



SmartGen
ideas for power

HAT162

双电源自动切换控制器

通信协议

SmartGen

郑州众智科技股份有限公司

SMARTGEN (ZHENGZHOU) TECHNOLOGY CO., LTD.

目 次

前 言	3
1 引言	4
2 ModBus 基本规则	4
3 数据帧格式	4
4 通信规约	5
4.1 说明	5
4.2 信息帧格式	5
4.3 地址码 (ADDRESS)	5
4.4 功能码 (FUNCTION CODE)	5
4.4.1 01H 读开变量	5
4.4.2 03H 读寄存器	5
4.4.3 05H 置单个开关量	6
4.5 数据区 (DATA)	6
4.5.1 与功能码 01H 对应的数据区格式	6
4.5.2 与功能码 03H 对应的数据区格式	6
4.5.3 与功能码 05H 对应的数据区格式	6
4.6 错误校验码 (CRC)	7
4.7 信息帧格式举例	8
4.7.1 功能码 01H	8
4.7.2 功能码 03H	9
4.7.3 功能码 05H	10
4.8 出错处理	10
5 附录：地址和数据	11
5.1 功能码 03H 所映射的数据区	11
5.2 功能码 05H 所映射的开关量区	14
5.3 ATS 状态表	14
5.4 一路交流状态表	14
5.5 二路交流状态表	15

前 言



是众智的中文商标

SmartGen是众智的英文商标

SmartGen — Smart 的意思是灵巧的、智能的、聪明的，Gen 是 generator(发电机组)的缩写，两个单词合起来的意思是让发电机组变得更加智能、更加人性化、更好的为人类服务。

不经过本公司的允许，本文档的任何部分不能被复制(包括图片及图标)。

本公司保留更改本文档内容的权利，而不通知用户。

公司地址：中国·河南省郑州高新技术开发区金梭路 28 号

电话：0086-371-67988888

0086-371-67981888

0086-371-67991553

0086-371-67992951

0086-371-67981000(外贸)

全国免费电话：400-0318-139

传真：0086-371-67992952

网址：www.smartgen.com.cn

www.smartgen.cn

邮箱：sales@smartgen.cn

表1 版本发展历史

日期	版本	内容
2018-04-20	1.0	开始发布

1 引言

本通讯协议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。

MODBUS通讯规约允许本装置与施耐德、西门子、Modicon等多个国际知名品牌的可编程顺序装置(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。只要增加一套基于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。

2 ModBus 基本规则

- 所有 RS232 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 个子站之间传递。
- 主站将初始化的装置在 RS232 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 RS232 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，则不予响应。

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以11位的串行数据流。

表2 数据帧格式

项目	位数
起始位	1 位
数据位	8 位
奇偶校验位	无
停止位	2 位

4 通信规约

4.1 说明

当通信命令发送至仪器时，符合相应的地址码的设备接收通信命令，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。

4.2 信息帧格式

表3 信息帧格式

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)

4.3 地址码(ADDRESS)

地址码为每次通信传送的信息帧中的第一个数据帧(8位)，从0到255。单个设备的地址范围是1-247，这个字节表明由用户设定的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。主机发送来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。

4.4 功能码 (FUNCTION CODE)

功能码是每次通信传送的第二个数据。ModBus通讯规约定义功能码为1-255(01H-0FFH)。本机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。

下表列出功能码具体的含义及操作：

表4 ModBus 部分功能码

功能码	定义	操作
01H	读开关量	读取单个或多个开关量
03H	读寄存器	读取一个或多个寄存器数据
05H	置单个开关量	置单个开关量

4.4.1 01H 读开关量

主机可以利用功能码为01的通讯命令，读取装置内的各种开关量(如开关合闸、分闸、故障，自动或手动状态等)。

4.4.2 03H 读寄存器

主机利用功能码为03H的通讯命令，读取装置内的数值寄存器，(数值寄存器内保存的是采集到的各种模拟量和参数的设定值)。功能码03H映射的数据区的输入寄存器值都是16位(2字节)。这样从装置读取的寄存器值都是2字节。一次最多可读取的寄存器数是125个。

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二个字节为一组的双字节数，且高字节在前。

4.4.3 05H 置单个开关量

主机利用这条命令把单个开关量数据保存到装置内的位存储器(如控制ATS转换的开关量)。子机也用这个功能码向主机返送信息。

4.5 数据区(DATA)

数据区随功能码不同而不同。

4.5.1 与功能码 01H 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	读开关量个数
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 个开关量数据
字节数	1	1

4.5.2 与功能码 03H 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 个寄存器数据
字节数	1	N

4.5.3 与功能码 05H 对应的数据区格式

主机发送

数据顺序	1	2
数据含义	开关量地址	强制单个开关量值
字节数	2	2

子机应答:

数据顺序	1	2
数据含义	开关量地址	单个开关量值
字节数	2	2

4.6 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，由于电子噪声或其它一些干扰，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：信息帧的格式都是相同的：地址码、功能码、数据区及错误校验码。

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信息的CRC码是否与接收到的相同，如果二者不同，则表明出错。

CRC码的计算方法是，先预置16位寄存器全为1。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异或，如果最低位为0，不进行异或运算。

这个过程一直重复次。第8次移位后，下一个8位再与现在的寄存器的内容相异或，这个过程与上次一样重复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。

CRC-16码的计算步骤

- 1) 置 16 位 CRC 寄存器为十六进制 FFFF；
- 2) 把一个 8 位数据与 CRC 寄存器的低 8 位相异或，把结果放于 CRC 寄存器；
- 3) 把 CRC 寄存器的内容右移一位，用 0 填补最高位，检查移出位。
- 4) 如果最低位为 0：重复第 3 步（再次移位）。
如果最低位为 1：CRC 寄存器与十六进制数 A001 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 5，进行下一个数据处理。
- 7) 最后得到的 CRC 寄存器值即为 CRC 码，传送时将低 8 位先发送，高 8 位最后发送。

注：CRC码的计算从<子机地址>开始，除<CRC码>的所有字节。

4.7 信息帧格式举例

4.7.1 功能码 01H

子机地址为00，读取起始地址为0000H的20H(十进制32)个开关量

主机发送	字节数	举例（十六进制）	
子机地址	1	01	送至子机 01
功能码	1	01	读取开关量
起始地址	2	00 00	起始地址为 0000
读取个数	2	00 1C	读取 28 个开关量
CRC 码	2	3D C3	由主机计算得到的 CRC 码

子机响应	字节数	举例（十六进制）	
子机地址	1	01	返回子机地址 01
功能码	1	01	读取开关量
读取字节数	1	04	返回开关量数量：28 个开关量（共 4 个字节）
数据 1	1	30	地址为 07—00 内的内容
数据 2	1	00	地址为 0F—08 内的内容
数据 3	1	93	地址为 17—10 内的内容
数据 4	1	0A	地址为 1C—18 内的内容
CRC 码	2	18 26	由子机计算得到的 CRC 码

开关量07—00的值用十六进制表示为30H，用二进制表示为00110000，开关量07是字节的高位，00 是低位，开关量07—00的状态是：OFF—OFF—ON—ON—OFF—OFF—OFF—OFF。

4.7.2 功能码 03H

子机地址为01，起始地址为0026H的3个点
 此例中点数据地址为：

地址	数据（十六进制）
0026	0014
0027	0014
0028	0005

主机发送	字节数	举例（十六进制）
子机地址	1	01 送至子机 01
功能码	1	03 读取点寄存器
起始地址	2	00 起始地址为 0026 26
读取个数	2	00 读取 3 个点（共 6 个字节） 03
CRC 码	2	E4 由主机计算得到的 CRC 码 00

子机响应	字节数	举例（十六进制）
子机地址	1	01 返回子机地址 01
功能码	1	03 读取点寄存器
读取字节数	1	06 3 个点（共 6 个字节）
点 1 数据	2	00 地址为 0026 内的内容 14
点 2 数据	2	00 地址为 0027 内的内容 14
点 3 数据	2	00 地址为 0028 内的内容 05
CRC 码	2	91 由子机计算得到的 CRC 码 71

4.7.3 功能码 05H

子机地址为01，起始地址为0002H的1个开关量，置0002单元为1
 此例中开关量数据地址为：

地址	数据（十六进制）
0000	0
0001	1
0002	0

说明：十六进制值00FF强制开关量为1，0000H强制为0，其它值则为非法且不影响开关量的状态

主机发送	字节数	举例（十六进制）	
子机地址	1	01	送子机地址 01
功能码	1	05	强制开关量
起始地址	2	00 00	起始地址为 0000
数据	2	00 FF	开关量置 1
CRC 码	2	CD FB	由主机计算得到的 CRC 码

子机响应	字节数	举例（十六进制）	
子机地址	1	01	返回子机地址 01
功能码	1	05	强制开关量
起始地址	2	00 00	起始地址为 0000
数据	2	00 FF	开关量置 1
CRC 码	2	CD FB	由主机计算得到的 CRC 码

4.8 出错处理

当装置检测到了CRC码出错以外的错误时，必须向主机返送信息，功能码的最高位置1，即子机返送的功能码是在主机发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，则被装置忽略。

子机返送的错误码的格式如下（CRC除外）：

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

错误功能码

- 01 非法的功能码
接收到的功能码不支持
- 02 非法的数据地址
指定的地址超出子机的范围
- 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。

