

# 北半球平流层环流与亚洲夏季风关系的初步分析\*

刘晓东 瞿章

(中国科学院兰州高原大气物理研究所)

季风是大气环流季节变化的某些特性在局部地区的特殊表现。人们逐渐认识到, 大气环流的季节变化是全球性的现象<sup>[1]</sup>。但长期以来关于季风的研究一般只限于对流层<sup>[2,3]</sup>。而对流层与平流层大气之间存在着一定的联系<sup>[4]</sup>, 平流层的季节变化往往早于对流层<sup>[5,6]</sup>。本文对本世纪70年代亚洲夏季风强年和弱年的平流层环流及其季节变化作了对比分析, 指出: 亚洲夏季风强弱与平流层环流有密切联系。弱季风年前冬(11—4月)50 hPa 绕极地的西风环流偏强, 季节变化开始得晚, 但完成得早。50与500 hPa高度场以及印度和华北降水存在着有意思的隔季遥相关现象。这些特征对于从更大空间和时间尺度上研究亚洲夏季风的活动具有启发和指示意义。

## 1. 亚洲强、弱夏季风年的划分

我们选取印度半岛上有等长记录的26个站, 统计1950—1985各年夏季风期间(6—9月)的总降水量, 计算70年代各年的降水距平百分率作为南亚夏季风强度指标, 可以分出南亚5个强季风年和5个弱季风年。其次利用施尚文等<sup>[7]</sup>计算的沿116°E季风北界、风向和位温指数的综合作为东亚夏季风强度指标, 把东亚夏季风也分为5个强年和5个弱年(见表1)。表1中以S和W分别表示强季风年和弱季风年, 下标表示强、弱等级, 数字越小代表季风越强或越弱。把各年东亚和南亚季风等级相加(1977和1980年东亚与南亚季风强弱趋势相反除外), 例如,  $S_1 + S_4 = S_5(1973)$ ,  $W_3 + W_4 = W_7(1979)$ 等等。这样选出强、弱等级数值最小的几年作为亚洲夏季风显著偏强和偏弱年。显然, 偏强的有3年: 1971( $S_1$ )、1973( $S_5$ )和1975( $S_5$ ); 相应地偏弱的3年为1972( $W_2$ )、1976( $W_4$ )和1974( $W_4$ )。以下所给的强、弱季风年(简称强年和弱年)均指3个强季风年或3个弱季风年的平均。

表1 70年代亚洲夏季风强、弱分级表

年份	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
东亚季风强度指标	1.11	0.70	1.51	0.85	1.18	0.69	1.01	1.01	0.75	0.86
东亚季风强度等级	$S_3$	$W_2$	$S_1$	$W_4$	$S_2$	$W_1$	$S_4$	$S_4$	$W_3$	$W_5$
南亚季风强度指标	13.2	-26.0	5.1	-19.1	6.4	-14.2	-9.8	3.3	-10.1	10.3
南亚季风强度等级	$S_1$	$W_1$	$S_4$	$W_2$	$S_3$	$W_3$	$W_3$	$S_5$	$W_4$	$S_2$
亚洲季风综合强度	$S_4$	$W_3$	$S_5$	$W_5$	$S_5$	$W_4$	—	$S_5$	$W_7$	—

强年7月500 hPa(图略)40—50°N, 100—110°E范围内的槽比弱年南北伸展长并偏深, 西太平洋副高比弱年偏西并偏强, 中国大陆上空700 hPa上强年比弱年东西向高度梯度强得多, 印度低压位置比弱年偏南, 中心值也偏强。3个强(弱)季风年的对流层形势一致地具有这些特征。以下我们来分析强(弱)

\* 本文于1989年1月13日收到, 1989年8月22日收到最后修改稿。

年的平流层环流。本文所用的平流层资料是联邦德国自由柏林大学整理的北半球逐年各月平均 50 hPa 高度场格点( $10^\circ \times 10^\circ$ )资料。本文中所提到的平流层均指 50 hPa。

