

# FLEX4011/八通道模拟量(热电偶/电压/电流) 采集模块用户手册



## 目 录

1 产品介绍 .....	3
2 电气连接及安装 .....	5
3 通讯协议 .....	9
3.1 Modbus RTU/ASCII 通信协议 .....	9
3.1.1 Modbus 寄存器地址映射 .....	9
3.1.2 读取数据以及处理 .....	13
3.2 ADAM 研华通信协议 .....	16
3.2.1 研华通信协议命令 .....	16
3.2.1.1 读取单通道的数据命令 .....	16
3.2.1.2 读取所有通道的数据命令 .....	18
3.3 ASCII 码对照表 .....	20
4 设置软件使用说明 .....	20
4.1 设置软件与处于设置状态的模块通信 .....	20
4.2 串口通信参数如何设置 .....	23
5 使用串口调试软件读取数据 .....	24
5.1 Modbus-RTU 通信协议 .....	24
5.2 ADAM 研华通信协议 .....	24
附录 A .....	26
A.1 模拟量数据格式 .....	26
A.2 模拟量输入范围 .....	26

# 1 产品介绍

FLEX-4011 热电阻采集模块是 FLEX-4000 系列智能测控模块之一，广泛应用于温度测量的工业场合，提供了多种热电偶信号的采集以及转换，线性处理并转换成线性化的数据值，经 RS-485 总线传送到控制器。FLEX-4011 具有八个测量通道，可连接 J, K, T, E, R, S, B, N, C, D, G, L, U 等多种规格热电偶进行测量。模块内部各处理单元之间提供了高于 1500V 的电气隔离，有效的防止模块因外界高压冲击而损坏，为工厂自动化以及楼宇自动化提供了高效的解决方案。模块主要特点如下：

- 八通道模拟量(热电偶/电压/电流)输入
- 可由软件设置传感器的类型以及模块参数
- 支持多种标准的热电偶
- 宽电压范围输入(18-36V DC)，功耗低
- RS-485 网络连接，支持 Modbus RTU/ASCII 协议
- 内置看门狗，运行稳定可靠
- 外部供电/RS485 通讯/模拟量输入之间 3000V 电气隔离
- 宽温度范围运行
- 安装方便，标准导轨卡装或螺钉固定

表 1 技术参数

输入通道数量	8 输入通道
通讯接口	RS-485 光电隔离，ESD 保护，通讯距离：1200 米
通讯协议	Modbus RTU/ASCII
传感器类型	J 型热电偶，-210℃~1200℃（ITS-90 标准） K 型热电偶，-270℃~1372℃（ITS-90 标准） T 型热电偶，-270℃~400℃（ITS-90 标准） E 型热电偶，-270℃~1000℃（ITS-90 标准） R 型热电偶，-50℃~1768℃（ITS-90 标准） S 型热电偶，-50℃~1768℃（ITS-90 标准） B 型热电偶，0℃~1820℃（ITS-90 标准） N 型热电偶，-270℃~1300℃（ITS-90 标准） C 型热电偶(钨铼热电偶 WRe5-WRe26)，0℃~2320℃（ITS-90 标准） D 型热电偶(钨铼热电偶 WRe3-WRe25)，0℃~2320℃（ITS-90 标准） G 型热电偶(钨铼热电偶 WRe-WRe26)，0℃~2320℃（ITS-90 标准） L 型热电偶，-200℃~900℃（IPTS-68 标准） U 型热电偶，-200℃~600℃（IPTS-68 标准） 电流输入，+/-20mA 电流输入，+ 0~20mA 电流输入，+ 4~20mA 电压输入，+/-10mV 电压输入，+/-20mV 电压输入，+/-50mV 电压输入，+/-100mV

	电压输入, $\pm 150\text{mV}$ 电压输入, $\pm 500\text{mV}$ 电压输入, $\pm 1.0\text{V}$ 电压输入, $\pm 2.5\text{V}$
传感器连接方式	两线制
输入类型/范围/精度	见表 2
隔离电压	模拟量输入对通讯 3000V 隔离保护 电源对通讯 1500V 隔离保护 电源对模拟量输入 3000V 隔离保护
采样速率	8通道/秒 (默认值, 可改变采样速率以进行快速或高精度采样)
输入阻抗	10M
带宽	2.62 Hz
分辨率	0.1℃
零点漂移	$\pm 3\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
电源电压	+18~+36V DC
功耗	小于 2W @ 24VDC
储存环境	-40~85℃ 湿度<95%
运行环境	-20~85℃ 湿度<95%
外型尺寸	92*71 (宽度)*67 (高度) mm
安装方式	DIN35mm 标准导轨卡装或螺钉固定

表 2 传感器类型

传感器类型	测量范围	分辨率	精度
J 型热电偶	-210℃~1200℃	0.1℃	$\pm 0.3^\circ\text{C}$
K 型热电偶	-270℃~1372℃	0.1℃	$\pm 0.3^\circ\text{C}$
T 型热电偶	-270℃~400℃	0.1℃	$\pm 0.3^\circ\text{C}$
E 型热电偶	-270℃~1000℃	0.1℃	$\pm 0.3^\circ\text{C}$
R 型热电偶	-50℃~1768℃	0.1℃	$\pm 0.3^\circ\text{C}$
S 型热电偶	-50℃~1768℃	0.1℃	$\pm 0.3^\circ\text{C}$
B 型热电偶	0℃~100℃	5.0℃	$\pm 10^\circ\text{C}$
	100℃~300℃	0.2℃	$\pm 2^\circ\text{C}$
	300℃~1820℃	0.1℃	$\pm 0.3^\circ\text{C}$
N 型热电偶	-270℃~1300℃	0.1℃	$\pm 0.3^\circ\text{C}$
C 型热电偶 (钨铼热电偶 WRe5-WRe26)	0℃~2320℃	0.1℃	$\pm 0.3^\circ\text{C}$
D 型热电偶 (钨铼热电偶 WRe3-WRe25)	0℃~2320℃	0.1℃	$\pm 0.3^\circ\text{C}$
G 型热电偶 (钨铼热电偶 WRe-WRe26)	0℃~2320℃	0.1℃	$\pm 0.3^\circ\text{C}$
L 型热电偶	-200℃~900℃	0.1℃	$\pm 0.3^\circ\text{C}$
U 型热电偶	-200℃~600℃	0.1℃	$\pm 0.3^\circ\text{C}$
电流输入, $\pm 20\text{mA}$	-20mA ~ +20mA	1uA	$\pm 0.1\%$
电流输入, + 0~20mA	0mA ~ +20mA	1uA	$\pm 0.1\%$
电流输入, + 4~20mA	4mA ~ +20mA	1uA	$\pm 0.1\%$
电压输入, $\pm 10\text{mV}$	-10mV ~ +10mV	1uV	$\pm 0.1\%$

电压输入, +/-20mV	-20mV ~ +20mV	1uV	+/-0.1%
电压输入, +/-50mV	-50mV ~ +50mV	10uV	+/-0.1%
电压输入, +/-100mV	-100mV ~ +100mV	10uV	+/-0.1%
电压输入, +/-150mV	-150mV ~ +150mV	10uV	+/-0.1%
电压输入, +/-500mV	-500mV ~ +500mV	100uV	+/-0.1%
电压输入, +/-1.0V	-1.0V ~ +1.0V	100uV	+/-0.1%
电压输入, +/-2.5V	-2.5V ~ +2.5V	100uV	+/-0.1%

