

南海西南季风爆发的气候特征*

阎俊岳

(国家气候中心, 北京, 100081)

摘 要

利用多年的海洋船舶、岛屿站和沿岸站观测记录及卫星观测的高反射云(HRC)资料,揭示南海西南季风爆发和建立时期的环流特征及要素变化。在南海,西南季风爆发的平均时间为5月中旬,北部略早(5月12日),南部略迟(5月20日),但年际差别可达一个月左右。伴随着西南季风的爆发,南海云量和降水量增多,对流加强,但海区之间具有很大的不均匀性。西南季风建立以后,强对流区稳定于南海中部,季风雨带没有明显的跳跃现象。西南季风爆发之前,南海表层温度迅速升高,其开始时间较季风爆发约提前一个月,海面水温的升高为季风爆发提供了热量和水汽条件。4—5月,南海海面热交换分量(海面吸收的太阳辐射、潜热输送等)发生明显的改变,特别是潜热交换和蒸发量明显增大,它可能是西南季风首先在南海爆发的原因之一。

关键词: 南海, 西南季风爆发, 气候特征。

1 引 言

南海,是一个大陆和海岛环抱的半封闭的海盆。虽然它与西太平洋暖池、孟加拉湾、阿拉伯海同处热带纬度,但由于地理位置和海陆配置的不同,不仅具有自己独立的海洋环流,而且形成了颇具特色的热带季风气候。

1970年以来,南海气候研究发展很快,不仅编辑出版了一系列气候图集,而且在南海气候形成和变化、热带环流系统和结构、台风和降水等研究方面都取得了不少成果^[1-3]。中国气象学者在东亚季风形成、东亚季风环流系统、东亚大气热源及其对天气气候影响的研究中,深刻揭示了南海的重要地位和作用^[2,4,5],明确指出:亚洲夏季风首先出现在南海北部,而后向北伸展到中国大陆及至日本以南西太平洋地区,向西北伸展到孟加拉湾和印度。南海季风不仅为中国江淮流域、两广和台湾地区及日本的汛期降水提供了主要能量和水汽来源,而且还能通过遥相关影响东北太平洋和美国等地区。进一步认识南海季风爆发的机制、南海地区的水汽累积和输送以及海-气相互作用等问题,是东亚季风研究和夏季降水预报的关键之一。

* 初稿时间: 1996年9月5日; 修改稿时间: 1997年2月10日。
资助课题: 中国气象局气候研究开放实验室95-610s-09课题。

以往的研究比较注重于东亚季风的结构及对整个大气环流的影响,由于资料限制,对夏季风在南海爆发的过程及区域特征了解不够。因此,这里使用10a以上较长年代的岛屿站、沿岸站、船舶观测记录及卫星观测的高反射云(HRC)^[6]资料,研究南海西南季风爆发的过程及有关的气候学特征,特别是环流场、云量场、降水场、海-气热交换场的迅速变化。

2 南海风场特征及西南季风爆发的日期

冬夏季风盛行是南海风场的基本特征。从月平均风向图上可以看出,夏季风5月出现,至9月中结束;10月冬季风出现,一直持续到次年3月。4月和9月为转换季节,风力较弱,南海冬季风风力大大强于夏季风,这一点与印度季风正好相反。

选取南海2个岛屿站(上川岛:21°44'N, 112°46'E, 西沙:16°50'N, 112°20'E)作代表,分析4—6月逐日地面观测记录,研究夏季风爆发前后西南风出现特征(图1)。可以看出,4月至5月初地面上西南风已经出现,但持续性很差,多数仅1—2d,过程间隙达10—20d,一般称这段时间为夏季风爆发前期。5月第1候或第2候以后(断线后),西南风爆发频繁,且伴有云量增多,对流发展,持续时间较长,最长达20多天,这段时间为西南季风爆发期。

南海低层西南风和高层东北风的建立是西南季风爆发的主要标志,但是对于一个地区来说,高层东风和低层西风的建立并不是同时完成的,南海南部海区200hPa东北风建立日期早于850hPa西南风建立日期,因而低层西南风建立日期实际上就是季风爆发日期。北面海区200hPa东北风出现较晚,多数年份6月初才建立,而低层西南风出现较早,不少站4月份已经开始,但早期西南风并不是热带季风,而是副热带高压西北侧的偏西气流或者孟加拉湾低槽东南面的偏西气流,待大范围稳定的西南风出现才是西南季风爆发。根据不同海区资料状况,西南季风爆发的定义和特征如下:

(1) 北部沿岸区。规定低空(850hPa或925hPa)持续西南风5d以上、最大风速10m/s(参考站:香港,北海,阳江),同时中南半岛850hPa上持续西南风,最大风力8m/s(参考站:清迈,乌汶,曼谷)为西南季风爆发。该指标以中南半岛及南海北部持续较强西南风为依据,把热带季风与副热带高压西侧的西南气流区别开。按此标准划分了1986—1995年西南季风爆发日期(表1)。10年平均日期为5月12日,这比以往的研究结果(5月10日^[5],5月11

