

DOI: 10.16198/j.cnki.1009-640X.2017.04.004

戴晶晶, 陈红, 彭焱梅, 等. 太浦闸水量水质联合调度对金泽水库水质影响[J]. 水利水运工程学报, 2017(4): 20-27. (DAI Jingjing, CHEN Hong, PENG Yanmei, et al. Impacts of water quantity and quality joint operation for Taipu sluice on water quality in Jinze reservoir[J]. Hydro-Science and Engineering, 2017(4): 20-27. (in Chinese))

太浦闸水量水质联合调度对金泽水库水质影响

戴晶晶¹, 陈 红², 彭焱梅¹, 张亚洲¹, 武 剑³, 胡庆芳⁴

(1. 太湖流域管理局 水利发展研究中心, 上海 200434; 2. 太湖流域管理局, 上海 200434; 3. 太湖流域管理局 水文局(信息中心), 上海 200434; 4. 南京水利科学研究院 水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210029)

摘要: 金泽水库是上海市黄浦江供水系统的重要组成部分, 提高金泽水库水源地水质对保障上海居民饮用水安全具有重要意义。由于金泽水库的清水来源主要是东太湖, 故研究了位于东太湖与太浦河之间的太浦闸调度方式对金泽水库水质的影响。分析了太浦河沿线水量水质监测资料, 发现金泽水源地流量、水质与太浦闸下泄水量具有明显响应关系, 加大太浦闸下泄水量可以减少太浦河两岸支流水量汇入, 增加金泽水库水源地太湖清水所占比例, 降低水源地关键污染物浓度。在此基础上, 考虑金泽水源地水质需求, 进一步设计了太浦闸水量水质联合调度方案。通过典型年数值模拟后发现, 太浦闸采取水量水质联合调度方式不仅可以改善金泽水源地的水位条件, 而且可有效改善该水源地水质, 显著降低关键水质指标超过Ⅲ类标准的天数, 从而提高金泽水源地取水安全保障程度。

关 键 词: 太浦闸; 水量水质联合调度; 金泽水源地; 饮用水

中图分类号: X832; X143 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-640X(2017)04-0020-08

水资源是量与质的统一体, 经济社会发展和生态环境保护对水量和水质均提出了更高要求。特别是对于饮用水水源地而言, 水质安全更是至关重要。传统的水资源调度以水量调度为核心, 建立的调度模型包括耗水量最小模型^[1]、防洪调度模型^[2], 在一定程度上忽视了水质的重要性, 难以满足当前水资源安全保障中迫切的现实需求。因此, 近年来水质水量联合调度成为水文水资源领域重要的热点问题之一。国内外学者在水量水质联合调度方面已开展了若干探索, 并取得了一定成果。如董增川等针对引江济太调水试验, 建立了区域水量水质模拟与调度的耦合模型, 发现耦合模型可使引水量在空间上分配更加合理, 同时对保持受水区水质稳定也能起到较大作用^[3]。刘玉年等针对淮河流域, 建立了一、二维水量水质耦合的非恒定流模型, 并将该模型用于模拟预测淮河流域洪水、污染物运动规律, 评价各种调度方案改善水质的效果^[4]。张永勇等以淮河流域 SWAT 水文模型和相邻闸坝间的水量水质模型为基础, 分析了沙颍河闸坝开启对淮河干流水质的影响^[5]; 彭少明等建立了水量水质一体化调配模型, 优化了黄河典型河段水资源调配方案^[6]; 张守平等在水资源全要素优化配置的基础上, 提出了流域及区域水量水质联合配置理论方法^[7-8]。刘水芹等开展了太浦闸调度对黄浦江松浦大桥水源地水质影响的数值模拟, 发现在太浦闸流量相对较大的情况下, 松浦大桥水源地水量明显增加, 但水质改善不明显^[9]。陈炼钢等在构建闸控大型河网水文-水动力-水质耦合数学模型的基础上, 通过闸坝调度及水质模拟, 以保障蚌埠水源地取水安全和减轻事故对下游水质的影响为目标, 得出分期小流量慢速下泄为最佳调度方案的结论^[10-11]。

收稿日期: 2016-08-31

基金项目: 水利部公益性行业科研专项经费项目(201501014); 上海市科委科研计划课题(14231200102)

