

# 宁夏精细化预报产品显示与评价业务系统

胡文东<sup>1,2</sup> 丁建军<sup>2</sup> 陈晓光<sup>2</sup> 刘建军<sup>2</sup>

(1 南京气象学院研究生部, 南京 210044; 2 宁夏气象防灾减灾重点实验室, 银川 750002)

**摘要** 介绍了一个建立在微机平台上的宁夏精细化预报产品显示与评价业务系统。该系统从宁夏气象骨干网获取宁夏本地精细化预报产品、本地有限区中尺度数值预报产品及天气实况资料, 通过不同方式进行显示输出, 并对预报产品进行多种客观评价。该系统为宁夏气象台发布精细化天气预报提供了技术支持。

**关键词** 宁夏 精细化预报 显示与评价业务系统

## 1 研发背景

随着国民经济的发展, 传统的天气预报已经不能满足需求。由于气象系统现代化建设和技术水平的进步, 现在气象部门已经有能力通过科研开发, 建立精细化预报体系, 更好地为社会服务。美国于 20 世纪 90 年代实现了中尺度数值预报的业务化<sup>[1]</sup>, 国内诸多省份也相继开发了本地中尺度数值预报系统<sup>[2~5]</sup>。中尺度数值预报模式的业务化研究开发是实现精细预报的基础。

宁夏气象局近年来积极开发本地中尺度数值预报技术, 2002 年下半年购置了 SGI300 高性能计算机, 并通过宁夏中尺度灾害性天气预警系统建设项目, 在引进多普勒天气雷达、建设自动气象站等硬件设备的同时, 积极促进气象科研与软件开发, 进行精细化预报系统开发研究的条件已经具备。

自 2002 年下半年起, 宁夏集中力量投入精细化预报方法研究和技术开发。经过近一年的努力, 宁夏精细化预报系统的初步产品于 2003 年春季提供给宁夏气象台预报人员, 试用结果良好。为了预报人员更方便地使用精细化预报产品, 并客观地反映其预报效果, 我们开发了这套宁夏精细化预报产品显示与评价业务系统。听取多方使用意见后进行了多次修改完善, 于 2003 年 5 月 28 日起在宁夏气象台预报科等部门投入准业务运行, 并为宁夏气象台

6 月正式对公众发布 6 h 间隔的天气预报提供了技术支持。

## 2 环境配置

宁夏精细化预报系统建立在本地有限区数值预报模式基础上。使用 MM5 非静力平衡中尺度模式, 经两重嵌套宁夏区域的预报分辨率为  $20 \text{ km} \times 20 \text{ km}$ , 产品输出的时间间隔为 1 h, 利用前一天 20:00 和当日 08:00 (北京时, 下同) 的资料进行 48 h 预报。模式通过宁夏气象骨干网获取所需资料, 在 SGI300 高性能计算机上分别于 05:30 和 11:30 开始运行, 随后以 MM5 基本产品为基础, 进行物理量计算, 并运行统计释用系统。08:00 和 14:00 将 MM5 产品和精细化逐时预报产品传输到宁夏气象信息骨干网络的 NT 服务器上, 供天气预报、业务管理、专业预报、气象科研等部门使用。

为方便业务人员使用, 输出标量场采用 MICAPS 的网格点格式, 矢量场采用 MICPAS 流场格式, 同时还提供了宁夏各气象站点位置的对应值。

## 3 设计思想

作为一个业务系统进行开发建设, 稳定运行是首要研发目标, 我们在这方面采取了多种措施。对于可能出现错误的各个环节, 如打开文件、转换路径、是否被零除等方面均进行了预先测试。如果测

中国气象局“中尺度数值预报模式和预报产品在宁夏新一代天气预报业务技术中的推广应用”项目资助

作者简介: 胡文东, 男, 1966 年生, 在读硕士, 高级工程师, 主要从事短期天气预报及预报方法研究, Email: hu.wendong@163.com

收稿日期: 2003 年 8 月 8 日; 定稿日期: 2004 年 7 月 20 日

试失败则转入错误处理与调整程序,从而避免了系统崩溃,保证了稳定运行。

本系统面向天气预报、业务管理、专业预报服务与科研各个方面,设置环境各不相同。我们既要保证各微机上原有程序正常工作,还要使这一系统顺利运行,所以在不同工作平台间的适用性方面也给予了充分考虑。为了方便用户,我们建立了系统环境配置文件,本系统所需各种文件、路径均向用户开放。这样一方面简化了系统安装不会对原有设置造成不利影响,另一方面还可添加其它内容,为以后的系统升级打下了良好的基础。配置文件中各项均有说明,可按照说明在配置文件中任意位置加入新项目,或将不再需要的项目删去。

