

黄淮地区汛期降水预测的一种前兆信号

薛德强

(山东省气象中心, 济南 250031)

提 要: 为探讨黄淮地区汛期降水预测的物理因子, 应用奇异值分解 (SVD) 技术研究了冬季北太平洋地区上空 100hPa 高度场与黄淮地区汛期降水场的时空结构及相互关系。结果表明其 SVD 分解的第一模态有较高的相关, 一般 1 月份 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ N, $160^{\circ}\text{E}\sim 160^{\circ}\text{W}$ 的北太平洋地区上空 100hPa 高度场偏低 (高) 时, 则黄淮地区汛期降水偏少 (偏多), 可作为预测黄淮地区汛期降水的一种前兆信号。

关键词: 汛期降水 前兆信号 奇异值分解

Previous Signal of Summer Precipitation in Huanghuai Region

Xue Deqiang

(Shandong Meteorological Center, Jinan 250031)

Abstract: The variation of summer precipitation over Huanghuai region is very coordinate. Using SVD technique, the relationship between 100hPa geopotential height over the north Pacific and summer precipitation in the Huanghuai region is studied. The results show that the first mode derived from SVD indicates the key coupled characteristics of the geopotential height and the precipitation field with closely time-space correlation. In the severe summer drought/flood years, the height departure of 100hPa over the north Pacific ($40^{\circ}\sim 60^{\circ}\text{N}$, $160^{\circ}\text{E}\sim 160^{\circ}\text{W}$) is remarkably positive/negative. It is the signal of prediction of summer precipitation in the Huanghuai region.

Key Words: summer precipitation geopotential height signal of prediction SVD technique

引言

黄淮地区位于中国东部,包括山东、河南、安徽、江苏四省的部分地区,是我国主要的粮棉产区。从气候特征看,地处我国南方雨量丰沛和北方干旱少雨的过渡地带,属暖温带半湿润季风气候区,汛期(6—8月)降水量最大,集中了年降水量的45%~66%,降水的年际变化较大,最大年与最小年降水量相差悬殊,是我国旱、涝灾害最为严重的地区之一。准确预测汛期降水对于防灾减灾具有特别重要的意义,目前统计方法是预测汛期降水的主要方法,找到物理意义明确的预测因子是准确预测汛期降水的基础。

研究标明,冬季的大气环流与我国夏季降水量有半年左右的韵律关系^[1]。孙淑清、施能提出江淮流域夏季早年前,冬季欧亚中高纬呈经向型环流,东亚大槽较常年强且南伸,乌拉尔山及鄂霍次克海阻塞形势发展,寒潮活动频繁,涝年相反^[2,3]。胡桂芳等^[4,5]提出前冬12月西伯利亚高压脊加强,东亚冬季风偏强,利于山东次年夏季降水量呈南多北少局面。山东季降水场与前期500hPa月平均位势高度场关系密切,尤其与东亚区域的月平均环流场关系更佳,表现出明显的半年左右韵律关系。可见冬季的大气环流的演变对夏季降水量的多少有重要的影响。通过分析冬季北太平洋地区上空100hPa高度场与黄淮地区汛期降水场的时空结构及相互关系,发现了预测黄淮地区汛期降水的一种前兆信号。

1 资料

本文运用的资料有:(1)国家气象中心整编的1956年1月—2000年12月中国东

部60站月平均降水量。(2)国家气象中心1956—2000年北半球10×10经纬度100hPa月平均高度场资料。

2 黄淮地区汛期降水区域性分析

前人很少对黄淮地区汛期降水整体进行研究。常以淮河为界对华北地区和长江中下游地区分别加以讨论,将山东、河南所辖地区划为华北地区,而将安徽、江苏划到江淮流域^[2,3]。王慧^[6]用EOF分析也发现淮河流域与华北地区、长江中下游地区的降水量有各自的特性。选择位于中国东部31~44°N、109~122°E范围内60个气象站,南到南京、合肥,北到内蒙古的二连浩特、锡林浩特,目的是为了分析黄淮地区汛期降水与长江流域及华北地区各站的一致性程度。

用旋转的自然正交分解(REOF)方法,对汛期(6—8月)旱涝的地区特征进行客观分区,为旱涝预测提供正确的区域代表性。REOF方法主要优点为,解的空间函数可与遥相关的计算结果图形相似,同时解的空间图形不会因计算的区域大小改变而变化,能够客观地给出主要的遥相关中心位置及相关场的分布,避免人为选取相关中心点的随意性,根据各旋转主分量荷载向量的空间分布以及其间的相关性,真正将旱涝变化相同的地区化为一区。REOF方法大致分为两步,先对降水量作自然正交分解(EOF),再将展开后的特征场作方差极大正交旋转。进行EOF分解后,理论上,它的60个特征值对应了60个特征向量,但实际上是少部分特征场贡献占绝大多数。于是我们选取7个方差贡献累计达到70%以上的特征向量作方差最大正交旋转。表1为旋转前后几个特征向量方差贡献百分比。

