

全球副热带高压和赤道辐合带 演变规律的分析 and 应用

马福慧

胡伯威

(武汉中心气象台)

(湖北省气象科学研究所)

提 要

根据卫星观测的OLR(射出长波辐射)资料,分析了全球副热带高压和赤道辐合带的演变规律,探讨了长江流域出现特大洪涝年的异常特征及持续性。结果表明,密切关注11月—2月全球副热带高压的异常分布特征和3—6月赤道辐合带南侧低纬洋面积云对流的强弱,是预报长江流域特大洪涝发生的重要着眼点。

一、引言

OLR是卫星观测的地气系统长波辐射,它主要决定于云顶及下垫面的温度。在低纬地区由于温度的时空变化都较小,OLR主要受积云活动状况的影响,在强对流发展区OLR最小($\leq 225 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$),而在大规模信风下沉区OLR最大($\geq 260 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$),因此,可以应用OLR资料准确而有效地研究赤道辐合带和副热带高压。

蒋尚诚等⁽¹⁾应用OLR资料分析指出,长江流域旱年和涝年夏季印度洋和西太平洋ITCZ的强度和副热带高压的位置是有明显差别的。林本达等⁽²⁾也指出与低纬深厚积云对流相联的凝结加热对亚洲夏季风环流有重要作用。本文侧重分析长江流域特大洪涝年前期低纬区域OLR特征,并在此基础上建立了长江流域特大洪涝的长期预报模式。

二、资料

本文所用的1974年6月—1984年5月(缺1978年3—12月)OLR月平均资料源自美国气候分析中心。计算了1974—1984年各月OLR平均值及逐年各月的月距平值资料。分析范围是 40°N — 40°S 。长江流域出现的特大洪涝年是1980和1983年。本文使用两种

特征量:

1. ITCZ月纬向强度指数:取同纬圈内所有 $\text{OLR} \leq 225$ 格点的累积数值。 $I_z = \sum (226 - \text{OLR})$ 。 I_z 最大值所处的纬度及其强度即 I_z 廓线上的极点,代表了ITCZ的主轴线位置和强度。

2. 北半球副高月纬向面积指数:北半球 10°N 以北各经度上, $\text{OLR} \geq 260$ 的格点定为1, < 260 的定为0,沿纬圈方向一圈的累积值。由于网格点距为 $5^\circ \times 5^\circ$,纬向面积指数的数值范围为0—72。

3. 副热带高压月纬向强度指数:取同纬圈内 $\text{OLR} \geq 260$ 所有格点的累积数值: $S_z = \sum (\text{OLR} - 259)$ 。 S_z 廓线上的极点代表副高的主体位置和强度。

三、赤道ITCZ的演变规律

长江流域处于亚热带季风区,季风是一种与全球性能量循环与变化有关的行星尺度的现象。叶笃正、高由禧指出,夏半年东亚地区的季风与印度洋—东亚之间跨南北半球的一种经向环流有密切关系。赤道辐合带的演变是南北半球大气相互作用的结果。

全球ITCZ11—4月偏于南半球,1—2月可达 10°S 。5—10月则活跃在北半球,7—9月可北移至 10°N 。一年之间ITCZ主轴线的

南北摆动幅度为20纬距。4—5月完成越赤道季节性北跳, 11月完成越赤道季节性南退。除了上述年周期位置摆动以外, 在强度上也有了一年和半年的周期变化。平均来说, 大约1月在南半球达最高强度, 8月在北半球达次高强度(见图1) 由于这两个峰值的强度不对称(可能由于南北半球海陆面积差异所致), 因此应该说主要显出一年的周期。