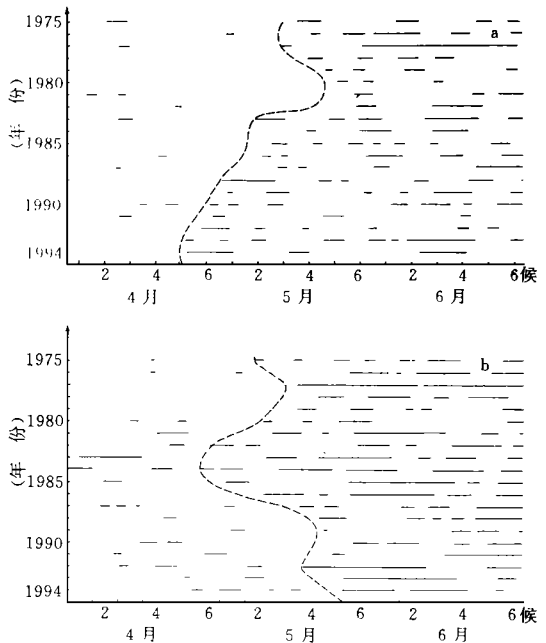


图1 4—6月西南风出现日期(1975—1994)
(a. 上川岛; b. 西沙)

日^[7])稍稍推迟。

表1 1986—1995年南海西南季风爆发日期

年	南海北部 (20—22 N)		西沙 (15 30 N)		南沙 (9 33 N)		南海南部 (0—5 N)	
	日	候	日	候	日	候	日	候
1986	5. 9	5(2)	5. 11	5(3)			5. 10	5(2)
1987	5. 1	5(1)	5. 1	5(1)			6. 4	6(1)
1988	5. 18	5(4)	5. 20	5(4)			5. 19	5(4)
1989	5. 6	5(2)	5. 9	5(2)	5. 18	5(4)	5. 17	5(4)
1990	5. 8	5(2)	5. 8	5(2)	5. 16	5(4)	5. 15	5(3)
1991	5. 21	5(5)	5. 22	5(5)	6. 8	6(2)	6. 7	6(2)
1992	5. 15	5(3)	5. 15	5(3)	5. 17	5(4)	5. 16	5(4)
1993	5. 24	5(5)	5. 25	5(5)	6. 6	6(2)	6. 2	6(1)
1994	5. 1	5(1)	5. 1	5(1)	5. 2	5(1)	5. 12	5(3)
1995	5. 18	5(4)	5. 18	5(4)	5. 14	5(3)	5. 10	5(2)
平均	5. 12	5(3)	5. 13	5(3)	5. 20	5(4)	5. 20	5(4)
最早	5. 1	5(1)	5. 1	5(1)	5. 1	5(1)	5. 10	5(2)
最晚	5. 24	5(5)	5. 25	5(5)	6. 8	6(2)	6. 7	6(2)

(2) 西沙海区。西沙站位于南海北部,多数年份爆发日期与北部沿岸区一致,也有的年份偏晚,其平均日期为5月13日。

(3) 南沙海区。南沙没有高空观测,但岛屿站地面观测资料代表性很好。根据永署礁站地面观测,将西南风持续5d以上定为西南季风爆发。永署礁西南季风爆发时间列于表1,可以看出,1989—1995年平均日期为5月20日。

(4) 南部沿岸区。规定低空(850hPa或925hPa)持续西南风5d以上(参考站:新加坡,关丹,宾士卢等)为西南季风爆发。1986—1995年平均爆发日期为5月20日,它与Origill^[8]根据27a资料确定的平均爆发日期5月17日相接近。Cheang and Tan^[9]分析了1988年东南亚夏季风的特征,认为该年马来半岛夏季风爆发时间为5月17日,中南半岛和加里曼丹岛北部夏季风建立时间为5月19日,与Origill的研究结果没有差异。

对比历年各海区西南季风爆发日期,不难看出,南海西南季风的爆发可分3种情况:(1)南部和北部几乎同时爆发,这些年里西南季风的爆发并不是稳步推进的,而是带有突然爆发性;(2)多数年北部早,南部迟;(3)个别年份南部早,北部迟。平均来说南海北部西南季风爆发日期早一个候。其原因可能是有些年份印度洋赤道西风较早越过中南半岛进入南海北部,但此时105 E附近越赤道气流很弱,赤道辐合带云带稳定在赤道至8 N附近,直到5月下旬或者6月初才移向南海中部。

南、北海区季风爆发时间上的差异反映了不同气流来源的影响。从850hPa候平均环流图上可以看出:5月第2候,南海仍受副热带高压气流控制,印度洋赤道西风已到达马来半岛北部,泰国湾南部及南海北部出现了西南风,但它是副热带高压西北部的西南气流,不是热带季风,而南海大部海区仍吹东南风。5月第3候(图2a),赤道西风加强,孟加拉湾南