## 2 电气连接及安装

### 端子说明

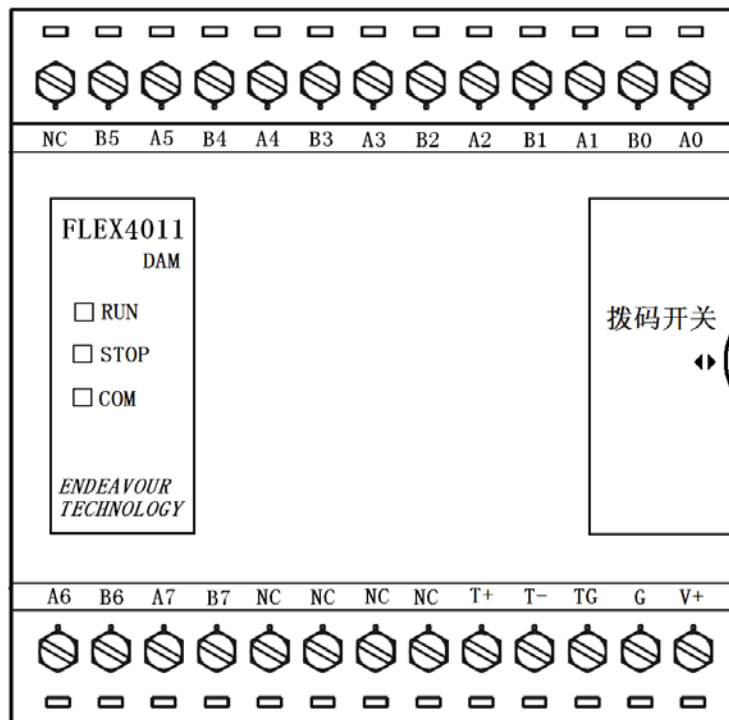


图2 接线端子

表3 端子说明					
序号	端子	说明	序号	端子	说明
1	A0	通道0输入正	14	A6	通道6输入正
2	B0	通道0输入负	15	B6	通道6输入负
3	A1	通道1输入正	16	A7	通道7输入正
4	B1	通道1输入负	17	B7	通道7输入负
5	A2	通道2输入正	18	NC	不连接
6	B2	通道2输入负	19	NC	不连接
7	A3	通道3输入正	20	NC	不连接
8	B3	通道3输入负	21	NC	不连接
9	A4	通道4输入正	22	T+	RS485+
10	B4	通道4输入负	23	T-	RS485-

11	A5	通道5输入正	24	TG	RS485通讯地
12	B5	通道5输入负	25	G	输入电源地
13	NC	不连接	26	V+	输入电源正

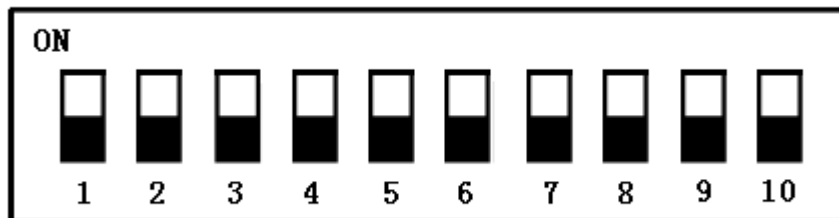
### 指示灯

指示灯名称	指示内容	指示灯状态
RUN：运行指示灯	正常运行	每隔两秒闪烁一次
STOP：状态指示灯	系统初始化	电初始化时亮，初始化结束后熄灭。当开启热电偶断线检测功能时，上电后会闪烁4次，闪烁频率1秒
	内部错误	常亮
COM：通信指示灯	有数据通信	当有数据接收或者发送时点亮。

### 拨码开关

模块具有一个10位的拨码开关，说明如下。

拨码开关第1-8位：用于设置Modbus地址，可设置范围为1-255。



拨码开关

拨码开关序号	1	2	3	4	5	6	7	8
地址位元	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
地址=0(注1)	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
地址=1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
地址=2	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
地址=3	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
地址=127	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
地址=128	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
地址=129	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
地址=254	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF
地址=255	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON

注1：当拨码开关全部为OFF时，模块的地址由内部寄存器设置，详见通信协议章节。

第9,10位用于设置模块的运行状态。具体如下：

拨码开关序号	9	10	模块状态
0	OFF	OFF	运行模式

1	OFF	ON	设置模式
2	ON	OFF	运行模式
3	ON	ON	运行模式

模块处于设置模式时，模块的 Modbus 地址默认为 0，通信配置默认为：9600, N, 8, 1 (9600bps, 无校验位, 8 个数据位, 一个停止位)，方便用户与模块进行通信。这是设置模式与运行模式的唯一区别。

运行模式时，如果模块的外部拨码开关设置的 Modbus 地址为 0，则实际的 Modbus 地址由模块内部的地址寄存器决定；如果模块的外部拨码开关设置的 Modbus 地址不为 0，模块的 Modbus 地址由拨码开关第 1-8 位（或模块内部寄存器）决定；通信配置（波特率，校验位，通信协议）由模块内部寄存器的设置。

## 电源连接

供电为 18-36V 宽范围直流，建议使用 24V 直流电源

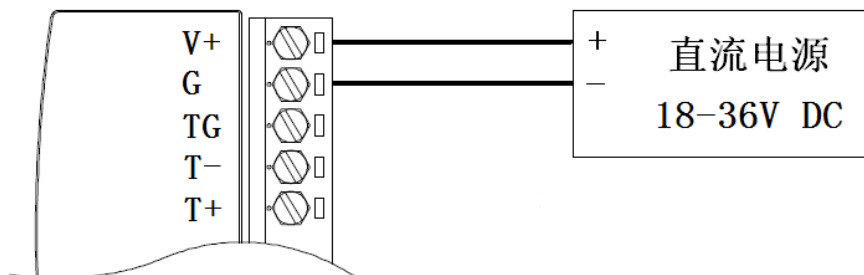


图3 电源接线

注：可连接 18~36V 直流电源供电，但电源功率必须满足模块要求。如在标准 24V 供电的情况下，模块功耗小于 2W，在选择电源时要选择大于 2W 的电源模块。当为多个模块供电的情况下，电源功率应大于 (2W\*模块数)。

