

1998 年南海、孟加拉湾夏季风期间动能收支特征*

梁建茵 吴尚森

(广州热带海洋气象研究所, 广州 510080)

提 要

该文采用 1998 年加密观测资料经同化处理后的客观分析格点资料, 对南海地区和孟加拉湾地区的动能收支进行了诊断分析和对比, 得出: B 区夏季风爆发, 其 850 hPa 区域平均总动能表现为爆发性增长, C 区则表现为一个逐步增长的过程。越赤道气流通过南边界的动能输送对 B 区夏季风建立贡献很大, 西边界动能输入对 C 区夏季风建立也起了十分显著的作用。季风盛行期, B 区夏季风动能的发展维持主要是动能水平通量散度的贡献, 其中西边界动能的流入贡献最大, 孟加拉湾夏季风的变化主要为印度季风影响所致; C 区夏季风动能主要是依靠其区域内动能制造来维持。对于 850 hPa 层, B 区主要通过斜压过程制造动能, 正压过程破坏更多的动能, C 区主要是正压过程制造动能。两区对流层高层都为动能主要流出区, 而对流层低层, B 区为动能流入区, C 区为动能流出区。

关键词: 动能诊断 夏季风 南海 孟加拉湾

引 言

为了了解亚洲夏季风的发展和维持的机制, 计算动能方程中各项是重要的途径之一。段廷扬等^[1,2]用 1979 年站点资料分析了南海季风区的能量收支情况, Krishnamurti^[3]和谢立安^[4]分别讨论过印度夏季风期间和南海夏季风期间非均匀加热和旋转风与辐散风的相互转换对夏季风的影响作用, 陈天红等^[5]分析过南海地区动能的收支, 谭锐志^[6]研究过东南亚夏季风中断、过渡与活跃期的能量学特征。这些研究从不同的侧面揭示了非均匀加热, 有效位能向动能的转换以及辐散风动能向旋转风动能转换等过程对亚洲夏季风的建立和维持起到了十分重要的作用。

中国学者^[7]先后提出东亚季风环流系统与印度季风环流系统既相互独立又存在某种相互作用, 但至今还没有见用同一份资料分析它们动能收支的差别和相互联系。1998 年开展的“南海季风试验”为我们进一步研究南海夏季风的建立、维持和发展机制提供了新的观测资料。为此, 本文利用客观分析格点资料, 对比分析和研究南海(5°~ 20°N, 100°~ 120°E)区域和孟加拉湾(5°~ 20°N, 80°~ 100°E)区域夏季风建立和盛行期间动能的产生、变化规律和发展维持机制, 进一步认识南海夏季风与孟加拉湾夏季风(印度季风的一部分)在其维持发展过程中的差异和相互联系。

* 本研究得到我国重大气候灾害的形成机理和预测理论研究 G1998040901-3-1 课题、中国气象局青年气象科学基金和科技部攀登 A 项目“南海季风试验”项目资助。

1999-08-02 收到, 1999-12-15 收到修改稿。

1 资料处理

本研究使用了由广州热带海洋气象研究所完成的南海季风试验同化资料. 利用南海季风试验(SCSMEX)资料同化系统^[8], 对常规的气象探测资料和加密探空观测资料以及飞机报、卫星云导风等非常规资料进行客观分析, 得到 1998 年 5~8 月每日 4 个时次, 分辨率为 $1^\circ \times 1^\circ$, 垂直为 11 层的格点分析资料. 对实测资料的拟合, 该资料比国家气象中心的 T106 和美国 NCEP 的资料拟合效果要好^[9]. 本研究只使用了每日 00:00UTC 资料进行分析计算.

区域平均总动能方程可以写成^[10]:

$$\left| \frac{\partial K}{\partial t} \right| = - \left| \nabla \cdot \vec{V}K \right| - \left| \frac{\partial \omega K}{\partial p} \right| - \left| \vec{V} \cdot \nabla \phi \right| - |E|$$

其中: $K = \frac{1}{2}(u^2 + v^2)$ 为总动能; $B_H(K) = - \left| \nabla \cdot \vec{V}K \right|$ 和 $B_V(K) = - \left| \frac{\partial \omega K}{\partial p} \right|$, 为总动能水平和垂直通量的辐散与辐合; $G(K) = - \left| \vec{V} \cdot \nabla \phi \right|$ 为气压梯度力做功引起的总动能制造或破坏; E 为消耗项. $[\]$ 代表区域平均. 在计算时, 先求区域平均, 然后计算时间平均.

