

# 城市供电量与气象条件的关系

张立祥 陈力强 王明华

(沈阳中心气象台, 沈阳 110015)

## 提 要

通过对沈阳市 1988~1998 年供电量与气象要素的相关性分析, 得出供电量与气象条件显著相关的时段。在提取气象电量的基础上采用非线性曲线拟合法得出各时段月供电量与月气温距平、月降水距平百分率的定量关系以及日供电量与气温、降水等定量关系, 进而根据日常天气预报建立了月、日供电量的预测系统, 为电力部门提供专业化的服务产品。

**关键词:** 供电量 气象条件 气象电量

## 引 言

气象条件对供电量的影响早就引起人们的注意, 特别是当前随着我国经济的迅猛发展, 人民生活水平的日益提高, 气象条件对供电量的影响更加显著。近些年来每年城市供电都出现几段满负荷运行。根据气象条件对城市供电量进行预测, 做到供电量的合理调度, 不但可以充分保证社会用电, 更能提高用电效率, 节约能源。当前我国在供电量与气象条件关系的定量化系统研究方面尚少, 为电力部门的服务还停留在一般的日常气象要素预报上。所以有必要根据日常天气预报建立月、日供电量的预测系统, 为电力部门提供专业化的服务产品, 确保供电量的合理调度。

## 1 资料的选取

选取 1988~1998 年沈阳市逐日总供电量、生活电量资料及对应的最高气温、最低气温、平均气温、降水量等气象资料, 进一步处理为月供电量资料及月气象要素资料, 分别用来建立日供电量及月供电量与气象要素的关系。

## 2 月供电量与气象条件的关系

## 2.1 气象电量的提取

影响供电量长期变化的因素很多, 其中最主要的是社会经济发展的影响, 它代表了供电量的主要变化趋势, 气象条件使这种主要的变化趋势产生波动, 所以研究月供电量与气象条件的关系必须首先将气象条件产生的影响电量(气象电量)从总电量中提取出来。图 1 为沈阳市 1988~1998 年年供电量、月供电量(放大 10 倍)的时间变化曲线, 可以看出年供电量、月供电量变化趋势相似, 基本为线性递增, 月供电量的波动稍大一些。我们可以用各月供电量的线性拟合曲线作为其发展趋势曲线。

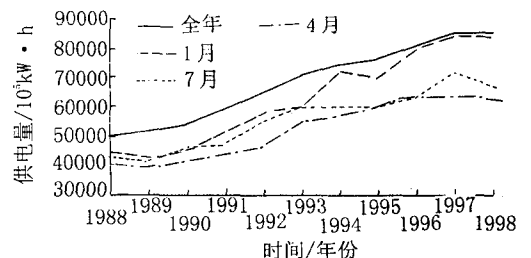


图 1 沈阳市年月供电量时间变化曲线

图2为沈阳市1~12月累年月平均供电量(为消除月天数不同带来的差别,以日平均表示)变化曲线,可以看出各月的供电量差别很大,对于沈阳这个北方城市,最大供电量出现在冬季,最小出现在秋季,这主要是由于冬季取暖耗电量最大,而春季郊区灌溉用电、夏季消暑用电处于其次位置,只有秋季气温适宜用电量最小。所以有必要逐月建立趋势拟合曲线。

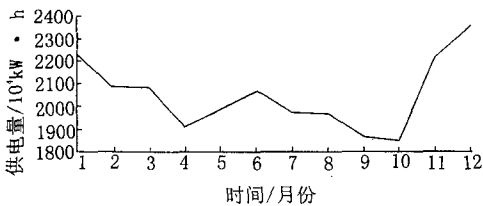


图2 沈阳市累年平均月供电量变化曲线

由于居民生活用电与气象关系更为密切,所以我们只建立生活用电量与气象要素的关系。采用最小二乘法建立逐月生活供电量  $E$  (单位:  $10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ ) 与时间  $t$  (实际年份) 的线性拟合函数。1月的拟合函数为:

$$E_f = 462.645(t - 1988) + 1952.6 \quad (1)$$

其它月份略。式(1)可作为月生活电量的年际变化趋势函数,从而可得到各年的月趋势电量 ( $E_f$ ), 而且可用来预测未来的月趋势电量。这样各月的实际电量减去趋势电量便可得到气象电量:

$$E_m = E - E_f \quad (2)$$

## 2.2 月气象电量与月气温距平、降水距平百分率的相关性分析

表1为用前面方法得到的1988~1998年逐月的气象电量与月气温距平、降水距平百分率的相关系数(分别记为  $r_1$  和  $r_2$ ) 表。从中可以看出冬季气象电量与气温距平为负相关,与降水距平百分率无明显相关。1月气象电量与气温距平的相关性很小,这是因为1

月份是沈阳最寒冷的季节,平均气温达  $-12^\circ\text{C}$ , 气温的波动不足以使供电量发生变化,而冬季的偏暖月份(简称过渡冬季)气温的波动使供电量发生明显变化,当气温偏高时,取暖用电明显减少,3、10、11月均通过5%的显著水平检验。夏季气象电量与气温距平为一致的正相关,7、8月均通过5%的显著水平检验;与降水距平百分率为一致的负相关。夏季气温偏高时,用于消暑的用电明显增加,降水通过影响气温而对供电产生影响。春秋气温比较适宜,气象要素变化对电量影响很小。

表1 月气象电量与气象要素相关系数

月份	$r_1$	$r_2$
1月	-0.19	0.13
2月	-0.21	-0.38
3月	-0.81	-0.22
4月	-0.34	-0.34
5月	0.41	-0.42
6月	0.44	-0.67
7月	0.65	-0.63
8月	0.61	-0.29
9月	-0.23	-0.43
10月	-0.92	0.18
11月	-0.67	0.78
12月	-0.59	-0.37

## 2.3 月电量与气象条件的定量关系

根据上面分析,我们建立了两个时段月生活电量与气象条件的定量关系。

(1)过渡冬季供电量与月气温距平的关系

应用3月、10月、11月逐年的气象电量和气温距平资料,采用非线性最小二乘法得出过渡冬季供电量与月气温距平的拟合曲线。表2为根据拟合曲线得出的气象电量与气温距平的对应关系。

表2 过渡冬季气象电量与月气温距平的对应关系

气温距平/ $^\circ\text{C}$	+3	+2	+1	0	-1	-2
气象电量/ $10^5 \text{ kW}$	-176	-103	-7	25	121	127

从表2可以清楚地看出正气温距平对应负的气象电量,而且距平值越大,气象电量值越大;当气温距平达到2℃时,气象电量明显减小,当气温距平达到-1℃时,气象电量明显增加,所以+2℃和-1℃可作为过渡冬季供电的重要指标值。根据表2的对应关系,可依据短期气候预测对过渡冬季供电量进行预测。

### (2)夏季供电量与月气温距平的关系

应用7月、8月逐年的气象电量和气温距平资料,采用非线性最小二乘法建立了夏季供电量与月气温距平的拟合曲线。表3为根据拟合曲线得出的气象电量与气温距平的对应关系。

表3 夏季气象电量与月气温距平的对应关系

气温距平/℃	+2	+1	0	-1	-2
气象电量/10 <sup>5</sup> kW	231	98	-30	-107	-166

从表3可以清楚地看出正气温距平对应正的气象电量,而且距平值越大,气象电量值越大;当气温距平达到+2℃或-1℃时,气象电量明显发生变化。根据表3的对应关系,可依据短期气候预测对夏季供电量进行预测。

