

江苏省长江堤防防洪能力提升工程 设计洪潮水位综合研究

苏长城, 喻君杰, 罗龙洪

(江苏省水利工程规划办公室, 江苏 南京 210029)

摘要: 长江堤防是沿江地区重要防洪屏障。本文在已有相关研究成果基础上, 通过延长水文资料系列, 采用水文学和水力学方法, 开展沿江设计洪潮水位研究, 结合经济社会发展和相关规划要求, 综合提出该省长江堤防防洪能力提升工程建设标准及洪潮水位采用建议。

关键词: 江苏; 长江堤防; 设计水位; 研究

中图分类号: TV871.2 文献标识码: B 文章编号: 1007-7839 (2016) 02-0014-04

Comprehensive research on designed water level of flood control capability improvement project of Yangtze River embankment in Jiangsu province

SU Changcheng, YU Junjie, LUO Longhong

(Jiangsu Water Conservancy Project Planning Office, Nanjing 210029, Jiangsu)

Abstract: The Yangtze River embankments are important barriers for flood control in riverside area. Based on the correlation research, by enlarging the hydrological data series, methods of hydrology and hydraulics are used for studying on designed water level in riverside area. Combined with demand of economic and social development and relative plans, construction standard and water level suggestion for flood control capability improvement project of Yangtze River embankment in Jiangsu province is proposed.

Key words: Jiangsu; Yangtze River embankment; designed water level; research

长江干流江苏段总长 432.5 km, 涉及南京、镇江、扬州、常州、泰州、无锡、苏州、南通八市, 流域面积 3.86 万 km², 约占全省国土面积的 40%, 承载了全省 60% 的人口, 创造了全省 80% 的国内生产总值, 人口、产业、资产、基础设施高度密集, 具有十分重要的战略地位。

长江堤防是江苏省沿江地区重要防洪屏障, 建国后多次进行加固建设。目前, 已建成长江堤防 1548 km, 其中主江堤 866 km, 闸外港堤 380 km, 洲堤 302 km。现状堤防是经 1997 年江堤达标建设建成的, 受当时财力、投资的限制, 江堤按《长江流域综合利用规划简要报告》(1990 年) 中确定

的无台风影响的防洪设计水位实施, 没有考虑台风增水影响, 防洪标准仅相当于 50 年一遇。近十几年来, 随着长江上中游水土资源开发利用、中下游河道治理、航道整治力度加大, 特别是三峡水库的建设运行、长江口综合整治开发规划和长江南京以下 12.5 m 深水航道整治工程的实施等, 长江来水、来沙条件和工情条件发生了较大变化, 沿江崩岸频次有所增加, 南京友庄圩、镇江江心洲、扬州六圩弯道 9 号丁坝下段、嘶马弯道等均发生崩岸险情。随着长江经济带战略、苏南现代化建设示范区规划的实施, 沿江各地纷纷要求提升长江堤防能力。设计洪潮水位是长江堤防工程建设

收稿日期: 2015-12-30

第七届江苏水论坛优秀青年论文

作者简介: 苏长城 (1962-), 男, 本科, 研究员级高级工程师, 主要从事长江治理、保护和管理工作的。

和防汛管理的重要技术参数,对支撑长江堤防防洪能力提升工程规划设计、开展沿线防洪潮设计水位综合研究工作十分必要。

1 研究缘由

(1) 长江上中游水土资源开发及中下游河道整治对洪水特性产生影响。长江流域集中了全国35%的水资源、50%的技术可开发水能资源,是中国水资源配置的战略水源地、水电开发的主要基地。近20年来,长江干流及一级支流上已建(或在建)三峡、锦屏一级、二滩、溪洛渡、向家坝、亭子口等大型控制性水库17座,总调节库容为505亿 m^3 ,总防洪库容为354亿 m^3 ,调洪能力增强。长江98大洪水后,湖北、湖南、江西、安徽4省实施了长江重要堤防隐蔽工程,涉及堤防2000多km,总投资约68亿元。这些工程的实施,对长江洪水特性产生影响,进而影响我省长江洪潮水位,需要在延长水文系列的基础上,进行综合分析。

