国家“九五”重中之重科研项目
我国短期气候预测系统的研究
(96－908－04－04)

汛期旱涝预测方法研究

陈兴芳 主编

气象出版社

国家“九五”重中之重科技项目
我国短期气候预测系统的研究
（96－908－04－04）

汛期旱涝预测方法研究

陈兴芳　主编

气象出版社

内容简介

本书是国家“九五”重中之重科技项目“我国短期气候预测系统的研究”(96－908)项目中的第4课题第4专题研究成果汇编，主要是近两年来的成果。本书共有论文15篇，主要内容有我国东部地区夏季旱涝气候变化和夏季降水型预测的研究，东亚季风和越赤道气流的研究，西北太平洋副热带高压及其与我国夏季降水关系的研究，海洋热状况包括海温分布型、ENSO和北极海冰与我国夏季降水预测关系的研究，冬季欧亚积雪和青藏高原积雪与夏半年500hPa平均环流的相关分析，以及台风的短期气候预测业务系统的研究。本专题研究成果大多已在1999年和2000年的汛期降水预测工作中进行了试验应用，有些已初步形成了相应的夏季旱涝预测物理模型和预测方法。

本书可供：气象、水文、海洋、农业、林牧业、环保、部队等部门科研业务人员及有关院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汛期旱涝预测方法研究/陈兴芳编. —北京：气象出版社，2000.8

ISBN 7-5029-2971-1

Ⅰ.汛… Ⅱ.陈… Ⅲ.①干旱-短期预报-研究-中国-文集 ②水灾-短期预报-研究-中国-文集

Ⅳ.P456.1－53

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第40950号

汛期旱涝预测方法研究

陈兴芳 主编

责任编辑：苏振生 终审：周诗健

封面设计：朔朝兵 责任技编：吴庭芳 责任校对：陈述

气象出版社出版

(北京市海淀区白石桥路46号 邮编100081)

北京市宏远兴旺印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

2000年8月第一版 2000年8月第一次印刷

开本：787×1092 1/16 印张：9 字数：227千字

印数：1～600

ISBN 7-5029-2971-1/P·1034

定价：18.00元

前　言

国家“九五”重中之重科技项目“我国短期气候预测系统的研究”(96-908)设置5个课题32个专题，“汛期旱涝预测方法的研究”是该项目中的第4课题第4专题(96-908-04-04)，由国家气候中心、北京大学地球物理系、中国科学院大气物理研究所共同承担，中国气象科学研究院、中国科学院地理研究所和高原大气物理研究所、云南大学地球科学系也参加本专题的研究工作。本专题共有6个子专题，分别进行季风指数与汛期旱涝预测方法的研究、旱涝分布类型的预测方法研究、用海洋物理因子作旱涝预测的方法研究、用陆面热状况和环流因子作旱涝预测的方法研究、用副热带高压和西风环流季节变异作旱涝预测的方法研究、用南北半球主要环流系统异常变化作汛期旱涝的预测方法研究和台风长期变化趋势的预测系统研究。几年来在项目的领导下，通过专题组全体科研人员的共同努力，各个子专题都取得了丰硕的科研成果，其中，前2年的主要研究成果在1998年应用气象学报的专集(Vol.9 增刊)中已有介绍，本论文集则是近2年来的研究成果。

本文集共有论文15篇，主要内容有我国东部地区夏季旱涝气候变化和夏季降水型预测的研究，东亚季风和越赤道气流的研究，西太平洋副热带高压及其与我国夏季降水关系的研究，东亚阻塞高压与我国主要雨带位置关系的研究，海洋热状况包括海温分布型、ENSO和北极海冰与我国夏季降水预测关系的研究，冬季欧亚积雪和青藏高原积雪与夏半年500hPa平均环流的相关分析，以及台风的短期气候预测业务系统研究。本专题的研究成果大多已在1999年和2000年的汛期降水预测工作中进行了试验应用，有些已初步形成了相应的夏季旱涝预测物理模型和预测方法，我们将在进一步的总结试验基础上，将这些成果提交给项目总装组，作为短期气候预测系统的综合决策内容之一。

本文集由陈兴芳主编，参加编审工作的有王绍武教授、张庆云研究员和宋文玲高级工程师，各子专题负责人对文集编辑和出版工作给予了大力支持。限于水平和时间，文集中的不足和错误之处，请不吝赐教。

编者

2000年4月10日

目　录

用冬季大气环流预测中国夏季降水型 …… 朱锦红　王绍武(1)
近50年我国汛期旱涝气候的年代际变化…… 陈兴芳　晁淑懿(14)
中国东部区域旱涝气候变化研究 …… 严华生　张小玲　陈兴芳(24)
东亚夏季风环流与西太平洋副热带高压 …… 张庆云　陶诗言(32)
东亚季风指数的定义及其与中国夏季降水的关系 …… 乔云亭　陈烈庭　张庆云(43)
越赤道气流异常与中国洪涝灾害 …… 李曾中　程明虎　曾小苹等(53)
西太平洋副热带高压与中国夏季降水关系的诊断研究
…… 王绍武　慕巧珍　朱锦红等(60)
北太平洋海温场与西太平洋副热带高压的关系 …… 沙万英　郭其蕴　黄玫(71)
华南前汛期雨季与西太平洋副热带高压的关系 …… 郭其蕴　沙万英　黄玫(80)
7月份两种东亚阻塞形势对中国主要雨带位置的不同影响 …… 杨义文(90)
北太平洋海温分布型指数与我国夏季降水趋势分布预测…… 魏凤英(100)
近50年来ENSO的冷暖事件评定及其对夏季雨型的滞后效应
…… 陈菊英　王玉红　王文(109)
北极海冰"强信号"影响域…… 柏晶瑜　徐祥德　苗秋菊(114)
欧亚和青藏高原冬季积雪与夏半年500hPa月平均环流的相关过程分析
…… 陈兴芳　宋文玲(124)
台风的短期气候预测业务系统和应用…… 何敏　宋文玲(133)

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

用冬季大气环流预测中国夏季降水型

朱锦红　王绍武
（北京大学地球物理系，北京 100871）

摘　要

本文利用中国160个站降水资料和国家气候中心10°×5°500hPa月平均高度场资料对我国东部夏季降水的区域特征与冬季500hPa大气环流的关系进行了研究，并利用得到的关系对过去48年进行了回报试验。研究表明，我国东部夏季降水分布与同期和前期的500hPa高度场都有一定的关系，利用前期冬季环流建立的对我国东部夏季降水预报指标在回报试验中表现出一定技巧。但由于影响我国东部夏季降水的因素十分复杂，且其年际变率较大，建立的预报指标还有待完善。

