

长江口潮位变化对潮型影响的研究

毛兴华, 顾圣华, 唐桂兰

(上海市水文总站, 上海 200232)

摘要:利用代表潮位站吴淞站 1975~2010 年实测资料,分析了长江口潮位变化对潮型的影响。研究结果表明,随着年平均潮位的上升,代表站年平均高(低)潮位会相应抬升,二者线性相关关系非常密切,而潮差、潮历时与年平均潮位的相关关系不明显。另外,年最高(低)高(低)潮位、年最大涨(落)潮潮差、年最大(小)涨(落)潮历时等各项极值与年平均潮位变化也没有明显的相关关系。

关键词:潮位变化;潮型;影响

中图分类号:P731.23

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2013)02-0011-04

1 概述

1.1 研究背景

海洋与人类生活和社会经济发展休戚相关,世界约有一半人口生活在距海岸线 50km 以内的沿岸地区,海平面的变化会引起如风暴潮、海岸侵蚀和盐水入侵等诸多灾害,影响沿海地区的经济社会发展和人们的日常生活,因而已引起全球沿海国家越来越密切的关注。

长三角地区在我国的社会经济发展中占有举足轻重的地位,但同时也是受风暴潮、海岸侵蚀和盐水入侵等影响较为严重的地区。研究该区域潮汐变化规律,对于保障其防汛安全、公共供水、交通运输以及经济社会的可持续发展具有十分重要的意义。

有关这方面的研究,目前开展得比较多,如宋永港等^[1]利用数值模拟的方法,探讨了长江口北支潮位与潮差的时空变化特征与机理,王艳红等^[2]利用高潮位资料,分析了淤泥质海岸的相对海面变化,王伟等^[3]从理论的角度,探讨了海平面上升与海岸潮差响应的关系。此外,海平面变化对沿海地区灾害的评估研究,开展也较多^[4-5]。

1.2 潮型基本概念及影响因素

潮型即指潮波的类型和形态。长江口的潮汐属于浅海非正规半日潮,涨落潮时间不等。每月有两次大潮汛和两次小潮汛。长江口口门以内潮流流向基本上为

往复流,出口门后由往复流转为旋转流。潮汐可以用波幅和周期来描述,前者常用平均高(低)潮位、最高(低)高(低)潮位,平均涨(落)潮潮差,最大涨(落)潮潮差等描述,后者常用平均涨(落)潮历时、最大(小)涨(落)潮历时来表示。

影响潮型的主要因素包括:

(1)海平面变化。海平面变化能最直观地导致潮位的整体性改变。

(2)陆地径流。陆地径流往往呈现出季节性特征,丰水季节径流量大,枯水季节径流量小,因此在丰水季节河口地区的潮位会有一定的升高,同时能延长落潮历时。

(3)气象因素。主要是大风吹刮导致的增水和台风暴雨导致的风暴潮。持续的大风导致的“风海流”在迎风的近岸水域会导致一定幅度的增水。台风导致的风暴潮会引起潮位暴涨暴落,潮型也明显改变。

(4)地形因素。主要表现为陆地边界对潮波的约束作用和浅水地形对潮波形态的改变,这在杭州湾表现得最为突出,在天文大潮时期形成了蔚为壮观的景观。

2 潮位变化对潮型影响的分析

2.1 研究方法

影响长江口潮型的最直接因素是海平面的变化,但长江口缺乏海平面资料,对潮型影响的研究造成了很大的困难。不过,海平面的计算是用验潮站或者代表

收稿日期:2012-05-09

基金项目:水利部公益性行业科研专项经费项目(201001069)

