

# “1321”号台风在海南引发强降水时 TBB 特征分析

白雪梅

(成都信息工程大学大气科学学院 高原大气与环境四川省重点实验室,四川 成都 610225)

**摘要:**为了让 TBB 资料在台风降水短临预报上发挥更大的作用,利用国家卫星中心提供的 FY-2E 卫星云图逐时 TBB 资料,以及国家气象信息中心提供的逐小时降水资料,对海南岛受台风“1321”(蝴蝶)影响时的降水特征、TBB 演变过程进行分析,得出一些 TBB 与降水的关系。通过分析得出:(1)台风减弱后引发的降水强度明显强于之前的引发降水强度。台风减弱后,西太平洋副热带高压边缘云系增强并且西进,云系稳定在海南岛上空,引发强降水。(2)当有降水发生时,强降水中心与 TBB 低值中心并不重合,而是位于 TBB 梯度较大处。通常冷云区面积增大,对应着较大范围的短时强降雨,并向着 TBB 梯度大的方向扩展。(3)强降水相对于 TBB 值在演变趋势上有一定的滞后性。降水主要发生在 TBB 由低值向高值增长的过程中。(4)定安站降水较大的原因是其能量聚集在一次过程中释放,所以降水很大。

**关键词:**气象学;天气分析;台风;台风降水;TBB

**中图分类号:**P458.1<sup>+</sup>21

**文献标志码:**A

## 0 引言

海南省属于热带季风气候区,因为地处低纬,受台风影响很大。平均每年直接登陆或影响海南省的台风达 8~9 个,主要集中在 7~10 月<sup>[1]</sup>。台风灾害往往是由台风暴雨引起的,对台风暴雨的研究有利于提高对台风天气的预报水平<sup>[2]</sup>。通常对于台风登陆或者强盛时期的强降水研究很多。但是,谢明义等<sup>[3]</sup>的研究表明,台风残留也会引发大暴雨,造成灾害,并从环流背景、对流系统演变、强降水物理机制、物理量场和多普勒雷达回波来分析了其成因。

TBB 资料以其高时空分辨率能够很好地反映强天气系统的发生、发展和消亡,尤其能定量指示对流云的发展高度<sup>[4-5]</sup>,每 3 h 的 TBB 场分析可为暴雨的逐 3 h 预报提供参考<sup>[6]</sup>。江吉喜等<sup>[7]</sup>运用 GMS 红外云顶亮温(TBB)旬平均和距平场,分析 1998 年 6 月中国南方地区大范围持续性暴雨的成因。许新田等<sup>[8]</sup>在分析陕西的一次持续性强对流天气过程以及赵彩萍等<sup>[9]</sup>在分析山西中部的一次致灾暴雨的特征时都用了 TBB 云图来展示对流的发展过程。在台风降水研究中,主要是通过 TBB 云图特征分析天气形势,以及对流单体。例如,魏建苏等<sup>[10]</sup>在“0012”台风引发的特大暴雨过程分析中,利用 TBB 云图分析出台风引发的

特大暴雨是台风与中纬度高空急流、西风槽共同作用的结果;尤红等<sup>[11]</sup>在台风“莫拉菲”暴雨诊断分析研究中利用 TBB 云图特征分析了对流层的水汽输送。陈永仁等<sup>[12]</sup>利用 TBB 云图分析了在“12.7.22”四川暴雨中的两个 MCS 与短时强降水的对应关系的异同点;曹珏等<sup>[13]</sup>利用 TBB 分析了对流核的数量与台风环流和强度的关系。由此可知,在降水分析中 TBB 主要用于大概、大范围的指示作用,但更加具体的对 TBB 于降水的关系研究较少。

综上所述,文中更加详细分析 TBB 与降水的关系,通过分析 TBB 资料,找出强对流天气临近预警的关键区和关键指标,期望在短时预报上能发挥重要作用。主要分析了“1321”号台风(即“蝴蝶”)在中国海南岛引发的两次降水过程、降水和对应的 TBB 的变化及两者的关系。

