

# YD2037 通讯规约

## 1. 引言

YD2037 通讯规约详细描述了本机串行口通讯的读、写命令格式及内部信息数据的定义，以便第三方开发使用。

### 1.1. PLC ModBus 兼容性

ModBus 通讯规约允许 YD2037 与施耐德、西门子、AB、GE、Modicon 等多个国际著名品牌的可编程顺序控制器(PLC)、RTU、SCADA 系统、DCS 或第三方具有 ModBus 兼容的监控系统之间进行信息和数据的有效传递。有了 YD2037 智能表，就只要简单的增加一套基于 PC(或工控机)的中央通讯主控显示软件(如：组态王、Intouch、FIX、synall 等)就可建立一套监控系统。

### 1.2. 广泛的通讯集成

YD2037 智能表提供与 Modicon 系统相兼容的 ModBus 通讯规约，这个通讯规约被广泛作为系统集成的标准。兼容 RS-485/232C 接口的可编程逻辑控制器 ModBus 通讯规约允许信息和数据在 YD2037 智能表与 Modicon 可编程逻辑控制器(PLC)，RTU、SCADA 系统、DCS 系统和另外兼容 ModBus 通讯规约的系统之间进行有效传递。

## 2. ModBus 基本规则

2.1. 所有 RS485 通讯回路都应遵照主/从方式。依照这种方式，数据可以在一个主站(如：PC)和 32 个子站(如：YD2037)之间传递。

2.2. 主站将初始化和控制在 RS485 通讯回路上传递的所有信息。

2.3. 任何一次通讯都不能从子站开始。

2.4. 在 RS485 回路上的所有通讯都以“信息帧”方式传递。

2.5. 如果主站或子站接收到含有未知命令的信息帧，则不予以响应。

“信息帧”就是一个由数据帧(每一个字节为一个数据帧)构成的字符串(最多 255 个字节)，是由信息头和发送的编码数据构成标准的异步串行数据，该通讯方式也与 RTU 通讯规约相兼容。

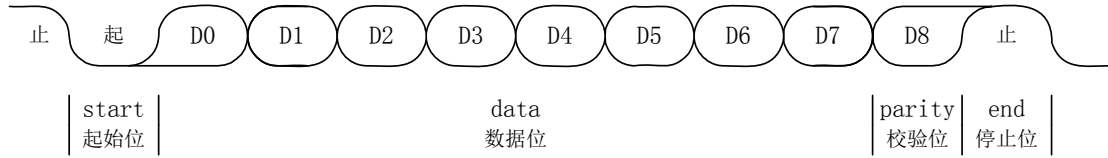
### 3. 数据帧格式：

通讯传输为异步方式，并以字节(数据帧)为单位。在主站和子站之间传递的每一个数据帧都是11位的串行数据流。

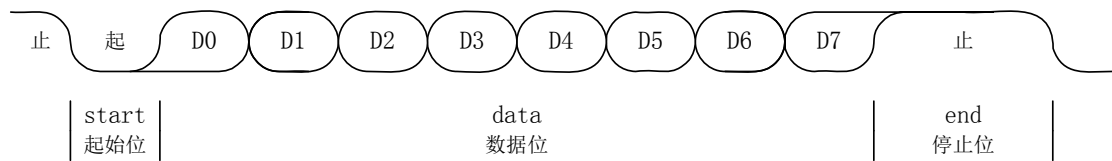
数据帧格式：

起始位	1 位
数据位	8 位(低位在前、高位在后)
奇偶校验位	1 位：有奇偶校验位；无：无奇偶校验位
停止位	1 位：有奇偶校验位；2 位：无奇偶校验位

有校验位的时序图：



无校验位的时序图：



#### 4. YD2037 通讯规约

当通讯命令发送至仪器时，符合相应的地址码的设备接收通讯命令，并除去地址码，读取信息，如果没有出错，则执行相应的任务；然后把执行结果返送给发送者。返送的信息中包括地址码、执行动作的功能码、执行动作后的数据以及错误校验码(CRC)。如果出错就不发送任何信息。

##### 4.1. 信息帧格式

START	ADD	CS	DATA	CRC	END
初始结构	地址码	功能码	数据区	错误校验	结束结构
延时(相当于4个字节的时 间)	1 字节 8 位	1 字节 8 位	N 字节 N×8 位	2 字节 16 位	延时(相当于4个字节的时 间)

