

影响南海夏季风爆发因子的诊断研究^{*}

陈 隽 金祖辉

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100029)

摘 要 通过南海夏季风爆发偏早年和偏晚年前期冬季东亚地区的环流、积雪及海温等要素特征的诊断分析, 揭示了南海夏季风爆发时间早晚与前期冬季东亚大气环流、热带对流、热源及热带太平洋海温的异常分布有密切联系, 南海夏季风爆发偏早年的前期有冬季风偏强、高原积雪偏少, 海洋大陆地区的对流活跃、热源增强及 La Niña 型海温分布等主要特征; 南海夏季风爆发偏晚年的前期特征则基本相反。根据 1997~1998 年冬春环流、积雪及海温等的特征作了 1998 年南海夏季风爆发时间的预测, 其结果与 1998 年的实况基本一致。

关键词: 南海夏季风; 东亚冬季风; 环流异常

1 引言

一般认为亚洲夏季风在南海地区爆发最早, 而南海夏季风不但直接影响我国华南地区的汛情, 它还能影响副热带地区的东亚夏季风从而影响到中国东部地区的天气和气候。关于南海夏季风的成因, 人们普遍认为大气热源是主要的驱动因子之一^[1], 但多侧重于研究南海夏季风爆发的短期过程。据建华等^[2]把南海夏季风(当时他们称为东亚夏季风)的建立过程划分为晚春阶段(4月1~7日)、季风酝酿(5月3~9日)、建立(5月10~16日)、盛行阶段(6月1~7日), 比较细致地分析了大气热源与南海夏季风环流的相互依存关系。在更长的时间尺度上, 罗绍华等^[3]的研究发现南海夏季风活动与前冬海温异常有很好的相关。目前, 人们越来越重视冬夏季风之间的联系。孙淑清等^[4]发现东亚冬季风与东亚夏季风存在着环流的隔季相关, 强冬季风年所对应的未来夏季的降水及季风强度与弱冬季风年截然不同, 其中冬春海温异常也起到了非常重要的作用。李崇银^[5]、Yasunari^[6]等还提出了季风循环的理论。这就为我们研究南海夏季风爆发异常与前期因子的关系提供了更多可能的依据。

加强南海夏季风活动机理的研究计划已得到南海周边国家和地区的重视。国家科技部攀登项目 A“南海季风试验”项目已于 1998 年启动, 这将进一步推动南海夏季风活动过程和机理的研究。南海夏季风爆发时间早晚直接关系到中国东部地区雨季的开始时间。因此, 研究南海夏季风爆发早晚具有重要意义, 同时也因“南海季风试验”需要预测南海夏季风爆发时间, 以便决定观测船出海的时间。为此, 我们分析了南海夏季风爆发早晚年前期(冬、春)环流等的特征, 并根据所揭示的冬夏季风之间的关系, 预测 1998 年南海夏季风正常偏晚。1998 年南海夏季风爆发时间与预测结果相符合。

1999-05-18 收到, 1999-10-08 收到修改稿

^{*} 国家自然科学基金资助项目 49635180、国家科技部攀登项目 A“南海季风试验研究”和中国科学院 KZ951-408 项目共同资助

我们用以诊断研究的资料主要是 NCEP 再分析资料和日本气象厅提供的 TBB 云顶温度、OLR 和海温资料。资料的分辨率和可信度较高。

2 南海夏季风爆发时间的一般特征

已有的研究表明,南海夏季风一般在 5 月中下旬爆发^[7~9]。这里以文献[9]根据 TBB (云顶黑体温度,其值可反映对流活动) 资料 and 标准确定的南海夏季风爆发时间表(表 1) 为准。由表 1 可见,南海夏季风平均在 5 月 16 日前后爆发,但其年际变化很大。有的年份可提前 1 个月爆发(如 1985 年),而晚的可推迟半个月爆发(如 1987 年)。为了研究南海夏季风爆发早年和晚年的差异特征,我们从表 1 中挑选出季风爆发时间显著偏早年(1984、1985 年)和偏晚年(1987、1991 年)各两年来进行合成分析。这 4 年是比较典型的异常年份,从不同的标准定义的南海季风爆发指标所得的结果都基本一致。如谢安等^[8]用南海区域平均($0^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$, $105^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$) 的 OLR 降至 235 W/m^2 , 同时区域平均纬向风由东风转为西风标准定义的南海季风爆发日期是 5 月第 1 候(1984 年)、4 月第 4 候(1985 年)、6 月第 2 候(1987 年)和 6 月第 3 候(1991 年),气候平均为 5 月第 4 候;李崇银等^[10]用对流层上层和对流层下层散度差即 ID 指数标准定义的南海季风爆发日期是 4 月 29 日(1984 年)、4 月 28 日(1985 年)、6 月 8 日(1987 年)和 5 月 28 日(1991 年),多年平均为 5 月 16 日。由此可见,尽管考虑的要素、范围以及定义的标准各不相同[如表 1 取的南海范围为($0^{\circ}\sim 18^{\circ}\text{N}$, $110^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$),它不包含中南半岛东部地区],但是其结果都基本一致,即 1984 和 1985 年南海季风爆发早,而 1987、1991 年爆发晚。

表 1 由 TBB 作出的南海夏季风爆发的时间表

年份	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	平均
日期	05-16	05-20	05-17	06-04	04-28	04-16	05-14	06-04	05-19	05-14	05-14	05-29	05-16

3 南海夏季风爆发早晚年的前期特征

在合成分析研究中,我们发现在南海夏季风爆发显著偏早和偏晚的年份,其前期冬春,尤其是前冬的大气环流、热源和海洋状况等都呈现了很大的不同。

3.1 南海夏季风爆发偏早年的前期特征

3.1.1 冬季风的特征

图 1a 是南海夏季风爆发偏早年(1984、1985 年)前冬(前 1 年 12 月到当年 2 月) 1000 hPa 平均风场分布。可以看出,南海地区出现较强的偏北风距平,其东边的西太平洋暖池区有来自南半球夏季风的偏南风距平,在菲律宾附近形成了一个反气旋性差值环流,偏南风由南海经菲律宾岛和台湾岛之间转向东北方向,另外,中纬度沿海地区是偏北风距平。由于偏南风环流转向偏东方向,这种情况有利于中高纬度地区偏北气流南下。此外,在 200 hPa 风距平场上中国大陆是很强的反气旋辐散气流(图 1b),这

