

大气科学发展战略

中国气象学会第25次全国会员代表大会
暨学术年会论文集

中国气象学会秘书处



气象出版社

大气科学发展战略

中国气象学会第 25 次全国会员代表大会暨学术年会论文集

中国气象学会秘书处

气象出版社

内容简介

《大气科学发展战略——中国气象学会第 25 次全国会员代表大会暨学术年会论文集》反映了 1998 年以来国内大气科学各分支学科最新的研究成果。本文集包括三部分:一、特邀报告;二、论文选编;三、热点论坛。涵盖了气候、天气动力、数值预报、应用气象、大气物理化学、大气探测、气象资料与统计分析、气象在西部大开发中所发挥的作用以及气象人才培养等方面的内容。

本文集可供从事气象研究、业务和管理的专业科技人员阅读,也可作为有关专业的博士、硕士研究生学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大气科学发展战略/中国气象学会秘书处编. —北京:气象出版社, 2002.10

ISBN 7-5029-3462-6

I. 大… II. 中… III. 大气科学—学术会议—文集 IV. P4—53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 080562 号

大气科学发展战略

中国气象学会第 25 次全国会员代表大会暨学术年会论文集

中国气象学会秘书处

责任编辑:俞卫平 终审:周诗健

责任校对:李树泽

气象出版社 出版

(北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮政编码:100081)

北京市金瀑印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:33.5 字数:850 千字

2002 年 10 月第一版 2002 年 10 月第一次印刷

ISBN 7-5029-3462-6/P·1230

印数:1~800 册 定价:80.00 元

前 言

中国气象学会第二十四届理事会常务理事会第八次会议研究决定,在第二十五次全国会员代表大会暨学术年会期间,举办一次规模大、层次高、综合性强的学术活动。学术内容应为当前众所关注的热点问题,并具有前瞻性和先进性。为此在众多广为关注的气象科学问题中选出五个作大会特邀报告,分别为气候系统、西部开发、长江梅雨、卫星探测、航空气象。学术活动的另一重要部分是要举办三个热点论坛,分别是:“气候·天气/极端事件”论坛;“西部发展战略”论坛;“人才战略”论坛。论坛由中青年科学家主持,并就当前热点问题做主题报告,广泛展开讨论。讨论贯彻“百家争鸣、百花齐放”的方针,畅所欲言,各抒己见。另外,作为年会学术活动的一部分,中国气象学会还作了广泛征稿,在短短二个月中,共收到 120 多篇论文,其中 78 篇收入本文集。这些论文在一定程度上反映了中国气象学会各学科委员会在过去四年中的学术活动,也显示出广大气象科技人员对这次学术年会进行学术交流的积极性。

为了扩大本次学术年会交流的范围,经常务理事会研究决定,将上述学术活动的报告摘要和论文摘要汇编成册,出版《大气科学发展战略——中国气象学会第 25 次全国会员代表大会暨学术年会论文集》。

本文集包括三部分内容:一、特邀报告;二、论文选编;三、热点论坛。其中选编的论文包括以下几类内容:综合评述、气候变化、天气动力、数值预报、应用气象、大气物理化学、大气探测、气象资料与统计分析等。在汇编此文集过程中,许多专家付出了辛勤劳动,在此表示由衷的感谢。

由于编辑出版时间仓促,不妥之处,诚请指正。

编 者

2002 年 10 月 11 日

目 录

一、特邀报告

应用气候系统动力学模式作跨季度气候预测	曾庆存 林朝晖 周广庆等(3)
中国西部地区气候变化的事实、预测及其影响	秦大河(9)
梅雨锋生与锋面对流	伍荣生(14)
气象卫星发展概况	许健民(21)
香港航空气象学近年的发展	李本滢 郑楚明(26)

二、论文选编

近年来热带气旋研究的若干进展	罗哲贤 陈联寿(33)
有关我国大气科学几个问题的初步思考	罗云峰(36)
我国水文气象学与水资源学的若干新进展	柳崇健 刘 英(41)
加强学术交流与研讨,推进海峡两岸大气科学名词的对照与一致化	周诗健 王存忠(47)
气象服务的电视形象工程	秦祥士 吴贤纬(53)
热带气旋对广州经济建设的影响及其减灾对策	欧善国(56)
试论气象工程技术的开发与应用	曾向红 杨金莲 李连芳(62)
中国重大气候灾害	黄荣辉(67)
ENSO 本质的进一步研究	李崇银 穆明权(71)
全球气候变化研究现状与方向	任国玉(76)
20 世纪中国极端气温变化检测及其 21 世纪展望	赵宗慈 徐 影 罗 勇(82)
我国西北地区未来 50 年气候与水资源趋势展望	罗 勇 高学杰 徐 影等(87)
前期厄尔尼诺对东亚夏季大气环流的影响	王亚非(93)
陆面蒸散对气候变化的影响	孙 岚 吴国雄(96)
东亚大西洋相关链与中国汛期降水	于淑秋 林学椿(101)
长江中下游洪涝环流型与赤道东太平洋海温遥相关波列特征	苗秋菊 徐祥德 张雪金(105)
全球气温与 ENSO 耦合振荡的初步分析	程正泉 丁裕国(109)
近 51 年夏季东亚阻塞高压	杨义文(113)
长江和黄河源区气候变化研究	杨建平 丁永建 陈仁升等(119)
气候灾害预测模型的应用	谢定升 纪忠萍 梁凤仪(125)
气候变化对水文循环影响研究的问题与展望	刘春霖(131)
1998 年青藏高原春季地温异常对长江中下游夏季暴雨影响的研究	柏晶瑜 徐祥德(135)
ENSO 暖位相向冷位相转换过程中的海气耦合研究	张丰启 崔 晶(139)
重庆市 2001 年特大伏旱分析研究	刘 德 阳作明 李永华等(145)

