

一、基本介绍

(一) 主要特点

- ✓ 高精度，2500:1 的输入动态范围有功功率非线性误差小于 0.1%(不使用内部寄存器调整)，3000:1 的输入动态范围内有功功率非线性误差小于 0.2% (使用内部寄存器调整)
- ✓ 适用于三相四线，三相三线多功能电能测量
- ✓ 可测量有功、无功、视在功率 (24bit)
- ✓ 给出各相电压、电流有效值 (24bit)，检测范围 1000:1 内相对误差小于 0.2%
- ✓ 给出有功、无功、视在能量，能量累计时间超过 10 分钟
- ✓ 给出有功、无功线周期能量
- ✓ 分别给出正向有功能量和负向有功能量
- ✓ 给出合相和四象限无功能量
- ✓ 给出功率因子
- ✓ 具有有功电能和无功电能的快速脉冲输出
- ✓ 具有电压失压和断相检测功能，电流失流检测功能
- ✓ 可编程防潜动阈值设置
- ✓ 可编程调整脉冲输出的频率
- ✓ 可编程有功、无功、视在功率误差及增益调整
- ✓ 输入有功相位补偿
- ✓ 可按照需要给出中断请求信号，方便与外部 MCU 的控制
- ✓ 具有一个 SPI 通信接口，便于数据传输
- ✓ LQFP44

(二) 功能简介

BL6522 是一颗高精度三相多功能电子电能计量芯片，适用于三相三线和三相四线多功能电能表应用，具有较高的性价比。

BL6522 集成了六路高精度 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、视在功率及能量及各相电流、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；能够充分满足三相多功能电能表的需要。

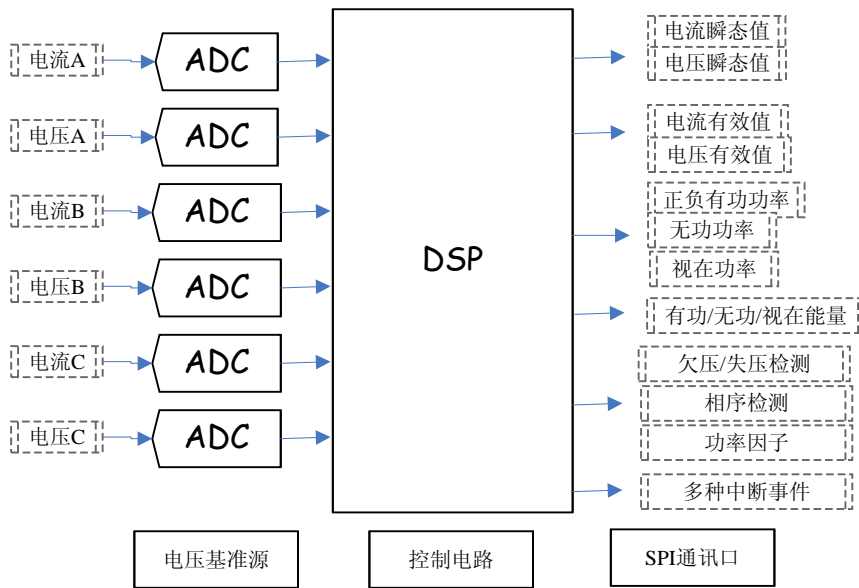
BL6522 集成一个 SPI 接口，方便与外部 MCU 之间进行计量参数以及校表参数的传递。

BL6522 支持全数字域的输入增益调整，有功相位可校准 ($\pm 2.5^\circ$ 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。

BL6522 可以直接以脉冲形式输出 CF_WATT, CF_VAR (也可以配置成 CF_VA) 信号，直接接到标准表进行有功及无功功率 (或视在功率) 误差校正。

BL6522 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。

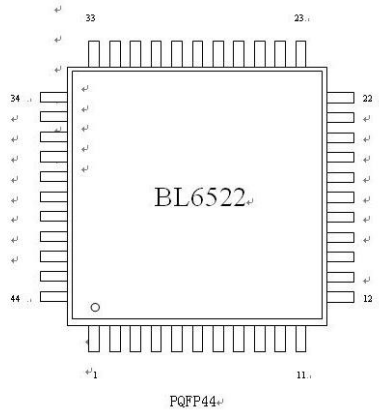
(三) 系统框图



system block

主要分为模拟信号处理和数字信号处理两块，模拟部分主要包括 6 通道高精度 Sigma-Delta ADC 及相关模拟，数字部分为一个数字信号处理相关模块。

(四) 引脚定义

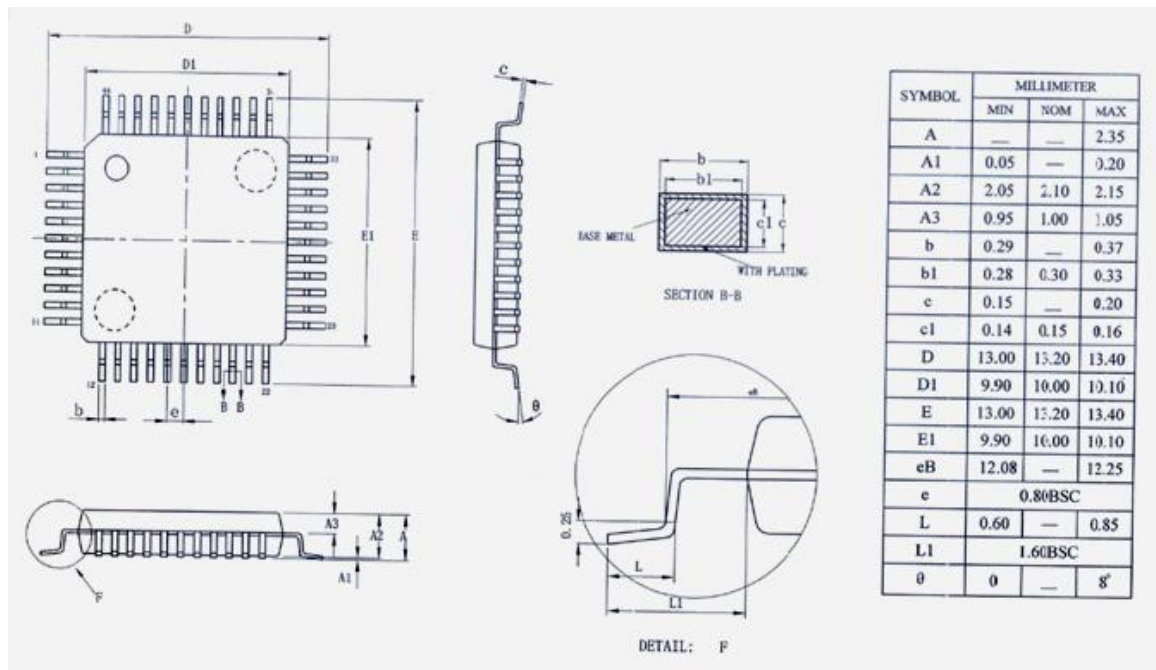


管脚号	符号	说明
1	AGND	内部模拟电路参考地。
2, 3	IBN, IBP	模拟输入，每对管脚的最大差分电压可调，这依赖于通道中 PGA 的增益选择，增益 1~16 可调。（信号最大幅度）为±0.6V，由于内部有 ESD 保护电路，如果电压过压在±0.6V 时，仍然不会出现太大的破坏。
4, 5	VBP, VBN	电压通道输入，（信号最大幅度）为±0.6V，由于内部有 ESD 保护电路，如果电压过压在±0.6V 时，仍然不会出现太大的破坏。
6, 7	IAN, IAP	模拟输入，每对管脚的最大差分电压可调，这依赖于通道中 PGA 的增益选择，增益 1~16 可调。（信号最大幅度）为±0.6V，由于内部

		有 ESD 保护电路，如果电压过压在 $\pm 0.6V$ 时，仍然不会出现太大的破坏。
8, 9	VAP, VAN	电压通道输入，（信号最大幅度）为 $\pm 0.6V$ ，由于内部有 ESD 保护电路，如果电压过压在 $\pm 0.6V$ 时，仍然不会出现太大的破坏。
10	VrefA	参考电压端，片内基准电压标称值 $1.65\pm 8\%$ ，温度系数典型值为 $20\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 。外部参考源可以接在这个管脚上。另外，该管脚需要使用 $1\mu\text{F}$ 的陶瓷电容消除对地耦合。
11, 12	NC	
13	AT2	可设置的多种输出
14	AT3	可设置的多种输出
15	DGND	内部数字电路参考地。
16	NC	
17	PDCK	时钟关断信号，缺省为 0；为 1 时候时钟关断；
18	CLKIN	内部模拟电路及数字处理电路的主时钟，可引入外部时钟。晶振可并联在 CLKIN 和 CLKOUT 上为 BL6522 提供时钟源，时钟频率为 3.58MHz 。 22pF 和 33pF 间的陶瓷负载电容可以使用在晶振电路中。
19	CLKOUT	晶振可以通过该管脚和 CLKIN 管脚一起为 BL6522 提供时钟，当外部时钟和晶振被引入时，该管脚可以驱动一个 CMOS 负载。
20	/CS	片选信号。四线 SPI 串口的一部分，该管脚的低电平输入允许 BL6522 与其它设备一起共用串行总线。
21	DIN	串行接口的数据输入端，数据在 SCLK 的下降沿由此端口移入
22	SCLK	串行接口的同步时钟输入，所有的串行数据传输要与此时钟同步。
23	DOUT	串行接口的数据输出端，数据在 SCLK 的上升沿由此端口输出，此端口的逻辑输出一般处于高阻态，除非它在驱动数据进入串行数据总线。
24	/IRQ1	中断请求输出端，低电平有效。屏蔽中断包括：有功能量寄存器溢出，有功能量等，新的波形采样信号到达。
25	/IRQ2	中断请求输出端，低电平有效。屏蔽中断包括：有功功率寄存器溢出，有功功率等，新的波形采样信号到达。
26	/IRQ3	中断请求输出端，低电平有效。屏蔽中断包括：有功能量寄存器溢出，有功能量等，新的波形采样信号到达。
27	DVDD18	正电源（+1.8V），提供数字部分电源，正常工作时电源电压应该保持在 $+1.6V\sim +2V$ 间。该管脚需要通过 $10\mu\text{F}$ 的电容与 100nF 的陶瓷电容并联来消除耦合。
28	DVDD	正电源（+3.3V），提供数字部分电源，正常工作时电源电压应该保持在 $+3V\sim 3.6V$ 之间。
29	NC	
30	CF_WATT	校验脉冲输出脚，此管脚给出了有功功率的信息，这个输出可用来

		较表，满刻度下的输出频率可以通过 WA_CFNUM 来调整。
31	DGND	内部数字电路参考地。
32	CF_VAR	校验脉冲输出脚，此管脚给出了无功功率的信息，这个输出可用来较表，满刻度下的输出频率可以通过 VAR_CFNUM 来调整。
33	/RESET	系统 RESET，低电平有效
34	AT1	可设置的多种输出
35	AT0	可设置的多种输出
36	REVP_WA	有功功率输出反向指示
37	REVP_VAR	无功功率输出反向指示
38	NC	
39	DVDD	正电源 (+3.3V)，提供数字部分电源，正常工作时电源电压应该保持在+3V~3.6V 之间。
40	AVDD	正电源 (+3.3V)，提供模拟部分电源，正常工作时电源电压应该保持在+3V~3.6V 之间。
41, 42	ICN, ICP	模拟输入，每对管脚的最大差分电压可调，这依赖于通道中 PGA 的增益选择，增益 1~16 可调。(信号最大幅度) 为 ±0.6V，由于内部有 ESD 保护电路，如果电压过压在 ±0.6V 时，仍然不会出现太大的破坏。
43, 44	VCP, VCN	电压通道输入，(信号最大幅度) 为 ±0.6V，由于内部有 ESD 保护电路，如果电压过压在 ±0.6V 时，仍然不会出现太大的破坏。

(五) 封装尺寸图



(六) 性能指标

1) 电参数性能指标

Parameter	Symbol	Test Condition	Min	Typ	Max	Unit
有功功率测量误差	WATT _{ERR}	2500:1 input DR		0.1	0.2	%
有功功率测量误差	WATT _{ERR}	3000:1 input DR, 使用小信号 补偿寄存器		0.2	0.5	%
无功功率测量误差	VAR _{ERR}	2500:1 input DR		0.2	0.3	%
无功功率测量误差	VAR _{ERR}	3000:1 input DR, 使用小信号 补偿寄存器		0.2	0.5	%
通道间相角引起测量 误差 (PF=0.8 容性) (PF=0.5 感性)	PF08C _{ERR} PF05L _{ERR}	相位超前 37° 相位滞后 60°			0.5 0.5	% %
AC 电源抑制 (输出频率幅度变化) DC 电源抑制 (输出频率幅度变化)	AC _{PSRR} DC _{PSRR}	IAP/IAN=IBP/IBN=ICP/ICN=1 00mV VAP/VAN=VBP/VBN=VCP/VCN=1 00mV		0.01 0.1		%
电压有效值测量精 度, 相对误差	VRMS _{ERR}	1000:1 input DR		0.2	0.3	%
电流有效值测量精 度, 相对误差	IRMS _{ERR}	1000:1 input DR		0.2	0.3	%
模拟输入 输入电平(峰值) 输入阻抗 带宽(-3dB) 增益误差 相间增益匹配误差		差分输入 外部 1.65 基准电压 外部 1.65 基准电压	370	7.8 8 3	1200	mV kΩ kHz % %
内部电压基准 基准偏差 温度系数	Vref Vref _{ERR} TempCoef			1.42 20		V mV ppm/°C
逻辑输入 /CS、DIN、SCLK、CLKIN 输入高电平 输入低电平		DVDD=3.3V±2.5% DVDD=3.3V±2.5%	2.6		0.8	V V
逻辑输出 DOUT、/IRQ、CF_WATT、 CF_VAR 输出高电平 输出低电平		DVDD=3.3V±2.5% DVDD=3.3V±2.5%	2.6		1	V V

