

淮河与洪泽湖河湖关系研究进展及展望

邓恒, 徐国宾, 段宇, 樊贤璐

(天津大学 水利工程仿真与安全国家重点实验室, 天津 300350)

摘要: 系统研究淮河与洪泽湖的河湖关系, 提出河湖关系是建立在水沙交换作用基础之上, 河湖关系包括河流、湖泊和入湖三角洲演变、洪泽湖调蓄量变化以及出湖河道的演变和泄流能力这几个方面。同时阐述河湖关系的历史研究和演变过程, 并分析河湖关系的现状。并在此基础上进一步展望河湖关系的研究趋势, 认为河湖关系的研究还需要更多的理论基础以及技术条件。

关键词: 河湖关系; 河湖演变; 洪涝治理; 洪泽湖; 淮河

中图分类号: TV213.4; TV87

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2018)05-0142-06

Research progress and prospect of the relationship between Huaihe River and Hongze Lake

DENG Heng, XU Guobin, DUAN Yu, FAN Xianlu

(State Key Laboratory of Hydraulic Engineering Simulation and Safety, Tianjin University, Tianjin 300350, China)

Abstract: The river-lake relationship between Huaihe River and Hongze Lake was systematically studied. The river-lake relationship was proposed based on the exchange of water and sediments, including the evolution of rivers, lakes, deltas entering the lake, and changes in the volume of adjustment of Hongze Lake, the evolution of the river out of the lake and discharge capacity. The historical research and evolution process of the river-lake relationship was also explained. In addition, the current status of the river-lake relationship was analyzed. Based on above research, the research trends of river-lake relationship was viewed. More theoretical and technical conditions needs to be established to the study of river-lake relationship.

Key words: river-lake relationship; evolution of rivers and lakes; flood control; Hongze Lake; Huaihe River

1 研究背景

淮河是我国的主要河流之一, 起源于河南省桐柏山, 自西向东穿过河南、安徽、湖北、江苏四省^[1]。洪泽湖位于淮河中下游, 是淮河行水河道的组成部分, 又是淮河中下游拦蓄调控洪水的中心枢纽。1128年黄河夺淮之后, 自然因素和人类活动共同作用下形成了洪泽湖^[2]。洪泽湖的出现对淮河中下游的防洪产生了较大的负面影响。洪泽湖属于过水性湖泊, 水域面积随水位波动较大^[3-4]。洪泽湖壅高了中游的水位, 导致洪水不能顺利下泄, 滞洪时间变长。流域中游河道的比降非常小, 甚至有部分河

道是倒比降, 使得洪水下泄缓慢, 这是淮河流域频繁发生洪水灾害的主要原因。自1949年以来, 淮河经过将近70年的洪涝治理, 已取得重大成就。但目前的工程治理措施并未能完全根除淮河水患, 尤其是中下游“关门淹”问题依然严重。淮河中下游地区自然条件特殊, 人口、资源、环境压力大, 这决定了淮河中下游地区治理的艰巨性和复杂性。至今, 淮河中下游地区仍保持着复杂的河湖连通关系, 它们之间相互作用, 互相制约(见图1)。1949年以来的一系列治理工程以及复杂的自然因素的共同影响使得河湖关系经历了剧烈的调整。河湖关系的演变受自然因素和人类活动的共同影响^[5]。河湖关系的演

收稿日期: 2018-05-18; 修回日期: 2018-07-12

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFC0405602)

作者简介: 邓恒(1993-), 男, 湖北仙桃人, 在读硕士研究生, 研究方向为河流动力学及河床演变。

通讯作者: 徐国宾(1956-), 男, 河北石家庄人, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为河流动力学及河床演变。

明浮山至洪山头河道主槽发生了明显的冲刷,洪山头以下河道的冲淤速度较缓,河道支汊没有出现明显的淤积。

3.1.2 湖泊演变 近800年来,黄河夺淮和历代治水的共同作用形成了洪泽湖^[27-28]。范亚民等^[29]利用地形图和遥感数据对1930-2001年的洪泽湖水域面积变化进行分析,并对1971-2001年的湖泊岸线进行定量分析,分析表明洪泽湖水域面积变化主要集中在湖的西部和东北部,其中1961年洪泽湖面积较1930年减少了130.3 km²,1971年较1961年减少了31.99 km²,2001年较1971年减少了154.93 km²。洪国喜等^[30]分析了洪泽湖出入湖水沙特性,分析表明洪泽湖出湖沙量小于入湖沙量,呈淤积趋势,其中在入湖河流中,淮河水沙占入湖90%以上,对洪泽湖水沙情况起控制作用。

