

华南西部登陆台风的大尺度条件对比分析^{*}

姚 才¹, 贺海晏², 黄明策¹

(1. 广西气象减灾研究所, 广西 南宁 530022;
2. 中山大学大气科学系, 广东 广州 510275)

摘 要: 利用每 6 h 一次的 NCEP/NCAR 再分析格点资料对 9615 号和 0103 号两个典型台风的大尺度环境场特征进行对比分析。结果表明, 在中高层出现“北槽南涡”的环流形势场有利于登陆台风的维持; 源于南海南部和孟加拉湾的热带低空急流汇成的台风南侧的西南风急流是台风登陆后得以维持和引发暴雨增幅的重要系统。进一步分析表明, 主要影响系统的差异导致了两个台风在垂直风切变和涡度的垂直分布上存在极大的差异, 较弱的垂直风切变及较强的涡旋环流是 0103 台风比 9615 号台风在登陆后维持得更长的最直接原因。

关键词: 登陆台风; 广西; 大尺度环流特征

中图分类号: TH17 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2005) 06-0110-05

华南西部是受到登陆台风灾害严重影响地区之一。因台风大风及台风引发的暴雨洪涝给这一地区的经济发展和人民生活带来了重大影响。例如, 0103 号台风就以其登陆后罕见的大风及引发的洪涝给广西造成了巨大的经济损失。近年来, 已有些针对影响华南西部尤其是广西的热带气旋的研究^[1-4], 但是, 这类研究的数量和深度仍远远不够。热带气旋的灾害常常是登陆热带气旋在陆地上长时间维持, 并与中纬度天气系统共同作用引发的暴雨洪涝造成的^[5-17]。本文选取两个登陆华南西部且登陆后移动路径相似的典型个例——9615 号和 0103 号台风, 运用天气学和动力诊断分析的手段进行大尺度环境场、环流系统及其配置的对比分

析, 以揭示华南西部台风强度维持及暴雨增幅的主要成因、环流系统配置特征及可能的机理。

1 资料说明

本文所用的资料为 1996 年 9 月和 2001 年 7 月每 6 h 一次的 NCEP/NCAR 再分析的全球格点资料, 包括地面气压场、高度场、温度场、风场和湿度场资料等, 该资料的水平分辨率为 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 经纬度。文中所提及的时间均为北京时。