关键词：我国夏季降水型　大气环流　预报指标

一、引言

我国东部地区是主要的农业区，而农业生产对降水的分布又极为敏感，所以我国东部地区夏季降水的预测就成为短期气候预测的一个重要课题。夏季降水预测有各种不同的方法，对降水分布进行分型，然后按不同的型进行预测是众多方法中的一种。目前，国家气候中心在业务预报中把雨型分为三类[1]，这种分类突出了主要雨带的位置，而且只有三类，使用方便。但也有一些问题：如没有严格的数字定义等。另一种分型是王绍武与赵宗慈提出来的六种型[2]，这种分型的优点是包括了我国东部地区多雨型与少雨型，把长江与江南分开，多雨与少雨的地理分布比较清楚，其最大缺点是重点地区不突出。最近王绍武等用REOF方法对中国东部夏季降水重新进行了分型，新的夏季降水分型，吸收了过去两种分型方案的优点，突出了主要雨带的位置[3]。新的分型是从降水距平的分布出发，利用统计的方法，对我国东部的降水分布进行了研究。从降水异常形成机制出发，大气环流特征也应该是分型的一个重要参考，分型的合理性应该也反映在前期大气环流及下垫面条件上，甚至包括气候系统外界条件上。对新的雨型所对应的同期和前期500hPa环流场与雨型的关系研究发现[4]，不同雨型所对应的同期和前期的环流与该雨型之间关系较为密切，而所有分型工作其最终目标是提高预报水平。因此，建立预报指标并对已建立的指标进行检验对今后的预测工作是有意义的。

本文以王绍武等所分的新雨型为标准，首先对各年雨型的划分及其所对应的环流特点进行了检验，然后对500hPa环流场进行EOF分析，并与和雨型对应的合成环流进行对比分析，利用这些研究结果建立了预报指标，对非独立资料1951年到1997年和独立资料1998年进行了回报试验。最后对文中提到的两种分型方法进行了对比。

二、资料

本文采用国家气候中心160个站降水资料序列，以105°E为界，用东部119个站的资料。高度场为国家气候中心北半球576个点10°×5°菱形网格资料。两种资料序列都从1951年至1998年，并根据WMO的规定，所用资料的距平是相对于1961～1990年平均的距平。

三、研究方法

1. 相关分析：按照王绍武等所给出的各种雨型[3]典型年合成该型典型降水场和环流场，计算历年降水场与6种典型降水场的相关，如果该年是这一型的典型年，则在合成场中去掉该年，同样计算历年同期和前期500hPa高度场环流形势与典型年环流场的相关。

2. EOF分析：对6种雨型的同期和前期环流场进行EOF分析，并将第一特征向量与对应的环流形势进行对比分析。

四、结果分析

1. 对历年降水分型的检验与修正

按照王绍武等[3]所给出的各种雨型典型年合成的各型典型降水分布，计算各年降水场与典型降水分布的相关系数(表略)，如果该年是这一型的典型年，则在合成的典型场中去掉该年，这样可以最大限度地减少单个样本对结果的影响。从中我们可以看出，大部分年份与各型的相关系数都有一个较大的值，有些年有2～3个较大的值，有个别年与各型的相关都不大。对照王绍武等[3]所给的表5，我们可以看出，结果基本是一致的，个别年份有一些差异，如1951年、1953年、1958年、1974年、1977年等。1951年与各型的相关系数都不高，相比较而言，与1型、6型的相关略高一些，分别为0.10和0.05。对比该年夏季的降水距平百分率图[5]，我们可以看出，在东北的南部、山东大部、长江中游地区为正距平区，其余地区都是少雨，综合考虑把1951年划分为少雨年6型是合理的。1953年是以华北东部和东北南部多雨为主，黄河中下游也偏多，所以归为1型。相关系数显示1974年的雨区分布与5型相关最好，而1974年的降水距平百分率图显示东北北部、黄河下游向南至长江以南的沿海地区和湖南、广西、贵州、四川、云南等地多雨，黄河中上游大部分地区少雨，所以定为6型；1977年与4型相关最好，不过1977年华北大部、长江流域及江南多雨，黄淮流域少雨，所以定为5型。由此可见，降水的分布是十分复杂的。把夏季降水仅仅分成这6种型，有一定的不确定性。

2. 各种雨型及其对应的同期和前期环流之间的关系

雨型是按照降水异常区域特征进行划分的，因此，各型降水异常分布之间的相关很小。但是，和雨型相对应的同期和前期环流之间的关系是怎样的呢？表1给出不同雨型对应的平均环流之间的相关系数，(a)为不同雨型对应的同期即夏季环流之间的相关系数，(b)为不同雨型对应的前期即冬季环流之间的相关系数。所用资料的序列长度为48，如果按0.05的信度检验标准，那么(a)中只有1次达到了信度，(b)中却有3次达到了信度，其中4型与6型所对应的环流之间的相关最高。大部分雨型对应的同期环流形势之间的相关系数较小，或呈反相关。这说明造成不同降水分布的大气环流形势是不同的。前期环流也有较大差异。实际上也只有这样，

应用前期环流进行预报才是可行的。个别雨型不同，但环流形势之间的相关系数却较高则可能是由于：1)从所划分的不同雨型中我们可以看出，不同雨型的雨区分布各不相同，在一种雨型中只有一个主要的降水区。例如长江多雨型，只是长江中下游多雨，其它地方正常或偏少。而在实际中，某一年也可能在两个或几个地区同时出现降水偏多的情况。例如，1998 年长江大水，同时在东北嫩江流域也出现降水偏多的情况。只是不同年份主要的降水位置不同，所以划分为不同的雨型，而两者的大尺度环流背景却可能相差不大；2)大尺度环流场的异常是导致降水异常的直接原因，但并不是唯一的原因，水汽的输送、下垫面的热状况、地形等都对降水的分布有影响。所以当环流场相似时，受其它因素的影响，降水的分布特点有可能不同。

