

吕梅,邹力.2007 年梅雨期副热带高压进退特征与对流系统演变[J].暴雨灾害,2010,29(1):1-6,13

# 2007 年梅雨期副热带高压进退特征与对流系统演变

吕梅,邹力

(解放军理工大学气象学院,南京 211101)

**摘要:**利用 NCEP  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 再分析资料和 FY-2C 的空间分辨率为  $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ 、时间分辨率为 1 h 的  $T_{BB}$  资料,分析并描述 2007 年梅雨过程中西太平洋副热带高压进退过程以及在有利的大尺度背景场下副高北侧中小尺度对流系统的演变特征,并具体分析江淮流域一个中尺度对流系统(MCS)的初生、发展和消亡过程。结果表明: $T_{BB}$  资料可较好地描述西太平洋副热带高压北抬及西进和东退、中断特征,及其强度和位置;当年 6 月 29 日至 7 月 10 日位于副高北侧、影响江淮流域的降水过程有 4 次,每次过程包含 1~3 个中尺度系统生消过程,中尺度对流系统不断生成发展导致当年梅雨期区域性暴雨和大暴雨;MCS 个例由两个发展起来的  $\beta$  中尺度深对流系统合并而成,合并后 MCS 原地停留 8 h,与活跃于美国中部的中尺度复合体(MCC)外形有相似特征; $T_{BB} < 230$  K 的区域与降水区对应,强降水区与  $T_{BB}$  为 210~220 K 的区域对应。

**关键词:** $T_{BB}$  资料;梅雨;西太平洋副热带高压;中尺度对流系统

中图分类号:P447:P458.1\*21 文献标识码:A 文章编号:1004-9045(2010)01-0001-07

## 1 引言

西太平洋副热带高压(以下简称副高)作为东亚夏季季风系统的重要成员之一,是影响中国的主要天气系统,其活动不仅对低纬度环流和天气变化起到极大作用,且对中高纬度环流演变也有显著影响,特别是其进退与中国夏季的雨季变化,暴雨、旱涝分布以及热带气旋路径关系极为密切。因此,副高位置、强度和范围预测一直是气象工作者关注的焦点。由于副高在高空图上比地面图上表现更清楚,通常用 588 dagpm 特征等高线(以下简称 588 线)表示副热带高压边缘所伸展的范围,并以之表示副高的西伸北进和东退南移;也有用高空纬向风零线表示副热带高压脊线位置和长轴方向的。用 588 线和纬向风零线研究副高是建立在 500 hPa 高度场形态学基础上,主要侧重副高动力学描述,但用 588 线描述副高活动有时会出现不连续现象(天气图上分析不出 588 线),用 588 线轮廓轴线描述副高脊线位置带有一定的主观性。

近年来,卫星遥感资料得到了广泛的应用<sup>[1-8]</sup>。 $T_{BB}$  (Temperature of Brightness Blackbody) 资料既可表现大范围云系分布,也可反映中小尺度云系发生发展、成熟和消散演变的全过程,还可因其时空高分辨率满足对短时预报尤其是灾害性天气临近预警的需求。姚秀萍等<sup>[1]</sup>利用  $T_{BB}$  资料分析和描述西太平洋副热带高压特征,并提出其  $T_{BB}$  特征值:11 月至次年 4 月  $T_{BB} >$

285 K 的区域,5—6 月和 9—10 月  $T_{BB} > 280$  K 的区域,7 月和 8 月  $T_{BB} > 275$  K 的区域可视为西太平洋副热带高压区。解明恩等<sup>[2]</sup>利用 17 年卫星  $T_{BB}$  及云南雨量资料,研究热带  $T_{BB}$  演变与云南雨季开始期及 5 月雨量的关系,用  $T_{BB}$  资料描述主对流云、强对流区,且给出主对流云、强对流区的  $T_{BB}$  特征数值。傅昶珊等<sup>[3]</sup>分析  $T_{BB}$  资料发现,强对流天气发展,云顶亮温一般在  $-60^{\circ}\text{C}$ ,且 87.3% 以上的暴雨发生在  $-60 \sim -80^{\circ}\text{C}$  云顶亮温区;强对流区面积和层次变化对暴雨也有很好的指示作用。何金海等<sup>[4]</sup>的研究还表明, $T_{BB}$  能较好反映雨带分布和暴雨云团对流活动,其量值大小与降水强度有一定的对应关系, $T_{BB}$  越低,表示云顶越高,对流越活跃,当  $T_{BB} < 210$  K 时,可认为这种云为对流云,伴随的降水较严重,用  $T_{BB}$  确定暴雨时刻是可行的。陈佩燕等<sup>[5]</sup>利用 GMS-5 气象卫星红外云顶亮温( $T_{BB}$ )资料,对其在西北太平洋热带气旋强度预报中的应用进行了讨论。

我国东部属季风显著区,夏半年受西南季风和东南季风控制,炎热多雨。从春季到夏季,随夏季风向北推进,多年平均雨带也分阶段自南向北推移,6 月中下旬至 7 月上中旬,雨带北跳至江淮流域,该流域进入梅雨季节。江淮流域梅雨是东亚地区特有的天气气候现象,与东亚大气环流变化密切相关。2007 年梅雨始于 6 月 19 日,7 月 24 日出梅,持续 36 天,梅雨期偏长。梅雨期降水以过程性降雨为主,并非持续阴雨。这是

