

东海转向型台风潮及预报方法*

房 德 凤

(中国科学院海洋研究所)

转向型台风多产生在7, 8, 9三个月, 台风大多在西北太平洋生成, 以一定速度向西北偏北方向移动; 在移动过程中, 台风强度在不断变化。近海转向型台风在我国东南沿海强度加强或强度不减, 而登陆转向型台风登陆后受地形影响强度减弱。

本文就近年来东海转向型台风引起的台风增水, 对青岛、吴淞两站进行了分析和预报。

一、转向型台风的特征

(一) 路径

1. 吴淞站转向型台风的路径: 除个别外, 基本上都可归类为四种不同路径(见图1a)。路径A为登陆转向型台风。其登陆点一般在 $119^{\circ}-120^{\circ}\text{E}$, $24^{\circ}-27^{\circ}\text{N}$ (即在平潭、三沙附近), 其转向点一般不超过 $118^{\circ}-120^{\circ}\text{E}$, $31^{\circ}-33^{\circ}\text{N}$ 这样一个范围。路径B为路径稍微擦过大陆转向的台风。其登陆点一般在 $119^{\circ}-121^{\circ}\text{E}$, $25^{\circ}-28^{\circ}\text{N}$ (即在平潭、三沙附近或稍微偏北), 大约在 $120^{\circ}-122^{\circ}\text{E}$, $30^{\circ}-32^{\circ}\text{N}$ 这样一个范围内转向。路径C为海上转向型台风。它在 $122^{\circ}-123.5^{\circ}\text{E}$, $31^{\circ}-32^{\circ}\text{N}$ 这样一个范围内转向。路径D在 126°E 以外经过和转向。路径BB在 杭州湾以南, 海门、石浦附近登陆转向或紧擦海岸北上, 在长江口偏南转向去对马海峡。

2. 青岛站转向型台风的路径: 大体可归类为三种不同路径(见图1b)。路径 A_1 为登陆转向后再由连云港附近入海去朝鲜半岛。路径 B_1 为登陆转向后再从连云港以南、吕泗以北入海去朝鲜半岛。路径 C_1 包括海上转向和登陆

转向, 登陆转向型转向后再从吕泗或偏北入海, 然后去朝鲜半岛南部; 海上转向型台风在长江口外转向, 去朝鲜半岛南部或对马海峡。

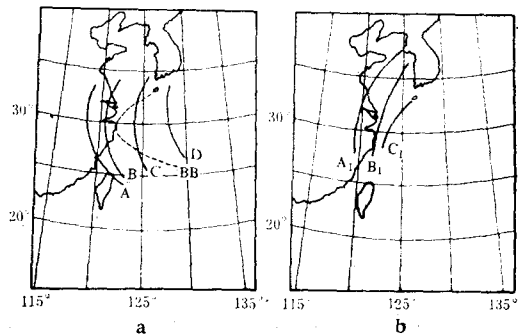


图1 台风路径分类示意图

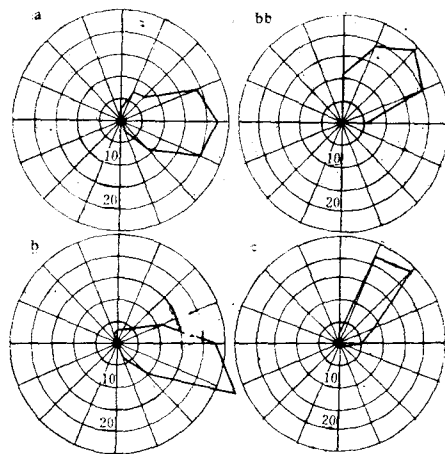


图2 吴淞站不同路径风向玫瑰图

a, b, c, bb分别是吴淞站路径A(提前2小时)、路径B(提前4小时)、路径C(提前6小时)及路径BB(对应)的风向。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第1233号。

本文承蒙刘凤树先生指导和鼓励, 特此致谢。

(二) 风

对大量观测资料的分析和理论研究表明, 一场台风通过, 风是导致早期陆架浅海增水的主要因素之一。根据有关文献的研究, 风速、风向均对增水有直接作用。

1. 风向: 某一测站的风向随台风路径不同而异, 且测站的地理条件也有影响。图 2、图 3 分别是台风经过不同路径在吴淞、青岛两

站的风向玫瑰图。

2. 风速: 据吴淞站 18 场转向型台风增水提前 2—6 小时左右的风速资料统计, 台风增水与风速在最大增水前期关系密切, 其相关系数都在 0.7 以上。图 4a 是单纯利用风来描述随台风移动的孤波 (记 H_w)。青岛站风与增水没有明显的迟后时间, 以东北风为主, 对前期增水起主导作用 (见图 4b)。

