

# 配电自动化中的负荷管理与节能调度

曹亭亭 王亚南

国网克州供电公司 新疆阿图什 845350

**摘要:** 本文探讨了配电自动化中的负荷管理与节能调度策略与技术。首先概述了配电自动化的定义、发展及核心技术,随后分析了负荷管理在配电自动化中的应用,包括负荷预测、控制策略与实施。接着详细论述了节能调度的重要性、技术手段及优化算法。最后,通过国网烟台供电公司的案例,展示了配电自动化在负荷管理与节能调度方面的巨大潜力和广阔前景,为电力系统的高效运行提供了理论支持和实践指导。

**关键词:** 配电自动化; 负荷管理; 节能调度; 优化算法

## 引言

配电自动化作为电力行业发展的重要方向,旨在提高电力系统的运行效率和稳定性。负荷管理与节能调度作为配电自动化的核心内容,对于优化电力资源配置、降低供电成本、提高电力设备利用率具有重要意义。随着电力系统规模的不断扩大和复杂性的增加,传统的负荷管理和调度方式已难以满足现代电网的需求。本文将从配电自动化的角度出发,深入探讨负荷管理与节能调度的策略与技术,以期为电力系统的安全、高效运行提供理论支持和实践指导。

### 1. 配电自动化概述

#### 1.1 配电自动化的定义与发展

配电自动化是以配电网一次网架和设备为基础,融合了计算机、信息及通信等多项技术的综合管理系统。它利用这些技术,将配电网的实时、准实时和非实时数据进行信息整合和集成,实现对配电网正常运行及事故情况下的监测、保护及控制。配电自动化系统主要由配电自动化主站、配电自动化终端及通信通道组成,主站与终端的通信通常采用光纤有线、GPRS 无线等方式,共同为配电网的安全稳定运行保驾护航。配电自动化的发展经历了多个阶段。在 20 世纪 50 年代以前,发达国家主要通过人工方式操作和控制配电站及线路开关设备。随着电子及自动控制技术的发展,70 至 80 年代,配电自动化系统的概念被提出,各种配电自动化设备相继被开发和应用,实现了局部馈线自动化。进入 21 世纪以来,随着计算机技术的迅猛发展,配电自动化得到了显著提升,欧美等发达国家提出了高级配电自动化及智能化电网的概念,配电自动化系统开始具备互动化、信息化、

自动化特征,同时具备接纳大量分布式能源的能力。

#### 1.2 配电自动化的核心技术

配电自动化的核心技术是配电网智能化管理的关键所在。它综合利用了计算机、信息及通信等技术,通过配电自动化系统实现对配电系统的全面监测、控制和快速故障隔离。其中,数据采集与监控系统(SCADA)扮演着至关重要的角色,该系统能够实时采集电网的运行数据,并通过图形化界面展示给操作人员,使电网的运行状态一目了然,为调度和管理提供了重要依据。智能电表作为配电自动化的基础设备,能够实时监测用户的用电情况,并将数据上传至数据中心,这些数据为电网的调度和管理提供了精准的信息支持。此外,配电自动化还涉及馈线自动化,包括主站集中型馈线自动化和就地型馈线自动化,它们能够迅速定位并隔离故障点,确保电网的稳定运行。配电自动化主站是整个配电网的监视、控制和管理中心,它负责采集、处理与存储配电网信息,并进行综合分析、计算与决策。通过与配网 GIS、配网生产信息、调度自动化和计量自动化等系统进行信息共享与实时交互,配电自动化主站实现了对配电网的科学管理,提高了供电的可靠性和效率。

### 2. 负荷管理在配电自动化中的应用

#### 2.1 负荷管理的基本概念

负荷管理是配电自动化中的一个关键环节,它涉及通过经济的、技术的和行政的手段来控制电力系统负荷的增长速度,以达到改善负荷曲线的目的。负荷管理不仅仅是对电力系统负荷的简单监控,更是一种策略性的调整过程,旨在提高电力设备利用率,降低供电成本,并确保电网的安全经

济运行。这一概念的实现主要依赖于对电力系统负荷的深入分析和精确控制。通过负荷管理技术，电力部门可以对分散的用户进行实时集中监控和控制，从而确保供电的平衡。负荷管理不仅关注负荷的总量，更重视负荷的波动情况，通过削峰填谷、错峰等手段，优化负荷曲线的形状，减少电网的最大负荷，节约电能，降低系统装机容量和电力投资及运行费用。负荷管理还涉及对用户用电行为的引导和管理，通过实施分时电价、阶梯电价等经济激励措施，鼓励用户在用电低谷时段使用电力，避开用电高峰期，从而达到节能降耗的目的。同时，负荷管理也借助技术手段，如电力系统联网、远程遥控等，实现对负荷的精确控制，进一步提高电力系统的运行效率和可靠性。

