

1998年南海夏季风的爆发与 大气季节内振荡的活动^{*}

穆明权 李崇银

(中国科学院大气物理研究所大气科学和地球流体力学数值模拟国家重点实验室, 北京 100029)

摘 要 利用 NCEP 再分析及 TBB 资料, 系统地研究了 1998 年南海夏季风爆发与大气季节内振荡活动的关系。结果表明, 1998 年南海夏季风爆发与南海及其临近地区 30~60 天低频振荡的发展有着极为密切的关系。南海及临近地区 30~60 天低频纬向风及低频动能的时间—经(纬)度剖面明显地反映出该地区的大气季节内振荡的加强是由于其临近地区(菲律宾以东)30~60 天低频气旋发展及其向西扩展的结果, 与孟加拉湾地区低频气旋的活动关系不大; 同时, 我们也看到了夏季风爆发前后南海地区为 850 hPa 低频动能的大值区, 而 200 hPa 上为一弱区, 反映了 1998 年南海夏季风爆发期间该地区大气季节内振荡有上弱下强的垂直分布特征。进一步分析表明, 南海及其临近地区大气季节内振荡的活动主要为局地振荡型, 夏季风爆发后才有明显的向北传播, 成为南海夏季风爆发影响东亚大气环流和天气的重要途径之一。另外, 1980 和 1986 年南海地区 30~60 天低频动能的发展特征与 1998 年的类似, 说明了南海及其临近地区大气季节内振荡的局地振荡特征并不是 1998 年所特有的, 它对南海夏季风爆发有普遍的重要作用。

关键词: 南海; 夏季风; 爆发; 大气季节内振荡; 局地激发

1 引言

南海夏季风不仅是东亚季风的重要组成部分, 而且对印度季风和东亚夏季风的建立起着重要作用^[1,2]。观测及 GCM 数值模拟的结果表明, 南海夏季风的异常活动对东亚以至于北半球夏季大气环流及气候都将产生重要影响^[3,4]。因此, 有关南海夏季风爆发及其机制研究一直是气象学家尤其是中国学者十分关心的问题。1998 年开展的大规模南海夏季风观测试验就是很好的证明。

关于南海夏季风爆发机制, 有人认为南海局地海气相互作用可以导致对流的爆发性发展^[5], 也有人认为南海夏季风的爆发是北方环流触发的结果^[6], 还有人认为赤道印度洋及太平洋的海表温度异常对南海夏季风爆发也有重要影响^[7]。Krishnamurti 和 Subrahmanyam 等早在 1982 年就指出南亚夏季风活动存在明显的 30~50 天振荡^[8,9], 其实南海夏季风区也有明显的季节内振荡活动^[10~12]。近期的研究也表明大气季节内振荡的活动对南海夏季风爆发有着重要作用^[13]。由此看来, 大气季节内振荡与南海夏季风爆发也有着密切关系。然而, 1998 年南海夏季风爆发与大气季节内振荡活动的

2000-09-01 收到, 2000-09-20 收到修改稿

^{*} 国家科技部攀登项目 A“南海季风试验研究”, 中国科学院 KZ951-B1-408 和中国科学院大气物理研究所创新基金 8-1303 共同资助

关系如何还不清楚,有待于研究。李崇银等利用观测资料较全面地讨论了伴随 1998 年南海夏季风爆发对流层大气环流的突变特征,并指出对流层低层西太平洋副高脊撤出南海,西南气流控制南海地区以及西风急流轴从 30°N 以南跳到 35°N 以北是 1998 年南海夏季风爆发的极为重要的特征^[13]。然而,到目前为止,关于 1998 年南海夏季风爆发的成因尚无系统地研究。为此,本文将利用 1998 年 NCEP 再分析及 TBB 资料,系统地讨论大气季节内振荡活动与 1998 年南海夏季风爆发的关系,深入地探讨南海夏季风爆发的机制。本文分析研究大气季节内(30~60 天)振荡所用的滤波器是基于一级 Butterworth 函数的带通滤波器,中心频率为 45 天。

2 1998 年南海夏季风爆发的特征

关于 1998 年南海夏季风爆发特征,李崇银等已作了专门的讨论^[13],但为了本文的完整性,并且也为能更好地与后面的结果作比较,本节将对此作简单地描述。

观测资料研究已表明 1998 年南海夏季风于 5 月 21 日爆发^[13]。由图 1 我们可以清楚地看到,南海夏季风爆发前(即 5 月 21 日以前),西太平洋及南海地区一直为副热带高压脊(反气旋)控制,尽管南海北部地区从 18 日一直为西南气流控制,但它主要为锋

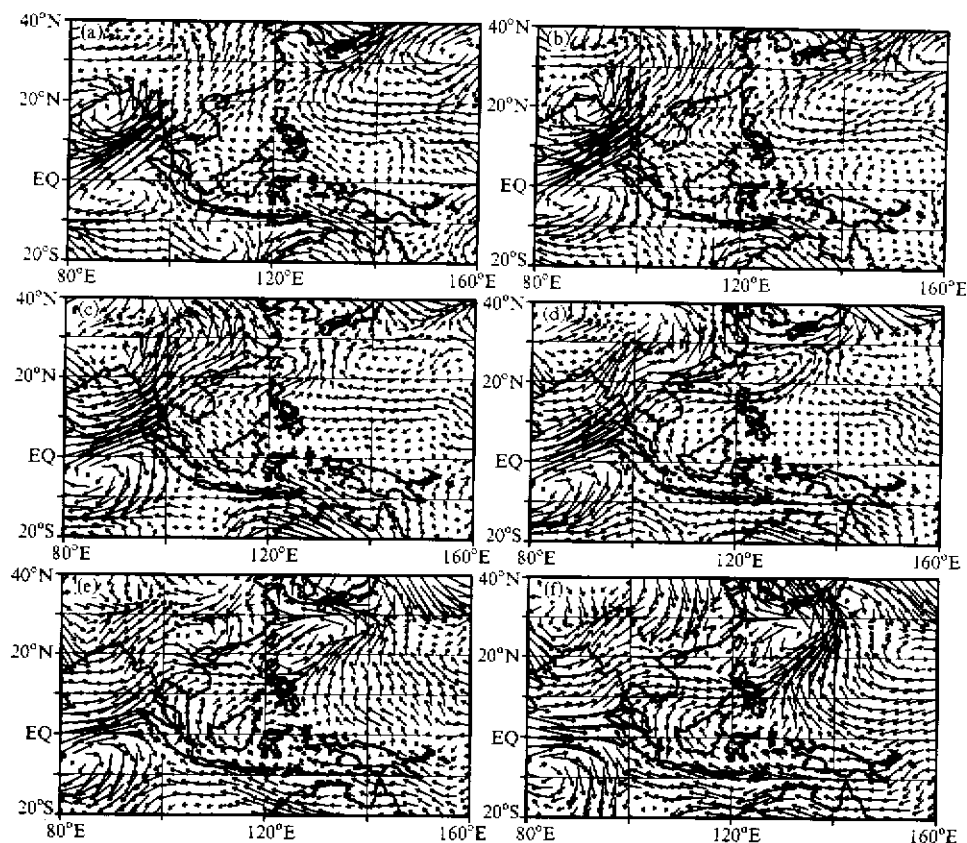


图 1 南海夏季风爆发前后 850 hPa 风场的水平分布

(a) 5 月 18 日; (b) 5 月 19 日; (c) 5 月 20 日; (d) 5 月 21 日; (e) 5 月 22 日; (f) 5 月 23 日

