

气象卫星云图资料微机处理系统

俞富忠

提 要

本文介绍了气象卫星云图资料微机处理系统的组成,设计方法以及系统中已实现的各项功能。在气象业务部门中使用该系统,可以从卫星云图资料中获取更多的气象要素,大大地提高了云图的使用效率。

黑白传真云图为大面积监测灾害性天气提供了有效的工具,在天气预报中发挥了较大的作用,但是这种云图还不能给出云顶温度等参数定量化的信息。本文介绍的气象卫星云图资料微机处理系统能实时显示伪彩色增强云图,资料以数字形式存贮归档。根据这样的图像和资料可以迅速得出云顶的温度分布廓线,定量地估计系统性降水和夏季强对流性降水,估计云体发展和云系的移动速度,推断高空风的方向,为研究热带气象,海洋和陆地的温度分布特征提供了可靠的资料。

一、系统的组成

图1是系统组成方框图。它由IBM-PC/XT型微处理机及有关外围设备组成。微处理机的CPU是8088,时钟频率4.77MHz,可寻址范围为1M字节,但系统中只有 51^2 K字节的内存。除了操作系统占去的内存,用户可用400K字节。两个软盘可存贮720K字节的资料。软盘I中存贮系统操作软件。软盘II可用于存贮数字化资料。在容量为10M字节的硬盘上建立了一个称为DATA64的根目录,在这个目录下存贮着数字化的云图资料,还存贮8个时刻的动画显示图像。整个硬盘若不考虑其它用户占据,可存贮40张云图资料。

高分辨图型显示适配器可将显示器初始化成 640×400 个像素,16色的彩色显示终端。

彩色打印机是日本生产的M1570型24针打印机,可以打印8色高密度图像和文字资料。

A/D转换器具有8bit转换精度,60us/样本的转换速度。

气象卫星云图资料微机处理系统接口器将卫星高频接收机送来的2400Hz受图像调

幅的信号作进一步解调得到图像信号，同时也产生同步信号。这两路信号同时送给 A/D 转换器将其采样。

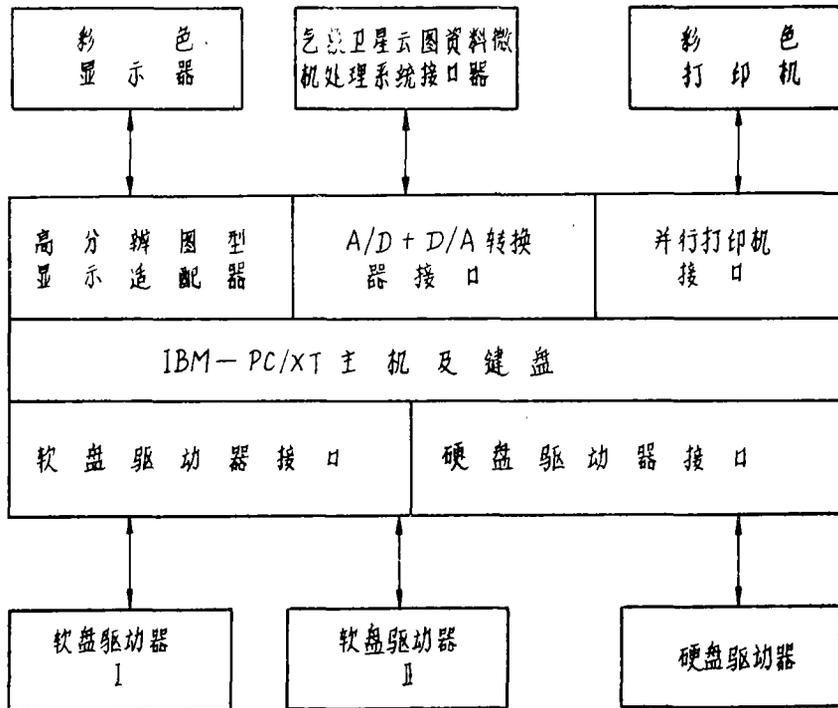


图1 气象卫星云图资料微机处理系统组成

二、系统设计方法

用 IBM-PC/XT 微处理机处理气象卫星云图资料，除了要设计图像的解调等无线电路外，还要设计大量图像显示软件。线路的设计技术要求比较高，因为常规检波技术并不能提取信号，要用高价有源滤波或复合式无源滤波技术。分离同步信号要用无线电锁相技术。软件的编制既要考虑时效性（即执行速度快），又要有实用性（即使用方便）。内存的分配要井井有条，否则因程序多，占用内存量大，实际能放置卫星图像资料的内存就小了，这就不能充分发挥微处理机的效率。下面从两个方面介绍这个系统的设计要点。

