

热带气旋干湿特征的对比分析

耿 慧 沈树勤

(江苏省气象台, 南京 210008)

提 要

热带气旋属于热带天气系统, 由于其生成地及生命史的大部分时间基本都在洋面或海面上, 所以就其自身来说, 有着充分的水汽资源, 但在它的移动路径中, 随着环境场的不断变化, 其影响地区也并不是都有很强的降水产生。针对这一问题, 引入了干湿热带气旋的概念, 并选取了 3 个较为典型的个例, 对它们的天气形势及物理量场作了对比分析, 得到一些有益的结果。

关键词: 热带气旋 干湿特征 对比分析

1 干湿热带气旋的概念及热带气旋个例

1.1 本文所指的干湿热带气旋是相对一定的时间地点而言。丁治英、陈久康等人研究指出:“登陆台风北移过程中产生强降水的台风为湿台风, 反之为干台风”, 根据这一概念以及能更简明地对比出干湿热带气旋的异同, 我们对于干湿热带气旋作了进一步的规定, 即

相对江浙而言, 在热带气旋影响范围内有区域性暴雨产生, 则认为该热带气旋为湿热带气旋, 否则为干热带气旋。依照这一规定, 我们选取了 1994 年 3 个热带气旋个例, 它们分别是: 相似路径的两个台风 9415 号及 9430 号, 另一个为登陆的 9417 号热带气旋, 3 个热带气旋的具体路径、强度及降水实况详见附表。

附表* 1994 年 3 个热带气旋的路径、强度、降水实况

编号	路径分类	强度	离江苏最近位置	影响日期	暴雨	暴雨落区
9415	沿海活动	台风	32.9°N, 121.8°E	94.8.14	无	
				94.8.15	无	
				94.10.9	有	
9430	沿海活动	台风	30.6°N, 124.0°E	94.10.10	有	江苏
				94.8.21	有	江苏东南 浙江东部
9417	登陆消失	台风	28.8°N, 118.8°E ¹⁾	94.8.22	无	
				94.8.23	有	

1) 不包括台风减弱后的低压

由附表可看出如下特征:

1.1.1 相似路径的热带气旋影响江苏时并不一定造成相同量级的降水。9415 号和 9430 号台风虽然都是沿海活动类, 并都靠近江苏省, 但 9430 号台风产生了区域性大暴雨, 而

9415 号台风却没有暴雨出现, 据此将 9430 号台风定为湿台风, 9415 号台风为干台风。

1.1.2 同一个热带气旋在其移动路径中, 对影响地区所造成的降水也不同。9417 号台风 21 日夜里在浙江瑞安登陆, 造成了浙江东部

地区的强降水,而当它继续北上靠近江苏时,却没有出现区域性暴雨,当它转向东北方向移动到山东时,暴雨又突然增幅,使山东南部出现了区域大暴雨。因此,该台风也可认为是湿—干—湿交替的台风。

1.2 为了更好地对3个台风进行对比分析,我们在23—45°N、103—122°E范围内选取了81个高空测站,用其850、700、500hPa资料,共计算了7天如下物理量场:

$$K = (T_{850} - T_{500}) + T_{d850} - (T - T_d)_{700}$$

$$E = \sum \theta_{se} = \theta_{se_{350}} + \theta_{se_{700}} + \theta_{se_{500}}$$

$$\text{DIV} \vec{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}$$

$$R_\alpha = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$$

$$T_r = T + 2.5q + 10z$$

$$D_q = \nabla \cdot \left(\frac{1}{g} \vec{V} q \right)$$

$$= \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{g} uq \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{g} vq \right)$$

2 相似路径干湿热带气旋的对比分析

2.1 干湿热带气旋的形势特征分析

9415号台风和9430号台风在天气形势场上存在着明显的不同,由于两个台风的季节不同,副高脊线位置也不同,但西脊点的经度比较接近。从西风带系统看,两个台风影响江苏前后,从河套到华北都有一低槽东移,只是9430号台风过程中,槽底一直伸到了35°N附近,冷空气扩散南下,并且台风倒槽发展明显比9415号要强,这说明冷空气的活动对台风产生暴雨有着重要的贡献。同时指出,另一个明显的差异是:9430号台风在江苏产生暴雨前,700hPa有一条东西向的暖式切变线,当台风倒槽和北部冷空气逼近时,在切变线附近产生了强烈的辐合运动,出现了切变线南侧的大暴雨。

