

ADE7758 芯片简单手册

摘要:本文介绍基于 ADE7758 和 PIC 系列 MCU 的多相多功能电能测量电表, 本文重点介绍 ADE7758 的引脚及设计要点、内部寄存器功能和工作原理, 以及 ADE7758 与 PIC16F877 的中断接口时序。

关键词: 多相电能表; ADE7758; PIC

0 引言

我国与发达国家一样, 随着电力供应市场化的逐步深入和计算机网络的快速普及和发展, 为了缓解电力供应紧张的现状, 正在大力推广分时电价, 双费率电子电能表成为电能表新的发展趋势和需求热点。仅上海市自 2001 年起, 五年内需要 600 万台复费率电能表。

国外电能表正在向大电流、大动态的需求方向发展。美国模拟器件公司开发出一种体积小、动态范围可达 1000:1 的新型电能测量集成电路 ADE7758, 该 IC 内嵌了高精度的模数转换器和固定模式的数字处理信号处理器 (DSP), 具有数字积分、数字滤波和具有众多实用电能监测、计量功能, 正成为新一代高性能全数字电能表的理想芯片。

截止到 2002 年 10 月, AD775X 系列全数字电能测量处理芯片在全世界的销量已超过 5000 万片。ADE7758 是具有每相信息的多相多功能电能测量 IC 芯片, 是美国 ADI 公司 2003 年 8 月推出的专用电能测量 IC 新产品。

ADE775X 系列电能测量专用集成电路芯片的推出, 不仅简化了电力测量新应用模块的设计难度, 可做到全电子或真正固体化、静止化, 以有利于提高性能, 降低成本; 还可以利用现有的电话线、专线、高频无线电调制解调器、光缆、低压配电线载波等技术手段完成自动抄读表、分时电价、实时电价、多功能计量、预付费等扩充应用功能。使电能计量具有高精度、高可靠性、免维护和双向通讯功能, 适应电力市场化下的电力公司提供新的增值服务。

ADE7758 是一款功能先进的数字电能表芯片, 它与单片机 PIC16F877、LCD 模块、电源等构成的一种多费率电子电能表电路见图。ADE7753 通过串行接口与单片机通信, 接收单片机控制, 实现多费率计量。

1 ADE7758 引脚功能及设计要点

ADE7758 引脚功能分布参见图 1。

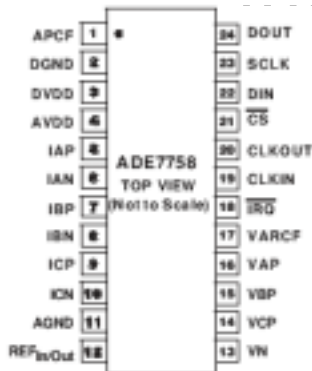


图 1

ADE7758 引脚功能分布

APCF: 有功功率校正频率逻辑输出引脚。

该引脚的输出主要用于校准和操作的目的。满刻度输出频率可以写入 APCFNUM 和 APEFDEN 寄存器中。

DGND: ADE7758 数字电路部分参考地端, 例如乘法器、滤波器、数 - 频转换器的地端。

由于 ADE7758 中的回路电流很小, 可以直接跟整个系统的模拟地端 (AGND) 相连, 但是 DOUT 端的大总线电容产生的数字噪声电流可能会影响其性能。

DVDD: 数字电源。该引脚为 ADE7758 数字部分提供电压源。

电压维持在 $5V \pm 5\%$ 。该引脚可用一个 $10\mu F$ 的电容和一个 $100nF$ 的瓷片电容并联后进行去耦合。

AVDD: 模拟电源端。该引脚为 ADE7758 模拟部分提供电压源。电压维持在 $5V \pm 5\%$ 。

该引脚应该采用正确的去耦方法, 尽量减小电源波动和噪声。该引脚用一个 $10\mu F$ 的电容和一个 $100nF$ 的瓷片电容并联后, 再连接到 AGAND 引脚来去耦合。

~ IAP, IAN; IBP, IBN; ICP, ICN: 电流通道模拟输入。

这些输入是全差动电压输入, 最大的差动输入信号为 $\pm 0.5V$, $\pm 0.25V$, $\pm 0.125V$ 。根据内部放大器

的增益选择，来设定输入电压的最大值，增益选择放大器的增益由 PGA 寄存器来设定。所有的输入引脚均能承受 $\pm 6V$ 的过电压而不会造成永久损坏，并具有静电释放保护电路。

