

引江济太调水试验工程对黄浦江上游水环境的影响分析

吴浩云 胡 艳

(河海大学水资源环境学院 ,江苏 南京 210098)

摘要 太湖流域水质型缺水明显.初步分析引江济太调水试验工程对太湖流域和上海黄浦江水资源水环境的影响,认为实施引江济太调水试验工程,是流域经济社会可持续发展的总体要求,有利于流域水资源调度管理和配置,有利于黄浦江水源地的保护.

关键词 太湖流域 引江济太 水环境 水源地

中图分类号 X820.3 **文献标识码** A **文章编号** 1000-1980(2005)02-0144-04

1 太湖流域及黄浦江上游水资源基本状况

1.1 太湖流域基本情况

太湖流域地处长江三角洲,总面积 36 895 km²,滨江临海,土地肥沃.2002 年流域 GDP 达 12 400 亿元,约占全国的 12%,是我国最有条件率先基本实现现代化的地区之一.

太湖流域属北亚热带季风气候区,河道纵横交错,湖泊星罗棋布,水利工程众多,是典型的平原感潮河网地区.20 世纪 90 年代初开始治太骨干工程建设,目前已初步形成太浦河、望虞河和环湖大堤等流域防洪和水资源调控骨干工程体系框架,为流域供水和水资源调配奠定了基础,也为跨流域调水抗旱和改善环境、修复生态创造了条件^[1].

太湖流域 1956~2000 年多年平均降雨量为 1 180 mm,地表水资源量为 162 亿 m³(当地水资源量),人均约 450 m³,不到全国人均的 1/4,仅占世界人均的 1/16.2001 年太湖流域年用水量达到 285 亿 m³,流域本地水资源量已不能满足用水量需求.随着社会经济的高速发展,污水量逐年增加,到 2000 年全流域工业和生活污水排放量达 50 亿 t/a.由于污染治理能力不足,加上平原河网湖泊水体流速缓慢,自净能力小,水环境容量低,水质污染严重,2000 年流域河道 80% 的水体水质劣于Ⅳ类水标准^[2],太湖 83% 的水域呈富营养化,流域水质型缺水严重,水生态环境恶化.

1.2 黄浦江上游水资源基本情况

黄浦江水系是太湖流域最下游的一个河网水系,又是上海水资源的主要来源,太湖流域降雨形成的径流 50% 左右要通过黄浦江入长江.黄浦江上游原水规模(指水厂实际的日取水模型)747 万 m³,约占黄浦江一般年份来水量的 26%.上海市多年平均水资源量约 574.7 亿 m³,其中地表水资源量约 573.3 亿 m³,主要由本地径流量、上游来水量和潮水量组成,水资源量分别为 24.2 亿 m³,106.6 亿 m³,442.5 亿 m³.

由于受到地理、气候、海洋、上游径流及人类活动的影响,上海市水资源在时空分布上具有如下特点:(a)本地径流量不足,外来客水量多,且年际年内分布不均.本地最大径流量发生在 1999 年,达 60.3 亿 m³,最小径流量发生在 1978 年,仅 8.0 亿 m³.黄浦江多年平均净泄流量约 338 m³/s,丰枯水年份变化在 450~200 m³/s 之间.年内最大流量发生在 12 月,约 377 m³/s,最小流量发生在 8 月,约 273 m³/s.丰水年(保证率为 20%)来水量达 132.1 亿 m³,连续 3 个月最大来水量发生在 6~8 月,占全年来水量的 41.8%;特枯水年(保证率为 95%)来水量为 58.7 亿 m³,连续 3 个月最小来水量发生在 7~9 月,仅占全年来水量的 7.3%.(b)黄浦江水资源利用易受周边环境的影响,潮水带来水资源的同时,又易引起污水上溯回荡.据监测,黄浦江全江段水质类别在Ⅲ~Ⅴ类水^[2]之间,总体上上段水质好于下段水质,非汛期水质略好于汛期水质.黄浦江上游以斜塘来水水质最好,园泄泾次

收稿日期 2004-09-21

基金项目 国家自然科学基金重点资助项目(50239030)

作者简介 吴浩云(1963—)男,江苏丹阳人,教授级高级工程师,博士研究生,主要从事水资源规划和管理研究.