1. 气象卫星云图资料微机处理系统接口器的设计。

图2是接口器的框图。由卫星天线接收到的 GMS 发送的低分辨传真云图信号，极轨卫星发送的 APT 信号是调频、调幅信号，由高频接收机解调后得 2400Hz 的调幅波。将调幅波送到接口器中，由锁相环路锁相并经过分频产生同步信号，而由滤波器滤去载波得到图像信号。滤波器、锁相环路是通过如下具体线路实现的。

滤波电路中首先对 2400Hz 调幅波作全波整流，整流后的载频由 2400Hz 变为 4800Hz，

而载波的包络是 $0 \sim 1600\text{Hz}$ 的图像信号。这就加大了载波频率与图像信号最高频率之间的差值,提高了滤波器的滤波性能。

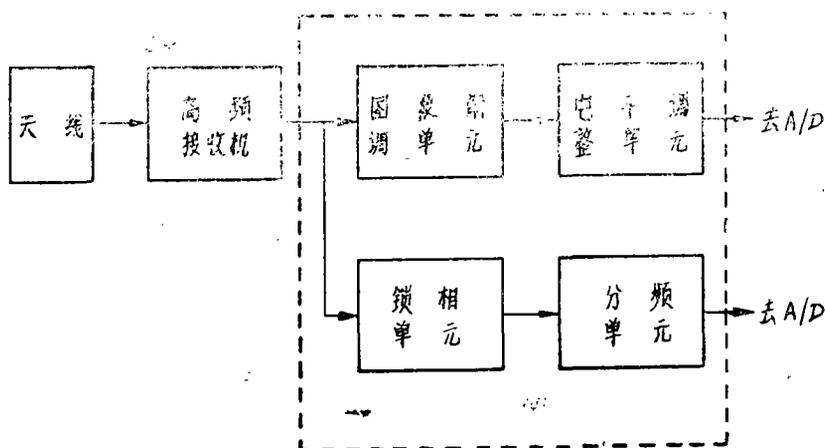


图2 气象卫星云图资料微机处理系统接口器方框图

滤波器可分解为三个 π 型低通滤波器,见图3,中间一个 π 型滤波器以并联谐振回路作为串联电路的元件,旁边两个滤波器又称为K式滤波器,它们的截止频率分别为 $f_{01}=2400\text{Hz}$, $f_{02}=f_{03}=2300\text{Hz}$, $f_{04}=6600\text{Hz}$ 。滤波器可滤去 2400Hz 信号(对 4800Hz 衰减更大),而对于图像信号则很好通过,衰减在 2dB 以下。滤波器输出的图像信号再经电压幅度调整后送到 A/D 转换器。

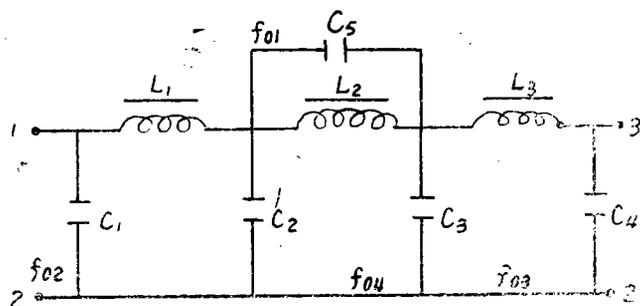


图3 滤波器电原理图

锁相环路由相位比较器,低通滤波器和压控振荡器(VCO)连接成闭环频率反馈系统,见图4。当无输入信号加到相位比较器输入端,其输出端为0,来自低通滤波器电压也为0,VCO工作于设定的频率 2400Hz 上。当有输入信号时,相位比较器将输入信号的相位与VCO输出信号的相位比较,若有差别就产生一个误差电压,它正比于输入信号和输出信号的相位差。当VCO的频率足够接近于输入信号时,锁相环的闭环特性强迫VCO锁定在输入信号频率上。若在锁相环的输入端加上 2400Hz 的调幅信号,则在

VCO 的输出端就输出一个与 2400Hz 同频的方波续列。2400Hz 的方波再经分频就可以得到同步信号。

微处理器通过 A/D 转换器采集到图像同步信号后，开始对图像信号作一连串的间歇采样，每行图像信号可采集 512 个样本，采集的样本立即存贮在内存中，一行采完后进行下一行的采样直至整幅图像采完为止。

