

# HT7017

# 用户手册

炬泉光电科技（上海）股份有限公司

**Tel:** 021-51035886

**Fax:** 021-50277833

**Email:** [sales@hitrendtech.com](mailto:sales@hitrendtech.com)

**Web:** <http://www.hitrendtech.com>

## 版本更新说明

| 版本号  | 修改时间       | 修改内容   |
|------|------------|--|
| V2.0 | 2017-4-20  | 针对新版本 HT7017，进版到 V2.0；主要修改项如下： <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 新增 I1 通道移采样点校正方式以提高国网误差变差打分；</li> <li>2. 芯片动态范围修改为 8000: 1；</li> <li>3. 芯片 Device ID 修改为 0x705321；</li> <li>4. 供电电压修改为宽电压域：3.0V—5.5V；</li> <li>5. 新增锰铜断火线检查功能说明；</li> <li>6. 新增校表参数 CRC 校验和；</li> <li>7. 芯片 Rx Pin 的持续 30mS 低电平暂停能量累加功能；</li> <li>8. 新增 U/ I1 通道波形采样缓存功能；</li> <li>9. 新增脉冲加倍功能，方便客户提高量产效率。</li> </ol> |
| V3.0 | 2017-05-27 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 增加 UART 软件复位命令字 2</li> <li>2. HFconst 和 Poffset 计算公式中，删除 Femu 相关说明；</li> <li>3. 删除 CFMOD_CFG 相关说明；</li> <li>4. 修改 PoffsetL 的符号位说明；</li> <li>5. 增加 UART 连读下，CHECKSUM1 的说明；</li> <li>6. 删除电压过零翻转描述，即 ZXCFG 相关内容；</li> </ol>  |
| V3.1 | 2017-06-14 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 增加 RST 管脚内部强上拉的等效电阻说明；</li> <li>2. 电气规格中增加输出 IO 口的 Isource Isink 典型值；</li> <li>3. 电气规格中增加抗静电试验相关数据；</li> </ol>   |
| V3.2 | 2019-01-11 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 订正校表寄存器 64H 的位数，由 16 位改为 8 位；</li> <li>2. 修改校表参数寄存器 0x72 的说明，reserved bit 用户务必保持为默认值，否则会影响精度。</li> <li>3. 增加波形缓存数据说明；</li> <li>4. 修改 UART 通讯中 ACK 响应时间笔误；</li> </ol>   |
| V3.3 | 2020-07-28 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 增加芯片丝印说明；</li> <li>2. 增加芯片改版说明如下，C 版到 F 版：                             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) RevpRevq 有功无功反向标志更新修改为：只在发脉冲时更新，与潜动起动无关；</li> <li>b) 校表参数寄存器 72H 75H 寄存器值不变，但 72H bit1 bit4 75H bit6 内部有做取反处理；</li> <li>c) 优化高频电磁场性能。</li> </ol> </li> </ol>  |

## 目 录

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 1. 芯片概况 .....              | 4  |
| 1.1. 芯片简介 .....            | 4  |
| 1.2. 芯片特性 .....            | 4  |
| 1.3. 整体框图 .....            | 5  |
| 1.4. 芯片丝印说明和引脚定义 .....     | 5  |
| 2. 系统复位 .....              | 8  |
| 2.1. 电源监测系统 .....          | 8  |
| 2.2. 系统复位方式 .....          | 8  |
| 3. 系统功能 .....              | 9  |
| 3.1. 波形采样功能 .....          | 9  |
| 3.2. 有效值测量 .....           | 9  |
| 3.3. 有功功率计算 .....          | 9  |
| 3.4. 无功功率计算 .....          | 10 |
| 3.5. 视在功率计算 .....          | 10 |
| 3.6. 电能/频率转换 .....         | 10 |
| 3.7. 移采样点方式相位校正 .....      | 10 |
| 3.8. 直流测量 .....            | 10 |
| 3.9. 起动/潜动 .....           | 10 |
| 3.10. 计量可靠性机制 .....        | 11 |
| 3.11. 中断源 .....            | 11 |
| 3.12. 锰铜掉线检测功能 .....       | 11 |
| 3.13. 脉冲加倍功能 .....         | 11 |
| 3.14. 自动防窃电功能 .....        | 11 |
| 3.15. 电压 SAG/PEAK 功能 ..... | 12 |
| 3.16. 电压过零丢失 .....         | 13 |
| 3.17. ADC 波形缓存功能 .....     | 13 |
| 3.18. 校表参数校验 .....         | 14 |
| 4. 通信接口 .....              | 15 |
| 4.1. UART 接口 .....         | 15 |
| 4.2. 特殊命令 .....            | 20 |
| 5. 寄存器 .....               | 21 |
| 5.1. 计量参数寄存器 .....         | 21 |
| 5.2. 校表参数寄存器 .....         | 30 |
| 6. 电气规格 .....              | 53 |
| 6.1. 绝对最大额定值 .....         | 53 |
| 6.2. 电气特性 .....            | 53 |
| 7. 校表过程 .....              | 55 |
| 8. 芯片封装 .....              | 59 |
| 8.1. HT7017 (SSOP16) ..... | 59 |
| 9. 典型应用 .....              | 60 |

## 1. 芯片概况

### 1.1. 芯片简介

新版 HT7017 是一颗带 UART 通讯接口的高精度单相多功能计量芯片。  
芯片支持宽电压，工作电压范围是 3.0 ~5.5V。  
工作晶振为 6MHz。

### 1.2. 芯片特性

- 三路 19 bits Sigma-Delta ADC;
- 支持 8000:1 的动态范围;
- 比 5000:1 版本芯片更好的小信号精度表现
- 可以同时得到两路计量通道的有功功率、无功功率;
- 支持有功、无功、视在功率和有功电能脉冲输出;
- 能够同时得到三路 ADC 通道的有效值，及电压通道的频率;
- 支持 UART 通讯方式;
- 中断支持：过零中断，采样中断，电能脉冲中断，校表中断等;
- NORMAL 全速运行时功耗<4mA;
- 电源监测功能
- 支持电压跌落（SAG）和峰值检测（PEAK）功能;
- 新增计量可靠性机制
- 支持锰铜掉火线检测功能
- 提供校表参数的 CRC 校验
- 提供 128 点的 ADC 波形缓存功能
- 芯片封装：SSOP 16。

### 1.3. 整体框图

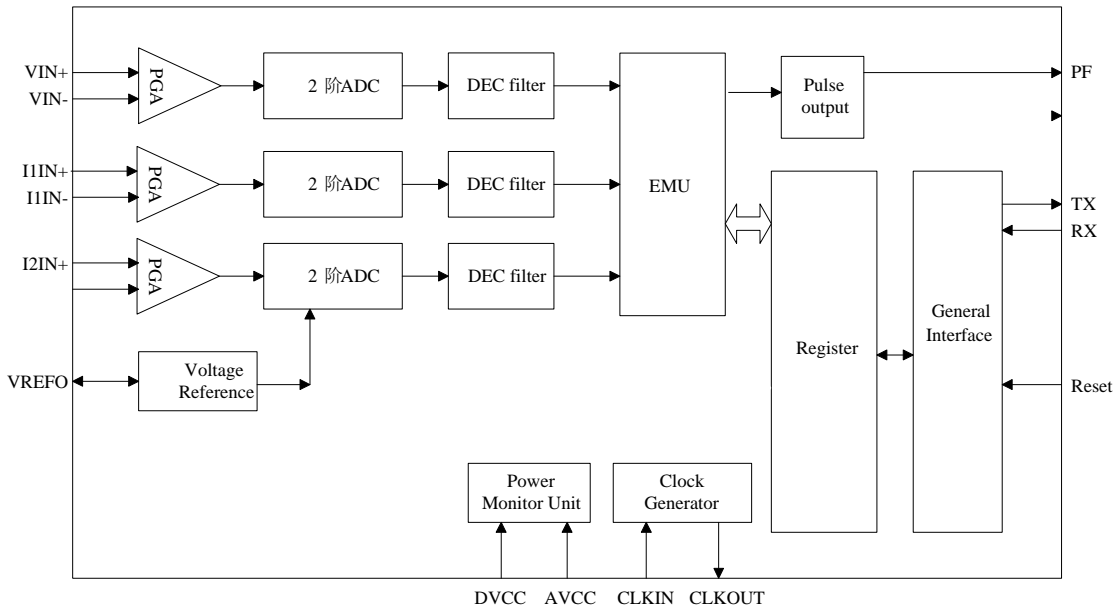
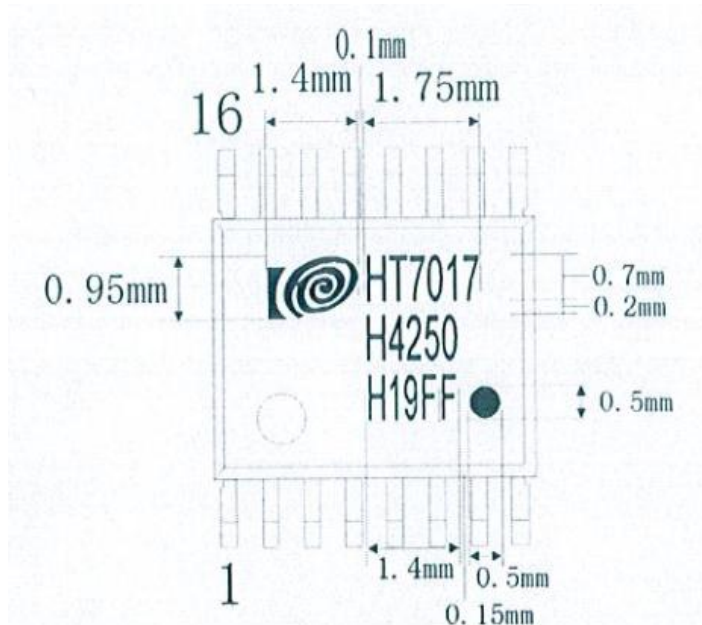


图 1-1 芯片整体框图

### 1.4. 芯片丝印说明和引脚定义

#### 1.4.1. 芯片丝印说明

芯片丝印图样



丝印说明

- 1、 第一行 logo 为钜泉商标和产品名称，如图“HT7017”为产品名称；

- 2、 第二行为芯片批次：如图“H4250”为芯片批次号；
- 3、 第三行倒数第二位是芯片的版本号，如图“H19FF”表示芯片是 F 版本。

### 1.4.2. PIN 脚封装图

- (1) ssop16, 3 路 ADC+1 路 CF

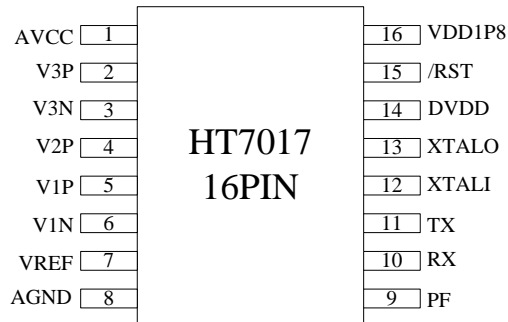


图 1-2 HT7017 芯片 PIN 脚封装图

### 1.4.3. PIN 脚功能说明

| 序号 | PIN 名字   | 类型     | PIN 说明   |
|----|----------|--------|--|
| 1  | AVCC     | POWER  | 模拟电源输入，3.0v~5.5v   |
| 2  | V3P      | INPUT  | 电压输入通道正；（VP-VN）范围±870mv 峰值                                       |
| 3  | V3N      | INPUT  | 电压输入通道负  |
| 4  | V2P      | INPUT  | 电流通道 2 单端输入；（VP-GND）范围±900mv 峰值                                  |
| 5  | V1P      | INPUT  | 电流通道 1 输入正；（VP-VN）范围±900mv 峰值                                    |
| 6  | V1N      | INPUT  | 电流通道 1 输入负   |
| 7  | VREF     | OUTPUT | ADC 参考电压输出，典型值 1.2V，外接 0.1uF 并 1uF 电容                            |
| 8  | AGND     | GND    | 模拟地  |
| 9  | PF       | OUTPUT | 有功电能脉冲输出   |
| 10 | RX       | INPUT  | UART 通讯，串口接收数据输入   |
| 11 | TX / IRQ | OUTPUT | UART 通讯，串口数据输出，内部已上拉高电平。<br><i>用户可通过命令字将 TxPin 复用为中断 IRQ 输出。</i> |
| 12 | XTALI    | INPUT  | 晶振 6MHz 输入，该引脚和 XTALO 之间不需要接 10M 电阻                              |
| 13 | XTALO    | OUTPUT | 晶振 6MHz 输出，该引脚和 XTALI 之间不需要接 10M 电阻                              |

|    |        |       |   |
|----|--------|-------|---|
| 14 | DVDD   | POWER | 数字电源输入：3.0v~5.5v  |
| 15 | RST\   | INPUT | 芯片复位引脚，低电平有效，该引脚默认内部强上拉，当该引脚出现大于 <b>200uS</b> 低电平时，芯片复位。注 1 |
| 16 | VDD1P8 | POWER | 数字 1.8V 输出，外部接 0.1uf 电容                                     |

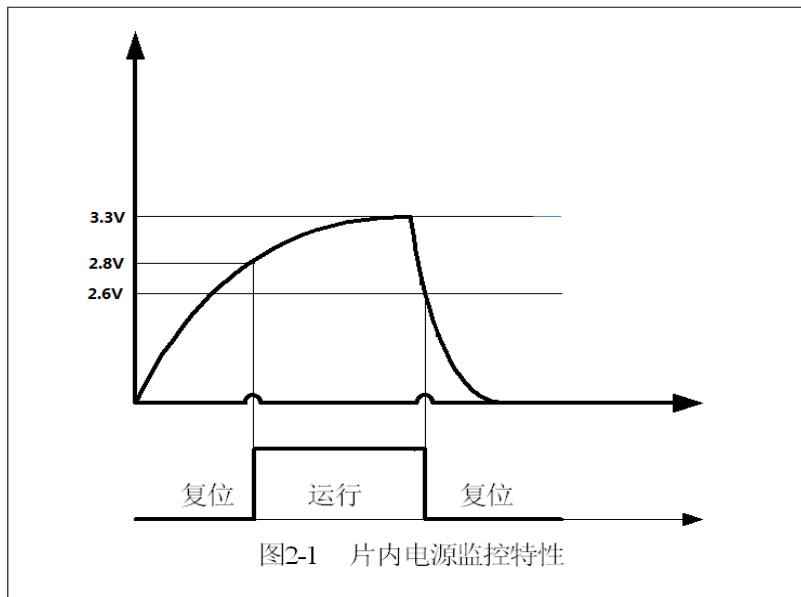
注 1:

内部强上拉等效阻值在 5V 供电下约为 10K，在 3.3V 时约为 16K。

## 2. 系统复位

### 2.1. 电源监测系统

芯片内部有电源检测模块检测系统电源的变化，当低于检测阈值 2.6V 时芯片发生复位，电源电压高于启动阈值 2.8V 开始运行。从而保证电路上电和掉电时芯片的正确启动和正常工作；电源监控电路具有滤波电路，防止由电源噪声引发的错误。



### 2.2. 系统复位方式

**系统上电复位：**给 HT7017 提供工作电源，等待晶振起振以及 HT7017 内部电源系统建立，需要 20ms 时间，然后才可操作内部寄存器。

**硬件 RST 复位：**通过外部引脚 RESET 完成，当 Reset 出现大于 200 $\mu$ S（包含）的低电平时，芯片进入复位状态，当 RESET 变为高电平时芯片将从复位状态进入正常工作状态（需要等待 2ms 才可以操作寄存器）。

**软件复位：**通过 UART 接口完成：

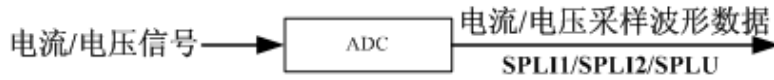
- 1、当 33H 寄存器写入 0x55;
- 2、当 UART 接收到波特率为 300 的命令字 0x00;

系统就进行一次复位，复位之后芯片从初始状态开始运行。

### 3. 系统功能

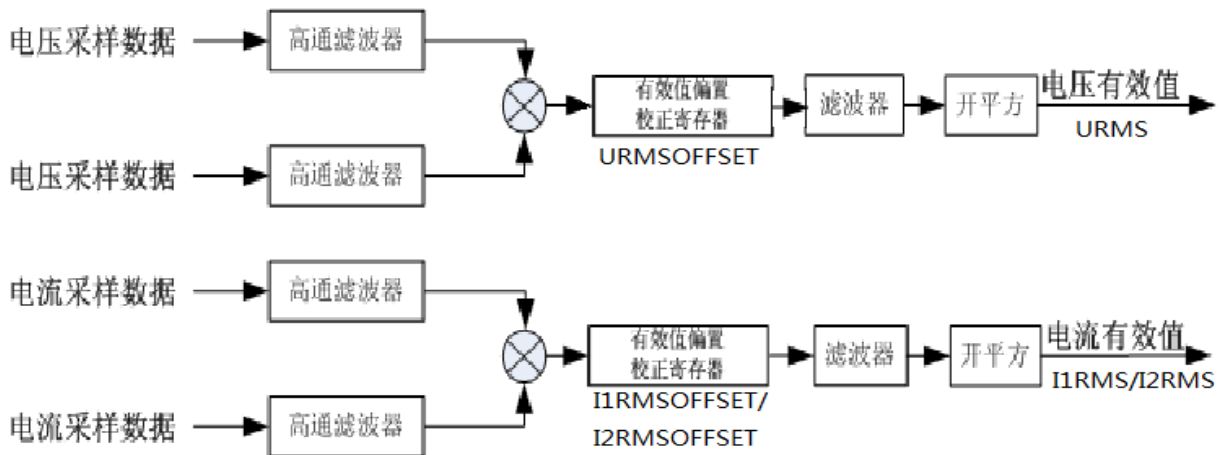
#### 3.1. 波形采样功能

(1) 支持三通道的 ADC 采样数据输出，ADC 波形采样数据在默认频率配置下更新速度为 0.976KHz，最快可以通过寄存器 FreCFG[2..0](41H)配置达到 15.62kHz



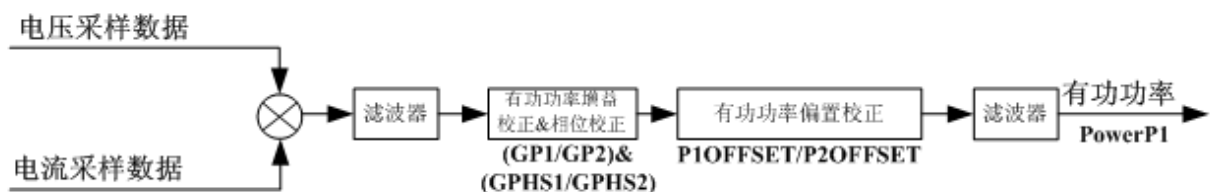
#### 3.2. 有效值测量

(1) 同时支持三路 ADC 通道有效值计量，同时支持三路通道有效值小信号偏置校正，用于校正当 ADC 通道输入信号为 0 时，有效值存在的零漂。



#### 3.3. 有功功率计算

有功功率是通过对去直流分量后的电流、电压信号进行乘法、加法、数字滤波等一系列数字信号处理后得到的。计算得到的有功功率也至少包含 41 次谐波信息。



### 3.4. 无功功率计算



### 3.5. 视在功率计算

视在功率的计算是通过将电压有效值和电流有效值相乘后得到。

$$S = U_{rms} \times I_{rms}$$

### 3.6. 电能/频率转换



注：快速脉冲寄存器累加的能量单位为 1/HFConst.

