

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2010.05.014

上海市引清调水工作的优化与完善

杜晓舜¹, 陈长太², 何 斌¹, 王春树¹

(1. 上海市水利管理处, 上海 200002; 2. 上海市水务规划设计研究院, 上海 200232)

摘要 :回顾了上海市引清调水工作开展情况, 重点探讨了上海世博会期间及以后引清调水优化调度工作的总体思路和研究内容, 并论述了上海市黄浦江、苏州河及其他重要区域引清调水的常规方案和应急预案, 以确保实现河道水质保持稳定的目标, 并根据这一目标, 提出了相应的保障措施。

关键词 :引清调水; 调度方案; 优化调度; 保障措施

中图分类号 :TV213.4 文献标识码 :A 文章编号 :1004-6933(2010)05-0057-05

Analysis of optimization and improvements of clean water diversion projects in Shanghai City

DU Xiao-shun¹, CHEN Chang-tai², HE Bin¹, WANG Chun-shu¹

(1. Shanghai Water Conservancy Management Department, Shanghai 200002, China; 2. Shanghai Water Planning and Design Research Institute, Shanghai 200232, China)

Abstract :Based on review of clean water diversion projects in Shanghai, the general concept and content of optimal operation of water diversion projects at the next stage are discussed with particular emphases. Regular and emergency schemes of water diversion projects concerning the Huangpu River, Suzhou River, and other important areas in Shanghai were discussed in order to realize the target of maintaining stable water quality in the rivers. Corresponding safeguard measures were presented according to the target.

Key words :clean water diversion; operation schemes; optimal operation; safeguard measures

1 水资源调度的概念及分类

水资源调度是指为兴利除害, 综合利用水资源, 合理利用水工程和水体, 在时间和空间上对径流进行重新分配, 以适应国民经济各部门需要的过程^[1]。

从水资源面临的洪涝灾害、水资源紧缺、水环境污染三大问题出发, 可将水资源调度类型分为防洪除涝调度、供水调度、环境调度三大类。其中防洪除涝调度在日常的工作中, 处于各类调度的优先地位, 主要解决生命安全问题, 受各级政府的关注; 供水调度处于第 2 位, 主要解决健康安全问题, 满足人们生活和生产用水的需要, 是水资源调度的重点研究对象; 环境调度则主要解决生态环境安全问题, 为人们营造良好的生活环境, 是今后水资源调度的重要发展方向^[2]。

笔者侧重研究论述的是水资源的环境调度问题, 在上海市习惯称为引清调水, 它是指在保证防汛和供水安全的前提下, 充分利用外河潮汐动力和清水资源, 通过水闸、泵站等工程设施的调度, 使河网内主要河道水体定向、有序流动, 以加快水体更新速度, 改善内河水质, 是带有平原河网地区特色的一种水资源调度方式^[2]。

2 上海市引清调水工作回顾

2.1 发展历程

自 20 世纪 80 年代中期起, 上海市浦东新区、松江、嘉定等区县水利部门进行了改善水质的应急调水工作, 取得了一定的效果^[3]。对此, 各级领导高度重视, 并指示有关部门充分论证, 于 2002 年由市水务局制定并颁布实施了《上海市跨区域引清调水实

施细则(暂行) 》(以下简称《实施细则》) ,明确了各水利控制片内骨干河道水体的主要流向、水位控制条件和主要控制性水闸的运行调度等 ,为全市大规模开展引清调水工作的进行奠定了基础。目前 ,青松、淀北、蕴南、浦东、嘉宝北、浦南东、淀南、崇明等 8 个水利片中 ,共有 108 座区管(孔径 6 m 以上)水闸投入水利片常态化调水工作中 ,其中引水闸 66 座 ,总引水孔径 813 m ,排水闸 42 座 ,总排水孔径 654 m ,年度引排水量保持在 110 亿 m³ 左右。

随着水环境治理工作的逐步深入 ,各级水务部门对开展引清调水重要性的认识逐渐提高 ,根据《实施细则》的相关要求 ,制定了区域调水实施方案 ,调水受益范围越来越大 ,目前已基本形成水利片、骨干水系和圩区 3 个层次的调水格局。

