

文章编号: 0529-6579 (2000) 04-0099-05

1982 ~ 1996 年亚洲热带夏季风建立迟早的探讨^{*}

II. 热带季风建立迟早的年际变化

贺海晏¹, 温之平¹, 简茂球¹, 隋中兴²

(1. 中山大学大气科学系, 广东 广州 510275; 2. NASA Goddard Space Flight Center)

摘 要: 利用反映热带季风环流系统流场特征的季风建立指数 I_{WH} 和 NCEP 再分析的 1982~1996 年及 1998 年 SCSMEX 试验期间的风场和高度场资料, 计算、确定和分析了东亚季风区和印度季风区逐年热带季风的建立时间, 并与其他作者用不同指数所得结果进行了比较。结果表明, I_{WH} 是一个能够反映亚洲热带夏季风环流主要特征、适合用于确定季风建立迟早的指数; 在 1982~1996 年期间, 在东亚季风区, 热带季风建立较早(比平均情况早 2 候或以上)的年份有 1984、1994 和 1996 年, 建立较迟的年份有 1982、1985、1987、1991 和 1993 年; 东亚热带季风建立时间的年际变化(标准差为 2.3 候)比印度季风区大, 反映东亚季风区环流变化较印度季风区更为复杂。

关键词: 亚洲; 热带夏季风; 建立迟早; 年际变化

中图分类号: P462.4 **文献标识码:** A

作者^[1]根据亚洲热带季风环流本身的基本特征, 定义了一个季风建立指数, 并主要讨论了由 15 a 平均的风场和位势场所计算、确定的东亚热带季风和印度季风的平均建立时间。本文将在此基础上, 进一步分析 1982~1996 年逐年亚洲热带季风建立迟早的特征。为进一步探讨季风建立迟早的物理机制、季风建立迟早年际变异与全球大气环流的年际变异以及我国夏季降水分布和丰欠变异的关系奠定基础。

1 季风指数的数值特征

在具体确定和讨论季风建立迟早之前, 先简要地分析一下季风建立指数的数值特征对于具体确定季风建立时间是有帮助的。图 1 是东亚季风区 1982~1996 年逐年 I_{WH} 的符号(正或负)的变化曲线, 纵轴左侧数字为年份, 右侧短线表示 I_{WH} 的零线。曲线上凸对应 I_{WH} 为正, 下凹对应 I_{WH} 为负。从图中可以看到一个最明显的特征是, 多数年份的季风建立和(或)结束时间前后(横坐标轴上方两条短竖线标示平均季风建立与结束时间), 指数 I_{WH} 在零值附近出现波动。考察其他指数(如 I_U , I_W , I_H 等)以及印度季风区的情况(图略)表明, 上述波动现象普遍存在, 当然, 不同指数波动的具体情况和出现的时间各不相同。

^{*} 基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49675264); 国家攀登 A 南海季风实验资助项目

