

基于湖心水库的洞庭湖治理新理念

刘虎英^{1,2}, 蒋昌波^{1,3}, 杨树清³, 刘易庄¹, 陈杰^{1,3}, 隆院男^{1,3}, 邓斌^{1,3}

(1. 长沙理工大学水利工程学院, 湖南长沙 410114;
2. 湖南省交通规划勘察设计院有限公司, 湖南长沙 410008;
3. 洞庭湖水环境治理与生态修复湖南省重点实验室, 湖南长沙 410114)

摘要:基于“湖心水库”的基本思想,提出“变湖为库、清污分流、蓄洪排污、流水不腐”的洞庭湖全新治湖理念。利用二维水动力模型,分析了西洞庭湖湖心水库建设对行洪、补水、水环境的影响,探讨其运用的可行性。结果表明:湖心水库的分洪蓄水能有效降低西洞庭湖内洪峰水位,缓解湖区的防洪压力;湖心水库的补水在枯水期能有效抬升开湖航道水位,改善通航条件;同时湖心水库的补水增大了开湖航道及湘江尾间航道内水流流速,加速了水体交换,对洞庭湖水环境有利。

关键词:洞庭湖;湖心水库;综合治理;二维水动力模型

中图分类号:TV147; TV212 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-7647(2018)06-0019-07

A new lake treatment strategy for Dongting Lake based on central lake reservoir concept/LIU Huiying^{1,2}, JIANG Changbo^{1,3}, YANG Shuqing³, LIU Yizhuang¹, CHEN Jie^{1,3}, LONG Yuannan^{1,3}, DENG Bin^{1,3} (1. School of Hydraulic Engineering, Changsha University of Science & Technology, Changsha 410114, China; 2. Hunan Provincial Communications Planning, Survey & Design Institute Co., Ltd., Changsha 410008, China; 3. Hunan Key Laboratory of Dongting Lake Aquatic Eco-Environmental Control and Restoration, Changsha 410114, China)

Abstract: A new lake treatment concept is proposed for Dongting Lake based on the idea of central lake reservoir, which includes transforming lakes into reservoirs, waste water cleaning and diverting, flood storage and sewage discharge, and running water never becoming putrid. The impacts of the central lake reservoir construction in the West Dongting Lake on flood, water replenishment and water environment are numerically investigated by a two-dimensional hydrodynamic model, and the feasibility of its application is also discussed. The results show that the flood storage capacity of the central lake reservoir can greatly reduce the peak flood elevation in West Dongting Lake, reducing its flood control pressure. Water replenishment from the central lake reservoir in the dry season can also efficiently increase the water level in Kaihu channel to improve the navigation condition. Meanwhile, water replenishment from the central lake reservoir can greatly increase the flow velocity in Kaihu channel and Xiangjiang River downstream channel, resulting in enhanced water exchange and better water environment.

Key words: Dongting Lake; central lake reservoir; comprehensive treatment; two-dimensional hydrodynamic model

洞庭湖是我国第二大淡水湖,是长江流域最重要的调蓄湖泊。由于洞庭湖位于长江上游山地与中下游平原的衔接地带,近年来特别是三峡工程及“四水”(湘江、资水、沅水、澧水)上游控制性水库运行后,拦截了“三口”(松滋口、太平口、藕池口)、“四水”上游的来水来沙,改变了洞庭湖入湖水流的时空关系,从而破坏了洞庭湖水沙关系的平衡。与此同时,由于洪涝灾害频发、季节性缺水突显、生态环境失衡等,对环洞庭湖经济带人民的生产生活产生极其严重的后果,并严重威胁到生态用水安全。因此,如何综合开发和科学治理洞庭湖现有资源,已成

为亟待解决的重大科学问题。

1993年余奕昌等^[1]提出在长江上流干支流和“四水”上游修建水库统一调度的洞庭湖治理方案;1995年卢承志^[2]提出在“三口”分别修建节制闸,并在“四水”上游修建水库以控制湖区来洪实行水库联合调度的洞庭湖治理建议。三峡工程建成运行后,长江-洞庭湖之间的江湖关系发生了变化,2009年马新忠^[3]提出了“四水”中上游建设防洪水库、平原水库的治理建议;2011年沈新平^[4]提出了建设平原水库、松滋口建闸的想法;朱幸平等^[5]提出了建设松滋新江口综合枢纽的设想;2015年仲志余等^[6]

基金项目:国家自然科学基金重大研究计划培育项目(91647118);湖南省自然科学基金(2018JJ3535);长沙市科技计划项目(KP1701170)

