

国家“九五”重中之重科技项目中国短期气候预测系统的研究
96-908-05-03 专题 —— 西北地区干旱预测系统研究

ZHONGGUO XIBEI GANHAN

中国西北干旱

QIHOU BIANHUA YU YUCE YANJIU

气候变化与预测研究

第三卷

主编：谢金南

气象出版社

国家“九五”重中之重科技项目 中国短期气候预测系统的研究

National Key Project(1996—2000)

Studies on Short-Term Climate Prediction System in China

96-908-05-03 专题——西北地区干旱预测系统研究

96-908-05-03 Sub-project——Studies on the Drought Prediction System in Northwest China

中国西北干旱气候变化与预测研究

**The Research on Change and Prediction of
Drought Climate ~~in~~ Northwest China**

主 编:谢金南

副主编:马林 杨文峰 袁玉江

梁旭 邓振镛

Chief Editor: Xie Jinnan

Co-Editors: Ma Lin, Yang Wenfeng, Yuan Yujiang,

Liang Xu, Deng Zhenyong

气象出版社

China Meteorological Press

内容提要

本书第三卷收集了 60 篇论文。系 96-908-05-03 专题“西北地区干旱预测系统研究”的主要成果之一。内容包括青海、陕西、新疆、宁夏四省(区)分专题和分课题的最新研究成果,主要涉及各省(区)气象局干旱气候预测业务系统的研制以及干旱灾害的规律、成因和对策等问题。这些研究成果不仅具有较高的学术价值,而且具有较好的实用性。该书可供从事气象、生态、水利、环保、农业、林业、牧业等工作的领导和科技、业务、生产、教学人员阅读,也可供相关学科的大中专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国西北干旱气候变化与预测研究(第三卷)/谢金南主编. 北京:气象出版社,2000.11

ISBN 7-5029-3054-X

I. 中… II. 谢… III. ①干旱—气候变化—研究—西北地区②干旱—气候展望—研究—西北地区 IV. P468.24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 72706 号

中国西北干旱气候变化与预测研究(第三卷)

主编:谢金南

责任编辑:吴向东 王红雨 吴庭芳 终审:周诗健

封面设计:沈辉 责任技编:吴庭芳 责任校对:寇红薇 张若军

气象出版社出版

(北京海淀区白石桥路 46 号 邮编:100081)

北京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

开本:787×1092 1/16 印张:24.5 字数:620 千字

2000 年 11 月第 1 版 2000 年 11 月第 1 次印刷

印数:1~1000

ISBN 7-5029-3054-X/P·1062

全套定价:136.00 元(本卷定价 50.00 元)

参加专题和配套课题的科研工作负责人员名单

96-908-05-03 专题“西北地区干旱预测系统研究”

主持人:谢金南 副主持人:朱炳璠

配套课题“西北气候变化趋势和旱作农业适用技术研究”

主持人:谢金南 副主持人:李栋梁

专题和配套课题办公室负责人:邓振镛

工作人员:郭慧 张毅 施重义

05-03-01 子专题“干旱指标的确定与干旱气候变化规律的研究”主持人:王宝灵

05-03-02 子专题“干旱气候预测中的物理过程与预测信号的研究”主持人:李栋梁

05-03-03 子专题“动力气候数值预测产品释用技术的开发和应用”主持人:董安祥

05-03-04 子专题“干旱气候异常对国民经济影响评估及其对策研究”主持人:柯晓新 尹东

05-03-05 子专题“西北干旱气候预测服务综合业务系统的研制”主持人:朱炳璠

05-03-06 子专题“西北重大干旱事件预测技术的研究”主持人:谢金南 罗哲贤

05-03-07 子专题“甘肃河东干旱预测及其对农业生产影响的研究”主持人:李栋梁

05-03-08 子专题“甘肃河西内陆河流量预测及其对农业生产影响的研究”主持人:冯建英

05-03 专题南京气象学院分专题负责人:罗哲贤

配套课题南京气象学院分课题负责人:罗哲贤

05-03 专题青海分专题负责人:阳燮 周陆生 王莘

配套课题青海分课题负责人:周陆生 秦宁生 张国胜

05-03 专题陕西分专题负责人:李兆元 刘耀武

配套课题陕西分课题负责人:李兆元 刘耀武

05-03 专题新疆分专题负责人:史玉光 袁玉江

配套课题新疆分课题负责人:史玉光 袁玉江

05-03 专题宁夏分专题负责人:梁旭 王连喜

配套课题宁夏分课题负责人:梁旭 王连喜

序 言

我国的干旱半干旱地区约占全国总面积的 47%，主要位于西北地区。与其它地区相比，西北地区的气候变化非常复杂，它包含西风带气候区、高原气候区、东南季风区及季风的边缘区域。干旱化是当前人类面临的重大问题之一，西部大开发的关键是水资源，干旱短期气候预测具有重大的经济、社会和政治意义，西北地区广大气象工作者曾多次组织干旱课题研究，取得了一批成果，打下了良好的基础。

