

江苏省沿江排涝设计潮位和潮型研究

王 丽, 周 毅, 纪小敏, 聂 青, 刘 淼

(江苏省水文水资源勘测局, 江苏 南京 210029)

摘要: 收集了江苏省沿江 12 个潮位站长系列资料, 分析了江苏省沿江潮位特征, 从沿江各代表站每年 5 ~ 9 月的实测潮位资料中, 分别摘取连续四天的 4 个高低潮潮位, 进行滑动统计, 分别求出各代表站连续四天的高低潮潮位的平均值, 并从中挑选出每年的最大值, 将这些年的最大值分别组成各代表站的样本系列数据进行频率分析, 用数理统计的方法确定了 50% 频率下排涝设计潮位。从历年的实测潮位资料中, 选取高低潮位与 50% 频率设计潮位相同或接近过程, 作为参照潮型, 确定设计排涝潮型。

关键词: 沿江; 排涝; 潮位; 潮型

中图分类号: TV122

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2017) 08-0016-04

Study on tidal level and tidal pattern of along-river drainage design in Jiangsu

WANG Li, ZHOU Yi, JI Xiaomin, NIE Qing, LIU Miao

(*Jiangsu Hydrology and Water Resources Survey Bureau, Nanjing 210029, Jiangsu*)

Abstract: In this paper, long series of data by 12 tide stations along-river in Jiangsu are collected. Characteristics of tidal level along the river in Jiangsu Province are analyzed. Among the measured tide data from representative stations during May to September every year, four consecutive days of high and low tide level are picked to do slide statistics. The average tide level of each representative station in those four consecutive days is calculated, among which the maximum number of each year is picked. The maximum value of these years is composed for the representative sample series for frequency analysis. Mathematical statistics methods are used to determine the 50% frequency drainage design tide level. The high and low tide levels are selected from measured tide data in past years such that they are identical or similar to the 50% frequency design. The selected tide is used as reference to determine the design of drainage tide.

Key words: along-river; drainage; tide level; tide type

江苏地处亚热带和暖温带过渡地带, 季风环流特征明显。春夏之交, 梅雨盛行; 进入盛夏, 常发生局部性暴雨; 夏秋之际, 常出现强度很大的台风暴雨。而江苏地势平坦, 平原面积约占 68.8%, 遇到大洪之年, 平原洼地普遍处于洪水威胁之下。开

展治涝规划编制和治涝工程建设以保障涝区经济社会的发展以及国家粮食安全是非常有必要的。我省沿江潮水位受天体运行和月潮消长变化规律的支配, 属半日周期潮, 一般每天涨、落潮各两次, 潮位变化大, 排涝分析工作需结合沿江潮位变化

收稿日期: 2017-03-27

基金项目: 江苏省水利科技项目 (2016003), 江苏省典型地区水资源环境承载能力提升研究。

作者简介: 王丽 (1982-), 女, 硕士, 工程师, 研究方向为水文水资源。

因素, 因此开展沿江排涝设计潮位和潮型研究具有重要意义。

1 自然地理

江苏省位于我国大陆东部沿海的中心, 东临黄海, 西连安徽, 北与山东接壤, 东南与浙江、上海毗邻, 南北长 440 km, 东西宽 360 km, 总面积 10.2 万 km²。江苏地处长江、淮河流域下游, 其中长江流域面积 3.85 万 km², 占 37.7%, 淮河流域面积 6.35 万 km², 占 62.3%。

长江流域境内汇水面积 3.85 万 km², 分为长江和太湖两大水系。长江干流自江浦新济洲入境, 在启东东南元陀入海, 贯穿江苏东西, 全长 425 km, 江岸线长 960 km, 是江苏沿江广大地区的排水、引水大动脉^[1]。

2 沿江潮水特征

长江下游河段潮汐为非正规半日浅海潮, 每日两涨两落, 且有日潮不等现象, 在径流与河床边界条件阻滞下, 潮波变形明显, 涨落潮历时不对称, 涨潮历时短, 落潮历时长, 潮差沿程递减, 落潮历时沿程递增, 涨潮历时沿程递减^[2]。江苏省沿江潮汐特征值见表 1 (吴淞基面)。

