

# 影响广西的台风“榴莲”

黎惠金 覃昌柳

(广西贵港市气象局, 贵港 537100)

## 提 要

对影响广西造成重大灾害的 0103 号台风“榴莲”进行了综合分析。结果表明, 强大的正涡度和辐合上升运动区, 对流层中低层的位势不稳定, 西风急流和偏东急流的存在和维持, 两个水汽源地的较强水汽输送等是广西台风大暴雨或特大暴雨产生的必要条件。0103 号台风始终沿着大气总能量高能轴线方向移动。大暴雨中心主要分布在台风中心的高能舌顶和不稳定能量舌尖附近区域内, 并与正涡度中心一致。

**关键词:** 台风 暴雨 动力场 水汽 能量场

## 引 言

受 2001 年第 3 号台风“榴莲”影响, 7 月 1 日 20 时至 4 日 08 时, 广西出现了一次大范围的暴雨和大风天气过程, 除桂东北降小到中雨外, 桂南和桂西普降大到暴雨, 部分地区出现了大暴雨或特大暴雨, 降雨量在 100mm 以上的有 36 个县(市), 其中有 8 个县市为 200~300mm, 4 个县(区) 300mm 以上, 防城区最大达 417mm。受台风环流影响, 7 月 2~3 日, 广西沿海出现了 8~11 级、局部阵风 12 级的大风, 桂南内陆部分地区风力达 6~9 级。0103 号台风影响的降雨和大风范围之大、强度之强为近 30 多年来所罕见, 致使广西左江、右江和邕江出现了大洪水。加之随之而来的 0104 号台风“尤特”的影响, 导致洪水泛滥, 左江、右江、邕江、郁江、西江等流域水位暴涨, 高水位持续时间长, 洪涝灾害严重, 广西直接经济损失超过 150 亿元。

## 1 大尺度环流形势

2001 年 6 月下旬后期, 500hPa 高空图上东亚地区呈稳定的两脊一槽形势, 西太平洋副热带高压呈带状分布, 脊线稳定在 30°N 以南, 与我国西部上空的大陆高压形成了一条准东西向的高压带。此后副热带高压强度略有加强, 位置稳定少动, 给台风西北行提供了有利的环境场条件。受副高南侧外围东南

气流的牵引和台风内力的共同作用, 0103 号台风自 6 月 30 日下午在南海发展成热带风暴后一直稳定地向西北方向移动, 强度不断加强, 7 月 1 日下午发展成台风, 2 日凌晨 3 时半在广东湛江市沿海登陆, 14 时在广西钦州市南部再次登陆, 并缓慢向西偏北方向移动, 强度逐渐减弱, 3 日 20 时前后移出广西, 对广西影响趋于结束。

## 2 动力场分析

### 2.1 涡度场

对 0103 号台风影响广西前后的 850hPa 涡度场的诊断分析发现, 0103 号台风影响前, 6 月 29 日 08 时, 华南西部至中南半岛一带为一片正涡度区, 华东到华中为一条近东西走向的负涡度带。随着 0103 号台风的逐渐加强和西北移, 南海上空的正涡度区不断加强和扩大, 并与华南西部的正涡度区打通, 华东到华中的负涡度带开始北抬西伸。至 7 月 1 日 08 时, 南海上空的正涡度区进一步加强, 正涡度中心达到  $10.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ , 台风继续发展、加强。2 日 08 时, 广西已基本变为正涡度区, 境内出现了  $7.3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  正涡度中心, 此后该正涡度区继续往西北方向移动, 中心强度减弱, 台风强度减弱。4 日 20 时, 正涡度区移出广西, 减弱消失。在这种涡度场形势下 0103 号台风始终沿着等涡度线最密集区移动。暴雨落区也与涡度场有着较

好的关系,广西最大降雨中心与正涡度中心位置基本一致。另外,我们还对 1000~100hPa 其余各层次的涡度场进行了逐日分析,发现 850hPa~500hPa 为正涡度区最强,再往上正涡度逐渐减弱,至 100hPa 正涡度区已转为弱的负涡度区,说明 100hPa 高度可能是 0103 号台风的流出层<sup>[1]</sup>。