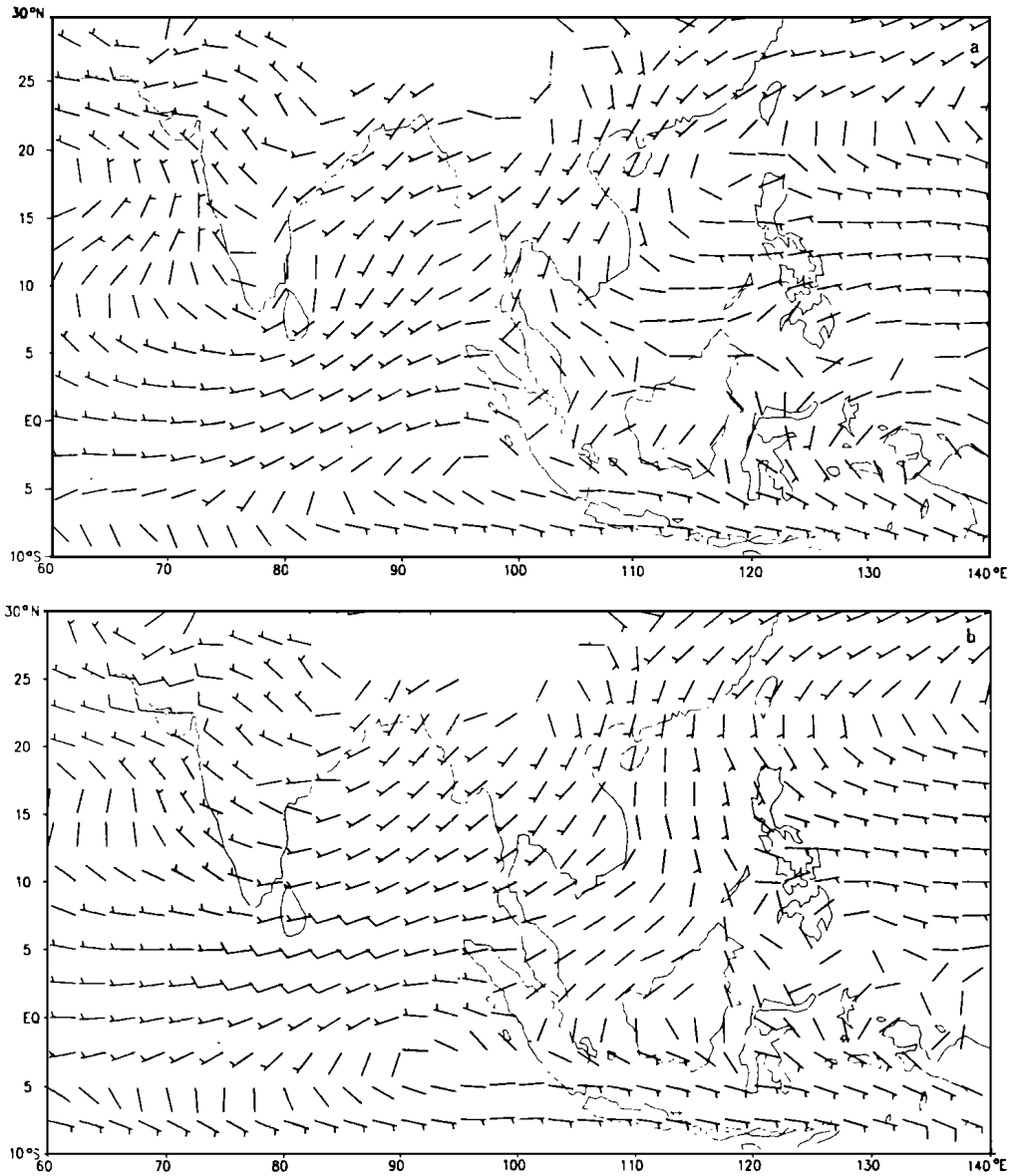


图2 850hPa 候平均风场(根据1985—1994ECMWF资料)

(a. 5月11—15日; b. 5月16—20日)

部已经盛行西南风, 这股西风气流越过中南半岛到达南海北部, 它和副热带高压西侧的西南风相结合使南海北部盛行西南气流, 此时西太平洋副热带高压仍控制南海, 南海中南部风向混乱, 风力很弱。5月第4候(图2b), 西太平洋副热带高压中心东撤至菲律宾以东, 赤道强西风向东北方向扩展, 形成一股强劲的西南气流从印度半岛南端穿过孟加拉湾、中南半岛, 与105°E附近越赤道气流汇合, 使整个南海盛行西南风。这就说明南海西南季风的建立是副热带高压东撤、印度赤道西风加强东伸及105°E附近越赤道气流北推的结果, 赤道西风对副热带高压北侧西南气流的加强, 可能造成南海北部首先出现了季风爆

发。

3 南海西南季风爆发的云量场特征

云量和降水场都能描述天气活动的平均状况,云和降水的分布与大尺度的辐散辐合相联系。从各月总云量分布图上可以看出,除了明显的云量季节变化而外,相对多的云量出现在赤道区(0—6°N)和南海北部,南海中部为少云区,尤其是3—4月南海中部云量最少。

表2 4站总、低云量逐旬变化

月 份 旬	4 月			5 月			6 月											
	上		中		下		上		中		下							
	总云量	低云量	总云量	低云量	总云量	低云量	总云量	低云量	总云量	低云量	总云量	低云量						
香 港 (1961—1990)	8.3	7.9	7.4	7.4	7.3	7.4	7.8	7.5	7.2									
上川岛 (1986—1995)	9.1	8.8	8.9	8.1	8.1	7.2	8.2	7.3	8.0	6.8	8.3	7.0	8.3	7.1	8.8	7.2	7.9	5.8
西 沙 (1985—1994)	4.2	2.6	4.2	2.8	3.7	2.2	3.9	2.2	5.0	2.6	5.6	2.8	6.7	3.4	6.4	3.5	6.7	2.6
永暑礁 (1989—1992)	5.1	3.7	5.0	2.8	5.0	3.4	5.7	3.5	6.7	4.3	7.0	4.3	7.9	4.8	7.9	5.2	7.8	5.2

南海季风的爆发突出的表现在云量的变化上。表2是香港、上川岛、西沙、永暑礁4—6月各旬平均总、低云量,可以看出,5月中旬开始,南海中部和南部(西沙、永暑礁)云量增加显著,该云量增加的趋势正好和西南季风开始的时间相一致。南海北部的上川岛和香港西南季风爆发前已处在前汛期,平均云量已达八成左右,故季风爆发后云量增加不明显。

