

# 农村电力系统负荷预测方法研究

谢建文<sup>1,2</sup>, 张元标<sup>\*</sup>

(1. 暨南大学珠海学院数学建模创新实践基地, 广东珠海519070; 2. 暨南大学珠海学院计算机科学系, 广东珠海519070)

**摘要** 农村电力系统负荷预测在农村电网发展规划过程中是一项十分重要的基础性工作。该文系统地讨论了影响农村电力系统负荷预测的主要因素、负荷预测的基本步骤以及常用的预测方法。

**关键词** 农村电力系统; 电力负荷预测; 预测方法

中图分类号 S11<sup>+</sup>9 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)21-08870-02

## Study on the Forecast Method of Power System Load in Rural

XIE Jian-wen et al (Mathematical Modeling Innovative Practice Base of Zhuhai College, Jnan University, Zhuhai, Guangdong 519070)

**Abstract** The load forecast of power grid program is an important basic job in the course of the rural development. In this paper, the factors affecting the load forecast in rural power system were analyzed, and the process of load forecast was introduced. Finally, some load forecast methods were discussed.

**Key words** Rural power system; Load forecast; Forecast method

农村地区能源消费主要用于发展农村经济和农民生活两大部分,前者包括农、林、牧、渔、农用机械及乡镇工业运行过程的能源消费;后者为农民生活中的炊事、取暖、制冷、热水及其他家用电器(冰箱、电视、收录机、洗衣机、摩托车等)所耗用的各类能源<sup>[1]</sup>。农村电力市场在我国电力市场中占有基础性地位,服务于80%的人口、覆盖90%的国土是支撑农电市场成为电力市场基础的主要因素。随着农村经济的发展,农村人口消费能力和生活条件的改善,农村电力市场将成为一个巨大的电力消费市场,制定农村电网发展规划变得十分重要。而负荷预测是编制农村电网发展规划的基础,其准确与否直接关系到规划的质量,因此,在编制农村电网发展规划的过程中,应把着重点放在负荷预测上。

### 1 影响电力负荷预测的主要因素<sup>[2]</sup>

**1.1 气候变化或自然灾害** 随着空调的普及,气候变化对负荷的影响愈来愈显著,生活用电比例呈逐年增加的趋势。严重的自然灾害如洪涝、大旱、雪灾等,也会造成电力负荷的大幅度波动。1998年的全国性洪涝灾害和2008年全国性雪灾使负荷大幅度下降便是最好的说明。

**1.2 国家政策、宏观产业结构调整** 国家政策的变化与宏观产业结构调整必然会引起电力需求的相应变化,如基建项目实行“宏观调控”,直接“刺激”或“抑制”国民经济的发展和耗电大产业的用电,造成电力负荷的波动。

**1.3 能源市场经济变化** 电力市场是能源市场的一部分。事实上,用户消费能源的种类和数量与能源的价格、易用性等也有关系。在一定条件下,用户选择电力消费和其他能源消费的比重可能会发生变化,有时甚至会完全发生逆转。因此,在进行负荷预测时应该关注能源市场的变化,考虑各种替代能源的供需状况和价格因素,并尽可能在负荷预测模型中予以考虑。

**1.4 过高估计经济发展速度或虚报负荷** 有的地区过高估计工业发展的速度,提供的数据与实际情况相距甚远;或在作系统规划设计时,片面理解“电力要适当超前发展”,向上

虚报负荷增长率。其直接结果可能造成负荷预测值较多地偏离实际运行的数值,导致系统出力短期内出现较大幅度的变化,进而影响电力系统的安全和经济运行。

**1.5 预测方法本身对预测结果的影响** 各种预测方法有其各自的优点、不足以及适用范围,有的适用于短期预测,有的适用于长期预测。而短长期负荷预测方法又有定性预测和定量预测之分。如果不加分析、不分场合地使用,必然会导致预测结果出现较大的偏差。

### 2 农村电力系统负荷预测的基本步骤

**2.1 资料收集** 在电力负荷预测之前,需要调查和收集多方面的数据和资料,包括电力企业内部和外部资料、国民经济有关部门的资料,以及公开和未公开发表的资料。然后从众多的资料中遴选出最新的、可靠的和有用的部分。

负荷预测收集的资料一般应包括以下内容<sup>[3]</sup>: 该县(市)国民经济及社会发展规划; 该县(市)社会经济基本情况,包括总人口、农业人口,总户数、农户数、土地面积、耕地面积、电力排灌面积,乡(镇)数、行政村数、工农业总产值、农业总产值、乡(镇)村办工业总产值、国内生产总值等; 地市级电力系统发展规划; 县(市)农村电网现状及存在问题;

