

面向国家级生态区建设的水资源可持续利用对策研究 ——以深圳市龙岗区为例^{*}

易志斌, 马晓明, 刘磊

(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, 深圳龙岗区水资源紧缺矛盾日益突出。从龙岗区的水资源现状和水资源开发利用情况出发, 按照国家级生态区建设和可持续发展要求, 预测了未来龙岗区水资源需求, 分析了龙岗水资源开发利用当前面临的问题, 最后从产业调整、水源配置、水环境控制、水资源管理等方面提出龙岗区水资源的可持续利用对策。

关键词: 国家级生态区; 水资源; 可持续利用; 龙岗区

中图分类号: S273.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)01-0208-04

Countermeasures for Sustainable Use of Water Resources Facing Construction of National Eco-district —A Case Study of Longgang District

YI Zhi-bin, MA Xiao-ming, LIU lei

(College of Environment and Urban Sciences, Shenzhen Graduate School of Peking University, Shenzhen, Guangdong 518055, China)

Abstract: With the rapid development of economics in Longgang District, there is severe short water supply. This paper introduces the basic situation and the utilization of water resources in Longgang District. According to the demand for national eco-district and sustainable development, the authors analyzed the current problems of the exploitation and utilization of water resources in Longgan District, put forward some countermeasures and suggestions for sustainable use of water resources in the end.

Key words: national eco-district; water resource; sustainable development; Longgang District

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多少的决定性因素, 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^[1]。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^[2]。

随着深圳市龙岗区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发展, 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, 水资源供需矛盾已成为龙岗区可持续性发展的主要制约因素之一。研究龙岗区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。本文将根据龙岗区水资源利用现状并结合龙岗区创建国家生态区的形势, 探讨龙岗区水资源可持续利用问题。

1 龙岗区水资源利用现状分析

1.1 水资源现状

龙岗区地表河流流量小, 而且均受到一定程度的污染, 不能作为城市的供水水源; 地下水以冲积层、洪积层孔隙水为主, 富水型属于中等到贫乏, 不适合作为城市集中供水水源; 主要作为生活饮用水水源的水库

^{*} 收稿日期: 2008-09-08

基金项目: 2007年北京大学深圳研究生院与龙岗区环保局合作课题成果

作者简介: 易志斌(1980-), 男, 江西九江人, 博士研究生, 研究方向为从事水环境管理, E-mail: yzb21th@163.com

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

有 16 座, 总库容量 1.93 亿 m^3 , 可供水量 $7\,690 \text{ 万 m}^3$ 。

根据深圳市水资源公报, 龙岗区多年平均降水量为 $1\,910.1 \text{ mm}$, 2006 年水资源量 $91\,174 \text{ 万 m}^3$, 其中地表水资源量为 $91\,046 \text{ 万 m}^3$, 地下水资源量为 $18\,147 \text{ 万 m}^3$, 地表、地下水重复计算量为 $18\,019 \text{ 万 m}^3$, 人均水资源量为 481.0 m^3 , 高于深圳市人均水资源量 ($240.4 \text{ m}^3/\text{人}$), 但低于 $500 \text{ m}^3/\text{人}$ 的国际严重缺水线, 与广东省人均水资源占有量 $2\,594 \text{ m}^3$ 有很大差距。龙岗区水资源量与深圳市特区内、宝安的对比见表 1。

表 1 2006 年龙岗区与其它行政区水资源对比

行政 分区	地表水资源 量/ 万 m^3	地下水资源 量/ 万 m^3	总水资源 量/ 万 m^3	人均水资源 量/ m^3
龙岗	91046	18147	91174	481.0
特区	41711	8343	41711	130.8
宝安	70501	14073	70555	208.7
全市	203258	40563	203440	240.4

1.2 水资源开发利用率

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^[3]。龙岗区 2005 年总供水量为 $48\,316 \text{ m}^3$, 其中境外调入水量为 $25\,739 \text{ m}^3$; 2006 年总供水量为 $48\,134 \text{ 万 m}^3$, 其中境外调入水量为 $28\,166 \text{ 万 m}^3$ 。水资源开发利用率体现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, 龙岗区目前的水资源开发利用率总体处在比较合理的范围之内, 2005 年和 2006 年的水资源开发利用率为 24.8% 和 21.9%。但从供水构成来看, 龙岗 2005 年和 2006 年境外调水量分别占总供水量 53.3% 和 58.5%, 过度依赖境外水资源。

表 2 2006 年龙岗区与其它行政区主要用水指标对比

行政 分区	人均用水量 ($\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$)	人均生活 用水 ($\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$)	万元 GDP 用水量 ($\text{m}^3/\text{万元}$)	工业万元增 值用水量 ($\text{m}^3/\text{万元}$)
龙岗	695.7	324.2	45.7	35.3
特区	517.6	424.4	18.6	6.9
宝安	525.2	290.0	42.6	26.6
全市	560.5	348.3	29.8	19.3

