

东北夏季低温与旱涝预测综合业务系统

李 辑

王锦贵

(中国气象局沈阳大气环境研究所, 沈阳 110015) (国家气候中心, 北京 100081)

摘要 东北夏季低温与旱涝预测综合业务系统是在对东北地区夏季低温与旱涝的形成机理、演变规律、影响因子、前兆信号全面系统的研究基础上,建立起来的高度可视化的、具有人机交互功能的新一代东北夏季低温与旱涝预测与监测业务工作平台。文章综述了新一代业务平台建设的总体目标、指导思想、技术路线、主要结构、具体内容及功能特点。

关键词 低温与旱涝 交互式 气候预测 业务系统

引言

东北地区地处欧亚大陆东端,东濒太平洋,南临渤海、黄海,南北跨越 15 个纬度,是我国纬度最北的区域,为我国重要的商品粮基地,属典型东亚季风气候区。受季风影响,气候变率很大,夏季低温与旱涝等气候灾害频繁,近年还有加剧的趋势。大范围的夏季低温与旱涝灾害是制约东北地区粮食产量的重要因素,因此,准确的气候趋势预测在政府决策、防灾减灾、指导农业生产趋利避害具有十分重要的作用和积极意义。

“七五”和“八五”期间,我国区域及省级气象部门相继建立了长期天气预报业务系统^[1]。但限于条件,这些系统整体水平不高,预测方法多为统计方法,预测结果不稳定,系统的可视化程度不高,综合性较差,没有把气候预测与气候诊断、监测及服务作为一个整体研究,已不能满足气候预测的业务和服务要求,与当今飞速发展的气象业务现代化不相适应。所以,建立新一代的气候预测综合业务系统成为当务之急。

东北夏季低温与旱涝预测综合业务系统是在考虑上述实际业务需求基础上研制的。包括东北夏季低温与旱涝诊断、监测、预测、服务等 4 个子系统,是

一个具有一定物理基础、动力与统计相结合、完全一体化、标准化、高度可视化的人机交互式气候预测综合信息处理系统。

1 系统的总体目标及指导思想

1.1 总体目标

东北夏季低温与旱涝预测综合业务系统是一个与区域中心天气预报系统相协调、以计算机网络和分布式数据库为支撑、总体布局合理、具有人机交互功能、高度可视化的新一代短期气候预测系统。

该系统以气候动力产品及物理因子分析为基础,综合应用多种数理统计方法,集信息处理、预测制作、产品加工、用户服务为一体,对东北夏季低温与旱涝具有一定监测、预测能力,总体预测水平有较大幅度提高。

1.2 指导思想

以提高异常气候事件预测水平及服务能力为基本目标,引进 LASG 全球陆气耦合气候模式,采用先进的交互式计算机处理技术,建立现代化的气候预测业务平台,转变传统的作业方式。系统总体结构为分布式,各子系统按照模块化、标准化设计,具有相对独立性,以利于系统进一步更新、扩充及向省市级推广应用。

我国短期气候预测系统研究课题 05 - 01 - 04 专题资助

收稿日期:2001 年 5 月 15 日;定稿日期:2002 年 3 月 26 日

作者简介:李辑,男,1963 年出生,硕士,高级工程师,从事短期气候预测基础理论和业务现代化系统研究

2 系统基本结构

2.1 系统总体结构

东北夏季低温与旱涝预测综合业务系统作为沈阳区域气象中心整体业务系统组成之一,基本上涵盖了区域中心气候业务工作的主要内容。考虑到目

前区域中心气候业务的基本任务、功能特点及服务需求,以东北地区夏季低温与旱涝为主要对象,主要包括四部分(图1):气候预测综合数据库系统、异常气候诊断监测系统、夏季低温与旱涝预测系统、气候预测服务系统。

