太湖流域节水潜力与措施

朱 亮^{1 2 3}, 刘明祥^{1 2 3}, 阮晓红^{1 2 3}, 叶海元⁴, 洪觉民⁴, 张剑刚⁴

(1. 河海大学环境科学与工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 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; 3. 河海大学浅水湖泊综合治理与资源开发教育部重点实验室, 江苏 南京 210098; 4. 昆山市水利局, 江苏 昆山 215300)

摘要 根据太湖流域近年水资源开发利用状况和用水指标, 分析了太湖流域节水潜力: 太湖流域用水量约为 293.0 亿 m^3 , 采取节水措施可节水 87.5 亿 m^3 , 其中农业灌溉可节水 31 亿 m^3 , 工业可节水 37.5 亿 m^3 , 生活可节水 19 亿 m^3 。并从工程和非工程角度提出农业、工业、生活方面的节水措施。

关键词 太湖流域; 用水指标; 节水潜力; 节水措施

中图分类号: TV213.9 文献标识码: B 文章编号: 1004-693X(2007)02-0077-04

Potential and countermeasures of water saving in Taihu Lake Basin

ZHU Liang¹, LIU Ming-xiang¹, RUAN Xiao-hong¹, YE Hai-yuan², HONG Jue-min², ZHANG Jian-gang²

(1. College of Environmental Science and Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. State Key Laboratory of Hydrology, Water Resources and Hydraulic Engineering, Hohai University Nanjing 210098, China; 3. Key Laboratory of Integrated Regulation and Resource Development on Shallow Lakes, Ministry of Education, Hohai University, Nanjing 210098, China; 4. Kunshan Water Conservancy Bureau, Kunshan 215300, China)

Abstract According to the development and utilization of water resources and the index of water utilization in Taihu Lake Basin in recent years, the potential of water saving was analyzed and countermeasures were put forward. It is shown that water consumption in Taihu Lake Basin is about 29.30 billions m^3 , among which 8.75 billions m^3 could be saved by taking water saving measures, including 3.1 billions m^3 in agricultural irrigation, 3.75 billions m^3 in industry, and 1.9 billions m^3 in living.

Key words Taihu Lake Basin; index of water utilization; potential of water saving; countermeasure for water saving

太湖流域地处长江三角洲南缘, 气候宜人, 降水丰沛, 是我国经济最发达、产业最密集的地区之一。太湖流域面积 36900 km^2 , 流域内水域面积 5550 km^2 , 其中河网总长度 12 万 km , 面积 2390 km^2 , 湖泊水面积 3160 km^2 , 是一个典型的平原水网地区。

1 太湖流域水资源开发利用现状

从 1998~2001 年太湖流域用水情况看^[1] 太湖流域水资源开发程度很高, 本地水资源量为 162 亿 m^3 , 年均从长江调入水量为 45 亿 m^3 , 流域总用水量已达 290 亿 m^3 。近年太湖流域平均用水量组成为工业用水 52%, 生活用水 11%, 农业用水 37%。

太湖流域用水之所以能够维持生产、生活需要, 一方面依靠水的重复利用, 另一方面靠长江、钱塘江

水补给。在过去 20 多年间, 太湖流域经济保持高速增长, 流域水资源进行了高度开发和利用, 水资源使用中存在着许多不合理现象, 所带来的水资源问题也十分严重, 如水污染严重造成流域性水质型缺水、流域用水浪费现象普遍存在、局部地区深层地下水超采严重引起地面沉降、流域高温干旱期因大量用水造成太湖水位偏低等问题^[2]。

2 太湖流域节水现状及潜力分析

根据《中国水资源公报》统计, 1998~2001 年太湖流域和全国综合用水量指标变化见表 1。从中可以看出太湖流域的人均综合生活用水量远高于全国的用水指标, 是全国平均数的近两倍; 太湖流域万元 GDP(当年价)用水量远低于全国的用水指标, 是全

