

2001 年云南雨季开始偏早与孟加拉湾季风爆发的关系^①

郑建萌

段 旭

(云南大学地球科学系,昆明 650091) (云南省气象台)

提 要

分析 2001 年云南雨季开始期东南亚环流形势的逐日演变,并用 OLR 资料分析了雨季开始前东南亚对流活动的逐日演变。指出云南雨季开始受孟加拉湾季风影响,孟加拉湾季风爆发早且偏强,导致云南 2001 年雨季开始偏早,雨量偏多,在预报云南雨季开始时东南亚地区环流的季节调整及对流活动的北上应是重要因素。

关键词: 孟加拉湾季风 云南雨季开始 环流形势 OLR 资料

引 言

中国科学家研究指出,亚洲夏季风由相互联系又有其独立性的南亚季风系统和东亚季风系统所组成;而亚洲夏季风最早在南海爆发,平均在 5 月中旬,然后分别逐渐向西和北方向推进,6 月中旬印度季风爆发^[1]。吴国雄等^[2]对 1989 年的亚洲季风爆发进行个例分析后指出,亚洲季风爆发的过程划分为三个阶段更合适,第一阶段是孟加拉湾季风爆发,接着是南海季风爆发,最后是印度季风爆发。云南同时受南亚季风和东亚季风的影响,以往对云南雨季开始期影响的研究,基本是从气候的角度对 5 月雨量进行分析或预测^[3~5],本文从中短期预报的角度对 2001 年云南雨季开始期间低纬热带地区环流演变特征进行分析,提出一些在这期间天气预报工作值得关注的天气系统。

2001 年云南雨季大部地区在 5 月上旬末相继开始,较历年偏早 10~15 天左右,5 月雨量偏多至特多,发生了初夏罕见的洪涝灾害。文献^[6]分析 2001 年 5 月 OLR 与多年平均的距平场,发现孟加拉湾为 $-20 \sim -30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 的区域,中南半岛、南海为 -10

$\sim -20 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 的区域,认为 2001 年孟加拉湾季风、南海季风爆发早且偏强。本文详细分析 2001 年 4、5 月份逐日的 850hPa、200hPa 热带低纬环流形势、对流活动演变特征及不同纬度的低层物理量,提出一些对预报云南雨季开始有用的信息,指出云南雨季开始是以东南亚地区大气环流的季节调整为气候背景,孟加拉湾季风爆发早是造成云南雨季开始偏早的主要原因。资料采用 2001 年 4 月、5 月逐日的 MICAPS 系统 00 时 (GMT) 高空探测资料和射出长波辐射 (OLR) 资料。

1 环流形势分析

在低层 850hPa 上,4 月 29 日以前中南半岛南部、南海为西太平洋副高控制,脊线在 13°N 附近,孟加拉湾东部及缅甸为反气旋控制,印度半岛为阿拉伯海高压的西北气流控制,澳大利亚为冷高压控制。29 日澳大利亚北部冬季风初次爆发,东南季风顺着印度尼西亚的努沙登加拉群岛、苏门达腊岛到达赤道。30 日 (图 1a) 达尔文站 (12.39°S , 130.87°E) 为东南风 $14 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,新加坡站 (1.37°N , 103.98°E) 为 $8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的较强越赤道

^① 本文得到国家“十五”重中之重科技攻关项目云南专题“滇中尺度灾害性天气监测预警系统科学试验及应用研究”资助。

南风。在这股气流的作用下,热带季风辐合带位于 10°N 附近,中南半岛为西太平洋副高外围的东南气流。2日马来半岛转为一致的偏南风,风速加大。3日(图1b),澳大利亚北部东南风仍较大,西太平洋副高减弱东退,越赤道偏南气流北上与副高南侧的偏南气流汇合,使得中南半岛大部为 $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上的偏南风,气旋性加强,热带季风辐合带向西北方向移动,并演变为季风低压位于孟加拉湾东部、安达曼海和中南半岛西北部,清迈(18.78°N 、 98.98°E)的高度由1日的1510gpm下降为3日的1470gpm,这些地区由反气旋为了气旋环流。此时越赤道偏南气流已到达云南南部,云南东南部出现中到大雨。6日澳大利亚北部为强劲的东南风,达尔文站的东偏南风达 $17\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,马来半岛至布来尔港(11.67°N 、 92.72°E)的东南风再度加强,槟榔屿(5.3°N 、 100.27°E)、普吉(8.12°N 、 98.32°E)的风速分别达到 $12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 $11\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。西太平洋副高加强,中南半岛