“九五”期间(1996~2000 年)，在国家重中之重科技项目下设专题(96-908-05-03)和中国气象局配套课题的框架内，西北干旱气候的研究取得了重要进展，计完成论文 260 多篇。本文集是部分论文的汇编，从总的布局上大体分为三个部分。首先是西北干旱规律的研究，包括干旱气候特征，重大干旱事件特征，干旱强信号和形成机制问题。其次，介绍了干旱预测方法、预测模型和干旱监测预测服务系统。最后，叙述了西北地区水资源和干旱影响评估的新结果。

这些研究与以往的工作相比，确有创新。目前处于国内干旱气候研究的前沿。为了把创新点说清楚，我在这里简要回顾干旱气候研究的历程。

20 世纪 50 年代到 80 年代中期，干旱问题的主要着眼点是：干旱环流的分型及演变特征；区域降水量的韵律性和周期性；海温和高原热状况异常等。

80 年代后期，我在兰州举行的全国第一次干旱学术会议上做了一个报告，内容是南半球季风活动对西北干旱的影响。在会议技术总结报告中，我曾经进一步向与会代表提出了一些问题。这些问题是：从大气环流到全球变化的转变；人类活动影响和干旱预测背景的变化；干旱数值模拟和形成理论的研究等。后来，这些问题在“八五”期间(1991~1995 年)立项研究，已做出很好的结果。

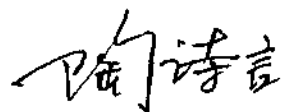
本论文集反映了“九五”(1996~2000 年)期间的新进展，我认为，其创新点在于：(1)建成了西北干旱研究历史上第一个现代化的干旱监测预测服务系统。(2)提出了百年尺度、年代际尺度和年际尺度异常干旱的气候信号。最强的干旱信号是高原下垫面热状况(含感热、积雪和季风)，厄尔尼诺事件和台风活动；其次是南亚高压、西太平洋副热带高压的活动以及区域降水量自身演变的特点。(3)取得了干旱区域水循环和干旱影响评估方面的新结果。

这些创新标志着西北干旱气候的研究已经进入了一个新的阶段。在专题研究过程中，既出成果，又出人才，年轻的科技人员得到锻炼和成长，形成了科研攻关中一支重要的生力军。这是值得庆幸的。

我希望西北五省(区)气象局的气象科技工作者，继续跟踪世界科学前沿，勇于创新，在干旱气候的物理成因研究方面，不断采用新技术、新方法，尤其在动力气候模式与物理统计方法相结合的预测技术方法创新上下功夫，不断提高干旱短期气候预测技巧，更好地为西部大开发

服务。

我相信,本文集的出版定能对我国西北干旱气候研究起到积极的推动作用,为西部大开发和西北经济持续发展做出贡献。本文集不仅对从事短期气候预测的业务人员,而且对政府农、林、水利、计划、规划部门的同志,都有重要的参考价值。

A handwritten signature in black ink, reading '陈诗言' (Chen Shiyang). The characters are fluid and stylized, with the first character '陈' being particularly prominent.

2000年9月14日

前 言

本文集为“九五”国家重中之重 96-908 科技项目“我国短期气候预测系统”05 课题(区域气象中心短期气候预测业务系统的建立与产品应用研究)03 专题(西北地区干旱预测系统研究)和中国气象局配套课题“西北气候变化趋势和旱作农业适用技术研究”的主要成果之一。由兰州区域气象中心所属的西北五省(区)(甘肃、陕西、宁夏、青海、新疆)气象局和南京气象学院等 6 个单位共同承担完成,甘肃省气象局科教处承担组织管理和协调工作,参加的科技人员达 130 多人。

经过 4 年多的努力,现已建成了-一个具有物理基础的现代化的西北干旱短期气候预测业务系统。该系统不仅能制作客观的干旱短期气候预测,而且能够及时科学评估干旱对农牧业生产和水资源的影响,及时提供防灾减灾的对策服务产品。这样,就为区域内各省(区)人民政府在制定国民经济计划和防灾减灾决策等方面提供依据,为促进社会经济的持续、快速和健康发展提供优质服务。达到了预定的攻关目标,圆满完成了配套课题合同规定的各项任务。该专题和配套课题自 1996 年 8 月正式启动以来,完成论文 260 多篇,其中有 130 多篇已正式发表在各类中高级核心期刊上。现从这些论文中选择 168 篇汇编成文集,分三卷出版。

第一卷的主要内容是:

(1)简要综述西北地区干旱气候变化与预测研究的创新性成果。

(2)干旱气候变化特征。给出了西北地区干旱气候变化的重要特征、规律性、干旱分区与指标,以及西北地区原有预测方法的再研究等方面的成果。

(3)重大干旱事件的分析。重点揭示了 90 年代出现在西北地区东部的几次特大干旱事件的发生、发展及其主要特征。

(4)干旱形成机制的研究成果。分别从干旱流型、台风活动、青藏高原热力异常及季风变化、ENSO 循环、地热涡活动等方面加以阐述。

(5)干旱预测强信号的问题。指出:青藏高原下垫面热力作用、厄尔尼诺和台风、中高纬度大气活动中心的变化是西北干旱的强信号。

第二卷包括以下内容:

(1)西北干旱预测方法与预测模型,这是科研成果的实际业务转化的一个重要环节。

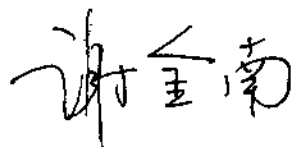
(2)西北干旱短期气候预测业务系统的研制与应用。该系统技术含量高,表达方式新,使用操作方便,业务运行稳定,区域特色清晰,数据库内容丰富,对异常干旱有较强的预测能力和服务能力。经实际应用取得了明显的业务效益、经济效益和社会效益。

(3)水资源和内陆河流量特征。这涉及到西北地区经济发展的水分支撑条件,具有很大的应用潜力。

(4)干旱气候对国民经济的影响评估和对策研究。这部分成果可为党政部门决策提供参考依据。

第三卷反映了陕西、宁夏、青海、新疆省(区)等分专题和分课题最新的研究成果,主要涉及各省(区)气象局短期气候预测业务系统的研制以及干旱等灾害的规律和成因等问题,值得一读。

本文集是在 96-908-05-03 专题、配套课题和甘肃、陕西、宁夏、青海、新疆各省(区)科委的支持下,西北五省(区)气象局和南京气象学院等 6 个分专题和分课题共同努力完成的。文集编委会是由各分专题和子专题负责人组成。在编审出版过程中,中国科学院寒区旱区环境与工程研究所的汤懋苍、钱正安两位研究员(博导)、西北师范大学董宏儒教授、兰州气象学校邓国伦高级讲师对入选论文给予认真审阅和精心修改,气象出版社的吴向东先生为保证出版质量付出了辛勤劳动,在此一并致以衷心的感谢。



2000 年 11 月

目 录

(第三卷)

序

前言

青海分专题和分课题

青海干旱预报集成方法和集成系统的研究·····	马林 阳燮 周陆生(1)
青藏高原积雪对西北地区干旱气候的影响研究·····	陈彦山 秦宁生 罗哲贤(8)
青藏高原冬季积雪对西北地区夏季降水的影响研究·····	秦宁生 冯蜀青 刘青春(18)
北极海冰对青海省春季(3~5月)降水的可能影响·····	唐红玉 时兴合 白彦芳(24)
青海省春、夏季降水的概念模型及预测模型·····	时兴合 秦宁生 周陆生 马元仓(30)
1999年春夏青海异常气候的成因分析·····	时兴合 秦宁生 马元仓(39)
青海省气候异常偏暖的成因分析·····	时兴合 赵燕宁 秦宁生(48)
青海东部1997年春末初夏干旱成因分析·····	时兴合(53)
均生函数、最优气候均态预测方法在长江、黄河源头汛期预报中的应用及改进·····	时兴合 秦宁生 马丽萍(57)
青南高原大气降水变化规律及其对黄河上游地区水资源的影响·····	时兴合 张国胜 李林 汪青春 唐红玉 白彦芳(63)
黄河上游流域蒸散量及其影响因子研究·····	李林 张国胜 汪青春 时兴合(69)
青海地表水资源的变化及影响因子·····	李林 张国胜 汪青春 时兴合 董立新 徐维新(74)
青海北部1165~1981年夏季降水的演变特征·····	王振宇 周陆生(79)
青海高原热状况与东部农业区春季干旱的关系分析·····	白彦芳 秦宁生 时兴合 张青梅(85)
青海省旱地土壤水分动态变化规律研究·····	张国胜 徐维新 董立新 李林 时兴合 汪青春(90)
青海省东部农业区旱地土壤水分演变特征分析·····	张国胜 李林 徐维新 时兴合 汪青春 颜亮东 刘国玉(96)
青海省农业干旱的土壤水分指标及预测方法研究·····	徐维新 张国胜 颜亮东 李林(103)
青海省东部农业区土壤水分对春小麦产量构成要素影响的分析·····	汪青春 张国胜 祁如英(109)
干旱气候生态因素对青海省粮食产量影响的研究·····	汪青春 张国胜 李林 时兴合(114)
气候生态因素对青藏高原青稞产量的影响·····	董立新 张国胜 徐维新 李林(120)