3.1.3 入湖三角洲演变 淮河在洪泽湖盱眙北入湖,湖水的顶托导致入湖水流流速减缓,泥沙沉积在入湖口门处,逐渐形成入湖三角洲^[31]。锅谷淳和宫田一郎根据受水盆地的类型将三角洲划分为海相三角洲和湖相三角洲,淮河入湖三角洲属于湖相三角洲。Galloway^[32]将塑造三角洲的动力归纳为河流、潮汐和波浪,并根据其动力将三角洲分为河控三角洲,潮控三角洲和浪控三角洲。淮河入湖三角洲的发育受河流与湖泊的共同作用,但由于湖水作用的强度和规模较小,且没有潮汐和波浪作用。因此,洪泽湖入湖三角洲为典型的河控三角洲。

王庆等^[33]根据历史文献资料整理了淮河入湖三角洲的形成和演变过程,发现淮河入湖三角洲形成于19世纪50年代。张茂恒等^[34]梳理了淮河入湖三角洲的形成、演变以及发展趋势,确定黄河夺淮为其快速成长的主要原因,现代水利工程的建设将对淮河三角洲的发展趋势起重要作用。淮河入湖三角洲的演变受人类和自然活动的双重影响,其演变是河流和湖泊相互作用的直接表现。

3.1.4 出湖河道的演变 淮河下游水分4路,主流通过三河闸汇入长江,第2路出二河闸,经淮沭新河入海州湾,第3路出二河闸经淮河入海水道入黄海,第4路出高良涧闸经苏北灌溉总渠入黄海。

1851年,黄河和淮河同时发生洪水导致洪泽湖蒋坝大堤决口,最终在三江营流入长江,初步形成淮河入江水道^[35]。1949年以后,我国开始了对淮河入江水道的大规模治理,共经历3个阶段。第1阶段,20世纪50年代初期,入江水道按设计行洪流量8000 m³/s、高邮湖设计水位8.50 m、三江营设计水

位5.24 m进行整治。1956年以后,又按淮河流域规划入江行洪11000 m³/s的规模进行建设。第2阶段,1969年冬经国家批准,入江水道按设计行洪流量12000 m³/s、高邮湖设计水位9.50 m进行整治。第3阶段,入江水道的治理按1971年设计水位进行固定,加固了沿线病险涵闸和部分堤防,疏浚了新民滩庄台河尾端。为了扩大淮河下游洪水出路,1956、1969、1974年多次整治入江水道。苏北灌溉总渠于1951年11月开工,至1952年5月完工,设计引水流量为500 m³/s,汛期排洪流量800 m³/s^[36]。苏北灌溉总渠建设的完成为废黄河以南、运河以东、里下河地区农田灌溉提供了保障,解决了淮河入海通道问题。淮沭新河连接洪泽湖和新沂河,是一条人工修建的河流,于1958年9月开工,至1959年6月做完第一期工程。淮沭新河设计行洪流量3000 m³/s,从洪泽湖二河闸以南入新沂河汇入黄海。淮河入海水道于1999年开工,2003年6月完成主体工程,2006年10月通过竣工验收。淮河入海水道的设计行洪能力2270 m³/s,与苏北灌溉总渠平行,经二河闸至扁担港汇入黄海^[37-38]。

3.1.5 洪泽湖调蓄能力变化 洪泽湖对洪水的调节是淮河中游防洪的保障。由于泥沙淤积和人工围垦,导致洪泽湖的面积不断缩小,调蓄能力也在下降^[39]。淮河水利委员会和江苏省水利厅在20世纪80年代和90年代对洪泽湖地区的地形进行了测量,戚晓明等^[40]基于洪泽湖区域的遥感数据对洪泽湖的库容曲线进行了推求,如表1所示。由表1可看出,汛限水位12.5 m时的库容由20世纪80年代的31.27 × 10⁸ m³减少为22.15 × 10⁸ m³,2017年增加至27.9 × 10⁸ m³。整体而言汛限水位12.5 m时库容有所减少,但近年来通过一系列的治理工程使得洪泽湖的库容呈增长状态。

