

# 台风波浪场的分析\*

林均珊 许林之 许富祥

(国家海洋局海洋环境预报中心)

**提要** 本文应用西北太平洋50个台风的波浪资料进行了统计分析, 获得了台风主要参数与台风波高之间的关系: (1) 台风波高随风速的增大而增高; (2) 台风移动方向右半圆的波高大于左半圆; (3) 台风波高随离开台风中心距离的减少而增大。

有关台风波浪的研究, 早期曾有宇野木和 Bretschneider, 最近有井岛等人。他们应用不同的资料, 分别讨论了台风波浪场的分布规律并且提出了计算公式。

本文应用西北太平洋50个台风的波浪资料, 探讨了台风波高与台风风场及离开台风中心的距离之间的关系, 讨论了台风波高在各象限的分布特点。

## 一、资料的来源及分析方法

海浪、气象要素资料分别摘自1975年、1976年、1978年和1979年西北太平洋海浪实况分析图和东亚地面天气图(国际、国内船舶通报资料)。波高均为有效波高( $H_{1/3}$ ), 以m为单位表示, 编报精度 $\pm 0.5$  m; 台风的中心气压以mb为单位; 风速以m/s为单位。

台风象限系指面对台风移动方向线, 顺时针旋转的夹角。即 $0-90^\circ$ 为第1象限,  $90-180^\circ$ 为第2象限, 第1、2象限简称台风移动方向的右半圆,  $180-270^\circ$ 为第3象限,  $270-360$ 为第4象限, 第3、4象限称为台风移动方向的左半圆。

由台风中心至船舶测报点的距离, 作为离开台风中心的距离(L), 单位以n mile表示。

因国际、国内船舶通报中的海浪资料, 一组为风浪, 一组为涌浪, 这些资料大都是目测的。为探讨台风波浪场的分布方便起见, 将风浪、涌

浪进行合成, 简称混合波高。其表达式如下:

$$H_m = \sqrt{(\text{风浪高度})^2 + (\text{涌浪高度})^2}$$

文中所讨论的波高与各要素之间的关系均系指混合波高。

## 二、台风波高的分布

### 1. 波高与风速之间的关系

众所周知, 在风的直接作用下产生波浪。在大洋上, 当海面上出现台风时会产生巨大的波高。根据西北太平洋50个台风的波浪资料统计, 台风在初始阶段, 海面上有较大的风速, 而波高不大。通常是在台风外围(600 n mile左右)约有3 m的大浪, 而在台风中心附近仅有4—5 m的巨浪。这可能是在台风的初始阶段虽然具有较大的风速, 但由于风时、风区的不足, 而导致波高较小。随着台风的不断发展和加强, 风速随之增大, 风场(风时、风区)相应地扩展, 波高也随着风速的增大而增高。

图1表明, 波高与风速成正比关系。当台风发展到成熟阶段时, 风速不再增大, 而大风范围逐渐向外扩展。在这个阶段内, 波高也达到充分成长, 波高值不增高, 而大浪区( $H \geq 3$  m, 下同)的范围向台风外围扩展。根据统计资料表明, 在台风外围(600 n mile)仅有8—10 m/s的风速, 但仍有2—3 m的波高(见波高分

