

数字电位器 DS1267 及其在电桥自动平衡中的应用

摘要：DS1267 是 DALLAS 公司生产的 256 结点双数字电位器，它具有三种串行接口且功耗很低，很容易与单片机接口，文中介绍了数字电位器 DS1267 的结构和工作原理，同时给出了 DS1267 在瞬态应变波形存贮器中的应用线路和软件流程图。

关键词：数字电位器；电桥；自动平衡；DS1267

传统的机械电位器结构简单，价格低廉。但由于机械电位器受制造材料和制造工艺的限制，其滑臂存在接触不良或磨损问题。而接触不良是电路产生噪声和干扰的来源之一。严重的接触不良可能使大功率的后续电路和执行机构受到过大的电冲击，从而导致电路瞬态振荡或设备损坏。

数字电位器是针对机械电位器的缺点而产生的一种电控电位器，它由电阻串联网、模拟开关和控制逻辑组成，采用集成电路工艺生产，能保证优良的线性和温度稳定性，因而可从根本上解决机械电位器接触不良和电冲击问题。数字电位器更重要的优势还在于其滑臂的位置既可以手动调节，也可以由数字信号控制调节。而后一种工作方式在自动控制系统的方面，是机械电位器无法实现的。

DS1267 是美国 DALLAS 公司生产的 256 结点双数字电位器。这种数字电位器在每片封装中都含有两只相互隔离的数字电位器，它们可以单独使用，也可以组合使用以获得更高的分辨率。DS1267 具有超低功耗、三线串行接口，很容易和单片机配合等优点，使用很少硬件和软件开支即可实现自动增益控制和自动平衡调节等功能。

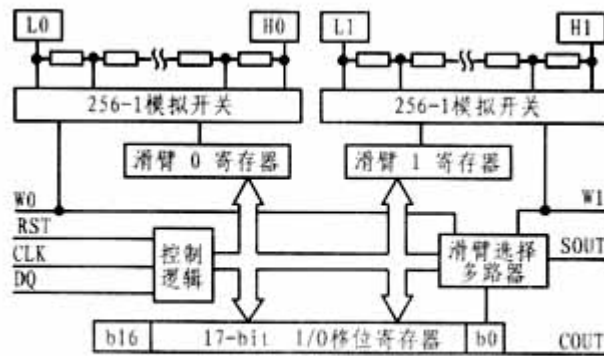


图 1 DS1267 内部框图

1 DS1267 的工作原理

图 1 为 DS1267 的内部框图和引出端。其中 H0、L0 和 H1、L1 分别为电位器 0 和 1 的电阻引出端，W0 和 W1 分别为其滑臂引出端；在电位器电阻的两个引出端之间串联有 255 个阻值相等的小电阻，总阻值为 10k Ω 、50k Ω 或 100k Ω 。两个滑臂的位置分别由两个 8 位的位置寄存器决定，寄存器输出的二进制数作为 256 选 1 多路模拟开关的地址信号，以便将电位器滑臂通过多路模拟开关接到一

个确定的电阻结点上。滑臂选择多路开关可选择 W0 或 W1，并从 SOUT 端输出以选择两个电位器的串联操作。外部控制信号输入端 RST、CLK、DQ 构成了三线串行接口，三个信号互相配合可将滑臂位置数据 b16~b1 和滑臂选择数据 b0 写入到 17 位的 I/O 移位寄存器，这 17 位的寄存器数据又可以回传到滑臂位置寄存器和滑臂选择寄存器。引出端 COUT 可串行输出 17 位寄存器数据，以用于多片电位器的级联工作。

图 2 为 DS1267 三线接口的工作时序图。当复位信号 $\overline{\text{RST}}$ 为低电平时，数据信号 DQ 和时钟信号 CLK 不影响内部寄存器的状态，此时接口关闭。一旦 $\overline{\text{RST}}$ 上升到高电平，DQ 端的串行数据即可在 CLK 的上升沿进入内部移位寄存器。并在 17 个 CLK 时钟脉冲内输入完整的数据，顺序为 b0 在先，b16 在后。其中 b0 为滑臂选择位，b1~b8 为电位器 1 的滑臂数据，b9~b16 为电位器 0 的滑臂数据，b1、b9 为高位，b8、b16 为低位。当 $\overline{\text{RST}}$ 信号恢复为低时，17 位的移位寄存器数据将进入滑臂位置寄存器和滑臂选择寄存器，从而使滑臂 W0、W1 接到新的电阻结点。



图 2 DS1267 工作时序图

在一片 DS1267 内，可将两个电位器直接串联在一起而使总的电阻结点数增加一倍。这样，在相同的外加输入电压情况下，滑臂位置分辨率将增加一倍。此时两个滑臂 W0 和 W1 可通过滑臂选择多路器选择其一并从 SOUT 输出。当 W1 下移到 L1 或 W0 上移到 H0 时，可利用程序来控制切换 SOUT 输出。用两片以上的 DS1267 可以构成更高分辨率的数字电位器，并用外加的多路器选择一个滑臂输出。

