

赵翠光,李泽椿. 华北夏季降水异常的客观分区及时间变化特征. 应用气象学报, 2012, 23(6): 641-649.

华北夏季降水异常的客观分区及时间变化特征

赵翠光¹⁾²⁾* 李泽椿²⁾

¹⁾(南京信息工程大学, 南京 210044) ²⁾(国家气象中心, 北京 100081)

摘 要

应用 1981—2007 年华北地区 703 个站逐日加密站降水资料, 运用旋转经验正交函数分解方法, 对华北地区夏季降水进行了客观分区研究, 并在此基础上应用 Mann-Kendall 和统计 t 检验方法分析了华北夏季降水不同区域的时间变化特征。结果表明: 华北地区夏季降水区域性较强, 华北地区夏季降水可分为 7 个典型天气区, 7 个典型天气区集中降水的起止时间不同, 各分区的降水季节有别于自然季节, 其中华北中部汛期开始迟, 南、北部汛期开始早; 华北东南部汛期结束最早, 京津、河北东北部结束最晚。所分区域和所确定的各区域降水集中时间可应用到建立客观降水预报区域模型中, 改善实际业务中客观降水的预报效果。

关键词: 华北地区; 夏季降水量; 客观分区; 时间变化

引 言

华北区域广, 地形复杂。华北暴雨具有一些与华南和江淮梅雨锋暴雨不同的特点^[1], 其发生、发展具有很大的突发性和局地性, 成功地预报一次强降水落区, 所产生的社会效益和经济效益较为明显。随着社会和国民经济的快速发展, 人们对气象服务提出了更高的要求, 需要更为精细的预报产品, 预报员不可能再重复传统的预报流程, 主观、手工制作每一个预报产品, 而是将客观预报结果作为基础, 因此需要开展客观预报应用技术研究。目前在模式要素预报很难提高的情况下, 通过数值预报产品解释应用技术, 来综合有用的信息, 得到较好的客观气象要素预报。降水客观预报一直是数值预报产品释用中的难点问题之一, 预报水平有待进一步提高。我国气象工作者对降水的客观预报做了大量工作^[2-6], 也取得一定效果。目前, 客观降水预报多单站独立建立模型^[7-8], 但降水, 特别是大量级降水对单站来说是小概率事件, 单站的大量级降水样本太少, 很难建立出可用的预报方程。

我国地域广阔, 地形复杂, 不同区域降水性质明

显不同。对华北地区来说, 在夏季风活动的季节, 来自海洋的水汽输送, 经常受到南北走向的太行山山脉和东西走向的燕山山脉的阻挡, 使华北地区的降水强度及其时空分布具有地域特殊性。由于降水有很强的地域性, 所以很难用一种天气模型来概括。客观分区可以在建立降水模型中得到应用, 在相似的天气区样本在分区内共享, 它可以改善单站降水预报模型的稳定性, 还可增加降水的样本数。过去对华北地区分区的大多数研究工作从气候学角度出发, 所用资料也是月或候平均资料, 而且多为代表站资料^[9-14]。本研究的主要目的是利用逐日降水资料分析华北地区降水区域分布特征, 进而得到合理的客观分区结果, 并应用到客观降水区域建模的方法中, 即在降水、特别是大量级降水样本较少的情况下, 将区域样本共享来建立降水客观预报模型(业务上常用 Model Output Statistics 方法, 简称 MOS 方法), 改善单站降水预报模型的稳定性和降水预报效果。

另外, 在客观降水预报建模过程中, 样本资料时间段的选取是重要环节。因为建立客观模型通常需要一定长度的历史资料样本, 在实际情况下, 通常假设所选时段具有相似的气候变化规律。但是在客观建模时间段的选取上具有较大的随意性, 往往是以

2012-04-13 收到, 2012-09-27 收到再改稿。

资助项目: 公益性行业(气象)科研专项(GYHY20110610), 中国气象局气象关键技术集成与应用重点项目(GMAGJ2012Z08)

* E-mail: zhaocg@cma.gov.cn

自然季节来建立模型,夏季通常为6—8月。刘还珠等^[8]利用全国2000多个台站资料,制作降水客观预报。将资料按自然季节,划分为春、夏、秋、冬,夏季为6—8月,为克服季节偏早或偏晚问题,将季节分别向后和向前跨半个月,夏季为5月16日—9月15日。曾晓青等^[15]将4—9月作为研究样本对我国的代表站进行降水预报,这些时间段的选取有很大的人为性。华北地区南北和东西跨度很大,东部和南部季风气候特征明显,西部和北部是山地,因而华北地区各地入汛时间不同。1982年章基嘉等^[16]利用自然正交函数分解法进行划分自然天气季节的研究,得出亚洲自然天气区域一年可分为春、初夏、盛夏、秋、前冬和后冬等6个自然天气季节的结论,并确定了各自然天气季节的平均起讫时间和持续候数。车钦等^[17]针对极端温度MOS预报中季节划分问题,用客观聚类方法提出了华北极端温度新的季节划分结果。但是对降水的季节划分研究还很少,特别是不同区域是否应采取不同的季节划分方式等方面的工作也不多见。因此本研究的华北夏季降水集中时间的开始和结束日期,应该是华北夏季日降水迅速增加和减少的发生日^[18]。