### 2.2 散度场和垂直运动场

分析散度场和垂直运动场发现,7月1日08时,在海南岛附近海面到广西中东部地区 500hPa 以下为辐合区,500hPa 及以上高空为辐散区。在高层辐散、低层辐合区,整层都为上升运动。2日08时,随着台风的西北移,原位于南海低层的强辐合区西伸北抬,850hPa 在云南、广西、中南半岛和广东沿海形成了大片的辐合区,最大辐合中心位于桂西南,中心值为  $-3.1 \times 10^{-5} s^{-1}$ 。高层桂、粤西为辐散区,300hPa 中心值为  $2.5 \times 10^{-5} s^{-1}$ 。与此同时,对应高层辐散、低层辐合区内的上升运动强烈发展,500hPa 附近上升运动最强,桂西上升运动中心值为  $-7.6 \times 10^{-3} hPa \cdot s^{-1}$  (图略),广西台风降雨强度开始加强。20时,桂西的辐合区和上升运动区进一步加强,中心位置基本不变,850hPa 负散度中心值达  $-4.3 \times 10^{-5} s^{-1}$ ,500hPa 上升运动中心则增至  $-13.6 \times 10^{-3} hPa \cdot s^{-1}$ ,台风暴雨强度发展至最强。随后,低层辐合、高层辐散区及上升运动区逐渐西移,范围和强度缩减,主要中心移至云南东部。3日20时,位于桂西的低层辐合、高层辐散区移出桂西,除桂西北低层还有一小的辐合和上升运动区外,其余均被辐散区和下沉运动所控制,影响广西的台风降雨强度迅速减弱,降水过程趋于结束。广西 0103 号台风暴雨产生于低层辐合、高层辐散的强上升运动区。另外,0103 号台风中心与最大辐合上升中心并不一致,低层最大辐合上升运动中心往往出现在台风前进方向 1~2 个纬距之间,这是因为台风低空最大风速一般出现在台风前进方向的右前方<sup>[1]</sup>,这也是台风等风速线的最密集区。

## 3 水汽的输送与辐合

### 3.1 低空急流

通过分析 6 月下旬后期到 7 月上旬的逐

日 850hPa 低空风场,可以看到,从 6 月 29 日起,副高南侧广东省和福建省南部地区开始建立起一支  $12m \cdot s^{-1}$  的偏东风急流,与此同时,中南半岛中部也开始建立起一支西风急流。随着台风的西北移动,偏东风急流也由东向西逐渐传入广西(见图 1)。华南的偏东风急流及中南半岛的西风急流的建立和加强,一是给台风带来了孟加拉湾和南海充沛的暖湿气流,补充台风消耗的能量;二是与台风气旋性环流进行叠加,使得台风进一步发展加强。

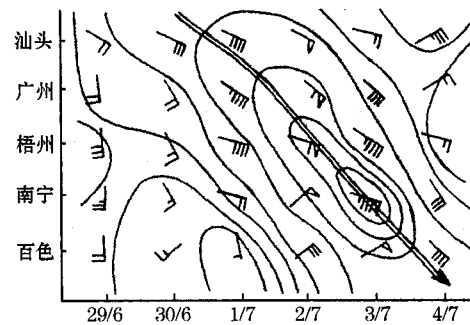


图 1 850hPa 指标站急流时间剖面图(08时)

### 3.2 水汽通量散度和水汽源地

为进一步分析具体水汽输送与辐合情况,我们分别对台风生消前后各层次的水汽通量散度场和水汽通量场进行了分析。

在 850hPa 的水汽通量散度场上,从 6 月 29 日起,南海洋面上 0103 号台风生成地附近出现了一个水汽通量散度负值区,随后台风水汽辐合区迅速加强,并向粤西、桂南扩展。7 月 1 日 08 时台风区的水汽辐合增到最大,最大辐合中心值  $-94.2 \times 10^{-6} g \cdot s^{-1} \cdot cm^{-2} \cdot hPa^{-1}$ ,广西大部处于弱的水汽辐合区。台风登陆后,2 日 08 时的水汽通量散度图上低纬地区水汽辐合区范围扩大,出现了 3 个主要的水汽辐合中心,一个位于中南半岛中部,是由于西风急流与台风环流相接引起的水汽辐合,另外两个分别位于桂西、粤南及南海上,是副高南侧偏东风急流和台风环流对水汽的输送引发的(图 2)。2 日 20 时,桂西的负水汽通量散度区进一步增强,最大辐合中心达  $-65.8 \times 10^{-6} g \cdot s^{-1} \cdot cm^{-2} \cdot hPa^{-1}$ 。说明当台风中心进入广西境内,两支急流与

台风环流相接并随之在广西汇合,桂西水汽辐合区增强,大暴雨开始。分析水汽通量散度场发现,与散度场分布相似,水汽通量最大辐合中心多出现在台风前进方向,且常超前于台风中心1~2个纬距。

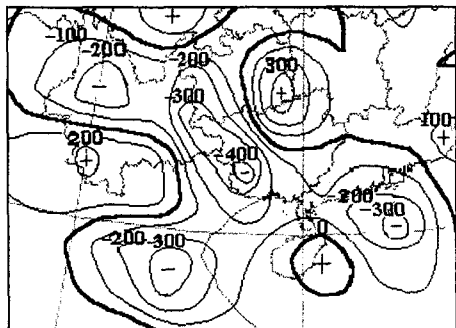


图2 7月2日08时850hPa水汽通量散度图  
单位:  $10^{-6} \text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1}$

