

DOI: 10.14042/j.cnki.32.1309.2020.05.011

淮河中下游洪涝综合治理的思考与初探

钟平安¹, 唐洪武²

(1. 河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学水利水电学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 新中国70年治淮事业取得了巨大成就, 淮河中下游干流与洪泽湖已成为淮河进一步治理的重点区域。从流域战略地位提升、经济社会发展、自然环境演变、水问题变化等多视角系统梳理了新时期治淮主要矛盾; 从水沙基本规律辨析、靶向问题揭示、河湖格局重构、综合治理措施等多方面提出淮河中下游综合治理的战略思考和建议; 从降雨和干支流洪水演变规律、淮河干流和洪泽湖泥沙特征及其变化规律、现状和规划工程防洪效果与协调性、工程措施组合方案建议等4个方面介绍了淮河干流河道与洪泽湖演变及治理需进一步开展研究的内容和技术方法以及初步研究成果, 以期为新时期淮河治理规划设计提供参考。

关键词: 洪涝灾害; 综合治理; 战略思考; 淮河

中图分类号: TV125 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-6791(2020)05-0746-08

流域洪涝治理是国际性难题。欧美发达国家在流域防洪工程规划建设与运营管理方面积累了丰富的经验, 美国密西西比河及其支流的治理工程是世界上最大的洪水风险管理系统, 它以堤防工程为支柱, 结合分洪道、河道疏浚等工程措施, 保护了密西西比河下游地区免受洪涝灾害^[1-2]; 荷兰2006年开始在20世纪50年代三角洲地区整体改造的基础上, 建成了世界上最具特色的防洪体系^[3]。新中国成立以来, 中国在江河治理上也取得了重大成就, 主要江河防洪标准显著提高^[4]; 长江中下游防洪工程体系在2020年7月的大水中经受了考验, 发挥了巨大防洪作用。

由于气候变化和人类活动双重影响, 近30年来, 世界范围内重要江河的水沙情势都发生了显著改变, 同时经济社会的高速发展给江河治理不断提出新的要求。① 江河治理的理念、方略和研究方法等都发生了明显变化^[5]。治理方略从局部治理转向全河系统治理, 通过构建全流域整体分布式水文模型研究洪水的变化规律^[6]; 构建全河整体水动力模型模拟水流的演化规律, 利用一、二维水沙耦合模型揭示泥沙演变规律及其河床与湖盆的冲淤响应^[7]; 以系统工程理论为指导, 体现纵向(上下游)、横向(左右岸)和垂向(河床)之间的整体性协调和河湖治理各环节的全过程协同。② 治理措施从工程措施为主转向工程与非工程措施相结合。随着水利学科的发展及相关领域技术的进步, 特别是信息技术与计算机技术快速发展, 传感器、通讯网络等的普及, 气象预报和洪水预报水平的提高, 防洪工程措施与预报调度等非工程措施相结合^[8]成为流域治理的新趋势。③ 江河治理目标从以防治洪涝灾害转向流域多目标综合治理。随着社会经济的发展, 人们对生态环境保护意识的提升, 流域治理的目标更加多样化, 多目标综合治理已成为广泛的共识, 流域综合治理不仅考虑工程体系之间的协调性, 还要考虑防洪与除涝任务之间的协调性以及防洪排涝与水资源、航运、生态环境保护等目标之间的协调性。④ 河湖治理研究技术方法更具先进性和集成性。数理统计、系统分析、多目标决策、风险评估、生态工程、数据挖掘等新理论方法获得广泛应用; 卫星遥感(土地利用、流场、地貌等)、地理信息系统、DEM建模、云技术、大水体流路监测等新的前沿技术被广泛运用^[9]。由于流域自然条件和经济社会状况的显著差异性, 决定了河湖治理的策略难以普适用, 一河一策个性化治理的特征十分明显, 因此, 探索适合中国水情、国情的河流治理模式十分必要。

收稿日期: 2020-06-15; 网络出版日期: 2020-07-28

网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1309.P.20200727.1619.010.html>

基金项目: 国家重点研发计划资助项目(2017YFC0405600)

