

西南地区夏季降水预测模型^①

马振锋

(成都高原气象研究所, 610072)

提 要

从业务预报角度,对影响西南地区夏季降水的主要物理因子,如高原因子、西风带系统、副热带高压等因素进行了分析,在此基础上建立了具有一定物理基础的夏季降水预测模型,在近年来汛期降水预测中取得了明显效果。

关键词: 夏季降水 预测信号 技术方法 预测效果

引 言

汛期旱涝预测是各级政府制定国民经济计划,组织防汛抗旱和部署防灾减灾的重要决策依据。因此汛期旱涝预测的技术方法研究一直是业务和科研部门的重要科研课题。早在“七五”和“八五”期间,中国气象局就把短期气候预测研究列为部门的重点项目,在长期预报物理基础研究、预报技术方法研究等方面取得了显著的科研进展^[1]。然而,我们对影响西南地区汛期旱涝的物理过程和物理因素的认识十分有限,实际业务预测水平与国家气候中心有明显差距。“九五”期间,我们把盆地汛期旱涝预测研究作为攻关重点,期望通过对四川气候异常规律和预测信号的研究,研制一套有物理依据的新一代短期气候预测业务系统,以提高四川短期气候预测水平。实践表明,“九五”科技攻关,带来了短期气候预测质量较大提高^[2]。

1 降水的年际变化

业务实践表明,做好短期气候预测离不开考虑气象要素的年(代)际变化。我们应用自适应多分辨数据滤波器^[3]对重庆、成都6~8月降水进行滤波分析(图1),结果表明,四川盆地西部20世纪60年代中期以前降水偏多,其后降水偏少。盆地东部30年代以前降水偏多,30~60年代中期降水偏少,60年

代中期以后降水略偏多。目前,四川盆地汛期降水的年代际变化是处于西部偏少、东部正常偏多的气候背景下。

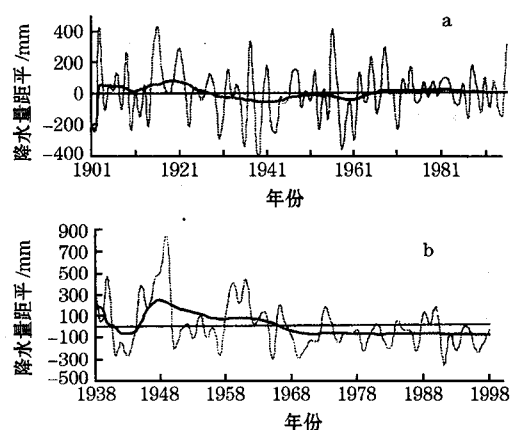


图1 重庆(a)、成都(b)历年夏季降水变化滤波曲线

2 青藏高原热力因子和位势高度场变化

陈忠明^[4]利用高原地气温差资料计算了1961~1996年高原地面热源强度,并用它来反映高原热状况,结果发现四川盆地盛夏伏旱发生强度与前一年初夏青藏高原加热强度有显著负相关,其相关系数达-0.51,超过0.01信度检验。图2给出上年6月高原加热强度及其对应次年主汛期四川盆地干旱强度曲线。青藏高原加热强度在近年来的汛期

^① 国家“九五”重中之重点项目 96-908-05-05 和四川省“九五”重大科技项目“四川省农业主要灾害性气候的预测技术研究”联合资助

旱涝预测中有明显的指示意义,特别是对2000年、2001年盛夏盆地中东部伏旱强度的预测,与实况基本一致。

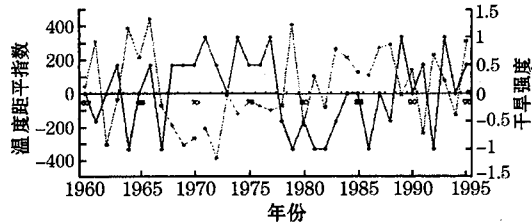


图2 6月高原加热场距平指数(虚线)与次年夏季盆地干旱强度(实线)曲线

四川盆地夏季雨量分布主要以东、西部振荡为主。分析1952~1998年夏季盆地西部(成都、雅安、乐山、绵阳、广元)与东部(内江、泸州、重庆、南充、达川)降水正距平概率差和青藏高原地区(25~35°N、80~100°E)500hPa位势高度距平历史演变曲线(图3)可知,四川盆地夏季西、东部相对降水与青藏高原位势高度场存在明显的阶段性变化规律。当夏季青藏高原位势高度偏高时,一般盆地西部多雨、东部少雨;反之,盆地西部少雨、东部多雨。赵振国曾指出^[5],夏季青藏高原位势高度场存在着明显的20年左右的阶段性变化,而且减弱阶段比增强阶段持续时间要长3年左右。据此,我们可以根据夏季青藏高原位势高度的年代际变化规律预测四川盆地夏季降水可能是东部型还是西部型。

