

AC/DC 转换器 AD736 的工作原理及其应用

随着集成电路的迅速发展,近年来出现了各种真有效值 AC/DC 转换器。美国 AD 公司的 AD736 是其中非常典型的一种。

在科学实际和生产实践中,会遇到大量的非正弦波。传统测量仪表采用的是平均值转换法来对其进行测量,但这种方法存在着较大的理论误差。为了实现对交流信号电压有效值的精密测量,并使之不受被测波形的限制,可以采用真有效值转换技术,即不通过平均折算而是直接将交流信号的有效值按比例转换为直流信号。为了适应现代电子测量的需要,目前测量交流电压真有效值(RMS)的万用表得到了迅速的发展。交流电压的真有效值是通过电路对输入交流电压进行“平方→求平均值→开平方”的运算而得到的。真有效值仪表的最大优点是能够精确测量各种电压波形的有效值,而不必考虑被测波形的参数以及失真。

AD736 是经过激光修正的单片精密真有效值 AC/DC 转换器。其主要特点是准确度高、灵敏性好(满量程为 200mVRMS)、测量速率快、频率特性好(工作频率范围可达 0~460kHz)、输入阻抗高、输出阻抗低、电源范围宽且功耗低最大的电源工作电流为 200 μ A。用它来测量正弦波电压的综合误差不超过 $\pm 3\%$ 。

1 工作原理及管脚功能

AD736 的内部框图如图 1 所示。它主要由输入放大器、全波整流器、有效值单元(又称有效值芯片 RMS CORE)、偏置电路、输出放大器等组成。芯片的 2 脚为被测信号 V_{IN} 输入端,工作时,被测信号电压加到输入放大器的同相输入端,而输出电压经全波整流后送到 RMS 单元并将其转换成代表真有效值的直流电压,然后再通过输出放大器的 V_O 端输出。偏置电路的作用是为芯片内部各单元电路提供合适的偏置电压。

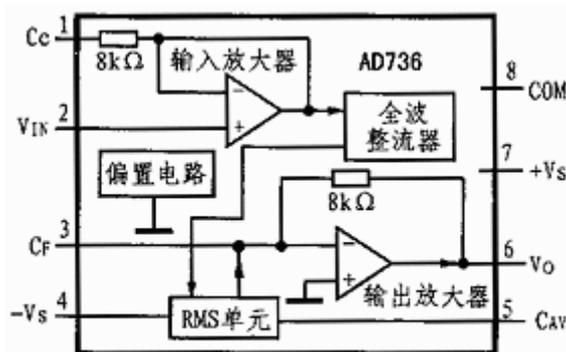


图 1 AD736 的内部框图

AD736 采用双列直插式 8 脚封装,其管脚排列如图 2 所示。各管脚的功能如下:

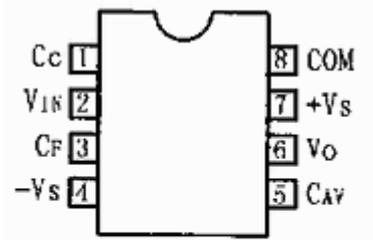


图 2 AD736 引脚排列

+Vs: 正电源端, 电压范围为 2.8~16.5V;

-Vs: 负电源端, 电压范围为-3.2~-16.5V;

Cc: 低阻抗输入端, 用于外接低阻抗的输入电压 ($\leq 200\text{mV}$), 通常被测电压需经耦合电容 Cc 与此端相连, 通常 Cc 的取值范围为 $10\sim 20\mu\text{F}$. 当此端作为输入端时, 第 2 脚 VIN 应接到 COM;

VIN: 高阻抗输入端, 适合于接高阻抗输入电压, 一般以分压器作为输入级, 分压器的总输入电阻可选 $10\text{M}\Omega$, 以减少对被测电压的分流。该端有两种工作方式可选择: 第一种为输出 AC+DC 方式。该方式将 1 脚 (Cc) 与 8 脚 (COM) 短接, 其输出电压为交流有效值与直流分量之和; 第二种方式为 AC 方式。该方式是将 1 脚经隔直电容 Cc 接至 8 脚, 这种方式的输出电压为真有效值, 它不包含直流分量。