陕西分专题和分课题

陕西省短期气候预测业务系统·····	田武文 王兰宁 黄祖英(128)
--------------------	------------------

印度洋、大西洋海温对我国西北地区的旱涝影响	徐小红	李兆元	杨文峰	(132)
低频天气系统特征及其与陕西初夏多少雨时段的关系	侯明全	方建刚	白爱娟	(137)
1997 年夏季高温干旱的天气气候特点及其环流演变特征分析				
.....	侯明全	方建刚	白爱娟	(143)
车贝雪夫多项式在陕西省旱涝预报中的应用	杨文峰	王玉玺	董亚非	李兆元
陕西省夏季降水量的长期变化趋势	庞文保	杨文峰	李兆元	(155)
西安地区旱涝气候的长期变化	李兆元	吴素良	杨文峰	陈建文
.....	王玉玺	余兴		(160)
陕西省季尺度旱涝规律及预测的探讨	李兆元	吴素良	杨文峰	陈建文
.....	郭建霞			(165)
21 世纪黄河中下游旱涝气候背景性预测研究	栗珂			(173)
中国西北大旱年发生概率的统计推断	栗珂			(181)
中国西北干旱区年降水量非线性动力模式预测试验	栗珂	徐小红		(188)
陕北、渭北及关中气候生产潜力的估算与分布特征分析				
.....	陈建文	贺安乾	杨碧轩	李兆元
.....				(197)
半干旱地区农业干旱的判别方法	鲁渊平	雷向杰	李慧	(203)
渭北旱塬农田旱情分析与抗旱增产途径研究	马延庆	刘长民		(207)
渭北春玉米抑蒸集水防旱抗旱综合技术研究				
.....	刘耀武	吴宁强	袁光明	王晓红
.....	胡小峰			(212)
陕西渭北冬小麦提高水分利用率试验研究				
.....	刘耀武	吴宁强	袁光明	王晓红
.....	胡小峰			(217)
气候变化对陕西省淡水资源可持续利用的影响和对策				
.....	程廷江	杨文峰	吴素良	董亚非
.....	鲁渊平	王兰宁		(222)
陕西省关中地区降水、水资源与可持续发展	田武文	王兰宁	张科翔	黄祖英
.....				(229)

新疆分专题和分课题

新疆春季降水与北大西洋海温关系的初步分析	杨舵	史玉光	(234)
新疆春季降水量与印度洋 1 月海温关系的初步研究	杨舵	史玉光	陈洪武
.....			(241)
北半球冬季副热带西风急流及有关环流季内振荡若干特征分析			
.....	史玉光	杨舵	陈洪武
.....			(246)
塔里木河流域下游的气候变化与生态环境	杨青	何清	(256)
天山西部伊犁地区 314 年降水的重建与分析	袁玉江	叶玮	董光荣
.....			(263)
新疆伊犁地区近 40 年来的干湿变化	袁玉江	叶玮	(271)
天山西部伊犁地区近 40 年来的冷暖变化	袁玉江	叶玮	(278)
塔克拉玛干地区近 40 年来的干湿变化	袁玉江	李江风	叶玮
.....			(285)
塔克拉玛干地区近 40 年来的冷暖变化	袁玉江	何清	李江风
.....	叶玮		(291)
新疆北疆地表水资源时空分布及变化特征初探	袁玉江	胡列群	李江风
.....			(296)
影响阿克苏棉区棉花单产的温度要素分析	袁玉江	李新建	何清
.....			(302)
新疆主产棉区热量变化及对棉花生产的影响	何清	袁玉江	李新建
.....			(307)

宁夏分专题和分课题

500hPa 极涡及西风环流指数在宁夏降水预测中的应用 ...	梁旭	李艳春	张智	纳丽	(318)
---------------------------------	----	-----	----	----	-------

青藏高原及其附近地区 500hPa 低频振荡与宁夏降水变化的关系	尤志宇 沈跃琴(322)
利用单序列均生函数法进行宁夏气候变化的诊断及趋势预测	李艳春 李艳芳 张智 张文霞(327)
宁夏近百年来气候变化及突变分析.....	李艳春 李艳芳(333)
宁夏气候变化对地表水资源可持续利用的影响及对策研究	李艳春 冯平 尚永生 梁旭 郑广芬(339)
西北地区近 40 年旱涝变化分析	张智 梁旭 尚永生 杨洁(345)
西北区汛期旱涝灾害的统计预测研究.....	张智 梁旭 李艳春 林莉(351)
盐池地区近 50 年气候特征及其变化分析	张文霞(356)
宁夏干旱及其对农业生产的影响.....	梁旭 李艳春 纳丽 马力文 李凤霞(363)
土壤水分运动规律及作物需水规律研究.....	黄峰 李凤霞 张晓煜(370)