2.2 引清调水工作成效

引清调水工作开展以来 ,在稳定内河水质、改善水环境面貌方面成效显著 ,根据有关部门的研究结论 ,在一般条件下 ,乘潮引进清水 ,落潮抢排河水 ,定期置换水体 ,每调度 1 次 ,可降低污染物浓度 10% ~ 20% ,局部地区甚至改善 1 个等级 ,并维持 3 ~ 6 d^[4]。

在河道综合整治的基础上 ,实施引清调水 ,上海市苏州河 2000 年底基本消除黑臭 ,2005 年底达到景观用水标准 ,中心城区河道 2005 年底基本消除黑臭 ,郊区骨干河道水质恶化趋势得到遏制并有了明显好转。其中 2006 年崇明县有 85% 以上的水质监测点达到地表水Ⅲ类以上的标准(GB 3838—2002 《地表水环境质量标准》,下同) ,金山区部分河道水质指标达到Ⅳ类水标准 ,2008 年松江新城区部分河道水质达到了Ⅲ类水标准。

合理开展引清调度 ,可以改善水利片内部分水厂的水源水质 ,嘉定、浦东、南汇、松江、金山等内河水厂 ,即依托控制片引清调水 ,从黄浦江、长江等引入清水作为水厂的原水水源 ,满足区域生活和生产用水的需要。

此外 ,引清调水还可以有效应对各种突发情况 (如污水应急放江、河道断流施工等)对河道水环境的影响。通过调整水闸运行方案 ,控制污染源扩散、限制污染水体的流向 ,最大程度地降低水污染事件对河道水环境的冲击 ,保持了河道水质的基本稳定。

南汇、奉贤和崇明等区(县)还通过大引大排 ,实施引清洗碱工作 ,为农业生产的顺利进行打下基础。

3 引清调水优化调度的总体思路和研究内容

3.1 总体思路

上海市引清调水优化研究的总体思路是在确保防汛安全的前提下 ,以保障供水水源安全、重点区域

水环境质量良好为目标 ,利用现有的水闸、泵站等工程设施 ,加大区域的水资源调度力度 ,确保水体水质能满足不同用水的水量、水质要求。在常规调度的基础上 ,探讨应急调度方案 ,确保重点区域水体在遭遇暴雨、突发污染事故后 ,通过应急调度能尽快消除或降低水体污染后产生的不利影响。

3.2 研究内容

3.2.1 调水方案的优化和细化

根据多年水文水质观测资料分析 ,长江水质平均保持在Ⅰ ~ Ⅲ类 ,黄浦江上游水质平均为Ⅲ ~ Ⅳ类 ,黄浦江中下游水质平均为Ⅴ ~ 劣Ⅴ类 ,均优于水利片内河道水质。同时由于长江和黄浦江的过境水量充沛 ,太湖流域多年平均来水量为 106.6 亿 m³ ,长江口多年平均入海水量为 9 335 亿 m³ ,而每年从长江和黄浦江引入各水利片的水量在 50 亿 m³ 左右 ,不会对河流自身造成影响。同时根据近 30 年来潮位资料的频率分析 ,长江、黄浦江感潮动力强 ,自流引排水条件优越 ,各河段潮差见表 1。

表 1 上海市部分河段多年平均潮差统计

河段	黄浦江			苏州河			长江 外高桥
	吴淞口	黄浦公园	米市渡	北新泾	黄渡	赵屯	
平均潮差/m	2.21	1.83	1.05	0.70	0.12	0.03	2.34

上海市河道潮汐特性为引清调水工作的开展提供了基本的水动力条件 ,尤其是太湖流域引江济太调水工程的实施 ,太浦河泵闸加大下泄流量 ,为黄浦江沿线各水利片提供了更为丰富的清水来源^[6] ,这些都为引清调水工作进一步开展创造了有利条件。因此对感潮动力较强、外围过境清水量较丰富的区域 ,根据河道水系及水质情况的分布特点 ,开展调水方案的优化和细化研究 ,进一步发挥调水工作成效 ,其基础和条件是具备的 ,也是今后工作的方向之一。

