

中尺度自动气象站资料的图形化分析应用

陈国勇¹ 朱 健² 诸晓明² 张建海² 张春艳¹

(1. 浙江嵊州市气象局, 312400; 2. 浙江绍兴市气象局)

提 要: 利用 GrADS 软件对中尺度自动气象站资料进行分析和处理, 采取格点场和站点场两种图形处理显示方法, 介绍了从数据格式转换到批处理绘图等一系列方法, 实现了中尺度自动气象站资料的图形化分析应用, 并对其中出现的几个技术问题进行了讨论。

关键词: 中尺度 自动站 GrADS 图形化

Graphic Analysis of Meso-Scale Weather Station Data

Chen Guoyong¹ Zhu Jian² Zhu Xiaoming² Zhang Jianhai² Zhang Chunyan¹

(1. Shengzhou Meteorological Office, Zhejiang Province 312400;

2. Shaoxing Meteorological Office, Zhejiang Province)

Abstract: GrADS is used to analyze meso-scale automatic weather station data. The method of data conversion and batch mode drawing is introduced. The graphic analysis and application of meso-scale automatic weather station data is achieved. Several technique problems are discussed.

Key Words: meso-scale automatic weather station GrADS graphic

引 言

中尺度自动气象站资料无论从空间密度还是时间密度上都超过以往的实况资料, 但

是数据库中的海量数据对于预报员和决策者来说只是抽象的数字, 不便进行分析。GrADS (Grid Analysis and Display System) 软件提供了一个交互操作的气象格点数据和站点数据的分析和显示环境。高歌

等^[1]利用 GrADS 软件解决了背景网格化和汉字处理等一些技术难题,建立了地面气候要素图形分析业务系统。苏志侠等^[2]利用 GrADS 软件对美国 NCEP/NCAR 全球再分析资料进行提取和绘图输出,对天气和气候诊断分析非常有用。黄毅梅等^[3]应用 GrADS 软件对数值模式的输出结果进行了编程处理,并在实例中进行了很好的应用。但是目前在中小尺度数据以及离散点数据的分析处理上,GrADS 软件的应用还很少,面临的问题还需要进一步研究。

1 利用中尺度格点资料绘图

1.1 数据格式和数据描述文件

GrADS 软件常被用于分析处理格点资料,但是中尺度自动气象站采集到的原始数据是站点场形式的,所以用 GrADS 软件分析处理离散的站点资料有两种方法:一种方法是先把站点场的中尺度资料格点化,再用格点资料绘图;另一种方法是直接输入站点场资料,利用 GrADS 内部的客观分析方法将站点数据插值到格点场上绘图。先介绍第一种方法。

GrADS 格点场数据集为直接访问形式,一个网格点上(即一个确定的经纬度、高度和时刻)可以有任意多个物理量,GrADS 软件把这些数据看作一个大数组,数组的排放顺序为先 x (经度)、 y (纬度)、 z (高度层数),然后是各种物理变量,最后是 t (时次)。把中尺度站点场资料转换为格点场资料后(转换算法略),再按照上面的顺序写进二进制文件里,就形成了格点场数据文件,一般可以用 Fortran 完成这个工作。中尺度自动气象站资料没有高度数据。

为了让 GrADS 软件能够读取格点场数据文件,必须为每个数据文件准备相应的数据描述文件。GrADS 系统通过描述文件来

确定数据文件的相关信息,数据描述文件是文本格式,后缀为 `ctl`。一般的数据描述文件包含数据文件名、数据类型和变量定义等几项内容。

对某一层某一变量在某一时刻,所有的 (x, y) 点构成了一个水平网格,第一维从西到东,第二维从南到北,这与 MICAPS 系统第四类格式中的数据存放顺序有所不同,需要注意。

1.2 脚本批处理绘图

有了数据文件和数据描述文件,就可以使用 GrADS 软件绘制等值线图或分色渲染图。步骤为:(1) 打开要分析的格点资料数据文件;(2) 设置图形边界范围以及格点距离;(3) 设置图形类型、等值线间隔、分色渲染区域等参数;(4) 利用内部函数进行计算和分析,并将计算分析结果绘制成等值线或分色渲染图;(5) 输出保存图形文件。