作者简介:毛兴华(1973-),男,甘肃民乐人,高级工程师,硕士,主要从事水文分析、GIS 技术应用、建设项目水资源论证、水土保持监测等工作。

E-mail:mxhxm2005@126.com

潮位站的整点潮位来计算的^[6],分析潮位变化对潮型的影响,基本上也可以反映出海平面变化对潮型的影响。本文从潮位资料入手,探讨其对长江口潮型影响的特点。

在资料的处理上,利用吴淞站 2001~2010 年的整点潮位和高低潮位资料,分析各月月平均潮位与月平均半潮面之间的关系,在确定二者具有密切的线性相关关系之后,将其应用到 1975~2000 年的高低潮位资料中,计算出这一时段各月平均潮位,从而获得吴淞站 1975~2010 年的年平均潮位值,进而分析潮位与潮型各特征值的相关关系。

在此基础上,本文探讨了吴淞站潮位存在一定变化的条件下,该站潮型的相应变化,这可为评估响应潮位变化的长江口海岸防护、防汛和供排水等影响提供技术参考。

2.2 潮位变化对潮位特征值的影响

2.2.1 高潮位

从历年吴淞站年平均高潮位和年平均潮位同步过程(见图 1)可以明显看出,二者的变化过程基本一致,即年平均潮位升高时,高潮位也升高,年平均潮位下降

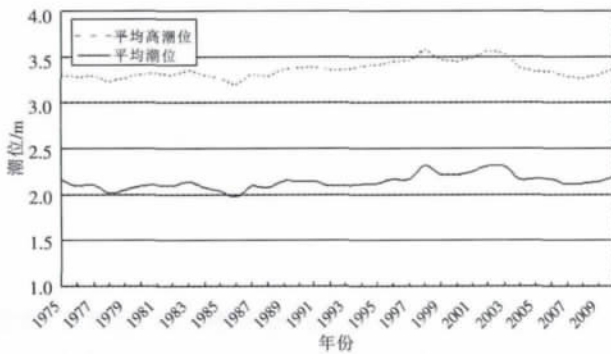


图 1 历年吴淞站年平均潮位和平均高潮位同步变化图
Fig.1 The variations of the annual mean tidal level and mean high tidal level at the Wusong station

时,高潮位也同时降低。

以平均潮位的年际变化为自变量,以平均高潮位的年际变化为因变量,寻求二者之间的相关关系,其结果如图 2 所示。可以看出,吴淞站年平均高潮位和平均潮位之间存在着较为密切的线性相关关系,其相关系数为 0.951。在 36 年的资料中,仅有 2 年的点在线性相关回归值±3cm 的上下包络线范围之外,其余均在包络线范围之内。这说明潮位的变化对吴淞站年平均高潮位有非常明显的影响。

2.2.2 低潮位

从历年年平均低潮位和平均潮位同步过程(见图 3)可以看出,与年平均高潮位的变化过程相似,吴淞站年平均低潮位与该站年平均潮位基本呈现同升同降的趋势。在平均潮位升高时,年平均低潮位也同时升高,平均潮位降低时,年平均低潮位也相应降低。

从平均低潮位和平均潮位年际变化的相关关系(见图 4)来看,二者存在着很密切的线性相关关系,其相关系数达到了 0.961。在 36 年的资料中,仅有 3 年的点在线性相关回归值±3cm 的上下包络线范围之外,其余均在包络线范围之内,说明潮位的变化对吴淞站年

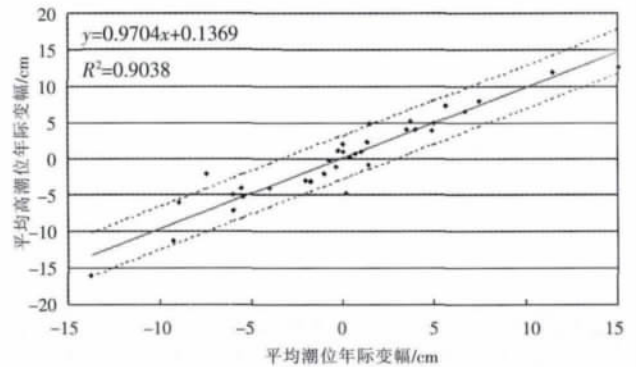


图 2 平均高潮位与平均潮位年际变化相关关系图
Fig.2 The correlation between the inter-annual variations of the mean high tidal level and mean tidal level