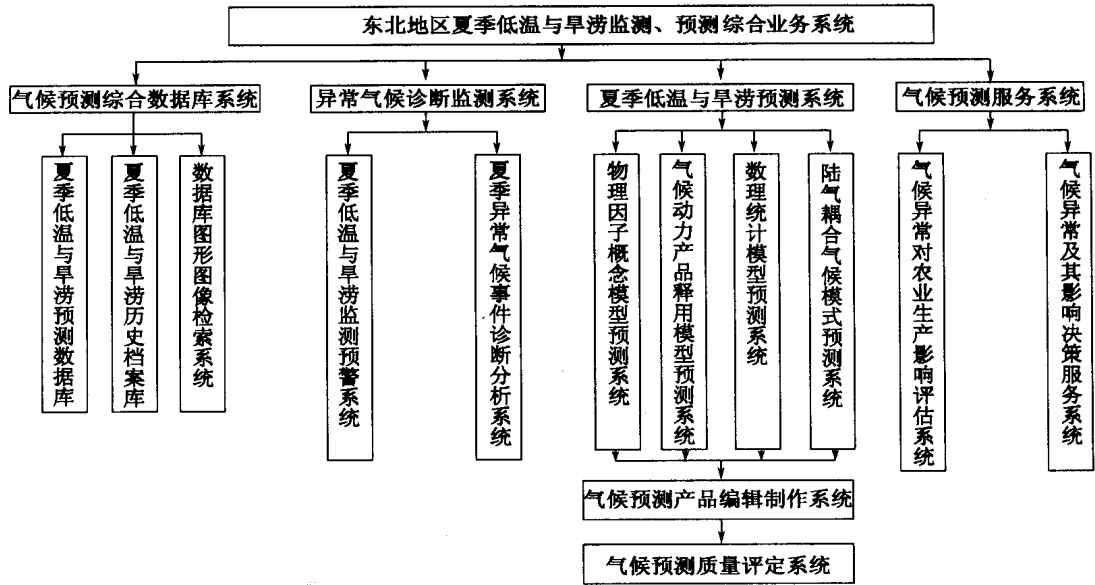


图1 东北夏季低温与旱涝预测综合业务系统总体结构

2.2 系统信息流程

东北夏季低温与旱涝预测综合业务系统是一个从数据传输、产品制作、分发服务为一体的综合系统,所以,系统内各部分需协调配合,以保证信息的有序流动,信息流程设计

是否合理,是能否保证业务系统正常运行的关键和基础。

综合业务系统的信息流程是以气象卫星通讯网络为支撑,以分布式数据库为核心,采用 Internet 处理技术构筑的气候综合信息链(图2)。

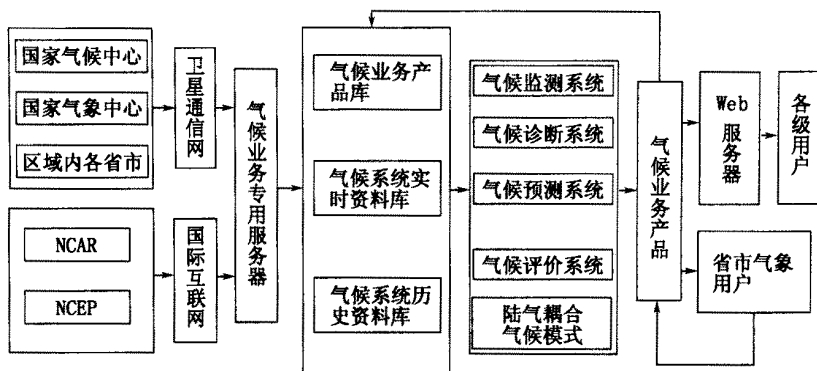


图2 东北夏季低温与旱涝预测综合业务系统信息流程

2.3 系统网络结构

气候监测、预测及服务系统是一个典型的信息

加工、处理系统,即气候综合业务各子系统之间是相互独立而又相互依赖的,要将其连接成一个有机整

体并业务化运行,分布式处理环境是最好的选择。

东北夏季低温与旱涝预测综合业务系统局域网

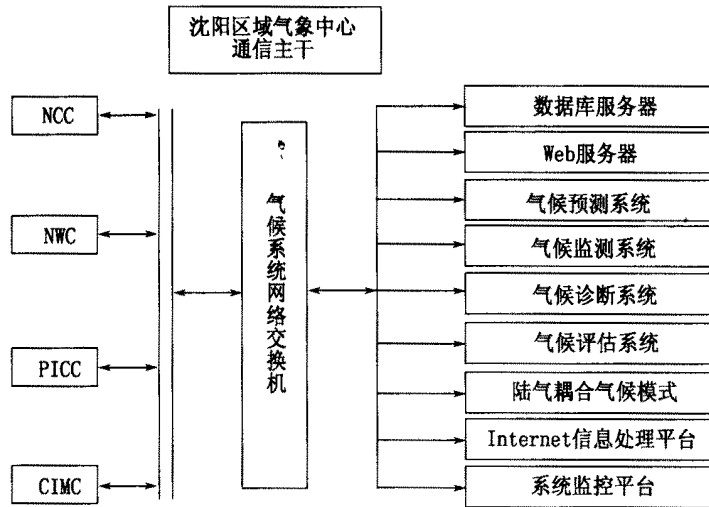


图3 东北夏季低温与旱涝预测综合业务系统网络结构

由一台网络服务器、一台 Web 服务器、三个运行平台和四个业务系统组成,网络结构见图 3。

3 系统主要功能

东北夏季低温与旱涝预测综合业务系统是由预测综合数据库、诊断监测子系统、气候预测子系统、气候异常对农业生产影响评估子系统组成。

3.1 气候预测综合数据库

气候预测综合数据库主要包括数据库图形图像检索系统和夏季低温与旱涝预测历史档案库。

3.1.1 数据库图形图像检索系统