2 两个典型台风个例环境场特征的对比分析

2.1 两个台风过程概述

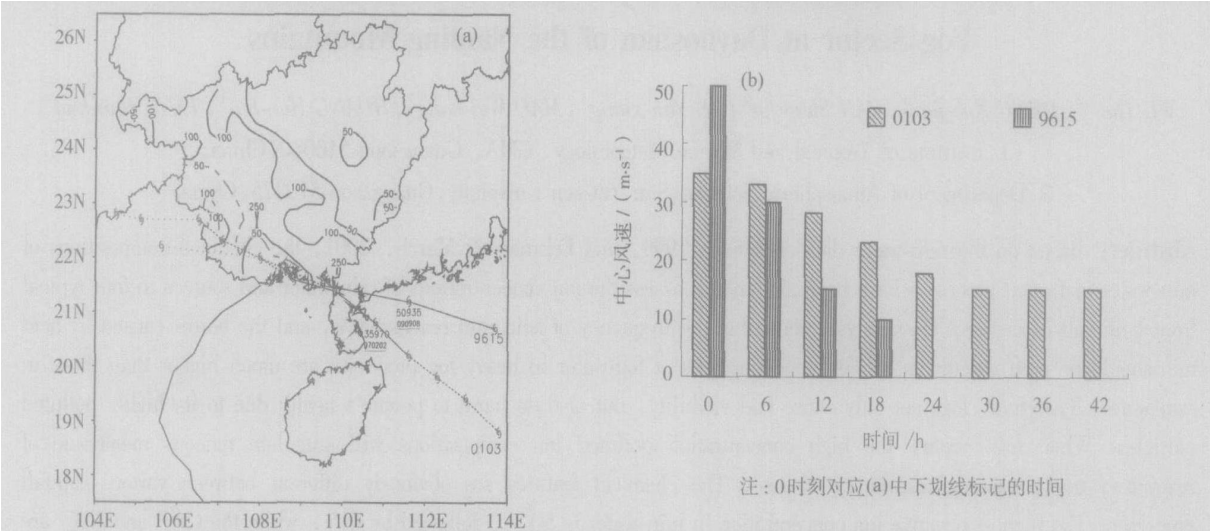


图 1 0103 和 9615 台风路径、过程降水 (mm) 与中心风速变化图

Fig 1 The paths, the rainfall distribution and the changes of wind of Typhoon

^{*} 收稿日期: 2004-10-08

基金项目: 广西自然科学基金资助项目 (0144026)

作者简介: 姚才 (1963 年生), 男, 高级工程师; 通讯联系人: 贺海晏; E-mail: eeshhy@zsu.edu.cn

台风榴莲（0103 号）于 2001 年 6 月 30 日下午在南海中部生成，而 9615 号强风台 1996 年 9 月 5 日生成于西北太平洋，从这两个台风路径及过程降水综合图（图 1a, b）上可见，它们的登陆点及登陆后的路径很接近。登陆后，9615 号台风在 12 h 内中心风速就从 50 m/s 降到 15 m/s，降水的范围和

强度很小（图 1a 中粗断线所示）。但 0103 号台风的中心风速从 35 m/s 减到 15m/s 却历经了 30 h，并在桂南引发了大范围的暴雨。引起如此大的差异的原因是复杂的，其中大尺度的环境场、环流系统的位置、强度及其配置和演变是很重要的因素。

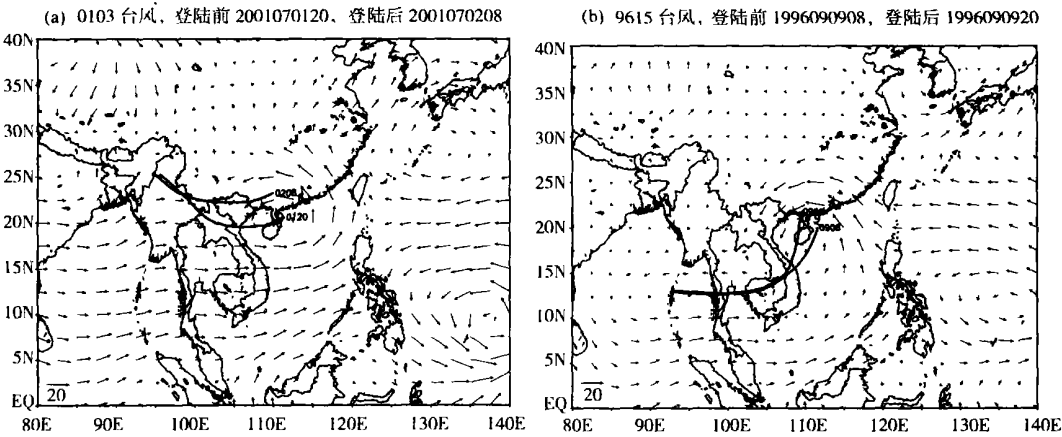


图 2 0103 与 9615 台风登陆前 850 hPa 风速（m/s）矢及登陆前、后辐合线动态综合图

Fig. 2 The wind field before landfall and the shifts of the convergence line before and after landfall at 850 hPa for TY 0103 and 9615

2.2 850hPa 流场及辐合线的特征

对比分析两个台风登陆前 850 hPa 的风速矢及登陆前、后辐合线动态综合图（图 2）可见，两个台风的东北侧都存在较强的东南风。但所伴随的辐合线和南侧的急流及其演变却极为不同：0103 号台风所伴随的辐合线是东西向，登陆前位于 20°N 左右，以后随着台风的登陆而北抬到华南西部，在辐合线南侧存在一支很强的偏西南急流。这支急流始终随着台风和辐合线的北抬而移动，并与台风东北侧的东南风急流汇合形成一支更强的急流。相对而言，9615 号台风所伴随的辐合线位置较 0103 号的偏南，近于南北走向，位于 12.5—15.0°N 之间，且位置较为稳定，辐合线南侧的偏南风风速也较 0103 号台风小。由图 2b 还可以看到一个显著的特征，9615 号台风在登陆前它所伴随的辐合线南侧的西南风急流在南海地区出现断裂，西南急流无法将孟加拉湾和低纬地区的水汽和能量往台风中心输送，因而 9615 号台风登陆后所需的能量补给仅仅靠来自台风东北侧弱东南风急流。