在实际应用中,为了提高效率、简化操作,可以借助 GrADS 软件中的脚本工具来完成这个工作。脚本工具是把进入 GrADS 绘图环境后所要执行的命令写成批处理格式,以便自动执行事先输入的各项命令。GrADS 中的脚本文件后缀为 `gs`,文件中记录了绘图所使用的数据描述文件、地理信息文件、图形的经纬度范围、变量名、图形的类型、色彩和标题等等一系列信息。为了使 GrADS 软件能够识别,脚本文件中的命令行必须以英文半角的单引号作为开头和结尾。通过脚本文件可以省去大量的重复工作,在 Windows 2000/XP 系统命令行中运行 GrADS 脚本文件的命令格式为:

`grads -blc 脚本文件名`

为了便于实现从数据转换到输出图形整个处理过程的业务化,可以利用 Delphi 或 VB 等工具进行流程控制。考虑到精简工序、提高稳定性,用 Delphi 7.0 代替 Fortran 将十进制文本格式的数据转换为二进制

格式,并且将转换数据格式,创建数据描述文件和脚本文件,以及执行脚本等一系列工作,通过一个 Delphi 应用程序来完成,最后清除所有产生的临时文件。

1.3 中尺度格点场资料绘图的缺点

需要注意的是,由于格点场资料也是通过外部程序由站点场资料分析转换而来的,其中必然存在误差,再加上 GrADS 软件内部的平滑处理机制,使得图形在没有资料的位置上也有填色区或等值线。这种情况一般出现在图形的四周边缘区域,所以,这个区域的图形可信度不高,分析时需加注意(见图1的四周边缘区域)。

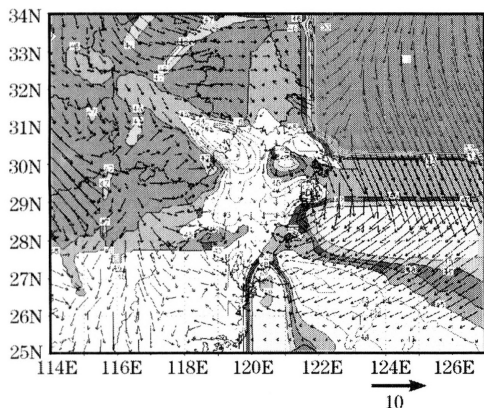


图1 四周边缘区域的图像不合常规

2 利用中尺度站点资料绘图

2.1 插值原理

离散数据的空间插值在 GrADS 中是采用 Cressman 的客观分析方法。这种分析方法具有较大的灵活性,可以用于不同要素的分析。它的误差订正原理也独具特色,主要根据实测站点资料,对分析场进行连续订正,并且包含了适当的平滑处理过程^[1]。这种方法在数值预报的客观分析工作中曾被广泛应用。

在 GrADS 软件的客观分析中,选用站点资料场的平均值作为格点场的初始场。在具体分析过程中,常常给出一系列持续递减的扫描半径,每给定一个扫描半径时,将对所有网格点的值进行重新修正赋值。最大半径设置了执行差值订正的最大范围,最小半径则给出可分析范围的一个下限。设 c_i 为站点 i 附近一个网格点的订正值,则 $c_i = -WE$, 其中 E 为网格点插值到站点的误差, W 为权重^[1]。

$$W = (N^2 - d^2) / (N^2 + d^2)$$

d 表示网格点到站点的距离, N 为 $W=0$ 时的点到站点的距离, W 随 d 增加递减,到 N 处为 0, 该网格点受 N 距离半径内的所有站点的影响。

这个客观分析过程在 GrADS 中可以用函数 oacres 来实现,我们可以在这个函数中设置五个扫描半径以最大限度地减小误差。除此之外,GrADS 系统中还包含了大量数学和统计学函数,可以很方便地根据温、压、湿、风等观测资料计算出变温、变压、涡度、散度等物理量。