作者简介: 钟平安(1962—), 男, 安徽无为, 教授, 主要从事水资源规划与管理方面研究。E-mail: pazhong@hhu.edu.cn

淮河是中国洪涝灾害最为严重的流域之一。据文献记载,公元16世纪至新中国成立之初,每百年发生水灾高达94次;新中国建立70年来,在“蓄泄兼筹”治淮方针的指引下,遵循“全面规划、统筹兼顾、标本兼治、综合治理”的原则,治淮事业取得了巨大成就^[10]。基本形成了由水库、闸坝群、堤防、分洪河道、行蓄洪区、湖泊等组成的淮河防洪工程体系,并在历次大洪水中发挥了重要作用,产生了巨大的经济社会效益^[11]。尽管治淮事业取得了巨大成就,但淮河水患并未完全根除,尤其是淮河中游干流与洪泽湖及以下地区,洪涝灾害尤其是涝灾的情势仍然严峻,有必要立足新时期治水思路,思考淮河洪涝灾害进一步综合治理的方略。

本文从多视角系统梳理新时期治淮主要矛盾,针对淮河中下游地区的特点和矛盾焦点,提出综合治理的战略思考和建议;最后从洪水特性及演变规律、泥沙特征及其变化规律、现状和规划工程协调性、工程措施组合方案建议等方面,介绍淮河干流河道与洪泽湖演变及治理需进一步开展研究的内容、技术方法以及初步研究成果。

1 治淮主要矛盾的变化

随着淮河流域经济社会快速发展,治淮事业的不断推进,国家发展理念和治水思路的重大转变,治淮的需求和主要矛盾均有显著变化。

(1) 淮河流域战略地位提升。2012年11月国务院正式批复《中原经济区规划(2012—2020年)》^[12],明确将淮河流域打造成国家重要粮食生产和现代农业基地、全国“三化”协调发展示范区、国家重要的经济增长板块、全国区域协调发展的战略支点和重要的现代综合交通枢纽。2018年11月《淮河生态经济带发展规划》^[13]经国务院批准发布,提出在淮河流域“建设中国第三条出海黄金水道、打造我国第四个经济增长极、促进东中部协调发展、建设全国生态文明示范区”等四大构想。淮河流域发展上升为国家战略,给流域水安全保障提出更高、更新的要求。

(2) 洪涝治理的主要矛盾变化。1991年淮河大水后,掀起了新一轮治淮热潮,兴建了19项治淮骨干工程,在2003年和2007年淮河大洪水中发挥了重要作用,洪涝灾害损失大幅度下降(表1)。加上正在逐步实施的进一步治淮38项工程,淮河上游和重要支流的防洪工程体系将日臻完善,今后流域防洪减灾的主要矛盾将转变为流域上、中、下游治理不平衡问题^[14],从洪涝灾害的组成看,涝灾比重已上升到洪涝灾害损失总量的2/3以上,治涝将成为主要任务^[15]。

(3) 流域暴雨洪水与水沙关系显著变化。受自然演变和人类活动的双重影响,近30年来,淮河流域水沙关系发生了显著变化,径流量变化不大(图1(a)),但含沙量显著减少(图1(b)),水沙关系的变化必将引起河势与河湖关系的相应改变^[20];同期暴雨洪水发生频率、强度、时空遭遇等基本规律也有改变,不同重现期时段洪量设计值均有所减少^[16];水利工程的累积效应开始显现,19项河道整治工程实施后不同河段2006—2013年洪水传播时间缩短5~18 h^[17]。洪涝灾害驱动力和承灾环境的改变必然影响到防洪工程体系的格局和运行方式。

(4) 防洪除涝与水资源利用之间的矛盾突出。淮河流域以全国1.6%的水资源量支撑了16%的人口、10%的GDP和20%的粮食产量,水资源开发利用超过60%,远超全国平均水平,水资源严重过载。加上水资源时空分布与社会经济布局严重错位,空间不均衡突出。长期以来以防洪除涝为主要目的开展流域治理,导致流域自然蓄水能力大幅度削弱,季节性缺水加剧,尽管新建了大量的水库,但防洪安全制约兴利蓄水,洪水资源利用受限,例如洪泽湖汛限水位12.5 m限制了洪泽湖的调蓄作用,加剧了苏北的供水矛盾^[18]。

