

我国南方持续性暴雨成因的 *TBB* 场分析

江吉喜 范梅珠 吴 晓

(国家卫星气象中心,北京 100081)

提 要

运用 GMS 红外云顶亮温(*TBB*),分析了 1998 年 6 月我国南方地区大范围持续性暴雨的成因。结果指出:它是由北方较强冷空气经华北一带源源不断南下,与较弱的西南季风在江南至华南一带汇合而形成,其中冷空气频繁南下是最主要原因;*TBB* 旬平均和距平场,定量而又直接地展示了产生强降水云系的强度、分布特征及其成因。

关键词: 大暴雨 成因 *TBB*

引 言

1998 年 6 月,我国南方地区的降雨量普遍达 100~500mm,其中江南中部、华南部分地区有 500~700mm,局部地区为 700~1000mm;赣中西部、粤、桂、滇、川等地的部分地区,较常年同期偏多 5 成至 3 倍,其中江西的贵溪、上饶、南城,福建浦城,广西桂林、蒙山,云南昆明、玉溪的月雨量为 1949 年以来同期最大值,许多地方出现了严重暴雨洪涝^[1]。

该月南方地区的强降水由 3 次过程组成,但以中下旬的第 3 次过程(12~27 日)持续时间最长,降雨强度最大,影响范围最广,10 多个省市区部分地区连降暴雨或特大暴雨,其中湘、浙、闽、桂、粤出现了 7~13 天的暴雨或大暴雨天气,江西则连续长达 15 天,十分罕见。

本文运用 GMS 红外探测的 *TBB* 资料,计算出该月各旬的 *TBB* 平均场和距平场,从中分析中纬度地区的冷空气活动、副高位置和强度以及季风云系的强弱,探讨暴雨形成的原因。

1 资料和分析方法

由 GMS 红外通道探测计算出的 *TBB* 资料,夏季在中低纬度地区定量地展示了云系的强度及分布特征。云与降水的关系,比天气尺度环流形势或系统与降水的关系更密切而直接,这一点已被天气分析和预报实践所证实。*TBB* 的各种不同时间尺度平均场和距平场,能够更好地揭示某一时段中云系统强度和活动特征,并由此综合展现了环境场中散度、涡度、垂直运动以及水汽等物理量场的状况,对于持续性天气过程尤其如此。过去的分析研究发现^[2],夏季在中低纬度地区,平均图中的 *TBB* 为 0~-9℃ 时一般对应多云区, *TBB* < -10℃ 区为对流云活动区,并且 *TBB* 值越小对流云越活跃; *TBB* > 0℃ 区常为少云或无云区,在热带洋面上则常常与 500hPa 上的副高区一致。

运用国家卫星气象中心的 *TBB* 格点值业务产品,水平分辨率为 0.5×0.5 经纬度,计算和绘制了 *TBB* 旬平均图。与此同时,运用日本气象研究所提供的 1980~1994 年相同历史资料计算了多年旬平均场,然后得到

了1998年6月各旬的距平图。运用这两种图,分析这次大范围持续性暴雨的成因。

2 分析及结果

2.1 中纬度稳定的两脊一槽环流型

6月,500hPa亚洲中纬度地区为稳定的两脊一槽型,即西亚和我国东北东部至俄罗斯远东一带各为一个长波脊区,其中后者更为强大;110~120°E为较深长波槽区,极涡偏向东半球一侧,极涡中分裂出的冷空气沿槽后西北气流输送到槽中。在这种形势下,中高纬度的冷空气经由我国西北东部至华北一带源源不断南下,为南方地区的持续性暴雨提供了充分的冷空气条件。与此同时,在低纬度地区,南海至西北太平洋的副高呈SW~NE走向,它的西北部边缘经过华南沿海地区。这样,上述南下的冷空气与副高北侧的暖湿空气在江南、华南一带汇合,构成这一带持续性暴雨的基本环流背景^[3](图略)。然而天气分析和预报的实践表明,相似的天气尺度环流形势伴随的天气现象可以相差很远,这也是天气预报的难点之一。因此,对于该月的持续性暴雨的强度和分布地区等成因,需要从直接产生降水的云系分布及强度等方面作进一步的深入分析。

