

盛夏影响广西的两类台风暴雨对比分析

郑传新

周 军

(广西柳州市气象局, 545001)

(南京气象学院大气科学系)

提 要

以 2001 年 7 月上旬连续入侵广西的两次台风过程为例, 分别从天气形势、物理量场分布等方面讨论了它们的降水条件差异。结果表明, 造成降水强度和落区差异的主要原因是: 0103 号台风与中纬度西风系统发生了相互作用, 同时水汽辐合层次伸展到 500hPa 以上; 而 0104 号台风是一个孤立的热带天气系统, 由于副高阻挡, 该系统不存在与西风带冷空气发生相互作用的条件, 水汽辐合也仅限于摩擦层以内; 另外还发现湿位涡与台风暴雨落区有较好的对应关系。

关键词: 台风暴雨 天气形势 物理量场 对比分析

引 言

2001 年 7 月上旬, 在不到 8 天的时间内, 广西连续遭受两种不同类型的台风——0103 号台风“榴莲”和 0104 号台风“尤特”的影响(图略), 0103 号台风“榴莲”是南海台风, 登陆前向西北方向移动, 穿过雷州半岛后, 于 7 月 2 日 09 时左右又穿过北海市, 并于下午 14 时再次在钦州市南部登陆, 台风中心最终伸入内陆达 100km 左右, 3 日上午 08 时移出广西; 0104 号台风“尤特”是西太平洋台风, 7 月 6 日 08 时左右在广东海丰一带登陆, 登陆后向偏西方向移动, 7 日 02 时从梧州市附近进入广西, 然后横贯广西中部, 于 8 日 02 时西移进入云南省东部。0103 号台风造成的降水主要出现在台风移经沿途和台风路径右侧, 降水量很大, 7 月 2 日 08 时至 4 日 08 时, 共有 58 站(次)出现暴雨或大暴雨, 4 站出现特大暴雨, 过程最大降雨量为 416mm, 降水强度之大, 范围之广为广西 30 年来罕见。0104 号台风的主要降水位于台风移动路径左侧, 7 月 6 日 08 时至 8 日 08 时, 共有 26 站(次)出现暴雨或大暴雨, 过程最大降雨量为 197mm。这两个台风影响广西时在降水强度和暴雨落区等方面存在着明显的差异, 但限于当时的水平, 这些差异没有

在业务预报中得到反映。本文从天气形势、物理量场等方面对它们进行事后分析, 以期加深对台风暴雨的外部生存环境及内部物理量场结构对降水强度和落区位置的关系的认识, 提高相应的预报能力。

本文所用资料包括全球谱模式 T106 的分析场及其 $1^\circ \times 1^\circ$ 的网格点资料、常规的 08 时、20 时高空探测和地面观测资料, 另外还有广西地面加密资料。

1 天气形势

两台风影响广西时天气系统配置存在很大差异, 从 500hPa 形势图可以看出(图 1), 0103 号台风活动期间, 西太平洋副热带高压分成海上和陆上两块, 在两个块状单体之间的 108°E 附近形成南北贯通的低压带, 该低压带的北半部(30°N 以北)是中纬度的西风槽, 槽后有强大的西北气流, 冷平流十分明显(温度场略), 低压带的南半部(30°N 以南)是台风倒槽式东风波系统, 分别由东南风和东北风构成切变, 西风槽和东风波在低压区内相通, 中纬度冷空气可以通过西风槽后西北气流的平流输送影响低纬的广西境内, 使之在 0103 号台风环流北部与东南风暖湿气流相互作用, 并导致强降水的出现, 这是 0103 号台风与 0104 号台风在环流形势上出现的

最大差别。在盛夏季节,在广西南部这样的低纬地区,西风带内的冷空气在合适的环流形势下深入南下与入侵该地的台风低涡发生相互作用,从而产生严重的灾害性天气,这是此次过程的一大重要特征。