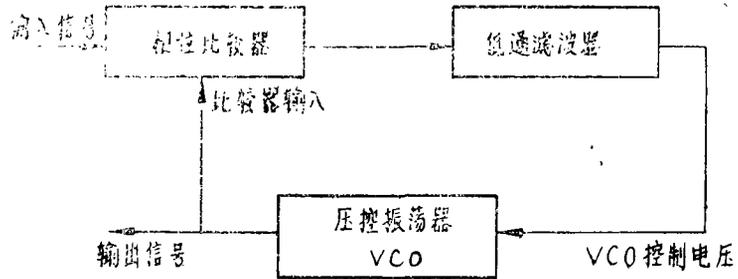


图 4 锁相环内部组成

2. 系统中软件设计

系统中的各项功能由 BASIC 语言编写的管理程序(以下称系统管理程序)统一控制。管理程序运行后将会和操作员对话，索取有关参数，向操作员提供一份份功能菜单，使其不必记住一套硬性规定也能正确操作程序。表 1 是系统管理程序输出的一份功能菜单。系统管理程序还设计了出错陷阱，功能键陷阱，对于输入参数可能有错输入的程序段，用容错技术以防止因输入错误而造成程序的运行错误。图 5 是系统软件执行流程图。开机后由批处理文件(由一系列命令组成的文件)使微机进入 BASIC 语言，并使显示终端进入仿真状态(即可显示多种伪彩色图像)，接着从软盘中调出系统管理程序运行，管理程序给出一份功能菜单，输入相应的功能键即可选择相应的功能，而各项功能都是通过汇编语言实现的。下面以作云图的伪彩色显示(即功能 3)为例来说明汇编子程序实现其功能的原理。

表 1 计算机输出的功能菜单

Choose one of following options

- (1) receive data from GMS
- (2) store data into hard disk
- (3) make color picture
- (4) make medium resolution picture
- (5) make local enlarged picture
- (6) display of classified cloud
- (7) picture animation
- (8) edit picture
- (9) print color picture
- (A) load data from hard disk
- (B) end of this menu

press key 1—B to select function

IBM-PC/XT型微机扩充了高分辨图型显示适配器后即可显示出 640×400 或 320×200 个像素、16色的彩色图像。该适配器有128K字节的图像刷新存贮区。作 640×400 个

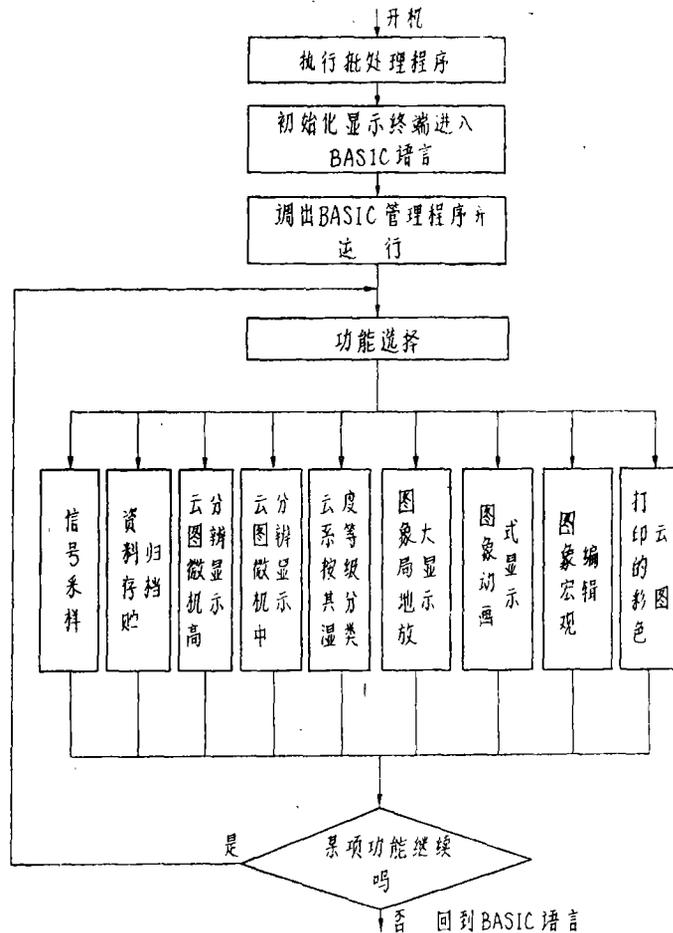


图5 系统软件工作流程图 (图中最右端框中的“是”应改为“否”)

象素显示时只有一页图像，这一页图像又分为4组，每组为32K字节，第一组只显示屏幕上的1, 5, 9, ……，第二组显示2, 6, 10, ……，第3、4组依此类推。表2为简化刷新RAM存贮表。

表2 简化刷新RAM存贮表

余数	显示组	段地址	软开关状态位
0	1	$\Lambda 000$	0
1	2	$\Lambda 800$	0
2	3	$\Lambda 000$	1
3	4	$\Lambda 800$	1