(2) 三峡工程运行带来长江中下游水沙特性变化。三峡工程是治理长江和开发利用长江水资源的关键性骨干工程,具有防洪、发电、航运、供水等综合效益。原研究认为三峡水库运用初期,邻近水库较近的河段冲刷量很快增加,随着库区淤积发展,下泄泥沙增多,河道开始回淤,而离水库较远的河段开始时河道有所淤积,到水库运用一段时间后转为冲刷。九江一大通在水库运用40年后才开始冲刷,冲淤变化总体不大。水库运用后的实际情况与预测结果差别较大,与蓄水前相比,年均流量均值减少8.3%,年最大流量均值减少10.9%,年最小流量均值增加26.4%。中下游输沙量急剧减少,与多年平均输沙量相比,大通站年输沙量减幅超过50%,2006年、2011年输沙量减幅达80%以上。需要研究三峡工程运行以来我省长江河势变化及对洪潮水位的影响,并预测今后水沙条件变化及对我省长江河床冲淤特性和洪潮水位的影响。

(3) 沿江开发及基础设施建设对洪潮水位的累积影响需要分析。2003年6月,我省实施新一轮沿江开发以来,地区生产总值年均增长超过16%,2010年城市化率超过65%,人均GDP已经超过7万元。干流岸线利用率已上升到54%,形成959个生产性码头和320个万吨级以上码头泊位,南京、苏州、江阴、镇江和南通等五港的吞吐量超亿

吨;跨江桥梁增加7座;新通海沙、常熟边滩、太仓边滩、铁黄沙等洲滩进行了开发利用。2011年省发展改革委员会印发了《江苏省沿江发展总体规划(2011~2020年)》,拉开了第二轮沿江开发序幕,2014年国务院印发了《关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》,长江后续整治与开发利用对洪潮水位的累计影响需要研究。

(4) 长江水沙动力条件及洪潮水位变化规律需要进一步认识。江苏省全境位于湖区界以内,受上游径流和下游潮汐的共同作用,沿程各站高潮位出现的时段一般都是上游大径流、下游天文大潮、风暴潮等“两碰头”或者“三碰头”时段,中间还受支流入汇的影响。如何把握沿程各站的影响因素和程度需要进一步深入研究。

2 研究技术路线

采用水文分析与水动力数值模拟相结合的方法分析洪潮水位。水文分析方法,在1997年《江苏省长江干流防洪设计潮位分析报告》基础上,收集大通以下河段1997年以来水文资料,延长水文系列,考虑大通上下游工情、水情变化对江苏省洪潮水位的影响,分析、提出沿江设计洪潮水位。水动力数值模拟方法,收集1998、2012年水下地形测图,沿江航道治理、河道整治、洲滩开发利用等工程资料,建立二维水沙数学模型,分析确定计算水文条件和工况,模拟沿程洪潮水位变化特性和规律。结合经济社会发展和相关规划要求,综合提出江苏省长江堤防防洪能力提升工程建设标准及洪潮水位采用建议。

3 水文分析研究

(1) 长江大通站1950~2012年年平均流量总体变化不大。年均变化率为-1.39%,年最大流量略有变化、变化率为5.43%,年最小流量明显抬升、变化率为39.4%,历年最大一日与最大120天峰量比变化率为9.07%。从趋势上看,2000年以来大通站年均流量、最大流量、峰量比均有下降趋势,而年最小流量则上升趋势明显。

(2) 南京站1950~2012年最高潮位有升高的趋势。年最高潮位变化率为8.68%,但2000年以来最高潮位有明显的下降趋势;南京、镇江、三江营、江阴、天生港、青龙港站十年平均最高潮位均出现在1990~1999年。

(3) 小波分析表明大通站年最大流量与沿江主要水文站年最高潮位变化主周期一致。大通站年最大流量与南京、镇江、三江营年高潮位, 均具有 19 年的变化主周期。根据该变化周期, 修正方案增加近 20 年 (1993 ~ 2012) 作为基础年代对以前各年代的潮位资料进行修正。通过频率分析计算, 提出沿江防洪设计洪潮水位建议值。

4 水动力数值模拟分析研究

(1) 近期河床冲淤变化分析。1998 年 ~ 2012 年各河段平均水位下的河床总体呈现冲刷趋势, 河槽容积有所增加, 研究表明, 在 98 大洪水或 97 风暴潮条件下, 1998 年、2012 年两种水下地形的沿程潮波没有发生明显变形, 高低水位变化较小, 其变化幅度一般在 0.05 ~ 0.10 m。南京、镇江和三江营站高、低潮位总体变化较小; 江阴以下, 主要受外海潮汐影响, 两种地形条件下的潮位过程变化较小, 总体略有抬升。

(2) 风暴潮增水分析。97 风暴潮发生时段是外海风暴潮、天文大潮“两碰头”, 上游流量相对较小, 风暴潮对南京以下河段增水影响均较大, 其中天生港附近增水幅度最大。南京附近增水约 0.61 m, 镇江附近约 1.12 m, 三江营附近约 1.24 m, 江阴附近约 1.45 m, 天生港附近最大, 增幅约 1.65 m, 徐六泾附近约 1.45 m, 吴淞口附近约 1.22 m。

