

# 0102 号台风“飞燕”及其隐蔽性灾害特征分析\*

陈春忠<sup>1</sup>, 姚林塔<sup>2</sup>, 武锦霖<sup>3</sup>

(1. 莆田市气象局 福建 莆田 351100; 2. 福州市气象局 福建 福州 350000;  
3. 北岸气象局 福建 莆田 351100)

**摘要** 本文通过对 2001 年“飞燕”台风登陆前的雷达回波和地面加密观测资料的分析, 揭示微型小台风在近海突然加速折向海湾移动的事实及成因, 分析其隐蔽性灾害特征, 指出微型小台风登陆前制作风的定时定量预报的重要性。

**关键词** : 台风, 移动路径, 风速突变

中图分类号 : P444

文献标识码 : A

文章编号 : 1000-816X(2002)02-0234-05

0102 号台风“飞燕”于 2001 年 6 月 20 日 14:00 在菲律宾以东洋面上生成后, 向西北方向移动。22 日 14:00 加强为台风, 23 日 02:00 起折向偏北方向移动, 进入台湾海峡, 23 日 22:20 在福建福清市高山镇登陆。登陆时福清站瞬时最大风速 36m/s。虽然气象部门对这次台风的预报服务较为准确及时, 但由于“飞燕”台风登陆前风速出现跳跃突变, 其隐蔽性的特征突出, 突如其来的 12 级猛烈大风给登陆点附近的沿海县市, 仍然造成了严重的生命财产损失。据统计, 福清、平潭死亡和失踪人数共计 216 人<sup>[1]</sup>, 是近 30a 来所少见的。本文经对“飞燕”台风登陆前的雷达回波和地面加密观测资料的分析, 揭示了该台风在近海突然加速折向海湾移动的成因及其隐蔽性灾害特征, 为完善此类台风预报服务提供依据。

## 1 台风登陆前后移动的特征

分析 23 日 16:00~22:28 厦门雷达 PPI 图资料, 根据 PPI 图上清晰的台风眼(图 1 附在刊末), 可准确定位出 16:40~20:59“飞燕”台风的逐时位置。20:59 后 PPI 图上台风眼区变得不规则。但结合 21:00~23:00 莆田、平潭和福清等测站逐时的海平面气压和风的资料, 可定位出 21:00 台风位于距莆田、平潭相近的南日岛南面 20km 位置。22:00 莆田、福清和平潭的气压分别为 992.6、992.8 和 993.4hPa, 且三站风呈半圆形闭合环流, 该时次台风应位于兴化湾内, 距莆田、福清和平潭三站几乎相等的位置。23:00 福清气压加深为 973.7hPa, 风速由 22:00 的两分钟平均 14m/s 降至 7m/s, 3h 降压为 -27.5hPa, 而莆田和平潭气压较 22:00 明显回升, 说明该时次台风中心应位于福清站附近。经整理后 16:40~22:28 台风路径如图 2。图 2 分析表明, 16:40~20:59 台风以 25~30km/h 的速度向北偏东方向移动, 21:00~22:00 突然加速为以 40km/h 左右的速度折向兴化湾, 向北偏西方向移动, 22:00 后以 30km/h 左右的速度向偏北方向移动。说明“飞燕”台风在进入近海靠近兴化湾时, 有突然加速折向海湾移动的事实, 登陆后又以 1h 以前的路径继续往偏北方向移动的特点。

\* 收稿日期: 2001-11-13

作者简介: 陈春忠(1968~), 男, 工程师。

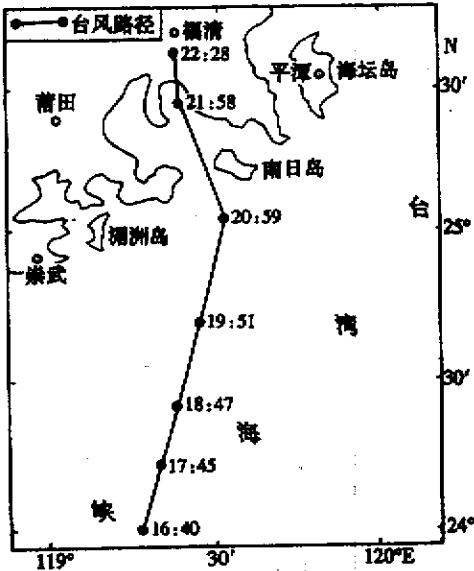


图 2 2001 年 6 月 23 日 16:40~22:28

台风路径

Fig.2 Path of typhoon from 16:40 to 22:28 June 23, 2001

## 2 折向海湾移动的成因探讨

影响台风移动的因素众多,主要的因素有,引导气流的牵引力、切向和径向辐合上升运动产生指向西北方向的内力、下垫面的地理环境、环境流场内中尺度系统的生消以及台风的结构强度变化等.

