

南海夏季风演变的气候学特征^{*}

王启 丁汇

(国家气候中心, 北京, 100081)

摘 要

本文总结南海北部地区夏季风演变的气候学特征, 发现南海地区5月第3候对流层高层东风和北风爆发, 对流层低层西风第1次跃升, 东亚经向季风环流圈开始形成, 这可以成为南海地区夏季风爆发的标志。对流层低层西风在6月中旬开始的第2次连续跃升对应江淮地区的梅雨爆发期。类似地, 中国大陆夏季对流层低层5月初和6月初有两次爆发性增暖过程, 第2次比第1次强烈得多。

南海北部地区对流层低层纬向风速、比湿盛夏呈双峰型, 纬向风速峰值分别出现在6月第5候和8月第4候, 比湿峰值分别出现在6月第6候和8月第5候。比湿突升对应纬向风速突升, 但略落后于风速峰值出现的时间。南海北部地区季风爆发前, 温度是波动式上升的, 南海季风爆发后, 温度是波动式下降的。中国大陆东部及南海地区夏季对流层低层比湿分布有3次突变, 即4月中旬南海北部比湿突增, 并开始出现高比湿中心, 而南海南部为最大比湿中心; 5月中旬最大比湿中心已从南海南部跳到了南海北部—华南并向江淮流域扩展; 6月中旬江淮流域比湿突增并一直维持到8月, 同时南海南部高比湿带消失。而5月中旬 OLR 有一次突变, OLR 低值区爆发性向北扩张, 这对应于南海地区夏季风的爆发。而孟加拉湾地区夏季风演变的气候学特征与南海地区有较大的区别, 这表明南海地区和孟加拉湾地区是归属不同的季风系统。

关键词: 南海夏季风, 孟加拉湾夏季风, 气候学, 突变。

1 引 言

南海季风开始早, 结束迟, 持续时间长。高由禧、徐淑英用候平均大雨带的位移, 确定中国大陆地区雨季起讫日期, 并与夏季风进退日期作了比较, 发现这两者是一致的, 华南雨季(候大雨带两次经过的日期)为5月16日—9月2日, 如把过渡期算在内, 则为4月30日—9月21日, 华南夏季风盛行起讫日期为4月26日—9月27日, 中国雨季开始日期南方与北方相差3个月^[1]。陶诗言和陈隆勋指出, 南海地区夏季风建立平均日期约在5月中旬, 并分两条路线向西和向北推进^[2]。Lau·K·M 等对中国雨带的活动规律也作了研究, 认为25—30°N 之间以5月上旬开始的降水突增为标志的季风爆发是最突出的特

* 初稿时间: 1996年2月5日; 修改稿时间: 1996年8月7日。

资助课题: 中日季风合作项目和国家“九五”重中之重项目“我国短期气候预测系统的研究96-908-04-03-4”共同资助。

征^[3]。华南季风爆发之前, 华南盛行副热带高压北侧的弱西风; 华南季风爆发之后, 华南气旋很活跃^[4], 对流活动的加强导致在南海地区产生热源, 并促使高层辐散环流加强, 该热源的产生和维持可以通过遥相关型对全球环流产生影响^[5]。南海地区还是中国夏季风降水的一个重要的水汽来源^[6]。华南也是暴雨的一个多发区^[7], 特别是1994年大暴雨, 给广东造成了严重的经济损失, 因此南海季风的研究十分重要。

下面用1980—1986年4—9月 ECMWF 逐日12时次(世界时——下同)未初始化的网格点资料和逐日两个时次(00时和12时)的 OLR 资料, 其分辨率为 $2.5 \times 2.5^\circ$; 并作7a 平均的候平均。选取南海北部地区(10—20 N, 105—120 E) 纬向风速、经向风速、高度、温度、湿度及 OLR 随时间的变化来讨论南海夏季风的演变情况, 并与孟加拉湾地区(10—20 N, 80—95 E) 作对比。还将讨论东亚夏季风在中国大陆向北推进的情况。

2 南海夏季风的演变

2.1 纬向风速

从图1a 上可以看出, 纬向风速从4月初开始一直增大。5月第2候—第3候(8—9候), 西风第1次跃升, 从 0.6 m/s 突升至 3.3 m/s 。这标志夏季风在南海北部建立, 环流也有一次突变过程^[8]。5月第5候—第6候(11—12候), 西风有一次较显著的增长, 从 3.1 m/s 升至 5 m/s , 可视为西风第1次跃升的继续。6月第3候—4候(15—16候), 西风开始第2次连续的跃升, 从 4.8 m/s 增至 6 m/s , 而此时环流经历第2次突变, 江淮流域梅雨开始^[8]。纬向风速曲线盛

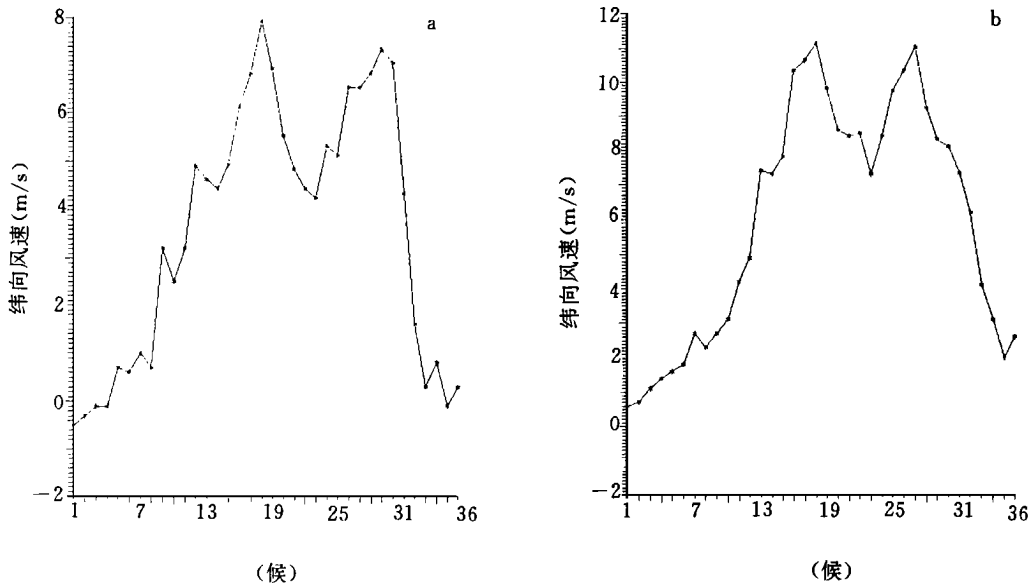


图1 4—9月纬向风速随时间的逐候演变

(a. 南海北部地区; b. 孟加拉湾地区)

夏呈双峰型(6月底,8月下旬最大),西风突升,然后突降,再突升。从8月第6候(30候)开始,西风经历3次突降。即8月第6候-9月第一候,西风从 7m/s 左右降至 4.3m/s ;至9月第2候又降至 1.5m/s ;至9月第3候又降至 0.2m/s 。9月下旬就在这一范围波动。这标志夏季风正从中国大陸完全撤出,环流正由夏季型向冬季型转变。

从以上的分析可以看出,南海北部地区 850hPa 上西风的变化对于夏季风在中国大陆的进展情况,具有很好的指示意义。它是一个重要参考指标。

孟加拉湾地区的纬向风速也呈双峰型分布(图1b),峰值分别出现在6月第6候和8月第3候。5月底(第6候)-6月第1候西风有一次突变,从 5m/s 突升至 7.5m/s ,比南海季风突升要迟4个候。这一次突变标志孟加拉湾夏季风开始爆发,一般认为,孟加拉湾地区夏季风的爆发要比印度次大陆西南季风的爆发早,而后者出现在6月上中旬。以后孟加拉湾西风维持3候,6月第3-4候又有一次突变,从 7.6m/s 突升到 10.5m/s 左右,这对应于印度季风的全面爆发,且与江淮流域梅雨的爆发是对应的。从8月第3候孟加拉湾西风开始迅速降低,比南海西风骤降要提前3个候,标志夏季风开始撤出孟加拉湾地区,但其撤出速度比南海北部缓慢。

2.2 经向风速

从图2a上可以看到南海北部5月第4候-5候(10-11候)南风有一次明显的增强过程。从 1.8m/s 增至 3.2m/s 。第6候(12候)达到峰值(3.6m/s)。经向风速的跃升落后于纬向风速。以后虽有升高、降低,但总的趋势是逐渐下降。其中6月底(17-18候)和8月第4(27-28候)候各有一次较小增强过程,但落后于纬向风速的增长。南海北部南风有