本文主要通过旋转经验正交函数分解(EOF)方法对华北地区夏季降水进行客观分区研究,并在客观分区的基础上分析不同区域降水的时间变化特征,通过Mann-Kendall和统计 t 检验方法^[19-21]得到各分区降水集中时间段的起止日期。所得到的华北地区降水分区结果和新的季节划分结果可以应用到区域降水客观预报建模中,改善实际业务中的客观降水预报水平。

1 资料

使用国家气象信息中心整编的全国2301个站1981—2007年(共27年)夏季(6—8月)逐日连续完整的24h加密站降水量资料,选取华北大平原区域($32^{\circ}\sim 42^{\circ}\text{N}$, $110^{\circ}\sim 124^{\circ}\text{E}$)内703个站。

2 夏季降水客观分区

华北区域夏季降水的总体空间异常结构既有一致的方面,也存在明显的南北或东西差异,为突出华北区域夏季降水各地域的天气特点,通过对1981—2007年6—8月华北逐日降水资料采取标准化处理后,进行经验正交函数分解(EOF)得到各个

主成分,然后做最大正交方差旋转,进行EOF方法展开,可以得出细致的地理分区。

2.1 EOF方法及分区标准

文献^[19-21]中已对EOF方法进行了介绍,在此不再赘述。EOF方法可以将空间场上与主成分相关的高值区集中在一个较小的范围内,从而更容易识别空间型,因此,用EOF方法可以较客观地进行分区。旋转空间模态所对应的公共因子代表这一区域分布随时间的演变特征,绝对值越大,表明这一时刻这类分布结构越典型。因此,通过EOF方法分解得到的公共因子的分析可以反映各空间型随时间的变化特征。

采用EOF方法进行客观分区,选取参加旋转经验正交函数的个数是分区的关键,本文用SCREE法^[22],即首先将特征值依序绘成图,考察特征值随序号的变化,取最后一个明显的转折点之前的主因子个数进行旋转变换。依据特征值自然对数随序号的变化曲线(图略)在第7个特征值之后斜率突然减小,因此取前7个主因子进行旋转,得到7个主因子荷载场的分布特征。降水分区采用文献^[13]的原则:按荷载绝对值的高荷载区基本布满全区来考虑,在同一荷载向量场中,荷载不小于0.4的测站;一些测站的荷载小于0.4,这些测站的归属,按其与其他荷载场的关系密切程度进行划分;个别测站按上述原则可能同时归于两个或以上相邻变化区,对这些测站,也按其与其他相邻气候变化区对应的荷载向量场的荷载大小,将其归于荷载最大的区域。

2.2 客观分区结果

前7个主成分旋转后的荷载场空间分布见图1。第1旋转因子的高荷载区主要特征是在河北中、南部平原区,河南北部、山东西北部存在一个高荷载区,正值中心在河北南部。这个地区年暴雨日数少,但大暴雨日数多。第2旋转因子的高荷载区主要分布在河南大部,还有河南与山东苏皖四省交界处,中心在河南许昌和襄城一带。第3旋转因子的高荷载区主要分布在京津、河北东北部,辽宁西部,内蒙古东部偏南地区。多局部暴雨,燕山南麓为暴雨多发区。第4旋转因子的高荷载区主要分布内蒙古中部,山西北部,河北西北部。这个地区的区域性暴雨主要是西来的短波槽与北抬的副热带高压共同作用的结果。第5旋转因子的高荷载区主要分布在山西中南部,中心在临汾和洪洞一带。晋南的暴雨为山西最多,其次为晋中地区。第6旋转因子的高荷载区主要分布在山东大部,小范围暴雨多由低槽冷锋