面活动所致, 且南海大部分地区仍为偏东气流。孟加拉湾为一气旋环流, 气旋南侧强劲的西南气流在南海季风爆发前后一直维持在 100°E 以西地区 (图 1a~d)。当季风爆发后, 850 hPa 环流形势发生急剧变化, 西太平洋副高东撤, 南海大部分地区由爆发前的偏东风转为偏西风, 与此同时, 因为副高的东撤, 孟加拉湾地区强劲的西南气流向东有所扩展, 但中心仍维持在原地。另外, 爆发前仅局限于澳大利亚北部的偏东气流此时也大范围地向西扩展, 从而加强了这支偏东风的过赤道西南气流, 使之成为南海西南风的重要组成部分。

图 2 为季风爆发前后 200 hPa 水平风场的逐日分布。可以明显地看到, 南亚反气旋中心 5 月 20 日之前位于 15°N 附近, 5 月 21 日之后位于 15°N 附近, 而且反气旋环流也由 25°N 左右明显向北扩展到 30°N 以北。这样, 南海地区成为对流层上层的明显强辐散区。

TBB (Temperature of Black Body) 资料可以很好地反映热带地区大气对流活动, 由此, TBB 也能够反映与南海夏季风爆发前后对流活动密切相关的大气环流的突变特征。图 3a 为南海地区 ($5^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$, $105^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$) TBB 随时间的演变。由图 3a 可以明显地看到夏季风爆发前后, 南海地区 TBB 急剧下降, 短短的一天时间内 TBB 就下降了

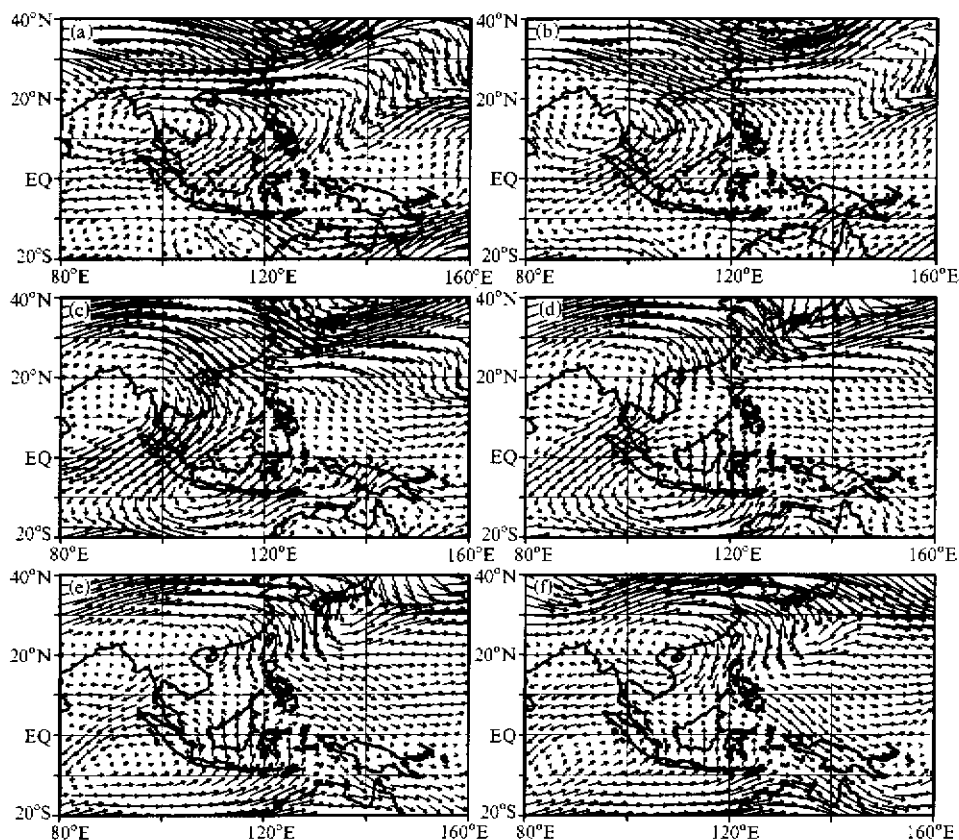


图 2 南海夏季风爆发前后 200 hPa 风场的水平分布

(a) 5 月 18 日; (b) 5 月 19 日; (c) 5 月 20 日; (d) 5 月 21 日; (e) 5 月 22 日; (f) 5 月 23 日

20 K, 即由 5 月 20 日的 270 K 降至 21 日的 250 K。这种特征在 TBB 的纬度-时间剖面图上也有清楚地反映 (图 3b)。5 月 20 日之前在 5°N 至 12°N 之间一直为较黑的阴影区 (TBB 为 280 K 以上) 所覆盖, 这是因为受西太平洋副高控制, 使得该地区对流活动减弱, TBB 偏高; 5 月 21 日以后, 因副高东撤, 受季风槽影响, 该地区对流活动明显加强。另外, 5 月 12~18 日 $10^{\circ}\sim 25^{\circ}\text{N}$ 地区也一直为 TBB 低值区, 但从天气图上可以看到, 它对应一次锋面降水过程 (图略), 虽然对南海夏季风爆发有作用, 但毕竟与此后的低值 TBB 对应着不同的大气环流背景。

