

QS101/121 系列电能计量套件用户手册

版本:V1.2

修改记录

版本	拟制人/ 修改人	拟制/ 修改日期	更改理由	主要更改内容
V1.0	姚志成	2021/01/20		新建
V1.1	姚志成	2021/03/09	修订	1、补充实时读取计量芯片数据的描述。(2.1注4) 2、增加计量状态字正反向标记描述。
V1.2	姚志成	2021/04/01	修改	1、修改芯片型号描述

目录

1	概述.....	5
1.1	简介.....	5
1.2	产品特点.....	5
1.3	QS101/121 芯片组型号列表.....	5
1.4	管脚说明.....	6
1.4.1	QS101/121 管脚说明.....	6
1.4.2	QS101/121 关键管脚说明.....	7
1.5	支持计量类型.....	7
2	QS101/121 数据通讯.....	7
2.1	瞬时数据部分.....	8
2.1.1	计量状态字.....	8
2.1.2	运行状态字.....	9
2.2	能量数据.....	9
2.3	参数设置.....	10
2.3.1	过零信号配置.....	10
2.4	通讯可靠性设计.....	10
3	系统控制.....	11
3.1	时钟源.....	11
3.2	复位.....	11
3.2.1	外部 PIN 复位.....	11
3.2.2	上下电复位.....	11
4	电气特性.....	11
4.1	QS101/121.....	错误!未定义书签。
4.1.1	工作条件.....	11
4.1.2	工作电流特性.....	12
4.1.3	时钟特性.....	12
4.1.4	IO 输入特性.....	12
4.1.5	IO 输出特性.....	12
4.1.6	NRST 管理特性.....	13
4.2	计量芯片.....	13
4.3	芯片防护性能.....	13
5	校表.....	13
5.1	手动校表.....	13
5.2	自动校表.....	13
6	应用参考电路图.....	14
7	封装尺寸.....	15
7.1	QS101/121.....	错误!未定义书签。

7.2	计量芯片	16
7.3	型号和包装	16
附件 A.....		17
8	MODBUS 通讯规约.....	17
8.1	MODBUS – RTU 通讯规约示例	18
8.1.1	功能码 0x03: 读多路寄存器	18
8.1.2	功能码 0x06: 写寄存器	18
8.1.3	异常应答说明.....	18

1 概述

1.1 简介

QS101/121 系列芯片是为解决广大工程师使用锐能微品牌计量芯片时面临的校表程序设计难度高、配置复杂而开发的定制 MCU 芯片。

QS101/121 系列芯片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 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。

1.2 产品特点

- 提供单相全波电压、电流、功率、功率因数、电量及总电量等用电参数
- 提供全波有功、无功、视在功率
- 提供 A 通道有功、A 通道无功或 B 通道有功电能
- 提供多路计量模式，每路计量可支持两个通道（A、B）计量。
- 具有 2 路 UART 通讯接口。1 路用于 MCU 通讯串口，1 路为校表专用口。
- 具有脉冲指示灯和 PF 输出，便于质量检定。
- 具有过零信号输出功能。
- 内部嵌入了电能计量算法
- 内部嵌入计量校准算法
- 计量完全符合锐能微计量芯片特性。

