

亚洲夏季风建立格局和南海季风爆发特征及其成因初探[※]

罗京佳 何金海

(南京气象学院气象学系, 南京 210044)

摘 要 使用 1980 ~1986 年欧洲中期预报中心(ECMWF) 格点资料和 1980 ~1992 年日本地球静止气象 卫星(GMS) 观测到的黑体辐射(TBB) 资料, 分析了南海季风爆发和亚洲夏季风建立格局及其可能机制。发现亚洲夏季风建立征兆最早出现在中南半岛-南海地区, 随后自 该地区分别向西、向东扩展; 中南半岛地区是东亚季风和印度季风的天然分界线, 其两侧夏季风的建立特征和形成机制迥然不同。亚洲夏季风自东向西逐渐建立的格局与经向温度梯度的转向和最大温度梯度值的西传以及亚洲低纬地区冬夏转换时期温度正偏差自中南半岛地区向西传播有着密切的关系。

关键词 南海季风, 爆发特征, 亚洲夏季风, 建立格局, 机制

分类号 P434

亚洲是世界上季风最明显的区域, 大气环流的季节转变最为显著。陶诗言、陈隆勋(1987)^[1]总结出亚洲夏季风建立的日期分布, 即南海季风最先于 5 月中旬爆发, 然后分阶段向西逐渐建立。贺海晏等(1987)^[2]利用 1979 年 FGGE 资料分析指出, 亚洲夏季风的建立存在两个明显的阶段, 第一个阶段出现于 5 月份, 80°E 以东至南海低层西南风建立; 第二个阶段发生在 6 月份, 印度西海岸季风降水和阿拉伯海西南风出现。伴随着这两个阶段, 亚洲大陆对流层中上层(500 ~ 200 hPa) 增温也有两个对应的阶段, 增温首先发生在 85°E 以东至中国南部, 然后是 85°E 以西。南北温度梯度的反向也是如此。谢安等(1994)^[6]根据 OLR 资料给出了一张亚洲季风爆发日期的分布图, 指出: 在东亚季风区, 陆地上夏季风爆发早于海洋上, 而印度季风区则相反, 是由孟加拉湾向西推进, 在中南半岛, 夏季风向北推进异常迅速。何金海等(1996)^[8]则分析多年 T_{BB} 资料后指出, 亚澳季风区的季节转换在 4 月份就已开始, 主要特征表现为澳大利亚 T_{BB} 高值带(相应于澳大利亚高压) 的迅速北移(北移 5 个纬距) 及北澳夏季风的消失, 中南半岛地区对流的活跃以及副热带 T_{BB} 高值带在该地区的断裂。5 ~ 6 月是季节突变的时期, 主要表现为苏门答腊对流中心迅速北移至孟加拉湾和南海-西太平洋地区 T_{BB} 高值带的连续东撤。6 月份, 夏季风形势完全建立。

上述研究为我们认识南海季风爆发和亚洲夏季风建立特征提供了重要的背景。然而, 南海季风为什么最早爆发, 爆发的确切日期和亚洲夏季风的建立为什么自东向西推进, 其爆发和推进的过程及其机制又是怎么一直是人们关心的问题, 也是即将开展的“南海季风试验”研究

收稿日期: 1996- 10- 09; 改回日期: 1996- 12- 16

※ 中国气象局中日季风合作研究基金和国家自然科学基金 49575261 联合资助项目

第一作者简介: 罗京佳, 男, 1972 年 2 月生, 硕士

的核心问题之一。本文试图用多种资料对上述问题作进一步的探索。

1 资料说明

所用资料主要包括: 1) 1980~1986 年 1~7 月份欧洲中期天气预报中心(ECMWF) 逐日全球网格点资料, 网格点间距为 2.5 纬度×2.5 经度, 取其 7 年逐候平均值; 2) 日本气象研究所提供的地球静止气象卫星(GMS) 观测到的黑体辐射温度(T_{BB}) 资料, 范围为 80 E~160 °W, 60 S~60 N, 分辨率为 2 经度×2 纬度, 时间长度为 1980~1992 年, 取 3~7 月多年逐候平均值。资料说明详见文献 [4]。

