

广东后汛期季风槽暴雨天气形势特征分析^①

黄 忠 张 东 林良勋

(广东省气象台,广州 510080)

提 要

对 1981~2002 年广东后汛期季风槽暴雨期间的环流形势和天气系统进行了统计分析,结果发现,广东后汛期的季风槽暴雨多数发生在西太平洋副高位置偏东或偏南的情况下,并与中纬西风槽或 ITCZ 有直接联系;季风槽多数位于华南地区上空或华南沿岸海面;高层辐散覆盖广东全部或大部,中心在华南近海。西南季风向北推进源于西南和华南地区低压槽发展,或由于热带气旋登陆后北上而牵动西南季风深入华南陆地,也有些过程是副高西端的偏南气流引导南海季风北进。对流活动有从南海北部或北部湾附近向华南移动的趋势,并有昼夜变化。

关键词: 后汛期 暴雨 季风 OLR

引 言

在盛夏季节,当夏季风加强向北推进时,南海北部至华南沿海地区低空经常出现一条西南与东南季风辐合区,或者由于地面上北部湾附近地区低压槽发展,强偏南气流登陆华南沿海,南海季风云团涌到华南上空,造成强烈降水。华南地区的预报员通常称这种低层形势为季风槽。

季风槽是华南后汛期(7~9月)除了热带气旋之外的主要降水系统,可在华南地区引起持续性的暴雨,甚至引发地质灾害和洪水。如 2002 年强热带风暴北冕 8 月 6 日在江西北部消失后,尾随其后北上的西南季风给广东带来的暴雨一直持续到 8 月 9 日,在广东北部引发了地质灾害;1994 年 7 月下旬初,一个热带低压在广西减弱后,在华南维持一个季风槽,给广东、广西两省区带来持续多日的暴雨和大暴雨,造成西江流域严重水灾。目前,对季风与降水的研究主要集中在气候方面^[1],或以前汛期暴雨为主。如李向红等^[2]对南海夏季风爆发后发生的华南 11 次暴雨过程进行分析,发现华南大范围暴雨发

生前华南地区存在季风涌,表现在暴雨前有一经向风的增长过程和 θ_e 增大的过程,但是,这些暴雨过程均发生在华南前汛期。对季风与华南后汛期暴雨的关系也有一些研究,但以一些天气过程的分析为主。吕梅等^[3]曾从流场上分析 1994 年 6~7 月华南暴雨过程中印度西南季风和东亚季风的作用,指出 7 月中旬以后副热带高压脊线就一直稳定在 33~35°N 之间,华南主要受副高南侧偏东风里的热带天气系统及印度西南季风影响。史学丽和丁一汇^[4]在研究 1994 年华南大范围暴雨过程的形成与季风活动时也指出,7 月份的降水则是在热带季风气流的辐合线上,受热带系统影响导致暴雨过程。在广东,也有过一些对后汛期季风引起的暴雨的个例分析^[5,6]。但是,还有必要对后汛期季风槽暴雨发生的环流形势和天气系统的共同点进行一些分析,供短期预报业务参考和为开展进一步研究打下基础。

1 资料来源

在统计分析过程中主要使用了下列资料:

① 广东省科技厅地市重点引导项目:广东省地质灾害气象预报关键技术研究(2004B32601007)资助

(1) 1981~2002年后汛期(7~9月)广东省86个常规气象站日雨量观测资料,以北京时间20时为日界;

(2) 同期广东省气象台分析的天气图或中央气象台编辑出版的历史天气图;

(3) NOAA-NCEP的位势高度、风、海平面气压、向外长波辐射通量(OLR)等再分析资料,网格空间分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。

2 后汛期季风槽暴雨的时间分布

研究分析对象是广东省后汛期由季风槽引起的较明显的暴雨过程。因此规定:广东境内至少每天有5个常规气象站(下同)连成片出现暴雨,且持续出现3天以上;如果其中某一天虽出现5站以上的暴雨,但站点不能

连成片,则要求同时广东省范围内大雨以上降水站数达20站以上。

根据上述条件,挑选出暴雨过程12个(见表1),其中已根据中国气象局编辑的《台风年鉴》(1989年以后为《热带气旋年鉴》)资料排除了大量有热带气旋在广东登陆直接造成的暴雨过程和热带气旋在广东登陆且在广东境内减弱成低压槽造成的暴雨过程,其中有3个在热带气旋远离广东或移出广东消失以后遗留下季风槽造成广东连续多日的暴雨,我们仍称为后汛期季风槽暴雨过程。为了剔除热带气旋本身的暴雨,降水过程时间从热带气旋离广东至少400km以上,或在广东境外消失以后算起。