3.2.2 发挥新建水利工程效益 ,丰富调水手段

“十五”和“十一五”期间 ,随着水务规划的逐步实施 ,水利工程建设步伐明显加快 ,水利控制片周边引排水泵站相继建成 ,在提高相关水利控制片防汛能力的同时 ,也具备一定的动力引排水条件 ,调水手段和方式更加多样化 ,近几年来上海市水利片外围新建引排水泵站规模见表 2。

表 2 上海市水利片外围新增动力引排水能力 m³/s

水利片名称	新增引水能力	新增排水能力	水利片名称	新增引水能力	新增排水能力
蕴南	50	215	浦东	—	60
淀北	50	110	合计	100	445
青松	—	60			

要充分利用好新建泵站的动力引排水条件 ,在

无法自流引排水期间,合理确定水泵运行规模,尽可能地水利片内补充清水来源,加快水体更新,改善片内水质,达到最优调水效果。

3.2.3 整合资源,为调水工作科学化决策提供支撑

现有的水资源调度研究中,在定量分析研究方面不全面、不深入。对引清调水的最佳调度方式、调度频次、调度控制条件与指标、调度效果分析评价等问题,还没有进行过全面、系统、深入的研究,仍处于探索阶段。在调水方案决策和评价时,仅能采用水文水质同步监测数据,缺乏关键技术支撑和科学管理依据。

随着上海市水闸泵站自动监测系统、水质信息自动监测站、上海市水利基础数据库等在线监测系统和相关数据库的逐步建设完善,以及上海市感潮河网水质水量模型的成功开发,综合化、科学化、最优化调度决策成为可能。因此,迫切需要进一步整合资源、集成技术,结合有关监测工作,加紧深入研究上海市水资源的综合调度方案,开展调水各项指标的量化研究,加大调水工作科技化含量,为各水利控制片主要水闸的日常调度管理提供科技支撑。

3.2.4 发挥水利片调水的辐射作用,实现综合效益

根据上海市水利工程管理体制的现状,目前引清调水工作划分为市、区和镇3个层次进行管理,由市属水闸、区(县)河道水闸管理部门以及乡镇水务(排灌)站承担相应的引排水任务。从调水区域由干流向支流延伸、调水范围从城市化地区向农村扩展的要求出发,应加强研究,因地制宜,充分发挥水利片调水的辐射作用,在改善中小河道水质方面作出贡献,努力提高区域整体水环境面貌。

同时由于引清调水工作的多目标性,在满足改善区域水环境质量的同时,还须兼顾满足城市供水、航运、农业生产的需要,寻找到最佳平衡点,实现引清调水的综合效益。

4 重点区域引清调水方案探讨

4.1 黄浦江引清调水工作

4.1.1 常规调度方案

黄浦江水资源调度主要是通过太浦河泵闸调节黄浦江的下泄流量。太浦闸调度方式为:当太湖水位低于2.8m(镇江吴淞基面,下同)时,按 $30\text{ m}^3/\text{s}$ 向下游供水;当太湖水位高于2.8m、低于3.0m时,按 $50\text{ m}^3/\text{s}$ 向下游供水;当太湖水位高于3.0m、低于防洪控制水位时,按 $80\text{ m}^3/\text{s}$ 向下游地区供水。太浦河泵站调度方式为:当黄浦江松浦大桥断面前一日平均净泄流量小于 $150\text{ m}^3/\text{s}$ 时,太浦闸、太浦河泵站联合向下游供水,供水流量按太湖水位分级控制:当太

湖水位高于2.8m时,按 $300\text{ m}^3/\text{s}$ 向下游供水。当太浦闸自引供水能力小于调度控制流量的80%时,开启太浦河泵站。

根据黄浦江多年的水文水质监测结果分析,黄浦江松浦大桥断面汛期和非汛期的月平均净泄流量可分别达到 $256\text{ m}^3/\text{s}$ 和 $190\text{ m}^3/\text{s}$ (保证率75%),黄浦江上游的主要水质指标基本可达到Ⅱ~Ⅳ类水标准,黄浦江世博园段的主要水质指标基本可达到Ⅳ~Ⅴ类水标准。因此,在正常情况下,通过正常的水资源调度,黄浦江水量和水质基本可满足干流及两翼地区的水资源利用要求。

