

# 0205 号台风“威马逊”北上过程中 强度减弱缓慢的原因分析

徐燕峰<sup>1</sup>, 叶君武<sup>2</sup>, 林 伟<sup>2</sup>

(1. 南京大学大气科学系, 江苏 南京 210093; 2. 舟山市气象台, 浙江 舟山 316000)

**摘 要:** 0205 号台风“威马逊”于 7 月初沿海北上影响浙江舟山。影响浙江舟山时台风中心气压仍有 940hPa, 在历史同期是少见的。本文初步分析认为, 台风在北上过程中强度保持不变的原因是由于台风本身结构规则、尺度大, 强而大的台风环流提供了广泛的辐合流入。台风外围深厚的暖湿水汽输送带为台风强度的维持提供了水汽和能量。台风强度维持与低层辐合高层辐散有关, 高层辐散同时加剧了低层辐合。涡度场的对称分布, 使水汽和能量向台风中心旋转, 旋转风动能得以维持。弱的垂直切变和暖洋面的存在也是台风强度维持的原因之一。

**关键词:** 台风强度; 结构; 辐合辐散; 暖洋面

**中图分类号:** P731 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003 — 0239 (2003)03 — 0001 — 06

## 1 引言

舟山是个千岛城市, 位于东海之滨, 岛屿分散, 其中嵎山、东福山岛位于 $122^{\circ}50'E$ , 在我国版图的最东端。历史上舟山由台风致灾的路径主要有 3 条, 即登浙后向内陆(9711 号)、沿海北上或称经西北区转向(9430 号)、登浙后入海(9015 号)。其中沿海北上类台风对舟山的影响并不亚于登陆浙江的台风。反查 1980~2000 年台风历史资料发现: 20 年中沿海北上类对舟山严重影响的台风共 7 个(8114、8310、8519、8615、9430、0012、0014 号), 都发生在 8 月下旬到 9 月, 有的甚至在 10 月份。7 月份沿海北上的台风, 在北上过程中强度都是迅速减弱的, 到舟山同纬度时, 一般都在 980hPa 以上。而 0205 号台风“威马逊”在北上过程中强度减弱缓慢, 7 月 3~4 日影响舟山时中心气压在 940~950hPa 之间, 中心最大风力 45~50m/s。如此强度和范围的台风在历史上是少见的。所以有必要分析这个台风北上过程中的强度变化, 便于以后更好地预报同类台风。

## 2 概述

2002 年第 5 号热带风暴“威马逊”于 6 月 29 日下午在菲律宾以东的洋面上生成, 7 月

收稿日期: 2002-10-14; 修订日期: 2002-12-08

作者简介: 徐燕峰 (1969-), 女, 南大在职硕士研究生, 从事短期天气预报。

1 日早晨发展成为强热带风暴, 2 日早晨发展成为台风。该风暴生成后, 一直以  $25\sim 30\text{km/h}$  的速度稳定地朝西北方向移动, 4 日 11 时起转向偏北方向移动, 4 日夜里穿过舟山东部海域 ( $124^\circ\text{E}$ ), 5 日 14 时起开始在高空槽前转向, 折向东北偏北方向移动, 并开始减弱成强热带风暴, 6 日下午进一步减弱为热带风暴, 在朝鲜东部沿海减弱消亡 (台风路径见图 1)。图 2 为台风中心气压和近中心最大风力演变曲线图。

