



国家“九五”重中之重96—908科技项目

《我国短期气候预测系统的研究》之六

短期气候预测系统的总装与业务化试验研究

课题执行专家组 编
课题办公室



气象出版社

国家“九五”重中之重 96-908 科技项目

《我国短期气候预测系统的研究》之六

短期气候预测系统的总装 与业务化试验研究

课题执行专家组
课题办公室 编

气象出版社

内 容 提 要

本论文集由“九五”国家重中之重科技项目《我国短期气候预测系统的研究》第六课题(96-908-06)各专题优选的 70 余篇论文组成,内容包括:短期气候诊断预测系统业务化、气候评价与应用系统业务化、动力气候模式系统业务化和气候环境研究与开发应用。文集基本反映了三年来课题攻关的主要成果,这些成果的实际应用对提高国家级短期气候诊断预测和气候服务水平、增强决策服务能力起到了重要的促进作用。本书可供大气科学及相关学科工作者、有关部门人员和院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

短期气候预测系统的总装与业务化试验研究/课题执行专家组,课题办公室编.
—北京:气象出版社,2004. 10

ISBN 7-5029-3839-7

I. 短... II. ①课... ②课... III. 短期天气预报-系统-研究-文集 IV. P456. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 102933 号

Duanqi Qihou Yuce Xitong de Zongzhuang yu Yewuhua Shiyen Yanjiu

短期气候预测系统的总装与业务化试验研究

课题执行专家组
课 题 办 公 室 编

气象出版社出版

(北京海淀区中关村南大街 46 号 邮编:100081)

总编室:010-68407112 发行部:010-62175925

网址:<http://cmp.cma.gov.cn> E-mail:qxchs@263.net

责任编辑:张淑萍 终审:周诗健

封面设计:阳光图文工作室 版式设计:王丽梅 责任校对:王丽梅

*

北京市奥隆印刷厂印刷

气象出版社发行

*

开本:889×1194 1/16 印张:38 字数:1180 千字

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

印数:1~1000 册 定价:90.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

96-908-06 课题论文集编辑组

组 长:董文杰

副组长:李维京 王锦贵

成 员:丁一汇 祝昌汉 王守荣

秘 书:陈丽娟 朱界平

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》荣获 2003 年国家科学技术进步奖一等奖,为了尽快地将这重大的科研成果转化为强劲的业务能力,提高服务水平,科技部设置了“我国短期气候预测系统的总装与业务化试验研究”课题。

课题研究方向的设置主要考虑了如下三个方面:一是推动“九五”成果的优化和业务化;二是成果的综合集成化;三是为了积极响应中国气象局党组拓宽领域的战略,在气候业务和服务新领域开展了一些应用研究。

课题自 2002 年全面启动以来,在中国气象局科教司、国家气象中心科技发展处和国家气候中心科技业务处的指导下,在全体参加人员的共同努力下,课题取得了显著的成绩。

本论文集是“我国短期气候预测系统的总装与业务化试验研究”(96-908-06)科技成果的一部分,论文集收集了各专题精选的论文 70 余篇,基本反映了 3 年来本课题攻关研究的主要成果,分四个方面内容选编。

1 短期气候诊断预测系统业务化研究

- (1)月、年短期气候预测方法集成、检验评估系统业务化;
- (2)ENSO 监测和预测与重大气候事件监视系统业务化;
- (3)汛期旱涝预测和综合集成决策系统业务化;
- (4)气候监测诊断与短期气候预测系统优化集成。

2 气候评价与应用系统业务化研究

- (1)气候对我国农业生产影响评估模型的业务应用研究;
- (2)气候对水资源影响评估模型的研究及业务化;
- (3)旱涝监测、评估指标优化和汛期旱涝年景评估研究及业务化;
- (4)气候对能源、交通、人类健康影响的评估模型的研究及业务化;
- (5)气候评价与应用业务系统设计研制与综合集成业务化。

3 短期气候预测综合动力模式系统业务化

- (1)海洋资料同化系统业务化;
- (2)全球海气耦合季节预报模式业务化;
- (3)东亚区域气候模式业务化;
- (4)月动力延伸集合预报系统业务化;
- (5)ENSO 预测系统业务化。

4 气候环境研究与开发应用

- (1)我国沙尘暴的气候预测方法研究;
- (2)我国重点生态脆弱地区农业年景综合评估预测业务系统研究;
- (3)我国气候—植被—水文综合评估系统的研制;
- (4)我国主要城市大气污染的气候预测方法研究;

(5)我国华北地区主要城市灾害性高温过程气候预测评估方法研究;