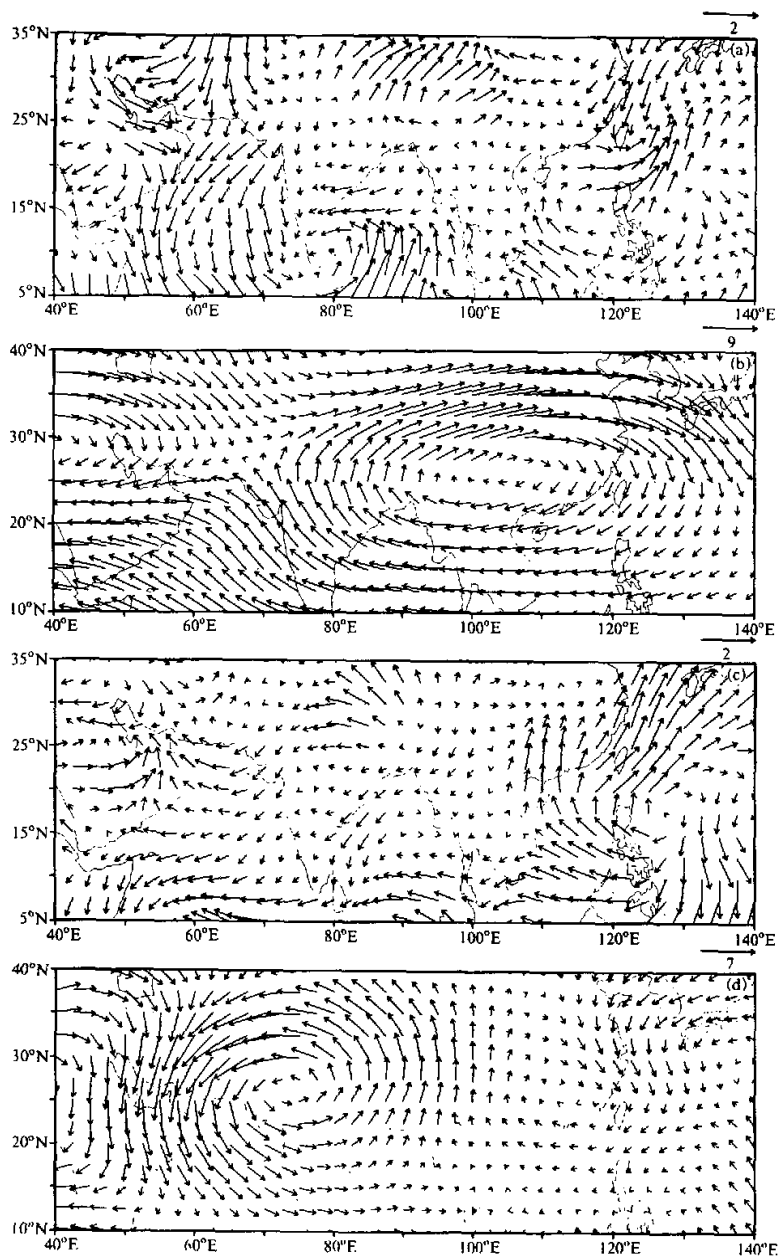


图1 南海夏季风爆发偏早和偏晚年冬合成距平风场特征

(a) 偏早年, 1000 hPa; (b) 偏早年, 200 hPa;

(c) 偏晚年, 1000 hPa; (d) 偏晚年, 200 hPa

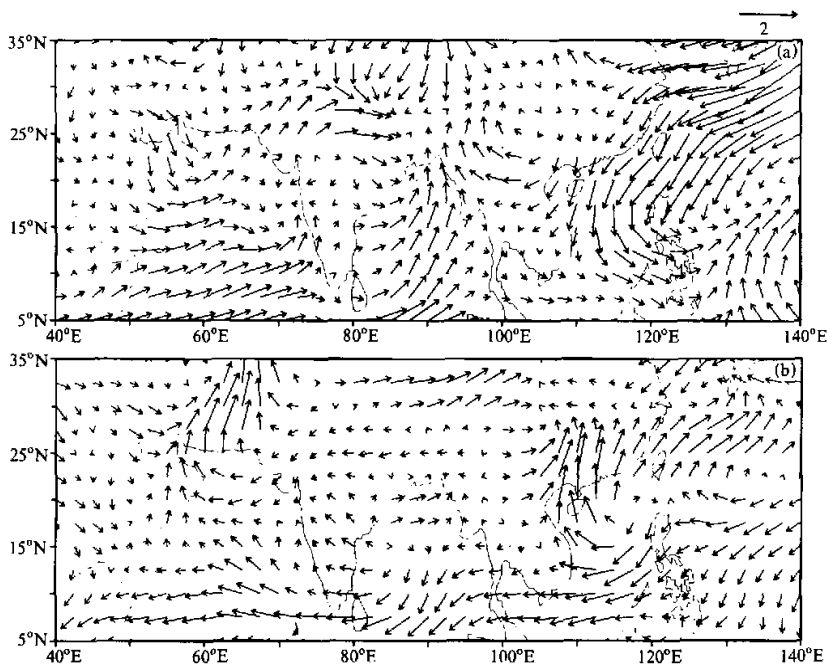


图2 南海夏季风爆发偏早 (a) 和偏晚 (b) 年前春 1000 hPa 合成距平风场特征

与低空风场的配置十分一致。

很有意义的是, 冬季风的这种异常可以持续到后期春季 (3~5 月)。图 2a 给出了南海季风爆发偏早年春季 1000 hPa 风场的距平。可以看见, 南海和西太平洋西北部都受到强的偏北风距平气流控制。