从表 2 可以看出, 2006 年人均用水量、万元 GDP 用水量、工业万元增加值用水量都明显高于深圳特区内用水量, 也高于深圳市平均水平。

2 龙岗区水资源可持续利用面临的形势和问题

2.1 水资源需求预测分析

按照龙岗区国民经济和社会发展第十一个五年

规划纲要修编, 到 2010 年, 全区人口将达到 230 万, 工业总产值将达到 4 374.4 亿元。按照生活用水标准 $350 \text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 、工业用水标准为 $8 \text{ m}^3/\text{万元产值}$ 计算^[4], 龙岗区 2010 年总用水量达到 6.44 亿 m^3 。

到 2015 年, 全区人口达到 290 万, 工业总产值将达到 7 045 亿元。按照生活用水标准 $350 \text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 、工业用水标准为 $7.5 \text{ m}^3/\text{万元产值}$ 计算, 龙岗区 2015 年总用水量达到 8.99 亿 m^3 。

到 2020 年, 全区人口达到 370 万, 工业总产值将达到 9 427.8 亿元。按照生活用水标准 $350 \text{ L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 、工业用水标准为 $7 \text{ m}^3/\text{万元产值}$ 计算, 龙岗区 2020 年总用水量达到 11.22 亿 m^3 。

2.2 建成国家生态区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, 在国家环境保护总局就颁发了《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正在积极推进。作为经济发达地区深圳市龙岗区, 在 2007 年政府工作报告中明确提出了将在近期内建成为国家级生态区。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)》, 其中关于水的指标有 8 小项, 均属于约束性指标。结合龙岗区社会经济发展现状, 建设成为国家级生态区的水资源利用必须要求单位工业增加值新鲜水耗不高于 $20 \text{ m}^3/\text{万元}$ 、农业灌溉水有效利用系数不低于 0.55 $\text{m}^3/\text{万元}$ 、城镇污水集中处理率和工业用水重复率均不低于 80%、集中式饮用水源水质达标率达到 100%, 而且水环境质量达到功能区标准。

2.3 龙岗建设国家级生态区水资源面临的问题

(1) 深圳市分配给龙岗的水量满足不了发展的需要。根据《深圳市供水水源修编规划报告》, 深圳市在未来两个规划年分配给龙岗区的用水量分别为: 2010 年 6.38 亿 m^3 ; 2020 年为 9.09~ 10.49 亿 m^3 。根据以上龙岗区水资源需求预测, 按照《深圳市供水水源修编规划报告》中的分配方案难以满足龙岗经济社会持续发展的需求, 如果供水分配方案的保证率为 100% 的情况下, 2010 年龙岗区将会缺水约 600 万 m^3 , 2020 年将会缺水 0.73~ 2.13 亿 m^3 。

(2) 水资源利用方式粗放, 用水浪费较严重。龙岗区水资源利用方式的效率和效益与发达城市相比差距较大, 在生产和生活领域存在比较严重的用水浪费。输水管网及渠道的水量损失较大。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, 尽管满足国家生态区要求, 但与发

达国家(0.7~0.8)还有一定额差距。根据《深圳市龙岗区环境保护“十一五”规划》,目前工业用水重复利用率仅为 1.35%,城市污水处理率为 66.14%,工业用水重复利用率和城市污水处理率规划目标到 2010 年达到 70%,到 2020 年达到 85%;与国家生态区要求(工业用水重复利用率和城市污水处理率必须在 80% 以上)还有较大的距离。此外,在海水、雨水利用方面也处于较低水平。

(3) 水资源供给存在安全隐患。龙岗区境外调水工程水源地为东江,境外调水占龙岗总供水量的近 60%。据统计,目前东江开发利用率(年供水量占多年平均来水量)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本身的开发利用率不得超过 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^[5]。

(4) 综合治理效果不乐观,水环境污染较严重。随着城市化进程的加快,城市污水排放量增大,导致污染水环境,破坏水资源,加剧水危机。尽管龙岗区政府高度重视水污染治理,逐年加大投资力度,但是综合治理效果不乐观。根据《2006 年深圳市环境状况公报》,龙岗区主要三大河流布吉河、龙岗河、坪山河均受到不同程度的污染,中下游水质劣于国家地表水 V 类标准,主要污染物为氨氮、总磷和生化需氧量,均未达到水环境功能区要求,与国家级生态区建设要求还有一定的差距。水环境的污染更加剧水资源的短缺,水环境恶化和水资源短缺,必将制约龙岗区经济社会的可持续发展。

(5) 依靠行政计划用水,经济调节和公众参与不足。实现可持续的水资源利用目标必须改变传统的水资源管理活动,必须以可持续发展的、系统的和综合的观点构建全新的现代水资源管理体系^[6]。龙岗区水资源费不能完全体现区域水的资源价格,供水行业未实行政府宏观调控下的市场化运作;目前节水环节多停留在鼓励层面上,有效的经济和政策激励机制尚不够健全;公众参与节水的程度和意识不高。因此,政府调控、市场调节和公众参与的机制,还有一定程度的缺失。