卫星观测的高反射云(HRC)可以很好地描述热带强对流活动及季风爆发过程的时间变化。资料给出了1971—1983年 $1^\circ \times 1^\circ$ 网格月平均HRC场标准化系数 C_v , C_v 变化于0到9,数值越大,代表对流愈发展。对比各月HRC场,可以看出,1—2月苏门答腊岛南侧及爪哇海上空是两个强对流中心($C_v > 6$),自春至夏分别沿两条路径向北移动,一条沿大陆桥西侧向北移动,5月到达孟加拉湾,盛夏期稳定在孟加拉湾和印度地区,中心数值达8—9。9月,随着夏季风的撤退,强对流中心南移,11月撤回到赤道附近,12月—1月回到苏门答腊岛南面,它在一年中的进退路径是不间断的(图3a)。另一条路径移向南海,2—4月稳定在爪哇海上空,强度较弱;5月在加里曼丹岛北面向北扩展,南海北部及菲律宾西岸出现3的区域,南海西部仍是对流较弱区。6月强对流区呈一带状,位于6—10°N海域。盛夏7—8月菲律宾群岛西侧、泰国湾及北部湾出现强对流中心,中心区在12—14°N。在夏季风撤退过程中,南海强对流中心10—12月出现在加里曼丹岛南北两侧,南撤速度比前支缓慢。全年来看,这支移向南海的路径在4月出现中断(图3b)。东、西两支对流中心的移动、强度及源地的差异,充分显示了东亚季风与印度季风是两个相互联系而又相对独立的系统。印度季风在对流发展上强于南海季风。

为了分析夏季风爆发期南海对流的变化,我们考查4—6月HRC系数演变情况(图

4)。4月,除了马来半岛、加里曼丹岛数值达到3—4外,中南半岛及沿海仅为1,南海大部均为0,这说明4月整个南海对流很弱。5月,南海对流开始加强,但对流区是分散的,各区发展的情况也大不相同:(1)周围陆地值明显升高,这是因为陆地上受热较快对流发展较强的缘故,例如中南半岛 C_v 值达到3—4,加里曼丹岛北部 C_v 值达到5;(2)岛屿迎风面由于动力作用,对流急剧发展,例如吕宋岛西面、泰国湾东侧, C_v 值达到4—5;(3)南海北部由于西南季风、副热带季风共同影响,22°N 附近出现一片对流区, C_v 值达到了3;(4)陆地背风面,例如越南外海由于焚风效应气流干燥, C_v 值基本没有变化仍是1;(5)南海广大海面包括南海南部的高水温区对流强度比4月只有很少的增长,数值仅达到2。6月,对流在南海有较快发展,高值区位于6—10°N,其值达到5—6,泰国湾东部达到7—8。马来半岛、加里曼丹岛一线在赤道缓冲带的影响下对流减弱, C_v 值降为2—3。6月以后,高值带西段减弱,东段沿吕宋岛西面继续向北发展,7月位于12—14°N 的吕宋岛西面,8月扩展到10—19°N,北部湾西部及沿岸由于海温急剧升高成为强对流区。7—8月南海海面上除了越南东面局部海区外,对流发展均强于周围岛屿。这种变化所显示

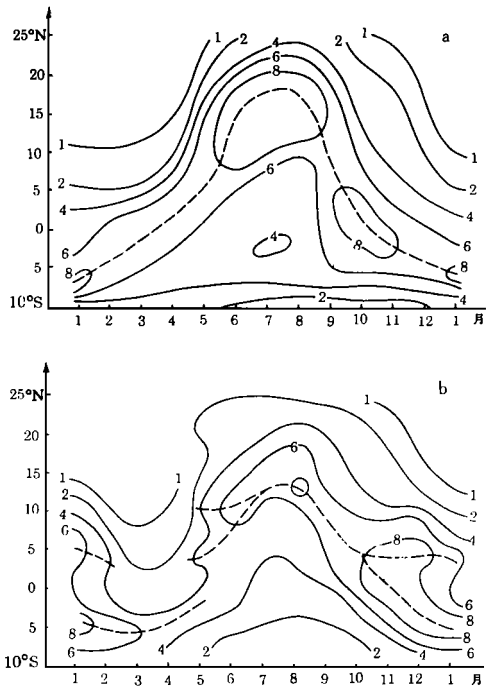


图3 (a) 沿大陆桥方向移动的对流中心 HRC 系数时间—纬度剖面图, (b) 沿南海东部向北移动的对流中心 HRC 系数时间—纬度剖面图

2—3。6月以后,高值带西段减弱,东段沿吕宋岛西面继续向北发展,7月位于12—14°N 的吕宋岛西面,8月扩展到10—19°N,北部湾西部及沿岸由于海温急剧升高成为强对流区。7—8月南海海面上除了越南东面局部海区外,对流发展均强于周围岛屿。这种变化所显示

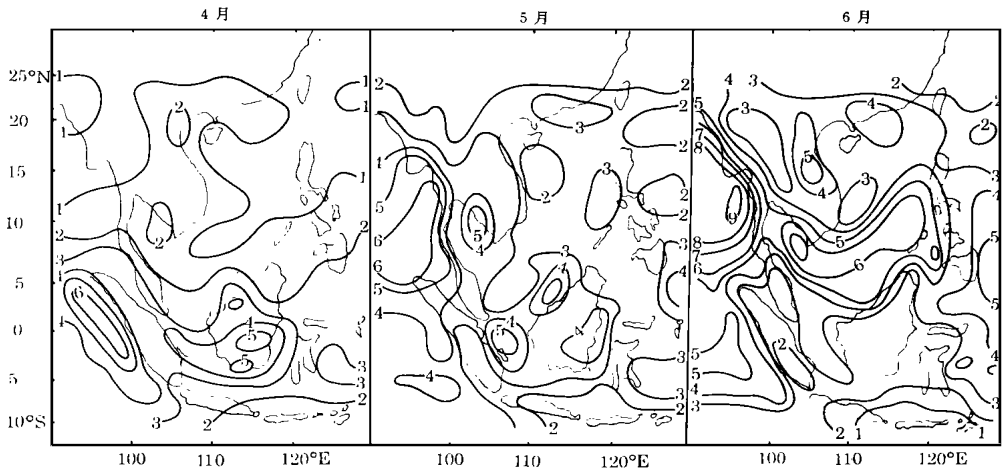


图4 南海4—6月高反射云(HRC)系数变化

的对流发展的不均匀性,表明季风爆发的不同阶段、不同下垫面、不同海区之间热力和动力作用的差异。季风爆发初期,在迎风面气流的动力抬升对对流的发展起重要作用;在季风盛期,海面的热力作用在对流发展中更为重要。