## 3 日供电量与气象条件的关系

### 3.1 日供电量与气象要素的相关性分析

由于供电量有明显的年际变化,为使各年的日供电量有可比性,我们首先对每年的日供电量进行极值标准化处理,这样基本消除了社会增长带来的变化,反映了气象条件的影响。日供电量标准值表达式为:

$$e_s = \frac{e - e_{\min t}}{e_{\max t} - e_{\min t}} \quad (3)$$

$e_{\min t}$  和  $e_{\max t}$  为  $e$  所在  $t$  年中的最小日供电量和最大日供电量。

由于供电量有明显的月变化,我们分月计算了日供电量标准值与日平均气温、日最

低气温、日最高气温、降水量的相关系数(分别记为  $r_m$ 、 $r_{\min}$ 、 $r_{\max}$  和  $r_R$ ,见表4)。

表4 日供电量标准值与气象要素相关系数

月份	$r_m$	$r_{\min}$	$r_{\max}$	$r_R$
1	-0.13	-0.14	-0.12	-0.09
2	-0.02	-0.02	-0.02	0.09
3	-0.36	-0.23	-0.38	0.12
4	-0.37	-0.21	-0.39	0.09
5	0.36	0.36	0.26	-0.07
6	0.20	0.05	0.21	-0.26
7	0.24	0.06	0.31	-0.33
8	0.16	0.02	0.25	-0.32
9	0.09	0.13	0.07	0.04
10	-0.27	-0.19	-0.26	0.05
11	-0.45	-0.40	-0.46	0.05
12	-0.16	-0.09	-0.21	-0.07

从表4可以看出,冬半年(1~4月,10~12月)日供电量与3个气温要素是一致的负相关,与降水相关很小;夏半年(5~9月)日供电量与3个气温要素是一致的正相关,夏季与降水是负相关。3个气温要素中相关性最好的是最高气温,相关性最好的时段是过渡冬季(3、4、10、11月)及夏季(6、7、8月);过渡冬季日供电量与最高气温的相关系数均通过了1%的显著水平检验,夏季日供电量与最高气温、降水量的相关系数均通过了1%的显著水平检验。

### 3.2 过渡冬季日供电量与气象条件的关系

从上面的相关分析可知,过渡冬季日供电量与最高气温的相关性最好,与平均气温和最低气温也有较好的相关,而与降水相关性很小。由于3个气温要素彼此相关,所以仅用最高气温就可代表其它气象要素。应用3月、4月、11月各年的日供电量标准值和日最高气温资料,采用非线性最小二乘法建立了过渡冬季日供电量与最高气温的拟合曲线。表5为根据拟合曲线得出的日供电量与最高气温的对应关系。

表5 过渡冬季日供电量标准值与最高气温对应关系

最高气温/℃	日供电量标准值	最高气温/℃	日供电量标准值
≤-13	0.98	1	0.74
-11	0.92	3	0.72
-9	0.86	5	0.70
-7	0.82	7	0.65
-5	0.82	9	0.60
-3	0.80	11	0.56
-1	0.78	13	0.51

从表5可以看出,最高气温与日供电量基本是线性关系,随着最高气温的升高,日供电量逐渐减小;-9℃与7℃是两个敏感点,当最高气温低于-9℃时,供电量急剧增加,而高于7℃时供电量明显减小。根据表6对应关系,可依据短期天气预报对过渡冬季日供电量进行预测。

### 3.3 夏季日供电量与气象条件的关系

从前面的相关分析可知,夏季日供电量与最高气温及降水量的相关性最好。应用6月、7月、8月各年的日电量标准值和日最高气温资料,采用非线性最小二乘法建立了夏季日供电量与最高气温的拟合曲线。表6为根据拟合曲线得出的日供电量与最高气温的对应关系。

表6 夏季日供电量标准值( $e_s$ )与最高气温对应关系表

最高 气温/℃	28	29	30	31	32	33	≥34
$e_s$	0.547	0.576	0.593	0.617	0.622	0.662	0.663

从表6可以看出,夏季随着最高气温的升高,日供电量相应增大,每升高1℃,供电量平均升高4%;29℃与33℃是两个敏感点,当最高气温达到29℃或33℃时,供电量急剧增加。表6只是日电量与最高气温的一般规

