

# 面向国家级生态市建设的深圳市 水资源可持续利用对策研究

易志斌, 马晓明

(北京大学 深圳研究生院 环境与城市学院, 广东 深圳 518055)

**摘要:** 随着经济社会的快速发展, 深圳市水资源紧缺矛盾日益突出。介绍了深圳市的水资源现状和水资源开发利用情况, 按照国家级生态市建设和可持续发展要求, 分析了当前深圳市水资源开发利用所面临的问题。提出了构建节水型产业体系, 加强污水处理设施建设, 优化配置水源, 完善水资源管理体系等水资源可持续利用对策。

**关键词:** 国家级生态市; 水资源; 可持续利用; 深圳

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)06-0162-04

中图分类号: TV213

## Study on Sustainable Utilization of Water Resources in Shenzhen City in Construction of National Eco-city

YI Zhi-bin, MA Xiao-ming

(College of Environment and Urban Sciences, Shenzhen

Graduate School of Beijing University, Shenzhen, Guangdong 518055, China)

**Abstract:** With the rapid development of economics in Shenzhen City, there is a severe shortage of water supply. Basic situation and utilization efficiency of water resources in Shenzhen City are introduced. Current problems of exploitation and utilization of water resources in Shenzhen City are analyzed according to the demands for national eco-city and sustainable development. To promote sustainable utilization of water resources, some measures are put forward, such as establishing water saving industry system, strengthening waste water treatment, optimizing water resource scheme, and perfecting water resource management system.

**Keywords:** national eco-city; water resource; sustainable utilization; Shenzhen City

水资源是基础性自然资源, 是经济社会发展的支撑和保障, 是城市经济持续增长和人口容量的决定性因素, 同时亦是改善城市生态环境的必备前提。城市与工业化对水资源系统施加了前所未有的压力, 全球范围内普遍存在着不同程度的工程型、水质型与资源型缺水现象<sup>[1]</sup>。如何解决缺水问题, 合理开发利用有限的水资源, 使水资源效益最大化已成为当前的研究热点。可持续发展概念的提出, 为水资源利用方式的改变提供了理论依据, 可持续成为人类推崇的水资源合理利用模式<sup>[2]</sup>。

随着深圳市国民经济的发展和人民生活水平的提高, 以及城市化进程的加速, 人口规模不断扩大, 用水需求量加大, 城市供水水源日趋紧张, 水资源承载力成为深圳市可持续性发展的主要制约因素之一。

深圳市已成为我国典型的资源型和水质型混合缺水城市之一<sup>[3]</sup>。研究深圳市如何满足人与自然和谐共处、可持续发展的水资源需要以及如何更有效地开发利用现有水资源已是当务之急。本文结合深圳市水资源利用现状及创建国家生态市的形势, 探讨深圳市水资源可持续利用对策。

### 1 深圳市水资源利用现状分析

#### 1.1 水资源特点

深圳市位于广东省南部, 地处南海之滨, 东临大鹏湾和大亚湾, 西靠珠江口, 北接东莞、惠阳两市, 南与香港仅一河(深圳河)之隔。地理形状呈东西宽, 南北窄的狭长形。深圳市属亚热带季风性气候, 多年平均降雨量 1 837 mm。降雨量虽丰, 但在时空分布不均, 境