根据文献[11], 1998 年亚洲西南季风于 5 月 15 日首先在孟加拉湾爆发, 5 月 17 日在南海北部地区爆发, 5 月 25 日在南海地区全面建立, 一直到 8 月 15 日西南季风开始撤退, 我们将 5 月 25 日~8 月 15 日这段时期称为夏季风盛行期. 本文中, 将孟加拉湾地区($5^\circ \sim 20^\circ N$, $80^\circ \sim 100^\circ E$)称为 B 区, 南海地区($5^\circ \sim 20^\circ N$, $105^\circ \sim 120^\circ E$)称为 C 区. 计算 B 区和 C 区总动能收支各项, 着重分析夏季风盛行期 850 hPa 层 B 区和 C 区平均动能变化和收支特征.

2 总动能的变化

图 1 为夏季风盛行期 B 区和 C 区平均总动能垂直分布图. 由图可以看出, 除对流层中层 400~500 hPa 外, 在对流层高层和低层 B 区总动能均比 C 区要大, 可见无论是对流

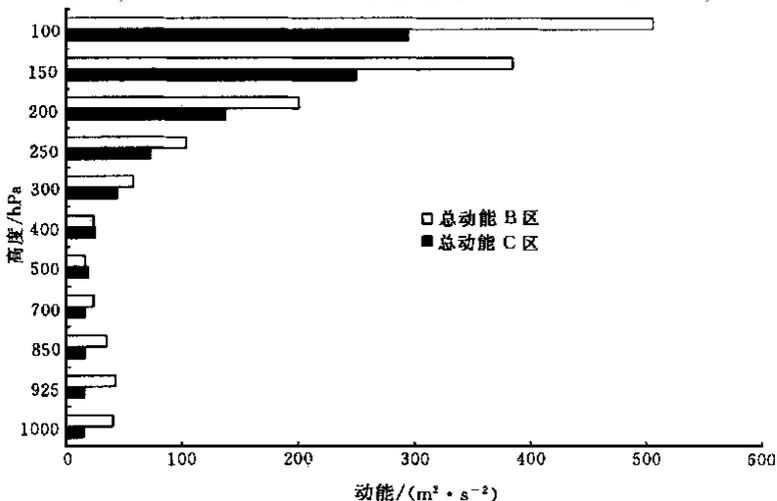


图 1 1998 年夏季风盛行期 B 区和 C 区平均总动能垂直分布图

层低层的西南季风还是对流层高层的强偏东气流, B 区均比 C 区强.

图 2 为夏季风盛行期 850 hPa 平均总动能水平分布图. 可见, 印度半岛以南洋面和孟加拉湾东北部为总动能大值中心区, 动能在 B 区内存在从西向东减弱的趋势. 中南半岛上空为相对小值区, 南海北部和华南地区动能有所加强, 南海南部动能较小.

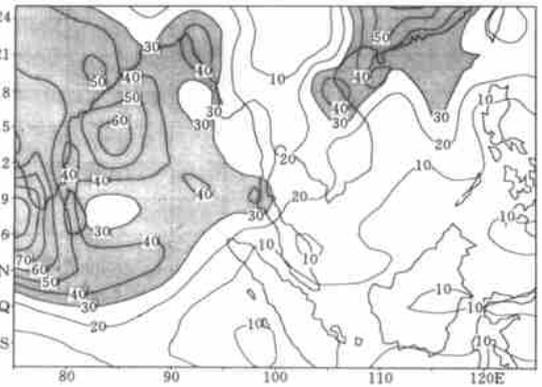


图 2 1998 年夏季风盛行期 850 hPa 平均总动能水平分布图(阴影区为动能大于 30m²/s²)

图 3 为 5~ 8 月 850 hPa 层 B 区和 C 区平均总动能随时间变化图. 可见, B 区 850 hPa 平均总动能从 5 月 15 日开始出现爆发性增长, 到 5 月 19 日达最大值, 这

