锐能微电能质量三相计量芯片
RN7326E B64 用户手册

V2.0

日期: 2021-12-23

升级说明

功能点	RN7326E A64	RN7326E B64
电压通道外围电路	**支持 2 种典型电路** **1 ADC_N 接地。** **2 ADC_N 1K 电阻对地。**	**仅支持 1 种典型电路，电压通道 ADC 的 N 端需要 3k 电阻对地，不可省去。** 详见手册应用推荐电路
Pin 引脚功能		向下兼容 新增： 1 外挂 sram 可映射到另外一个接口 2 PQ 中断引脚可以映射到另外一个接口
SPIs 接口通讯	支持	向下兼容
计量功能	支持	向下兼容
谐波含量	支持 21 次谐波含量和 211 次间谐波含量	向下兼容： 1 支持 21 次谐波，211 次间谐波 2 spis 通讯 新增： 1 63 次谐波含量 2 631 次间谐波含量 3 硬件 FFT 运算单元，谐波计算速度变快。
谐波功率谐波相角	不支持	新增： 1 21/63 次谐波功率，相角测量
闪变	支持	向下兼容
不平衡度	支持	向下兼容
固件在线升级	支持	向下兼容
暂态事件	支持	新方案，不向下兼容。
实时波形输出	不支持	新增
暂态事件	支持	新方案，重新设计，不向下兼容。
其他硬件改动		
基准电压	不支持外接基准	支持外接基准
校表相关	通道相位校正刻度 0.01757 度； 通道相位校正范围±2.24896 度； 无校验寄存器；	通道相位校正刻度提升至 0.00879 度； 通道相位校正范围提升至±4.5 度； 新增计量校表数据校验寄存器；

版本更新说明

版本号	修改时间	修改内容	作者
V1.0	2021-07	从 A 版搬移过来	puxf
V1.01	2021-07-26	1. 增加 0x66 命令。增加拓扑识别功能。 2. 删除 RVC 功能 3. 删除半波有效值故障录波功能。	--
V1.02	2021-09-29	1.增加拓扑识别频点设置命令 2、修改了拓扑识别的操作流程。	
V1.03	2021-11-3	1、增加固件烧录及固件烧录口说明 2、修改了拓扑识别功能使用步骤的一处错误，使能开启标志是 PQ_EN_SET 的 bit12，笔误写成了 bit13。	
V1.04	2021-11-9	1、 增加了拓扑识别门限阈值设置寄存器及描述； 2、 增加了拓扑识别背景噪声寄存器及描述； 3、 删除了拓扑识别 0.6s 最大值、最小值寄存器。 4、 增加了拓扑识别高频信号幅值寄存器与实际值之间的换算方法。	
V2.0	2021-12-23	1、对拓扑识别算法进行了修改。 2、删除了拓扑识别检测阈值设定寄存器； 3、删除了拓扑识别门限选择寄存器； 4、增加了检测阈值施密特门限寄存器；	

目录

RN7326E B64 用户手册 1
升级说明 2
版本更新说明 3
1 芯片介绍 8
1.1 特性 9
1.2 系统框图 11
1.3 管脚排列 12
1.4 电气特性 16
1.5 应用推荐电路 18
1.5.1 采样电路 18
1.5.2 芯片外围 20
2 系统控制 21
2.1 电源监测 21
2.2 复位 21
2.2.1 外部 PIN 复位 21
2.2.2 上下电复位 21
2.2.3 软件复位 21
2.2.4 看门狗复位 21
2.3 时钟 22
2.4 中断 22
2.5 时钟分频和 ADC 配置 22
2.5.1 复位切换 22
2.6 寄存器 22

2.6.1 SPI 命令和寄存器列表(CMD_0x10) 22
2.6.2 寄存器内容 23
3 SPI 接口 35
3.1 SPI RAM 接口(可选) 35
3.2 主机 SPI 接口 35
3.2.1 特点 35
3.2.2 SPI 写序列 35
3.2.3 SPI 读序列 36
3.2.4 时序要求 37
3.2.5 SPI 接口状态复位 38
3.2.6 SPI 命令及地址空间(汇总) 38
4 三相计量 39
4.1 特点 39
4.2 系统框图 40
4.3 功能说明 40
4.3.1 采样通道 40
4.3.2 有功功率 40
4.3.3 无功功率 41
4.3.4 视在功率 42
4.3.5 电能输出 43
4.3.6 启动潜动 45
4.3.7 电压电流有效值 46
4.3.8 功率因数 47
4.3.9 过零阈值 47
4.3.10 相角 47
4.3.11 电压线频率 48
4.3.12 失压检测 48
4.3.13 电压相序检测 48
4.4 计量 CMD_0x20/21 命令和寄存器列表 49
4.4.1 计量配置和状态寄存器列表 49
4.4.2 计量参数寄存器列表 54
4.4.3 计量单元辅助寄存器列表(cmd_0x21) 58
4.5 寄存器说明（cmd_0x20） 59
4.5.1 EMU 写使能寄存器 SPCMD (0x2FC) 59
4.5.2 有效值寄存器 59
4.5.3 功率寄存器 60
4.5.4 功率因数寄存器 60
4.5.5 快速脉冲计数寄存器 61
4.5.6 电能寄存器 61
4.5.7 相角寄存器(0x434~0x44C) 62
4.5.8 电压线频率寄存器 UFreq (0x450) 62
4.5.9 高频脉冲常数寄存器 HFCONST(0x00~0x04) 63

4.5.10 启动阈值寄存器 Start(0x08~0x0C) 63
4.5.11 失压阈值寄存器 LostVoltage(0x10) 64
4.5.12 过零阈值寄存器 ZXOT(0x14) 64
4.5.13 相位补偿区域设置寄存器 PRTHx(0x18~0x24) 65
4.5.14 电流分段区域设置寄存器 Iregion(0x28~0x2C) 65
4.5.15 通道相位校正寄存器 PHSU/I(0x30~0x48) 66
4.5.16 通道增益寄存器 GSU/I(0x4C~0x64) 67
4.5.17 通道直流 OFFSET 校正寄存器 DCOSx(0x68~0x80) 68
4.5.18 有效值 OFFSET 校正寄存器 68
4.5.19 功率增益寄存器 69
4.5.20 功率相位校正寄存器 69
4.5.21 功率 OFFSET 校正寄存器 70
4.5.22 过压阈值寄存器 OVLVL(0x164) 71
4.5.23 过流阈值寄存器 OILVL(0x168) 71
4.5.24 三相四线和三相三线模式选择寄存器 MODSEL(0x17C) 71
4.5.25 CF 脉冲配置寄存器 CFCFG(0x180) 72
4.5.26 计量单元配置寄存器 EMUCFG(0x188) 73
4.5.27 计量控制寄存器 EMUCON(0x18C) 74
4.5.28 EMUIF 寄存器(0x194) 76
4.5.29 功率方向寄存器 PQSign(0x198) 76
4.5.30 潜动状态标志寄存器 Noload(0x19C) 77
4.5.31 电流分段状态寄存器 IRegionS(0x1A0) 78
4.5.32 相电压电流状态寄存器 PHASES(0x1A4) 79
4.5.33 校验和寄存器 EMU_CHK(0x1A8) 80
4.5.34 电压过零阈值寄存器 ZXOTU(0x1B4) 80
4.5.35 直流 OFFSET 自动校正使能寄存器 AUTODC_EN(0x1B8) 80
4.5.36 过零计算配置及标志寄存器 ZXOTCFG(0x1BC) 81
4.5.37 自定义功率/HFCONST3/D2F/能量寄存器 82
4.5.38 DMA_GS_WAVE (0x620~0x638)（B0 新增） 83
4.6 寄存器说明（cmd_0x21） 84
5 电能质量 88
5.1 特点 88
5.2 模块介绍 90
5.2.1 三相电压序分量和不平衡度 90
5.2.2 三相电流序分量和不平衡度 92
5.2.3 谐波 94
5.2.4 间谐波参数 96
5.2.5 电压暂态事件 99
5.2.6 电压波动和闪变 105
5.2.7 ADC 实时波形同步输出 107
5.3 寄存器列表 109
Cmd_0x40 电能质量配置寄存器（旧，兼容 A 版） 109

5.3.2 Cmd_0x41 不平衡度.....110
5.3.3 Cmd_0x42 谐波含有率和计算结果（旧，兼容 A 版）.....111
5.3.4 Cmd_0x43 间谐波含有率（旧，兼容 A 版）.....117
5.3.5 Cmd_0x44 电压暂态事件（新，不兼容 A 版）.....120
5.3.6 Cmd_0x46 闪变和电压波动.....138
5.3.7 Cmd_0x47 ADC 采样波形故障录波（数据）.....138
5.3.8 Cmd_0x4a 电能质量配置状态寄存器(新).....139
5.3.9 Cmd_0x4b 谐波结果寄存器(新).....145
5.3.10 Cmd_0x4c 间谐波结果寄存器(新).....146
5.4 寄存器说明.....147
5.4.1 CMD_0x40 读写电能质量配置和状态寄存器.....147
5.4.2 CMD_0x41 读序分量和不平衡度计算结果.....158
5.4.3 CMD_0x42 读谐波含有率和计算结果.....159
5.4.4 CMD_0x43 读间谐波含有率.....163
5.4.5 CMD_0x44 电压暂态事件记录.....163
5.4.6 CMD_0x45 读电压暂态事件故障录取的半波有效值.....179
5.4.7 CMD_0x47 读电压暂态事件故障录取的 ADC 采样波形（可选，需外挂 sram）.....180
5.4.8 CMD_0x46 读闪变和电压波动极值计算结果.....181
5.4.9 CMD_0x4a 电能质量配置和状态寄存器(新).....184
5.4.10 CMD_0x31/CMD_0x32 ISP 固件升级.....215
6 RTC.....219
6.1 概述.....219
6.2 特点.....220
6.3 SPI 命令和寄存器.....220
6.3.1 Cmd_0x50-SPI 命令和寄存器列表.....220
6.3.2 RTC_CTL(0x00).....220
6.3.3 RTC_SC(0x04).....222
6.3.4 RTC_MN(0x08).....222
6.3.5 RTC_HR(0x0C).....222
6.3.6 RTC_DT(0x10).....222
6.3.7 RTC_MO(0x14).....222
6.3.8 RTC_YR(0x18).....223
6.3.9 RTC_DW(0x1C).....223
6.3.10 RTC_TEMP(0x3C).....223
6.3.11 RTC_DOTA0（0x48）.....224
6.3.12 RTC_TEMPOS(0xC4).....224
6.3.13 RTC_TPSIN(0xC8).....224
6.4 RTC 时钟读写步骤.....225
6.5 RTC 校准步骤.....225
7 SAR ADC.....225
7.1 特点.....225
7.2 SPI 命令和寄存器.....226

7.2.1 SPI 命令和寄存器列表 226
7.2.2 SAR_CTL(0x00) 226
7.2.3 SAR_START(0x04) 227
7.2.4 SAR_STATUS(0x08) 228
7.2.5 SAR_DAT(0x0C) 228
7.3 ADC 电压检测步骤 228
8 拓扑识别 229
8.1 特点 229
8.2 SPI 命令和寄存器 cmd_0x66 229
8.2.1 SPI 命令和寄存器列表 229
8.2.2 SPI 命令和寄存器说明 231
8.3 使用说明 234
9 焊接条件 235
10 封装尺寸 237
11 寄存器数据结构附表(软件编程参考) 238
11.1 暂态事件 238
11.1.1 通用单元 238
11.1.2 暂态事件配置寄存器 239
11.1.3 暂态事件结果寄存器(0x0~0xe000) 241

1 芯片介绍

RN7326E 是在锐能微新一代三相 SOC 芯片 RN7326 基础上，集成锐能微电能质量固件（锐能微提供此固件的 HEX 文件，客户自行烧录），封装成一颗具备电能质量功能的三相计量芯片，实现：

- ✓ 三相不平衡度
- ✓ 谐波
- ✓ 间谐波
- ✓ 电压暂升
- ✓ 电压暂降
- ✓ 电压中断
- ✓ 电压暂态事件故障半波有效值录波
- ✓ 电压暂态事件故障 adc 波形录波
- ✓ 电压波动
- ✓ 闪变等电能质量功能
- ✓ ADC 波形实时 SPIM 动态输出
- ✓ 拓扑识别

用户通过 SPIS 接口可读取各种计量参数、电能质量参数，当电压暂态事件发生时可读取故障波形，方便实现具备电能质量功能的终端及电力仪表。

1.1 特性

- ✓ **计量**
  - ■ 提供全波、基波有功电能，8000:1 动态范围内，非线性误差<0.1%，满足 0.5S 和 0.2S 级有功电能表精度要求
  - ■ 提供全波、基波无功电能，8000:1 动态范围内，非线性误差<0.1%
  - ■ 提供全波、基波视在电能
  - ■ 提供有功、无功功率方向，支持无功四象限判断
  - ■ 具有潜动启动功能，启动阈值可调
  - ■ 电表常数可调
  - ■ 提供有功、无功、视在的快速脉冲计数
  - ■ 提供全波、基波，有功、无功和视在脉冲输出
  - ■ 提供 12 路自定义功率和能量计算单元
- ✓ **测量**
  - ■ 提供全波和基波有功、无功、视在功率
  - ■ 提供全波、基波三相电压、电流有效值
  - ■ 提供全波、基波功率因数
  - ■ 提供电压线频率，测量误差<0.02%
  - ■ 提供各相电压电流相角，测量误差<0.02°
  - ■ 提供电压相序错检测
- ✓ **防窃电**
  - ■ 提供零线电流测量
- ✓ **电能质量参数**
  - ■ 三相电压不平衡度
    - ● 提供三相电压负序、零序不平衡度
    - ● 提供三相电压正序、负序、零序分量
    - ● 更新周期：32 周波 640ms
    - ● 满足 IEC61000-4-30-2008 S 级标准
  - ■ 三相电流不平衡度
    - ● 提供三相电流负序、零序不平衡度
    - ● 提供三相电流正序、负序、零序分量
    - ● 更新周期：32 周波 640ms
  - ■ 谐波、间谐波（模式 0）
    - ● 提供三相电压、电流 2-21 次谐波含有率
    - ● 提供三相电压 2-21 次总谐波畸变率
    - ● 提供三相电流 2-21 次总谐波畸变率
    - ● 提供三相电压、电流 2-21 次谐波有效值
    - ● 提供三相电压、电流 2-21 次谐波相角
    - ● 提供三相电压、电流 2-21 次谐波功率
    - ● 提供三相电压、电流总谐波功率，正向负向总谐波功率
    - ● 提供三相电压、电流 2-211 次间谐波含有率
    - ● 更新周期 2s（6 通道）

- 谐波（模式 1）
  - 提供三相电压、电流 2-63 次谐波含有率
  - 提供三相电压 2-63 次总谐波畸变率
  - 提供三相电流 2-63 次总谐波畸变率
  - 提供三相电压、电流 2-63 次谐波有效值
  - 提供三相电压、电流 2-63 次谐波相角
  - 提供三相电压、电流 2-63 次谐波功率
  - 提供三相电压、电流总谐波功率，正向负向总谐波功率
  - 更新周期 400ms（6 通道）
- 间谐波（模式 1）
  - 提供三相电压、电流 2-631 次间谐波含有率
  - 更新周期 600ms（1 通道）
- 电压波动
  - 提供三相电压波动极值
  - 更新周期 10min
- 闪变
  - 提供三相电压短时闪变严重度，更新周期 10min
  - 提供三相电压长时闪变严重度，更新周期 2h
  - 满足 IEC61000-4-30-2008 S 级标准
- 电压暂态事件上报及故障录波
  - 提供电压暂升事件记录
  - 提供电压暂降事件记录
  - 提供电压中断事件记录
  - 满足 IEC61000-4-30-2008 S 级标准
  - 事件触发故障录波，记录事件发生时刻前 9 个半周波后 8 个半周波，16 位，80 点/周波
- ADC 采样实时波形同步输出
  - 将同步波形数据通过 SPIM 接口以半波为周期对外进行传输。
  - SPIM 接口 SCK 时钟可配，SPIM　CPOL ,CPHA 可配。
  - 支持 1~7 通道波形数据输出。（周波采样率可配 64/128/256）
  - 支持 1~7 通道半波有效值输出
  - 支持数据传输帧校验（CRC16/CheckSum_16bit）
  - 支持数据错误重传。（256 点/周波的数据重传需要将 sck 速度提升到 16M）

✓ **软件校表**

- 提供七路 ADC 通道增益校正
- 提供七路 ADC 通道相位校正，其中 A、B、C 三路电流通道支持分段相位校正
- 提供功率增益校正
- 提供有功、无功功率分段相位校正
- 提供有功、无功、有效值 Offset 校正
- 提供校验和寄存器，对校表数据自动校验

✓ 适用于三相三线、三相四线制

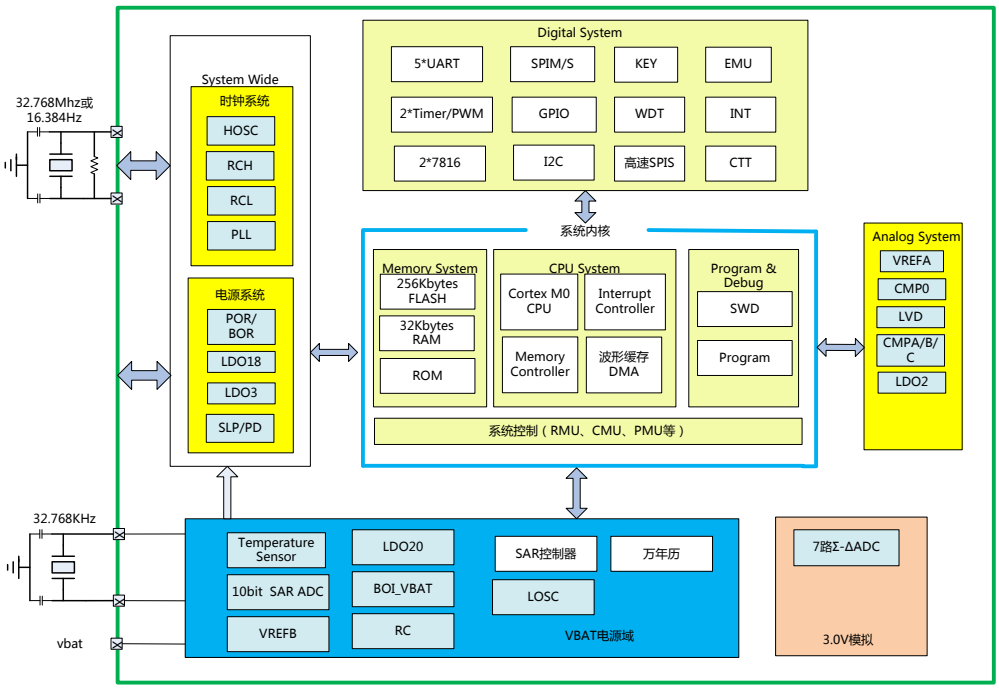
✓ 内置 1.25V ADC 基准电压，温度系数典型值 10ppm/℃

✓ 内置硬件自动温补 RTC

- 硬件自动温补，在-25℃ ~70℃内秒脉冲误差小于±5ppm，最小校正刻度为 0.068ppm，满足国家标准的精度和功耗要求；
- 温度传感器：提供准确的温度值，-25℃～70℃范围内测温精度为±1℃
- 典型功耗为 1.5μA，全温度范围功耗优于 2μA；
- 独立电源域，可通过 VBAT 引脚独立供电

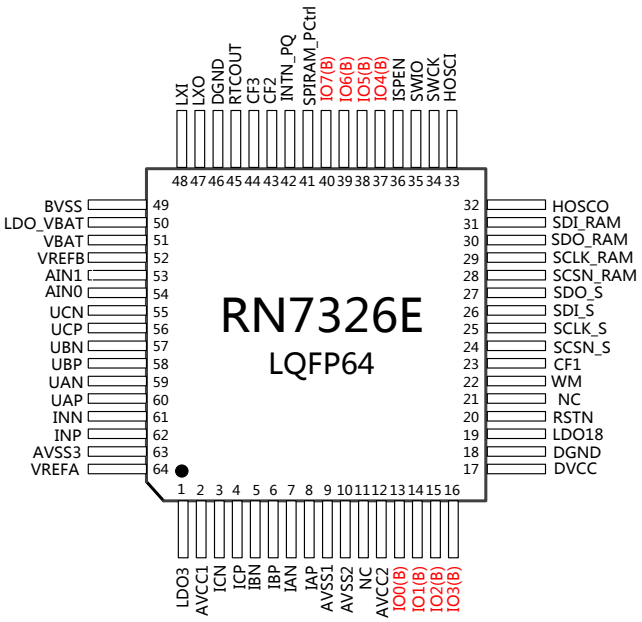
✓ 内置 10bit SAR ADC：可支持外部 2 路引脚输入分时复用
✓ 具有 SPIS 接口，用于与主机通信，传输速率 8Mbps，提供写保护功能
✓ 具有与外置 SPI RAM 的专用 SPI 接口
✓ 具有 1 路中断输出引脚
✓ 预留 8 路 IO 供用户扩展功能使用
✓ 具有电源监控功能
✓ 工作电压范围：2.9V-3.6V
✓ 工作温度范围：-40℃-85℃
✓ 采用 LQFP64L 绿色封装

1.2 系统框图



注：计量章节所述所有功能为硬核实现，不占用 cpu 资源；
电能质量章节所述功能需要 cpu 参与运算，占用 cpu 资源；

1.3 管脚排列



引脚	标识	特性	功能描述
1	LDO3	LDO	计量 ADC 的供电 LDO，典型值为 3V，需要外接 0.1μF 和 1μF 电容。
2	AVCC1	电源	3.3V 模拟电源输入，与 DVCC 之间应使用 10 欧姆电阻隔离。外接 1μF 电容并联 0.1μF 电容去耦。
3,4	ICN，ICP	模拟输入	电流采样通道 C 的负、正模拟输入引脚。采用完全差分输入方式，正常工作最大差分输入幅值为峰值 1Vp（PGA=1）。抗混叠 RC 推荐值：1kΩ/3.3nF。
5,6	IBN，IBP	模拟输入	电流采样通道 B 的负、正模拟输入引脚。采用完全差分输入方式，正常工作最大差分输入幅值为峰值 1Vp（PGA=1）。抗混叠 RC 推荐值：1kΩ/3.3nF。
7,8	IAN，IAP	模拟输入	电流采样通道 A 的负、正模拟输入引脚。采用完全差分输入方式，正常工作最大差分输入幅值为峰值 1Vp（PGA=1）。抗混叠 RC 推荐值：1kΩ/3.3nF。
9	AVSS1	地	模拟地
10	AVSS2	地	模拟地
11	NC	NC	不连接
12	AVCC2	电源	3.3V 模拟电源输入。和 AVCC1 直连，外接 0.1μF 电容去耦。
13	IO0(B)	数字 IO	备用扩展 IO，默认状态为输出下拉接地。引脚功能根据用户需求定制固件实现。
14	IO1(B)	数字	

		IO	
15	IO2(B)	数字IO	
16	INTN_PQ	数字输出	功能 1：无用，悬空处理。（内部输出低电平。） 功能 2：当 PIN39~PIN42 选择为 SPI4，作为 SRAM 控制口的时候,作为电能质量中断输出管脚。低电平有效。 默认高电平，当 PQ 中断使能寄存器允许的中断事件发生时，引脚电平翻转。当 CPU 通过 SPIS 接口清相应中断标志位时，引脚恢复高电平。
17	DVCC	电源	3.3V 数字电源输入，应外接 1uf 电容并联 0.1μF 电容去耦，与 AVCC2 之间应使用 10 欧姆电阻隔离。
18	DGND	地	数字地
19	LDO18	LDO	内置 1.8V LDO 的输出，可给芯片 1.8V 数字域供电，应外接 1μF 电容并联 0.1μF 电容去耦;
20	RSTN	复位	外部复位引脚，低电平有效，内置约 50K 上拉电阻; 需要连接到管理芯片，主动复位 RN7326
21	P00	OUTPU	功能 1：无用，悬空处理。（内部输出低电平。）
22	WM	数字输出	工作指示引脚。WM=0,芯片当前工作正常；WM=1,芯片处于 2.9V 以下，芯片处于不工作状态。WM 引脚需外接 50K 上拉电阻。
23	CF1	数字输出	计量脉冲输出 CF1，默认为合相有功脉冲，用户也可根据需要配置为其他类型计量脉冲输出。6mA 驱动能力。
24	SPIS_SCSN	数字输入	管理芯与 RN7326E 的通讯接口-SPIS 片选信号，低电平有效。RN7326E 为从机。
25	SPIS_SCLK	数字输入	SPIS 接口-时钟信号输入。最大 8Mbps。
26	SPIS_SDI	数字输入	SPIS 接口-串行数据输入。
27	SPIS_SDO	数字输出	SPIS 接口-串行数据输出。
28	SRAM_CSN/ SPI0_CSN	数字输出	功能 0：无用，悬空处理。（默认内部输出低电平） 功能 1：片外 SRAM 片选口。目前默认支持型号为 Microchip 23K256。 功能 2：实时波形输出接口-SPI0 master 片选口。开漏输出，需外部上拉电阻。

29	SRAM_SCK/ SPI0_SCK	数字输出	功能 0：无用，悬空处理。（默认内部输出低电平） 功能 1：片外 SRAM 时钟口 SCK。 功能 2：实时波形输出接口-SPI0 master 时钟口。（默认时钟 8M）
30	SRAM_SDI/ SPI0_MOSI	数字输出	功能 0：无用，悬空处理。（默认内部输出低电平） 功能 1：片外 SRAM 数据口 SDI。 功能 2：实时波形输出接口-SPI0 master 数据输出口。（默认时钟 8M）
31	SRAM_SDO/ SPI0_MISO	数字输入	功能 0：无用，悬空处理。（默认内部输出低电平） 功能 1：片外 SRAM 数据口 SDO。 功能 2： SPI0 动态数据重发送请求。 当动态波形发送完毕，SPI0_CSN 拉高后，拉低此电平 400us 以上，就会将上次传输的波形数据通过 SPI0 接口重新发送。 需要在下一次半波数据来临前 2ms 完成请求动作。
32	HOSCO	晶体	高频晶体引脚，芯片系统时钟源。外接 32.768MHz 晶体，需跨接一个 10M 欧姆电阻，外接电容典型值为 15~22pF，建议选用 10~15pF 负载电容的晶振。详见推荐电路。
33	HOSCI	晶体	
34	SWDCLK	数字输入	固件烧录用 SWD 时钟。 注意：需按照推荐电路预留出该口用于固件烧录。
35	SWDIO	数字 IO	固件烧录用 SWD 数据口。 注意：需按照推荐电路预留出该口用于固件烧录。
36	ISPEN	数字输入	发生复位后， BOOTROM 会检测 ISPEN 的状态，如果输入低电平，系统会进入 ISP。实际应用时需要注意该问题。该引脚接 10kΩ到 3.3V 电源，3.3nF 电容到地。
37	POWER_SRAM	数字输出	功能 1：无用，悬空处理。（内部输出低电平。） 功能 2：当 PIN39~PIN42 选择为 SPI4，作为 SRAM 控制口的时候，此引脚作为外部 sram 芯片电源控制引脚。默认高电平。
38	SYS_RUN	数字输出	用来周期性的指示程序正在运行。电平改变周期为 10ms*128。 Not:因为程序资源问题，脉冲不是严格的方波，时间上有少许的差异。特别是处理 FFT 计算的时候。假如方波停止输出，则表示程序运行异常，需要对 RN7326E 进行复位。 注意：不使用时，做悬空处理。
39	SPI4_SCSN	数字输出	功能 1：无用，悬空处理。（内部输出低电平。） 功能 2:片外 SRAM 片选口。目前默认支持型号为 Microchip 23K256。 RN7326 为 SPIM

40	SPI4_SCLK	数字输出	功能 1：无用，悬空处理。（内部输出低电平。）（默认） 功能 2：与片外 SRAM 时钟 SCK。
41	POWER_SRAM/ SPI4_MOSI	数字输出	功能 1：外部 sram 芯片电源控制引脚(默认) 功能 2：片外 SRAM 数据口 SDI。 注意：不使用时，做悬空处理。
42	INTN_PQ/ SPI4_MISO	数字输出/数字输入	功能 1：电能质量中断输出管脚。低电平有效。(默认) 功能 2：片外 SRAM 数据口 SDO。 注意 1：不使用时，做悬空处理。 注意 2：上电默认为低电平输出模式。外部 sram 非输出通讯下为高阻状态。
43	CF2	数字输出	计量脉冲输出 CF2，默认为合相无功脉冲，用户也可根据需要配置为其他类型计量脉冲输出。6mA 驱动能力。
44	CF3	数字输出	计量脉冲输出 CF3，默认为合相 PQS 视在脉冲，用户也可根据需要配置为其他类型计量脉冲输出。6mA 驱动能力。
45	RTCOUT	数字输出	RTC 秒脉冲输出，6mA 驱动能力
46	DGND	地	数字地
47	LXO	时钟	32.768KHz 无源晶振输出和输入，RTC 时钟源。不需要外接电阻和电容，需要用地线将之隔离。
48	LXI	时钟	
49	BVSS	地	VBAT 域地
50	LDO_VBAT	电源	VBAT 域 LDO 输出，外部需接 0.22μf 电容；
51	VBAT	电源	RTC 域供电电源输入 RTC 域主要包含硬件温补 RTC, SAR_ADC, TPS，LOSC 等电路。V1.0 版本不支持低功耗模式，建议接 AVCC。
52	VREFB	参考电压	SARADC 的内置基准输出，典型值为 1.25V，外部需接 0.22μf 电容；
53	AIN1	模拟输入	VBAT 域 SAR-ADC 模拟输入复用。AIN1 的输入范围不能超过 1.25V(PGA=1)或者 2.5V(PGA=0.5)，输入阻抗约为 5 兆欧姆。 注意：不使用时，请做接地处理。
54	AIN0	模拟输入	VBAT 域 SAR-ADC 模拟输入复用。AIN0 的输入范围不能超过 1.25V(PGA=1)或者 2.5V(PGA=0.5)，输入阻抗约为 5 兆欧姆。 注意：不使用时，请做接地处理。
55,56	UCN，UCP	模拟输入	电压采样通道 C 的负、正模拟输入引脚。采用完全差分输入方式，正常工作最大差分输入幅值为峰值 1Vp（PGA=1)。抗混叠 RC 推荐值：1kΩ/3.3nF。

57,58	UBN，UBP	模拟输入	电压采样通道 B 的负、正模拟输入引脚。采用完全差分输入方式，正常工作最大差分输入幅值为峰值 1Vp（PGA=1)。抗混叠 RC 推荐值：1kΩ/3.3nF。
59,60	UAN，UAP	模拟输入	电压采样通道 A 的负、正模拟输入引脚。采用完全差分输入方式，正常工作最大差分输入幅值为峰值 1Vp（PGA=1)。抗混叠 RC 推荐值：1kΩ/3.3nF。
61,62	INN，INP	模拟输入	零线电流采样通道的负、正模拟输入引脚。采用完全差分输入方式，正常工作最大差分输入幅值为峰值 1Vp（PGA=1)。抗混叠 RC 推荐值：1kΩ/3.3nF。
63	AVSS3	地	内置参考电压模拟地
64	VREFA	参考电压	ADC 的参考基准，典型值为 1.25V，需外接 0.1μF 和 1μF 电容。

1.4 电气特性

测量项目	符号	最小	典型	最大	单位	测试条件和注释
有功电能测量误差	Err			±0.1%		8000:1动态范围
无功电能测量误差	Err			±0.1%		8000:1动态范围
视在电能测量误差	Err			±0.1%		8000:1动态范围
有效值测量误差	Err			±0.2%		2000:1动态范围
功率测量误差	Err			±0.1%		2000:1动态范围
测量带宽	BW		4		kHz	
频率测量误差	Err			0.02%		
频率测量范围		40		75	Hz	
相角测量误差	YErr		0.02		°	电流通道50mV输入，相角60° 120° 240° 300°
电能脉冲输出 最大频率 占空比 高电平脉宽	 Hz % ms		 50% 84ms	 20KHz		 当脉宽低于 84ms 时
三相电压不平衡度			S级			IEC61000-4-30-2008
电压事件			S级			IEC61000-4-30-2008
闪变			S级			IEC61000-4-30-2008
Sigma-Delta ADC性能						
最大信号电平	V_{xn}			±1000	mVp	PGA=1，差分信号
ADC 失调误差	DC_{off}		1		mV	
-3dB 带宽	B_{-3dB}		4		kHz	

电流通道串扰			-110		dB	UA=UB=UC=800mVpp
基准电压 (VCC=3V~5.5V，温度范围：-40℃～+85℃)						
输出电压	V_{ref}	1.25	1.26	1.27	V	
温度系数	T_c		10	15	ppm/℃	
外设(温度范围：-40℃～+85℃)						
SAR ADC 输入范围	SAR-IN	0		BGR	V	BGR 为内部低功耗基准，典型值为 1.25V
SAR ADC 采样率			1		KHz	系统时钟 Mhz
VBAT 测量	VBATD	0	3.6	5	V	SAR ADC 对 VBAT 引脚电压的测量范围；
温度测量			1		℃	
每次温补时间	Ttps		2		ms	
SPIS 接口速率			2		Mbps	Fosc=32.768Mhz
时钟参数(温度范围：-40℃～+85℃)						
输入低频时钟频率范围	XI		32.768		KHz	
输入高频时钟频率范围	HOSI	16.384	32.768		Mhz	
高频时钟XI输入电容	Cxi	15		22	pf	
高频时钟XO输入电容	Cxo	15		22	pf	
高频时钟晶振ESR	ESR		80		欧姆	5倍起振裕度
电源(温度范围：-40℃～+85℃)						
主电源	VCC	2.8	3.3	3.6	V	建议主电源选择为 3.3V
VBAT 供电	VBAT1	2.5	3.6	5.5	V	RTC 温补电路正常工作，RTC 精度保证的电压工作范围
	VBAT2	1.8	3.6	5.5	V	RTC 万年历翻转正常，温补电路不保证
工作电流	Idd		15		mA	运行在32.768MHz (HOSC)，计量开启
LDO18	V1P8	1.62	1.8	1.98	V	内核电压
LDO3	V3	2.85	2.9	2.95	V	Σ-Δ ADC电压
LDO_VBAT	V2	1.9	2	2.2	V	VBAT域数字电压
极限参数(温度范围：-40℃～+85℃)						
主电电压	Vvcc	-0.3	--	＋7	V	
电池输入电压	Vvbat	-0.3	--	＋7	V	
DV_{DD} to DGND		-0.3	--	＋7	V	
DV_{DD} to AV_{DD}		-0.3		+0.3	V	
IAP,IAN,IBP,IBN,ICP,ICN,INP,INN		-6		+6	V	
VAP,VAN,VBP,VBN,VCP		-6		+6	V	

,VCN						
数字IO输出高电平	VOH		--	DV_{DD} +0.3	V	
数字IO输出低电平	VOL	-0.3	--		V	
数字IO输入高电平	VIH		0.7VCC			CMOS
数字IO输入低电平	VIL		0.3VCC			CMOS
数字IO输入高电平	VIH		0.4VCC			TTL
数字IO输入低电平	VIL		0.2VCC			TTL
数字IO的Isource	Isource	5		10	mA	6mA类型
数字IO的Isink	Isink	7		15	mA	6mA类型
模拟输入电压相对于AGND	V_{INA}	-0.3	--	AV_{DD} +0.3	V	
工作温度范围	T_A	-40	--	85	℃	
存储温度范围	T_{stg}	-65	--	150	℃	

测量项目	符号	测试条件	值	单位
静电放电	ESD	人体模型（HBM），按照标准JEDEC EIA/JESD22-A114,在所有引脚上进行	4000	V
		机械模型（MM），按照标准JEDEC EIA/JESD22-A115C，,在所有引脚上进行	200	V
		充电器件模型（CDM），按照标准JEDEC EIA/JESD22-C101F,在所有引脚上进行	500	V
闩锁试验	LatchUP	按照标准JEDEC STANDARD NO.78D NOVEMBER 2011,在所有引脚上进行	200	mA
湿度敏感性	MSD	按照标准IPC/JEDEC J-STD-020D.1评定	3级	/

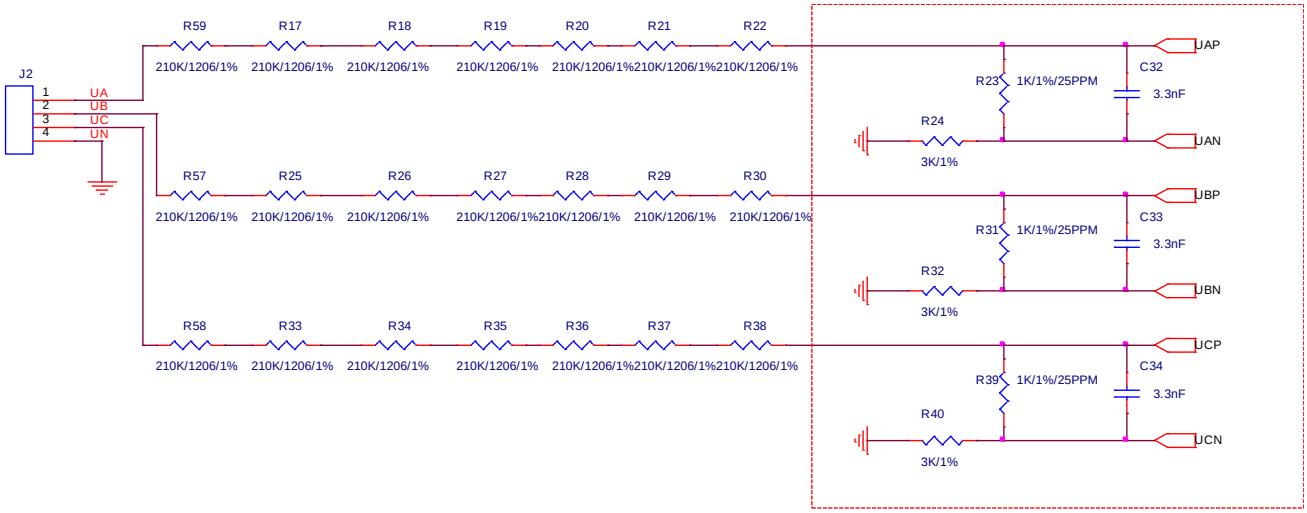
1.5 应用推荐电路

1.5.1 采样电路

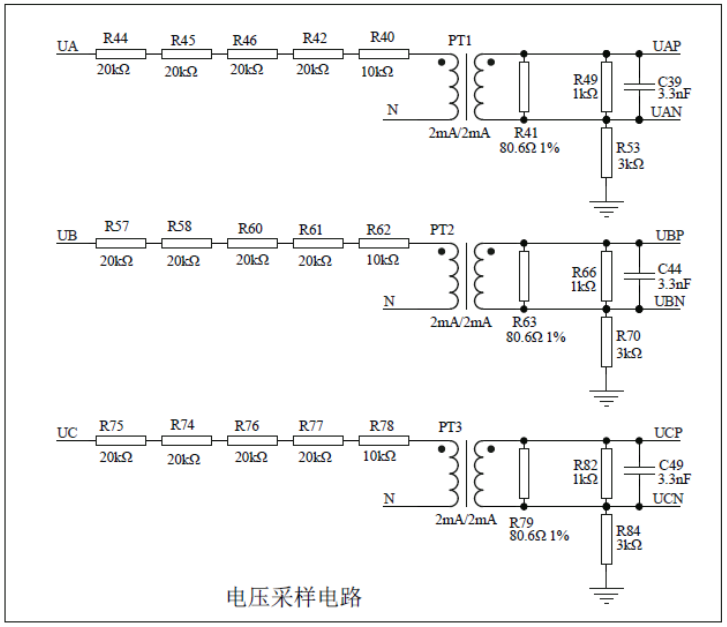
1.5.1.1 电压采样

注意：电压通道采样电路虚线框起来的部分**不可轻易更改！**

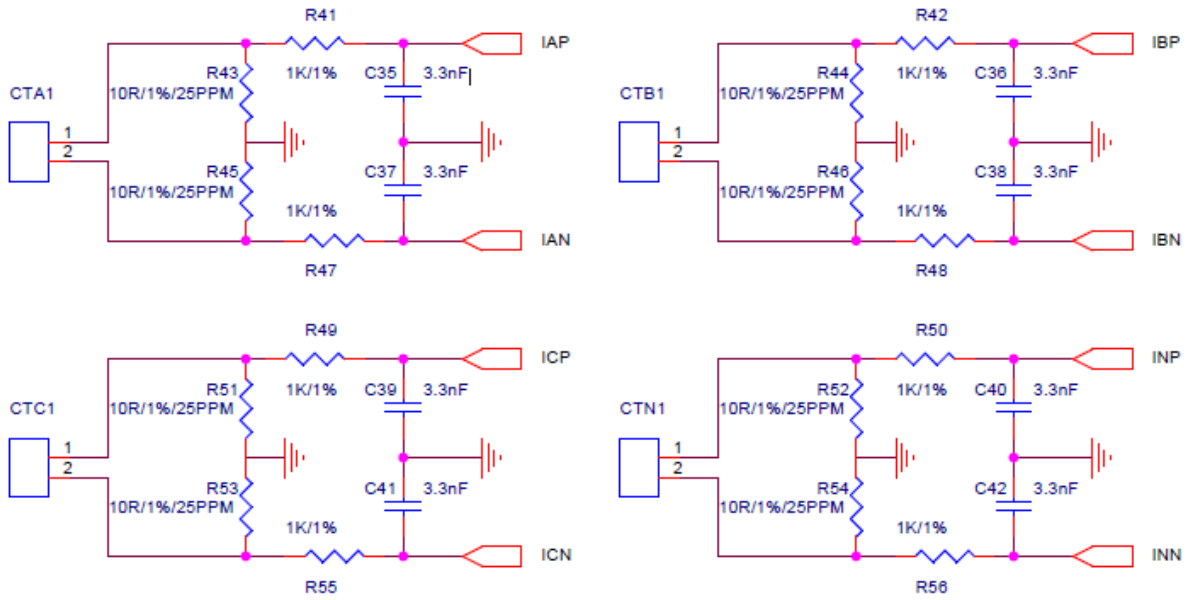
- **电阻串分压方式**


J2
1
2
3
4
UA
UB
UC
UN
R59
R17
R18
R19
R20
R21
R22
210K/1206/1%
R57
R25
R26
R27
R28
R29
R30
R58
R33
R34
R35
R36
R37
R38
R23
1K/1%/25PPM
C32
3.3nF
R24
3K/1%
UAP
UAN
R31
C33
R32
UBP
UBN
R39
C34
R40
UCP
UCN

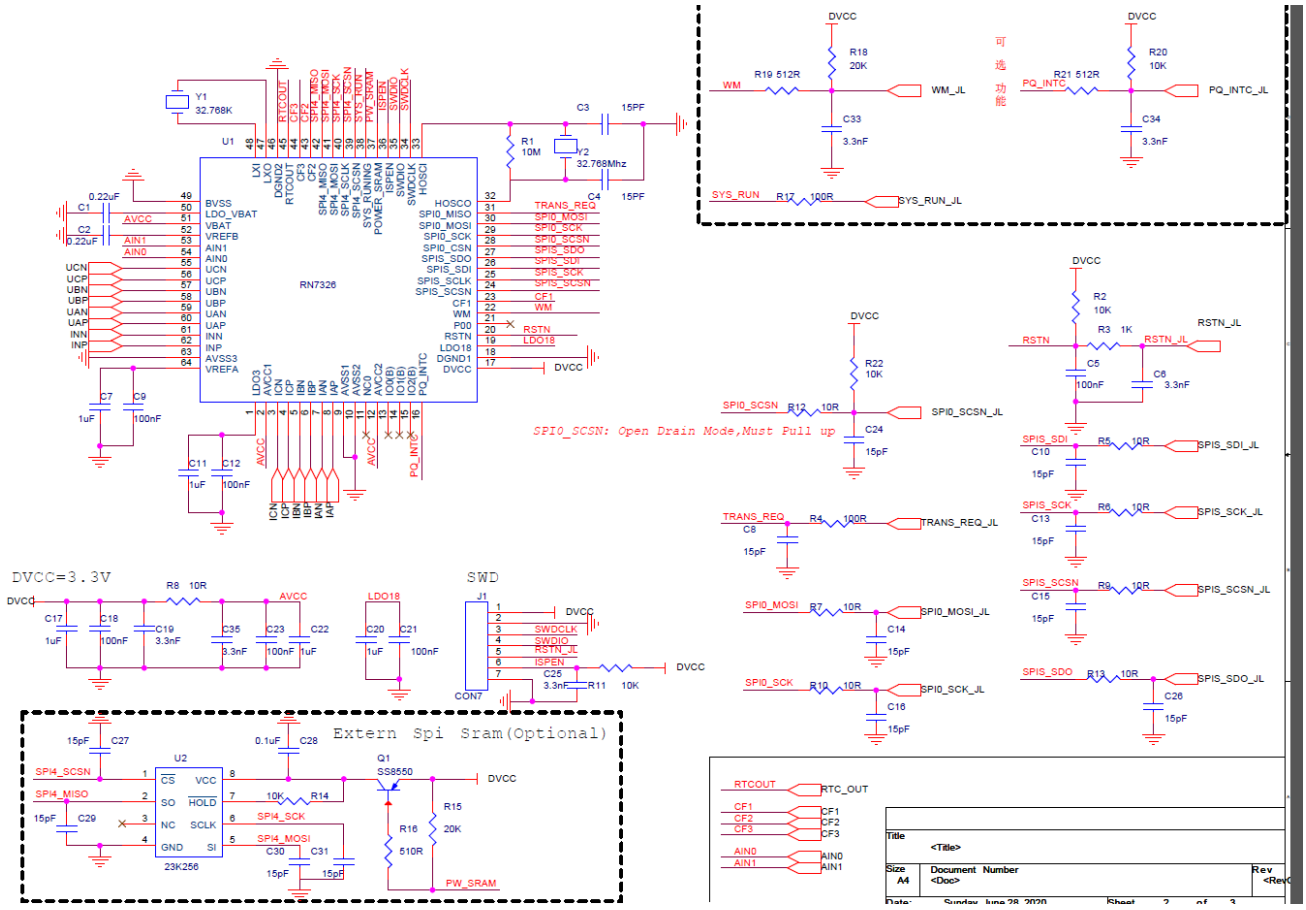
- **电压 CT 方式**


UA
R44
R45
R46
R42
R40
20kΩ
10kΩ
PT1
N
2mA/2mA
R41
80.6Ω 1%
R49
1kΩ
C39
3.3nF
UAP
UAN
R53
3kΩ
UB
R57
R58
R60
R61
R62
PT2
R63
R66
C44
UBP
UBN
R70
UC
R75
R74
R76
R77
R78
PT3
R79
R82
C49
UCP
UCN
R84
电压采样电路

1.5.1.2 电流采样



1.5.2 芯片外围



注意 1：一定要预留固件烧录口（上图中 COM7），便于固件升级
注意 2：详细应用电路，请参考《参考电路》。

2 系统控制

2.1 电源监测

RN7326E 片内包含 AVCC 电源监测电路，连续对 AVCC 进行监控。当电源电压低于 2.9V±0.1V 时芯片被复位，当电源电压高于 2.9V±0.1V 时芯片正常工作，如图 2-1 所示。

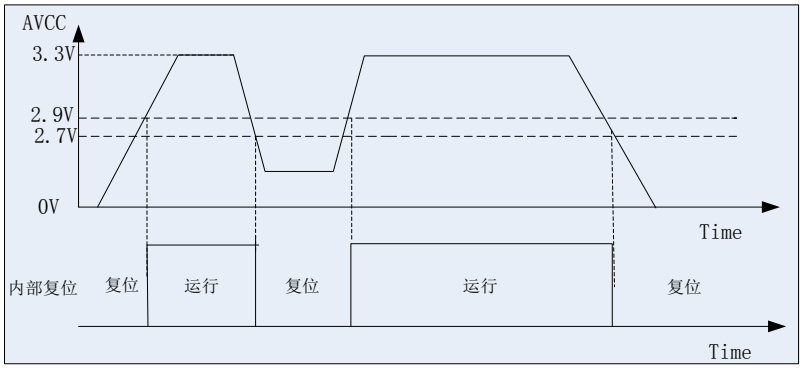


图 2-1 电源检测特性

芯片系统电压建议选定典型供电电压 3.3V，应保证电源波动在±10%范围内。

2.2 复位

RN7326E 支持以下复位方式：

2.2.1 外部 PIN 复位

外部管脚 RSTN 内置约 50K 欧姆上拉电阻，输入电平为 CMOS 电平。内部滤波时间为 1ms，外部输入低电平超过 1ms 会发生复位。

2.2.2 上下电复位

内置三组上电复位（POR）电路和掉电复位（BOR）电路，分别对 VCC、LDO18（1.8V LDO）及 VBAT 进行监测。

该电路始终处于工作状态，不可被关闭，保证系统在超过阈值（约 1.9V）时可以正常工作；在低于阈值（约 1.8V）时，器件处于复位状态。不必再使用外部复位电路。

本产品还内置了一个可编程电压监视器 LVD，可以监视 VCC 并与设定的阈值做比较，当 VCC 低于或者高于阈值时产生中断。

2.2.3 软件复位

RN7326E 提供软件复位命令，主机发该命令即可引起整个芯片系统的复位，复位效果等同外部 PIN 复位。命令见 2.5.4 章节。

2.2.4 看门狗复位

如果内部固件运行异常，芯片内置的硬件看门狗会复位整个芯片，复位效果等同外部 PIN 复位。同时系统状态标志位和 pq 状态标志位相应的标志位也会置位。

2.3 时钟

外部时钟有两个：

LOSC：外部 32.768KHz 晶振，用于 RTC 时钟，RTC 时钟用于给电能质量参数打时戳。32.768KHz 晶振不需要外接电容和电阻，芯片已内置，建议选择负载电容为 12.5pF 的外部晶振。

注意当前 FWVersion 版本不支持电池供电低功耗 RTC 模式，每次复位主机应对 RTC 时钟进行校时操作。

说明：LOSC 时钟不影响系统的运行，其只用于暂态事件，RVC 事件，闪变等电能质量的时间戳。在运行过程中可以对 RTC 进行校准。

HOSC：外部高频晶振，需选用 32.768Mhz 晶振。

2.4 中断

参看电能质量中断 INTN_PQ

2.5 时钟分频和 ADC 配置

1 支持 32M/16M 高频晶振。（默认 32M HOSC）

2 支持 32M 高频晶振 1 分频和 2 分频。（默认 1 分频）

3 支持 ADC 上下电配置。（默认 IA,IB,IC,UA,UB,UC,IN 全部上电）

2.5.1 复位切换

只需要在上下电复位的时候配置 SYS_RST_CFG 和 SYS_RST_CFG_SPCMD。PIN 复位、软件复位、看门狗复位不需要配置。

2.5.1.1 配置流程

1 检测 cmd_0x10 SYS_RST_CFG_STA 寄存器的时钟和 ADC 状态与设定值不符合，重新配置 SYS_RST_CFG 寄存器。

2 配置 SYS_RST_CFG_SPCMD=0x73262027，大概 10ms 后，读 SYS_RST_CFG_SPCMD=0x20267326，且检测 SYS_RST_CFG_STA，确认 SYS_RST_CFG 的配置项生效。

3 检测 SYS_RST_CFG_STA，确认 SYS_RST_CFG 的配置项生效。

说明： SYS_RST_CFG_SPCMD 和 SYS_RST_CFG 只有掉电才复位。PIN 复位、软件复位、看门狗复位不需要重新配置。因为芯片复位之后，当 SYS_RST_CFG_SPCMD=0x20267326 的时候，会根据 SYS_RST_CFG 设定值对系统时钟和 ADC_PD 进行初始化。

2.6 寄存器

2.6.1 SPI 命令和寄存器列表(CMD_0x10)

SPI 命令	CMD_0x90：写系统配置和状态寄存器 CMD_0x10：读系统配置和状态寄存器 PS:此寄存器不支持连续读写操作					
偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
0x00	FW_VER	R	uint32	4	当前版本号	读固件版本号
0x04	CHIPID	R	uint32	4	0x7326E	读芯片 ID
0x08	SW_RST	W	uint32	4	0	软件复位

0x0C	ADC_CTRL	R/W	uint32	4	0	ADC PGA 配置寄存器
0x10	T_Trim	R/W	uint32	4	0x12	温度系数调节
0x14	SYS_FUNC_SET	R/W	uint32	4	0	用于使能系统运行相关的功能： 1 系统运行 io 口指示周期闪烁功能开启。 2 用于外部 spi exram 的 spi mastesr 初始化。 3 SPIS 在线固件升级功能
0x18	SYS_FUNC_CLR	R/W	uint32	4	0	用于除能系统运行相关的功能
0x1c	SYS_FUNC_STA	R/W	uint32	4	0	指示系统运行相关功能的状态
0x20	SYS_RST_Status	R/W	uint32	4	--	系统状态字
0x24	SOFT_PIN_CYCLE_DN	R/W	uint32	4	0	系统运行指示 pin 口电平翻转时间（ms）。需要大于 1000。当=1000 的时候，意味着系统指示输出 1000ms 翻转一次电平。（时间会有少许偏差，最大偏差小于 400ms）
0x28	SOFT_CYCLE_CNT	R	uint32	4	0	主函数刷新时间计数（ms）。当软件正常工作的时候，会将此时间清零。当读回来的值超过 4000 的时候，说明固件出现了问题。需要对系统进行重启。
0x2c	PINS_FUNC_CFG	R/W	uint32	4	0	电能质量 PIN 功能配置寄存器。 实时波形输出；外部 sram 接口；电能质量中断输出等功能需要配置此寄存器
0x30	FFT_MOD_CFG	R/W	uint32	4	0	谐波模式配置寄存器。
0x34	FLK_OFF	R/W	uint32	4	0	闪变模块关闭复位寄存器
0x38	SYS_PMU_CFG	R/W	uint32	4	--	芯片电压供电欠压配置寄存器
0x3c	SYS_PMU_TRIG	R/W	uint32	4	--	芯片电源状态切换寄存器
0x40	SYS_RST_CFG_SPCMD	R/W	uint32	4	--	芯片时钟状态切换寄存器
0x44	SYS_RST_CFG	R/W	uint32	4	--	芯片复位配置寄存器
0x4c	SYS_RST_CFG_STA	R/W	uint32	4	--	芯片复位配置状态寄存器

2.6.2 寄存器内容

2.6.2.1 FW_VER (0x00)

固件版本号

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值

31:24	FWVer_Y	返回固件版本号-年份后两位 BCD 码，如 0x19 表示 2019 年	R	当前固件版本号
23:16	FWVer_M	返回固件版本号-月份 BCD 码，如 0x07 表示 7 月	R	
15:8	FWVer_D	返回固件版本号-日 BCD 码，如 0x20 表示 20 日	R	
7:0	FWVer_Code	返回固件版本号-版本编码， Bit0：测试版本还是发布版本，0 表示测试版本，1 表示发布版本 Bit1：通用版本还是定制版本，0 表示通用版本，1 表示定制版本 Bit7:2 版本编号	R	

2.6.2.2 **CHIPID (0x04)**

芯片 ID

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	CHIP_ID	芯片 ID，返回 0xb007326E	R	0xb007326E

2.6.2.3 **SOFT_RST (0x08)**

软件复位命令

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	SW_RST	写 0x00007326，芯片软件复位	W	

2.6.2.4 **ADC_CTL (0x0C)**

ADC 控制寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:14	---	保留	R	0
13:12	ADCIN_PGA	IN 通道 ADC 增益配置 =x00 1 倍 =x01 2 倍 =x10 8 倍 =x11 16 倍	R/W	0
11:10	ADCUC_PGA	UC 通道 ADC 增益配置 =x00 1 倍 =x01 2 倍 =x10 4 倍 =x11 4 倍	R/W	0
9:8	ADCUB_PGA	UB 通道 ADC 增益配置 =x00 1 倍 =x01 2 倍 =x10 4 倍 =x11 4 倍	R/W	0
7:6	ADCUA_PGA	UA 通道 ADC 增益配置 =x00 1 倍 =x01 2 倍 =x10 4 倍 =x11 4 倍	R/W	0
5:4	ADCIC_PGA	IC 通道 ADC 增益配置	R/W	0

		=x00 1 倍 =x01 2 倍 =x10 8 倍 =x11 16 倍		
3:2	ADCIB_PGA	IB 通道 ADC 增益配置 =x00 1 倍 =x01 2 倍 =x10 8 倍 =x11 16 倍	R/W	0
1:0	ADCIA_PGA	IA 通道 ADC 增益配置 =x00 1 倍 =x01 2 倍 =x10 8 倍 =x11 16 倍	R/W	0

2.6.2.5 **T_Trim (0x10)**

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:6	---	预留	R	0
10:4	T_TRIM	温度 TRIM 值，缺省值 0x18	R/W	0x18
3:0	Reseved		R	0x0

2.6.2.6 **SYS_FUNC_SET (0x14)**

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	---	写操作时候，=0x7326，bit7-bit0 的配置值才会有效 写操作时候，=0x2026，bit16-bit8 的配置值才会有效	R	0x0
15:10	Reserved	保留	R/W	0x0
9	ISP_PQ_Handler_	写 1 重新关闭电能质量中断相关的功能。 关闭电能质量的中断相关功能，可以减小时间资源的消耗，加速固件在线升级的速度和响应时间。 读：返回使能状态。	R/W	0x0
8	ISP_SPIS_EN	写 1 使能 Spis 接口固件在线升级功能。 说明：使能此功能前，需要关闭电能质量相关功能。（必须关闭：FFT,ADC 波形 SPIM 输出） （可选关闭：闪变，RVC，半波有效值故障录波，ADC 波形故障录播） 读：返回使能状态。 说明：关闭电能质量的相关功能，可以减小时间资源的消耗，加速固件在线升级的速度和响应时间。	R/W	0x0
7:2	Reserved	保留	R/W	0x0
1	SPIM_ExtSram_EN	写 1 使能外部 spi sram 配置功能。 读：返回使能状态。	R/W	0x0
0	PIN38_CYCLE_EN	写 1 使能 PIN38(P23)的周期性翻转输出功能，并以 SOFT_PIN_CYCLE_DN 设置的时间进行电平翻转。 说明：此功能主要用于对外部管理芯片进行电平输出指示和喂狗。如果停止翻转，则说明系统异常，	R/W	0x0

		需要对系统进行重启。		

2.6.2.7 SYS_FUNC_CLR (0x18)

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	---	写操作，=0x7326 的时候，bit7-bit0 的配置值才会有效 写操作时候，=0x2026，bit16-bit8 的配置值才会有效	R	0
15:9	Reserved	保留	R/W	0x0
9	ISP_PQ_Handler_EN	写 1 重新恢复电能质量中断相关的功能。 除能后，需要重新开启电能质量相关功能使能。 读：返回使能状态。	R/W	0x0
8	ISP_SPIS_DIS	写 1 除能 Spis 接口固件在线升级功能。除能后，需要重新开启电能质量相关功能使能。 读：返回使能状态。	R/W	0x0
7:2	Reserved	保留	R/W	0x0
1	SPIM_ExtSram_DIS	写 1 关闭： 关闭后，将不能对 spi sram 进行配置。 读：返回使能状态。	R/W	0x0
0	PIN38_CYCLE_DIS	关闭 PIN38(P23)以 SOFT_PIN_CYCLE_DN * 2 为周期，进行电平翻转。 写 1 清除	R/W	0x0

2.6.2.8 SYS_FUNC_STA (0x1c)

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	---		R	0
15	HCLK_ERR	上电时候，检测高频晶振和内部 PLL。如果高频晶振异常，则此标志位置 1。	R	0x0
8	PIN38_LEVEL	指示 PIN38 目前的电平高低。1 为高电平；0 为低电平。（实时电平）	R	0x0
7:2	Reserved	保留	R/W	0x0
1	SYS_INIT	指示内部固件已经初始化完毕，可以进行命令通信。（系统每次重启，或者固件升级后，此标志位都会置 1） 写 1 清零	R/W	0x0
0	SYS_PD	芯片供电欠压标志位 =0：芯片电压供电正常。 =1：芯片电压供电小于 2.9V。（当系统）	R	0x0

2.6.2.9 SYS_RST_STA (0x20)

系统状态寄存器：（此寄存器的 10 到 3 位只有上电复位可以复位这些位）

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	---	预留		0
15:10	---	预留		0
9	BOI_VBAT_FLAG	=0，VBAT 域电源正常 =1，VBAT 域曾发生过掉电 写 1 清零	R	0
8	MCU_RST	CPU 复位标志(发生过软件复位或者 LOCK UP 复位)： =1 表示发生过该复位，=0 表示没有发生。写 1 清零	R	0
7	WDT_RST	WDT 复位标志： =1 表示发生过该复位，=0 表示没有发生。写 1 清零	R	0
6	PIN_RST	外部管脚复位表示： =1 表示发生过该复位，=0 表示没有发生。写 1 清零	R	0
5	POWEROK_RST	电源复位标志 =1 表示发生过该复位，=0 表示没有发生。写 1 清零	R	1
4	保留	---	R	0
3	LOCKUP_ENRST	LOCKUP 使能复位（CPU 发生了两次 Hard Fault 会引起 LOCKUP，如果使能该位，可引起系统复位)： 0: LOCKUP 不引起系统复位 1: LOCKUP 引起系统复位	R/W	0
2：1	保留	---	R	0
0	EMU_RST_REQ	软件复位 EMU(包括 EMU，NVM)计算模块： 写入 1 复位 EMU 计算模块； 写入 0 取消 EMU 计算模块复位。 备注 1：不复位 EMU 模块配置寄存器，只复位运算状态机以及计算结果寄存器； 备注 2：EMU_RST_REQ 写 1 会一直复位模块，直到写 0 才结束复位	R/W	0

2.6.2.10 SOFT_PIN_CYCLE_DN (0x24)

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	SOFT_PIN_CYCLE_DN	系统运行指示 pin 口电平翻转时间（ms）。需要大于 1000。当=1000 的时候，意味着系统指示输出 1000ms 翻转一次电平。（时间会有少许偏差，最大偏差小于 400ms）	R/W	0x0

2.6.2.11 SOFT_CYCLE_CNT (0x28)

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	SOFT_CYCLE_CNT	主函数刷新时间计数（ms）。当软件正常工作的时候，会将此时间清零。当读回来的值超过 4000 的时候，说明固件出现了问题。需要对系统进行重启。	R	0x0

2.6.2.12 PINS_FUNC_CFG (0x2c)

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	---	写操作时候，=0x7326，bit15-bit0 的配置值才会有效	R	0x0
15:12	Reserved			
11:10	PIN_SRAM_PW_CTRL	外部 sram 电源控制引脚配置 0：配置 PIN41 作为外部 SRAM 电源控制引脚。 1：配置 PIN37 作为外部 SRAM 电源控制引脚。 其他：不使用外部 SRAM 电源控制功能。 说明： 当 PIN39_PIN42_FUNC =1 的时候，PIN_SRAM_PW_CTRL 不能为 0。	R/W	0x0
9:8	PIN_PQ_INTR	PQ 中断输出引脚配置 0：配置 PIN42 作为电能质量中断输出引脚。 1：配置 PIN16 作为电能质量中断输出引脚。 其他：不使用电能质量中断输出功能。 说明： 当 PIN39_PIN42_FUNC =1 的时候，PIN_PQ_INTR 不能=为 0。	R/W	0x0
7:4	Reserved			
3:2	PIN39_PIN42_FUNC	=0 功能 0，选择 PIN39~PIN42 为普通输出接口。默认输出低电平。不使用做悬空处理。 =1 功能 1:，选择 PIN39~PIN42 做为 SPIM 接口，连接外部 sram 芯片，作为故障录波功能。 =其他 和功能 0 相同	R/W	0x0

1:0	PIN28_PIN31_FUNC	=0 功能 0，选择 PIN28~PIN31 为输出接口。默认输出低电平。不使用做悬空处理。 =1 功能 1，选择 PIN28~PIN31 做为 SPIM 接口，连接外部 sram 芯片，作为故障录波功能。 =2 功能 2，选择 PIN28~PIN31 做为 SPIM 接口，连接管理芯片，作为实时波形输出功能。 =其他 和功能 0 相同	R/W	0x0

说明： PIN39_PIN42_FUNC 和 PIN28_PIN31_FUNC 不能同时等于 1 。

2.6.2.13 FFT_MOD_CFG (0x30)

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	---	写操作时候，=0x7326，bit15-bit0 的配置值才会有效	W	0x0
15:8	Reserved			
7:0	FFT_MOD	=0FFT 选择模式 0 特点：（兼容 A 版本） 1 21 次谐波，210 间谐波 2 每次开启谐波计算命令，同时完成 6 通道的谐波和间谐波的计算。 =1 1 63 次谐波，630 间谐波 2 开启谐波计算命令，完成 6 通道的谐波计算。 3 开启间谐波计算命令，完成 1 通道间谐波的计算。 说明：谐波结果和间谐波结果共用 ram 资源。在开启下一次谐波/间谐波计算前，需要前一次的谐波/间谐波计算结果读走。 =其他 和 0 相同	R/W	0x0

2.6.2.14 FLK_OFF (0x34)

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	---	写操作时候，=0x7326，bit15-bit0 的配置值才会有效	W	0x0
15:8	Reserved			

7:0	FFT_MOD	=1 关闭闪变模块时钟和功能。 通过 PQ 使能重新开启闪变之后，所有状态复位，重新开始计算。	R/W	0x0

2.6.2.15 **SYS_PMU_CFG (0x38)**

芯片电压供电欠压配置寄存器

说明：当芯片电压供电小于 2.9V 的时候，芯片进入欠压模式,PMU_PD_MOD = 1 。此时 cmd_0x10 中寄存器 SYS_FUNC_STA(bit0)=1；cmd_0x40/cmd_0x4a 中寄存器 PQ_STA（bit30）=1 时

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	---	写操作时，=0x7326，bit15-bit0 的配置值才会有效	W	0x0
15:14	Reserved			
13:12	PMU_HOSC_CLK	HOSC 高频时钟分频 =0:不分频 =1:2 分频 =2:4 分频 =3:8 分频 说明：频率越低，功耗越低。但需要注意 spis 通讯的 sck 不能高于 1/2 的系统时钟。	R/W	0x2
11:4	PMU_PD_ADC	当 PMU_PD_MOD = 1 的时候, IA,IB,IC,UA,UB,UC,IN =1 对应的 adc 关闭。 =0 对应的 adc 保持开启。 说明：当所有 adc 关闭的时候，=0x7f 的时候，系统保持最低功耗。	R/W	0x7f
3	Reserved			
2	PMU_CLK_EMU	当 PMU_PD_MOD = 1 的时候 =0 EMU 时钟关闭，spis 无法再读取 emu 的寄存器。 =1 Emu 时钟保持开启，可以读取 emu 寄存器。但如果 adc 配置关闭，则实时数据则不准确。	R/W	0x1
1	PMU_EN_FUNC	当 PMU_PD_MOD = 1 的时候 =0: PQ 相关模块全部关闭。 =1: PQ 相关模块不操作。 说明：当 ADC 模块或者 EMU 模块关闭的时候，此模块需配置成关闭。	R/W	0x0

0	PMU_RST_EN	当 PMU_PD_MOD = 1 的时候 =0:芯片不复位，继续进行 bit1:bit15 所配置的操作。 =1:芯片立刻复位，固件重启。 说明：如果芯片复位的时候 PMU_PD_MOD = 1，则固件处于电源自检测状态，固件功能异常（包括通信功能），直到芯片供电恢复正常。	R/W	0x1

当电网掉电，RN7326E 由电池供电的时候，如果电池的供电能力不足 30mA，建议快速关闭 ADC 模块，且减低系统时钟。且需要保证电池最小供电电流为 10mA。

功耗说明

	功耗（mA）	
HOSC 系统时钟	功能全开	SPIS 通讯和 EMU 读取
32M	28.4	17
16M	22.4	11
8M	19.3	8.2

2.6.2.16 SYS_PMU_TRIG (0x3c)

芯片电源状态切换寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	---	写操作时，=0x7326，bit15-bit0 的配置值才会有效	W	0x0
15:1	Reserved			
0	SYS_PMU_TRIG	=0: 无操作。 =1: 无条件执行 SYS_PMU_CFG(0x38)配置。 主要应用场景为： 当管理芯片检测到掉电的时候，为了减少 RN7326E 的功耗，通过此寄存器可以快速将 RN7326E 的部分功能模块关闭，减少功耗。	R/W	0x0

2.6.2.17 SYS_RST_CFG_SPCMD (0x40)

芯片时钟状态切换寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	RST_CFG_SPCMD	=0x20267326 只有在 SYS_RST_CFG 在芯片复位后配置值有效。 =0x20267327 SYS_RST_CFG 10ms 内完成配置生效，然后 SYS_RST_CFG_SPCMD 变成 0x20267326。 =其他	R/W	---