南部、南海至菲律宾为1520gpm高压控制,云南省南部到中南半岛北部为辐合区,季风低压西移位于孟加拉湾,华南北部到我省北部有切变线。5月8日,副高突然减弱东撤到菲律宾以东洋面上,印度东海岸、孟加拉湾、中南半岛至菲律宾都转为偏西气流为主,进入夏季风的环流形势,而此时印度仍为西北气流控制,澳大利亚北部仍为较强的东南风。同时高原上有冷空气加强南下,切变南压到两广并与中南半岛北部至云南南部的辐合区相连,冷暖空气在云南上空交绥。9~10日云南出现全省性的初夏第一次大雨天气,造成了云南大部地区雨季开始偏早。值得一提的是在这期间,澳大利亚北部的东南季风持续强劲,越赤道偏南气流在加里曼丹岛并不明显,苏门达腊岛偏南气流通道显得窄而强。此后由于孟加拉湾西南季风比较活跃,北方冷空气与西南季风频繁在云南交汇,产生了6次全省性大雨、暴雨,致使5月雨量偏多到特多。

从200hPa图上可看出(图略),4月30日以前南亚高压中心稳定在中南半岛南端到马来半岛北部, $0\sim 10^{\circ}\text{N}$ 以东或东南风为主。4月30日西贡到马来半岛出现东北风,5月3日东北风加强,风速加大达 $11\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,与低层的越赤道偏南气流共同驱动了季风经圈环流。由于西风与北风之间的辐散加大,4日中南半岛北部出现高压脊,5~6日中南半岛大部为高压形势,风速减弱。7日南亚高压主体向北偏西移动,高压中心移到 17°N 附近,乌汶(15.25°N 、 104.87°E)由西风转为东南风,东风带的北界到达 15°N 附近,东南亚地区夏季风环流的高层形势已形成,直到5月27日南亚高压中心才北移过河内、清迈一线。

从以上的环流形势分析可看出,4月末至5月初北澳冬季风爆发,东南气流加强后沿着苏门达腊岛在 105°E 附近越过赤道,这股气流的加强和北进促使热带季风辐合带加强北上,在孟加拉湾东部形成季风低压,低层的辐合引起高层产生辐散,南亚高压北抬,环

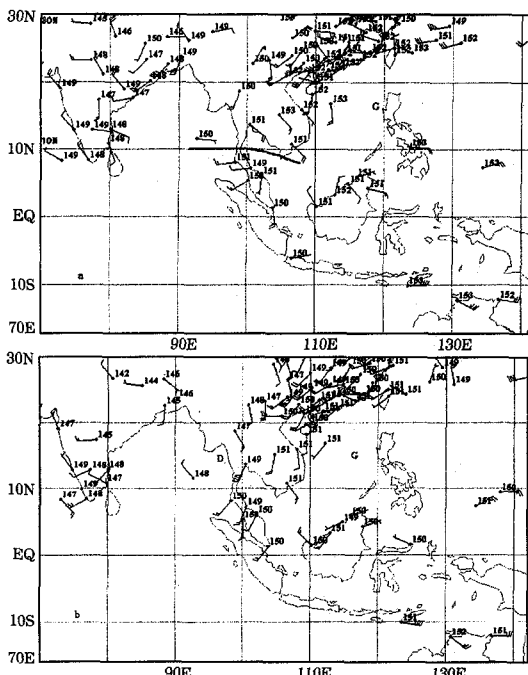


图1 2001年4月30日(a)和5月3日(b)
00时(GMT)850hPa形势
粗实线为热带季风辐合带

流形势发生了季节调整。季风低压在偏北移的过程中主要是通过其外围云系和西南暖湿气流影响云南。因此2001年云南雨季开始早主要是受孟加拉湾季风爆发影响。在春季到初夏南支槽的活动一般给云南带来雷雨、大风、冰雹等强对流天气,很难形成大范围强降水,而西太平洋副高在这段时期往往也只能给滇东南带来较大降水。只有孟加拉湾季风爆发,西南季风北上影响到云南才能给云南造成大范围强降水,实现干湿节转换。因此在作云南雨季开始的预报时要着眼于更大尺度的天气气候背景,关注低层澳大利亚冬