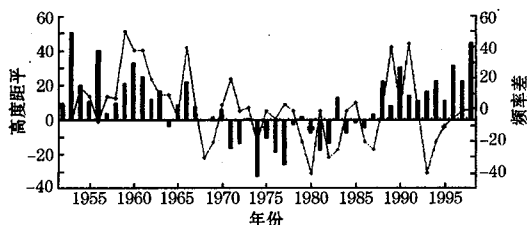


图3 高原高度距平(柱形)和盆地西东部降水正距平概率差(曲线)

3 春季西风带环流异常与四川盆地夏季降水

中高纬度西风带环流异常对我国夏季降水有明显影响。我们计算了1957~1995年1~3月西风带(45~60°N、150°W~0°~180°)500hPa位势高度距平合成场与四川盆地6~8月20个测站^[2]降水量之间的相关,

发现两者存在 $r=0.63$ 的相关关系(图4)。表明,当春季500hPa北半球中高纬度西风带平均环流距平合成场为负时,通常四川盆地夏季少雨;反之,当春季500hPa平均环流距平合成场为正时,四川盆地夏季多雨。图5分别给出了春季西风带距平合成场偏高(1958、1981、1983、1984、1992年)和偏低(1972、1975、1976、1982、1994年)值最大的5个典型年份对应当年夏季500hPa高度距平合成场分布,可见它们的分布是不同的。当春季西风带500hPa高度距平合成场偏高时,夏季低纬热带副热带系统偏弱,西太平洋副热带高压强度偏弱、脊线略偏北、西伸点略偏东;青藏高压强度偏弱;在高纬西风带乌拉尔山东部和鄂霍次克附近各有高压中心存在,表明经向环流发展;极涡强度偏弱,主体位于东半球。我国夏季主要雨带位于长江流域及其以南,西南地区通常多雨。当春季西风带500hPa高度距平合成场偏低时,夏季低纬热带副热带系统偏强,西太平洋副热带高压强度偏强、脊线明显偏北、西伸点偏西;在高纬西风带乌拉尔山和鄂霍茨克海地区有明显的负距平,而贝加尔湖北部地区有明显的正距平,极涡主体偏太平洋地区。我国汛期雨带主要在黄淮流域及其以北,西南地区一般少雨。

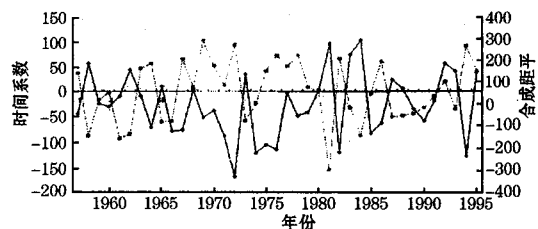


图4 四川盆地汛期降水 EOF 时间(虚线)与西风带高度合成场(实线)曲线

4 西太平洋副热带高压活动与四川盆地夏季降水

西太平洋副热带高压(下称副高)活动是影响我国夏季降水的主要因素^[6],也是造成四川盆地夏季降水异常的主要物理因子。通过对1951~1995年夏季四川盆地降水和副高强度、西伸点、脊线位置做点聚图分析(图

略),发现夏季副高强度偏强($\Delta Q > 0$)和偏弱($\Delta Q < 0$)情况下,副高脊线位置和强度与四川盆地夏季降水有很好的关系(表 1)。目前,我们预测夏季副高活动主要是考虑其参数本身的年际变化,以及与太阳活动和赤道东太平洋海温场的变化关系。比如在 2000

年汛期预报中,考虑副高强度偏弱、西伸点偏东的背景下,太阳活动高峰期不利于 7 月副高脊线偏北,有利于副高偏弱,但 La Nina 冷水位相又有利于 6 月副高脊线偏北。支持预报 2000 年四川盆地盛夏为中等旱涝年景,降水以偏少为主。

