

版本信息

更改时间	更改人	内容
2013/11/21	Richard Han	全面修订原理部分
2013/12/03	Richard Han	修订电流电压逆相序原理
2014/2/18	Richard Han	增加部分电参数指标

如需得到最新的产品信息，请与上海贝岭有限公司联系，本公司保留不需要通知本数据手册读者而修改本数据手册的权利。

目 录

版本信息.....	1
目 录.....	2
一 基本特征.....	6
(一) 主要特点.....	6
(二) 功能简介.....	7
(三) 系统框图.....	8
(四) 引脚定义.....	9
(五) 性能指标.....	12
1) 电参数性能指标.....	12
2) 极限范围.....	14
二 工作原理.....	16
(一) 系统框图及原理.....	16
1) 三相原理结构描述图.....	16
2) 单相原理结构描述图（以 A 相为例）.....	18
(二) 电流电压瞬态波形测量前端（以 A 相为例）.....	19
1) 前端增益调整.....	19
2) 相位补偿.....	19
3) 输入偏差校正.....	20
4) 通道增益校正.....	20
5) 电流电压波形输出.....	21
6) 电压通道增益粗调.....	21
(三) 有功功率计量原理（以 A 相为例）.....	22
1) 有功功率偏差校正.....	23
2) 有功功率增益调整.....	23
3) 有功功率的防潜动.....	23
4) 有功功率的小信号补偿.....	24
5) 有功功率反向指示阈值.....	24
6) 正向有功能量计算.....	24

7) 反向有功能量计算	25
(四) 基波有功功率、有功能量计量原理 (以 A 相为例)	25
1) 基波有功功率增益校正	25
2) 基波有功功率的防潜动	26
3) 基波有功功率的小信号补偿	26
4) 基波有功功率反向指示阈值	26
5) 基波有功功率偏差校正	26
6) 基波有功能量计算	26
(五) 有效值、视在功率、功率因子 (以 A 相为例)	27
1) 有效值偏差校正	28
2) 有效值增益调整	28
3) 有效值测量阈值	29
4) 零线电流有效值测量	29
(六) 视在功率、视在能量计算 (以 A 相为例)	29
1) 有效值相乘	30
2) 有功无功平方和开根	30
3) 视在能量	31
4) 分相功率因子和视在功率计算方式	31
(七) 无功功率、无功能量计算 (以 A 相为例)	32
1) 无功功率偏差校正	32
2) 无功功率增益校正	32
3) 无功功率的防潜动	33
4) 无功功率的小信号补偿	33
5) 无功功率反向指示阈值	33
6) 无功能量	33
(八) 合相数据处理	34
1) 三相电流和计算	34
2) 零线有效值计算	34
3) 电流电压峰值计算	34
4) 合相功率因子	35

5) 合相有功功率、线周期有功能量、合相有功能量.....	36
6) 合相无功功率、线周期无功能量、合相无功能量, 四象限能量, 无功符号	38
7) 合相视在功率、合相视在能量、合相功率因子	39
8) 基波合相有功功率、基波合相有功能量	40
(九) 脉冲输出	41
1) 有功能量频率转换	41
2) 无功能量频率转换	42
(十) 反向指示输出	43
1) 有功反向指示阈值	43
2) 无功反向指示阈值	43
3) 各相反向指示	43
(十一) 电参数监控	44
1) 线电压跌落检测.....	44
2) 过零超时	44
3) 电压信号符号位.....	45
4) 电流电压相序	45
5) 峰值超限	46
6) 电源供电监视	46
7) 自动线频率检测.....	46
(十二) 辅助功能.....	47
1) 快速潜动测试	47
2) 定时防潜设置	47
3) 小信号补偿按照功率因子自动调整	47
4) 校验脉冲输出选择	48
5) 校验脉冲输出关断	49
6) 有效值计算稳定时间设置	49
7) 反向指示判断方式设置	49
8) 输入通道交换模式	49
9) 模拟通道采样时钟设置	50
10) 相位延时分段补偿	50

11) 大信号功率非线性补偿	51
12) 同相电流电压夹角测量	52
13) 不同相电压夹角测试	52
(十三) 工作模式选择	52
(十四) 中断	52
1) 利用 MCU 获得 BL6522B 的中断	53
2) 中断时序	53
(十五) 串行通讯接口 SPI	54
三 内部寄存器	55
(一) 基本寄存器	55
(二) 校表寄存器 (外部写)	61
(三) 特殊寄存器	71
(四) 计量模式寄存器 1 (MODE1)	72
(五) 计量模式寄存器 2 (MODE2)	76
(六) 能量清零设置寄存器 (RST_ENERGY_REG)	81
(七) 中断状态寄存器 (STATUS1/STATUS2)	84
1) STATUS1 寄存器	84
2) STATUS2 寄存器	86
(八) 中断屏蔽寄存器 (MASK1/MASK2)	88
1) MASK1 寄存器	88
2) MASK2 寄存器	90
(九) 功能关断寄存器 (ENABLE)	92

一 基本特征

(一) 主要特点

高精度，3000:1 的输入动态范围内有功功率非线性误差小于 0.1%

高稳定性，3000:1 的输入动态范围内输出脉冲信号跳动 $<0.02\% @ I_b$

提供零线电流输入采样

给出各相以及总（基波和谐波）有功、无功、视在功率（24bit，支持两种计算方式）；
以及基波有功、无功功率（24bit）

给出各相电压、电流有效值（24bit），检测范围 3000:1 内相对误差小于 0.1%

给出各相电压、电流以及零线电流的波形采样数据（24bit）

给出总（基波和谐波）有功、无功、视在能量（24bit），能量累计时间超过 10 分钟

给出总（基波和谐波）有功、无功线周期能量

给出总（基波和谐波）正向有功能量和负向有功能量

给出合相以及四象限无功能量

给出功率因子

给出电压电流相角测量

具有低功耗工作模式

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

具有电流失流检测功能

具有电流电压峰值检测、过零检测功能

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

可编程输入有功相位补偿，支持分段补偿，相位补偿分辨率可到 0.005 度

可按照需要给出中断请求信号，方便与外部 MCU 的控制

集成片上温度传感器，测量精度可达到 $\pm 1^{\circ}\text{C}$

具有一个 SPI 通信接口，便于数据传输

单电源 3.3V

LQFP44 封装

(二) 功能简介

BL6522B 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。

BL6522B 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总（基波和谐波）有功功率及能量、无功功率及能量、视在功率及能量；以及基波有功功率及能量、无功功率及能量；以及各相电流、电压有效值、功率因子等参数；具有电流失流监测、电流电压峰值检测、过零检测等电能质量管理，能够充分满足三相多功能电能表的需要。

BL6522B 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。

BL6522B 集成片上温度传感器，精度可达到 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

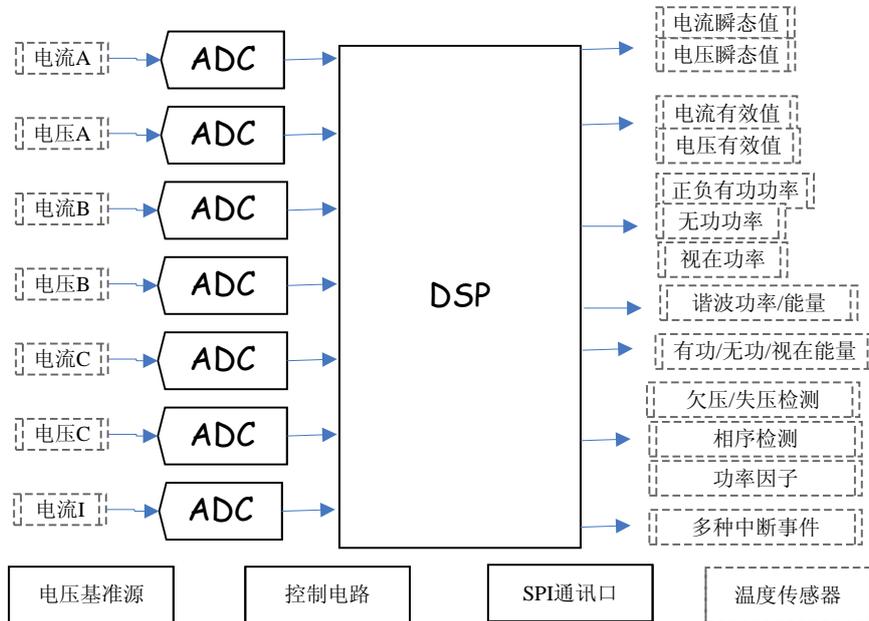
BL6522B 支持全数字域的输入增益调整，有功相位可校准（ $\pm 0.625^{\circ}$ 可调），各通道增益调整，有功/无功/视在功率校准，有效值校准等。

BL6522B 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。

BL6522B 具有低功耗电池模式，可以在全失压的情况下以电池供电，且确保能量连续累积。

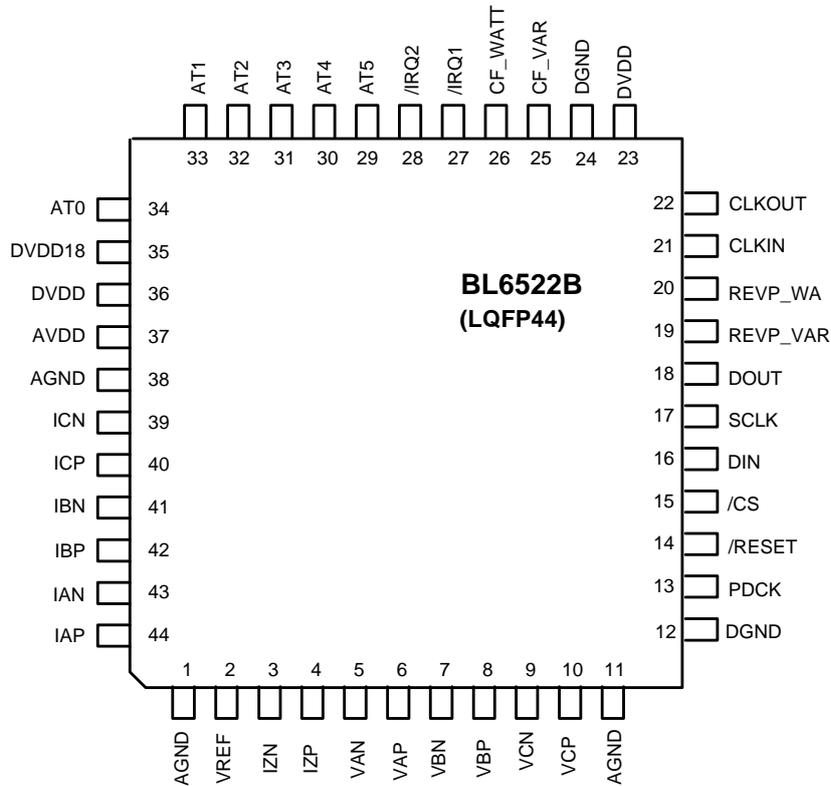
BL6522B 内部采用数据流计算方式处理各种信号，在外部干扰情况下，有很好的可靠性。内部电压监测电路可以保证加电和断电时正常工作。

(三) 系统框图



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 7 通道高精度 Sigma-Delta ADC 及相关模拟模块，数字部分为一个数字信号处理相关模块。

(四) 引脚定义



LQFP44 脚封装

Pin No.	Memonic	Description
1	AGND	内部模拟电路参考地。
2	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。
3, 4	IZN, IZP	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 $\pm 0.6\text{V}$ ，由于内部有 ESD 保护电路，如果电压过压在 $\pm 0.6\text{V}$ 时，仍然不会出现太大的破坏。
5, 6	VAN, VAP	电压通道输入，（信号最大幅度）为 $\pm 0.6\text{V}$ ，由于内部有 ESD 保护电路，如果电压过压在 $\pm 0.6\text{V}$ 时，仍然不会出现

		太大的破坏。
7, 8	VBN, VBP	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。
9, 10	VCN, VCP	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。
11	AGND	内部模拟电路参考地。
12	DGND	内部数字电路参考地。
13	PDCK	时钟关断信号,缺省为 0;为 1 时候时钟关断;
14	/RESET	系统 RESET,低电平有效
15	/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 BL6522B 与其它设备一起共用串行总线。
16	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
17	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。
18	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。
19	REVP_VAR	无功功率输出反向指示
20	REVP_WA	有功功率输出反向指示
21	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 BL6522B 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。

22	CLKOUT	晶振可以通过该管脚和 CLKIN 管脚一起为 BL6522B 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。
23	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。
24	DGND	内部数字电路参考地。
25	CF_VAR	校验脉冲输出脚，此管脚给出了无功功率或视在功率的信息，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。
26	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。
27	/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。
28	/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。
29	AT5	可设置的多种输出
30	AT4	可设置的多种输出
31	AT3	可设置的多种输出
32	AT2	可设置的多种输出
33	AT1	可设置的多种输出
34	AT0	可设置的多种输出
35	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~+2V 间。该管脚需要通过 10uF 的电容器与 100nF 的陶瓷电容并联来消除耦合。
36	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。
37	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。
38	AGND	内部模拟电路参考地。
39, 40	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。
41, 42	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。
43, 44	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 ±0.6V 时，仍然不会出现太大的破坏。

(五) 性能指标

1) 电参数性能指标

Parameter	Symbol	Test Condition	Measure Pin	Min	Typ	Max	Unit
有功功率测量误差	WATT _{ERR}	3000: 1 input DR				0.1	%
无功功率测量误差	VAR _{ERR}	3000: 1 input DR				0.1	%
基波有功功率测量误差	WATT-BA SE _{ERR}	3000: 1 input DR				0.1	%
基波无功功率测量	VAR-BAS	3000: 1 input DR				0.1	%

误差	E_{ERR}						
视在功率测量误差	VA_{ERR}	3000: 1 input DR				0.1	%
通道间相角引起测量误差 (PF=0.8 容性)	$PF08C_{ERR}$	相位超前 37°				0.1	%
(PF=0.5 感性)	$PF05L_{ERR}$	相位滞后 60°				0.1	%
AC 电源抑制 (输出频率幅度变化)	AC_{PSRR}	IAP/IAN=IBP/IBN=ICP/ICN=100mV VAP/VAN=VBP/VBN=VCP/VCN=100mV			0.0		%
DC 电源抑制 (输出频率幅度变化)	DC_{PSRR}				1		
					0.1		
电压有效值测量精度, 相对误差	$VRMS_{ERR}$	3000: 1 input DR				0.1	%
电流有效值测量精度, 相对误差	$IRMS_{ERR}$	3000: 1 input DR				0.1	%
模拟输入 输入电平 (峰值)		差分输入				100	mV
输入阻抗				370		0	kΩ
带宽 (-3dB)					7.8		kHz
增益误差			外部 1.65 基准电压			8	%
相间增益匹配误差			外部 1.65 基准电压			3	%
内部电压基准	V_{ref}				1.4	V	
基准偏差	V_{refERR}				5	mV	
温度系数	TempCoef				20	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)

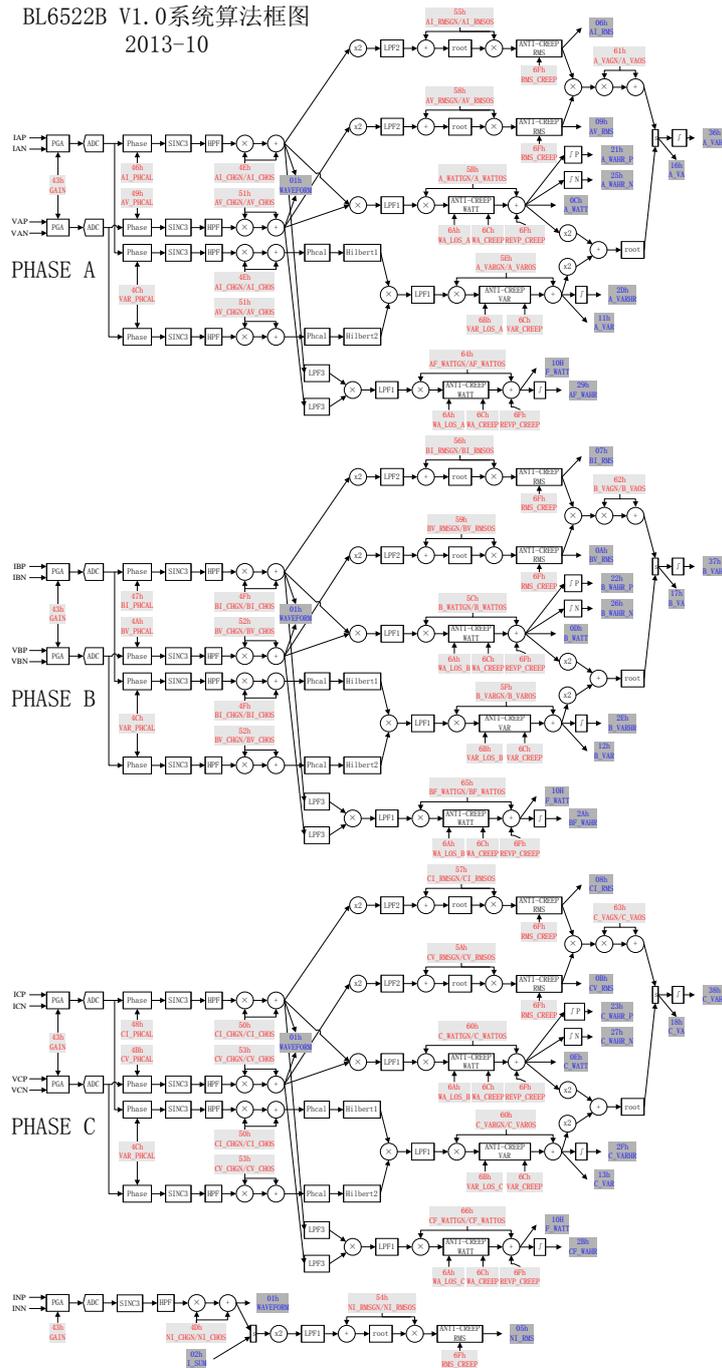
项目	符号	极值	单位
电源电压 AVDD	AVDD	-0.3 ~ +4	V
电源电压 DVDD18	DVDD18	-0.3 ~ +2.5	V
模拟输入电压 (相对于 GND)	IAP、IBP、ICP、VAP、VBP、VCP	-1 ~ +AVDD	V
数字输入电压 (相对于 GND)	DIN、SCLK、/CS	-0.3 ~ AVDD+0.3	V

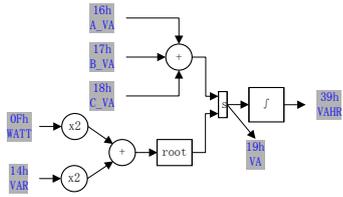
数字输出电压（相对于 GND）	CF、AT3 /IRQ、DOUT	-0.3 ~ AVDD+0.3	V
工作温度	T _{opr}	-40 ~ +85	°C
贮藏温度	T _{str}	-55 ~ +150	°C
功耗（SOP24）	P	200	mW

