

文章编号: 1673-1719 (2008) 02-0095-06

1880—2006年中国夏季雨带类型的年代际变化特征

赵振国, 朱艳峰, 柳艳香, 许力, 孙林海, 李想

(中国气象局气候研究开放实验室, 北京 100081)

摘要: 利用1880—2006年中国东部地区夏季降水量及1951—2006年中国160个站夏季降水量和北半球大气环流资料, 在夏季降水分型的基础上, 研究了夏季雨型的年代际变化规律, 分析了夏季各类雨型所对应的北半球500 hPa环流场的主要特征。结果表明: 东部季风区和西部区存在着20~40 a左右的年代际振荡趋势, 东北区则表现为明显的15 a左右的年代际变化特点; 东部季风区四类雨型东亚大气环流差异显著, 西部区二类雨型和东北区二类雨型东亚大气环流的配置基本都相反。

关键词: 中国; 夏季雨型; 年代际变化; 环流特征

中图分类号: P426.61⁺⁴ **文献标识码:** A

引言

为了作好中国夏季旱涝趋势预测, 自20世纪70年代以来, 许多研究者在中国夏季降水分型及其雨型的气候规律和大气环流特征方面作了大量有益的分析研究。20世纪70年代, 有关学者^[1-2]首次提出了中国夏季三类雨型的概念: 主要多雨带在黄河流域及其以北地区为第1类雨型; 主要多雨带位于黄河与长江之间为第2类雨型; 主要多雨带在长江流域及其以南地区为第3类雨型。他们还研究了各类雨型的大气环流成因及海洋和大气的前兆信号, 建立了三类雨型的预测概念模型。此后, 三类雨型很快在全国推广应用, 至今已有近30 a的历史, 成为每年全国汛期预报会商讨论的重点。许力等^[3]进行了夏季三类雨型的客观化分型试验; 陈兴芳等^[4]利用近百年中国夏季降水资料延长了三类雨型序列。

另外, 王绍武等^[5]将夏季降水分别划分为六类和八类; 赵汉光给出了8月降水的两大类型^[4]。

上述分型各有特点, 但也存在以下不足之处: 1) 分型较粗会把不同环流成因的降水型归为同一类, 分型较细则会把同一环流背景下的降水型划分为不同类; 2) 雨型研究基本上都着眼于东部季风区, 对东部季风区以外, 特别是西部广大地区夏季降水分型及雨型特征的系统分析还比较少; 3) 雨型研究大多集中在近50多年, 对20世纪50年代以前我国夏季雨型特征特别是年代际趋势研究还不多。本文根据前人划分中国夏季雨型的有益经验和主要问题, 一方面改进雨型划分的思路和方法, 扩大分型范围, 延长雨型序列, 力求分型更为全面、合理; 另一方面分析各类雨型的大气环流成因和气候特征, 重点利用东部季风区新划分的127 a长序列雨型资料探讨各类雨型的年代际变化规律。

收稿日期: 2007-08-14; 修订日期: 2007-12-07

基金项目: 国家自然科学基金项目(40505014; 40675038)资助

作者简介: 赵振国(1942-), 男, 正研级高工, 主要从事气候预测业务和研究。E-mail: zhaozg@cma.gov.cn

1 划分雨型的资料与方法

本文所采用的基本资料包括：国家气候中心1951—2006年中国160个站月降水量资料、北半球500 hPa月平均高度资料，以及王绍武、赵振国等整理的1880—2006年中国东部地区71个站夏季降水资料。

