

BL6552 应用指南

目 录

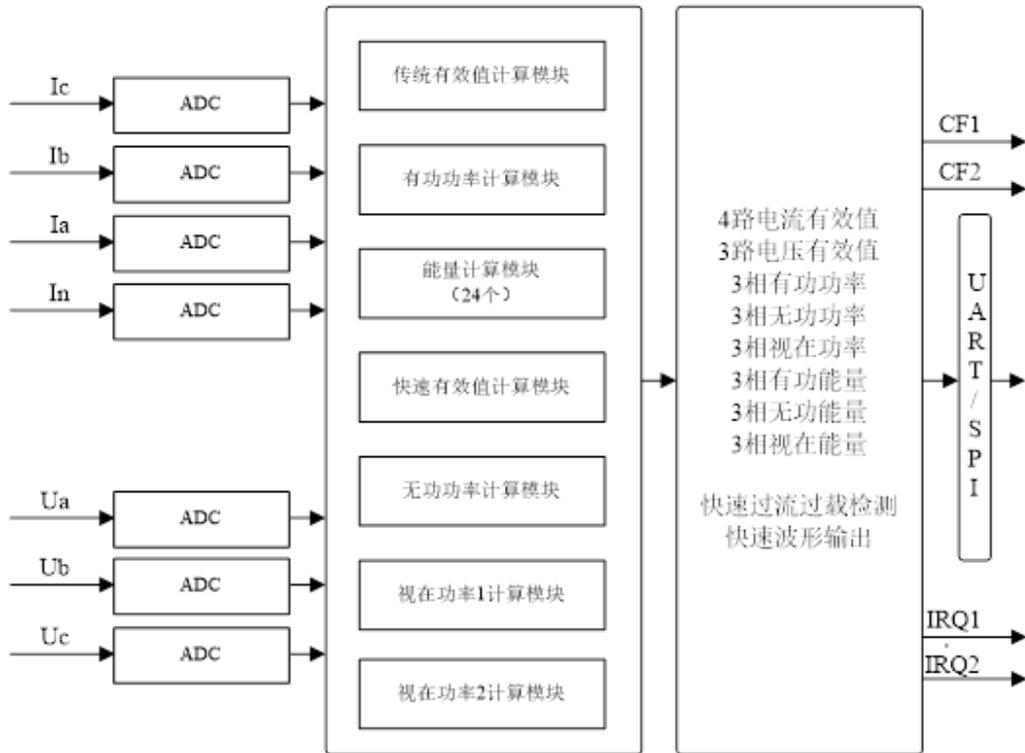
目 录	1
1. 简介	2
2. 硬件设计	3
2.1 电源电路	3
2.2 计量电路	5
3. 软件设计	6
3.1 通信接口	6
3.1.1 SPI 通信	6
3.1.2 Uart 通信	6
3.2 计量参数	7
3.2.1 特点	7
3.2.2 计量芯片初始化说明	8
3.3.2 计算方法	8
3.4 电能计算	10
4. 校准方法	11
4.1 有功	11
4.2 无功	12
4.3 视在功率	13

1.简介

BL6552 是一颗高精度三相电能监测及分析专用芯片，集成了七路高精度 Sigma-Delta ADC，参考电压电路等模拟电路模块，以及处理功率，有效值，能量等电参数的数字信号处理电路。能够测量三相各相及合相的有功功率及能量、无功功率及能量、视在功率及能量、各相电流有效值、功率因子、电压有效值等参数；具有失压及过压监测功能；电流电压峰值检测；过零检测等电能质量管理，能够给出实时波形；能够充分满足三相多功能电能表的需要。

BL6552 集成一个 SPI/Uart 接口，方便与外部 MCU 之间进行计量参数以及校表参数的传递；支持全数字域的输入增益调整，相位校准 ($\pm 0.574^\circ$ 可调)，各通道增益调整，有功/无功/视在功率校准，有效值校准等；可以直接以脉冲形式输出 CF1，CF2 信号，直接接到标准表进行有功及无功功率误差校正；内部采用数据流计算方式处理各种信号，在外部干扰情况下，有很好的可靠性。内部电压监测电路可以保证加电和断电时正常工作。

