

DOI:10.3876/j.issn.1000-1980.2015.03.006

基于综合效益发挥的南方平原区城市湖泊景观水位

余明勇¹, 张海林²

(1. 湖北省水利水电科学研究院, 湖北 武汉 430070; 2. 华中师范大学城市与环境科学学院, 湖北 武汉 430079)

摘要: 在总结景观水位与景观环境需水量研究现状的基础上, 探讨了湖泊景观水位的概念、特征, 认为湖泊景观水位受防洪排涝、市政排水、灌溉、河湖水资源量、航运、生态需水量及调水量等多方面因素的影响。针对景观湖泊的特征, 在分析汛期、枯水期城市湖泊景观水位主要影响因素的基础上, 采用综合协调景观湖泊各种功能的方法, 分别建立汛期、枯水期城市湖泊景观水位的定量计算模式。以王母湖为例, 采用该模式计算湖泊景观水位。结果表明: 汛期将王母湖景观水位维持在 22.5 m, 高于水资源综合利用要求水位 21.2 m, 既有利于防洪排涝安全, 又可发挥湖泊灌溉、航运效益, 保证鱼类生存; 将枯水期景观水位维持在 21.9 m, 休闲活动平台距水面的距离小于 0.5 m, 需补水 936.2 万 m³, 这时水景观效果与外流域引调水量及投资最优, 可以满足游船航行、最低生态需水的要求。

关键词: 湖泊景观水位; 计算方法; 王母湖

中图分类号: X143; TV213.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-1980(2015)03-0222-08

Suitable water level for landscape function of lakes in southern plains of China based on optimization of comprehensive benefits

YU Mingyong¹, ZHANG Hailin²

(1. Hubei Water Resources Research Institute, Wuhan 430070, China;

2. College of Urban and Environmental Science, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

Abstract: Based on review of research on suitable water levels for landscape functions and water demand for landscape environment, the concept and characteristics of the suitable water level for landscape functions of lakes are discussed. The suitable water level for landscape functions of lakes is affected by various factors, including flood control and drainage, municipal drainage, irrigation water supply, water resources of rivers and lakes, shipping, ecological water demand, and quantity of water diverted. In view of the landscape function of lakes and based on analysis of the main factors influencing the suitable water level for the landscape function of lakes during the flood season and dry season, quantitative calculation models of the suitable water level for the landscape function of lakes in the flood and dry seasons were established, through overall coordination of different functions of lakes. Then the suitable water levels for the landscape function of Wangmu Lake were calculated using the models. The results show that the modeled water level for the landscape function of Wangmu Lake in the flood season is 22.5 m, which is higher than the water level needed for comprehensive utilization of water resources (21.2 m). This modeled water level in the flood season not only improves the security of flood control and drainage, but also ensures the irrigation and shipping functions of the lake and existence of fish. The modeled water level for the landscape function in the dry season is 21.9 m, with the distance between the leisure activity platform and the water surface being less than 0.5 m, and the water quantity necessary for diversion into the lake being 9.362×10^6 m³. This water level not only helps optimize the water landscape, investment, and the water quantity diverted from other basins, but also ensures the feasibility of shipping and meets the requirement of minimum ecological water demand.

收稿日期: 2014-10-10
基金项目: 水利部公益性行业科研专项(201101062)
作者简介: 余明勇(1977—), 男, 湖北武汉人, 高级工程师, 硕士, 主要从事水生态环境保护与修复研究。E-mail: ymy531@126.com

Key words: suitable water level for landscape function of lake; calculation method; Wangmu Lake

随着生态旅游的兴起,湖泊景观与娱乐用水成为湖泊综合治理、水生态环境修复与保护的一项重要内容^[1]。城市景观湖泊是城市中重要的休闲娱乐场所,必须具备良好的景观功能,为居民和游客提供良好的亲水空间。然而,由于没有科学规划湖泊景观水位,汛期一些城市景观湖泊的景观设施频繁遭受洪水侵袭,影响了湖泊景观功能的正常发挥^[2],造成了一定的经济损失。在枯水期,如遇干旱年份,湖泊水位很低,湖岸及湖床裸露,影响了景观湖泊的景观效果和功能。

目前对景观水位的概念已有了一定的研究:张代青^[3]给出了维持河流景观需水量的概念框架,即维持河流系统与其周边环境所需水量。但该概念框架未以城市湖泊为研究对象,且未明确景观水位包含的内容及涉及的范围。对景观水位计算方法的研究鲜见报道且仅限于国内^[4],均以根据经验或水文条件直接给出为主,湖泊如北京市福海、北海、郑州市龙子湖^[5]等,河流如广州市河涌^[6]、西安市护城河^[7]、福州市内河^[1]等。这些景观水位的确定均缺乏科学依据,仅王佰伟等^[2]提出应统筹考虑汛期景观河道的各种功能,采用多目标优选的密切值法计算小清河济南市城区段合适的汛期景观水位。此外,刘光莲^[8]结合龙口市黄水河湿地公园的景观功能,假设了3种湿地景观水位,但缺乏科学依据。