2 亚洲夏季风推进特征

2.1 流场特征

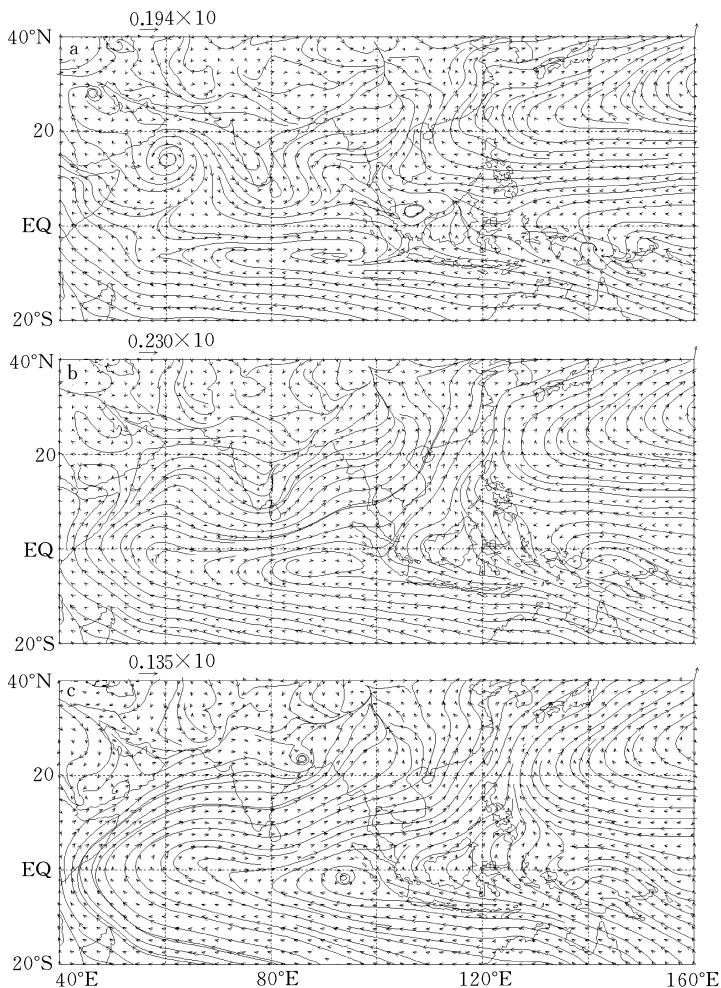


图1 多年平均(1980~1986)的4~6月(a~c)
低层(1 000~850 hPa)风场

Fig. 1 1980~1986 1 000~850 hPa wind field
for April to June (a~c), respectively

图 1 为 4~6 月 1 000~850 hPa 平均风场。由图可以看到, 4 月份, 南海地区为副高脊西

南侧的偏东转向气流控制, 孟加拉湾地区为高压脊控制, 阿拉伯海地区为一完好的反气旋, 脊前 NW 气流控制印度地区。显然, 这是冬季风环流形势, 与文献 [4] 指出的北半球副热带 T_{BB} 高值带及其上的高值中心相对应。另外, 越赤道气流不明显, 60 ~ 100 E 有显著的赤道西风。5 月份, 形势发生了显著的变化。首先, 西太平洋副高脊西部端点撤至 120 E 以东, 105 E 附近的越赤道气流已较明显, 80 E 附近的赤道强西风北挺流经孟加拉湾至中南半岛和南海地区, 南海地区为较强的 SW 气流控制, 说明南海夏季风已经爆发。索马里急流虽已建立, 但位于较南纬度, 印度地区仍处于阿拉伯海脊前 NW 气流控制之下, 表明印度夏季风尚未建立。6 月份, 索马里急流越过赤道流向阿拉伯海和印度地区, 印度夏季风建立。整个亚洲中低纬度夏季风环流形势已完全建立。由上述分析可见, 南海夏季风最早建立, 其建立过程与西太平洋副高的东撤直接相关。