收稿日期:2009-09-25;定稿日期:2009-12-31

基金项目:国家自然科学基金项目(40975031)、江苏省气象科研基金项目(K200715)与解放军理工大学气象学院基础理论研究基金项目共同资助

作者简介:吕梅,女,1963 年生,副教授,主要从事中尺度天气系统分析研究。E-mail: lumeicn@126.com

由于梅雨锋并未表现出原有的准静止特性,与之相伴的雨带南北摆动,降水时空分布不均,且降水强度大、暴雨频繁,大部分地区降水量较常年同期明显偏多,其中淮北、江淮之间西北部及苏南西部局地特多。江淮梅雨与淮北雨季合并也使梅汛期相对变长。6月30日至7月10日,江苏中北部出现连续暴雨到大暴雨集中时段,致使淮河江苏段和里下河地区出现内涝。2007年7月3日、7—9日分别出现区域性大暴雨,其中7—9日南京地区出现强降水过程,其主要集中在江宁、南京和江浦一带。本文采用 NCEP 再分析资料(水平格距为  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ )以及 FY-2C 提供的  $T_{BB}$  高分辨

率资料( $T_{BB}$  产品来源于国家气象中心,其有效范围为  $45^{\circ}—165^{\circ}E$ 、 $60^{\circ}S—60^{\circ}N$ ,空间分辨率为  $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ ,时间分辨率为 1 h),分析 2007 年梅雨过程,重点分析副高进退过程以及大尺度背景下副高北侧中小尺度对流系统演变特征。

## 2 基于 $T_{BB}$ 资料的副热带高压进退特征分析

利用  $T_{BB}$  资料,分析东亚夏季风雨带主要影响系统之一——副高的演变过程。图 1 给出 2007 年 6 月 1 日至 7 月 27 日  $T_{BB}$  纬向( $120^{\circ}—160^{\circ}E$ )平均值的时间剖面图。

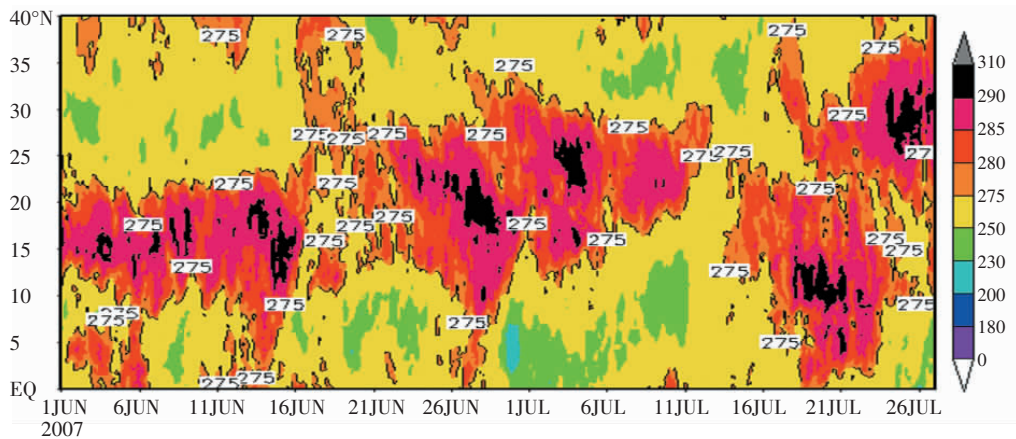


图 1 2007 年 6 月 1 日至 7 月 27 日  $T_{BB}$  沿  $120^{\circ}—160^{\circ}E$  的平均值的纬向时间剖面图(单位: K)

从图 1 中可见,珠江流域前汛期强降水出现在 6 月 1—16 日,275 K 线所示副高区域北界位于  $22^{\circ}N$  以南;6 月 18 日,副高有一次明显北跳过程,江淮流域进入梅雨期;入梅后,副高不稳定,6 月 28 日,275 K 特征线有一小的北跳;之后,由北向南摆动,梅雨期雨带及对流区域随之摆动;受 7 月 11—16 日台风“万

宜”北上影响,副高主体被迫向东撤退,由于此图中  $T_{BB}$  是沿  $120^{\circ}—160^{\circ}E$  的平均,可看出副高出现中断;7 月 25 日前后,副高再次北跳,其北界到达  $35^{\circ}N$ 。

选择 4 个典型时段(图 2),对其  $T_{BB}$  场平均特征进行分析。图 2a 是 6 月 1—16 日的  $T_{BB}$  平均场。从中可见, $T_{BB} > 280$  K 的区域呈带状分布,西脊点接近  $100^{\circ}E$ ,

