

# QS121XX 系列用户手册

版本:V1.6

### 修改记录

版本号	拟制人/ 修改人	拟制/ 修改日期	更改理由	主要更改内容
V1.1			新增	1.2.6 增加 QS1213B, QS1213D
V1.2			调整	调整章节顺序
V1.3		2018/06/08	新增	增加电流过零输出并修改相关内容
			修改	修改 QS121XX 型号列表中错误
V1.4		2018/06/11	新增	增加 QS1212X 寄存器, 修改 2.1, 2.2
V1.5		2018/06/27	新增	增加 QS1213B 管脚图, 增加 1.3.2
			修改	增加 QS1213B 寄存器, 增加 2.2
V1.6		2018/7/4	修改	修改 2.1 内容
				QS1213B 管脚图

## 目录

1	概述.....	5
1.1	简介.....	5
1.2	产品特点.....	5
1.2.1	通讯接口.....	5
1.2.2	基本特点.....	5
1.2.3	计量.....	5
1.2.4	内部嵌入了电能计量算法.....	5
1.2.5	内部嵌入电能校准算法.....	5
1.2.6	QS121XX 型号列表.....	5
1.3	管脚说明.....	6
1.3.1	QS1211X/QS1212X 管脚说明.....	6
1.3.2	QS1213X 管脚说明.....	8
1.3.3	QS121XX 关键管脚说明.....	10
2	UART 口通讯数据寄存器说明.....	11
2.1	QS1211B/QS1212B/QS1211D/QS1212D UART 口通讯数据寄存器说明.....	11
2.1.1	645 协议电参数寄存器列表 (数据格式 8 位数据 1 位起始位 1 位结束位 无校验位)...	11
2.1.2	MODbus 协议电参数寄存器和通讯数据表.....	11
2.2	QS1213B/QS1213D UART 口通讯数据寄存器说明.....	13
2.2.1	645 协议电参数寄存器列表 (数据格式 8 位数据 1 位起始位 1 位结束位 无校验位)...	13
2.2.2	MODbus 协议电参数寄存器和通讯数据表.....	16
3	系统控制.....	19
3.1	时钟源.....	19
3.2	复位.....	19
3.2.1	外部 PIN 复位.....	19
3.2.2	上下电复位.....	19
4	电气特性.....	21
5	校表方法.....	23
5.1	支持的校表算法: .....	23
5.1.1	脉冲精度校表.....	23
5.1.2	功率法校表.....	25
6	应用参考电路图.....	26
7	封装尺寸.....	26
8	丝印外观.....	27
附件:	.....	28
9	MODBUS 通讯规约.....	28
9.1	MODBUS—RTU 通讯规约示例.....	29

9.1.1	功能码 0x03: 读多路寄存器.....	29
9.1.2	功能码 0x10: 写多路寄存器.....	29
9.1.3	说明.....	29
9.2	通讯报文举例.....	29
9.2.1	读数据寄存器(功能码 03H): .....	29
9.2.2	写数据寄存器(功能码 10H):.....	30
<b>10</b>	<b>DL/T 645-2007 电能表通讯规约.....</b>	<b>30</b>
10.1	缺省波特率 4800BPS.....	30
10.2	数据链路层.....	30
10.3	字节格式.....	30
10.4	帧格式.....	31
10.4.1	起始符 68H.....	31
10.4.2	地址域 A0~A5.....	31
10.4.3	控制码 C.....	31
10.4.4	数据长度 L.....	31
10.4.5	数据域 DATA.....	31
10.4.6	校验码 CS.....	32
10.4.7	结束符 16H.....	32
10.5	传输.....	32
10.5.1	传输次序.....	32
10.5.2	传输响应.....	32
10.5.3	通信速率.....	32
10.6	应用层.....	32
10.6.1	读数据.....	32
10.6.2	写数据.....	33
10.6.3	设置通信地址.....	34
10.6.4	更改通信速率.....	34
10.6.5	修改密码.....	35
10.6.6	电表清零.....	35
10.6.7	ERR 错误信息字.....	36

## 1 概述

### 1.1 简介

QS121XX 是一款内嵌 32 位 ARM Cortex-M0 核定制开发的低功耗、高性能、高集成度、高可靠的单相电能芯片。

QS121XX 内部嵌入了电能计量算法和电能计量校准算法，用户只需要通过 DL/T 645-2007 规约和 Modbus-RTU 规约即可读出电压、电流、电能等数据，免去了专业、繁琐、复杂的开发过程。

QS121XX 可以测量交、直流电压、电流、功率、功率因素、频率，计量有功和无功电能，**最多能支持 12 路单相计量和测量**，能够满足单相电能计量目前及将来持续增长的功能、性能要求。

### 1.2 产品特点

#### 1.2.1 通讯接口

- ✧ 标准 UART 口通讯接口
- ✧ 通信规约采用电力行业通用标准 DL/T 645-2007 和标准 Modbus-RTU 规约

#### 1.2.2 基本特点

- ✧ 采集单相交流电参数，包括电压、电流、功率、功率因数、频率、电能多个电参量
- ✧ 采集单相直流电参数，包括电压、电流、功率、电能等多个电参量
- ✧ 采集芯片表面温度
- ✧ 电流过零输出
- ✧ 宽电压：DC 3.3-5.5V
- ✧ 高精度：在 5000:1 动态范围内有功误差小于 0.1%  
计量参考基准温度系数典型值为 5ppm

#### 1.2.3 计量

- ✧ 在 5000:1 动态范围内有功计量及无功计量误差小于 0.1%
- ✧ 参考电压温度系数典型值为 5ppm/°C
- ✧ 支持零线和火线双通道有功功率、无功功率、视在功率、电流有效值同时测量
- ✧ 支持零线和火线双通道有功电能、无功电能、视在电能同时计量
- ✧ 提供电压有效值及电压线频率测量
- ✧ 提供采样通道增益及 offset 校正功能
- ✧ 提供功率因数
- ✧ 提供直流计量解决方案

#### 1.2.4 内部嵌入了电能计量算法

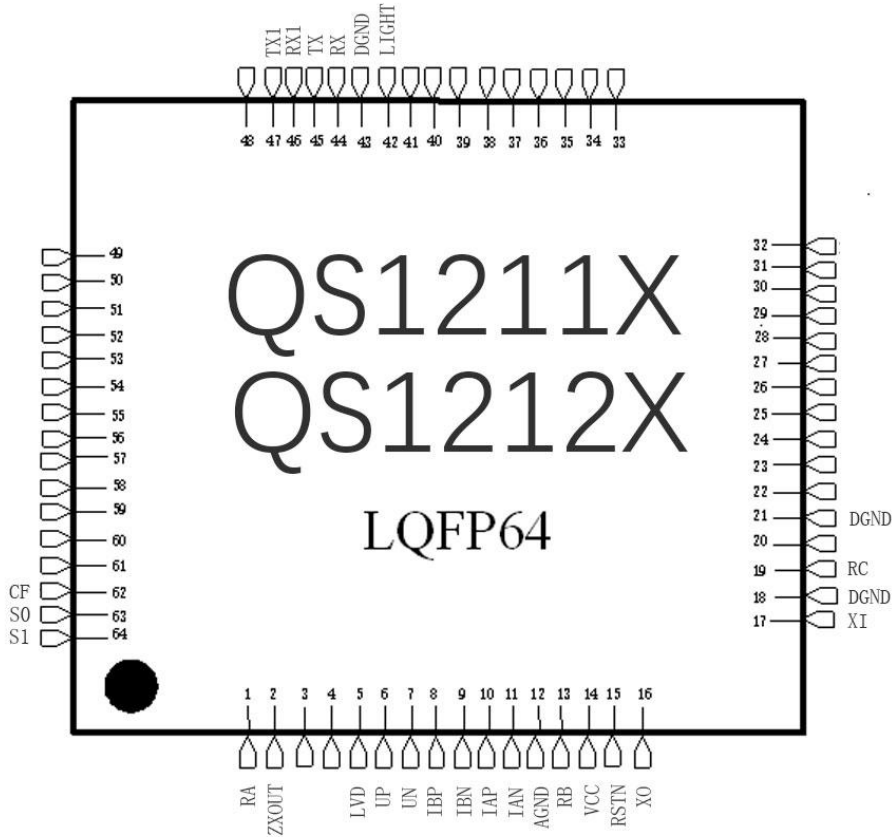
#### 1.2.5 内部嵌入电能校准算法

#### 1.2.6 QS121XX 型号列表

	QS1211B	QS1212B	QS1213B	QS1211D	QS1212D	QS1213D
UART 口	支持	支持	支持	支持	支持	支持
MODBUS 协议	支持	支持	支持	支持	支持	支持
DL/T 645-2007	支持	支持	支持	支持	支持	支持
交流计量	支持	支持	支持	不支持	不支持	不支持
直流计量	不支持	不支持	不支持	支持	支持	支持
A 路计量	有	有	有	有	有	有
B 路计量	无	有	有	无	有	有
多路计量 (最多 12 路)	无	无	有	无	无	有