收稿日期: 2008-05-23

修回日期: 2008-08-06

资助项目: 深圳市环境保护局与北京大学深圳研究生院合作项目

作者简介: 易志斌(1980—), 男(汉族), 江西省九江市人, 博士研究生, 研究方向为水环境管理。E-mail: yzb21th@163.com。

通信作者: 马晓明(1962—), 男(汉族), 黑龙江省齐齐哈尔人, 教授, 研究方向为环境规划与管理。E-mail: xmma@pku.edu.cn。

内无大江、大湖及大型水库。一方面蓄滞洪能力差,另一方面水资源缺乏。深圳市多年平均水资源总量为  $1.87 \times 10^9 \text{ m}^3$ ,按 2006 年常住人口 846.43 万人计算,人均水资源量为  $221 \text{ m}^3$ ,低于  $500 \text{ m}^3$  的国际严重缺水线,属严重缺水城市。全市有大小河流 310 条,其中流域面积大于  $100 \text{ km}^2$  的仅 5 条,即深圳河、观澜河、茅洲河、龙岗河和坪山河。河流径流量小,水质差。深圳市境内有中型水库 10 座,小(一)型水库 65 座,小(二)型水库 178 座,总库容  $5.86 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。这些水库每年可提供利用的水量为  $3.5 \times 10^8 \sim 5.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

## 1.2 水资源开发利用程度

水资源既有可再生性,又有不可再生性。人类经济若想实现可持续发展,其发展范式就必须考虑到水资源开发利用的阈值<sup>[4]</sup>。深圳市 2005 年总用水量为  $1.68 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,其中境外调入水量为  $1.14 \times 10^9 \text{ m}^3$ ;2006 年总用水量为  $1.73 \times 10^9 \text{ m}^3$ ,其中境外调入水量为  $1.19 \times 10^9 \text{ m}^3$ (见表 1)。水资源开发利用程度是指流域或区域用水量占水资源可利用量的比率,体现

的是水资源开发利用的程度。目前,国际上一般把 40% 作为保护生态环境水资源的开发利用率的上限。从这个角度来看,深圳市目前的水资源开发利用程度总体处在比较合理的范围之内,2005 和 2006 年的水资源开发利用率为 28.9% 和 28.97%。但从供水构成来看,深圳市 2005 年和 2006 年境外调水量分别占总供水量 67.7% 和 68.7%,过度依赖境外水资源。

表 1 2006 年深圳市用水构成

水资源用途	生活用水	工业用水	公共用水	环境用水	农业用水
用水量/ $10^4 \text{ m}^3$	67 800	55 794	39 431	363	9 776
占总用水量比率	39.2%	32.2%	22.8%	0.2%	5.7%

从表 2 可以看出,2006 年深圳市人均用水量  $560.5 \text{ L}/(\text{人} \cdot \text{日})$ ,全市万元 GDP 用水量为  $29.8 \text{ m}^3$ ,全市工业万元增加值用水量为  $19.3 \text{ m}^3/10^4 \text{ 元}$ 。由于特区内外经济结构、人口密度等多种因素的影响,特区内、外主要用水指标差距较大。

表 2 2006 年深圳市主要用水指标

行政分区	人均用水量 ( $\text{L}/\text{人} \cdot \text{日}$ )	人均综合生活用水 ( $\text{L}/\text{人} \cdot \text{日}$ )	人均生活用水 ( $\text{L}/\text{人} \cdot \text{日}$ )	万元 GDP 用水量 ( $\text{m}^3/10^4 \text{ 元}$ )	工业万元增加值用水量 ( $\text{m}^3/10^4 \text{ 元}$ )
特区	517.6	424.4	238.5	18.6	6.9
宝安	525.2	290.0	216.9	42.6	26.6
龙岗	695.7	324.2	192.0	45.7	35.3
全市	560.5	348.3	219.5	29.8	19.3

## 2 建设国家级生态市水资源可持续利用面临的形势和问题

### 2.1 建成国家级生态市对水资源利用的要求

近年来,我国正经历全面生态城市建设的浪潮,国家环境保护总局颁发了《全国生态示范区建设规划纲要》和《生态县、生态市建设规划编制大纲(试行)》等纲领性文件后,我国生态城市的规划与建设全面展开。根据国家环境保护总局 2007 年 12 月印发的《生态县、生态市、生态省建设指标(修订稿)》,对生态市的要求中关于水的指标有 7 小项,均属于约束性指标。据深圳市人民政府 2007 年 1 号文件,深圳明确提出到 2010 年初步建成国家级生态市的总体目标。结合深圳市社会经济发展现状,建设成为国家级生态市的水资源利用必须要求单位工业增加值新鲜水耗不高于  $20 \text{ m}^3/10^4 \text{ 元}$ ,农业灌溉水有效利用系数不低于 0.55  $\text{m}^3/10^4 \text{ 元}$ ,水环境质量和近岸海域水环境质量达到功能区标准并且城市无劣 V 类水体,城镇污水

