

Application of Power Load Forecasting Method in Distribution Network Planning

Yang Liu

State Grid Liaoning Electric Power Co., Ltd. Shenyang Power Supply Company, Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract

The continuous advancement of power systems has raised the bar for the rationality and long-term planning of distribution networks. Accurate load forecasting serves as the cornerstone of distribution network planning, directly impacting the effectiveness of grid investments, operational safety, and power supply stability. This study investigates the fundamental principles of various load forecasting methods and their practical applications across different planning phases, evaluates their applicability and performance, and provides methodological support for enhancing distribution network planning. The research highlights that precise load forecasting plays a pivotal role in optimizing resource allocation, guiding grid construction, and ensuring reliable power supply.

Keywords

power load forecasting; distribution network planning; intelligent forecasting; grid structure optimization; investment evaluation

电力负荷预测方法在配网规划中的应用

刘洋

国网辽宁省电力有限公司沈阳供电公司, 中国 · 辽宁 沈阳 110000

摘要

电力系统不断进步对配电网规划的合理性和长远性有了更高标准。精确预估电力负荷是配网规划的根本和关键步骤, 会直接关系到电网投资的效果、运行的安全性以及供电的稳定程度。研究的目的是探究各种电力负荷预估办法的基本道理和它们在配网规划各个时期的具体运用形式, 分析不同办法的适用情况和实际成效, 为提高配网规划水平提供方法方面的支持。研究着重指出, 精确的负荷预估在优化资源分配、指导电网建设、保障电力供应中有着关键作用。

关键词

电力负荷预测; 配网规划; 智能预测; 电网结构优化; 投资评估

1 引言

配电网作为连接主电网和用户的最后一环, 其规划水平直接关系到电力供应的安全、稳定和经济。随着社会经济活动的发展和能源结构的转变, 配网的负荷特点变得越来越复杂多变, 给规划工作的准确性带来了严峻考验。电力负荷预估作为规划决策的开端和核心信息, 其准确程度决定了规划方案的合理和可行与否。传统的预估办法和现代的智能算法各有特色, 在面对不同的预估情况时都有自己的优点和不足。深入了解这些办法的原理和它们在规划各个环节的应用价值, 对于建立科学高效的配网规划体系有着基础作用。本文主要关注负荷预估办法在配网规划整个流程中的融入和作用原理。

2 电力负荷预测方法概述

2.1 传统预测方法

2.1.1 时间序列法

时间序列法按照过去用电负荷数据里的内在规则来搭建预测模型, 它的关键之处在于找出数据随着时间改变的趋势特点、周期特点和随机特点。移动平均的方式通过让短期的波动变得平稳来抓住基本的变化方向, 指数平滑的方法则是给近期的数据更大的权重, 这样能让反应更加灵敏, ARIMA 模型会通过差分计算来处理不稳定的序列 (如图 1), 并且把自回归和移动平均的特点结合起来。这类方法在用电负荷模式比较稳定的短期预测情况中, 表现得比较可靠, 不过对于突然发生的事件或者结构上的变化, 适应能力是有限的, 数据的质量和完整程度会直接对预测的准确程度产生影响^[1]。

【作者简介】刘洋 (1991-), 男, 满族, 中国吉林通化人, 硕士, 工程师, 从事电力配电相关工作。

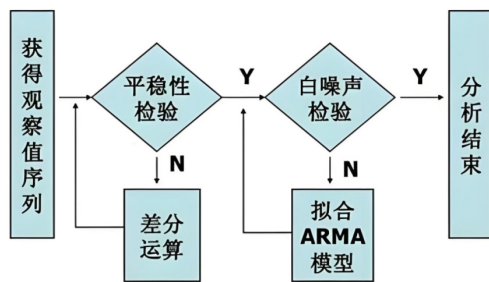


图 1 时间序列 arima 模型建模

2.1.2 回归分析法

回归分析的方法努力去量化用电负荷和影响因素之间的统计联系，把用电负荷当作因变量，而像气温、经济指标等因素则当作自变量放进线性或者非线性的方程里。这种方法能够清楚地说明变量之间的驱动原理，特别适合在政策调整或者气候出现异常等外部因素影响下的用电负荷推测。但模型是否有效取决于因素选择是否合理以及数据样本是否广泛，变量之间的多重共线性问题可能会让因果推断的可靠性下降，而且对于未知的影响因素，泛化能力比较弱。