		无用		

注意：

在发生电源复位的时候，此寄存器会被复位成随机值，需要重新配置此寄存器。

2.6.2.18 SYS_RST_CFG (0x44)

芯片复位配置寄存器

主要用途：

1 用于单相表的时候，关闭不需要的 adc，减少功耗。2 降低系统时钟，提高芯片的抗扰能力和总线性能，同时降低功耗。

注意：

在发生电源复位的时候，此寄存器会被复位成随机值，需要重新配置此寄存器。

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	---	写操作时，=0x2026，bit11-bit0 的配置值才会有效	W	--
11:10	SYS_CFG_HOSC_DIV	HOSC 分频配置 =00:系统时钟 1 分频（不分频） =01:系统时钟 2 分频 其他：错误配置 说明:当系统正常运行的时候,HOSC 晶振=16.384 Mhz 的时候，只能选择 1 分频。	R/W	--
9:8	SYS_CFG_HOSC_SEL	HOSC 频率选择 =0: 32.768Mhz =1: 16.384 Mhz =其他：错误配置 32.768Mhz	R/W	--
7	Vbias_FLOW	0:当电压通道的 ADC 关闭，Vbias 直流偏置电压也同时关闭。 1: 当电压通道的 ADC 关闭，Vbias 直流偏置电压也不关闭。	R/W	--
6:0	SYS_CFG_ADC	BIT0:BIG6 分别代表 IA,IB,IC,UA,UB,UC,IN =1 对应的 adc 关闭。 =0 对应的 adc 开启。 说明：UA 和 UB 需要同时开启或者关闭。	R/W	--

2.6.2.19 SYS_RST_CFG_STA (0x48)

芯片复位配置状态寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
18:16	FLASH_MAP	系统时钟频率 =000: 程序运行在 flash 低地址 =100: 程序运行在 flash 高地址	R	0x0

		=其他：（错误） 主要用于固件在线升级查看 FLASH 主备倒换功能。		
15:12	SYS_STA_CLK	系统时钟频率 =00: 32.768Mhz =01: 16.384 Mhz =10: 8.192 MHz =11: 4.096 MHz =其他：（时钟错误）	R	0
11:10	SYS_STA_HOSC_DIV	HOSC 分频配置 =00:系统时钟 1 分频（不分频） =01:系统时钟 2 分频 =10:系统时钟 4 分频 =11:系统时钟 8 分频 =其他：（错误） 说明：当 HOSC 晶振=16.384 Mhz 的时候，只能选择 1 分频。掉电模式节能模式除外。	R	0x0
9:8	SYS_STA_HOSC_SEL	HOSC 频率选择 =0: 32.768Mhz =1: 16.384 Mhz =其他(错误)	R	0x0
7:0	SYS_STA_ADC	BIT0:BIG6 分别代表 IA,IB,IC,UA,UB,UC,IN =1 对应的 adc 关闭。 =0 对应的 adc 保持开启。	R	0x0

3 SPI 接口

3.1 SPI RAM 接口(可选)

当不需要进行 ADC 波形故障录波的时候，可以省略片外 sram，且需要将外部引脚接地。

ADC 波形故障录波等功能需要在 SPI 引脚 PIN28-PIN31 扩展一片片外 SPI RAM，存储容量≥32KB，目前默认驱动支持型号为 Microchip 23K256。RN7326E 和 SPIRAM 硬件接口除 SPI 口外，还包括 P26_Ctrl 引脚控制 SPIRAM 电源及复位。推荐电路见 1.5 章节。

RN7326E 内部有 SPI_RAM 自检机制，包含三种 SPI_RAM 自检场景：

- 使能后 SPI_RAM 自检：
  上电后 RN7326E 打开 SPI_RAM 电源，自动检测 SPI_RAM 读写，当自检没通过时，PQ_STA 相关标志位置 1。
- 工作过程中周期性自检：
  RN7326E 以 1min 为周期周期性自检 SPI_RAM 读写;当自检异常的时候，PQ_STA 相关标志位置 1。
- 异常处理。
  预留 PIN 当外部 SPI_SRAM 电压控制 pin 脚。当 SPI_SRAM 异常的时候，对其进行掉电重启。

3.2 主机 SPI 接口

3.2.1 特点

RN7326E 引脚 PIN24-PIN27 为与主机的 SPI 接口，有如下特点：

- 芯片工作在从模式，CPOL=0，CPHA=1
- 支持批量读写，一帧最大支持 512 字节数据传输。
- 传输的数据采用小端模式，低地址数据先传输；数据字节 MSB 模式，高 bit 先传；
- SPI 接口速率：建议最高时钟频率 8Mbps
- 传输可靠性：SPI 帧格式包含校验和，前读写序列状态反馈等机制
- 3.3V/5V 兼容

3.2.2 SPI 写序列

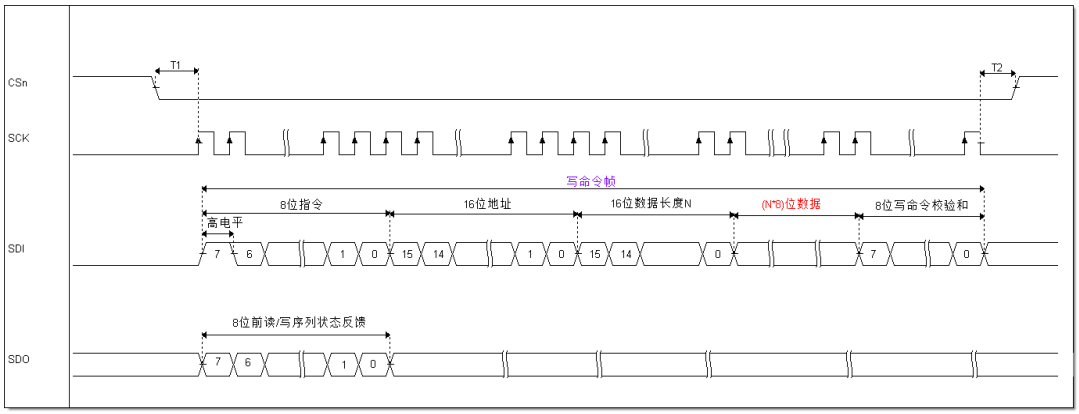


图 3-1 写序列

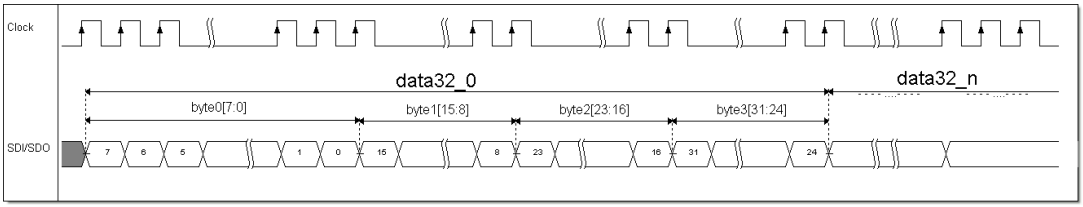


图 3-2 数据的通信格式

- ✧ 写命令帧格式如图 3-1，一帧由主机 1byte 写命令字节（{1'b1,CMD[6:0]} bit7=1 表示该帧是写操作）+2bytes 目标寄存器起始地址 Addr[15:0]+2bytes 数据长度 N[15:0]+N byte 数据+1byte 写命令校验和组成
- ✧ 写命令字节由最高位 bit7=1+操作码 CMD[6:0]组成，操作码及定义见表 3-2，注意操作码的读写属性
- ✧ RN7326E 支持 SPI 写寄存器批量操作，寄存器的 16bit 起始地址 Addr[15:0]为批量写入寄存器的首地址，数据长度 N[15:0]为批量写入的字节长度
- ✧ Addr[15:0]限定：必须在操作码规定的地址空间内(表 3-2)且在各章寄存器列表中有明确定义的寄存器。如果写入的地址超过了约束的地址范围，则写失败，且在下一次通信时候，"前读/写序列状态反馈"返回错误状态。

  如果写入的"地址+数据长度"超过约束的地址范围，则只会将数据写入合法的地址范围，超出部分不给于写入。
- ✧ N[15:0]限定：RN7326E 最大支持支持 512 字节传输；由于寄存器均为 32bit 长度，N 建议为 4 的整数倍，即 16 位数据长度最后两位必须等于 0；即 N=4n，1≥n≤128
- ✧ 数据字节限定：数据采用小端模式，每个寄存器低字节数据[7:0]先传输；每个字节采用 MSB 模式，高 bit 先传；如图 3-2 所示。
- ✧ 写命令校验和:写命令字+地址+数据长度+数据按字节求和再取反。RN7326E 内部计算校验和接受到的没对上，表示校验和错误，则写序列操作失败，不给以写入。
- ✧ 前读/写序列状态反馈(PreFunction_fb)：如图 3-1 SDO 信号线，RN7326E 在 CS 拉低 T1 时间后会发一个字节前读/写序列状态反馈(PreFunction_fb)通知主机上一次读写序列状态

  假如上次通信为写序列，成功写入的话，状态返回为上次的指令值，否则返回 0

  假如上次通信为读序列，成功读取的话，状态返回为上次的指令值，否则返回 0.
- ✧ 时序要求：见表 3-1，T1>20μs，T2>2μs

3.2.3 SPI 读序列

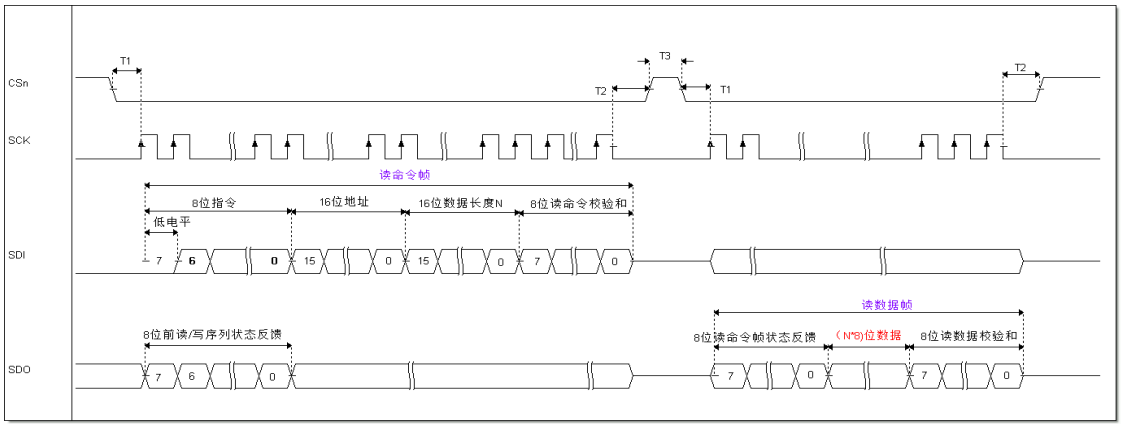


图 3-3 读序列

✧ 读命令帧格式如图 3-3：

主机发：1byte 读命令字（{1'b0,CMD[6:0]}，bit7=0 表示该帧是读操作）+2bytes 目标寄存器起始地址 Addr[15:0]+2byte 数据长度 N[15:0]+1Byte 读命令校验和

SCSN 拉高 T3 时间，再拉低

RN7326E 返回：8 位读命令帧状态反馈+N bytes 数据+1byte 数据校验和

✧ 读命令字节由最高位 bit7=1+操作码 CMD[6:0]组成，操作码及定义见表 3-2，注意操作码的读写属性

✧ Addr[15:0]限定：必须在操作码规定的地址空间内(表 3-2)且在各章寄存器列表中有明确定义的寄存器。如果读地址超过了约束的地址范围，则会默认的返回地址=0 的数据。

如果读"地址+数据长度"超过约束的地址范围，则会返回合法地址内的数据，超出部分返回与"前读/写序列状态反馈"相同的值。

✧ N[15:0]限定：RN7326E 最大支持支持 512 字节传输；由于寄存器均为 32bit 长度，N 建议为 4 的整数倍，即 16 位数据长度最后两位必须等于 0；即 N=4n，1≥n≤128

✧ 主机发读命令校验和:读命令字+地址+数据长度按字节求和再取反

✧ RN7326E 读命令帧状态反馈（ReadCmd_fb）

如果返回读命令字：表示接收到的读命令帧校验和正确，且指令，地址和数据长度合法。可以正常读数据。

如果返回 0：表示接收到的读命令帧校验，地址，或者数据长度不合法。读回来的数据不可靠。

✧ RN7326E 返回数据，数据采用小端模式，每个寄存器低字节数据[7:0]先返回；每个字节采用 MSB 模式，高 bit 先返回；如图 3-2 所示。

✧ 读数据校验和:读命令帧状态反馈+Nbyte 数据按字节求和取反。假如主机接收到的数据和校验和不对，则此次读操作失败，需要重新读取数据。

✧ 时序要求：见表 3-1

3.2.4 时序要求

表 3-1 SPI 读写时序要求

参数编号	符号	特性	最小值	最大值	单位	其它
1	T1	CS 拉低后，开始通信的延迟时间	20	--	μs	
2	T2	数据通讯完毕，CS 拉高的延迟时间	2		μs	
3	T3	读命令帧和读数据帧之间，CS 为高电平的保持时间	[1]		μs	note[1]
4	T4	两次完整通信之间的间隔时间，如图 3-4	[2]		μs	note[2]

Note:

[1]当操作为读 ADC 采样波形故障录波时候（外挂 sram），T3_min = 2000us。当读取其它数据时候，则 T3_min =600us。

[2]

前一次通信为读操作，T4_min =100us;

前一次通信为写操作，当写数据长度小于 64 个 byte，T4_min =200us。

当写数据长度为 512byte，则，T4_min =400us.

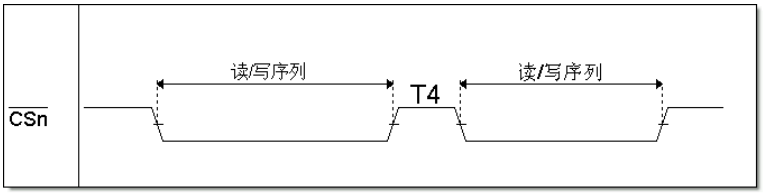


图 3-4CSn 和通信之间的时序关系

3.2.5 SPI 接口状态复位

1 CSn 拉低 20us 以上，spi 发送 1byte 数据。（共 8bit sck）

2 rn7326e 接口返回来的数据则为上次通讯的读/写命令帧状态反馈。

3 此操作同时会让 RN7326E SPI 接口的状态恢复到空闲状态，等待下一个读写命令。

3.2.6 SPI 命令及地址空间(汇总)

表 3-2 SPI 命令及地址空间

SPI 命令操作码 CMD[6:0]	定义	读写属性	SPI 读命令 bit7=0	SPI 写命令 bit7=1	地址空间
7’b001 0000	读写系统控制和状态寄存器	R/W	0x10	0x90	0x0-0x40
7’b010 0000	读写三相计量单元寄存器	R/W	0x20	0xA0	0x0-0x570
7’b010 0001	三相计量单元校验和命令	R/W	0x21	0xA1	0x0-0x4
7’b011 0000	预留	-	-	-	-
7’b100 0000	读写电能质量-配置和状态寄存器	R/W	0x40	0xC0	0x0-0x2FC
7’b100 0001	读电能质量-序分量和不平衡度寄存器	R	0x41	无	0x0-0x74
7’b100 0010	读电能质量-谐波参数寄存器	R	0x42	无	0x0-0x2FC
7’b100 0011	读电能质量-间谐波参数寄存器	R	0x43	无	0x0-0x884
7’b100 0100	读电能质量-电压暂态事件记录	R	0x44	无	0x0-0xE000
7’b100 0101	读电能质量-电压暂态事件故障录波	R	0x45	无	0x0-0x21BF
7’b100 0110	读电能质量-电压波动和闪变寄存器	R	0x46	无	0x0-0x1C
7’b100 0111	读电能质量-电压暂态事件 ADC 采样波形故障录波	R	0x47	无	
7’b101 0000	读写 RTC 寄存器	R/W	0x50	0xD0	0x0-0xC8
7’b110 0000	读写 SAR ADC 寄存器	R/W	0x60	0xE0	0x0-0x0C
7’b100 1010	读写电能质量-配置和状态寄存器(新)	R/W	0x4a	无	0x0~0xffff
7’b100 1011	读电能质量-谐波参数寄存器(新)	R	0x4b	无	0x0~0xffff
7’b100 1100	读电能质量-间谐波参数寄存器(新)	R	0x4c	无	0x0~0xffff

4 三相计量

4.1 特点

- 7 路Σ-Δ ADC，内置 PGA，放大倍数可配置
- 内置 1.25V±1% ADC 基准电压，温度系数典型值 10ppm/℃，最大 15ppm/℃
- 计量
  - 提供全波、基波有功电能，8000:1 动态范围内，非线性误差<0.1%，满足 0.5S 和 0.2S 级有功电能表精度要求
  - 提供全波、基波无功电能，8000:1 动态范围内，非线性误差<0.1%
  - 提供全波、基波 RMS、PQS 视在电能
  - 提供有功、无功功率方向，支持无功四象限判断
  - 具有潜动启动功能，电流和功率启动方式可选，启动阈值可调
  - 电表常数可调
  - 提供有功、无功、视在的快速脉冲计数
  - 提供 3 路能量脉冲输出，脉冲类型全波、基波，有功、无功和视在可选，同时也可以输出自定义电能脉冲
- 测量
  - 提供全波、基波三相电压电流有效值
  - 提供全波、基波有功、无功、RMS 和 PQS 视在功率
  - 提供全波、基波功率因数，测量误差<0.2%
  - 提供 7 路过零检测，过零阈值可设置
  - 提供电压线频率，测量误差<0.02%
  - 提供 6 路相角，测量误差<0.02°
  - 提供电压矢量和有效值，2 种电流矢量和有效值
- 故障检测
  - 提供电压相序错检测
  - 提供失压指示，失压阈值可设置
- 软件校表
  - 提供 7 路 ADC 通道增益校正
  - 提供 7 路 ADC 通道相位校正，其中 A、B、C 三路电流通道支持分段相位校正
  - 提供功率增益校正
  - 提供有功、无功功率分段相位校正
  - 提供有功、无功、有效值 Offset 校正
  - 提供直流 offset 自动校正
- 适用于三相三线、三相四线制
- 保证计量精度的工作电压范围：2.9V-5.5V
- 功耗：8mA(7 路 ADC 都打开）

4.2 系统框图

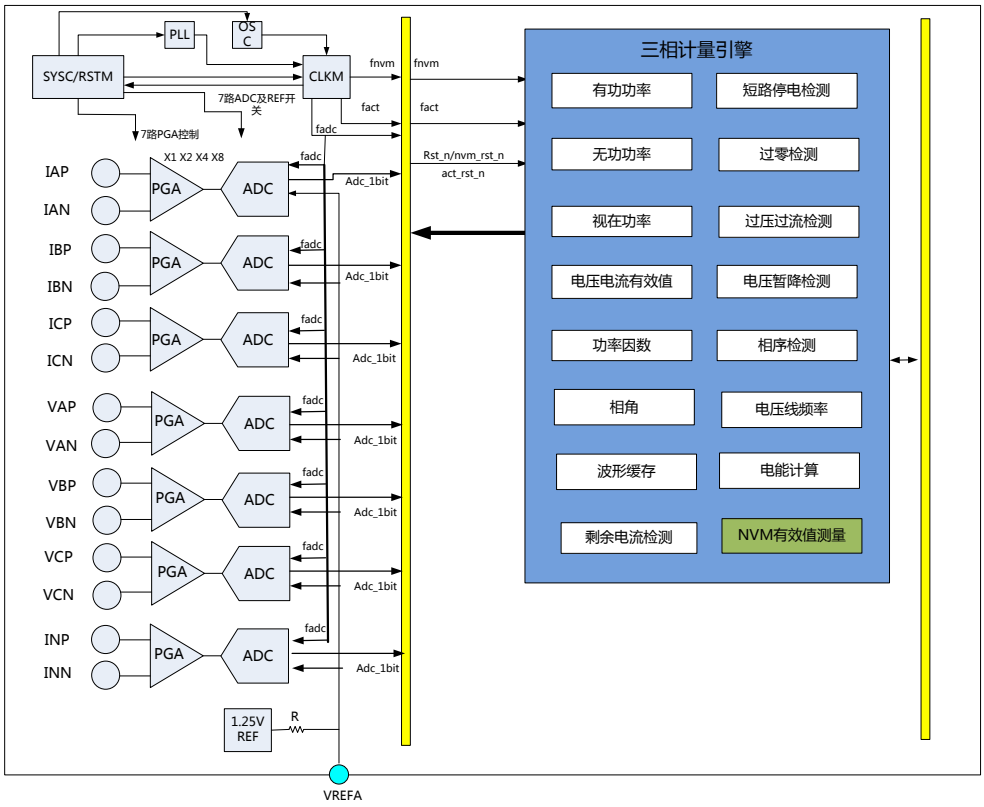


图 4-1 三相计量引擎框图

4.3 功能说明

4.3.1 采样通道

RN7326E 采样通道包括七路 Σ-Δ ADC 及其采样数据处理电路。

七路 ADC 其中 IA/IB/IC 用于相线电流采样，IN 用于零线电流采样，UA/UB/UC 用于电压采样。ADC 采用全差分方式输入，电流、电压通道最大差分信号输入峰值 Vpp 为±1000mv。

通过配置 ADCCTL 寄存器，可以分别对七路 ADC 配置 PGA 放大倍数，电流 A/B/C 通道 1/2/8/16 倍可选，电压 A/B/C 通道和零线电流 1/2/4 倍可选，ADCCTL 寄存器使用说明参见 2.6.4 章节。

通过配置 PHSU/I 寄存器（0x30-0x48）可进行七路 ADC 的通道相位校正，PHSU/I 寄存器使用说明参见 4.5.15 章节。其中通过配置相位补偿区域设置寄存器 PRTHx(0x18-0x24)可实现三路电流通道分段相位校正，PRTHx 寄存器使用说明参见 4.5.13 章节。

通过配置 GSU/I 寄存器（0x4C-0x64）可进行七路 ADC 的通道增益校正，GSU/I 寄存器使用说明参见 4.5.16 章节。

通过配置 EMUCFG 寄存器（0x 188）中的 HPFOFF[6:0]寄存器位可以配置七路采样通道的高通使能和关闭，用于测试直流参数。HPFOFF [6:0]具体说明参见寄存器 4.5.24 章节。

通过配置 AUTODC_EN 寄存器（0x1B8）自动计算 DC_OS 寄存器（0x68-0x80）值可进行七路 ADC 的直流 OFFSET 校正，AUTODC_EN 寄存器具体说明参见 4.5.31 章节，DC_OS 寄存器具体说明参见 4.5.17 章节。

4.3.2 有功功率

RN7326E 具有全波、基波的分相有功功率以及合相有功功率，并具有分相以及合相有功功率符号位进

行四象限判断，此外还具有有功功率增益校正、相位校正和 Offset 校正寄存器。

1. 分相有功功率

分相有功功率 Px（x=A，B，C，下同）寄存器说明详见 4.5.3 章节。

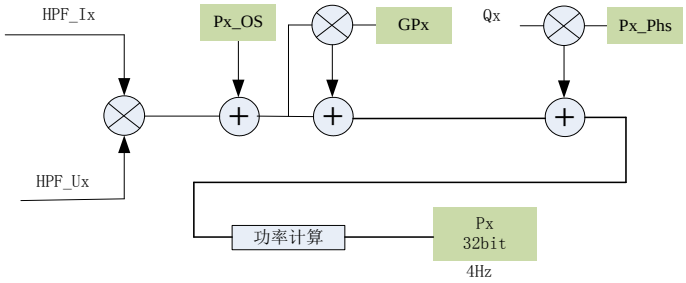


图4-2 分相有功功率

如图所示，在分相有功功率通道，可通过寄存器进行有功功率增益校正，GPx 寄存器说明详见 4.5.19 章节。

在分相有功功率通道，可通过 Px_PHS 寄存器进行有功功率的相位校正，全波功率相位校正寄存器支持有功率通道相位分段校正，和相位补偿区域设置寄存器 PRTHx 结合使用。Px_PHS 寄存器说明详见 4.5.20 章节。相位补偿区域设置寄存器 PRTHx 说明详见 4.5.13 章节。

在分相有功功率通道，还可通过 Px_OS 寄存器进行有功功率的 Offset 校正，Px_OS 寄存器说明详见 4.5.21 章节。

2. 合相有功功率

合相有功平均功率寄存器 P_T(0x350)为各分相平均有功功率代数和。P_T 寄存器说明详见 4.5.3 章节。

P_T 可由三相四线和三相三线模式选择寄存器 MODSEL(0x17C)配置为三相四线算法和三相三线算法。MODSEL 寄存器说明详见 4.5.27 章节。

若配置为三相四线制：$P_T = P_A + P_B + P_C$

若配置为三相三线制：B 相功率不参与计算，$P_T = P_A + P_C$

3. 基波有功功率

基波有一套和全波对应的有功功率参数、校正寄存器，MODSEL 寄存器和全波共用，基波有功功率和校正寄存器详见 4.5.3、4.5.19、4.5.20、4.5.21 章节。基波滤波器能很好衰减 120Hz 以上的谐波。

上述有功功率寄存器数据更新周期均为 250ms。

4. 有功功率方向

全波和基波、分相和合相有功功率方向由功率方向寄存器 PQSign（0x198）提供。PQSign 寄存器说明详见 4.5.27 章节。

4.3.3 无功功率

RN7326E 具有全波、基波的分相无功功率以及合相无功功率，并具有分相以及合相无功功率符号位进行四象限判断，此外还具有无功功率增益校正、相位校正和 Offset 校正寄存器。

1. 分相无功功率

分相无功功率 Qx（x=A，B，C，下同）寄存器说明详见 4.5.4 章节。

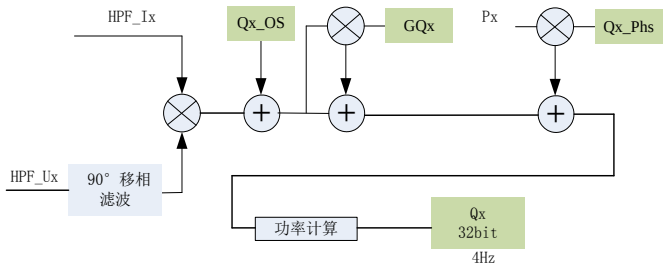


图4-3 分相无功功率

如图所示，在分相无功功率通道，可通过寄存器进行无功功率增益校正，GQx 寄存器说明详见 4.5.21 章节。

在分相无功功率通道，可通过 Qx_PHS 寄存器进行无功功率的相位校正，全波功率相位校正寄存器支持有功率通道相位分段校正，和相位补偿区域设置寄存器 PRTHx 结合使用。Qx_PHS 寄存器说明详见 4.5.22 章节。相位补偿区域设置寄存器 PRTHx 说明详见 4.5.15 章节。

在分相无功功率通道，还可通过 Qx_OS 寄存器进行无功功率的 Offset 校正，Qx_OS 寄存器说明详见 4.5.23 章节。

RN7326E 无功 90° 移相 Hilbert 算法保证在 0-51 次谐波范围内有很好的相移特性和幅频响应特性。

2. 合相无功功率

合相无功平均功率寄存器 Q_T(0x360)为各分相平均有功功率代数和。Q_T 寄存器说明详见 4.5.4 章节。

Q_T 可由三相四线和三相三线模式选择寄存器 MODSEL(0x17C)配置为三相四线算法和三相三线算法。MODSEL 寄存器说明详见 4.5.26 章节。

若配置为三相四线制：$Q_T = Q_A + Q_B + Q_C$

若配置为三相三线制：B 相功率不参与计算，$Q_T = Q_A + Q_C$

3. 基波无功功率

基波有一套和全波对应的无功功率参数、校正寄存器，MODSEL 寄存器和全波共用，基波无功功率和校正寄存器详见 4.5.4、4.5.21、4.5.22、4.5.23 章节。基波滤波器能很好衰减 120Hz 以上的谐波。

上述无功功率寄存器数据更新周期均为 250ms。

4. 无功功率方向

全波和基波、分相和合相无功功率方向由功率方向寄存器 PQSign（0x198）提供。PQSign 寄存器说明详见 4.5.31 章节。

4.3.4 视在功率

RN7326E 提供全波、基波的分相视在功率以及分相视在功率增益校正寄存器。RN7326E 提供全波、基波的 RMS 合相视在功率以及 PQS 合相视在功率。

1. 分相视在功率

分相视在功率采用 RMS 法，即 $Sx = Uxrms * Ixrms$，其中 Uxrms，Ixrms 表示 x 相有效值。

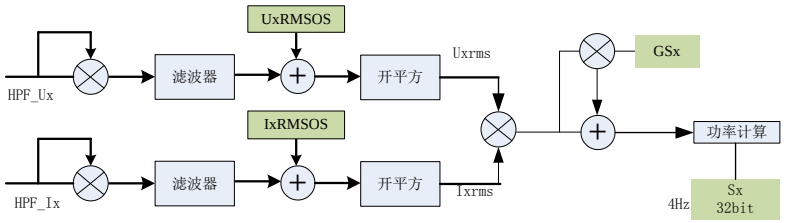


图4-4 分相视在功率

分相视在功率寄存器说明详见 4.5.4 章节。

如图所示，可通过通道增益校正寄存器 GSU/I 校正有效值增益进而校正分相视在功率增益，通道增益校正寄存器 GSU/I 说明 4.5.18 章节；也可通过分相视在功率增益校正寄存器来校正分相视在功率，功率增益校正寄存器说明详见 4.5.21 章节。

2. 合相视在功率

RN7326E 支持两种合相视在功率：

RMS 合相视在功率：$S_{TA}=S_A+S_B+S_C$，该寄存器在三相四线下使用，不适用三相三线情况

PQS 合相视在功率：$S_{TV}=\sqrt{P_T^2+Q_T^2}$，其中 P_T 表示合相有功功率，Q_T 表示合相无功功率。

PQS 合相视在功率可通过 MODSEL 寄存器配置为三相四线和三相三线模式，此时 P_T 和 Q_T 按照 MODSEL 寄存器配置计算。

3. 基波视在功率

基波有一套和全波对应的视在功率参数、校正寄存器，MODSEL 寄存器和全波共用，基波视在功率和校正寄存器详见 4.5.4、4.5.21、4.5.22、4.5.23 章节。基波滤波器能很好衰减 120Hz 以上的谐波。

视在功率寄存器数据更新周期均为 250ms。

4.3.5 电能输出

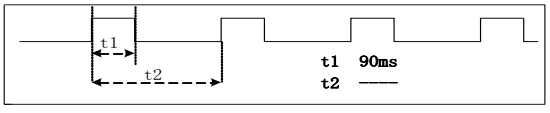
RN7326E 具有三种电能输出方式：电能寄存器、CF 电能脉冲输出与快速脉冲计数 Fcnt。

1. 电能寄存器

RN7326E 具有多种类型的能量寄存器，包括全波/基波、有功/无功/视在、分相/合相、正向/反向电能寄存器，是相应功率的积分累加输出。详细使用说明参见 4.5.7 电能寄存器章节。

2. 电能脉冲输出

合相脉冲输出，也即校表脉冲输出，可以直接接到标准电能表进行误差比对。RN7326E 具有 4 个 CF 引脚和 GPIO 复用， CF 引脚定义参见 1.4 章节。使用 CF 功能时，相应引脚配置需先配置 GPIO 寄存器为 CF 输出。



每个 CF 输出满足下面时序关系：

注意：当脉冲输出周期小于 160ms 时，脉冲以等占空比形式输出。

通过配置 CFCFG 寄存器（0x180）每个 CF 引脚都可灵活配置为全波有功合相、全波无功、全波 RMS 视在、全波 PQS 视在、基波有功、基波无功、基波 RMS 视在、基波 PQS 视在中任一种合相脉冲输出。CFCFG 寄存器说明详见 4.5.27 章节。

缺省情况下，MODSEL 寄存器为三相四线模式，相应地，每个 CF 引脚合相脉冲输出也为三相四线模式。当 MODSEL 寄存器配置为三相三线模式时，相应地，每个 CF 引脚合相脉冲输出也为三相三线模式。

当 MODSEL 寄存器为三相四线模式时，通过配置 EPADDMOD 寄存器位（EMUCFG.20）中有功合相累加方式可配置为代数和方式或绝对值和方式，相应地，有功 CF 引脚合相脉冲输出累加方式也由 EPADDMOD 寄存器位配置。

当 MODSEL 寄存器为三相四线模式时，通过配置 EQADDMOD 寄存器位（EMUCFG.21）中无功合相累加方式可配置为代数和方式或绝对值和方式，相应地，无功 CF 引脚合相脉冲输出累加方式也由 EQADDMOD 寄存器位配置。

EMUCFG 寄存器（0x188）说明详见 4.5.28 章节。

当 MODSEL 寄存器为三相四线模式时，通过配置 CFCFG 寄存器（0x180）CFSCFG/CFFSCFG 位选择视在/基波视在合相脉冲输出 RMS 型还是 PQS 型，当 MODSEL 寄存器为三相三线模式时，CFCFG 寄存器（0x180）CFFSCFG/CFSCFG 位应配置为 1，合相视在/基波视在脉冲选择为 PQS 型。

在校表过程中，若用户需要分相脉冲输出时，可通过配置计量控制寄存器 EMUCON（0x18C）配置哪些相参与合相运算实现，如仅需要 CF1 输出 A 相有功脉冲，则可配置 EMUCON 中 PRUN0=1，PRUN1=0，PRUN2=0，则 B 相 C 相不参与合相能量运算，CF1 输出脉冲代表 A 相有功脉冲。

EMUCON（0x18C）说明详见 4.5.29 章节。

缺省情况下，每个 CF 引脚均以 HFCONST1 为高频脉冲常数输出脉冲，和对应的合相能量寄存器更新同步。通过配置 CFCFG 寄存器（0x180）每个 CF 引脚也可配置为以 HFCONST2 为高频脉冲常数输出脉冲，该功能可用于最大需量脉冲计量。

当 CF 引脚选择使用 HFCONST2 输出脉冲时，通过配置 EMUCFG.HFconst2_CFG 选择 HFCONST2 和 HFCONST1 是否关联。当该位=0，两者不关联，此时若 HFCONST1 不等于 HFCONST2，则 CF 脉冲输出和和对应的合相能量寄存器更新不同步；当=1 时，当 HFCONST2_CFG=1 时，HFCONST1 和 HFCONST2 串联使用，当由 HFCONST1 配置的脉冲输出时，由 HFCONST2 配置的脉冲计数器加 1，当计数器值累加到 HFCONST2 的寄存器值时，由 HFCONST2 配置的脉冲才加 1。

HFCONST 寄存器说明详见 4.5.11 章节。

3. 快速脉冲计数寄存器

快速脉冲计数寄存器包括全波/基波、有功/无功/视在、分相/合相快速脉冲计数寄存器，是相应电能量的最小累积输出。说明详见 4.5.6 章节。

4. 自定义功率/HFCONST3/电能脉冲输出/能量寄存器

RN7326E 提供 12 个自定义功率寄存器及其对应的能量寄存器，3 个自定义脉冲输出及其配套的 HFCONST3 供用户使用，用户可根据需求利用 ADC 数据或已有的电参量计算自定义功率，并填入自定义功率寄存器中，配置电表常数 HFCONST3，积分输出到对应的电能寄存器和 CF 脉冲。

应用自定义功率寄存器 D2FP00-11 和自定义能量寄存器 D2FE00-11 前，需先配置 D2FCFG[3:0]=4'b1001，地址段 1CCH-1F8H 寄存器为自定义功率寄存器 D2FP00-11，地址段 1FCH-228H 寄存器对自定义能量寄存器 D2FE00-11。当 D2fcfg[3:0]不等于 4'b1001 时，地址 1CCH-1F8H 寄存器为有功无功分段相位校正寄存器，1FCH-228H 没有意义。

自定义功率寄存器 D2FP00-11 可采用二进制补码格式，24 位有符号数，其中最高位是符号位。当往该寄存器写入值时，该功率会按照脉冲常数 Hfconst3 进行积分，积分的电能存放在 D2FE00~D2FE11 寄存器中，其中 D2FE00、D2FE01、D2FE02 可以输出脉冲，对应脉冲分别 CF5、CF6、CF7，可以依据 D2FCFG[13:4] 配置从 CF1~CF4 管脚输出。

自定义能量寄存器 D2FE00-11 为 24bit 寄存器；可以选择为累加型或者读后清零型，受 EMUCFG.ERegCAR 控制。

HFCONST3 可用于配置电表常数，D2FE00-11 和 CF5-CF7 共用一个 HFCONST；在同等条件下，依据 HFCONST1 的计算公式得到的值乘以 4 后可作为 HFCONST3 的值。同等电表常数电能输出，相应功率寄存

器值相应放大 4 倍。

D2FCFG、D2FP00-11、 D2FE00-11、 HFCONST3 寄存器说明详见 4.5.40 章节。

4.3.6 启动潜动

RN7326E 某相有功、无功或视在处于潜动状态，则该相停止计量，该相 FCnt 停止增加，该相电能寄存器停止增加，并且该相不参与合相运算。

RN7326E 支持四种潜动启动方式：

- 基波电流有效值启动方式：
  各相基波电流有效值与启动阈值寄存器比较，做各相全波/基波、有功/视在/无功电能潜动启动判据。
- 全波电流有效值启动方式：
  各相全波波电流有效值与启动阈值寄存器比较，做各相各相全波有功/视在/无功电能潜动启动判据潜动启动判据，注意，该方式下基波电能潜动启动仍使用基波电流有效值与阈值比较。
- 功率启动方式 1：
  当有功功率超过 Start_PS 设置的阈值则启动全波/基波、有功/视在/无功电能；或当无功功率超过 Start_Q 设置的阈值则启动全波/基波、有功/视在/无功电能。
- 功率启动方式 2：
  有功、无功、视在启动潜动判断独立，启动阈值寄存器分开设置判断。有功功率和 Start_PS 设置的阈值比较做全波/基波、有功电能判据。无功功率和 Start_Q 设置的阈值比较做全波/基波无功电能判据。有功和无功只要有一个超过阈值则启动该相视在电能。

四种潜动启动方式寄存器配置如下：

潜动启动方式	EMUCFG. Pstart_CFG[1:0]	EMUCFG.NoLoadCFG
全波电流有效值启动方式	0x	0
基波电流有效值启动方式	0x	1
功率启动方式 1	10	x
功率启动方式 2	11	x

EMUCFG. Pstart_CFG 和 EMUCFG.NoLoadCFG 寄存器说明见 4.5.28 章节。

RN7326E 提供两个启动阈值寄存器 Start_PS(0x08)和 Start_Q(0x0C)，上述四种潜动启动方式下，Start_PS 和 StartQ 作用域如下表：

潜动启动方式	Start_PS	Start_Q
全波电流有效值启动方式	全波有功/视在电能全波电流启动阈值，基波有功/视在电能基波电流启动阈值	全波无功电能全波电流启动阈值，基波无功电能基波电流启动阈值
基波电流有效值启动方式	全波/基波、有功/视在电能基波电流启动阈值	全波/基波、无功电能基波电流启动阈值
功率启动方式 1	全波/基波、有功/视在/无功电能有功功率启动阈值	全波/基波、有功/视在/无功电能无功功率启动阈值
功率启动方式 2	全波/基波、有功/视在电能有功功率启动阈值	全波/基波、无功/视在电能无功功率启动阈值

Start_PS 和 Start_Q 计算公式和使用说明详见 4.5.12 章节。

RN7326E 提供潜动启动判断结果寄存器 Noload（0x19C）表示各分相全波有功视在/全波无功/基波有功视在/基波无功/基波视在潜动状态。说明详见 4.5.32 章节潜动状态寄存器 Noload。

4.3.7 电压电流有效值

有效值寄存器说明详见 4.5.3 章节。

1. 全波电压电流有效值

全波电压有效值包括三相电压有效值 UA、UB、UC。全波电流有效值包括三相电流有效值 IA、IB、IC 和零线电流有效值 IN。

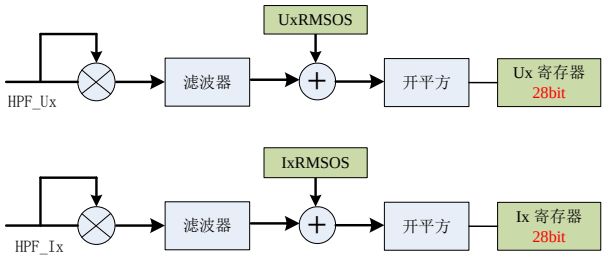


图4-5 电压电流有效值

电压电流有效值的校正：① 通过通道增益寄存器校正增益。详见 4.5.18 章节通道增益寄存器 GSU/I。② 通过有效值 OFFSET 校正寄存器校正有效值 OFFSET，提高小信号有效值测量精度。详见 4.5.20 章节有效值 OFFSET 校正寄存器。

UA、UB、UC 除做为参数输出，还做为电压过零检测、线电压测频、相角阈值检测的判据。IA、IB、IC 电流有效值除做为参数输出，还做为各相全波电流启动判据以及电流过零检测和电流相角阈值的判据。

2. 基波电压电流有效值

基波电压有效值包括三相基波电压有效值 FUA、FUB、FUC；基波电流有效值包括三相电流有效值 FIA、FIB、FIC。

基波电压电流有效值的校正：① 通过通道增益寄存器校正增益。详见 4.5.18 章节通道增益寄存器 GSU/I。②通过有效值 OFFSET 校正寄存器校正有效值 OFFSET，提高小信号有效值测量精度。详见 4.5.20 章节有效值 OFFSET 校正寄存器。

FIA、FIB、FIC 电流有效值除做为参数输出，还做为做为各相基波电流启动判据判据。

3. 电压矢量和有效值

定义为：

$$U_T = \frac{1}{4} * \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^t (u_A(t)+u_B(t)+u_C(t))^2 dt}$$

其中 $u_A(t)$、$u_B(t)$、$u_C(t)$ 为各电压通道 ADC 的采样值。

4. 电流矢量和有效值

电流矢量和有效值有两种算法，兼顾三相四线使用零线电流互感器和不使用零线电流互感器的情况：

算法 1：$I_T = \frac{1}{4} * \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^t (i_A(t)+i_B(t)+i_C(t))^2 dt}$

算法 2：$I_T = \frac{1}{4} * \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^t (i_A(t)+i_B(t)+i_C(t)-i_N(t))^2 dt}$

其中 $i_A(t)$、$i_B(t)$、$i_C(t)$、$i_N(t)$ 为各电流通道 ADC 的采样值。

采用哪种算法由计量单元配置寄存器 EMUCFG（0x188）中 ISUMMOD 位决定。当 ISUMMOD=0，采用算法 1；当 ISUMMOD=1，采用算法 2。ISUMMOD 位说明详见 4.5.28 章节。

上述有效值数据更新周期均为 250ms。

4.3.8 功率因数

RN7326E 的功率因数寄存器包括全波分相、合相功率因数 PfA/PfB/PfC/PfTA/ PfTV，基波分相、合相功率因数 FPfA/FPfB/FPfC/ FPfTA/FPfTV。

全波分相功率因数：$PFX=\frac{P_X}{S_X}$，其中 x＝a，b，c，Sx 表示各分相视在功率；Px 表示各分相有功功率，为有符号数。

全波 RMS 合相功率因数：$PF_{TA}=\frac{P_T}{S_{TA}}$，STA 表示 RMS 合相视在功率；PT 表示合相有功功率，为有符号数。

全波 PQS 合相功率因数：$PF_{TV}=\frac{P_T}{S_{TV}}$，STV 表示 PQS 合相视在功率；PT 表示合相有功功率，为有符号数。

基波功率因数以基波有功、基波视在功率参数计算，方法同全波。

功率因数寄存器更新的周期为 250ms。

功率因数寄存器说明参见 4.5.5 章节。

4.3.9 过零阈值

RN7326E 提供电压电流过零阈值寄存器 ZXOT（0x14）、电压过零及测频阈值寄存器 ZXOTU（0x1B4），若该路电压电流有效值小于所配置的过零阈值，则该路过零中断、相角、测频不输出。电流过零及相角计算阈值只使用 ZXOT（0x14）。电压过零及相角计算、测频阈值可选择使用 ZXOT 或 ZXOTU，当 ZXOTCFG. ZXOTUS=1（0x 1BC）时可选择 ZXOTU（0x1B4）作为电压过零及相角计算、测频阈值；当 ZXOTCFG. ZXOTUS=0 时选择 ZXOT 作为电压过零及相角计算、测频阈值。默认使用 ZXOT（0x14）。

ZXOT 寄存器说明详见 4.5.14 章节，ZXOTCFG 寄存器说明详见 4.5.39 章节，ZXOTU 寄存器说明详见 4.5.37 章节。

4.3.10 相角

RN7326E 具有七路电压电流间的相角测量功能，七路相角寄存器 YUA、YUB、YUC、YIA、YIB、YIC 、YIN 说明和计算公式见 4.5.8 章节。

额定输入时（Un=220mV、Ib=50mV），RN7326E 的相角测量误差小于 0.01°。相角寄存器更新周期为 32 个周波。

RN7326E 提供的相角寄存器是各采样通道基波和基准基波电压通道之间的相角，基准电压通道按优先级 UA>UB>UC 排序。

通过配置寄存器 ZXOTCFG. ZXOTUx（x=A,B,C），用户可在 UA/UB/UC 中指定某电压通道是无条件参与相角运算还是通过 ZXOT/ZXOTU 阈值比较结果判据参与相角运算。当 ZXOTCFG.ZXOTUx=1，该相电压无条件参与相角运算；当 ZXOTCFG.ZXOTUx=0，该相电压与 ZXOT 或 ZXOTU 阈值寄存器比较，>ZXOT 或 ZXOTU，则参与相角运算，≤ZXOT 或 ZXOTU，该相电压不参与相角运算。默认为 0。

对于三相四线，若 UA 参与相角运算，则 UA 为基准通道；若 UA 不参与相角运算，UB 参与相角运算，则 UB 为基准通道；若 UA 和 UB 均不参与相角运算，UC 参与相角运算，则 UC 为基准通道。若 UA、UB、UC 均不参与相角运算，则各路相角为 0。

对于三相三线：通过配置寄存器 ZXOTCFG. ZXOTUBS 配置 UB 是否参与相角运算。默认 ZXOTCFG. ZXOTUBS=0，UB 不参与相角运算，此时若 UA 参与相角运算，则 UA 为基准通道；若 UA 不参与相角运算，UC 参与相角运算，则 UC 为基准通道；若 UA 和 UC 均不参与相角运算，则各路相角为 0。若 ZXOTCFG. ZXOTUBS=1，UB 参与相角运算，则三相三线和三相四线一致。

通过配置寄存器 ZXOTCFG. ZXOTUS，用户可选择 UA/UB/UC 是用 ZXOT 还是 ZXOTU 寄存器作为过零、测频、相角运算的阈值寄存器，=0，选择 ZXOT 寄存器；=1，选择 ZXOTU 寄存器。默认为 0。

电流相角计算阈值只会使用 ZXOT（0x14）作为过零、测频、相角运算阈值寄存器，做相角运算时，IA、IB、IC、IN 与 ZXOT 阈值寄存器比较，>ZXOT，该路电流参与相角运算，≤ZXOT，该路电流不参与相角运算，对应相角寄存器输出为 0。

ZXOTCFG.ZXFLAG 用于存放每个通道的相角计算标志位，标志{IN/IC/IB/IA/UC/UB/UA}每个通道是否参与相角计算。

4.3.11 电压线频率

RN7326E 具有电压线频率测量功能。电压线频率寄存器 UFeq（0x450）说明详见寄存器 4.5.9 章节。

电压线频率分辨率达 0.001Hz，测量准确度达 0.02%。测频范围：40-70Hz。

电压线频率寄存器更新周期为 32 个周波。

测频基准：三相四线：若 UA>ZXOT（归一化值，也可配置 ZXOTCFG. ZXOTUS 寄存器位选择使用 ZXOTU 寄存器作为阈值，下同），则以 UA 通道为测频基准；若 UA<ZXOT 且 UB>ZXOT，则以 UB 通道为测频基准；若 UA<ZXOT 且 UA<ZXOT 且 UB<ZXOT 且 UC>ZXOT，则以 UC 通道为测频基准。若三相电压均<ZXOT，频率寄存器输出为 0。

三相三线：若 UA>ZXOT，则以 UA 通道为测频基准；若 UA<ZXOT 且 UC>ZXOT，则以 UC 通道为测频基准。若 UA、UC 均<ZXOT，频率寄存器输出为 0。

4.3.12 失压检测

RN7326E 提供失压阈值寄存器 LostVoltage（0x10）和各相的失压状态标志位 PHASES.LostVoltSA、LostVoltSB、LostVoltSC（0x1A4）用于失压检测。

某相失压的判据为：该相电压有效值高 16bit 即 bit[27:12]小于失压阈值且该相电流有效值大于起动电流。（处于启动状态）

失压阈值寄存器 LostVoltage（0x10）用于设置 RN7326E 的失压阈值。说明详见寄存器 4.5.13 章节。

失压状态标志位 PHASES.LostVoltSA、LostVoltSB、LostVoltSC 表示各相失压判断结果，判据以及标志位说明详见 4.5.34 章节。

4.3.13 电压相序检测

RN7326E 具有电压相序错检测功能。

电压相序错三相四线判据：①YUBUA 在 120°±10° 外②YUCUA 在 240°±10°外；③UA<ZXOT 或 ZXOTU（由 ZXOTCFG. ZXOTUS 配置决定用 ZXOT 还是 ZXOTU 归一化值，下同）④UB<ZXOT 或 ZXOTU⑤UC<ZXOT 或 ZXOTU；上述任一种情况发生，则判断三相四线电压相序错。

三相三线判据：①YUCBUAB 在 300°±10°外；②UAB<ZXOT 或 ZXOTU；③UCB<ZXOT 或 ZXOTU。上述任一种情况发生，则判断三相三线电压相序错。

电压相序错标志位 PHASES.UPhSqErr（0x1A4.3）表示检测结果，说明详见 4.5.34 章节。

4.4 计量 CMD_0x20/21 命令和寄存器列表

下文寄存器以 0x 开头或者以 H 结尾的数值，均代表十六进制。寄存器长度均为 4 字节，32 位对齐。

4.4.1 计量配置和状态寄存器列表

表 4-1 计量配置和状态寄存器列表

SPI 命令	CMD_0x20-读计量配置和状态寄存器 CMD_0xA0-写计量配置和状态寄存器				
偏移地址	名称	R/W	有效字长	复位值	功能描述
EMU 校表寄存器					
00H	HFConst1	R/W	4	0x1000	高频脉冲计数寄存器 1
04H	HFConst2	R/W	4	0x1000	高频脉冲计数寄存器 2
08H	Start_PS	R/W	4	0x0250	有功视在启动阈值寄存器
0CH	Start_Q	R/W	4	0x0250	无功启动阈值寄存器
10H	LostVoltage	R/W	4	0x0400	失压阈值寄存器
14H	ZXOT	R/W	4	0x0073	过零阈值寄存器
18H	PRTH1L	R/W	4	0x0000	相位分段校正电流阈值 1 下限
1CH	PRTH1H	R/W	4	0x0000	相位分段校正电流阈值 1 上限
20H	PRTH2L	R/W	4	0x0000	相位分段校正电流阈值 2 下限
24H	PRTH2H	R/W	4	0x0000	相位分段校正电流阈值 2 上限
28H	IRegion3L	R/W	4	0x0000	电流阈值 3 下限
2CH	IRegion3H	R/W	4	0x0000	电流阈值 3 上限
30H	PHSUA	R/W	4	0x80	采样通道 UA 相位校正寄存器
34H	PHSUB	R/W	4	0x80	采样通道 UB 相位校正寄存器
38H	PHSUC	R/W	4	0x80	采样通道 UC 相位校正寄存器
3CH	PHSIA	R/W	4	0x808080	采样通道 IA 分段相位校正寄存器
40H	PHSIB	R/W	4	0x808080	采样通道 IB 分段相位校正寄存器
44H	PHSIC	R/W	4	0x808080	采样通道 IC 分段相位校正寄存器
48H	PHSIN	R/W	4	0x80	采样通道 IN 相位校正
4CH	GSUA	R/W	4	0x0000	采样通道 UA 通道增益
50H	GSUB	R/W	4	0x0000	采样通道 UB 通道增益
54H	GSUC	R/W	4	0x0000	采样通道 UC 通道增益
58H	GSIA	R/W	4	0x0000	采样通道 IA 通道增益
5CH	GSIB	R/W	4	0x0000	采样通道 IB 通道增益
60H	GSIC	R/W	4	0x0000	采样通道 IC 通道增益
64H	GSIN	R/W	4	0x0000	采样通道 IN 通道增益
68H	DCOS_UA	R/W	4	0x0000	采样通道 UA 直流 Offset 校正
6CH	DCOS_UB	R/W	4	0x0000	采样通道 UB 直流 Offset 校正
70H	DCOS_UC	R/W	4	0x0000	采样通道 UC 直流 Offset 校正
74H	DCOS_IA	R/W	4	0x0000	采样通道 IA 直流 Offset 校正
78H	DCOS_IB	R/W	4	0x0000	采样通道 IB 直流 Offset 校正
7CH	DCOS_IC	R/W	4	0x0000	采样通道 IC 直流 Offset 校正

80H	DCOS_IN	R/W	4	0x0000	采样通道 IN 直流 Offset 校正
84H	UA_OS	R/W	4	0x0000	A 相电压有效值 Offset
88H	UB_OS	R/W	4	0x0000	B 相电压有效值 Offset
8CH	UC_OS	R/W	4	0x0000	C 相电压有效值 Offset
90H	IA_OS	R/W	4	0x0000	A 相电流有效值 Offset
94H	IB_OS	R/W	4	0x0000	B 相电流有效值 Offset
98H	IC_OS	R/W	4	0x0000	C 相电流有效值 Offset
9CH	IN_OS	R/W	4	0x0000	零线电流 1 有效值 Offset
A0H	GPA	R/W	4	0x0000	A 相有功功率增益
A4H	GPB	R/W	4	0x0000	B 相有功功率增益
A8H	GPC	R/W	4	0x0000	C 相有功功率增益
ACH	GQA	R/W	4	0x0000	A 相无功功率增益
B0H	GQB	R/W	4	0x0000	B 相无功功率增益
B4H	GQC	R/W	4	0x0000	C 相无功功率增益
B8H	GSA	R/W	4	0x0000	A 相视在功率增益
BCH	GSB	R/W	4	0x0000	B 相视在功率增益
C0H	GSC	R/W	4	0x0000	C 相视在功率增益
C4H	PA_PHSL	R/W	4	0x0000	A 相有功分段相位校正寄存器-低段
C8H	PB_PHSL	R/W	4	0x0000	B 相有功分段相位校正寄存器-低段
CCH	PC_PHSL	R/W	4	0x0000	C 相有功分段相位校正寄存器-低段
D0H	QA_PHSL	R/W	4	0x0000	A 相无功分段相位校正寄存器-低段
D4H	QB_PHSL	R/W	4	0x0000	B 相无功分段相位校正寄存器-低段
D8H	QC_PHSL	R/W	4	0x0000	C 相无功分段相位校正寄存器-低段
DCH	PA_OS	R/W	4	0x0000	A 相有功功率 Offset
E0H	PB_OS	R/W	4	0x0000	B 相有功功率 Offset
E4H	PC_OS	R/W	4	0x0000	C 相有功功率 Offset
E8H	QA_OS	R/W	4	0x0000	A 相无功功率 Offset
ECH	QB_OS	R/W	4	0x0000	B 相无功功率 Offset
F0H	QC_OS	R/W	4	0x0000	C 相无功功率 Offset
F4H	FUA_OS	R/W	4	0x0000	A 相基波电压有效值 Offset
F8H	FUB_OS	R/W	4	0x0000	B 相基波电压有效值 Offset
FCH	FUC_OS	R/W	4	0x0000	C 相基波电压有效值 Offse
100H	FIA_OS	R/W	4	0x0000	A 相基波电流有效值 Offset
104H	FIB_OS	R/W	4	0x0000	B 相基波电流有效值 Offset
108H	FIC_OS	R/W	4	0x0000	C 相基波电流有效值 Offse

10CH	GFPA	R/W	4	0x0000	A 相基波有功功率增益
110H	GFPB	R/W	4	0x0000	B 相基波有功功率增益
114H	GFPC	R/W	4	0x0000	C 相基波有功功率增益
118H	GFQA	R/W	4	0x0000	A 相基波无功功率增益
11CH	GFQB	R/W	4	0x0000	B 相基波无功功率增益
120H	GFQC	R/W	4	0x0000	C 相基波无功功率增益
124H	GFSA	R/W	4	0x0000	A 相基波视在功率增益
128H	GFSB	R/W	4	0x0000	B 相基波视在功率增益
12CH	GFSC	R/W	4	0x0000	C 相基波视在功率增益
130H	FPA_PHS	R/W	4	0x0000	A 相基波有功相位校正寄存器
134H	FPB_PHS	R/W	4	0x0000	B 相基波有功相位校正寄存器
138H	FPC_PHS	R/W	4	0x0000	C 相基波有功相位校正寄存器
13CH	FQA_PHS	R/W	4	0x0000	A 相基波无功相位校正寄存器
140H	FQB_PHS	R/W	4	0x0000	B 相基波无功相位校正寄存器
144H	FQC_PHS	R/W	4	0x0000	C 相基波无功相位校正寄存器
148H	FPA_OS	R/W	4	0x0000	A 相基波有功功率 Offset
14CH	FPB_OS	R/W	4	0x0000	B 相基波有功功率 Offset
150H	FPC_OS	R/W	4	0x0000	C 相基波有功功率 Offset
154H	FQA_OS	R/W	4	0x0000	A 相基波无功功率 Offset
158H	FQB_OS	R/W	4	0x0000	B 相基波无功功率 Offset
15CH	FQC_OS	R/W	4	0x0000	C 相基波无功功率 Offset
EMU 配置和状态寄存器					
17CH	MODSEL	R/W	4	0x00	三相四线/三相三线模式选择寄存器
180H	CFCFG	R/W	4	0x043210	CF 引脚配置寄存器
188H	EMUCFG	R/W	4	0x400000	EMU 配置寄存器
18CH	EMUCON	R/W	4	0x000000	EMU 控制寄存器
198H	PQSign	R	4	--	有功无功功率方向寄存器
19CH	Noload	R	4	--	潜动启动状态寄存器
1A0H	IRegionS	R	4	--	电流分区状态寄存器
1A4H	PHASES	R	4	--	相电压电流状态寄存器
1A8H	EMU_CHK	R	4	--	EMU 配置寄存器校验和寄存器
1B4H	ZXOTU	R/W	4	0x0	电压相角及测频阈值寄存器
1B8H	AUOTDC_EN	R/W	4	0x80	直流 OFFSET 自动校正使能寄存器
1BCH	ZXOTCFG	R/W	4	0x0	过零计算配置及标志寄存器
1C4H	D2FCFG	R/W	4	0x0	自定义功率和功率通道相位分段校正配置寄存器
1C8H	HFCONST3	R/W	4	0x0	自定义高频脉冲常数
1CCH	PA_PHSM/D2FP00	R/W	4	0x0	A 相有功分段相位校正寄存器-中

					段，自定义功率寄存器 0
1D0H	PA_PHSH/D2FP01	R/W	4	0x0	A 相有功分段相位校正寄存器-高段，自定义功率寄存器 1
1D4H	PB_PHSM/D2FP02	R/W	4	0x0	B 相有功分段相位校正寄存器-中段，自定义功率寄存器 2
1D8H	PB_PHSH/D2FP03	R/W	4	0x0	B 相有功分段相位校正寄存器-高段，自定义功率寄存器 3
1DCH	PC_PHSM/D2FP04	R/W	4	0x0	C 相有功分段相位校正寄存器-中段，自定义功率寄存器 4
1E0H	PC_PHSH/D2FP05	R/W	4	0x0	C 相有功分段相位校正寄存器-高段，自定义功率寄存器 5
1E4H	QA_PHSM/D2FP06	R/W	4	0x0	A 相无功分段相位校正寄存器-中段，自定义功率寄存器 6
1E8H	QA_PHSH/D2FP07	R/W	4	0x0	A 相无功分段相位校正寄存器-高段，自定义功率寄存器 7
1ECH	QB_PHSM/D2FP08	R/W	4	0x0	B 相无功分段相位校正寄存器-中段，自定义功率寄存器 8
1F0H	QB_PHSH/D2FP09	R/W	4	0x0	B 相无功分段相位校正寄存器-高段，自定义功率寄存器 9
1F4H	QC_PHSM/D2FP10	R/W	4	0x0	C 相无功分段相位校正寄存器-中段，自定义功率寄存器 10
1F8H	QC_PHSH/D2FP11	R/W	4	0x0	C 相无功分段相位校正寄存器-高段，自定义功率寄存器 11
1FCH	D2FE00	R/W	4	0x0	自定义电能寄存器 0
200H	D2FE01	R/W	4	0x0	自定义电能寄存器 1
204H	D2FE02	R/W	4	0x0	自定义电能寄存器 2
208H	D2FE03	R/W	4	0x0	自定义电能寄存器 3
20CH	D2FE04	R/W	4	0x0	自定义电能寄存器 4
210H	D2FE05	R/W	4	0x0	自定义电能寄存器 5
214H	D2FE06	R/W	4	0x0	自定义电能寄存器 6
218H	D2FE07	R/W	4	0x0	自定义电能寄存器 7
21CH	D2FE08	R/W	4	0x0	自定义电能寄存器 8
220H	D2FE09	R/W	4	0x0	自定义电能寄存器 9
224H	D2FE10	R/W	4	0x0	自定义电能寄存器 10
228H	D2FE11	R/W	4	0x0	自定义电能寄存器 11
2FCH	SPCMD	R/W	4	0x0	EMU 写使能密码寄存器

DMA 波形缓存校正和配置寄存器（新增）					
604H	PHS_UA_WAVE	R/W	1	0x0	ADC波形缓存UA通道相位校正寄存器
608H	PHS_UB_WAVE	R/W	2	0x0	ADC波形缓存UB通道相位校正寄

					存器
60CH	PHS_UC_WAVE	R/W	1	0x0	ADC波形缓存UC通道相位校正寄存器
610H	PHS_IA_WAVE	R/W	2	0x0	ADC波形缓存IA通道相位校正寄存器
614H	PHS_IB_WAVE	R/W	1	0x0	ADC波形缓存IB通道相位校正寄存器
618H	PHS_IC_WAVE	R/W	2	0x0	ADC波形缓存IC通道相位校正寄存器
61CH	PHS_IN_WAVE	R/W	1	0x0	ADC波形缓存IN通道相位校正寄存器
620H	GSUA_WAVE	R/W	2	0x0	ADC波形缓存UA通道增益校正寄存器
624H	GSUB_WAVE	R/W	2	0x0	ADC波形缓存UB通道增益校正寄存器
628H	GSUC_WAVE	R/W	2	0x0	ADC波形缓存UC通道增益校正寄存器
62CH	GSIA_WAVE	R/W	2	0x0	ADC波形缓存IA通道增益校正寄存器
630H	GSIB_WAVE	R/W	2	0x0	ADC波形缓存IB通道增益校正寄存器
634H	GSIC_WAVE	R/W	2	0x0	ADC波形缓存IC通道增益校正寄存器
638H	GSIN_WAVE	R/W	2	0x0	ADC波形缓存IN通道增益校正寄存器

功率相位分段校正寄存器（新增）					
640H	PA_PHSM	R/W	2	0x0	A 相有功分段相位校正寄存器-中段
644H	PA_PHSH	R/W	2	0x0	A 相有功分段相位校正寄存器-高段
648H	PB_PHSM	R/W	2	0x0	B 相有功分段相位校正寄存器-中段
64CH	PB_PHSH	R/W	2	0x0	B 相有功分段相位校正寄存器-高段
650H	PC_PHSM	R/W	2	0x0	C 相有功分段相位校正寄存器-中段
654H	PC_PHSH	R/W	2	0x0	C 相有功分段相位校正寄存器-高段
658H	QA_PHSM	R/W	2	0x0	A 相无功分段相位校正寄存器-中段

65CH	QA_PHSH	R/W	2	0x0	A 相无功分段相位校正寄存器-高段
660H	QB_PHSM	R/W	2	0x0	B 相无功分段相位校正寄存器-中段
664H	QB_PHSH	R/W	2	0x0	B 相无功分段相位校正寄存器-高段
668H	QC_PHSM	R/W	2	0x0	C 相无功分段相位校正寄存器-中段
66CH	QC_PHSH	R/W	2	0x0	C 相无功分段相位校正寄存器-高段

保留配置寄存器（新增）					
680H	UADC_SEL	R/W	3	0x0	三字节有效，当高两字节[23:8]写入 0x2026H 后，低字节[5:0]才可写，并且高两字节要一直保持为 0x2026H，低字节才会真正起到切换 ADC 通道的作用。
					U1ADC_SEL[1:0]
					=00:UA 通道使用 UA-ADC 计算
					=01:UA 通道使用 UA-ADC 计算
					=10:UA 通道使用 UB-ADC 计算
					=11:UA 通道使用 UC-ADC 计算
					U2ADC_SEL[3:2]
					=00:UB 通道使用 UB-ADC 计算
					=01:UB 通道使用 UA-ADC 计算
					=10:UB 通道使用 UB-ADC 计算
					=11:UB 通道使用 UC-ADC 计算
					U3ADC_SEL[5:4]
					=00:UC 通道使用 UC-ADC 计算
					=01:UC 通道使用 UA-ADC 计算
					=10:UC 通道使用 UB-ADC 计算
					=11:UC 通道使用 UC-ADC 计算

4.4.2 计量参数寄存器列表

表 4-2 计量参数寄存器列表

SPI 命令	**CMD_0xA0-写计量参数寄存器 CMD_0x20-读计量参数寄存器**				
偏移地址	**名称**	**R/W**	**有效字长**	**复位值**	**功能描述**
全波计量参数寄存器					
31CH	UA	R	4	0x0	A 相电压有效值
320H	UB	R	4	0x0	B 相电压有效值

324H	UC	R	4	0x0	C 相电压有效值
328H	USUM	R	4	0x0	电压矢量和有效值
32CH	IA	R	4	0x0	A 相电流有效值
330H	IB	R	4	0x0	B 相电流有效值
334H	IC	R	4	0x0	C 相电流有效值
338H	IN	R	4	0x0	零线电流有效值
340H	ISUM	R	4	0x0	电流矢量和有效值
344H	PA	R	4	0x0	A 相有功功率
348H	PB	R	4	0x0	B 相有功功率
34CH	PC	R	4	0x0	C 相有功功率
350H	PT	R	4	0x0	合相有功功率
354H	QA	R	4	0x0	A 相无功功率
358H	QB	R	4	0x0	B 相无功功率
35CH	QC	R	4	0x0	C 相无功功率
360H	QT	R	4	0x0	合相无功功率
364H	SA	R	4	0x0	A 相视在功率
368H	SB	R	4	0x0	B 相视在功率
36CH	SC	R	4	0x0	C 相视在功率
370H	STA	R	4	0x0	RMS 合相视在功率
374H	PfA	R	4	0x0	A 相功率因数
378H	PfB	R	4	0x0	B 相功率因数
37CH	PfC	R	4	0x0	C 相功率因数
380H	PfTA	R	4	0x0	RMS 合相功率因数
384H	PAFCnt	R/W	4	0x0	A 相有功快速脉冲计数
388H	PBFCnt	R/W	4	0x0	B 相有功快速脉冲计数
38CH	PCFCnt	R/W	4	0x0	C 相有功快速脉冲计数
390H	PTFCnt	R/W	4	0x0	合相有功快速脉冲计数
394H	QAFCnt	R/W	4	0x0	A 相无功快速脉冲计数
398H	QBFCnt	R/W	4	0x0	B 相无功快速脉冲计数
39CH	QCFCnt	R/W	4	0x0	C 相无功快速脉冲计数
3A0H	QTFCnt	R/W	4	0x0	合相无功快速脉冲计数
3A4H	SAFCnt	R/W	4	0x0	A 相视在快速脉冲计数
3A8H	SBFCnt	R/W	4	0x0	B 相视在快速脉冲计数
3ACH	SCFCnt	R/W	4	0x0	C 相视在快速脉冲计数
3B0H	STFACnt	R/W	4	0x0	RMS 合相视在快速脉冲计数
3B4H	EPA	R	4	0x0	A 相有功能量寄存器
3B8H	EPB	R	4	0x0	B 相有功能量寄存器
3BCH	EPC	R	4	0x0	C 相有功能量寄存器
3C0H	EPT	R	4	0x0	合相有功能量寄存器
3C4H	PosEPA	R	4	0x0	A 相正向有功能量寄存器
3C8H	PosEPB	R	4	0x0	B 相正向有功能量寄存器

