

太湖流域城市群供水安全保障对策研究

徐天奕

(水利部太湖流域管理局水利发展研究中心, 上海 200434)

摘要: 分析了太湖流域城市群水供需现状、存在问题及未来供求态势, 针对流域本地水资源量不足, 水资源和水环境承载能力偏低, 供水工程体系不完善, 供水能力不足, 水质型缺水问题严重, 水源地单一, 应急供水能力不足等问题, 提出了科学调整地区供水水源布局, 加快供水工程建设, 建立城市群联合调水机制, 完善应急备用水源工程, 形成城市群多水源互补的供水格局, 全面实施海绵城市建设, 推进节水型社会建设等供水安全保障措施对策。

关键词: 太湖流域; 城市群; 供水危机; 供需预测; 对策研究

中图分类号: TV674

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2018)06-0008-05

Study on the countermeasures of water supply security for urban agglomeration in Taihu Basin

XU Tianyi

(Water Resource Development Research Center of Taihu Basin Authority, Shanghai 200434, Shanghai)

Abstract: The present situation, problems and future situation of supply and demand in Taihu Basin were analyzed. Due to local water resources shortage, low capacity of water resources and water environment carrying capacity, imperfect water supply engineering system, lack of water supply, serious pollution-induced water shortage, single source and emergency water supply capacity shortage, it proposed water supply security measures such as scientifically adjusting the distribution of regional water supply sources, accelerating the construction of water supply projects, establishing a joint water transfer mechanism for urban agglomerations, improving the emergency backup water source project, forming a water supply structure with multiple water sources for urban agglomerations, fully implementing the construction of a sponge city, and promoting the construction of a water-saving society.

Key words: Taihu Basin; urban agglomeration; water supply crisis; supply and demand prediction; countermeasure research

太湖流域地处长江三角洲核心区域, 行政区划分属江苏、浙江、上海和安徽三省一市。流域面积 3.69 万 km², 其中 80% 为平原, 流域河道总长约 12 万 km, 密度达 3.3 km/km², 是典型的平原河网

地区。流域多年平均水资源量 176.5 亿 m³, 人均本地水资源量仅为全国平均水平的 1/5, 2010 ~ 2015 年太湖流域用水总量均在 340 亿 m³ 以上。2016 年, 太湖流域以占全国不到 0.4% 的土地面积、4.4% 的

收稿日期: 2018-01-24

基金项目: 国家国际科技合作专项: 城镇化背景下水与能源纽带关系研究与示范 (2015DFA01000)

作者简介: 徐天奕 (1986-), 女, 博士, 工程师, 研究方向为水资源规划与管理。

人口, 创造了占全国 10% 的国内生产总值^[1]。太湖流域长江三角洲地区涉及江苏省南京市、苏州市、无锡市、常州市、镇江市和浙江省杭州市、嘉兴市、湖州市以及上海市。由于流域长江三角洲地区经济总量大、发展速度快、水污染严重、本地水资源不足、水生态环境恶化, 水资源问题日益突出; 同时, 随着流域人口增长、区域一体化加速发展、人民生活水平不断提高, 对水利提出了更新、更高的要求。本文将通过分析太湖流域长江三角洲地区城市群水供需现状、存在问题及未来供求态势, 针对地区人口密度大、产业高度集中、水源复杂、需水量大及水质型缺水等问题, 提出了保障城市群经济、社会、生态健康发展的供水安全保障措施对策。

1 水供求现状分析

1.1 供需水量

太湖流域内长江三角洲地区 2015 年供水总量为 341.4 亿 m³, 其中, 地表水源供水量为 336.3 亿 m³, 达到供水总量的 98.5%; 地下水源供水量 0.3 亿 m³, 不足供水总量的 0.2%^[2]。地区内目前污水处理直接回用量、集雨工程供水量与海水淡化供水量极小, 仅浙江省有少量利用, 供水量不超过 0.1 亿 m³。

1.2 基准年用水水平分析

根据 2015 年太湖流域城市群经济社会情况和用水情况, 2015 年太湖流域城市群人均用水量为 528.8 m³/人, 单位 GDP 用水量为 69.8 m³/万元, 城镇居民人均生活用水量为 263.8 L/人·d, 单位工业增加值用水量为 81.8 m³/万元。2015 年太湖流域各城市群用水水平指标详见表 1。

