

# 佛山市节水型社会建设方案探究

王亚雄, 赖国友, 秦蓓蕾

(广东省水利电力勘测设计研究院, 广东 广州 510635)

**摘要:** 建设节水型社会是解决佛山市水污染问题最根本、最有效的战略措施之一。通过分析佛山市节水潜力, 探讨了全市节水目标与布局, 提出了完善节水制度建设、提高城镇生活用水效率、加强工业节水、推广农业高效节水、推进非常规水源利用、加强节水能力建设等六大方面重点建设内容。

**关键词:** 节水型社会建设; 节水潜力; 节水目标与布局; 佛山市

**中图分类号:** TV213.4    **文献标识码:** B    **文章编号:** 1008-0112(2018)03-0057-04

建设节水型社会是解决南方丰水地区水污染问题最根本、最有效的战略措施之一<sup>[1-3]</sup>。佛山市地处珠江三角洲中部河网区, 多年平均入境水资源量为2 732.2亿m<sup>3</sup>, 本地水资源量仅为31亿m<sup>3</sup>, 人均本地水资源量仅为415 m<sup>3</sup>, 远远低于全国2 200 m<sup>3</sup>、广东省2 100 m<sup>3</sup>的人均水资源占有量, 全市生产生活用水主要依靠丰富的过境水。此外, 佛山市是一座制造业大市, 是广东省第三大城市, 城市化、工业化水平高, 人口总量和密度大, 2015年佛山市用水总量达34.24亿m<sup>3</sup>, 人均综合用水量用水指标高于全省平均值, 废污水排放量达11.03亿t, 入河废污水量为8.82亿t, 居高不下的用水量, 导致废污水长期大量的排放, 带来了严重的水环境、水生态问题, 严重制约了经济社会的可持续发展。佛山市节水工作基础较薄弱, 工作重点不突出, 市场激励机制和水务管理体制不够完善, 职能部门的责、权、利不够明晰, 公共管网计划用水覆盖率较低、节水型单位建成率不高、农业取水计量工作滞后, 节水政策和措施不到位等问题突出<sup>[4]</sup>。建设节水型社会, 促进节水减排, 已经成为佛山市破解水资源水环境制约问题的关键。在此背景下, 探究佛山市节水型社会建设方案具有重要的现实意义。

## 1 佛山市建设节水型社会的必要性

1) 是建设宜居宜业宜创新的高品质现代化国际化大城市的内在需求。

佛山正在积极推进产业转型升级, 提高人民生活和健康水平, 提升城市综合竞争力, 打造建设宜居宜

业宜创新的高品质现代化国际化大城市。水是人类生存和发展的重要物质基础, 健康优美的水环境是高品质城市的重要标志。长期以来, 佛山市粗放的水资源开发利用方式, 造成了水资源的高消耗、高浪费、高污染, 这种状况如不能尽快加以扭转, 水资源利用难以为继, 水环境难以承载, 城市的可持续发展将受到严重影响。建设节水型社会, 提升全社会节水意识, 建立节水型的生产方式、生活方式和消费模式, 是佛山市实施城市升级和升值的内在需求。

2) 是解决区域水资源供需矛盾, 促进节水减排和水生态文明建设的重要抓手。

佛山市本地水资源相对紧缺, 主要依赖过境水, 现状用水总量和废污水排放量大, 总体用水效率不高, 水功能区水质达标率偏低, 最严格水资源管理“三条红线”控制指标日趋紧张, 随着经济和人口的进一步发展, 水资源供需矛盾将更为凸显, 急需通过节水型社会建设, 改变传统用水模式和用水理念, 提高水资源的利用效率和效益, 控制用水总量, 减少入河废污水排放量, 保障经济社会发展用水安全, 促进水生态文明建设。

3) 是落实新时期节水治水方针的重要举措。

“节水优先”已经成为我国新时期治水方针的重点。建设节水型社会是实施严格水资源管理制度和水污染防治行动计划的重要内容, 也是全面推行河长制湖长制的内在要求。近年来, 各级政府积极推动节约用水立法工作, 国家层面正在制定《节约用水条例》, 广东省出台了《广东省节约用水办法》; 发改委制定了

