

中国及邻近地区冬到夏 的季节变化

张家诚 张先恭 魏凤英

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

提 要

南亚地区在冬到夏的转变过程中有显著的热力学与环流变化特征, 是北半球季节变化的敏感区, 对我国长期变化有十分重要的意义。根据这一特点, 设计计算了南支西风指数, 并将副高面积指数分南北两区统计, 更好地反映了季节变化特征。统计结果表明, 这个指数组对梅雨与华北雨季有天气气候学意义。同时还找到了这个指数组对我国一些地区旱涝的前期指标。

关键词: 季节变化 环流指数 旱涝预报

1 南亚是冬夏变化的显著区

中国及邻近地区季风十分发达。这一地区的季节变化同制约冬夏季风的冷热源与环流系统有十分密切的联系。对比冬(1月)与夏(7月)的500hPa环流形势(图1)就能十分清楚地看到, 冬夏环流相差最大的地区在 40°N 以南的大陆及邻海地区。这一地区也是夏季热源最为强大的地区。在1月份的图上, 这一地区是南支西风所在。等压面高度在 $20^{\circ}\text{--}30^{\circ}\text{N}$ 间相差达140gpm, 印度南部则为一高压区。印度南部的高压到了3—5月就更为清楚。7月的图上 $20^{\circ}\text{--}30^{\circ}\text{N}$ 的高度差则为负值, 为高空东风急流所在区。在印度恒河以南及毗邻海域则为低压区。

应当指出, 这一重大差异在对流层各高度及平流层都是存在的, 只是表现形式各异, 形成十分复杂的结构。

850hPa图上的变化, 主要是在4月完成的。该月在印度出现低空热低压, 从5月起发展为强大的季风低压。这比500hPa的变化发生要早。在500hPa平均图上, 印度东北明显的低槽出现在6月。

100hPa夏季(6—9月)图上这一地区突出的特点是强大的南亚高压及其南侧的东风

急流。事实上在5月的平均图上这里已是高压带, 高压已露端倪。

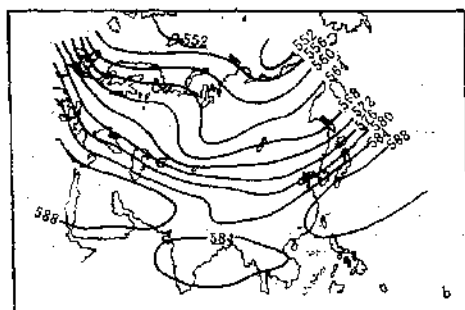
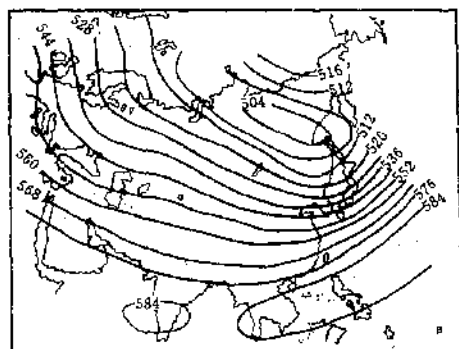


图1 1月(a)与7月(b)500hPa平均高度图

平流层图上(以10hPa为例)在5—8月, 北极已为高压所据, 整个北半球为东风气流, 4月与9月则呈明显的过渡性质。

通过以上各高度层环流的粗略分析, 可以看出, 冬到夏的季节变化最早出现在大陆南部的近地层。平流层的变化紧随其后, 而变化最迟的是在对流层中部。这一事实同近地层与平流层受热源的直接有关, 也同作者所指出的冬到夏的变化从大陆南部开始的观点一致^[1]。

我国研究冬夏转变, 特别是梅雨期开始与结束的成果很多^[2,3]。这对指导认识东亚大气环流季节变化和天气预报有重要意义。朱福康对南亚高压^[4]、陈兴芳对印度高压^[5]进行了专门研究。魏民^[1]研究了环流季节性突变的特征及机制。这些工作都对认识大气环流的季节变化作出了可贵的贡献。