2.2 TBB旬平均和距平场特征

在上述基本环流形势下,该月各旬的TBB平均和距平场,直接展示出了各旬强降水的特征及其成因。

6月上旬,我国南方地区出现了上月末至旬初和旬中后期两次降水过程,但是大范围降水不是很强,只是华南的中南部较强。在该旬的旬平均TBB图(图1a)中,虽然TBB<0℃覆盖了整个南方地区,但TBB<-10℃的对流云活跃区只在华南的中南部。究其原因,华北一带与冷空气活跃区相伴随的TBB>0℃在35°N以北,并且该区的轴向为

WNW~ESE,表明冷空气南下势力不强。在热带低纬度地区;孟加拉湾主要活跃对流云区在10°N以南,仅从该湾东北部的次对流云区中有云带东伸并入我国华南中南部较强云带中,这表明水汽输送较弱。我国南海中南部及其以东洋面,为东西向的TBB>0℃副高区占据,南海季风间歇。在该旬距平图(图1b)中,华南和东南部沿海附近一带为TBB<0℃的负距平区,云系活动比常年强,但TBB<-10℃的强负距平区仅出现在广东中东部沿海地区;南方其他大部地区为TBB>0℃的正距平区,云系活动较常年弱。华北一带的冷空气活动区,虽然为TBB>0℃正距平区,但强度较弱。南亚至我国南海中南部为大范围的TBB>0℃正距平区,TBB>10℃正距平区面积也相当大,表明南亚和南海季风云系比常年弱得多。

6月中下旬虽然只有12~27日一次降水过程,但是我国南方地区的大暴雨和特大暴雨均出现在这一时段中,并且该月的总降水量主要由这次过程造成。在中旬的TBB旬平均图(图2a)中,长江中下游以南至华南中北部以及西南地区的东南部,为准东西走向的TBB<-10℃活跃对流云带,其中在赣、闽、浙三省交界处附近有一个TBB<-20℃的强对流云活动中心,伴随着特大暴雨的持续出现。上述这条活跃对流云带的形成主要有3个原因:一是淮河以北的华北和西北东部及黄淮地区,TBB>0℃少云或无云区轴向为NW~SE向,表明冷空气南下势力明显较上旬强;二是副高西北部边缘抵达华南沿海一带;三是孟加拉湾的对流云中心北移至15°N附近,并强烈发展,从中有较强云带向东北方向伸展并入上述云带中,印度季风云系中也有分支云系统过孟加拉湾北部并入上述云带中。这3个原因,造成了江南、

华南和西南地区东南部的强辐合。在该旬的距平图(图 2b)中,长江中下游以南至华南地区为 $TBB < 0^{\circ}\text{C}$ 负距平区,其中江南至华南北部为 $TBB < -10^{\circ}\text{C}$ 的负距平,表明这里的云系比常年活跃得多,尤其是赣、闽交界处的负距平非常强,对应的降水也极强。在上述讨论中有关这条强负距平带对应云带形成的 3 个原因中,我国北方地区不仅为 $TBB > 0^{\circ}\text{C}$ 的正距平区,而且在西北地区的中东部及

黄河中游一带 $TBB > 10^{\circ}\text{C}$,表明冷空气比常年活跃得多;南海及其往西至孟加拉湾北部、往东至菲律宾以东,为准东西向 TBB 为 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的强正距平,表明副高比常年显著偏强,而西南季风明显偏弱。这个事实告诉我们,在西南季风较弱的情况下,即低纬水汽输送不强,只要北方南下的冷空气较强和副高较强,在我国南方地区同样可以形成大范围持续性暴雨。