## 传感器连接

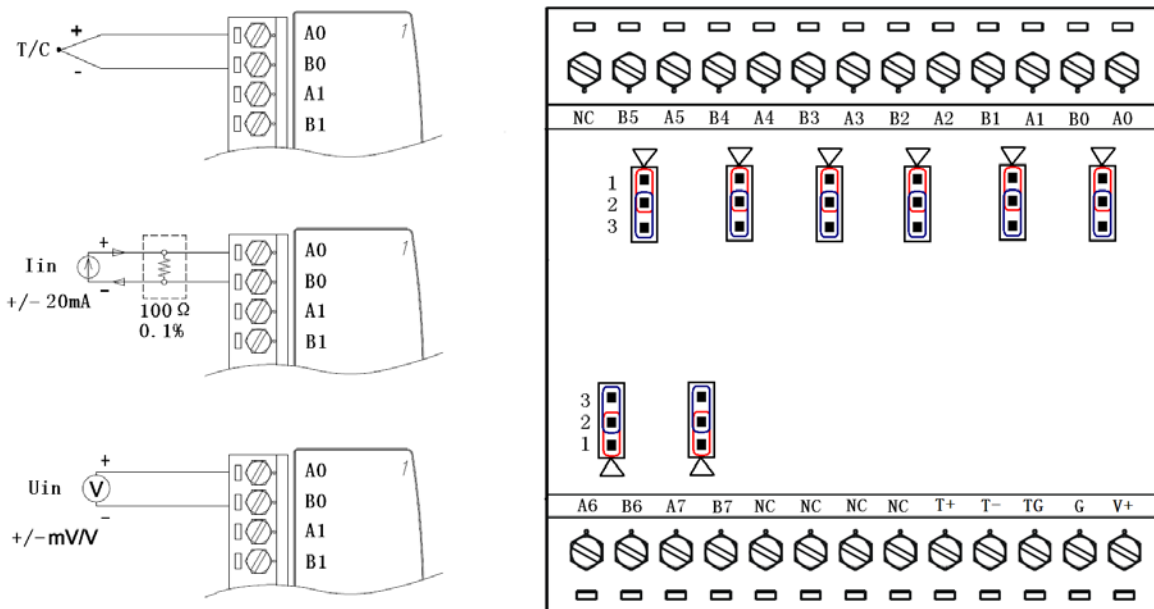


图4 传感器接线

对于电压，热电偶信号输入，请将模块跳线设置到“2-3”之间。

对于电流信号输入，如果用户外接100欧姆0.1%精密低温飘电阻，需要将模块内部的跳线设置到“2-3”之间；如果不外接

100欧姆电阻，用户需要将模块内部的跳线设置到“1-2”之间，此时内部100欧姆电阻接通。

## 通讯连接

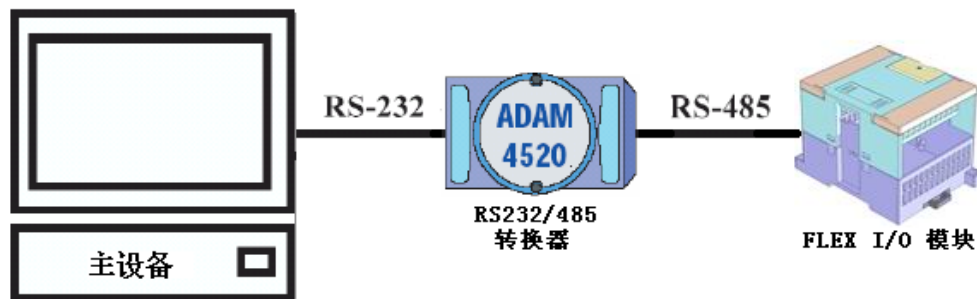


图5 主设备与模块通过RS232/RS485转换器连接

注：图中 RS232/485 转换器使用 ADAM4520 作为示意，可根据需要自行选择。

表4 RS485半双工连接

主设备（一般为PC）			RS232/485转换器		FLEX模块
RS232引脚定义	DB9	DB25	主设备连接侧	FLEX模块侧	
RX	2	2	见所选择的RS232/485 转换器用户手册	A/A+	T+
TX	3	3		B/B-	T-
COM(公共地)	5	7		COM	TG

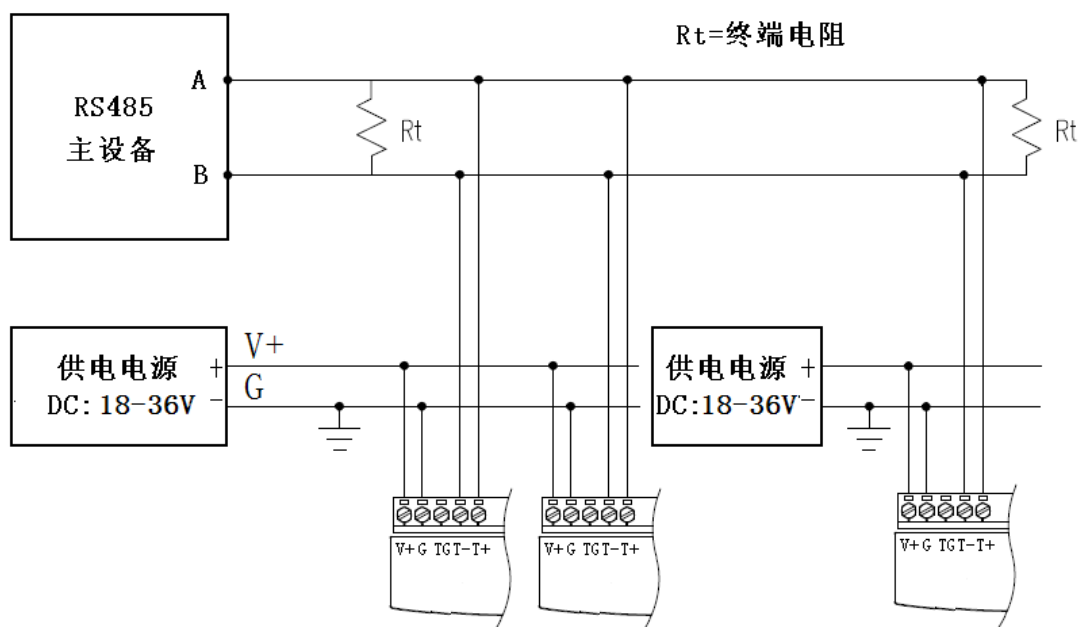


图6 RS485网络通讯连接

注 1: 终端电阻应根据通讯电缆的特性阻抗选择, 一般情况下选择  $R_t=120\Omega$

注 2: 通讯电缆的屏蔽层可与 FLEX 模块通讯地(TG)连接



## 3 通讯协议

### 3.1 Modbus RTU/ASCII 通信协议

Modbus 是一种串行通信协议，是 Modicon 于 1979 年为使用可编程逻辑控制器（PLC）而发表的。事实上，它已经成为工业领域通信协议标准，并且现在是工业电子设备之间相当常用的连接方式。Modbus 在工业现场中有着广泛的应用。

Modbus 协议是一个主/从架构的协议。有一个节点是主节点，其他使用 Modbus 协议参与通信的节点是从节点。每一个从设备都有一个唯一的地址。

#### 3.1.1 Modbus 寄存器地址映射

寄存器	PLC 地址	功能号	功能说明	读/写	有效值
0x0000	400001 300001	03 04	通道 0 测量值	读	请参见附录 A
0x0001	400002 300002	03 04	通道 1 测量值	读	
0x0002	400003 300003	03 04	通道 2 测量值	读	
0x0003	400004 300004	03 04	通道 3 测量值	读	
0x0004	400005 300005	03 04	通道 4 测量值	读	
0x0005	400006 300006	03 04	通道 5 测量值	读	
0x0006	400007 300007	03 04	通道 6 测量值	读	
0x0007	400008 300008	03 04	通道 7 测量值	读	
0x0006 0x001F	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0x0020	400033 300033	03 04	通道 0 测量校准值	读	请参见附录 A
0x0021	400034 300034	03 04	通道 1 测量校准值	读	
0x0022	400035 300035	03 04	通道 2 测量校准值	读	
0x0023	400036 300036	03 04	通道 3 测量校准值	读	
0x0024	400037 300037	03 04	通道 4 测量校准值	读	
0x0025	400038 300038	03 04	通道 5 测量校准值	读	
0x0026	400039 300039	03 04	通道 6 测量校准值	读	

0x0027	400040 300040	03 04	通道 7 测量校准值	读	
0x0026 0x003F	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0x0040	400065	03/06/16	通道 0 校准值	读/写	请参见附录 A
0x0041	400066	03/06/16	通道 1 校准值	读/写	
0x0042	400067	03/06/16	通道 2 校准值	读/写	
0x0043	400068	03/06/16	通道 3 校准值	读/写	
0x0044	400069	03/06/16	通道 4 校准值	读/写	
0x0045	400070	03/06/16	通道 5 校准值	读/写	
0x0046	400071	03/06/16	通道 6 校准值	读/写	
0x0047	400072	03/06/16	通道 7 校准值	读/写	
0x0046 0x005F	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0x0060	400097	03/06/16	通道 0 传感器类型	读/写	0~21  0=J 型热电偶, -210℃~1200℃ 1=K 型热电偶, -270℃~1372℃ (默认值) 2=T 型热电偶, -270℃~400℃ 3=E 型热电偶, -270℃~1000℃ 4=R 型热电偶, -50℃~1768℃ 5=S 型热电偶, -50℃~1768℃ 6=B 型热电偶, 0℃~1820℃ 7=N 型热电偶, -270℃~1300℃ 8=C 型热电偶, 0℃~2320℃ 9=D 型热电偶, 0℃~2320℃ 10=G 型热电偶, 0℃~2320℃ 11=L 型热电偶, -200℃~900℃ 12=U 型热电偶, -200℃~600℃ 13=电流输入, +/-20mA 14=电流输入, + 0~20mA 15=电流输入, + 4~20mA 16=电压输入, +/-10mV 17=电压输入, +/-20mV 18=电压输入, +/-50mV 19=电压输入, +/-100mV 20=电压输入, +/-150mV 21=电压输入, +/-500mV 22=电压输入, +/-1.0V 23=电压输入, +/-2.5V
0x0061	400098	03/06/16	通道 1 传感器类型	读/写	
0x0062	400099	03/06/16	通道 2 传感器类型	读/写	
0x0063	400100	03/06/16	通道 3 传感器类型	读/写	
0x0064	400101	03/06/16	通道 4 传感器类型	读/写	
0x0065	400102	03/06/16	通道 5 传感器类型	读/写	
0x0066	400103	03/06/16	通道 6 传感器类型	读/写	
0x0067	400104	03/06/16	通道 7 传感器类型	读/写	
0x0066 0x006F	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0x0070	400113	03/06/16	通道 0 滤波次数	读/写	范围: 1-16
0x0071	400114	03/06/16	通道 1 滤波次数	读/写	1=1 次滤波