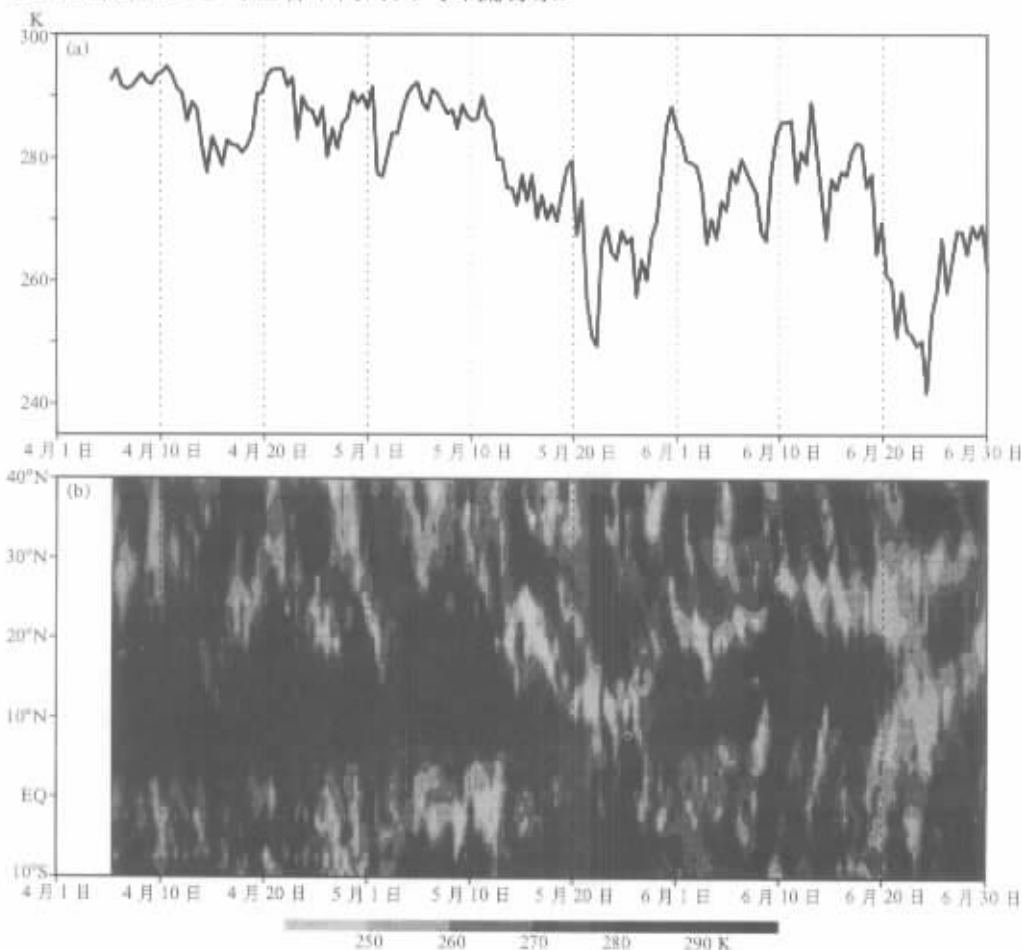


图3 (a) 南海地区 ($5^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$, $105^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$) TBB 随时间的演变;
(b) 南海地区 ($5^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$) TBB 的时间-纬度剖面

以上分析表明, 夏季风爆发期南海地区 TBB 急速下降, 850 hPa 西太平洋副高脊及 200 hPa 南亚高压的位置都有极清楚地突跳式移动, 反映了伴随南海夏季风爆发大气环流的突变特征。

3 伴随南海夏季风爆发大气 30~60 天低频纬向风的传播特征

一些研究结果已经表明南海夏季风爆发与 30~60 天低频振荡的活动关系密切, 那

么 1998 年的南海夏季风爆发与该地区大气季节内振荡活动关系如何, 本节将对这一问题进行讨论。

首先, 看一看 850 hPa 南海地区纬向风与 30~60 天大气季节内振荡的关系如何。图 4 为南海地区 ($5^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$, $105^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$) 850 hPa 纬向风以及 30~60 天低频纬向风随时间的演变。该图明显地反映出季风爆发前后 (5 月 1 日~6 月 8 日) 南海地区纬向风的位相与 30~60 天振荡的位相十分一致, 而在其他时段二者几乎是反相的, 该结果不仅反映出南海季风区存在明显的 30~60 天低频振荡的活动, 而且也反映出南海夏季风爆发与该地区的大气季节内振荡活动的密切关系。同时, 从图 4 也可以看出低频纬向西风出现的时间比季风爆发时间 (5 月 21 日) 约早 2 天。

上面的分析表明, 1998 年南海夏季风的爆发与该地区 30~60 天低频纬向风关系密切。然而, 是什么原因引起南海地区 30~60 天低频纬向风的加强? 它的传播特征又如何呢? 下面将主要分析南海地区 30~60 天低频纬向风的传播特征及其与周边地区的关系。

首先, 分析 850 hPa 及 200 hPa 上 30~60 天低频纬向风的纬向传播特征, 结果如图 5 所示。它是利用 NCEP 再分析资料经过 30~60 天带通滤波处理的结果。可以十分清楚地看到, 850 hPa 上低频纬向风虽有一定的纬向传播现象, 但更主要为局地振荡特征。尽管季风爆发 (5 月 21 日) 之前, 印度洋上有弱的低频西风东传, 但是从等值线分布, 可以明显地看出有两个不同的中心分别位于 100°E (孟加拉湾) 及 120°E (南海) 附近, 更为明显的是, 这两个地区低频西风开始出现的时间几乎是同时的。另外, 图 5a 也明显地反映出南海地区的低频西风的加强除局地激发外, 似乎还有其东边低频西风向西扩展的影响。将图 5a 与图 5b 相比较不难看出, 季风爆发前后 850 hPa 南海地区是低频纬向风的大值区, 而 200 hPa 上是低频纬向风的弱区。从图 5b 低频纬向东风的传播特征上看, 尽管夏季风爆发前位于南海东边的 140°E 附近有一低频东风发生、发展, 并向南海地区扩展, 然而, 从南海地区低频纬向东风 (200 hPa)、西风 (850 hPa) 出现的时间先后顺序, 不难看出低层低频西风比高层低频东风出现的时间更早。由

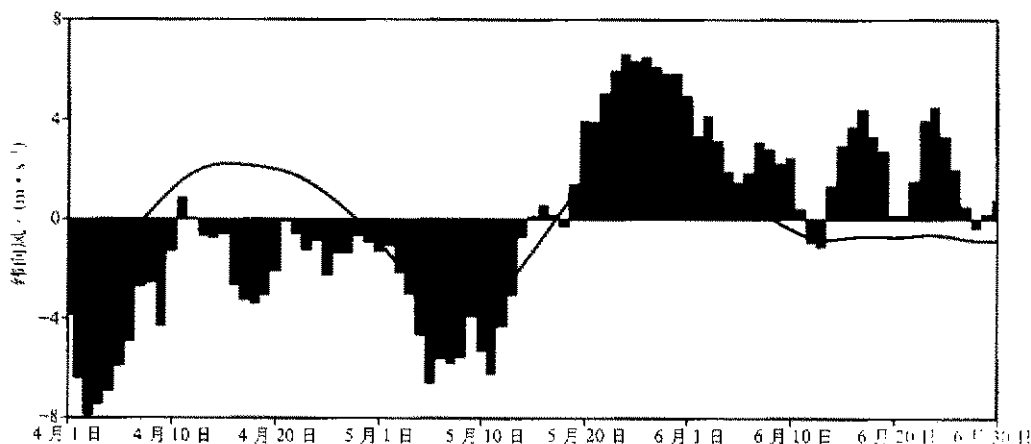


图 4 南海地区 ($5^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$, $105^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$) 850 hPa 纬向风 (阴影) 及 30~60 天低频纬向风 (实线) 随时间的演变

