

IR-2031

2路电流(0/4 ~ 20mA)采集模块

产品使用说明书

Ver 1.0



北京异特路智能通讯科技有限公司
Beijing itRob Intelligent Telecommunication Co , Ltd.

目 录

1 产品介绍.....	4
1.1 概述.....	4
1.2 产品特点.....	4
1.3 产品尺寸.....	4
1.4 主要技术指标.....	5
1.5 面板布局.....	6
1.6 端子定义.....	6
1.7 模拟信号输入及接线.....	7
1.7.1 标准电流源.....	7
1.7.2 两线制接线.....	7
1.7.3 三线制接线.....	7
1.8 LED指示灯.....	7
1.9 电源.....	7
2 使用指导.....	8
2.1 典型应用.....	8
2.2 参数设置.....	8
2.2.1 协议.....	9
2.2.2 波特率.....	9
2.2.3 地址.....	10
2.3 启动过程及参数载入.....	10
2.3.1 正常启动.....	10
2.3.2 INIT*启动.....	10
2.4 用上位机软件IR2000Utility测试IR-2031.....	11
2.4.1 计算机与IR-2031的连接.....	11
2.4.2 启动IR2000Utility.....	11
2.4.3 打开串口.....	12
2.4.4 搜索模块.....	13
2.4.5 IO控制.....	13
2.4.6 设置通信参数.....	14
2.4.7 终端的使用.....	16
3 ModbusRTU协议指令系统	18
3.1 ModbusRTU协议命令列表.....	18
3.2 ModbusRTU协议异常码列表.....	18
3.3 ModbusRTU协议命令详解.....	19
功能码0x03(读模拟输入通道同步采样寄存器)	19
功能码0x04(读模拟输入通道瞬时采样寄存器)	21
功能码0x46 子功能码0x00(读模块型号)	23
功能码0x46 子功能码0x04(设置模块地址)	24
功能码0x46 子功能码0x05(读模块通信参数)	26
功能码0x46 子功能码0x06(设置模块通信参数)	28

功能码0x46 子功能码0x07(读设备版本号)30

功能码0x46 子功能码0x08(读复位标志)31

功能码0x46 子功能码0x18(同步输入采样命令)32

功能码0x46 子功能码0x19(读同步采样标志)33

4 IRASCI协议指令系统.....34

4.1 IRASCI协议命令列表.....34

4.2 命令详解.....35

 \$AA235

 %AANNTTCCFF36

 \$AAM37

 \$AAF38

 #* *39

 \$AA440

 \$AA541

 #AA42

 #AAN43

附录A IRASCI协议语法介绍.....44

附录B IRASCI协议检验和的计算.....44

附录C 复位标志.....45

附录D 同步采样.....45

附录E 同步采样标志.....45

1. 产品介绍

1.1 概述

IR-2031是一款可测量2路电流(0/4~20mA)信号的经济型模拟量测量与采集模块。

IR-2031模块可广泛应用于各种工业测量与控制系统中。它能测量压力、温度、行程、液位、电量等变送器输出的4~20mA信号。通信接口为两线RS-485。控制主机通过RS-485总线与IR-2031模块通讯,IR-2031将采集到的模拟信号通过RS-485总线反馈回主控计算机,从而实现对工业现场的模拟量信号的采集。

IR-2031支持两种通信协议---ModbusRTU协议与IRASCI I I协议。其中IRASCI I I协议与研华公司的ADAM协议以及弘格公司的DCON协议相兼容,其指令集兼容于ADAM、NuDAM等模块;而ModbusRTU协议是当前工业领域里使用最为广泛的协议。实际应用时用户可根据需要通过上位机软件在线设置的方式自行设定模块的通信协议、波特率和地址,设置成功后相关参数会自动保存在模块内部的EEPROM中。

1.2 产品特点

支持双协议:ModbusRTU协议与IRASCI I I协议。

可同时采集2路电流信号(范围:0~20mA,兼容4~20mA)。

提供485(通讯状态)指示灯和PW(电源)指示灯,方便用户查看模块工作状态。

RS-485接口具备防雷保护功能,使产品工作更加安全可靠。

模块支持在线设置,用户可用上位机软件通过485口对模块的工作参数进行设置。所有的设置参数全部保存于模块内部的EEPROM中,与那些通过跳线和拨码开关进行设置的产品相比更加简单、方便。

内置硬件看门狗(WDT),可有效防止因干扰和程序跑飞导致的死机,使模块工作更安全更可靠。

安装方式同时支持DIN导轨安装和螺丝固定的壁挂式安装。

1.3 产品尺寸

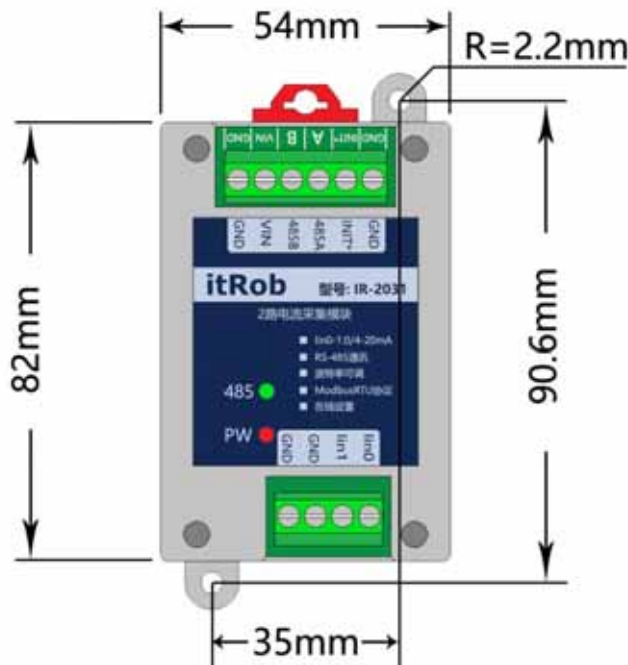


图1.3 IR-2031尺寸

1.4 主要技术指标

输入通道	通道数量	电流通道：2路
	信号范围	电流通道：0 ~ 20mA
	输入阻抗	电流通道：120
	测量精度	0.1%
	信号输入方式	共模方式，2路电流公共端为GND
	AD采样位数	12位
	模拟量对应关系	ModbusRTU协议：0 ~ 4 ~ 20mA对应0000 ~ 0FA0 ~ 4E20
		IRASCII协议：0 ~ 4 ~ 20mA对应00.000 ~ 04.000 ~ 20.000
	采样速率	1000次采样/S
	数据更新周期	0.2s
	过载能力	1.04倍量程可正确测量，过载2倍量程输入1s不损坏。
最小无故障时间	100000小时	
RS-485接口	接口信号	485A、485B（两线半双工）
	通讯速率	1200、2400、4800、9600、19200、38400、57600、115200， （单位：bps）用户可通过命令设置模块的通讯波特率
	防雷保护电压	7 ~ 8V
	防雷保护容量	300W
	带载点数	一条RS-485总线可最多挂接32个模块，如果用户使用的模块数量超过32个，可通过RS-485中继器（如IR-1301S）或RS-485分配器（如IR-1305A）来扩展RS-485网络。
LED指示灯	PW：电源指示灯（红色） 485：RS-485通信指示灯（绿色）	
通讯协议	ModbusRTU协议和IRASCII协议，可通过命令或软件设置	
指令数量	ModbusRTU协议	10条
	IRASCII协议	9条
模块地址范围	ModbusRTU协议	01 ~ F7（共247个地址）
	IRASCII协议	00 ~ FF（共256个地址）
功耗	0.4W	
输入电源电压	+9V ~ +30VDC(具备电源反接保护功能)	
温度	-20 ~ 70	
湿度	5% ~ 90% 无冷凝	
安装方式	同时支持标准DIN导轨安装和壁挂式安装	
体积/尺寸	（参见第1.3节外产品尺寸）	

表1.4 IR-2031参数列表

1.5 面板布局



图1.5 IR-2031面板布局

1.6 端子定义

端子名称	说 明
Iin0	模拟量输入/电流输入通道0正端（输入电流范围0/4~20mA）
Iin1	模拟量输入/电流输入通道1正端（输入电流范围0/4~20mA）
INIT*	作用1：初始化输入端子。 如果模块启动时为低电平（与GND端子短接）则可使模块载入出厂默认参数，既ModbusRTU协议，波特率9600bps，模块地址01。 如果模块启动时为高电平（浮空/与GND断开）则模块会从内部的EEPROM中载入用户设置的通信参数。 作用2：该端子也是模块的通信协议和波特率的写保护端子。当对模块的协议和波特率参数进行修改时该端子必须与GND短接。模块的地址修改不需要该端子与GND短接。
485A	RS-485信号正，与485总线的正端相连
485B	RS-485信号负，与485总线的负端相连
VIN	电源输入正端（输入电压范围+9V ~ +30VDC）
GND	电源输入负端、信号地、电流输入通道负端

表1.6 端子定义

1.7 模拟信号输入及接线

1.7.1 标准电流源

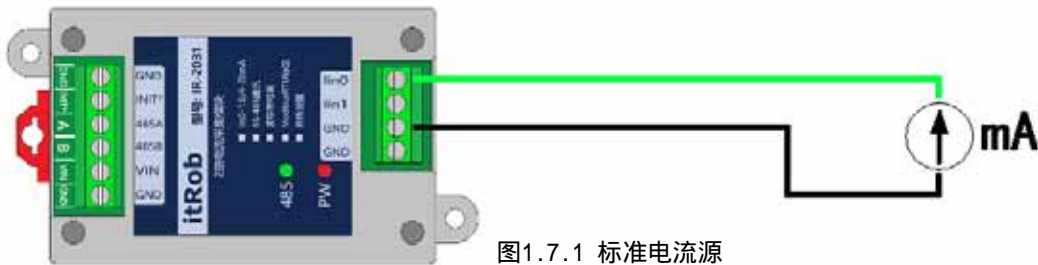


图1.7.1 标准电流源

1.7.2 两线制接线

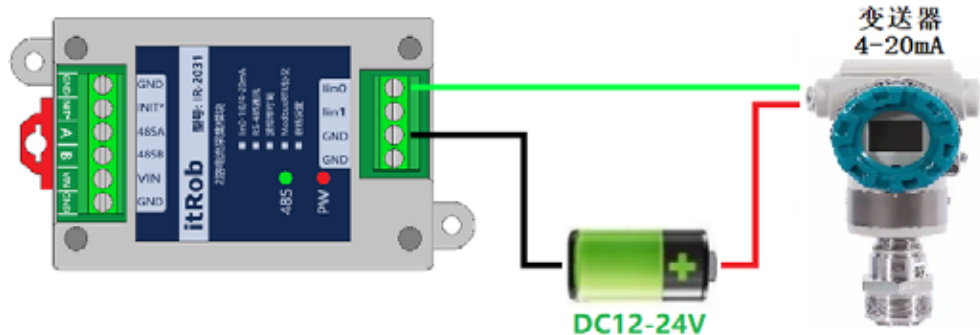


图1.7.2 与两线制变送器接线示意图

1.7.3 三线制接线

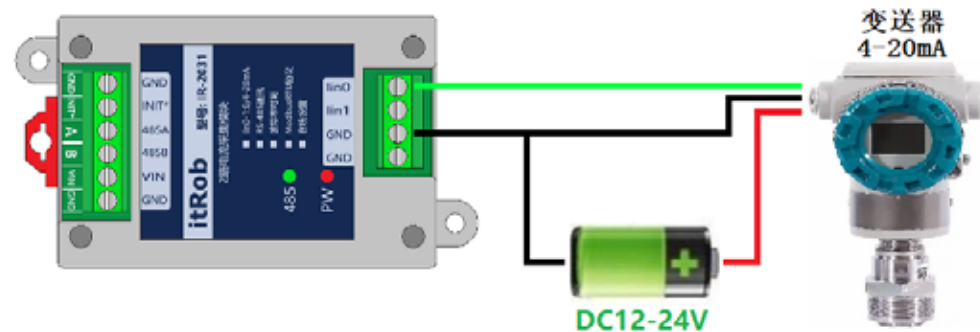


图1.7.3 三线制接线示意图

1.8 LED指示灯

IR-2031模块上有2个LED指示灯，PW和485。

PW灯为电源指示灯，红色。当模块供电正常时该灯常亮。

485灯为RS-485通信状态指示灯，绿色。当IR-2031模块收到主机发来的命令或数据时，该灯会闪烁。同时，当模块返回数据给主机时该灯也会闪烁。此外，当模块刚上电或复位时，该指示灯会连续闪烁3次，以指示模块内部的MCU已正常启动。

1.9 电源

IR-2031在使用直流电源供电时要保证电压范围在+9V ~ +30VDC范围内。在IR-2031的连接端子处标有电源接口的定义。实际接线时外部直流电源的正极接VIN，负极接GND。如图1.9所示。

