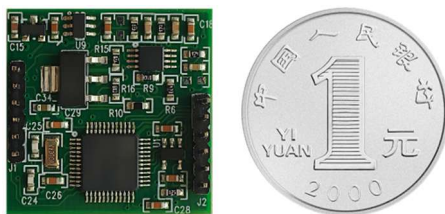

YHM-1112 Modbus 转 HART 模块

使用手册



北京英浩电子科技有限公司

www.yinghao-tech.com

目录

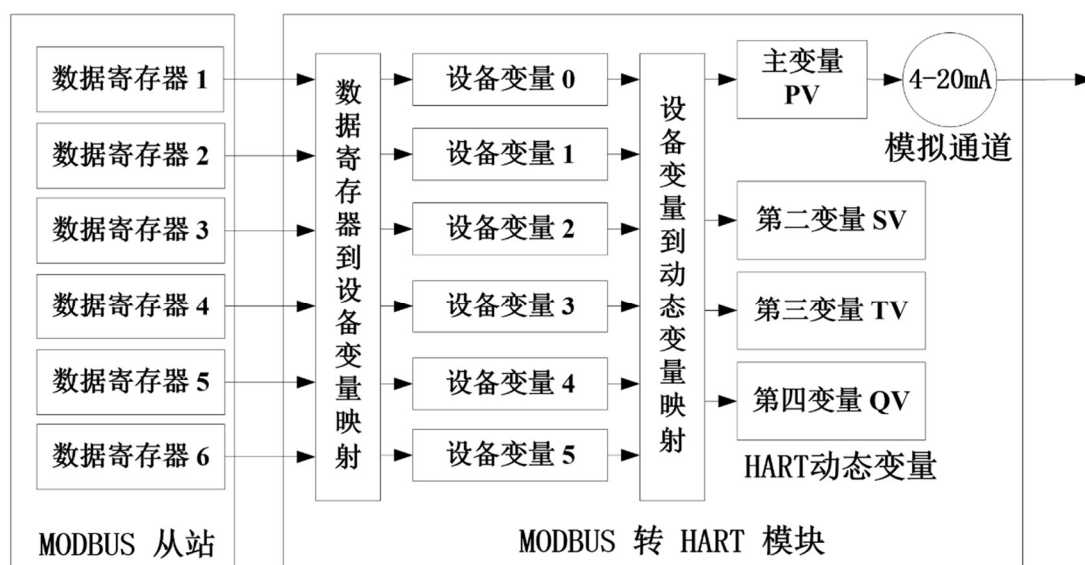
1、产品概述.....	1
1.1 转换逻辑.....	1
1.2 模拟电流输出	2
1.3 配置接口	3
1.4 硬件用户接口	4
1.5 软件用户接口	7
1.6 机械尺寸	7
2、快速配置.....	8
2.1 配置工具简介	8
2.2 配置 Modbus 接口	12
2.3 配置设备变量.....	12
2.4 配置动态变量.....	14
3、其他配置.....	14
3.1 配置设备状态.....	14
3.2 配置 PV 量程.....	15
3.3 配置缩放因子.....	15
3.4 调试校准区域操作.....	16
3.5 数据保存和恢复	16
3.6 批量下载.....	17
4、技术规格.....	18
5、问题排除.....	19
附录 1 选型代号.....	20

1、产品概述

YHM-1112 Modbus 转 HART 模块的功能是将 Modbus 协议从站设备转换为 HART 协议从站设备，本模块体积小巧，可以方便的嵌入各种变送器、阀门定位器等设备。本模块分为-2 和-3 两个版本，其中-2 为两线制版本，可用于两线制变送器，该版本可以给传感器等其他电路提供 3.3V/12mA 的电流(环路供电为 24V,250 欧姆时)；-3 为三线制版本，可以用于三线制或四线制变送器，本模块与用户的 Modbus 连接为非隔离 3.3 V TTL 电平，用户提供数字隔离和电源隔离后可以作为隔离四线制变送器。

