

杨义文

(国家气象中心,北京 100081)

提 要

提出了一个新的阻高指数计算方法,计算和分析了1951~2001年北半球500hPa月平均高度场夏季东亚阻高指数。结果表明,虽然有阻高年多为Ⅲ类雨型,但未必发生长江洪水,长江洪水发生在特定的阻高背景下。与同类研究相比,这套指数较好地反映了近51年夏季东亚阻高活动。

关键词: 夏季 东亚阻高 长江洪水 纬偏距

引 言

夏季东亚阻塞高压(以下简称阻高)是影响中国夏季旱涝的重大灾害性环流系统,例如,长期的业务实践和有关研究均表明,阻高是造成中国长江洪水的关键环流系统之一^[1~5]。但阻高变化特征极为复杂,它时有时无,时强时弱;中心位置时东时西,时南时北,是每年汛期全国短期气候预测会商会讨论难点之一。由于阻高的研究工作比较困难,所以它同其它研究如西太平洋副高(以下简称副高)研究、ENSO研究等相比是一个薄弱环节。这主要表现在,个例研究多,系统性研究少,甚至于至今在业务部门还没有一套行之有效的阻高指数资料。本文是作者阻高研究和长期业务实践的总结,其中阻高指数已为多家省市的业务工作者所引用。

1 阻高定义

综合国内外众多研究,阻塞高压普遍具有以下三个基本特征:第一,主要出现在50°N以北^[6];第二,东西跨度一般不超过50个经度^[6~8];第三,西风锋区产生南北分支,环流场上出现等值线北凸南凹,当北凸部分纬偏距(同一纬圈上不同经度位势高度值相对

于该纬圈平均位势高度值的偏差)为正值时才有可能称得上阻高,正值越大阻高越强;南凹部分纬偏距为负值,负值大表明阻高影响力大,副热带锋区偏南^[7~8]。根据长期的业务实践和大量研究,夏季东亚地区90~160°E范围内出现的阻塞高压对中国夏季旱涝影响最大^[10,11],故本文规定:在月平均500hPa纬偏距场上夏季东亚地区90~160°E范围内,当50~70°N纬度带出现明显的正纬偏距而30~40°N纬度带出现明显的负纬偏距分布时为典型阻高形势。

就500hPa月、旬、候大气环流而言,纬偏距能明确反映定常波扰动的地理位置和发生季节,这种定常波的发生与大地形、海陆分布等强迫作用密切相关。本文引入纬偏距而不用500hPa高度场平均距平就是因为平均距平不能准确反映纬圈的槽脊分布而纬偏距能反映之。比如东亚中纬度500hPa高度场的基本特征是夏脊冬槽(东亚大槽),当冬槽较浅(弱)时500hPa高度距平为正值而纬偏距仍为负值,此时仍为槽区。只有当500hPa纬偏距为正值且正值足够大时才称得上阻高。图1表明东亚地区月平均500hPa纬偏距场

一年之中只有在夏季6、7、8月才为正值,这就是研究东亚阻高总是限定在夏季的原因。

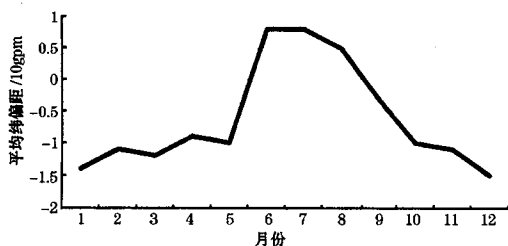


图1 东亚(50~70°N、110~150°E)各月500hPa平均纬偏距(1951~2000年)

2 阻高指数

由于阻高中心可能出现在50~70°N纬度带内的任一经度且阻高形势东西跨度一般不超过50个经度,本文提出一个类似“拉网式搜索法”的阻高指数计算方法,即实际计算时把东亚50~70°N纬度带90~160°E范围细化为90~130°E、100~140°E、110~150°E、120~160°E 4个区间,每40个经度为一个区间,自西向东间隔10个经度为一个步长,即4个北凸区,每区均为23个网格点。取东亚副热带锋区(30~40°N、115~135°E)7个网格点为南凹区。根据北凸区与南凹区平均标准化纬偏距差值符号的配置关系确定4个区每区的阻高指数 Ω_k ,取4个区中阻高指数值最大的一个为东亚阻高指数,定义为 Ω 。显然 Ω 为正值时有阻高,为负值时无阻高。

根据上述定义,阻高指数计算步骤如下:

$$\Omega_k = \left(\sum_{i=1}^{23} \frac{\partial H_i}{\sigma_i} \right) / 23 \pm \left(\sum_{j=1}^7 \frac{\partial H_j}{\sigma_j} \right) / 7 \quad (k = 1, 2, 3, 4) \quad (1)$$

