

钜泉 单相多功能电能计量芯片 FAQ

——ATT705x

V0.7

版本号	修改时间	修改内容
V0.1	2010-01-25	初始版本
V0.2	2010-01-26	勘误； 增加 FAQ1 和 3，以及顺序调整
V0.3	2010-01-26	勘误； 增加 FAQ2，以及顺序调整
V0.4	2010-02-23	增加 FAQ 15、16、17、18
V0.5	2010-03-11	增加 FAQ19；修改措辞。
V0.6	2010-07-08	题目修改为 ATT705x，即 ATT7051/53/59； 修改 SPI，增加例程；修改自动防窃电方式； 增加 FAQ20：7059vs7053
V0.7	2010-08-02	去掉原 FAQ4：E 版以后 VDD1P8 和 VREF 管脚外接滤波电容 10uF 经过验证可以不加。

目 录

1	外部晶振必须增加 10Mohm 偏置电阻.....	3
2	推荐的电压输入信号。(电流信号幅度根据实际情况定)	3
3	ATT7051/53 和 MCU 的 IO 口线连接.....	3
4	5VDC 工作系统中如何与 ATT7051/53 的 3.3V 工作电压进行电平转换.....	4
5	ATT7051/53 工作晶振的选择与应用以及晶振布线原则	5
6	ATT7051/53 上电后多久会出脉冲	6
7	ATT7051/53 适用的计量交流电频率范围是多少	6
8	P-offset 和 RMS-offset 应用以及对视在功率的影响	6
9	如何使用第二路电流通道设计防窃电功能	6
10	断相防窃电功能设计	7
11	SPI 通讯设计	7
12	能否选用第二路电流通道作为当前的计量通道.....	8
13	功率及有效值(RMS) 折计算公式	9
14	如果只使用 2 路 ADC, 第二路电流通道怎样处理最好?	10
15	考虑到 P-offset 和使用第二路电流通道的校表流程	10
16	AUTODC 可以长期打开吗?	10
17	如何通过射频频辐射抗扰度试验?	10
18	如何解决脉冲群试验中 IRMS 不为零的现象?	11
19	ATT7053 VS ATT7059.....	11

1 外部晶振必须增加 10Mohm 偏置电阻

A: 如图 1,

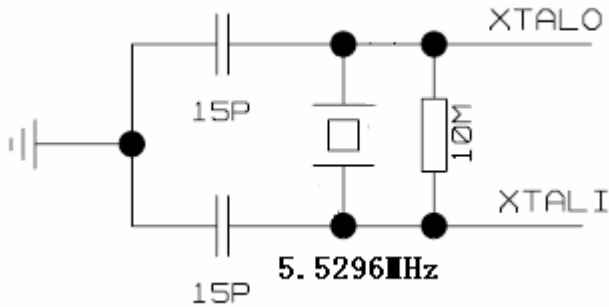


图 1

2 推荐的电压输入信号。(电流信号幅度根据实际情况定)

A: 电压通道推荐输入为 200mV 有效值。电压信号太大, 会导致串扰, 以及量程溢出; 太小会影响内部精度。可选择的范围 143mV~350mV, 此推荐的电压范围可以保证 70% U_n 以及 60% U_n 输入时的精度符合国标。

3 ATT7051/53 和 MCU 的 IO 口线连接

A: ATT7051/53 和 MCU 连接的口线有 4 个;
ATT7053 可选择连接 MCU 的口线有 2 个;
ATT7051 可选择连接 MCU 的口线有 6 个;

➤ ATT7051/53 和 MCU 连接的 4 个口线: SPI_CLK/ SPI_DIN/ SPI_DOUT/ SPI_CS

SPI_CS 必需连接, 以保证 CLK 时序的正确, CS 每次拉低后 SPI 操作 4 个字节, 不足 4 个字节的部分补充 0 或 0xFF;

➤ ATT7053 可以选择连接的口线:

1. /RST: ATT7051/53 硬件复位 PIN, 可以实现 MCU 对 ATT7051/53 的硬件复位功能。

/RST 如果不连接 MCU, 应该外接 RC 电路 (如图 2), 10Kohm 上拉到 3.3Vcc, 0.1uF 滤波电容接地; 当 ATT7051/53 Vcc 受到干扰时, 芯片内部的 BOR/LBOR 功能 (0x43H BOREN) 能较好的保证芯片被复位住; 同时可采用 ATT7051/53 内部的软件复位功能 (33H) SRSTREG=0x55;