2.2 数据格式

GrADS 的站点数据集是以二进制形式按每个时次一个记录的顺序直接记录各站点资料,每个时次的站点资料组成又分成两部分:地面资料和高空资料。站点资料的排放顺序为:

- (1) 提供站点经纬度的头记录;
- (2) 地面资料变量;
- (3) 高空资料变量;
- (4) 一个时次完成后加上一个特殊头记录(没有数据组)表示这个时次数据结束,然后是下一时次的数据记录,如果某时次头记录后面没有数据记录随后出现,则表示这个数据集全部结束。

2.3 辅助文件

站点场资料绘图同样需要数据描述文件

对站点数据文件的内容进行描述, 数据描述文件描述了站点资料的数据文件名、地图映射文件名、缺省值、时次、变量数目、变量名和变量的层次。一个最简单的站点数据描述文件的例子是这样的:

```
dset station. bin
dtype station
stnmap station. map
tdef 1 linear jan2005 1mon
vars 1
r 0 99 H1000
endvars
```

其中只有一个时次的一个变量 r , 二进制的文件为 `station. bin`, 地图映射文件为 `station. map`。这里提到的地图映射文件是绘图需要的辅助文件, 其内容跟站点数据文件中的变量数目有关。在 DOS 环境下运行 `stnmap` 命令可以创建站点资料的映射文件, 文件后缀为 `map`。

最后, 为了将站点数据插值到格点场上, 需要一个辅助的格点场数据文件。这个文件可以为零字节的数据文件, 但也需要对应的数据描述文件相配套, 描述格点场的经纬度范围以及经纬向的格点数。插值时将按照这个描述文件所描述的经纬度范围进行插值。

与格点资料绘图一样, 可以采用 Delphi 7.0 编程, 创建脚本文件, 全程控制数据流的走向以及 GrADS 软件的运行, 输出的图形文件可以保存为矢量格式。

2.4 几个技术问题

不同的要素例如温度、气压、雨量等, 其数值大小不尽相同, 绘图时需要逐个设定等值线范围和等值线间隔。例如温度要素可以设定等值线间隔为 1°C 或 3°C (视区域的温度场方差大小而定), 雨量可以设定等值线间隔为 0.5mm 或 1mm 等, 间隔太小会使图形不易分析, 间隔太大又可能造成重要

信息的丢失。对于某些物理量例如相对湿度、变温、变压等, 还要设定分色渲染的域值。例如: 对大于 80% 的相对湿度区进行填色, 并且以深色表示高值、浅色表示低值; 对正变压区进行填色, 并且以暖色表示高值, 冷色表示低值, 这样可以使图形看起来非常直观, 便于分析 (见图 2、图 3)。

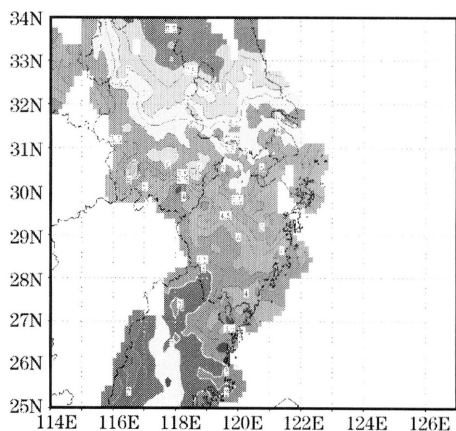


图 2 华东部分省市某时刻 24 小时变压站点图

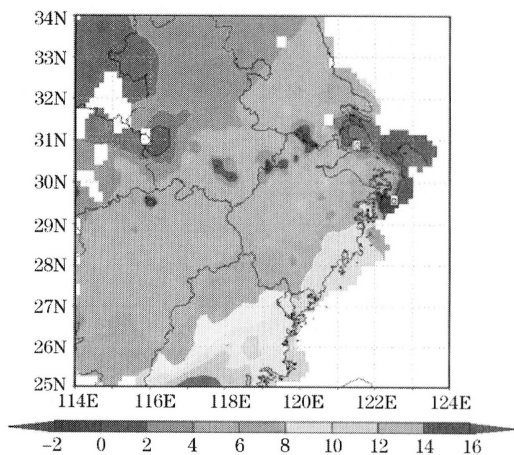


图 3 华东部分省市某时刻温度场

由于 GrADS 软件的客观分析方法以及进行了平滑处理等原因, 从站点资料插值到格点场上的图形免不了有一定的误差, 这个误差在雨量图上经常反映得比较明显。例如, 当区域内各站点雨量均为零或者只有少