(三) 增水

资料分析表明, 影响吴淞的转向型台风多数都有增水出现, 增水大小随台风强度与路径而异。强台风增水大, 反之则小。而实际情况又比较复杂, 强台风在经过不同路径时, 产生的增水大小及增水形式也不一样。

吴淞站增水形式大部分属波动型, 但各路径都有其自身的特点。路径 C 增水特点是当台风靠近长江口时, 该站正处在台风中心的最大风区内, 从而引起强烈的增水。如 6207 号台风, 吴淞最大增水达 220 厘米。路径 B 的增水形式是当台风离该站稍远时, 该站正逢向岸大风的影响, 水位开始缓慢上升; 当台风到达该站转出时, 出现离岸大风, 水位迅速下降, 呈减水现象。路径 A 由于台风登陆后强度减弱, 所以台风增水也远远小于经过路径 C 的台风引起的增水。

青岛站单由转向型台风产生的增水, 一般超过 100 厘米以上的较少。其中路径 A_1 是在台风到来之前, 在东南风作用下, 水位急剧上升; 而后转北风, 水位迅速下降, 后接较强的副振动。路径 B_1 , C_1 水位缓缓上升。

二、转向型台风的预报公式

分析了转向型台风的一些特征, 根据不同路径风对增水的作用, 选取了增水大又有代表性的 6208, 6126, 6615, 6207, 5622 等次强台风的增水过程的风值, 作为自变量的输入值。为了减少非线性的相互作用, 对增水过程采用 13 小时滤波处理 (见图 5), 对处理后的剩余部分 (记为 ΔH), 试与天文潮预报值找相关, 其结果仍是增水前期较好。

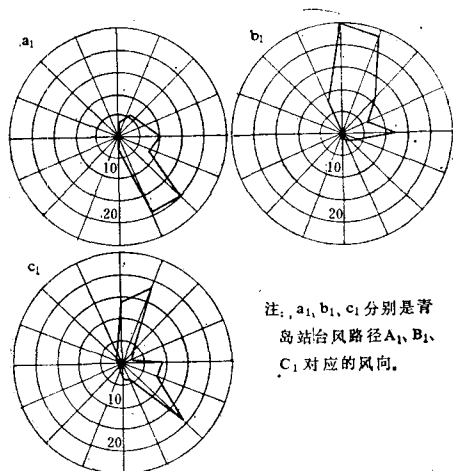


图 3 青岛站不同路径风向玫瑰图

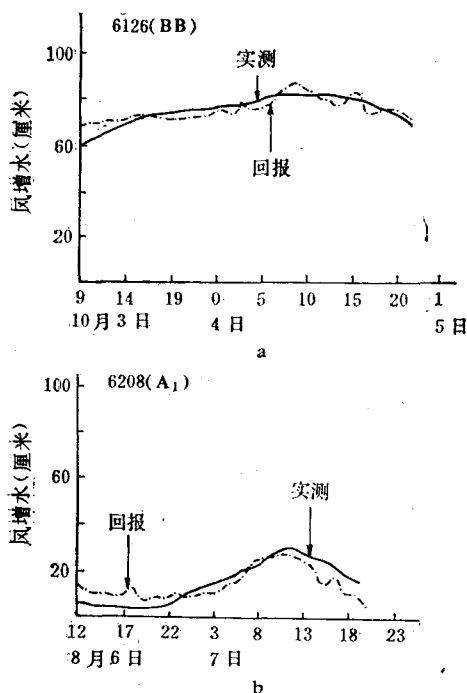


图 4 风增水回报情况

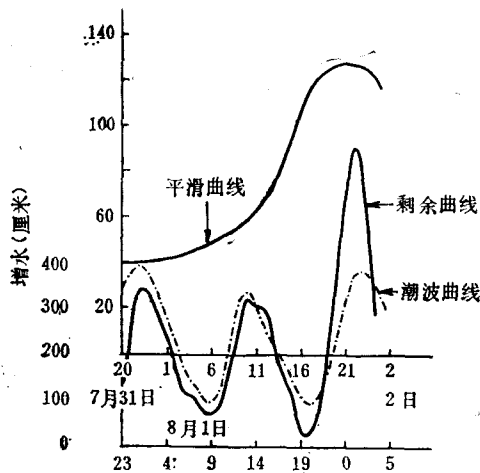


图5 平滑、剩余和潮波曲线

1. 预报公式: 吴淞站的路径C和路径BB, ΔH 部分比天文潮预报值提前2—3小时, 预报公式将由以上两部分叠加而成。预报公式见表1, 2。

2. 预报时区的选择: 除了根据前面所讲的风向外, 还要考虑到路径。

吴淞站路径A, 预报起点一般在台风到达 120°E , $24^{\circ}\text{--}25^{\circ}\text{N}$ 附近, 时效20—30小时。路径B, 预报起点一般在台风到达 121°E , 26°N 附近, 最大增水发生在台风到达本站之前, 时效20—30小时左右。路径C, 预报起点一般在台风到达 126°E , 25°N 附近, 时效20—30小时左右。路径BB, 预报起点一般在台风到达 125°E , 27°N 附近, 时效20—30小时。当台风稍微离开影响区, 本站出现离岸大风, 增水迅速减小或出现减水。这是预报时区必须严格掌握的问题。