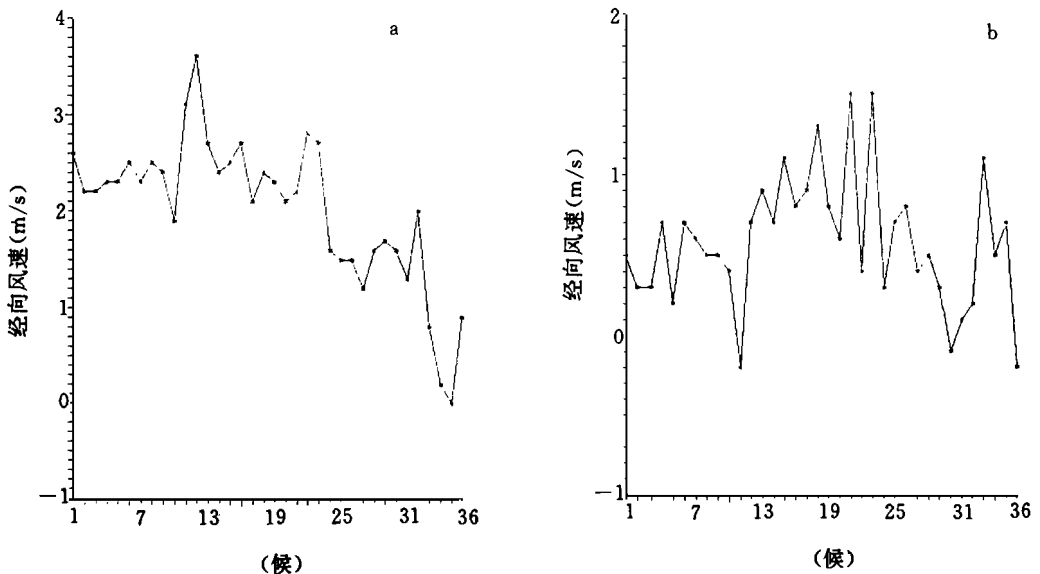


图2 4—9月经向风速随时间的逐候演变

(a. 南海北部地区; b. 孟加拉湾地区)

3次明显的下降过程, 分别为5月第6候- 6月第1候(从 3.6m/s 降至 2.7m/s)、7月第5候- 6候(从 2.7m/s 降至 1.6m/s)、9月第2候- 4候(连续2次突降从 2m/s 降至 0.2m/s)。另外, 6月第4- 5候下降不强烈(2.7m/s 降至 2.1m/s)。除9月份外, 南风的几次降低都对应着西风的增强。这几次南风强度的变化, 反映了南海季风经向分量比纬向分量有更快的振动频率, 这可能与季风本身的振荡有关; 从环流上看, 也许跟西太平洋副热带高压纬向突然的进退有关。

从图2b上可见, 孟加拉湾经向风速变化的幅度比南海地区要小得多。变化幅度为从 -0.3m/s 至 1.5m/s 。南海地区和孟加拉湾地区经向风速变化周期约2候- 4候, 也许反映了准双周振荡的影响。

2.3 温度

从图3a上可以看到, 季风爆发前(5月第3候), 南海北部地区从4月份开始, 温度是波动式上升的, 这可能与地表温度增高及辐射增强有关; 季风爆发后, 温度开始逐渐下降, 这主要与云量大量增加有关。孟加拉湾地区温度变化有明显的不同。4月第1候- 5月第5候, 孟加拉湾温度(图3b)逐渐增加, 从 22.7 增加到 24.2 。5月第5候后, 孟加拉湾地区夏季风开始爆发, 温度下降非常快, 到6月下旬已降到了 21 , 以后变化较和缓。与南海北部地区相比, 孟加拉湾地区温度变化较激烈, 反映该地区降水比较强烈。

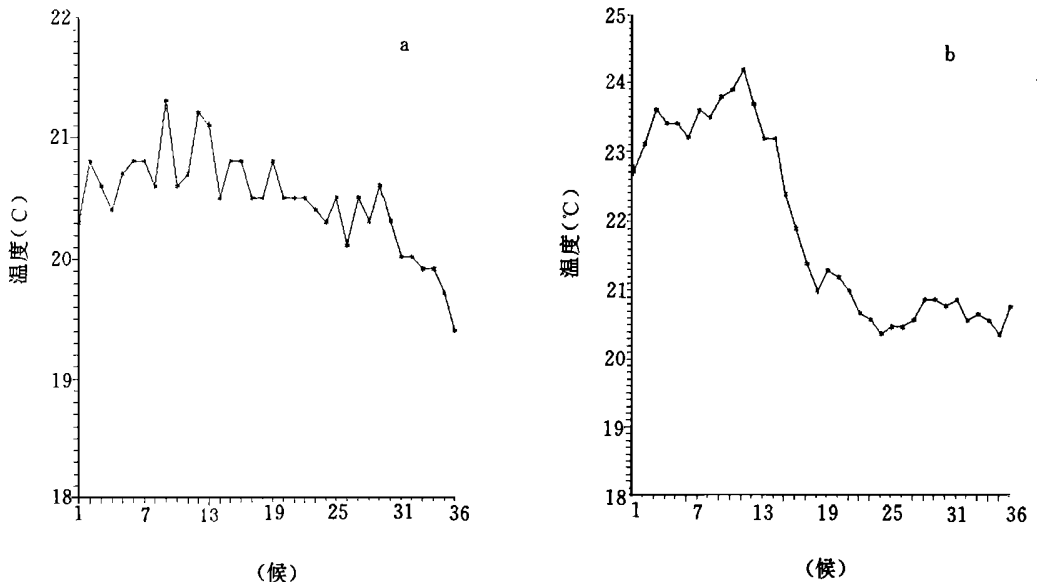


图3 4—9月温度随时间的逐候变化

(a. 南海北部地区; b. 孟加拉湾地区)

2.4 湿度

从图4a上可以看到, 南海北部地区从4月初- 5月中旬, 湿度增加很快。4月第2—3候有一次突增。从5月第1候- 第4候, 突增3次, 从 12.2g/kg 分别增加到 12.5g/kg , 12.9g/kg ,

13.5g/kg。这主要是由于水汽的辐合效应,另一方面西南季风增强带来的蒸发效应也可能是一个因子。南海北部季风爆发后,湿度在一个较高的水平上波动。这段时间,南海地区的湿度增大主要是由于西南风增强引起的蒸发和水汽辐合,增加了大气中的水汽含量。水汽的分布跟西风几乎保持相当一致的关系。与图1进行对比。南海地区湿度有2个峰值,分别在6月第5候和8月第4候,而西风风速的两个峰值在6月第6候和8月第5候;湿度的两个谷值在7月第6候和9月第4候,而西风风速的2个谷值分别在7月第5候和9月第3候。它们大致保持一致的关系,位相略有落后。

孟加拉湾的湿度曲线与风速的关系也相当好。见图4b和图1b。孟加拉湾比湿的2个最大的峰值分别在6月3候-5候,和8月3候-4候,而风速的2个峰值分别在6月第6候和8月第3候。有相当好的对应关系。孟加拉湾湿度4月-5月两个月上升很快。从最初的9.3g/kg一直升到5月末的14g/kg。而西风在这段时间增加也是十分迅猛的。这说明水汽辐合以及西风增大引起海水蒸发的作用较大。从8月第3候,孟加拉湾风速下降较快,而湿度也下降趋缓,但没有风速下降快。