对晴空 TBB 资料的变分订正在青藏高原地温研究中的应用	柏晶瑜 徐祥德 刘瑞云(149)
关于夏季副热带高压形成和变化研究的进展	吴国雄 丑纪范 刘屹岷(152)
Rossby 波的螺旋斑图	刘式适 王少林 付遵涛等(156)
青藏高原-季风“大三角”影响域水汽输送特征与中国区域旱涝异常	徐祥德 陶诗言 王继志等(161)
“98.7”特大暴雨过程中尺度系统锋面强对流动力结构	徐祥德 翁永辉 孟智勇(168)
与中国夏季降水异常有关的水汽通道特征及其影响因素初探	田 红 郭品文 陆维松(173)
南海对流强度指数及其应用	张苏平 刘秦玉(178)
1998 年一次梅雨锋暴雨中尺度对流系统的模拟与诊断分析	王建捷 李泽椿(183)
藉不可逆热力学算子技术对飓风 Andrew 模拟精度的改进	刘 英 柳崇健 康红文(188)
上海城市热岛效应对高温预报和分布诊断的影响	丁金才 叶其欣(191)
热带气旋异常运动引论	陈联寿 罗哲贤 徐祥德(195)
台风螺旋雨带——涡旋 Rossby 波	余志豪(200)
影响东海入海气旋发展的若干因子研究	马雷鸣 秦曾灏 端义宏(207)
南海西南季风爆发日期及其影响因子	梁建茵 吴尚森(212)
南海西南季风爆发对广东汛期重要天气的影响及其预测	谢炯光 纪忠萍(219)
台风涡旋螺旋波及其波列传播动力学特征	张胜军 徐祥德 陈联寿等(223)
9908 号热带气旋登陆突然加强的分析	王继志 杨元琴 陈联寿(227)
农业气象在生态环境建设中大有可为	郑大玮(232)
长春市火险等级预报的统计模型研究	杨雪艳 董礼仁 周宪明等(239)
利用 NOAA/AVHRR 监测巢湖蓝藻的大气校正方法探讨	孔庆欣 吴文玉(244)
内蒙古森林火灾天气火险等级数值模拟试研究	高 歌 张尚印 张洪涛(249)
人工影响天气学科的进展和发展趋势	刘奇俊 胡志晋 郑国光(254)
近地层风速廓线描述的一种新方法	李 佳 刘晶森(260)
全球及区域模式中陆面过程的植被分类方案研究	张佳华(268)
济南城市大气扩散能力评估研究	王栋成 张爱英(273)
雷达和卫星两种估测雨量集成的新方法及其应用	胡 雯 王兴荣 黄 勇等(278)
飞机播撒液态二氧化碳对云的影响分析	崔 莲 李永振 李 薇等(283)
重庆雾的特点及其变化分析研究	向 波 刘 德 廖代强(289)
积雨云中正负电荷区域及强度分析	关屹瀛 张显军 谭海燕等(296)
重庆城市热岛变化趋势及其与大气气溶胶粒子相关关系的初步分析	廖代强 马 力(295)
湖南省城市空气污染指数演变的气候特征	杨金莲 李连方 曾向红(300)
美国地球观测系统(EOS)卫星——计划、科学问题和在我国环境遥感中的初步应用	张文建(307)
风云二号气象卫星姿态和沿步进角方向失配角参数对图像影响的模拟研究	陆 风 许健民 张其松(315)
NOAA 卫星云雾自动检测和修复方法研究	周红妹 谈建国 葛伟强等(320)
四川盆地丘陵地区地气相互作用的遥感监测研究	陈忠明 高文良 闵文彬等(325)
NOAA 卫星图像的目视解释与模式识别	王 勇(331)