青岛站路径 A_1 , 预报起点一般在台风到达 119°E , 28°N 附近, 最大增水发生在台风到来之前, 时效20—35小时。路径 B_1 , 预报起点一般在台风到达 121°E , $29^{\circ}\text{--}30^{\circ}\text{N}$ 附近, 时效20—35小时。路径 C_1 , 预报起点一般在台风到达 123°E , $29^{\circ}\text{--}31^{\circ}\text{N}$ 附近, 时效20—35小时。青岛站时区的选择应当引起注意, 它是在台风还没有入海时开始增水。台风入海向岸风时很短, 很快离去, 这时正好出现离岸大风,

表1 吴 淞 站 预 报 公 式

公式序号	预 报 公 式	相关系数	剩余标准差 (cm)	显著性水平 (α)	绝对值百分比 比回报误差 (cm)	路径	备 注
1	$Hw=4.17w+4.976$ $\Delta H=0.127\zeta-31.341$	0.90 0.74	7.074 6.437	0.01 0.01	76%(<16) 80%(<19)	A	Hw : 风增水, 单位cm; w : 提前2小时风值(m/s); ΔH : 天文潮引起的部分水位(cm); ζ : 天文潮预报值(cm)
2	$Hw=1.21w+15.974$ $\Delta H=0.104\zeta-23.464$	0.72 0.78	2.611 5.813	0.01 0.01	91%(<12)	B	w : 提前4小时的风值, 其它符号同上
3	$Hw=15.111w-35.085$ $\Delta H=0.209\zeta-52.582$	0.88 0.94	17.224 7.590	0.01 0.01	75%(<23)	C	w : 提前6小时风值; ζ : 迟后2小时的天文潮预报值, 其它符号同上
4	$Hw=2.034w+57.544$ $\Delta H=0.146\zeta-30.699$	0.78 0.70	3.595 6.437	0.01 0.01	91%(<13)	BB	w : 对应的风值; ζ : 迟后3小时的天文潮预报值, 其它符号同上

水位迅速下降。

三、回报与试报

根据不同路径建立的预报方程，其拟合情况可应用上述公式，对全部输入样本进行了回报计算。

图 6 中的 a, b 给出吴淞、青岛两站代表性台风的增水过程回报情况。其中，青岛站的路径 A₁, B₁, C₁ 和吴淞站的 A, B 路径都以提前 3 小时最佳（如回报中 8 点的增水，实际上为 5 点的增水），这大概是由于滤波造成的时间迟后。

吴淞站的路径 C, BB, 没有 3 小时提前，其原因可能是由 ΔH 部分有明显的 3 小时提前，它正好弥补了由于滤波造成的时间迟后。

图 7 中的 a, b 给出吴淞、青岛两站代表性台风增水过程的试报情况。其中，路径 A, B, A₁, B₁, C₁ 仍以提前 3 小时为佳（理由与回报同）。

从以上的回报与试报增水过程曲线的拟合情况看，凡最大增水陡急和波动较大的增水情

况，其峰值处出现预报偏低的现象。这种现象与跟随台风走的孤波关系不大，而大部分是滤波后的 ΔH 部分造成的。在台风增水大的时候， ΔH 部分也大，而且增水越大这部分也越大。而潮汐预报部分没有变化（见图 5），因此，出现一个较大的差别。

