

气象业务现代化

微机实时气象资料 应用支持系统

陈伟民 陈永卫 沈斌 王平鲁 张今生

(甘肃省气象局, 兰州 730020)

提 要

实时气象资料支持系统包括资料预处理、客观分析、物理量诊断及图形显示三部分。该系统操作简便, 分析质量高, 即省时省力又可极大地增加预报信息量, 是进行天气预报分析的有力工具。

关键词: 微机 实时资料分析 诊断 图象显示

引 言

实时气象资料预处理, 客观分析, 物理量诊断及图形输出原是我们为数值预报模式配套开发设计的内容, 在 VAX 小型机上为数值模式输送资料, 使用结果较好。为了使普遍拥有微机的各级气象台站能够使用该系统, 我们将其移植在 386、486 微机上, 建立了这套独立完整的微机系统。设计时主要考虑了地、州、市台气象业务现代化的要求及资料来源的特点。

目前地区台迫切希望能够及时看到较高质量的各类气象要素分析场图及各种诊断物理量, 以增加预报信息。大部分地区台已经具有或正在配备系统所要求的微机。因此, 有利于该系统的推广应用。

系统三部分分别由标准软件 FORTRAN5.0、NDP-FORTRAN3.2 和 NCAR 绘图软件支持。微机操作系统要求 DOS3.2 及以上版本。

1 实时气象资料预处理

这部分的任务是为客观分析准备规格化的单站气象要素和客观分析预备场(也称第一猜场)。

1.1 观测报告处理

观测报告处理是将报文分解整理, 形成规则的单站气象要素资料。该系统可处理探空、测风、地面观测等气象报文, 目前主要使用 TTAA 探空报。由于观测、发报及收报过程中可能会出现误差、残报、重报、非规定字符等各种各样的错误, 因而在处理中需尽可能周到地对错误进行判别、改错和剔除, 处理的原则是最大限度地保留可用资料。这里采用对原始报文按字符逐个进行检索, 对一些错误, 如残缺的报头、发报时键盘换挡产生的字符错误等进行订正, 并去掉非常规字符。重报选用最后一次补报。在气象要素分解前进行极值判断, 以保证资料的合理性。观测报告经分解后得到规格化的单站 11 个标准层(地面、1000、850、700、500、400、300、250、200、150、100hPa)的气压、高度、温度、风向、风速、温度露点差。处理范围是 0—70°N, 25—155°E 内所有测站。

1.2 客观分析预备场

客观分析预备场可根据需要及现有条件选择不同的资料, 如气候平均场、模式预报场、或前一次的分析场等。该系统的客观分析

有只用测站资料完成客观分析及用测站资料和预备场共同完成客观分析两种选择。前者格点分析值=测站观测值;后者格点当前分析值=格点上次分析值(初值为预备场)+订正值(观测值与上次格点值之差)。无论哪一种方法都需要输入预备场,在扫描半径内没有测站的格点,分析值等于预备场值。在测站稀少地区,预备场的质量对于客观分析结果是非常重要的。选用国家气象中心 T_{42} 数值预报场(也可用区域中心数值预报产品)作为预备场。 T_{42} 预报场是经纬度格点资料,客观分析采用方形跳点网格,因此需要把经纬度格点要素按照兰勃脱地图投影坐标插值到方形格点上,并计算方形格点的地图参数。

预备场输出的要素及顺序可参见系统使用手册。

1.3 程序结构及功能

资料预处理程序结构及功能见图1。

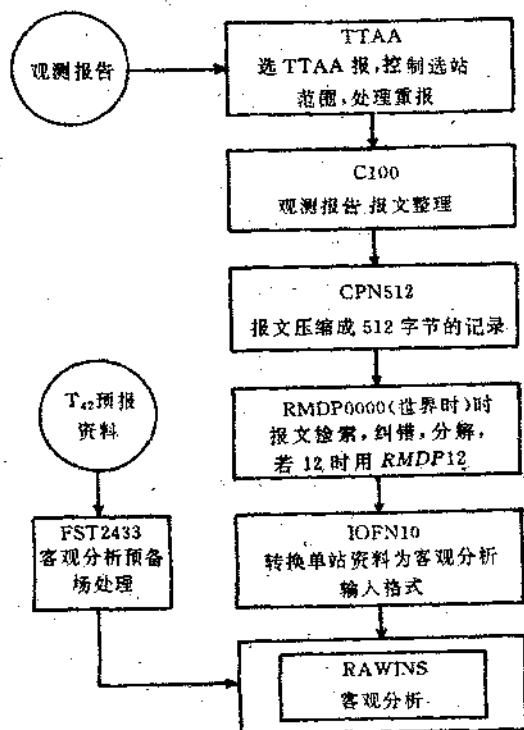


图1 资料预处理程序框图

2 客观分析^[1]