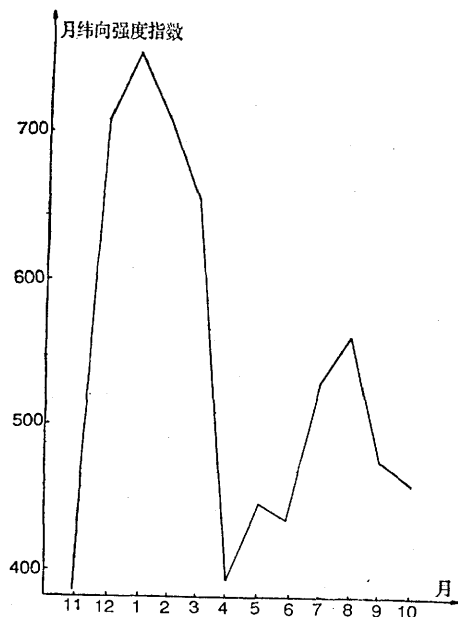


图1 ITCZ平均逐月最大纬向强度指数曲线

从OLR月平均图可见, 70年代中后期(1974—1979年)全球ITCZ范围小、强度弱。80年代前期(1980—1984), 明显加强, 范围广、强度大。分析逐月最大纬向强度指数极端最高值和最低值出现的年份可见, 月最大纬向强度指数极端最高值均出现在80年代, 而极端最低值绝大多数出现在70年代。另外, 逐年最大月纬向强度指数, 70年代均 <780 (1978年虽缺3—12月资料, 但仍可判断 <780), 其平均值为648。逐年最小月纬向强度指数均 <400 , 平均为278。而1980—1984年, 逐年最大月纬向强度指数均 >795 , 平均为892, 逐年最小月纬向强度指数均 >400 , 平均为420(见图2)。上述分析都反映了全

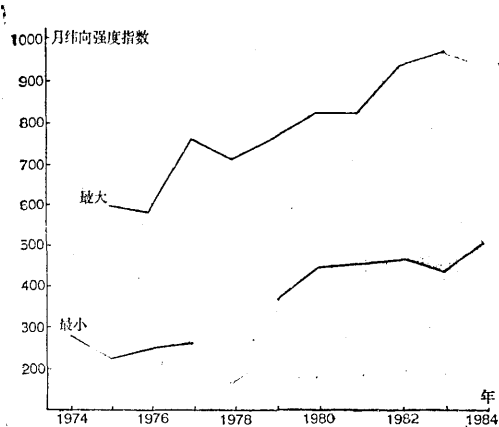


图2 逐年ITCZ最大、最小月纬向强度指数

球ITCZ在70年代中、后期偏弱, 80年代偏强的阶段性特征。这一特征与长江流域旱涝分布的气候特征有一定的联系。众所周知, 70年代中后期长江流域处于气候上的少雨阶段, 相继出现了1974、1976、1978年3个偏旱年份而无一特大洪涝年。而80年代前期, 长江流域则处于气候上的多雨阶段, 在5年的时间里, 相继出现了1980和1983年两个特大洪涝年而无一旱年。虽然年数短, 尚未显示出完整的规律性(如周期等特点), 但至少表明, 全球ITCZ的强弱可作为分析长江流域旱涝的主要背景场。

Liebmann等^[3]分析OLR资料指出, 10°S — 10°N , 90°E — 120°W 是所有时间尺度上标准差最大的地方。这一区域基本上是印度洋—太平洋ITCZ所盘踞的地区。分析表明其变化趋势基本上与全球ITCZ变化趋势一致, 其季节内变化及季节与年际之间的变化也最显著。

我们把两个洪涝年与其他年份作0, 1分档处理, 计算与6月OLR月平均场的相关场, 结果发现: 在ITCZ南侧的低纬洋面上, 从印度洋—太平洋分布着3个显著的负相关区(图3)。计算这3个负相关区内网格点的距平和, 有两个特点: (1) 3个区距平和均为负值的是两个洪涝年; (2) 3个区负距平和的极端最低值都出现在两个洪涝年。表明