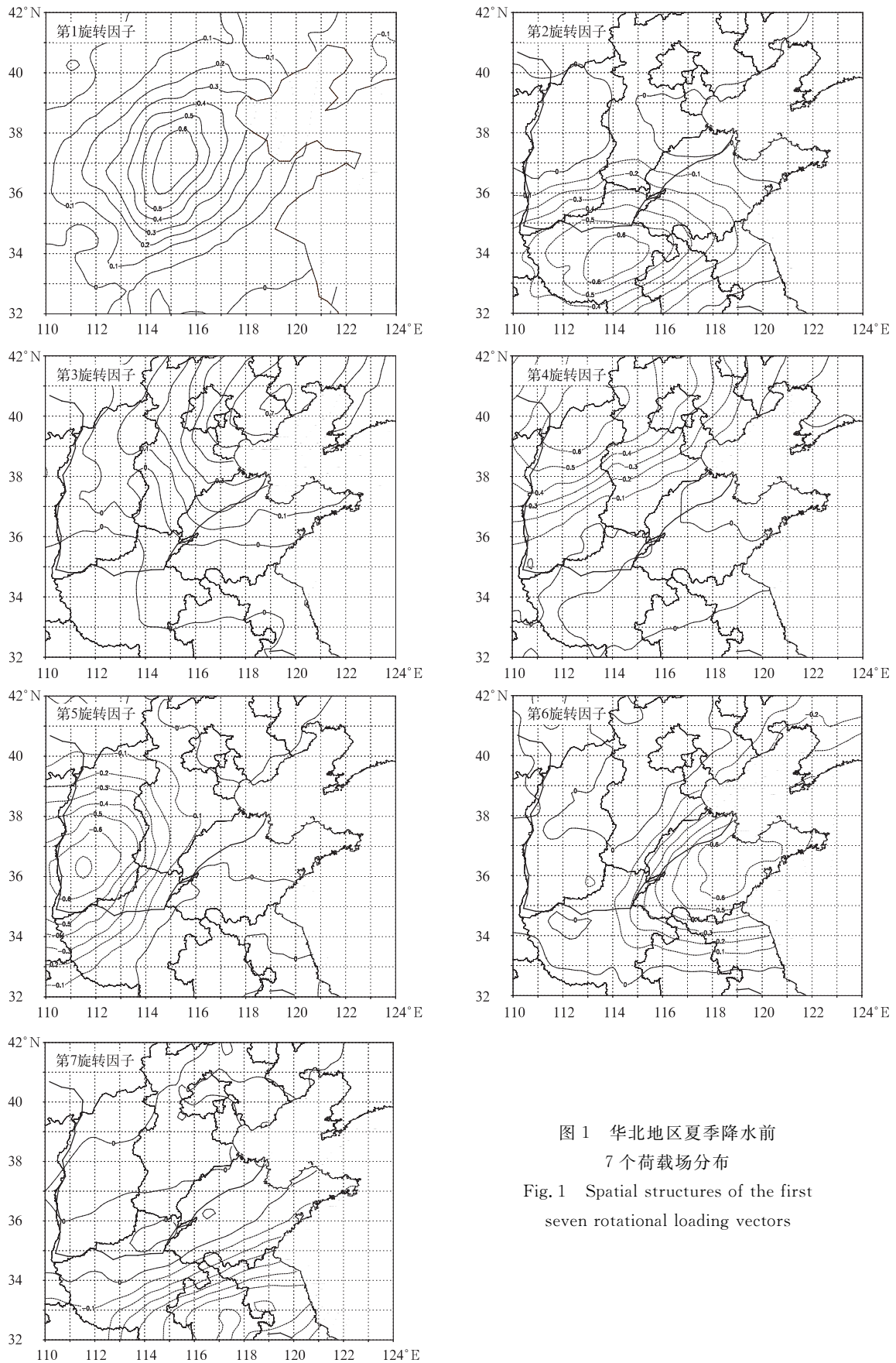


图 1 华北地区夏季降水前
7 个荷载场分布
Fig. 1 Spatial structures of the first
seven rotational loading vectors

造成,区域性暴雨多由气旋或台风造成。第 7 旋转因子的高荷载区主要分布在苏皖北部。

根据上述旋转后,前 7 个主因子荷载场的分布特征及区划规则,将我国华北地区夏季降水量场划分成七大区域(图 2)。通过以上分析,华北汛期降水异常分区反映了地理位置和地形对降水的影响,同时对比华北降水量分布图(图略)可见,华北夏季降水异常分区和华北降水量分布基本一致。可见,华北地区夏季降水的异常型可以分为 7 个区,做好上述 7 个类型区降水异常预报,就等于抓住了华北夏季降水异常的关键。

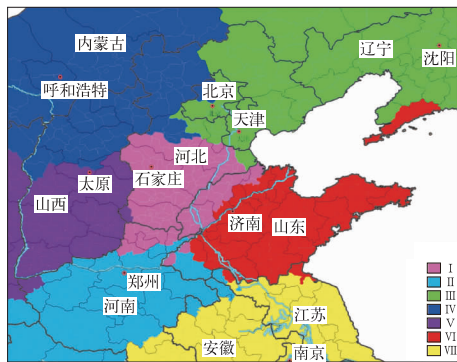


图 2 华北夏季降水分区
Fig. 2 Precipitation regional division over North China during summer

3 各分区夏季降水季节变化特征

整个华北地区按自然季节,只有一个平均特征,不能体现次区域的差异性。因此对 REOF 分解的公共因子,利用 Mann-Kendall 和统计 *t* 检验方法研究区域季节变化特征。

3.1 逐日变化特征

为清楚反映夏季季节内各分区降水时间变化

特征,以便在客观降水预报建模过程中各分区能够选择合适的时间段。在预报模型建立时如果有天气特征不同的因子参与其中,影响模型的预报效果,因为利用 REOF 分解得到公共因子序列可以进行各分区时域变化分析。因此对公共因子序列进行研究,得到降水集中时间,可以确定各区的客观预报建模时间段。为消除年际变化和日变化影响,本文将公共因子序列按年分段,得到 92 d×27 年的公共因子序列,对夏季分别进行逐日年平均,再对得到的逐日资料进行 5 d 滑动平均,因此得到 6—8 月逐日共 92 d 公共因子序列。

