

T63 数值预报产品图形处理系统

庄建敏

(国家气象中心,北京 100081)

提 要

用于 T63 数值预报产品输出的图形系统是一个具有资料获取、数据建库、数值内插、等值线求算、平滑、图形显示和人工干预等多种功能的实时业务系统。该系统用户界面友好,操作简便,产品内容丰富,图形分析质量高、速度快、实时性强,是进行天气预报和数值预报分析的有力工具。

关键词:数值预报产品 图形处理 显示输出

引 言

在 T63 中期数值预报业务系统中,数值预报产品的图形显示及输出是数值预报后处理的一项主要工作,它将数值预报模式产生的大量数据结果,用直观、形象的图的形式生动地描述出来。它所制成的图形产品,除供本中心的预报员和科研人员使用外,还对其中一些重要的天气分析图,采用传真方式向全国各级气象台站进行广播。

T63 的图形产品,分别由国家气象中心 CYBER 计算机上的 T63 图形处理系统和 VAX 计算机上的 T63 图形处理系统实时制作,互为备份。图形处理包括资料获取、数据建库、数值内插、等值线求算、平滑、高低压等特征的准确标识、图形显示和人工干预交互处理等多种功能。

1 T63 图形处理系统运行环境

1.1 CYBER 计算机上的 T63 图形系统运行环境

1.1.1 硬件环境

CYBER 计算机上的 T63 图形系统是一个由网络连接的多机处理系统,在分布式环境下,各自实现不同的功能。其硬件配置见图

1,设备全部由 CDCNET 局域网互连,通过网络结点之间的文件传输及网络控制功能,实现相互通讯、传输数据的目的。

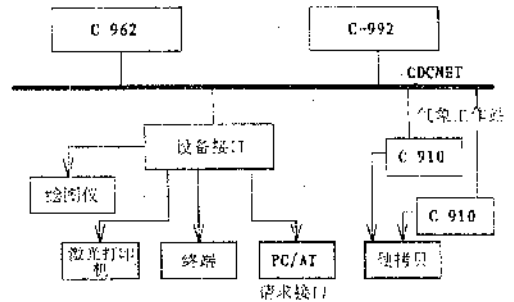


图 1 CYBER 计算机上的 T63 图形系统硬件配置图

CYBER 计算机主要负责图形系统的控制, T63 资料建库, 图形处理及图形产品的调度和管理; 形成的 T63 图形产品既可在 C-910 工作站上显示, 也可以送激光打印机或其它的外设输出; 图形系统的用户操作平台是微机, 用来实现对图形产品的结构描述, 分发传送等交互处理。C-910 工作站除了进行图形显示外, 还可通过交互方式进行图形修改。

1.1.2 软件环境

图2给出了CYBER计算机上T63图形系统软件环境及简单结构。

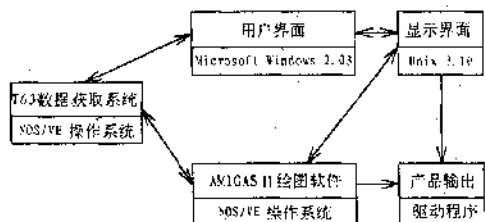


图2 CYBER 计算机上的 T63 图形系统软件结构

T63 数值预报的图形产品是在 Amigas II 基础上制作的,而 Amigas I 则依赖于 NOS/VE、Microsoft Windows 2.03 和 Unix 3.10 的支持。系统提供的用户界面是菜单式的窗口,全部操作均可以由鼠标器和键盘来完成,不需要用户自己编程,操作简单,使用方便。

1.2 VAX 计算机上的 T63 图形系统运行环境

1.2.1 硬件环境

VAX 计算机上的 T63 图形系统,是在 DECNET 网络的支持下,以 VAX 计算机作为图形系统的主处理机,负责系统的控制、数据获取、质量检测及图形制作等;VS3100 工作站作为辅助处理机,协助 VAX 计算机进行图形的传输及输出控制,并在必要时取代 VAX 计算机作为主处理机,以保证业务的正常运行。其硬件见图3。