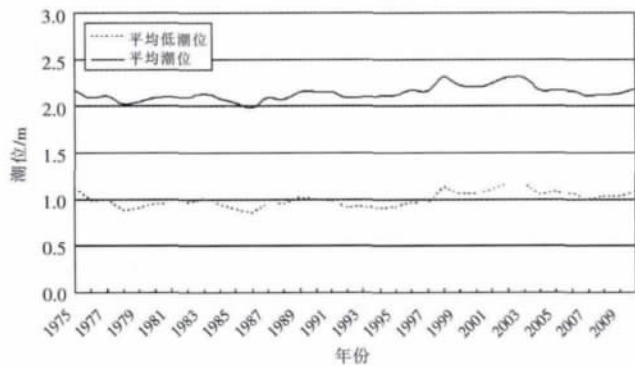


图 3 历年年平均潮位和平均低潮位同步变化图
Fig.3 The variations of the annual mean tidal level and mean low tidal level

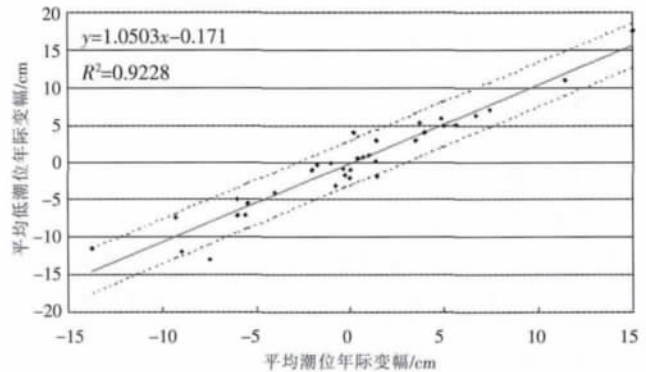


图 4 平均低潮位与平均潮位年际变化相关关系图
Fig.4 The correlation between the interannual variations of the mean low tidal level and mean tidal level

平均低潮位有很明显的影响。

2.2.3 潮差

从吴淞站年平均潮差和平均潮位同步变化过程可以看出,随着该站平均潮位的逐年变化,潮差并没有出现与之相应的趋势性变化。平均潮差年际变幅最大的是 1975~1976 年,相差 9.0cm,其次为 2004~2005 年,相差为 8.8cm。吴淞站年平均潮差和平均潮位的年际变化,也不存在显著的相关关系,说明长江口水域潮位的升高或者下降,并不会对潮差造成明显的影响。

一般情况下,大潮时高潮位更高,低潮位更低,潮差相对较大,而小潮时高潮位相对较低,低潮位相对较高,潮差会明显减小。但不论大潮还是小潮,整个潮周期的平均潮位却是相对稳定的。因此,潮差与潮位并不具相关性。另外,年平均潮位实际上反映了海平面的整体性升降,在海平面升高时,高低潮位都会相应升高,但潮差并不会明显改变,二者没有明显相关关系,从物理上也是可以理解的。

2.3 对潮历时的影响

从现有资料来看,吴淞站涨潮历时变化较小。其中,涨潮历时多年平均为 4 小时 34 分 30 秒,最大涨潮历时为 1985 年的 4 小时 40 分 41 秒,最小涨潮历时为 1977 年的 4 小时 27 分 30 秒,最大最小值相差仅 13 分 11 秒。与涨潮历时相似,该站的落潮历时变化也很小。落潮历时多年平均为 7 小时 50 分 48 秒,最大落潮历时为 1977 年的 7 小时 57 分 38 秒,最小落潮历时为 1985 年的 7 小时 44 分 34 秒,最大最小值相差 13 分 4 秒。

从涨落潮历时与潮位的同步变化过程来看,涨落潮历时并没有出现随年平均潮位的变化而呈现出趋势性的改变。其中,涨潮历时年际变化与平均潮位年际变化的线性相关系数为-0.178,落潮历时年际变化与平均潮位年际变化的相关系数为线性相关系数 0.224,说明随着潮位的变化,长江口涨落潮历时不会发生明显改变。