表 4 2000 年流域分区农业灌溉用水量

流域	农田灌溉平均用水量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	流域	农田灌溉平均用水量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)
太湖	7425	内陆河	11850
东南诸河	9975	松辽河	7995
西南诸河	9420	海河	3915
淮河	4065	黄河	6180
珠江	13740		

表 5 2000 年太湖流域与国际先进水平的农业节水技术

区域	节灌率/%	灌溉水利用系数	水分生产率/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	农田灌溉用水量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)
国际先进水平	> 80	0.7~0.8	2.32	5250
全国	35	0.3~0.4	1.10	7185
太湖流域	60	0.5	1.10	7425

国平均数的 50% 左右。分析以上两个综合用水量指标发现,用水情况与太湖流域的产业结构有关,近年来太湖流域较全国高用水的第一产业所占的比例小,2000 年太湖流域和全国产业结构比较见表 2,但太湖流域总体节约用水水平不高。

表 1 1998~2001 年太湖流域和全国综合用水量指标 m^3

年份	人均综合用水量		万元 GDP(当年价)用水量	
	太湖流域	全国	太湖流域	全国
1998	802	435	352.8	683
1999	786	440	321	680
2000	797	430	295	610
2001	742	436	274	580

表 2 2000 年太湖流域和全国产业结构比较 %

区域	国内生产总值	第一产业	第二产业	第三产业
全国	100	16.4	50.2	33.4
太湖流域	100	7.7	78.5	13.8

调查发现,目前发达国家万元 GDP 用水量一般在 50m^3 以下。而太湖流域万元 GDP 用水量远高于发达国家水平,甚至远远超过像巴西(246m^3)这样水资源丰富的国家。2000 年英国、日本、美国、巴西等国家万元 GDP 用水量指标分别为 13m^3 、 21m^3 、 79m^3 、 246m^3 。

可见,太湖流域在本地产水量不足、水质型缺水致使水资源缺乏的同时,流域总体节约用水水平不高。太湖流域是中国经济最发达的地区之一,科技和经济水平都处于国内领先地位,应有能力达到发达国家的先进节水水平。

2.1 农业节水

2.1.1 农业节水现状

太湖流域内有耕地 143万 hm^2 ,其中水田 120万 hm^2 ,约占总耕地的 85%。农业是用水大户,农业灌溉用水中水田灌溉占 95%,水田灌溉用水的消耗率约为 70%。

农业用水指标太湖流域与全国平均水平相差不多,但较国内和国际先进水平有相当大的差距。根据《中国水资源公报》统计,1998~2001 年太湖流域和全国农田灌溉平均用水量比较见表 3,2000 年流域分区农业灌溉用水量比较见表 4,2000 年太湖流域与国际先进水平的农业节水技术比较见表 5。

表 3 1998~2001 年太湖流域和全国农田灌溉用水量

年份	农田灌溉平均用水量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)		年份	农田灌溉平均用水量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$)	
	太湖流域	全国		太湖流域	全国
1998	7410	7320	2000	7425	7185
1999	7035	7260	2001	6750	7185

2.1.2 农业节水潜力分析

农田灌溉平均用水量受降雨量的影响波动较

大,1998~2001 年,太湖流域平均降雨量为 1181mm ,降雨量明显高于全国平均数 646.75mm 。太湖流域降雨年际、年内变化较大,最大与最小年径流量的比值为 15.7 倍,其中 60% 的降雨集中在农业灌溉用水高峰期 5~9 月。丰富的降雨量和雨热同期给太湖流域的农业生产带来了得天独厚的条件,太湖流域农业灌溉用水量与全国平均水平相差不多,低于东南诸河、西南诸河、珠江等降雨量和气候相仿的流域,可见太湖流域的农业节水措施已经处于国内先进水平。

太湖流域节灌率和灌溉水利用系数虽处于国内前列,但远低于国际先进水平。目前太湖流域水田大都仍采用漫灌方式,用水量大,耗水量也大,水田漫灌消耗的 70% 用水中,大部分为水田蒸发、渠系损失,而水稻的实际耗用量较低。瑞典、英国、奥地利、德国、法国等国家水资源条件都比较好,却仍有 80% 以上的灌溉面积实现了喷灌化,其中英国为 100%,瑞典为 99%,以色列 40% 为喷灌、60% 为微灌,这些国家的水有效利用率都在 80% 以上。