## 2.2 负荷预测技术与方法

负荷预测技术与方法在配电自动化的负荷管理中占据着举足轻重的地位。该技术基于历史负荷数据、天气条件、节假日等多种因素，通过数学建模和统计分析，对未来一段时间内的电力负荷需求进行精准预测。负荷预测技术主要分为传统方法和现代方法两大类。传统方法如趋势分析法、回归分析法、时间序列分析法，主要依赖于历史数据和统计规律进行预测，适用于负荷变化较为平稳的情况。而现代方法则涵盖了机器学习、深度学习等先进技术，这些方法能够自动学习负荷与相关因素之间的复杂关系，提高预测精度和效率，对于非线性、非平稳的负荷数据具有较好的预测效果。在实际应用中，负荷预测技术不仅有助于电力公司合理分配电力资源，提高电力供应的可靠性，还能为电力系统调度提供可靠的依据，实现电力供需平衡。此外，准确的负荷预测还能帮助电力市场中的电力交易商进行决策，制定最优的交易策略，降低运营成本，促进节能减排和可持续发展。

负荷预测技术与方法在配电自动化的负荷管理中发挥着至关重要的作用，是电力行业实现智能化、自动化发展的重要支撑。

## 2.3 负荷控制的策略与实施

为了实现电力系统的可靠供电和节能减排目标，合理的负荷控制策略显得尤为关键。负荷控制主要通过智能电表、通信网络和数据管理系统等关键技术来实现。智能电表能够实时监测用户的电力消耗情况，并将这些信息通过通信网络传输到数据管理系统。数据管理系统则对这些信息进行分析 and 处理，为负荷控制提供决策支持。这样的系统能够实

现对电力负荷的实时监控和动态调整，有助于提高电力系统的透明度和响应速度。在实施负荷控制时，需求响应机制发挥着重要作用。电力用户根据电力市场的价格信号或激励机制，主动调整用电行为，以减少电力负荷或转移用电时间。这不仅有助于平衡电力供需，还能减少电力系统的峰谷差，降低电力成本。此外，负荷控制还需要结合负荷预测和调度算法来进行。通过对历史数据的分析和未来趋势的预测，负荷预测能够为电力调度提供准确的负荷信息。调度算法则根据负荷预测结果，制定合理的电力调度计划，包括发电计划、输电计划和配电计划。这些计划的实施能够确保电力资源的优化配置和利用，提高电力系统的运行效率和稳定性。

## 3. 节能调度技术与策略

### 3.1 节能调度的重要性

随着能源需求的不断增长和环境保护意识的日益增强，如何高效、合理地利用电力资源成为了电力系统运行中亟需解决的问题。节能调度作为优化资源配置、提升能源利用率的关键手段，对于促进电力系统的可持续发展具有重要意义。节能调度通过先进的算法和技术手段，能够实现对电力负荷的精准预测和灵活调控，从而在保证电力供应稳定性的同时，最大限度地减少能源的浪费。这一过程中，智能电网技术、大数据分析等先进技术的融合应用，为节能调度提供了强有力的支持，使得调度策略更加科学、合理。此外，节能调度还有助于推动能源结构的优化调整，促进清洁能源的并网和高效利用。在应对气候变化、实现“碳达峰、碳中和”目标的大背景下，节能调度不仅是电力系统自身发展的需要，更是国家能源战略实施的重要一环。因此，加强节能调度技术的研究与应用，对于构建安全、高效、绿色的现代能源体系具有深远的意义。

### 3.2 节能调度的技术手段

节能调度的技术手段旨在降低系统运行过程中的能源损耗，提高能源利用效率。首先，采用高效变压器是实现节能调度的关键措施之一。通过选用具有低损耗特性的变压器，可以显著减少电能在线路传输过程中的损失，从而提升整个配电系统的能效。此外，智能无功补偿装置的应用也是节能调度的重要手段。这些装置能够实时监测电力系统的无功功率情况，并根据实际需求进行精确的补偿，从而保持电力系统的功率平衡，减少不必要的能源损耗。同时，优化供电网络结构也是实现节能调度的重要途径。通过合理布置变

