

石家庄城市供水与气象条件

宋永芳 郭彦波 石志增 陈 静

(河北省石家庄市气象局, 石家庄 050081)

提 要

利用多元回归等统计方法逐月分析了气温、湿度、降水及风等气象因子与供水之间的关系,并对闷热指数、焚风等与供水量之间的相互关系和规律进行了分析,制作了短期供水预报。

关键词: 城市供水 气象分析 预报

引 言

水是国民经济的命脉,是城市的血液,城市一天也离不开水。随着改革开放,经济建设的迅速发展,供水已呈日趋紧张之势。每年春夏之交或是盛夏高温时期,城市需水量猛增,供水管网水压偏低,水量不足,高层楼房缺水短水现象十分突出;而低温寒冷的冬季及阴

雨连绵的日子,需水量小,水压就高,则出现供大于求,造成水资源的浪费。天气对供水的影响,是由于人们为了适应天气变化而改变社会行为所造成的城市需水的变化,它是造成某一时段供水波动的重要因素。本文着重就气象因子对供水的影响进行分析探讨。

1 资料

1.1 资料来源

本文所用资料为1970~1998年石家庄市供水总公司供水资料和石家庄市气象台的气象观测资料以及石家庄市的统计年鉴。供水资料以20日为月界,即本月21日到下月20日为下月资料。

1.2 资料的修正

1.2.1 非正常运行的修正

石家庄市供水总公司供水不仅受到水源(地下水、地表水)的影响,而且还受到许多特殊社会因素(停电、管道破裂、供水机组故障等)的影响,它们是非规律性的。为了准确反映城市的供水总量,特对历史供水资料进行如下订正:

$$\text{日供水总量 } S = S_1 + S_2$$

S_1 表示日实际供水量,可以从管网中实际测出。 S_2 是由停电、机组故障等减少的供水量,其订正值为:

$$\text{日影响供水量 } S_2 = \sum_{i=1}^M \beta(i)Y(i)$$

$Y(i)$ 、 $\beta(i)$ 为有故障机第*i*组的供水能力和供水系数, M 表示事故机组总数。

$\beta(i)$ = 某机组正常运行日平均供水量/该机组日供水能力

$$S = S_1 + S_2 = S_1 + \sum_{i=1}^M \beta(i)Y(i)$$

1.2.2 社会因素影响的修正

社会因素主要包括经济发展、人口数量以及政策、风俗习惯(如双休日、节假日等),是影响供水总量的主要因素,它是渐变的,稳定的,有规律的^[1]。经过统计分析可滤掉社会因素对逐日供水的影响。

城市人口数量、工业生产总值与城市供水存在着密切关系,二者均为正相关(其相关系数高达0.94及以上),二者是影响城市供水年度变化的主要因素。运用统计分析建立年供水预报方程,作为月、日供水变化的基值。

国家政策、社会风俗习惯影响着人们的社会活动,社会活动的各种变化从而影响着供水的变化。通过对供水量历史资料进行分

析,供水量存在着明显的一周周期变化。而供水周期波动也随着国家政策,例如双休日的实行而变化。确定供水一周的周期变化,找出双休日、节假日等对供水的影响规律,从而对日供水方程进行修正。

2 天气变化与供水

2.1 天气气候与供水

城市用水的最大特点是年内用水很不均匀,存在着明显的周期性,它与气候变化是基本一致的。供水高峰出现在7~10月,低谷出现在12~3月份,在7~10月份,特别从7月21日到8月20日,由于高温闷热,居民生活用水及防暑降温用水、各企事业单位的冷却水和空调水用量等剧增,即使水厂超负荷运行,供水矛盾也仍较突出,造成局部地区管网压力不足,高层建筑无水可取的现象。而在冬季,由于寒冷,居民、企业用水大幅度下降。在3~4月份,供水量随着天气的变暖不但不升反而出现下降,这主要是由于3月15日石家庄市停止供暖造成的,停止供暖不仅减少供暖用水,同时也减少了生活用水,这是因为室内温度从3月下半月到4月初不是上升而是下降所造成的。