3CCH	PosEPC	R	4	0x0	C 相正向有功能量寄存器
3D0H	Pos EPT	R	4	0x0	合相正向有功能量寄存器
3D4H	NegEPA	R	4	0x0	A 相反向有功能量寄存器
3D8H	NegEPB	R	4	0x0	B 相反向有功能量寄存器
3DCH	NegEPC	R	4	0x0	C 相反向有功能量寄存器
3E0H	Neg EPT	R	4	0x0	合相反向有功能量寄存器
3E4H	EQA	R	4	0x0	A 相无功能量寄存器
3E8H	EQB	R	4	0x0	B 相无功能量寄存器
3ECH	EQC	R	4	0x0	C 相无功能量寄存器
3F0H	EQT	R	4	0x0	合相无功能量寄存器
3F4H	Pos EQA	R	4	0x0	A 相正向无功能量寄存器
3F8H	Pos EQB	R	4	0x0	B 相正向无功能量寄存器
3FCH	PosEQC	R	4	0x0	C 相正向无功能量寄存器
400H	PosEQT	R	4	0x0	合相正向无功能量寄存器
404H	Neg EQA	R	4	0x0	A 相反向无功能量寄存器
408H	Neg EQB	R	4	0x0	B 相反向无功能量寄存器
40CH	Neg EQC	R	4	0x0	C 相反向无功能量寄存器
410H	Neg EQT	R	4	0x0	合相反向无功能量寄存器
414H	ESA	R	4	0x0	A 相视在能量寄存器
418H	ESB	R	4	0x0	B 相视在能量寄存器
41CH	ESC	R	4	0x0	C 相视在能量寄存器
420H	ESTA	R	4	0x0	RMS 合相视在能量寄存器
424H	STV	R	4	0x0	PQS 合相视在功率
428H	PfTV	R	4	0x0	PQS 合相功率因数
42CH	STFVCnt	R/W	4	0x0	PQS 合相视在快速脉冲计数
430H	ESTV	R	4	0x0	PQS 合相视在能量寄存器
基波谐波计量参数寄存器					
434H	YUA	R	4	0x0	采样通道 UA 基波相角寄存器
438H	YUB	R	4	0x0	采样通道 UB 基波相角寄存器
43CH	YUC	R	4	0x0	采样通道 UC 基波相角寄存器
440H	YIA	R	4	0x0	采样通道 IA 基波相角寄存器
444H	YIB	R	4	0x0	采样通道 IB 基波相角寄存器
448H	YIC	R	4	0x0	采样通道 IC 基波相角寄存器
44CH	YIN	R	4	0x0	采样通道 IN 基波相角寄存器
450H	UFreq	R	4	0x140000	电压线频率
454H	FUA	R	4	0x0	A 相基波电压有效值
458H	FUB	R	4	0x0	B 相基波电压有效值
45CH	FUC	R	4	0x0	C 相基波电压有效值
460H	FIA	R	4	0x0	A 相基波电流有效值
464H	FIB	R	4	0x0	B 相基波电流有效值
468H	FIC	R	4	0x0	C 相基波电流有效值

46CH	FPA	R	4	0x0	A 相基波有功功率
470H	FPB	R	4	0x0	B 相基波有功功率
474H	FPC	R	4	0x0	C 相基波有功功率
478H	FPT	R	4	0x0	合相基波有功功率
47CH	FQA	R	4	0x0	A 相基波无功功率
480H	FQB	R	4	0x0	B 相基波无功功率
484H	FQC	R	4	0x0	C 相基波无功功率
488H	FQT	R	4	0x0	合相基波无功功率
48CH	FSA	R	4	0x0	A 相基波视在功率
490H	FSB	R	4	0x0	B 相基波视在功率
494H	FSC	R	4	0x0	C 相基波视在功率
498H	FSTA	R	4	0x0	RMS 合相基波视在功率
49CH	FPfA	R	4	0x0	A 相基波功率因数
4A0H	FPfB	R	4	0x0	B 相基波功率因数
4A4H	FPfC	R	4	0x0	C 相基波功率因数
4A8H	FPfTA	R	4	0x0	RMS 合相基波功率因数
4ACH	FPAFCnt	R/W	4	0x0	A 相基波有功快速脉冲计数
4B0H	FPBFCnt	R/W	4	0x0	B 相基波有功快速脉冲计数
4B4H	FPCFCnt	R/W	4	0x0	C 相基波有功快速脉冲计数
4B8H	FPTFCnt	R/W	4	0x0	合相基波有功快速脉冲计数
4BCH	FQAFCnt	R/W	4	0x0	A 相基波无功快速脉冲计数
4C0H	FQBFCnt	R/W	4	0x0	B 相基波无功快速脉冲计数
4C4H	FQCFCnt	R/W	4	0x0	C 相基波无功快速脉冲计数
4C8H	FQTFCnt	R/W	4	0x0	合相基波无功快速脉冲计数
4CCH	FSAFCnt	R/W	4	0x0	A 相基波视在快速脉冲计数
4D0H	FSBFCnt	R/W	4	0x0	B 相基波视在快速脉冲计数
4D4H	FSCFCnt	R/W	4	0x0	C 相基波视在快速脉冲计数
4D8H	FSTAFCnt	R/W	4	0x0	RMS 合相基波视在快速脉冲计数
4DCH	FEPA	R	4	0x0	A 相基波有功电能
4E0H	FEPB	R	4	0x0	B 相基波有功电能
4E4H	FEPC	R	4	0x0	C 相基波有功电能
4E8H	FEPT	R	4	0x0	合相基波有功电能
4ECH	PosFEPA	R	4	0x0	A 相基波正向有功能量寄存器
4F0H	PosFEPB	R	4	0x0	B 相基波正向有功能量寄存器
4F4H	PosFEPC	R	4	0x0	C 相基波正向有功能量寄存器
4F8H	PosFEPT	R	4	0x0	合相基波正向有功能量寄存器
4FCH	NegFEPA	R	4	0x0	A 相基波反向有功能量寄存器
500H	NegFEPB	R	4	0x0	B 相基波反向有功能量寄存器
504H	NegFEPC	R	4	0x0	C 相基波反向有功能量寄存器
508H	Neg FEPT	R	4	0x0	合相基波反向有功能量寄存器
50CH	FEQA	R	4	0x0	A 相基波无功电能

510H	FEQB	R	4	0x0	B 相基波无功电能
514H	FEQC	R	4	0x0	C 相基波无功电能
518H	FEQT	R	4	0x0	合相基波无功电能
51CH	PosFEQA	R	4	0x0	A 相正向基波无功能量寄存器
520H	PosFEQB	R	4	0x0	B 相正向基波无功能量寄存器
524H	PosFEQC	R	4	0x0	C 相正向基波无功能量寄存器
528H	Pos FEQT	R	4	0x0	合相正向基波无功能量寄存器
52CH	NegFEQA	R	4	0x0	A 相反向基波无功能量寄存器
530H	NegFEQB	R	4	0x0	B 相反向基波无功能量寄存器
534H	NegFEQC	R	4	0x0	C 相反向基波无功能量寄存器
538H	NegFEQT	R	4	0x0	合相反向基波无功能量寄存器
53CH	FESA	R	4	0x0	A 相基波视在能量寄存器
540H	FESB	R	4	0x0	B 相基波视在能量寄存器
544H	FESC	R	4	0x0	C 相基波视在能量寄存器
548H	FESTA	R	4	0x0	RMS 合相基波视在能量寄存器
564H	FSTV	R	4	0x0	PQS 合相基波视在功率
568H	FPfTV	R	4	0x0	PQS 合相基波功率因数
56CH	FSTVFCnt	R/W	4	0x0	PQS 合相基波视在快速脉冲计数
570H	FESTV	R	4	0x0	PQS 合相基波视在能量寄存器

4.4.3 计量单元辅助寄存器列表(cmd_0x21)

SPI 命令	**CMD_0xa1：写计量单元校验和寄存器 CMD_0x21：读计量单元校验和寄存器**				
偏移地址	**名称**	**R/W**	**有效字长**	**复位值**	**功能描述**
00H	EMU_CHK_CAL	R/W	4	0x0	EMU 校表寄存器和配置寄存器的校验和运算
04H	EMU_CHK_CAL_STA	R/W	4	0x0	EMU_CHK_CAL 更新标志
08H	LINE_UAB	R	4	0x0	线电压 UAB。更新周期 640ms。计算方式与电压有效值等同。且需要将 UA,UB 通道校正到同一个系数。
0CH	LINE_UBC	R	4	0x0	线电压 UBC。
10H	LINE_UCA	R	4	0x0	线电压 UCA。
14H	HFRMS_DC_SW_CALC_CNT	R/W	4	0x0	半波有效值直流偏置值计算时间设置寄存器
18H	HFRMS_MOD _CFG	R/W	4	0x0707	半波有效值数据源头配置

					寄存器
1CH	WAVE_GAIN_MODE_CFG	R/W	4	0x0	同步采样波形通道校正模式配置寄存器
20H	HFRMS_DC_CFG_UA	R/W	4	0x8	UA 同步采样波形计算半波有效值直流偏置校正寄存器
24H	HFRMS_DC_CFG_UB	R/W	4	0x8	UB 同步采样波形计算半波有效值直流偏置校正寄存器
28H	HFRMS_DC_CFG_UC	R/W	4	0x8	UC 同步采样波形计算半波有效值直流偏置校正寄存器
2CH~38H	HFRMS_DC_CFG_IA~IN	R/W	4	0x0	保留
40H	HFRMS_DC_CALC_UA	R	4	0x0	UA 同步采样波形计算半波有效值直流偏置校正值计算结果寄存器
44H	HFRMS_DC_CALC_UB	R	4	0x0	UB 同步采样波形计算半波有效值直流偏置校正值计算结果寄存器
48H	HFRMS_DC_CALC_UC	R	4	0x0	UC 同步采样波形计算半波有效值直流偏置校正值计算结果寄存器

4.5 寄存器说明（cmd_0x20）

4.5.1 EMU 写使能寄存器 SPCMD (0x2FC)

偏移地址：2FCH；默认值：0x0。

该寄存器用于三相计量 EMU 寄存器写保护命令。上电复位和软件复位后该寄存器回到默认写保护状态。

命令	命令字	功能描述
EMU_WREN	0xE5	写使能命令。写使能有效后，所有可读可写寄存器写使能，该寄存器读为 0x01。
EMU_WRDIS	0xDC	写保护命令。写保护有效后，所有可读可写寄存器写保护，该寄存器读为 0x00。
	其他	无效。芯片不动作

4.5.2 有效值寄存器

偏移地址	31CH	320H	324H	328H	32CH	330H	334H
寄存器	UA	UB	UC	USUM	IA	IB	IC
偏移地址	338H	340H					
寄存器	IN	ISUM					
偏移地址	454H	458H	45CH	460H	464H	468H	

寄存器	FUA	FUB	FUC	FIA	FIB	FIC	

有效值寄存器分三类：

全波电压电流有效值（UA/UB/UC/IA/IB/IC/IN）

基波电压电流有效值（FUA/FUB/FUC/FIA/FIB/FIC）

全波电压电流矢量和有效值（USUM/ISUM）

有效值是四字节寄存器，为 27 位（bit0-bit26）无符号数，bit27 -bit31 始终为零。这三类有效值参数更新的周期为 250ms。

有效值对应的 ADC 输入归一化值（1Vrms） = RMSReg/2^27

ADC PGA 配置、高通使能配置、电流通道增益寄存器 GSI/U 配置对上述电流有效值有效。有效值 OFFSET 寄存器对 1,2 类有效值有效。不论高通是否关闭，通道直流 OFFSET 校正寄存器 DCOSx 对第 1 类有效值有效。

对有效值参数均有，*实际电压电流有效值=Krmsx*RMSReg'*

其中 Krmsx 表示转换系数，RMSReg'表示上述有效值寄存器 RMSReg 的补码。该运算由 MCU 完成。

4.5.3 功率寄存器

偏移地址	344H	348H	34CH	350H	354H	358H	35CH	360H
寄存器	PA	PB	PC	PT	QA	QB	QC	QT
偏移地址	364H	368H	36CH	370H	424H			
寄存器	SA	SB	SC	STA	STV			
偏移地址	46CH	470H	474H	478H	47CH	480H	484H	488H
寄存器	FPA	FPB	FPC	FPT	FQA	FQB	FQC	FQT
偏移地址	48CH	490H	494H	498H	564H			
寄存器	FSA	FSB	FSC	FSTA	FSTV			

功率寄存器包括全波分相、合相有功功率 PA/PB/PC/PT、无功功率 QA/QB/QC/QT、分相视在功率 SA/SB/SC、RMS 合相视在功率 STA、PQS 合相视在功率 STV；基波分相、合相有功功率 FPA/FPB/FPC/FPT、无功功率 FQA/FQB/FQC/FQT、分相视在功率 FSA/FSB/FSC、 RMS 合相视在功率 FSTA、PQS 合相视在功率 FSTV。

各类有功功率计算公式和相关校正寄存器详见 4.3.3 章节。各类无功功率计算公式和相关校正寄存器详见 4.3.4 章节。各类视在功率计算公式和相关校正寄存器详见 4.3.5 章节。

功率寄存器采用二进制补码格式，32 位有符号数，其中最高位是符号位。对于视在功率，最高位始终为 0。功率参数更新的周期为 250ms。

其对应的有效值为 = PReg/2^31。假如电压 ADC 输入为 0.2Vrms，电流 ADC 输入为 0.05Vrms,UI 夹角=0，则 Preg = 0.2*0.05*2^31。

对功率参数均有，*实际功率= Kpx* PReg'*

其中 Kpx 表示转换系数，PReg'表示相应功率寄存器 PReg 的补码。该运算由 MCU 完成。

4.5.4 功率因数寄存器

偏移地址	374H	378H	37CH	380H	428H	49CH	4A0H	4A4H
寄存器	PfA	PfB	PfC	PfTA	PfTV	FPfA	FPfB	FPfC
偏移地址	4A8H	568H						
寄存器	FPfTA	FPfTV						

功率因数寄存器包括全波分相功率因数 PfA/PfB/PfC、RMS 合相功率因数 PfTA、PQS 合相功率因数 PfTV；

基波分相功率因数 FPfA/FPfB/FPfC、RMS 合相功率因数 FPfTA、PQS 合相功率因数 FPfTV。

各类功率因数计算公式和相关寄存器详见 4.3.11 章节。

功率因数寄存器采用二进制补码格式，24 位有符号数，其中最高位是符号位，由有功功率符号位决定。功率因数寄存器更新的周期为 250ms。

功率因数参数计算公式：*实际功率因数= PfReg'/2*^{23}

其中 PfReg'表示相应功率因数寄存器 PfReg 的补码。

4.5.5 快速脉冲计数寄存器

偏移地址	384H	388H	38CH	390H	394H	398H	39CH
寄存器	PAFCnt	PBFCnt	PCFCnt	PTFCnt	QAFCnt	QBFCnt	QCFCnt
偏移地址	3A0H	3A4H	3A8H	3ACH	3B0H	42CH	
寄存器	QTFCnt	SAFCnt	SBFCnt	SCFCnt	STFACnt	STFVCnt	
偏移地址	4ACH	4B0H	4B4H	4B8H	4BCH	4C0H	4C4H
寄存器	FPAFCnt	FPBFCnt	FPCFCnt	FPTFCnt	FQAFCnt	FQBFCnt	FQCFCnt
偏移地址	4C8H	4CCH	4D0H	4D4H	4D8H	56CH	
寄存器	FQTFCnt	FSAFCnt	FSBFCnt	FSCFCnt	FSTFACnt	FSTVFCnt	

快速脉冲计数寄存器包括全波/基波、有功/无功/视在、分相/合相快速脉冲计数寄存器。是相应电能量的最小累积输出。

快速脉冲计数寄存器为 18 位（bit0-bit17）有符号数，其中 bit17 是符号位，由功率符号位决定，bit18-bit31 为无效位，固定为 0。

当输入正向，Fcnt 正向增加， Fcnt/2 和配置的 HFCONST1 及 HFCONST2 进行比较，相等，Fcnt 清零，相应能量寄存器增 1，或相应的 CF 输出脉冲。当输入反向，Fcnt 负向增加，Fcnt/2 的补码和配置的 HFCONST1/2 进行比较，相等，Fcnt 清零，相应能量寄存器增 1，或相应的 CF 输出脉冲。

能量寄存器输出 Fcnt 总是与 HFCONST1 做比较，CF 脉冲输出 Fcnt 可配置为与 HFCONST1 或 HFCONST2 做比较。详见 4.5.11 章节 HFCONST 寄存器说明。

4.5.6 电能寄存器

偏移地址	3B4H	3B8H	3BCH	3C0H	3C4H	3C8H	3CCH
寄存器	EPA	EPB	EPC	EPT	PosEPA	PosEPB	PosEPC
偏移地址	3D0H	3D4H	3D8H	3DCH	3E0H	3E4H	3E8H
寄存器	PosEPT	NegEPA	NegEPB	NegEPC	NegEPT	EQA	EQB
偏移地址	3ECH	3F0H	3F4H	3F8H	3FCH	400H	404H
寄存器	EQC	EQT	PosEQA	PosEQB	PosEQC	PosEQT	NegEQA
偏移地址	408H	40CH	410H	414H	418H	41CH	420H
寄存器	NegEQB	NegEQC	NegEQT	ESA	ESB	ESC	ESTA
偏移地址	430H	4DCH	4E0H	4E4H	4E8H	4ECH	4F0H
寄存器	ESTV	FEPA	FEPB	FEPC	FEPT	PosFEPA	PosFEPB
偏移地址	4F4H	4F8H	4FCH	500H	504H	508H	50CH
寄存器	PosFEPC	PosFEPT	NegFEPA	NegFEPB	NegFEPC	NegFEPT	FEQA
偏移地址	510H	514H	518H	51CH	520H	524H	528H
寄存器	FEQB	FEQC	FEQT	PosFEQA	PosFEQB	PosFEQC	PosFEQT

偏移地址	52CH	530H	534H	538H	53CH	540H	544H
寄存器	NegFEQA	NegFEQB	NegFEQC	NegFEQT	FESA	FESB	FESC
偏移地址	548H	570H					
寄存器	FESTA	FESTV					

RN7326E 具有多种类型的能量寄存器，包括基波(FEx）/全波（Ex)、有功（EPx）/无功（EQx）/视在（ESx)、分相（xA/B/C）/合相(xT)、有功和无功正向（Posx）/反向（Negx）电能寄存器，是相应功率的积分累加输出。

电能寄存器是 24 位无符号数。寄存器最小单位代表的能量为 1/EC KWh，其中 EC 为电表常数。

与电能寄存器对应的电表常数通过 HFCONST1 寄存器配置，做比较时，将 HFCONST1 与合相快速脉冲计数寄存器以及各分相快速脉冲计数寄存器 Fcnt 的绝对值的高 16 位的 1/2 做比较，如果大于等于 HFConst1 的值，那么对应的能量寄存器增 1。

能量寄存器既可配置为清零型也可配置为累加型。寄存器位 EMUCFG.ERegCAR（0x188.19）=0，所有能量寄存器为清零型；=1，为累加型。缺省为清零型。

正向有功和无功电能寄存器仅计量功率大于 0 的电能；反向有功和无功电能寄存器仅计量功率小于 0 的电能。

在三相四线模式下，合相有功能量寄存器的累加模式既可配置为代数和型也可配置为绝对值和型的。寄存器位 EMUCFG.EPADDMODE（0x188.20）=0，累加模式为代数和型，合相有功能量以分相功率的代数和 PA+PB+PC 积分；=1，为绝对值和型，合相有功能量以分相功率的绝对值和|PA|+|PB|+|PC|积分。缺省为代数和型。

在三相四线模式下，合相无功能量寄存器的累加模式既可配置为代数和型也可配置为绝对值和型的。寄存器位 EMUCFG.EQADDMODE（0x188.21）=0，累加模式为代数和型，合相无功能量以分相功率的代数和 QA+QB+QC 积分；=1，为绝对值和型，合相有功能量以分相功率的绝对值和|QA|+|QB|+|QC|积分。缺省为代数和型。

注意有功和无功合相能量寄存器的累加模式仅对合相能量寄存器起作用，对合相功率寄存器不起作用。

在三相三线模式下，合相有功和无功能量寄存器仅有代数和型。寄存器位 EPADDMODE、EQADDMODE 不可配置。

有两种合相视在电能寄存器，RMS 型 ESTA/FESTA PQS 型 ESTV/FESTV，RMS 型合相视在电能寄存器仅适用三相四线模式，不适用三相三线模式，PQS 型合相视在电能寄存器无此限制。

4.5.7 相角寄存器(0x434~0x44C)

偏移地址	434H	438H	43CH	440H	444H	448H	44CH
寄存器	YUA	YUB	YUC	YIA	YIB	YIC	YIN

相角寄存器是 24 位无符号数，表示各采样通道基波和基准基波电压通道的相角，如若以 UA 通道为相角基准，则 YIB 表示 IB 基波和 UA 基波间的相角。用户可通过简单运算得知任意两个向量的相角，如 IA 和 IB 的相角 YIAIB=YIA-YIB。相角寄存器的更新周期为 32 个周波。

相角计算公式：

实际相角= $(REGY/2^{24})*360^{o}$，其中 REGY 表示相角寄存器的值。

4.5.8 电压线频率寄存器 UFreq (0x450)

偏移地址：450H；寄存器：UFreq。

电压线频率寄存器是 24 位无符号数，表示基波电压的线频率。线频率寄存器的更新周期为 32 个周波。

电压线频率计算公式：实际频率= femu*16/REGF

其中：femu=4.096Mhz，REGF 表示频率寄存器的值。

4.5.9 高频脉冲常数寄存器 HFCONST(0x00~0x04)

偏移地址	00H	04H
寄存器	HFCONST1	HFCONST2
默认值	0x1000	0x1000

高频脉冲常数寄存器是 16 位无符号数，包括两个 HFCONST 寄存器，HFCONST1 和 HFCONST2，HFCONST1 可用于配置电表常数，HFCONST2 可用于最大需量计算时 CF 高频脉冲输出，或校表时小信号 CF 加速功能。

每个 CF 引脚都可通过 CFCFG.CFxFConst（0x184）寄存器选择使用 HFCONST1 还是 HFCONST2 输出脉冲。做比较时，将其与合相快速脉冲计数寄存器 PTFCNT、QTFCNT、STFCNT、FPTFCNT、FQTFCNT、FSTFCNT 寄存器值的绝对值的高 16 位的 1/2 做比较，如果大于等于 CFCFG 选择的 HFConst 的值，那么就会有对应的 CF 脉冲输出。

当 CF 引脚选择使用 HFCONST2 输出脉冲时，通过配置 EMUCFG.HFconst2_CFG 选择 HFCONST2 和 HFCONST1 是否关联。当该位=0，两者不关联；当=1 时， HFCONST1 和 HFCONST2 串联使用，当由 HFCONST1 配置的脉冲输出时，由 HFCONST2 配置的脉冲计数器加 1，当计数器值累加到 HFCONST2 的寄存器值的 2 倍时，由 HFCONST2 配置的脉冲才加 1。例如，当使用关联方式时，期望 HFCONST1 对应引脚输出脉冲速度是 HFCONST2 对应引脚的 10 倍，那么 HFCONST2 要配置为 0x5。

电能寄存器的增加仅和 HFCONST1 相关，和 HFCONST2 无关。做比较时，将 HFCONST1 与合相快速脉冲计数寄存器以及各分相快速脉冲计数寄存器的绝对值的高 16 位做比较，如果大于等于 HFConst1 的值，那么对应的能量寄存器增 1。

根据 PF=1.0，标准的有功功率值 P、电表常数 EC 等参数按下式计算理论 HFConst 值：

*HFConst＝INT[P*3.6*10^6*femu / (16*EC*Un*Ib*2^31)]*

额定输入，PF=1.0，标准的有功功率值 $P = INT(U_{标准} * I_{标准}/2^{23})$，

式中电压额定输入时标准的电压有效值寄存器值为 $U_{标准}$，电流额定输入时标准的电流有效值寄存器值 $I_{标准}$

femu：4.096Mhz

Un：额定输入的电压；

Ib：额定输入的电流；

EC：电表常数

按计算结果配置相应的 HFConst 寄存器。

4.5.10 启动阈值寄存器 Start(0x08~0x0C)

偏移地址	08H	0CH
寄存器	Start_PS	Start_Q
默认值	0x250	0x250

RN7326E 提供两个启动阈值寄存器 Start_PS 和 Start_Q。四种潜动启动方式下，Start_PS 和 StartQ 作用域如下表：

潜动启动方式	Start_PS	Start_Q
全波电流有效值启动	全波有功/视在电能全波电流启动阈	全波无功电能全波电流启动阈

方式	值，基波有功/视在电能基波电流启动阈值	值，基波无功电能基波电流启动阈值
基波电流有效值启动方式	全波/基波、有功/视在电能基波电流启动阈值	全波/基波、无功电能基波电流启动阈值
功率启动方式 1	全波/基波、有功/视在/无功电能有功功率启动阈值	全波/基波、有功/视在/无功电能无功功率启动阈值
功率启动方式 2	全波/基波、有功/视在电能有功功率启动阈值	全波/基波、无功电能无功功率启动阈值

全波/基波电流有效值启动方式下

Start_PS 和 Start_Q 均为 16 位无符号数，做比较时，将其扩展为 32 位 0x000X_XXX0，与各相全波电流有效值 IxRMS 或基波电流有效值 FIxRMS 进行比较，以作潜动启动判断。

Start_PS 和 Start_Q 计算公式：

$$Istart = (REGIb * (0.5 \sim 0.8)K / 2\text{^}4$$

其中 IStart 为待设置的启动电流阈值寄存器值，REGIb 为经校正后的 Ib 点的全波或基波电流有效值寄存器值，K=某相启动电流和标称电流值的比值，如启动电流为 0.001Ib，则 K=0.001。

功率启动方式 1 和 2 方式下

Start_PS 和 Start_Q 均为 16 位无符号数，做比较时，将其扩展为 24 位 0xXXXX_00，分别与 PowerP 或 PowerQ (为 32bit 有符号数)的高 24 位的绝对值进行比较，以作起动判断。

Start_PS 计算公式：

$$Pstart = REGPx * (0.5 \sim 0.8) * K/2\text{^}8$$

其中 PStart 为待设置的 Start_PS 启动阈值寄存器值，REGPx 为经校正后的 Ib 点的全波分相有功寄存器值，K=某相启动功率和标称功率的比值，如启动电流为 0.002Ib，则 K=0.002。

Start_Q 计算公式：

$$Qstart = REGQx * (0.5 \sim 0.8) * K/2\text{^}8$$

其中 QStart 为待设置的 Start_Q 启动阈值寄存器值，REGQx 为经校正后的 Ib 点的全波分相无功寄存器值，K=某相启动功率和标称功率的比值，如启动电流为 0.002Ib，则 K=0.002。

Start_PS 复位初值和 Start_Q 相同，均为 0x250，用户可根据需要重新设定。

4.5.11 失压阈值寄存器 LostVoltage(0x10)

偏移地址：10H；寄存器：LostVoltage

失压阈值寄存器 LostVoltage 用于设置 RN7326E 的失压阈值。为 16 位无符号数，做比较时，将其与各相全波电压有效值高 16 位即 bit27-bit12 进行比较，以作失压判断。

LostVoltage 的默认值为 0x0400。用户可根据需要重新设定。

LostVoltage 计算公式：

$$LostVoltage = INT((REGV_n * K) / 2\text{^}12))$$

其中 REGVn 为经校正后的额定电压输入的全波电压有效值寄存器值，K=某相失压电压和额定电压的比值，如失压电压为 50%额定电压，则 K=0.5。

4.5.12 过零阈值寄存器 ZXOT(0x14)

偏移地址：14H；寄存器：ZXOT

过零阈值寄存器 ZXOT 为 16 位无符号数，做比较时，将其与各相电压电流有效值 Ux、Ix（x=A，B，

C 下同）bit27-bit12 位进行比较，以作判断。ZXOT 的复位初值为 0x0073，用户可根据需要重新设定。

ZXOT 计算公式：

$$ZXOT = INT((REGI_b * K) / 2\text{^}12)$$

其中 REGIb 为经校正后的 Ib 点的电流有效值寄存器值，K=某相过零阈值和 Ib 点电流的比值，如过零阈值为 5%额定电流，则 K=0.05。

4.5.13 相位补偿区域设置寄存器 PRTHx(0x18~0x24)

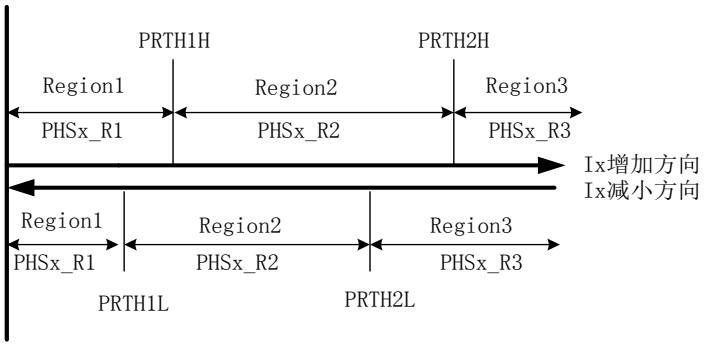
偏移地址	18H	1CH	20H	24H
寄存器	PRTH1L	PRTH1H	PRTH2L	PRTH2H
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0

相位补偿区域设置寄存器 PRTHx 用于分段角差校正区域设置，共有两对相位分段校正电流阈值 PRTH 寄存器，分别用于设置小信号区域和大信号区域的相位校正分段点。

PRTHx 为 16 位无符号数，做比较时，将其与各相全波电流有效值 Ix（x=A，B，C 下同）bit27-bit12 进行比较，以作判断。

如图所示： PRTH1L/ PRTH1H 和 PRTH2L/ PRTH2H 可配置 3 个相位校正区域的分段点，其中 Region1 以 PHSx_R1 为通道相位校正参数，以 Px_PHSL 为有功功率相位校正参数，以 Qx_PHSL 为无功功率相位校正参数；Region2 以 PHSx_R2 为通道相位校正参数，以 Px_PHSM 为有功功率相位校正参数，以 Qx_PHSM 为无功功率相位校正参数；Region3 以 PHSx_R3 为通道相位校正参数，以 Px_PHSH 为有功功率相位校正参数，以 Qx_PHSH 为无功功率相位校正参数。

在某相电流 Ix 增加方向，以 PRTH1H 为 Region1 和 Region2 的分段点，以 PRTH2H 为 Region2 和 Region3 的分段点；在某相电流 Ix 减小方向，以 PRTH1L 为 Region1 和 Region2 的分段点，以 PRTH2L 为 Region2 和 Region3 的分段点。



容错处理：对于①当写入 PRTH2x <PRTH1x，写入失败；②当写入 PRTH1H<PRTH1L 或写入 PRTH1L>PRTH1H，写入失败；③当写入 PRTH2H<PRTH2L 或写入 PRTH2L>PRTH2H，写入失败。

当 PRTH1L 寄存器为 0 时，不启动分段相位校正。电流通道以 PHSIx 寄存器的低 8 位做为各通道相位校正值，功率相位以 Px_PHSL、Qx_PHSL 作为各功率的相位校正值。

4.5.14 电流分段区域设置寄存器 Iregion(0x28~0x2C)

偏移地址	28H	2CH
寄存器	Iregion3L	Iregion3H
默认值	0x0	0x0

Iregion3L 和 Iregion3H 未和相位校正寄存器关联，仅用来产生电流分段标志和中断。用户软件可利用这

两个寄存器产生的分段中断灵活地进行增益、相位、OFFSET 等分段校正补偿。

这两个寄存器均为 16 位无符号数，做比较时，将其与各相全波电流有效值 Ix（x=A，B，C）bit27-bit12 进行比较，以作判断。根据相电流和 Iregion3 阈值比较的结果，IregionS 状态寄存器的相应标志位置位或清零。若 Iregion3x 中断使能，会产生中断。

容错处理：当写入 Iregion3H<Iregion3L 或写入 Iregion3L>Iregion3H，写入失败。

当 Iregion3L 寄存器为 0 时，关闭该功能。不为 0 时，启动该功能。

4.5.15 通道相位校正寄存器 PHSU/I(0x30~0x48)

偏移地址	30H	34H	38H	3CH	40H	44H	48H
寄存器	PHSUA	PHSUB	PHSUC	PHSIA	PHSIB	PHSIC	PHSIN
默认值	0x80	0x80	0x80	0x808080	0x808080	0x808080	0x80

默认情况下，通道相位校正寄存器（0x30~0x48）的定义如下：

PHSUA、PHSUB、 PHSUC、PHSIN 用于 UA、UB、UC、IN 的相位校正。该寄存器均为 8 位无符号数，默认值为 0x80。在 50HZ，1 LSB 代表 **0.017578**°LSB 相位校正。

PHSIA-PHSIC 用于三个电流通道 3 个相位校正区域的分段校正，和相位补偿区域设置寄存器 PRTHx 结合使用。这三个寄存器均为 24 位无符号数。以 PHSIA 为例，该寄存器 3 个字节如下：

{PHSIA_R3[23:16]， PHSIA_R2[15:8] ，PHSIA_R1[7:0]}

其中低 8 位 PHSIA_R1[7:0]代表区域 1 的相位校正值，中间 8 位 PHSIA_R2[15:8]代表区域 2 的相位校正值，高 8 位 PHSIA_R3[23:16]代表区域 3 的相位校正值。默认值为 0x808080。

相位校正范围：50HZ 下，±2.25°或 4.5°

相位补偿公式：

①通过 0.5L 时有功误差校正，若某相 0.5L 功率因数角为 60° 时，Ib 点有功误差为 err ，通道角差为 θ，则

$$\theta = \mathrm{Arcsin}\frac{-err}{\sqrt{3}}$$

若功率因数角为 30° 时，Ib 点有功误差为 err ，通道角差为 θ，则

$$\theta = \mathrm{Arcsin}(-\sqrt{3}*err)$$

对 50HZ，PHSUA 和 PHSIA 寄存器均有 0.017578°LSB 的关系。

若调整 PHSUA 寄存器，则有：

$$PHSUA = 0x80+INT(\theta/0.017578°)$$

若调整 PHSIA 寄存器且不考虑分段校正，则有：$PHSIA\_R1[7:0] = 0x80-INT(\theta/0.017578°)$

② 以一个通道的输入为基准，从相角寄存器得知被校通道 1 和基准通道 2 的实际角差与标准源或标准表的角差的差值为 θ，若被校前该通道的相位寄存器是 PHS1，对 50HZ，有：

校正通道的相位 $PHS= PHS1+INT(\theta/0.017578°)$

锐能微计量芯升级版新增功能：

当 PHSUA[31:0]（0x30）的高 8 位 PHSUA[31:24]被写入 0xA7 时，所有通道相位校正寄存器的意义发生改变，具体定义如下：

PHSUA[9:0]为 UA 通道相位校正，每当 PHSUA[31:24]写入 0xA7 时，PHSUA[9:0]的默认值就会自动变为 0x000（在 cpu 改变此值前，可读出为 0x000。注意 0x200 为相位偏移中间值。），操作步骤：首先将 PHSUA[31:0]写入 0xA700_0000，然后再写入相位校正值（比如 PHSUA[31:0]=0xA700_02A5），注意要分

两次操作。在新的模式下，应保证 PHSUA[31:24]一直为 0xA7。

PHSUB[9:0]为 UB 通道相位校正，每当 PHSUA[31:24]写入 0xA7 时，PHSUB[9:0]的默认值就会自动变为 0x200（在 cpu 改变此值前，可读出为 0x000）。操作步骤：首先应保证 PHSUA[31:24]已经写入 0xA7，然后再将校正值写入 PHSUB[9:0]。

PHSUC[9:0]为 UC 通道相位校正，每当 PHSUA[31:24]写入 0xA7 时，PHSUC[9:0]的默认值就会自动变为 0x200（在 cpu 改变此值前，可读出为 0x000）。操作步骤：首先应保证 PHSUA[31:24]已经写入 0xA7，然后再将校正值写入 PHSUC[9:0]。

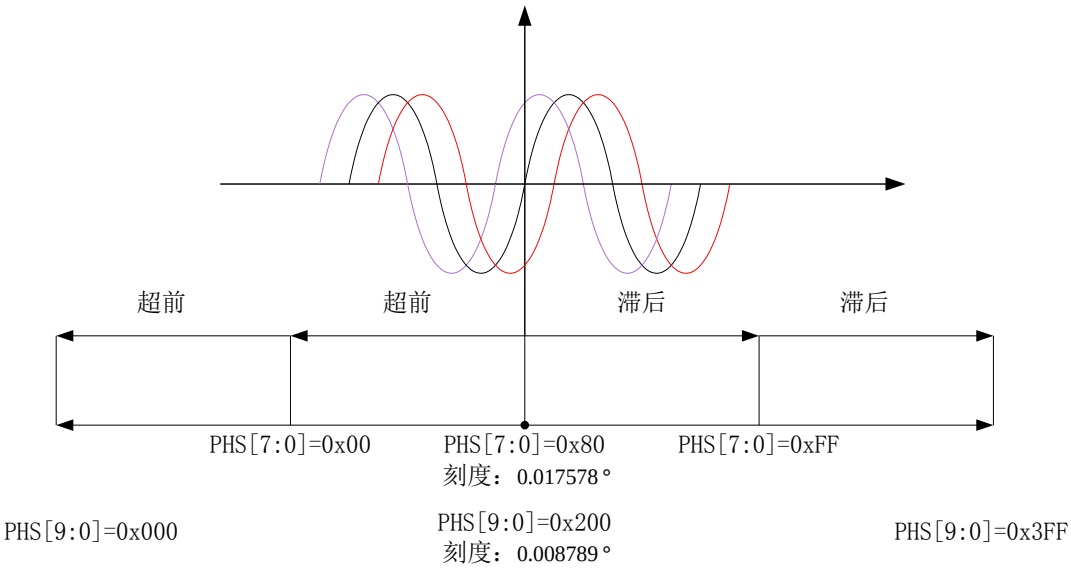
PHSIA[31:0]的定义更改为{2'h0, PHSIA_R3[29:20], PHSIA_R2[19:10], PHSIA_R1[9:0]}。默认状态下，该寄存器定义见上文描述。一旦 PHSUA[31:24]写入 0xA7，其默认值自动从 0x808080 变为 0x00000000（注意 0x20080200 为相位偏移中间值）。在 PHSUA[31:24]已经写入 0xA7 的情况下，再将校正值写入 PHSIA[31:0]。

PHSIB[31:0]的定义更改为{2'h0, PHSIB_R3[29:20], PHSIB_R2[19:10], PHSIB_R1[9:0]}。默认状态下，该寄存器定义见上文描述。一旦 PHSUA[31:24]写入 0xA7，其默认值自动从 0x808080 变为 0x00000000（注意 0x20080200 为相位偏移中间值）。在 PHSUA[31:24]已经写入 0xA7 的情况下，再将校正值写入 PHSIB[31:0]。

PHSIC[31:0]的定义更改为{2'h0, PHSIC_R3[29:20], PHSIC_R2[19:10], PHSIC_R1[9:0]}。默认状态下，该寄存器定义见上文描述。一旦 PHSUA[31:24]写入 0xA7，其默认值自动从 0x808080 变为 0x00000000（注意 0x20080200 为相位偏移中间值）。在 PHSUA[31:24]已经写入 0xA7 的情况下，再将校正值写入 PHSIC[31:0]。

在 PHSUA[31:24]已经写入 0xA7 的情况下，所有的通道相位校正寄存器都从 8bit 变更为 10bit。校正刻度从 0.017578°LSB 提升至 0.008789°LSB，校正范围从±2.25°或 4.5°扩展至±4.5°或 9°。

校正公式同上文默认情况，只需要将 0.017578 修改为 0.008789，即可实现±4.5°的校正范围。如果要实现 9°的校正范围，只需要将 PHSU 的寄存器写为 0，然后改变 PHSI（从 0x000 到 0x3ff）；或者将 PHSI 的寄存器写为 0，然后改变 PHSU（从 0x000 到 0x3ff）。



4.5.16 通道增益寄存器 GSU/I(0x4C~0x64)

偏移地址	4CH	50H	54H	58H	5CH	60H	64H
寄存器	GSUA	GSUB	GSUC	GSIA	GSIB	GSIC	GSIN
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0

通道增益寄存器可用于有效值、功率的增益校正。通道增益寄存器为 2 字节有符号数，采用二进制补码形式，最高位为符号位，表示范围(-1，+1)。

校正公式：

如果 RegGain>=2^{15}，则 $Gain=(RegGain-2^{16})/2^{15}$；否则 $Gain=RegGain/2^{15}$；

其中 RegGain 为通道增益寄存器值。

以 IB 通道为例，假设校正之前 B 路电流有效值 IB，校正之后 IB'，两者关系为：

*IB'=IB+IB*Gain*

注意该公式有效范围：保证在乘以通道增益后信号仍在 ADC 满量程范围内

通道增益寄存器适用于功率法校表中的增益校正。

4.5.17 通道直流 OFFSET 校正寄存器 DCOSx(0x68~0x80)

偏移地址	68H	6CH	70H	74H	78H	7CH	80H
寄存器	DCOS_UA	DCOS_UB	DCOS_UC	DCOS_IA	DCOS_IB	DCOS_IC	DCOS_IN
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0

通道直流 OFFSET 校正寄存器用于在测试直流量时替代高通滤波消除失调误差。直流 OFFSET 寄存器所表示的直流分量等效于直接在采样波形上叠加直流分量。直流测量使用时，需将 HPF 关闭。

该寄存器在高通之后，当 AUTODC_EN.MMU_DC_DIS（0x1B8[7]）=0，无论采样通路高通是否关闭，均会影响 EMU 通道有效值、功率、能量等参数。软件需要保证上述寄存器符合预期；上述寄存器非法写入值，会影响到计量。

当 AUTODC_EN.MMU_DC_DIS（0x1B8[7]）=1，DCOS 寄存器对 EMU 通道不起作用。默认情况下，AUTODC_EN.MMU_DC_DIS=1。

直流 OFFSET 校正寄存器均为两字节有符号数，采用二进制补码形式，最高位为符号位。

DCOS 寄存器对有效值的影响：

在直流计量条件下，以 IA 通道为例，直流 DCOS_IA 与 IA 通路有效值的关系如下：

IA'=IA*(1+GSIA)+DCOS_IA*2^12

其中：

IA：是指 A 通道实际输入有效值

IA'：是指经过校正后 IA 通道实际读出的有效值

GSIA：为通道增益归一化值

DCOS_IA：为直流 offset 寄存器值

替代高通滤波消除失调误差时，用户可利用直流 OFFSET 自动校正功能得到 DCOS 寄存器值，说明详见直流 OFFSET 自动校正使能寄存器章节。

4.5.18 有效值 OFFSET 校正寄存器

偏移地址	84H	88H	8CH	90H	94H	98H	9CH
寄存器	UA_OS	UB_OS	UC_OS	IA_OS	IB_OS	IC_OS	IN_OS
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
偏移地址	F4H	F8H	FCH	100H	104H	108H	
寄存器	FUA_OS	FUB_OS	FUC_OS	FIA_OS	FIB_OS	FIC_OS	
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	

有效值 Offset 校正寄存器用于电压/电流/基波电压/基波电流有效值小信号精度的校正。

有效值 Offset 校正寄存器均为两字节有符号数，采用二进制补码形式，最高位为符号位。

有效值 Offset 寄存器仅影响相关通道的有效值，并对视在功率、视在电能有影响。

校正公式：

以 IA 通道为例，假设校正之前 A 相电流有效值寄存器 IA，校正之后为 IA’，则有：

IA’=Sqrt(Abs(IA^2+IA_OS*2^{14}))

4.5.19 功率增益寄存器

偏移地址	A0H	A4H	A8H	ACH	B0H	B4H	B8H
寄存器	GPA	GPB	GPC	GQA	GQB	GQC	GSA
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
偏移地址	BCH	C0H	10CH	110H	114H	118H	11CH
寄存器	GSB	GSC	GFPA	GFPB	GFPC	GFQA	GFQB
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
偏移地址	120H	124H	128H	12CH			
寄存器	GFQC	GFSA	GFSB	GFSC			
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0			

功率增益寄存器用于有功/无功/视在/基波有功/基波无功/基波视在功率的增益校正。功率增益寄存器均为两字节有符号数，采用二进制补码形式，最高位为符号位。

校正公式为：*P1=P0(1+GP)*

Q1=Q0(1+GQ)

S1=S0(1+GS)

其中 P1、Q1、S1 为校正后的有功、无功、视在功率；P0、Q0、S0 为校正前的功率；GP、GQ、GS 分别为有功、无功、视在功率增益校正寄存器的归一化值。

功率增益寄存器适用于传统的脉冲校表法功率增益校正，校正误差范围为-∞~50%，校正方法以 A 相 PF=1.0 误差校正为例：假设 A 相 Ib 点输入时，标准表的有功误差读数为 err，则 A 相有功功率增益校正寄存器 GPA 的计算方法如下：

$$Gain = \frac{-Err}{1+Err}$$

如果 Gain>=0，则 GPA=INT[Gain*2^{15}]；

如果 Gain<0，则 GPA=INT[2^{16}+Gain*2^{15}]

4.5.20 功率相位校正寄存器

偏移地址	C4H	C8H	CCH	D0H	D4H	D8H	130H
寄存器	PA_PHSL	PB_PHSL	PC_PHSL	QA_PHSL	QB_PHSL	QC_PHSL	FPA_PHS
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
偏移地址	134H	138H	13CH	140H	144H	1CCH	1D0H
寄存器	FPB_PHS	FPC_PHS	FQA_PHS	FQB_PHS	FQC_PHS	PA_PHSM	PA_PHSH
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
偏移地址	1D4H	1D8H	1DCH	1E0H	1E4H	1E8H	1ECH
寄存器	PB_PHSM	PB_PHSH	PC_PHSM	PC_PHSH	QA_PHSM	QA_PHSH	QB_PHSM
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
偏移地址	1F0H	1F4H	1F8H				
寄存器	QB_PHSH	QC_PHSM	QC_PHSH				
默认值	0x0	0x0	0x0				

有功功率相位校正寄存器用于在有功功率通道进行有功相位校正。无功相位校正寄存器用于在无功功

率通道进行无功相位校正。功率相位校正寄存器采用两字节二进制补码形式，最高位为符号位。

全波功率相位校正寄存器支持功率分段校正，和相位补偿区域设置寄存器 PRTHx 和结合使用。当 PRTH1L 寄存器为 0 时，不启动分段相位校正；当 PRTH1L 寄存器不等于 0 时，PRTHx 将功率相位校正区域分为三段，低段区域 1、中段区域 2、高段区域 3，参见 4.5.15 章节。

此时，Px_PHSL（x=A,B,C,下同）用于区域 1 低段的有功功率相位校正，Px_PHSM 用于区域 2 中段的有功功率相位校正，Px_PHSH 用于区域 3 高段的有功功率相位校正。

Qx_PHSL（x=A,B,C,下同）用于区域 1 低段的无功功率相位校正，Qx_PHSM 用于区域 2 中段的无功功率相位校正，Qx_PHSH 用于区域 3 高段的无功功率相位校正。

注意，有功、无功相位校正寄存器 Px_PHSM、Px_PHSH、Qx_PHSM、Qx_PHSH 和自定义功率寄存器 D2FP00-12 复用 1CCH-1F8H 地址，当 D2FCFG[3:0]不等于 4'b1001 时，该段地址为中高段有功、无功相位校正寄存器。

校正公式：

P2= P1+P_PHS*Q1

Q2 = Q1-Q_PHS*P1

其中 P1 为补偿前的有功功率、P2 为补偿后的有功功率、Q1 为补偿前的无功功率、Q2 为补偿后的无功功率。P_PHS、Q_PHS 分别为有功、无功功率相位校正寄存器的归一化值。

校表方法：以 A 相为例，电表在 Ib 点，PF=1.0 下，有功增益校正已完成；切换源输出后，

若功率因数角在 60° 附近，即 PF≈0.5L 下，Ib 点标准表有功初始误差记为 err，

当互感器角差较小时，此时相位初始误差常规值小于 1%，可以使用近似校正公式

$$\lambda \approx -\mathrm{err}/\sqrt{3}$$

当互感器角差大于常规值时，以上近似校正公式不再适用，而应该使用以下校正公式：

$$\lambda = -\mathrm{err} / (\tan(\theta) - \mathrm{err}/\tan(\theta))$$

其中 θ 是标准源在 0.5L 下，实际的电流电压夹角。例如，标准源设置为 0.5L，实际夹角 θ 为 59.9° 。

若 $\lambda \geq 0$，则 $PA\_PHS=\lambda*2^{15}$；若 $\lambda<0$，则 $PA\_PHS=\lambda*2^{15}+2^{16}$

若 $\lambda \geq 0$，则 $QA\_PHS=\lambda*2^{15}$；若 $\lambda<0$，则 $QA\_PHS=\lambda*2^{15}+2^{16}$

若功率因数角为 30° 附近，Ib 点标准表有功误差记为 Err，则

$$\lambda = -\sqrt{3} * Err$$

若 $\lambda \geq 0$，则 $PA\_PHS=\lambda*2^{15}$；若 $\lambda<0$，则 $PA\_PHS=\lambda*2^{15}+2^{16}$

若 $\lambda \geq 0$，则 $QA\_PHS=\lambda*2^{15}$；若 $\lambda<0$，则 $QA\_PHS=\lambda*2^{15}+2^{16}$

4.5.21 功率 OFFSET 校正寄存器

偏移地址	DCH	E0H	E4H	E8H	ECH	F0H	148H
寄存器	PA_OS	PB_OS	PC_OS	QA_OS	QB_OS	QC_OS	FPA_OS
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
偏移地址	14CH	150H	154H	158H	15CH		
寄存器	FPB_OS	FPC_OS	FQA_OS	FQB_OS	FQC_OS		
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0		

功率 OFFSET 校正寄存器适合全波有功/全波无功/基波有功/基波无功的小信号的精度校正。功率

OFFSET 校正寄存器均为均为两字节有符号数，采用二进制补码形式，最高位为符号位。

校正公式：

以 A 通道有功功率为例，假设校正之前 A 路有功功率寄存器 PA，校正之后为 PA'，则有：

PA'=PA+ PA_OS。

4.5.22 过压阈值寄存器 OVLVL(0x164)

偏移地址：164H；字长：2字节；默认值：0x00

当某相电压采样值的绝对值高16位大于OVLVL[15:0]，判定该相电压过压。某相电压过压将导致PHASES寄存器中该相OVUx（x=A，B，C）寄存器位置1同时EMMIF寄存器中的OVIIF寄存器位置1。若EMMIE寄存器中的OVIIE=1，OVIIF置1会导致中断。OVIIF写1清零并清中断，同时清OVUx标志。详见PHASES寄存器和EMMIE寄存器以及EMMIF寄存器说明。

OVLVL[15:0]=0000H，则关闭电压过压判断功能。

OVLVL 计算公式：

$$OVLVL = INT((\sqrt{2} * REGV_n * K / 2\text{^}12))$$

其中 REGVn 为经校正后的额定电压输入的全波电压有效值寄存器值，K=某相过压电压和额定电压的比值，如过压电压为 1.2 倍额定电压，则 K=1.2。

4.5.23 过流阈值寄存器 OILVL(0x168)

偏移地址：168H；有效字长：2字节；默认值：0x0

当某相电流采样值的绝对值高16位大于OILVL[15:0]，判定该相电流过流。

某相电流过流将导致PHASES寄存器中该相OVIx（x=A，B，C）寄存器位置1同时EMUIF寄存器中的OVIIF寄存器位置1。若EMUIE寄存器中的OVIIE=1，OVIIF置1会导致中断。OVIIF写1清零并清中断，同时清OVIx标志。详见PHASES寄存器和EMUIE寄存器以及EMUIF寄存器说明。

OILVL[15:0]≠0x0，开启电流过流判断功能。OILVL[15:0]=0x0，则关闭电流过流判断功能。默认关闭。

OILVL 计算公式：

$$OILVL = INT((\sqrt{2} * REGI_b * K / 2\text{^}12))$$

其中 REGIb 为经校正后的额定电流输入的全波电流有效值寄存器值，K=某相过流电流和额定电流的比值，如过压电流为 10 倍额定电流，则 K=10。

4.5.24 三相四线和三相三线模式选择寄存器 MODSEL(0x17C)

偏移地址：17CH；默认值：0x0。

MODSEL 寄存器用于选择三相四线和三相三线模式。

寄存器	值	功能描述
MODSEL	0x33	三相三线模式使能。写入 0x33，选择三相三线模式。三相三线模式使能有效后，该寄存器读为 0x01。
	0x00（default）	三相四线模式使能。上电复位默认值。写入 0x00，选择三相四线模式，三相四线模式使能有效后，该寄存器读为 0x00。
	其他	无效，芯片不动作。

4.5.25 CF 脉冲配置寄存器 CFCFG(0x180)

偏移地址：0x180; 默认值:0x43210

位	位名称	功能描述		读写标志	复位值
31:22	Reserved	保留。不可写。		R	0
21	CFFSCfg	当 CF0:4 Cfg [2:0]配置为基波合相视在脉冲输出时有效。		R/W	0
		=0，CF 选择的基波合相视在脉冲为 RMS 型。			
		=1，CF 选择基波合相视在脉冲为 PQS 型。			
		默认为 0。			
20	CFSCfg	当 CF0:4 Cfg [2:0]配置为合相视在脉冲输出时有效。		R/W	1
		=0，CF 选择的合相视在脉冲为 RMS 型。			
		=1，CF 选择合相视在脉冲为 PQS 型。			
		默认为 0。			
19:16	Reserved	保留		R/W	0
15	CF3FConst	CF3 高频脉冲选择。=0，以 HFCONST1 为高频脉冲常数输出脉冲。=1，以 HFCONST2 为高频脉冲常数输出脉冲。默认为 0。		R/W	0
14:12	CF3Cfg[2:0]	CF3 输出脉冲控制位。		R/W	3'b010
		配置	说明		
		3’b000	输出全波有功脉冲。		
		3’b001	输出全波无功脉冲。		
		3’b010	输出全波合相视在脉冲。由 CFSCfg 寄存器位选择合相脉冲是 RMS 还是 PQS，下同。		
		3’b011	输出基波有功脉冲。		
		3’b100	输出基波无功脉冲。		
		3’b101	输出基波合相视在脉冲。由 CFFSCfg 寄存器位选择合相脉冲是 RMS 还是 PQS，下同。		
		3’b110	禁止 CF3 输出		
		3’b111	禁止 CF3 引脚输出脉冲。		
11	CF2FConst	CF2 高频脉冲选择。=0，以 HFCONST1 为高频脉冲常数输出脉冲。=1，以 HFCONST2 为高频脉冲常数输出脉冲。默认为 0。		R/W	0
10:8	CF2Cfg[2:0]	CF2 输出脉冲控制位。		R/W	3'b001
		配置	说明		
		3’b000	输出全波有功脉冲。		
		3’b001	输出全波无功脉冲。		
		3’b010	输出全波视在脉冲。		
		3’b011	输出基波有功脉冲。		
		3’b100	输出基波无功脉冲。		

		3’b101	输出基波视在脉冲。		
		3’b110	禁止 CF2 输出		
		3’b111	禁止 CF2 引脚输出脉冲。		
7	CF1FConst	CF1 高频脉冲选择。=0，以 HFCONST1 为高频脉冲常数输出脉冲。=1，以 HFCONST2 为高频脉冲常数输出脉冲。默认为 0。		R/W	0
6:4	CF1Cfg[2:0]	CF1 输出脉冲控制位。		R/W	3'b000
		配置	说明		
		3’b000	输出全波有功脉冲。		
		3’b001	输出全波无功脉冲。		
		3’b010	输出全波视在脉冲。		
		3’b011	输出基波有功脉冲。		
		3’b100	输出基波无功脉冲。		
		3’b101	输出基波视在脉冲。		
		3’b110	禁止 CF1 输出		
		3’b111	禁止 CF1 引脚输出脉冲。		
3：0	Reserved	保留		R	0

4.5.26 计量单元配置寄存器 EMUCFG(0x188)

偏移地址：0x188；默认值：0x400000

计量单元配置寄存器 EMUCFG，用于配置 EMU

位	位名称	功能描述	读写标志	复位值
31：24	Reserved	保留	R	0
23:22	PStart_CFG[1:0]	=0x：采用电流有效值启动方式，分相电流超过阈值则启动该相有功无功视在的计量。 =10：采用功率启动方式 1，分相有功功率或无功功率超过阈值则启动该相计量，分相有功功率和无功功率都低于阈值则关闭该相计量。功率阈值寄存器与启动电流寄存器复用。 =11：采用功率启动方式 2，分相有功功率超过阈值则启动该相有功功率计量，分相无功功率超过阈值则启动该相无功，只要有一个超过阈值则启动该相视在，即：有功和无功的阈值是分开的。	R/W	2'b01
21	EQADDMOD	合相无功能量累加方式选择。＝0，代数和累加方式；＝1，绝对值累加方式。 MODSEL=1，即选择三相三线制时，该位写无效，恒为 0。 MODSEL=0，即选择三相四线制时，该位可配置，默	R/W	0

		认值为 0。		
20	EPADDMOD	合相有功能量累加方式选择。=0，代数和累加方式；=1，绝对值累加方式。 MODSEL=1，即选择三相三线制时，该位写无效，恒为 0。 MODSEL=0，即选择三相四线制时，该位可配置，默认值为 0。	R/W	0
19	ERegCAR	能量寄存器类型选择。=0，读后清零型。=1，累加型。默认为 0。	R/W	0
18	ISUMMOD	电流矢量和计算方式选择。=0，零线电流不参与计算；=1，零线电流参与计算。 MODSEL=1，即选择三相三线制时，该位写无效，恒为 0。 MODSEL=0，即选择三相四线制时，该位可配置，默认值为 0。	R/W	0
17	Reserved	保留	R	0
16	NoLoadCFG	起动方式选择。=0，全波起动以全波电流有效值与起动阈值做比较判断。=1，全波起动以基波电流有效值与起动阈值做比较判断。默认值为 0。	R/W	0
15:12	Reserved	保留	R	0
11	FREQ_SEL	=0:周期为 50Hz 应用 =1:周期为 60Hz 应用	R/W	0
10:08	Reserved	保留	R	0
7	HFCONST2_CFG	默认值为 0； =0：HFCONST1 和 HFCONST2 独立并行使用； =1： HFCONST1 和 HFCONST2 串联使用，当由 HFCONST1 配置的脉冲输出时，由 HFCONST2 配置的脉冲计数器加 1，当计数器值累加到 HFCONST2 的寄存器值时，由 HFCONST2 配置的脉冲才加 1。	R/W	0
6:0	HPFOFF[0:6]	采样通道{IN,I3,I2,I1,U3,U2,U1}高通使能选择位。=0，选择高通使能；=1，选择高通关闭。默认状态=7’b0000000，选择高通使能。	R/W	0

4.5.27 计量控制寄存器 EMUCON(0x18C)

偏移地址：18CH；默认值：0x0

计量控制寄存器 EMUCON 用于控制各相（A/B/C）有功/无功/RMS 视在/基波有功/基波无功/基波视电能计量的使能关闭。

位	位名称	功能描述	读写标志	复位值
31:23	Reserved	保留。	R	0

22:20	FSRUN[2:0]	C/B/A 相基波视在计量使能位。 FSRUNx=1，使能该相 RMS 基波电能视在计量，且该相 RMS 基波视在参与 RMS 合相基波视在电能计算。 FSRUNx=0，关闭该相 RMS 基波电能视在计量，且该相 RMS 基波视在不参与 RMS 合相基波视在电能计算。 注意：该寄存器对 PQS 合相基波视在计量不起作用，	R/W	3’b000
19	Reserved	保留。	R	0
18:16	FQRUN[2:0]	C/B/A 相基波无功计量使能位。 FQRUNx=1，使能该相基波无功电能计量，且该相基波无功参与合相基波无功电能计算和合相 PQS 基波视在电能计算。 FQRUNx=0，关闭该相基波无功电能计量，且该相基波无功不参与合相基波无功电能计算和合相 PQS 基波视在电能计算。	R/W	3’b000
15	Reserved	保留。	R	0
14:12	FPRUN[2:0]	C/B/A 相基波有功计量使能位。 FPRUNx=1，使能该相基波有功电能计量，且该相基波有功参与合相基波有功电能计算和合相 PQS 基波视在电能计算。 FPRUNx=0，关闭该相基波有功电能计量，且该相基波有功不参与合相基波有功电能计算和合相 PQS 基波视在电能计算。	R/W	3’b000
11	Reserved	保留。	R	0
10:8	SRUN[2:0]	C/B/A 相视在计量使能位。 SRUNx=1，使能该相 RMS 视在电能计量，且该相 RMS 视在参与 RMS 合相视在有功电能计算。 SRUNx=0，关闭该相 RMS 视在电能计量，且该相 RMS 视在不参与 RMS 合相视在电能计算。 注意：该寄存器对 PQS 合相视在计量不起作用，	R/W	3’b000
7	Reserved	保留。	R	0
6:4	QRUN[2:0]	C/B/A 相无功计量使能位。 QRUNx=1，使能该相无功电能计量，且该相无功参与合相无功电能计算和合相 PQS 视在电能计算。 QRUNx=0，关闭该相无功电能计量，且该相无功不参与合相无功电能计算和合相 PQS 视在电能计算。	R/W	3’b000
3	Reserved	保留。	R	0
2:0	PRUN[2:0]	C/B/A 相有功计量使能位。PRUN0 控制 A 相，PRUN1 控制 B 相，PRUN2 控制 C 相。该位不影响功率和有效值计算，仅影响分相和合相有功电能计量以及合相 PQS 视在计量。上同。	R/W	3’b000

		PRUNx=1，使能该相有功电能计量，且该相有功参与合相有功电能计算和合相 PQS 视在电能计算。		
		PRUNx=0，关闭该相有功电能计量，且该相有功不参与合相有功电能计算和合相 PQS 视在电能计算。		
		默认状态为 3’b000。		

4.5.28 EMUIF 寄存器(0x194)

偏移地址：194H；

该寄存器为EMU模式下事件状态寄存器。在EMU下，当某事件发生时，相应IF位置1。

位	位名称	功能描述	读写标志	复位值
31:19	Reserved	保留	R	0
15	OIIF	过压、过流中断标志。当电流中的任一路发生过流，或者电压发生过压，该位置 1。该位写 1 清零，同时清 PHASES 状态寄存器中的 OIIA、OIIB、OIIC、OVUA、OVUB、OVUC 状态标志位。	R/W	-
13	IRegion3IF	电流分段 3 分段状态变化标志。 三相四线：当 A/B/C 三相任一相电流有效值相对于 IRegion3H/IRegion3L 设置的分段状态发生变化时，该位置 1。 三相三线：当 A/C 相任一相电流有效值电流有效值相对于 IRegion3H/IRegion3L 设置的分段状态发生变化时，该位置 1。 可进一步查询 IregionS 寄存器确认哪一相电流有效值分段状态发生变化。 若 IRegion3 中断使能，＝1 会导致 EMU 中断。 该位写 1 清零，若 IRegion3IE=1，清零同时清中断。	R/W	-
12	Reserved	保留	R/W	-
11	CF3IF	CF3 脉冲输出标志。写 1 清零。	R/W	-
10	CF2IF	CF2 脉冲输出标志。写 1 清零。	R/W	-
9	CF1IF	CF1 脉冲输出标志。写 1 清零。	R/W	-
8：0	Reserved	保留	R/W	-

4.5.29 功率方向寄存器 PQSign(0x198)

偏移地址：198H；

PQSign 寄存器为全波有功/全波无功/基波有功/基波无功方向寄存器。方向以各分相以及合相平均功率

符号为判据，并和平均功率寄存器同步更新，更新周期为 250ms。

位	位名称	功能描述	读写标志	复位值
31:16	reserved	保留	R	0
15	FQTSIGN	=0，表示基波合相无功符号为＋；＝1，表示基波合相无功符号为－。	R	-
14	FQCSIGN	=0，表示基波 C 相无功符号为＋；＝1，表示基波 C 相无功符号为－。	R	-
13	FQBSIGN	=0，表示基波 B 相无功符号为＋；＝1，表示基波 B 相无功符号为－。	R	-
12	FQASIGN	=0，表示基波 A 相无功符号为＋；＝1，表示基波 A 相无功符号为－。	R	-
11	FPTSIGN	=0，表示基波合相有功符号为＋；＝1，表示基波合相有功符号为－。	R	-
10	FPCSIGN	=0，表示基波 C 相有功符号为＋；＝1，表示基波 C 相有功符号为－。	R	-
9	FPBSIGN	=0，表示基波 B 相有功符号为＋；＝1，表示基波 B 相有功符号为－。	R	-
8	FPASIGN	=0，表示基波 A 相有功符号为＋；＝1，表示基波 A 相有功符号为－。	R	-
7	QTSIGN	=0，表示合相无功符号为＋；＝1，表示合相无功符号为－。	R	-
6	QCSIGN	=0，表示 C 相无功符号为＋；＝1，表示 C 相无功符号为－。	R	-
5	QBSIGN	=0，表示 B 相无功符号为＋；＝1，表示 B 相无功符号为－。	R	-
4	QASIGN	=0，表示 A 相无功符号为＋；＝1，表示 A 相无功符号为－。	R	-
3	PTSIGN	=0，表示合相有功符号为＋；＝1，表示合相有功符号为－。	R	-
2	PCSIGN	=0，表示 C 相有功符号为＋；＝1，表示 C 相有功符号为－。	R	-
1	PBSIGN	=0，表示 B 相有功符号为＋；＝1，表示 B 相有功符号为－。	R	-
0	PASIGN	=0，表示 A 相有功符号为＋；＝1，表示 A 相有功符号为－。	R	-

4.5.30 潜动状态标志寄存器 Noload(0x19C)

偏移地址：19CH；

Noload 寄存器表示各分相全波有功视在/全波无功/基波有功视在/基波无功潜动状态。该寄存器更新周期为 250ms。

位	位名称	功能描述	读写标志	复位值

31:15	Reserved	Reserved	R	0
14	FNoQldC	=0，表示基波 C 相无功不处于潜动状态；=1，表示基波 C 相无功处于潜动状态。	R	-
13	FNoQldB	=0，表示基波 B 相无功不处于潜动状态；=1，表示基波 B 相无功处于潜动状态。	R	-
12	FNoQldA	=0，表示基波 A 相无功不处于潜动状态；=1，表示基波 A 相无功处于潜动状态。	R	-
11	Reserved	Reserved	R	-
10	FNoPSldC	=0，表示基波 C 相有功和视在不处于潜动状态；=1，表示基波 C 相有功和视在处于潜动状态。	R	-
9	FNoPSldB	=0，表示基波 B 相有功和视在不处于潜动状态；=1，表示基波 B 相有功和视在处于潜动状态。	R	-
8	FNoPSldA	=0，表示基波 A 相有功和视在不处于潜动状态；=1，表示基波 A 相有功和视在处于潜动状态。	R	-
7	Reserved	Reserved	R	-
6	NoQldC	=0，表示 C 相无功不处于潜动状态；=1，表示 C 相无功处于潜动状态。	R	-
5	NoQldB	=0，表示 B 相无功不处于潜动状态；=1，表示 B 相无功处于潜动状态。	R	-
4	NoQldA	=0，表示 A 相无功不处于潜动状态；=1，表示 A 相无功处于潜动状态。	R	-
3	Reserved	Reserved	R	0
2	NoPSldC	=0，表示 C 相有功和视在不处于潜动状态；=1，表示 C 相有功和视在处于潜动状态。	R	-
1	NoPSldB	=0，表示 B 相有功和视在不处于潜动状态；=1，表示 B 相有功和视在处于潜动状态。	R	-
0	NoPSldA	=0，表示 A 相有功和视在不处于潜动状态；=1，表示 A 相有功和视在处于潜动状态。	R	-

4.5.31 电流分段状态寄存器 IRegionS(0x1A0)

偏移地址： 1A0H;

IRegionS 寄存器表示各分相电流的分段状态，该寄存器和电流分段区域设置寄存器 IRegionL 和 IRegionH 以及 IRegionIE 和 IRegionIF 配合使用。该寄存器更新周期为 250ms。

位	位名称	功能描述	读写标志	复位值
31:3	Reserved	Reserved	R	0
2	Iregion3SC	=0，表示 C 相电流有效值处于分段区域 1；=1，表示 C 相电流有效值处于分段区域 2。	R	-
1	Iregion3SB	=0，表示 B 相电流有效值处于分段区域 1；=1，表示 B 相电流有效值处于分段区域 2。	R	-
0	Iregion3SA	=0，表示 A 相电流有效值处于分段区域 1；=1，表示 A 相电流有效值处于分段区域 2。	R	-

4.5.32 相电压电流状态寄存器 PHASES(0x1A4)

偏移地址：1A4H；

PHASES 寄存器表示相电压失压、相序错、电压暂降、过压的状态以及相电流过流状态。该寄存器与寄存器或寄存器位 LostVoltage、MODSEL（三相四线和三相三线电压相序错判据不同），OVLVL，OILVL、OIIF 配合使用。