0x0072	400115	03/06/16	通道 2 滤波次数	读/写	2=2 次滤波
0x0073	400116	03/06/16	通道 3 滤波次数	读/写	3=3 次滤波(默认值)
0x0074	400117	03/06/16	通道 4 滤波次数	读/写	...
0x0075	400118	03/06/16	通道 5 滤波次数	读/写	
0x0076	400119	03/06/16	通道 6 滤波次数	读/写	
0x0077	400120	03/06/16	通道 7 滤波次数	读/写	
0x0076 0x00FF	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0x0100	400257	03/06/16	通道 0 使能/禁用	读/写	范围：0-1
0x0101	400258	03/06/16	通道 1 使能/禁用	读/写	0=通道禁用
0x0102	400259	03/06/16	通道 2 使能/禁用	读/写	1=通道开启（默认值）
0x0103	400260	03/06/16	通道 3 使能/禁用	读/写	注：如果某个通道不使用的話可以将其禁用，禁用后可以加快采集速度。
0x0104	400261	03/06/16	通道 4 使能/禁用	读/写	
0x0105	400262	03/06/16	通道 5 使能/禁用	读/写	
0x0106	400263	03/06/16	通道 6 使能/禁用	读/写	
0x0107	400264	03/06/16	通道 7 使能/禁用	读/写	
0x0108 0x01FF	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0x0200	400513	03/06/16	Modbus 从机地址	读/写	1-255 （默认值为 1） 注：0 为 Modbus 广播地址
0x0201	400514	03/06/16	串行通讯波特率	读/写	0=1200 bps 1=2400 bps 2=4800 bps 3=9600 bps（默认值） 4=19200 bps 5=38400 bps 6=57600 bps 7=115200 bps
0x0202	400515	03/06/16	串行通讯协议	读/写	0=Modbus RTU（默认值） 1=Modbus ASCII 2=ADAM 研华协议(无校验) 3=ADAM 研华协议(有校验)
0x0203	400516	03/06/16	串行通讯校验位	读/写	0=无校验（默认值） 1=偶校验 2=奇校验
0x0204	400517	03/06/16	串行通信数据位	读/写	1 1=8bit数据位（默认值）
0x0205	400518	03/06/16	串行通信停止位	读/写	0-1 0:1个停止位（默认值） 1:2个停止位
0x0206	400519	03/06/16	串行通信延时响应	读/写	0-255 0：关闭延时响应(默认值) 1：延时1*10ms响应 2：延时2*10ms响应

					... 255: 延时255*10ms响应 <b>注: 某些主机发出请求指令后, 其自身切换到接受数据的状态比较缓慢, 如果不延时响应, 主机会错过数据的接收,</b>
0x0207	400520	03/06/16	串行通信主动输出 时间间隔	读/写	0-255 0: 关闭串行通信主动输出(默认值) 1: 每隔1秒输出一次数据 2: 每隔2秒输出一次数据 ... 255: 每隔255秒输出一次数据  <b>注: 某些情况需要采集模块主动向外发出数据(无主机请求), 这种情况下可以使用串行通信主动输出。</b>
0x0208 0x021F	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0x0220	400544	03/04	热电偶冷端补偿温度	读	读出数据为二进制补码, 范围-400~850℃。 对应温度-40.0~85.0℃。
0x0208 0x021F	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
0x0230	400571	03/06/16	热电偶冷端补偿开启/关闭	读/写	0-1 0: 热电偶冷端补偿关闭 1: 热电偶冷端补偿开启(默认值)
0x0231	400572	03/06/16	每通道的采样时间	读/写	0-13  0: 4MS 1: 8MS 2: 16MS 3: 32MS 4: 40MS 5: 48MS 6: 60MS 7: 101MS (60HZ抑制优于90db) 8: 120MS (50HZ抑制优于80db) (默认值) 9: 160MS (50/60HZ抑制优于66db) 10: 200MS (50/60HZ抑制优于69db) 11: 240MS (50/60HZ抑制优于70db) 12: 320MS (50/60HZ抑制优于72db) 13: 480MS (50/60HZ抑制优于74db)  <b>注: 调小采样时间以获得更高的采样速率, 但数据会稍有波动。调大采样时间会降低采样速率, 但数据稳定度提高。用户可根据现场情况</b>

					<b>进行调整。</b>
0x0232	400573	03/06/16	热电偶断线检测开启/关闭	读/写	0-1 0: 热电偶断线检测关闭 1: 热电偶断线检测开启（默认值）  <b>注1: 热电偶断线检测开启后如果热电偶由于损坏或者其他原因导致断路，则采集到的数值为+32767（0x7FFF）。开启断线检测将使每个通道的采集时间增加15毫秒。</b>  <b>注2: 热电偶断线检测开启后，模块上电时会进行相应的自检，使上电后初始化时间增加4秒。自检时STOP指示灯会以1秒的频率闪烁4次。</b>

### 3.1.2 读取数据以及处理

以读取8路温度数据(下表中红色粗体)为例。通信前请先确认模块的Modbus 地址, 通讯配置默认为 :9600, N, 8, 1(9600bps, 无校验位, 8 个数据位, 一个停止位)

举例: 读寄存器 0x0000H-0x0007H, 即八通道温度测量值 (负值按补码表示)

**测量值寄存器:**

寄存器	功能号	功能说明	读/写
<b>0x0000</b>	04	通道0测量值	读
<b>0x0001</b>	04	通道1测量值	读
<b>0x0002</b>	04	通道2测量值	读
<b>0x0003</b>	04	通道3测量值	读
<b>0x0004</b>	04	通道4测量值	读
<b>0x0005</b>	04	通道5测量值	读
<b>0x0006</b>	04	通道6测量值	读
<b>0x0007</b>	04	通道7测量值	读

### Modbus-RTU 数据格式

呼叫与应答均用二进制字节的数值表达, 总线上传送的信息时间性要求十分严格。因 RTU 方式所有内容均可能为信息, 因此无法用特殊字符表示数据块的起始和结束。信息起始和结束的定位靠预先定义的无传输字节时间宽度来辨别, 通常取传输 3.5 个字节所需要的时间。显然, 该宽度与通讯波特率有关。当总线上呈现 3.5 个字节周期或更长的静止期后, 出现的第一个字节即为另一个信息的起始点, 该字节总是针对某一从方设备的地址信息。一串信息内容字节过后再次出现 3.5 个字节周期宽度, 表示此串信息结束。

**请求: 01 04 0000 0008 F1CC (8 个字节)**

从机地址	1 字节	0x01
功能号	1 字节	0x04
起始地址	2 字节	0x0000
寄存器数量	2 字节	0x0008
校验	2 字节	0xF1CC

响应: 01 04 10 0063 8000 8000 8000 8000 8000 8000 5CB5 (21个字节)

从机地址	1字节	0x01
功能号	1字节	0x04
有效字节数	1字节	0x10
数据	16字节	0x00 (第0路温度高字节)
		0x63 (第0路温度低字节)
		0x80 (第1路温度高字节)
		0x00 (第1路温度低字节)
		0x80 (第2路温度高字节)
		0x00 (第2路温度低字节)
		0x80 (第3路温度高字节)
		0x00 (第3路温度低字节)
		0x80 (第4路温度高字节)
		0x00 (第4路温度低字节)
		0x80 (第5路温度高字节)
		0x00 (第5路温度低字节)
		0x80 (第6路温度高字节)
		0x00 (第6路温度低字节)
		0x80 (第7路温度高字节)
		0x00 (第7路温度低字节)
校验	2字节	0x5CB5

当接收到设备返回的 21 个字节数据后, 进行以下 crc 计算操作, 其中 num (输入参数 2) = 21

```
//-----
//CRC 计算 C51 语言函数如下
//输入参数 1: snd, 待校验的字节数组名
//输入参数 2: num, 待校验的字节总数 (包括 CRC 校验的 2 个字节)
//函数返回值: 校验失败时返回非 0 值。校验成功返回 0。
//-----

unsigned int calc_crc16 (unsigned char *snd, unsigned char num)
{
    unsigned char i, j;
    unsigned int c, crc=0xFFFF; //crc 初始化为 0xFFFF
    for(i = 0; i < num; i++)
    {
        c = snd[i] & 0x00FF; //待发送的字节和 0x00FF 进行 “与” 操作
        crc ^= c; //crc 与 c 做 “异或” 操作, 结果存储于 crc 中
        for(j = 0; j < 8; j++)
        {
            if (crc & 0x0001) //检查 crc 最低位是否为 1
            {
                crc>>=1; //crc 右移一位
                crc ^= 0xA001; //crc 与 0xA001 做 “异或” 操作, 结果存储于 crc 中
            }
        }
    }
}
```

```

    }
    else
    {
        crc>>=1; //crc 右移一位
    }
}
}
return(crc); //返回 crc 校验结果
}

