

# 台风蒲公英两次登陆过程的强度变化分析

黄 辉 陈淑琴

(浙江省舟山市气象局, 316004)

**提 要:** 主要通过台风蒲公英来研究台风登陆时的强度变化问题。首先利用雷达回波资料分析了台风蒲公英在台湾和浙江两次登陆过程的结构变化, 发现第一次登陆后, 结构明显变得松散, 第二次登陆后, 气旋的结构反而变得更有组织性、更紧密。并用浙江省地面自动气象站资料来分析雨带分布、地面涡度分布的变化情况, 进一步证实“蒲公英”在浙江登陆后强度确实有所加强。最后用NCEP再分析资料对比分析了“蒲公英”在两次登陆时的水汽和斜压能量等条件, 发现第二次登陆时环境条件明显要好。因此认为台风蒲公英在浙江登陆后强度维持的原因主要是水汽的输送, 北面冷空气的入侵等。

**关键词:** 台风蒲公英 登陆 强度变化

## Intensity Changes of Typhoon Mindulle during Two Times of Landing

Huang Hui Chen Shuqin

(Zhoushan Meteorological Office, Zhejiang Province 316004)

**Abstract:** The intensity change of typhoon Mindulle landing is studied. First, the structure changes during typhoon Mindulle landing at Taiwan and Zhejiang provinces are analyzed with the radar echo data. The result shows that Mindulle seems loose during its first landing but has become more organized during its second landing. The enhancement of Mindulle is proved further by the rain belt distribution and the vorticity distribution on the surface, which are calculated with the data of automatic meteorological stations in Zhejiang Province. At last, the vapor and baroclinic energy conditions during two landings are analyzed with the

NCEP reanalysis data. It shows that the main reasons for 'Mindulle' to enhance during the second landing are the vapor transport from oceans, and the intrusion of cold air from the north.

**Key Words:** typhoon landing intensity change

## 引言

热带气旋的主要灾害往往是在登陆前后造成的,要减轻台风灾害,一个重要的课题是研究其登陆问题。台风登陆后,一般由于摩擦耗损迅速减弱,但也有例外,在浙江登陆的台风,有时会在登陆后长时间维持,甚至加强。了解台风登陆前后结构、强度的变化情况,对防灾减灾有重大的意义。文献[1]全面总结了对台风登陆问题的研究成果,文献[2~5]对一些台风个例的登陆过程的结构、强度和能量的变化情况进行了分析。目前,新一代多普勒天气雷达的布网和高密度气象站的建立,大大提高了探测能力,为台风登陆问题的研究创造了良好的条件。台风蒲公英经历了两次登陆过程,第一次在台湾登陆,第二次在浙江登陆,两次登陆时强度变化趋势不同,是用来研究台风登陆问题的一个很好的个例。

## 1 台风情况简介

台风蒲公英于2004年6月23日在菲律宾以东洋面生成,然后逐渐西行,强度逐渐加强,于27日14时(北京时,下同)发展成为台风。30日下午路径突然转向偏北方向移动,向台湾靠近,7月1日08时减弱为强热带风暴,22时30分在台湾花莲登陆,登陆后朝北到西北方向移动,中心最低气压维持在980hPa。2日11时出了台湾岛,西折一下,继续朝偏北方向移动,3日08时靠近浙江南部地区,强度减弱,中心气压为985hPa。9时30分在温州乐清再次登陆,11时减弱为热带风暴,中心气压为

987hPa,以后在陆上的这段时间,中心气压一直维持在987hPa,16时开始进入舟山群岛,20时中心气压为985hPa,以后逐渐移出舟山群岛,北上减弱。

## 2 雷达资料分析

用多普勒雷达探测的资料,我们可以清楚地看到台风的结构情况、运动情况以及强度的变化。

根据台湾气象局网上发布的雷达资料,我们可以看到台风蒲公英登陆台湾时情况。7月1日18时台风蒲公英已经减弱为强热带风暴,中心气压为980hPa,从雷达回波看,是典型的台风形状,有台风眼,紧密的眼壁回波,一条条清晰的螺旋雨带由周围向眼壁汇合,螺旋雨带中心是大于40dBz的红色回波带。22时风暴中心即将登陆台湾时,左边在台湾陆地上的回波范围迅速减小,整个强热带风暴回波的范围减小了,只有眼壁附近的回波达40dBz,周围的螺旋雨带一般只达35dBz,明显减弱。23时开始螺旋雨带的结构已经模糊,眼也难以辨认,7月2日以后,从雷达回波上已看不出螺旋雨带和有组织的热带气旋的结构。