(6)我国西北地区自然气候资源变化及其开发利用研究。

遵循边研究边应用的原则,上述一些研究成果已投入业务和服务的实际应用,效果明显。但由于短期气候预测的许多科学问题还没有解决,我们预测水平还有待提高。社会经济发展的需求和科学技术的日新月异使得短期气候预测系统发展面临非常好的发展机遇。面向未来,气候预测理论和方法的发展主要呈现以下趋势:物理统计方法将不断开拓出新的发展空间,动力气候模式正在向气候系统模式转化,统计和动力的结合出现新的思路并催育出新的学科生长点,这都将会促使短期气候预测业务系统的不断创新和快速发展,为社会经济发展和防灾减灾提供更加科学、准确的决策服务,提高服务效益。

96-908-06 课题组

2004 年 9 月

目 录

前 言

96-908-06-1 专题 短期气候诊断预测系统业务化

短期气候诊断预测系统业务化(96-908-06-1)专题总结	(3)
我国春季沙尘天气异常年气候特点及大气环流分析	王永光 艾锐秀(6)
我国春季沙尘天气气候变化的初步分析	艾锐秀(15)
中国温度、降水的长期气候趋势及其相关因子分析	王永光 龚振淞 许 力 艾锐秀(20)
中国东北地区夏季雨型划分及其气候特征分析	孙林海 赵振国 许 力 陈国珍 李维京 王永光 刘海波(26)
中国东部季风区夏季雨型的划分及其环流成因分析	孙林海 赵振国 许 力 陈国珍 李维京 王永光 刘海波(32)
全国大范围多(少)雨型的划分及环境场特点分析	许力 赵振国 孙林海 陈国珍 李维京 刘海波 王永光 项静恬(41)
平均值改变对夏季雨型划分和预测的影响	陈桂英(48)
几种亚洲季风指数与中国夏季主要雨型的关联	江 滢 翟盘茂(56)
T63 模式月动力延伸预报高度场的改进实验	陈丽娟 陈伯民 李维京 王锦贵(62)
临近月环流信息在月预报中的应用	艾锐秀 王锦贵(67)
降尺度技术在月降水预报中的应用	陈丽娟 李维京 张培群 王锦贵(73)
预测业务系统中月预测客观方法的评估分析	龚振淞 艾锐秀 陈桂英(80)
南北半球高低层环流切变与我国长江夏季降水异常的关系	艾锐秀 何 敏(86)
热带西太平洋对流活动与中国夏季降水	宋文玲(93)
长江中下游梅雨与中国夏季旱涝分布	杨义文(100)
近 116 年长江中下游的梅雨(一)	徐 群 杨义文 杨秋明(106)
近 116 年长江中下游的梅雨(二)	杨义文 徐群 杨秋明(114)
优选概率集成预测研究初步	许 力 王锦贵 陈桂英(124)
气候监测诊断业务系统及产品改进	任福民 郭艳君 王永光(129)
近 51 年夏季东亚阻高指数研究	杨义文(135)
东亚季风指数分类初析	江滢(141)
南海夏季风爆发日期和强度短期气候预测方法研究	何 敏 许 力 宋文玲(147)
2002~2003 年 ENSO 过程与热带海温背景	江 滢 翟盘茂(153)
1998 年春季热带太平洋 TUTT 形成对 El Nino 强度剧变的可能影响	陈乾金 李 威(159)
逐日海温资料在 ENSO 监测业务中的应用	李 威 郭艳君 任福民(164)
我国 160 站月平均温度降水缺站资料的插补方法	高 辉 王永光 许 力(169)
OLR 资料在 ENSO 监测中的应用	郭艳君 翟盘茂(172)
96-908-06-2 专题 气候评价与应用系统业务化	
气候评价与应用系统业务化(96-908-06-2)专题总结	(181)
中国近 50 年旱涝灾害时空变化及监测预警服务	张 强 高 歌 王有民 邹旭恺 庄丽莉(184)