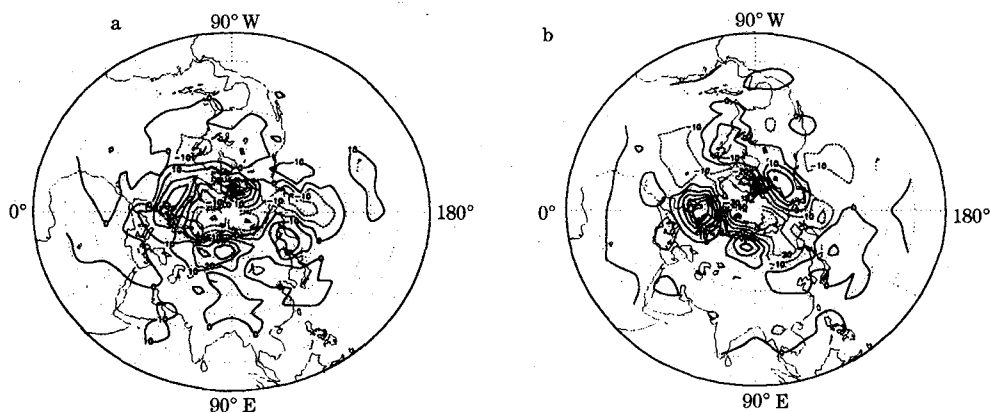


图 5 春季西风带合成场偏高(a)和偏低(b)对应夏季 500hPa 高度距平场分布

表 1 夏季副高强度、西伸点、脊线位置与四川盆地降水关系

强度	西伸点 ΔX 与脊线位置 ΔY	夏季盆地降水分布
$\Delta Q > 0$	$\Delta Y > 7, \Delta X > 0$	偏少
	$\Delta Y \leq 7, \Delta X < 0$	偏多
	$\Delta X > 12, \Delta Y < -10$	偏少
$\Delta Q < 0$	$\Delta X > 0, \Delta Y > -2$	略偏多
	$\Delta X \leq -6, \Delta Y > 0$	偏多
	$\Delta X \leq -20, \Delta Y > 0$	偏少

5 越赤道气流与四川盆地夏季降水

李曾中^[7]研究指出,越赤道气流与我国夏季降水关系密切,夏季越赤道气流总量偏大,当年我国汛期降水偏多。我们计算了西南地区成都、重庆、贵阳、昆明 4 个代表站 1974~1995 年夏季降水与赤道地区($10^{\circ}\text{S} \sim 10^{\circ}\text{N}, 60^{\circ}\text{E} \sim 180^{\circ}$)850hPa 南北风分量 V 的同期相关(图略)。发现四川盆地汛期降水与区域($10^{\circ}\text{S} \sim 0^{\circ}, 90^{\circ} \sim 100^{\circ}\text{E}$)内 V 分量有显著的负相关。当夏季($90^{\circ} \sim 100^{\circ}\text{E}$)区域内 V 分量显著增大时,赤道辐合带和副高一般偏北偏强,我国雨带在长江流域及其以北,四川盆地通常以少雨为主;反之, V 分量显著减弱时,赤道辐合带和副高一般偏南偏弱,我国

雨带在长江流域及其以南,四川盆地通常以多雨为主。为了预测夏季($90^{\circ} \sim 100^{\circ}\text{E}$)区域内 V 分量强弱,我们定义区域($10^{\circ}\text{S} \sim 0^{\circ}, 90^{\circ} \sim 100^{\circ}\text{E}$)内 V 分量格点距平累加值表示为越赤道气流。于是发现 6~8 月越赤道气流与 3~5 月高原位势高度场存在显著的正相关(图 6)。所以,我们可以把春季青藏高原高度场变化作为预报夏季越赤道气流强弱,进而预测四川盆地汛期降水多少的依据之一。

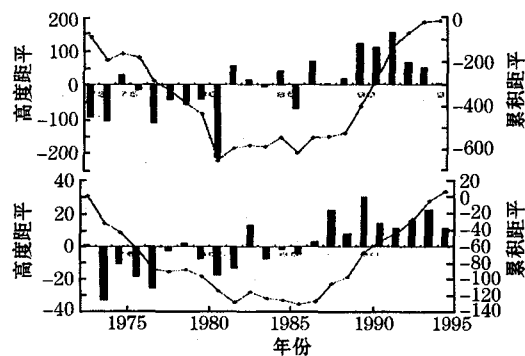


图 6 夏季越赤道气流(上)与春季高原高度(下)距平(柱形)和累积距平(曲线)