景观需水量方面的研究主要集中在河流的景观需水量,且以估算法为主。如王西琴等^[9]提出假设法来确定河流维持原有自然景观并保证其不干涸平均所需补充的水量;卞戈亚等^[10]采用人均水面面积指标乘以景观区人口数算法,来衡量和确定维持景观、娱乐的水面面积和河流流量;崔树彬^[11]提出景观和水上娱乐需水量一般应在河流生物学需水量的基础上兼顾,对于特别重要的河段,也可以依据观光旅游或水上娱乐高峰季节所需要的水面面积及水深等参数,采用湿周法或其他方法进行计算或确定;喻泽斌等^[12]则采用权重-属性决策分析法确定河流景观生态环境需水量。国外以研究水位变化与郊野地区湖库、湿地景观的相互联系、相互制约关系为主:Bleser^[13]研究了水位变化对湖泊土地景观、生物群落景观的影响;Stamou等^[14]采用水质模拟与景观美学方法确定了山丘区湖泊的最低水位。在美国,联邦政府制定了《原生自然与风景河流法》,将部分河流划定为自然风景类河流,供人们休闲娱乐和观光旅游^[15]。

上述研究成果对景观水位的综合研究具有一定的借鉴意义,但存在如下问题:(a)景观水位的概念与内涵不明确;(b)景观水位与景观需水量的计算主要以河流为研究对象,湖泊景观需水量的计算与衡量未见报道,特别是城市湖泊景观水位基本未涉及;(c)湖泊、河流景观水位多数根据经验或水文条件来确定,未能很好地考虑城市防洪排涝、市政排水、河湖水资源量、生态需水量、水景观功能类型、水文条件等各项因素的影响,没有提出科学合理的计算方法;(d)未提出湖泊景观水位的评价标准。由于目前我国关于湖泊景观水位的研究基本停留在经验判断与定性分析阶段,因此本文针对国内研究存在的问题以及城市景观湖泊的特征,探讨湖泊景观水位的概念、特征,建立湖泊景观水位的计算方法体系,并以王母湖为例,确定湖泊景观水位,以期对湖泊景观建设和湖泊综合治理提供科学依据。

1 湖泊景观水位概念及特征

1.1 概念与内涵

1.1.1 概念

城市湖泊景观水位是为使湖泊水面区与滨水区、沿岸带组成的环境形成优美景观,从视觉上对城市具有一定景观美化作用,通过人为控制将城市湖泊形态、水面面积维持在一定幅度并与湖泊水景观功能区划相适应所需的湖泊水位。它包含两层含义:(a)维持一定范围的湖泊形态与水位;(b)形成优美的城市水景观,维持城市湖泊景观生态系统结构和功能的完整性。

1.1.2 景观水位与生态水位概念辨析

湖泊景观水位属于湖泊综合控制水位范畴,但又有别于一般意义上的生态水位。与生态水位一样,景观水位具有生态、环境和自然属性,如时空特征的动态变化,与水资源及分布特性、社会文明进步和水生态环境保护的目标有关。与一般意义上的生态水位的最大区别是,生态水位是以维持河湖内生物栖息地条件和水生生物群落健康为核心目标,而景观水位则以保持河湖形态(或重要节点处关键断面尺寸)和足够水面面积、水量为集中目标,侧重于人类对河湖系统自然景观(特别是城市景观)的审美需要^[16],属于更高层次的生态环境需水。在数量上,湖泊景观环境需水量大于湖泊基本生态需水量。

1.2 属性特征

1.2.1 城市景观湖泊的特征

城市景观湖泊在自身形态、功能任务和水循环特性上与天然湖泊有很大差异。天然湖泊的共同特点是服务城市、社会、经济方面功能较少,由上游和沿途汇集的天然来水满足水位的需水,水位变幅较大且枯水期可维持水位较低;而城市景观湖泊由于人工控制设施众多,主要采取人工挡水、引水和排水工程来满足景观需水的要求,以达到一定的水景观规划目标。同时,与生态水位以维持河湖内生物栖息地条件和水生生物群落健康为核心目标不同,湖泊景观水位是以维持一定幅度的湖泊形态、水面面积,创造优美的湖泊水景观,实现人水相亲为目标。因此,城市湖泊景观水位的计算方法不同于湖泊生态水位,也不同于天然湖泊水位的计算方法。

