

●应用与设计

数字电位器的应用特性分析

北方交通大学电子信息工程学院 刘元盛 李哲英 李维敏

An Analysis for the Application Characters of Potentiometer

Liu Yuansheng Li Zheyang Li Weimin

摘要：利用数字电位器可以对模拟数字混合信号处理电路的参数特性进行自动调整。并可配合单片机完成多种测量和控制功能。文中对美国 Xicor 公司研制的 X9C 系列数字电位器的技术特性进行了讨论，分析了数字电位器的误差形成因素，给出了一个单片机应用系统实例，同时指出了在需要精确电阻值的应用系统中应采用的相应补偿措施。

关键词 数字电位器；电阻；X9C 系列

分类号 TM547

文献标识码 B

文章编号 :1006 - 697X(2002)07 - 0014 - 02

1 引言

SOC(片上系统)和模拟数字混合信号处理技术是现代信息技术应用中的两个重要电子技术基础。一般来说,纯数字系统的 SOC 实现技术比较成熟,而模拟-数字混合信号处理系统的 SOC 实现起来则比较困难,其主要原因就是模拟部分难以实现高度集成。

对于模拟电子系统,由于信号和参数具有连续与分散特征,因此在进行系统集成和数字程控时会遇到比较大的困难。特别是当需要通过调整电阻值来连续调整电路特性时,其困难可能会更大。例如用数字方式调整滤波器截止频率时,就必须对电阻值进行比较精确的连续调整。

为了实现模拟电路参数的程控连续调整,解决混合信号处理中的问题,美国 Xicor 公司研制出程控电位器,利用它可以在一定范围内实现对电阻阻值的程控调整,从而为模拟-数字混合信号处理系统的集成化提供有利的支持。

数字电位器的技术特性是应用技术中的关键。因此本文将对数字电位器的电阻特性和数字控制特性进行分析。

2 X9C 系列数字电位器的技术特性

从电路结构上看,X9C 系列数字电位器由两大部分组成,图 1 所示是其内部结构。从图中可以看出:X9C 系列数字电位器结构中的一部分是数字控制电路,另一部分是电阻网络。该器件的基本设计

思想是通过开关控制电阻网络接点的连接方式来改变电阻值。

X9C 系列数字电位器的输入输出端(参考图 1)的具体功能如下:

U/\bar{D} :控制计数方向的输入信号,该脚为高电平时,为加计数,该脚为低电平时为减计数;

\overline{INC} :计数脉冲输入,运行时可在脉冲的下降沿触发计数;

\overline{CS} :片选信号输入,该引脚为低电平时,器件中的计数器接收计数脉冲并计数,该引脚为高电平时,器件中的计数器不工作而维持当前输出,此时电位器被锁定;

R_H/V_H 和 R_L/V_L :电位器的两个端点,其允许最高外接电压为 5V,最低外接电压为 -5V;

R_W/V_W :电位器中间抽头。

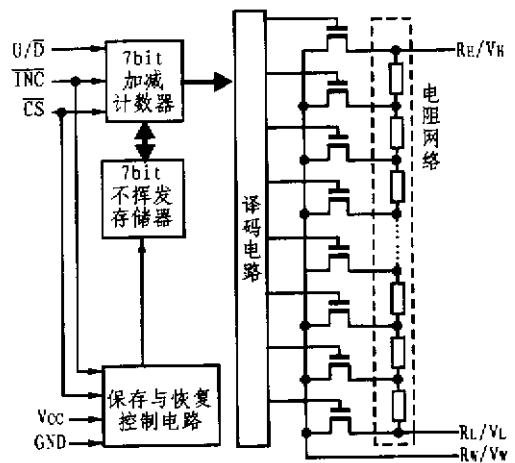


图 1 X9C 系列数字电位器的内部结构

在图 1 所示的数字电位器中,有一个由 99 个相同电阻组成的电阻网络,这些电阻的每两个之间的连接点上均有一个 MOS 开关管作为开关,开关管导通时就把电位器的中间抽头连接在该点上。