(11) AGND：模拟电路部分的参考地端。

该引脚为内部的 ADCS、温度敏感元件、参考电压端等部分的参考地端。该引脚应该连接到系统的标准模拟地或者干扰最小的接地参考点。干扰最小的接地参考点应该跟所有的模拟线路相连。为了减小 ADE7758 的地端噪声，模拟地端应该和数字地端只用一个点来连接。也可以把整个器件都安放在模拟接地面上。

(12) REF_{IN/OUT}：该引脚是片上基准电压。

片上基准电压标称值为 $2.5V \pm 8\%$ 。外部参考端也可以与该脚相连。无论是否连接外部参考电压端，该引脚都应该用一个 $1\mu F$ 的瓷片电容跟 AGND 端连接以去耦合。

(13)~(16) VN, VCP, CBP, VAP：电压通道的模拟输入。

这些输入是单端电压输入，最大信号电压为 $\pm 0.5V$ ，（相对于 VN 端）。可以通过内部寄存器 PGA 选择输入信号的最大值为 $\pm 0.5V$ ， $\pm 0.25V$ 或者 $\pm 0.125V$ 。所有的输入引脚均能承受 $\pm 6V$ 的过电压而不会造成永久损坏，并具有静电释放保护电路。

(17) VARCF：复功率校准频率逻辑输出。

通过设置 WAVMODE 寄存器的 VACF 位来选择输出复功率或者视在功率。该输出常用于电能表的校准。满刻度输出可以通过写入 VARCFNUM 和 VARCFDEN 寄存器的数值来调节。

(18) IRQ：中断请求输出。低电平有效的开漏极逻辑输出端。

可屏蔽的中断包括：有功能量寄存器和视在功率寄存器半满和波形采样速率达到 26kSPS。

(19) CLKIN：数字信号处理 ADCS 的主时钟。最高为 15MHZ。

可以用一个外部时钟信号来提供时钟输入，也可以在 CLKIN 和 CLKOUT 端并联一个 AT 晶体来提供时钟信号。应该根据晶体的参数确定所需要的负载电容值，接一个几十 PF 的瓷片电容到振荡门电。

(20) CLKOUT：当外部时钟提供或者连接一个晶体时，该引脚能驱动一个 CMOS 负载。

(21) CS：片选信号，低电平有效。这时 ADE7758 与数据总线接通。

(22) DIN：串行接口的数据输入端。在串行口的时钟信号 SCLK 的下降沿输入数据。

(23) SCLK：串行时钟信号输入端。

所有串行数据被该信号同步。该引脚具有施密特触发输入，以适应速度较慢的边沿变化时间。

(24) DOUT：串行口的数据输出端。

在 SCLK 信号的上升沿数据从该引脚传输出去。在没有数据的时候该引脚为高阻抗状态。

2 ADE7758 的工作原理与内部框图

ADE7758 功能框图如图 2 所示。

ADE7758 是一种高精度三相电能测量 IC，带有一个串行口，两路脉冲输出。ADE7758 集成了数字积分、参考基准电压源、温度敏感元件等，有可用于有功功率、复功率、视在功率、有效值的测量以及以数字方式校正系统误差(增益、相位和失调等)所必须的信号处理电路。该芯片适用于各种三相电路（不论三线制或者四线制）中测量有功功率、复功率、视在功率。

来自电流传感器和电压传感器的电压信号经信号放大 PGA1,PGA2 和模数变换 ADC 转换为对应的数字信号，然后，电流信号经电流通道内的高通滤波器 HPF 滤除 DC 分量并数字积分后，与经相位校正 Φ 的电压信号相乘，产生瞬时功率；此信号经低通滤波 LPF2 产生瞬时有功功率信号；各相功率相加得到总的三相瞬时有功功率，经 DOUT 引脚输出。视在功率和复功率的计算与此类似。

ADE7758 有六路模拟量输入，分成电流和电压两个通道。

流通道由三对差分电压输入，分别是 IAP, IAN；IBP, IBN；ICP, ICN。这三个电流通道最大的信号电压变化范围为 $\pm 0.5V$ 。电流通道有一个可编程增益放大器（PGA1），放大器增益为 1, 2 或 4。除了 PGA 功能外，用于 A/D 转换时，通道 1 还具有输入信号满刻度选择的功能。前面提到了，最大输入电压变化范围为 $\pm 0.5V$ ，利用增益寄存器的 3 和 4 位，ADC 的输入电压可以设置为 $\pm 0.5V$ ， $\pm 0.25V$ ， $\pm 0.125V$ 。这是利用 ADC 的基准参考端来实现的。

