

钱塘江河口治理对河口段潮汐特征的影响

伍远康

(浙江省水文局,浙江 杭州 310009)

摘要 利用七堡、闸口站多年实测潮汐资料,分析了钱塘江河口段潮汐特征的变化。结果表明,近 40 年来,由于受大面积围涂和上游来水条件等的综合影响,河口潮汐呈明显增强态势,表现为潮汐次数增加、低潮位降低、高潮位抬高、涨潮历时缩短、江水含氯度增大。建议重视围涂治江所带来的负面影响。

关键词 钱塘江 河口治理 潮汐变化 围涂治江

中图分类号 :TV856 文献标识码 :A 文章编号 :1006-7647(2008)06-0032-04

Effect of regulation of the Qiantang Estuary on tidal characteristics//WU Yuan-kang(Zhejiang Provincial Hydrology Bureau , Hangzhou 310009 , China)

Abstract :Based on years of observed tidal data from Qibao and Zhakou stations , the changes of tide in the Qiantang Estuary were analyzed. The results showed that in the last 40 years , because of the synthetical influence of extensive reclamation and upstream runoff conditions , changes of the tide in the estuary were enhanced including more frequent tides , decreased low tidal stage , increased high tidal stage , shortened flood tidal duration , and higher chlorinity of river water. It can be concluded that more attention should be paid to the negative impacts of reclamation and regulation of the estuary on tidal change.

Key words :Qiantang River ; regulation of estuary ; tidal changes ; reclamation

钱塘江河口是我国著名的强潮河口,其河床宽浅、山水、潮水动力强,曾经是一个河床冲淤多变、江道深槽线摆动频繁的游荡型河流。从 20 世纪 60 年代后期开始,钱塘江江道整治遵循“减少进潮量、增大山水、潮水比值、刷低沙坎”的治理原则,实施大面积促涂围涂。至 2004 年河口自上而下治江围涂面积约 8 万 hm^2 。特别是 1986~1995 年所围的萧山八六丘、九三丘、九四丘,使得钱塘江七堡至尖山段江面岸线宽度大规模缩窄。围涂虽增加了宝贵的土地资源,控制了深槽线的平面摆动,但由于钱塘江河口江道急剧缩窄,一定程度上也改变了河口段的潮汐运动规律。笔者以七堡、闸口站多年实测资料为依据,分析了钱塘江河口段潮汐特征变化及其变化原因。

1 钱塘江河口概况

钱塘江以富春江大坝为界,向下至上海南汇咀与宁波镇海连线之间的河段称为钱塘江河口,全长 282 km,分为上、中、下 3 段。富春江电站至闻家堰河段全长 75 km,主要受径流作用,河床基本稳定,为近河口段;闻家堰至澉浦河段全长 122 km,受径流和潮

流的共同作用,河床纵向存在庞大沙坎,河床冲淤多变,深槽摆动频繁,称为河口段。澉浦以下长约 85 km 的河段为下段,以潮流作用为主,床面相对稳定,习称杭州湾。从东海传入的潮波进入杭州湾后,受喇叭形岸线的束缚,潮波急剧变形,高潮位抬高,低潮位降低,潮差增大,至澉浦其潮差比湾口处增大约 1 倍。澉浦以上的河床迅速抬升,水深变浅,潮波前坡受阻变陡,在尖山附近形成涌潮,并沿江上溯。大潮时涌潮可达钱塘江大桥以上^[1-2]。七堡、闸口站分别位于河口段的中上部和上部、钱塘江的北岸(图 1)。这两站从设站至今,记录了几十年来河口段在山水、潮水和人类活动等共同影响下的潮汐变化过程。

2 钱塘江河口治理过程

1949 年以后,钱塘江河口治理按照“减少进潮量、增大山水、潮水比值、刷低沙坎”的治理原则,采取自上而下治江围涂的工程措施全线缩窄江道,以控制深槽的平面摆动^[3]。20 世纪 70 年代以前,主要治理赭山湾仓前以上江道;20 世纪 70 年代至 1997 年,主要在仓前以下南岸实施大规模围涂工