本文以500hPa的环流形势为研究的重点。因为, 这一高度是下垫面与平流层两个不同来源的季节变化的联结点。这一层季节变化虽较迟, 但反映上下层大气环流季节调整的结果, 因而有较好的代表性, 也更便于表现较长时期的变化趋势。

2 指标区与指标

比较南亚各区大气环流冬夏差异程度, 本文选择15—40°N, 70—100°E为主要指标区。这一区域正是冬半年南支西风急流与夏半年印度低压的所在区, 并且位于夏季对流层顶部的强大南亚高压及其南缘东风急流区。明显的季节差异有利于寻找诊断与预报指标。陈兴芳统计的印度高压范围(10—15°N, 70—85°E)正在此区之南, 已经得到较好结果^[5]。本文所选区域正好与之配合。为了更细致地统计环流季节变化的特点, 本文又将此区分为南北两区(分别以1、2表示)。它们的纬度范围分别为15—30°N和25—40°N。南区为印度半岛及附近, 该区夏为热低压、冬为弱高压。北区为高原南部, 该区冬季为西风, 夏季为南亚高压。

在各分区中, 每隔5个经度取一个值, 求

取纬度平均高度差, 即南支西风指数, 计算方法同一般计算西风指数的方法相同。两分区的指标分别以 S_1 (南区)和 S_2 (北区)表示。计算的年代是1971—1990年, 按旬计算。

另外, 在东亚地区大气环流从冬到夏的变化中, 一个十分重要的天气系统是副热带高压。中央气象台计算的副高面积指数(10°N以北, 110°E—180°范围内 $\geq 5880\text{gpm}$ 高度的网格点数)已经得到了广泛的应用。但也常发现有不足之处。举例说, 在盛夏期间副高带往往北抬, 以致在10°N以北的较南地区的500hPa的高度反而在5880gpm之下, 不能列入计算范围。因此, 副高指数对反映盛夏期间副高强度及影响的纬度范围, 仍有一定局限。为此, 本文选择了副高对我国影响最明显的位置, 划分为南区(10—25°N, 105—130°E)和北区(25—40°N, 105—130°E)分别求取副高面积指数, 并以 H_1 (南区指数)与 H_2 (北区指数)代表。

3 冬到夏季节转变过程的特征

冬转夏在500hPa上的主要特征是南支西风急流的消失与印度低压的形成。这两个事件是有机联系在一起的。因为它们都反映了这一区域的高度场由南高北低向南低北高的转变, 而这两种相反的梯度方向正好是冬与夏高度场的主要特征, 也同这里热源的形成与位置有密切的关系。本文所设计的各种指标, 也是为了更好地反映这个主要特征。现就本文统计的各种指标的多年平均情况(图2), 对冬夏转变过程进行简要描述。

S_1 是15—30°N, 70—100°E的南支西风指数。多年平均最高值出现在2月上旬, 达18.0; 最低值出现在8月上旬, 为-1.9。均较夏至、冬至后延约4个旬。其间, 多年平均值无明显跳跃, 呈连续性变化。但在每年的变化上, 有变化量 ≥ 5 的情况出现。但这种数值较大的旬际变化, 并不是每年都有的, 也不是出现在一个较固定的季节或年变时段内。