1.2.2 湖泊景观水位的特征

a. 动态变化性。城市湖泊水景观功能与水景观格局的多样性,使得湖泊景观水位出现动态变化。对于我国降雨丰富的地区,湖泊景观水位还受到天然降雨的影响。湖泊景观水位在人工建闸和泵站情况下,为半动态半静态水位;在天然无工程控制情况下是完全动态的水位,但可维持水位较低。

b. 人为控制性。在枯水期及干旱年份,为避免湖泊景观水位过低,发挥城市景观湖泊的效果和功能,需控制湖泊的最低水深,但必须用引水和排水工程控制才能长期保持景观水深^[6]。优美城市湖泊水景观的建设、形成、选择、评价与人类主观意识息息相关^[17]。

c. 目标性。由于不同城市湖泊的水景观功能类型多样,因此相应的水景观规划目标也具有多样性,而湖泊景观水位是为满足一定的水景观规划目标而制定的,所以不同地区水景观规划目标不同,景观水位也就不同。

d. 功能的协调性。城市景观湖泊具有防洪蓄涝、灌溉、生物多样性维护、水产养殖、旅游、交通运输等多种功能。城市景观湖泊水深受防洪排涝、市政排水、水资源利用、生态需水、河湖水资源量等多方面的影响,必须通过综合协调确定城市湖泊景观功能要求的水深。因此,城市景观湖泊治理不仅要考虑城市对湖泊的景观要求,还要实现湖泊的防洪除涝等功能,以实现景观湖泊防洪和景观功能的有机统一^[18]。

2 研究方法

城市景观湖泊承担的多种任务之间既具有统一性,又具有矛盾性。因此,湖泊景观水位的确定必须遵循统筹考虑、突出重点的原则,综合协调城市景观湖泊的各种功能及任务,选择合适的景观水位,使其发挥最大的社会、经济与生态效益。

2.1 汛期城市湖泊景观水位计算模式

湖泊各功能对汛期水位的要求不同。从景观要求角度,水深越大,水面越宽,水质越好,亲水性越好,景观效果越理想^[19];从防洪排涝要求角度,汛前水量越少越有利于调蓄洪峰和涝水出流;从市政排水要求角度,汛期水位越低,越有利于市政排水系统排出城区渍水入湖;从通航要求角度,湖泊水深决定了通航能力,通航功能要求水位尽量高;从水资源利用要求角度,为了储蓄、利用水资源,水位应尽量高^[2]。

合理的汛期湖泊运行水位,既要保证湖泊调洪蓄涝的安全和城市管网排水的畅通,还要尽最大可能维持湖泊良好的景观效果,充分发挥湖泊的水资源综合利用效益。因此,汛期城市湖泊景观水位 $H_{汛}$ 计算模式为

$$H_{汛} = \min(H_1, H_2) \tag{1}$$

其中

$$H_2 = \min(H_{排1}, H_{排2}, \dots, H_{排k}, \dots, H_{排n}) \tag{2}$$

式中: H_1 ——根据防洪排涝要求,汛前湖泊控制水位,由湖泊或湖泊所在流域防洪调度方案、调度规程确定,具有强制约束力和执行力,m; H_2 ——市政排水系统出口最低高程,m; $H_{排k}$ ——市政排水管网第 k 个入湖排放口高程; n ——统计的市政排水管网的入湖排放口个数。

对于我国南方浅丘、岗状平原区中防洪压力较大、市政排水系统出口设置受限的部分城市,城区防洪排涝为主要矛盾,汛期湖泊的其他各项功能均应服从防洪排涝安排,则 $H_{汛}$ 为

$$H_{汛} \geq H_{利用} \tag{3}$$

$$H_{利用} = \max(H_3, H_4, H_5) \tag{4}$$

其中

$$H_3 = H_0 + H_{通航} \tag{5}$$

$$H_4 = \min(H_{灌溉1}, H_{灌溉2}, \cdots, H_{灌溉j}, \cdots, H_{灌溉l}) \tag{6}$$

$$H_5 = H_0 + H_{鱼} \tag{7}$$

式中: $H_{利用}$ ——汛期灌溉、航运、水产养殖要求的最低湖泊水位, m; H_3 ——通航要求的最低湖泊水位, m; H_4 ——灌溉设施取水要求的最低湖泊水位, m; H_5 ——鱼类生存所需的最低湖泊水位^[20], m; H_0 ——湖底高程, m; $H_{通航}$ ——满足各类船舶通航要求的最小水深, m; $H_{灌溉j}$ ——第 j 个取水建筑物的设计最低取水水位, m; l ——统计的取水建筑物个数; $H_{鱼}$ ——鱼类生存所需的最小水深, m。

