

欧亚环流异常对中国夏季降水的影响及其预测研究*

孙林海

(中国气象局气候研究开放实验室, 国家气候中心, 北京, 100081)

何 敏

(中国气象局气候研究开放实验室, 国家气候中心, 北京, 100081)

摘 要

文中利用奇异值分解(SVD)方法, 分析了 500 hPa 环流与中国降水的耦合作用。结果表明, 夏季高度场和降水场相互的空间分布与大气环流的遥相关型紧密联系, 所对应的时间系数对夏季旱涝趋势有较好的表征能力。冬、春季高度场和夏季降水场的相互关系显示出与夏季相类似的遥相关分布型。利用高度场与降水场奇异值分解的结果及前期环流异常信息, 可以为夏季降水趋势预测提供参考。

关键词: 500 hPa 环流, 奇异值分解, 夏季降水趋势预测。

1 引 言

中国位于最明显的亚洲季风区, 由于特殊的地理位置, 夏季降水不仅受来自热带、副热带系统的影响, 还与中高纬环流有密切的关系。1987 年陶诗言等^[1]给出的东亚夏季风系统的环流模型中, 清楚地显示了中高纬度系统及其相连的冷空气活动与南侧的副热带系统, 对中国夏季雨带的位置和强度有重大影响。

根据多年预测实践经验^①, 国家气候中心气候预测室将中国夏季(6~8月)降水距平百分率最大的区域作为主要雨带, 把夏季降水趋势划分成 3 类雨型, 并作为夏季降水的主要预报对象。1 类雨型(北方型)主要多雨带位于黄河流域及其以北地区; 2 类雨型(中间型)主要多雨带位于黄河至长江之间; 3 类雨型(南方型)主要多雨带位于长江流域或江南地区。这 3 类雨型与不同的大气环流背景相联系, 在 500 hPa 高度距平图上主要表现为欧亚中纬度西风带、东亚遥相关型、西太平洋副热带高压(简称副高)

存在明显的差异, 说明夏季雨带的季节性位移不仅受到热带和副热带季风的影响, 还受到中高纬环流异常的影响。早在 20 世纪 80 年代就开展了这方面的工作, 廖荃荪等^[2, 3]指出西风带环流的强弱, 东亚阻塞形势及西太平洋副高与中国夏季降水的关系, 并在业务预测中应用。90 年代以来, 中高纬环流与夏季降水关系的研究工作虽然有了进一步开展^[4], 但将研究成果与实际业务预测相结合的工作并不多。本文采用奇异值分解方法^[2, 5]研究中高纬环流与中国夏季降水的关系, 首先讨论夏季 500 hPa 高度场与中国降水的相互作用的空间和时间变化特征, 进而分析冬、春季环流异常与夏季降水的关系及对夏季降水影响的可能途径, 最后给出利用前期中高纬环流异常预测夏季雨型的方法。为了便于预报应用, 文中对距平场进行奇异值分解(SVD)。奇异值分解所用资料为 1951~2000 年 500 hPa 候、旬、月高度(候、旬资料为 1971~2000 年)、中国 160 站夏季降水量、北太平洋海温, 预测实例应用 2001~2003 年 500 hPa 高度及降水量资料, 资料取自国家

* 初稿时间: 2003 年 1 月 10 日; 修改稿时间: 2003 年 10 月 15 日。

资助课题: 中国气象局 2004 年气候变化专项经费及国家气象中心自筹基金课题“影响汛期降水因素的物理集成技术方法研究”。

① 廖荃荪, 西太平洋副热带高压和中国东部地区夏季降水。见: 1976 年全国长期天气预报经验交流会编, 技术材料选编, 北京: 中央气象台, 1976, 179~192。

② 胡增臻, SVD 方法及其在气候研究中的应用。见: 胡增臻编, 气候诊断和预测研究方法和实践, 北京: 中国科学院大气物理研究所, 1997, 5~15。

气候中心。

2 夏季 500 hPa 环流与中国降水的相互作用

2.1 奇异值分解的空间分布和时间分布特征

通过对夏季 500 hPa 高度场和降水场的奇异值分解,得到两场之间相互的空间典型分布型及相应的时间(年际)变化特征。前 3 对左(高度)、右(降水)奇异向量场分别解释了总方差的 35%, 17%, 12%, 相关系数分别为 0.633, 0.679, 0.645, 表明左、右奇异向量场之间具有较为密切的相关程度。在此本文只讨论第 1 对奇异向量场所反映的环流与降水的相互关系及年际变化。在第 1 模态的左奇异向量场上(图 1a), 东亚地区由北向南为‘- + -’结构分布, 欧亚中高纬地区为‘+ -’相反的分布形态。右奇异向量(图 1b)在长江流域呈现了与华北西部至西北东部、华南相反的分布型。因此第 1 模态的特征场反映了夏季东亚阻塞高压、西太平洋副

高的位置和强弱及其与中国夏季降水,尤其是长江流域旱涝的分布关系。这与众多研究成果和预测实践^[1-4]的结论相一致。

图 1c 为右奇异向量(降水)场所对应的时间系数的年际变化及累积变化曲线,由图可见降水时间系数有明显的年际和年代际变化。从降水时间系数累积曲线上可以看到,20 世纪 50 年代中后期至 70 年代中后期,累积曲线为不断向上的趋势,1978 年到达峰值。1956~1978 年(23 a),有 1 类雨型 11 a, 2 类雨型 9 a, 3 类雨型 3 a, 各型所占的百分率分别为 48%, 39%, 13%, 即北方类雨型几乎占了一半。70 年代后期至 90 年代末累积曲线维持正距平,80 年代略有下降,90 年代中期以后明显下降。在 1979~2000 年的 22 a 中,有 1 类雨型 5 a, 2 类雨型 6 a, 3 类雨型 11 a, 各型所占的百分率分别为 23%, 27%, 50%; 南方类雨型占了一半,尤其是 90 年代 2, 3 类雨型占绝大多数。因此第 1 模态的降水时间系数的累积距平曲线反映了中国夏季降水分布的年代际变