从流场的对比分析看,9430号台风在暴雨出现前,低空存在一支东南急流,并有风速

辐合,高空则为西南气流,高低空风向的切变加剧了水汽的垂直输送,而9415号台风过程中,由于位于青藏高原的大陆高压加强,并不断向东发展,使台风顶西侧的东北风加强,而偏南风则较弱,导致了水汽供给的不足。

2.2 物理量场对比分析

两个台风不论是在热力条件,还是动力条件都有所不同,尤其是热力条件存在明显的差异。

2.2.1 θ_{se} 场

9415号台风在暴雨前后没有明显的 θ_{se} 锋区,而9430号台风则有较强 θ_{se} 锋区存在,且呈东西走向。由于季节的不同,两者的 θ_{se} 绝对值大小有所不同,9430号台风的最大值为190℃,9415号台风为244℃,虽然前者的 θ_{se} 值没有后者大,但前者 θ_{se} 锋区要比后者明显的强。这说明9430号台风此时北部的冷空气活跃,并与台风暖湿气流相遇,形成了 θ_{se} 较强锋区(图1—2)。

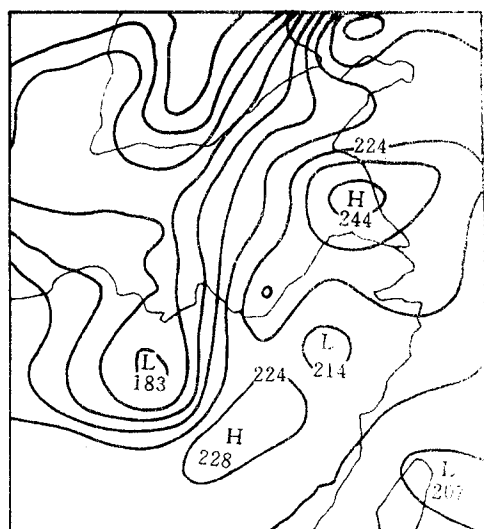


图1 1994年8月15日08时3层 θ_{se} 之和

2.2.2 K指数场

两个台风的K指数场(图略)的分布近似于 θ_{se} 场,9415号台风降水区为K指数的

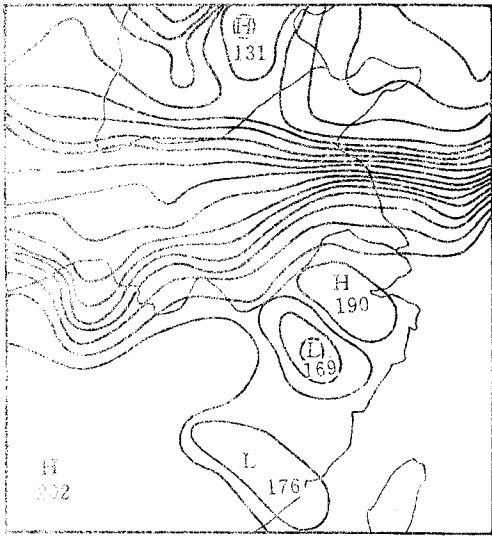


图2 1994年10月9日08时3层 θ_{se} 之和
低值区,9430号台风则为高值区,暴雨出现在
高值区的北侧梯度较大的区域。

2.2.3 水汽条件

两个台风在700hPa江苏附近都存在水汽辐合中心,而500hPa上(图略),9415号台风为水汽辐散,而9430号台风仍为水汽辐合区,这说明湿台风的水汽层要比干台风的深厚。不仅如此,9415号台风没有明显的水汽通道,9430号台风则存在水汽通道,它从台湾一直延伸到浙江、江苏,提供了充沛的水汽来源。从高空3层水汽通量散度场看,水汽通量主要出现在中低层的东南急流中(图3—4)。