Contents

(Volume II)

Preface

Foreword

THE PART OF QINGHAI SUB-PROJECT

- The Research about a Consensus Method and System of the Drought Forecast on Qinghai Area *MA Lin, YANG Xie and ZOU Lushen*(1)
- Research on the Effects of Snow Cover over the Qinghai-Xizang Plateau on Drought Climate in Northwest China
..... *CHEN Yanshan, QIN Ningsheng and LUO Zhexian*(8)
- Research on the Effects of Snow Cover over Qinghai-Xizang Plateau in Winter on Summer Rainfall in Northwest China
..... *QIN Ningsheng, FENG Shuqing and LIU Qingchun*(18)
- The Possible Effects of North Polar Sea Ice on Spring Precipitation of Qinghai Province
..... *TANG Hongyu, SHI Xinghe and BAI Yanfang*(24)
- Concept and Forecast Pattern of Spring and Summer's Precipitation in Qinghai Province
..... *SHI Xinghe, QIN Ningsheng, ZHOU Lusheng and MA Yuancang*(30)
- Factor Analysis of Anomaly Climate of Spring and Summer in Qinghai in 1999
..... *SHI Xinghe, QIN Ningsheng and MA Yuancang*(39)
- Causes of the Abnormal Warmer Climate in Qinghai Province
..... *SHI Xinghe, ZHAO Yanning and QIN Ningsheng*(48)
- Study on the Aridity Cause of Eastern Qinghai from the End of Spring to the Beginning of Summer in 1997 *SHI Xinghe*(53)
- On the Application and Improvement of the Optimal Climatic Mean-State and the Mean Generating Function Forecasting Approach in Flood Period's Prediction in Origin of Yangtze and Huanghe Rivers *SHI Xinghe, QIN Ningsheng and MA Liping*(57)
- Variation of Rainfall in the South Qinghai-Xizang Plateau and Its Influences on Water Resources in the Upper Reaches of the Yellow River *SHI Xinghe, ZHANG Guosheng, LI Lin, WANG Qingchun, TANG Hongyu and BAI Yanfang*(63)
- Dry Climate Impact on Evapotranspiration in the Upper Valley of the Yellow River
..... *LI Ling, ZHANG Guosheng, WANG Qingchun and SHI Xinghe*(69)
- Variation of Surface Water Resources and Its Influence Factors in Qinghai Province
..... *LI Lin, ZHANG Guosheng, WANG Qingchun, SHI Xinghe, DONG Lixin and XU Weixin*(74)
- The Evolution Characters of Summer Precipitation from 1165 to 1981 in North of Qinghai Province *WANG Zhenyu, ZHOU Lusheng*(79)

- Relationship between Heating Conditions over the Qinghai Plateau and Spring's Drought
in Qinghai East Agricultural Area *BAI Yanfang, QIN Ningsheng, SHI Xinghe and ZHANG Qingmei* (85)
- A Study on Laws of the Variation of Soil Water Dynamics in Arid Areas of Qinghai
Province *ZHANG Guosheng, XU Weixin, DONG Lixin, LI Lin, SHI Xinghe and WANG Qingchun* (90)
- Evolution on the Moisture of Soil for Dry Land on East Agricultural Regions in Qinghai
Province *ZHANG Guosheng, LI Lin, XU Weixin, SHI Xinghe, WANG Qingchun, YAN Liangdong and LIU Guoyu* (96)
- A Study on Indexes of Drought Soil Moisture and Forecast Method of Farming in
Qinghai Province *XU Weixin, ZHANG Guosheng, YAN Liangdong and LI Lin* (103)
- A Study on the Effect of Soil Moisture on Factors Made Spring Wheat Yield in the
Eastern Farm Belt of Qinghai Province *WANG Qingchun, ZHANG Guosheng and QI Ruying* (109)
- Effects of Drought Climatic Factors on Grain Yields in Qinghai Province *WANG Qingchun, ZHANG Guosheng, LI Lin and SHI Xinghe* (114)
- Effects of Drought Climatic Factors on Yield of Hordeum Unlgare in Qinghai-Xizang
Plateau *DONG Lixin, ZHANG guosheng, XU Weixin and LI Lin* (120)