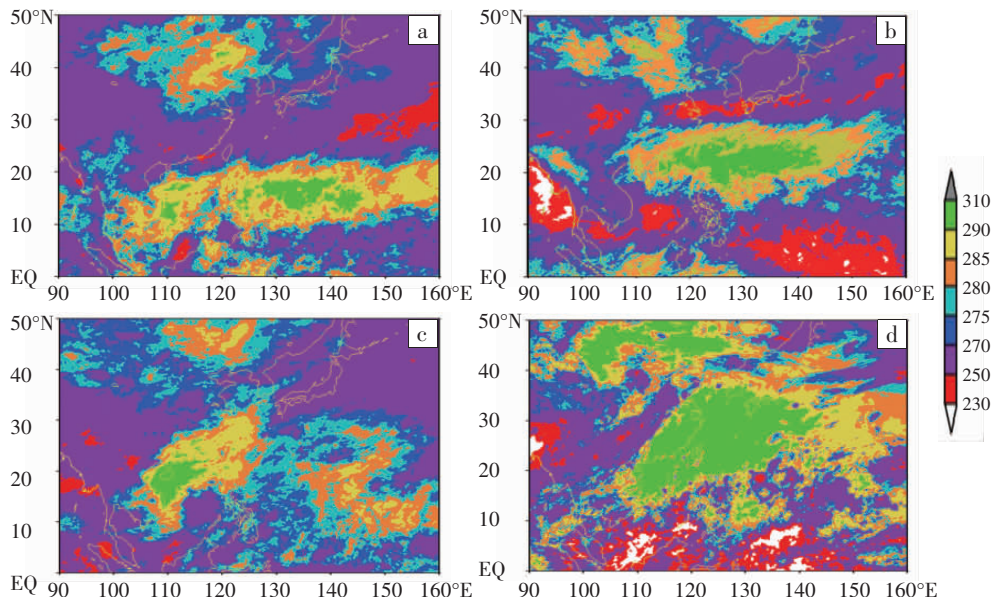


图 2 2007 年 6 月 1—16 日(a)、7 月 1—10 日(b)、7 月 11—24 日(c)、7 月 25—27 日(d)平均  $T_{BB}$  场(单位: K)

位于 10°—20°N 范围内,这一时段对应珠江流域强降水。从中还可看到副高强度变化,副高控制区域 $T_{BB}$ 值为 280~290 K。

图 2b 是 7 月 1—10 日  $T_{BB}$  10 天的平均场。从中可见,副高主体位于 30°N 以南,280 K 亮温等值线所示副高范围为带状区域,其范围在 15°—28°N 内,副高主体中心  $T_{BB}$  在 290~310 K 之间,说明副高内部基本是无云区;此期间,副高稳定, $T_{BB}$  脊线位于 25°N 附近,西脊点位置偏西(110°E 处)。这种环流形势有利于印度季风和东亚季风携带的暖湿空气输送到我国江淮流域,为该时段持续性强降水天气源源不断提供水汽。同时,副高北侧 230~250 K 对流区基本呈东西向带状分布,由于对流单体生命史短且存在一定移动性,所以平均图上对流特征不明显。

图 2c 是 7 月 11—24 日  $T_{BB}$  平均场。从中可见,由于台风“万宜”影响,副高发生断裂,副高主体东退,其西伸脊仍留在我国大陆,大陆仍受高压控制,延迟副高整体北跳,使江淮梅雨持续,这是 2007 年梅雨迟迟不结束、梅雨期偏长的主要原因。

图 2d 是 7 月 25—27 日  $T_{BB}$  平均场。从中可见,副高 7 月 25 日才完成稳定的第二次季节性北跳,比常年(7 月 8 日)偏晚 17 天左右,此时副高已进入一年中最强盛期,其西伸脊区  $T_{BB}$  强度达 290~310 K。

综上分析,副高内部基本是无云区,且为  $T_{BB}$  高值区; $T_{BB}$  资料可清晰反映副高位置、范围及其内部强度特征。

### 3 梅雨期强降水过程流场与水汽来源分析

这里,以当年 7 月 1—10 日强降水过程为例,给出此阶段高、低空流场和位势高度场,分析梅雨期强降水过程流场与水汽来源。

从 7 月 1—10 日 200 hPa 平均流场可见(图 3a),东亚环流已从冬季型转为夏季型,中高纬西风减弱北撤,南支西风消失,此阶段南亚高压分为 2 个中心,西侧脊伸到 40°—50°E;东部中心位于 100°E 附近,东侧脊达 150°—160°E。南亚高压从青藏高原向东延伸至我国东海,江淮受南亚高压东伸脊控制,维持一反气旋东伸脊,南亚高压北侧为西风急流带,梅雨锋云带位于西风急流南侧,江淮地区受偏西辐散气流影响。

从 7 月 1—10 日 500 hPa 平均位势高度场可见(图 3b),“西阻高”位于欧洲东部,“东阻高”位于贝加尔湖,亚洲中高纬地区阻塞形势稳定。冷空气路径有两支,一支从巴尔喀什湖低槽内分裂出来,随短波槽东移,经我国新疆、黄河上游东移至江淮流域,另一支从贝加尔湖南下;中纬度地区(30°—40°N)平直西风气流