3 分析方法

江苏省沿江地面地势较其相应涝区地势低,

排涝控制在最高的低潮位 (即高低潮)。根据江苏地区降雨特性、下垫面特征和农作物排涝需求, 在每年的 5 ~ 9 月份排水量较多, 排涝天数的确定是根据日雨二天排出和三日雨型雨后一天排出两种情况, 都确定为四天。采用汛期连续四天平均高低潮位进行频率计算, 潮型选用高低潮位 P=50% 的平均潮型。然后选取十次左右高低潮位接近于 P=50% 的全潮过程线, 取其平均潮型, 确定设计排涝潮型过程线。

4 验潮站的选定

江苏省长江干流总长 432.5 km, 从资料的可靠性、代表性、一致性考虑, 我们选取资料系列较长、沿江分布均衡且能满足各片区排涝分析需求的 12 个潮位站来分析排涝潮型, 分别为南京、瓜洲闸 (闸下)、镇江、三江营、江阴、天生港、青龙港、三条港、浒浦闸 (闸下)、小河新闻 (闸上)、过船港闸 (闸下)、夏仕港闸 (闸下)。沿江潮位除瓜洲闸 (闸下)、夏仕港闸 (闸下)、过船港闸 (闸下) 为废黄河口基面, 其他站点统一到吴淞基面^[3]。

5 排涝设计 (P=50%) 潮位的确定

5.1 样本系列

从沿江各代表站每年 5 ~ 9 月的潮位实测资料中, 分别摘取连续四天的 4 个高低潮潮位, 应用公式:

$$z = \frac{1}{4} (z_{g(i+1)} + z_{g(i+2)} + z_{g(i+3)} + z_{g(i+4)}) \tag{1}$$

表 1 江苏省沿江潮汐特征值表

站名 (基面)	最高高潮位 (m)	最高高潮位 出现时间	最低低潮位 (m)	最低低潮位 出现时间	最大涨潮 潮差 (m)	最大涨潮潮差 (高潮) 时间	最小涨潮 潮差 (m)	最小涨潮潮差 (高潮) 时间
南京	10.22	1954/8/17	1.54	1956/1/9	2.53	1994/1/29	0.01	2010/10/2
镇江	8.59	1996/8/1	1.24	1959/1/22	2.14	1997/8/19	0.01	2010/3/10
三江营	8.04	1996/8/1	1.14	1959/1/22	2.92	1993/11/14	0.01	2003/8/22
江阴	7.22	1997/8/19	0.80	1959/1/22	3.62	1997/8/19	0.02	1999/9/19
天生港	7.08	1997/8/19	0.42	1956/2/29	4.16	1997/8/19	0.02	1999/9/19
青龙港	6.61	1997/8/18	-0.20	1961/5/4	5.05	2000/9/1	0.14	1999/9/19
三条港	6.50	1997/8/18	-0.41	1969/4/5	5.53	1997/8/18	0.59	1991/3/9
浒浦	6.74	1997/8/19	0.57	1979/1/30	4.12	2012/10/17	0.03	2010/3/9

其中: Z 为连续四天平均潮位, Z_g 为潮位, $i \in (0, 1, 2 \cdots n)$ 。

进行滑动统计, 分别计算出各代表站连续四天的高低潮潮位的平均值, 并从中挑选出每年的最大值, 将这些年的最大值分别组成各代表站的样本系列数据进行频率分析^[5]。