## 2. 强、弱年夏季风期间及前冬平流层环流的差异

由亚洲夏季风盛行期间(6—9月)强年和弱年北半球 50 hPa 月平均高度场(图略)可以看出,无论强年或弱年,夏季北半球 50 hPa 上都盛行东风,  $30^\circ\text{N}$  以南的地区差异不大。弱年极地的反气旋中心位于阿拉斯加北岸( $70^\circ\text{N}$ ,  $150^\circ\text{W}$ ), 另一中心在  $80^\circ\text{N}$ ,  $30^\circ\text{E}$  附近。但强年极地反气旋范围明显增大, 并偏向东南( $60^\circ\text{N}$ ,  $130^\circ\text{W}$ )方向, 中心高度升高, 极地和赤道之间的气压梯度加大, 从而使中纬度的东风增强。强年比弱年高度增加最多的地区是中纬度(图 1), 欧亚大陆上主要在  $40^\circ\text{—}50^\circ\text{N}$ , 如西欧的比斯开湾, 里海到贝加尔湖一带。而  $0^\circ\text{—}90^\circ\text{E}$  的高纬地区, 如巴伦支海附近, 强年的等压面高度却比弱年低。有趣的是, 强、弱年夏季 500 hPa 的高度差(图略)与 50 hPa 的高度差很相似, 只是 500 hPa 上差值中心的位置略偏东或偏东南些。

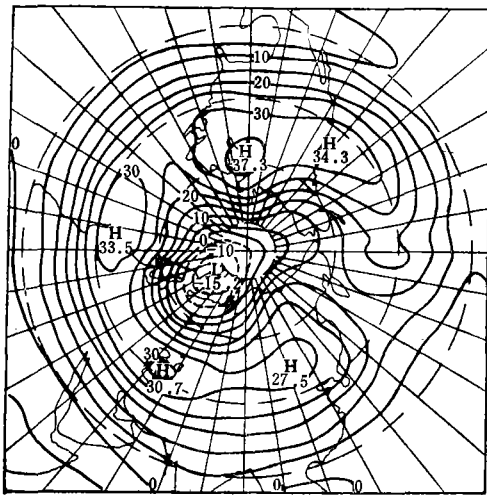


图 1 强年与弱年夏季(6—9月平均) 50 hPa 高度差(gpm)  
(实线为正值, 虚线为负值)

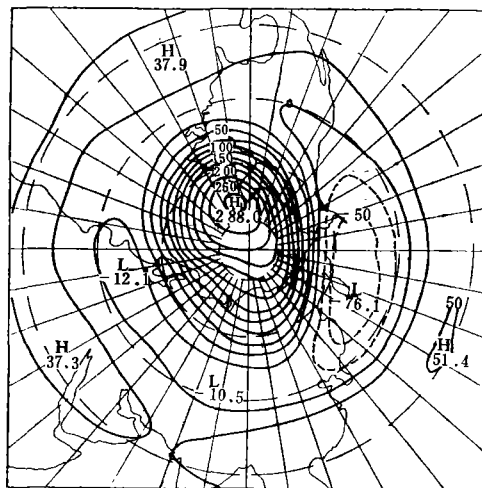


图 2 强年与弱年前冬(11—4月平均) 50 hPa 高度差(gpm)  
(说明同图 1)

强年和弱年前期冬季(11—4月)平流层盛行西风(图略), 极涡中心都偏向东半球。但强年前冬的极涡比弱年弱得多, 所以南北的高度梯度也小, 因而西风也弱。在高度差图上(图 2), 主要有 3 个差值中心: 欧亚大陆到太平洋北部及  $40^\circ\text{—}50^\circ\text{N}$  一带的中纬度地区强年比弱年高度低;  $60^\circ\text{N}$  以北的高纬地区则相反, 特别是北美洲北部的巴芬湾附近强年比弱年高度高 288 gpm 之多。强、弱年前冬 500 hPa 高度差(图略)与 50 hPa 也相似, 但 500 hPa 的差值中心仍比 50 hPa 偏东。50 hPa 上极区强年与弱年的高度差比 500 hPa 上大得多, 但中纬度地区 500 hPa 的高度差大些。