\* 文本承张大错副教授审阅并提出修改意见, 谨此致谢。

台风波高分布表

Tab. The distribution of wave height of typhoon

| P(mb)     | L(n mile) | 各象限的平均波高 (m) |      |     |     |             | 各象限的最大波高 (m) |      |      |     |                 |
|-----------|-----------|--------------|------|-----|-----|-------------|--------------|------|------|-----|-----------------|
|           |           | 1            | 2    | 3   | 4   | $\bar{H}_s$ | 1            | 2    | 3    | 4   | $\bar{H}_{max}$ |
| P<940     | 0—60      |              |      |     | 8.9 | 8.9         |              |      |      | 8.9 | 8.9             |
|           | 60—120    | 8.9          | 11.5 | 6.5 | 7.0 | 8.5         | 11.5         | 11.5 | 6.5  | 7.0 | 9.1             |
|           | 120—180   | 6.5          | 7.0  | 5.9 | 5.5 | 6.2         | 7.0          | 7.6  | 7.2  | 6.2 | 7.0             |
|           | 180—240   | 5.0          | 5.9  | 5.5 | 4.9 | 5.6         | 6.1          | 8.1  | 6.5  | 5.4 | 6.5             |
|           | 240—300   | 4.3          | 4.8  | 5.5 | 4.5 | 4.8         | 5.0          | 6.1  | 6.7  | 5.6 | 5.9             |
|           | 300—360   | 4.5          | 4.8  | 4.4 | 4.1 | 4.5         | 5.1          | 7.4  | 5.5  | 5.0 | 5.9             |
|           | 360—420   | 4.2          | 4.7  | 3.9 | 4.2 | 4.3         | 5.7          | 5.8  | 6.4  | 5.4 | 5.8             |
|           | 420—480   | 4.1          | 4.4  | 3.4 | 3.6 | 3.9         | 5.8          | 6.0  | 4.7  | 3.6 | 5.0             |
|           | 480—540   | 3.9          | 3.7  | 2.9 |     | 3.5         | 4.6          | 5.4  | 3.4  |     | 4.5             |
|           | 540—600   | 3.3          | 3.7  | 2.7 |     | 3.2         | 3.6          | 4.0  | 2.9  |     | 3.5             |
|           | >600      | 3.4          | 2.9  | 2.8 |     | 3.0         | 3.4          | 4.6  | 4.5  |     | 4.2             |
| 940≤P<960 | 0—60      | 13.8         | 11.5 |     |     | 12.7        | 13.8         | 11.5 |      |     | 12.7            |
|           | 60—120    | 13.3         |      | 7.2 |     | 7.8         | 10.4         |      | 7.2  |     | 8.8             |
|           | 120—180   | 7.2          | 7.3  | 6.5 | 6.5 | 6.8         | 7.2          | 11.2 | 7.4  | 6.4 | 8.1             |
|           | 180—240   | 5.6          | 6.3  | 6.1 | 5.2 | 5.8         | 6.7          | 8.9  | 8.7  | 6.7 | 7.8             |
|           | 240—300   | 5.2          | 5.2  | 5.1 | 5.5 | 5.3         | 6.3          | 8.1  | 7.8  | 6.7 | 7.2             |
|           | 300—360   | 5.0          | 4.3  | 4.7 | 4.8 | 4.7         | 7.1          | 6.1  | 7.5  | 5.8 | 6.6             |
|           | 360—420   | 4.0          | 4.9  | 4.1 | 4.3 | 4.3         | 5.4          | 6.5  | 5.4  | 5.3 | 5.7             |
|           | 420—480   | 4.0          | 3.7  | 3.0 | 3.8 | 3.6         | 4.8          | 4.3  | 3.6  | 4.3 | 4.3             |
|           | 480—540   | 3.5          | 3.8  | 3.2 | 3.4 | 3.5         | 4.3          | 5.0  | 3.2  | 3.6 | 4.0             |
|           | 540—600   | 3.0          | 3.0  | 2.6 |     | 2.9         | 3.6          | 3.9  | 2.9  |     | 3.5             |
|           | >600      | 3.4          | 3.4  | 2.9 |     | 3.2         | 3.8          | 3.9  | 4.9  |     | 4.2             |
| 960≤P<980 | 0—60      | 10.0         |      |     | 7.8 | 8.9         | 10.0         |      |      | 7.8 | 8.9             |
|           | 60—120    | 7.7          | 7.8  | 8.0 | 7.1 | 7.7         | 8.5          | 7.8  | 8.9  | 7.1 | 8.1             |
|           | 120—180   | 6.5          | 7.9  | 7.3 | 6.6 | 7.1         | 8.3          | 11.0 | 10.7 | 8.2 | 9.6             |
|           | 180—240   | 6.3          | 6.4  | 6.5 | 4.9 | 6.0         | 7.5          | 11.9 | 9.6  | 5.7 | 8.7             |
|           | 240—300   | 4.8          | 5.2  | 4.9 | 4.6 | 4.9         | 5.8          | 7.2  | 5.8  | 6.5 | 6.6             |
|           | 300—360   | 4.5          | 5.2  | 4.6 | 4.3 | 4.7         | 5.8          | 7.6  | 5.3  | 5.2 | 6.0             |
|           | 360—420   | 3.9          | 4.3  | 4.1 | 4.1 | 4.1         | 5.0          | 5.6  | 5.4  | 4.9 | 5.2             |
|           | 420—480   | 3.8          | 3.3  | 3.1 | 2.9 | 3.3         | 4.9          | 5.1  | 4.0  | 2.9 | 4.2             |
|           | 480—540   | 3.8          | 4.1  | 3.7 |     | 3.9         | 4.5          | 8.9  | 3.9  |     | 5.8             |
|           | 540—600   | 3.5          | 3.6  | 4.0 |     | 3.7         | 3.5          | 4.0  | 4.0  |     | 3.8             |
|           | >600      | 2.5          | 2.9  |     |     | 2.7         | 3.6          | 4.5  |      |     | 4.1             |
| P>980     | 0—60      |              |      | 7.2 |     | 7.2         |              |      | 7.2  |     | 7.2             |
|           | 60—120    | 9.0          | 7.2  | 6.9 | 6.4 | 7.4         | 9.9          | 8.0  | 7.4  | 6.4 | 7.9             |
|           | 120—180   | 7.5          | 6.3  | 5.1 |     | 6.3         | 10.2         | 8.9  | 6.0  |     | 8.4             |
|           | 180—240   | 5.5          | 5.4  | 4.9 | 5.2 | 5.3         | 6.9          | 6.4  | 5.8  | 5.6 | 6.2             |
|           | 240—300   | 4.6          | 4.6  | 4.5 | 4.1 | 4.5         | 6.4          | 6.5  | 5.8  | 4.7 | 5.9             |
|           | 300—360   | 4.3          | 4.3  | 4.1 | 4.1 | 4.2         | 6.7          | 6.0  | 5.0  | 5.7 | 5.9             |
|           | 360—420   | 4.1          | 4.3  | 3.8 | 4.3 | 4.1         | 4.7          | 5.3  | 4.2  | 5.0 | 4.8             |
|           | 420—480   | 3.5          | 3.5  | 3.3 | 2.0 | 3.1         | 4.7          | 4.5  | 3.9  | 2.0 | 3.8             |
|           | 480—540   | 3.3          | 3.5  | 3.2 |     | 3.3         | 3.8          | 5.1  | 3.8  |     | 4.2             |
|           | 540—600   | 2.8          | 2.9  |     |     | 2.9         | 2.9          | 4.0  |      |     | 3.5             |
|           | >600      |              | 2.5  |     |     |             |              | 3.2  |      |     | 3.2             |