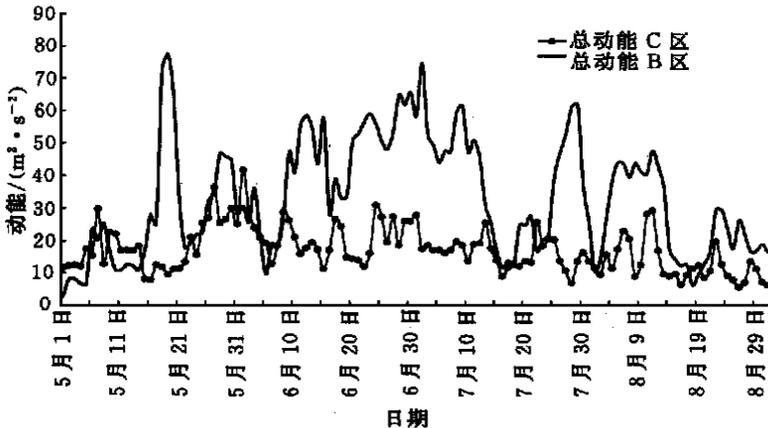


图 3 1998 年 5~ 8 月 850 hPa 层 B 区和 C 区平均总动能随时间变化

主要是由于有一热带气旋从 B 区西南部进入 B 区并北移造成的, 而孟加拉湾夏季风爆发往往和一次孟加拉季风低压的发生、发展和向北移动过程相联系^[7], 因而孟加拉湾地区平均总动能显著增长现象可以被认为是孟加拉湾地区季风爆发的重要特征之一. 阿拉伯海地区季风爆发时也有类似特征^[3]. C 区总动能增加的开始时间晚于 B 区, 增幅比 B 区小得多. 在夏季风盛行阶段, B 区总动能明显比 C 区总动能大. C 区与 B 区平均总动能时间序列之间的相关系数仅为 0.13, 未通过信度检验.

3 动能制造

动能制造项源于气压梯度力作功, 是来自区域内部的能量源, 正值表示制造动能, 负值表示动能破坏. 表 1 中列出了 1998 年夏季风盛行期 B 区和 C 区各层平均动能制造项的值. 从表 1 中可见, 除 B 区的 850~ 700 hPa 层 $G(K)$ 为负值外, 两区其它层次均为正值. $G(K)$ 呈现出双峰型分布特征, 最大值出现在对流层顶层, 次峰值出现在近地面层. 除 850

~ 500 hPa 层外, 其它层 B 区 $G(K)$ 均大于 C 区.

表 1 1998 年夏季风盛行期 B 区和 C 区各层平均动能制造项和动能水平通量散度项的值

		层次/hPa										
		1000	925	850	700	500	400	300	250	200	150	100
- $ \vec{V} \cdot \nabla \Phi $	B 区	164	57	- 9	- 20	1	35	109	197	354	575	751
	C 区	92	47	23	5	3	4	17	58	158	378	643
- $ \vec{V}_x \cdot \nabla \Phi $	B 区	78	32	8	- 3	2	3	- 6	6	- 17	- 36	- 17
	C 区	49	21	4	- 4	1	- 4	- 5	4	2	31	43
- $ \vec{V}_\psi \cdot \nabla \Phi $	B 区	86	25	- 17	- 17	- 1	32	115	191	371	611	769
	C 区	43	25	18	9	2	8	23	53	156	347	600
- $ \nabla \cdot \vec{V}_K $	B 区	6	13	15	5	1	- 2	- 12	- 34	- 99	- 221	- 382
	C 区	- 9	- 4	- 3	0	2	8	12	12	2	- 111	- 248

气压梯度力做功引起的动能制造项可分解为斜压过程产生的动能项(气压梯度力对辐散风做功)和正压过程产生的动能项(气压梯度力对旋转风做功), 即: $- |\vec{V}_x \cdot \nabla \Phi|$ 和 $- |\vec{V}_\psi \cdot \nabla \Phi|$ 之和. 表 1 中还列出了两区各层 $- |\vec{V}_x \cdot \nabla \Phi|$ 和 $- |\vec{V}_\psi \cdot \nabla \Phi|$ 的值. 对高层(400 hPa 以上)来说, $- |\vec{V}_\psi \cdot \nabla \Phi|$ 为正值且比 $- |\vec{V}_x \cdot \nabla \Phi|$ 大一个量级, 因此, B 区和 C 区高层总动能的维持主要靠正压过程的动能制造; 对于近地面层(925 hPa 层以下)来说, 正压过程和斜压过程制造的动能相当; 对 850 hPa 层, C 区主要由正过程制造动能, B 区斜压过程虽然也制造动能, 但正压过程破坏更多的动能.

图 4 为夏季风盛行期 850 hPa 平均总动能制造水平分布图. 图中可见, 印度半岛上空为强的动能制造中心, B 区中西部广大地区气压梯度力破坏动能, 中南半岛东南部为动能破坏中心. C 区动能的制造主要集中在南海中北部地区, 华南地区上空也制造出大量的动能. 说明造成 B 区总动能由西向东减少的重要原因是气压梯度力破坏动能, C 区北部和华南地区总动能有所增大在很大程度上与动能制造有关.