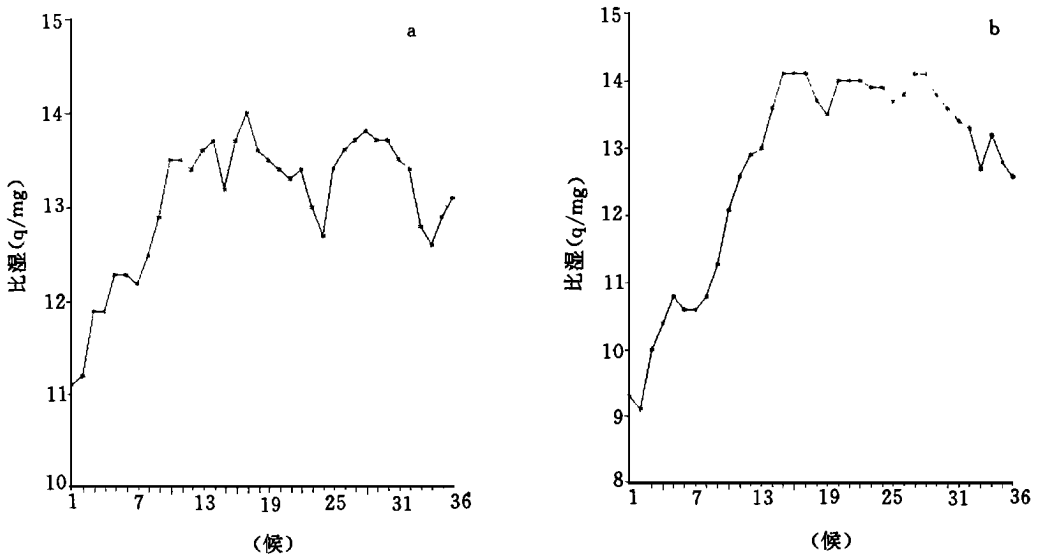


图4 4—9月湿度随时间的逐候变化

(a. 南海北部地区; b. 孟加拉湾地区。横坐标为

4—9月份的36个候,纵坐标为比湿,单位:g/kg)

从以上的分析可以看到,湿度也是季风爆发的一个很好的指标。以南海为例,4月第2候比湿开始突升,由11.2g/kg升至第3候的11.9g/kg,此时华南前汛期开始,降水开始增加;5月1候-3候比湿连续突升,一直由12.5g/kg升至13.5g/kg,此时南海季风建立,环流第1次突变。6月第3候-4候,南海北部湿度又一次突升,此时江南正是梅雨季节,南海的水汽输送也许也有一定的作用;7月底-8月初,南海北部比湿又一次突升,这时正是华南晚

汛期和北方的雨季; 8月第5候突降, 9月初达到谷底, 此时正是季风从华南开始撤退的时候。因此对南海湿度的研究将是很有意义的。

2.5 射出长波辐射(OLR)

从图5a 可以看到 OLR 的曲线与湿度曲线有很好的对应关系, 从4月- 5月中旬, OLR 从最高值往下降, 而比湿相反是从最低值往上升。这是因为4月份, 南海北部地区雨季已经开始, 空气中水汽含量开始增大, 云量也必然随着增多, 由于云顶温度较低, 所以 OLR 值较低。因此 OLR 值总是与湿度值相反。5月中旬南海季风爆发后, OLR 又一次突降。5月下旬- 9月, OLR 在谷底处波动, OLR 值较低, 湿度却较高。

OLR 值也有较好的指示意义, 从 OLR 的演变可以看到, 4月第6候 OLR 值第1次下降, 维持3候; 5月第3候 OLR 第2次下降, 并维持3候, 对应南海季风爆发, 5月第6候 OLR 第3次下降, 对应南海季风的第2次爆发性增长; 6月第3候—4候下降, 长江流域梅雨开始, 8月第1候第5次突降, 对应华南晚汛期的盛期。

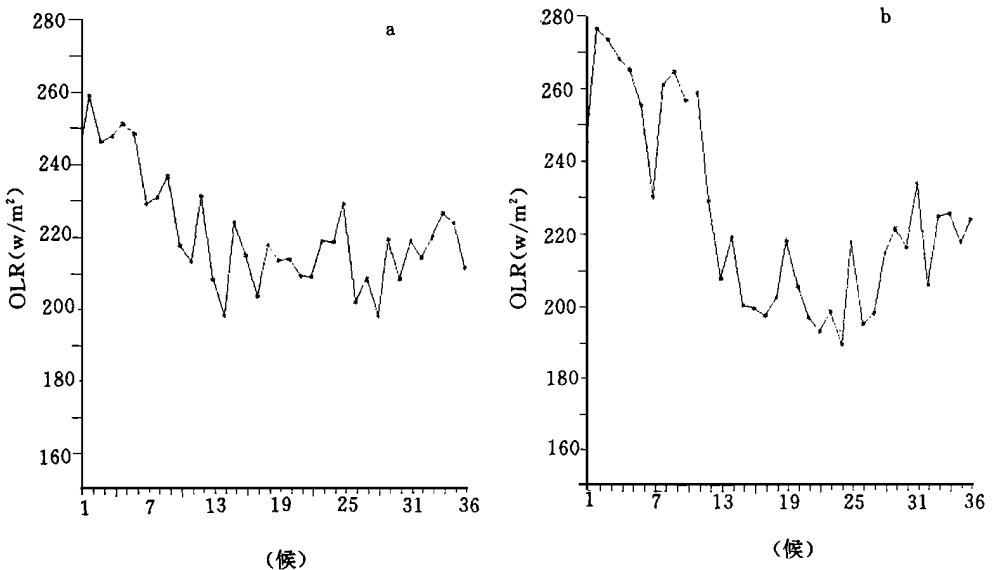


图5 4—9月 OLR 随时间的逐候变化

(a. 南海北部地区; b. 孟加拉湾地区。横坐标

为4—9月份的36个候, 纵坐标为 OLR, 单位: W/m^2)

孟加拉湾的 OLR 与湿度对应得也特别一致(见5b 和图4b)。4月- 5月, OLR 为较高值并在下降, 而比湿处在最低值并往上增加, 6月- 9月 OLR 值较低而比湿值较高, 且 OLR 的3个低值正对比湿的3个高值。因此季风研究中 OLR 也是一个较有力的工具。

3 夏季南海地区大气垂直结构的变化特征

从图6a上可以看到,5月第2候前,南海北部地区整层都为西风。5月第3候,500hPa以上,东风开始爆发,同时低层西风加强,这相应于夏季风的爆发,这是南海夏季风爆发的一个非常典型的垂直结构特征。高层东风爆发的原因与下垫面及大气的热力分布发生很大的变化有关。9月份东风范围突然向下层扩展,并随着时间向下层发展很快,9月第1候,东风到达500hPa,9月第3候已达到850hPa,以后东风在这一高度上有小的波动。

由图6b上可以看到,孟加拉湾纬向风速的垂直结构与南海不太相似。南海北部地区高层东风出现早,孟加拉湾北部出现东风的时间比南海北部地区晚1候,这是因为5月第3候,南亚高压还不够强大,范围也较小,孟加拉湾的西部还处在南亚高压西部转向的西风气流里。随着南亚高压增强并向西北方向移动,孟加拉湾的东风强度则明显超过了南海地区。

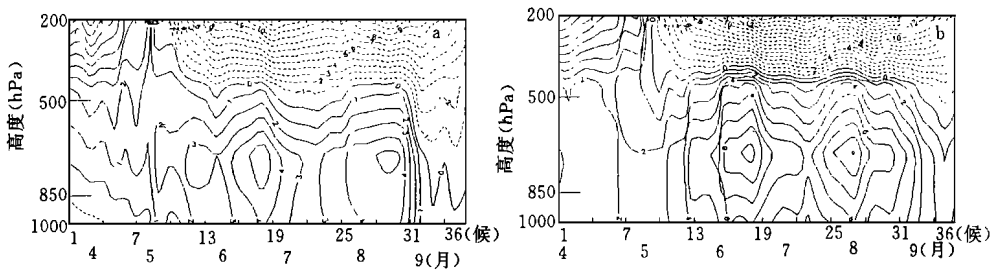


图6 纬向风速的时间-高度剖面图

(a. 南海北部地区(10-20°N, 105-120°E); b. 孟加拉湾地区

(10-20°N, 80-95°E)。横坐标为4-9月的1-36个候,纵坐标为hPa

(取4层1000hPa, 850hPa, 500hPa, 200hPa),单位: m/s,等值线间隔为1m/s)

南海北部夏季风爆发前,500hPa以下,西风风速较小,季风爆发后,西风明显增大。在6月底和8月第5候,500hPa和850hPa之间各有1个西风大值中心,在结构上,西风基本上是正压的,即西风是较深厚的,500-1000hPa之间,西风的加速在垂直方向上是同时的;同样,减弱也是同时的。孟加拉湾西风的结构也具有这样的性质。