表1 淮河流域洪涝灾害损失变化

Table 1 Changes of flood disaster loss in the Huaihe River basin

年份	成灾面积/万 hm ²	经济损失/亿元
1991年	401.6	339.6
2003年	259.1	286.0
2007年	158.7	155.2

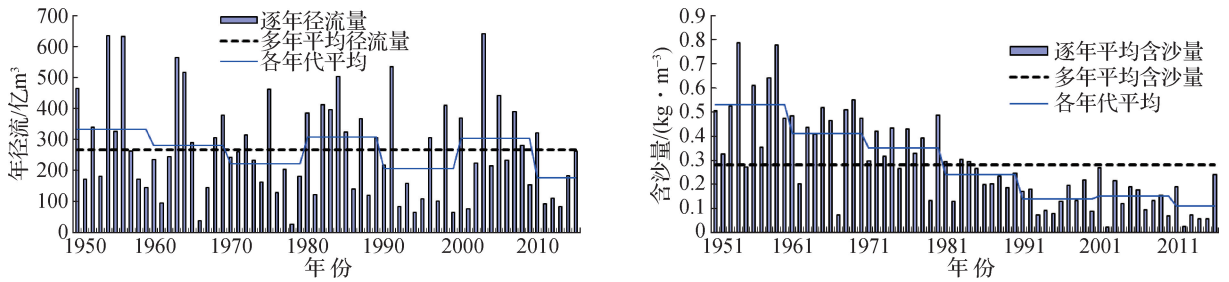


图1 吴家渡断面年径流和含沙量变化过程

Fig. 1 Variation process of annual runoff and sediment concentration in the Wujiadu section

(5) 流域水问题的复合性突显。现今的淮河水灾害、水资源、水污染、水生态等“四水”问题相互交织，水问题变得综合和复杂。流域河道外用水侵占生态环境用水，部分河段断流，湖泊湿地萎缩，流域生态功能下降；闸坝工程群隔断了水系连通性，严重影响上、下游生境，生物多样性受损；闸坝在拦蓄水资源同时，造成污染物的闸前富集，极易导致突发水污染事件的发生。2018年8月，新濉河、新汴河开闸下泄的暴雨洪水携带了大量污水，导致洪泽湖大闸蟹大量死亡。

2 淮河中下游综合治理的思考与建议

新时期治淮呈现出全局性、系统性、综合性、复杂性的新特征。淮河中下游的进一步治理，必须走综合治理之路，需要立足环境演变规律再认识、现状存在问题再梳理、系统治理格局再优化、综合治理措施再提高，从不同视角重新思考新时期淮河中下游治理的重点任务。

(1) 加强基础研究，夯实治理基础。洪水是产生流域洪涝灾害的直接因素，也是洪水资源利用的主要来源。在气候变化和人类活动影响下，淮河流域的洪水大小、发生频率、干支流时空遭遇等基本规律发生了怎样的变化？这些变化产生的原因以及未来趋势如何？这些变化如何量化，对洪涝治理、水资源利用等具有哪些警示意义？这些都是进一步治淮亟待解决的基础性问题。

河床与湖盆是行洪、蓄洪的重要载体，是淮河中下游的主要孕灾环境。水沙关系是河床与湖盆演变的重要驱动因素，是河湖疏浚规模选择的重要基础。理清自然和人为双重影响下的淮河输沙量变化规律、量化并预测未来的变化情势、辨识水沙变化与河床及湖盆演变关系、探明河床与湖盆形态稳定性条件，都是亟需再认识的重要内容。

全面梳理新时期洪涝灾害的致灾因素、孕灾环境变化规律，为淮河中下游洪涝综合治理提供基础支撑。

(2) 评估现状体系，确定治理靶向。淮河流域受高强度人类活动影响，也是气候变化的敏感区。系统评估自然条件、社会经济、河湖关系、水系结构等制约因素的变化以及对现状防洪工程体系和规划治理方案的影响至关重要。需要通过整体协调性诊断，揭示现状防洪工程体系对流域设计洪水时空组成的累积效应；评价不同阶段治理措施之间的协调度，明晰存在问题，辨识防洪体系的冗余和胁迫的“关键点”及其形成机制。只有在此基础上，方能提出淮河中下游进一步治理规划的切实方案。

(3) 扩展治理视野，重构河湖格局。严格意义上说，淮河已经不是一个闭合流域，黄河夺淮打乱了淮河水系，现有格局下，入江水道、南水北调东线、引江济淮等工程联通江淮，淮河与长江在防洪和水资源保障两个方面都联系紧密；淮河流域和沂沭泗流域原本就是同根，因黄河夺淮才分道扬镳，但并未完全隔绝，尤其在下游地区，淮沭河、大运河、徐洪河等沟通淮河与沂沭泗，淮沂在水资源与防洪两方面也具备互补的条件。非闭合流域多水系空间协同规划与连通格局优化，变流域内治理为跨流域融合治理，进一步提升水系融合度，利用水系格局调整实现水动力重构，达到防洪和水资源保障一体化，是值得深入研究的重要课题。