历年来该县(市)用电负荷及用电量(含乡村居民生活用电、城区居民生活用电、乡镇村办工业用电、县办工业用电、农业生产用电、农副加工用电、排灌用电等)。

**2.2 资料整理与数据预处理** 电力系统负荷建模需要大量的历史观测数据,但是在现实中,无论是从监测监控及数据采集系统得到的历史负荷数据,还是从气象台得到的气象数据都不可避免地存在一些问题。这些不能真实反映历史电力负荷的数据对于建立能够准确反映相关因素和负荷之间关系的模型有着较大的影响,因此必须在建模前进行数据的预处理。一般来说需要做好以下几项工作<sup>[3]</sup>: 缺失数据的填补。对于缺失数据,可以采用个案剔除法、均值替换法、热卡填充法和回归替换法等进行处理。对不可靠资料加以核实调整。对能查明原因的异常数据,用适当的方法加以订正;对原因不明而又没有可靠修改根据的资料,进行舍去处理。对时间数列中不可比资料加以调整。时间数列资料的可比性主要包括各期统计指标的口径范围是否完全一致;各期价值指标所用价格有无变动;各期时间单位长度是否可

比;周期性的季节变动资料的各期资料是否可比;是否能如实反映周期性变动规律。

**2.3 预测方法的选取** 正确选择预测模型是负荷预测中关键性的一步,一般应注意以下几点:按照“重近轻远”的原则选择预测模型,即尽可能使近期预测值真实可靠、误差小;

可同时采用多种预测模型进行运算,以便对比和选择。

**2.4 确定预测结果** 由预测模型运算得到的预测值或利用其他方法得到的预测值,只是初步预测结果,还要参照当前已经出现的各种可能性,以及新的趋势与发展进行定性分析、比较、判断、推理和评价,对初步预测值进行调整和修正,以形成最终预测结果。

### 3 常用的电力负荷预测方法

**3.1 比例系数法** 比例系数法是根据历史数据和未来发展趋势,按照一定比例作出预测,其计算公式是:

$$A_n = A_0(1 + k)^n \quad (1)$$

式中,  $A_n$ : 预测年的用电量(负荷);  $A_0$ : 基年的用电量(负荷);  $k$ : 基年到预测年的年均增长率;  $n$ : 基年到预测年的年数。

此法的关键是确定预测期年均增长率,特点是易于计算,适用于短期负荷预测,需要做大量细致的调研工作。

**3.2 负荷密度法** 负荷密度法是依据预测地区的人口或土地面积的单位平均需电量与总人口或总土地面积进行预测的一种方法。计算公式:

$$W = PR \quad (2)$$

式中,  $W$  为需电量的预测值;  $P$  为该地区的人口数或土地面积数;  $R$  为平均每人或每平方米的需电量,统称负荷密度。

**3.3 回归预测模型** 回归预测是电力系统负荷预测的一种常用方法。其用数理统计中的回归分析方法,根据历史数据的变化规律寻找自变量与因变量之间的回归方程式,确定模型参数,对未来的负荷进行预测。预测模型表达式为:

$$y = f(S, X) \quad (3)$$

式中,  $y$ : 因变量;  $S$ : 预测模型的参数向量;  $X$ : 自变量向量或标量。

**3.4 指数平滑模型** 指数平滑又称指数修匀,是一种重要的预测方法。此法可以消除时间序列的偶然变动,提高近期数据在预测中的重要程度。它的基本思想是先对原始数据进行处理,处理后的数据成为平滑值,然后用平滑值构造预测模型,用于计算未来预测值。具有计算简单、样本需求量较少、适应性强、结果稳定等特点。难点在于指数平滑系数的选择不好把握。

**3.5 专家预测法** 专家预测法分为专家会议法和专家小组法。专家会议法通过召集专家开会,面对面的讨论问题,每个专家能充分发表意见,并听取其他专家的意见。缺点是参加会议的人数有限,影响代表性;权威者的意见将起主导作用。专家小组法专家不通过会议形式,而是通过书面形式独立发表个人意见,专家之间相互保密经过多次反复,给专家以重新考虑并修改原先意见的机会,最后综合出预测结果。