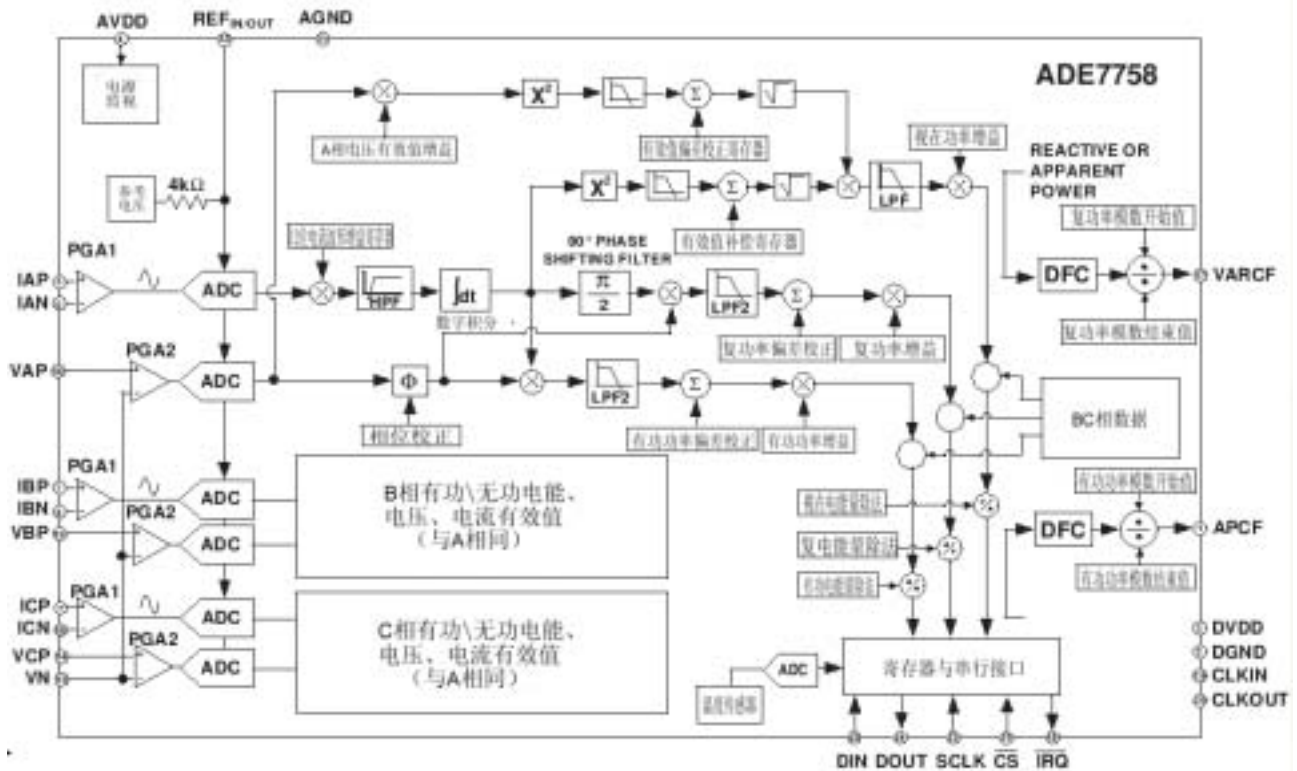


图2 ADE7758 内部功能框图

电压通道具有三路单端电压输入通道，分别为 VAP，VBP 和 VCP。这些单电压输入端的最大输入电压变化范围为 $\pm 0.5V$ 。相对于 VN 来说，电流和电压通道都有一个 PGA（可编程放大器），增益为 1，2 或 4，由用户编程来决定，所有的输入通道的增益相同。

ADE7758 提供系统的校正功能如：有效值偏移的校正、相位和功率的校正等等。引脚 APCF 的逻辑输出给出了有功功率的信息，引脚 VARCF 的输出提供了瞬时复功率和视在功率的信息。ADE7758 具有一个波形取样寄存器，其值来自于 ADC 的输出。波形采样部分集成有一个用于短时持续低电平或高电平的监测电路，门槛电平和持续时间是用户编程来决定的。三相中的任一相过零监测是同步进行的，过零监测的结果可用于测量三路电压输入中任一路的周期。