数站点雨量不为零时,插值图形上往往在没有降水的位置出现降水量等值线或者分色渲染区域(见图4中的深色区域)。消除这些干扰图像的一个办法是适当调整绘线和填色的值阈,例如不在插值后降水量小于0.05mm的格点处绘等值线或填色,这样可以有效地去除明显错误的等值线或填色区域。0.05mm这个临界值可大可小,如果太小则起不到消除干扰的效果;太大又会忽略本该保留的降水量,应用中应反复调试。

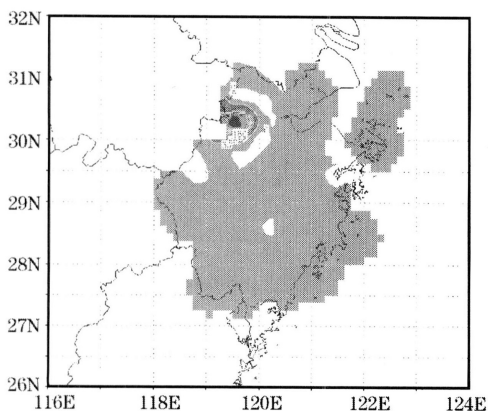


图4 无降水的区域也出现了蓝(深)色的渲染色块

3 两种方法的比较

利用格点场资料绘图和利用站点场资料绘图两种方法都可以实现中尺度气象站资料的分析应用,但是处理的过程和输出的产品都有不同。利用格点场资料绘图需要对资料进行预处理,借用外部程序将站点场资料转换为格点场资料,由于不同的外部程序分析方法不同,所以转换的效果依赖于分析方法的性能,绘制出来的图像也存在差异。而利用站点资料绘图则可以直接输入站点场资料,通过GrADS系统内部的客观分析方法

对站点场资料进行分析和处理,绘制的图像比较理想,并且可以通过对参数的调整很好的控制误差。实际使用中也发现,在较小范围、周边省市资料经常有缺少的情况下,以站点场资料处理的图像较为客观,更加实用。

4 结 语

(1) 利用GrADS软件对中尺度自动气象站资料进行分析处理,是中尺度自动气象站资料一个很好的应用途径。直观的图像,分色渲染的图形,方便的叠加显示给预报员分析中小尺度的天气系统提供了有力工具。

(2) 利用Delphi 7.0与GrADS软件的结合,通过外部应用程序控制GrADS系统中的脚本文件来完成批处理工作,使得中尺度自动气象站采集到的最新数据在第一时间得到分析和绘图,保证了产品的时效性,同时节省了人力,实现了系统运行的业务化、自动化。图像的输出保存容易控制。

(3) GrADS软件经常被用于分析处理各种气象数据。在处理大尺度的气象资料时,由于插值和平滑所产生的误差不是很明显。但是,当用于处理中小尺度数据以及离散点数据的分析时,GrADS软件所绘制出来的图像与实际数据相比,误差相对更明显,在边界和缺资料时更为突出,随之产生的一些新的问题等待我们研究。

参考文献

- 1 高歌,张强,高波. 中国地面气候要素图形分析业务系统. 气象, 2001, 27(6): 47~50.
- 2 苏志侠,吕世华,罗四维. 美国NCEP/NCAP 40年全球再分析资料及其解码和图形显示软件简介. 高原气象, 1999, 18(2): 199~208.
- 3 黄毅梅,周毓荃,张超. GrADS在数值产品分析中的开发应用. 河南气象, 2000, (1): 33~35.