4 南海西南季风爆发的降水场特征

南海降水量分布受热带天气系统的影响,地区之间相差悬殊,季节分配不均,年际变化显著。基本形势是:北部沿海年雨量1500—2200mm,西沙附近减少到1500mm,南沙附近略有增加,达1900—2000mm,吕宋岛西岸因处西南季风迎风面,年雨量增至2000—2500mm。上述地区降水量多集中在夏季风时期。南海南部降水量最多,年雨量为2500—3300mm,冬半年雨量多于下半年。

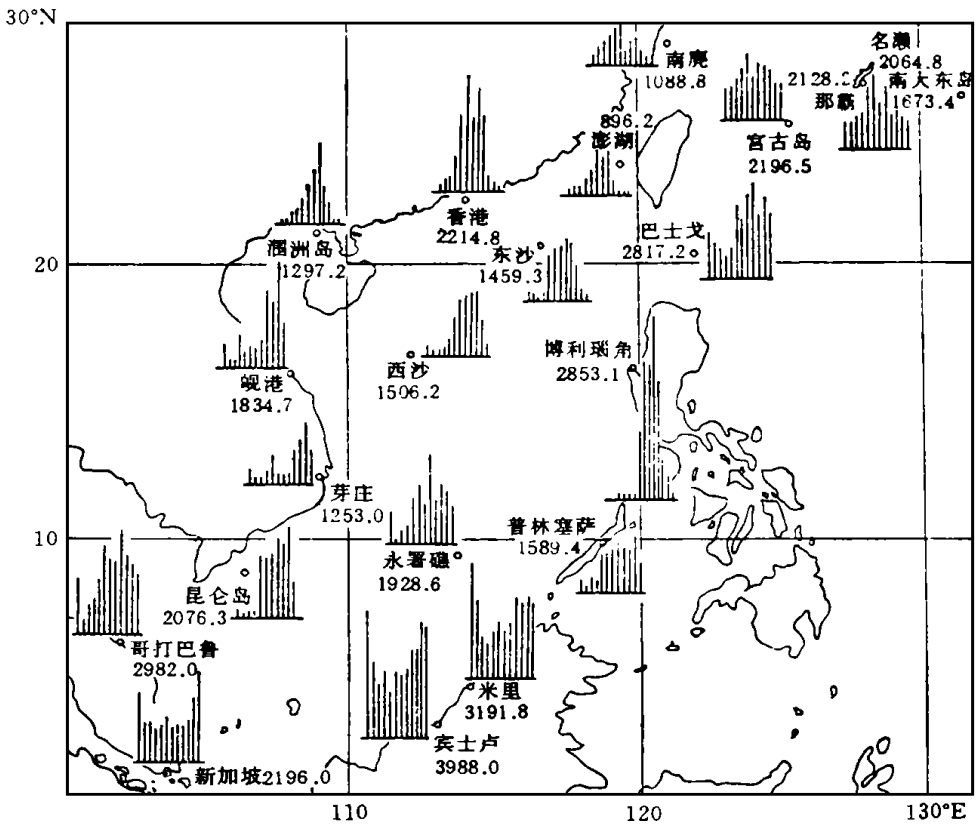


图5 南海地区月平均降水量

从南海及附近地区月平均雨量图(图5)上可以清楚的看出:8°N以南冬季雨量较多,8°N以北,夏季风爆发的5月降水量突然增加,故8°N可以看做赤道季风区和热带季风区的分界线。8—20°N(背风面除外)是热带季风区,降水集中在5—9月。降水量逐月增加,没有中国大陆上明显的雨带跳跃现象。20°N以北是副热带季风区,月降水量大多呈双峰

型变化。

表3 4站候平均降水量

月 份 候	4 月						5 月						6 月					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
香 港 (1961 —1990)	31.5	31.5	23.0	17.0	24.0	34.5	40.0	33.0	60.5	61.5	38.0	71.5	76.0	64.5	64.0	80.0	38.5	56.0
上川岛 (1980 —1995)	21.2	39.5	34.9	22.4	39.2	32.4	37.5	43.2	60.9	34.7	55.4	85.7	49.9	108.3	27.3	33.4	45.0	67.4
西 沙 (1980 —1994)	10.7	5.7	8.2	2.4	8.3	10.4	9.8	5.1	6.2	19.0	8.3	16.6	22.9	54.8	47.4	58.0	27.0	51.8
永暑礁 (1989 —1992)	6.0	24.5	0.1	0.3	18.9	7.0	15.6	2.2	25.5	2.0	54.1	121.1	2.0	37.1	58.2	34.6	44.1	11.2

为了详细描述夏季风爆发时期的降水状况,文中列出了香港、上川岛、西沙、永暑礁4站4到6月候平均降水量(表3)。可以看出,5月第3候上川岛及香港降水量明显增大,5月第4候和第5候西沙、永暑礁降水量增加,这与西南季风爆发的日期完全一致,但这仅是一个统计结果,并不意味着每一次季风爆发都有降水出现。南海的夏季降水多在台风、季风低压等天气系统影响下产生,很多次季风潮爆发降水很少或没有一点降水。最典型的是1993年5月24日至6月16日有一次较强的西南风过程,西沙站整日吹西南风,日平均风速最大达7.5m/s,但整个6月几乎滴雨未落。代表海区的船舶观测资料统计也说明,西南风出现时降水频率不高,最高频率均出现在西和西北风方位上。