洪泽湖防洪库容包括滞洪水位以下的正常调洪库容和滞洪水位以上的需破圩滞洪的滞蓄库容这两部分。滞洪水位14.5 m(未滞洪)时洪泽湖的库容由20世纪80年代的75.85 × 10⁸ m³减少为55.51 × 10⁸ m³,正常调洪库容减少了20.34 × 10⁸ m³。滞洪水位14.5 m时(已滞洪)的库容由88.23 × 10⁸ m³减少为74.2 × 10⁸ m³,设计洪水位16.0 m时(已滞洪)的库容由136.37 × 10⁸ m³减少为123.68 × 10⁸ m³,可以看出滞洪后的滞蓄库容变化不大。通过遥感数据对洪泽湖库容进行分析时未考虑洪泽湖滞洪和未滞洪时库容的区别,故对于14.5 m以上的滞蓄库容未进行对照分析。

表1 洪泽湖实测水位-容积关系

水位/m	20世纪80年代		20世纪90年代		2017年	
	面积/km ²	容积/10 ⁸ m ³	面积/km ²	容积/10 ⁸ m ³	面积/km ²	容积/10 ⁸ m ³
11.0	1160.3	6.40		4.21	1054.44	6.11
11.5	1484.2	13.15		8.89	1188.29	12.70
12.0	1809.4	21.52		15.01	1331.13	21.00
12.5	2068.9	31.27		22.15	1375.32	27.90
14.5(未滞洪)		75.85		55.51	1730.99	59.68
14.5(已滞洪)		88.23		74.20		
16.0(已滞洪)		136.37		123.68		

3.2 河湖关系治理措施

河湖关系的演变是在自然变化和人类活动的共同作用下进行的。然而,近年来人类活动对淮河和洪泽湖的演变产生了越来越大的影响。自然变化对河湖关系的演变是不可控的,具有不确定性。人类通过兴建水利工程,可以对自然变化引起的不确定河湖关系进行改善。

1949年以来,淮河流域防洪工程体系和非工程体系的建设使淮河流域防洪能力得到了根本的改善^[41]。1950年大水后,掀起了第一轮淮河治理高潮,制定了淮河流域综合治理规划,初步形成了淮河流域防洪工程体系;1991年大水后,掀起了第二轮淮河治理高潮,提出“蓄滞兼筹,近期以泄为主”的治理方针,确定建设治淮19项骨干工程;2003年大水后,掀起了第三轮淮河治理高潮,提出2007年全面完成19项治淮骨干工程^[42-44]。近期国内学者对河湖关系治理研究主要为河湖分离^[45-46]。毛世民等^[47]提出保留洪泽湖的蓄水功能,实施河湖分开,将大部分淮河洪水从扩大的入海水道直接入海,利用机械疏浚和溯源冲刷,调整淮河河道纵剖面是改善河湖关系的根本措施。王学功等^[48]分析比较了溧河洼方案、老河道开挖方案、老河道分流道方案和溧河洼分流道北移方案,认为进行河湖分离方案不仅能降低小柳巷水位,也会降低蚌埠水位,通过分析比较最大社会效益和最小环境影响,得出老河道分流道方案为最优方案。河湖分离工程的实施能较好地解决当前河湖一体的弊端,但具体的河湖分离工程需要进行更详细地规划和调洪演算,进行多种方案的比较和分析,以达到更好的综合效益。

3.3 河湖关系的现状

洪泽湖与淮河的河湖关系是研究解决淮河中游洪涝灾害和水资源问题的重要方面。洪泽湖承泄淮河上中游所有来水,淮河多年平均来沙量占洪泽湖总来沙量的83.0%,多年平均入湖水量占洪泽湖入

湖水量的86.5%,淮河对洪泽湖的水沙情况起控制作用^[49]。洪泽湖入湖沙量有逐年减少的趋势,入湖径流量基本持平,但入湖沙量大于出湖沙量,湖区呈淤积趋势^[30]。洪泽湖水位变化主要受人湖水量和人工调节的影响,是自然和人工调控相互作用的结果^[50]。洪泽湖出湖河道一共有4条,设计泄洪能力如表2所示。

