

# 深圳市水资源需求及其调控对策

袁宝招<sup>1,2</sup>, 陆桂华<sup>1</sup>, 郦建强<sup>2,3</sup>

(1. 河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210098 ; 2. 河海大学水资源环境学院, 江苏 南京 210098 ; 3. 水利部水利水电规划设计总院, 北京 100011)

**摘要** : 在国内外对比分析的基础上, 分析了深圳市现状用水及其存在的问题, 通过需求分析进一步揭示其未来面临的水资源供需矛盾和水环境压力, 并就其资源环境的约束问题, 提出了水资源需求的调控措施。研究表明, 深圳市面临水资源短缺和水污染双重压力, 必须进行水需求控制。调整产业结构、控制人口规模、提高用水效率等控制措施对抑制水需求过快增长具有明显作用, 到 2030 年可消减水量 5.4 亿  $m^3$ , 水环境得到改善。运用的理念和调控对策可供同类地区参考。

**关键词** : 水资源需求 ; 需求调控 ; 深圳

中图分类号 : TV213.4      文献标识码 : A      文章编号 : 1004-693X(2007)02-0060-04

## Water resources demand and countermeasures for its regulation and control in Shenzhen

YUAN Bao-zhao<sup>1,2</sup>, LU Gui-hua<sup>1</sup>, LI Jian-qiang<sup>2,3</sup>

(1. State Key Laboratory of Hydrology, Water Resources and Hydraulic Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China ; 2. College of Water Resources and Environment, Hohai University, Nanjing 210098, China ; 3. General Institute of Water & Hydropower Design and Planning, Beijing 100011, China)

**Abstract** : The status quo and problems of water use in Shenzhen were first analyzed based on the study both in China and at abroad. The imbalance between water demand and supply and the stress of water environment in the future of Shenzhen were also analyzed by means of water demand analysis. Some control measures were proposed based on the constraints of water resources and environment. It is necessary to take some effective measures to control water demand because Shenzhen is facing the situation of both water shortage and water pollution. The main proposed measures include industry structure regulation, population control, and the improvement of water use efficiency, all of which are quite helpful to constrain the excess increase of water demand. Water demand in 2030 can decrease about 540 million  $m^3$ . The theories and control measures could provide references for similar regions.

**Key words** : water demand ; demand regulation and control ; Shenzhen

目前, 深圳城市供水水源总量中约有 2/3 来自境外, 但现有外调水源向深圳市新增供水受到诸多方面的制约。在不考虑新增水源条件下, 深圳市未来供水能力恐很难再提高。入河污染负荷已经大大超过了河道的自净能力, 造成了严重的生态与环境问题。

### 1 用水现状分析

#### 1.1 用水量及用水结构

1998 ~ 2003 年, 深圳市总用水量年均增长率为 7.2%, 同期 GDP 年均增长 15.4%, 用水弹性达

0.47, 远高于南方 16 省(自治区、直辖市)的平均水平(0.06)。图 1 给出了深圳市 1998 ~ 2003 年用水变化过程图, 图中其他项为农业用水和建筑业以及城市生态环境用水之和。从图 1 中可以看到, 居民生活、工业用水增长较快, 年均用水增长率分别为 10.3%、13.3%。2003 年生活用水比例达到 63%, 为工业用水 2 倍之多, 特区比重更高, 达 78%。其中居民生活用水又是最大用户, 全市比例达到 38%, 特区则为 42.5%, 远高于国内同类城市和全国平均水平, 也高于目前欧美等发达国家生活用水所占的

比例(15%~20%)<sup>[14]</sup>。

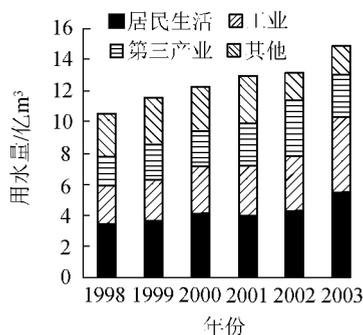


图1 1998~2003年用水变化过程

## 1.2 用水定额

### 1.2.1 万元GDP用水量

随着经济社会的发展,深圳市万元GDP用水量呈快速下降趋势,1998~2003年年均下降8.9%,略快于同期全国平均水平(8.4%)。图2给出了深圳市国民经济与万元GDP用水量关系。由于深圳市GDP主要分布在金融、房地产、电子工业等耗水少的新型工业,农业比重很小,由表1看到,相对于全国而言,深圳万元GDP用水量属于比较低的城市之一。但与比邻的香港和澳门相比,还有很大差距。