在年变程中最有意义的现象是 S_1 有一段出现负值的季节(7月中旬到9月上旬)。

1) 魏民: 全球大气环流季节性突变特征及机制——能量学诊断和数值模拟, 1994年北京大学博士研究生学位论文。

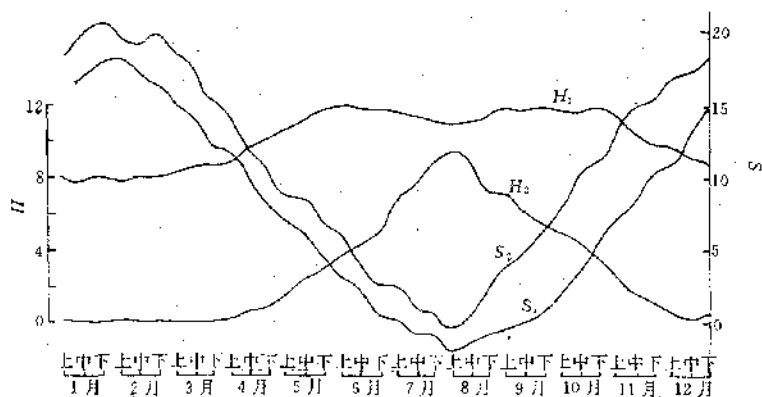


图2 各种季节变化指标的多年平均变化

注意到梅雨结束是在7月上旬,7月中旬起雨带就转移到北方,而9月上旬又是雨带南退到江淮与江南的时期。故 S_1 的负值期在我国是有一定季节变化指示意义的。另外, S_2 的负值期又正是印度低压最发达的季节。在这一时期,印度夏季风可以达到最北的位置,华西的秋雨也正是出现在这一时期的末期。此时,印度洋来的西南夏季风尚未撤退,而北方冷空气却已到达,形成四川盆地及邻近地区的连绵秋雨。

6月上旬, S_1 虽仍为正值,但数值已很微小。在500hPa图上,印度南部高压已向西退出半岛,而印度东北部已有平均低槽生成。6月也是在这一高度上南亚热中心形成和强烈发展的时期。9月上旬后,情况正好相反,南亚高压又撤回到6月份的位置上。 S_1 值在9月也为微弱的正数。

S_2 是30—40°N,70—100°E之间的南支西风指数。它的最低值出现在8月上旬(−0.4),最高值则出现在1月下旬(20.3)。年变规律性与 S_1 相似,只是多年平均负值只有1旬,6月下旬至8月下旬的盛夏季节为数值最小的时期。

H_1 与 H_2 均为副高面积指数,但由于分属南北不同的两区,而显现不同的年变规律性。 H_1 是10—25°N,105—130°E的面积指数,由于副高在北进南退的过程中都经过此区,所以在多年平均的年变值上呈现两个高

值期。以指数11.5为界,则高值期分别为5月下旬至7月中旬,9月上旬至10月下旬。这两个时段也是我国南方雨水较多的时段。 H_2 则是25—40°N,105—130°E的副高指数。这一指数在冬季(11月下旬至4月下旬)基本上接近零值,而最高值集中在7、8月(7月上旬至9月上旬)。这一时段也正是我国北方多雨季节。

因此,以上4个指标组成了反映东亚地区大气环流演变的一组指标。它们既互相配合,又存在互补关系,可以比较系统地描述从冬到夏的转变。

4 指数的天气气候意义

表1是入梅日前后指标 S_1 的变化。需要指出的是,因为指标是按旬统计的,故在时间上不能准确到日。梅雨开始日期所在的旬,视其在旬初、旬中或旬末。如果在旬初,本旬作梅雨开始后一旬处理;如在旬中,则上旬作开始前旬,下旬作开始后旬;如在旬末,则本旬作开始前一旬处理。另外还统计了指标符号转变(或为0)旬与梅雨开始日期的关系。

从表1可以看出,在20年中,梅雨开始与指标符号转变重合的12次,占60%。差1旬的6次,占30%;差两旬的2次,占10%。在相差2旬的1974年和1985年中,1985年已经计算了逐日值。可以看出,在6月20日 S_1 即已转变为负值(梅雨开始日为6月22日)。20—26日之间均为负值(或零)阶段。故

梅雨开始日与 S_1 符号转变日实际上只差 2 天,而这一情况却未能在旬平均值中显现。1974 年未作逐日分析。由此可见, S_1 符号的变化同梅雨开始日期之间是存在良好的关系的。

表 1 入梅期与 S_1 符号变化的关系

年 份	梅雨开始日	S_1		旬 差
		前旬	后旬	
1971	6月9日	1	-1	0
1972	6月20日	1	-3	0
1973	6月15日	4	-5	0
1974	6月9日	3	1	2
1975	6月16日	6	0	0
1976	6月27日	5	0	0
1977	6月9日	4	5	1
1978	6月3日	2	-1	0
1979	6月19日	2	1	1
1980	6月9日	2	1	1
1981	6月25日	1	-2	0
1982	7月9日	2	-2	0
1983	6月19日	6	0	0
1984	6月7日	4	0	0
1985	6月22日	2	3	2
1986	6月20日	1	1	1
1987	7月1日	0	2	-1
1988	6月16日	2	0	0
1989	6月14日	2	0	0
1990	6月16日	0	0	1