表2 下游排洪通道设计泄洪能力^[51] m³/s

蒋坝水位	入江水道	入海水道	灌溉总渠	分淮入沂	合计
12.5	4800	0	800	0	5600
13.5	7150	1380	1000	0	9530
14.5	10050	2080	1000	2070	15180
15.0	11600	2270	1000	2580	17450
15.5	12000	2270	1000	2900	18170
16.0	12000	2270	1000	3000	18270

治淮19项工程的完成提高了淮河流域的防洪能力,但是在防御中等以上洪水时,启用行蓄洪区需要付出较大的代价^[52]。淮河流域的治理不仅在于防洪工程措施的建设,还应加大力量完善淮河流域的非工程措施。陈予倩^[53]将淮河流域的防洪非工程措施分为基于科学措施的防洪非工程措施,包括洪水预报,通信与报警功能和防洪抗旱指挥系统;基于洪水管理的防洪非工程措施,包括行蓄洪区管理,防洪预案和洪水风险图;基于公共服务的防洪非工程措施,包括指挥体系和应急管理。淮河流域的防洪非工程措施在近年来的防洪工作中起到了重要作用,创造了显著的防洪减灾效益。淮河流域防洪非工程措施还应当不断发展与完善,以适应新型的河湖关系,并与防洪工程措施相配合,在防洪除涝中发挥更大的作用。

4 淮河与洪泽湖河湖关系研究展望

4.1 河湖关系定义的深入研究

国内关于河湖关系的研究尚处于初步阶段,有

待于进一步研究和完善。河湖关系不仅包含在量质交换上的河流与湖泊之间的相互作用的关系,还应包括对河湖生态系统以及河湖关系演变对人类活动和自然环境的反馈以及河湖生态系统等的关系研究。河湖关系定义的研究为研究河湖关系建立理论基础,为更深入的研究河流和湖泊以及人类和自然对其作用的关系提供理论依据。

4.2 河湖关系表征指标的具体化

由于河湖关系的复杂性和交叉性,而已有的研究未对河湖关系进行整体性分析,目前尚无一套综合的河湖关系表征的指标。构造一套具体的系统表征河湖关系及其变化的指标是未来河湖关系研究的重点和难点。河湖关系是建立在人类活动和自然环境变化下的一个动态过程,因此在指标的实际构造中,应依据不同阶段的河湖特点对指标进行相应的调整和修改。

4.3 人类与自然对河湖关系影响差异化比较

河湖关系的变化是人类活动和自然环境变化的综合结果。已有的研究表明人类活动在现代河湖关系的变化中起着主导作用。但如何区分人类活动和自然环境变化对河湖关系影响的程度尚未进行深入的研究。因此,综合的考虑人类活动和自然环境对河湖关系的影响,并且定性或定量区分其影响程度是河湖关系研究的另一个趋势。

4.4 河湖关系健康评价体系的建立

河湖关系是河流与湖泊相互作用的表现形式。河流和湖泊的健康反映河湖关系的健康程度。因此建立河湖关系的健康评价体系是河湖关系研究的另一个难点。河流和湖泊生态系统直接和间接地提供给人类诸多生态服务功能^[54-55]。河流和湖泊作为与社会发展密切相关的生态系统,不仅仅是自然状态的生态系统,还有其社会服务功能。因此,在进行河湖健康评价时,应将河湖生态系统健康和河湖社会服务功能相结合。

4.5 河湖关系发展趋势的研究

河湖关系的演变一直在进行中,对于河湖关系演变的趋势性研究是一个持续的过程。当前一个强度稍大的人类活动或者一次剧烈的自然环境变化,对河湖关系的变化起到的作用往往是极大的。河湖关系的变化往往会对流域生态系统产生一定的影响。因此,对河湖关系的趋势研究势在必行。在对河湖关系进行了定义以及指标化研究的基础上,尊重河湖关系的演变规律,在确保河湖健康的前提下,进行合理的人工干预,构建符合淮河中下游特点的

河湖关系。

参考文献:

- [1] 胡瑞,左其亭. 淮河流域水资源现状分析及承载能力研究意义[J]. 水资源与水工程学报, 2008,19(5):65-68.
- [2] 叶正伟,朱国传. 洪泽湖流域洪涝灾害演变趋势及其与El Ni(n)o事件关系[J]. 长江流域资源与环境, 2009, 18(11):1086-1092.
- [3] 戚晓明,杨兰,白夏,等. 基于遥感数据的洪泽湖库容曲线推求[J]. 水利水电科技进展, 2017,37(3):77-83.
- [4] 张磊. 洪泽湖生态安全评估研究[D]. 南京:南京林业大学, 2015.
- [5] 赵军凯,蒋陈娟,祝明霞,等. 河湖关系与河湖水系连通研究[J]. 南水北调与水利科技, 2015, 13(6):1212-1217.
- [6] 赵军凯,李立现,张爱社,等. 再论河湖连通关系[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2016(4):118-128.
- [7] 毛世民. 关于处理淮河与洪泽湖关系的各种设想[J]. 江淮水利科技, 2001(1):8-10.
- [8] 朱昌熊. 也谈河湖关系[C]//安徽省科协年会暨安徽水利论坛. 2007:154-156.
- [9] 毛世民,许游. 淮河治理与河湖江海的关系[J]. 水利水电科技进展, 2009,29(4):63-66.
- [10] DUAN Kai, MEI Yadong, ZHANG Liping. Copula-based bivariate flood frequency analysis in a Changing Climate: A case study in the Huai River Basin, China[J]. Journal of Earth Science, 2016,27(1):37-46.
- [11] OPERACZ M, KENTZER A, KUKLICZ F. The significance of flow-through lakes in the river-lake system of the Wel River in the processes of transformation and phosphorus accumulation[J]. Limnological Papers, 2009, 4(-1):15-24.
- [12] ELISA M, GARA J I, WOLANSKI E. A review of the water crisis in Tanzania's protected areas, with emphasis on the Katuma River-Lake Rukwa ecosystem. [J]. Ecohydrology & Hydrobiology, 2010,10(2-4):153-165.
- [13] LESACK L F W, MARSH P. River-to-lake connectivities, water renewal, and aquatic habitat diversity in the Mackenzie River Delta. [J]. Water Resources Research, 2010,46(12):439-445.
- [14] HU Qi, FENG Song, GUO Hua, et al. Interactions of the Yangtze river flow and hydrologic processes of the Poyang Lake, China[J]. Journal of Hydrology, 2007,347(1):90-100.
- [15] YIN Hongfu, LIU Guangrun, PI Jianguo, et al. On the river-lake relationship of the middle Yangtze reaches[J]. Geomorphology, 2007, 85(3-4):197-207.
- [16] DAI Minglong, WANG Jun, ZHANG Mingbo, et al. Impact of the Three Gorges Project operation on the water exchange between Dongting Lake and the Yangtze River[J].