集中处理率不低于 85%,工业用水重复率不低于 80%,集中式饮用水源水质达标率达到 100%。

### 2.2 深圳市建设国家级生态市水资源面临的问题

(1) 水资源数量和分布先天不足,开发利用难度大。深圳市地下岩性为花岗岩,富水性不高。降雨时空分布不均,暴雨集中;境内无大河和过境河流,河流细小众多,河短流急,地表径流滞留时间短,大多直流入海;无适合修建大型水库的地形条件,水库多但小而散,调蓄能力差<sup>[5]</sup>。另外,深圳市受当地地势地貌条件限制,水资源开发利用难度大,可修建水利工程的地点有限,很难将汛期水量存储下来<sup>[6]</sup>。

(2) 水资源利用方式粗放,用水浪费较严重。深圳水资源利用方式的效率和效益与节水城市相比差距较大,在生产和生活领域存在比较严重的用水浪费。据有关资料<sup>[7]</sup>,深圳市单位和企业用水跑、冒、滴、漏与缺乏循环用水等节水措施造成的节水潜力在 14% 左右。如果按照 2006 年总供水量  $1.73 \times 10^9 \text{ m}^3$  计,每年可节水  $2.42 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,相当于深圳市现有水

库总库容量的 1/3。农业灌溉仍为粗放型,用水没有计量或计量不精确,缺乏用水统计资料,水费的收取也欠公平合理,一些有效的节水灌溉技术尚未大面积推广。农业灌溉用水有效利用系数为 0.6~0.7,尽管满足国家生态市要求,但与发达国家(0.7~0.8)还有一定差距。根据《深圳市环境保护规划纲要(2007—2020年)》,目前工业用水重复利用率仅为 42.39%,城市污水处理率为 60.5%,集中式饮用水水源地水质达标率为 98.1%,规划目标到 2010 年工业用水重复利用率达到  $\geq 65\%$ ,城市污水处理率  $\geq 75\%$ ,与国家级生态市要求(工业用水重复利用率在 80%以上,城市污水处理率在 85%以上)还有较大的距离。

(3) 水资源供给存在安全隐患。深圳市境外调水工程水源地为东江,境外调水占深圳市总供水量的近 70%。据统计,目前东江开发利用(年供水量占多年平均来水量比率)为 29%,规划至 2010 年东江开发利用率为 42.1%。国际上通行的标准是河流的开发利用率不超过 40%。因此,2010 年后东江水资源的供需矛盾将更加突出,远期不可能再从东江水源地向深圳地区扩大调水<sup>[8]</sup>。

(4) 综合治理效果不乐观,水环境污染较严重。由于经济快速发展和人口持续增加,城市污水产生量大幅度增长,而污水收集处理设施的建设仍滞后于经济社会的发展,不能适应日益增加的污水处理需要。特区内污水处理能力已能满足污水处理的需要,但污水管网配套仍需要进一步完善;特区外污水收集和处理设施建设相对滞后,大量污染物未经处理排入地表水体和海域。

根据《2006 年深圳市环境状况公报》,深圳河、布吉河、茅洲河、观澜河、龙岗河、坪山河等主要河流受到不同程度的污染。受污水排放的影响,中下游河水发黑发臭,劣于国家地表水 V 类标准;西部海域污染较为严重,达不到国家海水第 IV 类标准;部分饮用水水库个别指标劣于国家地表水 III 类标准。水环境的污染更加剧了水资源的短缺,水环境恶化及水资源短缺,必将制约深圳市社会经济的可持续发展。