2.2 湿度场特征

考虑到降水量也是衡量季风建立与否的一个重要标尺, 我们又分析了低纬地区对流层平均相对湿度随时间的变化(图 2)。由图可以看到, 4 月中旬, 相对湿度大值区(60 % 等值线)最先出现于中南半岛附近, 且大值区有随时间向东和向西扩展的趋势, 至 6 月上旬已向西伸至印度半岛, 而 5 月中旬南海地区相对湿度增大且迅速东扩, 意味着南海季风已经爆发。

2.3 T_{BB} 场特征

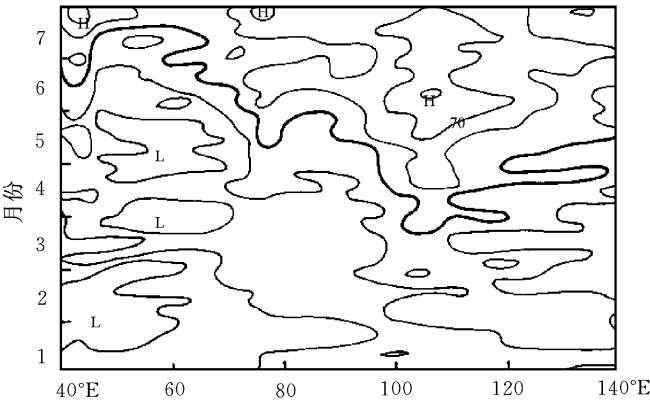


图 2 1980 ~ 1986 年沿 10 ~ 20 N 的 1 000 ~ 200 hPa 层平均相对湿度(%) 时间-经度剖面图
粗实线为 50; 等值线间隔 10

Fig. 2 10 ~ 20 N time-longitude cross section of 1 000 ~ 200 hPa mean relative humidity (%) for 1980 ~ 1986, with heavy solid line denoting 50 at intervals 10

为进一步揭示上述湿度场所示的特征, 我们给出了沿 15 N(10 ~ 20 N) 的逐候 T_{BB} 时间-经度剖面图(图 3)。由图可见, 3 月份, 亚洲低纬度地区基本上为 T_{BB} 高值区控制, 4 月份, 中南半岛地区出现显著低值槽(图中粗实线所示), 其两侧为高值区(虚线为高值脊线), 表明中南半岛地区对流已经活跃。可以看出, 源自中南半岛地区的低值槽有规则地向西传播, 即与其相对应的对流有规则地向西移动, 并于 6 月份抵达印度地区。正是这一西传直接导致了夏季风自东向西的推进。另外, 4 ~ 5 月份, 位于南海地区的 T_{BB} 高值区迅速向东撤退, 进而导致 5 月中旬以后在菲律宾附近及其以西地区一直维持一个 T_{BB} 低值槽, 这与南海夏季风的对流中心相对

应。由上述分析可以看出, 亚洲夏季风的向西推进是自中南半岛附近开始的, 而中南半岛地区两侧夏季风的建立过程有显著的不同。因此, 我们可以认为, 中南半岛是印度季风和东亚季风的天然分界线。这与陈隆勋等⁶⁾指出的东亚季风和印度季风系统的分界大致为 $100 \sim 110^{\circ}\text{E}$ 是非常吻合的。