作者简介:刘虎英(1978—),男,研究员级高级工程师,博士,主要从事港口航道研究。E-mail: hookooloo@163.com

通信作者:蒋昌波(1970—),男,教授,博士,主要从事河流海岸动力过程研究。E-mail: Jiangchb@csust.edu.cn

提出通过建设城陵矶水利枢纽工程,可以改善洞庭湖和长江的江湖关系,促进湖区生态系统良性循环,改善湖区枯期水质,缓解长江上游干支流控制性水库运行对中下游水资源综合利用和水生态环境的影响;2016 年钮新强^[7]提出“洞庭湖大水脉”方案,“洞庭湖大水脉”由一条主脉、两座控制闸和七条支脉构成,形成“一主、两闸、七支”的格局,工程可畅通江湖联系、解决水资源短缺问题、提高区域防洪能力和江湖防洪调度的灵活性、增强水资源综合调配能力、改善航运条件、扩大水生态环境容量。

现阶段对于洞庭湖综合治理的建议主要为:①长江建库、“四水”建库、“三口”建闸、荆江分洪水道;②建设平原水库,通过水库来蓄洪补枯,保障供水,维护生态;③城陵矶建闸,建设洞庭湖水利综合枢纽。但是众多学者们对以上三种方案均有各自的看法,即使是比较推崇的城陵矶建闸方案,也具有一定的争议。杨树清等^[8-10]提出了“湖心水库”的新思想,为解决洞庭湖所面临的防汛、补水、水环境和湿地保护等问题提供了全新的思路,因而笔者尝试将它运用在洞庭湖的治理中。

1 洞庭湖治理新理念

笔者基于杨树清等^[8-10]提出的“湖心水库”思想,针对洞庭湖的基本情况,提出“变湖为库、清污分流、蓄洪排污、流水不腐”的洞庭湖全新治湖理念(图 1),即:①建造环湖导洪堤,形成环湖导洪道,将河湖分离,同时在导洪堤上设置若干个闸门,协调河湖水水位;②根据“三口”、“四水”来流的水质,判断来流是否进入湖心水库,已被污染的水体沿河道流走,未被污染的水体进入湖心水库,保证湖心水库内水体的水质;③根据河道的行洪能力,将“三口”、“四水”的洪水分为安全洪水和灾害洪水,只有出现灾害洪水时开闸蓄洪,当水位下降至安全水平,闸门关闭,第二个洪峰到达时再打开,直至洞庭湖湖心水库蓄满;④枯水期或河道内水体被污染时,从湖心水库

向河道补水,加快污染水体流动,增强水体的自净能力。

1.1 洪水期调洪分析

由于受到季风气候的影响,我国降雨带由南向北推进,长江中下游一般在每年的 3—6 月进入初汛,而全流域性的大洪水主要发生在 6—9 月。天然情况下,尽管在枯水期湖泊可能“底朝天”,但是湖区一旦进入雨季,中小洪水将大幅度抬高湖区水位,从而使得在特大洪水期间,湖泊的可调节库容变得非常有限。也就是在初汛期间,中小洪水占据了非常大的死库容,从而限制了湖泊对于洪水的调控作用。以 1998 年为例,洞庭湖最高水位(35.94 m)时蓄水约 330 亿 m^3 ,而在警戒水位 32 m 以下湖区已形成 180 亿 m^3 的死库容,因此超过一半的库容为死库容,大大降低了洞庭湖的调洪能力。

湖心水库建成以后,由于在初汛之前环湖导洪堤上的闸门关闭,中小安全洪水将通过环湖水道进入下游,不占用宝贵的洞庭湖库容,只有灾害洪水才被允许进入湖心水库。因此,湖心水库方案挖掘了湖泊的防洪潜能,将中小洪水占据的死库容转变为抵御大洪水的有效库容,因此洞庭湖区防洪压力将得到缓解。

1.2 枯水期补水分析

随着枯水期的到来,天然情况下的河道水位急速回落,从而导致湖区水位迅速回落,因而呈现出湖区枯水一条线的现象。随着三峡工程清水下泄冲刷和对中小洪水的调节,使得“三口”分流入湖径流量急剧降低。2013 年 10 月,“三口”入湖流量为 298.4 m^3/s ,入湖水量共计约 8 亿 m^3 ,仅为 10 月多年平均入湖径流量的 5.5%。由于荆江河段冲刷严重,造成城陵矶流出能力不断加大,导致江河湖泊中低水位不断下降,低水位导致湖区及长江沿线工农业生产和生活取水用水出现困难。通常情况下,当城陵矶水位低于 25 m 时,湖区涵闸正常引水出现困难。但在 2011 年从 3 月下旬至 6 月上旬 80 多天里,城陵矶水位一直低于 25 m,其中有 60 d 低于 23 m,致使岳阳市沿江沿湖 61 处机埠无法正常引水。

湖心水库建设后,洪水期大量的淡水资源被保存在湖心水库内,当河道水位回落之后,由于所有环湖导洪堤上的闸门关闭,使得湖心水库仍储有大量宝贵的水资源,从而使其具备了补水能力。湖心水库内所储的水资源既可为下游河道补水,又可向湖区周边供水。湖心水库可有效利用洪水资源在枯水期补水,能够使得湖泊具备一定的补水能力,可缓解干旱期湖区缺水问题。