其它各项指标与梅雨开始日期的关系,虽然没有与 S_1 同样明显的时间对应,但都呈现显著的趋势可寻。例如,梅雨开始期全部都出现在 H_2 出现最高值(12)之后 1—6 旬之间,也出现在 H_1 已有一定数值,但数值不大的时期内。统计结果,在 20 年中,有 17 年(占 85%)梅雨开始期是在 H_2 从 ≤ 3 上升到 > 3 的时期。

最近,赵汉光发表了华北雨季研究的结果^[6]。根据他的资料,华北雨季的出现与本文所提的指数组有一定关系。

在 1971—1990 年的 20 年中,有 16 年雨季主要出现在 $S_1 \leq 0$ 的持续期中,其中他列为强雨季的 1973 年和 1977 年, $S_1 \leq 0$ 值期最长。另有 4 年的雨季主要不出现在 $S_1 \leq 0$ 的时期,但是其中有 3 年被他列为“弱雨季”。

只有 1979 年的雨季既不在 $S_1 \leq 0$ 期中,又不属“弱雨季”,可作一个例外。

华北雨季也出现在 S_2 的低值期中。除去 5 个“弱雨季”外,其余的 15 个雨季有 13 个出现在 $S_2 \leq 3$ 的时期中,另两个只有部分雨季在 $S_2 \leq 3$ 的时段中。

对 H_2 值来说,15 年华北雨季均出现在含有当年的最高值的时段内,在 5 个弱雨季年中也有一个出现在含有当年最大 H_2 值的时段内。华北雨季同 H_1 的关系较为复杂。这是由于华北雨季出现在 H_2 最强的时段内,但在这时段副高中心已离开南指标区向北推进,故华北雨季理应出现在 H_1 的两个高值期之间(H_1 的数值较前期略有减小的时段内)。实际上在 15 年中有 10 年是完全符合的。另有 5 年因副高南区指数持续较强,故华北雨季出现期并无 H_1 减小的现象。5 个弱雨季则同副高指数无明显的关系。

5 前后期联系

前后期联系可以为长期天气预报提供预报指标,故为长期天气预报研究的一个重要方面。上述指标组同我国一些地区旱涝存在一定的统计关系,其中也包括前后期联系。由于旱涝预报在我国预报服务中的重要意义,分析了文献[7]所挑选出的大旱大涝年(即降水距平百分率大于 $\pm 50\%$ 的年份)前期各个指数的异常特征。如果大旱与大涝前某个旬指数的值是完全不同的,则该指数的这个旬值就值得重视。为了易于找到这样的关系,本文先把各个指数的 1—6 月各旬的早年平均值与涝年平均值相减,然后将差值除以该旬这一指数的最大变幅,求出百分率曲线。很显然,曲线的峰点可能出现指标的机率最大。

现以 1971—1990 年长江下游 8 月的 4 个大旱年和 4 个大涝年为例^[3],其前期 1—6 月逐旬的 S_1 差值百分率曲线见图 3a。可以看出,在图上有几个峰点。其中 2 月下旬、3 月中、下旬和 5 月上旬峰值最高。通过对各个峰值所对应的 S_1 距平与旱涝年之间相关概率

的分析,发现2月下旬和3月中、下旬为反相关,5月上旬为正相关(图3b)。其中以3月中旬和5月上旬两组 S_1 与早涝的关系最明显(参见表2)。表2中5月下旬的 S_2 ,也是按照上述办法找到的。类似的统计关系较多,这里无法一一列举,现将它们汇总在表3内,以供读者参考。为了反查指标的代表性,我们用逐年早涝数据计算了他们之间的相关系数(表3最后一栏),均在0.24以上,其符号相关均在75%以上。

