海洋水文学 http://jto.scsio.ac.cn; http://www.jto.ac.cn

台风过程影响下西沙岛缘灾害性水文气象环境监测

龙小敏，王盛安，尚晓东，陈荣裕，王东晓

(中国科学院南海海洋研究所热带海洋环境动力学重点实验室、中尺度海洋观测开放实验室，广东 广州 510301)

摘要：介绍了西沙岛缘水文气象远程实时监测系统的组成，并对部分监测资料进行了初步的分析。该监测系统由水文监测单元和气象监测单元构成，监测数据实时发送，远方用户可同步接收、显示和保存。文章对 0801 号台风过程的风速、风向进行了分析，还对 2008 年 9 月 23 日至 10 月 4 日期间受其他 3 个台风影响的波浪、风和气压进行了初步的分析。分析结果表明，西沙岛缘水文气象远程实时监测系统可用于海洋环境监测，特别是灾害性海洋环境的监测。

关键词：水文；气象；实时监测；台风；波浪

中图分类号：P731 文献标识码：A 文章编号：1009-5470(2010)06-0029-05

Monitoring disastrous hydro-meteorological environment related to typhoon around the Xisha Islands

LONG Xiao-min, WANG Sheng-an, SHANG Xiao-dong, CHEN Rong-yu, WANG Dong-xiao

(*Key Laboratory of Tropical Marine Environmental Dynamics*, *Marine Observation and Research Laboratory*, *South China Sea Institute of Oceanology*, *CAS*, *Guangzhou* 510301, *China*)

Abstract: This paper introduces the composition of a real-time remote monitoring system for hydro-meteorology deployed around the Xisha Islands and a brief analysis using part of the observed data. The monitoring system is composed of hydrological monitoring unit and meteorological monitoring unit. The observed data is transmitted in real time and users are able to receive, view and save the data synchronously. The authors analyze not only the velocity and direction of wind during Typhoon No.0801, but also the wave, wind and atmospheric pressure affected by other three typhoons during the period from 23 September to 4 October 2008. The results show that the real-time remote monitoring system for hydro-meteorology deployed around the Xisha Islands is operational for marine environment monitoring, especially for disastrous marine environment monitoring.

Key words: hydrology; meteorology; real-time monitoring; typhoon; wave

海洋科学的发展是以海洋资料为基础的，各种理论模型的建立与发展都需要实测资料的检验[1–3]，获取长期的观测资料是研究海洋演变规律、海洋资源变动和海洋生态与环境变化的需要。水文气象资料是环境研究的重要资料[4–6]，我国近年来在努力发展和完善海洋监测体系，其中西沙海洋观测研究站是中国科学院创新三期部署的中国近海海洋观测研究网络的重要组成部分，其建设和投入使用可为海洋环境预报、气象预报与气候预测、灾害预警等提供数据服务。西沙岛缘水文气象远程实时监测系统是该研究站一期建设的观测单元，于 2008 年 4 月 28 日起正式投入使用，至今工作状态良好，经历了多个台风(包括热带低压、热带风暴、强热带风暴、台风、强台风等，为方便起见，以下统称台风)的考验。

1 监测系统简介

西沙岛缘水文气象远程实时监测系统安装在西沙永兴岛，由水文监测单元和气象监测单元组成，监测数据实时发送，远方用户同步接收、显示和保存，系统配套的数据处理软件可对保存在数据库中的数据进行分析处理。监测系统于 2008 年 4 月 6 日开始安装调试，4 月 28 日起正式投入使用。

收稿日期：2009-06-04；修订日期：2009-11-19。孙淑杰编辑

基金项目：中国科学院近海海洋观测研究网络项目(KZCX2-YW-Y202、KZCX2-YW-Y203)；国家“863”项目(2008AA09Z112)