作者简介: 戴晶晶(1983—), 女, 江苏仪征人, 高级工程师, 主要从事水文水资源、水环境方面的研究工作。

E-mail: daijingjing@tba.gov.cn

目前,上海市饮用水水源的重要来源之一是黄浦江松浦大桥水源地,但由于黄浦江上游为开敞式、流动性的多功能水域,故黄浦江松浦大桥水源地原水水质不稳定,且突发性水污染事件难以完全避免。为解决黄浦江上游水源地取水安全问题,上海市开展了黄浦江重要源流太浦河金泽水库及原水系统建设,与现松浦大桥原水工程形成“双源互备”格局,以提高全市饮用水安全保障能力。金泽水库水源地位于太浦河干流,其清水来源主要是上游的东太湖,直接受太湖与太浦河之间的太浦河闸调度的影响。目前太浦闸调度以水量为主,尚未充分考虑包括金泽水库水源地在内的下游河道水质需求。因此,本文以金泽水源地水质保障为主要目标,在分析金泽水源地对太浦河来水水量水质响应关系的基础上,提出太浦闸水量水质联合调度策略,并定量分析太浦闸水量水质联合调度对改善金泽水源地水质的效果,为今后金泽水库安全供水提供技术参考。

1 研究对象

主要研究对象是金泽水库水源地,太浦河及其沿线交汇河道与水利工程。金泽水库是上海市在太浦河北岸金泽湖荡地区建设的生态调蓄水库,其建设目标主要是为青浦、松江、金山、奉贤和闵行等五区供应原水,预计2020年供水规模为351万 m^3/d 。水库引水方式为闸引,其水源地位于太浦河干流,目前金泽水库正在建设中。

太浦河是太湖行洪与供水的骨干河道,也是黄浦江的重要源流。太浦河南北岸为杭嘉湖区、阳澄淀泖区,具有防洪、排涝、供水和航运等综合功能,沿线有96条河流与之交汇。其中,北岸43条支河,除京杭运河,其余42条均已建闸控制;南岸53条支河,芦墟以东支河口门已全部建闸控制。太浦闸位于太湖东侧、太浦河进口处,设计流量784 m^3/s 。太浦河与金泽水库水源地及其周边区域水系关系如图1所示。

太浦河来水受太湖来水、两岸支流汇入及黄浦江潮水上溯水量影响,故太浦河及金泽水源地与周边河网水力联系紧密,因此研究范围不局限于太浦河,而是包括太湖流域水资源四级分区中的太湖区、阳澄淀泖区、杭嘉湖区在内,具体如图2所示。



图1 太浦河及周边水系

Fig. 1 Taipu River and its surrounding river network



图2 研究范围

Fig. 2 Sketch map of study area

2 资料与方法

2.1 常规监测资料

常规监测资料是太湖流域管理局水文局及江苏省水文局、浙江省水文局监测的2008—2012年常规水文资料,涉及监测站点包括太浦河干流的太浦闸、平望、金泽,两岸支流平望运河桥、陶庄、北虹大桥,监测数据包括流量、水质指标,监测数据的频次为流量指标每旬1次、水质指标每月1次。

2.2 同步监测资料

同步监测资料是上海水文总站会同太湖流域管理局水文局针对黄浦江上游水源地建设的需要,针对 2014 年 2 月 23 日—3 月 28 日、4 月 14—27 日进行的太浦河调水试验获取的水量水质同步监测资料。在调水试验中,太浦闸下泄流量按常态 50, 80, 200 m^3/s 和间歇下泄 50 m^3/s 4 种调度方案 5 个实测阶段(工况见表 1),同步对太浦河、黄浦江及其相关支流进行了大规模的水位、流量测验和水质监测。监测断面包括太浦河干流 6 个、两岸支流 13 个,同步监测资料获取的数据同样包括流量、水位、水质指标,监测数据频次为太浦河干流流量每 30 min 1 次、支流主要口门 1~2 h 1 次,水质指标为每日 2 次。