图 3 是第 1 模态对应的逐日公共因子序列曲线,若荷载为正值,当公共因子为正时,表示降水量偏多,否则降水量偏少。若荷载为负值,当公共因子为正时,表示降水量偏少,否则降水量偏多。由图 3 可以看出,6 月公共因子以负值为主,正值出现在 7 月初至 8 月中旬,8 月下旬的公共因子以负值为主,因为 I 区的荷载场中心为正值,因此 I 区降水量偏多时间主要发生在 7 月初至 8 月中旬,且集中于两个时间段,一是 7 月中旬,二是 8 月上旬,6 月和 8 月下旬为晴旱少雨天气。II 区(其他各区图略)在 7 月初至 8 月中旬公共因子为负值,最大负值集中的时间出现在 7 月中旬,和 I 区发生时间类似,比 I 区发生降水量偏多的时间略早。III 区降水主要发生在 6 月下旬至 8 月中旬,8 月上旬最大。IV 区降水发生时间和 III 区类似,但大值比较集中出现在 7 月初至 8 月上旬。V 区 6 月降水很少,主要发生在 7 月初至 8 月底,在 7 月末 8 月初和 8 月中旬有个大值区,呈旱涝间歇性。VI 区降水主要发生在 7 月上旬至 8 月底。VII 区降水主要发生在 6 月下旬到 7 月下旬,且集中于 6 月下旬至 7 月上旬。各分区降水情况见表 1。

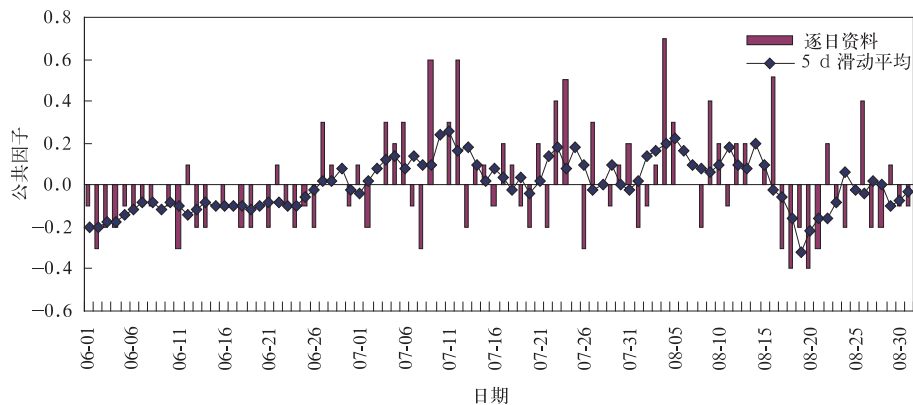


图 3 第 1 模态对应逐日公共因子及 5 d 滑动平均公共因子序列
Fig. 3 Common factor series of the first mode and their 5-day running average

表 1 华北各分区降水主要发生区域和时间

分区	降水主要发生区域	降水主要发生时间
I	河北中、南部平原区,河南北部、山东西北部	7月初至8月中旬
II	河南大部,河南与山东苏皖四省交界处	7月初至8月中旬
III	京津、河北东北部,辽宁西部,内蒙古东部偏南	6月底至8月中旬
IV	内蒙古中部,山西北部,河北西北部	7月初至8月上旬
V	山西中南部	7月初至8月底,有间断
VI	山东大部	7月上旬至8月底
VII	苏皖北部	6月下旬至7月下旬

3.2 季节内各分区降水量突变特征

由上面分析可以粗略得华北夏季降水各区到降水集中时间,为得到具体的降水起止时间,本文使用 Mann-Kendall、统计 t 检验方法进行分析。根据 3.1 节分析结果,可以将夏季以 7 月 15 日为界分成前后两段,如果两个时间序列存在突变日期,那么它们就分别代表着华北夏季日降水突然增加和减少的日期。因此本文做了公共因子多年平均逐日 Mann-Kendall 统计量曲线,以明确各区域夏季降水异常的突变时间。Mann-Kendall 统计量曲线是分析绘出的 UF 和 UB 曲线,若 UF 或 UB 的值大于 0,则表明序列呈上升趋势,小于 0 则表明呈下降趋势。

当它们超过临界线时,表明上升或下降趋势显著,超过临界线的范围确定为出现突变的时间区域。如果两条曲线出现交点,且交点在临界线之间,那么交点对应的时刻便是突变开始的时间^[21]。

6 月 1 日—7 月 15 日的 Mann-Kendall 统计量曲线可以明确突然增加的日期。临界线为 $\alpha = 0.05$ 显著性水平 ($\mu_{0.05} = 1.96$),根据两条曲线的交点位置,7 个分区的交点均在临界线之间(图 4)。由图 4 可知, I 区降水增加突变时间是 6 月 26 日, II 区的突变时间为 6 月 25—29 日, III 区的突变时间为 6 月 19—23 日, IV 区的突变时间为 6 月 9—13 日, V 区的突变时间为 6 月 29 日, VI 区的突变时间为 6 月