作者简介：龙小敏(1960—)，女，广东省廉江市人，副研究员，主要从事海洋监测技术及资料分析研究。E-mail: xmlong@scsio.ac.cn

1.1 水文监测单元

水文监测单元采用 SZS3-1A 型压力式波潮仪测量波浪、潮位和水温。波潮仪安装在离岸 700m、水深 9m 的礁缘上，通过钢丝绳电缆与岸上的供电电源及中央控制器连接，供电电源由太阳能板和蓄电池组成，中央控制器内装有气压传感器。波潮仪以 2Hz 的频率连续采集数据，每分钟一次将采集的数据送到中央控制器。中央控制器采用同步测量的气压数据对水下压力数据进行订正，去除气压变化对水下压力测量的影响，随后将去除气压影响后的水压和水温数据实时发送，远方用户同步接收数据，系统配套的可视化软件对实时接收到的观测数据进行分析计算[7−8]，获得潮位、水温、最大波高及其对应周期、十分之一大波波高及其对应周期、有效波高及其对应周期、平均波高及平均周期，这 10 个参数的变化过程曲线全部显示在屏幕上(图 1)，并保存到数据库中，系统配套的数据处理软件可对数据库中的数据进行分析处理。

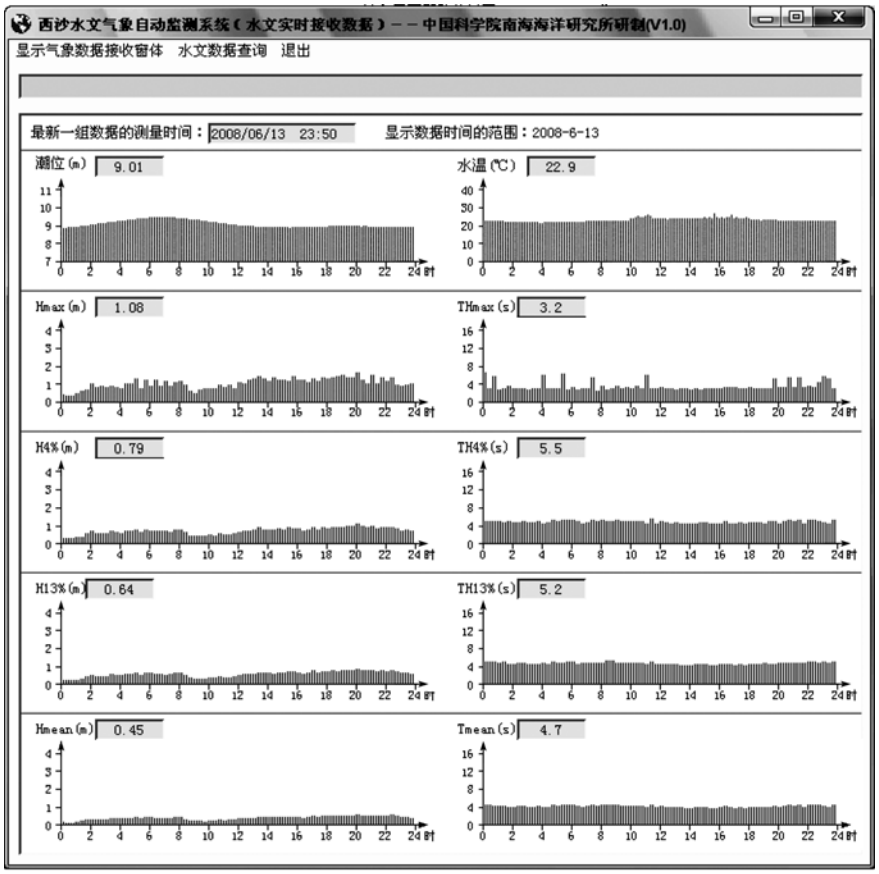

图 1 水文监测单元监测数据的实时接收界面

Fig. 1 Screen shot of hydrological monitoring unit

1.2 气象监测单元

气象监测单元安装在岛上，在一幢三层楼房的顶部安装一根 5m 高的立杆，在杆的顶端安装风传感器，在风传感器下方安装一个百叶箱，百叶箱内部装有气温、相对湿度和气压传感器(图 2)，所有传感器均由一根电缆连接到楼下的供电系统和中央控制器。中央控制器以 2Hz 的频率连续采集风数据，其他参数的采样间隔为 2min，每 2min 中央处理器发送一批数据，远方用户同步接收、显示和保存。图 3 为气象监测单元实时接收数据的界面，其中，风速为 2min 平均风速，风向为 2min 内的盛行风向，阵风风速为 3s 平均风速，阵风风向为 3s 内的盛行风向。