2. IRQ: ATT7051/53 中断输出 PIN, 可用作过零中断输出 PIN。

➤ 相对于 ATT7053, ATT7051 增加的 4 个 PIN 为:

1. SLEEP: 睡眠模式控制 PIN, 可直接控制计量芯片进入睡眠状态, 以降低功耗。

SLEEP 如果不连接 MCU, 应作外部上拉处理。ATT7053 没有 SLEEP 模式。

2. VDCIN/ADCIN: 外部电压检测 PIN;

3. STATUS: 可以配置为输出 ATT7051 的状态 PIN, 或保持默认 I/O 输出功能(GICFG=0 0x45H);

4. PWM: 可以输出系统分频的方波;

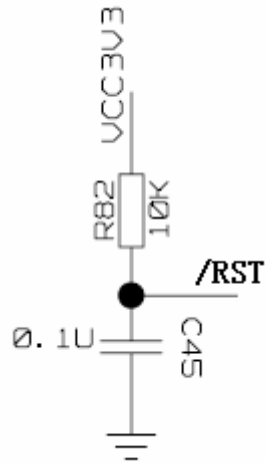


图 2

4 5VDC 工作系统中如何与 ATT7051/53 的 3.3V 工作电压进行电平转换

A: 在 5V 系统中, 除了需要增加稳定的 3.3V 的电压输出给 ATT7053 工作外, SPI (和/RST) 和 MCU 通信也需要进行电平转换, 根据电表的不同需求分两种情况

- 第一种情况: 带有 CPU 卡的隔离系统, 可直接通过光耦隔离实现电平转换;
- 第二种情况: 非隔离系统, ATT7051/53 和 MCU 直接连接。
 - 5V 转 3.3V 可以通过电阻分压方式实现 (如图 3);

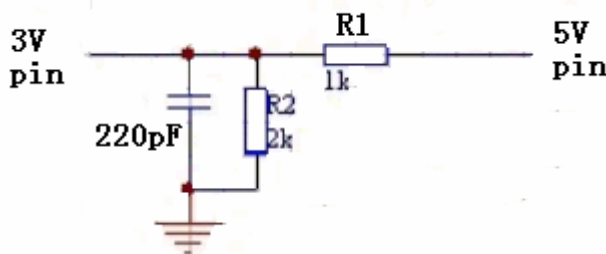


图 3

- 3.3V 转 5V 可利用三极管反相器电路实现 (如图 4), 考虑到 SPI 的数据反相问题, 需要在软件中进行取反操作;
- 3.3V 转 5V 也可采用两级三极管反相电路 (如图 5) 而不用软件取反。

注: 图中三极管可取 2N2904 或 9014 等高速小功率管, $\beta > 100$ 为佳。RC 数值视应用需要可调整, 下图取值支持信号频率上限 $< 1\text{MHz}$, 扇出能力 $> 10\text{CMOS gate}$ 。

