

电力系统负荷预测与需求侧管理

陈亚鹏

(江西能创电力勘测设计有限公司 江西省南昌市 330000)

摘要:本研究深入剖析了电力系统负荷特性,探讨了市场环境下负荷预测的挑战与机遇,并审视了需求侧管理在电力市场的应用。通过分析关键指标和影响因素,构建了负荷预测的理论框架。同时,明确了市场环境对负荷预测的特殊要求,并提出了应对策略。此外,梳理了需求侧管理的政策和流程,突出了其在电力市场中的价值。最后,提出了负荷预测与需求侧管理的协同优化策略,并详述了实施方法与评估流程,为电力市场的高效运营提供了有效工具。

关键词:电力系统;负荷特性;负荷预测;需求侧管理;协同优化

引言

随着我国经济的快速发展,电力需求不断增长,电力系统负荷特性也发生了很大变化。负荷预测作为电力系统运行、规划和管理的重要依据,对于保障电力供应、提高系统运行效率具有重要意义。同时,需求侧管理作为一种有效的负荷管理手段,在电力市场环境下发挥着越来越重要的作用。

一、电力系统负荷特性分析

电力系统负荷特性分析是理解电力需求变化规律、优化电力资源配置和保障电网安全稳定运行的基础。

(一) 负荷特性指标

电力负荷特性指标分析是电力系统负荷特性预测、电网规划等主要决策的基础,准确把握电网负荷变动规律,确定影响负荷特性指标的主要因素及挖掘隐藏在负荷特性指标间的内在规律,对电网的发展与决策具有重要意义^[1]。其中,负荷峰值表示在一定时间内电力系统所达到的最高负荷水平,这一指标直接关联到电网的输电能力和发电设施的容量配置;相对地,负荷谷值则是在相同时间范围内电力系统的最低负荷水平,它对于评估电网备用容量和优化发电计划起到关键作用。负荷率,即平均负荷与峰值负荷的比值,它揭示了负荷的平稳程度,通常情况下,负荷率越高,系统的运行效率越低。此外,负荷增长率描述了负荷随时间增长的速度,它是预测未来电力需求和规划电网发展的指导性指标。

(二) 负荷特性影响因素

电力系统负荷特性受多因素影响,包括经济发展水平、人口结构、气候条件及政策法规等。经济增长推动电力需求上升,不同行业用电特性影响整体负荷。人口结构变化影响居民用电需求。气候条件影响空调、取暖等用电需求。政策法规、新能源发电技术及节能技术影响电力需求构成和负荷特性。

(三) 负荷特性分析方法

为了准确理解电力系统负荷特性,研究人员采用了一系列分析方法。首先,统计分析法揭示了负荷的统计特征,如均值、方差和相关性。接着,时间序列分析法,如ARIMA模型,预测和分析了负荷数据的时间变化。相关性分析研究了负荷与影响因素之间的关系,如使用皮

尔逊相关系数。聚类分析则根据负荷特性对用户或地区进行分类,辅助负荷管理策略^[2]。机器学习方法,如神经网络和支持向量机,通过处理非线性关系,显著提升了负荷预测的准确性。

二、电力市场环境下负荷预测挑战与机遇

随着电力市场的逐步成熟,负荷预测在电力系统运行中的重要性日益凸显。市场环境下的负荷预测不仅面临着新的挑战,也孕育着前所未有的机遇。

(一) 电力市场概述

电力市场是电力商品交易的平台,它通过竞争性的市场机制来确定电价,优化资源配置。在电力市场中,发电企业、供电企业、电力用户以及电力服务提供商等主体参与其中,共同影响着市场的运行。电力市场的核心目标是提高电力系统的运行效率,降低电价,促进可持续发展。

(二) 市场环境下负荷预测的特点

在电力市场环境下,负荷预测面临多变、不确定、时效性强和复杂性高的特点。市场波动、用户行为变动和政策调整使得负荷需求难以预测,增加了预测难度^[3]。市场不确定性,如价格波动和新能源出力不稳,提高了预测要求。实时数据支持对市场决策至关重要,而负荷预测需考虑市场规则、用户价格响应和电力交易等多因素,使得预测更具挑战。

(三) 市场环境下负荷预测的机遇与挑战

在电力市场环境中,负荷预测面临多变、不确定、时效性强和复杂性挑战。市场波动、用户行为变化和 policy 调整加剧了负荷需求的不可预测性。市场不确定性,如价格波动和新能源出力不稳定,进一步提高了预测的难度。实时数据支持对于快速决策至关重要,而负荷预测需综合考虑市场规则、用户响应和电力交易等多方面因素,使其工作更加复杂^[4]。大数据、云计算和人工智能的应用提升了预测能力,但同时也带来了大数据处理、市场不确定性、模型适应性和风险管理等方面的挑战。

三、需求侧管理在电力市场中的应用

需求侧管理(DSM)作为一种有效的资源优化配置手段,在电力市场中扮演着至关重要的角色。

(一) 需求侧管理政策与措施

需求侧管理政策与措施旨在引导和激励电力用户调整用电行为,优化电力资源配置。政府通过立法保障能源节约和需求响应,提供财政补贴和税收优惠激励用户和企业参与 DSM 项目。电力市场化改革为需求侧资源市场参与创造了条件。在实施层面,需求响应程序通过电价信号调控高峰时段用电,推广能效技术如高效电器和节能照明降低需求,实施峰谷电价和需求竞价等项目优化资源配置^[5]。