图 2 气象监测单元

Fig. 2 Meteorological monitoring unit

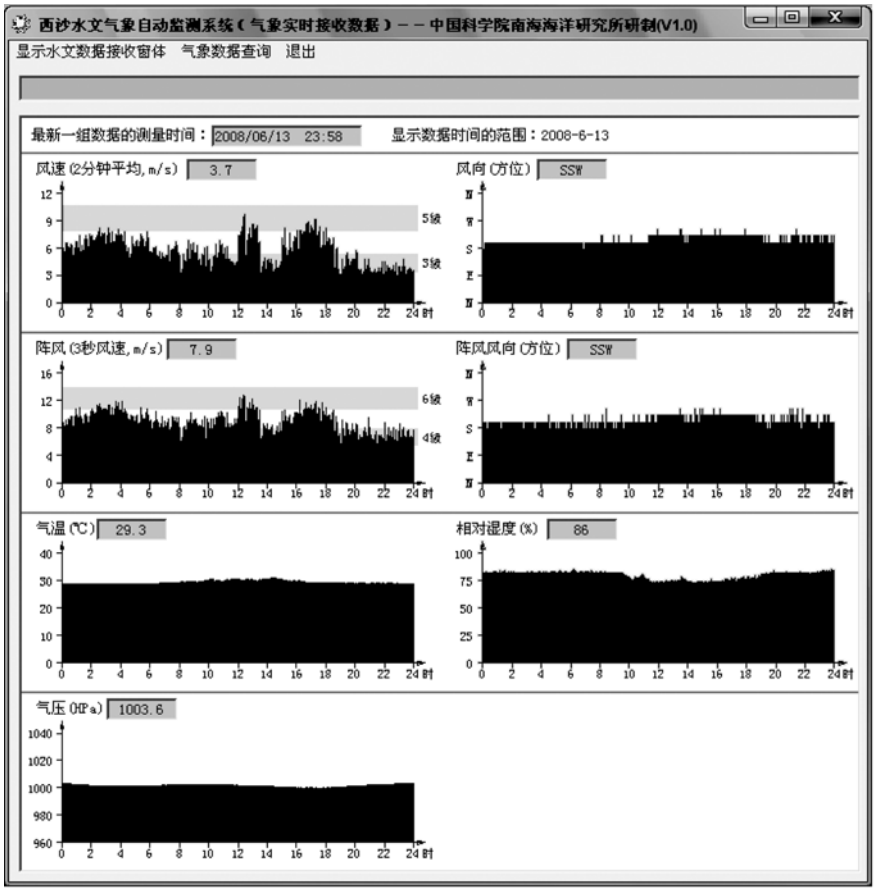

图 3 气象监测单元监测数据的实时接收界面

Fig. 3 Screen shot of meteorological monitoring unit

2 资料分析

实时接收的数据均保存在数据库中，利用系统配套的软件可方便地浏览数据、生成各种报表以及画出各种曲线。

2.1 0801 号台风风速、风向分析

在系统试运行期间，气象监测单元监测到 0801 号台风(浣熊)。由于当时水文监测单元尚未开始工作，因此只分析这次台风的风速、风向。图 4 是 0801 号台风路径图(资料来自《热带气旋年鉴》[9])，图中，在台风路径的起点标有台风号，台风号的下方标有该点的时刻，在台风路径上每隔 6h 标注该时刻的台风中心位置和中心气压，每天的 08:00 在中心气压的上方标注当天的日期。从图中可见，此次台风从测点的西面经过，台风中心于 18 日 0 时前后离测点最近，距离约 82km。图 5 是台风中心气压曲线(资料来自《热带气旋年鉴》[9])，图 6 是由西沙岛缘水文气象远程实时监测系统监测到的台风期间的风速、风向。从图中可见，测点明显受台风影响的时间段为 4 月 16 日—18 日，共 3 天。16 日开始风速逐渐加大，由 3 级增大到 4 级; 17 日 09:30 开始快速加大至 6 级; 17 日 23:44，测得本次台风阵风的最大风速为 30.5m·s^{-1}(11 级); 18 日 00:02，测得本次台风的最