非同温地表热辐射方向性 LSF 概念模型的星地同步观测验证	闵文彬 陈忠明 罗秀陵等(335)
WSR-88D 多普勒天气雷达探测强风暴	邵玲玲 黄 炎(341)
用 GMS-5 卫星资料反演估算淮河流域致洪暴雨面雨量	郑兰芝 孔庆欣 吴文玉等(346)
淮河流域雨季多普勒雷达几种定量估测降水方法比较试验	郑媛媛 谢亦峰 吴林林等(351)
我国短期气候预测的统计方法评述	黄嘉佑(355)
气象中的自记忆性与人工智能	曹鸿兴 谷湘潜 封国林等(359)
自忆模式中的回溯时间积分格式	游性恬 朱 禾 曹鸿兴(364)
小波变换在广东短期气候预测中的应用	纪忠萍 谢炯光 谷德军(370)
近 40 年江苏省气温年较差异常的演变及其海气背景场特征	吴志伟 朱筱英 王镇江(374)
近 50 年全球 3 个气象要素场的趋势变化及年代际突变	曾红玲 戴新刚 高新全等(378)
冬季北大西洋涛动与东亚大气环流及中国气候冷暖变化的多时间尺度相关	王永波 施 能(383)
中国大陆南端的初冬凝霜特征分析及预报	李剑兵 张 羽(388)
采用高原科学试验(TIPEX)和多种气象资料对'98 长江洪涝灾害大尺度环境的综合观测研究	
.....	杨元琴 王继志 况 石(392)
两极海冰与高原陆面过程“耦合”特征	周 丽 徐祥德 陈联寿等(398)
一种与非线性区域预测结合的月动力延伸预报方法	陈伯民 纪立人 杨培才等(401)
上海夏季高温预测的相空间神经元方法	沈 愈 胡建龙(407)
广东前汛期旱涝的强信号研究及预测概念模型	林爱兰(411)
台风路径超级集合预报技术	彭涛涌 H.J. Kwon Won-Jin Lee(415)
SVD 方法在场的定量预测中应用	张礼平(419)
Excel 中的常用分布函数及其在气候统计中的应用	仇财兴 左利芳(423)
相似离度法在晋城市降水预报中的应用研究	刘强军(427)
台风资料的变分同化及其对预报的改进	刘宇迪(431)
数值预报产品完全预报(PP)方法的改进试验	罗 莹 金 龙(436)
月尺度区域气候数值预测试验的初步结果分析	宋 帅 王汉杰 张培群等(439)
欧洲中心数值预报产品在中期预报中的一种释用法	姚叶青 王兴荣 尚 瑜(443)
中尺度数值模式在神威计算机系统中的应用研究	顾建峰 王晓峰 梁旭东等(447)
一个改进的谱模式半隐式时间差分方案及其应用研究	张朝林 郑庆林 宋青丽(452)
连续性气象要素场的数值预报产品释用技术方法	贺 皓 姜创业 蔡新铃(457)

三、热点论坛

1 气候·天气/极端事件

我国气候变异的主要问题及其复杂性	王会军(463)
全球变化的区域响应和适应	董文杰 符淙斌 温 刚等(465)
气候变化条件下的极端天气与气候事件	章国材(470)
天气预报业务的现状与发展	矫梅燕 钱传海 毕宝贵(480)

2 西部发展战略

中国西部大开发中资源、生态环境保护与可持续发展问题	刘树华(485)
西部大开发的气象服务战略思考	王春乙 任国玉 姚学祥等(493)

西部大开发中大气科学问题的思考	邹 捍(500)
-----------------------	----------

3 人才战略

中国气象科学研究院人才现状、存在问题以及未来发展的一些思考	张人禾(508)
关于气象人才战略的几点思考	孙照勃 蒋元春(513)
从科学基金角度浅谈中美大气科学研究的几点比较	罗云峰 陆则慰(515)
中国科学院创新人才队伍建设的一些思考	洪延超(522)

一、特邀报告

应用气候系统动力学模式作跨季度气候预测

曾庆存 林朝晖 周广庆
王会军 朱 江 袁重光

(中国科学院大气物理研究所国际气候与环境科学中心,北京 100080)

1 引言

短期气候预测(季度到年际)方法的研究,尤其是数值的(及/或动力学的)预测方法以及其在实际预测业务中的应用,是世界气候研究计划(WCRP)^[1]及其他的一些具体计划诸如 TOGA^[2],GEWEX^[3]和 CLIVAR^[4]的一个中心问题。本来,由于旱涝灾害对我国国计民生的严重影响,中国早就注意长期气象预报(即今称气候预测)问题,积累了许多宝贵的经验。WCRP 的提出就立即得到中国学者们的高度关注和积极参与,为此,中国作出了巨大的贡献。

这里单讲中国科学院大气物理研究所为此而作的努力。该所在 1988 年就用自己研制的海气耦合环流模式(其中大气环流模式包括陆表过程模式)作出了第一个跨季度的(甚至长达 3 个季度)降雨距平预测,并取得了令人鼓舞的成功^[5]。此后,便形成了我们的短期预测系统(IAP PSSCA)并作准业务的夏季降雨距平的跨季度预测,参加中国气象局每年 3 月份的气候预测会商和国务院防汛指挥部的相应会商。在实践中这个系统不断得到改进和完善,于 1996 年就定型为现行的正式用于业务气候预测的版本,即 IAP DCP-II,(也曾用过简写 IAP NCP-II,不过 N 指“数值方法的”,不确切;确切的应是“动力学方法的”,即 D)^[6~19]。从 1998 年起的业务预测检验说明该系统有较好的预测能力,每年都能较好地报出我国夏季降雨距平的大范围分布形势。

2 IAP DCP-II 系统的构成

IAP DCP-II 由 5 个分系统组成:(a)IAP ENSO 预测系统(IAP-TOGA.I 加海洋初值形成技术),(b)积分方案和“距平耦合”技术系统,(c)集合预测技术系统,(d)订正系统,(e)预测产品和分析系统。系统的框图如图 1 所示。

