

一、二月份用电量的预测模型

朱韬析¹, 江道灼¹, 汪泉²

(1. 浙江大学电气工程学院, 浙江 杭州 310027; 2. 杭州市电力局, 浙江 杭州 310009)

摘要: 针对我国一、二月份用电需求的特点, 建立专门预测这两个月用电量的模型。首先用传统的预测方法预测一、二月份的总用电量, 接着利用类比法或近似估算法并结合人工调节, 估算待预测的一、二月份用电量的比值, 最后计算得到这两个月每月用电量的预测值。这种预测方法可以避免因春节期间假期用电需求减少而导致的月负荷预测值不准确的问题。对某市一、二月份的用电量进行了实际预测, 取得了较好的效果, 预测精度优于其他传统预测方法, 证明这种模型在负荷预测中具有较高的应用价值。

关键词: 负荷预测; 总用电量; 类比法; 近似估算法; 人工调节

中图分类号: TM715 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2005)06-0062-04

0 引言

在用电量随月份的变化而变化的过程中, 除了存在随时间的推移而增长的趋势外, 一年 12 个月的气候变化也对电力需求造成影响, 使之呈现以年为周期的季节性变化, 这种变化被称为季节波动趋势。增长趋势和季节波动趋势这两种不同的、复杂的变化趋势, 给月负荷预测带来了很大的困难。一、二月份的电力需求除了受这两种变化趋势的影响外, 还要受到春节假期中用电量减少的影响, 因而导致这两个月的负荷预测结果的误差较大。

本文提出了一种针对一、二月份用电量的预测模型, 并根据某市的实际历史用电量对该方法进行校验, 将预测结果与实际用电量进行比较, 取得了较好的预测效果, 说明该模型能比较准确地预测一、二月份的用电量。

1 预测的原理

目前国内很多文献资料提出的预测月负荷的主要方法是: 将月负荷 $X(t)$ 分解成增长趋势 $Y(t)$ 和季节波动趋势 $F(t)$, 分别进行模拟、计算, 最后叠加成预测模型 $X(t) = Y(t) \times F(t)$ 。

一、二月份的用电量, 在受到增长趋势和季节波动趋势影响的同时, 还受到我国春节假期的影响: 春节前后有一个比较长的假期, 期间很多行业将有不同程度的停产、休假, 因而导致用电量大幅减少; 同时各年春节的公历日期并不固定, 从而导致一、二月份用电量的波动性和无规律性 (如图 1、2 所示); 如果仅按照传统的方法进行预测, 将会产生比较大的误差, 最大的预测误差甚至会超过 20%。

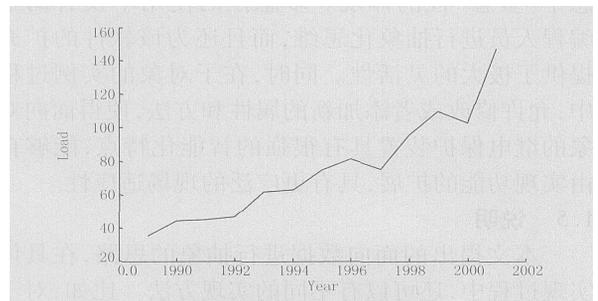


图 1 某市一月份的用电量

Fig 1 Electricity consumption of a region in January

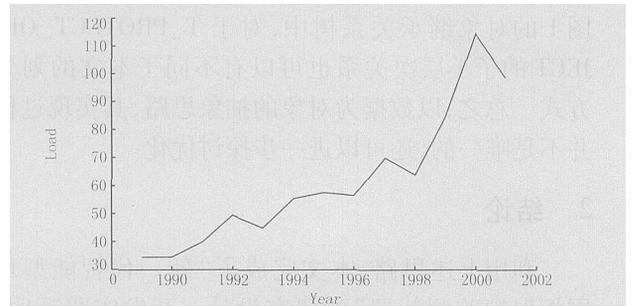


图 2 某市二月份的用电量

Fig 2 Electricity consumption of a region in February

但是, 春节的公历日期总在一、二月之间, 因此春节假期对一、二月份总用电量的影响有一定的规律。所以, 尽管一、二月份的月用电量呈不规则的变化趋势, 但一、二月份总用电量却呈有较明显的线性增长趋势 (如图 3 所示)。