1.3 基准年水资源供需分析

在现状水利工程布局及其调度方式、现状下垫面、供需水和污染物状况, 遇不同频率(多年平均、75%、90%、95%)降水典型年的来水时, 对

太湖流域各城市群水资源供需状况进行分析研究, 各城市群基准年水资源供需分析成果详见表 2。

由表 2 知, 太湖流域长江三角洲地区基准年不同频率均存在一定的缺口, 中等干旱年(P=75%)缺水总量为 0.50 亿 m³, 特枯水年(P=95%)缺水总量为 37.67 亿 m³, 多年平均情况下缺水总量为 0.17 亿 m³。从地区内各省市来看, 太湖流域内江苏省的镇江市、常州市、无锡市有部分山区, 因供水能力不足, 存在少量的工程型缺水, 另外平原区因高温干旱期河道外农业灌溉等大量取用水, 虽沿江口门扩大引江水量, 环湖口门也增加取水量, 但太湖及平原区主要代表站(或断面)的水位偏低, 流量偏小, 难以满足该时段的河道外用水需求, 因此, 江苏省和浙江省的供需缺口相对较大, 上海市供需缺口相对较小。

2 未来供求态势分析

随着“长三角经济圈”的形成与发展, 未来太湖流域长江三角洲地区经济依然保持较高的经济发展速度, 2020 年 GDP 将达 74546 亿元, 2030 年达 122581 亿元, 较基准年分别增加 72% 和 183%。伴随着较高的经济发展速度, 长江三角洲地区人口也保持增长的态势, 至 2020 年流域总人口和城镇人口预计达到 6105 万人和 5062 万人; 2020 ~ 2030 年总人口和城镇人口持续增长, 但增长幅度有所回落, 至 2030 年流域总人口和城镇人口预计达到 6502 万人和 5692 万人。

据预测, 规划水平年太湖流域长江三角洲地区由于产业结构进一步调整, 农业需水量逐年下降, 非农业需水量增长, 需水总量总体呈现缓慢增长的趋势。预测: 2020 年城市群需水总量为 239.96 亿 m³, 较基准年净增 34.83 亿 m³; 2030 年地区总需水量为 256.44 亿 m³, 较 2020 年净增 16.48 亿 m³。从各用户需水量来看, 由于经济结

表 1 2015 年太湖流域各城市群用水水平指标

分区	人均用水量 (m ³ /人)	万元 GDP 用水量 (m ³ /万元)	城镇居民人均生活 用水量 (L/人·d)	单位工业增加值用水量 (m ³ /万元)
上海市	504.9	66.4	298.8	117.7
江苏省	586.7	70.9	233.9	69.1
浙江省	454.7	75.4	231.1	47.2
合计	528.8	69.8	263.8	81.8

表 2 太湖流域城市群基准年水资源供需分析成果表

分区	频率	需水量（亿 m ³ ）	供水量（亿 m ³ ）	缺水量（亿 m ³ ）
上海市	多年平均	112.71	112.71	0
	75%	116.96	116.96	0
	90%	117.87	112.59	5.28
	95%	118.69	109.90	8.79
江苏省	多年平均	151.38	151.25	0.13
	75%	159.23	158.77	0.46
	90%	179.62	164.01	15.61
	95%	192.68	174.45	18.23
浙江省	多年平均	56.29	56.25	0.04
	75%	60.49	60.44	0.05
	90%	64.21	56.49	7.72
	95%	68.30	57.64	10.66
合计	多年平均	320.38	320.21	0.17
	75%	336.68	336.17	0.51
	90%	361.70	333.09	28.61
	95%	379.67	341.99	37.68

构调整,生活和工业需水量稳步上升,2020 年地区生活需水较基准年增加 14.58 亿 m³,2030 年地区生活需水较 2020 年增加 10.11 亿 m³;2020 年工业需水量较基准年增加 18.66 亿 m³,2030 年工业需水量较 2020 增加 5.88 亿 m³;地区生态用水逐年增加,2020 生态需水量较基准年增加 1.59 亿 m³,2030 年生态需水量较 2020 年增加 0.49 亿 m³。

太湖流域各城市群河道外需水量预测成果见表 3(水量单位为亿 m³)。

3 存在问题

3.1 供水能力不足

根据太湖流域各城市群水资源开发利用现状分析可以看出,太湖流域长江三角洲地区经济发达,现状供用水量基本平衡,但地区内本地水资源量严重不足,水资源承载能力和水环境承载能力偏低;长江、钱塘江过境水量对改善流域供水条件具有重要作用,现状地区引江能力明显偏低,冬春季受咸潮上溯影响,遇干旱年份存在季节性