表 1　不同雨型对应的 500hPa 环流之间的相关系数(a)夏季，(b)前期冬季

(a)	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
Ⅰ	1.00	−0.12	0.13	0.23	0.13	−0.11
Ⅱ	−0.12	1.00	−0.06	0.48	0.25	−0.54
Ⅲ	0.13	−0.06	1.00	0.08	−0.28	−0.04
Ⅳ	0.23	0.48	0.08	1.00	0.22	−0.73
Ⅴ	0.13	0.25	−0.28	0.22	1.00	−0.13
Ⅵ	−0.11	−0.54	−0.04	−0.73	−0.13	1.00

(b)	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
Ⅰ	1.00	0.24	−0.24	0.04	0.42	−0.23
Ⅱ	0.24	1.00	−0.59	−0.06	0.01	0.21
Ⅲ	−0.24	−0.59	1.00	−0.17	0.35	−0.24
Ⅳ	0.04	−0.06	−0.17	1.00	−0.59	0.75
Ⅴ	0.42	0.01	0.35	−0.59	1.00	−0.81
Ⅵ	−0.23	0.21	−0.24	0.75	−0.81	1.00

由此可见，大气环流形势与降水分布之间是有一定的联系的，但这种联系并不是一对一的简单关系。环流形势对降水分布有显著的影响，但影响降水分布的因素并不只有环流；3)降水的日变率很大，即气候噪声很大。因此，季降水量与季平均环流不可能有十分完美的关系[6]。另外，实际的降水分布情况十分复杂，有的年份很难确定是属于哪一型，勉强定出降水型后，其对应的环流形势必然对该雨型的合成环流场有影响。当然，表 1b 中较高的正相关可能影响预报结果，所以，本文所用的方法应该只是提供环流方面的信息，最好的预报应该是综合各种信息来决策。

3. 对同期环流型的分析

表 2　不同雨型同期环流 EOF 分析前两个特征向量所占方差(%)

雨型	1	2	3	4	5	6
EOF1	30	30	43	61	47	36
EOF2	25	23	20	14	13	33

造成降水异常的一个最直接的原因就是环流场的异常。如果对 48 年 500hPa 高度场统一作 EOF 分析，前 2 个特征向量所解释的方差占 39.4%(图 1)，其中第一特征向量所占方差仅为 27.4%；但是，对各种雨型同期 500hPa 高度场分别作 EOF 分析(图 2)，前两个特征向量所占方差如表 2，6 种型前两个特征向量解释的方差远超过分型前的，这一方面是由于分型后序

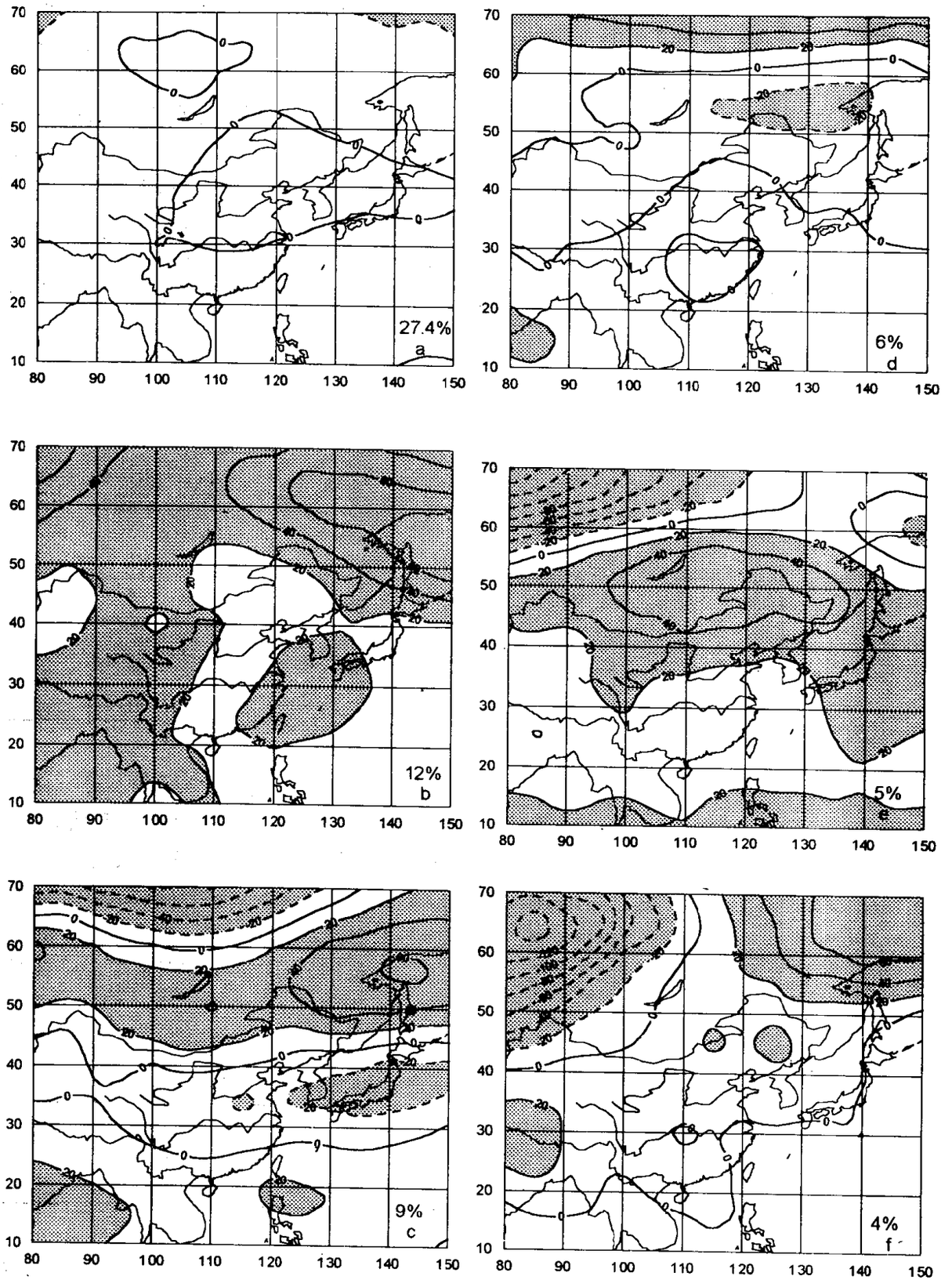

图 1　夏季 500hPa 高度场 EOF 分析，a～f 分别为第 1 到第 6 特征向量，右下角值为该特征向量所解释的方差大小，阴影部分为数值大小超过 20 的区域，等值线实线为正值，虚线为负值