收稿日期: 1999-10-15; 作者简介: 贺海晏(1946~), 男, 教授。

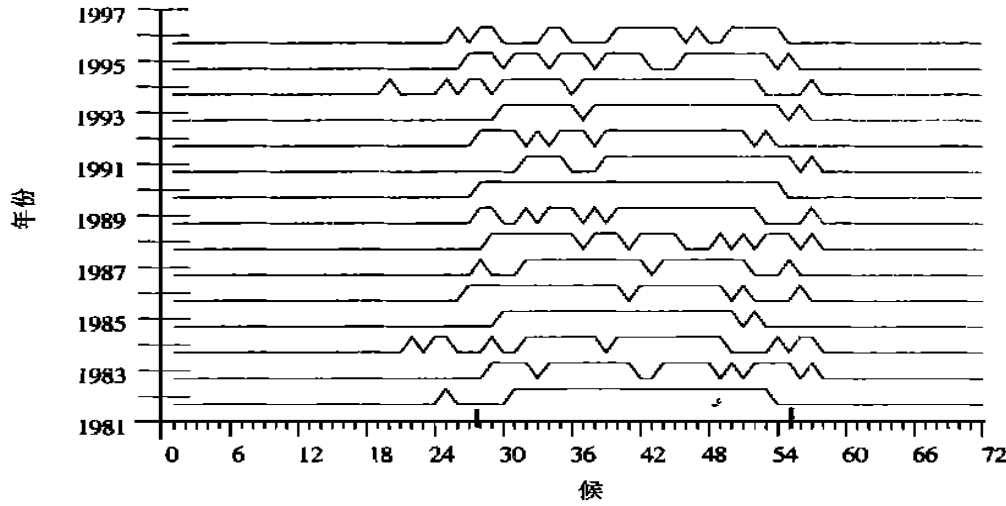


图 1 东亚热带季风区逐年季风指数 I_{WH} 的符号（正或负）变动曲线

Fig. 1 Sign of the onset index over the EAM region

同。我们认为，指数的波动现象实质上是过度季节大气环流演变本身所固有的振动特征的反映。换言之，是由于大气环流的季节性过度并不是理想的平稳过度，而是波动式过渡。在多年平均环流中，这种短期波动很大程度上被平滑掉了^[1]，因此，界定季风的建立和结束时间毫无困难。但对于某一具体年份而言，当过渡季节环流变化呈现较大振荡而导致季风指数显著波动时，季风建立或结束的时间须按一定原则适当确定。我们将这样确定季风建立时间：4月20日以后的第一个正值指数候（个别情况下，紧接第一正值指数候的是两个或以上负值指数候，则取下一个正值指数候）为热带夏季风建立时间。

2 东亚热带季风与印度季风建立时间

利用 1982 ~ 1996 年和 1998 年 SCSMEX 试验期的 NCEP 格点资料，计算了逐年东亚季风区和印度季风区的几个物理量 I_U ， I_W ， I_H 和 I_{WH} ^[1]，并分别确定出各年的季风建立时间（见表 1，2）。表 1 中给出的时间是候序数（按每年 72 候计算）。倒数第 3 行是逐年建立时间的平均结果。倒数第 2 行是根据 15 a 平均场计算的结果，可作为衡量逐年结果合理性的一个参考依据，合理的结果应该是，逐年季风建立时间的平均值与由平均场所确定的时间基本一致。作为参考，倒数第 1 行给出了 1998 年的结果（只掌握了 1998 年 5 月 1 日 ~ 8 月 31 日资料）。由表 1 可见如下几点：

（1）相对于人们熟知的经验事实而言，W—Y 指数 I_U 所界定的季风建立平均时间（25.7）过早（印度季风区更为明显，见表 2），它不适合作为季风建立指数。

（2）虽然，平均而言， I_W 与 I_H 所确定的季风建立时间非常接近，但是，考察逐年的情况，只有 6 年完全一致，其他年份，二者相差多在 1 ~ 3 候，少数年份差距达 6 候（1985 年）甚至 8 候（1991 年）。1985 年 850 hPa 逐候流场图显示：4 月第 5 候（23 候）（图略），虽然主体位于西太平洋上的高压已撤离南海，但另有一个高压脊从台湾海峡向西延伸到华南沿海西部，南海大部受低槽影响，盛行东南风，显然 I_H 所反映的建立时间偏早。1991 年则是 I_W 反映偏早，4 月第 6 候，南海高压仍控制南海地区，脊线位于 15 ~ 20°N，其以南地区仍为东南风，造成单个指数反映出现偏差是很自然的，因为我们计算指数的区域

表 1 东亚季风区热带季风建立时间(候序数)对照表
Tab 1 Onset time of EAM and comparisons with other studies