此外, 亚洲大陆的地面气温明显偏低 (图 3a), 西部地区达到 -2°C , 东亚也达到 -1.5°C ; 500 hPa 高度场表现为东亚大槽区加深, 乌拉尔高压和太平洋高压加强, 东亚大陆和西北太平洋为很强的负距平 (图 3c)。另外, 青藏高原积雪也有很大差异 (偏早年和偏晚年), 从南海季风爆发偏早和偏晚年冬青藏高原积雪距平 (合成) 差分分布结果可以清楚地看到南海夏季风爆发偏早年的前期冬季高原积雪少 (图略)。这表明冬季东亚南支槽不活跃。春季积雪的情况与冬季基本一致 (图略)。这表明南海夏季风爆发偏早年东亚冬季风偏强的特征明显。这种配置有利于热带西太平洋和南海地区 Hadley 环流和 Walker 环流上升支上升运动的加强 (图略)。由于热带地区上升运动与对流活动有着密切关系, 从而可能对热带西太平洋和南海的对流产生影响。

3.1.2 对流和热源的特征

OLR 的合成分析发现, 对流活动的变化与上述大尺度垂直运动的异常非常一致, 在南海夏季风爆发偏早年前冬 OLR 场上南海—西太平洋表现为较为显著的负距平 (图略)。这说明冬季风强, 冷涌活跃, 与 Hadley 环流和 Walker 环流偏强是相对应的。它也与刘家铭^[11]、朱乾根等^[12]的研究结果: 冬季风和冷涌加强有利于 Hadley 和 Walker 的加强及热带对流的活跃是一致的。

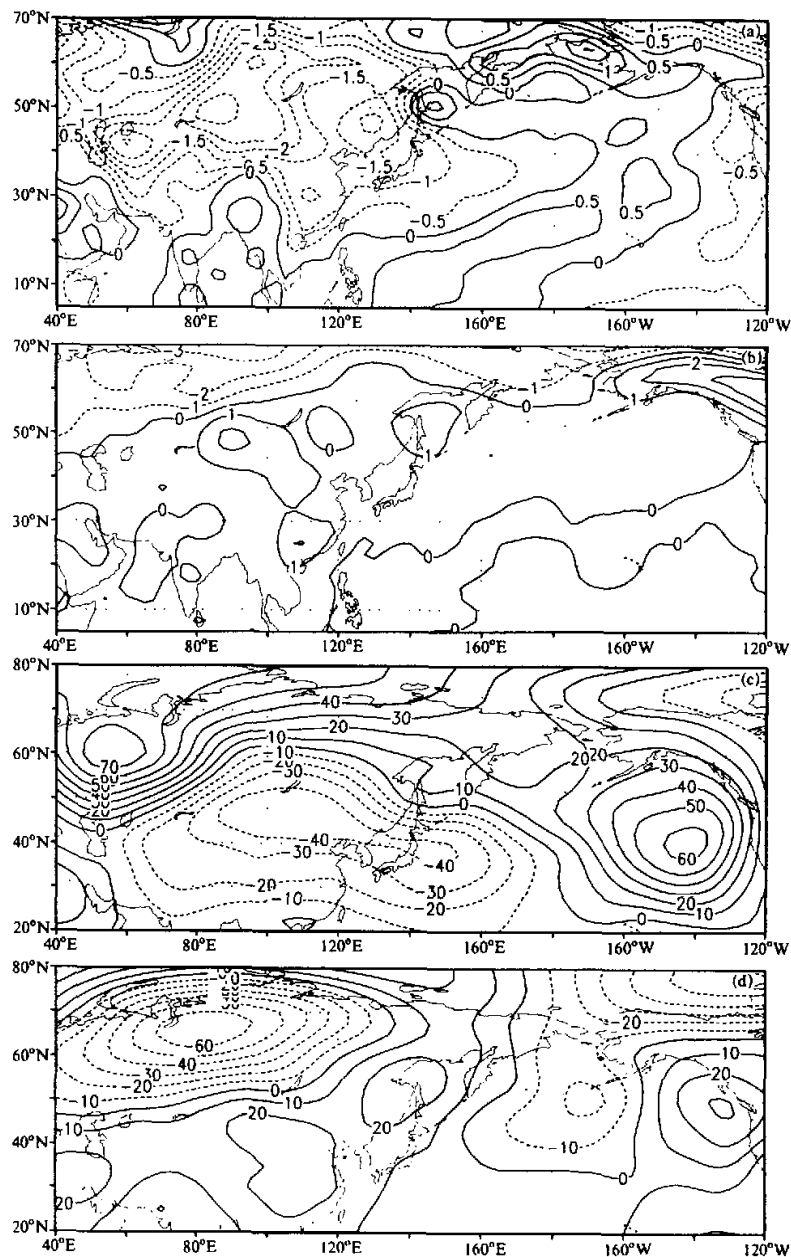


图3 南海夏季风爆发偏早和偏晚年冬合成温度距平和高度距平特征

(a) 偏早年, 1000 hPa 温度; (b) 偏晚年, 1000 hPa 温度;

(c) 偏早年, 500 hPa 高度距平; (d) 偏晚年, 500 hPa 高度距平

潜热释放与对流活动密切相关, 对流活动的异常必将影响潜热释放, 从而影响热带地区大气热源的分布。图 4a、b 是南海夏季风爆发早年热带地区整层积分的视热源 Q_1 和视水汽汽 Q_2 的分布图。可以看到, 热带地区的 Q_1 和 Q_2 的分布非常接近, 赤道中东太平洋为负距平, 西太平洋、北印度洋为正距平。这表明这些地区的大气热源是以潜热为主, 热源的异常分布与对流的分布完全一致, 即在南海夏季风爆发早年前冬, 海洋大陆地区的对流活跃。此外, 我们还可以看到, 热带中东太平洋上弱对流中心与冷源中心相匹配 (图略)。这种西部热源东部冷源的配置又有利于 Walker 环流的加强, 形成一个正反馈过程。另外, 对流和热源的这种异常分布形势也能从冬季持续到春季 (图略)。