(4) 立足流域实际，采取综合措施。淮河左右不对称的流域形态，下游地形过于平缓，比降小，水动力

不足,行洪缓慢等是产生中下游洪涝灾害的主要原因。从横向看,淮河地形南窄北宽,南陡北平,水流是南急北缓,南部大别山来水快速占据淮河干流主槽,北下洪水受干流顶托,水动力集聚超过环境承载力,导致中游洪灾严重。从纵向看,干流比降上大下小,垂直落差锐减,蚌埠以下河道呈“倒比降”“两头翘”“锅底洼”态势,水动力极弱,水位长时间居高不下,形成“关门淹”,导致严重涝灾。从河湖关系看,中下游下端的浮山—老子山段,河势曲折不顺,浮山附近距离洪泽湖直线距离仅有6 km左右,现状情况下洪水需要经过约60 km河道才能入湖,水流长距离跋涉,阻尼加大,致使干流水位雍高,加重淮河中游的洪涝灾害。

上述自然条件,决定了淮河洪涝灾害只能改善而难以根治。淮河中下游洪涝治理必须两条腿走路,一方面尊重流域自然禀赋,优化工程措施布局,通过水动力重构改善水动力时空不平衡状况;另一方面,需要跳出以水论水的单向思维,将防洪除涝规划与经济社会发展规划深度融合,探索适应性发展与适度的工程措施相结合的模式。在保证人民生命安全的前提下,挖掘湿地的生态价值,构建海绵流域,实现生态保护、经济社会发展和防灾减灾的多赢。

(5) 兼顾防洪兴利,发挥综合效益。淮河中下游是洪涝灾害频发和水资源短缺并存的区域,临淮岗水利枢纽和洪泽湖是淮河中下游两大控制性工程,应当兼顾防洪和兴利两大需求,在保证防洪安全的前提下,发挥其水资源保障作用,以减少引江济淮和江水北调的引水量,并增加流域水资源与外调水联合配置的灵活性。

根据对临淮岗来水分析,1956—2000年间多年平均实测来水量113亿 m^3 ,其中汛期末来水超过70亿 m^3 ,有充足的水量保证;淮河干流淮滨至临淮岗段河道全长145 km,河底高程15~20 m,滩地高程20~30 m,具备利用河槽蓄水的自然条件。充分分析临淮岗综合利用的主要制约因素,确定合理的洪水资源利用阈值,必将极大提升临淮岗枢纽的综合效益。

洪泽湖是淮河流域最大的调蓄湖泊,是苏北地区最大的供水水源地、南水北调东线的调蓄水库。受汛限水位12.5 m的限制,洪泽湖水资源利用效益难以充分发挥,遭遇干旱年份,需要大规模引长江水补充,2019年江苏苏北遭遇60年一遇的气象干旱,为解苏北大旱,累计抽引长江水近40亿 m^3 。构建淮河下游尾闾畅通工程体系,加大洪泽湖的洪水下泄能力,增加洪水调度的灵活性,就可以为抬高汛限水位创造条件,实现防洪安全与洪水资源化双赢,如果洪泽湖汛限水位从12.5 m抬升到13.0 m,可增加约8亿 m^3 的库容,经济和社会效益十分可观。

(6) 建设支撑体系,强化管理措施。从控制洪水向控制与管理洪水并重的转变,是21世纪防洪减灾领域的发展趋势。防洪减灾非工程支持体系的建设与完善是重要内容。依托防洪工程体系,利用系统科学、人工智能、信息技术、计算机技术、管理科学等最新发展成果与水利科技交叉融合,实现复杂水工程体系多目标综合调控,可以极大提升现有防洪工程体系的综合效能。应当深入探究“防洪-供水-治污-生态修复”多目标竞争与协同机制,开展“干支流水库-闸坝-行蓄洪区-湖泊”等水利工程体系多目标联合优化调度,应用大数据、人工智能技术建设智慧流域水资源管理体系。

3 淮河中下游洪涝综合治理措施初探

针对淮河中下游防洪除涝面临的新形势,结合上述战略思考,以淮河干流王家坝断面以下中下游区域为研究范围,围绕淮河干流与洪泽湖洪水时空演变规律及其驱动机制、泥沙演变特征及其河床湖盆演变响应、现状及规划防洪工程体系整体协调性、河湖一体化综合治理、综合治理措施系统性模拟与评估等关键科学技术问题开展攻关。研究取得了一些新认识,得到了部分初步结论^[20]。