## 1 数据与天气实况

### 1.1 数据

选取中国台风网提供的 CMA-STI 热带气旋最佳路径数据集 6 h 路径观测数据<sup>[14]</sup>、2013 年 9 月 30 日 00 时至 10 月 1 日 23 时(北京时间)国家卫星中心提供的 FY-2E 卫星云图逐时 TBB 资料(水平分辨率 0.1°×0.1°),以及由国家气象信息中心提供的逐小时降水

资料。每个整点时次的降水为前一个小时到当前时刻降水的累积量。图 1 为海南省 18 个站点分布图。

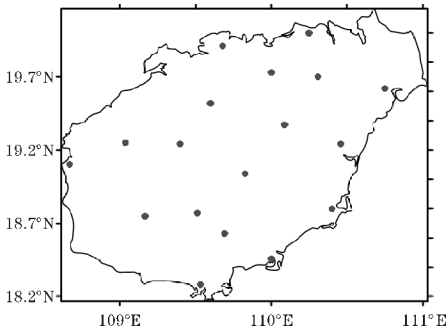


图 1 海南省站点分布

1.2 台风“蝴蝶”的概况

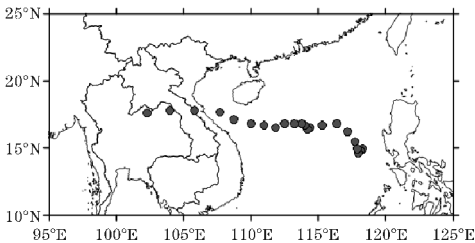


图 2 台风“蝴蝶”路径

在海南岛,从 9 月下旬到 11 月上旬期间由热带气旋和冷空气共同作用引起的暴雨是一种较为普遍的现象。在此期间,热带气旋径向活动范围主要集中在 15°N 轴附近,不超过 18°N,路径以西行路径为主。暴雨的落区一般出现在海南岛的中部和东部地区<sup>[15]</sup>。台风“蝴蝶”在海南岛引起的暴雨即为此情况下的典型代表。2013 年 21 号台风“蝴蝶”于 9 月 30 日 17 时 45 分左右在越南中部广平省北部沿海登陆,10 月 1 日 5 时停止编号。图 2 为“蝴蝶”的路径图。从图中可以看出,“蝴蝶”为西行路径,径向活动集中在 14.9°N ~ 17.6°N。

“蝴蝶”在 9 月 30 日至 10 月 1 日期间引发海南岛两次强降水,一次发生在登陆前 9 月 30 日,另一次发生在登陆后 10 月 1 日。9 月 30 日,海南岛只有临高的日降水量达到暴雨(69.6 mm),其他站日降水量普遍为中雨到大雨。图 3 为 10 月 1 日 21 时 24 小时累计降水量图。从图中可以看出,10 月 1 日降水过程中,临高为降水的中心,降水量为 207 mm,达特大暴雨。有 3 个站日降水量达到大暴雨,分别为澄迈 184.5 mm、屯昌 109.2 mm 以及海口 110 mm;有 2 个站日降水量达到暴雨,分别为定安 56.2 mm 和万宁 73.3 mm。特别是在 15 时,临高一小时降水为 91 mm。

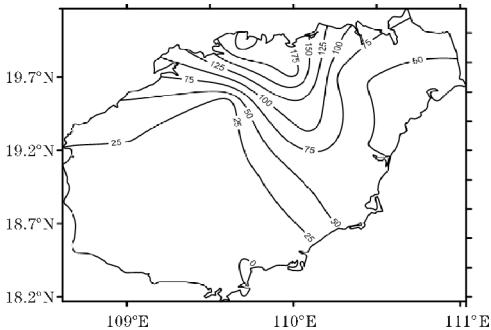


图 3 2013 年 10 月 1 日 21 时 24 小时累计降水量

2 结果分析

2.1 逐小时降水特征分析

从逐小时总降水(图 4)及单站逐小时降水量(图 5)可以看出,在台风登陆前,海南岛在 9 月 30 日的降水时段主要为 04 时到 13 时。当台风在越南登陆,停止编号以后,海南岛的降水在 10 月 1 日 06 时开始突然增强。10 月 1 日的降水可分为 6 ~ 8 点和 13 ~ 18 点两个时段。在 13 时,澄迈降水量达 55 mm。在 18 时,临高和万宁小时降水量分别为 32 mm 和 44 mm。特别的是,在 15 时,临高和澄迈一小时降水量分别为 91 mm 和 50 mm。从逐小时降水站点数变化(图 6)也可以看出,在 10 月 1 日降水站点数远远大于 9 月 30 日。总的说来,台风蝴蝶减弱后在海南岛引发的强降水强度明显比之前的降水强度强。