2.4 龙岗区水资源开发利用潜力的评价

水资源开发利用潜力通常有两方面的涵义,一是流域或区域水资源国民经济可利用量与现状供水量之差部分,未来可以通过工程进行调控和利用;二是在现状用水量中的节水潜力,需要通过采取工程措施与非工程措施来获得的节水量^[7]。龙岗地区由于地层结构的原因,地下水源随着利用程度的不断提高而越来越少,在传统水资源极端缺乏的情况下,必须综合考虑海水利用或淡化、中水回用和雨洪利

用等其他新的水资源出路,以减少供水压力。国内外海水利用的方式主要有 3 个方面:一是海水代替淡水直接用于工业用水和生活杂用水等方面;二是海水经过淡化后利用,供给工业生产用水和生活饮用水等方面;三是海水化学资源的综合利用,即从海水中提取化学元素等。龙岗区海岸线较长(约 133.6 km),占深圳市海岸线总长的 58.1%,海水资源十分丰富,海水利用条件得天独厚。生活用水量占龙岗区用水结构中的主要部分,如果能将海水利用于生活用水,解决龙岗区一部分居民的生活用水,减少一部分淡水消耗,将有效地缓解淡水资源短缺的局面。根据深圳市水务局编写的《深圳市海水利用规划》(2007),近期规划 2010 年龙岗区新增海水淡化量为 4 万 m^3/d ,即新增淡水资源 0.146 亿 m^3/a ;远期规划 2020 年龙岗区新增海水直接利用量为 0.058 4 亿 m^3/a 。

中水是指一般城市生产生活废水经过生物和物理化学方法处理后,达到诸如洗浴、景观、绿化、洗车、冲厕及清洁卫生等非饮用水标准的水源。日本和南非大部分地区都设有中水装置,全国每年 80% 以上的废水得到回收再利用,被专家誉为中水回用最成功的国家。据调查,目前龙岗区中水回用率才为 2.3%,具有很大的提升空间。根据龙岗区 2004 年环境质量公报,全区生活污水排放量为 15 625.1 万 t,占了全区废水总量的 94.41%。如果龙岗区中水回用率提高到 20%,每年可以多节省水资源 0.276 亿 m^3 。

雨洪利用不仅在国内外已有较成熟的应用基础研究和措施,并已得到大面积的示范推广。在龙岗降雨条件下,通过对雨水利用工程合理规划和科学设计,具有充足的雨量可以集蓄利用。龙岗区现状建成区面积为 169.23 km^2 ,规划 2020 年建成区面积为 254.61 km^2 ,新建城区面积为 85.38 km^2 。经有关研究表明^[8],龙岗区在多年平均降雨情况下,年雨洪可利用量为 4 496.96 万 m^3 ;在龙岗区降雨为枯水年时,年雨洪可利用量为 5 118.15 万 m^3 。

从上面分析可以看出,龙岗从海水利用、中水回用和雨洪利用等方面开发新水资源的潜力很大。

3 龙岗区水资源可持续利用的对策

随着龙岗区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,龙岗区应该以建设国家级生态区为契机,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,建立集约高效的水资源保障系统。

3.1 建设节水型产业体系

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,依据国家生态区指标体系为指导,把单位 GDP 水耗、工业用水重复利用率等指标作为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;龙岗区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,既能起到治理污染的效果,改善城市的环境,又能提高水资源利用率,增加可供水量。龙岗区在城市化过程中,市政设施严重滞后,尤其在排污方面,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,提高污水处理的建设标准。针对坪山河、龙岗河、布吉河,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,改善区内三大河水环境质量。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 优化配置水资源,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。针对龙岗区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、东部供水以及清林径水库、黄竹坑水库、松子坑水库、铜锣径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,形成全区供水水源网络系统;进行扩大龙岗区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;鼓励研究开发和推广应用雨水集蓄技术和洪水利用技术;借鉴香港、大连等城市海水冲厕的经验节约淡水资源。

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^[9-10]。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。

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,是无论如何也解决和满足不了供需矛盾和日益增长的需求的。节约用水是根本对策。节约用水需要个人、集体、各行各业和全民都要参加,从而形成一个节水型社会。结合《深圳节水型器具名录》,鼓励社会广泛使用节水器具;鼓励既有建筑或新建筑建设雨水、污水及中水回用等资源收集、回收与综合处理系统,实现住宅小区水资源的循环利用^[11];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;全面提高龙岗区科学用水理念和节水意识。

参考文献:

- [1] 赵彦伟,徐琳瑜.广州市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.
- [3] 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.
- [4] 陈筱云.试论深圳城市水资源承载力[J].中国水利,2002(10):109-112.
- [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] 姜文来,雷波,唐曲.水资源管理学及其研究进展[J].资源科学,2005,25(1):153-157.
- [7] 秦大庸,罗翔宇,陈晓军,等.西北干旱区水资源开发利用潜力分析[J].自然资源学报,2004,19(2):143-150.
- [8] 罗健萍.浅谈深圳市雨洪资源利用潜力[J].中国农村水利水电,2007(5):9-10.
- [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.
- [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.
- [11] 杨战社,高照良.城市生态住宅小区水资源循环利用研究[J].水土保持通报,2007,27(3):167-170.