季风的爆发,105°E附近偏南气流的出现,孟加拉湾季风低压这一爆发性涡旋的形成,西太平洋副高的进退,高层南亚高压的北移等因素。正是这些季风成员的北上,形成了云南雨季开始的基本天气特征。

2 物理量的演变特征

选取105°E附近不同纬度新加坡、哥达巴鲁、西贡、乌汶、清迈分析850hPa纬向风 u 、经向风 v 、温度露点差 $t-t_d$ 和850hPa与500hPa的温度露点差 $\theta_{850}-\theta_{500}$ 四个物理量。图2给出这4个物理量的逐候演变特征。

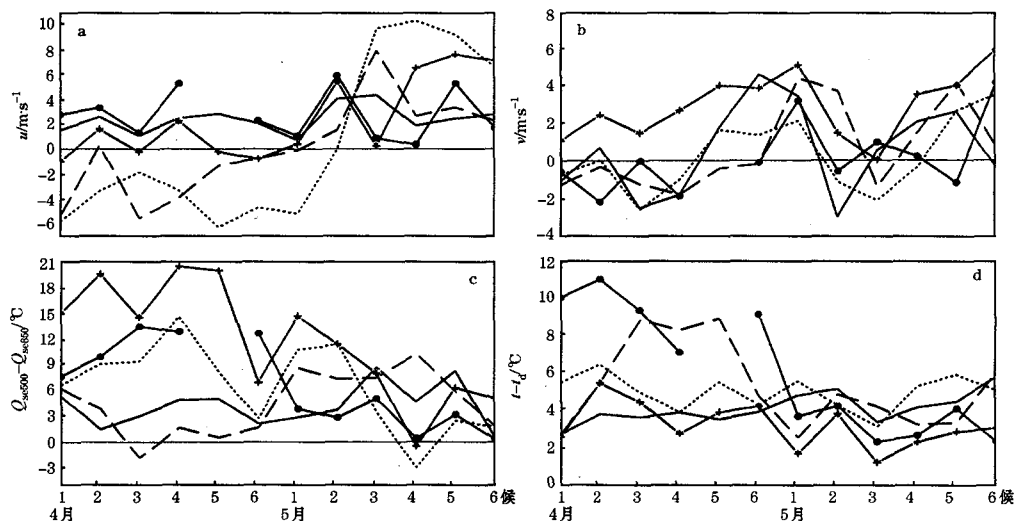


图2 5站物理量演变

a. u 分量($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), b. v 分量($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), c. $\theta_{850}-\theta_{500}$ ($^{\circ}\text{C}$), d. 温度露点差($^{\circ}\text{C}$)。图中实线是新加坡站,点虚线是西贡站,长虚线是哥达巴鲁站,x实线是乌汶站,·实线是清迈站。

2.1 纬向风 u 分量

从图2a可看出,新加坡站一直为西风,5月第2候和第3候风速较大。哥达巴鲁站在4月为东风,从4月第3候到5月第1候东风呈逐渐减小趋势,在5月第2候后开始转为西风,并在第3候达到最大 $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。西贡站在5月第2候后转为西风,并在第3候达到 $9.7\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,突变性很强。乌汶站4月为弱的东风交替出现,5月第一候后稳定地转为西风。清迈站一直都为西风,前期是受西风带的影响,后期是受西南季风影响,这从湿度场可以看出。

2.2 经向风 v 分量

从图2b中可明显看出,在4月前4候除乌汶站有副高外围的南风外,其它四站都为弱的北风。新加坡在4月第5候转为南风,在4月第6候最大为 $4.6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,其它四站5月第1候为南风的一个峰值,哥达巴鲁在5月第1候突变为南风并达到最大 $4.4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,乌汶一直为南风,且数值较大。