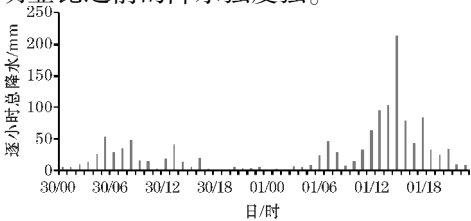


图 4 逐小时总降水量

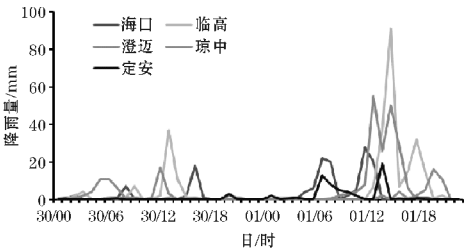


图 5 单站逐小时降水量

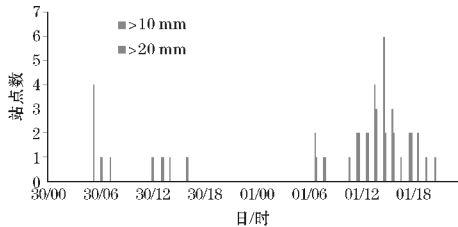


图 6 逐小时降水量超过 10 mm 与 20 cm 的站点数变化图

## 2.2 TBB 与降雨的关系

### 2.2.1 TBB 图分析

由以上降水分析可知,在台风“蝴蝶”登陆后,海南岛的降水没有减小,反而变得更加强。姚秀萍等<sup>[6]</sup>利用500 hPa位势高度场和卫星 TBB 资料,分析了西

太平洋副热带高压的北进和南撤特征,结果表明 TBB 大值区所描述的西太平洋副热带高压与雨区的配置较 588 gpm 等高线与雨区的配置要好,并且可以避免 588 gpm 等高线所产生的假象。因此可以由 TBB 更准确的判断西太平洋副热带高压。

