

# 声呐显示器的扫描变换系统

陆伯生 王志祥

(中国科学院声学研究所)

1982年5月18日收到

由于声波传播速度较慢,常规的显示器,往往会产生回波图象的闪烁;随着距离量程的扩大,这种现象会越来越严重,因而无法仔细辨认回波的特征。本文介绍的声呐显示器的扫描变换系统,从根本上解决了声呐回波观察和眼睛视觉残留的矛盾,在一般显示器上就能够得到一个稳定清晰的回波图象,而且图象的质量不受作用距离量程转换的影响。本系统不仅适用于声呐显示器,对于回波冻结,以及单次回波或瞬变信号观察,均为有效手段。

本系统全部采用国产组件,在使用上取得了良好结果。

## 一、引言

由于声波在海水中传播速度较慢,所以在声呐显示器中,不论是A式B式或是PPI显示方式,都存在着回波显示的闪烁现象。根据人们的视觉要求,若波形在显示器上每秒重复出现二十五次以上,就可以认为是无闪烁现象的稳定图象了。声波在海水中的传播速度为1500m/s,以探测距离为750m的目标来说,回波每秒钟只能在显示器上出现一次。对于这种回波,人们不但难以分析,而且长时间观察容易引起视觉疲劳。因此以往的声呐显示器均采用长余辉管来克服这种闪烁现象。然而就目前的长余辉管性能而言,还是无法满足人们视觉残留提出的要求;而且还存在着当作用距离改变后,余辉长度不能作相应变化的问题。与长余辉管相比,存储示波管具有一定的优越性,它用改变消离子脉冲的频率和脉宽的办法,根据量程变化来调节余辉长度,达到稳定观察回波的目的,在一定程度上满足了使用者的要求。但是,存储管灰阶差。在灰阶上,它基本上是一种双稳态管,作为A式显示可以,作为B式,PPI方式则难以利用目标回波的强度,而且存储管的供电系统比较复杂,必须经常使用擦除信号。

应用声学

因此,从某种意义上来说,存储管只是一种过渡措施。

我们这里介绍的声呐显示器扫描变换系统,完全采用国产集成器件。经扫描变换,在一般显示器上也能得到稳定清晰的回波图象,解决了声呐回波观察与视觉残留的矛盾。可以预料,随着大规模集成器件的发展,使得这一技术在民用产品中的应用有着广阔的前途。

本文着重介绍系统的工作原理,主要部件以及几个主要参数的选择,并给出系统的完整方框图。

## 二、工作原理

扫描变换的主要立足点在于:在距离扫描正程时间内,将回波信号以一定的取样速率存储起来,然后将已存储的信息以适当的速率不断地循环读出,直到已存储的内容被新的回波代替。只要信息的读出速率取得适当,就能在显示器上得到稳定的,内容随着回波不断更新的回波显示。

图1是扫描变换系统的原理图。

在距扫正程时间 $T_+$ 内,由通道归一化处理后的回波信号经A/D变换器量化后,再由图1(a)的副存储器用慢速移位脉冲 $c_p$ ,慢速写

• 5 •

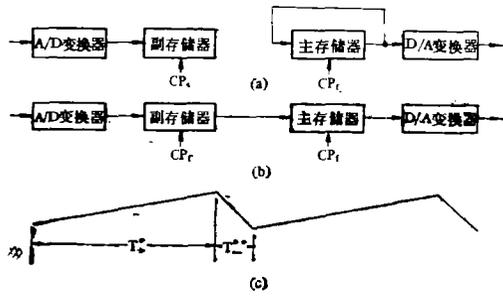


图1 扫描变换系统原理图

$T_s^*$ : 距离扫描正程时间  
 $T_r^*$ : 距离扫描逆程时间

人。在此期间,由于主、副存储器之间不发生直接联系,因此,副存储器的信息并不移入主存储器。在距扫逆程的某段时间  $\Delta T$  内,主存储器的输入端和副存储器的输出端相连,如图 1(b) 所示。这时若主副存储器使用同一个移位脉冲  $cp_f$ , 只要这两个存储器的位数  $N$  也相同;同时保证等式:  $\Delta T = N \cdot 1/cp_f$  成立,那么,主存储器和副存储器之间在进行信息转移的过程中就不会发生丢失。在下一个距扫的正程时间内,

副存储器又写入新的回波信号;而主存储器在快速读出已存信息的同时,又把输出信息反馈到输入端重新存储起来。我们称这一工作过程为自循环工作状态。在紧接着的下一个逆程的某段时间内,副存储器将新的信息传送给主存储器,而主存储器在将新的信息移入的同时,将旧的信息赶出去,完成新旧信息的更新。由于显示器上的回波信号是由主存储器提供的,因此,只要  $cp_f$  的频率取得适当,就能在显示器上得到稳定的回波信号图象。

图二给出了系统的完整方框图。由图可见,本系统主要由 A/D 变换器,主、副存储器和控制脉冲电路组成。

### 1. A/D 变换器

这里采用的是一种连续跟踪式的 A/D 变换器,它由国产 CMOS 器件组成。其中 5G28 作为比较器,5G14516 作为可逆计数器,5G7520 作为 D/A 变换器。由于它的原理已为大家所熟知,这里不再详述。