2.4 对潮型极值的影响

潮型极值包括潮位极值和潮历时极值两方面,其中潮位极值包括年最高(低)高(低)潮位、年最大涨(落)潮潮差六项,潮历时极值包括年最大(小)涨(落)潮历时四项(见表 1)。

极值的出现是很多因素共同作用下的一种偶然现象,从实际分析结果来看,上述 10 项极值指标的年际变化与潮位年际变化的相关系数均不超过 0.6,这说明长江口潮位的变化对潮型极值的影响很小。

表1 潮型极值与年平均潮位变化相关系数

Table1 The correlation coefficients between the extreme values of tidal form and variation of annual mean tidal level

潮型极值	相关系数(R)	潮型极值	相关系数(R)
年最高高潮位	0.342	年最大落潮差	0.269
年最低高潮位	0.403	年最大涨潮历时	-0.131
年最高低潮位	0.334	年最小涨潮历时	-0.152
年最低低潮位	0.562	年最大落潮历时	0.280
年最大涨潮差	0.381	年最小落潮历时	0.203

3 基于潮位变化的潮型响应预测

由上述分析可知,吴淞站年平均高(低)潮位和年平均潮位存在着较明显的正相关关系,年平均潮差与潮位的相关关系不明显。另外,年平均涨落潮历时,以及各项潮型极值与潮位之间均无明显的相关关系。

鉴于上述特点,本文在预测基于潮位变化的潮型响应时,只考虑年平均高潮位和年平均低潮位对海平面变化的响应,而对于潮差、涨(落)潮历时,以及各极值不再考虑。

吴淞站平均高潮位与平均潮位年际变化的相关关系可表示如下:

$$Y=0.9704 * X + 0.1369 \quad R=0.951 \quad (1)$$

式中: X 为潮位变化值, cm; Y 为年平均高潮位变化值, cm。

吴淞站平均低潮位与平均潮位年际变化的相关关系可表示如下:

$$Y=1.0503 * X - 0.171 \quad R=0.961 \quad (2)$$

式中: X 为潮位变化值, cm; Y 为年平均低潮位变化值, cm。

依据上述关系,在假定未来年平均潮位年际变化值在-70~70mm 之间时,吴淞站年平均高潮位和年平均低潮位的变化见表 2。

表2 年平均潮位假定变化条件下年平均高低潮位预测值

Table2 The forecasted mean high (low) tidal levels based on the assumed the variations of annual mean tidal level

潮位变化值/cm	高潮位变化/cm	低潮位变化/cm	潮位变化值/cm	高潮位变化/cm	低潮位变化/cm
-70	-67.8	-73.7	10	9.8	10.3
-60	-58.1	-63.2	20	19.5	20.8
-50	-48.4	-52.7	30	29.2	31.3
-40	-38.7	-42.2	40	39.0	41.8
-30	-29.0	-31.7	50	48.7	52.3
-20	-19.3	-21.2	60	58.4	62.8
-10	-9.6	-10.7	70	68.1	73.4

4 结语

长江口潮位受全球性气候变暖和局部地区地面沉降等因素的变化,其升降过程较为复杂。潮位的变化作为海平面变化最直观的反映,对长江口潮型的影响非常复杂。实测资料分析表明,只有年平均高潮位和年平均低潮位与平均潮位存在着较好的相关关系,而潮差、潮历时以及各项极值与潮位变化的相关性都较差。

本文仅从潮位变化对长江口潮型的影响作了一个单因子分析。实际上,如果要较准确地预测长江口潮型的变化,应进行潮型与潮位、径流、降水、风速、风向等的多因子分析,通过逐步回归找出最主要的影响因子,建立多因子相关关系。随着资料积累的逐步完善,这一工作将有望进一步开展。

参考文献:

[1] 宋永港,朱建荣,吴辉.长江河口北支潮位与潮差的时空变化和机理[J].华东师范大学学报(自然科学版),2011,(6):10-19.(SONG Yong-gang, ZHU Jianrong, WU Hui. Spatial and temporal variation sand mechanism of the tidal level and range in the North branch of the Changjiang estuary [J]. Journal of East China Normal University

(Natural Science), 2011, (6): 10-19. (in Chinese))

- [2] 王艳红,张忍顺,谢志仁.平均高潮位记录分析淤泥质海岸的相对海面变化——以江苏淤泥质海岸为例[J].海洋通报,2004,(5):59-64.(WANG Yanhong, ZHANG Renshun, XIE Zhiren. Analysis of relative sea-level change on muddy coast by tidal gauge records: Jiangsu muddy coast as an example [J]. Marine Science Bulletin, 2004, (5): 59-64.(in Chinese))
- [3] 王伟,宋志尧,陆卫国,等.海平面上升对海岸潮差响应的理论解析[J].海洋工程,2008,8(2).(WANG Wei, SONG Zhiyao, LU Weiguang, et al. A theoretical analysis of the responses of coast tidal range to sea level rise [J]. Ocean Engineering, 2008,8(2).(in Chinese))
- [4] 邓兵,范代读.海平面上升及其对上海市可持续发展的影响[J].同济大学学报,2002,11(30).(DENG Bing, FAN Daidu. Sea level rise and its impact on sustainable development of Shanghai City [J]. Journal of Tongji University, 2002, 11(30). (in Chinese))
- [5] 季子修,蒋自巽,朱季文,等.海平面上升对长江三角洲和苏北滨海平原海岸侵蚀的可能影响[J].地理学报,1993,11(6).(JI Zixiu, JIANG Zixun, ZHU Jiwen, et al. Impacts of sea level rise on coastal erosion in the Changjiang delta and north Jiangsu coastal plain [J]. Acta Geographica Sinica, 1993, 11(6). (in Chinese))
- [6] 陈宗镛.潮汐学[M].北京:科学出版社,1984:200-208.(CHEN Zongyong. Tidology [M]. Beijing: Science Press, 1984: 200-208. (in Chinese))

Impact of Tidal Level Change on Tidal Form in Yangtze Estuary

MAO Xinghua, GU Shenghua, TANG Guilan

(Shanghai Hydrology Administration, Shanghai 200232, China)

Abstract: Based on the observations (1975-2010) at the Wusong Station, a typical tide station, the impact of variations in tidal level on tidal form was analyzed. The results show that the annual mean high (low) tidal level rises along with the rise of the annual mean tidal level, with significant linear correlation between them. However, there are no clear correlations between the tidal range, tidal duration and tidal level. In addition, there are no obvious correlations as well between the tidal level change and all extreme values, the annual highest (lowest) tidal level, the annual maximum flood (ebb) tidal range, the annual maximum (minimum) flood (ebb) duration, etc.

Key words: tide level change; tide form; impact

(上接第 54 页)

Analysis of Rainfall, Floods and Droughts in Middle Shanxi in Recent Years

LIU Jingnan^{1,2}, GU Ying^{1,2}, JIN Junliang^{1,2}, NI Shenhai^{1,2}, SHEN Yu³

(1. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China;

2. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Nanjing 210029, China;

3. Hydrology Bureau of Shanxi Province, Taiyuan 030001, China)

Abstract: The statistical method was used to analyze the spatial-temporal distribution of rainfall, runoff and evaporation in the middle Shanxi since 1970s. The results show that the rainfall in the area is less than normal, there great is inter-annual variation of the rainfall, and the annual distribution is uneven. The runoff gradually has decreased since 1970s, and the decreasing trend is more obvious after 2000. The evaporation has increased since 1990s. The analysis was also made on the agricultural droughts and drought damages occurred in this area since 1990s. The results show that the rainfall, runoff and evaporation are important factors affecting the agricultural droughts.

Key words: rainfall; discharge; evaporation; agricultural drought; food drought