

单相交流智能电量仪

HY-4002-3 使用说明书

关键词：单相交流功率检测、变频检测、RS485 通讯、MODBUS 协议、真有效值测量、电能量累积测量

一、产品概述

本产品是一款单相交流电量综合测量的智能型隔离电量综合采集仪，对交流单相回路进行全参数测量；采用高精度 24 位专用 AD 芯片，动态范围比高达 1000: 1；真有效值测量，测量参数有电压、电流、频率、有功功率、无功功率、功率因数、谐波功率和累计电量等各种电参数，精度高，稳定性好，通讯速率高。全隔离处理技术，抗干扰能力强。测量电量参数通过 RS485 数字接口输出实现远程传输，产品的 MODBUS 协议完全兼容于各种组态软件或 PLC 设备里的 MODBUS (RTU) 协议。具有以下特点：

- ◇ 具有宽电源供电可选：DC:10-30V 或 10-55V。
- ◇ 采样周期具有 20ms, 40ms, 60ms, 80ms, 100ms, 400ms, 1000ms 七种速率可设置。
- ◇ 具有奇校验、偶校验、无校验、2 停止位等多种通讯格式可自由设定。
- ◇ 电度具有正反向分别累加存储功能，具有掉电保存功能。
- ◇ 具有多种工作运行指示灯，红灯指示产品正常运行(100ms 闪烁)，绿灯指示产品通讯。
- ◇ **带一路继电器报警输出，可设定上限、下限、区域内、区域外 4 种阈值报警功能。**
- ◇ 抗干扰能力强，输入、输出、电源端口抵制浪涌电压可达 2KV 以上。
- ◇ 真有效值测量，可适用于变频设备的测量；

二、产品型号

- HY-4002-3A-88D2 (功率型，电流穿孔输入 RS485 接口、10V-30VDC 电源、D2 外型)；**
- HY-4002-3-88D2 (功率型，电流端子输入 RS485 接口、10V-30VDC 电源、D2 外型)；**
- HY-4001-1-88D2 (交流电压型，RS485 接口、10V-30VDC 电源、D2 外型)；**
- HY-4001-2A-88D2 (交流电流型，穿孔输入 RS485 接口、10V-30VDC 电源、D2 外型)；**
- HY-4001-2-88D2 (交流电流型，RS485 接口、10V-30VDC 电源、D2 外型)；**

三、性能指标

- 精度等级：综合精度优于 0.5%FS，电压、电流 0.2%FS；
- 电流量程：1mA,100mA,1A,5A,10A,50A,100A,200AAC 等(可订制外接开口互感器方式)；
- 电压量程：10V,100V,300V,400V,500VAC 等；
- 电压输入阻抗:2K Ω /V；(即如输入为 250V 电压阻抗为 500K Ω)
- **电流输入穿孔孔径： Φ 9mm；**
- 频率响应：30Hz-1KHz；
- 工作温度：-20 $^{\circ}$ C~+60 $^{\circ}$ C；
- 温度漂移： \leq 100ppm/ $^{\circ}$ C；
- 数据更新时间：20ms,40ms,60ms,80ms,100ms(默认), 400ms,1000ms；
- 隔离耐压：>2500V DC；
- 辅助电源：+10V~+30VDC 或+10V~+55VDC；
- 额定功耗： $<$ 1W；
- 继电器输出：触点容量 250VAC/30VDC/5A;一组常开触点；
- 输出接口：RS485(标准 Modbus-RTU 通讯协议)；
- 数据输出：电压、电流、有功功率、功率因数、无功功率、正反向电度量等参数；
- 通讯波特率：2400、4800、9600、19200、38400、57600、115200bps
- 数据格式：无校验/奇校验/偶校验、8 个数据位、1 停止位；
或特殊方式：无校验、9 个数位(第 9 位为 1 或 0 可设置)

注:本产品出厂默认参数为:地址 1 号,波特率 9600,无校验,8 个数据位, 1 个停止位;