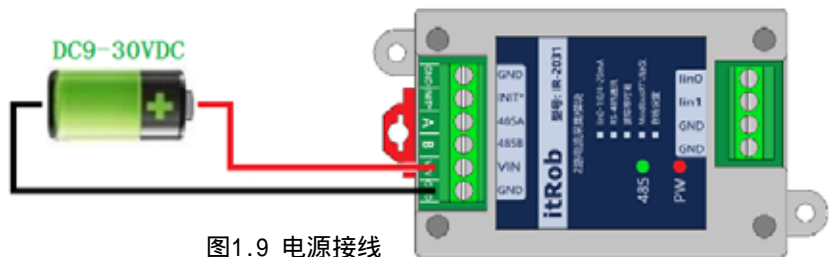


图1.9 电源接线

IR-2031的功耗为0.4W，假设用户的电源为24VDC，且模块与电源之间的距离不足以造成明显的压降，若要使模块正常工作，该24VDC电源所具备的最大输出电流不得低于0.4W/24V=0.017A。

2. 使用指导

2.1 典型应用

在使用IR-2031对模拟量信号进行采集与监测之前，必须构建一个主从式结构的RS-485网络系统。该系统由一台主机、RS-232/USB转485转换器、远程I/O模块以及监视/控制对象(传感器/变送器)、电源、通讯及配置软件等组成。如图2.1所示为IR-2031的典型系统构成：

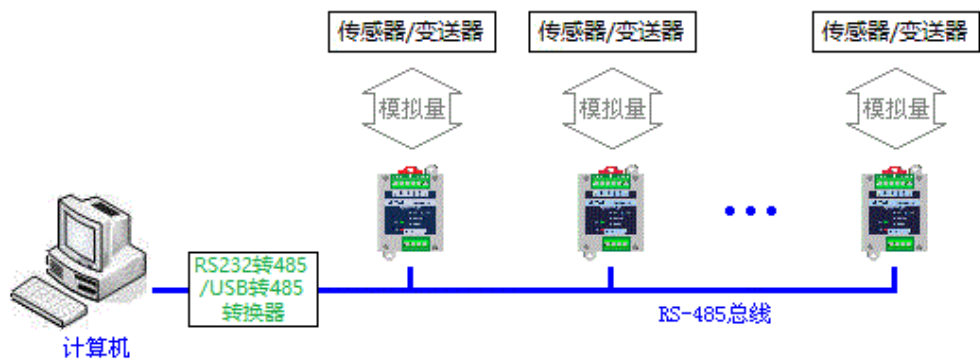


图2.1 IR-2031典型应用

2.2 参数设置

在使用IR-2031前，用户需要对IR-2031的通信参数进行必要的设置。有3个通信参数---协议、波特率、地址。如表2.2所示：

编号	设置项名称	设置条件	使用命令	
1	地 址	(无)	ModbusRTU	功能码46，子功能码04
			IRASCII	%AANNTTCCFF
2	波特率	INIT*与GND短接	ModbusRTU	功能码46，子功能码06
			IRASCII	%AANNTTCCFF
3	协 议	INIT*与GND短接	ModbusRTU	功能码46，子功能码06
			IRASCII	%AANNTTCCFF

表2.2 IR-2031的可设置项列表

注意！地址在设置或更改时INIT*端子不需要与GND短接，但波特率和协议在设置或更改时INIT*端子必须与GND短接，否则模块会返回参数设置失败的信息。在实际应用中，波特率和协议一般在系统设计前就已经确定好了，不会经常改动，而模块地址在使用过程中有时会根据情况进行更改和调整。

IR-2031的通信参数的设置采用在线设置的方式，具体来说就是通过RS-485口向模块发送命令的方式实现。设置好的参数会保存在模块内部的EEPROM中,与那些必须通过打开产品外壳通过拨码开关或跳线来设置的产品相比更加方便。另外，在线设置功能还有一个方便之处就是可以远距离设置模块地址。当系统的485总线上挂接了多个模块且需要修改或调整模块地址时，不必将模块拿到近处设置，而是直接在线远距离设置，非常方便。

在线设置通信参数时，用户需要通过485口向模块发送参数设置命令来实现，如表2.2所示。相应的参数设置命令详见通信参数设置命令部分。在实际操作时建议采用异特路公司的专用I/O模块测试软件IR2000Utility来实现。该软件具备串口通讯功能，可搜索485总线上的所有模块，并对指定地址的模块进行通信参数的设置、数据采集和输出控制。用户也可使用该软件里的终端功能直接从串口（485口）向模块发送命令与模块通信，非常方便。

后面将会对异特路I/O模块测试软件IR2000Utility进行详细介绍。

下面详细说明IR-2031的3个通信参数。

2.2.1 协议

IR-2031支持2种通信协议---ModbusRTU协议和IRASCII协议。其中，IRASCII协议又分2种---不带检验和与带检验和。因此，用户在IR2000Utility程序的模块设置对话框中会看到在协议下拉列表中有3个选项，其中IRASCII就是指不带检验和的IRASCII协议，IRASCII_CHK就是指带检验和的IRASCII协议。如表2.2.1所示：

协议名称	下拉列表选项
ModbusRTU	ModbusRTU
IRASCII (无检验和)	IRASCII
IRASCII (有检验和)	IRASCII_CHK

表2.2.1 协议名称对照表

无检验和的IRASCII协议与有检验和的IRASCII协议在指令格式和结构上是完全一样的，差别只在有检验和的IRASCII协议多了一个检验和字段。

无论何种协议，都采用RS-485通信。IR-2031模块的通讯口为标准的RS-485接口，其数据格式为1位起始位，8位数据位，无奇偶校验，1/2位停止位。IR-2031的校验方式不采用面向每个字节的奇偶校验方式，而是采用面向整个数据包(字节串)的校验方式。ModbusRTU协议下为CRC校验，在IRASCII协议(带检验和)下为检验和校验。

若用户要改变模块的协议设置，必须将INIT*端子与GND端子短接，否则模块会返回设置失败的消息，新的设置也无法写入模块的EEPROM。当新的协议设置成功并保存到EEPROM后，要想使新的协议生效，用户必须先断开INIT*端子与GND端子，然后重新启动模块。

用户在设置模块通信协议时，只能将模块设置为其中的一种协议。一旦模块被设置为某一种协议，则模块不会对其他协议的命令进行响应，除非再次更改模块协议。

注1：设置和更改IR-2031协议时必须将INIT*端子与GND端子短接，否则会设置失败。

注1：IR-2031模块的出厂默认协议为ModbusRTU协议。

注2：当IR-2031上电启动时，如果INIT*端子与GND端子短接，则模块会自动载入默认出厂设置，既ModbusRTU协议，波特率9600bps，地址01。

关于IRASCII协议计算检验和的方法参见附录B。

2.2.2 波特率

IR-2031模块的通信口为标准的RS-485接口，支持8种波特率，如下表(表2.2.2)所示：

代码	03	04	05	06	07	08	09	0A
波特率	1200	2400	4800	9600	19200	38400	57600	115200

表2.2.2 IR-2031 通信波特率(单位bps)

说明：上表中每个代码对应相应的波特率数值。在ModbusRTU协议下该代码对应设置命令(功能码46、子功能码06)中的04号字节；在IRASCII协议下该代码对应%AANNTTCFF命令中的CC字段。

IR-2031的波特率的出厂值为9600bps。用户若要更改模块波特率必须先使模块的INIT*端子与GND短接，然后用相应的设置命令设置模块的波特率。当新的波特率设置成功并保存到EEPROM后，新设定的波特率不会立即生效，要想使新波特率生效，用户必须先断开INIT*端子与GND端子，然后重新启动IR-2031模块。

若要实现控制主机(计算机)与IR-2031模块的通信，必须保证主机与模块具有相同的波特率。如果用户忘记了IR-2031模块的当前波特率值，需要重新设置模块波特率。首先将模块的INIT*端子与GND端子短接，然后重新启动模块，这时IR-2031将进入INIT*状态(载入出厂参数)，模块在INIT*状态下所有的设置参数都将载入出厂默认值，既：地址为00、波特率为9600bps、协议为ModbusRTU协议，知道这3个参数后用户即可与模块建立连接，并通过读参数命令查询模块原来的通信参数。

注1：设置和更改IR-2031波特率时必须将INIT*端子与GND端子短接，否则会设置失败。

注1：IR-2031模块的出厂默认波特率为9600bps。

注2：当IR-2031上电启动时，如果INIT*端子与GND端子短接，则模块会自动载入默认出厂设置，既ModbusRTU协议，波特率9600bps，地址01。

2.2.3 地址

IR-2031模块的地址范围在不同的协议下略有差别。当协议为ModbusRTU协议时模块的有效地址范围为01 ~ F7(十六进制)共247个地址。当模块协议为IRASCII协议时模块有效地址范围为00 ~ FF(十六进制)共256个地址。当协议为ModbusRTU协议时,地址00规定为广播地址(如同步采样命令:地址00、功能码46、子功能码18),而地址F8 ~ FF(十六进制)为ModbusRTU协议标准规定的保留地址。用户不能将00和F8 ~ FF范围内的地址设置到IR-2031模块,否则模块会返回错误信息。

另外,如果用户只更改模块地址的话,则不必在INIT*状态(INIT*端子与GND端子短接)下进行,并且地址更改后不必重新启动模块即可立即生效。

(关于在不同的协议下如何设置模块的地址请参考对应协议下的相关设置命令)

协 议	IRASCII	ModbusRTU
地址范围	00 ~ FF (共256个有效地址)	01 ~ F7 (共247个有效地址)

表2.2.3 IR-2031 在不同协议下的地址范围对照表

注1:如果一个RS-485网络中挂接了多个IO模块,若要使系统正常工作必须保证所有模块的地址不能重复,既不允许有地址相同的模块挂在同一个RS-485网络上。

注2:当IR-2031上电启动时,如果INIT*端子与GND端子短接,则模块会自动载入默认出厂设置,既ModbusRTU协议,波特率9600bps,地址01。

2.3 启动过程及参数载入

IR-2031的启动过程主要有2种:正常启动与INIT*(载入出厂值)启动。

2.3.1 正常启动

正常启动是指IR-2031在启动时INIT*端子与GND端子不短接的启动方式,此时IR-2031的所有可设置参数全部从位于其内部的EEPROM中载入。用户之前设置并保存的数据就存放于该EEPROM中。该方式也是IR-2031正常应用时的启动方式。

2.3.2 INIT*启动

INIT*启动也叫载入出厂值启动,是指IR-2031在启动时INIT*端子与GND端子短接的启动方式。此时IR-2031的所有通信参数全部自动载入出厂默认值,而不是从EEPROM中载入用户的设置参数。出厂默认配置参数为ModbusRTU协议、波特率为9600、地址为01。该启动方式的主要用处是当用户忘记模块的设置参数时提供一个恢复出厂默认值的途径,以方便用户快速的与模块建立连接,从而对模块进行新的设置。

IR-2031的启动流程与参数载入流程如下图(图2.3)所示:

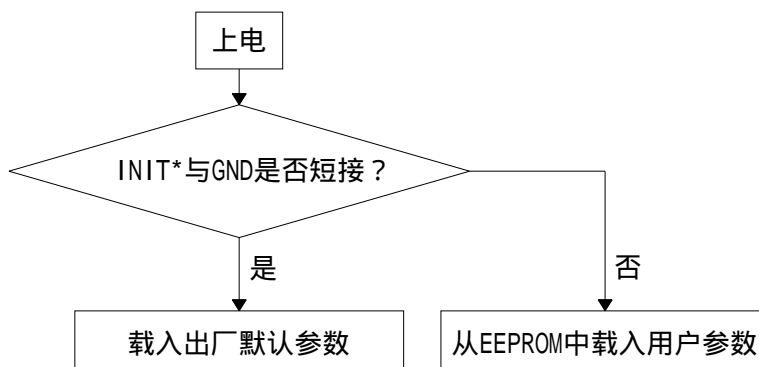


图2.3 IR-2031 启动过程及参数载入流程图

注1:当模块以INIT*方式启动时载入的出厂参数为ModbusRTU协议,波特率9600bps,地址01。但这个参数并不是模块的EEPROM中的参数,模块的EEPROM中仍然保存着原来的通信参数。此时如果将INIT*端子与GND端子断开并重启模块的话,模块仍然会从EEPROM中载入原来的通信参数。INIT*启动的意义在于当用户忘记模块的通信参数时可以通过该方式快速与模块建立连接,从而通过指令读取模块EEPROM中原来的通信参数或重新设置新的通信参数。

注2:当用户忘记模块的通信参数时也可以使用上位机软件IR2000Utility的搜索功能重新与模块建立连接。但在模块的协议、波特率以及地址未知的情况下,搜索过程可能仍然会比较慢。