位	位名称	功能描述	读写标志	复位值
31:12	Reserved	保留	R	0
11	Reserved	Reserved	R	0
14	OIIC	=0，表示 IC 通道未发生了过流。=1 表示 IC 通道发生过流。	R	0
		当 OVIIF 写 1 清零时，同时清该位。		
13	OIIB	=0，表示 IB 通道未发生了过流。=1 表示 IB 通道发生过流。		0
		当 OVIIF 写 1 清零时，同时清该位。		
12	OIIA	=0，表示 IA 通道未发生了过流。=1 表示 IA 通道发生过流。	R	0
		当 OVIIF 写 1 清零时，同时清该位。		
11	Reserved			
10	OVUC	=0，表示 UC 通道未发生过压。=1 表示 UC 通道发生过压。当 OVIF 写 1 清零时，同时清该位。	R	0
9	OVUB	=0，表示 UB 通道未发生过压。=1 表示 UB 通道发生过压。当 OVIF 写 1 清零时，同时清该位。	R	0
8	OVUA	=0，表示 UA 通道未发生过压。=1 表示 UA 通道发生过压。当 OVIF 写 1 清零时，同时清该位。	R	0
7:4	Reserved	Reserved	R	0
3	UPhSqErr	=0，表示芯片电压相序正常。=1，表示芯片电压相序错误。	R	-
		三相四线判据：①YUBUA 在 120°±10° 外②YUCUA 在 240°±10°外；③UA<ZXOT 或 ZXOTU（由 ZXOTCFG[4]配置决定用 ZXOT 还是 ZXOTU 归一化值，下同）④UB<ZXOT 或 ZXOTU⑤UC<ZXOT 或 ZXOTU；上述任一种情况发生，则判断三相四线电压相序错。		
		三相三线判据：①YUCBUAB 在 300°±10°外；②UAB<ZXOT 或 ZXOTU；③UCB<ZXOT 或 ZXOTU。上述任一种情况发生，则判断三相三线电压相序错。		
2	LostVoltSC	=0，表示 C 相电压全波有效值 UC 高 16 位>= LostVoltage（0x10）阈值，未失压；=1，表示 C 相电压全波有效值 UC 高 16 位<LostVoltage（0x10）阈值且该相处于启动状态，失压。	R	-
1	LostVoltSB	=0，表示 B 相电压全波有效值 UB 高 16 位>= LostVoltage（0x10）阈值，未失压；=1，表示 B 相电压全波有效值 UC 高 16 位<LostVoltage（0x10）阈值且该相处于启动状态，失压。	R	-

0	LostVoltSA	=0，表示 A 相电压全波有效值 UA 高 16 位>= LostVoltage（0x10）阈值，未失压；＝1，表示 A 相电压全波有效值 UA 高 16 位<LostVoltage（0x10）阈值且该相处于启动状态，失压。	R	-

4.5.33 校验和寄存器 EMU_CHK(0x1A8)

地址：1A8H；字长：4 字节

EMU_CHK 是计量模块配置寄存器的校验和寄存器，校验和算法为四字节求和，若寄存器长度不足四字节，以零补齐，求和之后取反。

CHECKSUM 计算范围：

0x00~0x64, 0x84~0x15C,0x164,0x168,0x17C,0x180,0x188,0x18C,0x1b4,0x620~0x638,0x680

注意：配置保护范围内的寄存器后，需等待至少 1s 时间, 再读 CHECKSUM 寄存器。

也可以使用 cmd_0x21 EMU_CHK_CAL 寄存器加快当次的校验速度。

4.5.34 电压过零阈值寄存器 ZXOTU(0x1B4)

偏移地址：1B4H；有效字长：2 字节。

ZXOTU 为电压通道过零、相角计算、测频阈值。当 ZXOTCFG[4]=1（0x92）时可选择 ZXOTU 作为电压过零、相角计算、测频阈值。

当某通道的有效值小于过零阈值寄存器值时，该通道不输出过零，该通道电压不参与相角计算，相角输出 0x0，同时该相电压不参与测频计算。

过零阈值寄存器 ZXOTU 为 16 位无符号数，做比较时，将其与各相电压有效值 Ux（x=A，B，C 下同）bit27-bit12 位进行比较，以作判断。ZXOTU 的复位初值为 0x0，用户可根据需要重新设定。

ZXOTU 计算公式：

$$ZXOTU = INT((REGUn * Ku)/2\text{^}12)$$

其中 REGUn 为经校正后的额定电压有效值寄存器值，Ku=某相电压过零阈值和额定电压 Un 的比值，如过零阈值为 10%额定电压，则 K=0.1。

4.5.35 直流 OFFSET 自动校正使能寄存器 AUTODC_EN(0x1B8)

偏移地址：1B8H；默认值：0x00000080。

AUTODC_EN 寄存器用于启动 7 路 ADC 直流 OFFSET 自动计算并反映完成状态。

位	位名称	功能描述	读写标志	复位值
31:8	Reserved	保留。	R	0
7	MMU_DC_DIS	=0，DC offset 自动校正结果即 DCOS 寄存器影响计量通道参数		
		=1，DC offset 自动校正结果即 DCOS 寄存器不影响计量通道参数计算		
		默认为 1。	R/W	1
6	IN_DC_EN	写 1 启动 IN 自动 offset 校正，此时输入应该接地或空载；128 个周波后校正自动完成，校正完成后该位自动清零，并将校正结果写入 DCOS_ IN 寄存器。	R/W	0

5	UC_DC_EN	写 1 启动 UC 自动 offset 校正，此时输入应该接地或空载；128 个周波后校正自动完成，校正完成后该位自动清零，并将校正结果写入 DCOS_UC 寄存器。	R/W	0
4	IC_DC_EN	写 1 启动 IC 自动 offset 校正，此时输入应该接地或空载；128 个周波后校正自动完成，校正完成后该位自动清零，并将校正结果写入 DCOS_IC 寄存器。	R/W	0
3	UB_DC_EN	写 1 启动 UB 自动 offset 校正，此时输入应该空载；128 个周波后校正自动完成，校正完成后该位自动清零，并将校正结果写入 DCOS_UB 寄存器。	R/W	0
2	IB_DC_EN	写 1 启动 IB 自动 offset 校正，此时输入应该接地或空载；128 个周波后校正自动完成，校正完成后该位自动清零，并将校正结果写入 DCOS_IB 寄存器。	R/W	0
1	UA_DC_EN	写 1 启动 UA 自动 offset 校正，此时输入应该空载；128 个周波后校正自动完成，校正完成后该位自动清零，并将校正结果写入 DCOS_UA 寄存器。	R/W	0
0	IA_DC_EN	写 1 启动 IA 自动 offset 校正，此时输入应该接地或空载；128 个周波后校正自动完成，校正完成后该位自动清零，并将校正结果写入 DCOS_IA 寄存器。	R/W	0

注意：

1. 使用 AUTODC 做 DC OFFSET 校正时，需先将通道增益校平。

2. 若用于 EMU 模式校正，需要将 DC_EN 后 DC_OC 寄存器值结果值乘以 0.512 后再回填入 DC_OC 寄存器使用。如果先进行了增益校正，得到 GS，乘以 0.512 之后还需要乘以（1+GS)，(GS 为归一化值)再回填入 DC_OC 寄存器使用。

3. 若用于全失压电流有效值校正，通过 IA_DC_EN、IB_DC_EN、IC_DC_EN 启动自动校正，得到的 DC_OC 寄存器值可直接读出填入全失压模块的 LS_DCOS_Ix 寄存器，完成全失压有效值直流 offset 校正。

4.5.36 过零计算配置及标志寄存器 ZXOTCFG(0x1BC)

偏移地址：1BC H；注意：该寄存器不参与校验和计算。

位	位名称	功能描述	读写标志	复位值
31:12	Reserved	保留。	R	0
11:05	ZXFLAG	只读位，存放每个通道的相角计算标志位，为 1 表示该通道参与相角计算；为 0 表示未参与，相角寄存器读出为 0，顺序为{IN/IC/IB/IA/UC/UB/UA}	R	-
4	ZXOTUS	=1 时，电压相角及测频计算阈值选择为 ZXOTU，=0 时，电压相角及测频计算阈值选择为 ZXOT；	R/W	0
3	ZXOTUBS	=1 时，三相三线时 B 路电压参与相角计算，=0 时，三相三线时 B 路电压不参与相角计算；	R/W	0
2	ZXOTUC	=1 时， UC 通道参与相角计算；=0 时，以阈值比较结果为准选择 UC 是否参与相角计算；	R/W	0
1	ZXOTUB	=1 时，UB 通道参与相角计算；=0 时，以阈值比较结果为准选择 UB 是否参与相角计算；	R/W	0

0	ZXOTUA	=1 时，UA 通道参与相角计算；=0 时，以阈值比较结果为准选择 UA 是否参与相角计算；	R/W	0

4.5.37 自定义功率/HFCONST3/D2F/能量寄存器

4.5.37.1 自定义电能脉冲寄存器 D2FCFG(0x1C4)

偏移地址：0x1C4。默认值：0x0

位	位名称	功能描述	读写标志	复位值
31:14	Reserved	保留。	R	0
13:12	CF4_UDef	=00，CF4 输出参照 CFCFG（180H）寄存器定义； =01，CF4 输出自定义脉冲 CF5； =10，CF4 输出自定义脉冲 CF6； =11，CF4 输出自定义脉冲 CF7；	R/W	0
11:10	CF3_UDef	=00，CF3 输出参照 CFCFG（180H）寄存器定义； =01，CF3 输出自定义脉冲 CF5； =10，CF3 输出自定义脉冲 CF6； =11，CF3 输出自定义脉冲 CF7；	R/W	0
9:8	CF2_UDef	=00，CF2 输出参照 CFCFG（180H）寄存器定义； =01，CF2 输出自定义脉冲 CF5； =10，CF2 输出自定义脉冲 CF6； =11，CF2 输出自定义脉冲 CF7；	R/W	0
7:6	CF1_UDef	=00，CF1 输出参照 CFCFG（180H）寄存器定义； =01，CF1 输出自定义脉冲 CF5； =10，CF1 输出自定义脉冲 CF6； =11，CF1 输出自定义脉冲 CF7；	R/W	0
5:4	CF0_UDef	=00，CF0 输出参照 CFCFG（180H）寄存器定义； =01，CF0 输出自定义脉冲 CF5； =10，CF0 输出自定义脉冲 CF6； =11，CF0 输出自定义脉冲 CF7；	R/W	0
3:0	D2FPREG_CFG	≠4’b1001 时，D2FP 寄存器（0x1CC~1F8）作为功率通道相位分段校正寄存器； =4'b1001 时，D2FP 寄存器（0x1CC~1F8）作为自定义功率寄存器；	R/W	0

4.5.37.2 自定义 HFCONST3 寄存器(0x1C8)

偏移地址：0x1C8。默认值：0x0

当 D2fcfg[3:0]等于 4’b1001 时，HFCONST3 用于 12 个自定义电能寄存器 D2FE00-D2FE11 及 3 个自定义 CF 脉冲 CF5-CF7 的脉冲常数；否则不起作用。

高频脉冲常数寄存器是 16 位无符号数。同等条件下，依据 HFCONST1 的计算公式得到的值乘以 4 后再作为 HFCONST3 的值，即：$HFCONST3 = 4 * HFCONST1$。HFCONST1 计算公式参见 4.5.11 章节。

如果 HFCONST3 和 HFCOSNT1 定义的脉冲常数相同，则在 HFCONST3=4*HFCONST1 的情况下，取 32 位功率寄存器 PT 的高 24 位填入自定义功率寄存器 D2FP，自定义电能脉冲的输出与 HFCONST1 决定的脉冲输出速度一致。

如果定义的脉冲常数不同，有两种调整方式，分别是调整 HFCONST3 和自定义功率寄存器填入值。举例说明，HFCONST1 定义的电表脉冲常数为 1200，HFCONST3 定义的电表脉冲常数为 24000，调整方式分别如下：

方式 1，自定义功率寄存器 D2FP=PT/2^8，相应调整 HFCONST3= HFCOSNT1*4/20= HFCONST1*0.2；

注意：如果 HFCONST3 根据上述公式不能得到整数，可在校表步骤调整 HFCONST1 的值，使其为 5 的整数倍。

方式 2，HFCONST3= HFCONST1*4，相应的调整填入自定义功率寄存器填入的值，调整后为：

D2FP=PT/2^8*（24000/1200）

4.5.37.3 自定义功率寄存器(0x1CC~0x1F8)

偏移地址	1CCH	1D0H	1D4H	1D8H	1DCH	1E0H	1E4H
寄存器	D2FP00	D2FP01	D2FP02	D2FP03	D2FP04	D2FP05	D2FP06
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
偏移地址	1E8H	1ECH	1F0H	1F4H	1F8H		
寄存器	D2FP07	D2FP08	D2FP09	D2FP10	D2FP11		
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0		

自定义功率寄存器 D2FP00-11 可采用二进制补码格式，24 位有符号数，其中最高位是符号位。

当 D2FCFG[3:0]等于 4’b1001 时，该寄存器作为 12 个自定义功率寄存器，当往该寄存器写入值时，该功率会按照脉冲常数 Hfconst3 进行积分，积分的电能存放在 D2FE00~D2FE11 寄存器中，其中 D2FE00、D2FE01、D2FE02 可以输出脉冲，对应脉冲分别 CF5、CF6、CF7，可以依据 D2fcfg[13:4]配置从 CF0~CF4 管脚输出。

4.5.37.4 自定义能量寄存器(0x1FC~0x228)

偏移地址	1FCH	200H	204H	208H	20CH	210H	214H
寄存器	D2FE00	D2FE01	D2FE02	D2FE03	D2FE04	D2FE05	D2FE06
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
偏移地址	218H	21CH	220H	224H	228H		
寄存器	D2FE07	D2FE08	D2FE09	D2FE10	D2FE11		
默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0		

自定义能量寄存器为 24bit 寄存器；当 D2fcfg[3:0]等于 4’b1001 时，该寄存器作为 12 个自定义电能寄存器中的，与自定义功率寄存器一一对应。其中 D2FE00、D2FE01、D2FE02 可以输出脉冲 CF5、CF6、CF7；可以选择为累加型或者读后清零型，受 EMUCFG.ERegCAR 控制。

当 D2fcfg[3:0]不等于 4’b1001 时，这些寄存器没有意义。

4.5.38 DMA_GS_WAVE (0x620~0x638)（B0 新增）

偏移地址	620H	624H	628H	62CH	630H	634H	638H
寄存器	GSUA_WAVE	GSUB_WAVE	GSUC_WAVE	GSIA_WAVE	GSIB_WAVE	GSIC_WAVE	GSIN_WAVE

默认值	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0

上述寄存器用于 ADC 波形缓存通道的增益校正。增益寄存器为 2 字节有符号数，采用二进制补码形式，最高位为符号位，表示范围(-1，+1)。

校正公式：

如果 RegGain>=2^{15}，则 $Gain=(RegGain-2^{16})/2^{15}$；否则 $Gain=RegGain/2^{15}$；

其中 RegGain 为通道增益寄存器值。

以 IB 通道为例，假设校正之前 B 路电流有效值 IB，校正之后 IB'，两者关系为：

*IB'=IB+IB*Gain*

注意该公式有效范围：保证在乘以通道增益后信号仍在 ADC 满量程范围内

4.6 寄存器说明（cmd_0x21）

CMD_0xa1：写计量单元校验和寄存器命令

CMD_0x21：读计量单元校验和寄存器命令

寄存器包括 EMU_CHK_CAL 和 EMU_CHK_CAL_STA

4.6.1.1 EMU_CHK_CAL(0x0)

偏置地址：0x0

位	位名称	功能描述	读/写标志	复位值
31:0	EMU_CHK_CAL	写： 写 0x1 开启 EMU 校表寄存器和配置寄存器的校验和运算。 读： 返回校表寄存器和配置寄存器的校验和（寄存器值和取反）。内容和 EMU 寄存器 0X1A8 相同 说明：最大需要 20ms 可以完成计算。	W/R	0x0

4.6.1.2 EMU_CHK_CAL_STA(0x4)

偏置地址：0x4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	EMU_CHK_CAL_FLAG	读： EMU 校表配置寄存器的校验和寄存器 EMU_CHK_CAL 更新标志。 写： 写 1 清零。 NOTE:假如没有使用 EMU_CHK_CAL 主动开启校验，则校验和更新频率为 1S。	W/R	0x0

4.6.1.3 LINE_UAB(0x8)

偏置地址：0x8

寄存器名称：线电压 UAB

位	位名称	功能描述	读/写标志	复位值
31:27	Reserved	保留	R	0x0
26:0	LINE_UAB	读： 线电压 UAB_reg。更新周期 640ms。 假如电网电压 UAn=RMS_UA*K 。 UBn=RMS_UB*K 。 则 UABn = UAB_reg*K。	R	--

4.6.1.4 LINE_UBC (0xC)

偏置地址：0xc

寄存器名称：线电压 UBC

位	位名称	功能描述	读/写标志	复位值
31:27	Reserved	保留	R	0x0
26:0	LINE_UBC	读： 线电压 UBC_reg。	R	--

4.6.1.5 LINE_UCA (0x10)

偏置地址：0x10

寄存器名称：线电压 UCA

位	位名称	功能描述	读/写标志	复位值
31:27	Reserved	保留	W/R	0x0
26:0	LINE_UCA	读： 线电压 UCA_reg。	R	--

4.6.1.6 HFRMS_DC_SW_CALC_CNT(0x14)

偏移地址：14H

寄存器名称：半波有效值直流偏置值计算启动寄存器

写入条件：EMU_SPCMD(cmd_0x20-0x2fc)密码打开

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:8	Reserved	保留	R	0
7:0	DC_CALC_N	HFRMS_MOD _CFG 0 < DC_CALC_N≤100 启动半波有效值直流偏置计算功能。 计算完成后 PQ_STA bit0 置位。 同时	R/W	0x56

		HFRMS_DC_CALC_UA~ HFRMS_DC_CALC_UC 寄存器更新数据。 注意：DC_CALC_N 必须为偶数。		

4.6.1.7 HFRMS_MOD _CFG (0x18)

偏移地址：18H
寄存器名称：半波有效值数据源头配置寄存器
写入条件：EMU_SPCMD(cmd_0x20-0x2fc)密码打开

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31：24	8K_FILLTER	当 BIT0:BIT6=1 时候，此标志位 0：使用 8k 固定采样基波过零进行半波有效值计算。 1：使用 8k 固定采样全波过零进行半波有效值计算	R/W	0x0
21:20	AUTO_DC_HW	0：由硬件模块进行半波有效值 dc 计算。计算最小时间为 128 个半波。 1：由硬件模块进行半波有效值 dc 计算。计算最小单位时间可通过 HFRMS_DC_SW_CALC_CNT 配置。默认为 86 个半波。 计算完毕后，更新 HFRMS_DC_CALC_UA/HFRMS_DC_CALC_UB/HFRMS_DC_CALC_UC 寄存器。 如果 AUTO_DC_EN = 0,则同时会将 HFRMS_DC_CALC_UA（UB/UC）的值填充到 HFRMS_DC_CFG_UA(UB,UC)	R/W	0x0
19:18	AUTO_DC_EN	半波有效值直流偏置寄存器 HFRMS_DC_CFG_UA(0x20)~HFRMS_DC_CFG_UC(0x28) 校正方式设置 0： 自动对的值进行校正，修改。无需管理芯片写寄存器更新。 1： 通过寄存器写的方式修改。	R/W	0x0
17:16	WAVE_DOTS	当 BIT0:BIT6=0 时候，此标志位 0：128 点/周波进行半波有效值计算 1：64 点/周波进行半波有效值计算	R/W	0x0

15:8	WAVE_FILLTER	BIT0:BIT6 分别代表 UA/UB/UC/IA/IB/IC 半波有效值的数据来源。 BIT7:BIT0 = 0 的时候有效。 0：使用同步采样高通后数据 1：使用同步采样高通前数据 说明：建议使用默认值，也就是 UA,UB,UC 使用高通前数据，其他通道使用高通后数据。	R/W	0x7
7:0	HFRMS_SOURCE	BIT0:BIT6 分别代表 UA/UB/UC/IA/IB/IC 半波有效值的来源。 0：由 EMU 8K 固定采样数据进行硬件计算。 1：由同步采样波形数据进行软件计算。 说明： 建议使用默认值，也就是 UA,UB,UC 使用软件计算，其他通道使用硬件计算。	R/W	0x7

4.6.1.8 WAVE_GAIN_MODE_CFG (0x1c)

偏置地址：0x1C

写入条件：EMU_SPCMD(cmd_0x20-0x2fc)密码打开

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
7:0	WAVE_GAIN_WR_MOD	同步采样波形通道校正模式配置寄存器： =0 表示同步采样通道校正值和 EMU 的通道校正寄存器使用同样的值。如自动将 GSUA 寄存器的值同步给 GSUA_WAVE 等。 =1 选择模式 0 :表示同步采样通道校正值由寄存器写入。具体请参考 cmd_0x20 寄存器 0x620~0x638	R/W	0x0

4.6.1.9 HFRMS_DC_CFG_UA (0x20)

偏置地址：0x20

寄存器名称：UA 同步采样波形计算半波有效值直流偏置校正寄存器

写入条件：EMU_SPCMD(cmd_0x20 0x2fc)密码打开

位	位名称	功能描述	读/写标志	复位值
31:16	Reserved	保留	R	0x0
15:0	WAVE_DC_UA	为 16bit 补码。此寄存器一般为正数。	R/W	0x8

说明：此寄存器也可以公式计算获取，如果需要更高的精度，则需要分别进行校正。

假如电压通道的分压电阻为 R0=2000K, 采样电阻 R1=1K, 则 WAVE_DC_UA =INT(1/(R0+R1)*R1*2^23/2^8/2*0.93)= 1/(2000k+1k)*1k*2^23/2^8/2*0.93 = 8

4.6.1.10 HFRMS_DC_CFG_UB (0x24)

偏置地址：0x24
寄存器名称：UB 同步采样波形计算半波有效值直流偏置校正寄存器
描述同 UA

4.6.1.11 HFRMS_DC_CFG_UC (0x28)

偏置地址：0x28
寄存器名称：UC 同步采样波形计算半波有效值直流偏置校正寄存器
描述同 UA

4.6.1.12 HFRMS_DC_CFG_IA~IN (0x2C~0x38)

保留

4.6.1.13 HFRMS_DC_CALC_UA (0x40)

偏置地址：0x40
寄存器名称：UA 同步采样波形计算半波有效值直流偏置校正值计算结果寄存器

位	位名称	功能描述	读/写标志	复位值
31:16	Reserved	保留	R	0x0
15:0	WAVE_DC_UA	为 16bit 补码。 此寄存器一般为正数。	R	

4.6.1.14 HFRMS_DC_CALC_UB (0x44)

4.6.1.15 HFRMS_DC_CALC_UC (0x48)

5 电能质量

5.1 特点

RN7326E 提供三相不平衡度、谐波、间谐波、电压闪变参数，提供 RVC 事件检测，提供电压暂升、电压暂降、电压中断事件检测和记录，提供暂态事件二级缓存功能(数据保留，不被覆盖)，当电压暂态事件发生时产生中断并提供半波有效值故障录波功能和 adc 采样波形录波功能。用户通过 SPI 口读取这些参数测量值。特点如下：

- 三相电压不平衡度
  - 提供三相电压正序、负序、零序分量
  - 提供三相电压负序、零序不平衡度
  - 更新周期：32 周波 640ms
  - 满足 IEC61000-4-30-2008 S 级标准
- 三相电流不平衡度
  - 提供三相电流负序、零序不平衡度
  - 提供三相电流正序、负序、零序分量
  - 更新周期：32 周波 640ms
- 谐波

模式 1：

- 提供三相电压、电流 2-21 次谐波含有率
- 提供三相电压 2-21 次总谐波畸变率
- 提供三相电压、电流 2-21 次谐波有效值
- 提供三相电压、电流 2-21 次谐波相角
- 提供三相电压、电流 2-21 次谐波功率
- 提供三相电压、电流总谐波功率
- 计算时间 400ms

模式 2：

- 提供三相电压、电流 2-63 次谐波含有率
- 提供三相电压 2-63 次总谐波畸变率
- 提供三相电压、电流 2-63 次谐波有效值
- 提供三相电压、电流 2-63 次谐波相角
- 提供三相电压、电流 2-63 次谐波功率
- 提供三相电压、电流总谐波功率
- 计算时间 400ms

➢ 间谐波

模式 1：

- 提供三相电压 211 次间谐波含有率
- 提供三相电流至 211 次间谐波含有率
- 提供三相电流至 211 次间谐波有效值
- 提供三相电压至 211 次间谐波有效值
- 更新周期 2s　6 通道

模式 2：

- 提供三相电压 631 次间谐波含有率
- 提供三相电流至 631 次间谐波含有率
- 提供三相电流至 631 次间谐波有效值
- 提供三相电压至 631 间谐波有效值
- 计算时间 600ms 1 通道

➢ 电压波动

- 提供三相电压波动极值
- 更新周期 10min

➢ 闪变

- 提供三相电压短时闪变值，更新周期 10min
- 提供三相电压短时闪变时间戳
- 提供三相电压长时闪变值，更新周期 2h
- 满足 IEC61000-4-30-2008 S 级标准

➢ 电压暂态事件上报及故障录波

- 提供电压暂升、电压暂降、电压中断 2 级可配阈值实时事件记录
- 提供电压暂升、电压暂降、电压中断实时事件分相和多相系统记录。
- 提供电压暂升、电压暂降、电压中断事件分相和多相系统二级缓存空间。（单相系统 x2，多相系统

x1）

- 提供 rvc 事件记录
- 提供半波有效值故障录波，记录故障事件发生时刻前 10 个半周波，后 20 个半周。
- 提供 ADC 采样波形故障录波，记录故障事件发生时刻前 100ms，后 200ms 的录波。（可选功能，需外挂 sram）
- 满足 IEC61000-4-30-2008 S 级标准

➢ 三相电压不平衡度

- 提供 spis 接口固件在线升级功能。升级过程中、升级完成、固件切换，EMU 计量功能正常。

5.2 模块介绍

5.2.1 三相电压序分量和不平衡度

5.2.1.1 介绍

RN7326E 通过 EMU 中 MODSEL 寄存器配置三相四线还是三相三线，进而选择三相电压不平衡度计算方法。三相电压不平衡度采用基波参数计算，受谐波影响小，性能满足 IEC61000-4-30-2008 S 级标准。

5.2.1.2 三相四线计算公式

三相四线电压不平衡度采用对称分量法计算，公式如下：

1. 三相四线电压正序分量

$$|\dot{U_{A+}}| = |\frac{1}{3}\ (\dot{U_A} + \alpha\dot{U_B} + \alpha^2\dot{U_C})|$$

$$|\dot{U_{B+}}| = |\alpha^2\dot{U_{A+}}|$$

$$|\dot{U_{C+}}| = |\alpha\dot{U_{A+}}|$$

式中：$\dot{U_A}$，$\dot{U_B}$，$\dot{U_C}$为 A, B, C 相基波电压矢量

$$\alpha = e^{j120^\circ}$$

$\dot{U_{A+}}$，$\dot{U_{B+}}$，$\dot{U_{C+}}$为 A, B, C 相电压正序矢量

$|\dot{U_{A+}}|$，$|\dot{U_{B+}}|$，$|\dot{U_{C+}}|$为 A, B, C 相电压正序分量

2. 三相四线电压负序分量

$$|\dot{U_{A-}}| = |\frac{1}{3}(\dot{U_A} + \alpha^2\dot{U_B} + \alpha\dot{U_C})|$$

$$|\dot{U_{B-}}| = |\alpha\dot{U_{A-}}|$$

$$|\dot{U_{C-}}| = |\alpha^2\dot{U_{A-}}|$$

式中：　$\dot{U_{A-}}$，$\dot{U_{B-}}$，$\dot{U_{C-}}$为 A, B, C 相电压负序矢量

$|\dot{U_{A-}}|$，$|\dot{U_{B-}}|$，$|\dot{U_{C-}}|$为 A, B, C 相电压负序分量

3. 三相四线电压零序分量

$$|\dot{U_{A0}}| = |\frac{1}{3}(\dot{U_A} + \dot{U_B} + \dot{U_C})|$$

$$|\dot{U_{B0}}| = |\dot{U_{C0}}| = |\dot{U_{A0}}|$$

式中： $\dot{U_{A0}}$，$\dot{U_{B0}}$，$\dot{U_{C0}}$为 A,B,C 相电压零序矢量 $|\dot{U_{A0}}|$，$|\dot{U_{B0}}|$，$|\dot{U_{C0}}|$为 A,B,C 相电压零序分量

4. 三相四线电压负序不平衡度

$$\mu_{UA}^{-} = \frac{|U_A^-|}{|U_A^+|} \times 100\%$$

$$\mu_{UB}^{-} = \frac{|U_B^-|}{|U_B^+|} \times 100\%$$

$$\mu_{UC}^{-} = \frac{|U_C^-|}{|U_C^+|} \times 100\%$$

式中：μ_{UA}^{-}、μ_{UB}^{-}、μ_{UC}^{-}为 A,B,C 相电压负序不平衡度

5. 三相四线电压零序不平衡度

$$\mu_{UA}^{0} = \frac{|U_A^0|}{|U_A^+|} \times 100\%$$

$$\mu_{UB}^{0} = \frac{|U_B^0|}{|U_B^+|} \times 100\%$$

$$\mu_{UC}^{0} = \frac{|U_C^0|}{|U_C^+|} \times 100\%$$

式中：μ_{UA}^{0}、μ_{UB}^{0}、μ_{UC}^{0}为 A,B,C 相电压零序不平衡度

5.2.1.3 三相三线计算公式

三相三线没有零序分量，电压不平衡度采用线电压法计算，公式如下：

1. 三相三线电压正序分量

$$\mathrm{U_+} = \sqrt{\frac{\mathrm{A_m^2} + \frac{4\mathrm{A_S^2}}{\sqrt{3}}}{2}}$$

2. 三相三线电压负序分量

$$\mathrm{U_-} = \sqrt{\frac{\mathrm{A_m^2} - \frac{4\mathrm{A_S^2}}{\sqrt{3}}}{2}}$$

式中：$\mathrm{U_+}$、$\mathrm{U_-}$分别为三相三线电压正、负序分量

$$A_m^2 = \frac{\boldsymbol{U_{AB}^2 + U_{BC}^2 + U_{CA}^2}}{\boldsymbol{3}}$$

$$A_s^2 = \sqrt{p(\mathrm{p} - U_{AB})(p - U_{BC})(p - U_{CA})}$$

式中U_{AB}、U_{BC}、U_{CA}为三相三线 A/B 相，B/C 相，C/A 相的线电压

$$p = \frac{U_{AB} + U_{BC} + U_{CA}}{2}$$

U_{CA}通过$\dot{U_{AB}}$、$\dot{U_{BC}}$通过矢量运算求出

3. 三相三线电压负序不平衡度

$$\varepsilon_U = \frac{U_-}{U_+} \times 100\%$$

式中：ε_U为三相三线电压负序不平衡度

5.2.1.4 应用说明

三相电压不平衡度使用条件：①三相电压矢量图正确，即基波电压通道增益校正，相位校正必须完成；② 通过配置三相计量单元 MODSEL 寄存器位确定当前三相四线还是三相三线。

复位默认状态，三相不平衡度功能关闭。在上述配置完成的条件下，主 CPU 可通过 SPI 命令 0xC0 将 PQ 模块使能寄存器 PQ_EN_SET（地址 0x08）中 UNBAL_EN 置位启动三相不平衡度功能。

启动三相不平衡度功能后，RN7326E 每 32 个周波计算更新一次三相电压序分量、不平衡度参数数据，更新完成三相不平衡度更新标志 PQ_STA.UNBAL_UD 标志位置 1，通知主 CPU 读取数据。UNBAL_UD 写 1 清零。

通过 SPI 命令 0x41，主机可将三相电压正序、负序、零序分量批量读出。注意，三相三线下电压零序分量恒为零。

通过 SPI 命令 0x41，主机可将三相电压负序不平衡度、零序不平衡度批量读出。注意，三相三线下零序不平衡度恒为零。

主 CPU 可通过 SPI 命令 0xC0 将 PQ 模块使能寄存器 PQ_EN_CLR（地址 0x0C）中 UNBAL_OFF 置位关闭三相不平衡度功能。

目前版本仅支持三相四线电压不平衡度，后续版本将支持三相三线。

5.2.2 三相电流序分量和不平衡度

三相电流不平衡参数采用基波参数计算，受谐波影响小。

5.2.2.1 计算公式

RN7326E 三相四线和三相三相电流不平衡度均采用对称分量法计算，公式如下：

1. 三相正序电流：

$$|\dot{I_{A+}}| = |\frac{1}{3}(\dot{I_A} + \alpha\dot{I_B} + \alpha^2\dot{I_C})|$$

$$|\dot{I_{B+}}| = |\alpha^2\dot{I_{A+}}|$$

$$|\dot{I_{C+}}| = |\alpha\dot{I_{A+}}|$$

式中：$\dot{I_A}$，$\dot{I_B}$，$\dot{I_C}$为 A, B, C 相基波电流矢量，注意，三相三线中$\dot{I_B} = -\dot{I_A} - \dot{I_C}$

$$\alpha = e^{j120°}$$

$\dot{I_{A+}}$，$\dot{I_{B+}}$，$\dot{I_{C+}}$为 A,B,C 相电流正序矢量
$|\dot{I_{A+}}|$，$|\dot{I_{B+}}|$，$|\dot{I_{C+}}|$为 A,B,C 相电流正序分量

2. 三相负序电流

$$|\dot{I_{A-}}| = |\frac{1}{3}(\dot{I_A} + \alpha^2\dot{I_B} + \alpha\dot{I_C})|$$

$$|\dot{I_{B-}}| = |\alpha\dot{I_{A-}}|$$

$$|\dot{I_{C-}}| = |\alpha^2\dot{I_{A-}}|$$

式中：　$\dot{I_{A-}}$，$\dot{I_{B-}}$，$\dot{I_{C-}}$为 A,B,C 相电流负序矢量
$|\dot{I_{A-}}|$，$|\dot{I_{B-}}|$，$|\dot{I_{C-}}|$为 A,B,C 相电流负序分量

3. 三相零序电流

$$|\dot{I_{A0}}| = |\frac{1}{3}(\dot{I_A} + \dot{I_B} + \dot{I_C})|$$

$$|\dot{I_{B0}}| = |\dot{I_{C0}}| = |\dot{I_{A0}}|$$

式中：　$\dot{I_{A0}}$，$\dot{I_{B0}}$，$\dot{I_{C0}}$为 A,B,C 相电流零序矢量
$|\dot{I_{A0}}|$，$|\dot{I_{B0}}|$，$|\dot{I_{C0}}|$为 A,B,C 相电流零序分量

4. 负序电流不衡度

$$\mu_{IA}^{-} = \frac{|I_{A-}|}{|I_{A+}|} \times 100\%$$

$$\mu_{IB}^{-} = \frac{|I_{B-}|}{|I_{B+}|} \times 100\%$$

$$\mu_{IC}^{-} = \frac{|I_{C-}|}{|I_{C+}|} \times 100\%$$

式中：μ_{IA}^{-}、μ_{IB}^{-}、μ_{IC}^{-}为 A,B,C 相电流负序不平衡度

5. 零序电流不平衡度

$$\mu_{IA}^{0} = \frac{|I_{A0}|}{|I_{A+}|} \times 100\%$$

$$\mu_{IB}^{0} = \frac{|I_{B0}|}{|I_{B+}|} \times 100\%$$

$$\mu_{IC}^{0} = \frac{|I_{C0}|}{|I_{C+}|} \times 100\%$$

式中：μ_{IA}^{0}、μ_{IB}^{0}、μ_{IC}^{0}为 A,B,C 相电流零序不平衡度

5.2.2.2　应用说明

三相电流不平衡度使用条件：①三相电流矢量图正确，即基波电流通道增益校正，相位校正必须完成；② 通过配置三相计量单元 MODSEL 寄存器位配置当前三相四线还是三相三线，注意三相三线下 B 相电流通过$\dot{I_B} = -\dot{I_A} - \dot{I_C}$矢量运算实现。

复位默认状态，三相不平衡度功能关闭。在上述配置完成的条件下，主 CPU 可通过 SPI 命令 0xC0 将

PQ 模块使能寄存器 PQ_EN_SET（地址 0x08）中 UNBAL_EN 置位启动三相不平衡度功能。

启动三相不平衡度功能后，RN7326E 每 32 个周波计算更新一次三相电流序分量、不平衡度参数数据，更新完成三相不平衡度更新标志 PQStatus.UNBAL_UD 标志位置 1，通知主 CPU 读取数据。UNBAL_UD 写 1 清零。

通过 SPI 命令 0x41，主机可将三相电流正序、负序、零序分量批量读出。

通过 SPI 命令 0x41，主机可将三相电流负序不平衡度、零序不平衡度批量读出。

主 CPU 可通过 SPI 命令 0xC0 将 PQ 模块使能寄存器 PQ_EN_CLR（地址 0x0C）中 UNBAL_OFF 置位关闭三相不平衡度功能。

V1.0 版本仅支持三相四线电流不平衡度，后续版本将支持三相三线。

5.2.3 谐波

5.2.3.1 FFT 计算

RN7326E 可提供 2 种类型的谐波计算。

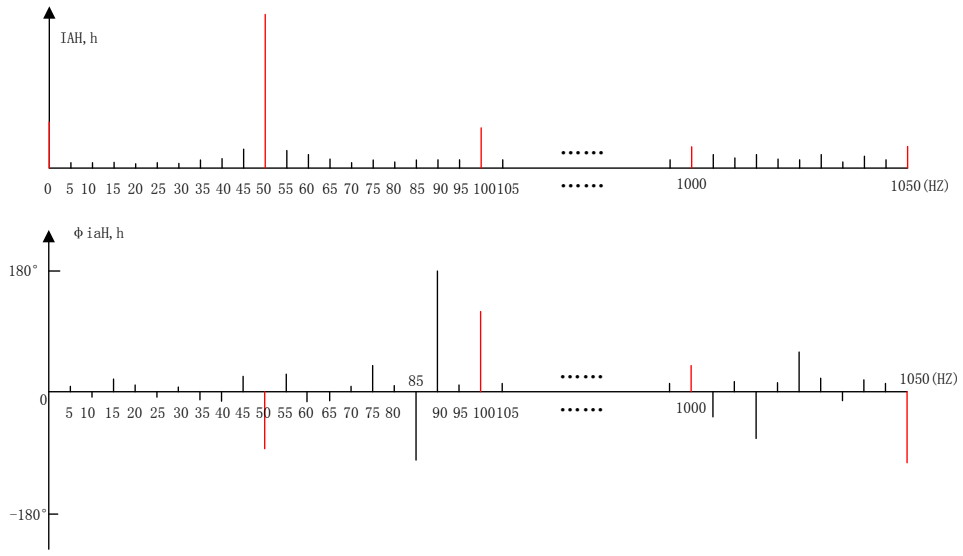
Mod0:

21 次谐波和 210 次间谐波。由命令开启计算，完成 A,B,C 三相通道的谐波和间谐波计算完成后，返回相应状态标志位，通知管理芯读取谐波数据和间谐波数据。

Mod1：

63 次谐波，630 次间谐波。由命令开启谐波计算，完成 A,B,C 三相通道的谐波计算后，相应状态标志位置 1

周期性读取 ADC 缓存中三相电压三相电流 1 个周波同步采样数据，对每个电压电流通道进行 1024 点 FFT 计算，每个通道得到 5-1050HZ（基波 50HZ，21 次谐波）以 5Hz 为间隔的幅度频谱，相位频谱。以 IA 通道为例，如图所示为 IA 通道 0-1050HZ 以 5Hz 为间隔的幅度频谱，相位频谱。



5.2.3.2 谐波参数

RN7326E 根据 FFT 计算结果，进一步计算谐波（Harmonic）参数，RN7326E 谐波指 2~21 次基波整数倍的频率分量。

1.谐波电压含有率

$$HRUx_h = \frac{K_{u,h} Ux_{H,h}}{Ux_{H,1}} \times 100\%$$

x：相 x=A,B,C;

h ：谐波次数 2-21 次；

$HRUx_h$: x 相电压 h 次谐波含有率

$K_{u,h}$: h 次谐波电压补偿系数，用以补偿内部 dec 衰减，抗混叠 RC 幅频衰减等

$Ux_{H,h}$：某相电压 h 次谐波 FFT 计算幅值

$Ux_{H,1}$:某相电压基波 FFT 计算幅值

RN7326E 直接提供谐波组，谐波组定义为：整数倍频率左右 11 条谱线，如 3 次谐波组包含 125Hz：5hz：175Hz

5.2.3.3 2. 电压总谐波畸变率

$$THD_{UX} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{21} Ux_{H,h}^2}}{Ux_{H,1}} \times 100\%$$

THD_{UX}：x 相电压 2~21 次谐波总谐波畸变率

5.2.3.4 3. 谐波电流含有率

$$HRIx_h = \frac{K_{i,h} Ix_{H,h}}{Ix_{H,1}} \times 100\%$$

$HRIx_h$: x 相电流 h 次谐波含有率

$K_{u,h}$: h 次谐波电流补偿系数，用以补偿内部 dec 衰减，电流互感器、抗混叠 RC 幅频衰减等

$Ux_{H,h}$：某相电流 h 次谐波 FFT 计算幅值

$Ux_{H,1}$:某相电流基波 FFT 计算幅值

RN7326E 直接提供谐波组，谐波组定义为：整数倍频率左右 3 条谱线，如 3 次谐波组包含 125Hz：5hz：175Hz 。

5.2.3.5 电流总谐波畸变率

$$THD_{IX} = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{21} Ix_{H,h}^2}}{I_{H,1}} \times 100\%$$

THD_{IX}：x 相电流 2~21 次谐波总谐波畸变率

5.2.3.6 谐波相角

谐波相角指同频率谐波电压、电流之间的相位角

$$\varphi x_h = \varphi u x_h - \varphi i x_h + h\Delta\varphi_1$$

φx_h: x 相 h 次谐波电压、电流之间的相位角

$\varphi u x_h$：x 相电压 h 次谐波 FFT 计算相角

$\varphi i x_h$：x 相电压 h 次谐波 FFT 计算相角

h:谐波次数

$\Delta\varphi_1$:抗混叠 RC 基波 U、I 间的相位延迟，即相位校正的角差

5.2.3.7 谐波功率

$$Px_{H,\mathrm{h}} = HRUx_h * HRIx_h * FU_X\_SYN * FI_X\_SYN * Cos\varphi x_h = HRUx_h * HRIx_h * FS_X\_SYN * Cos\varphi x_h$$

$Px_{H,\mathrm{h}}$:x 相 h 次谐波功率

$HRUx_h$：x 相电压 h 次谐波含有率

$HRIx_h$：x 相电流 h 次谐波含有率

FU_X_SYN:x 相同步基波电压有效值

FI_X_SYN:x 相同步基波电流有效值

FS_X_SYN:x 相同步基波 RMS 视在功率

φx_h: x 相 h 次谐波电压、电流之间的相位角

5.2.4 间谐波参数

RN7326E 间谐波频率范围内以基频/10 为频谱分辨率的非整数倍基波的频率分量。

模式 0:0~211 次间谐波；模式 1:0~641 次间谐波；

5.2.4.1 间谐波电压含有率

$$IHRUx_{ih} = \frac{K_{u,ih} Ux_{H,ih}}{U_{H,1}} \times 100\%$$

x：相 x=A,B,C;

ih ：间谐波次数，指 0-1050Hz 频率范围内，以 5Hz 为单位非整数倍基波频率分量；

$IHRUx_{ih}$: x 相电压 ih 次间谐波含有率

$K_{u,ih}$: ih 次间谐波电压补偿系数，用以补偿抗混叠 RC 幅频衰减

$Ux_{H,ih}$：某相电压 ih 次间谐波 FFT 计算幅值

$Ux_{H,1}$:某相电压基波 FFT 计算幅值

5.2.4.2 间谐波电流含有率

$$IHRIx_{ih} = \frac{K_{i,ih} Ix_{H,ih}}{Ix_{H,1}} \times 100\%$$

x：相 x=A,B,C;

ih ：间谐波次数，指 0-1050Hz 频率范围内，以 5Hz 为单位非整数倍基波频率分量；

$IHRIx_{ih}$: x 相电流 ih 次间谐波含有率

$K_{I,ih}$: ih 次间谐波电流补偿系数，用以补偿抗混叠 RC 幅频衰减

$Ix_{H,ih}$：某相电压 ih 次间谐波 FFT 计算幅值

$Ix_{H,1}$:某相电压基波 FFT 计算幅值

5.2.4.3 用户可进一步计算的参数

1. RN7326E 未直接提供谐波电压有效值、谐波电流有效值、总谐波功率及间谐波电压电流有效值，用户在得到谐波含有率及间谐波含有率基础上，通过下列公式计算：

1） 谐波电压有效值

$Uxrms,h = HRU_{xh} \times FUx\_SYN$

$Uxrms,h$：x 相电压 h 次谐波有效值

$HRUx_h$: x 相电压 h 次谐波含有率

FUx：已校正的与 FFT 10 周波采样数据同步的 x 相基波电压有效值

2） 谐波电流有效值

$Ixrms,h = HRI_{xh} \times FIx\_SYN$

$Ixrms,h$：x 相电流 h 次谐波有效值

$HRIx_h$: x 相电流 h 次谐波含有率

FIx：已校正的与 FFT 10 周波采样数据同步的 x 相基波电流有效值

5.2.4.4 应用说明-模式 0

1.谐波电压电流有效值要求基波电压电流有效值，RMS 视在功率正确，即基波电压电流通道增益校正完成；

2.配置初始相位角

谐波相角，谐波功率计算均要求每相基波电压电流初始相位角，用户可在相位校正阶段从相位误差推算出每相初始相位角，主机通过 SPI 命令 0xC0/0xCa 将各相初始相位角写入 RN7326E。

说明详见 5.3.9.2 章节。

3. 配置谐波增益补偿系数表

电流互感器，抗混叠 RC 电路对不同次谐波衰减系数不同，谐波次数越高，衰减越大，影响不可忽略。

计算各次谐波含有率时需使用谐波增益补偿系数，补偿系数包括 2~21 次电流谐波增益补偿系数$K_{i,h}$及 2~21 次电压谐波增益补偿系数$K_{u,h}$。

主机可通过 SPI 命令 0xC0 可将 2~21 次电流谐波增益补偿系数$K_{i,h}$及 2~21 次电压谐波增益补偿系数$K_{u,h}$写入 RN7326E，$K_{i,h}$和$K_{u,h}$以单精度浮点数格式写入。

4. 启动谐波间谐波计算

复位默认状态，谐波间谐波功能关闭。当 1-3 条件满足，主机可使能谐波间谐波模块，之后启动谐波间谐波计算功能，过程如下：

1）主机发 SPI 命令 0xC0/0xCA，将 PQ 模块使能寄存器 PQ_EN_SET（地址 0x08）中 H_InterH_EN 置位使能谐波间谐波模块；

2）主机发 SPI 命令 0xC0/0xCA，将 0x01 写入 FFT_CAL_START 寄存器（地址 0x24），启动谐波间谐波计算。

5. 查询谐波间谐波参数更新标志

进行一轮谐波间谐波参数计算需要约 1s，计算完成后，RN7326E 更新谐波间谐波参数，同时谐波间谐波参数更新标志 H_InterH_UD 位置 1。主机通过 SPI 命令 0x40 定时查询 H_InterH_UD 状态，当 H_InterH_UD=1 可读取新的谐波间谐波参数。H_InterH_UD 写 1 清零。

6. 通过 cmd_0x42 读各种谐波参数，cmd_0x43 读间谐波含有率参数

说明详见 5.4.3 章节和 5.4.4 章节

7. 主机进一步计算的谐波参数

主机根据读出谐波含有率、同步基波有效值、谐波分次功率、间谐波含有率等参数可进一步计算谐波有效值、间谐波有效值、总谐波功率等参数。计算公式可参考 5.2.4.3 章节。

8.启动下一轮计算

读完本轮谐波间谐波计算结果后，主机发 SPI 命令 0xC0，将 0x01 写入 FFT_CAL_START 寄存器，启动下一轮谐波间谐波计算。

重复 3-8 步骤。

9. 关闭谐波间谐波计算功能

主机可通过 SPI 命令 0xC0 将 PQ 模块除能寄存器 PQ_EN_CLR 中 FFT_OFF 置位关闭三相谐波功能。

5.2.4.5 应用说明-模式 1

1 系统寄存器将 FFT 设置成模式 1 。

2 打开 PQ 配置寄存器 SPCMD，并使能 FFT 电能质量使能标志位。

3 给 FFT_CAL_START 寄存器写 1，开始谐波计算。300ms 左右，完成三相 6 通道的谐波计算，读电能质量的谐波标志位置 1。然后将谐波含有率，谐波相角，谐波功率，谐波总畸变率等参数读走。同时可以通过读走基波有效值，来计算出谐波含量。

4 写 FFT_CAL_START_1 寄存器，如写 0x83，开启 UA 通道的间谐波计算。完成后，读走间谐波含有率数据。

5.2.5 电压暂态事件

5.2.5.1 模块特点

- 提供分相和多相系统电压暂升、电压暂降、电压中断实时事件记录
- 提供分相和多相系统电源暂升、暂降、中断一定的时间 TR 范围内，统计故障数据。
- 提供电压暂升、电压暂降、电压中断事件分相和多相系统二级缓存空间。（单相系统 buf x1，多相系统 buf x1）
- 提供 rvc 事件记录
- 提供半波有效值故障录波，记录故障事件发生时刻前 100 个半周波，后 200 个半周波。
- 提供 ADC 采样波形故障录波，记录故障事件发生时刻前 100ms，后 200ms 的录波。（可选功能，需外挂 sram。

5.2.5.2 电压半波有效值 HFrms_XX

- 半波有效值定义：以过零点为起点，半周波内所有点的平方和算术平均值的平方根。
- 性能：满足电能质量标准 S 级：10%~150%Un，误差<0.5%；
- 寄存器更新周期：100hz(50HZ 应用)/120hz(60HZ 应用)。周期跟随频率。
- 为 16 位无符号数。其对应的归一化 ADC 有效值=HFrms_XX/2^16(Vrms)

- 半波有效值校准

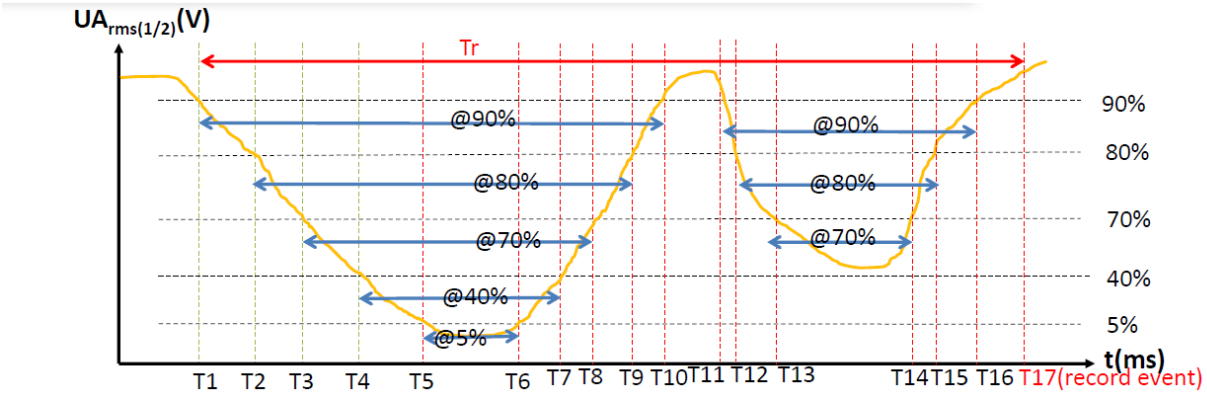
1 电压过零阈值配置合理：电压过零阈值建议客户使用 ZXOTU 寄存器，阈值可设置为 5%Un
2 半波电压有效值增益校正：可复用 EMU 中通道增校正寄存器 GSU，将三个通道电压有效值 UA/UB/UC 校平。
3 半波有效值寄存器标定后，可作为暂态电压事件判据用。半波有效值每半周波更新一次，同时 PQ_STA 相应标志置 1。用户可通过 SPI 命令 0x44 读半波有效值寄存器。

5.2.5.3 软件设计数据格式

软件编码请参考章节 10

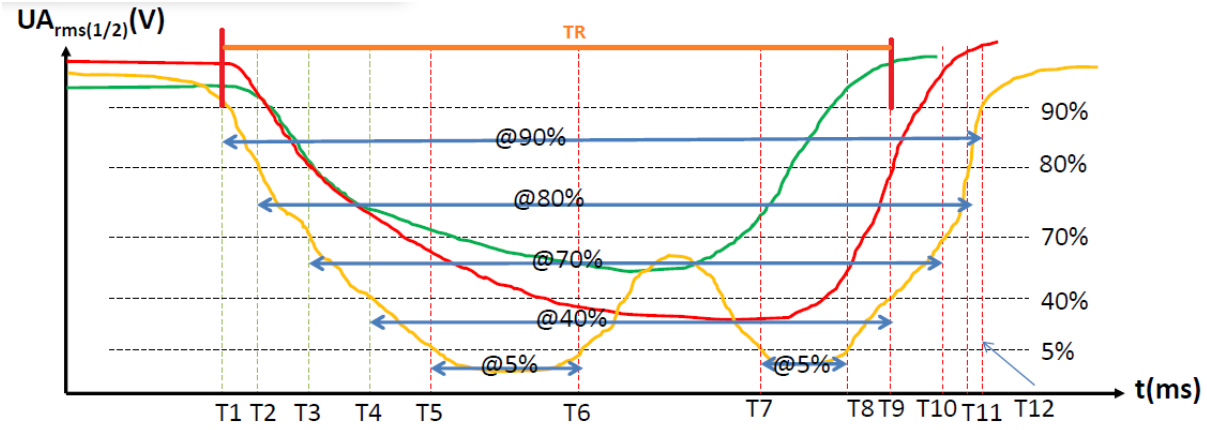
5.2.5.4 功能介绍

5.2.5.4.1 单相多级阈值 TR 时长统计



NO.	Timestamp	Event ID	Urms/Un(%)	@90%/@110%	@80%/@111%	@70%/@115%	@40%/@135%	@5%	Trig	Infl.
1	T1	Dips-start	4%	(T10-T1) +(T16-T11)	(T9-T2) +(T15-T12)	(T8-T3) +(T14-T13)	(T7-T4)	(T6-T5)	L1	L1

5.2.5.4.2 多相多级阈值 TR 时长统计



NO.	Timestamp	Event ID	Urms/Un(%)	@90% /@110%	@80% /@111%	@70% /@115%	@40% /@135%	@5%	Trig	Infl.
1	T1	Dips-start	0	0	0	0	0	0	L1	L1
2	T12	Dips-end	4%	T12-T1	T11-T2	T10-T3	T9-T4	(T6-T5) +(T8-T7)	L1	L1/L2/L3

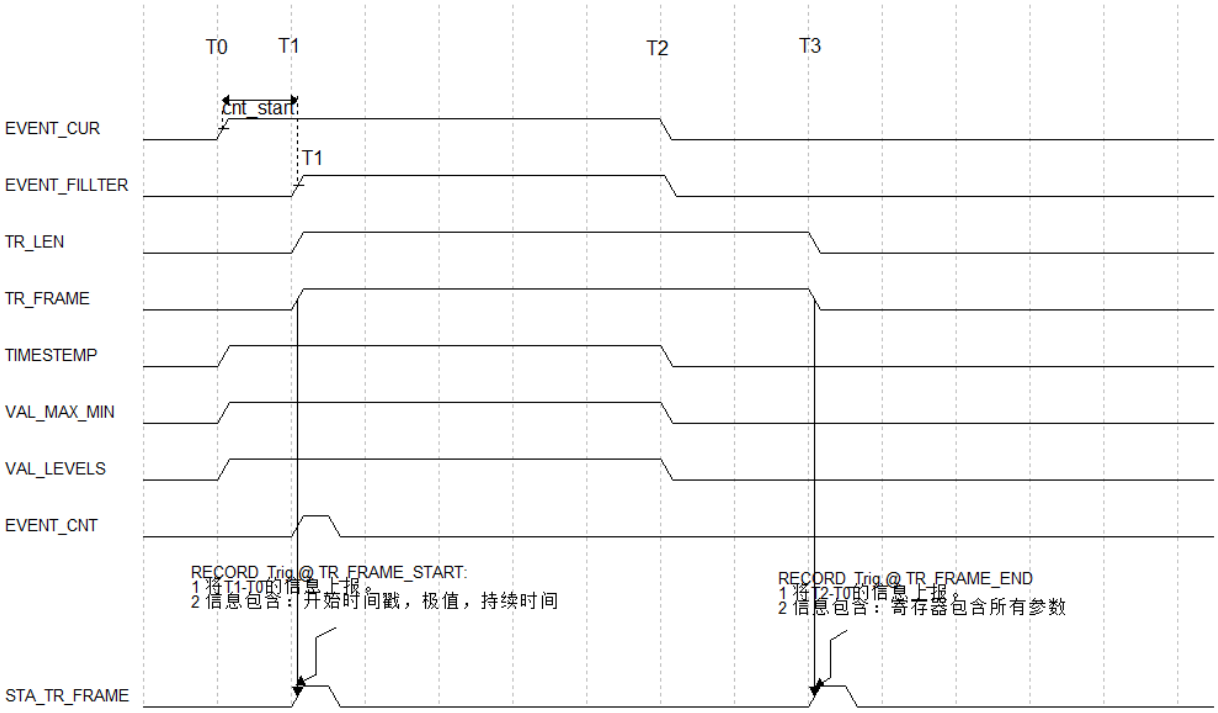
5.2.5.5 方案介绍

5.2.5.5.1 名词说明

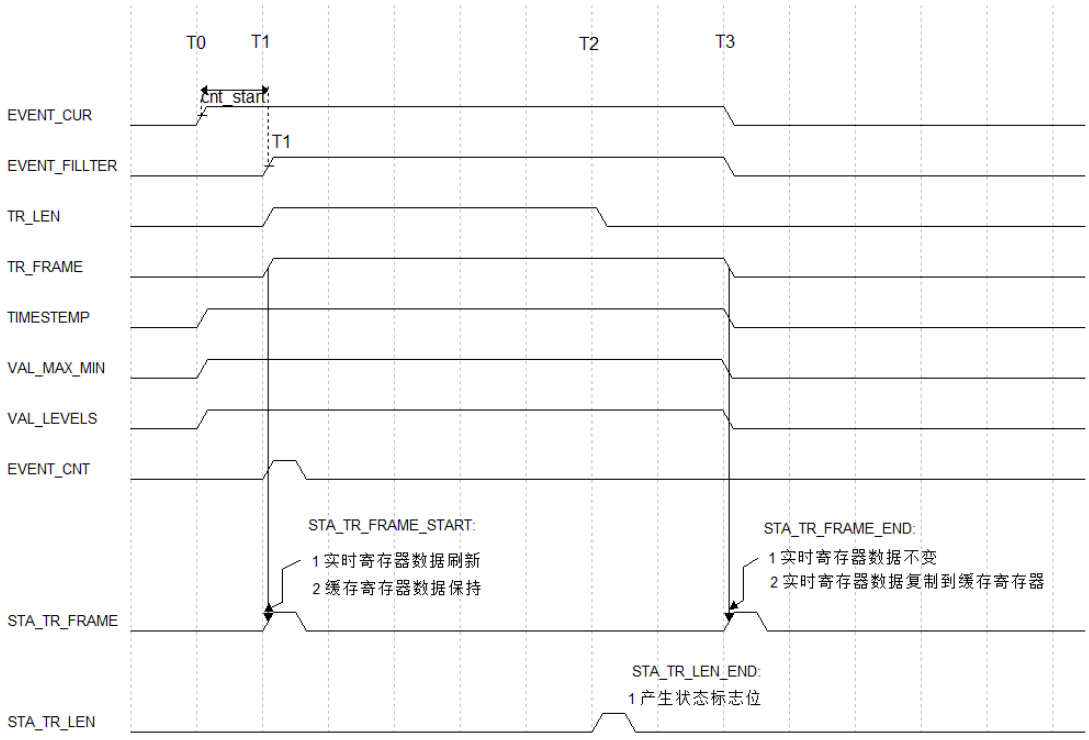
- EVENT_CUR：当电压属于暂态事件范围时候，表示处于暂态事件状态（预备）。

- EVENT_FILLTER：当 EVENT_CUR 发生，且持续 cnt_start 个半波后，认为暂态事件有效。（正式）
- TR_LEN：设置的统计时长。默认 3s。将短时间内的暂态事件进行一定时长的统计，减少数据上报周期。
- TR_FRAME：TR 时间统计下，暂态事件的状态情况。当 TR_FRAME 置 1，则表示有效的暂态事件开始。当 TR_FRAME 置 0，则表示 TR 时间统计和暂态事件结束。
- 暂态事件参数
  - TIMESTEMP：暂态事件开始时间戳，持续时间，结束时间戳。置 1 位置表示事件开始时间，置 0 表示事件结束时间。高电平表示事件的持续时间。
  - VAL_MAX_MIN：暂态事件极值统计。高电平为参数的统计范围。
  - VAL_LEVELS：暂态事件 TR 多级阈值统计。高电平为参数的统计范围。
  - EVENT_CNT：表示在整个 TR_FRAME 期间，总共发生的完整暂态事件个数。
- STA_TR_LEN/STA_TR_FRAME：状态标志位有 3 种：
  1 STA_TR_FRAME_START:表示 TR 统计开始。
  2 STA_TR_LEN_END: 表示 TR_LEN 时间计时完成。
  3 STA_TR_FRAME_END :表示 TR 统计结束。（TR_LEN 计时结束+EVENT_CUR 结束）

5.2.5.5.2 TR_LEN 结束时候无暂态事件已经结束



5.2.5.5.3 TR_LEN 结束时候暂态事件未结束



✧ 暂态事件参数配置集成 VoltageEventCfgs_T

a) 阈值配置分别对应电压暂升（Swells）、电压暂降（Dips）、电压中断（Intr）
b) 事件分别对应 3 相通道 UA/UB/UB
c) 每个电压通道对应一种配置单元 VoltageEventCfg_T

✧ 暂态事件 TR 参数配置集成 VoltEventCfg_Levels_t
a) tr_swells：电压暂升单相统计时长 TR 配置
b) tr_swells_x3：电压暂升多相 TR 统计时长配置
c) tr_dips：电压暂降单相统计时长 TR 配置
d) tr_dips_x3：电压暂降多相 TR 统计时长配置
e) tr_intr：电压中断单相统计时长 TR 配置
f) tr_intr_x3：电压中断多相 TR 统计时长配置
g) VoltEventCfg_Level_t :故障时间统计 6 级阈值配置（暂升，暂降）

✧ RVC 事件参数配置集成 RvcEventChxCfgs_T

a) Rvc 事件配置分相独立。每相对应各自的 RvcEventChxCfg_T 参数。

✧ 数据二级缓存配置寄存器 gcfgx

请参考寄存器 gcf0`gcfg5

5.2.5.6 电压暂升介绍

5.2.5.6.1 分相定义

- 分相电压暂升开始状态(预备)
  HFrms_UX > th，进入电压暂升开始状态(预备)
- 分相电压暂升开始状态(正式)
  需处于电压暂升开始状态(预备) start_cnt 个半波滤波个数后，才进入电压暂升状态(状态)
- 分相电压暂升结束状态(预备)
  HFrms_UX≤ th-thys，进入电压暂升结束状态(预备)
- 分相电压暂升结束状态(正式)
  需处于电压暂升结束状态(预备) end_cnt 个半波滤波个数后，才进入电压暂升结束状态（正式）

5.2.5.6.2 多相定义

- 多相电压暂升开始状态(正式)
  任意一相电压进入电压暂升开始状态(正式)，则会判定为进入多相电压暂升。
- 多相电压暂升结束状态(正式)
  三相电压都进入暂升结束状态（正式），则认为多相系统进入了暂升结束状态（正式）。

5.2.5.7 电压暂降介绍

5.2.5.7.1 分相定义

- 电压暂降开始状态(预备)
  Hfrms_UX (电压半波有效值) < th，进入电压暂降开始状态(预备)
  说明：电压半波有效值需要大于同级别的电压中断阈值。
- 电压暂降开始状态(正式)
  需处于电压暂降开始状态(预备状态) start_cnt 个半波滤波个数后，才进入电压暂降状态（正式）
- 电压暂降结束状态(预备)
  Hfrms_UX(电压半波有效值) ≥ th + thys，进入电压暂降结束(预备状态)
- 电压暂降结束状态(正式)

需处于电压暂降结束状态(预备状态) end_cnt 个半波滤波个数后，才进入电压暂降结束状态（正式）

5.2.5.7.2 多相定义

- 多相电压暂降开始状态(正式)
  任意一相电压进入电压暂降开始状态(正式)，则会判定为进入多相电压暂降状态。
- 多相电压暂降结束状态(正式)
  三相电压都进入暂降结束状态（正式），则认为多相系统进入了暂降结束状态（正式）。

5.2.5.8 电压中断介绍

5.2.5.8.1 分相定义

- 电压中断开始状态(预备)
  Hfrms_UX (电压半波有效值) < th，进入电压中断开始状态(预备)
  说明：电压半波有效值需要大于同级别的电压中断阈值。
- 电压中断开始状态(正式)
  需处于电压中断开始状态(预备状态) start_cnt 个半波滤波个数后，才进入电压中断状态（正式）
- 电压中断结束状态(预备)
  Hfrms_UX(电压半波有效值) ≥ th + thys，进入电压中断结束(预备状态)
- 电压中断结束状态(正式)
  需处于电压中断结束状态(预备状态) end_cnt 个半波滤波个数后，才进入电压中断结束状态（正式）

5.2.5.8.2 多相定义

- 多相电压中断开始状态(正式)
  三相电压同时进入电压暂降开始状态(正式)，则会判定为进入多相电压暂降状态。
- 多相电压暂降结束状态(正式)
  任意一相电压都进入暂降结束状态（正式），则认为多相系统进入了暂降结束状态（正式）。

5.2.5.9 RVC 介绍

5.2.5.10 分相定义

- 电压 RVC 波动
  UA 电压上冲波动>Th_pos，或者 UA 电压下冲波动>Th_neg，进入电压非稳态

- 电压 RVC 稳定
  如果因为电压上冲进入 RVC 事件：
  UA 电压波动≤Th_pos - Thys_pos，则趋向电压稳定。
  如果因为电压下冲进入 RVC 事件：
  UA 电压波动≤Th_neg - Thys_neg，则趋向电压稳定。
- RVC 事件结束
  需处于电压稳定 100 个半波滤波个数后，RVC 事件结束，电压进入稳态状态。

5.2.5.11 多相定义

- 多相电压 RVC 波动
  三相电压任意一相处于电压波动状态，则会判定为开始 RVC 事件。
- 多相电压 RVC 结束状态
  三相电压都进入电压稳态，则认为多相系统 RVC 事件结束状态。

5.2.5.12 应用说明

参考标准 IEC 61000-4-30（快速电压变化 RVC）

5.2.6 电压波动和闪变

5.2.6.1 定义

通过计算相邻的每相两个半波有效值的差值，得到每一相电压波动曲线，记录每 10 分钟的三相电压波动极值。

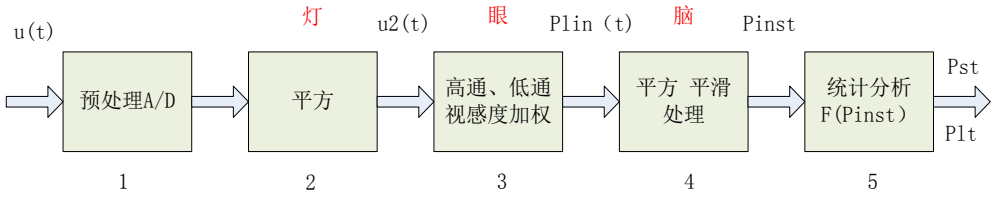
5.2.6.2 应用说明

1. 使用条件
1）电压半波有效值已标定好，精度满足电能质量标准 S 级：10%~150%Un，误差<0.5%；
2）芯片实时时钟 RTC 已校时
3) 将 PQ 相应的模块使能打开。
2. 电压波动极值记录
1）当电压波动极值每十分钟更新一次，当更新事件发生，PQ_STA 相应标志位置 1。

5.2.6.3 定义

闪变是电压波动特殊形式，主要反映了电压频繁波动造成照明视觉的烦扰影响。闪变烦扰程度由两个关键指标决定：供电电压的变动幅度，变动的重复频率。从波形上看，闪变典型波形为两个不同频率正弦波叠加，拍频的频率为两个正弦波的频率差Δf；从频谱上看，典型的闪变有两条谱线，基波与 f0±Δf 的间谐波或次谐波频率成分。