从图7a上可以看到,南海北部夏季风爆发前,上下层基本上为南风;夏季风爆发后,约400hPa以上北风开始爆发并完全取代了南风,500hPa以下,低层依然为南风。这对应于经向季风环流的建立。而孟加拉湾迟至6月第1候高层才出现北风爆发的现象(见图7b)。高层东风先在南海地区出现与南亚高压的季节移动有关,该高压在5月初位于中南半岛^[8],而南海恰好在高压反气旋性环流的东侧,因而吹偏北风。而孟加拉湾则处在高压的西侧,因此吹偏南风。随着南亚高压向西北移动到孟加拉湾的西侧时,孟加拉湾北风才开始爆发,因此孟加拉湾北风爆发的时间比南海晚了近1个月。其实,在4月第6候,中南半岛上已出现了高压^[8],因此4月第6候,200hPa以上,南海地区已出现了偏北风,但很弱,还不稳定,只是到了5月中旬,偏北风强度加大且较深厚,并一直稳定的维持下来。南海地区约400hPa以上,北风一直到9月还维持着。并有小的脉动,周期2-4候,也许与准双周季内振荡有关。孟加拉湾地区到9月第4候已转为南风,其北风脉动也存在着这一周期。北风下

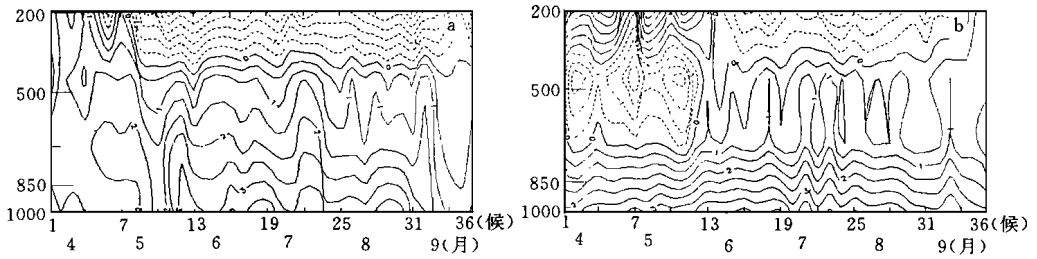


图7 经向风速的时间-高度剖面图

(a. 南海北部地区(10–20 N, 105–120 E); b. 孟加拉湾地区

(10–20 N, 80–95 E)。横坐标为4–9月的1–36(候), 纵坐标为 hPa

(取4层1000hPa, 850hPa, 500hPa, 200hPa), 单位: m/s, 等值线间隔为0.5m/s)

面为南风。南风很深厚, 从1000–约400hPa都是南风, 这是强大季风环流圈的表现。随着大陆热力作用的增强, 海陆温差对比愈来愈强烈, 造成低层向大陆的辐合气流。在400hPa以上的自由大气中, 冬季整个高原均为西风所控制, 对流层上部, 高原南北西侧各有一支西风急流。高原一个重要的作用就是夏季加热作用造成的上升气流, 到了高空即向四周辐散并下沉。向南的一支下沉气流到了下层随着西南季风北上, 并沿青藏高原南侧爬升, 构成了闭合的季风环流, 破坏了该区域哈得来环流。

从图7a, b上还可以看到, 在夏季风爆发前, 孟加拉湾地区经向风速的垂直结构与南海北部地区有很大的不同。南海北部地区整个对流层几乎都为南风, 而孟加拉湾地区对流层中层为北风, 上、下两层为南风。孟加拉湾地区高层为高原以南的西南风急流, 低层亦为西南风。对流层中层的印度半岛的西侧, 存在着一支西北气流。这支气流较强, 因此孟加拉湾的垂直分布上, 对流层中层为北风分量。随着高原东北风的爆发, 对流层中层亦转为西南风, 这是青藏高原热力作用的结果。但中层南风波动较大, 低层南风波动较小。另外南海地区中低层5月中旬就已出现南风加强, 高层北风爆发; 而孟加拉湾5月底中层才转为南风, 6月初高层北风开始稳定的爆发。

4 夏季风在东亚及南亚的进展比较

在夏半年, 随着季节的推进, 季风如何从南海向大陆的推进情况, 是人们十分关心的一个问题。下面将用850hPa的105–120 E之间的平均的纬向风速(包括200hPa)、经向风速(包括200hPa)、温度、比湿、OLR、位势高度场(1980–1986年7a平均)的纬度-时间(4–9月)剖面图来讨论这一问题, 还将与80–95 E之间平均(孟加拉湾)的纬度-时间剖面图作比较。

4.1 夏季风在东亚大陆的进展及与孟加拉湾之比较

从图8a上可以看到, 南海南部地区在5月中旬(季风爆发)前, 基本上为东风。5月中旬, 南海南部地区西风爆发, 而南海北部地区–华南西风爆发性增长。而此时中国中部依然受微弱的东风控制, 说明大陆中北部仍受副热带高压南侧转向的东南气流的影响。40–

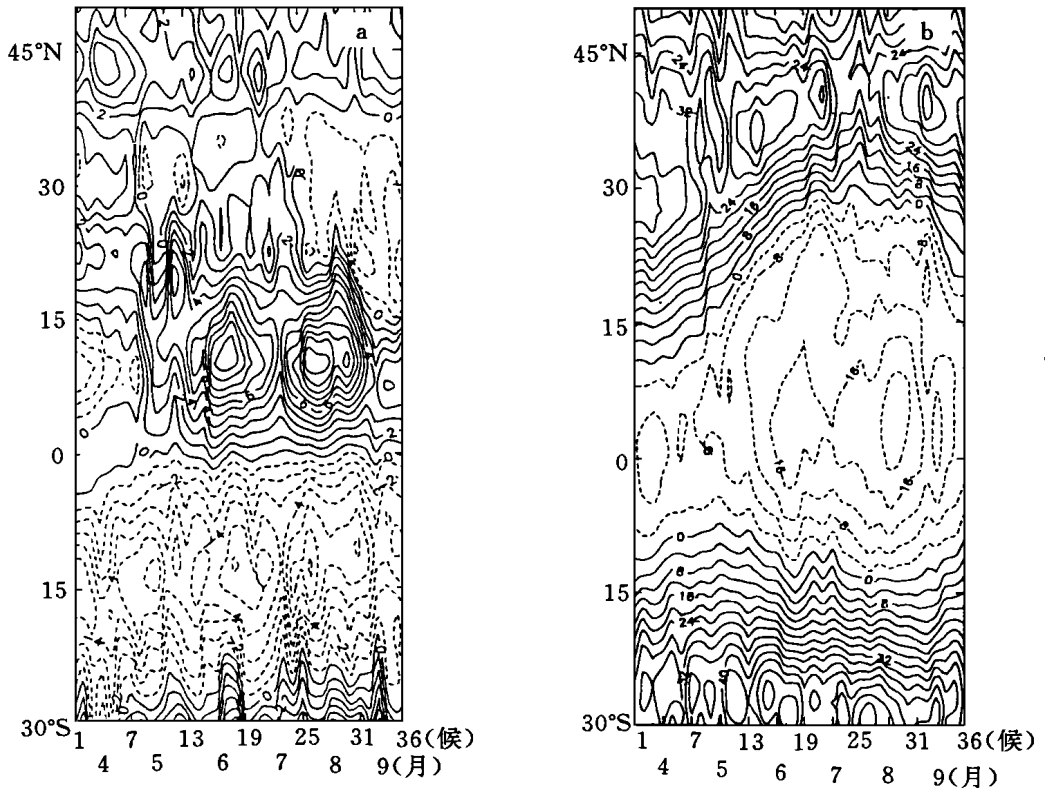


图8 东亚地区纬向风速(105°E)的纬度-时间剖面图

(a. 850hPa; b. 200hPa. 等值线间隔分别为1m/s和4m/s, 实线表示风速值大于或等于零, 虚线小于零)

50°N 西风带则较稳定。南海南部地区6月和8月各有一个西风大值中心, 并伴有周期性向北扩张, 使得5-7月, 南海北部-中国中部之间亦出现小的西风大值闭合中心, 中国中部地区6-7月份东风大大减弱甚至为西风控制。西风加强和向北扩张对中国华南及长江流域季风雨的维持是很重要的。西风在8月份迅速撤出长江以南, 9月份又进一步迅速撤出南海北部地区。西风以2-4候周期性向北扩张也许是准双周振荡的影响。200hPa上(图8b)北半球热带东风逐渐向北扩展, 西风急流中心也逐渐北抬, 并在南海季风爆发时皆有一次明显的北扩, 热带东风4月初约在10°N, 7月份最北位置可达30°N, 西风急流中心7月初最北位置可达40°N, 9月份皆迅速南撤。

