

长江下游感潮河段设计通航水位计算方法比较

吴玲莉, 张 玮, 高龙琨, 潘晓峰, 谢凤一, 王卫琴, 薛 伟

(河海大学交通与海洋工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要 : 用 JTJ214-2000《内河航道与港口水文规范》和 JTJ213-98《海港水文规范》这两种不同规范的方法分别计算长江下游感潮河段设计最高和最低通航水位, 并对计算结果进行了对比分析, 发现南京和江阴是设计通航水位选择规范方法时两个重要的分界点. 同时还对感潮河段在计算设计通航水位时所需样本年限问题进行了探讨. 研究结果表明, 感潮河段设计通航水位方法的选取以及所需样本年限的长短与其距河口的距离有密切关系.

关键词 : 感潮河段, 通航水位, 样本年限, 长江下游

中图分类号 : U612.32 **文献标识码** : A **文章编号** : 1006-764X(2005)04-0036-03

Comparison of calculation methods for navigable stage design of tidal reach of the lower Yangtze River // WU Ling-li, ZHANG Wei, GAO Long-kun, PAN Xiao-feng, XIE Feng-yi, WANG Wei-qin, XUE Wei (College of Traffic & Ocean Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract : The highest design navigable stage and lowest design navigable stage of the tidal reach of the lower Yangtze River were calculated by use of the two methods according to *Code of Hydrology for Inland Waterway and Harbor* (JTJ214-2000) and *Code of Hydrology for Sea Harbor* (JTJ213-98). The comparison of the calculated results shows that Nanjing and Jiangyin are two important separation points in selection of reasonable design codes for navigable stage design. Meanwhile, the age of data for calculation of design navigable stage was discussed. It is indicated that the distance from the tidal reach to the estuary should be highly concerned in determination of data age and selection of methods for navigable stage design.

Key words : tidal reach ; navigable stage ; data age ; lower Yangtze River

内陆河流主要受径流的影响, 其设计通航水位可按现行 JTJ214-2000《内河航道与港口水文规范》和 GBJ139-90《内河通航标准》(以下将这两个规范统称为内河规范) 中的有关规定确定^[1,2]; 沿海地区主要受海洋潮汐和气象因素的影响, 其设计通航水位可按照现行的 JTJ213-98《海港水文规范》和 JTJ311-97《通航海轮桥梁通航标准》(以下将这两个规范统称为海港规范) 中的有关规定确定^[3,4]. 至于感潮河段, 其水位变化既受径流影响, 又与海洋潮汐有关, 影响因素复杂, 在确定设计通航水位时究竟应采用何种方法, 确实是一个值得探讨的问题. 尽管上述 4 个规范对感潮河段设计通航水位的计算方法也有所论及, 但对于两类规范选择的依据以及两者的差距没有明确说明, 使得设计人员在使用时无所适从. 对此, 已有学者对感潮河段设计通航水位确定问题做过相关研究^[5,6]. 然而, 研究工作主要涉及设计最高通航水位. 为分析比较内河规范和海港规范中的各种方法, 本文以径流和潮流作用都较强的长江^[7]感

潮河段为研究对象, 在长江大通以下沿程选取芜湖、南京、江阴以及高桥等 4 个站点 1968 ~ 1987 年共计 20 年的水文资料, 分别采用内河规范和海港规范中的方法计算比较各站的设计最高通航水位及设计最低通航水位, 并对计算结果进行比较分析, 同时, 对于感潮河段在计算设计通航水位时所需样本年限进行深入探讨.