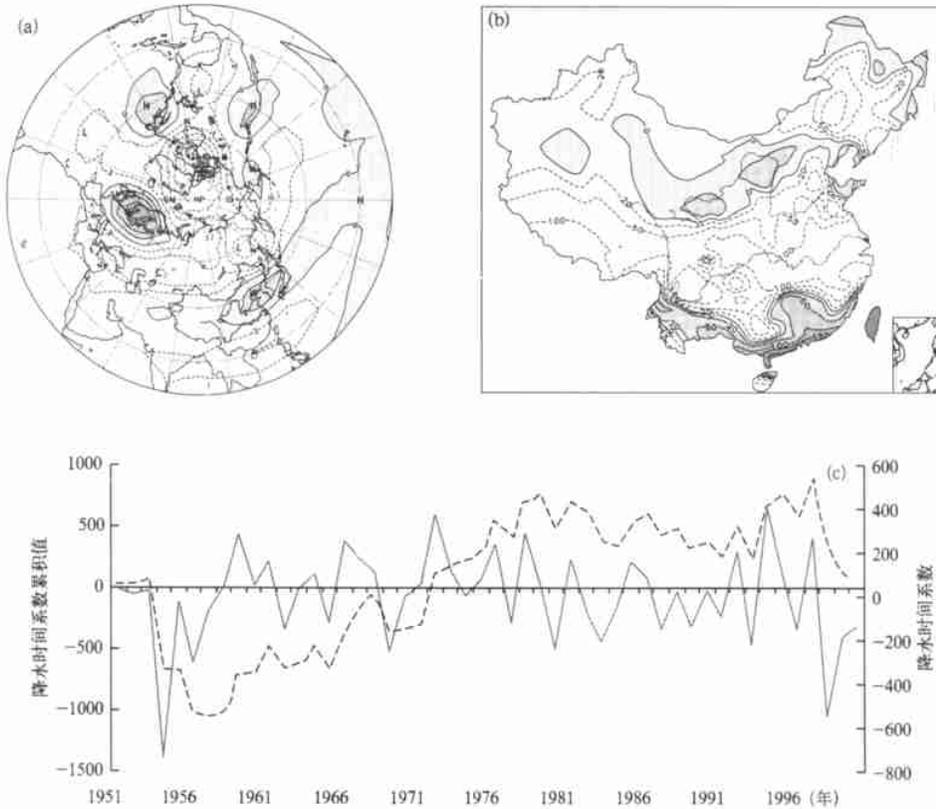


图 1 夏季 500 hPa 高度场和降水场第 1 模态奇异向量场分布

(a. 高度, b. 降水, c. 降水时间系数曲线(实线)及其累积曲线(虚线))

Fig. 1 The SVD1 of 500 hPa height field and precipitation in summer

(a. 500 hPa height field; b. precipitation; c. the solid line for the time coefficient of precipitation and the dashed line for accumulative time coefficient of precipitation)

化,它与海温、500 hPa 高度场、西太平洋副高、热带环流、亚洲季风 and 高原积雪等气候变化一样,在 70 年代末存在明显的气候突变^[6]。高度时间系数累积曲线与降水时间系数累积曲线有着十分相似的变化趋势(图略),这也说明降水场与高度场奇异值分解所揭示的时空分布特征与环流、下垫面特征有紧密的联系。

2.2 夏季大气环流异常与降水的关系

Wallace 和 Gutzler^[7]发现北半球冬季 500 hPa 主要存在 5 个遥相关型,黄荣辉等^[8]在研究中国东部旱涝发生原因时,提出在北半球大气环流存在一个从菲律宾经东亚到北美的波列,称之为东亚-太平洋遥相关型。为了更清楚地反映夏季高度场和降水场相互空间分布型的遥相关特征,这里给出高度场与降水场的异质和同质相关分布^②。

从第 1 模态的夏季 500 hPa 高度场和降水时间系数的异质相关场分布型(图 2a, 简称高度场异质相关图,图中黑粗线为达到 0.05 信度范围,下同)可见,从菲律宾经南海到中印半岛有显著的负相关区,在中国江淮、黄淮流域至日本为大片正相关区,西伯利亚至鄂霍茨克海上空有显著的负相关区,阿留申群岛至加拿大西海岸为正相关区,美国大部分地区为负相关区。这种正负相间的分布如行星波列,与

黄荣辉等^[8]提出的东亚-太平洋遥相关型(EAP 型)的波列分布排列相反,为反 EAP 型。在欧洲西部还存在一显著的正相关区,它与西伯利亚的负相关区组成反欧亚遥相关型(反 EU 型),在强度上比冬季典型的反 EU 型稍偏弱些^[9];由夏季降水场与降水时间系数的同质相关分布(图 2b, 简称降水同质相关图)可见,显著的负相关区位于长江中下游及江西北部地区,正相关区位于江南南部至华南、华北西部至西北东部的大部地区。图 2a 和 2b 表明当降水时间系数为正值,东亚中高纬和菲律宾至中印半岛地区为负距平,中国长江以北地区至日本为正距平时,西太平洋副高偏北,鄂海高压不能建立,中高纬将盛行纬向环流,冷空气不易南下,长江流域少雨干旱,主要雨带位置偏北。降水时间系数为负值时,对应的高度场和降水场将呈现相反分布特征。上述分析表明高度场与降水相互的第 1 模态空间分布反映了大气环流的 EAP 和 EU 遥相关特征,并且能较好地反映大气遥相关型与中国夏季降水分布型的相互关系。