图 5 给出了 5~ 8 月的 850 hPa 层 B 区和 C 区平均总动能制造随时间变化曲线. 在孟加拉湾夏季风爆发前 2~ 3 天, $G(K)$ 为正值, 正的大值区位于孟加拉湾南部(图略). 孟加拉湾夏季风爆发后的 15~ 18 日, $G(K)$ 为负值, 这期间正是孟加

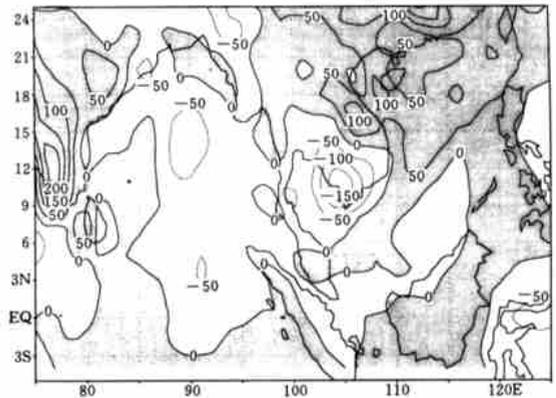


图 4 1998 年夏季风盛行期 850 hPa 平均总动能制造水平分布图 (阴影区为动能制造正值区, 单位: 10^{-5}W/m^2)

拉湾南部(图略). 孟加拉湾夏季风爆发后的 15~ 18 日, $G(K)$ 为负值, 这期间正是孟加

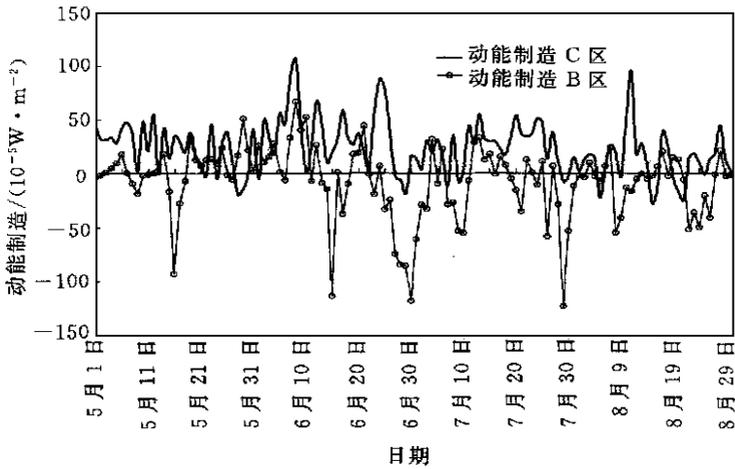


图5 1998年5~8月850 hPa层B区和C区平均总动能制造随时间变化曲线

拉湾季风总动能显著增长的时期,从 $G(K)$ 的逐日850 hPa水平分布图(图略)上看,动能制造主要集中在斯里兰卡附近及以西地区,孟加拉湾大部分地区为负值。显然,该地区总动能的显著增长并非区域内动能制造所致。5月19日到印度季风爆发(6月12日)这段时期,B区 $G(K)$ 以正值为主,说明这一时期B区内气压梯度力做功对孟加拉湾季风动能的维持有相当重要的贡献。印度季风爆发后,B区 $G(K)$ 以负值为主,对比图3发现,总动能的峰值(谷值)与动能制造项的谷值(峰值)有一定的对应关系,即总动能与动能制造存在反位相变化关系,说明当总动能弱时(风速较小),气压梯度力做功制造动能,使风速增大;当动能增大到一定程度时,气压梯度力反而起破坏动能的作用。

C区,无论在夏季风爆发前还是爆发后(图5), $G(K)$ 以正值为主,而且在夏季风期间,C区季风总动能出现峰值的同期或前1~2天总有一个 $G(K)$ 峰值与之对应,说明气压梯度力做功促进了动能的增强,区域内的动能制造对季风动能的发展维持有一定的作用。

为了进一步分析动能制造的来源,动能制造项可以分解为:

$$G(K) = -|\nabla \cdot \vec{v}\Phi| - \left| \frac{\partial \omega \Phi}{\partial p} \right| - |\omega \omega|$$

等式右边第一项为位能的水平通量散度,第二项为位能的垂直通量散度,它们是位能的再分布项。第三项为有效位能的释放,代表有效位能和动能的转换。

图6a,b分别给出了B区和C区850 hPa层区域平均的上述各项随时间变化曲线。从图6a来看,在夏季风期间,B区的位能水平通量散度和有效位能释放项以正值为主,变化趋势相似,大小相当。位能垂直通量散度项以负值为主,变化趋势与前两项相反。说明从位能水平净流入和有效位能释放中获得的动能消耗在位能的垂直再分布上。C区以位能净流入为主(图6b),有效位能释放项数值上比B区的小,正、负值相间出现,位能垂直通量散度项以负值为主,变化趋势与位能水平通量散度项相反。C区动能制造以正值为主(图5),说明从位能水平辐合和有效位能释放中获得的能量除用于位能的垂直再分布以外,还有部分对夏季风总动能的发展维持作出贡献,其中位能水平净流入为主要贡献项;B区则相反,其中位能垂直净流出为主要消耗项。