ADE7758 的所有功能都是通过读、写片上寄存器来实现的，即 ADE7758 的各种设定和操作主要是对其众多寄存器的读和写。每个寄存器在读、写时，首先要执行一个写通信寄存器的操作，然后开始传输数据。电能表的测控命令和测量信息可以多种方式与 MCU 通讯。MCU 输入的命令字控制着 ADE7758 的工作模式、测量模式、波形采样模式、有效值偏差补偿量和中断模式等。例如：每相的电流通道在信号通路中都有一个乘法器。电流波形可以改变 $\pm 50\%$ ，这主要是由写入 12 位有符号电流波形增益寄存器（AIGAIN，BIGAIN，CIGAIN）中的 2 进制数决定的：如果 7FFH 写入这三个寄存器，则 ADC 的输出标定值将增加 50%；如果 800H 被写入，则输出减小 50%。

3 ADE7758 与 16F877 的中断接口与时序

一个基于 ADE7758 和美国微芯公司 MCU（PIC16F877）等构成的三相多功能电子电能表的原理框图参见图 3。被测三相电压、电流经传感器和调理电路后，送 ADE7758 的 A 相/B 相/C 相电压和电流输入端，经 ADE7758 计算后，转换为有功功率、无功功率、视在功率、复功率等电能信息，数据通过 ADE7758 的串行口读出。MCU 通过 SPI 串行接口读出电能数据信息并处理后，送 LCD 显示和无线网络接口。

ADE7758 与 16F877 的中断管理接口时序。ADE7758 的中断是通过中断状态寄存器 STATUS 和中断屏蔽寄存器 MASK 来实现的。当 ADE7758 有中断事件发生时，STATUS 相应的位被置 1，如果中断屏蔽寄存器 MASK 内该中断相应的位为 1，则 IRQ 输出变为有效的低电平。STATUS 的中断标志位和 MASK 中的中断屏蔽位是相互独立的。为了确定中断源，主控单元（16F877MCU）必需执行一个从 STATUS 读数据的操作，同时重设 STATUS。这个操作的实现用一个读地址 11H 的操作来完成（注：11H 是 STATUS 的地址）。在完成操作的读出命令后，IRQ 端恢复高电平。