1.3 管脚说明

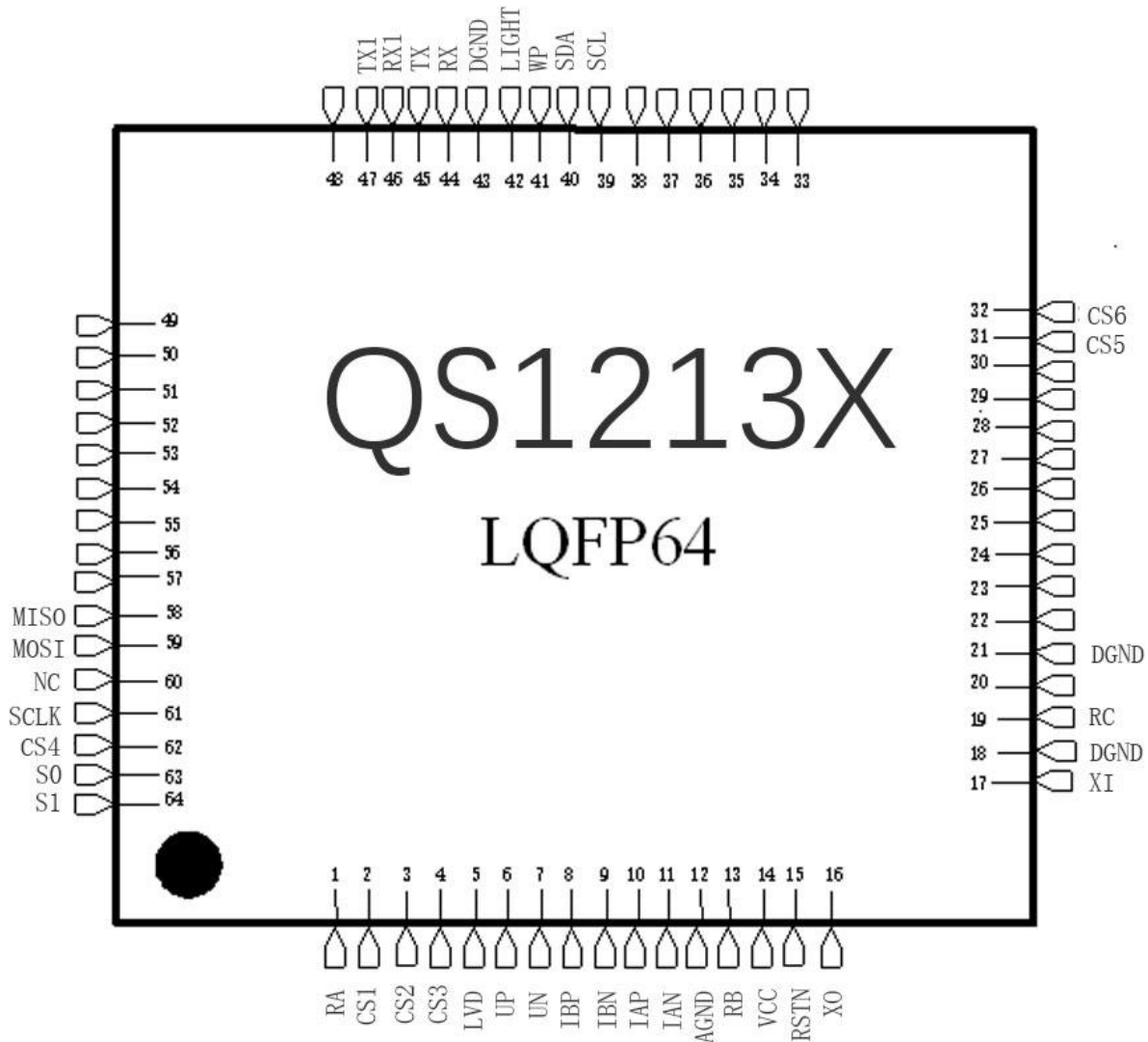
1.3.1 QS1211X/QS1212X 管脚说明



QS121XX	标识	管脚类型	功能描述
1	RA	LDO 输出	3.3V 计量 LDO 输出，给计量 ADC 供电；外部并接 0.1uF 和 1uF 电容。
2	ZXOUT	电流过零输出	A 通道电流过零输出中断输出（注：电压、电流取样未隔离时，此口要做隔离输出）
3-4	NC		保留管脚，未开放，保持悬空
5	LVD	检测口	低功耗比较器输入：作为外部电源检测输入口
6	UP	模拟输入	电压通道的正模拟输入引脚。最大输入信号为 ±1V（差分后信号，一倍增益）。实际应用要留有余量，保证正常测量范围不超过满度，电流通道同。
7	UN	模拟输入	电压通道的负模拟输入引脚
8	IBP	模拟输入	电流 B 通道的正模拟输入引脚。最大 4 倍增益，外接锰铜采样电路或互感器采样。
9	IBN	模拟输入	电流 B 通道的负模拟输入引脚。最大 4 倍增益，外接锰铜采样电路或互感器采样
10	IAP	模拟输入	电流 A 通道的正模拟输入引脚，最大 16 倍增益，外接锰铜采样电路或互感器采样。

11	IAN	模拟输入	电流 A 通道的负模拟输入引脚，最大 16 倍增益，外接锰铜采样电路或互感器采样。
12	AGND	地	模拟地
13	RB	参考电压	计量 ADC 的参考输入，外部应并接 0.1uf 和 1uf 电容。
14	VCC	电源	2.8V~5.5V 电源输入，可外接 4.7uf 电容并联 0.1uf 电容去耦。建议客户可根据应用情况并联更大容量的电容。
15	RSTN	复位	低电平复位电路，内部有 50K 上拉电阻。
16	X0	时钟	32.768KHz 无源晶振输出和输入。 不需要外接电阻和电容，需要用地线将之隔离。
17	XI	时钟	
18	DGND	地	数字地
19	RC	LDO	1.8V LDO 的输出，应外接 1uf 电容并联 0.1uf 电容去耦。
20	NC		保留管脚，未开放，保持悬空
21	DGND	地	数字地
22-41	NC		保留管脚，未开放，保持悬空
42	LIGHT	输出	指示输出：电源上电时高电平，UART 口通讯时为高低脉冲。直接驱动发光管，最大驱动电流 3mA
43	DGND	地	数字地
44	RX	输入	UART 口：RX 连接外部 MCU 的 TX;TX 连接外部 MCU 的 RX；（注：电压、电流取样未隔离时，此口要做隔离输出）
45	TX	输出	
46	RX1	输入	UART 口：校表专用口；（注：电压、电流取样未隔离时，此口要做隔离输出）
47	TX1	输出	
48-61	NC		保留管脚，未开放，保持悬空
62	CF	输出	有功脉冲输出，6mA 驱动能力
63	S0	SWD 口	SWD 调试接口，程序下载及调试用，如有程序更改要求，建议与 VCC DGND 形成一个 4PIN 插孔备用。
64	S1	SWD 口	

1.3.2 QS1213X 管脚说明



QS1213X	标识	管脚类型	功能描述
1	RA	LDO 输出	3.3V 计量 LDO 输出，给计量 ADC 供电；外部并接 0.1uF 和 1uF 电容。
2	CS1	片选输出	通道 1 片选信号
3	CS2	片选输出	通道 2 片选信号
4	CS3	片选输出	通道 3 片选信号
5	LVD	检测口	低功耗比较器输入：作为外部电源检测输入口
6	UP	模拟输入	电压通道的正模拟输入引脚。最大输入信号为 ±1V（差分后信号，一倍增益）。实际应用要留有余量，保证正常测量范围不超过满度，电流通道同。
7	UN	模拟输入	电压通道的负模拟输入引脚
8	IBP	模拟输入	电流 B 通道的正模拟输入引脚。最大 4 倍增益，外接锰铜采样电路或互感器采样。