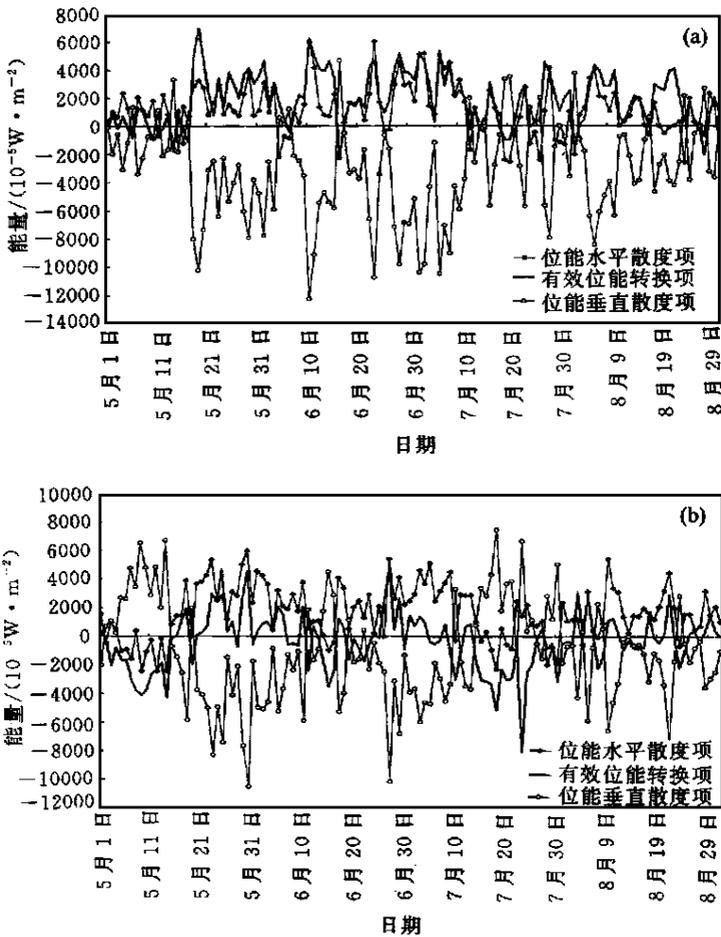


图 6 1998 年 5~ 8 月 850 hPa B 区(a)和 C 区(b)平均动能制造各项随时间变化曲线

4 动能水平通量散度

动能水平通量散度正值表示区域外有动能流入, 负值则表示区域内有动能流出. 表 1 中列出的夏季风盛行期 B 区和 C 区各层平均总动能水平通量散度值表明: B 区 500 hPa 以下为正值, 有动能从区域外向区域内输送; 500 hPa 以上层相反, B 区向外输送动能, 而且其值远大于对流层下层的动能输入, 因此从整层积分来看, B 区有动能向外输出. C 区 700~ 200 hPa 层动能水平通量散度为正值, 但数值不大, 对流层顶层和对流层底层为负值, 整层积分也显示出 C 区有动能向外输出.

图 7 给出了季风盛行期 850 hPa 平均总动能水平通量散度和 $\vec{v}K$ 矢量分布图. 从图上可见, B 区的大部分地区夏季风盛行期平均动能水平通量散度为正值, 从图中 $\vec{v}K$ 矢量可清楚看到, 大量动能从 B 区西边界通过西风向东传送, 在 B 区中部辐合, 并主要通过北边界和西边界向区域外输送动能, 向北的输送量比向西的输送量要大. 因 $G(K)$ 在 B 区以

