

8616号台风风场非对称研究

吴迪生

(广州海洋环境预报区台)

提 要

本文对8616号台风动力学特征和能量学特征量进行了计算和分析。研究表明,这个台风风速分布不对称,气旋性最大切向风位于台风右前象限,风速的垂直切变随台风加强而减弱。强流入位于台风南半圆300hPa以下,流入最大值在700hPa层附近。高层最强反气旋流出在150—100hPa层附近,流出主要位于台风北半圆。在台风内区,正涡度分布近似对称,散度分布很不对称。这个台风垂直运动分布与台风的发展及位置有密切关系。台风整个生命期均具有暖心结构,250—200hPa附近增暖最明显,扰动期500hPa以上存在干燥层,水汽分布不对称,台风迅速加强,干燥层即被破坏,台风中心区出现深厚准对称分布的水汽含量层。

关键词: 8616号台风; 动力及能量学特征; 非对称。

一、引 言

南海是台风活动非常频繁的海区之一,南海热带低压能否发展成台风?它是怎样发展成台风的?由于资料的缺少,目前对这些问题的研究甚少。中山大学用综合法研究了南海台风的结构并取得了一些成果^[1]。为进一步了解南海台风非对称物理结构,本文对8616号台风风场非对称结构作了重点研究。

二、资料的选用及计算分析

本文选用广东省热带气象研究所整理的常规、非常规及船舶探空资料、航空、卫星、地面雷达天气报告资料,南海分局海洋站、浮标等资料。8616号台风整个生命期移动路径如图1所示。研究区域为 $70^{\circ}\text{N}—20^{\circ}\text{S}$, $40^{\circ}\text{E}—150^{\circ}\text{W}$ 。计算区域为以各时次台风中心为中心的 9×9 格点正方形区域,水平格距为1.5纬距。铅直方向分为13层(地面、850、700、500、400、300、250、200、150、100、70、50、30hPa)。研究对象是8616号台风的扰动(风速6—8级,1986年8月16日08时至8月18日20时)、发展(风速9—11级,8月19日02时至19日14时)、成熟(风速 ≥ 12 级,8月19日20时至22日02时)、登陆减弱(8月22日08时至27日02时)4个时期各种物理量的非对称性。

首先对各个探空站的各要素值用有限元插值进行客观分析,读取网格点上的 dd , ff , TT , T_dT_d 值。由此计算区域内台风的流场、涡度、散度、铅直运动、水汽、温度场。假