5 南海西南季风爆发的水温场特征

有关研究已经指出,海-气相互作用可能对南海季风爆发起着决定性作用。南海作为一个半封闭的海盆,其表层水温的分布除了受太阳辐射、洋流、蒸发、潜热释放、降水等因素的影响外,还受周围陆地、岛屿地形影响,这使得它与同纬度的相邻海区(西太平洋暖池、孟加拉湾、阿拉伯海)相比而独具特色,因而在季风爆发中可能起着特殊作用。

冬季,由于东北季风强盛,南海温度最低,南海北部出现最强的温度梯度,这里与同纬度的西太平洋暖池、孟加拉湾相比可低4—5℃。春季升温不如开阔的孟加拉湾早。夏季南海西北部(北部湾、泰国湾)由于半封闭的地形出现最高的水温(29.5℃),此时阿拉伯海西部因强风吹刮的冷水上翻,温度急剧下降,最冷处仅有23℃。

南海水温的升高以夏季风爆发前的4—5月最快。3月,除泰国湾外,南海水温均低于28℃。4月,由于剧烈增温,28℃线迅速到达15°N附近。5月,29℃水温线向北移动了12个纬距(图6)到达15°N附近,最高水温区(29.5℃)位于泰国湾和10—12°N海域。6月,29℃线推到20°N附近,水温29.5℃范围缩小到南海东部,15°N以南的水温比5月略有下降。结果南海被分成迅速增温的北部和略微变冷的南部。7—8月南海维持比较均匀的28—29℃高温区,水温29℃区域7月缩小成带状位于18°N附近,8月仅出现在北部湾。

对比各月水温场和对流场,不难发现:南海暖池(水温28℃)的出现正好先于夏季风爆发一个月左右;季风爆发后,南海大部海区继续增暖,而且高水温区总是和下月的强对流区相对应,即5月高水温轴线与6月强对流轴线相吻合,6月高水温轴线与7月强对流轴线

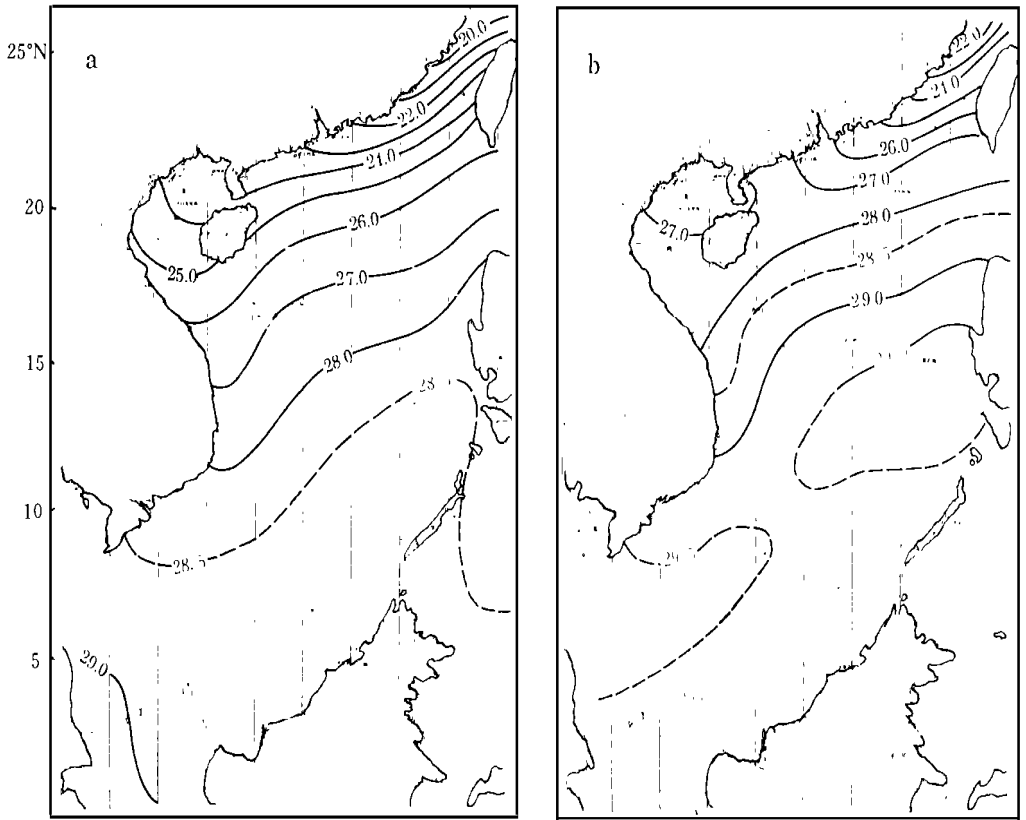


图6 4月和5月南海海表温度(SST)

(a. 4月; b. 5月)