四、产品外形结构图



图 3.1、外观图（导轨安装）

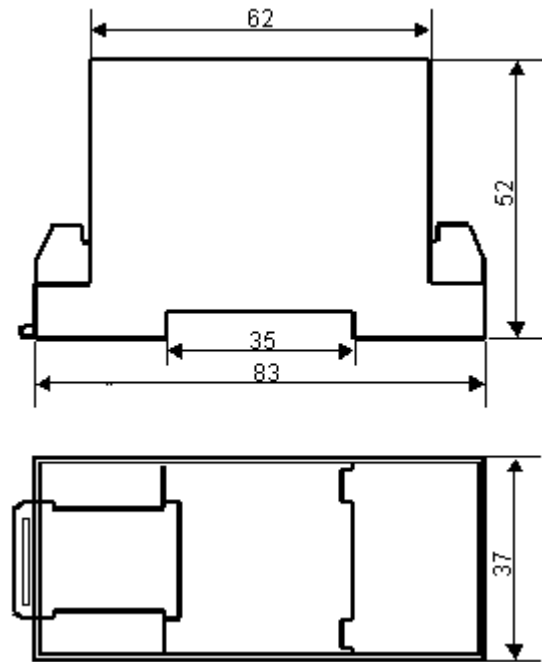


图 3.2、产品尺寸图（单位：mm）

五、产品接线图

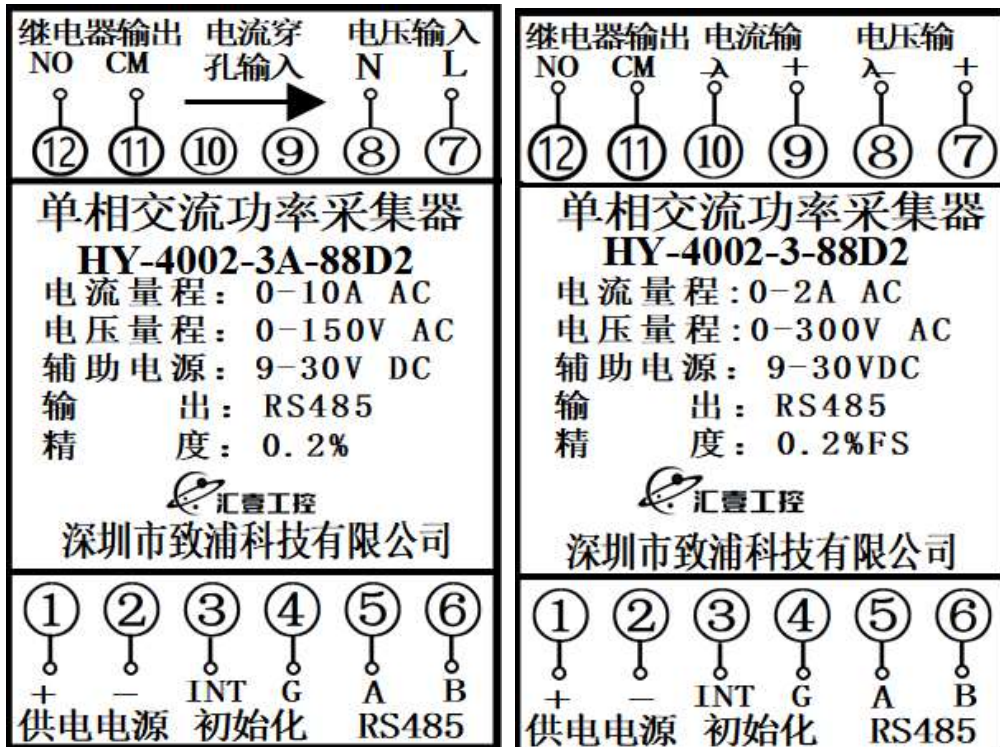


图 5.1、产品接线参考图（左图为电流穿孔输入，右图为电流 9、10 接线端子输入）

注：只测电压或电流的时候接线不负正负极性，测功率的时候电压电流需分正负极性；

| 引脚接线定义说明 | | | | | |
|--------------|--------|--|----|------|-------------|
| 序号 | 符号定义 | 说明 | 序号 | 符号定义 | 说明 |
| 1 | VCC(+) | 供电电源正 | 12 | NO | 继电器常开输出触点 |
| 2 | GND(-) | 供电电源地 | 11 | CM | |
| 3 | INT | 地址与波特率复位端，短接 3 与 4 号接线端子，上电再松开即可恢复出厂设置(波特率 9600,地址 1) | 10 | I- | 电流输入负 |
| 4 | G | | 9 | I+ | 电流输入正(同相位端) |
| 5 | A | RS485 通讯正极 | 8 | V- | 电压输入负 |
| 6 | B | RS485 通讯负极 | 7 | V+ | 电压输入正(同相位端) |
| 双色 LED 灯运行说明 | | 产品上的灯为双色灯，上电后红灯正常闪烁，闪烁的频率代表采样的速度；当有通讯的时候绿灯会闪烁，说明有接收到通讯口的数据并发送数据； | | | |

