

基于配电网的电力负荷预测探究

张卫杰, 孙有恒, 严康

国网宝丰县供电公司, 河南 宝丰 467400

摘 要： 构建新型电力系统是促进现代电力系统转型和发展、实现双碳目标的重要手段。新型电力系统中新能源渗透率不断提高, 输、配电网的消纳压力持续增大, 电力系统平衡面临巨大挑战。因此, 精确的负荷预测结果对优化电力供需平衡、提升能源利用效率至关重要, 其精确性对电网的稳定性、运营经济性及长期规划产生深远影响。本文深入探究了配电网环境下的电力负荷预测技术, 系统分析了其基本原理及常用预测方法, 并利用详细的数据图表对各种方法的优劣进行了客观评估。此外, 文章还审视了当前负荷预测所面临的挑战, 并对其未来发展方向进行了预测, 旨在为配电网规划提供坚实的决策依据以及实操指南。

关 键 词： 配电网规划; 电力负荷预测; 预测方法; 数据分析

Research on Power Load Forecasting Based on Distribution Network

Zhang Weijie, Sun Youheng, Yan Kang

State Grid Baofeng County Power Supply Company, Baofeng, Henan 467400

Abstract： The construction of new power system is an important means to promote the transformation and development of modern power system and realize the two-carbon goal. The penetration rate of new energy in the new power system is constantly increasing, the consumption pressure of the transmission and distribution networks continues to increase, and the balance of the power system is facing great challenges. Therefore, accurate load forecasting results are crucial to optimizing the balance between power supply and demand and improving the efficiency of energy utilization, and its accuracy has a profound impact on the stability of the power grid, operation economy and long-term planning. In this paper, the power load forecasting technology under the distribution network environment is deeply explored, and the basic principles and common forecasting methods are systematically analyzed, and objectively evaluate the advantages and disadvantages of various methods by using detailed data charts. In addition, the paper also examines the challenges facing the current load forecasting, and predicts its future development direction, aiming to provide a solid decision-making basis and practical guide for the distribution network planning.

Keywords： distribution network planning; power load forecasting; prediction method; data analysis

电力作为现代社会运转的动脉, 对国家经济的持续发展和民众生活质量的提升起着至关重要的作用, 随着工业化和城市化的迅猛推进, 电力需求呈现出持续增长的态势。配电网这一电力传输的终端环节, 其规划的前瞻性和科学性对于满足不断增长的电力需求至关重要, 在这其中, 电力负荷预测扮演着举足轻重的角色, 不仅是确保电网稳定运行的关键因素, 更是实现电力资源高效分配、提升经济效益的重要环节。本文将从专业角度出发, 深入探讨电力负荷预测的技术原理、应用方法及其面临的挑战, 以期为配电网规划提供更为科学、精准的指导。

一、基于配电网的电力负荷预测概述

(一) 电力负荷预测的概念

电力负荷预测是电力系统运营中的关键环节, 其本质是利用科学的方法和技术手段, 对未来一段时间内的电力需求进行合理预测, 这一预测过程绝非简单的猜测, 而是基于电力系统运行的内在规律、外部环境的动态变化以及社会经济因素的影响, 通过运用复杂的数学模型和算法来实现的。精准的电力负荷预测对于

电力部门的运营决策至关重要, 能帮电力企业优化资源配置, 提高运营效率, 为保障电网的稳定运行提供数据支持。通过电力负荷预测, 电网运营者能够提前了解到电力需求的变化趋势, 及时调整发电和输电计划, 确保电力供应的稳定性和可靠性。精准的负荷预测还有助于电力企业制定合理的电价策略, 引导用户错峰用电, 降低系统负荷峰值, 提高电力系统的整体效能, 从长远来看, 电力负荷预测的准确性直接关系到智能电网的建设进程和能源互联网的未来发展。

作者简介: 张卫杰 (1980.08-) 男, 河南扶沟人, 本科, 高级工程师, 研究方向: 电力方向。

（二）电力负荷预测的基本原理

电力负荷预测的基本原理包括可知性、可能性、连续性和相似性四大原则，共同构成电力负荷预测的理论基础，为预测工作的准确性与可靠性提供了有力保障。可知性原理强调数据信息的可获取性与真实性，进行电力负荷预测时，必须确保所使用的数据能够真实反映电力需求的实际情况，要求人们在收集和处理数据时，遵循科学的方法和严谨的态度，确保数据的准确性与可靠性，基于这些数据做出精准预测。

由于电力负荷受到多种不确定性因素的影响，因此预测结果并非绝对确定，进行预测时，要给出具体的预测数值，对预测结果的可能变化范围和概率分布进行合理分析，全面了解未来电力需求的可能情况，为决策提供更全面的数据支持^[1]。

