

713 天气雷达回波信号的 实时数字处理系统

顾松山 李鸿雁 刘晓旻 赵恒轩

提 要

本文系统地介绍了用微机实时处理天气雷达回波信号的方法,包括接口电路、各类软件、坐标转换、彩色显示、角信号的产生和实时处理数字信号的原则。

天气雷达探测在天气预报和云雾物理、水文气象等研究工作中起着日益重要的作用。它探测到的气象情报,对灾害性天气的监测、预报及保障飞机飞行安全都具有重要的意义。它是获取中小尺度天气系统,特别是强对流天气信息的重要手段之一。随着国民经济的日益发展,尤其在经济发达地区,如工业区、海港、机场、城市及农业生产水平高、专业性强的地方,对小范围短时间的天气预报要求愈来愈高,要求预报准确及时和尽可能量化。由此促进了临近预报系统的迅速发展。美、英等国先后研制了各种临近预报系统,综合分析应用雷达、卫星及其它各种探测资料,借助计算机得出各种客观预报产品,並以图象、图表直接传送给用户。这类系统已日趋完善並逐步转入实际业务工作*。

雷达资料的数字化处理系统是雷达监测和预报区域降水量的基础装备,这对大中型水库的安全保障,合理调节使用水库蓄水量极为重要。

目前,713天气雷达回波信号的终端处理,除通用的长余辉视频显示器外,只增加了模拟视频积分处理器(AVIP),严重地限制了其潜在性能的发挥,长期处于初级产品的初级使用阶段。据此,我们本着经济、实用、收效快的原则,结合国内现有电子元器件及微型计算机的开发情况,对713雷达提供的产品进行数字化深加工,以期提高它的使用水平。这一工作包括:对已积分视频信号进行A/D转换;获取雷达方位角、仰角的数字化信息;对回波进行距离订正、地曲补偿、分层处理、彩色编码、伪彩色显示;根

1985年3月27日收到,5月9日收到修改稿

* 参见英国K.A.Browning等的研究报告: "Mesoscale Forecasting in Meteorological office: The Way Ahead?" 1984.5

据计算, 外推回波系统的移向移速; 回波动画显示及数字化图象的远距离传输和标定数字化雷达参数等。初步实现了天气雷达回波从定性、半定量的黑白模拟图转变为量化的伪彩色图。系统采用积木式设计。接口电路、角信号产生器等配件适应能力较强。A/D转换器及相应的电位移接口电路可单独构成较高速度(100KC)的实时信号采集系统。

一、系统构成

1. 系统硬件主要框图如图1。

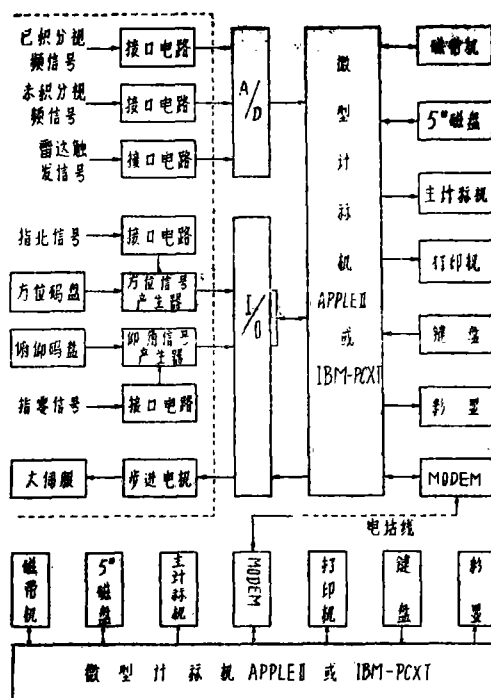


图1 系统硬件框图

2. 系统各单元的主要技术性能及作用

(1) 微型计算机^[1]选用字长为8 bit的国产通用Apple II Plus型微计算机, 中央处理器(cpu)为6502, 钟频为1兆, 16条地址总线, 内存64K, 用户可用存储空间为35.5K, 可选配128K或256K的内存扩展板, 基本操作指令56条, 13种寻址方式。执行一条指令的时间为2—7微秒。该机寻址方式较灵活, 拥有一般8位机所不具备的而指令功能较强的间接变址方式和变址间接方式。