二 工作原理

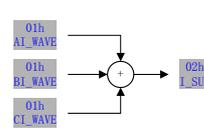
(一) 系统框图及原理

1) 三相原理结构描述图

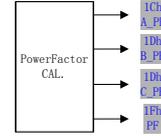




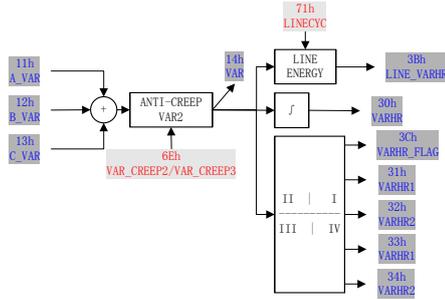
3-Φ APPARENT POWER & ENERGY



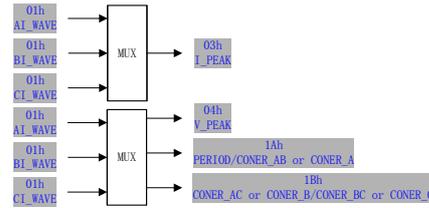
CURRENTS SUM



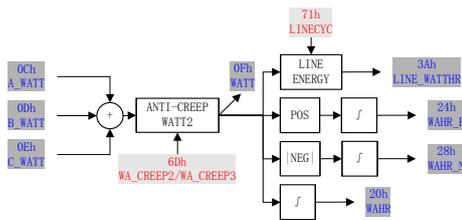
POWER FACTOR



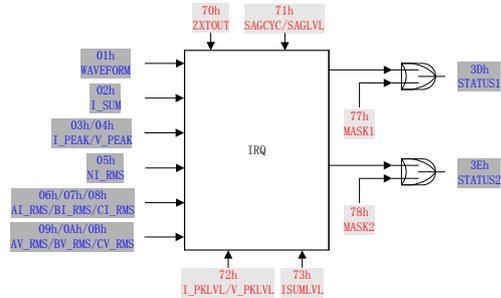
3-Φ REACTIVE POWER & ENERGY



PEAK & CONER



3-Φ ACTIVE POWER & ENERGY



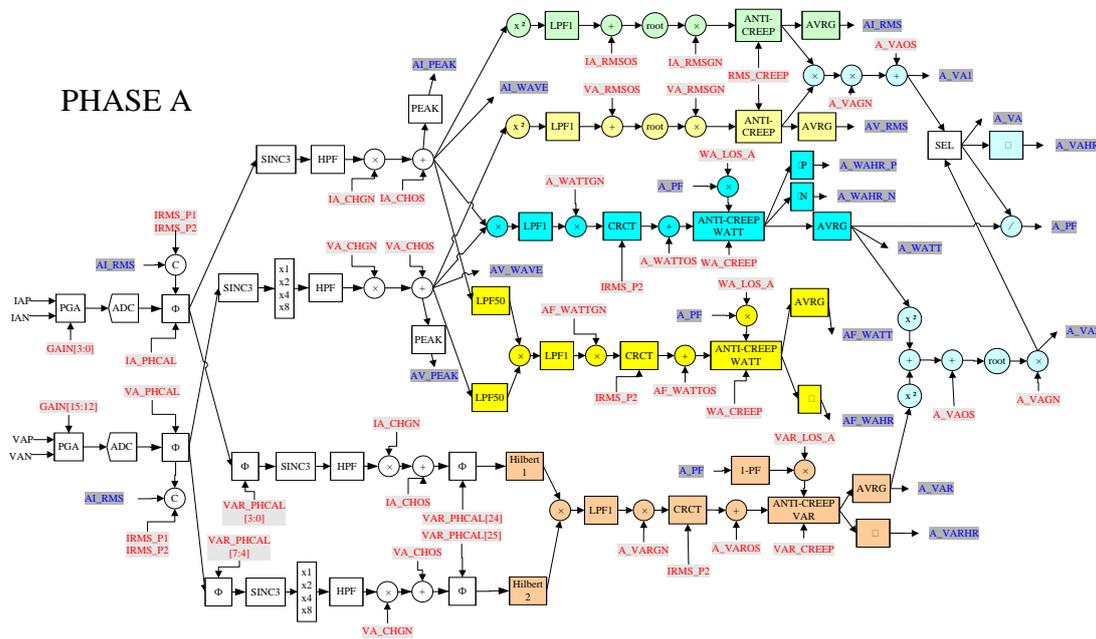
IRQ CONTROL

分相处理三相电流电压，得到分相全波/基波有功功率、无功功率、视在功率、电流有效值、电压有效值，再将三相的数据进行合相处理，得到合相全波/基波有功功率/能量、无功功率/能量、视在功率/能量，并计算功率因子、相差、线周期频率等，输出各种中断和各种数字脉冲信号。

零线电流经过相同的处理，得到零线电流的有效值。

各种校表寄存器可对工作方式、计算模式、调整系数等各种参数进行设置，各种计算结果和中断状态存入相关寄存器供用户提取，另有多数字脉冲信号供配置以输出多种信息。

2) 单相原理结构描述图 (以 A 相为例)



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。

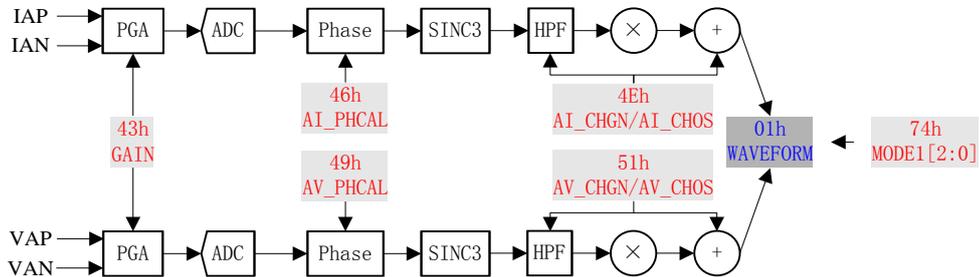
电流采样数据和电压采样数据分别通过平方电路、低通滤波器 (LPF2)、开平方电路, 得到电流有效值和电压有效值。

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。

将电流采样数据和电压采样数据通过基波低通滤波器 (LPF50) 和经过低通滤波器 (LPF1), 输出基波平均有功功率。基波有功功率通过一定时间的积分, 可获得基波有功能量。

(二) 电流电压瞬态波形测量前端（以A相为例）



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

BL6522B 共有七路高精度的 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、C 相电压通道 VCN/VCP 和零线电流通道 IZN/Izp。三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电流电压增益寄存器 GAIN 的写入来实现。其 28 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。三相电压增益寄存器 GAIN[23: 12]，12 位分别对应不同通道。[15: 12] 位对应为 A 相电压增益，[19: 16] 位对应为 B 相电压增益，[23: 20] 位对应为 C 相电压增益。零线电流增益寄存器为 GAIN[27: 24]。

如 A 相电流增益，用 I_GAIN[0: 3] 位调整（注意 GAIN[3] 为低位）：

- 0000= 1 倍；
- 0001 = 2 倍；
- 0010 = 3 倍；
-
- 1110=15 倍；
- 1111=16 倍；

2) 相位补偿

BL6522B 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 <0.6° 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。

BL6522B 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。根据预设的角差分段定义 P1 寄存器 IRMS_P1 和角差分段定义 P2 寄存器 IRMS_P2 的数值，以及对 A 相电流相位角差校正寄存器 AI_PHCAL 的写入来实现对 A 相电流相位误差的补偿。

相位校准寄存器（A_PHCAL、B_PHCAL、C_PHCAL）是二进制 24 位寄存器，每个寄存器数据格式如下：

PHCAL[23:0]		
[23:16]	[15:8]	[7:0]

PHCAL 的使用需要配合 P1 和 P2 寄存器一起使用，实现角差的分段补偿：

当 $IRMS_{min} < \text{输入电流有效值} < P1$ 时，[7: 0]用于校正的电流通道相位，[7]为使能位，最小调整延时时间 280ns，对应 0.005 度/1LSB，最大可调整±0.625 度）。

当 $P1 < \text{输入电流有效值} < P2$ 时，[15: 8]用于校正的电流通道相位，[15]为使能位，调整精度同上。

当 $P2 < \text{输入电流有效值} < IRMS_{max}$ 时，[23: 16]用于校正的电流通道相位，[23]为使能位，调整精度同上。

3) 输入偏差校正

BL6522B 还包含了 16 位输入偏差校正寄存器（AI_CHOS, BI_CHOS, CI_CHOS, AV_CHOS, BV_CHOS, CV_CHOS, NI_CHOS），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：

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

4) 通道增益校正

BL6522B 还包含了 16 位通道增益校正寄存器（AI_CHGN, AV_CHGN, BI_CHGN, BV_CHGN, CI_CHGN, CV_CHGN, NI_CHGN），用于调整通道增益，方便校表。

$$Output\ Wave = Wave \times \left(1 + \frac{CHGN}{2^{16}}\right)$$

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 $7FFFH=32767D$ ， $32767/2^{16}=0.5$ 。相似的，写入 8001H 时，波形输出减小 50%。

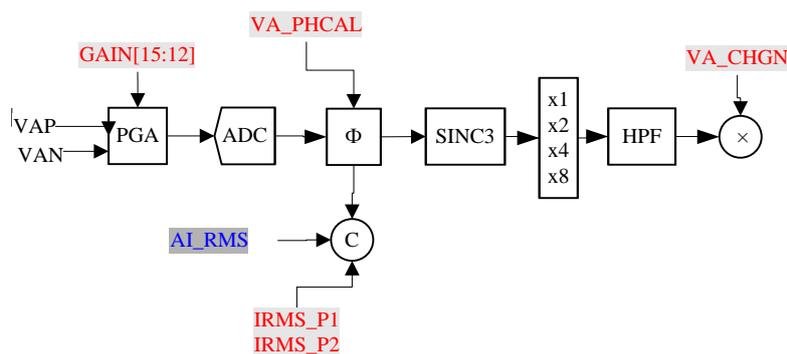
当增益寄存器中有不同值时，波形信号的不同输出范围，当 (AI_CHGN, AV_CHGN, BI_CHGN, BV_CHGN, CI_CHGN, CV_CHGN, NI_CHGN) = 8001H 时，波形输出范围最小，(AI_CHGN, AV_CHGN, BI_CHGN, BV_CHGN, CI_CHGN, CV_CHGN, NI_CHGN) = 7FFFH 时，波形输出范围最大。

5) 电流电压波形输出

BL6522B 根据 MODE1 寄存器的[2: 0]选择将零线电流、A 相电流、B 相电流、C 相电流和 A 相电压、B 相电压、C 相电压的波形放入寄存器 WAVEFORM。

- 001: 输出零线电流波形 NI_WAVE
- 010: 输出 A 相电流波形 AI_WAVE
- 011: 输出 B 相电流波形 BI_WAVE
- 100: 输出 C 相电流波形 CI_WAVE
- 101: 输出 A 相电压波形 AV_WAVE
- 110: 输出 B 相电压波形 BV_WAVE
- 111: 输出 C 相电压波形 CV_WAVE
- 000: 缺省，输出 0

6) 电压通道增益粗调



在电压通道 SINC3 滤波器后有 x1, x2, x4, x8 的增益调整。

(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：

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

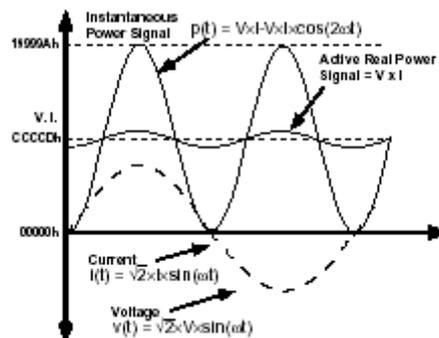
令 $\Phi \neq 0$ 时：

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

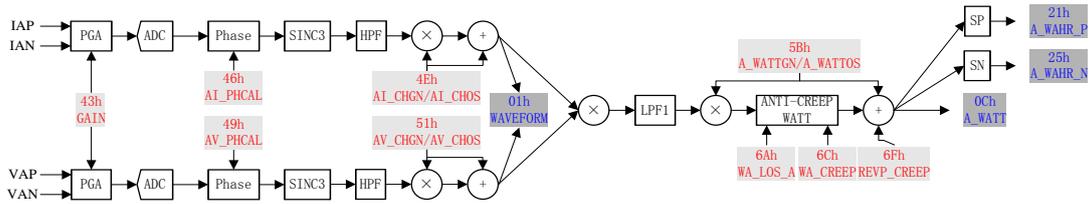
$p(t)$ 称为瞬时功率信号，理想的 $p(t)$ 只包括两部分：直流部分和频率为 2ω 的交流部分。前者又称为瞬时实功率信号，瞬时实功率是电能表测量的首要对象。

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 BL6522B 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 BL6522B 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

BL6522B 还包含了有功功率偏置寄存器 (A_WATTOS、B_WATTOS、C_WATTOS)，这些是 16 位寄存器的缺省值为 0000H。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。偏差校正可以使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：

$$ActivePower_{rA} = ActivePower_{rA_0} + A_WATTOS$$

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 16 位带符号数，缺省值为 0000H。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：：

$$Output_{WG} = Active\ Power \times \left(1 + \frac{A_WATTGN}{2^{16}}\right)$$

例如：在 A_WATTGN 中写入 7FFFH(十六进制)，功率输出便增大了 50%，因为 7FFFH = 32767 (十进制)， $32767/2^{16} = 0.5$ 。类似的，写入 8001H 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=8001H 时，范围最小，A_WATTGN=7FFFH 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

BL6522B 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 160H。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。这可以使在无负载情况下，即使有小的噪声信号，输出到有功功率寄存器中的值为 0。

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

该寄存器的 1LSB 等同于与内部功率寄存器的 1LSB。

4) 有功功率的小信号补偿

BL6522B 还包含了一个有功小信号补偿寄存器 (WA_LOS_A/WA_LOS_B/WA_LOS_C)，这个 32 位寄存器中[9: 0]为 A 相补偿值；[19: 10]为 B 相补偿值；[29: 20]为 C 相补偿值。每相 10 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 00000000H。

5) 有功功率反向指示阈值

BL6522B 还包含了有功反向指示阈值寄存器 (REVP_CREEP)，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 066H。当输入有功功率信号为负功并且绝对值大于这个阈值的 2⁸ 倍时，A 相有功反向指示输出 REVPAP_A 为 1。B 相有功反向指示输出 REVPAP_B 和 C 相有功反向指示输出 REVPAP_C 同理。

反向指示 REVP_WA 的由工作模式寄存器的 MODE1[15]位选择：为 0 时，REVP_WA 输出合相总有功反向指示 REVPAP；为 1 时，输出分相任一有功反向指示 REVPWATT，即 REVPWATT = REVPAP_A && REVPAP_B && REVPAP_C。

6) 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 BL6522B 中，通过在一个 56 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。以 A 相为例，正向有功能量寄存器 A_WAHR_P[31: 0]取出此内部寄存器的高 32 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：

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

这里 n 为采样个数，T 为采样周期，BL6522B 中采样周期 T 为 0.55us。

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 56 位的内部积分器进行叠加，然后将内部寄存器的高 32 写入正向有功能量

寄存器 (A_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 (A_WAHR_P) 的最高位为 1 时，给出半满指示 WAPEHF_A。

7) 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：

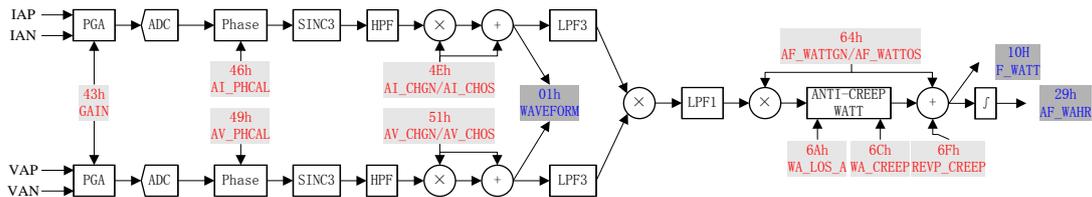
$$EnergyN = \int Power_N dt$$

在 BL6522B 中，通过在一个 56 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。以 A 相为例，反向有功能量寄存器 A_WAHR_N[31: 0]取出此内部寄存器的高 32 位作为反向有功能量输出。

反向功率信号 WATT 进入 56 位的内部积分器进行叠加，然后将内部寄存器的高 32 写入反向有功能量寄存器 (A_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 (A_WAHR_N) 的最高位为 1 时，给出半满指示 WANEHF_A。

(四) 基波有功功率、有功能量计量原理 (以A相为例)

下图给出的是 BL6522B 中计算基波有功功率 (A 相) 的主要步骤，基波是通过将电流或电压波形信号经过低通滤波器滤除谐波成分而得到。基波有功功率是通过基波电流电压相乘之后经过低通滤波器滤除瞬时基波功率中的交流成分而得到。



1) 基波有功功率增益校正

BL6522B 还包含了基波有功功率增益寄存器 (AF_WATTGN、BF_WATTGN、CF_WATTGN)，用于分别调整 A 相、B 相、C 相计量的基波有功功率的增益，方便校表。每个寄存器为 16 位补码形式，其缺省值为 0000H。

增益校正的计算方式如下：

$$AF_WATT_out = AF_WATT_in \times \left(1 + \frac{AF_WATTGN}{2^{16}}\right)$$

例如：在 AF_WATTGN 中写入 7FFFH，功率输出便增大了 50%，写入 8001H 时，功率输出减小 50%。

2) 基波有功功率的防潜动

BL6522B 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 160H。当输入基波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。这可以使在无负载情况下，即使有小的噪声信号，输出到基波有功功率寄存器中的值为 0。

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

3) 基波有功功率的小信号补偿

BL6522B 还包含了一个有功小信号补偿寄存器 (WA_LOS_A/WA_LOS_B/WA_LOS_C)，这个 32 位寄存器中[9: 0]为 A 相补偿值；[19: 10]为 B 相补偿值；[29: 20]为 C 相补偿值。每相 10 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基波有功功率的误差。缺省值为 00000000H。

4) 基波有功功率反向指示阈值

BL6522B 还包含了有功反向指示阈值寄存器 (REVP_CREEP)，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 066H。当输入基波有功功率信号为负功并且绝对值大于这个阈值的 2^8 倍时，A 相基波有功反向指示输出 FREVPAP_A 为 1。B 相基波有功反向指示输出 FREVPAP_B 和 C 相基波有功反向指示输出 FREVPAP_C 同理。

反向指示 FREVP_WA 的由工作模式寄存器的 MODE1[15]位选择：为 0 时，FREVP_WA 输出合相总基波有功反向指示 FREVPAP；为 1 时，输出分相任一基波有功反向指示 FREVPWATT，即 FREVPWATT = FREVPAP_A && FREVPAP_B && FREVPAP_C。

5) 基波有功功率偏差校正

BL6522B 还包含了基波有功功率偏置寄存器 (AF_WATTOS、BF_WATTOS、CF_WATTOS)，用于分别调整 A 相、B 相、C 相计量的基波有功功率的偏差，方便校表。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。偏差校正可以使在无负载情况下基波有功功率寄存器的输出尽可能小。每个寄存器为 16 位补码形式，其缺省值为 0000H。

偏差校正的计算方式如下：

$$AF_WATT_out = AF_WATT_out + AF_WATTOS$$

6) 基波有功能量计算

基波有功能量由基波功率的积分来得到，即：

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

在 BL6522B 中，通过在一个 56 位内部寄存器中连续累加基波有功功率信号来得到基波有功能量，A 相基波有功能量寄存器 AF_WAHR 取出此内部寄存器的高 32 位作为基波有功能量输出，寄存器溢出的时间大约为 10 分钟。当 A 相基波有功能量寄存器（AF_WAHR）的最高位为 1 时，给出半满指示 FWAEHF_A。B 相基波有功能量寄存器（BF_WAHR）和 C 相基波有功能量寄存器（CF_WAHR）同理。