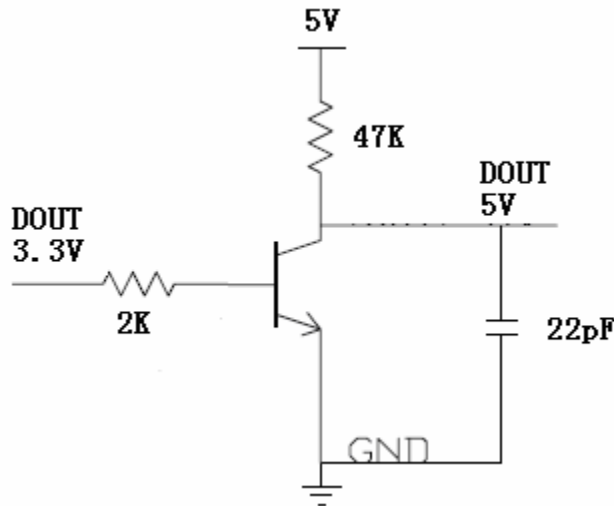


图 4

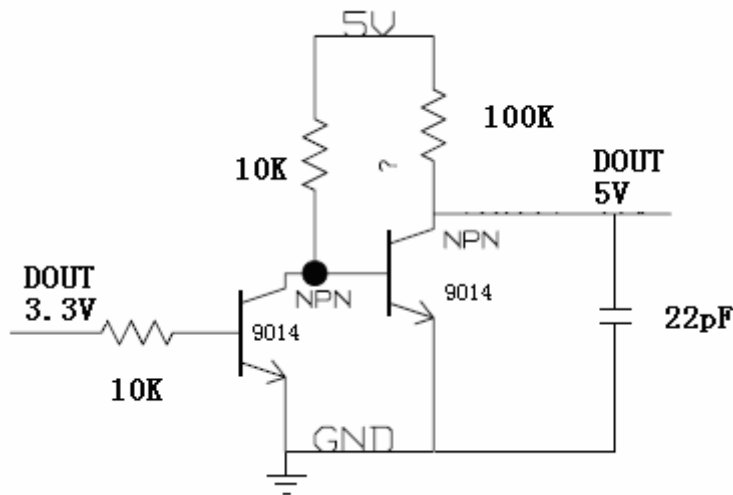


图 5

5 ATT7051/53 工作晶振的选择与应用以及晶振布线原则

A: ATT7051/53 以 5.5296MHz 作为芯片的系统时钟进行设计的，系统启动后 EMU（计量单元）时钟为 900kHz，ADC 时钟为 900kHz。

➤ **5.5296MHz 外部晶振:**

当用户重新配置 EMU 时钟 (FrqCFG 0x41H)，EMU 时钟和 ADC 时钟还可以选择同时为 1.8MHz 或同时为 450kHz，这时 P-offset 计算结果需要相应减半或加倍；

➤ **如果选择 5.5296MHz 以外的晶振:**

■ **6MHz:** 可以替换 5.5296MHz 外部晶振，需要如下修改:

- 1, EMU 时钟和 ADC 时钟需要相应乘以系数 6M/5.5M;
- 2, 电压频率测量需乘上系数 6M/5.5M;
- 3, 有功、无功相位校正计算公式中 1.732 需乘上系数 6M/5.5M (包括移采样点方式和 PQ 方式);
- 4, CF 脉宽减小为 80ms 左右。

➤ **晶振布线原则:** 时钟信号走线长度尽可能短，线宽尽可能大，与其它印制线间距尽可能大，紧靠器件布局布线，必要时可以走内层，以及用地线包围。

6 ATT7051/53 上电后多久会出脉冲

A: ATT7051/53 对应电流通道 1.7mv 输入, 电压通道 220mv 输入情况下, 在默认模拟增益 1 倍时, 当 3.3VCC 经过 800us 稳定时间后, 需要 16 秒左右才会出一个脉冲, 在使用锰铜的方案中, 一般建议用户选择电流通道采用 16 倍增益, 故 MCU 完成对 ATT7051/53 的初始化后才会根据电流的大小以相应时间出脉冲, 不会出现电表还没有初始化就冒脉冲的现象。

7 ATT7051/53 适用的计量交流电频率范围是多少

A: ATT7051/53 设计的计量交流电频率范围是 45Hz 到 65Hz, 在此频率范围内能够保证所有精度的正确性与精确性, 例如频率影响量试验, 精度没有变化。在此频率范围以外, 例如中频 1KHz, 如果频率稳定, 计量参数输出一个相对稳定的值, 需要软件进行补偿; 如果输入信号频率跳动, 将无法适用。

8 P-offset 和 RMS-offset 应用以及对视在功率的影响

A:

- **P-offset:** ATT7051/53 的 offset 功能可以改善因板级噪声引起的小电流误差大的问题。一般 5% I_b 精度不大于 0.5% 时可以通过 P-offset 进行校正, 否则应检查 I_b 时的精度误差, 以及改善布板, 降低板级噪声。
- **RMS-offset:** 因上述同样原因导致小信号 RMS 误差大时, 可以通过 RMS-offset 进行校正。建议用户在输入为 0 时读取 IRMS 的多次平均值, 乘上 0.5, 然后根据手册提供的公式计算写入 RMSOFFSET 寄存器, (由于噪声电流跳动大, 写入的 offset 太大, 会导致在 sqrt 之前有小于 0 的情况, 导致结果错误)。
- **输入为零或者干扰试验时, 视在功率有大值或者冒脉冲的现象:**