电站和配电变压器,以及优化供电负荷分配,可以减少电能传输过程中的能量损失,提高配电系统的整体能效。智能化控制算法的应用为节能调度提供了新的解决方案。这些算法能够实时监测和分析电力系统的运行情况,根据实际需求对供电系统进行调整和优化,从而实现更加精细化的能源管理和调度,进一步提高配电系统的节能效果和运行效率。

### 3.3 节能调度的优化算法

在配电自动化的节能调度领域,优化算法通过精确的数学模型和高效的计算手段,实现了对电力负荷的精细化管理,从而达到了节能减排的目标。节能调度的优化算法首先依赖于对电网状态的实时监测和精确预测。通过收集和分析大量的电网运行数据,算法能够准确预测未来的负荷需求和能源供应情况。在此基础上,算法采用滚动优化的思想,在有限时域内对电力系统的运行进行优化。这种优化不仅考虑了当前时刻的负荷需求,还兼顾了未来一段时间内的负荷变化,从而实现了对电力资源的动态调配。在算法的具体实现过程中,采用了多种先进的数学方法和技术手段。例如,通过凸二次规划等数学工具,算法能够求解出最优的电力调度策略,使得在满足负荷需求的同时,尽可能地降低能源消耗和排放。此外,算法还充分考虑了可再生能源的接入和分布式电源的调度问题,通过智能化的控制策略,实现了对可再生能源的最大化利用。

节能调度的优化算法在配电自动化中发挥着不可或缺的作用。它通过实时监测、精确预测和滚动优化等手段,实现了对电力负荷的精细化管理,为节能减排和可持续发展做出了重要贡献。

## 4. 案例分析: 国网烟台供电公司

国网烟台供电公司在配电自动化领域的负荷管理与节能调度方面取得了显著成效。随着冬季的持续降雪和降温,烟台地区居民采暖用电负荷激增,多条配网线路达到过载状态,给电网运行带来了巨大压力。

为了有效应对这一挑战,烟台供电公司依托配电自动化主站系统的高级功能应用“网络重构”,实现了对负荷的精准管理和节能调度。该系统对烟台地区的295座变电站、2335条10千伏线路、12587个配电自动化终端进行了实时监控。当某条线路的负载率达到预设的触发值时,系统会自动分析并生成负荷调整方案。

以10千伏柏林线为例,该线路在高峰时段负载率一度高达92%,存在严重的过载风险。烟台供电公司供电服务

指挥中心通过配电自动化主站系统,仅用时23秒就完成了对该线路2个配网开关的遥控操作,成功将部分负荷转移到其他线路,使柏林线的负载率迅速降至66%,有效保障了配网的安全稳定运行。

此外,烟台供电公司还开发了动态负荷均衡和网络重构、一键转供等高级功能应用,这些应用不仅减轻了配网调控人员的运行压力,还显著提升了数据的准确性和决策效率。在电力保供和重大保电任务中,这些应用发挥了重要作用,为调度员的决策提供了强有力的智力支撑。

通过配电自动化系统的应用,烟台供电公司实现了对负荷的精细化管理,有效避免了线路过载和故障的发生。同时,通过优化负荷分配,提高了电网的运行效率和服务质量,为当地的经济社会发展提供了坚实的电力保障。这一案例充分展示了配电自动化在负荷管理与节能调度方面的巨大潜力和广阔前景。

### 总结

本文探讨了配电自动化中的负荷管理与节能调度,首先概述了配电自动化的定义、发展及核心技术。随后,深入分析了负荷管理在配电自动化中的应用,包括负荷预测技术、控制策略与实施。接着,论文详细论述了节能调度的重要性、技术手段及优化算法,旨在为电力系统的高效运行提供理论支持。总结了研究成果与贡献,并指出了研究中的不足及未来展望。本文对于提升配电自动化水平、优化负荷管理及实现节能调度具有重要参考价值。

### 参考文献:

- [1] 曾鸣,杨雍琦,向红伟,等.兼容需求侧资源的“源-网-荷-储”协调优化调度模型[J].电力自动化设备,2016,36(2):10.
- [2] 范滢丹.发用电互济模式下负荷调度模型与策略研究[D].华北电力大学,2014.
- [3] 谭益.考虑新能源发电不确定性的智能配电网优化调度研究[D].湖南大学,2015.
- [4] 韩自奋,陈启卷.考虑约束的风电调度模式[J].电力系统自动化,2010(002):000.
- [5] 刘健,赵树仁,张小庆.中国配电自动化的进展及若干建议[J].电力系统自动化,2012,36(19):6-10.

### 作者简介:

王亚南(1989.05--),男,汉族,河南舞钢人,本科,中级工程师,研究方向:配电。