2.3 $\theta_{850}-\theta_{500}$

从图2c中可明显看出,赤道附近的新加坡站在4月为弱的不稳定,5月不稳定性增大。马来半岛的哥达巴鲁站在5月第1候从

4月的低值跃升到5月的高值。中南半岛的3个站在4月第6候前就非常不稳定,最不稳定的是乌汶,在4月第4候达到了 20°C 。这三个站5月的值反而没有4月高,通过相关资料分析我们发现,主要是因为5月500hPa增温增湿,特别是湿度增加很大,使得500hPa的 θ_{se} 上升,由于对流云多造成850hPa的温度比4月有所下降,使得850hPa的 θ_{se} 下降。

2.4 温度露点差 $t - t_d$

从图2d中可知,西贡和新加坡站变化不大,哥达巴鲁站4月第3~5候比较干,4月第5候到5月第1候从最高值降到了最低值,增湿明显。清迈站在4月是最干的,但从5月第1候开始就变得湿润,从4月第6候的 9.1°C 突变为5月第1候的 3.6°C ,且5月第1候后都在 4.2°C 以下,增湿最明显。这与李崇银^[7]分析发现南海季风爆发前6天在孟加拉湾东北和缅甸地区有一最强增湿中心是一致的。

3 雨季开始前热带对流活动的演变

用能较好反映对流活动的OLR资料分析4月、5月东南亚地区季风爆发时对流活动的逐日演变。谢安等^[8]用南海区域平均的候平均OLR值下降至 $235\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$,同时区域平均的纬向风由东风转为西风定义南海夏季风的爆发时间,并由此得出平均爆发的时间是5月第4候。2001年4月8日以前对流活动的中心集中在 10°S ,以后澳大利亚的高值区向西北扩张,对流活动中心向赤道附近移动。到4月26日前低值区主要在 10°N 以南的加里曼丹岛、苏门达腊岛及赤道东印度洋,低值中心分散,范围不大,低值区的轴线主要是纬向的,高值区在印度次大陆、孟加拉湾、南海、中南半岛。26日赤道东印度洋低值区的多个小中心加强合并,范围扩大。30日(图3a),低值区系统性北上,印度洋东北部到孟湾东南部有 $180\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 的低值区, $200\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 深对流到达中南半岛上 20°N 的地区,低值中心轴线呈东北—西南向。印度

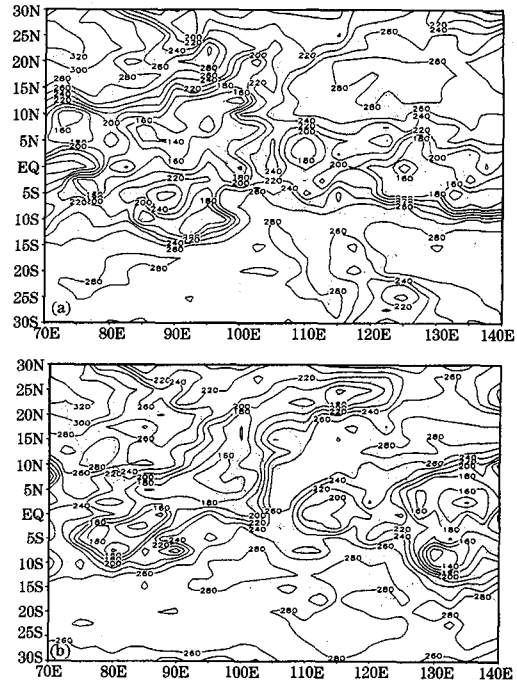


图3 2001年4月30日(a)和5月3日(b)
OLR场($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, 间隔20)

半岛、缅甸及南海至菲律宾以东洋面为 $280\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 的高值区。3日(图3b),中南半岛低值中心持续向东北方向伸长,并与华南切变云系造成的低值区汇合加强, $200\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 线到达台湾,中南半岛西部 $180\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 线北上到 20°N ,缅甸的 $280\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 高值区西退到孟加拉湾北部,从东印度洋、中南半岛到我国东南沿海为东北—西南向的大范围 $200\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 低值区。西太平洋的低值中心向北扩,南海大部仍为 $260\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 线控制。6日,安达曼海的低值中心再次向北向西扩张,云南出现 $180\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 的中心,孟加拉湾的高值减弱, 260 线退到印度西海岸。西太平洋的低值中心向西北快速移到菲律宾及其东部的海面上, $200\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 线达到菲律宾北部。9日,东南亚除孟加拉湾北部、中南半岛、南海北部有 $240\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 的弱高值区外,大部分地区为低值区,孟加拉湾和南海分别有 $140\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 低中心,印度半岛大部仍为 $280\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 以上的高值区。10日中南半岛、南海基本上为 200 以下的低值区。以后东南亚大部