分型的基本思路和方法是：1) 根据中国夏季降水空间分布的气候特点和大气环流的成因差异，将全国划分为东部季风区（105°E以东华北到华南主要受季风系统影响的广大地区）、西部区（105°E以西的西北、西南地区）和东北区（东北三省和内蒙古东部地区）三大气候区；2) 以基本气候区为基础，用EOF、PCA、SVD等方法找出主要模态，分析各气候区夏季优势降水分布型，各种方法给出的优势降水型基本一致；3) 根据优势降水型用模糊聚类方法进行逐年的雨型划分，并对个别年份根据经验进行主观订正。根据此方案，1951—2006年（56 a）夏季雨型是使用全国160个站中位于东部季风区的105个站降水量资料划分的；在此基础上，还用整理的东部季风区59个站夏季降水量资料，划分了1880—1950年（71 a）的夏季雨型，这样就将中国东部季风区夏季雨型资料从56 a延长到127 a^[6-8]。

2 三大气候区雨型的基本特征

2.1 东部季风区四类雨型

东部季风区划分为四类雨型：1) E1类，主要多雨带位于黄河流域、华北一带，1951—2006年共出现20 a，占36%；1880—2006年共出现41 a，占32%。2) E2类，主要多雨带位于黄河与长江之间，中心在淮河流域，1951—2006年共出现17 a，占30%；1880—2006年共出现36 a，占28%。3) E3类，主要多雨带在长江流域，1951—2006年共出现9 a，占16%；1880—2006年共出现19 a，占15%。4) E4类，主要多雨带在华南、江南地区，1951—2006年共出现10 a，占18%；1880—2006年共出现31 a，占25%。

把上述四类雨型与原来的三类雨型进行比较可以发现，E1类雨型与第1类雨型接近，主要多雨区

都位于黄河流域、华北一带；E2类雨型与第2类雨型相似，主要多雨区都在黄河与长江之间；E3、E4类雨型则是把原来第3类雨型进一步细分为长江类和华南、江南类。显然，这次划分的四类雨型是对原来三类雨型的改进。

从1951—2006年的56 a间各类雨型出现的概率来看，E1类最高，E2类次之，E4类较低，E3类最低。E3类雨型出现的概率还不到E1类的一半，说明夏季主要雨带在黄河流域、华北地区出现的机会最多，而在长江流域出现的机会最少。1951—2006年间E1、E2类雨型共有37 a，E3、E4类雨型仅19 a，不难看出，近56 a来，雨型北多南少类明显多于北少南多类，北方多雨占优势，南方则少雨占优势。将1880—2006年上述各种雨型出现比例与1951—2006年比较可以发现，E1、E2、E3类雨型差别不大，E4类雨型的出现比例稍有提高。

2.2 西部区二类雨型

西部区划分为二类雨型：1) W1类，多雨占优势，降水分布为中西部多东部少，1951—2006年共出现19 a，占34%。2) W2类，少雨占优势，降水分布为中西部少东部多，1951—2006年共出现37 a，占66%。近50多年来，西部地区夏季少雨年（W2类）比多雨年（W1类）多了几乎1倍，说明这一时期西北地区虽然干、湿时段比较分明，但总体上仍是少雨干旱占优势。

2.3 东北区二类雨型

东北区划分为二类雨型：1) N1类，大部地区多雨，1951—2006年共出现27 a，占48%。2) N2类：大部地区少雨，1951—2006年共出现29 a，占52%。

56 a年来，东北地区夏季多雨年（N1类）和少雨年（N2类）非常接近，说明这一时期东北地区旱年和涝年出现的概率相当。

3 年代际变化趋势

3.1 东部季风区

3.1.1 主要雨带纬度位置的年代际趋势

图1是东部季风区夏季主要雨带纬度位置(分别以38°N、34°N、30°N、26°N代表E1、E2、E3、E4类雨型的雨带位置)的年代际变化曲线,从图中主要雨带逐年纬度位置的多项式趋势线可以清楚地看出主要雨带南北变化的20~40 a的年代际趋势。图1中年代平均纬度的历史变化反映了主要雨带南北移动的规律:1880年代主要雨带处于明显偏南位置,此后北抬;1900年代到达明显偏北位置后南移;1940年代达到异常偏南位置,之后又北抬;1970年代到达异常偏北位置,而后再南移;1990年代达到明显偏南位置。从2000年代开始主要雨带北抬,这可能标志着未来东部季风区主要雨带位置将呈逐渐北抬的趋势。

