

高精度的数字电位器 X9C103

纪宗南

(南京航空航天大学自控系, 210016)

摘要: X9C103 是美国 Xicor 公司生产的高精度数字电位器, 它具有 100 个电阻值和数字控制及非易失性功能。选择好的电阻能方便地保存在存贮器中, 并能重复调用。文中主要介绍它的特点、原理和应用电路。

关键词: 数字电位器 电阻阵列 非易失性

一、概述

在各种电桥电路中, 为了调节电桥平衡, 必须对电位器进行多次调节, 方能使电桥达到平衡。在使用过程中, 当这些电位器受到振动、冲击、温度、湿度等外界环境的影响, 电位器的位置和参数将发生变化, 致使系统指标改变。要使系统达到原状, 必须进行重新调节, 这给使用带来很多不便。为此, 在电桥的桥臂电路中, 使用数字电位器和数字技术, 不仅克服上述缺点, 而且还大大提高系统的精度。

目前数字电位器阻值的变化均是阶梯式或增量式, 台阶数(抽头数)越多, 则阻值变化就愈小, 调节的灵敏度就愈高。但是台阶数愈多, 内部开关管和电路越复杂, 价格也随之提高。因此, 在选择数字电位器时, 一定要在台阶数和价格之间作出权衡。

X9C103 是 100 阶数字电位器, 也是 X9C102/103/104/503 系列中的一种型号, 它的电阻范围为 $40\Omega \sim 10K\Omega$, 其他型号的电阻值如表 1 所示。X9C103 片内包含有 99 个电阻单元的电阻阵列, 在每个单元之间和二端点都有被滑动单元访问的抽头点。滑动单元的位置由 \overline{CS} 、 U/D 和 \overline{INC} 三个输入端控制, 一旦位置选定后, 可存放在非易失性存贮器中, 因而在下一次上电时可重新调用。

二、芯片简介

1. 主要特点

- 与 X9103 兼容
- 低功耗的 CMOS 工艺技术:

工作电流, $3mA(\max)$; 等待电流, $500\mu A(\max)$; 电源电压, $3V \sim 5V$;

- 100 个滑动抽头点:

滑动端的位置由三线控制; 电阻变化类似可逆计数器; 滑动端的位置可存贮在存贮器中, 且在上电时重新调用;

- 电阻范围: $40\Omega \sim 10K\Omega$;

2. 电气参数

表 1 器件的电阻参数

型号	最小电阻	最大电阻	滑动端增量
X9C102	40Ω	$1K\Omega$	10.1Ω
X9C103	40Ω	$10K\Omega$	101Ω
X9C503	40Ω	$50K\Omega$	505Ω
X9C104	40Ω	$100K\Omega$	1010Ω

- 99 个电阻单元:

有温度补偿功能; 端点间的电阻误差:

$\pm 20\%$;

- 滑动端位置数据可长久保存, 时间为

100 年;

- 电阻分辨率较高: 1%.

(1) 推荐参数

- 电源电压 3V~5V
- 电源电流 1mA
- 滑动端电流 $\pm 1\text{mA}(\text{max})$
- 滑动端电阻 $40\Omega(1\text{mA时})$
- 端点间的电阻误差 $\pm 20\%$
- 电阻分辨率 1%
- 额定功率 1mW
- 噪声 $< 120\text{dB/Hz}$ (基准为1V)

(2) 极限参数

- 滑动端电流 $\pm 1\text{mA}$
- \overline{CS} 、 \overline{INC} 、 U/\overline{D} 和 V_{CC} 的电压(相对 V_{SS}) $-1\text{V} \sim +7\text{V}$
- $\Delta U = |V_H - V_L|$ 10V
- V_H 和 V_L 上的电压(相对 V_{SS}) $-8\text{V} \sim +8\text{V}$
- 电源电压 5.5V
- 工作温度 $-65^\circ\text{C} \sim +135^\circ\text{C}$
- 存储温度 $-65^\circ\text{C} \sim +150^\circ\text{C}$
- 引线焊接温度(10秒) 300°C