##### 4.1.1. 地址码(ADD)

地址码为每次通讯传送的信息帧中的第一个数据帧(8 位)，从 0 到 255。这个字节表明由用户设定地址码的子机将接收由主机发送来的信息。并且每个子机都有唯一的地址码，并且响应回送均以各自的地址码开始。主机发送的地址码表明将发送到的子机地址，而子机发送的地址码表明回送的子机地址。

##### 4.1.2. 功能码(CS)

功能码是每次通讯传送的信息帧中的第二个数据帧。ModBus 通讯规约定义功能码为 1~127 (01H~7FH)。YD2037 利用其中的一部分功能码。作为主机请求发送，通过功能码告诉子机执行什么动作。作为子机响应，子机发送的功能码与主机发送来的功能码一样，并表明子机已响应主机进行操作。如果子机发送的功能码的最高位是 1 (功能码>127)，则表明子机没有响应或出错。

下表列出的功能码都具体的含义及操作。

MODBUS 部分功能码

功能码	定义	操作
03H	读寄存器	读取一个或多个寄存器的数据
06H	写单个寄存器	把一个 16 位二进制数写入单个寄存器

#### 1、03，读寄存器

YD2037 智能表采用 ModBus 通讯规约，利用通讯命令，可以进行读取点 (保持寄存器或返回值输入寄存器)。功能码 03H 映射的数据区的保持和输入寄存器值都是 16 位 (2 字节)。这样从 YD2037 读取的寄存器值都是 2 字节。一次最多可读取寄存器数是 125。由于一些可编程控制器不用功能码 03，所以功能码 03 被用作读取点和返回值。

子机响应的命令格式是子机地址、功能码、数据区及 CRC 码。数据区的数据都是每 2 个字节为一组的双字节数，且高字节在前。

#### 2、06，写单个寄存器：

主机利用这条命令把单点数据保存到 YD2037 智能电力监测仪的存储器。子机也用这个功能码向主机返送信息。

#### 3、10，写多个点连续寄存器：

主机利用这条命令把多点数据保存到 YD2037 系列数字式多功能电力监测仪的存储器。Modbus 通讯规约中的寄存器指的是 16 位 (即 2 字节)，并且高位在前。这样 YD2037 智能电力监测仪的点都是二字节。用一条命令保存的最大点数取决于子机。因为 Modbus 通讯规约允许最多保存 60 个寄存器，这样 YD2037 系列智能电力监测仪允许一次最多可保存 60 个寄存器。YD2037 智能电力监测仪的命令格式是子机地址、功能码、数据区及 CRC 码。

#### 4. 1. 3. 数据区 (DATA)：

数据区随功能码不同而不同。由主机发送的读命令 (03H) 信息帧的数据区与子机应答信息帧的数据区是不同的，由主机发送的写命令 (06H、10H) 信息帧的数据区与子机应答信息帧的数据区是完全相同。数据区包含需要子机执行什么动作或由子机采集的需要回送的信息。

这些信息可以是数值、参考地址等等。例如，功能码告诉子机读取寄存器的数值，则数据区必须包含要读取寄存器的起始地址及读取长度(寄存器个数)。

1、与功能码 03 对应的数据区格式：

◆ 主机发送

数据顺序	1	2
数据含义	起始地址	读寄存器个数
字节数	2	2

◆ 子机应答

数据顺序	1	2
数据含义	回送字节数	N 个寄存器的数据
字节数	1	2×N

2、与功能码 06 对应的数据区格式：

数据顺序	1	2
数据含义	起始地址	写入寄存器的数据
字节数	2	2

3、与功能码 10 对应的数据区格式：

数据顺序	1	2	...	N
数据含义	起始地址	写入数据 1	...	写入数据 N
字节数	2	2	...	2

4.1.4. 错误校验码(CRC)：

主机或子机可用校验码进行判别接收信息是否出错。有时，由于电子噪声或其他一些干扰，信息在传输过程中会发生细微的变化，错误校验码保证了主机或子机对在传送过程中出错的信息不起作用。这样增加了系统的安全和效率。错误校验码采用 CRC-16 校验方法。

二字节的错误校验码，低字节在前，高字节在后。

注意： 信息帧的格式都是相同的：地址码、功能码、数据区和错误校

## 验码。

### 4.2. 错误校验

冗余循环码(CRC)包含 2 个字节, 即 16 位二进制。CRC 码由发送端计算, 放置于发送信息的尾部。接收端的设备再重新计算接收到信息的 CRC 码, 比较计算得到的 CRC 码是否与接收到的相符, 如果二者不相符, 则表明出错。