3.1 降雨和干支流洪水演变规律

建立研究区分布式水文模型,通过对流域性大暴雨、大洪水历史资料 and 不同时期土地利用信息的模拟分析,辨识淮河干流洪水时空组成、量级及过程等特征的演变规律及其驱动机制;构建水库-闸坝群动态调度

模型,定量评估重要大型水库和闸坝调度对干流洪水过程的影响;建立河道水系整治对河道洪水影响的定量评估模型,评价河道整治对干流洪水演进规律的影响。主要结论有:

(1) 淮河大部分气象站点年降雨量呈下降趋势,小部分呈上升趋势,但都未通过显著性检验,表明气候变化的趋势性影响不大;各干流断面洪量均值整体呈现逐渐减少的趋势, W_{15d} (15 d 洪量)的变化范围大于 W_{30d} (30 d 洪量)的变化范围,变化趋势明显,土地利用变化对洪水演变的影响较大。

(2) 经过19项骨干工程治理后,淮河干流王家坝至吴家渡河段在中高水过水能力显著提高,同水位级下流量增加200~1 000 m^3/s ,同流量级下水位降低0.2~1.2 m。

(3) 干支流洪水遭遇集中于7—8月份,遭遇概率随洪水量级增加逐渐减少,淮河干流(淮滨站)与洪河(班台站)各量级洪水的遭遇概率均大于其余干支流,淮河干流(润河集站)与沙颍河(周口站)各量级洪水的遭遇概率最小。

(4) 未来气候变化可能导致中小洪水(5年一遇、10年一遇、20年一遇)的洪量设计值较历史时期增大,大洪水(50年一遇、100年一遇)的洪量设计值较历史时期减小,气候变化情景下应重点关注中小洪水的变化趋势。

(5) 水利工程建成运行使得主要断面不同重现期下的时段洪量设计值均有所减少,重现期越大设计值减少的幅度越大,水利工程的影响在空间上存在显著的累积效应。

(6) 水库对下游防洪断面的削峰作用显著,鲇鱼山、梅山、响洪甸等7座大型水库对干流削峰影响的重要性依次为:宿鸭湖水库>鲇鱼山水库>南湾水库>梅山水库>燕山水库>响洪甸水库>佛子岭水库。

(7) 阜阳闸、蒙城闸等大型闸坝对干流流量影响不明显;干流疏浚拓宽了行洪通道,扩大了河道过水断面,缩短了洪水传播时间。

3.2 淮河干流和洪泽湖泥沙特征及其变化规律

基于长序列水沙资料及多要素原型观测数据,分析淮河流域水沙时空变化及特征,量化南北不同区域对干流水沙通量的贡献;构建水沙耦合数学模型,揭示自然与人类活动对水沙变化的耦合效应,模拟河湖水沙运移及河床湖盆演变;分析洪泽湖入、出湖水沙的组成及年际淤积趋势,分析泥沙淤积和湖区围垦对洪泽湖调蓄量的影响,揭示洪泽湖沉积格局的时空演变规律。主要成果如下:

(1) 淮河中游泥沙主要来源于淮北支流,其次是淮河干流上游,年输沙量与年含沙量均呈减少趋势,来沙具有较明显的阶段性特征,20世纪80年代后显著减少,进入2000年之后,鲁台子和吴家渡站含沙量基本维持在0.1~0.2 kg/m^3 。

(2) 在自然演变下,淮河干流河道正阳关至小柳巷段河道冲淤变化幅度较小,河道主槽基本平衡或者微冲,滩地基本稳定,冲淤幅度0.5 m以内,但河道采砂导致淮河干流河道河床局部剧烈变形,其影响远大于自然演变。

(3) 河道平面形态基本稳定,河床纵向稳定性系数、横向稳定性系数沿程变化不大;淮河中游5个水文站断面多年来的变化趋势是冲刷扩大,尤其是近年来水含沙量减小,利于河床冲刷,这对于适当疏浚淮河河槽、扩大河槽泄量是有利的。

(4) 1983—2016年间洪泽湖总来沙19 726.8万t,出沙9 522.5万t,总淤积量为10 204.3万t,淤积区域主要集中在淮河干流入湖口和溧河洼;同期,洪泽湖汛限水位以下库容减少达9.12亿 m^3 ,洪泽湖周边围湖造田应该是主要原因。

