

## 华北的雨季

赵汉光

(国家气象中心,北京 100081)

## 提 要

根据旬降水量资料,对华北雨季进行了划分。结果表明,华北雨季开始期主要集中在7月中旬左右,结束期主要集中在8月中旬左右,雨季强度的气候变化特点是由强转弱的趋势变化。分析发现当前期春季青藏高原500hPa高度场偏高和赤道东太平洋海温场偏低时,华北雨季强度为强或偏强的趋势;反之当高度场偏低和海温场偏高时,则雨季强度为弱或偏弱的趋势,这为预报华北雨季强弱变化提供了依据。

关键词: 雨季 雨季强度 预报因子

## 引 言

从气候角度来说,我国东部地区汛期降水主要受东南季风和高原季风的影响,各地雨季的长短和雨量的多寡,都与夏季风雨带的进退、移动和停滞有关。夏季风雨带从冬到夏逐渐向北推移,一般在7月份到达华北<sup>[1]</sup>,华北地区由于受季风气候的影响,降水季节分配不均,降水量主要集中在夏季,约占全年降水量的65%—75%,是我国东部地区降水集中程度最大的一个地区。华北雨季一般集中在7—8月,其中7月下旬—8月上旬,是最盛时期,但因逐年雨季来临迟早不一,强弱变化差异显著,相应地夏季出现旱涝灾害的几率亦比较频繁,对国民经济和工农业生产有着直接的影响。因此,研究华北的雨季具有十分重要的意义。

本文通过对华北地区的雨季划分,分析它的气候变化特征,探讨影响华北雨季强度变化的物理因子,为预报华北地区雨季强度变化提供依据。

## 1 雨季的划分

本文在划分华北地区的雨季时,选取以

承德、北京、天津、保定、德州、安阳、新乡等站作为代表站,采用1951—1993年的3月上旬至9月下旬各年旬降水量资料。

利用旬降水量资料进行华北地区雨季的划分,主要是考虑到华北地区的降水性质与南方地区有所不同。如长江中下游地区的梅雨期多持续性准静止锋的降水,而华北地区雨季期内的降水多间歇性的雷暴雨。如用逐日降水资料来划定雨季起止期,往往比较难以确定。此外,从长期预报业务需要出发,采用旬降水量资料,一方面便于资料收集,另一方面便于在实际预报和服务工作中使用。

## 1.1 雨季起止期的划定

一般来说,反映一个区域的雨季开始和结束,首先应该考虑该区域内平均降水强度是否有明显的增加或减少;其次是这种降水强度的增加或减少是否具有区域性。所以,本文在划定华北地区雨季开始期和结束期时,规定该旬降水量必需满足以下两个条件:①该旬内,华北7站的总降水量达到或超过各站历年3—9月旬平均降水量总和的2倍,以保证雨季开始前后的雨量有明显的变化;②同时该旬内,华北7站中有5站以上的旬降水量分别达到或超过各自历年3—9月旬平

均降水量,以保证雨季开始具有区域性而不是局地性。

如某旬降水量首先满足上述两条件者,则该旬可作为华北雨季的开始期,雨季结束期也同样,如雨季期最后一个旬降水量不满足上述两个条件者,则该旬作为华北雨季的结束期。

在雨季开始期和结束期之间,即雨季期内,只允许有一个旬降水量中断,即该旬降水量不满足上述两个条件,如有连续两个旬或以上中断时,则原先划定的雨季开始期需重新划定,但在雨季期内,可允许出现几个雨段,每个雨段必须有两个或两个以上的旬降水量都满足上述两条件者,才能组成一个雨段。

图1给出了1951—1993年华北地区雨季起止期及雨季长度的示意图。

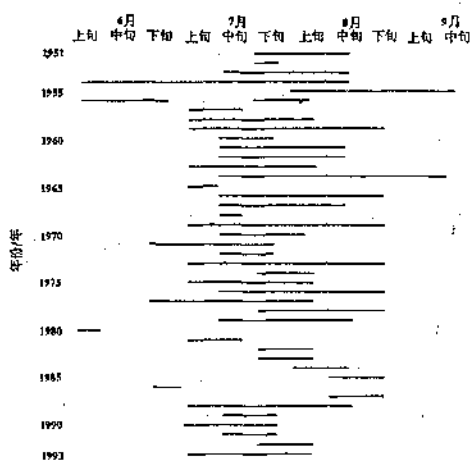


图1 华北雨季起止期及雨季长度示意图 (1951—1993年)