内存中除设有两个1K低分辨率图形区外, 还有两页8K存储空间, 作为刷新存储器, 专用于显示高分辨率图形。每页有192×280个网格点, 即53760个像素。屏幕上显示的每一点与8K存储空间内的每一位相对应, 能显示黑、

白、紫、绿、红、蓝六种颜色。系统不但进行图象信号的采集处理及图形和数字图象的彩色显示, 还具有通过人机对话进行交互显示的功能。

(2) 已积视频信号接口 从雷达主机配置的AVIP前面板测试孔引出对数中放输出的已积分视频信号, 经75Ω同轴线传送到接口电路。接口电路内设有视频增益控制器, 供标定时调整视频额定输出值, 同时将视频信号的底电平移至-5V, 并且使视频信号的最大值不超过5V, 以满足A/D转换器的技术要求。

(3) 未积视频信号接口 直接从线性接收机的输出端引出视频信号, 经75Ω同轴线送至接口电路, 转换成A/D转换器所需要的电平, 这一路视频信号主要供PPI在400km档时使用, 以扩大雷达探测范围, 便于搜索警戒。

(4) 触发同步信号接口 从主机柜引出雷达主触发脉冲, 经多芯屏蔽电缆传送到接口电路。经接口电路输出宽度为2ms的正方波, 幅度为6V左右, 底部钳在-5V, 以满

足 A/D 转换器的技术要求。该方波与雷达的主触发脉冲同步,以保证监视器显示的画面与雷达整机同步工作。

(5)指北信号接口 从主机柜引出雷达天线座上指北触点开关产生的指北信号,经多芯屏蔽电缆传送至接口电路,将它转换成4V左右的脉冲信号,底部钳在0V,送往方位角信号产生器中的可逆计数器,使天线过正北时对计数器清零。

(6)指零信号接口 从主机柜引出雷达天线俯仰运动时,自下而上扫过零度时产生的零度脉冲信号,经多芯屏蔽电缆传送至接口电路,并转为4V左右的脉冲信号,底部钳在0V,送往仰角信号产生器中的可逆计数器,使天线向上扫过零度时对计数器清零。

(7)A/D转换器 转换精度8bit,共有16个转换通道,输入电平 $\pm 5V$,转换时间 $9\mu s$,转换速率约100Kc,转换误差 ± 1 个单位,配有自测试软盘,可随时检测每一个通道的转换精度。

(8)I/O接口 选用6522多用途接口适配器(VIA),这是65系列中一种功能较强的I/O接口电路,有两个8位双向端口与外部设备相连接。每个端口可输入也可输出,分别由两只可编程的数据方向寄存器的相应位决定,该位为1是输出,反之为输入。输出时,它可以吸入1.6mA的电流,驱动一个标准的晶体管电平(TTL)电路;输入时,由于上拉电阻的作用,驱动至零时,等效于一个TTL的标准负载。这两个端口的差别是B口不与CMOS电路兼容。接口适配器(VIA)还有两个可编程的控制寄存器,处理中断请求和决定控制线的作用方式。有七种中断源,可编程中断或程序屏蔽中断。设有一个移位寄存器,完成串行变并行和并行变串行的转换。有两个时间间隔计时器各含一个,16位计数器和一个锁存器,使两个主要端口具有数据锁存能力。该I/O口用来读取方位角码盘及仰角码盘产生的计数脉冲,另外还输出脉冲控制天线的运动。

(9)磁盘驱动器 两只5 $\frac{1}{4}$ 英寸单面软盘,每盘容量143KB,用户只能用128KB左右。主要用于存放系统软件、应用软件及图象资料,供需要时调用。

(10)字符、图形、图象打印机 打印ASCII字符、图形、图象,行宽80或132个字符。该打印机是系统的主要硬拷贝输出设备,打印数字化回波图及角度、年、月、日等辅助信号。