缺水;地区污染物排放量远超过水体纳污能力,河湖水污染严重,常年水质型缺水,饮用水水源地安全问题突出;随着经济社会的发展,地区内水生态环境问题也日益突出^[3]。

3.2 供水工程体系仍不完善

现有的供水工程系统还存在江水东引、引江济太及沿江引江供水工程体系不完整、能力不足、湖泊湖面侵占、水库、河网淤积、行蓄水能力不足,以及区域输配水工程老化失修、不配套等问题,在干旱年份灌溉高峰期及连续干旱年份存在缺水现象,迫切需要完善供水工程体系、扩大规模等措施,形成布局更加合理、结构更加完整、功能更加完善的调配水工程体系,满足经济社会发展对淡水资源的需求。

3.3 应急供水能力不足

全流域 27 个县级以上的城市,拥有 2 个或 2 个以上水源地的仅 14 个,其中尚包括无锡市、苏州市这样拥有多个水源地,但都在太湖取水的情况;同时拥有 2 种或 2 种以上水源、可以实施不同水源调度的城市仅有 8 个。由于长江水质明显

表 3 太湖流域各城市群河道外需水量预测成果

分区		生活	工业	生态	合计
上海市	基准年	22.05	75.95	1.18	99.18
	2020 年	25.26	83.99	1.73	110.98
	2030 年	29.47	86.20	1.96	117.63
江苏省	基准年	13.85	70.78	1.07	85.70
	2020 年	22.02	73.70	1.99	97.71
	2030 年	26.61	74.96	2.21	103.78
浙江省	基准年	5.71	13.90	0.64	20.25
	2020 年	8.91	21.60	0.76	31.27
	2030 年	10.22	24.01	0.80	35.03
合计	基准年	41.61	160.63	2.89	205.13
	2020 年	56.19	179.29	4.48	239.96
	2030 年	66.30	185.17	4.97	256.44

优于水质达标率低的苏南城市湖泊及内河，因此成为苏南城市供水水源首选，后备水源往往也只能从受长江补给的水量相对较大、水质相对较好的河道中选取^[4]。单一水源供水模式存在较大的供水隐患，尤其像太湖流域地处河网地区，经济十分发达，工矿企业众多，湖泊营养化严重，突发性污染事故容易发生，一旦城市水源地或其附近水域受到污染，许多城市将面临无水可取的严重局面^[5]。

3.4 水质型缺水问题严重

由于城市生活污水和工业废水排入河流，城市内许多水域已经形成严重的水质型缺水，水环境恶化、水污染事故时有发生，饮用水安全等问题还未得到有效解决。部分城市在市域范围内已经找不到可供饮用的优质地表水源，须从域外寻求符合标准的清洁水源。

4 保障措施

4.1 合理安排供水格局

通过合理安排、调整流域产业结构和供水格局，实现沿长江和钱塘江地区的主要供水水源地逐步向长江、钱塘江迁移；地区内部饮用水水源地向太湖、太浦河~黄浦江上游一线和山区水库集中；农业和部分工业用水仍以当地河网供水为主；深层地下水作为饮用水源战略备用资源，基

本实现禁限采。按照优水优用要求，调整地区供水水源布局，优先保证生活饮用水水源地供水安全。地区内生活和部分工业供水(即城镇管网供水)采用三片供水格局：苏南沿长江地区、上海市沿江地区和中心城区及浙江沿钱塘江地区，分别以长江、钱塘江为供水水源地；浙西区和湖西山区以山区水库和苕溪水系等为供水水源地；太湖下游和环湖地区以太湖、太浦河、黄浦江上游为主要供水水源地。

4.2 加快供水工程建设

太湖流域长江三角洲地区基准年多年平均水资源供需缺口较小，但遇特枯水年仍存在 37.67 亿 m³ 的水资源供需缺口，随着经济社会的快速发展，规划水平年各城市群用水需求进一步增加，如维持现状工况，即使实施节约用水，水资源供需缺口仍进一步加大，供需矛盾仍然存在，并且对地区内以太湖、太浦河、黄浦江上游、内河河道等一线的供水要求明显提高。规划长江三角洲地区统筹地区供水、防洪及水生态需求，安排实施《太湖流域水资源综合规划》明确的流域综合治理工程，进一步增加调引长江入地区水量，不断完善地区内现有跨流域调水工程体系，提高地区水资源调控能力和水环境承载能力。同时，为进一步提高地区内各区域和城镇供水安全保证程度，考虑不同区域的经济社会、自然地理、水源条件特征和水