2.2 枯水期城市湖泊景观水位计算模式

在枯水期,湖泊防洪排涝不是主要矛盾,主要承担景观娱乐、航运、生物多样性维护等任务,而景观娱乐用水与水生生物栖息地需水及航运用水之间是相互兼容的^[8]。由于枯水期中小型无源湖泊及受季节性河流影响的中小型湖泊往往水位偏低,为保障枯水期这些湖泊的景观效果和航运功能、生态环境系统基本功能的发挥,需控制枯水期湖泊的最低水深。但枯水期湖泊最低水深的维持受流域天然水资源量、引调水量及其投资的影响,因此枯水期城市湖泊景观水位 $H_{枯}$ 计算模式为

$$H_{枯} = \max(H_3, H_6, H_7, H_8) \tag{8}$$

其中 $H_6 = H_{平台min} - H_m$ (9)

式中: H_6 ——维持城市湖泊景观功能要求的最低水位,一般由休闲活动平台确定, m; H_7 ——水景观效果与投资最优的枯水期湖泊月均水位, m; H_8 ——湖泊最低生态水位,根据徐志侠等^[21]、梁庆华等^[22]提出的天然水位资料法计算, m; $H_{平台min}$ ——亲水休闲活动平台最低高程, m; H_m ——满足亲水性较好要求的休闲活动平台距湖泊水面的最大距离, m。

根据湖泊逐月平均水位资料进行频率分析计算,选用 P -Ⅲ型理论曲线配线,得到湖泊枯水期(11 月至次年 3 月)月平均水位的频率关系。针对湖泊水景观功能对亲水性的要求,以休闲活动平台距频率为 P 的湖泊水面的距离 ΔH_p 作为水景观效果的评价指标。在亲水性较好的系列湖泊月均水位 H_p 中,所需外流域调水工程建设投资最小的 H_p 即为枯水期最优湖泊月均水位。

考虑水景观效果与投资约束,最优枯水期湖泊月均水位约束方程为

$$\begin{cases} \Delta H_p \leq H_m \\ \Delta H_p = H_{平台min} - H_p \\ H_7 = f(H_p) \end{cases} \quad \text{当 } \Delta H_p \leq H_m \text{ 且 } I_{P_i} \text{ 值最小时} \tag{10}$$

式中: H_p ——频率为 P 的枯水期湖泊月均水位, m; I_{P_i} ——频率为 P_i 的枯水期调水工程建设投资成本, 亿元。

同时,最优湖泊月均水位应具有增大补水量、增加投资、对亲水景观的改善效果较好的特性:

$$V_i = \frac{H_{P_i} - H_{P_{i-1}}}{I_{P_i} - I_{P_{i-1}}} \tag{11}$$

式中: V_i ——第 i 个水位方案增加的投资对亲水景观的改善效果, m/亿元; H_{P_i} ——频率为 P_i 的枯水期湖泊月均水位, m; i ——第 i 个水位方案编号(或频率编号)。

V_i 值较大者,增加调水工程投资取得的水景观效益较好。

3 王母湖景观水位的确定

3.1 湖泊概况

王母湖位于孝感市城区,水面面积 8.53 km²,流域面积 122 km²。王母湖规划建设为孝感市城市公园,发展生态旅游。然而,一方面,由于孝感市的快速发展对城区河流、湖泊的防洪排涝要求逐渐提高,汛期防洪排涝与河湖水景观建设之间的矛盾较为突出;另一方面,尽管王母湖地处水资源丰富地区,但由于王母湖主要入湖河流邓家河属季节性小河流,降雨年际、年内分配不均,枯水季节景观和生态缺水的问题突出。因此,合理确定王母湖景观水位对于保持王母湖优美的水生态景观具有重要意义。

3.2 景观水位的确定

3.2.1 汛期景观水位

王母湖流域地处汉江下游浅丘岗状平原区,多年平均降雨量达 1 128 mm,其中 62% 的降雨集中在汛期 5—9 月。汛期王母湖除调蓄上游邓家河来水外,还承担着孝感市城区部分涝水的调蓄任务,王母湖防洪蓄

涝压力较大,因此汛期湖泊景观水位应以防洪排涝要求为关键性限制因子来确定。

a. 防洪排涝要求的湖泊水位。根据孝南区城市防洪排涝要求^[23],汛前王母湖限制水位为22.5 m。王母湖周边的孝感城区市政排水以雨水为主,污水直接进入孝感市污水处理厂,不入湖。依据相关给排水资料分析^[24],孝感城区市政排水系统入湖口高程在23.8~24.6 m之间。依据式(1)得王母湖 $H_{汛}=22.5\text{ m}$, $H_0=19.7\text{ m}$ ^[25],则汛期王母湖景观水深为2.8 m。

