

北京地区 1997 年夏季高温及其对供电系统的影响

黄朝迎

(国家气候中心,北京 100081)

提 要

通过北京地区 1997 年夏季异常高温对供电及电网系统的影响,说明气候异常对能源需求的影响和评估的途径,并对未来气候变暖的可能影响作出相应的评估。

关键词:异常高温 能源需求 影响评估

引 言

1997 年,受世纪性强厄尔尼诺影响,我国出现了大范围的气候异常,其中最为突出的是北方夏季气温异常偏高,出现了历史上罕见的“北热南凉”气象奇观。北方气温异常偏高,不仅使干旱加剧,水资源供需矛盾突出,而且严重地影响人们的正常生活。由于纳凉用电量急剧增加,使供电故障频繁发生,给整个供电系统带来很大麻烦。位于华北地区的北京,都市化程度很高,城市热岛效应明显,因而成为夏热中心之一,市区供电对夏热的反应较其它中小城市或地区更为敏感。本文试图通过北京市 1997 年热夏对供电的影响说明气候异常对能源需求及供给系统的影响,并对未来气候变暖的可能影响作出相应的评估。

1 北京地区气温变化特点

据北京市 20 个气象观测站的气温资料

统计,1997 年全市平均气温均较常年偏高,其中通县、顺义、丰台、大兴、海淀、石景山等地的偏高程度超过了观象台。而观象台年平均气温则较常年偏高 1.5°C ,相当于 2.5 个标准差,可谓异常偏高。

1997 年各月平均气温变化,除 5 月和 9 月外,其余 10 个月均较常年同期偏高(见表 1)。若以下列标准划分气温等级:

$\Delta\bar{T} \geq 2\sigma$	异常偏高
$1.5\sigma \leq \Delta\bar{T} < 2\sigma$	显著偏高
$1\sigma < \Delta\bar{T} < 1.5\sigma$	偏 高
$-1\sigma \leq \Delta\bar{T} \leq 1\sigma$	正 常
$-1.5\sigma \leq \Delta\bar{T} < -1\sigma$	偏 低
$-2\sigma < \Delta\bar{T} \leq -1.5\sigma$	显著偏低
$\Delta\bar{T} \leq -2\sigma$	异常偏低

表 1 观象台各月平均气温距平

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
距平/ $^{\circ}\text{C}$	0.5	3.2	3.6	0.9	0.0	0.4	2.3	2.0	-1.0	1.3	1.1	0.7
等级	正常	显著	显著	正常	正常	正常	异常	异常	偏低	偏高	正常	正常

则7、8月平均气温距平 $\Delta\bar{T}$ 均超过了2个标准差 σ ,为异常偏高。其中7月份平均气温为1841年有气温记录以来的最高值。

图1为北京市观象台1997年7月逐日气温变化曲线。可以看出,7月份逐日最高气温

温基本稳定在30℃以上。其中,8~15日和24~26日两段时间日最高气温连续超过35℃,日平均气温接近30℃。经查证,连续8天日最高气温持续 $\geq 35^\circ\text{C}$,在历史上尚属首次出现。

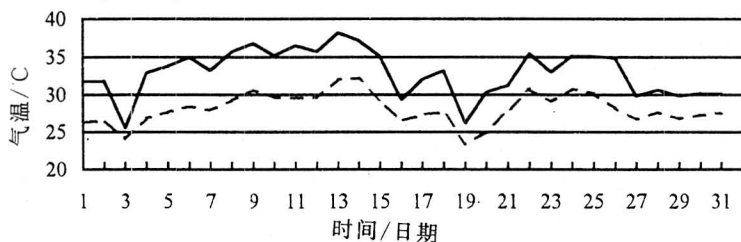


图1 北京观象台1997年7月逐日气温演变曲线

由此可见,北京市1997年盛夏高温出现范围之广、持续时间之长在历史上是罕见的。

3 高温对供电系统的影响

随着电力事业的不断发展和城乡人民生活水平的不断提高,空调、电热水器、微波炉等大功率的家用电器越来越多地进入百姓家里,居民生活用电量呈迅速增加的趋势(见图2)。

天,销售的空调器就达4000多台,是1996年销售旺季的10倍多。纳凉电器的大量使用导致北京地区用电量急剧增加,其中7月8~15日供电负荷增加最快,14日全市最大供电负荷达到 $4.761 \times 10^6 \text{kW}$,比1996年同期增长22%,三环路以内增长33.7%,创历史纪录,大大超过历年增长水平。供电负荷增长最快的时段,正是北京地区温度最高时段(见图1)。