华北地区气候变化对水资源的影响及 2003 年水资源预评估	高 歌	李维京	张 强	(191)
中国农业气候年景的评估及预测	孙家民	黄朝迎		(197)
中国水资源年景评估方法及其应用研究	高 歌	黄朝迎		(202)
气候变化对水资源影响模式评估业务应用研究	高 歌			(207)
气候变化对长江流域汉江和赣江径流的影响	陈德亮	高 歌		(214)
农作物趋势产量和气象产量评估方法	王 凌	黄朝迎	孙家民	(221)
气候变化对新疆地区棉花生产的影响	宋艳玲	张 强	董文杰	(227)
基于作物模型的新疆棉花气候风险分析	托丽娜	潘学标	廖要明	张 强(234)
利用作物模拟模型评估气候变化对江南双季稻生长的影响——以湖南省常德地区为例	廖要明	张 强	黄朝迎	(240)
江南双季稻生长模型在气候评价业务中的应用研究——以湖南省常德地区为例	廖要明	张 强	黄朝迎	(248)
温度变化对夏季降温耗能的影响	陈 峪	叶殿秀		(253)
中国公路水毁时空分布特征及其气候影响评估模型的研制	叶殿秀	孙家民	陈 峪	(261)
北京地区冠心病发病率的气象评估模型	叶殿秀	杨贤为	吴桂贤	(266)
我国心脑血管病的医学气象研究	杨贤为	叶殿秀		(272)
我国南北方脑卒中发病率特征分析及其气象评估模型研制	叶殿秀	杨贤为	吴桂贤	(279)
气候评价与应用业务化集成系统的研制	王有民	张 强	孙家民	(284)
96-908-06-3 专题 短期气候预测综合动力模式系统业务化				
短期气候预测综合动力模式系统业务化及其应用	李维京	张培群	李清泉	王兰宁
刘益民 史学丽 张祖强 刘一鸣 胡国权 党鸿雁 张芳 陈丽娟 孙除荣 赵其庚 董敏				(291)
On the Prediction of Summer Precipitation in China	DONG Wenjie			
ZHANG Peiqun WANG Yongguang SUN Leng AI Wanxiu ZHANG Zuqiang WANG Lanning SHI				
Xueli LI Qingquan LIU Yiming LUO Yong LI Weijing ZHANG Guocai DING Yihui				(300)
我国业务动力季节预报的进展	丁一汇	李清泉	李维京	罗勇 张培群 张祖强 史学丽 刘一鸣 王兰宁(308)
我国短期气候动力预测模式系统的研究及试验	丁一汇	刘一鸣	宋永加	李清泉(325)
国家气候中心大气模式的验证研究——AMIP-II 结果分析	董 敏	叶正青		(335)
全球海气耦合模式回报试验研究	李清泉	丁一汇	张培群	(353)
辐射参数化方案对气候模拟和回报的影响	李清泉	王兰宁		(368)
An Assessment of Seasonal Predictability in Summer by Using the Coupled Atmospheric-Oceanic General Circulation Model	LI Qingquan	DING Yihui		(382)
Multi-year simulations and experimental seasonal predictions for flooding seasons in China by using a nested regional climate model (RegCM-NCC) Part I: Sensitivity study	DING Yihui	SHI Xueli	LIU Yiming	QIAN Yongfu ZHAI Guoqing etc. (406)
Multi-year simulations and experimental seasonal predictions for flooding seasons in China by using a nested regional climate model (RegCM-NCC) Part II: The experimental seasonal prediction	DING Yihui	LIU Yiming	SHI Xueli	LI Qingquan LI Qiaoping etc. (432)
区域气候模式对东亚冬季风多年平均特征的模拟	李巧萍	丁一汇		(457)
区域气候模式对东亚季风和中国降水的多年模拟与性能检验	李巧萍	丁一汇		(471)
区域气候模式对中国夏季降水的 10 年回报试验及其评估分析	刘一鸣	丁一汇	李清泉	(486)
国家气候中心全球海洋资料同化业务系统在热带太平洋的结果初步分析				

.....	刘益民	李维京	张培群	(498)
96-908-06-4 专题 气候环境研究及开发应用				
气候环境研究及开发应用(96-908-06-4)专题总结				(513)
中国北方的典型强沙尘暴事件(1954~2002 年)	周自江	章国材		(521)
近 48 年中国沙尘暴的时空分布特征及其变化	唐国利	巢清尘		(525)
模糊识别理论模型及其在城市大气污染预测中的应用	张永山	郑水红		(533)
2000~2002 年北京市城市大气污染特征分析	宋艳玲	郑水红	柳艳菊	张永山(540)
气候变化对城市空气污染影响评估方法及其应用				张永山(547)
北京市几种主要污染物周平均浓度与周平均风速、温度及降水的相关分析				周江兴(552)
北京市城市气候特征分析	宋艳玲	张尚印	张德宽	王守荣 胡宝昆(558)
华北主要城市夏季高温气候特征及评估方法	张尚印	宋艳玲	张德宽	王守荣(566)
我国北方城市夏季危害性高温气候要素特征与预测	张尚印	宋艳玲	王守荣	张永山 张德宽(576)
我国东部 3 城市夏季高温气候特征及原因分析	张尚印	张德宽	宋艳玲	廖要明(588)

96-908-06-1 专题
短期气候诊断预测系统业务化

短期气候诊断预测系统业务化 (96-908-06-1)

专题总结

短期气候诊断预测系统业务化的总体目标是将 96-908-04 课题的研究成果业务化。在监测、诊断、汛期旱涝预测等系统的基础上,对业务系统进行优化、集成,并开拓新的内容,最终形成投入业务运行的新一代短期气候诊断预测综合系统。

专题组全体科技人员经过 3 年多的努力探索、开拓创新,圆满地完成了专题的攻关目标和主要研究内容,取得的主要成果有:

1 月、年短期气候预测方法集成、检验评估系统业务化

(1) 已将“九五”期间建立的 5 种预测方法,即韵律场相似法、物理量相似法、多因子相关法、环境场相关法、最优气候值法在 IBM42T02 主机上建立了月尺度预测系统,系统将自动完成资料提取、科学计算、方法集成、图形显示、打印输出和 Web 页面生成,在 2002,2003 年期间运行稳定。