形成的 T63 图形产品既可以在 LAS2100 激光打印机和 LG31、LG02 行式打印机上输出,又可以在 VS3100 工作站及 VT340 终端上显示。

1.2.2 软件环境

在 VAX 机上,T63 数值预报产品的图形处理是在 MAGICS 基础上制作的,图形系统的系统服务和图形代码转换及与设备无关的调用等功能则由 VMS 操作系统和 GKS

图形核心系统提供。其软件环境和结构见图4。而 MAGICS 2.0 也是建立在 GKS 和 VMS 基础上的气象专用绘图软件,所以 T63 产品的图形制作是完全依赖于这3个底层软件的。



图3 VAX 计算机 T63 图形系统硬件配置图

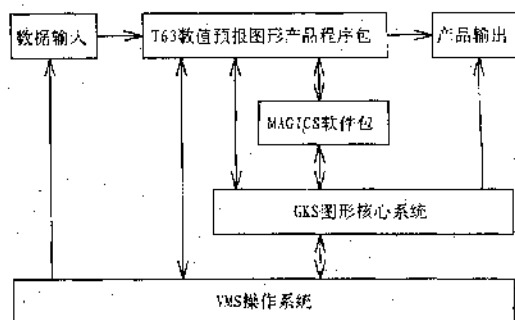


图4 VAX 计算机 T63 图形系统软件结构

2 T63 图形系统的主要功能及特点

2.1 主要功能

2.1.1 分析图的处理

T63 图形系统的分析包括各种气象要素场、物理诊断量场的等值线分析,风矢量场和流线场分析以及差分场(即由一个格点场中减去另一个格点场)分析等3部分。

等值线的标值是沿其切线方向填绘的。等值线是否标值以及线间距的调整由用户自由选择输出。在同一张图中允许设置几种不同的线间距,对于等值线的线型,系统设有3种选择:实线、虚线和点线。并且对一些特定的要求还可以加上阴影、线加粗等处理。在风矢量场、流线场分析图中,风向标的大小、着重点、密集度和线型等参数项,可根据需要做出多种组合。

2.1.2 背景地图及投影处理

T63 图形系统分别配有专用的地理信息库,提供 20km、10km、3km 3 种分辨率的地理信息。并且还提供了 4 种地图投影:麦卡托投影、球体投影、极射赤道投影和兰勃特投影。

其中一种分辨率的地理信息可以与这 4 种投影中的任何一种构成一幅背景地图。

2.1.3 人工干预处理

T63 图形系统的人工干预处理提供了一种可在显示屏幕上对系统自动分析的图形,用鼠标器直接进行修改操作的能力。除此之外,还包括画槽线、画冷暖锋面、画天气符号集和文本书写等处理。修改后的信息将取代前面的内容被存放在图形库中。

2.1.4 图形叠加和动画处理

T63 图形系统可以将几种图形叠加在一张天气图上,叠加的内容由用户自选。在工作站上,重叠场以不同的颜色显示,由黑白激光打印机输出的图形,则以不同的线型和线宽加以区分。

T63 图形系统的动画显示功能是将一系列的单张图进行有序的排列,在确定每帧(1 张图)的显示时间后,连续进行显示,形象反映天气的发展和大气演变过程。

2.2 系统主要特点

2.2.1 实时性强

实时性强,出图时效快是 T63 图形系统的主要特征之一。为了满足实时业务的要求,T63 图形的软件处理系统设计了调度管理控制程序,实现作图子任务的自动生成和多任务的控制处理,使出图时间尽可能提前,保证了在早上天气会商前,预报员看到 T63 图形产品。

2.2.2 质量可靠

图形产品的质量,将直接关系到天气预报的效果。因此,T63 图形系统注意选取较合理的分析方案和等值线算法,使图形产品分

析准确、规范、曲线光滑、天气系统反映清楚。

2.2.3 使用简单

为了方便用户使用,T63 图形系统提供了两个用户界面——用户请求界面和图形显示界面。使用两个界面提供的环境,用户一般不需编程,或只需少量编程,就可以完成 T63 图形产品的制作、显示、修改等操作。预报人员很容易掌握。