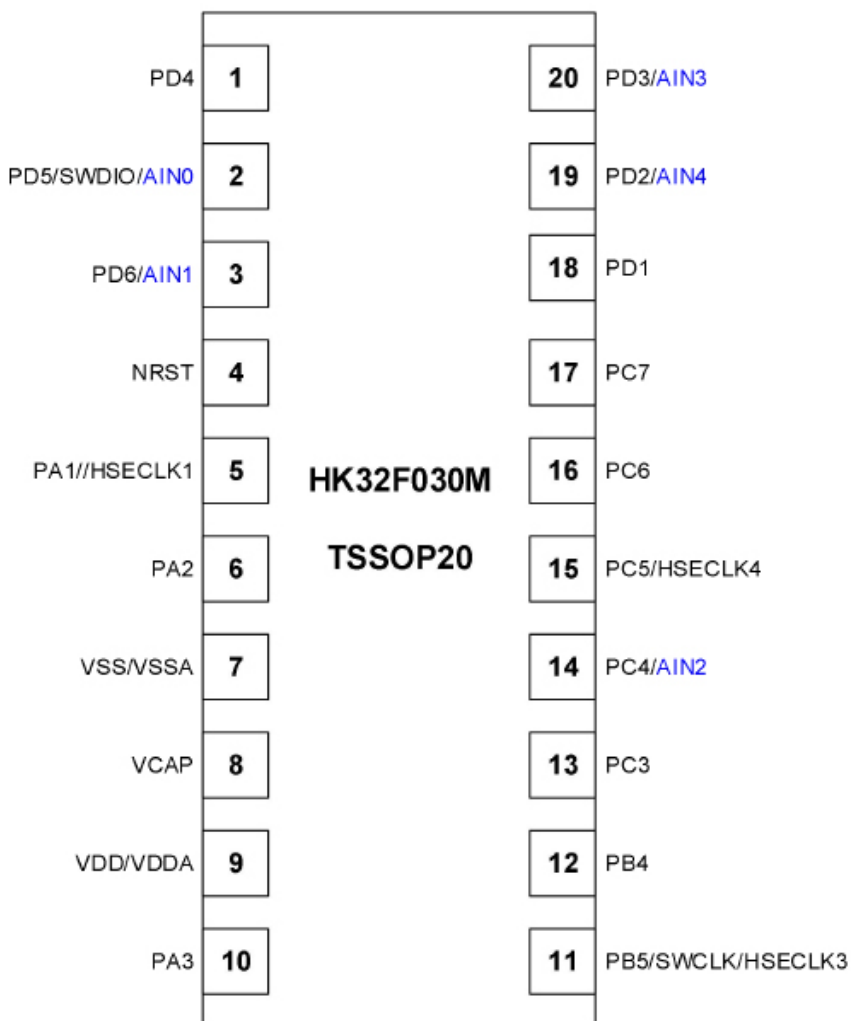
1.3 QS101/121 芯片组型号列表

QS103 套件为三相计量套件，使用方式与 QS101/121 类似。由于数据量较大，此文件不做详述。请索取并参考 QS103 相关说明书或数据手册。

	QS101+RN8209C/D/G 套件	QS121+RN8209D/G 套件	QS103+RN8302/7302 套件
MCU 通讯串口	1 路	1 路	1 路
专用校表口	1 路	1 路	1 路
MODBUS 协议	支持	支持	支持
交流计量	支持	支持	支持
直流计量	支持	支持	支持
A 路计量	有	有	有
B 路计量	有	有	无
零线电流计量	无	无	有
锰铜取样	支持	支持	支持
CT 取样	支持	支持	支持
PT 取样	支持	支持	支持
分压电阻取样	支持	支持	支持
支持芯片数	1	2	1
采样回路数	2	4	4

1.4 管脚说明

1.4.1 QS101/121 管脚说明



QSXX	标识	管脚类型	功能描述
1	PD4	NCH 输出	芯片工作指示信号, 工作后常亮, 有通讯闪烁。
2	PD5	I/O	编程口 I/O 信号
3	PD6	TTL 输入	通讯口 RXD 信号, 注意需要外部上拉。
4	NRST	输入	芯片复位信号, 外接 10K 上拉和 0.1uF 电容。
5	PA1	CMOS 输出	接第 1 片 RN8209D/8209G 片选信号
6	PA2	CMOS 输出	接第 2 片 RN8209D/8209G 片选信号
7	VSS	参考地	芯片工作参考地
8	VCAP	模拟	内部基准滤波处理, 可悬空。
9	VDD	输入	芯片工作电源, 3.0~3.6V。
10	PA3	CMOS 输出	校表通讯口 TXD 信号。
11	PB5	输出	编程口时钟信号。