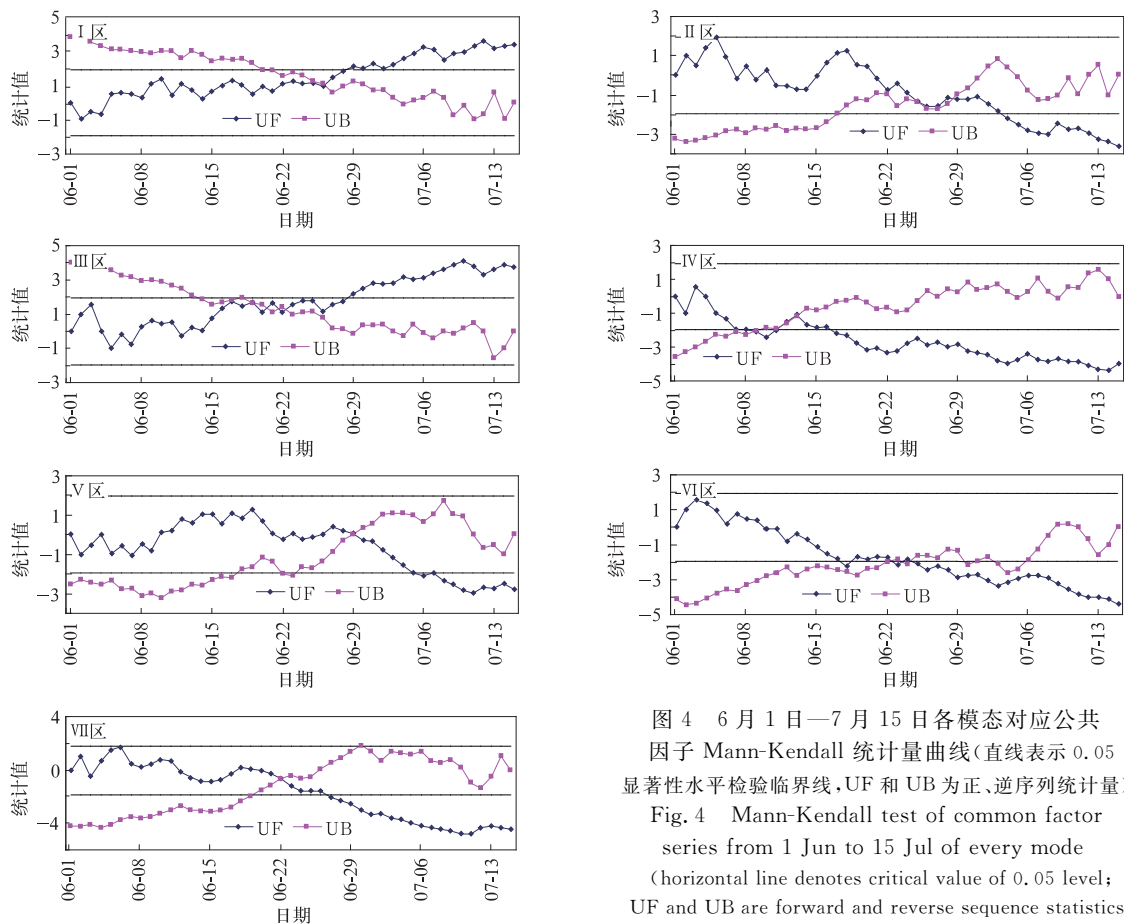


图 4 6 月 1 日—7 月 15 日各模式对应公共因子 Mann-Kendall 统计量曲线(直线表示 0.05 显著性水平检验临界线,UF 和 UB 为正、逆序列统计量)
Fig. 4 Mann-Kendall test of common factor series from 1 Jun to 15 Jul of every mode (horizontal line denotes critical value of 0.05 level; UF and UB are forward and reverse sequence statistics)

23—25日,Ⅶ区的突变时间为6月22日。可见,华北夏季降水突然增加的日期不同,最早的是河北北部和内蒙古中东部地区,华北东南部的苏皖北部和山东次之,西南部的河南和河北南部较晚,最迟是山西南部。这与刘海文等^[18]的结论一致,其整体特征是中间汛期开始迟,南北汛期开始早,三者呈东西带状分布。在 39°N 以南区域,汛期开始日期反映了东亚夏季风由南向北推进的时间。

从7月16日—8月31日的Mann-Kendall统计量曲线来确定各分区降水突然减少的日期。可以得到(图略),Ⅰ~Ⅳ区和Ⅶ区均为一个交点而且均超过0.05显著性水平,分别是8月14日、8月15日、8月21日、8月14日和7月24日。但是Ⅴ区和

Ⅵ区有几个不连续的相交点,为了确定突变点,又进行了统计 t 检验(图5),当滑动窗口取5时,Ⅴ区的8月19日和Ⅵ区的7月20日和8月21日超过了0.05显著性水平,并且均为降水由多转少的时间点。结合Mann-Kendall统计量曲线,Ⅵ区的突变时间为8月21日。由此可见,华北东南部汛期结束最早,京津、河北东北部结束最晚。