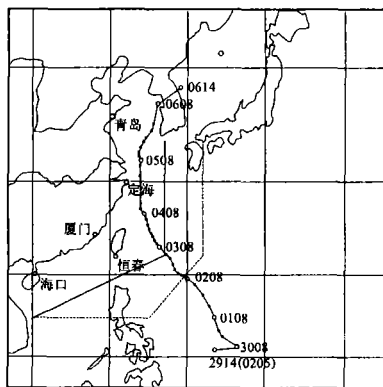


图 1 0205 号“威马逊”台风路径图

由于 5 号台风“威马逊”强度强、范围大, 受其影响, 定海、普陀、岱山均出现暴雨。7 月 4 日上午位于舟山最南端的六横岛开始出现  $27.1\text{m/s}$  的偏东大风之后, 自南向北, 自东向西 11 个测站 (包括海岛自动测风站) 先后都出现 12 级以上大风, 最大为普陀  $44.8\text{m/s}$  (见图 3), 12 级以上大风持续时间达 13h。舟山各岛际之间航线停航, 电力中断, 水产养殖业和农业受损严重, 共造成了 6.7 亿元的经济损失。

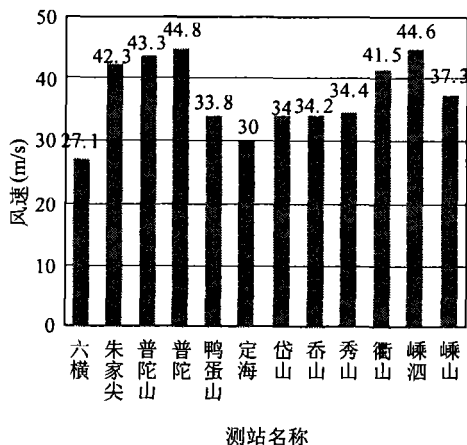
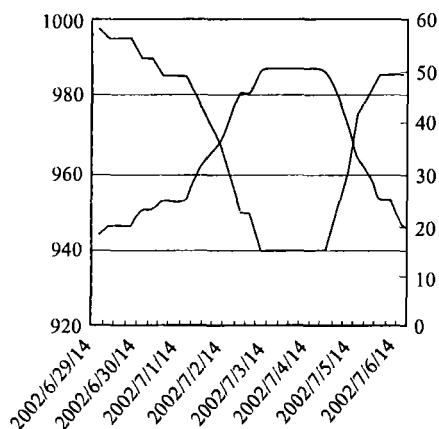


图 2 5 号台风中心气压和最大风力变化曲线 图 3 舟山各测风站最大阵风风力分布表

该台风的特点: (1) 台风强度强, 范围大, 影响时间早。(2) 台风移速快, 历时短, 从生成到消亡只有 8d。(3) 移动路径比较规则, NNW-N-NNE。(4) 北上过程中台风强度减弱缓慢, 其中在 2 日 20 时至 4 日 20 时内一直维持在  $940\text{hPa}\sim 950\text{hPa}$  之间。

### 3 台风的路径分析

台风“威马逊”移动路径可分成 3 段: 6 月 29 日~7 月 4 日 08 时的西北行, 4 日 11 时到 5 日 14 时的北行和 5 日 14 时以后的转向东北 (见图 1)。台风移向主要受台风内力和环境场的共同作用。分析副热带高压变化, 7 月 1 日 08 时  $500\text{hPa}$  (图略), 副高脊线位于

29°N 附近, 呈东西向, 台风处于副高南侧, 在台风内力和副高南侧东南偏东气流的引导下朝西北方向移动。由于副高正在加强西伸中, 2 日在台风北侧形成了高压坝(见图 4a)。但此时贝湖低槽正在东移, 2 日 20 时东移至 125°E 附近, 在该西风槽和台风的冲击下, 2 日 20 时副高开始东退减弱, 3 日 08 时副高主体“592”线范围缩小, 3 日夜里 588 线东退至 130°E, 副高轴向从原来的东西向转为西北东南向, 台风北侧高压坝消失(见图 4b), 台风受到副高西侧东南偏南气流引导朝西北偏北方向移动。4 日起台风受副高偏南气流的引导朝偏北方向移动。5 日 08 时台风中心到达离我国东北低槽槽底 6 个纬距的地方开始折向东北方向移动, 直至 6 日下午在朝鲜东部沿海减弱消亡。

