

9615号台风特点及其原因分析*

练江帆 梁必骥**

郑新江

(中山大学大气科学系, 广州 510275)

(国家卫星气象中心)

摘要 通过对现有资料的分析及与历史相似个例的比较,对9615号台风的特点及其原因进行了分析.结果表明,该台风具有路径稳定、移动快、近海发展迅速、登陆强度大、灾情重等特点;西太平洋副热带高压强大而稳定、对流层中层存在暖区是该台风路径稳定、移动迅速的主要原因;副高强大而稳定、对流层中层相对湿度大、低层水汽辐合、高层为辐散场等为该台风在近海发展提供了有利条件.

关键词 台风, 特点, 原因, 西太平洋副热带高压

分类号 P 444

1996年9月9日1时左右,9615号台风(Sally)在广东湛江—吴川沿海登陆.登陆时中心附近最大风力在1级以上,风速极值大于 57 m/s ,珠江口以西沿珠海至湛江一带海面有11~12级的大风.此外,广东西南部普降中—大雨,局部暴雨.这次台风造成了历史罕见的巨大损失.本文对其特点及原因进行了初步分析.

1 9615号台风特点

1949~1999年间,登陆电白—徐闻的热带气旋共有47个(指首次登陆.若按多次登陆统计,则有57个),其中登陆湛江—海康的共有11个,登陆时80%达热带风暴以上强度.将9615号台风与有关的历史个例比较,可以发现它具有如下特点.

1.1 路径稳定,移速快

9615号台风自生成后,移向稳定在 $275^\circ\sim 315^\circ$ 之间,是稳定的西北偏西行热带气旋(图1).但它移动迅速,从9月6日14时至9日14时平均移速约为 32 km/h .从表看出,9月份登陆热带气旋的多年平均移速为 $10\sim 15\text{ km/h}$,而9615号台风的移速远超出多年平均移速,尤其是在登陆前24h内,其移速为平均值的2~3倍.

1.2 近海发展,强度大

9615号热带气旋于7日14时达到台风强度后继续迅速发展.据统计,历史上9月登陆中国大陆的热带气旋中,登陆时强度极值为中心气压 960 hPa ,最大风速 43 m/s ,而9615号台风登陆时的气压超出了气压自记纸边,估计约为 940 hPa 或 935 hPa ;风速也超出了自记

* 广东省自然科学基金(960040)资助项目 ** 通讯联系人

收稿日期: 1997-06-06 练江帆,女,24岁,研究生

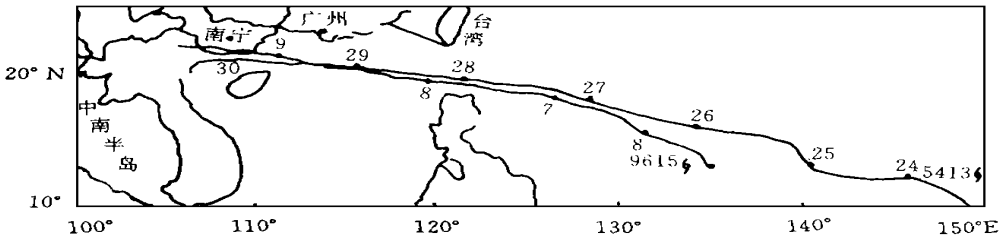


图 1 9615号台风 (Sally) 和 5413号台风 (Ida) 路径

Fig. 1 The tracks of typhoon Sally and Ida

表 1 9615号台风移速与 30 a 平均移速 (9月份) 比较

Tab. 1 Comparisons of movement speed between typhoon Sally and average data for 30 a (Sept.)

区域 (°E)	130~ 135	125~ 130	120~ 125	115~ 120	115~ 120	110~ 115	105~ 110
区域 (°N)	15~ 20	15~ 20	15~ 20	15~ 20	20~ 25	20~ 25	20~ 25
30 a 平均移速 $/(km \cdot h^{-1})$	16	14	17	12	9	11	15
9615号台风移速 $/(km \cdot h^{-1})$	30	25	31	36	42	37	40
9615号台风时段 (日时)	0608~ 0614	0620~ 0714	0720~ 0802	0808~ 0814	0820	0902~ 0908	0914

记录极限, 实际最大风速应超过 57 m/s . 作者用以下经验公式^[1,2]分别推算 9615号台风登陆时的最大风速 V_1 , V_2 , V_3 , 结果如表 2 所示.

$$V_1 = k \times (1010 - P_{\min})^{1/2}, \quad V_2 = k \times (1010 - P_{\min})^{1/2}, \quad V_3 = k \times (1005 - P_{\min})^{1/2}$$

其中, k 为系数, P_{\min} 分别取值 935 和 940 hPa.