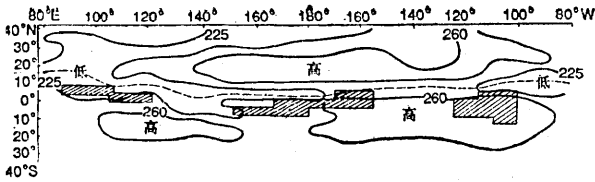


图3 6月OLR月平均场与夏季洪涝相关区域分布图
斜线区为相关区,虚线表示赤道辐合带

了ITCZ南侧低纬洋面上积云对流发展较强是洪涝年的典型特征。从大气环流的观点看,副高是哈得莱环流的下沉气流,和低纬的对流活动有密切的联系。洪涝年夏季北半球副高的特点是西太平洋副高较强,盛夏脊线位置偏南,稳定维持在 25°N 以南,致使雨带停留在长江流域。这表明低纬洋面积云对流的发展与长江流域洪涝的联系,可能是通过对西太平洋副高的加强和抑制脊线北跳的作用来实现的。

了解了低纬洋面相关区内积云对流较旺盛是洪涝期间的典型特征,对于长期预报而言,重要的是找出这3个负相关区的演变过程。分析发现,类似于6月的相关场,3—5月在ITCZ南侧的印度洋、中太平洋、东太平洋都有一个负相关系数较高的相关区(图略)。由于ITCZ由春至夏逐渐北移,于4—5月完成越赤道季节性北跳,所以其南侧的负相关区随着ITCZ的位移而北推,且范围逐月不同(见表1)。但在洪涝年各个相关区内

表1 低纬洋面3个关键区内格点个数

	3月	4月	5月	6月
印度洋	13	31	10	7
中太平洋	6	15	10	17
东太平洋	14	22	19	15

网格点的距平和均为负值,这与其他年份显著不同(见表2)。这表明洪涝期间ITCZ南侧较旺盛的积云对流,是前期3—5月ITCZ南侧积云对流发展持续稳定的演变结果,因

表2 低纬洋面3个关键区月距平和符号

	3月	4月	5月	6月
1975年	—++*	+++	+++	—++
1976年	+++	+++	+++	+—+
1977年	+—+	+—+	+—+	+++
1979年	+++	—++	+—+	—++
1980年	---	---	---	---
1981年	+—+	+—+	—++	+++
1982年	+++	+++	+++	+—+
1983年	---	---	---	---
1984年	++—	+++	---	

*格内符号依次为印度洋、中太平洋、东太平洋关键区月距平和符号

而将春季3—5月ITCZ南侧印度洋—太平洋积云对流异常活跃的持续演变特征,作为预报长江流域特大洪涝发生的一个重要指标。下面,我们分别讨论上述3个区的演变情况。

1. 印度洋关键区

3—6月印度洋ITCZ南侧的洋面上,特大洪涝年始终稳定维持一OLR月负距平区。4月这一区域向东南延伸到澳大利亚附近,反映出洪涝年低纬洋面积云对流发展旺盛。Sikka(4)指出,在所有的季风现象中都可以看到云带的显著特征之一是朝北移动。印度季风最大云带的建立是由4—5月赤道印度洋上空的最大云带北移而形成,季风云带的维持也是由低纬洋面最大云带一次次北移所致。谢安等(5)最近指出, 90°E 赤道附近是OLR反映出的低频波最主要活动中心,5—8月大多低频波自南向北移上高原,与高原低涡的生成、东移有密切的联系。本文所揭示的3—6月低纬洋面持续稳定的积云发展与长江流域洪涝的联系,可能由上述赤道对流潜热强迫源—低频波传递—印度季风系统活跃—青藏高原低值系统活跃—梅雨锋活跃和加强,这样一种连锁反应的天气学模式得到说明。而洪涝年4月这一关键区向澳大利亚延伸则可能表明,大洋洲附近一支越赤道气流对长江洪涝也有一定影响。