根据舟山台多普勒雷达资料可以看到“蒲公英”在浙江登陆时的情况。7月3日5时,台风蒲公英到达浙江南部东面的海上,在它的右边是最强的回波,在它的北面是一些零散的弱回波,在逐渐北上的过程中,北面的回波逐渐加强,7时形成了三条螺旋雨带,而且越来越清晰,结构越来越紧密(图1a,见彩页)。10时“蒲公英”外围的螺旋雨带与北面弱的冷锋降水回波相接,同时“蒲公英”右边最强的一条螺旋雨带旋入了

北面的回波中,北面的回波逐渐发展壮大,形成强降水区。12时北面的回波随热带风暴的气旋性环流旋进了西北象限,进入了上海、浙江嘉兴、湖州等地,这样形成了两条大的螺旋雨带,初步有了热带气旋的结构特点,但眼不清楚,气旋中心附近回波不多。14时气旋的螺旋结构变得紧密了,回波向气旋中心附近汇合,眼仍有些模糊。17时(图1b,见彩页),形成了一个非常清晰的台风眼。这说明“蒲公英”在浙江登陆后,强度不但维持,甚至有所加强。

### 3 浙江省自动气象站资料分析

#### 3.1 雨量分布

把浙江省61个自动气象站的雨量资料用 grads 插值后绘出图来进行分析。7月3日8时的3小时雨量分布图(图2a,见彩页)上,雨量主要集中在热带风暴的偏北和东北象限,大的雨量中心在离中心不远的东北方向,在偏北方向的杭州湾也有一个雨量中心,达10mm。11时在热带风暴的西北方向,湖州附近出现了24mm的降水中心。14时,西北方向的降水区范围加大,中心20mm。17时(图2b,见彩页),降水的范围进一步深入到内陆地区,达到热带风暴的西南象限,并出现了几个强中心,最强的中心仍在浙北,达20mm。从雷达回波来推测,江苏和上海的降水应该更强。这也说明“蒲公英”在浙江登陆后强度确实有所加强。

#### 3.2 地面涡度分析

把浙江省61个自动气象站的风资料用 grads 插值后,计算涡度,绘出图来,可以分析“蒲公英”地面涡度的分布特点。7月3日08时,在“蒲公英”的偏北方向有两个正涡度中心,一个在绍兴附近,最高值达  $20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ,另一个在象山附近,达  $25 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。11时(图3a,见彩页),在热带风暴中心周围有5个正涡度中心,除了杭州

附近的一个中心值达  $15 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ,其他几个都是  $(5 \sim 10) \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。14时,在西北象限出现了几个超过  $20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  的强中心。17时(图3b,见彩页),在偏西方向出现了三个超过  $20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  的强中心,另外还有几个超过  $15 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  的强中心。这也说明“蒲公英”在浙江北上的过程中强度在增强。

### 4 台风蒲公英两次登陆时强度变化的原因

采用 NCEP  $1^\circ \times 1^\circ$  的再分析资料来分析有关物理条件,寻找台风蒲公英两次登陆时强度变化的原因。

#### 4.1 水汽输送

水汽输送对 TC 非常重要,它不但是降水的来源,而且对台风的维持也有重要作用。如果登陆台风能从其环流中继续获得水汽供应,将能在陆上维持较长时间<sup>[6]</sup>, Emanuel<sup>[7]</sup>研究表明,环境湿度与 TC 未来的强度变化有正相关。李英<sup>[8]</sup>通过对 Bilis 台风的数值实验表明:水汽输送通过影响 TC 的热力结构来影响 TC 强度,水汽凝结、潜热释放是 TC 获得能量维持的重要条件。南边界水汽输送对 TC 维持影响最为明显,其次是东边界,北边界和西边界影响微弱。图4(见彩页)是“蒲公英”即将登陆前的低层的流场和相对湿度分布(只给出85%以上的湿度分布),在登陆台湾岛前(图4a),大于85%的湿度范围很小,在浙江江登陆前夕(图4b),大于85%的湿度范围明显增大,最大的地区达到了100%。在上海、浙江是相对湿度的高值区,气旋南面有一支强的输送带,同时气旋北面的偏东气流又把海上的水汽带入内陆地区。“蒲公英”登陆后失去了北边界和西边界的水汽供应,但这两边界的水汽供应对 TC 的影响微弱,对 TC 的维持非常重要的南边界和东边界的水汽供应在一定时间内仍然存在,所以“蒲公英”