9	IBN	模拟输入	电流 B 通道的负模拟输入引脚。最大 4 倍增益，外接锰铜采样电路或互感器采样
10	IAP	模拟输入	电流 A 通道的正模拟输入引脚，最大 16 倍增益，外接锰铜采样电路或互感器采样。
11	IAN	模拟输入	电流 A 通道的负模拟输入引脚，最大 16 倍增益，外接锰铜采样电路或互感器采样。
12	AGND	地	模拟地
13	RB	参考电压	计量 ADC 的参考输入，外部应并接 0.1uf 和 1uf 电容。
14	VCC	电源	2.8V~5.5V 电源输入，可外接 4.7uf 电容并联 0.1uf 电容去耦。建议客户可根据应用情况并联更大容量的电容。
15	RSTN	复位	低电平复位电路，内部有 50K 上拉电阻。
16	XO	时钟	32.768KHz 无源晶振输出和输入。
17	XI	时钟	不需要外接电阻和电容，需要用地线将之隔离。
18	DGND	地	数字地
19	RC	LDO	1.8V LDO 的输出，应外接 1uf 电容并联 0.1uf 电容去耦。
20	NC		保留管脚，未开放，保持悬空
21	DGND	地	数字地
22-30	NC		保留管脚，未开放，保持悬空
31	CS5	片选输出	通道 5 片选信号
32	CS6	片选输出	通道 6 片选信号
39	SCL	I2C 时钟	I2C 口时钟
40	SDA	I2C 数据	I2C 口数据
41	WP	I2C 写保护	I2C 写保护
42	LIGHT	输出	指示输出：电源上电时高电平，UART 口通讯时为高低脉冲。直接驱动发光管，最大驱动电流 3mA
43	DGND	地	数字地
44	RX	输入	UART 口：RX 连接外部 MCU 的 TX;TX 连接外部 MCU 的 RX；（注：电压、电流取样未隔离时，此口要做隔离输出）
45	TX	输出	
46	RX1	输入	UART 口：校表专用口；（注：电压、电流取样未隔离时，此口要做隔离输出）
47	TX1	输出	
48-57	NC		保留管脚，未开放，保持悬空
58	MISO	SPI	SPI 口信号输入
59	MOSI	SPI	SPI 口信号输出
60	NC		保留管脚，未开放，保持悬空
61	SCLK	SPI	SPI 口时钟
62	CS4	片选输出	通道 4 片选信号
63	S0	SWD 口	SWD 调试接口，程序下载及调试用，如有程序

64	S1	SWD 口	更改要求，建议与 VCC DGND 形成一个 4PIN 插孔备用。
----	----	-------	-----------------------------------

### 1.3.3 QS121XX 关键管脚说明

- ✧ RA是3.3V LDO的输出，给计量ADC提供电源；外部应并接0.1uf和1uf电容；
- ✧ UP、UN、IBP、IAP、IAN采用计量芯片常规接法；
- ✧ AGND是模拟地，DGND是数字地；实际使用时可根据经验合理布局(推荐大面积铺地)；
- ✧ RB是计量ADC的参考输出，外部应并接0.1uf和1uf电容；
- ✧ VCC是主电输入，正常工作范围2.8V~5.5V，应外接4.7uf电容并联0.1uf电容去耦；
- ✧ XO和XI之间跨接32.768KHz晶体，最好用地线将之隔离，不需外接电阻和电容；
- ✧ RC是1.8V LDO的输出，给芯片1.8V数字域供电，应外接1uf电容并联0.1uf电容去耦；
- ✧ RX和TX，UART口通讯管脚，与外接MCU的UART口连接，内部寄存器可通过UART口读出；
- ✧ NC保留引脚，未对用户开放，保持悬空；

2 UART 口通讯数据寄存器说明

2.1 QS1211B/QS1212B/QS1211D/QS1212D UART 口通讯数据寄存器说明

2.1.1 645 协议电参数寄存器列表 (数据格式 8 位数据 1 位起始位 1 位结束位 无校验位)

序号	定义(名称)	标识编码 DI3DI2DI1DI0	字节长度	读/写 属性	数据类型及说明
1	A 路电压	02010100	2	读	XXX.X (V)
2	A 路电流	02020100	3	读	XXX.XXX (A)
3	A 路有功功率	02030000	3	读	XX.XXXX (KW)
4	A 路有功总电量	00000000	4	读	XXXXXX.XX (KWh)
5	A 路功率因数	02060000	2	读	X.XXX
6	温度	02800007	2	读	xx.xx (°C)
7	A 路频率	02800002	2	读	xx.xx (Hz)
8	地址	04000401	6	读/写	10 进制无符号数 NNNNNNNNNN 默认地址: 111111111111
9	电表常数	04000409	3	读	有功脉冲常数
10	波特率	04000703	1	读/写	16 进制无符号数 (04: 1200bps 08: 2400bps) (10: 4800bps 20: 9600bps) 默认波特率为 4800bps
11	A 路电压	80800101	2	读	XXX.X 单位(V)
	A 路电流		3	读	XXX.XXX 单位(A)
	A 路有功功率		3	读	XX.XXXX 单位(KW)
	A 路有功总电量		4	读	XXXXXX.XX 单位(KWh)
	A 路功率因数		2	读	X.XXX
	A 路频率		2	读	xx.xx (Hz)
	B 路电压		2	读	XXX.X 单位(V)
	B 路电流		3	读	XXX.XXX 单位(A)
	B 路有功功率		3	读	XX.XXXX 单位(KW)
	B 路有功总电量		4	读	XXXXXX.XX 单位(KWh)
	B 路功率因数		2	读	X.XXX
B 路频率	2	读	xx.xx (Hz)		
12	A 路有功总电量	80800001	4	读	XXXXXXXX 16 进制数 单位 (0.001KWh)
13	B 路有功总电量	80800002	4	读	XXXXXXXX 16 进制数 单位 (0.001KWh)

2.1.2 MODbus 协议电参数寄存器和通讯数据表

(功能码 03H、只读, 高字节在前)

序号	定义(名称)	寄存器地址	字长	读/写 属性	数据类型及说明
1	A 路电压	0048H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001V
2	A 路电流	0049H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001A
3	A 路有功功率	004AH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001W
4	A 路有功总电量	004BH	4	读/写 0	16 进制无符号数 单位 0.0001KWh

5	A 路功率因数	004CH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.001
6	A 路二氧化碳排量	004DH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001Kg
7	温度	004EH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01℃ 芯片温度
8	A 路频率	004FH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01Hz
9	B 路电压	0050H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001V
10	B 路电流	0051H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001A
11	B 路有功功率	0052H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001W
12	B 路有功总电量	0053H	4	读/写 0	16 进制无符号数 单位 0.0001KWh
13	B 路功率因数	0054H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.001
14	B 路二氧化碳排量	0055H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001Kg
15	保留	0000H	2	读	
16	特征码	0001H	2	读	16 进制： 高字节 01H(默认值)为交流 02H 为直流，低字节为程序版本号
17	保留	0002H	2	读	
18	保留	0003H	2	读	
19	地址及波特率	0004H	2	读/写	16 进制 <b>默认值为 0105H: (地址 01H 8, N, 1, 4800)</b> 高字节代表地址，范围 1~255，0 为广播地址 低字节：高 2 位数据格式 (00: 10 位数据 “8, N, 1”) 无校验 1 位结束位 (01: 11 位数据 “8, E, 1”) 偶校验 1 位结束位 (10: 11 位数据 “8, 0, 1”) 奇校验 1 位结束位 (11: 11 位数据 “8, N, 2”) 无校验 2 位结束位 低字节：低 4 位为波特率 (3: 1200bps      4: 2400bps) (5: 4800bps      6: 9600bps) (7: 19200bps)
20	保留	0005H	2	读/写	
21	保留	0006H	2	读/写	

2.2 QS1213B/QS1213D UART 口通讯数据寄存器说明

2.2.1 645 协议电参数寄存器列表 (数据格式 8 位数据 1 位起始位 1 位结束位 无校验位)

序号	定义 (名称)		DL645-2007 协议						数据类型及说明
			标识编码				数据长度	读/写	
			DI3	DI2	DI1	DI0			
1	公共参数	通讯地址	04	00	04	01	6	读/写	NNNNNNNNNN 默认地址: 1111111111
2		电表常数	04	00	04	09	3	读	XXXXXX 单位: imp/kwh
3		波特率特征字	04	00	07	03	1	读/写	NN: 04: 1200bps 08: 2400bps 10: 4800bps 20: 9600bp 40: 19200bps
4		软件版本号	04	80	00	01	32	读	32 个 ASCII
5	单通道电参数	电压	02	01	01	00	2	读	XXX.X 单位(V)
6		电流	02	02	01	00	3	读	XXX.XXX 单位(A)
7		有功功率	02	03	00	00	3	读	XX.XXXX 单位(KW)
8		有功总电量	00	00	00	00	4	读	XXXXXX.XX 单位(KWh)
9		功率因数	02	06	00	00	2	读	X.XXX
10		温度	02	80	00	07	2	读	xx.xx (°C) 计量模块芯片温度
11		频率	02	80	00	02	2	读	xx.xx (Hz)
12	通道 1	电压	80	80	01	01	2	读	XXX.X 单位(V)
13		电流					3	读	XXX.XXX 单位(A)
14		有功功率					3	读	XX.XXXX 单位(KW)
15		有功总电量					4	读	XXXXXX.XX 单位(KWh)
16		功率因数					2	读	X.XXX
17		频率					2	读	xx.xx (Hz)
18	通道 2	电压	80	80	01	01	2	读	XXX.X 单位(V)
19		电流					3	读	XXX.XXX 单位(A)
20		有功功率					3	读	XX.XXXX 单位(KW)
21		有功总电量					4	读	XXXXXX.XX 单位(KWh)
22		功率因数					2	读	X.XXX
23		频率					2	读	xx.xx (Hz)
24	通道 3	电压	80	80	01	02	2	读	XXX.X 单位(V)
25		电流					3	读	XXX.XXX 单位(A)
26		有功功率					3	读	XX.XXXX 单位(KW)
27		有功总电量					4	读	XXXXXX.XX 单位(KWh)