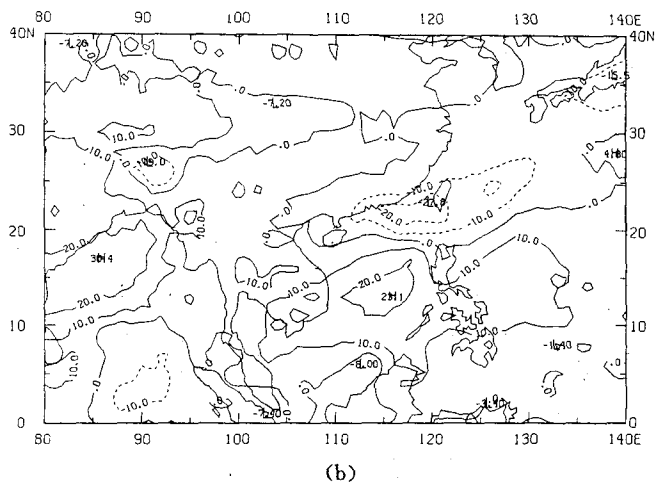
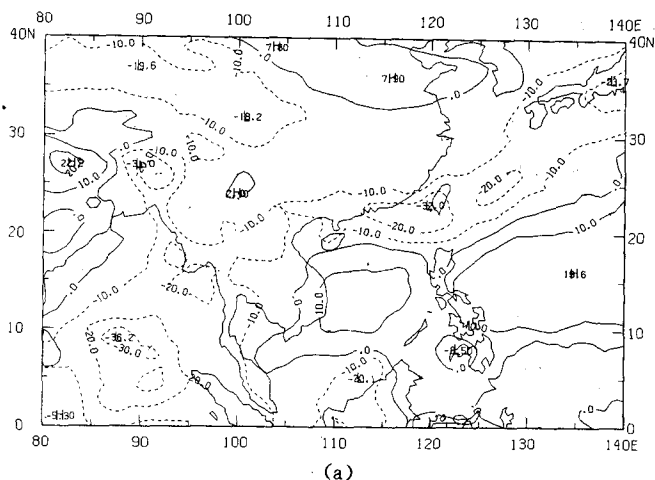


图 1 1998 年 6 月上旬 $0^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ 、 $80^{\circ}\sim 140^{\circ}\text{E}$ TBB 旬平均(a)、距平(b)图
图中 TBB 等值线为 10°C 间隔,点断线为主要云带轴线,点线为副高脊线。下同。