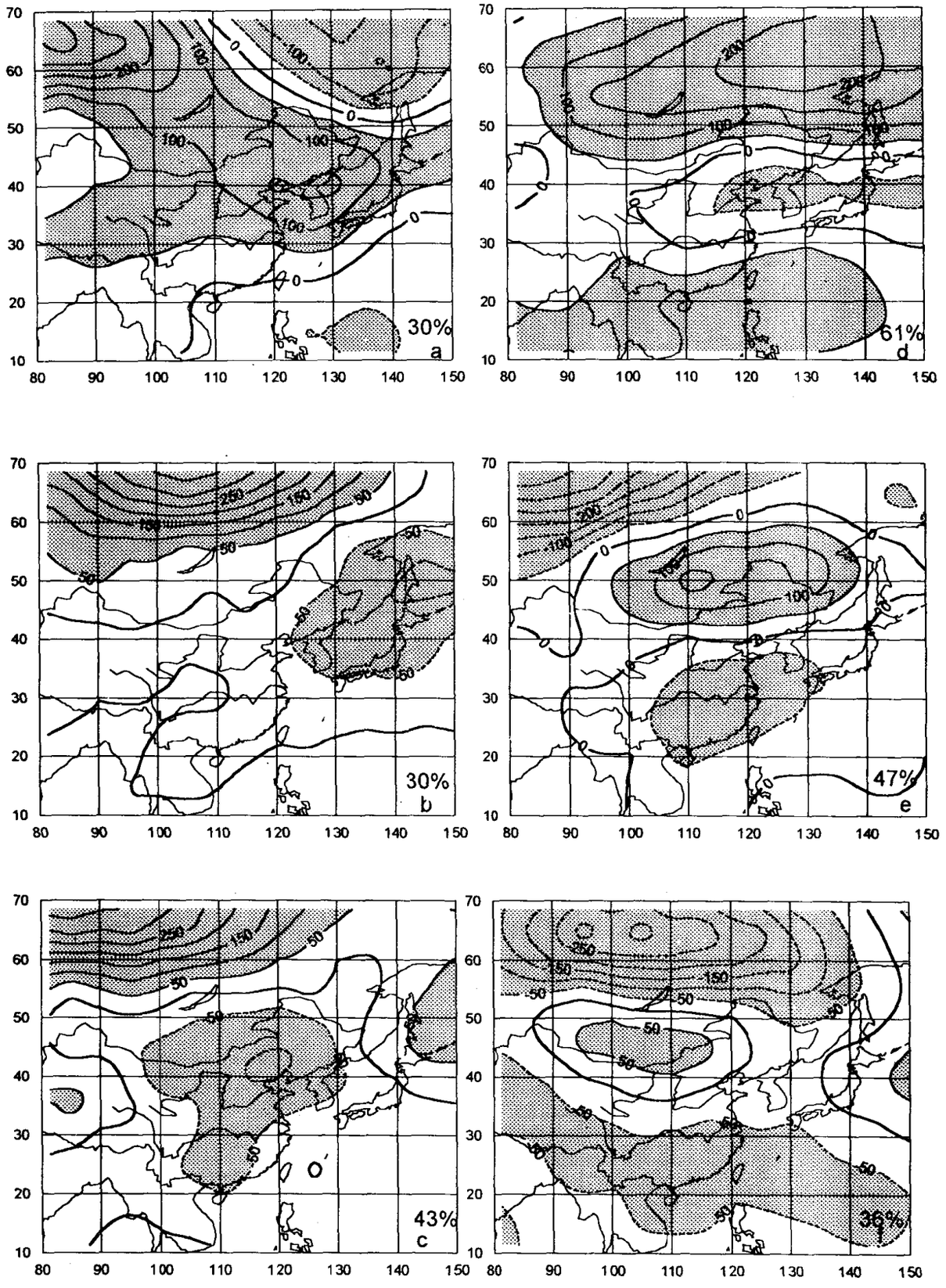

图 2　6 种雨型夏季 500hPa 高度场 EOF 分析的第 1 特征向量，a～f 分别为 1～6 型的第一特征向量，右下角值为该特征向量所解释的方差大小，阴影部分为数值大小超过 50 的区域，等值线实线为正值，虚线为负值

