

天气预报图形(象)显示系统

马中元

(江西省气象台)

天气预报图形(象)显示系统设计的目的,是取代目前地(市)台传真、填绘图业务,逐步取代省台部分填绘图,达到改变传统手工作业方式,实现天气图形(象)在屏幕上操作和计算机控制作业流程。整个系统预计2—3年完成,部分产品已在省台和地(市)台投入业务使用。

一、开发环境与混合语言编程

1. 开发环境

图形(象)系统在3.0以上DOS版本环境下运行,对硬件要求不高,显示卡支持EGA、014、VGA、TVGA等,打印机支持10余种型号。图形支撑软件是NCAR GKS绘图软件包。

图形核心系统GKS是为应用程序服务的基本图形系统。它可在基本图形输出设备上产生二维或三维图形。这些图形由折线、多点记号等基本图形的基本语句构成,可有不同的变换以支持平移、旋转、放大和缩小功能。NCAR绘图软件包具有较强的绘图功能,输出的图形数据文件是一个与设备无关的GKS坐标系文件。因此,NCAR GKS不仅为应用程序提供了基本的开发环境,而且程序与设备无关。大大提高了图形应用程序的可移植性。

2. 混合语言编程

根据图形(象)不同特点及要求,所选的程序设计语言主要有:C语言、BASIC、FORTRAN、宏汇编MASM等语言。C语言主要用在云图处理、时钟控制、菜单外壳

等方面;Turbo BASIC具有较强的处理能力且灵活,主要用在数据的处理和业务流程控制等方面;FORTRAN语言则用在天气图底图、等值线等计算场合;宏汇编语言主要解决中断、图形(象)显示和打印输出,以及直接对硬件进行控制的低层接口上。混合语言编程能充分发挥各语言的长处,是目前比较流行的程序设计方法。

3. 图形(象)采用的标准

图形采用NCAR GKS坐标系文件标准,可以在VGA卡640×480-16色和TVGA卡1024×768-16色方式下显示,打印以1024×1024和2048×2048分辨率输出。图象以显示缓冲区4位面映像方式,支持VGA卡640×480-16色和TVGA卡640×480-256色显示方式,可以进行16级灰度和64级灰度显示。还可以在彩色打印机上输出640×480-8色图象。

二、图形(象)产品及其生成技术

1. 数据预处理

数据的预处理,包括网格点数据拼接、数据二进制文件压缩、常规报告库的压缩等处理。有关这方面详细内容我们在另一篇文章中介绍。

2. 天气图底图的生成

天气图底图的生成使用了NCAR GKS中投影地图模块。该模块提供10种投影方式,每种投影地图都有大陆轮廓、国界、州界、省界线和经纬线等内容。地图中心位置、地图范围、投影方式、经纬度间隔均可由用户任意指定。底图精度受轮廓数据精度限制,

大陆轮廓数据精度为0.01, 美国州界数据精度为0.001, 国界、省界和长江、黄河数据精度在上述两者之间。

大多数情况下, 常使用兰勃托保角圆锥投影, 两条标准纬线为 30°N 和 60°N 。为使用方便, 编制子程序生成天气图底图, 用户只需给出几个参数就可以给出所需要的天气图底图。

2. 常规天气图要素填绘

常规天气图是预报分析的基础, 本系统设计目的是用计算机绘制取代手工填绘业务。要素填绘涉及较多方面, 既要在屏幕上显示, 又要能打印输出。显示存在着分辨率和显示速度问题, 解决分辨率就需局部开窗放大, 解决显示速度最好的办法, 就是直接向显示缓冲区里写。打印显然可以提高分辨率, 但幅面过大打印速度明显下降。我们选择VGA/TVGA显示器。因为它的显示分辨率为 $640 \times 480/1024 \times 768$, 并能进行局部开窗放大。打印图分辨率为 2048×2048 , 正好设计成一张宽行打印纸尺寸, 便于使用。由于采用直接向显示缓冲区里写的方式, 显示一幅图只需几秒钟。打印一幅图取决于打印机速度, LQ1600打印机只需100秒左右。这种显示和打印速度, 基本上能满足业务使用的需要。