RN7326E 闪变框图如下：



框 2：信号平方计算，模拟灯的作用

框 3：高通、低通解调出反映电压波动的调幅波

视感度平均加权滤波器，模拟人眼的频率选择特性

框 4：平方计算，模拟人脑神经对视觉反映的非线性过程

平滑平均，模拟人脑记忆效应

框 4 输出瞬时闪变值 Pinst

框 5：对瞬时闪变值 Pinst 进行统计分析，得出闪变严重度评估结果。

闪变严重度评估结果输出短时闪变严重度（Pst）及时间标、长时间闪变严重度（Plt）

短时间闪变严重度（Pst）

短时间闪变严重度观察时间为 10min

$$P_{st}=\sqrt{0.0314P_{0.1}+0.0525P_1+0.0657P_3+0.28P_{10}+0.08P_{50}}$$

平滑处理：

$$P_1=\frac{P_{0.7}+P_1+P_{1.5}}{3},\ P_3=\frac{P_{2.2}+P_3+P_4}{3},\ P_{10}=\frac{P_{2.2}+P_3+P_4}{3},\ P_{50}=\frac{P_{30}+P_{50}+P_{80}}{3}$$

其中$P_{0.1}$，P_1，P_3，P_{10}，P_{50}：累积概率超过 0.1%，1%，3%，10%，50%的瞬时闪变值 Pinst

长时间闪变严重度（Plt）

长时间闪变严重度观察时间为 2h，由 12 个短时间闪变严重度值（Pst）计算。

$$P_{lt}=\sqrt[3]{\frac{1}{12}\sum_{i=1}^{12}P_{st}^3}$$

5.2.6.4 应用说明

1．RN7326E 每 10min 完成一次短时闪变计算，同时将 PQ_STA 相应的标志置 1。

2． RN7326E 每 2h 完成一次长时闪变计算，将 UA/UB/UC 长时闪变结果寄存器 Plt_Ux 更新，同时将 PQ_STA 相应标志置位。

5.2.7 ADC 实时波形同步输出

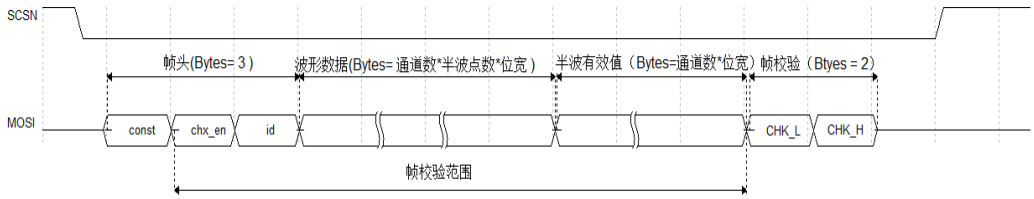
5.2.7.1 说明

通过配置相应的 SPIM 接口，将同步波形数据以半波为周期对外进行传输。

- SPIM　CPOL ,CPHA 可配。
- SPIM 接口 SCK 时钟可配。
- 支持 1~7 通道波形数据输出。（周波采样率可配 64/128/256）
- 支持半波有效值输出
- 支持数据传输帧校验（CRC16/CheckSum_16bit）
- 支持数据错误重传。（256 点/周波的数据重传需要将 sck 速度提升到 16M）

5.2.7.2 帧格式-完整帧

说明：



- 帧头：（可选）

1 常数(head_const)：固定数字 0x68

2 通道使能 (head_chx_en): BIT0~BIT2: IA~IC ； BIT3~BIT5: UA~UC, BIT6: IN。

如：使能全部通道的数据传输，则=0x7F。使能 IA,UA 通道的数据传输，则=0x09。

3 数据编码(head_id)：每更新一个半波数据，数据编码+1。当数据重传的时候，数据编码保持不变。

- 波形数据：

1 通道数：由通道使能配置 WAVE_CHX_EN 决定，假如 head_chx_en = 0x7f，则表示通道数为 7。假如 head_chx_en = 0x09，则表示 IA,UA 选中，通道数为 2。

2 半波点数：同步波形每半周波的采样点数。（32/64/128 可配。默认 64 点。）

3 位宽：每个采样数据为 24bit 补码，最高位为符号位。

如：使能全部数据传输（head_chx_en = 0x7f），周波同步数据点数为 128 点，则波形数据的传输长度=7*128/2*3=1344 byte

- 半波有效值：（可选）

1 由通道使能配置 HFRMS_CHX_EN 决定。

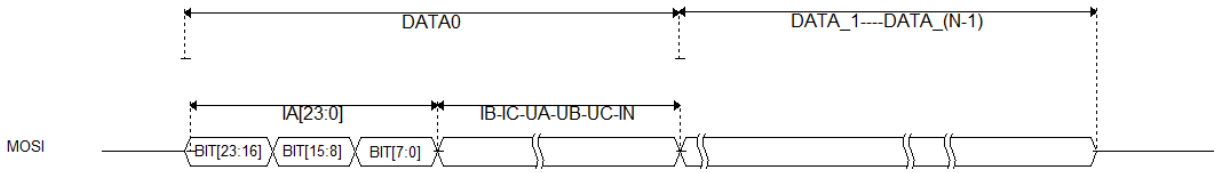
2 位宽：每个采样数据为 16bit 补码，最高位为符号位。对应的 ADC 采样电压=hfrms/2^16 Vrms

- 帧校验：（可选）

1 CRC16/checksum_16bit 可配。默认为 checksum_16bit。

2 校验范围：除去“帧头常数”之外的所有传输数据。

5.2.7.3 帧格式-波形数据



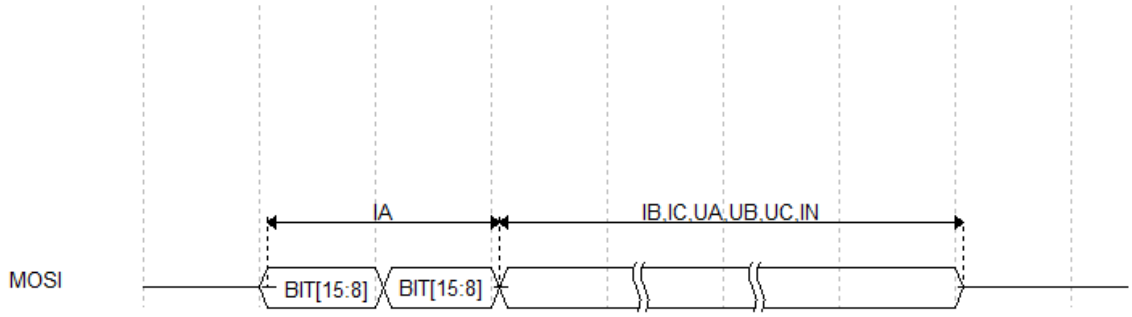
- DATAx

  1 代表选中通道的一个采样点数据集成。通道排列顺序和通道使能请参考 (head_chx_en)。

  2 每个通道单个采样点为 24bit 符号数。数据顺序从高到低传输。

  3 每帧数据传输 32/64/128 个 DATAx。（半波采样点数）

5.2.7.4 帧格式-半波有效值



- 内容

  1 通道排列顺序和通道使能请参考 (WAVE_CHX_EN)。

  2 数据格式为 16bit 符号数。数据顺序从高到低传输。

5.2.7.5 软件应用配置

1 配置系统寄存器 cms_0x90- PINS_FUNC_CFG(0x2c)寄存器 bit[1：0]= 2，将 pin28~pin31 作为 spim 实时波

形输出接口。

2 打开电能质量配置寄存器秘钥 cms_0xca- PQ_SPCMD (0xfc)。

3 配置电能质量实时波形输出接口数据格式和帧格式寄存器 cms_0xca- (0x6000+)。

4 使能 cms_0xca- PQ_EN_SET (0x08)，实时 adc 波形 SPIM 输出使能 bit。（需放在最后配置）

5.3 寄存器列表

Cmd_0x40 电能质量配置寄存器（旧，兼容 A 版）

说明：

如果客户第一次导入的芯片是 B 版本，或者谐波计算次数为 63 次，则需要使用新增的 CMD_0x4a 命令。

5.3.1.1 谐波/间谐波参数配置

SPI 命令	CMD_0xC0：PQ Config&Status-写电能质量配置及状态寄存器 CMD_0x40：PQ Config&Status-读电能质量配置及状态寄存器					
偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
00H	KU_2	R/W	float	4	1.001991	电压通道 2 次谐波增益补偿系数
04H	KU_3	R/W	float	4	1.005852	电压通道 3 次谐波增益补偿系数
08H	KU_4	R/W	float	4	1.011695	电压通道 4 次谐波增益补偿系数
0CH	KU_5	R/W	float	4	1.01826	电压通道 5 次谐波增益补偿系数
10H	KU_6	R/W	float	4	1.028129	电压通道 6 次谐波增益补偿系数
14H	KU_7	R/W	float	4	1.038296	电压通道 7 次谐波增益补偿系数
18H	KU_8	R/W	float	4	1.05106	电压通道 8 次谐波增益补偿系数
1CH	KU_9	R/W	float	4	1.066288	电压通道 9 次谐波增益补偿系数
20H	KU_10	R/W	float	4	1.083432	电压通道 10 次谐波增益补偿系数
24H	KU_11	R/W	float	4	1.103074	电压通道 11 次谐波增益补偿系数
28H	KU_12	R/W	float	4	1.125597	电压通道 12 次谐波增益补偿系数
2CH	KU_13	R/W	float	4	1.149981	电压通道 13 次谐波增益补偿系数
30H	KU_14	R/W	float	4	1.179066	电压通道 14 次谐波增益补偿系数
34H	KU_15	R/W	float	4	1.211197	电压通道 15 次谐波增益补偿系数
38H	KU_16	R/W	float	4	1.246209	电压通道 16 次谐波增益补偿系数
3CH	KU_17	R/W	float	4	1.286902	电压通道 17 次谐波增益补偿系数
40H	KU_18	R/W	float	4	1.332633	电压通道 18 次谐波增益补偿系数
44H	KU_19	R/W	float	4	1.379456	电压通道 19 次谐波增益补偿系数
48H	KU_20	R/W	float	4	1.439865	电压通道 20 次谐波增益补偿系数
4CH	KU_21	R/W	float	4	1.501257	电压通道 21 次谐波增益补偿系数
50H	KI_2	R/W	float	4	1.001484	电流通道 2 次谐波增益补偿系数
54H	KI_3	R/W	float	4	1.005117	电流通道 3 次谐波增益补偿系数
58H	KI_4	R/W	float	4	1.01112	电流通道 4 次谐波增益补偿系数
5CH	KI_5	R/W	float	4	1.018404	电流通道 5 次谐波增益补偿系数

60H	KI_6	R/W	float	4	1.028219	电流通道 6 次谐波增益补偿系数
64H	KI_7	R/W	float	4	1.038488	电流通道 7 次谐波增益补偿系数
68H	KI_8	R/W	float	4	1.051016	电流通道 8 次谐波增益补偿系数
6CH	KI_9	R/W	float	4	1.06702	电流通道 9 次谐波增益补偿系数
70H	KI_10	R/W	float	4	1.083589	电流通道 10 次谐波增益补偿系数
74H	KI_11	R/W	float	4	1.102464	电流通道 11 次谐波增益补偿系数
78H	KI_12	R/W	float	4	1.125399	电流通道 12 次谐波增益补偿系数
7CH	KI_13	R/W	float	4	1.150987	电流通道 13 次谐波增益补偿系数
80H	KI_14	R/W	float	4	1.179263	电流通道 14 次谐波增益补偿系数
84H	KI_15	R/W	float	4	1.211471	电流通道 15 次谐波增益补偿系数
88H	KI_16	R/W	float	4	1.247207	电流通道 16 次谐波增益补偿系数
8CH	KI_17	R/W	float	4	1.28627	电流通道 17 次谐波增益补偿系数
90H	KI_18	R/W	float	4	1.332497	电流通道 18 次谐波增益补偿系数
94H	KI_19	R/W	float	4	1.382476	电流通道 19 次谐波增益补偿系数
98H	KI_20	R/W	float	4	1.43816	电流通道 20 次谐波增益补偿系数
9CH	KI_21	R/W	float	4	1.50173	电流通道 21 次谐波增益补偿系数
A0H	Δφ1_A	R/W	float	4	0	A 相初始相角
A4H	Δφ1_B	R/W	float	4	0	B 相初始相角
A8H	Δφ1_C	R/W	float	4	0	C 相初始相角

5.3.1.2 暂态事件参数配置

Base_Addr = 0x00ac
参考 cmd_0x4a 中暂态事件参数配置列表

5.3.1.3 电能质量系统状态和配置

Base_Addr = 0x0200
参考 cmd_0x4a 中电能质量系统状态和配置

5.3.2 Cmd_0x41 不平衡度

SPI 命令	CMD_0x41 Read UNBLACE Result-读不平衡度计算结果					
偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
00H	POS_SEQ_UA	R	int32	4	0	A 相电压正序分量
04H	POS_SEQ_UB	R	int32	4	0	B 相电压正序分量
08H	POS_SEQ_UC	R	int32	4	0	C 相电压正序分量
0CH	NEG_SEQ_UA	R	int32	4	0	A 相电压负序分量

10H	NEG_SEQ_UB	R	int32	4	0	B 相电压负序分量
14H	NEG_SEQ_UC	R	int32	4	0	C 相电压负序分量
18H	ZERO_SEQ_UA	R	int32	4	0	A 相电压零序分量
1CH	ZERO_SEQ_UB	R	int32	4	0	B 相电压零序分量
20H	ZERO_SEQ_UC	R	int32	4	0	C 相电压零序分量
24H	POS_SEQ_IA	R	int32	4	0	A 相电流正序分量
28H	POS_SEQ_IB	R	int32	4	0	B 相电流正序分量
2CH	POS_SEQ_IC	R	int32	4	0	C 相电流正序分量
30H	NEG_SEQ_IA	R	int32	4	0	A 相电流负序分量
34H	NEG_SEQ_IB	R	int32	4	0	B 相电流负序分量
38H	NEG_SEQ_IC	R	int32	4	0	C 相电流负序分量
3CH	ZERO_SEQ_IA	R	int32	4	0	A 相电流零序分量
40H	ZERO_SEQ_IB	R	int32	4	0	B 相电流零序分量
44H	ZERO_SEQ_IC	R	int32	4	0	C 相电流零序分量
48H	UNBAL_NEG_UA	R	uint32	2	0	A 相电压负序不平衡度
4CH	UNBAL_NEG_UB	R	uint32	2	0	B 相电压负序不平衡度
50H	UNBAL_NEG_UC	R	uint32	2	0	C 相电压负序不平衡度
54H	UNBAL_ZERO_UA	R	uint32	2	0	A 相电压零序不平衡度
58H	UNBAL_ZERO_UB	R	uint32	2	0	B 相电压零序不平衡度
5CH	UNBAL_ZERO_UC	R	uint32	2	0	C 相电压零序不平衡度
60H	UNBAL_NEG_IA	R	uint32	2	0	A 相电流负序不平衡度
64H	UNBAL_NEG_IB	R	uint32	2	0	B 相电流负序不平衡度
68H	UNBAL_NEG_IC	R	uint32	2	0	C 相电流负序不平衡度
6CH	UNBAL_ZERO_IA	R	uint32	2	0	A 相电流零序不平衡度
70H	UNBAL_ZERO_IB	R	uint32	2	0	B 相电流零序不平衡度
74H	UNBAL_ZERO_IC	R	uint32	2	0	C 相电流零序不平衡度

5.3.3 **Cmd_0x42 谐波含有率和计算结果（旧，兼容 A 版）**

说明：

如果客户第一次导入的芯片是 B 版本，或者谐波计算次数为 63 次，则需要使用新增的 CMD_0x4b 命令。

5.3.3.1 谐波含有率

SPI 命令	CMD_0x42：Read Harmonic Result-读谐波计算结果					
偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
00H	HRUA_0_1	R	uint32	4	0	A 相电压 0 次，1 次谐波含有率
04H	HRUA_2_3	R	uint32	4	0	A 相电压 2 次，3 次谐波含有率
08H	HRUA_4_5	R	uint32	4	0	A 相电压 4 次，5 次谐波含有率
0CH	HRUA_6_7	R	uint32	4	0	A 相电压 6 次，7 次谐波含有率
10H	HRUA_8_9	R	uint32	4	0	A 相电压 8 次，9 次谐波含有率
14H	HRUA_10_11	R	uint32	4	0	A 相电压 10 次，11 次谐波含有率
18H	HRUA_12_13	R	uint32	4	0	A 相电压 12 次，13 次谐波含有率
1CH	HRUA_14_15	R	uint32	4	0	A 相电压 14 次，15 次谐波含有率
20H	HRUA_16_17	R	uint32	4	0	A 相电压 16 次，17 次谐波含有率
24H	HRUA_18_19	R	uint32	4	0	A 相电压 18 次，19 次谐波含有率
28H	HRUA_20_21	R	uint32	4	0	A 相电压 20 次，21 次谐波含有率
2CH	HRUB_0_1	R	uint32	4	0	B 相电压 0 次，1 次谐波含有率
30H	HRUB_2_3	R	uint32	4	0	B 相电压 2 次，3 次谐波含有率
34H	HRUB_4_5	R	uint32	4	0	B 相电压 4 次，5 次谐波含有率
38H	HRUB_6_7	R	uint32	4	0	B 相电压 6 次，7 次谐波含有率
3CH	HRUB_8_9	R	uint32	4	0	B 相电压 8 次，9 次谐波含有率
40H	HRUB_10_11	R	uint32	4	0	B 相电压 10 次，11 次谐波含有率
44H	HRUB_12_13	R	uint32	4	0	B 相电压 12 次，13 次谐波含有率
48H	HRUB_14_15	R	uint32	4	0	B 相电压 14 次，15 次谐波含有率
4CH	HRUB_16_17	R	uint32	4	0	B 相电压 16 次，17 次谐波含有率
50H	HRUB_18_19	R	uint32	4	0	B 相电压 18 次，19 次谐波含有率
54H	HRUB_20_21	R	uint32	4	0	B 相电压 20 次，21 次谐波含有率
58H	HRUC_0_1	R	uint32	4	0	C 相电压 0 次，1 次谐波含有率
5CH	HRUC_2_3	R	uint32	4	0	C 相电压 2 次，3 次谐波含有率
60H	HRUC_4_5	R	uint32	4	0	C 相电压 4 次，5 次谐波含有率
64H	HRUC_6_7	R	uint32	4	0	C 相电压 6 次，7 次谐波含有率
68H	HRUC_8_9	R	uint32	4	0	C 相电压 8 次，9 次谐波含有率
6CH	HRUC_10_11	R	uint32	4	0	C 相电压 10 次，11 次谐波含有率
70H	HRUC_12_13	R	uint32	4	0	C 相电压 12 次，13 次谐波含有率
74H	HRUC_14_15	R	uint32	4	0	C 相电压 14 次，15 次谐波含有率
78H	HRUC_16_17	R	uint32	4	0	C 相电压 16 次，17 次谐波含有率
7CH	HRUC_18_19	R	uint32	4	0	C 相电压 18 次，19 次谐波含有率
80H	HRUC_20_21	R	uint32	4	0	C 相电压 20 次，21 次谐波含有率
84H	HRIA_0_1	R	uint32	4	0	A 相电流 0 次，1 次谐波含有率

88H	HRIA_2_3	R	uint32	4	0	A 相电流 2 次，3 次谐波含有率
8CH	HRIA_4_5	R	uint32	4	0	A 相电流 4 次，5 次谐波含有率
90H	HRIA_6_7	R	uint32	4	0	A 相电流 6 次，7 次谐波含有率
94H	HRIA_8_9	R	uint32	4	0	A 相电流 8 次，9 次谐波含有率
98H	HRIA_10_11	R	uint32	4	0	A 相电流 10 次，11 次谐波含有率
9CH	HRIA_12_13	R	uint32	4	0	A 相电流 12 次，13 次谐波含有率
A0H	HRIA_14_15	R	uint32	4	0	A 相电流 14 次，15 次谐波含有率
A4H	HRIA_16_17	R	uint32	4	0	A 相电流 16 次，17 次谐波含有率
A8H	HRIA_18_19	R	uint32	4	0	A 相电流 18 次，19 次谐波含有率
ACH	HRIA_20_21	R	uint32	4	0	A 相电流 20 次，21 次谐波含有率
B0H	HRIB_0_1	R	uint32	4	0	B 相电流 0 次，1 次谐波含有率
B4H	HRIB_2_3	R	uint32	4	0	B 相电流 2 次，3 次谐波含有率
B8H	HRIB_4_5	R	uint32	4	0	B 相电流 4 次，5 次谐波含有率
BCH	HRIB_6_7	R	uint32	4	0	B 相电流 6 次，7 次谐波含有率
C0H	HRIB_8_9	R	uint32	4	0	B 相电流 8 次，9 次谐波含有率
C4H	HRIB_10_11	R	uint32	4	0	B 相电流 10 次，11 次谐波含有率
C8H	HRIB_12_13	R	uint32	4	0	B 相电流 12 次，13 次谐波含有率
CCH	HRIB_14_15	R	uint32	4	0	B 相电流 14 次，15 次谐波含有率
D0H	HRIB_16_17	R	uint32	4	0	B 相电流 16 次，17 次谐波含有率
D4H	HRIB_18_19	R	uint32	4	0	B 相电流 18 次，19 次谐波含有率
D8H	HRIB_20_21	R	uint32	4	0	B 相电流 20 次，21 次谐波含有率
DCH	HRIC_0_1	R	uint32	4	0	C 相电流 0 次，1 次谐波含有率
E0H	HRIC_2_3	R	uint32	4	0	C 相电流 2 次，3 次谐波含有率
E4H	HRIC_4_5	R	uint32	4	0	C 相电流 4 次，5 次谐波含有率
E8H	HRIC_6_7	R	uint32	4	0	C 相电流 6 次，7 次谐波含有率
ECH	HRIC_8_9	R	uint32	4	0	C 相电流 8 次，9 次谐波含有率
F0H	HRIC_10_11	R	uint32	4	0	C 相电流 10 次，11 次谐波含有率
F4H	HRIC_12_13	R	uint32	4	0	C 相电流 12 次，13 次谐波含有率
F8H	HRIC_14_15	R	uint32	4	0	C 相电流 14 次，15 次谐波含有率
FCH	HRIC_16_17	R	uint32	4	0	C 相电流 16 次，17 次谐波含有率
100H	HRIC_18_19	R	uint32	4	0	C 相电流 18 次，19 次谐波含有率
104H	HRIC_20_21	R	uint32	4	0	C 相电流 20 次，21 次谐波含有率

5.3.3.2 谐波计算结果

400H	THD_UAUB	R	uint32	4	0	AB 相电压总谐波畸变率
404H	THD_UCIA	R	uint32	4	0	B 相电压,A 相电流总谐波畸变率
408H	THD_IBIC	R	uint32	4	0	BC 相电流总谐波畸变率
40CH	THD1_UAUB	R	uint32	4	0	AB 相电压总间谐波畸变率

410H	THD1_UCIA	R	uint32	4	0	B 相电压,A 相电流总间谐波畸变率
414H	THD1_IBIC	R	uint32	4	0	BC 相电流总间谐波畸变率
418H	FUA_SYN	R	uint32	4	0	A 相同步基波电压有效值
41CH	FUB_SYN	R	uint32	4	0	B 相同步基波电压有效值
420H	FUC_SYN	R	uint32	4	0	C 相同步基波电压有效值
424H	FIA_SYN	R	uint32	4	0	A 相同步基波电流有效值
428H	FIB_SYN	R	uint32	4	0	B 相同步基波电流有效值
42CH	FIC_SYN	R	uint32	4	0	C 相同步基波电流有效值
430H	φA_2	R	uint32	3	0	A 相 2 次谐波相角
434H	φA_3	R	uint32	3	0	A 相 3 次谐波相角
438H	φA_4	R	uint32	3	0	A 相 4 次谐波相角
43CH	φA_5	R	uint32	3	0	A 相 5 次谐波相角
440H	φA_6	R	uint32	3	0	A 相 6 次谐波相角
444H	φA_7	R	uint32	3	0	A 相 7 次谐波相角
448H	φA_8	R	uint32	3	0	A 相 8 次谐波相角
44CH	φA_9	R	uint32	3	0	A 相 9 次谐波相角
450H	φA_10	R	uint32	3	0	A 相 10 次谐波相角
454H	φA_11	R	uint32	3	0	A 相 11 次谐波相角
458H	φA_12	R	uint32	3	0	A 相 12 次谐波相角
45CH	φA_13	R	uint32	3	0	A 相 13 次谐波相角
460H	φA_14	R	uint32	3	0	A 相 14 次谐波相角
464H	φA_15	R	uint32	3	0	A 相 15 次谐波相角
468H	φA_16	R	uint32	3	0	A 相 16 次谐波相角
46CH	φA_17	R	uint32	3	0	A 相 17 次谐波相角
470H	φA_18	R	uint32	3	0	A 相 18 次谐波相角
474H	φA_19	R	uint32	3	0	A 相 19 次谐波相角
478H	φA_20	R	uint32	3	0	A 相 20 次谐波相角
47CH	φA_21	R	uint32	3	0	A 相 21 次谐波相角
480H	φB_2	R	uint32	3	0	B 相 2 次谐波相角
484H	φB_3	R	uint32	3	0	B 相 3 次谐波相角
488H	φB_4	R	uint32	3	0	B 相 4 次谐波相角
48CH	φB_5	R	uint32	3	0	B 相 5 次谐波相角
490H	φB_6	R	uint32	3	0	B 相 6 次谐波相角
494H	φB_7	R	uint32	3	0	B 相 7 次谐波相角
498H	φB_8	R	uint32	3	0	B 相 8 次谐波相角
49CH	φB_9	R	uint32	3	0	B 相 9 次谐波相角
4A0H	φB_10	R	uint32	3	0	B 相 10 次谐波相角
4A4H	φB_11	R	uint32	3	0	B 相 11 次谐波相角
4A8H	φB_12	R	uint32	3	0	B 相 12 次谐波相角
4ACH	φB_13	R	uint32	3	0	B 相 13 次谐波相角
4B0H	φB_14	R	uint32	3	0	B 相 14 次谐波相角

4B4H	φB_15	R	uint32	3	0	B 相 15 次谐波相角
4B8H	φB_16	R	uint32	3	0	B 相 16 次谐波相角
4BCH	φB_17	R	uint32	3	0	B 相 17 次谐波相角
4C0H	φB_18	R	uint32	3	0	B 相 18 次谐波相角
4C4H	φB_19	R	uint32	3	0	B 相 19 次谐波相角
4C8H	φB_20	R	uint32	3	0	B 相 20 次谐波相角
4CCH	φB_21	R	uint32	3	0	B 相 21 次谐波相角
4D0H	φC_2	R	uint32	3	0	C 相 2 次谐波相角
4D4H	φC_3	R	uint32	3	0	C 相 3 次谐波相角
4D8H	φC_4	R	uint32	3	0	C 相 4 次谐波相角
4DCH	φC_5	R	uint32	3	0	C 相 5 次谐波相角
4E0H	φC_6	R	uint32	3	0	C 相 6 次谐波相角
4E4H	φC_7	R	uint32	3	0	C 相 7 次谐波相角
4E8H	φC_8	R	uint32	3	0	C 相 8 次谐波相角
4ECH	φC_9	R	uint32	3	0	C 相 9 次谐波相角
4F0H	φC_10	R	uint32	3	0	C 相 10 次谐波相角
4F4H	φC_11	R	uint32	3	0	C 相 11 次谐波相角
4F8H	φC_12	R	uint32	3	0	C 相 12 次谐波相角
4FCH	φC_13	R	uint32	3	0	C 相 13 次谐波相角
500H	φC_14	R	uint32	3	0	C 相 14 次谐波相角
504H	φC_15	R	uint32	3	0	C 相 15 次谐波相角
508H	φC_16	R	uint32	3	0	C 相 16 次谐波相角
50CH	φC_17	R	uint32	3	0	C 相 17 次谐波相角
510H	φC_18	R	uint32	3	0	C 相 18 次谐波相角
514H	φC_19	R	uint32	3	0	C 相 19 次谐波相角
518H	φC_20	R	uint32	3	0	C 相 20 次谐波相角
51CH	φC_21	R	uint32	3	0	C 相 21 次谐波相角
520H	PA_2	R	int32	4	0	A 相 2 次谐波功率
524H	PA_3	R	int32	4	0	A 相 3 次谐波功率
528H	PA_4	R	int32	4	0	A 相 4 次谐波功率
52CH	PA_5	R	int32	4	0	A 相 5 次谐波功率
530H	PA_6	R	int32	4	0	A 相 6 次谐波功率
534H	PA_7	R	int32	4	0	A 相 7 次谐波功率
538H	PA_8	R	int32	4	0	A 相 8 次谐波功率
53CH	PA_9	R	int32	4	0	A 相 9 次谐波功率
540H	PA_10	R	int32	4	0	A 相 10 次谐波功率
544H	PA_11	R	int32	4	0	A 相 11 次谐波功率
548H	PA_12	R	int32	4	0	A 相 12 次谐波功率
54CH	PA_13	R	int32	4	0	A 相 13 次谐波功率
550H	PA_14	R	int32	4	0	A 相 14 次谐波功率
554H	PA_15	R	int32	4	0	A 相 15 次谐波功率

558H	PA_16	R	int32	4	0	A 相 16 次谐波功率
55CH	PA_17	R	int32	4	0	A 相 17 次谐波功率
560H	PA_18	R	int32	4	0	A 相 18 次谐波功率
564H	PA_19	R	int32	4	0	A 相 19 次谐波功率
568H	PA_20	R	int32	4	0	A 相 20 次谐波功率
56CH	PA_21	R	int32	4	0	A 相 21 次谐波功率
570H	PB_2	R	int32	4	0	B 相 2 次谐波功率
574H	PB_3	R	int32	4	0	B 相 3 次谐波功率
578H	PB_4	R	int32	4	0	B 相 4 次谐波功率
57CH	PB_5	R	int32	4	0	B 相 5 次谐波功率
580H	PB_6	R	int32	4	0	B 相 6 次谐波功率
584H	PB_7	R	int32	4	0	B 相 7 次谐波功率
588H	PB_8	R	int32	4	0	B 相 8 次谐波功率
58CH	PB_9	R	int32	4	0	B 相 9 次谐波功率
590H	PB_10	R	int32	4	0	B 相 10 次谐波功率
594H	PB_11	R	int32	4	0	B 相 11 次谐波功率
598H	PB_12	R	int32	4	0	B 相 12 次谐波功率
59CH	PB_13	R	int32	4	0	B 相 13 次谐波功率
5A0H	PB_14	R	int32	4	0	B 相 14 次谐波功率
5A4H	PB_15	R	int32	4	0	B 相 15 次谐波功率
5A8H	PB_16	R	int32	4	0	B 相 16 次谐波功率
5ACH	PB_17	R	int32	4	0	B 相 17 次谐波功率
5B0H	PB_18	R	int32	4	0	B 相 18 次谐波功率
5B4H	PB_19	R	int32	4	0	B 相 19 次谐波功率
5B8H	PB_20	R	int32	4	0	B 相 20 次谐波功率
5BCH	PB_21	R	int32	4	0	B 相 21 次谐波功率
5C0H	PC_2	R	int32	4	0	C 相 2 次谐波功率
5C4H	PC_3	R	int32	4	0	C 相 3 次谐波功率
5C8H	PC_4	R	int32	4	0	C 相 4 次谐波功率
5CCH	PC_5	R	int32	4	0	C 相 5 次谐波功率
5D0H	PC_6	R	int32	4	0	C 相 6 次谐波功率
5D4H	PC_7	R	int32	4	0	C 相 7 次谐波功率
5D8H	PC_8	R	int32	4	0	C 相 8 次谐波功率
5DCH	PC_9	R	int32	4	0	C 相 9 次谐波功率
5E0H	PC_10	R	int32	4	0	C 相 10 次谐波功率
5E4H	PC_11	R	int32	4	0	C 相 11 次谐波功率
5E8H	PC_12	R	int32	4	0	C 相 12 次谐波功率
5ECH	PC_13	R	int32	4	0	C 相 13 次谐波功率
5F0H	PC_14	R	int32	4	0	C 相 14 次谐波功率
5F4H	PC_15	R	int32	4	0	C 相 15 次谐波功率
5F8H	PC_16	R	int32	4	0	C 相 16 次谐波功率

5FCH	PC_17	R	int32	4	0	C 相 17 次谐波功率
600H	PC_18	R	int32	4	0	C 相 18 次谐波功率
604H	PC_19	R	int32	4	0	C 相 19 次谐波功率
608H	PC_20	R	int32	4	0	C 相 20 次谐波功率
60CH	PC_21	R	int32	4	0	C 相 21 次谐波功率
610H	FSA_SYN	R	int32	4	0	A 相同步基波 RMS 视在功率
614H	FSB_SYN	R	int32	4	0	B 相同步基波 RMS 视在功率
618H	FSC_SYN	R	int32	4	0	C 相同步基波 RMS 视在功率

5.3.4 Cmd_0x43 间谐波含有率（旧，兼容 A 版）

说明：

如果客户第一次导入的芯片是 B 版本，或者间谐波计算次数为 631 次，则需要使用新增的 CMD_0x4c 命令。

SPI 命令	CMD_0x43 Read InterHarmonic Result-读间谐波计算结果					
偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
0x00	IHRUA_0_1	R	uint32	4	0	A 相电压 0 次，1 次间谐波含有率
0x04	IHRUA_2_3	R	uint32	4	0	A 相电压 2 次，3 次间谐波含有率
0x08	IHRUA_4_5	R	uint32	4	0	A 相电压 4 次，5 次间谐波含有率
0x0C	IHRUA_6_7	R	uint32	4	0	A 相电压 6 次，7 次间谐波含有率
0x10	IHRUA_8_9	R	uint32	4	0	A 相电压 8 次，9 次间谐波含有率
0x14	IHRUA_10_11	R	uint32	4	0	A 相电压 10 次，11 次间谐波含有率
0x18	IHRUA_12_13	R	uint32	4	0	A 相电压 12 次，13 次间谐波含有率
0x1C	IHRUA_14_15	R	uint32	4	0	A 相电压 14 次，15 次间谐波含有率
0x20	IHRUA_16_17	R	uint32	4	0	A 相电压 16 次，17 次间谐波含有率
0x24	IHRUA_18_19	R	uint32	4	0	A 相电压 18 次，19 次间谐波含有率
0x28	IHRUA_20_21	R	uint32	4	0	A 相电压 20 次，21 次间谐波含有率
0x2C	IHRUA_22_23	R	uint32	4	0	A 相电压 22 次，23 次间谐波含有率
0x30	IHRUA_24_25	R	uint32	4	0	A 相电压 24 次，25 次间谐波含有率
0x34	IHRUA_26_27	R	uint32	4	0	A 相电压 26 次，27 次间谐波含有率
0x38	IHRUA_28_29	R	uint32	4	0	A 相电压 28 次，29 次间谐波含有率
0x3C	IHRUA_30_31	R	uint32	4	0	A 相电压 30 次，31 次间谐波含有率
0x40	IHRUA_32_33	R	uint32	4	0	A 相电压 32 次，33 次间谐波含有率
0x44	IHRUA_34_35	R	uint32	4	0	A 相电压 34 次，35 次间谐波含有率
0x48	IHRUA_36_37	R	uint32	4	0	A 相电压 36 次，37 次间谐波含有率
0x4C	IHRUA_38_39	R	uint32	4	0	A 相电压 38 次，39 次间谐波含有率
0x50	IHRUA_40_41	R	uint32	4	0	A 相电压 40 次，41 次间谐波含有率
0x54	IHRUA_42_43	R	uint32	4	0	A 相电压 42 次，43 次间谐波含有率

0x58	IHRUA_44_45	R	uint32	4	0	A 相电压 44 次，45 次间谐波含有率
0x5C	IHRUA_46_47	R	uint32	4	0	A 相电压 46 次，47 次间谐波含有率
0x60	IHRUA_48_49	R	uint32	4	0	A 相电压 48 次，49 次间谐波含有率
0x64	IHRUA_50_51	R	uint32	4	0	A 相电压 50 次，51 次间谐波含有率
0x68	IHRUA_52_53	R	uint32	4	0	A 相电压 52 次，53 次间谐波含有率
0x6C	IHRUA_54_55	R	uint32	4	0	A 相电压 54 次，55 次间谐波含有率
0x70	IHRUA_56_57	R	uint32	4	0	A 相电压 56 次，57 次间谐波含有率
0x74	IHRUA_58_59	R	uint32	4	0	A 相电压 58 次，59 次间谐波含有率
0x78	IHRUA_60_61	R	uint32	4	0	A 相电压 60 次，61 次间谐波含有率
0x7C	IHRUA_62_63	R	uint32	4	0	A 相电压 62 次，63 次间谐波含有率
0x80	IHRUA_64_65	R	uint32	4	0	A 相电压 64 次，65 次间谐波含有率
0x84	IHRUA_66_67	R	uint32	4	0	A 相电压 66 次，67 次间谐波含有率
0x88	IHRUA_68_69	R	uint32	4	0	A 相电压 68 次，69 次间谐波含有率
0x8C	IHRUA_70_71	R	uint32	4	0	A 相电压 70 次，71 次间谐波含有率
0x90	IHRUA_72_73	R	uint32	4	0	A 相电压 72 次，73 次间谐波含有率
0x94	IHRUA_74_75	R	uint32	4	0	A 相电压 74 次，75 次间谐波含有率
0x98	IHRUA_76_77	R	uint32	4	0	A 相电压 76 次，77 次间谐波含有率
0x9C	IHRUA_78_79	R	uint32	4	0	A 相电压 78 次，79 次间谐波含有率
0xA0	IHRUA_80_81	R	uint32	4	0	A 相电压 80 次，81 次间谐波含有率
0xA4	IHRUA_82_83	R	uint32	4	0	A 相电压 82 次，83 次间谐波含有率
0xA8	IHRUA_84_85	R	uint32	4	0	A 相电压 84 次，85 次间谐波含有率
0xAC	IHRUA_86_87	R	uint32	4	0	A 相电压 86 次，87 次间谐波含有率
0xB0	IHRUA_88_89	R	uint32	4	0	A 相电压 88 次，89 次间谐波含有率
0xB4	IHRUA_90_91	R	uint32	4	0	A 相电压 90 次，91 次间谐波含有率
0xB8	IHRUA_92_93	R	uint32	4	0	A 相电压 92 次，93 次间谐波含有率
0xBC	IHRUA_94_95	R	uint32	4	0	A 相电压 94 次，95 次间谐波含有率
0xC0	IHRUA_96_97	R	uint32	4	0	A 相电压 96 次，97 次间谐波含有率
0xC4	IHRUA_98_99	R	uint32	4	0	A 相电压 98 次，99 次间谐波含有率
0xC8	IHRUA_100_101	R	uint32	4	0	A 相电压 100 次，101 次间谐波含有率
0xCC	IHRUA_102_103	R	uint32	4	0	A 相电压 102 次，103 次间谐波含有率
0xD0	IHRUA_104_105	R	uint32	4	0	A 相电压 104 次，105 次间谐波含有率
0xD4	IHRUA_106_107	R	uint32	4	0	A 相电压 106 次，107 次间谐波含有率
0xD8	IHRUA_108_109	R	uint32	4	0	A 相电压 108 次，109 次间谐波含有率
0xDC	IHRUA_110_111	R	uint32	4	0	A 相电压 110 次，111 次间谐波含有率
0xE0	IHRUA_112_113	R	uint32	4	0	A 相电压 112 次，113 次间谐波含有率
0xE4	IHRUA_114_115	R	uint32	4	0	A 相电压 114 次，115 次间谐波含有率
0xE8	IHRUA_116_117	R	uint32	4	0	A 相电压 116 次，117 次间谐波含有率
0xEC	IHRUA_118_119	R	uint32	4	0	A 相电压 118 次，119 次间谐波含有率
0xF0	IHRUA_120_121	R	uint32	4	0	A 相电压 120 次，121 次间谐波含有率
0xF4	IHRUA_122_123	R	uint32	4	0	A 相电压 122 次，123 次间谐波含有率
0xF8	IHRUA_124_125	R	uint32	4	0	A 相电压 124 次，125 次间谐波含有率

0xFC	IHRUA_126_127	R	uint32	4	0	A 相电压 126 次，127 次间谐波含有率
0x100	IHRUA_128_129	R	uint32	4	0	A 相电压 128 次，129 次间谐波含有率
0x104	IHRUA_130_131	R	uint32	4	0	A 相电压 130 次，131 次间谐波含有率
0x108	IHRUA_132_133	R	uint32	4	0	A 相电压 132 次，133 次间谐波含有率
0x10C	IHRUA_134_135	R	uint32	4	0	A 相电压 134 次，135 次间谐波含有率
0x110	IHRUA_136_137	R	uint32	4	0	A 相电压 136 次，137 次间谐波含有率
0x114	IHRUA_138_139	R	uint32	4	0	A 相电压 138 次，139 次间谐波含有率
0x118	IHRUA_140_141	R	uint32	4	0	A 相电压 140 次，141 次间谐波含有率
0x11C	IHRUA_142_143	R	uint32	4	0	A 相电压 142 次，143 次间谐波含有率
0x120	IHRUA_144_145	R	uint32	4	0	A 相电压 144 次，145 次间谐波含有率
0x124	IHRUA_146_147	R	uint32	4	0	A 相电压 146 次，147 次间谐波含有率
0x128	IHRUA_148_149	R	uint32	4	0	A 相电压 148 次，149 次间谐波含有率
0x12C	IHRUA_150_151	R	uint32	4	0	A 相电压 150 次，151 次间谐波含有率
0x130	IHRUA_152_153	R	uint32	4	0	A 相电压 152 次，153 次间谐波含有率
0x134	IHRUA_154_155	R	uint32	4	0	A 相电压 154 次，155 次间谐波含有率
0x138	IHRUA_156_157	R	uint32	4	0	A 相电压 156 次，157 次间谐波含有率
0x13C	IHRUA_158_159	R	uint32	4	0	A 相电压 158 次，159 次间谐波含有率
0x140	IHRUA_160_161	R	uint32	4	0	A 相电压 160 次，161 次间谐波含有率
0x144	IHRUA_162_163	R	uint32	4	0	A 相电压 162 次，163 次间谐波含有率
0x148	IHRUA_164_165	R	uint32	4	0	A 相电压 164 次，165 次间谐波含有率
0x14C	IHRUA_166_167	R	uint32	4	0	A 相电压 166 次，167 次间谐波含有率
0x150	IHRUA_168_169	R	uint32	4	0	A 相电压 168 次，169 次间谐波含有率
0x154	IHRUA_170_171	R	uint32	4	0	A 相电压 170 次，171 次间谐波含有率
0x158	IHRUA_172_173	R	uint32	4	0	A 相电压 172 次，173 次间谐波含有率
0x15C	IHRUA_174_175	R	uint32	4	0	A 相电压 174 次，175 次间谐波含有率
0x160	IHRUA_176_177	R	uint32	4	0	A 相电压 176 次，177 次间谐波含有率
0x164	IHRUA_178_179	R	uint32	4	0	A 相电压 178 次，179 次间谐波含有率
0x168	IHRUA_180_181	R	uint32	4	0	A 相电压 180 次，181 次间谐波含有率
0x16C	IHRUA_182_183	R	uint32	4	0	A 相电压 182 次，183 次间谐波含有率
0x170	IHRUA_184_185	R	uint32	4	0	A 相电压 184 次，185 次间谐波含有率
0x174	IHRUA_186_187	R	uint32	4	0	A 相电压 186 次，187 次间谐波含有率
0x178	IHRUA_188_189	R	uint32	4	0	A 相电压 188 次，189 次间谐波含有率
0x17C	IHRUA_190_191	R	uint32	4	0	A 相电压 190 次，191 次间谐波含有率
0x180	IHRUA_192_193	R	uint32	4	0	A 相电压 192 次，193 次间谐波含有率
0x184	IHRUA_194_195	R	uint32	4	0	A 相电压 194 次，195 次间谐波含有率
0x188	IHRUA_196_197	R	uint32	4	0	A 相电压 196 次，197 次间谐波含有率
0x18C	IHRUA_198_199	R	uint32	4	0	A 相电压 198 次，199 次间谐波含有率
0x190	IHRUA_200_201	R	uint32	4	0	A 相电压 200 次，201 次间谐波含有率
0x194	IHRUA_202_203	R	uint32	4	0	A 相电压 202 次，203 次间谐波含有率
0x198	IHRUA_204_205	R	uint32	4	0	A 相电压 204 次，205 次间谐波含有率
0x19C	IHRUA_206_207	R	uint32	4	0	A 相电压 206 次，207 次间谐波含有率

0x1A0	IHRUA_208_209	R	uint32	4	0	A 相电压 208 次，209 次间谐波含有率
0x1A4	IHRUA_210_211	R	uint32	4	0	A 相电压 210 次，211 次间谐波含有率
1A8H-34CH	IHRUB_0_211	R	uint32	424	0	B 相电压间谐波含有率，参考 A 相
350H-4F4H	IHRUC_0_211	R	uint32	424	0	C 相电压间谐波含有率，参考 A 相
4F8H-69CH	IHRIA_0_211	R	uint32	424	0	A 相电流间谐波含有率，参考 A 相
6A0H-844H	IHRIB_0_211	R	uint32	424	0	B 相电流间谐波含有率，参考 A 相
848H-9ECH	IHRIC_0_211	R	uint32	424	0	C 相电流间谐波含有率，参考 A 相

5.3.5 **Cmd_0x44 电压暂态事件（新，不兼容 A 版）**

5.3.5.1 暂态事件状态寄存器(0x0)

SPI 命令	**CMD_0x44：Read Voltage transient Event Record-电压暂态事件记录 CMD_0xc4：Write Voltage transient Event Record-电压暂态事件记录**					
偏移地址	**名称**	**R/W**	**数据类型**	**有效字长**	**复位值**	**功能描述**
0H	hfrms0	R	uint32	4	0	电压电流半波有效值校准值 0
4H	hfrms1	R	uint32	4	0	电压电流半波有效值校准值 1
8H	hfrms2	R	uint32	4	0	电压电流半波有效值校准值 2
CH	hfrms_avg0	R	uint32	4	0	半波有效值平均值寄存器 0
10H	hfrms_avg1	R	uint32	4	0	半波有效值平均值寄存器 1
14H	hfrms_avg2	R	uint32	4	0	半波有效值平均值寄存器 2
18H	Extr_TR_Start_UX_STA	R/W	uint32	4	0	分相暂态事件开始状态寄存器
1CH	Extr_TR_End_UX_STA	R/W	uint32	4	0	分相暂态事件结束状态寄存器
20H	Extr_TR_Ux3_STA	R/W	uint32	4	0	多相暂态事件状态寄存器
24H	Extr_REC_STA	R/W	uint32	4	0	多相暂态事件二级缓存状态寄存器
28H	RVC_STA	R/W	uint32	4	0	RVC 事件实时状态寄存器
2CH	Rxtr_REC_Wave_STA	R/W	uint32	4	0	ADC 波形故障录波状态寄存器
30H	Extr _BUF_TO_REC	R/W	uint32	4	0	暂态事件实时数据强制缓存寄存器
34H	sta_reserved1	R	uint32	4	0	reserved

5.3.5.2 分相暂态事件实时/缓存结果寄存器(0x2000)

5.3.5.2.1 实时寄存器

SPI 命令	CMD_0x44：Read Voltage transient Event Record-电压暂态事件记录					
地址	名称	R / W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
2000H	Swells_UA_START_YMD	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂升起始时间-年月日
2004H	Swells_UA_START_HMS	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂升起始时间-时分秒
2008H	Swells_UA_START_ms	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂升起始时间-毫秒
200CH	Swells_UA_tlen	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂升持续时间
2010H	Swells_UA_Val	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂升半波有效值极值
2014H	Swells_UA_END_YMD	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂升结束时间-年月日
2018H	Swells_UA_END_HMS	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂升结束时间-时分秒
201CH	Swells_UA_END_ms	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂升结束时间-毫秒
2020H	Swells_UA_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂升时间统计期间完整事件发生次数
2024H	Swells_UB_START_YMD	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂升起始时间-年月日
2028H	Swells_UB_START_HMS	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂升起始时间-时分秒
202CH	Swells_UB_START_ms	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂升起始时间-毫秒
2030H	Swells_UB_tlen	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂升持续时间
2034H	Swells_UB_Val	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂升半波有效值极值
2038H	Swells_UB_END_YMD	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂升结束时间-年月日
203CH	Swells_UB_END_HMS	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂升结束时间-时分秒
2040H	Swells_UB_END	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂升结束时间-毫秒

	_ms					
2044H	Swells_UB_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂升时间统计期间完整事件发生次数
2048H	Swells_UC_START_YMD	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂升起始时间-年月日
204CH	Swells_UC_START_HMS	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂升起始时间-时分秒
2050H	Swells_UC_START_ms	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂升起始时间-毫秒
2054H	Swells_UC_tlen	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂升持续时间
2058H	Swells_UC_Val	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂升半波有效值极值
205CH	Swells_UC_END_YMD	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂升结束时间-年月日
2060H	Swells_UC_END_HMS	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂升结束时间-时分秒
2064H	Swells_UC_END_ms	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂升结束时间-毫秒
2068H	Swells_UC_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂升时间统计期间完整事件发生次数
206CH	Dips_UA_START_YMD	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂降起始时间-年月日
2070H	Dips_UA_START_HMS	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂降起始时间-时分秒
2074H	Dips_UA_START_ms	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂降起始时间-毫秒
2078H	Dips_UA_tlen	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂降持续时间
207CH	Dips_UA_Val	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂降半波有效值极值
2080H	Dips_UA_END_YMD	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂降结束时间-年月日
2084H	Dips_UA_END_HMS	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂降结束时间-时分秒
2088H	Dips_UA_END_ms	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂降结束时间-毫秒
208CH	Dips_UA_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	实时-A 相电压暂降时间统计期间完整事件发生次数
2090H	Dips_UB_START_YMD	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂降起始时间-年月日
2094H	Dips_UB_START_HMS	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂降起始时间-时分秒

2098H	Dips_UB_START_ms	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂降起始时间-毫秒
209CH	Dips_UB_tlen	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂降持续时间
20A0H	Dips_UB_Val	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂降半波有效值极值
20A4H	Dips_UB_END_YMD	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂降结束时间-年月日
20A8H	Dips_UB_END_HMS	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂降结束时间-时分秒
20ACH	Dips_UB_END_ms	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂降结束时间-毫秒
20B0H	Dips_UB_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	实时-B 相电压暂降时间统计期间完整事件发生次数
20B4H	Dips_UC_START_YMD	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂降起始时间-年月日
20B8H	Dips_UC_START_HMS	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂降起始时间-时分秒
20BCH	Dips_UC_START_ms	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂降起始时间-毫秒
20C0H	Dips_UC_tlen	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂降持续时间
20C4H	Dips_UC_Val	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂降半波有效值极值
20C8H	Dips_UC_END_YMD	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂降结束时间-年月日
20CCH	Dips_UC_END_HMS	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂降结束时间-时分秒
20D0H	Dips_UC_END_ms	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂降结束时间-毫秒
20D4H	Dips_UC_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	实时-C 相电压暂降时间统计期间完整事件发生次数
20D8H	Intr_UA_START_YMD	R	uint32	4	0	实时-A 相电压中断起始时间-年月日
20DCH	Intr_UA_START_HMS	R	uint32	4	0	实时-A 相电压中断起始时间-时分秒
20E0H	Intr_UA_START_ms	R	uint32	4	0	实时-A 相电压中断起始时间-毫秒
20E4H	Intr_UA_tlen	R	uint32	4	0	实时-A 相电压中断持续时间
20E8H	Intr_UA_Val	R	uint32	4	0	实时-A 相电压中断半波有效值极值
20ECH	Intr_UA_END_YMD	R	uint32	4	0	实时-A 相电压中断结束时间-年月日

20F0H	Intr_UA_END_HMS	R	uint32	4	0	实时-A 相电压中断结束时间-时分秒
20F4H	Intr_UA_END_ms	R	uint32	4	0	实时-A 相电压中断结束时间-毫秒
20F8H	Intr_UA_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	实时-A 相电压中断时间统计期间完整事件发生次数
20FCH	Intr_UB_START_YMD	R	uint32	4	0	实时-B 相电压中断起始时间-年月日
2100H	Intr_UB_START_HMS	R	uint32	4	0	实时-B 相电压中断起始时间-时分秒
2104H	Intr_UB_START_ms	R	uint32	4	0	实时-B 相电压中断起始时间-毫秒
2108H	Intr_UB_tlen	R	uint32	4	0	实时-B 相电压中断持续时间
210CH	Intr_UB_Val	R	uint32	4	0	实时-B 相电压中断半波有效值极值
2110H	Intr_UB_END_YMD	R	uint32	4	0	实时-B 相电压中断结束时间-年月日
2114H	Intr_UB_END_HMS	R	uint32	4	0	实时-B 相电压中断结束时间-时分秒
2118H	Intr_UB_END_ms	R	uint32	4	0	实时-B 相电压中断结束时间-毫秒
211CH	Intr_UB_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	实时-B 相电压中断时间统计期间完整事件发生次数
2120H	Intr_UC_START_YMD	R	uint32	4	0	实时-C 相电压中断起始时间-年月日
2124H	Intr_UC_START_HMS	R	uint32	4	0	实时-C 相电压中断起始时间-时分秒
2128H	Intr_UC_START_ms	R	uint32	4	0	实时-C 相电压中断起始时间-毫秒
212CH	Intr_UC_tlen	R	uint32	4	0	实时-C 相电压中断持续时间
2130H	Intr_UC_Val	R	uint32	4	0	实时-C 相电压中断半波有效值极值
2134H	Intr_UC_END_YMD	R	uint32	4	0	实时-C 相电压中断结束时间-年月日
2138H	Intr_UC_END_HMS	R	uint32	4	0	实时-C 相电压中断结束时间-时分秒
213CH	Intr_UC_END_ms	R	uint32	4	0	实时-C 相电压中断结束时间-毫秒
2140H	Intr_UC_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	实时-C 相电压中断时间统计期间完整事件发生次数
2144H	UA_SWELLS_L	R	uint32	4	0	实时-UA 电压暂升统计阈值0结果

	EVEL_0					寄存器
2148H	UA_SWELLS_LEVEL_1	R	uint32	4	0	实时-UA 电压暂升统计阈值 1 结果寄存器
214CH	UA_SWELLS_LEVEL_2	R	uint32	4	0	实时-UA 电压暂升统计阈值 2 结果寄存器
2150H	UA_SWELLS_LEVEL_3	R	uint32	4	0	实时-UA 电压暂升统计阈值 3 结果寄存器
2154H	UA_SWELLS_LEVEL_4	R	uint32	4	0	实时-UA 电压暂升统计阈值 4 结果寄存器
2158H	UA_SWELLS_LEVEL_5	R	uint32	4	0	实时-UA 电压暂升统计阈值 5 结果寄存器
215CH	UB_SWELLS_LEVEL_0	R	uint32	4	0	实时-UB 电压暂升统计阈值 0 结果寄存器
2160H	UB_SWELLS_LEVEL_1	R	uint32	4	0	实时-UB 电压暂升统计阈值 1 结果寄存器
2164H	UB_SWELLS_LEVEL_2	R	uint32	4	0	实时-UB 电压暂升统计阈值 2 结果寄存器
2168H	UB_SWELLS_LEVEL_3	R	uint32	4	0	实时-UB 电压暂升统计阈值 3 结果寄存器
216CH	UB_SWELLS_LEVEL_4	R	uint32	4	0	实时-UB 电压暂升统计阈值 4 结果寄存器
2170H	UB_SWELLS_LEVEL_5	R	uint32	4	0	实时-UB 电压暂升统计阈值 5 结果寄存器
2174H	UC_SWELLS_LEVEL_0	R	uint32	4	0	实时-UC 电压暂升统计阈值 0 结果寄存器
2178H	UC_SWELLS_LEVEL_1	R	uint32	4	0	实时-UC 电压暂升统计阈值 1 结果寄存器
217CH	UC_SWELLS_LEVEL_2	R	uint32	4	0	实时-UC 电压暂升统计阈值 2 结果寄存器
2180H	UC_SWELLS_LEVEL_3	R	uint32	4	0	实时-UC 电压暂升统计阈值 3 结果寄存器
2184H	UC_SWELLS_LEVEL_4	R	uint32	4	0	实时-UC 电压暂升统计阈值 4 结果寄存器
2188H	UC_SWELLS_LEVEL_5	R	uint32	4	0	实时-UC 电压暂升统计阈值 5 结果寄存器
218CH	UA_DIPS_LEVEL_0	R	uint32	4	0	实时-UA 电压暂降统计阈值 0 结果寄存器
2190H	UA_DIPS_LEVEL_1	R	uint32	4	0	实时-UA 电压暂降统计阈值 1 结果寄存器
2194H	UA_DIPS_LEVEL_2	R	uint32	4	0	实时-UA 电压暂降统计阈值 2 结果寄存器

2198H	UA_DIPS_LEVEL_3	R	uint32	4	0	实时-UA 电压暂降统计阈值3结果寄存器
219CH	UA_DIPS_LEVEL_4	R	uint32	4	0	实时-UA 电压暂降统计阈值4结果寄存器
21A0H	UA_DIPS_LEVEL_5	R	uint32	4	0	实时-UA 电压暂降统计阈值5结果寄存器
21A4H	UB_DIPS_LEVEL_0	R	uint32	4	0	实时-UB 电压暂降统计阈值0结果寄存器
21A8H	UB_DIPS_LEVEL_1	R	uint32	4	0	实时-UB 电压暂降统计阈值1结果寄存器
21ACH	UB_DIPS_LEVEL_2	R	uint32	4	0	实时-UB 电压暂降统计阈值2结果寄存器
21B0H	UB_DIPS_LEVEL_3	R	uint32	4	0	实时-UB 电压暂降统计阈值3结果寄存器
21B4H	UB_DIPS_LEVEL_4	R	uint32	4	0	实时-UB 电压暂降统计阈值4结果寄存器
21B8H	UB_DIPS_LEVEL_5	R	uint32	4	0	实时-UB 电压暂降统计阈值5结果寄存器
21BCH	UC_DIPS_LEVEL_0	R	uint32	4	0	实时-UC 电压暂降统计阈值0结果寄存器
21C0H	UC_DIPS_LEVEL_1	R	uint32	4	0	实时-UC 电压暂降统计阈值1结果寄存器
21C4H	UC_DIPS_LEVEL_2	R	uint32	4	0	实时-UC 电压暂降统计阈值2结果寄存器
21C8H	UC_DIPS_LEVEL_3	R	uint32	4	0	实时-UC 电压暂降统计阈值3结果寄存器
21CCH	UC_DIPS_LEVEL_4	R	uint32	4	0	实时-UC 电压暂降统计阈值4结果寄存器
21D0H	UC_DIPS_LEVEL_5	R	uint32	4	0	实时-UC 电压暂降统计阈值5结果寄存器

5.3.5.2.2 **缓存寄存器**

SPI 命令	**CMD_0x44：Read**					
地址	**名称**	**R / W**	**数据类型**	**有效字长**	**复位值**	**功能描述**
2400H	Buf_Swells_UA_START_YMD	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂升起始时间-年月日

2404H	Buf_Swells_UA_START_HMS	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂升起始时间-时分秒
2408H	Buf_Swells_UA_START_ms	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂升起始时间-毫秒
240CH	Buf_Swells_UA_tlen	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂升持续时间
2410H	Buf_Swells_UA_Val	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂升半波有效值极值
2414H	Buf_Swells_UA_END_YMD	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂升结束时间-年月日
2418H	Buf_Swells_UA_END_HMS	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂升结束时间-时分秒
241CH	Buf_Swells_UA_END_ms	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂升结束时间-毫秒
2420H	Buf_Swells_UA_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂升时间统计期间完整事件发生次数
2424H	Buf_Swells_UB_START_YMD	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂升起始时间-年月日
2428H	Buf_Swells_UB_START_HMS	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂升起始时间-时分秒
242CH	Buf_Swells_UB_START_ms	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂升起始时间-毫秒
2430H	Buf_Swells_UB_tlen	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂升持续时间
2434H	Buf_Swells_UB_Val	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂升半波有效值极值
2438H	Buf_Swells_UB_END_YMD	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂升结束时间-年月日
243CH	Buf_Swells_UB_END_HMS	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂升结束时间-时分秒
2440H	Buf_Swells_UB_END_ms	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂升结束时间-毫秒
2444H	Buf_Swells_UB_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂升时间统计期间完整事件发生次数
2448H	Buf_Swells_UC_START_YMD	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂升起始时间-年月日
244CH	Buf_Swells_UC_START_HMS	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂升起始时间-时分秒
2450H	Buf_Swells_UC_START_ms	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂升起始时间-毫秒

2454H	Buf_Swells_UC_tlen	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂升持续时间
2458H	Buf_Swells_UC_Val	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂升半波有效值极值
245CH	Buf_Swells_UC_END_YMD	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂升结束时间-年月日
2460H	Buf_Swells_UC_END_HMS	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂升结束时间-时分秒
2464H	Buf_Swells_UC_END_ms	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂升结束时间-毫秒
2468H	Buf_Swells_UC_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂升时间统计期间完整事件发生次数
246CH	Buf_Dips_UA_START_YMD	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂降起始时间-年月日
2470H	Buf_Dips_UA_START_HMS	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂降起始时间-时分秒
2474H	Buf_Dips_UA_START_ms	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂降起始时间-毫秒
2478H	Buf_Dips_UA_tlen	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂降持续时间
247CH	Buf_Dips_UA_Val	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂降半波有效值极值
2480H	Buf_Dips_UA_END_YMD	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂降结束时间-年月日
2484H	Buf_Dips_UA_END_HMS	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂降结束时间-时分秒
2488H	Buf_Dips_UA_END_ms	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂降结束时间-毫秒
248CH	Buf_Dips_UA_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压暂降时间统计期间完整事件发生次数
2490H	Buf_Dips_UB_START_YMD	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂降起始时间-年月日
2494H	Buf_Dips_UB_START_HMS	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂降起始时间-时分秒
2498H	Buf_Dips_UB_START_ms	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂降起始时间-毫秒
249CH	Buf_Dips_UB_tlen	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂降持续时间
24A0H	Buf_Dips_UB_Val	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂降半波有效值极值

24A4H	Buf_Dips_UB_END_YMD	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂降结束时间-年月日
24A8H	Buf_Dips_UB_END_HMS	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂降结束时间-时分秒
24ACH	Buf_Dips_UB_END_ms	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂降结束时间-毫秒
24B0H	Buf_Dips_UB_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压暂降时间统计期间完整事件发生次数
24B4H	Buf_Dips_UC_START_YMD	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂降起始时间-年月日
24B8H	Buf_Dips_UC_START_HMS	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂降起始时间-时分秒
24BCH	Buf_Dips_UC_START_ms	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂降起始时间-毫秒
24C0H	Buf_Dips_UC_tlen	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂降持续时间
24C4H	Buf_Dips_UC_Val	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂降半波有效值极值
24C8H	Buf_Dips_UC_END_YMD	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂降结束时间-年月日
24CCH	Buf_Dips_UC_END_HMS	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂降结束时间-时分秒
24D0H	Buf_Dips_UC_END_ms	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂降结束时间-毫秒
24D4H	Buf_Dips_UC_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压暂降时间统计期间完整事件发生次数
24D8H	Buf_Intr_UA_START_YMD	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压中断起始时间-年月日
24DCH	Buf_Intr_UA_START_HMS	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压中断起始时间-时分秒
24E0H	Buf_Intr_UA_START_ms	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压中断起始时间-毫秒
24E4H	Buf_Intr_UA_tlen	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压中断持续时间
24E8H	Buf_Intr_UA_Val	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压中断半波有效值极值
24ECH	Buf_Intr_UA_END_YMD	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压中断结束时间-年月日
24F0H	Buf_Intr_UA_END_HMS	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压中断结束时间-时分秒
24F4H	Buf_Intr_UA_END_ms	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压中断结束时间-毫秒

24F8H	Buf_Intr_UA_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	缓存-A 相电压中断时间统计期间完整事件发生次数
24FCH	Buf_Intr_UB_START_YMD	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压中断起始时间-年月日
2500H	Buf_Intr_UB_START_HMS	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压中断起始时间-时分秒
2504H	Buf_Intr_UB_START_ms	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压中断起始时间-毫秒
2508H	Buf_Intr_UB_tlen	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压中断持续时间
250CH	Buf_Intr_UB_Val	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压中断半波有效值极值
2510H	Buf_Intr_UB_END_YMD	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压中断结束时间-年月日
2514H	Buf_Intr_UB_END_HMS	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压中断结束时间-时分秒
2518H	Buf_Intr_UB_END_ms	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压中断结束时间-毫秒
251CH	Buf_Intr_UB_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	缓存-B 相电压中断时间统计期间完整事件发生次数
2520H	Buf_Intr_UC_START_YMD	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压中断起始时间-年月日
2524H	Buf_Intr_UC_START_HMS	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压中断起始时间-时分秒
2528H	Buf_Intr_UC_START_ms	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压中断起始时间-毫秒
252CH	Buf_Intr_UC_tlen	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压中断持续时间
2530H	Buf_Intr_UC_Val	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压中断半波有效值极值
2534H	Buf_Intr_UC_END_YMD	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压中断结束时间-年月日
2538H	Buf_Intr_UC_END_HMS	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压中断结束时间-时分秒
253CH	Buf_Intr_UC_END_ms	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压中断结束时间-毫秒
2540H	Buf_Intr_UC_TR_EVENT_CNT	R	uint32	4	0	缓存-C 相电压中断时间统计期间完整事件发生次数
2544H	BUF_UA_SWELLS_LEVEL_0	R	uint32	4	0	缓存-UA 电压暂升统计阈值 0 结果寄存器
2548H	BUF_UA_SWELLS_LEVEL_1	R	uint32	4	0	缓存-UA 电压暂升统计阈值 1 结果寄存器
254CH	BUF_UA_SWEL	R	uint32	4	0	缓存-UA 电压暂升统计阈值 2 结果

	LS_LEVEL_2					寄存器
2550H	BUF_UA_SWELLS_LEVEL_3	R	uint32	4	0	缓存-UA 电压暂升统计阈值3结果寄存器
2554H	BUF_UA_SWELLS_LEVEL_4	R	uint32	4	0	缓存-UA 电压暂升统计阈值4结果寄存器
2558H	BUF_UA_SWELLS_LEVEL_5	R	uint32	4	0	缓存-UA 电压暂升统计阈值5结果寄存器
255CH	BUF_UB_SWELLS_LEVEL_0	R	uint32	4	0	缓存-UB 电压暂升统计阈值0结果寄存器
2560H	BUF_UB_SWELLS_LEVEL_1	R	uint32	4	0	缓存-UB 电压暂升统计阈值1结果寄存器
2564H	BUF_UB_SWELLS_LEVEL_2	R	uint32	4	0	缓存-UB 电压暂升统计阈值2结果寄存器
2568H	BUF_UB_SWELLS_LEVEL_3	R	uint32	4	0	缓存-UB 电压暂升统计阈值3结果寄存器
256CH	BUF_UB_SWELLS_LEVEL_4	R	uint32	4	0	缓存-UB 电压暂升统计阈值4结果寄存器
2570H	BUF_UB_SWELLS_LEVEL_5	R	uint32	4	0	缓存-UB 电压暂升统计阈值5结果寄存器
2574H	BUF_UC_SWELLS_LEVEL_0	R	uint32	4	0	缓存-UC 电压暂升统计阈值0结果寄存器
2578H	BUF_UC_SWELLS_LEVEL_1	R	uint32	4	0	缓存-UC 电压暂升统计阈值1结果寄存器
257CH	BUF_UC_SWELLS_LEVEL_2	R	uint32	4	0	缓存-UC 电压暂升统计阈值2结果寄存器
2580H	BUF_UC_SWELLS_LEVEL_3	R	uint32	4	0	缓存-UC 电压暂升统计阈值3结果寄存器
2584H	BUF_UC_SWELLS_LEVEL_4	R	uint32	4	0	缓存-UC 电压暂升统计阈值4结果寄存器
2588H	BUF_UC_SWELLS_LEVEL_5	R	uint32	4	0	缓存-UC 电压暂升统计阈值5结果寄存器
258CH	BUF_UA_DIPS_LEVEL_0	R	uint32	4	0	缓存-UA 电压暂降统计阈值0结果寄存器
2590H	BUF_UA_DIPS_LEVEL_1	R	uint32	4	0	缓存-UA 电压暂降统计阈值1结果寄存器
2594H	BUF_UA_DIPS_LEVEL_2	R	uint32	4	0	缓存-UA 电压暂降统计阈值2结果寄存器
2598H	BUF_UA_DIPS_LEVEL_3	R	uint32	4	0	缓存-UA 电压暂降统计阈值3结果寄存器
259CH	BUF_UA_DIPS_LEVEL_4	R	uint32	4	0	缓存-UA 电压暂降统计阈值4结果寄存器