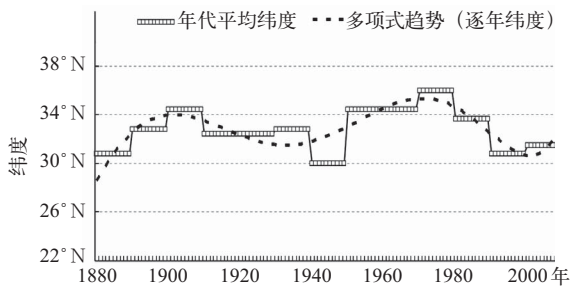


图1 东部季风区夏季主要雨带纬度位置的年代际变化

Fig. 1 Decadal variation in the latitude of summer main rain-belt in eastern monsoon region of China

3.1.2 各类雨型的年代际变化

由前述可知,1880—2006年127 a期间东部季风区夏季E1、E2、E3、E4类雨型出现的气候概率分别为32%、28%、15%、25%。这里,把各类雨型在各个年代出现的实际概率大于(小于)其气候概率的年代初步确定为该雨型偏多(少)年代,然后进一步确定雨型趋势的转折年份,划分出雨型的具体偏多(少)时段。以这四类雨型各自的气候概率为标准,将某类雨型出现的概率高(低)于气候概率并通过0.05显著性水平的时段定义为明显偏多(少)期,高(低)于气候概率并通过0.10显著性水平的时段定义为偏多(少)期,高(低)于气候概率但未通过上述检验的时段定义为正常偏多(少)期。统计表明,四类雨型出现明显偏多(少)期的

平均概率为67%,出现偏多(少)期的平均概率为19%,出现正常偏多(少)期的平均概率为14%。根据上述结果,分析1880—2006年夏季E1、E2、E3、E4类雨型长期变化规律发现,东部季风区夏季雨型存在20~40 a的年代际变化特征。

E1类雨型具有20~30 a的阶段性变化特征:1880—1900年(21 a)为明显偏少期;1901—1929年(29 a)为偏多期;1930—1957年(28 a)为正常偏少期;1958—1978年(21 a)为明显偏多期;1979—2006年(28 a)为偏少期。1979年以来,E1类雨型持续偏少,已与历史上最长的少雨期1930—1957年(28 a)相当,表明未来夏季E1类雨型出现的可能性将不断增大,黄河流域、华北地区有可能逐渐向多雨期过渡。

E2类雨型20 a左右的阶段性特征比较明显:1880—1900年(21 a)为明显偏多期;1901—1917年(17 a)为明显偏少雨;1918—1931年(14 a)为偏多期;1932—1950年(19 a)为明显偏少期;1951—1975年(25 a)为明显偏多期;1976—1999年(24 a)为明显偏少期;2000—2006年(7 a) E2类雨型明显偏多,黄河与长江之间以多雨为主,可能标志着淮河流域进入了一个多雨期。

E3类雨型的年代际变化比较复杂,但20 a左右的阶段性特征仍有所反映:1880—1900年(21 a)为正常偏少期;1901—1917年(17 a)为明显偏多期;1918—1979年(62 a)为偏少期,这个少雨期经历了很长时间,表明这个时期主要雨带出现在长江流域的概率比较小,但这并不意味着长江流域长时间持续少雨;1980—1999年(20 a)为明显偏多期;2000—2006年没有出现E3类雨型,长江流域持续少雨,长江中下游梅雨特征异常偏弱,意味着长江流域可能转入了一个少雨期。

E4类雨型35~40 a的阶段性特征反映了华南、江南地区比东部季风区其他地区更长时间尺度的年代际变化趋势:1880—1917年(38 a)为正常偏少期;1918—1952年(35 a)为明显偏多期;1953—1992年(40 a)为明显偏少期;1993—2006年(14 a) E4类雨型明显偏多,这个多雨期还可能持续较长一段时间。