### 2.1 引导气流分析

分析 23 日 08:00 和 20:00 的环流形势(图略),500hPa 西太平洋副高维持在台湾东侧,强度不变.副高西侧的偏南强引导气流稳定地牵引台风快速向偏北方向移动.天气尺度的环流背景分析表明,对台风快速移动有重要作用的牵引外力作用稳定少变.说明副高西侧的偏南强引导气流并非影响“飞燕”台风路径在短时间内摆动的主要因子.

### 2.2 尺度分析

大气环流的尺度分析表明,大气运动的时间尺度与空间尺度是相对应的,且不同尺度的运动有不同的特点,决定运动的基本性质的主要因子

也不一样<sup>[2]</sup>.“飞燕”台风在 23 日 17:00 后,其地面等压线闭合半径小于 2 个纬度(图略).说明临近登陆时的“飞燕”台风为小台风<sup>[3]</sup>.由图 1 可看出,23 日 17:45 后回波半径 < 100km,说明其环流属于中  $\beta$  尺度系统微型小台风,可发生时间尺度为 1h 量级的突变.可见“飞燕”台风在靠近兴化湾至登陆福清的 1h 内移向移速的突变,是与中  $\beta$  尺度系统作用密切相关.

研究认为,直接影响中尺度天气发展的中尺度环流系统,它的形成机制有两种:一种主要是非均匀下垫面引起强迫作用的结果;另一种主要是由大气内部过程产生出来的<sup>[4]</sup>.“飞燕”台风在沿台湾海峡快速北上移动过程中,其移动的下垫面的地理环境迅速发生变化(图 2).地形对台风移向移速影响的统计分析表明:下垫面的变化是台风移向改变的重要因子<sup>[5]</sup>.“飞燕”台风在移近兴化湾至登陆期间,其环流的下垫面出现不均匀的改变,西北侧环流下垫面逐渐由海洋转为陆地,而东南侧环流下垫面仍是海洋.由于水汽条件的非均匀改变和非均匀下垫面的强迫作用,相应引起台风环境流场及其环流内的中  $\beta$  尺度系统剧烈的不对称变化,使台风环境流场及台风系统的本身条件发生突变,从而使台风路径产生急剧折向.

### 2.3 中尺度云团的影响作用

由图 1 可看出,“飞燕”台风在进入台湾海峡北上靠近兴化湾之前,其强度仍在加强而台风的半径却逐渐缩小.23 日 16:40~19:51 雷达探测到的台风眼逐渐变小、变圆,表明台风中心风力继续加强.这期间螺旋雨带各向分布由 16:40 的不均匀逐渐变为 18:47 的比较均匀,台风回波半径从 16:40 的 100km 左右降到 19:51 时的 60km 左右.这可反映出“飞燕”台风在北上进入近海时,由于台风西北侧外围环流下垫面逐渐由海洋转为陆地,水汽条件发生明显改变,从而使台风外围水汽供应和辐合减小,相应积雨云活动减弱,台风的半径逐渐减小,而半径减

小到仅为 60km 的微型小台风,其移动路径更易受到中尺度对流云团的影响作用.从 19:51 后的 PPI 图可明显地看出,台风回波与后部的对流云团回波相脱离,表明随着“飞燕”台风沿台湾海峡继续快速北上,台风西北侧陆地干空气已卷入台风外围并切断其西南侧对流云团并入.同时由于陆地干空气在台风西侧偏北气流的引导下快速侵入台湾海峡南部的高能区,使云团强烈发展.这一点可以从 2001 年 6 月 23 日 19:30~22:30 的 GMS5 红外 1 云图(图 3)得到验证.从 20:30 时起,台风中心 -50℃ 云系逐渐与后部对流云团分裂(图 3),而西南侧对流云团发展迅速,至 21:30“飞燕”台风完全与其西南侧对流云团脱落互成独立系统.而西南侧迅速发展的对流云团则相应加强对“飞燕”台风的互旋作用,表明突然发展的中  $\beta$  尺度对流云团有利于使“飞燕”台风突然折向偏西方向移动.

