

现代化

中国地面气候要素图形分析业务系统^①

高歌 张强 高波

(国家气候中心评价与应用室, 北京 100081)

提 要

利用美国 GrADS 气象图形显示和分析系统软件, 解决了地图底图扩充、边界背景网格化的制作和网格选取、汉字处理及等值线平滑等 GrADS 绘图技术难点, 建立了中国地面气候要素图形分析业务系统, 成果可运用于业务服务、科学研究及上网。

关键词: 中国 地面气候要素 图形分析 业务系统

前 言

中国地面气候要素图形分析对了解我国气候要素分布特征是一非常好的表现形式, 尤其是在气候影响评价业务服务工作中应用较多, 已成为每旬、月、季、年等任意时段气候特点分析时主要的参考依据。然而, 这些工作还没有实现业务自动化, 需要人工分析绘制、缩小清绘才能最后出版, 不但量大费时、环节繁琐, 而且极容易出错, 远远不能满足业务发展的需要。因此, 为提高业务工作的效率和增强自动化能力, 做到及时、迅速地提供正确、美观的地面气候要素分析图, 我们基于美国 Grid Analysis and Display System (GrADS) 气象图形显示和分析系统软件, 进行了中国地面气候要素图形分析业务系统的开发和研制工作, 经实践运行, 出图速度快而且图形基本准确、美观, 生成的不同格式的图形文件可用于业务产品、科学研究和网上服务。

1 软件简介

开发软件选取国际上流行的 GrADS 气象图形显示和分析系统, 它是国外气象数据显示和分析的标准平台之一。目前国内该软件的应用也很广泛, 特别是对格点资料的图形显示和分析的研究和应用较为成熟, 但对中国地面离散站点图的绘制效果总不太令人满意, 比如: 线条不光滑、等值线不到或超出中国地图边界等等, 主要用作示意图, 但还远远达不到业务产品服务、出版的要求。

GrADS 绘图软件提供了一个全 32 位的交互操作的气象格点数据和站点数据的分析和显示环境。该系统具有气象数据分析功能

强、地图投影坐标丰富、高级编程语言使用简单、图形显示快速、作业能够成批处理, 并具有彩色动画功能等特点^[1]。而且, 软件免费提供, 可从 Internet 网上直接下载, 软件本身随着用户的增多改进更新快, 开发潜力很大。比如本系统开发中运用的 Lambert 地图投影^[2], 在较早的 GrADS 版本中就没有这个功能。

2 系统开发运行环境

Personal Computer 486 或 586;

操作系统最好采用 Windows NT 4.0 (Windows 2000 也可);

Fortran 程序的编译、运行软件是 Fortran PowerStation 4.0;

X 显示视窗服务系统: eXodus 应用程序, 可从 Internet 上下载, 网址 <http://www.starnet.com/docs/xwin32.html>;

GrADS V1.7 Beta7 或更高版本, 也可从网上下载, 网址: <http://grads.iges.org/grads/>。

3 图形分析业务系统流程

该系统中中国地面气候要素主要包括不同时间段的降水量及降水距平百分率、平均气温及气温距平、日照时数及日照时数距平。

具体的业务流程见图 1, 系统共由三部分组成: 绘图资料的加工和检验; 图形分析系统; 产品应用。第一部分主要由 FORTRAN 语言编写, 定时处理作业, 提供绘图资料。第二部分又可分为三个步骤: 1. 资料预处理, 生成 GrADS 绘图所需二进制资料及辅助文件; 2. 编写 GrADS 控制文件, 生成图形及格

^① 本课题由国家气候中心业务技术发展研究基金课题资助

式转换;3. 后期处理。文件传输、清理目录中的过程文件。第三部分,产品应用包括:业务产品出版、临时情报服务、科学研究、网上服务与传输等。

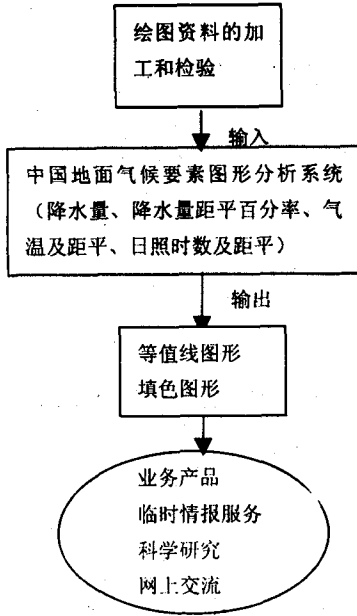


图 1 中国地面气候要素图形分析业务系统流程图

我们共选 448 个固定站点参与分析,站点总体分布比较均匀,但西部地区观测站点较东部地区相对稀少。值得注意的是如果西部资料不完全就会影响图形效果,这是因为资料缺乏不能完全反映出西部地区复杂地形对气候要素的影响,致使绘图结果不合理,尤其在对气温分析中的影响更加明显。