1989年4月12日收到,1990年4月12日收到再改稿。

相当位温等空间分布和演变过程。铅直运动是根据运动学方法算出并根据文献 [2, 3] 的方法作了进一步的订正。切向风和径向风根据文献 [4] 的计算方法算出。

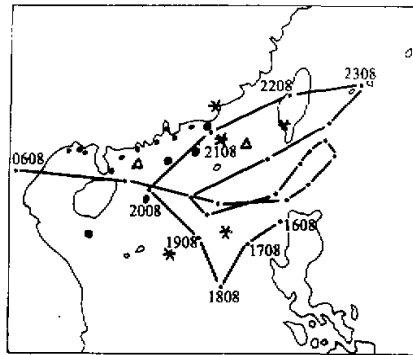


图1 8616 号台风 1986 年 8 月 16 日 08 时至 9 月 6 日 08 时移动路径

- 海洋站观测资料, ●——浮标资料,
*——船舶探空资料及地面雷达观测资料,
△——飞行天气报告, 高度在 10000m 附近,

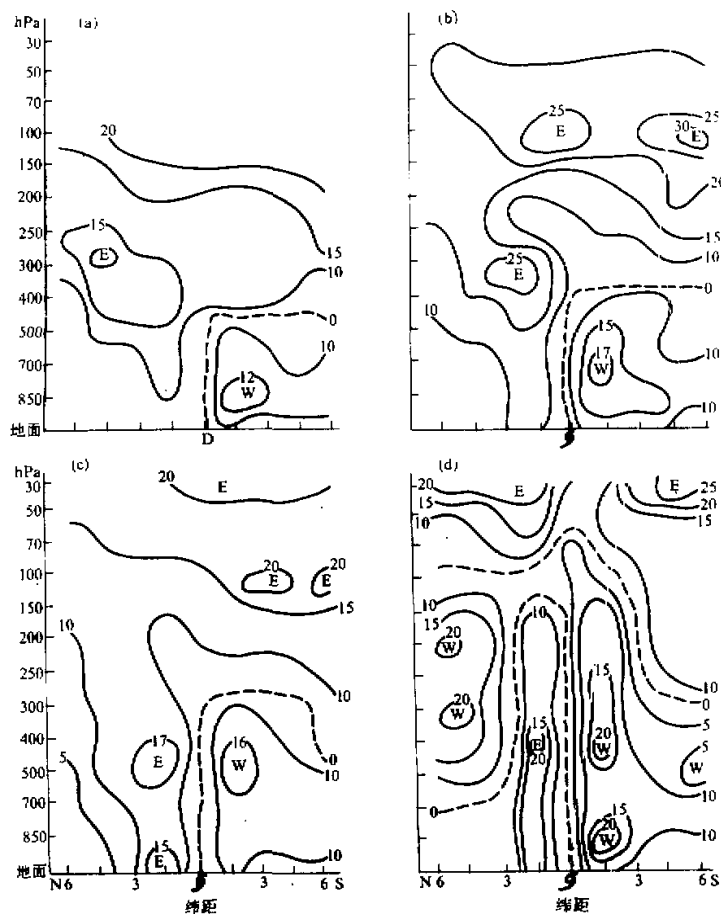
图中的船舶探空资料、地面雷达观测资料、飞行天气报告均是 8 月 21 日 08 时(北京时,下同)的资料,海洋站及浮标均有连续观测的资料

三、风场的分布

图 2 是通过台风中心南北轴线上的切向风。在台风环流内,东风大值区是随台风的发展而由中层逐渐向低层下传,风速逐渐加大,范围逐渐变窄,西风则相反,是由低层逐渐向上伸展,风速逐渐加大,所占据的范围逐渐变宽变厚。扰动及发展时期,台风环流主要限于 300hPa 以下,风场分布很不对称,成熟期台风环流向上伸展到 150hPa 附近,风场近似准对称分布。登陆减弱期,东风迅速减弱,范围更加窄小,西风则更迅速增强,范围更宽阔。台风环流以上盛行一致的东风。台风整个生命期,东风气流变化较明显。

图 3 是通过台风中心东西轴线上的切向风。在台风环流内,南风是随台风的加强而增大,范围逐渐扩大,南风和北风分布近似准对称分布,北风的范围随台风的加强而逐渐缩小。减弱期,南风迅速减弱,北风则迅速加强,分析表明,南风随台风的变化也很明显。

图 4 表明,在扰动时期气旋性环流主要在 300hPa 以下,以上为反气旋性环流。随着台风的发展加强,最大切向风速环有向台风中心靠近的趋势,环流加强主要发生在距中心 650km 范围内,气旋性最大风速层的垂直厚度增加。径向风分布也很不对称,在铅直方向流入与流出是重叠出现,这一情况在右前及右后象限更明显(图略)。分析表明,强流入并不限于边界层内,而在中层也有较强流入^[5]。台风的南半圆主要是深厚的流入

图2 通过台风中心的 u 分量南北剖面图

(a) 1986年8月16日08时, (b) 1986年8月17日08时.

(c) 1986年8月19日08时, (d) 1986年8月21日08时.

实线: 东风, 西风等值线 虚线: 东风, 西风分界线.

单位: m/s

层, 北半圆600hPa以上主要是深厚的流出层. 该台风的这种径向风分布与一般的对称分布有很大差别. 在对称情况下, 空气质量从台风中层以下由各象限流入台风内, 在内区上升, 然后在上层向外流出^[6,7]. 但在本研究个例中, 空气主要从台风南半圆的中低层流入, 除一部分在上层仍由南部向外流出, 相当大一部分从台风北半部, 尤其是东北象限流出. 因此, 这个台风可能存在着明显的穿越台风区的空气质量流动. 这种径向流动的形成可能与台风北部尤其是东北方有一个强副热带高压有关. 这个台风的切向风也

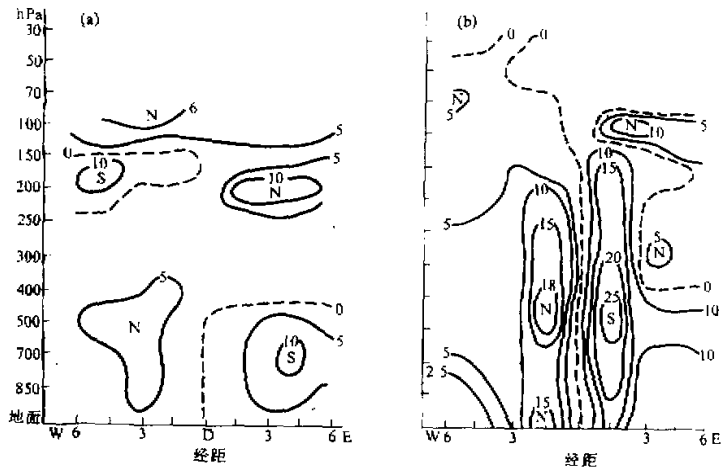


图3 通过台风中心的 v 分量东西剖面图

(a)1986年8月16日08时, (b)1986年8月21日08时.