上式中 ∂H 为纬偏距, σ 为均方差。 Ω_k 即分别计算4个区的阻高指数,其中 $\left(\sum_{i=1}^{23} \frac{\partial H_i}{\sigma_i} \right) / 23$ 为北凸区标准化纬偏距差值的累计平均, $\left(\sum_{j=1}^7 \frac{\partial H_j}{\sigma_j} \right) / 7$ 为南凹区标准化

纬偏距差值的累计平均。就纬偏距符号而言,实际阻高形势并不总是北正南负分布的典型阻高形势。北凸区与南凹区平均标准化纬偏距差值均有正负两种可能,这样一来北凸区与南凹区平均标准化纬偏距差值符号就有四种类型的配置关系,在计算阻高指数时分别作如下处理:(A)当北凸区+,南凹区-时,为典型阻高形势,取 $\Omega = \text{凸} - \text{凹}$ 。(B)当北凸区+,南凹区+时,为特殊阻高形势,取 $\Omega = \text{凸} - \text{凹}$ 或 $\Omega = \text{凸} + \text{凹}$ 均不合适,规定 $\Omega = \text{凸}$ 。(C)当北凸区-,南凹区-时为无阻高形势,取 $\Omega = \text{凸} + \text{凹}$ 。(D)当北凸区-,南凹区+时为无阻高形势,取 $\Omega = \text{凸} - \text{凹}$ 。显然,对于A型和B型, Ω 为正值;C型和D型 Ω 为负值。阻高只出现在A型和B型;C型和D型无阻高。 Ω 取4个区中阻高指数值最大的一个。

$$\Omega = \text{AMAX} \{ \Omega_1, \Omega_2, \Omega_3, \Omega_4 \} \quad (2)$$

需要指出的是,根据逐日天气图统计阻高指数时往往侧重于阻高稳定日数,如说某年夏季阻高日数40天,某年夏季仅5天,以此表示各年夏季阻高的不同变化。本文的阻高指数计算对象是北半球500hPa月、旬、候网格平均资料,平均资料失去了逐日变化特征,阻高指数强调阻高强度;这种阻高指数与用阻高日数表示的夏季阻高变化是一致的,阻高指数强必然是阻高日数多的结果,阻高指数弱必然是阻高日数少的结果。

表1为所算1951~2001年夏季6、7、8月东亚阻高指数。根据表1,如果取 Ω 大于 0.5σ 为阻高年,则6月有15年,7月有14年,8月有15年。夏季 Ω 连续3个月大于 0.5σ 的有1968、1969、1974年,此外连续2个月大于 0.5σ 的有1952、1954、1982年(6、7月)和1980、1986、1991、1993、1998年(7、8月)。如果以 Ω 大于 1σ 为强阻高年,则6月

有4年(1952、1954、1969、1973),8月有4年(1970、1986、1993、1996、1999)。(1980、1986、1992、2001),7月有6年(1968、

表1 1951~2001年夏季6、7、8月东亚阻高指数

年代	年份										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1950	6月	*	-0.5	1.2	0.7	1.1	0.1	0.2	0.6	-0.6	0.9
	7月	*	0.2	0.7	0.1	0.9	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1
	8月	*	-0.4	0.4	-0.5	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6
1960	6月	0.1	-1.2	0.2	0.0	0.4	0.2	0.7	0.3	0.7	1.3
	7月	0.2	0.0	0.1	0.1	0.3	0.2	-0.7	0.4	1.4	0.8
	8月	0.5	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	0.1	-1.1	0.5	0.6
1970	6月	0.1	0.3	0.1	1.0	0.8	0.3	0.1	0.0	0.2	0.7
	7月	1.4	0.2	0.0	0.4	0.5	0.1	0.2	0.1	0.0	0.3
	8月	0.0	0.3	-0.5	0.2	0.7	-0.6	-1.0	0.7	0.1	-0.5
1980	6月	0.0	0.2	0.7	0.2	0.2	0.6	0.4	0.3	0.0	0.0
	7月	0.8	0.1	0.9	-0.2	0.1	0.3	1.2	0.2	0.4	0.2
	8月	1.3	-0.4	0.4	0.3	0.0	0.1	1.0	0.6	0.9	0.3
1990	6月	0.2	0.1	0.4	0.4	0.3	0.9	0.0	0.0	0.2	0.0
	7月	0.2	0.6	0.4	1.1	0.3	0.1	1.1	0.2	0.9	1.1
	8月	0.2	0.8	1.1	0.5	-0.8	0.2	-0.2	0.1	0.8	0.3

附:2000年 $\Omega_6=0.6$ $\Omega_7=0.3$ $\Omega_8=0.4$ 2001年 $\Omega_6=0.4$ $\Omega_7=0.3$ $\Omega_8=1.2$