表1 季风槽暴雨过程一览表

过程日期	暴雨站次	最大日雨量/mm	主要落区	备注
1982.7.31~8.2	31	205.8	南部	8209号TY登陆华东带动季风槽北上
1984.8.4~6	28	119.5	沿海	
1987.7.29~31	99	221.2	南部	
1994.7.23~27	63	154	南部、西北部	TD在广西减弱后遗留季风槽
1995.8.2~5	77	264.2	南部	9504号TS北上在安徽减弱,遗留季风槽
1997.7.1~6	102	277.6	南部、西北部	
1997.7.17~20	41	155.8	南部	
1997.8.7~9	30	163.5	中、南部	
1999.8.10~13	51	142.3	分散在各部位	
2001.7.15~18	67	158.1	南部	
2002.7.17~20	62	205.4	东南、中、北	
2002.8.7~9	42	239.6	南、中、西北	STS北冕从广东移入赣北减弱,遗留季风槽

从表1可以看出,广东后汛期明显的季风槽暴雨全部都发生在7~8月盛夏季节,暴雨落区以南部为主。

3 广东季风槽暴雨的环流形势

3.1 季风槽暴雨期间500hPa的环流形势

用天气图和NCEP的500hPa高度资料分析季风槽暴雨期间的环流形势,分析出3类基本形势:

(1)较为常见的一类是在四川盆地到我国东部沿海有西风槽或低涡活动,这些槽多移动较慢或出现更替,有时槽底到达华南地区,副热带高压一般强度相对较弱,位置比较偏东或偏南,5880gpm等高线撤出中国大陆或其西脊点只到华东沿海(图1a)。由于华中、江南和华南位于槽前的正涡度平流区,使

华南地区地面低压槽发展和维持,南海季风加强,并在华南低压槽内辐合,提供暴雨所需的上升运动。这些过程分别出现在:1982年7月31~8月2日、1987年7月29~31日、2001年7月15~18日、2002年7月17~20日和2002年8月7~9日。

(2)中国大陆副热带高压较弱,脊线在 $30^{\circ}N$ 附近或更北。ITCZ横卧在华南沿海,有时甚至与印度季风槽相连^[4]。这类过程有:1987年4~6日、1994年7月23~27日、1995年8月2~5日、1997年8月7~9日和1999年8月10~13日,其中1997年8月7~9日的辐合带是热带气旋从冲绳岛附近北上使辐合带向北位移。

(3)太平洋副热带高压西端呈方头状、丫

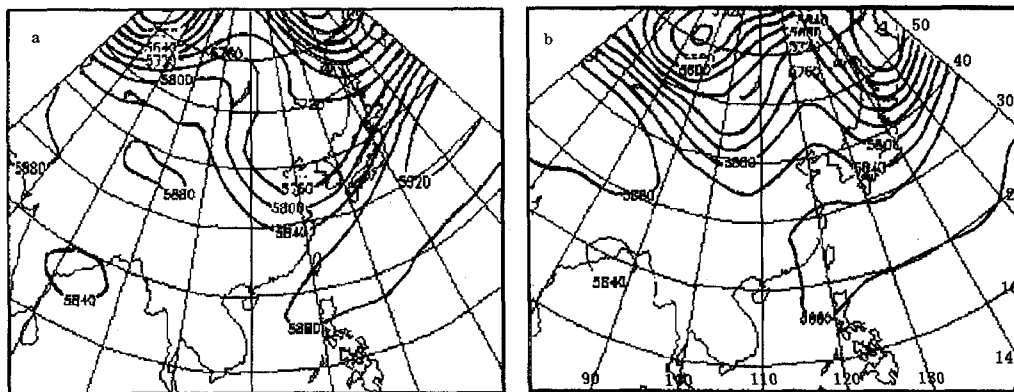


图1 广东后汛期季风槽暴雨 500hPa 平均位势高度场(单位 gpm)

a.2002年7月16~20日;b.1997年7月16~20日

状或块状,孟加拉湾北部有季风低压存在(图1b)。这种形势有利于南海的季风云团北上。这些过程分别是:1997年7月1~4日(7月5日以后华东有高空槽活动)和1997年7月17~20日。