12	PB4	TTL 输入	校表通讯口 RXD 信号。
13	PC3	TTL 输入	校表通讯口使能信号，为 0 使能校表口通讯。不使用校表通讯口时，务必保持高电平。
14	PC4	TTL 输入	RN8209D/RN8209G 的 SPI 数据接收信号。
15	PC5	CMOS 输出	RN8209D/RN8209G 的 SPI 时钟信号。 RN8209C 的 UART 通讯 TXD 信号。 以上两种信号根据芯片设置，自动选择。
16	PC6	TTL 输入/CMOS 输出	RN8209D/RN8209G 的 SPI 数据输出信号。 RN8209C 的 UART 通讯 RXD 信号。注意需要加外部上拉电阻。 以上两种信号根据芯片设置，自动选择。
17	PC7	NC	未使用引脚，悬空处理。
18	PD1	CMOS 输出	主通讯口的 TXD 信号。
19	PD2	TTL 输入	第 1 片计量芯片过零信号输入，不使用此功能时可悬空处理。
20	PD3	TTL 输入	第 2 片计量芯片过零信号输入，不使用此功能时可悬空处理。

1.4.2 QS101/121 关键管脚说明

- ✧ 芯片一共支持两种通讯UART，分别为主通讯口、校表通讯口。其中校表通讯口主要用于计量校准使用。使用校表通讯口时，必须将PC3引脚拉至低电平。不使用时保持此引脚为高电平。
- ✧ 芯片与计量芯片一起浮于火线工作，所有通讯口，包括校表通讯口等都带强电。因此使用注意电气隔离问题。
- ✧ VDD是芯片电源输入，正常工作范围3.0V~3.6V。供电电源务必保证在此范围内供电，以免对芯片造成损伤。
- ✧ NC保留引脚，未对用户开放，保持悬空。
- ✧ 外围电路的设计请参考我司提供的参考设计图纸，如有任何疑问，请向相关市场人员反馈。

1.5 支持计量类型

QS101/QS121 支持多种计量芯片类型，如 RN8209C、RN8209D、RN8209G，其中 RN8209G 专用于直流计量。

计量套件采用什么芯片对接，可以在我司提供的校表软件上进行选择。用户不需要关心采用什么样的通讯接口与计量芯片通讯，只需要根据目标需求，进行芯片选择。并参考我司提供的参考设计图纸进行设计即可。

直流与交流计量方式的选择也可以我司提供的校表软件上进行配置。

具体请参考《QS101/QS121 计量套件校表软件使用说明书》。

2 QS101/121 数据通讯

QS101/121 系列芯片数据通讯采用 MODBUS 协议，协议标准请见后续章节。与 QS101/121 套件的数据主要分为以下几部分。

第一、 瞬时数据部分。瞬时数据是指瞬时测量数据，如电压、电流、功率、频率、以及状态字等。

此部分数据用功能码 03 读取，支持连续地址抄读。

第二、 能量数据部分。能量数据部分是指当前累加的能量数据，读后清 0。为保证设计可靠，与能量

数据交互时，只支持单个寄存器地址读取。读取完成后，用户可以再读一次“上次读取能量寄存器”数据进行核对，用于可靠性冗余设计。此部分数据支持用 03 功能码读取。

第三、参数设置部分，此部分支持 03 功能码读取或 06 功能码写入。主要用于配置 QS101/121 芯片的工作参数，不支持连续地址读取和设置。

默认通讯地址为 1，通讯速率为 9600，无校验，8 数据位，1 停止位。用户可以根据需要更改通讯速率。但请注意，如通讯有隔离器件或其它物理信号转换器件，通讯速率要与之匹配。建议只设置 1200 的倍数的速率，可支持范围为 1200 至 38400 的速率。出厂后不建议再随意更改，以免速率管理失误，导致速率不同步，无法通讯。

2.1 瞬时数据部分

(功能码 03H、只读，高字节在前。权限 R：只读，W：只写，RW 可读写)

序号	地址	编码	字节	说明	单位	权限
1	X000H	HEX 补码	4	电压	0.0001V	R
2	X002H	HEX 补码	4	A 通道电流	0.00001A	R
3	X004H	HEX 补码	4	B 通道电流	0.00001A	R
4	X006H	HEX 补码	4	A 通道有功功率	0.1W	R
5	X008H	HEX 补码	4	B 通道有功功率	0.1W	R
6	X00AH	HEX 补码	4	A 通道无功功率	0.1Var	R
7	X00CH	HEX 补码	4	保留恒为 0	0.1Var	R
8	X00EH	HEX 补码	4	A 通道视在功率	0.1VA	R
9	X010H	HEX 补码	4	B 通道视在功率	0.1VA	R
10	X012H	HEX 补码	4	A 通道功率因数		R
11	X014H	HEX 补码	4	B 通道功率因数		R
12	X016H	HEX 补码	4	频率	0.01Hz	R
13	X018H	HEX 无符号	4	计量状态字		R
14	X01AH	HEX 无符号	4	运行状态字		R