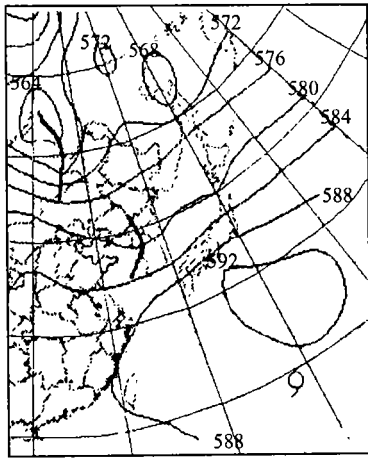


图 4(a) 2 日 08 时 500hPa 高空形势

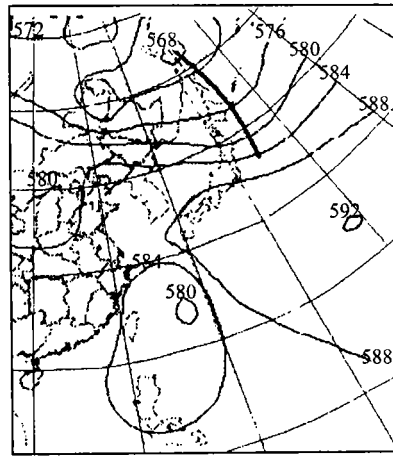


图 4(b) 3 日 20 时 500hPa 高空形势

## 4 台风的强度分析

近年来, 许多研究人员<sup>[1]</sup>已经提出了热带气旋(TC)强度变化的动力理论(如位涡和角动量输送、非对称流场、风切变、涡旋 Rossby 波等)和热力理论(海—气相互作用、浮力不稳定理论等)。影响 TC 强度的因子大致如下: (1) TC 本身的结构及结构的变化, (2) 环境流场对热带气旋的影响, (3) 下垫面(海洋、地形)与台风环流的相互作用。本文试从台风的结构、环境流场和海温的变化来分析。

### 4.1 台风结构

陈乾金<sup>[2]</sup>研究指出, 大约有 89% 的近海突然加强台风伴有台风眼直径迅速变小和环绕台风中心的云墙和最大风速带的突然收缩。一旦台风强度减弱, 其眼直径也迅速扩大。本文利用卫星云图分析台风北上过程中的结构变化, 从云图(见图 5)上可见: “威马逊”台风尺度较大, 其环流直径达 1000km 以上, 北上过程中保持良好的结构。3 日 08 时台风眼开始呈不规则圆形, 台风眼上方为卷云覆盖, 台风眼四周为稠密的呈螺旋状的眼壁

云系, 由白亮的对流云团组成。眼壁云系外围有两条旋臂云系, 一条位于眼壁云系的东南到西南象限, 另一条位于眼壁云系的西北到东北象限, 都是由一个个的对流云团组成的对流云带。南北输入云带为台风发展和强度维持提供了大量的水汽和能量。3日14时台风眼由不规则圆形变为近似圆形, 上方无卷云覆盖, 台风眼非常清晰, 台风达到最强。南北两旋臂云系在旋转中交换了方位, 不断旋转。4日02时, 台风眼由规则圆形变为不规则椭圆形, 台风眼变模糊, 说明台风趋于减弱。两旋臂云系旋转到台风北到西北象限, 与低槽云系结合, 成为一体, 形成稠密的中高云系和对流云系。4日14时以后, 西南面的热带输送带与台风断开, 旋臂云系与低槽云系连成一体, 台风眼消失, 眼壁云系由对称结构变为偏心结构, 台风逐渐减弱。台风在3~4日的北上过程中, 眼区清晰, 结构规则, 说明强度减弱缓慢。