(5) 水资源可持续利用的管理体制和机制不完善。深圳市目前水资源管理体制存在的问题是,由于人为地将完整的系统分开形成“多头管水,多头治水”的混乱局面,没有形成一个有权威的政府统一水管理体系。水务部门虽然名义上是统一管理水资源的市政府行政机构,但实际上有很多部门介入了水资源的管理,因而很难真正实现水资源的统一管理。例如水量和水质的分散管理,水务部门负责主要的水量管

理,但水质管理主要由环保部门负责,所以难以实现统一管理。这种分散管理有碍水资源和深圳经济社会的协调发展,致使水体污染加重,水环境遭到破坏。为了应对日益严重的水资源危机,深圳市亟需建立一个高效合理的水资源统一管理体制。

另外,深圳市相对于其它缺水型城市而言,仍然存在水费标准偏低,收费弹性小及收费措施约束力不够等问题。以居民生活用水价格为例,当前深圳市含税零售水价为 1.90 元/ $\text{m}^3$ ,低于北京市居民生活用水价格(3.7 元/ $\text{m}^3$ )和天津市居民生活用水价格(3.4 元/ $\text{m}^3$ )。不合理的水价导致了宏观层次上的公共资源巨额损失,部门层次上的水相关产业经营管理难以为继,用户层次上的用水损失浪费严重。同时,水价体系的不合理也是造成水污染严重局面的重要原因之一,因此,加大深圳水价改革力度势在必行。

### 3 深圳水资源可持续利用的对策

随着深圳市推进新一轮跨越式发展,对水资源的数量、质量以及供水的安全保障性提出更高的要求。因此,深圳市应该以建设国家级生态市为契机,按照循环经济发展的要求构建水循环系统,把水资源与国民经济社会发展紧密联系起来,做好水资源的开发、利用、治理、配置、节约和保护工作,建设节水型社会,实现水资源的循环、高效利用。

#### 3.1 构建节水型产业体系

传统的线性增长模式中水资源未得到充分利用就以废水的形式排放,进而加剧了水资源的短缺和环境污染。因此,在循环经济理念指导下,科学调整产业结构,制定节水型产业发展政策,以国家生态市指标体系为指导,把工业增加值新鲜水耗、工业用水重复利用率等指标纳入企业的用水绩效评估体系,引导一些耗水少、水污染物排放量少的节水型产业发展。深圳市在改革开放初期引进了一批“三来一补”企业,例如电镀、印染等,这些企业耗水多、污染物排放量大,对于这些企业通过技术改造,清洁生产与环境审计等措施使其节约用水,提高企业内部污水处理和回用水平,不断提高生产工艺用水的净化回用率。

#### 3.2 加大污水处理基础设施建设,控制水环境污染

减少污水的排放,既能起到治理污染,改善城市的环境的效果,又能提高水资源利用率,增加可供水量。深圳在城市化过程中,市政设施严重滞后,特别在特区以外,未形成系统网络。在污水处理基础设施方面,加快建设污水截排管网,集中污水处理厂和分散式污水就地处理工程,并在污水处理厂规划设计时考虑中、污水回用设施的建设,提高中、污水处理能

力,扩大回用量。针对观澜河、茅洲河、坪山河、龙岗河、布吉河等主要河流实施清淤工程、生态恢复工程、生态补水工程和重点工业污染源达标控制,改善全市河流水环境质量。在非点源控制方面,限制果园化肥、农药使用,调整农业生产结构,改进农业生产技术,建设生态农业,加强农田水利,设置农田污染径流的拦截设施等。

