

## GD2150 通讯规约

### 1. 引言

GD2150 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 GD2150 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 GD2150 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

GD2150 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 GD2150 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：GD2150)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。

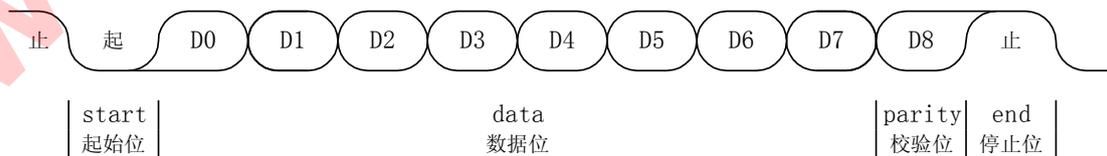
### 3. 数据帧格式：

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。

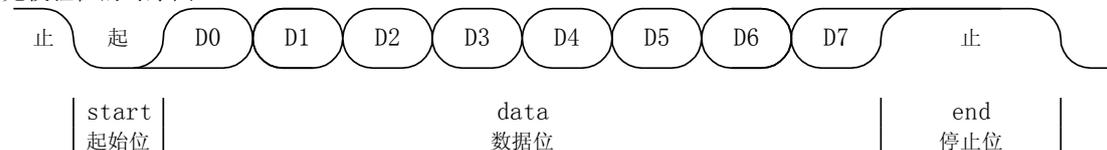
数据帧格式：

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. GD2150 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)。GD2150 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

GD2150 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 GD2150 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 GD2150 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 GD2150 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 GD2150 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 GD2150 系列智能电力监测仪允许一次最多可保存 60 个寄存器。GD2150 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)。

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

- 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

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 GD2150 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	

#### 4.5. 出错处理

当 GD2150 系列智能电力监测仪检测到了 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 GD2150 系列智能电力监测仪忽略。

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

GD2150 系列数字式多功能电力监测仪响应回送如下出错命令

01	非法的功能码。 接收到的功能码 GD2150 系列智能电力监测仪不支持。
02	非法的数据位置。 指定的数据位置超出 GD2150 系列智能电力监测仪范围
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。

www.gdzhongzi.com

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	0001H	Uca	线电压 Uca
3	0002H	Ia	A 相电流
4	0003H		
5	0004H	Pa	A 相有功功率
6	0005H	PFa	A 相功率因数
7	0006H	Qa	A 相无功功率
8	0007H	Sa	A 相视在功率
9	0008H	Ub	相电压 Ub
10	0009H	Uab	线电压 Uab
11	000AH	Ib	B 相电流
12	000BH		
13	000CH	Pb	B 相有功功率
14	000DH	PFb	B 相功率因数
15	000EH	Qb	B 相无功功率
16	000FH	Sb	B 相视在功率
17	0010H	Uc	相电压 Uc
18	0011H	Ubc	线电压 Ubc
19	0012H	Ic	C 相电流
20	0013H		
21	0014H	Pc	C 相有功功率
22	0015H	PFc	C 相功率因数
23	0016H	Qc	C 相无功功率
24	0017H	Sc	C 相视在功率
25	0018H	I0	零序电流
26	0019H	Uav	三相平均相电压
27	001AH	Iav	三相平均相电流
28	001BH	F	频率
29	001CH	Psum	三相有功功率
30	001DH	PFav	三相总功率因数
31	001EH	Qsum	三相无功功率
32	001FH	Ssum	三相视在功率
33	0020H	Phase Rotation	

表 2: 功能码 03H 所映射的数据区-电能:

电能			
序号	地址	项目	说明
1	0021H	+Wh(L)	正向有功电能累加值低位字
2	0022H	+Wh(H)	正向有功电能累加值高位字
3	0023H	-Wh(L)	负向有功电能累加值低位字
4	0024H	-Wh(H)	负向有功电能累加值高位字
5	0025H	+Varh(L)	正向无功电能累加值低位字
6	0026H	+Varh(H)	正向无功电能累加值高位字
7	0027H	-Varh(L)	负向无功电能累加值低位字
8	0028H	-Varh(H)	负向无功电能累加值低位字

表 3: 功能码 03H 所映射的系统参数:

参数地址	项目	字数	说明	初始状态
0300H	本机地址	1	1~247	0
0301H	被测系统负载接线方式	1	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	波特率	1	0 1200	3
			1 2400	
			2 4800	
			3 9600	
			4 19200	
0305H	电压输入范围	1	0 150V	1
			1 600V	
0307H	PT	1	1~60000	1
0309H	CT	1	1~60000	1
030AH~0330H	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	1~247
0001H	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	波特率	0 1200
		1 2400
		2 4800
		3 9600
		4 19200
		其它为非法值
0007H	PT	1-64000
0009H	CT	1-64000
000AH~0030H	厂家保留	

附录二：数据变换

所有从 GD2150 响应输出的数据都被按一定公式规范成 1 个字 Rx，电能除外，为 2 个字。

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	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	$P = R_x \times PT \times CT \times 0.4$	-32768~32768	有	Pa	Pb	Pc	P
6	无功功率 Q	$Q = R_x \times PT \times CT \times 0.4$	-32768~32768	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

关于开关量的补充:

它有两路输入,两路输出. 它的通讯使用功能码使用 01(读输出状态)、02 (读输入状态)、05 (写单线圈状态) .具体如下:

- 01 01 00 00 00 01 \*\* \*\* 读 0 路输出状态值, “\*\* \*\*” 为 CRC16 值
- 01 01 00 01 00 01 \*\* \*\* 读 1 路输出状态值, “\*\* \*\*” 为 CRC16 值
- 01 02 00 00 00 01 \*\* \*\* 读 0 路输入状态值, “\*\* \*\*” 为 CRC16 值
- 01 02 00 01 00 01 \*\* \*\* 读 1 路输入状态值, “\*\* \*\*” 为 CRC16 值
- 01 05 00 00 00 00 \*\* \*\* 写 0 路断开值, “\*\* \*\*” 为 CRC16 值
- 01 05 00 00 FF 00 \*\* \*\* 写 0 路闭合值, “\*\* \*\*” 为 CRC16 值
- 01 05 00 01 00 00 \*\* \*\* 写 1 路断开值, “\*\* \*\*” 为 CRC16 值
- 01 05 00 01 FF 00 \*\* \*\* 写 1 路闭合值, “\*\* \*\*” 为 CRC16 值