相吻合。这种对流滞后海温的现象恰恰说明正是南海高水温场为夏季风的爆发和维持提供了热量和水汽条件。

6 南海西南季风爆发的海气热交换场特征

海洋和大气之间的热通量取决于3个基本过程: 辐射热交换, 即海面吸收的太阳辐射和海面有效辐射之差; 感热交换是海面以湍流方式向大气输送(或从大气得到)热量; 潜热交换是海水蒸发消耗的热量。因此海面净收支可以写成如下形式:

$$Q_n = Q_{sw} - Q_{bw} - Q_{cw} - Q_{ew} \quad (1)$$

各分量的计算公式如下:

$$Q_{sw} = Q_s(1 - r) = \overline{Q_0(1 - KcN)(1 - r)} \quad (2)$$

$$Q_{bw} = S\sigma T_0^4(a_1 - b_{ea})(1 - KcN) + S\sigma T_w^4(T_w - T_a) \quad (3)$$

$$Q_{cw} = C_p \rho_a C_H (T_w - T_a) V_{10} = 1.298 \times 10^3 C_H (T_w - T_a) V_{10} \quad (4)$$

$$Q_{ew} = \rho_a L C_E (q_w - q_a) V_{10} = 3.365 \times C_E (597 - T_w)(e_w - e_a) V_{10} \quad (5)$$

式中, Q_n 为海面热量净收支, Q_{sw} 为海面吸收的太阳短波辐射, Q_{bw} 为海面有效辐射, Q_{cw} 为

潜热通量, Q_{sw} 为感热输送通量, K_c 为云遮系数, C_E 为蒸发交换系数, C_H 为感热交换系数, C_D 为拖曳系数, N 为总云量, $T_w - T_a$ 为海-气温差。

为了提高洋面上热量收支的计算精度, 本文对式(2) — (5) 作了如下处理:

(1) 总辐射计算中, 根据沿岸和岛屿站实测资料计算了不同月份每个纬度上的云遮系数;

(2) 根据每次观测资料求取整体输送公式中的参数 C_E 、 C_H 、 C_D , 各参数不取固定值;

(3) 使用整体输送公式求取潜热和感热输送平均值时, 使用各项乘积的平均, 即 $\bar{N} = \overline{A \cdot B}$, 而不是平均后的乘积, 可提高精度10%—15%。

绘制了南海东北部、中部、南部3个代表海区5个热收支分量的年变化曲线(图7)。可以看出: 3个区域各分量的变化大致相似。海面长波有效辐射和感热输送月际之间变化很小, 而其余3个量变化较大。特别突出的是3个量4月都发生突然的变化:

(1) 潜热输送 Q_{ew} 在冬季达最大值, 这与冬季强大的风速相配合。4月潜热输送降到最低点, 5月以后潜热输送较快的增大, 直至8月后(南部7月)才略有下降。潜热输送的加强表明海面向大气输送热量的增多。

(2) 海面吸收的太阳辐射 Q_{sw} 4月达最大, 主要因为4月云量最少的缘故, 5月明显减小, 这反映云量逐渐增多的影响。3个区中以吕宋岛西面 Q_{sw} 下降最快, 表明这里对流发展强于其它两个海区。

(3) 海面净热量收支 Q_n 4月达到最高, 4月后迅速下降, 至8月后才略有升高。南海北部7—8月为负值, 说明该期间海洋的热量支出大于热收入。

图8是南海中轴线(115 E)附近蒸发量的年变化, 可以看出, 4月蒸发量为全年最小, 仅7—10 cm/m^2 ; 5月有较大的增加, 达10—12 cm/m^2 , 至夏季风盛期(7—8月), 8—16 N上出现15—17 cm/m^2 高值中心, 9月季风转换期蒸发量又有所下降, 10月由于冬季风爆发, 造成蒸发量的急剧增大, 南海北部达到20—22 cm/m^2 。该图说明南海海面尤其是中部为夏季风爆发及维持提供了大量水汽。

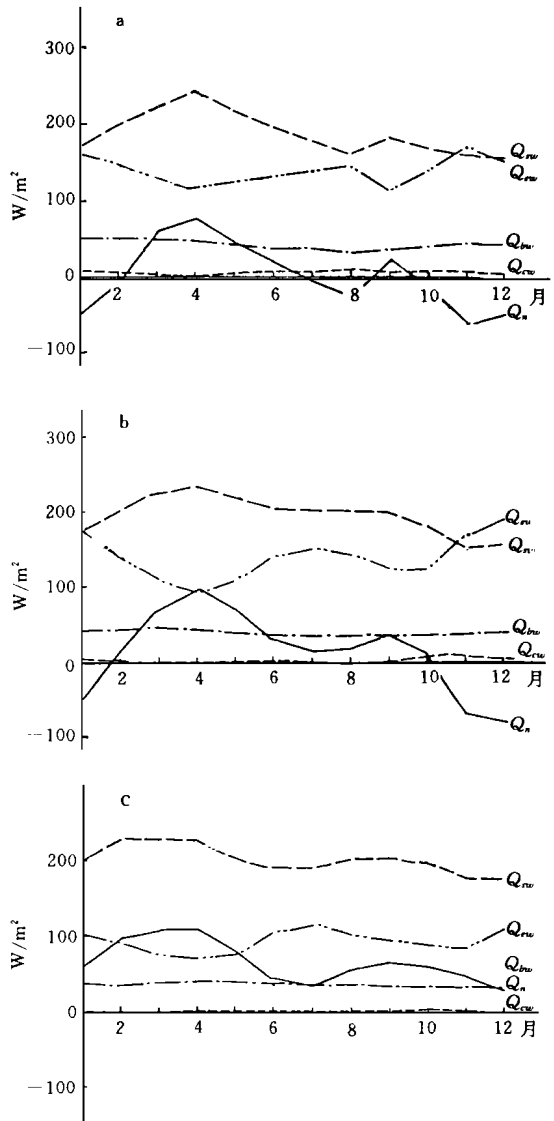


图7 南海热收支分量的年变化曲线

(a. 北部; b. 中部; c. 南部)