## 1.2 雨季强度等级的分类

本文采用雨季强度指数表征华北地区雨季的强弱变化,雨季强度指数(以 $f$ 表示)由如下3个量组成:①雨季总降水量占多年平均雨季总降水量的百分比;②雨季内最大旬降水量占多年平均雨季期最大旬降水量的百分比;③雨季长度占多年平均雨季长度的百

分比。综合相加后的百分数即为华北地区雨季强度指数。

根据雨季强度指数划分雨季强度等级。当华北地区雨季强度指数 $f \geq 4.00$ 以上定为雨季强; $3.00 < f < 4.00$ 定为雨季偏强; $2.00 < f \leq 3.00$ 定为雨季偏弱; $f \leq 2.00$ 定为雨季弱。

表1给出了逐年华北地区雨季强度指数值及雨季强度等级。

表1 华北地区雨季强度指数值及等级\* (1951—1993年)

年代	强度指数	等级	年代	强度指数	等级	年代	强度指数	等级
1951	1.81	4	1966	3.56	2	1980	0.97	4
1952	1.84	4	1967	2.79	3	1981	1.87	4
1953	3.62	2	1968	1.06	4	1982	2.29	3
1954	6.27	1	1969	4.14	1	1983	1.38	4
1955	4.54	1	1970	2.76	3	1984	2.94	3
1956	5.46	1	1971	3.00	3	1985	2.11	3
1957	1.89	4	1972	1.93	4	1986	1.46	4
1958	3.72	2	1973	4.57	1	1987	2.00	3
1959	4.82	1	1974	2.79	3	1988	3.79	2
1960	2.01	3	1975	3.12	2	1989	2.01	3
1961	3.71	2	1976	3.86	2	1990	2.66	3
1962	3.25	2	1977	4.93	1	1991	2.27	3
1963	6.19	1	1978	3.20	2	1992	1.74	4
1964	5.23	1	1979	2.78	3	1993	2.72	3
1965	1.03	4						

\* 雨季强度等级:1级为强,2级为偏强,3级为偏弱,4级为弱

## 2 雨季变化的气候特征

通过对华北地区的雨季开始期、结束期以及雨季强弱的划分,进一步分析华北地区雨季变化的气候特征。

### 2.1 雨季起止期的变化特征

从图1可见,华北地区雨季来临的早晚时间差异是十分显著的,其中最早的年份出现在6月上旬,最晚的年份出现在8月中旬,

两者可相差两个多月。对于结束期来说,最早的年份可出现在6月中旬,而最晚的年份可推迟到9月下旬,两者相差3个多月。由此可见,结束期比开始期早晚年份的差异更大。同时从图1中可见,进入80年代以来,华北地区的雨季开始期推迟和雨季长度变短。

从统计结果来看,华北雨季开始期主要集中在7月份,概率达79%,其中7月中旬雨季开始的概率为最大,可达32%;其次是7月上旬,概率为28.9%,7月下旬雨季开始的概率为18.1%。所以华北雨季开始期主要集中在7月中旬左右,一般与夏季风雨带达到华北地区的气候规律是相一致的。

雨季结束期主要集中在8月中旬—9月上旬之间,概率为65.1%。其中8月中旬雨季结束的概率为最大,可达25.6%;其次是8月下旬,概率为20.9%;9月上旬雨季结束的概率为19.6%。看来华北雨季结束期的集中程度不如开始期明显。这可能与冬季风来临的早晚有关。

## 2.2 雨季强度变化的特征

图2给出了华北雨季强度指数与华北各站夏季降水量的相关图,从图中可见,在黄河中下游以北的华北地区有一大片的正相关区域,相关系数在0.50以上(信度超过0.001以上)的地区包括河北大部、山东西部和北部、山西大部、河南东北部等地区,中心位于