CRC 码的计算方法是, 先预置 16 位寄存器全为 0。再逐渐把每 8 位数据信息进行处理。在进行 CRC 码计算时只用 8 位数据位, 起始位及停止位, 如有奇偶校验位的话也包括奇偶校验位, 都不参与 CRC 码计算。

在计算CRC码时, 8 位数据与寄存器的数据相异或, 得到的结果向低位移一位, 用 0 填补最高位。再检查最低位, 如果最低位为 1, 把寄存器的内容与预置数相异或, 如果最低位为 0, 不进行异或运算。

这个过程一直重复 8 次。第 8 次移位后, 下一个 8 位再与现在寄存器的内容相异或, 这个过程与上以上一样重复 8 次。当所有的数据信息处理完后, 最后寄存器的内容即为CRC码值。

### 4.3. CRC-16 码的计算步骤

- 1、置 16 位寄存器为十六进制 FFFF(即全为 1)。称此寄存器为 CRC 寄存器。
- 2、把一个 8 位数据与 16 位 CRC 寄存器的低位相异或, 把结果放于 CRC 寄存器。
- 3、把寄存器的内容右移一位(朝低位), 用 0 填补最高位, 检查最低位(移出位)。
- 4、如果最低位为 0: 复第 3 步(再次移位)。

如果最低位为 1: CRC 寄存器与多项式 A001(1010 0000 0000 0001)进行异或。

- 5、重复步骤 3 和 4, 直到右移 8 次, 这样整个 8 位数据全部进行了处理。
- 6、重复步骤 2 到步骤 5, 进行下一个 8 位的处理。
- 7、最后得到的 CRC 寄存器即为 CRC 码, 低字节在前, 高字节在后。

### 4.4. 信息帧格式举例

#### 4.4.1. 功能码 03

子机地址为 01, 起始地址 0032 的 3 个寄存器。

此例中寄存器数据地址为:

地 址	数据(16 进制)
-----	-----------

0032	EA60
0034	C350
0036	DB6C

主机发送	字节数	举 例(16 进制)	
子机地址	1	01	送至子机 01
功能码	1	03	读取寄存器
起始地址	2	00	起始地址为 0032
		32	
读取个数	2	00	读取 3 个寄存器(共 6 字节)
		03	
CRC 码	2	A4	由主机计算得到的 CRC 码
		04	

子机响应	字节数	举 例(16 进制)	
子机地址	1	01	送至子机 01
功能码	1	03	读取寄存器
读取字节数	1	06	3 个寄存器(共 6 字节)
寄存器数据 1	2	EA	地址为 0032 内的内容
		60	
寄存器数据 2	2	C3	地址为 0034 内的内容
		50	
寄存器数据 3	2	DB	地址为 0036 内的内容
		6C	
CRC 码	2	D1	由子机计算得到的 CRC 码
		3F	

#### 4.4.2. 功能码 06

子机地址为 01, 保存起始地址 0002 的 2 个值。在此例中, 数据保存结束后, 子机中地

址为 0002 内的内容为 0002。

主机发送	字节数	举 例(16 进制)	
子机地址	1	01	发送至子机 01
功能码	1	06	单个数据(2 字节)保存
起始地址	2	00	起始地址为 0002
		02	
保存数据	2	00	保存的数据为 0002
		02	
CRC 码	2	A9	由主机计算得到的 CRC 码
		CB	

子机响应	字节数	举 例(16 进制)	
子机地址	1	01	来自子机 01
功能码	1	06	单点保存
起始地址	2	00	起始地址为 0002
		02	
保存数据	2	00	保存的数据为 0002
		02	
CRC 码	2	A9	由子机计算得到的 CRC 码
		CB	

#### 4.4.3. 功能码 10

YD2037 系列智能电力监测仪内保存的信息为：

地址	数据(16 进制)
0000	0064

主机发送	字节数	举 例(16 进制)	
子机地址	1	01	发送至子机 01

功能码	1	10	多点保存
起始地址	2	00	起始地址为 0000
		00	
保存数据数	2	00	保存 2 点(共 4 字节)
		02	
字节数	1	04	
保存数据 1	2	00	数据地址为 0002
		64	
保存数据 2	2	00	数据地址为 0000
		00	
CRC 码	2	B2	由主机计算得到的 CRC 码
		70	

子机响应	字节数	举 例(16 进制)	
子机地址	1	01	来自子机 01
功能码	1	10	多点保存
起始地址	2	00	起始地址为 0000
		00	
保存数据数	2	00	保存 2 点(共 4 字节)
		02	
CRC 码	2	41	由子机计算得到的 CRC 码
		C8	