实线: 南风, 北风等值线, 虚线: 南风, 北风分界线. 单位: m/s

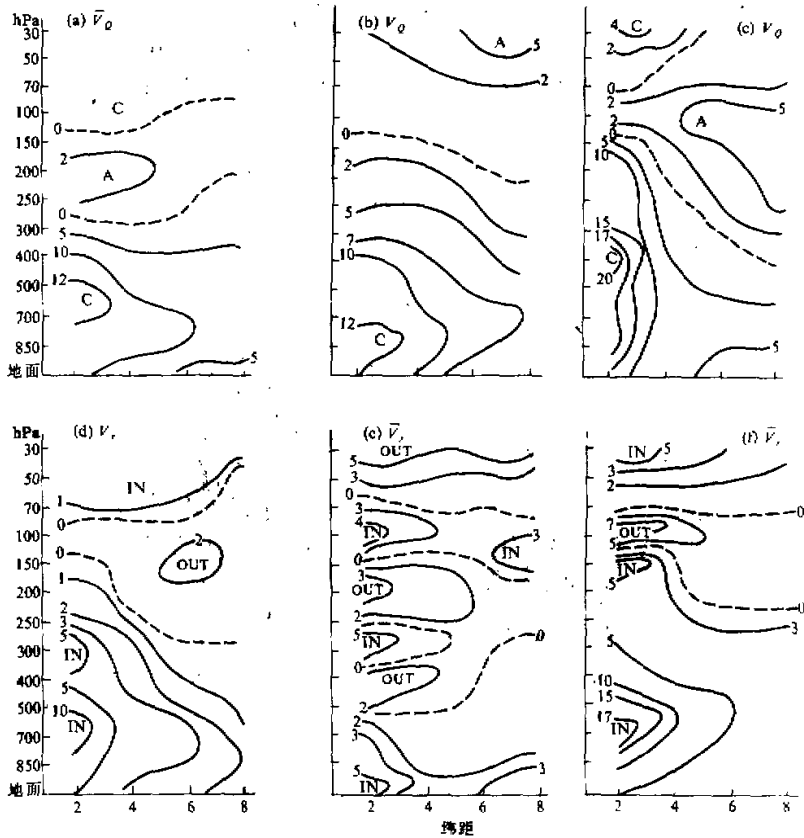


图4 切向风(a, b, c)与径向风(d, e, f)的径向垂直剖面图

(a)1986年8月17日08时, (b)1986年8月19日08时, (c), (d), (e), (f)均为1986年8月21日08时.

(a), (b), (c), (d)均为整个台风平均, (e)为北半圆平均, (f)为南半圆平均.

A: 代表反气旋, C: 代表气旋, 单位: m/s . IN: 代表流入, OUT: 代表流出

出现不对称现象,这也可能是受大尺度环境场制约的结果.另外,计算这个台风的散度场(图略)及垂直运动场表明,当这个台风向前移动时,前部的外区环流受到明显抑制,表现出深厚的辐散流出及下沉运动.这个台风南半部深厚的流入层可能是这个台风得以发展和维持的主要能量和水汽源.