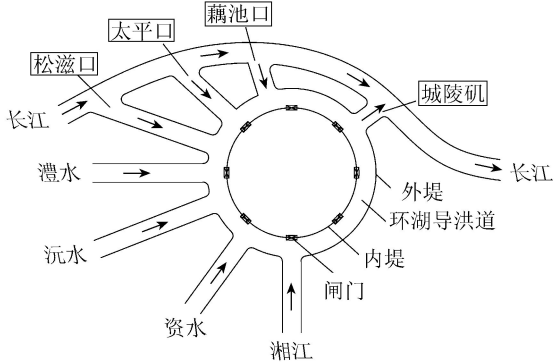


图 1 基于湖心水库的洞庭湖治理新理念

1.3 水环境防治理论分析

在天然情况下,由于清洁水源地并未受到有效的保护,全流域所产生的工业、农业及生活废水最后都将进入湖泊,从而使得湖区水质受到较大影响。据统计,2000年后,洞庭湖内Ⅲ类水质断面基本消失,各监测断面主要为Ⅳ类(62%)或Ⅴ类(37%)水质;而在2004年和2008年间甚至出现了劣Ⅴ类水质断面,全湖水质状况为中度污染。相关研究表明^[11],2013年东洞庭湖湿地核心腹地大小西湖水域水华暴发面积达66.5 km²。特别是在9月,水华发生区域持续扩展,约占东洞庭湖1/3的水域(约400 km²)。此外,洞庭湖区内总氮、总磷浓度自2009年开始陡增,到2014年日均总氮及总磷的纳污量已分别约为1606 t/d和64.5 t/d,远超洞庭湖总氮、总磷的环境容量(464.4 t/d和26 t/d)。现阶段提出的城陵矶建闸方案,建闸运行后洞庭湖部分支流尾间回水变动区段,受枯水期蓄水影响,导致流速降低,这可能影响湖区内的水体交换,加剧回水变动区内水质恶化问题。

湖心水库建成后,只在初汛过后的洪水过程中蓄水。定义 Q_w 为工业和生活污水流量,可认为在一年内基本保持不变为常量; Q_a 为面源污水流量,其峰值一般出现在汛初,这是由于全流域所产生的污水在枯水季节被累积,初汛时期的中、小洪水将携带枯水季节累积的污水流向下游,因而高浓度污水一般出现在汛初。天然条件下,湖泊纳污总量 V 为

$$V = \int_0^{365} (Q_w + Q_a) dt \tag{1}$$

湖心水库建成之后,只在灾害洪水季节蓄水,因此所蓄的湖心水中的污水总量 V_p 为

$$V_p = \int_0^t (Q_w + Q_a) dt \tag{2}$$

式中: t 为开闸蓄水的时间,一般小于10 d,这是由于湖心水库只在较大洪峰出现时才开闸蓄水,而每个洪峰过程一般只持续3~4 d,所以 $V_p \ll V$ 。

因此,湖心水库内所蓄的基本为优质的水资源。而对于环湖水道内的污水而言,基于流水不腐的原理,环湖水道内很难出现水环境问题,因而湖区水质有望得到改善。

2 洞庭湖治理新理念的可行性分析

2.1 数学模型的建立与验证

洞庭湖区水系众多,河网复杂。相比于一、二维耦合模型而言,整体二维水动力模型采用的非结构三角网格能够更好地适应洞庭湖区复杂的边界形状,同时可以灵活地划分网格,从而方便对重点研究

区域进行局部加密。由于篇幅有限,数学模型的控制方程和数值解法见文献[12]。模型采用三角网格的剖分方式,并对洞庭湖内的主要水道进行加密处理。为了保证模型计算的精度,网格划分根据湖泊和河道不同的地形特征来选择网格尺寸,比如河道尺度较小,则其网格尺寸约为30~50 m;而对于湖区内则根据地形坡降选择网格尺寸,地形坡降大则网格尺寸较小(最小为30 m),地形较平坦则网格尺寸较大(最大为500 m),如图2所示。整个模型的三角形网格节点数为204716个,三角单元网格数为462082个。

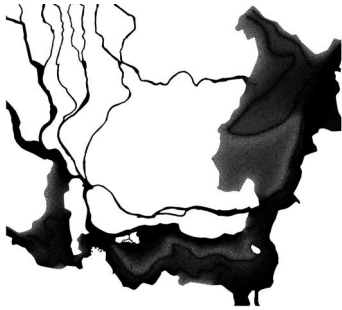


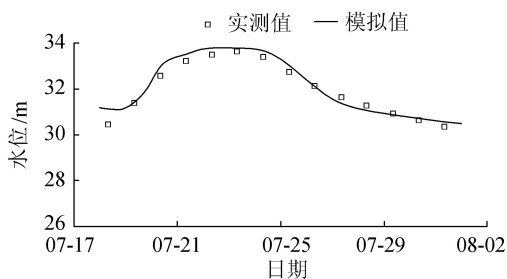
图2 数学模型计算范围和网格划分

洞庭湖的水量主要来自湘江、资水、沅水、澧水四水和松滋口(沙道观和新江口)、太平口、藕池口三口,并在岳阳城陵矶注入长江。因此,模型共设置了8个进口,出口位于城陵矶。模型中地形数据均为2003年的测量值,选择2004年洞庭湖的洪水期(7月18日至8月1日)、平水期(3月19日至4月21日)和枯水期(12月4日至12月31日)资料对模型进行率定。此外,还选择了1996年洞庭湖的洪水期(7月14日至8月1日)、平水期(3月19日至4月21日)和枯水期(12月4日至12月31日)资料对模型进行进一步验证。