(11)彩色监视器(或彩色电视机) 用于实时显示经微机处理的各种产品,如高分辨率PPI、RHI及局部放大的PPI伪彩色回波强度分层图等。

(12)调制解调器 将微机处理后的数字回波资料经音频调制送到一个话路的频带上进行远距离传送。在接收端,调制解调器将传送来的信号,解调为原来的数字信号送入微机储存。一幅图的数据传送完毕,收端就可显示一幅完整图象。与发端一样,在收端同样可配备彩色监视器、行打印机、磁盘磁带,以便显示、储存、打印回波资料。

(13)角信号产生器 主要用于坐标转换及产生画面上的辅助角信号。提供实时、准确的雷达天线波束角坐标的数据是数字化雷达的一个重要任务。713雷达没有配备数字角信号产生器。我们根据一般环境雷达常用的角坐标数据录取方法——直接录取法^[1],专门设计了两只增量码盘,分别直接与天线的方位及俯仰机械轴交联。把天线方位轴、俯仰轴的转角直接变成数字量。考虑到在进行RHI扫描时,有时为了选取一个特定的方位,天线需手动搜索,故增量码盘设计成可逆计数式。

(14) 天控接口 微机通过I/O输出单个脉冲串, 驱动步进电机, 带动大伺服系统中同步发送机, 产生误差信号, 实现对天线俯仰运动的步进控制。通过软件编程, 使雷达自动实行体积扫描。

二、系统主要技术指标及功能

1. 系统主要技术指标

- (1) A/D 转换器 转换速度 $9\mu\text{s}$ 、字长 8bit。
- (2) 方位角分辨率 1.2° 天线每转 1.2° 取一次样。
- (3) 仰角分辨率 0.12° 天线每转 0.12° 取一次样。
- (4) 距离抑制 0—10km。
- (5) 距离订正 可选择接入, 选用时用增值法对 10—200km 作订正, 订正步长为 dB/2, 信号电平低于噪声时, 自动停止订正。
- (6) 距离量程、距离库数目、库长和测距误差见表 1。

表 1

距离量程(km)	距离库数目	(库长km)	距标(对应的公里)	测距误差
100	59	2	5(40, 60, 80, 100, 120)	$\leq 1\text{km}$
200	61	4	5(80, 120, 160, 200, 240)	$\leq 2\text{km}$
400	62	8	5(160, 240, 320, 400, 480)	$\leq 3\text{km}$

(7) 强度分层 将0—256表示的 0—80dB信号强度分成 8 个等级, 用不同的彩色显示。等级数可增减, 但最多不能超过10个。

(8) 视频信号 100km、200km 两档取自雷达随机配置的模拟积分处理器。400km 档的直接取自对中放的视频输出端, 仅用于对大范围天气系统的警戒、监测, 不宜用于定量测量。

2. 系统主要功能

- (1) 实时 PPI 显示 分 100km、200km、400km 三档, 任选。
- (2) 准实时 RHI 显示 分 100km、200km 二档, 任选。
- (3) 局部放大 将 PPI 画面分为九个相互部分重叠的区域, 可任选一个加以放大, 以获得回波强度的精细结构。
- (4) 动画显示 将多至三幅不同时刻获取的回波图进行动画式显示, 以判断系统的生消演变实况。
- (5) 资料归档 i) 打印输出有两种方式, 一是打印 4bit 数字图(图2), 二是以数组的形式按直角坐标的规则打印精度为 8bit 的原始生资料, 以满足数值模拟、定量测量等工作的需要。ii) 磁盘(带)存储, 可将精度为 8bit 的生资料以极坐标的格式或彩色编码后的图象资料直接归档。归档的原始生资料可用程序直接变成彩色图象显示。



00.70Y

00700

图 2 PPI 数字图

(6)资料传输 将 8bit 以极坐标格式存储的资料转变成 4bit 以直角坐标格式排列,经压缩通过调制解调器送上话路,传送给远程终端。后者予以解调还原,供进一步加工处理。

(7)定标 用标准微波信号源 HL6 对回波功率进行定标,经微机处理打印出回波功率(dBm)与数字值的对应曲线。

(8)地物抑制 采用图象组合技术消除地物回波,即远处用仰角为零度的 PPI 资料,近处用抬高仰角(如 1° 或 2° 等)无地物的 PPI 资料组合成一幅无地物或少地物的 PPI 图。