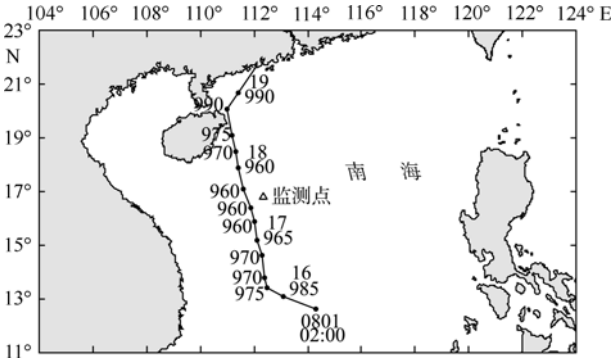

图 4 0801 号台风路径图

Fig. 4 Track of Typhoon No.0801

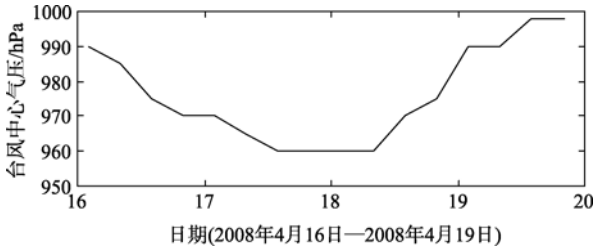

图 5 0801 号台风中心气压曲线

Fig. 5 Central pressure of Typhoon No.0801

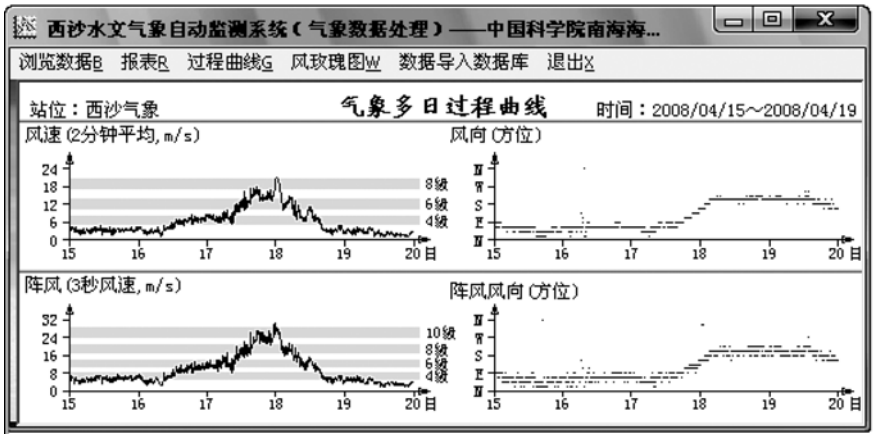

图 6 0801 号台风期间(4 月 15—19 日)的风速、风向

Fig. 6 Observed wind velocity and direction during Typhoon No.0801 (15–19 Apr)

大风速 22.4m·s^{-1}(9 级)。当风速达到最大值后，随之以较快的速度减小，2h 后，02:02 的风速为 13.2m·s^{-1}(6 级)；约从 16:00 开始，风力减至 2—3 级。

在北半球，由于台风的风向总是沿逆时针方向偏向台风中心某些角度吹刮[10]，随着台风中心向前移动，风向将按此规律随之发生变化。从图 4 可以清楚地看出在不同时刻台风中心与测点的相对位置。16 日—18 日期间，随着时间的推移，台风中心相对于测点的方位由 SSE 按顺时针方向变化为 NNW，实测风向由 NE 按顺时针方向变化为 SW 方向(图 6)，监测到的风向变化与理论相符。16 日 02:00—17 日 08:00 期间，台风中心位于测点的 SSE—S 方位，此时测点的理论风向应该在 ENE 附近，从图 6 可见，此时的实测风向也是以 ENE 为主。17 日 10:00 之前，实测风向主要出现在 NE 和 ENE，17 日 10:00—16:00 期间，实测风向主要出现在 ENE 和 E。从图 4 可以看到，17 日 14:00—18 日 02:00，台风中心以近似均匀的速度经过测点西面，由位于测点的 SSW 方位移动到位于测点的 WNW 方位，实测风向在此期间(17 日 16:00—18 日 03:00)由 E 变化为 SSW，基本上是每隔 2—3h 就按顺时针方向旋转 1 个方位(按 16 方位计)。18 日大部分时间的实测风向为 SSW，后期有小段时间为 SW。由此可见，监测系统非常成功地监测到了台风逼近测点时风速、风向的变化。

2.2 台风影响下的波浪、风和气压

在监测系统运行期间，有多个台风影响到测点，其中 9 月 23 日至 10 月 4 日这 12 天中，就受到 0814 号(黑格比)、0816 号(米克拉)和 0817 号(海高斯)3 个台风的影响，图 7 是这 3 个台风的路径图(资料来自《热带气旋年鉴》[9])。从图 8 的波高、风速和气压的变化可明显看到台风对测点的影响。

