

三相多功能电力仪表 RS485 通信手册 (版本号: V3.0)

五、数字通讯部分

5-1 概述

三相多功能电力仪表提供串行异步半工 RS485 通讯接口, 采用 MODBUS-RTU 协议, 各种数据信息均可在通讯线路上传送。在一条 485 总线上可以同时连接多达 32 个网络电力仪表, 每个网络电力仪表均可以设定其通讯地址。不同系列仪表的通讯接线端子号码不同, 这点在布线时需要注意。通讯连接应使用带有铜网的屏蔽双绞线, 线径不小于 0.5mm^2 , 不要用平行线, 因其易引入干扰。将屏蔽双绞线的屏蔽层接地 (GND 端), 布线时应使用通讯线远离强电电缆或其他强电磁环境。

5-2 MODBUS-RTU 通讯协议

MODBUS 协议约定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。

1. 主机查询: 查询消息帧包括设备地址码、功能码、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其它附加信息, 如在读命令中, 数据段的附加信息有从何寄存器开始读的寄存器数量; 校验码用来检验一帧信息的正确性, 为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。

2. 从机响应: 如果从设备产生一正常的回应, 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。数据信息码包括了从设备收集的数据: 如寄存器值或状态。如果有错误发生, 我们约定是从机不进行响应。

3. 数据传输方式

传输方式是指一个数据帧内一系列独立的数据结构以及用于传输数据的有限规则, 下面定义了与 MODBUS 协议-RTU 方式相兼容的传输方式。每个字节的位: 1 个起始位、8 个数据位、(奇偶校验位)、1 个停止位 (有奇偶校验位时) 或 2 个停止位 (无奇偶校验位时)。

5-3 通讯报文格式

数据帧的结构: 即报文格式。

地址码	功能码	数据码	校验码
1 个字节	1 个字节	N 个字节	2 个字节

1. 地址码

帧的开始部分, 由 1 个字节 (8 位二进制码) 组成, 十进制为 0~255, 在我们的系统中只使用 1~247, 其它地址保留。这些位标明了用户指定的终端设备的地址, 该设备将接收来自与之相连的主机数据。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包含了该地址的查询, 当终端发送回一个响应, 响应中的从机地址数据告诉了主机那台终端与之进行通信。

2. 功能码

告诉了被寻址到的终端执行何种功能。下表列出多功能网络电力仪表所支持的功能码, 以及它们的意义和功能。

功能码	意义	行为
03 (或 04)	读数据寄存器	获得一个或多个寄存器的当前二进制值

3. 数据码

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。例如: 功能码告诉终端读取一个寄存器, 数据域则需要反映从哪个寄存器开始及读取多少个数据, 而从机数据码回送内容则包含了数据长度和相应的数据。

4. 校验码

错误校验域占用两个字节 (CRC16), 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。

5. CRC16 算法

生成一个 CRC16 的流程为:

- (1) 预置一个 16 位寄存器为 FFFFH (16 进制, 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) 上一步中被移出的那一位如果为 0: 重复第三步 (下一次移位): 为 1; 将 CRC 寄存器与预设的固定值 (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) 重复第二步到第 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 CRC 的值。

5-4 MODBUS 地址信息表 (地址采用 10 进制数表示)

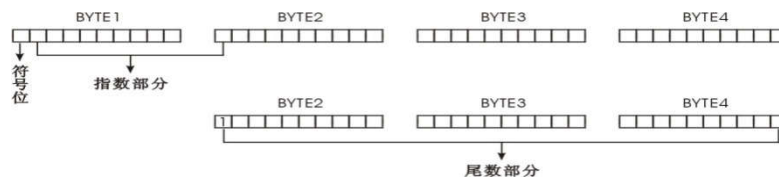
地址	参数	描述	说明
2	PT	电压变比	1-9999
3	CT	电流变比	1-9999
47	SING	功率符号位	见功率符号描述部分
55	DI	开关量输入	见开关量输入部分
56	DO	开关量输出	见开关量输出部分
57,58	Ua	A 相电压	2 个字 (4 字节) 表示的浮点型数据, 标准的 IEEE-754 数据格式。所有的数据都是一次侧数据, 即乘了变比之后的值。电压单位 V, 电流单位 A, 有功功率单位 kW, 无功功率单位 kVar, 视在功率单位 Kva, 功率因数单位 1, 频率单位 Hz。
59,60	Ub	B 相电压	
61,62	Uc	C 相电压	
63,64	Uab	线电压 Uab	
65,66	Ubc	线电压 Ubc	
67,68	Uca	线电压 Uca	
69,70	Ia	A 相电流	
71,72	Ib	B 相电流	
73,74	Ic	C 相电流	
75,76	Pa	A 相有功功率	
77,78	Pb	B 相有功功率	
79,80	Pc	C 相有功功率	
81,82	Ps	合相有功功率	
83,84	Qa	A 相无功功率	
85,86	Qb	B 相无功功率	
87,88	Qc	C 相无功功率	
89,90	Qs	合相无功功率	
91,92	Sa	A 相视在功率	
93,94	Sb	B 相视在功率	
95,96	Sc	C 相视在功率	
97,98	Ss	合相视在功率	
99,100	PFa	A 相功率因数	
101,102	PFb	B 相功率因数	
103,104	PFc	C 相功率因数	
105,106	PFs	合相功率因数	
107,108	FR	电网频率	