旋转后每一个特征向量都集中反映某一地区,图1为夏季第2旋转主分量荷载向量

的空间分布,最大荷载出现在潍坊为 0.999,如将荷载大于 0.4 划分为一个区域,则恰好是黄淮地区,其它特征向量反映的地区在此不再述说。

表 1 旋转前后特征向量方差贡献百分比

	1	2	3	4	5	6	7
EOF	21.2	18.9	11.7	7.0	4.5	3.9	3.2
REOF	13.6	11.4	10.8	10.3	10.1	9.2	5.1

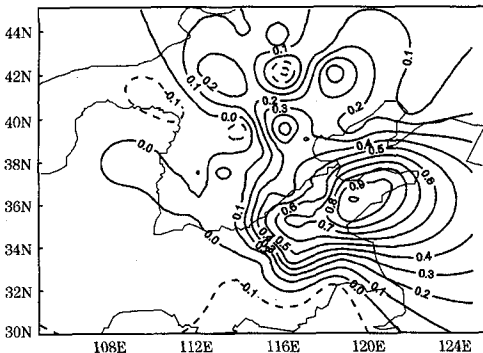


图 1 中国东部 60 站汛期降水量第 2 旋转主分量荷载向量的空间分布

还计算了 60 站 1956—2000 年历年汛期降水量距平符号与最大荷载站潍坊同年汛期降水量距平符号相同的年数,其中黄淮地区 23 个站分别是:烟台、济南、泰安、淄博、潍坊、莱阳、青岛、菏泽、兖州、莒县、临沂、日照、开封、信阳、商丘、亳

州、宿县、淮阴、射阳、阜阳、蚌埠、东台、固始,其汛期降水量最少有 29 年距平符号相同,占 64%,距平符号相同年的分布与图 1 分布非常相似,同样表现出黄淮地区汛期降水有较好的一致性的特征。由此,下面将用黄淮地区 23 个代表站作黄淮地区汛期降水预测研究。

3 黄淮地区汛期降水与前冬 100hPa 大气环流的关系

3.1 黄淮地区汛期降水与前冬 100hPa 高度场 SVD 分析

一个地区降水量的多少或者旱涝的发生都明显地同某地区,甚至同全球大气环流的异常有关。因此,大气环流的异常往往被视为天气气候异常的物理依据,受到人们极大的重视。从长期天气过程演变看,冬季大气环流对后期大气环流直至汛期降水必然有重要影响。

首先作相关普查,用 1956—2000 年黄淮地区 23 站汛期平均降水量资料序列分别和北半球冬季 100hPa 高度场求相关,可以发现在 12 月—2 月 100hPa 高度场中正高相关区持续存在于北太平洋地区,尤其在 40~60°N、160°E~160°W 区域相关系数明显超过 0.001 显著性水平(如图 2)。

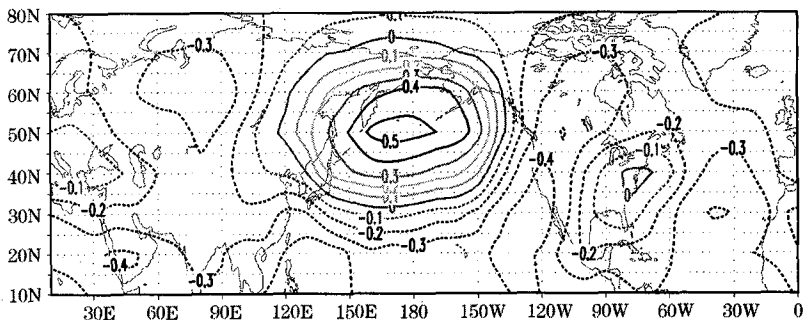


图 2 黄淮地区汛期降水与 1 月 100hPa 高度场相关分布

SVD 是一种分析两个要素场之间相关的方法，它可最大限度地从两个要素场分离出多个相互独立的耦合模态，从而揭示出两个气象场所存在的时域相关性的空间联系，这种耦合的空间分布型能最大限度地解释两场的交叉协方差。分别取 12 月—2 月 40°~60°N、160°E~160°W 北太平洋地区上空 100hPa 高度场 55 个格点为左场，黄淮地区 23 个测站汛期降水场为右场，对高度场和降水场距平标准化处理后，进行了时滞耦合 SVD 分析。