3.3 现状和规划工程防洪效果与协调性

在复核淮河干流设计洪水及其空间组成变化的基础上,建立“河道-分洪道-行蓄洪区-大型闸坝枢纽”耦合水动力模型,通过摄动分析,解析淮河现状及规划防洪工程体系的效果和有效范围;结合典型洪水空间遭遇规律和设计洪水的空间组成分析成果,评估干流不同河段防洪能力的协调性;分析易涝洼地涝水特性及规律,提出干流水位控制目标。主要成果如下:

(1) 2003年和2007年流域性洪水证明,淮河现状防洪体系使洪水调度和防控能力大大增强,手段更为灵活有效,中小洪水基本处于可控状态,洪涝灾害损失大幅度降低。

(2) 现状防洪工程总体上可以增加下泄流量或降低河道水位,但中下游效果差于中上游,上下游河段水位—流量关系变化并不协调,小柳巷站甚至出现同级别水位下流量降低和同级别流量下水位升高的现象,表明行洪通道尚未完全打开,仍需进一步加大治理力度。

(3) 淮河干流上游、中游主要防洪保护区及洪泽湖防洪标准与防洪保护区经济社会发展基本相适应,防洪标准总体是协调的;但淮河一般堤防保护区和保庄圩人口密度大,防洪标准较低,与经济社会发展不相适应。

(4) 淮河特殊地理条件、河道特性决定了淮河中游各站设计水位水面线不符合一般河流水面比降从上游至下游逐渐变缓的规律,但中游各段河道设计流量从上段 $7\,400\text{ m}^3/\text{s}$ 逐渐过渡到 $13\,000\text{ m}^3/\text{s}$,设计水位和流量基本协调。

(5) 规划实施进一步治淮工程如入海水道二期、行蓄洪区等,是完善淮河中下游防洪体系的必要措施,不建入海水道二期工程洪泽湖防洪标准达不到300年一遇,不进行行蓄洪调整,会抬高蒋坝和干流河道水位。

(6) 淮河干流中游平槽泄量小,高水位持续时间长,两岸洼地受准干高水位顶托,形成严重涝灾损失,为减轻干流顶托影响淮河干流适宜水位应低于设计洪水位 $1\sim 2\text{ m}$ 。

3.4 工程措施组合方案建议

建立研究区“河-湖-工程”一体化的多维多对象水沙耦合数值模拟平台,解析冯铁营引河、洪泽湖水下隐河、淮干河道疏浚工程方案、入江水道、入海水道等工程措施对干流水位的影响范围和幅度;提出环洪泽湖,有效减轻淮河关门淹的防洪工程体系的组合方案和规模。主要阶段性结论有:

(1) 对蚌埠以下百年一遇设计洪水,采用“冯铁营引河工程+入海水道二期及湖区顺流扩槽+淮干吴家渡至浮山的全段切滩工程(切滩高程由 8 m 线性降低至 5 m ,切滩宽 350 m)+引河进口至老子山河段疏浚(疏浚高程 5 m ,底宽 500 m)”的组合方案,可使浮山洪峰水位降低 2.96 m ,吴家渡洪峰水位降低 2.04 m ,基本达到“不使用行洪区的前提下,百年一遇洪水蚌埠以下水位降低 2 m ”的治理目标。

(2) 对于相当于2007年的中小洪水,采用“冯铁营引河工程+入海水道二期及湖区顺流扩槽+淮干吴家渡至浮山的全段切滩(切滩高程由 8 m 线性降低至 5 m ,切滩宽 350 m)+淮干引河进口至老子山疏浚(疏浚高程 5 m ,底宽 500 m)+蚌埠以上六坊堤 $0\sim 3\text{ km}$ 的切滩(切滩高程从 10.45 m 线性降至 10.35 m ,切滩宽度 200 m)”的组合方案,可使凤台洪峰水位降低 1.26 m ,田家庵洪峰水位降低 0.97 m ,基本达到“淮干发生中小洪水时,蚌埠以上降 $1\sim 2\text{ m}$ ”的治理目标。

下一步将重点进行河湖分离方案的详细论证,深化“分流入沂”、江淮沂尾闾格局、“水下隐河”等措施的研究,力争取得淮河中下游洪涝综合治理的完整认识,提出可操作性强、综合效益好、不利影响小的工程组合方案。