2.3 夏季降水时间系数对中国夏季降水分布的特征能力

由第 1 模态时间系数与夏季雨型的对应关系(表 1)可见,当降水时间系数小于 0 时,夏季出现南

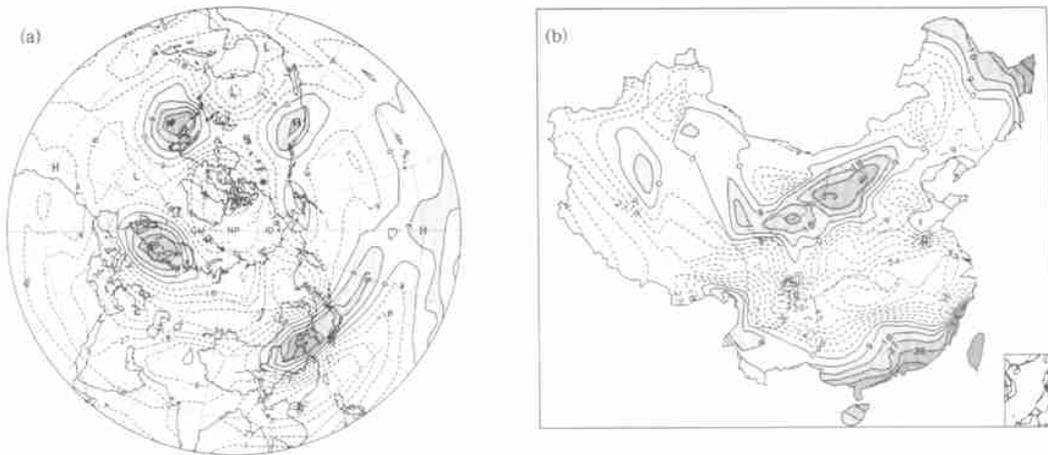


图 2 夏季 500 hPa 高度场与降水场奇异值分解

(a. 高度场异质相关分布, b. 降水场同质相关分布)

Fig. 2 SVD of 500 hPa height field and precipitation in summer
(a. Heterogeneous correlation figure of 500 hPa height field (correlation between 500 hPa height field and time coefficient of precipitation), b. Homogeneous correlation figure of precipitation field (correlation between precipitation field and time coefficient of precipitation))

方类(3类)雨型的概率为52.4%,而基本不出现北方类(1类)雨型。相反当其大于0时,1类雨型占了总年数的58.6%,2和3类雨型各占20.7%。这种对应关系在时间系数异常大和异常小时更为显著。时间系数大于100时,1类雨型占了绝大多数,而小于100时,不出现1类雨型,3类雨型占了2/3。这表明第1模态右奇异向量场的时间系数对夏季旱涝分布,尤其是北方类和南方类雨型有较好的表征能力。

表1 SVD分解第1模态时间系数与夏季雨型对应关系

Table 1 The relationship between the precipitation time coefficients and summer rain belt

时间系数	北方类雨型		中间类雨型		南方类雨型	
	年数	百分比	年数	百分比	年数	百分比
大于0	17	58.6	6	20.7	6	20.7
小于0	1	4.8	9	42.8	11	52.4
大于100	12	80.0	1	6.7	2	13.3
小于-100	0	0.0	5	33.3	10	66.7

分析其他模态时间系数与中国夏季雨型的关系发现,第2模态与第1模态相同,也能较好地区分1和3类雨型,但不能区分开2类(中间类)与3类雨型,第3模态对雨型的表征能力较差。降水时间系数与雨型的关系还与不同的环流背景相联系,这里从夏季降水时间系数中分别选出最大和最小的5a,

作为正、负降水时间系数典型年,正系数典型年为1976,1978,1981,1985,1994年,夏季主要雨带偏北(1类雨型)。负系数典型年为1980,1983,1987,1993,1998年,均为长江大水年(3类雨型)。在正系数典型年(图3a),东亚地区500 hPa高度距平场呈‘- + -’分布,而负系数典型年(图3b),东亚地区500 hPa高度距平场呈‘+ - +’分布,为典型的东亚遥相关型。这就说明第1模态的右奇异向量场所对应的时间系数较好地反映夏季降水的主要特征,并与环流异常紧密联系。

3 冬、春季500 hPa环流异常与中国夏季环流及降水的可能联系

上述分析表明夏季东亚大气环流异常,特别是东亚阻塞形势及西太平洋副热带高压对中国夏季雨带位置有重大影响。这种夏季东亚大气环流的异常与前期北半球大气环流异常有着密切的关系,可以通过分析前期大气环流异常,得到夏季环流异常及影响降水分布趋势的信息。由于SVD方法可以最大限度地分离出两场的高相关区^[5],这里将冬、春季500 hPa高度场和夏季降水场进行奇异值分解,从显著相关区中得到有物理意义的、对夏季降水分布趋势预测有用的高度场特征值。因篇幅所限,只讨论第一模态。