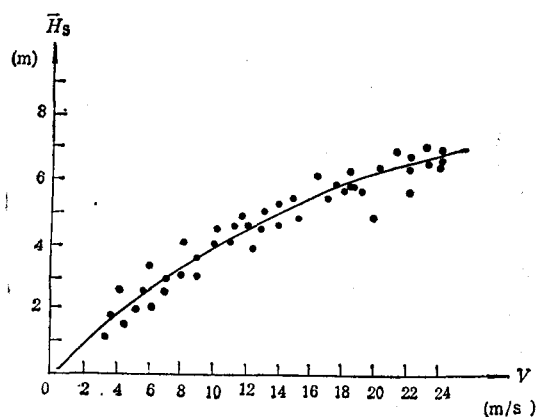


图1 波高与风速的曲线

Fig. 1 The curve of wave height and wind speed

布表)。当台风处于消失或减弱阶段, 风速随之减小, 但是, 受台风影响的海域仍有较大的波高。南海海面 27 个台风的波浪资料表明, 一个中等强度的台风 (940—960 mb, 下同) 在南海登陆或消失, 受其影响的海域, 大浪一般维持 48—72 h。

## 2. 波高与台风象限之间的关系

本文的波高分布表是根据西北太平洋 50 个台风的波浪资料, 依其不同的强度和离开台风中心的不同距离, 统计出台风波高在各象限的分布结果。表中的波高为平均混合波高; 各象限的最大波高是在统计资料中出现的最大波高;  $\bar{H}_{\max}$  为 4 个象限中的平均最大波高。

表中说明, 台风波高的分布相对于台风中心的不对称性。大浪区的分布范围一般是台风移动方向的右半圆大, 左半圆较小。就中等强度的台风而言, 离开台风中心距离 600 n mile, 在台风移动方向的右半圆仍有 3 m 左右的大浪, 而在左半圆仅有 2 m 左右的中浪。最大波高大都出现在台风移动方向的右后半圆。图 2 是 1979 年第 10 号台风的海浪实况分析图。由图 2 也明显地看出, 台风波高相对于台风中心的不对称, 即右半圆的波高大于左半圆, 最大波高出现在台风移动方向的右后半圆 (16.8 m)。本文获得的结果与宇氏在论述台风波高在各象限的分布关系时的结论是相吻合的。