3.1.3 热带太平洋海温分布的特征

热带地区的海气相互作用是非常强烈的。大气环流和大气热源发生显著变异, 那么海洋状况有何变化呢? 图 5a 是南海夏季风爆发早年海温距平合成图。可以发现前冬在亚洲大陆沿岸海温是偏低的, 但在菲律宾以东的西太平洋暖池区海温为正距平, 热带中东太平洋是显著的负距平, 故在热带太平洋海温距平场有类似西暖东冷的 La Niña 型分布。海温的这种异常分布也如前面的环流、对流、热源一样有跨季节尺度的持续性, 即后期春季的海温距平分布依然类似于 La Niña 型。

3.2 南海夏季风爆发偏晚年的前期特征

南海夏季风爆发晚年 (1987、1991 年) 的前冬, 春特征与前者基本相反, 即弱冬季风、弱对流、热带太平洋西冷东暖的 (El Niño) 型海温分布等。如图 1c 所示, 在 1000 hPa 风场上南海地区出现较强的偏南风距平, 在菲律宾附近出现了一个反气旋性差值环流, 此差值环流的偏南风影响到南海、中国东南部大陆及西北太平洋, 中纬度地区的偏北风显著偏弱。这种特征一直持续到春季 (图 2b); 200 hPa 距平风场上中国大陆是弱反气旋性差值环流 (图 1d), 东亚大陆的地面气温偏高 (图 3b); 500 hPa 高度场上东亚大槽区填塞、乌拉尔高压和太平洋高压区为负距平 (高压减弱, 图 3d), 冬季的这种异常形势也可以持续到后期春季, 以上这些都是弱东亚冬季风的明显特征。另外, 对流活动的变化与大尺度环流的异常是密切联系的, 在南海夏季风爆发晚年前冬南海附近的 OLR 距平为正, 即对流活动偏弱, 中东太平洋 OLR 为负距平; 热源的异常分布与对流的变化完全一致, 即海洋大陆地区的热源减弱, 中东太平洋热源增强 (图 4c、d), 对流和热源的这种异常分布形势使得 Hadley 环流和 Walker 环流减弱。

前期的海温距平分布也与南海季风爆发早年相反, 在亚洲大陆沿岸海温是正距平 (偏高), 西太平洋暖池区海温为负距平、中东太平洋是正距平。这是典型的 El Niño 型海温分布 (图 5b)。弱 Walker 环流和弱对流中心和大气冷热源中心基本重合 (图略)。

以上分析说明了南海夏季风爆发早、晚年前期冬 (春) 季东亚大气环流、大气热源、热带对流及热带太平洋海温的异常形势基本上是相反的。此外, 它们所对应的前期陆面状况尤其是青藏高原积雪也有很大差异。因此, 南海夏季风爆发偏早年的前期有冬季风偏强、海洋大陆地区的对流活跃、热源增强、高原积雪偏少及 La Niña 型海温型分布等主要特征; 而南海夏季风爆发偏晚年的前期有冬季风偏弱, 海洋大陆地区的对流不活跃、热源较弱、高原积雪也偏多及 El Niño 型海温分布等主要特征。