根据实测气象资料等分析,汛期王母湖流域有时会出现短期干旱。因此,在保证正常年份夏季流域防洪排涝安全的前提下,除应充分发挥正常年份湖泊的灌溉、游船航行、水产养殖等其他功能外,还应尽可能保障非正常年份汛期(夏季的短期干旱)灌溉、游船航行、水产养殖等用水需求。

b. 满足湖泊通航要求的最低湖泊水位。作为生态旅游区的城区湖泊,通航功能是实现良好景观功能的重要保证条件之一。与一般非旅游区湖泊不同,旅游区湖泊的通航功能只需满足游船的通航即可。王母湖公园的游船主要以乌篷船、快艇、画舫等小型游船为主。根据相关资料分析,小型游船的吃水深度一般小于0.8 m,满足小型游船通航的最小水深一般小于1.5 m。则依据式(5)得满足王母湖通航要求的最低湖泊水位 $H_3=21.2\text{ m}$ 。

c. 满足灌溉要求的最低湖泊水位。王母湖主要为流域内的田家岗灌区提供抗旱水源,其提水设施田家岗一级泵站的取水口设计水位22.02 m,设计最低水位20.20 m^[26]。因此,满足灌溉设施正常运行要求的最低湖泊水位为20.2 m。

d. 鱼类生存所需的最低湖泊水位。综合各种资料分析,湖泊鱼类生存要求的最小水深约为1.0 m^[20,27]。根据式(7),计算得王母湖 $H_5=20.7\text{ m}$ 。

e. 汛期水资源综合利用水位。根据式(4), $H_{利用}=21.2\text{ m}$,小于 $H_{汛}$,且汛期景观水位比灌溉、航运、水产养殖要求的最低湖泊水位分别高2.3 m、1.3 m、1.8 m,见表1。因此,将汛期王母湖景观水位维持在22.5 m,既有利于防洪排涝安全,又可发挥湖泊灌溉、航运效益,保证鱼类生存,表明该汛期景观水位的确定基本合理。

表1 汛期王母湖景观水位计算结果

Table 1 Calculation results of suitable water level for landscape function of Wangmu Lake in flood seasons										m
汛期各功能要求的最高湖泊水位		$H_{汛}$	汛期景观水深	汛期湖泊其他功能要求的最低湖泊水位			$H_{利用}$	汛期景观水位与其他功能要求的最低湖泊水位的水位差		
防洪排涝	市政排水			游船航行	灌溉	鱼类生存		游船航行	灌溉	鱼类生存
22.5	23.8	22.5	2.8	21.2	20.2	20.7	21.2	1.3	2.3	1.8

3.2.2 枯水期景观水位

a. 维持景观功能要求的最低湖泊水位。王母湖旅游区为居民和游客亲近水面而建设的主要设施为休闲活动平台,如涉水池平台、观景平台、木栈道、景观桥、驳岸平台等。位于王母湖西部的滨水休闲区是亲水、戏水的主要区域,该区域休闲活动平台最低高程为22.3 m。

李振海等^[5]提出北京市福海、北海水面距地面0.5 m以内时,亲水性较好,浪花可以打湿鞋子;水面距地面0.5~1.0 m时,亲水性较差,接近水面较困难;水面距地面1.0~2.0 m时,亲水性很差,接近水面困难很大。王沛芳等^[19]认为城市湖泊景观功能要求的最小水深一般取人们休闲活动平台下约0.5 m。结合王母湖旅游规划与湖泊特点,综合各种资料分析,王母湖景观功能要求的 $H_m=0.5\text{ m}$,则由式(9)得 $H_6=21.8\text{ m}$ 。

b. 枯水期最优湖泊月均水位与引调水投资。根据王母湖1980—2012年逐月平均水位资料分析计算得到枯水期月平均水位的频率关系(见表2)。

表2 王母湖枯水期月平均水位频率与引调水投资计算成果

Table 2 Calculation results of frequency of monthly average water level of Wangmu Lake and investment of water diversion in dry seasons						
$P/\%$	H_P/m	$\Delta H_P/\text{m}$	H_m/m	景观水深/m	$I_{P_i}/\text{万元}^{[28]}$	$V_i/(\text{m}\cdot\text{亿元}^{-1})$
50	21.43	0.87	0.5	1.73	3 850	
33	21.61	0.69	0.5	1.91	4 632	
25	21.75	0.55	0.5	2.05	5 379	
20	21.86	0.44	0.5	2.16	6 037	1.67
10	22.01	0.29	0.5	2.31	11 829	0.26

