

江苏省城市用水预测研究

俞双恩 吴培军 缪子梅

(河海大学农业工程学院,江苏 南京 210098)

摘要 运用联合国法和消费水平法分别预测出江苏省不同水平年城镇化水平,分析确定了江苏省不同水平年设区城市人口的数量,分别用分项预测法和城市人均综合用水定额法预测不同水平年城市用水量,两者结果非常接近,可采用人均综合用水量预测结果作为不同水平年的城市用水量,用分项预测成果分析各类用水的比重,针对城市用水预测结果,提出了保障江苏省设区城市用水的开源节流建议。

关键词 城市用水 城镇化水平 预测模型 江苏省

中图分类号 :TV213.4 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-198X(2007)06-0727-04

江苏省是我国经济社会发展最快的地区之一,同时也是城市水资源供需矛盾比较突出的地区之一。随着城市化进程的加快,城市用水需求及污水产出量将大幅度增加,并由此产生许多新的问题,进而使江苏省城市的可持续发展面临三大挑战:一是水资源的供需矛盾将进一步加剧;二是水源水质的保护难度将进一步加大;三是水供给的安全性难以保证。要解决上述问题,必须对江苏省城市用水情况进行系统研究。本文中江苏省城市特指苏、锡、常、宁、镇、扬、泰、通、徐、淮、连、盐、宿 13 个设区城市。

1 江苏省城市供用水现状

1.1 供水现状

江苏省城市地表水源供水情况是:苏、锡、常 3 城市主要以太湖和江南运河为主,随着湖泊和内河污染加剧,新的供水水源正逐步向长江发展;镇江、南京、扬州、泰州、南通等沿江城市主要取自于长江;徐、淮、连、盐、宿等苏北地区城市主要依靠长江水及淮水北调水源供应,其中盐城市的供水主要来源于里下河地区的河网水源。据统计,江苏省现状城市地表水供水量为 68.84 亿 m^3 ,占城市总供水量的 96%,深层地下水供水量 2.85 亿 m^3 ,占城市总体水量的 4%。

1.2 用水现状

2000 年江苏省 13 个设区城市总用水量为 71.69 亿 m^3 ,其中工业用水量 53.12 亿 m^3 ,占总用水量的 74.1%,城市生活用水量 10.93 亿 m^3 ,占总用水量的 15.2%,生态环境用水量 7.64 亿 m^3 ,占总用水量的 10.7%。

2 江苏省城市用水需求预测

2.1 全省城镇化水平预测

2000 年江苏省城乡普查人口 7 438 万人,其中城镇人口 3 086 万人,1990~2000 年人口自然增长率为 1.01%^[1];“十五”期间人口增长率控制在 0.6%以内;“十一五”期间控制在 0.4%以内,2010~2020 年控制在 0.2%以内。由此预测出 2005 年、2010 年、2020 年的全省城乡人口分别为 7 664 万人、7 818 万人、7 976 万人。城镇化水平可按以下两种方法预测^[2]。

2.1.1 联合国法

联合国法是联合国用来定期预测世界各国、各地区城镇人口比重时常用的方法。它是根据已知的两次人

口普查的城镇人口和乡村人口,求取城乡人口增长率差,预测模型为

$$\frac{P_u(t)}{1-P_u(t)}=\left(\frac{P_u(l)}{1-P_u(l)}\right)e^{kt}$$

(1)

式中: $P_u(t)$ ——预测年城镇人口比重; $P_u(l)$ ——基期城镇人口比重; t ——距离基期的年数; k ——城乡人口增长率差, k 值由式(2)计算:

$$k=\frac{1}{n}\ln\frac{P_u(2)(1-P_u(2))}{P_u(1)(1-P_u(1))}$$

(2)

式中: $P_u(1)$ ——前一次人口普查的城镇人口比重; $P_u(2)$ ——后一次人口普查的城镇人口比重; n ——两次普查间的年数.

由江苏省第4次(1990年)第5次(2000年)人口普查公报可知 $P_u(1)=21.24\%$, $P_u(2)=41.49\%$, $n=10\text{a}$.根据公式(2)可计算得 $k=0.096676$,则外推可求得预测期末的城镇人口比重.