4.1.2 应急调度方案

黄浦江作为流域性、敞开性的引排水通道和重要航道,其水质受雨天市政泵站放江和突发性船舶污染事故的影响。

目前,黄浦江沿线共已建成雨水排水系统39个,总服务面积 88.03 km^2 ,建成市政雨水排水泵站39座,总装机流量为 $434.16\text{ m}^3/\text{s}$,其中浦西装机流量为 $238.01\text{ m}^3/\text{s}$,浦东装机流量为 $196.15\text{ m}^3/\text{s}$ 。若分别以1999年6月、7月和8月分别作为特丰月、偏丰月和平水月的代表月(徐家汇站月降雨量分别为:729.2mm、105.9mm和326.4mm),在发生大规模雨水泵站放江的情况下,经模型计算,高浓度污水滞留在黄浦江的时间较短,一般为3~4小时。在上游来水水质不变的情况下,雨停2天后即可基本恢复雨前水质状况。

对黄浦江上游水源威胁最大的是水域移动风险源。根据1984—2005年间黄浦江水域发生的突发性船舶污染事故情况统计,共计泄漏污染物约1423t。从事故发生次数看,21年间发生事故次数为830起,总体呈现逐年下降趋势,1997年之后的事故次数控制在每年25起以内。从泄漏总量看,2000年之后的泄漏总量基本都在100t以下。油品泄漏事件占了绝大多数,另有少量化学品泄漏事件。

要最大限度降低突发污染事故的影响,最有效的措施是加大太浦河水闸和泵站的下泄流量。若黄浦江船舶发生突发性污染事故,应根据污染事故发生的地点、污染物泄漏量、污染物的危害程度,商请太湖局及江、浙两省采取不同的应急响应调度措施。遭遇一般污染事故时,可通过增加太浦闸的泄流孔数,加大水闸下泄流量;遭遇较严重污染事故时,可全部开启太浦闸向下游供水,水闸下泄流量较小时可开启太浦河泵站;遭遇特大污染事故时,太浦河泵闸以最大能力向下游供水,包括望虞河枢纽在内的江苏省沿长江所有口门加大引水力度,同时,太浦河、黄浦江沿线各引排口门停止引排水,加快水量推

移置换、稀释污水,以最快的速度消除污染事故的影响。模型计算结果表明,太浦闸以不小于 $300\text{ m}^3/\text{s}$ 的流量向下游供水时,污染带推移入长江口速度较快 $4\sim 5\text{ d}$ 后可以基本消除污染事故的影响。

4.2 苏州河及南北两翼地区引清调水工作

4.2.1 常规水资源调度

该区域实行“西引东排”与“东引南北排”相结合的调度方式,即苏州河小潮汛期实行西引东排调水,大潮汛期实行东引南北排调水。蕴南片水资源调度采用“南引北排”的运行方式,即苏州河沿线口门只引不排、蕴藻浜沿线口门只排不引,苏州河沿线口门在闸无法自引时,适当开启泵站抽引。淀北片水资源调度采用“南北引、向东排”的运行方式,即苏州河、淀浦河沿线口门只引不排、黄浦江侧口门只排不引,苏州河沿线水闸尽可能自流引水、不满足条件时适当开启北新泾和北横沥泵站加大动力引水。

4.2.2 应急调度方案

目前,苏州河水系水质受沿线市政泵站雨天溢流放江的冲击性影响显著,在暴雨期会产生局部河段短历时的黑臭现象。据统计,中心城区内排入苏州河的雨水排水系统 28 个,总服务面积 61.05 km^2 ,建成市政雨水排水泵站 34 座,总装机流量为 $384.70\text{ m}^3/\text{s}$ 。暴雨期间,市政泵站将大量地表径流排入河中,将对苏州河产生严重的冲击负荷。同时,复杂的雨污水排水系统在实际运行过程中存在众多不可见因素,市政泵站旱天排水入河、雨污管道破裂或暴管及市政泵站事故排放等污染排放风险事故仍可能发生。