正常情况下, 在 RMS-offset 补偿后, 0 输入下视在功率不会出现很大的值或者冒脉冲的现象。根据公式 $S = URMS * IRMS$, 如果有较大的噪声干扰到电流通路, 此时会影响 IRMS, 进而会影响到视在功率。但此时不应该发脉冲, 因为视在是通过 P 和 Q 均小于启动阈值来完成启动的。如果有脉冲, 说明 P 或者 Q 未被潜住, 这时用户应在正常情况下检查以下步骤:

 - 看有功功率寄存器是否大于启动阈值, 如果有, 进行 P-offset 校正;
 - 看无功功率寄存器是否大于启动阈值, 如果有, 进行 Q-offset 校正;

9 如何使用第二路电流通道设计防窃电功能

A: 用户可以手动选择相应的通道进行计量, 也可选择自动防窃电进行自动切换。

- **手动方式:** 用户在程序中判断是否发生窃电。
 - 开启 ADC2 通道: `Adc_I2on=1;`
 - 使能第二路功率计算: `PPXEN=1;`
 - 通过 I2GAIN 对第二通道的输出校正, 保证同样的输入电流时, 两个通道的有效值输出一致;
 - 设置 CHNSEL (EMUCFG.5) 选择当前的计量通道;
 - 设置 CIADD 确定是否选择两路电流代数和相加模式;
- **自动防窃电方式:**
 - 开启 ADC2 通道: `Adc_I2on=1;`
 - 使能第二路功率计算: `PPXEN=1;`
 - 设置防窃电的判断依据是有效值 (`tampsel=0, default`) 或有功功率 (`tampsel=1`);
 - 根据需要检测窃电的最小电流或功率值, 设置 IPTAMP;

- 设置通道间窃电阈值 Chk 值;
- 通过 I2GAIN 对第二通道的输出校正, 保证同样的输入电流时, 两个通道的有效值输出一致;
- 开启防窃电功能: FLTON=1;
- 定时察看窃电标致 TAMP (EMUSR)
- ATT7051/53 会根据是否窃电自动选择当前的计量通道, 并且指示在 ChanelStatus /I2PPXGTI1P (EMUSR)

10 断相防窃电功能设计

A: ATT7053 的三路 ADC 可以控制分别打开, 推荐用户选择关闭电压通道 ADC, 只打开计量电流 ADC 通道, 并使用校表时固定写入电压寄存器 UCONST (64H) 的电压值来计算视在功率, 这样功耗最小。

11 SPI 通讯设计

A: SPI 特点:

- ATT7051/53 作为 SPI 从机;
- ATT7051/53 以 SCK 上升沿输出数据, SCK 下降沿采样数据到 ATT7053, MSB 在前, LSB 在后;
- 通讯速率最高可达 1.4Mbps;
- 每次通讯为固定 1byte 命令+ 3bytes 数据, 处理完这 4bytes 后 CS 必需拉高一次, 数据部分不足 3 个字节的部分补充 0 或 0xFF;
- SPI 对命令操作格式: 1byte 命令最高位 bit7 表示读写控制位, bit[6:0]表示数据地址:
bit7=0 ; 表示读命令, 用于 MCU 读取 ATT7053 的寄存器;
bit7=1 ; 表示写命令, 用于 MCU 更新 ATT7053 的寄存器;
- 当 SPI 速率为 500Kbps 时, 发送 1byte 命令与等待 3bytes 返回数据之间的 Δt 为 3 个 CLK 时间, 低于这个速度时不用考虑等待时间。
- **SPI 通讯可靠性:**
芯片提供 SPI 通讯数据备份寄存器 (0x16H) 和通讯校验和寄存器 (0x17H) 可以检测 SPI 的通讯数据正确与否。如果在通讯过程中发生 CS 拉高的情况, 会置位 SPIWrongIF (31H), 并通过 IRQ PIN 放出。

例程:

Unsigned long ReadSpi(unsigned char Com)

```
{
    unsigned char n;
    unsigned long data;

    data=0;
//enable SPI
    CS=1;
    SCLK=0;
    CS=0;
//send 1byte command, bit7 default with 0
    for(n=7;n>=0;n--)
    {
        SCLK=1;
        DIN=Com.n;
        SCLK=0;
```

```
    }
/* Delay(10); //if speed over 500bps, delay 3us */
//received 24bits data
    for(n=23;n>=0;n--)
    {
        SCLK=1;
        Data.n=DOUT;
        SCLK=0;
    }
    CS=1;
    return(data);
}

void WriteSpi(unsigned char Com, unsigned long data)
{
//enable SPI
    CS=1;
    SCLK=0;
    CS=0;
//send 1byte command,bit7=1
    Com|=0x80;
    for(n=7;n>=0;n--)
    {
        SCLK=1;
        DIN=Com.n;
        SCLK=0;
    }
//send 24bits data
    for(n=23;n>=0;n--)
    {
        SCLK=1;
        DIN=data.n;
        SCLK=0;
    }
    CS=1;
}
```

12 能否选用第二路电流通道作为当前的计量通道

A: 可以。

- 打开第二路 ADC 通道以及 I2 相应功能即可；
- **此时的防窃电：**可以使用手动防窃电，不能使用自动防窃电功能，因为用自动防窃电时，当 I1、I2 均小于 IPTAMP 时，系统默认 I1 通道计量。

13 功率及有效值(RMS) 折计算公式

A: 功率、有效值的显示可以直接乘上相应的系数 K_x 即可。为了检验 K_x 是否正确，可参照下面的近似折算公式。

有功功率折算公式:

$$P_x = \frac{Pr_{eg} * 51840 * 10^6}{2^{23} * EC * HFConst}$$

Pr_{eg} —— 为从功率寄存器 PowerP 读取的功率值

EC —— 为电表的脉冲常数

HFconst —— 为 ATT7053 的 HFConst 寄存器

注: 计算出的功率值单位为 W。

➤ 无功功率折算公式:

$$P_x = \frac{Pr_{eg} * 51840 * 10^6}{2^{23} * EC * HFConst}$$

Pr_{eg} —— 为从功率寄存器 PowerQ 读取的功率值

EC —— 为电表的脉冲常数

HFconst —— 为 ATT7053 的 HFConst 寄存器

注: 计算出的功率值单位为 Var

➤ IRMS 折算公式:

$$I_x = \frac{I_t}{R_{is} * Gain * 1.11 * 2^{23}}$$

I_t —— 从 IRMS 读取的电流有效值数据

R_{is} —— 电流取样电阻阻值

Gain —— 电流通道增益

注: 如果使用电流互感器取样, 还需要乘以互感器的变比

➤ URMS 折算公式:

$$U_x = \frac{U_t * R_t}{R_{us} * Gain * 1.11 * 2^{23}}$$

U_t —— 从 URMS 读取的电压有效值数据

R_t —— 电压通道电阻串的总电阻值

R_{us} —— 为电压取样的分压电阻阻值

Gain —— 电压通道增益

注: 以上公式计算出的功率值是比较精确的, 但有效值只能作为粗调, 还需要参考用户手册最后推荐的校表流程第 7 步进行精确校验。

14 如果只使用 2 路 ADC，第二路电流通道怎样处理最好？

A: ATT7051/53 的采样通道输入的是差分信号，最好把两个 PIN 连接在一起拉到 AGND，以避免可能存在过高的共模信号。

15 考虑到 P-offset 和使用第二路电流通道的校表流程

A: 参看如下简单的过程，校表细节和公式请参考用户手册。

校表开始

- 1, 高频脉冲常数 HFConst 校正;
- 2, 第一通道增益 GP1、GQ1、GS1 校正;
- 3, 第一通道相位 GPhase1 校正;
- 4, 有效值转换系数 K_I1rms, K_Urms 校正;
- 5, 功率增益转换系数 Kpqs1 校正;

检查小信号误差，如果误差略大，执行 6，否则可以跳过；

- 6, 进行 P1-offset, Q1-offset 校正;

第二路电流通道校正：果初始化打开第二电流通道，校表还要执行 7~11，否则可以跳过；（注意 I1、I2 的切换）

- 7, 校验 I2GAIN;
- 8, 第二通道增益 GP2、GQ2、GS2 校正;
- 9, 第二通道相位 GPhase2 校正;
- 10, 第二路电流 K_I2rms 校正;
- 11, 第二路功率增益转换系数 Kpqs2 校正;