数字电位器的数字控制部分包括加减计数器、译码电路、保存与恢复控制电路和不挥发存储器等四个数字电路模块。利用串入、并出的加/减计数器在输入脉冲和控制信号的控制下可实现加/减计数,计数器把累计的数据直接提供给译码电路控制开关阵列,同时也将数据传送给内部存储器保存下来。当外部计数脉冲信号停止或片选信号无效后,译码电路的输出端只有一个有效,于是只选择一个 MOS 管导通。

数字控制部分的存储器是一种掉电不挥发存储器,因此,当电路掉电后再次上电时,数字电位器中仍保存着原有的控制数据,其中间抽头到两端点之间的电阻值仍是上一次的调整结果。因此,数字电位器与机械式电位器的使用效果完全相同。

由于开关的工作采用“先连接后断开”的方式,因此在输入计数有效期间,数字电位器的电阻值与希望值可能会有较大的差别。所以,只有在调整结束后才能达到希望值。

3 数字电位器的应用误差分析

作为数字电位器,应用中通常十分关心电位器的电阻值,特别是调整后的电阻值与理想电阻之间的误差。

数字电位器的电阻误差由两个因素决定,一个是电阻网络中的电阻,另一个是 MOS 管的导通电阻。

以图 2 为例,当调整数字电位器电阻时,根据数字电位器的数据可以得到 R_H 到 R_W 之间的电阻值:

$$R = nr$$

其中 R 是 R_H 到 R_W 之间的实际电阻, n 是 R_H 到 R_W 之间的串联电阻个数, r 是电阻网络中每个电阻的标称值。

考虑到每个电阻的标称值与实际值之间的误差

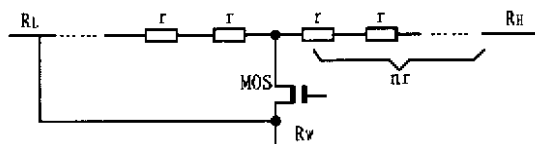


图 2 数字电位器的物理分析模型

以及 MOS 管的导通电阻误差,则 R_H 到 R_W 之间的实际电阻为:

$$R = nr + r \sum_{i=1}^n \delta_i + r_{MOS}$$

式中: δ_i 是第 i 个电阻的误差系数, r_{MOS} 是 MOS 管的导通电阻。这样,可得出总的误差为:

$$|R - nr| = \left| r \sum_{i=1}^n \delta_i + r_{MOS} \right|$$

从而可得到相对误差如下:

式中: $\bar{\delta}$ 为数字电位器电阻网络中所有电阻的

$$\Delta = \frac{|R - nr|}{nr} = \left| \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_i + \frac{r_{MOS}}{nr} \right| = \left| \bar{\delta} + \frac{r_{MOS}}{nr} \right|$$

平均误差。由于同一个芯片中的 MOS 管的参数基本相同,所以可以把 MOS 管的导通电阻 r_{MOS} 看成是常数,由此得出的相对误差随 nr 的变化曲线如图 3 所示。

从图 3 可以看出,随着 R_H 到 R_W 之间串联电阻

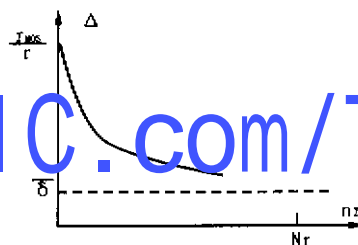


图 3 数字电位器的相对误差曲线

个数的增加,相对误差将呈下降趋势。

4 应用电路分析

图 4 所示是一个利用数字电位器实现量程自动转换的单片机电路。MC68HC05P9 单片机内有一个 8 位 A/D 转换电路,该 8 位模数转换电路有 V_H 和 V_L 两个参考电源输入端, A/D 转换电路的参考电压是 $V_H - V_L$ 。