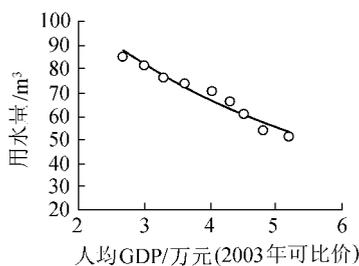


图2 国民经济与万元GDP用水量关系

表1 部分城市万元GDP用水量  $m^3$

年份	深圳全市	深圳特区	北京	上海	天津	香港	澳门
1998	74	49	182	304	155	6.68	8.92
2003	51	33	96	174	84	7.49	7.87

为了更客观地反映深圳市万元GDP用水量在国际中所处位置,选择农业用水比例小的国家和工业用水比较先进的发达国家作为比较对象,考虑到现行汇率与实际的购买能力没有直接联系的缺点,还按购买力平价(ppp)计算万美元GDP用水量。表2给出了2000年深圳市及部分国家和城市万美元GDP用水量。从表2中可以看出,实际上,深圳市万美元GDP用水量与目前世界水平比较接近,其中特区万美元GDP用水量已经属于先进之列。

### 1.2.2 一般工业万元增加值用水量

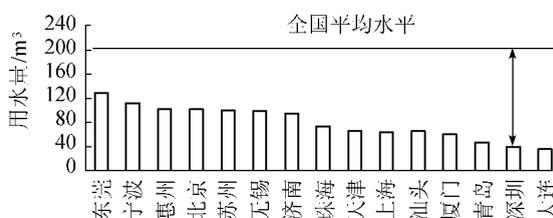
高起点的工业结构使得深圳市工业用水效率在国内属于领先水平。图3给出了2000年全国及部分城市一般工业万元增加值用水量。从图3可以看

出,深圳一般工业万元增加值用水量大约只有全国

表2 2000年深圳市及部分国家用水指标

国家/城市	总用水量/亿 $m^3$	用水结构/%			万美元GDP用水量/ $m^3$	工业万美元增加值用水量/ $m^3$	人均生活用水量/		
		农业	工业	生活			美元	PPP	
深圳全市	12	6	31	63	611	153	280	70	278
深圳特区	5	2	19	79	279	70	77	19	399
瑞士	26	0	58	42	108	108	210	187	427
挪威	20	3	68	27	124	139	196	408	370
奥地利	22	9	60	31	116	88	212	175	234
瑞典	27	9	55	36	119	231	225	368	296
韩国	237	63	11	26	518	603	133	285	359
以色列	17	64	7	29	157	150	68	65	225
日本	914	64	17	19	189	233	100	127	375

注:人民币按8.3比价与美元换算,PPP按4.0换算。生活用水指标按第五次人口普查人口为计算值。其他根据世界发展指标<sup>[5]</sup>(2002)整理。



注:1.除深圳外,其余数据均来源于全国水资源综合规划统计数据,统计范围为城市城区部分;2.深圳市含火核电用水。

图3 2000年全国及部分城市一般工业万元增加值用水量

平均值的1/5。而且在国际上,无论按美元汇率计算还是按PPP计算,都属于比较先进的水平(表2)。从纵向看,2000~2003年全市工业增加值年均增长20.72%,同期用水年增长6.67%,用水增长弹性系数为0.32,而工业节水“十五”规划规定企业工业用水增长弹性系数为0.12,全国工业用水弹性系数为0.104,表明深圳市经济发展过程依然还没有摆脱粗放的用水模式。