已将“九五”期间建立的 3 种预测方法,即多因子综合法、OCN 方法、OSU 方法建立了年尺度预测系统,采用人机对话方式运行。

短期气候预测综合集成系统已经建成,集成方法包括权重分布法、区域权重法和正权递归法。

(2) 国家级短期气候预测质量评估系统业务化。

已将“九五”课题开发的国家级短期气候预测质量评估方法业务化。国家级质量评估的项目包括预测综合评分、技巧评分,距平相关系数和异常级预测 T_s 评分。利用该系统分别对月、年尺度预测方法和集成方法的预测效果进行了历史性评估,根据 1971~2001 年业务月降水和温度预测的评估表明,1995~2001 年期间的月降水和温度业务预测场较 1994 年以前预测效果有明显提高。

建立了基于中国气象局预测减灾司编制和推广的《短期气候预测质量评估办法》的预测评分系统,内容包括气候趋势预测评分、异常气候预测技巧评分。

(3) 利用临近高度场资料制作月降水预报试验取得进展。为了充分利用临近预报时段的实时气象信息的重要价值,开展了这项探索性试验工作。应用 1971~2003 年 4~8 月上、中旬 500hPa 高度场资料和 5~9 月全国 160 站月降水资料进行 SVD 展开,根据相似原理建立预测模型,取得初步成果。经检验,1998~2003 年 6,7,8 月的降水预报 P_s 评分结果是:6 月得分 65 分,7 月得分 69 分,均高于业务预报水平,8 月稍差。

(4) 动力延伸预报产品解释应用开发研究已经完成。在前期理论工作的基础上,利用 40 年降水资料和 NCEP/NCAR 再分析形势场资料确定各月各站的解释应用方程系数,然后进行 10 年实况检验。由 NCEP/NCAR 资料应用试验得到的降水评分 1~12 月都比较稳定,4 月份 P_c 得分最高,平均约为 81 分;其余各月平均得分场在 71 分以上,全年平均得分约为 75 分;以 ACC 方法衡量,全年平均为 0.2,显示出较多的预报技巧。其中夏半年(4~9 月)结果比冬半年更好,总体来讲,在 120 个 NCEP/NCAR 资料应用试验个例中, P_c 得分在 70 分以上的占 70%,ACC 值在 0.1 以上的约占资料 70%,这说明了该降尺度模型较好的体现了形势场和降水的关系,达到了降尺度的应用目的。将 2002 年 1~12 月 T63 月动力延伸预报 500hPa 位势高度场代入解释应用方程,得到各站降水百分率预报结果也比较好,且比较稳定,平均准确率为 65 分。动力延伸预报产品的温度解释应用也取得较好效果。

(5) 基于三分位(Tercile)设计了优选概率集成预测方法,并对 2001~2003 年 5 种月预测客观方

法进行集成试验,并对集成结果进行了评估,结果显示,对温度预测集成方法具有一定技巧,但对降水预测集成效果不明显。

2 ENSO 监测和预测与重大气候事件监视系统业务化

(1) 对 ENASO 监测与预测系统中的监测内容进行了多项改进。增加对逐日海温、海温及距平月际变化、NINO3、4 区和 NiNO 综合区海温指数、对流涛动指数、暖池指数等监测;建立了次表层海温资料接收和处理系统,为 ENSO 监测提供了月平均次表层温度变化监测图形和历史图库;在 ENSO 监测和预报系统电子产品业务化的基础上,以月时间尺度定期出版电子产品,并在相应网页上定期更新;研制了印刷版和电子版的产品服务系统,以月时间尺度形成产品,同时具备数据图形自动生成,存储等功能,已投入业务使用。

(2) 重大气候事件监视诊断系统业务化。开展对目前我国地面测站的有关气温和降水资料的不同序列的对比研究,在与 GTS 网实时资料站点相匹配的条件下,重新确定了我国重大气候事件数据库的相关站点,为将建立的我国重大气候事件数据库的实时资料的追加做了前期准备工作。选择了最佳历史资料序列,对原有数据库中的气候场进行了相应调整,使其与业务化后的准实时的数据库相匹配。重新计算了各台站的有关严重旱涝,低温的单站指数的历史序列、区域指数的历史序列和东部地区的历史序列等,建立了自 1950 年以来的我国重大气候事件数据库。