上游 96 大径流 + 外海 97 风暴潮组合以及上游 98 大径流 + 外海 97 风暴潮组合条件, 为上游大径流、外海天文大潮与风暴潮“三碰头”的特殊情况, 最大增水出现在江阴附近。相比 97 风暴潮条件下沿程增水, “三碰头”组合工况下九龙港以下增水幅度基本一致, 九龙港 ~ 仪征一线增水幅度有所增加。

(3) 支流入汇影响分析。现状地形条件下, 采用 98 大洪水水文条件, 水阳江、青弋江的入汇 ($Q=3000 \text{ m}^3/\text{s}$) 工况下, 沿程高潮位略有抬升, 越往下游影响越小, 其中南京下关约 0.15 m, 镇江约 0.11 m, 三江营约 0.08 m, 江阴约 0.04 m, 天生港约 0.02 m, 吴淞口附近基本无变化。淮河入江水道单独入汇 ($Q=7000 \sim 15000 \text{ m}^3/\text{s}$) 工况下, 沿程高潮位抬升较明显, 其中三江营附近抬升最大: 南京下关 0.15 ~ 0.29 m, 镇江 0.21 ~ 0.42 m, 三江营 0.26 ~ 0.50 m, 江阴 0.17 ~ 0.35 m, 天生港 0.11 ~ 0.24 m, 吴淞口 0.03 ~ 0.1 m。青弋江、水阳江、淮河入江水道

三者同时入汇条件下, 江阴以上各站高位均有所抬升, 但小于两者单独入汇的累加值; 江阴以下与淮河单独入汇下沿程高潮位的抬升值基本一致, 变化幅度较小。

(4) 规划工程实施影响分析。长江南京以下 12.5 m 深水航道整治工程、长江口综合整治开发规划、长江澄通河段河道综合整治规划等规划工程实施后, 沿程高、低潮位将产生一定的影响, 低潮位变化幅度相对高潮位要大。

98 大洪水、96 大洪水 + 97 风暴潮以及 98 大洪水 + 97 风暴潮组合条件下, 南京、镇江、三江营、江阴附近高潮增幅约 0.03 ~ 0.04 m, 天生港在 0.05 m 以内, 白茆河口 0.10 ~ 0.14 m, 吴淞口 0.03 ~ 0.05 m。低潮位变化主要受上游径流量的影响, 98 大洪水以及 98 大洪水 + 支流汇入条件下, 南京附近低潮位壅高幅度一般在 0.05 m 以内, 江阴 0.2 ~ 0.22 m, 天生港 0.16 ~ 0.22 m, 白茆河口 0.2 ~ 0.25 m, 吴淞口 0.07 ~ 0.12 m。

(5) 不同水文条件下沿程洪潮水位与现有设计水位对比分析。对比“长流规”无台风条件下的防洪设计水位, 97 风暴潮条件下, 江阴以下沿程各站模拟高潮位均超过, 江阴、天生港、徐六泾、吴淞分别高出 0.04、0.28、0.22、0.25 m; 98 大洪水 + 97 风暴潮工况下、96 大洪水 + 97 风暴潮以及 96 大洪水 + 97 风暴潮 + 支流入汇计算工况下, 沿程模拟高水位均超过 (除南京)。对比“长流规”有台风条件下的防洪设计水位, 仅 98 大洪水 + 97 风暴潮以及 96 大洪水 + 97 风暴潮 + 支流入汇计算工况下镇江、江阴等站的模拟高水位超过防洪设计水位。镇江、江阴分别高出 0.22、0.08 ~ 0.13 m。

5 相关规划要求

(1) 《长江流域综合规划 (2012 ~ 2030 年)》、《长江流域防洪规划》、《长江口综合整治开发规划》等规划要求江苏长江口干堤按 100 年一遇高潮位遇 11 级风标准建设。

(2) 《江苏省防洪规划》、《江苏水利现代化规划 (2011~2020)》等规划要求“2020 年长江干流堤防全面巩固防御 50 年一遇洪潮水位标准, 河口段及重点城市、开发区段干堤达到 100 年一遇标准”。

(3) 苏南现代化建设示范区规划要求按 100 年一遇标准建设长江干流防洪工程。

6 综合分析研究

(1) 2012 年与 1998 年水下地形对比表明我省长江河道河床总体呈现冲刷趋势。近十多年来,大通站水沙条件发生了较大变化。年均流量均值减少 8.3%, 年最大流量均值减少 10.9%, 年最小流量均值增加 26.4%, 年输沙量明显减少。2012 年、1998 年实测水下地形对比分析表明, 我省大部分断面及平均水位下的河床总体呈现冲刷趋势, 河槽容积增加。