```

得到返回结果为 0 时那么校验成功，如果校验失败返回为非零值。

校验成功后，使用以下公式计算温湿度（负值以补码表示）：

第 0 路温度=  $(0x00*256+0x63)/10 = 99/10 = 9.9^{\circ}\text{C}$

第 1 路温度=  $((0xFF*256+0x00) - 0xFFFF-0x01) / 10 = -3276.8^{\circ}\text{C}$ （未连接传感器的值或者异常值）

第 2 路温度=  $((0xFF*256+0x00) - 0xFFFF-0x01) / 10 = -3276.8^{\circ}\text{C}$ （未连接传感器的值或者异常值）

第 3 路温度=  $((0xFF*256+0x00) - 0xFFFF-0x01) / 10 = -3276.8^{\circ}\text{C}$ （未连接传感器的值或者异常值）

第 4 路温度=  $((0xFF*256+0x00) - 0xFFFF-0x01) / 10 = -3276.8^{\circ}\text{C}$ （未连接传感器的值或者异常值）

第 5 路温度=  $((0xFF*256+0x00) - 0xFFFF-0x01) / 10 = -3276.8^{\circ}\text{C}$ （未连接传感器的值或者异常值）

第 6 路温度=  $((0xFF*256+0x00) - 0xFFFF-0x01) / 10 = -3276.8^{\circ}\text{C}$ （未连接传感器的值或者异常值）

第 7 路温度=  $((0xFF*256+0x00) - 0xFFFF-0x01) / 10 = -3276.8^{\circ}\text{C}$ （未连接传感器的值或者异常值）

负值的判断与处理：如果返回值的二进制最高位为 1，那么表明返回的数据是负数，假设返回的值是 0xFF05（16 进制，补码），那么其二进制表示为：0b 1111111100000101，其最高位为 1，那么表明这个返回值是负数。处理数值时第一字节高字节为 0xFF，第二字节低字节为 0x 05，那么温度测量值为  $((0xFF*256+0x05) - 0xFFFF-0x01) / 10 = (0xFF05-0xFFFF-0x01) / 10 = -25.1$  摄氏度。

如果校验不成功，说明传输过程发生错误，应放弃此次采集到的数据，重新采集。

## Modbus-ASCII 数据格式

呼叫与应答的信息用 16 进制的字符 0~9、A~F 表示，每两个 ASCII 字符组成一个信息字节，字符冒号<:>表示待传递信息的起始处，字符<CR>（回车）、<LF>（换行）表示此信息传送结束。MODBUS 中的 ASCII 码方式多用于实时性要求不高的场合。

ASCII 方式校验采用累加和校验方式，即将从机地址开始到串结束的所有数值相加得到一个字节的和的相反数，转换成十六进制形式，附加在串后。

请求： :010400000006F5 (CR) (LF)

定界符	:	
从机地址	01	
功能号	04	
起始地址	0000	
寄存器数量	0006	
校验和	F5	为一个字节的累加和转换成的两位 16 进制数 ASCII，除定界符“:”外，所有二进制字节和的相反数。

回车	CR	
换行	LF	

响应：:01040CFFF9800080008000800077 (CR) (LF)

定界符	:	
从机地址	01	
功能号	04	
有效字节数	0C	
数据		0xFF (第0路温度高字节)
		0xF9 (第0路温度低字节)
		0x80 (第1路温度高字节)
		0x00 (第1路温度低字节)
		0x80 (第2路温度高字节)
		0x00 (第2路温度低字节)
		0x80 (第3路温度高字节)
		0x00 (第3路温度低字节)
		0x80 (第4路温度高字节)
		0x00 (第4路温度低字节)
		0x80 (第5路温度高字节)
		0x00 (第5路温度低字节)
校验和	77	为一个字节的累加和转换成的两位 16 进制数 ASCII，除定界符“:”外，所有二进制字节和的相反数。
回车	CR	
换行	LF	

## 3.2 ADAM 研华通信协议

研华协议是研华公司为其设备定义的一种通信协议，协议为 ASCII 码传输，简单直观。模块支持带有校验字节的 ADAM 研华数据读取命令，可以读取单通道数据或者全部通道数据。如果希望使用研华协议作为模块的默认数据读取协议，可先使用设置软件将模块的通信协议设置为“研华 ADAM”通信协议，具体请参照设置软件使用章节。设置后重新上电以使协议生效。当模块通信协议为“研华 ADAM”通信协议时，仅支持数据读取命令，其他设置相关的命令不支持。

### 3.2.1 研华通信协议命令

请求	响应	功能	其他
#AAN(checksum) (CR)	>(data) (checksum) (CR)	读取单通道的数据	读取指定通道的数据
#AA (checksum) (CR)	>(data0) (data1) (data2) (data3) (data4) (data5) (checksum) (CR)	读取所有通道的数据	读取所有通道的数据

#### 3.2.1.1 读取单通道的数据命令

读取地址为 AA 的模块的第 N 通道的测量值。发送与接收全部用 ASCII 码表示。



请求：#AAN (checksum) (CR)

定界符	#	1 字节	命令起始字符
从机地址	AA	2 字节	AA (范围 00~FF) 表示模块的两位十六进制地址
通道号	N	1 字节	N 为将要读出的通道号, N 值为 0~5
校验和	checksum	2 字节	校验和。为定界符, 从机地址以及通道号数据的 ASCII 码 16 进制的累加和, 然后对 100H(16 进制) 求余数。并将余数转换为 ASC 码作为 checksum 发送。
回车	CR	1 字节	命令结束字符, 即回车 (0DH)

响应：>(data) (checksum) (CR)

定界符	>	1 字节	命令起始字符
通道数据	data	7 字节	通道测量值, 以 “+” 或 “-” 开头, 后面是 4 位十进制整数, 一位小数点以及一位小数, 测量值小于四位整数是前面以 0 补位, 比如: -0035.7, +0125.6, +1200.0。 传感器异常时输出-3276.8。
校验和	checksum	2 字节	校验和。为定界符, 通道数据 data 的 ASCII 码 16 进制的累加和, 然后对 100H(16 进制) 求余数。然后将余数转换为两个 ASC 码并与接收到的 checksum 比较, 相等说明传输无误。
回车	CR	1 字节	命令结束字符, 即回车 (0DH)

举例如下: 读取 01 号模块的第 0 通道数据。

请求: #010B4 (CR)

定界符	#	1 字节	命令起始字符
从机地址	01	2 字节	模块地址为 01
通道号	0	1 字节	通道 0
校验和	B4	2 字节	校验值 B4 计算如下: 定界符, 从机地址以及通道号数据的 ASCII 码 16 进制的累加和, 然后对 100H(16 进制) 求余数。即 ( ‘ #’ + ‘ 0’ + ‘ 1’ + ‘ 0’ ) = (23H+30H+31H+30H) =B4H, B4H%100H=B4H。然后将 B4H 转换为两个 ASC 码 ‘B’, ‘4’ 发送出去。

回车	CR	1 字节	命令结束字符, 即回车 (0DH)
----	----	------	-------------------

响应: >+0265.99D(CR)

定界符	>	1 字节	命令起始字符
通道数据	+0265.9	7 字节	通道 0 测量值为 265.9 度
校验和	9D	2 字节	校验值 9D 计算如下: 定界符, 通道数据的 ASCII 码 16 进制的累加和, 然后对 100H(16 进制) 求余数。即 ( ' > ' + ' + ' + ' 0 ' + ' 2 ' + ' 6 ' + ' 5 ' + ' . ' + ' 9 ' ) = (3EH+2BH+30H+32 H +36 H +35 H +2E H +39 H)= 19DH, 19DH %100H=9DH。然后将 9DH 转换为两个 ASC 码 '9', 'D' 并与接收到的校验和比较, 相等说明传输无误。
回车	CR	1 字节	命令结束字符, 即回车 (0DH)