表3

低纬洋面3个关键区3—6月距平和

年 份	1975	1976	1977	1979	1980	1981	1982	1983	1984(3—5月)
印度洋	138	835	385	-115	-566	102	341	-1149	3
中太平洋	935	261	-261	230	-589	42	105	-998	-32
东太平洋	541	301	485	428	-414	522	318	-2248	4

2. 中太平洋关键区

表3给出了各关键区3—6月累积距平和。可以看出,中太平洋关键区特大洪涝年与其它年份之间差异很显著。在OLR月平均图上则反映出涝年中太平洋ITCZ较强且位置偏南,其南侧的东南太平洋副热带高压也持续偏弱、偏南、西伸脊点偏东,这是洪涝年反映出的又一典型特征。

3. 东太平洋关键区

在东太平洋关键区,特大洪涝年3—6月累积距平和与其它年份截然不同、尤其是1983年最为突出。从OLR月平均图上可见,3月横贯东西太平洋的ITCZ已经建立,范围广,强度大,相应的南半球东太平洋副热带高压也异乎寻常地偏南,偏弱,这与1982—1983年发生的强厄尔尼诺现象有关。根据近年热带天气学和低纬动力学的研究结果,这一持续的遥相关现象可望得到较好的解释。Webster^[6,7]指出,海温异常对大气的影响是通过其强迫产生对流释放潜热引起的。在热带潜热释放的反馈能使加热异常增幅。由于这种加热主要发生在对流层中、上层,持续足够时间后可以通过Rossby波的传播产生遥相关。这可能是与厄尔尼诺事件有直接关系的东太平洋ITCZ持续异常与长江流域特大洪涝出现遥相关的一种机制。

三、全球副热带高压的演变规律

比较逐月南北半球副热带高压月纬向强度指数可见,其极大值一年四季都出现在北半球,这是与副热带高压的分布特征密切联系的。在北半球,副热带高压沿纬向呈狭长

带状分布,而在南半球其经向伸展范围较宽广,尤其是在浩瀚的太平洋上。

普查分析特大洪涝与OLR月距平场的相关表明,特大洪涝与11—2月南北半球副热带地区的OLR持续异常关系密切,主要相关部位不在副热带高压主体区域内,而是位于其边缘,说明特大洪涝与副高的异常分带特征关系密切。特大洪涝年份在南半球的主要特征是11—12月北澳大利亚高压异常持续发展,而在北半球则主要表现在1—2月东太平洋副高异常发展,北半球基本呈环绕纬圈的带状分布特征。现就两大特征分述如下:

1. 澳大利亚东北部高压异常发展

11—12月,澳大利亚北部是赤道辐合带与印度洋—澳大利亚高压之间的过渡带,而在次年发生特大洪涝的年份里,此区域却为高压所控制,在月距平场上出现持续稳定的正距平,区域范围11月取10—15°S, 130—155°E; 12月取10—15°S, 125—145°E。把这两个月的上述区域内格点的月距平和相加,表示11—12月北澳大利亚高压的强度。从图4中可见,1980和1983年北澳大利亚高压出现异常发展的重要特征。

2. 北半球东太平洋副热带高压异常活跃

1—2月北半球副热带高压基本分为三大高压,高压之间的断裂带分别位于大西洋、东太平洋、西太平洋,以1月最为明显。在这3个断裂带中,又以东太平洋断裂带范围最大,持续时间也最长,通常1—2月在这一区域很少有副热带高压活动,是北半球副高活动的沉寂区域。