用8088微处理器的汇编语言在屏幕第*i*行($i=0,1,\dots,399$)、第*j*列($j=0,1,\dots,639$)上做出一彩色点就需要按下列步骤进行：(1)决定段地址。根据*i*/4取其余数，若余数为0，则段地址为A000，软开关状态位为0；若余数为1，则段地址为A800，软开关状态仍为0；其余见表2。(2)决定在某段地址内的存贮单元数，它应等于 $\lceil i/4 \rceil \times 320 + \lceil j/2 \rceil$ 取整。(3)决定在某单元中的高四位或低四位。如果*j*是偶数，则为高四位；如果*j*是奇数，则为低四位。(4)彩色编码按表3规则进行。

采样程序获得的数字化资料已按行、列存贮到指定的单元中，数字化资料的范围在0~255内，再作编码压缩到0~15范围内；按前述的四个步骤即可对显示器各个象素进行着色。

表3 彩色编码规则

等级数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
彩 色	黑	兰	绿	青	红	品红	褐	浅灰	深灰	浅兰	浅绿	浅青	浅红	浅品红	黄	白

整个系统的程序清单见附录。

三、系统功能与技术指标

用微处理机处理卫星云图资料，是为了更好地利用这种资料为预报服务，尽可能从中提取更多有用的信息，因此设计了多种类型的汇编程序，如伪彩色高分辨显示程序产生的红外增强云图，云顶的温度廓线清晰，使预报员对云顶、海洋、陆地等温度分布一目了然。局地放大程序可以放大某些小尺度天气系统的图像，使常常易被疏忽的小尺度灾害性天气引起预报员的警觉。动画显示程序能给出几个不同时刻云系演变的过程，使预报员看出云系的生消演变，天气系统的移动速度和方向。云图按其温度等级分类显示程序使预报员看到处于不同高度上的云系的范围和强度，这对判别强对流天气的发生、发展很有帮助。

这个系统的主要处理功能如下：

- (1)实时收集GMS的低分辨资料，极轨卫星的APT资料，资料以8位二进制数表示；
- (2)实时将数字化资料存贮归档；
- (3)将采集到的资料进行伪彩色增强显示，彩色层次为2、4、8、16层任选。伪彩色显示时可视图像区为 640×400 个象素；
- (4)将采集到的资料以 320×200 个象素格式显示；
- (5)对图像进行宏观编辑；
- (6)实现图像的动画式显示。显示的图像多达8幅。每幅图像在屏幕上的滞留时间是任意可调的；
- (7)实现图像的局部放大显示，用游动光标选定某一区域后就可以得到该区域的局部放大图像，放大倍数任选；
- (8)打印伪彩色云图，彩色层次为8层，象素为 512×512 个；

(9)将云系按其温度等级分类显示。

这个系统的主要技术指标如下:

1. 接口部分

(1)锁相环频率锁定范围为 $2400 \pm 80\text{Hz}$;

(2)滤波器在图像通频带内衰减小于2dB, 2400Hz载波衰减40dB;

(3)A/D转换精度8位, 速度60us/样本;

(4)采样间隔为488.8us;

(5)对图像信号每行可采集512个样本。

2. 软件部分

(1)高分辨彩色图型显示 640×400 个像素, 最大可分为16层;

(2)中分辨彩色图型显示 320×200 个像素, 最大可分为16层;

(3)打印出的彩色图像为 512×512 个像素, 8层;

(4)一幅彩色云图24针打印需时3分, 8针需时10分;

(5)动画显示图像最多8幅;

(6)存贮一幅资料到硬盘上需时10秒。每幅资料有256K字节。

附录 系统程序清单

文件名	文件类型	功能
AUTO.EXEC	批文件	初始化显示终端, 进入BASIC语言
GMS12	BASIC	系统软件管理程序
MAPIC	汇编	作云图高分辨伪彩色显示
MAPID	汇编	作云图中分辨伪彩色显示
MAPIL	汇编	作云图的局部放大显示
CURSOR	汇编	在屏幕上作游动光标
RECUR	汇编	使游动光标移动
CLASS	汇编	云系按其温度等级分类显示
MOVE	汇编	8幅图像动画显示
COPIC	汇编	打印伪彩色云图
SALO	汇编	将资料从内存存贮到盘上或从盘上调到内存
ADJUS	汇编	对图像作宏观编辑
SAMP	汇编	实时采集云图资料

A MICROCOMPUTER SYSTEM FOR
PROCESSING CLOUD IMAGE DATA
FROM METEOROLOGICAL
SATELLITES

Weng Fuzhong

ABSTRACT

The assemblage, design and functions of the system are introduced. Information of more meteorological elements may be derived from the cloud image data when this system is put into operational application and hence value of the cloud data is greatly increased.