本系统采用 VISUAL BASIC 6.0 语言开发,网络环境下模块化编程,重点保证了使用方便、运行可靠这两个方面。

## 4 技术策略与实现途径

### 4.1 资料组织与传输

精细化预报产品面向不同的业务、管理、科研层面,资料的合理组织与顺畅传输是保证各用户端正常使用的关键之一。

各客户端对产品文件的属性要求仅为阅读权,可以在局域网络上建立一个只读属性的文件夹,将精细化预报产品置于其中,即可满足全部客户端的需要。

与传统预报产品相比,精细化预报产品的信息量大得多。精细化预报产品不仅种类较多(既有二维量,也有三维量),时间分辨率高达 1 h,数量相当大。如果全部放置在一个目录下,依靠文件名进行区分,那么计算机在文件检索时效率较低,尤其在制作时序图时,一次操作必须对几十个、甚至上百个文件进行检索、打开、读取、关闭等一系列操作,耗时较多,计算机反应滞后明显。在本系统中我们使用多级目录法,在确定的目录中进行较小范围的检索,大大提高了资料检索与处理速度。

精细化预报的各种计算均在 SGI300 高性能计算机上完成。该机硬件的反应速度远高于网络传输速度,所以计算的结果写到 SGI300 的硬盘上。全部计算完成后,通过 SHELL 程序调用 FTP,根据指定的参数,自动将最新产品按照类别、层次顺序,传输到宁夏气象信息骨干网服务器的设定位置上。通

过这样的设计,使众多客户端摆脱了相当耗时的底层数据传输操作,将这一较繁重的工作交给了高性能计算机,系统的任务配置与硬件的性能相匹配,有利于总体性能的提高。

### 4.2 使用效率

与常规天气预报相比,进行精细化天气预报所使用的有效信息、预报的制作发布次数都呈几何级数增长。作为一个预报业务支持系统,必须能够在较短的时间内,保证预报人员对多种预报产品快捷调用的需求。即必须为客户提供功能完备、方便快捷的资料显示功能。

按照预报工作的需要,分别提供了以下几种显示方式:站点气象要素的地理分布显示、站点气象要素的时间序列显示、格点资料的场分布显示、常用物理量、能量、稳定度的场分布显示等。

为了方便地进行显示调用,我们采取了以下措施:

①将屏幕窗口设置为左侧的功能区和右侧的显示区,避免了因选择项目与查看资料窗口相互覆盖引起的冲突,以及窗口转换带来的不必要操作,显示过程更为简捷。

②通过建立多级树形结构,可以使客户迅速确定所需的产品类别、所在的层次与预报时刻,这一顺序与预报人员的习惯相一致,有利于对系统的掌握和使用。

③利用成熟且使用相当熟悉的 MICAPS 系统显示数据场。而对站点气象要素地理分布及时间序列显示,通过自行编程,开发了一套相应的专用显示模块。不仅功能满足了需要,而且运行效率更高,与 MICAPS 相比显示效果更好。

图 1 为气象要素地理分布显示(图 1a)和时间序列显示(图 1b,c)示意图。

### 4.3 系统监测

精细化预报产品显示与评价业务系统通过宁夏气象信息骨干网,与其它硬件、软件系统相联系。精细化预报来源于 SGI300 上的中尺度数值预报模式、物理量计算和统计释用软件系统。面向客户终端的资料物理存放地址是局域网服务器,对这些环节以至整个运行环境进行监测具有相当重要的意义。通过软件开发,我们实现了对 SGI300 高性能计算机、局域网和运行微机的全程化动态监测。