注 1：绿色部分直流计量不支持，读出数据恒为 0。

注 2：B 通道无功功率不支持，读出数据恒为 0。

注 3：X 可取 0 或 1，为 0 表示第 1 路计量数据地址，为 1 表示第 2 路计量数据地址。

注 4：当访问 X000H 至 X000AH 地址寄存器时，如果一次只读取一个寄存器，则计量套件会从计量芯片中实时更新数据，用户可以用此方式处理实时性要求相对较高的应用。如果一次读多个寄存器，则读取的是套件内部动态刷新的数据，每秒刷新一次。

2.1.1 计量状态字

Bit31	Bit30	Bit29	Bit28	Bit27	Bit26	Bit25	Bit24
Bit23	Bit22	Bit21	Bit20	Bit19	Bit18	Bit17	Bit16
			0:A 通道无功/B 通道有功启动	0:A 通道有功启动 1: A 通道	0:A 通道无功/B 通道有功正向	0:A 通道有功正向 1: A 通道	

			1: A通道无功/B通道有功潜动	有有功潜动	1: A通道无功/B通道有功反向	有有功反向	
Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0

计量状态字主要用来标识计量当前状态，当计量通道有负载时会标识为启动状态，无负载时标识为潜动状态。

2.1.2 运行状态字

Bit31	Bit30	Bit29	Bit28	Bit27	Bit26	Bit25	Bit24
Bit23	Bit22	Bit21	Bit20	Bit19	Bit18	Bit17	Bit16
Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
						0: 校表参数正常 1: 校表参数错	0: 芯片校验正常 1: 芯片校验错

运行状态字用于标识计量芯片工作状况，主要关注计量芯片的校验和校表参数。如有异常会给出相应的标识。

2.2 能量数据

(功能码 03H、只读，高字节在前。权限 R: 只读, W: 只写, RW 可读写)

序号	地址	编码	字节	说明	单位	权限
1	X700H	HEX 无符号	2	A 通道总有功能量	0.001Kwh	R
2	X701H	HEX 无符号	2	B 通道总有功能量 或 A 通道总无功能量	0.001Kwh	R
3	X702H	HEX 无符号	2	A 通道正向有功能量	0.001Kwh	R
4	X703H	HEX 无符号	2	B 通道正向有功能量 或 A 通道正向无功能量	0.001Kwh	R
5	X704H	HEX 无符号	2	A 通道反向有功能量	0.001Kwh	R
6	X705H	HEX 无符号	2	B 通道反向有功能量 或 A 通道反向无功能量	0.001Kwh	R
7	XFF0H	HEX 无符号	2	上次读取的能量数据	0.001Kwh	R

注 1: 绿色为可配置项，可以在校表时选择确定。B 通讯计量有功能量或无功能量可以由用户在校表

环节决定。

注 2：第 7 项用于可靠性冗余设计，协议层面已经有 CRC 校验和保证，一定层面已经保证了通讯可靠性。QS101/121 依然支持读取第 7 项数据与上次数据比较的方式，进一步提高设计的可靠性。

注 3：X 可取 0 或 1，为 0 表时是第 1 路计量芯片地址，为 1 表示第 2 路计量芯片地址。

2.3 参数设置

(功能码 03H 读取，06H 写入，高字节在前。权限 R：只读，W：只写，RW 可读写)

序号	地址	编码	字节	说明	权限	说明
1	XF00H	HEX 无符号	2	过零信号配置	RW	默认 0
2	FF70H	HEX 无符号	2	通讯地址	RW	默认：01H
3	FF71H	HEX 无符号	2	通讯速率	RW	默认：8, (8*1200 = 9600) 速率 = N*1200
4	FF72H	HEX 无符号	4	软件版本	R	XX. XX. X. X. X