用电量的急剧增加,引起了供电设备超负荷运转,造成设备故障频频停电,甚至引发火灾。据有关部门统计,1997年在北京地区共发生8700多起10kV以下架空线路故障、2300多起路灯故障、110kV以下的线路变压器有70%左右过负荷,有的超过1倍多。另外,内线、电表超负荷现象也比较严重,一些居民区缺乏对用电行之有效的管理,出现空调与楼、院内供电线路过细的矛盾,因而造成使用空调易断电现象;电表过负荷也容易造成断电,如有的10户人家合用一个10安培的电表等。

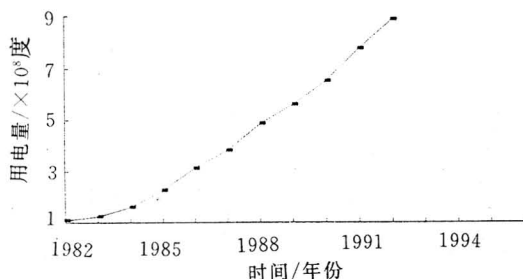


图2 北京市城乡居民生活用电量

1997年夏季天气酷热,空调器销售量连破记录。据有关部门统计,仅7月12、13日两

停了电,不仅空调等纳凉电器不能运转,千家万户热似蒸笼,而且还使楼内电梯不能

升降,三层以上居民断水,冰箱里的食物腐烂变质。为了把停电带来的负面效应减少到最小,北京供电局职工冒着酷暑高温,24 小时坚守在调度、运行、抢修岗位上,仅 7 月 8~15 日,就紧急出动 5000 多人次,排除各种故障 1200 多起,及时恢复了供电。

夏热期间居民生活用电量随气温变化的骤升骤减现象在我国具有普遍性。例如,1998 年长江中下游地区进入 7 月以来,普通出现持续 35℃ 以上的高温天气,上海、南京、杭州、南昌、武汉等地的日最高气温普通达 36~38℃,有的达 39℃。致使居民生活用电量急剧增加。上海 7 月 14 日用电量创历史最高记录,最高用电负荷达 $8.786 \times 10^6 \text{kW}$,较上年同期净增 $8.3 \times 10^5 \text{kW}$,其中空调负荷猛增到 $3.0 \times 10^6 \text{kW}$,全市日用电量达 1.7 亿

度,较上年同期增长 8%。与此同时,因设备超负荷运行,故障明显增多,仅 14 日一天供电部门就出动 2500 多人次,修复各类用电故障 500 多起。杭州 7 月 2~16 日持续半个月高温,市民用电量剧增使杭州电网负荷每天创“历史最高记录”,停电及低电压频繁出现。南京、南昌日用电量也都创历史最高记录。

图 3 为武汉市 1994 年 7 月 1 日至 8 月 15 日逐日气温和逐日用电量的变化曲线。可以看出,两者之间的关系极为密切,其线性回归拟合方程为:

$$E = 104.43 + 5.803T_M \quad r = 0.8859, \\ \alpha = 0.001$$

式中 E 为逐日用电量(万度), T_M 为前一天的最高气温(℃), r 为相关系数, α 为显著性检验水平。

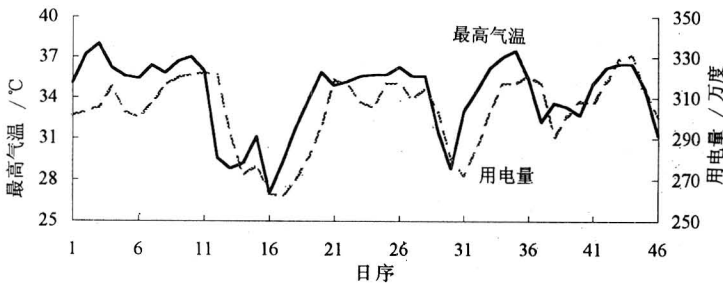


图 3 武汉市 1994 年 7 月 1 日~8 月 15 日用电量和最高气温演变
最高气温(℃), r 为相关系数, α 为显著性检验水平。

可见,夏热期间居民生活用电主要取决于温度,气温越高,两者关系越密切。

针对夏热期间电网暴露出来的诸多问题,为了从根本上改变城市电网脆弱的局面,电力部门在电网建设上提出了把注意力更多地放到城网改造上的战略决策。北京已用亚行贷款开始实施“9950”工程(即 1999 年建国 50 年大庆城市电网改造规划),进行城网改造,并在北京实施“9950”工程规划的时候,每一个相关城市的供电局,都要仿照北京

