



## 技术文件

技术文件名称: YD2010 的通信规约书

技术文件编号: YD2010/GY 001-2011

版 本: V 1.0

拟 制: \_\_\_\_\_

日 期: 2011.02.15

审 核: \_\_\_\_\_

日 期: 2011.02.14

标准化: 邬文玲

日 期: 2011.02.18

批 准: \_\_\_\_\_

日 期: 2011.02.14

## 修改记录

文件编号	版本号	拟制/修订人	日期	更 改 理 由	主要更改内容
YD2010/GY 001-2011	V1.0	邬文玲	11.02.18	标准化	无

文件第一次拟制时,“更改理由”: 初次建立;“主要更改内容”: 无。



## YD2010 通信规约书

### 1. 引言

YD2010 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。

#### PLC ModBus 兼容性

ModBus 通讯规约允许 YD2010 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 YD2010，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。

#### 广泛的通讯集成

YD2010 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 YD2010 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

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：YD2010)之间传递。

主站将初始化和控制在 RS485 通讯回路上传递的所有信息

任何一次通讯都不能从子站开始。

在 RS485 回路上的所有通讯都以“信息帧”方式传递

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。

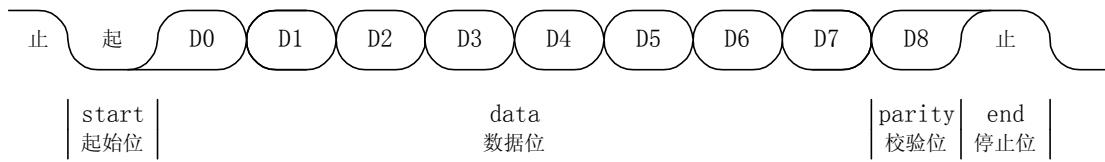
### 3. 数据帧格式

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。

#### 3.1 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

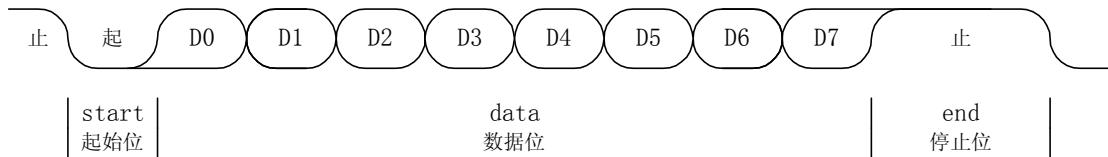
#### 3.2 有校验位的时序图:



#### 3.3 无校验位的时序图:



3.4



#### 4. YD2010 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)。YD2010 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
10 H	写多个寄存器	把一个 16 位二进制数写入多个寄存器

###### a) 03, 读寄存器

YD2010 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 YD2010 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。

###### b) 06, 写单个寄存器:

主机利用这条命令把单点数据保存到 YD2010 智能电量变送器的存储器。子机也用这个功能码向主机返送信息。

###### c) 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 YD2010 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 YD2010 智能电量变送器的点都是二字节。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 YD2010 智能电量变送器允许一次最多可保存 60 个寄存器。YD2010 智能电量变送器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)。

##### a) 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

##### b) 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

##### c) 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

- a) 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。
- b) 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。
- c) 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)。
- d) 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。
- e) 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。
- f) 重复步骤 2 到步骤 5, 进行下一个 8 位的处理。
- g) 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 内容
		60	
寄存器数据 2	2	C3	地址为 0034 内容
		50	
寄存器数据 3	2	DB	地址为 0036 内容
		6C	
	2	D1	由子机计算得到的 CRC 码
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

子机地址为 01, 把 0064 保存到地址 0000。在此例中, 数据保存结束后, 地址为 01 的 YD2010 智能电量变送器内保存的信息为:

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	

#### 4.5 出错处理

当 YD2010 智能电量变送器检测到了 CRC 码出错以外的错误时, 必须向主机回送信息, 功能码的最高位置为 1, 即子机返送给主机的功能码是在主机以送的功能码的基础上加 128。以下的这些代码表明有意外的错误发生。

从主机接收到的信息如有 CRC 错误, 则将被 YD2010 智能电量变送器忽略。

子机返送的错误码的格式如下(CRC 码除外)。

地址码:	1 字节
功能码:	1 字节(最高位为 1)
错误码:	1 字节
CRC 码:	2 字节

YD2010 智能电量变送器响应回送如下出错命令

01	非法的功能码。 接收到的功能码 YD2010 智能电量变送器不支持。
02	非法的数据位置。 指定的数据位置超出 YD2010 智能电量变送器范围
03	非法的数据值 接收到主机发送的数据值超出相应地址的数据范围。

## 附录一：数据和地址

表 1: 功能码 03H 所映射的数据区-基本数据:

基本数据(Basic)