北太平洋高压脊范围区。降水场上都为正值区，最大正值区域位于 33°~35°N、116°~120°E，中心在山东南部（见图 3）。

图 4 进一步表明：两场第一模态的时间系数变化趋势非常一致，相关达 0.64，而且，1956—2000 年黄淮地区汛期降水量异常事件有清晰的反映，强度也拟合得较好。如用区域平均降水距平大于 20% 作为丰水年，降水距平小于 -20% 作为枯水年的判据，则 1956、1957、1960、1962、1963、1964、1965、1971、1990、1998 年为丰水年，而 1959、1966、1977、1981、1988、1992、1997、1999 年为枯水年。丰水年中除 1964、1998 外，均发生在时间系数的正位相中；而枯水年除 1959、1999 外都发生在负位相中。这表明前期 1 月北太平洋地区上空 100hPa 高度场偏高（低），未来黄淮地区汛期降水偏多（少），具有指示意义。

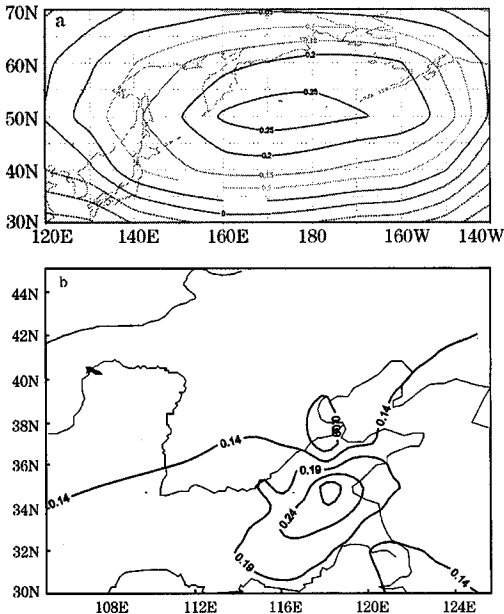


图 3 1 月北太平洋地区上空 100hPa 高度场 (a)、黄淮地区汛期降水场 (b) SVD 分解的空间分布型第一模态

1 月 100hPa 高度场、黄淮地区汛期降水场 SVD 空间分布型第一模态解释了总方差的 33%，型偶展开系数间的相关系数为 0.64，大于 0.001 的置信水平。高度场上，北太平洋地区上空整个区域都为正值区，最大区域在 40°~60°N、160°E~160°W，这是

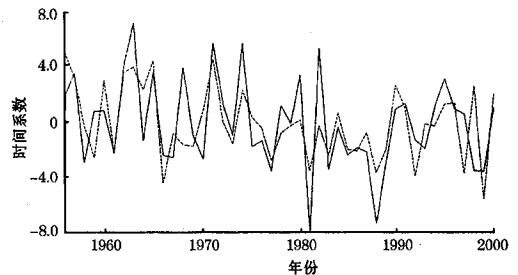


图 4 1 月 100hPa 高度场 (实线)、黄淮地区汛期降水场 (虚线) SVD 分解的第一模态时间系数变化

40°~60°N、160°E~160°W 反映了北太平洋地区上空 100hPa 高度场与黄淮地区汛期降水场的非同步相互作用关键区。定义其区域内格点高度距平之和为高度指数。统计表明：1956—2000 年的 45 年中，高度指数与黄淮地区汛期区域平均降水距平有 31 年同号，占 69%。45 年中丰水年除 1964、1998 外，枯水年除 1959、1999 外，均与 1

月高度指数具有较好的对应关系。如用高度指数的标准化距平时间序列的一个标准差作为异常判据,高度指数异常高值年 1957、1962、1963、1971 对应丰水年,异常高值年 1974、1980、1995 对应降水量偏多,只有 1968、1982 对应降水量偏少,对应较好的占 78%。高度指数异常低值年 1977、1981、1988 对应枯水年,异常低值年 1985 对应降水量偏少,只有 1970 年对应降水量偏多,对应较好的占 80%。

12、2 月北太平洋地区 100hPa 高度场和黄淮地区 23 站汛期降水量场,进行时滞耦合 SVD 分析后,出现类似的结果。即冬季北太平洋地区 $40^{\circ}\text{N}\sim 60^{\circ}\text{N}$ 、 $160^{\circ}\text{E}\sim 160^{\circ}\text{W}$ 上空 100hPa 高度场与黄淮地区汛期降水场具有较好正相关关系。

3.2 黄淮地区丰(枯)水年时前冬大气环流的异常

冬季 100hPa 中高纬平均环流形势呈现二槽二脊,西风带大槽位于东亚沿岸、北美大西洋沿岸,而阿拉斯加、冰岛附近地区为脊区。由丰水年前期 1 月 100hPa 高度距平场合成分析可见,北太平洋地区有一较强的正距平,中心在 60°N 、 170°E 处,距平为 30gpm,其它地区均为负距平,见图 5。与此异常相对应,100hPa 高度场上阿拉斯加脊区强大,脊线偏西,东亚沿岸大槽槽线也偏西。