四、垂直运动的分布

图 5 是通过台风中心南北方向的垂直剖面图.强上升运动主要在离台风中心

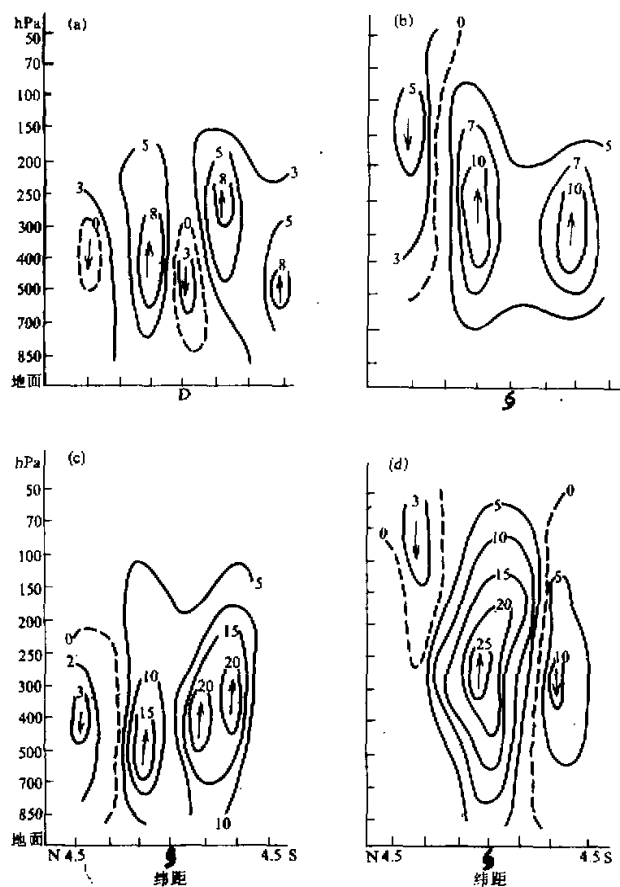


图 5 通过台风中心垂直速度的南北剖面图

(a)1986年8月16日08时, (b)1986年8月17日08时,

(c)1986年8月19日08时, (d)1986年8月21日08时.

箭头↑代表上升运动, ↓代表下沉运动.

单位: 10^{-3} hPa/s

150—200km 附近, 台风中心出现弱下沉运动, 随着台风的加强, 强上升运动有向台风中心附近靠近的趋势, 上升中心轴出现在台风中心的南面, 北面有强下沉运动, 这可能与副热带高压的抑制作用有关。成熟期仅在台风中心附近为强上升运动, 强度迅速增强, 但这时在台风中心的南面出现较强的下沉运动, 这可能是台风位于高压环流的西北面所至。通过台风中心东西方向垂直剖面图表明(图略), 在台风中心均有弱下沉运动的现象。

五、温度场的分布

图 6 a, b 表明了二个特点, 其一是中心附近温度增加最强, 即最大加热在台风中心

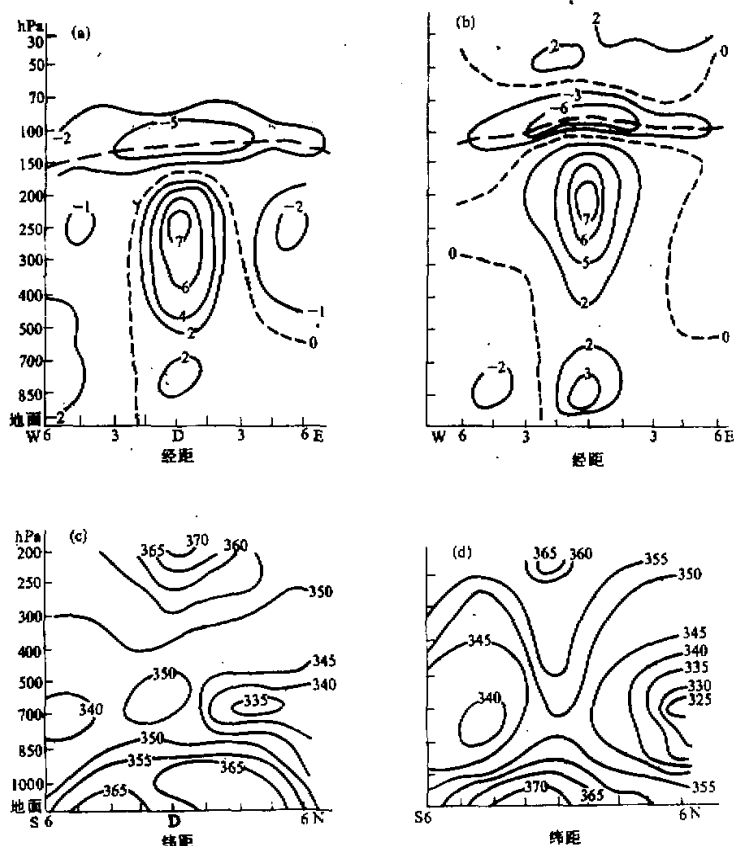


图 6 (a), (b) 通过台风中心的温度偏差(对空间平均)的东西向垂直剖面图

(c), (d) 通过台风中心的假相当位温(θ_{se})南北向垂直剖面图

(a) 1986 年 8 月 16 日 08 时, (b) 1986 年 8 月 19 日 08 时, 正值: 正距平, 负值: 负距平, 单位: $^{\circ}\text{C}$ 。

(c) 1986 年 8 月 16 日 08 时, (d) 1986 年 8 月 21 日 08 时, θ_{se} 单位: K

及其附近,其二是上层加热比下层更强,反映了积云对流加热的特点.这个台风整个生命期均有暖核结构,正温度距平极大值在250—200hPa附近,高层两侧径向温度梯度很强,海面及边界层温度场的径向梯度最小,低层的空气温度相当低,这可能是降水的原因.