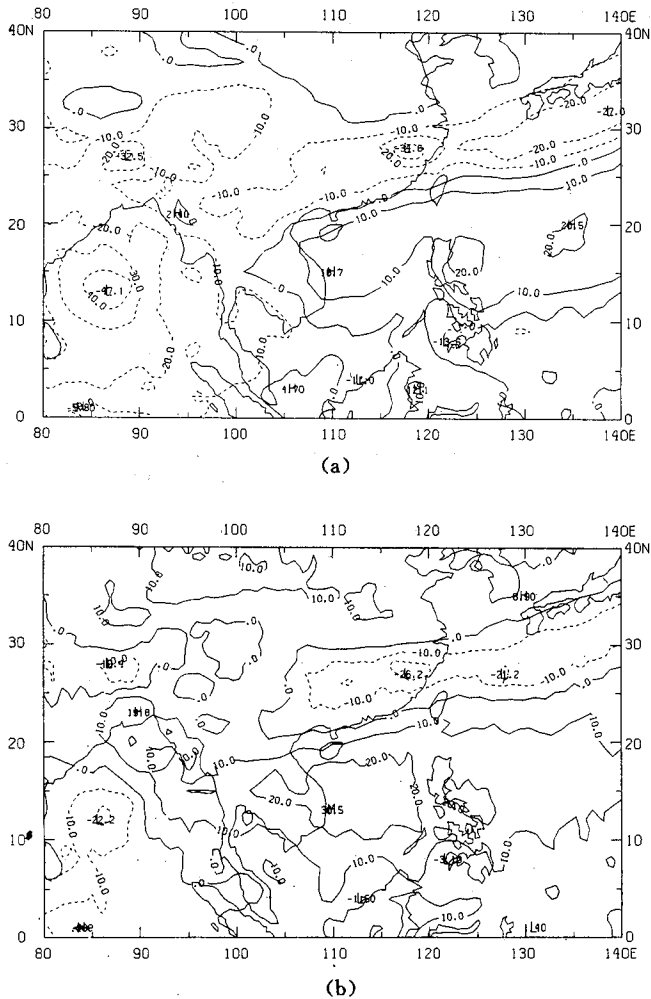


图2 1998年6月中旬0~40°N、80°~140°E TBB旬平均(a)、距平(b)图

6月下旬(图3a),我国南方地区的云系比中旬更加活跃。35°N以南地区均为 $TBB < 0^{\circ}\text{C}$ 的多云区,其中淮河至秦岭以南 $TBB < -10^{\circ}\text{C}$,对流云活跃且持续出现,而长江中下游至华南西部、以及西南地区的西南部, TBB 为 $-20 \sim -30^{\circ}\text{C}$,对流云非常活跃,伴随的降水也极强。这条强云带的形成原因,与中旬的相似,但系统强度和影响方式均有不同程度差别。比如华北等地南下的冷空气,

$TBB > 0^{\circ}\text{C}$ 的少云或无云区呈东西走向,表明冷空气路径主要为偏东移,并且活动在35°N以北,比中旬明显偏弱。南海副高显著减弱,西部边缘东退至南海东北部,但再度引发了南海至中南半岛的季风爆发,季风云系向偏北方向伸展并入和加强了上述的强云系。孟加拉湾中部发展出 $TBB < -40^{\circ}\text{C}$ 的大范围强对流云区,季风云系十分活跃,从其东部也有云系向东北方向伸展并入华南地区

西部的强云带中。另外,印度季风云系也十分活跃,并有云系从印度东北部经高原南部伸向我国西南地区的西南部。在该旬的距平图(图 3b)中,33°N 附近以南的我国南方地区全为 $TBB < 0^{\circ}\text{C}$ 负距平区,而 $TBB < -10^{\circ}\text{C}$ 的强负距平区,主要出现在长江中下游以南至华南的中西部以及西南的部分地区,其中 $TBB < -20^{\circ}\text{C}$ 的最强负距平中心出现在华南的西北部、江南西部以及桂西南,对应的降水量极强。同中旬的距平场相比较,

形成本旬 SW~NE 向强负距平 TBB 区的最主要差别,是南海西部和南部至孟加拉湾中南部,为 $TBB \leq -10^{\circ}\text{C}$ 的大范围负距平区,表明南亚和印度季风比常年强得多,较强的西南季风云系向东北方向伸展并入华南至江南云系中,使其负距平值比中旬更低,并且负距平区轴向与西南季风方向一致。由此可见,强盛的西南季风在该旬江南至华南等地强云带的形成起着主导作用。