另外,在显示屏幕上,使用鼠标器还可以进行开窗、放大、漫游、叠加图、改变色彩等处理。

3 基本原理与算法

3.1 绘制等值线的基本规则

等值线图是气象图的主要内容。在等值线的绘制中,对已知函数 $P=f(x,y)$,若正确的画出等值线 $f(x,y)=Z$,必须符合下述要求:

(1)一根等值线通常是一条连续曲线,且同一等值线上的要素值处处相等。

(2)等值线一侧的数值必须高于另一侧的数值。因此,等值线应在一个高于某等值线的点和一个低于某等值线的点之间通过,即存在一条等值线的必要条件:

$$(Z - Z_{i,j}) \times (Z - Z_{i+1,j}) < 0$$

其中 $Z_{i,j}$ 为某矩形网格点值; Z 为某一标准等值线值。

(3)等值线不能相交,不能分支,不能在图中中断。

(4)由于受等值线所在域的限制,等值线既可能是闭合曲线,也可能向域外延伸(开口线)。

3.2 等值线算法

T63 中期数值预报模式提供给绘图处理的数据格式为 $1.875^\circ \times 1.875^\circ$ 等经纬度网格点上的各种气象要素值。在绘制等值线前,首先需要进行离散点的网格化处理,通过数学变换,将经纬度格点值转插到 $X-Y$ 平面矩

形网格点上。而矩形网格($m \times n$)间距的大小直接影响绘制等值线的精确程度和计算速度,所以具体使用哪一种间距需要在精度要求和计算时间之间做一折衷。

3.2.1 等值线逼近

经过网格化处理和插值变换后,我们得到规则的 $(n+1) \times (m+1)$ 个网格的数据场 g_0, g_1, \dots, g_n 。对于已知的数据场 g_0, g_1, \dots, g_n ,发现等值线 $f(x, y) = Z$ 的一种较普通的方法是将 g_0, g_1, \dots, g_n 作为控制顶点去构造一组基函数 $P(x, y)$,使得 P 最精确地逼近等值线 $Z, P(x, y) = Z$ 或 $P(x, y) = f(x, y) = Z$ 。但 P 无法与 Z 上的每一点的精确度一致。解决这一问题的较好方法是,曲线可通过控制顶点的重叠来影响等值线靠近控制顶点的程度达到最小。

3.2.2 等值线拟合

所谓的等值线拟合问题是要求满足3.1中绘制等值线的基本规则,经过或接近已知的一些等值点的曲线。

在CYBER计算机的T63图形系统中,等值线拟合方案选择的是三次样条曲线拟合。VAX计算机T63图形系统的曲线拟合算法为Conicon二次等值线算法。

这两种拟合算法的详细描述在普通的计算方法书中均可查到,这里就不再具体讨论。

4 T63业务系统的图形产品

4.1 数据的输入及转换处理

日常实时业务的数据输入方式是,从T63专用场库中检索全球或东亚区域的要素场格点资料,其分辨率为 $1.875^\circ \times 1.875^\circ$ 。对于一些非实时的数据,还可以从磁盘中的数据文件中获取,其分辨率较灵活,可以是 $1^\circ \times 1^\circ, 2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 或 $5^\circ \times 5^\circ$ 等多种选择。其它磁介质如磁带、软盘上的资料,均需传到磁盘后,方可作为输入数据。输入数据的起始方向为:

(1)全球资料

纬度方向: $90^\circ \rightarrow 0^\circ \rightarrow 90^\circ S$

经度方向: $0^\circ \rightarrow 180^\circ \rightarrow 0^\circ$

(2)东亚区域资料

纬度方向: $63.75^\circ \rightarrow 15^\circ N$

经度方向: $69.375^\circ \rightarrow 144.375^\circ E$

数据的转换处理是指对输入数据所进行的换算,以保证输入值的单位与图形输出所要求的单位一致。具体处理方法如下:垂直速度(WP) $\times 10^2$;涡度(VO) $\times 10^5$;散度(DI) $\times 10^9$;水气通量散度(RA) $\div 100$;温度(T) -273 ;假相当位温 $\theta_{se}(TB) - 273$ 。