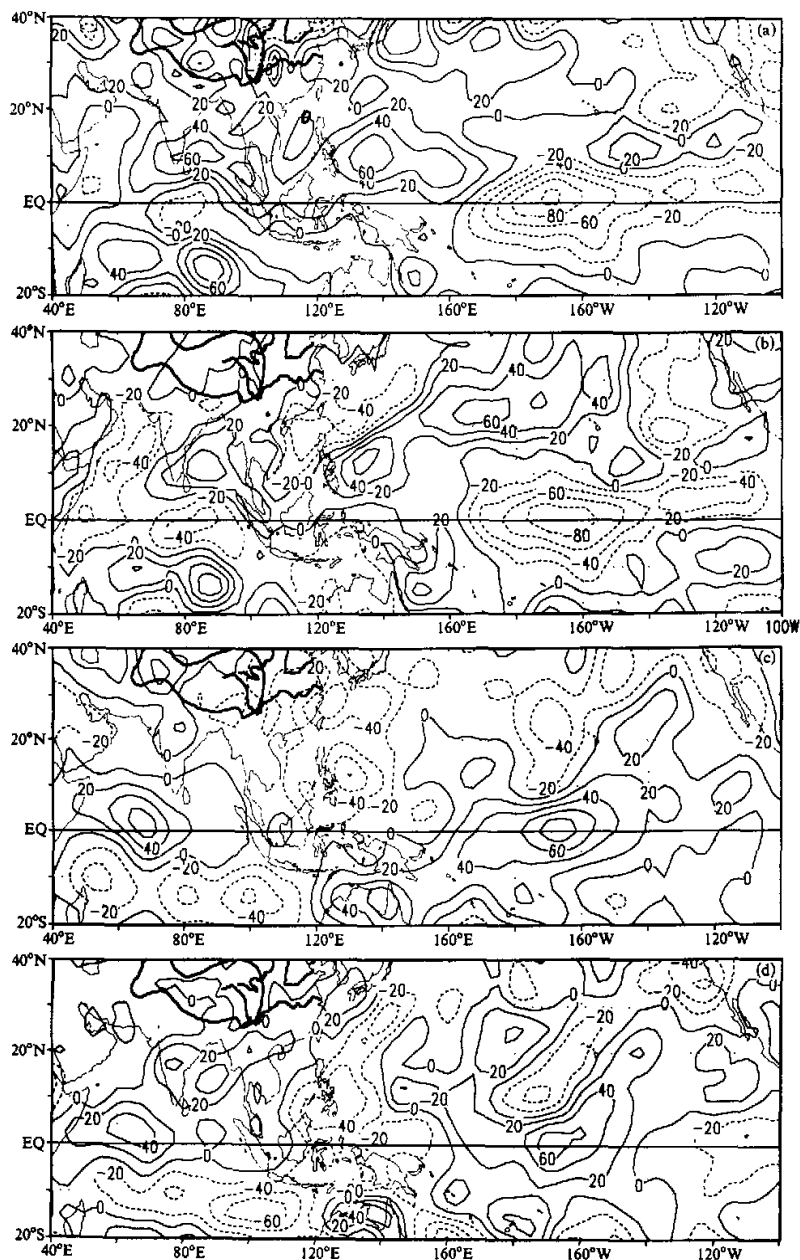


图4 前冬热源距平台成

(a) 季风爆发偏早年 Q_1 ; (b) 季风爆发偏早年 Q_2 ;(c) 季风爆发偏晚年 Q_1 ; (d) 季风爆发偏晚年 Q_2

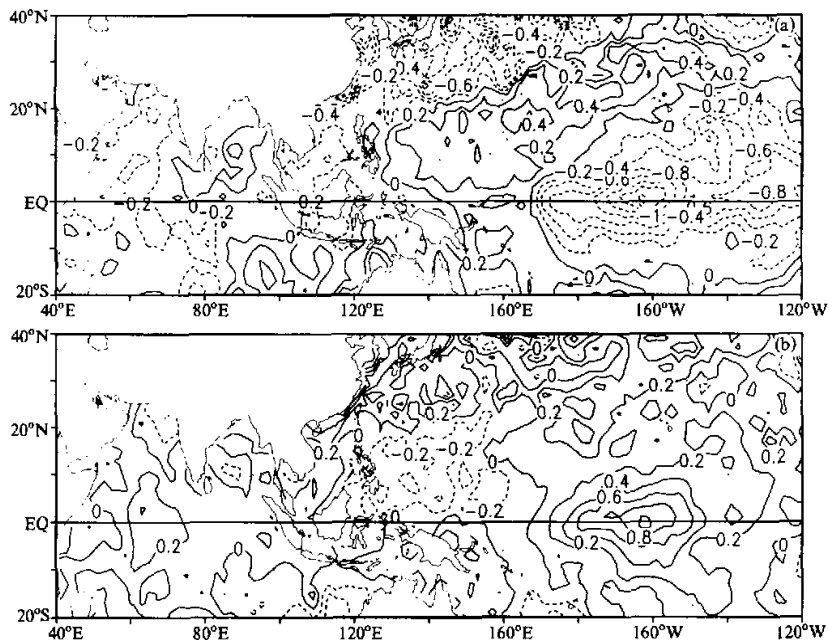


图5 前冬海温距平场合成
(a) 季风爆发偏早年; (b) 季风爆发偏晚年

4 冬季风异常与南海夏季对流的耦合模态

为了进一步验证冬季风和南海夏季风爆发的可能关系,我们用奇异值分解(SVD)方法对更多的个例进行统计分析,以便找出冬季风和南海季风爆发之间的最佳耦合模态。我们以东亚地区(80~160°E, 10~40°N)冬季3个月平均的1000 hPa经向风 v 来表示冬季风,以OLR表示对流,并用 v 分别与同期及后期(5月)OLR作SVD分析。

图6a是冬季1000 hPa风场和同期OLR的SVD第1模的异向相关图。其物理意义是两个要素场在空间上的标准偏差,即它们的数值正比于物理要素的距平值,但量值限在 ± 1 之间以便于比较。由图可见, v 场上有一大片负距平出现在东亚大陆及其沿海地区(冬季风偏强),相应OLR场也有负距平出现在海洋大陆地区(对流强)。这种模态的气候学意义是:当冬季风偏强时,与其相关最好的OLR分布是西太平洋暖池区及包括南海在内的周边地区对流活跃,也可以说,当东亚冬季风偏弱时,南海地区对流偏弱。有意义的是,图6中通过了99%显著性相关检验的区域(阴影区),其中风场阴影区出现在东亚沿海,OLR阴影区则在南海附近。这说明了冬季期间南海的对流活动与冬季风的强弱密切相关。由于第1模态占总体方差的60%,它们的相关系数高达0.94,因此它们基本上能够反映 v 和同期OLR场耦合的主要特征。

图 6b 是冬季风 v 与后期 (5 月) OLR 的 SVD 第 1 模态分布图。这个模态所占的方差也较大 (33%), 两个场之间的相关系数也很高 (0.87), 而且分布形势与冬季同期结果极为相似。主要的区别是分布符号相反, 即 v 场上东亚大陆沿岸为正距平 (冬季风弱), OLR 场上南海及热带西太平洋为正距平 (对流弱), 直观地反映了弱东亚冬季风与后期南海弱对流的关系, 但也同样表示强冬季风与强对流的关系, 它实际上与图 6a 一样从不同侧面反映了同一个问题, 两者的结果是一致的, 而且都与前面的合成分析结果相符。