2.2.4 能量场

通过对能量场的分析发现(图略):9430号台风比9415号台风的能量锋区明显要强,暴雨主要出现在能量锋区的南侧,即靠近高能中心的一侧。

在对两个台风的动力条件对比分析中可看出如下的不同(图略):9415号台风除了台风自身的辐合较强外,其降水区均没有强的辐合运动;9430号台风低层的强辐合上升区

并不在大暴雨区,而出现在台风倒槽的西北方向,即靠近冷空气一侧,而高层500hPa的辐合区呈东北—西南向,与大暴雨区十分吻合,这进一步表明了冷空气的侵入,使台风倒槽顶部的辐合明显加强,促使了大暴雨的产生。

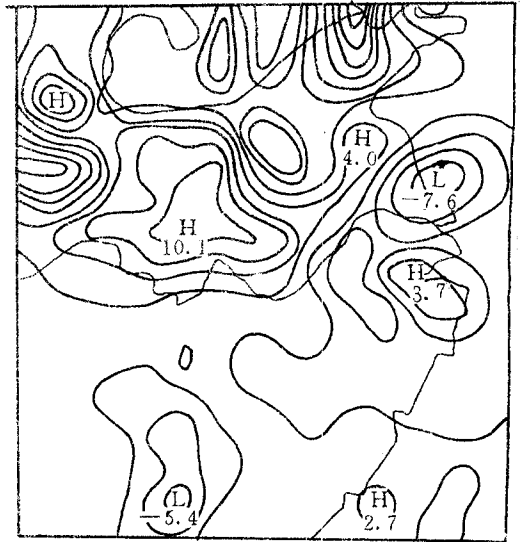


图3 1994年8月15日08时700hPa水汽通量
散度

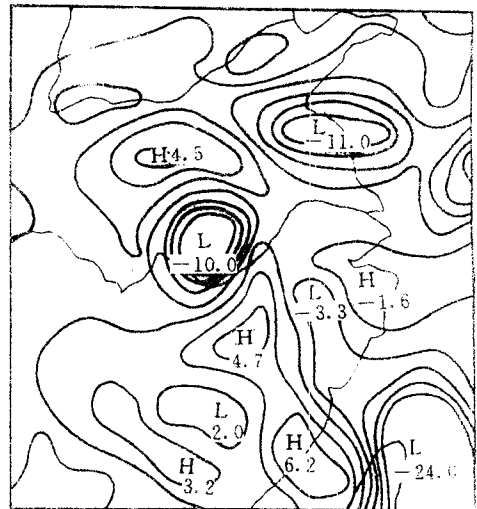


图4 1994年10月9日08时700hPa水汽通量
散度

3 先湿、后干、再湿交替型热带气旋的对比分析

3.1 形势特征对比分析

9417号台风的强度很强,在21日夜间登陆前后,浙江出现了区域性大暴雨。这主要是由于台风本身的作用,而此时江苏正处于大陆高压的底部,高中心20—22日基本维持在平壤附近,其东南侧存在一支偏东急流(850hPa有3站以上风速 $\geq 20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$),使台风登陆后继续向西北方向移动,减弱后沿 115°E 北上。22日,虽然低层在台风东侧存在一暖切变,但由于其南侧的西南气流风速是辐散的,所以也未对当日的降水起到增强作用。23日,随着大陆高压东移,台风减弱的低压转向东北方向移动,在山东半岛与西风带低槽相遇,使暴雨增幅,山东南部出现了大暴雨。

3.2 主要物理量对比分析

该台风过程中的热力条件先后不同。

21日,从台湾到浙江为一西北—东南向的 θ_{se} 大值轴,并且在杭州湾附近有明显的 θ_{se} 锋区,暴雨出现在轴线的东侧,此时江苏为 θ_{se} 的低中心。中心数值 148°C 。22日, θ_{se} 大值区继续向北扩展,主要锋区在安徽到江苏一带。23日,在阜阳附近出现了一个 215°C 的 θ_{se} 大值中心,中心数值为 225°C ,轴向也转为西南—东北向,锋区则在山东,这与23日山东南部的大暴雨落区比较吻合(图5—6)。

在台风暴雨中,温度条件显得尤其重要,一般台风都带有大量的水汽,但如果没有足够的辐合上升运动及水汽补充,也不易产生暴雨,9417号台风就是一例,在对其水汽通量散度场的分析中可以明显的看出这一点(图略)。

21日,江苏的水汽辐散场更为明显,其最大中心为 $29.7\times 10^{-6}\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$,此时

