

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2021.06.002

2020年鄱阳湖洪水回顾与思考

雷 声

(江西省水利科学院,江西 南昌 330029)

摘要:2020年6月底始,受持续强降雨和长江干流顶托倒灌影响,鄱阳湖水位暴涨,发生超历史纪录大洪水。基于水库、堤防、蓄滞洪区和非工程措施组成的鄱阳湖防洪体系现状,分析了2020年鄱阳湖洪水的雨情、水情和灾情特点,总结了鄱阳湖防洪体系在应对2020年洪水中取得的成效、存在的问题。提出要适应江湖自然节律,学会与洪水共生,坚持束疏结合、重点防御、人力与技术防汛相结合、工程与非工程措施相结合,实施洪水风险管理,协调好湖泊治理与保护的关系等治水理念。

关键词:防洪体系;强降雨;洪水风险管理;治水理念;鄱阳湖

中图分类号:TV87 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2021)06-0007-06

Review and reflection on Poyang Lake flood in 2020//LEI Sheng(*Jiangxi Academy of Water Science and Engineering, Nanchang 330029, China*)

Abstract: Affected by the continuous heavy rainfall since the end of June, 2020 and the flooding of the mainstream of the Yangtze River, the water level of Poyang Lake increased quickly and a super-historical flood occurred. Based on a review of the current situation of the Poyang Lake flood control system, including reservoirs, dikes, flood storage and detention areas, and non-engineering measures, the rainfall regime, water regime, and disaster characteristics of the flood event are analyzed, and the effectiveness and shortcomings of the Poyang Lake flood control system are summarized in this paper. It is suggested that we should adapt to natural rhythms of rivers and lakes, learn to coexist with floods, and coordinate the relationship between lake governance and protection. Some ideas for flood control are also proposed, including defense of key areas, the combinations of restraint and diversion, manpower and technology, as well as engineering and non-engineering measures, and flood risk management.

Key words: flood control system; heavy rainfall; flood risk management; idea for flood control; Poyang Lake

鄱阳湖是我国最大的淡水湖,位于长江中游南岸、江西北部^[1],流域面积16.22万km²,约占江西省面积的94%、长江流域面积的9%^[2]。它承纳赣、抚、信、饶、修等五河来水,经调蓄后由湖口注入长江,是一个季节性、吞吐型、过水型的湖泊^[3],湖面丰枯变化非常大,“高水是湖,低水为河”为基本特点。

五河和长江来水都会对鄱阳湖水位产生影响。鄱阳湖流域每年4—6月为主汛期,而长江中上游7、8月进入主汛期。由于汛期错开,正常年份不会产生大洪水。若鄱阳湖流域内汛期推迟或延长,长江中上游汛期提前,两者叠加后湖水随五河来水迅速上涨,受长江顶托甚至倒灌而难以消退,对鄱阳湖构成“上来下顶”之势,使水位长期处于高位。

由于湖区地势低洼,宣泄不畅,独特的江湖关系造成鄱阳湖历史上洪涝灾害频发^[4-5],1949年以来湖区发生大洪水20余次。1954年和1998年长江流域遭遇罕见洪水,引发鄱阳湖特大洪涝灾害,星子站水位超警戒分别长达123d和94d,滨湖大量圩堤溃决,损失惨重。2020年,鄱阳湖再次遭遇超历史纪录大洪水,由于防洪体系进一步完善,滨湖圩堤险情和洪涝灾情显著减少,但也暴露出一定的短板,有必要进行回顾与思考。

1 鄱阳湖防洪体系现状

1998年特大洪水后,江西省加大水利投入,通过一系列建设,形成水库、堤防、平垸行洪、蓄滞洪区和非工程措施为一体的综合防洪体系。

1.1 水库工程

截至2020年9月,江西省有10672座注册登记水库,占全国1/9,仅次于湖南,其中大型30座,中型255座,小(1)型1469座,小(2)型8918座。由于水库大多建于20世纪50—70年代,安全隐患多、工程质量差。2000年以后,江西省开展了大规模病险水库除险加固工作^[6]。经鉴定有10340座列入除险加固规划,其中大型15座,中型209座,小(1)型1351座,小(2)型8765座。同时还在五河干支流建成了峡江、浯溪口和山口岩等控制性水利枢纽工程,恢复和新增了防洪库容,提高了水库对中上游洪水的调蓄作用^[7]。