(3) 季风监测系统研究与业务化。建立了与季风监测所需的海洋、大气和地面观测历史资料库(包括测站观测和卫星遥感资料),并且建立了这些资料的实时资料接收系统。初步建立了东亚季风监测诊断业务系统,并投入业务试运行。选取国内外 20 余种东亚季风强度指数进行分类,并对各类指数的定义方法进行综合比较,选取其中 5 种与中国气候密切相关,并对我国短期气候预测具有重要参考价值的东亚季风指数。利用可实时资料接收系统接收的多套资料,对 5 种季风指数按照原作者的方法、相应时段进行反演,并与降水做相关分析,最后确定了东亚夏季风强度指数的监测指标。用类似的方法还选取了东亚冬季风强度指数、南海季风爆发等监测指标,并将其业务化。研制了逐候 850hPa 和 200hPa 矢量风、OLR 等资料接收和分析系统,完成了与东亚季风系统密切相关的 850hPa 水汽输送图集。

3 汛期旱涝预测和综合集成决策系统业务化

(1) 汛期降水预测模型的检验和业务化。对“九五”前和“九五”期间研制的 10 多种汛期降水预测模型进行了初步的检验、评估、改进、优化,实现了各种方法和综合决策的客观化、自动化业务流程。对各种预测方法进行检验、评估,积累了最近 5 年以上的预测评分结果,为预测产品的综合决策提供了条件。采取动态考核方法,即根据各种方法近期预测质量的优劣,实行自动入选或淘汰的方法,对各种方法进行精选和优化。在计算机平台上,按照业务化要求,完成了各种预测模型的自动化运行软件 and 业务流程,按统一标准定期发布汛期降水预测产品,并确保系统运行的安全性、稳定性和产品质量的准确性、可靠性。

(2) 汛期降水预测模型的改进和发展。研究了冬季南海季风指数与环流场的相互关系及其影响南海夏季风活动的可能机制,建立了南海夏季风爆发日期和强度的预测概念模型。利用 SVD 方法分析了我国汛期旱涝与环境场的关系,得到了环境场与降水场空间分布及时间演变特征,在此基础上,将澳大利亚附近的高低层垂直切变与南海季风指数,沃克环流指数综合成新的物理意义更为清晰的热带环流特征量,引入热带环流汛期旱涝模型并投入使用。完成了近 51 年夏季东亚阻塞高压指数的设计和计算工作,进一步分析了东亚阻塞高压的变化规律。在研究江淮降水与热带对流活动强度同期关系的基础上探讨了前期冬春季热带对流活动对夏季江淮流域降水可能产生影响,提供了江淮流域夏季降水预测信号。对近 116 年长江中下游梅雨资料进行了重新整编,并全面分析了长江流域梅雨的气候特征和影响机制,80 年

来梅雨量明显增多可能与东亚阻塞高压频繁活动有关。

(3) 夏季降水分型的研究和业务应用。提出了分型的基本思路,分型一定要符合实际业务预测的特点和要求,主要雨型必须反映夏季降水的主要气候特征,不同类雨型之间环流成因差异应当显著,分型要考虑不同地区的气候特点和服务需求。通过总结前人关于中国夏季雨型划分的经验和问题,对中国夏季降水进行了重新分型,使我国夏季雨型的划分更为科学、更加全面、更趋合理。

根据中国夏季降水的气候特点和地域差异,用经验统计和相关分析的方法进行气候分区,把中国分成东部季风区、西部区和东北区 3 个基本气候区,另以全国范围为基础,划分大范围多雨和少雨型。利用 EOF、PCA、SVD 等多种统计方法、分析全国和各气候区夏季降水的主要模态,找出优势气候型。雨型划分的结果:东部季风区分为 2 大类 4 亚型,西部区分为 2 类,东北区分为 2 类,全国分为 2 类。

通过这次重新分型,首次得到东部季风区 1880—2003 年 124 年及西部区、东北区和全国范围 1951~2003 年 53 年夏季雨型的完整资料序列。在雨型划分的基础上,分析了各类雨型的气候规律和年际、年代际变化,以及大气环流成因和下垫面热力特征等,探讨了各类雨型发生的前期信号,初步提供了一些有预测意义的前兆因子。在对 1880~2000 年 121 年的中国夏季雨型划分的基础上,利用 2001~2002 年 2 年的夏季降水资料进行了业务试验,2003 年投入业务作用,效果比较理想。

4 气候监测诊断与短期气候预测系统的优化集成

(1) 整合气候监测诊断专用数据库和气候预测专用数据。统一数据格式,统一数据调用模块;更新整个系统所用平均值时段(从 1961~1990 年变更为 1971~2000),重新计算输出了 74 项环流特征量、温度等级、降水指数、海温指数等资料集;重新计算了气候监测用的 200, 500, 850hPa 高度、海平面气压、风场,以及全球海温场、对流活动等多年平均资料;重新打印输出气候监测诊断预测业务和科研中使用的资料集和图形。