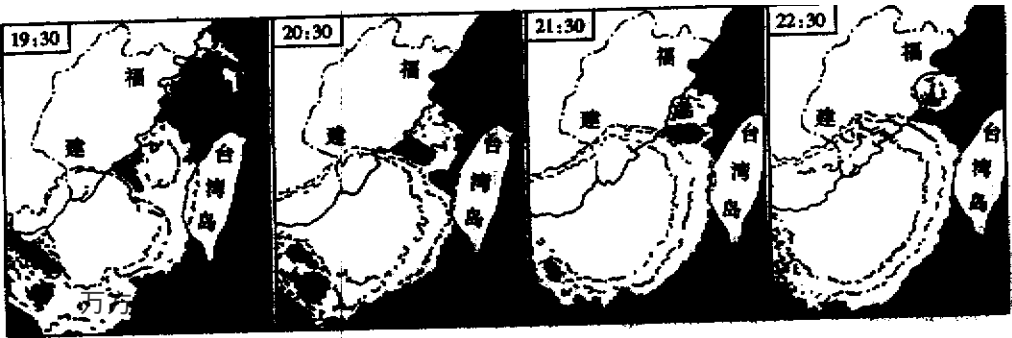


图 3 2001 年 6 月 23 日 19:30~22:30 GMS5 IR1

Fig.3 GMS5 IR1 from 19:30 to 22:30 June 23, 2001

### 2.4 海湾地形的影响作用

“飞燕”台风在进入近海靠近兴化湾时,其西半侧下垫面的地理特征发生突变.兴化湾西南侧突出海上的近东-西向的半岛及海湾地形对“飞燕”台风的本体环流突变产生重要影响,它不仅使其内力发生突变,而且使台风结构不对称,从而出现偏心运动.

兴化湾西南侧的近东-西向的半岛地形,不仅切断海洋水气的输送,而且对北上逐渐靠近的台风西半侧偏北气流有摩擦阻挡作用,使近地层偏北气流变慢,近地表偏北气流甚至转向为西北气流,产生强的吹向台风中心的径向辐合气流.兴化湾地形极有利于微型小台风西半侧气流的辐合,低层强烈的摩擦阻挡作用及水汽输送的减少使台风迅速减弱.这一点可从台风眼及螺旋雨带的快速变化得到验证.如图 1,23 日 19:51 台风中心位于兴化湾西南侧半岛偏南方 50km 的海上,台风眼小且圆,1h 后即在 20:59,台风中心北移到距兴化湾西南侧半岛仅 20km 的海上时,其眼区南侧出现开眼,其西侧螺旋雨带迅速减弱、断裂、破碎.至 23 日 21:43 时,台风中心位于兴化湾内,台风眼迅速扩大.眼区西北侧突然断裂,台风眼进一步演变为断眼.突然加强的径向辐合上升运动必然增强偏西方向内力.而突然加强的偏西作用力,使台风产生西折运动的同时,在地转平衡作用下,加快“飞燕”台风向北移速,从而导致“飞燕”台风突然加速折向兴化湾.

从 20:30 至 21:57 的 PPI 图可明显地看出,台风中心偏向于西北象限,这可反映出由于台风西北半侧外围陆地干空气已卷入台风西北半侧并切断其西南侧对流云团的并入,水汽输送迅速减少,其西侧积雨云活动也相应减弱,从而使其西侧螺旋雨带减弱、破碎.而台风东南半侧

的偏南气流仍处在海面上,摩擦作用小且水汽输送充分,积雨云活动活跃,螺旋雨带变化小,比其西侧螺旋雨带明显偏多、强度偏强.而西北象限偏心运动将使台风改变原来的移动方向,而折向西南方向移动<sup>[3]</sup>.可见,中心偏向西北象限有利于台风突然折向兴化湾.