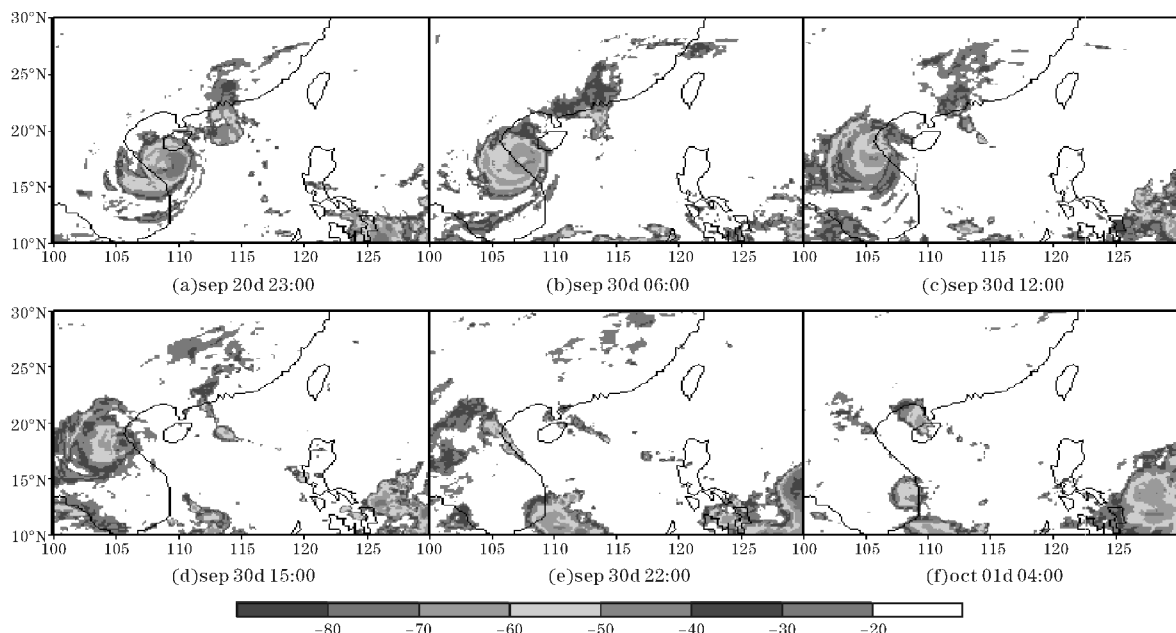


图7 2013年9月29日23时~10月1日04时南海区域的TBB演变图(单位:℃)

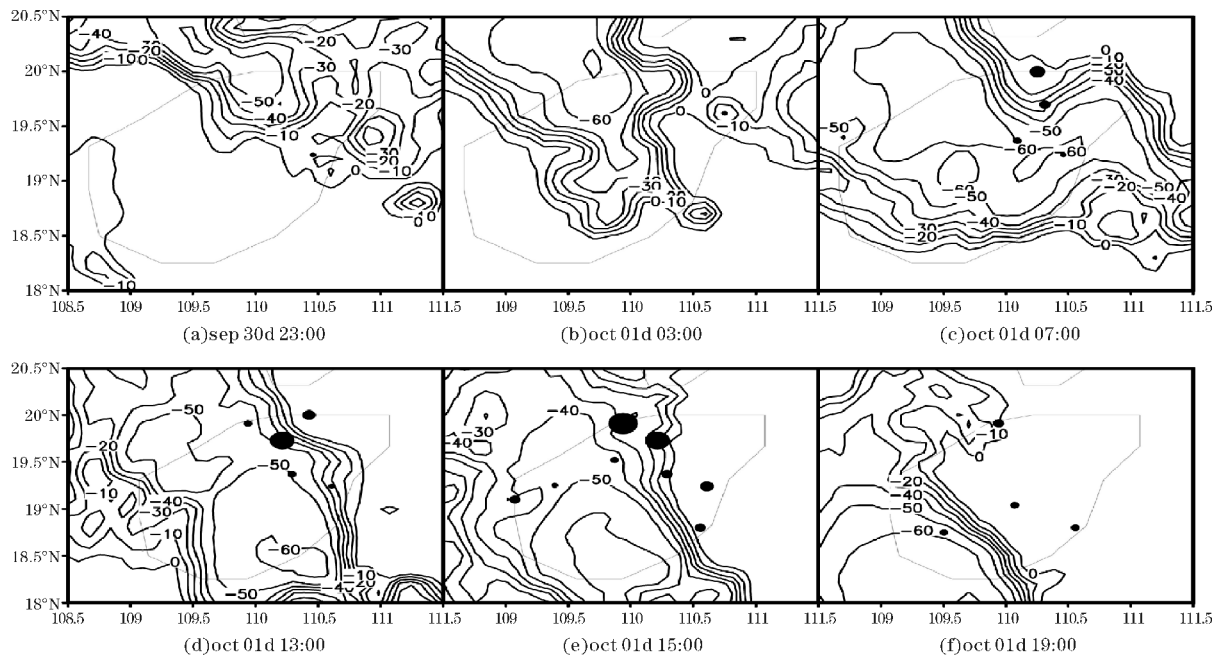


图8 2013年9月30日23时~10月1日19时海南岛上的TBB演变图(黑色原点大小表示降雨量大小)

从图7可以看出,随着台风“蝴蝶”登陆减弱,副热带高压西进,在副高边缘产生了大量云系。由此可见,在台风登陆(9月3日18时)后,海南岛的降水主要是由副高边缘云系产生的。在此云系到达海南岛时,即9月30日22点,云系强度较弱。而在10月1