3 几种阻高指数的评估对比

到目前为止,只有章基嘉^[9]给出过系统的阻高指数资料(到1988年止);廖荃荪、赵振国^[10]没给出过系统的阻高指数资料但评估了阻高年。廖、赵从事短期气候预测业务数十年,其阻高年评估更联系业务实际。表2以7月为例比较各家的评估结果,相比之下,章基嘉与廖、赵、杨所评估的阻高年差别较大,如1965、1967、1971、1973、1984年在廖、赵、杨的评估结果里均不是阻高年;尤其是,1954年7月是无争议的东亚阻高年,章基嘉文中也视其为偶极型阻高而列为北半球月平均阻塞形势常见的四种模态之一,但在其阻高指数资料中1954年阻高指数强度在前10名之后;其原因在于章基嘉计算东亚区阻高指数时所定义区间过大(45~65°N、100°E~180°),结果正、负纬偏距互相抵消。本文所评估的阻高年与廖、赵所评估的阻高年多数年份一致,只是多评出了1952、1982、1991

年,这3年的阻高指数 Ω 均在1个标准差以下,而且章基嘉的评估结果有1952年^[9],丁一汇^[12]、马巧英^[4]等也认为1991年7月是有阻高的。这说明本文所算阻高指数与业务实践比较接近,较好地反映了夏季东亚大气环流的实际情况。

表2 7月阻高年四种评估结果对比

出处	阻高年
章基嘉等 ^[9] (1951~1988)	1952、1965、1967、1969、1970、1971、1973、1980、1984、1986
廖荃荪等 ^[3] (1951~1988)	1954、1968、1969、1970、1974、1980、1986
赵振国等* (1951~2001)	1954、1968、1969、1970、1974、1980、1986、1993、1996、1998、1999
杨义文 (1951~2001)	1952、1954、1968、1969、1970、1974、1980、1982、1986、1991、1993、1996、1998、1999

* 见国家气候中心2001年《气候预测评论》

4 20世纪80和90年代盛夏东亚阻高活跃

根据1951~1999年各年代7、8月东亚阻高活动频次(表3),20世纪50、60、70年代东亚阻高为5至10年一遇,80年代增多,90年代达到2年一遇。在90年代,7月和8月

阻高活动频次(均为5次)分别等于或超过1951~1979年的总和。显然,20世纪80和90年代是近51年来夏季东亚阻高活动最频繁的阶段。

表3 7、8月东亚阻高活动频次(取 $\Omega \geq 0.5$)和副高偏南频次

年代	阻高频次			7~8月副高偏南频次	Ⅲ类雨型年数
	7月	8月	7~8月		
1951~1959	2	1	3	5	3
1960~1969	2	1	3	4	2
1970~1979	1	2	3	5	2
1980~1989	3	4	7	12	4
1990~1999	5	5	10	10	6

盛夏东亚阻高建立后一方面使东亚经向环流加强,为中高纬度冷空气南下创造了有利条件;另一方面西风锋区产生分支,其南侧的副热带锋区增强并南压,从而遏制了副高季节性北进,迫使副高位于偏南的位置。20世纪80和90年代盛夏东亚阻高活跃的直接影响是盛夏7、8月副高月平均脊线位置经常位于 25°N 以南,有时是一个月偏南,有时是连续两个月偏南。由表3可见,仅80年代7、8月月平均脊线位置偏南的频次(12次)就几乎相当于前30年的总和(14次)。盛夏7、8月(重点是7月)副高月平均脊线位置偏南的直接结果是中国夏季主要雨带偏南,Ⅲ类雨型年明显增多。由表3还可以看出,在过去的51年中共出现过17个Ⅲ类雨型年,80年代和90年占了10个,其中仅90年代Ⅲ类雨型年就多达6个,接近于前30年的总和(7次)。结果是,就全国范围来看,经常发生降水北少南多或北旱南涝的局面。

这种影响机制可以概括为:盛夏东亚阻高活跃→副高脊线位置偏南→主要雨带位置偏南→北旱南涝。

5 阻高与长江洪水

长江流域半个多世纪以来发生过多次严重洪水,据评估^[2~5,11],1951~2001年比较公

认的长江洪水年有1954、1969、1980、1983、1991、1993、1996、1998年,其中1954、1998年被视为世纪性洪水。气象工作者每次分析长江洪水成因时都把阻高视为重要因素^[1~5]。可以说,长江洪水灾害推动了中国气象工作者对夏季东亚阻高的研究,东亚阻高研究提高了长江洪水的短期气候预测水平。业务实践和统计分析表明,阻高与长江洪水的关系主要表现在有阻高则主要雨带位置偏南但未必发生长江洪水,长江洪水发生在特定的阻高背景下。