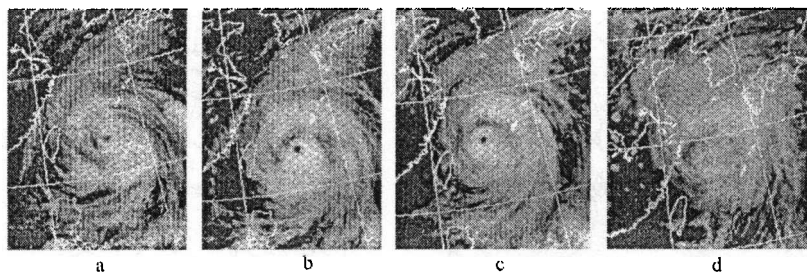


图5 (a) 3日08时 GMS-IR 云图 (b) 3日14时 GMS-IR 云图  
(c) 4日02时 GMS-IR 云图 (d) 4日14时 GMS-IR 云图

## 4.2 中低层水汽输送

分析4日08时的850hPa流场和风场(见图6)可见, 台风与北侧的副高之间存在着持续时间长的偏东和偏南气流, 这支气流输送了来自洋面的暖湿空气, 给台风强度的维持提供了充沛的水汽。分析850hPa涡度, 在台风北上过程中强度增大, 从3日20时的 $32 \times 10^{-6} \text{s}$ 增加到4日02时的 $40 \times 10^{-6} \text{s}$ , 且涡度场保持对称。涡度场的对称分布, 使水汽和能量向台风中心旋转, 旋转风动能得以维持, 而台风中的上升运动又把E、S风气流输送的水汽送到高层, 水汽凝结, 释放出大量潜热, 进一步维持台风的暖心结构。

## 4.3 高层辐散气流的加强

分析高空各层的流场, 发现台风的气旋性环流伸展到几乎整个对流层。在3日20时对流

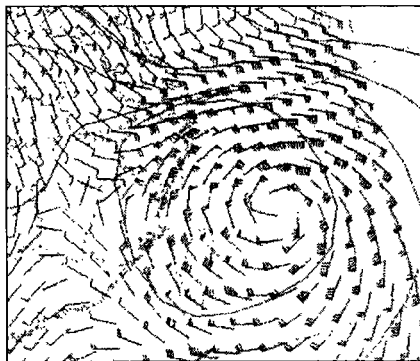


图6 4日08时的850hPa流场风场叠加

层顶的 200hPa 高度上, 存在两个反气旋性环流中心, 到 4 日这两个反气旋中心合并成一个范围更大的反气旋流出环流。分析 3~5 日的 200hPa 散度场, 3 日 20 时台风上空 200hPa 的散度为  $16 \times 10^{-6}/s$ , 到 4 日 02 时加强为  $20 \times 10^{-6}/s$ 。根据 Ekman 抽吸理论<sup>[3]</sup>, 高层辐散的加强必将引起低层辐合的加剧, 这就非常有利于台风强度的加强和维持。到 4 日 20 时散度开始减弱, 中心只有  $6.8 \times 10^{-6}/s$ , 台风强度也逐渐减弱。

#### 4.4 小的水平风速垂直切变

由扰动不稳定理论, 水平风速垂直切变越小, 越有利于波动稳定, 有利于台风的发生发展。计算 850hPa、500hPa 水平风速切变, 台风中心附近始终处于风速垂直切变小于 10 m/s 的弱切变区, 对流层中下层的弱垂直切变, 是台风强度维持的原因之一。

#### 4.5 暖的海洋面

海温变化对热带气旋强度的影响, 已被许多学者关注, 端义宏等<sup>[4]</sup>通过数值模拟得到: 当海温升高时, 热带气旋强度加深, 当海温降低时, 热带气旋强度将减弱。并得出, 当海温升高  $2^{\circ}$ , 热带气旋中心气压将加深 16hPa。海气耦合模式<sup>[5]</sup>的试验结果为: 热带气旋对初始海温的响应时间为 8~16h。由于缺少海温资料, 所以用 850hPa 温度的变化来反映海平面温度的变化, 分析 2~4 日的 850hPa 温度场, 发现在  $30^{\circ}N$  附近, 舟山以东海域存在高温区, 3 日 20 时最高气温  $20.6^{\circ}$ , 4 日 02 时暖区进一步扩大, 中心值升高到  $21.2^{\circ}$ , 中南部外海有暖脊北顶, 冷区缩小(见图 7)。暖的下垫面是台风北上过程中强度保持不变的原因之一。4 日 20 时开始, 气温下降, 台风开始减弱。