从图9a上可以看到孟加拉湾赤道西风远较南海强。孟加拉湾南部4月末西风爆发, 这比南海南部西风爆发要早得多, 且在6月和8月亦各有一个西风大值中心, 并伴有周期性向北扩张, 但向北扩张的范围较南海弱得多。200hPa上(图9b)北半球热带东风也象东亚地区一样逐渐向北扩展, 西风急流中心也逐渐北抬, 但7月末达到最北位置后即迅速南撤, 西风急流中心最北位置比东亚地区要偏北约5°(约在45°N)。

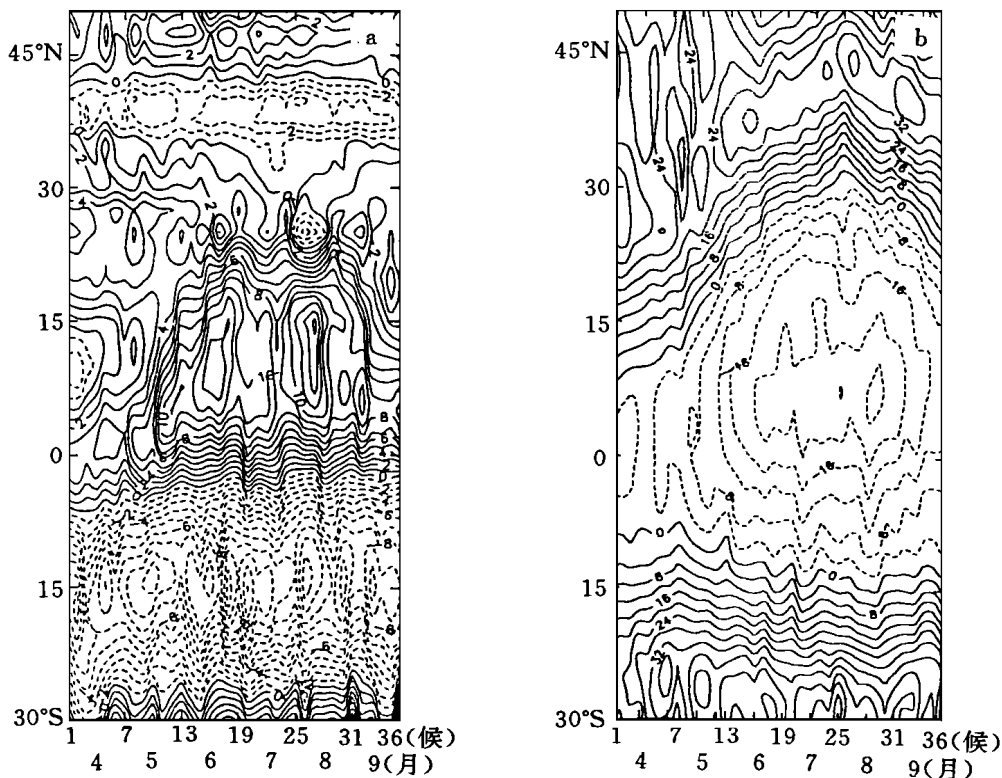


图9 孟加拉湾纬向风速(80—95 E 之间平均) 纬度-时间剖面图

(a. 850hPa; b. 200hPa)

从经向风速的演变来看(图10a), 在850hPa上, 东亚地区整个夏半年, 40°N—30°S 之间大范围地区几乎都为南风, 40°N 以北的中国大陆还残留着一些北风, 并随夏季风的向北推进而不断收缩。到了8月初, 随着夏季风的退缩, 北风重又向南扩张。200hPa(图10b) 经向风速有两次明显的突变, 第1次南海南部(赤道—16°N) 4月下旬南风转变为北风, 第2次5月中旬东亚大陆大范围地区(16—32°N) 南风转变为北风。这标志经向季风环流已在东亚地区完全建立, 并稳定的维持。

而孟加拉湾的南风强度要弱得多(见图11a), 这是因为青藏高原的阻挡作用, 使得这一层的经向风速并不很大。在850hPa, 北半球约30°N 以南都为南风控制; 而在200hPa(图11b), 北风4月份在南半球热带地区, 其北界逐渐向北扩展, 6月下旬已扩展到22°N, 说明经向季风环流的北界也逐渐向北扩展到22°N, 7月中旬至8月上旬为夏季风短暂的突变期, 北半球高层南风已完全转变为北风, 8月上旬以后北风北界就迅速南撤。

经向风的另一特点是在南半球, 在东亚地区对流层低层, 南风几乎是爆发性的向北增长。4—5月份, 越赤道气流很弱, 在6月中旬—8月开始增强并相对稳定。南半球最强的南风涌集中出现在6—9月; 而南亚地区的南风涌集中并出现在6—9月份。南风涌的多发期基本

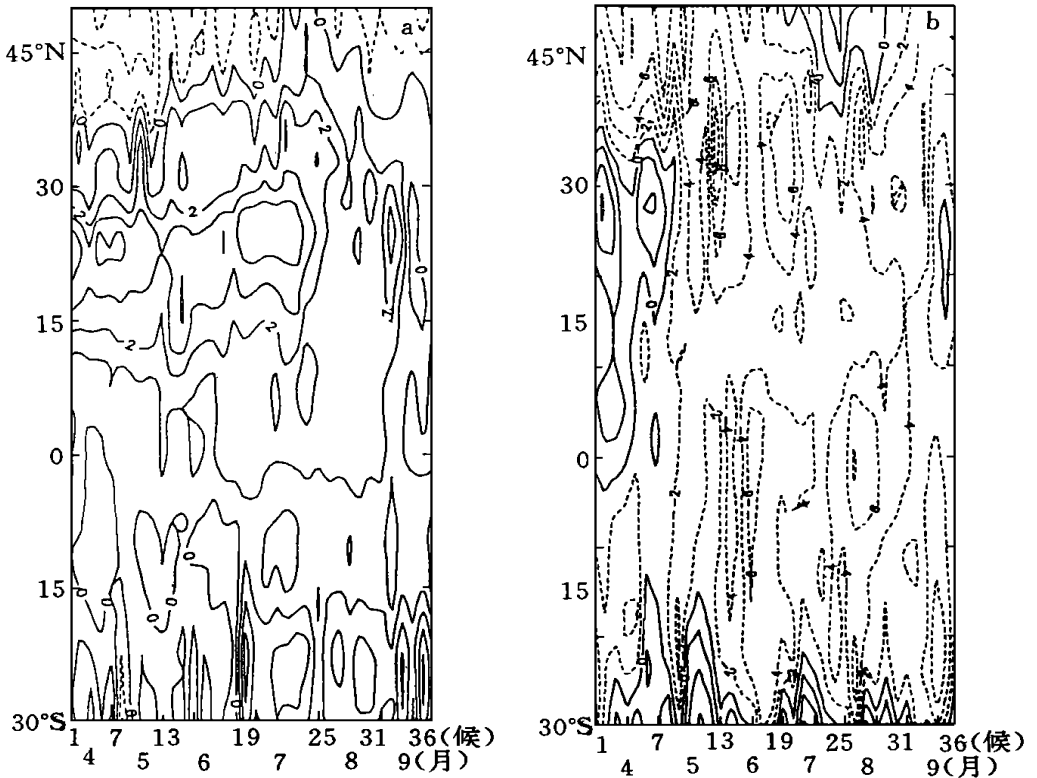


图10 850hPa(a)和200hPa(b)东亚地区(105—120 E 之间平均)

经向风速的纬度-时间剖面图

对应北半球南海地区西风的增强期。这表明南半球冷空气的爆发对北半球夏季风增强是有作用的。

4.2 东亚和南亚地区夏半年对流层低层温度变化之比较

从图12a上可以看到, 中国大陆经历两次爆发性增暖过程, 而这两次增暖性质不一样。第1次增暖是发生在5月初的北方(25—40°N), 从江淮流域一直到中国的北部, 温度从14℃突然增高到大于16℃, 中心(33—40°N之间)甚至超过18℃, 5月第3候又经历一次回落。第2次增暖发生在6月初, 温度高值区(见图中温度>20℃的区域)迅速向中国北方推进, 中国北方温度出现爆发性增暖, 这时20—45°N, 南北温差很小, 还不到2℃。这种在江淮梅雨出现前北方的增暖现象是十分重要的, 它是引起北方冷气团南下变性的主要因子^[9]。7月中国大陆华北和江南维持较高的温度, 但中部长江流域相对较低, 这时正是江淮流域的梅雨期, 云量较多, 而云本身温度较低所致; 华北和华南晴天较多, 辐射较强, 尤以华北为最盛, 因此温度相对较高。到了8月底, 北方温度迅速降低, 冷空气开始侵袭中国大陆。