黑格比(0814 号)是一个超强台风，资料[9]显示，

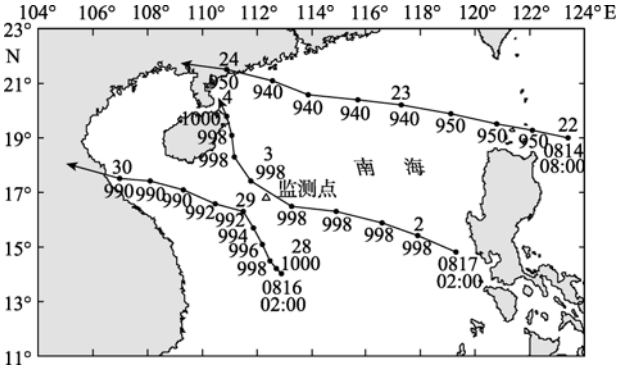

图 7 0814、0816、0817 号台风路径图

Fig. 7 Tracks of typhoons No.0814, No.0816, and No.0817

9 月 23 日 08: 00—24 日 02: 00 台风中心风力达到 15 级，中心气压 940hPa。从图 7 可见，该台风离测点较远，但由于其强度大，测点所在海区还是受到了明显的影响。22 日 08: 00—24 日 05: 00，台风中心从位于测点的 ENE 方位按逆时针方向逐渐移到位于测点的 NNW 方位(图 7)，测点处同时测得的风向按逆时针方向从 NNW 逐渐变为 SW(图 8)，符合理论变化规律。从图 8 可见，9 月 20 日开始测点处气压逐渐下降，在接近 24 日时降到最低值，随后回升；从 23 日开始，测点处风和浪都快速增大，于 24 日 0 时前后达到最大值，随后逐渐回落。本次台风期间测点处测得最低气压 994.5hPa，最大风速 11.4m·s^{-1}，阵风最大风速 14.9m·s^{-1}，有效波高最大值 1.81m，最大波高最大值 3.11m。

与黑格比(0814 号)相比，米克拉(0816 号)要弱许多。从图 7 看，其中心气压最低为 990hPa，但由于其离测点很近，因此影响较大。从台风路径资料[9]来看，台风中心从位于测点的 SSE 方位逐渐移到位于测点的偏 WNW 方位，然后再向位于测点的偏 W 方位移去。相应地，28 日测点处测得的风向从开始时的 NE 按顺时针方向逐渐变为 SSW，然后再转为 S

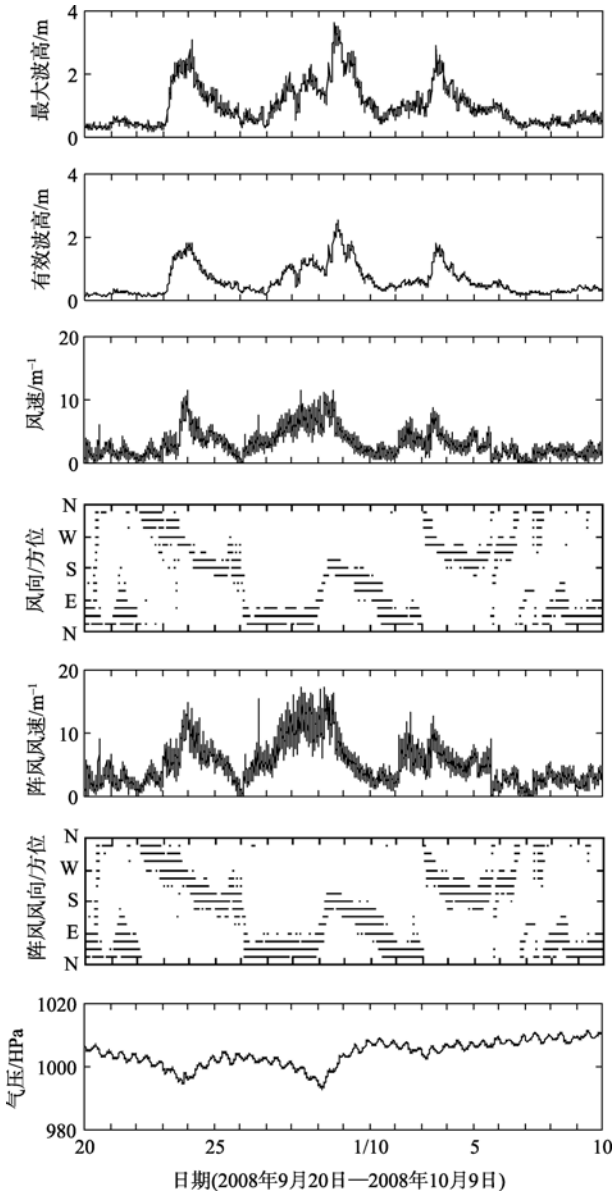

图 8　台风影响下的波高、风和气压

Fig. 8　Observed wave height, wind and atmospheric pressure under typhoon influence