电源 AVDD	V_{AVDD}		3	3.3	3.6	V
DVDD18	V_{DVDD18}	DVDD18=1.8V	1.6	1.8	2	V
AIDD	I_{AVDD}	AVDD=3.3		4	8	mA
DIDD	I_{DVDD}	DVDD=3.3		6	10	mA

2) 极限范围

(T = 25 °C)

项目	符号	极值	单位
电源电压 AVDD	AVDD	-0.3 ~ +4	V
电源电压 DVDD18	DVDD18	-0.3 ~ +2.5	V
模拟输入电压 (相对于 GND)	IAP、IBP、ICP、VAP、VBP、VCP	-1 ~ +AVDD	V
数字输入电压 (相对于 GND)	DIN、SCLK、/CS	-0.3 ~ AVDD+0.3	V
数字输出电压 (相对于 GND)	CF、AT3 /IRQ、DOUT	-0.3 ~ AVDD+0.3	V
工作温度	Topr	-40 ~ +85	°C
贮藏温度	Tstr	-55 ~ +150	°C
功耗 (SOP24)	P	200	mW

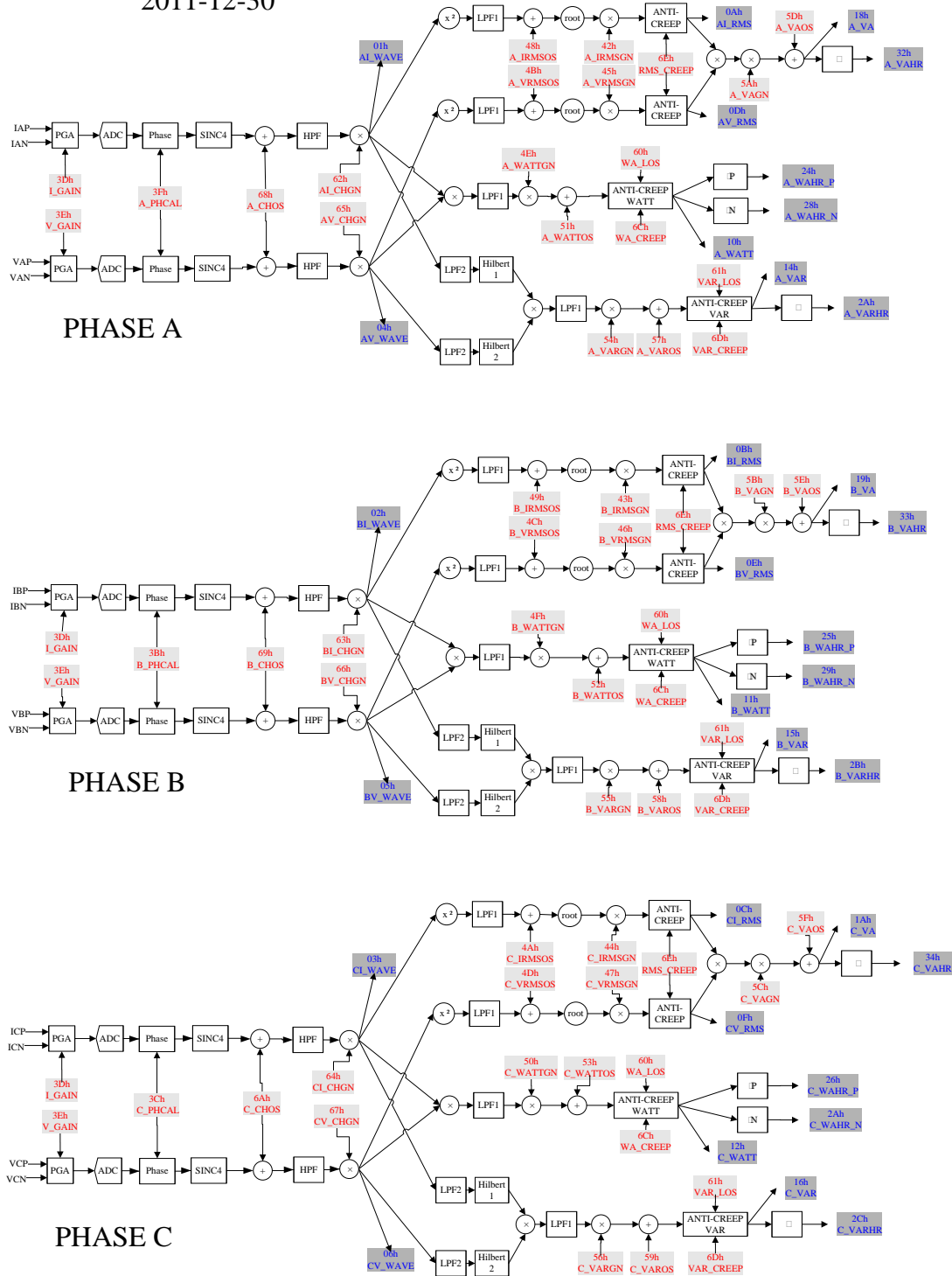
二、工作原理

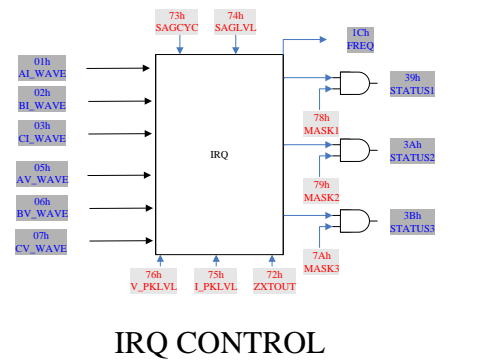
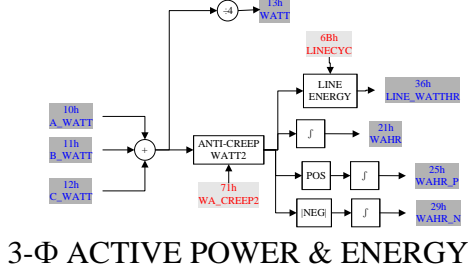
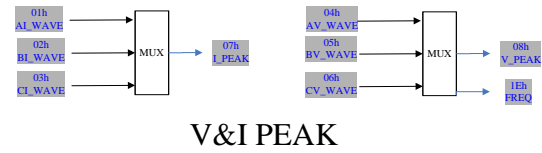
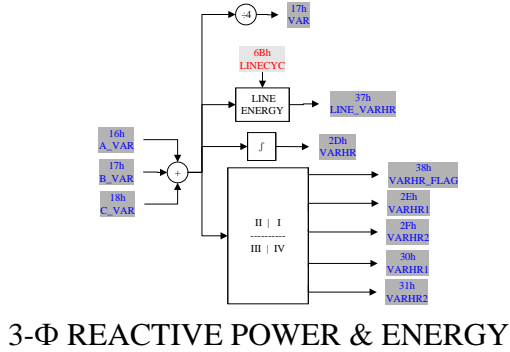
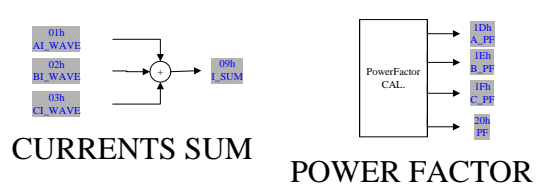
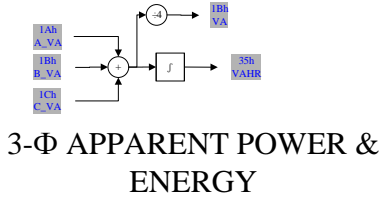
(一) 系统框图及原理

1) 三相原理结构描述图

BL6522 V2系统算法框图

2011-12-30





电流信号和电压信号先分别经高精度的模数转换（ADC）将模拟信号转换为数字信号，然后通过降采样滤波器（SINC4）、高通滤波器（HPF）滤去高频噪声与直流增益，得到需要的电流采样数据和电压采样数据。

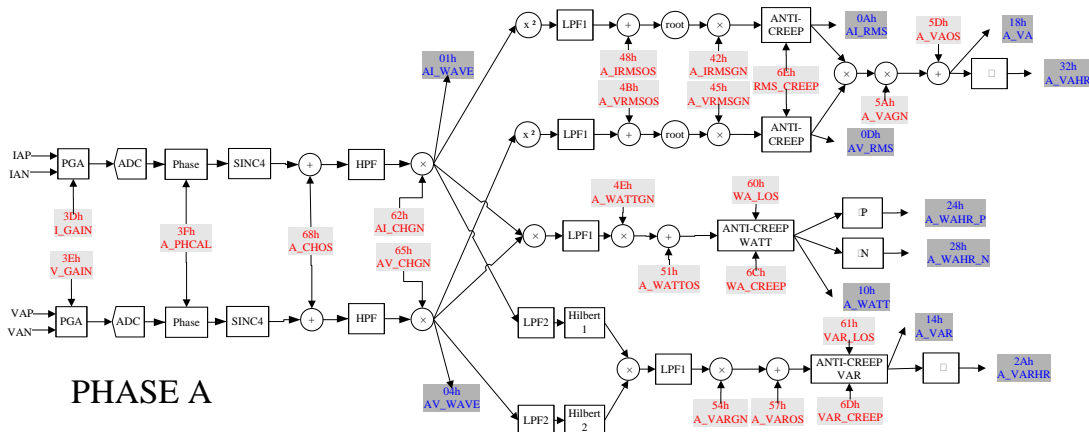
将电流采样数据和电压采样数据相乘，便得到瞬时有功功率，接着经过低通滤波器（LPF1），输出平均有功功率。有功功率通过一定时间的积分，可获得有功能量。

电流采样数据和电压采样数据分别通过平方电路、低通滤波器（LPF2）、开平方电路，得到电流有效值和电压有效值。

电流有效值和电压有效值的乘积可以获得视在功率，有功功率和视在功率的比例为功率因子。

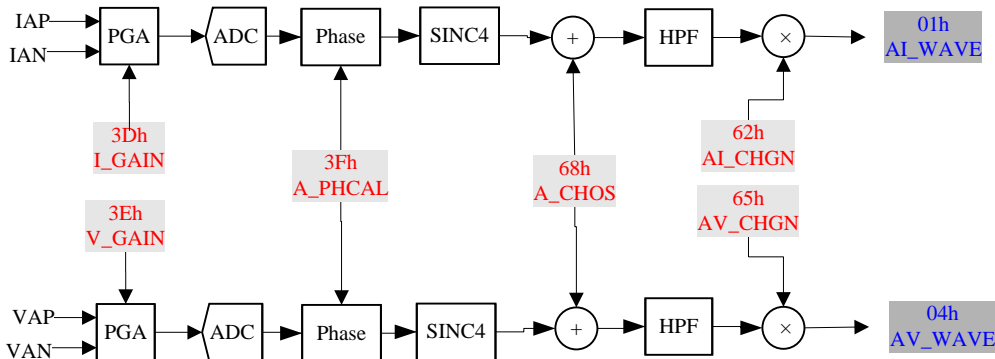
将电流采样数据和电压采样数据通过低通滤波器（LPF2）和 Hilbert 滤波器达到相移 $\pi/2$ 的目的，然后经乘法器与低通滤波器（LPF1）得到无功功率。

2) 单相原理结构描述图（以 A 相为例）



(二) 电流电压瞬态波形测量前端(以A相为例)

PHASE A



电流和电压分别通过可编程放大器 (PGA)，模拟到数字转换电路 (ADC)，降采样滤波器 (SINC4)，及高通滤波器后，获得交流信号的实时波形，放在电流及电压波形寄存器 AI_WAVE 和 AV_WAVE 中。并通过波形寄存器分别来计算出电流及电压峰值。

1) 前端增益调整

BL6522 共有六路高精度的 ADC，采用双端差分信号输入：A 相电流通道 IAP/IAN，A 相电压通道 VAN/VAP，B 相电流通道 IBN/IBP，B 相电压通道 VBN/VBP，C 相电流通道 ICN/ICP 和 C 相电压通道 VCN/VCP。三个相的模拟输入端电路结构是相同的，以下仅以 A 相为例。

每个模拟通道具有一个可编程增益放大器 PGA，其可选增益 16 级可调整。增益选择可以通过对增益寄存器 I_GAIN 和 V_GAIN 的写入来实现。电流增益寄存器 I_GAIN，12 位分别对应不同通道。[3:0] 位对应为 A 相电流增益，[7:4] 位对应为 B 相电流增益，[11:8] 位对应为 C 相电流增益。电压增益寄存器 V_GAIN，12 位分别对应不同通道。[3:0] 位对应为 A 相电压增益，[7:4] 位对应为 B 相电压增益，[11:8] 位对应为 C 相电压增益。

如 A 相电流增益，用 I_GAIN[3:0] 位调整：

- 0000= 1 倍；
- 1000 = 2 倍；
- 0100 = 3 倍；
-
- 0111=15 倍；
- 1111=16 倍；

2) 相位补偿

BL6522 提供了对微小相位误差进行数字校准的方法。它能将一个小的时间延时或超前引入信号处理电路以便对小的相位误差进行补偿。由于这种补偿要及时，所以这种方法只适用于 0.1°~0.5° 范围的小相位误差。利用时移技术来修正大的相位误差会在高次谐波中引入显著的相位误差。

BL6522 提供了对微小相位误差进行数字校准的方法。它能将一个小的时间延时或超前引入信号处理电路以便对小的相位误差进行补偿。

相位校准寄存器 (A_PHCAL、B_PHCAL、C_PHCAL) 是二进制 16 位寄存器，每个寄存器的高 8 位分别对应补偿电流 A 相、B 相和 C 相通道的相位，低 8 位分别对应补偿电压 A 相、B 相和 C 相通道的相位，缺省值为 0000H。

