

# 威马逊台风对长江口海域波浪 及海洋工程的影响

沙伟 石少华 沈全福

(上海海洋预报中心, 上海)

**摘要** 本文对威马逊台风影响期间长江口海域各测站的波浪进行了统计和分析, 并利用调访资料及数值模型推算结果, 对威马逊台风给长江口航道整治建设工程造成的影响作了较为详细的分析: ①由于长江口的水底地形极为复杂, 尽管附近的海洋监测站距离工程区较近, 但其实测资料不能反映出工程区的波浪特征; ②威马逊台风在长江口海域引起了1.2~1.5m的风暴增水, 由于处于天文小潮期且最大增水发生在低潮位, 总水位偏低, 降低了波浪力的作用点, 尽管长江口深水航道工程试验段发生了严重破坏, 但它对长江口海岸工程几乎没有影响。

**关键词:** 台风; 长江口; 波浪; 海洋工程

**中图分类号:** P731 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2003)-02-0024-06

## 1 前言

长江口海域(见图1)周边地区是我国经济最发达、经济开发活动最活跃的地区之一, 目前正在开展的国家重大工程项目主要有长江口航道整治工程、东海大桥建设工程以及滩涂促淤围垦工程等, 由于这些工程都是位于河口、浅水区, 受到来自流、浪、潮的共同作用, 尤其在受到台风影响的时候, 巨浪、大潮、急流往往给这些海洋工程带来很大破坏, 甚至摧毁。近些年来, 长江口开发、治理的力度加大, 开展了很多研究工作<sup>[1-2]</sup>, 但由于测点少、分布不尽合理, 尤其是台风影响期间缺少现

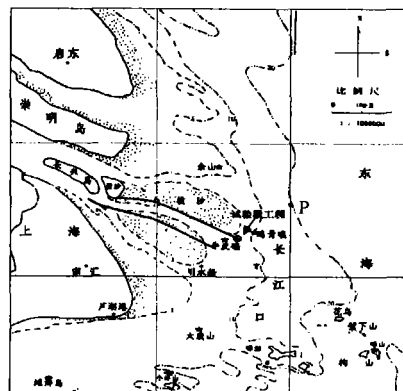


图1 长江口海域示意图

本文于2003年2月10日收到。

作者简介: 沙伟 (1971-), 男, 工程师, 从事海洋水文预报工作。

场的实测资料,对长江口的水动力环境尚未能十分了解。另外,由于长江口特殊的地理位置,使得该海域的水底地形极为复杂,浅滩、沟槽交错分布,当波浪、潮、流在这一海域传播时极富变化,给研究工作和海洋工程施工设计带来很大难题。

在 2002 年第 5 号台风“威马逊”影响期间,长江口海域发生了长江口深水航道治理工程大圆筒结构试验段工程受损事件,但位于长江口南汇东滩的滩涂促淤围垦工程却毫发未损。本文在威马逊台风影响期间,利用长江口各测点的实测资料以及数值模拟结果做一个简单分析,以便对长江口海域的台风浪特征有一个更深入的了解,并结合这次台风对海洋工程的影响情况简单分析了水位对长江口海域工程的影响。

## 2 威马逊台风影响期间长江口风浪特征

### 2.1 威马逊台风概况

2002 年第 5 号台风“威马逊”于 6 月 29 日 14:00 在菲律宾以东、关岛以西的洋面上生成,在原地徘徊两日后,自 7 月 1 日开始,台风向西北方向移动并逐渐发展增强。台风中心于 4 日在台湾与冲绳之间进入东海并开始影响长江口区。台风进入东海以后,移动的偏北分量逐渐加大,基本上沿着  $124^{\circ}\text{E}$  经线北上逼近长江口区,并于 7 月 5 日凌晨到达长江口正东约 200km 的海面上,中心风力仍在 12 级以上,10 级风圈半径为 250km。之后,台风减弱成强热带风暴,并转向北偏东方向移动,于 7 月 6 日上午在朝鲜半岛登陆并移出黄海(见图 2)