《全民节水行动计划》《水效领跑者引领行动实施方案》;工信部提出深入推进节水型企业建设;水利部、国家机关事务管理局、全国节约用水办公室要求开展公共机构节水型单位建设;农业部提出加强农业节水工作;住建部推进城镇节水工作和节水型城市建设,广东省住房和城乡建设厅已经明确要求佛山市达到国家节水型城市标准。建设节水型社会,把节约用水贯穿于佛山市经济社会发展和人民群众生产生活中,是落实新时期节水治水方针的重要举措。

## 2 现状节水潜力分析

现状节水潜力分析是研究区域节水型社会建设方案的基础工作。现状节水潜力是在现状经济社会条件下的人口、经济量和实物量,按照规划水平年的节水标准计算出的需水量与现状用水量的差值。现状节水潜力分析计算,首先计算农业节水潜力、工业节水潜力、城镇生活节水潜力,最终得出综合节水潜力。具体计算公式采用参考文献[5]推荐的水利部计算公式,各行业节水潜力计算公式具体如下:

### 1) 工业节水潜力计算公式

$$dW_g = Z_0(W_{z0} - W_{zt}) \quad (1)$$

式中  $dW_g$  为工业节水潜力;  $Z_0$  为现状水平年工业增加值;  $W_{z0}$  为现状水平年万元工业增加值用水量;  $W_{zt}$  为规划目标万元工业增加值用水量,包含了工业内部结构调整的影响。

### 2) 城镇生活节水潜力计算公式

$$dW_s = W_0(L_0 - L_t) \quad (2)$$

式中  $dW_s$  为生活节水潜力(含公共用水);  $W_0$  为现状水平年城镇生活用水量;  $L_0$  为现状水平年城镇供水管网漏损率;  $L_t$  为规划目标城镇供水管网漏失率。

### 3) 农业节水潜力计算公式

$$dW_n = A_0(Q_{m0} - Q_{mt}) = A_0(Q_{p0}/\eta_0 - Q_{jt}/\eta_t) \quad (3)$$

式中  $dW_n$  为农业灌溉节水潜力;  $A_0$  为现状灌溉面积(有效灌溉面积);  $Q_{m0}$ 、 $Q_{mt}$  为分别是现状和规划水平年毛灌溉需水定额;  $Q_{p0}$ 、 $Q_{jt}$  为分别是现状和规划水平年净灌溉需水定额;  $\eta_0$ 、 $\eta_t$  为分别是现状和规划水平年灌溉水利用系数。

## 2.1 工业节水潜力

佛山市是一座制造业大市,已形成了家用电器、机械装备、金属材料加工及制品、陶瓷以及其他建材、纺织服装、电子信息、食品饮料、塑料制品、精细化工及医药、家居用品制造十大优势行业。现状2015年水平条件下,佛山市工业年用水量为6.12亿 $m^3$ (直流式火电用水按耗水计算),万元工业增加值用水量为

12.7 $m^3$ /万元,低于全省平均值,但高于省内深圳市的7 $m^3$ /万元,全市工业用水重复利用率为55.23%,远低于全省的80.8%。此外,全市老旧、中小纺织业企业、电镀行业、食品制造业用水效率偏低。因此,佛山市工业用水仍有较大的节水潜力。本次研究规划工业企业节水改造和用水管理水平提升后,2020年全市万元工业增加值工业用水量可比2015年下降20%,降至10.17 $m^3$ /万元。据此计算,全市工业节水潜力为17233万 $m^3/a$ 。

## 2.2 城镇生活与公共节水潜力

现状2015年水平条件下,佛山市城镇生活与公共年需水量为8.63亿 $m^3$ ,人均城镇居民、城镇公共用水量分别为242L/(人·d)、78L/(人·d),而全省平均值为193L/(人·d)、105L/(人·d);城镇供水管网漏失率为12.8%,虽低于全省的13.9%,但远高于全国的平均水平9.1%。因此,全市城镇生活与公共用水仍有一定的节水潜力。本次研究规划加强供水管网改造后,2020年全市供水管网漏失率可降至10%。据此计算,全市城镇生活与公共节水潜力为5389万 $m^3/a$ 。

## 2.3 农业节水潜力

现状2015年水平条件下,佛山市农业需水量为8.02亿 $m^3$ ,农田灌溉平均用水量为11460 $m^3/hm^2$ ,高于全省平均的11295 $m^3/hm^2$ ;此外,全市农业灌溉水利用系数不高,节水灌溉工程面积比例偏低,农业用水较粗放。因此,全市农业灌溉用水仍有一定的节水潜力。本次研究规划加强灌区节水改造后,2020年佛山市灌溉水有效利用系数可从现状的0.48提高到0.515,灌溉综合毛用水定额降至10935 $m^3/hm^2$ 。据此计算,全市农业节水潜力为2601万 $m^3/a$ 。