太湖流域重点开展农业灌溉节水工程建设,这是节水工作的重点。若将现有渠系水利用率提高到 0.7,农田灌溉用水量可降至 $4800 \text{m}^3/\text{hm}^2$,太湖流域农业可节水 31 亿 m^3 ,还可以减少面源污染。

太湖地区经济社会的发展,促使城市化水平不断提高,农业用地面积不会增加,随着国家粮食政策的调整,太湖流域农业生产在保持总量平衡的基础上,将向多样化、高品质、高附加值方向发展,粮食种植比例将减少,经济作物比例将增加。随着农业结构的调整,通过提高节水灌溉面积和减少农田灌溉平均用水量,太湖流域的农业还有一定的节水潜力。

2.2 工业节水

2.2.1 工业节水现状

根据《中国水资源公报》统计,1998~2001 年,太湖流域和全国万元工业产值用水量比较见表 6,2000 年太湖流域及国内部分城市工业节水指标见表 7。

表 6 太湖流域和全国万元工业产值(含火电)用水量 m^3

年份	太湖流域	全国	年份	太湖流域	全国
1998	99.9	94	2000	79	78
1999	91.0	91	2001	90	90

表 7 2000 年太湖流域和国内部分城市工业节水指标

城市	工业产值 取水/重复利 用率/% ($m^3 \cdot \text{万元}^{-1}$)		城市	工业产值 取水/重复利 用率/% ($m^3 \cdot \text{万元}^{-1}$)	
	取水/重复利 用率/%	重复利 用率/%		取水/重复利 用率/%	重复利 用率/%
太湖流域	26.00	50.00	武汉市	74.17	42.98
北京市	64.60	84.56	广州市	361.36	28.87
大同市	94.33	96.07	全 国	—	60.00
成都市	35.92	56.95			

2.2.2 工业节水潜力分析

太湖流域工业重复利用率较低,但是万元工业产值取水却处于国内先进水平,这与太湖流域的工业结构有关。太湖流域根据国际经验和本区特点,近年来更加重视高新技术产业的发展,用高新技术改造传统产业和用高新技术产品装备传统产业。从 2000 年工业门类结构来看,其结构比重依次为电子、机械、化学、冶金、纺织和食品,这六大行业的工业产值占工业总产值比例 85% 以上。高新技术产业和低用水行业占较高的比例以及较先进的工业生产水平都使得工业节水指标处于国内先进水平。

据有关资料统计分析,目前太湖流域工业节水措施的主要形式是重复回用和串联使用,分别为总节水的 60% 和 25%,节水器具、工艺改造及加强用水管理措施仅占 15%,因此后三种节水措施的节水潜力还是很大的。从工业用水的重复利用率看,目前太湖流域城市工业用水重复利用率为 50%,日本、美国、原苏联 20 世纪 80 年代就在 75% 以上。因此,无论与发达国家相比,还是与国内发达地区相比,太湖流域加强节水措施建设,工业节水潜力很大。假如太湖流域工业用水重复利用率提高到 75%,工业至少可节水 37.5 亿 m^3 。

2.3 生活节水

2.3.1 生活节水现状

根据《中国水资源公报》统计,1998~2001 年,太湖流域和全国人均生活用水量见表 8。

表 8 1998~2001 年太湖流域和全国人均生活用水量 $L(\text{人} \cdot \text{d}^{-1})$

年份	城镇生活		农村生活	
	太湖流域	全国	太湖流域	全国
1998	389.3	222	143	87
1999	392	227	121	89
2000	362	219	108	89
2001	363	218	110	92