表 3　历年同期环流与典型年合成的同期环流型的相关

（如该年是典型年则在合成典型年的环流场时去掉该年）

	1	2	3	4	5	6	环流型	雨 型
1951	−0.33	−0.19	−0.27	−0.46	0.51	0.46	5,6	6
1952	0.24	0.00	−0.04	0.25	0.44	−0.02	5	5
1953	−0.19	0.22	0.22	0.21	−0.01	−0.12	2,3	1
1954	0.14	0.59	0.03	0.73	0.13	−0.61	4	4
1955	0.36	0.00	−0.30	0.03	0.21	0.16	1,5	5
1956	0.13	0.11	0.60	0.29	−0.28	−0.11	3	3
1957	−0.06	0.22	0.02	0.24	−0.54	−0.29	2,4	3
1958	0.03	−0.19	−0.41	−0.09	0.59	0.06	5	2
1959	0.13	−0.32	0.54	0.56	−0.48	−0.44	3,4	2
1960	0.14	−0.15	−0.24	−0.16	0.54	0.01	5	6
1961	−0.08	−0.32	0.01	−0.46	0.10	0.61	6	2
1962	0.25	−0.13	−0.03	−0.18	−0.07	0.09	1	5
1963	0.01	0.12	−0.42	−0.15	−0.03	0.23	6	3
1964	0.06	−0.37	0.12	−0.35	0.06	0.27	6	1
1965	0.08	−0.41	−0.22	−0.45	0.31	0.40	6	3
1966	−0.12	−0.01	−0.44	−0.30	0.61	0.24	5	1
1967	0.23	−0.10	0.55	−0.28	−0.51	0.06	3	2
1968	−0.03	−0.02	−0.31	−0.21	0.38	0.16	5	5
1969	0.09	−0.02	0.49	0.38	−0.17	−0.46	3,4	4
1970	0.05	0.15	−0.40	0.32	0.53	−0.01	5	5
1971	0.20	−0.22	−0.06	0.18	−0.18	−0.17	1	3
1972	−0.13	−0.42	0.33	−0.70	−0.41	0.00	3	6
1973	−0.24	−0.05	0.04	0.51	−0.10	−0.32	4	1
1974	−0.28	−0.07	−0.24	0.07	0.52	−0.41	5	6
1975	−0.17	−0.34	−0.26	−0.36	0.17	0.50	6	4
1976	−0.24	−0.56	0.02	−0.67	−0.06	0.31	6	2
1977	−0.40	−0.08	−0.33	−0.40	0.41	0.30	5	5
1978	−0.03	−0.65	−0.13	−0.77	−0.19	0.30	6	6
1979	0.25	−0.16	0.14	−0.11	−0.35	−0.02	1	2
1980	0.13	0.46	−0.10	0.82	0.12	−0.73	4	4
1981	−0.27	0.06	0.27	0.12	−0.53	−0.26	3	2
1982	−0.11	0.21	−0.11	0.21	−0.17	−0.47	2,4	3
1983	0.10	0.30	0.29	0.57	−0.17	−0.68	4	4
1984	−0.07	−0.02	0.13	−0.19	−0.76	0.11	3	3
1985	−0.28	−0.05	−0.13	−0.37	−0.22	0.23	6	1
1986	0.15	0.44	0.07	0.70	−0.05	−0.48	4	4
1987	−0.18	0.12	0.12	0.33	0.22	−0.30	4	4
1988	−0.17	−0.11	−0.30	0.51	0.26	−0.42	4	2
1989	−0.33	0.37	−0.60	0.08	0.54	−0.08	5	4
1990	0.18	0.40	0.19	0.35	−0.37	−0.63	2	6
1991	0.39	0.26	0.22	0.72	0.19	−0.54	4	4
1992	0.06	0.18	−0.15	0.39	0.19	−0.38	4	2
1993	−0.17	0.58	0.05	0.50	−0.21	−0.60	2	5
1994	0.27	0.12	−0.37	−0.08	−0.08	−0.08	1	1
1995	−0.06	−0.01	−0.07	0.26	0.51	−0.17	5	1
1996	0.14	0.51	−0.31	0.50	0.38	−0.43	2,4	4
1997	0.03	−0.02	−0.40	0.03	0.36	0.20	5	5
1998	0.12	0.48	0.08	0.85	0.02	−0.65	4	4

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

列变短，方差相对集中，另一方面是由于相同雨型所对应的环流形势较为相似，所以方差更集中，特别是4型，EOF1所占方差为61%。图1a是同期500hPa高度场EOF分析第一特征向量图，其形势与4型EOF1(图2d)非常相似，都是长江中下游以北到45°N左右的变化与其南北两侧的变化趋势相反。与此类似，图1e与图2e较为一致等，也就是说，对应不同雨型的基本环流特征是与大尺度大气环流的主要组成部分较为相似的，而同期500hPa高度场前6个特征向量解释了环流总方差的64.9%。这从另一方面也说明所分雨型的合理性。在所有的48年资料中，4型占11年，是最多的，4型的典型年合成的同期500hPa高度场对应于高度场EOF分析中的第一特征向量，这也表明4型对应的环流特点在近50年中的大气环流中是主要的。

计算各年同期环流场与典型年合成的环流场之间的相关系数(表3)，如该年是典型年则在合成典型年的环流场时去掉该年。并在表中列出了按环流所分雨型与按观测的降水分型进行对比。在48年中1型共有7年，2型有9年，3型有7年，4型有11年，5型有8年，6型有6年，而某一年的环流特点与该年雨型所对应的典型年合成的500hPa高度场相关最高的有20年。但也有28年不一致。例如，1953年雨型为1型，而同期的环流与2型或3型的典型环流相似。造成这种情况可能有两种原因：(1)雨型划分不合适，(2)环流不是决定雨型的唯一因子。如此看来，即使我们能够得到完全正确的同期500hPa高度场，对降水的预报把握也不十分大。这其中4型和5型的结果较好，这也可能反映了长江与江南的降水较北方降水与大尺度环流的联系更密切。

4. 对前期环流特点的分析

无论我们是研究降水异常分布还是研究其形成机制，我们的最终目标是要预报降水的异常，这包括预报降水量的异常和这些异常的分布。尽管就目前的水平而言做到这些还很困难，但人们从未停止过探索的步伐。许多研究表明，冬季的大气环流与我国夏季降水有半年左右的韵律关系[6]，所以这里重点研究前期的环流异常分布对夏季的降水预报的意义。

表4 前期环流不同雨型EOF分析前两个特征向量所占方差(%)

	1	2	3	4	5	6
EOF1	62	61	41	39	54	37
EOF2	21	15	32	35	24	26

对前期即48个冬季500hPa高度场作EOF分析(图3)；对同一雨型的前期环流作EOF分析(图4)，前两个特征向量所占方差如表4。不同雨型前期环流的EOF分析结果显示其方差主要集中在前两个特征向量上，说明冬季环流型比夏季更为集中，而造成夏季降水异常的前期信号确实在冬季的环流形势中是有所反映的。

与前面类似，计算历年前期环流场与典型年合成的前期环流之间的相关系数(表5)，并在表中列出了按环流所分的雨型与按降水分型的对比结果，如该年是典型年则在合成典型环流场时去掉该年。结果显示，48年中只有17年与观测吻合，其中1型没有，2型、3型各有5年，4型有3年，5型有1年，6型有3年。因此，用前期冬季环流作指标，3型的效果要好一些。按年代划分，50年代有7年与雨型相一致，此后，这种关系明显减弱，平均每10年只有2～3年有这种对应关系。由此可见，只从高度场出发，我们对预报的把握平均只有30%～40%，这也是降水预报可预报性问题的一个方面，即大尺度环流形势中究竟包含了多少降水的信息。