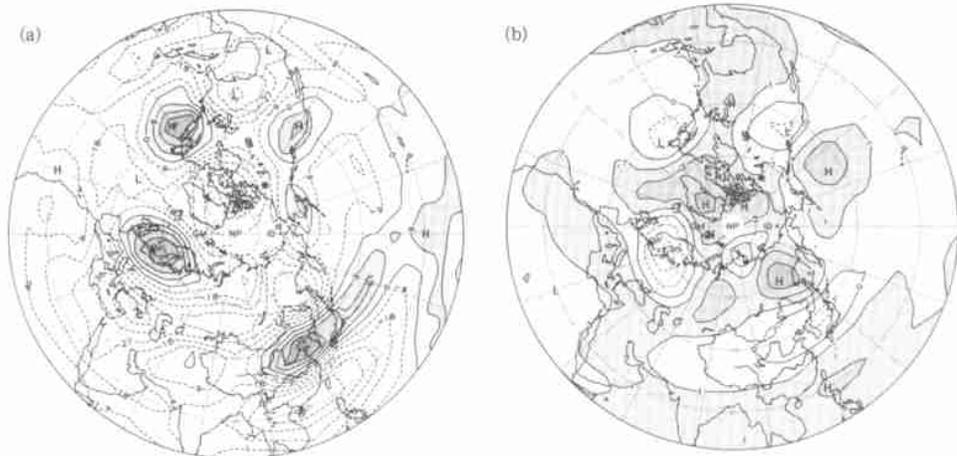


图3 夏季正(a)、负(b)降水时间系数典型年500 hPa高度距平合成场

Fig. 3 500 hPa height anomaly synthetic figures of positive(a) and negative(b) precipitation time coefficients

3.1 冬季500 hPa环流异常与中国夏季降水的关系

在冬季500 hPa高度场与降水相关场上(图

4a),高相关区大多与冬季大气活动中心相联系。主要正相关中心位于欧洲至冰岛、阿留申群岛和日本群岛附近,主要负相关中心位于西伯利亚北部、加拿

大北部及北太平洋中南部。这些正负相关中心组成了一串串波列, 与夏季高度场和降水相关分布(图 2a)基本接近, 也有类似纬向分布的反欧亚型(反 EU 型)和经向分布的反东亚-太平洋型(反 EAP 型), 尤其在东亚地区, 由北向南的‘- + -’遥相关型更为相似, 只是位置略有偏移, 冬季图上反 EU 型、夏季图上反 EAP 型表现更为清晰。

冬季奇异值分解得到的降水场同质相关分布(图 4b)显示了北正南负的相关分布, 负相关区位于长江中下游及江南北部地区, 正相关区位于华北至西北东部地区。比较图 4b 与图 2b, 虽然显著相关区的范围和强度有较大差异, 但主要正负相关区的分布基本相似。这说明冬季环流与夏季降水分布型的关系在前期就有所反映。图 4a 和 4b 的相关分布

表明冬季大气活动中心的强度与夏季降水分布有密切的关系。当冬季冰岛低压, 阿留申低压偏强(负距平), 西伯利亚冷高, 加拿大冷高和太平洋副热带高压偏强(正距平)时, 中高纬环流以经向为主, 夏季长江流域至江南大部地区降水将偏多, 北方大部分地区则以少雨为主。

这种冬、夏季环流异常分布基本相似的遥相关分布型, 可以看作是大气活动由冬到夏的半年韵律关系。观测事实也表明, 1 和 7 月长江中下游及江南北部的降水呈现显著的正相关, 说明冬季环流异常对夏季长江流域旱涝趋势将产生重大影响。冬季环流异常可能通过这种韵律关系影响夏季环流及降水异常。

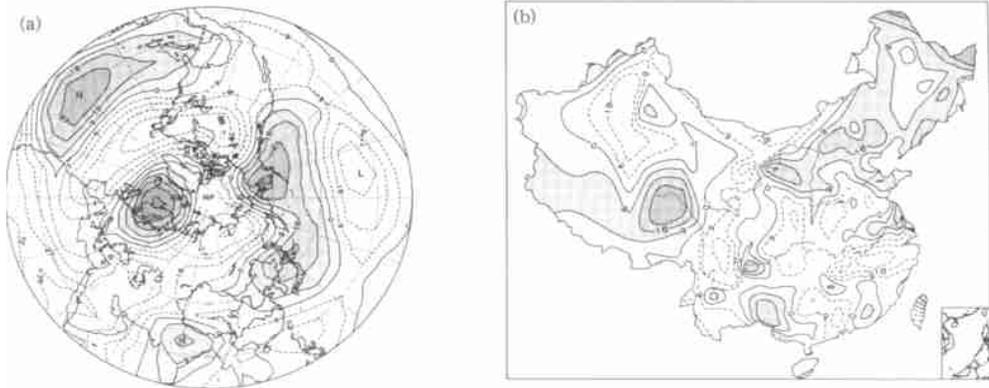


图 4 冬季高度场与夏季降水场奇异值分解

(a. 高度场异质相关分布, b. 降水场同质相关分布)

Fig. 4 SVD of winter 500 hPa height field and summer precipitation

(a. heterogeneous correlation figure of 500 hPa height field, b. homogenous correlation figure of precipitation field)

3.2 春季 500 hPa 环流异常与中国夏季降水的关系

图 5a 和 5b 表示了春季 500 hPa 高度与夏季降水的相互关系, 将图 5a 与图 4a、图 2a 相比较, 主要的高相关区位置略有偏移, 但呈现了相似分布型。在欧亚的中高纬, 从西向东为‘+ - +’的相关区分布, 波列类似于反欧亚型。在东亚从北向南为‘- + -’的高相关区, 但太平洋-北美的波列不及夏季反映的清楚。春季奇异值分解得到的降水场同质相关分布(图 5b)几乎与图 2b 呈现了完全一样的相关分布型。在长江至江南大部分地区有显著的负相关区, 西北东部、东南沿海等地区有显著的正相关区。图 5a 和 5b 表示了当春季 500 hPa 上空新地岛附近为正距平, 鄂霍茨克海至阿留申地区为负距平,