- International Journal of Sediment Research, 2017, 32(4): 506-514.
- [17] 万荣荣, 杨桂山, 王晓龙, 等. 长江中游通江湖泊江湖关系研究进展[J]. 湖泊科学, 2014, 26(1): 1-8.
- [18] ZHANG Min, XIA Jun, HONG Cheng. New challenges and opportunities for flood control in the Huai River: Addressing a changing river-lake relationship[J]. Bulletin of the Chinese Academy of Sciences, 2012, 26(1): 42-49.
- [19] 李原园, 李宗礼, 黄火键, 等. 河湖水系连通演变过程及驱动因子分析[J]. 资源科学, 2014, 36(6): 1152-1157.
- [20] 阮仁宗, 冯学智, 肖鹏峰, 等. 洪泽湖天然湿地的长期变化研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2005, 29(4): 57-60.
- [21] 史红玲, 胡春宏, 王延贵, 等. 淮河流域水沙变化趋势及其成因分析[J]. 水利学报, 2012, 43(5): 571-579.
- [22] 刘玉年. 淮河中游河道特性与整治研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2012.
- [23] 杨兴菊, 虞邦义, 倪晋. 淮河干流蚌埠至浮山河段近期演变分析[J]. 水利水电技术, 2010, 41(10): 70-72+86.
- [24] 毛世民, 金正越. 淮河中游的河床演变[C]//21世纪治淮和流域可持续发展战略研讨会. 2001: 42-50.
- [25] 何华松. 淮河中游的河床演变[C]//中国水力发电工程学会水文泥沙专业委员会学术讨论会. 2003: 318-323.
- [26] 周贺. 淮河干流入洪泽湖河段河床演变特性研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2014.
- [27] 毛世民, 许浒. 治淮与河湖江海的关系[C]//全国水动力学研讨会. 1999: 357-361.
- [28] 何夕龙. 浅析建设淮河入海水道二期工程的必要性[J]. 治淮, 2016(2): 45-46.
- [29] 范亚民, 何华春, 崔云霞, 等. 淮河中下游洪泽湖水域动态变化研究[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(12): 1397-1403.
- [30] 洪国喜, 韩国民. 洪泽湖入湖、出湖水沙特性分析[J]. 江苏水利, 2007(10): 22-23.
- [31] 叶正伟, 朱国传, 张云. 洪泽湖湿地多样性特征分析[J]. 淮阴师范学院学报(自然科学版), 2004, 3(4): 121-123.
- [32] GALLOWAY W E. Process framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional system[J]. Houston Geological Society, 1975: 87-98.
- [33] 王庆, 陈吉余. 洪泽湖和淮河入洪泽湖河口的形成与演化[J]. 湖泊科学, 1999, 11(3): 237-244.
- [34] 张茂恒, 孙志宏. 淮河入湖三角洲的形成、演变及发展趋势[J]. 江苏师范大学学报(自然科学版), 2001, 19(3): 53-56.
- [35] 水利部淮河水利委员会. 淮河志[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [36] 沈付君. 苏北灌溉总渠建设历史回顾[J]. 档案与建设, 2017(11): 51-53.
- [37] 戴元峰. 淮河入海水道: 现代水利工程理念的结晶[J]. 中国水利, 2007(2): 23-25.
- [38] 余晓前, 龚云龙, 张耘. 淮河入海水道海口枢纽工程监理工作[J]. 江苏水利, 2005(11): 16-17.
- [39] 虞邦义, 倪晋, 周贺. 洪泽湖泥沙淤积计算及调蓄量变化分析[C]//湖北科技论坛. 2013: 119-125.
- [40] 戚晓明, 杨兰, 白夏, 等. 基于遥感数据的洪泽湖库容曲线推求[J]. 水利水电科技进展, 2017, 37(3): 77-83.
- [41] 何华松. 淮河流域防洪形势和近、远期规划目标展望[C]//21世纪治淮和流域可持续发展战略研讨会. 2001: 63-70.
- [42] 王仕尧. 河南治淮60年回顾与思考[J]. 治淮, 2010(10): 21-23.
- [43] 金问荣. 淮河治理回顾与近期工作建议[J]. 江淮水利科技, 2009(6): 12-14.
- [44] 王亚军, 孙福全, 尚杰. 淮河治理与流域的社会发展[J]. 河南水利与南水北调, 2011(14): 76-77.
- [45] 胡志道. 浅谈淮河“河湖分家”问题[J]. 治淮, 2004(9): 5-7.
- [46] 王学功, 王成. 试论淮河实施河湖分离的必要性及可行方案[J]. 水利水电科技进展, 2005, 25(5): 1-4.
- [47] 毛世民, 许浒. 洪泽湖对淮河中游河道纵剖面的影响[J]. 治淮, 2009(2): 23-25.
- [48] 王学功, 王久晟, 张波. 淮河与洪泽湖分离方案比较[J]. 水利水电科技进展, 2011, 31(1): 1-7+24.
- [49] 虞邦义, 郁玉锁. 洪泽湖泥沙淤积分析[J]. 泥沙研究, 2010(6): 36-41.
- [50] 闻余华, 黄利亚, 罗俐雅. 洪泽湖水位变化特征分析[J]. 江苏水利, 2006(3): 27-28+30.
- [51] 陈茂满. 洪泽湖蓄泄关系与淮河中下游防洪[J]. 水利规划与设计, 2004(2): 27-31+47.
- [52] 王九大. 治淮19项骨干工程建设成效及若干问题探讨[J]. 人民长江, 2008, 39(14): 16-20.
- [53] 陈予倩. 淮河流域防洪非工程措施回顾及展望[C]//淮河研究会学术研讨会. 2010: 328-331.
- [54] 黄蕾, 段百灵, 袁增伟, 等. 湖泊生态系统服务功能支付意愿的影响因素——以洪泽湖为例[J]. 生态学报, 2010, 20(2): 487-497.
- [55] 鲁春霞, 谢高地, 成升魁, 等. 水利工程对河流生态系统服务功能的影响评价方法初探[J]. 应用生态学报, 2003, 14(5): 803-807.