28		功率因数					2	读	X. XXX
29		频率					2	读	xx. xx (Hz)
30	通道 4	电压					2	读	XXX. X 单位 (V)
31		电流					3	读	XXX. XXX 单位 (A)
32		有功功率					3	读	XX. XXXX 单位 (KW)
33		有功总电量					4	读	XXXXXX. XX 单位 (KWh)
34		功率因数					2	读	X. XXX
35		频率					2	读	xx. xx (Hz)
36		通道 5	电压					2	读
37	电流						3	读	XXX. XXX 单位 (A)
38	有功功率						3	读	XX. XXXX 单位 (KW)
39	有功总电量						4	读	XXXXXX. XX 单位 (KWh)
40	功率因数						2	读	X. XXX
41	频率						2	读	xx. xx (Hz)
42	通道 6		电压	80	80	01	03	2	读
43		电流					3	读	XXX. XXX 单位 (A)
44		有功功率					3	读	XX. XXXX 单位 (KW)
45		有功总电量					4	读	XXXXXX. XX 单位 (KWh)
46		功率因数					2	读	X. XXX
47		频率					2	读	xx. xx (Hz)
48		通道 7	电压					2	读
49	电流						3	读	XXX. XXX 单位 (A)
50	有功功率						3	读	XX. XXXX 单位 (KW)
51	有功总电量						4	读	XXXXXX. XX 单位 (KWh)
52	功率因数						2	读	X. XXX
53	频率						2	读	xx. xx (Hz)
54	通道 8		电压	80	80	01	04	2	读
55		电流					3	读	XXX. XXX 单位 (A)
56		有功功率					3	读	XX. XXXX 单位 (KW)
57		有功总电量					4	读	XXXXXX. XX 单位 (KWh)
58		功率因数					2	读	X. XXX
59		频率					2	读	xx. xx (Hz)
60		通道 9	电压					2	读
61	电流						3	读	XXX. XXX 单位 (A)
62	有功功率						3	读	XX. XXXX 单位 (KW)
63	有功总电量		80	80	01	05	4	读	XXXXXX. XX 单位 (KWh)
64	功率因数						2	读	X. XXX

65		频率					2	读	xx. xx (Hz)
66	通道 10	电压					2	读	XXX. X 单位 (V)
67		电流					3	读	XXX. XXX 单位 (A)
68		有功功率					3	读	XX. XXXX 单位 (KW)
69		有功总电量					4	读	XXXXXX. XX 单位 (KWh)
70		功率因数					2	读	X. XXX
71		频率					2	读	xx. xx (Hz)
72		通道 11	电压					2	读
73	电流						3	读	XXX. XXX 单位 (A)
74	有功功率						3	读	XX. XXXX 单位 (KW)
75	有功总电量						4	读	XXXXXX. XX 单位 (KWh)
76	功率因数						2	读	X. XXX
77	频率						2	读	xx. xx (Hz)
78	通道 12	电压	80	80	01	06	2	读	XXX. X 单位 (V)
79		电流					3	读	XXX. XXX 单位 (A)
80		有功功率					3	读	XX. XXXX 单位 (KW)
81		有功总电量					4	读	XXXXXX. XX 单位 (KWh)
82		功率因数					2	读	X. XXX
83		频率					2	读	xx. xx (Hz)
84	通道 1	有功总电量	80	80	00	01	4	读	XXXXXXXX 16 进制数 单位 (0.001KWh)
85	通道 2	有功总电量	80	80	00	02	4	读	XXXXXXXX 16 进制数 单位 (0.001KWh)
86	通道 3	有功总电量	80	80	00	03	4	读	XXXXXXXX 16 进制数 单位 (0.001KWh)
87	通道 4	有功总电量	80	80	00	04	4	读	XXXXXXXX 16 进制数 单位 (0.001KWh)
88	通道 5	有功总电量	80	80	00	05	4	读	XXXXXXXX 16 进制数 单位 (0.001KWh)
89	通道 6	有功总电量	80	80	00	06	4	读	XXXXXXXX 16 进制数 单位 (0.001KWh)
90	通道 7	有功总电量	80	80	00	07	4	读	XXXXXXXX 16 进制数 单位 (0.001KWh)
91	通道 8	有功总电量	80	80	00	08	4	读	XXXXXXXX 16 进制数 单位 (0.001KWh)
92	通道 9	有功总电量	80	80	00	09	4	读	XXXXXXXX 16 进制数 单位 (0.001KWh)
93	通道 10	有功总电量	80	80	00	0A	4	读	XXXXXXXX 16 进制数 单位 (0.001KWh)
94	通道 11	有功总电	80	80	00	0B	4	读	XXXXXXXX 16 进制数 单位

		量							(0.001KWh)
95	通道 12	有功总电量	80	80	00	0C	4	读	XXXXXXXX 16 进制数 单位 (0.001KWh)

### 2.2.2 MODbus 协议电参数寄存器和通讯数据表

(功能码 03H、只读，高字节在前)

序号	定义 (名称)	MODBUS-RTU 协议					
		寄存器地址		字节长度	读/写	数据类型及说明	
		高	低				
1	保留	00H	00H	2	读		
2	特征码	00H	01H	2	读	16 进制: 高字节 01H(默认值)为交流 02H 为直流, 低字节为程序版本号	
3	保留	00H	02H	2	读		
4	保留	00H	03H	2	读		
5	公共参数 地址及波特率	00H	04H	2	读/写	16 进制 默认值为 0105H: (地址 01H 8,N,1,4800) 高字节代表地址, 范围 1~255, 0 为广播地址 低字节: 高 2 位数据格式 (00: 10 位数据 "8,N,1") 无校验 1 位结束位 (01: 11 位数据 "8,E,1") 偶校验 1 位结束位 (10: 11 位数据 "8,O,1") 奇校验 1 位结束位 (11: 11 位数据 "8,N,2") 无校验 2 位结束位 低字节: 低 4 位为波特率 (3: 1200bps      4: 2400bps) (5: 4800bps      6: 9600bps) (7: 19200bps)	
6	保留	00H	05H	2	读/写		
7	保留	00H	06H	2	读/写		
8	通道 1	电压	00H	48H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001V
9		电流	00H	49H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001A
10		有功功率	00H	4AH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001W
11		有功总电量	00H	4BH	4	读/写 0	16 进制无符号数 单位 0.0001KWh
12		功率因数	00H	4CH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.001



13		二氧化碳排量	00H	4DH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001Kg 公式: =有功总电度 X 0.997
14		温度	00H	4EH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01°C
15		频率	00H	4FH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01Hz
16	通道 2	电压	00H	50H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001V
17		电流	00H	51H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001A
18		有功功率	00H	52H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001W
19		有功总电量	00H	53H	4	读/写 0	16 进制无符号数 单位 0.0001KWh
20		功率因数	00H	54H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.001
21		二氧化碳排量	00H	55H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001Kg 公式: =有功总电度 X 0.997
22		温度	00H	56H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01°C
23		频率	00H	57H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01Hz
24		通道 3	电压	00H	58H	4	读
25	电流		00H	59H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001A
26	有功功率		00H	5AH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001W
27	有功总电量		00H	5BH	4	读/写 0	16 进制无符号数 单位 0.0001KWh
28	功率因数		00H	5CH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.001
29	二氧化碳排量		00H	5DH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001Kg 公式: =有功总电度 X 0.997
30	温度		00H	5EH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01°C
31	频率		00H	5FH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01Hz
32	通道 4		电压	00H	60H	4	读
33		电流	00H	61H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001A
34		有功功率	00H	62H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001W
35		有功总电量	00H	63H	4	读/写 0	16 进制无符号数 单位 0.0001KWh
36		功率因数	00H	64H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.001
37		二氧化碳排量	00H	65H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001Kg 公式: =有功总电度 X 0.997
38		温度	00H	66H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01°C
39		频率	00H	67H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01Hz
40		通道 5	电压	00H	68H	4	读
41	电流		00H	69H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001A
42	有功功率		00H	6AH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001W
43	有功总电量		00H	6BH	4	读/写 0	16 进制无符号数 单位 0.0001KWh
44	功率因数		00H	6CH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.001
45	二氧化碳排量		00H	6DH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001Kg 公式: =有功总电度 X 0.997
46	温度		00H	6EH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01°C