基本测量数据区，支持 03 功能码。

No.	16 进制地址	字数	描述	单位	说明
1	0	1	相电压 1	0.01V	
2	1	1	线电压 U12	0.01V	
3	2	1	第 1 相电流	0.1mA	
4	3	1			
5	4	1	1 相有功+/-	0.4W	
6	5	1	1 相功率因数+:/-:C	0.0001	
7	6	1	1 相无功+/-	0.4var	
8	7	1	1 相视在功率+/-	0.2VA	
9	8	1	相电压 2	0.01V	
10	9	1	线电压 U23	0.01V	
11	00A	1	第 2 相电流	0.1mA	
12	00B	1			
13	00C	1	2 相有功+/-	0.4W	
14	00D	1	2 相功率因数+:/-:C	0.0001	
15	00E	1	2 相无功+/-	0.4var	
16	00F	1	2 相视在功率+/-	0.2VA	
17	10	1	相电压 3	0.01V	
18	11	1	线电压 U31	0.01V	
19	12	1	第 3 相电流	0.1mA	
20	13	1			
21	14	1	3 相有功+/-	0.4W	
22	15	1	3 相功率因数+:/-:C	0.0001	
23	16	1	3 相无功+/-	0.4var	
24	17	1	3 相视在功率+/-	0.2VA	
25	18	1	线电压	0.01V	
26	19	1	相电压	0.01V	
27	01A	1	电流	0.1mA	
28	01B	1	频率	Rx×0.00106813	
29	01C	1	有功+/-	0.4W	
30	01D	1	功率因数+:/-:C	0.0001	
31	01E	1	无功+/-	0.4var	
32	01F	1	视在功率+/-	0.2VA	
33	20	1	未定义	-	
34	21	1	有功电能+L	0.001kWh	不带变比
35	22	1	有功电能+H	0.001kWh	不带变比
36	23	1	有功电能-L	0.001kWh	不带变比
37	24	1	有功电能-H	0.001kWh	不带变比
38	25	1	无功电能+L	0.001kvarh	不带变比

39	26	1	无功电能+H	0.001kvarh	不带变比
40	27	1	无功电能-L	0.001k varh	不带变比
41	28	1	无功电能-H	0.001k varh	不带变比

Programmable parameters 可编程参数 (eeprom), 支持 03、06、10 功能码。

地址	描述
0x300	通讯地址: 1~247
0x301	测量系统接线方式: 0~5 0: 4NBL 1: 1BL 2: 3NBL 3: 3BL 4: 2BL 5: 4BL
0x302	电能复位使能 初始为0 (写1开使能)
0x303	校验位: 0: 无 1: 奇 2: 偶
0x304	波特率: 0: 1200 1: 2400 2: 4800 3: 9600 4: 19200
0x307	电压变比: 1~10000
0x309	电流变比: 1~10000
0x30E	清电能 (写0清电能)
0x313	输入功率反向 1/0
0x356	启动电流
0x357	启动电压

## 附录二: 数据变换

所有从 YD2037 响应输出的数据都被按一定公式规范成 2 个字节 Rx, 电能除外, 为 4 个字节。

NO	项目	公式	取值范围	符号	说明			
					Ua	Ub	Uc	Ue0
1	电压 V	$U = R_x \times PT \times 0.01$	0~65535	无	Ua	Ub	Uc	Ue0
					Uca	Uab	Ubc	Ue
2	电流 A	$I = R_x \times CT \times 0.0001$	0~65535	无	Ia	Ib	Ic	Ie
3	频率 Hz	$F = R_x \times 0.00106813$	0~65535	无	F			
4	功率因数 PF	$PF = R_x \times 0.0001$	-10000~ 10000	有	PFa	PFb	PFc	PFs
					+: 滞后负载 / -: 超前负载			
5	有功功率 W	$P = R_x \times PT \times CT \times 0.4$	-32768~ 32767	有	Pa	Pb	Pc	P
6	无功功率 Q	$Q = R_x \times PT \times CT \times 0.4$	-32768~ 32767	有	Qa	Qb	Qc	Q
7	视在功率 S	$S = R_x \times PT \times CT \times 0.2$	0~65535	无	Sa	Sb	Sc	S
8	电能 Wh	$Wh = R_x \times PT \times CT$	0~10 <sup>9</sup>	无	+Wh	-Wh	+Varh	-Varh