表 1 2014 年太浦河调水试验运行工况

Tab. 1 Operation situation of Taipu River water transfer test in 2014

阶段	运行工况	时间
第 1 阶段	太浦闸 50 m^3/s	2 月 23 日—3 月 3 日
第 2 阶段	太浦闸 80 m^3/s	3 月 3 日—3 月 10 日
第 3 阶段	太浦闸 80 m^3/s , 大舜、丁栅、元荡单向引水	3 月 11 日—3 月 18 日
第 4 阶段	太浦闸 200 m^3/s	3 月 18 日—3 月 28 日
间歇期	太浦闸 50 m^3/s	3 月 28 日—4 月 16 日
第 5 阶段	太浦闸 50 m^3/s , 大舜、丁栅、元荡单向引水	4 月 16 日—4 月 25 日

2.3 水量水质模型

采用太湖流域平原河网水量水质数学模型(以下简称“太湖流域模型”)用于定量分析太浦闸调度对金泽水源地水质的影响。太湖流域模型是在概化太湖流域平原河网结构及流域内供水、用水、耗水、排水过程基础上建立的水文、水动力学耦合模型,关于模型的详细介绍可参考文献[12]。该模型包括降雨径流模型、河网水量模型、污染负荷模型、河网水质模型、太湖湖流模型和太湖湖区水质模型 6 个子模型,其逻辑关系如图 3 所示。其中,降雨径流模型主要模拟太湖流域各类下

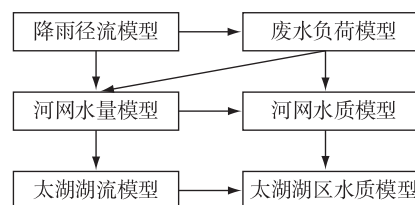


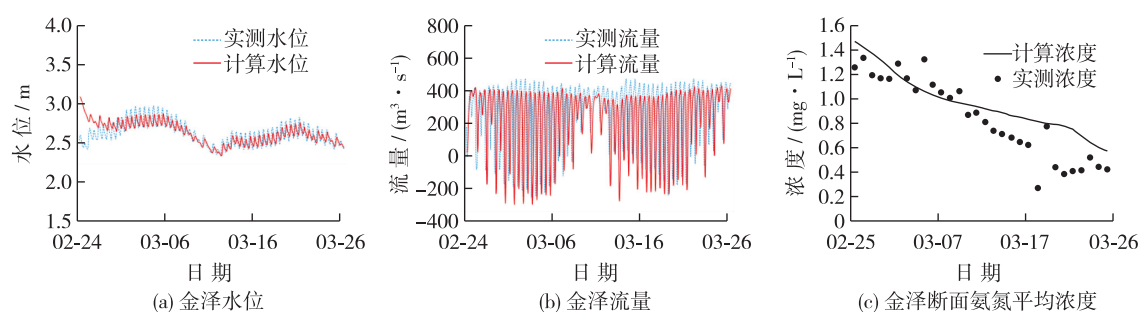
图 3 太湖流域平原河网水量水质模型结构

Fig. 3 Structure of Taihu Lake basin water quantity and quality model

垫面的产汇流过程,该模型为河网水量模型和废水负荷模型提供输入;河网水量模型主要根据降雨径流模型和废水负荷模型的计算结果,综合流域内引、排水工程作用,模拟河网水位流量过程;污染负荷模型主要模拟流域内点、面污染源产生的废污水量及污染物排放过程;河网水质模型主要根据水量模型提供的各断面水位、流量,再根据污染物源汇项,模拟各河段水质;太湖湖流模型,主要模拟各种风向、风速情况下的太湖风生流流场,采用准三维模型;太湖湖区水质模型,主要模拟太湖湖区水质指标,提供河网水质模型中太湖来水的水质边界条件。

为提高太湖流域模型对太浦河水量水质的模拟精度,本次研究在以往基础上细化了太浦河沿线区域 251 条河道,其中太浦河两岸支流从原先的 18 条细化至 36 条,相应的水利工程由 4 个细化至 35 个。同时,依据现场调查复核更新了太浦河沿线吴江、嘉善、青浦三地污染源资料,此次更新后的 COD, TP, TN, $\text{NH}_3\text{-N}$ 入河量较以往有明显减少,其中 COD 降幅达 39%, TP, $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 降幅分别为 21%, 14% 和 2%。

通过计算分析 2014 年调水试验期间(2 月 24 日—3 月 26 日)太浦河干流金泽站的水位、流量及水质情况,结合实测水量水质资料,对细化后的模型进行率定。图 4 给出了金泽站日均水位、流量、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度实测与模拟值对比。可见,金泽站模拟水位和流量与实测变化规律基本一致,模拟的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度与实测值也呈现一致的变化趋势。