图1显示BL6552的系统组成框图。



三相电能监测及分析专用芯片

图 1.BL6552 系统框图

2.硬件设计

2.1电源电路

图 2 是一种三相电源供电的设计图：

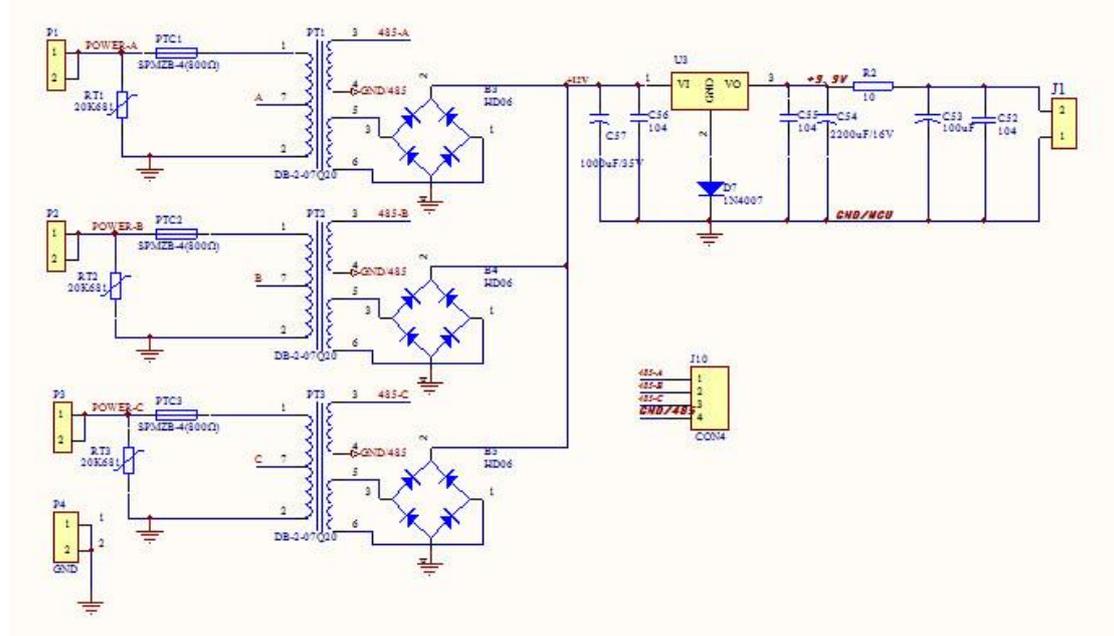


图 2. 三相电源供电图

电源电路的设计对电表的性能尤为重要,为了提高系统的抗干扰性、可靠性,分为二个独立的电源,使 RS485 通讯和 MCU 及其它的电源相互隔离,达到互不影响的目的,应注意变压器参数的选择。

采用三个变压器,保证在断相(还有一相供电)情况下电表还能正常工作,为了保证良好的电磁兼容性,请注意以下几点:

- 1、电源电压 VCC 与 AVCC 应在 3.3V 的 10% 以内。
- 2、GND 与 AGND 为数字与模拟电源的参考点,数字地和模拟地应在 PCB 板上大面积接在一起,不要区分模拟地与数字地,更不要在二个地之间接电感、电阻等器件,大面积铺地不要铺到整流元件之前。
- 3、去耦电阻 R2 与电容 C53、C52 靠近 IC 模拟部分保证较好的滤波效果。
- 4、3 个变压器的放置位置需要尽量远离计量部分,以减少其对计量的影响。