2.4 用上位机软件IR2000Utility测试IR-2031

IR2000Utility是专门针对IR-2000系列I/O模块开发的上位机测试软件。该软件提供了一个基于菜单和对话框的用户设置和操作界面。通过该软件，用户可以对485总线上的所有IR-2000系列I/O模块进行搜索，并对搜索到的I/O模块进行通信参数的设置和I/O控制。同时，该软件还提供了一个基于命令行的终端功能。通过终端，用户可直接输入I/O模块的命令，并通过串口(485口)发送给I/O模块，同样可以实现对模块的设置和I/O控制。下面简单介绍IR2000Utility软件的使用方法以及如何通过该软件设置和测试IR-2031。

2.4.1 计算机与IR-2031的连接

在使用IR2000Utility软件测试IR-2031前，用户计算机必须具备一个RS-485接口。如果用户计算机上有RS-232口，则可通过一个232转485转换器(如异特路公司的IR-1112B)实现对485的转换。如果用户计算机上具备USB口则可通过一个USB转485转换器(如异特路公司的IR-1431D-CH340或IR-1401D)实现485口的扩展。

典型的通过USB转485转换器与IR-2031连接的示意图如图2.4.1a所示。

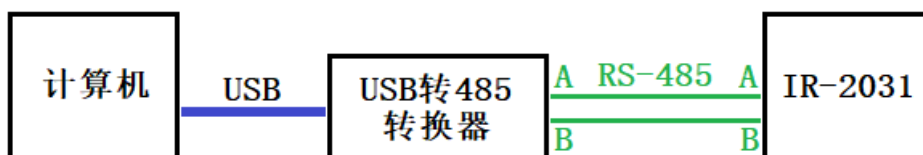


图2.4.1a 计算机通过USB转485转换器与IR-2031连接示意图

计算机连接USB转485转换器并成功安装驱动后的设备管理器里的串口号排列情况如图2.4.1b所示。

可以看到该转换器扩展出来的485口在计算机中对应的虚拟串口编号(本例为COM4)。



图2.4.1b 设备管理器中的虚拟串口

2.4.2 启动IR2000Utility

IR2000Utility在桌面的程序图标如图2.4.2a所示。



图2.4.2a IR2000Utility程序图标

说明：IR2000Utility程序的版本号可能会不断的更新，此处以V2.5.03版本为例进行说明。

IR2000Utility程序可在异特路公司网站www.itrob.cn 或 www.itrob.com.cn 直接下载。

IR2000Utility程序运行后的主窗口界面如图2.4.2b所示。

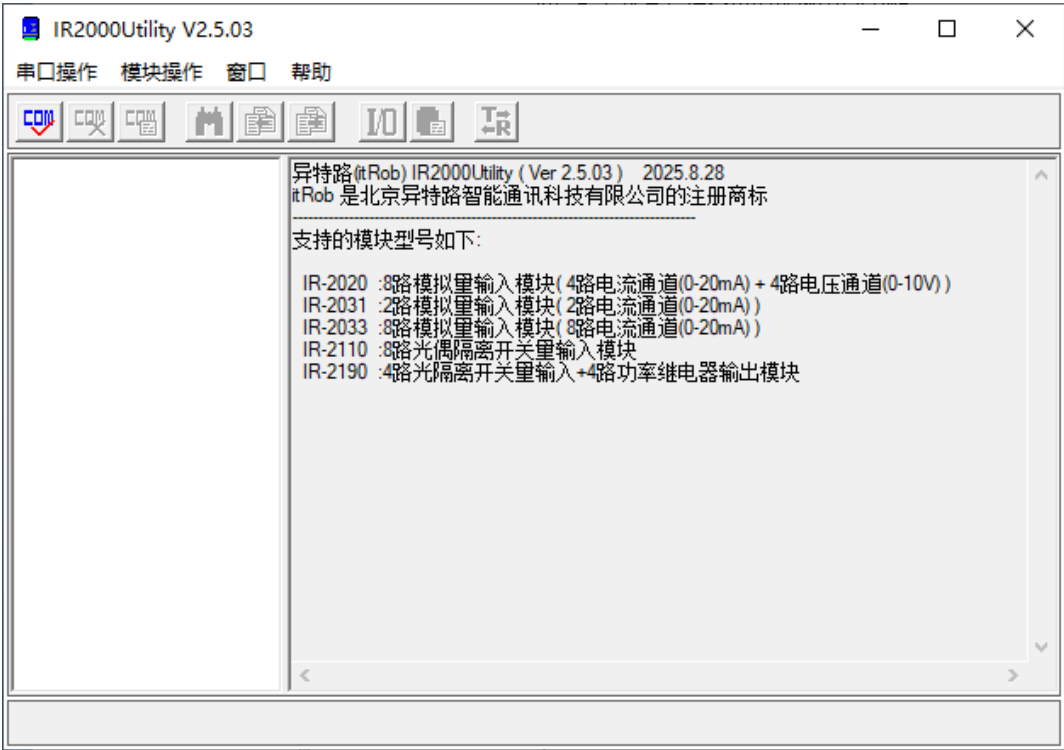



图2.4.2b IR2000Utility程序主窗口

IR2000Utility程序被设计成支持异特路公司IR-2000系列的所有I/O模块。如图2.4.2b，在程序主窗口中间右侧显示了当前的IR2000Utility程序所支持的所有IR-2000系列I/O模块的型号列表，所有列表中列出的I/O模块都可以通过IR2000Utility程序搜索到。

2.4.3 打开串口

点击主菜单的“串口操作”，再点击下拉菜单中的“打开串口项”或点击工具栏中的按钮，弹出串口设置对话框。如图2.4.3a所示。

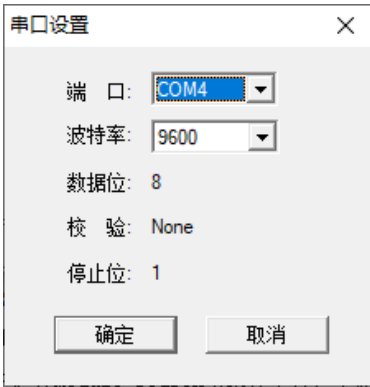


图2.4.3a 串口设置对话框


选择端口(这里是COM4)，通讯波特率选9600bps(该串口的数据位、奇偶校验位在这里是不能设置的，IR2000Utility会自动将数据位设成8位、无校验状态、1位停止位)。点击“确定”按钮，打开串口COM4。

成功打开串口后，IR2000Utility程序窗口下部的状态栏会显示当前已打开串口的相关信息，如图（2.4.3.b）所示：



图2.4.3b 状态栏里的串口信息

2.4.4 搜索模块

此时在主菜单中选择“模块操作”，再在下来菜单中选择“模块搜索”或在工具栏中点击按钮，弹出模块搜索对话框。如图2.4.4a所示：

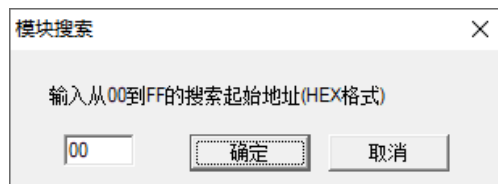


图2.4.4a 模块搜索窗口

在对话框中输入模块搜索的起始地址(两位十六进制数)，点击OK按钮，程序便从指定的起始地址处采用地址递增的方式在指定的串口(这里是COM4口)搜索模块，直到地址到达FF为止。搜索模块时会弹出模块搜索信息对话框，如下图所示。



图2.4.4b 模块搜索信息窗口

搜索结果会在IR2000Utility程序工作区的左侧模块搜索列表中显示出来。如下图所示。

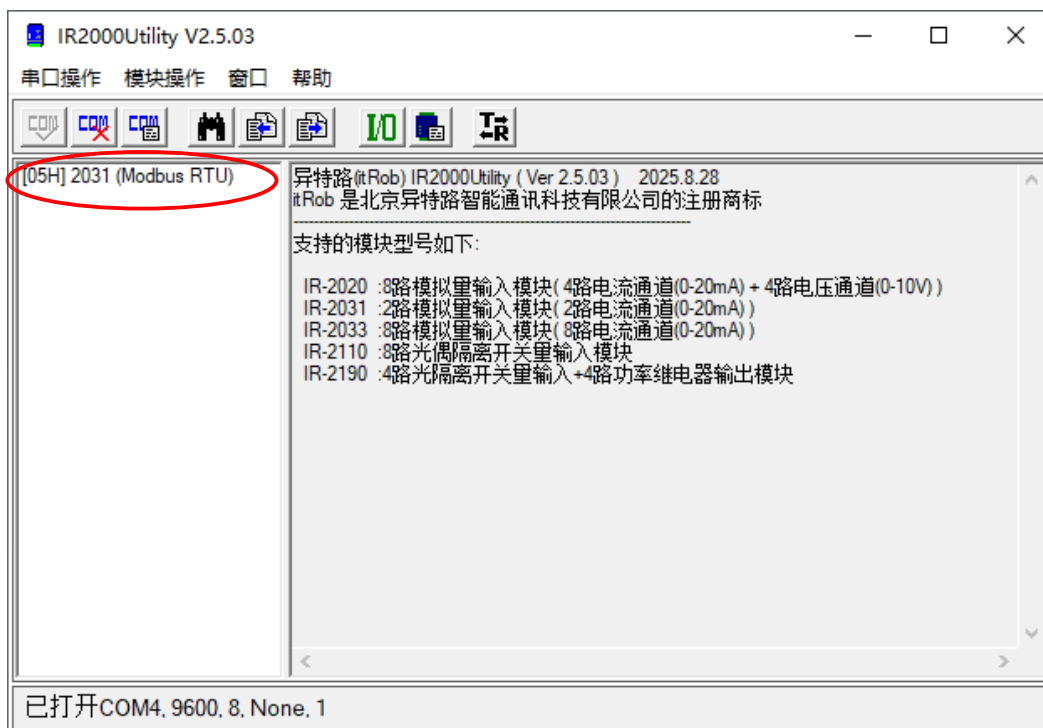


图2.4.4c 模块搜索列表

该搜索列表中显示了已搜索到模块的相关信息，如模块地址、模块型号以及该模块所使用的协议等信息。如图2.4.4.c可知，搜索到地址为05(十六进制)的模块，型号为IR-2031，模块的协议为ModbusRTU协议。

2.4.5 IO控制

用鼠标左键双击该列表的搜索项，或先单击该表项使该搜索表项处于选中状态，然后再选择主菜单的“模块操作”，在下拉菜单中点击“IO控制”(或点击工具栏中的按钮)，便会弹出IR-2031模块的IO控制窗口，如图2.4.5所示。

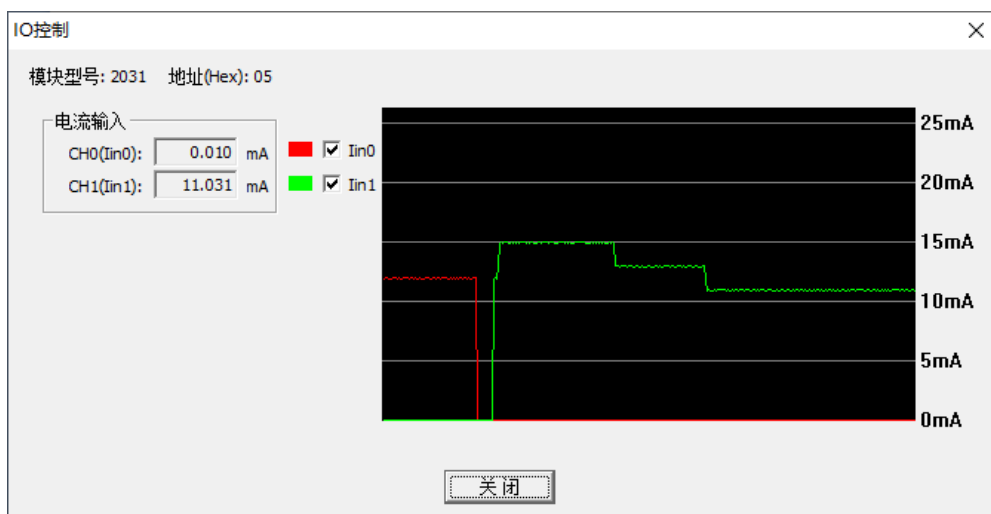


图2.4.5 IR-2031的IO控制窗口

IR-2031的IO控制对话框中除了显示模块型号、模块地址外，还显示IR-2031的2个模拟输入通道(电流通道)的当前采样值(单位mA)以及这2个模拟通道的采样曲线(每1秒中采样一次)。通道In0对应红色曲线，通道In1对应绿色曲线，如图2.4.5所示。