(2) 系列延长的水文分析成果表明沿线设计洪潮水位总体并未抬高。实测系列频率分析值与已有研究成果变化不大, 100 年一遇洪潮水位三条港高 0.08 m, 江阴、青龙港低 0.03 m, 其余各站高 0.02 m 左右。

(3) 规划工程实施后沿程高水位抬高幅度不大。现状地形条件下, 规划工程实施后, 沿程高低潮位有不同程度的抬升, 高潮位抬升幅度小于低潮位抬升幅度, 局部调整较大。江阴以上变化幅度相对较小, 江阴以下变化幅度较大。

(4) 典型台风模拟增水值与“长流规”台风增水值规律基本一致。典型台风模拟计算增水值表明, 南京及南京以上防洪潮水位主要受上游径流的影响, 江阴以下主要受外海潮汐及风暴潮的影响, 江阴~南京河段防洪潮水位受上游径流、外海潮汐的共同影响, 台风增水值呈驼峰分布。

(5) 江苏省水利厅原定的设计水位(苏水计〔1997〕210 号)基本能够涵盖近年典型大洪潮年份模拟高潮位。根据实测水文分析成果以及 98 大洪水、97 风暴潮、98 大洪水+沿程支流入汇等实际(或可能)发生的遭遇组合工况的水动力计算成果的对标分析。沿程各站高潮位均低于苏水计〔1997〕210 号的 100 年一遇潮位。极端组合

情况下, 如 98 大洪水+97 风暴潮、96 大洪水+97 风暴潮以及 96 大洪水+97 风暴潮+支流入汇等组合工况, 镇江与天生港之间潮位高于苏水计〔1997〕210 号文的 100 年一遇潮位。

(6) 江堤防洪能力提升工程标准采用 100 年一遇合适。2011 年省发展改革委印发了《江苏省沿江发展总体规划(2011~2020 年)》, 规划沿江地区将建成沿江经济带、沿江城市带、现代化港口群、基础设施网和生态环境宜居区, 人口、城镇、产业、资产、基础设施总量不断增大。国务院批复的《苏南现代化建设示范区规划》《长江流域防洪规划》《长江流域综合规划》; 水利部、江苏省政府联合批复的《江苏水利现代化规划》和省政府批复的《江苏省防洪规划》等各类规划都对我省长江堤防防洪能力提出了巩固提高的要求, 其中河口段要求达到 100 年一遇标准, 其他河段近期达到 50~100 年一遇, 远期达到 100 年一遇标准。因此 2020 年前后, 将我省长江干堤防洪标准提高到 100 年一遇总体合适。

7 结语

长江干流江苏段位于长江下游, 全境位于湖区界内, 受上游洪水和风暴潮共同影响, 河道整治任务重, 水资源开发利用要求高, 长江作为江苏省经济社会发展的重要依托和资源环境命脉, 其治理保护一直是江苏省水利建设的重点。近年来, 国务院、水利部和江苏省政府批复相关规划明确要求江苏省沿江“按 100 年一遇防洪标准建设长江干流防洪工程”, 沿江市县也提出了长江堤防防洪能力提升的要求。为指导开展相关前期工作, 省水利厅组织开展了设计洪潮水位综合研究, 为长江堤防防洪能力提升工程规划、设计、建设和管理提供依据。

(责任编辑: 张亚男)

~~~~~  
(上接第 13 页)

长江流域水资源未来面临的主要问题是污染导致的水质性缺水问题, 而且过度依赖过境的地表水, 使长江沿线城市供水的安全性存在隐患, 保障率不足, 所以, 未来需要在严格水污染防治和管理基础上, 充分发挥水利工程作用, 应该重点做好以下几方面工作: ①重要河流或者重要地区(城市)应该建设调节性能好、覆盖范围大的控制性水利工程; ②将当地水资源保护好, 减少利用客水的比例, 重

要城市或者经济区都应该建立以本地水为主的备用水源地; ③各地都应该制定好应急供水和城乡用水需求管理方案, 遇严重干旱或者突发水污染事件时, 除人畜饮用水外, 其他用水(包括生态环境用水)都需要同比例压缩, 农业可以通过干旱保险和政府补贴等办法保证生活和工业用水; ④水资源保护和水生态修复是今后一项长期、重要的工作, 需要全社会的共同努力和参与。

(责任编辑: 王宏伟)