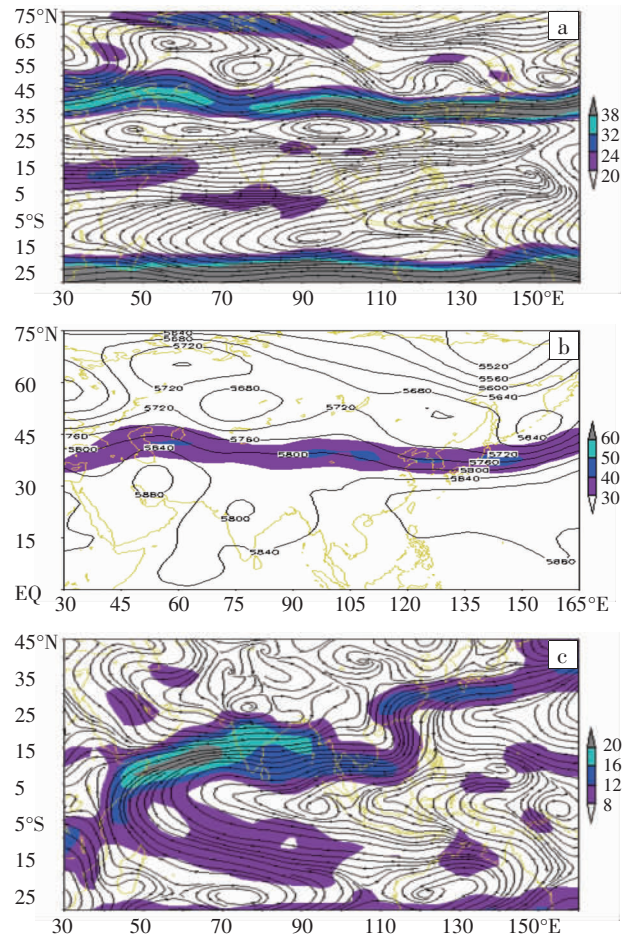


图 3 2007 年 7 月 1—10 日平均流场和平均位势高度场图  
(a) 200 hPa 平均流场(阴影区为平均风速);  
(b) 500 hPa 平均位势高度场(阴影区为 200 hPa 平均风速);  
(c) 850 hPa 平均流场(阴影区为平均风速)

上多短波槽活动;副热带高压稳定控制我国东南部,588 线西端位于 110°E 附近;江淮地区位于高空西风急流(图中阴影区)南侧和副高北侧。上述稳定的大气环流形势有利于江淮地区持续性降水。

从 7 月 1—10 日 850 hPa 平均流场可见(图 3c),江淮地区南侧为一致西南气流,其大值区风速为 12~16  $m \cdot s^{-1}$ ,此西南低空急流是来自南亚西南季风、副高南侧东亚副热带东南季风、南半球亚澳越赤道热带季风三股气流的汇合。垂直积分水汽通量矢量图显示(图略),此期间有印度低压南侧准东西向、梅雨锋带南侧 2 个水汽通量大值带,后者量值比前者大,并存在多个大值中心,其中心最大值超过 1 600  $kg \cdot (m \cdot s)^{-1}$ ;垂直积分水汽通量矢量分布图中大值带位置与图 3c 中风速大值带相同。

由以上分析可知,正是暖湿季风气流源源不断地输送到江淮流域上空,并与北方弱冷空气在江淮流域交绥,才在江淮流域—日本南部(即季风涌前沿)造成连綿的梅雨锋;江淮地区夏季低层为暖湿西南气流,高层为偏西气流,具有准正压性,使江淮梅雨锋不同于极锋。

### 4 中尺度对流系统典型个例分析

基于  $T_{BB}$  产品的高时空分辨率特点 (空间分辨率  $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ 、时间分辨率 1 h), 使用其分析 2007 年江淮梅雨第 2 阶段(6 月 29 日至 7 月 10 日)主降水期中尺度特征。该主降水期, 上述大尺度环流形势十分稳定, 江淮流域形成有准静止切变线和地面准静止梅雨锋, 配合强盛低空西南季风北涌, 造成我国江淮流域持续性大暴雨。

图 4 给出 2007 年 6 月 29 日至 7 月 10 日沿  $115^\circ - 120^\circ E$  平均亮温  $T_{BB}$  的时间剖面图。从中看到, 第一次过程从 7 月 1 日 00 时至 2 日 00 时,  $T_{BB} < 230 K$  的对流区域位于  $30^\circ - 35^\circ N$  范围, 其持续时间为 24 h,

并出现自北向南摆动(图 4a); 第二次过程从 7 月 2 日 18 时到 4 日 06 时, 此期间仍有三次对流发展过程, 对流区域生命史较短且由北向南摆动, 其中 1 次为 8 h, 另 2 次不足 6 h(图 4b); 第三次过程从 7 月 4 日 06 时到 6 日 00 时, 共持续 42 h, 其中 3 个  $T_{BB} < 230 K$  的对流区域分别持续约 6、14、6 h(图 4c); 第四次过程从 7 月 7 日 08 时至 10 日 12 时, 淮河流域自北向南出现大暴雨天气过程, 其中 8 日 00 时至 9 日 00 时暴雨过程(图 4d)造成淮河全流域 24 h 降水量达 65 mm 以上, 是导致当年 7 月淮河洪涝的主要原因。由于当年梅雨期第 1 阶段(6 月 21—28 日)降水积聚作用和第 2 阶段 4 次集中降水过程, 最终导致王家坝水库 10 日开闸泄洪。10 日 12 时以后, 集中强降水天气暂时结束。