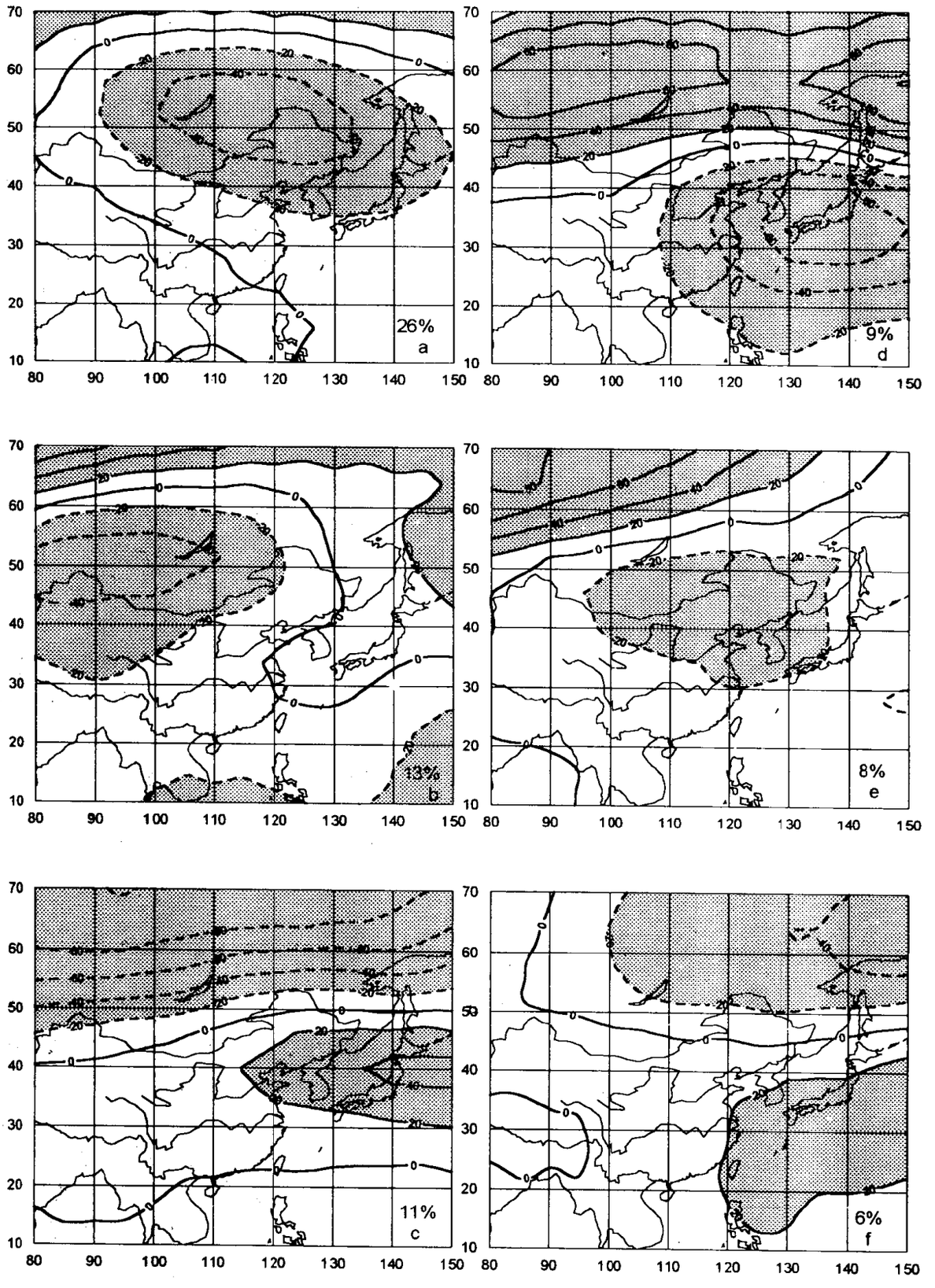

图 3　冬季 500hPa 高度场 EOF 分析，a～f 分别为第 1 到第 6 特征向量，右下角值为该特征向量所解释的方差大小，阴影部分为数值大小超过 20 的区域，等值线实线为正值，虚线为负值