中国东南沿海至西太平洋为正距平时, 副高位置偏南, 东亚地区经向发展, 且冷空气势力主要偏向海洋, 夏季长江流域至江南降水将偏多。

春季环流影响夏季降水的可能联系可以用海陆热力差异来解释。春季为季节转换时期, 冷空气活动偏向海洋, 将对海洋热力状况产生重大影响。在正、负夏季降水时间系数典型年春季和夏季北太平洋海温距平图(图略)上, 负系数年北太平洋亲潮区春、夏季海温为明显负距平; 而正系数年该地区海温为弱的正距平。北太平洋北部春、夏季海温偏低时, 中纬度亚洲大陆和北太平洋海陆温差增大, 对东亚中纬度长波脊发展和维持有利。春、夏季的持续相关使夏季容易出现东亚遥相关型, 有利于中国夏季

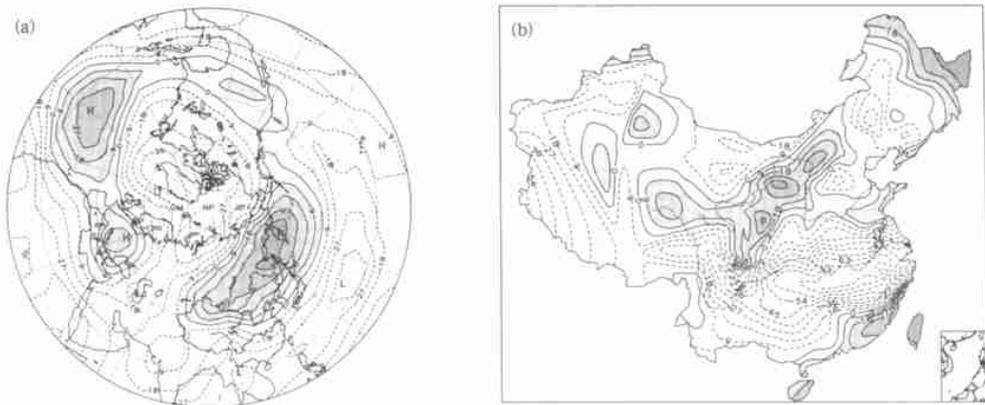


图 5 春季高度场与夏季降水场奇异值分解

(a. 高度场异质相关分布, b. 降水场同质相关分布)

Fig. 5 SVD of spring 500 hPa height field and summer precipitation
(a. heterogeneous correlation figure of 500 hPa height field, b. homogenous correlation figure of precipitation field)

主要雨带位置偏南。

冬、春、夏季 500 hPa 环流与夏季降水相互关系的分析表明: 高相关区大多位于大气活动中心, 波列的分布与大气环流主要的遥相关型相对应, 这些遥相关型与菲律宾周围的对流活动、中高纬系统及与其相连的冷空气活动相联系, 因此有较好的天气气候学意义。冬、春、夏季大气环流与夏季降水场的相互特征还表现出一定的持续性, 前期环流可能通过冬、夏季的半年韵律关系及海陆热力状况的改变, 影响夏季环流和降水分布, 尤其将对夏季长江流域旱涝趋势产生重大影响。

3.3 东亚地区环流季节演变特征

上述分析表明, 冬、春、夏季大气环流的遥相关型具有一定的持续性, 尤其是在东亚地区更为明显。我们用夏季正、负降水时间系数典型年旬平均高度距平场的时间剖面图, 进一步揭示冬、春、夏季关键地区的环流演变特征及降水异常的联系。

由夏季正降水时间系数典型年 500 hPa 旬平均高度距平(110~150°E)的纬度-时间剖面(图 6a)可见, 东亚大部地区以负距平为主, 冬季在中低纬大部地区为负距平槽区, 仅在高纬的部分地区有较强的正距平脊区, 呈现北正南负分布形势。冬末春初环流开始调整。从春到夏, 低纬的正距平脊区中心向中纬度移动, 并在夏季较为稳定地位于 30~45°N, 低纬地区则由负距平控制; 中纬度负距平槽区的强度不断加强, 并有向北扩展的趋势; 中高纬的正距平强度和范围也明显减弱和北缩, 最终在盛夏

由负距平替代。夏季 110~150°E, 500 hPa 旬高度场自低纬向高纬呈‘- + -’的东亚反遥相关型分布结构。这种配置结构表示副高位置偏北, 中高纬无阻塞高压, 这是造成中国夏季雨带位置偏北, 长江流域少雨的典型形势。

夏季负降水时间系数典型年 500 hPa 旬平均高度距平(110~150°E)的纬度-时间剖面(图 6b)的情况大致与正系数年相反, 东亚大部地区以正距平为主。冬季为北负南正的距平场分布, 冬末中高纬的负距平槽区有向南传播的趋势, 并不断减弱和缩小, 夏季基本稳定在 30~45°N。入夏后低纬正距平脊区略有南退, 但从冬到夏 30°N 以南地区始终维持较强的正距平脊区。高纬地区正距平脊区从春末到夏也有向南扩展的趋势, 盛夏较为稳定地位于 55~70°N。在夏季 500 hPa 旬平均高度距平场上, 东亚地区(110~150°E)自低纬向高纬上呈‘+ - +’分布结构。这种配置表明经向环流偏强, 副高位置偏南, 中高纬阻塞形势维持, 为典型的东亚遥相关型, 有利于中国夏季雨带位置偏南, 长江流域多雨。

上述分析表明在东亚地区, 夏季正、负降水时间系数典型年冬、春、夏季环流的时间演变特征是相反的。正系数年以负距平为主, 冬季北正南负, 从 4 月以后正距平脊区和负距平槽区有向北推进的趋势。夏季形成‘- + -’的距平场分布。负系数年以正距平为主, 冬季北负南正, 从春季到夏季中高纬的负距平槽区和正距平脊区向南扩展, 夏季形成‘+ - +’的东亚遥相关结构。