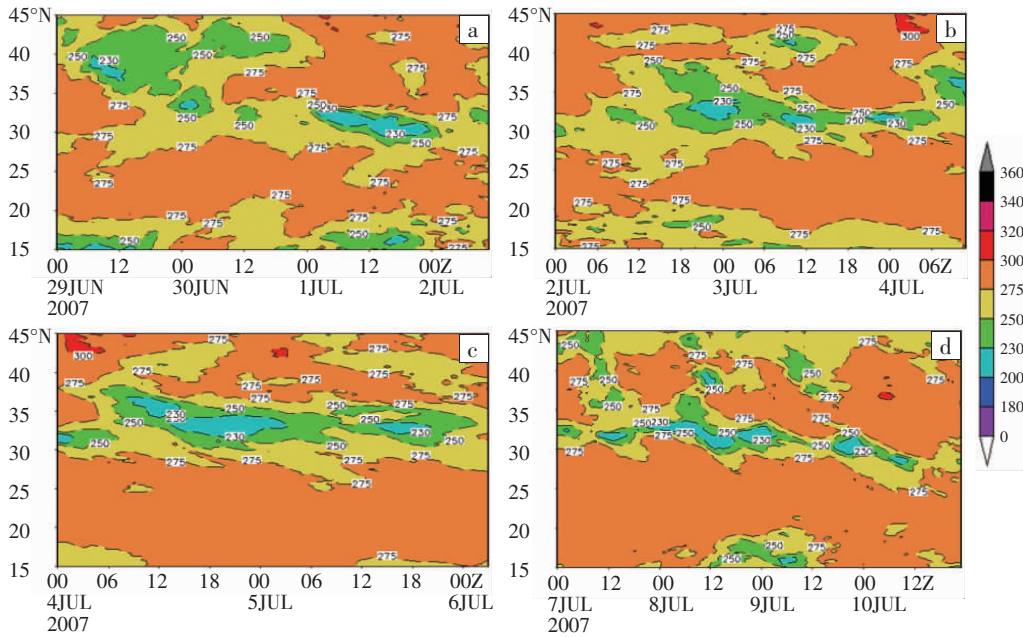


图 4 2007 年 6—7 月不同时段沿  $115^\circ - 120^\circ E$  平均亮温(K)时间剖面图(时间为世界时)

- (a) 6 月 29 日 00 时至 7 月 2 日 12 时; (b) 7 月 2 日 00 时至 4 日 12 时
- (c) 7 月 4 日 00 时至 6 日 04 时; (d) 7 月 7 日 00 时至 10 日 23 时

综上所述发现, 只有利用时空高分辨率资料, 才能掌握大尺度雨带中中尺度对流区域位置的南北进退和持续时间, 继而有助于进一步研究  $T_{BB}$  资料对短时对流性天气预报的作用。

梅雨锋上出现的暴雨有三种类型, 其中一类是梅雨锋上  $\beta$  中尺度对流性暴雨, 其范围一般小于 300 km, 暴雨瞬时强度大<sup>[9]</sup>。从上述分析中可知, 第二阶段(6 月 29 日至 7 月 10 日)梅雨锋降水过程应属梅雨锋上中小尺度对流性暴雨过程, 并伴随中尺度对流系统(MCS)不断发生发展(如第四次过程), 暴雨区南面低空急流的强输送(图 3c)是 MCS 持续发展的重要因子之一。江淮地区夏季低层为暖湿西南气流, 高层为偏西气流, MCS 正是在准正压环境中生成并发展的, 凝结潜热释放是其发展的主要能量。这里, 以图 4a 中的中尺度

云团为例, 具体分析其初生、发展和消亡过程。图 5 给出 2007 年 7 月 1—2 日  $T_{BB}$  分布图。

从图 5 中可见, 7 月 1 日 00 时(图 5a), 在  $109^\circ E$ 、 $28^\circ N$  附近有一扰动出现, 此后不断发展, 同时  $115^\circ E$ 、 $31^\circ N$  附近另有一对流单体, 并在 02 时并入其东北部的对流带(图略); 到 04 时(图 5b), 对流带  $T_{BB} < 210 K$  的范围加大; 07 时(图 5c), 西南侧的扰动已发展成  $T_{BB} < 200 K$  的  $\beta$  中尺度深对流系统, 且东移至  $112^\circ E$ 、 $30^\circ N$  附近, 同时东北侧的对流带略有西移, 其西端发展旺盛并出现一  $T_{BB} < 200 K$  的  $\beta$  中尺度深对流云区; 08 时(图略), 西南侧的  $\beta$  中尺度深对流云团范围增大且向东北方向移动; 09 时(图 5d), 以上 2 个  $T_{BB} < 200 K$  的  $\beta$  中尺度深对流云区合并; 到 10 时(图略), 合并后的 MCS 水平尺度达  $400 km \times 250 km$ ; 13 时(图 5e), MCS