### 2.5 潮汐的作用

2001 年 6 月 23 日即农历五月初三,它的两次平潮期分别在 14:24 和 24 日 02:24,从 14:24 到 20:24 为落潮时段,落潮海风可产生一偏东方向的推动力,阻碍台风向陆地靠近;而从 20:24 到 24 日 02:24 为涨潮时段,涨潮海风可产生一偏西方向的推动力.如图 2 在 20:59“飞燕”台风北移到兴化湾南侧开口 20km 处时,正是涨潮时段,兴化湾地形有利加强涨潮海风对“飞燕”台风产生西北方向的推动力,促使“飞燕”台风加速折向兴化湾.

### 3 风速突变分析

图 4 为台风登陆前 8h,莆田、福清、平潭三站的风速逐时变化曲线.分析表明,“飞燕”台风在登陆前的 20:00~21:00 风速跳跃突变特征突出.登陆点附近的地面风速在登陆前 2h 内,从 1~4m/s 突然增大到 14~20m/s.台风中心经过的福清城区,如表 1 在 21:00 仅 4m/s,而至 22:00 风速突然快速增强到 14m/s,21:50 瞬时极大风速突然快速增强到 24m/s (9 级),0.5h 后即 22:29 瞬时极大风速高达 36m/s.正是这登陆的 2h 前,如平常一般的风速,使人们误以为台风已经减弱消失,一些沿海渔业养殖人员重上渔排.其实“飞燕”台风在登陆的 2h 前,正位于福清偏南方 100km 左右的海面上,从图 1 的 23 日 19:

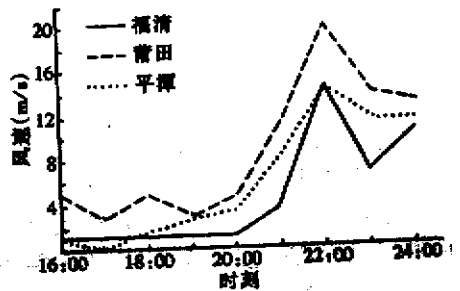


图 4 莆田、福清、平潭气象站 23 日 16:00~24:00 风速的逐时变化

Fig.4 Wind speed at Putian, Fuqing and Pingtan meteorological stations from 16:00 to 24:00 June 23, 2001

51 清晰的台风眼可判断台风中心最大风力有 12 级<sup>[6]</sup>,且正以 30km/h 左右的速度北上.当“飞燕”台风进入近海,靠近兴化湾时突然加速.21:00~22:00 以 50km/h 左右的速度折向兴化湾,向北偏西方向移动.风速瞬时从 2~3 级增强到 8 级以上,并在 1h 内瞬时极大风速突然增强到 12 级,使那些重上渔排的渔业养殖人员的生命财产遭到了毁灭性的损失.

表 1 福清气象站 23 日 19:00~24 日 02:00 的风速风向

Tab.1 Wind speed and wind direction at Fuqing Meteorological Station from 19:00 June 23 to 02:00 June 24, 2001

时 刻	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00	01:00	02:00
风向风速 (m/s)	ESE1	E2	E4	ENE14	NNE6	SSW10	SW14	SW8
极大风向风速 (m/s)				ENE24	NE36	WN32	SSW25	S18
极大风速出现时刻				21:50	22:29	23:23	00:37	01:07

分析表明,“飞燕”台风临近登陆时,其结构不对称,台风偏心位于西北侧,其西北侧 8 级以上的风圈半径仅 40km 左右,台风以 30~50km/h 左右的速度北上时,在登陆前 1~2h 内风速将出现跳跃突变,其隐蔽性的灾害特征突出.可见,今后对于此类近海北上快速移动微型小台风的预报服务,应充分利用最新雷达资料,并配合地面加密观测资料进行综合分析,做出风速

突变的准确时间和量级的预报,明确指出其在登陆前 1~2h 内风速将出现跳跃突增的特征,使广大干部群众能对微型小台风登陆前的风速跳跃突增有充分的认识,为防台抗台工作提供科学决策依据,使台风造成的损失减小到最低限度。