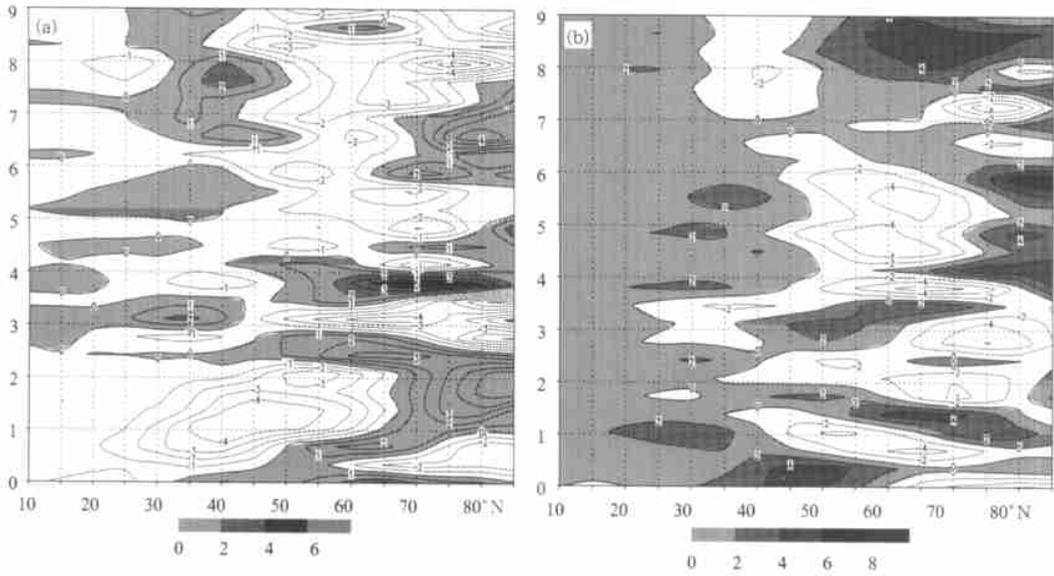


图6 夏季正(a)、负(b)降水时间系数典型年500 hPa 旬平均高度距平(110~150°E)的纬度-时间剖面

Fig. 6 Time-latitude section of dekad 500 hPa height anomaly (110~150°E average) (a. positive summer precipitation time coefficients, b. negative summer precipitation time coefficients)

4 中国夏季降水趋势预测

4.1 预测的途径和方法

通过冬、春季500 hPa高度场与夏季降水场的

奇异值分解,建立了前期高度场和夏季降水场的相互关系。在预测中我们综合利用前3个模态分解的结果及前期环流异常信息,建立中国夏季降水趋势预测模型。预测流程主要有两个途径(图7):

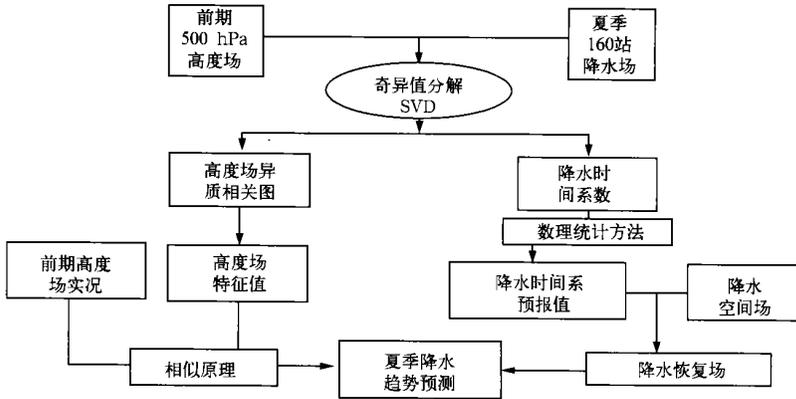


图7 利用SVD方法预测中国夏季降水趋势流程

Fig. 7 Model of summer precipitation prediction by SVD

(1) 降水时间系数方法: 利用SVD分解结果中的降水时间系数序列, 运用数学物理统计方法得出预报年降水时间系数, 降水时间系数预报值与SVD分解得到的降水空间场组合得到降水恢复场, 此恢复场即可作为夏季降水的趋势预测。

(2) 前期高度场相似方法: 利用高度场异质相

关图(降水时间系数与高度场相关), 得到若干组高度场特征值序列, 通过分析预报年前期高度场特征, 根据相似原理找出历史最佳相似年, 以最佳相似年的降水距平百分率合成图作为夏季降水的趋势预测。

利用前期冬、春季高度场实况对夏季降水作预

测的方法和途径中,较为关键和核心的问题是降水时间系数以及高度场特征区的确定,无论是定量还是定性作夏季降水趋势预测,要求高度特征区的相关系数通过显著性检验,所代表的高度场特征有较好的天气气候学意义,并与夏季降水有一定的联系。时间系数的预测则要求利用有物理意义的预报因子,通过数理统计方法求解。

4.2 预测实例

根据上述预测流程和方法,可以在4月初、6月

初利用冬、春季环流异常特征做出夏季降水趋势预测及补充订正。图8给出了2001年夏季降水趋势预测,由前期冬季高度场相似方法预报(图8a)和春季降水时间系数方法预报(图8b)可见,2种方法预测结果大致相近,主要多雨区位于江南南部至华南大部分地区、华北东部、西北和西南东部地区,其余大部分地区以少雨为主,长江中下游不会出现大范围洪涝。