4 图形分析业务系统中运用的主要技术及方法

鉴于 GrADS 软件提供的地图资源和功能有限,不能直接满足图形分析业务系统的需要,因此我们在充分发挥利用 GrADS 原有功能和弄清其绘图原理的基础上,在以下几个方面进行了开发和探讨,为整个图形业务系统的建立提供了技术支持和保障。

4.1 地图底图制作技术

GrADS 软件中提供的中国地图不够完善准确,只含有洲界,还需要添加主要河流、省界、主要城市标志及南海诸岛等中国地图必须包含的重要要素。此外,国界则需要重新

制作。

我们根据现有的几种软件所附带的地图资料,编程进行了整理加工,然后按照 GrADS 要求的地图文件格式,做出以下几种底图,可根据用户需要任意选取和组合。研制的系统地图底图包括:

- | | |
|----------|-----------|
| crivers | 长江、黄河 |
| chinois | 南海诸岛 |
| city | 省会及一些城市站名 |
| city31 | 省会站点 |
| cprvnc | 各省边界 |
| cfrm | 国界高分辨率 |
| cfrmmres | 国界中分辨率 |

4.2 背景网格制作技术

由于 GrADS 是基于网格的气象图形分析系统,在站点资料转化为网格点资料即客观分析与地图边界修整过程中,都需要制成备用的背景网格,网格的密度大小选取随要解决问题的性质不同而不同。

在开发过程中,我们发现,对于客观分析过程,网格密度必须与站点分布密度相适应,不能过稠或过稀。网格过密,附近网格分析值连续性好,虽能增加线条平滑度但会导致绘图失真,如:降水量分析中出现不合理的负降水;网格过稀则会导致漏掉一些高低中心,线条相对粗糙。经过试验,数据客观分析网格采用 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 比较合适,初值设为缺省。

资料客观分析时,根据站点资料的信息,在其附近的网格点都可得到分析值。有这样一种情况,如果该站点靠近国界附近,那么国界外的网格点上相应也有分析值,造成 GrADS 绘图时,线条或色块出国界,影响美观。GrADS 中可用 maskout 函数来解决这一问题。原理是:函数需要一边界背景网格,即把连续闭合的边界(如国界或省界等)网格数字化,在边界上和内部网格与边界外部网格分别给出两个不同的数值以示区别。函数根据分析网格对应的边界背景网格的值,把边界内外的分析值区分开来,并把边界外网格分析值赋为缺省。GrADS 绘等值线和填色图时,缺省值点不予考虑,达到边界修整的目的。maskout 函数要求客观分析网格与边界背景网格距相同,但由于客观分析的网格距仅满足分析真实的要求,并不一定适用于边界修整,多次试验证明用 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 进行边

界修整,还是略显粗糙。

我们根据 GrADS 提供的其它功能及自己研制的闭合边界网格数字化处理技术,解决了上述问题。在填色图地图边界修整过程中,运用闭合边界网格数字化处理技术制作更密的边界背景网格,然后利用 GrADS 网格涂色功能,把国界外区域涂为白色。当网格密度选为 $0.2^{\circ} \times 0.2^{\circ}$ 时,由于网格细密,白色块边界与真实的地图边界符合就相当好了。

绘制等值线图时也可采用这个方法,但是边界处等值线的标值很容易被涂掉,因此我们采用另一种方法来避免这个问题。由于等值线图中不用涂色,边界背景网格密度可大于填色图所用的边界背景网格,但还应小于客观分析网格密度。我们对 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 网格分析值进行线性加密插值到 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ 网格上,然后再利用 maskout 函数修整边界绘图,这样图形等值线分布与填色图一致,还可以节约运行时间,边界处理也能达到要求。

经过采用上述各种背景网格选取和处理措施,图形基本满足客观分析的真实性、线条的流畅和边界的美观。

4.3 引入汉字技术

GrADS 软件没有提供汉字功能,为保证系统运行的完整性,避免人工粘贴汉字图题出现错误。我们采用 GrADS 绘图功能,绘制汉字,建立了每张气候要素图形的汉字标题库,仅绘图内容的时间段可随输入资料自动更新。