## 2.4 综合节水潜力分析

综合佛山市农业、工业、城镇生活与公共节水潜力,得出全市现状综合节水潜力为25222万 $m^3/a$ ,其中生活、工业、农业节水潜力分别占综合节水潜力的21.4%、68.3%、10.3%,工业节水潜力最大。

## 3 节水目标与布局

### 3.1 节水目标

根据国家和广东省节水型社会建设总体部署与要求,结合佛山市实际情况,提出佛山市节水型社会建设的目标:到2020年,佛山市节水型社会建设取得初步成效,全市用水总量控制在30.52亿 $m^3$ 以内,万元国内生产总值用水量较2015年降低20%;公共供水管网漏损率控制在10%以内,90%的公共机构建成节

水型单位；万元工业增加值用水量较2015年降低20%，高耗水行业的规模以上企业达到节水型企业建成率达到100%；农田灌溉水有效利用系数提高到0.515以上，节水灌溉率提高到40%以上；再生水利用率达到20%以上；河道外非农取水在线监测覆盖率达到100%。

表1 佛山市节水型社会建设目标体系

	指标	基准年	2020年
综合指标	用水总量/亿 m <sup>3</sup>	23.57	30.52
	万元GDP用水量(降幅)/%		20
城镇节水	城镇供水管网漏损率/%	12.8	10.0
	公共机构节水型单位创建率/%		90
工业节水	万元工业增加值用水量(降幅)/%		20
	高耗水行业规模以上企业达到节水型企业建成率/%		100
农业节水	农业灌溉水有效利用系数		0.515
	节水灌溉率/%	4.3	40.0
非常规水源利用	再生水利用率/%		20
节水能力建设	河道外非农取水在线监测率/%	93.7	100

### 3.2 节水布局

根据现状节水潜力与节水目标，分析佛山市节水型社会建设行业与空间布局如下。

1) 全市现状以工业和生活用水为主，现状用水水平总体处于珠三角城市中等水平，与用水水平较高的深圳、东莞、珠海仍有一定的差距，且现状人均综合用水量、农田灌溉亩均用水量和居民生活人均用水量指标均高于全省平均值。因此，从大类上来看，全市节水重点应放在居民生活、工业和农田灌溉用水。

2) 从用水区域分布来看，南海和顺德两区总用水量超过全市用水总量的60%，且用水水平中等偏低；农业用水主要在高明、三水两区。因此，全市节水重点区域为南海和顺德两区，农业节水重点为三水区和高明区。

3) 工业节水主要是依靠提高用水效率。全市老旧、中小纺织业企业、电镀行业、食品制造业用水水平偏低，是工业节水的重点行业。

4) 城镇生活与公共节水主要依靠降低公共管网漏损率来实现。全市城镇公共和生活各行业用水效率均接近或者高于全省平均水平，但各行业均存在部分单位用水效率低下，应重点抓好用水效率低下的单位的节水工作，降低供水管网漏损率，进一步提升整体用水水平，向城市用水水平较高的深圳等市看齐。

5) 从农业用水来看，全市农田灌溉亩均用水量指标一直偏高于珠三角和全省平均值，应合理调整农业种植结构，加快灌区节水改造工作，提高灌溉水有效利用系数和节水灌溉面积，逐步提升农业用水水平。

## 4 重点建设内容

### 4.1 加快完善全市节水法规制度顶层设计

目前，佛山市尚未出台专门的节水法规制度，相关节水工作开展缺乏依据和抓手。佛山市应加快制定出台《佛山市节约用水管理办法》《佛山市非居民累进加价实施方案》《佛山市行业用水定额》，到2020年逐渐构建起完善的节水法规制度体系。