苏州河局部河段水体黑臭时,必须采取西引东排的调度方式,尽量降低苏州河水位,尽快将受污染河水排出苏州河。污染消除后的 $2\sim 3\text{ d}$ 苏州河仍应采用西引东排调度方式,根据模型计算,一般在雨停 $2\sim 3\text{ d}$ 后苏州河可逐步恢复到降雨前水质状态。在受污染河水基本排出苏州河后,且天气预报未来 3 d 内无降雨,苏州河可视黄浦江潮位情况改成“东引南北排”的调度方式,以改善苏州河及其两翼地区的河道水质。

当苏州河南北两翼地区突发河道污染时,可根据事故发生的位置进行灵活调度。要充分发挥新建泵站动力引排水的效益,结合彭越浦套闸、北郊套闸等水利片内部控制性工程,尽量控制污染范围,尽快排出污水。

4.3 世博园及周边区域引清调水工作

世博园区范围内仅涉及白莲泾一条河道,从浦东东南路桥至黄浦江汇合处,长约 2 km ,其水质状况直接影响世博园区域的水环境生态与景观效应。因此,白莲泾及其周边水系是水资源调度必须重点关

注的区域。

4.3.1 常规调度方案

长江口外高桥泵闸、张家浜东闸、三甲港水闸作为引水口门,五好沟、三林、北港水闸引排相兼,黄浦江沿线水闸作为排水口门。在常规调度方式下,浦东新区引水口门平均总引水量为 $614.59\text{ 万 m}^3/\text{d}$,各排水口门平均总排水量为 $627.96\text{ 万 m}^3/\text{d}$,其中白莲泾水闸的平均排水量为 $116.37\text{ 万 m}^3/\text{d}$,浦东新区河网大约 20 d 左右可以置换水体一遍,浦东新区骨干河网主要水质指标基本可保持在 $\text{IV}\sim\text{V}$ 类之间,可以满足景观用水的要求。

4.3.2 应急调度方案

当浦东片其他河道受到污染、可能会对白莲泾造成影响时,应控制白莲泾泵闸的排水力度,保持白莲泾河道水位,使受污染河水通过其他水闸排出,避免受污染河水流入世博园区。

加大引排调度。白莲泾自身的河道水质恶化时,应充分发挥其邻近黄浦江下游、感潮动力强的优势,适时启动白莲泾泵站,先排后引,加大排水力度。同时加大三甲港等引水力度,控制杨思水闸排水力度,尽快恢复白莲泾河道的水质水量要求。必要时可将白莲泾泵闸调整为引水水闸,引入黄浦江清水,确保世博园区水质稳定。

5 工作建议

调水工作受到汛情、水利工程、管理体制、资金、操作人员技能等多方面因素的制约,如果处理得不好,会使调水效果受到一定程度影响。有必要进一步完善各项措施,确保世博会期间及今后引清调水工作取得实效。

a. 协调好引清调水和防汛的矛盾。一般来说,影响上海的防汛因素主要是暴雨、台风、天文大潮和上游来水。在做出准确预报的前提下,对于能利用的资源,如行洪时的洪水资源,以及天文大潮汛期期间高潮位,应积极开展引清调度,加快内部水体置换^[2]。在发生暴雨,以及“三碰头”、“四碰头”的情况下,必须优先考虑防汛安全,将引清调度模式及时转为防汛调度模式,并按相应的水位条件进行控制,确保生命财产安全,确保世博会期间的防汛安全。引清调水工作应在雨后尽快恢复,必要时还应及时采取泵引泵排的手段,尽早消除内涝的影响。

b. 加强区域间利益协调。一方面要协调好与流域机构、相邻省份的关系,确保上游来水的质量,更重要的是加强全市范围内各级调水工作管理单位的工作协调,必须打破地域界限,消除本位主义,树立全局一盘棋的思想,上下游联动,对清水来源、水体