连续性原理强调电力负荷变化的连续性，电力负荷并非孤立存在，而是受到时间、季节、经济周期等多种因素的共同影响，进行电力负荷预测时，必须考虑这些因素的连续性变化，确保预测结果的平稳过渡和连贯性，更好地把握电力负荷的整体变化趋势，为电力系统的稳定运行提供有力保障。相似性原理鼓励人们寻找并利用电力负荷变化的模式和趋势，在相似的外部条件下，电力负荷的变化往往呈现出相似的特征，通过类比和推理，可以利用这些模式和趋势来提高预测的准确性，进行电力负荷预测时，注重对历史数据的挖掘和分析，发现其中规律与趋势，为未来的预测工作提供有力依据^[2]。

二、基于配电网的电力负荷预测存在的问题

（一）数据获取与处理难度增加

随着智能电网技术的不断进步，面临的电力负荷数据呈现爆炸式增长，数据的海量性、高维度和复杂性日益凸显，虽然这些数据为负荷预测提供了更多维度的参考，但同时也带来了巨大的处理难题。海量数据要求我们必须拥有更强大的数据储存和计算能力，数据的多维性和复杂性则对数据清洗、数据转换及整合技术提出了更高的要求，对数据处理与分析能力构成了严峻的挑战，如何高效、准确地从这些数据中提取有价值的信息，成为当前亟待解决的问题^[3]。

（二）预测精度与实时性要求提高

电力市场的竞争日益激烈，对电力负荷预测的精度和实时性要求也越来越高，精准的预测是电力调度和市场交易的重要依据，预测的实时性则直接关系到电力部门对市场变化的响应速度，但要同时满足这两个条件并不容易。高精度的预测需要依托更先进的模型和算法，以及质量更高的数据支撑；实时性的提高，要求预测系统必须拥有更强的计算能力以及更高效的数据处理流程。这两方面的需求，给电力负荷预测工作带来了巨大的技术压力^[4]。

（三）不确定性因素增多

电力负荷预测受电力系统内部运行特性与外部环境因素的共同影响。全球经济的发展、政策的不断调整，以及气候变化的加剧，都使得影响负荷预测的不确定性因素越来越多。比如，经济

活动的变化会直接影响电力需求，政策的调整可能会引发电力消费结构和模式的改变，而气候变化导致的极端天气也会对电力负荷产生显著影响。这些不确定性因素的增加，进一步加大了电力负荷预测的难度和复杂性，如何在这样的背景下，依然保持预测的准确性和实时性，是当前面临的重要课题^[5]。

三、基于配电网的电力负荷预测方法

（一）传统预测方法

1. 单耗法

单耗法这一直观的电力负荷预测技术，其核心理念是通过具体产品或行业的单位电力消耗来估算整体电力需求，举例来说，如果某地区的钢铁制造业每生产一吨钢铁需要消耗2000千瓦时（kWh）的电，那么，在预计该地区钢铁年产量将达到100万吨的情况下，可以推算出该行业整年的电力需求会高达20亿千瓦时。在产业结构相对单一、电力消耗模式较为稳定的区域或行业内，单耗法表现得尤为出色，该方法操作简便，数据收集难度较低，且能迅速产出预测结果，但不可忽视的是，也存在一定限制。单位耗电量的数据必须精确无误，否则预测结果的准确性将大打折扣；在产业结构复杂、发展多元化的地区，单耗法的预测精度可能会受到影响。

为提升预测的准确度，可以通过对比和分析历史数据与实时数据，不断调整和优化单位耗电量的数值，也可考虑将单耗法与其他预测技术相结合，构建更为综合的预测模型，以更好地应对多元化发展所带来的挑战^[6]。

2. 弹性系数法

弹性系数法是从宏观经济视角出发，深入探究电力消费增长率与国民经济增长率之间的内在联系，通过计算这两者之间的比率，也就是电力弹性系数，预测电力需求的未来走势。如果某个地区过去五年的电力弹性系数稳定在0.8，意味着电力消费的增长速度是国民经济增长速度的80%，预计未来国民经济增长率为5%的情况下，可以估算出电力消费的增长率大约为4%。

这一方法的优势在于它能从宏观层面洞察电力需求的变化趋势，特别适用于经济发展较为稳定的地区，但确定弹性系数并非易事，因为它受到多种复杂因素的影响，包括但不限于产业结构、能源政策以及技术进步等，这些因素的任何变化都可能导致弹性系数的波动，影响预测的精确性。

为提高弹性系数法的预测效果，需要密切关注这些影响因素的动态变化，并及时对弹性系数进行相应的调整，还可结合其他重要的经济指标和行业数据，构建更为精细复杂的预测模型，准确捕捉电力需求变化规律^[7]。

（二）现代预测方法

1. 时间序列法

时间序列法在电力负荷预测中占据着举足轻重的地位，主要是通过分析历史电力负荷数据的时间序列特性，建立数学模型来预测未来的负荷情况。时间序列数据，即按时间顺序排列的数据，通常反映了某一现象随时间变化的情况，电力负荷预测中，