如：A 相相位校正寄存器 ([7] 为使能位，1.1us/1LSB，最大 FF 可调 2.56°) [15:8] 位为电流调整值；[7:0] 位为电压调整值。其中 [7]、[15] 为使能位，[7]、[15]=0 时，关闭补偿；[7]、[15]=1 时，补偿有效。用 [6:0]、[8-14] 位细调延时时间，1.1us/1LSB。相应的分辨率为 $360^\circ \times (1/900\text{KHz}) \times 50\text{Hz} = 0.02^\circ$ ，最大可调整 2.56°。

3) 输入偏差校正

BL6522 还包含了输入偏差校正寄存器 (A_CHOS, B_CHOS, C_CHOS)，每个寄存器的高 8 位分别对应补偿电流 A 相、B 相和 C 相通道的偏差，低 8 位分别对应补偿电压 A 相、B 相和 C 相通道的偏差，缺省值为 0000H。它们以 2 的补码形式的数据来分别消除电流 A 相、B 相、C 相和电压 A 相、B 相、C 相模数转换带来的偏差。这里的偏差可能是源于输入以及模数转换电路本身产生的 offset。偏差校正可以使在无负载情况下波形 offset 为 0。

偏差校正的计算方式如下：

$$offset = offset_0 + A_CHIOS \times 2^8$$

4) 通道增益校正

BL6522 还包含了通道增益校正寄存器 (AI_CHGN, AV_CHGN, BI_CHGN, BV_CHGN, CI_CHGN, CV_CHGN)，用于调整通道增益，方便校表。为 12 位补码形式。

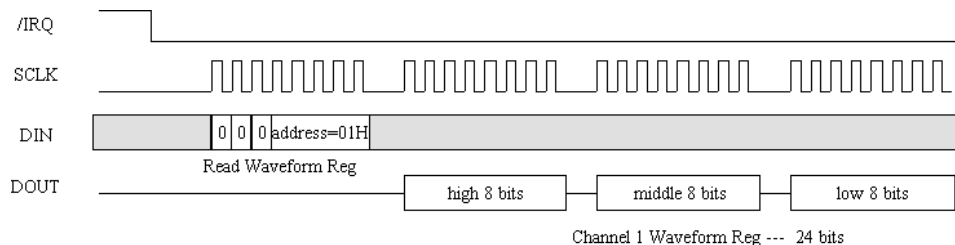
$$Output\ Wave = Wave \times \left(1 + \frac{CHGN}{2^{12}}\right)$$

例如：在 (AI_CHGN, AV_CHGN, BI_CHGN, BV_CHGN, CI_CHGN, CV_CHGN) 中写入 7FFH，波形输出便增大了 50%，因为 $7FFH = 2047D$ ， $2047/2^{12} = 0.5$ 。相似的，写入 801H 时，波形输出减小 50%。

当增益寄存器中有不同值时，波形信号的不同输出范围，当 (AI_CHGN, AV_CHGN, BI_CHGN, BV_CHGN, CI_CHGN, CV_CHGN) = 801H 时，波形输出范围最小，(AI_CHGN, AV_CHGN, BI_CHGN, BV_CHGN, CI_CHGN, CV_CHGN) = 7FFH 时，波形输出范围最大。

5) 电流电压波形输出

在波形采样中，输出采样率 15.6kSPS。读出时序如下图所示，24 位的波形采样以一次一个字节 (8bit) 的速度传输，先传输高有效位。



(三) 有功功率计量原理(以A相为例)

有功功率计算主要把输入的电压和电流波形信号按照时间相乘，得到功率随着时间变化的信息，假设电流电压信号为余弦函数，并存在相位差 Φ ，瞬态功率为：

$$p(t) = V \cos(\omega t) \times I \cos(\omega t + \Phi)$$

令 $\Phi = 0$ 时:

$$p(t) = \frac{VI}{2}(1 + \cos(2\omega t))$$

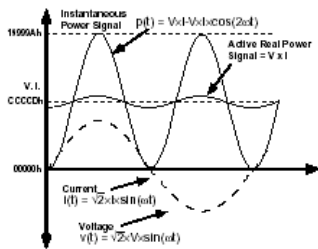
令 $\Phi \neq 0$ 时:

$$\begin{aligned} p(t) &= V \cos(\omega t) \times I \cos(\omega t + \Phi) \\ &= V \cos(\omega t) \times [I \cos(\omega t) \cos(\Phi) + \sin(\omega t) \sin(\Phi)] \\ &= \frac{VI}{2}(1 + \cos(2\omega t)) \cos(\Phi) + VI \cos(\omega t) \sin(\omega t) \sin(\Phi) \\ &= \frac{VI}{2}(1 + \cos(2\omega t)) \cos(\Phi) + \frac{VI}{2} \sin(2\omega t) \sin(\Phi) \end{aligned}$$

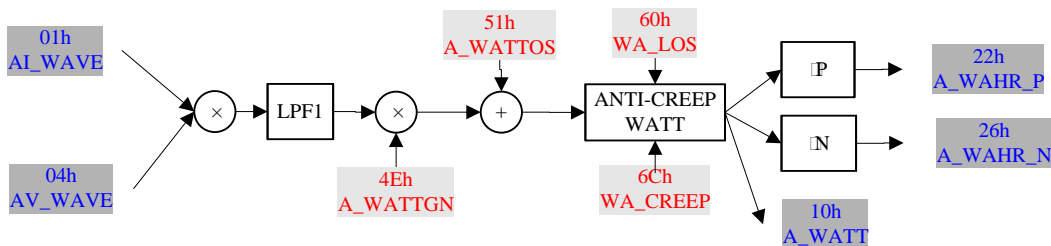
$p(t)$ 称为瞬时功率信号, 理想的 $p(t)$ 只包括两部分: 直流部分和频率为 2ω 的交流部分。前者又称为瞬时实功率信号, 瞬时实功率是电能表测量的首要对象。

如若电流电压信号非余弦函数, 则可按傅立叶变换将信号展开为余弦函数的谐波, 同样可按上述 $p(t) = v(t) * i(t)$ 计算, 此处不再详述。

有功功率也就是瞬时功率中的直流部分, 在 BL6522 中, 就是通过这种关系来计算有功功率的。即先对电流电压信号直接进行相乘, 然后用低通滤波器滤除其中交流成分, 取到直流量, 也就是有功功率。下图用图形化的方式显示了在电流电压间相位差为零时的功率计算情况:



下图给出的是 BL6522 中计算有功功率 (A 相) 的主要步骤, 如前所述, 有功功率是经过 LPF 滤除瞬时功率中的交流成分而得到。



1) 有功功率偏差校正

BL6522 还包含了有功功率偏置寄存器 (A_WATTOS、B_WATTOS、C_WATTOS), 这些是 12 位寄存器的缺省值为 000H。它们以 2 的补码形式的数据来分别消除 A 相、B 相、C 相有功功率的计算中出现的偏差。这里的偏差可能是源于功率计算中 PCB 板上以及集成电路本身产生的通道间的串扰。偏差校正可以在无负载情况下有功功率寄存器的输出尽可能小, 以 A 相为例:

$$ActivePowerA = ActivePowerA_0 + A_WATTOS$$

2) 有功功率增益调整

有功功率的增益可以通过增益寄存器 (A_WATTGN、B_WATTGN、C_WATTGN) 来分别调节 A 相、B 相、C 相计量的有功功率的范围, 该寄存器为 12 位带符号数, 缺省值为 000H。下式说明了有功功率增益寄存器

是如何来做增益调节的，以 A 相为例：

$$Output\ WG = Active\ Power \times (1 + \frac{WG}{2^{12}})$$

例如：在 A_WATTGN 中写入 7FFH（十六进制），功率输出便增大了 50%，因为 7FFH=2047（十进制）， $2047/2^{12}=0.5$ 。类似的，写入 801H 时，功率输出减小 50%。当增益寄存器中有不同值时，有功功率信号的不同输出范围，当 A_WATTGN=801H 时，范围最小，A_WATTGN=7FFH 时，范围最大。B_WATTGN、C_WATTGN 的使用方式相同。

3) 有功功率的防潜动

BL6522 还包含了一个有功功率防潜动阈值寄存器 (WA_CREEP)，这个 12 位寄存器以无符号数的形式来设定一个潜动阈值，缺省值 D8H。当输入有功功率信号绝对值小于这个阈值时，输出有功功率设为零。这可以在无负载情况下，即使有小的噪声信号，输出到有功功率寄存器中的值为 0。

$$WATT = \begin{cases} 0 & , |WATT| < WA_Creep \\ WATT & , |WATT| \geq WA_Creep \end{cases}$$

4) 有功功率的小信号补偿

BL6522 还包含了一个有功功率小信号补偿寄存器 (WA_LOS)，这个 24 位寄存器中 [7:0] 为 A 相补偿值；[15:8] 为 B 相补偿值；[23:16] 为 C 相补偿值。每相 8 位补偿值分别以 2 的补码形式的数据来补偿输入小信号时有功功率的误差。缺省值为 000000H。

5) 正向有功能量计算

正向功率和正向能量的关系可以表示作：

$$Power_P = \frac{dEnergyP}{dt}$$

反过来就是：

$$EnergyP = \int Power_P dt$$

在 BL6522 中，通过在一个 54 位内部寄存器中连续累加正向有功功率信号来得到正向有功能量，正向有功能量寄存器 WAHR_P[23:0] 取出此内部寄存器的高 24 位作为正向有功能量输出。这里离散信号的连续累加和连续信号的积分是一样的道理，即：

$$E = \int p(t)dt = \lim_{T \rightarrow 0} \{ \sum_{n=0}^{\infty} P(nT) \times T \}$$

这里 n 为采样个数，T 为采样周期，BL6522 中采样周期 T 为 1.1us。

这样对功率信号进行累加还可以消除功率信号中没有滤除干净的交流信号。正向功率信号 WATT 进入 54 位的内部积分器进行叠加，然后将内部寄存器的高 24 写入正向有功能量寄存器 (WAHR_P)，寄存器溢出的时间大约为 10 分钟。当正向有功能量寄存器 (WAHR_P) 的最高位为 1 时，给出半满指示 APEHF_A。

6) 反向有功能量计算

同样反向功率和反向能量的关系可以表示作：

$$Power_N = \frac{dEnergyN}{dt}$$

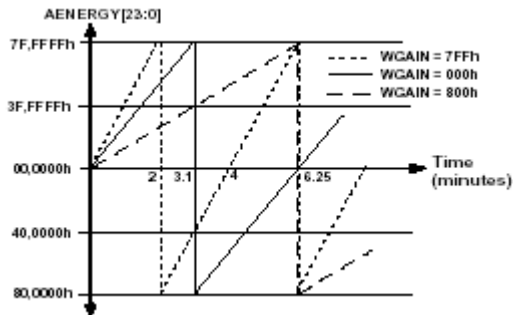
反过来就是：

$$EnergyN = \int Power_N dt$$

在 BL6522 中，通过在一个 54 位内部寄存器中连续累加反向有功功率信号来得到反向有功能量，反向有功能量寄存器 WAHR_N[23:0] 取出此内部寄存器的高 24 位作为反向有功能量输出。

反向功率信号 WATT 进入 54 位的内部积分器进行叠加，然后将内部寄存器的高 24 写入反向有功能量寄存器 (WAHR_N)，寄存器溢出的时间大约为 10 分钟。当反向有功能量寄存器 (WAHR_N) 的最高位为 1 时，给出半满指示 ANEHF_A。

下图显示了在模拟输入满幅度时，有功能量信号在内部寄存器中的累加过程：



(四) 有效值、视在功率(以A相为例)

真有效值也就是信号的均方根 (Root Mean Square—RMS)，一个连续信号的均方根计算如下：

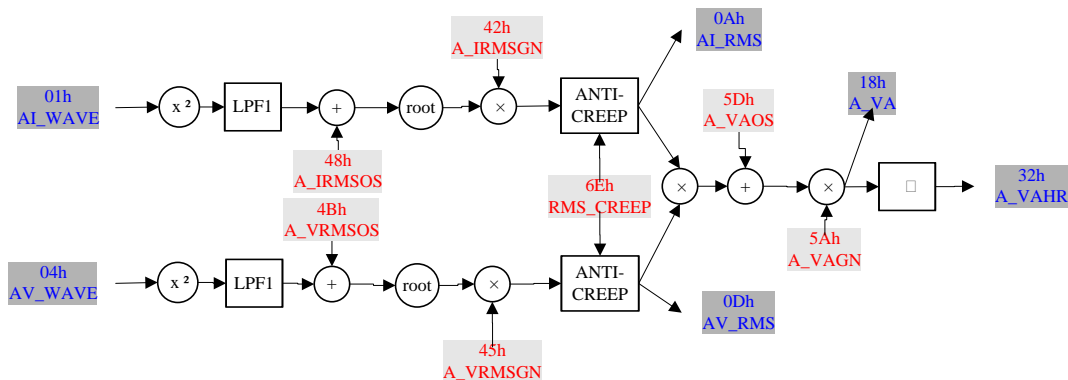
$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V^2(t) dt}$$

对于数字信号，该公式变为：

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V^2(i)}$$

电流及电压的有效值分别通过平方、低通滤波、小信号偏移补偿、开平方根后获得。

BL6522 可以给出视在功率的值，主要由电流有效值和电压有效值乘积实现。



1) 有效值偏差校正

BL6522 还包含了有效值偏置寄存器 (A_IRMSOS、B_IRMSOS、C_IRMSOS 和 A_VRMSOS、B_VRMSOS、C_VRMSOS)，这些 12 位寄存器的缺省值为 000H。它们以 2 的补码形式的数据来分别消除电流 A 相、B 相、C 相通道和电压 A 相、B 相、C 相通道的有效值计算中出现的偏差。这种偏差可能来源于输入噪声，因为在计算有效值中有一步平方运算，这样可能引入由噪声产生的直流偏置。偏差校正可以使在无负载情况下有效值寄存器中的值为 0。