1.2 堤防工程

a. 堤防除险加固工程。鄱阳湖滨湖沿江区域筑堤历史悠久,按保护对象重要性,鄱阳湖圩堤划分为重点圩堤和一般圩堤^[8]。重点圩堤保护农田面积5万亩(1亩=0.0667hm²)以上或圩内有机场、铁路等重要设施,而一般圩堤保护农田面积5万亩以下。湖区现有圩堤462座,堤线长度3563.6km,保护农田50.4万hm²,保护人口842.6万人。其中重点圩堤46座,保护农田33.1万hm²;保护农田面积万亩以上的一般圩堤(以下称“中型圩堤”)41座,保护农田5.6万hm^{2[9-10]}。由于圩堤标准低,1986年鄱阳湖堤防治理一期工程开始实施。1998年后,江西加快鄱阳湖区重点圩堤建设,先后实施了九江长江干堤加固整治、鄱阳湖区二期防洪工程治理、赣抚大堤加固配套和五河尾闾疏浚等工程^[11]。

b. 退田还湖工程。为减缓“人争水地,水致人灾”现象,1998年洪水之后,国家提出“平垸行洪、退田还湖”治水思路,在长江中下游实施大规模的退田还湖工程^[12]。江西省退田还湖采取“单退”和“双退”两种方式。“单退”即单退圩堤,低水种养,高水行洪,退人不退田;“双退”即双退圩堤,自然还湖为滩涂或水域,退人又退田^[13]。2007年,江西退田还湖工程完工,共退圩堤417座,其中单退圩堤240座,双退圩堤177座,蓄洪面积基本恢复到1954年的水平,恢复面积近1174km²。鄱阳湖单退圩堤以保护农田面积万亩为界设置不同的行洪条件,万亩以上行洪条件为湖口站水位21.68m,万亩以下行洪条件为湖口站水位20.50m。

1.3 蓄滞洪区

为了抵御超标准洪水,鄱阳湖区设有康山、珠湖、黄湖、方洲斜塘4座蓄滞洪区,总蓄洪面积506.19km²,有效蓄洪容积25.36亿m³,承担25亿m³的分蓄洪任务^[14]。

鄱阳湖区蓄滞洪区运用条件为当湖口水位达到22.50m,并预报继续上涨。首先运用康山蓄滞洪区,相继运用珠湖、黄湖、方洲斜塘蓄滞洪区蓄纳洪水^[15]。自设立蓄滞洪区以来,鄱阳湖蓄滞洪区尚未运用过。

1.4 非工程措施体系

非工程措施是鄱阳湖防洪体系的重要组成部分,包括有关法律法规、雨水情监测、水文预测预报、应急预案体系和防汛调度决策系统等^[16]。江西省完善了包括《江西省河道管理条例》在内的地方法规和规章制度管理体系,开展了包括94县的山洪灾害防御非工程措施体系建设,建设了包括4500多个基础水文雨量站的水文测报站网体系^[17],制定了各级流域洪水预报方案,使水文预报、预测能力显著提升。除此之外,还编制了包括各类水库汛期调度运用方案在内的预案体系,建成了覆盖省、市、县、乡和重要工程管理单位的防汛抗旱网络和指挥系统^[18]。

2 2020年鄱阳湖洪水特点

2.1 雨情

2020年6月下旬至7月上旬,长江中游和鄱阳湖流域遭遇集中强降雨,长江中下游降雨比多年平均高1.5倍;赣北和赣中北部地区多次遭受暴雨或大暴雨袭击,其中6月下旬全省平均降水量109mm,7月上旬214mm。7月1—10日,全省平均降雨创历史新高,比常年多4倍,列历史记录第1位,其中九江市、景德镇市和南昌市比常年多4~5倍(表1、表2)。尤其是7月8—9日,鄱阳湖流域遭历史性特大暴雨袭击,全省平均降水量达108mm,为1961年有完整气象记录以来之最,有86县3837站降水量超100mm,432站超250mm。