下面各节将逐一简介各分系统。

在这里先指出,在我们的系统定型以前,我们曾用直接积分海气耦合环流模式的方法作跨季度预测。但几年后发现,这样做很费时,不方便,结果也不见得更好,于是后来就采用“两步法”,即先用别的方法(例如用中等复杂程度的海气耦合模式,IAP TOGA.I 就是如此)预报海表温度距平(SSTA),再将其与实测的初始海表温度距平作某种混合,然后由这样得到的 SSTA 为大气环流模式提供海面上的边界条件,积分大气环流模式(包括陆表过程模式)来作出气候预测。

3 IAP ENSO 预测系统(IAP TOGA.I 和海洋初值形成技术)

已知 ENSO 对东亚季风从而对中国夏季降水有较大影响,可见热带太平洋海表温度(SST)

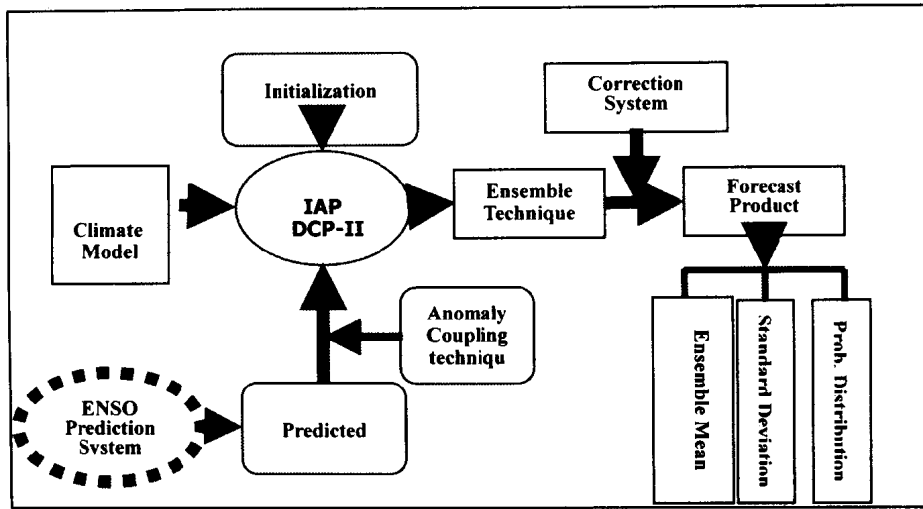


图1 IAP数值跨季度预测系统框图

分布的预测,对中国夏季降水距平的预测是很重要的一环。我们利用一个自己研制的中等复杂程度的海气耦合环流模式(IAP TOGA. I)来预测海表温度距平(SSTA),其海洋环流覆盖范围是(121°E~69°W, 30°S~30°N),分辨率是(经度 2°, 纬度 1°, 垂直方向 14 层, 其中 9 层在海表至水深 240 m 的水层内)^[20];而大气环流即为 IAP 全球二层格点大气环流模式,分辨率为 5°(经度)×4°(纬度)。我们研制了一种“统计订正法”(SCM)来修订大气对海洋的作用而使海洋与大气环流模式耦合起来,成功地克服了海洋环流模式中的“气候漂移”^[13],并得到 ENSO 类型的演变^[15],此即 IAP TOGA. I。

为了作预测,我们研制出一种叫做“距平初值形成方案”,只用到初始时刻及以前的实测海表温度距平分布(即只用观测到的 SSTA,而非 SST)。1981 年 11 月至 1997 年 12 月的历史模拟表明,用 IAP TOGA. I 及“距平初值形成方案”所作的模拟,在 Nino 3 区(150°~90°W, 30°S~30°N),模拟到的和实测到的 SST 相关系数高达 0.91。同期的“后报”试验表明,Nino3 区的“预测”也较好。图 2 给出“后报”试验中该区“预测”到的和观测到的距平的相关系数(a)和根方差(b)沿该区的平均值随“预报”时间(以月为单位)的变化。作为对比,图中还给出持续性(persistence)图 2 预测曲线(虚线)。可见,用 IAP ENSO 系统作出的“预测”直至第 15 个月相关系数仍高于 0.54,根方差为 0.89,都远远胜于持续性预测。前 4 个月相关系数略低于持续性预测者是

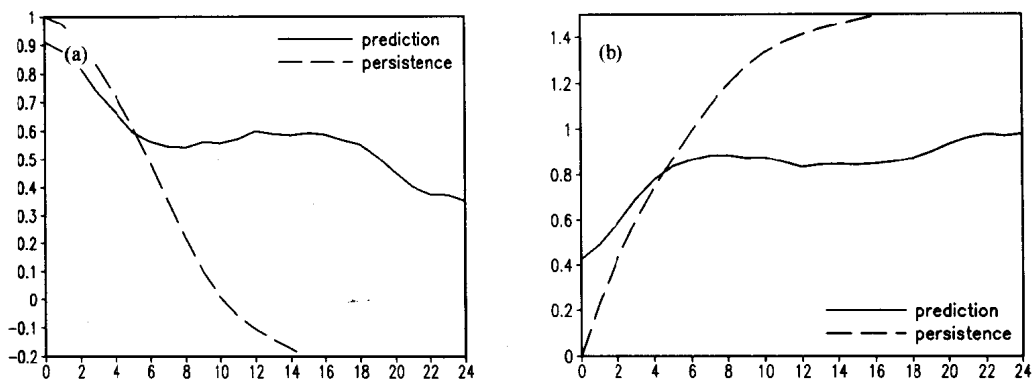


图2 IAP ENSO 预测系统“后报”试验的在 Nino3 区的平均预测指标随时间的变化
(a. 相关系数, b. 根方差; 虚线对应于持续性预测)