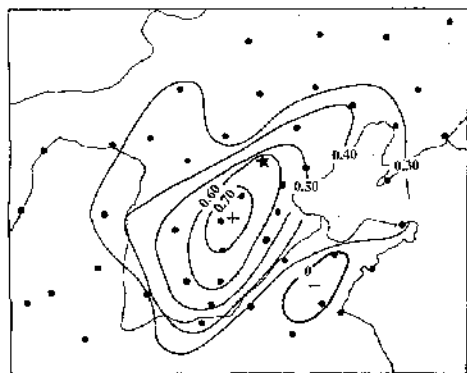


图2 雨季强度指数与华北各站夏季降水量的相关图

河北保定、石家庄、邢台一带,相关系数达到0.70以上。由此可见,华北雨季强度指数的变化可以反映出华北地区大范围夏季降水量的多寡和旱涝情况。

根据表1中给出的华北地区雨季强度等级资料表明:近40多年来,华北地区雨季强度等级为1级(强)的年份共有9年(1954、1955、1956、1959、1963、1964、1969、1973、1977年),是华北夏季的涝年或洪涝年;相反华北地区雨季强度等级为4级(弱)的年份共有11年(1951、1952、1957、1965、1968、1972、1980、1981、1983、1986、1992年)亦是华北夏季的旱年或大旱年。而雨季强度等级为2级(偏强)和3级(偏弱)的年份分别为9年和14年。其中雨季强度为强或偏强的年份共占41.8%,而雨季强度等级为弱或偏弱的年份共占58.1%。总的来看,华北地区雨季弱和偏弱的年份占优势,雨季强度等级的变化基本上能反映出华北地区的夏季旱涝程度。

从表2中,我们可以看出华北地区雨季强弱的气候变化情况,华北雨季强弱的变化趋势大致可分三个阶段,第一阶段从1951—1964年共14年,华北地区为多雨期,雨季强度以强或偏强为主,约占71.4%。其中雨季强度等级为1级的有6年,2级的有4年,3级的仅1年,4级的有3年。涝年多于旱年。第二阶段从1965—1978年共14年,华北地区转为少雨期,雨季强度以强或偏强和弱或偏弱的年份各占50%,即雨季强度等级为1级的有3年,2级的有4年,3级的有4年,4级的有3年,虽然涝年和旱年各3年,但该时期出现了3次大旱年(即1965、1968、1972年)。第三阶段从1979—1993年共15年,华北地区为明显的少雨期,雨季强度以出现弱或偏弱等级的年份占绝对优势,共占93.3%,其中雨季强度等级为4级的有5年,3级的有9年,2级的仅1年,1级的年份没出现。可见80年代以来,华北雨季如此之弱,在历史上是少见的。

表2 各个阶段华北雨季强度等级的气候变化趋势

年 代	雨季强度等级				年数	变化趋势	
	1	2	3	4		强或偏强	弱或偏弱
1951—1964	6	4	1	3	14	71.4%	28.6%
1965—1978	3	4	4	3	14	50.0%	50.0%
1979—1993	0	1	9	5	15	6.7%	93.3%

上述这3个阶段雨季强度的气候变化,阶段性是十分显著的,每个阶段之间的差异比较结果表明,反映在雨季平均总降水量上它们之间的比为2:1.5:1;在雨季内平均最大旬降水量之比为1.6:1.2:1之比;在雨季平均长度之比为1.7:1.4:1。在雨季盛期(7月下旬—8月上旬)平均总降水量之比为1.5:1.3:1。

综上所述,从50年代开始到90年代前期,华北地区的雨季强度变化总的气候特点是由强转弱。

### 3 雨季变化的成因分析

本文在分析华北雨季变化的物理因子方面着重分析青藏高原高度场的变化和海温场的变化与华北雨季变化的关系。

#### 3.1 与青藏高原高度场变化的关系

姚兰昌等人<sup>[2]</sup>在计算亚洲地区月平均大气加热场时得出,在青藏高原地区有两次热源增强过程,第一次出现在3月份,第二次出现在5月份,并且指出青藏高原热源加热早而强,对6月南支副热带急流北跳和雨季爆发有贡献。

从我们计算的北半球500hPa高度场的变化与华北雨季强度变化之间的相关场分析发现,2—4月,在青藏高原地区及其附近连续3个月分别有成片的正相关区域存在。其中尤其是3月份,相关区的范围很大,相关系数达到信度0.001以上的范围正位于青藏高原地区(见图3)。从时间上看,3月份正是青藏高原热源增强过程第一次出现的月份。因