基于以上分析, 我们可以采用这样的预测模型: 首先用传统的预测模型预测一、二月份的总用电量; 接着用特定的方法估算待预测的一、二月份用电量的比值; 最后计算得到这两个月每个月用电量的预测值。

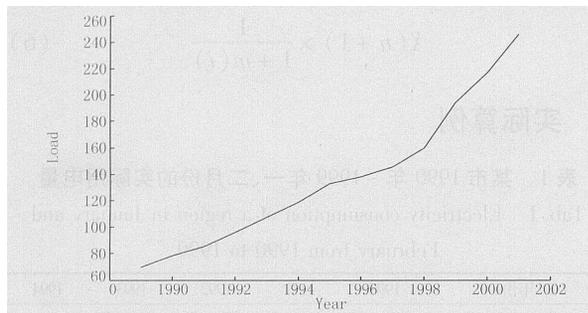


图 3 某市一、二月份的用电量之和

Fig 3 Sum of the electricity consumption of a region in January and February

2 预测一、二月份总用电量

由图 3 以及上述分析可知,一、二月份的总用电量呈较规则的增长趋势,因此,首先将历史上同年的一、二月用电量相加,根据这些历史数据,用趋势外推法、线性回归法等传统预测方法或灰色理论、时间序列等新的预测方法,都可以比较容易地预测出待预测的一、二月份总用电量。

另外,文献 [2~4] 针对季节型负荷预测,提出了组合灰色神经网络模型:该模型根据灰色 GM(1,1) 模型具有较好的增长特性的特点,用其对季节型时间序列的增长趋势进行建模;根据人工神经网络(ANN)具有较好的描述复杂非线性函数能力的特点,用其对季节型负荷进行建模;最后根据最优组合预测理论,建立了兼有 GM(1,1) 和 ANN 优点的最优组合预测模型^[2]。该模型能够同时反映季节型电力负荷的增长趋势和波动性。在该模型的基础上,我们可以做这样的改进以提高对一、二月份总用电量预测的精确性:即将每一年划分为六个季度,一、二月为一个季度,三、四月为一个季度,……,十一、十二月为一个季度;再采用文献 [2~4] 中所介绍的模型对一、二月份总用电量进行预测。

3 预测一、二月份的月用电量

假设用第 1, 2, …, n 年一、二月份的用电量来预测第 $n+1$ 年一、二月份的用电量,并假设按前面介绍的方法预测得到的一、二月份总用电量为 $X(n+1)$ 。

3.1 类比法

类比法是对类似事物作对比分析,通过已知事物对未知事物和新事物做出预测^[1]。我们将第 $n+1$ 年的春节公历日期和第 1, 2, …, n 年的春节公历日期进行比较,选取春节公历日期最接近的一年的一、二月份用电量的比值,近似作为待预测年的一、二月份用

电量的比值。

不妨设第 $n+1$ 年春节的公历日期和历史上第 i 年 ($0 < i < n$) 春节的公历日期最接近。假设经计算得到的第 i 年的一月份和二月份用电量的比为 $m(i)$, 则可以把 $m(i)$ 近似作为第 $n+1$ 年一、二月份用电量的比,并由预测工作人员根据当地实际情况以及第 $n+1$ 年与第 i 年春节公历日期的差异对 $m(i)$ 进行适当的修正。如果第 $n+1$ 年的春节公历日期比第 i 年的春节公历日期早一点,则将 $m(i)$ 稍微调低一点;如果第 $n+1$ 年的春节公历日期比第 i 年的春节公历日期晚一点,则将 $m(i)$ 稍微调高一点,调整范围一般是 0.02~0.1。假设调整后得到预测比值 $m(i)$ 。

然后就可以根据 $m(i)$ 和 $X(n+1)$ 预测第 $n+1$ 年一、二月份的用电量。

第 $n+1$ 年一月份预测用电量为:

$$X(n+1) \times \frac{m(i)}{1+m(i)} \quad (1)$$

第 $n+1$ 年二月份预测用电量为:

$$X(n+1) \times \frac{1}{1+m(i)} \quad (2)$$

3.2 近似估算法

春节期间用电量产生较大变化的主要原因在于:春节前后有一个比较长的假期,期间很多行业将有不同程度的停产、休假,因而导致用电量大幅减少。

根据这一分析,不妨做如下假设:

1) 第 $n+1$ 年一、二月份除了假期外的每天的用电量都相同,记为 Z 。

2) 假期中的每一天用电量相同,记为 R 。

3) 假期中每天的用电量与正常时期每天用电量之比为 a , 即 $a=R/Z$; 由于各年一、二月份中春节期间与非春节期间平均每天的用电量的比值都非常接近,因此可以根据往年一、二月份中春节期间与非春节期间平均每天的用电量之比来近似计算 a , 一般地, $a=0.4 \sim 0.6$ 。

4) 春节假期为 T 天,假期的长短可以根据各地的实际情况而进行调节;一般情况下假期从腊月二十七左右开始, $T=10 \sim 15$ 。

5) T_1 为春节假期在一月份中的天数; T_2 为春节假期在二月份中的天数 ($0 < T_1, T_2 < T$), 显然 T_1, T_2 满足:

$$T_1 + T_2 = T \quad (3)$$

这样,在根据第 $n+1$ 年的春节公历日期并结合

当地的实际情况确定 a 、 T_1 和 T_2 之后,就可以根据下式计算,近似得到第 $n+1$ 年一、二月份用电量的预测比值。

$$m(i) = \frac{(31 - T_1) \times Z + T_1 \times R}{(D - T_2) \times Z + T_2 \times R} = \frac{31 - T_1 + T_1 \times a}{D - T_2 + T_2 \times a} \quad (4)$$

其中: D 为二月份的天数,闰年 $D = 29$,非闰年 $D = 28$ 。

最后根据 $m(i)$ 预测第 $n+1$ 年一、二月份的用电量。

第 $n+1$ 年一月份预测用电量为:

$$X(n+1) \times \frac{m(i)}{1+m(i)} \quad (5)$$

第 $n+1$ 年二月份预测用电量为:

表 2 对 1995 年—1999 年一、二月份用电量的预测结果

Tab 2 Electricity consumption forecasting results in January and February from 1995 to 1999

年份		1995	1996	1997	1998	1999
用线性回归法	一月份预测用电量 / (亿 kW · h)	6.393	6.921	7.835	8.623	8.796
	相对误差 / (%)	- 1.05	7.89	3.76	- 13.95	8.40
直接进行预测	二月份预测用电量 / (亿 kW · h)	5.110	5.748	6.169	6.319	6.996
	相对误差 / (%)	7.59	0.24	- 9.08	9.59	- 9.50
用灰色指数滑动平均法预测	一月份预测用电量 / (亿 kW · h)	6.082	6.627	7.656	9.441	10.017
	相对误差 / (%)	3.88	11.81	5.95	- 24.77	- 4.32
用一次指数平滑法预测	二月份预测用电量 / (亿 kW · h)	5.167	5.628	6.130	6.676	7.271
	相对误差 / (%)	6.54	2.32	- 8.38	4.45	- 13.81
按本文所介绍的方法预测一、二月份用电量 / (亿 kW · h)	一月份预测用电量 / (亿 kW · h)	6.587	6.616 2	7.866	7.810	7.035
	相对误差 / (%)	- 4.10	11.95	3.37	- 3.21	26.73
类比法	二月份预测用电量 / (亿 kW · h)	4.309	5.539	5.630	5.696	7.096
	相对误差 / (%)	22.07	3.87	0.45	18.47	- 11.07
近似估算法	一、二月份总预测用电量 / (亿 kW · h)	11.503	12.667	14.004	14.941	15.791
	一月份预测用电量	6.025	7.279	8.120	7.826	9.346
按本文所介绍的方法预测一、二月份用电量 / (亿 kW · h)	相对误差 / (%)	4.77	3.13	0.26	- 3.42	2.67
	二月份预测用电量	5.478	5.391	5.884	7.115	6.345
近似估算法	相对误差 / (%)	0.92	6.44	- 4.03	- 1.80	0.69
	一月份预测用电量	6.153	7.279	8.169	7.688	9.499
近似估算法	相对误差 / (%)	2.75	3.13	- 0.34	- 1.60	1.07
	二月份预测用电量	5.350	5.391	5.835	7.253	6.291
近似估算法	相对误差 / (%)	3.24	6.44	- 3.16	- 3.78	1.53