表 2 9615号台风最大风速

Tab. 2 Calculation of the maximum wind speed of typhoon Sally

 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

$P_{\min} / (\text{hPa})$	V_1	V_2			V_3			
		$k = 6.96$	$k = 7.28$	$k = 6.99$	$k = 7.49$	$k = 7.56$	$k = 7.46$	$k = 7.31$
935	52.0	60.3	63.0	60.5	62.7	63.3	62.4	61.2
940	50.2	58.2	60.9	58.5	60.4	61.0	60.1	58.9

9615号台风中心的 12, 24 h 最大降压分别为 20 和 35 hPa, 均出现在登陆前 (7日 08 时以后) 的 48 h 内; 此期间最大风速极值也猛增至 25 m/s 以上, 可以说这是一个近海迅速发展的罕见强台风.

1.3 成灾迅速, 灾情重

9615号台风登陆后横扫湛江、茂名等 6 市 2 县, 仅数小时就造成大批人员伤亡和巨大经济损失. 之后, 以超过 30 km/h 的速度进入广西并再次登陆, 北海、玉林等 16 个县市区受影响. 据文献 [3], 广东、广西共有 1530 万人受灾, 伤亡 7000 余人, 其中死亡 240 人; 损坏和倒塌房屋 200 多万间; 农业受灾面积达 77 万 hm^2 . 两广直接经济损失达 200 多亿元, 其中广东损失 17 亿元.

2 环流形势的特点分析

2.1 961 号台风的环流形势

在 500 hPa 形势图上, 961 号台风期间最引人注目的是西太平洋副热带高压强大. 从 7 日始至台风登陆止, 强大的副热带高压控制了整个华南及西南大部分地区. 西伸脊点始终在 105°E 以西, 最强时越过 95°E (图 2). 该台风始终位于副高南侧, 受明显的东风气流所控制. 中高纬以较平直西风气流为主. 高纬有时也有低槽延伸至 35°N 附近, 但稳定强大的副高始终阻挡了中高纬气压系统影响低纬地区, 台风受比较单一的系统影响, 在副热带高压南侧强偏东气流引导下稳定西移, 尤其是 8 日 08 时至 20 时, 500 hPa 偏东气流风速增大, 最大风速由 16 m/s 增至 26 m/s , 台风移速也增大至 40 km/h .

另外, 在 500 hPa 图上, 台风周围 (主要是其移动的前方) 常有暖中心存在. 台风的趋暖运动, 可能加速台风移动.

副高强大而稳定为其南侧北上暖湿空气的累积提供了有利条件, 也为台风的发展提供了能量来源. 此外, 在 961 号台风期间, 其高层一直是辐散场, 在其控制下台风不断发展.

2.2 相似热带气旋环流特点比较

从 1949~1995 年登陆中国的所有热带气旋中, 遴选出 18 个与 961 号台风有相似特征的热带气旋 (表略). 它们基本上发生在 7~9 月, 其环流特点存在一些共同之处.

2.2.1 西太平洋副热带高压强大而稳定 路径稳定偏西的热带气旋, 一般都处于副高南侧, 距 588 线常为 5 个纬距以内, 其 588 线一般都伸至 100°E 以西. 也就是说, 气旋受副高南侧偏东气流的牵引, 它们大多不处于热带辐合带上. 对应地, 中高纬的形势多是平直西风为主, 偶有一些低槽, 发展不深. 在这种形势下, 热带气旋的移向稳定少变, 而移向的稳定, 也有利于气旋的发展. 这些个例中, 稳定西移的热带气旋移速也较快. 显然是因为强大而稳定的副高南侧存在强大而稳定的偏东气流, 热带气旋在其引导下, 不仅路径稳定, 还常随着偏东气流的加强而加速运动.

此外, 在所选个例中, 登陆时风力达 1 级以上的台风往往伴随登陆前的发展, 它们登陆前, 一般副高依旧强大, 不仅制约台风移动, 而且有利其发展. 9 个近海发展个例中, 6 个处于副高强大或副高有所增强的形势下. 作者认为, 这主要是因为副高对北上暖湿空气的阻挡, 为热带气旋的发展累积了更多不稳定能量, 而且其辐散气流也有助于加强热带气旋环流.

2.2.2 对流层中层热带气旋前方存在暖区 在近海发展的 9 个热带气旋个例中, 有 7 个在发展为台风前的 24 h 内, 500 hPa 图上都存在不同强度暖区, 它们在热带气旋区气旋前方及附近. 中层环流场的增暖反映潜热释放的增多, 对热带气旋的发展是有利的^[4].