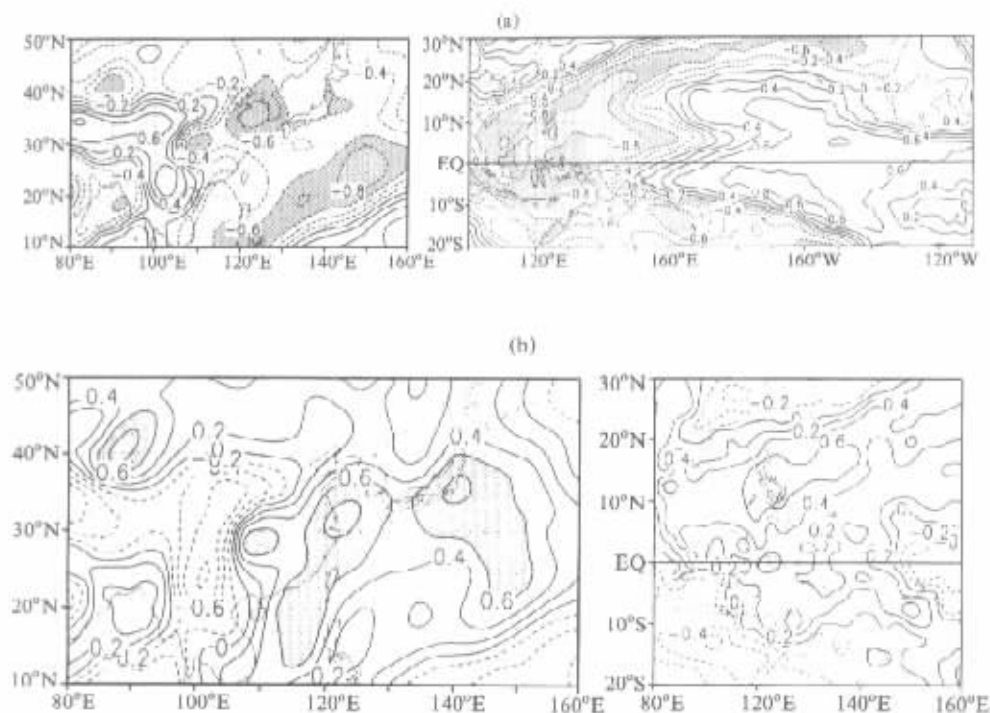


图 6 (a) 冬季 1000 hPa 风场和同期 OLR 的 SVD 第 1 模的异向相关图;

(b) 冬季 1000 hPa 风场和后期 5 月 OLR 的 SVD 第 1 模的异向相关图

此外, 我们还作了 v 与同期及后期 (5 月) SST 的 SVD (图略) 分析, 发现强东亚冬季风与后期南海近岸地区的低海温和热带西太平洋地区正海温距平相匹配, 弱东亚冬季风则反之。这也与合成分析的结果完全一致, 反映了东亚冬季风不但影响着冬季南海的对流活动, 而且还与后期南海的对流活动即南海夏季风爆发相联系。

5 1998 年预测和实况

5.1 1998 年前冬形势

由于攀登项目 A“南海季风试验”的需要, 我们依据前面南海季风爆发早、晚的前期特征的分析的结果, 利用 1997/1998 冬季的资料对 1998 年南海季风爆发的时间作了

预测。1997/1998 冬季是弱冬季风的形势, 1000 hPa 风场上中国大陆沿岸出现西南风距平, 500 hPa 高度场上东亚大槽区出现正距平; OLR 场上西太平洋暖池区和南海为正距平而中东太平洋为负距平; 此外, 从 1997 年开始的 El Niño 事件尚未结束, 海温距平在东太平洋显著偏高, 西太平洋偏低, 而南海近岸地区则偏高; 青藏高原积雪异常偏多。所有这些都与南海夏季风爆发偏晚年前冬形势极为相似。因此, 我们预测 1998 年的南海夏季风爆发时间正常偏晚。

5.2 1998 年南海季风爆发情况

从 1998 年 NCEP 逐日资料来看, 在 5 月 25 日前后西太平洋副热带高压退出南海, 低空 850 hPa 的西南风在南海南部建立, 南海中部和北部基本为西风控制; 高空 200 hPa 的反气旋建立; 大气热源中心位于中南半岛和菲律宾。至 30 日, 南海地区大气热源较稳定地建立起来, 次日南海地区西南风突然增大, 南海季风开始盛行。

图 7 是 1998 年 5 月南海地区平均 TBB、850 hPa 风、高度、 u 和 v 的变化情况。由图 7a 可以看出, 5 月 17 日前后南海对流开始活跃, 22~25 日降至 274 K 以下并维持 3 天以上。根据 TBB 定义的南海季风爆发标准^[9], 5 月 25 日应为南海季风爆发日期。此时, 850 hPa 平均高度由 1 532 gpm 降至 1 500 gpm (图 7b)。另外, 21 日前后开始 850 hPa 纬向风 u 由东风转为西风, 矢量风也由强的东南风转为西南风, 5 月 25 日开始风速增大 (图 7c、d)。

5 月 22 日, 在 500 hPa (图 8a), 南海—中南半岛为 5 900 gpm 高压控制; 200 hPa 上, 南海—中南半岛高空反气旋环流尚未完全建立 (图 8a)。25 日 (23、24 日没有资料), 5 900 gpm 已由南海北部—中南半岛东移到西太平洋; 200 hPa, 南海北部—中南半岛东部高空反气旋环流建立 (图 8b)。这表明南海夏季风的形势已建立。因此, 我们认为 1998 年南海夏季风爆发于 5 月 25 日前后, 比气候平均 (5 月 16 日前后) 偏晚了 8~9 天。

6 结论和讨论

本文分析了南海夏季风前期大气系统和海洋的特征并发现南海夏季风爆发偏早、晚年的前期大气系统的特征差异和海洋状态差异是很显著的。这些显著的差异为预测南海季风爆发提供了线索, 还对 1998 年南海季风爆发作了一次成功的尝试。

(1) 南海夏季风爆发偏早、晚年前期的东亚大气环流、热带对流、热源及热带太平洋海温的异常趋势基本上是相反的。此外, 它们所对应的前期陆面状况尤其是青藏高原积雪也有很大差异。因此, 就以上结果而言, 南海夏季风爆发偏早年的前期有冬季风增强、海洋大陆地区的对流活跃、热源增强, 高原积雪偏少及 La Niña 型海温分布等主要特征; 南海夏季风爆发偏晚年的前期有冬季风偏弱, 海洋大陆地区的对流不活跃、热源较弱, 高原积雪也偏多及 El Niño 型海温分布等为主要特征。因此, 前期的异常因子给预测南海夏季风爆发时间提供了可能性。