注 1：X 可取 0 或 1，为 0 表时是第 1 路计量芯片地址，为 1 表示第 2 路计量芯片地址。

注 2：通讯地址范围为 1 至 253，其中 0 和 255 地址保留。254 地址用于不知道 QS101/121 地址情况下或强制设置地址的情况下使用。

注 3：通讯速率为 1200 的倍数，为 8 表示 8*1200=9600bps。

2.3.1 过零信号配置

位号	名称	说明	权限
Bit6~15	保留	写入 0	RW
Bit5	ZXIE	0: 关闭过零信号, 1: 开启过零信号	RW
Bit3~4	保留	写入 0	RW
Bit2	保留	写入 0	RW
Bit1	保留	写入 0	RW
Bit0	保留	写入 0	RW

Bit5 写入 1 时，打开过零信号输出。写入 0 时，关闭过零信号输出。

以上参数数据均会写入芯片的非易失存储器中，掉电再上电后会重新加载。用户可以不必重复设置，或只对设置参数进行确认。

2.4 通讯可靠性设计

QS101/121 在通讯可靠性设计上主要体现在以下几点，用户通讯逻辑上及使用上需要注意下述问题。

第一：响应时间。QS101/121 在收到数据请求后，会在 30ms 内对数据进行响应。包括数据发送时间（取决于读取的字节数）。因此，当向 QS101/121 发起数据请求后，由于干扰或其它原因，导致未收到正确数据。请在 50ms 后发起重试。

第二：静默超时。QS101/121 会记录通讯有效活动静默时间，即当超过 2 分钟没有收到数据请求，则

认为通讯信道存在不良因素，会重新自复位，当前累计的能量数据会清 0。因此，用户最好保证 1 分钟内至少通讯一次以上。

第三：上次能量数据读取。用户在访问能量数据时，可以通过读取上次的能量数据核对，以确保数据可靠。

第四：连续数据读取。为节省读取开销，瞬时数据支持连续读取。降低读取频率和通讯受干扰影响的概率。

第五：校表接口使能超时。当用户使能校表接口后，30 分钟内不释放，QS101/121 会自动释放。用户需要重新使能校表接口。以确保非正常操作导致通讯口被锁定。

3 系统控制

3.1 时钟源

◇ 内部时钟源：

QS101/121 采用内部高精度、低温标时钟源，且出厂会对时钟源进行校准，-40 至 85 度间误差小于%2。

3.2 复位

3.2.1 外部 PIN 复位

外部管脚 RSTN 内置 50K 上拉电阻，输入电平为 CMOS 电平。内部具有复位逻辑，可以外接 RC 电路也可以不接任何电路。

3.2.2 上下电复位

内置两个上电复位电路，当电压低于 1.75V 时，芯片处于复位状态。当高于 2V 电压时，经过滤波逻辑后，释放复位状态。

4 电气特性

4.1 QS101/121

4.1.1 工作条件

项目	描述	最小值	最大值	单位
内核频率	内部 AHB 时钟频率	0	32	MHz
外围频率	内部 APB 时钟频率	0	32	
VDD	工作电压	3.0	3.6	V
工作温度		-40	85	°C

4.1.2 工作电流特性

模式	条件	VDD=3.3V			单位
		-40 °C	25 °C	85 °C	
运行模式	主频 32M, FLASH 读取等待 1 周期, APB 打开	2.572	2.599	2.704	mA
	主频 32M, FLASH 读取等待 1 周期, APB 关闭	2.326	2.338	2.502	mA
	主频 114K	1.802	1.711	1.822	mA

4.1.3 时钟特性

符号	描述	条件	最小	典型	最大	单位
fHSI	时钟频率		-	32	-	MHz
DuCy	占空比		45	-	55	%
ACC	振荡器精度	工厂校准, -40 至 85°C	-1	-	1	%
Tsu	振荡器启动时间	V _{SS} ≤ V _{IN} ≤ VDD	1		2	us
IDD	振荡器功耗			80	100	uA