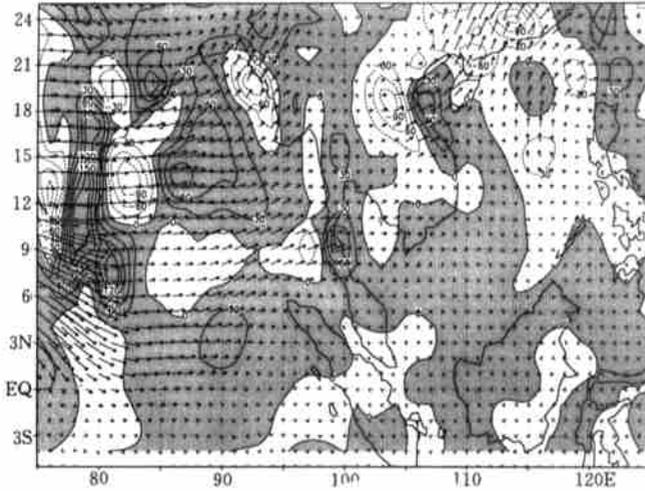


图 7 1998 年夏季风盛行期 850 hPa 平均总动能水平通量散度和 $\vec{v}K$ 矢量分布
(阴影区为散度正值区, 单位: 10^{-5}W/m^2)

负值为主, 因此可以认为外部动能的输出是 B 区夏季风动能变化和维持的重要来源。

从图 7 还看到, C 区东部区域 850 hPa 平均动能水平通量散度为正值, 而西部为负值, 其动能通量散度辐合中心位于北部湾上空, 由图中 $\vec{v}K$ 矢量所示, C 区主要的动能输入输出通道位于 C 区的西北角, 动能从中南半岛东北部向北部湾输送, 同时通过北边界向北输出动能。从总体上说, C 区平均动能水平通量散度为负, 而平均 $G(K)$ 以正值为主, 因此我们认为区域内部动能制造对南海地区季风动能的发展维持贡献更大。

为了进一步了解各边界动能输送对区域动能水平通量的贡献, 我们将区域动能水平通量散度分解为:

$$\begin{aligned}
 -|\nabla \cdot \vec{v}K| = & -\frac{1}{A} \left| \sum_{i=1}^m (-\bar{v}_i \cdot \bar{K}_i \cdot \Delta l_s) + \sum_{j=1}^n (\bar{u}_j \cdot \bar{K}_j \cdot \Delta l_e) \right. \\
 & \left. + \sum_{i=1}^m (\bar{v}_i \cdot \bar{K}_j \cdot \Delta l_n) + \sum_{j=1}^n (-\bar{u}_j \cdot \bar{K}_j \cdot \Delta l_w) \right| \\
 & \text{(南边界贡献项)} \qquad \qquad \qquad \text{(东边界贡献项)} \\
 & \qquad \qquad \qquad \text{(北边界贡献项)} \qquad \qquad \qquad \text{(西边界贡献项)}
 \end{aligned}$$

式中 m, n 分别为纬向和经向格点数, Δl 为各边界格距, A 为区域面积。

图 8 给出了 1998 年 5~8 月 850 hPa B 区和 C 区各边界总动能通量贡献变化曲线。对于 C 区(图 8b), 西边界和南边界为正贡献, 其中西边界正贡献较大; 北边界和东边界以负贡献为主, 北边界负贡献较大。5 月 20 日通过西边界向南海地区输送的动能猛增, 23 日达到峰值, 之后南海季风于 5 月 25 日全面爆发^[11], 说明孟加拉湾地区动能向南海地区的输送对南海夏季风的全面建立有着相当重要的作用。另外, 在夏季风盛行期, C 区总动能出现峰值时, 西边界动能通量贡献也有峰值出现, 因此西边界动能的输入对 C 区动能变化的影响作用还是存在的。同时我们也注意到, 北边界动能的输出与西边界动能的流入的变化有一定的相关(相关系数达 -0.43, 通过 95% 的信度检验), 西边界流入的动能多, 北