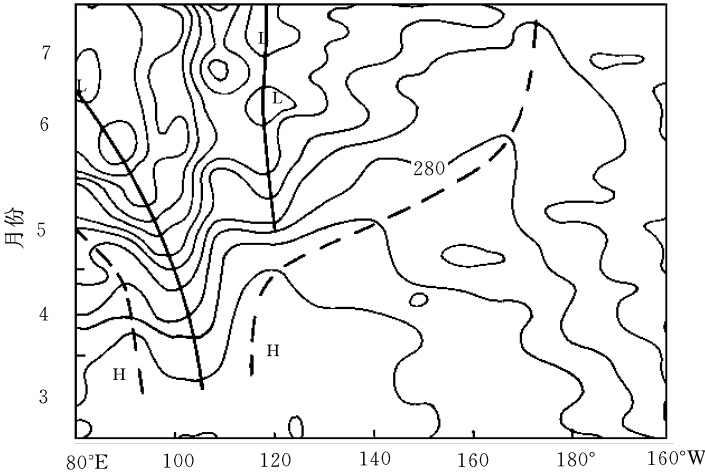


图3 1980~1992年沿 $10 \sim 20^{\circ}\text{N}$ 的 $T_{\text{BB}}(\text{K})$
时间-经度剖面图
等值线间隔4

Fig. 3 $10 \sim 20^{\circ}\text{N}$ time-longitude cross section
of 1980~1992 pentad mean T_{BB} values,
contoured at 4 K

2.4 亚洲夏季风自东向西的推进机制

图4展示了低纬地区对流层中上层(500~200 hPa)南北温差($20^{\circ}\text{N} - 0^{\circ}\text{N}$)的时间-经度剖面图。由图可以看出, 4月下旬南北温差由负转正的地区首先发生在 100°E 附近, 即中南半岛-南海地区, 随后向东、向西扩展, 如图中零线所示。最大南北温差轴线(粗实线)随时间向西倾斜表明, 北高南低的最大温度梯度有规则地向西移动, 且与图2和图3中源自中南半岛的高湿度中心和 T_{BB} 低值槽的西传颇为一致。这意味着, 南北温度梯度的转向和最大梯度值的西传可能是夏季风自东向西推进的机制。

南北温度梯度的转向为什么会自东向西传播, 这是一个很有意义的问题。为此我们绘制了亚洲低纬地区($10 \sim 20^{\circ}\text{N}$)对流层中上层温度纬向偏差的时间-经度剖面图(图5)。由图可以看出, 3~4月之前, 100°E 以西为温度负偏差, 以东为正偏差, 其中心位于 120°E 以东的西太平洋暖池区上空。而4月以后, 东部为负偏差, 西部为正偏差, 出现了显著的西高东低的形势。同时, 正的温度偏差于4月下旬从中南半岛地区向西传播, 它与最大南北温度梯度的传播也较为一致, 它是否表明后者由前者引起, 值得进一步研究。

3 南海季风爆发特征及其机制的分析

3.1 南海季风爆发日期和特征

文献[4]曾经指出, 在月际尺度上, 北半球副热带 T_{BB} 高值带于4月份首先在中南半岛地区断裂, 随后, 南海-西太平洋地区 T_{BB} 高值带连续东撤导致南海夏季风爆发。前面的流场分

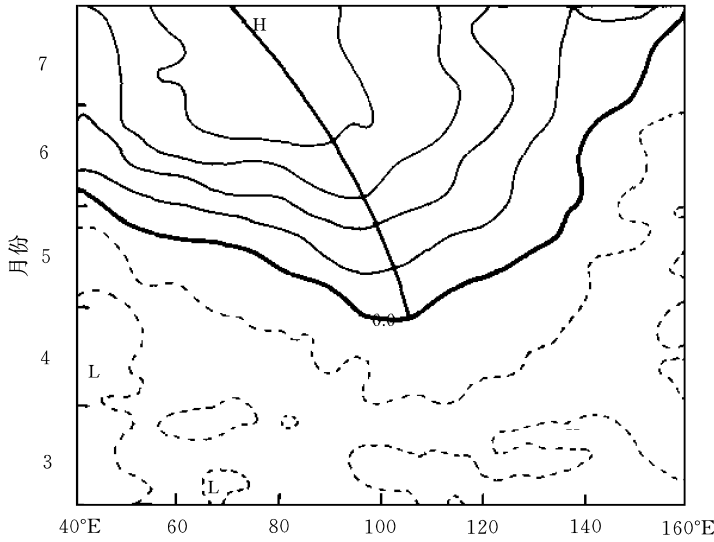


图4 对流层中上层(500~200hPa)南北温差
(20°N-0°N)的时间-经度剖面图(单位:K)
等值线间隔 1K;粗实线为零线;
实线表示正偏差;虚线表示负偏差