通道中 IRMSOS 寄存器的校准方式如下，以 A 相电流通道为例即有：

$$I_{ARMS} = \sqrt{I_{ARMS0}^2 + A_IRMSOS \times 2^{20}}$$

这里 I_{ARMS0} 为未进行校正前的电流有效值。VRMSOS 寄存器的校准方式同上。

2) 有效值增益调整

有效值的增益可以通过有效值增益寄存器 (A_IRMSGN、B_IRMSGN、C_IRMSGN 和 A_VRMSGN、B_VRMSGN、C_VRMSGN) 来调节有效值的范围, 这些寄存器是 12 位带符号数, 其缺省值为 000H., 与有功功率增益寄存器一样, 它们分别调节电流 A 相、B 相、C 相通道和电压 A 相、B 相、C 相通道的有效值的增益。

例如: 在 A_VRMSGN 中写入 7FFH, 电压 A 相通道的有效值输出便增大了 50%, 写入 801H 时, 电压 A 相通道的有效值输出就减小 50%。

$$Output\ RMS = RMS \times \left(1 + \frac{RMSGN}{2^{12}}\right)$$

3) 有效值测量阈值

可以设置有效值测量阈值寄存器 RMS_CREEP 来限制有效值测量的下限制。

当输入有效值小于这个阈值 (该值内部自动扩大 4 倍) 时, 输出有效值设为零。这可以在无负载情况下, 即使有小的噪声信号, 输出到有效值寄存器中的值为 0。

$$RMS = \begin{cases} 0 & |RMS| < RMS_CREEP \times 2^2 \\ RMS, & |RMS| \geq RMS_CREEP \times 2^2 \end{cases}$$

4) 视在功率偏差校正

BL6522 还包含了一个视在功率偏置寄存器 A_VAOS[11:0], 这个 12 位寄存器以 2 的补码形式的数据来消除视在功率计算中出现的偏差: 以 A 相为例

$$A_VA = A_VA_0 + AVAOS \times 2^2$$

5) 视在功率增益校正

视在功率的增益可以通过增益寄存器 A_VAGN 来调节有功功率的范围, 下式说明了视在功率增益寄存器是如何来做增益调节的, 以 A 相为例:

$$Output\ A_VA = A_VA_0 \times \left(1 + \frac{AVAG}{2^{12}}\right)$$

6) 视在能量

视在能量由视在功率的积分来得到, 即:

$$VA\ Energy = \int VA\ Power(t)\ dt$$

在 BL6522 中, 通过在一个 54 位内部寄存器中连续累加视在功率信号来得到视在能量, 此内部寄存器的高 24 位又存入视在能量寄存器 A_VAHR[23:0]。这里离散信号的连续累加和连续信号的积分是一样的道理, 即:

$$VA\ Energy = \lim_{T \rightarrow 0} \left\{ \sum_{n=0}^{\infty} VA\ Power(nT) \times T \right\}$$

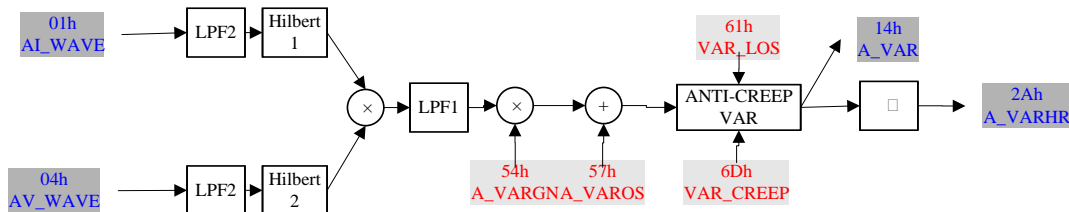
这里 n 为采样个数, T 为采样周期, BL6522 中采样周期 T 为 1.1us。

视在功率信号被连续地累加到内部寄存器中, 这里的累加仍是有符号加法。

(五) 无功功率、无功能量计算(以A相为例)

BL6522 可以给出瞬态平均无功功率的值。其符号由电流电压间的相位决定

下图给出的是 BL6522 中计算无功功率的主要步骤，电流电压瞬态值通过 Hilbert 移相网络，保证 90 度相位差后再相乘，可以获得带符号的无功功率值。



1) 无功功率偏差校正

BL6522 还包含了一个无功功率偏置寄存器 A_VAROS[11:0]，这个 12 位寄存器以 2 的补码形式的数据来消除有功功率计算中出现的偏差。这里的偏差可能是源于功率计算中 PCB 板上以及集成电路本身产生的两通道间的串扰。偏差校正可以使在 NO LOAD 情况下无功功率寄存器中的值为 0，以 A 相为例：

$$\text{ReactivePower}_A = \text{ReactivePower}_{A_0} + A_VAROS$$

2) 无功功率增益校正

无功功率的增益可以通过增益寄存器 A_VARG[11:0]来调节有功功率的范围，下式说明了功率增益寄存器是如何来做增益调节的，以 A 相为例：

$$\text{Output } A_VARG = \text{Re Active Power} \times \left(1 + \frac{A_VARG}{2^{12}}\right)$$

3) 无功功率的防潜动

BL6522 还包含了一个无功功率防潜动阈值寄存器 AntiCreep_var[15:0]，这个 16 位寄存器以无符号数的形式来设定一个潜动门限。当输入无功功率信号绝对值小于这个门限值时，输出有功功率设为零。这可以在 NO LOAD 情况下，即使有小的噪声信号，输出到有功功率寄存器中的值为 0。

$$A_VAR = \begin{cases} 0 & , |AVAR| < \text{AntiCreep_VAR} \\ A_VAR, & |AVAR| \geq \text{AntiCreep_VAR} \end{cases}$$

4) 无功功率的小信号补偿

BL6522 还包含了一个无功功率小信号补偿寄存器 (VAR_LOS)，这个 24 位寄存器中 [7:0] 为 A 相补偿值；[15:8] 为 B 相补偿值；[23:16] 为 C 相补偿值。每相 8 位补偿值分别以 2 的补码形式的数据来补偿输入小信号时无功功率的误差。缺省值为 000000H

5) 无功能量

无功能量由无功功率的积分来得到，即：

$$\text{REActive Energy} = \int \text{REActive Power}(t) dt$$

在 BL6522 中，通过在一个 54 位内部寄存器中连续累加无功功率信号来得到无功能量，此内部寄存器的高 24 位又存入无功能量寄存器 A_VARHR[23:0]。这里离散信号的连续累加和连续信号的积分是一样的道

理，即：

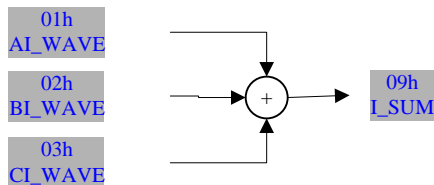
$$\text{Re Active Energy} = \lim_{T \rightarrow 0} \left\{ \sum_{n=0}^{\infty} \text{Re Active Power}(nT) \times T \right\}$$

这里 n 为采样个数，T 为采样周期，BL6522 中采样周期 T 为 1.1us。

无功功率信号被连续地累加到内部寄存器中，这里的累加为代数和加法。

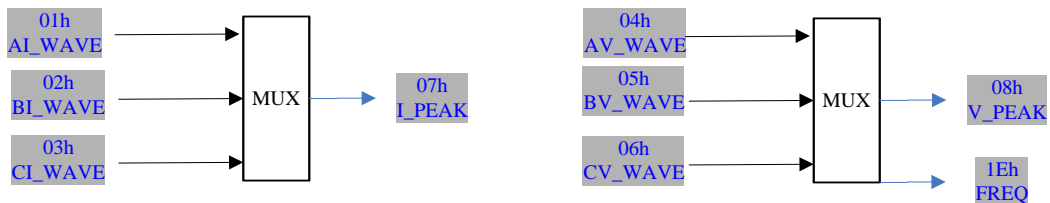
(六) 合相数据处理

1) 三相电流和



三相电流瞬态波形相加，存放在寄存器 I_SUM 中。

2) 电流峰值计算



Mode[5:4] 这三位选择电压电流峰值计量的相。设置使 IPEAK 和 VPEAK 寄存器保存半周期时间内对应相电压电流波形峰值的最大绝对值，在半周期结束时，IPEAK 和 VPEAK 中的数值被新的峰值更新

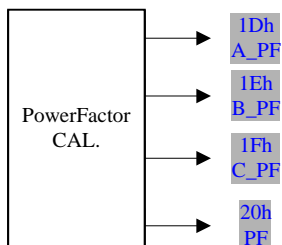
PEAKSEL[1:0]=00，峰值寄存器输出 A 相

PEAKSEL[1:0]=01，峰值寄存器输出 B 相

PEAKSEL[1:0]=10，峰值寄存器输出 C 相

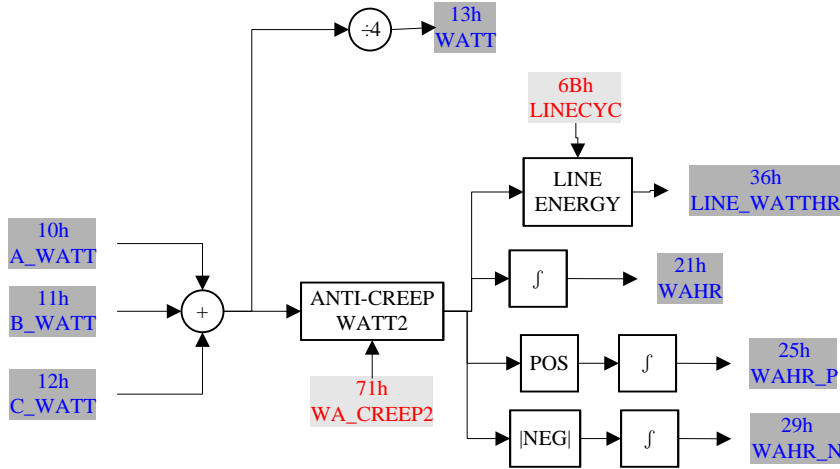
PEAKSEL[1:0]=11，保留

3) 相功率因子



在 BL6522 中，功率因子由有功功率除以视在功率得到 $PF = WATT/VA$ 。分相功率因子由 A、B、C 三相中分别计算得到，合相功率因子由合相有功功率（正向+反向）除以合相视在功率得到。当 PF=1 是 PF 寄存器中对应值为 7FFFFFFH，当 PF=0 时候，PF 寄存器中对应值为接近 000000H。

4) 合相有功功率、有功线周期能量、合相有功能量



三相正向功率相加获得合相正向功率 WATT_P，带符号数，为正。

$$Watt_P = \frac{A_Watt_P + B_Watt_P + C_Watt_P}{4}$$

三相反向功率相加获得合相反向功率 WATT_N，带符号数，为负。

$$Watt_N = \frac{A_Watt_N + B_Watt_N + C_Watt_N}{4}$$

Mode[2]=0，三相功率代数和相加获得合相功率 WATT。

$$Watt = \frac{A_Watt + B_Watt + C_Watt}{4}$$

Mode[2]=1，三相功率绝对值相加获得合相功率 WATT。

$$Watt = \frac{|A_Watt| + |B_Watt| + |C_Watt|}{4}$$

线周期有功能量计算由线周寄存器 LINECYC 决定需要累计的周期，把输出结果累加到线周期有功能量寄存器 LINE_WATTHR

$$Line_Watthr = \sum_{T=LineCyc} (|A_Watt| + |B_Watt| + |C_Watt|)$$

对三相功率和取正向功率并能量累计获得合相正向功率能量 WAHR_P，无符号数。

$$Wahr_P = \sum \begin{cases} Watt \times 4, & \text{if } Watt > 0 \\ 0 & \end{cases}$$

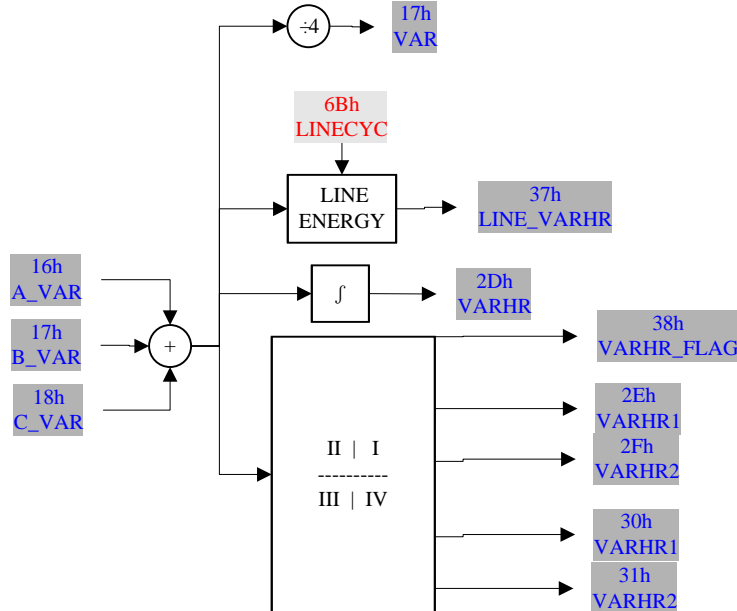
对三相功率和取负向功率并能量累计获得合相反向功率能量 WAHR_N，无符号数。

$$Wahr_N = \sum \begin{cases} |Watt| \times 4, & \text{if } Watt < 0 \\ 0 & \end{cases}$$