由于我们没有海表下斜性层的足够的观测资料。

下面给出一个适时(也可译为“即时”,但译为“实时”是以讹传讹了)预测的例子。

图3给出了 Nino 3 区 SSTA 从 1996 年夏季到 1999 年春季的预测结果。对初值分别为 1996 年 4、5、6 月的 3 个预测结果进行了集合,表明这次 El Nino 在 1997 年春季开始爆发,年底达到顶峰,从 1998 年开始逐渐减弱,在 1998 年夏季结束,并转为 La Nina。气候监测表明,上述预报的 Nino 3 区 SST 异常与实况相当一致,只是预测的 1998 年 ENSO 位相的转换时间比观测的晚了 3 个月。预报强度也明显偏弱,为 1°C 左右,远远小于实况的 4°C 左右。这可能与耦合模式本身和预报初值的不足密切相关。

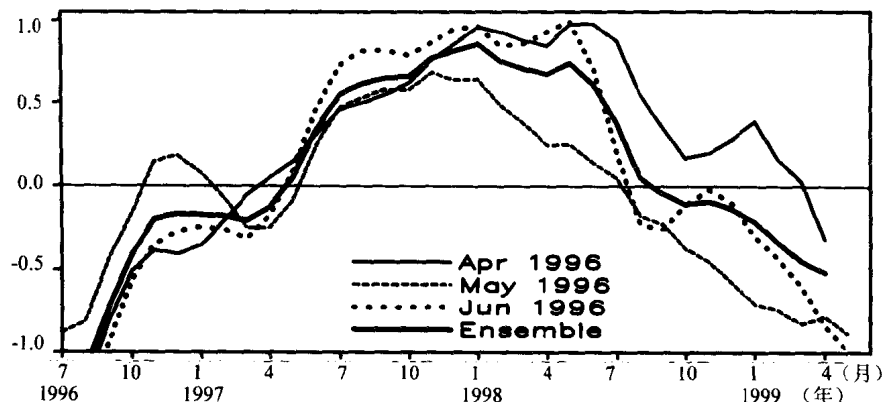


图3 用 IAP ENSO 预测系统作的适时预测例子

4 积分和距平耦合技术系统

我们已将改进过的陆表过程模式用到 IAP-DCP. II 中^[12],故在陆面上不需向大气环流模式提供下边界条件。但在海洋上,我们必须知道 $SST(t)$ 才能写出海气界面上的能流量方程,为大气环流模式提供下边界条件。记 $SST(t)$ 的气候平均为 $\overline{SST}(t)$, 于是有 $SST(t) = \overline{SST}(t) + SSTA(t)$, 其中 t 为时刻。我们取

$$SSTA(t) = \alpha SSTA_{pr}(t) + \beta SSTA(t_0) \quad (1)$$

其中 $SSTA_{pr}(t)$ 为用某种方法(我们这里取为由 IAP ENSO 预测系统)提供的预测海表温度距平,而 $SSTA(t_0)$ 为初始时刻(t_0)的实测海表温度距平; α 和 β 为两经验系数,可依赖于地理坐标。

采用上述的边界条件,并取 t_i 时刻($t_i \geq t_0$)的大气(包括地表层)状态作初值,向前积分大气环流模式到二个季度(以上),得到 t 时刻的气象要素 F 的个案粗预测为 $F_i(t)$, 然后对所预测的季节平均,即为该季的个案预测,记作 $F_{(i)}$, 当然 F 是倚赖于空间坐标的。

在我们这里, F 为降雨距平、或距平百分率,要作预测的季节为夏季(6 至 8 月)。我们取个案预测的初始时刻 t_i 分别为 2 月份的第 i 天,从而有 28 个个案样品。 $SSTA(t_0)$ 取为实测的 2 月平均海表温度距平分布。

5 集合预测系统

应该指出,将一组“小扰动”(尽管它们对某些理想模式来说是“最优的”)加到“同时刻”即“某一天(t'_0)”的初始场中去,而由此个案预测样品集作集合预测(ensemble prediction),并不能改进季度的和跨季度的气候预测。这是因为气候预测的时效远远超过了初值误差所决定的时

限,而预测误差可能主要由模式中的误差(不确定性)所决定。故上述方法不可取。作为第一阶段的尝试,我们取“不同时刻”的实测初始场来得到个案样本集(见上节),即扰动是“足够大的”但不是“同时刻的”,于是 F 的集合预测 $\langle F \rangle$ 可取为:

$$\langle F \rangle = \sum_{i=1}^{28} \gamma_i F_{(i)} \quad (2)$$

其中 γ_i 为经验概率(系数),可依赖于地理坐标^[9,11]。

6 订正系统

须知,在 $\langle F \rangle$ 中仍有误差,甚至是系统性的,为此,我们引入了订正系统对 $\langle F \rangle$ 进行订正,以便提高预测的精度,于是最后的“正式的预报”就是

$$\langle F \rangle_{\text{final}} = \langle F \rangle + \delta, \quad (3)$$

或

$$\langle F \rangle_{\text{final}} = \sum_{i=1}^{28} \gamma_i (F_{(i)} + \delta_{(i)}) \equiv \sum_{i=1}^{28} \gamma_i F'_{(i)}, \quad (3)'$$

