

卫星云图微机处理系统

孙勇鹤 倪汉培

提 要

本文介绍了实时、多功能卫星云图微机处理系统的性能,主要是红外云图增强,屏幕伪彩色显示,同时从传真机得到硬拷贝。实时地在云图上加经纬网格以及动画显示。提出了“硬件”和“软件”设计的基本原理。并为满足红外云图定量分析的要求给出必要的参数。

我国目前大部分台站装备有能接收NOAA低分辨率云图APT的设备,部分台站有接收GMS低分辨率云图的设备,目前绝大部分台站只能直接由118传真机得到没有处理过的模拟云图。从本质上说红外云图显示的是以不同灰度表示的地表及云顶温度的分布图,它的某一灰度对应某一相应的温度范围。但人眼对模拟云图上灰度的识别能力很低,且因人而异。所以在模拟云图上难以得到温度的资料,只能作形态学的定性分析。为了更好地发挥目前台站的作用,使云图分析从定性过渡到定量,有必要对目前的云图数字化后进行各种处理。在国家气象局的委托下我们研制了这个系统,它适用于GMS和NOAA低分辨率云图接收系统,不受GMS体制更改的影响。

一、系统的功能

对同步卫星低分辨率云图有:

1. 在原图中16个灰度等级分层增强4个等级,得到5根等温线,分层增强的起始层,可以通过人机对话方式,由用户选择。
2. 对分层增强以下的各灰度等级,可以进行线性增强。是否需要线性增强,也可以通过人机对话的方式,由用户选择。在晴天时,经过线性增强的云图,海面温度分布比较清晰。
3. 在云图上叠加上增强后的温度标尺,并标出温度数值。
4. 在传真机成图的同时,在屏幕上用六种伪彩色显示云图。
5. 在传真机成图的同时(整张区域图),在屏幕上用六种伪彩色显示区域图中的局部地区放大图,其范围在星下点约为10个经度 \times 10个纬度,和原云图有相同的空间分辨

率。需要显示的局部地区，可以通过人机对话方式，由用户指定。

6. 可以做成由 4 张画面组成的动画显示。

7. 屏幕显示的图象，可以存入软盘后再显示。

对极轨卫星低分辨率云图有：

1. 对图中 8 个灰度等级分层增强 3 个等级，可以得到 4 根等温线，分层增强的起始层，可以通过人机对话的方式，由用户选择。

2. 对分层增强以下的各灰度等级，可以进行线性增强。是否需要线性增强，也可以通过人机对话的方式，由用户选择。

3. 在云图上加上经纬网格，此项功能在国内尚属首次在小微型机上实现。

4. 在传真机成像的同时，在屏幕上用六种伪彩色显示云图，用屏幕翻滚的办法，显示整幅云图(即整条轨道)。由北向南的轨道，屏幕向上翻滚。由南向北的轨道，屏幕向下翻滚。

5. 屏幕显示的图象，可以存入软盘后再显示。

从以上功能来看，除动画功能外，其余功能不论是同步卫星还是极轨卫星都是实时的，因此本系统是一个实时系统。

二、系统的组成

本系统由专用接口、紫金-Ⅱ微型计算机(苹果-Ⅱ或其兼容机)及软件包组成。系统框图如图 1 所示。

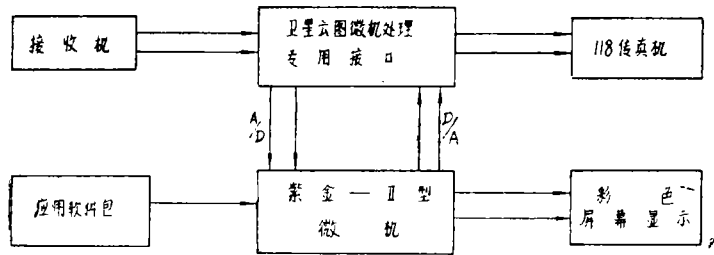


图 1 系统方框图

接收机输出的 2.4kHz 调幅副载波信号，由接口经精密线性检波、放大、有源滤波得到图象信号，再经过电平转换以匹配 A/D 卡的要求后，送到 A/D 卡。同时，用锁相电路锁定，得到与卫星发射机有相同频率稳定度的副载频信号，供再调制用。

微机从 A/D 卡上对图象信号采样，经过多种处理后，分两路同时输出：一路送 D/A，D/A 送出的经过处理后的图象信号送到接口去调制由锁相电路得到的 2.4kHz 的副载频，得到调幅的 2.4kHz 副载波，送传真机成像。另一路送屏幕彩色显示。

三、接口的技术指标

接口除适用于紫金-I型微机外,也可用于IBM PC/XT型微机。

- 1.精密线性检波、放大输出波形对称,而两个半周波形顶部差 $<1\text{dB}$ 。
- 2.电平转换级转换的电平误差 $<10\text{mV}$ 。
- 3.滤波器滤除 2.4kHz 载波的能力,衰减 $>42\text{dB}$ 。
- 4.输入、输出与图象灰度等级均呈线性关系。
- 5.输出 2.4kHz 调幅副载波在 $0 \rightarrow 1\text{V}$ 间可调。
- 6.输出的调幅副载波,波形失真 $<4\%$ 。
- 7.稳压电源输出 $\pm 15\text{V}$, $+5\text{V}$ 三组,纹波电压 $<5\text{mV}$ 。