表1 2020年7月上旬江西省降水量统计
Table 1 Rainfall statistics of cities in Jiangxi Province in the first ten days of July, 2020

行政区划	累积降水量/mm	历史同期均值/mm	历史排位
南昌市	380.6	76.6	1
景德镇市	495.4	105.8	1
九江市	328.1	80.5	1
上饶市	361.2	93.5	2
宜春市	300.9	81.5	2
鹰潭市	317.5	91.2	4
新余市	217.1	64.8	2
抚州市	222.0	73.4	6
吉安市	180.2	64.4	5
萍乡市	190.0	74.0	5
赣州市	47.1	54.4	35

表2 2020年7月上旬鄱阳湖流域降水量统计

Table 2 Rainfall statistics of Poyang Lake

Basin in the first ten days of July 2020

流域	累积降水量/mm	历史同期均值/mm	历史排位
饶河	485.4	107.2	1
湖区	342.1	77.8	1
修水	325.6	85.5	2
信江	308.7	89.4	5
抚河	213.9	72.4	7
赣江	170.9	62.6	2

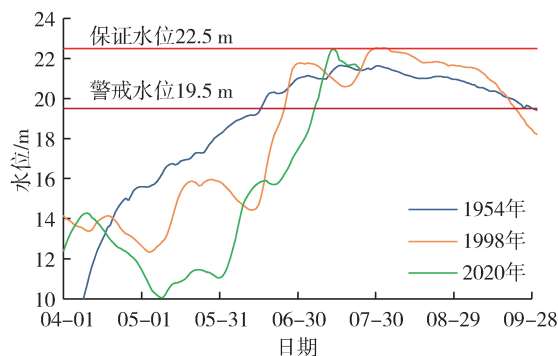


图1 鄱阳湖星子站洪水过程比较

Fig. 1 Comparison of flood hydrographs at Xingzi Station of Poyang Lake

特点是单峰结构,虽起涨时间晚,但上涨速度异常迅猛,从超警戒水位到创历史新高仅1周,其主因是7月上旬降雨范围大,强度极高,此后副热带高压北抬,梅雨结束,台风不够活跃,水位以相对快速下降。

2.3 灾情

2020年鄱阳湖洪涝灾害共导致673.3万人受灾,需紧急生活救助31.3万人,农作物受灾74.2 hm²,绝收19.2万hm²,直接经济损失约313.3亿元。全省202座单退圩堤主动行洪(湖堤185座、长江堤17座),11座其他圩堤进洪。三角联圩(重点圩堤)、问桂道圩和中洲圩(中型圩堤)等3座圩堤决口,处置各类险情2075处。

1998年鄱阳湖洪水中,因灾直接经济损失约376.8亿元,农作物受灾158.4 hm²,绝收123.5万hm²,湖区有240座千亩以上圩堤溃决,其中重点圩堤3座,中型圩堤20座^[19]。相比之下,2020年水位更高,但灾情显著减轻,特别是圩堤被动决口转为有计划的主动行洪,极大减轻了灾情。

图2为1998年和2020年最高水位时的鄱阳湖淹没范围遥感影像对比图,可以看出,1998年最高水位低,但淹没范围大,且很多淹没的区域均属圩堤保护范围,特别是都昌、湖口、永修、鄱阳等多数人口密集的滨湖县城城区都处于洪水淹没中。

3 2020年防洪体系成效与思考

3.1 主要成效

由于鄱阳湖区防洪体系灾害防御能力得到提升,2020年水位虽然突破了历史纪录,但无论是工程险情数量还是圩堤溃决淹没范围,均远小于1998年,主要表现在以下方面:

a. 鄱阳湖区防洪体系发挥成效。主要表现在重点圩堤达标建设提高了防御标准,退田还湖扩大了蓄洪面积,水库调蓄和削减洪峰作用加大,森林覆盖率的提高延缓了洪水过程,非工程措施为科学决