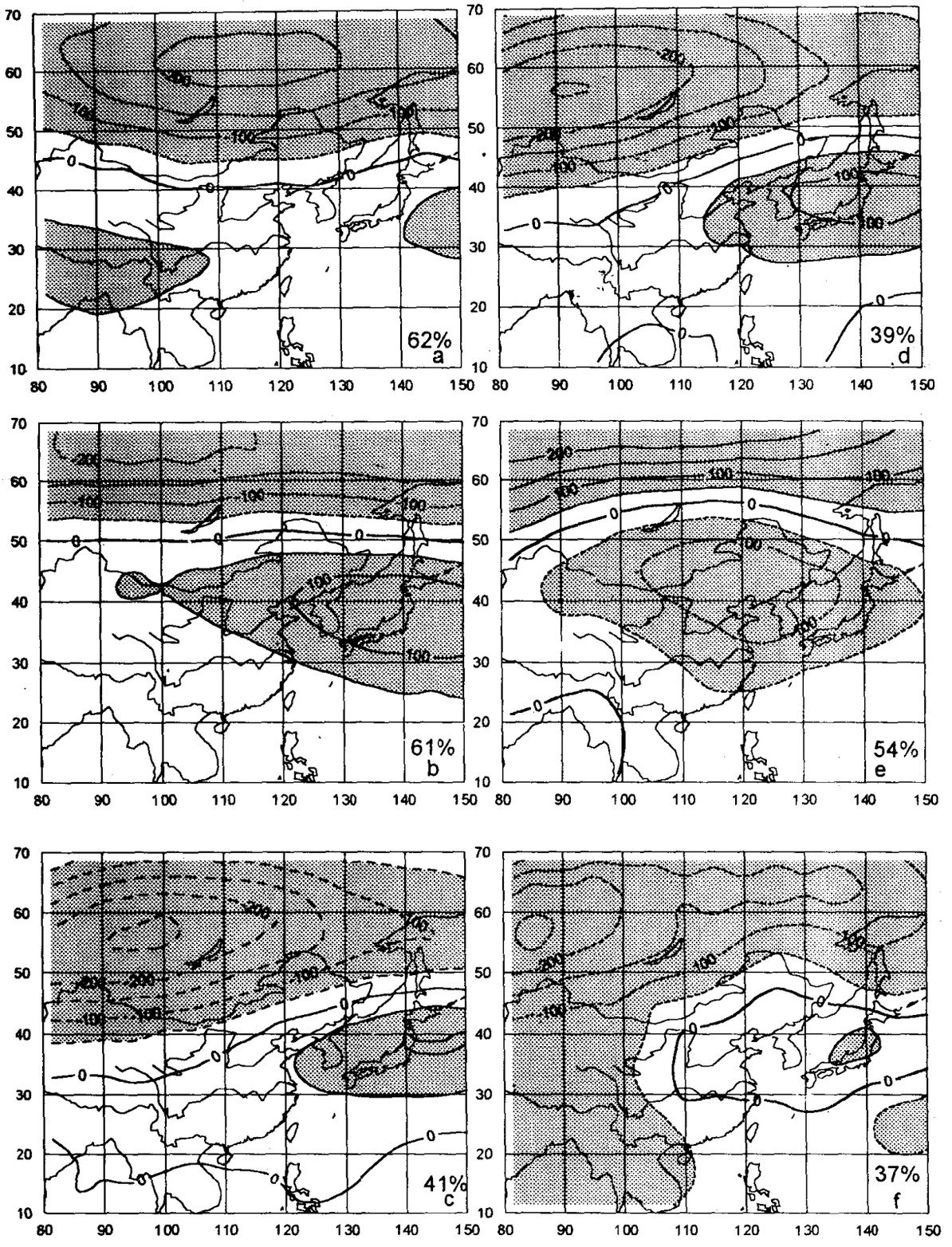

图 4　6 种雨型冬季 500hPa 高度场 EOF 分析的第 1 特征向量，a～f 分别为 1～6 型的第一特征向量，右下角值为该特征向量所解释的方差大小，阴影部分为数值大小超过 50 的区域，等值线实线为正值，虚线为负值

表 5　历年前期环流与典型年合成的前期环流型的相关

（如该年是典型年则在合成典型年的环流场时去掉该年）

	1	2	3	4	5	6	应报型	雨型
1951	−0.10	−0.47	0.20	0.54	−0.34	0.44	6	6
1952	0.06	0.35	−0.20	−0.24	−0.46	−0.30	2	5
1953	−0.27	−0.25	0.22	−0.34	−0.01	−0.49	3	1
1954	0.19	0.17	−0.24	0.56	−0.39	0.66	6,4	4
1955	0.46	−0.29	0.43	−0.37	−0.06	−0.68	1,3	5
1956	−0.07	−0.62	0.58	−0.06	0.12	−0.31	3	3
1957	0.43	−0.51	0.26	−0.11	0.45	−0.41	3	3
1958	0.05	0.55	−0.33	0.11	0.05	0.22	2	2
1959	0.10	0.76	−0.56	0.25	−0.06	0.48	2	2
1960	−0.28	0.23	−0.35	0.43	−0.70	0.22	4,6	6
1961	−0.29	−0.43	0.29	−0.29	−0.28	−0.42	3	2
1962	−0.33	0.03	0.14	−0.29	0.36	−0.23	5	5
1963	−0.56	0.04	−0.24	−0.35	0.28	−0.13	5	3
1964	−0.01	0.64	−0.49	0.02	0.38	0.09	2	1
1965	−0.31	−0.14	0.24	−0.05	−0.05	−0.02	3	3
1966	−0.28	0.15	−0.35	0.48	−0.64	0.51	4,6	1
1967	0.06	0.03	−0.25	−0.10	−0.17	−0.21	1,2	2
1968	0.19	−0.35	0.56	−0.62	−0.18	−0.76	3	5
1969	−0.04	−0.29	−0.12	−0.03	−0.64	0.54	6	4
1970	0.06	−0.41	0.37	−0.51	0.01	−0.56	3	5
1971	−0.03	−0.52	0.30	0.33	−0.09	0.38	3	3
1972	−0.06	0.18	−0.18	0.71	−0.32	0.53	4,6	6
1973	−0.50	0.44	−0.65	0.69	−0.44	0.73	6,4	1
1974	−0.31	−0.71	0.76	0.04	0.10	−0.30	3	6
1975	0.42	−0.21	0.08	−0.53	0.43	−0.68	1,5	4
1976	0.21	0.11	0.11	−0.46	0.65	−0.22	5	2
1977	0.16	−0.70	0.45	−0.20	−0.07	−0.46	3	5
1978	−0.40	0.16	−0.57	0.26	−0.64	0.05	4	6
1979	−0.33	0.37	−0.49	0.64	−0.59	0.83	6	2
1980	0.38	0.08	0.14	−0.40	0.69	−0.50	5	4
1981	0.10	−0.46	0.56	−0.59	0.50	−0.75	3,5	2
1982	−0.13	0.65	−0.45	−0.06	0.21	0.14	2	3
1983	0.37	0.56	−0.34	−0.58	0.43	−0.54	2	4
1984	0.13	−0.51	0.48	−0.53	0.48	−0.82	3	3
1985	−0.43	−0.78	0.51	0.17	−0.10	−0.16	3	1
1986	−0.27	−0.32	0.42	−0.77	0.25	−0.73	3	4
1987	−0.21	0.43	−0.49	0.33	−0.49	0.65	6,4	4
1988	0.25	0.23	−0.62	−0.01	−0.23	−0.02	1,2	2
1989	0.48	0.71	−0.53	0.13	0.32	0.26	2	4
1990	0.40	0.42	−0.07	0.26	0.33	−0.11	1,2	6
1991	−0.03	0.07	0.10	−0.07	0.25	0.29	6,5	4
1992	0.18	0.65	−0.49	−0.16	0.33	0.17	2	2
1993	0.16	0.55	−0.32	0.25	−0.13	0.37	2	5
1994	−0.33	0.01	−0.20	0.73	−0.66	0.74	4,6	1
1995	−0.31	0.14	0.16	−0.52	0.72	−0.60	5	1
1996	−0.31	0.15	−0.22	0.04	−0.11	0.33	6	4
1997	−0.24	0.28	−0.16	0.56	−0.62	0.80	6	5
1998	0.25	0.66	−0.55	0.43	0.00	0.55	2,4	4

5. 造成降水异常分布的其它因素

由前面的分析我们可以看出，大尺度环流异常是造成降水异常的一个重要因子，但影响降水的因素还有许多，如大气中水汽的含量、下垫面状况、地形、高原积雪、赤道太平洋海温等，显然在预报中应该综合考虑这些因素。特别是降水中有相当一部分是由于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。由于我们只考虑了大尺度环流的因素，这就不可避免地使得我们的研究结果不可能涵盖所有的个例，由于环流资料比较容易获得，且时间序列较长，可信度较高，如果我们能很好地抓住环流这一重要而又直接的因素，对降水的预报提供一个简洁明了而又方便好用的方法，并给出预报的可信度，对预报夏季降水也是大有帮助的。

6. 预测试验

环流和降水有着密切的关系，环流异常是形成降水异常的重要原因。500hPa 环流场主要反映了大尺度环流系统，冬季 500hPa 大尺度环流异常与我国夏季降水异常有大约半年的韵律关系。通过前面的分析知道，不同的前期环流特点对应着不同的夏季降水型，因此通过前期大尺度环流异常预报夏季降水的异常分布特点是可能的。