地区经常为低值区。可以看出,2001年初夏东南亚地区的系统性对流活动来得早,东印度洋的对流活动系统性东北移对应孟加拉湾季风爆发,OLR的低值区轴线呈东北—西南向,云南省雨季开始受这支对流活动的影响。西太平洋的对流活动系统性西北移进入南海对应南海季风爆发,孟加拉湾东岸附近的对流活动早于南海地区的对流活动,两支对流活动北上都表现得相当迅猛,且很快合并。

4 结 论

(1)云南雨季开始受孟加拉湾季风爆发的影响,孟加拉湾季风爆发早且偏强是导致2001年云南雨季开始偏早到特早,5月雨量偏多的主要原因。

(2)云南雨季开始与东南亚地区季节环流的调整关系密切。 105°E 附近越赤道偏南气流的出现及北上、孟加拉湾季风的爆发、南压高压的北移、西太平洋副高的进退等因素应是预报着眼点。

(3) 105°E 附近的越赤道偏南气流与西太平洋副高外围的偏南气流合并后向北推进迅速,热带季风辐合带进入孟加拉湾形成季风低压,使孟加拉湾及中南半岛西部雨季最先开始。

(4)从纬向风、经向风、 $\theta_{850} - \theta_{500}$ 、 $t - t_d$ 物理量看,哥达巴鲁站在夏季风爆发前后

变化特征较明显,清迈增湿最明显,中南半岛在季风爆发前已为热力不稳定区,这可能是夏季风首先在这里爆发和爆发迅猛的原因之一。

(5)东印度洋的对流活动向东北移对应孟加拉湾季风爆发,云南省雨季开始受这支对流活动的影响,西太平洋的对流活动西北移对应南海夏季风爆发。

参考文献

- 1 丁一汇,马鹤年.东亚季风的研究现状,亚洲季风研究的新进展.北京:气象出版社,1996:1~14.
- 2 吴国雄,张永生.青藏高原的热力和机械强迫作用以及亚洲季风的爆发 I. 爆发地点.大气科学,1998,22(6):823~825.
- 3 琚建华,李绚丽.云南初夏降水与前期大气环流的关系.高原气象,1999,18(1):63~70.
- 4 段旭,尤卫红,郑建萌.云南旱涝特征.高原气象,2000,19(1):84~90.
- 5 段旭,琚建华,肖子牛等.云南气候异常物理过程及预测信号的研究.北京:气象出版社,2000:75~80.
- 6 鲁亚斌,郭荣芬,普贵明.云南2001年5月洪涝的天气气候成因探讨.2001云南重大灾害性天气气候技术总结文集,16~18.
- 7 李崇银,屈昕.伴随南海夏季风爆发的大尺度大气环流演变.大气科学,2000,24(1):1~14.
- 8 谢安,刘霞,叶谦.南海夏季风爆发的气候特征,同1.北京:气象出版社,1996:132~141.

The Bengal Bay Monsoon Onset and Its Relationship with Rainy Season of Yunnan in 2001

Zheng Jianmeng¹ Duan Xu²

(1. Department of Earth Science, Yunnan University, Kunming 650091;

2. Yunnan Meteorological Observatory)

Abstract

The circulation evolution and the convective activity of the southeast Asia region before the rainy season for Yunnan in 2001 is analyzed. The rainy season beginning of Yunnan is influenced by the summer monsoon of the BOB, the Bay of Bengal monsoon onset is earlier and stronger so that the rainy season is earlier and the rainfall is more in 2001. The seasonal adjustment and the convective activity migration to north of the southeast Asia region is an important factor to forecast the rainy season beginning of Yunnan.

Key Words: monsoon rainy season beginning circulation OLR