### 1.2.3 生活用水定额

1998~2003年,全市人均生活用水量和人均居民生活用水量年均增长分别达到2.78%、3.24%。2000年全市和特区人均生活用水量分别为278L/d、399L/d,远均高于全国平均水平(216L/d)及缺水地区水平,与南方发达地区及欧洲等国水平相比也较高(表2),其中人均居民生活用水量分别为267L/d、281L/d,由图4可以看出,深圳市人均居民生活用水量高于全国平均(135L/d)及缺水地区水平,与南方发达地区及欧洲等国水平基本相当。值得注意的是,这些国家当中,除以色列人均资源量比深圳市小外,其余水资源条件明显优于深圳市,而且第三产业比重在53%~70%左右。另外欧洲国

家居家庭一般都有热水供应,一些发达国家居民家庭还拥有私人花园和汽车,绿化和冲洗汽车用水占了一定的比例,因此与欧洲发达国家相比,我国城市生活用水相对低些<sup>[6]</sup>。可见,深圳市生活用水指标偏高,还有较大的节水潜力。

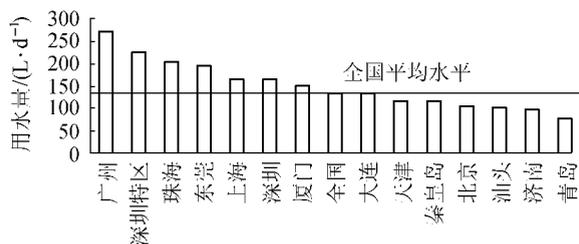


图4 2000年部分城市人均居民生活用水量

## 2 水资源需求分析

### 2.1 需求分析

**第一产业** 深圳市第一产业在国民经济中比重很小,目前发展的都是附加值高、耗水少的精耕农业。同时,耕地面积也在逐年下降。综合考虑,第一产业需水各水平年基本保持在1亿m<sup>3</sup>左右。

**第二产业** 工业在2003年万元工业增加值基础上,按1998~2003年间年均递减率为4.4%的节水力度进行预测。建筑业需水按用水人口为基数的人均建筑业用水定额法进行估算,考虑到未来深圳市的户籍人口和暂住人口“倒挂”现象逐渐改善,市政设施和居民住宅及配套设施建设需求量大,但到2030年由于市政建设基本完成,人均需水也将下降。预测到2010年、2020年、2030年,第二产业需水量分别为11.9亿m<sup>3</sup>、15.6亿m<sup>3</sup>、16.1亿m<sup>3</sup>。

**第三产业** 鉴于目前深圳市第三产业比重偏低,未来将要大力发展,预测第三产业人均用水量定额将呈逐年增加的趋势。预测到2010年、2020年、2030年,需水分别为4.3亿m<sup>3</sup>、5.9亿m<sup>3</sup>、6.0亿m<sup>3</sup>。

**生活用水** 随着城市化水平的提高,暂住人口和户籍人口“倒挂”等现象的逐渐改善,居民生活水平会逐步提高,居住条件继续改善,居民生活用水定额在现状基础上仍将有一定幅度提高。预测到2010年、2020年、2030年生活需水量分别为8.0亿m<sup>3</sup>、9.6亿m<sup>3</sup>、10.0亿m<sup>3</sup>。

**生态用水** 深圳市地处湿润区,河道外生态用水量不大,降水年际变化又不大,粗略估算,未来各水平年在2003年0.3亿m<sup>3</sup>的基础上增加到0.5亿m<sup>3</sup>。南方河流河道内现状过流的水量基本能满足维持河道内生态环境目标的要求,关键是满足其水质方面的需求。由于深圳当地河流枯季径流相对比较小,需要向河道适量补水。初步估算深圳市河道内生态环境需水量到2010年、2020年、2030年,分别为