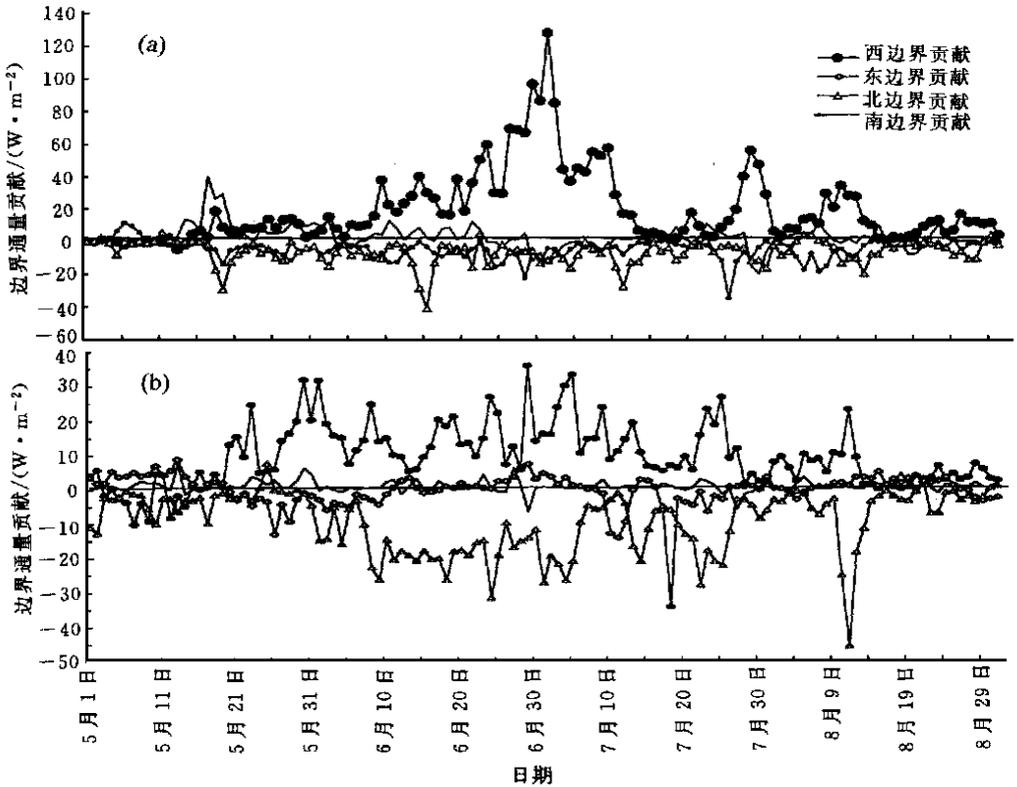


图 8 1998 年 5~8 月 850 hPa 层 B 区(a)和 C 区(b)各边界总动能通量贡献变化曲线

边界也相应的流出较多的动能, 平均而言, 北边界动能流出量比西边界流入量还大。

对于 B 区(图 8a), 孟加拉湾地区夏季风爆发前 1 天至爆发后的几天, 南边界动能通量贡献出现高值, 其值比西边界值还要大, 说明越赤道气流的动能输送对孟加拉湾地区夏季风的爆发有显著贡献。印度季风建立后, B 区平均总动能的变化趋势与西边界动能通量贡献的变化趋势十分相似, 西边界动能的输入成为 B 区动能发展变化的最重要能量来源, 对孟加拉湾地区夏季风动能的发展维持起最主要的作用。

5 讨论与小结

通过以上对总动能平衡方程各项的诊断分析, 我们对 1998 年南海(C 区)和孟加拉湾(B 区)地区动能变化规律和维持机制有了进一步的认识。

造成孟加拉湾夏季风爆发时总动能显著增长的能量来源主要是区域外的动能输入, 在孟加拉湾夏季风爆发(5 月 15 日)后的 2~3 天, 孟加拉湾大部分地区为动能破坏, 动能制造主要集中在斯里兰卡附近及其西南地区, 在此处制造出来的动能向孟加拉湾地区输送就显得十分重要, 特别是 5 月 14~19 日南边界动能输入的贡献非常明显, 也就是说, 孟加拉湾南部越赤道气流的动能输送对孟加拉湾夏季风爆发起主要的激发作用。南海夏季

风建立时, 区域内部通过气压梯度力制造动能, 它和西边界动能的流入是季风总动能增长的两个主要能量来源, 特别是 5 月 21~23 日, 从西边界输入的动能显著增加, 随后南海夏季风全面建立. 因此孟加拉湾夏季风对南海季风建立有明显的影晌作用.

季风盛行期, B 区夏季风动能的发展变化主要是动能水平通量散度的贡献, C 区则以区域内动能制造项贡献最大. 在印度半岛上空, 气压梯度力作功制造出大量的动能, 使偏西风发展和加强, 并向西传输动能. 同时 $85^{\circ}\sim 105^{\circ}\text{E}$ 地区气压梯度力破坏动能, 使得 B 区内夏季风动能向东迅速减小(由于西太平洋副高较强, 从孟加拉湾至南海地区地势高度逐渐增高, 当印度西南季风由西吹向东时, 要克服气压梯度力的阻碍而消耗动能), 由此可见, B 区内夏季风动能主要是从印度半岛上空传输过来的, 可以说孟加拉湾夏季风的变化基本上为印度季风影响所致. 由于孟加拉湾西部夏季风动能已显著减弱, 中南半岛上空形成一个动能相对小值区, 使其通过西边界动能输送对南海夏季风动能变化的影响减弱, 但通过 C 区西边界动能的输入仍然对南海夏季风总动能变化产生一定的影响. 南海地区中北部气压梯度力作功制造动能, 使南海夏季风动能得以在南海北部和华南地区增强, 因此南海季风动能主要是依靠其区域内动能制造来维持, 其变化有一定的独立性, 不象孟加拉湾地区那样完全受印度季风的支配.