1.1 转换逻辑

HART 模块可以将 Modbus 协议的流量、物位仪表转换成 HART 协议的流量、物位仪表。HART 模块 (YHM-1112) 是一款将 Modbus 设备类别中输入型设备转换成 HART 电流输出型设备的嵌入式转换模块。HART 模块嵌入到 Modbus 协议输入型设备 (流量、物位等测量仪表) 中，通过 TTL 电平信号运行 Modbus 应用层协议。HART 模块作为 Modbus 主站、HART 从站将 Modbus 设备中数据寄存器 (如输入寄存器、保持寄存器) 的数据转换到 HART 命令所用动态变量中。例如一台流量计中地址为 30000 (范围 1-65536) 的保持寄存器所存放的是瞬时流量值，那么我们可以将该保持寄存器配置给 HART 模块的设备变量 0 (范围 0-5)，然后再将设备变量 0 指定为主变量 (或第二、三、四变量)，转换逻辑如下图所示。



HART 模块作为一款通用型产品，要面对各种 Modbus 设备的不同接口特征（从站地址、通信速率、通信校验方式等）、数据存储方式（数据寄存器地址、数据类型、字节排列顺序等）以及终端用户对 HART 动态变量分配（数据寄存器映射到设备变量、设备变量映射到动态变量）的要求，这些都可以由设备制造商再次配置。使用英浩电子提供的上位机组态软件可以做上述配置，或具有 DD 文件解析能力的 HART 主站（如 PC 机、手操器）导入英浩电子提供的 HART 模块 DD 文件，也可以做上述配置。HART 主站是通过 HART 通信的方式对 HART 模块进行配置，以确定 HART 模块与 Modbus 设备间的接口特征，数据存储方式以及设备变量到 HART 动态变量的映射。

经过上述配置，HART 主站设备使用 HART 命令就可以访问 HART 模块的动态变量，从而实现了 Modbus 数据寄存器（如存储流量计的瞬时流量值）中的数据到 HART 主站的数字化传送。

1.2 模拟电流输出

HART 模块中 4-20mA 模拟电流输出值传递的是 HART 动态变量中主变量（PV）的测量值。例如流量计的瞬时流量被指定为 HART 主变量，当瞬时流量值达到量程的一半时，HART 模块输出 12.000mA。HART 模块在连续运行

时，不断比较主变量值与主变量量程上、下限值，当主变量值达到主变量量程上限时，HART 模块对应输出模拟电流 20.000mA，当主变量值低到主变量零点时，HART 模块对应输出模拟电流 4.000mA。

当主变量值超出主变量量程上、下限范围时，HART 模块输出固定电流，指示主变量超出量程范围，此时电流值称为饱和输出电流。当主变量值高于主变量量程上限值时，HART 模块输出固定电流 20.800mA；低于主变量量程下限值时，HART 模块输出固定电流 3.800mA。

HART 模块另具有一组故障报警固定电流输出功能，可通过组态软件对模块的高低报警电流进行设置。当选择高电流报警、HART 模块检测到故障时（例如读取 Modbus 从站的 PV 值出错），则输出 21.750mA；当选择低电流报警、HART 模块检测到故障时，则输出 3.70mA。

主变量超限方向（不可选）	饱和输出电流值
超量程下限	3.80mA
超量程上限	20.80mA
故障报警方式（二选一）	报警输出电流值
低电流报警	3.70mA
高电流报警	21.750mA

当 HART 模块轮询地址被设置成非‘0’时，无论主变量测量值在量程内是多少，HART 模块模拟通道输出固定电流 4.000mA。只有轮询地址设置成‘0’时，才允许 HART 模块输出与主变量对应的 4-20mA 模拟电流。

1.3 配置接口

HART 模块处于 HART 总线与 Modbus 设备之间，通过背面插座插接或插针焊接在现场设备的主控制板（以下称用户板）上。模块可通过 HART 通讯与 PC 主机或支持 DD 解析的手操器进行连接配置。