流向及排水去处进行统一规划。要建立调水联席会议制度,信息共享,及时沟通,快速响应,相互支持,紧密配合,形成合力,确保调水工作统一有序进行。

c. 加强行业服务和监管力度。行业管理部门要认真履行职责,从全局和整体的角度,因地制宜,指导和协助基层单位制定并完善调度方案,扩大调水工作受益面。建立健全引清调水管理体制,进一步加强引清调水工作监管力度,及时协调区域之间的矛盾,对违反调度要求运行的水闸,要及早发现,及早制止。

d. 加大资金支持力度。开展引清调水工作,水闸运行频繁,增加了运行和维修保养费用。根据2004年进行的测算,正常年份下调水费用约6000万元/a。目前随着动力引排水力度的加大,费用增加更为可观。应尽量争取市、区(县)、镇3级财政的资金和政策支持力度,对水闸管理单位电费、设备保养费等进行补贴,充分调动其工作积极性,确保水利工程施工设备正常运行,确保调水工作的正常开展。

e. 提高水闸运行管理人员技能素质。以世博为契机,加大水利行业职工荣誉感和责任感教育,通过创品牌、树典型,加大调水工作宣传力度,鼓舞职工的工作士气。同时要采用技能培训、劳动竞赛、师徒带教等形式,提高职工的技能水平,提高突发情况的应急处置能力,尽快排除故障,确保调水工作正常

(上接第56页)

6 结 语

黑河流域生态环境脆弱,干旱少雨,水资源总量少,中下游河段水质污染较为严重,水质型缺水问题突出。综合考虑流域水污染现状、水功能区水质管理目标、河流纳污能力等因素,以确定的污染物排放控制量和消减量为水质管理的控制性指标,统筹安排生活用水、工业用水、农业用水、生态环境用水,为黑河流域水资源管理和保护提供决策依据,促进黑河流域水资源可持续利用。

参考文献:

[1] 廖文根,李锦秀,彭静.对我国水资源保护规划中若干定量问题的探讨[J].水力发电,2002(5):8-10.
[2] 刘昌明,陈志恺.中国水资源现状评价和供需发展趋势分析[M].北京:中国水利水电出版社,2001:2-10.
[3] 甘肃省水利厅.甘肃省水资源公报(2005)[R].兰州:甘肃省水利厅,2006.
[4] 夏军.区域水环境与生态环境质量评价[M].武汉:武汉水利电力大学出版社,1999.
[5] 张逢甲,金传良,顾丁锡,等.水污染物容许排放量的计

进行。

f. 尽快推进相关工程建设。结合区域防洪排涝规划的实施,加大区域动力引排能力的建设,特别是要加快在建水闸(泵站)工程进度,尽早发挥泵闸工程效益。目前在调度过程中,河道和水闸不配套的现象较严重,导致无法有效地进行引排调度,调水效益无法充分体现。应结合区域河道整治的开展,进行河道疏浚和水系贯通,以确保调度过程中水流的通畅,同时防止底泥等污染物的二次污染。

参考文献:

[1] 中华人民共和国水利部.GB/T 50095—98 水文基本术语和符号标准[S].北京:中国计划出版社,1999.
[2] 阮仁良.平原河网地区水资源调度改善水质的机理和实践研究:以上海市水资源引清调度为例[D].上海:华东师范大学,2003:177-178.
[3] 屠鹤鸣.浦东片引清调度改善水质的初步试验与分析[J].上海水利,1988(2):12-14.
[4] 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,2001:79-87.
[5] 杜晓舜,王春树.上海市引清调水工作研究[J].水资源保护,2006,22(5):92-94.
[6] 黄宣伟.太湖调水工程对水环境改善的战略意义[J].水资源保护,2002(3):37-39.

(收稿日期 2010-01-08 编辑 徐 娟)

算方法[M].北京:中国科学技术出版社,1991:25-40.
[6] 傅国伟.河流水质数学模型及其模拟计算[M].北京:中国环境科学出版社,1987:30-56.
[7] 牛最荣,陈颂平,谷杏安,等.甘肃省渭河干流水资源保护动态管理模型研究[R].兰州:甘肃省水文水资源局,2006.
[8] 牛最荣.祖厉河泥沙特性及流域生态环境建设[J].东北水利水电,2002(5):43-44.
[9] 甘肃省水功能区划编制组.甘肃省水功能区划(2007)[R].兰州:甘肃省水利厅,甘肃省环保局,2007.
[10] 赵治文.黑河流域水资源保护规划方案探讨[J].甘肃水利水电技术,2008(3):189-195.

(收稿日期 2009-12-07 编辑 徐 娟)