要素填绘首先要解决x、y坐标和经纬度坐标的转换, 输入的经纬度坐标值可投影到NCAR GKS坐标系中。在兰勃托投影图中, 字符、符号的旋转, 风向的填绘都要符合填图规定。所要填的站点由区站号文件控制, 可任意选择。所填的要素也可由要素文件控制(高空5要素, 地面17要素)任选。为方便用户, 经纬度坐标转换, 风向风速填绘, 字符、符号旋转等都编成子程序, 并加进NCAR GKS.LIB库文件中。

3. 等值线图的处理

绘制等值线图主要有两种方法, 即矩形网格点等值线和不规则离散点等值线。欧洲

中心, 日本和北京 $T_{4,2}$ 等值线图采用网格点方法, 常规天气图等值线分析采用离散点方法。这两种方法都在NCAR软件包中, 按调用格式处理好数据后即可调用。

数据的处理是按习惯以ASCII码形式排放在一起, 这样便于用户使用。等值线绘制程序按一定格式读取数据, 计算出等值线坐标值, 这个坐标值符合NCAR GKS虚拟坐标系标准。坐标系中还保存了时间、层次、类型、时效等信息。网格点数据比较容易计算, 计算等值线速度比较快, 用386微机计算 $20-70^{\circ}\text{N}$, $30-160^{\circ}\text{E}$ 范围的等值线只需3秒钟。离散点采用三角形网络 C_1 平面插值法计算, 速度较慢, 约是网格点的两倍左右。业务流程中, 我们将等值线数据的计算与显示或打印图形分开处理, 每天只作一次计算处理, 结果保存在网络硬盘上, 用户可以随时调用, 显示速度大大提高。

4. 展宽云图与等值线叠加

云图和等值线图的叠加主要解决投影转换问题。云图选取 $10-50^{\circ}\text{N}$, $95-135^{\circ}\text{E}$, 窗口按兰勃托投影处理, 并套上经纬度、海岸线、国界等地理坐标。等值线图主要使用北京 $T_{4,2}$ 物理量(N区范围), 先显示云图然后加上等值线。

(1) 展宽云图的处理

展宽云图有两种方式显示, 256种颜色(或64级灰度显示)和16种颜色(或16级灰度显示)。前者虽然显示速度较慢, 但能获得高精度图象; 后者在颜色层次上受到损失, 但显示速度很快, 可以实现动画、漫游等功能, 云图的显示程序全部采用汇编语言编写, 出图速度快, 且能控制切换不同颜色。为分析使用方便, 在16级灰度云图上还增加选层、变色及相应云顶温度显示等10多种功能。

(2) 等值线图的处理

等值线图处理方法和前述相似, 不同之处是投影范围。考虑到资料的索取, 叠加等

值线选取 $T_{4,2}N$ 区范围,即 20°N — 70°N , 100°E — 130°E , 这个范围符合江西省天气预报的需要。

三、显示和打印功能

图形(象)的显示和打印是最基本的输出方式,人机交互(操作)尽量简化,但由于省、地(市)台预报任务分工不同,共享资料的权限不同,远程和本地终端不同等因素,图形(象)交互软件难以统一,但基本模块是相同的,用户可以利用各模块功能自行开发交互软件。

1. 显示功能

(1) 菜单式显示

① 主菜单

图形(象)的显示可以用主菜单程序控制。它提供常规要素天气图,区域天气图,欧洲中心、日本、北京 $T_{4,2}$ 等数值预报,云图,雷达回波图和其他图形(象)产品。主菜单使用汉字提示,操作比较简单。

② 子菜单

大多数图形(象)产品都具有子菜单,这些子菜单可以实现图形(象)的各种操作,其中包括业务处理流程、计算上网、打印输出等项目。

(2) 命令行式显示

图形(象)的显示可以在DOS提示符下直接使用命令行方式实现。在某种情况下,这种方式更为方便和灵活,它是构成图形(象)系统的最小程序(模块)单位。我们将一些显示功能编成命令行式文件,用命令行参数控制其流向,这些文件构成一个个功能模块(如动画、漫游、放大、同屏等)。考虑到运行速度,这些模块都用汇编语言编写。