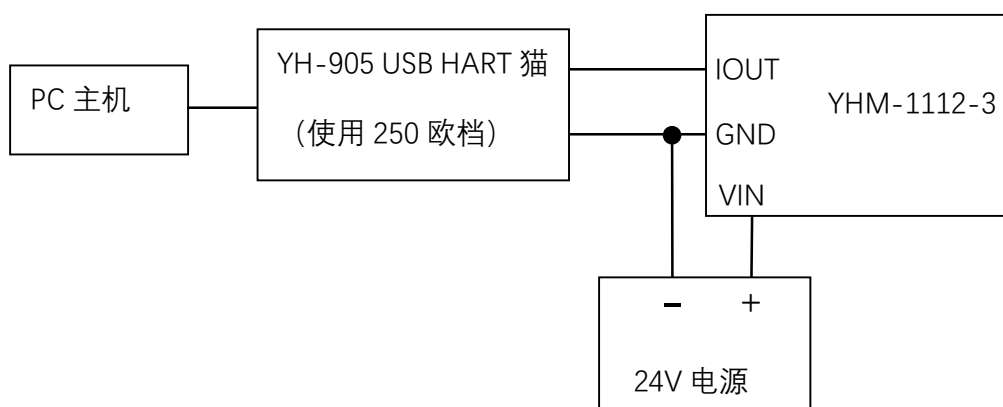


1.3.1 两线制模块配置连接



注：YHM-1112-2 模块为两线制环路供电，当采用我公司 YH-905 HAT 猫连接时无需其他电源，如采用第三方无内置电源的猫连接时候需要单独 24V 电源串联 250 欧姆电阻给环路供电，第三方猫的两根线可以连接在模块的环路两端，也可以连接在电阻两端。