4.2 T63图形产品的输出方式

T63图形系统在形成标准的图形代码后,经过相应的原码转换,在下列设备上输出:①910和VS3100图形工作站;②LAS3100和HP II激光打印机;③传真广播原码文件;④CH-5312彩色硬拷贝机。

目前,T63实时业务系统使用前3种输出做为主要的服务工具,由于屏幕显示速度快,所以日常业务中的大部分图形产品均由工作站显示。并且一屏可以并列排放4张内容各异的天气图,有利于预报员进行对比分析。少量的纸页输出只做为历史资料保存。

每日的数字传真广播图,是由VAX图形系统制作的,图形系统生成传真图原码文件后,送到太极计算机,直接进行不落地传真广播。

4.3 T63图形产品目录

表1 数值预报运控室使用的T63图形产品目录

图名	要素代码	时次	时效	层次	绘图范围
高度图	7(GH)	00 (只包括 时效为 00的图)	00,24,	500	北半球
风矢 盘图	33(V) 34(V)		48,72,	850	
海平面 气压图	2(PR)		96,120,	海平面	
			144,168		
雨量图	54(ET)	12	36,60, 84,108, 132	地面	东亚

表2 中央气象台使用的T63图形产品目录

图名	要素代码	时次	时效	层次	绘图范围
高度图	7(GH)	00 (只包括时效为 00的图) 12	00,12,	100,200,	北半球
温度图	11(T)		24,36,	250,300,	
风矢量图	33(U) 34(V)		48,60,	400,500,	
垂直速度图	40(WP)		72,84,	700,850,	东亚
涡度图	41(VO)		96,120,	1000	
散度图	42(DD)		144,168	海平面	北半球
海平面气压图	2(PR)		36,60,72,80,	地面	东亚
雨量图	54(ET)		96,108,120,132		

表3 T63有线广播传真图产品目录

要素	代码	单位	层次	时效	范围
高度	GH	m	500	00,24,48,72,96,120	北半球
涡度	VO	$10^{-5} \cdot s^{-1}$	500	24,48,72	东亚
涡度平流	VB	$10^{-11} \cdot s^{-2}$			
温度平流	TC	$10^{-6} \cdot ^\circ C \cdot s^{-1}$			
温度	T	$^\circ C$	850	00,24,48,72,96,120	东亚
变高	DH	m			
垂直速度	WP	$10^{-2} Pa \cdot s^{-1}$	700	00,24,48,72	
水汽通量散度	RA	$10^{-10} g \cdot hPa^{-1} \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$	700	24,48,72	
θ_{se}	TB	$^\circ C$	850	00,24,48,72,96,120	东亚
温度	T	$^\circ C$			
水汽通量散度	RA	$10^{-10} g \cdot hPa^{-1} \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$	850	24,48,72	东亚
θ_{se}	TB	$^\circ C$			
温度露点差	TH	$^\circ C$	850,200	00,24,48,72	北半球
散度	DI	$10^{-6} \cdot s^{-1}$			
气压	PR	hPa	海平面	00,24,48,72,96,120	北半球
降水	ET	mm	地面	36,60,84,108	东亚

参考文献(略)

The Graphic System Used in T63 Products Output of NWP

Zhuang Jianmin

(National Meteorological Centre, Beijing 100081)

Abstract

The graphic system is a real-time system which has been playing an important role in T63 products output of NWP. This system provides a lot of functions, such as acquiring data, building database, quality control, data conversion, curve fitting, graphics display, artificial intervene and etc. Its special features are of easy operation, convenient to be used, plenty of products, high qualitative analysis, short running time, and providing accurate graphic products for forecasters or other users. So, it's a powerful tool for the making of weather prediction and meteorological research.

Key Words: NWP products graphics process graphics display and output