短期气候预测业务数据种类繁多,信息量丰富,图形图像检索系统对各种气候要素、因子场具有快速、灵活检索查询及报表统计及图形编辑输出等功能。

(1) 气候要素图形检索功能

针对东北地区 51 站降水和 26 站温度,采用 Delphi 语言,完成了任意时间、站点预报要素时间序列(直方图、曲线)的快速图形图像检索查询及相应的统计功能。

(2) 场面数据图形检索功能

引进、开发了基于 Windows 环境的交互式图形分析处理系统(NCAR 和 Grads),研制了基于三角形链表法的非规则站点气象要素绘图软件,实现了各种场面数据(海温场、高度场、要素场)的 Windows 界面下交互式检索功能及相应图形编辑输出功能。

(3) 互联网信息检索调阅功能

具有将 Internet 上下载的各种综合信息(全球格点海温、ENSO 预测、OLR 格点数据等)归纳、管理、分类、存档功能,并采用浏览器方式对其进行调阅及检索。

3.1.2 夏季低温与旱涝预测历史档案库

(1) 使用 NCEP 全球再分析资料及全球海温资料对东北夏季低温与旱涝进行诊断分析,研究了东北夏季低温的环流成因及影响系统,并对形成东北夏季温度异常的 500hPa 高度场进行了客观分型。

(2) 采用 EOF 和 REOF 分析了东北夏季低温与旱涝的时空分布特征及演变规律,并划分了东北夏季低温与旱涝的发生标准及异常气候事件年表,建立了典型夏季低温与旱涝的同期物理环境(500hPa、100hPa 海平面气压、海温)场分布特征图集。

(3) 在系统分析研究夏季低温与旱涝基本特征及各种物理影响系统基础上,将研究成果归档整理为超文本的图形和表格,建立预测历史档案库,采用浏览器调用方式,生成历史档案库检索系统。