三相功率和累计获得合相功率能量 WAHR。

$$Wahr = \sum Watt \times 4$$

5) 合相无功功率、无功线周期能量、合相无功能量，四象限能量，无功符号



三相无功功率代数和相加获得合相无功功率 VAR。

$$Var = \frac{A_Var + B_Var + C_Var}{4}$$

线周期无功能量计算由线周期寄存器 LINECYC 决定需要累计的周期，把输出结果累加到线周期无功能量寄存器 LINE_VARHR

$$Line_Varhr = \sum_{T=LineCyc} (A_Var + B_Var + C_Var)$$

三相无功功率和累计获得合相无功能量 VARHR，无符号数。

四象限无功能量寄存器 VARHR1 为 I 象限三相无功能量累计，无符号数。

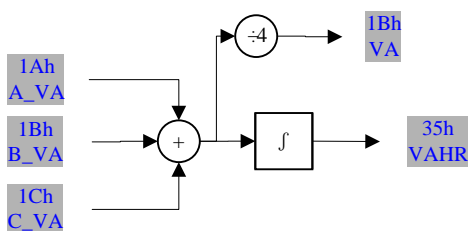
四象限无功能量寄存器 VARHR2 为 II 象限三相无功能量累计，无符号数。

四象限无功能量寄存器 VARHR3 为 III 象限三相无功能量累计，无符号数。

四象限无功能量寄存器 VARHR4 为 IV 象限三相无功能量累计，无符号数。

寄存器 VARHR_FLAG 为无功象限区分标志，第[7:6]代表合相，[5:4] 代表 A 相，[3:2] 代表 B 相，[1:0] 代表 C 相。其中每两位数中的高位为有功功率的符号位，低位为无功功率的符号位。

6) 合相视在功率、合相视在能量



三相视在功率代数和相加获得合相视在功率 VA。

$$V_a = \frac{A_Va + B_Va + C_Va}{4}$$

三相视在功率和累计有功相视在能量 VAHR，无符号数。

$$Vahr = \sum (A_Va + B_Va + C_Va)$$

(七) 脉冲输出

1) 有功能量频率转换

为了校验，BL6522 还提供了能量频率转换，除了厂家最初的校验，终端用户也要经常进行能量计量器的校准。

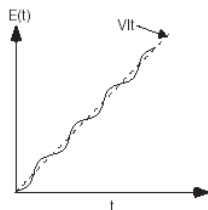
有功功率脉冲 CF_WATT 产生于有功能量寄存器 WAHR 中的第 N 位，N 由 CF_MODE 寄存器决定，CF_MODE 的每位分别对应 WAHR 中的某位，这个 12 位无符号寄存器可以调节的输出频率，从 1 倍到 2^N 倍，N 由 CF_MODE 第 N 位为 1 决定。在负载稳定的条件下，输出频率正比于平均有功功率。

当电流电压输入端为满刻度，CF_MODE=000h 时，最大的输出频率大约为 50×2^4 Hz。

当电流电压输入端为满刻度，CF_MODE=010h 时，最大的输出频率大约为 50Hz。

当电流电压输入端为满刻度，CF_MODE=800h 时，最大的输出频率大约为 $50/2^7$ Hz。

由于滤波器不可能是完全理想的，所以低通后乃至数字到频率转换后的信号都会含有 $\sin(2\omega t)$ 的成分，下图是能量随时间变化曲线，其中那条虚直线是理想的有功能量曲线，等于 $V \times I \times t$ ，而实际中的能量曲线是实型曲线，因为正弦信号的平均值为零，所以正弦波纹不会影响能量信号的累积。然而，在输出频率中可以观察到这些正弦波纹，尤其是在频率比较高的时候。负载越大、频率越高，这种正弦波纹会越明显。这是因为频率越高，能量频率转换时信号累加平均的时间就越短，正弦变化也就越明显。因而，选择比较低的频率输出可以很大程度上减小正弦变化现象的影响，有利于脉冲校准。还有，可以通过使用更长的时钟门限时间来平均输出频率，得到同样的效果。



2) 无功能量频率转换

为了校验，BL6522 还提供了能量频率转换，除了厂家最初的校验，终端用户也要经常进行能量计量器的校准。

无功功率脉冲 CF_VAR 产生于有功能量寄存器 WAHR 中的第 N 位，N 由 CF_MODE 寄存器决定，CF_MODE 的每位分别对应 VARHR 中的某位，这个 12 位无符号寄存器可以调节的输出频率，从 1 倍到 2^N 倍，N 由 CF_MODE 第 N 位为 1 决定。在负载稳定的条件下，输出频率正比于平均无功功率。

当电流电压输入端为满刻度，CF_MODE=000h 时，最大的输出频率大约为 50×2^4 Hz。

当电流电压输入端为满刻度，CF_MODE=010h 时，最大的输出频率大约为 50Hz。

当电流电压输入端为满刻度，CF_MODE=800h 时，最大的输出频率大约为 $50/2^7$ Hz。

(八) 反向指示输出

1) 有功反向指示阈值

BL6522 还包含了一个有功反向指示阈值寄存器 (WA_REVP)，这个 12 位寄存器以无符号数的形式来设定一个阈值，缺省值为 177H。当输入有功功率信号为负功并且绝对值大于这个阈值*8 时，反向指示输出

REVP_WA 为 1。

反向指示 REVP_WA 的计算选择由工作模式寄存器的 MODE[3]位决定：为 0 时，三相 REVP_WA 值之与；为 1 时，三相 REVP_WA 值之或。

2) 无功反向指示阈值

BL6522 还包含了一个无功反向指示阈值寄存器 (VAR_REVP)，这个 12 位寄存器以无符号数的形式来设定一个阈值，缺省值为 177H。当输入无功功率信号为负功并且绝对值大于这个阈值*8 时，反向指示输出 REVP_VAR 为 1。

反向指示 REVP_VAR 的计算选择由工作模式寄存器的 MODE[3]位决定：为 0 时，三相 REVP_VAR 值之与；为 1 时，三相 REVP_VAR 值之或。

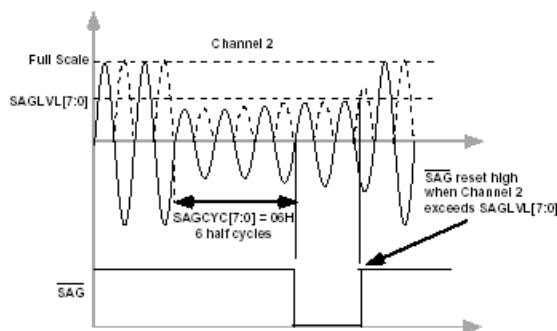
3) 各相反向指示

有功反向指示阈值寄存器 (WA_REVP) 和无功反向指示阈值寄存器 (VAR_REVP) 同时应影响中断寄存器 STATUS2。具体方式同上。

(九) 电参数监控

1) 线电压跌落检测

BL6522 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。



如上图所示，当电压有效值小于跌落电压阈值寄存器 (SAGLVL) 中设定的阈值并且跌落时间超过跌落线周期寄存器 (SAGCYC) 中的设定时间 (图示为超过第 6 个半周期后，SAGCYC[7:0]=06H)，线电压跌落事件通过设置中断状态寄存器中的 SAG 标志位来记录下来。如果中断屏蔽寄存器 (MASK1) 中相应的 SAG 使能位置为逻辑 1，则/IRQ 逻辑输出变为有效低电平。

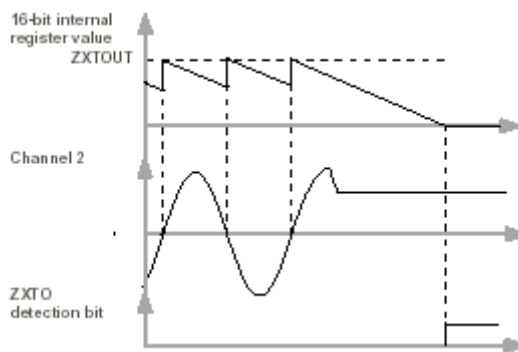
跌落电压阈值寄存器 (SAGLVL) 可以由用户写入或读出，初始值为 FFFH。跌落线周期寄存器 (SAGCYC) 也可以由用户写入或读出，初始值为 FFH。该寄存器的分辨率为 10ms/LSB，这样一个中断的最大延迟时间就被限制为 2.55s。

2) 过零超时

过零检测电路还连接着一个检测过零信号超时的寄存器 ZXTOUT，每当检测电压通道有过零信号时 ZXTOUT 就置为初始值。如果无过零信号时就递减，如果超长时间仍无过零信号输出时，该寄存器中的值会变为 0，这时中断状态寄存器中相应的位 ZXT0 被置 1，如果中断屏蔽寄存器中的对应的使能位 ZXT0 也为 1 时，则过零信号超时事件也会反映在中断管脚/IRQ 上。无论中断寄存器中相应的使能位设置有无，中断状态寄存器 (MASK) 中的 ZXT0 标志位总是在 ZXTOUT 寄存器减为 0 时被设置为有效 1。

过零超时寄存器 ZXTOUT 可以由用户写入或读出，初始值为 FFFFH。该寄存器的分辨率为 70.5us/LSB，这样一个中断的最大延迟时间就被限制为 4.369s。

下图显示了当线电压一直为一个固定直流信号时，检测过零超时的机制：



3) 电压信号符号位

BL6522 在每个电压通道中有一个波形符号检测电路，实时输出过零信号的符号位到 ZX。如果中断屏蔽寄存器中对应的 ZX 位也设置为逻辑 1，就会输出一个有效的中断请求 IRQ。

过零信号从 LPF2 处引出。

4) 峰值超限

BL6522 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。

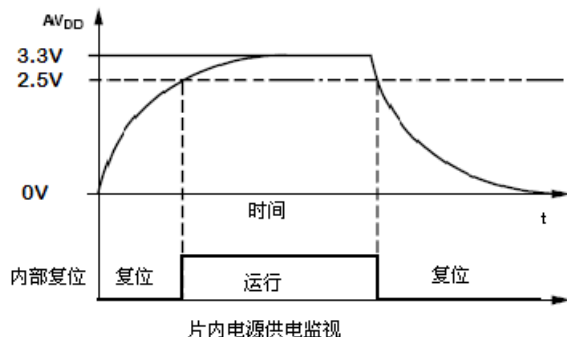
如：当 A 相通道电流有效值大于电流峰值门限寄存器 (I_PKLVL) 设定的阈值时，给出电流过载指示 PKI_A，如果中断屏蔽寄存器 (MASK1) 中相应的 PKI_A 使能位置为逻辑 1，则 /IRQ 逻辑输出变为有效低电平。

同样，当 B 相、C 相通道电流有效值大于电流峰值门限寄存器 (I_PKLVL) 设定的阈值时，给出电流过载指示 PKI_B、PKI_C，如果中断屏蔽寄存器 (MASK1) 中相应的 PKI_B、PKI_C 使能位置为逻辑 1，则 /IRQ 逻辑输出变为有效低电平。

同样，当电压有效值大于电压峰值门限寄存器 (V_PKLVL) 设定的阈值时，给出电压过载指示，如果中断屏蔽寄存器 (MASK1) 中相应的 PKV_A、PKV_B、PKV_C 使能位置为逻辑 1，则 /IRQ 逻辑输出变为有效低电平。

5) 电源供电监视

BL6522 上包含一块片上电源监视电路，能够连续检测模拟电源 (AVDD)。如果电源电压小于 $2.5V \pm 5\%$ ，则 BL6522 不被激活 (不工作)，也就是说当电源电压小于 2.5V 时，不进行能量累加。这种做法可以保证设备在电源上电掉电时保持正确的操作。此电源监视电路有滞后及滤波机制，能够在很大程度上消除由于噪声引起的错误触发。一般情况下，电源供电的去耦部分应该保证在 AVDD 上的波纹不超过 $3.3V \pm 5\%$ 。



(十) 工作模式选择

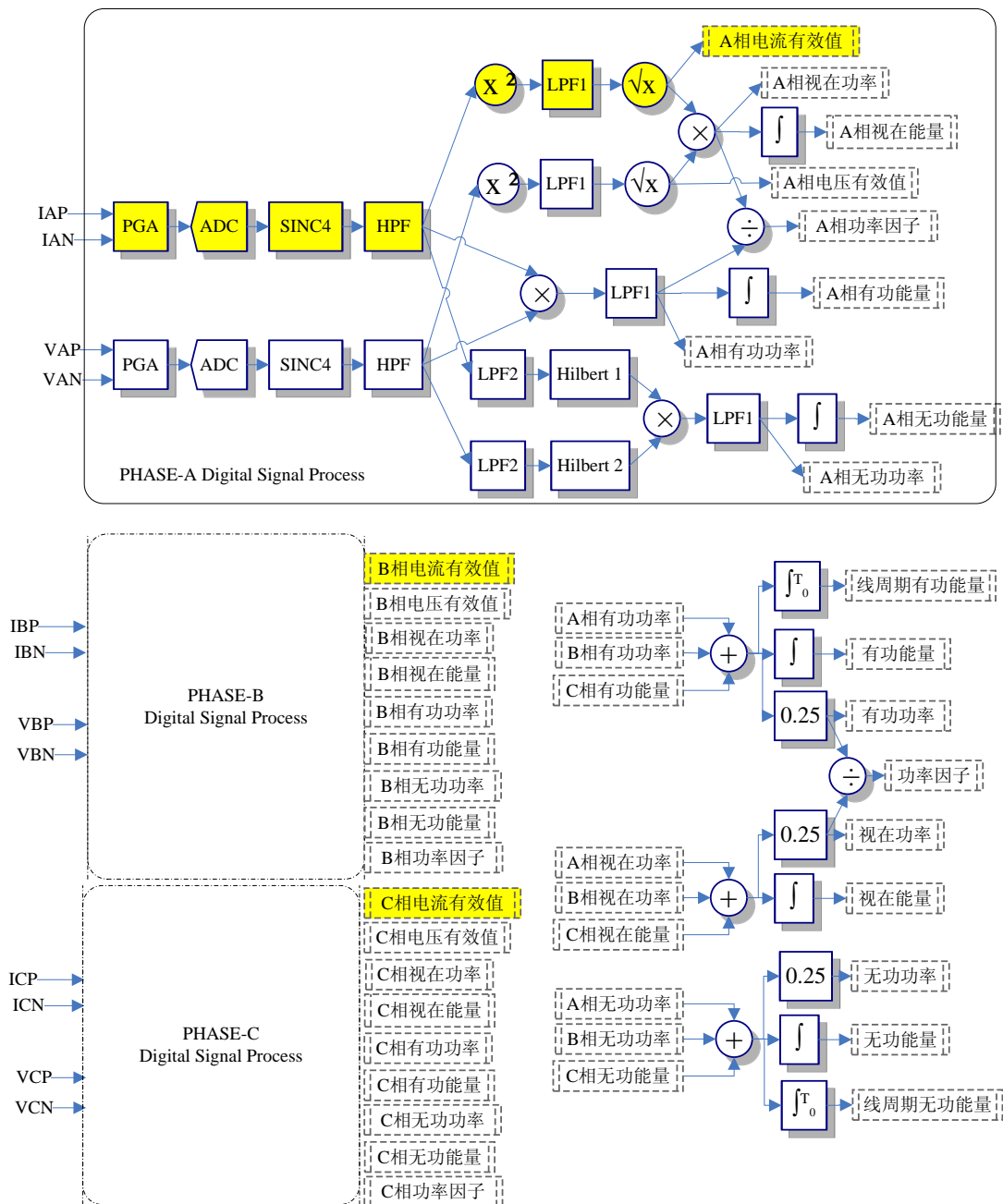
1) 正常模式

在模式寄存器中 [12:13]，PD_V，PD_I 可以关断部分电路。

PD_V=PD_I=0 时正常工作，PD_V=PD_I=1 时关断部分电路。

2) 电流检测模式

当 PD_V 为高电平时，模拟部分所有电压通道关断，数字部分所有电压相关及功率及能量计算关断；芯片只检测 3 通道电流有效值，并通过 SPI 输出。（下图亮黄色部分此状态下的工作部分）