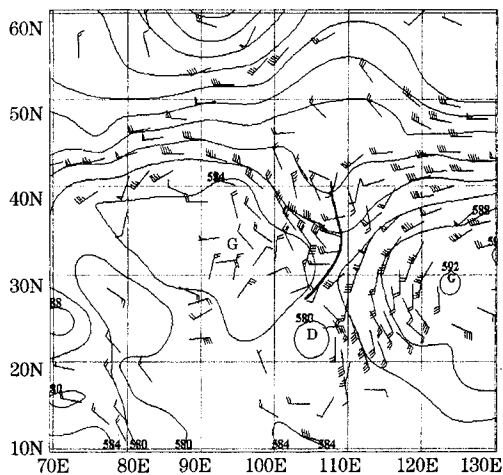


图1 2001年7月3日08时500hPa形势

0104号台风活动期间环流形势与0103号台风完全不同(图2),500hPa上的副热带高压从海上一直西伸到青藏高原,30~40°N之间为东西向巨大高压带,完全隔断了西风带系统与0104号台风之间的联系,使0104号台风成为副高南侧的一个孤立低压系统,图2可见,西风带的浅槽出现在40°N以北,与我国东南沿海的台风倒槽相距

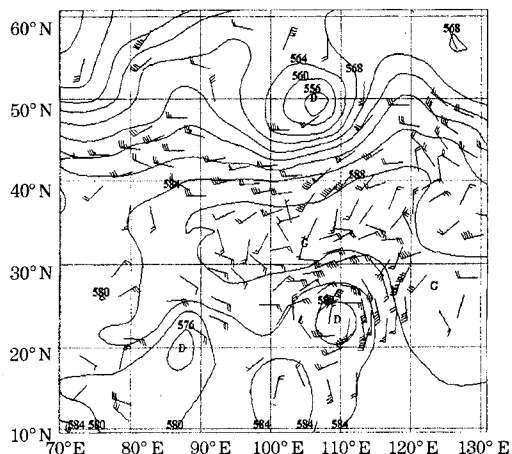


图2 2001年7月7日08时500hPa形势

800km左右,与0103号台风相比,没有构成南北打通的低压区,西风带中的冷空气受副高的阻挡,也不能进入台风倒槽内,更不能进入到台风环流中心附近,因此,0104号台风活动期间,中低纬系统未构成相互作用的形势,这是环流形势方面与0103号台风的最大差别。

2 低层辐合场对比分析

在925hPa流场分布图(图略)上,0103号台风活动期间,其右侧出现明显的东南风急流区,并与台风环流内的东北气流相遇,构成明显的带状辐合区,有利于这一带强降水的出现。0104号台风期间,台风的急流区主要有两种型式,一是西北侧的西北风急流,另一支是台风西南方的西南风急流,台风外围的低层辐合区主要在台风的西南方,由台风左侧的西北风急流与东南方的西南风急流之间构成风向辐合,由此也造成了0104号台风移动路径左侧较强的暴雨天气发生。低层流场的差异,使得0103号台风的低层辐合区主要在台风的右侧,0104号台风的低层辐合区主要在台风左侧,这是两次台风暴雨分别出现于台风移动路径右侧和左侧的主要原因。但如前所述,0104号台风入侵时,由于副高的阻挡,低层西风气流中并无很强的冷平流,因此辐合带两侧温度对比不如0103号台风明显,这一原因也对降水强度差异有一定的影响。

两次台风过程中925hPa流场的差异必然造成低层散度场的差异,0103号台风右侧有两个中尺度辐散中心,它们之间有一个很强的槽式辐合区;而0104号台风影响广西期间,925hPa层上也出现两个强辐散中心,分别位于越南北部和海南岛东面,它们之间也有一个较强的槽式辐合区位于台风中心的左侧,因此0103号台风的强降水区出现在右侧而0104号台风的降水区主要出现在台风左侧,这是与低层流场和散度场的分布型式相呼应的。