3.2 短期气候预测系统

短期气候预测系统是综合业务系统的基础和核心。该系统是一个动力和统计相结合的、具有一定物理基础的东北夏季低温与旱涝预测业务系统,其业务流程见图 4。

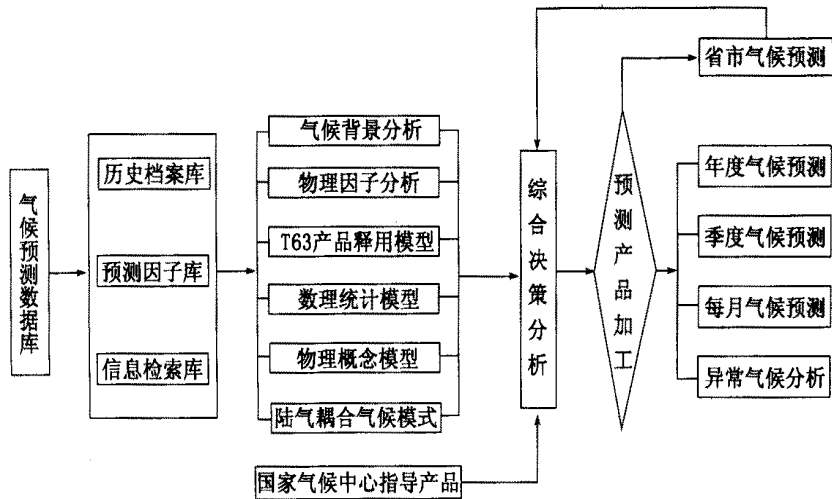


图 4 东北夏季低温与旱涝预测综合业务流程

3.2.1 物理因子概念模型预测

通过个例分析、物理诊断、数值模拟等技术手段,揭示了东北地区夏季低温与旱涝异常的气候特征、形成机理和演变规律,系统研究了东北地区夏季低温与季风活动、高原积雪、东亚大型环流系统、东亚阻高、西太平洋副高、QBO、太阳活动及 ENSO 循环等的关系,特别是与厄尔尼诺事件及西风漂流带海温的关系^[3]。在上述研究基础上,寻找出具有物理意义的预测强信号,并建立了以 ENSO 循环为主线的东北地区夏季低温预测物理概念模型。

3.2.2 动力气候模式输出产品释用预测模型

采用天气、动力、统计相结合的预报方案,对国家气候中心 T63 模式输出产品进行解释应用,制作东北地区夏季气温和降水的月预报^[4]。系统由 T63

输出产品卡尔曼滤波订正、基于天气分型的夏季月降水相似预测、基于天气分型的夏季月平均温度 PPM 预测组成。通过对 1996~1999 年东北地区夏季预报试验结果进行评定,降水预报距平符号一致率为 64%,气温预报准确率为 81%,都高于日常业务预报评分。

3.2.3 数理统计模型预测

主要包括统计预测因子库、统计预测模型库、气候背景分析库(图 5)等几部分。采用现代统计方法,建立了从统计因子自动相关普查^[4]、因子筛选检验、统计预测模型建立及结果显示输出的全自动统计预测业务流程,而且可以根据需求提供中间过程的人机交互可视化检索、查询,还包括短期气候预测常用的统计分析工具。

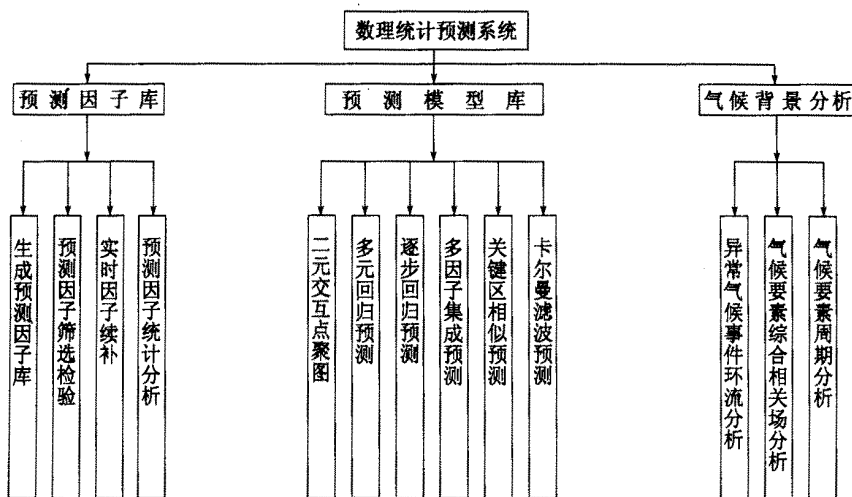


图 5 东北地区夏季低温与旱涝数理统计预测系统结构

3.2.4 东北夏季温度陆气耦合气候预测模式

引进中国科学院大气物理研究所 LASG 的九层全球陆气耦合气候模式^[5],并对东北地区夏季低温与厄尔尼诺事件的关系进行了数值模拟研究。并以 NCEP 定期发布的热带太平洋海表温度预测场为下垫面外源强迫,采用两步法,使用 LASG 气候模式,建立东北地区夏季温度动力气候模式预测业务系统,目前已投入每年汛期气候预测业务使用。

