

文章编号:1004-9045(2007)02-0130-05

吉林省一次区域性暴雨天气过程的 TBB 图像特征分析

胡中明, 张智勇, 王晓明, 孙鸿雁

(吉林省气象台, 长春 130062)

摘要: 采用 FY-2C 静止卫星红外云图反演的逐时 TBB 资料、地面逐时降水资料、欧洲中心和北京 T213 物理量诊断分析资料, 利用天气学分析方法研究了 2005 年 8 月 12~14 日吉林省一场区域性暴雨天气过程的 TBB 图像特征, 揭示了副高后部切变线上中-尺度雨团在 TBB 场上发生发展移动消亡的规律, 对降水过程中的卫星 TBB 图像特征及其与各种天气系统、物理量场和降水强度之间的关系进行了重点分析。分析结果表明: 此次暴雨过程发生于偏北的副高后部, 副高区与 TBB>0 区域相对应。TBB 低值强云团随云带沿低空急流方向移动, 且与水汽及能量输送带密切相关, 强降水是呈椭圆型的中尺度对流云团中的准圆形中-尺度云团造成。TBB 低值云团面积越大、数值越低时, 1 h 降水量 >10 mm 站数出现的越多, TBB <-50 所覆盖范围与大到暴雨落区基本一致, 最大 1 h 降水量的雨强落后于云团 TBB 最低值 1~3 h。

关键词: 暴雨; 卫星云图; TBB 图像特征

中图分类号: P412.27 文献标识码: A

1 引言

TBB 是相当黑体温度 (Black Body Temperature) 的缩写, 通常称为亮温或亮度温度, 用以表示云顶和无云区或少云区的地球表面向太空发射的辐射。在少云区或无云区 TBB 值一般为 >0 的较高值, 在有云区, TBB 是云顶黑体温度, 其值一般 <0, 并且 TBB 温度越低, 对应的云顶越高, 对流越旺盛, 有结论表明 TBB <-20 时有强对流活动。因此可以根据 TBB 资料的这些特征, 推断天气系统的强度、移动及可能伴随的天气现象。有关 TBB 的研究较多, 如江吉喜^[1]等研究了其与青藏高原夏季水汽分布的关系, 姚秀萍^[2]等研究了其与副热带高压特征的关系, 但主要的研究多集中在其与暴雨的关系上, 如杨金锡等^[3]对其与南方致洪暴雨关系的研究。但对我国东北区暴雨 (24 h 降水量 >50 mm) 的 TBB 特征研究较少, 许秀红^[4]等对 1998 年松花江流域暴雨过程的 TBB 进行了分析, 将中尺度雨团分为两类, 主要针对的是高空冷涡和地面低压, 本文试图通过对 2005 年盛夏吉林省一场区域性暴雨天气过程 TBB 图像分析, 揭示副高后切变类暴雨的 TBB 特征, 为今后此类暴雨预报提供一定参考。

2 降水实况

2005 年 8 月 12~14 日, 吉林省的中东部地区出现了一场强降水过程。过程降水量全省平均为 44.0 mm, 24 h 平均降水量 31.1 mm (20~20 时), 居 2005 年汛期

吉林省日降水量的首位。强降水主要集中在吉林省的中部和长白山迎风坡地区, 有两个强降水中心, 一个位于吉林省中北部, 另一个在吉林省东南部, 共有 6 个站出现大暴雨, 12 个站出现暴雨, 最大降水量在通化市, 为 130.1 mm (图 1); 其中有 4 个站 1h 雨量超过 50 mm, 最大雨量出现在舒兰, 13 日 06~07 时 1 h 降水量达 60 mm。强降雨集中段为夜间, 凌晨时达峰值。这场强降雨造成了个别地区的洪涝及地质灾害, 但也为后期的水库蓄水提供了保证。



3 资料来源

本文资料来自反演的国家卫星气象中心 FY-2C TBB 格点值业务产品 (水平分辨率为 0.5°×0.5°经纬度), 资料范围为 90°~140°E, 20°~55°N, 资料长度为

收稿日期: 2006-07-14; 定稿日期: 2006-12-30

作者简介: 胡中明, 女, 1967 年生, 硕士, 高工, 从事中短期天气预报工作。Email: mingzhonghu0081@sina.com

2005年8月12日14时至13日14时(降雨最强时段),共25张逐时TBB产品图像。

4 天气尺度环流背景场

4.1 500 hPa 形势场特征

这场强降水发生于副高位置偏北的环流背景下,前期有台风(0509 麦莎和 0510 珊瑚)登陆影响我国。500 hPa 高空图上(图略),副高脊线位于 30°N 附近,588 线西伸点为 105°E,北界位于 42°N,呈东西向带状分布,有一高空槽位于贝加尔湖以西。TBB 图像上显示,副高区对应着 TBB>0 区域,由于 0510 台风“珊瑚”的北上,使副高北抬,强降水就产生在副高北抬过程中。