**3.6 神经网络法** 神经网络是由大量的简单神经元组成的非线性系统,每个神经元的结构和功能都比较简单,而大量神经元组合产生的系统行为却非常复杂。在电力系统负荷预测中,应用最多的是带有隐层的前馈型神经网络,它通常

由输入层、输出层和若干隐层组成。对多层感知器,误差反传训练算法(BP算法)是目前最简单、最实用的一种,实质是一种梯度算法。神经网络法利用人工神经网络选取过去一段时间的负荷作为训练样本,然后构造适合的网络结构。用某种训练算法对网络进行训练,使其满足精度要求之后,再用神经网络作负荷预测。一般而言,神经网络应用于短期负荷预测要比应用于中长期负荷预测更为适宜。因为短期负荷变化可以认为是一个平稳随机过程,而长期负荷预测与地区的政治、经济政策等因素密切相关,通常会有大的波动,而并非是一个平稳随机过程。

**3.7 模糊预测法** 模糊预测法是建立在模糊数学理论上的一种负荷预测新技术。将模糊预测法引入的原因是电力系统中存在着大量的模糊信息,如负荷预测中的关键因素气象状况的评判、负荷日期类型的划分等。常规处理模糊信息的方法采用统计和经验相结合,这给负荷预测引入了不科学的因素,并且与自动化要求相矛盾。模糊预测法将模糊信息和经验以规则的形式表示出来,并转换成可以在计算机上运行的算法,使其在电力系统的许多领域中得到广泛应用。由于模糊理论可以利用有限的规则近似任意的函数关系,将这一理论应用于负荷预测是很合理的选择<sup>[4]</sup>。

**3.8 灰色预测法** 灰色预测法是一种基于灰色系统理论的预测方法,灰色系统理论将一切随机变化量看作是在一定范围内变化的灰色量,常用累加生成的方法,将杂乱无章的原始数据整理成规律性较强的生成数据列,用灰色模型(GM)的微分方程作为电力系统单一指标(如负荷)的预测时,求解微分方程的时间响应函数表达式即为所求的灰色预测模型。对模型的精度和可信度进行校验并修正后,即可根据此类模型预测未来的负荷。此法适用于短、中、长3个时期的负荷预测。在建模时不需要计算统计特征量,从理论上讲,可以使用于任何非线性变化的负荷指标预测。但其不足之处是微分方程指数解比较适合于具有指数增长趋势的负荷指标。对于具有其他趋势的指标则有时拟合度较低,精度难以提高<sup>[5]</sup>。

**3.9 专家系统预测法** 专家系统预测法是一种人工智能技术。该方法对数据仓库里存放的历史负荷数据进行分析,从而汇集有经验的负荷预测人员的知识,提取出有用规则,并按照一定的规则推理进行负荷预测,是对人类的不可量化的经验进行转化的一种较好的方法。专家系统预测法适用于中长期负荷预测。在中长期负荷预测中,未来不确定的因素很多,同时各个地区的经济和电力事业的发展有其特殊性,对未来各种可能引起负荷发生变化的情况,需要预测人员具有丰富的经验与判断能力,因此,基于专家系统的预测方法是很好的选择。但专家系统分析本身就是一个耗时的过程,并且即使知道某些复杂的因素(如天气)对负荷有影响,但要准确定量地描述出这种影响还是非常困难。

**3.10 小波分析预测法** 小波分析作为数学学科的一个分支,吸取了现代分析中诸如泛函分析、数值分析、样条分析、调和分析等众多分支的精华,并包罗了它们的特点。其实质是一种时域-频域分析法,它在时域和频域上同时具有良好

表3 不同乙醇及丙醇浓度提取试验

Table 3 Extraction test of ethanol and acetone with different concentrations

提取溶剂 Extraction solvent	浓度 % Concentration	取样重 g Sampling weight	消耗的NaOH 体积 ml NaOH consumption volume	含水油树脂总重 g Total weight of water oleoresin	油树脂产量 g Oleoresin production	油树脂提取率 % Extraction rate of oleoresin
乙醇 Ethanol	100	9.950	37.08	10.900	0.2406	0.802
	90	8.857	36.65	34.230	0.6569	2.190
	80	9.609	36.34	52.390	0.8166	2.722
	70	8.964	37.79	43.600	1.3900	4.633
	60	9.381	36.54	70.640	1.2662	4.221
丙酮 Acetone	100	9.278	36.74	11.234	0.2266	0.755
	90	9.330	35.71	23.850	0.2309	0.770
	80	9.110	35.10	65.710	0.2376	0.792
	70	9.073	35.42	72.981	0.5072	1.691
	60	9.296	35.48	110.882	0.8195	2.732
	50	9.750	35.71	134.995	1.2505	4.168
	40	9.834	35.53	146.867	1.0925	3.642