2.1.2 消费水平法

以 G 表示当年的人均GDP,以 K 表示居民消费占GDP的比重,以 P_u,P_f 分别表示城镇人口比重和农村人口比重,以 X_u,X_f 分别表示城镇居民和农村居民的消费水平,则

$$P_f=1-P_u$$

(3)

$$P_uX_u=KG-P_fX_f$$

(4)

将式(3)代入式(4)得

$$P_u=\frac{KG-X_f}{X_u-X_f}$$

(5)

根据江苏省国民经济和社会发展规划第十一个五年规划纲要,确定人均GDP年均增长率为:2000~2005年为8%,2006~2010年为6%,2011~2020年为5%.2000年江苏省城镇居民消费水平和农村居民消费水平分别为7402元和2037元,人均GDP为11700元,城乡居民消费水平之比为3.63.考虑到城乡差别会逐步缩小的因素,2020年以前农村居民消费水平增长速度应略高于人均GDP增长速度,以后应与经济发展同步.确定农村居民消费水平增长速度为:2000~2005年为11%,2006~2010年为8%,2011~2020年为5%.2005年城乡居民消费水平之比将降低至2.32,2010年进一步降低至1.92,2020年降至1.75.根据上述设定的计算参数,对江苏省城镇化水平进行预测.

2.1.3 预测结果分析

联合国法的城镇化进程表现为一条S形曲线,属于外延推理的范畴,因而较适合于短时期的预测,而对较长系列的预测则往往会造成预测结果偏大,该方法没有考虑城镇化成本随城镇化水平提高而增大以及城镇化水平达到相当高程度时的逆城镇化问题.消费水平法则着重考虑了城镇化成本和逆城镇化问题,但对GDP增长率、城乡居民消费水平的参数选择上往往带有主观性,因而也会在在一定程度上造成预测结果的偏差.综合上述两种预测方法的预测结果,近期的预测结果采用联合国法的结果,远期的预测结果采用消费水平法的预测结果,江苏省城镇化水平具体预测结果见表1.

2.2 城市用水的分项预测

2.2.1 城市人口分析

根据江苏省第5次人口普查资料分析,全省城市的市区人口为1197万人,占全省城镇人口的38.8%.1990~2000年,在城镇人口增加1倍的前提下,市区人口增长0.8倍,镇人口增长1.8倍,镇人口增长明显快于市区人口,小城镇的促进作用大于城市^[3].随着江苏省社会经济的发展,中小城镇的促进作用将继续加强,那么,在未来的年份,13个设区城市的人口占全省城镇人口的比例将会逐渐降低,由此预测各水平年的设区城市人口见表2.

表1 江苏省城镇化水平预测结果

Table 1 Predicted result of urbanization of Jiangsu Province

水平年	预测结果/%		选用的城镇化水平/%	城镇人口/万人
	联合国法	消费水平法		
2000年		41.49		3086
2005年	53.49	48.20	53.49	4099
2010年	65.09	62.52	62.52	4888
2020年	83.06	77.22	77.22	6159

2.2.2 城市生活用水预测

城市生活用水量常用人均生活用水定额法进行预测,该方法根据预测期城市人口和单位人口综合生活用水量定额指标预测城市生活用水量^[4]。随着城市生活节水器具的推广和节水政策措施的全面落实,在预测期内江苏省城市生活综合用水定额将缓慢增长,到 2005 年、2010 年、2020 年其城市生活综合用水定额分别达到 260 L/(人·d)、280 L/(人·d)、300 L/(人·d),根据预测的城市人口和确定的城市生活综合用水定额,预测全省设区城市的生活用水量见表 3。

表 3 江苏省城市用水量预测结果

Table 3 Predicted result of urban water consumption of Jiangsu Province

水平年	城市人口/ 万人	占城镇人口 比例/%	生活用水		工业用水		生态用水		用水量合计/ 亿 m ³
			用水量/亿 m ³	比例/%	用水量/亿 m ³	比例/%	用水量/亿 m ³	比例/%	
2000 年	1 197	38.8	10.93	15.2	53.12	74.1	7.64	10.7	71.69
2005 年	1 476	36.0	14.01	16.5	61.58	72.7	9.07	10.8	84.66
2010 年	1 613	33.0	16.48	17.0	67.99	70.0	12.67	13.0	97.14
2020 年	1 724	28.0	18.88	17.5	75.10	69.5	14.10	13.0	108.08

注:生态用水量近期按生活和工业用水的 12% 计算,中远期按 15% 计算。

2.2.3 工业用水预测

用水增长趋势分析法是根据历史资料分析未来发展趋势,进而推测预测期需水量的一种方法,近年来被广泛采用^[5]。该方法实质上属于时间序列法,在应用中有多项式、指数曲线、对数曲线和生长曲线等解析模型,其中应用最多的是指数曲线模型,其表达式为

$$Q_n = Q_0(1 + A)^n$$

(7)