2.2 计量电路

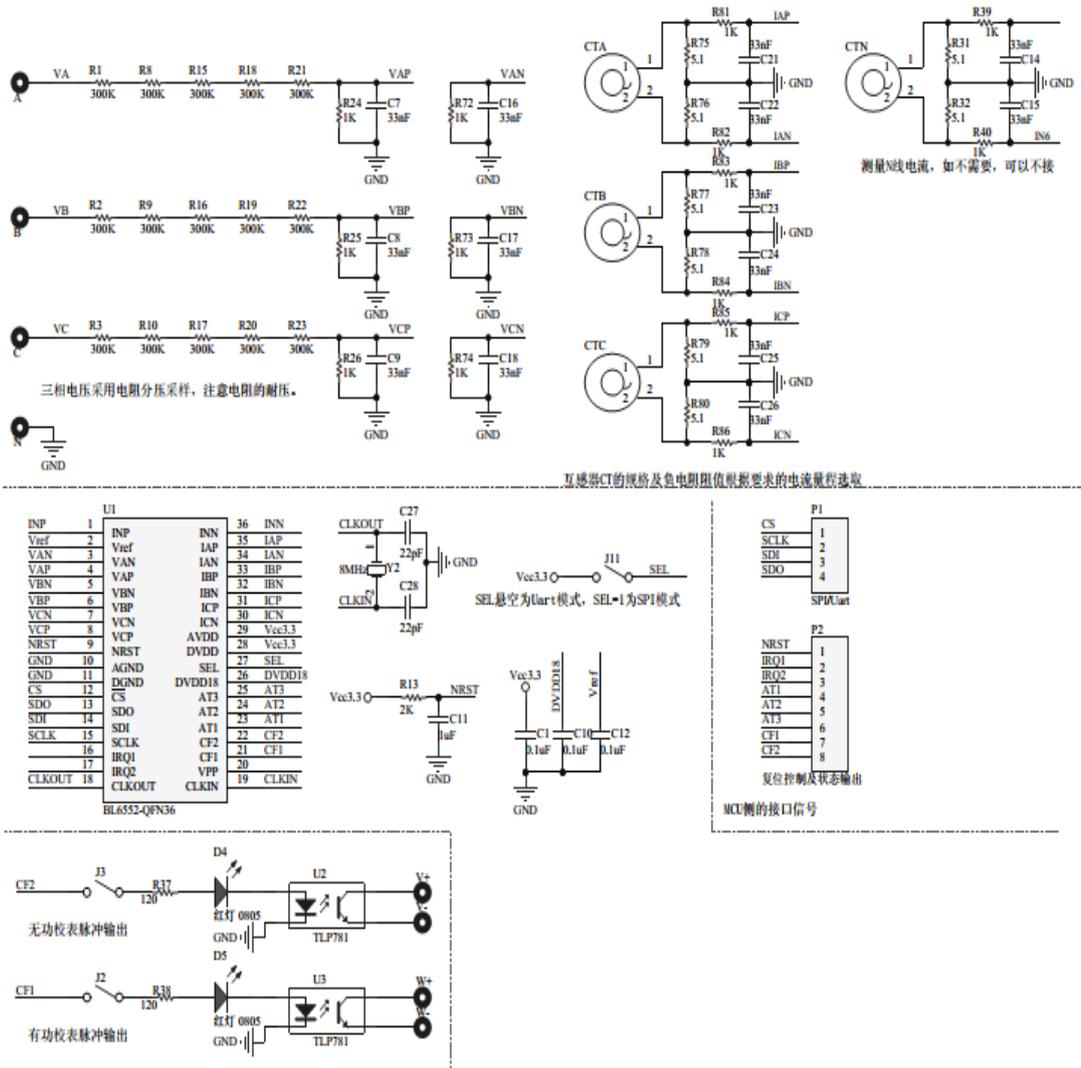


图 3. 计量采样电路

说明：

- 1、电压通道满幅输入 $\pm 0.7V$ (500mV rms)，建议 U_n 电压时芯片管脚输入电压 $< 200mV$ rms，电压通道增益设置为 1 倍；
- 2、电流通道满幅输入 $\pm 0.7V$ (500mV rms)，以 5 (30A) 为例，采用 1000: 1 电流互感器，负载电阻 5.1 欧*2，那么标准电流 I_b 时电流输入管脚的信号为 51mV rms 左右，电流通道增益设置为 1 倍；