47		频率	00H	6FH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01Hz
48	通道 6	电压	00H	70H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001V
49		电流	00H	71H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001A
50		有功功率	00H	72H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001W
51		有功总电量	00H	73H	4	读/写 0	16 进制无符号数 单位 0.0001KWh
52		功率因数	00H	74H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.001
53		二氧化碳排量	00H	75H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001Kg 公式: =有功总电度 X 0.997
54		温度	00H	76H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01°C
55		频率	00H	77H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01Hz
56	通道 7	电压	00H	78H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001V
57		电流	00H	79H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001A
58		有功功率	00H	7AH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001W
59		有功总电量	00H	7BH	4	读/写 0	16 进制无符号数 单位 0.0001KWh
60		功率因数	00H	7CH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.001
61		二氧化碳排量	00H	7DH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001Kg 公式: =有功总电度 X 0.997
62		温度	00H	7EH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01°C
63		频率	00H	7FH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01Hz
64	通道 8	电压	00H	80H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001V
65		电流	00H	81H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001A
66		有功功率	00H	82H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001W
67		有功总电量	00H	83H	4	读/写 0	16 进制无符号数 单位 0.0001KWh
68		功率因数	00H	84H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.001
69		二氧化碳排量	00H	85H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001Kg 公式: =有功总电度 X 0.997
70		温度	00H	86H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01°C
71		频率	00H	87H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01Hz
72	通道 9	电压	00H	88H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001V
73		电流	00H	89H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001A
74		有功功率	00H	8AH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001W
75		有功总电量	00H	8BH	4	读/写 0	16 进制无符号数 单位 0.0001KWh
76		功率因数	00H	8CH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.001
77		二氧化碳排量	00H	8DH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001Kg 公式: =有功总电度 X 0.997
78		温度	00H	8EH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01°C
79		频率	00H	8FH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01Hz
80	通道 10	电压	00H	90H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001V
81		电流	00H	91H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001A

82		有功功率	00H	92H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001W
83		有功总电量	00H	93H	4	读/写 0	16 进制无符号数 单位 0.0001KWh
84		功率因数	00H	94H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.001
85		二氧化碳排量	00H	95H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001Kg 公式: =有功总电度 X 0.997
86		温度	00H	96H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01°C
87		频率	00H	97H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01Hz
88	通道 11	电压	00H	98H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001V
89		电流	00H	99H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001A
90		有功功率	00H	9AH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001W
91		有功总电量	00H	9BH	4	读/写 0	16 进制无符号数 单位 0.0001KWh
92		功率因数	00H	9CH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.001
93		二氧化碳排量	00H	9DH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001Kg 公式: =有功总电度 X 0.997
94		温度	00H	9EH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01°C
95		频率	00H	9FH	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01Hz
96	通道 12	电压	00H	A0H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001V
97		电流	00H	A1H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001A
98		有功功率	00H	A2H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001W
99		有功总电量	00H	A3H	4	读/写 0	16 进制无符号数 单位 0.0001KWh
100		功率因数	00H	A4H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.001
101		二氧化碳排量	00H	A5H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.0001Kg 公式: =有功总电度 X 0.997
102		温度	00H	A6H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01°C
103		频率	00H	A7H	4	读	16 进制无符号数 单位 0.01Hz

### 3 系统控制

#### 3.1 时钟源

##### ◇ 外部时钟源:

LOSC:外部 32.768KHz 晶振。32.768KHz 晶振不需要外接电容和电阻, 芯片已内置,

#### 3.2 复位

##### 3.2.1 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。

##### 3.2.2 上下电复位

内置两个上电复位 (POR) 电路和两个掉电复位 (BOR) 电路, 分别对 VSWO (VCC 和 VBAT 切换后的电源) 和 LD018 (1.8V LDO) 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 2.6V) 时可以正常工作; 在低于阈值 (约 2.35V) 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 VSWO 并与设定的阈值做比较，当 VSWO 低于或者高于阈值时产生中断。

4 电气特性

计量参数 (VCC=3V~5.5V, 温度范围: -40°C~+85°C)						
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%			常温 5000:1 的动态范围
有功电能测量带宽	BW		3		kHz	
无功电能测量误差	Err		±0.1%			常温 5000:1 的动态范围
视在电能测量误差	Err		±0.1%			常温 5000:1 的动态范围
有效值测量误差	Err		±0.2%			常温 1000:1 的动态范围
功率测量误差	Err		±0.1%			常温 1000:1 的动态范围
电能脉冲输出						
最大频率	Hz			20K		当脉宽低于 84ms 时
占空比	%		50%			
高电平脉宽	ms		84ms			
Sigma-Delta ADC性能 (VCC=3V~5.5V, 温度范围: -40°C~+85°C)						
最大信号电平	V <sub>sn</sub>			±1000	mV	差分后信号, 峰值; 实际应用时应留有余量。
ADC 失调误差	DC <sub>off</sub>		1		mV	
-3dB 带宽	B <sub>-3dB</sub>		7		kHz	
基准电压 (VCC=3V~5.5V, 温度范围: -40°C~+85°C)						
输出电压	V <sub>ref</sub>	1.22	1.25	1.29	V	
温度系数	T <sub>c</sub>		5	15	ppm/°C	
模拟外设 (温度范围: -40°C~+85°C)						
低功耗比较器 LVD 阈值	CMP	1.23	1.28	1.33	V	该阈值为 LVD 输出低电平比较结果阈值; 输出高电平比较结果阈值比该阈值高 200mv。
时钟参数 (温度范围: -40°C~+85°C)						
输入低频时钟频率范围	XI		32.768		KHz	
内部PLL时钟频率范围	PLL		7.3728	14.7456	MHz	
内部高频RC	RCH	1.4	1.6	1.8	MHz	内部 RCH 典型值为 3.2MHz, 二分频后用于芯片复位后默认时钟
内部低频RC	RCL	20	30	40	KHz	
电源 (温度范围: -40°C~+85°C)						

主电源	VCC	2.8	5/3.3	5.5	V	建议主电源选择为 5V ±5%或者 3.3V±5%
cpu 最低工作电压	Vi1	2.25	2.35	2.45	V	全温度范围
模拟电流	AIDD		2.5		mA	三路ADC均开启
数字电流	DIdd		2		mA	CPU运行在3.6864MHz, 计量开启
LD033	V33	3.2	3.3	3.4	V	
LD018	V1P8	1.62	1.8	1.98	V	
<b>功耗特性(温度范围: -40°C~+85°C)</b>						
运行模式电流, 3.6864M PLL 模式, VCC=5V	I <sub>VCC</sub>		3.5		mA	CPU运行在3.6864MHz, 计量开启
<b>极限参数(温度范围: -40°C~+85°C)</b>						
主电电压	V <sub>VCC</sub>	-0.3	--	+7	V	
电池输入电压	V <sub>Vbat</sub>	-0.3	--	+7	V	
DV <sub>DD</sub> to DGND		-0.3	--	+7	V	
DV <sub>DD</sub> to AV <sub>DD</sub>		-0.3		+0.3	V	
V1P, V1N, V2P, V2N, V3P, V3N		-6		+6	V	
模拟输入电压相对于 AGND	V <sub>INA</sub>	-0.3	--	AV <sub>DD</sub> +0.3	V	
工作温度范围	T <sub>A</sub>	-40	--	85	°C	
存储温度范围	T <sub>stg</sub>	-65	--	150	°C	
无铅焊接温度	T <sub>SDR</sub>	--	260		°C	

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	/

## 5 校表方法

QS121XX 的校表方法参照如下的功率法及脉冲误差法校表方法，嵌入式程序已完成全部校表算法及流程，及相关的校表参数存储及管理，客户无需研究复杂的校表计算或程序编程。

QS121XX 程序中有一套默认的相关计量补偿参数，该参数是基于典型应用图确定的，如客户完全按应用电路图设计，初始误差<5%（该误差主要取决于采样器件的离散性）。

如客户产品要求不高，可以不用校表，或通过上位机误差微调软件《QS121XX 电能芯片误差微调程序》进行电压、电流误差微调；

若要求高，可以使用上位机自动校表软件《自动校表 PC 机程序》及“IPM8103 单相电能表便携式检验装置”即可实现自动校表（具体操作见《自动校表软件适用手册》）。

### 5.1 支持的校表算法：

- ✧ 脉冲精度校表
- ✧ 功率法校表

#### 5.1.1 脉冲精度校表

##### 5.1.1.1 基本参数确定（该项内容可以在 soc 程序中固定）电压、电流转换系数

电压转换系数： $K_v = R_a / (R_t * U_{pga} * 2^{23})$

$R_t$ : 电阻分压串的取样电阻

$R_a$ : 电阻串的总电阻

$U_{pga}$ : 电压通道 ADC 增益放大倍数

电流转换系数： $K_i = 1 / (R_i * I_{pga} * 2^{23})$

$R_i$ : 锰铜取样电阻（在采用互感器的情况下  $R_i = R_0 / PT$ ，其中  $R_0$  为互感器二次侧的取样电阻， $PT$  为互感器变比）

$I_{pga}$ : 电流通道 ADC 增益放大倍数

##### 5.1.1.2 确定电表脉冲常数 EC 及 HFCONST 寄存器值、功率转换系数

电表脉冲常数 EC: 供测试和电能计算（表型确定，如单相国网表为 1200imp/kwh）

功率转换系数： $K_p = R_a / [(R_i * I_{pga}) * (R_t * U_{pga}) * 2^{31}]$

$R_t$ : 电压采样回路分压电阻串的取样电阻

$R_a$ : 电压采样回路分压电阻串的总电阻

$R_i$ : 锰铜取样电阻（在采用互感器的情况下， $R_i = R_0 / PT$ ，其中  $R_0$  为互感器二次侧的取样电阻， $PT$  为互感器的变比）