3 水汽条件对比分析

从穿过台风低涡中心的垂直剖面图看,

0103、0104号台风水汽通量散度场分布存在重大差异:0103号台风影响广西时(图3),水汽辐合层次较厚,辐合层次伸到500hPa以上,700hPa层上辐合值仍然较大,有利于暴雨发展;0104号台风登陆时(图4),缺乏充足的水汽供应,水汽辐合层次很薄,其伸展高度只限于925hPa摩擦层内,其上方的850~700hPa层内已变成一个东西向达2000km、垂直方向上达2000m厚的弱水汽辐散区,6日20时850hPa以上层次的辐散值还增大

了。因此,0104号台风的降水条件是不如0103号台风有利的,造成的暴雨强度也不大。所以台风登陆后暴雨强度和持续时间的变化,与水汽辐合的伸展高度变化有很大关系,当水汽辐合层次较厚时,有利于暴雨发展,反之暴雨较小。

4 湿位涡对比分析

位势涡度是反映大气动力和热力特征的物理量,国内外许多气象学者都成功地用它分析过天气过程,吴国雄^[1]从完整的原始方程出发,在导出精确形式湿位涡方程的基础上,证明了绝热无摩擦饱和湿空气具有位涡守恒特性,并由此研究了湿斜压过程中涡旋垂直涡度的发展。蔡义勇^[2]应用相当位涡诊断分析了台风暴雨,指出:相当位涡与台风暴雨有较好的对应关系,台风中心及倒槽附近的暴雨均发生在700hPa相当位涡负中心下游处,暴雨位于负变涡中心附近,且负变涡中心值越低,暴雨强度越大,位涡是研究台风暴雨过程的一种有效的工具。

湿位涡表达式为:

$$P_m = \rho^{-1} \xi \alpha \cdot \nabla \theta_{se} \quad (1)$$

θ_{se} 为相当位温,引入静力近似,取 P 为垂直坐标,并假定垂直速度的水平变化比水平速度的垂直切变小得多,由此推得:

$$P_m = -g \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} + f \right) \frac{\partial \theta_{se}}{\partial p} - g \left(\frac{\partial u}{\partial p} \frac{\partial \theta_{se}}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial p} \frac{\partial \theta_{se}}{\partial x} \right) \quad (2)$$

通过计算发现:700hPa以下湿位涡(MPV)为负值,700hPa以上为正值。这是因为MPV考虑了水汽的作用,由于低空急流和边界层急流的存在,850hPa以下为暖湿气流,水汽充沛,湿度很大,低层 θ_{se} 为大值,而中层为相对小值,高层又为大值。对低层来说, $\partial \theta_{se} / \partial P > 0$,台风低涡附近上空涡度 $\left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right)$ 为正值,所以

$-g \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} + f \right) \frac{\partial \theta_{se}}{\partial p} < 0$,MPV主要由第

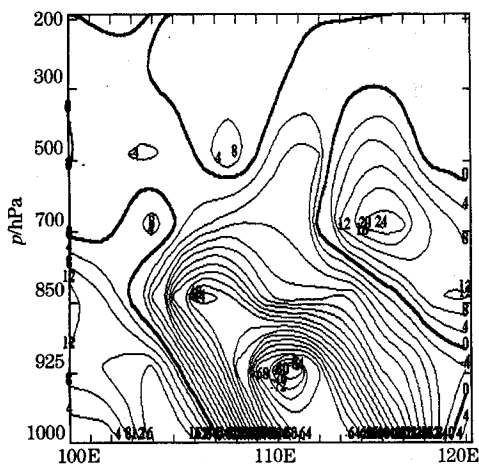


图3 2001年7月2日08时穿过0103号台风中心的水汽通量散度垂直剖面图
(单位: $10^3 \text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1}$)