1 设计最高通航水位计算方法比较

海港规范中主要采用多年高潮累计频率 10% 的潮位作为设计最高通航水位, 简称高潮累计频率法. 内河规范中推荐使用频率分析法计算设计最高通航水位, 主要根据多年的年最高水位值进行频率分析, 由此求出设计最高通航水位. 由于长江感潮河段是一级航道, 故以 20 年一遇为准, 分析计算设计最高通航水位, 同时将 10 年一遇最高通航水位也一并列入, 以便于对比. 一般来说, 使用内河规范时, 水位值通常是指日平均水位, 但是, 对于感潮河段来说, 究竟应取日

平均水位还是瞬时高潮位还有待探讨。

各种方法计算所得设计最高通航水位结果见图 1。计算结果主要呈现出以下特点：①各种方法中，按年最高瞬时潮位频率分析法（简称高潮频率法）所得的设计最高通航水位值要比其他方法高。以 20 年一遇为例，该法比按年最高日均水位频率分析法（简称日均水位频率法）所确定的设计最高通航水位要高 0.07 ~ 2.07 m，比高潮累计频率法高 1.57 ~ 2.80 m。究其原因，关键在于高潮频率法中取年最高瞬时潮位进行计算，并且 20 年才出现一次（20 年一遇），所以其值较高。②在河口附近的高桥站，由日均水位频率法所确定的设计最高通航水位要低于高潮累计频率法 0.50 m。随着距河口距离的增加，前者确定的设计最高通航水位逐渐高出，到芜湖站前者要高出后者 2.73 m，两者的交点在江阴附近，江阴是一个较为重要的临界点。就这两种方法来说，在江阴以下的河口段，由高潮累计频率法确定的设计最高通航水位略高，从偏于安全的角度考虑，海港规范较为适宜；而在江阴以上的感潮河段，由日均水位频率法确定的设计最高通航水位要高，从偏于安全的角度考虑，内河规范较为适宜。③由高潮频率法所确定的设计最高通航水位始终高于日均水位频率法，但两者的差值随距河口距离的增加而逐渐减少，由高桥站的 2.07 m 减少至芜湖站的 0.07 m，说明潮汐的影响逐渐减少。

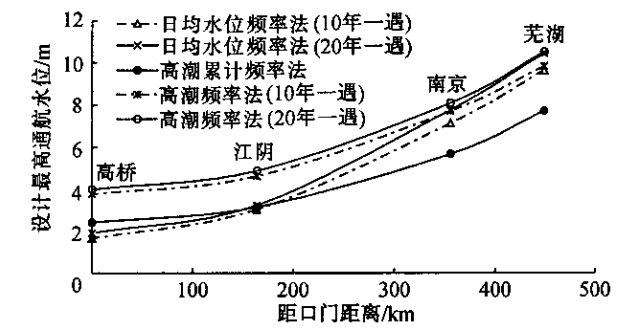


图 1 长江下游感潮河段设计最高通航水位计算值比较

2 设计最低通航水位计算方法比较

海港规范中主要采用多年低潮累计频率 90% 的潮位作为设计最低通航水位，简称低潮累计频率法。内河规范中主要使用综合历时曲线法推求设计最低通航水位，也就是对多年日均水位作保证率计算，然后按给定的保证率确定设计最低通航水位。由于长江感潮河段为一级航道，根据 GBJ139-90《内河通航标准》，使用综合历时曲线法确定设计最低通航水位时保证率应大于或等于 98%，因此，分别就保证率为 98%、99%、100% 3 种情况进行了计算，并将其与低潮累计频率法进行比较，结果见图 2。