此,我们认为,青藏高原加热过程势必导致高原上空500hPa高度场的变化以及地面盛行风场的改变。此外从表3给出的高原地区蒸发潜热、有效辐射、感热三种热量来看<sup>[3]</sup>,高原给大气的热量输送,就全年而论以感热输送为最大,有效辐射次之,蒸发潜热最小。从表中还可以看出:高原地区从冬到春感热是递增的,其中2月到3月感热递增率为73卡·厘米<sup>-2</sup>·日<sup>-1</sup>;3月到4月感热递增率为93卡·厘米<sup>-2</sup>·日<sup>-1</sup>;4月至5月递增率为45卡·厘米<sup>-2</sup>·日<sup>-1</sup>。2—4月,高原地区的感热递增率最大。与此同时,青藏高原地区(以25—35°N,80—100°E表示)500hPa高度场(上述地区格点高度之和)的递增速度(从月际变率来看)亦是最快的,如2月到3月,青藏高原上空500hPa高度场递增500gpm,3月到4月递增590gpm;4月到5月递增450gpm。由此可见,2—4月,高原给大气的感热输送和高原上空500hPa高度场的递增,其最大递增率在时间上是一致的,2—4月青藏高原地区500hPa高度场的变化与华北雨季的强弱变化又有着密切的相关。因此,我们认为高原热状况的变化可能直接与华北雨季变化有关。

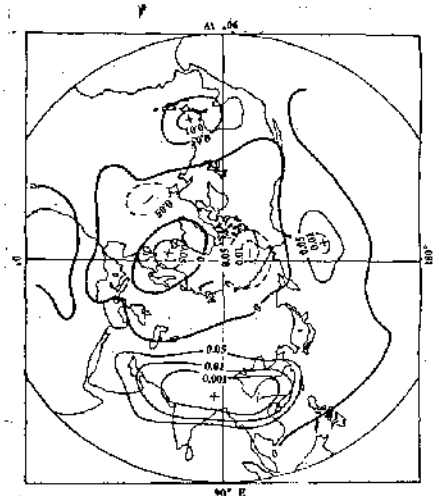


图3 华北雨季强度指数与3月份北半球500hPa高度场的相关

表3 高原地面冷热源计算结果(卡·厘米<sup>-2</sup>·日<sup>-1</sup>)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
感热	43	89	162	255	300	291	240	198	164	130	66	27
潜热	2	4	21	21	28	78	86	75	29	4	4	2
辐射	167	167	167	167	167	112	112	112	162	162	162	167
总输送	212	260	350	443	495	481	418	385	355	296	232	196

\* 1卡=4.1868焦耳

当然表中的结果只是一个气候平均,不同的年份,高原感热递增的速度和开始猛增的时间会有所差异,而这种差异可能影响我国东部地区汛期降水的多寡和雨季出现早晚以及雨季强度的变化。

### 3.2 与海温场变化的关系

近年来,我国学者研究了 ENSO 事件与副热带高压及我国雨带分布的关系。黄荣辉等人<sup>[4]</sup>的研究表明 ENSO 事件的不同阶段,赤道东太平洋的海温异常对我国旱涝有着不同的影响。

当赤道东太平洋海温正在增温阶段,即 ENSO 事件处于发展阶段,该年夏季我国江淮流域降水将会偏多,可能发生涝灾,而黄河流域、华北地区的降水偏少,发生干旱,并且在江南地区的降水也偏少,也可能产生干旱;相反,当 ENSO 事件处于衰减阶段,该年夏季我国江淮流域的降水将会偏少而发生干旱,而黄河流域、华北地区及江南、华南地区的降水可能偏多。

我们在分析华北雨季强弱年份时,发现北太平洋夏季海温距平场的分布(见图 4a、b)类型有所不同,当华北雨季弱的年份,夏季北太平洋海温距平场(a)呈现北负南正的分布类型;即 30°N 以北海温距平以负距平为主,而在 30°N 以南海温距平以正距平为主。这种海温距平场的分布是属于厄尔尼诺现象的特征。与此相反,当华北雨季强的年份,夏季北太平洋海温距平场(b)呈现北正南负的分布类型,即在 30°N 以北,海温距平以正距