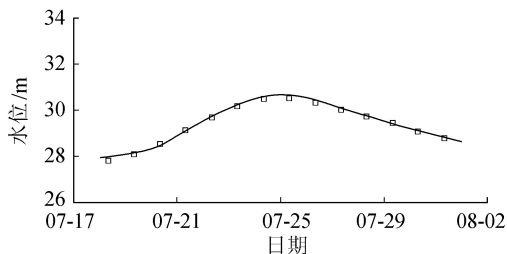
由于计算区域内洞庭湖不同湖区及不同河道的底部具体形态及河床底质组成成分不尽相同,因此本文模型中将洞庭湖分为“三口”水系、西洞庭湖、南洞庭湖及东洞庭湖4大块,分别对各区域进行糙率率定。在对河道及湖泊特性分析的基础上,利用岳阳、鹿角、营田、湘阴、南咀及小河咀6个水文站的水位数据对模型进行率定和验证,图3和图4分别为2004年和1996年洪水期典型水文站水位变化过程线。验证结果表明构建的二维模型对“三口”、“四水”及洞庭湖区研究范围内的水动力情况的模拟具有较高的精度,可用于后续研究工作。

2.2 洞庭湖湖心水库治理方案的确定

由于本文仅是理念研究,因而在设置湖心水库时,没有考虑洞庭湖具体地形,仅仅把其设置在洞庭湖中间的位置,湖心水库的大小也仅考虑了两个原

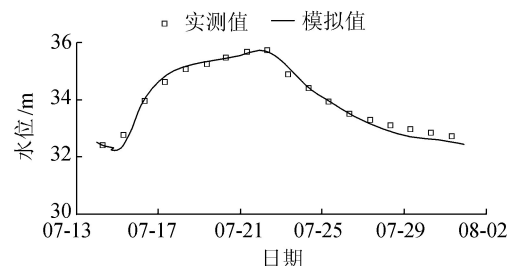


(a) 南咀站

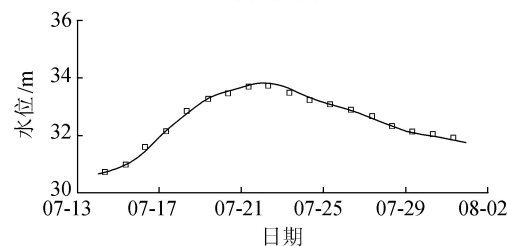


(b) 鹿角站

图3 2004年洪水期典型水文站水位变化过程线



(a) 南咀站



(b) 鹿角站

图4 1996年洪水期典型水文站水位变化过程线

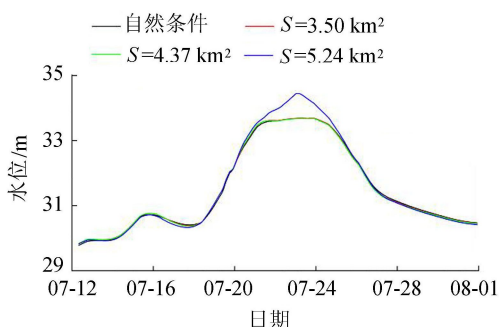
则:①建设湖心水库不影响湖区行洪,同时不对湖内水动力条件产生较大的改变;②湖心水库的库容应尽可能大,以便枯水期有更好的补水功能。本文首先尝试在西洞庭湖建设湖心水库(见图5),探讨其运用的可行性。设计了3种湖心水库方案,来探讨湖心水库的合理尺寸。3种湖心水库面积分别为 $S=3.50\text{ km}^2$ 、 $S=4.37\text{ km}^2$ 及 $S=5.24\text{ km}^2$ 。以洞庭湖2004年洪水过程为例,通过分析湖心水库对西洞庭湖内主要防洪控制站点(南咀站和小河咀站)水位及西洞庭湖内流速的影响,探讨湖心水库的合理尺寸及其运用的可行性。

图6给出了西洞庭湖内主要防洪控制站点(南咀站和小河咀站)在不同湖心水库方案下洪水历时变化曲线。由图6可以看出,在 $S=3.50\text{ km}^2$ 及 $S=4.37\text{ km}^2$ 情况下,南咀站和小河咀站洪水过程线基