- 3、SPI 通讯连接线应可能短，并且周围用地线包起来，否则，SPI 传输信号线可能受到干扰。可以在 SPI 信号线上串联电阻 10 欧姆在靠近 IC 输入端接一个耦合电容构成一个低通滤波器，可以消除接收信号的高频干扰。
- 4、为了在上电时，BL6552 可靠复位，需要在 BL6552 的 NRST 管脚接一个 1uF 的电容，并且用 2K 电阻上拉到电源，以保证 BL6552 的有效复位。如果有可能，可由 MCU 管脚控制 BL6552 的 NRST 管脚。
- 5、电压采样采用电阻串分压时，各相电压采样分压电阻串的最后 1 个串接电阻需要放在靠近电容侧，芯片管脚附近。
- 6、电源部分 3 个变压器的放置位置需要尽量远离计量部分，以减少其对计量的影响。

3. 软件设计

3.1 通信接口

3.1.1 SPI 通信

BL6552 的通信速率最高可达到 1.5M bps。

SPI 接口通讯数据帧固定为 8 字节，数据字节固定为 3 字节，不足 3 字节的寄存器数据，在通讯时未使用位补 0，凑足 3 字节发送；最后一个字节为校验和字节。

3.1.2 Uart 通信

BL6552 的 Uart 通信速率可通过管脚设置，4800/9600/19200/38400bps；

具体时序、协议解析请参照 BL6552 数据手册的“通信接口”章节。

3.2 计量参数

3.2.1 特点

BL6552的所有测量值都可以从计量参数寄存器中读取，数据更新时间可配置，这些参数有：功率（包括全波有功功率、无功功率、视在功率，其中有分各相的和合相的值）、电流、电压、线电压频率及功率因子等。

功率是有符号的量，所有的有功和无功功率都有方向，寄存器里以补码形式存放，数据的最高位表示功率的方向，0表示正向，1表示反向。合相功率是各分相功率的代数和，利用合相有功功率、无功功率的方向，可以做四象限功率测量。BL6552专门设置了功率方向变化允许指示（见MASK2）和功率方向变化指示寄存器（见STATUS2），将各相和合相的有功、无功的功率方向变化集于其中，便于用户使用。

BL6552 具有线电压跌落检测功能，逻辑输出管脚 AT1~AT3 可配置输出各种事件状态；IRQ1，IRQ2 中断输出管脚可配置中断事件输出；

BL6552 可以通过编程的方式来指示，当线电压有效值低于某一峰值的时间超过一定的半周期数时，给出线电压跌落指示。

BL6552 可以通过编程方式来设定电流和电压有效值的门限值，由峰值门限寄存器（I_PKLVL、V_PKLVL）设定。

3.2.2 计量芯片初始化说明

上电后需要的 BL6552 进行初始化，主要顺序及内容如下：

首先进行复位端口 NRST 的控制，将其拉低 10mS 后，再上拉到高电平，保持 2mS，由于需要进行写寄存器操作，需要打开芯片写保护功能：

顺序写入：0x9E 寄存器写入 0x005555；0xE1 寄存器写入 0x000950；0xDD 寄存器写入 0x000D82；允许写入校表寄存器；

接着初始化通道增益寄存器，再进行各相校准寄存器的初始化，最后进行有无功潜动控制寄存器、CFDIV、MODE3、MODE2、MODE1 等其他寄存器的初始化；

初始化完成后将写保护关闭，顺序写入：0xDD 寄存器写入 0x000000；0xE1 寄存器写入 0x000000；0x9E 寄存器写入 0x000000；关闭写保护。

主要寄存器典型值：

GAIN1: 0x000000 各通道 1 倍增益

GAIN2: 0x000000

MODE3: 0x011200 全波无功，合相脉冲输出，CF enable，能量绝对值累加方式

VAR_CREEP/WA_CREEP 根据实际情况及表型进行设置；

CFDIV 根据表常数进行配置；比如 1600 常数，CFDIV=0x08；

3.3.2 计算方法

功率因子的计算：功率因子寄存器的数据是 24 位有符号数，最高位是符号

位，在读数最高位为 1 时，符号为负，需寄存器读数的 24 位有效数据进行取反加 1 的操作。将复原后得到的数据除以 2^{23} 得到实际的功率因子值。

线电压频率的计算:参照 BL6552 数据手册的“线频率计量”章节;