(二) 需求侧管理项目实施流程

为确保需求侧管理项目的高效和可持续性,其成功实施需遵循一套严格流程。进行需求评估,分析市场潜力,锁定目标用户群体,并评估需求侧资源的调度潜力。基于评估结果设计 DSM 项目方案,包括技术路线和激励机制。在准备阶段,筹集资金、技术和人力资源,制定实施计划。执行阶段,按计划推进项目,监控过程,保证项目顺利进行。项目完成后,评估效果,如节能成果和用户满意度。根据评估结果调整优化项目,以实现长期可持续发展。

(三) 需求侧管理在电力市场中的效益分析

需求侧管理在电力市场中贡献显著,不仅提升了经济效益,也促进了社会效益。经济效益体现在通过降低峰值负荷,减少投资成本,提高系统效率,降低电价,以及增强用户能效,减少电费支出^[6]。社会效益包括优化能源消费结构,减轻环境压力,提升电力供应可靠性,增强系统抗风险能力,并推动绿色低碳生活方式。

四、负荷预测与需求侧管理协同优化策略

在电力市场环境下,负荷预测与需求侧管理的有效协同是实现资源优化配置、提高系统运行效率的关键。

(一) 协同优化概述

协同优化策略将负荷预测与需求侧管理紧密结合起来,通过二者的相互作用和互补,实现电力系统运行的整体优化。该策略的核心在于整合资源,将负荷预测的准确性同需求侧管理的灵活性相结合,以提高资源利用效率;同时,通过信息共享和反馈机制,实现负荷预测与需求侧管理之间的实时互动^[7];最终,两者共同服务于电力系统的可靠性、经济性和环境可持续性,达成目标的一致性。

(二) 负荷预测与需求侧管理协同优化方法

协同优化方法包括数据融合、模型协同和控制策略协同,旨在提升电力系统运行效率。数据融合整合了负荷预测与需求侧管理信息,构建全面的系统模型;模型协同通过复合模型同时考虑负荷预测和需求侧管理,提高预测精度;控制策略协同则通过联合控制策略优化系统运行^[8]。具体方法包括多时间尺度分析结合短期负荷预测与需求响应策略,深度学习技术识别负荷模式并优化需求侧资源调度,以及动态电价机制引导用户参与需求侧管理,并将用户响应反馈至负荷预测模型,形成高效互动的协同优化体系。

(三) 协同优化策略实施与评估

实施协同优化策略需遵循一系列步骤,先是根据电力市场规则和系统运行需求制定具体的协同优化策略,然后将该策略集成到电力市场运营和调度系统中,并通过实时监测确保系统按照预定目标运行^[9]。在评估过程中,需对策略的效率、经济性和可靠性进行全面评估,包括分析协同优化策略对电力系统运行效率的提升程度、计算协同优化带来的成本节约和经济效益,以及评估协同优化对电力系统可靠性的影响,从而确保策略的有效性和可持续性^[10]。

结束语

本文聚焦于电力系统负荷特性分析、市场环境下的负荷预测挑战与机遇、需求侧管理应用,以及负荷预测与需求侧管理的协同优化策略。通过深入分析这些关键领域,旨在为电力市场参与者提供坚实的理论基础和实用的操作指南,以应对电力系统运行的复杂挑战。电力市场和负荷预测、需求侧管理技术正经历持续的变化,技术进步、市场规则更新和用户需求多样化预示着电力系统将面临更多新挑战和机遇。因此,持续的研究和创新对于推动电力市场向更高效率和先进水平发展至关重要。

参考文献:

[1]彭怀德,钟士元,李玉婷,等.外在因素对电力系统负荷特性指标影响[J].江西电力,2021,45(06):6-10.

[2]李司陶.考虑价格信号的电力负荷特性分析方法研究[D].华北电力大学(北京),2020.DOI:10.27140/d.cnki.ghbbu.2020.000366.

[3]武志宇,周筱淋,王雨佳.基于 FCM-GPR 模型的电力网空间负荷预测方法研究[J].山东电力高等专科学校学报,2021,24(04):5-9.

[4]钟毅.基于 HELM 的主动配电网电压稳定分析控制[D].杭州电子科技大学,2023.DOI:10.27075/d.cnki.ghzdc.2023.000789.

[5]杨坤桥.考虑广义需求侧响应资源的负荷预测研究[D].郑州大学,2021.DOI:10.27466/d.cnki.gzzdu.2021.003406.

[6]陈丽娜.计及广义需求侧资源的电力系统短期负荷预测模型研究[D].青岛大学,2019.DOI:10.27262/d.cnki.gqdau.2019.001129.

[7]顾雅茹.柔性负荷响应潜力技术研究与应用[D].东南大学,2019.DOI:10.27014/d.cnki.gdnau.2019.002605.

[8]陈丽娜,张智晟,于道林.基于广义需求侧资源聚合的电力系统短期负荷预测模型[J].电力系统保护与控制,2018,46(15):45-51.

[9]周思明,段金长,李颖杰,等.一种改进的 SVM 短期电力系统负荷预测方法[J].沈阳工业大学学报,2023,45(06):661-665.

[10]叶国达.基于 BP 神经网络的电力系统负荷预测算法研究及实现[J].重庆电力高等专科学校学报,2023,28(05):1-4.