如果校验了 P1offset，执行 12，否则可以跳过；

- 12, 进行 P2-offset, Q2-offset, 校正;

结束

16 AUTODC 可以长期打开吗？

A: 建议客户不要长期置 AUTO=1，即 ModuleEn (42H) Bit13。

AUTO=1：表示使能直流偏置校正，一般直流电表应用或 I、U 通道都接互感器的方式可以使用该功能，必须在前端同时关闭 3 个通道的高通（否则会引入相位差），使 DC 信号进入芯片内部运算环节，通过 I1off、I2off、Uoff 将直流成分减掉；校正结束后此位会自动清零。

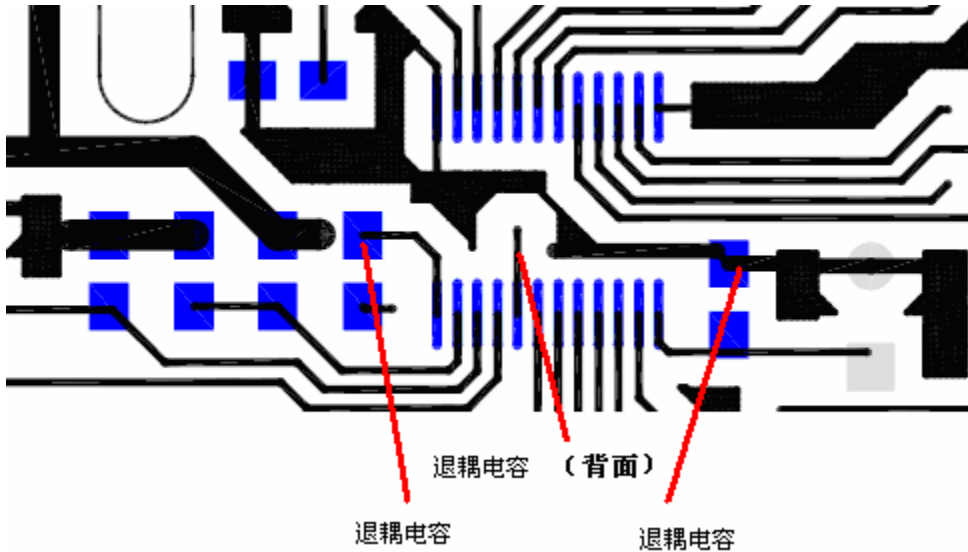
一般使用锰铜的电表不需要修改此位。

17 如何通过射频辐射抗扰度试验？

A:

- 1、AVCC/DVDD 再增加 30pF(np0 材质最好)退耦电容，并靠近芯片管脚，电容最好是 NPO 材质，因 NPO 材质具有更好的 RF 特性；
- 2、Vref 加 10uF+0.1uF 退耦电容，并靠近芯片管脚；
- 3、AGND 与 Vref 退耦电容共 GND，不能切割；
- 4、AGND/GND 做到大面积铺。

如图所示：



18 如何解决脉冲群试验中 IRMS 不为零的现象？

A: 对于 EFT 的噪声较难滤掉而表现出的 Irms 不为零的现象，可以用软件的方法规避：
已验证：

功率 P 在 EFT 实验的时候的变化为 0.1% 以下

功率 Q 在 EFT 实验的时候变化更小。

软件的判断标注是：

当有功功率值 大于 0.3% 或者 无功功率值 大于 0.3%

此时显示电流有效值

当然用户可以把条件反过来判断：

当有功功率值 小于 0.3% 并且 无功功率值 小于 0.3%

此时不显示电流有效值

在 EFT 实验的过程中没有看到视在 S 发脉冲的情况，说明有功无功被潜住了，视在功率也就被潜住。

19 ATT7053 VS ATT7059

A:

- ATT7059AU 与 ATT7053A 除了第二路电流的 ADC 输入 pin 外，其余管脚兼容，寄存器上也完全兼容（第二路 ADC 相关的功能没有），SUMChecksum（18H）默认值也和 ATT7053 相同，为 0x010169。
- 由于外部 pin 上未提供第二路电流 ADC 输入，建议客户将第二路电流 ADC 保持其默认关闭状态。
- ATT7053 的程序和硬件关闭第二电流通道相关功能，可以完全兼容 ATT7059。