若将王母湖景观水位保持在 21.43~21.75 m,调水量及调水工程投资虽较小,但 $\Delta H_p > H_m = 0.5$ m,亲水性较差,景观效果和功能也不理想;若将王母湖景观水位保持在 22.01 m,亲水性和景观效果较好,但景观缺水量与补水量过大,造成调水工程建设投资高达 11 829 万元^[28]。21.86 m 水位方案增加的投资对亲水景观的改善效果为 1.67 m/亿元,大于 22.01 m 水位方案的 0.26 m/亿元。因此,结合王母湖流域水资源条件及湖泊亲水景观建设需要,按照调水量适度、成本低、景观效果好的原则,从枯水期湖泊天然月均水位最优的角度,初步选择将王母湖景观水位保持在 21.86 m,约为 21.9 m。

c. 湖泊最低生态水位。采用 1980—2012 年的水位资料近似代替天然状况下的多年水位情况,统计结果(图 1)表明王母湖多年最低水位为 20.6 m。水位统计资料年限长达 33 a,经历了丰、平、枯不同水文年,故统计的多年最低水位具有较强的代表性。

d. 枯水期王母湖景观水位。根据式(8),综合考虑枯水期景观娱乐、航运、水生生物栖息地等功能要求的最低湖泊水位,结合流域天然水资源量及引调水工程建设成本,枯水期王母湖景观水位为 21.9 m,景观水深为 2.2 m。

3.3 合理性分析

根据王母湖水位站 1980—2012 年枯水期逐月平均水位资料,统计出月平均水位不足枯水期王母湖不同目标景观水位的月数,利用王母湖水位、容积关系曲线,得到补足目标水位的需补水量(见表 3)。

从水资源的全年分布情况来看,方案 I、II、III 补水量虽较小,但景观效果和功能不理想;保持在方案 V 景观效果虽最好,但补水量过大,且枯水期补水时间长达 4.1 个月,从外流域调水的几率较小。景观水位从方案 IV 上升到方案 V,水位仅提高 0.15 m,景观效果变化不大,但补水量从 936.2 万 m³/a 增加到 1 535.6 万 m³/a,补水量发生突变。因此,将枯水期王母湖景观水位保持在方案 IV(约 21.9 m),调水量适度、景观效果好,为可行的最佳方案。

4 结 语

a. 为形成优美的湖泊水景观,需将城市湖泊形态、水位、水面面积维持在一定幅度,湖泊景观水位具有动态变化性。城市湖泊主要采取人工挡水、引水和排水工程来满足景观需水要求,以达到一定的水景观规划目标。

b. 城市湖泊景观水深受防洪排涝、市政排水、河湖水资源量、水资源利用及生态需水等多方面的影响。湖泊各功能、任务的需水量相互作用、相互制约,是辩证的统一体,必须通过综合协调确定湖泊景观水位。汛期防洪排涝为南方平原区城区湖泊主要矛盾,汛期城市湖泊景观水位应以防洪排涝要求为关键性限制因子来确定。枯水期景观娱乐、航运、生态环境等需水量与河湖天然水资源量之间矛盾突出,枯水期湖泊景观水位的确定,应通过维持一定频率 P 的最优枯水期湖泊月均水位来保障景观娱乐、航运、生物多样性维护等功能得到最大限度发挥。

c. 王母湖景观水位计算结果表明,汛期、枯水期王母湖景观水位分别为 22.5 m、21.9 m,景观水深分别为 2.8 m、2.2 m。该景观水位既有利于防洪排涝安全,又可发挥湖泊灌溉、航运效益,保证鱼类生存,调水量适度,景观效果好,基本合理、可行。但实际操控湖泊景观水位涉及以上多项变化功能、任务,管理有一定难度,迫切需要进行试点、现场观测和科学研究,以积累经验和改进管理。

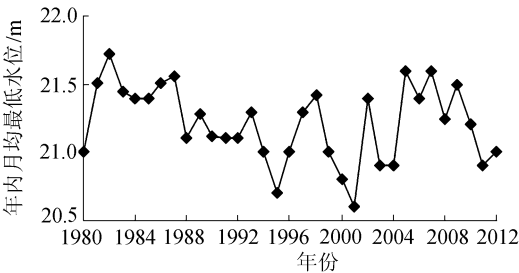


图 1 王母湖历年最低月均水位变化过程
Fig. 1 Annual variation of lowest monthly average water level of Wangmu Lake