### 3.7. 移采样点方式相位校正

新版芯片新增了移采样点的方式 校正 0.5L 时的相位差引起的初始误差。其直接作用于采样数据，因此相对于 GPhs 的校正方式响应速度更快。在误差变差打分 1.0 切换 0.5L 的过程中相对 GPhs 更快达到稳定。

此移采样点校正方式解决了老版 HT7017 概率性出现 1.0 到 0.5L 切换过程中的大误差值。

### 3.8. 直流测量

支持 3 路直流计量功能：并支持 ADC offset 校正。

### 3.9. 起动/潜动

芯片检测到有功功率或无功功率大于起动功率阈值，该能量就开始计量，即起动；当有功功率或无功功率小于起动功率阈值，该能量停止计量，即潜动。

通过寄存器 EMUSR(19H)位 NoPId 和 NoQId 来指示芯片是否处于潜动状态，若潜动，则置位标志位。芯片是使用功率来做起动/潜动判断的。

HT7017 提供了两种判断潜动的方式。一是 P 和 Q 独立判断，二是 P 和 Q 联合判断（可通过寄存器 EMUCFG.Bit StartSel 使能）即只要 P 或 Q 有一个大于阈值，P 和 Q 就同时开始计量能量。

### 3.10. 计量可靠性机制

当 HT7017 上电启动或者发生复位后，用户需要对 ADC 通道增益寄存器(59H ADCCON)进行一次写操作后，能量才会计量。

该机制可以防止 MCU 在初始化完成之前，计量芯片已经按默认配置，错误计量电能。

### 3.11. 中断源

中断标志寄存器 EMUIF 中的所有标识都可以读取。

芯片 TX pin 通过命令字(0xA5+0xC9+0xCCA5)可复用为中断输出。之后任何非本命令的读写操作均可切回。命令帧格式详细在通信接口-特殊命令中描述。

### 3.12. 锰铜掉线检测功能

芯片内部实现了对锰铜断线的检测功能，用户可通过 ANAEN.Bit VDC\_DET\_EN 使能该功能。当锰铜发生火线地掉落事件时，芯片会给出指示标志位。

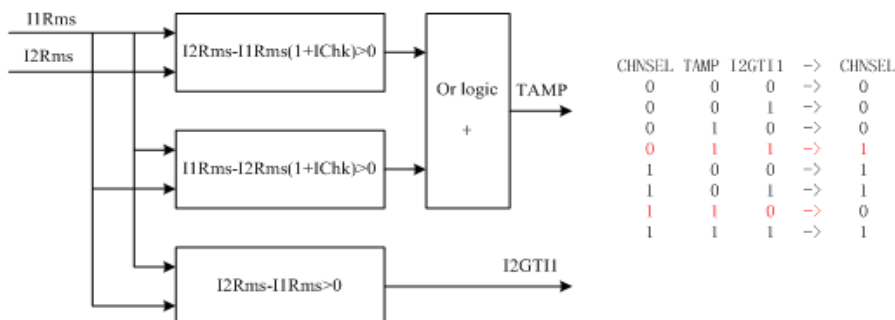
用户可配合使用 VIP 与 VIN 跨接电阻（抗混叠电路前端），实现掉信号线时功率潜动。

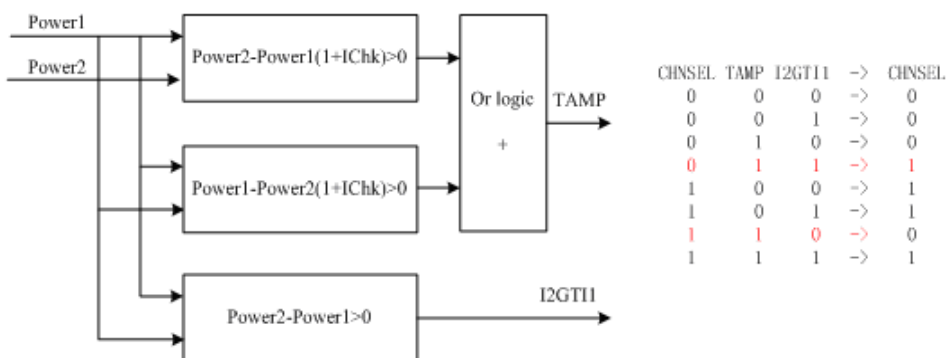
### 3.13. 脉冲加倍功能

HT7017 支持脉冲加倍功能，增加脉冲常数加倍选择寄存器 CFDouble[2..0]，用于控制小电流时的脉冲常数加倍，从而使小电流时的校表速度加快 2/4/8/16 倍，CFDouble 加倍是通过将功率值放大实现的，功率寄存器的值也同时放大，便于进行 Poffset 校正。

### 3.14. 自动防窃电功能

可以通过防窃电模块对两路电流或者两路功率大小进行比较，选用较大的一路电流或功率进行计量。





可以通过 FLTON 设置是否开启自动防窃电功能。FLTON=0 时，可以根据 CHNSEL 选择当前有效计量通道；FLTON=1 时，防窃电单元根据 IPTAMP 和 ICHK 的设置，自动选择相应的通道进行计量。

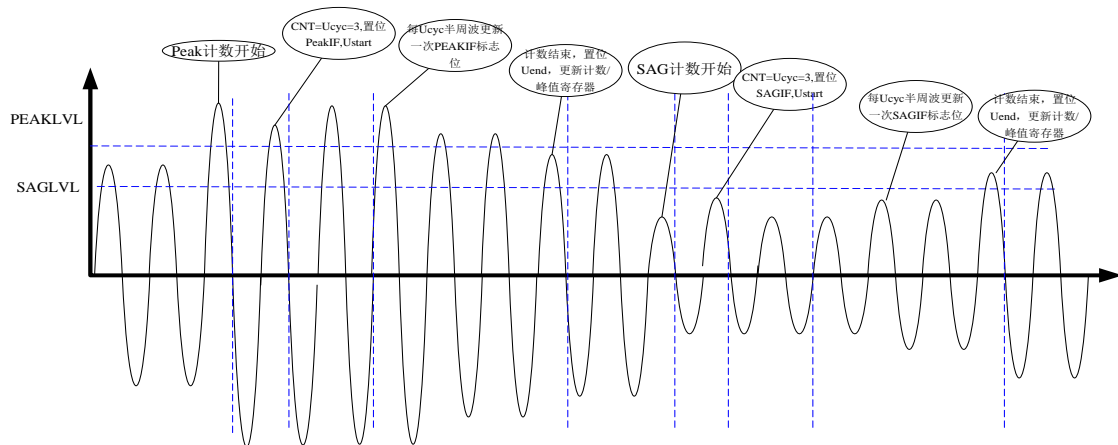
- 1) 当两路计量通道至少有一路大于等于 IPTAMP 时，可进行自动防窃电的判断；
- 2) 通过 ICHK 可以设置发生窃电的比例，默认为 0x10H，表示当两路电流有效值或功率值相对误差到 6.25% 时，同时满足 1) 的条件下，认为发生了窃电。
- 3) 当两路的电流的有效值或者功率值均小于 IPTAMP 设置的值时，可通过配置 TampSel=1 (default) 表示选择通道 1 为计量单元；TampSel=0 表示不切换，选择之前的计量通道。
- 4) 窃电的相关状态标识：
  - I2GT1 为 0 表示 I1(P1) 大于 I2(P2)，为 1 时表示 I2(P2) 大于 I1(P1)。
  - TAMP 为 1 表示发生了窃电，即两路电流相比超过了设定的防窃电阈值。

### 3.15. 电压 SAG/PEAK 功能

**PEAK 事件的定义：过零数据来源移相低通滤波器后的数据，峰值数据来源于高通后**

以半周波为单位，每半周波进行一次判别，并将峰值更新到 MAXUWAVE 寄存器(0x12)，当电压波形采样值第一个半周波的绝对值峰值大于 PEAKLVL(校表参数 7AH) 设定的 PEAK 阈值，记为事件判断开始。只要电压波形峰值的绝对值不小于设定的阈值(PEAKLVL)，则一直处于 PEAK 状态，当计数值等于 UCyc (校表参数 7CH) 设定的半周波数，则判定发生 PEAK 事件，并给出标志位 PEAKIF 及 UStart 标志位，之后每个半周波继续判别，每 UCyc 个半周波更新标志位 PEAKIF。当电压波形峰值的绝对值小于设定的阈值(PEAKLVL)，则停止当前计数，并给出 Uend 标志位，更新计数寄存器 UdetCNT(0x0F)；UStart/Uend/PeakIF 标志读后清零。

**SAG 事件的定义与流程与 PEAK 大致相同。具体如下**



### 3.16. 电压过零丢失

当电压信号的两次过零之间的时间间隔大于内部设定值时，即发生一次过零丢失事件，HT7017 给出过零丢失标志位。当电压有效值寄存器值小于 0x00A300 时不进行事件判断，同时将 UFREQ 置为 0x2710。

### 3.17. ADC 波形缓存功能

芯片内置 128\*16bit 的缓存 buffer，用于存放电压通道，电流 1 通道（注意芯片不提供缓存电流 2 通道）ADC 采样数据，供用户做进一步的分析。数据格式为：bit15 为符号位，bit0—14 为数据位，采用二进制补码格式。用户可通过发送命令启动 ADC 波形缓存，芯片在每一个波形更新周期（SPL 决定速率、SPLSel 选择数据源）将相应 ADC 数据（高 16bit 补码形式）保存到缓存中，写指针自动加 1，直到缓存 buffer 存满为止（写指针=0x80）。用户只要不发送新的启动命令，缓存的数据会一直保持上一次的数据。

用户可以随时读取缓存的内容，每读一次缓存后，地址指针会自动加 1，地址大于缓存长度后，回到起始地址。

用户可通过特殊命令改变内部读指针，便于用户任意指定要读取的缓存起始地址。命令重新启动缓冲后，不管之前用户读取缓冲数据到哪个地址，地址指针都会自动回到首地址。

读取有效数据的方法：用户等待相应采样间隔时间以后，去读缓存的内容。

缓存数据可通过进行连读模式、读指定起始地址等操作。

波形缓存的相关命令帧格式在通信接口-特殊命令中细述。

### 3.18. 校表参数校验

#### 3.18.1. CRC 校验

芯片内部集成了 CRC 校验算法，用以对校表参数寄存器进行参数校验。

CRC\_CCITT-FALSE 参数如下：

|           |                       |
|-----------|-----------------------|
| CRC-CCITT | $x^{16}+x^{12}+x^5+1$ |
| Width     | 16                    |
| Poly      | 0x1021                |
| Init      | 0xFFFF                |
| RefIn     | FALSE                 |
| RefOut    | FALSE                 |
| XorOut    | 0x0000                |

#### 3.18.2. SumChecksum 校验

将所有的校表寄存器做累加，累加后的结果放入一个 3 字节的参数和寄存器，参数和寄存器固定时间更新，这样用户可以通过查询这个寄存器的数据是否改变来判断是否出错。

用户可根据需要选择两种校验中的一种即可，注意两种校验均不对 6FH 到 74H 地址的寄存器。

## 4. 通信接口

### 4.1. UART 接口

#### 4.1.1. 概述

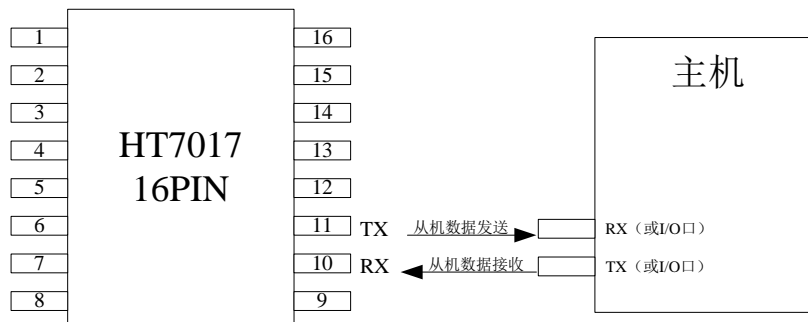
- (1) 工作在从模式，半双工通讯，9 位 UART（返回数据含偶校验位），符合标准 UART 协议。
- (2) HT7017 通信波特率固定为 4800 bps。
- (3) 数据帧结构包含校验字节和 ACK 反馈字节。
- (4) 读操作时数据为 3 字节/4 字节可选(寄存器控制位选择)。
- (5) 支持连续读数模式。
- (6) 可使能接收数据的偶校验功能。

#### 4.1.2. UART 接口说明

HT7017:

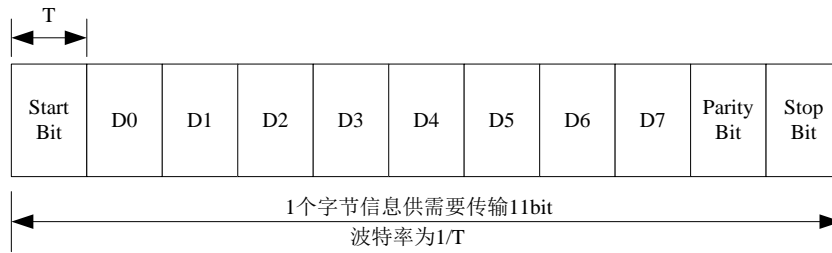
- (1) RX: HT7017 的数据接收引脚。
- (2) TX: HT7017 的数据发送引脚。

#### 4.1.3. UART 接口图示

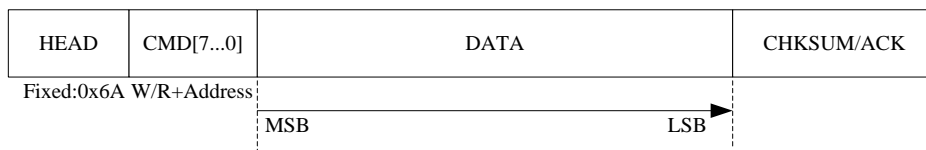


HT7017 UART 接口图示

#### 4.1.4. UART 单个字节格式

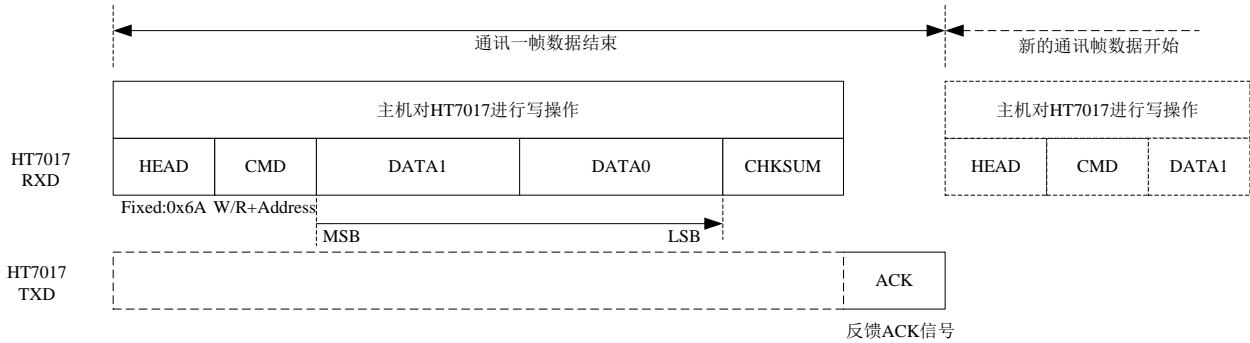


#### 4.1.5. HT7017 UART 通讯命令帧格式



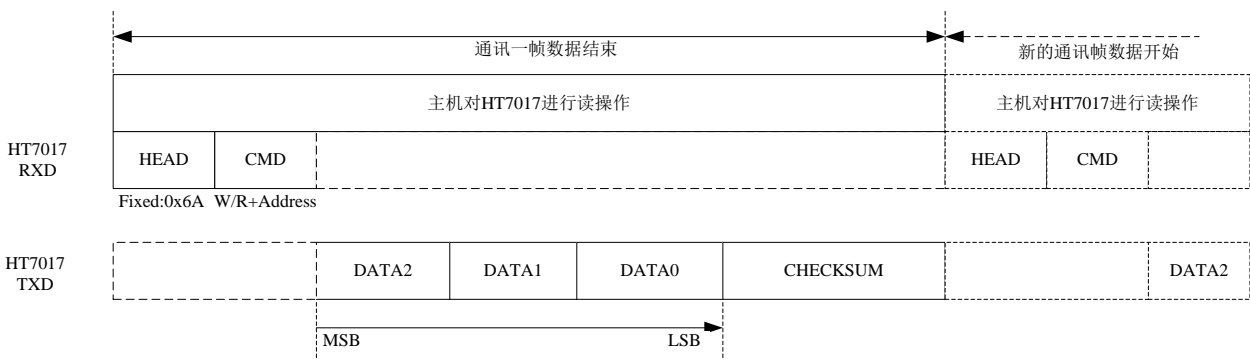
| 名称         | 解释   |
|------------|--|
| HEAD       | 传输字节帧头，固定为 0x6A  |
| CMD[7...0] | 命令字节，由主机端发送<br>CMD[7]为命令类别：0：读操作 1：写操作<br>CMD[6:0]为需要操作的 HT7017 寄存器地址  |
| DATA       | 数据字节，读操作由从机端 HT7017 发送，写操作由主机端发送。<br>读寄存器一般为 3 字节传输；写寄存器是固定 2 字节传输，高字节在前。  |
| CHKSUM     | 校验和：读操作时由从机端 HT7017 发送，写操作时由主机端发送。<br>校验和算法如下：<br>$CHKSUM[7...0] = \overline{HEAD[7...0] + CMD[7...0] + DATA_n[7...0] + \dots + DATA_l[7...0]}$<br>即将命令帧的各数据相加，抛弃进位，最后的结果按位取反。 |
| ACK        | 写操作时由从机端 HT7017 表示用户发送的校验和与从机内部计算的校验和是否一致，如果一致则 ACK 为 0x54，如果不一致则 ACK 为 0x63。<br>ACK 的响应时间为从机端 HT7017 接收完数据后 208us 后响应。  |

#### 4.1.6. HT7017 UART 通讯写操作格式



| 写操作特点      | 说明   |
|------------|--|
| 9 位 UART   | 单个字节信息由 11bit 组成，分别为：起始位+数据位+奇偶校验位+停止位   |
| 6 字节固定长度传输 | 每一个写操作数据帧都是 6 个字节固定长度，如果主机发送校验和后从机检测发现和接收的校验和不一致，则该帧数据也不会被写入 HT7017 寄存器，同时会给出 ACK 信号。                  |
| 字节传输顺序     | 对于双字节的寄存器，数据帧写入时，高字节在前，低字节在后。<br>对于单字节的寄存器，数据帧写入时，高字节补 0，低字节为用户需要写入的数据。                                |
| 写保护        | 用户在对寄存器写操作前，需要写入写使能命令。   |
| 出错处理       | 错误一：数据头 HEAD 错误，则该字节被放弃，从下个字节开始重新判断是否正确收到数据头。<br>错误二：校验和 CHECKSUM 比对错误，则从机放弃该帧数据，同时返回相应的 ACK 信号（0x63）。 |

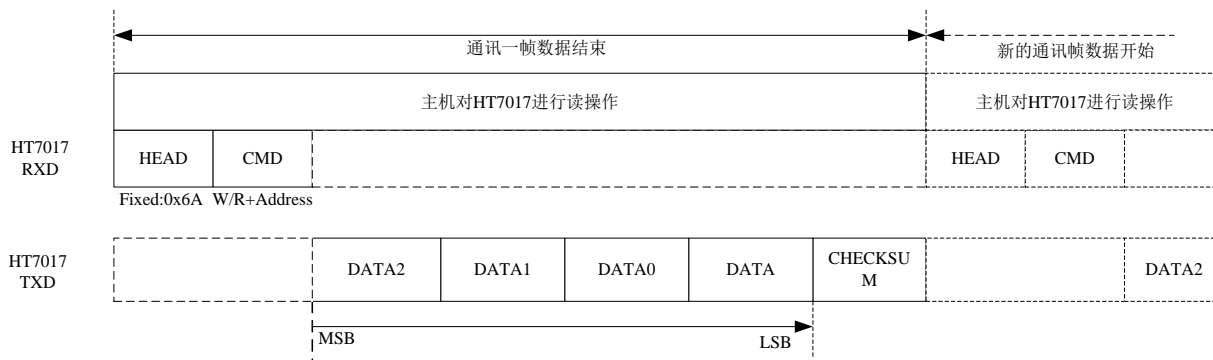
#### 4.1.7. HT7017 UART 通讯读操作格式



| 读操作特点      | 说明  |
|------------|---|
| 9 位 UART   | 单个字节信息由 11bit 组成，分别为：起始位+数据位+奇偶校验位+停止位                                |
| 6 字节默认长度传输 | 每一个读操作数据帧都是 6 个字节默认长度，从机接收到命令后返回 4 个字节，包含 3 个寄存器数据字节和 1 个校验和字节，读操作结束。 |

|        |   |
|--------|---|
| 字节传输顺序 | 对于多字节的寄存器，数据帧输出时，高字节在前，低字节在后。对于不足 3 个字节的寄存器，HT7017 的内部寄存器与数据帧的低位对齐。 |
| 出错处理   | 错误一：数据头 HEAD 错误，则该字节被放弃，从下个字节开始重新判断是否正确收到数据头。                       |

用户可通过使能 4 数据字节通信功能（45H.UARTCFG）来读取 4 字节寄存器。



| 读操作特点    | 说明  |
|----------|---|
| 9 位 UART | 单个字节信息由 11bit 组成，分别为：起始位+数据位+奇偶校验位+停止位  |
| 7 字节长度传输 | 使能 4 数据字节通信模式后，每一个读操作数据帧是 7 个字节长度。从机接收到命令后返回 5 个字节：包含 4 个寄存器数据字节和 1 个校验和字节，对于不满 4 字节的寄存器，低字节会补 00 返回。 |
| 字节传输顺序   | 对于多字节的寄存器，数据帧输出时，高字节在前，低字节在后。对于不足 3 个字节的寄存器（DATA2-DATA0），HT7017 的内部寄存器与数据帧的低位对齐。                      |
| 出错处理     | 错误一：数据头 HEAD 错误，则该字节被放弃，从下个字节开始重新判断是否正确收到数据头。   |

### 4.1.8. HT7017 UART 通讯连续读操作格式



| 连续读操作     | 说明  |
|-----------|---|
| 11 位 UART | 单个字节信息由 11bit 组成，分别为：起始位+数据位+奇偶校验位+停止位                                      |
| 命令字格式     | 连续读操作数据帧命令由 5 个字节组成：<br>帧头(0x6A) + 特殊命令(0xC6)+数据(ADDR0 为起始地址，ADDR1 为结束地址) + |

|        |  |
|--------|--|
|        | <p>Checksum (前 4 个字节的按字节累加后取反低 8bit)</p> <p>从机接收到命令后返回 1 个字节 ACK 表明命令字是否正确;</p>  |
| 回送数据格式 | <p>接收 5 个字节数据后, 检查 CheckSum 是否正确:</p> <p>1) 正确则返回 ACK=0x54, 并发送起始地址到结束地址的数据, 数据格式按照每个地址 3 字节或这 4 字节(控制位选择), 即地址 0 的高字节~地址 0 的低字节, 地址 1 的高字节~地址 1 的低字节……地址 n 的高字节~地址 n 的低字节; 最后返回所有数据的 CHECKSUM1。</p> <p>CHECKSUM1 是 DATA0—DATA<sub>n</sub> 按字节累加, 取反再取低 8 位。</p> <p>选择为 4 字节数据通信时, 不满 4 字节的寄存器返回值低字节补 00;</p> <p>空闲地址的数据补 0;</p> <p><i>注: ADDR0=0x7F, 为连续读 ADC 波形缓存模式。此时 ADDR1 的值为读缓存的长度。</i></p> <p>2) 错误则返回 ACK=0x63, 不返回地址内的数据。</p> |
| 出错处理   | <p>错误一: 数据头 HEAD 错误, 则该字节被放弃, 从下个字节开始重新判断是否正确收到数据头。</p> <p>错误二: 从机在寄存器校验和 CHECKSUM 比对错误, 则从机放弃该帧, 同时返回相应的 ACK 信号 (0x63)。</p>   |