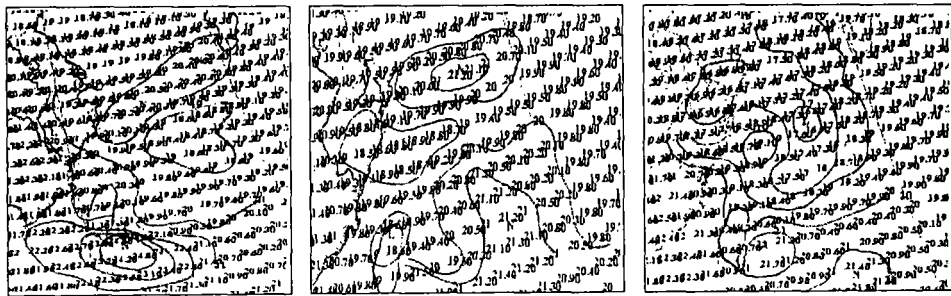


图 7 3 日 20 时和 4 日(02、20)时 850hPa 的温度

## 5 总结

(1) 台风“威马逊”北上过程中强度减弱缓慢不仅与其强度有关, 还与其尺度有关, 强而大的台风环流提供了广泛的辐合流入。台风结构的变化反映台风强度的变化。

(2) 台风强度的维持与深厚的暖湿水汽输送带有关, 暖湿输送带为台风强度的维持

提供了水汽和能量。

(3) 台风强度维持与低层辐合高层辐散有关, 涡度场的对称分布, 使水汽和能量向台风中心旋转, 旋转风动能得以维持, 高层辐散同时加剧了低层辐合。

(4) 弱的垂直切变和暖洋面的存在也是台风强度维持的原因之一。

#### 参考文献:

- [1] 端义宏. 热带气旋强度变化研究进展. 第十二届全国热带气旋科学讨论会论文摘要 [C]. 中国气象科学研究院, 2002, 11~12.
- [2] 陈乾金. 台风眼结构和环境场变异与近海台风强度突变的研究. 85-906-07 课题组, 台风科学、业务试验和天气动力学理论的研究(第三分册) [C]. 气象出版社, 1995, 24~30.
- [3] 吕克利, 等. 动力气象学 [M]. 南京大学出版社, 283.
- [4] 端义宏. 海温变化对热带气旋强度影响的数值模拟试验. 85-906-07 课题组, 台风科学、业务试验和天气动力学理论的研究(第三分册) [C]. 气象出版社, 1995, 129~140.
- [5] 陈联寿. 西北太平洋台风概论 [C]. 科学出版社, 1979.

## THE ANALYSES OF TYPHOON "RAMASUN" INTENSITY WEAKEN SLOWLY IN THE NORTHWARD COURSE

XU Yang-feng<sup>1</sup>, YE Jun-wu<sup>2</sup>, LIN Wei<sup>2</sup>

(1. Department of Atmosphere Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China; 2. zhoushan weather service, Zhejiang 316000, China)

**Abstract:** Typhoon "Ramasun" effected Zhoushan in the early July, 2002 When it went northward, it remained strong intensity. By analyzing typhoon structure itself and other surrounding situation, we found that typhoon regularly structure, large scale and strong typhoon circulation provided extensive convergence. necessary water vapor and energy by the warm and damp vapor transfer zone surrounding typhoon. Upper air divergence enhanced lower air convergence, symmetrical vorticity distribution made vapor and energy revolving to typhoon center. Weak vertical shear and warm sea surface are other reasons to remain the intensity of typhoon.

**Key word:** typhoon intensity; structure; convergence and divergence; warm sea surface