由Mann-Kendall和统计 t 检验曲线得到各分区的夏季降水集中比较具体的起止时间,利用此结果可以改进在实际预报业务中按季节或月的时间段来建立预报模型的情况,以达到与实际的天气特征相吻合。

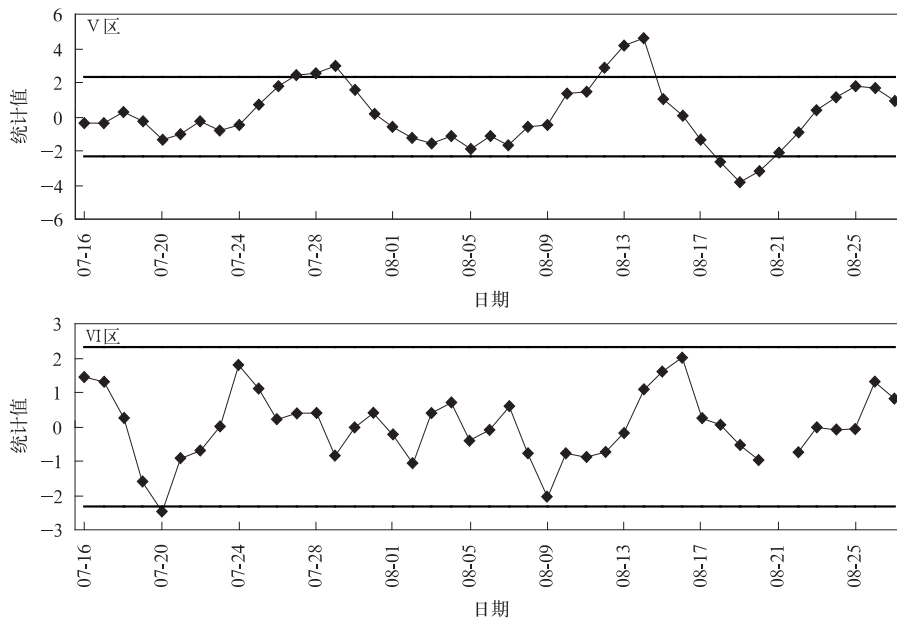


图5 Ⅴ区和Ⅵ区统计 t 检验曲线(直线表示0.05显著性水平检验临界线)

Fig. 5 Running t -test curves of Region V and Region VI

(horizontal line denotes critical value of 0.05 level)

4 各分区夏季降水异常的长期演变特征

为了清楚地反映华北各分区年夏季降水量长期演变特征,图6给出了各分区逐年夏季降水异常的区域特征降水量标准化值和5年滑动平均曲线。由图6可知,夏季降水异常的年代变化和时间演变的区域性十分明显,Ⅶ区的降水变幅较小,而Ⅲ区的降水变幅较大,变幅较大区域一般也是灾害性旱涝事件多发地区。Ⅰ区和Ⅱ区在20世纪80年代均偏少,90年代Ⅰ区降水偏多,而Ⅱ区降水偏少;2000年

后,Ⅰ区降水偏少,Ⅱ区呈偏多趋势,Ⅶ区和Ⅱ区有类似趋势。Ⅲ区和Ⅳ区变化趋势基本一致,1998年之前均偏多,之后均偏少,但峰值出现的年份不同。Ⅴ区多波动状态,异常偏大或偏小的年份不是很多,但偏多或偏少的峰值均较大。Ⅵ区呈少-多-少-多的分布,近期降水呈偏多趋势。总的来讲,华北南部近期降水呈偏多的趋势,华北北部近期降水呈偏少趋势。

由表2可以看到,不同分区内出现异常降水现象的年份并不完全相同。如2000年Ⅱ区为多雨年,而Ⅲ区为少雨年;1994年Ⅳ区为多雨年,而Ⅶ区为

少雨年;1991 年Ⅶ区为多雨年,而Ⅴ区为少雨年;1988 年Ⅴ区为多雨年,而Ⅶ区为少雨年;1985 年Ⅲ区为多雨年,而Ⅱ区和Ⅶ区为少雨年。可见同一年不同分区存在降水反位相的分布。同时,由多雨年

和少雨年各分区降水情况可知,各分区降水既是独立的也是互相联系的,一些是大范围降水,是一个系统的南北或东西移动造成不同区的降水;一些是区域性降水,是较小降水系统引起的。