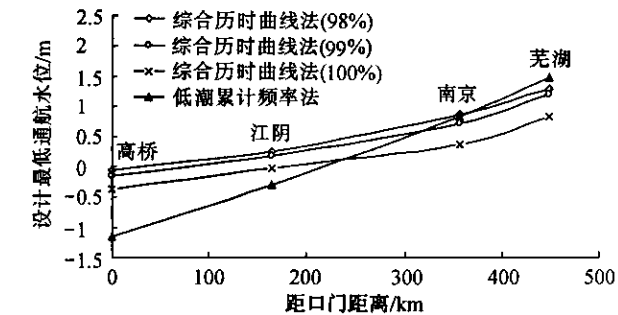


图 2 长江下游感潮河段设计最低通航水位计算值比较

计算结果表明：①综合历时曲线法中，保证率越高，设计最低通航水位越低，如保证率为 100% 的设计最低通航水位分别较 98% 和 99% 的低 0.28 ~ 0.48 m 和 0.20 ~ 0.37 m。此外，保证率 98% 与 99% 的设计水位较为接近，两者仅相差 0.08 ~ 0.13 m。②在河口附近河段，按低潮累计频率法计算的设计最低通航水位比其他计算结果要低，如在高桥站，其结果较保证率为 98%、99% 和 100% 时的综合历时曲线法计算值分别低 1.09 m、1.00 m 和 0.77 m，说明在河口附近潮汐影响明显的河段使用海港规范较为适宜。③随着距河口距离的增加，潮汐影响逐渐减弱，径流影响渐渐趋强，海港规范已不再适宜，按低潮累计频率法计算的设计最低通航水位比其他方法计算结果要高，如在芜湖站，其结果较保证率为 98%、99% 和 100% 时的综合历时曲线法计算值分别高 0.23 m、0.33 m 和 0.70 m，此时内河规范较为适宜。④如果仅仅考虑保证率为 98% 和 99% 的综合历时曲线法计算结果，则按海港规范方法与内河规范方法计算所得设计最低通航水位的交点位于南京附近，说明南京是一个非常重要的临界点。在确定设计最低通航水位时，南京以下河段受潮汐影响较大，采用海港规范较为适宜；而南京以上河段受径流影响较大，采用内河规范较为适宜；至于南京附近河段，应两种方法同时使用，取水较低者为宜。

3 所需样本年限探讨

在进行设计通航水位计算时，所需资料的年份随地点不同而有所区别，沿海地区具有完整的 1 a 潮位实测资料即可，而内陆河流则需 20 a 以上的连续系列资料，至于既受潮汐影响，又受径流影响的感潮河段，所需资料系列究竟多长为宜，有待进一步深入探讨。以下将通过长江感潮河段芜湖、南京、江阴、高桥等 4 站，分析研究在计算确定设计最低通航水位时所需要的样本基本年限。计算时选用 4 站 1968 ~ 1987 年的系列潮位资料，考虑到计算设计最低通航水位时，南京是海港规范法与内河规范法的交点，所以，在南京及其以下河段采用低潮累计频率法，而在

表 1 长江下游各站不同样本年限设计最低通航水位

m

样本 年限/a	综合历时曲线法				低潮累计频率法					
	芜湖		南京		南京		江阴		高桥	
	计算值	差值	计算值	差值	计算值	差值	计算值	差值	计算值	差值
1	1.16	-0.14	0.94	0.08	0.66	-0.20	-0.36	-0.07	-1.14	0.00
2	1.27	-0.03	0.94	0.08	0.72	-0.14	-0.36	-0.07	-1.18	-0.04
3	1.32	0.02	0.87	0.01	0.81	-0.05	-0.31	-0.02	-1.18	-0.04
4	1.36	0.06	0.91	0.05	0.85	-0.01	-0.30	-0.01	-1.17	-0.03
5	1.40	0.10	0.94	0.08	0.92	0.06	-0.29	0.00	-1.17	-0.03
6	1.39	0.09	0.94	0.08	0.93	0.07	-0.29	0.00	-1.16	-0.02
7	1.43	0.13	0.95	0.09	0.93	0.07	-0.30	-0.01	-1.15	-0.01
8	1.39	0.09	0.92	0.06	0.90	0.04	-0.33	-0.04	-1.15	-0.01
9	1.26	-0.04	0.84	-0.02	0.83	-0.03	-0.34	-0.05	-1.15	-0.01
10	1.28	-0.02	0.85	-0.01	0.82	-0.04	-0.34	-0.05	-1.15	-0.01
11	1.29	-0.01	0.86	0.00	0.81	-0.05	-0.32	-0.03	-1.15	-0.01
12	1.30	0.00	0.87	0.01	0.82	-0.04	-0.31	-0.02	-1.14	0.00
13	1.32	0.02	0.88	0.02	0.84	-0.02	-0.30	-0.01	-1.14	0.00
14	1.32	0.02	0.89	0.03	0.84	-0.02	-0.29	0.00	-1.13	0.01
15	1.33	0.03	0.90	0.04	0.86	0.00	-0.29	0.00	-1.13	0.01
16	1.31	0.01	0.88	0.02	0.85	-0.01	-0.29	0.00	-1.13	0.01
17	1.31	0.01	0.88	0.02	0.85	-0.01	-0.29	0.00	-1.13	0.01
18	1.30	0.00	0.86	0.00	0.84	-0.02			-1.12	0.02
19			0.87	0.01	0.85	-0.01			-1.13	0.01
20			0.86	0.00	0.86	0.00			-1.14	0.00