5 结论

1) 从预测结果来看,这种针对一、二月份用电量的预测模型能达到较好的预测效果;而一些传统方法在预测一、二月份用电量时,误差往往会很大。由此可见,这种模型在负荷预测中具有现实意义,是一种新型实用、精度较高的方法。

2) 在预测过程中,可以根据当地的实际情况调节预测比值 $m(i)$ 。恰当地对一、二月份用电量的比值进行人工调节,能有效地提高最终预测结果的精

$$X(n+1) \times \frac{1}{1+m(i)} \quad (6)$$

4 实际算例

表 1 某市 1990 年 ~ 1999 年一、二月份的实际用电量

Tab 1 Electricity consumption of a region in January and February from 1990 to 1999

年份	1990	1991	1992	1993	1994
春节的公历日期	1月 27号	2月 15号	2月 4号	1月 23号	2月 10号
一月用电量 亿 kW · h	3 530	4 426	4 538	4 669	6 201
二月用电量 亿 kW · h	3 438	3 433	3 991	4 935	4 493
年份	1995	1996	1997	1998	1999
春节的公历日期	1月 31号	2月 19号	2月 7号	1月 28号	2月 16号
一月用电量 亿 kW · h	6 327	7 514	8 141	7 567	9 602
二月用电量 亿 kW · h	5 529	5 732	5 656	6 898	6 389

表 2 对 1995 年—1999 年一、二月份用电量的预测结果

Tab 2 Electricity consumption forecasting results in January and February from 1995 to 1999

年份		1995	1996	1997	1998	1999
用线性回归法	一月份预测用电量 / (亿 kW · h)	6.393	6.921	7.835	8.623	8.796
	相对误差 / (%)	- 1.05	7.89	3.76	- 13.95	8.40
直接进行预测	二月份预测用电量 / (亿 kW · h)	5.110	5.748	6.169	6.319	6.996
	相对误差 / (%)	7.59	0.24	- 9.08	9.59	- 9.50
用灰色指数滑动平均法预测	一月份预测用电量 / (亿 kW · h)	6.082	6.627	7.656	9.441	10.017
	相对误差 / (%)	3.88	11.81	5.95	- 24.77	- 4.32
用一次指数平滑法预测	二月份预测用电量 / (亿 kW · h)	5.167	5.628	6.130	6.676	7.271
	相对误差 / (%)	6.54	2.32	- 8.38	4.45	- 13.81
按本文所介绍的方法预测一、二月份用电量 / (亿 kW · h)	一月份预测用电量 / (亿 kW · h)	6.587	6.616 2	7.866	7.810	7.035
	相对误差 / (%)	- 4.10	11.95	3.37	- 3.21	26.73
类比法	二月份预测用电量 / (亿 kW · h)	4.309	5.539	5.630	5.696	7.096
	相对误差 / (%)	22.07	3.87	0.45	18.47	- 11.07
近似估算法	一、二月份总预测用电量 / (亿 kW · h)	11.503	12.667	14.004	14.941	15.791
	一月份预测用电量	6.025	7.279	8.120	7.826	9.346
按本文所介绍的方法预测一、二月份用电量 / (亿 kW · h)	相对误差 / (%)	4.77	3.13	0.26	- 3.42	2.67
	二月份预测用电量	5.478	5.391	5.884	7.115	6.345
近似估算法	相对误差 / (%)	0.92	6.44	- 4.03	- 1.80	0.69
	一月份预测用电量	6.153	7.279	8.169	7.688	9.499
近似估算法	相对误差 / (%)	2.75	3.13	- 0.34	- 1.60	1.07
	二月份预测用电量	5.350	5.391	5.835	7.253	6.291
近似估算法	相对误差 / (%)	3.24	6.44	- 3.16	- 3.78	1.53

度;

3) 预测结果的精度在一定程度上要依赖于、二月份预测总用电量的精确程度。因此,采用如文献 [2~4] 中介绍的模型或其它一些修正方法对一、二月份总用电量进一步精确预测,对提高最终预测结果的精度有很大的帮助。

参考文献:

- [1] 牛东晓,曹树华,等. 电力负荷预测技术及其应用 [M]. 北京:中国电力出版社,1998 16-24.
N U Dong-xiao, CAO Shu-hua, et al Power Load Fore-