威马逊台风显然是西转型台风,在最近 35 年中类似路径的台风有 7909、8114、8310、8615 号和 9114 号等,其中 8114 号台风对长江口区的影响最大,因 8114 号台风(见图 3)的强度更强,距长江口的距离更近,并且在长江口附近时的移动速度也要慢的多( $5\text{km/h}$ ),因此在威马逊台风影响期间长江口区出现的风暴增水和台风浪都比 8114 号台风影响期间出现的要小。在威马逊台风影响期间,长江口区出现的风暴增水达 1.5m、测站测得 4.0m 以上的巨浪。

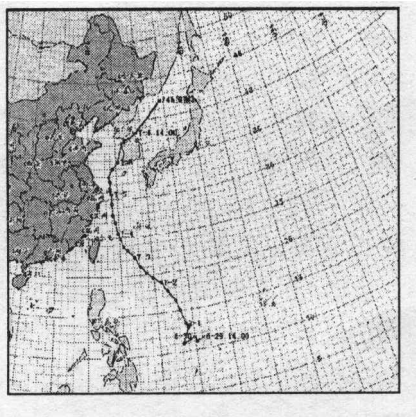


图 2 威马逊台风路径

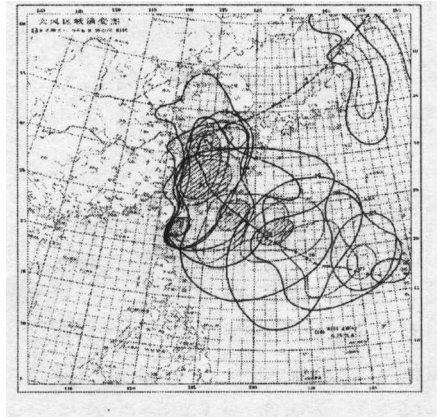


图 3 8114 号台风路径图

## 2.2 威马逊台风影响期间长江口测站波浪

为了了解威马逊台风浪在长江口海域的一些分布情况,以便为今后的预测、预报和预防提供一些依据,我们收集了该海域内在台风过境时(7月4~5日)的波浪观测资料,除了牛皮礁测站采用超声波测波仪外,其余测站都是采用岸用光学测波仪观测,各测站的波高和周期的时间过程线分别绘于图4、图5。

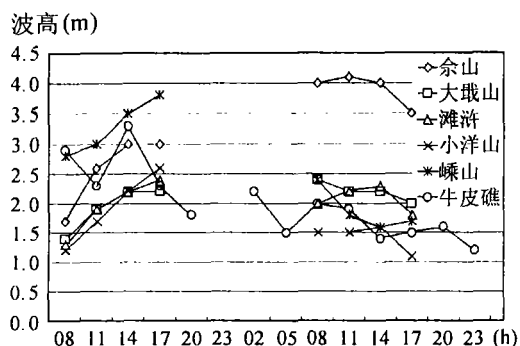


图4 威马逊台风浪波高过程线

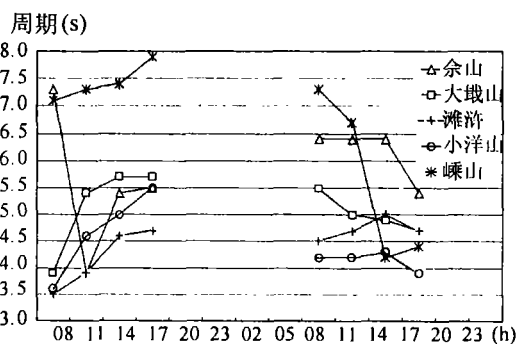


图5 威马逊台风浪周期过程线

台风由远而近向长江口海域逼近,最靠外的嵎山海洋监测站首先感受到了风暴涌浪的影响,影响时间基本上与台风进入东海的时间一致,其波高为2.8m,周期7.1s;余山站由于在长江口的北侧,它感受到风暴涌浪的时间要相对晚一些,6.0s以上周期的波浪出现时间比嵎山站晚了将近一天,其余测站没有监测到6.0s以上周期的波浪,这可能与长江口外舟山群岛的阻挡作用有关。