上述仅是就不受外围天气系统影响而言。当台风与南下冷空气配合时, 台风外围与冷空气交汇的区域, 气压梯度俱增, 风速增大, 大风范围明显地向外扩展。大风范围也形成了北大南小的不对称分布。波高的分布也有北大南小的趋势, 大浪区的分布范围也明显地北移。而最大波高也不一定出现在台风移动方向的右后半圆, 也有可能出现在台风与冷空气的交汇区域。这类台风模型大都出现在 9 月份以后。图 3 是 1979 年第 19 号台风与南下冷空气配合时的典型个例。当时台风中心位于台湾省以东洋面 (21.5°N、128.1°E), 冷高压中心位于华北地区。台风外围与冷空气交汇的黄海、东海和台湾海峡, 都出现了 8 级以上的大风, 在东海观测到了 9.5 m 的波高。统计资料表明, 在强度相同情况下的台风, 台风与冷空气配合时, 大浪区的分布范围北半圆明显地大于南半圆。由图 3 选择 4 个离开台风中心距离大致相同的测站。可看出位于台风中心北半圆的 A 站, 观测到 16 m/s 和 18 m/s 的风速、8.1 m 和 9.5 m 的狂

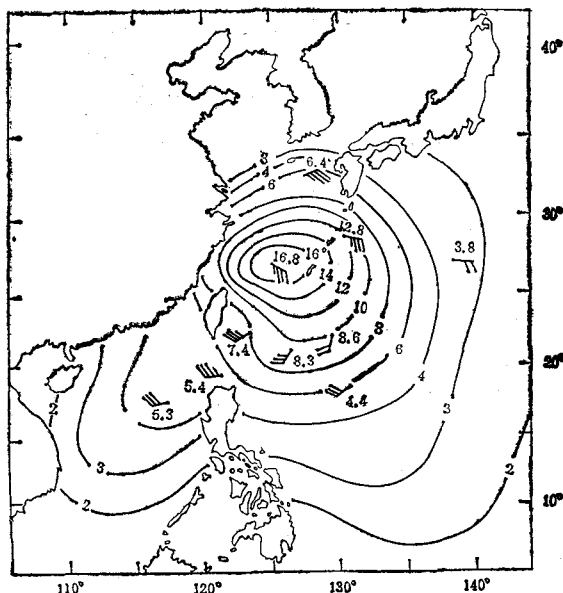


图2 海浪实况分析图 (1979 年 8 月 23 日 06 世界时)

Fig. 2 Wave-analysis chart (23 August 1979 0600 GMT)

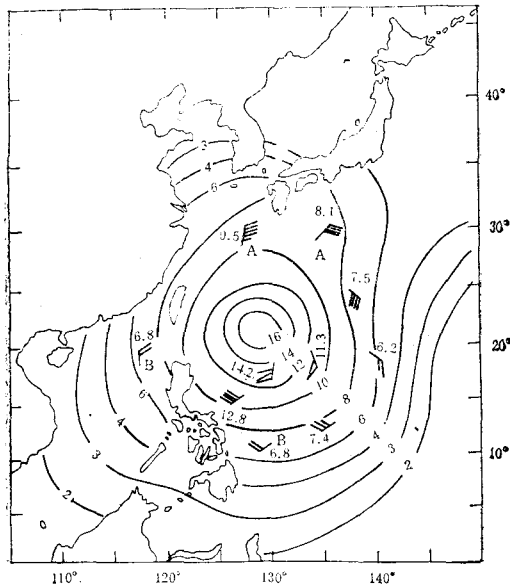


图3 海浪实况分析(1979年10月17日  
00世界时)

Fig. 3 Wave-analysis chart (17 October 1979  
0000 GMT)

浪。而南半圆的B站,风速仅有8 m/s和12 m/s,波高6.8 m。由此可见,两测站相距台风中心的距离相差无几,但是风速和波高却有很大的差异。

### 3. 波高与离开台风中心距离间的关系

台风的大风范围较大,风力也很强。由它造成的波高扩散到范围较大的海面。一般中等强度的台风,在离开台风中心600 n mile 以外的海面,仍有3 m以上的大浪。即使较弱的台风,2 m左右的波高也会影响到600 n mile 左右的海面(见波高分布表)。本文根据不同强度的台风和不同象限,分别绘制了波高与离开台风中心距离之间的点聚图。图4a是台风中心强度在940—960 mb之间,离开台风中心距离与平均混合波高的点聚图。图4b是台风中心强度在940—960 mb之间,在台风移动方向的右半圆的波高与离开台风中心距离之间的关系。图4a, b分别表明,波高随着离开台风中心距离的减少而增大。在离开台风中心距离240 n mile 以外,波高值的变化曲线较平直,