2.2 水情

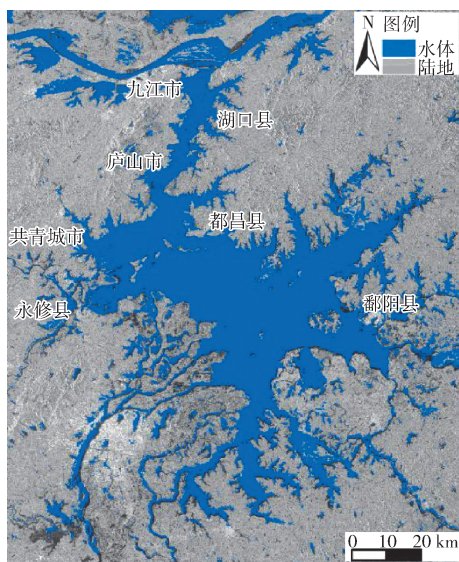
受持续强降雨影响,6月底开始江西省五河水位暴涨,7月上旬共发生12次编号洪水,特别是昌江4天内达到4次。与此同时,长江1号、2号、3号洪峰先后形成,对鄱阳湖形成了巨大压力,仅7月6—8日不到40 h,鄱阳湖湖口站倒灌3亿m³,倒灌最大流量3160 m³/s,其中五河入湖水量为常年的4.2倍,鄱阳湖出湖水量比常年少30%。受五河来水和长江干流顶托倒灌影响,鄱阳湖水位上涨迅速,从6月底偏低到偏高变幅近7 m。7月4—11日,鄱阳湖水位连续8天单日涨幅在0.40 m以上,单日最大涨幅0.65 m,15个湖区站12个超历史最高水位(表3),各站从超警戒到破纪录前后仅1周左右,日均涨速为历史第1。鄱阳湖星子站洪水过程如图1所示。

表3 2020年鄱阳湖区水文站洪水特征值

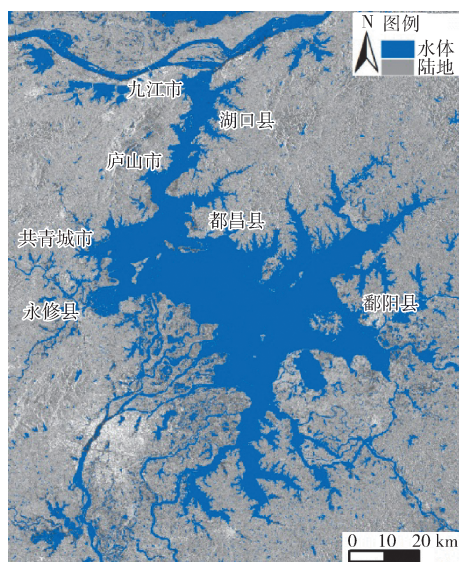
Table 3 Flood characteristic values of Poyang Lake hydrological stations in 2020

站点序号	河流	站名	2020年最高水位/m	历史最高水位/m
1	赣江南支	滁槎	23.88	23.17
2	赣江北支	蒋埠	23.30	22.68
3	赣江中支	楼前	23.21	22.66
4	赣江西支	昌邑	22.63	22.54
5	赣江西支	樵舍	23.37	22.63
6	抚河尾闾	三阳	23.32	23.16
7	昌江	古县渡	23.43	23.18
8	饶河	鄱阳	22.75	22.61
9	修河	永修	23.63	23.48
10	鄱阳湖	星子	22.63	22.52
11	鄱阳湖	康山	22.51	22.43
12	鄱阳湖	棠荫	22.58	22.57
13	鄱阳湖	都昌	22.42	22.43
14	鄱阳湖	湖口	22.49	22.59
15	西河	石门街	30.58	30.35