客观分析的任务是按照一定的数学规则,利用某一区域有限的不规则观测点资料得到区域内无限规则格点资料的近似描述。本系统开发使用的NCAR客观分析程序是配合中尺度数值模式设计的,要求较高质量的分析场,并突出中尺度气象场特征,如急流、湿舌等,这对地区级台站考虑小范围强天气过程是很有帮助的。

2.1 分析方法

NCAR客观分析采用逐步订正方法。这是一个二维分析方法,先给定一个初估场(通常称为预备场或第一猜场),然后用实际观测场逐步修正初始估计场,直到订正后的场逼近观测记录为止。

设 A_G^{k+1} 是格点分析值, A_G^k 是初估值, E^k 是订正值,则

$$A_G^{k+1} = A_G^k + E^k \quad (k = 0, 1, 2, \dots) \quad (1)$$

A_G^0 表示格点要素的初估值, A_G^1 为第一次订正的格点分析值,也是下一次订正的估计值,依次类推, E^k 表示对 A_G^k 的订正值。

$$E^k = \sum_{i=1}^N W_i \Delta A_i^k / \sum_{i=1}^N W_i \quad (2)$$

$$\Delta A_i = A_i - A_G^k$$

其中, A_i 为测站实测值, A_G^k 为由第 k 次格点插值到站点的值。 N 为格点影响半径内的测站数, W 为权重函数。初始影响半径 R 为 $1.6 \times 325\text{km}$, 每订正一次后 R 减少 $7/10$ 。 U 、 V 风场、温度场、高度场、气压场订正 4 次,相对湿度订正 5 次。

测站对分析格点的影响与两点的位置、距离及所选择的影响区域有关,由权重函数 W 决定。NCAR 权重函数在 Cressman^[2] 各向同性圆型权重函数的基础上增加了各向异性的椭圆型和香蕉型(曲率椭圆型)权重函数。

权重函数基本形式

$$W_{ijk} = \frac{R^2 - d_k^2}{R^2 + d_k^2} \quad d_k < R \quad (3)$$

$$W_{ijk} = 0 \quad d_k \geq R$$

其中, R 是影响半径, d_k 是从格点 (i, j) 到站

点 k 的距离。对不同的权重函数, d_k 形式不同。

①圆型权重函数

$$d_k = (r_x^2 + r_y^2)^{1/2} \quad (4)$$

其中, r_x 和 r_y 是格点到站点的距离在 x 和 y 方向的分量。

②椭圆型权重函数

$$d_k = r_x'^2 + r_y'^2/E_k \quad (5)$$

$$r_x' = [r_x U_0(k) + r_y V_0(k)]/|\vec{V}(k)| \quad (6)$$

$$r_y' = [r_x V_0(k) + r_y U_0(k)]/|\vec{V}(k)| \quad (7)$$

$$E_k = 1.0 + \frac{0.7778}{V_c} |\vec{V}| \quad (8)$$

其中, $U_0(k)$ 、 $V_0(k)$ 和 $|\vec{V}(k)|$ 是第 k 个测站的风分量和风速。

③香蕉型权重函数

$$d_k = \left[\frac{r_c^2 (\theta_k - \theta_{ij})^2}{E_k^2} + (|r_c| - r_{i,j})^2 \right]^{1/2} \quad (9)$$

其中, r_c 是测站流线的曲率半径。

$$\theta_k = \arctan\left(\frac{-U_0'}{V_0'}\right) + \pi \quad (10)$$

$$\theta_{i,j} = \arctan\left(\frac{R_i - C_j}{R_j - C_i}\right) \quad (11)$$

$$C_i = R_{i0} + r_c \frac{U_0'}{|\vec{V}_0'|} \quad (12)$$

$$C_j = R_{j0} - r_c \frac{V_0'}{|\vec{V}_0'|} \quad (13)$$

椭圆型和香蕉型权重函数的 d_k 被称为“有效距离”。分析中 H 、 T 、 P 用圆型权重函数, U 、 V 、 RH (相对湿度)可任选一种。当选①时,圆型权重函数应用于所有格点。当选②时,在观测点风速大于限定风速 V_c 时,使用椭圆型影响函数,其他点仍用圆型函数。

$$V_c(p) = \begin{cases} 25.0 - 0.02p & p > 500\text{hPa} \\ 15.0 & p \leq 500\text{hPa} \end{cases}$$