### 3 结论

姜的挥发油有祛寒除湿,驱风止痛,温经通络,防治晕车、船、飞机等运动病,还有抗衰老作用,目前已发现其中7种主要的辛辣成分分别为:[6] - 姜醇、[8] - 姜醇、[10] - 姜醇、[6] - 姜烯醇、[8] - 姜烯醇、[10] - 姜烯醇和[6] - 姜二酮。水蒸气法提取物含较多的萜烯化合物,而CO<sub>2</sub>超临界法提取物含较多的醇类化合物,姜醇是姜辣素的代表物,富含姜醇的姜油更能体现生姜的独特风味。由此可见,CO<sub>2</sub>超临界法萃取法不仅得率高,所得姜油的品质也更好<sup>[1]</sup>。

水蒸气法提取的姜精油为浅黄,折光指数为1.491 ~ 1.497,密度0.855 ~ 0.890 g/ml,主要成分为单萜,单萜醇、醛、酯等含氧衍生物和倍半萜。有机溶剂浸提法可以提取姜油,但是提取率比较低,而且产物中含有有机溶剂的残留,干扰检测的准确性,其回收需要相对提高产品的生产成本,并且直接影响产品的质量。较为合适的提取溶剂是70%的乙醇和50%的丙酮,以前者效果更好。超临界萃取适宜工艺参数为萃取时间80 min,萃取温度35℃,萃取压力15 MPa。所提姜精油为稠状深黄色,折光指数1.490 ~ 1.512,密度0.950 ~ 0.975 g/ml,主要包括姜烯、金合欢烯、-倍半水芹烯、-水芹烯4种化合物,按面积归一法计算,共占色谱峰的88.29%。

(上接第8871页)

的局部化性质,并且能根据信号频率高低自动调节采样的疏密,容易捕捉和分析微弱信号以及信号、图像的任意细小部分。电力系统中日负荷曲线具有特殊的周期性,可以对其进行小波变换,进行处理后再重组回原负荷序列<sup>[6]</sup>。

### 4 结语

负荷预测是电力系统调度、实时控制、运行计划和发展规划的前提,是一个电网调度部门和规划部门必须具有的基本信息。准确合理预测农村电力系统负荷、编制好农村电网发展规划,是实现农村电气化事业持续健康发展,实现农村

这种姜油更能保持生姜的独特风味。

综上所述,不同的提取方法得到的提取物,其成分有较大的差别。近年来,随着超临界生产设备的发展、应用逐渐成熟,用于萃取姜精油技术的研究正在广泛的开展,而下一步的研究方向是以提高产品质量和收率为目的,对工艺参数进行细化和优选。

### 参考文献

- [1] 郭振德,张相年,张镜澄.超临界CO<sub>2</sub>萃取姜油的组成研究[J].色谱,1995,13(3):156-158.
- [2] 李薇,李昶红,银董红.超临界二氧化碳萃取生姜精油[J].精细化工,2004,21(11):812-814.
- [3] 倪元颖,李景明,孙亚青,等.超临界流体萃取姜精油主要工艺条件的研究[J].食品工业科技,2005,26(12):121-122.
- [4] 张中义.超临界萃取姜油树脂的研究[J].中国科协第二届青年学术年会食品科学论文集.北京:学苑出版社,1995.
- [5] 葛毅强,倪元颖,张振华,等.生姜精油的研究新进展[J].中国调味品,2004(9):3-9.
- [6] 柯于家,郑雯,伍培辉,等.超临界CO<sub>2</sub>萃取辛香料精油的试验研究[J].中国油脂,2000,25(2):22.
- [7] 梅树莲,郑秋霞,邹纲明.姜精油的GC/MS分析[J].吉林化工学院学报,2005,22(1):11-12.
- [8] 周锡堂,邹纲明,吴景雄.不同方法提取姜精油的对比分析[J].食品科技,2005(9):57-59.
- [9] 李丛民,吴宏伟,杨雷玉,等.来凤生姜精油化学成分研究[J].香料香精化妆品,2002,10(5):15-17.

电网安全、优质、高效、低耗运营以及实现社会效益、环境效益、企业效益协调发展的有力保证。

### 参考文献

- [1] 邓可蕴,贺亮.我国农村地区中长期能源需求预测[J].中国工程科学,2000,2(7):16-20.
- [2] 杜松怀.负荷预测方法及其影响因素[J].农村电气化,2001(4):17-18.
- [3] 黄才起.农村电网规划中的负荷预测[J].安徽电气工程职业技术学院学报,2004,9(3):56-58.
- [4] 于立军,张国祥.农村电力系统负荷预测研究[J].农机化研究,2006(5):211-213.
- [5] 张霞,谢卫,魏巍.基于灰色理论的电力系统负荷预测模型[J].计算机辅助设计,2007,16(4):19-22.
- [6] 王吉权,赵玉林.电力系统负荷预测方法及特点[J].农村电气化,2003(11):7-8.