近年来,太湖流域城镇人均生活用水量最低为

362 L/d ,其中居民生活 180 L/d ,公共用水 182 L/d ,并且呈继续增加的趋势,而全国的平均水平约 220 $L/人 \cdot d$,南方大中城市人均生活用水指标 195~255 L/d ,欧洲 15 国的居民人均生活用水量维持在 160 L/d 。太湖流域城镇人均综合生活用水量明显偏高,远高于全国的平均水平与国际先进水平。2000 年太湖流域及国内部分城市的综合生活和居民生活用水量情况见表 9。可见太湖流域生活用水指标偏高,浪费水严重。

表 9 2000 年太湖流域和国内部分城市的综合生活用水量 $L(\text{人} \cdot \text{d}^{-1})$

城市	综合生活 用水量	居民生活 用水量	城市	综合生活 用水量	居民生活 用水量
太湖流域	362	180	深圳	375	161
北京	219	118	全 国	219	116
武汉	396	216			

2.3.2 生活节水潜力分析

太湖流域自来水水价偏低,居民平时并不注意节约用水。太湖流域是我国经济社会最发达的地区之一,1999 年人均 GDP 24 510 元,早已步入小康水平,适当调整水价完全有承受能力。2000 年太湖流域自来水综合水价在 1.03~2.27 元/ m^3 之间,其中污水处理费仅 0.2~0.8 元/ m^3 。经对澳大利亚、加拿大、以色列及美国等国家的研究后发现,水价提高 10% 将使家庭用水减少 3%~7%。

目前太湖流域节水器具普及率约 70% 左右,计划用水率约 70% 左右,低的仅 40%,远低于节水型城市计划用水率 95% 标准;市政供水管网“跑、冒、滴、漏”浪费的水资源高达 30%。因此,在居民生活用水方面,太湖流域可采取加强居民的节水意识、提高节水器具普及率和降低管网漏失率等措施来节约用水。假如太湖流域达到全国综合生活用水量的平均水平,太湖流域生活用水量每年至少节约 19 亿 m^3 。

3 太湖流域节水措施^[3-4]

3.1 节水工程性措施^[5]

a. 农业节水工程措施^[6]。农业节水灌溉以改进地面灌溉为主,适当发展薄露灌溉、喷灌等灌溉技术。改进水稻漫灌方式,从传统的粗放型灌溉农业转变为节水高效的现代灌溉农业,从灌溉土地转变为灌溉作物,尤其要发展低压管道灌溉,建立节水型农业。建议太湖流域采取以下措施挖掘节水潜力,如防渗输水管渠的建设(粮食作物),增加喷滴灌面积(经济作物、苗木、蔬菜),开展节水型现代农业园区建设(综合类的农村经济)等。

b. 工业节水工程措施。重点提倡节水器具和

工艺改造。进行工艺改造和设备更新,淘汰高用水工艺和落后的设备;应用节水和高效的新辅技术,如高效人工制冷及低温冷却技术、高效洗涤工艺等,提高工业用水重复利用率、回用率。

c. 生活节水工程措施。根据管网普查结果,加大管网改造力度。重点对 20 世纪 60 年代、70 年代期间铺设的管道及材质差、经常爆管、积垢淤塞的灰铸铁管道进行改造;郊区(县)结合城镇建设和水厂集约化建设进行。安装用水计量设备,普及和推广节水型洗车设施。开展中水回用试点项目,建设城市水质净化厂中水回用项目、居住小区中水回用项目建设和学校中水回用项目。

3.2 非工程性节水措施^[7]

a. 加强节水法规建设和管理。认真贯彻《中华人民共和国水法》,完善节水法规体系和技术标准体系,制定规范性文件,梳理地方技术标准。大力开展节水宣传,太湖流域可通过节水教材、节水展馆、节水社会监督网等方式开展节水宣传活动。成立创建节水型企业、节水型城市、节水型社会领导小组,为节水创造良好的社会环境。