律,相同的最高气温对应的供电量也可能有较大差别,因为夏季的日供电量还受降水量、相对湿度的影响。经过统计分析表明,当24小时内出现20mm以上降水或白天出现5mm以上降水时,供电量明显减少;第一天出现≥29℃高温时,供电量要小于表6对应值,连续出现≥29℃高温时,供电量接近或稍大于表6对应值;相对湿度较前一天升高5%,相当于气温较前一天升高1℃。这样依据短期天气预报和订正后的表6对应关系就可对夏季日供电量进行预测。图3为1997年7月21日至8月10日沈阳市最高气温(℃)和供电量(标准值的50倍)的变化曲线。可以清楚地看到供电量随最高气温有比较一致的变化,但个别天需要订正。

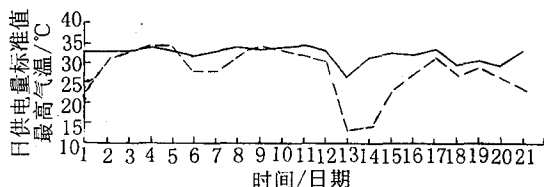


图3 沈阳最高气温和日供电量标准值(×50)时间变化曲线对比  
实线为最高气温,断线为日供电量

## 4 气象影响供电量预测业务系统的建立

### 4.1 月供电量预测业务系统的建立

由于气象条件对供电量的影响有明显的季节变化,所以我们分别对过渡冬季、春季、夏季建立了不同的预测系统,其它季节认为基本不受气象条件的影响。根据2.3确定的月气象电量与气象要素的关系和短期气候预测结论,按下面步骤建立了月供电量预测业务系统。

(1)根据短期气候预测结论,得到下月的气温距平和降水距平百分率;

(2)由2.3的月气象电量与气象要素的

对应关系表,得到气象电量;

(3)由式(1)计算本年月趋势电量,由式(2)得到下月电量预测值。

#### 4.2 日供电量预测业务系统的建立

根据3.2确定的日供电量标准值与气象要素的关系和短期天气预报结论,按下面步骤建立了过渡冬季、夏季的日电量预测业务系统。

(1)根据短期天气预报结论,得到第二天的最高气温、降水量及相对湿度;

(2)由3.2的日供电量标准值与气象要素的对应关系,得到日供电量标准值;

(3)若是夏季,则用前日最高气温、降水量和相对湿度订正日供电量标准值;

(4)由式(4)还原供电量标准值,得到第二天电量预测值。

#### 5 结语

(1)经过大量的相关性分析,供电量与气

象条件有显著的关系。

(2)沈阳市受气象条件影响显著的季节为过渡冬季、夏季,而秋季和隆冬季节影响很小。

(3)过渡冬季气象电量与气温距平为显著的负相关;夏季气象电量与气温距平为显著的正相关,与降水距平百分率为负相关。

(4)过渡冬季的日供电量与最高气温有很好的对应关系;夏季的日供电量与最高气温有较好的对应关系。通过降水、相对湿度等订正后拟合效果更好。

(5)应用非线性最小二乘法得到供电量与气象要素的拟合曲线及定量对应关系,根据日常短期气候预测和短期天气预报结论建立了月、日供电量预测业务系统,为电力部门提供更加专业、定量的服务产品,为其合理调度提供科学依据。

## The Relationship of Electricity Supply and Weather Conditions in a City

Zhang Lixiang Chen Liqiang Wang Minghua

(Shenyang Meteorological Observatory, Liaoning Province 110015)

### Abstract

The prominent correlative period of electricity supply and weather conditions was obtained by pertinent analysis for 1988—1998 data in Shenyang. The quantity relationship of monthly power supply and monthly temperature anomalous, monthly precipitation anomalous percentage and the quantity relationship of daily power supply and temperature, precipitation etc. were calculated based on distilling weather electricity quantity by means of nonlinear curve fitting. Then, the prediction system of monthly and daily electricity supply was established according to the routine weather forecast, which provided special products for the electricity department.

**Key Words:** electricity supply weather condition weather electricity quantity