4.1.4 IO 输入特性

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V _{IH}	输入高电平	VDD=3.3V	TBD	-	-	V
V _{IL}	输入低电平		-0.3	-	TBD	V
V _{hys}	施密特触发器电压迟滞		450mV@3.3V	-	-	mV
I _{1kg}	输入漏电流	V _{IN} =3.3V	-	-	3	uA
R _{pu}	弱上拉等效电阻	V _{IN} =VSS	30	40	50	K Ω
R _{pd}	弱下拉等效电阻	V _{IN} =VDD	30	40	50	K
C _{io}	IO 等效电容		-	5	-	pF

4.1.5 IO 输出特性

直流特性					
符号	参数	条件	最小	典型	最大
VOL	输出低电平	C _L =50PF, VDD=3V to 3.6V Rload = 5Kohm	-	125	ns
VOH	输出高电平		-	125	ns
交流特性					
Fmax	最大频率	C _L =50PF, VDD=3V to 3.6V	-	2	MHz
TL	输出低电平		-	125	ns
TH	输出高电平		-	125	ns

4.1.6 NRST 管理特性

符号	参数	最小	最大	单位
VIL	NRST 复位电平		0.8	V
VIH	NRST 释放电平	2		V
V _{hys}	Schmitt trigger 电压		200	mV
R _{pull}	内部弱上拉		50	K
T _{noise}	低电平忽略		100	Ns

4.2 计量芯片

计量芯片的电气性能信息，请参考锐能微提供的相关数据手册和用户手册。

4.3 芯片防护性能

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

QS101/121 套件设计有完善的校表方案，用户可以通过我司提供的专用上位机软件实现手动或自动调校。

5.1 手动校表

通过我司提供的上位机软件，用户按照上位机提示，对功率源进行控制，即可实现校表。主要步骤如下：

第一步，按照设计需求，输入目标产品的采样回路参数，软件会有相关的界面展示和输入。

第二步，选择相应的校表步骤。

第三步，点击开始，对相步骤进行调校。

具体操作方法请参考《QS101/121 计量套件校表软件使用说明书》。

5.2 自动校表

自动校表是我司专门为提高生产效率，简单化操作流程而设计的校表过程。需要配合我司提供的校表专用台体，与上位机连接后。用户只需要输出目标产品的采样回路参数后，即可以自动完成调校。中间过程不需要人工干预。具有方便、简洁、高效的特点。

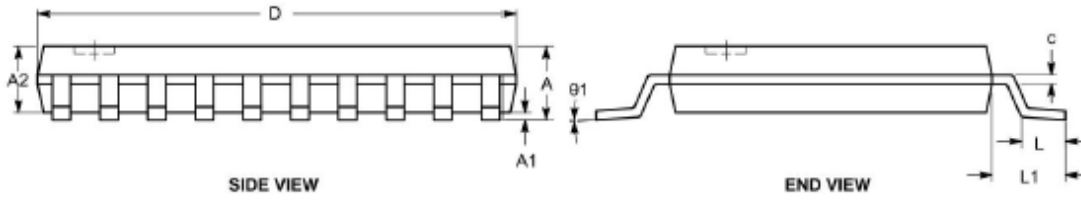
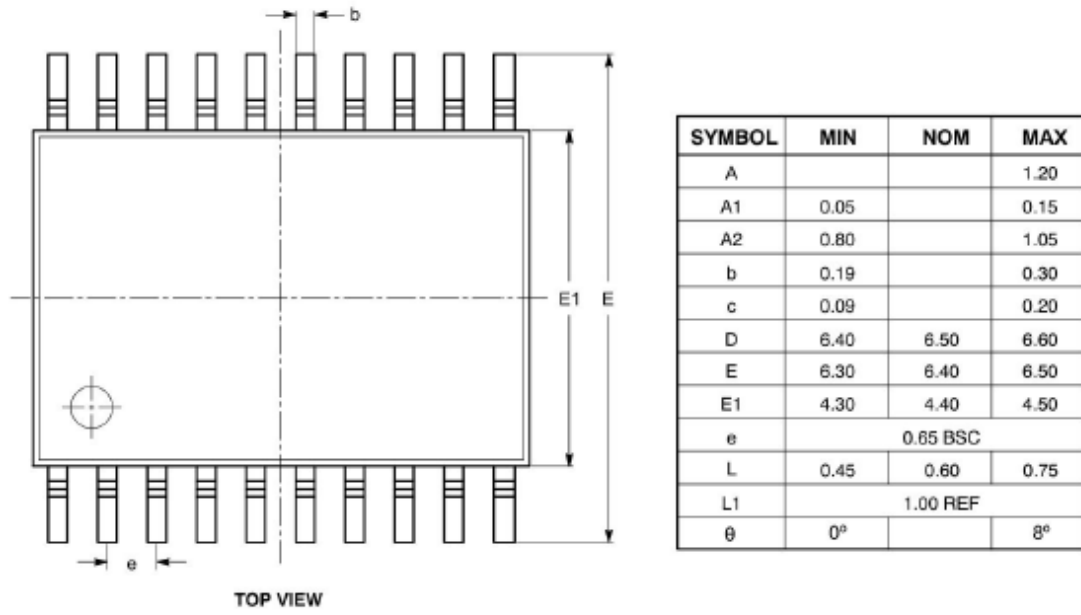
具体操作方法请参考《QS101/121 计量套件校表软件使用说明书》。