作者简介:伍远康(1957—),男,四川富顺人,教授级高级工程师,从事水文、水资源及水环境研究。E-mail :wuyk130@263.net

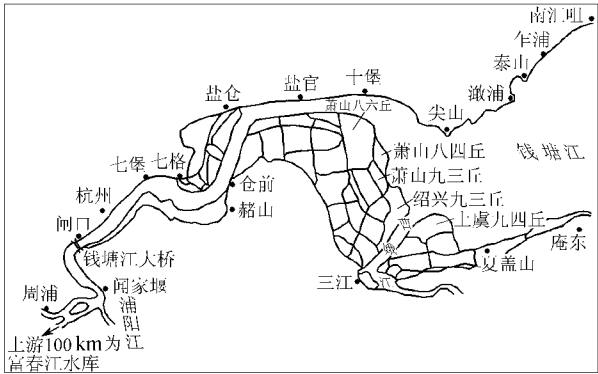


图1 钱塘江河口示意图

程;1997年以后主要在尖山河湾北岸实施围涂。1949~2004年钱塘江河口段自上而下治江围涂面积达到8万hm²,河道面貌发生了很大的变化。河口段的闸口到激浦段治理前后堤距变化见表1^[4]。

表1 河口段治江前后堤距变化

站点	堤距/km		$\Delta/\%$
	围涂前(1956年)	1998年	
闸口	1.2	0.9	25
七堡	4.7	1.6	66
仓前	9.3	2.1	77
盐官	11.9	2.8	76
十堡	21.0	3.9	81
尖山	26.3	10.2	61
夏盖山	23.7	21.4	10
激浦	20.6	19.6	5

注: $\Delta = (\text{围涂前堤距} - 1998\text{年堤距}) / \text{围涂前堤距} \times 100\%$

由表1可见,围涂前后河口上部的闸口段堤距减小了25%,七堡至尖山段堤距减小了61%~81%,激浦段堤距减小了5%。仓前附近江道存在庞大的沙坎,治理前后沙坎顶点高程和位置如表2所示。

表2 河口段治理前后沙坎顶点高程和位置

治理情况	坎顶高程/m			坎顶距闸口距离/km		
	3~4月	7月	11月	3~4月	7月	11月
治理前	2.23	1.65	2.17	22.0	27.0	22.0
治理后	2.33	0.23	2.15	18.3	33.8	18.0

由表2可见,经过治理汛后坎顶高程下降,位置下移,枯季沙坎复淤,位置上推,与治理前相比变化不大。

3 河口段潮汐变化

钱塘江河口江道的急剧缩窄对河口段潮汐运动的影响是本文所关心的问题。七堡、闸口站位于河床纵剖面沙坎坎顶以上、钱塘江河口段中上和上部,其多年实测潮位资料客观地反映了河口段在山水、潮水和人类活动等共同影响下的潮汐变化。

3.1 年潮汐次数增加

钱塘江潮汐性质属不正规半日潮,正常情况下

每年应出现706个潮(闰年为708个潮),受验潮站位置、上游来水量和江道变化的影响,实际出现的潮汐次数往往会减少。就固定站点而言,潮汐次数的年际变化明显反映了山水、潮水作用的年际变化。凡高潮潮位高于低潮潮位,按一个潮统计;反之则不统计。1967~1984年(新安江、富春江水库建成前的资料不统计)七堡、闸口站平均每年分别出现潮汐558.7次和514.7次,为应出现次数的79.1%和72.9%。1985~2004年(围垦后)平均每年潮汐次数比1967~1984年(围垦前)平均值分别增加了13.0%和11.7%。山水与潮水相比,潮水的作用增强。1967~2004年两站潮汐次数的年际变化见图2。由图2可见,两站潮汐次数呈明显增加趋势。

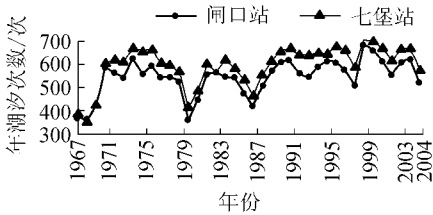


图2 潮汐次数的年际变化

3.2 年最低潮位降低

钱塘江河口仓前站附近的水下沙坎洪冲枯淤。位于沙坎以上河段的低潮位受到水下沙坎坎顶高程的明显影响。坎顶淤高,则坎上河段低潮位抬高;反之,坎顶冲刷,坎上河段低潮位降低。根据1967~1984年资料统计,七堡、闸口站多年平均最低潮位分别为4.55m和4.54m。1985~2004年两站多年平均最低潮位分别比1967~1984年多年平均值降低了0.36m和0.24m,这与河道治理前后坎顶高程的变化趋势基本一致。两站最低潮位年际变化见图3。由图3可见,两站最低潮位略呈降低态势。