图 5b 还可以看到, 在南海季风爆发之前印度洋上也有低频纬向风明显东传, 但可以清楚地看到这支低频气流的东传在季风爆发后才到达南海地区, 也就是说, 它的东传可能对南海夏季风后期发展有影响, 但对南海夏季风爆发并无明显作用。

下面将对南海地区 ($5^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$) $30\sim 60$ 天低频纬向风的经向传播特征进行分析。图 6a、b 分别为南海地区 ($5^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$) 850 hPa 和 200 hPa $30\sim 60$ 天低频纬向风的时间-纬度剖面。图 6a 明显地反映出 850 hPa 南海地区 $30\sim 60$ 天低频纬向风表现为明显北传, 尤其在季风爆发前后该地区西风猛烈发展及向北传播更加清楚, 表明南海夏季风的爆发对东亚夏季大气环流及天气气候有重要影响。该图也清楚地反映出南海夏季风的突发

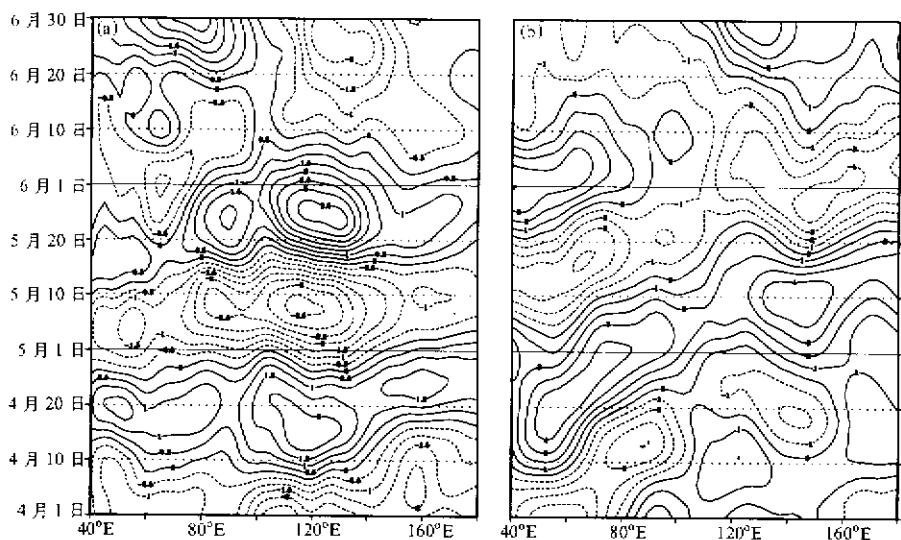


图 5 南海地区 ($5^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{N}$) 850 hPa $30\sim 60$ 天低频纬向风的时间-经度剖面

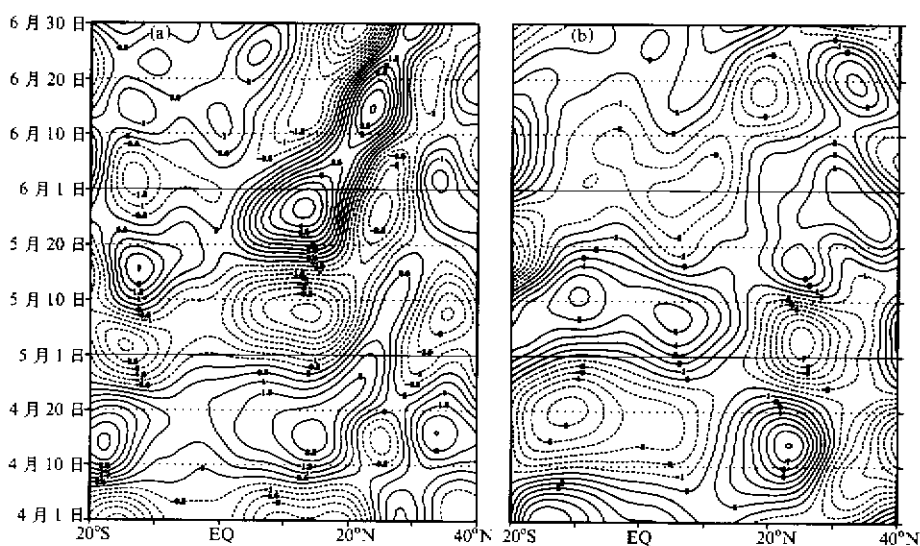


图 6 南海地区 ($105^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$) 850 hPa (a, 等值线间隔: 0.5 m/s) 及 200 hPa (b, 等值线间隔: 1.0 m/s) $30\sim 60$ 天低频纬向风时间-纬度剖面

性及局地激发的特征, 而其他地区低频纬向风的传播对它的影响是相当弱。与 850 hPa 类似, 200 hPa 上的 30~60 天低频纬向风在南海夏季风爆发前主要为局地振荡型, 季风爆发后才有明显的北传 (图 6b)。

4 夏季风爆发期南海地区 30~60 天低频动能的传播特征

一般都以 30~60 天低频动能作为大气季节内振荡活动的代表。本节将分析 30~60 天低频动能的传播特征。首先, 看一看 850 hPa 及 200 hPa 上 30~60 天低频动能的纬

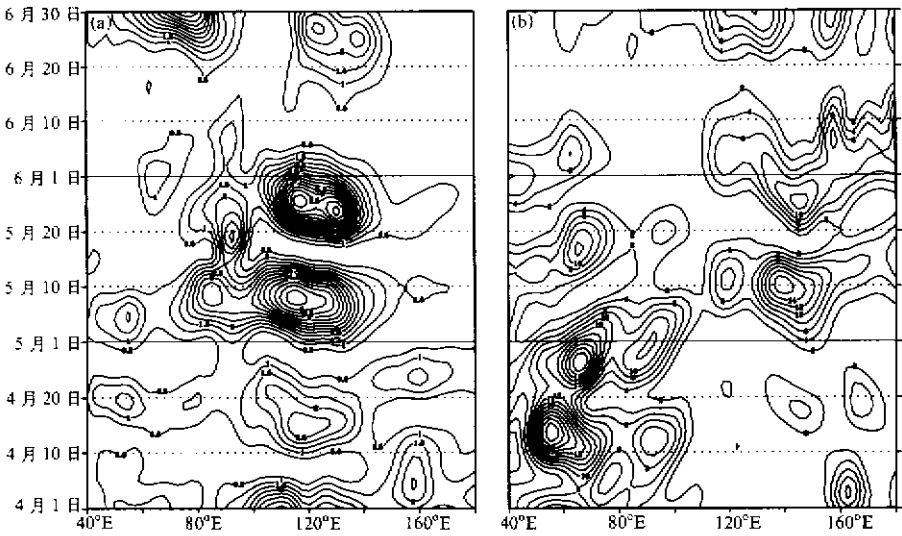


图 7 南海地区 (5~20°N) 850 hPa (a, 等值线间隔: $0.5 \text{ m}^2/\text{s}^2$) 及 200 hPa (b, 等值线间隔: $2.0 \text{ m}^2/\text{s}^2$) 30~60 天低频动能的时间-经度剖面