注：功率测量要确保输入电压、电流相序一致，方向一致；否则会出现数值和符号错误(功率和电能)!

六、电量仪 MODBUS-RTU 通讯协议

1、报文格式

(1)、功能码 03H---查询从设备寄存器内容

主设备报文

| | | |
|---------|----------|-------|
| 从设备地址 | (01H-FFH | 1 字节) |
| 功能码 | (03H | 1 字节) |
| 起始寄存器地址 | (2 字节) | |
| 寄存器个数 | (2 字节) | |
| CRC 校验码 | (2 字节) | |

从设备正确报文

| | | |
|---------|-------------------|-------|
| 从设备地址 | (01H-FFH | 1 字节) |
| 功能码 | (03H | 1 字节) |
| 数据区字节数 | (2*寄存器个数 1 字节) | |
| 数据区 | (寄存器内容 2*寄存器个数字节) | |
| CRC 校验码 | (2 字节) | |

(2)、功能码 10H---对从设备寄存器置数

主设备报文

| | | |
|----------|----------------|-------|
| 从设备地址 | (01H-FFH | 1 字节) |
| 功能码 | (10H | 1 字节) |
| 起始寄存器地址 | (2 字节) | |
| 寄存器个数 | (2 字节) | |
| 数据区字节数 | (2*寄存器个数 1 字节) | |
| 写入寄存器的数据 | (2*寄存器个数个字节) | |
| CRC 校验码 | (2 字节) | |

从设备正确报文

| | | |
|---------|----------|-------|
| 从设备地址 | (01H-FFH | 1 字节) |
| 功能码 | (10H | 1 字节) |
| 起始寄存器地址 | (2 字节) | |
| 寄存器个数 | (2 字节) | |
| CRC 校验码 | (2 字节) | |

(3)、功能码 06H---查询从设备寄存器内容

主设备报文

| | | |
|---------|----------|-------|
| 从设备地址 | (01H-FFH | 1 字节) |
| 功能码 | (06H | 1 字节) |
| 寄存器地址 | (2 字节) | |
| 需写入的数据 | (2 字节) | |
| CRC 校验码 | (2 字节) | |

从设备正确报文

| | | |
|---------|----------|-------|
| 从设备地址 | (01H-FFH | 1 字节) |
| 功能码 | (06H | 1 字节) |
| 寄存器地址 | (2 字节) | |
| 写入的数据 | (2 字节) | |
| CRC 校验码 | (2 字节) | |

注：1、CRC 检验码低位在前、高位在后，寄存器地址，寄存器个数，数据均为高位在前、低位在后；
2、寄存器字长为 16bit(两个字节)；

2、寄存器说明与命令格式

(1)、电参量数据寄存器定义表(地址表中的 H 代表为 16 进制数据)