#### 4.1.9. HT7017 UART 通讯超时保护机制

HT7017 的 UART 通讯提供了超时保护机制, 规定 byte 与 byte 间的间隔不得超过一定值 (20ms), 否则 UART 模块自动复位。

具体步骤如下:

- (1) 每一 byte 的 Start Bit, 计数器清零并开始计数;
- (2) 当计数器发生溢出 (超过 20ms), 则 UART 模块自动复位, 计数器清零并停止计数;
- (3) 完整数据帧发送/接收完成后, 计数器清零并停止计数。

#### 4.1.10. HT7017 UART 通讯校验和

(1) BCKREG: 会保存上一次 UART 通讯数据的值 (该寄存器为了保证 UART 通讯的准确性, UART 写入操作为 2 个字节, BCKREG 高字节无效)。

(2) ComChecksum: 对 UART 传输数据帧校验和寄存器的读取会导致该校验和寄存器的重新计算, 每次 UART 通讯的命令(包括 HEAD 和 CMD)和数据都被累加放入 ComChecksum 寄存器的低两个字节。ComChecksum 的高 8 位 bit16...bit23 会保存 UART 通讯的上一次的命令。UART 通讯中的数据为单字节长度的加法。(该寄存器为了保证 UART 通讯的准确性)。

## 4.2. 特殊命令

HT7017 提供的特殊命令主要有：0xA5，0x7F，0xC6，0xC7，0xC8，0xC9

### 4.2.1. UART 模式特殊命令

| 特殊命令      | 帧头 | 命令字 | 数据                      | 命令说明   |
|-----------|----|-----|-------------------------|--|
| 连续读       | 6A | C6  | Addr0 Addr1<br>Checksum | Addr0 为起始地址，Addr1 为结束地址。<br>Tx 返回：ACK+DATA0~DATA <sub>n</sub> +Checksum                    |
| Tx 复用 IRQ | A5 | C9  | CC A5 Checksum 00       | 此命令可将芯片 Tx 复用为 IRQ 输出。非此命令的任何读写操作均会切回 Tx 功能。   |
| 启动缓存      | 6A | C8  | CC C0 Checksum          | 启动电压通道 U 的 ADC 波形缓存功能  |
|           | 6A | C8  | CC C1 Checksum          | 启动电流通道 I1 的 ADC 波形缓存功能   |
| 读单次缓存     | 6A | 7F  |                         | 每读一次，缓存地址自动加一供用户下次读取。返回值和 UART 读命令一致。（数据 3/4Bytes 取决于通信字节控制位）。                             |
| 连续读模式读取缓存 | 6A | C6  | 7F Length Checksum      | 当连续读模式的 Addr0=0x7F 时，C6 命令为读缓存同时将 Addr1 默认为用户要读的 buffer 指定长度，地址指针跟随长度。                     |
| 指定缓存地址    | 6A | C7  | 00 Addr Checksum        | 指定缓存数据的地址指针，Addr 为用户指定的相对缓存起始地址的偏移地址。供用户先指定地址而后做读缓存操作。<br><i>注：此功能下 Addr 不可大于(可等于)0x7F</i> |

## 5. 寄存器

### 5.1. 计量参数寄存器

#### 5.1.1. 计量参数寄存器列表

表 5-1 计量参数寄存器列表(Read Only)

| 地址  | 名称          | 字节长度 | 功能描述                      |
|-----|-------------|------|---------------------------|
| 00H | Spl_I1      | 3    | 电流通道 1 的 ADC 采样数据         |
| 01H | Spl_I2      | 3    | 电流通道 2 的 ADC 采样数据         |
| 02H | Spl_U       | 3    | 电压通道的 ADC 采样数据            |
| 03H | I_Dc        | 3    | I 通道直流均值 (当前计量通道)         |
| 04H | U_Dc        | 3    | U 通道直流均值                  |
| 06H | Rms_I1      | 3    | 电流通道 1 的有效值               |
| 07H | Rms_I2      | 3    | 电流通道 2 的有效值               |
| 08H | Rms_U       | 3    | 电压通道的有效值                  |
| 09H | Freq_U      | 2    | 电压频率                      |
| 0AH | PowerP1     | 3/4  | 第一通道有功功率, 默认 3 字节。可配 4 字节 |
| 0BH | PowerQ1     | 3/4  | 第一通道无功功率, 默认 3 字节。可配 4 字节 |
| 0CH | Power_S     | 3/4  | 视在功率, 默认 3 字节。可配 4 字节     |
| 0DH | Energy_P    | 3    | 有功能量                      |
| 0EH | Energy_Q    | 3    | 无功能量                      |
| 0FH | UdetCNT     | 3    | SAG/Peak 工况持续时间计数         |
| 10H | PowerP2     | 3/4  | 第二通道有功功率, 默认 3 字节。可配 4 字节 |
| 11H | PowerQ2     | 3/4  | 第二通道无功功率, 默认 3 字节。可配 4 字节 |
| 12H | MAXUWAVE    | 3    | 电压半波波形峰值寄存器, 22bit        |
| 13H | Reserved    |      |                           |
| 14H | Reserved    |      |                           |
| 15H | CRCChecksum | 3    | 校表参数校验和寄存器(CRC16)         |
| 16H | BackupData  | 3    | 通讯数据备份寄存器                 |
| 17H | COMChecksum | 3    | 通讯校验和寄存器                  |
| 18H | SUMChecksum | 3    | 校表参数校验和寄存器                |
| 19H | EMUSR       | 2    | EMU 状态寄存器                 |
| 1AH | SYSSTA      | 1    | 系统状态寄存器                   |
| 1BH | ChipID      | 3    | ChipID, 默认值为 7053B0       |
| 1CH | DeviceID    | 3    | DeviceID, 默认值为 705321     |

## 5.1.2. 计量参数寄存器说明

### 5.1.2.1. ADC 波形寄存器 (SPLI1, SPLI2, SPLU)

| Current 1 wave Register (SPLI1) |         |         |         | Address: 00H     |        |        |        |
|---------------------------------|---------|---------|---------|------------------|--------|--------|--------|
|                                 | Bit23   | 22      | 21      | 20 ... 3         | 2      | 1      | Bit0   |
| Read:                           | SPLI123 | SPLI122 | SPLI121 | SPLI120...SPLI13 | SPLI12 | SPLI11 | SPLI10 |
| Write:                          | X       | X       | X       | X                | X      | X      | X      |
| Reset:                          | 0       | 0       | 0       | 0                | 0      | 0      | 0      |

| Current 2 wave Register (SPLI2) |         |         |         | Address: 01H     |        |        |        |
|---------------------------------|---------|---------|---------|------------------|--------|--------|--------|
|                                 | Bit23   | 22      | 21      | 20 ... 3         | 2      | 1      | Bit0   |
| Read:                           | SPLI223 | SPLI222 | SPLI221 | SPLI220...SPLI23 | SPLI22 | SPLI21 | SPLI20 |
| Write:                          | X       | X       | X       | X                | X      | X      | X      |
| Reset:                          | 0       | 0       | 0       | 0                | 0      | 0      | 0      |

| Voltage wave Register (SPLU) |        |        |        | Address: 02H   |       |       |       |
|------------------------------|--------|--------|--------|----------------|-------|-------|-------|
|                              | Bit23  | 22     | 21     | 20 ... 3       | 2     | 1     | Bit0  |
| Read:                        | SPLU23 | SPLU22 | SPLU21 | SPLU20...SPLU3 | SPLU2 | SPLU1 | SPLU0 |
| Write:                       | X      | X      | X      | X              | X     | X     | X     |
| Reset:                       | 0      | 0      | 0      | 0              | 0     | 0     | 0     |

波形寄存器的更新速度由时钟配置寄存器 FreqCFG [2: 0] 的 3 个 bit 控制。此 3 个寄存器有效位数为 19 位，bit18 为符号位，同时该符号位扩展到 bit23，即读出的数据中 bit23—bit18 都是符号位。

该 ADC 波形寄存器为未经过高通的数据，是 ADC 输出的未经过校正的原始数据。数据采用二进制补码格式。

### 5.1.2.2. 直流均值寄存器 (I\_DC, U\_DC)

| I DC Register (I_DC) |       |      |      | Address: 03H |     |     |      |
|----------------------|-------|------|------|--------------|-----|-----|------|
|                      | Bit23 | 22   | 21   | 20 ... 3     | 2   | 1   | Bit0 |
| Read:                | IS23  | IS22 | IS21 | IS20...IS3   | IS2 | IS1 | IS0  |
| Write:               | X     | X    | X    | X            | X   | X   | X    |
| Reset:               | 0     | 0    | 0    | 0            | 0   | 0   | 0    |

电流通道直流均值寄存器为 3Bytes 有符号数据，最高位为符号位。更新频率为 12.5Hz。

注意：此寄存器的值是指当前电流计量通道（默认第一通道）。也即：I1 和 I2 直流均值同用此寄存器。

| U DC Register (I_DC) |       |      |      | Address: 04H |     |     |      |
|----------------------|-------|------|------|--------------|-----|-----|------|
|                      | Bit23 | 22   | 21   | 20 ... 3     | 2   | 1   | Bit0 |
| Read:                | US23  | US22 | US21 | US20...US3   | US2 | US1 | US0  |
| Write:               | X     | X    | X    | X            | X   | X   | X    |
| Reset:               | 0     | 0    | 0    | 0            | 0   | 0   | 0    |

电压通道直流均值寄存器为 3Bytes 有符号数据，最高位为符号位。更新频率为 12.5Hz。

### 5.1.2.3. 有效值输出 (I1Rms, I2Rms, URms)

| Current 1 Rms Register (I1Rms) |       |       |       | Address: 06H |      |      |      |
|--------------------------------|-------|-------|-------|--------------|------|------|------|
|                                | Bit23 | 22    | 21    | 20 ... 3     | 2    | 1    | Bit0 |
| Read:                          | I1S23 | I1S22 | I1S21 | I1S20...I1S3 | I1S2 | I1S1 | I1S0 |
| Write:                         | X     | X     | X     | X            | X    | X    | X    |
| Reset:                         | 0     | 0     | 0     | 0            | 0    | 0    | 0    |

| Current 2 Rms Register (I2Rms) |       |       |       | Address: 07H |      |      |      |
|--------------------------------|-------|-------|-------|--------------|------|------|------|
|                                | Bit23 | 22    | 21    | 20 ... 3     | 2    | 1    | Bit0 |
| Read:                          | I2S23 | I2S22 | I2S21 | I2S20...I2S3 | I2S2 | I2S1 | I2S0 |
| Write:                         | X     | X     | X     | X            | X    | X    | X    |
| Reset:                         | 0     | 0     | 0     | 0            | 0    | 0    | 0    |

| Voltage Rms Register (URms) |       |      |      | Address: 08H |     |     |      |
|-----------------------------|-------|------|------|--------------|-----|-----|------|
|                             | Bit23 | 22   | 21   | 20 ... 3     | 2   | 1   | Bit0 |
| Read:                       | US23  | US22 | US21 | US20...US3   | US2 | US1 | US0  |
| Write:                      | X     | X    | X    | X            | X   | X   | X    |
| Reset:                      | 0     | 0    | 0    | 0            | 0   | 0   | 0    |

有效值 Rms 是 24 位的无符号数，最高位恒为 0。当 EMU 时钟频率为 1MHz 时，参数更新频率默认为 3.125Hz，可配置 FreqCFG[6: 5]到最高 12.5Hz。

如果用户需要在小信号时得到更加准确的有效值寄存器值，则需要通过 IRMSOFFSET 和 URMSOFFSET 寄存器对有效值进行零漂校正。

### 5.1.2.4. 电压频率测量 (UFREQ)

| Voltage Frequency Register (UFREQ) |         |         |         | Address: 09H     |        |        |        |
|------------------------------------|---------|---------|---------|------------------|--------|--------|--------|
|                                    | Bit15   | 14      | 13      | 12 ... 3         | 2      | 1      | Bit0   |
| Read:                              | Ufreq15 | Ufreq14 | Ufreq13 | Ufreq12...Ufreq3 | Ufreq2 | Ufreq1 | Ufreq0 |
| Write:                             | X       | X       | X       | X                | X      | X      | X      |
| Reset:                             | 0       | 0       | 0       | 0                | 0      | 0      | 0      |

频率值是一个 16 位的无符号数，参数格式化公式为：

$$Frequency = \frac{femu}{(UFREQ \times 2)}$$

femu—— 计量模块工作频率

例如，如果系统时钟 CLKIN = 6MHz，EMU 时钟 (femu) 选择为 1MHz，寄存器 UFREQ = 10000，那么测量到的实际频率为：Frequency = 1M / 2 / 10000 = 50Hz。

**注意：**当电压有效值寄存器小于 0xA300，芯片会将 UFREQ 置为 0x2710  
电压频率寄存器的更新频率为 1.56Hz

## 5.1.2.5. 功率参数输出 (PowerP1, PowerQ1, PowerS)

| Active Power Register (PowerP1) |       |      |      | Address: 0AH |     |     |      |
|---------------------------------|-------|------|------|--------------|-----|-----|------|
|                                 | Bit31 | 30   | 29   | 28 ... 3     | 2   | 1   | Bit0 |
| Read:                           | AP31  | AP30 | AP29 | AP28...AP3   | AP2 | AP1 | AP0  |
| Write:                          | X     | X    | X    | X            | X   | X   | X    |
| Reset:                          | 0     | 0    | 0    | 0            | 0   | 0   | 0    |

| Reactive Power Register (PowerQ1) |       |      |      | Address: 0BH |     |     |      |
|-----------------------------------|-------|------|------|--------------|-----|-----|------|
|                                   | Bit31 | 30   | 29   | 28 ... 3     | 2   | 1   | Bit0 |
| Read:                             | AP31  | AP30 | AP29 | AP28...AP3   | RP2 | RP1 | RP0  |
| Write:                            | X     | X    | X    | X            | X   | X   | X    |
| Reset:                            | 0     | 0    | 0    | 0            | 0   | 0   | 0    |

| Apparent Power Register (PowerS) |       |      |      | Address: 0CH |     |     |      |
|----------------------------------|-------|------|------|--------------|-----|-----|------|
|                                  | Bit31 | 30   | 29   | 28 ... 3     | 2   | 1   | Bit0 |
| Read:                            | AP31  | AP30 | AP29 | AP28...AP3   | SP2 | SP1 | SP0  |
| Write:                           | X     | X    | X    | X            | X   | X   | X    |
| Reset:                           | 0     | 0    | 0    | 0            | 0   | 0   | 0    |

功率寄存器默认为 24 位二进制补码格式，最高位为符号位。默认配置下开放给用户的是高 3Bytes 的数据。用户也可通过配置 UART 通信帧为 4 字节数据格式，读取功率寄存器的第 4Byte（最低字节）。

参数默认更新频率为 3.125Hz。可配置 FreqCFG[6: 5]到最高 12.5Hz。

第一路功率参数 PowerP1、PowerQ1 是二进制补码格式，24 位数据，其中最高位是符号位。

**PowerS 选择当前有效计量通道，输出第一路或者第二路的视在功率。**

设寄存器中的数据为 PowerP1，则供计算用的 Preg 为：

$Preg = PowerP1$  ; 如果  $PowerP1 < 2^{23}$

$Preg = PowerP1 - 2^{24}$  ; 如果  $PowerP1 \geq 2^{23}$

设显示的有功功率为 P，转换系数为 Kpqs，则：

$P = Preg \times Kpqs$

Kpqs 为额定有功功率输入时，额定功率与 PowerP1 读数的比值。

无功功率和视在功率做显示时的系数与有功功率的系数 Kpqs 相同。

例：

输入 1000w 有功功率，PowerP1 读数平均为 0x00C9D9(51673)，则

$Kpqs = 1000/51673 = 0.01935$

当 PowerP1 读数为 0xFF4534 时，其代表的功率值为：

$P = Kpqs * Preg = 0.01935 * (-47820) = -925.3 w$

其中  $Preg = PowerP1 - 2^{24} = -47820$

### 5.1.2.6. 电能参数输出 (EnergyP, EnergyQ)

| Active Energy Register (EnergyP) |       |      |      | Address: <b>0DH</b> |     |     |      |
|----------------------------------|-------|------|------|---------------------|-----|-----|------|
|                                  | Bit23 | 22   | 21   | 20 ... 3            | 2   | 1   | Bit0 |
| Read:                            | EP23  | EP22 | EP21 | EP20...EP3          | EP2 | EP1 | EP0  |
| Write:                           | X     | X    | X    | X                   | X   | X   | X    |
| Reset:                           | 0     | 0    | 0    | 0                   | 0   | 0   | 0    |

| Reactive Energy (EnergyQ) |       |      |      | Address: <b>0EH</b> |     |     |      |
|---------------------------|-------|------|------|---------------------|-----|-----|------|
|                           | Bit23 | 22   | 21   | 20 ... 3            | 2   | 1   | Bit0 |
| Read:                     | EQ23  | EQ22 | EQ21 | EQ20...EQ3          | EQ2 | EQ1 | EQ0  |
| Write:                    | X     | X    | X    | X                   | X   | X   | X    |
| Reset:                    | 0     | 0    | 0    | 0                   | 0   | 0   | 0    |

该能量累加寄存器默认配置为读后不清 0，可以通过寄存器 EMUCFG.13(EnergyClr)将该寄存器配置为读后清 0 型，该寄存器的最小单位代表的能量为 1/EC kWh。

例：假设脉冲常数 EC 为 3200 imp/kWh，寄存器读数为 0x001000 (4096) 时，其代表的能量为  
 $E = 4096 / 3200 = 1.28 \text{ kWh}$

### 5.1.2.7. SAG/PEAK 工况持续时间计数 (UdetCNT)

| SAG/PEAK Count(UdetCNT) |        |         |         | Address: <b>0FH</b> |        |        |        |
|-------------------------|--------|---------|---------|---------------------|--------|--------|--------|
|                         | Bit23  | 22      | 21      | 20 ... 3            | 2      | 1      | Bit0   |
| Read:                   | Udet23 | Udet 22 | Udet 21 | Udet 20...EQ3       | Udet 2 | Udet 1 | Udet 0 |
| Write:                  | X      | X       | X       | X                   | X      | X      | X      |
| Reset:                  | 0      | 0       | 0       | 0                   | 0      | 0      | 0      |

SAG/PEAK 工况持续时间计数寄存器，和 SAG、PEAK 功能相关。当发生 SAG 或 PEAK 事件后，芯片会把发生事件期间持续的 MAXUWAVE 半周波的个数赋与此寄存器记录。

### 5.1.2.8. 功率参数输出 (PowerP2, PowerQ2)

| Active Power Register (PowerP2) |       |      |      | Address: <b>10H</b> |     |     |      |
|---------------------------------|-------|------|------|---------------------|-----|-----|------|
|                                 | Bit23 | 22   | 21   | 20 ... 3            | 2   | 1   | Bit0 |
| Read:                           | AP23  | AP22 | AP21 | AP20...AP3          | AP2 | AP1 | AP0  |
| Write:                          | X     | X    | X    | X                   | X   | X   | X    |
| Reset:                          | 0     | 0    | 0    | 0                   | 0   | 0   | 0    |

| Reactive Power Register (PowerQ2) |       |      |      | Address: <b>11H</b> |     |     |      |
|-----------------------------------|-------|------|------|---------------------|-----|-----|------|
|                                   | Bit23 | 22   | 21   | 20 ... 3            | 2   | 1   | Bit0 |
| Read:                             | RP23  | RP22 | RP21 | RP20...RP3          | RP2 | RP1 | RP0  |
| Write:                            | X     | X    | X    | X                   | X   | X   | X    |
| Reset:                            | 0     | 0    | 0    | 0                   | 0   | 0   | 0    |

第二路功率寄存器默认为 24 位二进制补码格式，最高位为符号位。默认配置下开放给客

户的是高 3Bytes 的数据。用户也可通过配置 UART 通信帧为 4 字节数据格式，读取功率寄存器的第 4Byte（最低字节）。

参数默认更新频率为 3.125Hz。可配置 FreqCFG[6: 5]到最高 12.5Hz。

#### 5.1.2.9. 电压半波波形峰值寄存器 (MAXUWAVE)

| MAX Votage(MAXUWAVE) |       | Address: 12H |       |              |      |      |      |
|----------------------|-------|--------------|-------|--------------|------|------|------|
|                      | Bit21 | 20           | 19    | 18 ... 3     | 2    | 1    | Bit0 |
| Read:                | SU_21 | SU_20        | SU_19 | SU_18...SU_3 | SU_2 | SU_1 | SU_0 |
| Write:               | X     | X            | X     | X            | X    | X    | X    |
| Reset:               | 0     | 0            | 0     | 0            | 0    | 0    | 0    |

电压半波峰值寄存器，和 SAG、PEAK 功能相关，每半个周波该寄存器更新一次，得到 ADC 波形最大值，该寄存器取自高通后的数据，为了和 ADC 的位数对齐，该寄存器为 22bit。bit21 为符号位，同时该符号位扩展到 24 位，即读出的数据位中 bit23—bit21 都是符号位。数据采用二进制补码格式。