将多片 DS1267 级联工作可以使多片 DS1267 共享微处理器的三线串行接口以简化硬件结构。在级联方式中，应将每片 DS1267 的 COUT 端接到下一片 DS1267 的 DQ 端。当 n 片 DS1267 级联工作时，需要 $n \times 17$ 个时钟脉冲才能将所需数据置入各 DS1267 中。

2 DS1267 在电桥自动平衡中的应用

静态或动态应变测量中通常都采用图 3 所示的测量桥路。其中 R1~R4 为 4 个桥臂电阻，它们可以全部是应变片或至少有一个为应变片。由于电阻或应变片存在有阻值误差，因此在没有外加力信号时，桥路输出电压 U_0 也可能不为零。若该初始值过大，就可能使后续放大器过载而不能进行正常测量。为此应加入电位器 P0 和电阻 R0。这样，通过调节 P0 的滑臂位置可使 $U_0=0$ ，从而达到电桥平衡。如果 P0 为手动机械电位器，由于平衡调节的工作量非常大，所以，很容易使机械电位器的触点老化或损坏。而如果用数字电位器代替机械电位器，就能在

应用软件的支持下，使电位器的寿命大大延长并在很短的时间内实现自动平衡。

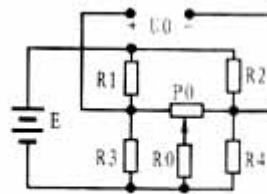


图3 应变桥路

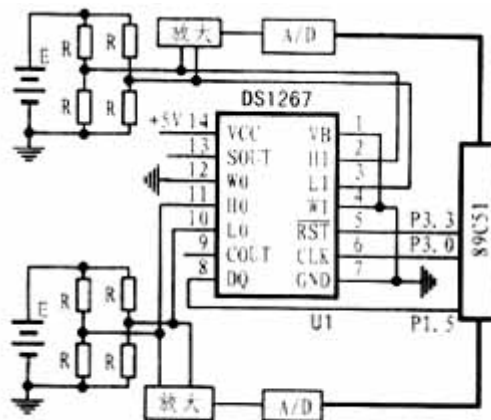


图4 自动平衡电桥

数字电位器 DS1267 在双通道瞬态应变波形存贮器中的应用线路如图 4 所示。图中，用单片机 8051 的 P3. 0、P3. 3、P1. 5 作为三线接口，分别控制 DS1267 的 CLK、RST、DQ 输入端。将 DS1267 的滑臂 W0、W1 接地， H0、L0 和 H1、L1 分别接两个桥路的输出端。桥路输出电压可在差分放大和 AD 变换后由 8051 判断是否平衡。若不平衡，则向 DS1267 置入新的控制数据，如此循环直至平衡。为了减少平衡时间，可以采用中分法，即滑臂的初始位置在电位器的中点，若桥路输出电压不为零，则下一次置数使滑臂位置在电位器阻值的 1 / 4 或 3 / 4 处，即下次滑臂位置继续设置在本次位置相邻区间的中点处。对于 256 结点的电位器，最多比较 7 次即可完成平衡。应变波形存贮器通常对平衡时间无过高要求，因此，为简化软件编程，可采用逐点搜索法。即让电位器滑臂从最左端开始，逐步向右移动，直至电桥平衡，平衡时间约 1ms。

控制 DS1267 实现自动平衡的软件流程如 5 所示。其中，初始化过程用于清除平衡标志，设置 17 位数据中的 CH0、CH1 的滑臂数据为零。而延迟的作用是使电桥和放大器在新的数据字下达到稳定。

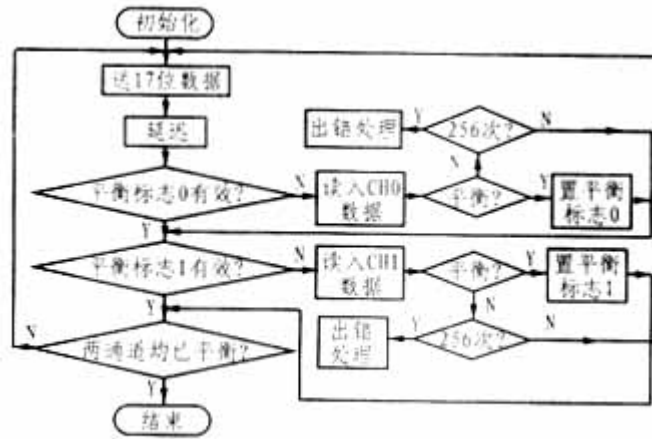


图5 自动平衡软件流程图

3 结束语

在以单片机为基础的应变数据采集仪器中，利用数字电位器的程控特性和单片机的控制能力来完成电桥的自动平衡代表了应变测量仪器的发展方向。在笔者设计的自动平衡电桥应用中，仅使用一片 DS1267 就可以实现两个通道的快速自动平衡。同时，数字电位器的高可靠特性也使得整个仪器的工作稳定性得到了保证。