(2) 前冬的环流异常、热源和海温距平等有跨季节尺度的持续性, 使异常信号可以从冬季延续到春季甚至夏季。这些因子对南海夏季风爆发既有动力影响又有热力影响, 环流的持续异常对南海夏季风的动力结构有直接影响, 而与前期环流相应的热源分布则

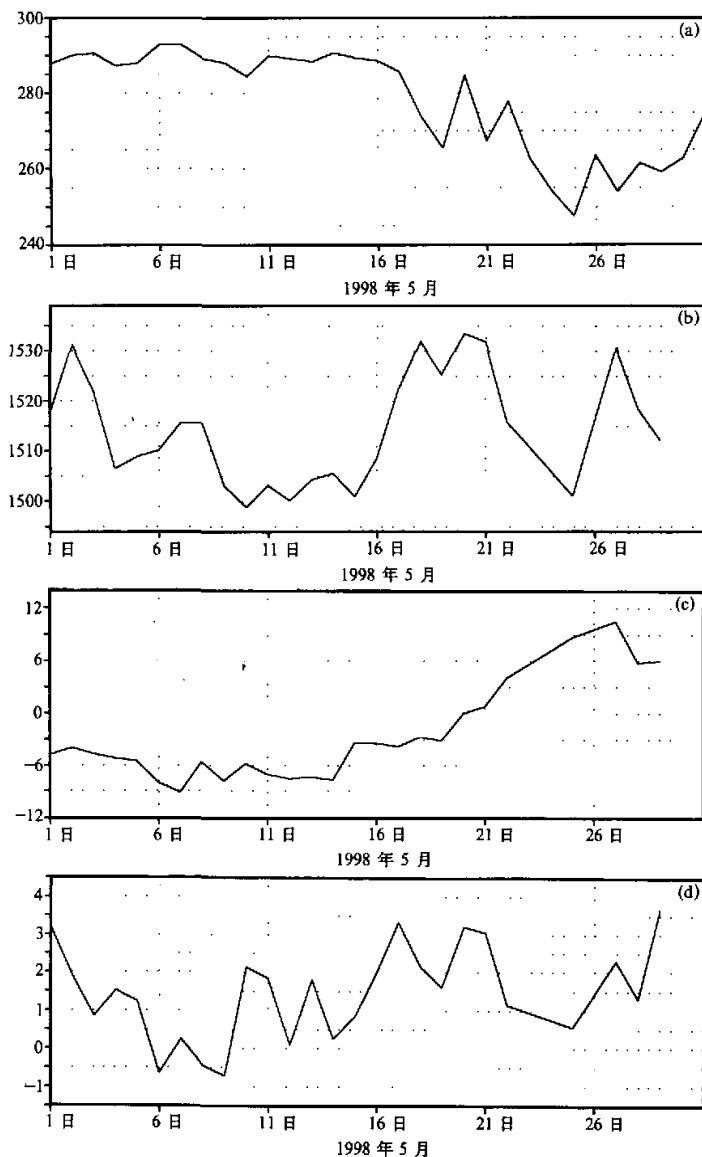


图7 1998年5月南海区域平均TBB (a, 单位: K) 和850 hPa的高度 (b, 单位: gpm)、
纬向风 (c, 单位: m/s)、经向风 (d, 单位: m/s)