当 PD_I 为高电平时，对应模拟部分所有电流通道关断，数字部分所有电流有效值计算关断；（上图中亮黄色部分也关断），数字部分仅只有 SPI 相关部分工作。

3) 待机模式

当 PD_V 和 PD_I 都为 1 时候，芯片内部基准电路、OSC 电路和 LDO 电路仍然工作。需要通过外部 PDCK 管脚来进一步关断这 3 块电路。当 PDCK=1 时候（缺省为 1），这 3 块电路正常工作；当

PDCK=0 时候, OSC 关断、LDO 关断、基准电路关断。

(十一) 中断

BL6522 的中断由中断状态寄存器 STATUS1、STATUS2、STATUS3 和中断屏蔽寄存器 MASK1、MASK2、MASK3 分别来进行管理。当 BL6522 发生中断事件时, 其状态寄存器中相应的标志位便设置到逻辑 1。如果中断屏蔽寄存器中此中断的允许位为逻辑 1 时, 那么 /IRQ 逻辑输出将变为有效低电平。状态寄存器中的标志位设定与屏蔽位的状态无关。

为了确定中断源, 系统主微处理器 (MCU) 从状态寄存器 STATUS1、STATUS2、STATUS3 读出。在完成中断状态寄存器读出指令后, /IRQ 输出将变为逻辑高电平。读出时, BL6522 能保证不使中断事件被丢失。若中断事件正好在对状态寄存器读出时发生, 该事件也不会丢失。且 /IRQ 逻辑输出保持高电平, 直到中断状态寄存器数据传输结束, 重新返回逻辑低电平, 以指示下一次中断。

中断状态寄存器 (STATUS) 中的标志位在读操作后不会自动清零, 但可以通过 SPI 口写入数据, 重新置 0。(ADI 的 STATUS 寄存器不可写)

1) 利用 MCU 获得 BL6522 的中断

下图表示了利用 MCU 执行 BL6522 中断管理时序图。在时间 t_1 处, /IRQ 变为有效低电平, 表明 BL6522 内部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, 可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 (t_2)。状态寄存器中的内容来确定中断源, 以确定应采取的适当操作。若在 ISR 期间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 (t_3) 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。这就保证了 MCU 不会丢失任何外部中断。

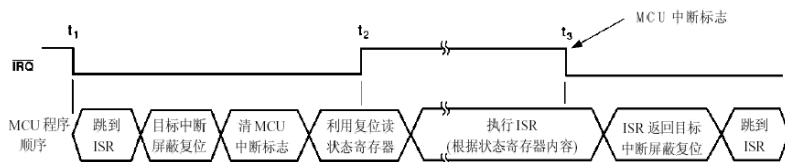


图11. 中断管理

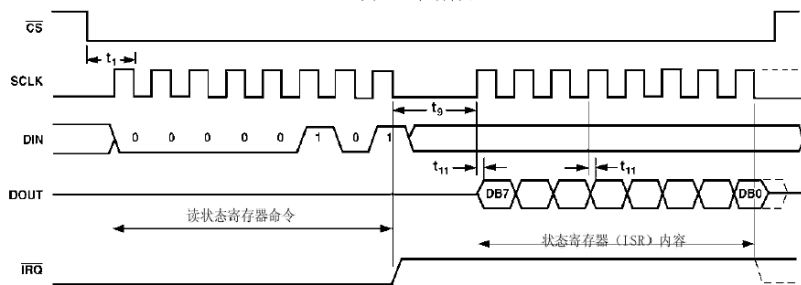


图12. 中断时序

2) 中断时序

当 /IRQ 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 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, 见图。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。

(十二) 串行通讯接口

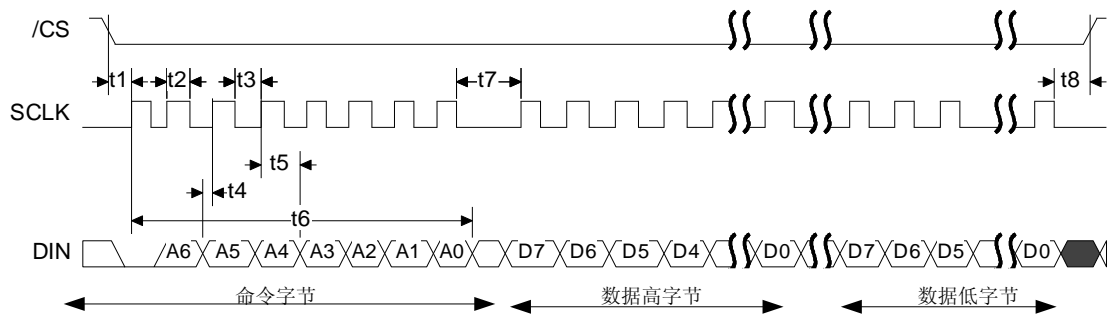
BL6522 的所有功能均能经几个片内的寄存器容易的实现。利用串行接口可以对这些寄存器的内容进行刷新或读出。/CS 信号的下降沿可以使 BL6522 处于通信模式。在通信模式下, BL6522 的通信寄存器被写入。写入到寄存器内的数据决定下一个数据传送操作是读出或写入, 同时还决定访问哪一个寄存器。因此, 芯片的所有数据传送操作, 都必须从写入通信寄存器开始。

通信寄存器是一个 8 位寄存器。最高有效位(MSB)决定下一个数据操作是读出还是写入。最低有效位(LSB)开始的 7 位数据决定访问寄存器的地址(请参见 BL6522 寄存器列表)。下图分别示出读出和写入操作的数据传送顺序。当被访问的目标寄存器的最低有效位被读出或写入时, 便完成了数据传送。一旦完成数据传送, BL6522 重新进入通信模式。每次读/写操作所需的 SCLK 的脉冲个数均为 24 位。

BL6522 的串行接口由 SCLK, DIN, DOUT 和 /CS 四个信号组成。用于数据传送的串行时钟加到 SCLK 逻辑输入端。所有数据传送操作均与串行时钟同步。在 SCLK 的上升沿数据从 DIN 逻辑输入引脚移入 BL6522。在 SCLK 的下降沿数据从 DOUT 逻辑输出引脚移出 BL6522。/CS 逻辑输入引脚是片选输入信号, 当多个器件共用串行总线时利用此引脚。/CS 的下降沿还使串行接口复位, 并使 BL6522 处于通信模式。在整个数据传送期间, /CS 保持低电平。在数据传送期间使 /CS 变为高电平将停止数据传送, 并使串行总线处于高阻状态。

1) 串行写入操作

串行写入顺序按下述方式进行。当 BL6522 处于通信模式时。该传送字节的最高位为 1, 表示数据传送操作时写入。该字节的低 7 位数据表示写入寄存器的目的地址。BL6522 的输入数据在 SCLK 的上升沿准备好, 在 SCLK 的该时钟的上升沿开始移入寄存器数据。寄存器数据的所有其余位也在该 SCLK 的上升沿进行左移移位操作(见下图)。



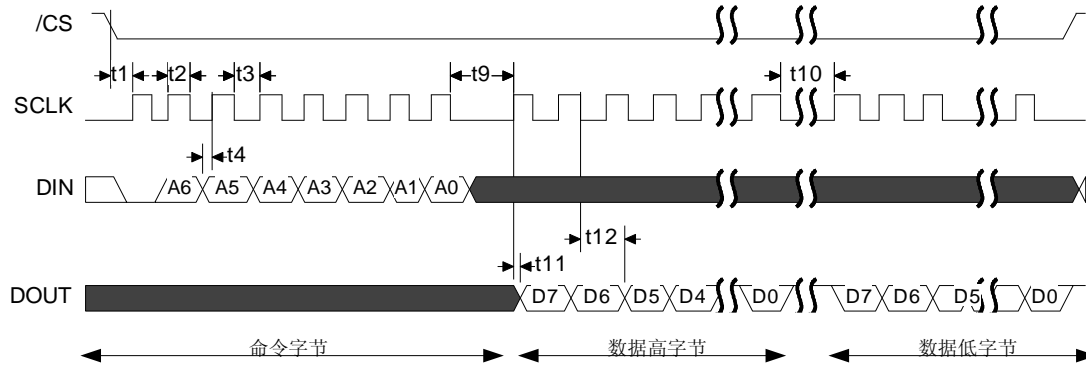
(DVDD=3.3V ± 5%, DGND=0V, CLKIN=3.58MHz XTAL, 常温)

		min	type	max	unit
t1	/CS 下降沿到第一个 SCLK 下降沿	5000			ns
t2	SCLK 高电平宽度	5000			ns
t3	SCLK 低电平宽度	5000			ns
t4	在 SCLK 上升沿之前, 有效数据的建立时间	3000			ns
t5	在 SCLK 下降沿之后, 有效数据的保持时间	2000			ns
t6	两个字节之间的传输时间	80			us
t7	写入两个字节数据之间的最短间隔时间	5000			ns
t8	在 SCLK 下降沿之后, /CS 的最短保持时间	5000			ns

2) 串行读出操作

在对 BL6522 进行数据读出操作期间, 在 SCLK 的上升沿后, 在 DOUT 逻辑输出端移出数据, 在接下来的 SCLK 为 0 的时间内, DOUT 数值保持不变, 即在下一个下降沿时, 外部设备可以对 DOUT 值进行采样。同数

据写入操作一样，在数据读出操作之前必须写入通信寄存器。



(DVDD=3.3V±5%, DGND=0V, CLKIN=3.58MHz XTAL, 常温)

		min	type	max	unit
t9	读命令结束到数据读取的最短时间	5000			ns
t10	读取两个字节数据之间的最短间隔时间	5000			ns
t11	SCLK 上升沿到被读数据 DOUT 有效的时间			10000	ns
t12	在 SCLK 下降沿后, DOUT 上数据保持时间	5000			ns

当 BL6522 处于通信模式时，首先将一个 8 位数据串行写入通信寄存器。这个传送字节的最高位为 0，表示下一个数据传送操作是读出。这个字节的低 7 位表示待读出目标寄存器的地址。BL6522 在 SCLK 的下一个上升沿开始移出寄存器中的数据（见上图）。寄存器数据的所有其余位在随后的 SCLK 上升沿被移出。因此，在下一个下降沿，外部设备可以对 SPI 的输出数据进行操作。一旦读出操作结束，串行接口便重新进入通信模式。这时，DOUT 逻辑输出在最后一个 SCLK 信号的下降沿进入高阻状态。在数据传送结束之前通过使 /CS 逻辑输入变为高电平可以停止读出操作。DOUT 输出在 /CS 的上升沿进入高阻状态。

三、内部寄存器

(一) 基本寄存器

地址	名称	外部 读/写	内部 读/写	位 数	默认值	描述
电参量寄存器（内部写）						
00H	VERSION	R	W	24	22H	版本号（REG 内部）
01H	AI_WAVE	R	W	24	0	A 相电流波形寄存器，补码，刷新率 14KHz （REG 输入 22bit，最高符号位；REG 内部扩到 24bit）
02H	BI_WAVE	R	W	24	0	B 相电流波形寄存器，补码，刷新率 14KHz （REG 输入 22bit，最高符号位；REG 内部扩到 24bit）
03H	CI_WAVE	R	W	24	0	C 相电流波形寄存器，补码，刷新率 14KHz （REG 输入 22bit，最高符号位；REG 内部扩到 24bit）
04H	AV_WAVE	R	W	24	0	A 相电压波形寄存器，补码，刷新率 14KHz （REG 输入 22bit，最高符号位；REG 内部扩到 24bit）
05H	BV_WAVE	R	W	24	0	B 相电压波形寄存器，补码，刷新率 14KHz （REG 输入 22bit，最高符号位；REG 内部扩到 24bit）
06H	CV_WAVE	R	W	24	0	C 相电压波形寄存器，补码，刷新率 14KHz （REG 输入 22bit，最高符号位；REG 内部扩到 24bit）
07H	I_PEAK	R	W	24	0	电流瞬态峰值寄存器，刷新率 50Hz（REG 输入 22bit，最高符号位；REG 内部扩到 24bit）
08H	V_PEAK	R	W	24	0	电压瞬态峰值寄存器，刷新率 50Hz（REG 输入 22bit，最高符号位；REG 内部扩到 24bit）
09H	I_SUM	R	W	24	0	三相电流瞬态代数和寄存器，刷新率 14KHz （REG 输入 24bit，最高符号位）
0AH	AI_RMS	R	W	24	0	A 相电流有效值寄存器，刷新率 10Hz（REG 输入 24bit，无符号数）
0BH	BI_RMS	R	W	24	0	B 相电流有效值寄存器，刷新率 10Hz（REG 输入 24bit，无符号数）
0CH	CI_RMS	R	W	24	0	C 相电流有效值寄存器，刷新率 10Hz（REG 输入 24bit，无符号数）
0DH	AV_RMS	R	W	24	0	A 相电压有效值寄存器，刷新率 10Hz（REG 输入 24bit，无符号数）
0EH	BV_RMS	R	W	24	0	B 相电压有效值寄存器，刷新率 10Hz（REG 输入 24bit，无符号数）
0FH	CV_RMS	R	W	24	0	C 相电压有效值寄存器，刷新率 10Hz（REG 输入 24bit，无符号数）
10H	A_WATT	R	W	24	0	A 相平均有功功率寄存器，补码，刷新率 10Hz