对比2001年夏季降水距平百分率预报(c)和实

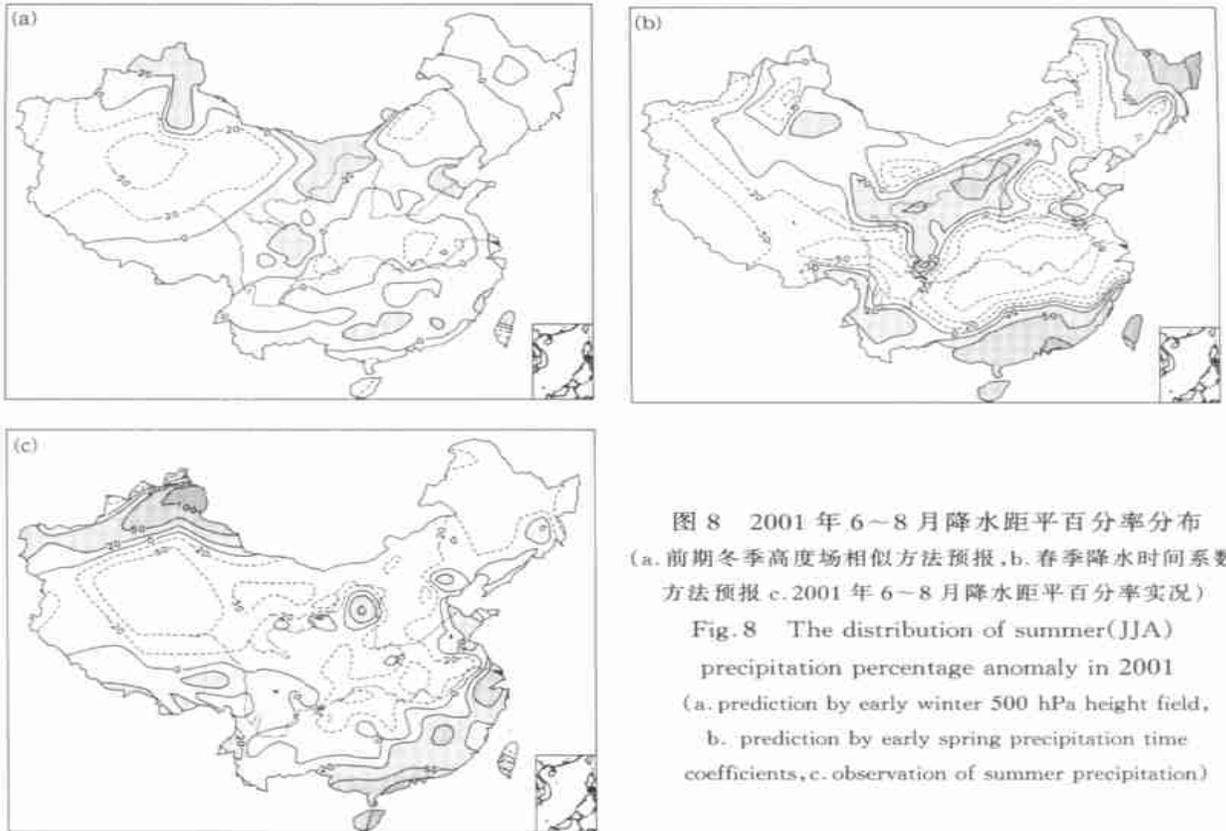


图8 2001年6~8月降水距平百分率分布
(a.前期冬季高度场相似方法预报,b.春季降水时间系数方法预报 c.2001年6~8月降水距平百分率实况)
Fig.8 The distribution of summer(JJA) precipitation percentage anomaly in 2001
(a. prediction by early winter 500 hPa height field, b. prediction by early spring precipitation time coefficients, c. observation of summer precipitation)

况发现,2种预报方法都反映了2001年汛期降水的主要特征——主要多雨区位于南方。除西北的雨区预测偏大外,主要雨带位置分布与实况较为接近,根据国家气候中心诊断预测室的汛期降水评分办法对上述2种预报结果进行评分,得分均超过多年平均值,分别为73,78分。由于奇异值分解及相关是利用1951~2000年资料分析的,本文试对1996~2000年汛期旱涝趋势进行回报,根据前期冬季高度场相似方法,回报评分分别为69,72,70,69,69;2002和2003年汛期降水量预测评分分别为67和71份,这在一定程度上说明利用奇异值分解方法得到的前期冬季高度场与降水场之间的联系对中国汛期降水趋势有一定的预测能力。但此方法还需在今后的预测

试验中不断改进。

5 结论

通过对高度场和降水场的奇异值分解,得到高度场与降水场之间的相互关系,主要有以下几个方面:

(1) 夏季高度场与降水场相互的第一模态空间分布,反映了大气环流的EAP和EU遥相关型及中国夏季旱涝分布型特征,高相关区大多位于大气活动中心。当东亚出现阻塞形势,西太平洋副高偏南偏强,中高纬盛行经向环流时,主要雨带偏南,长江流域易发生洪涝。反之,主要多雨区偏北,长江流域少雨干旱。

(2) 由夏季高度场与降水场奇异值分解得到的

第一模态的右奇异向量场所对应的时间系数(夏季降水时间系数),对夏季旱涝分布,尤其是北方类和南方类雨型有较好的表征能力。并且该降水时间系数反映了中国夏季降水的年代际变化,它与环流及下垫面热状况的气候变化一样,在 20 世纪 70 年代末存在明显的气候突变。因此夏季降水时间系数较好的反映了夏季降水的主要特征。

(3) 冬、春 500 hPa 环流与夏季降水相互关系的

分析表明:冬、春、夏季大气环流与夏季降水的相互特征表现出一定的持续性,前期环流通过冬、夏季的半年韵律关系及海陆热力状况的改变,影响夏季环流和降水分布,尤其将对夏季长江流域旱涝趋势产生重大影响。