功率、电流、电压的计算，是寄存器读数取出（即寄存器的读数是二进制数，功率寄存器值在读数最高位为 1 时，需寄存器读数进行取反加 1 的操作，读数最高位为 0 时，读数本身就是原码）后分别与系数 K 进行计算，计算公式为：

$$\text{实时参数} = \text{测量值} * \text{标准值} / \text{系数 K}。$$

其中，以上计算实时参数所需系数 K 的获取方式为：

① 在额定电流 I_b 、电压 U 和 1.0 下：

若是校正 0xA3 的 IA_CHGN，则保存 0x0F 的 IA_RMS，0x13 的 VA_RMS，0x26 的 VA_A 值，分别作为计算实时 A 相电流有效值、A 相电压有效值和 A 相视在功率的系数 K；

若是校正 0xA2 的 IB_CHGN，则保存 0x0E 的 IB_RMS，0x14 的 VB_RMS，0x27 的 VA_B 值，分别作为计算实时 B 相电流有效值、B 相电压有效值和 B 相视在功率的系数 K；

若是校正 0xA1 的 IC_CHGN，则保存 0x0D 的 IC_RMS，0x15 的 CV_RMS，0x28 的 VA_C 值，分别作为计算实时 C 相电流有效值、C 相电压有效值和 C 相视在功率的系数 K；

若以上三个电流通道寄存器都校正之后，则保存 0x29 的 VA，分别作为计算合相平均视在功率；

② 若以上三个电流通道寄存器都校正之后，在额定电流 I_b 、电压 U 和 0.5L 下：

在 0.5L 下，校正完 0xB9 的 VARGN_A 后，则保存 0x5A 的 VAR_A 值，作为计算 A 相

平均无功功率K;

校正完0xBA的VARGN_B后,则保存0x5B的VAR_B值,作为计算B相平均无功功率K;

校正完0xBB的VARGN_C后,则保存0x5C的VAR_C值,作为计算C相平均无功功率K;

若以上三个相位都校正之后,则保存0x5D的VAR值,作为计算合相平均无功功率K;

综上,所有系数K的保存都要求保存在EEPROM里面,校表之后,这个系数K将作为计算实时参数的一个常量系数。

3.4电能计算

BL6552 具有有功电能和无功电能的快速脉冲输出(可编程调整脉冲输出的频率),电表可以通过计算脉冲来计算有功和无功电能。

对于 BL6552,还可以通过读取寄存器来计算电能,BL6552 给出了有功、无功、视在能量的脉冲计数,。这些脉冲计数寄存器分别包括合相有功总能量、A、B、C 相正向有功能量和合相正向有功能量、A、B、C 相反向有功能量和合相反向有功能量、A、B、C 相无功能量和合相无功能量、四象限无功能量、A、B、C 相视在能量和合相视在能量、有功线周期能量、无功线周期能量,共计 24 个电能积算寄存器。

电能脉冲计数寄存器可设置为连续累加或读后清零。

计算方法分别为:

(一)若通过计算脉冲数来计算有功和无功电能,则通过 MCU 的外部中断(捕捉上升沿或者下降沿都可以)进行计算,统计脉冲数,计算有功和无功能量。

(二)若通过读取寄存器来计算电能，则可以计算以上所述不同类型的电能值，满足三相表的不同需要。

如果采用连续累加方式，注意在软件中处理累积溢出情况；

第一种方法只适合计算有功总能量和无功总能量。合相有功总能量、A、B、C相正向有功能量和合相正向有功能量、A、B、C相反向有功能量和合相反向有功能量、A、B、C相无功能量和合相无功能量、四象限无功能量、A、B、C相视在能量和合相视在能力、有功线周期能量、无功线周期能量，都需用读寄存器累加的方法来做。