(2) 改进现有气候监测诊断业务系统,重点是系统软件优化和图形电子化。按照“以产品改进为主线,系统改进围绕产品改进来进行”的原则,将《月气候监测公报》与《年气候监测公报》进行整合为《气候监测公报》。《气候监测公报》的内容以现有的《月气候监测公报》的内容为基础,融入《年气候监测公报》的特色内容和“九五”课题有关成果。围绕产品的改进,将业务系统进行了大规模的改进。改进后的气候监测诊断系统分为诊断分析子系统和图形子系统两大部分,整个系统在结构上较原系统有很大改变。原有图形系统 GRADS 版本较低,不具备产品储存功能,新开发的图形软件具有制作存储、打印等功能,并且根据产品需求进行版面设计。完成了中国温度、降水缺站资料自动插补的研制。

(3) 完成气候诊断预测系统规划和建设。整合气候监测诊断与气候预测业务系统,开发气候诊断预测系统统一的 INTERNET 和 INTRANET 界面,规划系统中资料、程序、图形等存放及定时作业的运行,形成客观化运行的新的气候诊断预测业务系统。

本专题还对我国温度、降水的长期气候趋势、春季沙尘天气特点和气候变化、标准值改变对夏季雨型划分和 ENSO 事件划分的影响等作了深入的分析研究。

综上所述,短期气候诊断预测系统业务化研究进展顺利,成绩明显,并完成论文 28 篇,其中 13 篇论文已经发表。建立了新的气候监测诊断业务系统,气候预测业务系统和产品服务系统,包含 39 个模块,内容丰富、功能齐全,自动化程度高,运行稳定。

我国春季沙尘天气异常年气候特点及大气环流分析*

王永光 艾锐秀

(国家气候中心, 北京 100081)

摘 要: 本文利用 1961~2001 年全国 681 个观测站春季的扬沙日数资料, 对春季沙尘天气异常的年份进行了统计划分, 结果显示沙尘天气的异常有明显的年代际特点, 20 世纪 80 年代中期以前明显偏多, 80 年代末之后显著偏少; 在确定了春季沙尘天气 11 个异常多年和 13 个异常少年后, 对异常年春季温度、降水、500hPa 高度场进行显著性 T 检验; 另外, 对异常年 850hPa 流场、850hPa 涡度及赤道中东太平洋海温、前期东亚季风等做了对比分析, 结果显示在异常多年春季, 蒙古气旋式环流距平, 南面有一个正涡度中心, 赤道中东太平洋海温偏低、前期东亚季风偏强的概率大; 在异常少年正好相反。

关键词: 沙尘天气异常 气候特点 T 检验 环流 东亚冬季风

1 引言

沙尘天气是扬沙和沙尘暴天气的总称, 根据气象观测定义, 浮尘: 悬浮在大气中的沙或土壤粒子, 使水平能见度小于 10km 的天气现象; 扬沙是指空气水平能见度在 1~10km 的天气现象; 沙尘暴: 强风将地面尘沙吹起, 使空气很混浊, 水平能见度小于 1km 的天气现象。当水平能见度小于 500m 时, 为强沙尘暴。虽然对沙尘暴的研究已有诸多成果: 如沙尘(暴)天气日数与大风日数的年际振荡及多年变化趋势具有一致性^[1]; 产生沙尘天气的主要环流形势和系统有: 经向环流的发展、冷锋活动、中尺度气旋系统等等^[2]; 也有从动力的角度分析沙尘暴天气在起沙、扬沙、水平输送等方面的研究^[2]。但是这些研究多是从局部或天气尺度个例的角度分析, 从气候角度的分析较少。众所周知, 沙尘(暴)天气的研究涉及气象、水文、地质、化学、地理等多门学科, 本文仅从气候的角度出发, 用扬沙资料确定我国春季沙尘天气异常的年份, 对异常年份做气候对比分析, 初步探讨引起春季沙尘天气异常的机制, 为沙尘天气的气候趋势预测提供一些依据。

2 资料

本文所用的我国沙尘(暴)日数资料是由国家气象中心气象资料室提供, 时间为 1961~2001 年 3~5 月, 共 681 个站; 另外, 1961~2002 年我国 160 个站月平均温度和降水、北半球 500hPa 高度场、冷空气次数、74 项月环流特征量等由国家气候中心气候诊断预测室提供; 春季 NCEP2.5×2.5 的 850hPa 风场资料。

3 沙尘天气异常年份的确定

诸多分析表明^[2], 由于我国春季北方的气候以干旱、少雨雪多、大风为主, 沙尘(暴)天气出现的频率比湿润的南方高得多, 频发的区域主要集中在华北、东北、西北和青藏高原等地区。所以在全国常