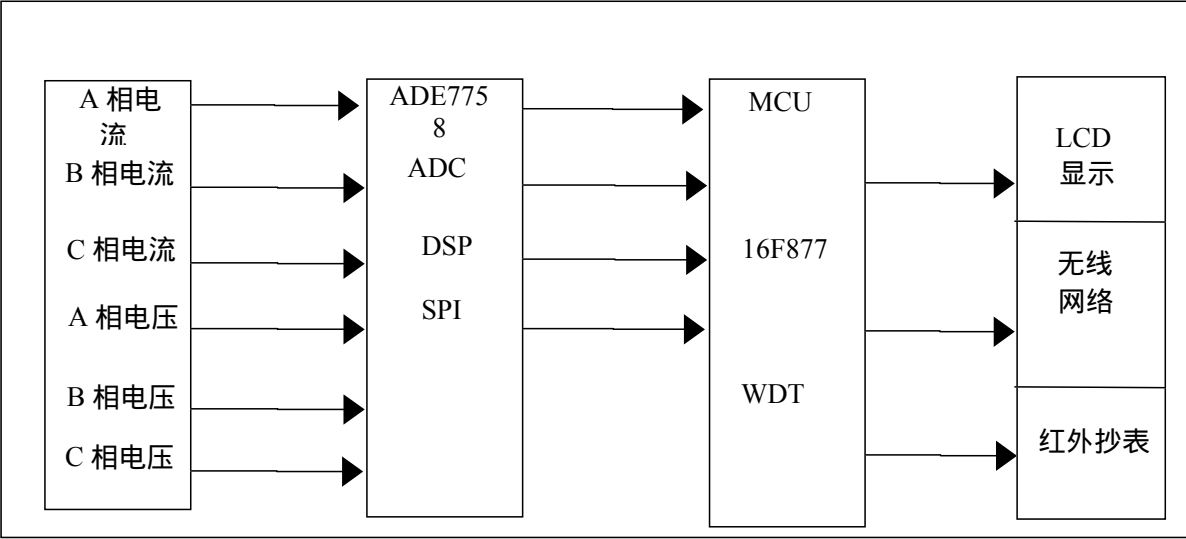


图3 三相多功能电子电能表的原理框图

假设中断事件发生在 STATUS 正在读的时间段内，ADE7758 也可以保证没有中断事件被丢失。ADE7758 与 MCU 串行接口的中断管理时序参见图 4。在时间 t1 处，IRQ 线变为有效低电平，表明 ADE7758 内已发生一个或多个中断事件。IRQ 逻辑输出应与 MCU 的下降沿触发外部中断相对应。检测下降沿时，应将 MCU 设置成启动执行其中断服务程序 (ISR)。在进入 ISR 时，所有中断都应通过全局中断允许位加以禁止。这时，MCU 外部中断标志可能被清除，以捕获在当前 ISR 期间发生的中断事件。

当 MCU 中断标志被清除时，利用复位完成从状态寄存器读出。这将使 IRQ 线复位到逻辑高电平 (t2)，状态寄存器的内容用来确定中断源，以确认应采取的操作。若在 ISR 期内发生相继的中断事件，则该事件便重新由所设定的 MCU 外部中断标志 (t3) 加以记录。从 ISR 返回时，全局中断屏蔽将被清除 (在相同指令周期)，外部中断标志将再次引起 MCU 转移到它的 ISR 上。这就保证 MCU 不会丢失任何外部中断。

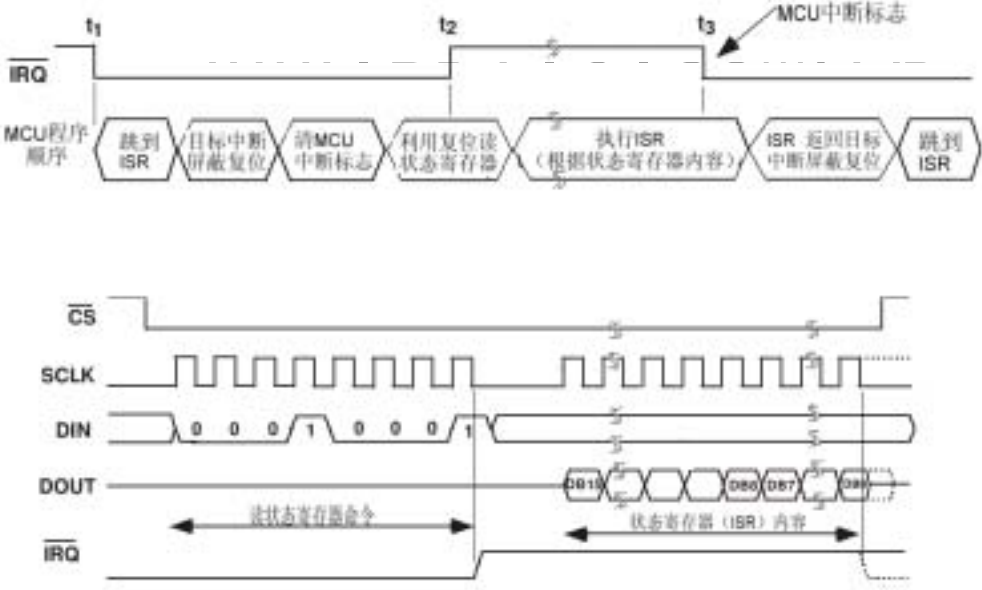


图4 ADE7758 与 16F877 的中断接口时序

ADE7758 具有一个内置的 SPI 接口。它与 MCU 的串行接口由 SCLK、DIN、DOUT 和 CS 四个信号来完成。当 IRQ 输出变为低电平时，MCU 的 ISR 必须对中断状态寄存器进行读操作，以确定中断源。在对状态寄存器的内容进行读操作时，IRQ 的输出在第一个字节传送的最后一个 SCLK 下降沿上被设定为高电平 (对中断状态寄存器读出的命令)。直到下一次 8 位传送的最后一位 (中断状态寄存器的内容) 被移出之前，IRQ 输出都保持高电平，若这时中断尚未决定，则 IRQ 输出将再次变为低电平。若没有任何中断处于等待状态，则 IRQ 输出将保持高电平。