(9)预置背景图 可预先输入背景地理界线图及中文站名。

(10)回波位置预测 设法确定回波重心,然后根据 700 百帕的风向迅速外推下一时刻的回波位置,这方面的工作正处于探讨中。

三、信号处理方法与系统软件

系统运行及对回波信号的处理,主要依靠微机进行数值计算及工作流程的控制、管理,采用人机对话方式。下面就信号处理方法^{[2][3]}、系统工作过程及相应系统软件的设计结合起来一并予以说明。

1. 坐标转换

(1) PPI 坐标转换原理 雷达处于 PPI 工作方式时, 通常按极坐标采样并显示图像, 而计算机监视器显示屏幕的网栅是以直角坐标排列。因此, 处理回波信号时, 必须转换为直角坐标, 将回波信号按直角坐标排列, 坐标原点设在屏幕左上角。转换公式为 $x = R \sin \varphi$, $y = R \cos \varphi$; 式中 R 为雷达探测的径向距离, φ 为天线方位角, 每取一次样, 对应一组 R 、 φ , 可求出相应的 x 、 y 。事实上每次在沿径向取样时, φ 是不变的。为提高处理时效, 采用了快速算法。对转换公式进行差分:

$$\begin{cases} \Delta x = \Delta R \sin \varphi \\ \Delta y = \Delta R \cos \varphi \end{cases} \quad \text{则} \quad \begin{cases} X_n = \sum_{i=1}^n (\Delta x)_i = \sum_{i=1}^n (\Delta R \sin \varphi)_i \\ Y_n = \sum_{i=1}^n (\Delta y)_i = \sum_{i=1}^n (\Delta R \cos \varphi)_i \end{cases}$$

式中 n 为沿径向取样时的序号, ΔR 为两次相邻取样在径向上的距离间隔, 经归一化处理, 可令 ΔR 为单位 1

$$\begin{cases} X_n = \sum_{i=1}^n (\sin \varphi)_i = n \sin \varphi \\ Y_n = \sum_{i=1}^n (\cos \varphi)_i = n \cos \varphi \end{cases} \quad \begin{cases} x_n = \Delta R \cdot X_n \\ y_n = \Delta R \cdot Y_n \end{cases}$$

式中 X_n 、 Y_n 、 x_n 、 y_n 分别以直角坐标表示的屏幕上显示网栅和目标(样本)的实际位置。根据雷达扫描的方位角的空间分辨率, 对 φ 进行离散取值, 按 φ 列表。给定方位角 φ , 查表找对应的 X_n 、 Y_n , 转换时尾数四舍五入, 使 x 、 y 方向的测距误差控制在 $0.5\Delta R$ 以内。

(2) RHI 坐标转换原理 直角坐标的原点取在显示屏幕的左下角, 转换公式为 $x = R \cos \theta$, $h = R \sin \theta$; 式中 θ 为天线仰角, x 为水平距离, h 为高度, R 为斜距, 作与 PPI 转换时的类似处理, 得:

$$\begin{cases} X_n = n \cos \theta \\ H_n = n \sin \theta \end{cases} \quad \begin{cases} x_n = X_n \cdot \Delta R \\ h_n = H_n \cdot \Delta R \end{cases}$$

式中 n 为样本序号, X_n 、 H_n 为屏幕上显示网栅的水平距离和高度, x_n 、 h_n 为目标物的实际水平距离和高度。

测高测距误差均 $\leq 0.5\Delta R$ 。为充分使用显示屏幕, 对 X_n 、 H_n 乘以适当的系数进行放大, 使回波信号基本能布满显示屏幕的网栅。

2. 地曲补偿

由于地球曲率和大气折射的影响, 进行 RHI 探测时, 应对高度进行一定程度的补偿, 常用公式为

$$\Delta H = \frac{X_n^2}{17000}$$

由上式, 按取样序号 n , 计算 ΔH_n 並列表, 处理时, 以 $H_n + \Delta H_n$ 作为高度值。

3. 图象的伪彩色屏幕显示

系统利用 Apple II 具有高密度二维图象显示状态的特点, 不增加彩色图象显示终端, 实现了图象的伪彩色屏幕显示, 基本原理如下:

Apple II 的内存中有两页容量分别为 8K 字节的刷新存储器, 第一页是 \$2000—\$3FFF, 第二页是 \$4000—\$5FFF。屏幕上的显示网栅, 每一行对应 40 个字节的刷新存储器, 每一字节的最高位为行色标志位, 其余对应显示网栅上的七个格点, 故每行为 280 个显示网栅格点。共 192 行, 整幅画面为 280×192 个格点。页次的选用由软开关控制, 将屏幕显示器 (CRT) 的状态由 TEXT MODE (正文显示状态) 转到 GRAPHIC MODE (图形显示状态)。在图形显示状态, 处理器通过 DMA 周期性地扫描内存中这些固定区域, 根据其中所存的信息显示图形。规律为: (A) 最高位行色标志位为“0”, 则该字节内的奇位为“1”, 屏上显示绿色, 即 00101010; 偶位为“1”, 屏上显示紫色, 即 01010101。(B) 最高位行色标志位为“1”, 则该字节内的奇位为“1”, 屏上显示红色, 即 10101010; 偶位为“1”, 屏上显示蓝色, 即 11010101。(C) 凡横向相邻两点为“1”, 则显示白色; 凡横向相邻两点为“0”, 则显示黑色。(D) 同一行中, 奇字节与偶字节的颜色互补, 即同一行的奇字节为 01010101, 而相邻偶字节为 10101010 时, 屏幕上对应的 14 个点呈现同样的颜色。

显然, 这种 GRAPHIC MODE 对色彩的组合有非常严格的限制。为适用天气雷达回波数字图象的显示, 我们根据上述规则进行色彩组合, 将 (0, 2, 4, 6……) 各行中每一字节的行色标志位置“0”, 而 (1, 3, 5, …) 各行中的均置“1”。

用屏幕上的四个点 (2×2 点阵) 代表一个象素, 4 个点 (与内存中 4 个 bit 对应) 可产生 16 种不同颜色, 考虑到前述彩色组合的限制, 只能产生 10 种彩色, 见表 2。

表 2

0, 2, 4…行	0 0	1 1	0 1	0 0	1 0	0 1	0 0	1 0	1 0	0 1								
1, 3, 5…行	0 0	1 1	0 0	0 1	0 0	1 0	1 0	1 0	0 1	0 1								
彩 色	黑	白	绿	黑	黑	红	紫	黑	绿	蓝	黑	蓝	紫	蓝	紫	红	绿	红

雷达开机探测时, 通过 A/D 把回波信号依次读入内存, 把各象素的强度值变换成对应的彩色编码, 並放入 8KB 区的相应地址, 即可显示出彩色图象。

采用上述彩色编码, 回波强度与屏幕上的颜色呈一一对应。缺点是屏幕上出现的暗点 (对应于同一行中相邻两点为“0、0”) 使画面颜色不连续。为提高画面质量, 可使行色标志位的值随回波强度而变, 並参加彩色编码。见表 3, 表中虚线左侧为行色标志位的值。

这种彩色编码的缺点是在两层的分界面上有可能使两个象素的彩色与回波信号强度

表 3

0, 2, 4...行	1	11	0	01	1	01	1	10	0	10	0	10	0	10	0	01
1, 3, 5...行	1	11	0	01	1	01	1	10	0	10	0	11	1	10	1	01
彩 色	白	绿	红	蓝	紫	紫白	紫蓝	绿	红							

