

# 多量程高精度热电偶信号采集模块

J/K/T/E/R/S/B 型热电偶信号采集隔离变送器: SY AD08T

## 产品特点

- 八路热电偶信号采集、隔离转换成RS485或RS232输出
- 测量精度优于0.05%,可以程控校准模块精度
- 内部一路DS18B20温度传感器用于热电偶冷端补偿
- 低成本、小体积模块化设计方便桌面或导轨安装使用
- J/ K/ T/ E/ R/ S/ B 型热电偶输入
- 用户可编程设置输入范围
- 宽电源供电范围: 8 — 50VDC
- 信号输入 / 输出之间隔离耐压3000VDC
- 支持 Modbus RTU 通讯协议

## 典型应用

- 温度信号测量、监视和控制
- 智能楼宇控制、安防工程等应用系统
- RS-232/485总线工业自动化控制系统
- 工业现场信号隔离及长线传输
- 热电偶信号隔离转换及长线传输
- 模拟信号A/D转换、调整及远程变送
- 小信号的测量
- 工业现场数据的获取与记录
- 医疗、工控产品开发

## 第一章 概述

SYAD08T系列产品实现传感器和主机之间的信号采集,用以检测模拟信号或控制远程设备。通过软件的配置,可用于多种传感器类型,包括:模拟信号输入,模拟信号输出,和数字信号输入/输出,SYAD08T系列产品可应用在RS-232/485总线工业自动化控制系统,热电偶信号的测量、监视和控制,小信号的测量以及工业现场信号隔离及长线传输等等。

产品包括电源隔离,输入输出信号隔离、线性化,A/D转换和RS-485串行通信。每个串口最多可接256只SYAD08T系列模块,通讯方式采用ASCII字符通讯协议或MODBUS RTU通讯协议,其指令集兼容于ADAM模块,波特率可由用户设置,能与其他厂家的控制模块挂在同一RS-485总线上,便于计算机编程。

SYAD08T系列产品是基于单片机的智能监测和控制系统,所有的用户设定的校准值,地址,波特率,数据格式,校验和状态等配置信息都储存在非易失性存储器EEPROM里。

SYAD08T系列产品可以测量各种传感器信号,包括热电阻,热电偶,应变片等,具体选型请参看不同型号产品所支持的类型编码。

SYAD08T系列产品按工业标准设计、制造,信号输入/输出之间隔离,可承受3000VDC隔离电压,抗干扰能力强,可靠性高。工作温度范围-45℃~+85℃。

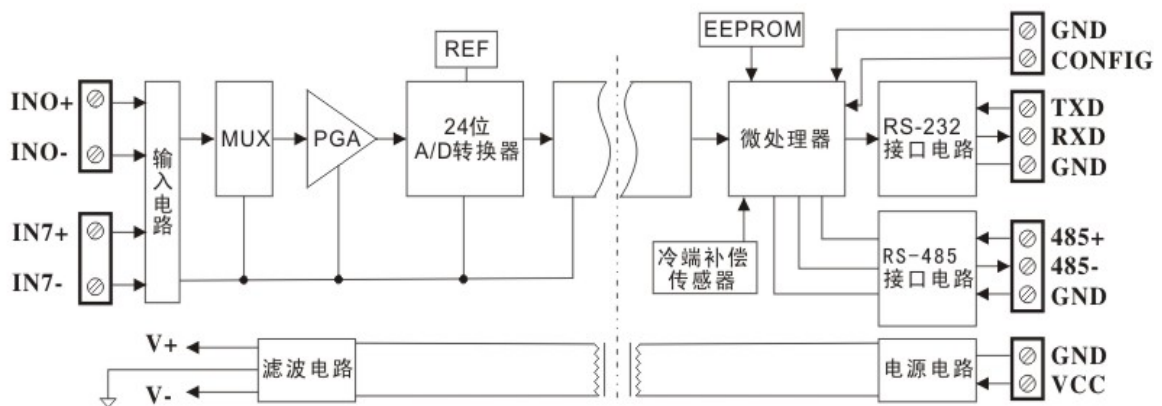


图1 SYAD08T 产品原理及外接端子框图

## SYAD08T 功能简介

SYAD08T 为八路信号隔离采集模块,可测量J/ K/ T/ E/ R/ S/ B 型热电偶信号。

**1、模拟信号输入**

24 位采集精度，产品出厂前所有信号输入范围已全部校准。在使用时，用户也可以很方便的自行编程校准。热电偶输入断线检测、线性补偿和冷端温度补偿。通过发送一个简单的断线检测命令，即可知道热电偶是否断线。模块内部有各种热电偶的线性数据，当采集热电偶信号时，模块根据不同类型热电偶进行线性补偿，还可以根据当前环境温度进行冷端温度补偿。如果需要，用户可以自行编程校准冷端温度。