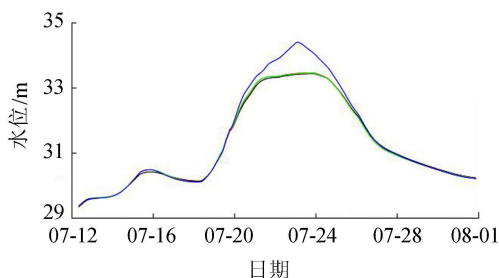


图5 西洞庭湖心水库示意图

本与自然条件下的洪水过程线重合,这说明在这两种面积情况下,湖心水库对西洞庭湖行洪影响较小。而当湖心水库面积增大至 5.24 km^2 时,在洪水上涨及回落时段水位基本与自然条件下水位过程线重合;但在洪峰时段,湖心水库的存在大幅壅高了南咀及小河咀站点水位。



(a) 南咀站



(b) 小河咀站

图6 西洞庭湖内主要防洪站点2004年洪水过程线

计算结果表明:当 $S=3.50\text{ km}^2$ 或 $S=4.37\text{ km}^2$ 时,西洞庭湖内壅水主要集中在沅水与西洞庭湖的连接处,水位壅高在 $0.1\sim0.3\text{ m}$ 之间。在 $S=4.37\text{ km}^2$ 情况下,湖心水库上游影响范围内最大滞留洪水量为 $V_{\max} = \int \Delta_{\max} ds \approx 0.1\text{ 亿 m}^3$ (式中 $\Delta_{\max}$ 为湖心建库前后最大水位差, s 为湖面面积),若湖心水库设计水深 h 为 10 m ,则其库容为 4.37 亿 m^3 ,因此湖心水库上游滞留洪水在湖心水库的可控范围内。而当湖心水库面积增大至 5.24 km^2 时,整个西洞庭湖内水位都出现壅高,且壅高值在 $0.6\sim0.8\text{ m}$ 之间。因此,本文将湖心水库面积设定为 $S=4.37\text{ km}^2$ 。

2.3 行洪影响分析

选取了8个站点作为特征水位站点(图7),以2004年洪水为例分析湖心建库后对西洞庭湖区水位的影响。图8给出了湖心水库不蓄水情况下,湖心水库修建对西洞庭湖主要特征水位站点2004年洪水过程的影响。由图8可见,湖心水库的修建使得特征水位站点最高水位出现不同程度的变化,南咀站和湖心水库周围3号站点的最高水位均出现一定程度的下降,下降范围为0.01~0.02m。由于湖

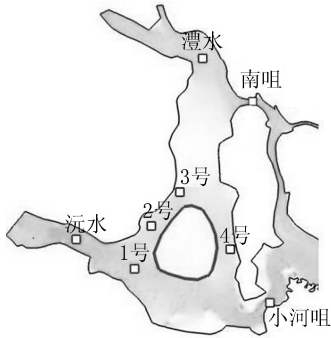
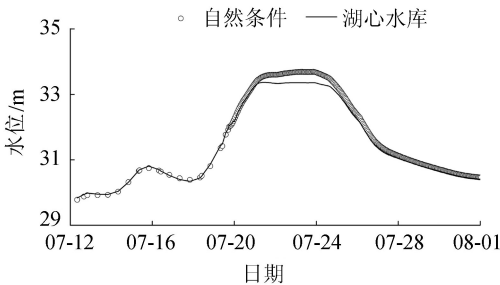
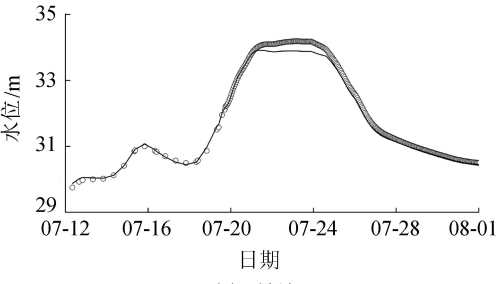


图7 西洞庭湖特征水位站点



(a) 南咀站



(b) 3号站

图8 湖心水库修建对西洞庭湖主要特征站点
2004年洪水过程的影响

表1 湖心水库蓄水对各特殊水位站点2004年洪峰水位的影响

站点	自然条件下 水位	h = 8 m		h = 10 m		h = 12 m		h = 14 m	
		水位	差值	水位	差值	水位	差值	水位	差值
澧水	34.14	33.87	-0.27	33.81	-0.33	33.74	-0.40	33.74	-0.40
南咀	33.69	33.39	-0.30	33.36	-0.33	33.31	-0.38	33.30	-0.39
沅水	35.43	35.42	-0.01	35.4	-0.03	35.36	-0.07	35.35	-0.08
1号	34.36	34.34	-0.02	34.32	-0.04	34.24	-0.12	34.23	-0.13
2号	34.23	34.15	-0.08	34.12	-0.11	34.05	-0.16	34.03	-0.20
3号	34.17	33.93	-0.24	33.89	-0.28	33.82	-0.35	33.81	-0.36
4号	34.22	33.95	-0.27	33.92	-0.30	33.85	-0.37	33.85	-0.37
小河咀	33.44	33.25	-0.19	33.22	-0.22	33.20	-0.28	33.15	-0.29