可能通过影响海陆温差来影响南海夏季风的爆发。

(3) 它的物理过程可能是前期偏强的冬季风使得冬、春季东南沿海海温偏低, 由于海陆热容量的不同在春季气温逐步回升时就会加大沿海与大陆之间的热力差异; 青藏高

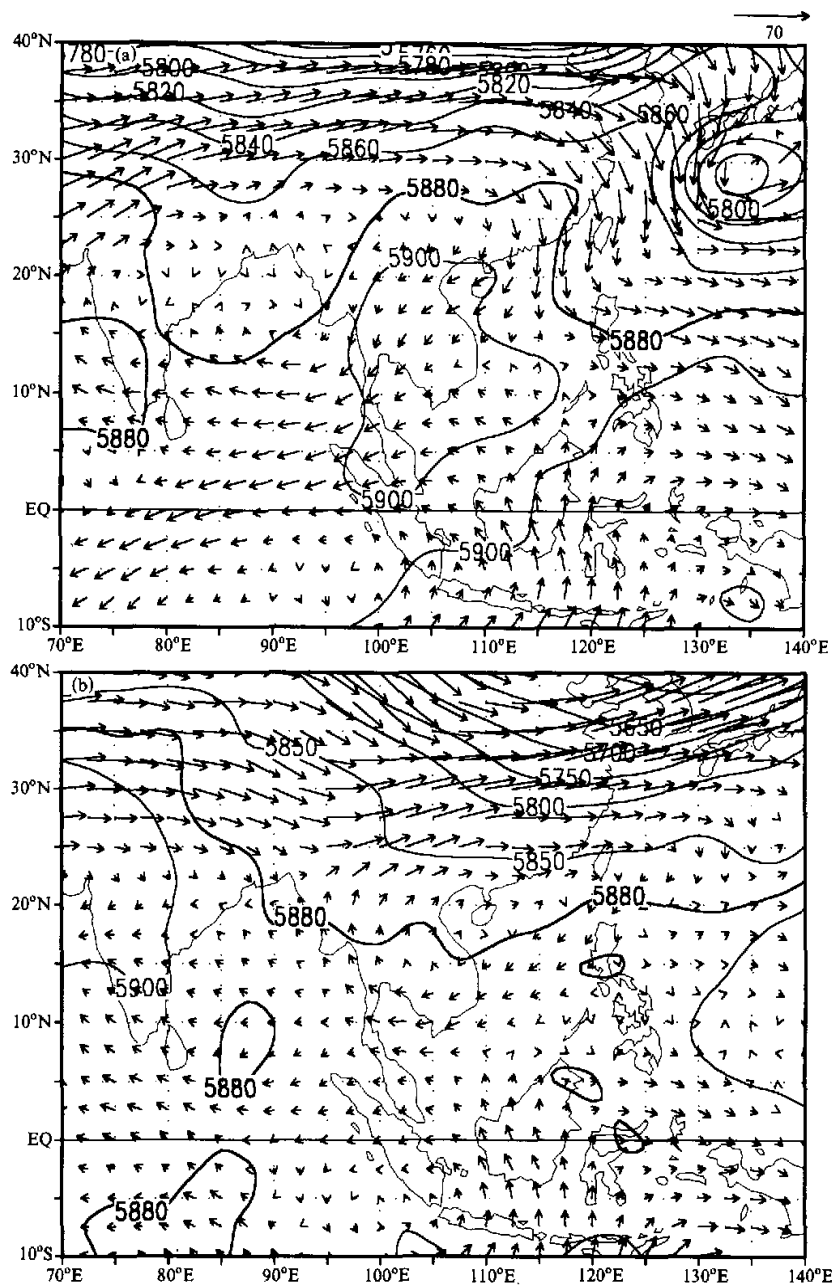


图 8 1998 年 5 月 22 日 (a) 和 25 日 (b) 500 hPa 高度和 200 hPa 风场

原冬季积雪偏少、加快了青藏高原从冬季的冷源向夏季热源转化的进程;在西太平洋暖池区和赤道中东太平洋对流、大气热源和海温(La Niña 型海温分布)持续异常有利于加强 Walker 环流,而 Walker 环流的加强又进一步促进对流的发展,从而有利于南海夏季风偏早爆发。弱冬季风时其过程相反。陶诗言、张庆云^[13]在揭示冬季风对 El Niño 事件的响应的物理过程和机制时也已发现类似的过程,指出在 El Niño 暖位相的冬季赤道印度洋 SST 的变化是赤道东太平洋 SST 异常的响应,赤道太平洋 SST 异常是强迫亚洲冬季中纬度环流变化的间接因子,而直接强迫因子来自印度洋,当赤道印度洋 SST 异常时就出现印度洋—亚洲遥相关型,使亚洲冬季出现稳定的环流形势,影响冬季风强、弱的年际变化。当赤道印度洋 SST 为暖水时就出现弱的冬季风,使得冬、春季南亚南支西风增强、扰动活跃,青藏高原冬季积雪增多和华南降水偏多,从而影响了后期海陆热力对比,进而影响夏季风的年际变化;当赤道印度洋 SST 为冷水时其过程相反。

由于南海夏季风爆发时间异常早和晚的个例较少,故本结果有一定的局限性。另外,前期因子异常的持续性和物理过程、冬季风与南海夏季风爆发早和晚之间的内在联系等问题均有待深入探讨。

致 谢 本研究工作得到李崇银研究员的帮助,特此致谢

参 考 文 献

- 1 李崇银,亚洲季风气候若干问题研究近况,热带气象,1988,4(3),203~215.
- 2 瑶建华、罗会邦,东亚夏季风建立过程中大气热源结构及其与热带环流的关系,气象科学技术集刊(10),北京:气象出版社,1987,103~104.
- 3 罗绍华、金祖辉,南海海温变化与初夏西太平洋副高活动及长江中、下游汛期降水关系的分析,大气科学,1986,10(4),409~417.
- 4 孙淑清、陈秀,冬季风异常与环流的隔季相关,亚洲季风研究的新进展——中日亚洲季风机制合作研究论文集,1996,99~107.
- 5 李崇银、穆明权,ENSO 循环和东亚冬季风异常,第三届东亚及西太平洋气象与气候研讨会南海季风实验科学规划会议论文摘要选编,1996,52~53.
- 6 Tomohiko Tomita and Tetsuzo Yasunari, Role of the northeast winter monsoon on the biennial oscillation of the ENSO / monsoon system, *J. A. Meteor. Japan*, 1996, 74(4), 399~413.
- 7 Tao Shiyan and Chen Longxun, A review of recent research on East Asian summer monsoon in China, *Monsoon Meteorology*, Oxford University Press, 1987, 60~92.
- 8 谢安、刘霞、叶谦,南海夏季风爆发的气候特征,亚洲季风研究新进展,北京:气象出版社,1996,132~142.
- 9 金祖辉, TBB 资料揭示的南海夏季风爆发的气候特征,南海季风爆发和演变及其与海洋的相互作用,北京:气象出版社,1999,57~65.
- 10 李崇银、屈昕,南海季风爆发的大气环流演变特征,南海季风爆发和演变及其与海洋的相互作用,北京:气象出版社,1999,5~12.
- 11 Chang, C-P and K. M. Lau, Northeasterly cold surges and near-equatorial disturbances over the winter MONEX area during December 1974, Part II, *Mon. Wea. Rev.*, 1980, 108, 292~312.
- 12 朱乾乾、杨松,青藏高原大地形对冷涌作用的数值试验研究,气象学报,1990,48,162~171.
- 13 陶诗言、张庆云,亚洲冬季风对 El Niño 事件的响应,大气科学,1998,22(4),399~407.

Diagnosis of Factors of Influence on Onset over the South China Sea Summer Monsoon

Chen Jun and Jin Zuhui

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

Abstract The diagnosis of circulations, snow depths, SST, and many other factors over the eastern Asia and the tropics during the winters and springs of the years when the summer monsoon over the South China Sea burst earlier or later show a good relationship between the anomalous onset time of summer monsoon and the previous patterns of circulations anomalies. In the years when the summer monsoon bursts early, the previous patterns are characterized by stronger East Asian winter monsoon, reduced snow over the Tibetan Plateau, more active convections and enhanced heat sources over the Maritime Continent, La Niña-like SSTA, and vice versa when the summer monsoon bursts late. Thus, the onset trend of summer monsoon in 1998 is predicted by using the previous data of the factor as mentioned above. And the results is consistent with the observations.

Key words: summer monsoon over the South China Sea; East Asian winter monsoon; circulation anomaly