3. 引脚图和引脚功能

X9C103 引脚图如图1所示。

X9C103 引脚功能如表2所示。

表2 X9C103 引脚功能

引脚	名称	功 能
1	\overline{INC}	“增加”输入脚。 \overline{INC} 输入端是负边沿触发。触发 \overline{INC} 将使滑动端向计数器增加或减少的方向移动,移动的方向由 U/\overline{D} 端输入的逻辑电平决定。
2	U/\overline{D}	升/降输入脚。 U/\overline{D} 输入控制滑动端移动的方向,因而控制计数器是增加或是减少。
3	V_H	高电压端及低电压端。X9C102/103/104/503 的高 (V_H) 和低 (V_L) 电压端等效于一个机械电位器的固定端。其最小电压是-5V,而最大电压是+5V。但必须注意 V_L 和 V_H 这个术语只是规定了由 U/\overline{D} 输入端选择的关于滑动端滑动方向的相对位置,而不是端点上的电压。
6	V_L	
4	V_{SS}	地
5	V_W	滑动端。 V_W 是一个滑动端,相当于机械电位器的可移动端。滑动端在电阻阵列中的位置由控制输入端决定。滑动端的串联电阻值典型是 40Ω 。
7	\overline{CS}	片选输入端。当 \overline{CS} 端输入为低时器件被选中。当 \overline{CS} 变为高,且 \overline{INC} 输入端也为高时,当前计数器的值被贮存在非易失性存储器中。在贮存操作完成后,X9C102/103/104/503 将处于低功耗的等待方式,直到器件再次被选中。
8	V_{CC}	电源电压

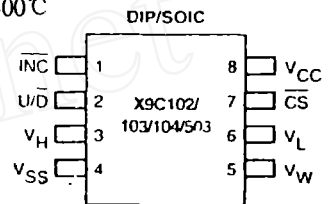


图1 X9C103 引脚图

三、工作原理

X9C103 内部功能图如图2所示。该电路由输入控制、计数器和译码器、非易失存储器及电阻阵列三部分组成。输入控制部分类似一个可逆计数器,计数器的输出被译码后,就接通一个单接点的电子开关,从而把电阻阵列上的一个点连接到滑动输出端。在某种条件下,计数器的内容可以存储到非易失性存储器中,以便今后调用。电阻阵列中包含99个单独的电阻,它们以串联的形式连接。在两个端点(V_H 和 V_L)和每个电阻之间有一个电子开关,它能把该点的电位传输到滑动端

\overline{INC} 、 U/\overline{D} 和 \overline{CS} 三个输入引脚能控制滑动端在电阻阵列中移动的位置,当 \overline{CS} 为低电平时,则 X9C103 被选中。这时 \overline{INC} 和 U/\overline{D} 输入引脚才能接受信号。当 \overline{INC} 输入引脚由高到低变化可能增加或减小一个7位计数器的值,这主要决定 U/\overline{D} 输入引脚的电平,当 U/\overline{D} 为高电平,计数器的值增加;当 U/\overline{D} 为低电平,计数器的值减小。7位可逆计数器输出译码后,立即

进行一百选一的操作，从而使滑动端的位置沿着电阻阵列移动，当滑动端位于一个固定点时，就象等效的机械滑动端那样，不会移到超出终端位置，即计数器达到一个极限端(0000000或1111111)时，不会循环回复。