资源需求,与相关规划衔接,因地制宜,科学布局,安排包括加固改造大中型水库、灌溉配套工程等现有供水工程的挖潜改造与配套工程,以及大中型山区水库建设、输配水河道建设、主要湖泊退田退圩退渔还湖治理,以及蓄、引、提、调水工程与城镇供水工程等。

4.3 完善应急备用水源工程

应急备用水源地建设是提高供水安全保障能力的核心手段之一^[6]。流域内各城市尤其是单一供水水源以及供水水源易受污染的城市应根据自身水资源条件,开辟城市应急备用水源,综合利用、联合调度,形成城市双水源或多水源互补的供水格局,增加城市供水保障程度。

4.4 全面实施海绵城市建设

吸取国内外经验,推广和应用低影响开发建设模式,加大城市径流雨水源头减排的刚性约束,优先利用自然排水系统,建设生态排水设施,充分发挥城市绿地、道路、水系等对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用,削减城市径流污染负荷、节约水资源。如城市基础设施中的绿地及绿化景观等用水,利用收纳的雨水进行水源补充,从而缓解了供水压力,减轻了城市供水的负荷^[7]。

4.5 推进建设节水型社会

太湖流域长江三角洲地区水污染严重,本地水资源不足,水生态环境恶化,水质型缺水日益严重,需采取严格的水资源管理制度,以源头控制与末端控制相结合,以节水促减污,以限排促节水,抑制用水过快增长,减少废污水排放量,提高水资源利用效率,改善水环境,维护水生态健康^[8]。全面推进建设节水型工业、农业和节水型城市建设,建设节水型社会,以缓解本地水资源不足与经济发展对水资源需求不断增加的矛盾。

4.6 建立城市群联合调水机制

通过城市群合作模式的改革创新,使得区域内各城市之间形成密切联系,达成互动协作,互联互通,互为备用,进而提高水资源的配置效率,充分发挥城市群的规模效应和集群效应,形成一加一大于二的效果,促进水资源配置的协同化和均等化。

5 结论

(1)太湖流域长江三角洲地区现状基准年多年平均缺水总量 0.17 亿 m^3 ,中等干旱年($P=75\%$)缺水总量为 0.50 亿 m^3 ,特枯水年($P=95\%$)缺水总量为 37.67 亿 m^3 。对未来水资源供求态势分析预测表明,2020 年城市群需水总量为 239.96 亿 m^3 ,较基准年净增 34.83 亿 m^3 ;2030 年城市群需水量为 256.44 亿 m^3 ,较 2020 年净增 16.48 亿 m^3 。

(2)太湖流域城市群水资源开发利用现状存在本地水资源量不足,资源承载能力和水环境承载能力偏低,供水工程体系不完善,供水能力不足,水质型缺水问题严重,水源地单一,应急供水能力不足等问题,显著影响城市群供水安全及区域经济社会可持续发展。

(3)太湖流域城市群供水安全保障措施包括:科学调整地区供水水源布局,优先保证生活饮用水水源地供水安全;加快供水工程建设,提高城镇供水安全保证率;建立城市群联合调水机制,提高水资源的配置效率;完善应急备用水源工程,形成城市群多水源互补的供水格局,增加城市供水安全性;全面实施海绵城市建设,充分收纳利用雨水资源;推进节水型社会建设,提高水资源利用效率。

参考文献:

- [1] 水利部太湖流域管理局. 2016 太湖流域及东南诸河水资源公报[R]. 上海:太湖流域管理局, 2017.
- [2] 水利部太湖流域管理局. 2015 太湖流域及东南诸河水资源公报[R]. 上海:太湖流域管理局, 2016.
- [3] 朱威. 太湖流域水质型缺水问题和对策[J]. 湖泊科学, 2003, 15(2): 133-137.
- [4] 李爱权, 张晟, 柴晓娟, 等. 常州市备用水源地选址制约因素及对策研究[J]. 环境科学与管理, 2014, 39(4): 68-71.
- [5] 于冰, 梁国华, 何斌, 等. 城市供水系统多水源联合调度模型及应用[J]. 水科学进展, 2015, 26(6): 874-884.
- [6] 沈晓娟, 徐向阳. 江阴市建设应急备用水源工程的研究[J]. 城市公用事业, 2007, 21(5): 25-27.
- [7] 崔广柏, 张其成, 湛忠宇, 等. 海绵城市建设研究进展与若干问题探讨[J]. 水资源保护, 2016, 32(2): 1-4.
- [8] 徐进, 罗尖, 耿清蔚. 加强太湖流域农业用水计量的思考[J]. 中国水利, 2016(1): 39-41.