### 2. 主、副存储器

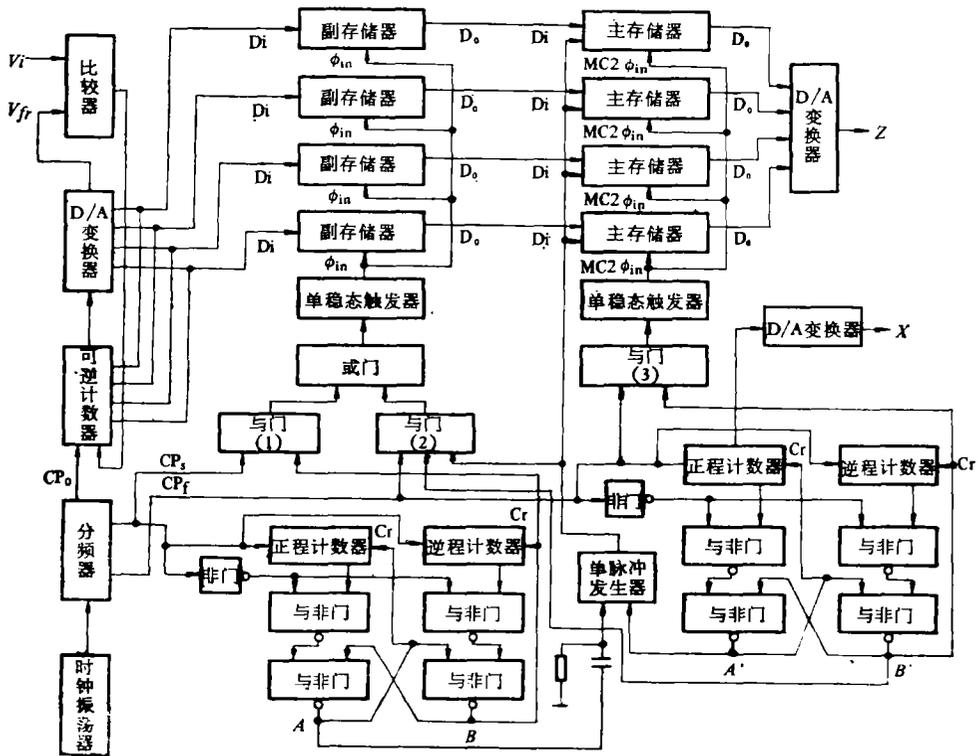


图2 扫描变换系统方框图

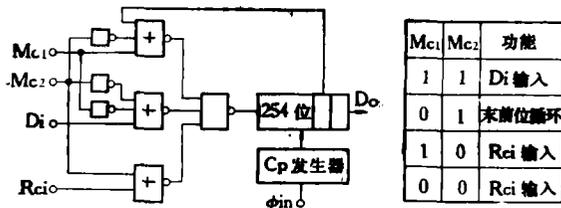


图 3

系统中的主、副存储器均由 5G718 构成，它是一种 256 位的 MOS 静态移位寄存器。为了叙述方便，现把 5G718 的逻辑图和功能表示于图 3。

了解了 5G718 的逻辑功能后，副存储器的工作方式就十分简单了。读写速率的变换只要改变  $\phi_{in}$  端时钟频率就可以了。由于副存储器无循环工作方式，所以方式控制端  $M_{c1}$ 、 $M_{c2}$  均置“1”。主存储器有两种工作方式：当  $M_{c1}M_{c2}$  都置“1”，实现新旧信息的更新；当  $M_{c1}$  置“1”， $M_{c2}$  置“0”时，则工作在自循环读出状态。由此可见，主存储器两种工作方式的转换，是由  $M_{c2}$  端置“1”或置“0”来实现的。图 2 中的单脉冲发生器产生的单脉冲信号，就是用来控制  $M_{c2}$  端，实现主、副存储器同步工作的控制信号。

### 3. 控制脉冲电路

控制电路是 A/D 变换器，主、副存储器，显示器协同动作的关键。它既产生供 A/D 变换器，主、副存储器工作的时钟脉冲，又要使主、副存储器和显示器的动作严格同步。这部分电路主要由时钟脉冲发生器，正逆程计数器和单脉冲发生器组成。

由图 2 可见，有两部分正逆程计数器：一个是对  $c_{p1}$  计数的慢速正逆程计数器，另一个是对  $c_{p2}$  计数的快速正逆程计数器。慢速正逆程计数器产生的正逆程信号 A、B 反映了声纳的工作周期；快速正逆程计数器产生的正逆程信号为 A'、B'，其中 B' 的宽度为显示器扫描的正程，相应地 A' 宽度为扫描线的回扫时间。图中计数器用的是 C186，二输入端四个与非门 C036 构成 RS 触发器，是用来保证正逆程计数器按照设计要求交替工作。当正程计数器工作