COM: 公共端;

Vo: 输出端;

CF: 输出端滤波电容, 一般取 $10\mu\text{F}$;

CAV: 平均电容。它是 AD736 的关键外围元件, 用于进行平均值运算。其大小将直接响应到有效值的测量精度, 尤其在低频时更为重要。多数情况下可选 $33\mu\text{F}$ 。

2 典型应用电路

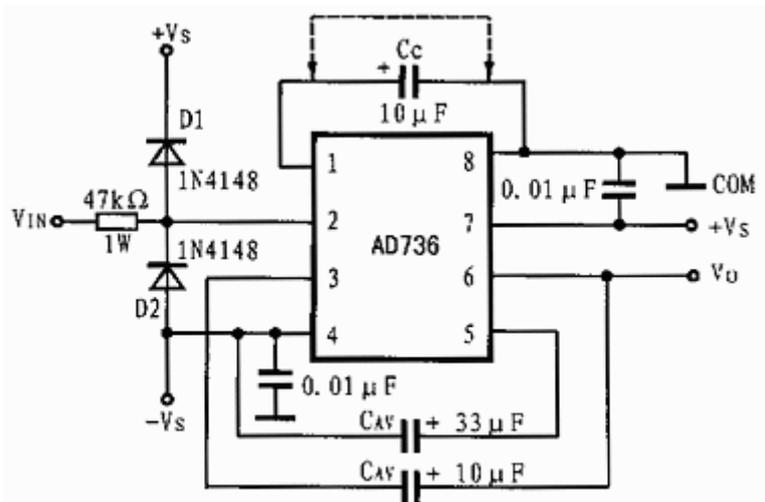


图3 AD736在双电源供电时的高阻抗应用电路

AD736有多种应用电路形式。图3为双电源供电时的典型应用电路，该电路中的+Vs与COM、-Vs与COM之间均应并联一只 $0.1\mu\text{F}$ 的电容以便滤掉该电路中的高频干扰。 C_c 起隔直作用。若按图中虚线方向将1脚与8脚短接而使 C_c 失效，则所选择的就AC+DC方式；去掉短路线，即为AC方式。 R 为限流电阻， D_1 、 D_2 为双向限幅二极管，超过压保护作用，可选IN4148高速开关二极管。

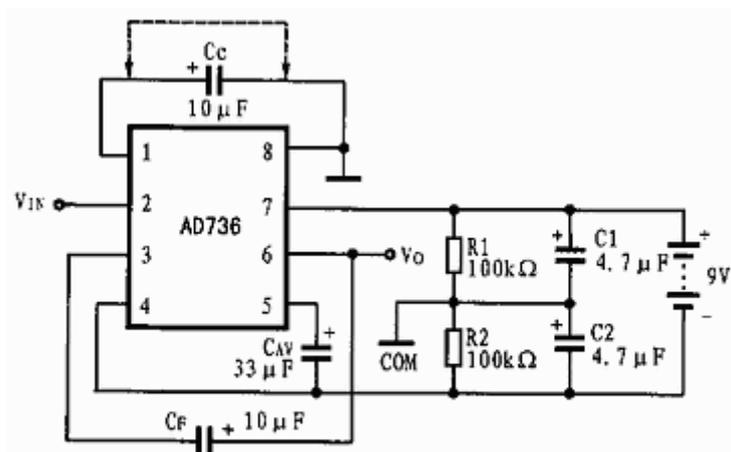


图4 采用9V电池的高阻抗应用电路

图4为采用9V电池的供电电路。 R_1 、 R_2 为均衡电阻，通过它们可使 $V_{COM}=E/2=4.5\text{V}$ 。 C_1 、 C_2 为电源滤波电容。上述图3和图4电路均为高阻抗输入方式，适合于接高阻抗的分压器。