关于两个台风南侧流场特征的差异，分析它们登陆后 u 、 v 风分量的差值场分布（图略）也得到与急流演变一致的结果：0103 号台风的 u 风风速明显大于 9615 号台风，在 10—20°N 孟加拉湾到南海北部的区域，存在一条纬向型，并逐渐向两极递

减的带状差值最大区，其极值轴位于 15°N 左右，极轴上的极值中心分别位于孟加拉湾（16 m/s）和中南半岛（20 m/s）；在 v 分量差值场上，从南海南部到台风中心的东侧，0103 号台风的偏南气流也明显大于 9615 号台风，在南海南部和北部也分别存在一个最大差值中心。两个台风南侧偏西南急流的这些差异，导致了两个台风登陆后水汽输送的极大不同。这一点从两个台风 850 hPa 水汽通量（图略）上得到进一步证实，从图可见，与上述急流相一致，从孟加拉湾及南海南部有两个水汽通道直接向 0103 台风中心附近输送水汽，而 9615 号台风来自孟加拉湾的水汽很少，南海南部的水汽由于辐合线的偏南被切断于 15°N 以南地区。从台风登陆前后沿 105°E 的 850 hPa 全风速时间剖面图（图略）可见，中低层的这种环流形势一直得到维持。这说明源于孟加拉湾的西风急流及源于南海南部的偏南风急流是 0103 号台风登陆后得到源源不断水汽输送的重要环流系统，是 0103 号台风登陆后强度减弱比 9615 号台风缓慢，并引起暴雨增幅的重要原因。

2.3 500hPa 中低纬系统配置及演变特征

图 3 给出了两个台风登陆前 500 hPa 高度场及 24 h 变高场综合图。从图 3a 看出，影响 0103 号台风的副热带高压主体仍在加强，但其西脊点并未继续西伸，相反，其西侧还出现了负变高，这是因为

中纬地区有一西风槽向东南发展，阻止了副热带高压的西进。0103 号台风登陆后，正处于副热带高压和高原高压之间的相对低值区，与向南伸的西风槽构成了相对稳定的“北槽南涡”形势。这种形势的配置十分有利于台风的滞留，也为中尺度系统的发展，引起暴雨增幅，提供重要的环流背景。与上述的配置和演变不同的是，影响 9615 号台风的副热带高压始终呈东西向带状分布。从 24 h 变高场

上（图 3b）来看，副高主体在减弱，但位于陆地上的部分仍在加强，西脊点仍在连续向西推进。在这种形势下，整个华南的中层均为偏东气流控制，在其引导下，9615 号台风登陆后加速偏西移动。上述对比分析说明，副热带高压的形态、演变及其与中纬度系统的配置和相互作用，对登陆台风的移动和中尺度系统的发展有着重要直接或间接的影响，从而影响台风强度的变化及暴雨增幅。