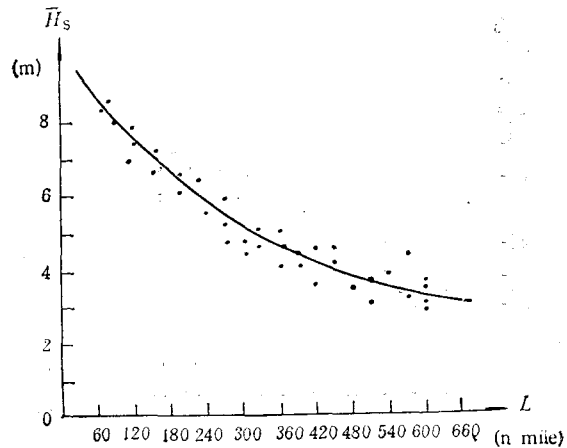


图4a 波高与离开台风中心距离的点聚图

Fig. 4a The graph of wave height and the  
distance away from the centre of typhoon

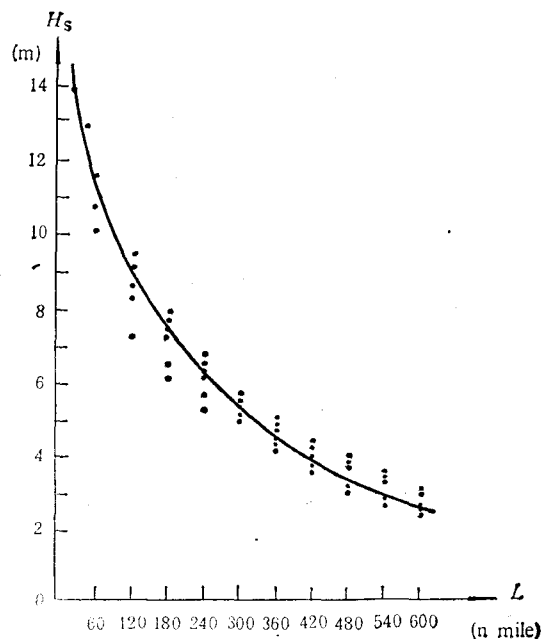


图4b 台风右半圆波高与离开台风中心  
距离的点聚图

Fig. 4b The graph of wave height in the right  
hemisphere of the typhoon and the distance away  
from the centre of typhoon

波高变化较小。在240 n mile 以内,波高的变化曲线大致呈现出直线上升的趋势,波高值的变化幅度也较大(6—14 m)。

综上所述,台风波高随着风场(风区、风时)

和离开台风中心距离的变化而变化。不同的台风其影响的范围也不同，在分析和预报台风浪时，应综合考虑上述要素之间的关系。应该指出，台风的移动速度与波高有着密切的关系。本文应用台风资料，根据台风的中心强度、移动速度和波浪场进行了比较。也获得了与日本学者相同的看法，即当台风移动速度快时，波高小，大浪区的分布范围也小；反之，波高与大浪区的分布范围也大。这点应引起预报和航海人员的注意。

### 三、结 论

根据上述分析和讨论，本文获得了如下

结论：(1) 台风波高随着风速的增大而增高；(2) 台风移动方向右半圆的波高大于左半圆，最大波高出现在台风移动方向的右后半圆；(3) 波高随着离开台风中心距离的减少而增大。

需要指出的是，作者仅根据实测资料，对台风浪的分布特点进行了初步探讨。由于台风浪是一种十分复杂的现象，有待于今后进一步增加精确可靠的观测资料，探讨台风波浪的内部机制并且建立其可靠的预报方法。

## ANALYSIS OF THE WAVE FIELD OF TYPHOON

Lin Junshan, Xu Linzhi and Xu Fuxiang

(Marine Environmental Forecasting Centre, SOA)

### Abstract

In this paper the wave field of Typhoon is analysed by using the wave data of about fifty typhoon in the Western North Pacific. The relationship between the main parameters of the typhoon and the wave heights of the typhoon are obtained: 1) A wave heights of typhoon increase with wind speed; 2) wave heights of the right hemisphere of the typhoon are greater than those of the left; 3) wave heights increase with the decrease of the distance from the centre of typhoon.