另外在IR-2031的IO控制窗口中还有控制每个模拟输入通道的曲线是否显示的按钮，方便用户对单个模拟输入通道曲线进行分析。

2.4.6 设置通信参数

下面介绍如何通过IR2000Utility设置IR-2031的通信参数。


如图2.4.4.c所示，单击鼠标左键选中搜索列表中的IR-2031搜索项后，选择主菜单中的“模块操作”，在下拉菜单中选择“模块设置”或直接点击工具栏中的按钮，将弹出模块设置对话框，如图(2.4.6.a)所示。



图2.4.6a IR-2031的模块设置窗口

通过模块设置对话框，用户可以对IR-2031的通信参数(协议、波特率、地址)进行设置。

在模块设置对话框的上半部分显示了模块的型号和模块当前的协议、波特率以及地址，下半部分显示的是用户要设置的新的协议、新的波特率和新的地址，如图2.4.6a所示。用户可以在这里输入要设置的新的通信参数，然后点击下面的“写入模块”按钮将新的通信参数写入IR-2031模块。这里有点需要注意。

- 1、协议下拉列表选项中IRASCII表示IRASCII协议无检验和；IRASCII-CHK表示IRASCII协议有检验和；ModbusRTU表示ModbusRTU协议。
- 2、地址设置输入框中输入的数据格式为两位十六进制数，其中字母大小写都可以，如00、01、1A、2d、Cc、EF、F0都是正确的格式，而0、1、a、B、G、01c都是错误的格式。
- 3、IRASCII(或IRASCII-CHK)协议支持的地址范围为00~FF(十六进制)共256个地址，而ModbusRTU协议支持的地址范围为01~F7(十六进制)共247个地址。在ModbusRTU协议下试图将00或F8~FF(十六进制)的地址设置给模块将会失败，模块会返回错误信息。因此用户在将模块协议设置成ModbusRTU协议时，一定要同时检查地址是否符合ModbusRTU协议规定的地址范围。

如图2.4.6b所示为当模块为ModbusRTU协议时，将模块地址设为00时的提示信息。

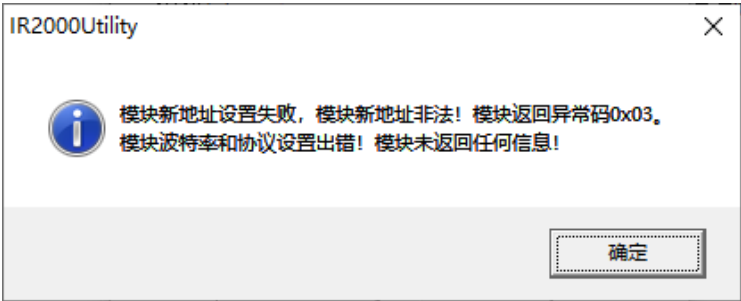


图2.4.6b

4、如果用户只更改模块地址，而波特率和协议不变时，不必将INIT*端子与GND端子短接，也可成功设置新地址，且不用重新启动模块新地址即可立即生效。如图2.4.6c所示为在ModbusRTU协议下且INIT*端子与GND端子未短接的情况下更改模块地址成功后的对话框提示信息。

从提示信息可以看到，模块地址设置成功，但波特率和协议设置出错。此时用户不用担心，因为这是由于INIT*端子与GND端子没有短接导致的，而波特率和协议正好是用户不希望更改的。

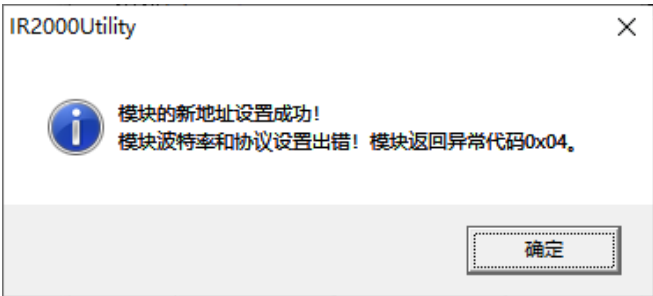


图2.4.6c

5、当设置新的波特率和协议给模块时，必须使模块的INIT*端子与GND端子短接，否则参数会设置失败，模块会返回错误信息。新的波特率和协议设置成功后，必须将INIT*端子与GND端子断开，再重新启动模块，这样新的波特率和协议才能生效。

如图2.4.6d所示为当INIT*端子与GND端子短接时将模块的设置由地址01、波特率9600、协议ModbusRTU改为地址02、波特率115200、协议IRASCII时的返回信息。从返回信息可知，新的地址、波特率和协议设置成功。



图2.4.6d


当用户输入正确的设置参数且参数写入条件(INIT*状态符合要求)满足后，点击“写入模块”按钮即可将新的通信参数写入模块。此时IR2000Utility会返回参数设置结果的相关信息，用户需仔细查看返回信息以判断新的通信参数是否设置成功。

一旦模块被成功设置为某个协议并重启生效后，模块不会再接受其他协议的指令。

用户在对模块进行参数设置时也可以使用IR2000Utility程序的终端功能或串口通信程序直接发命令的方式进行，但我们建议用户使用IR2000Utility程序的模块设置功能进行设置，因为这种方式更简单方便。

2.4.7 终端的使用

IR2000Utility中提供了终端的功能，终端可使用户通过串口直接发送命令给模块。当用户的程序无法与模块通讯或与模块通讯出现问题时，可通过该终端功能测试模块。

在主菜单中点击“模块操作”，再在下拉菜单中点击“终端”或直接在工具栏中点击按钮，即可弹出终端对话框。在终端窗口中，用户需首先选择所要采用的通信协议(ModbusRTU协议、IRASCI协议、带检验和的IRASCI协议)，如图(2.4.7.a)所示。

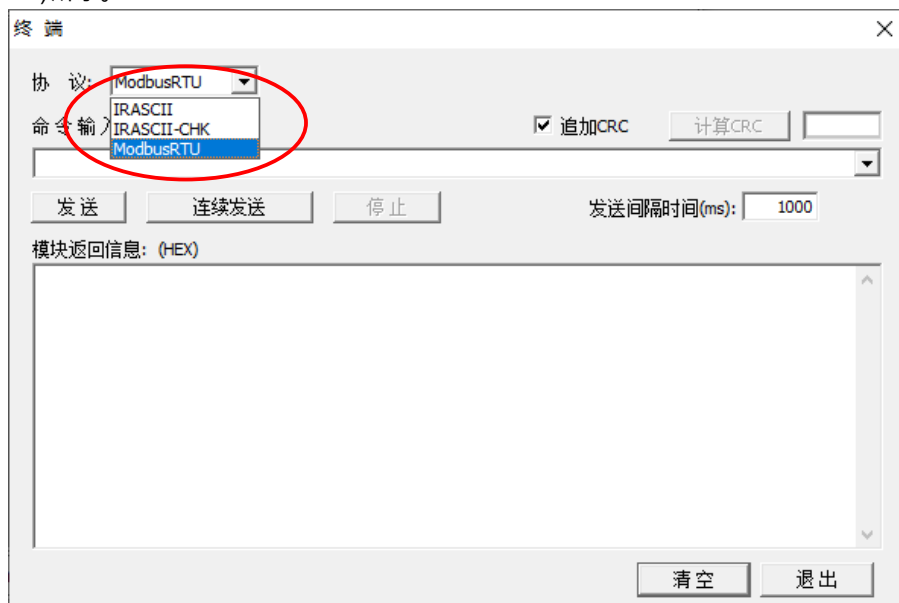


图2.4.7a

在终端窗口中用户可输入要发送的命令，并进行单次或连续发送操作。用户还可以设置连续发送时的间隔时间，单位为毫秒(ms)，缺省值为1000毫秒（1秒）。

选定协议后，用户可在“命令输入”框中输入要发送的命令。在不同的协议下，输入命令的格式会有不同，同时会有不同的追加选项，分别描述如下：

选择ModbusRTU协议

命令输入框中输入的命令格式为十六进制格式。每个字节必须用2位十六进制数表示，其中字母可以为大写也可以为小写。如0a、12、BA都是正确的格式，而1、A、BG、123都是错误的格式。字节之间可以有一个或多个空格，也可以没有，如0c 04 0000 0002是正确的格式，而0c0 4 0 0 0002是错误的格式。

选中“追加CRC”复选框可使程序在要发送的数据后面自动追加CRC校验码。如果用户想在命令输入框里手动添加CRC，则可以去掉“追加CRC”选项，此时“计算CRC”按钮会变亮，用户点击“计算CRC”按钮，则软件会计算“命令输入框”中的命令/数据的CRC值，并将该值在“计算CRC”按钮右侧的编辑框中显示出来。用户可手动将该值输入到命令的后面，从而实现完整的ModbusRTU命令。这里要注意，在命令后面追加CRC时，CRC的低8位在前，高8位在后。在实际使用时建议用户使用自动追加CRC功能功能。图2.4.7b为自动追加CRC时发送命令与模块返回数据的情况。



图2.4.7b

选择IRASCII协议

此时命令输入框内输入的命令格式为ASCII格式，用户可在此框内输入IRASCII协议命令。

追加(Cr)字符复选框可使用户选择是否在命令末尾追加Cr字符，也就是0Dh字符。

由于IRASCII协议规定每条命令的最后一个字符必须是Cr字符，因此建议用户选中该复选框。

如图2.4.7c所示为当模块地址为01时，向模块发送全通道瞬时值采样命令时模块的返回信息。



图2.4.7c

选择IRASCII_CHK协议

IRASCII_CHK协议就是带检验和的IRASCII协议。此时命令输入框内输入的命令格式为ASCII格式，用户可在此框内输入IRASCII协议命令。

追加CHK复选框可使用户选择是否在命令的后面追加检验和。

追加(Cr)复选框可使用户选择是否在命令末尾追加Cr字符，也就是0Dh字符。

由于IRASCII_CHK协议规定每条命令必须有检验和，且最后一个字符必须是Cr字符，因此在使用带检验和的IRASCII协议与模块通信时建议用户选中这两个复选框。

如图2.4.7d所示为当模块地址为01时，向模块发送全通道瞬时值采样命令时模块的返回信息。



图2.4.7d

其实选择IRASCII与选择IRASCII_CHK几乎是一样的，唯一的区别就是IRASCII_CHK下多了一个追加CHK(检验和)的复选框。因此当模块为IRASCII协议时也可以选择IRASCII_CHK，只要去掉追加CHK复选框即可。

3. ModbusRTU协议指令系统

如果用户使用的是IRASCII协议，则此部分可以忽略。

3.1 ModbusRTU协议命令列表

IR-2031的ModbusRTU协议指令系统主要由10条命令组成，如下表所示：

功能码 (HEX)	子功能码 (HEX)	命令描述	页码
03	(无)	读(R) 输入通道同步采样寄存器	19
04	(无)	读(R) 输入通道瞬时采样寄存器	21
46	00	读(R) 模块型号	23
	04	写(W) 模块地址	24
	05	读(R) 模块通信参数(波特率、协议)	26
	06	写(W) 模块通信参数(波特率、协议)	28
	07	读(R) 模块版本号	30
	08	读(R) 模块复位状态	31
	18	输入通道同步采样命令(广播命令)	32
	19	读(R) 读同步数据标志	33

表3.1 ModbusRTU协议命令列表

说明：上表中功能码0x03、0x04为ModbusRTU协议标准规定的通用功能码，相关的命令数据格式请参考Modbus相关标准，而功能码0x46则是ModbusRTU协议标准规定的厂商自定义功能码，其内部数据格式定义参见对应命令。

3.2 ModbusRTU协议异常码列表

如果IR-2031模块无法正常执行命令，则可能返回的异常码信息如下表所示：

名称	字节数	说明
地址	1	从设备地址，范围(0x01 ~ 0xF7)
功能码	1	功能码的最高位MSB置1
异常码	1	参见ModbusRTU协议标准定义 0x01：非法功能代码(这里的功能代码既包括功能码也包括子功能码) 0x02：非法数据地址 0x03：非法数据值 0x04：从设备错误
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

表3.2 ModbusRTU协议异常码列表

3.3 ModbusRTU协议命令详解

功能码0x03(读模拟输入通道同步采样寄存器)

该功能码用于读取IR-2031的模拟电流输入通道的同步采样寄存器值。这些寄存器值是模块在上次收到同步采集命令(功能码46,子功能码18)后保存于内部的同步采样寄存器中的。

下面是功能码0x03所用的内部寄存器的地址范围定义：

0x0000 ~ 0x0001：输入通道同步采样寄存器地址（分别对应输入通道lin0 ~ lin1）

命令格式：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址（有效范围0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0x03
寄存器起始地址高8位	1	0x00
寄存器起始地址低8位	1	0x00：模拟输入通道0（lin0） 0x01：模拟输入通道1（lin1）
寄存器数高8位	1	0x00
寄存器数低8位	1	N（N为要读取的寄存器数，取值范围为：0x01 ~ 0x02）
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