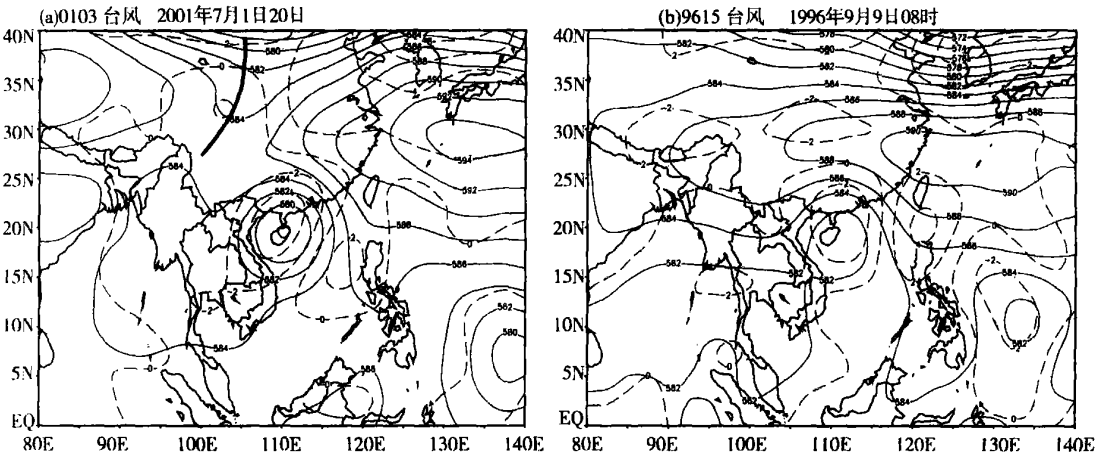


图 3 0103 与 9615 登陆前 500 hPa 高度场（实线）和 24 h 变高场（虚线）综合图

Fig 3 The geopotential height field (solid) and its 24 hour changes at 500 hPa of TY 0103 (a) and 9615 (b) before their landfall

2.4 流场和涡度场的垂直分布特征

热带气旋是热带地区的一个深厚的暖性气旋性涡旋，流场和涡度场的垂直分布特征与台风强度的演变密切相关。分析两个台风登陆后分别沿台风中心附近 20°N 和 110°E 的全风速垂直剖面图（图略）可见：0103 号台风和 9615 号台风在风速的垂直分布上有显著的差异，在 0103 号台风中心附近从底层到高层风速均较小，一直维持较小的风垂直切变；相反，9615 号台风的中低层风速也较小，但在 300 hPa 以上的高层，风速明显加大。另外，从两个台风的全风速垂直剖面图上，还可以发现两者台风中心附近流场的水平分布随高度的变化也存在差异，两个台风中心附近的東西两侧均存在急流区，但不同的是 0103 号台风的急流区位于低层，中心在 850 hPa 附近；而 9615 的急流区位于中层的 700 到 500 hPa 之间。南北两侧的风场分布差异更大：9615 号台风在北纬 10~20°N、地面到 300 hPa 的宽广区域中风速不足 5 m·s⁻¹，存在一个明显的风速断面。与这样的分布相反，0103 号台风南侧存在宽广、深厚的急流区，急流核风速达 15 m/s 以上。为了进一步分析台风中心附近风速的平均垂直切变情况，分割取台风登陆前后中心附近 4 个格

点（格距 2.5 个经纬度）的 *u* 分量值求算术平均，并作垂直廓线图（图 4）。从图上可见，两个台风高低层的风切变差距很大，9615 台风 150 与 850 hPa 的差值达 16 m/s 以上，而 0103 号台风的差距却不足 4 m/s，这样小的风垂直切变，显然有利于 0103 号台风的维持。两个台风风场分布的这一差异，一方面导致两个台风水汽输送垂直分布的极为

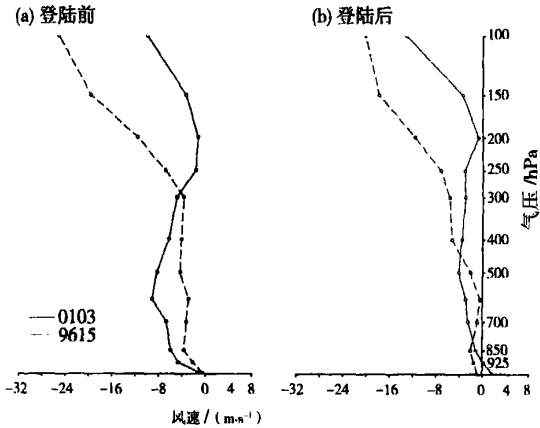


图 4 0103 和 9615 台风登陆前、后中心附近平均 *u* 分量垂直分布

Fig 4 The vertical profiles of the mean *u* wind component near the center of Ty 0103 and 9615 before and after their landfall