4—5月发生的潜热交换、蒸发量、海面吸收辐射及净热量收支的突变现象是季风爆发前大气环流迅速调整和改变造成的。热量输送和水汽输送的迅速增大,又为季风的维持提供了热量和水汽来源。正是这种强烈的海—气相互作用导致的水汽蒸发和对流加热,不仅影响着南海地区的天气系统的活动,而且影响到中国大陆、日本乃至更远地区的天气变化。

7 结 语

(1) 根据 10a 岛屿站、沿岸站 850hPa 风向的观测推断,西南季风在南海爆发的平均时间为 5 月中旬,北部略早(5 月 12 日),南部(5 月 20 日)略迟。历年西南季风爆发的时间和特征差别较大。季风爆发的地区差异主要取决于印度洋赤道西风东进、105°E 越赤道气流北上、副热带高压东撤的早晚。

(2) 伴随着西南季风的爆发,南海平均总云量、低云量和降水量增多。西南季风中的降水多在台风、季风低压等天气系统影响下产生,西南季风潮并不总是对应于降水过程,降水发生时,西风、西北风较多,西南风较少。

(3) 西南季风爆发时,南海对流发展很不一致,泰国湾东部发展最强,其次是周围岛屿及北部沿海,南海中部大片海域对流发展不强,表现出对流发展受迎风面动力抬升作用影响很强,洋面上对流发展滞后于海温升高。

(4) 南海作为一个半封闭的海盆,其地理位置和海陆配置使得其表层水温的变化既不同于西太平洋暖池,也不同于孟加拉湾、阿拉伯海。西南季风爆发之前,南海表层温度迅速升高,升高时间比强对流发展约提前一个月。最高海温区与后一时期最强对流区相重合,说明海面水温的升高为季风爆发和对流发展提供了热量和水汽条件。

(5) 西南季风爆发之前的 4 月,南海海面热交换分量(海面吸收的太阳辐射、潜热输送等)发生明显的改变,特别是潜热交换和蒸发量 4—5 月明显增大。它可能是触发西南季风爆发的原因之一。

本研究对南海季风爆发过程作了气候分析,但许多物理机制问题至今仍不清楚,这有待于即将进行的南海季风试验来解决。已经启动的“南海季风试验预研究”将对南海及附近地区环境场、环流场、加热场、水汽场进行更为细致的分析。

致谢: 本文得到李江龙、谢冬青大力协助,特表感谢。

参考文献

- [1] 梁必骥. 南海热带大气环流系统. 北京: 气象出版社, 1991, 3—16.
- [2] 陈隆勋, 朱乾根, 罗会邦. 东亚季风. 北京: 气象出版社, 1991, 28—45.
- [3] 阎俊岳, 陈乾金, 张秀芝, 黄爱芬. 中国近海气候. 北京: 科学出版社, 1993, 109—280.
- [4] 丁一汇等. 亚洲季风. 北京: 气象出版社, 1994, 1—38.
- [5] Tao Shiyun and Chen Longxun. A Review of recent research on the east Asian summer monsoon in China. Mon-

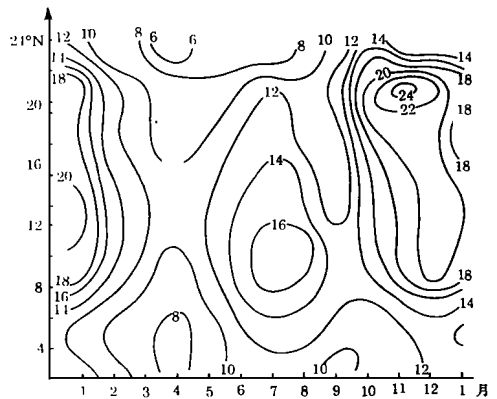


图8 南海中轴线上(115°E 附近)蒸发量时间变化(cm/m^2)

soon Meteorology, Oxford University Press, 1988, 60- 92.

- [6] National Oceanic and Atmospheric Administration Environmental Research Laboratories. Atlas of highly reflective cloudy for the global tropics 1971—1983. 1985.
- [7] 沈如桂等. 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—19.
- [8] Orgill M M. Some aspects of the onset of summer monsoon over Southeast Asia. Technical Report, Department of Atmospheric Science, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 1967, 77.
- [9] Cheang B K and Hui-vein Tan. The southwest monsoon over southeast Asia May to September 1988, Malaysian Meteorological Service Technical Note No. 38, April 1989. 1- 2.

CLIMATOLOGICAL CHARACTERISTICS ON THE ONSET OF THE SOUTH CHINA SEA SOUTHWEST MONSOON

Yan Junyue

(*National Climate Center, Beijing, 100081*)

Abstract

Based on the marine ship observation data, records of the meteorological stations and HRC data by satellite remote sensing with long terms, the circulation patterns and variability in elements during the onset and the established periods of the South China Sea southwest (SW) monsoon have studied. The averaged date of the SW monsoon onset over the SCS occurs in the middle of May climatically. The corresponding date for the northern part is little earlier (May 12) and those for the southern parts are little later, May 20, respectively. The interannual range of the onset dates is about one month. Following the onset of the SW monsoon, the cloud amount and the precipitation increase while the convection activities enhance over the SCS. But there is a strong spatial variation within the domain. After onset of the SW monsoon the strong convective area moves northwards, while the SCS rain band moves to the center and north. The sea surface temperature increases rapidly before the onset and the leading time is one month. The increment of SST supplies heat and vapor for the onset. In April, the surface heat fluxes display obvious changes, e. g., latent heat exchange and evaporation enhancement. It is one of the reasons why the SW monsoon bursts firstly over the SCS.

Key words: South China Sea, Southwest monsoon onset, Climatological characteristics.