#### 5.1.2.10. CRC 校验和寄存器 (CRCChecksum)

| CRCChecksum Register (Scheck) |       | Address: 15H |        |                   |       |       |       |
|-------------------------------|-------|--------------|--------|-------------------|-------|-------|-------|
|                               | Bit23 | 22           | 21     | 20...3            | 2     | 1     | Bit0  |
| Read:                         | CRC23 | CRC 22       | CRC 21 | CRC 20..... CRC 3 | CRC 2 | CRC 1 | CRC 0 |
| Write:                        | X     | X            | X      | X                 | X     | X     | X     |
| Reset:                        | 0     | 0            | 0      | 0                 | 0     | 0     | 0     |

CRC 参数校验寄存器为所有校表参数寄存器的 CRC-CCITT 运算结果，包含地址从 40H 正向顺序到 7CH。其中连续地址中没有分配寄存器的部分不计算之内。6FH --74H 也不计算在内。

Default 值为 0x 00 F9 94

#### 5.1.2.11. 数据备份寄存器 (BCKREG)

| BackupData Register (BCKREG) |           | Address: 16H |           |                        |          |          |          |
|------------------------------|-----------|--------------|-----------|------------------------|----------|----------|----------|
|                              | Bit23     | 22           | 21        | 20...3                 | 2        | 1        | Bit0     |
| Read:                        | BCKData23 | BCKData22    | BCKData21 | BCKData20.....BCKData3 | BCKData2 | BCKData1 | BCKData0 |
| Write:                       | X         | X            | X         | X                      | X        | X        | X        |
| Reset:                       | 0         | 0            | 0         | 0                      | 0        | 0        | 0        |

Backup Data 寄存器是保存上一次 UART 通讯传输的数据，共 3 个字节，分别代表 UART 通讯读取数据或者上一次写入的数据的高，中，低字节（UART 写入为 2 个字节，此时，该寄存器高字节为无效字节）。

#### 5.1.2.12. 通讯校验和寄存器 (COMChecksum)

| ComChecksum Register (Ccheck) |       | Address: 17H |    |        |   |   |      |
|-------------------------------|-------|--------------|----|--------|---|---|------|
|                               | Bit23 | 22           | 21 | 20...3 | 2 | 1 | Bit0 |
| Read:                         |       |              |    |        |   |   |      |
| Write:                        |       |              |    |        |   |   |      |
| Reset:                        |       |              |    |        |   |   |      |

|               |          |           |           |                        |          |          |          |
|---------------|----------|-----------|-----------|------------------------|----------|----------|----------|
| <b>Read:</b>  | Ccheck23 | Ccheck 22 | Ccheck 21 | Ccheck20..... Ccheck 3 | Ccheck 2 | Ccheck 1 | Ccheck 0 |
| <b>Write:</b> | X        | X         | X         | X                      | X        | X        | X        |
| <b>Reset:</b> | 0        | 0         | 0         | 0                      | 0        | 0        | 0        |

通讯校验和寄存器:

每次 UART 通讯的命令和数据都被累加放入 ComChecksum 寄存器的低两个字节。ComChecksum 的高 8 位 bit16....bit23 会保存 UART 通讯的上一次的命令。UART 通讯中的数据为单字节长度的加法。

### 5.1.2.13. 参数校验和寄存器 (SumChecksum)

|                                      |              |                     |           |                       |          |          |             |
|--------------------------------------|--------------|---------------------|-----------|-----------------------|----------|----------|-------------|
| <b>SumChecksum Register (Scheck)</b> |              | <b>Address: 18H</b> |           |                       |          |          |             |
|                                      | <b>Bit23</b> | <b>22</b>           | <b>21</b> | <b>20...3</b>         | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>Bit0</b> |
| <b>Read:</b>                         | Scheck23     | Scheck22            | Scheck21  | Scheck20..... Scheck3 | Scheck2  | Scheck1  | Scheck0     |
| <b>Write:</b>                        | X            | X                   | X         | X                     | X        | X        | X           |
| <b>Reset:</b>                        | 0            | 0                   | 0         | 0                     | 0        | 0        | 0           |

参数和校验寄存器为所有校表参数寄存器的和, 40H---7CH, 其中连续地址中没有分配寄存器的部分不计算之内。计算不包含 6FH-74H 寄存器

Default 值为 0x 01 00 BD。

SumChecksum 寄存器的计算方式为:

对所有的校验寄存器采用三字节的无符号数加法, 两/单字节寄存器高位补 0。

若配置过校表寄存器, 此校验和寄存器随即更新, 等待时间为 2us 左右, 可忽略不计。

### 5.1.2.14. EMU 状态寄存器(EMUSR)

|                                    |              |                     |            |              |           |           |          |             |
|------------------------------------|--------------|---------------------|------------|--------------|-----------|-----------|----------|-------------|
| <b>EMU Status Register (EMUSR)</b> |              | <b>Address: 19H</b> |            |              |           |           |          |             |
|                                    | <b>Bit15</b> | <b>14</b>           | <b>13</b>  | <b>12</b>    | <b>11</b> | <b>10</b> | <b>9</b> | <b>Bit8</b> |
| <b>Read:</b>                       |              |                     |            | Checksum Err | NoQLd2    | NoPLd2    | NoQLd1   | NoPLd1      |
| <b>Write:</b>                      | X            | X                   | X          | X            | X         | X         | X        | X           |
| <b>Reset:</b>                      | 0            | 0                   | 0          | 0            | 0         | 0         | 0        | 0           |
|                                    | <b>Bit7</b>  | <b>6</b>            | <b>5</b>   | <b>4</b>     | <b>3</b>  | <b>2</b>  | <b>1</b> | <b>Bit0</b> |
| <b>Read:</b>                       | Chanelstatus | TAMP                | I2PPXGTI1P |              | NoQLd     | NoPLd     | REVQ     | REVP        |
| <b>Write:</b>                      | X            | X                   | X          | X            | X         | X         | X        | X           |
| <b>Reset:</b>                      | 0            | 0                   | 0          | 0            | 0         | 0         | 0        | 0           |

| 位名称          | 描述   |
|--------------|--|
| Checksum Err | 使能内部校验和比较功能后, 计算校验和与写入到 SUMCHECK 值不一样。<br>1: 校验和出错 |
| NOQLD2       | 第 2 通道无功功率潜动标志(需要开启 75H.bit5:En_NewStatus)         |
| NOPLD2       | 第 2 通道有功功率潜动标志(需要开启 75H.bit5:En_NewStatus)         |
| NOQLD1       | 第 1 通道无功功率潜动标志(需要开启 75H.bit5:En_NewStatus)         |
| NOPLD1       | 第 1 通道有功功率潜动标志(需要开启 75H.bit5:En_NewStatus)         |
| Chanelstatus | 计量通道状态标志。(0: 指示使用电流通道 1 计量 1: 指示使用电流通道 2)          |

|            |   |
|------------|---|
|            | 计量)   |
| TAMP       | 窃电发生标志。(1: 发生窃电)  |
| I2PPXGTI1P | 第二通道有效值(功率)大于第一通道有效值(功率)标志。<br>1: 第二通道大于第一通道                            |
| NOQLD      | 当前计量通道无功功率潜动标志<br>NOQLD= NOQLD1 (Q1); NOQLD2 (Q2); NOQLD1&NOQLD2 (单相三线) |
| NOPLD      | 当前计量通道有功功率潜动标志<br>NOPLD= NOPLD1 (P1); NOPLD2 (P2); NOPLD1&NOPLD2 (单相三线) |
| REVP       | 有功功率反向标志, PF 发脉冲时更新该标志。<br>REVP=1: 有功功率反向                               |
| REVQ       | 无功功率反向标志, QF 发脉冲时更新该标志。<br>REVQ=1: 无功功率反向                               |

#### TAMP 窃电指示标识说明:

如果选择比较两路有效值大小做为防窃电的判断依据 ( $40H.BIT.tampsel=0$ ):

当  $I1Rms > I2Rms * (1 + IChk)$  或者  $I2Rms > I1Rms * (1 + IChk)$  时, 标志起置 1。

如果选择比较两路有功功率 ( $PowerP$ ) 大小做为防窃电的判断依据 ( $tampsel=1$ ):

当  $|PowerP1| > |PowerP2| * (1 + IChk)$  或者  $|PowerP2| > |PowerP1| * (1 + IChk)$  时, 标志置 1。

#### I2PPXGTI1P:

如果选择有效值做为防窃电的判断依据 ( $tampsel=0$ ):

=1 表示  $I2Rms > I1Rms$ ; =0 表示  $I2Rms \leq I1Rms$ 。

如果选择有功功率 ( $|PowerP|$ ) 的绝对值做为防窃电的判断依据 ( $tampsel=1$ ):

=1 表示  $|PowerP2| > |PowerP1|$ ; =0 表示  $|PowerP2| \leq |PowerP1|$ 。

#### 5.1.2.15. 系统状态寄存器 (SYSSTA)

| System status Register (SYSSTA) |      | Address: 1AH |   |   |          |       |      |      |
|---------------------------------|------|--------------|---|---|----------|-------|------|------|
|                                 | Bit7 | 6            | 5 | 4 | 3        | 2     | 1    | Bit0 |
| Read:                           |      |              |   |   | TEST_RST | E_RST | LBOR | WREN |
| Write:                          | X    | X            | X | X | X        | X     | X    | X    |
| Reset:                          | 0    | 0            | 0 | 0 | 0        | 0     | 1    | 0    |

| 位名称      | 描述                                |
|----------|-----------------------------------|
| TEST_RST | TEST 引脚变化导致芯片发生复位, 则该标志置位, 读后清 0  |
| E_RST    | RESET 引脚变化导致芯片发生复位, 则该标志置位, 读后清 0 |
| LBOR     | 系统电源掉落引起芯片发生复位, 则该标志置位, 读后清 0     |
| WREN     | 写使能标志 (0: 表示写使能关闭 1: 表示写使能打开)     |

BOR 复位为最高优先级, 发生 LBOR 复位会将 TEST\_RST 和 E\_RST 标志清 0, 但是发生 TEST\_RST 和 E\_RST 不会将 LBOR 标志清 0, 该标志只能通过读后清 0。

**5.1.2.16. ChipID**

| ChipID |        | Address: <b>1BH</b> |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        | Bit23  | 22                  | 21     | 20     | 19     | 18     | 17     | Bit16  |
| Read:  | Code23 | Code22              | Code21 | Code20 | Code19 | Code18 | Code17 | Code16 |
| Write: |        |                     |        |        |        |        |        |        |
| Reset: | 0      | 1                   | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      |

|        | Bit15  | 14     | 13     | 12     | 11     | 10     | 9     | Bit8  |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| Read:  | Code15 | Code14 | Code13 | Code12 | Code11 | Code10 | Code9 | Code8 |
| Write: |        |        |        |        |        |        |       |       |
| Reset: | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 1     | 1     |

|        | Bit7  | 6     | 5     | 4     | 3     | 2     | 1     | Bit0  |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Read:  | Code7 | Code6 | Code5 | Code4 | Code3 | Code2 | Code1 | Code0 |
| Write: |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Reset: | 1     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     |

寄存器默认值为 ChipID: **0x 70 53 B0**

**5.1.2.17. DeviceID**

| DeviceID |        | Address: <b>1CH</b> |        |        |        |        |        |        |
|----------|--------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | Bit23  | 22                  | 21     | 20     | 19     | 18     | 17     | Bit16  |
| Read:    | Code23 | Code22              | Code21 | Code20 | Code19 | Code18 | Code17 | Code16 |
| Write:   |        |                     |        |        |        |        |        |        |
| Reset:   | 0      | 1                   | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      |

|        | Bit15  | 14     | 13     | 12     | 11     | 10     | 9     | Bit8  |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| Read:  | Code15 | Code14 | Code13 | Code12 | Code11 | Code10 | Code9 | Code8 |
| Write: |        |        |        |        |        |        |       |       |
| Reset: | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 1     | 1     |

|        | Bit7  | 6     | 5     | 4     | 3     | 2     | 1     | Bit0  |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Read:  | Code7 | Code6 | Code5 | Code4 | Code3 | Code2 | Code1 | Code0 |
| Write: |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Reset: | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     |

寄存器默认值为 DeviceID: **0x 70 53 21**

## 5.2. 校表参数寄存器

### 5.2.1. 校表参数寄存器列表

表 5-2 校表参数寄存器列表: (Read/Write)

| 地址<br>(ECADR) | 名称        | 复位值    | 字节<br>长度 | 功能描述               |
|---------------|-----------|--------|----------|--------------------|
| 30H           | EMUIE     | 0000   | 2(15bit) | EMU 中断使能寄存器        |
| 31H           | EMUIF     | 800000 | 3(16bit) | EMU 中断标志寄存器        |
| 32H           | WPREG     | 00     | 1(8bit)  | 写保护寄存器             |
| 33H           | SRSTREG   | 00     | 1(8bit)  | 软件复位寄存器            |
|               |           |        |          |                    |
| 40H           | EMUCFG    | 0000   | 2(15bit) | EMU 配置寄存器          |
| 41H           | FreqCFG   | 0088   | 2(9bit)  | 时钟/更新频率配置寄存器       |
| 42H           | ModuleEn  | 007E   | 2(14bit) | EMU 模块使能寄存器        |
| 43H           | ANAEN     | 0003   | 1(7bit)  | ADC 开关寄存器          |
|               |           |        |          |                    |
| 45H           | IOCFG     | 0000   | 2(10bit) | IO 输出配置寄存器         |
|               |           |        |          |                    |
| 50H           | GP1       | 0000   | 2(16bit) | 通道 1 的有功功率校正       |
| 51H           | GQ1       | 0000   | 2(16bit) | 通道 1 的无功功率校正       |
| 52H           | GS1       | 0000   | 2(16bit) | 通道 1 的视在功率校正       |
|               |           |        |          |                    |
| 54H           | GP2       | 0000   | 2(16bit) | 通道 2 的有功功率校正       |
| 55H           | GQ2       | 0000   | 2(16bit) | 通道 2 的无功功率校正       |
| 56H           | GS2       | 0000   | 2(16bit) | 通道 2 的视在功率校正       |
|               |           |        |          |                    |
| 58H           | QPhsCal   | FF00   | 2(16bit) | 无功相位补偿             |
| 59H           | ADCCON    | 0000   | 2(12bit) | ADC 通道增益选择         |
|               |           |        |          |                    |
| 5BH           | I2Gain    | 0000   | 2(16bit) | 电流通道 2 增益补偿        |
| 5CH           | I1Off     | 0000   | 2(16bit) | 电流通道 1 的偏置校正       |
| 5DH           | I2Off     | 0000   | 2(16bit) | 电流通道 2 的偏置校正       |
| 5EH           | UOff      | 0000   | 2(16bit) | 电压通道的偏置校正          |
| 5FH           | PQStart   | 0040   | 2(16bit) | 起动功率设置             |
|               |           |        |          |                    |
| 61H           | HFCnst    | 0040   | 2(15bit) | 输出脉冲频率设置           |
| 62H           | CHK       | 0010   | 1(8bit)  | 窃电阈值设置             |
| 63H           | IPTAMP    | 0020   | 2(16bit) | 窃电检测电流量值           |
| 64H           | Dec_Shift | 00     | 1(8bit)  | 通道 1 的相位校正(移采样点方式) |

|     |               |      |                |  |
|-----|---------------|------|----------------|--|
| 65H | P1OFFSETH     | 00   | 1(8bit)/2(可配置) | 通道 1 有功功率偏置校正参数高 8 位, 和 P1OFFSETL 组成为 16bit 补码 |
| 66H | P2OFFSETH     | 00   | 1(8bit)/2(可配置) | 通道 2 有功功率偏置校正参数高 8 位, 和 P2OFFSETL 组成为 16bit 补码 |
| 67H | Q1OFFSETH     | 00   | 1(8bit)/2(可配置) | 通道 1 无功功率偏置校正参数高 8 位, 和 Q1OFFSETL 组成为 16bit 补码 |
| 68H | Q2OFFSETH     | 00   | 1(8bit)/2(可配置) | 通道 2 无功功率偏置校正参数高 8 位, 和 Q2OFFSETL 组成为 16bit 补码 |
| 69H | I1RMSOFFSET   | 0000 | 2(16bit)       | 通道 1 有效值补偿寄存器, 为 16bit 无符号数                    |
| 6AH | I2RMSOFFSET   | 0000 | 2(16bit)       | 通道 2 有效值补偿寄存器, 为 16bit 无符号数                    |
| 6BH | URMSOFFSET    | 0000 | 2(16bit)       | 通道 U 有效值补偿寄存器, 为 16bit 无符号数                    |
| 6CH | ZCrossCurrent | 0004 | 2(16bit)       | 电流过零阈值设置寄存器                                    |
| 6DH | GPhs1         | 0000 | 2(16bit)       | 通道 1 的相位校正 (PQ 方式)                             |
| 6EH | GPhs2         | 0000 | 2(16bit)       | 通道 2 的相位校正 (PQ 方式)                             |
| 6FH | PFCnt         | 0000 | 2(16bit)       | 快速有功脉冲计数                                       |
| 70H | QFCnt         | 0000 | 2(16bit)       | 快速无功脉冲计数                                       |
|     |               |      |                |  |
| 72H | ANACON        | 0031 | 2(16bit)       | 模拟控制寄存器  |
| 73H | SUMCHECKL     | 0000 | 2(16bit)       | 校验和低 16 位, 由用户写入, 使能比较功能后, 芯片比较给出标志            |
| 74H | SUMCHECKH     | 00   | 1(8bit)        | 校验和高 8 位, 由用户写入, 使能比较功能后, 芯片比较给出标志             |
| 75H | MODECFG       | 00   | 1(8bit)        | 模式配置寄存器  |
| 76H | P1OFFSETL     | 00   | 1(8bit)        | 通道 1 有功功率偏置校正参数低 8 位, 和 P1OFFSETH 组成 16bit 补码  |
| 77H | P2OFFSETL     | 00   | 1(8bit)        | 通道 2 有功功率偏置校正参数低 8 位, 和 P2OFFSETH 组成 16bit 补码  |
| 78H | Q1OFFSETL     | 00   | 1(8bit)        | 通道 1 无功功率偏置校正参数低 8 位, 和 Q1OFFSETH 组成 16bit 补码  |
| 79H | Q2OFFSETL     | 00   | 1(8bit)        | 通道 2 无功功率偏置校正参数低 8 位, 和 Q2OFFSETH 组成 16bit 补码  |
| 7AH | UPeakLvl      | 0000 | 2(16bit)       | UPEAK 阈值寄存器, 16 位无符号数, 与 ADC 绝对值的高位对齐          |
| 7BH | USagLvl       | 0000 | 2(16bit)       | USAG 阈值寄存器, 16 位无符号数, 与 ADC 绝对值的高位对齐           |
| 7CH | UCycLen       | 0000 | 2(16bit)       | PEAK SAG 检测周期设置寄存器, 16bit                      |

## 5.2.2. 校表参数寄存器说明

## 5.2.2.1. 中断使能寄存器 (EMUIE)

| EMU Interrupt Enable Register (EMUIE) |       |            |            | Address: <b>30H</b> |           |        |        |      |
|---------------------------------------|-------|------------|------------|---------------------|-----------|--------|--------|------|
|                                       | Bit15 | 14         | 13         | 12                  | 11        | 10     | 9      | Bit8 |
| Read:                                 |       | CZCROS1_IE | CZCROS2_IE | USAGIE              | PRms      | PEOFIE | QEOFIE |      |
| Write:                                |       |            |            |                     | UpdatesIE |        |        |      |
| Reset:                                | 0     | 0          | 0          | 0                   | 0         | 0      | 0      | 0    |

|        | Bit7    | 6      | 5    | 4 | 3         | 2     | 1    | Bit0   |
|--------|---------|--------|------|---|-----------|-------|------|--------|
| Read:  | UPEAKIE | TampIE | PFIE |   | UzxLoseIE | SPLIE | ZXIE | UdetIE |
| Write: |         |        |      |   |           |       |      |        |
| Reset: | 0       | 0      | 0    | 0 | 0         | 0     | 0    | 0      |

| 位名称            | 描述                                    |
|----------------|---------------------------------------|
| CZCROS1_IE     | 电流通道 1 正向过零中断使能 (0: 禁止 1: 使能)         |
| CZCROS2_IE     | 电流通道 2 正向过零中断使能 (0: 禁止 1: 使能)         |
| USAGIE         | 电压通道信号 SAG 中断使能 (0: 禁止 1: 使能)         |
| PRms_UpdatesIE | 功率寄存器, 有效值寄存器更新中断使能 (0: 禁止 1: 使能)     |
| PEOFIE         | 有功电能寄存器溢出时的中断使能 (0: 禁止 1: 使能)         |
| QEOFIE         | 无功电能寄存器溢出时的中断使能 (0: 禁止 1: 使能)         |
| UPEAKIE        | 电压通道信号 PEAK 中断使能 (0: 禁止 1: 使能)        |
| TampIE         | 窃电中断使能 (0: 禁止 1: 使能)                  |
| PFIE           | PF 发脉冲时的中断使能 (0: 禁止 1: 使能)            |
| UzxLoseIE      | 电压过零丢失的中断 (0: 禁止 1: 使能)               |
| SPLIE          | 波形寄存器更新时的中断使能 (0: 禁止 1: 使能)           |
| ZXIE           | 电压发生用户指定的过零方式时的中断使能 (0: 禁止 1: 使能)     |
| UdetIE         | 电压通道 SAG/PEAK 进入/退出中断使能/(0: 禁止 1: 使能) |