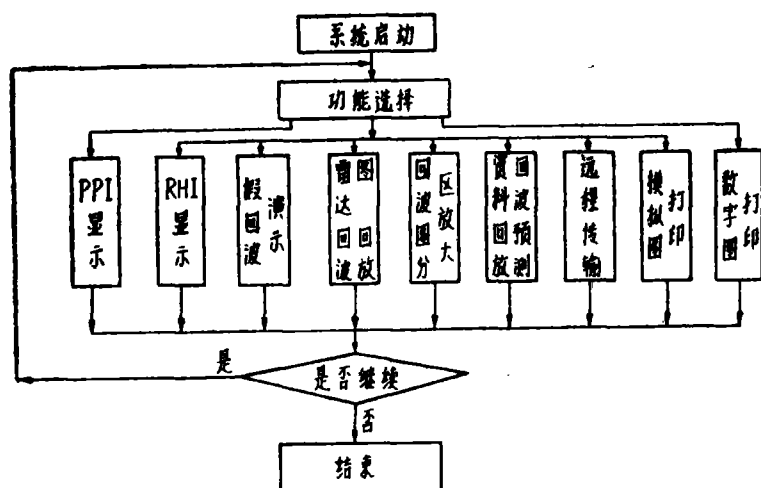


图 3 系统管理程序框图

的对应关系相差一个等级，在红色与蓝色交界处会产生一个白色镶边。

用雷达进行较为精确的测量时，可按表 2 进行彩色编码，表 3 的编码可用于一般中尺度天气系统的监制、警戒。

4. 系统工作过程及软件

系统的运行主要用 FP BASIC 编写的程序作引导，以汇编程序为主体，辅以字库、地址表、坐标转换表、地理背景图、距离订正表、地曲补偿表等。处理时，为进一步提高运行速度，一律将负数转为正数，小数化为整数。

系统管理流程见图 3。雷达启动运转正常后，开启微型计算机。设计的系统盘运行后屏幕上呈现一张主目录单 (MENU)，然后根据需要指定执行的任务，完成任务后会自动返回主目录单或结束。下面以执行 PPI 显示为例予以说明。

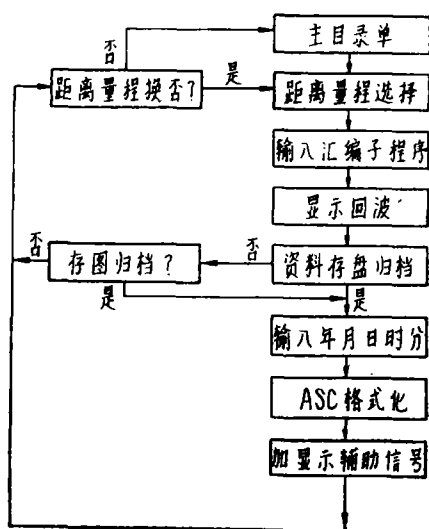


图 4 PPI管理程序框图

选择 PPI 显示后，屏幕上呈现次级目录单，其程序流程如图 4 所示。由次级目录单，

确定距离量程。随后输入完成PPI处理的各个用汇编语言编写的子程序。正北信号一到雷达开始PPI扫描,随着天线转动,屏上扫出一幅完整的PPI图,揪任一键,提问原始生资料或已经彩色编码的图是否归档,如需归档,则通过键盘输入年、月、日、时、分等辅助资料,在屏幕上加以显示。

运行到“输入汇编子程序”时,进入图5所示的实时处理程序。首先实行初始化,给程序中涉及的各项参数赋值、分配地址。设方位角初始值 $\Delta\varphi$,每一象限的扫描线数目 M_0 及每一条扫描线上的采样数目 N_0 ,取距离订正表及坐标转换表。然后处理器不断查询方位角计数器,看其值是否为零。天线一旦扫至正北时,指北脉冲将方位角计数器清零。清零后,设置扫描线数 $M=0$,每条线上样本数 $N=0$,而后不断读方位角,当天线刚好转过 1.2° 时,读入方位脉冲数。由于713雷达天线主机械轴传动比是无限不循环小数,故需进行积累误差订正。使方位角计数器内的值与天线转过 1.2° 后的方位角值相一致,其差 $<0.075^\circ$ 。此后处理器查询触发脉冲,使雷达数字处理终端的扫描线起点与雷达发射的高频脉冲同步,以保证测距精度。经10km近利程抑制后,系统转入取样子程序,利用空操作适当延时,实现每隔 $13.3\mu s$ 取一次样。取得的一串样本先存于信号缓冲区,若信号大于噪声电平,则转入距离订正子程序,将距离订正后的信号存入资料区,供归档。随后进行坐标转换,并把坐标原点平移到屏幕的左上角。接着判断 y 值是否超出屏幕,以免引起混乱。然后将坐标转换后的 x 值除以7,得到商和余数。根据商和 y 值,执行求相应内存地址的子程序,算出地址。再用余数确定该样本在地址内的第几位,然后将距离订正后的信号进行强度分层、彩色编码,再将所得的色码或距标赋予该位,从而实现彩色分层回波或距标显示。盲点消除子程序是通过简捷的插值方法消除坐标转换过程中在远处出现的一些空白点。若信号小于噪声电平,又不要设置距标,程序将直接转入处理下一个样本,从而大大地节省了时间。若需要加设距标,则转入坐标转换子程序。