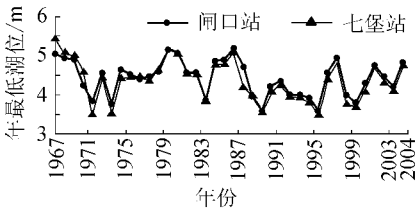


图3 最低潮位年际变化

3.3 年最高潮位明显抬高

年最高潮位是钱塘江江道变化以及山水、潮水共同作用的结果。根据资料统计,七堡、闸口站1967~1984年多年平均最高潮位分别为8.22m,8.47m。1985~2004年两站多年平均最高潮位分别比1967~1984年多年平均潮位高0.45m和0.30m。两站最高潮位年际变化见图4。最高潮位呈明显抬高态势。

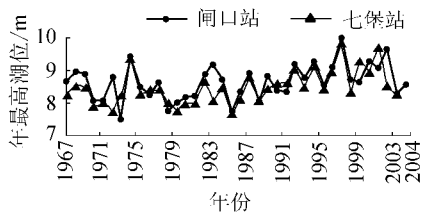


图4 最高潮位年际变化

3.4 涨潮潮差增大

涨潮潮差大小是反映潮汐强弱的重要特征。为了反映七堡、闸口站潮差的年际变化,统计了两站在1967~2004年逐年各级潮差的出现次数,如表3所示。统计发现,1985年以前七堡、闸口站潮差不大,1967~1985年的18年间仅七堡站在1973年出现12个、1974年和1984年各出现1个潮差大于3.00m的潮次,闸口站则无1个潮差大于3.00m的潮次。18

年内两站平均每年出现2.01~3.00m潮差的潮次分别只有14次和4.7次。1985年以后,潮差明显增大,1985~2004年的20年中,七堡站有15年出现潮差大于3.00m的涨潮,闸口站有5年出现潮差大于3.00m的涨潮。20年内两站平均每年出现2.01~3.00m潮差的潮次分别达到83.7次和35.8次,潮差明显增大。

3.5 涨潮历时缩短

由于潮差增大,使得潮波波速加快,涨潮历时缩短。根据七堡、闸口站涨潮历时统计,1967~1984年涨潮历时分别为101min和87min。1985~2004年两站多年平均涨潮历时比1967~1984年的平均涨潮历时分别缩短了26min和24min,两站涨潮历时年际变化见图5。

3.6 江水含氯度增大

钱塘江河口咸水随涨潮流沿江上溯,最远可达

表3 七堡、闸口站历年各级潮差的出现次数次

年份	0.00~1.00m潮差出现次数		1.01~2.00m潮差出现次数		2.01~3.00m潮差出现次数		3.01m以上潮差出现次数	
	七堡站	闸口站	七堡站	闸口站	七堡站	闸口站	七堡站	闸口站
1967	405	361	1	0	0	0	0	0
1968	376	357	1	0	0	0	0	0
1969	408	404	32	8	0	0	0	0
1970	386	444	192	116	6	2	0	0
1971	361	432	188	111	35	9	0	0
1972	481	513	110	27	0	0	0	0
1973	205	396	240	161	85	40	12	0
1974	371	456	231	81	17	5	1	0
1975	389	435	222	128	18	2	0	0
1976	387	419	179	101	10	0	0	0
1977	401	413	175	113	9	2	0	0
1978	442	484	111	24	0	0	0	0
1979	411	356	0	0	0	0	0	0
1980	459	335	20	2	0	0	0	0
1981	481	510	101	28	0	0	0	0
1982	422	461	174	90	0	0	0	0
1983	366	369	158	138	61	18	0	0
1984	383	414	178	107	11	7	1	0
1985	461	451	52	11	0	0	0	0
1986	443	416	13	0	0	0	0	0
1987	380	405	152	96	10	0	0	0
1988	349	411	190	134	46	11	0	0
1989	311	378	186	156	104	52	19	0
1990	268	374	261	209	103	15	5	0
1991	250	374	231	145	112	27	12	0
1992	330	384	216	136	59	17	7	0
1993	285	367	208	161	115	43	8	0
1994	229	325	253	189	138	77	17	2
1995	192	294	232	169	145	116	76	0
1996	261	361	256	161	99	33	11	1
1997	397	401	140	86	27	4	1	1
1998	196	296	259	252	193	97	10	0
1999	204	333	279	190	153	111	22	0
2000	164	371	313	202	53	17	1	1
2001	364	431	181	98	40	7	3	0
2002	282	352	193	164	130	64	29	0
2003	254	365	241	217	145	23	1	0
2004	510	512	51	7	1	1	0	0