$U_{pga}$ : 电压通道 ADC 增益放大倍数

$I_{pga}$ : 电流通道 ADC 增益放大倍数

$Hfconst = INT[(R_i * I_{pga}) * [(R_t * U_{pga}) / R_a] * 3.6 * 10^6 * fd2f / (2 * EC)]$

$= INT[1.8 * 10^6 * fd2f * (R_i * I_{pga} * R_t * U_{pga}) / (R_a * EC)]$

$fd2f$  为 0.9216mhz (0.9216\*10<sup>6</sup>)

##### 5.1.1.3 有功启动功率、无功启动功率确定

$P_{start} (OCH) = 0.7 * P_{启动} * (1 / K_i) / 2^8$ ;

$P_{启动}$ : 启动时的功率 单位: w  $K_i$ :

功率转换系数  $Q_{start}(10H)$  值与

$P_{start}$  相等

5.1.1.4 电压、电流有效值校正：台体加 Un、Ib、功率因数 1.0

主要确定电流、电压通道增益 IAGain (44h) UGain (4ch) 值

$$IAGain = \left( \left( \frac{I0}{I} \right) - 1 \right) * 2^{15} \quad I0 > I$$

$$\left( \left( \frac{I0}{I} \right) - 1 \right) * 2^{15} + 2^{16} \quad I0 < I$$

$$I0 = Ib * I / Ki$$

I: 电流有效值寄存器 (IARMS (10CH) 测量值

Ib: 标准表显示电流值

Ki: 电流转换系数

$$UGain = \left( \left( \frac{U0}{U} \right) - 1 \right) * 2^{15} \quad U0 > U$$

$$\left( \left( \frac{U0}{U} \right) - 1 \right) * 2^{15} + 2^{16} \quad U0 < U$$

$$U0 = Un * U / Kv$$

U: 电压有效值寄存器 (URMS (114H) 测量值

Un: 标准表显示电压值

Kv: 电压转换系数

5.1.1.5 1.0 功率增益的误差校正：台体仍加 Un、Ib、功率因数 1.0

经过前面步骤 B 后，1.0 误差基本准确，要求不高可以忽略。

主要确定功率增益寄存器 GPQA (14H) (无功增益写 GPQA 相同值)

$$Pgain = -err / (1 + err)$$

(err: 台体显示误差值)

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

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

5.1.1.6 0.5L 相位校正：台体仍加 Un、Ib、功率因数 0.5L

$$\theta = \text{Arcsin}(-err / \sqrt{3})$$

(err: 台体显示误差值)

对 50HZ, PHSA/B 有  $0.0097656^0 / \text{LSB}$  的关系, 则有

$$\text{如果 } \theta \geq 0, \text{ PHSA/B} = INT \left( \left( \theta * 180 / 3.1415928 \right) / 0.0097656^0 \right)$$

$$\text{如果 } \theta < 0, \text{ PHSA/B} = INT \left( 2^9 + \left( \theta * 180 / 3.1415928 \right) / 0.0097656^0 \right)$$

5.1.1.7 有功偏置 OFFSET 校正：台体加 Un、10%Ib 或 5%Ib、功率因数 1.0

$$APOS (28) = (P0 * I / Kp) * (-err) \quad (\text{err} < 0 \text{ 时})$$

$$2^{16} + (P0 * I / Kp) * (-err) \quad (\text{err} > 0 \text{ 时})$$

P0: 标准表显示功率值

err: 台体显示误差值

5.1.1.8 电流有效值 OFFSET 校正：台体加 Un 空载

读取 10 次电流有效值寄存器 (间隔时间 100ms) 求平均, 平方后取反, 将 bit23~bit8 写入电流 offset 寄存器 IARMSOS (38h)

$$IARMSOS (38h) = (2^{24} - I_{avreg}^2) / 2^8$$

Iavreg: 10 次电流有效值寄存器 (IARMS (10ch) 平均值



5.1.2 功率法校表

功率校表法相对脉冲校表法具有快捷、简单、高效的优点,可以支持单点,但对台体的稳定性有要求,台体加Un、Ib、功率因数 0.5L

5.1.2.1 基本参数确定 (该项内容可以在 soc 程序中固定)

1. 电压、电流转换系数同脉冲校表法
2. 确定电表脉冲常数 EC 及 HFCNST 寄存器值、功率转换系数同脉冲校表法
3. 有功启动功率、无功启动功率确定

5.1.2.2 电压、电流有效值校正

同脉冲校表法

5.1.2.3 1.0 功率增益的误差校正: 可忽略

5.1.2.4 0.5L 相位校正:

计算公式参照脉冲精度校表法,不同点功率法的err 是通过功率计算的。

$$\text{公式 } \text{err} = [P - P_0 * (1/K_p)] / (P_0 * (1/K_p))$$

$$\text{Arc sin}(-\text{err} / \sqrt{3})$$

P: 测量的功率寄存器值

对50HZ, PHSA/B 有0.0097656<sup>0</sup>/LSB 的关系, 则有

如果 >=0, PHSA/B = INT( ( \*180/3.1415928 ) / 0.0097656<sup>0</sup>)

如果 <0, PHSA/B = INT(2<sup>9+</sup> \*180/3.1415928 ) / 0.0097656<sup>0</sup>)

5.1.2.5 有功偏置 OFFSET 校: 同脉冲精度校表法

$$\text{err} = [P - P_0 * (1/K_p)] / (P_0 * (1/K_p))$$

P: 测量的功率寄存器值 (读 10 次求平均)

P0: 标准表显示的功率值

$$\text{APOS} (28H) = (P_0 * 1/K_p) * (-\text{err}) \quad (\text{err} < 0 \text{ 时})$$

$$= 2^{16+} (P_0 * 1/K_p) * (-\text{err}) \quad (\text{err} > 0 \text{ 时})$$

5.1.2.6 电流有效值 OFFSET 校正: 同脉冲精度校表法

读取10 次电流有效值寄存器 (间隔时间100ms) 求平均, 平方后取反,

将bit23~bit8 写入电流offset 寄存器IARMSOS (38h)

$$\text{IARMSOS} (38h) = (2^{24} - \text{Iavreg}^2) / 2^8$$

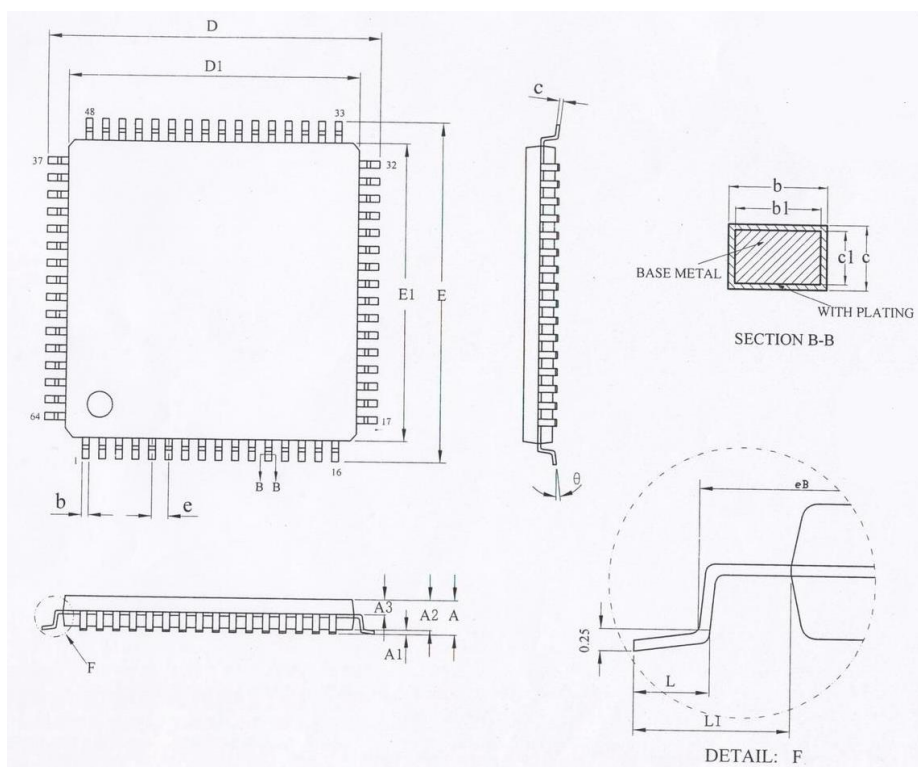
Iavreg: 10 次电流有效值寄存器 (IARMS (10cH) 平均值

### 6 应用参考电路图

用户根据具体需求及使用情况，选择合适的采样电路及隔离方式，完成电路图设计。具体参见：《QS121XX 应用原理图和应用 pcb 版图》。

### 7 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		
$\theta$	0	-----	7°

## 8 丝印外观



第一行品牌 Logo

第二行产品型号

第三行为生产批号

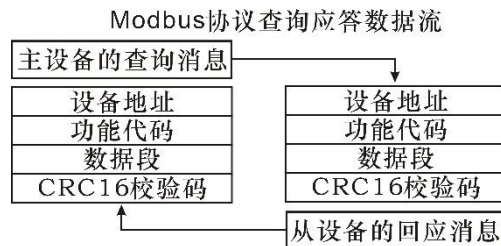
左下脚的小点为 PIN1 标志

附件：

9 MODBUS 通讯规约

本仪表提供 TTL 通讯接口，采用标准 MODBUS-RTU 协议，各种数据信息均可在通讯线路上传送。在一条线路上可以同时连接多达 255 个网络仪表，每个网络仪表均可设定其通讯地址，通讯连接应使用带有铜网的屏蔽双绞线，线径不小于 0.5mm<sup>2</sup>。布线时应使通讯线远离强电电缆或其他强电场环境。