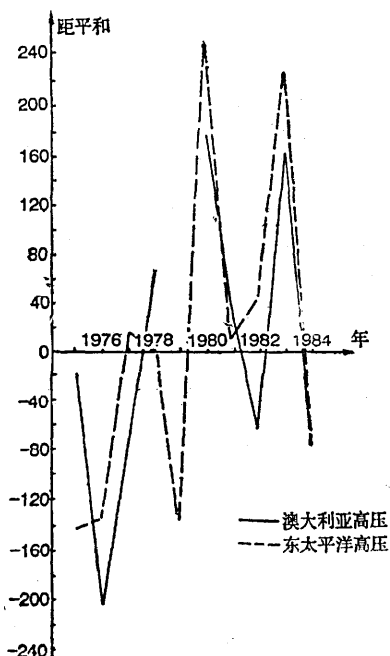


图4 澳大利亚高压与东北太平洋副高区内距平和曲线

特大洪涝年北半球副热带高压的演变不同于上述气候状况。首先表现在高压之间的断裂带很小, 1980和1983年1—2月北半球副高月纬向面积指数和均名列前茅, 分别为140和141, 反映了副高基本呈环绕纬圈的带状分布特征, 而在其他年份则都小于130。更值得注意的是在东太平洋副高沉寂区内, 高压异常地活跃。反映在OLR月距平场上, 1月副高沉寂区(10—25°N, 140—115°W)和2月副高沉寂区(15—20°N, 140—115°W)都是持续稳定的正距平区。由图3同样可清晰分辨出特大洪涝年东北太平洋副高异常活跃的特征。

四、小结

Analysis on the varying laws of the global subtropical high and the equatorial ITCZ and its application

Ma Fuhui

Hu Bowei

(Wuhan Central Meteorological Observatory)

(Institute of Meteorological Science, Hubei Province)

南北半球副高和赤道辐合带在长江流域洪涝发生前期各阶段, 都具有持续2个月以上的异常演变特征。反映这些异常特征的关键区, 11月—2月主要是副热带地区的OLR持续正距平区。3—6月则位于印度洋—太平洋ITCZ南侧低纬洋面的OLR持续负距平区。据此应用OLR月距平资料建立了长江流域特大洪涝长期预报模式(见图5)。

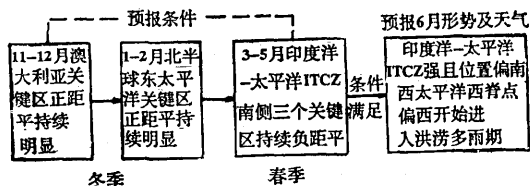


图5 长江流域特大洪涝长期预报模式

参考文献

- [1] 蒋尚诚, 温士顿, 长江流域旱涝的OLR特征, 气象学报, 47, 4, 479—482, 1989.
- [2] 林本达, 张劲松, 加热场的三维结构对亚洲夏季环流的影响, 气象学报, 47, 2, 156—164, 1989.
- [3] Brant Liebmann, M. Chellian and H.M. Van Den Dool, Persistence of outgoing longwave radiation anomalies in the tropics, Mon. Wea. Rev., 3, 670—679, 1989.
- [4] D. R. Sikka, On the maximum cloud zone and the ITCZ over Indian longitudes during the southwest monsoon, Mon. Wea. Rev., 11, 1840—1853, 1980.
- [5] 谢安, 青藏高原及其附近地区大气周期振荡在OLR资料上的反映, 气象学报, 47, 3, 272—278, 1989.
- [6] Webster, P. J., Mechanisms determining the atmospheric response to sea surface temperature anomalies, J. Atmos. Sci., 38, 554—571, 1981.
- [7] Webster, P. J., Seasonality in the local and remote atmospheric response to sea surface temperature anomalies, J. Atmos. Sci., 39, 41—52, 1982.

Abstract

The monthly mean OLR data are used to analyse the varying laws of the global subtropical high and equatorial ITCZ. The persistense and anomalous features in the heavy flood years over the Changjiang valley is investigated. It is shown that much closer attention to the anomalous distribution of the global subtropical high in November—February and the intensity of the cumulus in south to the equatorial ITCZ over the low-latitude oceans in March—June would lay a sound foundation to heavy flood forecasting.