根据长江口台风浪的时间过程线,可以看出如下几个特点:

(1) 波浪增大阶段,除了牛皮礁测站外,其它测站的波高都是随着距台风距离的减小而增大,并且周期的变化也基本与波高的变化同步,相对来说,靠外的嵎山站的周期变化要比其它测站的周期变化慢。

(2) 波浪衰减阶段,靠外的嵎山站的周期和波高的衰减速度要比其它测站快,尤其是位于杭州湾内的滩浒和小洋山测站,在台风远离的过程中,波高和周期还一度表现出增大趋势。余山测站由于位置偏北,其波高和周期的变化也与其它测站不一致。

(3) 由于台风的移动速度比较快,综合各测站测得的资料,3m以上的大浪持续时间都不到两天。

(4) 威马逊台风距长江口距离最近的时间是在5日凌晨,由于受观测条件的限制,这段时间缺少波浪观测资料,在图4、图5中可以发现,到4日傍晚17时最后一次波浪观测时次,各测站的波浪均表现为增大趋势。图6的潮位记录显示,4日夜间至5日凌晨的低潮前后的潮位比相邻低潮高得多,估计最大增水就发生在这期间。因此可以推断最大波高应该出现在4日夜间至5日凌晨这段时间内。

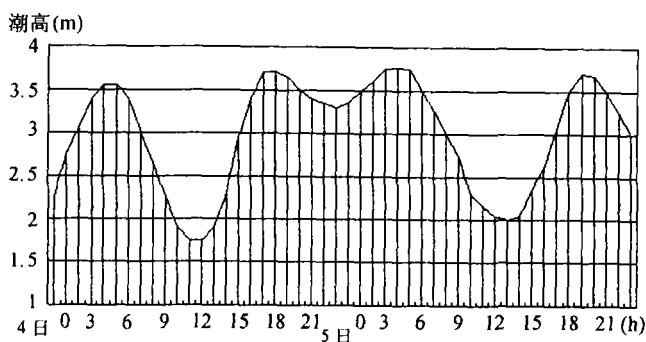


图 6 牛皮礁的实测潮位曲线

### 2.3 威马逊台风浪的估算

由图 4、图 5 我们可以发现, 尽管长江口海域测站之间相距不远, 但各测站间的差异比较大, 随时间的变化也不协调, 并且在做长江口航道整治建筑物 2 期工程设计波要素的研究工作时, 经对长江口海域各测站 20 年观测资料的分析表明, 由于长江口海域水底地形十分复杂, 水流变化多端, 再加上各测站测波点的方位不同, 使得测站间、测站与工程区实测资料的相关性较差, 难以直接应用于海洋工程设计。

另外在威马逊台风影响长江口期间, 长江口航道建设有限公司一条新建造的“长建一号”基床抛石整平船在试验段工程区(见图 1)附近坐底抗风。4 日傍晚, 在船上值班的一航局项目部水上指挥中心主任汪正宣在 14m 高的甲板上目测估计“波高 4.0m 左右、波长 100m 左右、周期 20~30s、浪向东偏南”, 并且波高有增大的趋势, 至 4 日夜到 5 日凌晨, 风、浪更大, 人已无法上甲板, 估计这时的波高较傍晚更高, 作为长期在海上作业的、有丰富航海经验的拖轮船长, 他观测到的波高具有一定可信度。

由于各测站间实测结果差异较大、与船长目测的结果也不能很好对应起来, 为了进一步弄清威马逊台风影响期间试验段工程区的波浪情况, 我们采用了“新型混合型海浪数值预报模式”推算-20m 等深线“P”点(见图 1)处的深水波要素, 然后用基于缓坡方程的联合折绕射模型推算试验段工程区的波要素, 推算结果如下:

表 1 威马逊台风浪“P”点波要素数值计算结果

时间 月日时	风		波浪		
	风向	风速	波向	Hs(m)	Ts(s)
7.3.08	N	8.0	NNW	1.3	5.0
7.3.14	NW	8.4	NNW	1.8	5.4
7.3.20	NNW	9.1	NNW	2.0	5.9
7.4.02	NNE	10.5	NNE	2.2	6.3
7.4.08	NNE	14.9	NNE	3.0	7.1
7.4.14	N	15.8	N	3.8	8.2
7.4.20	NE	27.3	NNE	4.9	8.1
7.5.02	ENE	37.4	ENE	6.2	8.5
7.5.08	ENE	34.5	ENE	5.8	8.0
7.5.14	ENE	25.3	ESE	4.8	7.6
7.5.20	ENE	21.2	ESE	4.1	7.5

表 2 威马逊台风浪工程区推算结果与原设计波要素的比较

		水深(m)	H1%(m)	H4%(m)	Hs(m)	Ts (S)
本次推算值 (ESE)		12.14	6.82	6	5.1	8.5
原推算值 (E)	50 年一遇	12.01	7.76	6.9	5.95	10.1
	25 年一遇	12.01	7.3	6.46	5.53	9.8
	50 年一遇	12.01	5.51	4.8	4.02	7.9

由数值计算的结果(见表 1)可以看出,“P”点处的台风浪最大是出现在 5 日凌晨,即台风距长江口最近的时候,并且表 2 的推算结果与船长目测的结果很接近,另外已应用于长江口航道治理工程二期施工设计的波要素的确定也是采用本次相同的推算方法,因此本次的推算结果具有较大的可信度,可以作为分析、确定威马逊台风在试验段工程区引起的台风浪的重要依据。

### 3 威马逊台风对海洋工程的影响

在威马逊台风影响期间,恰逢天文潮小潮,并且在它距长江口海域最近的时候,适逢在低潮位,尽管长江口区风暴增水有 1.2 ~ 1.5m,但总体水位比较低,这使得波浪破坏力的作用点降低,大大减小了它的破坏力和破坏范围。因此尽管这次台风的风、浪都比较大,但对滩涂促淤围垦工程等海岸建筑物基本上没有影响。

由于东海大桥刚刚开始建设,海上建筑物的施工尚未展开,故威马逊台风对它的影响也不大。

长江口深水航道工程试验段工程处的水深在 10m 以上,此处波浪受水位变化的影响比较小,在 5m 左右的台风浪的作用下,发生了严重的破坏,直接经济损失在 2 千万元以上。

从发生的灾害分析,主要的破坏力固然是波浪力,但对当地泥质地形的土性了解不够也是引发海洋工程建筑物发生破坏的重要原因。另外水流的冲刷作用、建筑物结构的不合理也在一定程度上降低了建筑物的抗浪能力,扩大了灾害的程度。

### 4 结论

对威马逊台风在长江口海域引起的台风浪的分析表明:

(1) 由于长江口特殊的地理位置和复杂的地形、水流等因素,使得这一区域的波浪分布十分复杂,对于同一台风过程,各测站的波浪的变化规律都不一样。测站的实测资料不宜直接用于分析确定威马逊台风在试验段工程区引起的波浪要素。

(2) 通过比较和推算,船长的目测波高有一定的精度,是威马逊台风在工程区大浪估计的重要依据。

(3) 据近 33 年的台风路径资料的不完全统计, 类似威马逊台风, 这样的路径影响长江口海域的总计达 5 次, 平均为 6.6 年发生一次。

(4) 将这次威马逊台风浪分别放入原来 P 点和工程区的频率曲线中, 可以大体估算出这次台风浪的重现期为 15~20 年。

(5) 产生灾害的主要原因是波浪力。另外, 海洋建筑物的基础不牢固, 结构欠合理, 也加重了灾害的程度。

(6) 由于台风浪发生在天文小潮汛期, 低水位降低了波浪力的作用点, 因而威马逊台风浪对海岸工程像海塘、围堤等影响很小。

## 参考文献

- [1] 沙伟等. 长江口区波浪重现期的推算. 21 世纪海洋科技与资源开发学术研讨会论文摘要集. 上海: 中国海洋学会, 2001, 5.
- [2] 孔亚珍, 丁平兴等. 长江口附近海域台风季节波浪特征分析. 华东师范大学学报(自然科学版), 2001, 9: 85~90.