4.校准方法

以下校表是在相应的校表寄存器内容为零的条件下进行，谨供设计人员参考。

4.1有功

(一) 额定电流 I_b 、电压 U 下

寄存器 0xCE：校表 CF 脉冲输出频率 (CFDIV, 不同位为 1 控制不同频率的 CF 脉冲输出, 该值越大频率越快。)电表常数为 1600 时一般设为 8;

寄存器 0x98：工作模式 (MODE3) 寄存器的 Bit[13:10]=0100, Bit[9]=1 以允许有功 CF1 管脚、无功 CF2 管脚输出相应的合相脉冲;

① 在 1.0 下

调整方法： U_a 、 U_b 、 U_c 三相电压都加，电流 I_a 、 I_b 、 I_c 只加一相，分别调整电流通道寄存器 0xA3 (IA_CHGN)、0xA2 (IB_CHGN)、0xA1 (IC_CHGN) 值，寄存器写的值由公式 $-Err * 65536 / (1 + Err)$ 得到。

② 在 0.5L 下

调整相位：

误差为正时写电流通道角差校正寄存器 **0x64** 0x65 0x66

误差为负时写电压通道角差校正寄存器 **0x67** 0x68 0x69

补偿的值由误差的绝对值 $Err/0.0136$ 得到。

(二) 小信号调整

寄存器 **0x88**: 直连式电表的分相有功防潜动阈值 $WA_CREEP=(WATT_A*2\%)/2$;

有功小信号补偿：

0xC2 为 A 相有功小信号补偿寄存器 **WATTOS_A**; **0xC3** 为 B 相有功小信号补偿寄存器 **WATTOS_B**; **0xC4** 为 C 相有功小信号补偿寄存器 **WATTOS_C**。

每相小信号补偿值为 16 位有符号数，在 $5\%I_b$ 电流，1.0 功率因子下，每相有功功率寄存器的值乘以有功误差，再除以 2 得到，即 $WATT_A*A_Err/2$, $WATT_B*B_Err/2$, $WATT_C*C_Err/2$ 。

4.2 无功

一般有功功率误差调整好后，无功功率误差基本自动调整好，每相无功功率误差如果要再细调，可调整寄存器 **0xB9**(**VARGN_A**)、**0xBA**(**VARGN_B**) 和 **0xBB**(**VARGN_C**) 的值。调整值和有功功率误差调整一样，可由公式 $-Err*65536/(1+Err)$ 得到。

小信号补偿，方法和有功小信号补偿相同。

0xC5 为 A 相无功小信号补偿寄存器 **VAROS_A**; **0xC6** 为 B 相无功小信号补偿寄存器 **VAROS_B**; **0xC7** 为 C 相无功小信号补偿寄存器 **VAROS_C**。

每相小信号补偿值为 16 位有符号数，在 $5\%I_b$ 电流下，每相无功功率寄存器的值乘以无功误差，再除以 2 得到，即 $VAR_A*A_Err/2$,

$VAR_B*B_Err/2, VAR_C*C_Err/2$ 。

寄存器 0x88: 直连式电表的无功防潜动阈值 $VAR_CREEP=(A_VAR*2\%)/2$;

4.3 视在功率

有功功率误差调整好后，一般视在功率误差已自动调好，实际只要进行小信号误差调整就可以了。

寄存器 0x8A: 有效值小信号阈值($REVP_CREEP/RMS_CREEP$)，在不加电流信号时，使电流有效值寄存器 0x0F(IA_RMS)、0x0E(IB_RMS)和 0x0D(IC_RMS)的值为 0。

视在功率误差小信号调整方法和有功小信号调整相似，但调整寄存器用 0xCB($VAOS_A$)、0xCC($VAOS_B$)和 0xCD($VAOS_C$)。

在电流信号加 $5\%I_b$ 时，根据视在功率寄存器 0x26(VA_A)、0x27(VA_B)和 0x28(VA_C)的值由公式 $VA_A*A_Err/2, B_VA*B_Err/2, VA_C*C_Err/2$ 得到。