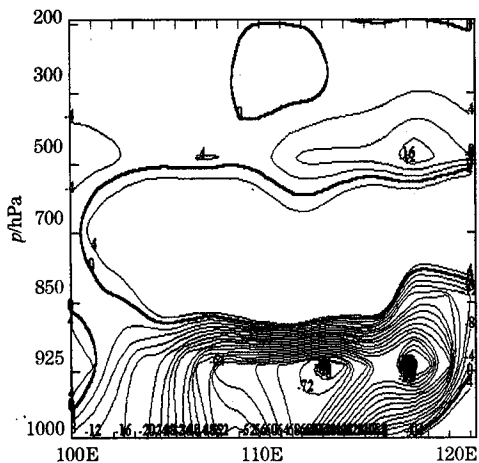


图4 2001年7月6日08时穿过0104号台风中心的水汽通量散度垂直剖面图
(单位: $10^3 \text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1}$)

一项 $-g\left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} + f\right)\frac{\partial \theta_w}{\partial p}$ 决定,因此低层湿位涡为负;对中高层来说, $\partial \theta_w / \partial p < 0$, 涡度仍为正值, $-g\left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} + f\right)\frac{\partial \theta_w}{\partial p} > 0$, 因此中高层湿位涡为正。

通过对 925hPa 湿位涡场分析发现(图略):两次台风过程中 MPV 的负值中心与暴雨落区的对应关系较好,0103 号台风期间,台风右侧为 MPV 负值中心,大小为 $-10 \times 10^{-7} \text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,而暴雨落区就位于这一带;0104 号台风影响广西期间,MPV 负值中心出现在台风中心左侧的广西南部沿海及北部湾一带,中心值为 $-12 \times 10^{-7} \text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,暴雨也主要出现在这一带。

5 小结

通过以上分析,可以得到以下一些认识,这些认识对今后台风暴雨的预报可能是有益的。

(1)台风暴雨的预报应密切注意环流形势的特点,当副热带高压分成两块,西风槽内的冷空气仍可深入南下,抵达广西地区,与入侵该地的台风环流中的暖湿气流相互作用时,就会产生严重的灾害性暴雨天气;当副热带高压阻隔了台风环流与中纬度西风带系统的联系后,在中纬度冷空气难以深入低纬度

地区的情况下,副高南侧的登陆台风中的降水就显得较弱。

(2)0103 号台风活动期间,大气低层的东南风急流与东北风急流在台风右侧构成了强辐合区,暴雨出现在 0103 号台风的右侧;而 0104 号台风活动期间,低层西南风急流与西北风急流构成的辐合区位于台风左侧,降水也主要发生在台风中心左侧。所以台风暴雨落区的预报应结合低层流场的具体情况来做。

(3)台风登陆后,当水汽辐合层次很厚,伸展到 500hPa 以上时出现大暴雨的可能性增大,而当水汽辐合层次只限于摩擦层内时降水不可能很大。

(4)台风环流内 700hPa 以下湿位涡为负值,0103 号台风影响期间,负 MPV 中心位于台风的右侧,而 0104 号台风影响广西期间,负 MPV 中心位于台风的左侧,这一情况说明低层负湿位涡中心与暴雨区有较好的对应关系。

参考文献

- 1 吴国雄,蔡雅萍,唐晓普.湿位涡和倾斜涡度发展.气象学报,1995,53(4):387~405.
- 2 蔡义勇.台风暴雨相当位涡诊断分析.气象学报,1992,50(1):118~125.

Comparative Analysis of Two Kinds of Typhoon Heavy Rain in Guangxi in Midsummer

Zheng Chuanxin

(Liuzhou Meteorological Office, Guangxi Autonomous, 545001)

Zhou Jun

(Nanjing Institute of Meteorology)

Abstract

Based on the differences of their synoptic situation, physical elements field, etc. two typhoon processes which affect South China 2—8 July, 2001, as an example, are discussed. The results show that the main reasons of differences from strength to falling areas of heavy rainfall in the two processes are follows: typhoon Durian interacted with westerly system in mid-latitude, at the same time, moisture flux convergence dilated above 500hPa. On the contrary, typhoon Utor turns weakening after landing and it is only a isolated tropical weather system because of the obstruction of subtropical high-pressure, and moisture flux convergence is located below 850hPa. Moreover, the wet potential vorticity(MPV) has better relation with heavy rainfall.

Key Words: heavy rainfall synoptic situation physical elements comparative analysis