在80—95°E的孟加拉湾地区的纬带分布上则有很大的不同, 见图12b。从图中可以看到, 温度基本上沿着纬向成带状分布。6月初前, 孟加拉湾北部保持温度的高值中心(温度

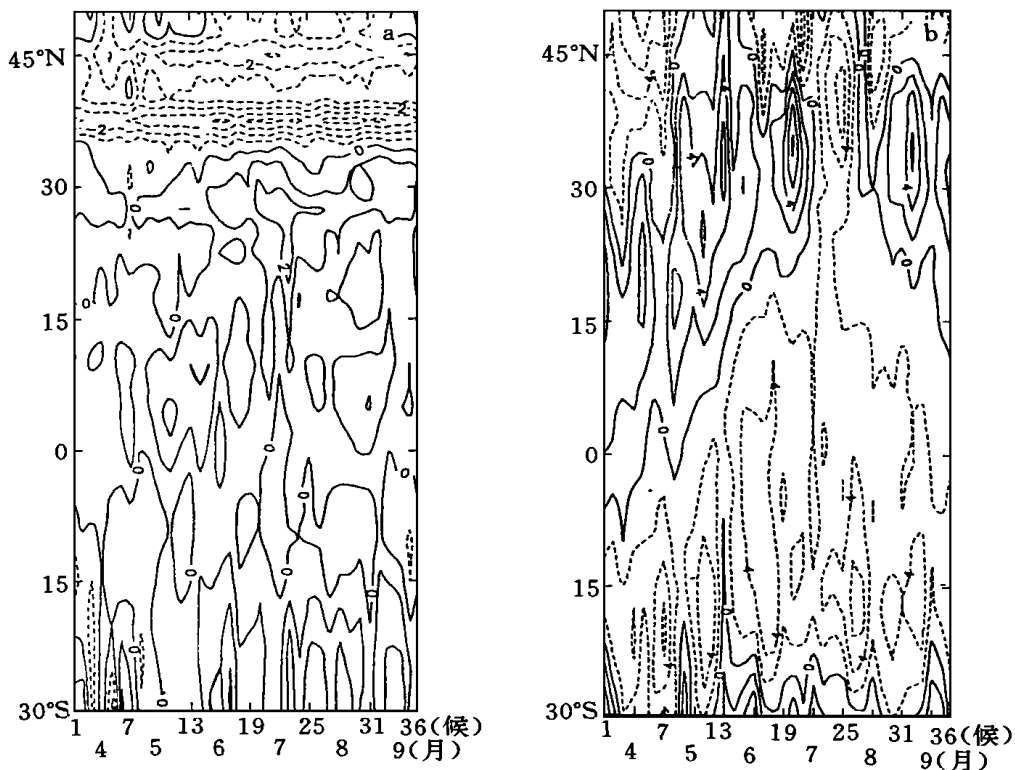


图11 850hPa(a)和200hPa(b)南亚地区(80—95 E 之间平均) 经向风速的纬度-时间剖面图

22 的区域)。6月初以后,温度降低很快,这主要是因为孟加拉湾北部季风爆发,云量增加很快,因此温度很快降低。而此时高温中心已到了青藏高原上(850hPa 等压面在青藏高原以下,因欧洲中心资料考虑了地形的作用,所以只可将30°N 以北的情况作为参考)。

4.3 东亚和南亚地区水汽和云状况变化之比较

从图13a 可见,4-5月,南海南部维持高比湿带($12\text{g}/\text{kg}$)。4月中旬第1次比湿突变主要表现在南海北部(15—20°N)比湿突增并出现高比湿,而此时南海南部仍为最大比湿中心(该经度范围,以下同)。5月中旬比湿分布第2次突变,南海北部-华南比湿突增并达到最大,此时正是南海季风开始爆发的时候,最大比湿中心已从南海南部跳到了南海北部-华南。6月中旬-8月,比湿分布第3次突变,30°N 左右湿度突增,最大比湿中心向北扩展到中国大陆中部,这时正是江南的梅雨期,大气中水汽的增加对梅雨的维持十分重要。而此时南海南部(0—10°N)高湿度带($12\text{g}/\text{kg}$)消失。其中,7月中旬,高比湿有一次明显的向北扩张,这时雨带已从江淮流域北跳到华北,华北—东北雨季相继开始,8月第1候北界($12\text{g}/\text{kg}$ 等值线)达到40°N,然后高比湿带迅速从北方南撤,北方干冷空气开始侵袭。9月上旬,最大比湿带已撤到江淮流域(30°N),而南海南部湿度突然增大。高比湿带在中国大陆的进退基本反映了热带暖湿气团在大陆的活动情况。

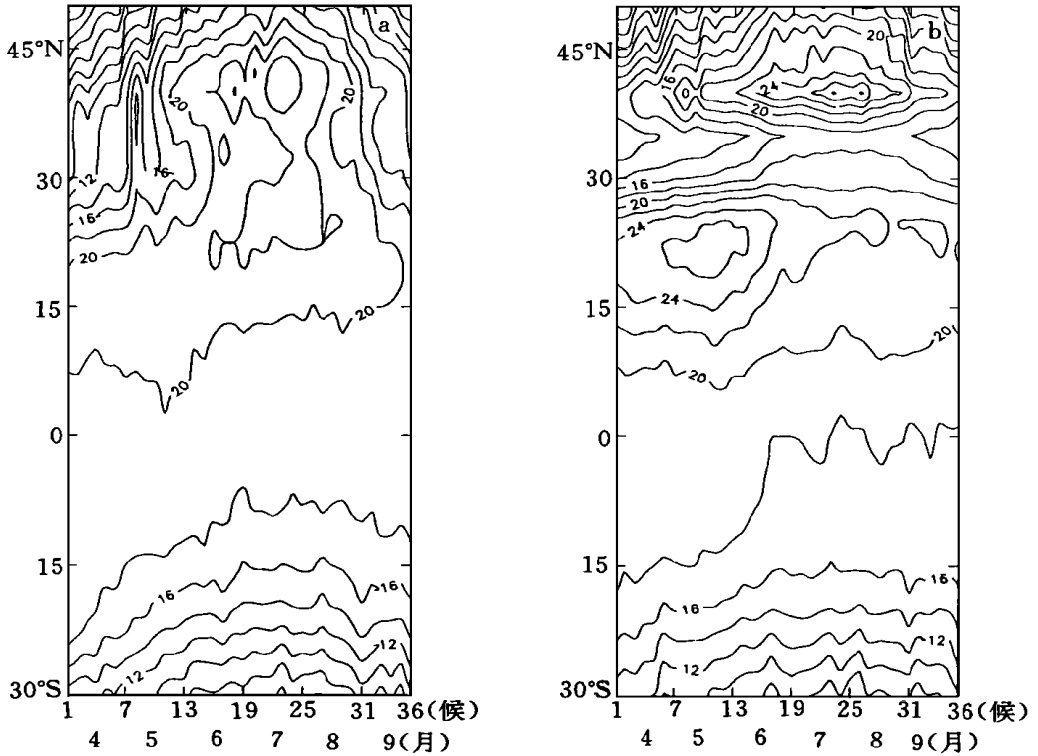


图12 温度的纬度-时间剖面图

(a. 850hPa 东亚地区(105-120°E 平均); b. 孟加拉湾地区(80-95°E 平均)。单位: 摄氏度, 等值线间隔为2)

而孟加拉湾的湿度分布则与南海有很大的不同(见图13b), 4-5月, 孟加拉湾夏季风爆发之前, 孟加拉湾北部是湿度迅速增加期, 6-9月, 夏季风爆发后, 孟加拉湾湿度稳定的保持最大湿度中心。南海地区湿度有向北扩张过程, 而孟加拉湾地区湿度很少有经向扩张, 仅沿纬向带状分布, 这说明东亚季风系统与南亚季风系统有着很大不同。从图8a与13a和图8b与13b比较还可发现, 西风的高值区对应高湿区, 这也许与水汽输送有关。