5.1 7月阻高年夏季雨带偏南

尽管阻高在6、7、8月的出现几率大致相同,但阻高与中国汛期旱涝的关系集中体现在7月阻高与夏季雨型的关系上。由表4可知,7月阻高年中国夏季基本都为Ⅲ类雨型即主要雨带位置在长江流域及其以南地区(13/14),仅1982年为Ⅱ类雨型即主要雨带位置在黄河与长江之间,而6月和8月得不出这样好的统计结果。

5.2 长江洪水发生在特定的阻高背景下

表4同时表明,尽管7月阻高年中国夏季基本都为Ⅲ类雨型,但并不都是长江洪水年,只有当7月阻高建立同时副高西伸脊点位置在 120°E 以西的环流配置下(即副高偏西型阻塞形势,简称W型)主要雨带才位于长江流域,才会发生长江洪水,如1954、1969、1980、1991、1993、1996、1998年等,作者称之为长江洪水型Ⅲ类雨型,简称ⅢA型;若7月虽有阻高但副高西伸脊点位置在 120°E 以东(即副高偏东型阻塞形势,简称E型),则主要雨带位置在江南或华南地区,长江流域洪涝较前者要轻,如1952、1968、1970、1974、1982、1986、1999年等^[11],简称ⅢB型。需要指出的是,国家气候中心气候诊断预测室把1991年定为Ⅱ类雨型年,但这一年的江

淮大水可与1931年比,长江下游地区尤其是太湖地区的洪水百年不遇,作者认为定为长江洪水年是合适的。

表4 7月阻高年中国夏季雨型和
7月西伸脊点位置(GJ)

W型年	GJ7	雨型	E型年	GJ7	雨型
1954	100	ⅢA	1952	142	ⅢB
1969	115	ⅢA	1968	144	ⅢB
1980	115	ⅢA	1970	129	ⅢB
1991	115	(ⅢA)	1974	135	ⅢB
1993	110	ⅢA	1982	135	Ⅱ
1996	100	ⅢA	1986	123	ⅢB
1998	95	ⅢA	1999	135	ⅢB

雨型划分和GJ均取自国家气候中心气候诊断预测室

6 结论

(1)本文提出的阻高指数计算方法客观,物理意义清楚,所算夏季东亚阻高指数符合实际业务,较好地反映了近51年阻高活动。

(2)20世纪80和90年代是近51年来夏季东亚阻高活动最频繁的阶段,其直接结果是遏制了副高的季节性北进,致使副高月平均脊线位置经常位于 25°N 以南,主要雨带偏南,Ⅲ类雨型年明显增多,经常发生降水北少南多或北旱南涝的局面。

(3)虽然7月阻高年多为Ⅲ类雨型,但有阻高未必发生长江洪水,只有副高偏西型阻

塞形势才可能发生长江洪水。

参考文献

- 1 竺可桢.长江流域1931年7月雨量特多之原因.竺可桢文集,北京:科学出版社,1979:133~140.
- 2 陈汉耀.1954年长江淮河流域洪水时期的环流特征.气象学报,1957,28(1):1~12.
- 3 廖荃荪,杨义文.1980年夏季我国南涝北旱的环流特征初步分析.北京气象中心论文集,1982:20~28.
- 4 马巧英,廖荃荪.1991年我国天气气候特点及北半球环流特征.气象,1992,18(4):39~44.
- 5 李维京.1998年大气环流异常及其对中国气候异常的影响.气象,1999,25(4):20~25.
- 6 朱乾根,林锦瑞,寿绍文.天气学原理和方法.北京:气象出版社,1981:180.
- 7 周晓平,汤懋苍等.亚洲中纬度区域阻塞形势的统计研究.气象学报,1957(28):75~85.
- 8 Rex, D. F. 1950, Tellus 2, 169—211, 275—301.
- 9 章基嘉,陈菊英,罗勇等.北半球月平均阻塞的时空特征及其与我国大范围月气温异常的关系.章基嘉主编,长期天气预报论文集,北京:海洋出版社,1992:5~13.
- 10 廖荃荪,赵振国.我国东部夏季降水的季节预报方法.应用气象学报,1992,3(增刊):1~9.
- 11 杨义文.7月份两种东亚阻塞形势对中国主要雨带位置的不同影响.气象学报,2001,59(6):759~767.
- 12 丁一汇.1991年江淮流域持续性特大暴雨研究.北京:气象出版社,1993:37~38.

The East Asia Blocking High Index in Summer during 1951—2001

Yang Yiwen

(National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

A calculating method for the East Asia blocking high index is put forward. The index from 1951 to 2001 is calculated and analyzed. It shows that the rainfall pattern Ⅲ mostly follows the East Asia blocking high, and the flood of Yangtze valley only occurs under the specific blocking high condition. In comparison with the research done by others, this index describing the East Asia blocking high of recent 51 years is more properly.

Key Words: blocking high index rainfall pattern longitudinal geopotential height departure