1.3.2 三（四）线制模块连接

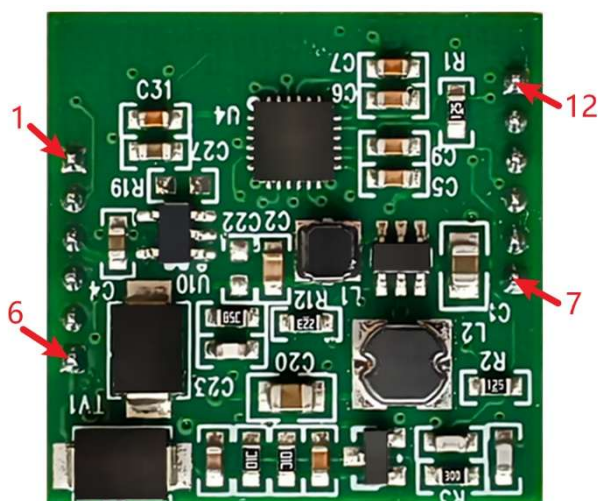


注：YHM-1112-3 模块电流为有源输出，当 YH-905 HAT 猫采用内置 250 欧电阻作为负载连接时不区分正负极。

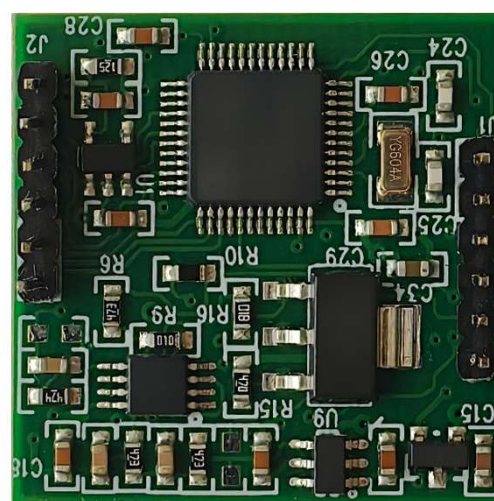
1.4 硬件用户接口

HART 模块采用 2.0mm 间距,两列单排 8Pin 插针与用户板插接或焊接。

管脚序号定义



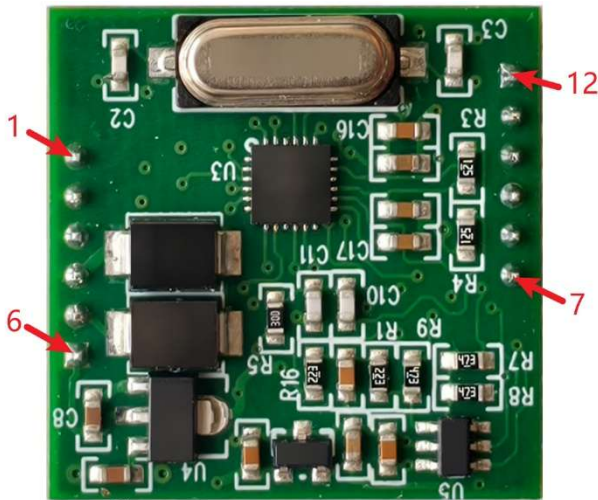
YHM-1112-2 正面



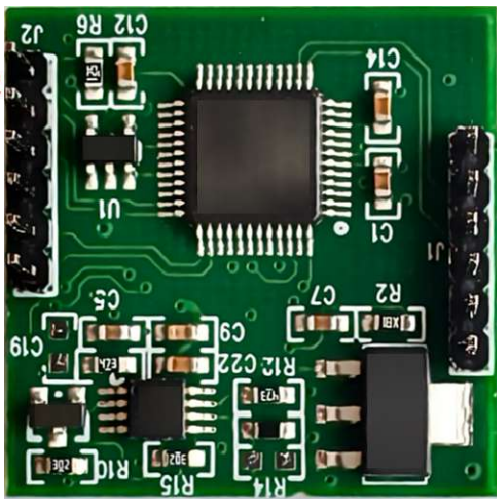
YHM-1112-2 背面

序号	符号	说明
1	MRXD	模块的 MODBUS TTL 接收引脚，接主机 TXD
2	MTXD	模块的 MODBUS TTL 发送引脚，接主机 RXD
3,12	VDD	3.3V 正，给用户底板供电
4, 9	GND	3.3V 负，给用户底板供电
5	LOOP-	HART 环路负极
6	LOOP+	HART 环路正极
7	LED MODBUS	MODBUS 通讯指示，低电平有效
8	LED HART	HART 通讯指示，低电平有效
10-11	Reserved	保留接口，用户请勿使用

注：YHM-1112-2 两线制模块上已有环路防反接二极管及 TVS 等保护电路，可以直接引出至用户接线端子。如在用户板上增加额外防护，务必保证用户板上环路端子之间的电容不要超过 20nF，否则 HART 认证测试时接收阻抗的电容值会超标。



YHM-1112-3 正面



YHM-1112-3 背面

序号	符号	说明
1	NC	空
2	MRXD	模块的 MODBUS TTL 接收引脚，接主机 TXD
3	MTXD	模块的 MODBUS TTL 发送引脚，接主机 RXD
4, 9	GND	电源输入负极
5	IOUT	电流输出
6	VIN+	电源输入正极
7	LED MODBUS	MODBUS 通讯指示，低电平有效
8	LED HART	HART 通讯指示，低电平有效
10-12	Reserved	保留接口，用户请勿使用

注：1、YHM-1112-3 三线制模块的电源输入是模块与用户电路板的内部连接，为增加电流输出的带载能力，该电源在模块内部没有防反接二极管，切勿将引脚电源接反。

2、YHM-1112-3 三线制模块的电流输出端已有防反接二极管和 TVS 等保护电路，可以直接引出至用户接线端子。如在用户板上增加额外防护，务必保证用户板上环路端子之间的电容不要超过 20nF，否则 HART 认证测试时接收阻抗的电容值会超标。

1.5 软件用户接口

HART 模块与用户板间使用 Modbus 协议的链路层、应用层规范。HART 模块作为主站，用户板作为从站。HART 模块的 HART 现场总线接口执行 HART7.9 版本协议。HART 模块出厂时默认轮询地址（短地址）为‘0’。