（五）有效值、视在功率、功率因子（以A相为例）

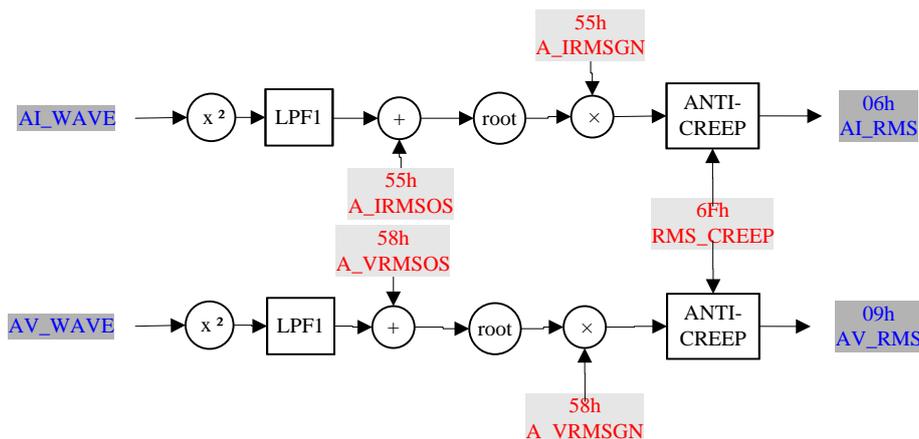
真有效值也就是信号的均方根（Root Mean Square—RMS），一个连续信号的均方根计算如下：

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

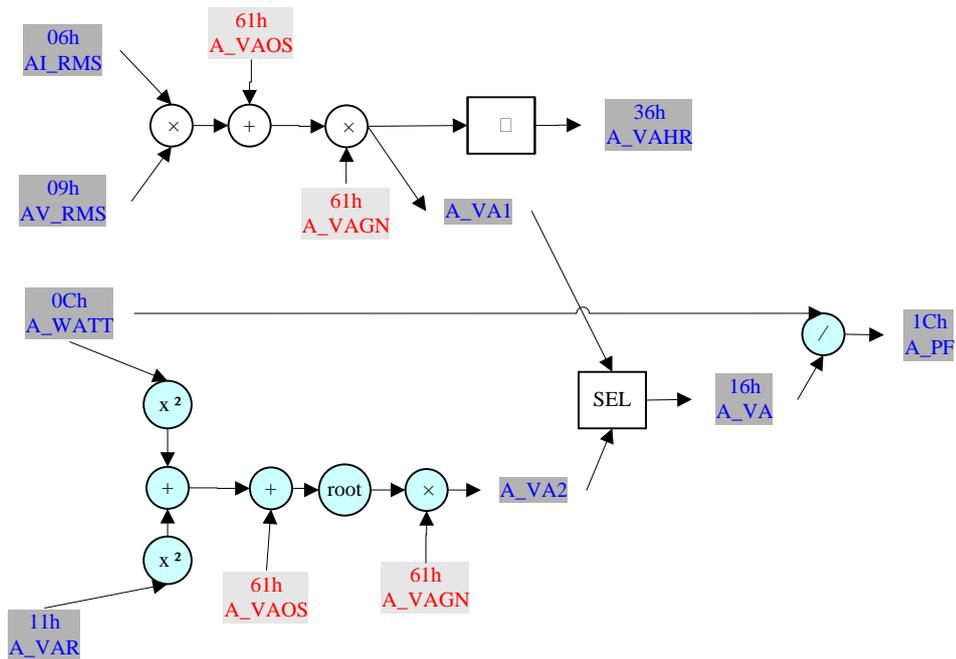
对于数字信号，该公式变为：

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

下图给出的是 BL6522B 中计算有效值（A 相电流有效值）的主要步骤，有效值是通过将电流或电压波形信号先后经过平方、低通滤波、小信号偏移补偿、开平方根后获得。



BL6522B 可以给出视在功率的值，有两种计算方式：1) 由电流有效值和电压有效值乘积实现；2) 由有功功率平方及无功功率平方的和求 2 次根获得。



1) 有效值偏差校正

BL6522B 还包含了有效值偏置寄存器 (AI_RMSOS、BI_RMSOS、CI_RMSOS、NI_RMSOS、AV_RMSOS、BV_RMSOS、CV_RMSOS、)，这些 16 位寄存器的缺省值为 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、N 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：

$$I_{ARMS} = \sqrt{I_{ARMS0}^2 + AI_RMSOS \times 2^{14}}$$

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 (AI_RMSGN、BI_RMSGN、CI_RMSGN、NI_RMSGN、AV_RMSGN、BV_RMSGN、CV_RMSGN) 来调节有效值的范围，这些寄存器是 16 位带符号数，其缺省值为 0000H。，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、N 相通道和电压 A 相、B 相、C 相通道的有效值的增益。

例如：在 AV_RMSGN 中写入 7FFFH，电压 A 相通道的有效值输出便增大了 50%，写入 8001H 时，电压 A 相通道的有效值输出就减小 50%。

$$Output\ RMS = RMS \times \left(1 + \frac{AV_RMSGN}{2^{16}}\right)$$

3) 有效值测量阈值

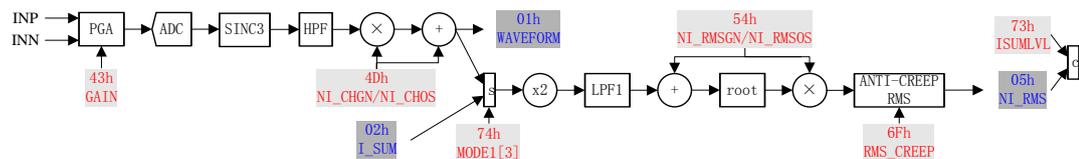
可以设置有效值测量阈值寄存器 RMS_CREEP 来限制有效值测量的下限限制。

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) 零线电流有效值测量

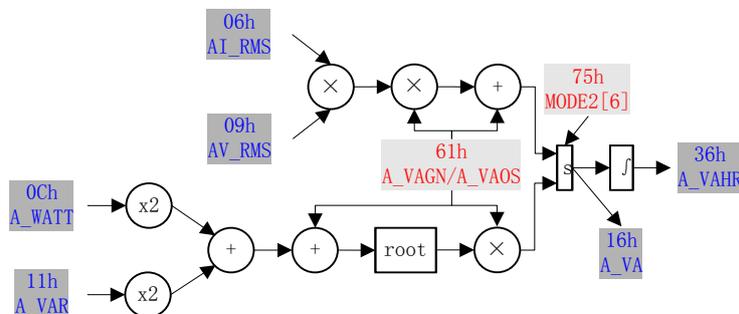
下图给出的是 BL6522B 中计算零线电流有效值的主要步骤，有效值是通过将电流或电压波形信号先后经过平方、低通滤波、小信号偏移补偿、开平方根后获得。



(六) 视在功率、视在能量计算（以A相为例）

视在功率计算有两种方法，根据 MODE2 寄存器的[6]选择：分相视在功率由电流有效值乘以电压有效值而得，或分相视在功率由有功功率平方与无功功率平方之和的平方根而得。

下图给出的是 BL6522B 中计算视在功率（A 相）的主要步骤，如前所述，分相视在功率=电流有效值*电压有效值，或分相视在功率=平方根（有功功率平方+无功功率平方）。



1) 有效值相乘

当 MODE1 寄存器的[6]为 0 时，分相视在功率=电流有效值*电压有效值。

BL6529 还包含了视在功率增益寄存器 (A_VAGN、B_VAGN、C_VAGN)，用于分别调整 A 相、B 相、C 相计量的视在功率的增益，方便校表。每个寄存器为 16 位补码形式，其缺省值为 0000H。

增益校正的计算方式如下：

$$A_VA_out = A_VA_in \times \left(1 + \frac{A_VAGN}{2^{16}}\right)$$

例如：在 A_VAGN 中写入 7FFFH，功率输出便增大了 50%，写入 8001H 时，功率输出减小 50%。

BL6529 还包含了视在功率偏置寄存器 (A_VAOS、B_VAOS、C_VAOS)，用于分别调整 A 相、B 相、C 相计量的视在功率的偏差，方便校表。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。偏差校正可以使在无负载情况下视在功率寄存器的输出尽可能小。每个寄存器为 16 位补码形式，其缺省值为 0000H。

偏差校正的计算方式如下：

$$A_VA = A_VA + A_VAOS \times 2^{-3}$$

2) 有功无功平方和开根

当 MODE1 寄存器的[6]为 1 时，分相视在功率=平方根（有功功率平方+无功功率平方）。

BL6522B 还包含了视在功率偏差校正寄存器 (A_VAOS、B_VAOS、C_VAOS)，用于分别消除 A 相、B 相、C 相计量的视在功率计算中出现的偏差。这种偏差可能来源于输入噪声，因为在计算视在功率中有一步平方运算，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视在功率寄存器中的值为 0。每个寄存器为 16 位补码形式，其缺省值为 0000H。

偏差校正的计算方式如下：

$$A_VA_out = \sqrt{A_VA_in^2 + A_VAOS \times 2^{22}}$$

这里 A_VA_in 为未进行校正前的视在功率。

BL6522B 还包含了视在功率增益校正寄存器 (A_VAGN、B_VAGN、C_VAGN)，用于分别调整 A 相、B 相、C 相计量的视在功率的增益，方便校表。每个寄存器为 16 位补码形式，其缺省值为 0000H。

增益校正的计算方式如下：

$$A_VA_out = A_VA_in \times \left(1 + \frac{A_VAGN}{2^{16}}\right)$$

例如：在 A_VAGN 中写入 7FFFH，功率输出便增大了 50%，写入 8001H 时，功率输出就减小 50%。

3) 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 BL6522B 中，通过在一个 56 位内部寄存器中连续累加视在功率信号来得到视在能量，A 相视在能量寄存器 A_VAHR 取出此内部寄存器的高 32 位作为视在能量输出，寄存器溢出的时间大约为 10 分钟。当 A 相视在能量寄存器（A_VAHR）的最高位为 1 时，给出半满指示 VAEHF_A。B 相视在能量寄存器（B_VAHR）和 C 相视在能量寄存器（C_VAHR）同理。

4) 分相功率因子和视在功率计算方式

输出到 A_VA 寄存器和 A_PF 寄存器的值由 MODE2[6]来控制

当 MODE2[6]=0 时：

分相视在功率为

$$A_VA = AI_RMS \times CI_RMS$$

分相功率因子为

$$A_PF = \frac{A_WATT}{AI_RMS \times CI_RMS}$$

当 MODE2[6]=1 时：

分相视在功率为

$$A_VA = \sqrt{A_WATT^2 + A_VAR^2}$$

分相功率因子为

$$A_PF = \frac{A_WATT}{\sqrt{A_WATT^2 + A_VAR^2}}$$

(七) 无功功率、无功能量计算（以A相为例）

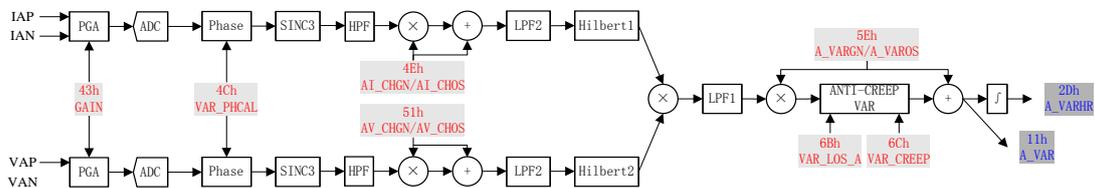
无功功率计算主要把输入的电压和电流波形信号按照时间相乘，得到功率随着时间变化的信息，假设电流电压信号为余弦函数，并存在相位差 $\varphi = \psi_u - \psi_i$ ，瞬态功率为：

$$\begin{aligned}
 p(t) &= \sqrt{2}U \cos(\omega t + \psi_u) \times \sqrt{2}I \cos(\omega t + \psi_i) \\
 &= UI \cos(\psi_u - \psi_i) + UI \cos(2\omega t + \psi_u + \psi_i) \\
 &= UI \cos \varphi + UI \cos \varphi \times \cos(2\omega t + 2\psi_u) + UI \sin \varphi \times \sin(2\omega t + 2\psi_u) \\
 &= UI \cos \varphi [1 + \cos(2\omega t + 2\psi_u)] + UI \sin \varphi \times \sin(2\omega t + 2\psi_u)
 \end{aligned}$$

在 BL6522B 中，通过将输入电压电流信号移相之后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：

BL6522B 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 BL6522B 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

BL6522B 还包含了一个无功功率偏置寄存器 A_VAROS[15: 0]，这个 16 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：

$$ReactivePowerA = ReactivePowerA_0 + A_VAROS$$

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_VARGN[15: 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：

$$Output\ A_VARG = Re\ Active\ Power \times \left(1 + \frac{A_VARGN}{2^{16}}\right)$$

3) 无功功率的防潜动

BL6522B 还包含了一个无功功率防潜动阈值寄存器 VAR_CREEP[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。这可以使在 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。

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

4) 无功功率的小信号补偿

BL6529 还包含了一个无功功率小信号补偿寄存器 (VAR_LOS_A、VAR_LOS_B、VAR_LOS_C)，这个 32 位寄存器中[9: 0]为 A 相补偿值；[19: 10]为 B 相补偿值；[29: 20]为 C 相补偿值。每相 10 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 00000000H。

5) 无功功率反向指示阈值

BL6522B 还包含了无功反向指示阈值寄存器 (REVP_CREEP)，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 066H。当输入无功功率信号为负功并且绝对值大于这个阈值的 2⁸ 倍时，A 相无功反向指示输出 REVPRP_A 为 1。B 相无功反向指示输出 REVPRP_B 和 C 相无功反向指示输出 REVPRP_C 同理。

反向指示 REVP_VAR 的由工作模式寄存器的 MODE1[15]位选择：为 0 时，REVP_VAR 输出合相总无功反向指示 REVPRP；为 1 时，输出分相任一无功反向指示 REVPVAR，即 REVPVAR = REVPRP_A && REVPRP_B && REVPRP_C。

6) 无功能量

无功能量由无功功率的积分来得到，即：

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

在 BL6522B 中，通过在一个 56 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 32 位又存入无功能量寄存器 A_VARHR[31: 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：

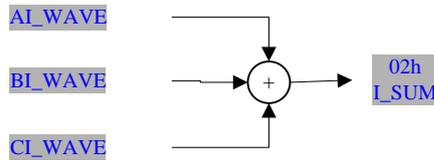
$$Re Active Energy = \lim_{T \rightarrow 0} \left\{ \sum_{n=0}^{\infty} Re Active Power(nT) \times T \right\}$$

这里 n 为采样个数，T 为采样周期，BL6522B 中采样周期 T 为 0.55us。

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。

(八) 合相数据处理

1) 三相电流和计算



三相电流瞬态波形相加，存放在寄存器 I_SUM 中。

2) 零线有效值计算

通过 MODE1[3]寄存器可选零线有效值计算方式：

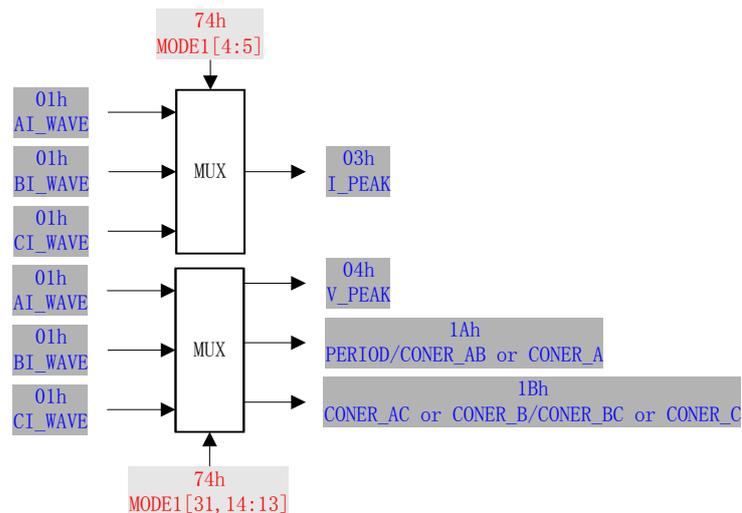
MODE1[3]为 0 时

通过直接计算零线电流有效值，输出到 NI_RMS 寄存器；

MODE1[3]为为 1 时

通过计算三相电流瞬态代数和 (I_SUM) 的有效值，输出到 NI_RMS 寄存器；

3) 电流电压峰值计算



BL6522B 通过 MODE1[5: 4]选择电压电流峰值计量的相，设置使 I_PEAK 和 V_PEAK 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

MODE1[5: 4]=00, 峰值寄存器输出 A 相

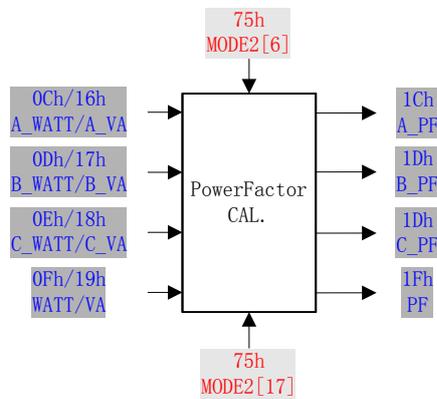
MODE1[5: 4]=01, 峰值寄存器输出 B 相

MODE1[5: 4]=10, 峰值寄存器输出 C 相

MODE1[5: 4]=11, 峰值寄存器输出 A 相

通过 MODE1[14: 13]选择线电压频率周期 PERIOD, 可设为自动频率周期切换或者指定 A 相、B 相或 C 相的线电压频率。通过 MODE1[31]选择两相电压的相间时间 CONER_AB、CONER_AC、CONER_BC 或是某相电压电流之间的时间 CONER_A、CONER_B、CONER_C。

4) 合相功率因子



在 BL6522B 中, 输出到合相功率因子 PF 寄存器的值由 MODE2[17]来控制。

为 MODE2[17]=0 时:

合相功率因子为

$$PF = \frac{A_WATT + B_WATT + C_WATT}{A_VA + B_VA + C_VA}$$

为 MODE2[17]=1 时:

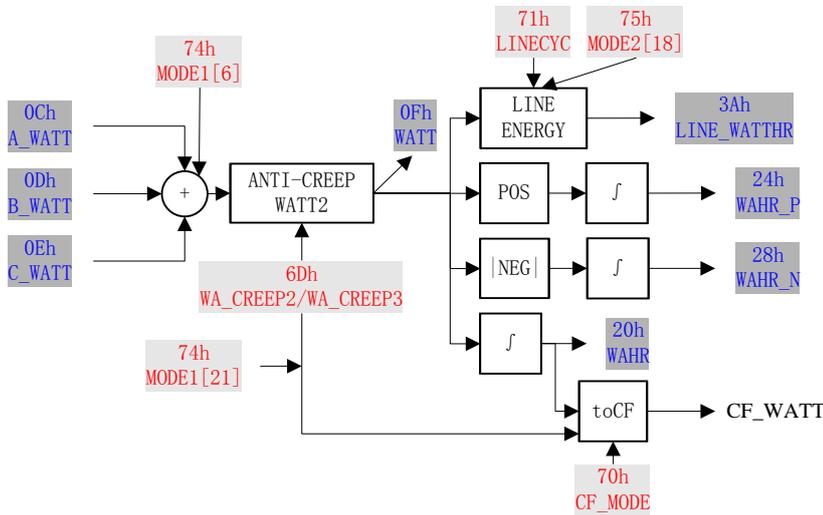
合相功率因子为

$$PF = \frac{A_WATT + B_WATT + C_WATT}{\sqrt{(A_WATT + B_WATT + C_WATT)^2 + (A_VAR + B_VAR + C_VAR)^2}}$$

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。

5) 合相有功功率、线周期有功能量、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。

$$WATT_P = A_WATT_P + B_WATT_P + C_WATT_P$$

三相反向功率相加获得合相反向功率 WATT_N，带符号数，为负。

$$WATT_N = A_WATT_N + B_WATT_N + C_WATT_N$$

在 BL6522B 中通过 MODE1[6]选择合相有功功率 WATT 的累积方法：

MODE1[6]=0，三相功率代数和相加获得合相功率 WATT；

$$WATT = A_WATT + B_WATT + C_WATT$$

MODE1[6]=1，三相功率绝对值相加获得合相功率 WATT；

$$WATT = |A_WATT| + |B_WATT| + |C_WATT|$$

合相有功功率 WATT 的正向功率累加获得合相正向有功能量 WAHR_P，合相有功功率 WATT 的反向功率累加获得合相反向有功能量 WAHR_N。合相有功功率 WATT 累加获得合相有功能量 WAHR，无符号数。

$$WAHR_P = \sum \begin{cases} WATT, & \text{if } Watt > 0 \\ 0 & \end{cases}$$

$$WAHR_N = \sum \begin{cases} |WATT|, & \text{if } WATT < 0 \\ 0 & \end{cases}$$

$$WAHR = \sum WATT$$

当合相正向有功能量寄存器 (WAHR_P) 的最高位为 1 时, 给出半满指示 WAPEHF。当合相反向有功能量寄存器 (WAHR_N) 的最高位为 1 时, 给出半满指示 WANEHF。当合相有功能量寄存器 (WAHR) 的最高位为 1 时, 给出半满指示 WATTEHF。

线周期有功能量计算由线能量累加周期数寄存器 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。

$$Line_Watthr = \sum_{T=LineCyc} (|A_WATT| + |B_WATT| + |C_WATT|)$$

当线周期有功能量寄存器 (LINE_WATTHR) 的最高位为 1 时, 给出半满指示 LINE_WATTEHF。通过 MODE2[18]选择线周期计算方式:

- 0: 周期按照 A 相电压的过零来计算每个线周期
- 1: 周期按照晶振 3.57920M/50 为一个线周期

通过 MODE1[21]选择防潜动模式选择:

- 0: 使用功率阈值比较方式防潜动
- 1: 开启定时防潜方式

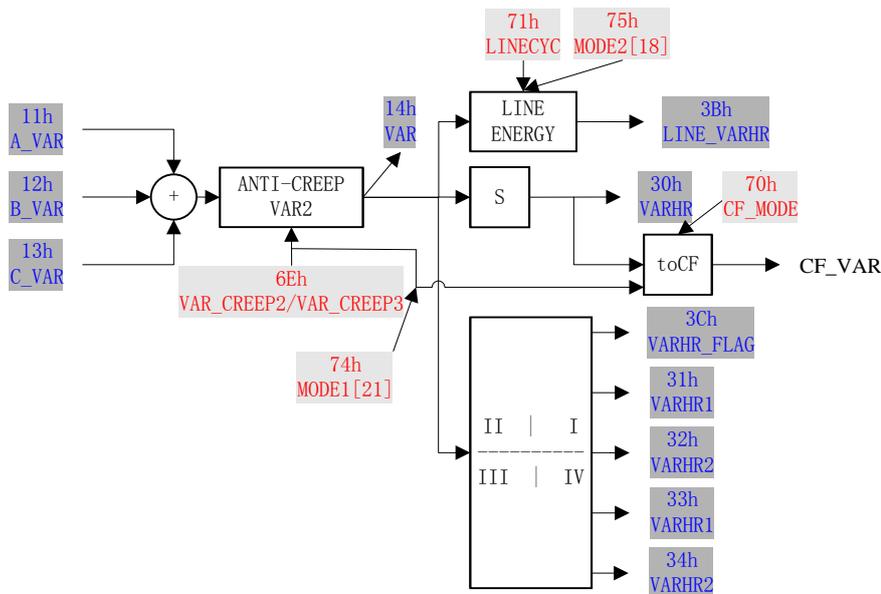
BL6522B 还包含了一个合相有功防潜动阈值寄存器 (WA_CREEP2), 这个 12 位寄存器以无符号数的形式来设定一个潜动阈值, 缺省值 420H。当输入合相有功功率信号绝对值小于这个阈值时, 输出合相有功功率设为零。BL6529 还包含了一个合相有功防潜动时间阈值寄存器 (WA_CREEP3), 这个 12 位寄存器以无符号数的形式来设定一个定时值, 缺省值 FFFH。当达到定时值时, 才有 CF_WATT 输出。

定时防潜方式通过 MODE1[18: 17]选择潜动标志位计算时间设置:

- 00: 2.3 秒 (3.58M 晶体)
- 01: 9.2 秒 (3.58M 晶体)
- 10: 36.8 秒 (3.58M 晶体)
- 11: 73.6 秒 (3.58M 晶体)。

定时防潜方式计算在一定时间里，能量积分是否大于对应时间里防潜动阈值 (WA_CREEP2) / 2 的积分。如果没有，有功功率潜动标志位 FG_WA_CREEP 输出 0；如果有，潜动标志位输出 1。

6) 合相无功功率、线周期无功能量、合相无功能量，四象限能量，无功符号



在 BL6522B 中通过三相无功功率代数和相加获得合相无功功率 VAR。

$$\text{Var} = A_VAR + B_VAR + C_VAR$$

合相无功功率 VAR 累加获得合相无功能量 VARHR。当合相无功能量寄存器 (VARHR) 的最高位为 1 时，给出半满指示 VAREHF。

线周期无功能量计算由线能量累加周期数寄存器 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。

$$\text{Line_Varhr} = \sum_{T=\text{LineCyc}} (A_VAR + B_VAR + C_VAR)$$

当线周期无功能量寄存器 (LINE_VARHR) 的最高位为 1 时，给出半满指示 LINE_VAREHF。通过 MODE2[18]选择线周期计算方式：

- 0: 周期按照 A 相电压的过零来计算每个线周期
- 1: 周期按照晶振 3.57920M/50 为一个线周期

通过 MODE1[21]选择防潜动模式选择：

- 0: 使用功率阈值比较方式防潜动
- 1: 开启定时防潜方式

BL6522B 还包含了一个合相无功防潜动阈值寄存器 (VAR_CREEP 2)，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 420H。当输入合相无功功率信号绝对值小于这个阈值时，输出合相无功功率设为零。BL6529 还包含了一个合相无功防潜动时间阈值寄存器 (VAR_CREEP3)，这个 12 位寄存器以无符号数的形式来设定一个定时值，缺省值 FFFH。当达到定时值时，才有 CF_VAR 输出。

定时防潜方式通过 MODE1[18: 17]选择潜动标志位计算时间设置：

- 00: 2.3 秒 (3.58M 晶体)
- 01: 9.2 秒 (3.58M 晶体)
- 10: 36.8 秒 (3.58M 晶体)
- 11: 73.6 秒 (3.58M 晶体)。

定时防潜方式计算在一定时间里，能量积分是否大于对应时间里防潜动阈值 (VAR_CREEP2) / 2 的积分。如果没有，无功功率潜动标志位 FG_VAR_CREEP 输出 0；如果有，潜动标志位输出 1。

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。

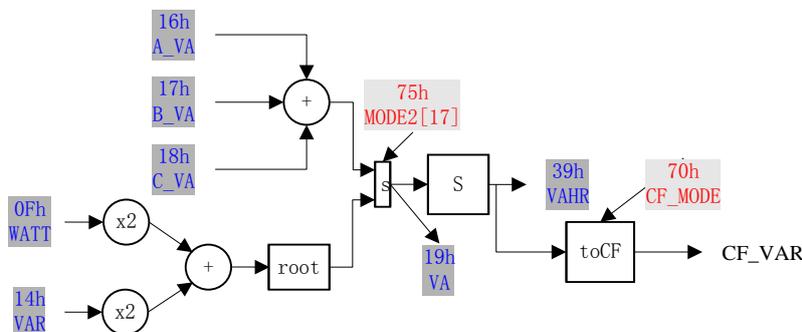
四象限无功能量寄存器 VARHR3 为 III 象限三相无功能量累计，无符号数。

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。

当四象限无功能量寄存器 (VARHR1) 的最高位为 1 时，给出半满指示 VAR1EHF，当四象限无功能量寄存器 (VARHR2) 的最高位为 1 时，给出半满指示 VAR2EHF，当四象限无功能量寄存器 (VARHR3) 的最高位为 1 时，给出半满指示 VAR3EHF，当四象限无功能量寄存器 (VARHR4) 的最高位为 1 时，给出半满指示 VAR4EHF。

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。

7) 合相视在功率、合相视在能量、合相功率因子



输出到合相 VA 寄存器和 PF 寄存器的值由 MODE2[17]来控制

当 MODE2[17]=0 时:

合相视在功率为

$$VA = A_VA + B_VA + C_VA$$

合相功率因子为

$$PF = \frac{A_WATT + B_WATT + C_WATT}{A_VA + B_VA + C_VA}$$

当 MODE2[17]=1 时:

合相视在功率为

$$VA = \sqrt{(A_WATT + B_WATT + C_WATT)^2 + (A_VAR + B_VAR + C_VAR)^2}$$

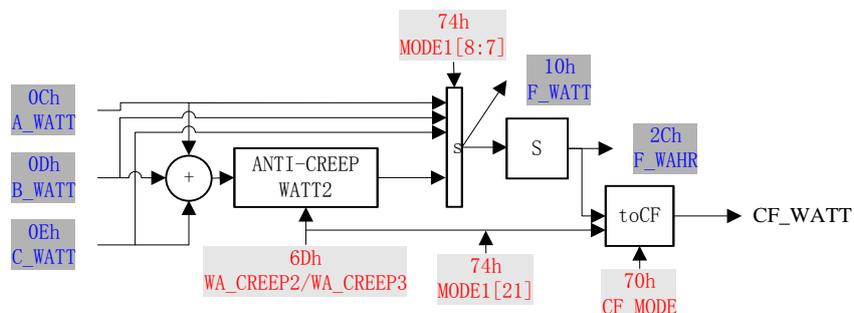
合相功率因子为

$$PF = \frac{A_WATT + B_WATT + C_WATT}{\sqrt{(A_WATT + B_WATT + C_WATT)^2 + (A_VAR + B_VAR + C_VAR)^2}}$$

合相视在功率累计得合相视在能量 VAHR，无符号数。

$$VAHR = \sum VA$$

8) 基波合相有功功率、基波合相有功能量



在 BL6529 中通过 MODE1[8: 7] 选择基波有功功率寄存器 F_WATT 的输出:

00: 输出合相基波平均有功功率值 F_WATT

01: 输出 A 相基波平均有功功率值 AF_WATT

10: 输出 B 相基波平均有功功率值 BF_WATT

11: 输出 C 相基波平均有功功率值 CF_WATT

基波合相有功功率 F_WATT 累加获得合相有功能量 F_WAHR, 无符号数。当基波合相有功能量寄存器 (F_WAHR) 的最高位为 1 时, 给出半满指示 FWAEHF。

(九) 脉冲输出

1) 有功能量频率转换

为了校验, BL6522B 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。CF_WATT 根据 MODE2 寄存器的[12: 10]选择能量频率转换的对象:

000: CF_WATT 输出全波合相有功能量脉冲

001: CF_WATT 输出全波 A 相有功能量脉冲

010: CF_WATT 输出全波 B 相有功能量脉冲

011: CF_WATT 输出全波 C 相有功能量脉冲

100: CF_WATT 输出基波合相有功能量脉冲

101: CF_WATT 输出基波 A 相有功能量脉冲

110: CF_WATT 输出基波 B 相有功能量脉冲

111: CF_WATT 输出基波 C 相有功能量脉冲

以 MODE2[12: 10]=000 为例, 有功功率脉冲 CF_WATT 产生于全波合相有功能量寄存器 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整的输出频率, 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。

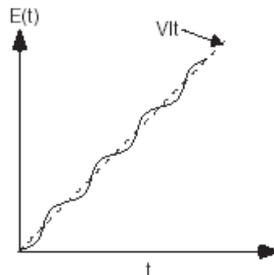
当电流电压输入端为满刻度, CF_MODE=000h 时, 最大的输出频率大约为 $50/2^7$ Hz。

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 $50/2^3$ Hz。

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 $50 \cdot 2^4$ 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，BL6522B 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。CF_VAR 根据 MODE2 寄存器的[15: 13]选择能量频率转换的对象：

- 000: CF_VAR 输出全波合相无功能量脉冲
- 001: CF_VAR 输出全波 A 相无功能量脉冲
- 010: CF_VAR 输出全波 B 相无功能量脉冲
- 011: CF_VAR 输出全波 C 相无功能量脉冲
- 100: CF_VAR 输出全波合相视在能量脉冲
- 101: CF_VAR 输出全波 A 相视在能量脉冲
- 110: CF_VAR 输出全波 B 相视在能量脉冲
- 111: CF_VAR 输出全波 C 相视在能量脉冲

以 MODE2[15: 13]=000 为例，无功功率脉冲 CF_VAR 产生于全波合相无功能量寄存器 VARHR 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整的输出频率，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 $50/2^7$ 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 $50/2^3$ Hz。

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 $50 \cdot 2^4$ Hz。

(十) 反向指示输出

1) 有功反向指示阈值

BL6522B 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*2⁵ 时，反向指示输出 REVP_WA 为 1。

2) 无功反向指示阈值

BL6522B 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 066H。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

反向指示 REVP_WA 的选择首先受 MODE1[23]影响：

当 MODE1[23]=0 时，REVP_WA 为全波有功反向指示；

当 MODE1[23]=1 时，REVP_WA 为基波有功反向指示；

反向指示 REVP_WA 的计算由工作模式寄存器的 MODE1[15]位决定：

当 MODE1[15]=0 时，REVP_WA 输出三相 REVP_WA 值之与；

当 MODE1[15]=1 时，REVP_WA 输出三相 REVP_WA 值之或。

反向指示 REVP_VAR 的计算由工作模式寄存器的 MODE1[15]位决定：

当 MODE1[15]=0 时，REVP_VAR 输出总无功 REVP；

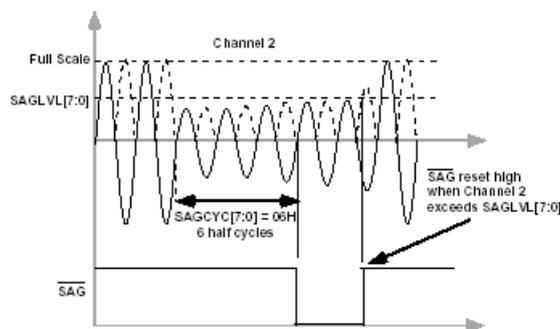
当 MODE1[15]=1 时，REVP_VAR 输出分相无功 REVP 之与；

其它各种反向指示信号见中断寄存器 STATUS2。

(十一) 电参数监控

1) 线电压跌落检测

BL6522B 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。

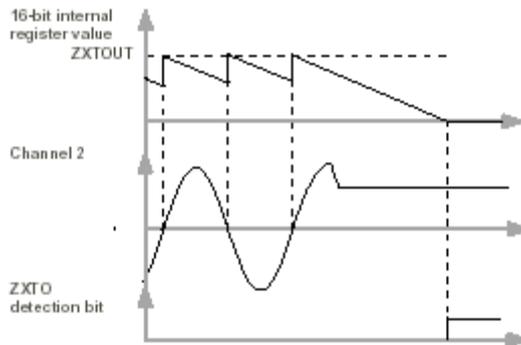
跌落电压阈值寄存器（SAGLVL）可以由用户写入或读出，初始值为 FFFH。跌落线周期寄存器(SAGCYC)也可以由用户写入或读出，初始值为 FFH。该寄存器的分辨率为 10ms/LSB，这样一个中断的最大延迟时间就被限制为 2.55s。

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 ZXTO 被置 1，如果中断屏蔽寄存器中的对应的使能位 ZXTO 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 ZXTO 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

BL6522B 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。

过零信号从电压通道 LPF2 处引出。

4) 电流电压相序

电压逆相序新标准：三相四线模式下电压相序检测按照 A/B/C 三相电压的过零点顺序进行判断，电压相序正确的依据：当 A 相电压过零之后，B 相电压过零，然后才是 C 相电压过零，PS_V=0；否则电压错序，PS_V=1。另外，只要当 A/B/C 三相电压中任何一相没有电压输入时，可以认为是相序正常。有任意一相断相，无视逆相序。

如果中断屏蔽寄存器（MASK1）中对应的 PS_V 位也设置为逻辑 1，就会输出一个有效的中断请求/IRQ1。无论中断屏蔽寄存器（MASK1）中相应的使能位设置有无，中断状态寄存器（STATUS1）中的 PS_V 标志位总是记录电压相序。

电流逆相序的判别依据是：三相电压均大于电能表的临界电压，三相电流均大于 5% 额定（基本）电流，三相电流逆相序，且持续时间大于设定时间（60S），此种工况称为电流逆相序。

6522B 目前没有设置临界电流，当输入为小电流时不准电流逆相序不准。但实时刷新满足 60 秒检测要求，满足三相电压不跌落要求。

如果中断屏蔽寄存器（MASK2）中对应的 PS_I 位也设置为逻辑 1，就会输出一个有效的中断请求/IRQ2。无论中断屏蔽寄存器（MASK2）中相应的使能位设置有无，中断状态寄存器（STATUS2）中的 PS_I 标志位总是记录电流相序。

5) 峰值超限

BL6522B 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。

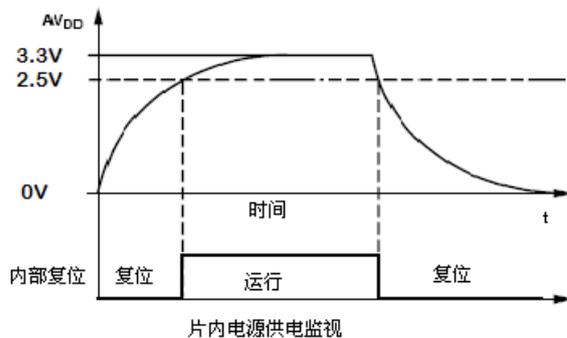
如：当 A 相通道电流有效值大于电流峰值门限寄存器 (I_PKLVL) 设定的阈值时，给出电流过载指示 PKI_A，如果中断屏蔽寄存器 (MASK1) 中相应的 PKI_A 使能位置为逻辑 1，则/IRQ 逻辑输出变为有效低电平。

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。

6) 电源供电监视

BL6522B 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 BL6522B 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 $3.3V \pm 5\%$ 。



7) 自动线频率检测

对于电网频率测试，可以选择指定相测试，或自动测试。

MODE1[14: 13]为 01、11、10 时对应选择 A、C、B 相三相中的一相来计量电压线周期

MODE1[14: 13]为 00 时，自动频率周期检测选择，缺省顺序为 A 相=>C 相=>B 相，自动选择避免断相；其中自动切换的依据是 SAG_A, SAG_B, SAG_C 信号；