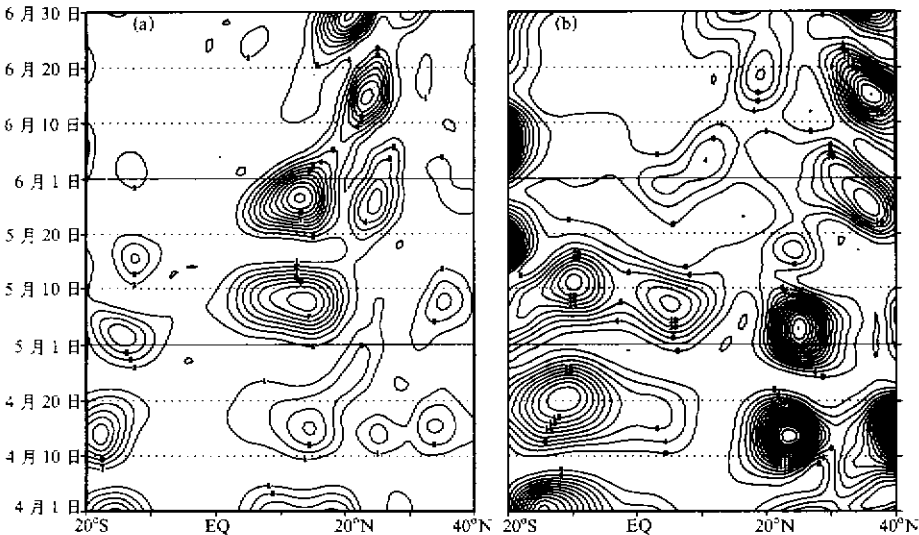


图 8 南海地区 (105~120°E) 850 hPa (a, 等值线间隔: $1.0 \text{ m}^2/\text{s}^2$) 及 200 hPa (b, 等值线间隔: $2.0 \text{ m}^2/\text{s}^2$) 30~60 天低频动能的时间-纬度剖面

向传播情况, 结果如图 7 所示。可以十分清楚地看到, 850 hPa 南海季风区有 30~60 天低频动能的极大值, 尤其在夏季风爆发前后更为清楚, 这再一次反映了 1998 年南海夏季风爆发与该地区 30~60 天低频振荡的密切关系。850 hPa 低频动能的传播特征表明 30~60 天低频动能在 135°E 附近开始发生, 然后向西扩展, 在南海地区发展最强。同时, 图 7a 也极清楚地反映南海地区低频动能主要为局地振荡。由图 7b 可以明显地看出 200 hPa 南海地区 30~60 天低频动能相对于 850 hPa 要弱得多。尽管 200 hPa 上季风爆发前孟加拉湾地区有低频动能向东传播, 然而该图也明显地反映出它们只能传到 100°E, 到达不了南海地区。

下面将对南海地区 (5~20°N) 30~60 天低频动能的经向传播特征进行分析。图 8a、b 分别为南海地区 (5~20°N 平均) 850 hPa 和 200 hPa 30~60 天低频动能的时间-纬度剖面。图 8a 明显地反映出 850 hPa 南海地区是 30~60 天低频动能的大值中心, 在季风爆发前后猛烈发展, 并同时明显向北传播, 这再次表明南海夏季风的爆发对东亚夏季天气气候有重要影响。200 hPa 上 (图 8b) 的 30~60 天低频动能在南海夏季风爆发前后是小值区, 且也没有明显的传播特征。图 7 与图 8 共同说明了南海夏季风爆发主要与对流层低层的大气季节内振荡关系密切, 同时也反映了南海地区 30~60 天低频振

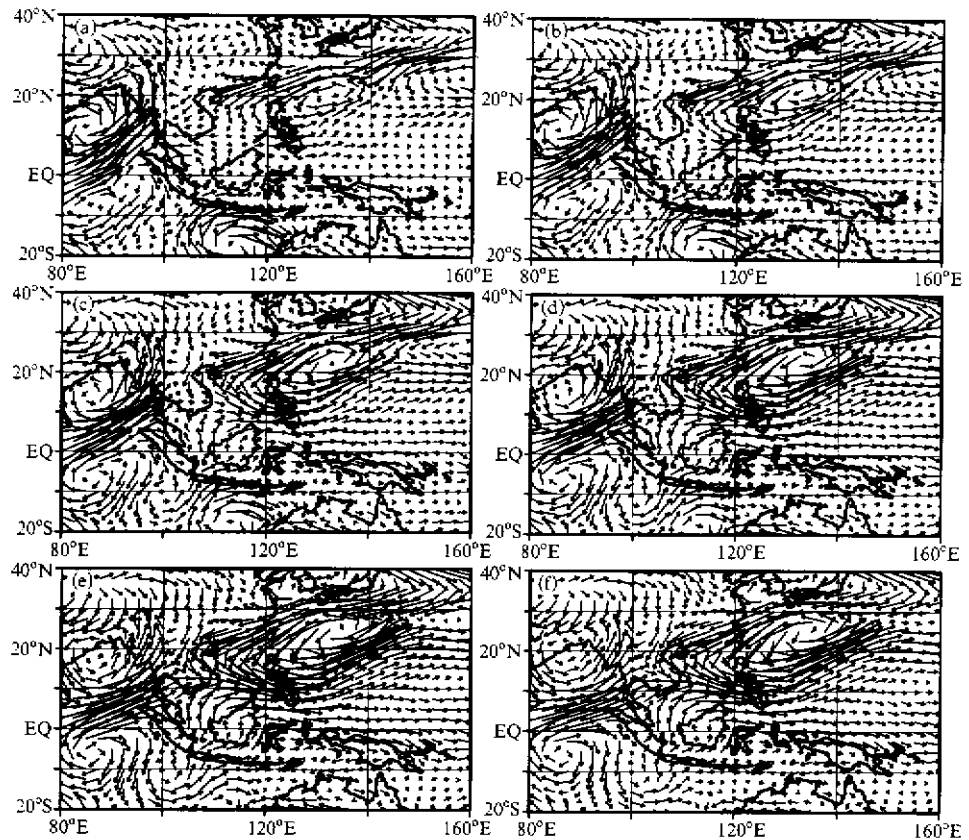


图 9 1998 年南海夏季风爆发前后 30~60 天 850 hPa 低频风场的水平分布
(a) 5 月 18 日; (b) 5 月 19 日; (c) 5 月 20 日; (d) 5 月 21 日; (e) 5 月 22 日; (f) 5 月 23 日