2.2.3 高层辐散形势明显 选取 1995 年以来的近海发展并达 1 级以上的 9 个登陆台风进行比较, 可以发现它们几乎都处于高层辐散场之下. 在热带气旋登陆以前所在位置对应的中

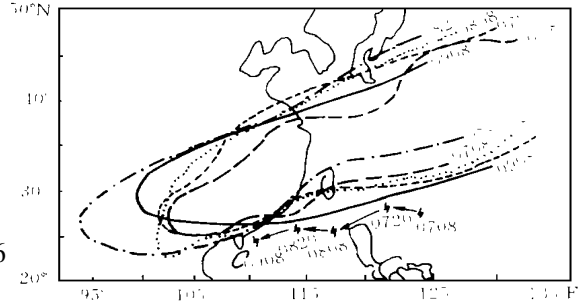


图 2 961 号台风 (Sally) 期间的 588 线位置

Fig. 2 The situation of 588 and typhoon Sally

高层, 所有个例都处于高压南侧的东风辐散气流区, 这是南海热带气旋发展的环流形势之一^[5]. 此外, 约有一半台风个例在其高层出现冷中心, 即气旋处于高层冷区或冷区外围, 这也可使热带气旋上下层温差加大, 暖心结构得以维持, 从而促进气旋发展^[6].

2.2.4 低空辐合气流 有相当一部分热带气旋前方, 存在较明显的低空西南气流 (8~12 m/s 的季风或低空急流), 来自中南半岛和南海的低空西南气流有利于暖湿空气输送, 因而常造成气旋前方的辐合能量输送, 促进气旋发展. 在热带气旋多发季节, 西南季风或低空急流的北上, 是使热带气旋加强的因素之一^[5].

此外, 有相当一部分热带气旋前方在低空常遭遇冷空气, 这也是近海台风发展的一个重要因素.

2.3 几个历史台风个例比较

5413号台风 (Ida) 与 9615号台风, 是 1949年以来登陆湛江地区并造成最大灾害的 2个台风, 它们在发生时间、路径、移速、登陆地点、强度等方面都很相似. 强大的副高是 5413号台风期间环流形势最主要的特征. 此外, 台风移动前方出现暖区.

登陆海南的 7314号台风 (Marge) 也是与 9615号台风路径比较相似的热带气旋. 它与 6209号台风 (Pasty) 都是副高强大的例子, 而 7313号台风 (Louise) 和 9111号台风 (Fred) 则可视为 500 hPa 上具有大片暖区的典型.

3 一些物理量场和其他因子的影响

3.1 位势稳定度及水汽输送情形

计算结果发现, 在 9615号台风进入南海后的 8日 08时、20时和登陆前的 9日 08时, 其前方一些站点如阳江、梧州、北海、海口等的位势不稳定, 预示此台风可能继续发展.

在对流层中层 (500 hPa) 存在较大的相对湿度, 即使在 9日 08时, 湛江附近几个站 (阳江、梧州、北海、海口) 的相对湿度都在 80% 以上. 据 Gray 的观点^①, 对流层中层相对湿度大, 有利于上升浮力和潜热释放的维持, 使热带气旋得以发展.

另外, 在 9615号台风形成至登陆的 48 h 内, 华南沿海地区, 特别是粤西沿海是一个水汽相对集中的地区. 强大的东风气流使 850 hPa 上的水汽向华南沿海输送, 由图 3 可见, 9日 08时, 雷州半岛附近水汽通量最大, 从卫星水汽图 (图 4) 上也可看到, 该台风南侧有一支明显的水汽输送带. 这是该台风接近登陆仍能加强的一个重要原因.

3.2 风速的垂直切变情况

对有限的几个站点资料进行的纬向风速垂直切变计算表明, 大部分相关站点的垂直切

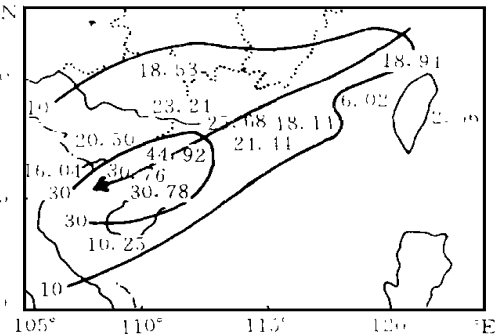


图 3 9日 08时的水汽通量 (850 hPa)