25A0H	BUF_UA_DIPS_LEVEL_5	R	uint32	4	0	缓存-UA 电压暂降统计阈值5结果寄存器
25A4H	BUF_UB_DIPS_LEVEL_0	R	uint32	4	0	缓存-UB 电压暂降统计阈值0结果寄存器
25A8H	BUF_UB_DIPS_LEVEL_1	R	uint32	4	0	缓存-UB 电压暂降统计阈值1结果寄存器
25ACH	BUF_UB_DIPS_LEVEL_2	R	uint32	4	0	缓存-UB 电压暂降统计阈值2结果寄存器
25B0H	BUF_UB_DIPS_LEVEL_3	R	uint32	4	0	缓存-UB 电压暂降统计阈值3结果寄存器
25B4H	BUF_UB_DIPS_LEVEL_4	R	uint32	4	0	缓存-UB 电压暂降统计阈值4结果寄存器
25B8H	BUF_UB_DIPS_LEVEL_5	R	uint32	4	0	缓存-UB 电压暂降统计阈值5结果寄存器
25BCH	BUF_UC_DIPS_LEVEL_0	R	uint32	4	0	缓存-UC 电压暂降统计阈值0结果寄存器
25C0H	BUF_UC_DIPS_LEVEL_1	R	uint32	4	0	缓存-UC 电压暂降统计阈值1结果寄存器
25C4H	BUF_UC_DIPS_LEVEL_2	R	uint32	4	0	缓存-UC 电压暂降统计阈值2结果寄存器
25C8H	BUF_UC_DIPS_LEVEL_3	R	uint32	4	0	缓存-UC 电压暂降统计阈值3结果寄存器
25CCH	BUF_UC_DIPS_LEVEL_4	R	uint32	4	0	缓存-UC 电压暂降统计阈值4结果寄存器
25D0H	BUF_UC_DIPS_LEVEL_5	R	uint32	4	0	缓存-UC 电压暂降统计阈值5结果寄存器

5.3.5.3 多相暂态事件实时/缓存结果寄存器(0x4000)

5.3.5.3.1 实时寄存器

SPI 命令	CMD_0x44：Read					
4000H	Swells_Ux3_START_YMD	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升-起始时间-年月日
4004H	Swells_Ux3_START_HMS	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升-起始时间-时分秒
4008H	Swells_Ux3_START_ms	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升-起始时间-毫秒
400CH	Swells_Ux3_sta	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升-状态

4010H	Swells_Ux3_tlen	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升-持续时间
4014H	Swells_Ux3_END_YMD	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升-结束时间-年月日
4018H	Swells_Ux3_END_HMS	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升-结束时间-时分秒
401CH	Swells_Ux3_END_ms	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升-结束时间-毫秒
4020H	Swells_Ux3_MAX_Val0	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升-半波有效值通道极大值 0
4024H	Swells_Ux3_MAX_Val1	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升-半波有效值通道极大值 1
4028H	Swells_Ux3_MIN_Val0	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升-半波有效值通道极小值 0
402CH	Swells_Ux3_MIN_Val1	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升-半波有效值通道极小值 1
4030H	Dips_Ux3_START_YMD	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降-起始时间-年月日
4034H	Dips_Ux3_START_HMS	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降-起始时间-时分秒
4038H	Dips_Ux3_START_ms	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降-起始时间-毫秒
403CH	Dips_Ux3_sta	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降-状态
4040H	Dips_Ux3_tlen	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降-持续时间
4044H	Dips_Ux3_END_YMD	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降-结束时间-年月日
4048H	Dips_Ux3_END_HMS	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降-结束时间-时分秒
404CH	Dips_Ux3_END_ms	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降-结束时间-毫秒
4050H	Dips_Ux3_MAX_Val0	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降-半波有效值通道极大值 0
4054H	Dips_Ux3_MAX_Val1	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降-半波有效值通道极大值 1
4058H	Dips_Ux3_MIN_Val0	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降-半波有效值通道极小值 0
405CH	Dips_Ux3_MIN_Val1	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降-半波有效值通道极小值 1
4060H	Intr_Ux3_START_YMD	R	uint32	4	0	实时-多相电压中断-起始时间-年月日
4064H	Intr_Ux3_START_HMS	R	uint32	4	0	实时-多相电压中断-起始时间-时分秒

4068H	Intr_Ux3_START_ms	R	uint32	4	0	实时-多相电压中断-起始时间-毫秒
406CH	Intr_Ux3_sta	R	uint32	4	0	实时-多相电压中断-状态
4070H	Intr_Ux3_tlen	R	uint32	4	0	实时-多相电压中断-持续时间
4074H	Intr_Ux3_END_YMD	R	uint32	4	0	实时-多相电压中断-结束时间-年月日
4078H	Intr_Ux3_END_HMS	R	uint32	4	0	实时-多相电压中断-结束时间-时分秒
407CH	Intr_Ux3_END_ms	R	uint32	4	0	实时-多相电压中断-结束时间-毫秒
4080H	Intr_Ux3_MAX_Val0	R	uint32	4	0	实时-多相电压中断-半波有效值通道极大值 0
4084H	Intr_Ux3_MAX_Val1	R	uint32	4	0	实时-多相电压中断-半波有效值通道极大值 1
4088H	Intr_Ux3_MIN_Val0	R	uint32	4	0	实时-多相电压中断-半波有效值通道极小值 0
408CH	Intr_Ux3_MIN_Val1	R	uint32	4	0	实时-多相电压中断-半波有效值通道极小值 1
4090H	SWELLS_Ux3_LEVEL_0	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升统计阈值 0 结果寄存器
4094H	SWELLS_Ux3_LEVEL_1	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升统计阈值 1 结果寄存器
4098H	SWELLS_Ux3_LEVEL_2	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升统计阈值 2 结果寄存器
409CH	SWELLS_Ux3_LEVEL_3	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升统计阈值 3 结果寄存器
40A0H	SWELLS_Ux3_LEVEL_4	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升统计阈值 4 结果寄存器
40A4H	SWELLS_Ux3_LEVEL_5	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂升统计阈值 5 结果寄存器
40A8H	DIPS_Ux3_LEVEL_0	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降统计阈值 0 结果寄存器
40ACH	DIPS_Ux3_LEVEL_1	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降统计阈值 1 结果寄存器
40B0H	DIPS_Ux3_LEVEL_2	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降统计阈值 2 结果寄存器
40B4H	DIPS_Ux3_LEVEL_3	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降统计阈值 3 结果寄存器
40B8H	DIPS_Ux3_LEVEL_4	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降统计阈值 4 结果寄存器
40BCH	DIPS_Ux3_LEVEL_5	R	uint32	4	0	实时-多相电压暂降统计阈值 5 结

						果寄存器

5.3.5.3.2 **缓存寄存器**

SPI 命令	**CMD_0x44：Read**					
4400H	Buf_Swells_Ux3_START_YMD	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升-起始时间-年月日
4404H	Buf_Swells_Ux3_START_HMS	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升-起始时间-时分秒
4408H	Buf_Swells_Ux3_START_ms	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升-起始时间-毫秒
440CH	Buf_Swells_Ux3_sta	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升-状态
4410H	Buf_Swells_Ux3_tlen	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升-持续时间
4414H	Buf_Swells_Ux3_END_YMD	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升-结束时间-年月日
4418H	Buf_Swells_Ux3_END_HMS	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升-结束时间-时分秒
441CH	Buf_Swells_Ux3_END_ms	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升-结束时间-毫秒
4420H	Buf_Swells_Ux3_MAX_Val0	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升-半波有效值通道极大值 0
4424H	Buf_Swells_Ux3_MAX_Val1	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升-半波有效值通道极大值 1
4428H	Buf_Swells_Ux3_MIN_Val0	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升-半波有效值通道极小值 0
442CH	Buf_Swells_Ux3_MIN_Val1	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升-半波有效值通道极小值 1
4430H	Buf_Dips_Ux3_START_YMD	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降-起始时间-年月日
4434H	Buf_Dips_Ux3_START_HMS	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降-起始时间-时分秒
4438H	Buf_Dips_Ux3_START_ms	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降-起始时间-毫秒
443CH	Buf_Dips_Ux3_sta	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降-状态
4440H	Buf_Dips_Ux3_tlen	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降-持续时间
4444H	Buf_Dips_Ux3_END_YMD	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降-结束时间-年月日
4448H	Buf_Dips_Ux3_END_HMS	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降-结束时间-时分秒
444CH	Buf_Dips_Ux3_END_ms	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降-结束时间-毫秒

4450H	Buf_Dips_Ux3_MAX_Val0	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降-半波有效值通道极大值 0
4454H	Buf_Dips_Ux3_MAX_Val1	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降-半波有效值通道极大值 1
4458H	Buf_Dips_Ux3_MIN_Val0	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降-半波有效值通道极小值 0
445CH	Buf_Dips_Ux3_MIN_Val1	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降-半波有效值通道极小值 1
4460H	Buf_Intr_Ux3_START_YMD	R	uint32	4	0	缓存-多相电压中断-起始时间-年月日
4464H	Buf_Intr_Ux3_START_HMS	R	uint32	4	0	缓存-多相电压中断-起始时间-时分秒
4468H	Buf_Intr_Ux3_START_ms	R	uint32	4	0	缓存-多相电压中断-起始时间-毫秒
446CH	Buf_Intr_Ux3_sta	R	uint32	4	0	缓存-多相电压中断-状态
4470H	Buf_Intr_Ux3_tlen	R	uint32	4	0	缓存-多相电压中断-持续时间
4474H	Buf_Intr_Ux3_END_YMD	R	uint32	4	0	缓存-多相电压中断-结束时间-年月日
4478H	Buf_Intr_Ux3_END_HMS	R	uint32	4	0	缓存-多相电压中断-结束时间-时分秒
447CH	Buf_Intr_Ux3_END_ms	R	uint32	4	0	缓存-多相电压中断-结束时间-毫秒
4480H	Buf_Intr_Ux3_MAX_Val0	R	uint32	4	0	缓存-多相电压中断-半波有效值通道极大值 0
4484H	Buf_Intr_Ux3_MAX_Val1	R	uint32	4	0	缓存-多相电压中断-半波有效值通道极大值 1
4488H	Buf_Intr_Ux3_MIN_Val0	R	uint32	4	0	缓存-多相电压中断-半波有效值通道极小值 0
448CH	Buf_Intr_Ux3_MIN_Val1	R	uint32	4	0	缓存-多相电压中断-半波有效值通道极小值 1
4490H	Buf_SWELLS_Ux3_LEVEL_0	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升统计阈值 0 结果寄存器
4494H	Buf_SWELLS_Ux3_LEVEL_1	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升统计阈值 1 结果寄存器
4498H	Buf_SWELLS_Ux3_LEVEL_2	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升统计阈值 2 结果寄存器
449CH	Buf_SWELLS_Ux3_LEVEL_3	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升统计阈值 3 结果寄存器
44A0H	Buf_SWELLS_Ux3_LEVEL_4	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升统计阈值 4 结果寄存器
44A4H	Buf_SWELLS_Ux3_LE	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂升统计阈值 5 结

	VEL_5					果寄存器
44A8H	Buf_DIPS_Ux3_LEVEL_0	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降统计阈值 0 结果寄存器
44ACH	Buf_DIPS_Ux3_LEVEL_1	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降统计阈值 1 结果寄存器
44B0H	Buf_DIPS_Ux3_LEVEL_2	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降统计阈值 2 结果寄存器
44B4H	Buf_DIPS_Ux3_LEVEL_3	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降统计阈值 3 结果寄存器
44B8H	Buf_DIPS_Ux3_LEVEL_4	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降统计阈值 4 结果寄存器
44BCH	Buf_DIPS_Ux3_LEVEL_5	R	uint32	4	0	缓存-多相电压暂降统计阈值 5 结果寄存器

5.3.5.4 Adc 波形录波寄存器(0xc000)

SPI 命令	**CMD_0x44：Read**					
C000H	Wave_UA_REC_YMD	R	uint32	4	0	A 相电压电流采样波形故障录波事件起始时间记录-年月日
C004H	Wave_UA_REC_HMS	R	uint32	4	0	A 相电压电流采样波形故障录波事件起始时间记录--时分秒
C008H	Wave_UA_REC_ms	R	uint32	4	0	A 相电压电流采样波形故障录波事件起始时间记录--毫秒
C00CH	Wave_UA_REC_STA	R	uint32	4	0	A 相电压电流采样波形故障录波事件状态寄存
C010H	Wave_UB_REC_YMD	R	uint32	4	0	B 相电压电流采样波形故障录波事件起始时间记录-年月日
C014H	Wave_UB_REC_HMS	R	uint32	4	0	B 相电压电流采样波形故障录波事件起始时间记录--时分秒
C018H	Wave_UB_REC_ms	R	uint32	4	0	B 相电压电流采样波形故障录波事件起始时间记录--毫秒
C01CH	Wave_UB_REC_STA	R	uint32	4	0	B 相电压电流采样波形故障录波事件状态寄存
C020H	Wave_UC_REC_YMD	R	uint32	4	0	C 相电压电流采样波形故障录波事件起始时间记录-年月日
C024H	Wave_UC_REC_HMS	R	uint32	4	0	C 相电压电流采样波形故障录波事件起始时间记录--时分秒

C028H	Wave_UC_REC_ms	R	uint32	4	0	C 相电压电流采样波形故障录波事件起始时间记录--毫秒
C02CH	Wave_UC_REC_STA	R	uint32	4	0	C 相电压电流采样波形故障录波事件状态寄存
C030H	Wave_IN_REC_YMD	R	uint32	4	0	零线电流采样波形故障录波事件起始时间记录-年月日
C034H	Wave_IN_REC_HMS	R	uint32	4	0	零线电流采样波形故障录波事件起始时间记录--时分秒
C038H	Wave_IN_REC_ms	R	uint32	4	0	零线电流采样波形故障录波事件起始时间记录--毫秒
C03CH	Wave_IN_REC_STA	R	uint32	4	0	零线电流采样波形故障录波事件状态寄存

5.3.6 Cmd_0x46 闪变和电压波动

SPI 命令	CMD_0x46: Read flicker and Ufluct result-读闪变和电压波动结果					
偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
00H	Pst_UA	R	float	4	0	A 相电压短时闪变严重度
04H	Pst _UB	R	float	4	0	B 相电压短时闪变严重度
08H	Pst _UC	R	float	4	0	C 相电压短时闪变严重度
0CH	Sflicker_UD_ YMD	R	uint32	4	0	短时闪变时戳-年月日
10H	Sflicker_UD_HMS	R	uint32	4	0	短时闪变时戳-时分秒
14H	Plt_UA	R	float	4	0	A 相电压长时闪变严重度
18H	Plt _UB	R	float	4	0	B 相电压长时闪变严重度
1CH	Plt _UC	R	float	4	0	C 相电压长时闪变严重度
20H	Lflicker_UD_ YMD	R	uint32	4	0	长时闪变时戳-年月日
24H	Lflicker_UD_HMS	R	uint32	4	0	长时闪变时戳-时分秒
28H	Fluct_max_UAUB	R	uint32	4	0	A,B 相电压波动极值
2CH	Fluct_max_UC	R	uint32	4	0	C 相电压波动极值
30H	UFluctmax_UD_ YMD	R	uint32	4	0	电压波动极值时戳-年月日
34H	UFluctmax _UD_HMS	R	uint32	4	0	电压波动极值时戳-时分秒

5.3.7 Cmd_0x47 ADC 采样波形故障录波（数据）

SPI 命令	CMD_0x47：Read Fault waveform record of Voltage transient Event -读暂态事件 ADC 采样波形故障录波					
偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
0000H	WAVE_IA	R	int16	2400	0	A 相电压故障录波-ADC 采样波形。总 300ms 录波。故障前 100ms，故障后 200ms。数据格式为 16bit 补码。
2000H	WAVE_IB	R	int16	2400	0	B 相电压故障录波-ADC 采样波形
4000H	WAVE_IC	R	int16	2400	0	C 相电压故障录波-ADC 采样波形
6000H	WAVE_UA	R	int16	2400	0	A 相电流故障录波-ADC 采样波形。同 UA。且与 UA 同时触发记录。
8000H	WAVE_UB	R	int16	2400	0	B 相电流故障录波-ADC 采样波形
A000H	WAVE_UC	R	int16	2400	0	C 相电流故障录波-ADC 采样波形
C000H	WAVE_IN	R	int16	2400	0	C 相电流故障录波-ADC 采样波形

5.3.8 Cmd_0x4a 电能质量配置状态寄存器(新)

电能质量系统状态和配置

Base_Addr = 0x0000

偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
00H	PQ_ STA_IE	R/W	int32	4	0	电能质量中断使能
04H	Reserved			4	0	
08H	PQ_EN_SET	R/W	int32	4	0	电能质量功能使能
0cH	PQ_EN_CLR	R/W	int32	4	0	电能质量功能除能
10H	POWR_SRAM_CFG	R/W	int32	4	0	用于外部 sram 的电源控制引脚。 读回来 pin 脚实际电平 高电平返回 1，低电平返回 0.

14H	EXT_SRAM_CFG	R/W	int32	4	0	用于外部 SRAM 初始化。当初始化完成之后，且确认 sram 通讯正常后，读此寄存器返回 1，否则返回 0。 说明：初始化外部 sram 之前， 需要 SPIM_ExtSram_EN = 1 。
20H	Hfrms_Avg_Calc	R/W	int32	4	0	启动半波有效值平均，标定时用。平均次数 N≤100
24H	FFT_CAL_START	R/W	int32	4	0	启动 FFT 谐波计算
28H	FFT_CAL_START_1	R/W	int32	4	0	启动 FFT 模式 1 间谐波计算
30H	ADC_Wave_cfg_Ci	R/W	int32	4	0	实时波形输出配置寄存器开始生效命令 说明：当配置好实时波形输出配置寄存器值，将此寄存器写 1，配置生效。同时开启使能之后。Adc 波形开始输出。
80H	PQ_STA	R/W	int32	4	0	电能质量事件标志
F0H	PQ_CHK	R/W	int32	4		PQ 配置寄存器校验和，范围，0x1000~0x4000
FCH	PQ_SPCMD	R/W	int32	1	0	PQ 写使能密码寄存器范围 0x0~0x14；0x1000~0x4000

5.3.8.1 FFT 校正系数配置

Base_Addr = 0x2000

偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
000H~03FCH	Ku_N	R/W	uint32	4	0	电压通道谐波校正系数： Base_addr = 0x2000 N=(addr - base_addr)/4+2 如： 0x2000 为 2 次谐波电压校正系数地址。 模式 0:2~21 次 模式 1:2~64 次
0400H~07FCH	Ki_N	R/W	uint32	4	0	电流通道谐波校正系数： Base_addr = 0x2400 N=(addr - base_addr)/4+2 如： 0x2400 为 2 次谐波电流校正系数地址。 模式 0:2~21 次

						模式 1:2~64 次
0800H	Δφ1_A	R/W	float	4	0	A 相初始相角
0804H	Δφ1_B	R/W	float	4	0	B 相初始相角
0808H	Δφ1_C	R/W	float	4	0	C 相初始相角
080CH	THR_UI	R/W	uint 32	4	0	电压电流半波有效值 FFT 运算阈值检测配置寄存器。 当 FFT 运算时，实时半波有效值小于阈值时， 谐波参数阈值检标志相应 bit 位会置 1， 反之为 0.
0810H	FLUCT _UI	R/W	uint 32	4	0	FFT 运算电压电流半波有效值波动阈值检测配置寄存器。 1 当 FFT 间谐波运算时，20 个半波有效值波动（千分之 N）超过阈值时， 谐波参数阈值检标志相应 bit 位会置 1， 反之为 0.

5.3.8.2 暂态事件参数配置

Base_Addr = 0x4000

偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
0H	hfrms_std_PHA	R/W	int32	4	0	A 相电压电流半波有效值校准值
4H	hfrms_std_PHB	R/W	int32	4	0	B 相电压电流半波有效值校准值
8H	hfrms_std_PHC	R/W	int32	4	0	C 相电压电流半波有效值校准值
CH	gcfg0	R/W	int32	4	0	RESERVED
10H	gcfg1	R/W	int32	4	0	RESERVED
14H	gcfg2	R/W	int32	4	0	RESERVED
18H	gcfg3	R/W	int32	4	0	电压事件录波(半波有效值)使能位
1CH	gcfg4	R/W	int32	4	0	RVC 事件和电压暂态事件(暂升，暂降低，短时中断)互斥使能位
20H	gcfg5	R/W	int32	4	0	电压事件录波（波形）使能位
24H	gcfg6	R/W	int32	4	0	reserved
28H	gcfg7	R/W	int32	4	0	reserved
2CH	intc_extr_chx_lv0	R/W	int32	4	0	分相实时暂态事件开始 PQ 状态标志输出使能位
30H	intc_extr_chx_lv1	R/W	int32	4	0	分相实时暂态事件结束 PQ 状态标志输出使能位
34H	intc_extr_ch	R/W	int32	4	0	多相实时暂态事件 PQ 状态标志输

	x3_lv01					出使能位
38H	intc_extr_rec	R/W	int32	4	0	暂态事件半波有效值录波 PQ 状态标志输出使能位
3CH	intc_rvc	R/W	int32	4	0	RVC 事件 PQ 状态标志输出使能位
40H	intc_wave_rec	R/W	int32	4	0	暂态事件 ADC 波形录波 PQ 状态标志输出使能位
44H	intc_reserved[0]	R/W	int32	4	0	reserved
48H	intc_reserved[1]	R/W	int32	4	0	reserved
4CH	UA_SWELLS_LV0_TH	R/W	int32	4	--	UA 电压暂升阈值/滞环阈值设置寄存器
50H	UA_SWELLS_LV0_CNT	R/W	int32	4	--	UA 电压暂升开始/结束滤波设置寄存器
54H	UB_SWELLS_LV0_TH	R/W	int32	4	--	UB 电压暂升阈值/滞环阈值设置寄存器
58H	UB_SWELLS_LV0_CNT	R/W	int32	4	--	UB 电压暂升开始/结束滤波设置寄存器
5CH	UC_SWELLS_LV0_TH	R/W	int32	4	--	UC 电压暂升阈值/滞环阈值设置寄存器
60H	UC_SWELLS_LV0_CNT	R/W	int32	4	--	UC 电压暂升开始/结束滤波设置寄存器
64H	UA_SAG_LV0_TH	R/W	int32	4	--	UA 电压暂降阈值/滞环阈值设置寄存器
68H	UA_SAG_LV0_CNT	R/W	int32	4	--	UA 电压暂降开始/结束滤波设置寄存器
6CH	UB_SAG_LV0_TH	R/W	int32	4	--	UB 电压暂降阈值/滞环阈值设置寄存器
70H	UB_SAG_LV0_CNT	R/W	int32	4	--	UB 电压暂降开始/结束滤波设置寄存器
74H	UC_SAG_LV0_TH	R/W	int32	4	--	UC 电压暂降阈值/滞环阈值设置寄存器
78H	UC_SAG_LV0_CNT	R/W	int32	4	--	UC 电压暂降开始/结束滤波设置寄存器
7CH	UA_INTR_LV0_TH	R/W	int32	4	--	UA 电压中断阈值/滞环阈值设置寄存器
80H	UA_INTR_LV0_CNT	R/W	int32	4	--	UA 电压中断开始/结束滤波设置寄存器
84H	UB_INTR_LV0_TH	R/W	int32	4	--	UB 电压中断阈值/滞环阈值设置寄存器
88H	UB_INTR_L	R/W	int32	4	--	UB 电压中断开始/结束滤波设置寄

	V0_CNT					存器
8CH	UC_INTR_LV0_TH	R/W	int32	4	--	UC 电压中断阈值/滞环阈值设置寄存器
90H	UC_INTR_LV0_CNT	R/W	int32	4	--	UC 电压中断开始/结束滤波设置寄存器
94H	SWELLS_TR	R/W	int32	4	--	电压暂升时间统计时长设定
98H	DIPS_TR	R/W	int32	4	--	电压暂降时间统计时长设定
9CH	INTC_TR	R/W	int32	4	--	电压中断时间统计时长设定
A0H	CHA_SWELLS_LEVEL_01	R/W	int32	4	--	UA 电压暂升统计阈值 0，阈值 1 配置寄存器
A4H	CHA_SWELLS_LEVEL_23	R/W	int32	4	--	UA 电压暂升统计阈值 2，阈值 3 配置寄存器
A8H	CHA_SWELLS_LEVEL_45	R/W	int32	4	--	UA 电压暂升统计阈值 4，阈值 5 配置寄存器
ACH	CHB_SWELLS_LEVEL_01	R/W	int32	4	--	UB 电压暂升统计阈值 0，阈值 1 配置寄存器
B0H	CHB_SWELLS_LEVEL_23	R/W	int32	4	--	UB 电压暂升统计阈值 2，阈值 3 配置寄存器
B4H	CHB_SWELLS_LEVEL_45	R/W	int32	4	--	UB 电压暂升统计阈值 4，阈值 5 配置寄存器
B8H	CHC_SWELLS_LEVEL_01	R/W	int32	4	--	UC 电压暂升统计阈值 0，阈值 1 配置寄存器
BCH	CHC_SWELLS_LEVEL_23	R/W	int32	4	--	UC 电压暂升统计阈值 2，阈值 3 配置寄存器
C0H	CHC_SWELLS_LEVEL_45	R/W	int32	4	--	UC 电压暂升统计阈值 4，阈值 5 配置寄存器
C4H	CHA_DIPS_LEVEL_01	R/W	int32	4	--	UA 电压暂降统计阈值 0，阈值 1 配置寄存器
C8H	CHA_DIPS_LEVEL_23	R/W	int32	4	--	UA 电压暂降统计阈值 2，阈值 3 配置寄存器
CCH	CHA_DIPS_LEVEL_45	R/W	int32	4	--	UA 电压暂降统计阈值 4，阈值 5 配置寄存器

D0H	CHB_DIPS_LEVEL_01	R/W	int32	4	--	UB 电压暂降统计阈值 0，阈值 1 配置寄存器
D4H	CHB_DIPS_LEVEL_23	R/W	int32	4	--	UB 电压暂降统计阈值 2，阈值 3 配置寄存器
D8H	CHB_DIPS_LEVEL_45	R/W	int32	4	--	UB 电压暂降统计阈值 4，阈值 5 配置寄存器
DCH	CHC_DIPS_LEVEL_01	R/W	int32	4	--	UC 电压暂降统计阈值 0，阈值 1 配置寄存器
E0H	CHC_DIPS_LEVEL_23	R/W	int32	4	--	UC 电压暂降统计阈值 2，阈值 3 配置寄存器
E4H	CHC_DIPS_LEVEL_45	R/W	int32	4	--	UC 电压暂降统计阈值 4，阈值 5 配置寄存器
E8H	UA_RVC_POS_TH	R/W	int32	4	--	A 相电压 RVC 上冲阈值/滞环阈值设置寄存器
ECH	UA_RVC_NEG_TH	R/W	int32	4	--	A 相电压 RVC 下冲阈值/滞环阈值设置寄存器
F0H	UA_RVC_CNT	R/W	int32	4	--	A 相电压 RVC 事件与暂态事件前后互斥滤波设置寄存器
F4H	UB_RVC_POS_TH	R/W	int32	4	--	B 相电压 RVC 上冲阈值/滞环阈值设置寄存器
F8H	UB_RVC_NEG_TH	R/W	int32	4	--	B 相电压 RVC 下冲阈值/滞环阈值设置寄存器
FCH	UB_RVC_CNT	R/W	int32	4	--	B 相电压 RVC 事件与暂态事件前后互斥滤波设置寄存器
100H	UC_RVC_POS_TH	R/W	int32	4	--	C 相电压 RVC 上冲阈值/滞环阈值设置寄存器
104H	UC_RVC_NEG_TH	R/W	int32	4	--	C 相电压 RVC 下冲阈值/滞环阈值设置寄存器
108H	UC_RVC_CNT	R/W	int32	4	--	C 相电压 RVC 事件与暂态事件前后互斥滤波设置寄存器

5.3.8.3 实时 ADC 波形输出配置寄存器

Base_Addr = 0x6000

000H	ADC_WAVE_SPIM_CFG	R/W	int32	1	0	实时波形输出 spim 接口数据配置寄存器
004H	ADC_WAVE_CHX_CFG	R/W	int32	1	0	实时波形输出数据通道配置寄存器
008H	ADC_WAVE_FRAME_CFG	R/W	int32	1	0	实时波形输出半波数据帧格式配置寄存器

5.3.9 Cmd_0x4b 谐波结果寄存器(新)

5.3.9.1 谐波含有率

SPI 命令	CMD_0x4b：Read Harmonic Result-读谐波计算结果					
偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
000H~3FCH	HRUA_0~ HRUA_N	R	uint32	4	0	A 相电压谐波含有率。地址和谐波次数的关系为：times=(addr-base_addr)/2 如： 0x00：0 次谐波含有率+1 次谐波含有率 模式 0:0~21 次 模式 1:0~64 次
400H~7FCH	HRUB	R	uint32	4	0	B 相电压谐波含有率。
800H~BFCH	HRUC	R	uint32	4	0	C 相电压谐波含有率。
C00H~FFCH	HRIA	R	uint32	4	0	A 相电流谐波含有率。
1000H~13FCH	HRIB	R	uint32	4	0	B 相电流谐波含有率。
1400H~17FCH	HRIC	R	uint32	4	0	C 相电流谐波含有率。

5.3.9.2 谐波相角

SPI 命令	CMD_0x4b：Read Harmonic Result-读谐波相角					
偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
2000H~23FCH	Angle_PhA_2~ Angle_PhA _N	R	uint32	4	0	A 相谐波 UI 夹角。地址和谐波次数的关系为：times=(addr-base_addr)/4+2 如： 0x00：2 次谐波。 模式 0:2~21 次 模式 1:2~64 次
2400H~27FCH	Angle_PhB_2~ Angle_PhB _N	R	uint32	4	0	B 相谐波相角。
2800H~2BFCH	Angle_PhC_2~ Angle_PhC _N	R	uint32	4	0	C 相谐波相角。

5.3.9.3 **谐波功率**

SPI 命令	CMD_0x4b：Read Harmonic Result-读谐波相角					
偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
4000H~43FCH	Power_PHA_2~ Power_PHA _N	R	uint32	4	0	A 相谐波 UI 功率。地址和谐波次数的关系为：times=(addr-base_addr)/4+2 如： 0x00：2 次谐波。 模式 0:2~21 次 模式 1:2~64 次
4400H~47FCH	Power_PHB_2~ Power _PHB _N	R	uint32	4	0	B 相谐波功率。
4800H~4BFCH	Power_PHB_2~ Power _PHB _N	R	uint32	4	0	C 相谐波功率。

5.3.9.4 **谐波参数**

6000H	THD_UAUB	R	uint32	4	0	AB 相电压总谐波畸变率
6004H	THD_UCIA	R	uint32	4	0	B 相电压,A 相电流总谐波畸变率
6008H	THD_IBIC	R	uint32	4	0	BC 相电流总谐波畸变率
600CH	THD1_UAUB	R	uint32	4	0	AB 相电压总间谐波畸变率
6010H	THD1_UCIA	R	uint32	4	0	B 相电压,A 相电流总间谐波畸变率
6014H	THD1_IBIC	R	uint32	4	0	BC 相电流总间谐波畸变率
6018H	FUA_SYN	R	uint32	4	0	A 相同步基波电压有效值
601CH	FUB_SYN	R	uint32	4	0	B 相同步基波电压有效值
6020H	FUC_SYN	R	uint32	4	0	C 相同步基波电压有效值
6024H	FIA_SYN	R	uint32	4	0	A 相同步基波电流有效值
6028H	FIB_SYN	R	uint32	4	0	B 相同步基波电流有效值
602CH	FIC_SYN	R	uint32	4	0	C 相同步基波电流有效值
6030H	FSA_SYN	R	int32	4	0	A 相同步基波 RMS 视在功率
6034H	FSB_SYN	R	int32	4	0	B 相同步基波 RMS 视在功率
6038H	FSC_SYN	R	int32	4	0	C 相同步基波 RMS 视在功率
603cH	THR_HR	R	int32	4	0	FFT 运算阈值检测标志

5.3.10 **Cmd_0x4c 间谐波结果寄存器(新)**

5.3.10.1 **谐波模式 0**

SPI 命令	CMD_0x4c：Read Interval Harmonic Result-读间谐波计算结果

偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
000H~1A8H	IHRUA_0~ IHRUA_N	R	uint32	4	0	A 相电压谐波含有率。地址和谐波次数的关系为：times=(addr-base_addr)/2 如： hi:0~211 次 0x00：{h1,h0}; 0x04：{h3,h2};
2000H~21A8H	IHRUB	R	uint32	4	0	B 相电压谐波含有率。
4000H~41A8H	IHRUC	R	uint32	4	0	C 相电压谐波含有率。
6000H~61A8H	IHRIA	R	uint32	4	0	A 相电流谐波含有率。
8000H~81A8H	IHRIB	R	uint32	4	0	B 相电流谐波含有率。
a000H~A1A8H	IHRIC	R	uint32	4	0	C 相电流谐波含有率。

5.3.10.2 谐波模式 1

SPI 命令	CMD_0x4c：Read Interval Harmonic Result-读间谐波计算结果					
偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
000H~1FFCH	IHRIA_0~ IHRIA_N	R	uint32	4	0	A 相电流谐波含有率。地址和谐波次数的关系为：hi =(addr-base_addr)/2 如： hi:0~641 次() 0x00：{h1,h0}; 0x04：{h3,h2};
2000H~37FCH	IHRIB	R	uint32	4	0	B 相电流谐波含有率。
4000H~5fFCH	IHRIC	R	uint32	4	0	C 相电流谐波含有率。
6000H~7FFCH	IHRUA	R	uint32	4	0	A 相电压谐波含有率。
8000H~9fFCH	IHRUB	R	uint32	4	0	B 相电压谐波含有率。
a000H~bfFCH	IHRUC	R	uint32	4	0	C 相电压谐波含有率。

5.4 寄存器说明

5.4.1 CMD_0x40 读写电能质量配置和状态寄存器

CMD_0x40 和 CMD_0xC0 支持批量读写寄存器的地址空间为：00H~CCH；地址 D0H~E4H、FCH、2FCH 寄存器仅支持单寄存器读写操作。

5.4.1.1 电压谐波增益补偿系数 KU_h(0x00~0x4C)

偏移地址：00H-4CH

KU_h(h=2~21)寄存器用于电压 h 次谐波含有率增益补偿，补偿电压采样外围电路如 RC 抗混叠对不同

次谐波的衰减，因三相抗混叠 RC 使用相同参数，三相电压用同一套补偿系数。

KU_h 数据格式是 IEEE754 标准单精度浮点数，位宽 32 位。

KU_h 直接影响对应的电压 h 次谐波含有率寄存器值(Cmd_0x42，地址：0x00~0x74)，经过 KU_h 补偿前后的电压 h 次谐波含有率寄存器有如下关系：

$HEX2DEC(HRUx_h) = K_{U,h} \times [HEX2DEC(HRUx_h')]$

x：相 x=A,B,C;

h ：谐波次数 2-21 次；

HEX2DEC: 16 进制转 10 进制

$HRUx_h$：补偿后的 x 相电压 h 次谐波含有率寄存器值

$K_{U,h}$: h 次谐波电压补偿系数寄存器值

$HRUx_h'$：补偿前的 x 相电压 h 次谐波含有率寄存器值

KU_h 间接影响谐波功率，间谐波电压含有率寄存器值。

KU_h 复位默认值为电压采样通道 RC 抗混叠采用 1k/3.3nF 的补偿系数值。若选用其他参数 RC 抗混叠，用户可根据选用 RC 对不同次谐波的幅频响应特性，调整补偿系数并写入 KU_h 寄存器。

5.4.1.2 电流谐波增益补偿系数 KI_h(0x50~0x9C)

偏移地址：50H-9CH

KI_h(h=2~21)寄存器用于电流 h 次谐波含有率增益补偿，补偿电流采样外围电路，如电流互感器、RC 抗混叠对不同次谐波的衰减，因三相电流互感器、抗混叠 RC 使用相同参数，三相电流用同一套补偿系数。

KI_h 数据格式是 IEEE754 标准单精度浮点数，位宽 32 位。

KI_h 直接影响对应的电流 h 次谐波含有率寄存器值(Cmd_0x42，地址：0x78~0xEC)，经过 KI_h 补偿前后的电流 h 次谐波含有率寄存器有如下关系：

$HEX2DEC(HRIx_h) = K_{I,h} \times [HEX2DEC(HRIx_h')]$

x：相，x=A,B,C;

h ：谐波次数 2-21 次；

HEX2DEC: 16 进制转 10 进制

$HRIx_h$：补偿后的 x 相电流 h 次谐波含有率寄存器值

$K_{I,h}$: h 次谐波电流补偿系数寄存器值

$HRIx_h'$：补偿前的 x 相电流 h 次谐波含有率寄存器值

KI_h 间接影响谐波功率，间谐波电流含有率寄存器值。

KI_h 复位默认值为电流采样通道已考虑典型 1k/3.3nF RC 抗混叠影响，但未考虑电流互感器影响的增益补偿系数。用户可根据电流互感器对不同次谐波的幅频响应特性，每次谐波需乘以所选电流互感器对各次谐波的衰减系数，即$K_{i,h} = K_{CT,h} * K_{RC,h}$，调整补偿系数并写入 KI_h 寄存器。

5.4.1.3 初始相角 Δφx_1(0xA0~0xA8)

偏移地址：A0H-A8H

PF=1.0 时，x 相（x=A,B,C）基波电压与基波电流间的相角称为初始相角，初始相角通常由同相 UI 通道 RC 公差，电流互感器角差等造成。基波的初始相角在 h 次谐波会被放大 h 倍，如 A 相基波初始相角为 0.4°，造成 21 次谐波相角误差 8.4°，不能忽略。

Δφx_1 寄存器用于补偿 x 相初始相角对 h 次谐波相角影响，减小 h 次谐波相角误差及谐波功率相位误差。

Δφx_1 寄存器数据格式为是 IEEE754 标准单精度浮点数，位宽 32 位。

Δφx_1 寄存器直接补偿对应相 2~21 次谐波相角寄存器 φx_h，φx_h 补偿前后的关系表示为：

$\varphi x\_h = \varphi x\_h' + h * \Delta\varphi x\_1$，其中

φx_h: x 相补偿后的 h 次谐波相角寄存器值

φx_h′：x 相补偿前的 h 次谐波相角寄存器值

h：谐波次数，h=2~21 次

Δφx_1 寄存器补偿谐波功率 Px_h 初始相位误差，补偿前后的关系表示为：

$$Px\_h = \frac{Cos(\varphi x\_h' + h * \Delta\varphi x\_1)}{Cos(\varphi x\_h')} \times Px\_h'$$

Px_h: x 相相位补偿后的 h 次谐波功率

Px_h′：x 相相位补偿前的 h 次谐波功率

用户可在 0.5L 相位校正阶段从相位误差计算该相初始相位角：过程以三相四线 A 相为例，若 0.5L 下标准表有功误差为 Err，UA_1、IA_1 间的初始相位角为ΔφA_1，则:

$$\Delta\varphi A\_1 = Arcsin\frac{-Err}{\sqrt{3}}$$

若ΔφA_1>0，表示 UA_1 超前 IA_1；若ΔφA_1<0，表示 UA_1 滞后 IA_1。

写入ΔφA_1寄存器校正完毕。

5.4.1.4 电能质量中断使能 PQ_STA_IE(0x200)

偏移地址：200H

写入条件：SPCMD(0x2fc)密码打开，且写数据长度=4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:18	Reserved	保留	R	0
17	RVC_END_IE	快速电压变化 RVC 事件结束中断使能 =0：不使能。 =1：使能中断		0
16	RVC_START_IE	快速电压变化 RVC 事件开始中断使能 =0：不使能。 =1：使能中断		0
15：10				
9	HREC_END_IE	电压故障录波结束中断使能 =0：不使能。 =1：使能中断	R/W	0
8	HREC_START_IE	电压故障录波开始中断使能 =0：不使能。	R/W	0

		=1：使能中断		
7	EXTR_REC_WAVE_IE	电压暂态事件故障录波中断使能位 电压暂态事件故障录波状态标志位置 1 时 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。	R/W	0
6	RVC_IE	电压 RVC 事件中断使能位 电压 RVC 事件状态标志位置 1 时 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。	R/W	0
5	EXTR_REC_IE	电压暂态事件二级缓存状态中断使能位 电压暂态事件二级缓存状态标志位置 1 时 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。	R/W	0
4	EXTR_CH3_IE	多相电压暂态事件 LV1 中断使能位 当多相电压暂态事件 LV1 标志位置 1 时 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。	R/W	0
3	EXTR_CHX_LV1_IE	分相电压暂态事件 LV1 中断使能位 当分相电压暂态事件 LV1 标志位置 1 时 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。	R/W	0
2	EXTR_CHX_LV0_IE	分相电压暂态事件 LV0 中断使能位 当分相电压暂态事件 LV0 标志位置 1 时 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。	R/W	0
1	UHW_UDIE	电压半波有效值更新中断使能位 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。	R/W	0
0	AVE_UHW_UD_IE	平均电压半波有效值计算完成中断使能位。 当半波有效值平均值计算标志位置 1 时 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。	R/W	0

5.4.1.5 电能质量功能使能 PQ_EN_SET(0x208)

偏移地址：208H

写入条件：SPCMD(0x2fc)密码打开，且写数据长度=4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:13	Reserved	保留	R	0
12	TOPO_ID_EN	拓扑识别使能 读：拓扑识别使能状态： 写：写 1 使能拓扑识别模块	R/W	0
11:8				
7	ADC_WAVE_TRANS_EN	ADC 波形 SPIM 输出使能		
		读：读回来使能状态		
		写：写 1 使能。 SPIM 接口以半波为周期，实时输出 ADC 波形数据。		
6	EXTR_WAVE_EN	ADC 波形故障录波使能（需开启 EXTR_EN）需要外挂 sram		
		读：读回来使能状态		
		写：写 1 使能。电压暂态事件发生时触发 ADC 波形故障录波功能。		
		读：读回来使能状态		
		写 1：使能 RVC 测量功能。（需开启 EXTR_EN）		
4	EXTR_EN	电压暂态事件总使能。	R/W	0
		读：读回来使能状态		
		写：写 1 使能。 此使能位涉及的相关功能（暂态事件实时检测，暂态事件缓存，RVC 事件，半波有效值故障录波，ADC 波形故障录波）。		
3	FLICKR_UFlu_EN	闪变功能使能。	R/W	0
		读：读回来使能状态		
		写：写 1 使能。闪变参数和电压波动极值开始周期性计算。		
2	EXTR_REC_EN	半波有效值故障录波使能（需开启 EXTR_EN）	R/W	0
		读：读回来使能状态		
		写：写 1 使能。电压暂态事件发生时触发故障录波功能。		
1	H_InterH_EN	谐波间谐波模块使能	R/W	0

		读：读回来使能状态 写：写 1 使能。写 FFT_CAL_START 命令可启动谐波间谐波计算。		
0	UNBAL_EN	不平衡度功能使能 读：读回来使能状态 写：写 1 使能。序分量和不平衡度开始周期性计算。	R/W	0

5.4.1.6 电能质量功能除能 PQ_EN_CLR(0x20c)

偏移地址：20cH
写入条件：SPCMD(0x2fc)密码打开，且写数据长度=4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:13	Reserved	保留	R	0
12	TOPO_ID_EN	拓扑识别除能 读：拓扑识别使能状态： 写：写 1 除能拓扑识别模块	R/W	0
11:8				
7	ADC_WAVE_TRANS_DIS	ADC 波形 SPIM 输出除能 读：读回来使能状态 写：写 1 除能。 停止 SPIM 接口以半波为周期输出 ADC 波形数据。		
6	EXTR_WAVE_DIS	ADC 波形故障录波除能 读：读回来使能状态 写：写 1 除能。 电压暂态事件发生时不再触发 ADC 波形故障录波功能。 读：读回来使能状态 写：写 1 除能。电压暂态事件发生时不再触发暂态事件二级缓存记录和半波有效值故障录波功能。	R/W	0
4	EXTR_ DIS	电压暂态事件检测除能。 读：读回来使能状态 写：写 1 除能。关闭电压暂态事件检测功能（包含：暂态事件实时检测，暂态事件二级缓存，RVC 事件，半波有效值故障录波，ADC 波形故障录波）。	R/W	0
3	FLICKR_UFlu_ DIS	闪变功能除能。 读：读回来使能状态	R/W	0

		写：写 1 除能。闪变参数和电压波动极值关闭周期性计算，寄存器值不再更新。		
2	EXTR_REC_ DIS	半波有效值故障录波除能 读：读回来使能状态 写：写 1 除能。电压暂态事件发生时不再触发半波有效值故障录波功能。	R/W	0
1	H_InterH_ DIS	谐波间谐波功能除能 读：读回来使能状态 写：写 1 除能。写 FFT_CAL_START 命令不再触发谐波间谐波计算，寄存器值不再更新。	R/W	0
0	UNBAL_ DIS	不平衡度模块除能 读：读回来使能状态 写：写 1 除能。序分量和不平衡度关闭周期性计算，寄存器值不再更新。	R/W	0

5.4.1.7 外部 SRAM 电源控制 IO 口 P26_CFG(0x210)

偏移地址：210H

写入条件：SPCMD(0x2fc)密码打开，且写数据长度=4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	CMD	=0x7326 时候，bit0，bit1 才能被写入	R	0
15:2				
1	POWER_ON_IDX	指示外部 SRAM 上电时候的设置电平。 假如 P20 为低电平时候代表外部 sram 上电，则此位需=0。	R/W	0
0	PIN_CFG	写：P26 的电平设置 读：P26 的实时电平	R/W	0

5.4.1.8 外部 SRAM 初始化 EXT_SRAM_CFG (0x214)

偏移地址：210H

写入条件：SPCMD(0x2fc)密码打开；写数据长度=4；SPIM_ExtSram_EN = 1

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	CMD	=0x2026 时候，bit0，bit1 才能被写入	R	0
15:1	Reserved			

0	STA_CFG	写： 1：进行外部 spi sram 初始化，使能外部 spi sram，并进行自检。 0：关闭外部 spi sram 接口，除能。 说明：当 P26_CFG 的 bit0=bit1 时候，写功能才正常。 读： 1：表示外部 spi sram 功能正常。 0：表示外部 spi sram 功能异常。	R/W	0

5.4.1.9 启动半波有效值平均 Hfrms_Avg_Calc(0x220)

偏移地址：220H

写入条件：写数据长度=4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:8	Reserved	保留	R	0
7:0	HFRMS_AVG_N	HFRMS_AVG_N＞0≤100，启动电压半波有效值平均功能，HWAJ_AVE_N 个点平均后，PQ_STA 相关标志位置位。同时 Hfrms_Avg_CH 寄存器更新数据。	R/W	0

5.4.1.10 启动 FFT 计算 FFT_CAL_START(0x224)

偏移地址：224H

写入条件：写数据长度=4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	FFT_CAL_START	写 0x1 开启一次 10 周波谐波间谐波计算，完成时间约 2s。计算完成后，谐波间谐波寄存器数据会更新，状态位 PQ_STA.H_InterH_UD 置 1。 读：1=FFT 计算忙。0=FFT 计算空闲，可以开启下一次 10 周波谐波间谐波计算。	R/W	

5.4.1.11 启动 FFT 计算 FFT_CAL_START_1(0x228)

偏移地址：228H

写入条件：写数据长度=4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值

31:8	Reserved		R/W	
7	FFT_INTERVAL_START_1	当 FFT_MOD 选择模式 1 的时候(63 次谐波和 630 次间谐波) 写 0x1 开启一次 10 周波谐波间谐波计算，完成时间约 1s。计算完成后，谐波间谐波寄存器数据会更新，状态位 PQ_STA.H_InterH_UD 置 1。 读：1=FFT 计算忙。0=FFT 计算空闲，可以开启下一次 10 周波谐波间谐波计算。	R/W	
6:4	Reserved			
3:0	FFT_INTER_NUM	0~6:分别代表 IA,IB,IC,UA,UB,UC 的间谐波通道选择	R/W	

5.4.1.12 电能质量事件标志 PQ_STA（0x280）

偏移地址：280H
写入条件：写数据长度=4
标志位写 1 清零。

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
30	POWER_LVD_TRIG	芯片供电欠压标志位 =0：芯片电压供电正常。 =1：芯片电压供电小于 2.9V。（当系统）	R	0
29:21	Reserved	保留	R	0
20	EXTERN_SRAM_CHK_ERR	外置 SRAM 定时检测结果。1：异常；0：正常		
19	EXTERN_SRAM_CHK_FINISH	外置 SRAM 定时检测结束标志。周期为 1s。		
18	LINE_VOLT_IF	线电压更新标志位 更新周期：350ms		
17	Reserved	保留		
16	TOPO_STA	拓扑识别事件更新寄存器。 =0：没有识别到特定的帧。 =1：识别到了特定的帧。 需要将 CMD_0x66 中 topo_	R	0
15	PQ_CHK_UD	PQ 校验和更新标志。更新周期>1s =0：未发生校验和结果更新事件； =1：发生校验和结果更新事件。该位写 1 清零。	R/W	0

14	UFluctmax_UD	电压波动极值参数更新标志。更新周期 10min。 =0：未发生电压波动极值结果更新事件；=1：本轮电压波动极值计算结束，CMD_0x46 下电压波动极值 Ux_Fluctmax 及电压波动极值时间戳寄存器 UFluctmax_UD_YMD，UFluctmax_UD_HMS 更新。该位写 1 清零。	R/W	0
13	Plt_UD	长时闪变参数更新标志。更新周期 2h =0：未发生长时闪变结果更新事件；=1：本轮长时闪变计算结束，CMD_0x46 下长时闪变值 Plt_Ux 寄存器结果更新。该位写 1 清零。	R/W	0
12	Pst _UD	短时闪变参数更新标志。更新周期 10min。 =0：未发生短时闪变结果更新事件；=1：本轮短时闪变计算结束，CMD_0x46 下短时闪变值 Pst_Ux 及短时闪变时间戳寄存器 Sflicker_UD_YMD，Sflicker_UD_HMS 更新。该位写 1 清零。	R/W	0
11	H_InterH_UD	谐波间谐波参数更新标志。在写 FFT_CAL_START 命令后 30s 左右更新标志。 =0：未发生谐波间谐波结果更新事件；=1：本次谐波间谐波计算结束，CMD_0x42、CMD_0x43 下所有谐波寄存器和间谐波寄存器结果更新，该位写 1 清零。	R/W	0
10	UNBAL_UD	序分量和不平衡度计算结果更新标志。更新周期 32 个周波，工频 50Hz 时为 640ms。 =0：未发生序分量和不平衡度结果更新事件；=1：本轮序分量和不平衡度计算结束，CMD_0x41 下所有序分量和不平衡度寄存器结果更新，该位写 1 清零。	R/W	0
7	EXTR_WAVE_REC_IF	Adc 波形故障录波缓存标志位 =0：未发生相应事件；=1：发生相应事件。（需要等待相应的事件发生且同时配置了事件标志配置寄存器相应的事件标志位 0xec） 说明：需要外置 sram 才能录波	R/W	0
6	RVC_CHX_CHX3_IF	RVC 分相和多相事件标志位 =0：未发生相应事件；=1：发生相应事件。（需要等待相应的事件发生且同时配置了事件标志配置寄存器相应的事件标志位 0xe8）	R/W	0
5	EXTR_REC_IF	暂态分相和多相事件缓存和半波有效值缓存标志位	R/W	0

		=0：未发生相应事件；=1：发生相应事件。（需要等待相应的事件发生且同时配置了事件标志配置寄存器相应的事件标志位 0xe4）		
4	EXTR_CHX3_LEV0_IF	暂态多相实时 LV0 事件标志位 =0：未发生相应事件；=1：发生相应事件。（需要等待相应的事件发生且同时配置了事件标志配置寄存器相应的事件标志位 0Xe0）	R/W	0
3	EXTR_CHX_LEV1_IF	暂态分相实时 LV1 事件标志位 =0：未发生相应事件；=1：发生相应事件。（需要等待相应的事件发生且同时配置了事件标志配置寄存器相应的事件标志位 0xDC）	R/W	0
2	EXTR_CHX_LEV0_IF	暂态分相实时 LV0 事件标志位 =0：未发生相应事件；=1：发生相应事件。（需要等待相应的事件发生且同时配置了事件标志配置寄存器相应的事件标志位 0xD8）	R/W	0
1	UHW_UDIF	电压半波有效值更新标志。更新周期：半周波。 =0：未发生电压半波有效值结果更新事件；=1：本轮电压半波有效值计算结束，Ux_HW 寄存器和 Phs_status 寄存器结果更新。若 UHW_UDIE=1,则产生中断。该位写 1 清零同时清中断。	R/W	0
0	AVE_UHW_Done	平均电压半波有效值计算结束事件标志，在启动 HWAJ_AVE_N 命令 N*半周波时间后更新标志。 =0：未发生平均电压半波有效值计算结束事件；=1：本次平均电压半波有效值计算结束，Ux_HW_AVE（x=A,B,C）寄存器结果更新。若 AVE_UHW_UD_IE=1，则产生中断。该位写 1 清零同时清中断。	R/W	0

5.4.1.13 PQ 配置寄存器校验和 PQ_CHK(0x2F0)

偏移地址：2F0H；字长：

写入条件：4 字节

PQ_CHK 是电能质量模块配置寄存器的校验和寄存器，校验和计算地址范围：00H~0x1FCH
校验和算法为四字节求和取反。
注意：配置保护范围内的寄存器后，需等待至 1s 计算时间,再读 PQ_CHK 寄存器。

位	位名称	功能描述	读/写标志	复位值
31:0	EMU_CHK_CAL	写： 写 0x1 主动开启 PQ 配置寄存器校验和运算。 说明：写 1 开启主动计算，则在电能质量闪变和不平衡度功能关闭的时候，最大更新时间为 10ms。 读： 返回校表寄存器和配置寄存器的校验和（寄存器值和取反）。 说明：PQ 配置寄存器校验和运算会按照 1s 为周期进行计算，计算完毕会更新 PQ_STA 的相关标志位。	W/R	0x0

5.4.1.14 PQU 写使能寄存器 SPCMD (0x2FC)

偏移地址：2FCH；默认值：0x0。
写入条件：4 字节
该寄存器用于电能质量单元 PQU 可读可写寄存器写保护命令。上电复位和软件复位后该寄存器回到默认写保护状态。
写保护寄存器的地址范围：0x00~0x1fc ; 0x200~0x214

命令	命令字	功能描述
PQU_WREN	0xE5	写使能命令。写使能有效后，所有可读可写寄存器写使能，该寄存器读为 0x01。
PQU_WRDIS	0xDC	写保护命令。写保护有效后，所有可读可写寄存器写保护，该寄存器读为 0x00。
	其他	无效。芯片不动作

5.4.2 CMD_0x41 读序分量和不平衡度计算结果

主机配置 PQ_EN.UNBAL_EN 寄存器位启动不平衡度计算后，每 32 个周波芯片更新一次序分量和不平衡度寄存器结果，同时将 PQ_STA.UNBAL_UD 置 1。主机查询 PQ_STA.UNBAL_UD 置 1 后，可通过 CMD_0x41 批量读本轮序分量和不平衡度测试结果。CMD_0x41 整个地址空间都支持 SPI 批量读操作。

5.4.2.1 电压序分量 SEQ_Ux（0x00-0x20）

电压序分量寄存器组包括 A/B/C 三相电压正序分量寄存器 POS_SEQ_Ux（0x00-0x08），电压负序分量

寄存器 NEG_SEQ_Ux（0x0C-0x14），电压零序分量寄存器 ZERO_SEQ_Ux（0x18-0x20）。

电压序分量寄存器数据格式同 EMU 有效值寄存器，均为 27 位（bit0-bit26）无符号数，bit27 -bit31 始终为零。

*电压序分量示值=Kseq_ux*SEQ_UxReg'*

其中 Kseq-ux 表示转换系数，SEQ_UxReg'表示上述序分量寄存器 RMSReg 的补码。该运算由主机完成。

三相三线不含电压零序分量，电压零序分量寄存器恒为 0。

5.4.2.2 电流序分量 SEQ_Ix（0x24-0x44）

电流序分量寄存器组包括 A/B/C 三相电流正序分量寄存器 POS_SEQ_Ix（0x24-0x2C），电流负序分量寄存器 NEG_SEQ_Ix（0x30-0x38），电流零序分量寄存器 ZERO_SEQ_Ix（0x3C-0x44）。

电流序分量寄存器数据格式、寄存器值转示值公式均同电压序分量，不再赘述。

5.4.2.3 电压不平衡度 UNBAL_Ux（0x48-0x5C）

电压不平衡度寄存器组包括 A/B/C 三相电压负序不平衡度寄存器 NEG_UNBAL_Ux（0x48-0x50），电压零序不平衡度寄存器 ZERO_UNBAL_Ux（0x54-0x5C）。

电压不平衡度保留 2 位小数，寄存器值用 16 位无符号数表示，高 16bit 无效，恒为 0。和实际电压不平衡度转换关系如下：

实际电压不平衡度 UNBAL_Ux=((HEX2DEC(REG(UNBAL_Ux))/100) %

其中 REG(UNBAL_Ux)为 x 相 UNBAL_Ux 寄存器值，HEX2DEC 为 16 进制转 10 进制；%为百分率。

例，假设 REG(NEG_UNBAL_UA)=0100H，则按上述公式，实际不平衡度=(256/100)%=2.56%。

三相三线不含电压零序不平衡度，电压零序不平衡度寄存器恒为 0。

5.4.2.4 电流不平衡度 UNBAL_Ix（0x60-0x74）

偏移地址：60H-74H

电流不平衡度寄存器组包括 A/B/C 三相电流负序不平衡度寄存器 NEG_UNBAL_Ix（0x60-0x68），电流零序不平衡度寄存器 ZERO_UNBAL_Ix（0x6C-0x74）。

电流不平衡度数据格式，以及寄存器示值转换公式均同电压不平衡度，不再赘述。

5.4.3 CMD_0x42 读谐波含有率和计算结果

主机在使用 FFT_CAL 启动谐波间谐波计算后约 10s，查询到 PQ_STA 相应标志置 1。

5.4.3.1 电压谐波含有率 HRUx_n_n+1（0x00-0x80）

偏移地址：00H-80H

电压谐波含有率寄存器组包括 A/B/C 三相电压 0~21 次谐波含有率 HRUA_n_n+1(0x00-0x28)、HRUB_n_n+1(0x2C-0x54)、HRUC_n_n+1(0x58-0x80)，n=0~20

每次电压谐波含有率保留 2 位小数，寄存器值用 16 位无符号数表示，和实际谐波含有率转换关系如下：

实际谐波含有率 HRUx_h=((HEX2DEC(REG(HRUx_h))/100) %

其中 REG(HRUx_h)为 x 相 h 次谐波 16 位寄存器值，HEX2DEC 为 16 进制转 10 进制；%为百分率

例，假设 REG(HRUx_h)=0010H，则按上述公式，实际谐波含有率=16%。谐波含有率寄存器值范围 0000H~2710H，即 0%~100.00%。

每个 32bit 寄存器 HRUx_n_n+1 包含两次谐波含有率，低 16bit 表示偶次谐波，高 16 位表示相邻的奇次谐波，如 HRUA_2_3 寄存器高 16 位为 A 相电压 3 次谐波含有率，低 16 位为 A 相电压 2 次谐波含有率。

实际应用中，外围抗混叠 RC 电路对电压不同次谐波有不同衰减系数，需做增益补偿，补偿寄存器及方法见 5.4.1.1 章节。

5.4.3.2 电流谐波含有率 HRIx_n_n+1(0x84-0x104)

偏移地址：84H-104H

电流谐波含有率寄存器组包括 A/B/C 三相电流 0~21 次谐波含有率 HRIA_n_n+1(0x84-0xAC)、HRIB_n_n+1(0xB0-0xD8)、HRIC_n_n+1(0xDC-0x104)，n=0~20

电流谐波含有率寄存器数据格式，寄存器值和实际含有率之间的转换公式，寄存器排列同电压谐波含有率。不再赘述。

实际应用中，外围电流互感器、抗混叠 RC 电路对不同次谐波电流有不同衰减系数，需做增益补偿，电流谐波增益补偿方法及寄存器见 5.4.1.2 章节。

5.4.3.3 电压电流总谐波畸变率 THD_UIx(0x400-0x408)

偏移地址：400H

名称：AB 相电压总谐波畸变率

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	THD_UB	B 相电压 2~21 次总谐波畸变率	R	0
15:0	THD_UA	A 相电压 2~21 次总谐波畸变率	R	0

偏移地址：404H

名称：B 相电压,A 相电流总谐波畸变率

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	THD_IA	A 相电流 2~21 次总谐波畸变率	R	0
15:0	THD_UC	C 相电压 2~21 次总谐波畸变率	R	0

偏移地址：408H

名称：BC 相电流总谐波畸变率

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	THD_IC	C 相电流 2~21 次总谐波畸变率	R	0
15:0	THD_IB	B 相电流 2~21 次总谐波畸变率	R	0

电压总谐波含有率寄存器组包括 A/B/C 三相电压 2~21 次总谐波畸变率 THD_UA、THD_UB、THD_UC。

电压总谐波畸变率保留 2 位小数，寄存器值用 16 位无符号数表示。和实际谐波含有率转换关系如下：

实际电压总谐波畸变率 THD_Ux=((HEX2DEC(REG(THD_Ux))/100) %
其中 REG(THD_Ux)为 x 相 THD_Ux 寄存器值，HEX2DEC 为 16 进制转 10 进制；%为百分率。

电流总谐波含有率寄存器组包括 A/B/C 三相电流 2~21 次总谐波畸变率 THD_IA、THD_IB、THD_IC。
电流总谐波畸变率保留 2 位小数，寄存器值为 16 位无符号数表示。和实际谐波含有率转换关系如下：
实际电压总谐波畸变率 THD_Ix=((HEX2DEC(REG(THD_Ix))/100) %
其中 REG(THD_Ix)为 x 相 THD_Ix 寄存器值，HEX2DEC 为 16 进制转 10 进制；%为百分率。

5.4.3.4 电压电流总间谐波畸变率 THD1_UIx（0x40C-0x414）

偏移地址：40CH
名称：AB 相电压总间谐波畸变率

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	THD1_UB	B 相电压 2~211 次总间谐波畸变率	R	0
15:0	THD1_UA	A 相电压 2~211 次总间谐波畸变率	R	0

偏移地址：410H
名称：B 相电压,A 相电流总间谐波畸变率

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	THD1_IA	A 相电流 2~211 次总间谐波畸变率	R	0
15:0	THD1_UC	C 相电压 2~211 次总间谐波畸变率	R	0

偏移地址：414H
名称：BC 相电流总间谐波畸变率

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	THD1_IC	C 相电流 2~211 次总间谐波畸变率	R	0
15:0	THD1_IB	B 相电流 2~211 次总间谐波畸变率	R	0

电压总间谐波含有率寄存器组包括 A/B/C 三相电压 2~21 次总谐波畸变率 THD1_UA、THD1_UB、THD1_UC。
电压总谐波畸变率保留 2 位小数，寄存器值用 16 位无符号数表示。和实际谐波含有率转换关系如下：
实际电压总谐波畸变率 THD1_Ux=((HEX2DEC(REG(THD1_Ux))/100) %
其中 REG(THD1_Ux)为 x 相 THD1_Ux 寄存器值，HEX2DEC 为 16 进制转 10 进制；%为百分率。

电流总谐波含有率寄存器组包括 A/B/C 三相电流 2~21 次总谐波畸变率 THD1_IA、THD1_IB、THD1_IC。

电流总谐波畸变率保留 2 位小数，寄存器值为 16 位无符号数表示。和实际 1 谐波含有率转换关系如下：

实际电压总谐波畸变率 THD1_Ix=((HEX2DEC(REG(THD1_Ix))/100) %

其中 REG(THD1_Ix)为 x 相 THD1_Ix 寄存器值，HEX2DEC 为 16 进制转 10 进制；%为百分率。

5.4.3.5 同步基波电压有效值 FUx_SYN（0x418-0x420）

偏移地址：418H-420H

与做 FFT 运算 10 周波采样数据同步的三相基波电压有效值保存在同步基波电压有效值寄存器中，供用户进一步计算分次谐波电压有效值，间谐波电压有效值，计算公式见 5.3.4 章节。

同步基波电压有效值定义和数据格式同 EMU 基波电压有效值，为 27 位（bit0-bit26）无符号数，bit27 -bit31 始终为零。

5.4.3.6 同步基波电流有效值 FIx_SYN（0x424-0x42C）

偏移地址：424H-42CH

与做 FFT 运算 10 周波采样数据同步的三相基波电流有效值保存在同步基波电流有效值寄存器中，供用户进一步计算分次谐波电流有效值，间谐波电流有效值，计算公式见 5.3.4 章节。

同步基波电流有效值定义和数据格式同 EMU 基波电流有效值，为 27 位（bit0-bit26）无符号数，bit27 -bit31 始终为零。

5.4.3.7 谐波相角 Φx_h（0x430-0x51C）

谐波相角寄存器组包括:A/B/C 三相电压电流 2-21 次分次谐波相角 φA_h(地址：0x430-0x47C)，φB_h(地址：0x480-0x4CC) φC_h (地址：0x4D0-0x51C)，其中 h=2~21。

谐波相角数据格式同 EMU 相角寄存器，是 24 位无符号数，实际相角= (REG Φ /2^{24})*360°，其中 REG Φ 表示谐波相角寄存器的值。

高次谐波相角受基波初始相位影响较大，基波的初始相角在 h 次谐波会被放大 h 倍，如 A 相基波初始相角为 Δφ1，造成 21 次谐波相角误差 21*Δφ1，不能忽略，使用前需要做补偿。补偿方法见 5.6.2.4 初始相角章节。

5.4.3.8 谐波功率 Px_h（0x520-0x60C）

谐波功率寄存器组包括:A/B/C 三相 2-21 次分次谐波功率 PA_h(地址：0x520-0x56C)，PB_h(地址：0x570-0x5BC) PC_h (地址：0x5C0-0x60C)，其中 h=2~21。

谐波功率数据格式同 EMU 功率寄存器，采用二进制补码格式，32 位有符号数，其中最高位是符号位。

实际功率= Kpx PReg'*，其中 Kpx 表示转换系数，PReg'表示相应功率寄存器 PReg 的补码。该运算由主机完成。

谐波功率的校正：

由谐波功率公式$Px_{H,\mathrm{h}} = HRUx_h * HRIx_h * FS_X * Cos\varphi x_h$知，只要谐波含有率，基波视在功率，谐波相角校好，谐波功率可保证精度。谐波含有率校正包括增益补偿系数补偿环节，详见 5.6.2.2 章节和 5.6.2.3 章节。谐波相角校正包括初始相角补偿环节见，详见 5.6.2.4 初始相角章节。基波视在功率在计量增益校正中完成。除此之外，用户无需针对谐波功率增加额外的校正环节。

5.4.3.9 同步基波 RMS 视在功率 FSx_SYN（0x610-0x618）

偏移地址：610H-618H

与做 FFT 运算 10 周波采样数据同步的三相基波 RMS 视在功率保存在同步基波 MS 视在功率 FSx_SYN 寄存器中，供用户进一步计算分次谐波功率，计算公式见 5.3.2 章节。

同步基波 RMS 视在功率定义和数据格式同 EMU 分相视在功率 FSx，为 32 位有符号数，对于视在功率，bit31 始终为零。

5.4.4 CMD_0x43 读间谐波含有率

间谐波参数更新同步于谐波参数，主机在查询到 PQ_STA 相应标志置 1 后，可使用 CMD_0x43 批量读间谐波计算结果。间谐波整个地址空间支持 SPI 批量读，批量读数据长度限制为 512 字节。

5.4.4.1 电压间谐波含有率 IHRUx_n_n+1(0x00-0x4F4)

偏移地址：00H-440H

电压间谐波含有率寄存器组包括 A/B/C 三相电流 0-211 次间谐波含有率 IHRUA_n_n+1(0x00-0x1A4)、IHRUB_n_n+1(0x1A8-0x34C)、IHRUC_n_n+1(0x350-0x4F4) (n= 间谐波次数)

电压间谐波含有率寄存器数据格式，寄存器值和实际含有率之间的转换公式同电压谐波含有率。不再赘述。

电压谐波含有率，32bit 寄存器中低 16 位为 n 次间谐波含有率，高 16 位为 n+1 次间谐波含有率。

电压间谐波增益补偿系数内部已根据电压谐波增益补偿系数做了插值处理，用户无需做额外处理。

5.4.4.2 电流间谐波含有率 IHRIx_n_n+1(0x4F8-0x9EC)

偏移地址：4F8H-9ECH

电流间谐波含有率寄存器组包括 A/B/C 三相电流 5-1050Hz 间谐波含有率 IHRIA_n_n+1(0x4F8-0x69C)、IHRUB_n_n+1 (0x6A0-0x844)、IHRUC_n_n+1 (0x848-0x9EC)(n= 间谐波次数)

电流间谐波含有率寄存器数据格式，寄存器值和实际含有率之间的转换公式，寄存器排列同电压间谐波含有率。不再赘述。

电流间谐波增益补偿系数芯片内部已根据电流谐波增益补偿系数做了插值处理，用户无需做额外处理。

5.4.5 CMD_0x44 电压暂态事件记录

电压暂态事件会触发各中电压暂态中断，主机在识别中断源后，可通过 CMD_0x44 读电压暂态事件记录。CMD_0x44 整个地址空间支持 SPI 批量读。

5.4.5.1 电压暂态事件时间戳格式(时间戳单元 TIME_UNIT)