### 3.3 优化配置当前水源,努力开发建设新水源

水资源的开发利用要按照开发节约并重,节约保护优先的原则。针对深圳市水资源分布及供需特点,确定“优化配置当前水源,努力开发建设新水源”的水源开发利用战略,确保东深引水、东部供水以及境内水库等已建水源工程的有效配给,力争境外引水与充分利用当地水资源相结合,使东深引水、东部引水、当地供水网络相互贯通,形成全市供水水源网络系统;进行扩大深圳当地水库调蓄能力的研究,对于有条件的水库进行相应扩建,新建东部湾水库和公明横江水库,提高地表水利用效率;鼓励研究开发和推广应用雨水集蓄技术和洪水利用技术;充分利用雨洪资源,鼓励研究开发和推广应用雨水集蓄技术和洪水利用技术,开展河道蓄滞雨洪和汛期雨水滞蓄回补地下水工程研究;借鉴香港、大连等城市海水冲厕的推广经验节约淡水资源。

### 3.4 建设完善的水资源管理体系

运用水权理论,全面改革水价形成机制,建立起有利于节水的水价形成机制和水费收取体制,完善水资源有偿使用制度<sup>[9-10]</sup>。对于农业灌溉用水,推行定额水价制度,确定农业生产用水水价收取标准;对于非农业用水,调整水价构成中水资源和排污费标准,严格执行阶梯式水价和超计划、超定额累进加价制度;合理制定海水、再生水等非常规的水源供水价格,对不同供水企业不同水质标准制订不同的水价政策;建立和完善节水激励机制,将部分超计划用水加价水费作为节水资金,支持节水型机关、社区、家庭创建活动,对节水型企业在税收、贷款方面给予经济鼓励和优惠政策。此外,还需加大《深圳市节约用水条例》执行力度,实施计划用水,建设项目节水评估制

度,完善配套政策和措施。例如《深圳市计划用水管理办法》、《深圳市建设项目用水节水管理办法》等,对防洪、蓄水、供水、节水、排水、水资源保护、污水处理及回用管理等多方面实现水务统一管理,实现水资源统一调度。

### 3.5 节水宣传教育,培育公众节水意识

在水资源总量有限的条件下,不实行保护性和持续性的开源节流措施,无论如何也解决和满足不了供需矛盾和日益增长的需求。节约用水不是权宜之计,而是根本对策。节约用水需要个人、集体、各行各业和全民都参加,从而形成一个节水型社会。建立《深圳节水型器具名录》,鼓励社会广泛使用节水器具;新建大型商场、写字楼、学校、医院、行政机关、宾馆、酒店、洗车场、生活社区、工业区必须强装节水型器具;鼓励既有建筑通过改造使用节水型器具,提高社区科学用水理念和节水意识。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 赵彦伟,徐琳瑜. 广州水资源可持续利用研究[J]. 水资源保护, 2006, 22(1): 26—29.
- [2] 冯尚友. 水资源持续利用与管理导论[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 62—68.
- [3] 钟平安,王会容,刘静楠,等. 深圳市水资源系统优化调度模型研究[J]. 河海大学学报, 2003, 31(6): 616—620.
- [4] 陈康宁,董增川. 基于生态经济理论的水资源可持续利用问题探讨[J]. 水科学进展, 2007, 18(6): 923—929.
- [5] 莫辉. 关于深圳市水资源可持续利用问题初探[J]. 中国农村水利水电, 2004(8): 80—85.
- [6] 黄春苑,陈俊合,苏晓波. 深圳市水资源承载力与城市可持续发展研究[J]. 热带地理, 2006, 26(3): 254—258.
- [7] 深圳市发展和改革局. 深圳市循环经济“十一五”发展规划[R]. 2006: 31—56.
- [8] 陈筱云. 试论深圳城市水资源承载力[J]. 中国水利, 2002(10): 109—112.
- [9] 田圃德. 水权制度创新及效率分析[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004: 58—67.
- [10] 李晶,宋守度,姜斌,等. 水权与水价: 国外经验研究与中国改革方向探讨[M]. 北京: 中国发展出版社, 2003: 76—93.