荡是突发的、局地激发的特征。

5 南海夏季风爆发与该地区 30~60 天低频振荡的活动

前面的分析结果已经清楚地表明南海夏季风爆发与该地区低频振荡活动的密切关系, 本节将系统地研究 1998 年南海夏季风爆发期间该地区 30~60 天大气季节内振荡活动加强的原因, 进一步揭示南海夏季风爆发的机制。

为了进一步说明南海夏季风爆发前后大气季节内振荡的活动特征, 下面我们将给出 5 月 18 日至 23 日经 30~60 天带通滤波处理的 850 hPa 水平风场, 结果如图 9 所示。从图 9 可以明显地看出, 5 月 18 日或更前, 菲律宾以东洋面上一直存在一个低频气旋, 其中心位于 (20°N , 130°E)。该气旋随着时间在不断发展。从其时间演变上不难看出, 这个低频气旋的存在和发展对南海夏季风爆发具有十分重要的作用, 因为在这个低频气旋的影响下, 其南侧低频纬向西风也在不断发展, 并不断向西扩展, 加强南海低频纬向西风, 从而最终激发南海夏季风的爆发。其实这个低频气旋是以气旋对的形式存在, 它关于赤道对称的另一个气旋中心位于澳大利亚北部近赤道洋面上, 相对于其北面

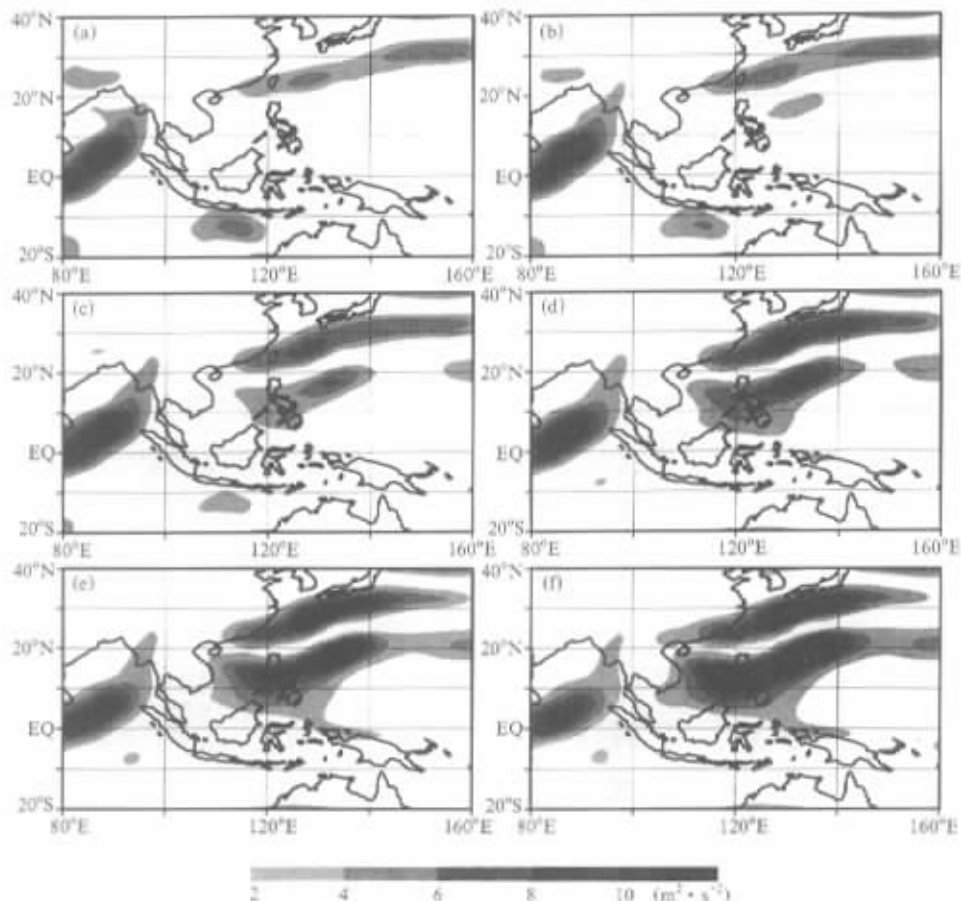


图 10 1998 年南海夏季风爆发前后 30~60 天 850 hPa 低频动能的水平分布
(a) 5 月 18 日; (b) 5 月 19 日; (c) 5 月 20 日; (d) 5 月 21 日; (e) 5 月 22 日; (f) 5 月 23 日

的气旋, 它的强度要弱得多, 5 月 18 日到 22 日它的强度随着南海低频气旋的发展而发展。另外, 印度洋上也存在一对气旋对, 与南海气旋对不同的是该气旋对在南海季风爆发前后强度少变, 位置少动, 只是在季风爆发后, 其东侧的低频风才向东稍稍扩展, 从这点也可以说明孟加拉湾低频振荡的活动对 1998 年南海夏季风爆发并无明显作用。

对 1980~1996 年 7 个南海夏季风爆发年的合成分析结果已经表明, 850 hPa 流场也存在关于赤道对称的气旋对^[4]。通过对 1998 年南海夏季风爆发期间 850 hPa 低频流场的分析进一步表明, 它主要以 30~60 天低频波的形式活动。

下面将从低频动能的角度, 进一步分析 30~60 天低频振荡活动对南海夏季风爆发的作用。图 10 为 1998 年南海夏季风爆发前后 (5 月 18~23 日) 850 hPa 30~60 天低频动能的逐日水平分布。可以非常清楚地看出, 图 10 有 3 个主要低频动能活动中心, 第 1 个位于孟加拉湾附近, 该中心强度及位置在南海夏季风爆发前后少变, 进一步反映了孟加拉湾夏季风活动与 1998 年南海夏季风爆发关系不大。第 2 个低频动能活动中心位于临近中国及日本岛的西北太平洋上, 呈西南—东北的带状分布。该中心与前一个中心在季风爆发前后始终存在, 所不同的是它的位置在季风爆发前后有向北偏移的倾向, 强度上也有相当的发展。第 3 个中心位于菲律宾以东洋面上, 这个低频动能中心明显的特征是随着临近季风爆发, 中心强度强烈发展, 虽然中心位置少动, 但活动区不断向西