### 4.2 加强城镇节水，提高城镇生活用水效率

佛山现状城镇用水约占全市总用水量的1/3，全市现状人均综合用水量、居民生活人均用水量指标均高于全省平均水平，用水效率偏低。

1) 开展居民阶梯水价的阶梯水量和阶梯价格动态评估，充分发挥价格机制调节作用，提高居民节约意识，引导节约用水。

2) 大力推进市政供水管道改造，降低漏损率，对使用超过50 a和材质落后的供水管网进行更新改造，全市每年推进供水管网更新改造长度为787 km。

3) 加快完成高明、三水区边远自然村“村村通”自来水工程建设，整合关停平胜、上柏、下柏、务庄、联新、腾溪、江义、扶闾、六和、迳口等村级水厂。

4) 督促、协调建成区内现状仍采用“总表”供水模式的住宅小区、楼房进行“一户一表、独立计费”改造，全面实施居民用水阶梯水价。

5) 加快推进公共机构、节水型小区等城镇节水载体建设，到2020年全市90%的公共机构建成节水型单位，各区年度有经认定的节水型社区不少于1个。

6) 严格落实城市建筑节水“三同时”制度，新建、改建、扩建建设项目应制订节约用水措施，同步建设节约用水设施，节约用水设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

### 4.3 加强工业节水，促进转型升级

工业是佛山市最大的用水行业，占全市总用水量的一半，是全市节水的重点行业。工业节水主要依靠推动工业企业进行节水改造，加强用水节水管理，提高用水效率和用水水平。

1) 加强火(核)电等高耗水大户的核查，督促其进行节水改造。

2) 推进工业企业开展水平衡测试，到2020年年均用水量超过10万 m<sup>3</sup>以上的工业企业完成水平衡测

试的数量不少于60家。

3) 推进节水型企业创建,2020年底前火电、钢铁、纺织染整、造纸、石油冶炼、电镀6个高耗水行业规模以上企业(主营业务收入达2000万元以上的)全部建成节水型企业,建设一批节水型标杆示范企业。

4) 推进非金属矿物制品业(陶瓷)、印染、电镀、食品制造业、饮料等高污染高耗水行业差别化水价试点工作。

5) 逐步推行用水效率标识管理,开展水效对标活动。

#### 4.4 加强农业高效节水,促进农业现代化

佛山市农田灌溉亩均用水量指标一直偏高于珠三角和全省平均值,有很大的节水空间。

1) 落实三水区、高明区各年度农田灌溉水有效利用系数测算工作,摸清灌区用水节水现状。

2) 推进大中型灌区取水许可管理工作:2018年底前完成刘寨、大塘2个灌区的取水许可管理工作,逐步开展农业取水计量设施建设,实行计划用水管理。

3) 加快灌区渠道节水改造,三水区和高明区每年完成渠道改造比例不少于10%。

4) 推广高效节水灌溉,到2020年全市农业节水灌溉面积应达到1.79万hm<sup>2</sup>。

5) 推进农业节水示范区建设,2020年底前南海区、顺德区、高明区、三水区各完成1个以上农业节水示范区建设。

6) 发展节水渔业,推进工厂化循环水养殖,2018年起,南海区和顺德区每年完成“工厂化循环水养殖”企业建设不少于1家。

#### 4.5 推进非常规水源利用,构建多元用水格局

非常规水资源利用是缓解城市水资源紧张的重要措施之一。佛山市正在大力推进污水处理厂提标改造工作,将出水标准提升到一级A标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB 44/26—2001)的较严值,并提出争取到2020年有条件的重点污水处理厂出水主要污染物达到地表水Ⅳ类标准。佛山市可结合污水处理厂提标升级改造工作,推进有条件的重点污水处理厂出水达到《再生水水质标准》(SL 368—2006),用于景观环境用水及生态补水,推进工业园区内部中水回用。各区应积极将现状洒水车市政园林绿化等用水水源调整为提标改造后的污水处理厂尾水,促进城市再生水利用。原则上限制将自来水作为城市道路清扫、城市绿化和景观用水使用。凡是工业园区内有配套污水处理厂的,必须在园区内部进行中水回用。

#### 4.6 加强节水能力建设,落实节水监管与宣传

1) 健全水资源监控能力建设,2020年底前将发证的取水户全部纳入在线监控。

2) 建立重点用水户监控名录,将年均用水量5万m<sup>3</sup>以上的非居民用水户以及纺织、印染、电镀、建材、食品等高耗水、高污染行业全部纳入重点用水户监控名录,加强用水台账管理。

3) 督促取水户定期开展计量器具检定,要求2018年前全部自取水户对取水计量器具进行一次检定。

4) 严格落实非居民用水超定额、超计划累进加价制度管理,2020年底前对全市年用水量5万m<sup>3</sup>以上的非居民用水户全部实行超计划用水累进加价管理。