注1：如果命令指定有效地址以外的寄存器地址，如0002，模块会返回异常码0x02(非法数据地址)。

注2：通道寄存器起始地址与寄存器数之和不能大于寄存器最大地址+1，否则模块将返回异常码0x03(非法数据值)。

注3：执行该命令后模块会自动使同步采样标志清零。

若命令成功执行，则返回信息格式如下：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址
功能码	1	0x03
字节数	1	2*N
寄存器值	2*N	每个通道的同步采样数据为2个字节(16位无符号二进制数)。换算成十进制数据的方法为：先将该16位无符号二进制数转换成十进制数，再除以1000(十进制)后即得到单位为mA的测量值。
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

错误响应：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址
功能码	1	功能码的最高位MSB置1
异常码	1	0x01：非法功能代码 0x02：非法数据地址 0x03：非法数据值
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

当发送命令出现CRC错误时，模块将不返回任何信息。

例1：读地址为01的IR-2031的输入通道同步寄存器值（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

```
命令1：01 03 00 00 00 02 C4 0B
返回1：01 03 04 27 0E 00 0A 11 43
命令2：01 03 00 00 00 01 84 0A
返回2：01 03 02 27 0E 22 70
```

命令1中指定的模块地址为0x01，功能码为0x03表示读取同步寄存器，寄存器起始地址为0x0000表示从通道0既Iin0开始读取，要读取的寄存器数为0x0002，既读取IR-2031的2个输入通道的同步寄存器值。

从模块返回信息1可知，寄存器数据包含的字节总数为0x04(既4个字节)，通道0和通道1的同步采样值如下表所示：

寄存器地址	对应通道	十六进制值	十进制测量值	单位
0000	通道0 (Iin0)	270E	9.998	mA
0001	通道1 (Iin1)	000A	0.01	mA

下面说明根据同步寄存器的4位无符号十六进制数(16位无符号二进制数)换算成十进制小数测量值的方法。

以通道0(Iin0)为例，其同步寄存器的值为270E，转换成十进制数为9998，再除以1000(十进制)后既得到9.998。，单位为mA。因此换算后的Iin0通道的值为9.998mA。

命令2中指定的模块地址为0x01，功能码为0x03表示读取同步寄存器，寄存器起始地址为0x0000表示从通04既Iin0开始读取，要读取的寄存器数为0x0001，既读取通道0也就是Iin0的同步寄存器。

从模块返回信息2可知，寄存器数据包含的字节总数为0x02(既2个字节)，返回的1个电流通道Iin0的值与之前的命令1中的对应通道的返回的数据是一样的。

命令1的CRC值为0BC4，返回信息1的CRC值为4311，命令2的CRC值为0A84，返回信息2的CRC值为7022。

例2：读地址为02的IR-2031的输入通道同步采样值（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

```
命令1：02 03 00 02 00 02 65 F8
返回1：02 83 02 30 F1
```

命令1中指定的模块地址为0x02，功能码为0x03表示读取同步寄存器，命令中指定的起始寄存器地址为0x0002对于IR-2031来说是非法的寄存器地址，因此模块返回错误代码02，表示寄存器地址非法。

命令1的CRC值为F865，返回信息1的CRC值为F130。

功能码0x04 (读模拟输入通道瞬时采样寄存器)

该功能码用于读取IR-2031的电流输入通道的瞬时采样寄存器值。0x04功能码是IR-2031最常使用的功能码。

下面是功能码0x04所用的内部寄存器的地址范围定义：

0x0000 ~ 0x0001：输入通道瞬时采样寄存器地址（分别对应输入通道Iin0 ~ Iin1）

命令格式：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址（有效范围0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0x04
寄存器起始地址高8位	1	0x00
寄存器起始地址低8位	1	0x00：模拟输入通道0（Iin0） 0x01：模拟输入通道1（Iin1）
寄存器数高8位	1	0x00
寄存器数低8位	1	N（N为要读取的寄存器数，取值范围为：0x01 ~ 0x02）
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

注1：如果命令指定有效地址以外的寄存器地址，如0x0002，模块会返回异常码0x02（非法数据地址）。

注2：通道寄存器起始地址与寄存器数之和不能大于寄存器最大地址+1，否则模块将返回异常码0x03（非法数据值）。

若命令成功执行，则返回信息格式如下：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址
功能码	1	0x04
字节数	1	2*N
寄存器值	2*N	每个通道的瞬时采样数据为2个字节（16位无符号二进制数）。换算成十进制数据的方法为：先将该16位无符号二进制数转换成十进制数，再除以1000（十进制）后即得到单位为mA的测量值。
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

错误响应：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址
功能码	1	功能码的最高位MSB置1
异常码	1	0x01：非法功能代码 0x02：非法数据地址 0x03：非法数据值
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

当发送命令出现CRC错误时，模块将不返回任何信息。

例1：读地址为01的IR-2031模块的输入通道瞬时寄存器值（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令1：01 04 00 00 00 02 71 CB
返回1：01 04 04 1D A9 1D A4 25 23

命令1中指定的模块地址为0x01，功能码为0x04表示读取瞬时采样寄存器，寄存器起始地址为0x0000表示从通道0既Iin0开始读取，要读取的寄存器数为0x0002，既读取IR-2031的2个输入通道的瞬时寄存器值。

从模块返回信息1可知，寄存器数据包含的字节总数为0x04(既4个字节)，通道0和通道1的瞬时采样值如下表所示：

寄存器地址	对应通道	十六进制值	十进制测量值	单位
0000	通道0（Iin0）	1DA9	7.593	mA
0001	通道1（Iin1）	1DA4	7.588	mA

下面说明根据瞬时寄存器的16位无符号二进制数换算成十进制小数测量值的方法。
以通道0(Iin0)为例，其瞬时寄存器的值为1DA9，转换成十进制数为7593，再除以1000(十进制)后既得到7.593，单位为mA。既Iin0通道的瞬时电流采样值为7.593mA
命令1的CRC值为CB71，返回信息1的CRC值为2325。

例2：读地址为01的IR-2031模块的输入通道Iin1的瞬时采样寄存器值（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令1：01 04 00 01 00 01 60 0A
返回1：01 04 02 17 80 B7 60

命令1中指定的模块地址为0x01，功能码为0x04表示读瞬时采样寄存器，起始寄存器地址为0x0001表示从通道1(对应电流通道Iin1)开始读取，通道数为0x0001表示读取1个寄存器，既只读取通道Iin1的瞬时采样数据。

从返回信息1可知，寄存器数据包含的字节总数为0x02(既2个字节)，通道1(Iin1)的瞬时采样值为1780，换算成十进制小数形式的测量值为6.016mA。
命令1的CRC值为0A60，返回信息1的CRC值为60B7。

例3：读地址为01的IR-2031模块的输入通道瞬时采样寄存器值（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令1：01 04 00 00 00 03 B0 0B
返回1：01 84 03 03 01

命令1中指定的模块地址为0x01，功能码为0x04表示读取瞬时采样寄存器，但由于命令中指定的起始寄存器地址(0x0000)与要读取的寄存器数(0x0003)之和为3，已经超过了规定的数值2(IR-2031规定不能超过最大寄存器地址(1)加1，也就是1+1=2)，因此模块返回错误代码03，表示寄存器数量非法。
命令1的CRC值为0BB0，返回信息1的CRC值为0103。

功能码0x46 子功能码0x00(读模块型号)

该子功能码用于读取模块的型号。

命令格式：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址（有效范围0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0x46
子功能码	1	0x00
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

若命令成功执行，则返回信息格式如下：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址（有效范围0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0x46
子功能码	1	0x00
(保留)	1	0x00
型号高2位	1	若模块为IR-2031，则该字节为0x20
型号底2位	1	若模块为IR-2031，则该字节为0x31
子型号	1	若模块为IR-2031，则该字节为0x00
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

错误响应：

字段名称	字节数	说明
地址	1	从设备地址，范围（0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0xC6（功能码0x46的最高位MSB置1） 当命令功能码非法时，该字节为命令功能码最高位置1。
异常码	1	0x01：非法功能代码（这里的功能代码既包括功能码也指子功能码）
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

当发送命令出现CRC错误时，模块将不返回任何信息。

例1：（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令：01 46 00 12 60

返回：01 46 00 00 20 31 00 11 3C

该命令指定地址为0x01的模块返回模块型号/名称。

从模块返回信息可知，模块的型号为2031。

以上内容中发送命令的CRC值为6012，返回信息的CRC值为3C11。

例2：（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令：01 46 01 D3 A0

返回：01 C6 01 B2 60

该命令指定地址为0x01的模块执行子功能码01的命令。

从模块返回信息可知命令无法正常执行（返回信息的功能码最高位为1），异常码为0x01表示有非法功能码。原因是子功能码0x01对于IR-2031来说是非法子功能码。

以上内容中发送命令的CRC值为A0D3，返回信息的CRC值为60B2。

功能码0x46 子功能码0x04(设置模块地址)

该子功能码用于设置(写)模块的地址。该命令成功执行后，新地址将立刻生效。

命令格式：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址（有效范围0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0x46
子功能码	1	0x04
新地址	1	模块新地址（有效范围0x01 ~ 0xF7）注意！不能设置超过范围以外的地址，否则会设置失败。
(保留)	3	0x00
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

注1：新地址不能超出ModbusRTU协议规定的合法范围（0x01 ~ 0xF7），否则模块将返回异常码0x03。

注2：命令中的保留字节必须为0x00，否则模块将返回异常码0x03。

若命令成功执行，则返回信息格式如下：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块新地址（有效范围0x01 ~ 0xF7）如果设置成功那么该字节为新设置的地址，既新地址立即生效！
功能码	1	0x46
子功能码	1	0x04
(保留)	4	0x00
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

错误响应：

字段名称	字节数	说明
地址	1	范围（0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0xC6（功能码0x46的最高位MSB置1） 当命令功能码非法时，该字节为命令功能码最高位置1。
异常码	1	0x01：非法功能代码（这里的功能代码既包括功能码也指子功能码） 0x03：非法数据值。当新设定的模块地址为非法或保留字节不为0x00。
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

当发送命令出现CRC错误时，模块将不返回任何信息。

建议用户在设置IR-2031的模块地址时使用异特路的上位机软件IR2000Utility进行设置。

例1：（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令：01 46 04 02 00 00 00 F5 1E

返回：02 46 04 00 00 00 00 C7 A6

该命令将地址为0x01的模块的新地址设置为0x02。

从模块返回信息可知，新地址设置成功。

以上内容中发送命令的CRC值为1EF5，返回信息的CRC值为A6C7。

例2：（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令：02 46 04 00 00 00 00 C7 A6

返回：02 C6 03 C3 A1

该命令试图将地址为0x02的模块的新地址设置为0x00。

从模块返回信息可知，新地址0x00设置失败。模块返回0x03异常码，表示数据有错误或命令无法执行。原因是新地址0x00是广播地址，模块不能设置该地址，因此设置失败。

以上内容中发送命令的CRC值为A6C7，返回信息的CRC值为A1C3。

例3：（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令：02 46 04 01 01 00 00 97 9A

返回：02 C6 03 C3 A1

该命令试图将地址为0x02的模块的新地址设置为0x01。（注意！在该命令中的第一个保留字节不是0x00，而是0x01。）

从模块返回信息可知，命令无法成功执行，模块返回异常码为0x03，说明有非法数据值。

原因是命令中第5个字节为保留字节，该字节必须为0x00，而实际值为0x01。此种情况模块会将其视为非法数据值，因此返回异常码0x03。

以上内容中发送命令的CRC值为9A97，返回信息的CRC值为A1C3。

功能码0x46 子功能码0x05(读模块通信参数)

该子功能码用于读取保存于模块内部的EEPROM中的通信参数，这些通信参数包括波特率和通信协议。

注意！该命令读取的是模块内部EEPROM中的通信参数，而不是模块当前正在使用的通信参数，这两种参数可能是不同的。以上情况的一个例子就是当用写通信参数命令（参见功能码0x46子功能码0x06）设置了新的参数到模块后，在模块没有复位前，新参数是无法生效的，既EEPROM中的新参数与模块当前的参数是不同的。此时可以采用本命令读取EEPROM中的通信参数，以确定新参数是否确实写入到EEPROM中了。

命令格式：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址（有效范围0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0x46
子功能码	1	0x05
(保留)	1	0x00
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

注：命令中的保留字节必须为0x00，否则模块将返回异常码0x03。

若命令成功执行，则返回信息格式如下：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址（有效范围0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0x46
子功能码	1	0x05
(保留)	1	0x00
波特率	1	0x03（1200），0x04（2400），0x05（4800），0x06（9600）， 0x07（19200），0x08（38400），0x09（57600），0x0A（115200）
(保留)	3	0x00
协议模式1	1	0x00:IRASCI协议 0x01:Modbus RTU协议
协议模式2	1	当协议模式1=0x00时才有效 0x00: IRASCI协议（无检验和） 0x01: IRASCI协议(有检验和)
(保留)	1	0x00
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