时间戳-年月日 XXX_YMD

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
16:31	Year	电压暂升起始时间-年，数据格式为 BCD 码,如 2019	R	0

		年表示为 0x2019		
8:15	Month	电压暂升起始时间-月，数据格式为 BCD 码,如 10 月表示为 0x10	R	0
0:7	Date	电压暂升起始时间-日，数据格式为 BCD 码，如 10 日表示为 0x10	R	0

时间戳-时分秒 **XXX _HMS**

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31：24	Reserved	保留	R	0
23:16	Hour	电压暂升起始时间-时，数据格式为 BCD 码，如 20 点表示为 0x20	R	0
15:8	Minute	电压暂升起始时间-分，数据格式为 BCD 码，如 45 分点表示为 0x45	R	0
7:0	Second	电压暂升起始时间-秒，数据格式为 BCD 码，如 50 秒表示为 0x50	R	0

时间戳-毫秒 **XXX_ms**

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:24	Reserved	保留	R	0
23:0	ms	电压暂升起始时间-毫秒，格式为 32bit 无符号整数。如 0x10 代表 16ms。	R	0

5.4.5.2 电压暂态事件持续时间格式(参考)

持续时间 **XXX_tlen**

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	tlen_ms	电压暂升持续时间-毫秒。格式为 32bit 无符号整数。如 0x64 代表 100ms。	R	0

5.4.5.3 暂态事件状态寄存器(0x0000~0x0028)

5.4.5.3.1 半波有效值实时值 Hfrms_CH(0x00-0x08)

偏移地址：00H

名称：半波有效值实时寄存器 0

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
	Hfrms_UB	UB 通道半波有效值。16bit 无符号数	R	

31:16				
15:0	Hfrms_UA	UA 通道半波有效值。16bit 无符号数 更新周期为半个周波，更新后在 PQ_STA 相应标志位置位	R	

偏移地址：04H
名称：半波有效值实时寄存器 1

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	Hfrms_IA	IA 通道半波有效值。16bit 无符号数	R	
15:0	Hfrms_UC	UC 通道半波有效值。16bit 无符号数 更新周期为半个周波，更新后在 PQ_STA 相应标志位置位	R	

偏移地址：08H
名称：半波有效值实时寄存器 2

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	Hfrms_IC	IC 通道半波有效值。16bit 无符号数	R	
15:0	Hfrms_IB	IB 通道半波有效值。16bit 无符号数 更新周期为半个周波，更新后在 PQ_STA 相应标志位置位	R	

5.4.5.3.2 半波有效值平均值 Hfrms_Avg_CH (0x0c-0x14)

偏移地址：0CH
名称：半波有效值平均值寄存器 0

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	Hfrms_Avg_UB	UB 通道半波有效值。16bit 无符号数	R	
15:0	Hfrms_Avg_UA	UA 通道半波有效值。16bit 无符号数 需要主动开启计算(Hfrms_Avg_Calc)，计算完毕后在 PQ_STA 相应标志位置位。	R	

偏移地址：10H
名称：半波有效值平均值寄存器 1

比特	名称	描述	读/写	复位

位			标志	值
31:16	Hfrms_Avg_IA	IA 通道半波有效值。16bit 无符号数	R	
15:0	Hfrms_Avg_UC	UC 通道半波有效值。16bit 无符号数 需要主动开启计算(Hfrms_Avg_Calc)，计算完毕后在 PQ_STA 相应标志位置位。	R	

偏移地址：14H
名称：半波有效值平均值寄存器 2

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	Hfrms_Avg_IC	IC 通道半波有效值平均值。16bit 无符号数	R	
15:0	Hfrms_Avg_IB	IB 通道半波有效值平均值。16bit 无符号数 需要主动开启计算(Hfrms_Avg_Calc)，计算完毕后在 PQ_STA 相应标志位置位。	R	

5.4.5.3.3 分相暂态事件开始状态寄存器 Extr _TR_UX _Start_STA (0x18)

写命令：CMD_0xC4
Note：相应 bit 位写 1 清零

偏移地址：18H
寄存器名称：分相暂态事件 TR 开始寄存器 **Extr_TR_UX_START_STA**

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:12	Reserved		W/R	0
11	Reserved		W/R	0
10	START_INTR_UC	参考 UA	W/R	0
9	START_INTR_UB	参考 UA	W/R	0
8	START_INTR_UA	A 相通道电压短时中断 TR 开始时候,标志位置 1。	W/R	0
7	Reserved		W/R	0
6	START_DIPS_UC	参考 UA	W/R	0

5	START_DIPS_UB	参考 UA	W/R	0
4	START_DIPS_UA	A 相通道电压暂降 TR 开始时候,标志位置 1。	W/R	0
3	Reserved		W/R	0
2	START_SWELLS_UC	参考 UA	W/R	0
1	START_SWELLS_UB	参考 UA	W/R	0
0	START_SWELLS_UA	A 相通道电压暂升 TR 开始时候,标志位置 1。	W/R	0

5.4.5.3.4 分相暂态事件结束状态寄存 Extr _TR_UX _End_STA (0x1c)

偏移地址：1CH
寄存器名称：分相暂态事件 TR 结束寄存器 **Extr_TR_END_UX_STA**

标志位写 1 清零。

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31	REC_CLR	写操作： =0： 只清除标志位。 =1： 清除标志位的同时，清除缓存寄存器状态（数据内容不清除），下一次暂态事件结束时候，缓存寄存器将会被更新。	W	0
30:27	Reserved		W/R	0
26	FINISH_INTR_UC_TR_LEN	参考 UA	W/R	0
25	FINISH_INTR_UB_TR_LEN	参考 UA	W/R	0
24	FINISH_INTR_UA_TR_LEN	A 通道电压短时中断 TR 时间计数结束时候,标志位置 1。	W/R	0
23	Reserved		W/R	0
22	FINISH_DIPS_UC_TR_LEN	参考 UA	W/R	0
21	FINISH_DIPS_UB_TR_LEN	参考 UA	W/R	0

20	FINISH_DIPS_UA_TR_LEN	A 通道电压暂降 TR 时间计数结束时候，标志位置 1。	W/R	0
19	Reserved		W/R	0
18	FINISH_SWELLS_UC_TR_LEN	参考 UA	W/R	0
17	FINISH_SWELLS_UB_TR_LEN	参考 UA	W/R	0
16	FINISH_SWELLS_UA_TR_LEN	A 通道电压暂升 TR 时间计数结束时候，标志位置 1。	W/R	0
10	FINISH_INTR_UC	参考 UA	W/R	0
9	FINISH_INTR_UB	参考 UA	W/R	0
8	FINISH_INTR_UA	A 通道电压短时中断 TR 实时事件结束时候,标志位置 1。	W/R	0
7	Reserved		W/R	0
6	FINISH_DIPS_UC	参考 UA	W/R	0
5	FINISH_DIPS_UB	参考 UA	W/R	0
4	FINISH_DIPS_UA	A 通道电压暂降 TR 实时事件结束时候，标志位置 1。	W/R	0
3	Reserved		W/R	0
2	FINISH_SWELLS_UC	参考 UA	W/R	0
1	FINISH_SWELLS_UB	参考 UA	W/R	0
0	FINISH_SWELLS_UA	A 通道电压暂升 TR 实时事件结束时候，标志位置 1。如果缓存数据状态空闲，则将实时数据备份到缓存数据空间。	W/R	0

5.4.5.3.5 多相暂态事件 TR 状态寄存器 Extr_TR_UX3_STA (0x20)

写命令：CMD_0xC4

Note：相应 bit 位写 1 清零

偏移地址：20H

寄存器名称：多相暂态事件实 TR 状态寄存器 **Extr_TR_Ux3_STA**

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31	REC_CLR	写操作： =0： 只清除标志位。 =1： 清除标志位的同时，清除缓存寄存器状态（数据内容不清除），下一次暂态事件结束时候，缓存寄存器将会被更新。	W	0
30:15	Reserved		W/R	0
14	FINISH_INTR_TR LEN	三相电压短时中断 TR 计时结束，标志位置 1。	W/R	0
13	FINISH_DIPS_TR LEN	三相电压暂降 TR 计时结束，,标志位置 1。	W/R	0
12	FINISH_SWELLS_TR_LEN	三相电压暂升 TR 计时结束时候,标志位置 1。	W/R	0
11:7	Reserved			
6	FINISH_INTR_TR	三相电压短时中断 TR 结束时候标志位置 1。	W/R	0
5	FINISH_DIPS_TR	三相电压暂降 TR 结束时候,标志位置 1。	W/R	0
4	FINISH_SWELLS_TR	三相电压暂升 TR 结束时候,标志位置 1。如果缓存数据状态空闲，则将实时数据备份到缓存数据空间。	W/R	0
3	Reserved			
2	START_INTR_TR	三相通道电压短时中断 TR 开始时候,标志位置 1。	W/R	0
1	START_DIPS_TR	三相通道电压暂降 TR 开始时候,标志位置 1。	W/R	0
0	START_SWELLS_TR	三相通道电压暂升 TR 开始时候,标志位置 1。	W/R	0

5.4.5.3.6 半波有效值录波状态寄存器 Extr_REC_STA (0x24)

写命令：CMD_0xC4

Note：相应 bit 位写 1 清零

偏移地址：24H

寄存器名称：多相暂态事件实状态时寄存器 **Extr_REC_STA**

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31	STA_RST_EN	写操作： =0： 只清除标志位。 =1： 清除标志位的同时，清除缓存寄存器状态（数据内容不清除），下一次暂态事件结束时候，缓存寄存器将会被更新。	W	0
30	Reserved			
22	FINISH_REC_HFRMS_CHC	UC,IC 参考 BIT20	W/R	0
21	FINISH_REC_HFRMS_CHB	UB,IB 参考 BIT20	W/R	0
20	FINISH_REC_HFRMS_CHA	A 通道(UA,IA)半波有效值二级缓存录波结束时候,标志置 1。	W/R	0
19	RESERVED			
18	START_REC_HFRMS_CHC	同 BIT16	W/R	0
17	START_REC_HFRMS_CHB	同 BIT16	W/R	0
16	START_REC_HFRMS_CHA	A 通道半波有效值二级缓存录波开始时候，标志置 1。	W/R	0
15:0	FINISH_REC1_INTR_CHC	RESERVED	W/R	0

5.4.5.3.7 RVC 状态寄存器 RVC_STA (0x28)

写命令：CMD_0xC4

Note：相应 bit 位写 1 清零

偏移地址：28H

寄存器名称：RVC 事件实时状态寄存器 **RVC_STA**

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	Reserved		W/R	0
14	RVC_FINISH_UC	UC 参考 BIT12	W/R	0
13	RVC_FINISH_UB	UB 参考 BIT12	W/R	0

12	RVC_FINISH_UA	UA 通道 RVC 实时事件结束时候,标志置 1。	W/R	0
11	RESERVED		W/R	0
10	RVC_START_UC	UC 参考 BIT8	W/R	
9	RVC_START_UB	UB 参考 BIT8	W/R	
8	RVC_START_UA	UA 通道 RVC 实时事件开始时候，标志置 1。	W/R	
7:2	RESERVED		W/R	0
1	RVC_FINISH_CHX3_Pos	三相通道 RVC 实时事件结束时候，标志置 1。	W/R	0
0	RVC_START_CHX3_Pos	三相通道 RVC 实时事件开始时候，标志置 1。	W/R	0

5.4.5.3.8 ADC 波形故障录波状态寄存器 Extr_REC_Wave_STA (0x2C)

写命令：CMD_0xC4

Note：相应 bit 位写 1 清零

偏移地址：2CH

寄存器名称：ADC 波形故障录波状态寄存器 Rxtr_REC_Wave_**STA**

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31	STA_RST_EN	当此 bit=1 时候，写 bit0~bit30 的时，不仅清除掉相应的标志位，还会复位相应标志位对应的二级缓存功能的状态机。复位后，二级缓存可以准备好，等待下一次的缓存事件。	W	0
30:7	Reserved	保留	W/R	0
6	FINISH_REC_WAVE_CHC	UC,IC 参考 BIT4	W/R	0
5	FINISH_REC_WAVE_CHB	UB,IC 参考 BIT4	W/R	0
4	FINISH_REC_WAVE_CHA	A 通道（UA,IA）ADC 波形故障录波结束时候，标志置 1。	W/R	0
3	RESERVED	保留	W/R	0
2	START_REC_WAVE_CHC	UC,IC 参考 BIT0	W/R	0
1	START_REC_WAVE_CHB	UB,IC 参考 BIT0	W/R	0

0	START_REC_WAVE_CHA	A 通道（UA,IA）ADC 波形故障录波开始时候，标志置 1。	W/R	0

5.4.5.3.9 暂态事件实时数据强制缓存寄存器 Extr _BUF_TO_REC (0x30)

偏移地址：30H
写命令：CMD_0xC4
标志位写 1 清零。

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	SPCMD	写操作时，=0x7326，bit15-bit0 的配置值才会有效	W	0x0
15	Reserved		W/R	0
14	BUF_TO_REC_INTR	参考 BUF_TO_REC_SWELLS	W/R	0
13	BUF_TO_REC_DIPS	参考 BUF_TO_REC_SWELLS	W/R	0
12	BUF_TO_REC_SWELLS	多相电压暂升实时寄存器的数据强制同步到缓存寄存器。 参考 BUF_TO_REC_SWELLS_UA	W/R	0
11	Reserved		W/R	0
10	BUF_TO_REC_INTR_UC	参考 UA	W/R	0
9	BUF_TO_REC_INTR_UB	参考 UA	W/R	0
8	BUF_TO_REC_INTR_UA	参考 BUF_TO_REC_SWELLS_UA	W/R	0
7	Reserved		W/R	0
6	BUF_TO_REC_DIPS_UC	参考 UA	W/R	0
5	BUF_TO_REC_DIPS_UB	参考 UA	W/R	0
4	BUF_TO_REC_DIPS_UA	参考 BUF_TO_REC_SWELLS_UA	W/R	0
3	Reserved		W/R	0
2	BUF_TO_REC_SWELLS_UC	参考 UA	W/R	0
1	BUF_TO_REC_SWELLS_UB	参考 UA	W/R	0

0	BUF_TO_REC_SWELLS_UA	A 通道电压暂升实时寄存器的数据强制同步到缓存寄存器。 主要用途： 1 将实时寄存器的时间的数据周期性的同步到缓存寄存器，用来判定暂态事件是否超时。 2 遇到突发事件，将实时寄存器的数据同步到缓存寄存器。	W/R	0

说明：当缓存寄存器状态为空的时候才会将实时寄存器的数据同步过去，同步后，需要清理缓存寄存器状态才能再次更新缓存寄存器的数据。

5.4.5.4 分相暂态事件实时结果寄存器(0x2000~0x21d0)

5.4.5.4.1 UA 暂升实时结果寄存器 Swells_UA (0x2000~0x201C)

- **Swells_UA_Start :暂态开始时间戳（0x2000~0x2008）**

内容：参考电压暂态事件起始时间格式

- **Swells_LV0_UA_tlen**

偏移地址： 0x200c

寄存器名称：A 相电压暂升持续时间

内容：参考电压暂态事件持续时间格式

Swells_UA_Val

偏移地址： 0x2010

寄存器名称： A 相电压暂升半波有效值极值

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	Val_min	电压暂升事件期间，最小半波有效值。 格式为 16bit 无符号整数。 说明：如果暂态事件类型为暂降事件，则最小值为其参考极值。	R	0
15:0	Val_max	电压暂升事件期间，最大半波有效值。 格式为 16bit 无符号整数。	R	0

- **Swells _UA_End :暂态结束时间戳（0x2014~0x201c）**

- **Swells_UA_TR_VENT_CNT**

偏移地址：0x2020

寄存器名称： A 相电压暂升事件个数 TR 统计寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:24	Reserved1	保留值	R	0
23:16	Rec_cnt	说明：此寄存器只有缓结果寄存器才有效，实时寄存器无效。 表示当缓存寄存器的数据没有被释放之前，总共有几次完整实时事件的发生。如果 rec_cnt 大于 1，则说明缓存寄存器有事件溢出、丢失。	R	0
15:0	Event_cnt	表示处于电压暂升事件 TR 时间统计期间，总共发生了几个完成的暂态事件。	R	0

5.4.5.4.2 UB 暂升实时结果寄存器 Swells_UB (0x2024~0x2044)

B 相电压暂升（参考 A 相）

5.4.5.4.3 UC 暂升实时结果寄存器 Swells_UC (0x2048~0x2068)

C 相电压暂升（参考 A 相）

5.4.5.4.4 UA/UB/UC 暂降实时结果寄存器 Dips_UX (0x206C~0x20D4)

参考电压暂升(0x2000~0x2068)

5.4.5.4.5 UA/UB/UC 中断实时结果寄存器 Intr_UX (0x20d8~0x2140)

参考电压暂升(0x2000~0x2068)

5.4.5.4.6 UA 暂升 TR 阈值统计实时结果寄存器 Swells_UA_Level (0x2144~0x2158)

地址：0x2144~0x2158
寄存器名称：电压暂升事件多阈值故障时间 TR 统计寄存器 LEVEL_0 ~LEVEL_5

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	TR_FRAME_LEN	TR 阈值时间统计寄存器。共 6 级。 电压暂升超过阈值的时候，将统计其超过阈值的时间。 说明：寄存器里面代表的值为 ms。	R	0

5.4.5.4.7 UB 暂升 TR 阈值统计实时结果寄存器 Swells_UB_Level (0x215C~0x2170)

参考 UA 暂升 TR 阈值统计实时结果寄存器(0x2144~0x2158)

5.4.5.4.8 UC 暂升 TR 阈值统计实时结果寄存器 Swells_UC_Level (0x2174~0x2188)

参考 UA 暂升 TR 阈值统计实时结果寄存器(0x2144~0x2158)

5.4.5.4.9 UA/UB/UC 暂降 TR 阈值统计实时结果寄存器(0x218c~0x21d0)

参考 UA/UB/UC 暂升 TR 阈值统计实时结果寄存器(0x2144~0x2188)

5.4.5.5 分相电压暂态事件缓存结果寄存器 (0x2400~0x25d0)

当电压暂态事件分相实时事件结束的时候，将数据备份到缓存寄存器。防止下一个暂态事件将实时结果寄存器里面的数据覆盖。客户需要在 Tr 计数的时间内，将缓存的数据读走.读走后且需要将缓存寄存器的状态释放(清除标志位时候 bit31=1),否则会导致暂态事件数据丢失。

寄存器内容参考分相暂态实时结果寄存器(0x2000~0x41d0)

5.4.5.6 多相暂态事件实时结果寄存器(0x4000~0x40bc)

5.4.5.6.1 多相电压暂升实时结果寄存器 Swells _Ux3 (0x4000~0x402c)

- Swells_Ux3_StartTime :暂态开始时间戳（0x4000~0x4008）
- Swells_ UX3_Sta

寄存器名称：多相暂态事件实时状态寄存器 0x400c

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:24	Rec_cnt	说明：此寄存器只有缓存寄存器有效，实时寄存器无效。 表示当缓存寄存器的数据没有被释放之前，总共有几次完整实时事件的发生。如果 rec_cnt 大于 1，则说明缓存寄存器有事件溢出、丢失。	R	0

23:16	event_cnt	表示处于电压暂升事件 TR 时间统计期间，总共发生了几个完成的暂态事件。	R	0
15:8	affected_pahse	多相电压系统发生暂升事件 TR 统计时间内，UA,UB,UC 有哪相电压触发了暂升事件。 Bit0: UA Bit1 : UB BIT2 : UC	R	0
7:0	Trig_phase	多相电压系统发生暂升事件时候，UA,UB,UC 有哪相电压触发了暂升事件。 Bit0：UA Bit1 : UB BIT2 : UC	R	0

- **Swells_Ux3_tlen：**态事件持续时间(0x4010）
- **Swells _Ux3_EndTime :暂态结束时间戳（0x4014~0x401c）**

- **Swells_UX_MAX_Val0**

偏移地址： 0x4020

名称：多相电压暂升半波有效值通道极大值 0

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	Max_UA	多相系统电压暂升事件期间，UB 最大半波有效值。 格式为 16bit 无符号整数。	R	
15:0	Max_Ux3	多相系统电压暂升事件期间，UA,UB,UC 最大半波有效值。 格式为 16bit 无符号整数。	R	

Swells_UX_MAX_Val1

偏移地址： 0x4024

寄存器名称：多相电压暂升半波有效值通道极大值 1

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	Max_UC	多相系统电压暂升事件期间，UC 最大半波有效值。 格式为 16bit 无符号整数。	R	
15:0	Max_UB	多相系统电压暂升事件期间，UB 最大半波有效值。 格式为 16bit 无符号整数。	R	

Swells_UX_MIN_Val0

偏移地址： 0x4028

寄存器名称：多相电压暂升半波有效值通道极小值 0

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	Min_UA	多相系统电压暂升事件期间，UA 最小半波有效值。 格式为 16bit 无符号整数。	R	
15:0	Min_Ux3	多相系统电压暂升事件期间，UA,UB,UC 最小半波有效值。 格式为 16bit 无符号整数。	R	

Swells_UX_MIN_Val1

偏移地址： 0x402C

寄存器名称：多相电压暂升半波有效值通道极小值 1

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	Min_UC	多相系统电压暂升事件期间，UC 最小半波有效值。 格式为 16bit 无符号整数。	R	
15:0	Min_UB	多相系统电压暂升事件期间，UB 最小半波有效值。 格式为 16bit 无符号整数。	R	

5.4.5.6.2 多相电压暂降实时结果寄存器 Dips_Ux3 (0x4030~0x405C)

参考多相电压暂升实时结果寄存器（0x4000~0x402c）

5.4.5.6.3 多相电压中断实时结果寄存器 Intr_Ux3 (0x4060~0x408C)

参考多相电压暂升实时结果寄存器（0x4000~0x402c）

5.4.5.6.4 多相暂升 TR 阈值统计实时结果寄存器 Swells_Ux3_Level (0x4090~0x40a4)

寄存器名称：电压暂升事件多阈值故障时间 TR 统计寄存器 LEVEL_0 ~LEVEL_5

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	TR_FRAME_LEN	TR 阈值时间统计寄存器。共 6 级。 电压暂升超过阈值的时候，将统计其超过阈值的时间。 说明：寄存器里面代表的值为 ms。	R	0

5.4.5.6.5 多相暂降 TR 阈值统计实时结果寄存器 Dips_Ux3_Level (0x40a8~0x40bc)

5.4.5.7 多相电压暂态事件缓存结果寄存器（0x4400~0x44bc）

当电压暂态事件多相实时事件结束的时候，将数据备份到缓存寄存器。防止下一个暂态事件将实时结果寄存器里面的数据覆盖。客户需要在 TR 的计时时间内，将缓存的数据读走。读走数据后需要将缓存寄存器释放(清除标志位时候 bit31=1)，否则会导致数据丢失。

寄存器内容参考多相暂态实时结果寄存器(0x4000~0x40bc)

5.4.5.8 采样波形故障录波寄存器 Wave_UX_REC（0xC000~0xc03c）

参考 gcfg5。可以选择分电压通道进行采样波形故障录波。也可以三相同时联动录波。

说明：如果选择多相电压暂态事件触发录波，则自动选择为三相同时联动录波。

5.4.5.8.1 A 相采样波形故障录波寄存器 Wave_UA_REC (0xc000~0xc00c)

- **Wave_UA_REC_YMD**

地址： 0xc000

寄存器名称：A 相电压电流采样波形故障录波事件起始时间记录-年月日

内容：参考电压暂态事件起始时间格式

- **Wave_UA_REC_HMS**

地址： 0xc004

寄存器名称：A 相电压电流采样波形故障录波事件起始时间记录--时分秒

内容：参考电压暂态事件起始时间格式

- **Wave_UA_REC_ms**

地址： 0xc008

寄存器名称：A 相电压电流采样波形故障录波事件起始时间记录--毫秒

内容：参考电压暂态事件起始时间格式

- **Wave_UA_REC_STA**

地址： 0xc00c

寄存器名称：A 相电压电流采样波形故障录波事件状态寄存

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	Reserved		R	0
15:8	Rec_cnt	故障录波已经记录的波形半波个数。 Note0:需要通过清除状态寄存器 Rxtr_REC_Wave_STA 标志位来复位此状态。 Note1：此参数只有参考意义。	R	0

7:0	Rec_sta	0 :没有发生故障录波。 1/2 :正在进行故障录波。 3 :完成故障录波。 Note:需要通过清除状态寄存器 Rxtr_REC_Wave_STA 标志位来复位此状态。当 Rxtr_REC_Wave_STA 标志位置位的时候，特别是完成故障录波=3 的时候，此状态指示出通道的录波情况。	R	0

5.4.5.8.2 B 相采样波形故障录波寄存器 Wave_UB_REC (0xc010~0xc01c)

参考 UA

5.4.5.8.3 C 相采样波形故障录波寄存器 Wave_UC_REC (0xc020~0xc02c)

参考 UA

5.4.5.8.4 零线采样波形故障录波寄存器 Wave_IN_REC (0xc030~0xc03c)

参考 UA

5.4.6 CMD_0x45 读电压暂态事件故障录取的半波有效值

说明：

1、 读取的时候，通讯的数据长度 datalen 小于等于 512byte，且地址和长度需要 16bit 对齐。
2、 读数据的时候，通道之间的地址可以跨越。如当 addr=400，datelen=400，读操作可以将 UA 通道 400~599 的数据和 UB 通道 0~199 的数据读回来。

	addrOffset	长度（byte）	数据对齐（byte）	说明
UA	0	600	2	故障触发点为 addrOffset+100*2 的地址出现。且半波有效值为 16bit 无符号数。
UB	0x258	600	2	
UC	0x4b0	600	2	
IA	0x708	600	2	
IB	0x960	600	2	
IC	0xbb8	600	2	

5.4.7 CMD_0x47 读电压暂态事件故障录取的 ADC 采样波形（可选，需外挂 sram）

5.4.7.1.1 应用说明

故障录波记录 A/B/C 三相电压、三相电流在电压暂升、电压暂降、电压中断发生时刻前 10 个半周波，后 20 个半周波的 ADC 原始波形数据。采样率 128 点/周波，每个通道 30 个半周波共计 1920 点。
故障波形开始录波，寄存器会将 wave_cnt 锁存，客户可以通道其得到实际的波形采样率 FS。(具体参考 cmd_0x44 adc 波形录波相关寄存器)
单个通道的采样数 CHX_CNT = 1920
单个通道的最大数据长度 data_len_max(byte)= CHX_CNT*2=3840
采样数据为 16bit 有符号数，最高位为符号位。其对应的 ADC 采样归一化数据为读取数据的补码。

5.4.7.1.2 通讯说明 cmd_0x47

说明：

1. 故障发生点的数据地址=每个通道的起始数据地址 0 + 100*4*2=800。
2. 读取的时候，通讯的数据长度不能大于 512byte，且地址和长度需要 16bit 对齐。
3. 2、且给出通讯命令之后，需要等待最少 2ms 的时间，才能给出读取数据的 spi clk。具体请参看 spi 通讯 T3 时序要求。
4. 读取故障波形数据的时候，单次读取不能跨越 2 个通道，一次通讯操作只能读取一个通道内的数据。
5. 读取故障波形数据的时候，地址有特定的格式。

	地址偏置	Addr [15:13]	Addr [12:0]	Data_len	说明
IA	0x0000	0	0~data_len_max-2	2~ data_len_max	Spi 读数据，不能跨越 2 个通道读取数据。即 (addr[bit12:0] + datalen)<=data_len_max
IB	0x2000	1	同 UA	同 UA	
IC	0x4000	2	同 UA	同 UA	
UA	0x6000	3	同 UA	同 UA	
UB	0x8000	4	同 UA	同 UA	
UC	0xa000	5	同 UA	同 UA	
IN	0xC000	6	同 UA	同 UA	

5.4.8 CMD_0x46 读闪变和电压波动极值计算结果

5.4.8.1 短时闪变严重度 Pst_Ux(0x0-0x08)

短时闪变严重度寄存器组包括 A/B/C 三相电压短时闪变严重度寄存器 Pst_UA(0x00)、Pst_UB(0x04)、Pst_UC(0x04)。

Pst_Ux 寄存器更新周期为 10min，当寄存器更新时，PQ_STA.Pst_UD 置 1。

Pst_Ux 寄存器数据格式是 IEEE754 标准单精度浮点数，位宽 32 位。

5.4.8.2 短时闪变时戳 SFlicke_UD_t(0x0C-0x10)

短时闪变时戳用来记录短时闪变严重度更新时刻，记录更新时刻的年月日时分秒。

短时闪变时戳年月日由 SFlicker_UD_YMD 寄存器（0x0C）记录，时分秒由 SFlicker_UD__HMS 寄存器（0x10）记录，使用上述两个寄存器前提条件是 RN7326E RTC 已校时。

SFlicker_UD_YMD

偏移地址：0CH

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
16:31	SFlicker_UD_Year	短时闪变时戳-年，数据格式为 BCD 码,如 2019 年表示为 0x2019	R	0

8:15	SFlicke_UD_Month	短时闪变时戳-月，数据格式为 BCD 码,如 5 月表示为 0x05	R	0
0:7	SFlicker_UD_Date	短时闪变时戳-日，数据格式为 BCD 码，如 10 日表示为 0x10	R	0

SFlicker _UD _HMS

偏移地址：10H

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31：24	Reserved	保留	R	0
23:16	SFlicker_UD _Hour	短时闪变时戳-时，数据格式为 BCD 码，如 20 点表示为 0x20	R	0
15:8	SFlicker_UD_Minute	短时闪变时戳-分，数据格式为 BCD 码，如 12 分表示为 0x12	R	0
7:0	SFlicker_UD _Second	短时闪变时戳-秒，数据格式为 BCD 码，如 2 秒表示为 0x02	R	0

5.4.8.3 长时闪变严重度 Plt_Ux(0x14-0x1C)

长时闪变严重度寄存器组包括 A/B/C 三相电压长时闪变严重度寄存器 Plt_UA(0x14)、Plt_UB(0x18)、Plt_UC(0x1C)。

Plt_Ux 寄存器更新周期为 2h，当寄存器更新时，PQ_STA.Plt_UD 置 1。

Plt_Ux 寄存器数据格式是 IEEE754 标准单精度浮点数，位宽 32 位。

5.4.8.4 长时闪变时戳 LFlicke _UD_t(0x20-0x24)

长时闪变时戳用来记录长时闪变严重度更新时刻，记录更新时刻的年月日时分秒。

长时闪变时戳年月日由 LFlicker _UD_YMD 寄存器（0x20）记录，时分秒由 LFlicker _UD__HMS 寄存器（0x24）记录，使用上述两个寄存器前提条件是 RN7326E　RTC 已校时。

LFlicker _UD_YMD

偏移地址：20H

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
16:31	LFlicker _UD_Year	长时闪变时戳-年，数据格式为 BCD 码,如 2019 年表示为 0x2019	R	0
8:15	LFlicke _UD_Month	短时闪变时戳-月，数据格式为 BCD 码,如 5 月表示为 0x05	R	0
0:7	LFlicker _UD_Date	短时闪变时戳-日，数据格式为 BCD 码，如 10 日表示为 0x10	R	0

SFlicker _UD _HMS

偏移地址：24H

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31：24	Reserved	保留	R	0
23:16	LFlicker_UD_Hour	长时闪变时戳-时，数据格式为 BCD 码，如 20 点表示为 0x20	R	0
15:8	LFlicker_UD_Minute	长时闪变时戳-分，数据格式为 BCD 码，如 12 分表示为 0x12	R	0
7:0	LFlicker_UD_Second	长时闪变时戳-秒，数据格式为 BCD 码，如 2 秒表示为 0x02	R	0

5.4.8.5 电压波动极值 Ux_Fluctmax (0x28-0x30)

电压波动极值寄存器组包括 A/B/C 三相电压波动极值寄存器

Ux_Fluctmax 寄存器更新周期为 10min，当寄存器更新时，PQ_STA.Ufluctmax_UD 置 1。

Ux_Fluctmax 寄存器数据格式是无符数，位宽 16 位。

偏置地址：0x28

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	Fluct_max_UB	10 分钟 B 相电压波动极值	R	0
15:0	Fluct_max_UA	10 分钟 A 相电压波动极值。 格式为 16bit 无符号位。对应的归一化值= Fluct_max_Ux/2^16 (Vrms)	R	0

偏置地址：0x2c

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	reserved		R	0
15:0	Fluct_max_UC	10 分钟 C 相电压波动极值	R	0

5.4.8.6 电压波动时戳 UFluctmax_UD _t(0x30-0x34)

电压波动时戳用来记录电压波动极值更新时刻，记录更新时刻的年月日时分秒。

电压波动时戳年月日由 UFluctmax_UD_YMD 寄存器（0x34）记录，时分秒由 UFluctmax_UD__HMS 寄存器（0x38）记录，使用上述两个寄存器前提条件是 RN7326E RTC 已校时。

UFluctmax_UD_YMD

偏移地址：30H

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
16:31	UFluctmax_UD_Year	电压波动时戳-年，数据格式为 BCD 码,如 2019 年表示为 0x2019	R	0
8:15	UFluctmax_UD_Month	电压波动时戳-月，数据格式为 BCD 码,如 5 月表示为 0x05	R	0
0:7	UFluctmax_UD_Date	电压波动时戳-日，数据格式为 BCD 码，如 10 日表示为 0x10	R	0

UFluctmax_UD _HMS

偏移地址：34H

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31：24	Reserved	保留	R	0
23:16	UFluctmax_UD_Hour	电压波动时戳-时，数据格式为 BCD 码，如 20 点表示为 0x20	R	0
15:8	UFluctmax_UD_Minute	电压波动时戳-分，数据格式为 BCD 码，如 12 分表示为 0x12	R	0
7:0	UFluctmax_UD_Second	电压波动时戳-秒，数据格式为 BCD 码，如 2 秒表示为 0x02	R	0

5.4.9 CMD_0x4a 电能质量配置和状态寄存器(新)

5.4.9.1 电能质量系统状态和配置

Base_Addr = 0x0000

5.4.9.1.1 电能质量中断使能 PQ_STA_IE(0x00)

偏移地址：00H

写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开，且写数据长度=4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:18	Reserved	保留	R	0
7	EXTR_REC_WAVE_IE	电压暂态事件 ADC 波形故障录波中断使能位	R/W	0

		电压暂态事件 ADC 波形故障录波状态标志位置 1 时 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。		
6	RVC_IE	电压 RVC 事件中断使能位 电压 RVC 事件状态标志位置 1 时 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。	R/W	0
5	EXTR_REC_IE	电压暂态事件半波有效值录波状态中断使能位 电压暂态事件半波有效值录波状态标志位置 1 时 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。	R/W	0
4	EXTR_CH3_IE	多相电压暂态事件 TR 中断使能位 当多相电压暂态事 TR 标志位置 1 时 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。	R/W	0
3	EXTR_CHX_END_IE	分相电压暂态事件 TR 结束中断使能位 当分相电压暂态事件结束标志位置 1 时 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。	R/W	0
2	EXTR_CHX_START_IE	分相电压暂态事件 TR 开始中断使能位 当分相电压暂态事件开始标志位置 1 时 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。	R/W	0
1	UHW_UDIE	电压半波有效值更新中断使能位 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。	R/W	0
0	AVE_UHW_UD_IE	平均电压半波有效值计算完成中断使能位。 当半波有效值平均值计算标志位置 1 时 =0：不使能，不产生中断； =1：使能，产生中断，INT_PQ 引脚输出有效电平。	R/W	0

5.4.9.1.2 电能质量功能使能 PQ_EN_SET(0x08)

偏移地址：08H
写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开，且写数据长度=4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:13	Reserved	保留	R	0
12	TOPO_ID_EN	拓扑识别使能 读：拓扑识别使能状态： 写：写 1 使能拓扑识别模块	R/W	0
11:8				
7	ADC_WAVE_TRANS_EN	ADC 波形 SPIM 输出使能		
		读：读回来使能状态		
		写：写 1 使能。 SPIM 接口以半波为周期，实时输出 ADC 波形数据。	R/W	0
6	EXTR_WAVE_EN	ADC 波形故障录波使能（需开启 EXTR_EN）(需外挂 sram)	R/W	0
		读：读回来使能状态		
		写：写 1 使能。电压暂态事件发生时触发 ADC 波形故障录波功能。		
		读：读回来使能状态		
		写 1：使能 RVC 测量功能。（需开启 EXTR_EN）		
4	EXTR_EN	电压暂态事件总使能。	R/W	0
		读：读回来使能状态		
		写：写 1 使能。 此使能位涉及的相关功能（暂态事件实时检测，RVC 事件，半波有效值故障录波，ADC 波形故障录波）。		
3	FLICKR_UFlu_EN	闪变功能使能。	R/W	0
		读：读回来使能状态		
		写：写 1 使能。闪变参数和电压波动极值开始周期性计算。		
2	EXTR_REC_EN	半波有效值故障录波使能（需开启 EXTR_EN）	R/W	0
		读：读回来使能状态		
		写：写 1 使能。电压暂态事件发生时触发半波有效值故障录波功能。		
1	H_InterH_EN	谐波间谐波模块使能	R/W	0

		读：读回来使能状态 写：写 1 使能。写 FFT_CAL_START 命令可启动谐波间谐波计算。		
0	UNBAL_EN	不平衡度功能使能 读：读回来使能状态 写：写 1 使能。序分量和不平衡度开始周期性计算。	R/W	0

5.4.9.1.3 电能质量功能除能 PQ_EN_CLR(0x0c)

偏移地址：0cH
写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开，且写数据长度=4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:13	Reserved	保留	R	0
12	TOPO_ID_EN	拓扑识别除能 读：拓扑识别使能状态： 写：写 1 除能拓扑识别模块	R/W	0
11:8				
7	ADC_WAVE_TRANS_DIS	ADC 波形 SPIM 输出除能 读：读回来使能状态 写：写 1 除能。 停止 SPIM 接口以半波为周期输出 ADC 波形数据。		
6	EXTR_WAVE_DIS	ADC 波形故障录波除能 读：读回来使能状态 写：写 1 除能。 电压暂态事件发生时不再触发 ADC 波形故障录波功能。 读：读回来使能状态 写：写 1 除能。	R/W	0
4	EXTR_ DIS	电压暂态事件检测除能。 读：读回来使能状态 写：写 1 除能。关闭电压暂态事件检测功能（包含：暂态事件实时检测，暂态事件二级缓存，RVC 事件，半波有效值故障录波，ADC 波形故障录波）。	R/W	0
3	FLICKR_UFlu_ DIS	闪变功能除能。	R/W	0

		读：读回来使能状态 写：写 1 除能。闪变参数和电压波动极值关闭周期性计算，寄存器值不再更新。		
2	EXTR_REC_ DIS	半波有效值故障录波除能 读：读回来使能状态 写：写 1 除能。电压暂态事件发生时不再触发半波有效值故障录波功能。	R/W	0
1	H_InterH_ DIS	谐波间谐波功能除能 读：读回来使能状态 写：写 1 除能。写 FFT_CAL_START 命令不再触发谐波间谐波计算，寄存器值不再更新。	R/W	0
0	UNBAL_ DIS	不平衡度模块除能 读：读回来使能状态 写：写 1 除能。序分量和不平衡度关闭周期性计算，寄存器值不再更新。	R/W	0

5.4.9.1.4 外部 SRAM 电源控制 IO 口 POWER_SRAM_CFG (0x10)

偏移地址：10H
写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开，且写数据长度=4

比 特位	名称	描述	读 / 写标志	复 位值
31:16	CMD	=0x7326 时候，bit0，bit1 才能被写入	R	0
15:2				
1	POWER_ON_IDX	指示外部 SRAM 上电时候的设置电平。 假如 PIN 为低电平时候代表外部 sram 上电，则此位需=0。	R/W	0
0	SRAM_POWER_CFG	写：设置 SRAM_POWER_PIN 的电平 读： SRAM_POWER_PIN 上的电平。 说明：PIN 脚根据 PINS_FUNC_CFG 配置	R/W	0

5.4.9.1.5 外部 SRAM 初始化 EXT_SRAM_CFG (0x14)

偏移地址：14H
写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开；写数据长度=4；SPIM_ExtSram_EN = 1

比 特	名称	描述	读 / 写	复位值

位			标志	
31:16	CMD	=0x2026 时候，bit0，bit1 才能被写入	R	0
15:1	Reserved			
0	STA_CFG	写： 1：进行外部 spi sram 初始化，使能外部 spi sram，并进行自检。 0：关闭外部 spi sram 接口，除能。 说明：当 SRAM_POWER_CFG 的 bit0=bit1 时候，写功能才正常。 读： 1：表示外部 spi sram 功能正常。 0：表示外部 spi sram 功能异常。	R/W	0

5.4.9.1.6 不平衡度有效值选定寄存器 (0x18)

偏移地址：18H
写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开；写数据长度=4；

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:1	Reserved			
0	UNBAL_SRC_SEL	写： 0：基波有效值作为不平衡度的计算输入值。 1：全波有效值作为不平衡度的计算输入值。	R/W	0

5.4.9.1.7 启动半波有效值平均 Hfrms_Avg_Calc(0x20)

偏移地址：20H
写入条件：写数据长度=4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:8	Reserved	保留	R	0
7:0	HFRMS_AVG_N	HFRMS_AVG_N＞0≤100，启动电压半波有效值平均功能，HWAJ_AVE_N 个点平均后，PQ_STA 相关标志位置位。同时 Hfrms_Avg_CH 寄存器更新数据。	R/W	0

5.4.9.1.8 启动 FFT 计算 FFT_CAL_START(0x24)

偏移地址：24H
写入条件：写数据长度=4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	FFT_CAL_START	写 0x1 开启一次谐波间谐波计算。计算完成后，谐波间谐波寄存器数据会更新，状态位 PQ_STA.H_InterH_UD 置 1。 读：1=FFT 计算忙。0=FFT 计算空闲，可以开启下一次谐波计算。 说明： FFT_MOD=0，2s 内同时完成谐波和间谐波计算。 FFT_MOD=1，300ms 内只完成谐波计算。	R/W	

5.4.9.1.9 启动 FFT 间谐波计算 FFT_CAL_START_1(0x28)

偏移地址：28H
写入条件：写数据长度=4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:8	Reserved	保留	R	0
7	FFT_interval_cal_start	当 FFT_MOD =1 的时候。 1：开始间谐波计算。 0：不开启间谐波计算。	R/W	0
6:0	FFT_interval_cal_chx	当 FFT_MOD =1 的时候。 FFT_interval_cal_chx=0~5: 0=IA,1=IB,2=IC,3=UA,4=UB,5=UC 写 FFT_interval_cal_chx 开启一次 10 周波间谐波计算，完成时间约 1s。计算完成后，间谐波寄存器数据会更新，状态位 PQ_STA.H_InterH_UD 置 1。 读：1=FFT 计算忙。0=FFT 计算空闲，可以开启下一次谐波/间谐波计算。 说明：bit7=1 的时候，此通道选择才有效。	R/W	0

5.4.9.1.10 电能质量事件标志 PQ_STA（0x80）

偏移地址：80H
写入条件：写数据长度=4
标志位写 1 清零。

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
30	POWER_LVD_TRIG	芯片供电欠压标志位 =0：芯片电压供电正常。 =1：芯片电压供电小于 2.9V。（当系统）	R	0
39:21	Resverd		R	
20	EXTERN_SRAM_CHK_ERR	外置 SRAM 定时检测结果。1：异常；0：正常		
19	EXTERN_SRAM_CHK_FINISH	外置 SRAM 定时检测结束标志。周期为 1s。	R/W	
18	LINE_VOLT_IF	线电压更新标志位 更新周期：350ms	R/W	
17:16	Reserved	保留		
15	PQ_CHK_UD	PQ 校验和更新标志。更新周期>1s =0：未发生校验和结果更新事件； =1：发生校验和结果更新事件。该位写 1 清零。	R/W	0
14	UFluctmax_UD	电压波动极值参数更新标志。更新周期 10min。 =0：未发生电压波动极值结果更新事件；=1：本轮电压波动极值计算结束，CMD_0x46 下电压波动极值 Ux_Fluctmax 及电压波动极值时间戳寄存器 UFluctmax_UD_YMD，UFluctmax_UD_HMS 更新。该位写 1 清零。	R/W	0
13	Plt_UD	长时闪变参数更新标志。更新周期 2h =0：未发生长时闪变结果更新事件；=1：本轮长时闪变计算结束，CMD_0x46 下长时闪变值 Plt_Ux 寄存器结果更新。该位写 1 清零。	R/W	0
12	Pst _UD	短时闪变参数更新标志。更新周期 10min。	R/W	0

		=0：未发生短时闪变结果更新事件；=1：本轮短时闪变计算结束，CMD_0x46 下短时闪变值 Pst_Ux 及短时闪变时间戳寄存器 Sflicker_UD_YMD，Sflicker_UD_HMS 更新。该位写 1 清零。		
11	H_InterH_UD	谐波间谐波参数更新标志。在写 FFT_CAL_START 命令后 300ms 左右更新标志。 模式 0：谐波和间谐波完成计算的时间为 2s。 模式 1：谐波计算时间为 500ms。间谐波单通道计算时间为 1s 。 =0：未发生谐波间谐波结果更新事件； =1：本次谐波间谐波计算结束。 模式 0：CMD_0x42（CMD_0x4B）、CMD_0x43（CMD_0x4C）下所有谐波寄存器和间谐波寄存器结果更新，该位写 1 清零。 模式 1： CMD_0x4B/CMD_0x4C 下所有谐波寄存器或者间谐波寄存器结果更新，该位写 1 清零。	R/W	0
10	UNBAL_UD	序分量和不平衡度计算结果更新标志。更新周期 32 个周波，工频 50Hz 时为 640ms。 =0：未发生序分量和不平衡度结果更新事件； =1：本轮序分量和不平衡度计算结束，CMD_0x41 下所有序分量和不平衡度寄存器结果更新，该位写 1 清零。	R/W	0
7	EXTR_WAVE_REC_IF	Adc 波形故障录波缓存标志位 =0：未发生相应事件；=1：发生相应事件。（需要等待相应的事件发生且同时配置了事件标志配置寄存器相应的事件标志位 0xec） 说明：需要外置 sram 才能录波	R/W	0
6	RVC_CHX_CHX3_IF	RVC 分相和多相事件标志位 =0：未发生相应事件；=1：发生相应事件。（需要等待相应的事件发生且同时配置了事件标志配置寄存器相应的事件标志位 0xe8）	R/W	0
5	EXTR_REC_IF	半波有效值缓存标志位	R/W	0

		=0：未发生相应事件；=1：发生相应事件。（需要等待相应的事件发生且同时配置了事件标志配置寄存器相应的事件标志位 0xe4）		
4	EXTR_CHX3_LEV0_IF	暂态多相时间统计事件开始结束标志位 =0：未发生相应事件；=1：发生相应事件。（需要等待相应的事件发生且同时配置了事件标志配置寄存器相应的事件标志位）	R/W	0
3	EXTR_CHX_FINISH_IF	暂态分相事件时间统计结束标志位 =0：未发生暂态事件结束事件；=1：发生暂态事件结束事件。（需要等待相应的事件发生且同时配置了事件标志配置寄存器相应的事件标志位）	R/W	0
2	EXTR_CHX_START_IF	暂态分相事件时间统计开始标志位 =0：未发生相应事件；=1：暂态事件 TR 时间段统计事件开始。（需要等待相应的事件发生且同时配置了事件标志配置寄存器相应的事件标志位）	R/W	0
1	UHW_UDIF	电压半波有效值更新标志。更新周期：半周波。 =0：未发生电压半波有效值结果更新事件；=1：本轮电压半波有效值计算结束，Ux_HW 寄存器和 Phs_status 寄存器结果更新。若 UHW_UDIE=1,则产生中断。该位写 1 清零同时清中断。	R/W	0
0	AVE_UHW_Done	平均电压半波有效值计算结束事件标志，在启动 HWAJ_AVE_N 命令 N*半周波时间后更新标志。 =0：未发生平均电压半波有效值计算结束事件； =1：本次平均电压半波有效值计算结束，Ux_HW_AVE（x=A,B,C）寄存器结果更新。若 AVE_UHW_UD_IE=1，则产生中断。该位写 1 清零同时清中断。 说明：进行半波有效值直流校正完成的时候，此标志位也会置 1 。	R/W	0

5.4.9.1.11 PQ 配置寄存器校验和 PQ_CHK(0xF0)

偏移地址：F0H；字长：

写入条件：4 字节

PQ_CHK 是电能质量模块配置寄存器的校验和寄存器。

校验和计算地址范围：0x0~0x6000 地址空间中的寄存器（FFT 配置寄存器+暂态事件配置寄存器+实时波形输出配置寄存器）

校验和算法为四字节求和取反。

注意：配置保护范围内的寄存器后，需等待至 1s 计算时间,再读 PQ_CHK 寄存器。

位	位名称	功能描述	读/写标志	复位值
31:0	EMU_CHK_CAL	写： 写 0x1 主动开启 PQ 配置寄存器校验和运算。 说明：写 1 开启主动计算，则在电能质量闪变和不平衡度功能关闭的时候，最大更新时间为 10ms。 读： 返回校表寄存器和配置寄存器的校验和（寄存器值和取反）。 说明：PQ 配置寄存器校验和运算会按照 1s 为周期进行计算，计算完毕会更新 PQ_STA 的相关标志位。	W/R	0x0

5.4.9.1.12 PQU 写使能寄存器 SPCMD (0xFC)

偏移地址：FCH；默认值：0x0。

写入条件：4 字节

该寄存器用于电能质量单元 PQU 可读可写寄存器写保护命令。上电复位和软件复位后该寄存器回到默认写保护状态。

写保护寄存器的地址范围：

0x00~0x14+0x2000~0x6000 范围内的寄存器（FFT 配置寄存器+暂态事件配置寄存器+实时波形输出配置寄存器）

命令	命令字	功能描述
PQU_WREN	0xE5	写使能命令。写使能有效后，所有可读可写寄存器写使能，

		该寄存器读为 0x01。
PQU_WRDIS	0xDC	写保护命令。写保护有效后，所有可读可写寄存器写保护，该寄存器读为 0x00。
	其他	无效。芯片不动作

5.4.9.2 FFT 校正系数配置(基础地址=0x2000)

5.4.9.2.1 FFT KU 配置寄存器 (0x2000)

BassAddr：2000H
寄存器名称：Ku_CFG_x
写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开
模式 0:2~21 次偏移地址: 0x000~0x07f
模式 1:2~64 次偏移地址: 0x000~0x252

5.4.9.2.2 FFT KI 配置寄存器 (0x2400)

BassAddr：2400H
寄存器名称：Ki_CFG_x
写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开
模式 0:2~21 次偏移地址: 0x000~0x07f
模式 1:2~64 次偏移地址: 0x000~0x252

5.4.9.2.3 FFT UI 初始相角配置寄存器 (0x2800)

BassAddr：0x2800
寄存器名称：PHA_BaseAngle
写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开
偏移地址： 0x0
寄存器名称： A 相 UI 初始相角寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	BASE_ANGLE_UA	A 相电压电流初始相角 默认值 = -0.001466525	W/R	-

寄存器名称：PHB_BaseAngle
写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开

偏移地址： 0x4
寄存器名称： B 相 UI 初始相角寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	BASE_ANGLE_UB	B 相电压电流初始相角 默认值 = -0.001466525	W/R	-

寄存器名称：PHC _BaseAngle
写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开
偏移地址： 0x8
寄存器名称： C 相 UI 初始相角寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	BASE_ANGLE_UC	C 相电压电流初始相角 默认值 = -0.001466525	W/R	-

5.4.9.2.4 UI 半波有效值 FFT 计算阈值寄存器 (0x280C)

寄存器名称：THR_UI
写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开
寄存器名称：UI 半波有效值 FFT 计算阈值配置寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	U_FFT_THR	电压通道 FFT 计算阈值配置 HFRMS_UX。	W/R	0x147
15:0	I_FFT_THR	电流通道 FFT 计算阈值配置 HFRMS_IX。当计算 FFT 谐波/间谐波的时候，电流通道的半波有效值（adc 归一化 1Vrms = 16bit 无符号寄存器）小于配置的阈值 HFRMS_IX 的时候，FFT 结果状态寄存器相应标志位置 1.	W/R	0x62

5.4.9.2.5 UI 半波有效值波动 FFT 阈值寄存器 (0x2810)

寄存器名称：THR_UI
写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开

寄存器名称： UI 半波有效值 FFT 计算阈值配置寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	U_FFT_ FLUCT	电压通道 FFT 计算阈值配置 HFRMS_FLUCT_UX。	W/R	0x147
15:0	I_FFT_FLUCT	电流通道 FFT 计算阈值配置 HFRMS_FLUCT_IX。计算 FFT 谐波/间谐波的时候，电流通道的半波有效值波动大于配置的阈值 HFRMS_FLUCT_IX 的时候，FFT 结果状态寄存器相应标志位置 1. HFRMS_FLUCT_IX 为千分之 N。比如说 20 个半波有效值，最大值为 1100，最小值为 900，平均值为 1000，则波动值为（1100-900）/1000*1000 = 200。标志最大波动为千分之 200。	W/R	0x62

5.4.9.3 暂态事件参数配置(基础地址=0x4000)

说明：暂态事件寄存器地址=基础地址+偏置地址。

5.4.9.3.1 电压通道分压 adc 有效值 Un_adc

Un_adc 默认值为 0.14Vrms。

5.4.9.3.2 电压电流半波有效值校准值(0x00-0x08)(暂不使用)

偏移地址：0x4000~0x4008

假设额定电压时候，通过分压电阻得到 ADC 的电压有效值为 Un_adc=0.14Vrms。经过电压通道校正之后，将有效值寄存器值 Ua_rms 校正到 Un_adc*2^27。则此时，半波有效值对于的额定值=Un_adc*2^16

配置步骤

1 将表台设置成额定的电压，电流值。如 220V，5A。
2 按通道校正电压和电流。并填写校正系数。
3 读取半波有效值平均值 Hfrms_XX。
4 读取表台实际电压电流值 UIxr。

计算方法

例如计算额定 220V 情况下，UA 通道的电压有效值校准值 Hfrms_UAstd。

则需要

1 读取表台实际电压 UAr（例如= 220.15V）。
2 通过 spi 接口，读取半波有效值平均值 Hfrms_UAr （例如=14418）。
3 计算校准值 Hfrms_UAstd = Hfrms_UAr/UAr*220=14418/220.15*220 = 14408。（意味着 220V 额定电压的时候，其对应的电压通道半波有效值为 14408。如果需要计算 10%的阈值，则为 1440.8，取整为 1441）

5.4.9.3.3 电压暂态事件录波(半波有效值)使能位 gcfg3 (0x18)

半波有效值缓存，会将故障发生前 100 个半波有效值和故障发生后的 200 个半波有效值记录下来。

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31	PHA_CFG	0：单相区分录半波。 如：当 UA 发生暂态事件的时候（触发的故障类型请参考 bit0—bit23），那只会开始 UA,IA 通道的半波有效值记录。A/B/C 相分别独立判断。 1：三相联动录半波。 当 UA/UB/UC 任意一相发生暂态事件（触发的故障类型请参考 bit0—bit23），则三相的电压电流通道都会开始半波有效值故障记录。	R	0
30	TRIG_CFG	0：故障事件滤波前状态 如：当 UX 通道超过阈值时候，无需等待设定的半波有效值个数的滤波，直接判定为目前处于故障状态，开始录波。 1：故障事件滤波后状态 如：当 UX 通道超过阈值时候，需等待设定的半波有效值个数的滤波后，且都超过阈值范围，则判定为目前处于故障状态,开始录波。 说明：此设置主要影响录波的时间戳和是否过滤除时间短小的故障事件。如果配置=1，则时间戳为滤波后的时间。	W/R	0
29:28	Reserved	需保持 0 0: 缓存由分相暂态事件触发	W/R	0
27:11	Reserved	需保持 0	W/R	
10	START_INTR_UC	参考 UA	W/R	0
9	START_INTR_UB	参考 UA	W/R	0
8	START_INTR_UA	A 相通道电压短时中断开始时候 1：触发半波有效值故障录波 0：不触发	W/R	0
7	Reserved		W/R	0
6	START_DIPS_UC	参考 UA	W/R	0
5	START_DIPS_UB	参考 UA	W/R	0

4	START_DIPS_UA	A 相通道电压暂降开始时候 1：触发半波有效值故障录波 0：不触发。	W/R	0
3	Reserved		W/R	0
2	START_SWELLS_UC	参考 UA	W/R	0
1	START_SWELLS_UB	参考 UA	W/R	0
0	START_SWELLS_UA	A 相通道电压暂升开始时。 1：触发半波有效值故障录波 0：不触发。	W/R	0

5.4.9.3.4 RVC 事件和电压暂态事件互斥使能位 gcfg4 (0x1c)

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:30	FILTER_CNT_CFG	0：故障事件滤波前状态 如：当 UA 通道超过阈值时候，无需等待设定的半波有效值个数的滤波，直接判定为目前处于故障状态。 1：故障事件滤波后状态 如：当 UA 通道超过阈值时候，需等待设定的半波有效值个数的滤波后，且都超过阈值范围，则判定为目前处于故障状态。 建议设置为 0。	R	0
29:28	Reserved		W/R	0
27:11	Reserved	需保持 0	W/R	
10	START_INTR_UC	参考 UA	W/R	0
9	START_INTR_UB	参考 UA	W/R	0
8	START_INTR_UA	A 相通道处于电压短时中断状态时候 1：与 RVC 互斥 当暂态事件先于或者同于 RVC 事件发生，则不触发 RVC 事。当暂态事件晚于 RVC 事件发生，则 RVC 事件发生，但同时会记录暂态事件发生的类型。 0：不互斥	W/R	0

7	Reserved		W/R	0
6	START_DIPS_UC	参考 UA	W/R	0
5	START_DIPS_UB	参考 UA	W/R	0
4	START_DIPS_UA	A 相通道处于电压暂降状态时候 1：与 RVC 互斥 当暂态事件先于或者同于 RVC 事件发生，则不触发 RVC 事。当暂态事件晚于 RVC 事件发生，则 RVC 事件发生，但同时会记录暂态事件发生的类型。 0：不互斥	W/R	0
3	Reserved		W/R	0
2	START_SWELLS_UC	参考 UA	W/R	0
1	START_SWELLS_UB	参考 UA	W/R	0
0	START_SWELLS_UA	A 相通道处于电压暂升状态时候 1：与 RVC 互斥 当暂态事件先于或者同于 RVC 事件发生，则不触发 RVC 事。当暂态事件晚于 RVC 事件发生，则 RVC 事件发生，但同时会记录暂态事件发生的类型。 0：不互斥	W/R	0

5.4.9.3.5 电压事件录波(adc 波形)使能位 gcfg5 (0x20)

ADC 波形数据缓存，会将故障发生前 10 个半波和故障发生后的 20 个半波 ADC 波形数据记录下来。波形采样率为固定 4k 采样（50hz 时候，一个半波为 40 点 16bit 有符号位数据）。

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31	PHA_CFG	0：单相区分录波。 如：当 UA 发生暂态事件的时候（触发的故障类型请参考 bit0—bit23），那只会开始 UA,IA 通道的波形记录。A/B/C 相分别独立判断。 1：三相联动录波。 当 UA/UB/UC 任意一相发生暂态事件（触发的故障类型请参考 bit0—bit23），则三相的电压电流通道都会开始波形故障记录。	R	0

29:28	TRIG_CFG	0: 缓存由分相暂态事件触发 需要配置为 0.	W/R	0
TRIG_CFG=0/1				
27:11	Reserved	需保持 0	W/R	
10	START_INTR_UC	参考 UA	W/R	0
9	START_INTR_UB	参考 UA	W/R	0
8	START_INTR_UA	A 相通道电压短时中断开始时候（阈值由 BIT29:BIT28 选择） 1：触发 adc 波形故障录波 0：不触发	W/R	0
6	START_DIPS_UC	参考 UA	W/R	0
5	START_DIPS_UB	参考 UA	W/R	0
4	START_DIPS_UA	A 相通道电压暂降开始时候（阈值由 BIT29:BIT28 选择） 1：触发 adc 波形故障录波 0：不触发。	W/R	0
3	Reserved		W/R	0
2	START_SWELLS_UC	参考 UA	W/R	0
1	START_SWELLS_UB	参考 UA	W/R	0
0	START_SWELLS_UA	A 相通道电压暂升开始时候（阈值由 BIT29:BIT28 选择） 1：触发 adc 波形故障录波 0：不触发。	W/R	0

5.4.9.3.6 分相实时暂态事件开始 PQ_STA 使能位 (0x2c)

当分相实时暂态事件开始标志位置位的时候，且将相应的 PQ 输出标志位使能，就会在 PQ 状态寄存器 BIT2 标志位置 1。

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	Reserved		W/R	0
15	Reserved		W/R	0

14	FINISH_SWELLS_UC	参考 UA	W/R	0
13	FINISH_SWELLS_UB	参考 UA	W/R	0
12	FINISH_SWELLS_UA	A 通道电压暂升结束时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
11	Reserved		W/R	0
10	START_INTR_UC	参考 UA	W/R	0
9	START_INTR_UB	参考 UA	W/R	0
8	START_INTR_UA	A 相通道电压短时中断开始时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
7	Reserved		W/R	0
6	START_DIPS_UC	参考 UA	W/R	0
5	START_DIPS_UB	参考 UA	W/R	0
4	START_DIPS_UA	A 相通道电压暂降开始时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
3	Reserved		W/R	0
2	START_SWELLS_UC	参考 UA	W/R	0
1	START_SWELLS_UB	参考 UA	W/R	0
0	START_SWELLS_UA	A 相通道电压暂升开始时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0

5.4.9.3.7 分相实时暂态事件结束 PQ_STA 使能位 (0x30)

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:27	Reserved		W/R	0
26	FINISH_INTR_UC_TR_LEN	参考 UA	W/R	0
25	FINISH_INTR_UB_TR_LEN	参考 UA	W/R	0

24	FINISH_INTR_UA_TR_LEN	A 通道电压短时中断 TR 计时结束时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
23	Reserved		W/R	0
22	FINISH_DIPS_UC_TR_LEN	参考 UA	W/R	0
21	FINISH_DIPS_UB_TR_LEN	参考 UA	W/R	0
20	FINISH_DIPS_UA_TR_LEN	A 通道电压暂降 TR 计时结束时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
19	Reserved		W/R	0
18	FINISH_SWELLS_UC_TR_LEN	参考 UA	W/R	0
17	FINISH_SWELLS_UB_TR_LEN	参考 UA	W/R	0
16	FINISH_SWELLS_UA_TR_LEN	A 通道电压暂升 TR 计时结束时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
15：11	Reserved		W/R	0
10	FINISH_INTR_UC	参考 UA	W/R	0
9	FINISH_INTR_UB	参考 UA	W/R	0
8	FINISH_INTR_UA	A 通道电压短时中断结束时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
7	Reserved		W/R	0
6	FINISH_DIPS_UC	参考 UA	W/R	0
5	FINISH_DIPS_UB	参考 UA	W/R	0
4	FINISH_DIPS_UA	A 通道电压暂降结束时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
3	Reserved		W/R	0
2	FINISH_SWELLS_UC	参考 UA	W/R	0
1	FINISH_SWELLS_UB	参考 UA	W/R	0
0	FINISH_SWELLS_UA	A 通道电压暂升结束时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。	W/R	0

		0：不相关。		

5.4.9.3.8 多相实时暂态事件 PQ_STA 使能位 (0x 34)

当多相实时暂态事件开始、结束标志位置位的时候，且将相应的 PQ 输出标志位使能，就会在 PQ 状态寄存器 BIT4 标志位置 1。

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	Reserved		W/R	0
14	FINISH_INTR_TR_LEN	三相电压短时中断 Tr 计时结束时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。。	W/R	0
13	FINISH_DIPS_TR_LEN	三相电压暂降 Tr 计时结束时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
12	FINISH_SWELLS_TR_LEN	三相电压暂升 Tr 计时结束时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
11:8	Reserved			
7	Reserved	需保持 0	W/R	0
6	FINISH_INTR	三相电压短时中断结束时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。。	W/R	0
5	FINISH_DIPS	三相电压暂降结束时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
4	FINISH_SWELLS	三相电压暂升结束时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
3	Reserved			
2	START_INTR	三相通道电压短时中断开始时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
1	START_DIPS	三相通道电压暂降开始时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。	W/R	0

		0：不相关。		
0	START_SWELLS	三相通道电压暂升开始时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0

5.4.9.3.9 暂态事件半波有效值录波 PQ_STA 使能位 (0x38)

当暂态事件二级缓存结束标志位或者半波有效值录波标志位置位的时候，且将相应的 PQ 输出标志位使能，就会在 PQ 状态寄存器 BIT5 标志位置 1

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:23	Reserved		W/R	0
22	FINISH_REC_HFRMS_CHC	UC,IC 参考 BIT20	W/R	0
21	FINISH_REC_HFRMS_CHB	UC,IC 参考 BIT20	W/R	0
20	FINISH_REC_HFRMS_CHA	A 通道(UA,IA)半波有效值二级缓存录波结束标志置 1 时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
19	RESERVED			
18	START_REC_HFRMS_CHC	同 BIT16	W/R	0
17	START_REC_HFRMS_CHB	同 BIT16	W/R	0
16	START_REC_HFRMS_CHA	A 通道半波有效值二级缓存录波开始标志置 1 时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
15:0	RESERVED			

5.4.9.3.10 RVC 事件 PQ_STA 使能位 (0x 3c)

当 RVC 事件标志位置位的时候，且将相应的 PQ 输出标志位使能，就会在 PQ 状态寄存器 BIT6 标志位置 1。

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	Reserved		W/R	0
14	RVC_FINISH_UC	UC 参考 BIT12	W/R	0
13	RVC_FINISH_UB	UB 参考 BIT12	W/R	0
12	RVC_FINISH_UA	UA 通道 RVC 实时事件结束标志置 1 时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
11	RESERVED		W/R	0
10	RVC_START_UC	UC 参考 BIT8		
9	RVC_START_UB	UB 参考 BIT8		
8	RVC_START_UA	UA 通道 RVC 实时事件开始标志置 1 时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。		
7:2	RESERVED		W/R	0
1	RVC_FINISH_CHX3_Pos	三相通道 RVC 实时事件结束标志置 1 时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0
0	RVC_START_CHX3_Pos	三相通道 RVC 实时事件开始标志置 1 时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。	W/R	0

5.4.9.3.11 暂态事件 ADC 波形录波 PQ_STA 使能位 (0x 40)

当暂态事件 ADC 波形录波标志位置位的时候，且将相应的 PQ 输出标志位使能，就会在 PQ 状态寄存器 BIT7 标志位置 1

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	Reserved		W/R	0
6	FINISH_REC_WAVE_CHC	UC,IC 参考 BIT4	W/R	0
5	FINISH_REC_WAVE_CHB	UB,IC 参考 BIT4	W/R	0
4	FINISH_REC_WAVE_CHA	A 通道（UA,IA）ADC 波形故障录波结束标	W/R	0

		志置 1 时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。		
3	RESERVED		W/R	0
2	START_REC_WAVE_CHC	UC,IC 参考 BIT0		
1	START_REC_WAVE_CHB	UB,IC 参考 BIT0		
0	START_REC_WAVE_CHA	A 通道（UA,IA）ADC 波形故障录波开始标志置 1 时候 1：PQ 状态寄存器标志位置 1。 0：不相关。		

5.4.9.3.12 UA,UB,UC 电压暂升设置 (0x4C~0x60)

偏移地址：4CH
名称：UA 电压暂升阈值/滞环阈值设置寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	Swells_THYS_Ux	UA 电压暂升滞环阈值设置。16bit 无符号数。 默认值=Un_adc*65535*（1+0.1）	W/R	-
15:0	Swells_TH_Ux	UA 电压暂升阈值 LV0 设置。16bit 无符号数。 默认值=Un_adc*65535*（0.02）	W/R	-

偏移地址：50H
名称：UA 电压暂升开始/结束滤波设置寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	Swells_Finish_Cnt	0：无滤波，直接进入暂升结束(正式状态)。 N(1~65535)：当处于暂升结束（预备状态）持续时间超过 N 个半波计数之后，暂升结束(正式状态)。	W/R	0
15:0	Swells_Start_Cnt	0：无滤波，暂升开始(正式状态)。 N(1~65535)：当处于暂升开始（预备状态）持续时间超过 N 个半波计数之后，暂升开始(正式状态)。	W/R	0

偏移地址：54H； 名称：UB 电压暂升阈值/滞环阈值设置寄存器
偏移地址：58H； 名称：UB 电压暂升开始/结束滤波设置寄存器

偏移地址：5CH; 名称：UC 电压暂升阈值/滞环阈值设置寄存器
偏移地址：60H; 名称：UC 电压暂升开始/结束滤波设置寄存器

5.4.9.3.13 UA,UB,UC 电压暂降设置 (0x64~0x78)

偏移地址：64H
名称：UA 电压暂降阈值/滞环阈值设置寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	Dips_THYS_Ux	UA 电压暂降滞环阈值 LV0 设置。16bit 无符号数。 默认值=Un_adc*65535*（1-0.1）	W/R	-
15:0	Dips_TH_Ux	UA 电压暂降阈值 LV0 设置。16bit 无符号数。 默认值=Un_adc*65535*（0.02）	W/R	-