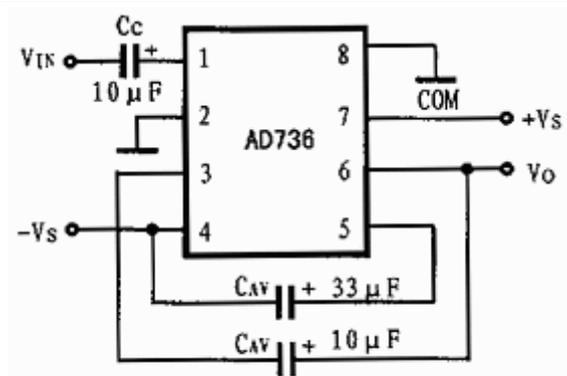


图 5 双电源低阻抗应用电路

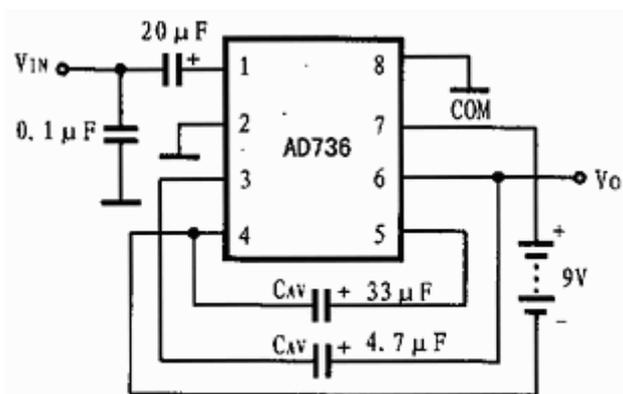


图 6 9V 电池供电低阻抗应用电路

图 5 和图 6 分别为低阻抗输入方式时，用双电源供电和采用 9V 单电源供电时的典型应用电路。

3 注意事项

图 7 是由 AD736 构成的简单 RMS 仪表组成框图。图 8 是由单片机 8098 和 AD736 等芯片组成的可测量交直流有效值的智能化 RMA 仪表组成框图。

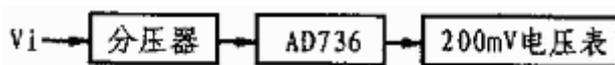


图 7 简单 RMS 仪表组成框图

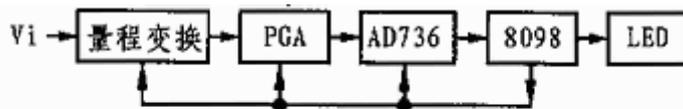


图 8 智能化 RMS 仪表组成框图

AD736 构成的简单 RMS 仪表组成框图

应用 AD736 来制作 RMS 仪表时，应注意以下几个问题：

(1) 当被测交流电压超过 200mVRMS 时，必须在 AD736 前加一级分压器，以将被测电压衰减到 200mV 以内。在采用

AD736 典型电路制作 RMS 仪表时，可在 AD736 的输出端接 1.0 级、200mV 直流毫伏表，或接 3 位半数字电压表 (DVM)。也可利用典型的 500 型万用表的直流电压档，加上 AD736 的典型应用电路改制成 RMS 仪表，AD736 应用电路的电源可取自万用表内的 9V 电池。

(2) 若要测量交流电流的真有效值，应在 AD736 前面加一级分流器。此时应用 AD736 可选图 6 所示电路。

(3) 设计高精度真有效值 RMS 时，还应考虑被测电压的波峰因素 K_p (波峰因数 K_p 是被测信号的峰值与真有效值之比) 的影响，应仔细选择合适的 CAV。常见的正弦波、言波、三角波和锯齿波的 $K_p \leq 2$ ，此时 CAV 可取 $33\mu F$ 。但对于窄脉冲或晶闸管的波形，由于 $K_p > 2$ ，因此应适当增大 CAV 的容量，以延长取平均值的时间，从而减少由 $K_p > 2$ 所引起的附加误差。