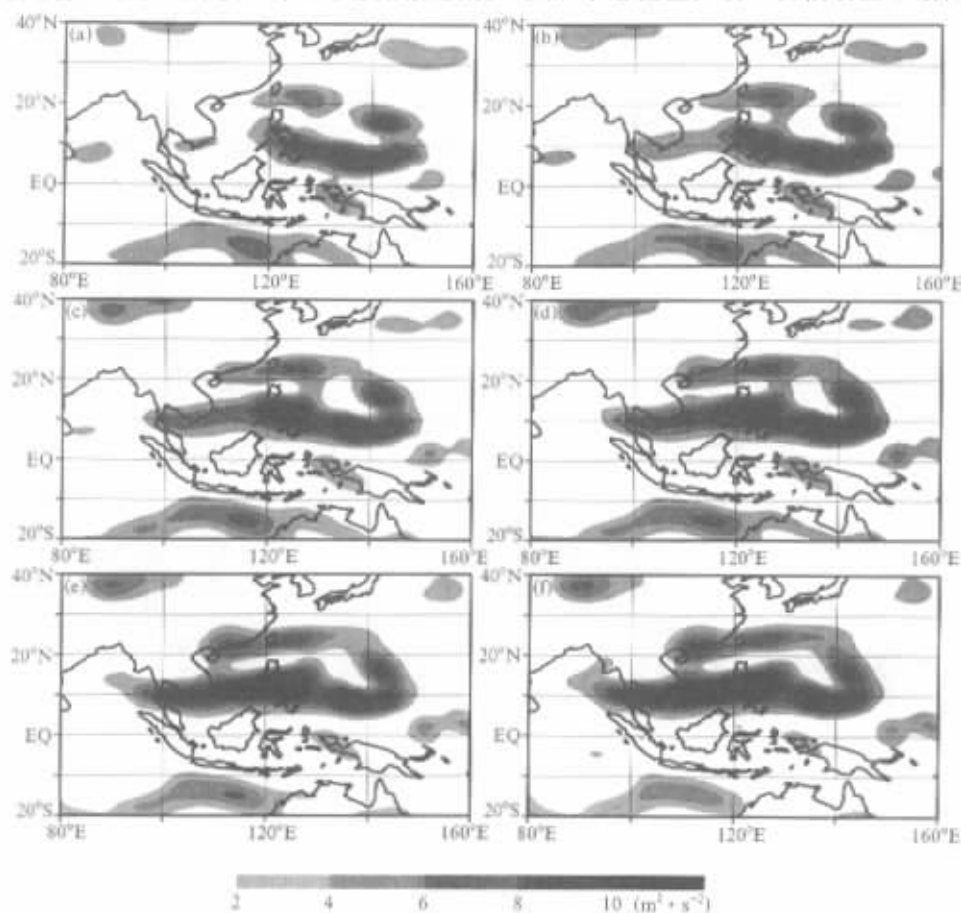


图 11 同图 10, 但为 1980 年

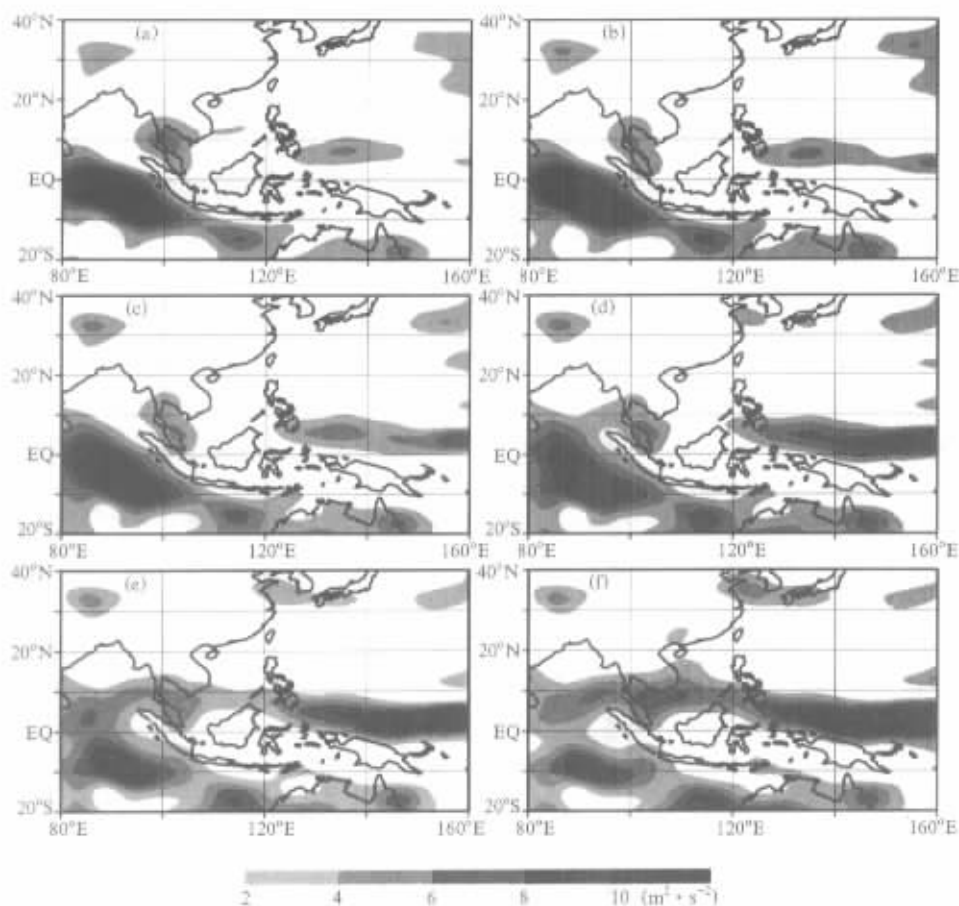


图 12 同图 10, 但为 1986 年

及南海地区猛烈扩展, 这与图 9 的结果是一致的, 反映了南海临近 (菲律宾以东) 地区 30~60 天低频振荡活动的强烈发展及其向西扩展对南海地区大气季节内振荡活动的重要作用。另外, 将图 10 与图 9 进行对比, 不难看出一个有意思的现象, 图 10 中后两个低频动能活动区分别对应着图 9 中的一个低频反气旋和一个气旋, 这是 Rossby 波的结构, 反映了低频 Rossby 波在季风区的活动特征。同时, 由图 10 我们可以推测南海地区低频气旋的发展与其北侧低频反气旋的活动密不可分。