表 3 不同目标水位条件下
多年平均枯水期需补水量及需补水月数

Table 3 Multi-year average quantity and months of water supplement in dry seasons with various target water levels

方案	目标景观水位/m	多年平均需补水月数/(月·a ⁻¹)	多年平均需补水量/(万 m ³ ·a ⁻¹)
I	21.43	1.3	163.2
II	21.61	2.1	382.0
III	21.75	2.6	672.4
IV	21.86	3.2	936.2
V	22.01	4.1	1 535.6

参考文献:

[1] 占润进. 福州市南台岛东片区内河生态景观补水研究[J]. 中国农村水利水电,2010(3):40-42. (ZHAN Runjin. Research on ecological landscape water supplement of inside rivers in the east of Nantai island in Fuzhou[J]. China Rural Water and Hydropower,2010(3):40-42. (in Chinese))

[2] 王佰伟,曹升乐. 小清河汛期景观水位多目标优选方法应用研究[C]//任立良,陈喜,章树安. 第五届中国水论坛:环境变化与水安全论文集. 北京:中国水利水电出版社,2008:813-815.

[3] 张代青. 河流正常流量的确定方法研究[D]. 郑州:郑州大学,2007.

[4] 崔瑛,张强,陈晓宏,等. 生态需水理论与方法研究进展[J]. 湖泊科学,2010,22(4):465-480. (CUI Ying,ZHANG Qiang, CHEN Xiaohong,et al. Advances in the theories and calculation methods of ecological water requirement[J]. Journal of Lake Sciences,2010,22(4):465-480. (in Chinese))

[5] 李振海,赵蓉,祝秋梅,等. 城市生态景观河湖的调查、研究与设计[M]. 郑州:黄河水利出版社,2005: 85-88.

[6] 吴寿荣,陈梅,林彬. 广州市河涌“景观水位”的实践与改进[J]. 广东水利水电,2011(1):4-6. (WU Shourong,CHEN Mei, LIN Bin. Practice and improvement of water level of landscape for rivers in Guangzhou[J]. Guangdong Water Resources and Hydropower,2011(1):4-6. (in Chinese))

[7] 姜规模,吴群昌. 西安市抬高护城河景观水位的探讨[C]//夏才初. 和谐地球上的水工岩石力学:第三届全国水工岩石力学学术会议论文集. 上海:同济大学出版社,2010:486-489.

[8] 刘光莲. 河口湿地公园景观需水量及置换周期研究[D]. 济南:山东建筑大学,2010.

[9] 王西琴,刘昌明,杨志峰. 生态及环境需水量研究进展与前瞻[J]. 水科学进展,2002,13(4):507-514. (WANG Xiqin,LIU Changming,YANG Zhifeng. Research advance in ecological water demand and environmental water demand[J]. Advances in Water Science,2002,13(4):507-514. (in Chinese))

[10] 卞戈亚,周明耀,朱春龙. 生态需水量计算方法研究现状及展望[J]. 水资源保护,2003,19(6):46-49. (BIAN Geya,ZHOU Mingyao,ZHU Chunlong. Actuality and advance in calculation methods of ecological water demand[J]. Water Resources Protection,2003,19(6):46-49. (in Chinese))

[11] 崔树彬. 关于生态环境需水量若干问题的探讨[J]. 中国水利,2001(8):71-74. (CUI Shubin. A research on issues of water demand for ecological environment[J]. China Water Resources,2001(8):71-74. (in Chinese))

[12] 喻泽斌,龙腾锐,王敦球. 河流景观生态环境需水量计算方法研究[J]. 重庆建筑大学学报,2005,27(1):71-75. (YU Zebin, LONG Tengrui,WANG Dunqiu. Study on calculation method of ecological water demand for the landscape[J]. Journal of Chongqing Jianzhu University,2005,27(1):71-75. (in Chinese))

[13] BLESER C S. Determining the impacts of damming, water-level fluctuations, climate, and landscape changes in Voyageurs national park and vicinity[D]. Minnesota:University of Minnesota,2010.

[14] STAMOU A I,HADJIBIROUS K,ANDREADAKIS A,et al. Establishing minimum water level for Plastiras reservoir (Greece) combining water quality modelling with landscape aesthetics[J]. Environmental Modeling & Assessment,2007,12(3):157-170.