自动切换原理：

当 SAG_A 为 0 时，表明 A 相正常工作，没有电压跌落事件，这时周期寄存器 PERIOD 输

出 A 相频率周期；

当 SAG_A=1，且 SAG_C =0 时，表明 A 相发生电压跌落，而 B 相正常工作，没有电压跌落事件，这时周期寄存器 PERIOD 输出输出 C 频率相频率；

当 SAG_A=1，SAG_C =1，且 SAG_B =0 时，表明 A、C 相发生电压跌落，而 B 相正常工作，没有电压跌落事件，这时周期寄存器 PERIOD 输出 B 频率相频率；

PERIOD 寄存器中记录的对 50Hz 线周期的计数，如果输入信号偏离 50Hz，对应计数值会有变化。

(十二) 辅助功能

1) 快速潜动测试

BL6522B 提供快速潜动判断手段，可以设置四种时间段来快速判断整机是否存在潜动问题。

判断的方法，是计算在同一时间间隔里，瞬时功率的积分是否大于同样时间段中防潜动阈值 WA_CREEP2/2 或 VAR_CREEP2/2 的积分，如果没有，快速潜动标志位输出 0，如果有潜动标志位输出 1；

利用 MODE1[18: 17]可以设置 4 个测试时间：2.3 秒、9.2 秒、36.8 秒、73.6 秒

快速潜动标志位位于 STATUS2 [30]和 STATUS2 [31]，分别对应有功和无功。

2) 定时防潜设置

工作模式寄存器 MODE1[21] 为防潜动模式选择，默认为 1'b0，使用功率阈值比较方式防潜动；为 1 时候，开启定时防潜方式；

定时防潜功能打开后，根据 WA_CREEP3 或 VAR_CREEP3 寄存器的值，分别给有功能量累计或无功能量累计设定复位时间，如果在给定的时间里，有功能量累计值或无功能量累计值不足以在 CF_WATT 或 CF_CAR 输出脚上触发 1 个校验脉冲，内部有功能量累计值或无功能量累计值将被清零。

定时防潜的设置需要按照根据整机防潜动考核的时间设置。应避免无法通过整机启动实验等问题。

3) 小信号补偿按照功率因子自动调整

工作模式寄存器 MODE2[5] 为小信号自动补偿模式选择，默认为 1'b0，功能关闭；当 MODE2[5] =1 时，有功及无功小信号补偿自动随功率因子变化调整。

如当 $PF=0.5$ 时，实际有功功率小信号补偿值为 WA_LOS*PF ；

无功功率的小信号自动补偿方式与有功功率一致。

4) 校验脉冲输出选择

作为有功电能脉冲输出 CF_WATT ，及无功电能脉冲输出 CF_VAR ，可以通过 $MODE$ 寄存器控制，可以有选择的输出。

$MODE2[12: 10]$ 用来选择 CF_WATT 输出：

MODE2[12: 10]			
0	0	0	CF1 输出全波合相有功能量脉冲
0	0	1	CF1 输出全波 A 相有功能量脉冲
0	1	0	CF1 输出全波 B 相有功能量脉冲
0	1	1	CF1 输出全波 C 相有功能量脉冲
1	0	0	CF1 输出基波合相有功能量脉冲
1	0	1	CF1 输出基波 A 相有功能量脉冲
1	1	0	CF1 输出基波 B 相有功能量脉冲
1	1	1	CF1 输出基波 C 相有功能量脉冲

$MODE2[15: 13]$ 用来选择 CF_WATT 输出：

CF2 为无功或视在能量输出校验脉冲。				
CF2_SEL[2: 0]				
	0	0	0	CF2 输出全波合相无功能量脉冲
	0	0	1	CF2 输出全波 A 相无功能量脉冲
	0	1	0	CF2 输出全波 B 相无功能量脉冲
	0	1	1	CF2 输出全波 C 相无功能量脉冲
	1	0	0	CF2 输出全波合相视在能量脉冲

	1	0	1	CF2 输出全波 A 相视在能量脉冲
	1	1	0	CF2 输出全波 B 相视在能量脉冲
	1	1	1	CF2 输出全波 C 相视在能量脉冲

5) 校验脉冲输出关断

通过 MODE2[20]可以关断 CF_VAR 的输出。

通过 MODE2[19]可以关断 CF_WATT 的输出。

为 1 时候关断。

6) 有效值计算稳定时间设置

由于精确的有效值计算需要比较长的稳定时间，这在整机启动时，对软件处理带来一定的影响。

BL6522B 可以选择有效值稳定时间，MODE2[23]用来控制，为 1 时，有效值稳定时间大约在 1.6 秒，为 0 时，有效值稳定时间大约在 0.4 秒，可以为快速启动所用。

7) 反向指示判断方式设置

功率的反向指示脚可以选择指示瞬态功率的符号，或则选择平均功率的符号。

MODE2[24]用来反向指示选择，为 1 时，选择瞬态功率符号位为反向指示，反向指示计算过程中，REVP_CREEP 有效；为 0 时，选择刷新率 3.5Hz 的平均功率寄存器 WATT 或 VAR 的符号位为反向指示，这时 WA_CREEP 或 VAR_CREEP 在计算过程中有效。

8) 输入通道交换模式

对于模拟前端有 7 路高精度 ADC，通道间存在一定的串扰，虽然在芯片版图设计中已尽可能考虑抑制串扰的影响，但在设计更高精度的整机时，通道间的串扰对小信号会有较大影响。

BL6522B 在客户样机试制过程中，可以选择不同外部模拟输入排列方式，来选择与外部 PCB 匹配较好、串扰影响最小的方案。

MODE2[22: 21]用来控制输入信号交换：

Mode[22: 21]=00，外围 PCB 输入到 7 通道 ADC 的信号依次为，IC，IB，IA，NI，VA，VB，VC；这时芯片模拟前端缺省排列方式。

Mode[22: 21]=01, 外围 PCB 输入到 7 通道 ADC 的信号依次为, VC, VB, VA, NI, IA, IB, IC;

Mode[22: 21]=10, 外围 PCB 输入到 7 通道 ADC 的信号依次为, IC, IB, IA, NI, VC, VB, VA;

Mode[22: 21]=11, 外围 PCB 输入到 7 通道 ADC 的信号依次为, VA, VB, VC, NI, IA, IB, IC;

9) 模拟通道采样时钟设置

MODE1[25: 24]可以设置前端 ADC 的工作频率, 采样率的变化对精度由一定影响, 同时功耗随着频率上升而上升。

MODE1[25: 24]设置 00, 01, 10, 11 时候, 模拟前端 ADC 工作频率对应选择为 OSC/4, OSC/2, OSC, OSC/8。其中 OSC=3.5895MHz。

10) 相位延时分段补偿

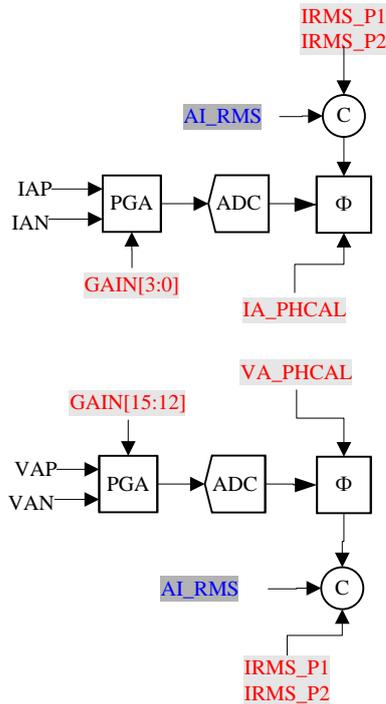
由于模拟输入端的互感器在不同幅度输入信号情况下, 可能存在角差不一致, 6522B 增加角差分段补偿设置, 当 MODE1[22]为 0 时, 允许角差分三段补偿; 当 MODE1[22]为 1 时, 角差分补偿模式关闭, 相位补偿只用一个值, 用 PHCAL[15: 8];

电流或电压通道角差校正寄存器:

当 IRMSmin<输入电流有效值<P1 时, [7: 0]用于校正的电流或电压通道相位, [7]为使能位, 最小调整延时时间 280ns, 对应 0.005 度/1LSB, 最大可调整±0.625 度)。

当 P1<输入电流有效值<P2 时, [15: 8]用于校正的电流或电压通道相位, [15]为使能位, 调整精度同上。

当 P2<输入电流有效值<IRMSmax 时, [23: 16]用于校正的电流或电压通道相位, [23]为使能位, 调整精度同上。



11) 大信号功率非线性补偿

针对大信号功率的非线性误差，可以通过大信号功率非线性补偿来校准。

MODE1[28: 26] 大信号非线性校正寄存器，用于校正 $IRMS > P2$ 时的功率非线性，

P2 为输入寄存器，可设置，一般设置为 $>20A$ 。

P3 不可外部输入，芯片会根据 P2 自动设置成 $P3=1.33 * P2$ 。

启动大信号功率非线性补偿后，6522B 会根据 IRMS 值自动对功率进行分段校正，校正幅度 $<0.15\%$ ，主要应用与设计 0.2 级表。

MODE1[28: 26]			P2 < IRMS < P3 时功率校正幅度	P3 < IRMS 时功率校正幅度
0	0	0	0	0
0	0	1	+0.025%	+0.05%
0	1	0	+0.05%	+0.1%
0	1	1	+0.075%	+0.15%

1	0	0	+0.1%	+0.2%
1	0	1	-0.1%	-0.2%
1	1	0	-0.05%	-0.1%
1	1	1	-0.025%	-0.05%

12) 同相电流电压夹角测量

MODE1[31]为 1 时, CONER_A (1AH)、CONER_B (1BH)、CONER_C (1BH) 为各相电压与电流间隔时间寄存器, 根据时间值可以换算出各相电压电流间的夹角。

13) 不同相电压夹角测试

MODE1[31]为 0 时, CONER_AB (1AH)、CONER_AC (1BH)、CONER_BC (1BH) 为各相压间过零间隔时间寄存器, 可以作为电压逆相序判断提供依据。

(十三) 工作模式选择

1) 正常模式

MODE2 中的 PD_V=PD_I=0 时, 计量芯片为正常工作模式。

27) 电流检测模式

MODE2 中的 PD_V=1 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、能量计算也关断;

如 PD_I=0, 计量芯片只检测各通道电流有效值。

如 PD_I=1, 计量芯片的电压电流通道全部关闭。

电流检测模式主要用在全失压情况下。

(十四) 中断

BL6522B 的中断由中断状态寄存器 STATUS1、STATUS2 和中断屏蔽寄存器 MASK1、MASK2 分别来进行管理。当 BL6522B 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 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，BL6522B 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 BL6522B 的中断

下图表示了利用 MCU 执行 BL6522B 中断管理时序图。在时间 t_1 处，/IRQ 变为有效低电平，表明 BL6522B 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。

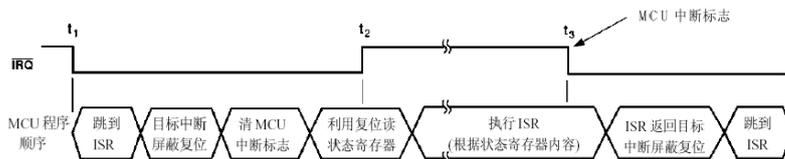


图11. 中断管理

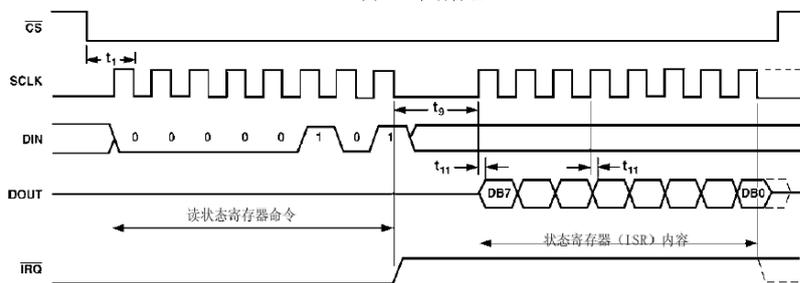


图12. 中断时序

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。

(十五) 串行通讯接口SPI

SPI 主要功能:

- 1、SPI 接口通讯数据帧为 8bits+32bits+8bits, 最后一个字节为校验数据, 校验方式是 5 个 8BIT 字节先取和, 再取反, 保留低 8 位。
- 2、速率达到>400K bits/s。
- 3、保留输入长字节 64 全 1 复位功能, 仅 SPI 复位。
- 4、增加定时复位选择, 0.5s, 0.8s, 1.6s, 或该功能关闭。
- 5、SPI 防抖检测(通过连续检测奇数个 OSC 时钟的数据, 判读输入信号), 可能会降低速率。
- 6、SPI 接口通讯数据帧最后一个字节为校验数据, 校验方式是 8BIT 校验和取反, 参与校验的数据包括寄存器地址(含读或写命令位)及寄存器数据。写数据时计量芯片也要进行比较判断。数据输入时, 如果校验和错误, 输出一位状态指示 SPI_INPUT_ERR, 为 1 时表明出错, 为 0 时, 正常。输出校验错误时, 仍然把数据输入到寄存器。

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	32	6522B 101H	版本号：6522B1.01
01H	WAVEFORM	R	W	24	000000 H	波形寄存器，通过 MODE 寄存器可选 输出零线电流波形 NI_WAVE； 输出 A 相电流波形 IA_WAVE； 输出 B 相电流波形 IB_WAVE； 输出 C 相电流波形 IC_WAVE； 输出 A 相电压波形 VA_WAVE； 输出 B 相电压波形 VB_WAVE； 输出 C 相电压波形 VC_WAVE；
02H	I_SUM	R	W	24	0	三相电流代数和寄存器，
03H	I_PEAK	R	W	24	0	电流瞬态峰值寄存器，刷新率 50Hz
04H	V_PEAK	R	W	24	0	电压瞬态峰值寄存器，刷新率 50Hz
05H	NI_RMS	R	W	24	0	零线有效值寄存器，刷新率 3.5Hz （REG 输入 24bit，无符号数） 通过 MODE 寄存器可选。 NI_RMS_SEL 为 0 时 NI_RMS 输出 零线有效值，刷新率 3.5Hz； NI_RMS_SEL 为 1 时输出三相电流瞬 态代数和的有效值；刷新率 3.5Hz （REG 输入 28bit，最高符号位）

06H	AI_RMS	R	W	24	0	A 相电流有效值寄存器,刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 无符号数)
07H	BI_RMS	R	W	24	0	B 相电流有效值寄存器,刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 无符号数)
08H	CI_RMS	R	W	24	0	C 相电流有效值寄存器,刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 无符号数)
09H	AV_RMS	R	W	24	0	A 相电压有效值寄存器,刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 无符号数)
0AH	BV_RMS	R	W	24	0	B 相电压有效值寄存器,刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 无符号数)
0BH	CV_RMS	R	W	24	0	C 相电压有效值寄存器,刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 无符号数)
0CH	A_WATT	R	W	24	0	A 相平均有功功率寄存器,补码,刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
0DH	B_WATT	R	W	24	0	B 相平均有功功率寄存器,补码,刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
0EH	C_WATT	R	W	24	0	C 相平均有功功率寄存器,补码,刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
0FH	WATT	R	W	32	0	合相平均有功功率寄存器,补码,刷新率 3.5Hz (REG 输入 32bit, 最高符号位) 通过 MODE 寄存器可选代数和或绝对值和相加;
10H	F_WATT	R	W	32	0	基波功率寄存器,通过 MODE 寄存器可选分相基波和合相基波有功功率输出 AF_WATT 或 BF_WATT 或 FC_WATT 或 F_WATT。刷新率 3.5Hz。

11H	A_VAR	R	W	24	0	A 相平均无功功率寄存器，补码，刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
12H	B_VAR	R	W	24	0	B 相平均无功功率寄存器，补码，刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
13H	C_VAR	R	W	24	0	C 相平均无功功率寄存器，补码，刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
14H	VAR	R	W	32	0	合相平均无功功率寄存器，补码，刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
15H	Reversed	R	W	32	0	
16H	A_VA	R	W	24	0	A 相平均视在功率寄存器，无符号数，刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 无符号数)；通过 MODE 寄存器可选视在功率的计算方式；
17H	B_VA	R	W	24	0	B 相平均视在功率寄存器，无符号数，刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 无符号数)；通过 MODE 寄存器可选视在功率的计算方式；
18H	C_VA	R	W	24	0	C 相平均视在功率寄存器，无符号数，刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 无符号数)；通过 MODE 寄存器可选视在功率的计算方式；
19H	VA	R	W	32	0	合相平均视在功率寄存器，无符号数，刷新率 3.5Hz (REG 输入 24bit, 无符号数)；通过 MODE 寄存器可选视在功率的计算方式；
1AH	PERIOD / CONER_AB or	R	W	32	0	[15: 0]线电压频率周期寄存器 (输入 16bit, 无符号数)；刷新率 3.5Hz； [31: 16]为电压 A 相与电压 B 相的相间时间寄存器，或输出 A 相电压与电

	CONER_A					流间时间寄存器，由 MODE1[31]控制；
1BH	CONER_AC or CONER_B /CONER_BC or CONER_C	R	W	32	0	[15: 0] 为电压 A 相与电压 C 相的相间时间寄存器，或输出 B 相电压与电流间时间寄存器，由 MODE1[31]控制； [31: 16] 为电压 B 相与电压 C 相的相间时间寄存器，或输出 C 相电压与电流间时间寄存器，由 MODE1[31]控制；
1CH	A_PF	R	W	24	0	A 相功率因子寄存器，刷新率 3.5Hz（REG 输入 24bit，最高符号位）；通过 MODE 寄存器可选功率因子的计算方式；
1DH	B_PF	R	W	24	0	B 相功率因子寄存器，刷新率 3.5Hz（REG 输入 24bit，最高符号位）；通过 MODE 寄存器可选功率因子的计算方式；
1EH	C_PF	R	W	24	0	C 相功率因子寄存器，刷新率 3.5Hz（REG 输入 24bit，最高符号位）；通过 MODE 寄存器可选功率因子的计算方式；
1FH	PF	R	W	24	0	合相功率因子寄存器，刷新率 3.5Hz（REG 输入 24bit，最高符号位）；通过 MODE 寄存器可选功率因子的计算方式；
20H	WAHR	R	W	32	0	合相有功能量寄存器
21H	A_WAHR_P	R	W	32	0	A 相正向有功能量寄存器（REG 输入 24bit，无符号数）
22H	B_WAHR_P	R	W	32	0	B 相正向有功能量寄存器（REG 输入 24bit，无符号数）
23H	C_WAHR_P	R	W	32	0	C 相正向有功能量寄存器（REG 输入 24bit，无符号数）

24H	WAHR_P	R	W	32	0	合相正向有功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
25H	A_WAHR_N	R	W	32	0	A 相反向有功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
26H	B_WAHR_N	R	W	32	0	B 相反向有功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
27H	C_WAHR_N	R	W	32	0	C 相反向有功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
28H	WAHR_N	R	W	32	0	合相反向有功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
29H	AF_WAHR	R	W	32	0	A 相基波有功能量寄存器。(REG 输入 32bit, 无符号数)
2AH	BF_WAHR	R	W	32	0	B 相基波有功能量寄存器。(REG 输入 32bit, 无符号数)
2BH	CF_WAHR	R	W	32	0	C 相基波有功能量寄存器。(REG 输入 32bit, 无符号数)
2CH	F_WAHR	R	W	32	0	合相基波有功能量寄存器。(REG 输入 32bit, 无符号数)
2DH	A_VARHR	R	W	32	0	A 相无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
2EH	B_VARHR	R	W	32	0	B 相无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
2FH	C_VARHR	R	W	32	0	C 相无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
30H	VARHR	R	W	32	0	合相无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
31H	VARHR1	R	W	32	0	第 I 象限无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数), 无符号数
32H	VARHR2	R	W	32	0	第 II 象限无功能量寄存器 (REG 输入