### 3.2.1.2 读取所有通道的数据命令

读取地址为 AA 的模块的所有通道的测量值。发送与接收全部用 ASCII 码表示。

请求: #AA (checksum) (CR)

定界符	#	命令起始字符
从机地址	AA	AA (范围 00~FF) 表示模块的两位十六进制地址
校验和	checksum	校验和。为定界符, 从机地址的 ASCII 码 16 进制的累加和, 然后对 100H(16 进制) 求余数。并将余数转换为 ASC 码作为 checksum 发送。
回车	CR	命令结束字符, 即回车 (0DH)

响应: >(data) (checksum) (CR)

定界符	>	命令起始字符
通道 0 数据	Data0	通道 0 测量值, 以 “+” 或 “-” 开头, 后面是 4 位十进制整数, 一位小数点以及一位小数, 测量值小于四位整数是前面以 0 补位, 比如: -0035.7, +0125.6, +1200.0。 传感器异常时输出-3276.8。
通道 1 数据	Data1	通道 1 测量值, 同上所述
通道 2 数据	Data2	通道 2 测量值, 同上所述
通道 3 数据	Data3	通道 3 测量值, 同上所述
通道 4 数据	Data4	通道 4 测量值, 同上所述

通道 5 数据	Data5	通道 5 测量值，同上所述
校验和	checksum	校验和。为定界符，通道数据 Data0, Data1, Data2, Data3, Data4, Data5 的 ASCII 码 16 进制的累加和，然后对 100H(16 进制)求余数。然后将余数转换为两个 ASC 码并与接收到的 checksum 比较，相等说明传输无误。
回车	CR	命令结束字符，即回车 (0DH)

举例如下：读取 01 号模块的所有数据。

请求：#0184(CR)

定界符	#	1 字节	命令起始字符
从机地址	01	2 字节	模块地址为 01
校验和	84	2 字节	校验值 84 计算方法如上节所述
回车	CR	1 字节	命令结束字符，即回车 (0DH)

响应：>+0265.8-3276.8-3276.8-3276.8-3276.8-3276.895 (CR)

定界符	>	1 字节	命令起始字符
通道 0 数据	+0265.9	7 字节	通道 0 测量值为 265.9 度
通道 1 数据	-3276.8	7 字节	通道 1 测量值为传感器异常值 -3276.8
通道 2 数据	-3276.8	7 字节	通道 2 测量值为传感器异常值 -3276.8
通道 3 数据	-3276.8	7 字节	通道 3 测量值为传感器异常值 -3276.8
通道 4 数据	-3276.8	7 字节	通道 4 测量值为传感器异常值 -3276.8
通道 5 数据	-3276.8	7 字节	通道 5 测量值为传感器异常值 -3276.8
校验和	95	2 字节	校验值 95 计算方法如上节所述
回车	CR	1 字节	命令结束字符，即回车 (0DH)

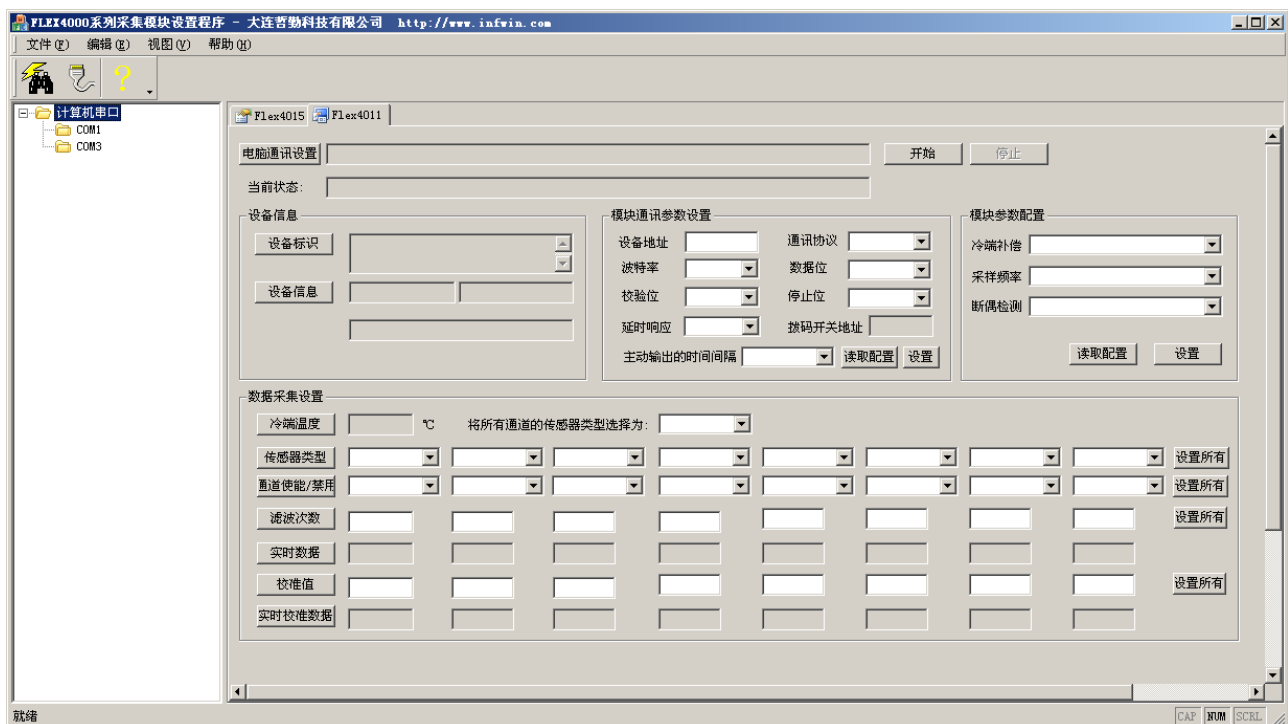
### 3.3 ASCII 码对照表

HEX	ASCII	HEX	ASCII	HEX	ASCII	HEX	ASCII
21	!	40	@	5F	_	7E	~
22	"	41	A	60	'		
23	#	42	B	61	a		
24	\$	43	C	62	b		
25	%	44	D	63	c		
26	&	45	E	64	d		
27	'	46	F	65	e		
28	(	47	G	66	f		
29	)	48	H	67	g		
2A	*	49	I	68	h		
2B	+	4A	J	69	i		
2C	,	4B	K	6A	j		
2D	-	4C	L	6B	k		
2E	.	4D	M	6C	l		
2F	/	4E	N	6D	m		
30	0	4F	O	6E	n		
31	1	50	P	6F	o		
32	2	51	Q	70	p		
33	3	52	R	71	q		
34	4	53	S	72	r		
35	5	54	T	73	s		
36	6	55	U	74	t		
37	7	56	V	75	u		
38	8	57	W	76	v		
39	9	58	X	77	w		
3A	:	59	Y	78	x		
3B	;	5A	Z	79	y		
3C	<	5B	[	7A	z		
3D	=	5C	\	7B	{		
3E	>	5D	]	7C			
3F	?	5E	^	7D	}		