南京及其以上河段采用综合历时曲线法,保证率取98%.具体计算时,先根据1987年的资料计算样本年限为1a的设计最低通航水位,然后,根据1986年和1987年两年的资料进行计算,以此类推,分别计算样本年限为2a,3a,...,20a的设计最低通航水位,各站不同样本年限的计算结果列于表1.

表1中除给出设计最低通航水位计算结果之外,还列出了不同样本年限计算结果与最终计算结果之间的差值,由此判断计算精度.此处,最终计算结果是指由最长系列资料推求的设计最低通航水位.由此可见,受潮汐影响较大的高桥站和江阴站,差值随样本年限的变幅相对较小,而受径流影响较大的南京站和芜湖站,其差值随样本年限的变幅相对较大.如果以差值不大于2.0cm为满足精度要求,也就是说水位变幅控制在5.0cm以内的话,则高桥样本年限6a即可满足精度要求,江阴需12a,南京和芜湖则需要16a.显然,越靠近河口,样本年限越短,越远离河口,样本年限越长.

4 结 论

a. 用内河规范和海港规范中的方法确定感潮河段的设计通航水位时,同一站点的设计水位存在着较大差异.以长江下游感潮河段为例,两种方法确定的设计最高通航水位相差可达2.80m,设计最低通航水位相差可达1.09m,因此需要慎重选择设计通航水位计算方法.

b. 感潮河段设计通航水位计算方法的选择与

河段到河口的距离有关.从偏于安全的角度考虑,距离河口较近的感潮河段采用海港规范较为适宜,而距离河口较远的感潮河段采用内河规范较为适宜.

c. 分析结果表明,江阴和南京是长江下游感潮河段设计通航水位计算方法选择中较为重要的两个分界点.对于设计最高通航水位,江阴以下河段采用海港规范偏于安全,江阴以上河段采用内河规范偏于安全;对于设计最低通航水位,南京以下河段采用海港规范偏于安全,南京以上河段采用内河规范偏于安全.

d. 长江下游感潮河段各站所需资料年限的分析结果表明,距河口越近的河段,所需样本年限越短,而远离河口的河段,所需样本年限则较长.

本文得到了南京水利科学研究院张幸农教授的热情帮助,提出了许多建设性的意见和建议,在此表示衷心的感谢!

参考文献:

[1]JTJ214-2000,内河航道与港口水文规范[S].
[2]GBJ139-90,内河通航标准[S].
[3]JTJ213-98,海港水文规范[S].
[4]JTJ311-97,通航海轮桥梁通航标准[S].
[5]常征,尹光荣,王志云.感潮河段设计水位标准的选用[J].港工技术,1997(1):12—14.
[6]陈俊鸿.三角洲感潮河段洪潮水位频率分析方法的初步研究[J].热带地理,2001(12):342—345.
[7]黄胜.中国河口治理[M].北京:海洋出版社,1992.1—4.

(收稿日期 2004-04-28 编辑 熊水斌)