6 应用参考电路图

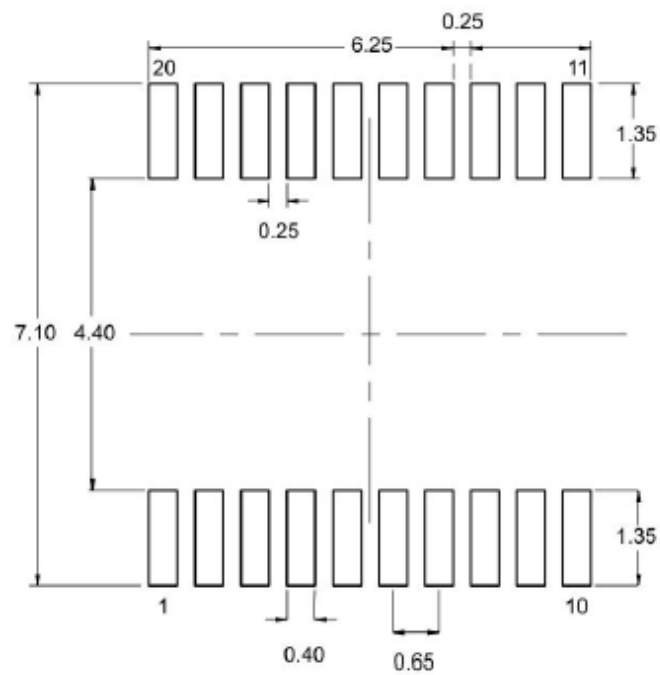
用户根据具体需求及使用情况，选择合适的采样电路及隔离方式，完成电路图设计。具体参见：《QS101/121 应用原理图和应用 pcb 板图》。

7 封装尺寸

7.1 QS101/121



Notes:
 (1) All dimensions are in millimeters. Angles in degrees.
 (2) Complies with JEDEC MO-153.



7.2 计量芯片

计量芯片封装信息请参见锐能微品牌计量芯片用户手册

7.3 型号和包装

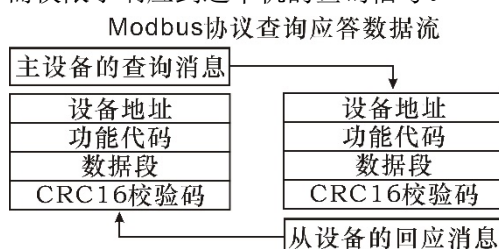
具体型号	包装	封装
QS101/QS121(HK32F030MF4P6)	卷带或 Tray 盘	TSSOP20

附件 A

8 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 253 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 0.5mm²。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。

8.1 MODBUS-RTU 通讯规约示例

8.1.1 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

8.1.2 功能码 0x06: 写寄存器

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	06	0F 00	00 20	8B 06
	地址	功能码	起始地址	写数据 0x0020	CRC 码
从机响应:	01	06	0F 00	00 20	8B 06
	地址	功能码	起始地址	写寄存器成功	CRC 码

8.1.3 异常应答说明

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:

01: 非法的功能码, 即接收到的功能码模块不支持。

02: 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。

03: 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。

04: 写入数据失入。

说明: 本手册最终解释权归 QuinteSemi 所有, 资料若有修订, 恕不另行通知。