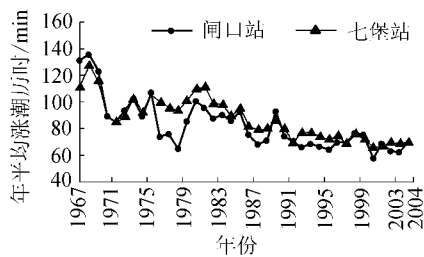


图5 涨潮历时年际变化

周浦以上。咸水的上溯以潮汐为动力,江水咸度、上溯距离与潮汐强弱关系密切。由于受上游淡水稀释的影响,咸度变化复杂。七堡和闸口站分别自1972年和1973年开始观测江水的含氯度,至2004年已有连续30余年的观测资料。1985年以前两站多年最大平均含氯度分别为 0.24×10^{-3} 和 0.04×10^{-3} ,1985~2004年两站最大平均含氯度分别为 0.29×10^{-3} 和 0.046×10^{-3} ,均呈增高态势。各站最大平均含氯度的年际变化如图6所示。

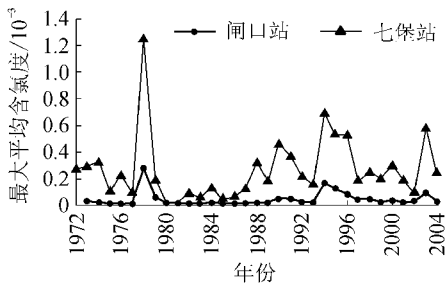


图6 最大平均含氯度年际变化

4 河口段潮汐特征变化的原因

4.1 上游来水量变化的影响

上游来水量的大小直接影响钱塘江河口江道的冲刷和淤积,引起高低潮位的变化。根据资料统计,闸口断面1967~1984年多年平均径流量为382亿 m^3 ,1985~2004年多年平均径流量为394亿 m^3 ,与围垦前相比只增加了3%。上游来水量的微弱增大,对河口段的潮汐特征会有一定程度的影响。

4.2 外海潮汐特征变化的影响

河口段潮汐特征直接受外海潮汐特征变化的影响。乍浦潮位站处河宽32 km,乍浦站同期潮汐特征可以近似反映外海潮汐的变化。据统计,乍浦站不同时期潮汐特征如表4所示。由表4可见,外海潮位自20世纪80年代中期以来,多年平均最高潮位升高了0.36 m,多年平均最低潮位升高了0.13 m,平均涨潮历时增长了2 min,多年平均最大含氯度降低约3%。其中,多年平均最高潮位与河口段潮汐特征变化一致,多年平均最低潮位、平均涨潮历时和多年平均最大含氯度与河口段潮汐特征变化相反。因此,河口段潮汐

的特征变化主要不是来自外海的影响。

表4 乍浦站不同时期的潮汐特征

统计时间	多年平均 最高潮位/m	多年平均 最低潮位/m	平均涨潮 历时/min	多年平均最大 含氯度/ 10^{-3}
1967~1984年	6.01	2.51	328	0.824
1985~2004年	6.37	2.64	330	0.807

4.3 治江围涂工程的影响

钱塘江河口潮汐特征变化除受河口段外部因素的影响外,自20世纪60年代后期钱塘江江道治理贯彻“治江与围涂相结合,围涂服从治江,围涂促进治江”的方针,开始大面积促淤围涂,使钱塘江七堡至尖山河段江面岸宽大规模缩窄,使得相同的上游来水量流速增大,水下沙坎受冲刷,低潮位降低,涨潮时潮位壅高,潮差增大,江水含氯度升高,围涂又使钱塘江主槽走北,主槽线缩短,致使涨潮历时缩短。

5 结 语

近40年来,钱塘江河口的大面积促淤围涂,控制了深槽线的平面摆动,稳定了河槽,改善了出海航运条件,产生了巨大的社会效益。但分析表明,由于受大面积围涂和上游来水条件等的综合影响,河口潮汐呈现明显增强态势,尽管这种变化仍需更长时间的实测资料验证,但它给人们的重要启示是要重视围涂造地对河口潮汐等各方面的负面影响,更深入、更科学地研究围涂治江问题,使围涂治江工作能最大程度地兴利避害,促进人与自然和谐发展。

参考文献:

- [1] 浙江省水文志编辑委员会. 浙江省水文志[M]. 北京: 中华书局, 2000.
- [2] 钱塘江志编辑委员会. 钱塘江志[M]. 北京: 方志出版社, 1998.
- [3] 潘存鸿, 符宁平. 钱塘江河口治理回顾[J]. 水利水电科技进展, 1999, 19(4): 43-46.
- [4] 韩曾萃, 戴泽衡, 李光炳, 等. 钱塘江河口治理开发[M]. 北京: 中国水利出版社, 2003.

(收稿日期: 2008-01-18 编辑: 骆超)