HART 模块支持的串行传输模式为 Modbus RTU 模式，支持的串行通讯接口特征如下表所示：

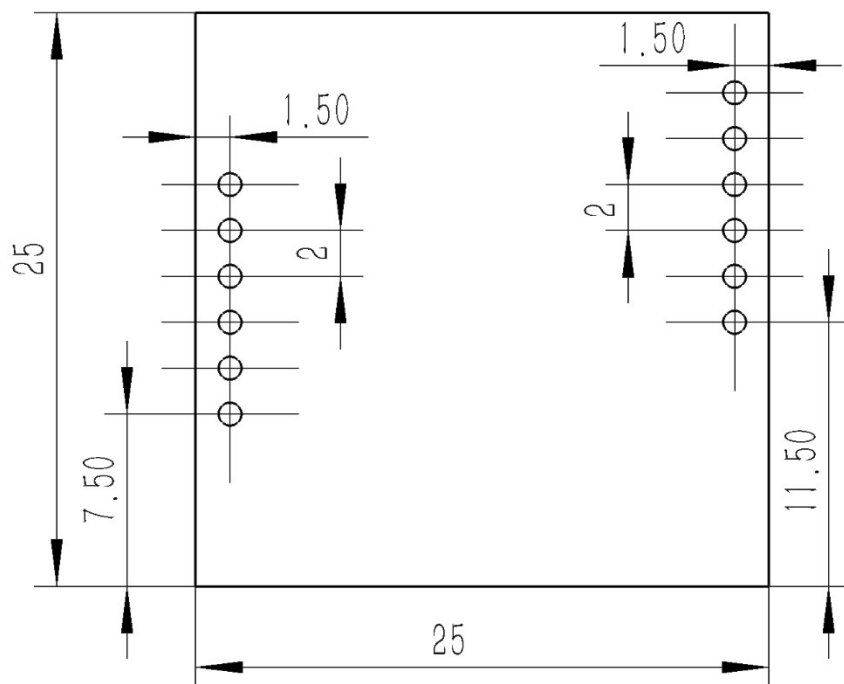
	默认值	可选范围
从站地址	1	1-247
波特率	9600	1200,2400,4800,9600,19200,35700,38400,57600,115200
停止位	1	1 位,2 位
校验位	无	无、奇校验、偶校验

HART 模块 Modbus 通讯接口支持的 Modbus 命令，如下表所示：

命令号	命令名	命令号	命令名
1	读线圈状态	4	读输入寄存器
2	读离散输入状态	5	写单个线圈
3	读保持寄存器值	16	写多个寄存器值

1.6 机械尺寸

HART 模块印刷电路板板厚 1.6mm，外形尺寸 25mm×25mm。YHM-1112-2 正面（下图所示为正面）最高元器件距板面高度 3.2mm；YHM-1112-3 正面最高高度为 4.0mm。背面最高高度均为 2.0mm（插针塑胶高度）。



YHM-1112 机械尺寸图

2、快速配置

2.1 配置工具简介

使用我公司提供的上位机组态软件可以做 HART 模块的配置，或具有 DD 文件解析能力的 HART 手操器导入我公司提供的 DD 文件，也可以做上述配置。如用手操器，推荐使用我公司生产的 YH-925 或 YH-575 手操器（已内置该 DD 文件无需单独导入）。