图4 金泽站日均水位、流量、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度实测模拟对比Fig. 4 Daily mean values of observed and simulated water level, discharge and concentration of $\text{NH}_3\text{-N}$ at Jinze station

3 金泽水源地对太浦河来水的响应关系

3.1 常规监测资料分析

根据常规监测资料,2008—2012年太浦闸与金泽日均流量变化趋势总体一致。太浦闸与金泽日均流量的相关系数为0.71。10月至次年3月上旬,金泽日均流量约是太浦闸的3~6倍;而3月中旬至9月,金泽日均流量约是太浦闸的1~3倍。金泽断面来水中太湖清水所占比例随太浦闸下泄水量的增大而增加。当太浦闸下泄流量为 $80\sim 100\text{ m}^3/\text{s}$ 时,金泽断面来水中太湖清水与两岸地区汇入水量相当。当太浦闸下泄流量为低于 $35\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $35\sim 50\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $50\sim 80\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $80\sim 100\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $100\sim 200\text{ m}^3/\text{s}$ 和大于 $200\text{ m}^3/\text{s}$ 时,金泽断面来水中太湖清水与两岸地区汇入的水量比例分别为1:6.2,1:2.9,1:2.2,1:0.9,1:0.6和1:0.4。同时,随太浦闸下泄流量增大,金泽断面高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷等指标总体呈降低趋势,在太浦闸下泄流量为 $50\sim 80\text{ m}^3/\text{s}$ 、大于 $100\text{ m}^3/\text{s}$ 、超过 $200\text{ m}^3/\text{s}$ 时,水质指标相对稳定。当太浦闸下泄流量大于 $80\text{ m}^3/\text{s}$ 时,高锰酸盐指数和氨氮单指标可达Ⅱ类。而在 $35\sim 50\text{ m}^3/\text{s}$ 情况下,溶解氧最小值、五日生化需氧量、氨氮、总磷最大值劣于Ⅲ类;在下泄流量 $50\sim 80\text{ m}^3/\text{s}$ 情况下,氨氮、总磷最大值均接近Ⅲ类指标上限。

3.2 同步监测资料分析

由2014年太浦河调水试验同步监测资料可知,金泽水源地来水由太湖来水(太浦闸下泄)和两岸支流来水构成(主要集中在太浦闸~黎里段);当太浦闸泄量小于 $80\text{ m}^3/\text{s}$ 时,太湖来水所占比例不到1/3,而太浦河两岸支流来水所占比例超过2/3;当太浦闸泄量达到 $200\text{ m}^3/\text{s}$ 时,太湖来水所占比例则接近70%,两岸汇入水量明显减少(约 $50\text{ m}^3/\text{s}$)。

而从水质来看,随着太浦闸下泄流量增大,金泽水源地 $\text{NH}_3\text{-N}$ 指标平均浓度逐渐降低,太浦闸下泄流量达 $200\text{ m}^3/\text{s}$ 时, $\text{NH}_3\text{-N}$ 均值为 0.63 mg/L ,但水质还受两岸河流引水的影响。 $\text{NH}_3\text{-N}$ 指标达标率最高出现在第3阶段(太浦闸 $80\text{ m}^3/\text{s}$,大舜、丁栅、元荡单向引水),达标率为100%。

总之,调水试验同步监测结果表明,太浦闸下泄流量与金泽取水口流量、水质有较好的响应关系,下泄量增大可增加金泽取水口太湖清水占比,减少两岸支流的汇入,金泽取水口关键水质指标 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度明显降低。这与2008—2012年常规监测资料分析结果基本一致。

4 太浦闸调度对金泽水源地水质的改善效果

4.1 太浦闸历史调度情况

2002—2013年间,太浦闸在非洪水调度时段主要视下游需水和太湖水位相机调度,向下游及两岸地区供水,供水流量根据太湖水位分级控制,原则上太浦闸下泄流量不低于 $50\text{ m}^3/\text{s}$ 。当太湖下游地区发生饮用水水源地水质恶化或突发水污染事件时,可加大供水流量,但缺乏明确的调度规则。本文统计了2002—2013年太浦闸实际下泄水量,如表2所示。从表中可知,太浦闸下泄流量随太湖水位升高而增大。当太湖

