减少这些损失是提高整个供配电系统效率的重点。增加导线截面积可以减少线路电阻,从而减少输电损失,但这会增加建设成本。因此,要在投资与运行成本之间找到合适的平衡点,实现经济效益的最优化。此外,采用更高的输电电压也是降低线损的有效途径。电压提高可以在相同的传输能量下降低传输电流,因而减少了线损。然而,这也必须考虑高电压对设备和维护成本的影响,以及高电压设备引起的安全和环境问题。供电线路的规划设计中,使用先进的输电技术<sup>[5]</sup>,如高温超导技术,尽管初期投资较大,但长远来看,由于其几乎零电阻的特性,在减少线损上具有明显优势。此类技术和材料的应用,以及不断的科技创新,对于实现输电过程中能损的进一步降低具有重要意义。线路的运行维护管理也与输电损失密切相关,规律性地对线路进行检修,可以及时发现并修复损坏的细节问题,如不良接头、损坏的绝缘子等,这些问题往往导致电阻增大,从而增加线损。

此外,适宜的线路清扫,如剪除遮影树枝,保证输电线路周围无其他遮挡物,有助于减少故障和意外停电,从而降低额外的能耗。为评价供配电系统的能效表现,明确用电单耗定额尤为重要。用电单耗定额是指在一定条件下,单位产品或者单位服务所消耗的电能量。对于不同类型、不同规模的用户,应根据其独有的电气特性和用电行为,制定合理的电能消耗标准。这一定额的建立既是对用户现有能效水平的评价,也是对其节能潜力的预测和指导。结合实际用电数据和相关技术指标,持续调整和优化这一定额,可以为用户提供节能改造和技术升级的参考依据。通过对比实际耗电与定额耗电,可以直观地反映出用户在节能方面的成就及潜力。达到或低于定额标准的用户,可以享受相应的电价优惠或政策扶持;高于定额的,将面临调整用电结构和设备的压力。

### 3.5 结合电网调度自动化

现代电气工程还特别强调电网调度的自动化,将科学控制与运行优化系统结合起来,实现电力资源的高效分配。通过采用先进的电网管理系统,如 SCADA (监控与数据采集系统)、EMS (能量管理系统)等,电网运维人员能够精准掌握电网运行状态,实时调整电网运作模式。这种智慧型电网调度能够兼顾节能与安全,并在

需要时快速响应,保证电力供应的连续性和可靠性。电网调度自动化也意味着在供电策略上实现更高层次的优化,利用历史数据分析和负载预测技术,可以在电能需求较低的时段进行合理的电源分配,以及在需求高峰期合理切换电源或启动备用电源,达到既满足用户需求又降低能耗的目的。未来,结合新型电力电子技术,如 FACTS (柔性交流输电系统),将进一步提升电网的动态响应能力和运行的灵活性。这些技术用于电网调度中,可以高效地进行电压调节、功率流量控制和增加网络稳定性,从而优化电能的传输和分配,减少输电过程中的损耗。电网调度自动化的实施过程中,还需要对用户端的用电行为进行有效管理。例如,采用需求侧管理 (DSM) 对用户用电习惯进行指导和激励,鼓励使用更多的节能产品和实施节能行为,如错峰用电等,对于降低电网负荷、优化电力结构有显著效果。

### 结语

电气工程及其自动化供配电系统的节能控制措施是一个多方面、多层次、持续更新的系统工程。它不只是技术问题,更涉及到经济、管理和环境的复合考量。从科学使用无功补偿以保障系统节能增效,到制定线路动态无功补偿计划并大力开展经济效益分析,再到综合考虑新兴节能技术和方法的集成应用,这一切都要求电气工程专家、运维管理人员、技术研发人员紧密合作,不断探索和实践新的节能概念。只有这样,才能真正达到降低能耗、保护环境、提升电气系统安全与可靠性的目的,并为建设更加绿色、智慧的未来社会奠定坚实的基础。

### 参考文献

- [1]彭万里.建筑机械设备电气工程自动化的供配电节能控制探讨[J].中国设备工程,2023,(01):227-229.
- [2]陶仁海.电气工程及其自动化供配电系统节能控制分析[J].科技创新与应用,2022,12(36):189-192.
- [3]蔡永鑫.电气自动化技术在供配电系统中的应用研究[J].光源与照明,2022,(03):225-227.
- [4]杨名.电气自动化技术在供配电系统中的应用[J].集成电路应用,2020,37(07):110-111.
- [5]褚肖凯.试论供配电系统中电气自动化应用[J].通信电源技术,2019,36(02):247-248.