年份	I_{WH}	I_W	I_H	I_U	OLR+ 风 ^[2]	OLR ^[3]	年份	I_{WH}	I_W	I_H	I_U	OLR+ 风 ^[2]	OLR ^[3]
1982	31	25	25	25	31	31	1991	32	24	32	24	33	30 [*]
1983	29	29	27	29	32 [*]	28	1992	28	28	26	26	31 [*]	30 [*]
1984	24	24	24	23	25	24	1993	30	29	30	29	34 [*]	28 [*]
1985	30	29	23	23	22 [*]	30	1994	25	25	25	25	28 [*]	/
1986	27	27	26	27	26	28	1995	27	27	27	27	/	/
1987	32	26	32	26	32	31	1996	26	25	26	25	/	/
1988	29	26	29	26	29	29	平均	28.4	26.5	26.9	25.7	28.8	
1989	28	26	23	23	28	28	气候年(15 a)	28	26	28	26	/	/
1990	28	28	28	28	27	27	1998	29	29	29	28	/	/

表 2 印度季风建立时间(候序数)表
Tab 2 Onset time of INM

指数	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	平均
I_{WH}	32	34	31	32	32	31	31	31	29	32	35	32	31	33	31	32
I_U	27	29	24	28	26	30	25	27	27	29	28	29	26	26	24	27

是固定的,且确定 I_H 的南、北两个纬度是根据气候平均情况选定的,而逐年的环流变化则是多样的.因此,将 I_W 与 I_H 结合起来,定义综合指数 I_{WH} ,作为热带夏“季风建立指数”.以便能更好地反映热带夏季风系统的特征.

(3) 根据 I_{WH} 所确定的季风建立时间,平均而言,南海热带季风于第 28 候(5 月第 4 候)建立.建立迟早的年际变化幅度较大(相对印度季风区而言,见表 2),建立时间的标准差 $\sigma=2.3$ 候.建立较早(比平均建立时间早 2 候或以上)的年份有 1984、1994 和 1996 年;较晚(比平均建立时间晚 2 候或以上)的年份有 1982、1985、1987、1991 和 1993 年.

(4) 表 1 中第 6 列给出的是刘震等^[3]用区域平均 OLR 值下降至 235 W/m^2 ,同时区域平均纬向风由东风转为西风为指标确定的南海季风区($0\sim20^\circ\text{N}$, $105\sim120^\circ\text{E}$)的季风建立时间.第 7 列给出林爱兰^[3]用 OLR 区域平均值小于 240 W/m^2 作为指标确定的南海季风区($10\sim20^\circ\text{N}$, $110\sim120^\circ\text{E}$)季风的建立时间.带星号“*”的表示与本文结果相差明显(差 2 候或以上).应当指出的是,由于所考虑的区域彼此不同,结果的差异不能单纯归结为所用指标的不同,还包括有区域选取不同的影响.不过,我们仍然希望通过典型个案,对照大范围环流实况,考察不同结果的相对合理性.图 2 是 1985 年 850 hPa 流线图,虚线为等风速线(m/s).文献[2]界定该年南海季风于 4 月 4 候(即 22 候)爆发.从图 2 可见,4 月 3 候(a),南海地区处在南支槽前、副高西侧偏南风影响,整个区域($40\sim150^\circ\text{E}$)上没有明显越赤道气流;4 月 4 候(b),南海地区主要受高压脊影响,南海中南部吹东南风, 120°E 以西仍无明显越赤道气流出现.至少从低层环流的角度看来,南海地区并无任何受热带季风影响的迹象.按本文界定,这年东亚(包括南海)热带季风于 5 月 6 候建立.5 月 5 候(c),南海地区主要在高压脊控制之下, 20°N 以南盛行东南风;但此时 100°E 以西的越赤道转向气流已非常明显,孟加拉湾东部、中南半岛西部的热带偏南季风已率先建立;到 5 月 6 候(d),南海高压脊已基本上撤离南海,

来自孟加拉湾的越赤道转向气流与 100°E 以东的越赤道气流汇合于南海地区, 南海热带季风始告建立. 可见, 用 I_{WH} 确定的建立时间与环流的实际变化情况更吻合.