应用声学

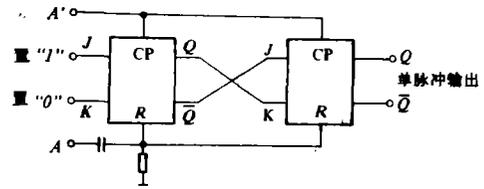


图 4

时，逆程计数器停止计数；反之，逆程计数器工作时，正程计数器停止计数。其中正逆程信号 A、B、A'、B' 的宽度分别由正逆程计数器的有效利用位数决定。

单脉冲信号发生器是由双 JK 触发器 C044 构成。图 4 是它的连线图和波形图。

由图 4 可以清楚地看到，单脉冲发生在距扫逆程时间内，它的宽度正好等于快速正逆程计数器的周期。在此系统中，单脉冲发生器是一个关键部件。它打开了主、副存储器在距扫逆程内信息转移的大门，同时又确保了主、副存储器之间以相同的时钟频率进行信息传递。

图 2 中的信号源由反相器 C033 构成。其输出经分频后产生三个时钟脉冲： $c_{p0}$ 、 $c_{p1}$ 、 $c_{p2}$ 。这些时钟脉冲的频率如何选取，下面详细介绍。

## 三、系统设计中的几个问题

### 1. A/D 变换器的跟踪速率和量化 bit 数的确定

所谓 A/D 变换器的跟踪速率，实际上指的是可逆计数器的计数脉冲重复频率。它不是任意决定的，而是取决于回波宽度。对渔用声纳来讲，发射脉冲的宽度一般在毫秒量级，但是由于渔目标的集群性及回波信号的多途性，回波被大大的展宽了。另一方面，对于显示器来讲，

不论 A 式 B 式,一般的动态范围(即回波处理后的最大信号与背景之比)在 20dB 左右,再考虑系统的复杂性和经济性,我们对信号采取了 4bit 量化处理,以期和显示器的动态范围相适应。为了确定计数器的时钟脉冲频率,设最小回波宽度  $\tau_{\min} = 2$  毫秒,则计数脉冲的重复频率必须满足下述关系式:

$$2^N \frac{1}{c p_0} \ll \tau_{\min}$$

式中:  $N$  为量化 bit 数,  $\tau_{\min}$  为最小回波长度,  $f_{cp}$  为计数脉冲的重复频率。

$$c p_0 \gg 2^N \frac{1}{\tau_{\min}}$$

现取:

$$c p_0 = 2 \times 2^N \frac{1}{\tau_{\min}} = 16 \text{kHz}$$

### 2. 副存储器移位脉冲频率的确定

移位脉冲实际上也是回波信号的采样脉冲,所以它同样要受回波最小脉宽  $\tau_{\min}$  的约束,另一方面,移位脉冲的周期,也决定了回波信号的测距精度。

设测距精度为  $\Delta s$ , 则

$$2\Delta s = v t_s$$

式中:  $v$  为海水中的声速,为 1500m/s,  $t_s$  为声波传播  $2\Delta s$  的时间,即移位脉冲的周期。所以

$$t_s = 2\Delta s/v, \\ c p_s = 1/t_s = v/2\Delta s$$

设:  $\Delta s = 1\text{m}$ , 则:  $c p_s = 750\text{Hz}$ , 750Hz 的移位脉冲,作为  $\tau_{\min} = 2\text{ms}$  的取样脉冲,也是可以的。

### 3. 主、副存储器位数 $M$ 的确定

任何声呐最大作用距离  $R_{\max}$ , 都是根据使用要求给定的,那么,根据最大作用距离  $R_{\max}$  和距离分辨率  $\Delta s$ , 不难求得存储器的位数  $M$ :

$$M = R_{\max}/\Delta s$$

若:  $R_{\max} = 500\text{m}$ ,  $\Delta s = 1\text{m}$ , 则:  $M = 500$  (位)

然而实际上位数还要受到器件的限制,根据现在选用的 5G718 的容量,每块为 256 位,因此将  $R_{\max}$  改为 512m 也是合理的。

### 4. 主存储器的读出速率

主存储器的读出速率受控于移位脉冲  $c p_f$ , 而  $c p_f$  的重复频率又取决于视觉残留。若信号重复读出的速率是以 25 次/秒计算,则主存储器图象读出一一次的时间必须满足下述表达式:

$$\frac{1}{25} \geq \frac{1}{c p_f} M(1 + K)$$

式中:  $K$  为远小于 1 的系数,一般可取 0.2 左右,它表示存储器每读出一一次相对静止的时间。这一时间是必要的,因为 X 信号需要回扫时间。 $c p_f$  则可取

$$c p_f \geq 25 \times 1.2 \times 512 \geq 15.36\text{kHz}$$

## 四、结 论

本方案经过实验室试验,说明是切实可行的。经过几个月的试用,其性能稳定,使用效果令人满意。对于重复频率为 1 Hz 左右的回波信号,能得到稳定的图象显示。这种工作方式,对渔用声呐的 A 式显示器是有效的,对于 B 式显示亦同样有效。它的实现,对于观察单次回波信号也是一个理想的手段。