(4) 利用高度场与降水场奇异值分解的结果及前期环流异常信息,建立了夏季降水趋势预测模型,将在今后的预测试验中检验和改进。

参考文献

- 1 Tao Shiyun, Chen Longxun. A review of recent research on the East Asian summer monsoon in China. In: CP Chang and T N Krishnamurti, eds. Review of Monsoon Meteorology. UK: Oxford University Press. 1978. 353pp
- 2 廖荃荪,陈桂英,陈国珍. 北半球西风带环流和中国夏季降水. 见: 全国中长期预报经验交流会编辑组编. 长期天气预报文集. 北京: 气象出版社, 1982. 103~ 114
- 3 廖荃荪,赵振国. 东亚阻塞形势与西太平洋副高的关系及其对中国夏季降水的影响. 见: 长期天气预报理论、方法和资料库建立研究项目总课题组编. 长期天气预报论文集. 北京: 气象出版社, 1990. 125~ 135
- 4 张庆云, 陶诗言. 亚洲中高纬度环流对东亚夏季降水的影响. 气象学报, 1998, 56(3): 199~ 211
- 5 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术. 北京: 气象出版社, 1999. 269pp
- 6 陈兴芳, 宋文玲. 年代际气候变化与 1998 年长江大水. 气候与环境研究, 1998, 3(4): 358~ 367
- 7 Wallace J M, Gutzler D S. Teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter. Mon Wea Rev, 1981, 109: 784~ 812
- 8 黄荣辉, 李维京. 夏季热带西太平洋上空的热源异常对东亚上空副热带高压的影响及其物理机制. 大气科学(特刊), 1988, 107~ 116
- 9 李崇银. 气候动力学引论. 北京: 气象出版社, 2000. 515pp

THE RELATIONSHIP BETWEEN SUMMER PRECIPITATION IN CHINA AND CIRCULATION ANOMALY IN EUROASIA AND ITS APPLICATION IN PRECIPITATION PREDICTION

Sun Linhai

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

He Min

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

National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

Coupling action between 500 hPa height field and summer precipitation distribution in China has been analysed by SVD (Singular Value Decomposition) method. The following results are revealed.

(1) The coupling between summer 500 hPa height field and precipitation distribution is associated with the teleconnection of atmospheric circulation. The first pattern of the coupling shows spatial distribution reflecting the characters of the EPA and EU pattern of atmospheric circulation and the precipitation distribution. High correlation areas are mostly associated with atmospheric activity centers. When blocking high is located in north eastern Asia, the western Pacific subtropical high is stronger than normal with its position to further south of the

normal, the meridian circulation prevails in middle and high latitudes, the major rain belt is located in southern China, severe flooding appear more frequently in the Yangtze river basin. In the opposite situation, precipitation in the Yangtze River basin is below normal or even drought.

(2) The precipitation time coefficient of the coupling action can describe well drought and flooding distribution, especially at distinguishing rain belt patterns (north or south). This precipitation time coefficient may reflect decade variability of summer precipitation pattern in China.

(3) The analysis to the coupling between the 500 hPa circulation characteristics in winter, spring seasons and the summer precipitation distribution shows that from previous winter present to summer, the coupling characteristics between 500 hPa height field and precipitation distribution have persistence. Previous circulation influences summer precipitation distribution through rhythm relationship and thermodynamic condition contrast between land and ocean.

(4) With the results from SVD analysis and previous circulation anomaly, a forecast model for summer precipitation in China is established. The prediction experiment shows a certain capability.

Key words: SVD, 500 hPa circulation, Precipitation prediction.

作者更正

2004 年第 2 期《气象学报》中“长波辐射对大气变化的敏感性和在 WRF 模式中的应用检验”论文的图 4b(222 页)应为:

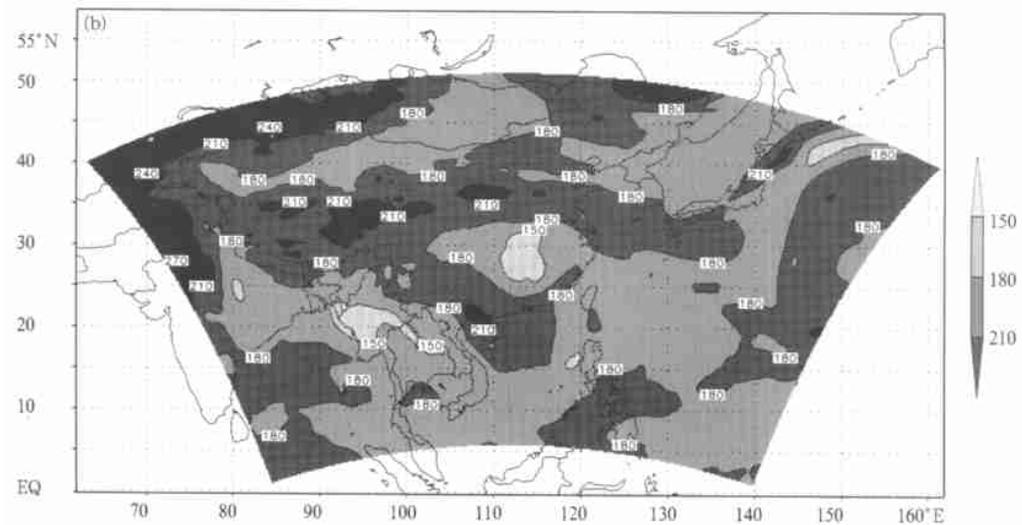


图 4b

特此更正。

作者: 沈元芳等