“9950”工程的思路,提出一个到 50 年大庆时城市电网改造的规划,以适应社会经济发展及气候异常对电力供应的需求。

据了解,城网改造需要巨额资金,全国 39 个重点城市城网改造今后 3 年预计要投入 700 亿元,若再考虑一批中等城市,投入将达到 1000 亿元。不过这项工程如能顺利实施,不仅可以改变城网的脆弱现状而有效地抗御气候异常对电网带来的灾害,而且还会产生巨大的附带效益,如扩大就业面,刺激国

内机电产品的需求,对国民经济起到一定的推动作用等等。

表 2 北京城市居民生活用电量

年份	用电量/万度	年份	用电量/万度
1982	10820	1988	48624
1983	12320	1989	56120
1984	16025	1990	65260
1985	22479	1991	77575
1986	31008	1992	88621
1987	35063		

4 未来气候变暖对我国居民生活能源需求的可能影响

未来我国居民生活对能源的需求将取决于社会经济因素和气候因素。近年来随着居民生活水平的提高,空调等家用电器逐渐增加,居民生活用电量每年都在迅速增长,但目前我国居民家庭空调拥有量仍较少,居民生活用电量与发达国家相比少得多。例如北京,1997 年人均用电量为 2300 度,在全国是最高的。而美

国 5 年前,即 1992 年的人均用电水平是 11913 度。1997 年北京居民生活用电比例是 7.8%,欧美发达国家是 25%~30%。从中可以看出,随着社会经济的发展和人民生活水平的提高,越来越多的空调器、电取暖器进入百姓家中,对电能需求的潜力是巨大的。

逐年用电量可用下式表示:

$$E = E_T + E_C + \delta \quad (1)$$

式中, E 为实际用电量, E_T 为时间趋势项, E_C 为气象电量, δ 为随机因素引起的用电量变化。

E_T 取决于社会经济和人民生活水平,随着社会经济的发展和人民生活水平的提高而逐年增加。表 2 为北京城市居民生活用电量 (E)。根据表中数字统计得到的 E_T 模型为:

$$E_T = 8923.79e^{2215t} \quad r = 0.9916 \quad (2)$$

式(2)中 t 为年序号(1982=1, 1983=2, …… 1992=11)。 r 为相关系数。

应用式(2)得到的各年 E_T 值如下:

1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
11137	13898	17345	21646	27013	33712	42072	52504	65524	81772	102050

我们还用直线方程和指数函数来拟合上述各年居民生活用电量,分别得到的线性模型和指数模型为:

$$E_T = -5969.4 + 8023.9t \quad r = 0.9849 \quad (3)$$

$$E_T = 7339.6t^{0.9636} \quad r = 0.9636 \quad (4)$$

经比较,在这三种模型中,以式(2)最好。

由于在一般情况下式(1)中的 δ 项可忽略不计,故

$$E_C = E - E_T \quad (5)$$

可以认为逐年用电量的波动主要是由气象因素引起的,因此 E_C 是气象变量的函数。据研究居民夏季生活用电量主要取决于温度变化,即

$$E_C = f(T, a, b)$$

E_C 与温度的具体函数形式及参数 a, b 可由式(5)计算的历年 E_C 与相应的温度资料来确定。当 E_C 与温度的函数关系及参数 a, b 一经确定,我们即可根据温度估计每年的 \hat{E}_T 值。利用式(1)进一步估算每年的居民生活用电量,或根据短期气候预测进行居民生活用电量预测。

未来气候变暖,意味着高温出现的几率和强度可能增加,由此可能引起气象用电量 E_C 增加,从而导致居民生活总用电量增加。比如 1997 年北方夏季出现高温只是一种气候年际波动的现象,该年北京市平均气温只比常年高

出 1.5°C , 还未达未来气候变暖的增温幅度。可见, 在未来气候变暖 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 的背景下, 个别年份平均气温较常年偏高 1.5°C 的频率肯定增加, 象 1997 年的夏季高温出现的几率可能会明显增加, 届时用电量必然增加。按照目前已有的资料分析, 由温度变化引起的用电量变幅可达 $10\%\sim 20\%$ 左右。

但从中国气候变化的事实来看, 变暖主

要发生在冬季, 且长江流域却有夏凉的趋势。这样的温度年变型最有利于减少居民生活对能源的需求。我国目前的这种温度变化态势若能持续必将对我国人民生活能源需求(包括冬季采暖)起缓解作用。

参考文献

- 1 北京市气候中心. 北京市气候影响评价, 1998. 1.

High Temperature and Its Impact on Electric Supply System in Beijing in 1997's Summer

Huang Chaoying

(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

The Impact of climatic abnormal on energy demand is analysed and assessed through the impact of high temperature on electric supply system in Beijing in 1997's Summer.

Key Words: high temperatuer electric supply system impact