其中 d 或 $\delta_{(i)}$ 为订正,依赖于地理坐标,可用统计方法由“后报试验”定出^[8,12,14]。

我们对 1980~1995 年作了后报试验。

7 预报产品

既然有了一一个个案预测样品集,我们可以不止算出集合预测(数学期望),还可算出样品对数学期望的标准离差(离散度) D , 出现某距平状态 $F'_{(i)} \in F^{(k)}$ 的概率 $P(F \in F^{(k)})$, 等等。这些都是对使用预测结果很有用的量。我们有

$$D^2 = \sum_{i=1}^{28} \gamma'_i [F'_{(i)} - \langle F \rangle_{\text{final}}]^2 \quad (4)$$

$$P(F \in F^{(k)}) = \frac{1}{28} N^{(k)} \quad (5)$$

其中 γ_i 是经验概率(系数), $N^{(k)}$ 是出现 $F'_{(i)} \in F^{(k)}$ 的个案预测个数,依赖于地理坐标。

作为第一步,我们简单地取 $\gamma'_i = \gamma_i = 1/28$ (等概率,这当然不是必需的),而且只取一个 $F^{(k)}$, 即距平为正算作一个状态,改记作 $F^{(+)}$, 相应的概率记作 $P^{(+)}$ 。当然,如能按分“多几成”分级算概率更有用,这有待改善。

8 适时预测及其检验

我们每年对全球夏季(JJA)降水距平作适时的跨季度预测,但只对中国作检验——我们得不到国外的降水观测资料,无法检验。

此处简述 1998 年起的结果。1998~2002 年我国每年都有洪涝和干旱灾害,而且相当多的还是重灾。事后预测检验表明,每年我们作出的跨季度预测都能报对降水距平的大形势分布^[12,16,18]。图 4 给出了 1999 年的例子,其中(a)和(b)分别是实测场和预测场,(c)和(d)分别为 D 和 $P^{(+)}$ 的分布。

具有 D 小值的区域预测在某种程度上是比较可信的,具有 $P^{(+)}$ 大值的区域是出现降水正距平概率较大的地区,而具有 $P^{(+)}$ 小值的区域则意味着干旱的可能更大。