2. 打印功能

(1) 高精度图形打印

图形采用NCAR GKS标准,打印程序只编制两种, 1024×1024 分辨率和 $2048 \times$

2048 分辨率。这两种打印程序支持TH3070、M2024、LQ1600、AX1900、NEC6300等10多种打印机,并且有放大(1:4)和同比例(1:1)选择。一般 1024×1024 分辨率打印程序用在输出线条比较简单(如等值线)的图形上。而 2048×2048 分辨率打印程序则用于输出要素填绘等复杂的图形。由于采用汇编语言编写,打印速度很快(1)。

(2) 屏幕硬拷贝程序

屏幕硬拷贝是一个中断驻留服务程序,它修改了原INT5的中断入口地址,按打印屏幕键(Prtsc)就进入屏幕硬拷贝程序。

屏幕硬拷贝程序有黑白和彩色之分。黑白的硬拷贝程序只有 640×480 (VGA方式)分辨率一种,彩色的硬拷贝程序有 640×480 和 1024×768 (TVGA)分辨率两种。其中彩色硬拷贝程序对输出8色云图和雷达回波图有用,但运行速度很慢。屏幕硬拷贝程序提供了为其它图形、图象(任一)打印输出功能,但分辨率受屏幕的限制,速度也较慢,业务中很少使用。

四、图形(象)系统业务流程

1. 图形产品

每天业务运行定时处理图形产品项目有:日本高度场和气压场0—72小时预告;北京 $T_{4,2}$ 物理量场108幅;欧洲中心高度、气压、温度和风场0—144小时预告;常规地面、850、700、500hPa要素图;江西省区域图;T-lnP图和测风图。汛期还要增加湖北、湖南区域图,武汉暴雨模式图等160多幅图。这些图按照原始报文资料来源时间不同,有两种处理方法:一是定时自动检索处理;二是非定时手工指定处理。前者不需要人工干预,由计算机按照时间分别检索资料情况,并针对现有资料进行处理。这种方法的好处是全自动,对资料的处理比较及时。但是独占了计算机资源,使机时没有充分利用。后者是人工操作,当原始资料收到后,可以分

别启动不同模块来处理。好处是处理完资料后，计算机可以用于其他工作，不足之处是需要人工操作和及时性差些。实际业务运行中我们主张采用前一方法。

2. 图象产品

图象产品主要是每小时1张的低分辨率云图和高分辨率展览云图，这两种分辨率云图都有红外（IR）和可见光（VIS）两种。图象产品数据量很大，例如低分辨率云图一幅 640×450 的映象文件（8色）需108kB字节，通过采用非保真数据域压缩法，压缩后的云图数据量为12kB左右，非保真图以不损失云系统信息，能满足预报分析最低限度为前提。通过两年来在地（市）台的使用，效果是好的。高分辨率云图数据有两种：一是 640×480 -16色的映象文件需154kB字节；二是 512×480 -256色的数据文件需246kB字节。这两种数据经压缩处理后（全保真）为80kB和110kB字节，只提供专线远程终端或本地终端使用，其中专线远程终端只调用压缩文件。对于程控电话远程终端我们还提

供分区（6个区）云图。程控电话终端根据自己的需要调用所需的区，这些区可以拼接在一起，也可以单独显示。对于为节省电话费和不需要太大的云图范围的用户是有利的。

3. 加工产品

加工产品主要包括云图和雷达回波叠加，云图和物理量等值线叠加，立体云图显示，500、700、850hPa、地面4层立体显示等。这些产品只是在需要时再处理，日常业务中并不经常使用。

五、结束语

图形（象）显示系统主要是为了取代地（市）台的传真和填绘业务，为地（市）台增加大量信息。同时系统提供的功能和产品也适用于省台，软件稍作改动（选择）即可应用在县级终端上。今后本系统在业务使用中将不断完善和充实。

参考文献

- 马中元，利用24针打印机输出高精度天气图，气象，1991年第11期。