心水库的存在减小了西洞庭湖南部过水断面面积,在靠近湖心水库上游的沅水站及湖库周围的1号、2号站点则出现壅水现象,最高水位壅高范围为0.13~0.24m。

图9给出湖心水库不蓄水情况下,湖心水库修建对洞庭湖2004年洪水过程的流速的影响。可以看出湖心水库周围小范围内流速出现不同程度的增加,但增幅不大,而洞庭湖区其他地方流速并未受到影响。

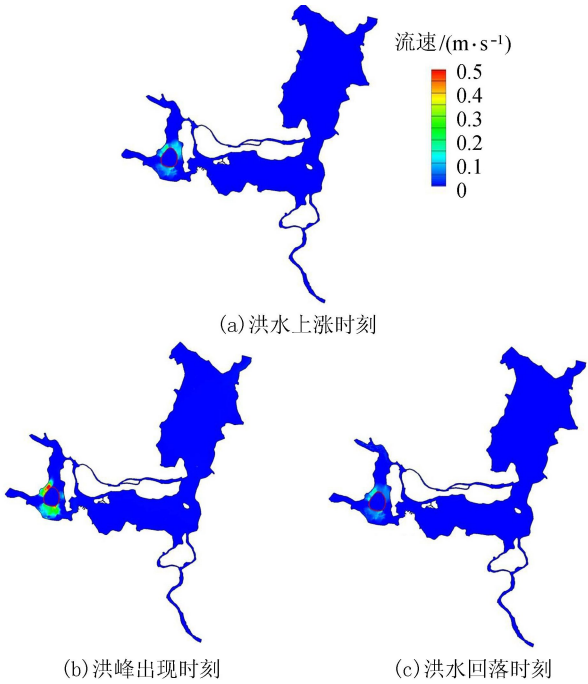


图9 湖心水库修建对洞庭湖2004年
洪水过程的流速的影响

表1给出湖心水库蓄水对各特征水位站点2004年洪峰水位的影响。可以看出采用湖心水库方案,可明显削减各站点洪峰水位,且随着湖心水库设计水深h的增加,各站点洪峰水位下降幅度更大。湖心水库上游沅水站、1号及2号站点水位受湖心水库影响较小;而位于西洞庭北部的澧水站及南咀站,湖心水库下游的4号及小河咀站受湖心水库的影响较大。

图10给出湖心水库蓄水对西洞庭湖主要特征

站点 2004 年洪水过程的影响。由图 10 可以看出 4 种湖心水库设计水深情况下南咀站的洪水变化趋势基本一致,但洪峰水位消减值随着设计水深的增大而增大。与天然情况相比,在 7 月 21 日至 25 日大洪峰期间,湖心水库设计水深为 8 m、10 m、12 m、14 m 情况下南咀站洪水水位平均分别下降 0.23 m、0.25 m、0.27 m、0.30 m;同时其最大洪峰水位分别下降 0.27 m、0.33 m、0.39 m、0.40 m。小河咀站点水位变化与南咀站类似,在 7 月 21 日至 25 日大洪峰期间,洪水水位平均分别下降 0.14 m、0.16 m、0.18 m、0.21 m;同时其最大洪峰水位分别下降 0.19 m、0.22 m、0.28 m、0.29 m。

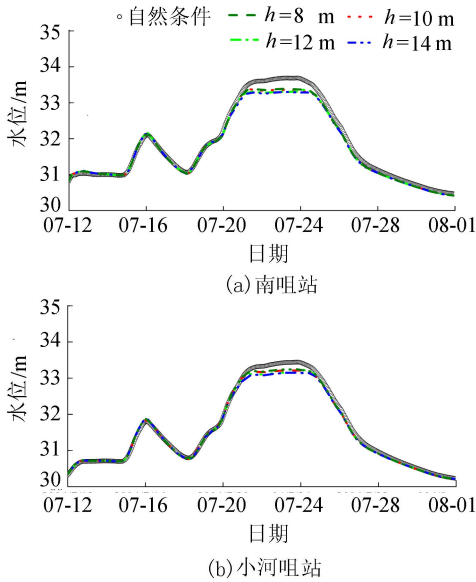


图 10 湖心水库蓄水对西洞庭湖主要特征站点 2004 年洪水过程的影响

2.4 补水效果分析

在洪水期湖心水库蓄满后,闸门将关闭,使得湖心水库储有大量宝贵的水资源,从而使其具备了补水能力。在枯水期按 30 d 利用西洞庭湖湖心水库对开湖航道进行补水,研究开湖航道水面线的变化。湖心水库库容及设计补水流量 Q_b 如表 2 所示。