偏移地址：68H
名称：UA 电压暂降开始/结束滤波 LV0 设置寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	Dips_Finish_Cnt	0：无滤波，直接进入暂降结束(正式状态)。 N(1~65535)：当处于暂降结束（预备状态）持续时间超过 N 个半波计数之后，暂降结束(正式状态)。	W/R	0
15:0	Dips_Start_Cnt	0：无滤波，暂降开始(正式状态)。 N(1~65535)：当处于暂降开始（预备状态）持续时间超过 N 个半波计数之后，暂降开始(正式状态)。	W/R	0

偏移地址：6cH; 名称：UB 电压暂降阈值/滞环阈值设置寄存器
偏移地址：70H; 名称：UB 电压暂降开始/结束滤波设置寄存器
偏移地址：74H; 名称：UC 电压暂降阈值/滞环阈值设置寄存器
偏移地址：78H; 名称：UC 电压暂降开始/结束滤波设置寄存器

5.4.9.3.14 UA,UB,UC 电压中断设置 (0x7c~0x90)

偏移地址：7cH
名称：UA 电压中断阈值/滞环阈值设置寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	Intr_THYS_Ux	UA 电压中断滞环阈值设置。16bit 无符号数。 默认值= Un_adc*65535*（0.1）	W/R	0
15:0	Intr_TH_Ux	UA 电压中断阈值 LV0 设置。16bit 无符号数。 默认值= Un_adc*65535*（0.02）	W/R	0

偏移地址：80H
名称：UA 电压中断开始/结束滤波设置寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	Intr_Finish_Cnt	0：无滤波，符合电压阈值和迟滞阈值条件，直接进入电压中断结束状态(正式)。 N(1~65535)：当处于电压中断结束状态（预备）持续时间超过 N 个半波计数之后，电压中断结束(正式)。	W/R	0
15:0	Intr_Start_Cnt	0：无滤波，符合电压阈值条件，直接进入电压中断开始状态(正式)。 N(1~65535)：当处于电压中断开始状态（预备）持续时间超过 N 个半波计数之后，电压中观开始(正式)。	W/R	0

偏移地址：84H; 名称：UB 电压中断阈值/滞环阈值设置寄存器
偏移地址：88H; 名称：UB 电压中断开始/结束滤波设置寄存器
偏移地址：8cH; 名称：UC 电压中断阈值/滞环阈值设置寄存器
偏移地址：90H; 名称：UC 电压中断开始/结束滤波设置寄存器

5.4.9.3.15 暂态事件 TR 时间统计时间长度设置 (0x94~0x9c)

偏移地址：94H
名称：电压暂升时间统计时长设定

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	SWELLS_TR_LEN_CHX3	电压暂升多相系统 TR 统计时间长度设置（ms）	W/R	3000
15:0	SWELLS_TR_LEN_CHX3	电压暂升单相 TR 统计时间长度设置（ms）	W/R	3000

偏移地址：98H
名称：电压暂降时间统计时长设定

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	DIPS_TR_LEN_CHX3	电压暂降多相系统 TR 统计时间长度设置（ms）	W/R	3000
15:0	DIPS _TR_LEN_CHX3	电压暂降单相 TR 统计时间长度设置（ms）	W/R	3000

偏移地址：9cH
名称：电压中断时间统计时长设定

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	DIPS_TR_LEN_CHX3	电压中断多相系统 TR 统计时间长度设置（ms）	W/R	3000
15:0	DIPS _TR_LEN_CHX3	电压中断单相 TR 统计时间长度设置（ms）	W/R	3000

5.4.9.3.16 电压暂升 TR 时间统计多阈值设置 (0xa0~0xc0)

偏移地址：a0H
名称：UA 电压暂升 TR 统计阈值 0，阈值 1 配置寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	SWELLS_UA_TR_LV1	UA 电压暂升 TR 统计阈值 1 设置 默认值= Un_adc*65535*（1.12）	W/R	
15:0	SWELLS_UA_TR_LV0	UA 电压暂升 TR 统计阈值 0 设置 默认值= Un_adc*65535*（1.1）	W/R	

偏移地址：a4H
名称：UA 电压暂升 TR 统计阈值 2，阈值 3 配置寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值

31:15	SWELLS_UA_TR_LV3	UA 电压暂升 TR 统计阈值 3 设置 默认值= Un_adc *65535*（1.35）	W/R	
15:0	SWELLS_UA_TR_LV2	UA 电压暂升 TR 统计阈值 2 设置 默认值= Un_adc *65535*（1.15）	W/R	

偏移地址：a8H
名称：UA 电压暂升 TR 统计阈值 4，阈值 5 配置寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	SWELLS_UA_TR_LV5	UA 电压暂升 TR 统计阈值 3 设置 默认值=65535	W/R	
15:0	SWELLS_UA_TR_LV4	UA 电压暂升 TR 统计阈值 2 设置 默认值=65535 说明：当此阈值不用的时候，暂升事件将其设置成最大值。	W/R	

偏移地址：acH; 名称：UB 电压暂升 TR 统计阈值 0，阈值 1 配置寄存器
偏移地址：b0H; 名称：UB 电压暂升 TR 统计阈值 2，阈值 3 配置寄存器
偏移地址：b4H; 名称：UB 电压暂升 TR 统计阈值 4，阈值 5 配置寄存器

偏移地址：b8H; 名称：UC 电压暂升 TR 统计阈值 0，阈值 1 配置寄存器
偏移地址：bcH; 名称：UC 电压暂升 TR 统计阈值 2，阈值 3 配置寄存器
偏移地址：c0H; 名称：UC 电压暂升 TR 统计阈值 4，阈值 5 配置寄存器

5.4.9.3.17 电压暂降 TR 时间统计多阈值设置 (0xc4~0xe4)

偏移地址：c4H
名称：UA 电压暂降 TR 统计阈值 0，阈值 1 配置寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	DIPS _UA_TR_LV1	UA 电压暂降 TR 统计阈值 1 设置 默认值= Un_adc *65535*（0.8）	W/R	
15:0	DIPS _UA_TR_LV0	UA 电压暂降 TR 统计阈值 0 设置 默认值= Un_adc *65535*（0.9）	W/R	

偏移地址：c8H
名称：UA 电压暂降 TR 统计阈值 2，阈值 3 配置寄存器

比特	名称	描述	读/	复位

位			写标志	值
31:15	DIPS_UA_TR_LV3	UA 电压暂降 TR 统计阈值 3 设置 默认值= Un_adc *65535*（0.4）	W/R	
15:0	DIPS _UA_TR_LV2	UA 电压暂降 TR 统计阈值 2 设置 默认值= Un_adc *65535*（0.7）	W/R	

偏移地址：ccH
名称：UA 电压暂降 TR 统计阈值 4，阈值 5 配置寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	DIPS _UA_TR_LV5	UA 电压暂降 TR 统计阈值 3 设置 默认值=0 说明：当此阈值不用的时候，暂降事件将其设置成最小值 0。	W/R	
15:0	DIPS _UA_TR_LV4	UA 电压暂降 TR 统计阈值 2 设置 默认值= Un_adc *65535*（0.05）	W/R	

偏移地址：d0H; 名称：UB 电压暂降 TR 统计阈值 0，阈值 1 配置寄存器
偏移地址：d4H; 名称：UB 电压暂降 TR 统计阈值 2，阈值 3 配置寄存器
偏移地址：d8H; 名称：UB 电压暂降 TR 统计阈值 4，阈值 5 配置寄存器

偏移地址：dcH; 名称：UC 电压暂降 TR 统计阈值 0，阈值 1 配置寄存器
偏移地址：e0H; 名称：UC 电压暂降 TR 统计阈值 2，阈值 3 配置寄存器
偏移地址：e4H; 名称：UC 电压暂降 TR 统计阈值 4，阈值 5 配置寄存器

5.4.9.3.18 UA,UB,UC 电压 RVC 设置 (0xe8~0x108)

偏移地址：e8H
名称：A 相电压 RVC 上冲阈值/滞环阈值设置寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	RVC_THYS_Ux_Pos	UA 电压上冲触发 RVC 事件滞环阈值设置。16bit 无符号数。 一般设定=半波有效值校正值*0.02	W/R	0
15:0	RVC_TH_Ux_ Pos	UA 电压上冲触发 RVC 事件阈值设置。16bit 无符号数。	W/R	0

		一般设定=半波有效值校正值*0.05		

偏移地址：eCH
名称：A 相电压 RVC 下冲阈值/滞环阈值设置寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:15	RVC_THYS_Ux_Neg	UA 电压下冲触发 RVC 事件滞环阈值设置。16bit 无符号数。 一般设定=半波有效值校正值*0.02	W/R	0
15:0	RVC_TH_Ux_ Neg	UA 电压下冲触发 RVC 事件阈值设置。16bit 无符号数。 一般设定=半波有效值校正值*0.05	W/R	0

偏移地址：f4H;　名称：B 相电压 RVC 上冲阈值/滞环阈值设置寄存器
偏移地址：f8H;　名称：B 相电压 RVC 下冲阈值/滞环阈值设置寄存器

偏移地址：100H;　名称：C 相电压 RVC 上冲阈值/滞环阈值设置寄存器
偏移地址：104H;　名称：C 相电压 RVC 下冲阈值/滞环阈值设置寄存器

5.4.9.4 Adc 波形实时输出配置寄存器 (基础地址=0x6000)

5.4.9.4.1 SPI 接口波形配置(0x00)

偏移地址：00H
寄存器名称：ADC_WAVE_SPIM_CFG
写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:24	reserved		R	0
23:16	reserved			
15:8	CLK_DIV	Spim 接口时钟频率设置。 Spi_sck 频率=32.768M/2*(1+CLK_DIV)	R/W	1
7:0	MOD	Spi master 接口模式选择 Bit0:cpol Bit1:cpha 其他位：无效	R/W	0

5.4.9.4.2 Adc 波形通道配置寄存器 (0x04)

偏移地址：04H
寄存器名称：ADC_WAVE_CHX_CFG
写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:24	HFRMS_CHX_EN	半波有效值+WAVECNT 输出通道使能： Bit24-bit31 ： IA-IB-IC-UA-UB-UC-IN-WAVECNT	R/W	0
23:16	WAVE_CHX_EN	实时波形输出通道使能： Bit16-bit23：IA-IB-IC-UA-UB-UC-IN 如： 全部波形输出，则=0x7f。 单相波形 IA,UA,则=0x09。	R/W	0x7f
15:8	DOTS_CYCYLE	周波同步点数配置 0:64 点 1:128 点 3:256 点 其他：无效	R/W	1
7:0	Reserved	保留为 0	R/W	0

5.4.9.4.3 Adc 波形帧格式配置寄存器 (0x08)

偏移地址：08H
寄存器名称：ADC_WAVE_FRAME_CFG
写入条件：SPCMD(0xfc)密码打开

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:24	ReTransmit_en	0: 波形数据重传不使能 1: 波形数据重传使能。	R/W	0

		说明：当检测到数据异常的情况下，在下一个半波数据来临还有最少 2ms 时间时候，通过拉低 trans_req 接口 400 微秒以上，达到了将当前帧数据重新传输的作用。如果周波点数为 256，则建议 spim 的时钟为 16m，否则可能会重传失败。		
23:16	Head_en	0: 帧格式不附带帧头 1: 帧格式附带帧头 其他：同 1	R/W	0
15:8	Chk_en	0: 帧格式最后不带校验字节。 1: 帧格式最后附带校验字节。 其他：同 1	R/W	0
7:0	Chk_type	0：crc16 校验。 1：8bit 校验和。 2: 16bit 校验和。(为 8bit 数据进行累加和，最后累加和数据为 16bit)	R/W	0

5.4.10 CMD_0x31/CMD_0x32 ISP 固件升级

a) ISP 固件升级是通过 SPIS 接口，对 RN7326E 芯片的固件进行升级的功能。
b) 可以支持的重要功能为：flash 擦除、flash 编程、固件校验和跳转
c) 可以支持的辅助功能为：1 将数据写入 buf； 2 buf 校验和计算； flash 校验和计算， flash 擦除， flash 查空；将 buf 数据烧写入 flash；检测 flash 代码的合法性，将新固件的信息更新到芯片启动项；非复位程序跳转到新固件。
d) 最多 4k 的数据缓存区 buf。最大 flash 升级空间为 128K。
e) Isp 功能和电能质量功能互斥。只有关闭电能质量使能的情况下，isp 功能才能启用。
f) 固件烧写完毕，程序可以进行非复位性跳转到新固件。升级过程中，和新固件加载过程中，EMU 计量功能不受到影响。

5.4.10.1.1 CMD_0x31 数据缓冲区 buf

偏置地址：BassOffsetAddr = 0
最大数据长度：1024*4
数据访问对齐：word（32bit）
读命令：cmd=0x31
写命令：cmd=0x31|0x80

5.4.10.1.2 CMD_0x32 命令配置和状态返回区

偏置地址：0
最大数据长度：
数据访问对齐：word（32bit）

- ISP_CMD_ACTION

偏移地址：BassOffsetAddr + 0x00
寄存器名称：ISP 在线升级命令启动寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	Action	写 1，表示数据缓冲区和命令配置写入完毕，ISP 开始按照命令执行操作。 读： 1：表示 ISP 繁忙，需要等待操作完成。 0：ISP 空闲，可以进行下一次配置操作。 说明：可以与其他命令同时写入。但需要保证其为写入操作的最后一步。	W/R	0

- ISP_CMD_CMD_STA

偏移地址：BassOffsetAddr + 0x04
寄存器名称：ISP 在线升级命令代码和命令状态返回寄存器

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	Spcmd	写入的命令需要生效，spcmd 必须等于 0x7326。 说明：可以与其他命令寄存器同时写入。	W/R	0
15:8	Err_fb	写： ISP_CMD_ACTION 寄存器生效前，此标志需要写 0。 读： 1：请求执行的 ISP 命令格式错误，或者执行条件不具备。 0：请求执行的 ISP 命令正常。	W/R	0

7:0	cmd	操作命令代码：
		0x13（ISP_CMD_FLASH_ERASE ）
		//flash 擦除
		0x15（ISP_CMD_FLASH_PROG ）
		//flash 烧写，最大不能超过 buf 的大小
		0x21（ISP_CMD_CODE_SWITCH_GO ）
		//根据最新配置，重新执行 code。（不复位）
			W/R	0

- ISP_CMD_WR_DATA_0
- 偏移地址：BassOffsetAddr + 0x08

寄存器名称：ISP 在线升级命令参数读写寄存器 0

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	WR_DATA	写： 作为固件升级命令相匹配的参数输入。 读： 命令执行完毕前，为之前写入的值。命令执行完毕后，返回的是命令执行的状态。0：执行完毕。其他：执行失败。 说明：具体命令参数对应关系，请参考后一小节的格式介绍和例子。	W/R	0

■ ISP_CMD_WR_DATA_1

偏移地址：BassOffsetAddr + 0x0c

寄存器名称：ISP 在线升级命令参数读写寄存器 1

■ ISP_CMD_WR_DATA_2

偏移地址：BassOffsetAddr + 0x10

寄存器名称：ISP 在线升级命令参数读写寄存器 2

■ ISP_CMD_WR_DATA_3

偏移地址：BassOffsetAddr + 0x14

寄存器名称：ISP 在线升级命令参数读写寄存器 3

5.4.10.1.3 CMD_0x32 命令格式介绍和例子

1) FLASH_ERASE

✧ 介绍

接口名称：flash 空闲区域擦除

接口用途: 在 flash 写入之前，需要将 flash 擦除。擦除后默认值为 0x0

命令编号：ISP_CMD_FLASH_ERASE

参数介绍：

cmd.wdata[0]：flash 起始地址,0～（127*1024 ）。需要 FLASH_PAGE_SIZE=256byte 对齐

cmd.wdata[1]：flash 长度,256～（128*1024 ）需要 FLASH_PAGE_SIZE=256byte 对齐

cmd.wdata[2]：flash 擦除成功后的默认值。=0x0

数据返回：

cmd.err_fb ： 0：命令正确 ； 1：命令出错

cmd.rdata[0] ： 0：擦除正确 ； 1：擦除出错

✧ 例子

命令目的：擦除 128k 空闲 flash 区域
命令配置：

```
cmd.wdata[0] = 0              ;
cmd.wdata[1] =   128*1024   ;
cmd.wdata[2] =   0   ;
cmd.cmd      =   ISP_CMD_FLASH_ERASE ;
cmd.spcmd    =   ISP_CMD_SPCMD_FUNC_VALID ;
cmd.action   =   1 ;
```

等待返回：读 cmd.action，当其等于 0 时候，表示指令执行完毕。
时间大概为（4*N_page） ms
返回成功判断： cmd.err_fb =0，cmd.rdata[0] =0 ；

2) ISP_CMD_FLASH_PROG

✧ 介绍

接口名称：flash 烧写
接口用途: 将 CMD_0x31 数据缓冲区的数据烧写到 flash 里面
命令编号：ISP_CMD_FLASH_PROG
参数介绍：

cmd.wdata[0]：flash 起始地址,0～（127*1024 ）。需要 256byte 对齐
cmd.wdata[1]：buffer 地址。256~4096。需要
cmd.wdata[2]：flash 烧写数据大小。256*1~256*16

数据返回：

cmd.err_fb ： 0：命令正确； 1：命令出错
cmd.rdata[0] ： 0：烧写成功； 1：烧写失败。

✧ 例子

命令目的：将数据缓存区 buffer 的数据烧写到 flash
命令配置：

```
cmd.wdata[0] =   0            ;
cmd.wdata[1] =   0            ;
cmd.wdata[2] =   512          ;  // 必须=0
cmd.cmd      =   ISP_CMD_FLASH_PROG ;
cmd.spcmd    =   ISP_CMD_SPCMD_FUNC_VALID ;
cmd.action   =   1 ;
```

等待返回：读 cmd.action，当其等于 0 时候，表示指令执行完毕。
时间大概为 (2* cmd.wdata[2] /256) ms
返回成功判断： cmd.err_fb =0，cmd.rdata[0] =0 ；
同介绍

3) CODE_SWITCH_GO

✧ 介绍

接口名称: 最新固件程序重载跳转
接口用途：
1 新固件注册信息通过之后，使用此命令进行固件重载。（不复位）
2 假如没有新的固件注册，则会将当前固件重新重载。

命令编号： ISP_CMD_CODE_SWITCH_GO
参数介绍：
cmd.wdata[0]：必须等于 0x77882022
数据返回：
cmd.err_fb： 0：命令正确； 1：命令出错
cmd.rdata[0] ：命令执行成功后，程序会重新执行。
时间大概为： 300ms 之后，读系统状态寄存器或者软件版本号，确认程序已经重新执行。且进行必要的初始化配置。

✧ 例子
命令目的：切换到最新的固件，重新执行程序
命令配置：

```
cmd.wdata[0] =  0x77882022          ;
cmd.cmd      =  ISP_CMD_CODE_SWITCH_GO ;
cmd.spcmd    =  ISP_CMD_SPCMD_FUNC_VALID ;
cmd.action   =  1 ;
```

等待固件重新执行

5.4.10.1.4 ISP 固件升级软件流程

1) 关闭电能质量功能。（FFT,ADC 波形 SPIM 输出、闪变,暂态事件，半波有效值录波，adc 波形录波，RVC 功能）
2) 配置系统寄存器（cmd_0x90），地址 0x14,使能 SPIS_ISP_EN.(BIT8=BIT9=1)
3) 擦除 flash（128k）
4) Flash 烧录
   A 依次将固件数据按照 256byte 的大小，通过 cmd_0x31 写入 buf。
   B 将 buf 的数据烧写 flash
   C 重复 A,B，直至将固件完全烧写进去。
5) 跳转到新的固件，重新执行软件。(ISP_CMD_CODE_SWITCH_ GO)
6) 确认软件运行正常后，读取版本号，确认 ok 后，重新配置 EMU 和 PQ 相关的寄存器。

6 RTC

6.1 概述

RTC 模块提供实时时钟、振荡器温度补偿、日历、闹钟、时钟脉冲输出等功能。

实时时钟用独立的时、分、秒寄存器跟踪时间。日历包括年、月、日以及星期寄存器，具有闰年闰月自动修正功能。时钟脉冲输出具有多种可选择频率用于时钟校准。提供闹钟/报警功能。

集成温度传感器，提供温度测量的数字结果。该模块可由 VBAT 独立供电。

注意 FWVersion V1.0 版本不支持电池供电低功耗 RTC 模式，VBAT 引脚直接连接 AVCC，每次复位主机应对 RTC 时钟进行校时操作。

6.2 特点

- 提供准确的温度值，-25℃～70℃范围内测温精度为±1℃
- 在常温下实现 RTC 的初始校正
- 自动完成 RTC 的温度补偿操作
- 低功耗设计
- 频率调节精度达到 0.061035ppm
- 高稳定性的振荡器
- RTC 在不同模式下都不关闭，在低功耗下仍然正常工作
- 提供时钟和日历功能：输出寄存器中包括秒，分钟，小时，日期，月份，年份和星期等
- 具有自动闰年闰月调整功能，计时范围 100 年（00-99）
- 可输出未校正的频率 1024/32768Hz
- 可输出校正后的频率 1/2/4/8/32/128Hz

6.3 SPI 命令和寄存器

6.3.1 Cmd_0x50-SPI 命令和寄存器列表

SPI 命令	**CMD_0xD0-写 RTC 寄存器 CMD_0x50-读 RTC 寄存器**	
寄存器名	**地址偏移量**	**描述**
RTC_CTL	0x00	RTC 控制寄存器
RTC_SC	0x04	秒寄存器，写保护
RTC_MN	0x08	分钟寄存器，写保护
RTC_HR	0x0C	小时寄存器，写保护
RTC_DT	0x10	日寄存器，写保护
RTC_MO	0x14	月寄存器，写保护
RTC_YR	0x18	年寄存器，写保护
RTC_DW	0x1C	星期寄存器，写保护
备注：cpu 写入万年历寄存器组，需要等待 300uS 才能读取到写入的值。		
RTC_TEMP	0x3C	当前温度寄存器，可读可写，写保护
RTC_DOTA0	0x48	初始频率偏差校正寄存器，可读可写，写保护
RTC_TEMPOS	0xC4	RTC 温度 offset 校正寄存器，写保护
RTC_TPSIN	0xC8	RTC 自动温补时输入的 ADC 测量值

6.3.2 RTC_CTL(0x00)

RTC 控制寄存器偏移地址 = 0x00

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:12	---	预留	R	0
11	Losc_cps	保留位，只读	R	0
10	Cal_busy	RTC 校正计算忙标识。 =1 时表示 RTC 正在进行校正计算；	R	0

		=0 时表示 RTC 校正计算完成。 该位只读，每次校正时会置高，无实际意义。		
9	Wr_busy	RTC 寄存器写操作忙。写多个寄存器，不需要等待。 但是写入后读出，需要等待 busy 位从 1 变为 0 后，才能读回正确值。 因此建议应用程序在写万年历后统一等待 300us 后再读取。	R	0
8	WRTC	RT 寄存器组写允许： 0：禁止 RTC 寄存器写操作； 1：允许 RTC 寄存器写操作。 注意：该位对 RTC 寄存器组 00~1C/3C/C4 有效，对 RTC_CTL[7:0]也有效。 写万年历时间寄存器的两种方法： 1） 按照“年月日时分秒”顺序写，当写入秒寄存器后时间开始从写入时刻起累计，注意此种方法存在秒写入之前分钟翻转的可能，所以写入后要读出做校验； 2） 按照“秒分时年月日”顺序写，先写秒寄存器，万年历计数器被清零，只要在一秒内写入其他值，可以保证成功写入。 注意硬件对“年月日”有做合法性判断，不能按照“日月年”顺序写，只能连续写入“年月日”。	R/W	0
7:6	TSE	温度传感器允许位 00：禁止自动温补。 01：启动自动温补。按照 TCP 的设置进行周期性温补。 10：启动用户温补模式 0，温度寄存器可更改，由用户填入温度值，用户每写一次温度寄存器启动一次温度补偿； 11：启动用户温补模式 1，温度寄存器不可更改，每次写温度寄存器就启动一次温度补偿操作，温度寄存器的值由 MCU 测量得到。 注：只有上电复位，会将该寄存器恢复到默认值，其它复位不会恢复。	R/W	00
5:3	TCP	温度补偿周期： 000:2S 001:10S 默认 010:20s 011:30s 100:1 分钟 101:2 分钟 110:5 分钟 111:10 分钟	R/W	001
02:00	FOUT	000：禁止输出 001：1Hz 输出 010：1/30Hz 输出 011：32768Hz 输出 100：16Hz 输出 101：8Hz 输出 110：4Hz 输出	R/W	000

		111：保留 注：只有上电复位，会将该寄存器恢复到默认值，其它复位不会恢复。		

6.3.3 RTC_SC(0x04)

秒寄存器偏移地址 = 0x04

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:07	---	预留	R	0
06:00	SC	存储时钟的秒值 BCD 码格式，**SC[6:4]**为秒值的十位，**SC[3:0]**为秒值的个位，秒值的范围为 0~59	R/W	-

6.3.4 RTC_MN(0x08)

分钟寄存器偏移地址 = 0x08

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:07	---	预留	R	0
06:00	MN	存储时钟的分钟值 BCD 码格式，**MN[6:4]**为分钟值的十位，**MN[3:0]**为分钟值的个位，分钟值的范围为 0~59	R/W	-

6.3.5 RTC_HR(0x0C)

小时寄存器偏移地址 = 0x0C

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:06	---	预留	R	0
05:00	HR	存储时钟的小时值 BCD 码格式，**HR[5:4]**为小时值的十位，**HR[3:0]**为小时值的个位，小时值的范围为 0~23。	R/W	-

6.3.6 RTC_DT(0x10)

日期寄存器偏移地址 = 0x10

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:06	---	预留	R	0
05:00	DT	存储时钟的日期值 BCD 码格式，**DT[5:4]**为日期值的十位，**DT[3:0]**为日期值的个位，日期值的范围为 1~31。	R/W	-

6.3.7 RTC_MO(0x14)

月份寄存器偏移地址 = 0x14

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:05	---	预留	R	0
04:00	MO	存储时钟的月份值 BCD 码格式，**MO[4]**为月份值的十位，**M0[3:0]**为月份值的个位，月份值的范围为 1~12	R/W	-

6.3.8 **RTC_YR(0x18)**

年份寄存器偏移地址 = 0x18

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:08	---	预留	R	0
07:00	YR	存储时钟的年份值 BCD 码格式，**YR[7:4]**为年份值的十位，**YR[3:0]**为年份值的个位，年份值的范围为 0~99。	R/W	-

6.3.9 **RTC_DW(0x1C)**

星期寄存器偏移地址=0x1C

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:03	---	预留	R	0
02:00	DW	存储当前日期所对应的星期。 **DW[2:0]**的计数循环为 0-1-2-3-4-5-6-0-1-2-...。	R/W	-

6.3.10 **RTC_TEMP(0x3C)**

当前温度寄存器偏移地址= 0x3C

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:10	---	预留	R	0
09:00	TEMP	当前温度值。二进制补码表示，10 位有效位，Bit9 为符号位；最小刻度为 0.25 度。与实际温度的换算公式为：T = TEMP/4 表示范围：-128 度~+127.75 度 当 RTC_CTL.TSE=00 时：禁止自动温补。此时 RTC_TEMP 寄存器无效，读出的值无意义。 当 RTC_CTL.TSE=01：按照 RTC_CTL.TCP 设置周期自动温补。此时 RTC_TEMP 寄存器显示的是该测量周期的温度值，RTC_TEMP 寄存器更新周期= TCP 设置周期。 当 RTC_CTL.TSE=10：启动用户温补模式 0。此时 RTC_TEMP 温度寄存器可更改，由用户填入温度值，用户每写一次温度寄存器启动一次温度补偿；	R/W	-

		当 RTC_CTL.TSE=11：启动用户温补模式 1。此时 RTC_TEMP 温度寄存器不可更改，每次写温度寄存器就启动一次温度补偿操作，温度寄存器的值由 SOC 测量得到。		

6.3.11 **RTC_DOTA0（0x48）**

初始频率偏差校正寄存器

Offset = 0x48

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:13	---	预留	R	0
12:0	DOTA0	校正值 DOTA0 为有符号二进制补码形式，bit12 为符号位： DOTA0 = round(σ_0*32)，其中 σ_0 为初始频率偏差，单位为 ppm，可表示范围：-128ppm ~127.96875ppm； DOTA0 分辨度为 0.03125ppm。 例：初始频率偏差 σ_0=-6ppm，校正值 DOTA0=0x1f40。 注：大部分 32768 晶振，频率偏差典型值为±20ppm，最大值为±30ppm）	R/W	0

注：只有上下电复位，会将该寄存器恢复到默认值，其它复位不会恢复。

6.3.12 **RTC_TEMPOS(0xC4)**

offset 校正寄存器偏移地址= 0xC4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:06	---	预留	R	0
05:00	TEMPOS	当 TSE 等于 01 或者 11 时，温度寄存器 TEMP 读出的值=实际计算值+TEMPOS，TEMPOS 是有符号数，用于对温度进行 offset 校正； 该寄存器为二进制补码格式，Bit5 为符号位，校正刻度为 0.25 度，要使温度值改变 t（℃），则应填入 TEMPOS=t*4； 校正范围是：-8℃~ + 7.75℃。	R/W	0

备注：只有上下电复位。

6.3.13 **RTC_TPSIN(0xC8)**

温度 ADC 输入测量值偏移地址= 0xC8

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:12	---	预留	R	0
11:00	TPSIN	该寄存器存放的是 SAR ADC 输入给 RTC 的测量值。 RTC 自动温补时温度测量方式（改变 bias 电流）选择： 00:先选择 bias 电流为 2uA，测试 5 个值并求和得到 D1； 再选择 bias 电流为 4uA，测试 5 个值并求和得到 D2； 得到测量值 ADCO=2*D1-D2 传递给 RTC；	R	-

		RTC 将 ADCO 除以 5 后得到 TPSIN，然后计算温度值。 01:选择 bias 电流为 2uA，测试 5 个值并求和得到 ADCO； ADCO 传递给 RTC； RTC 将 ADCO 除以 5 后得到 TPSIN，然后计算温度值。 10:选择 bias 电流为 4uA，测试 5 个值并求和得到 ADCO； ADCO 传递给 RTC； RTC 将 ADCO 除以 5 后得到 TPSIN，然后计算温度值。 11：同 00 备注：TPSIN 的具体值可在 RTC 模块读到。		

6.4 RTC 时钟读写步骤

1、 时钟的读取：读取 RTC 的秒、分、时等时间寄存器。

2、 时钟的写入：

将 RTC_CTL 的第 8 位 WRTC 置为 1，打开写使能操作。

按照“年月日时分秒”顺序写，当写入秒寄存器后时间开始从写入时刻起累计，注意此种方法存在秒写入之前分钟翻转的可能，所以写入后要读出做校验；

或按照“秒分时年月日”顺序写，先写秒寄存器，万年历计数器被清零，只要在一秒内写入其他值，可以保证成功写入。

注意硬件对“年月日”有做合法性判断，不能按照“日月年”顺序写，只能连续写入“年月日”。

为增强软件可靠性，写入后都建议读出做确认。

6.5 RTC 校准步骤

用户只需要对32.768KHz的初始偏差进行校准即可。误差通过锐能微编程器界面或者使用库函数写入。

7 SAR ADC

7.1 特点

多路复用 SAR-ADC

- 10-bit 逐次逼近型 ADC，完成一次转换需要 16 个周期，采样时钟为 16KHz；
- 8 通道模拟多路选择器，其中 AIN0 – AIN3 通道用于外部模拟信号测量，VBAT 用于电池电压测量，Temp Sensor 用于测量温度传感器的输出（理论误差小于 0.125 度）
- 最大支持 1.25V 输入。增益支持 0.5 倍、1 倍、1.5 倍、2 倍

➢ ADC 不采样时，自动进入省电模式

7.2 SPI 命令和寄存器

7.2.1 SPI 命令和寄存器列表

SPI 命令	CMD_0xE0-写 SARADC 寄存器 CMD_0x60-读 SARADC 寄存器	
寄存器名	**地址偏移量**	**描述**
SAR_CTL	0x0	SAR-ADC 控制寄存器
SAR_START	0x4	SAR-ADC 启动寄存器
SAR_STAT	0x8	SAR-ADC 状态寄存器
SAR_DAT	0xC	SAR-ADC 数据寄存器

7.2.2 SAR_CTL(0x00)

ADC 控制寄存器

偏移地址= 0x0

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:17	---	预留	R	0
16:12	REF_WAIT	从开启 REF 到开启 ADC 需要等待的时间： 等待时间的最小刻度是 122μs。 等待时间具体值为：(REF_WAIT+1)* 122μs 5'd0: 122μs 5'd31: (31+1)* 122μs 建议客户应用程序将此寄存器配置为 0x10，即 2074μs	R/W	0x5
11:7	SAR_WAIT	SAR ADC 在开启后到开始采样转换需要等待的时间： 5'd0: 30.5μs 5'd31: (31+1)* 30.5μs 即等待时间=(SAR_WAIT+1)* 30.5μs 建议客户软件使用默认值 0xE 注：启动 ADC 测量的步骤： 开启 REF，等待 REF_WAIT 时间； 开启 ADC 和温度传感器，等待 SAR_WAIT 时间； 16 个 SAR 采样时钟周期后得到采样结果。 以上步骤均由硬件自动控制实现。 软件通过标志位判断 ADC 是否已经测量完成，由于内部时基存在偏差，如果软件设置超时等待，超时等待时间，建议留出 3-5 倍的余量。详见例程。	R/W	0xE
6	SAR_CH3	SAR-ADC Channel 选择，与 SAR_CH[2:0]共同组成一个 4bit 寄存器。	R/W	0

		{SAR_CH3,SAR_CH[2:0]}=0xxx: 见 SAR_CH 定义 {SAR_CH3,SAR_CH[2:0]}=1000: 选择 AIN3 {SAR_CH3,SAR_CH[2:0]}=其他: 保留		
5	SAR_IE	SAR-ADC 中断控制： 1：使能 ADC 中断输出； 0：不使能 ADC 中断输出。	R/W	0
4:3	SAR_PGA	SAR-ADC 增益控制： 00: 0.5 倍 01: 1 倍 10： 1.5 倍 11： 2 倍	R/W	0
2:0	SAR_CH	SAR-ADC Channel 选择 000：Temp Sensor 001：VBAT（2/3 分压后得到 2.4V，PGA 采用 0.5 倍，测量输入 1.2V） 010：AIN0 011：AIN1 100：无效 101：无效 110：无效 111：AIN2 Note：不管设置为哪个通道，自动温度测量的优先级最高。	R/W	0
备注：以上寄存器位只有当 SAR_START 中的 ST=0 时才可写。				

7.2.3 SAR_START(0x04)

SAR-ADC 启动寄存器

偏移地址= 0x4

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:01	---	预留	R	0
0	ST	SAR-ADC Start Bit 0：SAR-ADC 无操作 1：启动一次 SAR-ADC 采样，完成采样后自动清零 注 1： 由 RTC 控制的自动温度测量不受该位控制，并且优先级高于该配置位； 注 2：当该位为 1 时，禁止软件再次写 1 启动 ADC 测量，软件需要查询该标志位，当该标志位为 0 时才能启动一次新的 ADC 测量操作。建议的超时等待时间=3*(REF_WAIT+SAR_WAIT)。	R/W	0

7.2.4 SAR_STATUS(0x08)

SAR-ADC 状态寄存器

偏移地址= 0x8

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:02	---	预留	R	0
1	TPS_BUSY	自动温度测量忙，=1：自动温度测量正在进行； =0：自动温度测量没有进行。 当 TPS_BUSY 为=1 时，ADC_START 寄存器不可写。	R	0
0	DREADY	ADC Date Ready Pending Bit 0：ADC 转换结果未完成 1：ADC 转换结果已完成 Note： 写 1 清零； 由 RTC 控制的自动温度测量不在该状态中指示；	R/W	0

7.2.5 SAR_DAT(0x0C)

ADC DAT 寄存器

偏移地址= 0xC

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
15:10	---	预留	R	0
9:0	SAR-DAT	ADC 转换结果	R	0

7.3 ADC 电压检测步骤

1、 判断 SAR-ADC 状态寄存器 SAR_STATUS 第 1 位是否为 0，没有进行自动温度测量，如为 0 进入下一步，如为 1 则等待。
2、 配置 ADC 控制寄存器 SAR_CTL，配置等待时间和增益，通道选择对应的 ADC 通道。
3、 SAR-ADC 启动寄存器 SAR_START 配置为 1，启动 ADC 转换。
4、 判断 SAR-ADC 状态寄存器 SAR_STATUS 第 0 位，等待转换完成。
5、 读取 ADC 转换数据寄存器 SAR_DAT。
6、 计算：ADC 基准电压源为 1.25V，ADC 满度时 ADC DAT 寄存器值为 1024。计算公式即为（ADC DAT *1.25）/ 1024 / PGA。当电压值超过 ADC 的满度，转换值为 1024。
7、 转换及计算完成。

8 拓扑识别

8.1 特点

8.2 SPI 命令和寄存器 cmd_0x66

8.2.1 SPI 命令和寄存器列表

8.2.1.1 配置寄存器

Base_Addr = 0x0000

偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
00H	TOPO_INFO_CFG	R/W	uint32	4	0xaae9	拓扑识别标志字匹配配置
04H	Reserve	R/W	uint32	4	0x64	保留
08H	Reserve	R/W	uint32	4	0x96	保留
0CH	TOPO_FREQ_SEL	R/W	uint32	4	0x1	拓扑识别频点选择。 0x0 ， 625 频点 0x1 ， 833.33 频点
10H	Reserve	R/W	uint32	4	0x0	保留
14H	Tp_ThreSchmidt	R/W	uint32	4	0xA	检测阈值施密特门限

8.2.1.2 状态和结果寄存器

Base_Addr = 0x2000

偏移地址	名称	R/W	数据类型	有效字长	复位值	功能描述
0H	TOPO_STA	R/W	uint32	4	0	拓扑识别状态标志
4H	TOPO_IArms_M	R	uint32	4	0	A 相拓扑识别有效值 M

8H	TOPO_IArms_P	R	uint32	4	0	A 相拓扑识别有效值 P
CH	TOPO_IATime_YMD	R	uint32	4	0	A 相拓扑识别时间-年月日
10H	TOPO_IATime _HMS	R	uint32	4	0	A 相拓扑识别时间--时分秒
14H	TOPO_IATime _MS	R	uint32	4	0	A 相拓扑识别时间--毫秒
18H	TOPO_IBrms_M	R	Float	4	0	B 相拓扑识别有效值 M
1CH	TOPO_IBrms_P	R	Float	4	0	B 相拓扑识别有效值 P
20H	TOPO_IBTime_YMD	R	uint32	4	0	B 相拓扑识别时间-年月日
24H	TOPO_IBTime _HCS	R	uint32	4	0	B 相拓扑识别时间--时分秒
28H	TOPO_IBTime _MS	R	uint32	4	0	B 相拓扑识别时间--毫秒
2CH	TOPO_ICrms_M	R	Float	4	0	C 相拓扑识别有效值 M
30H	TOPO_ICrms_P	R	Float	4	0	C 相拓扑识别有效值 P
34H	TOPO_ICTime_YMD	R	uint32	4	0	C 相拓扑识别时间-年月日
38H	TOPO_ICTime _HCS	R	uint32	4	0	C 相拓扑识别时间--时分秒
3CH	TOPO_ICTime _MS	R	uint32	4	0	C 相拓扑识别时间--毫秒
40H	保留	R	uint32	4	0	
……	保留	R	uint32	4	0	
6CH	保留	R	uint32	4	0	
70H	TOPO_TopAcv_BsOftAmp_A	R	uint32	4	0	A 相背景噪声幅值
74H	TOPO_TopAcv_BsOftAmp_B	R	uint32	4	0	B 相背景噪声幅值

78H	TOPO_TopAcv_BsOftAmp_C	R	uint32	4	0	C 相背景噪声幅值

8.2.2 SPI 命令和寄存器说明

8.2.2.1 配置寄存器(offset=0x0)

8.2.2.1.1 TOPO_INFO_CFG (0x00)

拓扑识别标志字匹配配置
偏移地址= 0x0

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:16	---	写操作时候，=0x2026，bit15-bit0 的配置值才会有效	R	0
15:0	TOPO_INFO_CFG	拓扑识别帧匹配字符	R/W	0xaae9

8.2.2.1.2 TOPO_FREQ_SEL (0x0C)

拓扑识别标志字匹配配置

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	TOPO_FREQ_SEL	拓扑识别频点选择。 0x0 ， 625 频点 0x1 ， 833.33 频点(默认)	R/W	0x1

8.2.2.1.3 Top_Thread_Patern (0x10)

拓扑识别标志字匹配配置

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	Top_Thread_Patern	拓扑识别的门限选择 0x0 ， 动态阈值（默认），拓扑识别信号的检测阈值默认为 50，当背景噪声过大时，检测门限跟随背景噪声动态调整。	R/W	0x0

		0x1 ， 固定阈值，检测门限由 TOPO_Threshold_L_Value 、TOPO_Threshold_H_Value 寄存器决定		

8.2.2.2 状态和结果寄存器(offset=0x2000)

8.2.2.2.1 TOPO_STA

拓扑识别状态寄存器
地址= 0x2000

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:17	---	预留		--
16	TOPO_IC_sta	同 A 相	R/W	0
15:9	---	预留		--
8	TOPO_IB_sta	同 A 相	R/W	0
7:1	---	预留		--
0	TOPO_IA_sta	=0：A 相通道拓扑识别无检测到有效数字码流。 =1：A 相通道检测到与帧匹配的拓扑识别数字码流。 写 1 清零。	R/W	0

8.2.2.2.2 STOPO_IArms_M

拓扑识别 A 相频带 M 有效值寄存器
地址= 0x2004

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:0	TOPO_IArms_M	数值，实际值转换方法见“STOPO_IArms_P”描述	R	0

8.2.2.2.3 STOPO_IArms_P

拓扑识别 A 相频带 P 有效值寄存器
地址= 0x2008

比特位	名称	描述	读/写	复位值

			标志	
31:0	TOPO_IArms_P	数值，实际值转换方法见下面详细描述	R	0

若检测到有效的 9.6s 高频信号，则
STOPO_IArms_M 中存储的是低频点信号的平均幅值
STOPO_IArms_P 中存储的是高频点信号的平均幅值
若要把幅值换算成实际电流（单位：A），可通过以下转换公式，
计算方法 1
假设 RN7326E 的电流通道采样电阻 Ri 为 20Ω，
电表上电流互感器变比 PT1 为 1000:1
电表外的互感器变比 PT2 为 50:5
拓扑识别模块测出来的 783 频点幅值为 680；
那么，载波模块发送的高频信号幅值 Cur（A），根据近似计算公式
Cur =2*RegValue *PI*PT1*PT2/(Ri*(2^22))
即，Cur = 2*680*3.1415926*1000*10/(20*4194304)= 0.5A

计算方法 2
假设,在校表流程中，已经获取到 EMU 通道的电流转换系数为 KI （= 实际值/寄存器值)
电表外的互感器变比为 PT2
则载波模块发送的高频电流信号的转换系数 （= 实际值/寄存器）
KI’ = KI * PT2 * 201

若用户需要获取背景噪声，可在不发送高频信号时，读取以下变量值，转换公式同上
TOPO_TopAcv_BsOftAmp_A/ TOPO_TopAcv_BsOftAmp_B/ TOPO_TopAcv_BsOftAmp_C

8.2.2.2.4 TOPO_IATime_YMD

时间戳-年月日 XXX_YMD
地址= 0x200C

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
16:31	Year	拓扑识别检测到的时间-年，数据格式为 BCD 码,如 2019 年表示为 0x2019	R	0
8:15	Month	拓扑识别检测到的时间-月，数据格式为 BCD 码,如 10 月表示为 0x10	R	0
0:7	Date	拓扑识别检测到的时间-日，数据格式为 BCD 码，如 10 日表示为 0x10	R	0

8.2.2.2.5 TOPO_IATime _HMS

时间戳-时分秒 XXX _HMS
地址= 0x2010

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31：24	Reserved	保留	R	0
23:16	Hour	时间-时，数据格式为 BCD 码，如 20 点表示为 0x20	R	0
15:8	Minute	时间-分，数据格式为 BCD 码，如 45 分点表示为 0x45	R	0
7:0	Second	时间-秒，数据格式为 BCD 码，如 50 秒表示为 0x50	R	0

8.2.2.2.6 TOPO_IATime _MS

时间戳-毫秒 XXX_ms
地址= 0x2014

比特位	名称	描述	读/写标志	复位值
31:24	Reserved	保留	R	0
23:0	ms	时间-毫秒，格式为 32bit 无符号整数。 如 0x10 代表 16ms。	R	0

8.2.2.2.7 TOPO_IB/IC

同 A 相参数。

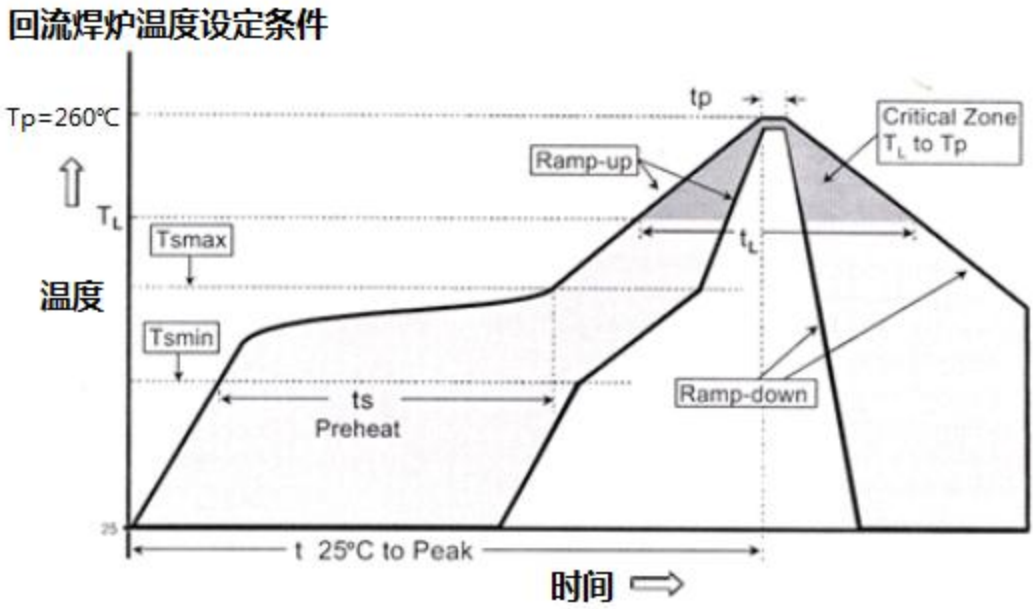
8.3 使用说明

1、帧识别码配置：若不操作，则默认为 0xaae9。
系统控制(CMD:0x66) 的 TOPO_INFO_CFG (0x0)寄存器。
2 打开电能质量寄存器配置使能
将（Cmd：0x4a）的 PQ_SPCMD (0xfc)，写 0xe5。
3 配置拓扑识别模块寄存器
将 (Cmd:0x4a)的 PQ_EN_SET (0x08) 的 bit12 写为 1。

4 配置拓扑识别频点：若不配置，则频点默认为 833.33hz
即 (Cmd:0x66）的 TOPO_FREQ_SE (0x0c) 寄存器。
（完成以上配置后，拓扑识别功能已经打开）
5 配置门限检测方式，若不配置，默认为动态检测方式。
即(Cmd:0x66）的 Top_Thread_Patern (0x10) 寄存器。
6、发送对应频点的高频信号
7、9.6s 后，读拓扑识别模块(cmd：0x66)的 TOPO_STA (0x2000)寄存器。如果有识别到码流，则对应相的状态位会置起，0x2004~0x203c 地址记录有高频信号的幅值和接收到的时间。写 1 会清除记录。

9 焊接条件

回流焊炉的温度设定条件

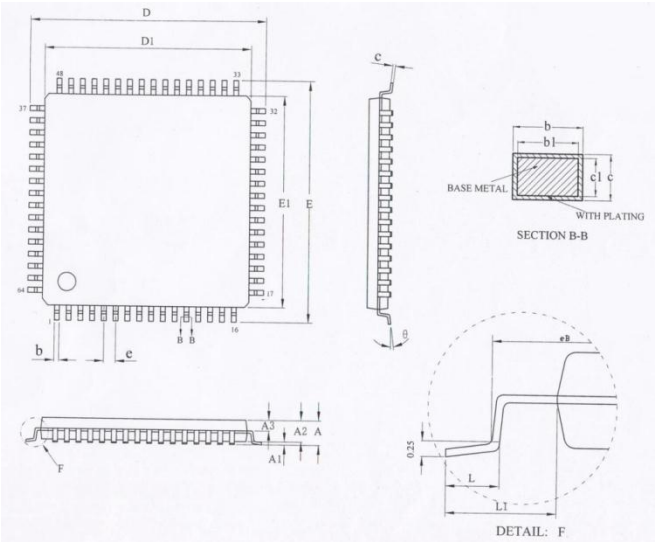


回流焊炉的温度设定曲线

分布图特征	值
平均倾斜上升率 （TL to Tp）	最大 3℃/秒
预热 最小温度（Ts min） 最大温度（Ts max） 时间（最小-最大）（ts）	 150℃ 200℃ 60-180 秒
Ts max - TL 倾斜上升率(Ts max to TL)	最大 3℃/秒
保持以上时间 -温度（TL） -时间（tL）	 217℃ 60-150 秒
峰值温度（Tp）	260+5/-0℃
实际峰值温度 5℃内的时间（tp）	20-40 秒
倾斜下降率	最大 6℃/秒
25℃到峰值温度的时间	最大 8 分钟
保温温度 TL 峰值温度 Tp 平均倾斜上升率(TL to Tp)	217℃ 260℃ 最大 3℃/秒

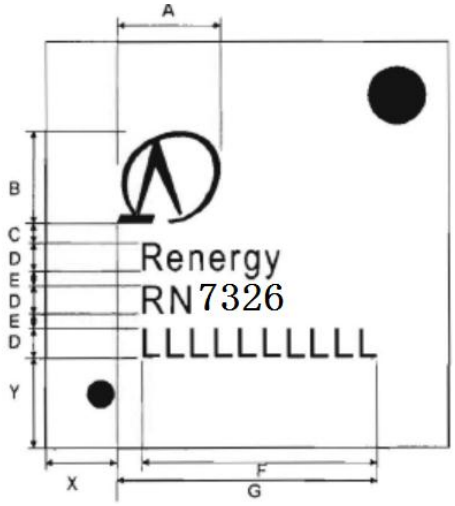
10 封装尺寸

LQFP64L (0707×1.4)		7.00×7.00×1.40	e=0.40



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	---	---	1.6
A1	0.05	---	0.20
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.17	---	0.25
b1	0.16	0.18	0.20
c	0.13	---	0.18
c1	0.12	0.127	0.14
D	8.80	9.00	9.20
D1	6.90	7.00	7.10
E	8.80	9.00	9.20
E1	6.90	7.00	7.10
eB	8.10	---	8.25
e	0.40BSC		
L	0.40	---	0.65
L1	1.00BSC		
θ	0	-----	7°

产品外观图如下，以 RN7326E 为例，其他产品类似：



第一行为锐能微 Logo；
第二行 Renergy 为锐能微英文简称；
第三行 RN7326 为锐能微产品型号；
第四行为产品批号
左下脚的小点为 PIN1 标志。

说明：RN7326E 是在 RN7326 基础上，集成锐能微电能质量固件，封装成一颗具备电能质量功能的三相计量芯片，所以 **RN7326E 与 RN7326 芯片外观一致，物料名称不同。**

11 寄存器数据结构附表(软件编程参考)

11.1暂态事件

11.1.1 通用单元

11.1.1.1 时间戳单元 TIME_UNIT

```
typedef struct    ////bcd 码
{
   uint8_t     date;
   uint8_t     month       ;
   uint16_t    year        ;
   uint8_t     second      ;
```

```
    uint8_t     minute      ;
    uint8_t     hour        ;
    uint8_t     reserved0   ;
    uint16_t    ms          ;
    uint16_t    reserved1 ;
}TIME_UNIT_T，TIME_U32_T ;
```

11.1.2 暂态事件配置寄存器

```
typedef struct
{
  //半波有效值校正值。（无需配置）
  uint16_t                  hfrms_std[6] ;
  uint32_t                  gcfg0    ;//保留
uint32_t                    gcfg1    ;//保留
  uint32_t                  gcfg2    ; //保留
  // gcfg3 电压事件录波(半波有效值)使能位(可以选择暂升，暂降，短时中断的任意相的组合标志位来触发录波。当使用分相触发的时候，录波也是分相进行。也可以配置多相联动)

  uint32_t                  gcfg3    ;
  // gcfg4RVC 事件和电压暂态事件(暂升，暂降，短时中断)互斥使能位(可以选择暂升，暂降，短时中断的任意相的组合标志位来区分 RVC 事件和电压暂态事件)
  uint32_t                  gcfg4    ;
  //gcfg5 电压事件录波（波形）使能位(可以选择暂升，暂降，短时中断的任意相的组合标志位来触发录波。当使用分相触发的时候，录波也是分相进行。也可以配置多相联动)
  uint32_t                  gcfg5    ; //
  uint32_t                  gcfg6    ; //保留
  uint32_t                  gcfg7    ; //保留
  uint32_t                  intc_extr_chx_lv0    ;
 //分相 TR 暂态事开始 PQ 状态标志输出使能位
   uint32_t                 intc_extr_chx_lv1    ;
 //分相 TR 暂态事件结束 PQ 状态标志输出使能位
  uint32_t                  intc_extr_chx3_lv01 ;
 //多相 TR 暂态事件 PQ 状态标志输出使能位
  uint32_t                  intc_extr_rec        ;
 //暂态事件二级缓存暂态事件录波 PQ 状态标志输出使能位
  uint32_t                  intc_rvc             ;
 //RVC 事件 PQ 状态标志输出使能位
  uint32_t                  intc_wave_rec              ;
 //暂态事件波形录波 PQ 状态标志输出使能位
  uint32_t                  intc_reserved[2]    ; //预留
VoltageEventCfgs_TExtrCfg   ; //暂态事件配置    0x4c
```

```
    VoltEventCfg_Levels_t   LevelsCfg        ;  //tr 时间阈值统计配置寄存器   0x94
    RvcEventChxCfgs_T       RvcCfg    ;  //rvc 事件寄存器  0xe8
  }VoltEventSectionCfg_t ;
```

11.1.2.1 暂态寄存器

11.1.2.1.1 暂态配置单元

```
#define   V_PHASE_NUM 3

typedef struct
{
  uint16_t        th              ;        //阈值
  uint16_t        thys            ;        //滞环阈值
  uint16_t        start_cnt       ;        //事件开始半波有效值滤波个数
  uint16_t        end_cnt         ;        //事件结束半波有效值滤波个数
} EXTR_CFG_UNIT;
```

11.1.2.1.2 暂态配置模块

```
typedef struct
{
EXTR_CFG_UNITswells[V_PHASE_NUM]                ;  // 暂升
EXTR_CFG_UNIT     dips[V_PHASE_NUM]                ;  // 暂降
EXTR_CFG_UNIT     intr[V_PHASE_NUM]                ;  // 中断
} VoltageEventCfgs_T ;
```

11.1.2.2 暂态 TR 阈值配置寄存器

11.1.2.2.1 TR 阈值配置单元

```
typedef struct
{
  uint16_t     levels[6]   ;
}VoltEventCfg_Level_t;
```

11.1.2.2.2 TR 配置模块

```
typedef struct
{
   uint16_t                    tr_swells              ;   //swells 分相 tr 统计时间配置
   uint16_t                    tr_swells_x3           ;   //swells 多相 tr 统计时间配置
   uint16_t                    tr_dips                ;
   uint16_t                    tr_dips_x3             ;
   uint16_t                    tr_intr                ;
   uint16_t                    tr_intr_x3             ;
   VoltEventCfg_Level_t        swells[V_PHASE_NUM] ; //swells tr 多阈值配置
   VoltEventCfg_Level_t        dips[V_PHASE_NUM] ;
} VoltEventCfg_Levels_t ;
```

11.1.2.3 RVC 寄存器

11.1.2.3.1 rvc 配置单元

```
typedef struct
{
   uint16_t        th_pos          ;        //rvc 电压波动上冲阈值
   uint16_t        thys_pos        ;        //rvc 电压波动上冲滞环阈值
   uint16_t        th_neg          ;        //电压波动下冲阈值
   uint16_t        thys_neg        ;        //rvc 电压波动下冲滞环阈值
   uint16_t        reserved        ;        //
   uint16_t        reserved;       //
} RvcEventChxCfg_T;
```

11.1.2.3.2 rvc 配置模块

```
typedef struct
{
   RvcEventChxCfg_T      cfg[V_PHASE_NUM] ;
}RvcEventChxCfgs_T;
```

11.1.3 暂态事件结果寄存器(0x0~0xe000)

```
#defineRECORD_HFRMS_CHANNEL_NUM   6
```

```
#define   V_PHASE_NUM   3
```

11.1.3.1 暂态事件状态寄存器(0x0)

```
//0x0~0x34
typedef struct
{
//半波有效值，实时值
uint16_t                    hfrms[RECORD_HFRMS_CHANNEL_NUM]      ;
//半波有效值平均值
  uint16_t                    hfrms_avg[RECORD_HFRMS_CHANNEL_NUM]   ;
//分相暂态事件开始标志位
  uint32_t                    sta_extr_chx_start     ;
//分相暂态事件结束标志位
  uint32_t                    sta_extr_chx_finish     ;
//暂态事件实时开始结束标志位（多相系统）（包含 TR 计时）
  uint32_t                    sta_extr_chx3          ;
//暂态事件录波中断标志位
  uint32_t                    sta_extr_rec           ;
//RVC 事件标志位
  uint32_t                    sta_rvc                ;
//故障波形记录标志位
  uint32_t                    sta_wave_rec           ;
  uint32_t                    sta_reserved0          ;
  uint32_t                    sta_reserved1          ;
}VoltEventSectionPara_STA_t ;
```

11.1.3.2 暂态事件分相实时/缓存数据（0x2000）

11.1.3.2.1 暂态事件 TR 结果集成

```
  ExtrChxLevelRecs_TR_t          Extr_level_result          ;  //分相暂态事件实时寄存器   0x2000
  ExtrChxLevelRecs_TR_t          Extr_level_result_rec    ;   //分相暂态事件缓存寄存器   0x2400
```

11.1.3.2.2 暂态事件 TR 结果单元

```
typedef struct
{
```

```
    TIME_U32_T      start_time ;
    uint32_t  time_len       ;
    uint16_t        val_max      ;
    uint16_t        val_min      ;
 TIME_U32_T         end_time  ;
uint16_t        event_cnt      ;
} ExtrChxLevelRec_TR_t ;
```

- Start_time ：事件起始时间（参考时间戳单元 TIME_UNIT_T）
- Time_len：暂态事件持续时间。（故障期间，半波为周期进行更新）
- Val_max ：暂态事件期间，半波有效值的最大值。
- Val_min ：暂态事件期间，半波有效值的最小值。
- end_time ：事件结束时间（参考时间戳单元 TIME_UNIT_T）
- Event_cnt ：指 TR 时间内，发生完整暂态事件的个数。

11.1.3.2.3 暂态事件 TR 阈值统计结果单元

```
typedef struct
{
Uint32_t        level_rec[6]     ;
} ExtrChxLevelRec_level_t ;
```

11.1.3.2.4 暂态事件 TR 结果模块

```
typedef struct
{
   ExtrChxLevelRec_TR_t          swells[V_PHASE_NUM]     ;
   ExtrChxLevelRec_TR_t          dips[V_PHASE_NUM]       ;
   ExtrChxLevelRec_TR_t          intr[V_PHASE_NUM]       ;

 ExtrChxLevelRec_level_t      level_swells[V_PHASE_NUM]     ;
 ExtrChxLevelRec_level_t      level_dips[V_PHASE_NUM]       ;
} ExtrChxLevelRecs_TR_t ;
```

11.1.3.3 暂态事件多相实时/缓存寄存器（0x4000）

11.1.3.3.1 暂态多相 TR 统计结果集成

```
ExtrChxLevelRecs_TR_x3_t      Extr_level_result_x3     ;  //多相暂态事件实时寄存器 0x4000
ExtrChxLevelRecs_TR_x3_t      Extr_level_result_rec_x3 ;  //多相暂态事件缓存寄存器 0x4400
```

11.1.3.3.2 暂态多相 TR 统计结果单元

```
//polyphase
typedef struct
{
  TIME_U32_T     start_time                    ;
  uint8_t trig_phase                 ;
  uint8_t affected_pahse      ;
  uint16_t          event_cnt;
  uint32_t            time_len      ;
  TIME_U32_T    end_time ;
  uint16_t            val_max_mux                   ;
  uint16_t            val_max[PQ_PHASE_NUM]         ;
  uint16_t            val_min_mux                   ;
  uint16_t            val_min[PQ_PHASE_NUM]         ;
} ExtrChxLevelRec_TR_x3_t ;
```

- Start_time ：事件起始时间（参考时间戳单元 TIME_UNIT_T）
- trig_phase：故障开始的时候，ABC 三相有哪些相发生了暂态事件。
- affected_pahse： TR 时间内，总共有哪些相电压发生了暂态事件。
- Time_len：暂态事件持续时间。（故障期间，半波为周期进行更新）
- End_time :事件结束时间（参考时间戳单元 TIME_UNIT_T）
- Val_max_mux ：暂态事件期间，多相系统极大值
- Val_max[3] ：暂态事件期间，三相通道分别对应的电压半波有效值极大值。
- Val_min_mux ： 暂态事件期间，多相系统极小值
- Val_min[3] ：暂态事件期间，三相通道分别对应的电压半波有效值极小值。

11.1.3.3.3 暂态多相阈值 TR 统计结果单元

```
typedef struct
{
```

```
Uint32_t          level_rec[6]      ;
} ExtrChxLevelRec_level_x3_t ;
```

11.1.3.3.4 暂态多相 TR 统计结果模块

```
typedef struct
{
      ExtrChxLevelRec_TR_x3_t          swells      ;
      ExtrChxLevelRec_TR_x3_t          dips        ;
ExtrChxLevelRec_TR_x3_t          intr        ;
      ExtrChxLevelRec_level_x3_t       level_swells    ;
      ExtrChxLevelRec_level_x3_t       level_dips      ;
} ExtrChxLevelRecs_TR_x3_t ;
```

11.1.3.4 RVC 事件分相实时/缓存数据（0x6000）

11.1.3.4.1 RVC 分相结果集成

```
typedef struct
{
   RvcEventChxStas_t                rvc_chx           ;     //分相 RVC 事件实时寄存器 0x6000
   RvcEventChxStas_t                rvc_chx_rec       ;     //分相 RVC 事件缓存寄存器  0x6400
}VoltEventSectionPara_rvc_chx_t ;
```

11.1.3.4.2 RVC 分相结果单元

```
typedef struct
{
 TIME_UNIT_T     start_time              ;          //电压事件起始时间
   uint32_t      time_len           ;          //电压事件持续时间(ms 单位)
   uint16_t      e_max                  ;          //最大差值
   uint16_t      avg_before             ;          //事件开始前最后一个 Urms（1/2）
   uint16_t      avg_after              ;          //事件结束时的 Urms（1/2）
   uint8_t       is_started             ;          //rvc is started
   uint8_t       rvc_event              ;
 //rvc 故障类型 bit0:电压下冲。Bit1：电压上冲
   uint32_t      extr_event             ;
```

```
}RvcEventChxSta_t ;
```

11.1.3.4.3 RVC 分相结果模块

```
typedef struct
{
  RvcEventChxSta_t   sta_t[V_PHASE_NUM]  ;
} RvcEventChxStas_t ;
```

- Start_time ：事件起始时间（参考时间戳单元 TIME_UNIT_T）
- Time_len： RVC 事件持续时间。（RVC 期间，半波为周期进行更新）
- e_max ： RVC 事件期间，半波有效值的电压波动最大值。
- avg_before ：事件开始前最后一个 100Urms（1/2）
- avg_after :事件结束时的 100Urms（1/2）
- Is_started ：RVC 事件是否开始。1：开始。0：结束
- Rvc_event : rvc 发生的故障类型 bit0:电压下冲。Bit1：电压上冲
- Extr_event :RVC 故障期间,同时发生了那些暂态事件.

  //如果暂态事件和 RVC 事件同时触发，则 RVC 事件不产生数据和状态。

  //如果配置 rvc 和暂态事件的互斥滤波，如果电压波动超过 RVC 阈值，但时间点符合以下条件，则 RVC 事件不上报状态和数据。

  1 暂态发生期间

  2 暂态开始前 start_cnt 个半波内

  3 暂态结束后 end_cnt 个半波内

11.1.3.5 RVC 事件多相实时/缓存数据（0x8000）

11.1.3.5.1 RVC 多相结果集成

```
  RvcEventChx3Sta_t                rvc_ch3          ;     //实时寄存器 0x8000
  RvcEventChx3Sta_t                rvc_ch3_rec      ;     //缓存寄存器 0x8400
```

11.1.3.5.2 RVC 多相结果单元

```
typedef struct
{
  TIME_U32_T      start_time          ;          //电压事件起始时间
  uint8_t         is_started          ;          //rvc is started
  uint8_t         rvc_event_trig      ;          //rvc trig phase
```

```
  uint8_t          rvc_event_affected        ;          //rvc affected phase
  uint8_t            reserved                ;          //
  uint32_t           time_len                ;          //电压事件持续时间(ms 单位)
  uint16_t         e_max[V_PHASE_NUM]        ;
  uint16_t         e_max3                    ;          //三相极值组合
  uint16_t         avg_before[V_PHASE_NUM] ;          //事件开始前最后一个 Urms（1/2）
  uint16_t           avg_after[V_PHASE_NUM]  ;  //事件结束时的 Urms（1/2）
  uint32_t      extr_event                   ;  //chx  故障期间,extr  故障类型
}RvcEventChx3Sta_t ;
```

- Start_time ：事件起始时间（参考时间戳单元 TIME_UNIT_T）
- rvc_event_trig：故障开始的时候，ABC 三相有哪些相发生了 RVC 事件。
- rvc_event_affected： RVC 事件期间，总共有哪些相电压发生了 RVC 事件。

Bit0：表示 A 相电压下冲；
bit1：表示 A 相电压上冲。
Bit2：表示 B 相电压下冲；
Bit3：表示 B 相电压上冲。
Bit4：表示 C 相电压下冲；
Bit5：表示 C 相电压上冲。

- Time_len： RVC 事件持续时间。（RVC 期间，半波为周期进行更新）
- e_max[3] ： RVC 事件期间，三相电压半波有效值的电压波动最大值。
- e_max3 ： RVC 事件期间，三相电压半波有效值的电压波动最大值组合值 MAX(A,B,C)。
- avg_before[3] ：事件开始前最后一个 100Urms（1/2）
- avg_after[3] ：事件结束时的 100Urms（1/2）
- Extr_event :RVC 故障期间,同时发生了那些暂态事件.

11.1.3.6 故障录波状态（0xa000）（半波有效值）

11.1.3.6.1 录波结果集成

```
typedef struct
{
  VoltEventHfrmsRecChxSta_t rec0[V_PHASE_NUM]  ;
} VoltEventHfrmsRecChxStas_t ;
```

11.1.3.6.2 录波结果单元

```
typedef struct
```

```
{
    TIME_UNIT_T        start_time   ;
    VoltEventRecSta_t  record_sta       ;
    uint8_t            hfrms_cnt        ;
    uint16_t           reserved         ;
} VoltEventHfrmsRecChxSta_t ;
```

- Start_time ：事件起始时间（参考时间戳单元 TIME_UNIT_T）
- Rec_sta ：录波状态。0：idle；3：完成了录波。其他：正在录波中
- Rec_cnt ：如果正在录波，表示已经完成的录波个数。（仅供参考）

11.1.3.7 故障录波状态（0xc000）（波形）

11.1.3.7.1 录波结果集成

```
typedef struct
{
VoltEventWaveChxSta_t rec0[V_PHASE_NUM]   ;
} VoltEventWaveRecChxStas_t ;
```

11.1.3.7.2 录波结果单元

```
typedef struct
{
   TIME_UNIT_T        start_time      ;        //电压事件起始时间
   uint8_t     record_sta       ;
  //录波状态：  0：无事件发生；1：刚触发故障事件；2：正在录波 3：结束录波
   uint8_t    hfwave_cnt       ;
  //正在录波时候，已经录波的半波个数（中间状态，无须理会）
   uint16_t    wave_cnt         ;     //采样率 fs (freq*256)= 2048000/wave_cnt ;
} VoltEventWaveChxSta_t ;
```