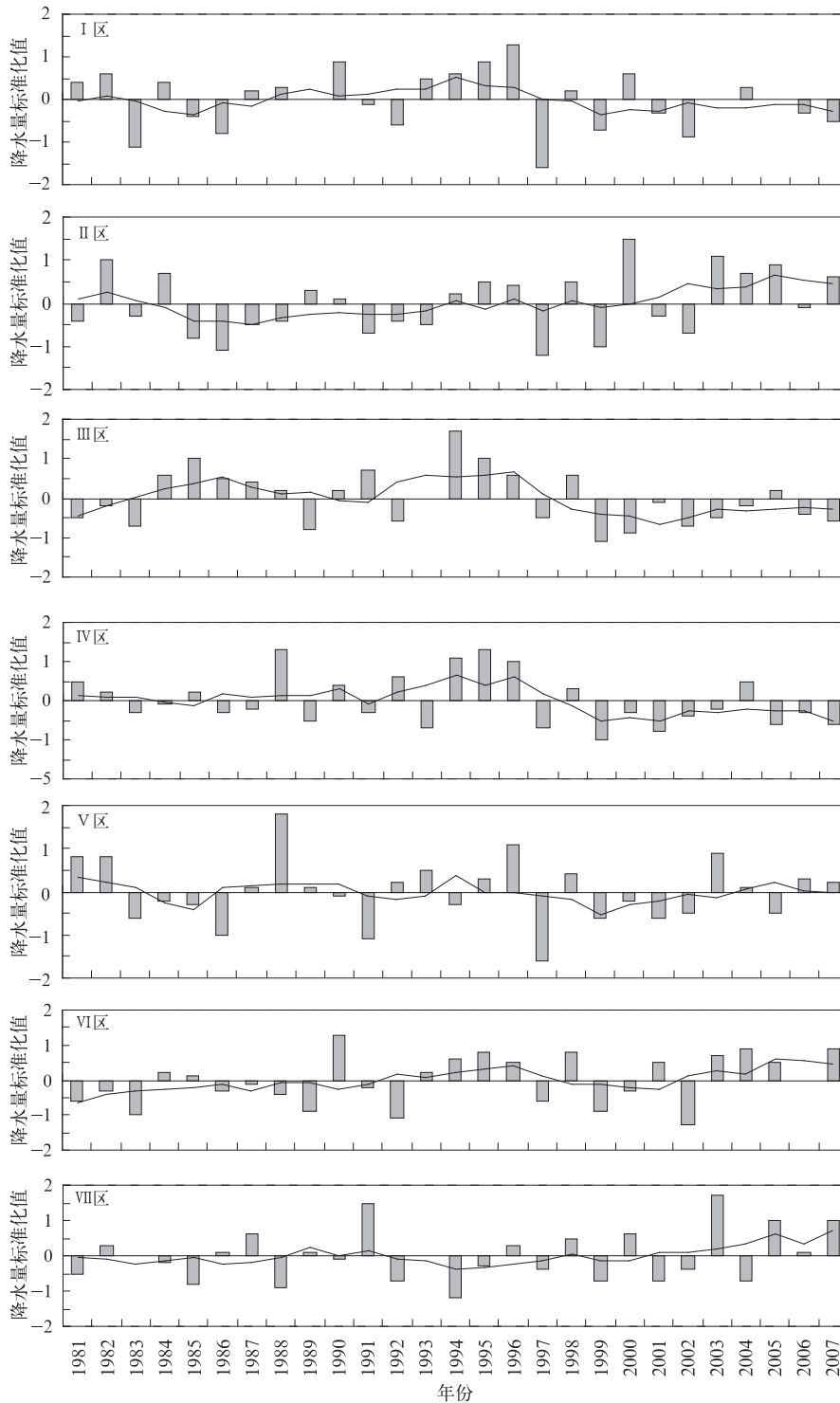


图 6 华北各分区夏季降水年际变化(柱状图为原始降水量标准化值,曲线为 5 年滑动平均)

Fig. 6 The inter-annual variation of summer precipitation over North China

(histogram denotes standardization value of precipitation; curve denotes 5-year running average)

表2 夏季华北各区多雨年、少雨年分布

Table 2 Wet years and dry years in each partition of North China during summer

分区	多雨年	少雨年
I区	1990年,1995年,1996年	1983年,1986年,1997年,2002年
II区	1982年,2000年,2003年,2005年	1985年,1986年,1997年,1999年
III区	1985年,1994年,1995年	1989年,1999年,2000年
IV区	1988年,1994年,1995年,1996年	1999年,2001年
V区	1981年,1982年,1988年,1996年,2003年	1986年,1991年,1997年
VI区	1990年,1995年,1998年,2004年,2007年	1983年,1989年,1992年,1999年,2002年
VII区	1991年,2003年,2005年,2007年	1985年,1988年,1994年

注:定义降水量标准化值大于0.8为多雨年,小于-0.8为少雨年。

5 小结

1) 利用1981—2007年日降水量资料,将华北地区夏季降水异常分为7个区域。华北夏季降水异常分区和华北降水量分布基本一致,做好上述7个类型区域降水异常的预报,就等于抓住了华北夏季降水异常的关键。此分区可应用到降水区域建模中,增加降水的样本,以提高降水预报效果。