THE PART OF SHAAXI SUB-PROJECT

- Shaanxi Province Short-term Climate Prediction Operation System *TIAN Wuwen, WANG Lanning and HUANG Zuying* (128)
- The Effect of the SST over Indian and Atlantic on the Drought/Flood of Northwest
China *XU Xiaohong, LI Zhaoxuan and YANG Wenfeng* (132)
- The Relationship between Synoptic Feature of Low Frequency and Periods of Much or
Scarce Rain in Early Summer in Shaanxi Province *HOU Mingquan, FANG Jiangang and BAI Aijuan* (137)
- Analysis of the Feature of Synoptic Climatology and Circulation Evolution of High
Temperature and Drought in Summer of 1997 *HOU Mingquan, FANG Jiangang and BAI Aijuan* (143)
- Application of Chebyshev Polynomials to Drought/Flood Forecast in Shaanxi Province
..... *YANG Wenfeng, WANG Yuxu, DONG Yafei and LI Zhaoxuan* (149)
- Long-Term Trend of Summer Precipitation in Shaanxi Province *PANG Wenbao, YANG Wenfeng and LI Zhaoxuan* (155)
- Long-Term Variation of Drought/Flood in Xi'an Area *LI Zhaoxuan, WU Suliang, YANG Wenfeng, CHEN Jianwen, WANG Yuxi and YU Xing* (160)
- Exploration into laws and Forecast of Seasonal Drought/Flood in Shaanxi Province
..... *LI Zhaoxuan, WU Suliang, YANG Wenfeng, CHEN Jianwen and GUO Jianxia* (165)

Predictive Research of Drought and Flood along the Middle and Lower Reaches of Huanghe River in the 21 Century	<i>LI Ke</i> (173)
A Statistical Inference from Probability of the Worst Drought Year to Occur in the Northwest China	<i>LI Ke</i> (181)
The Precipitation of a Year Being Forecasted and Tested Based on Nonlinear Dynamic Model in the Northwest Drought Area of China	<i>LI Ke, XU Xiaohong</i> (188)
Estimation and Analysis of Climatic Potential Productivity in Arid and Semiarid Areas of Shaanxi Province	<i>CHEN Jianwen, HE Anqian, YANG Bixuan and LI Zhaoyuan</i> (197)
How to Determine the Agriculture Arid Degree in Semiarid Area	<i>LIU Yuanping, LEI Xiangjie and LI Hui</i> (203)
Analysis of Field Drought Index and Ways of Drought Control and Yield Increase in Weibei Plateau of Shaanxi	<i>MA Yanqing, LIU Changmin</i> (207)
The Synthetic Technology Study about the Repressing Evaporation and Catchment of Spring Corn in Weibei Area	<i>LIU Yaowu, WU Ningqiang, YUAN Guangming, WANG Xiaohong and HU Xiaofeng</i> (212)
The Study about Enhancing Water Utilization Ratio of Winter Wheat in Weibei Area of Shaanxi	<i>LIU Yaowu, WU Ningqiang, YUAN Guangming, WANG Xiaohong and HU Xiaofeng</i> (217)
Impact and Countermeasure of Water Resource Sustainable Utilization Because of Climate Change	<i>CHENG Tingjiang, YANG Wenfeng, WU Suliang, DONG Yafei, LIU Yuanping and WANG Lanning</i> (222)
Study on the Relation of Rainfall and Water Resources in Guanzhong Area	<i>TIAN Wuwen, WANG Lanning, ZHANG Kexiang and HUANG Zuying</i> (229)

THE PART OF XINJIANG SUB-PROJECT

A Preliminary Research on Relationship between Precipitation in Spring in Xinjiang and SSTa in North Atlantic Ocean	<i>YANG Duo, SHI Yuguang</i> (234)
A Preliminary Research on the Relationship between Precipitation in Spring in Xinjiang and SST in January in India Ocean	<i>YANG Duo, SHI Yuguang and CHENG Hongwu</i> (241)
Analysis of Some Features on Subtropical Jet Stream of Westerly in Winter in Northern Hemisphere and Seasonal Oscillation of Its Circulation	<i>SHI Yuguang, YANG Duo and CHENG Hongwu</i> (246)
Relationship between Climate Change and Ecological Environment in the Lower Reaches of Tarim River Basin	<i>YANG Qing, HE Qing</i> (256)
Reconstruction and Analysis of Precipitation in the Past 314 Years in Yili Region in the Western of Tianshan Mountain	<i>YUAN Yujiang, YE Wei and DONG Guangrong</i> (263)
The Wet-Dry Changes in the Recent 40 Years in Yili Region of Xinjiang	