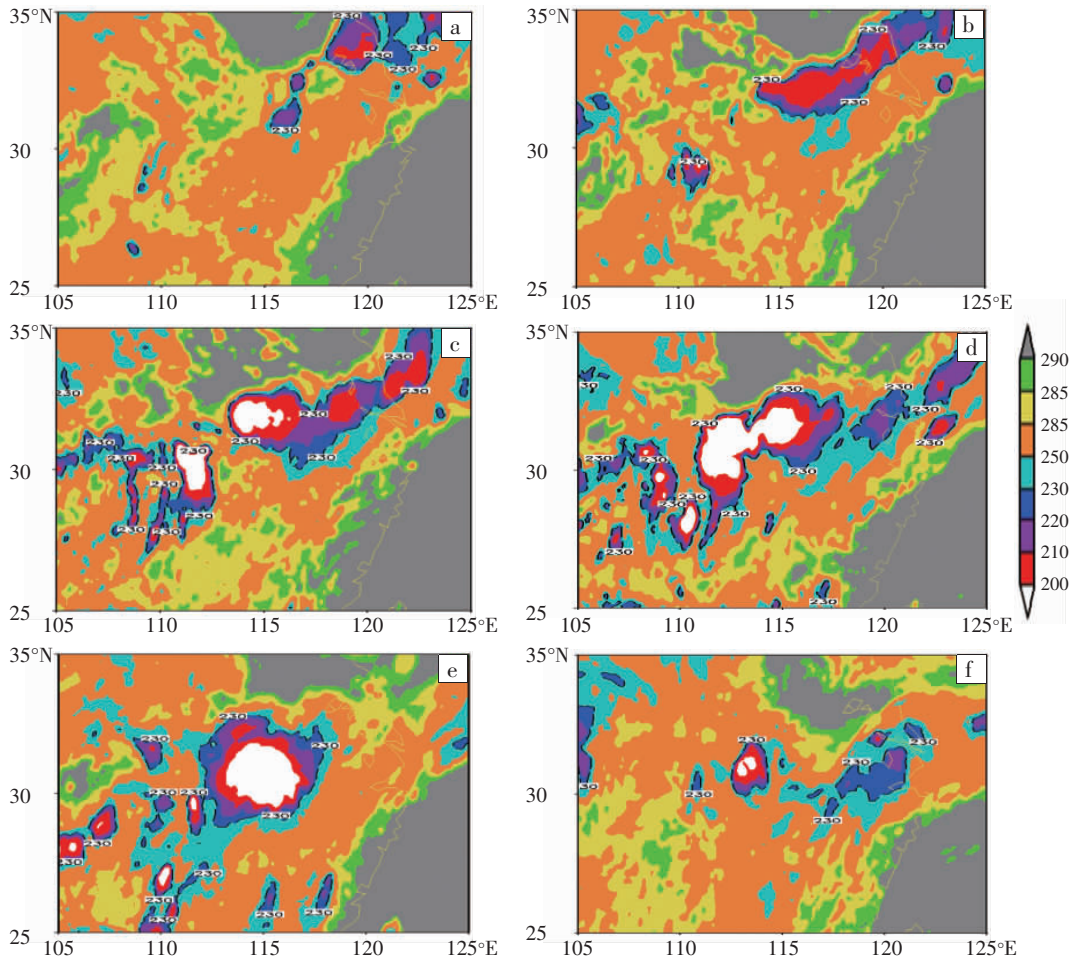


图 5 2007 年 7 月 1—2 日不同时段  $T_{BB}$ (单位: K)分布图(时间为世界时)

(a) 1 日 00 时; (b) 1 日 04 时; (c) 1 日 07 时  
(d) 1 日 09 时; (e) 1 日 13 时; (f) 2 日 00 时

发展到最强盛并呈一圆形对流系统(中心位于 115°E 附近),小于 200 K(-73 °C)的区域面积大于 50 000 km<sup>2</sup>,其东北部对流云带已消失,值得注意的是,其西南侧又有一对流单体开始发展;16 时后, MCS 开始减弱,其西侧的对流单体反而进一步发展到最强盛,此后 2 个 MCS 均减弱;到 2 日 00 时后(图 5f),西部对流区基本在原地减弱消亡,东部对流区在东移中减弱。

Maddox 指出<sup>[10]</sup>,美国春夏的暴雨多数是由中尺度

对流复合体(MCC)引起,定义 MCC 的范围为(1~10)×10<sup>5</sup> km<sup>2</sup>,生命史 6 h。从对图 5 中 MCS 演变过程的分析发现,合并后的 MCS 在原地停留 8 h,与活跃于美国中部的 MCC 外形特征相似,我国梅雨锋上中尺度扰动可以达到 Maddox 对 MCC 定义的水平尺度量级和持续时间。

江淮梅雨第二阶段在 7 月 8 日 00 时至 9 日 00 时出现第四次区域性大暴雨过程,图 6 给出 7 月 8 日

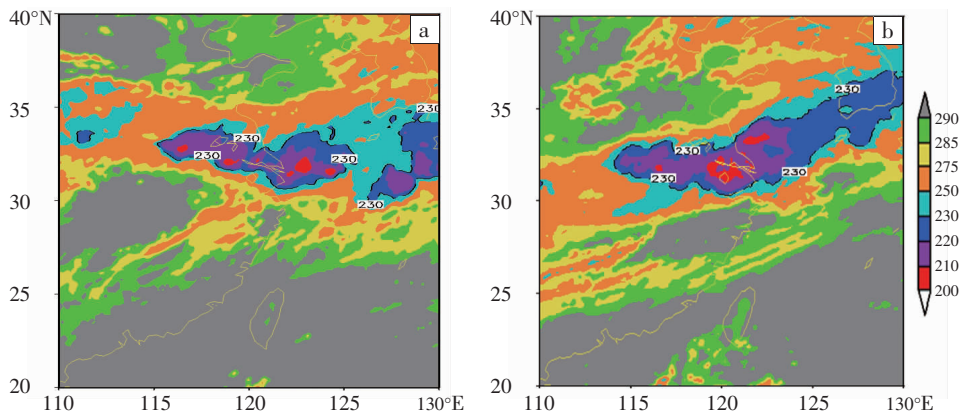


图 6 2007 年 7 月 8 日 01 时(a)、9 日 00 时(b)  $T_{BB}$ (单位: K)分布图(时间为世界时)