5 附录：地址和数据

5.1 功能码 03H 所映射的数据区

地址	项目	说明	
0000H	保留	为 1 有效(LSB)	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效(MSB)	1bit
0001H	1#开关状态	0 分闸 1 合闸	1bit
	1#正常	0 异常 1 正常	1bit
	2#开关状态	0 分闸 1 合闸	1bit
	2#正常	0 异常 1 正常	1bit
	自动/手动	0 自动 1 手动	1bit
	一路切换优先	为 1 有效	1bit
	二路切换优先	为 1 有效	1bit
	发电机开机输出状态	0 未开机 1 开机	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	一路合闸反馈信号输入	为 1 有效	1bit
	二路合闸反馈信号输入	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	0002H	1#异常	为 1 有效
1#电压过高		为 1 有效	1bit
1#电压过低		为 1 有效	1bit
1#缺相		为 1 有效	1bit
1#逆相序		为 1 有效	1bit
1#过频		为 1 有效	1bit
1#欠频		为 1 有效	1bit
保留		为 1 有效	1bit



地址	项目	说明	
	2#异常	为 1 有效	1bit
	2#电压过高	为 1 有效	1bit
	2#电压过低	为 1 有效	1bit
	2#缺相	为 1 有效	1bit
	2#逆相序	为 1 有效	1bit
	2#过频	为 1 有效	1bit
	2#欠频	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
0003H	1 路合闸继电器输出	置 1 输出	1bit
	2 路合闸继电器输出	置 1 输出	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	可编程输出口 1 状态	置 1 输出	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
0004H	1#转换失败报警	为 1 有效	1bit
	1#合闸失败	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	2#转换失败报警	为 1 有效	1bit
	2#合闸失败	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
	保留	为 1 有效	1bit
0005H	1#Uab		
0006H	1#Ubc		
0007H	1#Uca		

地址	项目	说明
0008H	1#Ua	
0009H	1#Ub	
000AH	1#Uc	
000BH	保留	
000CH	保留	
000DH	保留	
000EH	1#频率	频率*10
000FH	保留	
0010H	2#Uab	
0011H	2#Ubc	
0012H	2#Uca	
0013H	2#Ua	
0014H	2#Ub	
0015H	2#Uc	
0016H	保留	
0017H	保留	
0018H	保留	
0019H	2#频率	频率*10
001AH	保留	
001BH	保留	
001CH	保留	
001DH	ATS 状态 ATS 状态表	
001EH	ATS 状态延时值	
001FH	1#路状态 一路交流状态	
0020H	1#路状态延时值	
0021H	2#路状态 二路交流状态	
0022H	2#路状态延时值	
0023H	控制器型号	162: HAT162
0024H	控制器软件版本	
0025H	控制器硬件版本	
0026H	发布年	
0027H	发布月	
0028H	发布日	
0029H	保留	
002AH	交流线制	0: 三相四线; 1: 单相二线; 2: 三相三线; 3: 两相三线。
002BH	1#Ua 相位	
002CH	1#Ub 相位	
002DH	1#Uc 相位	
002EH	2#Ua 相位	
002FH	2#Ub 相位	

地址	项目	说明
0030H	2#Uc 相位	
0031H	保留	
0032H	保留	
0033H	保留	
0034H	保留	
0035H	保留	
0036H	保留	
0037H	保留	
0038H	保留	
0039H	保留	
003AH	保留	
003BH	保留	
003CH	保留	
003DH	保留	
003EH	保留	
003FH	保留	
0040H	保留	

5.2 功能码 05H 所映射的开关量区

开关量		
地址 (Address)	项目 (Item)	说明
0000H	遥控 1 路合闸	为 1 有效 (即为 0xFF00 有效)
0001H	保留	为 1 有效 (即为 0xFF00 有效)
0002H	遥控 2 路合闸	为 1 有效 (即为 0xFF00 有效)
0003H	保留	为 1 有效 (即为 0xFF00 有效)
0004H	自动/手动切换键	为 1 有效 (即为 0xFF00 有效)
0005H	手动试机键	为 1 有效 (即为 0xFF00 有效)

5.3 ATS 状态表

序号	内容	描述
0x01	一路正在合闸	
0x02	一路正在分闸	
0x03	二路正在合闸	
0x04	二路正在分闸	
0x05	转换间隔延时	
0x06	一路再扣合闸	
0x07	一路再扣分闸	
0x08	二路再扣合闸	
0x09	二路再扣分闸	
0x0a	过转换延时	
0xff	过程结束	

5.4 一路交流状态表

序号	内容	描述
0	一路正常	此状态不显示延时值
1	一路正常延时	
2	一路异常	此状态不显示延时值
3	一路异常延时	

5.5 二路交流状态表

序号	内容	描述
0	二路正常	此状态不显示延时值
1	二路正常延时	
2	二路异常	此状态不显示延时值
3	二路异常延时	

SmartGen