2.2 气温与供水的关系

气温是衡量大气冷热程度的主要因子,我们分别统计了春夏秋冬日最高最低气温、日平均气温与供水的关系,如表1。从资料

表1 各季气象要素与供水相关系数

气象要素	春季	夏季	秋季	冬季
最低气温 T_D	0.42	0.37	0.64	0.50
最高气温 T_G	0.69	0.61	0.75	0.54
日平均气温 T	0.67	0.60	0.81	0.50
14时相对湿度 f	-0.44	0.37	-0.51	-0.56
日平均相对湿度 F	-0.46	0.44	-0.55	-0.36
降水	-0.53	0.43	-0.51	-0.42
大风	-0.54	0.70	-0.53	-0.33

分析可知,气温与供水关系呈正相关,其相关系数冬季最小,秋季最大。由于春、秋季冷空气活动频繁气温变化幅度最大,气温与日供水相关性强,冬季由于是供暖期,室内温度受天气影响较小,因此气温对日供水的影响较小。进入夏季,气温较高,天气炎热,温度相对稳定,其相关系数较春秋小,闷热指数对供水的影响则较大。

2.3 湿度与供水关系

我们以春夏秋冬四季分析了14时相对湿度,日平均相对湿度与供水的关系。湿度与供水关系随着季节变化较大,夏季二者呈正相关,秋冬春季呈负相关,这些均与石家庄市属于大陆性气候特点是分不开的。在春、秋、冬季,气候干燥、湿度较小,当湿度大时,主要是由于阴雨天气造成的,这时平均温度低,用水量少,因此是负相关。在夏季,主要受低纬度偏南气流影响,而且冷空气活动较弱,气温高,湿度大,天气闷热,因而造成用水趋增。

2.4 降水与供水的关系

春、秋、冬季阴雨天气造成气温下降、日照减少、湿度大、用水量减少、供水量下降。从资料分析,降水与供水为负相关。而在夏季,雨前气温高、湿度大,居民饮用、漱洗、防暑降温用水骤增,雨后,天气相对凉爽,适宜各种活动的开展,并且夏季大部分降水以雷阵雨居多,因此在夏季降水与供水成正相关。

2.5 大风与供水关系

从资料分析可以看出,冬春秋季大风是由强冷空气南下造成的,它一般持续时间较长,大风时尘土飞扬,给生产生活带来不便,且风后通常造成强降温,因此冬春秋季大风与供水呈负相关。夏季,石家庄市大风主要是由于天气闷热、雹线过境造成的,大风时间较短,大风前后均需大量用水,因此夏季呈正相关。

2.6 闷热指数与供水

盛夏闷热天气使人体的代谢机能受阻,对人们生活和生产的影响很大,直接影响到人们的生产、生活用水。为了客观地表达石家庄市的闷热程度以及对供水的影响,我们在参照国内外有关闷热指数的基础上,根据本区气象记录,确定了本区闷热指数公式($DI = (T - 0.23)(RH + 1.8) - 79.74$)(T 为14点气温, RH 为14点相对湿度),并将闷热天气划分为3级^[2]。

1级(闷热指数 $DI \geq 0^\circ\text{C}$):历史上出现过中暑死亡或难以忍受的闷热。

2级($-6 < DI < 0^\circ\text{C}$):如较长时间在田间劳动,出现中暑虚脱的个例归为此类。

3级($-13.5 < DI < -6^\circ\text{C}$):有轻度中

暑。

为了分析闷热天气对供水的影响。对1990~1997年闷热指数达到3级以上的46个个例进行对比分析,其中1级闷热个例11个,2级闷热个例18个,3级闷热个例17个,表2为闷热指数级别与该级别日供水量与当月供水的平均差(ΔS)。

表2 闷热级别与日供水变化

闷热级别	1	2	3
$\Delta S/\text{m}^3$	13577.8	9859	6059
$\Delta S/S$	3.4%	2.5%	1.5%

从表2中可以看出,闷热天气与供水存在正相关,愈闷热,供水量也愈大。在1~2级闷热天气个例中,日供水量都大于当月平均量,3级闷热天气也有三分之二的供水量大于当月平均量。

2.7 焚风与供水

石家庄市位于太行山麓,具有明显的焚风特征,焚风是由气团沿太行山山坡下沉增温而造成的,焚风产生的效应表现为温度突升,相对湿度骤降以及风速的变化等,对石家庄市气象要素的预报有着非常明显的影响,对供水变化也相应影响较大。

强焚风标准:本站风向为WSW~WNW,风速大于等于 $2.0\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,10分钟升温大于等于 3°C ,或30分钟升温大于等于 5°C 。

弱焚风标准:本站风向为WSW~WNW,风速大于等于 $2.0\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,10分钟升温大于等于 1°C ,或30分钟升温大于等于 3°C 。