01 时和 9 日 00 时  $T_{BB}$  分布图。从中可见,副高北侧的对流区域非常清晰,用  $T_{BB}<230$  K(蓝色)区域表示对流带,对流带中对流发展强度分布不均匀,中尺度深对流由温度  $T<-52$  °C 确定<sup>[10]</sup>,包含  $T_{BB}<220$  K 区域具有深对流性质的中尺度对流系统(MCS),其中又包含  $T_{BB}<210$  K 的对流中心; $T_{BB}$  与对流带有较好的对应关系, $T_{BB}$  越低,对流越强。由于对流云区强度及位置随时发生变化,此对流区域在图 2b 的平均图上(7 月 1—10 日)反映不明显。

热带测雨卫星 TRMM(Tropical Rainfall Measuring Mission)上微波成像 TMI 的观测目的是海上降雨强度,资料水平分辨率为 4.4 km,它是专门为探测中小尺度对流性降雨而设计的<sup>[11]</sup>。本文利用从该资料得到的降水率分布图对其与同时刻的  $T_{BB}$  分布图进行比较。图 7 给出与图 6 同一时刻的地表雨强(降水率)分布图。对比分析发现, $T_{BB}$  分布图与地表雨强(降水率)分布图对应较好, $T_{BB}<230$  K (蓝色)区域与降水区对应,强降水区与 210~220 K 区域对应,由于地表雨强(降水率)分辨率更高,从图 7a、b 中可见更细致的对流结构。

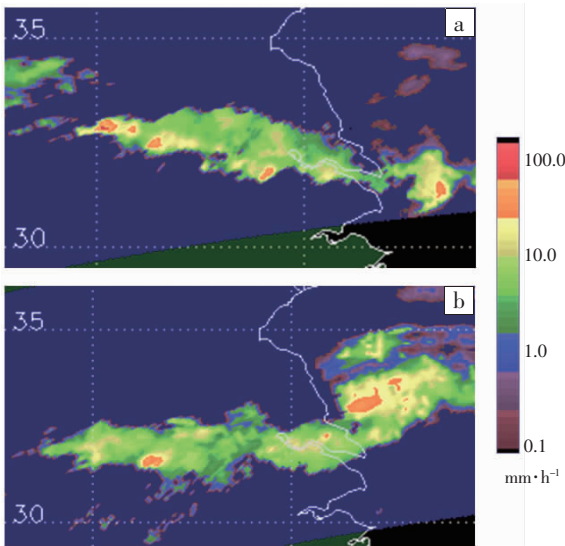


图 7 2007 年 7 月 8 日 01 时 00 分 36 秒至 02 时 33 分 00 秒(a)、9 日 00 时 06 分 30 秒至 01 时 38 分 54 秒(b)地表雨强(降水率)分布图(时间为世界时)

### 5 结论与讨论

本文利用 NCEP 再分析资料和 FY-2C 提供的  $T_{BB}$  高分辨率资料,分析了 2007 年梅雨期副热带高压进退特征与对流系统演变,得到如下结论。

(1)利用  $T_{BB}$  场经向平均的时间剖面图及若干典型时段  $T_{BB}$  场的平均特征,可较好地反映副高随时间变化情况及其与珠江流域、江淮流域梅雨锋的对应关系,也可描述 2007 年梅雨过程中西太平洋副热带高压的北抬及西进和东退、中断特征。利用  $T_{BB}$  资料可清

晰地表示副高的位置、范围及其内部的稳定性特征及强度。

(2)2007 年梅雨期因暖湿季风气流源源不断地输送到江淮流域上空,并与北方弱冷空气在江淮流域交绥,才在江淮流域—日本南部(季风涌前沿)造成连绵的梅雨锋;江淮地区夏季低层为暖湿西南气流,高层为偏西气流,具有准正压性,使江淮梅雨锋不同于极锋。

(3)2007 年 6 月 29 日至 7 月 10 日位于副高北侧的、影响江淮流域的降水过程有 4 次,每次过程包含 1~3 个中尺度过程;正是中尺度对流系统的不断生成发展才导致 2007 年梅雨期区域性暴雨和大暴雨。

(4) $T_{BB}$  分布图与地表雨强(降水率)分布图对应较好, $T_{BB}<230$  K 的区域与降水区对应,强降水区与  $T_{BB}$  为 210~220 K 的区域对应。

具体分析 2007 年梅雨期江淮流域一个中尺度对流系统(MCS)的初生、发展和消亡过程发现,该 MCS 由 2 个发展起来的  $\beta$  中尺度深对流系统合并而成,合并后 MCS 在原地停留 8 h,与活跃于美国中部的中尺度对流复合体(MCC)外形有相似特征。对于这样的 MCS,用常规天气预报方法难以作出预报;在当前预报水平下,利用雷达、卫星等探测技术对其进行监测,尚可满足临近预报的基本要求。