具体解决方法是采用国内金山汉字软件提供的 48 点阵的汉字库,编程解读出每个汉字的代码和点阵结构,再利用 GrADS 本身的绘等值线或填色图功能,画出汉字。

主要城市名字如果用上述方法,则带来一些新问题,如果先写字,会被颜色块或等值线标记覆盖,后写,反过来又会覆盖其它线或字。因此,我们采用把汉字处理为地图底图的方式,就不会产生上述影响。地图底图上的汉字处理前期工作与之类似,但每个汉字的字型点必须转化为地图经纬度,按 GrADS 地图底图制作方法来转换为地图格式。

4.4 GrADS 气候要素客观分析方法研究

通常,把不规则站点的资料转化到规则网格点的过程称为“客观分析”,一个客观分析方案应具有插值、减小资料插值误差、平滑

和保证内部连续性等功能。GrADS 中采用 Cressman 客观分析方法^[3]。该分析方案具有较大的灵活性,可用于不同要素的分析,其误差订正原理独具特色,主要根据实测站点资料,对分析场进行连续订正,适当的平滑处理过程也包含其中。如果假设 c_i 为某站点附近一网格点的误差订正值,可以由式(1)表示:

$$c_i = -WE \quad (1)$$

其中 E 为该网格点插值到站点的值与站点实测值的误差; W 为权重,由式(2)表示:

$$W = \frac{N^2 - d^2}{N^2 + d^2} \quad (2)$$

d 表示网格点到观测站的距离; N 为当 $W = 0$ 时的点距站点的距离。 W 取正数,并随 d 增加而递减,到 N 处为 0。

由于这一格点还受距其 N 距离半径内的其它所有站点(n 个)的影响,该点误差订正应为各站点在这一格点误差订正值的平均,见式(3)。

$$C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i \quad (3)$$

这同时意味着对在 N 半径内的格点分析值进行了一种形式的平滑处理。

具体分析过程中,常给出一系列持续递减的扫描半径 N_1, N_2, \dots , 当 $d = N_1, N_2, \dots$ 时, $W = 0$ 。每给定一个扫描半径时,将对所有网格点的值重新修正赋值。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。

上述客观分析过程,GrADS 中以 oacres 函数表示,形式为:

oacres (grid, station, passes)

其中 grid:客观分析背景网格表达式,这里采用文章前面已提到的 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 网格距。执行函数时,由于分析背景网格的初值设为缺省,所以仅作为模板,存放客观分析后的值。GrADS 就是根据分析值绘图的。

station:站点表达式,代表不规则分布的实际观测站点资料值。

passes:系列扫描半径,由大到小递减,以网格为单位。扫描半径应根据分析背景网格大小适当选取,其中第三个半径值的选取非常重要,如果这个半径取得较小,圈中没有站点,网格点分析值将设为缺省,导致其与附近分析值不连续。特别是在中国西部站点稀

少地区,第三半径的适当选取可避免出现等值线不连续或填色图空白情况。考虑到系统运行中会出现这种情况,我们给出几个适当的扫描半径做参考,同时也留出修改余地,大大增加了系统的灵活性。

4.5 等值线平滑技术

所绘等值线的光滑程度与许多因素有关。为提高曲线光滑度除前面谈到一些外,还可自己制作一些平滑程序或利用 GrADS 本身带有的 Smth9 函数^[2]。

5 图形分析业务系统的建立

建立高效、灵活、易操作的业务系统是我们的最终目的。综合利用上述研制技术和方法,经过合理的操作和布局安排、绘图流程设计,完成了中国气候要素图形分析业务系统的建立。下面我们给出 2000 年 3 月降水距平等值线图(图 2、图 3),填色图中图

例加上了站点资料的最大、最小值,以示参考。

本业务系统具有以下优点和功能:

(1)能够定时处理资料传输和绘图,避开工作高峰期,不影响其它工作的进行;

(2)提供给用户最大的可修改功能,如不改动按系统默认情况执行。修改功能包括:要素资料出错值和站点的多少、彩色图的色彩、等值线间隔以及扫描半径;

(3)不同种类的图形格式输出,扩展了业务服务面,为业务产品上网奠定了基础;

(4)该系统定时运行共耗时 10 分钟,方便及时,满足业务工作的高效性;