总的来看, 强、弱年 50 hPa 的高度差与 500 hPa 存在着一定的对应一致性。强、弱年前冬 50 hPa 高度差比夏季大得多, 而且高纬地区也比前冬 500 hPa 高度差大得多。所以前冬平流层环流特征对于亚洲夏季风的强弱可能有一定的指示意义。

## 3. 强、弱年从冬到夏平流层的季节转换

从多年平均来看<sup>[6]</sup>, 平流层从冬到夏的季节转换是在 3 到 4 月开始的。3 月东风首先在东半球的

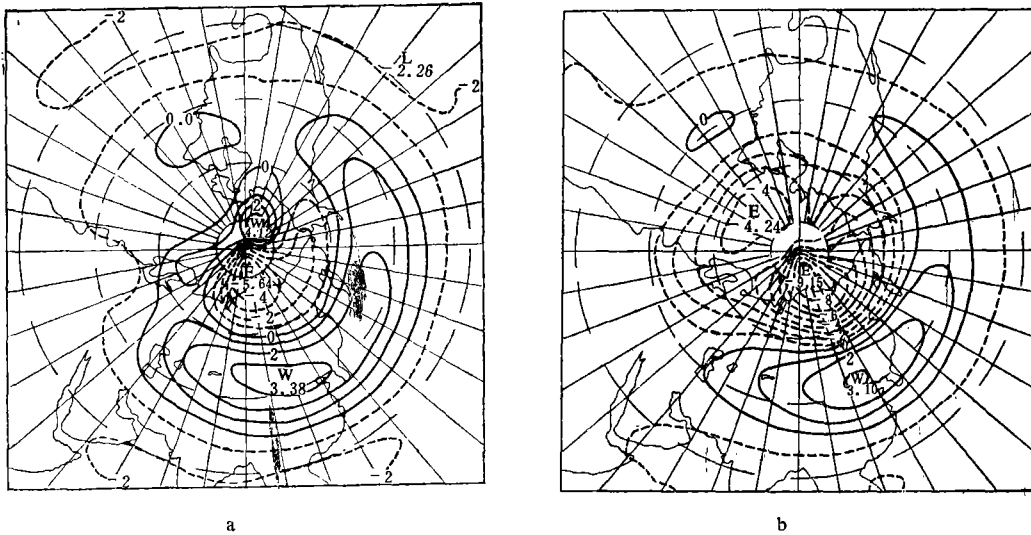


图 3 强年 5 月(a)及弱年 5 月(b)的纬向地转风速(m/s)  
(西风为正, 东风为负, 分别用实线和虚线表示; E, W 分别为东、西风中心)

极区建立, 然后逐渐向南扩展。弱年 4 月极地的地转东风比强年强且范围大, 一直向南扩展到西伯利亚地区。弱年东亚的纬向地转西风也比强年强(图略)。5 月热带和副热带东风开始形成(图 3), 与强年明显不同的是, 弱年西半球北极地区的西风完全消失了, 整个北半球内只有以河套为中心的亚洲中纬度地区仍然存在西风。直到 6 月北半球才完全转变成东风, 从而彻底完成由冬到夏的季节转换。

表 2 90—140°E 平均各纬度 1—5 月强、弱年 50 hPa 高度差

高度差 纬度	月	
	1—3 月	4—5 月
90—60°N	+	-
50—40°N	-	+
30—10°N	+	+

在季节转换过程中, 东亚大气环流有突出的变化。表 2 统计了东亚 90—140°E 各纬度带内强、弱年之间 1—5 月 50 hPa 高度差的符号。如在 40—50°N 的中纬度地区, 1—3 月强年的高度比弱年低, 4、5 两月强年的高度比弱年高。从东亚范围内平均纬度间和月际间的高度差来看(表略), 强年冬季各月中高纬之间的高度梯度大于弱年, 但 4—5 月则相反。强年 1—2 月或 2—3 月极地东风有一次显著的增强, 高纬度 3 月、低纬度 4 月就转成了东风; 但弱年 3—4 月极地东风增强最显著, 高纬到 4 月、低纬地区到 5 月东风才建立。