之,大泖港水质最差,主要的水质超标因子为COD。由于黄浦江是一条中等强度的感潮河流,若遇夏季高温少雨,太湖来水锐减,下游污水随高潮上溯,对黄浦江上游的水环境及临江取水口易造成很大威胁。如1990年、1992年、1994年、1998年和2000年,由于太湖流域降雨偏少,黄浦江上游来水减少,下游污水上溯严重,松浦大桥以上江段的污染物浓度超标,污水回荡,使黄浦江取水口原水水质严重恶化,不得不开启太浦闸和苏南沿长江口门引太湖和长江水入流,以减缓黄浦江上游网水位的下降,增加黄浦江干流的流量,遏制黄浦江污水上溯^[3]。因此,增加黄浦江上游来水,做好黄浦江水源地保护,对占上海市原水供水量80%的黄浦江取水口的水量水质极为重要。

2 引江济太调水试验工程对黄浦江上游水资源的影响

2002年1月,在水利部的部署下,太湖流域管理局和江苏、浙江、上海3省市共同开始实施为期两年的引江济太调水试验工程(以下简称引江济太),截至2003年底,共调引长江水40亿 m^3 ,其中入太湖超20亿 m^3 ,增加了流域水资源的有效供给,水质和水环境得到明显改善。特别是在2003年持续高温少雨、太湖蓝藻暴发、上海黄浦江突发燃油污染事故的情况下,引江济太流域应急水资源调度取得了一举多得的成效^[4]。

2002年太湖流域当地水资源总量245亿 m^3 ,流域总用水量282亿 m^3 ,总耗水量92.9亿 m^3 ,废污水排放总量153亿 t ,其中污水排放量占总用水量的54.2%。

2.1 黄浦江上游来水量水质变化预测分析

斜塘、园泄泾、大泖港是黄浦江上游的重要支流。太浦河和拦路港—斜塘、红旗塘—园泄泾、大泖港共同接纳黄浦江上游太湖、江苏淀泖地区和浙江杭嘉湖地区来水,其中太浦河、红旗塘、拦路港3项工程均列入治太一期工程建设内容。工程建成以后,黄浦江上游水文情势发生了较大的变化。据监测,太浦河开通前,黄浦江上游斜塘、园泄泾和大泖港3条支流来水量分别占黄浦江松浦大桥来水量的29%、42%和22%;太浦河开通后,据监测成果对比分析,以斜塘来水为主,园泄泾次之,大泖港最少,来水量分别占54%、38%和8%,其中太浦河来水量约占斜塘水量的66%。据模型计算分析,太浦河开通后,在特枯年份(保证率为95%,1971年型)和平水年份(保证率为50%,1995年型),如果太浦闸不投入运用,则太浦河练塘断面的净泄量达47 m^3/s 和62 m^3/s ,松浦大桥增加33 m^3/s 和52 m^3/s 。如果太浦闸投入运用,则练塘断面泄水量视太浦闸水量增加而增加,特枯年份太浦闸下泄70 m^3/s ,则练塘断面净泄量增加60 m^3/s ,松浦大桥增加64 m^3/s ;平水年份太浦闸下泄292 m^3/s ,练塘断面净泄量增加131 m^3/s ,松浦大桥增加183 m^3/s 。如果太浦闸闸泵联合运用,则净泄量进一步增加。

太浦闸投入运用后,因太浦河以承泄太湖优质水为主,水质比太浦闸未开启时明显好转,黄浦江上游松浦大桥的水质也有所好转,且红旗塘沿程承泄太浦河南岸来水量,水质不断改善。由于上游来水量的增加,可明显减少枯水季节黄浦江下游污水回荡到松浦大桥附近水域及其上游,并减少污水停留的时间,特别是枯水季节太浦闸泵联合调度,可有效遏制黄浦江下游污水的上溯。