3.0亿m<sup>3</sup>、3.2亿m<sup>3</sup>、3.5亿m<sup>3</sup>,补水水质要求达到相应景观用水水质要求。

### 2.2 供需缺口

根据以上分析,到2010年、2020年、2030年全市全社会需水量分别为25.5亿m<sup>3</sup>、31.0亿m<sup>3</sup>、32.3亿m<sup>3</sup><sup>[7]</sup>,其中河道外需水量分别为21亿m<sup>3</sup>、26.3亿m<sup>3</sup>、27.3亿m<sup>3</sup>,河道内需水量可以由污水处理厂经过深度处理的尾水来满足,不参与河道外供需平衡。对应此需水量,废污水排放量为17亿m<sup>3</sup>、21亿m<sup>3</sup>、22亿m<sup>3</sup>。而深圳市未来新增供水相当有限,如不考虑非常规水源的供水潜力和新增外调水源,到2010年,一般干旱年城市供水系统可供水量为20亿m<sup>3</sup>,其他水平年将保持此水平。即各规划水平年供需缺口分别为1.0亿m<sup>3</sup>、6.3亿m<sup>3</sup>、7.3亿m<sup>3</sup>,缺水率分别为5%、32%、37%。这与深圳城市经济发展要求形成极大反差,显然,扩大外延式的发展模式已经不能满足其未来发展的要求。

## 3 水资源需求调控

### 3.1 主要调控措施

#### 3.1.1 调整产业结构

①加大第三产业的比重。目前深圳市工业社会特征明显,经济增长主要靠第二产业拉动,第三产业从1990年51.0%减少至2003年39.9%。而目前世界国际化城市大多靠高附加值的现代服务业来支撑经济快速发展。深圳市也应走这样的经济发展道路,当前水资源短缺的状况更要求提高用水定额较低的第三产业的比重。建议到2030年将第三产业比重提高到60%。而且要增加现代物流、金融等节水行业比重。②加大工业内部结构的调整。要继续增大高新技术产业的比重,加大高附加值、耗水量少、污染小的行业,限制高耗水、高污染行业的发展。更要依靠技术进步,挖掘老企业和大企业节水潜力,实现产业结构由传统型向节水经济型过渡。

#### 3.1.2 控制人口规模

深圳市人均水资源占有量仅为432m<sup>3</sup>(按2000年常住人口计),已经低于国际公认的严重缺水最低限500m<sup>3</sup>。因此,必须根据水资源承载能力和环境容量,控制城市发展规模。根据《深圳市国土规划(2020年)——人地和谐的城市发展之路》,深圳市建设用地最终规模不足800km<sup>2</sup>,据此,全市可建设用地所能承载人口的最大规模不超过850万人。如取目前全市建成区的人口密度为环境标准,生态用地维持最小规模时,全市所能承载的人口不应超过1180万人。根据以上综合分析,深圳市2020年用水人口规模宜控制在1050万人以内,2030年后不再增加。

### 3.1.3 提高用水效率

据调查,深圳市生活用水中主要的用水设施水龙头和卫生器具等质量合格率仅为 53%,节水型器具使用率更低,公共设施用水调查中,使用率仅为 11.4%<sup>①</sup>。如果今后在提高节水器具的普及率、降低城市供水管网的漏失率、提高水价,以及在加强全社会节水宣传等工程和非工程措施方面多做工作,对于抑制深圳居民生活需水不合理增长是非常必要和迫切的。虽然深圳市工业企业总体的重复利用率平均达到 88.7%(不含电力行业),但主要是其冷却水重复利用率高的原因,其他的工艺及生活用水重复利用率还比较低<sup>①</sup>。

同时,在抑制生产和生活需求的同时,还必须加强污水治理力度,建立全过程和全面的用水节水防污管理制度,全面推进节水防污型社会的建设。

### 3.2 调控效果评价

到 2030 年,通过采取控制人口规模、调整产业结构、提高用水效率措施可分别节约水量 2.2 亿 m<sup>3</sup>、2.4 亿 m<sup>3</sup>、1.7 亿 m<sup>3</sup>。综合采用上述 3 种措施后,扣除各种措施的重复计算量,共可节水 5.4 亿 m<sup>3</sup>,其中调整产业结构可降低需水 2.4 亿 m<sup>3</sup>,占节水量的 46%;控制人口规模可降低需水 1.3 亿 m<sup>3</sup>,占节水量的 24%。在此基础上,进一步提高用水效率可降低需水 1.7 亿 m<sup>3</sup>,占节水量的 30%。需水增长速度也将从目前超过 10% 的增长率大幅下降,至 2030 年接近零增长,水环境得到改善。