从图14a上可以看到, 5月中旬之前, 即南海季风爆发之前, OLR 低值区有3块(图中 OLR $< 220 \text{ W/m}^2$ 区域), 一块在赤道附近, 这是 IT CZ 云带; 第2块在30—40°N 江淮地区及其以北附近, 这主要是由于春季雨区造成的; 第3块在45°N 以北, 这是由于温度较低造成的。5月中旬季风爆发后, OLR 有一次突变, OLR 低值区爆发性向北扩张, OLR 低值区已从赤道地区扩张到南海北部地区。OLR 低值区的整体也向北移到南海南部并稳定的维持到9月。而北边的2个 OLR 的低值区消失了。5月中旬-8月, OLR 低值区周期性的从南海南部扩张到南海北部。6月中旬-7月中旬, 江淮流域也出现低值区, 主要是该时期梅雨所致。8月中旬, OLR 低值区开始从南海北部迅速南撤, 9月初, 又退到南海南部地区。

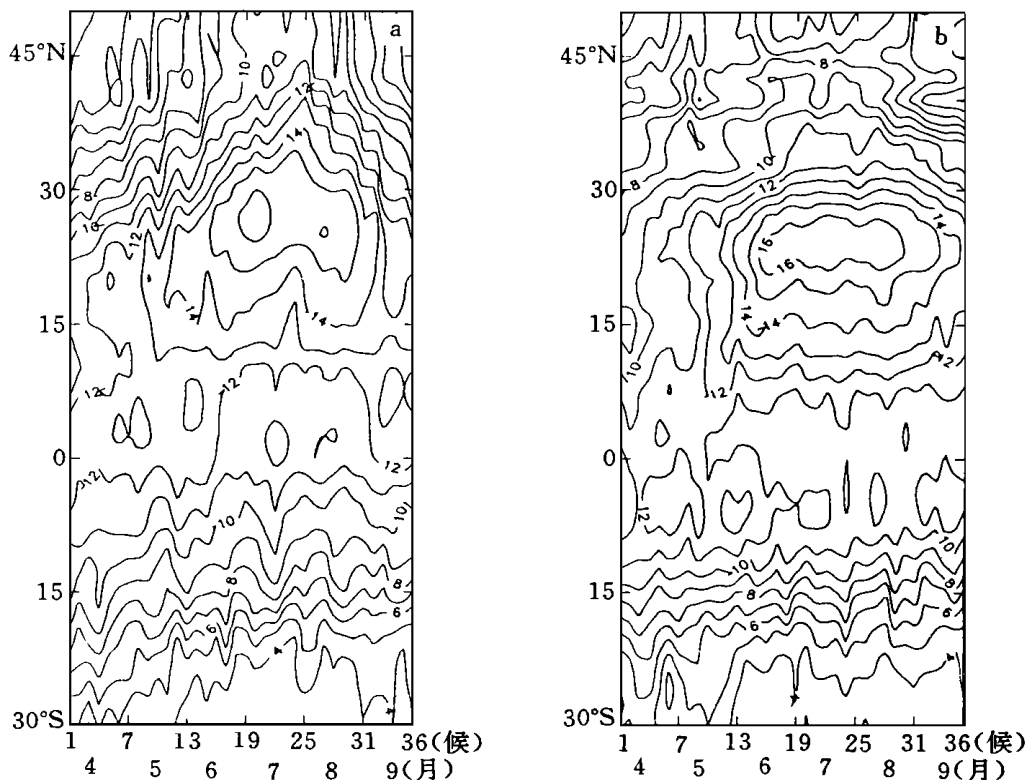


图13 比湿的纬度-时间剖面图

(a. 850hPa 东亚地区(105-120 E 平均); b. 孟加拉湾地区(80-95 E 平均)。单位: g/kg, 等值线间隔为1)

孟加拉湾的情况则不同(见图14b), 季风建立前, 赤道只有几小块低值区。30—40°N 的青藏高原上, 由于温度较低, 也有一块低值区。在孟加拉湾季风建立时, 即6月初 OLR 发生第1次突变, OLR 很快降低并向北扩张。6月上旬, OLR 低值区已从赤道扩张到孟加拉湾北部地区, 这时孟加拉湾及北部降水很快增多。同时, 高原由于温度升高, OLR 低值区只变成很小的一块。7月初, OLR 发生第2次突变, OLR 低值区向南有很大的扩张, 并快速向北推进, 从8°S—30°N 都是 OLR 低值区, 此时孟加拉湾降水亦达到最强时期, 到7月底就很快收缩, OLR 低值区开始南撤并很快就退回到热带洋面上。从 OLR 值上完全可以反映季风的进退情况。

4.4 南亚高压和西太平洋副热带高压的活动特征

由于南亚高压的主体并不在这一范围内, 所以不能就此判定南亚高压的活动。但可以看到南亚高压向北推进的某些特征。从图15a 上可以看到, 4—7月, 南亚高压是逐渐向北推进的, 到了8月份, 高压又逐渐南撤。5月初南亚高压北界在10°N。到了7月底可达到约40°N。变化约20个纬度。而15°N—10°S 之间, 高度场在6月第5候—第6候突然下降, 此时正是副热带高压的一次北跳完成, 江淮流域梅雨已经开始。图15b 为500hPa 上位势高度的情

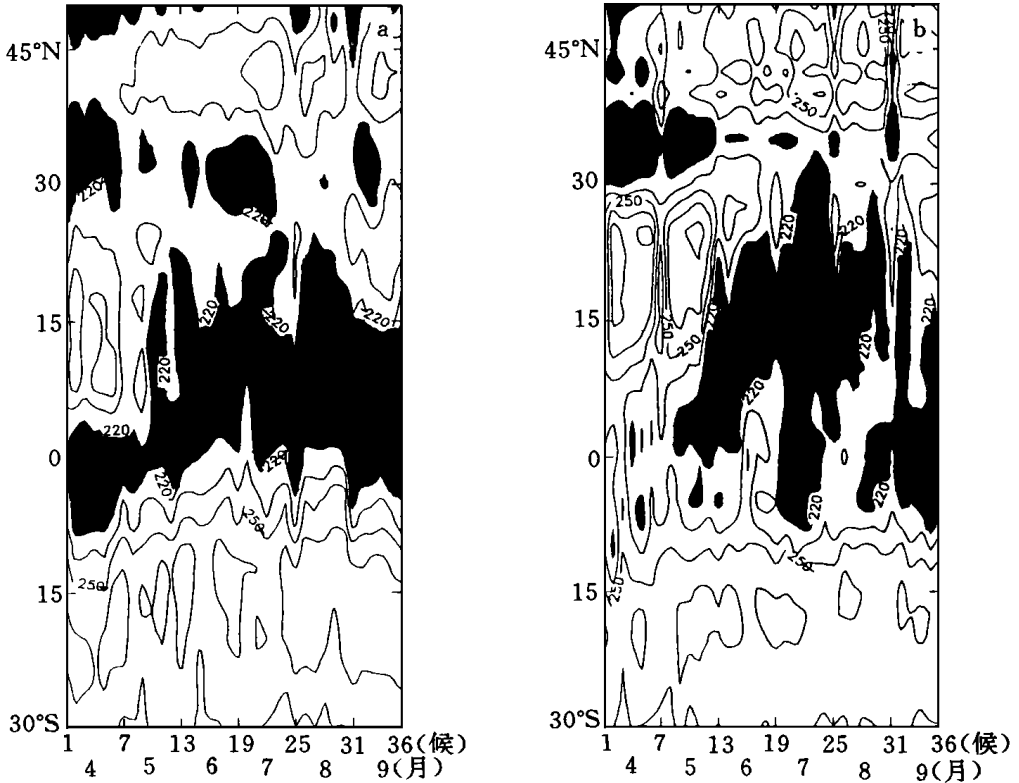


图14 OLR的纬度-时间剖面图

(a. 850hPa 东亚地区(105-120 E 平均); b. 孟加拉湾地区(80-95 E 平均)。单位: W/m^2 , 等值线间隔为15)

况。从图上可以看到, 588dagpm 的等值线只有几个小的闭合中心, 这基本上是西太平洋副热带高压西伸到南海的结果。在夏半年, 基本上没有南亚高压的活动。北半球4—7月, 等高线是逐渐往北推的, 8—9月逐渐南撤。

5 结论

(1) 南海北部地区850hPa 纬向风速5月第2候—3候第1次跃升, 同时南海北部地区对流层高层东风和北风爆发, 东亚地区经向季风环流圈开始建立, 并且稳定的维持, 这标志南海夏季风建立; 而孟加拉湾高层东风爆发要晚1候, 850hPa 纬向风速5月第6候—6月第1候第1次跃升, 同时高层北风爆发, 这可作为孟加拉湾夏季风爆发的标志。