Fig. 4 20°N-0°N time-longitude section of
500~200 hPa N-S temperature difference at
intervals 1 K. Thick solid line denotes zero
line and the solid (dashed) the positive (negative)

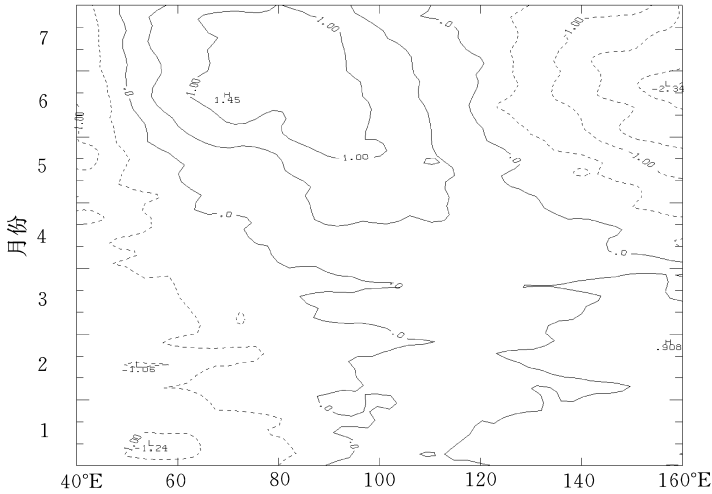


图5 亚洲低纬地区(10~20°N)对流层中上层
温度纬向偏差的时间-经度剖面图(单位:K)
等值线间隔:0.5 K

Fig. 5 10~20°N time-longitude section of
mid-upper troposphere temperature zonal
deviation at intervals of 0.5 K

析亦已指出,南海夏季风于 5 月份建立。为了进一步分析其爆发过程和具体日期,我们制作了 5 月 1~4 候的 T_{BB} 候平均图。由图 6 可见,以 280 K 线所围的 T_{BB} 高值区域在 5 月 1~2 候一直控制着南海地区;而到 5 月第 3 候,高值区域在菲律宾地区断裂,南海地区为残留的高值区控制;5 月第 4 候, T_{BB} 高值区域撤至菲律宾以东,南海地区为低值区控制,对流活跃。这与对流层低层南海地区西南风的建立和副高的突然东撤过程是极为一致的(图略),即 5 月 1~2 候南海地区仍处在副高的控制之下,第 3 候,副高主体突然撤至菲律宾以东,南海为一残留小高,到第 4 候,南海西南风已经盛行。再结合前面第二部分的流场和湿度场分析,可以认定,南海季风于 5 月第 4 候已经爆发。