## 5.2.2.2. 中断标志寄存器 (EMUIF)

| EMU Interrupt Flag Register (EMUIF) |       |            |            | Address: <b>31H</b> |           |        |        |       |
|-------------------------------------|-------|------------|------------|---------------------|-----------|--------|--------|-------|
|                                     | Bit23 | 22         | 21         | 20                  | 19        | 18     | 17     | Bit16 |
| Read:                               |       |            |            |                     | Shuntfail |        |        |       |
| Write:                              |       |            |            |                     |           |        |        |       |
| Reset:                              | 0     | 0          | 0          | 0                   | 0         | 0      | 0      | 0     |
|                                     | Bit15 | 14         | 13         | 12                  | 11        | 10     | 9      | Bit8  |
| Read:                               | Uend  | CZCROS1_IF | CZCROS2_IF | USAGIF              | PRms      | PEOFIF | QEOFIF |       |
| Write:                              |       |            |            |                     | UpdatesIF |        |        |       |
| Reset:                              | 0     | 0          | 0          | 0                   | 0         | 0      | 0      | 0     |
|                                     | Bit7  | 6          | 5          | 4                   | 3         | 2      | 1      | Bit0  |
|                                     |       |            |            |                     |           |        |        |       |

|               |         |        |      |   |         |       |      |        |
|---------------|---------|--------|------|---|---------|-------|------|--------|
| <b>Read:</b>  | UPEAKIF | TampIF | PFIF |   | UzxLose | SPLIF | ZXIF | Ustart |
| <b>Write:</b> |         |        |      |   |         |       |      |        |
| <b>Reset:</b> | 0       | 0      | 0    | 0 | 0       | 0     | 0    | 0      |

| 位名称            | 描述                             |
|----------------|--------------------------------|
| Shuntfail      | <b>锰铜断火线指示标志位(读后清零)</b>        |
| Uend           | 电压通道 SAG/PEAK 退出标志, 读后清 0      |
| CZCROS1_IF     | 电流通道 1 正向过零中断标志, 读后清 0         |
| CZCROS2_IF     | 电流通道 2 正向过零中断标志, 读后清 0         |
| USAGIF         | <b>电压通道信号低于设定阈值中断标志, 读后清 0</b> |
| PRms_UpdatesIE | 功率寄存器, 有效值寄存器更新中断标志, 读后清 0     |
| PEOFIF         | 有功电能寄存器溢出时, 该标志置位, 读后清 0       |
| QEOFIF         | 无功电能寄存器溢出时, 该标志置位, 读后清 0       |
| UPEAKIF        | <b>电压通道信号高于设定阈值中断标志, 读后清 0</b> |
| TampIF         | 窃电发生时, 该标志置位, 读后清 0            |
| PFIF           | PF 发脉冲时, 该标志置位, 读后清 0          |
| UzxLose        | <b>电压过零丢失标志, 读后清 0</b>         |
| SPLIF          | 波形寄存器更新时, 该标志置位, 读后清 0         |
| ZXIF           | 电压发生用户指定的过零方式时, 该标志置位, 读后清 0   |
| Ustart         | 电压通道 SAG/PEAK 进入标志             |

芯片并无外部管脚的中断电平输出。若用户需要使用此功能可通过命令字将 TX pin 复用为中断输出。具体参考系统功能 — 中断源。

### 5.2.2.3. 写保护寄存器 (WPCFG)

|   |             |                     |          |          |          |          |          |             |
|---|-------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|
| <b>Written protect Register (WPCFG)</b> |             | <b>Address: 32H</b> |          |          |          |          |          |             |
|   | <b>Bit7</b> | <b>6</b>            | <b>5</b> | <b>4</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>Bit0</b> |
| <b>Read:</b>                            | WPCFG7      | WPCFG6              | WPCFG5   | WPCFG4   | WPCFG3   | WPCFG2   | WPCFG1   | WPCFG0      |
| <b>Write:</b>                           |             |                     |          |          |          |          |          |             |
| <b>Reset:</b>                           | 0           | 0                   | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0           |

WPCFG = 0xA6 : 表示写保护打开, 只能操作 50H 到 7CH 的校表参数寄存器, 不可操作 40H 到 45H 的校表参数寄存器。

WPCFG = 0xBC : 表示写保护打开, 只能操作 40H 到 45H 的校表参数寄存器, 不可操作 50H 到 7CH 的校表参数寄存器。

WPCFG = 其他值 : 表示写保护关闭, 对校表参数寄存器操作无效

写保护打开后, 只要不改变 WPCFG 寄存器的值, 那么写保护打开就一直有效。

### 5.2.2.4. 软件复位寄存器 (SRSTREG)

|                                      |             |                     |          |          |          |          |          |             |
|--------------------------------------|-------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|
| <b>Soft reset Register (SRSTREG)</b> |             | <b>Address: 33H</b> |          |          |          |          |          |             |
|                                      | <b>Bit7</b> | <b>6</b>            | <b>5</b> | <b>4</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>Bit0</b> |
| <b>Read:</b>                         | SRST7       | SRST 6              | SRST 5   | SRST 4   | SRST 3   | SRST 2   | SRST 1   | SRST 0      |
| <b>Write:</b>                        |             |                     |          |          |          |          |          |             |

|        |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Reset: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|

SRSTREG 寄存器如果写入 0x55 会导致芯片发生复位，复位后该寄存器清 0。

### 5.2.2.5. EMU 配置寄存器 (EMUCFG)

| EMUCFG |          | Address: 40H |           |       |       |       |       |          |
|--------|----------|--------------|-----------|-------|-------|-------|-------|----------|
|        | Bit15    | 14           | 13        | 12    | 11    | 10    | 9     | Bit8     |
| Read:  | StartSel | SPLSel       | EnergyClr | QMOD1 | QMOD0 | PMOD1 | PMOD0 | Reserved |
| Write: |          |              |           |       |       |       |       |          |
| Reset: | 0        | 0            | 0         | 0     | 0     | 0     | 0     | 0        |

|        | Bit7 | 6    | 5        | 4      | 3     | 2      | 1     | Bit0    |
|--------|------|------|----------|--------|-------|--------|-------|---------|
| Read:  | Zxd1 | Zxd0 | Reserved | CIADD1 | FLTON | CHNSEL | CIADD | TampSel |
| Write: |      |      |          |        |       |        |       |         |
| Reset: | 0    | 0    | 0        | 0      | 0     | 0      | 0     | 0       |

| 位名称         | 描述  |
|-------------|---|
| StartSel    | 防潜方式选择：0：P/Q 单独； 1：P/Q 都使用 P&Q  |
| SPLSel      | 波形数据选择(0:Dec 后数据， 1：高通后数据)<br>可通过此位选择 SPL 波形寄存器与波形缓存的数据来源。  |
| EnergyClr   | 设置是否能量寄存器读后清 0 (0：读后不清 0； 1：读后清 0)  |
| QMOD[1...0] | 无功能量寄存器 EnergyQ 累加模式选择，详细配置见后表  |
| PMOD[1...0] | 有功能量寄存器 EnergyQ 累加模式选择，详细配置见后表  |
| Reserved    | 用户需要保留为默认值，0。   |
| Zxd1        | 电压中断过零的选择，详细配置见后表   |
| Zxd0        | 电压中断过零的选择，详细配置见后表   |
| CIADD1      | 单相三线模式控制：1=矢量和 0=绝对值 (Default)  |
| FLTON       | 自动防窃电模块开关 (0：自动防窃电关闭 1：自动防窃电开启)，<br>详细见后表 <sup>注</sup>  |
| CHNSEL      | 选择通道计量 (0：选择通道 1 计量 1：选择通道 2 计量)，详细见后表  |
| CIADD       | 单相三线累加模式选择 (0：单通道方式 1：电流累加和模式)  |
| TampSel     | 防窃电源头选择 (0：选择电流有效值做防窃电 1：选择有功功率做防窃电)<br>CHK 和 IPTAMP 的源头选择，其中 IPTAMP 还受 IPTamp_Sel 控制，配置关系<br>详见 5.2.2.39 配置表格说明。 |

注：

**StartSel 防潜方式：**

=0 为单独防潜，PowerP (Q) 与分别 PQStart 比较，满足起动条件则对应的 P(Q)FCnt 累加。

=1 为综合防潜，PowerP 或 PowerQ 只要有一路满足起动条件，则 PFCnt 与 QFCnt 均累加。

**电流相加模式：**

每路通道用各自的校表参数数据，功率累加模式在电流相加模式下固定为绝对值累加模式。  
在 FLTON=1 时，即开启自动防窃电模块时，CIADD 和 CHNSEL 将失去意义，虽可读写，但是无

效：只有  $FLTON=0$  时  $CIADD$  和  $CHNSEL$  可有效读写。

| QMOD1 | QMOD0 | 无功功率累加模式，即 QFCnt 的累加模式        |
|-------|-------|-------------------------------|
| 0     | 0     | 计算能量时，按照代数和方式对功率进行累加（default） |
| 0     | 1     | 计算能量时，只累加正向功率，不累加负向功率         |
| 1     | 0     | 计算能量时，按照绝对值方式对功率进行累加          |
| 1     | 1     | 计算能量时，按照代数和方式对功率进行累加          |

| PMOD1 | PMOD0 | 有功功率累加模式，即 PFCnt 的累加模式        |
|-------|-------|-------------------------------|
| 0     | 0     | 计算能量时，按照代数和方式对功率进行累加（default） |
| 0     | 1     | 计算能量时，只累加正向功率，不累加负向功率         |
| 1     | 0     | 计算能量时，按照绝对值方式对功率进行累加          |
| 1     | 1     | 计算能量时，按照代数和方式对功率进行累加          |

| ZXD1 | ZXD0 | 电压过零输出选择，电压过零中断选择 |
|------|------|-------------------|
| 0    | 0    | 正向过零中断产生；         |
| 0    | 1    | 负向过零中断产生；         |
| 1    | X    | 双向过零中断产生；         |

| 输入信号  |       |        | 输出信号           |                                |
|-------|-------|--------|----------------|--------------------------------|
| FLTON | CIADD | CHNSEL | Chanelstatus   | 能量累加                           |
| 1     | X     | X      | 指示自动防窃电的通道选择结果 | 根据 Chanelstatus 来决定采用哪一路功率参与计量 |
| 0     | 0     | 0      | 0              | 选择通道 1 参与计量（default）           |
| 0     | 0     | 1      | 1              | 选择通道 2 参与计量                    |
| 0     | 1     | x      | 0              | 单相三线模式（绝对值累加）                  |

### 5.2.2.6. 时钟配置寄存器（FreqCFG）

| FreqCFG |       | Address: 41H |    |    |           |           |           |      |
|---------|-------|--------------|----|----|-----------|-----------|-----------|------|
|         | Bit15 | 14           | 13 | 12 | 11        | 10        | 9         | Bit8 |
| Read:   |       |              |    |    | CFDouble2 | CFDouble1 | CFDouble0 | CFP1 |
| Write:  |       |              |    |    |           |           |           |      |
| Reset:  | 0     | 0            | 0  | 0  | 0         | 0         | 0         | 0    |

|        | Bit7 | 6       | 5       | 4            | 3            | 2    | 1    | Bit0 |
|--------|------|---------|---------|--------------|--------------|------|------|------|
| Read:  |      | PRFCFG1 | PRFCFG0 | Emuclk_ctrl1 | Emuclk_ctrl0 | SPL2 | SPL1 | SPL0 |
| Write: | CFP0 |         |         |              |              |      |      |      |
| Reset: | 1    | 0       | 0       | 0            | 1            | 0    | 0    | 0    |

| 位名称               | 描述  |
|-------------------|---|
| CFDouble[2..0]    | 脉冲加倍功能：000=1 倍；001=2 倍；010=4 倍；011=8 倍；100=16 倍；其他=1 倍； |
| SPL[2...0]        | ADC 波形寄存器采样速率选择，详细见下表                                   |
| Emuclk_Ctrl[1..0] | EMU 时钟频率选择位，详细见下表                                       |
| CFP[1:0]          | 脉宽调整位，详细见下表   |
| PRFCFG[1...0]     | 有效值更新速度选择，详细配置见后表                                       |

| SPL2 | SPL1 | SPL0 | 波形采样频率 (EMU 时钟频率 1MHz)          |
|------|------|------|---------------------------------|
| 0    | 0    | 0    | 0.976k Hz (femu/1024) (default) |
| 0    | 0    | 1    | 1.953k Hz (femu/512)            |
| 0    | 1    | 0    | 3.906k Hz (femu/256)            |
| 0    | 1    | 1    | 7.812k Hz (femu/128)            |
| 1    | x    | x    | 15.62k Hz (femu/64)             |

| Emuclk_Ctrl1 | Emuclk_Ctrl0 | EMU 时钟频率 (Femu)<br>(系统时钟为 6MHz) |
|--------------|--------------|---------------------------------|
| 0            | 0            | 2MHz                            |
| 0            | 1            | 1MHz (default)                  |
| 1            | 0            | 2MHz                            |
| 1            | 1            | 1MHz                            |

| PRFCFG1 | PRFCFG0 | 有效值更新速度 (EMU 时钟频率 1MHz/2MHz) |
|---------|---------|------------------------------|
| 0       | 0       | 3.125Hz (default)            |
| 0       | 1       | 3.125Hz                      |
| 1       | 0       | 12.5Hz                       |
| 1       | 1       | 12.5Hz                       |

| CFP 脉宽选择：EMU 时钟频率选择为 2MHz 的时候 |      |           |           |           |
|-------------------------------|------|-----------|-----------|-----------|
| CFP[1:0]                      | 00   | 01        | 10        | 11        |
| 脉宽                            | 80ms | 80/2=40ms | 80/4=20ms | 80/8=10ms |

| CFP 脉宽选择：EMU 时钟频率选择为 1MHz 的时候 |       |              |            |            |
|-------------------------------|-------|--------------|------------|------------|
| CFP[1:0]                      | 00    | 01 (default) | 10         | 11         |
| 脉宽                            | 160ms | 160/2=80ms   | 160/4=40ms | 160/8=20ms |

### 5.2.2.7. 模式控制寄存器 (ModuleEn)

| ModuleEn |       |    | Address: 42H |    |    |    |   |      |
|----------|-------|----|--------------|----|----|----|---|------|
|          | Bit15 | 14 | 13           | 12 | 11 | 10 | 9 | Bit8 |
| Read:    |       |    | PoffsetCFG   |    |    |    |   |      |
| Write:   |       |    |              |    |    |    |   |      |

|        |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Reset: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|

|        |        |   |      |      |        |         |         |        |
|--------|--------|---|------|------|--------|---------|---------|--------|
|        | Bit7   | 6 | 5    | 4    | 3      | 2       | 1       | Bit0   |
| Read:  | LPFSel |   | QRun | PRun | HPFONU | HPFONI2 | HPFONI1 | HpfSel |
| Write: |        |   |      |      |        |         |         |        |
| Reset: | 0      | 1 | 1    | 1    | 1      | 1       | 1       | 0      |

| 位名称        | 描述  |
|------------|---|
| PoffsetCFG | Poffset 扩位控制位 (0: Poffset 保持 16bit; 1: 扩位位 24bit) |
| LPFSel     | 低通第二级系数选择(0: 8 / 1: 9)                            |
| QRun       | 无功能量累加使能 (0: 停止计量 1: 允许计量)                        |
| PRun       | 有功能量累加使能 (0: 停止计量 1: 允许计量)                        |
| HPFONU     | 电压通道高通滤波器开关 (0: 关闭 1: 开)                          |
| HPFONI2    | 电流通道 2 高通滤波器开关 (0: 关闭 1: 开) 注 2                   |
| HPFONI1    | 电压通道 1 高通滤波器开关 (0: 关闭 1: 开)                       |
| HpfSel     | 高通系数选择(0: 11 / 1: 10 )                            |

#### 5.2.2.8. ADC 开关寄存器 (ANAEN)

| Analog Enable Register (ANAEN) |          | Address: 43H |          |          |          |          |          |          |
|--------------------------------|----------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                | Bit15    | 14           | 13       | 12       | 11       | 10       | 9        | Bit8     |
| Read:                          | Reserved | Reserved     | Reserved | Reserved | Reserved | Reserved | Reserved | Reserved |
| Write:                         |          |              |          |          |          |          |          |          |
| Reset:                         | 0        | 0            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
|                                | Bit7     | 6            | 5        | 4        | 3        | 2        | 1        | Bit0     |
| Read:                          | Reserved | Reserved     | Reserved | Reserved | VDC_DET  | Adc_i2on | Adc_i1on | Adc_uon  |
| Write:                         |          |              |          |          | _EN      |          |          |          |
| Reset:                         | 0        | 0            | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        |

| 位名称        | 描述                               |
|------------|----------------------------------|
| Bit15-Bit4 | 模拟保留位                            |
| VDC_DET_EN | 锰铜掉火线检测使能 (0: 关闭 1: 打开)          |
| Adc_i2on   | 电流通道 I2 的 ADC 开关信号 (0: 关闭 1: 打开) |
| Adc_i1on   | 电流通道 I1 的 ADC 开关信号 (0: 关闭 1: 打开) |
| Adc_uon    | 电压通道 U 的 ADC 开关信号 (0: 关闭 1: 打开)  |

#### 5.2.2.9. 输出引脚配置寄存器 (IOCFG)

| IOCFG |       | Address: 45H |    |    |    |    |   |      |
|-------|-------|--------------|----|----|----|----|---|------|
|       | Bit15 | 14           | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | Bit8 |
| Read: |       |              |    |    |    |    |   |      |

|        |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Write: |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Reset: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

|        |      |          |   |           |          |         |          |          |
|--------|------|----------|---|-----------|----------|---------|----------|----------|
|        | Bit7 | 6        | 5 | 4         | 3        | 2       | 1        | Bit0     |
| Read:  | POS  | Reserved |   | ParityCFG | Reserved | UARTCFG | Reserved | Reserved |
| Write: |      |          |   |           |          |         |          |          |
| Reset: | 0    | 0        | 0 | 0         | 0        | 0       | 0        | 0        |

| 位名称       | 描述  |
|-----------|---|
| POS       | 0: PF 为高电平有效 1: PF 为低电平有效                     |
| ParityCFG | UART 通信接收偶校验功能 0: 不校验 1: 使能偶校验                |
| UARTCFG   | UART 通讯帧格式控制: 0: 数据为 3 字节, 低字节不读; 1: 数据为 4 字节 |

### 5.2.2.10. 通道 1 有功功率校正 (GP1)

|                                    |        |                     |        |                |       |       |       |
|------------------------------------|--------|---------------------|--------|----------------|-------|-------|-------|
| Active Power Gain 1 Register (GP1) |        | Address: <b>50H</b> |        |                |       |       |       |
|                                    | Bit15  | 14                  | 13     | 12 ... 3       | 2     | 1     | Bit0  |
| Read:                              | GP1_15 | GP1_14              | GP1_13 | GP1_12...GP1_3 | GP1_2 | GP1_1 | GP1_0 |
| Write:                             |        |                     |        |                |       |       |       |
| Reset:                             | 0      | 0                   | 0      | 0              | 0     | 0     | 0     |

该寄存器为 16 位有符号数，最高位为符号位。用于对有功/无功/视在功率进行增益校正，计算关系为：

$$PowerP' = PowerP * (1 + GP1/32768) \text{ 或 } PowerP' = PowerP * (1 + (GP1 - 65536) / 32768)$$

功率因数为 1 的情况下，用户在校表过程中测得的误差为: Err%

$$P_{gain} = -Err\% / (1 + Err\%)$$

如果  $P_{gain}$  为正数，则 GP1 的写入值为:  $P_{gain} * 32768$

如果  $P_{gain}$  为负数，则 GP1 的写入值为:  $65536 + P_{gain} * 32768$

注意该增益寄存器同时作用于 PowerP/PowerQ/PowerS，而 GQ1/GS1 寄存器已无效。

### 5.2.2.11. 通道 1 无功功率校正 (GQ1)

|                                    |        |                     |        |                |       |       |       |
|------------------------------------|--------|---------------------|--------|----------------|-------|-------|-------|
| Reactive Power Gain Register (GQ1) |        | Address: <b>51H</b> |        |                |       |       |       |
|                                    | Bit15  | 14                  | 13     | 12 ... 3       | 2     | 1     | Bit0  |
| Read:                              | GQ1_15 | GQ1_14              | GQ1_13 | GQ1_12...GQ1_3 | GQ1_2 | GQ1_1 | GQ1_0 |
| Write:                             |        |                     |        |                |       |       |       |
| Reset:                             | 0      | 0                   | 0      | 0              | 0     | 0     | 0     |

### 5.2.2.12. 通道 1 视在功率校正 (GS1)

|                                      |       |                     |    |          |   |   |      |
|--------------------------------------|-------|---------------------|----|----------|---|---|------|
| Apparent Power Gain 1 Register (GS1) |       | Address: <b>52H</b> |    |          |   |   |      |
|                                      | Bit15 | 14                  | 13 | 12 ... 3 | 2 | 1 | Bit0 |

|               |        |        |        |                |       |       |       |
|---------------|--------|--------|--------|----------------|-------|-------|-------|
| <b>Read:</b>  | GS1_15 | GS1_14 | GS1_13 | GS1_12...GS1_3 | GS1_2 | GS1_1 | GS1_0 |
| <b>Write:</b> |        |        |        |                |       |       |       |
| <b>Reset:</b> | 0      | 0      | 0      | 0              | 0     | 0     | 0     |

### 5.2.2.13. 通道 2 有功功率校正 (GP2)

|   |              |                     |           |                 |          |          |             |
|---|--------------|---------------------|-----------|-----------------|----------|----------|-------------|
| <b>Active Power Gain 2 Register (GP2)</b> |              | <b>Address: 54H</b> |           |                 |          |          |             |
|   | <b>Bit15</b> | <b>14</b>           | <b>13</b> | <b>12 ... 3</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>Bit0</b> |
| <b>Read:</b>                              | GP2_15       | GP2_14              | GP2_13    | GP2_12...GP2_3  | GP2_2    | GP2_1    | GP2_0       |
| <b>Write:</b>                             |              |                     |           |                 |          |          |             |
| <b>Reset:</b>                             | 0            | 0                   | 0         | 0               | 0        | 0        | 0           |