登陆后强度仍能维持。

## 4.2 斜压能

当台风与冷空气相互作用时,台风低压环流有从中纬度获得斜压能量的可能,有利于登陆台风低压维持<sup>[1,10]</sup>。一般情况下,假设各层等温线平行,可以用热成风涡度平流来表示大气的斜压性<sup>[11]</sup>。台风蒲公英在台湾登陆时(图5a,见彩页),台风西面的温度梯度比较大,但热成风的方向是向西,热成风涡度平流把台风中心的涡度向外输送。而在浙江登陆时(图5b,见彩页),台风北面热成风的方向是向东,热成风涡度平流向台风中心输送涡度。由于北面有弱冷空气渗透下来,在“蒲公英”北部,温度梯度加大,等温线和等高线的交角很大,几乎垂直,从而形成强的力管场,使大气的斜压不稳定能量增加,为气旋的维持提供了有利条件。同时,暖空气上升,冷空气下沉使位能不断向动能转换。所以在“蒲公英”北面的雨带逐渐发展壮大,这与雷达回波显示气旋回波与北面冷锋降水回波合并后加强也是一致的。

## 4.3 高空辐散

当气旋移到高空辐散流场覆盖之下的区域时,高空辐散的抽吸作用将加强气旋的垂直运动和低空辐合运动,有利于气旋性环流的维持<sup>[1]</sup>。7月3日8时,在台风的附近,高空300hPa以上辐散,在200hPa附近有辐散中心,沿121°E作散度的垂直剖面图,200hPa从27°N到33°N都是辐散,这样“蒲公英”在浙江登陆后北上的过程中,高空环境场对它强度的维持也是有利的。

## 5 结论

(1)“蒲公英”在台湾和浙江的两次登陆过程,虽然从中央台的定位报来看,中心

最低气压没有明显变化,但从雷达回波来看,结构上有很大变化。在台湾登陆前后,从有组织、结构紧密的典型热带气旋变为结构松散、无明显螺旋雨带的气旋,而在浙江登陆后,从结构松散、无明显螺旋雨带的气旋重新又变为有组织、有明显螺旋雨带的气旋。

(2)从雨带分布、地面涡度分布的变化情况进一步可以证实“蒲公英”在浙江的登陆后强度确实有所加强。

(3)分析“蒲公英”在浙江登陆后强度加强的原因有多种,是水汽、能量等各种环境条件共同作用的结果,最主要的原因有水汽供应的维持、北面弱冷空气的入侵形成斜压不稳定的环境场。雷达回波上显示气旋与北面冷锋降水回波合并后加强也证实了这一点。

## 参考文献

- 1 陈联寿,徐祥德,罗哲贤等.热带气旋动力学引论.北京:气象出版社,2002.
- 2 刘春霞,客广顷.近海突然加强台风能量场的诊断分析.热带气象学报,1996,12(2):174~180.
- 3 黎惠金,覃昌柳.影响广西的台风“榴莲”.气象,2002,28(7):42~45.
- 4 陈坤林,欧阳桂生.0212号强热带风暴过程分析.气象,2003,29(9):47~49.
- 5 姚才,张诚忠,黄明策.华南登陆台风“榴莲”的能量分析.气象,2004,30(6):12~18.
- 6 Chen L. S. Decay after landfall. WMO/TD, 1998, 875: 1. 1. 6—1. 1. 7.
- 7 Emanuel K A. The maximum intensity of hurricanes. J. Atmos Sci, 1988, 54: 1143—1155.
- 8 李英,陈联寿,徐祥德.水汽输送对登陆热带气旋维持机制的数值试验.第十三届全国热带气旋科学讨论会会议文集,2004.
- 9 雷小途,陈联寿.热带气旋与中纬度环流系统相互作用的研究进展.热带气象学报,2001,17(4):457.
- 10 蒋尚城.中低纬度系统的相互作用和大范围暴雨.北方天气文集(4).北京:北京大学出版社,1983.
- 11 朱乾根,林锦瑞,寿绍文等.天气学原理和方法.气象出版社,1992.