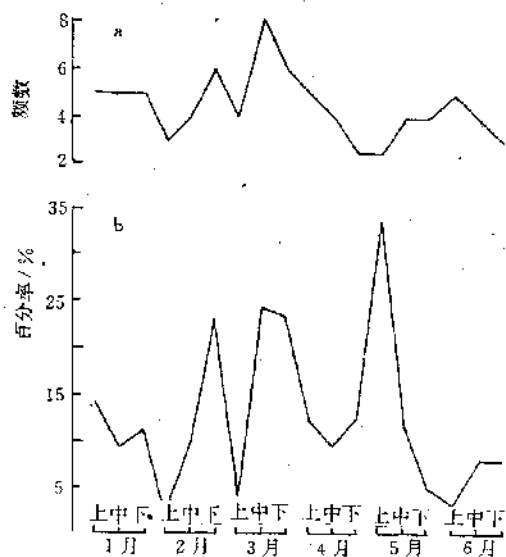


图3 8月早涝年前期平均 S_1 差值百分率(b)和 S_1 与早涝年为负相关时出现的频数(a)

表2 长江下游8月份早涝年与前期 S_1 (3月中旬)、 S_2 (5月下旬)指数值

年份	早 年		年份	涝 年	
	S_1	S_2		S_1	S_2
1973	-0.9	+3.1	1975	-1.1	-0.9
1978	-1.9	+1.1	1980	-0.1	+1.9
1983	-3.9	+1.1	1987	-0.1	-0.1
1988	+2.9	+3.1	1989	-1.1	-3.9
均值	11.1	6.9	均值	14.1	6.9

从表3中可以看出,长江流域的早涝指标主要集中在3-5月的 S_1 和 S_2 ,为此我们在长江流域上各选了两个典型早年(1978、

1985)和涝年(1980,1983),计算了逐日的 S_1 和 S_2 值,并用 Mann-Kendall 方法计算了 S_1 和 S_2 的季节突变点以及 S_1 和 S_2 的功率谱(表4)。

表3 大旱大涝月前期指标及其与旱涝的相关系数

地区	月份	大旱年	大涝年	指标	旬	$r^{(1)}$
长江下游	6月	1975 1983	1984 1986	H_1	4月上	0.36
				S_1	1月中	0.33
长江中下游	7月	1971 1976	1980 1983	S_1	4月下	0.55
		1978 1988	1987			
长江下游	8月	1973 1978	1975 1986	S_1	3月中	-0.32
		1933 1986	1987 1989	S_1	5月上	0.28
				S_2	5月下	-0.48
黄河下游	6月	1972 1983	1971 1977	H_1	4月上	0.25
		1988	1980 1987			
黄河下游	7月	1986 1987	1973 1977	H_1	2月下	0.24
				H_2	6月上	-0.31
				S_1	1月中	0.32
				S_2	1月中	0.35
				S_2	2月上	0.40
黄河下游	8月	1980 1989	1974 1982	S_1	3月中	-0.24
			1984 1987			

1) 根据1971—1990年资料计算。

表4 长江流域典型早涝年南支西风指数的突变及周期

		突变日期		主周期/天	
		S_1	S_2	S_1	S_2
早	1978	3月4日	2月22日	11.9	23.8
	1985	3月6日	3月21日	15.8	15.8
涝	1980	3月15日	3月15日	26.4	23.8
	1983	3月31日	3月14日	23.8	17.0

由表4可见,南支西风指数的季节突变一般出现在3月份。 S_1 的季节变化,早年偏早,涝年偏迟, S_2 也有类似特征,但1985年偏迟出现在3月下旬。南支西风指数的变化周期大致在12—26天之间, S_1 的周期早年偏短、涝年偏长,但 S_2 的这种周期特征不明显。