日均水位为 2.65~2.80 m 时,太浦闸日均下泄流量约 18 m³/s;当太湖日均水位在 2.80~3.00 m 时,太浦闸日均下泄流量约为 31 m³/s;当太湖日均水位为 3.00~3.10 m,3.10~3.30 m,3.30~3.50 m 以及高于 3.50 m 时,太浦闸下泄流量分别约 56,63,75 和 131 m³/s。

4.2 水量水质联合调度方案

根据监测资料分析可知,随着太浦闸下泄流量增大,金泽水库水源地各项水质指标呈逐步改善趋势,特别是当太浦闸下泄流量大于 80 m³/s 时,高锰酸盐指数和 NH₃-N 单指标水质评价水体水质可达Ⅱ类。因此,为明显改善金泽水源地取水口水质,在太湖水位允许的前提下,太浦闸下泄流量应不小于 80 m³/s。NH₃-N 是金泽水源地关键水质因子,金泽水源地 NH₃-N 需满足地表水Ⅲ类标准(即指标值需不大于 1.0 mg/L)。故太浦闸应以不小于 80 m³/s 的流量下泄的同时,还需保证金泽断面 NH₃-N 浓度不超过 1.0 mg/L。为提高金泽水源地水质达标率,宜视金泽监测断面水质浓度结合太湖水位逐步加大太浦闸供水流量。

为强化太湖闸调度对金泽水库水源地的水质保障能力,提出了两种水量水质调度策略。一种调度策略是当金泽断面 NH₃-N 浓度超过水质标准(即 1.0 mg/L)时,根据太湖水位逐级加大太浦闸泄量。另一种调度策略是当金泽断面 NH₃-N 浓度超过 0.7 mg/L 时(这一阈值是考虑到 NH₃-N 指标对原水的敏感程度和金泽水库生态净化及自来水厂 NH₃-N 去除率),即提前加大太浦闸下泄流量。两种调度策略的具体含义如表 3 所示。

表 3 太浦闸水量水质联合调度策略

Tab. 3 Water quantity and quality scheduling strategy considering water quality demand of Jinze water resources			
水质调度策略 1 (金泽断面 NH ₃ -N 浓度大于 1.0 mg/L)		水质调度策略 2 (金泽断面 NH ₃ -N 浓度为 0.7~1.0 mg/L)	
太湖水位/m	太浦闸下泄流量不低于数值/(m ³ ·s ⁻¹)	太湖水位/m	太浦闸下泄流量不低于数值/(m ³ ·s ⁻¹)
<2.50	0	<2.50	0
2.50~2.65	30	2.50~2.65	20
2.65~2.80	80	2.65~2.80	50
>2.80	100	>2.80	80

根据表 3 中的太浦闸水量水质联合调度策略以及太湖闸历史调度情况,得到了 3 种调度方案,具体见表 4。

表 4 本文拟定的 3 种太浦闸调度方案

Tab. 4 Three operation schemes of Taipu sluice given by this paper		
方案编号	方案名称	调度规则
1	常规调度方案	太浦闸按照近年实际调度统计得到的平均流量分级调度(见表 2),不考虑金泽水源地水质要求。 ①当金泽水源地 NH ₃ -N 浓度不超过 1.0 mg/L 时,太浦闸下泄流量控制同方案 1;
2	水量水质联合调度方案 1	②当金泽水源地 NH ₃ -N 浓度超过 1.0 mg/L 时,按太湖水位逐级增大太浦闸泄量。具体按照表 3 中的调度策略 1 控制下泄流量。 ③当金泽水源地 NH ₃ -N 浓度不超过 0.7 mg/L 时,不按照历史方案调度;
3	水量水质联合调度方案 2	②当金泽水源地 NH ₃ -N 浓度超过 0.7 mg/L 时,按表 3 中调度策略 2 控制下泄流量; ③金泽水源地 NH ₃ -N 浓度超过 1.0 mg/L,按照表 3 中的调度策略 1 控制下泄流量。

表 2 2002—2013 年太湖日均水位与太浦闸日均流量统计

Tab. 2 Statistics for daily water level of the Taihu Lake and daily discharge of the Taipu sluice during 2002—2013			
太湖水位/m		太浦闸流量/(m ³ ·s ⁻¹)	系列个数
范围	均值	均值	
2.65~2.80	2.77	17.88	37
2.80~3.00	2.92	31.25	459
3.00~3.10	3.05	56.25	692
3.10~3.30	3.19	63.13	1 684
3.30~3.50	3.38	75.08	1 027
>3.50	3.65	130.66	469