将 3 个强夏季风年和 3 个弱夏季风年的平流层形势逐年进行对比, 发现与对流层一样, 3 个强年或 3 个弱年的平流层环流有显著的一致性。各强季风年与各弱季风年冬、夏环流以及季节转换特征的差异与前面讨论的强、弱年平均状况的差异完全类似, 无一例外。

#### 4. 平流层与对流层环流及降水的隔季遥相关

以上仅讨论了 70 年代的情况, 但这些结果可能具有普遍意义。我们利用 28 年(1958—1985)的资料, 作 1 月 50 hPa 上 30°N, 90°E 处的高度值与 7 月 500 hPa 北半球高度场的单点相关图(图 4), 发现冬季青藏高原上空 50 hPa 高度偏高时, 则盛夏 500 hPa 鄂霍次克海高压偏强, 同时印度低压加深。计算 4—9 月印度降水距平百分率与华北降水距平百分率之和, 发现与东亚地区(以 20°N, 100°E 为中心的 5 点加权平均) 50 hPa 高度距平的逐年变化极为一致(图 5)。由此可见平流层与对流层环流及

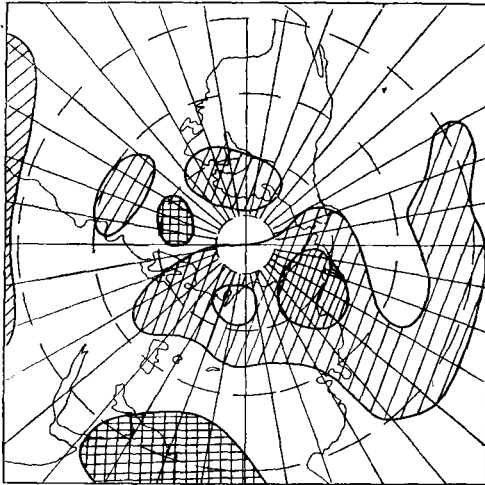


图4 1月30°N, 90°E 50 hpa 高度与7月北半球 500 hpa 高度相关图(斜线为正相关区, 其中加密线为信度达到0.01的区域; 空白区为负相关, 方格线为信度达到0.01的负相关区)

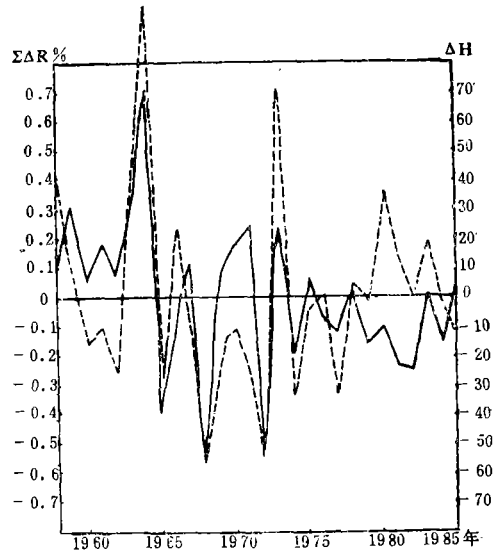


图5 1958—1985年4—9月印度及华北降水距平百分率之和 $\Sigma\Delta R\%$ (实线)与1月东亚50 hpa 高度距平 $\Delta H$ (虚线)的逐年变化

降水之间存在着隔季遥相关, 这一现象是值得深入研究的。

## 5. 结 语

上面的分析指出平流层环流变化与亚洲夏季风现象可能存在着一定的联系。强夏季风年与弱夏季风年不仅夏季(6—9月)的50 hpa 环流差异很大, 而且前冬(11—4月)的环流差异更显著。弱年前冬绕极地的西风环流偏强。弱年平流层环流的季节转变开始得晚, 但完成的早, 季节变化比强年迅速。东亚40—50°N的中纬度地区, 冬季强年的高度比弱年低, 而中高纬之间的高度梯度大于弱年, 春夏的情况刚好相反。平流层与对流层高度和降水还存在着有趣的遥相关现象。