从图1可以看出,1954年鄱阳湖洪水虽然水位不高,但由于降雨多、洪量大,水位呈缓涨缓落,高水位持续时间长;1998年水位爬升呈双峰结构,前期降雨多涨速快,高位回落约1 m后,7月20日突遇强降雨,水位迅速创出新高,后缓慢回落;2020年洪水



(a) 1998 年 7 月 31 日, 星子站水位 22.52 m



(b) 2020 年 7 月 14 日, 星子站水位 22.63 m

图 2 1998 年和 2020 年鄱阳湖最高洪水淹没范围比较

Fig. 2 Comparison of inundation regions of Poyang Lake at maximum flood level in 1998 and 2020

策提供了有力支撑。

b. 防御理念发生重大变化。鄱阳湖区 200 多座单退圩堤首次主动运用,行洪量 30 多亿 m^3 ,有效降低最高水位 25 ~ 30 cm,避免了更大范围蓄滞洪区的运用。虽然鄱阳湖水位有 12 站破纪录,但湖口站最高水位为 22.49 m,未突破历史纪录 22.59 m,该水位距湖区重点圩堤保证水位、蓄滞洪区启用水位 22.50 m 仅差 1 cm。由于数量众多的单退圩堤主动行洪,使抢险力量进一步集中,工作科学有序。这种“舍地让水”理念减轻了湖区抗洪的压力,与之前的全面布防反而防不胜防举措形成鲜明对比。

c. 监测预报调度能力显著加强。由于站网数量增加、数据传输技术发展、运算能力提高,气象水文预测预报精度、水库调度水平比当年有了显著提高。单库调度、水库群联合调度得到应用,7 月上中旬防汛形势最严峻时,全省调度 30 多座大型水库,发布预报 195 次,充分发挥拦洪、滞洪、削峰、错峰作用,减轻了下游河道及湖区的防洪压力。通过拦蓄鄱阳湖洪量 18 亿 m^3 ,降低湖水水位约 0.18 m;为保证景德镇城区安全,在降雨来临前调度上游浯溪口水库,开闸预泄洪,此后连续拦蓄洪水 2.36 亿 m^3 ;调度柘林水库,将泄量由 3460 m^3/s 减小至 1810 m^3/s ,降低下游永修县城水位 0.30 m,使水位未突破历史纪录。

d. 高新技术提供了较好的抢险支撑。遥感和无人机应急监测、高密度电法仪无损险情探测、红外线巡堤查险、险情上报与实时风险评估等技术在抢险中得到大量综合应用,取得了较好的成效。

3.2 存在的问题

a. 需提质升级圩堤工程。鄱阳湖滨湖区人口

众多,地理位置极为重要,但目前只有 46 座重点圩堤完成达标建设,且仅为 4 级,仅 10% 的中型圩堤、单退圩堤在加固整治,防洪能力现状同区域定位不匹配,高水位险情不断。此外,很多滨湖圩堤因历史原因建有大量房屋,淹没风险大、整体搬迁难。

b. 需普及洪水风险管理。2020 年鄱阳湖突破警戒水位后涨速极快,1 座重点圩堤、2 座中型圩堤以及数量众多小型圩堤溃决和单退圩堤行洪均发生在不到一周内,大量人员房屋受淹,交通、电力、供水中断。由于缺乏洪水风险管理意识,抢险重于防御,各保护区未制定应急预案,日常避险宣传不足、自救互救技能不强、转移路线和安置点规划不够,应急救援力量和物资准备不充分,突如其来的灾情使各地初期措手不及、应对不足。

c. 需完善单退圩堤运用管理。鄱阳湖单退圩堤建成后,2016 年曾短暂达到运用条件但未启用。2020 年在水位超过运用条件后才决策启用,预留的行洪准备时间非常短。圩内全为农田或养殖水塘,若行洪,损失非常大,若不行洪,容易给滨湖百姓形成单退圩堤达到条件可以不行洪的错觉。由于日常宣传引导不足,很多农户特别是集约化经营者,缺乏风险意识和保险意愿,国家也没有适用的补偿机制,本次行洪后损失惨重。此外,单退圩堤行洪效果、行洪水位与顺序、配套制度、圩堤调整等均需进一步评估和完善。

d. 需提高应急排涝能力。现有圩堤排涝能力一般是按圩堤内常规降雨和内渗条件设计,应对决口封堵后的应急排涝明显不足。特别是圩堤决口初期,很难预测高水位的持续时长,为了迅速恢复灾区