.....	<i>YUAN Yujiang, YE Wei</i> (271)
Warm Cold Changes for Recent 40 Years in Yili Region in the Western of Tianshan Mountain	<i>YUAN Yujiang, YE Wei</i> (278)
The Wet-Dry Change in Recent 40 Years in Taklimakan Area	<i>YUAN Yujiang, LI Jiangfeng and YE Wei</i> (285)
.....	<i>YUAN Yujiang, HE Qing, LI Jiangfeng and YE Wei</i> (291)
Temperature Variation in the Recent 40 Years in Taklimakan Area	<i>YUAN Yujiang, HE Qing, LI Jiangfeng and YE Wei</i> (291)
.....	<i>YUAN Yujiang, HU Liequn and LI Jiangfeng</i> (296)
Analysis of Temperature Elements Affecting Cotton Per Unit Area Output in Akesu Cotton Region	<i>YUAN Yujiang, LI Xinjian and HE Qing</i> (302)
Effect of Heating Change on Cotton Yield of Major Cotton Area in Xinjiang	<i>HE Qing, YUAN Yujiang and LI Xinjian</i> (307)
.....	<i>HE Qing, YUAN Yujiang and LI Xinjian</i> (307)

THE PART OF NINGXIA SUB-PROJECT

The Application of the 500 hPa Polar Vortex and West Wind Circulation Index at the Precipitation Forecast in Ningxia	<i>LIANG Xu, LI Yanchun, ZHANG Zhi and NA Li</i> (318)
.....	<i>LIANG Xu, LI Yanchun, ZHANG Zhi and NA Li</i> (318)
Relationship between Low Frequency Oscillation of Qinghai-Xizang Plateau and Its Neighbourhood and Ningxia Precipitation	<i>YOU Zhiyu, SHENG Yaoqin</i> (322)
Diagnostic investigations and Trend Prediction of Climate Change in Ningxia by Using the Mean Generating Function of Single Order	<i>LI Yanchun, LI Yanfang, ZHANG Zhi and ZHANG Wenxia</i> (327)
.....	<i>LI Yanchun, LI Yanfang, ZHANG Zhi and ZHANG Wenxia</i> (327)
Periods and Catastrophe Analysis of Climatic Variation in Ningxia during Recent Hundred Years	<i>LI Yanchun, LI Yanfang</i> (333)
The Influence of Climatic Change of Ningxia on Water Resources of the Earths Surface Sustainable Utilization and Countermeasure Study	<i>LI Yanchun, FENG Ping, SHANG Yongsheng, LIANG Xu and ZHENG Guangfen</i> (339)
.....	<i>LI Yanchun, FENG Ping, SHANG Yongsheng, LIANG Xu and ZHENG Guangfen</i> (339)
Analysis on Drought and Waterlogging Change in Past 40 Years in Northwest China	<i>ZHANG Zhi, LIANG Xu, SHANG Yongsheng and Yang Jie</i> (345)
.....	<i>ZHANG Zhi, LIANG Xu, SHANG Yongsheng and Yang Jie</i> (345)
The Study on Drought and Waterlogging Statistical Forecast	<i>ZHANG Zhi, LIANG Xu, LI Yanchun and LIN Li</i> (351)
.....	<i>ZHANG Zhi, LIANG Xu, LI Yanchun and LIN Li</i> (351)
The Climate Characteristics and Fluctuation Analysis of Yanchi Area for Recent Fifty Years	<i>ZHANG Wenxia</i> (356)
.....	<i>ZHANG Wenxia</i> (356)
Characteristics of Drought Climate and the Influence of Drought on Agriculture Products in Ningxia	<i>LIANG Xu, LI Yanchun, NA Li, MA Liwen and LI Fengxia</i> (363)
.....	<i>LIANG Xu, LI Yanchun, NA Li, MA Liwen and LI Fengxia</i> (363)
The Study on Motion Laws of Soil Moisture and Moisture Requirement Laws of Crop	<i>HUANG Feng, LI Fengxia and ZHANG Xiaoyu</i> (370)
.....	<i>HUANG Feng, LI Fengxia and ZHANG Xiaoyu</i> (370)

青海分专题和分课题

青海干旱预报集成方法和集成系统的研究

马 林 阳 燮 周陆生

(青海省气象局, 西宁 810001)

摘 要

本文侧重对《青海省干旱监测预测评估服务集成系统》中的预报集成方法问题进行研讨。在参考有关文献的基础上,提出了适合青海高原气候周期的线性预报集成模型。最后结合青海实际,给出《青海省干旱监测预测评估服务集成系统》的设计方案。

关键词 青海干旱 预报方法 集成系统

1 引 言

由于气象科技进步和经济的迅速发展,各级政府和社会上各行各业对天气预报准确率提出了越来越高的要求。各种类型的天气预报方法应运而生,预报内容也愈来愈丰富。面对众多的预报方法和预报结论,如何做出最佳选择,或者说如何集中各种类型的预报方法的优点,扬弃其缺点,得出比较可靠而及时的最终预报结果,成了预报员必须解决的预报问题之一。