方位和 SSE 方位，风向变化符合理论变化规律。米克拉期间测点处测得的最低气压为 992.5hPa，最大风速 11.4m·s^{-1}，阵风最大风速 17.4m·s^{-1}，有效波高最大值 2.54m，最大波高最大值 3.61m。

海高斯(0817 号)比米克拉更弱，最低中心气压只有 998hPa，但它刚好从测点附近经过，因此在测点处有较大影响。10 月 2 日 02: 00—4 日 08: 00，台风中心从位于测点的 ESE 方位逐渐移到位于测点的 NNW 方位(图 7)，测点处测得的风向则从 NNE 变为 SSW(图 8)。3 日 02: 00 之前，台风中心基本上位于测点的 ESE 方位，测点处测得的风向主要为 NNE—N，符合理论变化规律；在 3 日 14: 00—4 日 08: 00，台风中心位于测点的 NW—NNW 方位，此时测点处测得的风向为 WSW—SSW，符合理论规律；台风中心于 3 日 02: 00 时至 08: 00 期间经过测点，由于台风路径资料[9] 的时间间隔为 6h，没有此期间台风路径变化的详细资料，因此不对此时段的情况进行讨论。从图 8 还可看到，期间测点处气压下降不大，风速增加也不大，但波高增加较大，最低气压为 1002.6hPa，最大风速 8.8m·s^{-1}，阵风最大风速 13.4m·s^{-1}，有效波高最大值 1.79m，最大波高最大值 2.92m。

3　结语

西沙岛缘水文气象远程实时监测系统采用远程通讯技术传输数据，用户通过监测系统的可视化软件实时获取测点的水文气象观测资料。

从文中的资料分析结果可见，该监测系统获取的资料符合理论变化规律，可用于海洋工程、数值模拟验证、海洋水文气象环境研究等。该监测系统能在恶劣海洋环境下正常工作，多次测到台风影响下的水文气象资料，此结果表明西沙岛缘水文气象远程实时监测系统可用于海洋环境的监测，特别是灾害性海洋环境的监测。

参考文献

[1] 刘春霞，王静，齐义泉，等. 基于 WRF 模式同化 QuikSCAT 风场资料的初步试验[J]. 热带海洋学报, 2004, 23(6): 69–74.

[2] 张祥玉，林锡贵. 源自南海东北部海区热带气旋的若干统计特征[J]. 热带海洋学报, 2001, 20(4): 61–67.

[3] WANG LEI, LAU KAI-HON, ZHANG QING-HONG, et al. Observation of non-developing and developing tropical disturbances over the South China Sea using SSM/I satellite[J]. Geophysical Research Letters, 2008, 35: L10802. doi: 10.1029/2008GL033446.

[4] 李志龙，陈子燊，戴志军. 粤东汕尾岬间海滩体积短期变化分析[J]. 中山大学学报：自然科学版, 2004, 43(2): 112–116.

[5] 严登华，何岩，王浩，等. 生态水文过程对水环境影响研究述评[J]. 水科学进展, 2005, 16(5): 747–752.

[6] 刘春蓁. 气候变化对我国水文水资源的可能影响[J]. 水科学进展, 1997, 8(3): 220–225.

[7] 文圣常，余宙文. 海浪理论与计算原理[M]. 北京：科学出版社, 1984.

[8] 龙小敏，王盛安，蔡树群，等.SZS3-1 型压力式波潮仪[J]. 热带海洋学报, 2005, 24(3): 81–85.

[9] 中国气象局. 热带气旋年鉴 2008[M]. 北京：气象出版社, 2010.

[10] 张经汉，李少英. 南海北部台风波浪的推算方案[C]//南海海洋科学集刊：第 1 集. 北京：科学出版社, 1980: 135–164.