错误响应：

字段名称	字节数	说明
地址	1	范围（0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0xC6（功能码0x46的最高位MSB置1） 当命令功能码非法时，该字节为命令功能码最高位置1。
异常码	1	0x01：非法功能代码（这里的功能代码既包括功能码也指子功能码） 0x03：非法数据值（当保留字节不为0x00时）
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

当发送命令出现CRC错误时，模块将不返回任何信息。

例1：（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令：02 46 05 00 E3 19

返回：02 46 05 00 06 00 00 00 01 00 00 E7 07

该命令指定地址为0x02的模块返回EEPROM中的通信参数。

从模块返回信息可知，模块的通信波特率为9600bps，通信协议为ModbusRTU协议。

以上内容中发送命令的CRC值为19E3，返回信息的CRC值为07E7。

例2：（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令：02 46 05 00 E3 19

返回：02 46 05 00 0A 00 00 00 00 00 00 7A C7

该命令指定地址为0x02的模块返回EEPROM中的通信参数。

从模块返回信息可知，模块的通信波特率为115200bps，通信协议为IRASCI I 协议，且不带检验和。

注意！虽然模块当前工作于ModbusRTU协议下，但返回的信息显示模块的通信协议为IRASCI I 协议。可能的原因参见上文。

以上内容中发送命令的CRC值为19E3，返回信息的CRC值为C77A。

例3：（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令：02 46 05 12 63 14

返回：02 C6 03 C3 A1

该命令指定地址为0x02的模块返回EEPROM中的通信参数。

从模块返回信息可知，该命令出现异常，无法正确执行。由返回异常码0x03可知，异常原因是命令中的保留字节非0x00导致的。

以上内容中发送命令的CRC值为1463，返回信息的CRC值为A1C3。

功能码0x46 子功能码0x06(设置模块通信参数)

该子功能码用于设置(写)模块的通信参数，通信参数包含波特率和通信协议。

该命令成功执行的前提是模块的INIT*端子与GND端子短接。当命令成功执行后，通信参数将保存于模块内部的EEPROM中，但不会立即生效。要使新通信参数生效，必须将INIT*端子与GND端子断开，然后重新启动模块。

命令格式：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址（有效范围0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0x46
子功能码	1	0x06
(保留)	1	0x00
波特率	1	0x03 (1200) , 0x04 (2400) , 0x05 (4800) , 0x06 (9600) , 0x07 (19200) , 0x08 (38400) , 0x09 (57600) , 0x0A (115200)
(保留)	3	0x00
协议模式1	1	0x00:IRASCII协议 0x01:ModbusRTU协议
协议模式2	1	当协议模式1=0x00时才有效 0x00: IRASCII协议（无检验和） 0x01: IRASCII协议(有检验和)
(保留)	1	0x00
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

注1：命令中的保留字节必须为0x00，否则模块将返回异常码0x03。

注2：当协议模式1=0x01时（表示ModbusRTU协议），协议模式2将被忽略，但必须为0x00或0x01，否则模块将返回异常码0x03。

若命令成功执行，则模块返回信息格式如下：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址（有效范围0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0x46
子功能码	1	0x06
(保留)	8	0x00
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

注意！新设置的波特率和协议要生效必须先将INIT*端子与GND端子断开，然后重新启动模块。

错误响应：

字段名称	字节数	说明
地址	1	范围（0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0xC6（功能码0x46的最高位MSB置1） 当命令功能码非法时，该字节为命令功能码最高位置1。
异常码	1	0x01：非法功能代码（这里的功能代码既包括功能码也指子功能码） 0x03：波特率、协议设置数据内容非法时以及保留字节不为0x00 0x04：参数正确但无法成功设置（比如INIT*引脚没有与GND短接）
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

当发送命令出现CRC错误时，模块将不返回任何信息。

建议用户在设置IR-2031的通信参数时使用异特路的上位机软件IR2000Utility进行设置。

例1：（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令：01 46 06 00 0A 00 00 00 01 00 00 30 B3

返回：01 46 06 00 00 00 00 00 00 00 00 CB 73

该命令将地址为0x01的模块的波特率设置为115200bps，通信协议设置为ModbusRTU协议。

从模块返回信息可知，通信参数设置成功。将INIT*端子与GND端子断开再重新启动模块后新的设置才会生效。

以上内容中发送命令的CRC值为B330，返回信息的CRC值为73CB。

例2：（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令：01 46 06 00 06 00 00 00 02 00 00 0C B3

返回：01 C6 03 33 A1

该命令将地址为0x01的模块的波特率设置为9600bps，而协议模式1字节为0x02，为非法数据。

从模块返回信息可知，通信参数设置失败。原因是协议模式1字节为0x02，为非法数据，此时模块会将其视做非法数据格式，因此返回异常码0x03。

以上内容中发送命令的CRC值为B30C，返回信息的CRC值为A133。

例3：（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令：01 46 06 00 04 00 00 00 01 00 00 DF 73

返回：01 C6 04 72 63

该命令将地址为0x01的模块的波特率设置为2400bps，通信协议设置为ModbusRTU协议。

从模块返回信息可知，通信参数设置失败。模块返回异常代码0x04，表示从设备错。

由于命令的格式及内容都是正确的，因此原因有可能是模块的INIT*端子与GND端子之间没有短接。由于成功设置模块的波特率和通信协议的前提是必须先使模块的INIT*端子与GND端子短接，否则模块会返回设置失败的信息。

以上内容中发送命令的CRC值为73DF，返回信息的CRC值为6372。

功能码0x46 子功能码0x07(读设备版本号)

该子功能码用于读模块的设备版本号。
设备版本号由6位阿拉伯数字组成。前4位数字描述了版本号的年份信息，后2位描述了版本号信息。
如：202501表示版本号为2025年的第01版。

命令格式：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址（有效范围0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0x46
子功能码	1	0x07
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

若命令成功执行，则返回信息格式如下：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址（有效范围0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0x46
子功能码	1	0x07
版本1,2位	1	版本年份的前2位
版本3,4位	1	版本年份的后2位
版本5,6位	1	版本号
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

错误响应：

字段名称	字节数	说明
地址	1	范围（0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0xC6（功能码0x46的最高位MSB置1） 当命令功能码非法时，该字节为命令功能码最高位置1。
异常码	1	0x01：非法功能代码（这里的功能代码既包括功能码也指子功能码）
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

当发送命令出现CRC错误时，模块将不返回任何信息。

例1：（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令：01 46 07 53 A2
返回：01 46 07 20 25 01 53 EB
该命令读取地址为0x01的模块设备版本号信息。
从模块返回信息可知，该模块的设备版本号为202501。
以上内容中发送命令的CRC值为A253，返回信息的CRC值为EB53。

功能码0x46 子功能码0x08(读复位标志)

该子功能码用于读模块的复位标志。

(关于复位标志的进一步信息请参见附录C)

命令格式：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址 (有效范围0x01 ~ 0xF7)
功能码	1	0x46
子功能码	1	0x08
(保留)	1	0x00
CRC	2	CRC低8位在前, 高8位在后

注：命令中的保留字节必须为0x00，否则模块将返回异常码0x03。

若命令成功执行，则返回信息格式如下：

字段名称	字节数	说明
地址	1	模块地址 (有效范围0x01 ~ 0xF7)
功能码	1	0x46
子功能码	1	0x08
复位标志	1	0x00-表示没有复位；0x01-表示有复位
CRC	2	CRC低8位在前, 高8位在后

每当模块接收到读复位标志命令并正确返回标志值后，该复位标志便自动清零（复位标志=0x00）。

错误响应：

字段名称	字节数	说明
地址	1	范围 (0x01 ~ 0xF7)
功能码	1	0xC6 (功能码0x46的最高位MSB置1) 当命令功能码非法时，该字节为命令功能码最高位置1。
异常码	1	0x01：非法功能代码（这里的功能代码既包括功能码也指子功能码） 0x03：数据错（当保留字节不为0x00时）
CRC	2	CRC低8位在前, 高8位在后

当发送命令出现CRC错误时，模块将不返回任何信息。

例1：（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令：01 46 08 00 E7 CD

返回：01 46 08 01 26 0D

该命令读取地址为0x01的模块的复位标志。

从模块返回信息可知，该模块的复位标志值为0x01，说明模块在该命令执行前复位过。

以上内容中发送命令的CRC值为CDE7，返回信息的CRC值为0D26。

功能码0x46 子功能码0x18(同步输入采样命令)

该子功能码用于命令RS-485总线上的所有的IR-2000模块读取输入通道的当前输入状态/数值，并保存于模块内部的同步采样寄存器中。

由于该命令为广播命令，因此该命令指定的地址必须是0x00，且模块接收并执行该命令后不返回任何信息。

该命令发送后所有模块都将收到该命令并产生相应的动作，既读取模块将当前的输入通道状态/数值，并保存于内部的同步采样寄存器中，以用于之后的读模块同步输入寄存器命令(功能码03)读取。

该命令执行成功后会将模块内部的同步采样标志置成0x01。

模块执行该命令后不返回任何信息。

关于同步采样的进一步信息请参考附录D。

命令格式：

字段名称	字节数	说明
地址	1	必须为0x00
功能码	1	0x46
子功能码	1	0x18
(保留)	1	0x00
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

注1：命令中的保留字节必须为0x00，否则模块将不会执行该命令。

注2：如果命令中地址字节不为0x00，而是某个模块的实际地址，那么该模块会将该命令视为非法命令，并返回异常码0x01。也就是说只有当指定地址为广播地址0x00时，该命令才会被模块正确接收。

返回信息格式：（无）模块收到该命令后不会返回任何信息。

错误响应：（无）

例1：（以下命令皆由十六进制数表示）

命令1：00 46 18 00 EB F1

返回1：（无）

命令1的CRC值为F1EB。

功能码0x46 子功能码0x19(读同步采样标志)

该子功能码用于读取模块的同步采样标志。

同步采标志的主要作用是用于主机查询模块当前的同步采样数据是否为上次同步采样命令(参见功能码0x46，子功能码0x18)发送以来第一次被读取的，也就是该标志反映了模块的同步采样数据是否曾经被读取过。

模块返回的同步采样标志只有2种可能的数值0x00和0x01，含义如下：

0x00：表示同步采样数据已经被读取过了；0x01：表示同步采样数据还没有被读取过；

每当模块收到同步采样命令(参见功能码0x46，子功能码0x18)后，该标志便自动置成0x01。

每当模块收到读同步采样命令(IR-2031模块对应功能码0x03)并正常返回信息后，同步采样数据标志便自动清零(0x00)。 关于同步采样标志的详细信息参见附录E。

命令格式：

字段名称	字节数	说 明
地址	1	模块地址（有效范围0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0x46
子功能码	1	0x19
（保留）	1	0x00
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

注：命令中的保留字节必须为0x00，否则模块将返回异常码0x03。

若命令成功执行，则返回信息格式如下：

字段名称	字节数	说 明
地址	1	模块地址（有效范围0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0x46
子功能码	1	0x19
同步采样标志	1	0x00-同步输入采样数据为旧数据，同步寄存器数据已经被读取过； 0x01-同步输入采样数据为新数据，同步寄存器数据还没被读取过；
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

错误响应：

字段名称	字节数	说 明
地址	1	范围（0x01 ~ 0xF7）
功能码	1	0xC6（功能码0x46的最高位MSB置1） 当命令功能码非法时，该字节为命令功能码最高位置1。
异常码	1	0x01：非法功能代码（这里的功能代码既包括功能码也指子功能码） 0x03：数据错（当保留字节不为0x00时）
CRC	2	CRC低8位在前，高8位在后

当发送命令出现CRC错误时，模块将不返回任何信息。

例1：（以下命令及返回信息皆由十六进制数表示）

命令1：01 46 19 00 EB 9D

返回1：01 46 19 01 2A 5D

命令1指定地址为0x01的模块返回同步采样标志。从模块返回信息可知同步采样标志为0x01，既模块当前的同步采样数据为新数据，还没有被读取过。

以上内容中命令1的CRC值为9DEB，返回信息1的CRC值为5D2A。

4. IRASCI I 协议指令系统

如果用户使用的是ModbusRTU协议，则此部分可以忽略。

4.1 IRASCI I 协议命令列表

IR-2031的IRASCI I 协议指令系统主要由9条命令组成，如下表所示：

命令语法	命令名称	命令描述	页码
\$AA2	读模块通信参数命令	读模块的通信参数，这些参数包括模块代码、波特率、协议	35
%AANNTTCFF	写模块通信参数命令	设置模块的新地址、波特率、协议	36
\$AAM	读模块型号命令	读指定地址模块的型号	37
\$AAF	读模块设备版本号命令	读指定地址模块的设备版本号	38
#**	同步采样命令	命令所有已连接的模块将当前的I/O通道状态保存在内部的同步采样寄存器中	39
\$AA4	读同步采样命令	读指定地址模块的同步采样数据，这些数据是模块之前在执行#**命令时保存于内部的同步采样寄存器中的数据	40
\$AA5	读模块复位状态命令	读指定地址模块的复位状态信息	41
#AA	读所有模拟输入通道瞬时值命令	读所有模拟输入通道（2个电流输入通道）的瞬时值	42
#AAN	读指定通道瞬时值命令	读指定模拟输入通道（电流输入通道）的瞬时值	43