* 本文得到短期气候预测加强研究 96-908-06-4 课题和国家气象中心业务系统建设项目“沙尘天气短期气候预测业务规范研究”课题的资助。

规 681 个观测站中, 南方多数站不曾出现沙尘(暴)天气, 也有的站连续十几年沙尘暴和扬沙日数为 0, 偶尔出现 1 天的沙尘天气, 其多年平均值的代表性较差, 还有的站有的年份资料缺测。因此在考虑气候异常时, 多年(1961~2000 年)平均日数在 5 日以下的测站不考虑在内(这样的站共 175 个)。这样处理的目的在于突出沙尘(暴)天气频繁发生地区的异常情况。由于北方扬沙、沙尘暴(日数平均值大于等于 5 天、距平百分率 $\geq 20\%$ (或 $\leq -20\%$)的站数)两个序列 48 年的相关系数达到了 0.90, 如果是用占有观测资料站数的百分比来表示, 两个序列的相关系数也达到 0.91, 都远远超过了 0.01 的信度标准。这表明沙尘暴日数与扬沙日数的变化趋势具有高度的一致性, 即用扬沙资料来表示沙尘(暴)天气变化是可行性的。因此在后面的分析中, 选用扬沙日数来表示沙尘(暴)天气日数, 简称沙尘天气。

为了确定沙尘天气的异常年份, 对扬沙多年平均日数在 5 天以上的站做了不同距平百分率等级的站数统计, 结果如图 1。对比图 1a 和 1b 发现, 这种异常级站数变化的趋势反映出我国春季沙尘天气年代际变化特点很突出: 在 20 世纪 80 年代中期以前正距平百分率等级的站数偏多, 如 1966 年距平大于 50% 的站数最多, 达到 108 个站, 沙尘天气异常多; 而负距平百分率等级的站数偏少, 距平小于 -50% 的站数只有 5 个站。80 年代中期至 90 年代末正距平百分率等级的站数偏少, 如 1997 年距平大于 50% 的站数最少, 只有 3 个站; 而负距平百分率等级的站数偏多, 距平小于 -50% 的站数达到 142 个站, 沙尘天气异常偏少。王小玲、翟盘茂^[4]在分析中国春季沙尘天气频数(日数)的时空变化时指出: 20 世纪 70 年代末以前沙尘天气发生频数(日数)较多, 70 年代末开始逐渐减少。此结论与本文用站数统计的结论相差不大。2000~2001 年沙尘天气的变化趋势虽然有向偏多方向发展的趋势, 但是比 60~70 年代还是少, 仍然处于偏少阶段内。