据赵汉光等研究¹⁾,我国夏季雨带位置与东亚季风的强度有关。在强季风年,我国夏季主要雨带位于黄河流域及其以北地区;在弱季风年,我国夏季主要雨带位于长江流域

1) 赵汉光,张先基,中国夏季雨带与东亚季风的关系,1994。

及其以南地区。而且季风的强弱与该年夏季风爆发的迟早有关:强季风年,夏季风爆发的时间偏早;弱季风年,夏季风爆发的时间偏迟。这些结果基本上解释了表1的结果,即南支西风季节性突变早的年份,夏季风偏强,雨带位置偏北,长江流域为早年;反之当南支西风季节性突变迟的年份,夏季风偏弱,雨带偏南位于长江流域一带,造成长江流域降水偏多。

由于资料年代有限,所得的统计关系不一定稳定可靠,然而其所反映的天气气候学内容仍然是可以理解的。因为这些指标揭露了大气环流的季节性变化的规律性,而受环流制约的我国雨季的变化不可能与之没有联系,而只有联系的形式尚需进一步探讨。

6. 讨论

当前,科学界认为长期天气预报的最后解决尚待于有关的数学物理模式的进展。然而,长期天气过程是十分复杂的问题,寻找其中的关键性环节是当前长期预报研究的一个十分迫切而具有现实意义的问题。已进行多年国际协作的 TOGA 计划,就是以赤道东太平洋海温作为一个关键现象,以求找到长期预报问题解决的途径。虽然,迄今为止,各地长期天气演变与厄尔尼诺现象之间的关系是公认的,统计效果十分理想的结果尚未多见。但对这个问题研究的热情却有增无减。其中主要原因是,厄尔尼诺现象的确是一个令人注意的热源问题,并能对瓦克环流及有关问题作出有根据的解释。

但是,地球上的冷热源分布是十分复杂的。即使厄尔尼诺现象有着极大的影响,但也不可能概括全部下垫面问题。大陆南部,特别是欧亚大陆南部是冬到夏过程中下垫面热力状况变化最早和最剧烈的地区。将这一地区视作冬到夏转变的敏感区是有根据的。何况这一地区上空的环流变化又是全球季节变化十分突出的现象,这又增加了它的天气气候学意义。

本文对这一问题作了初步探讨,也得出了-定的结果,但还只能认为是一个开始。因为认识这一问题的重要性,并不等于就能将其用于预报。这点同厄尔尼诺现象的提出与研究是有相似之处的。何况本文的一些关系仍有一定参考意义。如果南亚热力状况与环流演变能引起读者的关心,或能纳入建立有我国特点的长期预报的理论的思考之中,则是本文的目的。

参考文献

- 1 张家诚, 经向海陆分布对大气环流的热力作用, 气象学报, 1980, 38(3): 219-226.
- 2 叶笃正等, 在六月和十月大气环流的突变现象, 气象学报, 1958, 29(4): 249-263.
- 3 徐淑英, 高市格, 我国季风进退及其日期的确定, 地理学报, 1962, 28(1): 1-18.
- 4 朱福康等, 南亚高压, 北京: 科学出版社, 1980: 1-95.
- 5 陈兴芳, 姚淑懿, 初夏印度高压的季节转换及其与北半球环流和我国夏季降水的关系, 气象, 1987, 13(2): 15-21.
- 6 赵汉光, 华北的雨季, 气象, 1994, 20(6): 3-8.
- 7 王绍武, 黄楚迎等, 长江黄河旱涝灾害发生规律及其经济影响的诊断研究, 北京: 气象出版社, 1993: 1-40.

Seasonal Change from Winter to Summer for Circulation and Rainfall in China and Contiguous Regions

Zhang Jiacheng Zhang Xiangong · Wei Fengying

(Chinese Academy of Meteorological Science, Beijing 100081)

Abstract

The annual variation of thermal and circulatory peculiarities are analyzed, while the article high lighted that South Asia is a sensitive region in seasonal change. For better representation of seasonal change, an index of south branch of westerlies, as well as a new area index of subtropical high for north and south regions were proposed and calculated. Statistical results show that there is prominent significance of these index with Meiyu and rainy season of North China. A series of index earlier to serious drought and flood were also sought out for reference to long range weather forecast.

Key Words: seasonal variation index of atmospheric circulation drought/flood forecasting