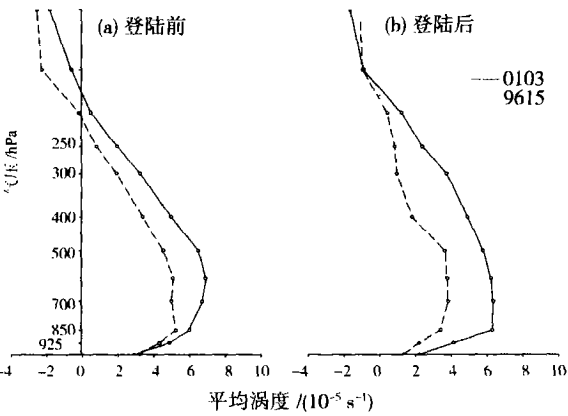


图 5 台风 0103 和 9615 登陆前、后中心附近平均涡度垂直分布

Fig 5 Vertical profiles of the mean vorticity near the center of TY 0103 and 9615 before and after landfall

不同，另一方面也影响台风的大尺度涡度分布。

运用图 4 的计算方法，分别计算两个台风登陆前后的台风周围附近的平均涡度场，图 5 是两者登陆前后的台风周围附近的平均涡度垂直廓线图。从图中可见：它们的垂直分布在形态上基本相似，但在中低层，9615 号台风的涡度数值明显比 0103 号台风的小。登陆后，这个差距变得更加明显，9615 号的涡度从中低层到高层均有较大的减弱，而 0103 则基本维持，还略有增加。进一步分析台风周围 4 个格点（约 250 km）的涡度垂直分布可见，上述平均涡度差异，主要是由台风南侧的涡度差异引起的。登陆前，两个台风东北和西北两个象限的涡度分布基本一致，而处于南侧的东南和西南象限却差别很大。这与其南侧偏西南急流存在的差异是一致的。说明台风南侧的西南急流不仅为台风的维持输送能量和水汽，同时是台风结构得以维持的重要因子。

3 结 论

本文在对比分析 9615 号和 0103 号两个登陆华南西部台风的环境场及影响系统的基础上，进一步计算、分析了若干物理量场的分布特征。

(1) 来自孟加拉湾的偏西风急流和南海南部的偏南风急流共同汇成的强偏西南急流可能在 0103 号台风登陆后长时间维持和引发大范围暴雨中起了主要作用。

(2) 主要影响系统的差异，导致了登陆台风在垂直风切变和涡度场分布的不同。弱的垂直风切变及低层涡度的维持是 0103 号台风登陆后比 9615 号台风维持更长时间的直接原因。

(3) 中纬地区向东南发展的西风槽与西进的副

热带高压所构成的“北槽南涡”形势，为减缓台风的移动速度及中尺度系统的发展提供了重要的环流背景。说明了中低纬各影响系统相互作用及在时空上合理的配置，对台风强度及暴雨增幅的影响是十分重要的。

参考文献:

[1] 黎惠金, 覃昌柳. 影响广西的台风“榴莲”[J]. 气象, 2002, 28(7): 42—45.

[2] 姚才, 张诚忠, 黄明策. 华南登陆台风“榴莲”的能量分析[J]. 气象, 2004, 30(6): 12—17.

[3] 姚才. 0103 号台风“榴莲”强度变化特征及暴雨成因的分析[J]. 热带气象学报, 2003, 19(增刊): 12—17.

[4] 吴兴国. 五十年来影响广西的热带气旋统计特征分析[J]. 广西气象, 1998, 19(4): 28—31.

[5] 王同美, 温之平, 李彦等. 登陆广东热带气旋统计及个例的对比分析[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2003, 42(5): 97—100.

[6] 贺海晏, 简茂球, 宋丽莉等. 近 50a 广东登陆热带气旋的若干气候特征[J]. 气象科学, 2003, 23(4): 401—408.

[7] 朱洪岩, 陈联寿, 徐祥德. 中低纬度环流系统的相互作用及其暴雨特征的模拟研究[J]. 大气科学, 2000, 24(5): 669—675.

[8] 陈忠明, 黄福均, 何光碧. 热带气旋与西南低涡相互作用的个例研究 I: 诊断分析[J]. 大气科学, 2002, 26(3): 352—360.

[8] 陶祖钰, 田佰军, 黄伟. 9216 号台风登陆后的不对称结构和暴雨[J]. 热带气象学报, 1994, 10(1): 69—84.