[15] 成换换,饶碧玉. 生态环境需水量研究综述[J]. 水资源保护,2006,22(3):43-46. (CHENG Huanhuan,RAO Biyu. Review of eco-environmental water demand[J]. Water Resources Protection,2006,22(3):43-46. (in Chinese))

[16] 张代青,高军省. 河道内生态需水量计算方法的研究现状及其改进探讨[J]. 水资源与水工程学报,2006,17(4):68-73. (ZHANG Daiqing, GAO Junsheng. Discuss on the research situation of estimating methods of eco-environmental water requirements in river course and its modification[J]. Journal of Water Resources & Water Engineering,2006,17(4):68-73. (in Chinese))

[17] 田英,杨志峰,刘静玲,等. 城市生态环境需水量研究[J]. 环境科学学报,2003,23(1):100-106. (TIAN Ying, YANG Zhifeng, LIU Jingling, et al. Preliminary study on urban eco-environmental water requirements [J]. Acta Scientiae Circumstantiae,2003,23(1):100-106. (in Chinese))

[18] 武爱玲. 唐山环城水系陡河治理工程[J]. 水科学与工程,2010(增刊1):91-92. (WU Ailing. Profile of Douhe treatment project in Tangshan round-city water system[J]. Water Sciences and Engineering Technology,2010(Sup1):91-92. (in Chinese))

[19] 王沛芳,王超,李智勇. 山区城市河流生态环境需水量计算模式及其应用[J]. 河海大学学报:自然科学版,2004,32(5): 500-503. (WANG Peifang,WANG Chao,LI Zhiyong. Calculation mode for ecological water demand of mountain-city-rivers and its application[J]. Journal of Hohai University:Natural Sciences,2004,32(5):500-503. (in Chinese))

[20] 徐志侠,王浩,董增川,等. 南四湖湖区最小生态需水研究[J]. 水利学报,2006,37(7):487-491. (XU Zhixia,WANG Hao,

DONG Zengchuan,et al. Minimum ecological water requirement for Nansi Lake [J]. Journal of Hydraulic Engineering,2006,37 (7):487-491. (in Chinese))

[21] 徐志侠,陈敏建,董增川. 湖泊最低生态水位计算方法[J]. 生态学报,2004,24(10):2324-2328. (XU Zhixia, CHEN Minjian,DONG Zengchuan. Researches on the calculation methods of the lowest ecological water level of lake[J]. Acta Ecologica Sinica,2004,24(10):2324-2328. (in Chinese))

[22] 梁庆华,李灿灿. 江苏省阳澄淀泖区水资源调度最低目标水位研究[J]. 水资源保护,2012,28(5): 90-94. (LIANG Qinghua,LI Cancan. Study of minimum target water level for water resources regulation in Yangcheng and Dianmao districts of Jiangsu province[J]. Water Resources Protection,2012,28(5): 90-94. (in Chinese))

[23] 孝南区防汛抗旱指挥部办公室. 孝南区城市防洪排涝调度方案[R]. 孝感:孝南区防汛抗旱指挥部,2005.

[24] 湖北省城市规划设计研究院. 孝感市城市雨水专项规划[R]. 孝感:孝感市水利局,2011.

[25] 孝感市水文局. 孝感市王母湖特征测量报告[R]. 孝感:孝感市水文局,2012.

[26] 孝感市水利水电勘测设计院. 田家岗泵站更新改造工程初步设计报告[R]. 孝感:孝感市水利水电勘测设计院,2003.

[27] 倪深海. 半湿润地区水生态环境恢复研究[D]. 南京:河海大学,2003.

[28] 长江水资源保护科学研究所. 孝感市滠东水生态系统保护与修复规划[R]. 武汉:长江水资源保护科学研究所,2010.

· 简讯 ·

河海大学 6 项科技成果荣获 2014 年度高等学校科学研究优秀成果奖(科学技术)

日前,教育部公布了 2014 年度高等学校科学研究优秀成果奖(科学技术)获奖项目,河海大学 6 项科技成果分获一、二等奖,其中作为第一完成单位的 5 项科技成果获奖(一等奖 3 项,二等奖 2 项),为河海大学历史最好成绩,获一等奖的成果数在江苏高校中名列前茅。

此次河海大学获奖的 6 项科技成果分别是:朱跃龙教授牵头完成的“水文大数据驱动的洪水预报模型关键技术与应用”和刘汉龙教授牵头完成的“大面积超软地基复式负压快速固结技术开发与应用”获科技进步一等奖,任立良教授牵头完成的“流域水文过程变化的驱动机制与响应机理”获自然科学一等奖,吉伯海教授牵头完成的“缆索支承桥梁结构安全评估与维护新技术及应用”获技术发明二等奖,陈卫教授牵头完成的“河网地区饮用水水源原位控污及复合污染强化净水技术与应用”获科技进步二等奖,王慧敏教授参与完成的“长江三角洲地区城市化对洪涝孕灾环境影响研究及应用”获科技进步二等奖。

(本刊编辑部供稿)