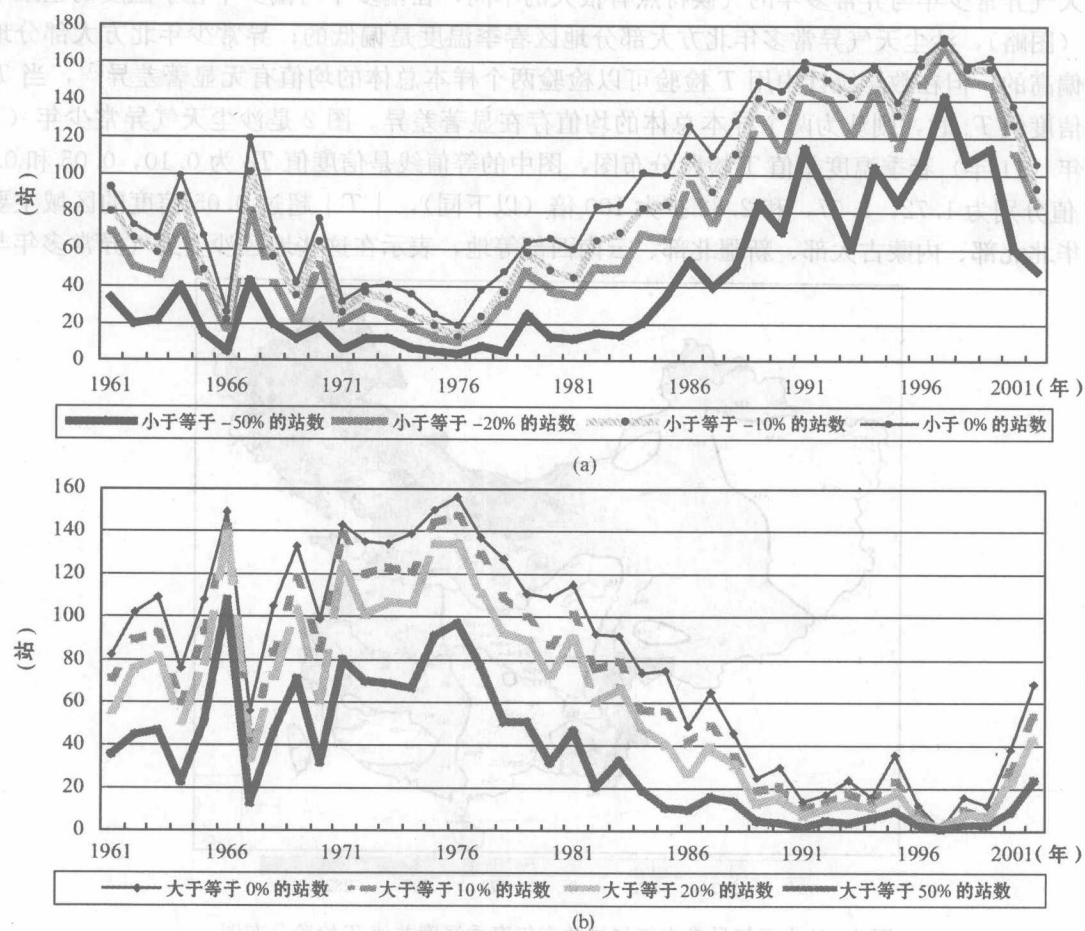


图 1 不同负 (a)、正 (b) 距平百分率等级的站数统计

我们用沙尘天气日数距平百分率异常级站数的变化表示我国春季沙尘天气大范围异常的程度，从图 1 可以得出无论是 10%，20%或者是 50%异常级站数的变化都表示出非常一致的趋势。用正负 20%和 50%异常级站数资料按 3 级划分原则^[5]：异常多年和异常少年各占 30%、正常年占 40%，其结果（见表 1）是除个别年份外，大多数年份一致。取其一致的年份：春季我国沙尘天气异常多年是：1966，1969，1971~1978 和 1981 共 11 年，多出现在 20 世纪 80 年代以前；异常少的年份是 1986，1989~2000 共 13 年，多出现在 80 年代以后。

表 1 沙尘天气日数异常多和异常少年份

划分标准：用沙尘天气日数距平百分率异常级站数的变化	异常多年	异常少年
用 $\geq 50\%$ 异常级站数的变化	1931, 1965, 1966, 1969, 1971~1979, 1981	1985, 1986, 1989~2000
用 $\geq 20\%$ 异常级站数的变化	1963, 1965, 1966, 1969, 1971~1979, 1981	1986, 1988~2000
用 $\leq -50\%$ 异常级站数的变化	1966, 1969, 1971~1978, 1980~1983	1986, 1988~2000
用 $\leq -20\%$ 异常级站数的变化	1965, 1966, 1968~1969, 1971~1978, 1980~1981	1986, 1988~2000

4 沙尘天气异常年份气候特点对比

4.1 同期温度与降水状况

沙尘天气异常少年与异常多年的气候特点有很大的不同，在偏多年与偏少年春季温度的正距平频次分布图上（图略），沙尘天气异常多年北方大部分地区春季温度是偏低的；异常少年北方大部分地区春季温度是偏高的。但在数学统计中用 T 检验可以检验两个样本总体的均值有无显著差异^[5]，当 T 值超过一定的信度值 T_α 时，则认为两个样本总体的均值存在显著差异。图 2 是沙尘天气异常少年（13 年）和异常多年（11 年）春季温度差值 T 检验分布图，图中的等值线是信度值 T_α 为 0.10，0.05 和 0.01 相对应的 T 值分别为 1.72，2.07，和 2.82 扩大 100 倍（以下同）， $|T|$ 超过 0.05 信度的区域主要集中在东北、华北北部、内蒙古大部、新疆北部、云南西部等地，表示在这些地区沙尘天气异常多年与异常

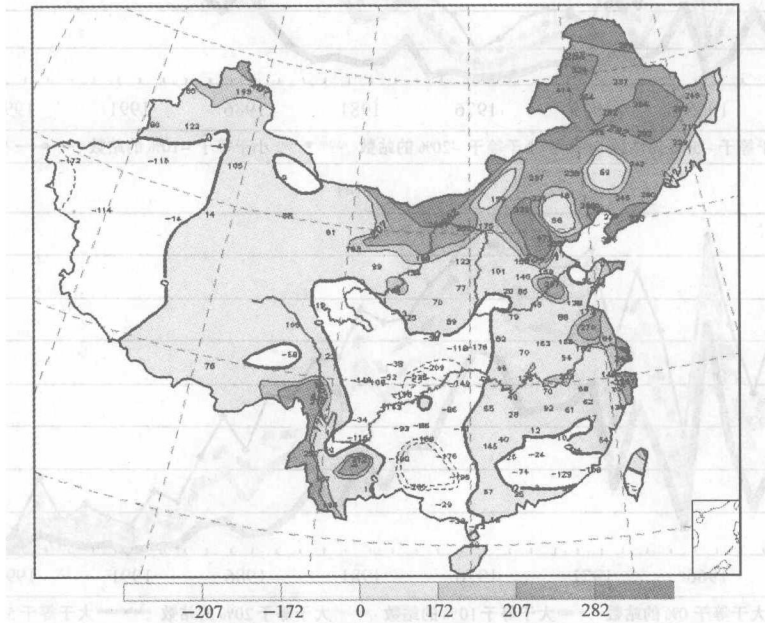


图 2 沙尘天气异常少年与异常多年春季温度差值 T 检验分布图
($T_{0.1}=1.72$ 、 $T_{0.05}=2.07$ 、 $T_{0.01}=2.82$ ，再扩大 100 倍)