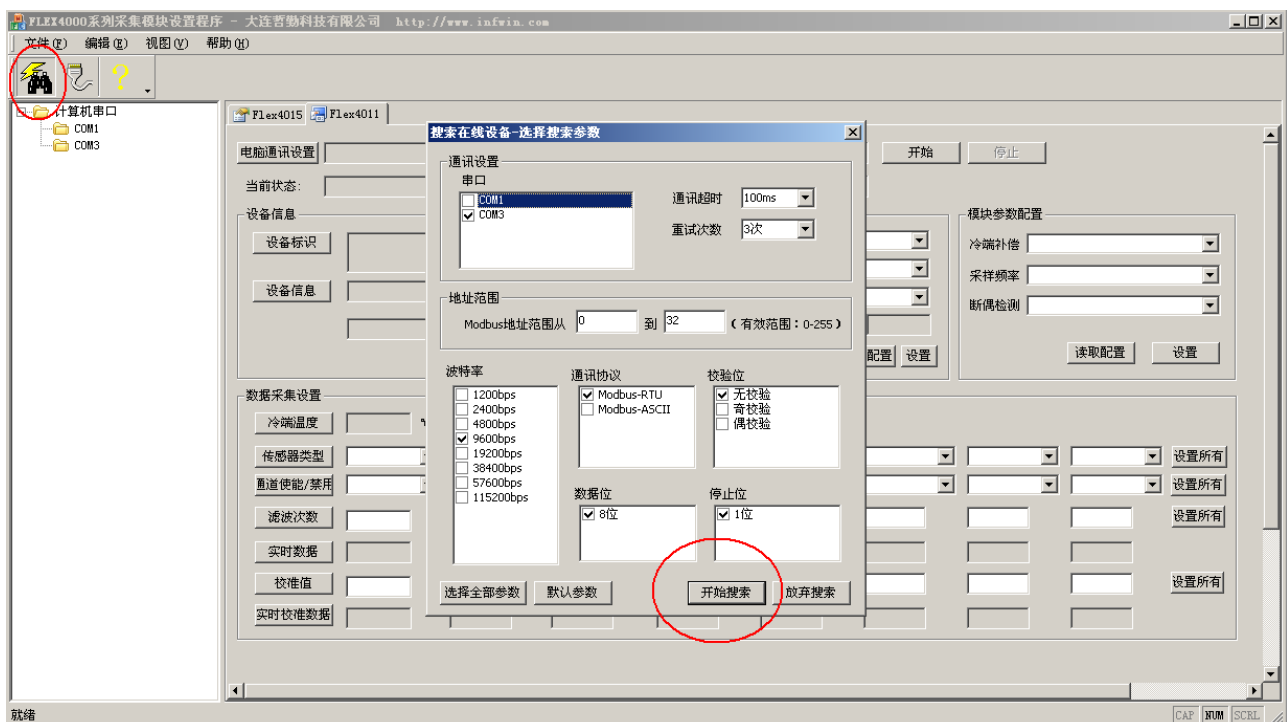
## 4 设置软件使用说明

### 4.1 设置软件与处于设置状态的模块通信

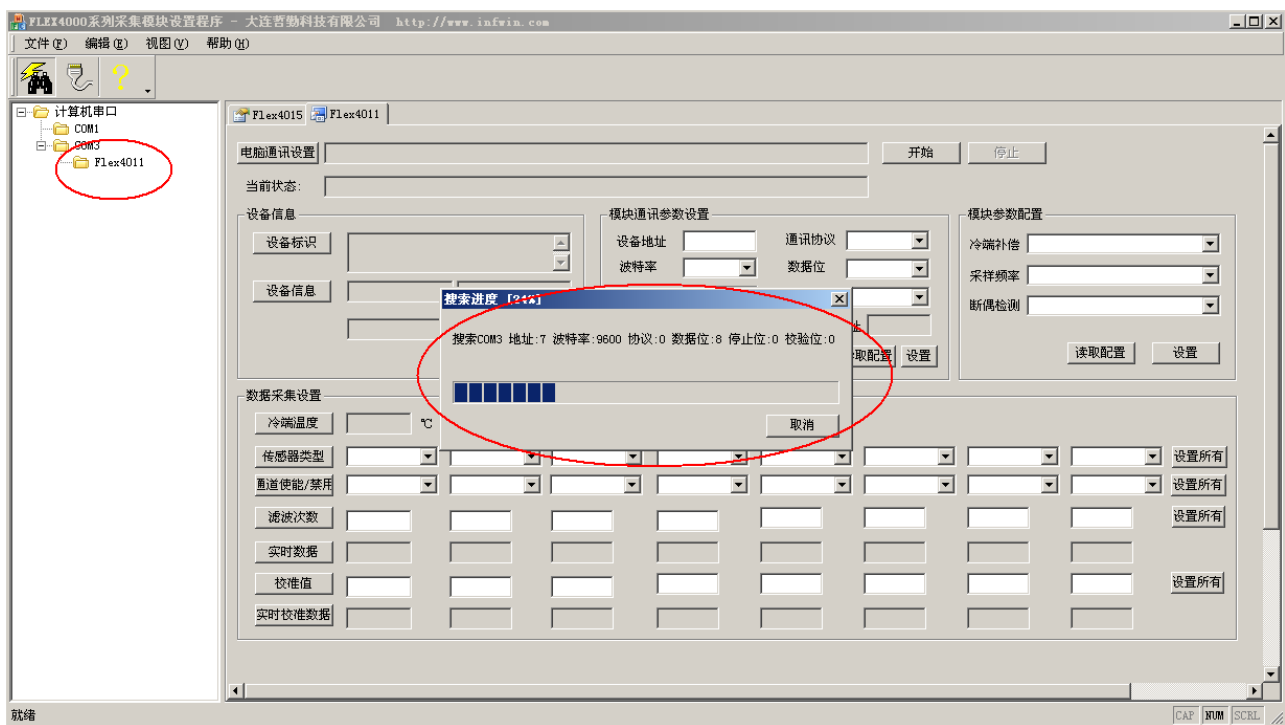
先将模块的拨码开关第 10 位拨为 ON，然后重新上电模块。打开设置软件。



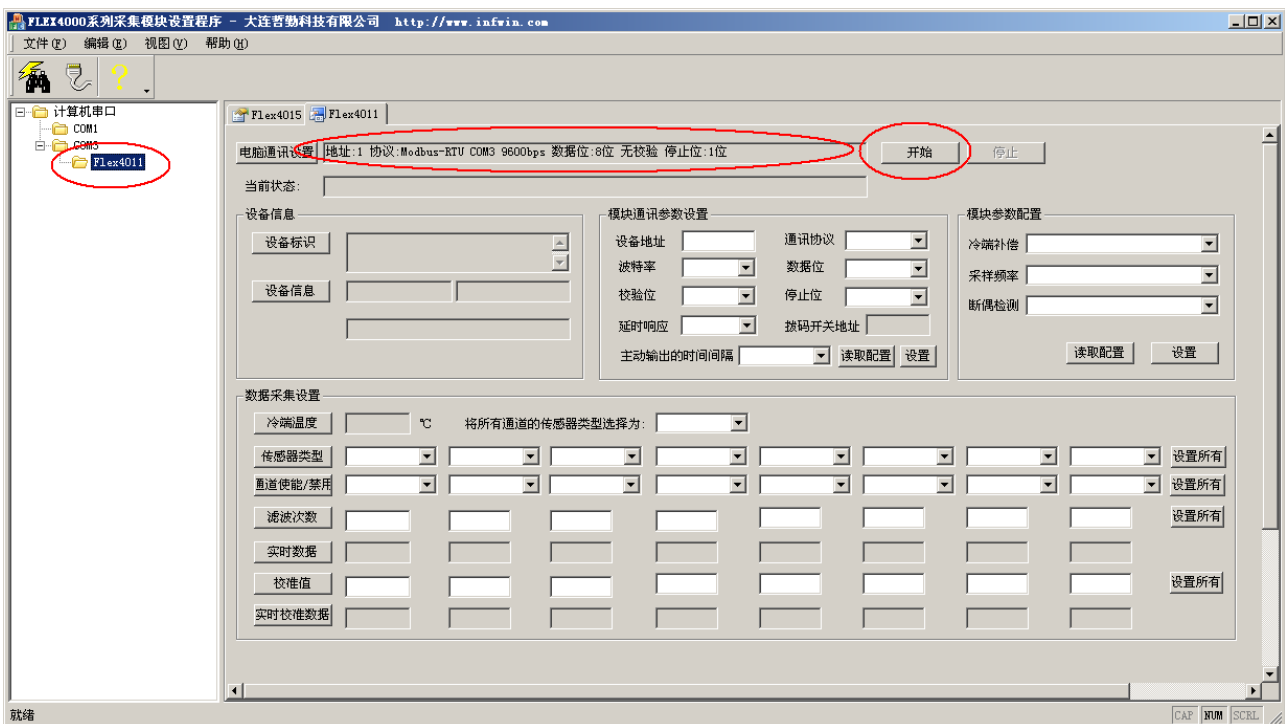
点击工具条中的搜索模块按钮，并确认通信设置对话框中的参数设置为 9600bps，无校验，8 个数据位，一个停止位。地址范围从 0-32。然后点击“开始搜索”按钮。