表4.1.a IR-2031 IRASCI I 协议命令列表

4.2 命令详解

\$AA2

名称：读指定地址模块的EEPROM中的通信参数命令。通信参数指波特率和协议。

说明：该命令执行成功后，指定地址的模块会返回保存在EEPROM中的通信参数。这里要注意，模块当前的通信参数与保存在模块的EEPROM中的通信参数可能是不同的。典型情况就是当用写通信参数命令（参见命令%AANNTTCCFF）设置了新的参数到模块后，在模块没有复位前，新参数是无法生效的，既EEPROM中的新参数与模块当前的参数是不同的。此时可以采用本命令读取EEPROM中的通信参数，以确定新参数是否确实写入到EEPROM中了。

语法：\$AA2(Cr)

- \$为前导符。
- AA为模块地址(2个字符的十六进制数)，取值范围为00 ~ FF。
- 2为配置状态命令代码。
- (Cr)为终止字符，即回车(0DH)。
- 该命令请求地址为AA的模块返回当前的通信参数。

返回：!AATTCCFF(Cr)命令有效时。

若模块检测到一个语法错误、非法命令或通讯错误，或命令指定的地址不匹配，那么模块将不会返回任何信息。

- !为界定字符，该字符指示命令是有效的。
- AA为返回信息的模块地址(2个字符的十六进制数)，取值范围为00 ~ FF。
- TT为代码类型，IR-2031的代码类型始终为40。
- CC为波特率代码，与波特率的对应关系如下表所示(单位bps)：

代码CC	03	04	05	06	07	08	09	0A
波特率	1200	2400	4800	9600	19200	38400	57600	115200

FF为模块协议字，为两个字符十六进制数，其对应的8位二进制数中的第2位和第6位描述了检验和和通讯协议状态信息，如下表所示：

F				F			
bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0

- 其中bit7、bit5、bit4、bit3、bit1、bit0为保留位,必须为0。
- bit6为IRASCI I协议的检验和选择位(0为不带检验和；1为带检验和)。
- bit2为协议位(0为IRASCI I协议；1为ModbusRTU协议)。
- (Cr)为终止字符，即回车(0DH)。

例1(无检验和)：

- 命令：\$012(Cr)
- 返回：!01400600(Cr)
- 该命令读地址为01H的模块的EEPROM中的通信参数。
- 从模块的返回信息可知，该模块的代码类型为40，波特率为9600bps，通信协议为IRASCI I(无检验和)。

例2(有检验和)：

- 命令：\$022B8(Cr)
- 返回：!02400640B1(Cr)
- 该命令读地址为02H的模块的EEPROM中的通信参数。
- 从模块的返回信息可知，该模块的地址为02H，模块代码为40，波特率为9600bps，通信协议为IRASCI I(有检验和)。本命令检验和为B8H，返回数据检验和为B1H。

%AANNTTCFF

名称：模块通信参数设置命令

说明：本命令将设置指定地址模块的新地址、波特率和协议。

语法：%AANNTTCFF(Cr)

%为前导符

AA为要设置的模块的当前地址(2个字符的十六进制数)，取值范围为00 ~ FF。

NN为要设置的模块的新地址(2个字符的十六进制数)，取值范围为00 ~ FF 。

TT为将要设置的模块的代码类型，对于模块IR-2031来说TT=40(定值不可更改)。

CC为指定模块的波特率代码，如下表：

代码CC	03	04	05	06	07	08	09	0A
波特率	1200	2400	4800	9600	19200	38400	57600	115200

FF为模块协议字，为两个字符十六进制数，其对应的8位二进制数中的第2位和第6位描述了检验和和通讯协议状态信息，如下表所示：

F				F			
bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0

其中bit7、bit5、bit4、bit3、bit1、bit0为保留位，必须为0。

bit6为IRASCI I协议的检验和选择位(0为不带检验和；1为带检验和)。

bit2为协议选择位(0为IRASCI I协议；1为ModbusRTU协议)。

(Cr)为终止字符，即回车(ODH)。

返回：!AA(Cr) 表示命令有效,且已成功执行。

?AA(Cr) 表示设置参数非法/无效，或者当试图改变波特率或协议设置时INIT*端子没有与GND端子短接。另外，即便当INIT*端子已经与GND端子短接的情况下，如果命令指定的模块代码TT有错误(不等于40)、波特率CC不存在(代码错误)或指定的协议字FF试图设置那些未定义的保留位时，模块都将返回?AA(Cr)。

如果IO模块检测到有语法错误或通讯错误，或指定地址与本模块地址不匹配时，将不返回任何信息。

!为模块接受到有效命令时返回信息的前导符。

?表示模块收到非法/无效命令时返回信息的前导符。

AA为返回信息的模块地址(2个字符的十六进制数)，取值范围为00 ~ FF。

(Cr)为终止字符，即回车符(ODH)

说明：IR-2031模块在设置地址时不需要INIT*端子与GND端子短接，且设置完成后新地址立即生效。但波特率和协议的更改必须在INIT*端子与GND端子短接时才可进行，且设置成功后必须将INIT*端子与GND端子断开再重新启动模块才可以生效。新参数设置成功后将保存于模块内部的EEPROM中。当只更改模块地址而波特率和协议不变时无需将INIT*端子与GND端子短接。建议用户在对IR-2031的通信参数进行设置时使用异特路的上位机软件IR2000Utility进行设置。

例1(无检验和)模块当前地址01，波特率9600，协议为IRASCI I协议无检验和（INIT*端子与GND端子为断开状态）：

命令：%0102400600(Cr)

返回：!02(Cr)

该命令将地址为01H的模块的新地址设为02H，波特率设为9600bps，协议为ASCI I协议(无检验和)。由于只有地址有变化，波特率和协议不变，因此无需INIT*端子与GND端子短接。

从模块的返回信息可知该设置命令设置成功。

例2(有检验和)模块当前地址02，波特率9600，协议为IRASCI I协议有检验和（INIT*端子与GND端子为短接状态）：

命令：%0202400A001E(Cr)

返回：!0283(Cr)

该命令将地址为02H模块的地址不变，波特率设为115200bps，协议设为IRASCI I(无检验和)。

从模块的返回信息可知该命令设置成功。本命令检验和为1EH，返回信息检验和为83H。

\$AAM

名称：读模块型号命令

说明：本命令请求制定地址的模块返其型号。

语法：\$AAM(Cr)

\$为前导符。

AA为模块地址(2个字符的十六进制数)，取值范围为00 ~ FF。

M为读模块型号的命令代码。

(Cr)为终止字符，即回车(0DH)。

返回：!AA(Module Name)(Cr) 当命令有效时

若模块检测到一个语法错误或通讯错误，或命令指定的地址不匹配，则模块将不返回任何信息。

!为前导符，该字符指示一个有效的命令。

AA为返回信息的模块地址(2个字符的十六进制数)，取值范围为00 ~ FF。

(Module Name)为地址为AA的模块的型号。对于IR-2031模块来说(Module Name)为2031。

(Cr)为终止字符，即回车(0DH)。

例1(无检验和)：

命令：\$01M(Cr)

返回：!012031(Cr)

该命令指定地址为01H的模块返回模块型号。由返回信息可知模块型号为2031。

例2(带检验和)：

命令：\$01MD2(Cr)

返回：!01203148(Cr)

该命令指定地址为01H的模块返回模块型号。由返回信息可知模块型号为2031。

本命令检验和为D2H，返回信息检验和为48H。

\$AAF

名称：读模块版本号命令

说明：请求指定地址的模块返回该模块的版本信息。

语法：\$AAF(Cr)

\$为前导符。

AA为模块地址(2个字符的十六进制数)，取值范围为00 ~ FF。

F为读模块版本号的命令代码。

(Cr)为终止字符，即回车(0DH)。

返回：!AA(Version)(Cr) 当命令有效时

若模块检测到一个语法错误或通讯错误，或命令指定的地址不匹配，模块将不返回任何信息。

!为前导符，该字符指示一个有效的命令。

AA为返回信息的模块地址(2个字符的十六进制数)，取值范围为00 ~ FF。

(Version)为模块的版本代码。如202501。其中2025表示最近一次更新该模块软件版本的年份，01表示子版本号。

(Cr)为终止字符，即回车(0DH)。

例1(无检验和)：

命令：\$01F(Cr)

返回：!01202501(Cr)

该命令指定地址为01H的模块返回版本号。

从模块返回信息可知，该模块的版本号为202501。

例2(带检验和)：

命令：\$01FCB(Cr)

返回：!01202501AC(Cr)

该命令指定地址为01H的模块返回版本号。

从模块返回信息可知，该模块的版本号为202501。

本命令检验和为CBH，返回数据检验和为ACH。

#**

名称：同步采样命令

说明：命令所有I/O模块对I/O通道的当值进行采样，并将该采样值保存在模块内部的同步采样寄存器中。当模块执行该命令后会自动使同步标志置1。

语法：#**

#为前导符。

**表示所有地址，指示该命令为同步采样命令。

该命令不需要终止字符(Cr)，即回车字符(0Dh)。

(注意！实际应用中该命令后面无论有没有(Cr)字符都可以被模块成功接收)

返回：(无)

模块在接收到同步采样命令后不返回任何信息。为了得到该同步采样数据，主机必须给模块发送一条读同步采样数据命令\$AA4。

(关于同步采样的进一步信息请参见附录D)

\$AA4

名称：读同步数据采样命令

说明：IR-2031模块收到该命令后会返回同步采样数据，该数据正好是之前该模块执行同步采样命令***时已经保存于同步采样寄存器中的所有电流输入通道的采样值。模块执行该命令后会自动将同步标志清零。

语法：\$AA4(Cr)

- \$为前导符。
- AA为模块地址(2个字符的十六进制数)，取值范围为00 ~ FF。
- 4为读同步采样的命令代码。
- (Cr)为终止字符，即回车(0DH)。

返回：(s)(data0)(data1)(Cr)

如果模块检测到了一个语法错误或通讯错误，或者命令所指定的地址不匹配，模块不会返回任何信息。

(s)为同步标志，指示返回的数据(data0~1)是否为上一次同步采样命令***被执行后第一次返回的数据。如果(s)=1，则说明该数据是第一次被读取的；如果(s)=0则说明该数据在上一次同步采样命令***发出后已经被\$AA4命令读取过至少一次(既:(s)=1表示读取的是最新数据，(s)=0表示读取的是旧数据)。模块上电复位时(s)缺省值为0。每当IR-2031收到读同步数据采样命令(\$AA4)后，同步标志(s)便被清零。

(dataX)为电流输入通道的数值。Data0对应电流通道lin0，data1对应电流通道lin1。

(dataX)	(data0)	(data1)
输入通道号	通道0	通道1
通道说明	Iin0	Iin1
单位	mA	mA

(dataX)的格式为+XX.YYY。既一个“+”号、XX为2位十进制整数、一个小数点、YYY为3位十进制小数。

注1：IR-2031的2个模拟电流输入通道的输入信号不能接反，否则模块将返回+00.000值。

注2：IR-2031的每个电流输入通道的满量程为20.826mA。

(Cr)为终止字符，即回车(0DH)。

例1(无检验和)：

命令：\$014(Cr)

返回：1+00.010+11.977(Cr)

该命令指定地址为01H的IR-2031模块返回它的同步采样数据，该数据为最后一次同步采样命令***发出后保存于模块内部的同步采样寄存器中的数据。返回数据中状态(s)为1，表示该数据之前没有被\$AA4命令读取过，是新数据；从返回数据可知各输入通道的同步模拟采样值如下：lin0=0.01mA；lin1=11.997mA。

例2(有检验和)：

命令：\$014B9(Cr)

返回：0+00.010+10.736D4(Cr)

该命令指定地址为01H的IR-2031模块回传它的同步采样数据。模块返回信息中状态(s)为0，表示在最近一次同步采样命令***发出后同步数据已经被\$AA4命令读取了至少1次，既该数据已不是新数据。从返回数据可知各输入通道的同步模拟采样值如下：lin0=0.01mA；lin1=10.736mA。

以上命令检验和为B9H，返回数据的检验和为D4H。

\$AA5

名称：读复位标志命令

说明：请求指定地址的模块返回复位标志信息，该信息指示自上次读复位标志命令发出后该模块是否被复位过。

语法：\$AA5(Cr)