3.2 地面天气形势

在季风槽暴雨期间的平均海平面气压场有两种形势;两种形势的共同特点是:在北部湾有向北或东北方向伸展的低压区,有时在北部湾或广西境内有闭合的低压中心,其中有些是 ITCZ 上的扰动,中心气压多数在 1004hPa 以下,最低的过程达到 1000hPa 以下。第一种形势主要特点是西太平洋的高压脊偏东,从北部湾到台湾以东洋面为弱低槽,华南沿海地区等压线略呈气旋式弯曲(图2)。而第二种形势与第一种的差别主要在西太平洋高压脊到达台湾省附近,华南中部和东部沿海及南海北部的等压线多数呈南北走向或南西南—北东北走向,等压线与华南海岸线近于正交,存在着较明显的指向西—西北的气压梯度。

在大多数暴雨过程开始之前或初期,广东西部和广西南部沿海的气压都下降,只有少数由于副热带高压西伸而出现气压轻微上升。

3.3 华南和南海边界层风场

为了说明季风槽的位置,首先分析了 925hPa 东西风的分界线(即 u 分量零线)的

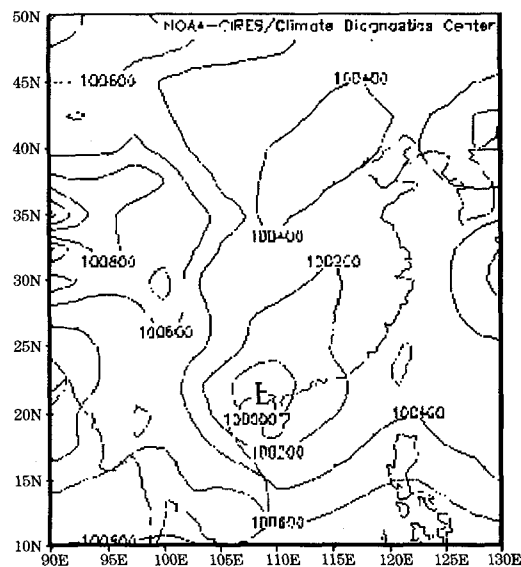


图2 1997年7月1~6日平均海平面气压

平均位置。在 12 个后汛期暴雨过程中,东西风分界线平均位置与 113°E 在 25°N 以南相交的有 7 个过程,位置最南的 1984 年 8 月 4~6 日,平均在 20°N 附近。由于这个过程季风槽位置太南,降水的范围和强度都是最小的,且 3 天的暴雨落区全部在沿海地区(见表 1)。地形风分界线位置在 25°N ~ 28°N 之间的有 3 次过程,还有 2 个过程因为华东或黄海有热带气旋活动,引导季风槽向北推进并转竖,导致 28°N 以南基本无偏东气流。

通过分析各个暴雨过程的 925hPa 风的 v 分量的平均值,发现各个过程从南海到华

南低空都有一条的高值带,且往往在南海中北部到华南沿海地区有 high 中心,最高平均值达 $13\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。如果连续追踪,一些过程风速中心还有由南向北运动的趋势。气流跨赤道的通道一般在 105°E 附近,也有少数在 $115\sim 120^\circ\text{E}$ 。 u 分量的高值通道主要从孟加拉湾经马来半岛或中南半岛南部到达南海海域,在中南半岛南部和南海南部 u 分量的值比 v 分量来得大,而在华南沿海和南海北部,二者大体相当,有时甚至 v 分量更大一些。这说明印度季风向东到达南海南部后与跨赤道气流或副热带高压西部的偏南气流汇合,然后变为南到西南风吹向南海北部和华南上空。这与孙建华^[7]等人以及杨克明^[8]等人的研究结果相似。正是这两支气流把来自低纬海洋的水汽输送到华南上空^[3]。

分析发现,在这些后汛期季风槽暴雨两个例中,高空槽作用使中国西南和华南地区低层高度场降低,或 ITCZ 的作用使北部湾附近出现扰动(如 1995 年 8 月 3~5 日),都能使季风槽向北推进。方头(或块状)副热带高压有所西进,与北部湾低槽之间气压梯度加大,以及热带气旋在华南东部或华东登陆深入内陆,也能引导季风北上。