前述所选潮位站都具有设站年代久远、实测资料系列长、数据完整、质量可靠等特点, 完全可以满足江苏省排涝设计潮位和潮型分析的需要。

5.2 频率分析

设计重现期潮位的频率分析, 可采用极值 I 型分布或皮尔逊 III 型分布的理论频率曲线。本文根据江苏省的做法及经验, 采用皮尔逊 III 型分布作频率分析。

首先对各样本系列数据进行经验频率计算, 然后根据 P - III (皮尔逊 III 型) 概率密度函数, 采用水文统计中常用的“矩法”, 确定每个样本序列数据的 P - III 分布曲线的三个分布特征参数, 以计算出的 \bar{z} 、 C_v 、 C_s (均值、变差系数、偏差系数) 值作为初选值, 为了尽量使样本系列计算出的参数与总体更接近, 参数计算公式应采用“无偏估计值”公式^[5]。 \bar{z} 、 C_v 、 C_s 计算公式分别为:

$$\bar{Z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i \quad (2)$$

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z_i / \bar{Z} - 1)^2}{n-1}} \quad (3)$$

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_i / \bar{Z} - 1)^3}{(n-3) C_v^2} \quad (4)$$

其中: \bar{z} 为潮位多年平均值, z_i 为连续四天平均高低潮潮位的年最大值, n 为样本容量, C_v 为样本变差系数, C_s 为样本偏差系数。

在适线过程中通过调整参数值, 尽量使曲线通过点群中心, 并根据频率曲线与经验点据的配合情况, 使设计频率曲线与经验点据配合较好, 最终确定一条配合最佳的曲线作为最终的结果。计算结果见表 2 (吴淞基面)。

6 排涝设计 (P=50%) 潮型的确定

推算潮位过程时, 理论上应当从历年的潮位资料中, 选取完整自然潮位过程中不受台风及开关闸等因素影响的若干个太阳日全潮过程作为参照潮型, 但在实际工作中, 只能根据已有的潮位实测资料, 选取高低潮位与 P=50% 频率下的设计潮位相同或相近的全潮过程作为参照潮型。

将各潮型按一个太阳日 (24 h 50 min) 的时间坐标进行拉伸或压缩, 使得选取的各参照潮型的

表 2 沿江各代表站频率设计潮水位成果表

站名	均值 (m)	系列长	C_v	C_s/C_v	$H_{50\%}$ (m)
南京	8.03	62	0.107	6	7.94
瓜洲闸 (闸下)	4.63	41	0.150	2	4.60 (废黄河口基面)
镇江	6.24	63	0.107	6	6.17
三江营	5.35	59	0.105	6	5.29
江阴	3.55	63	0.080	6	3.53
天生港	2.94	60	0.072	9	2.91
青龙港	2.13	60	0.085	4	2.12
三条港	1.94	37	0.110	4	1.93
浒浦闸 (闸下)	2.73	58	0.075	5	2.72
小河新闻 (闸上)	4.29	60	0.088	4.5	4.27
过船港闸 (闸下)	2.89	34	0.160	3	2.85 (废黄河口基面)
夏仕港闸 (闸下)	1.71	33	0.160	1.5	1.69 (废黄河口基面)

历时长度统一调整到一个太阳日的时间坐标轴上,取各参照潮型的涨潮、落潮历时的平均值,分别作为概化潮型的涨潮、落潮的历时,然后求出各时间控制节点的平均潮位值,这样就得到了设计排涝潮型过程,也就完成了排涝潮型的概化^[5]。