3.1.3 降水分布形态的年代际演变

从20世纪50年代后期至70年代末、80—90年代末以及2000年以来中国夏季降水距平百分率分布(图略)可以清楚地看出,近50多年来,东部季风区夏季降水总体分布特征的年代际演变特征为:20世纪50年代到70年代后期,主要雨带位置以偏北为主,降水呈北多南少分布,反映了E1、E2类雨型占优势的特点,是典型的北方多雨型;20世纪70年代后期至90年代末,主要雨带位置以偏南为主,降水呈北少南多分布,反映了E3、E4类雨型占优势的特点,是典型的南方多雨型^①。但2000年以来的降水分布形态既不同于典型的北方多雨型,也不同于典型的南方多雨型,主要多雨带摆动于黄河与长江之间及华南、江南一带,淮河流域明显多雨,黄河流域、华北地区和长江流域同时处于少雨干旱阶段。从雨型划分结果看,这7 a中E2类雨型有3 a, E4类雨型有3 a, E1类雨型仅有1 a,没有出现E3类雨型, E2、E4类雨型明显占优势(86%)。这种分布型在近50多年来实属罕见,但在20世纪50年代初以前并不少见,一共出现过3次(见表1):最长的1次出现在1880—1900年,21 a中E2、E4类雨型有16 a,占76%;其次是1941—1952年,12 a中E2、E4类雨型有10 a,占83%;最短的1次发生在1918—1925年,8 a均出现E2、E4类雨型。由此可见,2000年以来,东部季风区夏季降水分布可能转入另一种形态的年代际趋势,即黄河流域、华北一带仍持续少雨;长江流域转入又一个少雨期;华南、江南地区

表1 夏季东部季风区E2、E4类雨型占优势时段的气候特征
Table 1 Climatological characteristics of E2 and E4 rain-pattern in summer in the eastern monsoon region

时段	时段长度/a	E2、E4类雨型出现次数/a	E2类雨型出现次数/a	E4类雨型出现次数/a
1880—1900年	21	16	9	7
1941—1952年	12	10	3	7
1918—1925年	8	8	3	5
2000—2006年	7	6	3	3

仍维持多雨;淮河流域进入明显多雨期。这种分布型还可能会持续一段时间,随后主要雨带将逐渐北抬。

3.2 西部区

该区的雨型演变与东部季风区基本类似,1951—2006年西部区夏季雨型也存在着20~30 a的年代际变化特征,20世纪70年代后期以前W2类雨型居多,以少雨为主;其后W1类雨型居多,以多雨为主^[7,9]。

3.3 东北区

1951—2006年东北区夏季雨型的年代际变化与东部季风区和西部区不完全一致,有15 a左右的年代际变化特征,20世纪50年代初到60年代中期为多雨期,60年代后期到80年代初为少雨期,80年代中期到90年代中期又转为多雨期,90年代后期进入另一个少雨期^[8]。

4 大气环流特征

4.1 东部季风区

根据对夏季E1、E2、E3、E4类雨型年同期北半球500 hPa高度距平场和东亚主要环流系统的分析,结果表明:E1类雨型年东亚地区高度场从高纬到低纬表现为典型的“负-正-负”遥相关距平型,70%的年份东亚阻塞形势不显著,西太平洋副热带高压偏北的概率达85%,西伸脊点平均位置比常年偏西3°经度,主要多雨带出现在黄河流域、华北一带。E2类雨型年东亚环流的主要特点在2000年前、后不完全一样(见表2):2000年前,东亚遥相关型极不典型,东亚地区基本上是负距平从高纬贯穿到低纬地区,86%的年份东亚阻塞形势不显著,79%的年份西太平洋副热带高压强度偏弱、位置正常偏北,西伸脊点平均位置比常年偏东3°经度,主要多雨带形成于黄河与长江之间;2000年以后,东亚遥相关型也不典型,但东亚地区从高纬到低纬地区全为正距