百姓正常生活,先堵口再排涝成为基本选择。由于堵口后圩堤内进水量极大,临时加泵的应急排涝成本高、耗时长,甚至会出现排涝追不上退水的现象,有必要设置进水闸堰等应急排涝设施。

e. 需加快蓄滞洪区安全建设。由于安全建设总体滞后,鄱阳湖蓄滞洪区内存在部分圩堤及隔堤标准不足、不配套,安全区(台)、分洪转移道路、分洪口门未实施等问题。4个蓄滞洪区保护17万人、2万 hm^2 耕地,启用后动员转移和安置难,经济损失大。由于分洪会产生很大的后遗症,决策时极为艰难,造成即便蓄滞洪区达到运用条件,也不敢轻易使用的结果。

3.3 几点思考

天然湖泊对江河洪水有显著的调蓄作用^[20],能极大缓解下游地区的防洪压力,但洪泛区多为冲积三角洲,土地肥沃、人口密集,“人水争地”现象普遍,为了协调好两者之间的关系,有必要进一步转变治水观念。

a. 从束堵为主向束疏结合转变。堤防在抵御洪水过程发挥着重要的作用,但加高加固后容易将洪水约束在狭窄的区域,一旦溃决造成的洪涝损失将会更大。利用单退圩堤关键时候“舍地让水”、主动分洪,能有效减少堤防被动决口,减少洪涝灾害损失。由于现有规范和管理制度中,单退圩堤定位不明、管理不顺,建议改为蓄洪堤,参照蓄滞洪区管理,建设配套设施,在运用中根据洪水量级科学有序分级分洪。此外,由于鄱阳湖枯水期水位非常低,水资源短缺,对于行洪后的单退圩堤还可探索蓄住洪水,建设滨湖平原水库,实现洪水资源再利用。

b. 从全面防御向重点防御转变。由于河湖区大小圩堤数量众多,标准不一,无论是建设还是防汛抢险,都很难做到全面防御、统筹兼顾,根据保护区的重要性分级防御比较有效,对于重点圩堤有必要提高防御等级。通过建设安全区(台)或就高安置,从根本上解决圩堤两侧建房住人情况,并加大工程的日常养护,落实管理养护经费,强化标准化维修养护管理,推行第三方专业化机构维修养护。

c. 从人力防汛为主向人力、技术防汛相结合转变。2020年鄱阳湖防汛中,高频次迅捷无人机组遥感观测、高密度电法仪无损查险、无人机红外线管涌查险、险情实时上报决策等技术防汛手段在一定范围得到应用,但最有效的办法依然是人力防汛。各类新技术多处于摸索中,总体上距人力、技术防汛相结合的需求差别较大,需要科技工作者攻关研究。

d. 从工程措施向工程与非工程措施相结合转变。在防洪体系中,水库、圩堤、蓄滞洪区等工程措

施投资大、建设周期长,会改变已有环境。任何工程措施只能防御一定等级的洪水,防洪作用都有上限^[21-22]。故在防洪中还要采取防洪宣传、避洪管理、洪水监测与预警、防洪调度和救灾等各种非工程措施,提高河湖区的抗损失能力和对洪水的适应能力,改变其对洪水分担形式,构成完整的防洪体系。

e. 从控制洪水向洪水风险管理转变。当前,我国正在开展全国第一次自然灾害综合风险普查,有必要以此为契机,开展河湖洪水风险调查与评估,编制保护区洪水淹没应急预案,引导居民合理规避洪水风险。应加大蓄滞洪区安全设施建设并鼓励人口外迁,房屋、供水、供电、通信等基础设施要适应洪水淹没风险;鼓励引导购置农业保险,研究适宜的风险分担模式。同时还需理顺专业管理、应急管理与风险管理的组织体系与部门职责。