这些数据可能包括每小时、每天或每周的电力消费量。该方法能够精确地捕捉到电力负荷的周期性变化，如日周期、周周期和季节性周期，因此在短期和中期负荷预测中表现出众，通过对过去一年的每小时电力负荷数据进行分析，时间序列法可以揭示出每天下午6点至8点电力负荷达到高峰的规律，准确预测未来这一时段的电力需求。

然而，时间序列法在长期负荷预测中可能会受到挑战，由于政策调整、市场变化、技术进步等不确定性因素的影响，长期预测的难度较大，这些因素可能导致电力负荷模式发生根本性变化，降低预测准确性。为提高预测的精确度，研究人员正在不断探索新的时间序列模型和算法，例如，ARIMA（自回归整合移动平均模型）和 SARIMA（季节性自回归整合移动平均模型）等高级模型，能更好地适应电力负荷数据的复杂性与非线性特性，提高预测准确度^[9]。

2. 神经网络法

神经网络法近年来在电力负荷预测中越来越受到重视，利用人工智能技术，通过构建复杂的神经网络模型来模拟人脑的学习与决策过程，这些模型能够自动识别与提取历史负荷数据中的关键特征，对未来电力负荷进行准确预测。神经网络法的优势在于其强大的自适应能力和非线性处理能力，处理复杂、非线性的电力负荷数据，并自动调整模型参数以适应数据的变化，在处理具有高度不确定性和复杂性的负荷预测问题时表现出色。

以深度学习中的长短期记忆网络（LSTM）为例，该模型能够捕获序列数据中的长期依赖关系，非常适合处理具有时间序列特性的电力负荷数据，通过训练大量的历史数据，LSTM模型可以精确地预测出未来一段时间内的电力负荷情况。然而，神经网络

的预测效果也受到多种因素的影响。模型结构的选择、训练算法的优化以及训练数据的质量和数量等都会对预测结果产生影响，为获得更准确的预测结果，研究人员需要不断探索优化神经网络模型的各个方面^[9]。

（三）组合预测方法

电力负荷预测领域，组合预测方法以其独特的整合策略，显著提升了预测精准度与稳定性，成为行业内的高级预测策略，这种方法的精髓在于，并非单一地依赖某一种预测手段，而是将多种预测方法的结果进行有机融合，以此最大化发挥各种方法的优势，有效规避单一方法可能导致的预测偏差或风险。实施组合预测时，通常会先运用诸如时间序列分析、神经网络模型等多种预测技术来进行初步预测，时间序列分析在捕捉电力负荷的周期性变动方面表现出色，神经网络则在处理错综复杂的非线性模式时具有显著优势，完成初步预测后，根据每种方法过往的预测准确率和特性，会为其分配相应的权重，这些权重实际上反映了在组合预测中，每种方法所占据的重要性与影响力^[10]。

四、结束语

电力负荷预测是配电网规划的基石，其重要性不言而喻，本文经深入研究和数据分析，细致剖析了多种预测方法的优势与局限，及其适用的具体情境。面对电力系统日趋复杂、预测要求不断提高的现状，必须不断创新、精进预测技术，以确保配电网规划决策的科学性和有效性，推动跨学科的合作与交流，是实现电力负荷预测持续进步不可或缺的环节。

参考文献

[1] 白星振, 赵康, 葛磊蛟, 等. 基于 EWT-GRU-RR 的配电网短期电力负荷预测模型 [J]. 山东科技大学学报: 自然科学版, 2023, 42(5): 77-87.
[2] 王立威, 张启龙. 基于 BP 神经网络的区域配电网短期电力负荷预测 [J]. 电子制作, 2021, (1): 49-51.
[3] 朱亮, 张宁, 李妍. 基于智能算法的配电网负荷预测和扩展规划研究 [J]. 微型计算机, 2024(6): 37-39.
[4] 廖永钜. 配电网规划中电力负荷预测方法研究综述 [J]. 电子乐园, 2019(18): 120.
[5] 王丹豪. 基于配电网运维管控平台的电力负荷预测研究 [D]. 上海电力大学, 2020.
[6] 贾鹏飞. 配电网规划中电力负荷预测的关键问题分析 [J]. 电脑爱好者 (校园版), 2023: 242-244.
[7] 张道路. 基于深度学习和集成学习的配电网中期负荷预测研究 [D]. 华南理工大学, 2022.
[8] 左植铭. 探析电力公司配电网规划中的负荷预测 [J]. 电力设备管理, 2024(13): 23-25.
[9] 罗恩博, 苏适, 张旭东, 等. 基于电力负荷预测的高压配电网变电站规划研究 [J]. 电气自动化, 2021(005): 043.
[10] 刘航. 基于大数据分析的配电网负荷预测 [D]. 河南科技大学, 2022.