MODBUS 协议在一根通讯线上采用主从应答方式的通讯连接方式。首先，主计算机的信号寻址到一台唯一地址的终端设备（从机），然后，终端设备发出的应答信号以相反的方向传输给主机，即：在一根单独的通讯线上信号沿着相反的两个方向传输所有的通讯数据流（半双工的工作模式）。MODBUS 协议只允许在主机（PC, PLC 等）和终端设备之间通讯，而不允许独立的终端设备之间的数据交换，这样各终端设备不会在它们初始化时占据通讯线路，而仅限于响应到达本机的查询信号。



主机查询：查询消息帧包括设备地址、功能代码、数据信息码、校验码。地址码表明要选中的从机设备；功能代码告之被选中的从设备要执行何种功能，例如功能代码 03 或 04 是要求从设备读寄存器并返回它们的内容；数据段包含了从设备要执行功能的任何附加信息，校验码用来检验一帧信息的正确性，从设备提供了一种验证消息内容是否正确的方法，它采用 CRC16 的校准规则。

从机响应：如果从设备产生正常的回应，在回应消息中有从机地址码、功能代码、数据信息码和 CRC16 校验码。数据信息码则包括了从设备收集的数据：像寄存器值或状态。如果有错误发生，我们约定是从机不进行响应。

我们规定在本仪表中采用的通讯数据格式：每个字节的位（1 个起始位、8 个数据位、奇校验或偶校验或无校验、1 个或 2 个停止位）。

数据帧的结构,即报文格式:

设备地址	功能代码	数据段	CRC16校验码
1个byte	1个byte	N个byte	2个byte(低字节在前)

设备地址：由一个字节组成，每个终端设备的地址必须是唯一的，仅仅被寻址到的终端会响应相应的查询。  
 功能代码：告诉了被寻址到的终端执行何种功能。下表列出该系列仪表所支持的功能代码，以及它们的功能。

功能代码	功能
03H	读一个或多个寄存器的值
10H	写一个或多个寄存器的值

数据段：包含了终端执行特定功能所需要的数据或者终端响应查询时采集到的数据。这些数据的内容可能是数值、参考地址或者设置值。

校验码：CRC16 占用两个字节，包含了一个 16 位的二进制值。CRC 值由传输设备计算出来，然后附加到数据帧上，接收设备在接收数据时重新计算 CRC 值，然后与接收到的 CRC 域中的值进行比较，如果这两个值不相等，就发生了错误。

生成一个 CRC16 的流程为：

- (1) 预置一个 16 位寄存器为 0FFFFH (全 1), 称之为 CRC 寄存器。
- (2) 把数据帧中的第一个字节的 8 位与 CRC 寄存器中的低字节进行异或运算, 结果存回 CRC 寄存器。
- (3) 将 CRC 寄存器向右移一位, 最高位填以 0, 最低位移出并检测。
- (4) 如果最低位为 0: 重复第三步 (下一次移位); 如果最低位为 1: 将 CRC 寄存器与一个预设的固定值 (0A001H) 进行异或运算。
- (5) 重复第三步和第四步直到 8 次移位。这样处理完了一个完整的八位。
- (6) 重复第 2 步到第 5 步来处理下一个八位, 直到所有的字节处理结束。
- (7) 最终 CRC 寄存器的值就是 CRC16 的值。

### 9.1 MODBUS-RTU 通讯规约示例

#### 9.1.1 功能码 0x03: 读多路寄存器

例子: 主机要读取地址为 01, 开始地址为 0048H 的 2 个从机寄存器数据

```

主机发送:  01    03    00 48    00 02    CRC
            地址  功能码  起始地址  数据长度  CRC 码
从机响应:  01    03    04      12 45    56 68    CRC
            地址  功能码  返回字节数  寄存器数据 1 寄存器数据 2  CRC 码
    
```

#### 9.1.2 功能码 0x10: 写多路寄存器

例子: 主机要把 0000, 0000 保存到地址为 000C, 000D 的从机寄存器去 (从机地址码为 0x01)

```

主机发送: 01  10  00 0C  00 02  04  00 00  00 00  F3 FA
            地址  功能码  起始地址  写寄存器数量  字节计数  保存数据 1  2  CRC 码
从机响应: 01  10  00 0C  00 02  81 CB
            地址  功能码  起始地址  写寄存器数量  CRC 码
    
```

#### 9.1.3 说明

MODBUS-RTU 通讯规约中的寄存器指的是 16 位 (即 2 个字节), 并且高位在前。

设置参数时, 注意不要写入非法数据 (即超过数据范围限制的数据值);

从机返回的错误码格式如下:

- 地址码: 1 字节
- 功能码: 1 字节 (最高位为 1)
- 错误码: 1 字节
- CRC: 2 字节

响应回送如下错误码:

- 81: 非法的功能码, 即接收到的功能码模块不支持。
- 82: 读取或写入非法的数据地址, 即数据位置超出模块的可读或可写的地址范围。
- 83: 非法的数据值, 即模块收到主机发送的数据值超出相应地址的数据范围。

### 9.2 通讯报文举例

#### 9.2.1 读数据寄存器 (功能码 03H):

读 A 相的 3 个寄存器值, 结果为: 电压 231.5V, 电流 10.123A, 功率 2343W, 仪表地址为 1。

主机读数据帧:

地址	命令	起始地址 (高位在前)	寄存器数 (高位在前)	校验码 (低位在前)
----	----	-------------	-------------	------------

01H	03H	00H, 48H	00H, 03H	85H, DDH
-----	-----	----------	----------	----------

仪表回应数据帧:

地址	命令	数据长度	数据段(6 字节)	校验码
01H	03H	06H	5AH, 6EH, 27H, 8BH, 09H, 27H	F8H, 92H

### 9.2.2 写数据寄存器(功能码 10H):

设置 A 相电压上限为 260V, A 相电流上限为 50A, 仪表地址为 1。

主机写数据帧:

地址	命令	起始地址	寄存器数	字节数	数据段	校验码
01H	10H	00H, 20H	00H, 02H	04H	01H, 04H, 01H, F4H	B1H, 9DH

仪表回应数据帧:

地址	命令	起始地址	寄存器数	校验码
01H	10H	00H, 20H	00H, 02H	40H, 02H

## 10 DL/T 645-2007 电能表通讯规约

DL/T 645 规约是针对电表通信而制定的通信协议, 是目前使用最多的多功能电能表通信规约; 《DL/T 614—2007 多功能电能表》标准是为统一和规范多功能电能表与数据终端设备进行数据交换时的物理连接和协议。信息量的确定以 DL/T 614—2007 《多功能电能表》为依据。具体协议如下:

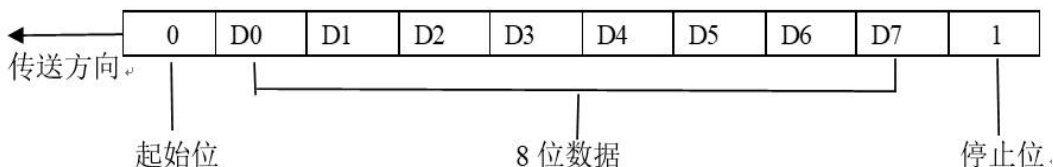
### 10.1 缺省波特率 4800bps

### 10.2 数据链路层

本协议为主-从结构的半双工通信方式。外部主控 MCU 或其它数据终端为主站, QS1211B 为从站。每个多功能电能表均有各自的地址编码。通信链路的建立与解除均由主站发出的信息帧来控制。每帧由帧起始符、从站地址域、控制码、数据域长度、数据域、帧信息纵向校验码及帧结束符 7 个域组成。每部分由若干字节组成。

### 10.3 字节格式

每字节含 8 位数据, 传输时加上 1 个起始位、1 个停止位, 共 10 位。其传输序列如图: D0 时字节的最低有效位, D7 是字节的最高有效位。先传低位, 后传高位。



10.4 帧格式

说 明	代 码
帧起始符	68H
地址域	A0
	A1
	A2
	A3
	A4
	A5
帧起始符	68H
控制码	C
数据域长度	L
数据域	DATA
校验码	CS
结束符	16H