日04时当云系经过海南岛时,云系对流加强,并覆盖海南岛全境。并在海南岛上空维持了近10 h。这可以解释台风登陆后海南岛降水增强的原因。

以上分析谢义明等<sup>[3]</sup>的研究相类似。即在台风减弱以后,副热带高压增强进而稳定大尺度环流演变

的背景下会引发的暴雨,造成二次强降水,引起重大灾害。因此对于台风后续引起的降水应该予以重视。

### 2.2.2 TBB 梯度与降水关系分析

由2.1的降水实况分析,选取9月30日23时,10月1日03时,07时,13时,15时,19时的FY-2E卫星TBB资料进行TBB梯度分析。由图8知,对流云系是从东北向西南移动的。在移动过程中,冷云面积扩大,向着TBB梯度大的方向扩展,并且云顶亮温迅速下降。此次过程中只有一个主要的MCC,其周围伴随小的对流云系。在07时,MCC覆盖了整个海南岛。TBB值低于 $-60^{\circ}\text{C}$ 的面积较大。整个云系在海南岛上空维持,到14时才从减弱向西移动。由图中降水点的位置可知,当有降水发生时,强降水中心与TBB最低值中心并不重合,而是位于其梯度较大处。

### 2.2.3 单站逐小时TBB与降水对比分析

为了进一步分析TBB与降水的关系,选取降水最

多的海口,迈澄,临高3个站具体分析(图9)。10月1日03时到12时,3站TBB为低值区,海口与迈澄的TBB在这段时间内波动较大,有降水,但是其TBB最低值时刻与降雨峰值并不对应;临高保持低值,波动较小,没有降水。第二段降雨,海口峰值出现在12时,TBB增加了 $40^{\circ}\text{C}$ 左右,降水量为28 mm;定安峰值出现在14时,TBB增加了 $48^{\circ}\text{C}$ 左右,降水量为19 mm;临高峰值出现在15时,TBB增加了 $43^{\circ}\text{C}$ 左右,降水量为91 mm。在此次过程中,3站TBB变化值接近,但是降水量相差很大。结合TBB值大小及降水变化得出当对流发展最旺盛时,地面降水并不强;而当TBB值由最低值快速上升时,降水强度反而大,也就是说,强降水是发生在对流发展最旺盛期后的能量释放过程中,强降水相对TBB值在演变趋势上有一定的滞后性。定安站降水较大的原因是其能量聚集在一次过程中释放,所以降水很大。

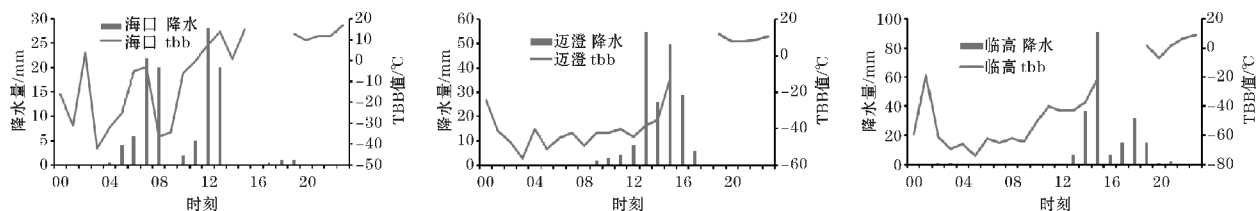


图9 10月1日海口、迈澄、临高3站TBB及对应降水量逐时变化图

## 3 结论

(1)台风停止编号后引发的降水强度明显强于编号前的强度。台风减弱后,西太平洋副热带高压边缘云系增强并西进,稳定在海南岛上空,引发强降水。(2)当降水发生时,强降水中心与TBB低值中心并不重合,而是位于TBB梯度较大处。通常冷云区面积增大,对应着较大范围的短时强降水。冷云面积向着TBB梯度大的方向扩展。(3)降雨波峰与TBB波谷并不对应,强降水相对于TBB值在演变趋势上有一定的滞后性。降水主要发生在TBB由低值向高值增长的过程中。(4)从开始增大到降水峰值出现的过程中,3站TBB值均增加 $40^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ;10月1日上午临高的TBB绝对值远大于其他两站并且没有降水发生,TBB始终保持低值,聚集的能量明显多于其他两站。由于降水是能量的释放过程,临高的降水量远大于海口站和定安站。