4.2 850 hPa 形势场特征

强降水产生在低层(图略)槽线附近及其前部,属于地面冷锋前部暖区内的混合性降水,以对流性降水为主;降水前期有低空急流出现,急流轴为东北-西南向,中心风速 $V = 16$ m/s,且暴雨均出现于低空急流轴的左前方,低空急流前有大片 T-T₀ 区,即为湿急流,这种急流往往是水汽和能量的输送带,对暴雨的发生有重要作用。分析 TBB 图像发现其低值强云团随云带沿低空急流方向移动。

5 TBB 图像与物理量场的关系

5.1 水汽条件

该过程降水前期,850 hPa 上东北区有南北两个水汽通量大值区,中心值分别为 $240 \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}$ 和 $320 \text{ g}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}$,南边大值中心北上,北边大值中心南移,降水产生在大值区轴线与梯度线夹角之间区域。与水汽通量分布相对应,水汽通量散度(图略)分布也有南北两个辐合中心,降水产生在辐合零线附近。与 TBB 图像比较分析,发现 TBB 大值区与水汽通量散度中心基本重合,且强云团移动方向与辐合中心轴线走向一致。

5.2 能量场分析

降水的位温分布(图略)呈东北-西南向舌状,高能舌自华北向东北伸展,中心值达到 92,暴雨产生在舌区轴线附近及其前部。TBB 低值区与位温中心配置较好且轴向与其舌区轴线走向一致。

5.3 动力条件分析

通过对降水最强时刻 12 日 20 时 T213 物理量 6 h 预报即 13 日 02 时 500 hPa 垂直上升速度预报场(图略)的分析,发现降水过程有两个垂直上升速度大值中心,一个在吉林省中北部,另一个在天津,中心值分别为 $-1.6 \times 10^{-3} \text{ hPa}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 $-2.0 \times 10^{-3} \text{ hPa}\cdot\text{s}^{-1}$,暴雨产

生在垂直上升运动最大值轴线附近及其东部,与 TBB 低值区相对应。

5.4 不稳定条件分析

K 指数是表征低层层结不稳定程度的一个气象参数,有结论表明^[9],当 K 指数>35 时,易出现对流天气。通过分析这次过程的 K 指数分布(图略),K 指数大值区有两个,一个在吉林省中北部,另一个在华北京津一带,由西南向东北方向伸展,中心值均 40,表明该区域为不稳定区域,且恰好与 TBB 低值区域相吻合。

6 卫星云图 TBB 图像分析

通过对最强降水时段(为后半夜)前后间隔 1 h 的风云 2C 卫星云图 TBB 图像的分析(图 2,图中只列出间隔 3 h 图像),这次过程是明显的中尺度对流云团影响,云形呈块状,最强云顶亮温达 -75 ,于 13 日 02 时位于吉林省和辽宁交界处,1 h 后 -75 亮温区面积扩大,且向通化地区北部扩展,于 04 时达到最大,之后 -75 亮温区面积逐步缩小,但仍维持在通化地区北部稳定少动,05 时之后,该强云团向南压至通化地区南部,且一直持续到 13 日 09 时,造成了通化地区的暴雨。之后云团东移,14 时后移出吉林省,降水基本结束。

7 TBB 与降水量的关系

为了进一步研究 TBB 与强降水之间的对应关系,利用吉林省内自动站的 1 h 降水量资料,统计分析了强降水期间的 1 h 降水量超过 10 mm 出现站数,发现在云团 TBB 低值面积最大(13 日 05 时)时,出现降水量超过 10 mm 的站数为最多(8 个站),即为强降水集中时间(图 3)。另外,还统计分析了 4 个 1 h 雨量 50 mm 的气象站逐时降水量与对应同时次该站 TBB 值的关系,这里仅给出 1 h 雨量最大的舒兰站(60 mm)的图表(图 4),由图可见,最大 1 h 降水量的雨强落后于云团 TBB 最低值时 1~3 h,说明不稳定能量自高层向低层传导是有一定时间间隔的,即并不是强 TBB 与最强降水同步出现。

8 结论与讨论

(1) 2005 年 8 月 12~14 日吉林省的区域性暴雨过程发生于偏北的副高后部,副高北抬过程中,为混合性降水,但以对流性降水为主。TBB 图像上显示,副高区与 TBB>0 区域相对应。