在各型的前期环流距平场通过 0.05 信度检验的区域内(图略)，分别选取正负距平最大的点为关键点，先分别对正负距平组成的两个序列标准化，然后用正距平序列减去负距平序列，并对所得到的序列再进行标准化，即得到预报指标序列(图 5)。由图 5 可以看到，对每一雨型而言，属于该雨型的年份，预报指标大部分都为正值，并在相邻几年中为极大值。对有些年结果则不是这样，其原因可能是下面几点：一是方法本身的原因，通过环流预报降水有着明确的物理意义，但降水的异常并不是完全由环流决定的，还有其它原因，而统计方法本身也有一定的局限性；其二降水预报本身是很复杂的，它的分布更是受各种因素影响，局地性很大，把降水分为 6 种型，抓住了主要雨区的位置，有较清晰的物理意义，使预报较为简洁。但如果大气活动中心略有移动或伸缩，那么预报指标有可能变化不大，而雨型有可能变成了另外一种形势，导致预报失败。再有，我们划分的雨型所突出的主要降水区只有一个(全国少雨和全国多雨除外)，而实际中往往存在两个或几个降水中心，这也是导致预报有时失败的原因之一。

利用 1951 年～1997 年建立的预报指标对独立资料 1998 年进行预报试验，图 5Ⅳ显示计算的 1998 年 6 种雨型的预报指标中 4 型的最大，据此 1998 年应报 4 型，为长江流域多雨，这与实际情况一致。当然 1 次预报正确并不说明问题，但这至少证明 1998 年长江流域多雨，环流是一个重要的原因。

五、结论与讨论

通过以上的分析，我们可以得到以下结论：

不同雨型对应的同期和前期环流特点是不同的，但由于影响我国降水分布和异常的因素很多，使得大尺度环流特点与降水型的关系并不是简单的一一对应关系，从而增加了利用大尺度环流预报降水的难度。本文通过对 6 种降水型所分别对应的同期和前期环流特点的分析，建立了一种预报我国夏季降水型的指标，试验表明，这种预报指标有一定的效果。但也有一些个例预报得不好。

我国东部降水的分布十分复杂，分型数目过多，预报中使用不方便，分型数目过少，难以概

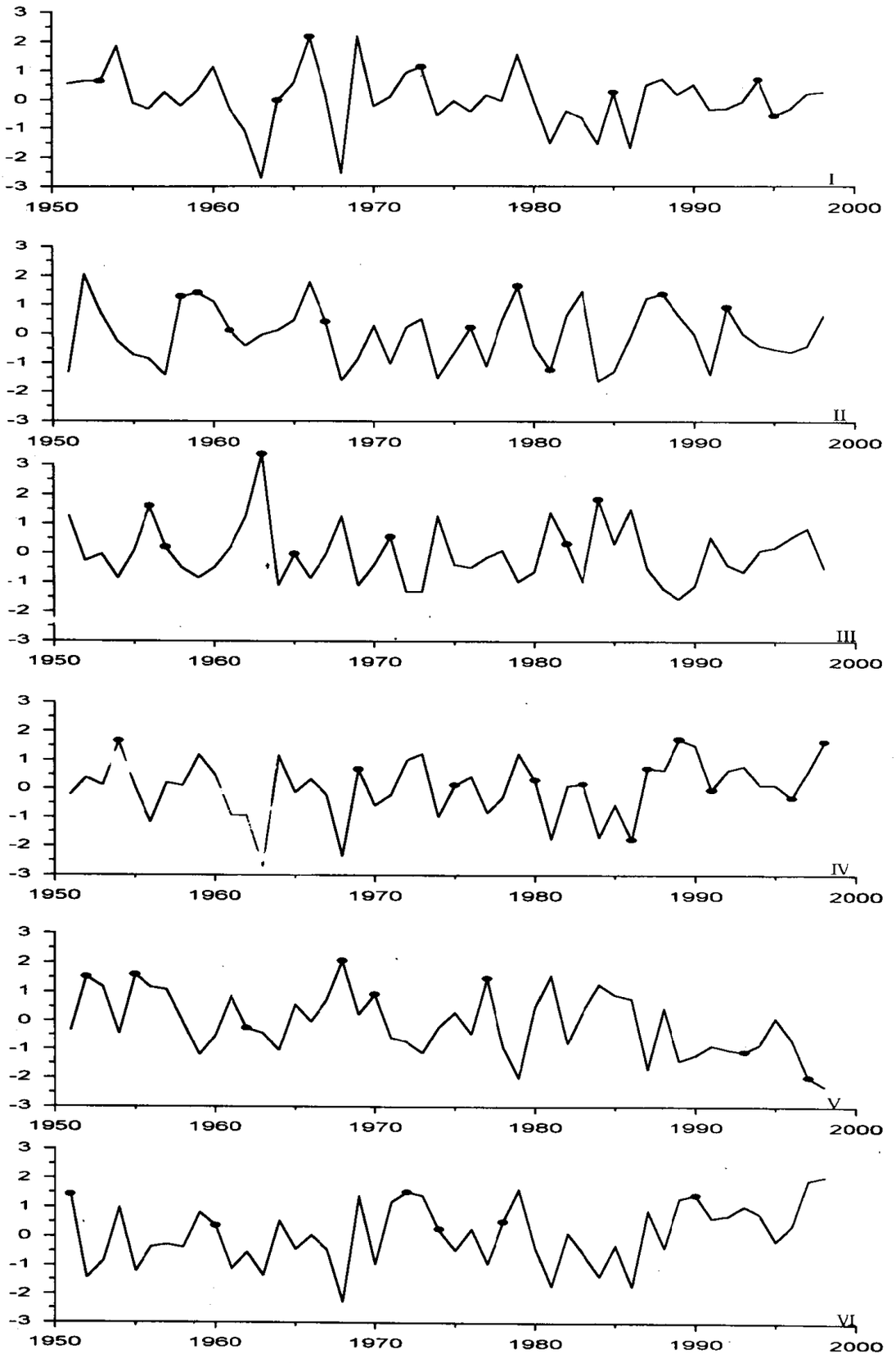

图 5　根据前期冬季 500hPa 高度场计算的 6 种雨型的预报指标，Ⅰ～Ⅵ分别代表 1～6 种雨型的预报序列

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com