						(REG 输入 24bit, 最高符号位)
11H	B_WATT	R	W	24	0	B 相平均有功功率寄存器, 补码, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
12H	C_WATT	R	W	24	0	C 相平均有功功率寄存器, 补码, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
13H	WATT	R	W	24	0	合相平均有功功率寄存器, 补码, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位) 代数和
14H	A_VAR	R	W	24	0	A 相平均无功功率寄存器, 补码, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
15H	B_VAR	R	W	24	0	B 相平均无功功率寄存器, 补码, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
16H	C_VAR	R	W	24	0	C 相平均无功功率寄存器, 补码, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
17H	VAR	R	W	24	0	合相平均无功功率寄存器, 补码, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
18H	A_VA	R	W	24	0	A 相平均视在功率寄存器, 无符号数, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 无符号数)
19H	B_VA	R	W	24	0	B 相平均视在功率寄存器, 无符号数, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 无符号数)
1AH	C_VA	R	W	24	0	C 相平均视在功率寄存器, 无符号数, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 无符号数)
1BH	VA	R	W	24	0	合相平均视在功率寄存器, 无符号数, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 无符号数)
1CH	FREQ	R	W	24	0	线电压频率/周期寄存器 REG 输入 24bit, 无符号数)
1DH	A_PF	R	W	24	0	A 相功率因子寄存器, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
1EH	B_PF	R	W	24	0	B 相功率因子寄存器, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
1FH	C_PF	R	W	24	0	C 相功率因子寄存器, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
20H	PF	R	W	24	0	合相功率因子寄存器, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
21H	WAHR	R	W	24	0	合相有功能量寄存器
22H	A_WAHR_P	R	W	24	0	A 相正向有功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
23H	B_WAHR_P	R	W	24	0	B 相正向有功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
24H	C_WAHR_P	R	W	24	0	C 相正向有功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
25H	WAHR_P	R	W	24	0	合相正向有功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)

26H	A_WAHR_N	R	W	24	0	A 相反向有功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
27H	B_WAHR_N	R	W	24	0	B 相反向有功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
28H	C_WAHR_N	R	W	24	0	C 相反向有功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
29H	WAHR_N	R	W	24	0	合相反向有功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
2AH	A_VARHR	R	W	24	0	A 相无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
2BH	B_VARHR	R	W	24	0	B 相无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
2CH	C_VARHR	R	W	24	0	C 相无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
2DH	VARHR	R	W	24	0	合相无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
2EH	VARHR1	R	W	24	0	第 I 象限无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数), 无符号数
2FH	VARHR2	R	W	24	0	第 II 象限无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数), 无符号数
30H	VARHR3	R	W	24	0	第 III 象限无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
31H	VARHR4	R	W	24	0	第 IV 象限无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数), 无符号数
32H	A_VAHR	R	W	24	0	A 相视在能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
33H	B_VAHR	R	W	24	0	B 相视在能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
34H	C_VAHR	R	W	24	0	C 相视在能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
35H	VAHR	R	W	24	0	合相视在能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
36H	LINE_WATTHR	R	W	24	0	线周期累计有功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
37H	LINE_VARHR	R	W	24	0	线周期累计无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
38h	VARHR_FLAG	R	W	8	0	无功象限区分标志, 第 [7:6] 代表合相, [5:4] 代表 A 相, [3:2] 代表 B 相, [1:0] 代表 C 相。其中每两位数中的高位为有功功率的符号位, 低位为无功功率的符号位。
39h	STATUS1	R	W	16	0	中断状态寄存器 1
3Ah	STATUS2	R	W	16	0	中断状态寄存器 2

3Bh	STATUS3	R	W	16	0	中断状态寄存器 3
-----	---------	---	---	----	---	-----------

(二) 校表寄存器 (外部写)

3Ch	D_IG_L	R/W	R	24	0	模拟电流镜偏置调整寄存器 1
3DH	D_IG_H	R/W	R	24	0	模拟电流镜偏置调整寄存器 2
3EH	GAIN	R/W	R	24	0	电流电压增益寄存器, 详见“前端增益调整”说明。3:0 为 A 相电流, 7:4 为 B 相电流, 11:8 为 C 相电流, 15:12 为 A 相电压, 19:16 为 B 相电压, 23:20 为 C 相电压
3FH	A_PHCAL	R/W	R	16	0	A 相相位校正寄存器 ([7] 为使能位, 1.1 μ s/1LSB, 最大 FF 可调 2.56°) [15:8] 位为电流调整值; [7:0] 位为电压调整值
40H	B_PHCAL	R/W	R	16	0	B 相相位校正寄存器 (同上)
41H	C_PHCAL	R/W	R	16	0	C 相相位校正寄存器 (同上)
42H	A_IRMSGN	R/W	R	12	0	A 相电流有效值增益调整寄存器, 补码
43H	B_IRMSGN	R/W	R	12	0	B 相电流有效值增益调整寄存器, 补码
44H	C_IRMSGN	R/W	R	12	0	C 相电流有效值增益调整寄存器, 补码
45H	A_VRMSGN	R/W	R	12	0	A 相电压有效值增益调整寄存器, 补码
46H	B_VRMSGN	R/W	R	12	0	B 相电压有效值增益调整寄存器, 补码
47H	C_VRMSGN	R/W	R	12	0	C 相电压有效值增益调整寄存器, 补码
48h	A_IRMSOS	R/W	R	12	0	A 相电流有效值偏置调整寄存器, 补码
49h	B_IRMSOS	R/W	R	12	0	B 相电流有效值偏置调整寄存器, 补码
4Ah	C_IRMSOS	R/W	R	12	0	C 相电流有效值偏置调整寄存器, 补码
4Bh	A_VRMSOS	R/W	R	12	0	A 相电压有效值偏置调整寄存器, 补码
4Ch	B_VRMSOS	R/W	R	12	0	B 相电压有效值偏置调整寄存器, 补码
4Dh	C_VRMSOS	R/W	R	12	0	C 相电压有效值偏置调整寄存器, 补码
4EH	A_WATTGN	R/W	R	12	0	A 相有功功率增益调整寄存器, 补码, 调整的范围为满刻度输入是有功功率的 $\pm 50\%$ 。
4FH	B_WATTGN	R/W	R	12	0	B 相有功功率增益调整寄存器, 补码, 调整的范围为满刻度输入是有功功率的 $\pm 50\%$ 。
50H	C_WATTGN	R/W	R	12	0	C 相有功功率增益调整寄存器, 补码, 调整的范围为满刻度输入是有功功率的 $\pm 50\%$ 。
51H	A_WATTOS	R/W	R	12	0	A 相有功功率偏置校准寄存器, 补码
52H	B_WATTOS	R/W	R	12	0	B 相有功功率偏置校准寄存器, 补码
53H	C_WATTOS	R/W	R	12	0	C 相有功功率偏置校准寄存器, 补码
54H	A_VARGN	R/W	R	12	0	A 相无功功率增益调整寄存器, 补码, 调整的范围为满刻度输入是有功功率的 $\pm 50\%$ 。
55H	B_VARGN	R/W	R	12	0	B 相无功功率增益调整寄存器, 补码, 调整的范围为满刻度输入是有功功率的 $\pm 50\%$ 。
56H	C_VARGN	R/W	R	12	0	C 相无功功率增益调整寄存器, 补码, 调整的范围为满刻度输入是有功功率的 $\pm 50\%$ 。
57H	A_VAROS	R/W	R	12	0	A 相无功功率偏置校准寄存器, 补码

58H	B_VAROS	R/W	R	12	0	B相无功功率偏置校准寄存器，补码
59H	C_VAROS	R/W	R	12	0	C相无功功率偏置校准寄存器，补码
5AH	A_VAGN	R/W	R	12	0	A相视在功率增益调整寄存器，补码，调整的范围为满刻度输入是有功功率的±50%。
5BH	B_VAGN	R/W	R	12	0	B相视在功率增益调整寄存器，补码，调整的范围为满刻度输入是有功功率的±50%。
5CH	C_VAGN	R/W	R	12	0	C相视在功率增益调整寄存器，补码调整的范围为满刻度输入是有功功率的±50%。
5DH	A_VAOS	R/W	R	12	0	A相视在功率偏置校准寄存器，补码
5EH	B_VAOS	R/W	R	12	0	B相视在功率偏置校准寄存器，补码
5FH	C_VAOS	R/W	R	12	0	C相视在功率偏置校准寄存器，补码
60H	WA_LOS	R/W	R	24	0	有功小信号补偿寄存器，补码。[7:0]为A相；[15:8]为B相；[23:16]为C相。
61H	VAR_LOS	R/W	R	24	0	无功小信号补偿寄存器，补码。[7:0]为A相；[15:8]为B相；[23:16]为C相。
62H	AI_CHGN	R/W	R	12	0	A相电流通道增益调整寄存器，补码，调整的范围为满刻度输入是有功功率的±50%。
63H	BI_CHGN	R/W	R	12	0	B相电流通道增益调整寄存器，补码，调整的范围为满刻度输入是有功功率的±50%。
64H	CI_CHGN	R/W	R	12	0	C相电流通道增益调整寄存器，补码，调整的范围为满刻度输入是有功功率的±50%。
65H	AV_CHGN	R/W	R	12	0	A相电压通道增益调整寄存器，补码，调整的范围为满刻度输入是有功功率的±50%。
66H	BV_CHGN	R/W	R	12	0	B相电压通道增益调整寄存器，补码，调整的范围为满刻度输入是有功功率的±50%。
67H	CV_CHGN	R/W	R	12	0	C相电压通道增益调整寄存器，补码，调整的范围为满刻度输入是有功功率的±50%。
68H	A_CHOS	R/W	R	16	0	A相电流电压通道偏置调整寄存器，补码，[15:8]为电流通道调整，带符号；[7:0]为电压通道调整，带符号。每个LSB调整精度为 2^{10} 。
69H	B_CHOS	R/W	R	16	0	B相电流电压通道偏置调整寄存器，补码，[15:8]为电流通道调整，带符号；[7:0]为电压通道调整，带符号。每个LSB调整精度为 2^{10} 。
6AH	C_CHOS	R/W	R	16	0	C相电流电压通道偏置调整寄存器，补码，[15:8]为电流通道调整，带符号；[7:0]为电压通道调整，带符号。每个LSB调整精度为 2^{10} 。
6BH	LINECYC	R/W	R	12	000H	线能量累加周期数寄存器
6CH	WA_CREEP	R/W	R	12	02BH	分相有功防潜动阈值寄存器（内部倍 2^4 ）

6DH	VAR_CREEP	R/W	R	12	02BH	无功防潜动阈值寄存器（内部倍 2^4 ）
6EH	RMS_CREEP	R/W	R	12	0	有效值小信号阈值寄存器
6FH	CF_MODE	R/W	R	12	100H	CF 输出频率寄存器，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。
70H	WA_REVP	R/W	R	12	087H	反向指示阈值寄存器（内部倍 2^8 ）
71H	WA_CREEP2	R/W	R	12	060H	总有功防潜动阈值寄存器 2（内部倍 2^4 ）
72H	ZXTOUT	R/W	R	16	FFFFH	过零超时寄存器，如果在此寄存器表示的时间内没有过零信号，将产生过零超时中断。
73H	SAGCYC	R/W	R	8	FFH	跌落线周期寄存器。
74H	SAGLVL	R/W	R	12	0	跌落电压阈值寄存器，电压通道输入连续低于此寄存器值的时间超过 SAGCYC 中的时间，将产生线电压跌落中断
75H	I_PKLVL	R/W	R	12	FFFH	电流峰值门限寄存器
76H	V_PKLVL	R/W	R	12	FFFH	电压峰值门限寄存器
77H	MODE	R/W	R	24	0000H	工作模式寄存器，详见“工作模式选择”说明
78H	MASK1	R/W	R	16	0	中断屏蔽寄存器，控制一个中断是否产生一个有效的 IRQ1 输出，详见“中断屏蔽寄存器”说明
79H	MASK2	R/W	R	16	0	中断屏蔽寄存器，，控制一个中断是否产生一个有效的 IRQ2 输出，详见“中断屏蔽寄存器”说明
7AH	MASK3	R/W	R	16	0	中断屏蔽寄存器，控制一个中断是否产生一个有效的 IRQ3 输出，详见“中断屏蔽寄存器”说明

(三) 特殊寄存器

7BH	READ	R	R	24	0	读出数据寄存器。记录上一次 SPI 读出的数据
7CH	WRITE	R	R	24	0	写入数据寄存器。记录上一次 SPI 写入的数据
7DH	CHKSUM	R	R	24	12339H (?)	检验寄存器。对所有可写校表寄存器的数值求和
7EH	WRPROT	R/W	R	8	0	写保护设置寄存器。写入 55H 时，表示允许对可写寄存器写操作。
7FH	保留					