沿江各代表站(设计频率 $P=50\%$)排涝潮型分别见图1~图12。

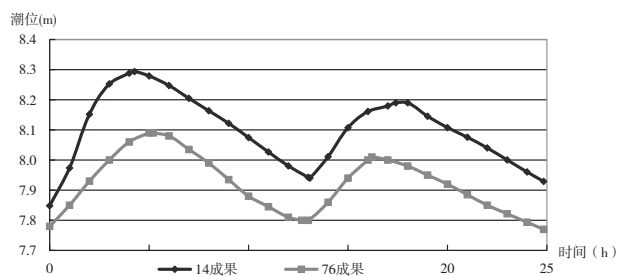


图1 南京站 2014 与 1976 设计排涝潮型对比图

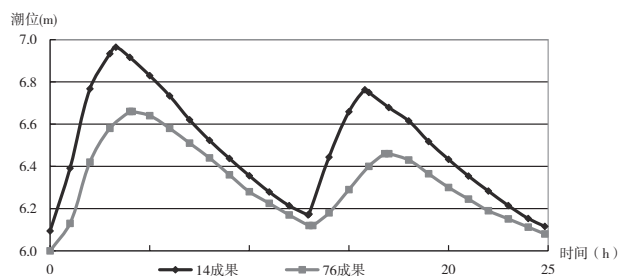


图2 镇江站 2014 与 1976 设计排涝潮型对比图

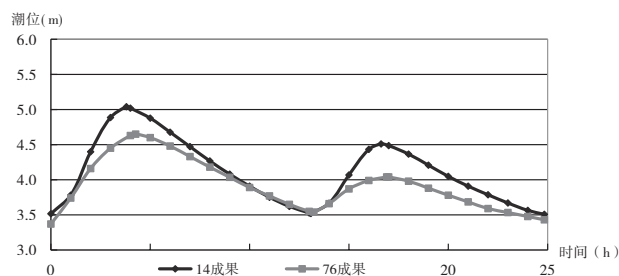


图3 江阴站 2014 与 1976 设计排涝潮型对比图

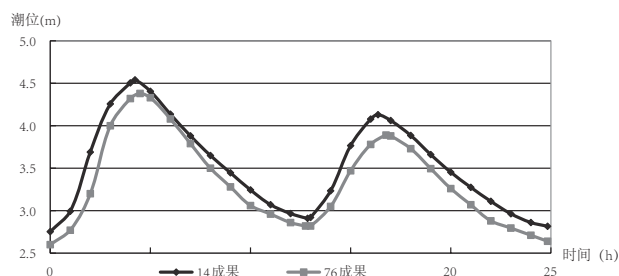


图4 天生港站 2014 与 1976 设计排涝潮型对比图

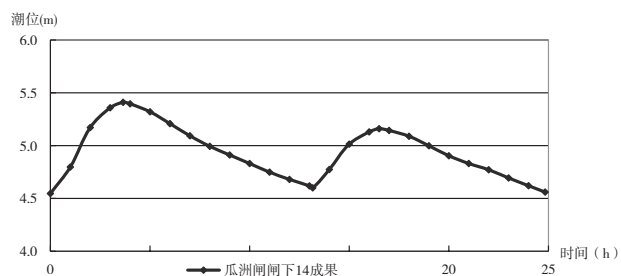


图5 瓜洲闸(闸下)站设计排涝潮型

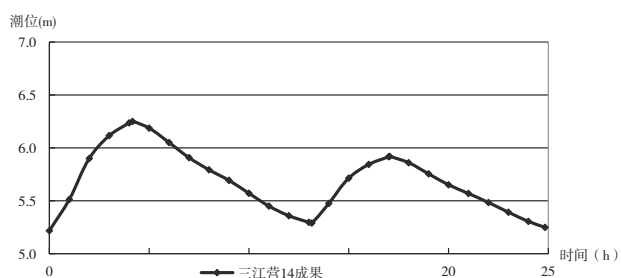


图6 三江营站设计排涝潮型

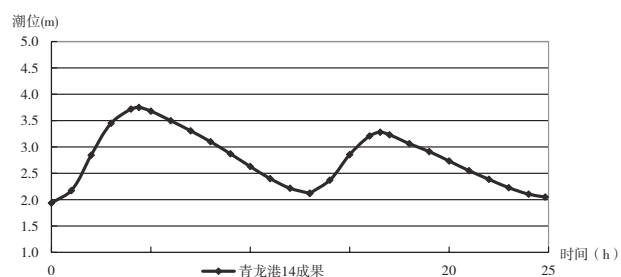


图7 青龙港站设计排涝潮型

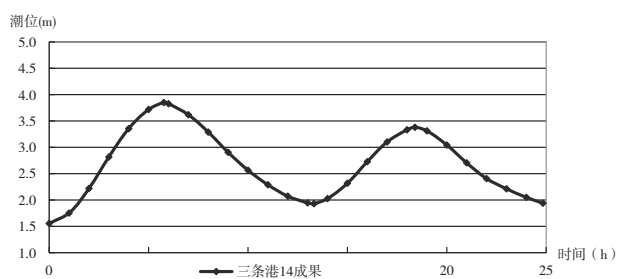


图8 三条港站设计排涝潮型

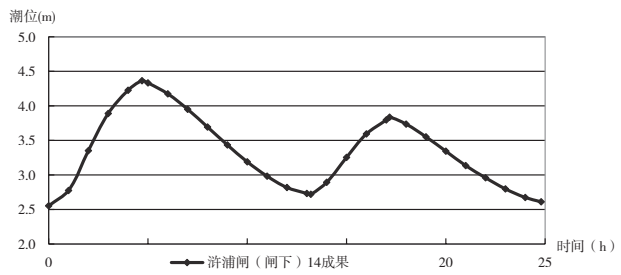


图9 浒浦闸(闸下)站设计排涝潮型

(下转第24页)

(上接第19页)

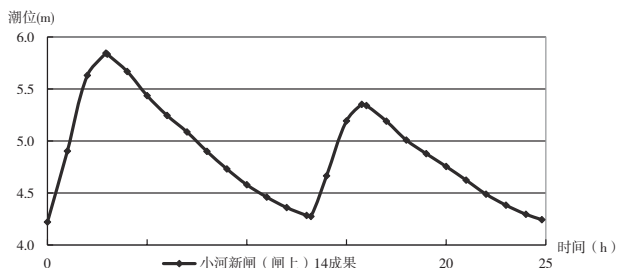