当选③时,在观测点风速大于 V_c ,流线曲率半径小于初始影响半径3倍时,用香蕉函数;若曲率半径不满足上述条件,用椭圆影响函数;若风速、曲率半径都不满足上述条件,使

用圆型函数。

2.2 程序结构及功能

由于客观分析由主程序及许多子程序组成,为了对程序流程有一个全面清晰的了解,这里给出程序框图(图2),框图内子程序功能的详细描述可参见系统使用手册。

2.3 客观分析网格设计及输出结果

客观分析是与中尺度模式(MM4)配套设计的,采用模式跳点网格(图3)。

U 、 V 在DOT(即“·”)点, H 、 P 、 RH 在CROSS(即“X”)点。网格中心、格点数、格距都可调整,还可进行嵌套细网格分析。

客观分析输出1000—100hPa 10个标准等压面CROSS点的温度,DOT点的高度、 U 、 V 风场;1000—300hPa 6个标准等压面CROSS点的相对湿度;以及地面DOT点的 U 、 V 风场,CROSS点的相对湿度等。

3 诊断分析及图形显示

客观分析结果可以很方便地进入各诊断分析程序,通过调用NCAR绘图软件生成图形文件并显示。

3.1 基本场图形生成

可生成的图形文件有:单站风矢量;流线;高度场;温度场;湿度场(相对湿度、比湿或露点温度)。

以上各要素均为10个标准等压面层,其中流线和湿度场是日常业务分析中没有的,对于夏季造成强天气过程中小尺度系统的分析是很有帮助的。另外,还可生成地形等值线、海平面气压、地面气压、地面温度等图形文件。

3.2 物理量诊断

系统物理量诊断包括涡度、位涡、等熵位涡、散度、垂直速度、地转风、无辐散风、位温、相当位温、湿球位温、混合比湿、总温度、静力稳定度等,还可以根据需求随时增补诊断物理量。以上诊断结果不仅可以生成10层等压面任意层次的图形文件,还可生成垂直剖面及单点或面积平均的垂直廓线图形文件。