(2) 强降水产生在低层槽线附近及其前部,属于地面冷锋前部暖区内的降水;降水前期有低空急流出

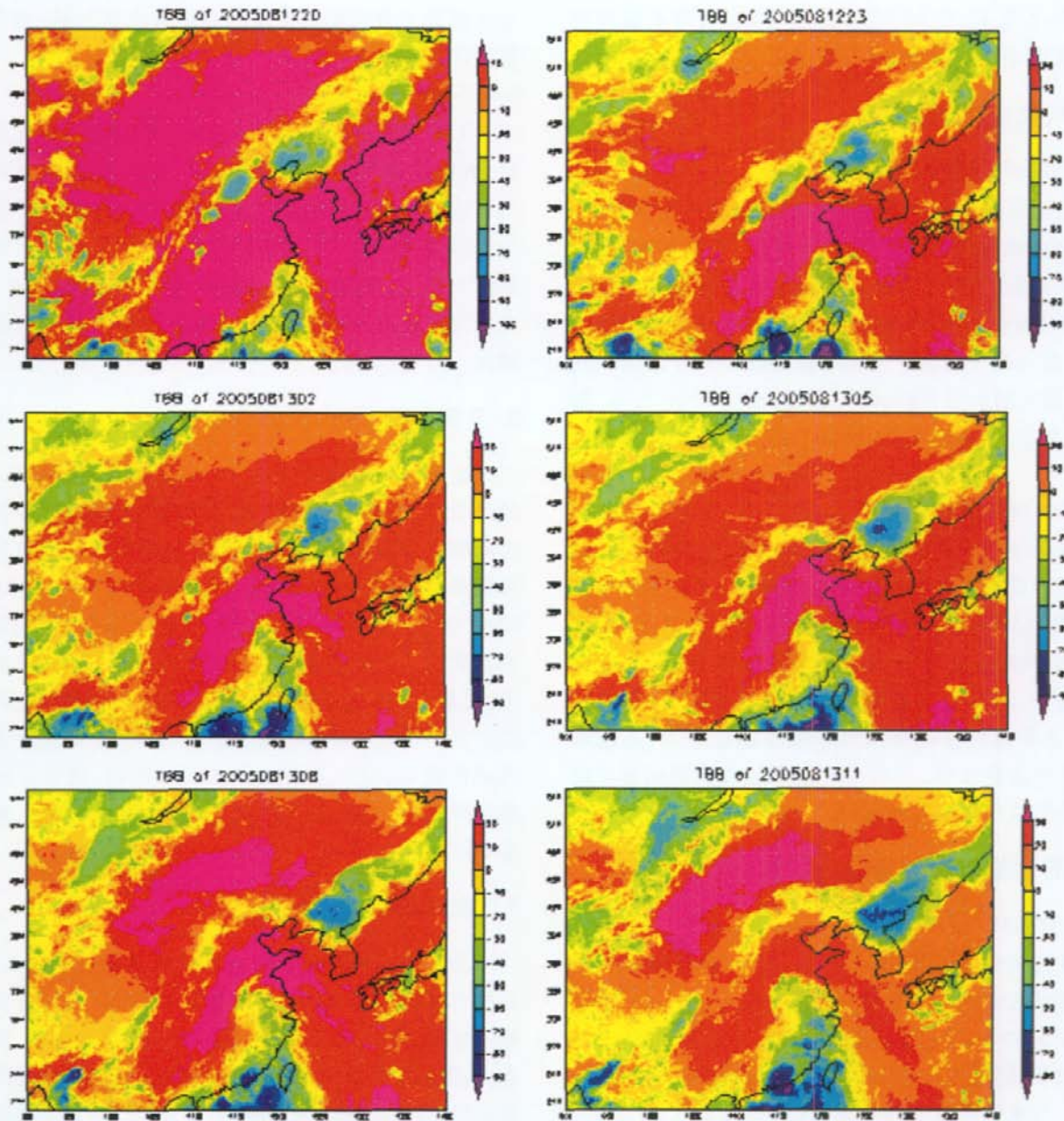


图 2 2005 年 8 月 12 日 20 时至 13 日 11 时(间隔 3h)FY-2C 卫星 TBB 图像

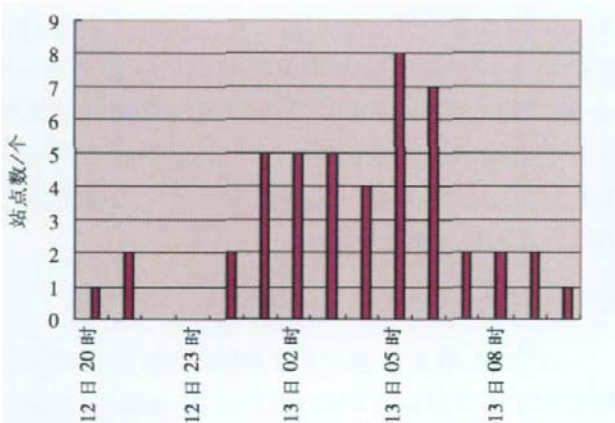


图 3 吉林省自动站逐时 1 h 降水量 ≥ 10 mm 出现站数

现,急流轴为东北-西南向,TBB 低值强云团随云带沿低空急流方向移动。

(3) 将 TBB 图像与物理量场分布图叠加分析,发

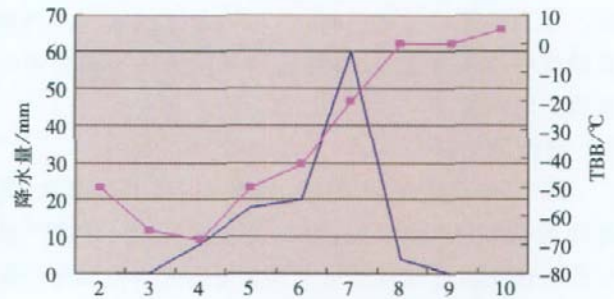


图 4 舒兰自动站 1 h 降水与 TBB 值关系曲线

现 TBB 低值区与强降水过程有关物理量有很好的对应关系,表明 TBB 低值区与大气中水汽汇合处和水汽及能量输送带密切关联。

(4) 强降水是呈椭圆型的中尺度对流云团中的准圆形中- 尺度云团造成。对应 TBB 低值云团面积越大、数值越低时,1 h 降水量 ≥ 10 mm 站数出现的越

多。TBB - 50 所覆盖范围与大到暴雨落区基本一致,因此,TBB - 50 时要注意预报区域性强降水,TBB - 70 时有出现大暴雨的可能。

(5)对 1 h 降水 ≥ 50 mm 的 4 个站做逐时雨量与 TBB 值比较发现,最大 1 h 降水量的雨强落后于云团 TBB 最低值 1~3 h。

参考文献:

[1] 江吉喜,范梅珠.青藏高原夏季 TBB 场与水汽分布关系的初步研究

[J].高原气象, 2002,21(1):20- 24.

[2] 姚秀萍,刘还珠,赵声蓉.利用 TBB 资料对西太平洋副热带高压特征分析和描述[J].高原气象, 2005,24(2):143- 151.

[3] 杨金锡,冯志娴.9403 强热带风暴致洪暴雨 TBB 特征分析[J].气象科学, 1996, 16(4): 378- 382.

[4] 许秀红,王承伟,白人海,等.1998 年盛夏松花江嫩江流域暴雨过程的 TBB 分析[J].黑龙江气象, 2001(1):12- 16.

[5] 中国气象局科教司.省地气象台短期预报岗位培训教材[M].北京:气象出版社,1998: 225.

Analysis of FY-2C TBB Image of a Regional Heavy Rain Process in Jilin Province

HU Zhong-ming, ZHANG Zhi-yong, WANG Xiao-ming, SUN Hong-yan
(Meteorological Office of Jilin province, Changchun 130062)

Abstract: Using contour of TBB(Black Body Temperature) from FY-2C geostationary satellite, hourly precipitation data, ECMWF (Europe Central of Meteorology and Weather Forecast) data and T213 data from China Meteorological Administration, with synoptic meteorology analysis method, a regional heavy rain process in Jilin Province on August 12th-14th, 2005 was analyzed. The regulations of occurrence, development, movement of meso-scale rain mass in TBB field along shear line in the rear of the sub-tropical high was analyzed, the features of TBB and it's relationship with synoptic systems, physical parameters and rain intensity was also analyzed. The results shows that this process happened in the rear of the sub-tropical high, the place which corresponding to the region of TBB>0. The cloud mass with low TBB value moved along the low level jet and was in close relationship to vapor and energy conveying belt. The heavy rain was caused by the round shaped meso-scale cloud mass in the oval-shaped meso-scale convective cloud mass. The bigger the area of the low TBB value cloud mass was, the more the station numbers of the hourly precipitation ≥ 10 mm got to. The area of TBB - 50 was nearly equal to the that of heavy rain region. The occurrence of the maximum hourly precipitation was 1-3 hours later than the appearance of the lowest TBB value of cloud mass.

Key words: Heavy rain; Satellite cloud image; TBB image features