2.2 引江济太对黄浦江上游水量水质的影响

引江济太与上海市黄浦江上游水源地安全有密切关系。引江济太可以增加流域水资源量,加快水体流动,提高水域的纳污和自净能力,改善流域局部水环境^[5],缓降太湖水位,增加太浦闸向黄浦江上游的供水量,改善黄浦江上游水源地水质。

2.2.1 合理调配,以丰补枯,增加黄浦江上游水资源量

按照水利部批复的《引江济太调水试验工程实施方案》,在确保流域防洪安全的前提下,自2002年1月起,太湖流域管理局对直接管理的工程进行了精细调度,合理控制太湖水位,优化配置太湖雨洪资源和引江济太水源。2002年的总体调度指导思想是保持水体的流动,基本保持太湖水体的动态平衡,发挥太湖流域管理局直接管理工程防洪、水环境改善等综合功能。全年太浦闸运行220d,泄水量28.7 m^3/s ,其中排水126d,排水量19.7 m^3/s ,通过太浦闸向黄浦江上游地区增供水94d,累计9.0亿 m^3 。2003年的总体调度指导思想是保持闸门常开,实现洪水调度向资源调度的转变,保持太浦闸泄水效益的连续性和流域调水效果的持续性。太浦闸自1月1日开启,基本保持开闸运行,全年向黄浦江上游供排水31.5亿 m^3 ,其中增加供水23.2亿 m^3 ,超过太湖正常库容的一半。

2002年引江济太启动后,松浦大桥2月和3月平均泄水量分别由多年的378 m^3/s 和323 m^3/s 增加到504 m^3/s 和636 m^3/s ,2003年2月和3月平均泄水量达到680 m^3/s 和650 m^3/s ,黄浦江上游的来水量明显增加。特别是2003年汛期,太湖流域降雨量466mm,仅为常年降雨量的60%,其中浙江、上海降雨不到常年的1/2,

梅雨期入湖水量不到常年的 1/10. 出梅后流域普遍出现持续高温, 不少地市极端气温和持续时间均打破历史记录, 上海市持续高温为 1934 年以来之最. 由于来水量大幅减少, 再加上持续高温少雨, 用水量剧增, 太湖和河网水位急速下降, 比正常水位偏低 30 ~ 40 cm. 浙江、上海等地发生了较为严重的干旱缺水. 为此, 太湖流域管理局与流域各级水利部门团结协作, 周密组织, 精心调度, 把引江济太与流域防汛抗旱、水资源调度配置有机结合. 8 月份开始, 通过望虞河工程调引长江水 2000 万 m^3/d , 入太湖 1500 万 m^3/d , 再通过太浦闸向下游送清水 500 万 ~ 800 万 m^3/d 以补充黄浦江上游地区, 既满足了杭嘉湖等地区的干旱用水需求, 又保障了上海、苏州等大中城市的供水安全, 最大限度改善了水质和水环境.

2.2.2 以清释污, 优化水质, 为黄浦江水源地供水安全提供保障

引江济太实施后, 流域水资源调度的指导思想已由防洪调度向资源调度转变, 太浦闸由以前每年运行约 30 d 变为全年运行, 两年累计供排水量 59 亿 m^3 , 累计增供水量 32 亿 m^3 . 源源不断的清水加快了太浦河沿线水流运动速度, 提高了水体的自净能力和纳污能力^[6], 使 2003 年太浦河沿线自太浦闸下至练塘断面全程水质符合 II ~ III 类水^[2]标准, 太浦闸—练塘大桥区间 COD_{Mn} 、TP、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 污染物浓度平均下降 12%.

太浦河清水下泄为黄浦江上游水源地提供了稳定的清水来源, 为改善黄浦江水质提供了条件, 为上海市黄浦江水源地安全提供了保证. 2003 年黄浦江取水口水质基本稳定在 III ~ IV 类水^[2], 氨氮指标基本为 I ~ II 类^[2], 全年黑臭指数没有大于 5. 而旱情远没有 2003 年严重的 1992 年和 1994 年, 7 ~ 8 月黄浦江取水口却有近 10 d 时间水质持续出现黑臭.