## 4 结 语

本文根据深圳的用水需求和社会经济发展资料,

进行了国内外情况对比,分析了深圳市现状用水及其存在的问题,进而揭示了未来面临的水资源供需矛盾和水环境压力,并就其资源环境的约束问题,提出了水资源需求的调控措施。分析表明,深圳市面临水资源短缺和水污染双重压力,必须进行水需求控制。调整产业结构、控制人口规模、提高用水效率等控制措施对抑制水需求过快增长具有明显作用,到 2030 年可削减水量 5.4 亿 m<sup>3</sup>。

鉴于深圳市在城市化过程中的代表性和地处南方沿海城市的典型性,在处理珠江三角洲、长江三角洲以及其他沿海城市类似问题时,本文运用的理念和调控对策可供参考。

致谢 本文主要结果数据来源于水利部水利水电规划设计总院“深圳市水污染水环境治理工作专题研究第三子项目——深圳市水资源优化配置、节约和保护研究”项目报告,在此特别感谢项目组全体人员。

### 参考文献:

- [1] 深圳市水务局. 深圳市水资源公报(1998-2003) [R].
- [2] 中华人民共和国水利部. 中国水资源公报(1998-2003) [R].
- [3] 深圳市统计局. 深圳统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计年鉴出版社, 2004.
- [4] 中国统计局. 中国统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计年鉴出版社, 1999, 2001, 2004.
- [5] 世界银行 2000 年世界发展指标编写组. 2000 世界发展指标 [M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2000, 8-10, 128-130.
- [6] 侯捷. 中国城市节水 2010 年技术进步发展规划 [M]. 上海: 文汇出版社, 1998, 91-92.

(收稿日期: 2005-09-08 编辑: 高渭文)

(上接第 59 页)

### 次径流的污染物负荷

$$C_{EM} = \sum Q_i C_i \Delta t / \sum Q_i \Delta t$$

式中:  $C_{EM}$  为次降雨径流污染物平均浓度;  $Q_i$  为流量;  $C_i$  为浓度;  $\Delta t$  为采样时间间隔<sup>[8]</sup>。

从而为苏州城区非点源污染负荷定量估算及控制措施制定提供更加科学的依据,以期采取更加经济、有效的工程措施削减苏州城区初雨径流污染,从而达到改善苏州水环境质量的目的是。

### 参考文献:

- [1] 伍发元, 黄种买, 龙向宗, 等. 汉阳墨水湖地区城市面源污染控制研究 [J]. 西南给排水, 2003, 25(6): 18-20.
- [2] 河海大学, 苏州科技学院. 国家 863 重大科技专项—苏州水环境质量改善与综合示范项目课题实施方案(一、

三专题) [R]. 2003.

- [3] 国家环保总局. 水和废水监测分析方法 [M]. 3 版. 北京: 中国环境科学出版社, 1989.
- [4] 车武, 刘燕, 李俊奇, 等. 国内外城市雨水水质及污染控制 [J]. 给水排水, 2003, 29(10): 38-41.
- [5] 任玉芬, 王效科, 韩冰, 等. 城市不同下垫面的降雨径流污染 [J]. 生态学报, 2005, 25(12): 3225-3230.
- [6] 单保庆, 尹澄清, 于静, 等. 降雨-径流过程中土壤表层磷迁移过程模拟研究 [J]. 环境科学学报, 2001, 21(1): 7-12.
- [7] 王和意, 刘敏, 刘巧梅, 等. 城市降雨径流非点源污染分析与研究进展 [J]. 城市环境与城市生态, 2003, 16(6): 283-285.
- [8] 赵建伟, 单保庆, 尹澄清, 等. 城市旅游区降雨径流污染特征——以武汉动物园为例 [J]. 环境科学学报, 2006, 26(7): 1062-1067.

(收稿日期: 2006-10-27 编辑: 高渭文)

<sup>①</sup> 深圳市 2010 年节水规划.