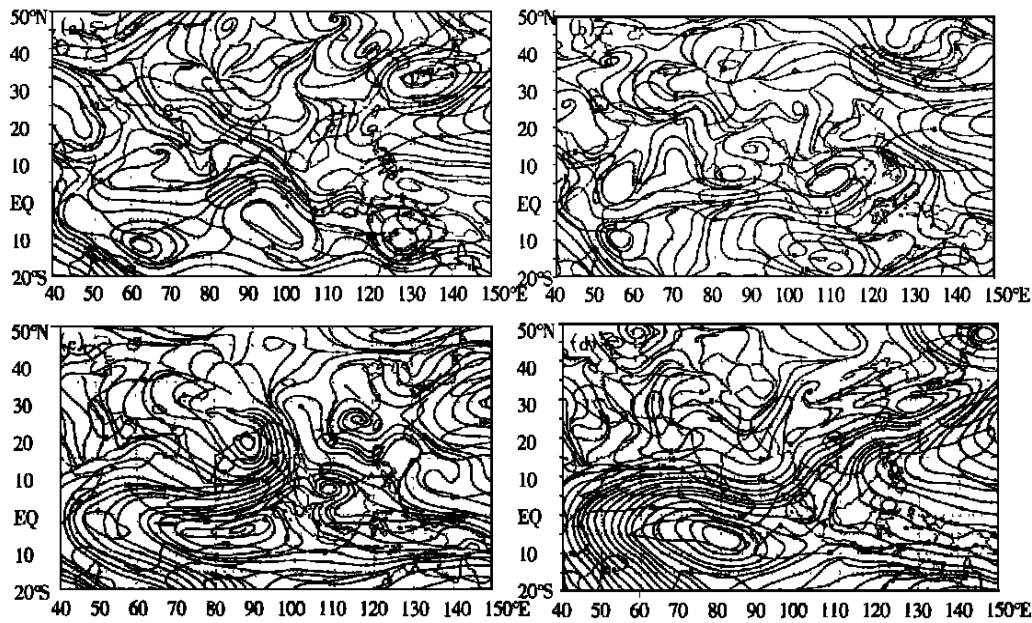


图 2 1985 年 850 hPa 流线图(虚线为等风速线)
Fig.2 850 hPa stream lines of selected pentads in 1985

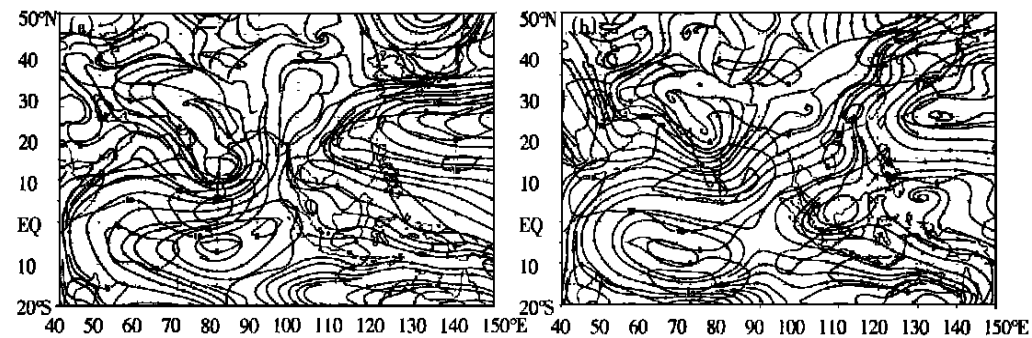


图 3 1991 年 6 月 1~2 候 850 hPa 流场
Fig.3 850 hPa stream lines of the 1st and 2nd pentad of June 1991

表 2 列出了用指数 I_{WH} 界定的印度季风区热带夏季风建立的时间, 作为对照, 表中同时给出了用 W-Y 指数 I_U 所确定的结果. 正如前面已指出的, W-Y 指数显然不能正确地给出季风建立时间. 由 I_{WH} 所给出的结果来看, 印度季风的平均建立时间为第 32 候(6 月第 2 候), 比南海季风迟 4 候; 建立迟早的年际变化幅度比南海季风小, 其标准差 $\sigma=1.3$ 候. 建立偏早(比平均建立时间早 1 候或以上)的年份有 1984、1987、1988、1989、1990、1994 和 1996 年; 偏晚(比平均建立时间晚 1 候或以上)的年份有 1983、1992 和 1995 年. 应当指出的是, 少数年份的印度季风几乎与东亚季风同时(1991 年)甚至略早(1987 年). 图 3 是 1991 年 6 月 1 候(a)和 2 候(b)的 850 hPa 流场. 5 月 6 候(图略), 印度和阿拉伯海地区主要受南支槽后、阿