分析水汽通量场看出0103号台风暴雨的主要水汽通道,一是从孟加拉湾经中南半岛,在海南岛附近转向汇入台风中心;二是从南海北上进入台风区。

#### 4 能量场分析

##### 4.1 大气总能量

雷雨顺曾指出<sup>[2]</sup>,台风是一个最典型的深厚高能系统。对于台风暴雨来说,它是台风能量释放的一种外在表现。

我们分别计算了台风影响前后各时次对流层(地面~300hPa)大气总能量。分析发现,6月30日08时,500hPa大气总能量场上,在西沙群岛到广东沿海为一条南北走向的高能舌,高能舌的东北边为低能区,舌尖西北面为一由云南向中南半岛和广西伸出的强大的高能舌(图略)。随着台风向西北方向移动,南海上空的高能舌逐渐向广西、广东两省区西伸北移,高能轴线逆转成西北—东南走向,强度加强,其西部的高能舌也随之西移,范围和强度减小(图3)。7月2日08时,华南西部形成一个强大的高能区,云南以西和广西南部分别为两个高能中心(图略)。3、4日,随着台风的减弱和逐渐移出广西,高能中心也逐渐减弱并向西北移出。0103号台风在影响广西前后一直是沿着大气总能量高能舌方向,向离其最近的其它高能中心移动,直

至减弱消失,它具有明显避开低能区移动的特征。从暴雨落区来看,未来36小时的强暴雨区主要分布在台风中心的高能舌顶附近。以上特征与文献[3]中的结论相一致。另外,分析对流层300hPa以下的大气总能量场(图略)发现,其能量场分布与500hPa有相似的结论,且较500hPa表现得更为明显。这些特点充分说明台风是一个深厚的高温、高湿系统。

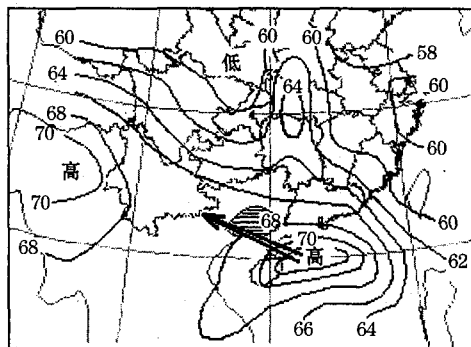


图3 7月1日20时500hPa大气总能量图  
(单位: °C)

(图中箭头为台风移向,阴影区为未来36小时大暴雨区)

##### 4.2 $\theta_{se}$ 场分析

众所周知,  $\theta_{se}$  是反映大气对流性不稳定和温湿条件的一个物理量。分析各层次  $\theta_{se}$  的逐日时间剖面图(图略)发现,台风影响前,各层次  $\theta_{se}$  值较低,随着台风影响的逼近,除100hPa  $\theta_{se}$  变化不大外,其余各层次  $\theta_{se}$  值均迅速增大,说明台风到来后,空气增温增湿十分明显。另外,我们还对  $\theta_{se850} - \theta_{se500}$  差值场进行了分析。分析显示,从6月29日开始,广西东南部有一片  $\theta_{se850} - \theta_{se500}$  的正值区正由东向西伸展、扩大,差值逐日加大,7月1日贵州形成一强大的热力不稳定区,广西处于不稳定能量舌的舌尖附近,说明大气层结随着台风的接近也变得越来越不稳定,不稳定能量剧增,具备了广西出现暴雨到大暴雨的不稳定能量条件。主要暴雨落区出现在  $\theta_{se850} - \theta_{se500}$  差值密集区,即不稳定能量舌尖偏向低值区一侧。

#### 5 与相似个例的对比分析

0107号台风“玉兔”和0103号台风“榴

莲”发生时间均在 2001 年 7 月,影响路径也相似,但所带来的降雨却不一样。0103 号台风的过程降雨量大暴雨以上量级的有 36 个站次,大暴雨区遍布桂西和桂南及桂东部分地区,而 0107 号台风仅有 8 个站次大暴雨量级,大暴雨区也只出现在桂南沿海地区,因此 0107 号台风降雨强度和主要降雨范围与 0103 号台风相比明显偏小。

0107 号台风和 0103 号台风登陆时强度相当,登陆时台风中心风力均为 12 级,但登陆后 0107 号台风强度迅速减弱,从登陆到减弱成低气压只经历了不到 16 个小时的时间,而 0103 号台风登陆后强度缓慢减弱,前后经历了 29 个小时。为此,我们对两个台风的影响路径、大尺度环流场及其它物理量场进行了仔细的对比分析。分析发现,造成两个台风强度减弱快慢不同的主要原因有如下两个:一是台风登陆地点不同,0103 号台风登陆地点较 0107 号台风偏南约 0.5 个纬度,登