(5)通过手绘图形和机器所绘图形比较测试,图形分析基本准确、合理,满足图形分析正确性的要求。

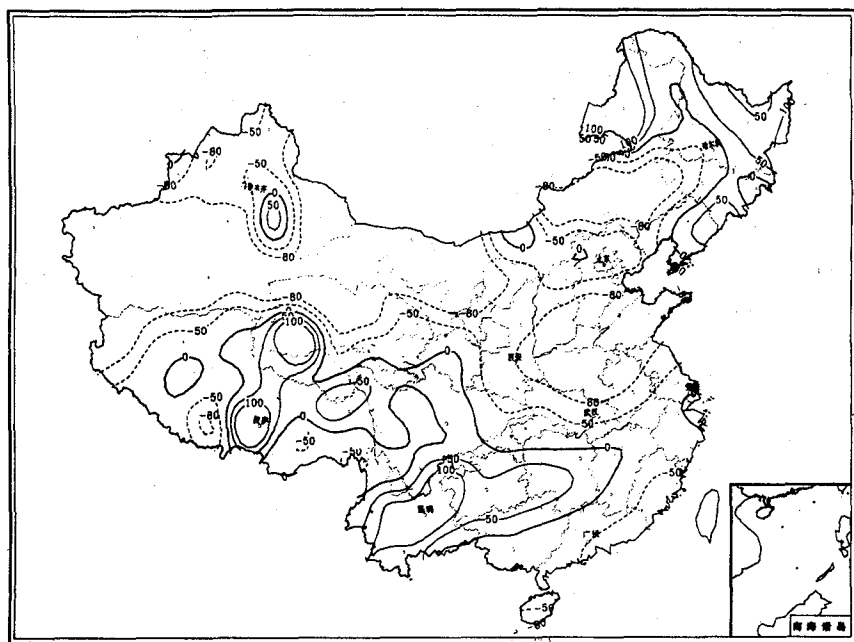


图 2 2000 年 3 月降水距平百分率等值线图(等值线图样例)

(下转封二)

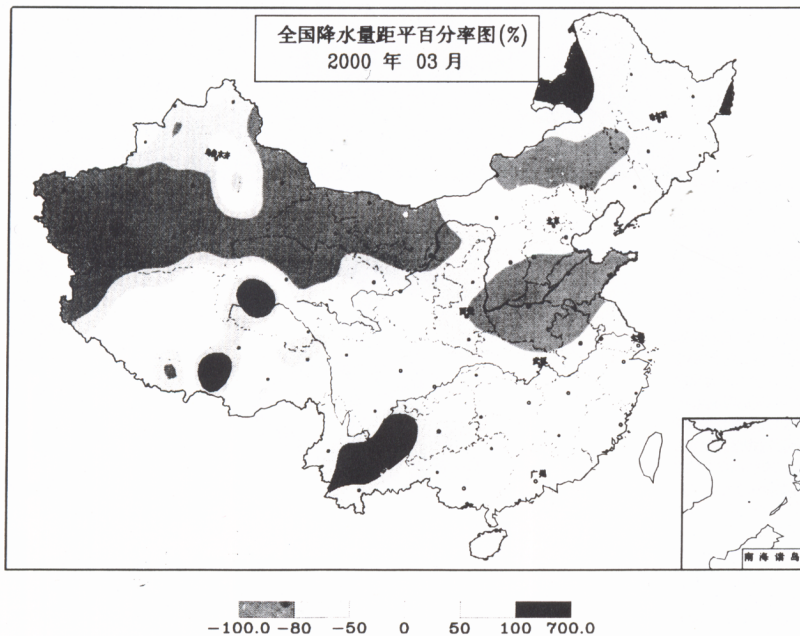


图3 图形样例(彩色图)

6 结 论

利用 GrADS 气象显示和分析软件开发研制的中国地面气候要素图形分析业务系统,已于 2000 年 4 月投入业务服务,运行正常,稳定可靠。目前它直接为国家气候中心气候评价业务、实时旱涝监测业务以及向国务院领导的决策服务产品提供气象要素的图形分析,大大提高了业务自动化水平,该系统也可为气象科学研究提供有力的绘图显示工具。当然,该系统还需要进一步完善、扩充,具有更多、更强、更便利

的功能。

致谢:在本工作过程中,刘海波同志给予较大的帮助,特表示感谢。

参考文献

- 1 张洪. GrADS 气象图形系统使用方法. 中国科学院大气物理研究所, 1995.
- 2 Brian Doty . The Grid Analysis and Display System—GrADS 1.5 (HTML Version).
- 3 George P. Cressman, "An Operational Objective Analysis System", Monthly Weather Review, 1959, 87(10): 367—374.

Research on Graphics Analysis Operational System of Surface Climatic Elements in China

Gao Ge Zhang Qiang Gao Bo

(Climate Impact Assessment and Applied Department, National Climate Center, Beijing 100081)

Abstract

By means of an American software—the Grid Analysis and Display System (GrADS), many difficult points of the GrADS plot technique were resolved and studied, for example, expansion of map data, grid making and choosing of boundary and background analysis, Chinese processing, GrADS working principle and smoothing. The graphics analysis operational system of ground climatic elements in China is further developed. The results can be applied to operational service, research and Internet display.

Key Words: Ground climatic elements Graphics analysis Operational system