| 寄存器地址 (Hex) | 寄存器内容 | 寄存器 个数 | 寄存器 状态 | 数据范围 |
|----------------|---------|-----------|-----------|--------------------------------------|
| 0000H | 电压 | 1 | 只读 | 无符号,值=DATA/10000*电压量程 |
| 0001H | 电流 | 1 | 只读 | 无符号,值=DATA/10000*电流量程 |
| 0002H | 有功功率 | 1 | 只读 | 有符号,值=DATA/10000*电压量程*电流量程 |
| 0003H | 无功功率 | 1 | 只读 | 有符号,值=DATA/10000*电压量程*电流量程 |
| 0004H | 功率因数 | 1 | 只读 | 有符号,值=DATA/10000 |
| 0005H | F 频率 | 1 | 只读 | 无符号,值=DATA/100 |
| 0006H | 正向有功电度 | 2 | 读/写 | 无符号,值=DATA*电压量程*电流量程 /(1000*3600) |
| 0008H | 正向无功电度 | 2 | 读/写 | 无符号,值=DATA*电压量程*电流量程 /(1000*3600) |
| 000AH | 反向有功电度 | 2 | 读/写 | 无符号,值=DATA*电压量程*电流量程 /(1000*3600) |
| 000CH | 反向无功电度 | 2 | 读/写 | 无符号,值=DATA*电压量程*电流量程 /(1000*3600) |
| 000EH | 视在功率 | 1 | 只读 | 无符号,值=DATA/10000*电压量程*电流量程 |
| 000FH | 谐波有功功率 | 1 | 只读 | 有符号,值=DATA/10000*电压量程*电流量程 |
| 0010H | 基波有功功率 | 1 | 只读 | 有符号,值=DATA/10000*电压量程*电流量程 |
| 0011H | 基波无功功率 | 1 | 只读 | 有符号,值=DATA/10000*电压量程*电流量程 |
| 0012H | 继电器输出状态 | 1 | 只读 | 1 代表继电器闭合, 0 代表继电器断开 |
| 0013H | 板载温度 | 1 | 只读 | 保留功能,暂无 |

❖ 读所有数据命令格式举例：

| | | | | | |
|-------|-----|---------|---------|-------|-------|
| 从设备地址 | 功能码 | 开始寄存器地址 | 读取寄存器个数 | CRC-L | CRC-H |
| 01H | 03H | 00H | 00H | 00H | 13H |
| | | | | 04H | 07H |

说明：00H 为寄存器地址高字节，01H 为寄存器地址低字节，数据输出顺序见《电参量数据寄存器定义表》；根据需要的参数修改需要读取寄存器的个数。

返回数据格式:

| 从设备地址 | 功能码 | 返回数据区 字节数 | 数据区数据 (2 个字节为一个参数) | CRC-L | CRC-H |
|-------|-----|--------------|-----------------------|-------|-------|
| 01H | 03H | 26H | ... (38 个数据) | XXH | XXH |

(2) 继电器功能控制寄存器定义表(支持 06 功能码,继电器控制输出支持 05 功能码)

| 寄存器地址 | 寄存器内容 | 寄存器 个数 | 寄存器 状态 | 数据范围 |
|------------|-----------|-----------|-----------|--|
| 012CH(300) | 继电器报警参数 | 1 | 读/写 | 可设置对应的 0-5 号寄存器参数值超限报警 |
| 012DH(301) | 继电器报警阈值 1 | 1 | 读/写 | 1-110 , 量程的百分比; 如写入 20 代表报警值为量程的 20% 阈值; |
| 012EH(302) | 继电器报警阈值 2 | 1 | 读/写 | 1-110 , 量程的百分比; 如写入 20 代表报警值为量程的 20% 阈值; |
| 012FH(303) | 继电器报警功能 | 1 | 读/写 | 报警功能代码: 0-4 , 详见下面说明; 当设置为 0 时继电器只能手动命令控制 |
| 0130H(304) | 继电器输出 | 1 | 读/写 | 值 FF00(16 进制) : 继电器一直闭合, 需手动发命令断开; 值 0000 : 继电器继开; 值 1-5000 : 继电器脉冲输出, 1 代表闭合 100ms, 如写入 10 代表继电器闭合 1S 秒钟后自动释放; (超过范围写入不动作) |

报警功能数据范围代码定义:

- 0- 代表自动报警功能关闭 (只能手动控制断开与闭合);
 - 1- 代表下限报警, 即低于报警阈值 1 寄存器值时报警 (**301** 寄存器阈值);
 - 2- 代表上限报警, 即高于报警阈值 1 寄存器值时报警 (**301** 寄存器阈值);
 - 3- 代表上下限报警, 即低于报警阈值 1 (**301** 寄存器阈值) 或高于报警阈值 2 (**302** 寄存器阈值) 报警;
 - 4- 代表区间内报警, 即高于报警阈值 1 (**301** 寄存器阈值) 与低于报警阈值 2 (**302** 寄存器阈值) 报警;
- 例: 如报警阈值 1 为 20, 报警阈值 2 为 80, 即报警值 < 20 或 80 < 报警值报警, 实现**上下限报警**;
如报警阈值 1 为 20, 报警阈值 2 为 80, 即 20 < 报警值 < 80 报警, 实现**区域内报警**;