表 2 湖心水库库容及补水流量

西洞庭湖湖心水库 设计水深/m	西洞庭湖湖心水库 库容/亿 m^3	设计补水流量/ ($m^3 \cdot s^{-1}$)
8	3.38	135.1
10	4.37	168.9
12	5.25	202.7
14	5.92	236.5

图 11 给出了枯水期模拟计算期内(2004 年 12 月 14 日至 2005 年 1 月 14 日)开湖航道沿程平均水位变化。由图 11 可以看出,与自然条件相比,湖心水库的补水作用对该河段水位影响起主导作用,湖心水库补水能明显抬升草尾水文站至澧湖航段的水位,而对澧湖至鲇鱼口水位抬升并不明显。以补水

流量 $168.9 m^3/s$ 为例,草尾水文站至新河口水位抬升 0.8 ~ 0.6 m;新河口至澧湖水位抬升 0.6 ~ 0.27 m;澧湖至鲇鱼口水位抬升 0.27 ~ 0.09 m。同时,开湖航道水位抬升值随着湖心水库补水量的增大而增大,表明湖心水库对洞庭湖枯水期的补水非常有利。

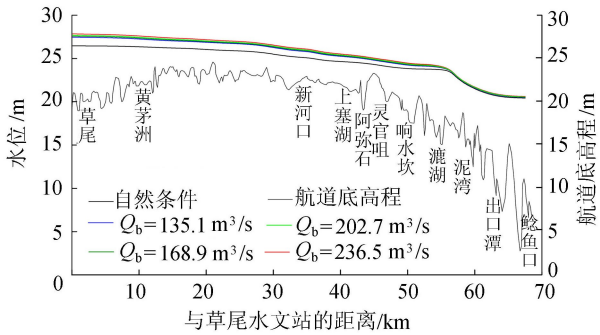


图 11 西洞庭湖心水库补水情况下开湖航道水位分布

图 12 分别给出天然枯水(自然条件)和湖心水库补水流量为 $168.9 m^3/s$ 情况下的开湖航道水深情况。利用湖心水库补水时,除了灵官咀位置以及上游两处小碍航浅滩总长约 2.5 km 外,开湖航道基本达到Ⅲ级航道通航水深,通航率达 97%。因而湖心水库对洞庭湖枯水期通航也是有利的。

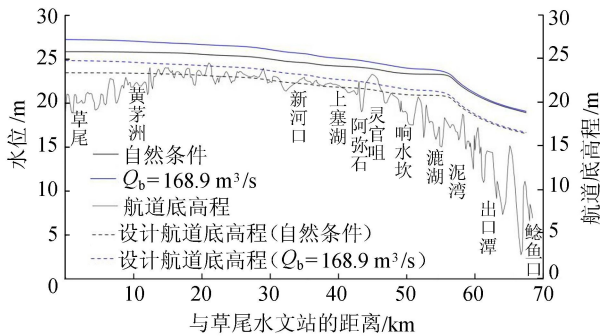


图 12 湖心水库补水与自然条件下开湖航道水位对比

2.5 水环境改善分析

选取草尾水文站、开湖航道中部新河口、开湖航道与东洞庭湖连接处泥湾及开湖航道出口鲇鱼口 4 个站点,分析湖心水库补水对开湖航道枯水期水流流速的影响。图 13 给出西洞庭湖湖心水库补水情况下各站点流速变化过程,从图中可以看出,在枯水期模拟计算期内(2004 年 12 月 14 日至 2005 年 1 月 14 日),天然情况下,草尾站流速变化基本呈先降低后增大再降低的趋势,水流流速基本在 0.1 ~ 0.2 m/s 内波动。湖心水库补水可显著抬升草尾站点处水流流速,同时随着补水量的增大,草尾站点平均流速增大 0.09 ~ 0.14 m/s。在湖心水库补水情况下,新河口站及泥湾站水流流速都出现明显的增大。但是湖心水库补水对鲇鱼口站水流流速改变并不明显,这主要是由于鲇鱼口站位于开湖航道及湘江尾航道连接处受到多重水流影响造成的。因而在枯