四、软件包提供应用程序

首批提供8个应用程序,它们分别用于由北向南及由南向北的极轨卫星,屏幕显示全图及局部图的同步卫星,以及再显示动画显示等。

软件的技术性能如下:

1.行同步信号由微机接口器件6522卡上的定时器提供,每根扫描线的时间差最大不超过 $2\mu\text{s}$ 。由6522卡提供的行同步信号仅用来对行计数及排列屏幕显示的起始位置,对极轨卫星用来确定经纬网格左右起始位置。传真机的同步仍由传真机自身的系统提供。

对极轨卫星,由行同步信号累积误差及多普勒效应综合引起的屏幕显示行起始位置及经纬网格左右起始位置在一根扫描线上的偏移,对过顶轨道而言,从接收一条轨道开始到结束可能达到 2% ,这对屏幕显示可以忽略,对经纬网格则必需加以订正。程序在每行的遥测信号中给出一个起始时间信号,行同步的累积误差及多普勒效应也将使这个时间信号逐渐向左或向右偏移,用户可据此来修订经度值而得到精确的读数。

对同步卫星云图,由于行同步信号累积误差引起的屏幕显示,从一张云图的开始到结束的200秒钟内行起始位置在一根扫描线上偏移不超过 1% ,可以不考虑。

此外,每台微机的时钟频率略有差异,定时信号需逐台微机调整,但只需在程序中修改几个字即可。

2.为了配合屏幕显示,同步卫星云图的采样频率为 4.8kHz 左右,即每根扫描线的图象部分采样1120点;极轨卫星的采样频率也在 4kHz 以上,即每根扫描线的图象部分采样1024点。两者均超过低分辨率图象频率 1.64kHz 的两倍以上。

3.分层增强的分层值,都是从灰度等级信号中实际读出来的,而且程序具有一定的判断有无噪音的能力。这样可避免由于不同接收机的性能差别及同一接收机的非线性误差等原因而引起的分层交叉现象。

极轨卫星必须读到完整的8个灰度等级后才能开始在图上分层增强及在屏幕上显示,因此至少要求接收到57根扫描线之后,在最不巧的情况下,要在接收到将近一帧半之后才开始。用第一帧的分层值对第二帧分层增强,用第二帧分层值对第三帧分层增

强，以此类推。如果某一帧的分层值由于各种原因而没有读到，那么继续以前一帧的分层值对下一帧进行分层增强。

4. 紫金-Ⅱ 高分辨图象显示一共只有六种颜色，分别用来表示同步卫星云图的 16 个层次及极轨卫星云图的 8 个层次。

紫金-Ⅱ 高分辨图象方式满屏幕只能显示 280×192 个象素点。因此，不论同步的或极轨的，都是 4 的整倍数的采样点。

紫金-Ⅱ 高分辨屏幕显示的颜色，不能点着色，而由 3 个条件来决定，即显示字节中非显示位是 1 还是 0，显示位是 1 还是 0，在屏幕上对应的点是在偶数列还是奇数列。屏幕显示时，程序充分考虑到这些因素，将出现在同一字节中的颜色安排在一起，出现在不同字节中的两组颜色之间又插进一个黑色，经过这些安排之后，除了图象信号有突变的部位(如经线、地形线等)外，接近于点着色的程度，即伪彩色层次上的误差已经减到最小程度。屏幕显示的局部图在空间分辨率上与传真机上的图象是一样的，即指定范围内的每根扫描线及每个采样点都显示在屏幕上。屏幕显示的极轨卫星的每个采样点，在屏幕上的驻留时间为 6 分 24 秒。

5. 由于程序一开始运行就加经纬网格，因此为了使经纬网格准确无误，对于上升轨道要给出升交点后(接收范围在南半球的站则是升交点之前)多少秒，对于下降轨道要给出降交点之前多少秒，开始运行程序。这个时间参数，在程序运行之前，用人机对话方式给定，要求精确到秒。