(2) 6月中旬, 南海北部850hPa 纬向风速第2次连续跃升, 江淮流域梅雨季节开始。7月下旬, 西风有2次连续跃升过程, 这对应华南晚汛期的开始, 同时华北地区雨季亦开始。8月底—9月上旬, 西风经历了3次连续突降, 标志夏季风从中国大陆逐步撤出, 环流正向冬季型转变。孟加拉湾地区西风有两次跃升和一次突降。分别发生在5月第6候—6月第1候、6月第3候—第4候和8月第3候—第4候, 第1次跃升标志孟加拉湾季风爆发; 第2次跃升对应

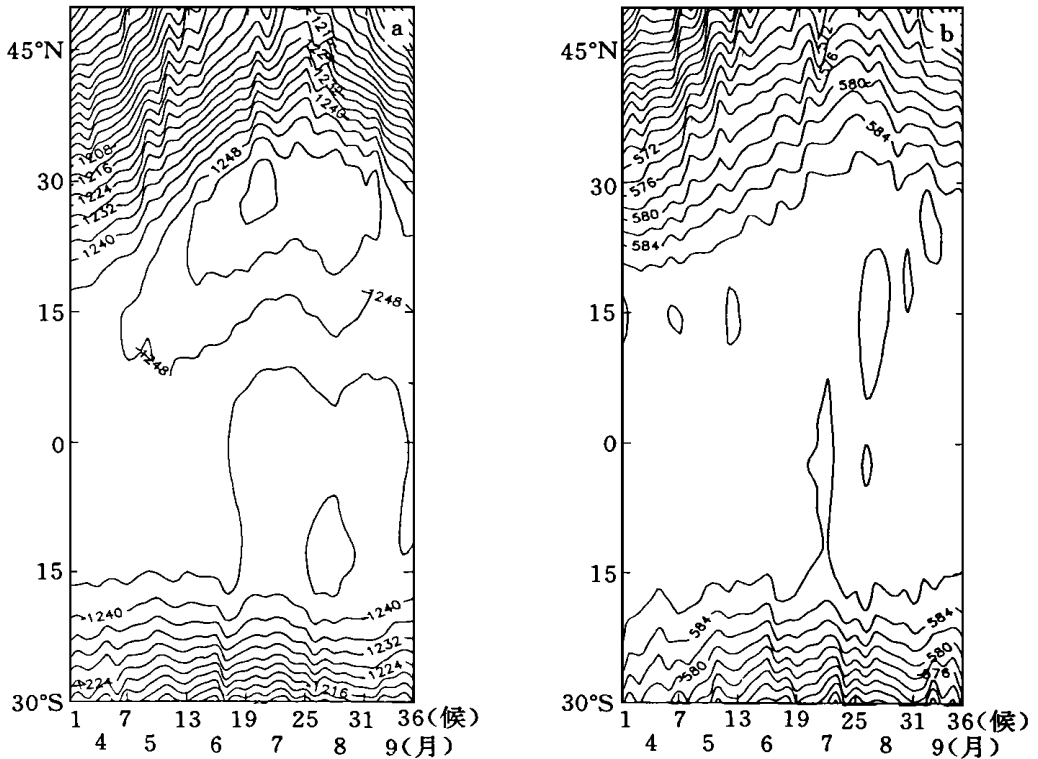


图15 200hPa(a)和500hPa(b)位势高度(105—120 E之间平均)的纬度-时间剖面图

(横坐标为4—9月的1—36候;纵坐标为30°S—50°N之间的纬度。

单位: dagpm, 等值线间隔为4dagpm)

印度夏季风爆发; 8月第3候开始连续下降标志季风撤出孟加拉湾。南海和孟加拉湾西风曲线盛夏都呈双峰型。南海北部地区两个峰值发生在6月第6候和8月第5候, 而孟加拉湾北部两个峰值发生在6月第6候和8月第3候。

(3) 南海北部地区和孟加拉湾地区850hPa 经向风速脉动周期为2—4候。

(4) 南海北部地区和孟加拉湾地区850hPa 的纬向风速、温度、湿度和OLR的变化对季风的的活动有较好的指示意义。

(5) 5月—8月南海地区对流层低层西风有周期性向北扩张过程, 周期为2—4候, 在孟加拉湾地区也存在类似的现象, 但西风是逐渐向北推进的, 与南海地区西风爆发性向北推进不同。

(6) 中国大陆夏季5月初和6月初有2次爆发性增暖过程, 而这2次增暖过程强度有很大不同, 第2次要比第1次强烈得多。而孟加拉湾温度主要沿纬向分布, 经向梯度很大, 4—6月温度较高。

(7) 中国大陆东部及南海地区夏季对流层低层比湿有3次突变: 即4月中旬南海北部出现高比湿中心, 而南海南部仍为最大比湿中心; 5月中旬最大比湿中心已从南海南部跳

到了南海北部—华南;6月中旬—8月江淮流域比湿达到最大,南海南部高比湿带消失。孟加拉湾季风爆发前,孟加拉湾北部是湿度迅速增加期,季风爆发后,6—9月,孟加拉湾湿度稳定地保持最大湿度中心,但很少有北扩现象,基本为纬向带状分布。

(8) OLR 在南海地区主要特征表现为5月中旬突变,即有一次爆发性向北扩张。孟加拉湾 OLR 分布存在2次突变,分别发生在6月初和7月初。

参考文献

- [1] 高由禧,徐淑英. 东亚季风进退与两季的起迄. 东亚季风的若干问题. 北京: 科学出版社, 1962. 78—87.
- [2] Tao Shiyan and Chen Longxun. A Review of recent research on the East Asian summer monsoon in China. Monsoon Meteorology. Oxford University Press, 1988. 60—92.
- [3] Lau K - M, Yang G J and Shen S H. Seasonal and intraseasonal climatology of summer monsoon rainfall over East Asia. Mon Wea Rev, 1988, 116: 18—37.
- [4] 沈如桂,陶全珍,赖莹莹,郭恩华. 华南前汛期对流层高低空的低纬环流变动和降水. 全国热带夏季风学术会议文集. 云南人民出版社, 1982. 10—21.
- [5] Nitta T. Convective activities in the tropical western Pacific and their impact on the Northern Hemispheric summer circulation. J Meteor Soc Japan, 1987, 41: 373—390.
- [6] 罗绍华. 盛夏期间我国大陆东南部低纬地区的水汽输送和水汽平衡. 全国热带季风学术会议文集. 云南人民出版社, 1982. 142—151.
- [7] Ding Yihui. Monsoon over China. Kluwer Academic Publishers, 1995. 429.
- [8] 王启 . 东亚季风的气候学研究. 北京大学博士研究生学位论文, 1995: 5—16.
- [9] Kato K. On the abrupt change in the structure of the Bai-u front over China continent in late May of 1979. J Meteor Soc Japan, 63: 20—36.

CLIMATOLOGICAL ASPECTS OF EVOLUTION OF SUMMER MONSOON OVER THE NORTHERN SOUTH CHINA SEA

Wang Qiyi Ding Yihui

(*National Climate Center, Beijing, 100081*)

Abstract

Using pentad mean ECMWF and OLR data from April to September of seven year mean 1980–1986, some aspects of the climatology of the summer monsoon have been dealt over the South China Sea (SCS).

Some interesting evidences were revealed. First, the onset of the northern SCS summer monsoon on the average is marked by the onset of the easterly and northerly at 200hPa, the abrupt enhancement of westerly at 850hPa, and the formation of the meridional monsoon circulation of the East Asia. Another abrupt enhancement of the westerly corresponds to the onset of Meiyu in the Yangtze River valley. Two abrupt increases in the temperatures at 850hPa occur over China continent during early May and early June. Second, at 850hPa, zonal wind and specific humidity appear with two-peak-pattern, and the abrupt increases of the zonal wind correspond well to the increase of the specific humidity. Before the onset of the summer monsoon, the temperature increases wavily, but drops down wavily after the onset. Last, There exist three abrupt changes in distribution of specific humidity in East Asia separately during middle April with the high humid band appearing over the northern SCS, during middle May with high humid band suddenly jumping from the southern SCS to the northern SCS, and during the period from middle June to August, with the high humid band appearing over the Yangtze River valley and disappearing over the southern SCS.

The monsoon evolution characteristics over the northern Bay of Bengal(BOB) much differs from that of the northern SCS, so this means that the SCS and BOB to a certain degree belong to different monsoon system.

Key words: SCS summer monsoon, BOB summer monsoon, Climatology, Abrupt change.