4 结 语

新中国70年治淮事业取得了巨大成就,初步形成了“六位一体”的防洪工程体系,淮河上中游的治理已相对完善,中下游已成为进一步治淮的重点区域。新时期淮河中下游治理必须走综合治理之路。

依托国家重点研发计划项目,面向淮河干流河道与洪泽湖演变及治理关键技术问题开展了初步研究。获得了降雨洪水、泥沙和河床湖盆变化的新认识;评估了现状和规划工程体系的效益与协调性;基于淮河干流与洪泽湖开展了针对降低淮河干流水位的组合工程方案的研究,为缓解沿淮洼地排涝压力提供参考。

致谢: 本文第3节的主要结论取自国家重点研发计划项目“淮河干流河道与洪泽湖演变及治理”的中期报告,感谢项目组全体同仁所做的贡献。

参考文献:

- [1] 后立胜, 许学工. 密西西比河流域治理的措施及启示[J]. 人民黄河, 2001, 23(1): 39-41. (HOU L S, XU X G. Treatments and inspiration of Mississippi River basin [J]. Yellow River, 2001, 23(1): 39-41. (in Chinese))
- [2] 卡米洛. 天意: 2011年特大洪水流经密西西比河及支流工程[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2013. (CAMILLO C A. Divine providence: the 2011 flood in the Mississippi River and tributaries project[M]. Beijing: China Water & Power Press, 2013. (in Chinese))
- [3] 廖远志, 廖鸿志. 荷兰水利工程建设与生态环境协调发展探讨[J]. 水利水电快报, 2007, 28(16): 9-11. (LIAO Y Z, LIAO H Z. Discussion on the coordinated development of water conservancy project and ecological environment in Holland [J]. Express Water Resources & Hydropower Information, 2007, 28(16): 9-11. (in Chinese))
- [4] 姜晓明, 王艳艳, 向立云. 我国防洪减灾体系建设与成就[J]. 中国防汛抗旱, 2019, 29(10): 6-9. (JIANG X M, WANG Y Y, XIANG L Y. Construction and achievements of flood prevention and disaster reduction systems in China [J]. China Flood & Drought Management, 2019, 29(10): 6-9. (in Chinese))
- [5] 李原园, 酆建强, 石海峰, 等. 中国防洪若干重大问题的思考[J]. 水科学进展, 2010, 21(4): 490-495. (LI Y Y, LI J Q, SHI H F, et al. Strategic thinking on major issues in China flood control [J]. Advances in Water Science, 2010, 21(4): 490-495. (in Chinese))
- [6] 冯颖, 石朋, 王凯, 等. 淮河干流与洪河洪水遭遇规律研究[J]. 三峡大学学报(自然科学版), 2018, 40(6): 1-5. (FENG Y, SHI P, WANG K, et al. Study of rules of flood encounter between Huaihe River main stream and Honghe River [J]. Journal of China Three Gorges University (Natural Sciences), 2018, 40(6): 1-5. (in Chinese))
- [7] 唐洪武, 严忠民, 王船海, 等. 平原河网水动力学及防洪技术研究进展[C]//第二十七届全国水动力学研讨会文集: 上册. 北京: 海洋出版社, 2015: 17-23. (TANG H W, YAN Z M, WANG C H, et al. Hydrodynamics and flood control techniques in plain river networks: a review [C]//Proceedings of the 27th National Symposium on Hydrodynamics: Vol 1. Beijing: China Ocean Press, 2015: 17-23. (in Chinese))
- [8] CHEN J, ZHONG P A, XU B, et al. Risk analysis for real-time flood control operation of a reservoir [J]. Journal of Water Resources Planning and Management, 2015, 141(8): 04014092.
- [9] WU Y N, ZHONG P A, ZHANG Y, et al. Integrated flood risk assessment and zonation method: a case study in Huaihe River basin, China [J]. Natural Hazards, 2015, 78(1): 635-651.
- [10] 肖幼. 峥嵘七十年, 初心未改, 绘就治淮新蓝图[J]. 治淮, 2019(10):4-5. (XIAO Y. After 70 years of arduous development, the original intention has not been changed, and a new blueprint for harnessing the Huaihe River has been drawn [J]. Harnessing the Huaihe River, 2019(10):4-5. (in Chinese))
- [11] 顾洪. 淮河流域规划与治理[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2019. (GU H. Planning and treatment of the Huaihe River basin [M]. Beijing: China Water & Power Press, 2019. (in Chinese))
- [12] 国家发展和改革委员会. 中原经济区规划(2012—2020年)[EB/OL]. (2012-12-03) [2020-05-01]. <https://www.ndrc.gov.cn>. (National Development and Reform Commission. Central plains economic zone planning (2012—2020) [EB/OL]. (2012-12-03) [2020-05-01]. <https://www.ndrc.gov.cn>. (in Chinese))
- [13] 国家发展和改革委员会. 淮河生态经济带发展规划[EB/OL]. (2018-11-02) [2020-05-01]. <https://www.ndrc.gov.cn>. (National Development and Reform Commission. Development plan of Huai River ecological economic belt [EB/OL]. (2018-11-02) [2020-05-01]. <https://www.ndrc.gov.cn>. (in Chinese))
- [14] 钱敏. 淮河中游洪涝问题与对策[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2018. (QIAN M. Problems and countermeasures of flood and waterlogging in the middle reaches of Huaihe River [M]. Beijing: China Water & Power Press, 2018. (in Chinese))
- [15] 李燕, 夏广义. 淮河中游易涝洼地涝及成因研究[J]. 水利水电技术, 2012, 43(6): 93-96. (LI Y, XIA G Y. Study on characteristics and causation of waterlog disaster of waterlogging depressions along mid-reach of Huaihe River [J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2012, 43(6): 93-96. (in Chinese))
- [16] XUE F, SHI P, QU S M, et al. Evaluating the impact of spatial variability of precipitation on streamflow simulation using a SWAT model [J]. Water Policy, 2019, 21(1): 178-196.
- [17] 程兴无. 淮河流域旱涝气候演变[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2019. (CHENG X W. Climatic evolution of drought and