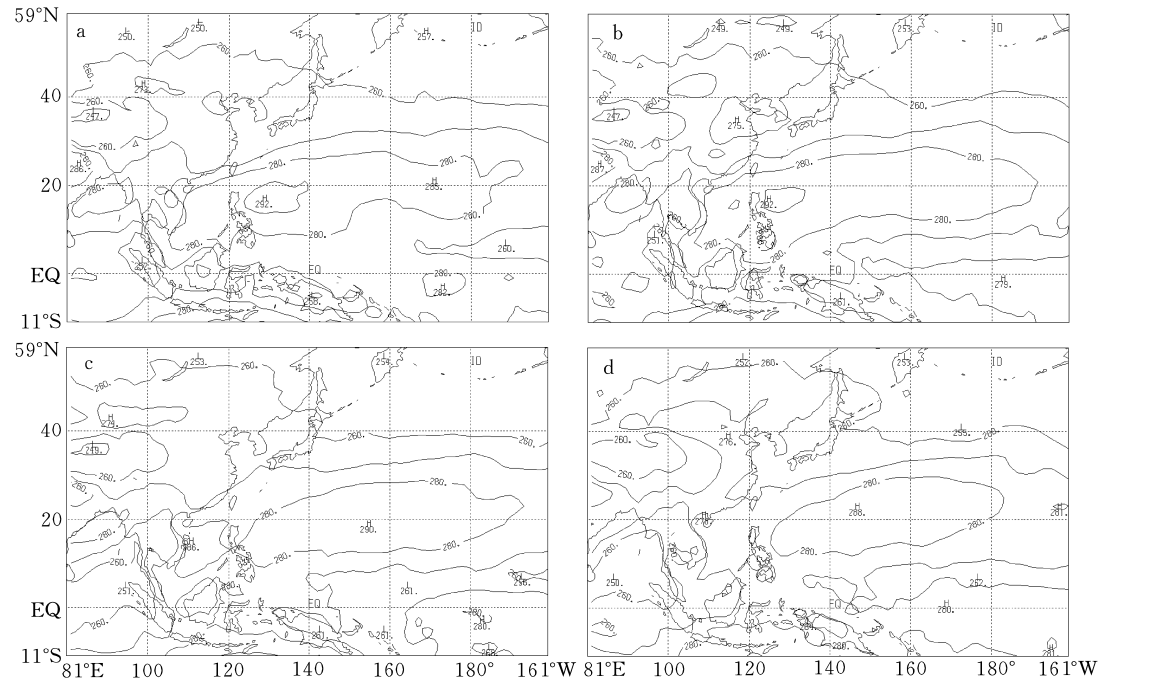


图 6 5 月 1~4 候逐候(a~d) T_{BB} 平均场(单位: K)
等值线间隔: 10K
Fig. 6 Pentad mean T_{BB} from first to fourth pentad of May
Intervals: 10 K

3. 2 南海季风爆发机制

驱动季风的根本原因是冬夏反向的海陆加热差,因此夏季风的建立应与经向温度梯度的转向密切相关。为了讨论南海季风爆发机制,我们制作了南海地区所在经度上的温度偏差的时间-纬度剖面图(图 7)。由图可以看出,4 月之前,温度正偏差中心位于南半球,负偏差位于 25°N 以北,呈明显的南高北低形势。6 月以后,显著的北高南低的经向温度分布形势建立,30°N 附近为温度正偏差中心,而赤道以南为负偏差中心。4~5 月是南北温度梯度的急速转换期,其温度梯度值很小,因此这一经度上与冬季温度梯度相应的 Hardly 环流迅速减弱并消失,从而导致西太平洋副高从南海地区迅速东撤。南海季风爆发的日期(5 月中旬)与这一经度上北高南低的温度梯度的建立时间比较吻合。因此南海季风爆发的过程虽然表现为副高的突然东撤,但是本质上恰是经向温度梯度转向的结果。

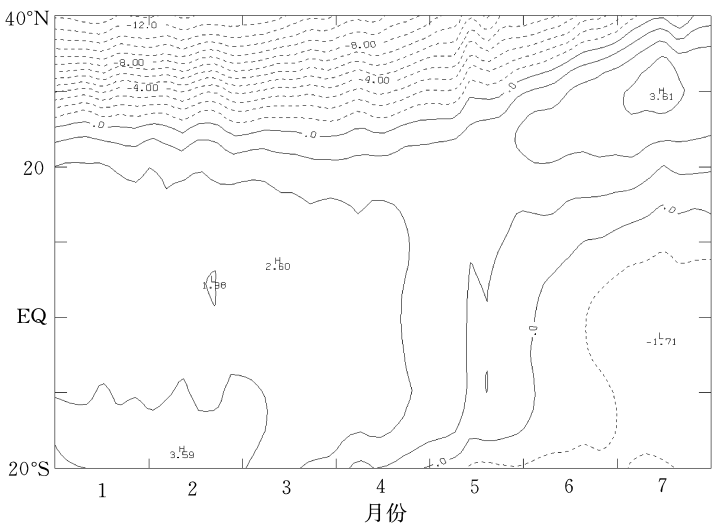


图 7 对流层中上层(500 ~ 200 hPa)南海地区
经度上(100 ~ 125 °E) 平均经向温度偏差
的时间-纬度剖面图(单位: K)
等值线间隔 1K; —— 正偏差; - - 负偏差