2.1.3 灰色预测法

灰色预测的方法针对样本量小、信息不够完备的系统，提出了一种生成性的建模思路，它的典型模型 $GM(1,1)$ 通过累加操作来减弱原始数据的随机性，利用微分方程来建立指数增长的趋势。这种方法在配电网新建的区域或者历史数据不足的情况下，体现出了独特的价值，只需要少量的数据就可以建立起预测的框架。不过灰色系统在长期预测时存在固有的偏差，指数增长的假设和复杂的用电负荷变化模式的匹配程度，可能会随着预测周期的延长而降低，需要结合其他方法来对结果进行校正。

2.2 智能预测方法

2.2.1 人工神经网络法

人工神经网络参照生物神经细胞处理信息的原理搭建多层网络框架，其隐藏层在训练期间会自行提炼输入数据里的非线性特征。多层感知器借助误差向后传播的方式修改权重参数，径向基函数网络则运用核转换映射到高维空间来完成函数近似，这种从头到尾的学习模式不用预先设定数学模型就能捕捉到负荷的复杂规律^[2]。虽然网络结构的挑选和训练样本的大小对结果有很大作用，但它强大的泛化能力在应对多因素相互关联的负荷系统时展现出特别的优势，不过隐藏层决策依据的不清晰性让模型的可解释性面临难题。

2.2.2 支持向量机法

支持向量机依据统计学习原理追求结构风险的最小化，通过核函数的手段把低维的非线性问题转变为高维空间里的线性可分问题。这种方法在样本数量有限的情况下依然能有不错的泛化效果，尤其适合负荷数据波动较大或者有异常值干扰的情况。核函数的种类和惩罚系数的选择会直接影响边界划分的细致程度，但模型训练的复杂程度会随着样本量

的增加呈指数级上升，处理大规模数据集的效率明显比神经网络低，而且多输出预测需要依靠特定的扩展架构。

2.2.3 模糊逻辑法

模糊逻辑方法模仿人类主观判断的近似推理过程，用隶属度函数来量化负荷影响因素的不确定性。通过建立基于模糊规则库和推理机的决策系统，能够有效整合专家经验和定性知识，特别适合历史数据不足或者负荷突变频繁的规划场景。由于规则库的构建依赖领域知识的积累，规则的完整性和一致性会直接影响预测的可靠性，它与神经网络结合形成的模糊神经网络架构能够融合知识驱动和数据驱动的双重特点，在一定程度上弥补了单一方法的不足。

3 电力负荷预测方法在配网规划中的具体应用

3.1 负荷预测在配网现状分析中的应用

充分了解配电网当下的运行状况是规划工作的基础，负荷预测在这个环节起着类似诊断的重要作用。借助过去的负荷数据，再结合区域的发展特点来开展预测分析，规划人员能够准确地找到现有网络里的薄弱之处。就拿预测结果来说，它可以清楚地显示出某些线路或者变压器在特定时间段已经快要达到或者超过其承载的极限，这种具有前瞻性的判断有助于发现潜在的过载风险点。同时，预测还能帮助判断低电压区域的原因，看是由于负荷自然增长造成的，还是网络结构本身存在问题，进而为后续的规划决策提供坚实、客观的依据。基于预测的现状剖析避免了只依靠经验或者局部观察的片面性，让规划工作能够有针对性地进行，把有限的资源优先用在最需要解决的现实问题上^[3]。

3.2 负荷预测在配网负荷预测阶段的应用

配电网规划的主要目的是满足未来一段时间内的电力需求，所以科学地预测规划目标年的负荷水平及其空间分布是非常关键的。负荷预测方法在这个阶段的运用，本质上是为整个规划过程提供量化的目标指导。通过综合考虑经济指标、人口变化、产业政策以及用户用电的行为模式等多种因素，预测模型能够计算出不同区域、不同电压等级在规划期内各个时间阶段的负荷需求。这些预测值不是简单的数字组合，而是准确地描述了未来负荷在空间上的集中形态和时间上的波动特点。规划部门必须依靠这些通过科学方法得到的预测数据，才能合理确定规划需要涵盖的负荷总量和分布重点，避免规划规模和未来实际需求之间出现较大的偏差，保证规划方案能够有效地承担未来的电力供应任务。