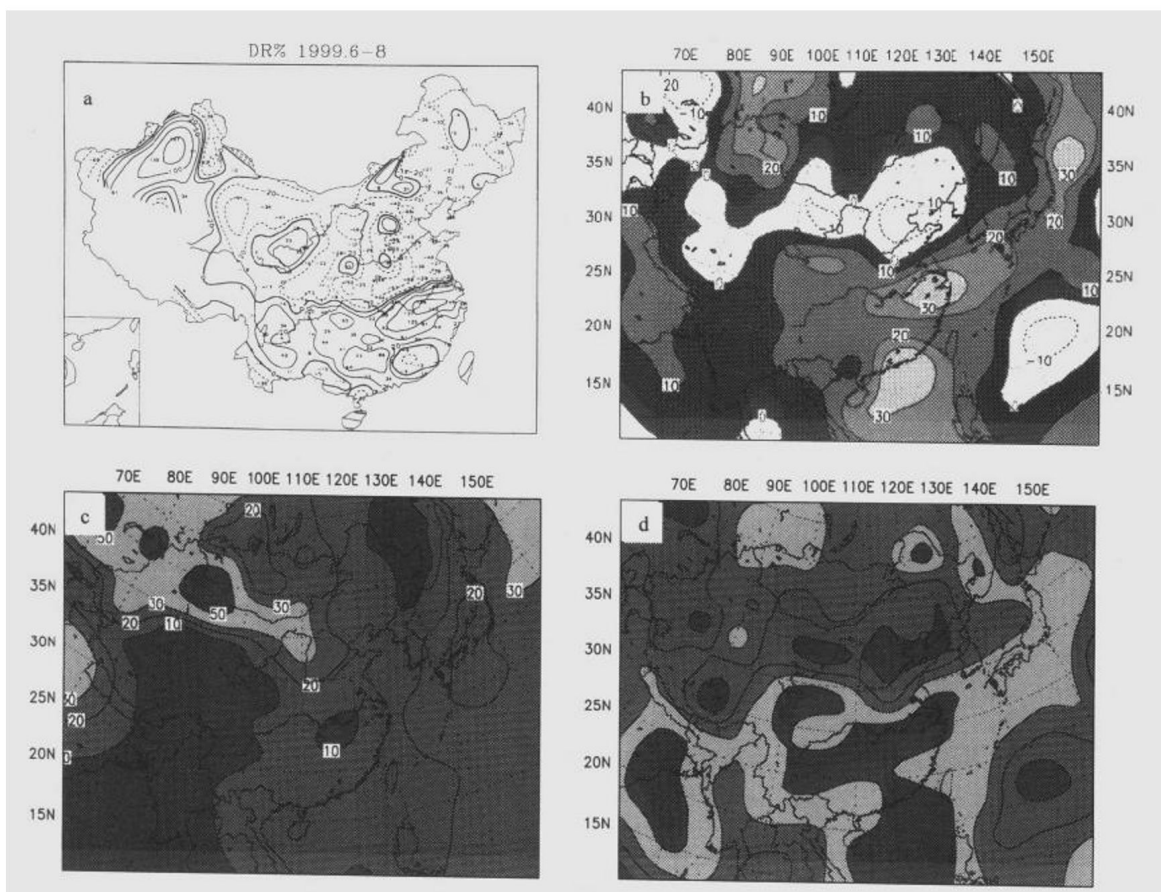


图4 1999年实测的(a)和预测的(b)夏季降水距平,以及预测得到的(c)D和(d) $P^{(+)}$

9 对于改进的讨论

应用 IAP-DCP.II 作跨季度预测的实践结果是令人鼓舞的,但为了能满足国家对气候预测的精度和广度要求,现用系统的五个分系统都要改进。例如,气候系统模式(A-L-O)将至少在分辨率和某些物理过程上进行改进;初值形成方案将要改进(将用四维变分方案^[21],遍及大气、陆表层和海洋模式);集合预测方案有可能考虑不同模式不同分辨率的结果,更好的概率分布,统计预测,甚至某些定性的经验规律;订正系统将精细化;等等。

同时,还要将预测推广到四季和其他气象要素。

所有上述工作都在进行中,有望今后几年内完成。

参考文献

- [1] WCRP, 1984: Scientific Plan for the World Climate Research Programme, WCRP Pub. No. 2, WMO/TD-No. 6, World Meteor. Organiz., Geneva.
- [2] WCRP, 1985: Scientific Plan for the Tropical Ocean Global Atmosphere Programme, WCRP Pub. No. 3, World Meteorological Organization (W.M.O.), Geneva. 146 pp.
- [3] WCRP, 1990: Global Energy and Water Cycle Experiment (Scientific Plan), WCRP Pub. No. 40, WMO/TD-No. 376, World Meteor. Organiz., Geneva.
- [4] WCRP, 1995: CLIVAR Science Plan, WCRP Pub. No. 89, WMO/TD-No. 690, World Meteor. Organiz., Geneva.
- [5] Zeng Qingcun et al., 1990: Experiments in numerical extraseasonal prediction of climate anomalies, Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 14(1), 1-24.
- [6] 李旭, 1992: 短期气候异常的数值模拟与预测研究, 中国科学院大气物理研究所北京: [博士学位论文], 136pp.

- [7] Zeng Qingcun et al. , 1994: Experiment of seasonal and extraseasonal predictions of summer monsoon precipitation, Proceedings of the International Conference on Monsoon Variability and Prediction (Trieste, Italy, 1994), WCRP, WMO/TD - No.619.
- [8] Zeng Qingcun, et al. , 1994: Note on some methods suitable for verifying and correcting the prediction of climate anomaly, *Advances in Atmospheric Sciences*, Vol.11, No.2, 121 - 127.
- [9] Zeng Qingcun, 1995: Predictions of summer precipitation anomalies by GCMS, Proceedings of the International Scientific Conference on the Tropical Ocean Global Atmosphere (TOGA) Programme, (2 - 7, April, 1995, Melbourne), WCRP - 91, WMO/TD - No.717.
- [10] Yuan Chongguang, 1995: Advances in the research of short - term climate prediction, *Progress in Natural Science*, Vol. 5, No.2, 188 - 194.
- [11] Zeng Qingcun, Yuan Chongguang, Li Xu et al. , 1997: Seasonal and extraseasonal predictions of summer monsoon precipitation by GCMs, *Advances in Atmospheric Sciences*, Vol. 14, No. 2, 163 - 176.
- [12] 林朝晖等, 1998: IAP 短期气候预测系统的改进及其对 1998 年全国汛期旱涝形势的预测, *气候与环境研究*, Vol. 3, No. 4, 339 - 348.
- [13] 周广庆等, 1998: 一个可供 ENSO 预测的海气耦合环流模式及 1997/1998 ENSO 预测, *气候与环境研究*, Vol. 3, No. 4, 349 - 357.
- [14] Lin Zhaoxue, Li Xu et al. , 1999: Extraseasonal prediction of summer rainfall anomaly over China with improved IAP PSSCA, *Chinese Journal of Atmospheric Sciences*, Vol. 23, No. 4, 351 - 366.
- [15] Zhou Guangqing, Zeng Qingcun and Zhang Ronghua, 1999: An improved coupled ocean - atmosphere general circulation model and its numerical simulation, *Progress in Natural Science*, Vol. 9, No. 5, 374 - 381.
- [16] 林朝晖等. , 2000: 1999 中国夏季气候的预测与检验, *气候与环境研究*, Vol. 5, No. 2, 97 - 108.
- [17] Wang H. J., G. Q. Zhou, and Y. Zhao, 2000: An effective method for correcting the seasonal - interannual prediction of summer climate anomaly, *Adv. Atmos. Sci.*, 17, 234 - 240.
- [18] Zhou Guangqing and Zeng Qingcun, 2001: Prediction of ENSO with a coupled atmosphere - ocean general circulation model, *Advances in Atmospheric Sciences*, Vol. 18, No. 4, 1587 - 603.
- [19] Lin Zhaoxue et al. , 2002: Dynamical prediction of summer monsoon precipitation anomalies over China for 2000, *Progress in Natural Science*, Vol. 12, No. 7, 771 - 774.
- [20] Zhang Ronghua and M. Endoh, 1994: Simulation of the 1986 - 1987 El Nino and 1988 La Nina events with a free surface tropical Pacific Ocean general circulation model, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 99, No. C4, 7743 - 7759.
- [21] Zhu, J. And M. Kamachi, 2000: An adaptive variational method for data assimilation with imperfect models. *Tellus*, 52A, 265 - 279.