[9] “75.8”暴雨会战北京组. “75.8”河南特大暴雨的动力学分析. 气象学报, 1979, 37(4): 45—55.

[10] 李崇银. 环境场对台风发生发展影响的研究. 气象学报, 1983, 41(3): 275—284.

[11] 蒋尚城, 张镭, 周鸣盛等. 登陆北上减弱所导致的暴雨一半热带系统暴雨. 气象学报, 1981, 39(1): 1827—1981.

[12] 徐祥德, 陈联寿, 解以杨等. 环境场大尺度锋面系统与变性台风结构特征及其暴雨的形成. 大气科学, 1998, 22(5): 744—751.

[13] 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): 452—461.

[14] 雷小途, 陈联寿. 热带气旋的登陆及其中纬度环流系统相互作用的研究[J]. 气象学报, 2001, 59(4): 602—609.

[15] 陈联寿, 孟智勇. 我国热带气旋研究十年进展. 大气科学, 2001, 25(3): 420—432.

[16] 陈联寿, 徐祥德, 罗哲贤等. 热带气旋动力学引论[M]. 北京: 气象出版社, 2002.

[17] 梁必骥. 天气学教程[M]. 北京: 气象出版社, 1995.

(下转第 122 页)

[8] 杨逸萍, 胡明辉, 陈海龙, 等. 九龙江口生物可利用磷的行为与入海通量[J]. 台湾海峡, 1998 17(3): 269—274.

limitation of phytoplankton growth across the Pearl River estuarine plume during summer[J]. Mar Ecol Prog Ser, 2001, 221: 17—28.

[9] YIN K, QIAN P Y, WU M C S, et al. Shift from P to N

Characteristics of Dissolved Oxygen and Its Affecting Factors in the Pearl River Estuary in Summer

LUO Lin, LI Shi yu, LI Hong mei

(School of Environmental Science and Engineering, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: This paper analyses the temperature, salinity, DO and the concentrations of nutrients N and P in Lingdingyang in summer of 1999 and 1996. The results indicate there is distinct difference between the concentrations of DO in surface and bottom waters. The concentrations of DO show great correlation with S and the concentrations of N in surface water but the latter is the most affecting factor for DO. The halocline in the Lingdingyang is more important for the concentrations of DO in bottom water than the thermocline. The greater the differences of S between surface and bottom waters are, the greater the variations of DO's concentrations are, and the lower the concentrations of DO the bottom water are. The tidal cycle has effect on the stratification. So, the concentration of DO in surface water is primarily affected by the content of DIN in the Lingdingyang in summer. And the mainly controlling factor for the concentrations of DO in bottom water is stratification caused by the convergence of the discharges and outer water masses. The tidal mixing affects the DO through its effect on stratification.

Key words: the Pearl River Estuary; dissolved oxygen (DO); stratification; nutrient; tidal mixing

(上接第 113 页)

A Comparison Analysis of the Large Scale Circulations of the Two Typhoons Invaded the Western Part of South China

YAO Cai¹, HE Hai yan², HUANG Ming ce¹

(1. Guangxi Institute of Meteorological Disaster Reduction, Nanning 530022, China;

2. Department of Atmospheric Sciences, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Using the Ncep Ncar reanalysis data of 4 map times per day, a comparison study of the two typical cases of typhoon, i. e. Ty 0103 and Ty 9615, is preformed to investigate the characteristics of the large scale environmental circulations. The results show that the large scale environmental circulations played an important role in the maintenance of the circulation and the enhancement of the associated heavy rains of a typhoon after its landfall. The interaction of a middle high latitude trough with the low latitude vortex is favorable for the maintenance in intensity of the invaded TC (0103). The southwesterly low level jets from the southern South China Sea and the Bay of Bengal are main systems responsible for the maintenance in intensity of the typhoon and causing the enhancement of the accompanied heavy rainfall. More detailed analysis shows that the discrepancy of the interacting synoptic systems in Ty 0103 and Ty 9615 led to quite different vertical distributions of the wind speed and vorticity. Weaker vertical wind shear and the stronger vortex structure are observed in the case of Ty 0103 which lasted much longer than Ty 9615 after landfall.

Key words: TC landfall; Guangxi Province; characteristics of large scale circulations