## 参考文献:

- [1] 郭英琼,陈创买,郑福荣. 海南省台风季节降水的特征和类型[J]. 热带地理,1993,13(4):305-313.
- [2] 李江南,王安宇,杨兆礼,等. 台风暴雨的研究进展[J]. 热带气象学报,2003,19(B09):152-159.
- [3] 谢义明,胡玉玲,沙维茹,等. 08080号台风残留引发特大暴雨成因分析[J]. 气象科学,2011,31(1),61-66.
- [4] 张驹,王敏,顾清源. 四川2006年“9.3”暴雨过程中TBB与强降水对应关系分析[J]. 四川气象,2007,27(2):7-9.
- [5] 王清平. 一次沿天山暴雨过程的TBB特征分析[J]. 青海气象,2013,(4):11-17.
- [6] 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的分析 and 描述[J]. 高原气象,2005,24(2):143-151.
- [7] 江吉喜,范梅珠. 我国南方持续性暴雨成因的TBB场分析[J]. 气象,1998,24(11):26-31.
- [8] 许新田,刘瑞芳,郭大梅,等. 陕西一次持续性强对流天气过程的成因分析[J]. 气象,2012,38(5):533-542.
- [9] 赵彩萍,赵桂香. 山西中部一次致灾暴雨中尺度特征[J]. 气象科技,2012,40(5):807-813.
- [1] 郭英琼,陈创买,郑福荣. 海南省台风季节降水的



- [10] 魏建苏,赵永玲,周曾奎,等. “0012”台风引发“8.30”特大暴雨过程的分析[J]. 气象科学, 2003,23(1):92-99.
- [11] 尤红,周泓,李艳平,等. 0906号台风“莫拉菲”大范围暴雨过程诊断分析[J]. 暴雨灾害, 2011,30(1):44-50
- [12] 陈永仁,李跃清. “12.7.22”. 四川暴雨的 MCS 特征及对短时强降雨的影响[J]. 气象,2013, 39(7):848-860.
- [13] 曹钰,岳彩军,寿绍文. Statistical and composite analysis of relationship between the number of convective cores and the characteristics of TBB with the tropical cyclone circulation and its intensity[J]. Journal of Tropical Meteorology, 2015, (1):1-13.
- [14] Ying M, W Zhang, H Yu, et al. An overview of the China Meteorological Administration tropical cyclone database[J]. J Atmos Oceanic Technol, 2014,31:287-301.
- [15] 李天富. 南海热带气旋、冷空气活动与海南岛特大暴雨[C]. 新世纪气象科技创新与大气科学发展,2003:1516-1519.

## The TBB Characteristics Analysis of Typhoon “1321” When Triggered Heavy Precipitation in Hainan

BAI Xue-mei

(College of Atmospheric Sciences, Plateau Atmosphere and Environment Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China)

**Abstract:** To make better use of TBB data in short-term forecast of typhoon precipitation, the characteristics of precipitation and TBB are analyzed to reveal the relationship between them in the prod of typhoon “1321” influenced Hainan Island by using the TBB grid data from the FY-2E satellite and hourly precipitation data from National Meteorological Information Center. The results show that the intensity of precipitation of landed typhoon is stronger than before landing. When the typhoon weakened, the clouds at the edge of West Pacific subtropical are enhancement and westward, and those clouds stabled over Hainan Island, triggered heavy precipitation. When precipitation happened, the heavy rain center doesn't coincide with TBB low center, but locates at the great value center of TBB gradient. Usually, the increasing of Cold cloud area corresponded to a wide range of short-term precipitation and Cold cloud area grows to large gradient. Precipitation mainly appeared in the process of TBB value from low to high. The energy released in one process was the reason why the heavy precipitation happened in Dingan.

**Key words:** meteorology; weather analysis; typhoon; typhoon precipitation; TBB