129,130	WPP	一次侧正向有功电能	2 个字 (4 字节) 表示的实型数据, 标准的 IEEE-574 数据格式。除二次侧电能数值外其他的数据都是一次侧数据, 即乘了变比之后的值。有功电能单位 kWh, 无功电能单位 kVarh。
131,132	WPN	一次侧负向有功电能	
133,134	WQP	一次侧正向无功电能	
135,136	WQN	一次侧负向无功电能	
137,138	EPP	二次侧正向有功电能	
139,140	EPN	二次侧负向有功电能	
141,142	EQP	二次侧正向无功电能	
143,144	EQN	二次侧负向无功电能	

5-5 浮点型数据计算方法

浮点型数据(float)符合 IEEE-754 数据格式, 其定义和计算方法如下:

1 位符号位 (SIGN)	8 位指数位 (E7··E0)	23 位尾数位 (p22··p0)
---------------	-----------------	-------------------



符号位: SIGN=0 为正, SIGN=1 为负; 指数部分: E=指数部分-126; 尾数部分: M=尾数部分补上最高位为1。

数据结果: $REAL = SIGN \times 2^E \times M / (256 \times 65536) \dots\dots(1)$

例: 仪表返回十六进制的电流数值数据 I=4356680H

转化为二进制数据位: 01000011 01010101 01100110 10000000, 得到:

最高位(数值符号位): SIGN=0, 表示正数;

指数部分 E: (10000110)B=134; E=134-126 =8;

尾数 M = (11010101 01100110 10000000)B =D56680H=13985408;

根据式 (1) 得到结果: $(+)2^8 \times 13985408 / (256 \times 65536) =213.4$ 。

5-6 通讯报文举例

例 1: 从终端设备地址为 1 (01H) 的从机上读取一次侧正向有功电能的数值。

主机发送查询数据帧 (16 进制表示)

地址	命令	起始寄存器 (高字节)	起始寄存器 (低字节)	寄存器个数(高字节)	寄存器个数(字节)	CRC16 低字节	CRC16 高字节
01	03	00	81	00	02	94	23

从机回传响应数据帧 (16 进制表示)

地址	命令	数据长度	4 字节数据	CRC16 低字节	CRC16 高字节
01	03	04	42 DD CC 80	2A	D1

仪表返回数据: 42 DD CC 80, 按照 IEEE-574 定义及转换方法 (参照 5-5), 得到 10 进制数为 110.80。表明一次侧正向有功电能为 110.80 (kwh), 就是电表上显示的一侧正向有功电度值。其他类型的电能参数值读取和转换方法类似, 只要注意相应的寄存器地址即可。

例 2: 从终端设备地址为 1 (01H) 的从机上读取 A 相电压的数值。

主机发送查询数据帧 (16 进制表示)

地址	命令	起始寄存器 (高字节)	起始寄存器 (低字节)	寄存器个数(高字节)	寄存器个数(低字节)	CRC16 低字节	CRC16 高字节
01	03	00	39	00	02	14	06

从机回传响应数据帧（16 进制表示）

地址	命令	数据长度	4 字节数据	CRC16 低字节	CRC16 高字节
01	03	04	43 55 66 80	D5	A7

仪表返回数据:43 55 66 80,按照 IEEE-754 定义及转换方法(参照 5-5),得到 10 进制数为 213.4。
表明 A 相电压的值为 213.4V。

其他的相电压、线电压、电流、有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、频率等参数值的读取和转换方法类似, 只要注意相应的寄存器地址和单位即可。