4 结 语

在前期持续的水利投入下,鄱阳湖防洪体系已基本形成,在应对2020年超历史洪水检验中发挥了显著的效益,也暴露不少短板,需要进一步提升。湖泊治理与防洪事关百姓安居、社会发展,应充分认识到抵御洪水是人与灾害的悬殊博弈,要以心存对自然的敬畏、反思行为的合理性来转变治水观念。学会与洪水共生,适应江湖自然节律,给洪水以出路,实现人水和谐。

参考文献:

- [1] 孙晶晶,胡劼. 鄱阳湖水利枢纽建成后对越冬白鹤的影响[J]. 水利发展研究, 2013, 13(10): 29-32. (SUN Jingjing, HU Jie. Impact on wintering white crane after completion of Poyang Lake water complex [J]. Water Resources Development Research, 2013, 13(10): 29-32. (in Chinese))
- [2] 吴培军,万晓明,徐继铭,等. 鄱阳湖枯水期水位变化及应对措施[J]. 水资源保护, 2019, 35(6): 104-108. (WU Peijun, WAN Xiaoming, XU Jiming, et al. Changes of water levels in low-water season in Poyang Lake and its countermeasures [J]. Water Resources Protection, 2019, 35(6): 104-108. (in Chinese))
- [3] 徐德龙,熊明,张晶. 鄱阳湖水文特性分析[J]. 人民长江, 2001(2): 21-22. (XU Delong, XIONG Ming, ZHANG Jing. Analysis on hydrologic characteristics of Poyang Lake [J]. Yangtze River, 2001(2): 21-22. (in Chinese))
- [4] 高冰,任依清. 鄱阳湖流域1961—2010年极端降水变化分析[J]. 水利水电科技进展, 2016, 36(1): 31-35. (GAO Bing, REN Yiqing. Changes of extreme precipitation events in Poyang Lake Basin from 1961 to 2010 [J]. Advances in Science and Technology of Water