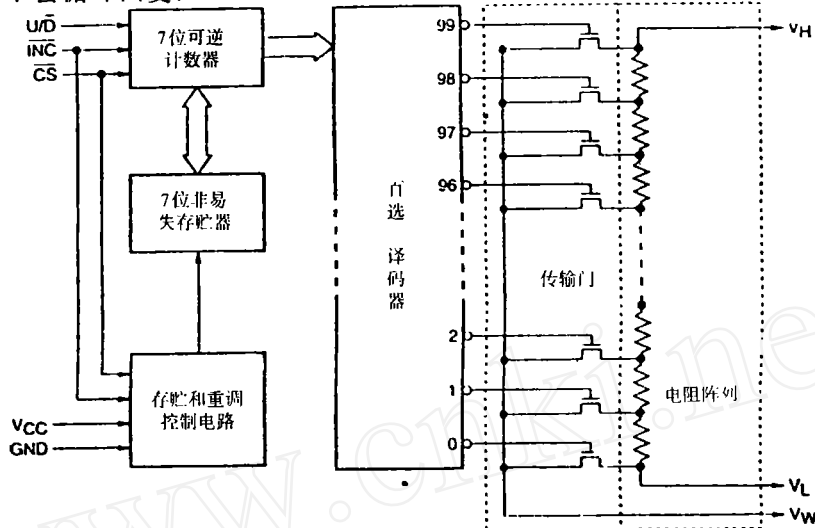


图2 X9C103内部功能图

当 \overline{CS} 和 \overline{INC} 同时为高电平时，计数器的值被存贮到非易失性存贮器中。当X9C103断电，最后存贮在计数器的值仍然维持在非易失性存贮器中，当电源恢复后，存贮器中的内容就是断电时计数器的值。

\overline{INC} 、 \overline{CS} 和 U/\overline{D} 三个输入引脚的电平决定工作方式的选择，详细情况如表3所示。时序图如图3所示。

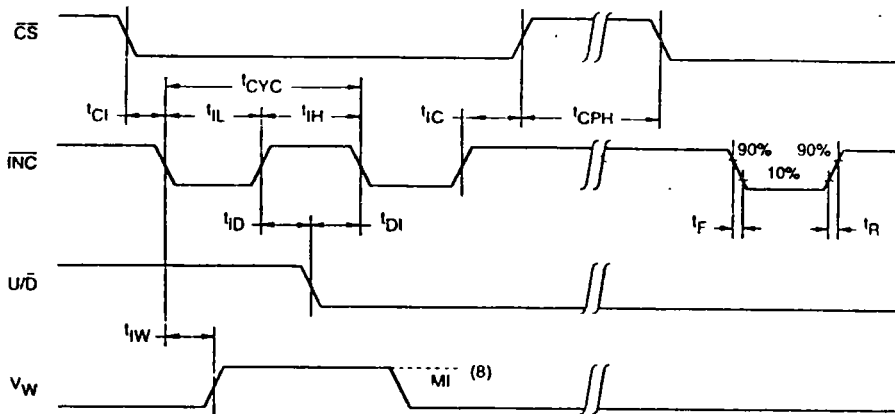


图3 X9C103工作时序图

表3 方式选择

\overline{CS}	\overline{INC}	U/\overline{D}	方式
低电平	低电平	高电平	向上滑动
低电平	低电平	低电平	向下滑动
高电平	高电平	高电平或低电平	存贮滑动端位置
高电平	高电平或低电平	高电平或低电平	等待电流
高电平	低电平	高电平或低电平	不存贮,返回等待