平为主,而在 30°N 以南,海温距平场以负距平为主,这种海温距平场的分布是属于反厄尔尼诺现象的特征。

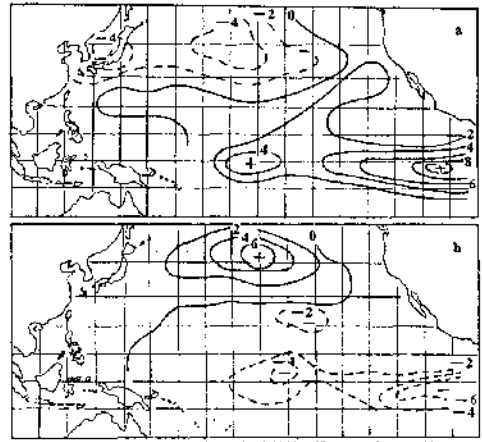


图4 华北雨季强、弱年夏季北太平洋海温距平场的分布

a. 雨季弱年 b. 雨季强年

由此可以看出,华北雨季强弱年份,夏季北太平洋海温距平场的分布类型是相反的。

下面我们将进一步分析历次厄尔尼诺事件和反厄尔尼诺事件与华北雨季变化的关系。分析结果表明:当厄尔尼诺开始的年份和次年夏季后厄尔尼诺才结束的年份,则华北雨季强度以弱或偏弱的年份约占 70.6%,其中雨季弱的年份有 8 年,偏弱的年份有 4 年,而偏强的年份有 3 年,强的年份仅 2 年;相反,当反厄尔尼诺开始的年份和次年夏季后反厄尔尼诺才结束的年份,则华北雨季强度以强或偏强的年份约占 60%;其中雨季强的年份有 4 年,偏强的年份有 2 年,而偏弱的年份有 4 年,但没有出现弱的年份。由此看来, ENSO 事件的发生和发展对华北雨季强度的变化有着一定的影响。

### 4 雨季强度的预报

通过对华北雨季强度变化的影响因子分析可见,青藏高原高度场和赤道东太平洋海温场的变化对华北雨季强度预报有一定的指

示意义。下面我们利用2—4月青藏高原地区(25—35°N, 80—100°E)500hPa高度距平和以及3—4月赤道东太平洋地区(0—10°S, 180—90°W)平均海温距平和作为预报因子。图5给出了华北雨季强度趋势预报图。从图中可见,当青藏高原地区2—4月份500hPa高度场距平为正,并且赤道东太平洋海温场距平为负时,则华北雨季强度以强或偏强为主;反之,则相反。

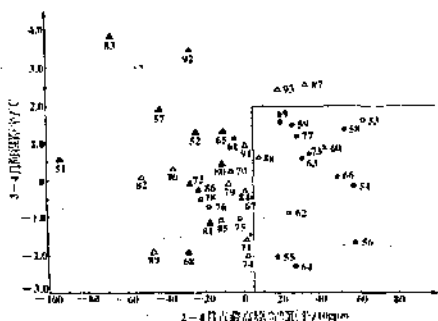


图5 华北雨季强度趋势预报图

●为雨季强的年份,○为雨季偏强的年份,△为雨季偏弱的年份,▲为雨季弱的年份

## 5 小结

5.1 华北雨季开始期主要集中在7月中旬左右,结束期主要集中在8月中旬左右,其中雨季开始期比结束期在时间上相对地要集中。

5.2 华北雨季强度的气候变化趋势大致可分为三个阶段,第一阶段(1951—1964年)雨季强度以强或偏强的年份占优势,约占71.4%;第二阶段(1965—1978年)雨季强(偏强)、弱(偏弱)的年份各占50%;第三阶段(1979—1993年)雨季强度以弱(偏弱)的年份占绝对优势,约占93.3%。雨季强度变化总趋势是由强变弱。

5.3 华北雨季强度的变化与前期2—4月青藏高原地区上空500hPa高度场的变化呈正相关关系,与ENSO事件的发生和发展亦存在着一定的联系。一般在厄尔尼诺开始年及次年夏季后厄尔尼诺才结束的年份,华北雨季强度以弱或偏弱为主,一般在反厄尔尼诺开始年及次年夏季后反厄尔尼诺才结束的年份,华北雨季强度以强或偏强为主。

## 参考文献

- 1 梁平德. 印度夏季风与我国华北夏季降水量. 气象学报, 1988, 1.
- 2 姚兰昌等. 亚洲地区月平均大气加热场及其年变特征. 高原气象, 1982, 3.
- 3 叶笃正, 高山裕等. 青藏高原气象学. 北京: 科学出版社, 1979.
- 4 Huang, Ronghui, Wu, Xifang. The influence of ENSO on the summer climate change in China and its mechanism. proceedings in Japan-U. S. Workshop on the ENSO phenomenon Nov. 3—7, 1987 Tokyo University.

## Rainy Season in North China

Zhao Hanguang

(National Meteorological Center, Beijing 100081)

### Abstract

Using the dekad precipitation data, rainy season in North China is defined. The analysis shows that the rainy season begins and ends in the second dekad of July and August, respectively. The climate change of rainy season intensity is divided into the three stages. It was found that the change of rainy season intensity is related with the change of 500hPa height field in Qinghai Xizang plateau region and ENSO event.

**Key Words:** rainy season rainy season intensity predictor