Fig. 3 The water-vapour flux at 850 hPa, Sept. 9

① Gray W. M. 全球热带气旋发生的气候分析. 上海台风研究所编. 上海国际台风学术讨论会译文集, 1981, 20~27

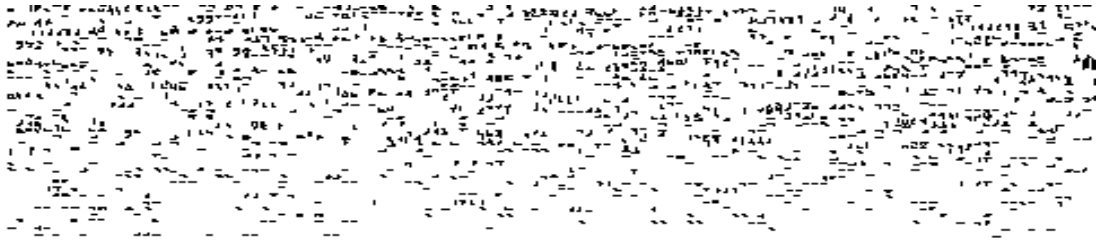


图 4 9615号台风的卫星水汽图

Fig. 4 The satellite water vapour pictures of typhoon Sally

变都小于 10 m/s , 这种情况显然有利于 9615 号台风的继续发展。

3.3 地形作用

向西移的热带气旋在登陆雷州半岛前, 由于其前缘环流与陆地接触而产生摩擦加压, 会导致原来的梯度平衡破坏而引起突然的加速运动^[1]。此外, 计算表明(图 3), 9615 号台风登陆前夕(9 日 08 时), 其前缘(雷州半岛)水汽通量明显增加, 水汽的摩擦辐合, 有利于台风的维持和发展。

3.4 卫星云图分析

从卫星云图看, 大部分时间内 9615 号台风是非对称的, 而且主要是西北部稀松。这种偏心结构, 容易导致气旋向北或西北移动^[1]。7 日 20 时至 8 日 1 时是 9615 号台风的稳定期, 这时云团结构紧密, 眼区清楚。从 8 日 20 时起, 眼区不再那么清晰(图 4)。卫星云图说明台风有向北、西北甚至东北移动的可能, 而且 8 日下半夜开始减弱, 但实际上台风一直稳定西行, 而且 8 日夜间气压和中心风速都没有减弱, 所以应当认为 9615 号台风受引导气流的影响很大, 自身内力作用较小。

4 结 论

(1) 9615 号台风路径稳定, 移动迅速, 形成台风后在近海进一步发展加深, 接近登陆时达到最强。

(2) 西太平洋副热带高压强大而稳定, 其南侧存在稳定的强偏东气流, 是 9615 号台风稳定而快速西移的主要因素。同时, 在台风移动前方存在暖区, 台风的趋暖运动也可能加速其移动。地形影响也是该登陆台风加速运动的因素之一。

(3) 9615 号台风在近海发展的主要原因包括: ① 强大而稳定的西太平洋副高, 有利于能量的累积; ② 高层辐散场的“抽气”作用有利于低层涡旋的发展; ③ 对流层中层相对湿度大, 有利于上升浮力和潜热释放的维持; ④ 粤西沿海的位势不稳定、低空水汽辐合以及纬向风速的弱垂直切变有利于能量的输送和维持。

参 考 文 献

- 1 梁必骐,王安宇,梁经萍,等.热带气象学.广州:中山大学出版社,1990.182~228
- 2 海南行政区气象台.731号强台风的一些特征的分析讨论.见:全国台风科技协作技术组编.台风会议论文集.上海:上海人民出版社,1975.327~331
- 3 李先瑞.1996年9~12月灾情实况.中国减灾,1997,7(4):58~60
- 4 Liang Biqi, Zhang Qiuqing. A comparison analysis between developed and undeveloped depression over the South China Sea. Acta Oceanologica Sinica, 1989, 8(2): 199~208
- 5 梁必骐.南海热带大气环流系统.北京:气象出版社,1991.80~137
- 6 陈光宇,邓勇.对流层中高层冷空气对台风发展的贡献.见:全国台风科技协作技术组编.台风会议论文集.北京:气象出版社,1989.189~198

The Analysis of the Characteristics and Causes of Typhoon Sally

Lian Jiangfan^{*} *Liang Biqi* *Zheng Xinjiang*

Abstract By analyzing the relative data and comparing with similar historic cases, the characteristics and causes of typhoon Sally are analysed here. The conclusions are Sally is characterized by stable track, quick movement, quick offshore development and strong landing intensity, etc. The strong and stable west Pacific high pressure and the warm zones in the middle troposphere are the major causes of the stable track and quick movement of the typhoon. The strong and stable subtropical high pressure, the high relative humidity in the middle troposphere, the water-vapor convergence in the lower level, and the divergence field in the upper level provide advantages to the offshore development of the cyclone.

Keywords Typhoon, characteristics, causes, west Pacific high

^{*} Department of Atmospheric Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China