MC68HC05P9 单片机 A/D 转换电路的信号电压分辨率为:

$$B = (V_+ - V_-) / 255$$

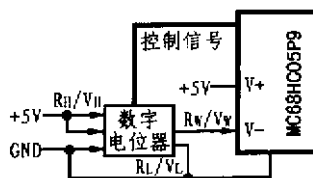


图 4 量程自动转换参考电源控制电路

●应用与设计

智能电池(IBS)系统与 PC 机的通讯接口

成都世能科技有限责任公司 向明君

Communication Between Intelligent Battery System with PC

Xiang Mingjun

摘要 :智能电池系统通常都需要一个灵活、高效地监测和管理系统 ,以在系统内各种设备之间建立一种可靠、灵活的通讯接口机制。文中介绍了智能电池与 PC 机的通讯接口 ,提出了基于 ISA 总线和基于 SMBUS 接口的两种解决方案 ,详细说明了两种方案的芯片选择以及实现方法。

关键词 :智能电池 ; SMBUS ; USB ; ISA

分类号 :TN492

文献标识码 :B

文章编号 :1006 - 697X(2002)07 - 0016 - 04

1 引言

在智能电池(IBS)系统中 ,通常都需要构造一个灵活、高效的监测管理系统 ,以最大限度的发挥智能电池的作用 ,体现智能电池的优越性。为了达到这个目的 ,则必须为系统内的各种设备建立一种可靠、灵活的通讯机制。目前 ,IBS - IF(智能电池实现者论坛)已经为智能电池制定了专门的总线标准 - SMBUS2.0 以统一连接智能电池系统内的各种设备(包括电池 ,电源设备和系统传感器)。

然而 ,对于整个电池系统而言 ,特别是对于庞大的电池组群 ,人们还希望能用 PC 机作为服务器来对系统进行统一管理 ,而目前的 PC 机所带的接口还不能直接接到 SMBUS 总线上 ,必须用接口卡或接口板来将 SMBUS2.0 协议转换为 PC 机可接受的总线方式(如 RS232、ISA 或 USB 接口) ,从而为 PC 机和智能电池系统内的设备建立一个通讯链接。鉴于上述情况 ,提出了基于 ISA 和 USB 接口卡的两种解决方案 ,下面介绍这两种方案的实现方法。

采用数字电位器提供 V_L 参考电压可以把测试分为几个不同的量程 ,这样便可以保证每个量程中 A/D 转换结果都在满量程的 3/2 以上 ,从而大大地提高测试精度。

自动量程转换的过程是 :先利用最大参考电压测量一个数据 ,然后根据测量数据的结果确定所属量程 ,最后再根据量程来调整数字电位器以使参考电压满足所需要的量程。

由于数字电位器都存在有电阻误差 ,因此 ,必须在使用前用单片机对其进行参数校正。

5 结论

在现代应用电子系统中 ,设计者通常总希望能对模拟电路的参数特性进行自动调整 ,其中包括对电阻值的总调整 ,数字电位器就是适应这一要求的新型电子器件。

2 智能电池系统管理总线 SMBUS2.0

实际上 ,接口卡就相当于一个协议转换器 ,利用它可将 SMBUS2.0 协议转换成 ISA 或 USB 的协议。SMBUS2.0 是在 2000 年 8 月 3 日由 SBS - IF(智能电

从实际应用电路的运行上看 ,数字电位器与机械式电位器有两个重要区别 :一个是调整过程中 ,数字电位器的电阻值不是连续变化 ,而是在调整结束后才具有所希望的输出。这是因为数字电位器采用 MOS 管作为开关电路 ,并且采用了“先开后关”的控制方法 ;另一个不同之处是 ,数字电位器无法实现电阻的连续调整 ,而只能按数字电位器中电阻网络上的最小电阻值进行调整。

在实际使用中应当特别注意数字电位器的电阻调整误差 ,由于不同应用场合时的误差影响有所不同。因此在实际应用时 ,最好能利用 A/D 转换电路对其进行精确测量 ,并采用单片机对其进行补偿。

参考文献

1. Xicor 公司技术资料 AN124 ,2000 年 2 月

收稿日期 :2001 - 11 - 19

咨询编号 :020705