水期,湖心水库补水能明显增加开湖航道内水流流速,加速水体交换,有利于改善水环境。

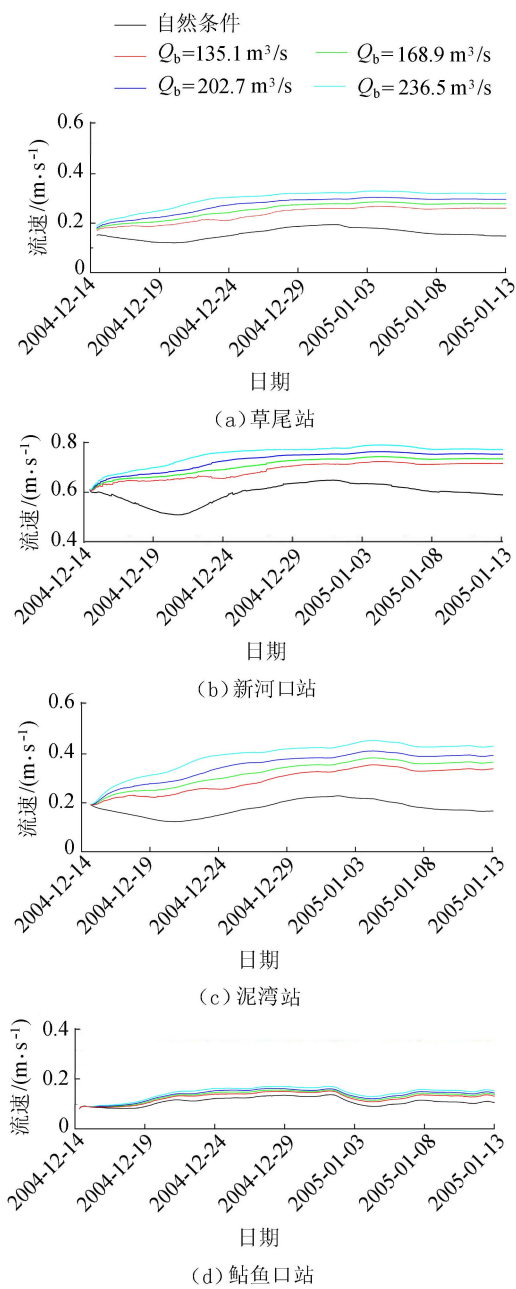


图 13 西洞庭湖心水库补水情况下各站点流速变化过程

3 结 语

洞庭湖的综合治理方案是解决洞庭湖问题的关键,现有的综合治理方案各家学者争议不断。本文基于杨树清等提出的“湖心水库”的基本思想,提出“变湖为库、清污分流、蓄洪排污、流水不腐”的洞庭湖全新治湖理念。利用成熟的二维水动力模型,在验证的基础上开展数值模拟研究,并尝试在西洞庭湖建设湖心水库,探讨其运用的可行性。通过 2004 年典型大洪水过程的计算表明:西洞庭湖湖心水库的修建在洪水期会造成湖心水库周围局部壅水以及

局部流速增大,但增幅不大,对洞庭湖其他地方无影响;通过湖心水库的分洪蓄水,能有效降低西洞庭湖内洪峰水位,缓解西洞庭湖区的防洪压力。而在枯水期,湖心水库的补水不仅能有效抬升开湖航道水位,改善开湖航道的通航条件,而且能增加开湖航道及湘江尾间游航道内水流流速,加速水体交换,增强水体的自净能力。本文仅从水动力学方面初步探讨了湖心水库在洞庭湖综合治理方面的合理性及可行性,并探索性地分析了在西洞庭湖修建湖心水库对洞庭湖行洪、补水、水环境的影响,但湖心水库的具体实施方案以及如何实行各湖区(西洞庭湖、南洞庭湖及东洞庭)湖心水库联合调度从而达到最优的调控效果,从根本上解决洞庭湖所面临的防汛、抗旱、水环境和湿地保护等众多复杂问题,还有待进一步深入研究。

参考文献:

[1] 余奕昌,陈景山. 洞庭湖洪涝灾害成因和治理研究 [J]. 上海师范大学学报(自然科学版),1993(2): 82-90. (YU Yichang, CHEN Jingshan. The cause and harness of Flood disasters in Dongting Lake [J]. Journal of Shanghai Normal University (Natural Science), 1993 (2): 82-90. (in Chinese))

[2] 卢承志. 洞庭湖综合治理规划的建议[J]. 人民长江, 1995, 26 (7): 40-46. (LU Chengzhi. Integrated management plan for Dongting Lake [J]. Yangtze River, 1995, 26 (7): 40-46. (in Chinese))

[3] 马新忠. 三峡工程运行后对洞庭湖综合治理的思考 [J]. 中国农村水利水电, 2009 (8): 66-68. (MA Xinzong. Integrated management of tinkling for Dongting Lake after the operation of Three Gorges Project [J]. China Rural Water and Hydropower, 2009 (8): 66-68. (in Chinese))

[4] 沈新平. 新形势下洞庭湖综合治理与保护[C]//首届中国湖泊论坛论文集. 南京:东南大学出版社,2011: 131-136.

[5] 朱幸平,聂芳容. 荆江南岸松滋新江口及其它三口建闸方案研究[J]. 人民长江, 2009, 40 (14): 18-19. (ZHU Xingping, NIE Fangrong. Research on sluice building schemes in new estuary of Songzi in south coast of JingJiang and other three estuaries [J]. Yangtze River, 2009, 40 (14): 18-19. (in Chinese))

[6] 仲志余,余启辉. 洞庭湖和鄱阳湖水量优化调控工程研究[J]. 人民长江, 2015, 46 (19): 52-57. (ZHONG Zhiyu, YU Qihui. Study of water quality optimization and regulation project of Dongting Lake and Poyang Lake [J]. Yangtze River, 2015, 46 (19): 52-57. (in Chinese))

(下转第 31 页)