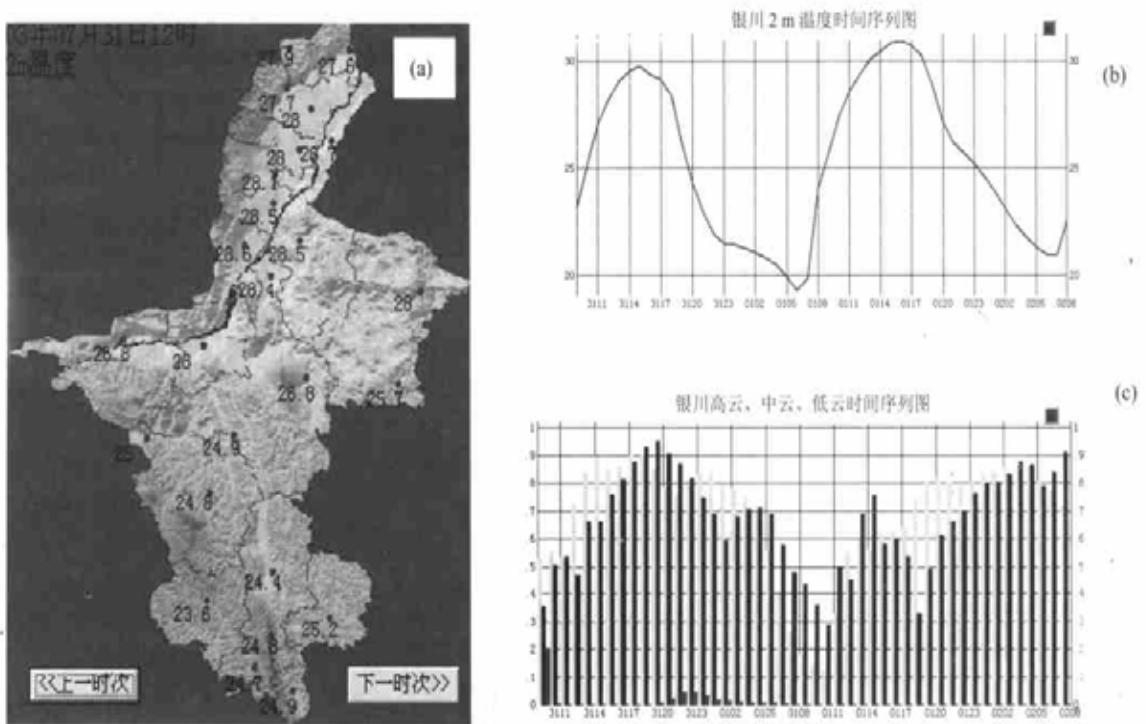


图1 宁夏全区各站点资料显示(a),银川站48 h温度时间序列图(b),西吉站48 h云量时间序列图(c)

为了实现对SGI300高性能计算机精细化预报工作的监测,我们针对数值预报模式、物理量计算等运算复杂、运行时间长的任务进行了运行状况的动态记录,自动生成包括运行步骤、阶段、计算项目、日期时间、层次等内容的记录文件。通过局域网络,在客户端与SGI300高性能计算机之间建立了动态进程监测与实时信息反馈机制。可以随时返回这一记录文件,实现对这些进程的动态监测。

网络的通畅同样重要,本系统设置了对局域网络状态的监测,从而保证了资料的顺利读取。对微机监测中,用户可了解CPU使用率、内存、线程、文件系统、系统资源、用户资源等信息。

#### 4.4 预报评价方法与实现

预报评分与评价是任何一个预报工具预报能力的体现。掌握预报评分情况,预报人员就能合理地在业务中进行预报应用,积累经验,发现不足不断改进。

精细化预报系统预报质量的最主要部分是地面降水场、地面2 m温度。这也是预报人员最为关心的项目,所以降水、温度质量检验评价特别重要。为了便于与预报员的预报质量对比,本系统先将模式

预报格点结果,使用Cressman客观分析方法将要素场的数值插值到站点上,然后对站点资料进行评分。通过对比试验发现,当初始扫描半径取5倍模式格距时,插值效果达到最佳。

##### 4.4.1 降水评价

对降水质量检验评价的方法很多,各种方法的检验结果也有一定的差异。降水检验的基本量有:TS评分、预报偏差、漏报率、空报率、预报效率。

降水评价范围为宁夏全区所有的25个气象站。降水等级分别为小雨、中雨、大雨和暴雨,以及晴雨评价,检验时段为0~24 h和24~48 h。

计算时将所属全部气象站逐站扫描,检查气象站上是否观测到了某一等级的降水。如果预报且出现了这一等级的降水,则预报正确。如预报了而未出现降水则记为空报,观测到降水而未预报降水则记为漏报。既未出现也未预报降水算作预报正确。按照上述各类情况出现的站点数计算各评价量。

##### 4.4.2 温度评价

2 m温度的评价采取点对点的检验,即选取宁夏全区各气象站都发报的08:00、14:00、20:00三个时次的实况温度和同时次的预报温度进行检验,检

验的项目有:绝对误差、TS评分、平均绝对误差、均方根误差。检验时段为0~24h和24~48h,绝对误差小于等于2℃时视为正确。

#### 4.4.3 过程评价

在实际工作中,需要了解天气过程预报的情况,对转折性、重要性、灾害性天气的预报效果才能真正体现出模式的预报能力。因此,本系统在提供逐日实时评分的同时,还设计了过程评分模块。选定天气过程的开始时间和结束时间,即可实现对这一天天气过程的评分。

#### 4.4.4 预报评价结果显示

对预报评价结果的显示采用图形和电子表格两种形式,图形显示又分为区域分布图和单站对比图。

图形显示中,一方面提供了评分结果地理分布图,对宁夏各站不同的预报得分情况分别赋以不同的颜色。可使用户直观地看到模式预报温度、不同量级降水的整体水平。另一方面对任一气象站的要素,提供了预报和实况时间变化曲线图,用户可以了解误差在不同时段的变化趋势。