4.3 水量水质联合调度改善效果分析

针对表4中的3种调度方案,选择太湖流域 $P=75\%$ 的典型年(1976年,中等干旱年)和 $P=90\%$ 的典型年(1971年,枯水年)进行水量水质模拟,以评估太浦闸不同调度方案对金泽断面水量水质的影响。从水量方面看,采用水量水质联合调度方案1和2后,遇1976年型典型中等干旱年份,与常规调度方案相比,太浦闸年均净泄流量分别增加了3和13 m^3/s (图5(a)),金泽断面最低日均水位抬升1~4 cm,平均水位、最高水位基本维持不变(表5);遇1971年型典型枯水年份,与常规调度方案相比,太浦闸年均净泄流量分别增加6和17 m^3/s (图5(b)),可抬升金泽断面最低水位2~5 cm,平均水位、最大值基本维持不变。同时,太浦闸泄量增大对太湖最低水位、平均水位的影响甚小,对太湖最低水位几乎无影响。

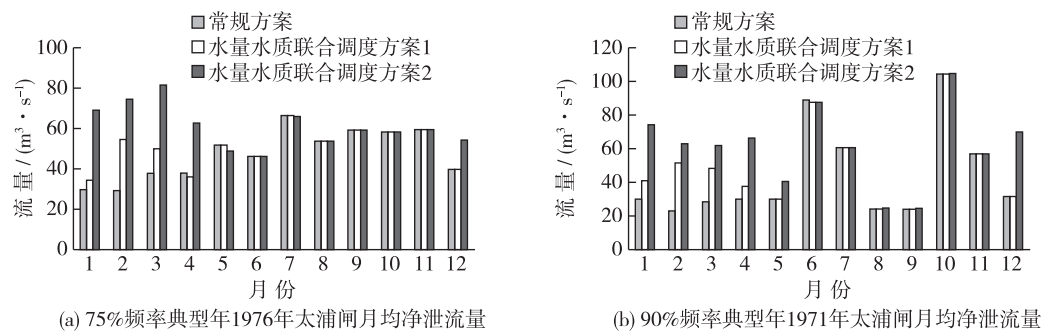


图5 3种太浦闸调度方案对应的太浦闸月均净泄流量
Fig. 5 Monthly averaged discharge of Taipu sluice under three operation schemes

表5 3种太浦闸调度方案对应的太湖、金泽水位模拟结果

Tab. 5 Water level of Taihu Lake and Jinze station under three operation schemes of Taipu sluice		m					
代表站	方案	1971 年			1976 年		
		平均水位	最小值	最大值	平均水位	最小值	最大值
太湖	常规调度方案	2.96	2.65	3.45	3.05	2.80	3.32
	水量水质联合调度方案1	2.95	2.65	3.44	3.05	2.79	3.32
	水量水质联合调度方案2	2.94	2.65	3.45	3.04	2.76	3.32
金泽	常规调度方案	2.60	2.24	3.27	2.70	2.25	3.24
	水量水质联合调度方案1	2.60	2.26	3.28	2.71	2.26	3.25
	水量水质联合调度方案2	2.61	2.29	3.28	2.71	2.29	3.25

从水质方面看,联合调度方案1与常规调度方案对比表明,遇1971年型典型枯水年,当金泽水源地 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度超过 1.0 mg/L 时加大太浦闸泄量,全年期金泽水源地 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度最大值、平均值有所降低,全年累计超过Ⅲ类水的天数从常规调度的71 d减少至33 d,水质最差的2—4月金泽水源地 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度均值降低至 1.0 mg/L 以下,累计超过Ⅲ类水的天数从常规调度的61 d减少至29 d;遇75%降雨频率典型枯水年,执行水量水质联合调度方案1后,金泽水源地全年累计超过Ⅲ类水的天数由常规调度的40 d减少至20 d。