陆几小时后又重新回到海上,至 2 日下午 14 时在钦州市南部再次登陆,由于移经地点表面摩擦的不同,造成减弱快慢的不同。二是 0103 号台风影响广西前 3 天,广东和福建省南部和中南半岛中部已分别建立了东、西两支急流,急流的稳定维持和强度加强,给台风带来了大量的水汽,不断地补充台风能量,使台风登陆后不易减弱,而 0107 号台风偏东急流却不完整,中南半岛也始终没有偏西急流生成,台风登陆后能量来源枯竭,减弱较快。这一点从水通量散度图上可明显看出(图 4)。另外,尽管两个台风的涡度场和能量场分布和演变相似,但 0107 号台风正涡度区和强度没有 0103 号台风大,减弱得也快,能量场上也没有 0103 号台风明显。在垂直运动方面,尽管 0107 号台风登陆之初上升运动比 0103 号台风略强(26 日 08 时),可上升速度却很快减弱,至 26 日 20 时上升运动中心值仅为 0103 号台风的三分之一强。

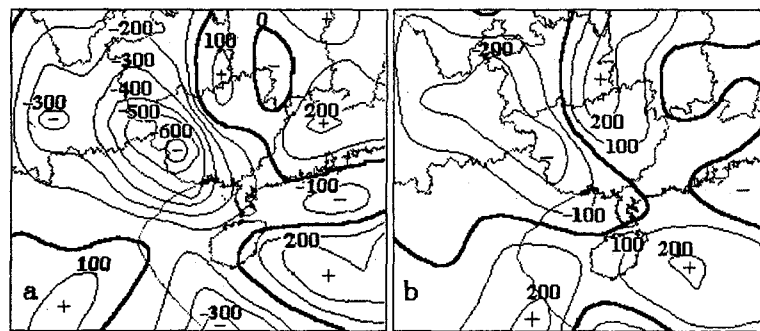


图 4 850hPa 水汽通量散度图(单位:  $10^{-6} \text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1}$ )

a. 0103 号台风登陆当日 20 时(7 月 2 日 20 时); b. 0107 号台风登陆当日 20 时(7 月 26 日 20 时)

两台风影响过程的主要相似之处是: 500hPa 高度场中高纬均呈两脊一槽形势,副高脊线稳定在  $27 \sim 28^\circ \text{N}$  附近,受副高南侧外围东南气流的牵引,台风往西偏北或西北方向移动。另外,造成广西台风暴雨的因素都是由两台风自身环流引起。

### 6 小结

(1) 副热带高压成准东西向的带状分布,脊线在  $27 \sim 28^\circ \text{N}$  之间,且稳定少动,是造成此次台风西北行影响广西的大尺度环流形势。

(2) 正涡度区、低层辐合区和高层辐散

区、上升运动区与暴雨区位置有较好对应关系。

(3) 粤、闽南境内和中南半岛东、西风两支急流的建立和维持,给 0103 号台风带来了孟加拉湾和南海两个水汽源地充沛的水汽,是 0103 号台风得以维持较长时间的重要原因,也是 0103 号与 0107 号台风流场形势不同所在。

(4) 0103 号台风低层最大辐合上升运动区及水汽通量最大辐合中心往往出现在台风前进方向,且常超前于台风中心 1~2 个纬距。

(下转第 50 页)

(上接第 45 页)

(5)0103 号台风在影响广西前一直是沿着大气总能量高能轴线方向移动的,直至减弱消失,未来 24~48 小时的暴雨区主要分布在台风中心的高能舌顶附近区域内。另外, $\theta_{se850} - \theta_{se500}$  差值场对台风暴雨区的分布也有一定的指示作用。

### 参考文献

- 1 朱乾根等. 天气学原理和方法. 北京:气象出版社,1992.
- 2 雷雨顺. 能量天气学. 北京:气象出版社,1986.
- 3 蒙远文,蒋伯仁,韦相轩等. 广西天气及其预报. 北京:气象出版社,1989.

## Analysis of Typhoon "Durian" Causing Disaster in Guangxi

Li Huijin Qin Changliu

(Guigang Meteorological Office, Guangxi 537100)

### Abstract

The third typhoon "Durian" (0103) causing disaster in Guangxi is synthetically analyzed. The results show that the favorable synoptic situation and dynamical structure are indispensable conditions for producing typhoon heavy rain in Guangxi, such as the strong positive vorticity and convergence ascending motion, the convective instability in middle-lower troposphere, the west/east wind jets and the strong vapor transfer. The typhoon "Durian" always moved along the high energy axis, the heavy rain core lay near the tip of high energy and unsteadiness tongue, and is consistent with the center of positive vorticity.

**Key Words:** typhoon heavy rain dynamical field vapour energy field