这里以 PC 机运行的我公司上位机组态软件为例，连接说明见 1.3、1.4 节的描述。

关于 YH-905 HART 调制解器的使用参见《YH-905 用户手册》。

我公司“YHM-1112 配置软件”为绿色软件，无需安装，复制到电脑双击即可使用。



上图所示的‘COM2’是 Windows 操作系统为 USB 接口 HART 调制解调器虚拟出的串口。

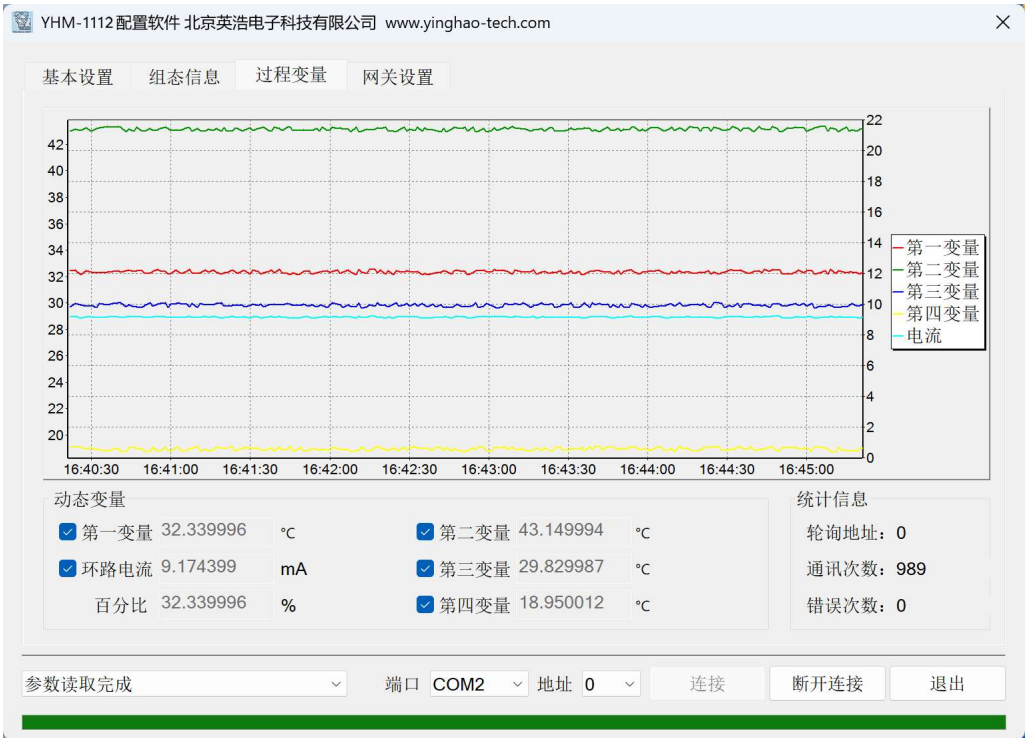
连接好模块后，选中地址（默认地址都是 0，如前所述，如果地址不是 0，那么模块的电流就固定为 4mA，失去模拟电流的能力），点击“连接”按钮开始连接模块。

本软件有四个选项卡：基本设置、组态信息、过程变量和网关设置。

2.1.1 基本设置

基本设置中灰色背景的内容为只读内容，其他可以修改，其中“地址”参数为 HART 的轮询地址，就是连接时候选中的地址，修改后下次连接开始有效。该地址一般为 0。

2.1.3 过程变量



2.1.4 网关设置

网关中的“操作模式”，设置为“配置模式”时，模块会停止向用户板循环发送 Modbus 指令。

为了方便用户校准自定义数据，所有的设置均可在“运行模式”下进行。

配置 HART 模块分三个步骤：1. 配置 Modbus 接口；2. 配置设备变量；3. 配置动态变量。

2.2 配置 Modbus 接口

HART 模块能够与用户板正确通讯的关键在于首先要统一通讯参数，它们之间的通讯采用 Modbus-RTU 协议，使用组态软件的‘网关设置\详细设置\Modbus 参数’选项组，用户可以根据自己的 Modbus 设备（用户板）接口特征来配置 Modbus 接口，如图所示：

Modbus参数	
地址	1
波特率	9600
校验位	无
停止位	1位
浮点数格式	Float 2 3 0 1

其中浮点数格式对所有通过 Modbus 读写的浮点数有效。

注意：Modbus 参数中的波特率、校验位和停止位参数更改后需要对模块进行重新上电才能生效。

2.3 配置设备变量

设备变量的配置，即将用户 Modbus 设备中的设备数据（例如流量计中的瞬时流量、累积流量、流速、介质密度、介质温度等变量）信息配置到 HART 模块的设备变量上，HART 模块能够支持 6 个设备变量的配置。

使用组态软件的‘网关设置\详细设置\设备变量’选项组进行配置，具体需要

配置的信息下图所示：

有效设备变量数量	4	▼
设备变量选择	设备变量0	▼
读取功能代码	3:读保持寄存	▼
设备变量		
类型	温度	▼
单位	°C	▼
默认单位	°C	▼
传感器量程上限	150.000000	
传感器量程下限	0.000000	
最小跨度	15.000000	
寄存器地址	40001	
缩放因子	1.000000	