根据表6,遇90%降雨频率典型枯水年,当金泽水源地 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度尚未超过 1.0 mg/L 、但超过 0.7 mg/L 时就提前加大太浦闸泄量,还可进一步改善金泽水源地水质,金泽水源地全年累计超过Ⅲ类水的天数从水质调度的33 d进一步减少至26 d;遇75%降雨频率典型枯水年,太浦闸采用提前水质调度方案后,金泽水源地全年累计超过Ⅲ类水的天数由水质调度的20 d进一步减少至10 d。

表 6 3 种太浦闸调度方案对应的金泽水源地 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度模拟结果Tab. 6 $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration simulation results at Jinze station under three operation schemes of Taipu sluice

典型年	$\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度指标	常规调度	水量水质联合调度方案 1	水量水质联合调度方案 2
1971 年型 ($P=90\%$)	平均值 (mg/L)	0.65	0.62	0.60
	全年 最大值 (mg/L)	1.26	1.17	1.12
	全年累计超Ⅲ类天数 (d)	71	33	26
	平均值 (mg/L)	1.03	0.96	0.93
	2—4 月 最大值 (mg/L)	1.26	1.17	1.12
	累计超Ⅲ类天数 (d)	61	29	26
1976 年型 ($P=75\%$)	平均值 (mg/L)	0.61	0.59	0.57
	全年 最大值 (mg/L)	1.26	1.21	1.10
	全年累计超Ⅲ类天数 (d)	40	20	10
	平均值 (mg/L)	0.96	0.91	0.85
	2—4 月 最大值 (mg/L)	1.26	1.21	1.10
	累计超Ⅲ类天数 (d)	36	18	10

5 结 语

提升金泽水库水源地水质对上海市饮用水安全保障具有重要意义。根据 2008—2012 年太浦河沿线常规水文监测资料以及 2014 年太浦河水量水质同步监测调水试验,分析了金泽水源地流量、水质与太浦闸下泄量的响应关系,发现下泄量增大可增加金泽取水口太湖清水占比,减少两岸支流的汇入,金泽取水口关键水质指标 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度明显降低。在此基础上,进一步研究提出考虑金泽水源地取水安全的太浦闸水量水质联合调度策略,经太湖流域模型在中等干旱年和枯水年的数值模拟分析,发现太浦闸采用水量水质联合调度方案,不仅可以改善金泽水源地水位条件,而且可有效改善太浦河金泽水源地水质指标,明显减少关键水质指标 ($\text{NH}_3\text{-N}$) 超过Ⅲ类水标准的天数,有利于提高金泽水源地取水安全保障程度。

参 考 文 献:

- [1] 董增川, 卞戈亚, 王船海, 等. 基于数值模拟的区域水量水质联合调度研究[J]. 水科学进展, 2009, 20(2): 184-189. (DONG Zengchuan, BIAN Geya, WANG Chuanhai, et al. Joint operation of water quantity and quality based on numerical model [J]. Advances in Water Science, 2009, 20(2): 184-189. (in Chinese))
- [2] 罗予如. 梯级水电厂群短期经济运行的探讨[J]. 水力发电, 2000, 26(2): 57-58. (LUO Yuru. Discussion on hydraulic power plant groups economic running in short terms [J]. Water Power, 2000, 26(2): 57-58. (in Chinese))
- [3] 都金康, 周广安. 水库群防洪调度的逐次优化方法[J]. 水科学进展, 1994, 5(2): 134-141. (DU Jinkang, ZHOU Guang'an. A reservoir optimal algorithm for operation of multi-reservoir flood control systems [J]. Advances in Water Science, 1994, 5(2): 134-141. (in Chinese))
- [4] 刘玉年, 施勇, 程绪水, 等. 淮河中游水量水质联合调度模型研究[J]. 水科学进展, 2009, 20(2): 177-183. (LIU Yunian, SHI Yong, CHENG Xushui, et al. Union dispatch model for water quality and quantity in the middle reaches in Huaihe River [J]. Advances in Water Science, 2009, 20(2): 177-183. (in Chinese))
- [5] 张永勇, 王中根, 夏军, 等. 基于水循环过程的水量水质联合评价[J]. 自然资源学报, 2009, 24(7): 1308-1314. (ZHANG Yongyong, WANG Zhonggen, XIA Jun, et al. An integrated assessment method of water quality and quantity based on water cycle process simulation [J]. Journal of Natural Resources, 2009, 24(7): 1308-1314. (in Chinese))
- [6] 彭少明, 郑小康, 王煜, 等. 黄河典型河段水量水质一体化调配模型[J]. 水科学进展, 2016, 27(2): 196-205. (PENG Shaoming, ZHENG Xiaokang, WANG Yu, et al. Study on integrated allocation and dispatch model of water quality and quantity for the Yellow River [J]. Advances in Water Science, 2016, 27(2): 196-205. (in Chinese))