2.2.3 以动治静, 加快流动, 有益于黄浦江上游水生态系统的修复

随着社会经济的发展, 相关地区下垫面条件发生较大变化, 加上取水排污口的设置不合理, 大量水利工程调控不科学, 水体潜在的自净能力和纳污能力受到限制, 河流湖泊生态系统不断恶化^[7]. 就目前保护黄浦江上游生态系统而言, 污水不上溯的前提条件是要维持一定的净泄流量. 据分析, 黄浦江基本流量为 139 m^3/s , 但要维持松浦大桥达到 III 类水, 则黄浦江基本生态环境需水量(维持水生生物正常生长, 满足部分排盐、入渗补给、污染自净等方面的水量)的下泄流量不得小于 200 m^3/s . 引江济太的实施, 在一定程度上提高了一些重要河道的生态环境需水量. 由于太浦闸常年投入调度运行, 增加了太浦河下泄水量, 流速基本维持在 0.1 ~ 0.3 m/s 之间, 不但向被污染的水域内引入了优质的水源, 同时在黄浦江上游储蓄了一定的水量, 为有效遏制污水上溯集聚了一定的水势. 2003 年汛期松浦大桥平均流量达到 222 m^3/s , 较类似枯水年份增加近 120 m^3/s , 没有出现因“倒流”可能导致的生态环境功能破坏现象, 基本满足了黄浦江取水口用水和生态环境需水量. 当 2003 年 8 月 5 日黄浦江突发燃油泄漏污染重大事故后, 针对太浦河沿线水利工程多及潮汐影响的特点, 8 月 6 日将太浦闸 11 孔闸门供水调整为 29 孔闸门全面开启, 日供水增加 500 万 m^3 , 8 月 10 日紧急启动泵站供水, 再增加 500 万 m^3 水量. 太浦河沿线诸闸除船闸外全部关闭, 加快向黄浦江的供水. 同时江苏沿长江诸闸全力启动, 调引长江水 1.0 亿 m^3 , 增加黄浦江上游的水势, 阻止污水上溯, 使调入的水最大限度地促使油污下移. 经过多方的共同努力, 距出事地点 20 km 的黄浦江上游取水口水质仍然符合 III ~ IV 类水的水质标准^[2], 确保了黄浦江取水口的供水安全.

3 结语和建议

随着上海社会经济的发展, 到 2020 年, 上海供水水量将进一步增加, 水质将达到当时发达国家的标准^[7]. 要达到规划目标, 对水源地的水量和水质有更高的要求, 建设节水城市、保护现有水源、增辟新的水源是发展的必然趋势.

3.1 太湖流域水资源是上海可持续发展的重要基础

太湖流域地处长江三角洲的核心区域, 是上海城市及其腹地的主要水源地, 水面积 2338 km^2 的太湖对太湖流域及上海的防洪安全、水资源安全和水环境安全具有重要的基础支撑和控制作用, 是流域的共同财富, 必须保护好、维护好, 使流域的资源、人文、环境、景观得到永续利用.

3.2 多渠道开发水源, 特别要重视黄浦江生态需水量

上海市 80% 的原水来源于黄浦江, 黄浦江是上海城市发展的主要水源地, 因此, 其水质要重点保护. 但从上海发展战略和黄浦江生态保护来看, 在节水基础上, 上海市新增水源地应转向长江. 地表水开发利用存在一个合理的阈值, 国际上公认的地表水合理开发程度是 30%, 极限开发利用程度是 40%^[7]. 目前, 黄浦江

上游松浦原水厂、闵行水厂和松江水厂等已累计从黄浦江取水 747 万 t/d ,相当于 86.5 m³/s ,约占黄浦江一般年份来水量的 26% .如遇特枯水年份(保证率为 95%) ,至少有近半年时间黄浦江上游日平均来水流量在 30 ~ 177 m³/s 不等 ,取水后如果河道没有足够的稀释净化水量 ,严重污染和倒流现象将给黄浦江两岸的社会经济发展、景观和人民生活带来不利的影响 .上海市在进行河流规划时 ,应充分考虑维持河流系统生态平衡的重要性 ,采取全面的节水措施 ,限制再从黄浦江取水 ,保证黄浦江基本的生态环境需水量^[8] .