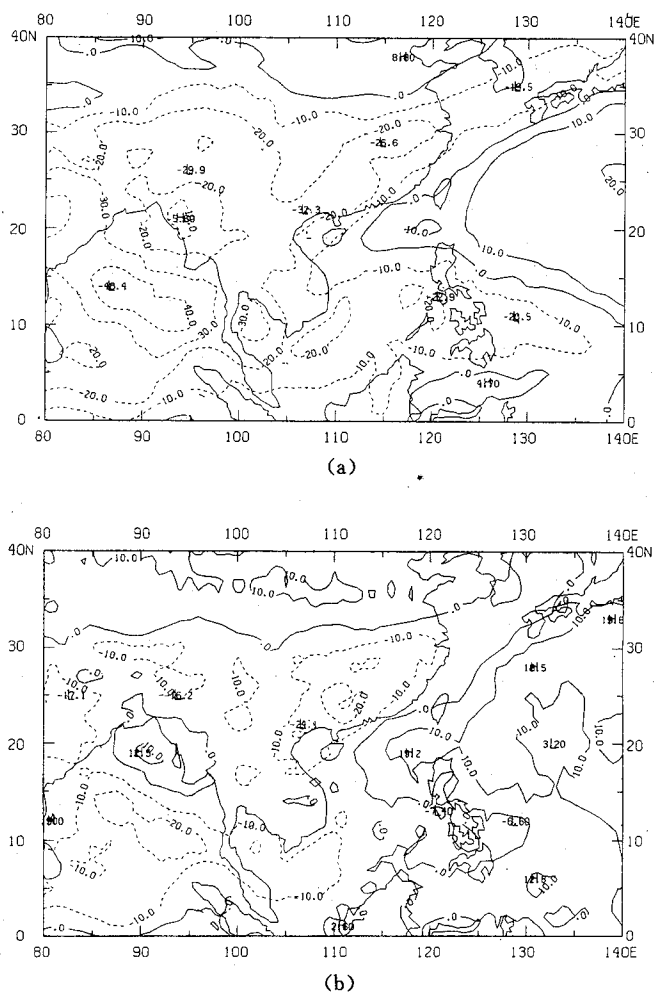


图 3 1998 年 6 月下旬 0~40°N, 80°~140°E TBB 旬平均(a)、距平(b)图

3 小结与讨论

上述分析表明, *TBB* 旬平均和距平场十分清晰地展示出了我国南方地区各旬的雨带位置和降雨强度以及最强降雨落区, 同时还揭示了与强降雨成因直接相关的几个重要因子的特征, 如中纬度地区冷空气的活动、副高位置及强度以及南亚季风的强弱等。因此, *TBB* 资料在降水分析中是一种有用的资料, 是卫星云图定量使用的一种方式。

该月的强降水主要出现在中下旬的 12~27 日的第三次过程中。然而在这次过程前半段的中旬, 南亚季风较弱, 但中纬度地区的冷空气较强, 副高也较强, 冷空气起着主导作用; 过程后半段的下旬, 南亚季风较为强盛, 中纬度冷空气活动相对较弱, 副高东退, 季风活动起主导作用, 并且降雨强度比中旬更大。

分析中还表明, 中纬度冷空气的频繁南下在该月的强降水中起着关键作用。比如上中旬, 南亚季风云系比常年弱得多, 但冷空气较强, 仍然造成了南方地区的强降雨, 尤其是中旬更突出; 下旬虽然冷空气稍弱一些, 但仍比常年强, 加之南亚季风较强, 因而造成了更强的降雨。这意味着造成我国南方地区夏季强降雨的条件中, 暖湿空气条件一般容易具备, 只要北方有冷空气频繁南下, 就容易产生连续性强降雨。

参考文献

- 1 国家气候中心. 全国气候影响评价, 1998, 4(6): 1~3.
- 2 何金海等. *TBB* 资料揭示的亚澳季风区季节转换及亚洲夏季风建立的特征. 热带气象学报, 1996, 2(1): 35~38.
- 3 陶诗言等. 中国之暴雨. 北京: 科学出版社, 1980: 98~106.

The Reasons of Continuous Heavy Rainfall in South China Analysed from GMS *TBB*

Jiang Jixi Fan Meizhu Wu Xiao

(National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract

The reasons of continuous heavy rainfall over a large area in South China in June 1998 were analysed using black-body temperature (*TBB*) data from GMS. The results show that such heavy rainfall is caused by the stronger cold air coming from northern China and frequently dominated its merger with weaker southwest monsoon. The *TBB* dekad mean and anomaly fields could directly and quantitatively present the features and causes of the intensity and distribution of the cloud system with heavy rainfall.

Key Words: heavy rainfall reason black-body temperature (*TBB*)