# 黄辉等：台风蒲公英两次登陆过程的强度变化分析

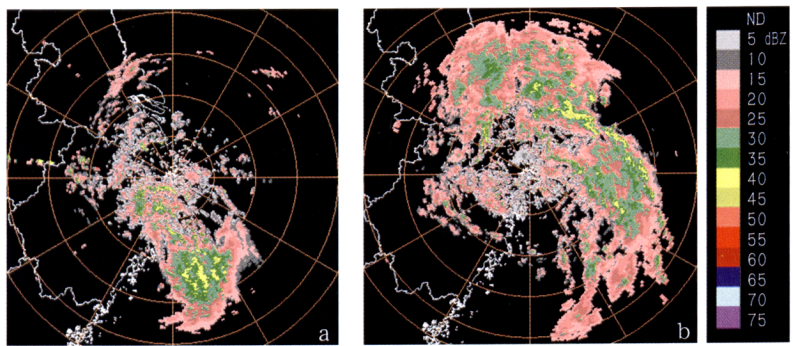


图1 “蒲公英”在浙江登陆前后的雷达回波  
a. 登陆前7月3日08时,  
b. 登陆后7月3日17时

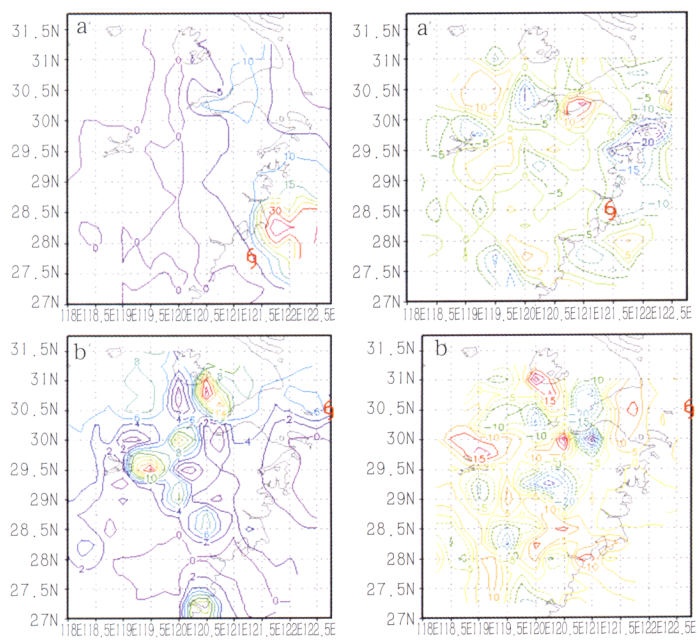


图2 “蒲公英”在浙江登陆前后的3小时雨量分布 (单位: mm)  
a. 登陆前7月3日08时, b. 登陆后7月3日17时

图3 “蒲公英”在浙江时的地面涡度分布 (单位:  $10^{-6} \text{s}^{-1}$ )  
a. 7月3日11时, b. 7月3日17时

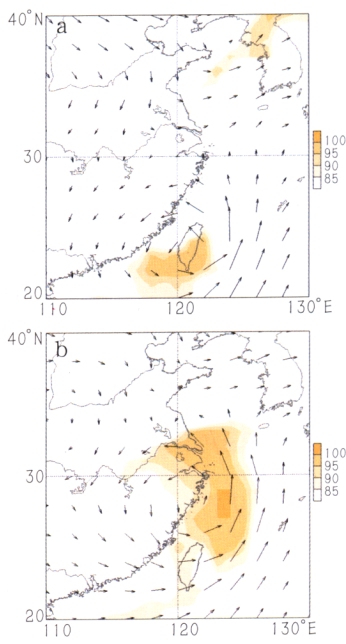


图4 两次登陆前700hPa流场、相对湿度 (单位: %) )  
a. 7月1日12时, b. 7月3日08时

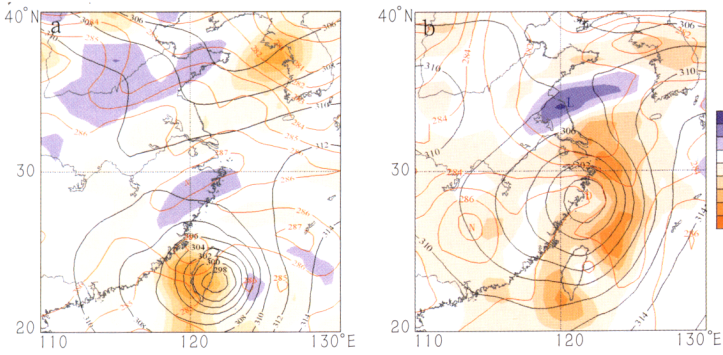


图5 两次登陆前700hPa高度场、温度场和垂直速度  
a. 7月1日12时, b. 7月3日08时  
黑线: 高度场, 单位: dagpm; 红线: 温度场, 单位: K; 背景色: P坐标垂直速度, 单位: hPa/s