						24bit, 无符号数), 无符号数
33H	VARHR3	R	W	32	0	第 III 象限无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
34H	VARHR4	R	W	32	0	第 IV 象限无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数), 无符号数
35H	Reversed	R	W	32	0	
36H	A_VAHR	R	W	32	0	A 相视在能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数); 通过 MODE 寄存器可选视在能量的计算方式;
37H	B_VAHR	R	W	32	0	B 相视在能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数); 通过 MODE 寄存器可选视在能量的计算方式;
38h	C_VAHR	R	W	32	0	C 相视在能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数); 通过 MODE 寄存器可选视在能量的计算方式;
39h	VAHR	R	W	32	0	合相视在能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数); 通过 MODE 寄存器可选视在能量的计算方式;
3Ah	LINE_ WATTHR	R	W	32	0	线周期累计有功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
3Bh	LINE_ VARHR	R	W	32	0	线周期累计无功能量寄存器 (REG 输入 24bit, 无符号数)
3Ch	VAR_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。
3Dh	STATUS1	R	W	32	0	中断状态寄存器 1
3Eh	STATUS2	R	W	32	0	中断状态寄存器 2

3Fh	TEMP	R	W	16	0	温度传感器输出寄存器
-----	------	---	---	----	---	------------

(二) 校表寄存器 (外部写)

40H	BG_CTRL	R/W	R	32	0	基准电压温度系数调整寄存器;
41H	TUNE_COARSE / TUNE_FINE /TEMP_CTRL	R/W	R	20	0	[11: 0]为温度传感器调整寄存器: [2: 0] TUNE_COARSE 粗调寄存器; [11: 3] TUNE_FINE 细调寄存器; [19: 12]为温度传感器控制寄存器 TEMP_CTRL[7: 0]: [1]CURRENT_TRIM_BIT 寄存器; [3]VCM_OPAMP_BYPASS 寄存器; [0]CHOP_SHUTDOWN 寄存器; [2]TEST_MODE 寄存器; [4]CORE_DEM_DISABLE 寄存器; [5]SIGMA-DELTA_DEM_DISABLE 寄存器; [6]TRIMSDM_ENABLE 寄存器; [7]SENSOR_ENABLE 寄存器; [32: 20]保留
42H	TEMP_CAL	R	W	32	???	温度传感器校正寄存器; 校正公式 $Y=AX+B$; [15: 0]温度传感器增益调整寄存器 A; [31: 16] 温度传感器偏置调整寄存器 B;

43H	GAIN	R/W	R	32	0	<p>电流电压 PGA 增益调整寄存器, 详见“前端增益调整”说明。</p> <p>[3: 0]为 A 相电流 PGA 增益调整; [7: 4]为 B 相电流 PGA 增益调整; [11: 8]为 C 相电流 PGA 增益调整; [15: 12]为 A 相电压 PGA 增益调整; [19: 16]为 B 相电压 PGA 增益调整; [23: 20]为 C 相电压 PGA 增益调整; [27: 24]为零线电流 PGA 增益调整; [31: 28] 保留;</p>
44H	IRMS_P1	R/W	R	24	03000 0H	<p>角差分段点定义 P1, 满足 $IRMS_{min} < P1 < P2 < IRMS_{max}$</p>
45H	IRMS_P2	R/W	R	24	28000 0H	<p>角差分段点定义 P2, 满足 $IRMS_{min} < P1 < P2 < IRMS_{max}$</p>
46H	IA_PHCAL	R/W	R	24	00000 0H	<p>A 相电流通道角差校正寄存器,</p> <p>当 $IRMS_{min} <$ 输入电流有效值 $< P1$ 时, [7: 0]用于校正的电流通道相位, [7]为使能位, 最小调整延时时间 280ns, 对应 0.005 度/1LSB, 最大可调整 ± 0.625 度)。</p> <p>当 $P1 <$ 输入电流有效值 $< P2$ 时, [15: 8]用于校正的电流通道相位, [15]为使能位, 调整精度同上。</p> <p>当 $P2 <$ 输入电流有效值 $< IRMS_{max}$ 时, [23: 16]用于校正的电流通道相位, [23]为使能位, 调整精度同上。</p>
47H	IB_PHCAL	R/W	R	24	00000 0H	B 相电流通道角差校正寄存器 (同上)
48H	IC_PHCAL	R/W	R	24	00000 0H	C 相电流通道角差校正寄存器 (同上)

49H	VA_PHCAL	R/W	R	24	00000 0H	<p>A 相电压通道角差校正寄存器，</p> <p>当 $IRMS_{min} < \text{输入电流有效值} < P1$ 时，[7: 0]用于校正的电压通道相位，[7]为使能位，最小调整延时时间 280ns，对应 0.005 度/1LSB，最大可调整 ± 0.625 度)。</p> <p>当 $P1 < \text{输入电流有效值} < P2$ 时，[15: 8]用于校正的电流通道相位，[15]为使能位，调整精度同上。</p> <p>当 $P2 < \text{输入电流有效值} < IRMS_{max}$ 时，[23: 16]用于校正的电压通道相位，[23]为使能位，调整精度同上。</p>
4AH	VB_PHCAL	R/W	R	24	00000 0H	B 相电压通道角差校正寄存器 (同上)
4BH	VC_PHCAL	R/W	R	24	00000 0H	C 相电压通道角差校正寄存器 (同上)
4CH	VAR_PHCAL	R/W	R	32	15000 000H	<p>无功相位校正 (微调):</p> <p>[3: 0]位微调无功功率计算中 A 相电流通道的相位;</p> <p>[7: 4]位微调无功功率计算中 A 相电压通道的相位;</p> <p>[11: 8]位微调无功功率计算中 B 相电流通道的相位;</p> <p>[15: 12] 位微调无功功率计算中 B 相电压通道的相位;</p> <p>[19: 16] 位微调无功功率计算中 C 相电流通道的相位;</p> <p>[23: 20] 位微调无功功率计算中 C 相电压通道的相位;</p> <p>[23]、[19]、[15]、[11]、[7]、[3]为使能位，最小调整延时时间 560ns，对应 0.01 度/1LSB，最大可调整 ± 0.08 度，缺省为 0.04 度。</p>

						无功相位校正（粗调）： [24]为 VAR_PHCAL2_IA 寄存器，为 1 时 IA 通道无功延时 64us； [25]为 VAR_PHCAL2_VA 寄存器，为 1 时 VA 通道无功延时 64us； [26]为 VAR_PHCAL2_IB 寄存器，为 1 时 IB 通道无功延时 64us； [27]为 VAR_PHCAL2_VB 寄存器，为 1 时 VB 通道无功延时 64us； [28]为 VAR_PHCAL2_IC 寄存器，为 1 时 IC 通道无功延时 64us； [29]为 VAR_PHCAL2_VC 寄存器，为 1 时 VC 通道无功延时 64us；
4DH	NI_CHGN/ NI_CHOS	R/W	R	32	00000 000H	[15：0] 为通道增益调整寄存器 NI_CHGN，调整的范围为±50%； [31：16] 为零线通道偏移调整寄存器 NI_CHOS，带符号；
4EH	AI_CHGN/ AI_CHOS	R/W	R	32	00000 000H	A 相电流通道调整寄存器 [15：0] 为通道增益调整寄存器 AI_CHGN，调整的范围为±50%； [31：16] 为电流通道偏移调整寄存器 AI_CHOS，带符号；
4FH	BI_CHGN/ BI_CHOS	R/W	R	32	00000 000H	B 相电流通道调整寄存器 [15：0] 为通道增益调整寄存器 BI_CHGN，调整的范围为±50%； [31：16] 为电流通道偏移调整寄存器 BI_CHOS，带符号；
50H	CI_CHGN/ CI_CHOS	R/W	R	32	00000 000H	C 相电流通道调整寄存器 [15：0] 为通道增益调整寄存器 CI_CHGN，调整的范围为±50%；

						[31: 16] 为电流通道偏移调整寄存器 CI_CHOS, 带符号;
51H	AV_CHGN/ AV_CHOS	R/W	R	32	00000 000H	A 相电压通道调整寄存器 [15: 0] 为通道增益调整寄存器 AV_CHGN, 调整的范围为±50%; [31: 16] 为电压通道偏移调整寄存器 AV_CHOS, 带符号;
52H	BV_CHGN/ BV_CHOS	R/W	R	32	00000 000H	B 相电压通道调整寄存器 [15: 0] 为通道增益调整寄存器 BV_CHGN, 调整的范围为±50%; [31: 16] 为电压通道偏移调整寄存器 BV_CHOS, 带符号;
53H	CV_CHGN/ CV_CHOS	R/W	R	32	00000 000H	C 相电压通道调整寄存器 [15: 0] 为通道增益调整寄存器 CV_CHGN, 调整的范围为±50%; [31: 16] 为电压通道偏移调整寄存器 CV_CHOS, 带符号;
54H	NI_RMSGN/ NI_RMSOS	R/W	R	32	00000 000H	零线有效值调整寄存器, 补码: [15: 0] 为备用通道增益调整寄存器 NI_RMSGN, 补码; [31: 16] 为零线通道偏置调整寄存器 NI_RMSOS, 补码;
55H	AI_RMSGN/ AI_RMSOS	R/W	R	32	00000 000H	A 相电流有效值调整寄存器, 补码: [15: 0] 为电流有效值增益调整寄存器 AI_RMSGN, 补码; [31: 16] 为电流有效值偏置调整寄存器 AI_RMSOS, 补码;
56H	BI_RMSGN/ BI_RMSOS	R/W	R	32	00000 000H	B 相电流有效值调整寄存器, 补码: [15: 0] 为电流有效值增益调整寄存器 BI_RMSGN, 补码; [31: 16] 为电流有效值偏置调整寄存

						器 BI_RMSOS, 补码;
57H	CI_RMSGN/ CI_RMSOS	R/W	R	32	00000 000H	C 相电流有效值调整寄存器, 补码: [15:0] 为电流有效值增益调整寄存器 CI_RMSGN, 补码; [31: 16] 为电流有效值偏置调整寄存器 CI_RMSOS, 补码;
58H	AV_RMSGN/ AV_RMSOS	R/W	R	32	00000 000H	A 相电压有效值调整寄存器, 补码: [15:0] 为电压有效值增益调整寄存器 VA_RMSGN, 补码; [31: 16] 为电压有效值偏置调整寄存器 VA_RMSOS, 补码;
59H	BV_RMSGN/ BV_RMSOS	R/W	R	32	00000 000H	B 相电压有效值调整寄存器, 补码: [15:0] 为电压有效值增益调整寄存器 VB_RMSGN, 补码; [31: 16] 为电压有效值偏置调整寄存器 VB_RMSOS, 补码;
5AH	CV_RMSGN/ CV_RMSOS	R/W	R	32	00000 000H	C 相电压有效值调整寄存器, 补码: [15:0] 为电压有效值增益调整寄存器 VC_RMSGN, 补码; [31: 16] 为电压有效值偏置调整寄存器 VC_RMSOS, 补码;
5BH	A_WATTGN/ A_WATTOS	R/W	R	32	00000 000H	A 相有功功率调整寄存器: [15: 0]为有功功率增益调整寄存器 A_WATTGN, 调整的范围为±50%; [31: 16] 为有功功率偏置校准寄存器 A_WATTOS, 补码;
5CH	B_WATTGN/ B_WATTOS	R/W	R	32	00000 000H	B 相有功功率调整寄存器: [15: 0]为有功功率增益调整寄存器

						B_WATTGN, 调整的范围为±50%; [31: 16] 为有功功率偏置校准寄存器 B_WATTOS, 补码;
5DH	C_WATTGN/ C_WATTOS	R/W	R	32	00000 000H	C 相有功功率调整寄存器: [15: 0]为有功功率增益调整寄存器 C_WATTGN, 调整的范围为±50%; [31: 16] 为有功功率偏置校准寄存器 C_WATTOS, 补码;
5EH	A_VARGN/ A_VAROS	R/W	R	32	00000 000H	A 相无功功率调整寄存器: [15: 0]为无功功率增益调整寄存器 A_VARGN, 调整的范围为±50%; [31: 16] 为无功功率偏置校准寄存器 A_VAROS, 补码;
5FH	B_VARGN/ B_VAROS	R/W	R	32	00000 000H	B 相无功功率调整寄存器: [15: 0]为无功功率增益调整寄存器 B_VARGN, 调整的范围为±50%; [31: 16] 为无功功率偏置校准寄存器 B_VAROS, 补码;
60H	C_VARGN/ C_VAROS	R/W	R	32	00000 000H	C 相无功功率调整寄存器: [15: 0]为无功功率增益调整寄存器 C_VARGN, 调整的范围为±50%; [31: 16] 为无功功率偏置校准寄存器 C_VAROS, 补码;
61H	A_VAGN/ A_VAOS	R/W	R	32	00000 000H	A 相视在功率调整寄存器: [15: 0]为视在功率增益调整寄存器 A_VAGN, 调整的范围为±50%; [31: 16] 为视在功率偏置校准寄存器 A_VAOS, 补码;
62H	B_VAGN/ B_VAOS	R/W	R	32	00000 000H	B 相视在功率调整寄存器: [15: 0]为视在功率增益调整寄存器 B_VAGN, 调整的范围为±50%;

						[31: 16] 为视在功率偏置校准寄存器 B_VAOS, 补码;
63H	C_VAGN/ C_VAOS	R/W	R	32	00000 000H	C 相视在功率调整寄存器: [15: 0]为视在功率增益调整寄存器 C_VAGN, 调整的范围为±50%; [31: 16] 为视在功率偏置校准寄存器 C_VAOS, 补码;
64H	AF_WATTGN/ AF_WATTOS	R/W	R	32	00000 000H	A 相基波有功功率调整寄存器: [15: 0]为基波有功功率增益调整寄存器 AF_WATTGN, 调整的范围为±50%; [31: 16] 为基波有功功率偏置校准寄存器 AF_WATTOS, 补码;
65H	BF_WATTGN/ BF_WATTOS	R/W	R	32	00000 000H	B 相基波有功功率调整寄存器: [15: 0]为基波有功功率增益调整寄存器 BF_WATTGN, 调整的范围为±50%; [31: 16] 为基波有功功率偏置校准寄存器 BF_WATTOS, 补码;
66H	CF_WATTGN/ CF_WATTOS	R/W	R	32	00000 000H	C 相基波有功功率调整寄存器: [15: 0]为基波有功功率增益调整寄存器 CF_WATTGN, 调整的范围为±50%; [31: 16] 为基波有功功率偏置校准寄存器 CF_WATTOS, 补码;
67H	reversed	R	W	32	0	保留
68H	reversed	R	W	32	0	保留
69H	reversed	R	W	32	0	保留
6AH	WA_LOS_A/	R/W	R	30	00000	有功小信号补偿寄存器, 补码。

	WA_LOS_B/ WA_LOS_C				000H	[9: 0]为 A 相有功小信号补偿寄存器 WA_LOS_A; [19: 10] 为 B 相有功小信号补偿寄存器 WA_LOS_B; [29: 20] 为 C 相有功小信号补偿寄存器 WA_LOS_C。
6BH	VAR_LOS_A/ VAR_LOS_B/ VAR_LOS_C/	R/W	R	30	00000 000H	无功小信号补偿寄存器，补码。 [9: 0]为 A 相无功小信号补偿寄存器 VAR_LOS_A; [19: 10] 为 B 相无功小信号补偿寄存器 VAR_LOS_B; [29: 20] 为 C 相无功小信号补偿寄存器 VAR_LOS_C。
6CH	WA_CREEP/ VAR_CREEP	R/W	R	24	16016 0H	[11: 0]为有功防潜动功率阈值寄存器 WA_CREEP (内部倍 2^0); [23: 12] 为无功防潜动功率阈值寄存器 VAR_CREEP (内部倍 2^0);
6DH	WA_CREEP2/ WA_CREEP3	R/W	R	24	FFF42 0H	总有功防潜动阈值寄存器 WA_CREEP 2 (内部倍 2^0 , 该值等于满载的 45ppm, 最大 FFF 等于 0.2%); [23: 12]为总有功防潜动时间阈值寄存器 WA_CREEP3, 为无符号数;
6EH	VAR_CREEP2 / VAR_CREEP3	R/W	R	24	FFF42 0H	[11: 0]为总无功防潜动功率阈值寄存器 VAR_CREEP2 (内部倍 2^0); [23: 12]为总无功防潜动时间阈值寄存器 VAR_CREEP3, 为无符号数;
6FH	RMS_CREEP/ REVP_CREEP	R/W	R	24	06608 7H	[11: 0]为有效值小信号阈值寄存器 RMS_CREEP, 包括零线(内部倍 2^2 后, 该值等于 540, 最大 FFF 等于 16380); [23: 12]为反向指示阈值寄存器 REVP_CREEP (内部倍 2^5 , 该值等

						于 0.2%Ib, 最大 FFF 等于 8%Ib)
70H	CF_MODE/ ZXTOUT	R/W	R	28	FFFF0 01H	<p>[11 : 0]CF 输出频率寄存器 CF_MODE, 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, 缺省 001H。</p> <p>[27: 12] 过零超时寄存器 ZXTOUT, 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, 缺省 FFFFH。</p>
71H	SAGCYC/ SAGLVL/ LINECYC	R/W	R	32	00910 004H	<p>[7: 0]跌落线周期寄存器 SAGCYC, 缺省 04H。</p> <p>[19: 8]跌落电压阈值寄存器 SAGLVL, 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, 缺省为 100H, 约 1/16 满幅度电压输入;</p> <p>[31: 20] 线能量累加周期数寄存器 LINECYC, 缺省 009H, 代表 10 个周期。线周期与外部晶振有关, 推荐晶振为 3.57952MHz</p>
72H	I_PKLVL/ V_PKLVL	R/W	R	24	FFFF FFH	<p>[11: 0]电流峰值门限寄存器 I_PKLVL;</p> <p>[23 : 12] 电压峰值门限寄存器 V_PKLVL</p>
73H	ISUMLVL	R/W	R	24	FFFF FFH	<p>电流比较阈值寄存器, 选择 NI_RMS 与 ISUMLVL 寄存器比较, 如果 NI_RMS 小于 ISUMLVL, 中断状态 ISUMLVL_out 为 0; 如果 NI_RMS 小于 ISUMLVL, 中断状态 ISUMLVL_out 为 1。</p> <p>注意 NI_RMS 可以通过选择为三相瞬态电流代数和的有效值或零线实际测量有效值。</p> <p>功能同 PKLVL。</p>
74H	MODE1	R/W	R	32	00010	计量模式寄存器 MODE1, 详见“计量

					000H	模式选择 1”说明
75H	MODE2	R/W	R	32	00000 000H	计量模式寄存器 MODE2, 详见“计量模式选择 2”说明
76H	RST_ENG	R/W	R	32	00000 00H	能量清零设置寄存器, 详见“能量清零设置寄存器”说明
77H	MASK1	R/W	R	32	00000 00H	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
78H	MASK2	R/W	R	32	00000 00H	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
79H	ENABLE	R	W	32	FFFF FFFF H	功能模块使能寄存器, 详见“功能模块使能寄存器”说明