表3 1990~1997年焚风与供水情况统计表

强度	焚风日与当月 平均供水差/ m^3	供水差值与月 平均百分比/%	总次数	增值 次数
强焚风	23504	5.5	43	39
弱焚风	8999	1.94	32	28
焚风(伴有大风)	-7716	-1.68	20	9

焚风一般出现在9月到次年5月,6~8月很少见到。从表3可以看出,当强焚风出现时,反映为供水量猛增,在43次强焚风中,39次供水增加,占90.7%,平均增加供水 23504m^3 ,比当月平均供水量多5.5%。弱焚风32次,其中28次影响供水增值,占弱焚风总数的87.5%,平均增加供水 8999.4m^3 ,比

当月平均供水量多 1.94%，由此可见焚风的强弱与供水量呈正相关。在焚风条件下，又伴有大风天气，供水量反而减少，从 20 次焚风个例分析，9 次为正，11 次为负，平均增加供水为 -7716.85m³，比当月平均供水量减少 1.68%。

3 供水预报及检验

3.1 短期供水预报

供水方程 $S = S(t) + \Delta S_1 + \Delta S_2$

①短期供水预报不仅受自身周期性的影响，还受到天气因素的影响。利用因子筛选与周期分析相结合的逐步回归双重分析预报模型，将与日供水相关较好的因子(如：温度，湿度，降水，天气闷热指数等)进行因子筛选，同时提取供水显著周期分量，并分别给予不同的权重系数，建立逐日使用的分月预报方程^[3]：

$$S(t) = \sum_{i=1}^{K_1} A_i O_i(t) + \sum_{i=1}^{K_2} B_i P_i(t)$$

$A_i, O_i(t)$ 分别为自身周期系数和函数； K_1 为显著周期个数。

$B_i, P_i(t)$ 分别为气象因子系数及因子； K_2 为气象因子个数。

② ΔS_1 对诸如焚风现象、连阴天气及特殊天气引起的供水变化进行补充修正。

ΔS_2 对节假日，如春节、国庆节及五一等引起的供水变化进行修正。

3.2 应用情况

短期供水预报方程在 1996~1998 年的应用中，其准确率在确定不同的误差值时，供

水预报准确率有一定的差异。具体分析如表 4。

表 4 短期预报方程应用准确率/%

误差比	春季 (3~5月)	夏季 (6~8月)	秋季 (9~11月)	冬季 (12~2月)
2.5	84	82	86	87
1.6	73	75	80	82
0.8	70	68	71	75

由于目前城市缺水问题日趋严重，导致供水与需水之间存在一定的差异。而实际供水量又受管网压力合格率、水压及停限电等诸因子的影响，造成供需矛盾。从表 4 看出，供水短期预报方程准确率比较高，在实际供水调度中具有明显的参考价值。

4 结语

本文主要讨论了天气因素对城市供水的影响及短期供水预报，对解决城市用水和城市供水调度之间存在的问题具有明显的指导作用。通过与供水公司的合作，解决了供水调度中存在的盲目性和被动性，使城市供水调度更具科学性、准确性及预见性，但由于目前供水与需水之间存在差异，使预报值与实际供水之间存在一定的差异，在今后的实际应用中还需进一步的修订。

参考文献

- 1 刘昌明,何希吾等.中国水问题研究.北京:气象出版社,1996:128~141.
- 2 赵世林等.石家庄夏季闷热天气指数.河北气象,1995,2:15~16.
- 3 李邦宪.因子筛选与周期分析相结合的逐步回归双重分析预报模型.气象,1988,14(6):41~43.

Water Supply and Meteorological Conditions in Shijiazhuang City

Song Yongfang Guo Yanbo Shi Zhizeng Chen Jing

(Shijiazhuang Meteorological Office, Shijiazhuang 050081)

Abstract

The relationship between water supply in Shijiazhuang city and meteorological conditions were analyzed by using the successive regression. The result shows that the water supply in the city has a positive correlation with the temperature in all seasons, with precipitation, wind and humidity in summer, a negative correlation with precipitation, wind and humidity in winter, spring and fall, and an obvious correlation with some synthetic meteorological indexes such as: sultry index, and with special weather, for example, the foehn. A regression equations reflect the character that water supply is largest in summer (temperature is highest, humidity is also highest) and least in winter (temperature is lowest).

Key Words: water supply in the city successive regression meteorological condition