拉伯高压东侧的西北气流影响, 南海地区受南海高压脊控制; 6 月 1 候 (图 3 a), 阿拉伯高压脊向西收缩, 南支槽南部切断出一个气旋式环流, 该环流往后逐步演变、并入印度季风槽, 这时, 南海高压脊仍非常强盛, 控制着西太平洋、南海直到中南半岛地区; 6 月 2 候 (b), 环流形势发生明显转变, 阿拉伯高压脊已西撤到 50°E 以西, 南海高压脊基本撤离南海, 阿拉伯海和孟加拉湾的越赤道转向气流向东延伸, 影响整个东亚季风区, 至此, 南海热带季风与印度季风几乎同时建立起来了. 这说明由指数 I_{WH} 所界定的季风建立时间与实际大尺度季风环流的变化是吻合的.

3 小结和讨论

本文利用文献 [1] 定义的季风建立指数 I_{WH} , 确定了 1982~1996 年逐年东亚热带季风和印度季风的建立时间. 典型个例的比较分析表明, I_{WH} 是一个能更真实地反映季风环流建立的指数. 15 年季风建立时间的平均结果是, 南海热带季风平均在 5 月第 4 候建立, 印度季风平均在 6 月 2 候建立, 这与根据 15 年平均风场和位势场计算的结果吻合.

我们要顺便指出的是, 正如 Trenberth^[4] 在他的“EL Nino 的定义”一文中所指出的: “从 EL Nino 及其相关现象的定量化的角度来说, 其定义还正在不断演变之中”. 关于季风的定量表述, 包括其定义、影响时段及强度等一系列问题也仍然处在研究和演变之中. 本文强调在界定季风建立迟早时应注重季风系统的主要环流特征, 并用指数 I_{WH} 界定和讨论了东亚季风区和印度季风区逐年及 15 年平均季风建立迟早的特征. 但是, 我们并不排斥针对不同的具体问题或不同地理区域采用其他不同定量指数可行性.

参考文献:

- [1] 贺海晏, 温之平, 简茂球, 等. 1982~1996 年亚洲热带夏季风建立迟早的探讨 I [J]. 中山大学学报 (自然科学版), 2000, 39(3): 91~96.
- [2] 刘霞, 谢安, 叶谦, 等. 南海夏季风爆发的气候特征 [J]. 热带气象学报, 1998, 14(1): 28~37.
- [3] 林爱兰. 南海夏季风的低频特征 [J]. 热带气象学报, 1998, 14(2): 113~118.
- [4] TRENBERTH K E. The definition of EL Nino [J]. Bulletin of American Meteorological Society, 1997, 78(12): 2771~2777.

A Study on the Onset of the Asian Summer Monsoon During 1982~1996

II. The Interannual Variations of the Onset Time of the Asian Summer Monsoons

HE Hai-yan^{*}, WEN Zhi-ping, JIAN Mao-qiu, SUI Chung-hsiung

Abstract: NCEP reanalysis data set of 1982~1996 and data set of the SCSMEX in 1998 were used to compute the monsoon onset index I_{WH} defined in Part I. The onset times of the East Asian Summer Monsoon (EAM) and the Indian Monsoon (INM) were then verified on yearly basis. The results were compared with those of other relevant studies. The averaged onset time is the 28th pentad (72 pentads/year) for the EAM and the 32nd pentads for the INM coincided with the results obtained from the 15-year mean wind and geopotential fields. During the 15-year period, the early onset years are 1984, 1994 and 1996 and the late onset years are 1982, 1985, 1987, 1991 and 1993 in the EAM region.

Keywords: Asia; summer monsoon; onset time; interannual change

^{*} Department of Atmospheric Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China.