\$为前导符。

AA为模块地址(2个字符的十六进制数)，取值范围为00 ~ FF。

5为读复位标志命令代码。

(Cr)为终止字符，即回车(ODH)。

返回：!AAS(Cr) 当命令有效时

若模块检测到一个语法错误或通讯错误或命令指定的地址不匹配，模块将不会返回任何信息。

!为前导符，该字符指示该命令有效。

AA为返回信息的模块地址(2个字符的十六进制数)，取值范围为00 ~ FF。

S为模块复位标志，S=0或1。如果S=1则表示该模块自上一次接收到读复位状态命令\$AA5后，已经被复位了至少一次；如果S=0则表示模块自上一次收到读复位状态命令\$AA5后没有被复位过。当模块上电复位或由硬件看门狗复位后，S被置1，每次执行完读复位标志命令\$AA5后，S的值都被清0。

(Cr)为终止字符，即回车(ODH)。

(关于复位标志的进一步信息请参见附录C)

例1(无检验和)：

命令：\$015(Cr)

返回：!010(Cr)

该命令指定地址为01H的模块返回复位状态信息。

从模块返回的信息可知复位状态S=0，说明该模块自上次读复位状态命令(\$AA5)执行后没有被复位(人工复位或硬件看门狗复位)过。

例2(有检验和)：

命令：\$015BA(Cr)

返回：!011B3(Cr)

该命令指定地址为01H的模块返回复位状态信息。

从模块返回信息可知复位状态S=1，说明该模块自上次复位状态命令(\$AA5)执行后被复位(人工复位或硬件看门狗复位)过至少1次。本命令检验和为BA，返回数据检验和为B3。

#AA

名称：读所有模拟输入通道瞬时值命令

说明：IR-2031模块收到该命令后会返回一串数据，该数据将包含2个模拟电流输入通道的当前采样瞬时值。

该命令也是IRASCII协议下采集模拟输入通道的最常用的命令。

语法：#AA(Cr)

#为前导符。

AA为模块地址(2个字符的十六进制数)，取值范围为00 ~ FF。

(Cr)为终止字符，即回车(0DH)。

返回：>(data0)(data1)(Cr)

如果模块检测到了一个语法错误或通讯错误，或者命令所指定的地址不匹配，则不会返回任何信息。

>为前导符，该字符指示命令有效。

(dataX)为每个通道的数值。(data0)对应电流输入通道Iin0，(data1)对应电流输入通道Iin1。

(dataX)	(data0)	(data1)
输入通道号	电流通道0	电流通道1
通道说明	Iin0	Iin1
单位	mA	mA

(dataX)的格式为+XX.YYY。既一个“+”号、2位十进制整数、一个小数点和3位十进制小数。

注1：IR-2031的2个模拟电流输入通道的输入信号不能接反，否则模块将返回+00.000值。

注2：IR-2031的每个电流输入通道的满量程为20.826mA。

(Cr)为终止字符，即回车(0DH)。

例1(无检验和)：

命令：#01(Cr)

返回：>+14.342+00.010(Cr)

该命令指定地址为01H的IR-2031模块返回所有2个通道的瞬时采样数据。从返回数据可知各输入通道的瞬时采样值如下：Iin0=14.342mA；Iin1=0.01mA。

例2(有检验和)：

命令：#0184(Cr)

返回：>+09.403+09.393F8(Cr)

该命令指定地址为01H的IR-2031模块返回所有2个通道的瞬时采样数据。从返回数据可知各输入通道的瞬时采样值如下：Iin0=9.403mA；Iin1=9.393mA。

以上命令检验和为84H，返回数据的检验和为F8H。

#AAN

名称：读指定地址模块的指定通道号的模拟输入瞬时值命令，也叫单通道瞬时值采样命令。

说明：IR-2031模块收到该命令后会返回指定通道的瞬时采样值，通道号则由命令中的N值指定。

语法：#AAN(Cr)

#为前导符。

AA为模块地址(2个字符的十六进制数)，取值范围为00 ~ FF。

N为指定要读取瞬时值的通道号，取值范围为0、1，分别对应电流通道lin0、lin1。

(Cr)为终止字符，即回车(ODH)。

返回：>(data)(Cr)

如果模块检测到了一个语法错误或通讯错误，或者命令所指定的地址不匹配，则不会返回任何信息。

>为前导符，该字符指示命令有效。

(data)为指定通道的瞬时采样数值，格式为+XX.YYY。既由一个“+”号、2位十进制整数、一个小数点和3位十进制小数组成。

注1：IR-2031的2个模拟电流输入通道的输入信号不能接反，否则模块将返回+00.000值。

注2：IR-2031的每个电流输入通道的满量程为20.826mA。

(Cr)为终止字符，即回车(ODH)。

例1(无检验和)：

命令：#010(Cr)

返回：>+10.970(Cr)

该命令指定地址为01H的IR-2031模块返回通道0(电流通道lin0)的瞬时采样数据。从模块返回数据可知lin0=10.97mA。

例2(有检验和)：

命令：#011B5(Cr)

返回：>+18.20294(Cr)

该命令指定地址为01H的IR-2031模块返回通道1(电流通道lin1)的瞬时采样数据。从返回数据可知lin1=18.202mA。

以上命令的检验和为B5H，返回数据的检验和为94H。

附录A IRASCI I 协议语法介绍

IRASCI I 通信协议规定了主机向模块发送命令的指令语法格式以及模块返回数据给主机的语法格式。

命令格式：(Leading)(Address)(Command)(Data)[CHK](Cr)

响应格式：(Leading)(Address)(Data)[CHK](Cr)

语法格式中涉及的各字段含义。

(Leading)：为前导符。主机命令常用的前导符有'\$'、'%'、'#'；从机响应常使用的前导符有'!'、'?','>'。

(Address)：为目标模块地址。由2个十六进制字符组成。如：00、A1、5B、FF等，其中字母必须为大写。有些命令没有地址字段，如同步采样命令#*。

(Command)：为命令代码。不同的主机命令使用不同的命令代码，如代码'2'表示读通信参数、代码6表示读I/O通道、代码X0表示写安全值等。不同命令的代码不同，代码的字符数可能也不同。另外，有些命令要求主机发送数据给从机时还需要在命令代码后面添加数据信息，如单通道输出命令#AA00(data)(Cr)；还有些命令没有命令代码，其代码已经隐含于前导符中了，如模块配置命令%AANNTTCCFF(Cr)。

(Data)：为数据。可以是1位、2位、3位或4位或更多位十六进制字符组成。如安全值设置命令\$AAX0TTTTDDDD(Cr)中的(Data)字段由TTTTDDDD组成，其中TTTT由4个十六进制字符组成，DDDD也由4个十六进制字符组成，因此该命令的(Data)字段总共由8个十六进制字符组成。

[CHK]：为检验和(可选)。该字段由2个十六进制字符组成。如果用户选择了IRASCI I 协议带检验和，那么要求主机发送的命令以及模块返回的信息中都必须带有检验和字段；如果用户选择了IRASCI I 协议不带检验和，那么要求主机命令和模块返回信息都不带检验和。(关于检验和的计算方法见下节)

(Cr)：为命令结束符。主机命令和模块响应信息的最后一个字节都必须为(Cr)字符，既0DH。所有命令中只有同步采样命令#*后不需要(Cr)字符。

下面以读配置信息命令为例说明IRASCI I 协议的命令格式。

假设I/O模块的地址为00H，波特率为9600bps，模块代码为40H，模块的协议字为00H(采用ASCI I 协议、不使用检验和)，若主机要读该模块的配置信息则需发送如下命令\$002(Cr),如果正常模块应返回!00400600(Cr)。以上命令和响应信息中每个ASCI I 字符对应的十六进制值如下表所示：

主机发送的ASCI I 码命令	'\$'	'0'	'0'	'2'	(Cr)
每个字符对应十六进制值	24H	30H	30H	32H	0DH

表A.1

模块返回的ASCI I 码信息	'!'	'0'	'0'	'4'	'0'	'0'	'6'	'0'	'0'	(Cr)
每个字符对应十六进制值	21H	30H	30H	34H	30H	30H	36H	30H	30H	0DH

表A.2

(注意！IRASCI I 协议中所有字母必须为大写)

附录B IRASCI I 协议检验和的计算

每条主机命令或模块返回信息的检验和的计算方法为将该条命令或返回信息的数据包中除了最后的(Cr)字符以外的所有ASCI I 字符对应的十六进制值相加，所得到的和(十六进制数)取最低2位既是检验和。

举例：比如读模块配置信息命令\$002(Cr)的带检验和的形式为\$002B6(Cr)，其检验和的计算方法为将\$002的每个字符对应的ASCI I 码值相加，既24H+30H+30H+32H=B6H，将该检验和以十六进制字符形式写入命令的[CHK]字段既为\$002B6(Cr)。注意!最后必须有(Cr)字符。

如果模块不带检验和时返回信息为!00400600(Cr)，那么带检验和时应该返回!00400600AB(Cr)。计算方法同上，既：21H+30H+30H+34H+30H+30H+36H+30H+30H=1ABH，取最后2位既AB就是要求的检验和。

(注意！如果主机通讯带检验和，那么模块返回信息必须也带检验和。)

附录C 复位标志

当模块上电复位或被看门狗复位以后，复位标志被置位，并且该复位标志被读复位状态命令清零。如果复位标志被置为1，则说明模块已经复位了至少1次，并且输出有可能已经改变为上电初始值了。同时复位标志为1还说明在此期间模块被人为手动复位或由于模块程序故障导致模块被硬件看门狗复位的情况发生了至少1次。该项功能对于用户的意义在于，用户可以以此来检测模块的工作状态是否稳定。

一般情况下，用户的数据采集系统在刚启动时，控制主机要先向I/O模块发送一条读复位标志命令，这样做的主要目的是清除复位标志。在之后的程序中可以定期向模块发送读复位标志命令，以读取复位标志的值。如果系统正常，模块工作稳定，那么每次读取的复位标志都应该为0。如果在系统运行期间I/O模块工作不稳定，导致模块被内部的硬件看门狗自动复位（这种情况的发生是随机的不可预测的），那么当主机再次向模块发送读复位标志命令时，模块就会返回复位标志为1的信息。这时，主机就知道该模块曾经出现过至少1次故障。

附录D 同步采样

IR-2000系列I/O模块的通信接口都采用RS-485接口。由于基于RS-485通信的分布式数据采集与控制系统无论其采用何种通信协议，其共同的特点就是都采用轮询的方式访问下面的设备（I/O模块）。这种方式带来的一个主要问题就是当总线挂接的设备数量比较多时速率会比较慢。设想一下，当总共有200个模块挂接到485总线的时候，就算每访问一个模块只需要0.2秒的时间，将所有200个模块全部访问一遍也需要至少40秒（0.2*200）的时间。而有些应用恰好就要求采集同一时刻的所有模块的输入值（注意！这里说的是同一时刻的所有模块的输入数值）。显然轮询的方式是不可能做到这点的。原因很容易理解，由于每访问一个模块都需要时间，轮询完所有模块需要比较长的时间，而在此时间段内，每个模块的输入都可能会发生变化。因此，最后采样得到的结果并不是同一个时间点的数值。

解决上述问题的方法就是采用同步采样。

同步采样的过程主要分2步：

第一步，主机发一个同步采样命令到RS-485总线上。由于同步采样命令是广播命令，所有挂接的模块都会接收该命令并产生动作，但并不返回任何数据。而产生的动作就是对输入通道进行采样，并将采样的结果保存到模块内部的同步采样寄存器中，以等待主机读取。注意！在模块接收到下一条同步采样命令之前，同步采样寄存器中的内容始终不变，而不管在此期间输入通道的状态如何变化。

第二步，主机开始以轮询的方式逐一访问每个模块。但访问的命令并不是常规的读输入通道瞬时值命令，而是读同步采样寄存器的命令。

上述方法很有效的解决了“同一时刻”的问题。但由于第二步的轮询方式当模块数量比较多时仍然需要较长的时间，因此在实际应用中，每个同步采样时间点之间的时间间隔可能仍然比较长。

附录E 同步采样标志

当模块收到同步采样命令后，除了对当前的输入通道进行采样并将结果保存到内部的同步采样寄存器以外，还要对模块内部的同步采样标志置位。同步采样标志的作用是指示模块的同步采样寄存器中的内容是否被读取过，也可理解为是否为新数据。

每当模块收到主机发来的读同步采样寄存器命令并返回信息后，该标志即被清零，以指示同步采样值已经被读取过了。

ITROB TECHNOLOGY DEPARTMENT

DT : BZBE-AZ-AC DB X.Q.

北 京 异 特 路 智 能 通 讯 科 技 有 限 公 司

电话: 010-62977213 18501228699

主页: www.itrob.cn 或 www.itrob.com.cn

邮箱: itrob@sina.com