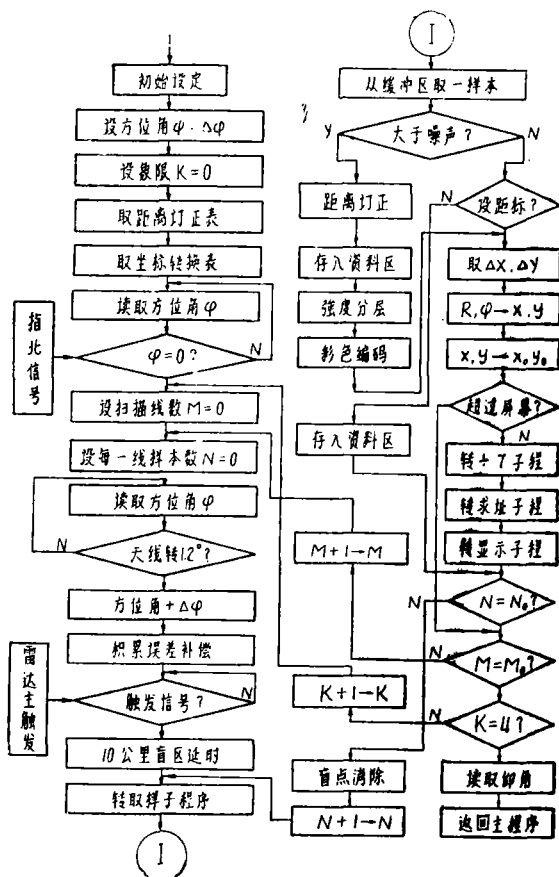


图5 PPI实时处理流程图

图6为1984年8月18日14时20分实时处理的PPI彩色画面示意图。整个系统的程序清单见附录。

图6为1984年8月18日14时20分实时处理的PPI彩色画面示意图。

整个系统的程序清单见附录。

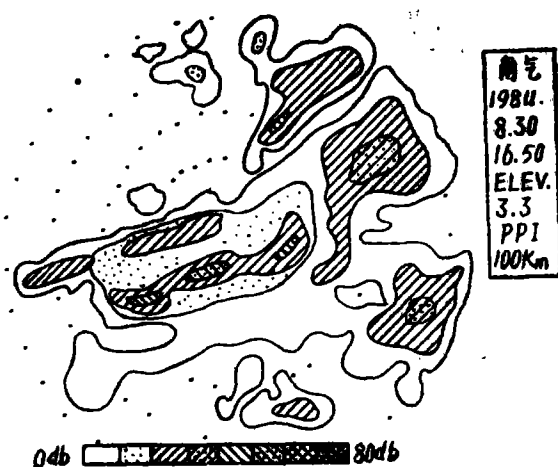


图 6 PPI 彩色画面示意图

四、结 语

与国际上大多数数字化天气雷达一样,以通用微型计算机为主要处理设备,能按不同目的灵活地对资料进行加工处理。运用增量码盘采集各种角数据,其精度基本满足以环扫为主的天气雷达的技术要求。距标随坐标转换与回波一起加到画面上,比以背景图方式予置的距离圈精度来得高。