枯水年 1 月 100hPa 高度距平场合成与丰水年相反,北太平洋地区有一较强的负距平,中心在 50°N 、 170°E ,距平为 -110

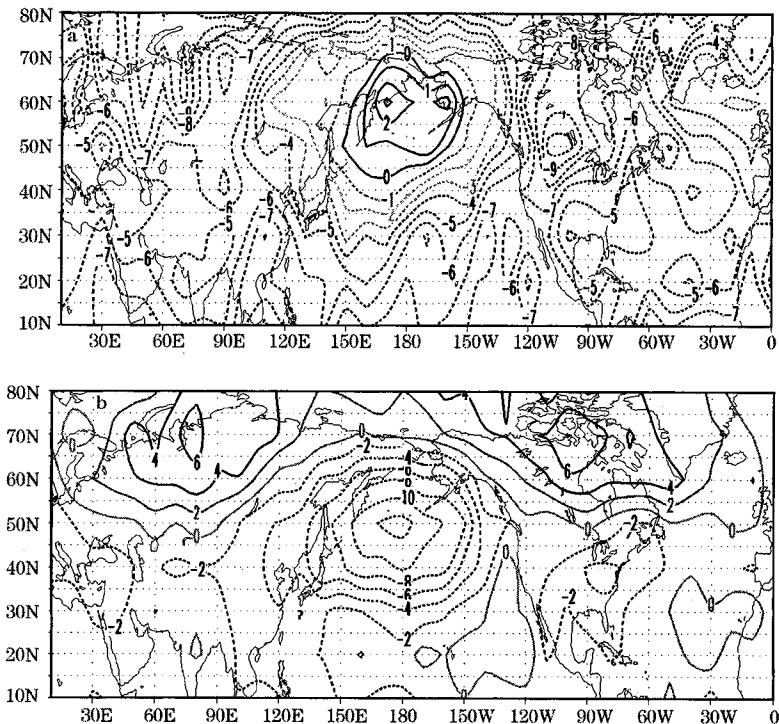


图 5 黄淮地区汛期丰水 (a) 枯水 (b) 1 月 100hPa 高度场距平合成分析

gpm, 北美大陆及北欧地区各有一正距平中心。与此异常相对应, 100hPa 高度场上阿拉斯加脊区较弱, 脊线偏东, 东亚沿岸大槽槽线也偏东。

上述分析表明: 北太平洋地区上空 100hPa 高度场与黄淮地区降水场时空相关显著, 时间间隔长, 根据前期 1 月 100hPa 关键区高度指数, 可预报黄淮地区汛期平均降水偏多(偏少)。但是大尺度环流异常只是造成降水异常的重要因子之一, 影响降水的因子还很多, 特别是降水中有相当一部分是由中小尺度系统引起的, 对于短期气候预测而言, 这部分降水本身是不可预报的, 正由于只考虑了大尺度环流的因素, 这就不可避免的研究成果不可能涵盖所有个例。

4 结 论

黄淮地区汛期降水有较好的一致性及其自身特性, 对其进行单独的研究, 有其更加科学的一面。北太平洋地区上空 100hPa 高

度场与黄淮地区汛期降水场有显著正相关, 其 SVD 分解的第一模态方差贡献在 33% 以上, 相关超过 0.1% 的显著性水平, 表明两场间整体一致的耦合关系。1 月北太平洋地区 40~60°N、160°E~160°W 上空 100hPa 高度场与黄淮地区汛期降水场具有较好正相关关系, 具有较好的指示性, 可作为预测黄淮地区汛期降水的一种前兆信号。

参考文献

- 1 陈兴芳. 汛期旱涝预测方法研究. 北京: 气象出版社, 2000: 1~13.
- 2 孙淑清. 东亚冬季风环流异常与中国江淮流域夏季旱涝天气的关系. 气象学报, 1995, 53 (4): 440~450.
- 3 施能. 东亚冬季风强度异常与夏季 500hPa 环流及我国气候异常的关系. 热带气象学报, 1996, 12 (1): 26~33.
- 4 胡桂芳. 山东夏季降水量场预测模型研究及预测试验. 气象, 2002, 28 (12): 15~19.
- 5 胡桂芳. EOF-CCA 模型在山东季降水预测中的应用. 气象, 2000, 26 (7): 12~16.
- 6 王慧. 近 49 年来淮河流域降水异常及其环流特征. 气象科学, 2002, 22 (2): 149~158.