- [7] 张守平,魏传江,王浩,等.流域/区域水量水质联合配置研究Ⅱ:实例应用[J].水利学报,2014,45(8):938-949. (ZHANG Shouping, WEI Chuanjiang, WANG Hao, et al. Basin/region water quality and quantity allocation II. Application[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2014, 45(8): 938-949. (in Chinese))
- [8] 张守平,魏传江,王浩,等.流域/区域水量水质联合配置研究Ⅰ:理论方法[J].水利学报,2014,45(7):757-766. (ZHANG Shouping, WEI Chuanjiang, WANG Hao, et al. Basin/region water quality and quantity allocation I. Theory and method[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2014, 45(7): 757-766. (in Chinese))
- [9] 刘水芹,田华,易文林.太浦闸调度对黄浦江水源水质影响数值模拟[J].人民长江,2012,43(12):33-36. (LIU Shuiqing, TIAN Hua, YI Wenlin. Digital simulation for influence of Taipu sluice operation on water quality of water source of Huangpu River[J]. Yangtze River, 2012, 43(12): 33-36. (in Chinese))
- [10] 陈炼钢,施勇,钱新,等.闸控河网水文-水动力-水质耦合数学模型——Ⅰ.理论[J].水科学进展,2014,25(4):534-541. (CHEN Liangang, SHI Yong, QIAN Xin, et al. Hydrology, hydrodynamics, and water quality model for impounded rivers: I: Theory[J]. Advances in Water Science, 2014, 25(4): 534-541. (in Chinese))
- [11] 陈炼钢,施勇,钱新,等.闸控河网水文-水动力-水质耦合数学模型——Ⅱ.应用[J].水科学进展,2014,25(6):856-863. (CHEN Liangang, SHI Yong, QIAN Xin, et al. Hydrology, hydrodynamics, water quality model for impounded rivers: II: Application[J]. Advances in Water Science, 2014, 25(6): 856-863. (in Chinese))
- [12] 程文辉,王船海,朱琰.太湖流域模型[M].南京:河海大学出版社,2006. (CHENG Wenhui, WANG Chuanhai, ZHU Yan, et al. Taihu basin model[M]. Nanjing: Hohai University Press, 2006. (in Chinese))

Impacts of water quantity and quality joint operation for Taipu sluice on water quality in Jinze reservoir

DAI Jingjing¹, CHEN Hong², PENG Yanmei¹, ZHANG Yazhou¹, WU Jian³, HU Qingfang⁴

(1. Water Development Research Center of Taihu Basin Authority, Shanghai 200434, China; 2. Taihu Basin Authority, Shanghai 200434, China; 3. Bureau of Hydrology (Information Center) of Taihu Basin Authority, Shanghai 200434, China; 4. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China)

Abstract: Playing an important role in the water supply system of the Huangpu River in Shanghai, the water quality in the Jinze reservoir is significant for the drinking water security of the Shanghai city. Since the water of the Jinze reservoir mostly comes from the Taihu Lake, the water quality in the Jinze water source area is influenced by the operation schemes of the Taipu sluice, which is located at the mainstream of the Taipu River and controls the water from the Taihu Lake. After analyzing the observed hydrological data of the Taipu River, it is found that there exists a sensitive water quantity & quality response relationship between the Jinze water source area and the Taipu sluice. For the Jinze water source area, when the discharge from this sluice increases, water from the Taihu Lake increases, and that from the tributaries of the Taipu River decreases. Thus, the concentration of key water quality indicators at the Jinze water source area is reduced. Furthermore, to improve the water quality at the Jinze water source area, the water quantity and quality joint operation schemes for the Taipu sluice are designed. By simulating the water quantity and quality, the water quality improvements at the Jinze water source area are analyzed. The analysis results show that the water quantity and quality joint operation for the Taipu sluice can effectively improve both the water level and the key water quality indicators of the Jinze water source area.

Key words: Taipu sluice; water quantity and quality joint operation; the Jinze water source area; drinking water