- Resources,2016,36(1):31-35. (in Chinese))
- [5] 邓鹏,孙善磊,黄鹏年. 气候变化对鄱阳湖流域径流的影响[J]. 河海大学学报(自然科学版),2020,48(1):39-45 (DENG Peng, SUN Shanlei, HUANG Pengnian. Influence of climate change on runoff in Poyang Lake Basin [J]. Journal of Hohai University (Natural Sciences),2020,48(1):39-45. (in Chinese))
- [6] 江西省水利厅. 江西病险水库除险加固保安全[J]. 中国水利,2013(24):148-151. (Water Resources Department of Jiangxi Province. Jiangxi dangerous reservoir reinforcement safety [J]. China Water Resources,2013(24):148-151(in Chinese))
- [7] 周建军,张曼. 长江鄱阳湖问题的原因及湖口建闸的影响[J]. 水资源保护,2019,35(2):1-12(ZHOU Jianjun, ZHANG Man. Eco-problem of Poyang Lake in Yangtze River and effect of sluice gate construction at lake's outlet [J]. Water Resources Protection,2019,35(2):1-12. (in Chinese))
- [8] 齐述华,舒晓波,DANIEL B,等. 基于遥感和历史水位记录的鄱阳湖区淹没风险制图[J]. 湖泊科学,2009,21(5):720-724. (QI Shuhua, SHU Xiaobo, DANIEL B, et al. Flooding hazard mapping for Poyang Lake region with remote sensing and water level records [J]. Journal of Lake Sciences,2009,21(5):720-724. (in Chinese))
- [9] 江西省水利规划设计研究院. 鄱湖安澜百姓安居专项工程总体方案[R]. 南昌:江西省水利规划设计研究院,2020.
- [10] 黄浩智,李洪任. 鄱阳湖区圩堤建设回顾与思考[J]. 江西水利科技,2014,40(1):67-69. (HUANG Haozhi, LI Hongren. Review and thought of dyke construction on the Poyang Lake area [J]. Jiangxi Hydraulic Science & Technology,2014,40(1):67-69. (in Chinese))
- [11] 胡红亮,王玉丽. 鄱阳湖区重点圩堤建设总结[J]. 科技风,2019(1):214-215. (HU Hongliang, WANG Yuli. Summary of key polder dike construction in Poyang Lake region [J]. Technology Wind,2019(1):214-215. (in Chinese))
- [12] 宁磊,翁朝晖. 长江流域“平垸行洪、退田还湖”的防洪作用[J]. 人民长江,2000(12):28-30. (NING Lei, WENG Zhaohui. Flood control function of flood-passing through plain and returning farmland to lake in Yangtze River Basin [J]. Yangtze River,2000(12):28-30. (in Chinese))
- [13] 傅春,晏洪. 鄱阳湖单退圩堤防洪优化调度研究[J]. 人民长江,2009,40(24):9-11. (FU Chun, YAN Hong. Research on optimal flood control operation for Poyang Lake semi-restoration dikes [J]. Yangtze River,2009,40(24):9-11. (in Chinese))
- [14] 罗小云. 江西省防汛工作现状、问题及对策[J]. 中国防汛抗旱,2015,25(6):77-80. (LUO Xiaoyun. Current situation, problems and countermeasures of flood control work in Jiangxi Province [J]. China Flood & Drought Management,2015,25(6):77-80. (in Chinese))
- [15] 长江水利委员会. 长江洪水调度方案[R]. 北京:国家防汛抗旱总指挥部,2012.
- [16] 陈敏. 长江流域防汛抗旱减灾体系建设与成就[J]. 中国防汛抗旱,2019,29(10):36-42. (CHEN Min. Construction and achievements of flood control, drought relief and disaster reduction systems in the Yangtze River Basin [J]. China Flood & Drought Management,2019,29(10):36-42. (in Chinese))
- [17] 孙艾林,胡志坚. 江西省水文水资源监测现状及对策[J]. 河南水利与南水北调,2018,47(9):34-35. (SUN Ailin, HU Zhijian. Status and countermeasures of hydrological and water resources monitoring in Jiangxi Province [J]. Henan Water Resources & South-to-North Water Diversion,2018,47(9):34-35. (in Chinese))
- [18] 徐卫明,胡应龙,平其俊,等. 江西省智慧水利现状分析及建设思考[J]. 江西水利科技,2019,45(1):64-67. (XU Weiming, HU Yinglong, PING Qijun, et al. Status analysis and construction thinking of smart water conservancy in Jiangxi Province [J]. Jiangxi Hydraulic Science & Technology,2019,45(1):64-67. (in Chinese))
- [19] 江西省水利厅. 江西省1998年防汛工作总结[J]. 江西水利科技,1999(1):3-5. (Water Resources Department of Jiangxi Province. Summary of flood control work in Jiangxi Province in 1998 [J]. Jiangxi Hydraulic Science & Technology,1999(1):3-5. (in Chinese))
- [20] 张曼,周建军,黄国鲜. 长江中游防洪问题与对策[J]. 水资源保护,2016,32(4):1-10 (ZHANG Man, ZHOU Jianjun, HUANG Guoxian. Flood control problems in middle reaches of Yangtze River and countermeasures [J]. Water Resources Protection,2016,32(4):1-10. (in Chinese))
- [21] 谢小平. 水库防洪关键问题的理论与方法研究[D]. 西安:西安理工大学,2007.
- [22] 康玲,周丽伟,李争和,等. 长江上游水库群非线性安全度防洪调度策略[J]. 水利水电科技进步,2019,39(3):1-5. (KANG Ling, ZHOU Liwei, LI Zhenghe, et al. Nonlinear safety degree flood control strategy of multi-reservoirs in upper Yangtze River [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources,2019,39(3):1-5. (in Chinese))

(收稿日期:2020-10-06 编辑:施业)