b. 强化节约用水管理。健全组织管理机构,郊区(县)节水管理职能政企分开。加大执法力度和“三同时”管理,加强计划用水管理和定额管理相结合的节水管理手段,落实减免税的优惠政策。积极推进科技节水,研制、开发节水型器具,开发检漏、补漏、堵漏新技术,编制限制高用水项目目录及淘汰落后的高耗水工艺和高耗水设备(产品)目录,建立和完善节水型器具市场准入机制,节水型器具进入市场应印有国家节水标志。实行计划用水,提倡一水多用、优水优用。太湖流域须进一步加大产业结构调整的力度,加快产业结构向“三、二、一”形式转变,大力发展少用水、低耗水、少排污的产业,开展企事业单位水平衡测试。

c. 充分利用经济杠杆促进节约用水。为节水工程投资筹集的顺利进行建立投融资机制;建立节水激励机制,对节水先进单位进行表彰奖励。尽快建立科学合理的水价体系,运用价格杠杆、水价体系来控制用水量,促进节约用水。

4 结 语

太湖流域地区多年平均水资源量为 162 亿 m^3 ,而近几年太湖流域年用水总量维持在 290 亿 m^3 左右,是本地水资源总量的近两倍。流域用水能够维持生产、生活需要,一方面依靠水的重复利用,另一方面靠引长江、钱塘江水补给。目前太湖流域万元 GDP 用水量、万元工业增加值用水量与全国平均水

平相比较,但与发达国家相比却高得多,生活用水指标远高于全国平均水平,太湖流域还有很大的节水潜力。因此,太湖流域水资源要实现可持续利用和发展,在水资源保护和水污染治理的诸多措施中,节水是重要措施之一。目前,太湖流域用水量约为 290 亿 m^3 ,采取节水措施可以达到发达国家节水水平,至少可节水 87.5 亿 m^3 ,其中农业灌溉可节水 31 亿 m^3 ,工业可节水 37.5 亿 m^3 ,生活可节水 19 亿 m^3 。

参考文献:

- [1] 叶寿仁,朱威,林泽新,等.太湖流域水资源与水环境[R].中国水情分析研究报告,2001.
- [2] 孙继昌.人水和谐科学发展—太湖流域水问题及对策探讨[J].中国水利,2005(2):30-33.
- [3] 郭培章,宋群.中外节水技术与政策案例研究[M].北京:中国计划出版社,2003.
- [4] 国家发展和改革委员会、科技部、水利部、建设部、农业部.中国节水技术政策大纲[EB/OL].[2005-4-21].
<http://www.fsou.com/html/text/chl/584/58428.html>.
- [5] 曹辉钢.镇江市节约用水现状、存在问题及对策[J].江苏水利,2003(7):30-31.
- [6] 方雷.当前发展节水灌溉应把握的几个问题[J].贵州农业科学,2005,33(3):111-112.
- [7] 吴晓军.建设节水型社会的理论与实践述评[J].甘肃理论学刊,2005(5):64-68.

(收稿日期:2005-11-28 编辑:高渭文)

河海大学举办“世界水日”、“中国水周”宣传月活动

2007 年 3 月 22 日是第 15 届“世界水日”,3 月 22 日至 28 日是第 20 届“中国水周”。联合国确定 2007 年“世界水日”的宣传主题是“应对水短缺”,我国纪念“世界水日”和开展“中国水周”活动的宣传主题是“水利发展与和谐社会”。

河海大学从 3 月 22 日开始至 4 月中旬组织开展系列科普宣传月活动。结合以上主题,宣传月活动的主要内容有:一是举办“学术报告厅”专题报告会,由水文水资源与水利工程科学国家重点实验室主任彭世彰教授作《我国农业节水创新与发展》、水文水资源学院崔广柏教授作《新时期水环境保护与规划》学术报告;二是举办“河海大讲堂”专题报告会,由博士生、硕士生进行学术报告与交流;三是举办“三江源”系列科普影片放映,包括《山宗水源》、《源头何处》、《血脉千年》、《生命如歌》、《敬天借地》、《同乳共生》、《古风神韵》、《源远流长》;四是举办“应对水短缺”有奖知识竞赛等。

(本刊编辑部 供稿)