式中: Q_n ——预测第 n 年的用水量; Q_0 ——基期用水量; n ——预测年份距基期的年数; A ——预测期用水量年均增长率。

根据江苏省近十几年工业用水量的变化特征,确定 2005 年、2010 年、2020 年不同预测期内城市工业用水量年均增长率分别为 3%、2%、1%,由此可以预测江苏省城市工业用水量,预测结果见表 3。

2.3 城市用水的人均综合用水定额预测法

人均综合用水量定额法是根据城市人口的发展变化与单位人口综合用水量指标来预测城市总需水量的方法。以人均综合用水定额法预测城市总用水量的关键在于正确选取人均综合用水定额指标。为正确应用人均综合用水定额法合理预测城市用水需求,应对城市人均综合用水定额进行分析。目前有关城市人均综合用水定额的法定指标是建设部于 1998 年颁布的 GB 50282—98《城市给水工程规划规范》。考虑到江苏省城市用水现状、城市化推进速度快和节水型社会的发展等因素,在预测期内逐步达到规范中大城市的人均综合用水的平均水平,由此可以预测江苏省城市用水量,预测结果见表 4。

表 4 江苏省城市人均综合用水量预测结果

Table 4 Predicted result of per capita urban water consumption of Jiangsu Province

水平年	城市人口/ 万人	人均综合 用水量/m ³	总用水量/ 亿 m ³
2000 年	1 197	599	71.70
2005 年	1 476	600	88.56
2010 年	1 613	610	98.39
2020 年	1 724	640	110.34

3 城市用水预测成果分析

根据预测结果(表 3、表 4)可以看出,两种不同的预测方法所得的结果在不同的水平年内偏差均较小,可以认为两种预测结果均符合要求。城市总用水量采用人均综合用水量预测结果,用分项预测成果分析各类用水的比重。在预测期内,生活用水逐渐增长,工业用水逐渐下降,生态环境用水近期增长较快,中远期趋于稳定,这些趋势与城市用水的发展规律基本一致^[6]。

随着城市的发展,现状的供水能力将不能满足今后逐年增长的城市用水要求,在苏南、苏中存在水质性缺水,苏北存在资源性缺水的条件下,江苏省的城市用水必须做好开源和节流两方面的工作。在开源方面,苏

南、苏中地区应加大城市周边供水水源地的保护力度,防治水体污染,扩大供水能力;苏北地区应加快实施南水北调工程,扩大引长江水的能力.在节流方面,强化节约意识,加强城市节水的制度建设,逐步完善水资源管理的政策法规体系,按照以供定需的原则,调整好城市产业结构,提高工业用水的重复利用率^[7-8].

参考文献:

[1] 江苏省人民政府.江苏年鉴[M].南京:江苏年鉴杂志社,2001:62-64.

[2] 钱易,刘昌明,邵益生.中国城市水资源可持续开发利用[M].北京:中国水利水电出版社,2002:105-112.

[3] 张卫东.世纪之交的中国人口:江苏卷[M].北京:中国统计出版社,2005:2-10.

[4] 洪林,李明昱,李远华.开封市水资源利用平衡分析[J].中国农村水利水电,2006(3):16-18.

[5] 杨树滩,欧建锋.2030年前一般工业需水量预测[J].人民长江,2006,37(2):37-39.

[6] 王国重,齐学斌.商丘市区水资源需求预测及对策[J].人民黄河,2006,28(7):38-39.

[7] 张明生,黄有总,张国平.浙江省水资源可持续利用与优化研究[J].浙江大学学报:农业与生命科学版,2006,32(2):173-179.

[8] 付建飞,王恩德,王毅.辽宁省滨海城市水资源可持续利用研究[J].东北大学学报:自然科学版,2005,26(8):787-789.

Prediction of urban water consumption of Jiangsu Province

YU Shuang-en , WU Pei-jun , MIAO Zi-mei

(College of Agricultural Engineering , Hohai University , Nanjing 210098 , China)

Abstract : The level of urbanization of Jiangsu Province for different standard years was predicted by use of the United Nations method and the consumption level method , and the urban population in this area was analyzed and determined. Then the sub-item prediction method and the synthetic per capita water consumption quota method were employed to predict the urban water consumption of different standard years , and the results were much close to each other. As a result , the synthetic per capita water consumption quota method could be used for prediction of urban water consumption for different standard years , while the sub-item prediction method could be used for analysis of ratios of different kinds of water consumption. Finally , some suggestions for urban water saving and exploitation in this area were made according to the prediction of urban water consumption.

Key words : urban water consumption ; level of urbanization ; prediction model ; Jiangsu Province