Fig. 7 100 ~ 125 °E time-latitude section of
500 ~ 200 hPa meridional temperature deviation
averaged over the SCS. Intervals are 1 K. Full
(dotted) lines denote the positive (negative) values

4 结 论

(1) 亚洲夏季风建立征兆最早出现在中南半岛- 南海地区, 随后自该地区分别向西、向东扩展。 T_{BB} 低值区从中南半岛地区有规则的西移导致夏季风从孟加拉湾向西推进, 直至印度夏季风建立。而南海夏季风的爆发过程表现为南海- 西太平洋 T_{BB} 高值带和西太平洋副高于 5 月中旬从南海地区突然的东撤以及低层西南风的随之盛行。可以认定, 南海季风于 5 月第 4 候已经爆发。

(2) 南海季风爆发的基本成因是所在经度上经向温度梯度的转向。源自中南半岛地区的经向温度梯度的转向和最大温度梯度值的西传是夏季风自孟加拉湾向西推进的机制, 而亚洲低纬地区由冬入夏温度正偏差自中南半岛地区向西传播又与经向温度梯度转向逐渐西传紧密相关。

(3) 中南半岛- 南海地区是亚澳季风环流由冬入夏的季节转换最敏感地区, 南北向和东西向温度梯度的转换于 4 月下旬就已开始。中南半岛地区两侧的夏季风的建立特征和形成机制有明显的不同, 因此中南半岛地区是东亚季风和印度季风的天然分界线。

参 考 文 献

- 1 Tao S Y, Chen L X. A review of recent research on the onset Asian summer monsoon in China. In: Chang C P, Krishna-murti T N. Eds. Monsoon Meteorology. Oxford University Press, 1987. 60 ~ 92
- 2 He Haiyan, McGinnis J W, Song Zhengshen, et al. Onset of the Asian summer monsoon in 1979 and the effect of the Tibetan plateau. Mon Wea Rev. 1987, 115(9): 1966 ~ 1995
- 3 谢 安, 张振洲. 南海夏季风的推进. 气象学报, 1994, 52(3): 374 ~ 378
- 4 何金海, 朱乾根, Murakami M. T_{BB} 资料揭示的亚澳季风区季节转换特征. 热带气象学报, 1996, 12(1): 34 ~ 42
- 5 陈隆勋, 朱乾根, 罗汉邦, 等. 东亚季风. 北京: 气象出版社, 1991. 46

ASIAN SUMMER MONSOON ESTABLISHMENT AND SCS MONSOON ONSET FEATURES WITH THE CAUSES EXPLORED

Luo Jingjia He Jinhai

(Department of Meteorology, NIM, Nanjing 210044)

Abstract Study is undertaken of South-China Sea (SCS) monsoon onset and Asian monsoon establishment features alongside possible mechanisms in the context of 1980 ~ 1986 ECMWF gridded data and 1980 ~ 1992 Japanese GMS-derived T_{BB} data. Results show that the precursors of Asian summer monsoon establishment appear first in the Indo-China peninsula to the SCS, followed by west and east spreading; the Indo-China is the division between east Asian and Indian monsoon, with the establishment and genesis mechanisms quite different on both sides of the peninsula; Asian monsoon establishment from east to west is closely related to the turning of meridional temperature gradients, their maxima travelling westward and the west spreading of positive temperature difference from the Indo-China when winter goes to summer.

Keywords South-China Sea monsoon, onset feature, Asian summer monsoon, establishment feature, mechanism