四、应用电路

由于X9C103数字电位器具有精度高、抗干扰强、功耗低、数字控制和保存时间长的特点，所以广泛应用在需要数字微调电阻的各种电路中，现以文氏

电桥振荡器中的数控电路为例说明它的典型应用。

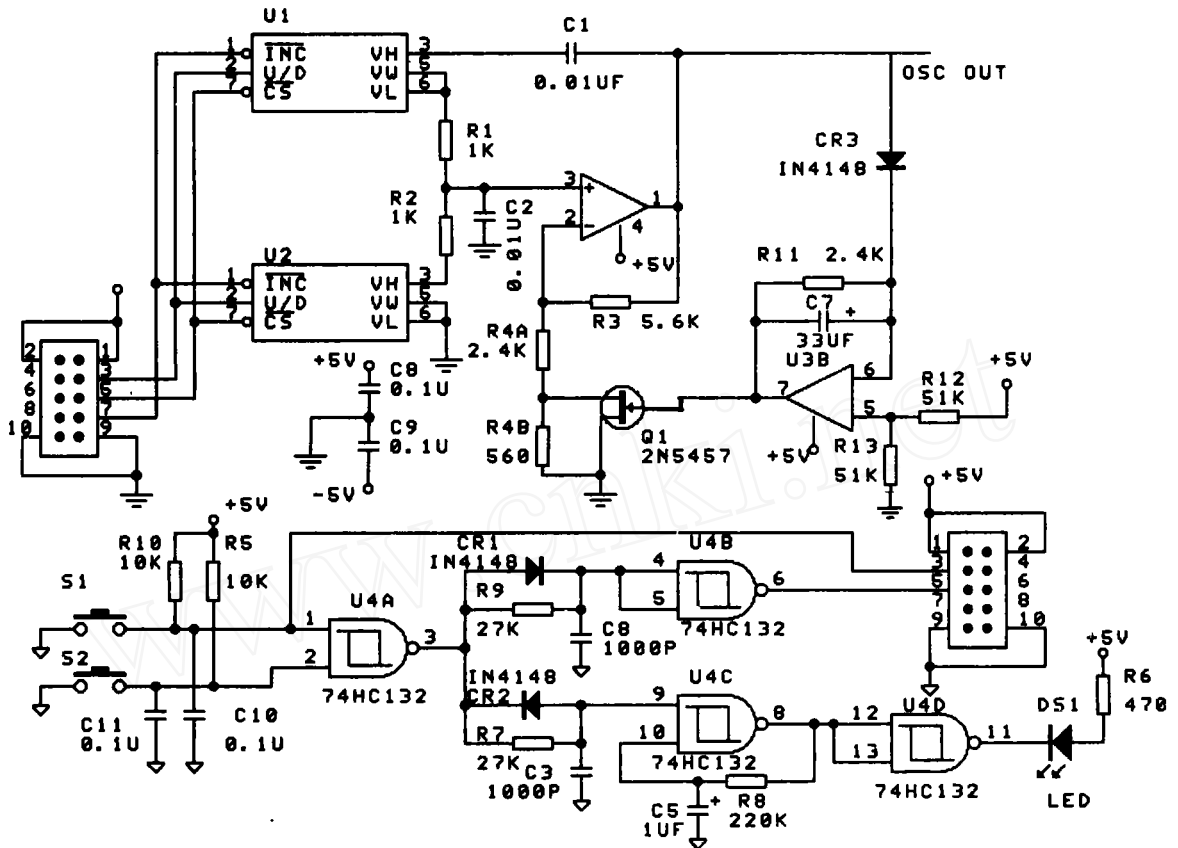


图4 X9C103组成的文氏电桥

利用X9C103组成的文氏电桥振荡器的电路如图4所示。该电路有两个反馈通道(正反馈和负反馈)，这两个通道组成电桥的两个臂。其中一个臂为负反馈通道，它由R3、R4A、R4B和Q1(CR3、U3B、R11和C7组成幅度检测电路)组成，主要完成幅度检测和振幅平衡调节任务；另一个桥臂为正反馈通道，它由C1、C2、R1+U1和R2+U2组成，主要完成频率调节功能。假设C1=C2，

$$R1+U1=R2+U2, \text{ 则振荡频率为: } f = \frac{1}{2\pi C1(R1+U1)}$$

图中幅度检测电路(CR3、U3B、R11和C7)能自动设置负反馈，使得峰值电压等于基准电压，这样就限制振荡器的电压幅度，不进入运算放大器的饱和区，从而保证振幅平衡。

为了保证振荡器每个周期不发生限流，R11和C7的时间常数必须远大于振荡器的最低频率；这也是选择这两个元件的重要原则。

* * * * *

(上接第5页)

工作程序的连续性、可靠性。

5. 为了减少口线，也可不用锁存器锁存 \overline{WDO} 信号，改用软件判断，其根据是：上电复位时CPU内部的RAM为随机状态，而其他复位由于系统未断电CPU内部的RAM保持不变。我们可以在程序中设定内部RAM某区域为特定值(如AAH)，系统复位后，用程序监测检查该区域的值，以确定复位的类型，决定程序的走向。当然，干扰信号也可能破坏了上述标志，但这种可能性极小。

总之，用MAX813L构成的微机监控系统，电路简单、工作可靠、价格低廉、精度较高、性能优良。该芯片具有较好的应用前景。