Extra-Seasonal Climate Prediction by Using Dynamical Climate System Model

Zeng Qingcun, Lin Zhaoxue, Zhou Guangqing
Wang Huijun, Zhu Jiang and Yuan Chongguang

(Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

Abstract

In this paper, the dynamical extra-seasonal climate prediction system and its application to the operational prediction of summer rainfall anomalies over China has been briefly described. The trial use of this system initiated in 1988, and the final version of IAP DCP - II was fixed in 1996. The verification of prediction results from 1998 shows that, IAP DCP - II has rather good extra - seasonal predictive skill and can well predict the large scale patterns of the summer rainfall anomalies over China.

中国西部地区气候变化的事实、预测及其影响

秦大河

(中国气象局, 北京 100081)

中国东、西部地区的界限历经嬗变,2000 年国务院关于实施西部大开发若干政策的通知中有明确界定:“西部开发的政策适用范围,包括重庆市、四川省、贵州省、云南省、西藏自治区、陕西省、甘肃省、宁夏回族自治区、青海省、新疆维吾尔自治区和内蒙古自治区、广西壮族自治区”,根据这一划分,西部地区介于 $73^{\circ}25' \sim 126^{\circ}04'E$ 和 $20^{\circ}54' \sim 53^{\circ}23'N$ 的广袤范围。在这一地区,地质环境特殊,活跃的地壳运动造成多山地、高原与盆地相间出现。其次,高寒与干旱气候并存,江河源地与内流区并存,荒漠与草原辽阔,森林稀少,难利用土地面积广阔。自然条件差和生态脆弱主要表现为西北干旱区的沙漠化和盐渍化,黄土高原和西南地区的土壤侵蚀,青藏高原的草场退化,西南地区的滑坡、泥石流等灾害频繁,等等。在此条件和历史原因下,长期以来西部地区经济社会发展滞后。

本文试从西部过去气候变化事实和模式预测的基础上,探讨气候变化造成的和可能将要造成的经济社会影响。以便对适应、减缓及对策研究有所裨益。

1 全新世以来不同时段西部地区气候变化特点

通过冰芯、树木年轮、湖泊沉积和黄土等代用资料,认识到万年以来的全新世气候是近 2000 年气候变化的背景。全新世中期的“大暖期”以暖湿为特点,西部的大暖期出现在公元前 8000~3500,青藏高原最暖时期的气温可能比现今高 $4 \sim 5^{\circ}C$,高于东部地区大暖期与现今的温差。在公元前 3000 年前后有一次明显冰进,标志大暖期的结束。IGBP 鼓励气候研究集中到过去 20000 年,2000 年和 200 年 3 种时间尺度。徐国昌^[1]中国西部近 2000 年以来气候变化总结为 2 次暖期和 2 次冷期共 4 个阶段:(1)公元前 2700~2000 年为暖期,证据包括秦安大地湾出现土壤高频峰带,新疆湖河水量增大,古楼兰国的兴盛、甘肃民勤存在野猪泽大湖泊等;(2)公元前 2000~1400 年的冷期,证据有兰州地区古土壤出现明显低频期,青藏高原出现两次冰进,新疆记载了冷害,南疆内陆河流量减少,楼兰古国衰亡,野猪泽缩小为东西二海;(3)公元前 1400~900 年的暖期,证据包括兰州古土壤出现高频期,青海湖附近乔木孢粉增多、湖面高涨,鄂尔多斯沙漠范围缩小;(4)公元前 900 以来的冷期,以古土壤生成率低、磁化率下降,青海湖乔木孢粉减少,青藏高原冰川前进为佐证。

从 1470~1989 年的 520 年间,共出现 5 次早期(徐国昌等^[1],袁玉江等^[2]),其起始年份大约为公元 1480 年、1580 年、1710 年、1830 年、1710 年、1830 年及 1900 年。各起始年之间的时间间隔分别为 100 年、130 年、120 年和 70 年,即大约 100 年左右。综合不同代用资料研究西部地区干旱规律,可以发现西部地区干旱期大约每百年发生一次,每次持续约 3050 年,这是一个十分重要的结论。

近 50 年的观测资料表明,西北、内蒙古与东北、华北变暖最明显,尤以西北最突出,并且冬温升高最多。50 年来中国东、西部地区降水日数变化差异显著,东部地区除华南外普遍趋于减