① 赵振国,许力,孙林海,等.中国夏季降水分型的研究改进.气候预测评论(国家气候中心),2005(11):75-86

平所覆盖, 东亚阻塞形势发展, 西太平洋副热带高压偏强、偏西, 西伸脊点平均位置比常年偏西 4° 经度, 但由于东亚阻塞高压的阻挡作用, 抑制了副高的明显北抬, 同时, 由于东亚地区没有形成南北向的“正-负-正”遥相关距平波列, 东亚中纬度低槽不活跃, 冷空气势力弱, 无力驱使副高明显南压, 最终导致副高维持在正常偏北的位置上, 主要多雨带仍然盘踞在黄河与长江之间, 造成淮河流域多雨洪涝。E3类雨型年东亚地区高度距平场从高纬到低纬表现为典型的“正-负-正”遥相关距平型, 78%的年份东亚阻塞高压发展, 西太平洋副热带高压偏强、偏南的概率分别达78%、100%, 西伸脊点平均位置比常年偏西 9° 经度, 主要多雨带位于长江流域。E4类雨型年贝加尔湖以南的亚洲大陆地区高度场为北高南低的距平分布, 呈“正-负”配置, 71%的年份亚洲大陆高压发展, 西太平洋副热带高压西伸脊点平均位置比常年偏东 1° 经度, 其西端锋区位置明显偏南, 主要多雨带在华南、江南地区^[2, 10-11]。

4.2 西部区

夏季W1、W2类雨型年同期的北半球500 hPa高度距平场(图略)特征表现为: W1类雨型年, 巴尔喀什湖以西为大片的正距平区, 而巴尔喀什湖以东的我国西部大部地区则为负距平所覆盖, 从西向东为“正-负”距平型。这种形势表明, 乌拉尔山高压脊发展, 我国西部地区处在低压槽的活跃区, 有利于出现多雨型。W2类雨型年与W1类雨型年恰好

相反, 巴尔喀什湖以西是负距平区, 巴尔喀什湖以东的我国西部大部地区则为正距平, 从西向东为“负-正”距平型。这种形势表明, 乌拉尔山为低槽区, 我国西部地区则处在高压系统的控制下, 有利于出现少雨型^[7]。

4.3 东北区

夏季N1、N2类雨型年同期的北半球500 hPa高度距平场(图略)特征为: N1类雨型年, 我国东北到华北上空为负距平区, 而其南北均为正距平区, 从北向南呈现“正-负-正”距平型。这种形势表明, 华北低槽明显或东北低涡活跃, 西太平洋副热带高压位置偏北、偏西, 7—8月脊线平均位置为 27° N, 西伸脊点平均位置为 117° E, 有利于大部地区出现多雨型; N2类雨型年与上述形势相反, 我国东北到华北上空为正距平区, 而其南北均为负距平区, 从北向南呈现“负-正-负”距平型。这种形势表明, 我国东北、华北地区处在高压系统的控制之下, 西太平洋副热带高压位置偏南、偏东, 7—8月脊线平均位置为 26° N, 西伸脊点平均位置为 126° E, 有利于大部地区出现少雨型^[8]。

5 主要结论

(1) 在将全国分为东部季风区、西部区和东北区三大气候区的基础上, 用各种统计方法, 将东部季风区划分为四类雨型, 西部区和东北区各划分为二

表2 夏季东部季风区2000年前、后E2类雨型对应的北半球500 hPa环流特征比较

Table 2 Comparison of summer circulation features at 500 hPa for E2 rain-pattern before and after 2000 in the eastern monsoon region

环流特征 差异时间	东亚遥相关 距平型特征	东亚阻塞高 压出现概率		西太平洋副 高强度概率		西太平洋副 高位置概率		西太平洋副高西伸脊 点距平(经度)	
		有	无	偏强	偏弱	偏南	偏北	偏东	偏西
2000年前	不典型 (全是负距平)	86%		79%		79%		3°	
2000年后	不典型 (全是正距平)	100%		67%		100%		4°	