10.4.1 起始符 68H

标识一帧信息的开始，其值为 68H=01101000B

10.4.2 地址域 A0~A5

地址域由 6 个字节构成，每字节 2 位 BCD 码，地址长度为 12 位十进制数。

通讯地址默认为 111111111111H

地址域传输时低字节在前，高字节在后。

10.4.3 控制码 C



10.4.4 数据长度 L

L 为数据域的字节数。

10.4.5 数据域 DATA

数据域包括数据标识、密码、操作者代码、数据、帧序号等，其结构随控制码的功能二改变。传输

时发送方按字节进行加 33H 处理，接收方按字节进行减 33H 处理。

10.4.6 校验码 CS

从第一个帧起始符开始到校验码之前的所有各字节的模 256 的和，即各字节二进制算术和，不计超过 256 的溢出值。

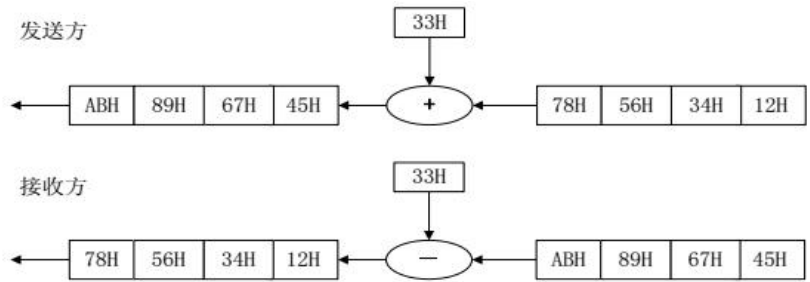
10.4.7 结束符 16H

标识一帧信息的结束，其值为 16H=00010110B。

10.5 传输

10.5.1 传输次序

所有数据项均先传送低位字节，后传送高位字节。数据传输的举例：有功电量值为 123456.78kwh，其传输次序如下：



10.5.2 传输响应

每次通信都是由主站向按信息帧地址域选择的从站发出请求命令帧开始，被请求的从站接收到命令后作出响应。

收到命令帧后的响应延时  $T_d: 20ms \leq T_d \leq 500ms$

字节之间停顿时间  $T_b: T_b \leq 500ms$

10.5.3 通信速率

标准速率 1200bps 2400bps 4800bps 9600bps，缺省默认值为 4800bps

通信速率特征字（调制型、接触式、通信口1、通信口2、通信口3）

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
保留	19200bps	9600bps	4800bps	2400bps	1200bps	600bps	保留

注：0代表非当前接口通信速率，1代表当前接口通信速率，特征字仅在某一为1时有效。

10.6 应用层

10.6.1 读数据

10.6.1.1 主站请求帧

功能：请求读数据

控制码：C=11H

数据域长度：L=04



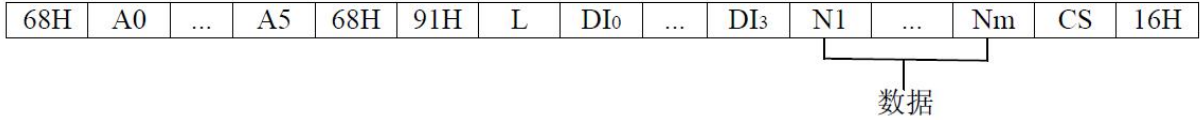


10.6.1.2 从站正常应答

控制码: C=91H

数据域长度: L=04+m(数据项长度)

帧格式:

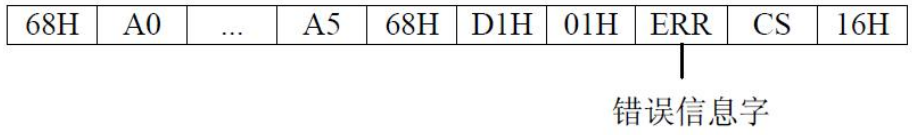


10.6.1.3 从站异常应答

控制码: C=D1H

数据域长度: L=01

帧格式:



10.6.2 写数据

10.6.2.1 主站请求帧

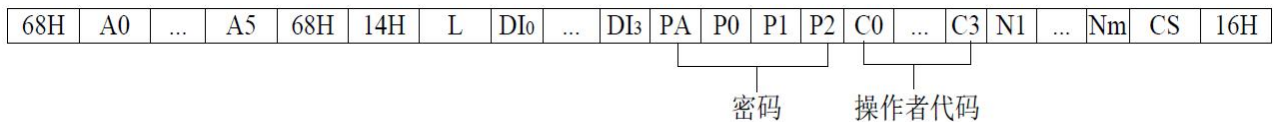
功能: 主站向从站请求设置数据

控制码: C=14H

数据域长度: L =04H+04H(密码)+04H(操作者代码)+m(数据长度)

数据域: DI0DI1DI2DI3+PAP0P1P2+COC1C2C3+DATA

帧格式:



注 1: POP1P2 为密码, PA 表示该密码权限。

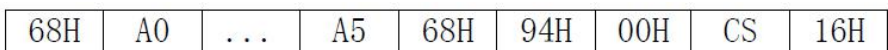
注 2: COC1C2C3 是操作者代码, 为要求记录操作人员信息的项目提供数据。

10.6.2.2 从站正常应答帧

控制码: C=94H

数据域长度: L=00H

帧格式:



10.6.2.3 从站异常应答帧

控制码: C=D4H

数据域长度: L=01H

帧格式:

68H	A0	...	A5	68H	D4H	01H	ERR	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	----	-----

### 10.6.3 设置通信地址

#### 10.6.3.1 主站请求帧

功能：设置从站的通讯地址，仅支持点对点通信

控制码：C=15H

地址域：AAAAAAAAAAAH

数据域长度：L=06H

数据域：A0A1A2A3AA4A5 (通讯地址)

帧格式：

68H	AAH	...	AAH	68H	15H	06H	A0	...	A5	CS	16H
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	----	----	-----

#### 10.6.3.2 从站正常应答帧

控制码：C=95H

地址域：A0A1A2A3A4A5 (新设置的通讯地址)

数据域长度：L=00H

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	95H	00H	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	-----

从站异常无应答。

### 10.6.4 更改通信速率

#### 10.6.4.1 主站请求帧

功能：更改电能表当前通信速率为其它标准速率

控制码：C=17H

数据域长度：L=01H

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	17H	01H	Z	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	---	----	-----

|  
通信速率特征字

#### 10.6.4.2 从站正常应答帧

控制码：C=97H

数据域长度：L=01H

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	97H	01H	Z	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	---	----	-----

注：正常应答帧中的 Z 与请求帧中的通信速率特征字必须相同

#### 10.6.4.3 从站异常应答帧

控制码：C=D7H

数据域长度：L=01H

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	D7H	01H	ERR	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	----	-----

### 10.6.5 修改密码

(注：建议使用默认密码“00000002”即密码全 000000 权限 02)

#### 10.6.5.1 主站请求帧

功能：修改从站密码设置

控制码：C=18H

数据域长度：L=0CH

数据域：DI0DI1DI2DI3+PA0P00P10P20+PANP0NP1NP2N

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	18H	0CH	DI0	...	DI3	PA0	P00	P10	P20	PAN	P0N	P1N	P2N	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----

注 1：P0<sub>0</sub>P1<sub>0</sub>P2<sub>0</sub> 为原密码或更高权限的密码，PA<sub>0</sub> 表示该密码权限。P0<sub>N</sub>P1<sub>N</sub>P2<sub>N</sub> 为新密码或需设置的密码，PA<sub>N</sub> 为新密码的权限。PA<sub>0</sub>、PA<sub>N</sub> 的取值范围为 00~09，00 为最高权限，数值越大权限越低。权限级别分为：02 级电表清零、事件清零；04 级写数据、最大需量清零。

#### 10.6.5.2 从站正常应答帧

控制码：C=98H

数据域长度：L=04H

数据域：PANP0NP1NP2N（新编入的密码）

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	98H	04H	PAN	P0N	P1N	P2N	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----

#### 10.6.5.3 从站异常应答帧

控制码：C=D8H

数据域长度：L=01H

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	D8H	01H	ERR	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	----	-----

### 10.6.6 电表清零

#### 10.6.6.1 主站请求帧

功能：清空电能表内电能量

控制码：C=1AH

数据域长度：L=08H

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	1AH	08H	PA	P0	P1	P2	C0	...	C3	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	-----	----	----	-----

#### 10.6.6.2 从站正常应答

控制码：C=9AH

数据域长度：L=00H

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	9AH	00H	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	-----

10.6.6.3 从站异常应答帧

控制码：C=DAH

数据域长度：L=01H

帧格式：

68H	A0	...	A5	68H	DAH	01H	ERR	CS	16H
-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	----	-----

10.6.7 ERR 错误信息字

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
保留	费率数超	日时段数超	年时区数超	通信速率不能更改	密码错/未授权	无请求数据	其他错误

注：0代表无相应错误发生，1代表相应错误发生。除Bit1、2、3、4、5、6定义的错误以外，其他情况都归为Bit0其他错误