❖ 1 号继电器常闭控制命令举例:

| 从设备地址 | 功能码 | 寄存器地址 | | 写入数据 | | CRC-L | CRC-H |
|-------|-----|-------|-----|------|-----|-------|-------|
| 01H | 06H | 01H | 30H | FFH | 00H | C9H | C9H |

返回数据相同;

❖ 1 号继电器输出脉冲 1 秒钟控制命令举例:

| 从设备地址 | 功能码 | 寄存器地址 | | 写入数据 | | CRC-L | CRC-H |
|-------|-----|-------|-----|------|-----|-------|-------|
| 01H | 06H | 01H | 30H | 00H | 0AH | 08H | 3EH |

返回数据相同;

(3)、模块名、地址与波特率寄存器定义表

| 寄存器地址(Hex) | 寄存器内容 | 寄存器个数 | 寄存器状态 | 数据范围 |
|------------|--------|-------|-------|---|
| 004FH | 数据更新时间 | 1 | 写 | 0:100 mS;1:80 mS;2:60 mS;3:40 mS 4:20 mS;5:400 mS;6:1000mS |
| 0050H | 地址 | 1 | 读/写 | 地址(0-256) (注 1) |

| | | | | |
|-------|--------|---|-----|--|
| 0051H | 波特率 | 1 | 读/写 | 波特率(00-10) |
| 0052H | 奇偶校验 | 1 | 读/写 | 0-无校验; 1-奇校验; 2-偶校验; 3-2 停止位, 标志位; 4-2 停止位, 空格位; |
| 0053H | 电压量程 | 1 | 读/写 | 0-65536 (不参与计算) |
| 0054H | 电流量程 | 1 | 读/写 | 0-65536 (不参与计算) |
| 0055H | 模块名称-高 | 1 | 读/写 | 默认为:3430H |
| 0056H | 模块名称-中 | 1 | 读/写 | 默认为:3233H |
| 0057H | 模块名称-低 | 1 | 读/写 | 默认为:3131H |

(注 1): 波特率代码设置: 00--115200bps 01--9600bps 02--19200bps 03--38400bps 04--2400bps 05--4800bps 06--9600bps 07--19200bps 08--38400bps 09--57600bps 0A--115200bps;

❖ 修改地址与波特率命令举例: (地址由原来的 01 号变为 02 号, 波特率改为 19200bps)

| 从设备地址 | 功能码 | 起始寄存器地址 | | 寄存器个数 | | 数据字节个数 | 写入寄存器的数据 | | CRC-L | CRC-H | | |
|-------|-----|---------|-----|-------|-----|--------|----------|-----|-------|-------|-----|-----|
| | | | | | | | 地址 | 波特率 | | | | |
| 01H | 10H | 00H | 50H | 00H | 02H | 04H | 00H | 02H | 00H | 07H | 16H | 91H |

❖ 读模块名与配置命令举例:

| 从设备地址 | 功能码 | 起始寄存器地址 | | 寄存器个数 | | CRC-L | CRC-H |
|-------|-----|---------|-----|-------|-----|-------|-------|
| 01H | 03H | 00H | 50H | 00H | 08H | 44H | 1DH |

❖ 修改奇偶校验方式命令举例: (改为奇校验方式)

| 从设备地址 | 功能码 | 起始寄存器地址 | | 寄存器个数 | | 数据字节个数 | 写入寄存器的数据 | | CRC-L | CRC-H |
|-------|-----|---------|-----|-------|-----|--------|----------|-----|-------|-------|
| 01H | 10H | 00H | 52H | 00H | 01H | 02H | 00H | 01H | 6AH | 22H |

(3)、电度量清零寄存器说明

| 寄存器地址(Hex) | 寄存器内容 | 寄存器个数 | 寄存器状态 | 数据范围 |
|------------|-------|-------|-------|--------------|
| 0080H | 电度量清零 | 1 | 写 | 0 |
| 0081H | 广播改地址 | 1 | 写 | 1, 用广播地址 FAH |
| 0082H | 复位 AD | 1 | 写 | 0 |