6. 经纬网格是用目前通用的公式计算的。网格的纬度数是 5 度的整数倍，经度线是升交点经度差的 5 度的整数倍。经纬网格同时加到图片上及屏幕上。

五、接口设计原理

采用集成电路及高质量元件，保证精度及稳定性。图 2 是接口的框图。设计时考虑到进一步开发使用不同微机的可能性，能满足不同要求的 A/D 卡，因而是一种通用接口。

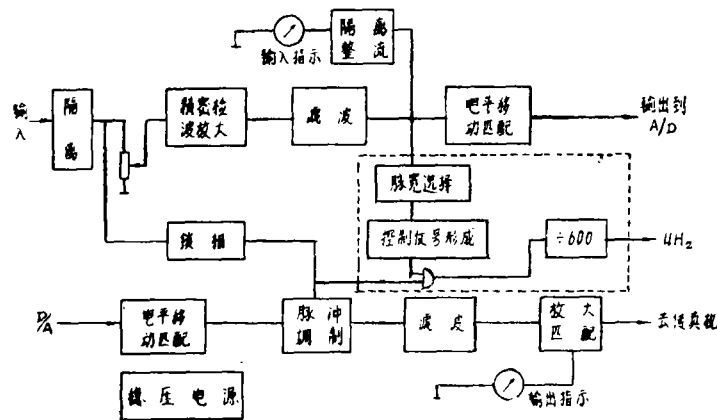


图 2 接口器框图

来自接收机的信号,经过变换得到图象信号送A/D卡。这部分为输入接口。其要求是从接收机来的2.4kHz调幅副载频中不失真地取出图象信号,并满足A/D的技术要求。从D/A来的图象信号到送出调幅副载频信号去传真机,这部分为输出接口,其要求是从D/A送出的处理过的图象信号,经再调制得到不失真的2.4kHz调幅副载频信号。下面分别讨论图2中各级的原理。

1. 接入接口

①精密检波放大 因图象信号频率为0—1.64kHz,所以各级只能是直接耦合,但直接耦合级数一多,零点漂移就极严重,因此尽可能少用。在这个原则下既要完成线性检波又要给出增益。电路中只使用两只高速运放,所用的运放具有 $30\text{V}/\mu\text{s}$ 的上升速率以保证对脉冲有好的响应。利用运放的高增益,加强的负反馈来补偿二极管的非线性,从而使检波从数十毫伏起到数伏以上具有线性特性。电路的合理设计,使完成检波的同时具有增益,运放的级数用得最少。

②有源滤波 检波后除了获得图象信号外,尚有载频分量需要滤除。在最大图象信号时,载频应衰减30~35dB,否则会影响图象质量,甚至造成分层的交叉,边缘不光滑。经检波、放大、滤波后得到的图象信号和输入应呈线性关系,否则图象的灰度会失真。对滤波器除能满足载频的衰减外,还要求在通带内(0~1.64kHz)有平直的响应,否则也会产生灰度失真。

综上所述,滤波器的要求很苛刻,需要多级有源滤波器才能达到,通常要7阶滤波器。本系统结合检波的特点,使用Butterworth变形滤波器,只用两级就达到衰减 $>42\text{dB}$,通带内幅频特性平直,最高图象频率1.64kHz处仅衰减1dB,图象有最佳的边缘特性。

③电平转换 对于图象信号峰值10V,具有16个灰度等级,使用8位A/D,并且有相对精度 $\pm 3\%$ (FSR)时,电平转换的精度应 $<100\text{mV}$ 。为了节省器件,利用最后一级有源滤波器的一端作加法器,其精度很容易做到 $<10\text{mV}$ 。

④同步信号的产生 使用紫金-Ⅱ或IBM PC/XT微机时,利用多功能6522卡上定时器或系统时钟取得,不需要图2虚线框中的各级。但对不向用户提供定时/计数器的微机系统,需要由接口产生一个准确的4Hz同步信号,以便设计软件时使用此信号。

从图象信号中利用同步信号的脉宽和图象信号有显著差别的特点,用脉宽甄别的原理选择出同步信号。把第一个同步信号的前沿锁存起来,经过控制逻辑电路,利用锁相电路锁定的具有与卫星发射有同等数量级频率稳定度的2.4kHz时钟脉冲,经600分频获得4Hz的同步信号,用这种方法得到的同步信号的最大误差 $<208\mu\text{s}$ 。对具有250ms的一根扫描线来说,误差仅8‰,且不会积累,可以忽略。如同步信号不精确,则会造成对相不正确的裂相等现象。不论是传真机成图或屏幕显示都是不允许的。

2. 输出接口

滤波及电平转换与输入接口相同,但滤波只使用一级就能达到要求,不再重复。

①调制 利用成熟的脉冲开关调制原理,载频由锁相电路提供,所用器件少,改变调幅度方便,线性度也能满足要求。

②放大匹配 为了满足传真机幅度及阻抗的要求，其中使用一级具有发射极高频补偿的共发射极电路和一级跟随器组成。

用上述方法设计的接口，经高温等例行试验，经过两次小批量生产，使用时间已达二年多，证明性能稳定可靠。

对兰州气象台马力同志、我院研究生朱天曰、刘舒生在极轨卫星经纬网格数据的计算上做的工作表示衷心的感谢。曹念祥、王旭同志曾协助过部分工作，也一并致谢。

A MICROCOMPUTER SYSTEM FOR PROCESSING SATELLITE CLOUD PICTURES

Sun Yonghe Ni Hanpei

ABSTRACT

Characteristics of a multi-purpose real time microcomputer processing system for satellite cloud pictures are described. Emphases are placed on the enhancement of infrared cloud pictures, the pseudo-color screen display of images, the addition of geographic coordinate grid and the cartoon parade. Hard copy cloud pictures may also be obtained from facsimile apparatus.

Essential principles for hardware and software designs are presented. Necessary parameters are given for quantitative analysis of the cloud pictures.