与 GP1 的计算公式相同。

注意该增益寄存器同时作用于 PowerP/PowerQ/PowerS，而 GQ2/GS2 寄存器已无效。

### 5.2.2.14. 通道 2 无功功率校正 (GQ2)

|   |              |                     |           |                 |          |          |             |
|---|--------------|---------------------|-----------|-----------------|----------|----------|-------------|
| <b>Reactive Power Gain 2 Register (GQ2)</b> |              | <b>Address: 55H</b> |           |                 |          |          |             |
|   | <b>Bit15</b> | <b>14</b>           | <b>13</b> | <b>12 ... 3</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>Bit0</b> |
| <b>Read:</b>                                | GQ2_15       | GQ2_14              | GQ2_13    | GQ2_12...GQ2_3  | GQ2_2    | GQ2_1    | GQ2_0       |
| <b>Write:</b>                               |              |                     |           |                 |          |          |             |
| <b>Reset:</b>                               | 0            | 0                   | 0         | 0               | 0        | 0        | 0           |

### 5.2.2.15. 通道 2 视在功率校正 (GS2)

|   |              |                     |           |                 |          |          |             |
|---|--------------|---------------------|-----------|-----------------|----------|----------|-------------|
| <b>Apparent Power Gain 2 Register (GS2)</b> |              | <b>Address: 56H</b> |           |                 |          |          |             |
|   | <b>Bit15</b> | <b>14</b>           | <b>13</b> | <b>12 ... 3</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>Bit0</b> |
| <b>Read:</b>                                | GS2_15       | GS2_14              | GS2_13    | GS2_12...GS2_3  | GS2_2    | GS2_1    | GS2_0       |
| <b>Write:</b>                               |              |                     |           |                 |          |          |             |
| <b>Reset:</b>                               | 0            | 0                   | 0         | 0               | 0        | 0        | 0           |

### 5.2.2.16. 无功相位校正 (QPhsCal)

|                |              |                     |               |              |          |          |             |
|----------------|--------------|---------------------|---------------|--------------|----------|----------|-------------|
| <b>QPhsCal</b> |              | <b>Address: 58H</b> |               |              |          |          |             |
|                | <b>Bit15</b> | <b>14</b>           | <b>13...8</b> | <b>7...3</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>Bit0</b> |
| <b>Read:</b>   | QPC15        | QPC14               | QPC13...QPC8  | QPC7...QPC3  | QPC2     | QPC1     | QPC0        |
| <b>Write:</b>  |              |                     |               |              |          |          |             |
| <b>Reset:</b>  | 1            | 1                   | 1             | 0            | 0        | 0        | 0           |

无功相位补偿寄存器也采用二进制补码形式，最高位为符号位。

该寄存器默认值  $FF00H$ 。

默认值对应于  $f_{emu}=1MHz$  时的情况， $50Hz$  信号频率下不需要再校正；

当  $f_{emu}=1\text{MHz}$  时,  $60\text{Hz}$  信号频率下此寄存器写入  $FE98\text{H}$  即可, 也不需要额外校准;

当  $f_{emu}$  改变, 或者信号为其他频率时, 需要按照下面的公式进行校正:

无功  $0.5L$ , 在  $U, I$  夹角为  $30$  度时进行校正, 功率  $Q$  的误差值为:  $Err\%$

$QPhasCal$  的计算公式为:

$$Result = Err\% * 32768 / 1.732 - 256$$

如果  $Result$  为正数则  $QphsCal = Result$ ;

如果  $Result$  为负数则  $QphsCal = 65536 + Result$ ;

注:

1, 此寄存器校正内部相移滤波器, 对两个计量通道来说, 校准结果通用。

### 5.2.2.17. ADC 通道增益 (ADCCON)

| ADC Channel Gain Register (ADCCON) |       |    |        | Address: 59H |      |      |      |      |
|------------------------------------|-------|----|--------|--------------|------|------|------|------|
|                                    | Bit15 | 14 | 13     | 12           | 11   | 10   | 9    | Bit8 |
| Read:                              |       |    | PGA242 | PGA241       | DGI3 | DGI2 | DGI1 | DGI0 |
| Write:                             |       |    |        |              |      |      |      |      |
| Reset:                             | 0     | 0  | 0      | 0            | 0    | 0    | 0    | 0    |

|        | Bit7 | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1     | Bit0  |
|--------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Read:  |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Write: | DGU1 | DGU0 | PGA3 | PGA2 | PGA1 | PGA0 | UPGA1 | UPGA0 |
| Reset: | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     |

| PGA242 | PGA3 | PGA2 | I2Gain | PGA241 | PGA1 | PGA0 | I1Gain | UPGA1 | UPGA0 | UGAIN |
|--------|------|------|--------|--------|------|------|--------|-------|-------|-------|
| X      | 0    | 0    | PGA=1  | 0      | 0    | 0    | PGA=1  | 0     | 0     | PGA=1 |
| X      | 0    | 1    | PGA=2  | 0      | 0    | 1    | PGA=4  | 0     | 1     | PGA=2 |
| X      | 1    | 0    | PGA=4  | 0      | 1    | 0    | PGA=8  | 1     | 0     | PGA=4 |
| X      | 1    | 1    | PGA=4  | 0      | 1    | 1    | PGA=16 | 1     | 1     | PGA=4 |
|        |      |      |        | 1      | 0    | 0    | PGA=24 |       |       |       |
|        |      |      |        | 1      | 0    | 1    | PGA=2  |       |       |       |
|        |      |      |        | 1      | 1    | 0    | PGA=4  |       |       |       |
|        |      |      |        | 1      | 1    | 1    | PGA=24 |       |       |       |

注意:

这里的  $I1Gain$ ,  $I2Gain$ ,  $UGain$  分别指的是 ADC 模拟部分的电流通道 1 增益, 电流通道 2 增益, 电压通道增益。

| DGU 1 | DGU 0 | 电压通道 | DGI1 | DGI0 | 电流通道 1 | DGI3 | DGI2 | 电流通道 2 |
|-------|-------|------|------|------|--------|------|------|--------|
| 0     | 0     | DG=1 | 0    | 0    | DG=1   | 0    | 0    | DG=1   |
| 0     | 1     | DG=2 | 0    | 1    | DG=2   | 0    | 1    | DG=2   |
| 1     | 0     | DG=4 | 1    | 0    | DG=4   | 1    | 0    | DG=4   |

|   |   |      |   |   |      |   |   |      |
|---|---|------|---|---|------|---|---|------|
| 1 | 1 | DG=8 | 1 | 1 | DG=8 | 1 | 1 | DG=8 |
|---|---|------|---|---|------|---|---|------|

注意:

数字增益是通过移位放大 ADC 后的数字信号来实现的, 放大倍率为 1/2/4/8。数字增益可以用于小信号加倍, 有效值也随之一起加倍。

此寄存器控制能量脉冲的累加, 上电初始化或 RST 后需对此寄存器进行一次写操作。

### 5.2.2.18. 电流通道 2 增益设置 (I2Gain)

| Current 2 Gain Register (I2Gain) |       | Address: 5BH |       |              |      |      |      |
|----------------------------------|-------|--------------|-------|--------------|------|------|------|
|                                  | Bit15 | 14           | 13    | 12 ... 3     | 2    | 1    | Bit0 |
| Read:                            | I2G15 | I2G14        | I2G13 | I2G12...I2G3 | I2G2 | I2G1 | I2G0 |
| Write:                           |       |              |       |              |      |      |      |
| Reset:                           | 0     | 0            | 0     | 0            | 0    | 0    | 0    |

通道 2 电流增益寄存器采用二进制补码形式, 最高位为符号位。定义参见校表过程。在相同外部电流通道输入时, 使两路的电流有效值输出一致, 主要为了调整由于两个电流通道的外部传感器不同而引入的两个电流 ADC 通道的有效值差异。

计算公式如下 ( $I1Rms$  和  $I2Rms$  分别为输入相同时电流通道 1 的有效值寄存器值和电流通道 2 的有效值寄存器值):

$$Gain=(I1Rms/I2Rms)-1;$$

$$\text{若 } Gain>0, I2Gain=Gain* (2^{15});$$

$$\text{若 } Gain<0, I2Gain=2^{16}+Gain* (2^{15});$$

### 5.2.2.19. 电流通道 1 直流偏置校正寄存器 (I1Off)

| Current 1 Offset Register (I1Off) |        | Address: 5CH |        |                |       |       |       |
|-----------------------------------|--------|--------------|--------|----------------|-------|-------|-------|
|                                   | Bit15  | 14           | 13     | 12 ... 3       | 2     | 1     | Bit0  |
| Read:                             | I1OS15 | I1OS14       | I1OS13 | I1OS12...I1OS3 | I1OS2 | I1OS1 | I1OS0 |
| Write:                            |        |              |        |                |       |       |       |
| Reset:                            | 0      | 0            | 0      | 0              | 0     | 0     | 0     |

在测量直流信号的情况下使用, 先关闭高通, 当输入通道信号为 0 的时候, 连续几次读寄存器 00H 的值平均后取反, 得到 I1Off 寄存器的值, 用户得到后将这个值存储起来, 以后在使用过程中只需要在重新上电关闭高通后将之前存储的 I1Off 值重新写入寄存器。

该寄存器的最小单位与 ADC 输出的 16 位数据的最小单位一致。

该寄存器主要目的是当用户期望测试直流信号时, 将芯片内部高通关闭, I1/I2/U 必须一起关高通, 否则会引入相位误差。通过这个寄存器校正外部输入信号为 0 时的 ADC 零漂, 一般来说用户测试交流信号不需要配置该寄存器。

注: I1Off 与 I2Off 不能同时进行校正。

### 5.2.2.20. 电流通道 2 直流偏置校正寄存器 (I2Off)

| Current 2 Offset Register (I2Off) |       | Address: 5DH |    |          |   |   |      |
|-----------------------------------|-------|--------------|----|----------|---|---|------|
|                                   | Bit15 | 14           | 13 | 12 ... 3 | 2 | 1 | Bit0 |
| Read:                             |       |              |    |          |   |   |      |
| Write:                            |       |              |    |          |   |   |      |
| Reset:                            |       |              |    |          |   |   |      |

|               |        |        |        |                |       |       |       |
|---------------|--------|--------|--------|----------------|-------|-------|-------|
| <b>Read:</b>  | I2OS15 | I2OS14 | I2OS13 | I2OS12...I2OS3 | I2OS2 | I2OS1 | I2OS0 |
| <b>Write:</b> |        |        |        |                |       |       |       |
| <b>Reset:</b> | 0      | 0      | 0      | 0              | 0     | 0     | 0     |

I2Off 寄存器功能同 I1Off。

注: I1Off 与 I2Off 不能同时进行校正。

#### 5.2.2.21. 电压通道直流偏执校正寄存器 (UOff)

|                                       |              |                     |           |                 |          |          |             |  |
|---------------------------------------|--------------|---------------------|-----------|-----------------|----------|----------|-------------|--|
| <b>Voltage Offset Register (UOff)</b> |              | <b>Address: 5EH</b> |           |                 |          |          |             |  |
|                                       | <b>Bit15</b> | <b>14</b>           | <b>13</b> | <b>12 ... 3</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>Bit0</b> |  |
| <b>Read:</b>                          | UOS15        | UOS14               | UOS13     | UOS12...UOS3    | UOS2     | UOS1     | UOS0        |  |
| <b>Write:</b>                         |              |                     |           |                 |          |          |             |  |
| <b>Reset:</b>                         | 0            | 0                   | 0         | 0               | 0        | 0        | 0           |  |

UOff 寄存器功能同 I1Off

#### 5.2.2.22. 潜动与启动 (PQStart)

|                |              |                     |           |                 |          |               |          |             |
|----------------|--------------|---------------------|-----------|-----------------|----------|---------------|----------|-------------|
| <b>PQStart</b> |              | <b>Address: 5FH</b> |           |                 |          |               |          |             |
|                | <b>Bit15</b> | <b>14</b>           | <b>13</b> | <b>12 ... 7</b> | <b>6</b> | <b>5...2</b>  | <b>1</b> | <b>Bit0</b> |
| <b>Read:</b>   | PQS15        | PQS 14              | PQS 13    | PQS 12...PQS 7  | PQS 6    | PQS 5...PQS 2 | PQS 1    | PQS 0       |
| <b>Write:</b>  |              |                     |           |                 |          |               |          |             |
| <b>Reset:</b>  | 0            | 0                   | 0         | 0               | 1        | 0             | 0        | 0           |

PQStart 是 16 位无符号数, 做比较时, 将其作为低 16 位与 P/Q (PowerP 0x0AH / PowerQ 0x0BH, 均为 24bit 有符号数) 的绝对值进行比较, 以作起动判断。

|P| 小于 PQStart 时, PF 不输出脉冲。同时将 REVP 反向标志清 0。

|Q| 小于 PQStart 时, QF 不输出脉冲。同时将 REVQ 反向标志清 0。

应用方式:

- 1, 校表结束后, 输入  $I_b$ ,  $U_n$ 。
- 2, 读出 PowerP 的值为 24bit 补码  $x_1$ , 取其原码值为  $x_2$ 。
- 3, 设写入 PQStart 的值为 Y, 假如要求 0.4% $I_b$  电表能够启动, 则:

$$Y = x_2 * 0.2 \%$$

#### 5.2.2.23. 脉冲频率设置寄存器 (HFConst)

|                |              |                     |           |                 |          |              |          |             |
|----------------|--------------|---------------------|-----------|-----------------|----------|--------------|----------|-------------|
| <b>HFConst</b> |              | <b>Address: 61H</b> |           |                 |          |              |          |             |
|                | <b>Bit15</b> | <b>14</b>           | <b>13</b> | <b>12 ... 7</b> | <b>6</b> | <b>5...2</b> | <b>1</b> | <b>Bit0</b> |
| <b>Read:</b>   | 0            | HFC14               | HFC13     | HFC12...HFC7    | HFC6     | HFC5...HFC2  | HFC1     | HFC0        |
| <b>Write:</b>  | X            |                     |           |                 |          |              |          |             |
| <b>Reset:</b>  | 0            | 0                   | 0         | 0               | 1        | 0            | 0        | 0           |

HFConst 是 15 位无符号数, 当快速脉冲 FCnt/QFCnt 寄存器的绝对值累加到等于 HFConst 的

值，那么就会有对应的 PF/QF 脉冲输出，同时能量寄存器加 1。

HFCnst 的默认值是 0x0040。

#### 5.2.2.24. 通道间窃电阈值|P|或者 IRMS 的域值设置 (Chk)

| Check Register (Chk) |      | Address: 62H |      |      |      |      |      |      |
|----------------------|------|--------------|------|------|------|------|------|------|
|                      | Bit7 | 6            | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | Bit0 |
| Read:                | CHK7 | CHK6         | CHK5 | CHK4 | CHK3 | CHK2 | CHK1 | CHK0 |
| Write:               |      |              |      |      |      |      |      |      |
| Reset:               | 0    | 0            | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    |

通道间窃电阈值寄存器采用二进制补码形式，表示范围(0,+1)。

$$ICLK = ICK7 * 2^{(-1)} + ICK6 * 2^{(-2)} + ICK5 * 2^{(-3)} + \dots + ICK1 * 2^{(-7)} + ICK0 * 2^{(-8)}$$

当且仅当 Check Register 的某一个 Bit 为 1 时，对应的阈值如下表：

|      |          |
|------|----------|
| Bit7 | 0.5      |
| Bit6 | 0.25     |
| Bit5 | 0.125    |
| Bit4 | 0.0625   |
| Bit3 | 0.03125  |
| Bit2 | 0.015625 |
| Bit1 | 0.007813 |
| Bit0 | 0.003906 |

例如：Check Register=0x1A 时，窃电阈值为  $0.0625 + 0.03125 + 0.007813 = 10.1563\%$

默认为：0.0625 也即 6.25%。

开启自动防窃电后，当选择电流有效值作为防窃电比较的源头时，电流 1 和电流 2 两者之差比 ( $I2Rms - I1Rms / I1Rms$  或  $I1Rms - I2Rms / I2Rms$ ) 时超过窃电阈值电流值，则自动选择大的电流值参与功率计量，同时  $TAMP=1$ 。如果电流 2 大于电流 1，则将标志位  $I2GTI1$  置为 1，否则标志位  $I2GTI1$  为 0。

当选择功率作为防窃电比较的源头时，功率  $PowerP1$  和功率  $PowerP2$  两者之差比 ( $PowerP2 - PowerP1 / PowerP1$  或  $PowerP1 - PowerP2 / PowerP2$ ) 超过窃电值，则自动选择大的功率值参与功率计量，同时  $TAMP=1$ 。

#### 5.2.2.25. 窃电检测阈值|P|或者 IRMS 的域值设置 (IPTAMP)

| IPTAMP |       | Address: 63H |          |                    |         |         |         |
|--------|-------|--------------|----------|--------------------|---------|---------|---------|
|        | Bit15 | 14           | 13       | 12...3             | 2       | 1       | Bit0    |
| Read:  | 0     | IPTAMP14     | IPTAMP13 | IPTAMP12...IPTAMP3 | IPTAMP2 | IPTAMP1 | IPTAMP0 |
| Write: | X     |              |          |                    |         |         |         |
| Reset: | 0     | 0            | 0        | 0                  | 0       | 0       | 0       |

该寄存器默认值为 0x0020。

格式同电流有效值寄存器或功率寄存器， $IPTAMP[15:0]$  是高 16 位的电流有效值寄存器或功率寄存器。

注意：IPTamp 的最高位 bit15 用户写入无效，一直是 0，最大用户可以写入的值为 0x7FFF。  
自动防窃电处理模块开启时：

若选择使用电流有效值做为防窃电阈值的判断，当通道 1 和 2 的电流有效值都低于 IPTAMP 时，系统默认选择通道 1 作为有效输入，TAMP、I2PPXGTI1P 和 CHNSEL 均为 0；也可通过配置 CHNFix =1 不切换保持之前的计量通道。

若选择使用功率 P 的绝对值做为防窃电阈值的判断，当 PowerP1 和 PowerP2 都低于 IPTamp 时，系统默认选择通道 1 做为有效输入，TAMP、I2PPXGTI1P 和 CHNSEL 均为 0；也可通过配置 CHNFix =1 不切换保持之前的计量通道。

IPTAMP 默认选择电流作为防窃电阈值的判定依据，也可通过 TEMP\_SEL、IPTemp\_Sel 组合配置为选择功率作为防窃电阈值的判断源头。

### 5.2.2.26. 移采样点方式相位校正 (DEC\_Shift)

| DEC_Shift |           | Address: 64H |           |           |           |           |           |
|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|           | Bit8      | 7            | 6         | 5 ... 3   | 2         | 1         | Bit0      |
| Read:     | DEC_Shift | DEC_Shift    | DEC_Shift | DEC_Shift | DEC_Shift | DEC_Shift | DEC_Shift |
| Write:    | 8         | 7            | 6         | 5-3       | 2         | 1         | 0         |
| Reset:    | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |

移采样点寄存器提供一种快速响应的相位校正方式，长度为 1 个字节。

对应相位校正公式如下：

Femu = 2M, OSR=64(OSR=64 为 Default 即 75H.Bit7=0)时：

0.5L 初始误差为正 err% ，则计算  $err * 18.376 * 2$  转换成 16 进制填入 64H 寄存器

0.5L 初始误差为负 err% ，则计算  $err * 18.376 * 2 + 192$  转换成 16 进制填入 64H 寄存器

Femu = 2M, OSR=128(OSR=128 可配置，即 75H.Bit7=1)时：

0.5L 初始误差为正 err% ，则计算  $err * 18.376 * 2$  转换成 16 进制填入 64H 寄存器

0.5L 初始误差为负 err% ，则计算  $err * 18.376 * 2 + 256$  转换成 16 进制填入 64H 寄存器

注意 2M64 和 2M128 下 误差为正时计算公式一样，为负时不同。

相位校正范围： 2M128 可校正 - 3.45%~ + 3.45%

2M64 可校正 - 1.72%~ + 3.45%

移采样点方式主要用于打分 ，暂不推荐 1M 时钟情况使用

举例：Femu = 2M, OSR=64

读取 0.5L 时初始误差为+0.3% 则用  $0.3 * 18.376 * 2 = 11$  即把 0x000B 写入 64H 寄存器即可

读取 0.5L 时初始误差为-0.3% 则用  $(-0.3) * 18.376 * 2 + 192 = 181$  即把 0x00B5 写入 64H 寄存器即可

### 5.2.2.27. 第一通道小信号有功功率校正高位 (P1OFFSETH)

| Power offset 1 High (P1OFFSETH) |          | Address: 65H |          |          |          |          |         |         |
|---------------------------------|----------|--------------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
|                                 | Bit15    | 14           | 13       | 12       | 11       | 10       | 9       | Bit8    |
| Read:                           | P1OFFH15 | P1OFFH14     | P1OFFH13 | P1OFFH12 | P1OFFH11 | P1OFFH10 | P1OFFH9 | P1OFFH8 |

|        |         |         |         |         |         |         |         |         |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Write: |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Reset: | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
|        | Bit7    | 6       | 5       | 4       | 3       | 2       | 1       | Bit0    |
| Read:  | P1OFFH7 | P1OFFH6 | P1OFFH5 | P1OFFH4 | P1OFFH3 | P1OFFH2 | P1OFFH1 | P1OFFH0 |
| Write: |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Reset: | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |

为提高小信号 *Offset* 校正范围, *P1OFFSETH* 寄存器可通过配置扩展为 2Bytes (默认为 1byte)。用户使用中需注意:

(1) 默认配置下, *P1OFFSETH* 与 24 位寄存器 *PowerP1* 的低 8 位对齐。(与内部运算 32 位寄存器 *PowerP1* 的 *bit[15:8]* 对齐)。即: *P1OFFSETH* 寄存器默认为只有 *[bit7:bit0]* 起校正作用。

此时寄存器的最高位 Bit7 为符号位。

(2) 用户可以通过 42H.BIT13.PoffsetCFG 使能 *[bit15:bit8]* 从而获得更宽的 *Offset* 校正范围。此时 *P1OFFSETH* 作为 2bytes 的最高位 Bit15 为符号位。Bit7 不再承担符号位功能。

注: P-offset 校验方法详见“推荐校表过程”第 5 步。

#### 5.2.2.28. 第二通道小信号有功功率校正高位 (P2OFFSETH)

|                                |          |              |          |          |          |          |         |         |
|--------------------------------|----------|--------------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| Power offset 2High (P2OFFSETH) |          | Address: 66H |          |          |          |          |         |         |
|                                | Bit15    | 14           | 13       | 12       | 11       | 10       | 9       | Bit8    |
| Read:                          | P2OFFH15 | P2OFFH14     | P2OFFH13 | P2OFFH12 | P2OFFH11 | P2OFFH10 | P2OFFH9 | P2OFFH8 |
| Write:                         |          |              |          |          |          |          |         |         |
| Reset:                         | 0        | 0            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0       | 0       |
|                                | Bit7     | 6            | 5        | 4        | 3        | 2        | 1       | Bit0    |
| Read:                          | P2OFFH7  | P2OFFH6      | P2OFFH5  | P2OFFH4  | P2OFFH3  | P2OFFH2  | P2OFFH1 | P2OFFH0 |
| Write:                         |          |              |          |          |          |          |         |         |
| Reset:                         | 0        | 0            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0       | 0       |

寄存器功能同 *P1OFFSETH*

#### 5.2.2.29. 第一通道小信号无功功率校正高位 (Q1OFFSETH)

|   |          |              |          |          |          |          |         |         |
|---|----------|--------------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| Reactive Power offset 1High (Q1OFFSETH) |          | Address: 67H |          |          |          |          |         |         |
|   | Bit15    | 14           | 13       | 12       | 11       | 10       | 9       | Bit8    |
| Read:                                   | Q1OFFH15 | Q1OFFH14     | Q1OFFH13 | Q1OFFH12 | Q1OFFH11 | Q1OFFH10 | Q1OFFH9 | Q1OFFH8 |
| Write:                                  |          |              |          |          |          |          |         |         |
| Reset:                                  | 0        | 0            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0       | 0       |
|   | Bit7     | 6            | 5        | 4        | 3        | 2        | 1       | Bit0    |
| Read:                                   | Q1OFFH7  | Q1OFFH6      | Q1OFFH5  | Q1OFFH4  | Q1OFFH3  | Q1OFFH2  | Q1OFFH1 | Q1OFFH0 |
| Write:                                  |          |              |          |          |          |          |         |         |
| Reset:                                  | 0        | 0            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0       | 0       |

注: Q-offset 校验方法与 P-offset 的校正方法相同, 只是需要用户通过观察无功的精度来计算得到。

**5.2.2.30. 第二通道小信号无功功率校正高位 (Q2OFFSETH)**

| Reactive Power offset 1High<br>(Q2OFFSETH) |          |          | Address: <b>68H</b> |          |          |          |         |         |
|--|----------|----------|---------------------|----------|----------|----------|---------|---------|
|  | Bit15    | 14       | 13                  | 12       | 11       | 10       | 9       | Bit8    |
| Read:                                      | Q2OFFH15 | Q2OFFH14 | Q2OFFH13            | Q2OFFH12 | Q2OFFH11 | Q2OFFH10 | Q2OFFH9 | Q2OFFH8 |
| Write:                                     |          |          |                     |          |          |          |         |         |
| Reset:                                     | 0        | 0        | 0                   | 0        | 0        | 0        | 0       | 0       |
|  | Bit7     | 6        | 5                   | 4        | 3        | 2        | 1       | Bit0    |
| Read:                                      | Q2OFFH7  | Q2OFFH6  | Q2OFFH5             | Q2OFFH4  | Q2OFFH3  | Q2OFFH2  | Q2OFFH1 | Q2OFFH0 |
| Write:                                     |          |          |                     |          |          |          |         |         |
| Reset:                                     | 0        | 0        | 0                   | 0        | 0        | 0        | 0       | 0       |

寄存器功能同 *Q1OFFSETH*

**5.2.2.31. 电流通道 1 有效值偏置校正寄存器 (I1RMSOFFSET)**

| I1RMSOFFSET |          |          | Address: <b>69H</b> |                         |         |         |         |
|-------------|----------|----------|---------------------|-------------------------|---------|---------|---------|
|             | Bi15     | 14       | 13                  | 12 ... 3                | 2       | 1       | Bit0    |
| Read:       | I1RMS    | I1RMS    | I1RMS               | I1RMS                   | I1RMS   | I1RMS   | I1RMS   |
| Write:      | OFFSET15 | OFFSET14 | OFFSET13            | OFFSET12---I1RMSOFFSET3 | OFFSET2 | OFFSET1 | OFFSET0 |
| Reset:      | 0        | 0        | 0                   | 0                       | 0       | 0       | 0       |

电流通道 1 有效值校正寄存器采用二进制无符号数形式。

计算公式为:

当输入信号为 0 的时候, 多次读取 *I1RMS*, 取平均值后, 然后按照下面的公式计算。

$$I1RMSOFFSET = (I1RMS^2) / (2^{15})$$

如果外部噪声很大, 则会导致通过上述公式计算出的 *I1RMSOFFSET* 超限, 此时就只能通过用户软件来去除板级过大的噪声, 该寄存器不能完全消除这种零漂噪声。

**5.2.2.32. 电流通道 2 有效值偏置校正寄存器 (I2RMSOFFSET)**

| I2RMSOFFSET |          |          | Address: <b>6AH</b> |                         |         |         |         |
|-------------|----------|----------|---------------------|-------------------------|---------|---------|---------|
|             | Bi15     | 14       | 13                  | 12 ... 3                | 2       | 1       | Bit0    |
| Read:       | I2RMS    | I2RMS    | I2RMS               | I2RMS                   | I2RMS   | I2RMS   | I2RMS   |
| Write:      | OFFSET15 | OFFSET14 | OFFSET13            | OFFSET12---I2RMSOFFSET3 | OFFSET2 | OFFSET1 | OFFSET0 |
| Reset:      | 0        | 0        | 0                   | 0                       | 0       | 0       | 0       |

电流通道 2 有效值校正寄存器采用二进制无符号数形式

计算公式为:

当输入信号为 0 的时候, 多次读取 *I2RMS*, 取平均值后, 然后按照下面的公式计算。

$$I2RMSOFFSET = (I2RMS^2) / (2^{15})$$

### 5.2.2.33. 电压通道有效值偏置校正寄存器 (URMSOFFSET)

| I2RMSOFFSET |          | Address: 6BH |          |                        |         |         |         |
|-------------|----------|--------------|----------|------------------------|---------|---------|---------|
|             | Bit15    | 14           | 13       | 12 ... 3               | 2       | 1       | Bit0    |
| Read:       | URMS     | URMS         | URMS     | URMS                   | URMS    | URMS    | URMS    |
| Write:      | OFFSET15 | OFFSET14     | OFFSET13 | OFFSET12---URMSOFFSET3 | OFFSET2 | OFFSET1 | OFFSET0 |
| Reset:      | 0        | 0            | 0        | 0                      | 0       | 0       | 0       |

电压通道有效值偏置校正同电流通道

### 5.2.2.34. 电流过零域值设定寄存器 (ZCrossCurrent)

| ZCrossCurrent |       | Address: 6CH |      |            |     |     |      |
|---------------|-------|--------------|------|------------|-----|-----|------|
|               | Bit15 | 14           | 13   | 12 ... 3   | 2   | 1   | Bit0 |
| Read:         | ZC15  | ZC14         | ZC13 | ZC12...ZC3 | ZC2 | ZC1 | ZC0  |
| Write:        |       |              |      |            |     |     |      |
| Reset:        | 0     | 0            | 0    | 0          | 0   | 0   | 0    |

注意:

电流有效值与 ZCrossCurrent 相比较。ZCrossCurrent 对应 IRMS 的低 16 位 Bit15...bit0。过零电流域值设置寄存器，当电流有效值小于用户设定的电流过零域值设置寄存器的时候，则不输出电流正向过零信号，内部输出恒为 0。同时相应通道的角度寄存器输出为 0，不进行角度计算。

### 5.2.2.35. PQ 方式相位校正寄存器 (GPhs1)

| Phase Calibration 1 Register (GPhs1) |         | Address: 6DH |         |                  |        |        |        |
|--------------------------------------|---------|--------------|---------|------------------|--------|--------|--------|
|                                      | Bit15   | 14           | 13      | 12 ... 3         | 2      | 1      | Bit0   |
| Read:                                | GPS1_15 | GPS1_14      | GPS1_13 | GPS1_12...GPS1_3 | GPS1_2 | GPS1_1 | GPS1_0 |
| Write:                               |         |              |         |                  |        |        |        |
| Reset:                               | 0       | 0            | 0       | 0                | 0      | 0      | 0      |

PQ 方式校相位计算公式如下:

用户在信号输入为阻性的时候通过 GP 寄存器将输出误差校正到 0 附近  
将信号输入调整为 0.5L，此时观察误差为 Err%

如果 Err 为负数:

$$Gphs1 = -Err\% * 32768 / 1.732$$

如果 Err 为正数:

$$Gphs1 = 65536 - Err\% * 32768 / 1.732$$

### 5.2.2.36. PQ 方式相位校正寄存器(GPhs2)

| Phase Calibration 2 Register (GPhs2) |         | Address: 6EH |         |                  |        |        |        |
|--------------------------------------|---------|--------------|---------|------------------|--------|--------|--------|
|                                      | Bit15   | 14           | 13      | 12 ... 3         | 2      | 1      | Bit0   |
| Read:                                | GPS2_15 | GPS2_14      | GPS2_13 | GPS2_12...GPS2_3 | GPS2_2 | GPS2_1 | GPS2_0 |
| Write:                               |         |              |         |                  |        |        |        |
| Reset:                               |         |              |         |                  |        |        |        |

|        |   |   |   |   |   |   |   |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|
| Write: |   |   |   |   |   |   |   |
| Reset: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

与 *Gphs1* 相同。

### 5.2.2.37. 快速脉冲计数器 (PFCNT, QFCNT)

| Active Energy Counter Register (PFCNT) |       | Address: <b>6FH</b> |       |              |      |      |      |
|--|-------|---------------------|-------|--------------|------|------|------|
|  | Bit15 | 14                  | 13    | 12 ... 3     | 2    | 1    | Bit0 |
| Read:                                  | PFC15 | PFC14               | PFC13 | PFC12...PFC3 | PFC2 | PFC1 | PFC0 |
| Write:                                 |       |                     |       |              |      |      |      |
| Reset:                                 | 0     | 0                   | 0     | 0            | 0    | 0    | 0    |

| Reactive Energy Counter (QFCNT) |       | Address: <b>70H</b> |       |              |      |      |      |
|---------------------------------|-------|---------------------|-------|--------------|------|------|------|
|                                 | Bit15 | 14                  | 13    | 12 ... 3     | 2    | 1    | Bit0 |
| Read:                           | QFC15 | QFC14               | QFC13 | QFC12...QFC3 | QFC2 | QFC1 | QFC0 |
| Write:                          |       |                     |       |              |      |      |      |
| Reset:                          | 0     | 0                   | 0     | 0            | 0    | 0    | 0    |

当快速脉冲计数寄存器 *PFCnt/QFCnt* 计数的值大于等于 *HFconst* 时，相应的 *PF/QF/SF* 会有脉冲溢出，能量寄存器 *0x0DH~0x0FH* 寄存器的值会相应的加 1。

为了防止上下电时丢失电能，掉电时 *MCU* 可将寄存器 *PFCnt/QFCnt* 值读回并进行保存累加。

### 5.2.2.38. 模拟控制寄存器 (ANACON)

| Analog Control(ANACON) |          | Address: <b>72H</b> |          |               |               |           |           |           |
|------------------------|----------|---------------------|----------|---------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
|                        | Bit15    | 14                  | 13       | 12            | 11            | 10        | 9         | Bit8      |
| Read:                  | Reserved | Reserved            | Reserved | ADC_CHOP_FRE1 | ADC_CHOP_FRE0 | C_VREF[2] | C_VREF[1] | C_VREF[0] |
| Write:                 |          |                     |          |               |               |           |           |           |
| Reset:                 |          |                     |          | 0             | 0             | 0         | 0         | 0         |
|                        | Bit7     | 6                   | 5        | 4             | 3             | 2         | 1         | Bit0      |
| Read:                  | Reserved | Reserved            | Reserved | Reserved      | Reserved      | Reserved  | Reserved  | Reserved  |
| Write:                 |          |                     |          |               |               |           |           |           |
| Reset:                 | 0        | 0                   | 1        | 1             | 0             | 0         | 0         | 1         |

模拟控制寄存器

| 位名称               | 描述                    |
|-------------------|-----------------------|
| Reserved[15:13]   | 保留位，用户务必保持为 0         |
| ADC_CHOP_FRE[1:0] | ADC_CHOP_FRE 选择，默认为 0 |
| C_VREF[2: 0]      | Vref TC 调整，默认为 0      |
| Reserved[7:0]     | 保留位，用户务必保持为 0x31      |

该寄存器为模拟控制预留寄存器，不参与校表参数校验和计算。默认值 0x0031。

注：内部保留位 (Reserved bit) 请用户务必保持为默认值，不能修改。

**5.2.2.39. 用户校表校验和寄存器 (SUMCHECKL, SUMCHECKH)**

| SumChecksum Register (SumcheckL) |          | Address: <b>73H</b> |          |                       |         |         |         |
|----------------------------------|----------|---------------------|----------|-----------------------|---------|---------|---------|
|                                  | Bit15    | 14                  | 13       | 12...3                | 2       | 1       | Bit0    |
| Read:                            | Scheck15 | Scheck14            | Scheck13 | Scheck12..... Scheck3 | Scheck2 | Scheck1 | Scheck0 |
| Write:                           |          |                     |          |                       |         |         |         |
| Reset:                           | 0        | 0                   | 0        | 0                     | 0       | 0       | 0       |

用户写入的校验和寄存器低 16bit。

| SumChecksum Register (SumcheckH) |         | Address: <b>74H</b> |         |                      |         |         |         |
|----------------------------------|---------|---------------------|---------|----------------------|---------|---------|---------|
|                                  | Bit7    | 6                   | 5       | 4...3                | 2       | 1       | Bit0    |
| Read:                            | Scheck7 | Scheck6             | Scheck5 | Scheck4..... Scheck3 | Scheck2 | Scheck1 | Scheck0 |
| Write:                           |         |                     |         |                      |         |         |         |
| Reset:                           | 0       | 0                   | 0       | 0                    | 0       | 0       | 0       |

用户写入的校验和寄存器高 8bits SUMCHECKH 与 16bits SUMCHECKL 一起构成 24bit 设定值。由用户校正好校表参数后，写入此寄存器，**比较功能使能后，可以检测由于误操作引起的校表参数改变**。芯片内部每一个 EMU clk 累加更新 SUMCHECK (18H) 时，内部比较两个寄存器值，并给出相应状态标志。

**5.2.2.40. MODE 配置寄存器 (MODECFG)**

| Mode Configure (MODECFG) |      | Address: <b>75H</b> |              |             |           |             |        |            |
|--------------------------|------|---------------------|--------------|-------------|-----------|-------------|--------|------------|
|                          | Bit7 | 6                   | 5            | 4           | 3         | 2           | 1      | Bit0       |
| Read:                    | OSR  | Reserved            | En_NewStatus | ADC chopper | U chopper | EN_SumCheck | CHNFix | IPTamp_Sel |
| Write:                   |      |                     |              |             |           |             |        |            |
| Reset:                   | 0    | 0                   | 0            | 0           | 0         | 0           | 0      | 0          |

| 位名称          | 描述  |
|--------------|---|
| OSR          | <b>0:OSR=64 (默认) 1:OSR=128</b>  |
| En_NewStatus | 使能 EMUSR 高 8 位中 NoPLD 1,2 和 NoQLD1,2 功能以及防窃电阈值设置<br>=0, 关闭功能, 输出 0, 窃电阈值由 TAMPSEL 决定;<br>=1, 使能功能, 窃电阈值由 IPTamp_Sel 决定; |
| ADC chopper  | 设置 ADC chopper 是否开启, 0 enable adc chopper, 1 disable adc chopper  |
| U chopper    | 设置 U chopper 是否开启, 0 enable U chopper, 1 disable U chopper  |
| EN_SumCheck  | =0, 关闭校表参数校验和自动比较功能;<br>=1, 使能校表参数校验和自动比较功能;  |
| CHNFix       | 决定在两路电路通道都降低到 IPTAMP 以下的时候, 是选择固定第一电流通道计量还是不切换通道, 保持之前的通道计量。<br>=0, 选择固定第一电流通道;<br>=1, 不切换保持之前通道计量; 注 2                 |
| IPTamp_Sel   | 在 En_NewStatus 为 1 的情况下:<br>=0: IPTamp 寄存器选择有效值做为防窃电阈值。<br>=1: IPTamp 寄存器选择功率做为防窃电阈值。 注 2                               |

自动防窃电选择功率或有效值判断的配置:

| EMUCFG<br>(40H)<br>TampSel | MODECFG(75H)<br>En_NewStatus | MODECFG(75H)<br>IPTamp_Sel | 自动防窃电的判断依据   |
|----------------------------|------------------------------|----------------------------|--|
| 0                          | 0                            | X                          | CHK(62H)、IPTAMP(63H)均基于有效值寄存器 code 比较是否发生窃电, 比较两路有效值百分比差值; |
| 1                          | 0                            | X                          | CHK(62H)、IPTAMP(63H)均基于功率寄存器 code 比较是否发生窃电, 比较两路功率百分比差值;   |
| 0                          | 1                            | 0                          | CHK(62H)基于有效值, IPTAMP(63H)基于有效值                            |
| 0                          | 1                            | 1                          | CHK(62H)基于有效值, IPTAMP(63H)基于功率                             |
| 1                          | 1                            | 0                          | CHK(62H)基于功率, IPTAMP(63H)基于有效值                             |
| 1                          | 1                            | 1                          | CHK(62H)基于功率, IPTAMP(63H)基于功率                              |

#### 5.2.2.41. 第一通道小信号有功功率校正低位 (P1OFFSETL)

| Power offset 1 Low (P1OFFSETL) |         | Address: 76H |         |         |         |         |         |         |
|--------------------------------|---------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                | Bit7    | 6            | 5       | 4       | 3       | 2       | 1       | Bit0    |
| Read:                          | P1OFFL7 | P1OFFL6      | P1OFFL5 | P1OFFL4 | P1OFFL3 | P1OFFL2 | P1OFFL1 | P1OFFL0 |
| Write:                         |         |              |         |         |         |         |         |         |
| Reset:                         | 0       | 0            | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |

该寄存器与 P1OFFSETH 组成 16bit/24bit 共同作用, 其符号位是 P1OFFSETH (65H) 的符号位。P1OFFSETL 与内部运算 32 位寄存器 PowerP1 的低 8 位对齐。

#### 5.2.2.42. 第二通道小信号有功功率校正低位 (P2OFFSETL)

| Power offset 2 Low (P2OFFSETL) |         | Address: 77H |         |         |         |         |         |         |
|--------------------------------|---------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                | Bit7    | 6            | 5       | 4       | 3       | 2       | 1       | Bit0    |
| Read:                          | P2OFFL7 | P2OFFL6      | P2OFFL5 | P2OFFL4 | P2OFFL3 | P2OFFL2 | P2OFFL1 | P2OFFL0 |
| Write:                         |         |              |         |         |         |         |         |         |
| Reset:                         | 0       | 0            | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |

该寄存器与 P2OFFSETH 组成 16bit/24bit 共同作用, 其符号位是 P2OFFSETH (66H) 的符号位。P2OFFSETL 与内部运算 32 位寄存器 PowerP2 的低 8 位对齐。

**5.2.2.43. 第一通道小信号无功功率校正低位 (Q1OFFSETL)**

| Reactive Power offset 1 Low<br>(Q1OFFSETL) |         |         | Address: <b>78H</b> |         |         |         |         |         |
|--|---------|---------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|  | Bit7    | 6       | 5                   | 4       | 3       | 2       | 1       | Bit0    |
| Read:                                      | Q1OFFL7 | Q1OFFL6 | Q1OFFL5             | Q1OFFL4 | Q1OFFL3 | Q1OFFL2 | Q1OFFL1 | Q1OFFL0 |
| Write:                                     |         |         |                     |         |         |         |         |         |
| Reset:                                     | 0       | 0       | 0                   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |

该寄存器与 *Q1OFFSETH* 组成 16bit/24bit 共同作用，其符号位是 *Q1OFFSETH* (67H) 的符号位。*Q1OFFSETL* 与内部运算 32 位寄存器 *PowerQ1*' 的低 8 位对齐。

**5.2.2.44. 第二通道小信号无功功率校正低位 (Q2OFFSETL)**

| Reactive Power offset 2 Low<br>(Q2OFFSETL) |         |         | Address: <b>79H</b> |         |         |         |         |         |
|--|---------|---------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|  | Bit7    | 6       | 5                   | 4       | 3       | 2       | 1       | Bit0    |
| Read:                                      | Q1OFFL7 | Q1OFFL6 | Q1OFFL5             | Q1OFFL4 | Q1OFFL3 | Q1OFFL2 | Q1OFFL1 | Q1OFFL0 |
| Write:                                     |         |         |                     |         |         |         |         |         |
| Reset:                                     | 0       | 0       | 0                   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |

该寄存器与 *Q2OFFSETH* 组成 16bit/24bit 共同作用，其符号位是 *Q2OFFSETH* (68H) 的符号位。*Q2OFFSETL* 与内部运算 32 位寄存器 *PowerQ2*' 的低 8 位对齐。

**5.2.2.45. 电压 PEAK 阈值设置寄存器 (UPeakLvl)**

| Reactive Power offset (UPeakLvl) |            | Address: <b>7AH</b> |            |                         |           |           |           |
|----------------------------------|------------|---------------------|------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                  | Bit15      | 14                  | 13         | 12...3                  | 2         | 1         | Bit0      |
| Read:                            | UPeakLvl15 | UPeakLvl14          | UPeakLvl13 | UPeakLvl12... UPeakLvl3 | UPeakLvl2 | UPeakLvl1 | UPeakLvl0 |
| Write:                           |            |                     |            |                         |           |           |           |
| Reset:                           | 0          | 0                   | 0          | 0                       | 0         | 0         | 0         |

16 位无符号数据，电压通道 *PEAK* 阈值设置寄存器，与半波峰值 *MAXUWAVE* 的绝对值 (22 位) 高位对齐，当电压通道采样数据高于设定的检测阈值，且持续时间超过用户指定的检测数据长度 (*UCycLen*)，则置位相应的 *UPEAKIF* 标志位。

当使能电平方式输出时，当电压通道采样数据高于设定的检测阈值时，*IRQ* 输出低电平或高电平 (可配置)。

例如：UPeakLvl 假设设置为 1.3Un，操作步骤如下：

- 加 Un 信号，读取 *MAXUWAVE* (计量参数寄存器 0x12H) 的值，  
如果  $MAXUWAVE < 2^{23}$ ，则  $MAXUWAVE * 1.3 / 2^6$   
如果  $MAXUWAVE > 2^{23}$ ，为负数，则： $(2^{24} - MAXUWAVE) * 1.3 / 2^6$ ；
- 取整转为 hex 写入寄存器即可。

**5.2.2.46. 电压 SAG 阈值设置寄存器 (USagLvl)**

| Reactive Power offset (USagLvl) |        | Address: <b>7BH</b> |        |                  |       |       |       |
|---------------------------------|--------|---------------------|--------|------------------|-------|-------|-------|
|                                 | Bit15  | 14                  | 13     | 12...3           | 2     | 1     | Bit0  |
| Read:                           | USAG15 | USAG14              | USAG13 | USAG12.... USAG3 | USAG2 | USAG1 | USAG0 |
| Write:                          |        |                     |        |                  |       |       |       |
| Reset:                          | 0      | 0                   | 0      | 0                | 0     | 0     | 0     |

16 位无符号数据，电压通道 SAG 阈值设置寄存器，与半波峰值 MAXUWAVE 的绝对值（22 位）高位对齐，当电压通道采样数据低于设定的检测阈值，且持续时间超过用户指定的检测数据长度 (UCycLen)，则置位相应的 USAGIF 标志位。

当使能电平方式输出时，当电压通道采样数据低于设定的检测阈值时，IRQ 输出低电平或高电平（可配置）。

例如：USagLvl 假设设置为 0.6Un，操作步骤如下：

1. 加 Un 信号，读取 MAXUWAVE（计量参数寄存器 0x12H）的值，  
如果  $\text{MAXUWAVE} < 2^{23}$ ，则  $\text{MAXUWAVE} * 0.6 / 2^6$   
如果  $\text{MAXUWAVE} > 2^{23}$ ，为负数，则： $(2^{24} - \text{MAXUWAVE}) * 0.6 / 2^6$ ;
2. 取整转为 hex 写入寄存器即可。

**5.2.2.47. 电压 SAG PEAK 检测时间 (UCycLen)**

| Reactive Power offset (UCycLen) |            | Address: <b>7CH</b> |            |                                |           |           |           |
|---------------------------------|------------|---------------------|------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                 | Bit15      | 14                  | 13         | 12...3                         | 2         | 1         | Bit0      |
| Read:                           | UCyclength | UCyclength          | UCyclength | UCyclength 12.... UCyclength 3 | UCyclengt | UCyclengt | UCyclengt |
| Write:                          | 15         | 14                  | 13         |                                | h 2       | h1        | h0        |
| Reset:                          | 0          | 0                   | 0          | 0                              | 0         | 0         | 0         |

16 位无符号数，用于设定 SAG /PEAK 检测数据长度，即 SAG 功能检测设定的数据长度后给出峰值。1 个 LSB 对应半个周波。

*注：用户对寄存器写入非零的数据即为开启 SAG/PEAK 功能。*

## 6. 电气规格

### 6.1. 绝对最大额定值

| 参数                          | 最大限值            |
|-----------------------------|-----------------|
| AVDD to AGND                | -0.3V~7V        |
| DVDD to DGND                | -0.3V~7V        |
| Analog Input PIN (VxP VxN)  | -3V~ +3V        |
| Reference Input PIN         | -0.3V~AVDD+0.3V |
| Digital Input PIN           | -0.3V~AVDD+0.3V |
| Operating Temperature Range | -40°C~85°C      |
| Storage Temperature Range   | -65°C~150°C     |
| Junction Temperature        | 150°C           |
| ESD Protection to All Pins  | +/-6KV          |

### 6.2. 电气特性

测量条件: Vcc=AVcc=5V, 系统频率 6M, 室温

| 参数          | 最小值   | 典型值             | 最大值   | 单位   | 测试条件          |
|-------------|-------|-----------------|-------|------|---------------|
| 电能计量参数      |       |                 |       |      |               |
| 有功电能测量误差    |       | 0.1%            |       |      | 常温 8000:1 范围  |
| 无功电能测量误差    |       | 0.1%            |       |      | 常温 8000:1 范围  |
| 电压有效值测量误差   |       | 0.1%            |       |      | 1000:1        |
|             |       | 0.5%            |       |      | 5000:1        |
| 电流有效值测量误差   |       | 0.1%            |       |      | 1000:1        |
|             |       | 0.5%            |       |      | 5000:1        |
| ADC 参数      |       |                 |       |      |               |
| ADC 满量程     |       | +900mV          |       | Vp-p | I1 & I2 通道    |
|             |       | +867mV          |       | Vp-p | U 通道          |
| 直流输入阻抗      |       | 57k             |       | Ω    | I1            |
|             |       | 620k            |       | Ω    | I2            |
|             |       | 620k<br>(VN 接地) |       | Ω    | U             |
| 信噪比         |       | 75              |       | dB   |               |
| 带宽 (-3dB)   |       | 14              |       | KHz  | ADC 采样频率 2MHz |
|             |       | 7               |       |      | ADC 采样频率 1MHz |
| ADC 输出参考电压  |       | 1.17            |       | V    |               |
| 基准电压 Vref 值 | 1.172 | 1.176           | 1.180 | V    |               |

|                         |                                 |       |                       |     |                |
|-------------------------|---------------------------------|-------|-----------------------|-----|----------------|
| ADC Vref 温度系数           |                                 | 10    | 35                    | ppm |                |
| 模拟功耗数据                  |                                 |       |                       |     |                |
| EMU 频率 1M,<br>默认 ADC 配置 |                                 | 3.07  |                       | mA  | 3 路 ADC 全部打开   |
|                         |                                 | 2.38  |                       | mA  | U, I1 打开       |
| DC 参数                   |                                 |       |                       |     |                |
| 数字电源电压                  | 3.0/4.5                         | 3.3/5 | 3.6/5.5               | V   |                |
| 模拟电源电压                  | 3.0/4.5                         | 3.3/5 | 3.6/5.5               | V   |                |
| CF 口输出驱动电流              |                                 | 5     | 8                     | mA  | 3.3/5V         |
| 工作温度范围                  | -40                             |       | 85                    | °C  |                |
| 存储温度范围                  | -65                             |       | 150                   | °C  |                |
| 外部引脚参数                  |                                 |       |                       |     |                |
| 高电平输入电压                 | 0.7Vcc                          |       |                       |     | 除了 RST 外所有 PIN |
|                         | 0.8Vcc                          |       |                       |     | RST 引脚         |
| 低电平输入电压                 |                                 |       | 0.2Vcc                |     |                |
| 高电平输出电压                 | 0.9Vcc<br>(Isourc<br>e>4mA<br>) | 8mA   |                       |     | PF             |
|                         |                                 | 5mA   |                       |     | Other Pins     |
| 低电平输出电压                 |                                 | 15mA  | 0.1Vcc<br>(Isink>4mA) |     | PF             |
|                         |                                 | 8mA   | 0.1Vcc<br>(Isink>1mA) |     | Other Pins     |
| ESD 机器放电模式<br>(MM)      |                                 | ≥200  |                       | V   |                |
| ESD 人体放电模式<br>(HBM)     |                                 | ≥4000 |                       | V   |                |

## 7. 校表过程

1. 在精度校正之前，需要先进行电流通道2增益校正（做防窃电时必需），如果用户不需要第二通道计量，则该步骤忽略。

防窃电时，需要对两个通道的电流有效值进行比较，因而在同样电流输入下，电流通道1与电流通道2的寄存器值应该相等。

通过电流通道2增益校正寄存器 I2GAIN，使同样输入电流情况下，二者寄存器的值一致。

假设同样输入额定电流，电流通道1有效值寄存器读数为 I1rms，电流通道2有效值寄存器读数为 I2rms，则

$$\text{Gain} = I1_{\text{rms}} / I2_{\text{rms}} - 1$$

$$\text{如果 } \text{Gain} \geq 0, \text{ I2Gain} = \text{Gain} * 2^{15}$$

$$\text{如果 } \text{Gain} < 0, \text{ I2Gain} = \text{Gain} * 2^{15} + 2^{16}$$

举例说明：

两路通道都加入电流信号，读取电流通道1的有效值寄存器 RMS\_I1(06H)，读取电流通道2的有效值寄存器数据 RMS\_I2(07H)，得到结果如下：

RMS\_I1 : 0x03BA55

RMS\_I2 : 0x025A76

根据公式： $\text{Gain} = I1_{\text{rms}} / I2_{\text{rms}} - 1 = 0x03BA55 / 0x025A76 - 1 = 244309 / 154230 - 1 = 0.584$

由于  $\text{Gain} > 0$ ， $\text{I2Gain} = 0.584 * 2^{15} = 0x4AC2$

使用 MCU 通过 UART 将 0x4AC2 写入 HT7017 的 I2Gain(5BH)寄存器：

格式：UART\_Write(寄存器地址，写入数据)

实际：UART\_Write(0x5B, 0x4AC2)

写入后读取电流 I1 有效值和电流 I2 有效值，两者应该很接近。

2. 高频脉冲常数设置（同一批表只需同样的 HFCONST）

通过 HFConst 寄存器将用户样表的误差精度调整到 15% 以内。有两种方式计算。

方案一：

HFCONST 寄存器的默认值为 0x0040

用户观察电表的初始误差为 Err%，则按照下面公式将误差调整到 10 以内：

$$\text{HFCONST} = 0x0040 * (1 + \text{Err}\%)$$

举例说明：

电表表常数（EC）设置为 3200，功率因数为 1，HFCONST 寄存器为默认值 0x0040，观察标准表上显示的误差为 52.8%。

根据公式： $\text{HFCONST} = 0x0040 * (1 + \text{Err}\%)$

计算得到： $\text{HFCONST} = 0x0040 * (1 + 52.8\%) = 0x0061$

使用 MCU 通过 UART 将 0x0061 写入 HT7017 的 HFCONST（61H）寄存器：

格式：UART\_Write(寄存器地址，写入数据)

实际：UART\_Write(0x61, 0x0061)，写入后标准表的显示误差应该在 10% 以内

方案二：

$$HFConst = 7.12 * Vu * Vi * 10^{10} / (EC * Un * Ib)$$

Vu: 额定电压输入时, 电压通道的电压 (引脚上电压×放大倍数)

Vi: 额定电流输入时, 电流通道的电压 (引脚上电压×放大倍数)

Un: 额定输入的电压

Ib: 额定输入的电流

EC: 电表常数

**注: Femu=2MHz或1MHz, 上述公式中系数不变**

#### 举例说明:

电表表常数 (EC) 设置为 3200, 功率因数为 1。

Un (额定电压) 为 220V, Ib (额定电流) 为 5A, Vu (电压通道的电压) 为 0.22V

Vi (电流通道的电压) 为 1.75mV, 内部电流通道 16 倍增益,  $Vi * 16 = 28mV$

根据公式:  $HFConst = 7.12 * Vu * Vi * 10^{10} / (EC * Un * Ib)$  计算得到

$$HFConst = 7.12 * 0.22 * 0.028 * 10^{10} / (3200 * 220 * 5) = 0x007D$$

使用 MCU 通过 UART 将 0x007D 写入 HT7017 的 HFCONST (61H) 寄存器:

格式: UART\_Write(寄存器地址, 写入数据)

实际: UART\_Write(0x61, 0x007D), 写入后标准表的显示误差应该在 ±10% 以内

### 3. 第一通道有功、无功和视在增益校正

只需要在额定输入、功率因数为 1 时根据有功计算。通常有功、无功和视在增益写入相同的值。

已知:

标准表上读出误差为 Err%

计算公式:

$$Pgain = \frac{-err}{1 + err}$$

如果  $Pgain \geq 0$ , 则  $GP1 = INT[Pgain * 2^{15}]$

否则  $Pgain < 0$ , 则  $GP1 = INT[2^{16} + Pgain * 2^{15}]$

#### 举例说明:

电表表常数 (EC) 设置为 3200, 功率因数为 1, 在经过第一步 HFCONST 调整过后, 标准表上读出的误差显示为 -2.18%。

根据公式:  $Pgain = -(-2.18\%) / (1 - 2.18\%) = 0.022$

由于  $Pgain \geq 0$ , 则  $GP1 = 0.022 * 2^{15} = 0x02DA$

使用 MCU 通过 UART 将 0x02DA 写入 HT7017 的 GP1(50H), GQ1(51H), GS1(52H) 寄存器:

格式: UART\_Write(寄存器地址, 写入数据)

实际: UART\_Write(0x50, 0x02DA) ; GP1

UART\_Write(0x51, 0x02DA) ; GQ1

UART\_Write(0x52, 0x02DA) ; GS1

写入后标准表的显示误差应该在 0 附近

### 4. 第一通道相位校正

在增益已经校正好之后, 进行相位补偿。在功率因素 0.5L 处进行校正。

已知:

0.5L 处标准表误差读数为 Err% 是 0.5594%

方案 1: 使用 PQ 方式的 Gphs1 (6DH) 寄存器做相位补偿, 根据补偿公式:

$$\theta = \frac{-err}{1.732} = \frac{-0.00594}{1.732} = -0.00323$$

由于  $\theta < 0$ ,  $Gphs1 = 2^{16} + (-0.00323) * 2^{15} = 0xFF96$

使用 MCU 通过 UART 将 0xFF96 写入 HT7017 的 Gphs1(6DH)寄存器:

格式: UART\_Write(寄存器地址, 写入数据)

实际: UART\_Write(0x6D, 0xFF96)

写入后标准表的显示误差应该在 0 附近。

方案 2: 使用移采样点方式的 Dec\_Shift (64H) 寄存器做相位补偿, 根据补偿公式:

对应相位校正公式如下:

当  $Femu = 2M$ ,  $OSR=64$  时:

0.5L 初始误差为正  $err\%$ , 则计算  $err * 18.376 * 2$  转换成 16 进制填入 64H 寄存器

0.5L 初始误差为负  $err\%$ , 则计算  $err * 18.376 * 2 + 192$  转换成 16 进制填入 64H 寄存器

$$Dec\_Shift = 0.5594\% * 100 * 18.376 * 2 = 20.559$$

取整转成 HEX 后为 0x16,

使用 MCU 通过 UART 将 0x0016 写入 HT7017 的 Dec\_Shift (64H) 寄存器:

格式: UART\_Write(寄存器地址, 写入数据)

实际: UART\_Write(0x64, 0x0016)

两种校正方式, 用户根据需求选择一种即可。

## 5. Poffset校正 (小信号有功功率校正)

在经过步骤 1, 2, 3 之后, 用户在  $I_b = 100\%$  的时候电表误差校正到 0 附近, 观察小信号  $x\%I_b$  (5%, 2%) 点的电表误差为  $Err\%$

$x\%I_b$  点在阻性下读取标准表上输出的有功功率值  $P_{real}$

应用公式来计算  $P_{offset} = (P_{real} * EC * HFCONST * 2^{31} * (-Err\%)) / (5.625 * 10^{10})$

举例说明:

额定电压 220V, 额定电流 ( $I_b$ ) 5A, 表常数为 3200, 快速脉冲寄存器 (HFCONST) 读取为 0x61, 电表在  $I_b = 100\%$  时误差校正到 0 附近, 观察小信号 5% 点的电表误差为 0.5%, 从标准表上读取小信号 5% 点的输出功率为 55.2 ( $P_{real}$ )

根据公式  $P_{offset} = (P_{real} * EC * HFCONST * 2^{31} * (-Err\%)) / (5.625 * 10^{10})$  计算得到

**注:  $Femu=2MHz$  或  $1MHz$ , 上述公式中系数不变**

$$\begin{aligned} P_{offset} &= (P_{real} * EC * HFCONST * 2^{31} * (-Err\%)) / (5.625 * 10^{10}) \\ &= (55.2 * 3200 * 97 * 2^{31} * (-0.5\%)) / (5.625 * 10^{10}) \\ &= -3270.68 \end{aligned}$$

由于  $P_{offset} < 0$ , 所以写入寄存器 P1OFFSETH 和 P1OFFSETL 的值为  $2^{16} + P_{offset} = 62266$  (0xF33A)

使用 MCU 通过 UART 将 0xF3 写入 HT7017 的 P1OFFSETH(65H)寄存器, 然后通过 UART 将 0x3A 写入 HT7017 的 P1OFFSETL(76H)寄存器。

格式: UART\_Write(寄存器地址, 写入数据)

实际:

UART\_Write(0x65, 0xF3);

UART\_Write(0x76, 0x3A);

写入后电表在 5% 点的显示误差应该在 0 附近。

## 6. 第二通道增益校正、相位校正

增益校正及PQ方式校正方式与第一通道校正方式相同。

注：第二通道不提供移采样点校正方式。

## 7. IRMS增益、URMS增益和两个通道的功率增益转换系数校正

这些参数没有相应的寄存器，需要由用户根据需要自行计算获取。

举例说明：

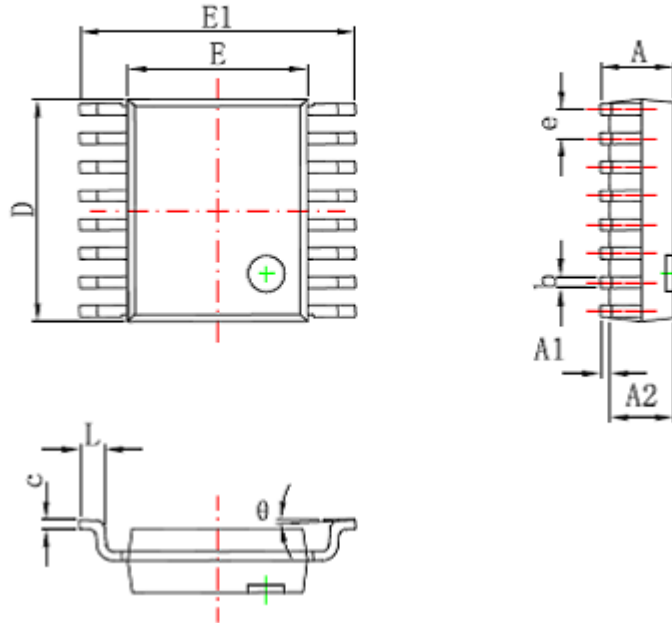
以电流通道1有效值为例，电流通道1标准台输出5A电流有效值，电流通道1有效值寄存器RMS\_I1（06H）的值读取得0x03BA55，如果用户希望在液晶上显示出5A，则需要自行计算两者之间的转换系数如下： $K = 5/0x03BA55 = 2.046 \times 10^{-5}$

这里的K就是转换系数，之后用户根据读取的RMS\_I1的值乘这个K，则得到正确的电流显示值。详见有效值输出章节和功率参数输出章节。

## 8. 芯片封装

### 8.1. HT7017 (SSOP16)

SSOP16(150MIL) PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



| Symbol | Dimensions In Millimeters |       | Dimensions In Inches |       |
|--------|---------------------------|-------|----------------------|-------|
|        | Min                       | Max   | Min                  | Max   |
| A      | 1.350                     | 1.750 | 0.053                | 0.069 |
| A1     | 0.100                     | 0.250 | 0.004                | 0.010 |
| A2     | 1.350                     | 1.550 | 0.053                | 0.061 |
| b      | 0.200                     | 0.300 | 0.008                | 0.012 |
| c      | 0.170                     | 0.250 | 0.007                | 0.010 |
| D      | 4.700                     | 5.100 | 0.185                | 0.200 |
| E      | 3.800                     | 4.000 | 0.150                | 0.157 |
| E1     | 5.800                     | 6.200 | 0.228                | 0.244 |
| e      | 0.635 (BSC)               |       | 0.025 (BSC)          |       |
| L      | 0.400                     | 1.270 | 0.016                | 0.050 |
| theta  | 0°                        | 8°    | 0°                   | 8°    |

## 9. 典型应用