3.3 负荷预测在配网电网结构规划中的应用

电网结构规划关系到配电网的长期运行效率、可靠性和可扩展性，负荷预测在这个环节是优化网架设计的核心依据。预测所提供的未来负荷分布数据，直接影响着主干网架的走向、变电站的布点位置以及供电分区的划分方案。规划人员需要根据负荷预测的空间分布情况，设计出经济合理的供电半径，确保主要的电源点能够有效地覆盖负荷密集的区域。

域。如果预测表明某个区域未来的负荷会快速增长,那么规划方案中就需要考虑在该区域新建变电站或者提前预留站址用地,并且相应地调整上级电网的接入容量。另一方面,针对负荷预测所显示的均衡增长或者波动特点,规划人员可以选择最合适的网络结构,比如是采用更可靠的环网接线方式,还是采用性价比更高的辐射状接线方式^[4]。因此,负荷预测为电网结构规划增添了动态适应能力,引导规划方案向灵活、稳固、经济的方向发展。

3.4 负荷预测在配网设备选型与配置中的应用

配电网中各种设施的参数确定,尤其是容量大小,其核心依据来自于对以后负荷需求的估计。负荷预估在这个环节的运用,会对设施的选型准确程度和资产使用效率产生很大影响。预估结果给出的负荷最高值、负荷变化情况以及负荷增长速度,是确定变压器额定容量、开关设施断开能力、导线横截面积的关键因素。比如,变压器容量的布置既要能满足预估的最大负荷需求,也要考虑经济运行范围,随便选过大的容量会让设施长时间在低负荷状态下运行,造成资源浪费和能源利用效率不高,而容量选得不够又会很快有过载的风险,不得不提前更换设施。导线横截面积的选择也是这样,要根据预估的负荷电流及其增长趋势,满足长时间载流量的要求和电压下降的限制。所以,准确的负荷预估能让设施选型从静态地满足现在的需求,转变为动态地适应未来的趋势,实现设施整个生命周期成本的优化布置。

3.5 负荷预测在配网投资估算中的应用

配电网规划项目的经济合理性和可行性,最后需要通过细致的投资预算来评估,负荷预估在这个环节是资金需求计算和价值评估的关键支持。预估所描述的未来负荷大小和增长轨迹,直接决定了规划中新建或改造工程的实际大小,进而决定了所需的主要设施数量、线路长度以及土建工程数量。根据这些预估数据,规划人员可以比较准确地确定工程

所需的主要设施材料成本。更重要的是,负荷预估是评估项目投资效果的基础。预估的负荷增长量直接关系到项目投入运行后能承担的售电量增长,进而影响项目经济收益的计算。科学合理的负荷预估提高了投资预算的准确程度,让规划方案在提交审批时更有财务方面的说服力,有助于规划项目在激烈的资金竞争中表现突出,优先获得实施的机会,保证电网建设资金能流向需求最紧迫、效果最明显的领域^[5]。

4 结语

电力负荷预估办法为配网规划提供了必不可少的决策参考,贯穿于现状评价、负荷增长判断、电网结构设计、设备选择配置以及投资效益分析等重要环节。传统办法在数据规律比较明显时具有应用价值,而智能预估技术在处理非线性和不确定性问题方面表现出色。未来的研究需要致力于提高预估模型对复杂多样数据的整合处理能力,探索适合高比例新能源接入和新型负荷特点的预估理论。加强预估结果和规划方案的动态协同反馈机制,开发融合多方面评估的规划决策支持系统,是提高配网规划适应性和弹性的重要方向。不断优化负荷预估技术并在规划实践中深入应用,对建设安全、高效、智能的现代配电网非常重要。

参考文献

- [1] 赵会茹,高婧瑶,殷商莹.电力负荷预测方法在配网规划中的应用[J].山东电力技术,2018,45(05):15-18+23.
- [2] 谢谦.电力负荷预测方法在配网规划中的应用[J].科技风,2015,(24):127.
- [3] 邓永生,焦丰顺,张瑞锋,等.配电网规划中电力负荷预测方法研究综述[J].电器与能效管理技术,2019,(14):1-7.
- [4] 曾庆武.基于大数据技术的电力配网规划与负荷预测方法研究[J].电气技术与经济,2025,(08):65-68.
- [5] 李小伟,陈楚.负荷预测在配网规划中的研究及应用[J].能源与环保,2021,43(03):143-147.