### 4 结语

(1)台风西南侧强烈发展的中尺度对流云团对台风互旋作用,兴化湾的有利地形及涨潮海风对台风产生西北方向的推动力等因素的共同作用,促使台风近海突然加速折向兴化湾移动。

(2)在近海快速北上的微型小台风,临近登陆时其结构不对称,在登陆前 1~2h 内风速出现跳跃突变,其隐蔽性的灾害特征突出。

(3)最新雷达资料和地面加密观测资料的综合分析,对做出小台风登陆前风速突变的准确时间和量级的预报,为防台抗台工作提供科学决策依据,使台风造成的损失减小到最低限度具有重要意义。

### 参考文献:

- [1] 宋志平.每月天气——2001年6月[J].气象,2001,27(9):62~63.
- [2] 吕美仲,彭永清.动力气象学[M].北京:气象出版社,1990.48~54.
- [3] 陈联寿,丁一汇.西太平洋台风概论[M].北京:科学出版社,1979.
- [4] 杨国祥,何齐强,陆汉城.中尺度气象学[M].北京:气象出版社,1991.5~6.
- [5] 喻世华,陆胜元.热带天气学概论[M].北京:气象出版社,1986.167~168.
- [6] 陈良栋.天气雷达资料的分析与应用[M].北京:气象出版社,1991.315~324.

## Analysis of concealed disaster characteristics for Typhoon 0102 “Chebi”

CHEN Chun-zhong<sup>1</sup>, YAO Lin-ta<sup>2</sup>, WU Jin-lin<sup>3</sup>

(1. Putian Meteorological Bureau, Putian 351100, China; 2. Fuzhou Meteorological Bureau, Fuzhou 350000, China; 3. Meizhou Bay Beian Meteorological Bureau, Putian 351100, Chian)

**Abstract:** With the data of radar and surface intensive observation before Typhoon 0102 “Chebi” landed at Fuqing, Fujian, we analyzed the fact and the cause that Typhoon 0102 “Chebi” suddenly moved to the bay with great speed when it was approaching and landing, and pointed out its concealed disaster characteristics. And it was very necessary to make wind speed forecast on fixed quantity and fixed time before a small typhoon was approaching or landing.

**Key words:** typhoon; move path; wind speed mutation

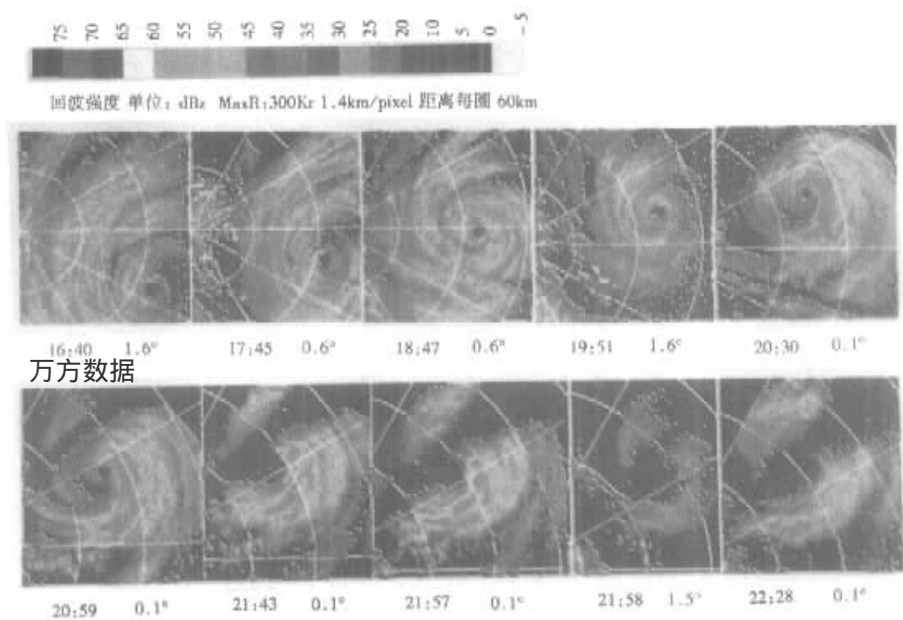


图1 2001年6月23日16:40~22:28厦门雷达PPI图  
Fig.1 PPI of radar at Xiamen from 16:40 to 22:28 June 23, 2001