6 国家级预测产品应用

国家级短期气候预测产品对全国各区域

(省、市)气象中心制作当地气候趋势预报有重要参考作用。例如2000年4月,北京全国汛期会商意见是:我国长江以北大部地区降水将比去年增加,出现流域性持续严重洪涝和大范围严重干旱的可能性较小。主要多雨带可能位于黄河中下游以南至江南北部地区,属Ⅱ类雨型。于是我们利用四川盆地汛期降水量分布与我国汛期三类雨带同期关系(表2),作出长江上游地区2000年汛期降水以少为主,其中,四川大部少雨,重庆可能多雨的结论,结果与实况吻合。

此外,我们在制作西南地区汛期预报时,还要讨论夏季南亚高压、高原季风、西太平洋暖池强弱等因素对四川盆地汛期降水的影响,这里就不一一列举了。

表3 西南区域“九五”研制的部分预报模式

模式名称	预测范围	预测对象	预报时间
多因子综合集成模型	云、贵、川、渝	月、季气温、降水	上月、上季后期
年度预测模型	云、贵、川、渝	年气温、降水	上年11月
多尺度滚动预报模型	云、贵、川、渝	年气温、降水	上年11月
EOF多尺度预测模型	云、贵、川、渝	年气温、降水	上年11月
相空间预测模型	云南	月、季气温、降水	上月、上季后期
多时间序列预测模型	云南	月、季气温、降水	上月、上季后期
低温预测模型	云南	8月气温	7月
方差权重模型	川、渝	汛期降水	3月
汛期旱涝预测概念模型	川、渝	汛期降水	3月
春季低温预测模型	川、渝	3、4月气温	2月前期
动力产品释用模型	川、渝	月、季气温、降水	上月、上季后期
汛期降水预测模型	重庆	汛期降水	3月
环流模型	贵州	汛期降水	3月
季风模型	西藏	汛期降水	3月

8 结 语

本文从实际业务角度,简要总结了近年来成都中心气象台制作汛期旱涝预测的前期物理信号和技术方法。由于影响短期气候变化的因子错综复杂,目前我们虽然找到了一些因子与预报对象有较好的对应关系,但还没有完全认识它们之间相互联系的物理机制。另外,由于部分实时气候资料获取困难,目前有一些研究成果还难以直接应用于预测业务。从近年来的业务应用来看,不少预测方法效果还不够稳定,今后还需要做大量的改进工作。

表2 全国雨型与四川盆地雨型(1951~1999年)

盆地/全国	I类雨型	II类雨型	III类雨型	Σ
全盆地偏少	8	4	7	19
全盆地偏多	0	2	5	7
东多西少型	0	5	6	11
东少西多型	9	0	0	9
南多北少型	1	2	0	3
Σ	18	13	18	49

7 西南地区汛期旱涝主要预测方法

近年来,我们采取边研究,边应用、边改进的技术路线,始终强调建立的预测方法既要有一定物理意义,又要有较好的业务预测效果。从1996年开始,研制的汛期降水预测方法都要参加西南地区汛期会商讨论(表3)。除动力产品释用方法外,其他技术方法均投入了业务试用,取得了好的预报效果^[2]。

参考文献

- 王绍武. 气候预测研究. 北京:气象出版社,1996:84~93.
- 马振锋. 成都区域气象中心短期气候预测业务评估. 气象, 2001,12(12):29~32.
- 尤卫红. 气候变化多尺度诊断分析研究. 北京:气象出版社,1998:9~20.
- 陈忠明等. 青藏高原地表热状况与四川汛期旱涝关系. 成都气象学院学报,1999,14(1):1~8.
- 赵振国. 夏季青藏高原位势高度场的长期振荡与气候变化. 气象学报,1995,53(1):108~114.
- 赵振国等. 副高位置变化成因及预报. 热带气象学报, 1995,11(3):224~230.
- 李曾中. 越赤道气流与我国洪涝灾害关系的初探. 应用气象学报,1998,9(9):132~135.

Forecasting of Summer Precipitation over Southwest Region of China

Ma Zhenfeng

(The Plateau Meteorological Institute of Chengdu, 610072)

Abstract

The primary physical factors, such as plateau meteorological factor, westerlies system, subtropical high and so on, which impact on summer precipitation over the southwest region of China, are analyzed. Then based on the relationship between the physical factors and predictand, the predictive models of precipitation in Sichuan basin are developed. The forecast accuracy of operational experiments in recent years is improved.

Key Words: summer precipitation forecast signal technical method prediction effect