3.3 气候诊断监测系统

3.3.1 旱涝监测及预警系统

在对东北夏季旱涝监测指标体系研究基础上,运用适应性较广,既考虑了降水又考虑了蒸发的 K 指标和 Z 指数,建立了一套基于 Windows 平台的东北地区旱涝监测预警系统。

3.3.2 气候要素诊断系统

按近百年和近 50 年两种时间尺度,进行了东北地区夏季温度和降水变化的趋势性、阶段性、周期性和突变性等多种诊断分析,并用 VB、Delphi 语言建立了 Windows 界面下气候要素诊断分析系统。

3.4 气候异常对农业生产影响评估业务系统

研究了东北地区代表站玉米、水稻的干物质累积模式及干物质累积量增重曲线模型,利用高桥治一郎的水面蒸发模式描述了农田需水量、自然降水供应量及相应的水分供求关系,确定了东北地区基于水分供求系数的旱涝指标;研究了山区及平原地区旱涝、低温冷害发生的指标及干旱和低温冷害造成的减产幅度;建立了东北地区主要作物的生长评估模型及业务系统。

4 系统主要特点

(1)系统综合性。系统基本上包括了区域中心气候业务的主要范畴,并在统一的业务平台上,实现了短期气候监测、气候诊断监测及气候应用服务的有机结合,便于信息和资源的统一集中控制和管理。

(2)技术先进性。按照国家气候业务发展的整体思路和要求及区域中心气候业务现状,设计并建立了完整的系统结构和合理的预测业务流程及先进的网络分布结构。整个系统采用开放式结构,以便扩充更新。由于采用动力、统计相结合的指导思想,

特别是将全球陆气耦合模式应用于东北夏季温度气候预测,使得整个系统的物理基础坚实,预测水平得到提高。

(3)系统可操作性。系统面向预报业务人员,由于采用了可视化图形分析处理系统和语言编程,为业务人员提供了具有高度可视化的、人机交互的工作业务平台。可实现信息检索、预测制作、产品加工全部一体化、标准化、自动化的规范业务流程。彻底转变更新了气候预测业务传统的工作方式和作业手段,实现了业务系统的现代化升级改造。

5 结语

东北夏季低温与旱涝预测综合业务系统投入业务使用,为东北地区各级气候业务人员提供了物理基础坚实、技术先进的气候预测、监测方法,开发了适用于东北地区农业生产实际的农业气候灾害评价方法及防御措施,使东北夏季低温与旱涝监测、预测水平及其为当地农业生产服务手段和现代化水平方面,在总体上上了一个新的台阶。东北地区 2000 年发生了百年不遇的特大高温干旱灾害,由于全面地使用了该系统,使辽宁省夏季及各月降水预测得分达 69 分,较 1991~1998 年平均得分 64 分高 5 分,而东北地区夏季及各月平均气温预测得分达 75 分,较 1991~1998 年平均得分 67 分高 8 分。由于 2000 年气候趋势预测准确,对于稳定辽宁省的粮食生产和农业生产进一步可持续发展起到积极的推动作用,为各级政府领导决策、防灾减灾提供了科学依据,具有良好的社会效益和经济效益。

参考文献

- 1 陈国珍,李小泉,赵振国.长期天气预报微机业务系统.气象,1990,16(10):27-31
- 2 王锦贵,许君强.东北短期气候研究.北京,气象出版社,1998.38-51
- 3 张立祥,陈力强,刘文明,等.东北夏季月降水数值产品释用预报方法.应用气象学报,2000,11(3):348-354
- 4 李辑,柳晓放,赵连伟.短期气候预测业务自动化因子普查方法.辽宁气象,1997,(3):8-10
- 5 吴国雄,张学洪,刘辉.LASG 全球海洋-大气-陆面系统模式(GOALS/LASG)及其模拟研究.应用气象学报,1997,8(增刊):15-26