通过电子表格,可以按月提供各种预报评分统计量。

图2为预报评价的电子表格。

	24小时 定性降 水TS	48小时 定性降 水TS	24小时 定性降 水预报 偏差	48小时 定性降 水预报 偏差	24小时 定性降 水漏报 率	48小时 定性降 水漏报 率	24小时 定性降 水空报 率	48小时 定性降 水空报 率	24小时 定性降 水预报 效率	48小时 定性降 水预报 效率
1日	0	.5	3	1	1	.3333	1	.3333	.84	.
2日	.2	0	1	0	.6666	0	.6666	1	.84	.
3日	9999	.1111	0	9	0	0	0	.8888	1	.
4日	0	.25	0	2	1	.4	0	.7	.96	.
5日	0	.1666	0	6	1	0	0	.8333	.8	.
6日	0	.25	2	3.2657	1	.1428	1	.7391	.68	.
7日	.4166	.4583	1.4285	1.0588	.2657	.3529	.5	.3688	.72	.
8日	.1052	.5454	.2352	1.4285	.8823	.1428	.5	.4	.32	.
9日	.625	9999	.8571	0	.2857	0	.1666	0	.88	.

图2 2003年6月1~12日宁夏精细化预报评分结果



图3 系统结构框图

#### 4.5 其它措施

系统应用时,客户所关心的不仅限于一个时刻或时段内的产品及其表现,经常需要了解其它时间的资料。我们将系统时间与资料时间分离,通过一个仿真日历模块,可使用户方便地选定所需资料的日期时间。

由于受存贮空间的限制,局域网络服务器中存贮的资料在一定时间内必须删除,所以设置了资料传输处理功能,对有些需要保留的资料可以通过传输到微机上的方式得以长久保存。

#### 5 系统功能与结构

系统主要功能包括以下几个方面:资料处理,显示,预报评价,系统设置,系统状态,帮助说明。系统结构框图见图3。

#### 6 小结

该系统自2003年5月28日起分别安装在宁夏

气象台、银川市气象局、宁夏气象研究所、宁夏气象局相关业务管理等部门,供不同层面的人员使用。通过收集反馈信息和进一步改进完善,满足了预报、科研、管理部门的需要,得到广泛肯定。

为了满足宁夏精细化预报业务发展形势的迫切需求,我们开发了宁夏精细化预报产品显示评价业务系统。该系统面向天气预报、业务管理、专业预报服务和气象科研,具有安装便捷、可移植性强、操作简单、人机交互性好的特点。该系统以站点填图、气象要素时间序列图、MICAPS 显示格点场等多种形式向用户提供了大量精细化预报业务工作急需的、具有较高时空分辨率的预报参考信息,为开展精细化预报业务提供了有力保证,以多种形式提供了预

报评价结果,为客观、科学地应用宁夏精细化预报产品提供了参考依据,也为进一步改进、优化打下了坚实的基础。

#### 参考文献

- 1 薛纪善. 美国天气预报技术的发展. 气象, 1999, 24(11): 3-6
- 2 王迎春, 刘凤辉, 张小玲, 等. 北京地区中尺度非静力数值预报产品释用技术研究. 应用气象学报, 2002, 13(3): 312-321
- 3 许美玲, 孙绩华. MM5 中尺度非静力模式对云南省降水预报检验. 气象, 2002, 28(12): 24-27
- 4 崔建云, 秦增良, 徐文正. MM5 降水预报产品的应用和检验. 山东气象, 2002, 22(2): 9-11
- 5 周小珊, 张立祥, 李用左. 东北区域中尺度数值预报业务系统简介. 辽宁气象, 2000, (2): 1-4

## Operational Display and Assessment System of Ningxia Refined Weather Forecast Products

Hu Wendong<sup>1,2</sup> Ding Jianjun<sup>2</sup> Chen Xiaoguang<sup>2</sup> Liu Jianjun<sup>2</sup>

(1 Nanjing Institute of Meteorology, Nanjing 210044; 2 Ningxia Key Laboratory of Meteorological Disaster Prevention and Reduction, Yinchuan 750002)

**Abstract:** The operational display and assessment system of refined weather forecast products for Ningxia Aut. Reg. is introduced. The system acquires the refined weather forecast products, the local limited area meso-scale numerical forecast model products and real-time weather data from the Ningxia meteorological backbone network and displays them in different ways. The evaluation of forecast products in many ways can be objectively conducted in this system. It provides a strong support to the high temporal and density forecasting in Ningxia.

**Key words:** Ningxia, refined weather forecast, display and assessment operational system