3.3 实施引江济太有利于流域水资源配置 ,保护黄浦江水源地水质

 引江济太和流域水资源调度实践证明 ,在加强各项污染源治理的同时 ,通过完善流域工程体系建设 ,提高流域水资源调控能力 ,完善水资源防洪调度方案 ,并适当抬高太湖和河网适宜水位 ,增加太湖向下游地区的可供水量 ,加快水体流速 ,将有利于缓解上海市用水紧张局面 ,有利于黄浦江上游水源地水质的保护和改善 ,有利于推进流域水资源调控体系建设 .在水资源科学调度、优化配置、修复生态、促进发展中 ,引江济太可以也应该成为一项长期的措施 .

3.4 尽快建立健全引江济太长效管理体制和运行机制

 上海地处太湖流域下游 ,黄浦江是太湖流域重要的排水通道 ,上游的污染治理水平直接影响过境水体水质 ,上游水量的丰沛与否影响着上海市的防洪安全 .应遵循水资源的自然规律和价值规律 ,体现水的“准市场”特点 ,做到节水治污和统一管理 ,达到引江济太调水工程有序运行和长效管理 .

 引江济太作为国务院批准的改善流域水环境的重要措施 ,不仅有助于流域水环境的改善 ,也有助于上海市的可持续发展 .

 引江济太在对上海黄浦江上游水源地水环境有所改善的同时 ,还存在不足之处 .在望虞河西岸污染源没有得到完全控制的情况下 ,可以通过引江济太对污染起到一定缓解改善作用 ,如果和地方的水资源综合规划、污染源治理相结合 ,势必会增强引江济太效益 ,促进流域各省市经济发展 .

参考文献 :

[1] 刘春生 ,吴浩云 .引江济太调水试验的理论和实践探索 [J] .水利水电技术 ,2003 (1) :4—8 .
[2] GB 3838—2002 地表水环境质量标准 [S] .
[3] 汪松年 ,阮仁良 .上海市水资源普查报告 [M] .上海 :上海科学技术出版社 ,2001 .11—30 .
[4] 孙继昌 .太湖流域水资源科学调度优化配置的实践与探索 [J] .中国水利 ,2004 (1) :13—15 .
[5] 何少苓 ,彭静 .论提高水域纳污与自净能力的水动力潜力 [J] .中国水利 ,2003 (1) :22—24 .
[6] 梁斌 ,王超 ,王沛芳 .“ 引江济太 ”工程背景下河网稀释净污需水计算及其应用 [J] .河海大学学报(自然科学版) ,2004 ,32 (1) :32—37 .
[7] 丁玲 ,逢勇 ,赵棣华 ,等 .调水工程对五里湖水环境影响分析 [J] .河海大学学报(自然科学版) ,2003 ,31(14) :366—369 .
[8] 刘昌明 ,陈永勤 .21 世纪中国水文科学研究的新问题新技术和新方法 [A] .见 :李丽娟 ,郑红星主编 .第七次全国水文学术会议文集 [C] .北京 :科学出版社 ,2001 .74—79 .

Influences of water diversion from Yangtze River to Taihu Basin on water environment of the upper Huangpujiang River

WU Hao-yun , HU Yan

(College of Water Resources and Environment , Hohai Univ. , Nanjing 210098 , China)

Abstract :The water quality-induced water shortage is becoming a serious problem in the Taihu Basin . The present study shows that water diversion from the Yangtze River to the Taihu Basin is necessary for the sustainable development of economy and society of the river basin , and that the project is beneficial to the management and allocation of the river basin water resources and protection of water source of the Huangpujiang River .

Key words :Taihu Basin ; water diversion from Yangtze River to Taihu Basin ; water environment ; water source