- casting Technology and Its Application[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1998. 16-24.
- [2] 邢棉. 季节性预测的组合灰色神经网络模型研究[J]. 系统工程理论与实践, 2001, (1): 31-35.
XNGMian Research on Combined Grey Neural Network Model of Seasonal Forecast[J]. Theory and Practice of System Engineering, 2001, (1): 31-35.
- [3] 牛东晓, 乞建勋, 邢棉. 二重趋势性季节性电力负荷预测组合灰色神经网络模型[J]. 中国管理科学, 2001, 9(6): 15-20.
N U Dong-xiao, Q I Jian-xun, XNGMian Combined Optimum Gray Neural Network Model of the Seasonal Power Load Forecasting with the Double Trends[J]. Chinese Journal of Management Science, 2001, 9(6): 15-20.
- [4] 牛东晓, 陈志业, 邢棉, 等. 具有二重趋势性的季节性电力负荷预测组合优化灰色神经网络模型[J]. 中国电机工程学报, 2002, 22(1): 29-32.
N U Dong-xiao, CHEN Zhi-ye, XNGMian, et al Combined Optimum Gray Neural Network Model of the Seasonal Power Load Forecasting with the Double Trends[J]. Proceedings of the CSEE, 2002, 22(1): 29-32.
- [5] 邓聚龙. 灰色预测与决策[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1987. 11-79.
DENG Ju-long Gray System Theory of Forecast and Decision[M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 1987. 11-79.
- [6] 戴克铭. 采用时间序列法预测月供电量[J]. 华东电力, 1991, 19(7): 37-39.
DAI Ke-ming Forecast the Monthly Load by Time-series[J]. East China Electric Power, 1991, 19(7): 37-39.
- [7] Bakirtzis A G, et al Neural Network Short Term Load Forecasting Model for the Greek Power System[J]. IEEE Trans on Power Systems, 1996, 11(2): 858-863.
- [8] N U Dong-xiao Adjustment Gray Model for Load Forecasting of Power System[J]. The Journal of Gray System, 1994, 6(2): 127-134.
- [9] 于渤, 于浩. 基于随动思想的月度用电量时间序列预测模型[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(14): 42-44.
YU Bo, YU Hao Follower Thought Based Sequential Forecast Model For Monthly Electricity Consumption[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(14): 42-44.

收稿日期: 2004-06-25; 修回日期: 2004-07-22

作者简介:

朱韬析(1980-),男,硕士研究生,从事负荷预测、电能质量检测的研究工作; E-mail: taoxi_zhu@hotmail.com

江道灼(1960-),男,教授,主要从事 HVDC 微机控制技术、FACTS 及其应用技术、配电网自动化等方面的科研;

汪泉(1957-),男,高级工程师,从事电力系统负荷预测工作。

A forecasting model for the electricity consumption in January and February

ZHU Tao-xi¹, JIANG Dao-zhuo¹, WANG Quan²

(1. School of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

2. Hangzhou Electric Power Bureau, Hangzhou 310009, China)

Abstract: Based on the traits of power requirements in January and February, a model to forecast the electricity consumption of these two months is built. Firstly, the sum of electricity consumption in those two months is forecasted by traditional methods. Then the ratio between the sum of January and February is calculated by the algorithm of analogy or approximation with manual adjustment. At last, electricity consumption of each month is got. With this model, the obvious error caused by the holidays of Spring Festival is avoided. By analyzing an actual example, it is confirmed that this method is effective in load forecasting.

Key words: load forecasting; sum of electricity consumption; analogy algorithm; approximation algorithm; manual adjustment

(上接第 58 页 continued from page 58)

Design of multi-functional microcomputer protection device for power system based on DSP

L U Yuan, ZHOU You-qing, PENG Hong-hai, L U Yan-rong

(School of Electrical and Information Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: The design of multi-functional microcomputer protection device for power system based on TMS320LF2407 DSP is presented. To the given block diagram, the major constituent hardware of the device is introduced concretely. That the device can carry out many multi-functional protection experiments through programming TMS320LF2407 flash memory array by making use of the serial communication interface, which is detailed as well.

Key words: TMS320LF2407; hardware; download program