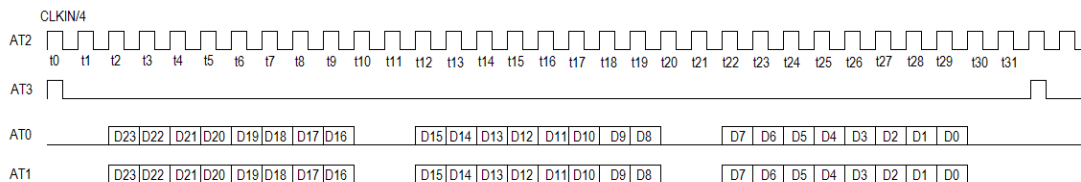
(四) 计量模式寄存器 (MODE)

位置	名称	默认值	描述
0~1	FREQSEL	0	选择三相中的一相来计量电压线周期
			FREQSEL[1:0] 描述

			0	0	A 相
			0	1	B 相
			1	0	C 相
			1	1	保留
2	WATTSEL	0	有功功率累计方式选择		
			0	三相功率代数	
			1	三相功率绝对值	
3	LOSSEL	0	通道串扰自适应调整		
			0	自适应调整关	
			1	自适应调整开	
4~5	PEAKSEL	0	这 2 位选择电压电流峰值计量的相。设置使 IPEAK 和 VPEAK 寄存器保存半周期时间内对应相电压电流波形峰值的最大绝对值,在半周期结束时, IPEAK 和 VPEAK 中的数值被新的峰值更新		
			PEAKSEL[1:0]		描述
			0	0	A 相
			0	1	B 相
			1	0	C 相
			1	1	保留
6~9	AT0~3 output control	0000	通过内部程序设置 compmode 寄存器,可控制输出 AT0~AT3		
			compmode[7:4]		
			0000	AT0~AT2 输出三相电压正负信号, AT3 指示产生 A+B+C 相过零超时中断;	
			0001	AT0~AT2 输出三相电压跌落信号, AT3 为逆相序指示;	
			0010	AT0~AT2 输出三相电压过零信号, AT3 指示产生 A+B+C 相线电压跌落中断;	
			0011	AT0~AT2 输出三相电压峰值过载信号, AT3 指示 A+B+C 相电流通道有效值峰值超过 PKVLVL 中断;	
			0100	AT0~AT2 输出三相电流峰值过载信号, AT3 指示 A+B+C 相电压通道有效值峰值超过 PKVLVL 中断;	
			0101	AT0~AT2 输出三相有功功率 REVP 信号, AT3 为总有功功率 REVP (为 A 或 B 或 C) 信号;	
			0110	AT0~AT2 输出三相无功功率 REVP 信号, AT3 为总无功功率 REVP (为 A 或 B 或 C) 信号;	
			0111	AT0~AT2 输出三相正有功能量半满信号, AT3 为总正有功能量半满信号;	
			1000	AT0~AT2 输出三相负有功能量半满信号, AT3 为总负有功能量半满信号;	
			1001	AT0~AT2 输出三相无功能量半满信号, AT3 为总无功能量半满信号;	

			1010	AT0~AT2 输出三相视在能量半满信号, AT3 为总视在能量半满信号;
			1011	AT0~AT1 为 A 相电流及电压 PDM 信号, AT2 为 0, AT3 为总有功能量半满信号;
			1100	AT0, AT1 为 B 相电流及电压 PDM 信号, AT2, AT3 为 C 相电流及电压 PDM 信号。
			1101	AT0 输出 A 相电流波形, AT1 输出 A 相电压瞬态波形, AT2 为输出时钟, AT3 为标志位, 具体时序见下面说明
			1110	AT0 输出 B 相电流波形, AT1 输出 B 相电压瞬态波形, AT2 为输出时钟, AT3 为标志位, 具体时序见下面说明
			1111	AT0 输出 C 相电流波形, AT1 输出 C 相电压瞬态波形, AT2 为输出时钟, AT3 为标志位, 具体时序见下面说明
10	REVPSEL	0		为 1 时候, REVP 输出为分相 REVP 之与; 为 0 时候, REVP 输出为总功率的反向指示
11	HPFSEL	0		为 1 时候, 输入信号不经过 HPF; 为 0 时候, 经过 HPF
12	PD_V	0		模拟部分电压通道关断, 为高电平时, 模拟部分所有电压关断, 数字部分所有电压相关及功率及能量计算关断; 为 0 时候缺省
13	PD_I	0		模拟部分电流通道关断, 为高电平时, 模拟部分所有电流通道关断, 数字部分所有电流有效值计算关断; 为 0 时候缺省
14	EN_CP	0		保留
15	VAR_PHCAL_IA	0		选择 1 时候, 该通道延时 64us, 选择 0 时, 不延时
16	VAR_PHCAL_VA	0		选择 1 时候, 该通道延时 64us, 选择 0 时, 不延时
17	VAR_PHCAL_IB	0		选择 1 时候, 该通道延时 64us, 选择 0 时, 不延时
18	VAR_PHCAL_VB	0		选择 1 时候, 该通道延时 64us, 选择 0 时, 不延时
19	VAR_PHCAL_IC	0		选择 1 时候, 该通道延时 64us, 选择 0 时, 不延时
20	VAR_PHCAL_VC	0		选择 1 时候, 该通道延时 64us, 选择 0 时, 不延时
21	CFVAR_CFVA_SEL	0		对于 CF_VAR 输出脚复用, 当 CFVAR_CFVA_SEL=1 时 CF_VAR 输出 VAR 功率脉冲, 当 CFVAR_CFVA_SEL=0 时 CF_VAR 输出 VA 功率脉冲。CFVAR_CFVA_SEL 缺省为 0。
22	Disable_CFVAR	0		为 1 时 CF_VAR 输出被屏蔽, 为 0 时 CF_VAR 输出正常。Disable_CFVAR 缺省为 0。
23	Disable_CFWA	0		为 1 时 CF_WATT 输出被屏蔽, 为 0 时 CF_WATT 输出正常。Disable_CFWA 缺省为 0。

注意: AT0~AT3 时序 (1101/1110/1111 状态)



(五) 中断屏蔽寄存器 (MASK1/MASK2/MASK3)

1) MASK1 寄存器

位置	中断标志	默认值	描述
0	SAG_A	0	允许指示产生 A 相线电压跌落中断
1	SAG_B	0	允许指示产生 B 相线电压跌落中断
2	SAG_C	0	允许指示产生 C 相线电压跌落中断
3	ZXTO_A	0	允许指示产生 A 相过零超时中断
4	ZXTO_B	0	允许指示产生 B 相过零超时中断
5	ZXTO_C	0	允许指示产生 C 相过零超时中断
6	ZX_A	0	允许指示产生 A 相电压波形符号位
7	ZX_B	0	允许指示产生 B 相电压波形符号位
8	ZX_C	0	允许指示产生 C 相电压波形符号位
9	PKV_A	0	允许指示 A 相电压通道有效值峰值超过 PKVLVL 中断
10	PKI_A	0	允许指示 A 相电流通道有效值峰值超过 PKILVL 中断
11	PKV_B	0	允许指示 B 相电压通道有效值峰值超过 PKVLVL 中断
12	PKI_B	0	允许指示 B 相电流通道有效值峰值超过 PKILVL 中断
13	PKV_C	0	允许指示 C 相电压通道有效值峰值超过 PKVLVL 中断
14	PKI_C	0	允许指示 C 相电流通道有效值峰值超过 PKILVL 中断
15	PS	0	允许指示相序, 0 为正常, 1 为逆相序, 适用三相三线和四线

2) MASK2 寄存器

位置	中断标志	默认值	描述
0	REVPAP_A	0	允许指示 A 相有功功率计算发生符号变化
1	REVPRP_A	0	允许指示 A 相无功功率计算发生符号变化
2	REVPAP_B	0	允许指示 B 相有功功率计算发生符号变化
3	REVPRP_B	0	允许指示 B 相无功功率计算发生符号变化
4	REVPAP_C	0	允许指示 C 相有功功率计算发生符号变化
5	REVPRP_C	0	允许指示 C 相无功功率计算发生符号变化
6	REVPWATT	0	允许指示三相中任意一相有功功率计算发生符号变化
7	REVPVAR	0	允许指示三相中任意一相无功功率计算发生符号变化
8	REVPAP	0	允许指示合相总有功功率计算发生符号变化
9	REVPRP	0	允许指示合相总无功功率计算发生符号变化
10	WATTEHF	0	允许指示 WAHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
11	WAPEHF	0	允许指示 WAHR_P 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满), 同 MASK3[3]
12	WANEHF	0	允许指示 WAHR_N 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满), 同 MASK3[7]
13	VAREHF	0	允许指示 VARHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满), 同 MASK3[11]
14	VAEHF	0	允许指示 VAHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满), 同 MASK3[15]
15	PS	0	允许指示相序, 0 为正常, 1 为逆相序, 适用三相三线和四线, 同 MASK1[15]

3) MASK3 寄存器

位置	中断标志	默认值	描述
0	APEHF_A	0	允许指示 A_WAHR_P 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
1	APEHF_B	0	允许指示 B_WAHR_P 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)

2	APEHF_C	0	允许指示 C_WAHR_P 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
3	APEHF	0	允许指示 WAHR_P 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
4	ANEHF_A	0	允许指示 A_WAHR_N 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
5	ANEHF_B	0	允许指示 B_WAHR_N 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
6	ANEHF_C	0	允许指示 C_WAHR_N 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
7	ANEHF	0	允许指示 WAHR_N 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
8	REHF_A	0	允许指示 A_VARHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
9	REHF_B	0	允许指示 B_VARHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
10	REHF_C	0	允许指示 C_VARHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
11	REHF	0	允许指示 VARHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
12	VAEHR_A	0	允许指示 A_VAHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
13	VAEHR_B	0	允许指示 B_VAHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
14	VAEHR_C	0	允许指示 C_VAHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
15	VAEHR	0	允许指示 VAHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)

(六) 中断状态寄存器 (STATUS1/STATUS2/STATUS3)

1) STATUS1 寄存器

位置	中断标志	默认值	描述
0	SAG_A	0	指示产生 A 相线电压跌落中断
1	SAG_B	0	指示产生 B 相线电压跌落中断
2	SAG_C	0	指示产生 C 相线电压跌落中断
3	ZXTO_A	0	指示产生 A 相过零超时中断
4	ZXTO_B	0	指示产生 B 相过零超时中断
5	ZXTO_C	0	指示产生 C 相过零超时中断
6	ZX_A	0	指示产生 A 相电压波形符号位
7	ZX_B	0	指示产生 B 相电压波形符号位
8	ZX_C	0	指示产生 C 相电压波形符号位
9	PKV_A	0	指示 A 相电压通道有效值峰值超过 PKVLVL 中断
10	PKI_A	0	指示 A 相电流通道有效值峰值超过 PKILVL 中断
11	PKV_B	0	指示 B 相电压通道有效值峰值超过 PKVLVL 中断
12	PKI_B	0	指示 B 相电流通道有效值峰值超过 PKILVL 中断
13	PKV_C	0	指示 C 相电压通道有效值峰值超过 PKVLVL 中断
14	PKI_C	0	指示 C 相电流通道有效值峰值超过 PKILVL 中断
15	PS	0	相序, 0 为正常, 1 为逆相序, 适用三相三线 and 四线

2) STATUS2 寄存器

位置	中断标志	默认值	描述
0	REVPAP_A	0	指示 A 相有功功率计算发生符号变化
1	REVPRP_A	0	指示 A 相无功功率计算发生符号变化
2	REVPAP_B	0	指示 B 相有功功率计算发生符号变化
3	REVPRP_B	0	指示 B 相无功功率计算发生符号变化
4	REVPAP_C	0	指示 C 相有功功率计算发生符号变化
5	REVPRP_C	0	指示 C 相无功功率计算发生符号变化
6	REVPWATT	0	指示三相中任意一相有功功率计算发生符号变化

7	REVPVAR	0	指示三相中任意一相无功功率计算发生符号变化
8	REVPAP	0	指示合相总有功功率计算发生符号变化
9	REVPRP	0	指示合相总无功功率计算发生符号变化
10	WATTEHF	0	指示 WAHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
11	WAPEHF	0	指示 WAHR_P 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满), 同 STATUS3[3]
12	WANEHF	0	指示 WAHR_N 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满), 同 STATUS3[7]
13	VAREHF	0	指示 VARHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满), 同 STATUS3[11]
14	VAEHF	0	指示 VAHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满), 同 STATUS3[15]
15	PS	0	指示相序, 0 为正常, 1 为逆相序, 适用三相三线和四线, 同 STATUS1[15]

3) STATUS3 寄存器

位置	中断标志	默认值	描述
0	WAPEHF_A	0	指示 A_WAHR_P 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
1	WAPEHF_B	0	指示 B_WAHR_P 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
2	WAPEHF_C	0	指示 C_WAHR_P 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
3	WAPEHF	0	指示 WAHR_P 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
4	WANEHF_A	0	指示 A_WAHR_N 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
5	WANEHF_B	0	指示 B_WAHR_N 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
6	WANEHF_C	0	指示 C_WAHR_N 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
7	WANEHF	0	指示 WAHR_N 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
8	VAREHF_A	0	指示 A_VARHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
9	VAREHF_B	0	指示 B_VARHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
10	VAREHF_C	0	指示 C_VARHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
11	VAREHF	0	指示 VARHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
12	VAEHF_A	0	指示 A_VAHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
13	VAEHF_B	0	指示 B_VAHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
14	VAEHF_C	0	指示 C_VAHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)
15	VAEHF	0	指示 VAHR 寄存器[23:0]的第 23 位变为 1 (半满)