5) 广泛开展全民节水宣传行动,在“世界水日”、“中国水周”、“全国城市节约用水宣传周”开展节水宣传活动,加强学校、社区的节水教育培训。

#### 5 结语

珠江三角洲地区的城市,河网水系密布,水资源量丰沛,全社会节水意识不强,节水型社会建设总体处于起步探索阶段。本文对佛山市工业、城镇生活与公共、农业现状节水潜力进行了分析,在此基础上,对全市节水目标与布局进行了研究,提出了加快完善全市节水法规制度顶层设计,加强城镇节水,提高城镇生活用水效率,加强工业节水,促进转型升级,加强农业高效节水,促进农业现代化,推进非常规水源利用,构建多元用水格局,加强节水能力建设,落实节水监管与宣传等六大方面重点建设内容,对佛山市推进节水型社会建设工作具有重要的现实意义,也为广东省,尤其是珠三角城市节水型社会建设提供了借鉴和示范。

#### 参考文献:

- [1] 卫臻. 探索南方河网地区节水型社会建设的有效形式[J]. 中国水利, 2005(13): 160-162.
- [2] 姜蓓蕾, 耿雷华, 徐澎波, 等. 南方丰水地区节水型社会建设特点初探[J]. 人民长江, 2011, 42(17): 84-86.
- [3] 黄本胜, 马瑞, 邱静. “十二五”广东省节水型社会建设的基本思路[J]. 广东水利水电, 2010(10): 1-3.
- [4] 王亚雄, 赖国友, 秦蓓蕾. 佛山市节水实施方案(2016—2020年)[R]. 广州: 广东省水利电力勘测设计研究院, 2018.
- [5] 马素英, 李月霞, 白振江. 节水潜力计算方法分析与比较[J]. 河北水利, 2008, (S1): 41-43.

(本文责任编辑 王瑞兰)

(下转第72页)

#### 4 结论与建议

1) 在深厚覆盖层的探测方面, 对称四极测深法探测是可行的, 特别是结合少量地质钻孔验证, 普查与详查相结合的方法, 可节约工程勘察成本, 提高勘察效率。

2) 对称四极电测深法作为物探方法中的常规方法, 技术较为成熟, 但对地形要求较高, 且地表不易太干燥。人工对称四极测深速度慢, 人员多, 工作间时间长, 在某些工程物探中运用效果不理想, 影响工程进度, 应与其他物探方法相配合, 相互验证。应结合

钻探勘探验证, 校验物探解释结果, 进一步提高物探工作在水利工程勘察中的应用。

#### 参考文献:

- [1] 汤洪志, 刘庆成, 易峰. 电法勘探在水泥路面勘查中的应用效果[J]. 物探与化探, 2001, 25(1): 75-77.
- [2] 张赛珍, 王庆乙, 罗延忠. 中国电法勘探发展情况[J]. 地球物理学报, 1994, 37(S1): 408-424.
- [3] 陈绍求. 电阻率测深探测红层中的地下水[J]. 中南工业大学学报, 1998, 29(3): 212-215.

(本文责任编辑 王瑞兰)

## Application of Symmetrical Quadrupole Resistivity Sounding Method in the Exploration of Dam Foundation Overburden

YAN Yongfeng

(The Survey Team of Xinjiang Water Conservancy and Hydropower Survey  
and Design Research Institute, Changji 831100, China)

**Abstract:** The basic principle of symmetrical quadrupole resistivity sounding method and key points for work are briefly described, A water conservancy project in the northwest as an example, application of the resistivity sounding method, and its final inspection exploration effect are introduced. the results are close to the borehole data, which illustrates the complex conditions in deep overburden and the formation of symmetrical quadrupole resistivity sounding method can obtain good exploration result.

**Keywords:** resistivity sounding method; test; exploration effect overburden

(上接第 60 页)

## Construction Project of Water - Saving Society in Foshan

WANG Yaxiong, LAI Guoyou, QIN Beilei

(Guangdong Hydropower Planning & Design Institute, Guangzhou 510635, China)

**Abstract:** Construction of water - saving society is one of the most fundamental and effective strategic measures to solve the water pollution problem in Foshan. The potential of water - saving in Foshan, the goal and layout of water - saving, main content includes improve the system of water saving construction have been discussed, suggestions such as improving the efficiency of urban domestic water, strengthening industrial water - saving, the promotion of agricultural efficient water saving and promote unconventional water utilization, strengthen the construction of water - saving ability are proposed.

**Keywords:** construction of water - saving society; potential of water - saving; the goal and layout of water - saving; Foshan city