图6c表明,自地面到700hPa,空气是对流不稳定的($\partial\theta_{se}/\partial Z < 0$);600hPa以上是对流性稳定的($\partial\theta_{se}/\partial Z > 0$).图6d表明,对流不稳定明显加强($\partial\theta_{se}/\partial Z \ll 0$),等 θ_{se} 线的高值区在台风中心呈漏斗状分布,但不稳定层却相对变浅.台风达到成熟阶段,台风壁附近的 θ_{se} 等值线近似垂直上升到10km高度,上层的等 θ_{se} 线成漏斗状下降到500hPa,强烈的上升运动达到200hPa层附近.

分析水汽的空间结构表明(图略),扰动期,从地面—850 hPa 水汽含量基本成对称分布,中心附近500hPa层以上有一个明显的干燥层.台风中心东侧明显比西侧干燥,台风中心的南侧及西南侧存在充沛的水汽含量层,这种深厚的水汽含量层可提供上升气流中潜热释放所需要的充沛水汽,这可能是扰动发展的主要能源.随着台风的加强,水汽垂直分布范围明显伸高扩大,干燥层消失.水汽含量最大值在南侧,最小值在东北侧.因此比湿场空间结构也象风场,云区和降水区一样,表现出明显不对称^[8,9].

六、结 论

(1)随着台风发展东风风速增大,西风也随台风的加强而增大,台风减弱时,西风达极大值,台风整个生命期,东风气流变化比较明显.

(2)这个台风气旋性切向风不对称,最大风速环主要位于台风的右前象限.这种切向风最大区可能与副热带高压之间的相互作用有关.风速垂直切变随台风的加强而减弱.

(3)这个台风径向风分布不对称,流入区并不限于边界层内,而在中层也有较强的流入.南半圆300hPa以下的流入很明显,流入最大值在700hPa附近.北半圆中上层均为深厚的流出层.

(4)这个台风的垂直运动与台风的发展及所在的位置有密切关系.发展期,上升运动最大值位于400—300hPa.成熟期不但量值显著增加,而且最大值高度也上升至300—250hPa附近.垂直运动分布也很不对称.

(5)这个台风整个生命期均有暖心结构,250—200hPa附近增暖较明显.扰动期,500hPa以上存在干燥层,随着气旋性环流迅速加强,干燥层减弱消失,湿层加厚,而且水汽分布是准对称的.

致谢: 本文承秦普源教授的指导,谨此致谢.

参 考 文 献

- [1] 梁必骥、邹美恩、李少群, 1983, 南海台风的结构及其与西太平洋台风的比较, 1983年全国台风会议文集, 上海科学技术出版社, 39—48.
- [2] 陈创买、郭英琼, 1980, 气象常用参数和物理量查算表, 气象出版社, 1—54.
- [3] 吴伯雄、陈士仁, 1978, 气象学, 江苏科学技术出版社, 143—163.

- [4] 周衍柏, 1961, 理论力学, 江苏科学技术出版社, 9 — 23.
- [5] T. N. Krishnamurti 著, 柳崇健, 朱伯承译, 1987, 热带气象学, 气象出版社, 116 — 130.
- [6] 陈联寿、丁一汇, 1979, 西太平洋台风概论, 科学出版社, 103 — 198.
- [7] H. 锐尔著, 徐德林、韩起、刘树泽译, 丁一汇、陈联寿校, 1986, 热带天气与气候, 气象出版社, 379 — 422.
- [8] 丁一汇、张健、刘月贞, 1986, 1975 年 7 号台风结构的进一步分析, 海洋学报, 8, 第 1 期, 21 — 30.
- [9] 杨大升等, 1986, 8211(Cecil)台风的发展和结构分析, 台风业务试验研究文集, 气象出版社, 18 — 23.

AN INVESTIGATION OF THE UNSYMMETRICAL WIND FIELD IN TYPHOON No. 8616

Wu Disheng

(Guangzhou Regional Station of Marine Environmental Forecasting, SOA)

Abstract

The dynamics and energy characteristics of the typhoon No. 8616 (Wayne) are calculated and analysed. The results show that the speed patterns of the typhoon are unsymmetrical and the maximum cyclonic-backing wind is in the right-front quadrant. The vertical wind shear decreases with the growth of the typhoon. The strongest inflow appears below 300 hPa in the southern part of the typhoon and the maximum inflow occurs near the 700 hPa level.

Key words: Typhoon No. 8616 (Wayne); Dynamics and energy characteristics; Unsymmetrical wind field.