### 参考文献:

- [1] 姚秀萍,刘环球,赵声蓉.利用  $T_{BB}$  资料对西太平洋副热带高压特征的分析 and 描述[J].高原气象,2005,24(2):143-151.
- [2] 解明恩,鲁亚斌,程建刚,等.云南雨季开始期与 5 月雨量的  $T_{BB}$  特征[J].高原气象,2006,25(2):319-324.
- [3] 傅昺珊,岳艳霞,李国翠. $T_{BB}$  资料的处理及应用[J].气象,2006,32(2):40-45.
- [4] 何金海,朱乾根. $T_{BB}$  资料揭示的亚澳季风区季节转换及亚州夏季风建立的特征[J].热带气象学报,1996,12(1):34-42.
- [5] 陈佩燕,端义宏,余晖,等.红外云顶亮温在西北太平洋热带气旋强度预报中的应用[J].气象学报,2006,64(4):474-484.
- [6] 祁东平,周建志,王珊珊,等.一次局地强降水过程的中尺度特征及预报难点分析[J].暴雨灾害,2008,27(1):42-48.
- [7] 井喜,范丛勇,王雄,等江苏北部一次由 MCC 引发的致洪暴雨综合分析[J].暴雨灾害,2009,28(1):1-7.
- [8] 李德俊,李跃清,柳草,等.利用 TRMM 卫星资料对“07.7”川南特大暴雨的诊断研究[J].暴雨灾害,2009,28(3):235-240.
- [9] 张小玲,陶诗言,张顺利.梅雨锋上的三类暴雨[J].大气科学,2004,28(2):187-205.
- [10] Maddox R A, Chappell C F, Hoxit L R. Synoptic and mesoscale aspects of flash flood events [J]. Bull Amer Meteor Soc, 1979, 60: 115-123.
- [11] 吕梅,邹力,姚鸣明,等.台风“艾利”降水的非对称结构分析[J].热带气象学报,2009,25(1):22-25.

(下转第 13 页)

## Effects of the Quasi-week Oscillation and Quasi-two Week Oscillation Over South China Sea on Rainfall Maintenance of Tropical Cyclone Bilis

GU Chun-li<sup>1</sup>, NI Yun-qi<sup>1</sup>, XU You-ping<sup>2</sup>, CHENG Wei<sup>2</sup>

(1.Chinese Academy of Meteorological Science, Beijing 100081;

2.Beijing Institute of Applied Meteorology, Beijing 100029)

**Abstract:** Low-frequency Oscillations characteristics of South China Sea Monsoon circulation and the influence of outbreak of monsoon surge on the rainfall and maintaining of tropical cyclone Bilis are studied by using the NCEP reanalysis data. The interaction of the high frequency, quasi-week oscillation and quasi-two week oscillation has led to the increase of the meridional wind in the South China Sea and the outbreak of South China Sea monsoon surge. The meridional wind affecting the South China Sea region has a clear trend of westward spread in the quasi-week and quasi-two week oscillation and the source of the quasi-week oscillation is in Philippine Sea. The low-frequency oscillation over South China Sea has enhanced cyclonic flow and the convergence of water vapor flux in the inland area. It has also strengthened precipitation and supplied condensation energy consumption and is beneficial to maintain tropical cyclone Bilis.

**Key words:** Monsoon circulation over South China Sea; Quasi-week oscillation; Quasi-two week oscillation; Band-pass Filter; Rainfall maintenance

(上接第 6 页)

## Advance and Retreat Features of Subtropical High and Evolution of Convective System During Meiyu Period in 2007

Lü Mei, ZOU Li

(Meteorology Institute, PLAUST, Nanjing 211101)

**Abstract:** Using the NCEP  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$  reanalysis data and the  $T_{BB}$  data with spatial resolution which is  $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$  and the time resolution which is 1 hour provided by FY-2C, the characteristics of the advance and retreat of the West Pacific Subtropical High during Meiyu period in 2007 are analyzed, and the evolution features of mesoscale convective systems which are at the favorable large-scale ambient field and under the north side of the subtropical high are described. The genesis, development and disappearing of a mesoscale convective system (MCS) in the Yangtze-Huaihe River region are practically analyzed. The results indicate that the characteristics of the lifting northward, advancing westward, withdrawing eastward and intermitting of the West Pacific Subtropical High and its intensity and location are clearly described with  $T_{BB}$  data. The four precipitation processes locate in the north of the Subtropical High and produce effects in Yangtze-Huaihe River region from 29 June to 10 July in 2007, and there were 1~3 mesoscale processes in each process. The continual genesis and development of MCS lead to heavy rain and extra heavy rain during the Meiyu period. The MCS is merged with two developing  $\beta$  mesoscale deep convective systems and stays for 8 hours, and it is similar to the MCC which is active in the central United States in appearance. The region of  $T_{BB} < 230$  K is corresponding to the precipitation area, and the heavy precipitation area is corresponding to the region of  $T_{BB}$  210~220 K.

**Key words:**  $T_{BB}$  data; Meiyu; The western Pacific subtropical high; Mesoscale convective system