4 高层的辐散和 OLR

4.1 对流层高层辐散

使用 NCEP 再分析的 200hPa 层各个暴雨过程平均的 u 、 v 资料,计算了各个过程的 200hPa 平均散度场。结果表明在季风槽暴雨期间,广东 200hPa 高空完全或大部分被辐散场所覆盖,辐散中心一般位于华南近海,这与暴雨多数出现在广东南部地区是对应的。但是,也有少数暴雨过程的高层平均辐散中心位于华南陆地上空。如 1997 年 7 月 17~20 日辐散中心就位于广东西南部上空,中心为 $0.8\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 。在强度方面,广东上空或邻近地区辐散中心一般在 $0.6\times 10^{-5}\sim 1.2\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 之间,其中以 1995 年 8 月 2~5 日最明显,粤东沿海地区达到 $1.4\times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ (图 3)。所以这次过程降水也较强烈,共出现大暴雨以上降水 22 站次,其中超过

200mm 降水的有 4 站次。

必须指出,这些数值是过程平均值,其中某些时间的数值大得多。

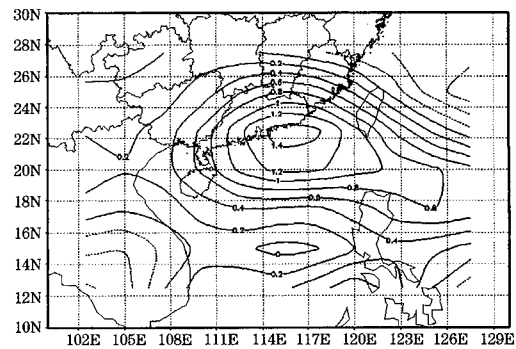


图 3 1995 年 8 月 2~5 日 200hPa 散度场(10^{-5}s^{-1})

4.2 OLR 的变化

为了了解南海和华南地区的对流活动和上升运动,分析了 OLR 低值区的变化,发现其中的一个最重要特征是,季风槽暴雨前,南海海面的 OLR 低值区逐渐向北运动,靠近华南沿海,在暴雨期间,低值区在南海北部到华南地区维持。低值中心的数值在 $180\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 以下,最低时在 $140\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 以下。这种现象可能是范梅珠和江吉喜^[9]所说的季风云涌造成的。图 4 是 2002 年 7 月 15~18 日每日 4 次平均的 OLR 变化图,可以清楚地看出其低值区逐日北上及最后在华南维持的过程。另一种变化趋势是,从孟加拉湾经中南半岛到北部湾有一条 OLR 低值带,OLR 低值区先在中南半岛到北部湾地区发展,然后向东扩展影响广东(图略)。这些特征都反映了季风槽暴雨期间水汽输送、对流活动的发展和移动的趋势。

OLR 低值中心的位置还存在日变化,往往夜间 2 时位于南海北部或华南沿岸地区,午后位于华南陆地上空。这反映了季风降水的日变化特点,也与《华南前汛期暴雨》中提到的海陆风散度日变化相吻合^[10]。白天辐合区在华南陆地上,午后陆地对流发展;晚上陆上对流减弱,陆风加强,海陆风辐合出现在沿岸地区,对流也出现在海上或沿岸地区。

暴雨结束通常与 OLR 高值区从西太平

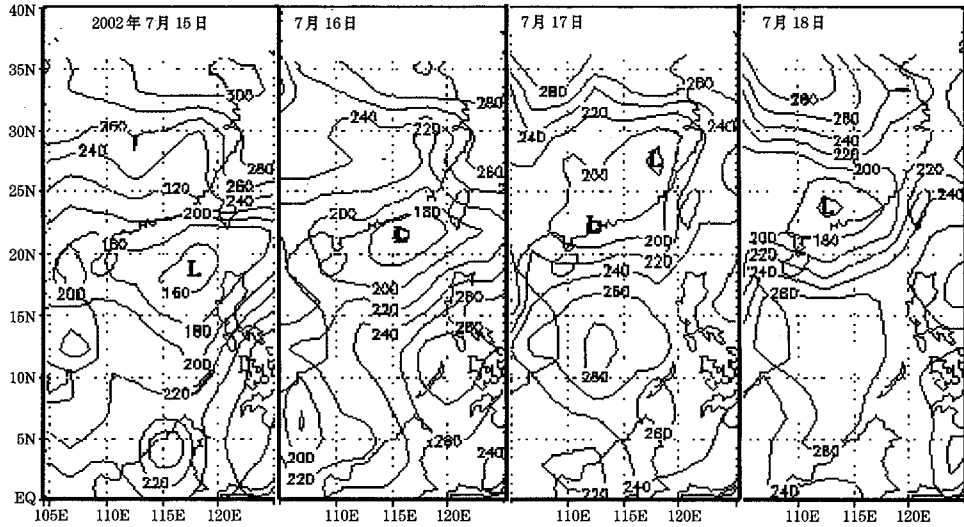


图4 2002年7月15~18日日平均 OLR 值变化图(单位: $W \cdot m^{-2}$)