这些结果启发我们, 利用前冬以及季节转换时期平流层环流特征来预报亚洲夏季风强弱是可能的。亚洲夏季风可以从更大范围更长时间尺度上的遥相关去研究。至于平流层环流与亚洲夏季风之间相联系的物理机制以及如何把这些结果具体应用到预报中去, 这些都是值得今后进一步研究的问题。

## 参 考 文 献

- [1] 郭其鑫, 初夏大气环流季节性转变与亚洲夏季风突进的几个问题, 地理集刊(第15号), 115—123, 科学出版社, 1985。
- [2] 高由禧等, 东亚季风的若干问题, 1—106, 科学出版社, 1962年。
- [3] Ramage, C.S., (冯秀藻等译), 季风气象学, 1—68, 科学出版社, 1978。
- [4] 陈隆勋、陶诗言, 冬季中高纬度平流层和对流层大气环流相互联系的一些事实, 平流层大气环流及太阳活动对大气环流影响的研究, 46—66, 科学出版社, 1964。
- [5] 陶诗言, 北半球平流层中下部大气环流的季节变化, 平流层大气环流及太阳活动对大气环流影响的研究, 27—45, 科学出版社, 1964。
- [6] 杨亚正, 对流层上部热带东风发生发展的初步分析, 1980年热带天气会议论文集, 70—81, 科学出版社, 1982。
- [7] 施尚文、巢俊民, 我国北方地区的夏季风, 全国热带季风学术会议文集, 72—85, 云南人民出版社, 1983年。
- [8] 瞿章等, 北半球平流层月平均环流的若干基本事实, 高原气象, 7, 166—176, 1988。

# AN ANALYSIS FOR THE RELATIONSHIP BETWEEN STRATOSPHERIC CIRCULATION OVER NORTHERN HEMISPHERE AND ASIA SUMMER MONSOON

Liu Xiaodong

Qu Zhang

(Lanzhou Institute of Plateau Atmospheric Physics, Academic Sinica)

## Abstract

In this paper, the stratospheric circulation and its seasonal variations of the strong summer monsoon years and weak ones in 1970s are analysed contrastedly. It is found out that the strength of Asia Summer monsoon is related closely with stratospheric circulation, and there is interesting teleconnection between 50hPa as well as 500hPa height fields and North China precipitation.

## 气候变化与环境问题全国学术讨论会在京召开

1991年1月15日至18日,中国科学技术协会受国务院委托,在北京科学会堂召开了“气候变化与环境问题全国学术讨论会”。在开幕式上国务院环委会副主任、国家科委副主任李绪鄂做了以全球环境问题和我们的对策为主题的报告。与会代表,在严肃活泼、百家争鸣的气氛中,对报告内容提出了修改和补充意见。

这次学术讨论会重点研讨了全球气候变暖和臭氧层破坏问题。专家们分别就此问题的现象、形成原因和机制、对人类健康危害、对生态环境的影响、解决对策和措施等方面,进行了广泛的交流和讨论。现就几个主要学术问题的研讨情况概述如下:

### 1. 全球气候确有变暖趋势

自1980年开始,全球气温明显上升。近百年来,最暖的5年都发生在80年代,即1980,1981,1983,1987和1988年。1988年全球平均气温比1949年至1979年多年平均值高0.34摄氏度,比本世纪的相应值上升了0.59摄氏度。1990年是140年来世界上最暖和的一年,80年代是最暖和的10年。与会的专家还对全球变暖的影响进行了学术性探讨。有人认为,全球变暖是一种大规模的环境灾难。也有人认为,全球气候变暖,降水增多,减弱土地沙化过程,增大植被覆盖率,亚热带经济作物将北移,三碳作物受益,农业会增产。

### 2. 温室效应对全球性变暖作用

我国科学家通过研究认为:全球、北半球和中国,20世纪初以来气候明显变暖,但其时间变化和空间分布,却与温室气体增长过程不完全一致,温室效应的数值很难解释中国的气候变化实况。我们既不能完全否定温室效应的作用,但也不能否定自然因素依然是气候变化的主导因素。全球变暖原因,究竟是温室效应作用结果,还是属于气候本身的波动,或两者共同作用,仍然存在着科学上的不确定性。

(下转 252 页)