序号	地址(Address)	项目(Item)	说明
1	0000H	Ua	相电压 Ua
2	0002H	Uca	线电压 Uca
3	0004H	Ia	A 相电流
4	0006H	Fa	
5	0008H	Pa	A 相有功功率
6	000AH	Pfa	A 相功率因数
7	000CH	Qa	A 相无功功率
8	000EH	Sa	A 相视在功率
9	0010H	Ub	相电压 Ub
10	0012H	Uab	线电压 Uab



11	0014H	Ib	B 相电流
12	0016H	Fb	
13	0018H	Pb	B 相有功功率
14	001AH	PFb	B 相功率因数
15	001CH	Qb	B 相无功功率
16	001EH	Sb	B 相视在功率
17	0020H	Uc	相电压 Uc
18	0022H	Ubc	线电压 Ubc
19	0024H	Ic	C 相电流
20	0026H	Fc	
21	0028H	Pc	C 相有功功率
22	002AH	PFc	C 相功率因数
23	002C	Qc	C 相无功功率
24	002EH	Sc	C 相视在功率
25	0030H	I0	零序电流
26	0032H	Uav	三相平均相电压
27	0034H	Iav	三相平均相电流
28	0036H	F	频率
29	0038H	Psum	三相有功功率
30	003AH	PFav	三相总功率因数
31	003CH	Qsum	三相无功功率
32	003EH	Ssum	三相视在功率

表 2: 功能码 03H 所映射的数据区-电能:

序号	地址	项目	说明
1	0042H	+Wh(L)	正向有功电能累加值低位字
2	0044H	+Wh(H)	正向有功电能累加值高位字
3	0046H	-Wh(L)	负向有功电能累加值低位字
4	0048H	-Wh(H)	负向有功电能累加值高位字
5	004AH	+Varh(L)	正向无功电能累加值低位字
6	004CH	+Varh(H)	正向无功电能累加值高位字
7	004EH	-Varh(L)	负向无功电能累加值低位字
8	0050H	-Varh(H)	负向无功电能累加值低高字

表 3: 功能码 03H 所映射的系统参数:

参数地址	项目	字节数	说明	初始状态
0300H	本机地址	2	1~247	0
0302H	被测系统负载接线方式	2	0 三相四线	0
			1 一相二线	
			2 三相三线	



			3 三相三线平衡	
			4 一相三线	
			5 三相四线平衡	
0304H				
0306H	校验位	2	0/1/2 (N/O/E)	0
			0 1200	
			1 2400	
0308H	波特率	2	2 4800	3
			3 9600	
			4 19200	
030AH	电压输入范围	2	0 150V	1
			1 600V	
			0 WH	
			1 10WH	
030CH	电能单位	2	2 100WH	0
			3 KWH	
			4 10KWH	
			5 100KWH	
			6 MWH	
030EH	PT	4	1~64000	1
0312H	CT	4	1~64000	1
0316H~035FH	厂家保留			

表 4: 功能码 06H 所映射的数据区:

地址	项目	说明
0000H	本机地址	0~247
0002H	测量系统接线方式	0 三相四线
		1 一相二线
		2 三相三线
		3 三相三线平衡
		4 一相三线
		5 三相四线平衡
0004H	清除最大/小值	0 禁止
		1 允许
0008H	波特率	0 1200
		1 2400
		2 4800
		3 9600
		4 19200(未用)



0016H~ 005FH		厂家保留
-----------------	--	------

表 5: 功能码 10H 所映射的数据区:

项目	起始地址	尾地址	取值范围	单位
PT	000EH	00010H	1~64000	1
CT	0012H	0014H	1~64000	1



## 附录二：数据变换

所有从 YD2010 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。

0762-3493926 黄工

NO	项目	公式	取值范围	符号	说明			
1	电压 V	$U = Rx \times PT \times 0.01$	0~65535	无	Ua	Ub	Uc	Ue0
					Uca	Uab	Ubc	Ue
2	电流 A	$I = Rx \times CT \times 0.0001$	0~65535	无	Ia	Ib	Ic	Ie
3	频率 Hz	$F = Rx \times 0.0010681_3$	0~65535	无	F			
4	功率因数 PF	$PF = Rx \times 0.0001$	-10000~-10000	有	PFa	PFb	PFc	PFs
					+:滞后负载 /-:超前负载			
5	有功功率 W	$P = Rx \times PT \times CT \times Urg$	-32768~-32768	有	Pa	Pb	Pc	P
6	无功功率 Q	$Q = Rx \times PT \times CT \times Urg$	-32768~-32768	有	Qa	Qb	Qc	Q
7	视在功率 S	$S = Rx \times PT \times CT \times 0.2$	0~65535	无	Sa	Sb	Sc	S
8	电能 Wh	$Wh = Rx \times PT \times CT$	0~10 <sup>9</sup>	无	+W <sub>h</sub>	-Wh	+Varh	-Varh

注: 当电压输入范围 (030AH) 为 0 时, Urg=0.1;  
为 1 时, Urg=0.4.