搜索过程中，所有检测到的模块都会添加到左侧设备栏中，如图：



双击左侧计算机串口树形目录下的“Flex4015”设备，通信参数将自动复制到右侧“电脑通讯设置”一栏中，然后点击右侧“开始”按钮，即可与此设备通信，并开始设置模块的参数。

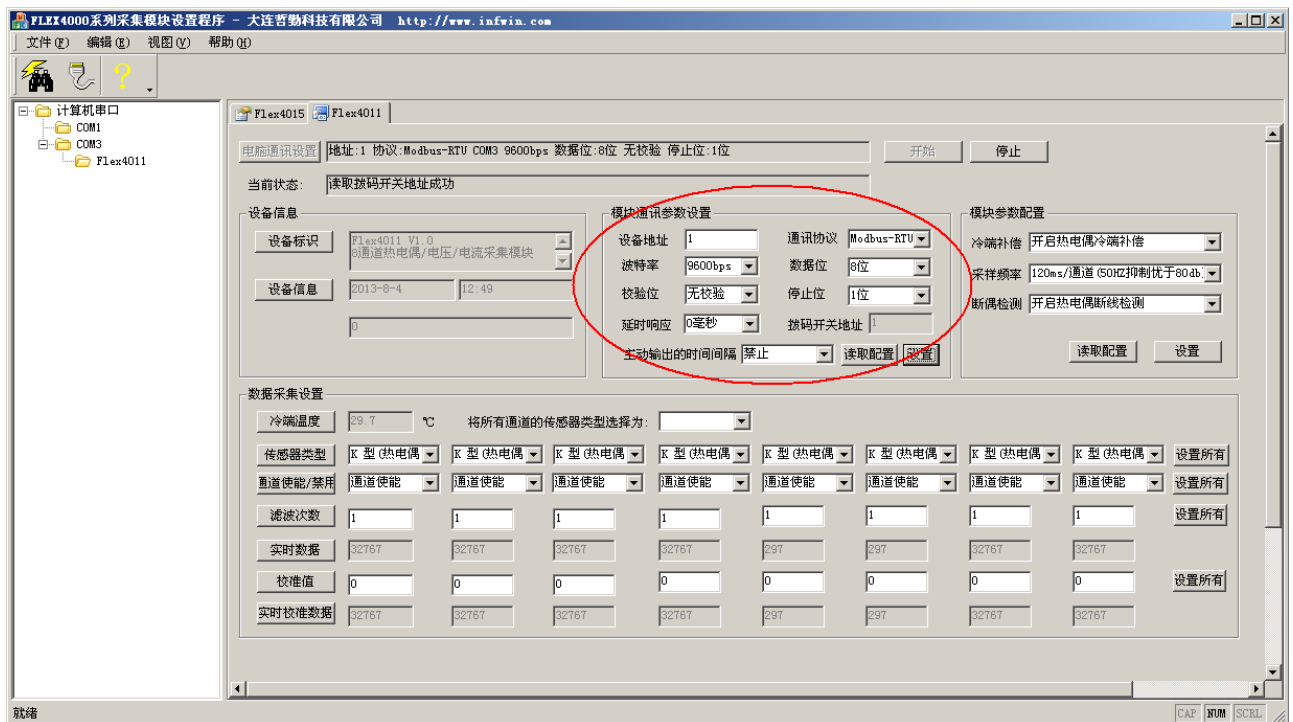


然后点击右侧“开始”按钮，即可与此设备通信，并开始设置模块的参数。



## 4.2 串口通信参数如何设置

开始通讯后，在“模块通讯参数设置”一栏中，选择期望的通讯参数，如图，选择后，点击“设置”按钮，稍后更新成功后会弹出设置成功对话框。设置通讯参数后，确保拨码开关不在全部 OFF 的状态，然后将模块重新上电，以使得通讯参数生效。此时，模块即可按照设置的通信参数进行通信。





## 5 使用串口调试软件读取数据

串口调试软件以 SSCOM32 为例。注意软件的波特率，校验位，数据位，以及停止位必须与模块的设置一致方可通信。

### 5.1 Modbus-RTU 通信协议

下面以读取 8 通道数据为例，模块的 Modbus 地址为 1。

发送：01 04 0000 0008 F1CC

接收：01 04 10 7FFF 7FFF 7FFF 7FFF 012E 012E 7FFF 7FFF 1E23

注意软件中要点选“HEX 发送”，“HEX 显示”



### 5.2 ADAM 研华通信协议

发送：#0184



接收：>+0265.8-3276.8-3276.8-3276.8-3276.895

注意软件中要点选“发送新行”，并取消选择“HEX 发送”，“HEX 显示”



# 附录 A

## A.1 模拟量数据格式

16 位二进制补码，为两个字节组成的一个 16 位有符号数据。可以表示从-32768 到+32767 的数值范围。请使用 16 位有符号数处理数据。

## A.2 模拟量输入范围

传感器类型	数据格式	最小值	最大值	超量程 下限值	超量程 上限值	热电偶 断线值(注 1)	分辨率
		10 进制值 对应的工程值	10 进制值 对应的工程值	10 进制 16 进制	10 进制 16 进制	10 进制 16 进制	10 进制
J 型热电偶	二进制补码	-2100 -210.0℃	12000 1200.0℃	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	32767 0x7FFF	0.1℃
K 型热电偶	二进制补码	-2700 -270.0℃	13720 1372.0℃	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	32767 0x7FFF	0.1℃
T 型热电偶	二进制补码	-2700 -270.0℃	4000 400.0℃	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	32767 0x7FFF	0.1℃
E 型热电偶	二进制补码	-2700 -270.0℃	10000 1000.0℃	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	32767 0x7FFF	0.1℃
R 型热电偶	二进制补码	-500 -50.0℃	17680 1768.0℃	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	32767 0x7FFF	0.1℃
S 型热电偶	二进制补码	-500 -50.0℃	17680 1768.0℃	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	32767 0x7FFF	0.1℃
B 型热电偶	二进制补码	0 0.0℃	18200 1820.0℃	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	32767 0x7FFF	0.1℃
N 型热电偶	二进制补码	-2700 -270.0℃	13000 1300.0℃	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	32767 0x7FFF	0.1℃
C 型热电偶	二进制补码	0 0.0℃	23200 2320.0℃	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	32767 0x7FFF	0.1℃
D 型热电偶	二进制补码	0 0.0℃	23200 2320.0℃	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	32767 0x7FFF	0.1℃
G 型热电偶	二进制补码	0 0.0℃	23200 2320.0℃	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	32767 0x7FFF	0.1℃
L 型热电偶	二进制补码	-2000 -200.0℃	9000 900.0℃	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	32767 0x7FFF	0.1℃
U 型热电偶	二进制补码	-2000 -200.0℃	6000 600.0℃	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	32767 0x7FFF	0.1℃
电流输入, +/-20mA	二进制补码	-20mA -20000	+20mA +20000	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	NA	1uA

电流输入, +0~20mA	二进制补码	+0mA 0	+20mA +20000	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	NA	1uA
电流输入, +4~20mA	二进制补码	+4mA +4000	+20mA +20000	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	NA	1uA
电压输入, +/-10mV	二进制补码	-10mV -10000	+10mV +10000	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	NA	1uV
电压输入, +/-20mV	二进制补码	-20mV -20000	+20mV +20000	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	NA	1uV
电压输入, +/-50mV	二进制补码	-50mV -5000	+50mV +5000	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	NA	10uV
电压输入, +/-100mV	二进制补码	-100mV -10000	+100mV +10000	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	NA	10uV
电压输入, +/-150mV	二进制补码	-150mV -15000	+150mV +15000	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	NA	10uV
电压输入, +/-500mV	二进制补码	-500mV -5000	+500mV +5000	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	NA	100uV
电压输入, +/-1V	二进制补码	-1V -10000	+1V +10000	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	NA	100uV
电压输入, +/-2.5V	二进制补码	-2.5V -25000	+2.5V +25000	-32768 0x8000	32767 0x7FFF	NA	100uV

注 1: 仅在开启热电偶断线检测功能时才有效, 断线检测只适用于热电偶传感器。