为了进一步分析南海地区低频振荡自身发展对南海夏季风爆发的作用所具有的普遍性特征, 我们也分析了 1980 和 1986 年南海夏季风爆发前后低频动能的水平分布。结果分别如图 11 和图 12 所示。文献[4]已确定了 1980 和 1986 年南海夏季风的爆发时间, 分别为 5 月 15 日和 5 月 10 日, 这里直接引用该结果。图 11 非常清楚地反映出菲律宾及其以东洋面上 30~60 天低频动能在 1980 年南海夏季风爆发前后的强烈发展并向西扩展的特征。图 12 也反映了类似的特征, 所不同的是在 1986 年南海季风爆发前孟加拉湾东边也有一个低频能量中心在发展东扩。因此, 图 11 和图 12 都反映了与图 10 类似的特征, 即菲律宾东面 30~60 天低频动能的强烈发展及其向西扩展对南海地区大气季节内振荡活动的重要作用, 进而激发夏季风的爆发。

6 结论与讨论

(1) 伴随南海夏季风爆发北半球大气环流具有突变特征, 南海地区 TBB 急速下降, 850 hPa 西太平洋副高及 200 hPa 南亚高压的位置都有极清楚地突跳式移动。

(2) 1998 年南海夏季风爆发与该地区 30~60 天低频振荡的活动有着密切关系。

(3) 南海地区大气季节内振荡活动的加强是由于其临近地区(菲律宾以东)30~60 天低频气旋发展及其向西扩展的结果, 而与孟加拉湾地区低频气旋的活动关系不明显。

(4) 南海及临近地区 30~60 天低频纬向风及低频动能的时间-经(纬)度剖面明显地反映出该地区的大气季节内振荡表现为局地活动特征, 只是在季风爆发后, 才有明显地向北传播特征, 成为南海夏季风的爆发对东亚地区夏季大气环流及天气气候有重要影响的重要机制。

(5) 季风爆发前后南海地区为 850 hPa 低频动能的大值区, 而 200 hPa 上为一弱区, 反映了 1998 年南海夏季风爆发期间该地区大气季节内振荡活动上弱下强的垂直分布特征。

(6) 1980 和 1986 年南海地区 30~60 天低频动能的发展特征与 1998 年的类似, 说明了南海及其临近地区大气季节内振荡局地激发并不是 1998 年所特有的, 具有普遍性, 它是南海夏季风爆发的一个重要机制。

参 考 文 献

- 1 Tao Shiyun and Chen Longxun, A review of recent research of the East Asian summer monsoon in China, *Monsoon Meteorology*, C. P. Chang and T. N. Krishnamurti Eds., Oxford University Press, 1987, 60~92.
- 2 谢 安, 张振洲, 南海夏季风的推进, *气象学报*, 1994, **52**, 374~378.
- 3 李崇银, 张利平, 南海夏季风活动及其影响, *大气科学*, 1999, **23**, 257~266.
- 4 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**, 1~14.
- 5 He, Y. H., C. P. Guan and Z. J. Gan, Heat oscillation in the upper ocean of South China Sea, *Acta Oceanologica Sinica*, 1992, **11**, 375~388.
- 6 Chang, C. P., G. T.-J., Chen, Tropical circulations associated with southwest monsoon onset and westerly surges over the South China Sea, *Mon. Wea. Rev.*, 1995, **123**, 3254~3267.
- 7 Vernekar, A. D., Y. Ji, Simulation of the onset and intraseasonal variability of two contrasting summer monsoons, *J. Climate*, 1999, **12**, 1707~1725.
- 8 Krishnamurti, T. N. and D. Subrahmanyam, The 30~50 day mode at 850 mb during MONEX, *J. Atmos. Sci.*, 1982, **39**, 2088~2095.
- 9 Murakami, T., I. Nakazawa and J. He, On the 40~50 day phase propagation, *J. Meteor. Soc. Japan*, 1984, **62**, 440~468.
- 10 Sumathipala, W. L. and T. Murakami, Intraseasonal fluctuations in low-level meridional winds over the South China Sea and the western Pacific and monsoonal convection over Indonesia and northern Australia, *Tellus*, 1988, **40A**, 205~219.
- 11 Lin Ailan, The characteristics of low frequency oscillations over the South China Sea, *T. Tropical Meteor.*, 1998, **4**, 141~147.
- 12 陈隆勋, 祝从文, 1998 年 SCSMEX 期间南海夏季风爆发特征及其机制的初步分析, 南海季风爆发和演变及其与海洋的相互作用, 丁一汇, 李崇银主编, 北京: 气象出版社, 1998, 13~17.
- 13 Li Chongyin and Wu Jingbo, On the onset of the South China Sea summer monsoon in 1998, *Adv. Atmos. Sci.*, 2000, **17**, 193~204.

On the Outbreak of South China Sea Summer Monsoon in 1998 and Activity of Atmospheric Intraseasonal Oscillation

Mu Mingquan and Li Chongyin

*(State Key Laboratory of Numerical Modeling Atmospheric Sciences and Geophysical Fluid Dynamics,
Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)*

Abstract The relationship between outbreak of the South China Sea Summer Monsoon in 1998 and the activity of atmospheric intraseasonal oscillation is systemically studied by using NCEP re-analysis and TBB (Temperature of Black Body) data. The results show that outbreak of the South China Sea Summer Monsoon in 1998 is closely related to the developing of 30~60 days low-frequency oscillation in the South China Sea and its nearby. The time-longitude (latitude) cross-sections of the 30~60 days low-frequency zonal wind and kinetic energy in the South China Sea and its nearby obviously reflect that the increasing of atmospheric intraseasonal oscillation is excited by the developing of the 30~60 days low-frequency cyclone over the Philippines area and its expanding westwards. There is no clear association with the low-frequency cyclone activity over the Bay of Bengal. Meanwhile, near to outbreak of the South China Sea Summer Monsoon, the low-frequency kinetics at 850 hPa over the South China Sea is much stronger than that of its nearby, but it is much weaker at 200 hPa. This reflects the weak to strong vertical structure feature from the lower to upper troposphere. The further analyses show the local activity characteristics of the atmospheric intraseasonal oscillation over the South China Sea and its nearby. However, after the monsoon outbreak, the low-frequency oscillation begins to propagate northwards and become the important pass to influence the weather and climate in East Asia. Additionally, the developing characteristics of the 30~60 days kinetic over the South China Sea in 1980 and 1986 are very similar to that of 1998. It represents that the local activity feature of the atmospheric intra-seasonal oscillation over the South China Sea and its nearby is not only in 1998, and has the common effect on the outbreak of the South China Sea Summer Monsoon.

Key words: South China Sea; summer monsoon; outbreak; atmospheric intraseasonal oscillation; local exciting