类雨型。

(2)东部季风区和西部区夏季雨型20~40 a的年代际振荡趋势比较明显,东北区15 a左右的年代际变化特点占优势。目前,黄河流域、华北地区仍持续少雨;淮河流域进入多雨期;长江流域转入少雨期;华南、江南地区仍维持多雨;西部地区位于多雨阶段;东北地区处在少雨阶段。

(3)夏季东部季风区四类雨型500 hPa环流场上东亚遥相关距平型及东亚阻塞高压、西太平洋副热带高压等主要环流系统的特征存在显著差异,西部区降水主要决定于乌拉尔山至中国西部地区500 hPa高度场脊、槽的分布特征,东北降水主要与东北低涡、华北槽及西太平洋副热带高压的变化密切相关。■

参考文献

- [1] 廖荃荪,陈桂英,陈国珍. 北半球西风带环流和我国夏季降水 [C]// 长期天气预报文集. 北京:气象出版社, 1981: 103-114
- [2] 赵振国. 中国夏季旱涝及环境场 [M]. 北京:气象出版社, 1999
- [3] 许力,赵振国,王永光,等. 中国东部夏季(6-8月)降水的一种客观分型方法 [J]. 气象科学, 1999, 20 (3): 270-276
- [4] 陈兴芳,赵振国. 中国汛期降水预测技术的研究和应用 [M]. 北京:气象出版社, 2000
- [5] 王绍武,叶瑾林,龚道溢,等. 中国东部夏季降水型的研究 [J]. 应用气象学报, 1998, 9 (1): 65-73
- [6] 孙林海,赵振国,许力,等. 中国东部季风区夏季雨型的划分及其环流成因分析 [J]. 应用气象学报, 2005, 16 (增刊): 56-62
- [7] 许力,赵振国,孙林海,等. 中国西部夏季雨型的划分及年代际变化研究 [J]. 南京气象学院学报, 2005 (2): 260-266
- [8] 孙林海,赵振国,许力,等. 中国东北地区夏季雨型划分及其气候特征分析 [M]//短期气候预测系统的总装与业务化试验研究. 北京:气象出版社, 2004: 26-31
- [9] 施雅风,沈永平,李栋梁,等. 西北气候由暖干向暖湿转型的信号、影响和前景初探 [J]. 科技导报, 2003 (2): 54-57
- [10] 廖荃荪,赵振国. 我国东部夏季降水分布的季节预报方法 [J]. 应用气象学报, 1992, 3 (1): 1-10
- [11] 赵振国,陈国珍,王永光,等. 影响中国汛期降水物理因素的分析 [C]//国家气候中心. 气候变化与预测研究——国家气候中心成立五周年纪念文集. 北京:气象出版社, 1999: 65-70

Decadal Variation of Summer Rain-Pattern in China During 1880-2006

Zhao Zhenguo, Zhu Yanfeng, Liu Yanxiang, Xu Li, Sun Linhai, Li Xiang

(Laboratory for Climate Studies, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China)

Abstract: Based on the summer precipitation data in eastern China during 1880-2006 and at 160 stations in China during 1951-2006, and 500 hPa geopotential height data in the North Hemisphere during 1951-2006, the decadal variation law of summer rain-pattern was explored. The results show that there existed obvious 20- to 40-year period in the eastern monsoon region and the western region, and about 15-year period in the northeastern region of China. Additionally, the main features of geopotential heights at 500 hPa in the Northern Hemisphere for different summer rain-patterns were analyzed. Results show obvious differences of East Asian circulation for four rain-patterns in the eastern monsoon region, and the basically opposite allocation of Eurasia circulation pattern between the two rain-patterns in the western region and the two rain-patterns in the northeastern China.

Key words: China; summer rain-pattern; decadal variation; circulation feature