2) 华北各分区季节内降水集中时间不同,以此可以改进在实际预报业务中按季节或月来建立预报模型的情况。

3) 夏季降水异常的年代变化和时间演变区域性十分明显,不同分区内出现异常降水现象的年份并不完全相同。

参考文献

- [1] 赵思雄,陶祖钰,孙建华,等. 江流域梅雨锋暴雨机理的分析研究. 北京:气象出版社,2004.
- [2] 刘还珠,郝为,林孔元,等. 基于智能计算的多模型气象综合预报. 暴雨落区预报实用方法. 北京:气象出版社,2000:30-37.
- [3] 宋海鸥,王永红,顾善齐,等. 应用K指数和TOT指数制作江苏中期降水预报的试验. 气象科学,2002,22(2):242-246.
- [4] 陈力强,韩秀君,张立群. 基于MM5模式的站点降水预报释用方法研究. 气象科技,2003,31(5):268-272.
- [5] 赵声蓉,裴海瑛. 客观定量预报中降水的预处理. 应用气象学报,2007,18(1):21-28.
- [6] 龚佃利,王以琳,谢考宪. 山东飞机增雨降水区分级预报方法研究. 应用气象学报,2001,12(增刊):139-145.
- [7] 赵声蓉,赵翠光,邵明轩. 事件概率回归估计与降水等级预报. 应用气象学报,2009,20(5):521-529.
- [8] 刘还珠,赵声蓉,陆志善,等. 国家气象中心气象要素的客观预报——MOS系统. 应用气象学报,2004,15(2):181-191.
- [9] 施能,王永波,马丽,等. 浙江省夏季降水的区域特征. 科技通报,2001,17(5):10-15.
- [10] 孙淑清,应明,马淑杰. 华北夏季降水地域特征的旋转主分量研究及其相关分析. 气候与环境研究,2003,7(1):74-86.
- [11] 尤凤春,段英,史印山,等. 华北地区夏季降水异常型态特征分析. 中国生态农业学报,2003,11(1):110-113.
- [12] 陈烈庭. 华北各区夏季降水年际和年代际变化的地域性特征. 高原气象,1999,18(4):477-485.
- [13] 屠其璞,邓自旺,周晓兰. 中国气温异常的区域特征研究. 气象学报,2000,58(3):288-296.
- [14] 刘还珠,肖贤俊. 短中期降水温度天气过程区域分布的研究. 干旱气象,2003,21(3):14-20.
- [15] 曾晓青,邵明轩,王式功,等. 基于交叉验证技术的KNN方法在降水预报中的试验. 应用气象学报,2008,19(4):471-478.
- [16] 章基嘉,孙照渤,陈松军. 用自然正交函数分解法划分自然天气季节的研究. 南京气象学院学报,1982(2):189-195.
- [17] 车钦,赵声蓉,范广洲. 华北地区极端温度MOS预报的季节划分. 应用气象学报,2011,22(4):429-436.
- [18] 刘海文,丁一汇. 华北汛期的起讫及其气候学分析. 应用气象学报,2008,19(6):689-696.
- [19] 施能. 气象统计预报. 北京:气象出版社,2009.
- [20] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法. 北京:气象出版社,1990.
- [21] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术. 北京:气象出版社,2007.
- [22] Cattell R B. The Scree Test for Number of Factors//Multivariate Behavioral Research 1. 1966:245-276.

The Regionalization and Temporal Characteristic of Rainfall Anomalies in North China During Summer

Zhao Cuiguang¹⁾²⁾ Li Zechun²⁾

¹⁾ (*Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044*)

²⁾ (*National Meteorological Center, Beijing 100081*)

Abstract

North China is one of the three rainfall areas in eastern China. Precipitation over North China shows the characteristics of burstiness and locality. According to the statistics, 80%—90% precipitation occurs from June to August. Sometimes daily precipitation of a rainstorm can be up to 50% precipitation amount of that month. So it is important to forecast precipitation correctly especially to forecast larger magnitude precipitation correctly.

Objective precipitation forecast is a difficult problem in NWP products interpretation at present in which models are always established station by station. Precipitation especially larger magnitude precipitation is small probability event for individual station, so establishing an effective forecast equation is difficult. Precipitation intensity, spatial and temporal distribution over North China has its own particularity. Due to the regionality characteristic, it is difficult to summarize in one weather mode. Objective partitioning can be used in establishment of precipitation forecast mode. Similar samples in the weather region are combined together. Regional forecast mode is more stable than single-station forecast mode, because the number of large-class precipitation samples is increased. In addition, sample data time selection is important for objective precipitation forecast modeling process.

Based on the data of daily precipitation at 703 weather stations over North China from 1981 to 2007, which covers the domain of 32°—42°N, 110°—124°E, the temporal and spatial distribution characteristics are analyzed with Rotated Empirical Orthogonal Function (REOF) method. REOF analysis manifests that precipitation fields may be divided into 7 divisions. Mann-Kendall test and running *t*-test are used to analyze about the temporal change characteristics of different regions over North China during summer, in order to investigate the beginning and ending dates of rainy season specifically. The 7 divisions are different in precipitation beginning and ending dates. The initial date and final date of rainy season over North China are set up, and their dates are further identified, showing obvious regional features. Rainy season begins the earliest and ends the latest in the mountainous areas of the northeast of North China. It begins the latest in the central part of North China, and it ends the earliest in the southeast of North China. The concentration of precipitation time is different from the natural seasons. The long-term variation trend of precipitation anomalies in various regions and their stage are studied.

Key words: North China; precipitation during summer; objective region; time evolution