为了解决最大峰值处这一问题，从大量资料分析中得出最大值处前后 2—3 小时的校正（见表 3）。

一些低于 70 厘米的最大峰值处，误差一般都属于标准差内。如果增水陡急或波动较大，峰值处可酌情加 5—10 厘米。

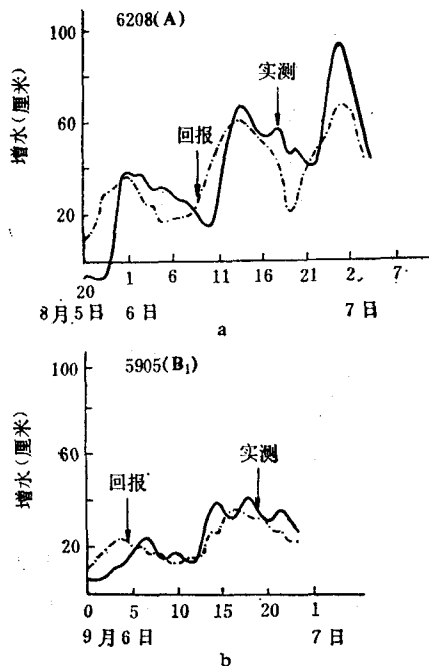


图 6 增水回报情况

- a. 吴淞 6208 号台风增水回报情况(1)式；
b. 青岛 5905 号台风增水回报情况(6)式。

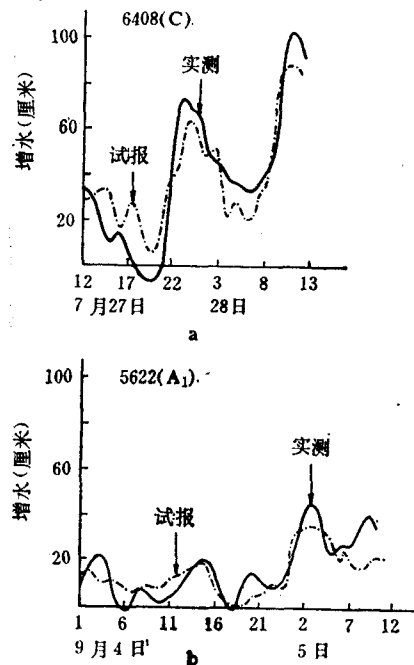


图 7 吴淞、青岛两站增水试报情况

- a. 吴淞站 6408 号台风增水试报(3)式；
b. 青岛站 5622 号台风增水试报(5)式。

四、结 论

1. 历次转向型台风，吴淞站风暴潮位较高，其中由路径 C 这种转向型台风产生的潮位最高，可达 5.74 米。这是由于海上台风强度高、范围大，移速较慢、持续时间长及易赶上天文高潮的原因。其次是路径 BB，其增水仅次于经过路径 C 的台风引起的增水。其它路径台风引起的增水与此比较约小半数以上。青岛

表2 青岛站预报公式

公式序号	预报公式	相关系数	剩余标准差 (cm)	显著性水平 (α)	绝对值百分比回误差 (cm)	路径	备注
5	$Hw = 1.657w - 1.302$	0.80	5.580	0.01	79%(<17)	A ₁	Hw: 风增水, 单位cm; w: 对应风值(m/s); ΔH : 天文潮引起的部分水位 (cm); ζ : 天文潮预报值 (cm)
	$\Delta H = 0.036\zeta - 10.204$	0.61	6.504	0.01			
6	$Hw = 1.441w + 14.614$	0.82	4.463	0.01	96%(<14)	B ₁	符号同上
	$\Delta H = 0.039\zeta - 13.440$	0.78	4.486	0.01			
7	$Hw = 0.720w + 24.950$	0.74	2.341	0.01	91%(<13)	C ₁	符号同上
	$\Delta H = 0.085\zeta - 19.224$	0.85	3.507	0.01			

表3 最大值处前后2—3小时的校正

增水 (厘米)	校正 (厘米)
>70—80	+10
>100	+20
>140—150	+40

站由路径C₁产生的增水较大, 可达90厘米以上。其它转向型台风产生的增水相对小一些。

检验表明, 单站预报, 路径一定, 就可仅依赖于当地风和潮汐进行较快预报, 从防灾的观点看是可行的。但应特别注意, 以上公式模拟增水只是对本站而言, 不能用A站的公式去模拟B站的增水。当地风速、潮汐受当地地理、水文条件的影响, 只能对当地而言。

2. 非线性问题。从有关文献看, 在浅水港中非线性效应非常复杂。本文分析结果表明, 青岛站非线性相互作用在增水前期显著性较差。吴淞站台风经过路径C, BB时, 其增水过程非线性相互作用非常突出。路径A, B在增水后期这种相互作用也是相当可观的。

本文所给出的在不同路径下的预报公式, 在精度上不低于以前所采用的一些经验及统计预报方法, 时效也较满意。要进一步延长时效仅着眼于风因子是不够的, 还应有气压、移速、风区、风时以及路径在小范围内的变动等等, 这些还需要进一步研究。另外, 预报时区选择的准确度如何, 将依赖于气象部门对台风路径预报的精确度。台风路径预报有了进展, 台风增水预报精度也将提高。

THE CHANGING DIRECTION TYPE TYPHOON IN THE EAST CHINA SEA AND THE METHOD OF FORECAST

Fang Defeng

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Abstract

Based on the data of meteorology and 18 observation data on water level at the presence of typhoon during the years of 1956—1981 in Qingdao and Wusong stations, this paper deals with the properties of the typhoon surges as well as the forecast method.

It is evident that wind usually plays a very important part in storm surges. The wind near the shore has a direct bearing on the rising of water, and in general, there is a linear relationship between them.

The peak surge in Wusong was found usually about 2—6 hours later than the wind. There were unlinear effects in addition to the inaccuracy of the forecast of astronomical tides.