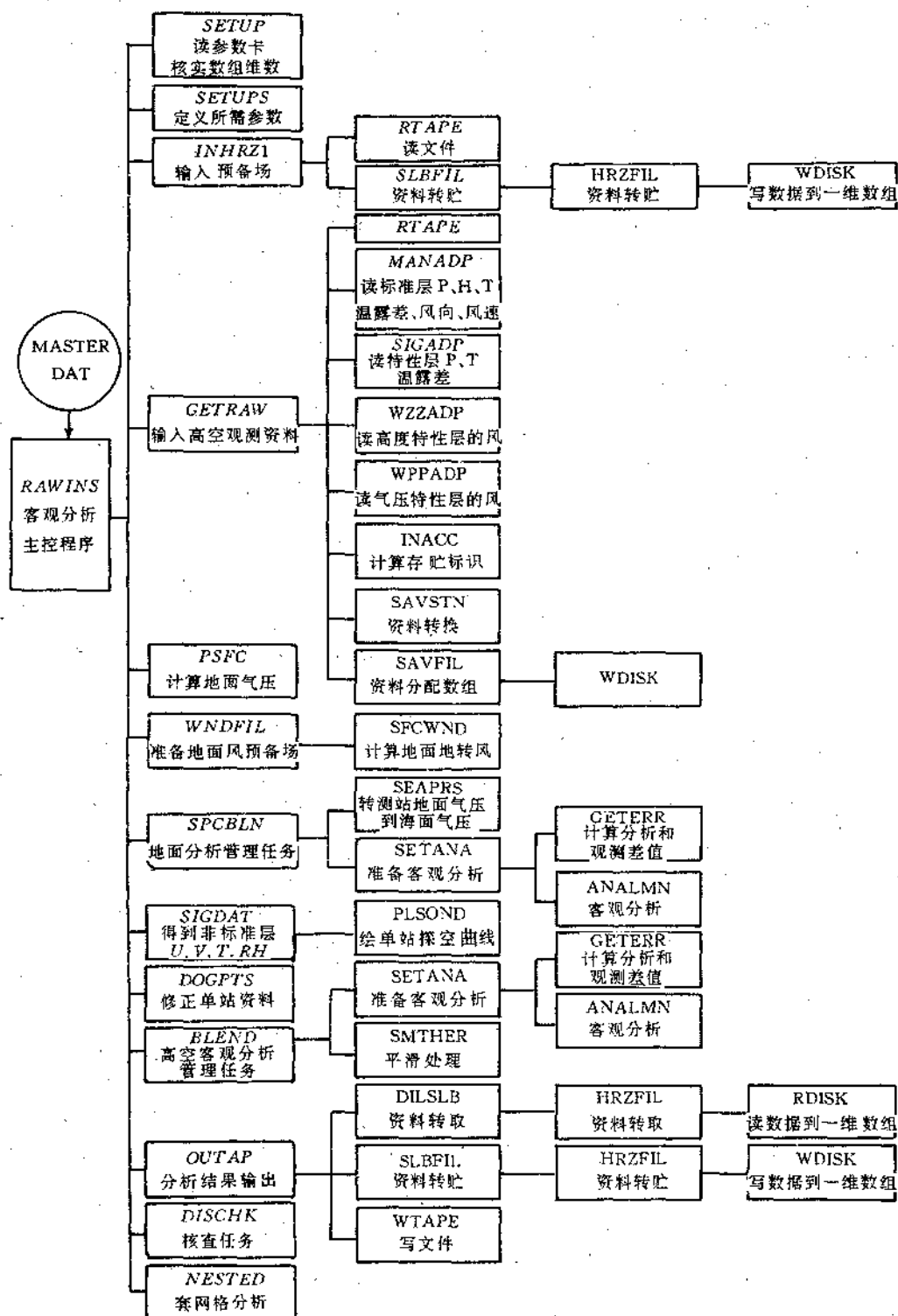


图2 客观分析流程图

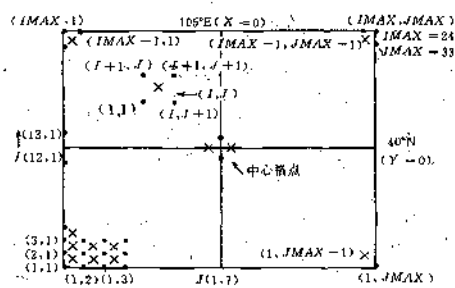


图3 水平跳点网格

3.3 图形显示

图形文件通过调用显示程序可以在屏幕上显示各种计算结果,也可以进行图形叠加,把不同要素,如高度、温度、水汽或风场等叠置在一张图上,或把同一要素不同时次的图叠置在一张图上,重叠场以不同颜色显示,这对预报综合分析是很有帮助的。

图形文件也可以通过转换,在绘图仪或打印机上输出。

4 系统使用情况

该系统经在兰州市和定西地区气象局业务试运行,使用结果表明:

4.1 操作方便

整个系统采用FORTRAN语言编程,使用者可通过菜单选择使用。为了便于业务应用,我们最大限度地减少了对话式参数输入。

对客观分析这样的大型程序,控制参数由名为MASTER·DAT的参数卡给出,使用时只需在参数卡中修改参数,一般情况下不需改动程序。

4.2 客观分析质量较高

大量的分析结果表明,该客观分析与人工分析基本一致,特别是对风场处理较好。我们曾与二维最优插值客观分析风场进行过比较,发现除大尺度系统基本一致外,NCAR客观分析在中尺度系统分析上占有优势。

4.3 系统运行时效高

从原始报文输入至图形显示,完成一次全过程,在386微机上需时约10分钟。

考虑到目前地级台站用预报场作为客观分析预备场资料来源的困难,在使用中以前一时次的分析场作为当前客观分析的预备场。这样只要获取一次预备场(国家气象中心 T_{42} 预报资料或区域数值模式提供的产品)即可连续运行。当然,选择理想的资料作为每次客观分析的预备场结果会更好,随着通讯条件的改善,这将得以实现。

参考文献

- 1 Nelson L. Senman, Philip Hangerson. PROGRAM RAWINS Documentation and User's Guide. Boulder, Colorado, PSU-NWPLIB-0020-82. 1985.
- 2 G. P. Cressman, An operational objective analysis system. Mon. Wea. 1959, 87: 367-374.

The Application of Supporting System of Real-time Meteorological Data to Microcomputer

Chen Weimin Chen Yongwei Shen Bin

Wang Pinglu Zhang Jinsheng

(The Meteorological Bureau of Gansu Province, Lanzhou 730020)

Abstract

Real-time Meteorological Data Application Supporting System includes real-time meteorological data processing, objective analysis and diagnosis. The system is operated simply. It can produce high qualitative analysis. It not only increases messages greatly for operational forecast but is also a useful tool for synoptic research.

Key Word: microcomputer real-time data analysis diagnosis\ configuration display