配置顺序：A)、选择有效的设备数量个数，可选 4 个-6 个。B)、在“设备变量选中”组合框中选中要操作的设备变量。3、设置所选设备变量的各个参数。

“默认单位”为 Modbus 读取数据的单位，即与用户版通讯数据的单位，该单位仅作为内部使用。

“单位”为 HART 通讯中使用的单位。

根据不同的“类型”，如压力、温度、流量灯，本模块可以自动进行单位转换，例如“默认单位”为 bar，“单位”为 mbar，那么如果从用户板中通过 modbus 读取的动态变量数值为 1（bar），在 HART 通讯时会自动转换成 1000(mbar)。

如果“类型”为其他，则不会进行自动数值转换。

经过单位转换后，还会乘以“缩放因子”，所以本模块读取的数据路径为：

Modbus 读取->单位转换->缩放因子缩放

注意：模块实际发送的地址为本功能块的偏移地址，如本组态软件中设置地址为 40001，实际发送的寄存器地址是 0000。

为了提高 Modbus 的通讯效率，尽量将有效动态变量的寄存器地址设置为连

续值，比如从设备变量 0 到设备变量 3 依次为：40001、40003、40005、40007。
此时模块只需要一个命令即可将所有的动态变量都读取上来。

2.4 配置动态变量

本功能是从上一步配置的 6 个设备变量中选择最多 4 个设备变量映射到 4 个动态变量上，使用组态软件的‘组态信息\动态变量分配’选项组进行配置：



动态变量分配	
主变量	设备变量0
第二变量	设备变量1
第三变量	设备变量2
第四变量	设备变量3

HART 协议中规定有 4 个动态变量，第一变量（即主变量 PV）、第二变量（SV）、第三变量（TV）、第四变量（QV）；用户在 2.3 节所配置的 6 个设备变量均可映射到这 4 个动态变量上，没有限制条件；但值得注意的是 PV 与输出到 HART 总线上的模拟电流相关，具体描述请参见 1.2 节的描述，用户可以根据系统需要将 6 个设备变量中的一个映射到 PV，这样此设备变量的值就可以以 4~20mA 模拟电流的形式传递给控制系统。需要注意的是模拟电流有效是在单点模式下有效。设备变量到动态变量的映射关系可以参见 1.1 节中的描述。

3、其他配置

3.1 配置设备状态

用户可以通过组态软件的‘网关设置\详细设置\设备状态’选项组将 Modbus 设备的状态配置到 HART 附加设备状态，设备状态参数可以用来反应用户 Modbus 设备中当前的某些状态。

设备状态	
寄存器地址	10001
Bit模式	16位
读取功能代码	1:读线圈

在 HART 模块中，使用了附加设备状态的前 3 个字节，第一字节的低 6 位分别代表 6 个设备变量通道值的读取是否成功 (0: 成功, 1: 故障或配置有误); 其它 2 字节分别代表用户 Modbus 设备的 16 个状态。

Bit 模式：选中状态的位数，可选 1-16 位或禁用。

3.2 配置 PV 量程

用户可以通过‘网关设置\详细设置\PV 量程’选项组来配置主变量量程上下限的来源和读写模式。

PV量程	
PV量程来源	本地
远程PV量程操作方式	只读
量程上限寄存器地址	46003
量程下限寄存器地址	46001

‘PV 量程来源’代表主变量的量程上限、量程下限是通过组态软件手动配置，还是从用户的 Modbus 设备远程读取。‘远程 PV 量程操作方式’是指在远程模式下，是否可以对用户的 Modbus 设备中所存储的量程上下限进行读写操作。

如果 PV 量程来源为本地，且是只读，HART 模块会周期性的从用户设备中指定的量程上下限寄存器读取量程上下限的值（默认读保持寄存器），这种情况下 PV 的量程上下限是无法通过 HART 指令来修改的。

3.3 配置缩放因子

HART 模块针对每一个设备变量还特殊配备了一个缩放因子参数，方便用户对数据进行缩放，换算方式为：

HART 设备变量 $n = \text{Modbus 设备变量 } n \text{ (经单位转换)} * \text{缩放因子}$

如果用户不需要进行数值缩放, 则不需要修改缩放因子的值, 出厂默认为 1.0。

3.4 调试校准区域操作

调试校准区域的功能有两种, 一是供用户在初次使用配置 HART 模块时联调所用, 通过组态软件的‘网关设置\校准’选项组中的‘线圈’和‘寄存器’来调试设备, 读写寄存器或线圈以确认 Modbus 读写功能; 二是用户可以自定义的对设备进行校准, 比如流量计在出厂时候需要进行流量系数校准, 那么就可以在指定寄存器写入系数, 用户板在该寄存器地址获取系数即可。