总体上来说,预报集成方法大致可以归纳出三类,即:统计集成法,物理-统计集成法和动力-统计集成法。王宗皓等(1974)提出回归集成模型,从一个假想的例子出发,通过对两种预报方法集成的分析计算得出的结论为:两种方法单独做预报,准确率为60%,集成后的预报准确率为100%^[1]。之后,周家斌提出分区权重集成法^{*}。史久恩等则提出非线性预报集成法^{**},两种方法都建立在多年预报评分或评估的基础上,这是它们的优点。Ю.Ю.ИИ(1970)设计了物理-统计预报模型,其核心内容是:尽可能选取有物理意义的因子,然后采用以回归分析为主,判别分析、相似分析和气候背景为辅,结合专家的经验,得出预报结论^[2]。对于物理-统计预报模型董文杰等给出了利用海气耦合模式的改进综合集成方法,并对此进行了试验研究^{*}。青藏高原气候区有其气候变化规律的特殊性。例如高原下垫面状况,直接影响到对流层中下层的环流状况。这些在考虑预报集成问题时,必须予以注意。

本文主要讨论高原地区某个时段内,多种预报方法和预报结果的集成问题,并在此基础上提出《青海省干旱监测预测评估服务集成系统》的设计方案。希望对广大预报员参考和有所帮助。

* 注:本研究受到青海省科学技术厅资助。

** 见 96-908-04 和 05 课题组《国家“九五”重中之重科技项目》论文集,第 7、16 和 49 页(短期气候预测业务系统集成研讨会,北京,1997 年 1 月)

2 统计集成模型

2.1 模型建立

考虑某地一个时段内所出现的 n 个有序的分级干旱事件(譬如涝、正常、轻旱、重旱等等), 记为 A , 有:

$$A = \{a_1, a_2 \cdots a_i \cdots a_n\} \quad i = 1, 2, \cdots, n \quad (1)$$

规定对于 a_i 报准为 1, 报错为 0. 设有 m 种预报方法构成一个预报系统来预报事件 A . 各方法报准 A 中的任一组事件, 构成一个准报事件的子集, 分别记为:

$$\left. \begin{aligned} \hat{A}_1 &= \{a_{\tau_1,1}, a_{\tau_2,1} \cdots a_{\tau_\alpha,1} \cdots a_{\tau_k,1}\} \\ \hat{A}_2 &= \{a_{\tau_1,2}, a_{\tau_2,2} \cdots a_{\tau_\alpha,2} \cdots a_{\tau_k,2}\} \\ &\vdots \\ \hat{A}_j &= \{a_{\tau_1,j}, a_{\tau_2,j} \cdots a_{\tau_\alpha,j} \cdots a_{\tau_k,j}\} \\ &\vdots \\ \hat{A}_m &= \{a_{\tau_1,m}, a_{\tau_2,m} \cdots a_{\tau_\alpha,m} \cdots a_{\tau_k,m}\} \end{aligned} \right\} j = 1, 2, \cdots, m \quad (2)$$

其中 $j \in j \in j$; $\tau_\alpha \in i$ (τ 为 A 内可能报准事件的下标, 具有不确定性. 下标 α 为 τ 出现的顺序, 且 $\tau_\alpha < \tau_{\alpha+1}$). 于是(2)式可简记为:

$$\{\hat{A}_m; m \in I\} \quad I \text{ 为指标集} \quad (3)$$

借用预报评分符号并与(2)对应, 各预报方法对 A 的准报率可以写为:

$$\left. \begin{aligned} T'_{,1} &= \frac{k_1}{n} \\ &\vdots \\ T'_{,j} &= \frac{k_j}{n} \\ &\vdots \\ T'_{,m} &= \frac{K_m}{n} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

(“ $'$ ”号表示单一方法预报准确率统计量, 无“ $'$ ”号表示集成预报准确率统计量, 下同). 依(4)式, 第 j 种方法报准 A 的某个 a_i 后, 对预报系统的贡献应为 $1/n$, 报准 λ 个事件, 则应有 λ/n .

从以上讨论可以看出: m 种预报方法中, 对 A 内某个具体的分级干旱事件 a_i , 可以有一种方法报准, 也可以有若干种方法同时报准. 如果将 m 种预报方法考虑成一个预报系统, 那么仅考虑报准事件即可. 因此可以方便地取(2)各式的并, 记为:

$$\hat{A} = \bigcup_{j=1}^m \hat{A}_j \quad (5)$$

相应地有

$$T_s = \sum_{j=1}^m w_j T'_{,j} \quad (6)$$

下面讨论如何确定权重系数 w_j ,

由于只考虑报准事件, 并且时段内有序现实事件是唯一的, 因此预报系统可以近似的看成为一个线性系统. 于是若干种预报方法同时报准事件时, 其中每一种方法对预报系统的报准贡献可以线性地得到均分.

例如事件 a_i 被系统报准, 则系统内同时报准 a_i 的各种预报方法构成一个预报方法子集.