的水汽辐合中心在福建北部一带,并且在台风北侧的东—东南气流中存在明显的水汽辐合通道。22日,江苏仍处于水汽辐散场中,因此没有强降水产生,23日,江苏虽然出现了中心值为 $-15\times 10^{-6}\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ 的水汽辐合中心,但水汽通道已切断,未出现区域性暴雨。

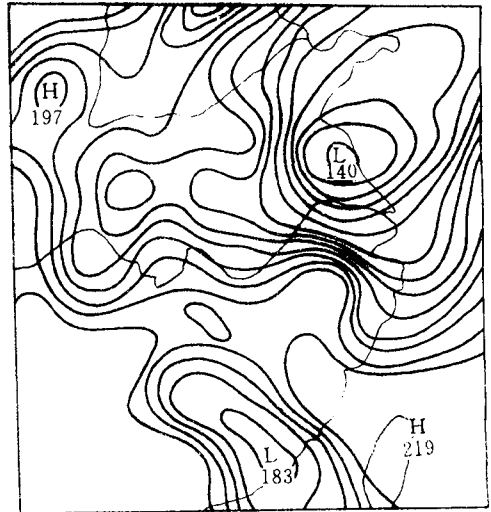


图5 1994年8月21日08时3层 θ_{se} 之和

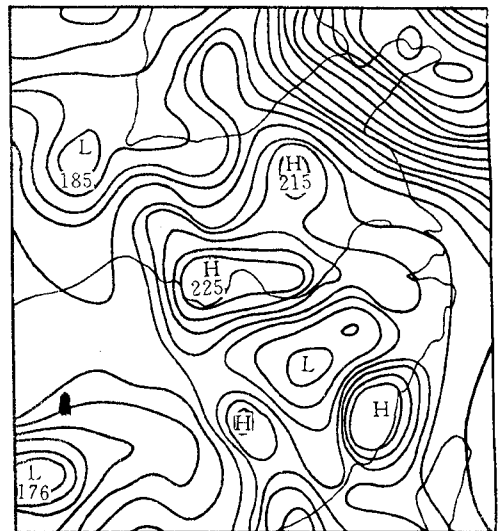


图6 1994年8月23日08时3层 θ_{se} 之和
从对9417号台风过程的涡度场的分析

可知(图略):700hPa 涡度场的分布与暴雨区配合较好,其中22日从台风中心延伸出一个正涡度大值轴到浙江,中心最大值为 $14.2 \times 10^{-5} \cdot s^{-1}$,23日正涡度大值轴转为西南—东北向,在轴线北端偏东一侧,即山东南部出现大暴雨。在这3天中,我省基本处于辐散场或弱辐合场中,这对暴雨的产生极为不利。

4 小结

4.1 对于相似路径干湿热带气旋的降水,其天气形势的主要区别在于:湿热带气旋一般有冷空气的配合,低层有暖切变存在,使热带气旋产生强降水,亦有足够的热力及动力条件。

4.2 干湿热带气旋的另一个不同之处在于

水汽条件:湿热带气旋一般有明显的 θ_{se} 锋区,且暴雨出现在 θ_{se} 锋区靠近大值中心的一侧;干热带气旋的 θ_{se} 锋区则不存在或比较弱。另外,湿热带气旋有比较长、且有强辐合的水汽通道,而干热带气旋则没有或较短。

4.3 一个热带气旋经过不同的地区,由于其环境场及干湿条件存在差异,导致其产生的降水强度也不同。在产生大暴雨的地区,除了自身有充足的水汽外,还必须要有充足的水汽来源,因此,水汽通道是否存在就显得尤其重要。除此之外,还必须具备良好的辐合上升运动。

参考文献(略)

Contrast Analysis of Dry and Moisture Feature of Tropical Cyclone

Geng Hui Shen Shuqin

(Meteorological Observatory of Jiangsu Province, Nanjing 210008)

Abstract

Tropical cyclone belongs to tropical synoptic system. It has plenty of vapor sources because its generating location and life cycle are mostly over oceans or sea. But in the moving process, as the ambient field was changing, there is unlikely heavy precipitation in the areas affected by tropical cyclone. By way of introduction of the conception of dry and moisture tropical cyclone and selection of the three typical examples, the contrast analysis of their synoptic situation and physical field is conducted.

Key Words: tropical cyclone dry and moisture feature contrast analysis