- flood in Huaihe River basin [M]. Beijing: China Water & Power Press, 2019. (in Chinese))
- [18] 樊贤璐, 徐国宾, 邓恒, 等. 1975—2015年洪泽湖水沙变化趋势及成因分析[J]. 南水北调与水利科技, 2019, 17(3): 7-15. (FAN X L, XU G B, DENG H, et al. Water and sediment trends and their causes in the Hongze Lake from 1975 to 2015 [J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2019, 17(3): 7-15. (in Chinese))
- [19] HU Z J, WANG L L, TANG H W, et al. Prediction of the future flood severity in plain river network region based on numerical model: a case study [J]. Journal of Hydrodynamics, 2017, 29(4): 586-595.
- [20] 河海大学. 淮河干流河道与洪泽湖演变及治理(2017YFC0405600)项目中中期总报告[R]. 南京: 河海大学, 2020. (Hohai University. Interim general report of the project "Evolution and Control of the Main Stream of the Huaihe River and Hongze Lake" (No. 2017YFC0405600) [R]. Nanjing: Hohai University, 2020. (in Chinese))

Thinking and preliminary practice of comprehensive treatment of the Middle and Lower Reaches of the Huaihe River basin*

ZHONG Ping'an¹, TANG Hongwu²

(1. College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: In the last 70 years, China has made great achievements in the treatment of the Huaihe River basin. Now the main stream of the middle and lower reaches of Huaihe River and the Hongzehu Lake have become the key areas for further treatment. This paper systematically sorts out the main contradiction changes in the treatment of the Huaihe river basin in the new period, from the perspective of strategic status improvement of the river basin, economic and social development, evolution of natural environment and changes in water issues. The strategic thinking and suggestions for comprehensive treatment of the middle and lower reaches of the Huaihe River basin are also put forward, from the aspects of basic research on water and sediment, reveal of targeted problems, restructuration of rivers and lakes, and comprehensive treatment measures. This paper also introduces the contents and technical methods of further research on the evolution and treatment of the main stream of Huaihe River and the Hongzehu Lake, as well as the preliminary research results and conclusions, from the following four aspects: the revolution law of rainfall and flood in the main stream and tributaries, the characteristics of sediment in the main stream of Huaihe River and the Hongzehu Lake and their variation law, the present situation and the flood control effect and coordination of the planned project, and the proposal for combination scheme of engineering measures. This paper can provide a reference for the planning and designing of the Huaihe River basin treatment in the new period.

Key words: flood disaster; comprehensive treatment; strategic thinking; Huaihe River

* The study is financially supported by the National Key R&D Program of China (No. 2017YFC0405600).