洋西移控制广东的过程相联系,代表了副热带高压加强西伸,气压上升,季风槽填塞,对流减弱的过程。

5 结论

广东后汛期季风槽暴雨有如下一些特点,可结合数值预报产品的应用作为预报参考:

(1)在 500hPa 四川盆地到华东的西风槽、华南沿海地区的 ITCZ 以及方头(或块状)副热带高压的形势下广东均有可能出现季风槽暴雨,其间中国大陆副热带高压较弱,西太平洋副热带高压位置多数偏东或偏南;

(2)地面西南地区以及广西到北部湾一带低槽发展,并扩展到整个华南地区,形成华南沿海东高西低的气压形势,或在华南沿海出现低压槽;

(3)季风槽的平均位置多数在华南上空或近海,西南低槽发展使季风气流在华南地区加强,或从中南半岛和南海推进到华南。热带气旋北上深入内陆,也引导季风气流北上,这时副热带高压如果没有迅速西进控制华南地区,季风槽将在华南地区维持;

(4)后汛期季风槽暴雨期间广东全部或大部分地区被 200hPa 高层辐散所覆盖;

(5)OLR 很好地反映在暴雨过程开始前有对流云团从南海海面向华南沿海靠近,或对流云团在中南半岛北部和北部湾附近发展,逐渐向东移动的趋势。

参考文献

- 1 吴尚森,梁建茵,李春晖.南海夏季风强度与我国汛期降水的关系.热带气象学报,2003,19(增刊):25~36.
- 2 李向红,徐海明,何金海.对亚洲两支赤道气流与华南暴雨的关系探讨.气象科学,2004,24(2):161~167.
- 3 吕梅,成新喜,陈中一等.1994年华南暴雨期间夏季风的特征及其对水汽的输送.热带气象学报,1998,14(2):135~141.
- 4 史学丽,丁一汇.1994年中国华南大范围暴雨过程的形成与夏季风活动的研究.气象学报,2000,58(6):666~678.
- 5 张录青,刘艳群,张曙等.韶关“7·19”暴雨成因分析.广东气象,2003,3:26~28.
- 6 伍志方,广州地区7·17大暴雨及强对流的多普勒雷达资料分析.广东气象,2002,3:8~10.
- 7 孙建华,赵思雄.1998年夏季长江流域梅雨期环流演变的特殊性探讨.气候与环境研究,2003,8(3):291~306.
- 8 杨克明,毕宝贵,李月安等.1998年长江上游致洪暴雨的分析研究.气象,2001,27(8):9~14.
- 9 范梅珠,江吉喜.1999、1998年夏季长江流域暴雨成因对比分析.气象,2000,26(4):38~41.
- 10 黄士松主编.华南前汛期暴雨.广州:广东科技出版社,1986:125~128.

Synoptic Analysis of Heavy Rain Related to Monsoon Trough in the Latter Flood Season of Guangdong

Huang Zhong Zhang Dong Lin Liangxun
(Guangdong Meteorological Observatory, Guangzhou 510080)

Abstract

Synoptic characteristics associated with heavy rain brought by monsoon trough in the latter flood season of Guangdong from 1981 to 2002 are analyzed. The result indicates that most of the cases take place when the Pacific subtropical high is inclined to the east or in lower latitude than its normal position and are directly related with the westerly troughs or ITCZs. Most monsoon troughs lie over South China or its coastal water. The divergence areas at 200hPa level usually cover the whole Guangdong or the most part of it with the divergence center over the offshore area of South China. The advancing northward of the monsoon is mainly resulted from the development of the trough over Southwest China and South China and the northward movement of the tropical cyclones. The southerly flows on the western periphery of subtropical ridge sometimes could steer the monsoon northward too. As a result, the convection tends to move from the South China Sea and Beibuwan Gulf and its neighboring area toward Guangdong and with a daily variation.

Key Words: latter flood season heavy rain monsoon OLR