图10 小新河闸(闸上)站设计排涝潮型

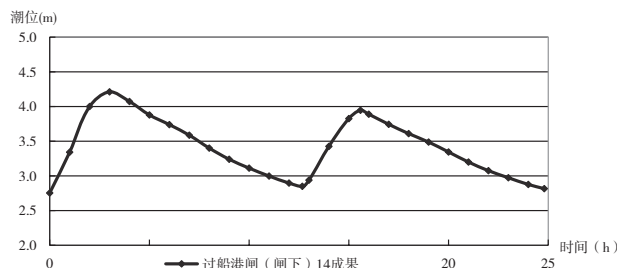


图11 过船港闸(闸下)站设计排涝潮型

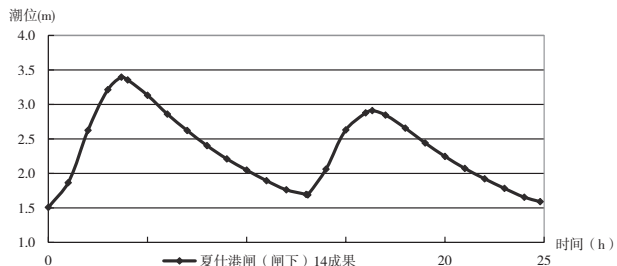


图12 夏仕港闸(闸下)站设计排涝潮型

7 结论

本文根据江苏地区多年实测潮位资料,进行潮位频率分析和潮型概化分析,确定了各代表站的排涝设计潮位和排涝潮型过程。

与1976年《江苏省水文统计》沿江设计潮型的分析成果对比,本次成果从潮位、潮差和潮位出现时间上都有不同,主要原因有以下几点:(1)统计分析选用的样本资料系列相差大,本次分析计算选用了40年以上的统计资料,资料系列更长。(2)沿江的开发利用导致工况变化带来的影响。(3)本次统计分析选用的潮型大多为近年实测全潮过程。

综上所述,本次进行的排涝设计潮位、潮型统计分析成果更接近于现状情况,对水利工程建设设计等具有指导意义。

参考文献:

- [1] 江苏省防汛防旱指挥部.江苏省防汛防旱手册[R].1999.
- [2] 水利部水文局.长江流域水文资料[R].1950-2014.
- [3] 江苏省水文局.江苏省水文手册[R].1976.
- [4] 刘曾美,吴俊校,肖素芬.感潮地区排涝分析计算方法和思路研究[J].人民珠江,2009(5):8-11.
- [5] 李国栋.苏北主要入海河流排涝设计潮位与潮型分析[J].人民长江,2010(1):21-24.

(责任编辑:徐丽娜)