系统操作简便,画面整洁,各种辅助信号齐全,充分发挥了 Apple I 显示天气雷达回波的能力。可配接各类 DVIP。通过数传,进行雷达组网,可将局部图拼成区域图,组网联防。回波信号字长为 8bit,既满足中小尺度天气预报的要求,又适合天气雷达的定量测量。资料转换成直角坐标排列后,便于计算区域累积降雨量。

利用已有的微机控制天线俯仰运动的能力,可方便地进行体扫描,获取 CAPPI 信息。随着微机内存的扩展及工作频率的提高,每条扫描线上的取样数还可增加。利用交叉取样,可按 1km 库长读数。我们用 IBM—PCXT 的高分辨率图象显示器对采集的生态资料进行深加工,图象质量有了十分我们用明显的提高。但如何结合其它气象要素,建立实用的预报模式,只作了初步尝试,大量的工作有待深入进行。

在研制过程中,曾与倪汉培、张培昌、袁立功、蒋本汤等同志进行过有益的讨论,邢铭时同学也参加了部分工作,在此一并表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 西北电讯工程学院《雷达系统》编写组,雷达系统,国防工业出版社,1980。
- [2] R.C. Gonzalez, Digital Image Processing, Addison—Wesley Publishing Co., 1977。
- [3] 黄颢吉等,数字信号处理及其应用,国防工业出版社,1982。

(附 录) 整个系统的程序清单

文 件 名	文件类型	功 能
HELLO	BASIC	系统主目录, 见图 6。
PPI	BASIC	完成PPI显示, 通过改变坐标中心位置、层间强度差可获得偏心、单层、不分层显示。
RHI	BASIC	完成RHI显示, 也可单层或不分层。
EXPRO	BASIC	将画面分成部分重叠的九个区域分别进行放大, 每次放大 2 倍, 可任意嵌套放大。
DPRINT	BASIC	打印与屏幕画面一致的数字图。
PPICAST	BASIC	完成数字资料的回放, 並可根据 700 百帕风向、风速外推回波移动。
RERHI	BASIC	完成RHI数字资料的回放。
TDEMO	BASIC	完成 1 至 3 幅回波图的动画显示。
FDEMO	BASIC	地理背景图、假回波演示。
RE—TR	BASIC	数字资料或回波图的远距离发送和接收。
PPISUB	汇 编	PPI 显示的主要子程序, 见图 5。
RHISUB	汇 编	RHI 显示的主要子程序, 坐标转换、高度扩展、盲点消除、地曲订正。
RTS	汇 编	PPI 资料回放, 可给定风向风速外推回波移动。
SUB1	汇 编	完成一根扫描线的取样及距离平均、距离订正。
SUR2	汇 编	对回波进行分层(共八层)。
SUB31 SUB32	汇 编	将水平坐标值除七。
SUB 4	汇 编	回波强度彩色编码, 显示。
YASUO 2	汇 编	对数据资料进行压缩, 供传输。
RESET	汇 编	将压缩后的资料还原成原来格式。
BACKMAP 2	汇 编	按(x、y、I)顺序输入坐标和回波强度, 用于制作地理背景显图或假回波。
EXPAND	汇 编	在高分辨图象区放大回波图(2 倍)。
CHARGEN, BIN	汇 编	内含高分辨图象区地址表、字库及高分辨图上写字程序。
ZHIJIAO	汇 编	将以极坐标方式存储的信息转成直角坐标方式存储, 以便于打印回波数字图。
TABLE	BIN	PPI 极—直转换表。

文 件 名	文件类型	功 能
RHI259	BIN	RHI 极一直转换表。
EPSON	BIN	模拟图打印。
CORRAN	BIN	距离订正表。
EARTHCOR	BIN	地曲订正表。
MAP	BIN	地理背景资料。
GOOD	PIC	PPI 地理背景图。

REAL-TIME PROCESSING OF ECHOES OF MODEL-713 WEATHER RADAR

Gu Songshan Li Hongyan

Liu Xiaoyang Zhao Hengxuan

ABSTRACT

A technique for processing real-time weather radar echoes with the aid of microprocessors is presented, which includes systematic descriptions of the interfaces, softwares, coordinate transformation, color display, angle signal production and a principle of real-time processing of digital signals.