❖ 电度量清零命令举例:

| 从设备地址 | 功能码 | 起始寄存器地址 | | 寄存器个数 | | 数据字节个数 | 写入寄存器的数据 | | CRC-L | CRC-H |
|-------|-----|---------|-----|-------|-----|--------|----------|-----|-------|-------|
| 01H | 10H | 00H | 80H | 00H | 01H | 02H | 00H | 00H | B9H | 90H |

广播命令修改地址为 1 的命令举例 (此时不论原地址为多少都修改为 1 号地址):

| 从设备地址 | 功能码 | 起始寄存器地址 | | 寄存器个数 | | 数据字节个数 | 写入寄存器的数据 | | CRC-L | CRC-H |
|-------|-----|---------|-----|-------|-----|--------|----------|-----|-------|-------|
| FAH | 10H | 00H | 81H | 00H | 01H | 02H | 00H | 01H | 0EH | B5H |

七、使用常见问题解答

| 序号 | 相关问题 | 说明与解答 |
|----|---------------|---|
| 1 | 红灯状态 | 1、上电红灯闪烁频率 100mS，工作正常，根据设置的采样速度不同闪烁也不同。 2、上电红灯不亮，先测试电源工作电流（正常工作 30mA）左右，无工作电流或工作电流很大，则电源异常。 |
| 2 | 通讯 RX, TX 灯状态 | 1、通讯正常时，数据接收 RX 灯与数据发送灯 TX 每收发一次应闪烁一次； 2、主机在发送命令时两个灯都无反应应先检查接线是否正确或中间线路转换设备是否正常，此情况一般为主机到本产品之间的线路问题。 3、RX 灯闪, TX 灯不闪请检查通讯地址/波特率与通讯命令的校验码是否有误； |
| 3 | 电流信号接线 | 1、电流输入应按接线图所示方向正确接线，电流方向应从接线图的反面输入，接线图边输出。 2、当电流接线方向反向时，有功功率输出为负值。 |
| 4 | 测试软件使用 | 1、运行软件时如提示缺少“*.ocx”文件，请到网络下载相关控制文件并注册，具体百度相关控件注册方法； 2、测试软件可修改地址与波特率。 |
| 6 | 在 PLC 或触摸屏上使用 | 本产品兼容标准的 MODBUS-RTU 协议，所有支持 MODBUS 通讯协议的 PLC 与触摸屏都可以与本电量仪配套使用。 |
| 7 | 电度量累积时间 | 采用 8 字节数据，电度量累积时间大于 5 年以上。 |

附 1：MODBUS_CRC16 检验码计算方法

循环冗余校验CRC区为2字节，含一个16位二进制数据。由发送设备计算CRC值，并把计算值附在信息中，接收设备在接收信息时，重新计算CRC值，并把计算值与接收的在CRC区中实际值进行比较，若两者不相同，则产生一个错误。

CRC开始时先把寄存器的16位全部置成“1”，然后把相邻2个8位字节的数据放入当前寄存器中，只有每个字符的8位数据用作产生CRC，起始位，停止位和奇偶校验位不加入到CRC中。

产生CRC期间，每8位数据与寄存器中值进行异或运算，其结果向右移一位(向LSB方向)，并用“0”填入MSB，检测LSB，若LSB为“1”则与预置的固定值异或，若LSB为“0”则不作异或运算。

重复上述过程，直至移位8次，完成第8次移位后，下一个8位数据，与该寄存器的当前值异或，在所有信息处理完后，寄存器中的最终值为CRC值。

产生CRC的过程：

1. 把16位CRC寄存器置成FFFFH.
2. 第一个8位数据与CRC寄存器低8位进行异或运算，把结果放入CRC寄存器。
3. CRC寄存器向右移一位，MSB填零，检查LSB.
4. (若LSB为0):重复3，再右移一位。
(若LSB为1):CRC寄存器与A001 H 进行异或运算
5. 重复3和4直至完成8次移位，完成8位字节的处理。
6. 重复2至5步，处理下一个8位数据，直至全部字节处理完毕。
7. CRC寄存器的最终值为CRC值。
8. 把CRC值放入信息时，高8位和低8位应分开放置。