3.5 数据保存和恢复



恢复到出厂默认值: 将 HART 模块中的所有配置数据恢复到系统的初始值, 用户需谨慎使用, 执行完此功能后, 用户配置的数据将全部丢失;

保存到出厂设置: 将用户的所有配置信息保存为出厂值 (数据在 HART 模块中有了一个备份);



恢复到出厂设置：将 HART 模块中上一次执行‘保存到出厂值’时所备份的用户配置信息恢复到当前使用状态。

3.6 批量下载

批量下载功能是专为制造商提供的一项快捷配置功能，方便配置多个 HART 模块。通过组态软件的‘网关设置\批量下载’选项组来实现的：



当用户有多个 HART 模块需要进行同样的配置操作时，只需配置完成一个 HART 模块，然后点击‘保存到文件’按钮将当前 HART 模块的配置信息保存为文件；再配置其它 HART 模块时，只需点击‘打开文件’按钮将保存在文件中的配置信息读入，然后点击‘批量下载数据’按钮就可将当前页面显示的所有配置信息下载到 HART 模块，完成配置。

4、技术规格

序号	内容	指标
1	总线电源 (YHM-1112-2)	10 ~ 33V
2	总线接口 (YHM-1112-2)	两线制 4-20mA+HART,带防反接和 TVS 保护
3	输出电源 (YHM-1112-2)	3.3V / 12mA, 纹波 $V_{RMS} \leq 1mV$ (24V/300Ω供电,环路电流 3.7mA 时)
4	供电电源 (YHM-1112-3)	8-33V
5	总线接口 (YHM-1112-3)	三线制 4-20mA+HART 电流输出带防倒灌和 TVS 保护
6	Modbus 接口	TTL (支持 MODBUS RTU 主站通讯协议)
7	隔离	总线与 Modbus 接口无隔离
8	工作温度	-40 ~ 85 °C
9	工作湿度	(5 ~ 95)%RH
10	存储温度	-55 ~ 105°C
11	启动时间	≤1 秒
12	更新时间	0.2 秒
13	阻尼调整	时间常数 0 ~ 32 秒
14	报警信号	高/低报警电流 21.75mA/3.7mA ; 上限/下限电流 20.8mA/3.8mA
15	电流精度	0.05%FS(常温)
16	电流温漂	30ppm
17	本安等级	可支持 Ex ia IIC T4/T6 Ga
18	电磁兼容	结合底板可设计实现符合下列要求的设备: 符合 GB/T 18268.1-2010《测量、控制和实验室用的电设备电磁兼容性要求第 1 部分:通用要求》中工业场所的抗扰度要求

5、问题排除

序号	现象	原因	排除方法
1	输出电流为 0	a. 电源故障 b. 两线制电源线接反 c. 导线断路	a. 修理电源 b. 重新接线 c. 检查导线
2	电流固定为 21.75mA 或 3.7mA	Modbus 设备与 HART 模块通讯失败	检查 Modbus 硬件连接; 检查 Modbus 参数是否一致
3	电流固定为 4mA	仪表处于多点模式	在单机模式下更改地址为 0
4	HART 通讯错误	a. 连接故障 b. 环路电阻太小	a. 检查连接 b. 增加环路电阻
5	读取的动态变量 不正确	a. 寄存器地址错误 b. 浮点数数据格式错 误	a. 设置正确的寄存器 b. 修改浮点数格式

附录 1 选型代号

YHM-1112-2: 两线制 Modbus 转 HART 模块

YHM-1112-3: 三线制 Modbus 转 HART 模块

联系方式：

北京英浩电子科技有限公司

网址：www.yinghao-tech.com

电话：400-850-8696

邮箱：service@yinghao-tech.com