通过以上分析, 得出:

① 孟加拉湾地区夏季风爆发, 其 850 hPa 区域平均总动能表现为爆发性增长, C 区则表现为一个逐步增长的过程. 越赤道气流的动能输送对孟加拉湾地区夏季风的建立起了相当重要的作用, 对南海地区而言, 从西边界输入的动能和区域内动能制造对该区季风的建立起了十分重要的作用.

② 季风盛行期, B 区夏季风动能的发展变化主要是动能水平通量散度的贡献, C 区则以区域内动能制造项贡献最大, 孟加拉湾季风通过向南海地区输送动能在一定程度上影响南海季风的变化.

以上仅仅是对 1998 年季风期间动能变化特征的初步分析, 还不能得出较为全面的认识. 1998 年为南海地区夏季风弱年^[12], 孟加拉湾地区季风对其影响作用并不十分显著, 强季风年是否显著有待进一步分析.

参 考 文 献

- 1 段廷扬, 李维亮. 1979 年夏季南海季风区的大气热源和能量收支分析. 全国热带夏季风学术会议文集. 昆明: 云南人民出版社, 1983. 102~115.
- 2 段廷扬, 李维亮. 1979 年夏季亚洲季风区上空的区域能量分析. 气象学报, 1987, 45: 78~85.
- 3 Krishnamurti T N and Ramanathan Y. Sensitivity of the monsoon onset to differential heating. *J. Atmos. Sci.* 1982, 39: 1290~1306.
- 4 谢立安. 夏季南海季风活动的诊断分析. 南京气象学院学报, 1986, (2): 129~134.
- 5 陈天红, 罗会邦. 夏季风建立期间南海大气潜热与高空东风的关系. 气象技术集刊(11). 北京: 气象出版社, 1987. 45~55.
- 6 谭锐志. 东南亚夏季风中断、过渡与活跃期的区域能量学研究. 大气科学, 1994, 18(5): 527~534.
- 7 陈隆勋, 朱乾根, 罗会邦, 等. 东亚季风. 北京: 气象出版社, 1991. 28~49.
- 8 王在志, 薛纪善. 南海季风试验资料同化系统介绍. 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. 182~186.

- 9 王在志, 薛纪善. 南海季风试验第一加密观测期同化资料分析. 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. 187~ 192.
- 10 Kung E C. Balance of kinetic energy in the tropical circulation over the Western Pacific, *Quart. J. R. Soc.*, 1975, **101**: 293~ 312.
- 11 丁一汇, 薛纪善, 王守荣, 等. 1998 年亚洲季风活动与中国的暴雨/洪涝. 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. 1~ 4.
- 12 梁建茵, 吴尚森. 南海西南季风强度变化特征及其与海温的耦合关系分析. 北京: 气象出版社, 1999. 133~ 139.

KINETIC ENERGY BUDGET OF SUMMER MONSOON OVER SOUTH CHINA SEA AND THE BAY OF BENGAL IN 1998

Liang Jianyin and Wu Shangsen

(Guangzhou Institute of Tropical and Oceanic Meteorology, Guangzhou 510081)

Abstract

With the assimilation data of the IOP period of South China Sea Monsoon Experiment, the comparison and study of mechanisms responsible for the generation, evolution laws and maintenance of kinetic energy in the South China Sea (Region C) and the Bay of Bengal (Region B) are made. The analysis shows that mean kinetic energy of the general flow in Region B grows explosively and the kinetic energy increases gradually with amplitude smaller than that in Region B when monsoon breaks out. The transport of kinetic energy in the cross-equatorial flow is important for the establishment of southwest monsoon in Region B. The kinetic energy flowing into the west boundary in Region C is also significant for the establishment of monsoon there. During the prevalence of monsoon, the evolution and variation of kinetic energy in southwest monsoon in Region B mainly depend on the contribution of divergence of horizontal flux while the kinetic-energy generating terms within Region C play the maximum role. For the 850 hPa layer, however, the baroclinic generation of kinetic energy plays a dominant role in Region B but more kinetic energy is reduced by the barotropic process; energy is produced barotropically in Region C. In the upper layers of the troposphere in both regions can be found the outflow of kinetic energy, but in the lower layers inflow of energy can be found in Region B and outflow of energy be found in Region C.

Key words: Kinetic energy diagnoses Summer monsoon SCS The Bay of Bengal