(三) 特殊寄存器

7AH	reversed	R	W	32	00000 000H	保留
7BH	READ	R	R	32	0	读出数据寄存器。记录上一次 SPI 读出的数据
7CH	WRITE	R	R	32	0	写入数据寄存器。记录上一次 SPI 写入的数据
7DH	CHKSUM	R	R	32	?	检验寄存器。对所有可写校表寄存器的数值求和 40H~79H
7EH	WRPROT	R/W	R	8	00H	[7: 0]写保护设置寄存器 WRPROT。写入 55H 时, 表示允许对可写寄存器写操作;
7FH	SOFT_NRS T	R/W	R	32	00000 000H	软件复位寄存器, 当输入为 5A5A5A5AH 时, 系统被 reset。

(四) 计量模式寄存器1 (MODE1)

位置	名称	默认值	描述		
0~2	WAVEFORM_SEL	000	波形寄存器输出选择： 为 001 时，波形寄存器输出零线电流波形 NI_WAVE 为 010 时，波形寄存器输出 A 相电流波形 IA_WAVE 为 011 时，波形寄存器输出 B 相电流波形 IB_WAVE 为 100 时，波形寄存器输出 C 相电流波形 IC_WAVE 为 101 时，波形寄存器输出 A 相电压波形 VA_WAVE 为 110 时，波形寄存器输出 B 相电压波形 VB_WAVE 为 111 时，波形寄存器输出 C 相电压波形 VC_WAVE 缺省为 000 时，波形寄存器输出 0；		
3	NI_RMS_SEL	0	为 0 时，NI_RMS 输出零线电流有效值；为 1 时，NI_RMS 输出三相电流瞬时波形和的有效值；		
4~5	PEAK_SEL	0	电压电流峰值计量选择。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]	VPEAK 和 IPEAK 输出峰值	
			0	0	A 相
			0	1	B 相
			1	0	C 相
1	1	A 相			
6	WATT_SEL	0	有功功率累计方式选择		
			WATTSEL 值	对应计算方式	
			WATTSEL =0	三相功率代数和	

			WATTSEL =1	三相功率绝对值和	
7~8	FWATT_SEL	0	基波功率寄存器输出选择:		
			FWATT_SEL[1: 0]	FWATT 寄存器输出	
			0	0	FWATT, 合相基波平均有功功率寄存器, 补码, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
			0	1	FA_WATT, A 相基波平均有功功率寄存器, 补码, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
			1	0	FB_WATT, B 相基波平均有功功率寄存器, 补码, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
			1	1	FC_WATT, C 相基波平均有功功率寄存器, 补码, 刷新率 10Hz (REG 输入 24bit, 最高符号位)
9~10	reversed	0	保留		
11~12	reversed	0	保留		
13~14	PERIOD_SEL	00	<p>PERIOD_SEL 当为 00 时, 自动频率周期检测选择, 缺省顺序为 A 相=>C 相=>B 相, 自动选择避免断相; 其中自动切换的依据是 SAG_A, SAG_B, SAG_C 信号;</p> <p>自动切换原理:</p> <p>当 SAG_A 为 0 时, 表明 A 相正常工作, 没有电压跌落事件, 这时周期寄存器 PERIOD 输出 A 相频率周期;</p> <p>当 SAG_A=1, 且 SAG_C =0 时, 表明 A 相发生电压跌落, 而 B 相正常工作, 没有电压跌落事件, 这时周期寄存器 PERIOD 输出输出 C 频率相频率;</p> <p>当 SAG_A=1, SAG_C =1, 且 SAG_B =0 时, 表明 A、C 相发生电压跌落, 而 B 相正常工作, 没有电压跌落事件, 这时周期寄存器 PERIOD 输出 B 频率相频率;</p> <p>PERIOD 寄存器中记录的对 50Hz 线周期的计数, 如果输入信号偏离 50Hz, 对应计数值会有变化。</p>		

			PERIOD_SEL [1: 0]		PERIOD 输出描述
			0	1	A 相频率周期
			1	0	B 相频率周期
			1	1	C 相频率周期
			0	0	自动频率周期切换功能
15	REVP_SE L	0	为 1 时候, REVP1 输出分相有功 REVP 之与; 为 0 时候, REVP1 输出 REVP 输出总有功 REVP; 注意: MODE1[23]也影响 REVP1 输出。 为 1 时候, REVP2 输出分相无功 REVP 之与; 为 0 时候, REVP2 输出总无功 REVP;		
16	LOS_SEL	0	通道串扰自适应调整		
			LOS_SEL =0		小信号自适应调整关
			LOS_SEL =1		小信号自适应调整开
17~18	CREEP_F LAG_TIME _SET	10	设置潜动标志位计算时间设置寄存器: 判断的方法是计算在同一时间间隔里, 瞬时功率的积分是 否大于同样时间段中防潜动阈值 WA_CREEP2/2 或 VAR_CREEP2/2 的积分, 如果没有, 快速潜动标志位输 出 0, 如果有潜动标志位输出 1;		
			CREEP_FLAG_TIME_S ET [1: 0]		对应积分时间
			0	0	2.3 秒 (3.58M 晶体情况下)
			0	1	9.2 秒 (3.58M 晶体情况下)
			1	0	36.8 秒 (3.58M 晶体情况下)
			1	1	73.6 秒 (3.58M 晶体情况下)

19	Disable_C F1	1	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。				
20	Disable_C F2	1	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。				
21	AntiCreep _Sel	0	防潜动模式选择，缺省为 0，使用功率阈值比较方式防潜动；为 1 时候，开启定时防潜方式；				
22	PHCAL_S ET	0	角差分段补偿设置，为 0 时，允许角差分段补偿；为 1 时，相位补偿只用一个值，用 PHCAL[15: 8]；				
23	STATUS_ REVP_SE L	0	状态寄存器中反向指示标志位选择。为 0 时，标志位为全波有功或全波无功反向指示；为 1 时，对应标志位为基波有功反向指示；				
24~25	SDM_CLK _Sel	00	模拟前端 ADC 工作频率选择，可选 OSC/8，OSC/4，OSC/2，OSC				
			SDM_CLK_Sel				
			0	0	ADC 工作频率 OSC/4		
			0	1	ADC 工作频率 OSC/2		
			1	0	ADC 工作频率 OSC		
			1	1	ADC 工作频率 OSC/8		
26~28	CORRECT _MAX_SE T	000	大信号非线性校正寄存器，用于校正 IRMS>P2 时的功率非线性， P2 一般设置为>20A，P3=1.33*P2				
			MODE1_CORR ECT_MAX_SET		P2<IRMS<P3 时功率校正幅 度	P3<IRMS 时功率 校正幅度	
			0	0	0	0	0
			0	0	1	+0.025%	+0.05%
			0	1	0	+0.05%	+0.1%

			0	1	1	+0.075%	+0.15%
			1	0	0	+0.1%	+0.2%
			1	0	1	-0.1%	-0.2%
			1	1	0	-0.05%	-0.1%
			1	1	1	-0.025%	-0.05%
29~30	GAINV_SET	00	电压输入增益信号调节，当外部输入电压使用较小值时，可数字化调节电压通道增益，三相调节一致				
			[30]	[29]			
			0	0	电压输入电阻取 1Mohm: 1Kohm		
			0	1	电压输入电阻取 1Mohm: 500ohm		
			1	0	电压输入电阻取 1Mohm: 250ohm		
1	1	电压输入电阻取 1Mohm: 125ohm					
31	CONER_SET	0	为 0 时，输出 CONER_AB, CONER_AC, CONER_BC; 为 1 时，输出 CONER_A, CONER_B, CONER_C;				

(五) 计量模式寄存器2 (MODE2)

MODE2[3: 0] 默认值 0000:

MODE2 [3: 0]	AT0 输出	AT1 输出	AT2 输出	AT3 输出	AT4 输出	AT5 输出
0000	SAG_A	SAG_B	SAG_C	PS_V	SAG	PS_I
0001	ZXTO_A	ZXTO_B	ZXTO_C	REVPWATT	ZXTO	PS_V
0010	ZX_A	ZX_B	ZX_C	REVPVAR	PKV	ISUMLVL_OUTPUT
0011	PKI_A	PKI_B	PKI_C	PKNI	PKI	FLAG_WA_

						CREEP
0100	PKV_A	PKV_B	PKV_C	WATTEHF	VAEHF	FLAG_VAR_CREEP
0101	WAPEHF_A	WAPEHF_B	WAPEHF_C	WAPEHF	WANEHF	REVPWATT
0110	WANEHF_A	WANEHF_A	WANEHF_A	WANEHF	WAPEHF	PDM_TEMP
0111	FWAEHF_A	FWAEHF_B	FWAEHF_C	FWAEHF	VREF_LOW	SAG
1000	VAREHF_A	VAREHF_B	VAREHF_C	VAREHF	FWAEHF	FLAG_F_WA_CREEP
1001	VARE1HF	VARE2HF	VARE3HF	VARE4HF	VAREHF	PDM_NI
1010	VAEHF_A	VAEHF_B	VAEHF_C	VAEHF	WATTEHF	PDM_AI
1011	REVPAP_A	REVPAP_B	REVPAP_C	REVPAP	VARE1HF	PDM_BI
1100	F REVPAP_A	FREVPAP_B	FREVPAP_B	FREVPAP	VARE2HF	PDM_CI
1101	REVPRP_A	REVPRP_B	REVPRP_C	REVPRP	VARE3HF	PDM_AV
1110	PS_I	PS_V	FLAG_WA_CREEP	FLAG_VAR_CREEP	VARE4HF	PDM_BV
1111	PDM_AI	PDM_AV	PDM_BI	PDM_BV	PDM_CI	PDM_CV

位置	名称	默认值	描述
0~3	AT_CTRL	0000	通过内部程序设置 outputcontrol 寄存器，可控制输出 AT0~AT5（具体输出见上表）
4	HPFSELn	0	为 1 时候，输入信号不经过 HPF；为 0 时候，经过 HPF
5	LOS_ADJ	0	缺省为 0，功能关闭；为 1 时，有功及无功小信号补偿自动随功率因子变化调整，如当 PF=0.5 时，实际有功功率小信号补偿值为 WA_LOS*PF；

6	PF_VA_SEL	1	<p>单相视在功率和功率因子计算方法选择：</p> <p>为 0 时：</p> <p>分相视在功率为电流有效值乘电压有效值， 分相功率因子为有功功率/视在功率</p> <p>为 1 时：</p> <p>分相视在功率为 SQRT（有功功率平方+无功功率平方）， 分相功率因子为有功功率/SQRT（有功功率平方+无功功率平方）</p>																																
7	PD_V	0	<p>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时钟关断； 为 0 时候缺省</p>																																
8	PD_I	0	<p>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时钟关断，数字部分所有电流有效值计算时钟关断； 为 0 时候缺省</p>																																
9	PD_S	0	<p>为 1 时候关断温度传感器时钟；为 0 时，正常工作。</p>																																
10~12	CF1_SEL	000	<p>CF1 即是 CF_WATT，为有功能量校验脉冲输出。</p>																																
			<p>CF1_SEL[2:0] 为输出选择</p>																																
			<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>CF1 输出全波合相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>CF1 输出全波 A 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>CF1 输出全波 B 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>CF1 输出全波 C 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>CF1 输出基波合相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>CF1 输出基波 A 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>CF1 输出基波 B 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>CF1 输出基波 C 相有功能量脉冲</td> </tr> </table>	0	0	0	CF1 输出全波合相有功能量脉冲	0	0	1	CF1 输出全波 A 相有功能量脉冲	0	1	0	CF1 输出全波 B 相有功能量脉冲	0	1	1	CF1 输出全波 C 相有功能量脉冲	1	0	0	CF1 输出基波合相有功能量脉冲	1	0	1	CF1 输出基波 A 相有功能量脉冲	1	1	0	CF1 输出基波 B 相有功能量脉冲	1	1	1	CF1 输出基波 C 相有功能量脉冲
			0	0	0	CF1 输出全波合相有功能量脉冲																													
			0	0	1	CF1 输出全波 A 相有功能量脉冲																													
			0	1	0	CF1 输出全波 B 相有功能量脉冲																													
			0	1	1	CF1 输出全波 C 相有功能量脉冲																													
			1	0	0	CF1 输出基波合相有功能量脉冲																													
			1	0	1	CF1 输出基波 A 相有功能量脉冲																													
1	1	0	CF1 输出基波 B 相有功能量脉冲																																
1	1	1	CF1 输出基波 C 相有功能量脉冲																																
<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>CF1 输出全波合相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>CF1 输出全波 A 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>CF1 输出全波 B 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>CF1 输出全波 C 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>CF1 输出基波合相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>CF1 输出基波 A 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>CF1 输出基波 B 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>CF1 输出基波 C 相有功能量脉冲</td> </tr> </table>	0	0	0	CF1 输出全波合相有功能量脉冲	0	0	1	CF1 输出全波 A 相有功能量脉冲	0	1	0	CF1 输出全波 B 相有功能量脉冲	0	1	1	CF1 输出全波 C 相有功能量脉冲	1	0	0	CF1 输出基波合相有功能量脉冲	1	0	1	CF1 输出基波 A 相有功能量脉冲	1	1	0	CF1 输出基波 B 相有功能量脉冲	1	1	1	CF1 输出基波 C 相有功能量脉冲			
0	0	0	CF1 输出全波合相有功能量脉冲																																
0	0	1	CF1 输出全波 A 相有功能量脉冲																																
0	1	0	CF1 输出全波 B 相有功能量脉冲																																
0	1	1	CF1 输出全波 C 相有功能量脉冲																																
1	0	0	CF1 输出基波合相有功能量脉冲																																
1	0	1	CF1 输出基波 A 相有功能量脉冲																																
1	1	0	CF1 输出基波 B 相有功能量脉冲																																
1	1	1	CF1 输出基波 C 相有功能量脉冲																																
<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>CF1 输出全波合相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>CF1 输出全波 A 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>CF1 输出全波 B 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>CF1 输出全波 C 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>CF1 输出基波合相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>CF1 输出基波 A 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>CF1 输出基波 B 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>CF1 输出基波 C 相有功能量脉冲</td> </tr> </table>	0	0	0	CF1 输出全波合相有功能量脉冲	0	0	1	CF1 输出全波 A 相有功能量脉冲	0	1	0	CF1 输出全波 B 相有功能量脉冲	0	1	1	CF1 输出全波 C 相有功能量脉冲	1	0	0	CF1 输出基波合相有功能量脉冲	1	0	1	CF1 输出基波 A 相有功能量脉冲	1	1	0	CF1 输出基波 B 相有功能量脉冲	1	1	1	CF1 输出基波 C 相有功能量脉冲			
0	0	0	CF1 输出全波合相有功能量脉冲																																
0	0	1	CF1 输出全波 A 相有功能量脉冲																																
0	1	0	CF1 输出全波 B 相有功能量脉冲																																
0	1	1	CF1 输出全波 C 相有功能量脉冲																																
1	0	0	CF1 输出基波合相有功能量脉冲																																
1	0	1	CF1 输出基波 A 相有功能量脉冲																																
1	1	0	CF1 输出基波 B 相有功能量脉冲																																
1	1	1	CF1 输出基波 C 相有功能量脉冲																																
<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>CF1 输出全波合相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>CF1 输出全波 A 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>CF1 输出全波 B 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>CF1 输出全波 C 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>CF1 输出基波合相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>CF1 输出基波 A 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>CF1 输出基波 B 相有功能量脉冲</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>CF1 输出基波 C 相有功能量脉冲</td> </tr> </table>	0	0	0	CF1 输出全波合相有功能量脉冲	0	0	1	CF1 输出全波 A 相有功能量脉冲	0	1	0	CF1 输出全波 B 相有功能量脉冲	0	1	1	CF1 输出全波 C 相有功能量脉冲	1	0	0	CF1 输出基波合相有功能量脉冲	1	0	1	CF1 输出基波 A 相有功能量脉冲	1	1	0	CF1 输出基波 B 相有功能量脉冲	1	1	1	CF1 输出基波 C 相有功能量脉冲			
0	0	0	CF1 输出全波合相有功能量脉冲																																
0	0	1	CF1 输出全波 A 相有功能量脉冲																																
0	1	0	CF1 输出全波 B 相有功能量脉冲																																
0	1	1	CF1 输出全波 C 相有功能量脉冲																																
1	0	0	CF1 输出基波合相有功能量脉冲																																
1	0	1	CF1 输出基波 A 相有功能量脉冲																																
1	1	0	CF1 输出基波 B 相有功能量脉冲																																
1	1	1	CF1 输出基波 C 相有功能量脉冲																																
13~15	CF2_SEL	0000	<p>CF2 即是 CF_VAR，为无功或视在能量输出校验脉冲。</p>																																

			CF2_SEL[2: 0]			为输出选择
			0	0	0	CF2 输出全波合相无功能量脉冲
			0	0	1	CF2 输出全波 A 相无功能量脉冲
			0	1	0	CF2 输出全波 B 相无功能量脉冲
			0	1	1	CF2 输出全波 C 相无功能量脉冲
			1	0	0	CF2 输出全波合相视在能量脉冲
			1	0	1	CF2 输出全波 A 相视在能量脉冲
			1	1	0	CF2 输出全波 B 相视在能量脉冲
			1	1	1	CF2 输出全波 C 相视在能量脉冲
16	VAR_FLAG_SEL	0	为 0 时，VAR_FLAG 按照寄存器速率刷新； 为 1 时，VAR_FLAG 按照实时功率刷新；			
17	3P_PF_VAL_SEL	1	合相视在功率和功率因子计算方法选择： 为 0 时： 合相视在功率三相视在功率和； 合相功率因子为三相有功功率代数和/三相视在功率和； 为 1 时： 合相视在功率为 SQRT （三相有功功率代数和平方+三相无功功率代数和平方）； 合相功率因子为三相有功功率代数和/ SQRT （三相有功功率代数和平方+三相无功功率代数和平方）；			
18	LINE_SEL	0	线周期计算方式选择，为 1 时，周期按照晶振 3.57920M/50 为一个线周期；为 0 时，周期按照 A 相电压的过零来计算每个线周期；			

20, 19	SPI_rst	00	<p>SPI 复位寄存器，可选择 SPI 的空闲复位时间。</p> <p>Mode[20: 19]=00, SPI 不复位；</p> <p>Mode[20: 19]=01, 当 SPI 接口空闲时间达到 500ms, 芯片自动复位 SPI 接口。注：只复位 SPI 接口。</p> <p>Mode[20: 19]=10, 当 SPI 接口空闲时间达到 0.8s, 芯片自动复位 SPI 接口。注：只复位 SPI 接口。</p> <p>Mode[20: 19]=11, 当 SPI 接口空闲时间达到 1.6s, 芯片自动复位 SPI 接口。注：只复位 SPI 接口。</p>
22, 21	CH_EX_SEL	0	<p>输入信号交换选择</p> <p>Mode[22: 21]=00, 外围 PCB 输入到 7 通道 ADC 的信号依次为, IC, IB, IA, NI, VA, VB, VC;</p> <p>Mode[22: 21]=01, 外围 PCB 输入到 7 通道 ADC 的信号依次为, VC, VB, VA, NI, IA, IB, IC;</p> <p>Mode[22: 21]=10, 外围 PCB 输入到 7 通道 ADC 的信号依次为, IC, IB, IA, NI, VC, VB, VA;</p> <p>Mode[22: 21]=11, 外围 PCB 输入到 7 通道 ADC 的信号依次为, VA, VB, VC, NI, IA, IB, IC;</p>
23	RMS_CLK_SEL	0	有效值稳定时间选择, 为 1 时, 为更稳定, 为 0 时, 为快速启动所用。
24	REVP_INP_UT_SEL	0	反向指示选择, 为 1 时, 选择实时功率符号位为反向指示, REVP_CREEP 有效; 为 0 时, 选择 3.5Hz 功率符号位为反向指示, WA_CREEP 和 VAR_CREEP 有效;
25	Reserved	0	保留
26	Reserved	0	保留
27	Reserved	0	保留
28	Reserved	0	保留

(六) 能量清零设置寄存器 (RST_ENERGY_REG)

位置	名称	缺省值	描述
0	WAHR_SET	0	设置为 1 时, WAHR 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, WAHR 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自动累计;
1	A_WAHR_P_SET	0	设置为 1 时, A_WAHR_P 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, A_WAHR_P 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自动累计;
2	B_WAHR_P_SET	0	设置为 1 时, B_WAHR_P 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, B_WAHR_P 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自动累计;
3	C_WAHR_P_SET	0	设置为 1 时, C_WAHR_P 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, C_WAHR_P 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自动累计;
4	WAHR_P_SET	0	设置为 1 时, WAHR_P 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, WAHR_P 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自动累计;
5	A_WAHR_N_SET	0	设置为 1 时, A_WAHR_N 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, A_WAHR_N 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自动累计;
6	B_WAHR_N_SET	0	设置为 1 时, B_WAHR_N 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, B_WAHR_N 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自动累计;
7	C_WAHR_N_SET	0	设置为 1 时, C_WAHR_N 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, C_WAHR_N 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自

			动累计;
8	WAHR_N_SET	0	设置为 1 时, WAHR_N 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, WAHR_N 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自动累计;
9	AF_WAHR_SET	0	设置为 1 时, AF_WAHR 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, AF_WAHR 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自动累计;
10	BF_WAHR_SET	0	设置为 1 时, BF_WAHR 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, BF_WAHR 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自动累计;
11	CF_WAHR_SET	0	设置为 1 时, CF_WAHR 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, CF_WAHR 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自动累计;
12	F_WAHR_SET	0	设置为 1 时, F_WAHR 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, F_WAHR 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自动累计;
13	A_VARHR_SET	0	设置为 1 时, A_VARHR 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, A_VARHR 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自动累计;
14	B_VARHR_SET	0	设置为 1 时, B_VARHR 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, B_VARHR 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自动累计;
15	C_VARHR_SET	0	设置为 1 时, C_VARHR 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, C_VARHR 寄存器在读操作后不会自动清零, 只会不断自动累计;
16	VARHR_SET	0	设置为 1 时, VARHR 寄存器在读操作后自动清零; 设置为 0 时, VARHR 寄存器在读操作

			后不会自动清零，只会不断自动累计；
17	VARHR1_SET	0	设置为 1 时，VARHR1 寄存器在读操作后自动清零；设置为 0 时，VARHR1 寄存器在读操作后不会自动清零，只会不断自动累计；
18	VARHR2_SET	0	设置为 1 时，VARHR2 寄存器在读操作后自动清零；设置为 0 时，VARHR2 寄存器在读操作后不会自动清零，只会不断自动累计；
19	VARHR3_SET	0	设置为 1 时，VARHR3 寄存器在读操作后自动清零；设置为 0 时，VARHR3 寄存器在读操作后不会自动清零，只会不断自动累计；
20	VARHR4_SET	0	设置为 1 时，VARHR4 寄存器在读操作后自动清零；设置为 0 时，VARHR4 寄存器在读操作后不会自动清零，只会不断自动累计；
21	F_VARHR_SET	0	设置为 1 时，F_VARHR 寄存器在读操作后自动清零；设置为 0 时，F_VARHR 寄存器在读操作后不会自动清零，只会不断自动累计；
22	A_VAHR_SET	0	设置为 1 时，A_VAHR 寄存器在读操作后自动清零；设置为 0 时，A_VAHR 寄存器在读操作后不会自动清零，只会不断自动累计；
23	B_VAHR_SET	0	设置为 1 时，B_VAHR 寄存器在读操作后自动清零；设置为 0 时，B_VAHR 寄存器在读操作后不会自动清零，只会不断自动累计；
24	C_VAHR_SET	0	设置为 1 时，C_VAHR 寄存器在读操作后自动清零；设置为 0 时，C_VAHR 寄存器在读操作后不会自动清零，只会不断自动累计；
25	VAHR_SET	0	设置为 1 时，VAHR 寄存器在读操作后自动清零；设置为 0 时，VAHR 寄存器在读操作后不会自动清零，只会不断自动累计；
26	reversed	0	保留
27	reversed	0	保留

28	reversed	0	保留
29	reversed	0	保留
30	reversed	0	保留
31	reversed	0	保留

(七) 中断状态寄存器 (STATUS1/STATUS2)

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, 跌落为 1
1	SAG_B	0	指示产生 B 相线电压跌落中断, 跌落为 1
2	SAG_C	0	指示产生 C 相线电压跌落中断, 跌落为 1
3	ZXTO_A	0	指示产生 A 相过零超时中断, 超时为 1
4	ZXTO_B	0	指示产生 B 相过零超时中断, 超时为 1
5	ZXTO_C	0	指示产生 C 相过零超时中断, 超时为 1
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, 为 1
10	PKI_A	0	指示 A 相电流通道有效值峰值超过 PKILVL 中断, 为 1
11	PKV_B	0	指示 B 相电压通道有效值峰值超过 PKVLVL 中断, 为 1
12	PKI_B	0	指示 B 相电流通道有效值峰值超过 PKILVL 中断, 为 1

13	PKV_C	0	指示 C 相电压通道有效值峰值超过 PKVLVL 中断，为 1
14	PKI_C	0	指示 C 相电流通道有效值峰值超过 PKILVL 中断，为 1
15	PKNI	0	指示 N 相电流通道有效值峰值超过 PKILVL 中断，为 1
16	PS_V	0	电压相序，0 为正常，1 为逆相序，适用三相四线。存在断相时，输出为 0； ?? 三相三线时候??
17	WAPEHF_A	0	指示 A_WAHR_P 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
18	WAPEHF_B	0	指示 B_WAHR_P 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
19	WAPEHF_C	0	指示 C_WAHR_P 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
20	WAPEHF	0	指示 WAHR_P 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
21	WANEHF_A	0	指示 A_WAHR_N 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
22	WANEHF_B	0	指示 B_WAHR_N 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
23	WANEHF_C	0	指示 C_WAHR_N 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
24	WANEHF	0	指示 WAHR_N 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
25	FWAEHF_A	0	指示 AF_WAHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
26	FWAEHF_B	0	指示 BF_WAHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
27	FWAEHF_C	0	指示 CF_WAHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
28	FWAEHF	0	指示 F_WAHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
29	VREF_LOW	0	指示基准电压值偏低，为 1 时，VREF<1V；为 0 时正常
30	ISUMLVL_OUT	0	指示三相电流和超过阈值
31	DATA_UPDATE	0	3.5HZ 数据刷新时钟

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[31: 0]的第 31 位变为 1 (半满)
11	VAEHF_A	0	指示 A_VAHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1 (半满), 同 STATUS3[3]
12	VAEHF_B	0	指示 B_VAHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1 (半满), 同 STATUS3[7]
13	VAEHF_C	0	指示 C_VAHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1 (半满), 同 STATUS3[11]
14	VAEHF	0	指示 VAHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1 (半满), 同 STATUS3[15]
15	FREVPAP_A	0	指示 A 相基波有功功率计算发生符号变化
16	FREVPAP_B	0	指示 B 相基波有功功率计算发生符号变化
17	FREVPAP_C	0	指示 C 相基波有功功率计算发生符号变化

18	FREVPAP	0	指示基波有功功率计算发生符号变化
19	PS_I	0	指示电流相序，0 为正常，1 为逆相序，电流相序检测只在电流值大于 5%I _b 时才准确；存在断相时，输出为 0；适用三相四线；
20	VAREHF_A	0	指示 A_VARHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
21	VAREHF_B	0	指示 B_VARHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
22	VAREHF_C	0	指示 C_VARHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
23	VAREHF	0	指示 VARHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
24	VARE1HF	0	指示 VARHR1 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
25	VARE2HF	0	指示 VARHR2 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
26	VARE3HF	0	指示 VARHR3 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
27	VARE4HF	0	指示 VARHR4 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1（半满）
28	FLAG_F_WA_CREEP	0	为 1 时，指示基波有功功率在指定的时间段里平均值大于防潜动阈值的 1/2；为 0 时，指示基波有功功率在指定的时间段里平均值小于防潜动阈值的 1/2；
29	SPI_INPUT_ERR	0	SPI 输入校验，为 1 时，校验和错误；
30	FLAG_WA_CREEP	0	为 1 时，指示有功功率在指定的时间段里平均值大于防潜动阈值的 1/2；为 0 时，指示有功功率在指定的时间段里平均值小于防潜动阈值的 1/2；
31	FLAG_VAR_CREEP	0	为 1 时，指示无功功率在指定的时间段里平均值大于防潜动阈值的 1/2；为 0 时，指示无功功率在指定的时间段里平均值小于防潜动阈值的 1/2；

(八) 中断屏蔽寄存器 (MASK1/MASK2)

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；为 1 时，屏蔽该功能；
1	SAG_B	0	允许指示产生 B 相线电压跌落中断；为 1 时，屏蔽该功能；
2	SAG_C	0	允许指示产生 C 相线电压跌落中断；为 1 时，屏蔽该功能；
3	ZXTO_A	0	允许指示产生 A 相过零超时中断；为 1 时，屏蔽该功能；
4	ZXTO_B	0	允许指示产生 B 相过零超时中断；为 1 时，屏蔽该功能；
5	ZXTO_C	0	允许指示产生 C 相过零超时中断；为 1 时，屏蔽该功能；
6	ZX_A	0	允许指示产生 A 相电压波形符号位；为 1 时，屏蔽该功能；
7	ZX_B	0	允许指示产生 B 相电压波形符号位；为 1 时，屏蔽该功能；
8	ZX_C	0	允许指示产生 C 相电压波形符号位；为 1 时，屏蔽该功能；
9	PKV_A	0	允许指示 A 相电压通道有效值峰值超过 PKVLVL 中断；为 1 时，屏蔽该功能；
10	PKI_A	0	允许指示 A 相电流通道有效值峰值超过 PKILVL 中断；为 1 时，屏蔽该功能；
11	PKV_B	0	允许指示 B 相电压通道有效值峰值超过 PKVLVL 中断；为 1 时，屏蔽该功能；

12	PKI_B	0	允许指示 B 相电流通道有效值峰值超过 PKILVL 中断; 为 1 时, 屏蔽该功能;
13	PKV_C	0	允许指示 C 相电压通道有效值峰值超过 PKVLVL 中断; 为 1 时, 屏蔽该功能;
14	PKI_C	0	允许指示 C 相电流通道有效值峰值超过 PKILVL 中断; 为 1 时, 屏蔽该功能;
15	PKNI	0	允许指示 N 相电流通道有效值峰值超过 PKILVL 中断
16	PS_V	0	允许指示电压相序, 0 为正常, 1 为逆相序, 适用三相三线 and 四线; 为 1 时, 屏蔽该功能;
17	APEHF_A	0	允许指示 A_WAHR_P 寄存器[31:0]的第 31 位变为 1(半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
18	APEHF_B	0	允许指示 B_WAHR_P 寄存器[31:0]的第 31 位变为 1(半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
19	APEHF_C	0	允许指示 C_WAHR_P 寄存器[31:0]的第 31 位变为 1(半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
20	APEHF	0	允许指示 WAHR_P 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1 (半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
21	ANEHF_A	0	允许指示 A_WAHR_N 寄存器[31:0]的第 31 位变为 1(半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
22	ANEHF_B	0	允许指示 B_WAHR_N 寄存器[31:0]的第 31 位变为 1(半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
23	ANEHF_C	0	允许指示 C_WAHR_N 寄存器[31:0]的第 31 位变为 1(半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
24	ANEHF	0	允许指示 WAHR_N 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1 (半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
25	FWAEHF_A	0	允许指示 AF_WAHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1 (半满)
26	FWAEHF_B	0	允许指示 BF_WAHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1 (半满)

27	FWAEHF_C	0	允许指示 CF_WAHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1 (半满)
28	FWAEHF	0	允许指示 F_WAHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1 (半满)
29	VREF_LOW	0	允许指示基准电压值偏低, 为 1 时, VREF<1V; 为 0 时正常
30	ISUMLVL_OUT	0	允许指示三相电流和超过阈值
31	DATA_UPDATE	0	3.5HZ 数据刷新时钟

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; 为 1 时, 屏蔽该功能;
1	REVPRP_A	0	允许指示 A 相无功功率计算发生符号变化; 为 1 时, 屏蔽该功能;
2	REVPAP_B	0	允许指示 B 相有功功率计算发生符号变化; 为 1 时, 屏蔽该功能;
3	REVPRP_B	0	允许指示 B 相无功功率计算发生符号变化; 为 1 时, 屏蔽该功能;
4	REVPAP_C	0	允许指示 C 相有功功率计算发生符号变化; 为 1 时, 屏蔽该功能;
5	REVPRP_C	0	允许指示 C 相无功功率计算发生符号变化; 为 1 时, 屏蔽该功能;
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; 为 1 时, 屏蔽该功能;
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; 为 1 时, 屏蔽该功能;

8	REVPAP	0	允许指示合相总有功功率计算发生符号变化; 为 1 时, 屏蔽该功能;
9	REVPRP	0	允许指示合相总无功功率计算发生符号变化; 为 1 时, 屏蔽该功能;
10	WATTEHF	0	允许指示 WAHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1 (半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
11	VAEHR_A	0	允许指示 A_VAHR 寄存器[31:0]的第 31 位变为 1(半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
12	VAEHR_B	0	允许指示 B_VAHR 寄存器[31:0]的第 31 位变为 1(半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
13	VAEHR_C	0	允许指示 C_VAHR 寄存器[31:0]的第 31 位变为 1(半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
14	VAEHR	0	允许指示 VAHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1 (半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
15	FREVPAP_A	0	允许指示 A 相基波有功功率计算发生符号变化, 为 1 时, 屏蔽该功能;
16	FREVPAP_B	0	允许指示 B 相基波有功功率计算发生符号变化, 为 1 时, 屏蔽该功能;
17	FREVPAP_C	0	允许指示 C 相基波有功功率计算发生符号变化, 为 1 时, 屏蔽该功能;
18	FREVPAP	0	允许指示基波有功功率计算发生符号变化, 为 1 时, 屏蔽该功能;
19	PS_I	0	允许指示电流相序, 0 为正常, 1 为逆相序, 适用三相三线和四线。; 为 1 时, 屏蔽该功能;
20	REHF_A	0	允许指示 A_VARHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1 (半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
21	REHF_B	0	允许指示 B_VARHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1 (半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
22	REHF_C	0	允许指示 C_VARHR 寄存器[31: 0]的第 31 位变为 1

			(半满); 为 1 时, 屏蔽该功能;
23	REHF	0	允许指示 VARHR 寄存器[31:0]的第 31 位变为 1(半满)
24	RE1HF	0	允许指示 VARHR1 寄存器[31:0]的第 31 位变为 1(半满)
25	RE2HF	0	允许指示 VARHR2 寄存器[31:0]的第 31 位变为 1(半满)
26	RE3HF	0	允许指示 VARHR3 寄存器[31:0]的第 31 位变为 1(半满)
27	RE4HF	0	允许指示 VARHR4 寄存器[31:0]的第 31 位变为 1(半满)
28	Reversed	0	
29	SPI_CHECK	0	SPI 输入校验, 为 1 时, 校验和错误;
30	FLAG_WA_CREE P	0	允许指示有功功率潜动指示位;; 为 1 时, 屏蔽该功能;
31	FLAG_VAR_CREE P	0	允许指示无功功率潜动指示位;; 为 1 时, 屏蔽该功能;

(九) 功能关断寄存器 (ENABLE)

位置	名称	默认值	描述
0	En_FWA_A	1	为 0 时候, A 相基波功率及能量模块关闭; 为 1 时候, 该模块正常工作;
1	reversed	1	保留
2	En_VA_A	1	为 0 时候, A 相全波视在功率、视在能量、功率因子计算模块关闭; 为 1 时候, 该模块正常工作;

3	En_WA_A	1	为 0 时候, A 相全波有功功率、有功能量模块关闭; 为 1 时候, 该模块正常工作;
4	En_VAR_A	1	为 0 时候, A 相全波无功功率、无功能量模块关闭; 为 1 时候, 该模块正常工作;
5	En_IRMS_A	1	为 0 时候, A 相电流有效值计算模块关闭; 为 1 时候, 该模块正常工作;
6	En_VRMS_A	1	为 0 时候, A 相电压有效值计算模块关闭; 为 1 时候, 该模块正常工作;
7	En_FWA_B	1	为 0 时候, B 相基波功率及能量模块关闭; 为 1 时候, 该模块正常工作;
8	reversed	1	保留
9	En_VA_B	1	为 0 时候, B 相全波视在功率、视在能量、功率因子 计算模块关闭; 为 1 时候, 该模块正常工作;
10	En_WA_B	1	为 0 时候, B 相全波有功功率、有功能量模块关闭; 为 1 时候, 该模块正常工作;
11	En_VAR_B	1	为 0 时候, B 相全波无功功率、无功能量模块关闭; 为 1 时候, 该模块正常工作;
12	En_IRMS_B	1	为 0 时候, B 相电流有效值计算模块关闭; 为 1 时候, 该模块正常工作;
13	En_VRMS_B	1	为 0 时候, B 相电压有效值计算模块关闭; 为 1 时候, 该模块正常工作;
14	En_FWA_C	1	为 0 时候, C 相基波功率及能量模块关闭; 为 1 时候, 该模块正常工作;
15	reversed	1	保留

16	En_VA_C	1	为 0 时候，C 相全波视在功率、视在能量、功率因子计算模块关闭； 为 1 时候，该模块正常工作；
17	En_WA_C	1	为 0 时候，C 相全波有功功率、有功能量模块关闭； 为 1 时候，该模块正常工作；
18	En_VAR_C	1	为 0 时候，C 相全波无功功率、无功能量模块关闭； 为 1 时候，该模块正常工作；
19	En_IRMS_C	1	为 0 时候，C 相电流有效值计算模块关闭； 为 1 时候，该模块正常工作；
20	En_VRMS_C	1	为 0 时候，C 相电压有效值计算模块关闭； 为 1 时候，该模块正常工作；
21	En_IRMS_N	1	为 0 时候，N 相电流有效值计算模块关闭； 为 1 时候，该模块正常工作；
22	En_VA	1	为 0 时候，合相全波视在功率、视在能量、功率因子计算模块关闭； 为 1 时候，该模块正常工作；
23	En_WA	1	为 0 时候，合相全波有功功率、有功能量模块关闭； 为 1 时候，该模块正常工作；
24	En_VAR	1	为 0 时候，合相全波无功功率、无功能量模块关闭； 为 1 时候，该模块正常工作；
25	En_FWA	1	为 0 时候，合相基波有功功率、有功能量模块关闭； 为 1 时候，该模块正常工作；
26	reversed	1	保留
27	En_WAVE	1	为 0 时候，波形、相序、频率功能模块关闭； 为 1 时候，该模块正常工作；

28	En_CF	1	为 0 时候，脉冲输出功能模块关闭； 为 1 时候，该模块正常工作；
29	reversed	1	保留
30	reversed	1	保留
31	reversed	1	保留