**2、通讯协议**

通讯接口：模块有 1 路标准的 RS-485 通讯接口和一路 RS-232 通讯接口。

通讯协议：支持两种协议，ASCII 字符协议和 MODBUS RTU 通讯协议。可通过编程设定使用那种通讯协议，能实现与多种品牌的 PLC、RTU 或计算机监控系统进行网络通讯。

数据格式：10 位。1 位起始位，8 位数据位，1 位停止位。

通讯地址（00H~FFH）和波特率（300bps、600 bps、1200 bps、2400 bps、4800 bps、9600 bps、19200 bps、38400bps）均可设定；通讯网络最长距离可达 1200 米，通过双绞屏蔽电缆连接。

通讯接口高抗干扰设计，±15KV ESD 保护，通信响应时间小于 70mS。

**3、抗干扰**

可根据需要设置校验和。模块内部有瞬态抑制二极管，可以有效抑制各种浪涌脉冲，保护模块，内部的数字滤波，也可以很好的抑制来自电网的工频干扰。

**产品选型**

**SY AD08T - □**

热电偶类型

J:J 型热电偶

K:K 型热电偶

T:T 型热电偶

E:E 型热电偶

R:R 型热电偶

S:S 型热电偶

B:B 型热电偶

备注：

① SYAD08T 模块选型仅是出厂时产品初始支持热电偶类型，用户如需更换热电偶类型，可自行通过 ASCII 字符命令重设配置，校准即可。

② SYAD08T 模块同时支持 RS232 和 RS485 通讯接口，用户可根据使用环境选择对应通讯接口，但同一时刻两个接口只能有一个工作，否则会产生干扰。

**SY AD08T 通用参数**

(typical @ +25°C, Vs为额定值)

输入类型： 热电偶： J型0°C~760°C，K型0°C~1000°C，T型-100°C~400°C，E型0°C~1000°C，  
R 型 500°C~1750°C，S 型 500°C~1750°C，B 型 500°C~1800°C

通过软件选择输入类型。

精 度： @ +25°C 表1所示

输入失调： ±0.02 uV/°C

温度漂移： ±1 ppm/°C (±3 ppm/°C, 最大)

输入电阻： 100 M Ω

带 宽： 热电偶 -3 dB 3.27 Hz

转换速率： 热电偶 3.76 Sps

共模抑制(CMR)： 120 dB (1kΩ Source Imbalance @ 50/60 Hz)

常模抑制(NMR)： 60 dB (1kΩ Source Imbalance @ 50/60 Hz)

输入端保护： 240Vrms, 持续

ANSI/IEEE C37.90.1-1989 瞬态保护

冷端补偿传感器

精度： @+25°C ±0.25°C (±0.75°C, 最大)

精度: +5℃~+45℃ ±0.5℃ (非线性±0.0125℃/℃)

通讯: RS-485接口或RS-232接口; ASCII码字符协议 和 MODBUS RTU通讯协议  
 波特率 (300bps、600 bps、1200 bps、2400 bps、4800 bps、9600 bps、19200 bps、38400bps)  
 可软件选择  
 地址 (00H~FFH) 可软件选择

同步采集: 支持

响应时间: 100 ms 最大

工作电源: +8 ~ 50 VDC宽供电范围, 内部有防反接和过压保护电路

功率消耗: ≤1W

工作温度: - 45 ~ +85℃

工作湿度: 10 ~ 90% (无凝露)

存储温度: - 45 ~ +85℃

存储湿度: 10 ~ 95% (无凝露)

隔离耐压: 输入 / 输出 之间: 3KVDC, 1 分钟, 漏电流 1mA  
 其中输出和电源共地。

耐冲击电压: 3KVAC, 1.2/50us (峰值)

外形尺寸: 101 mm x 23 mm x 116.5 mm

重量: 约 120g

**SY AD08T 电参数: @+25℃ Vs为额定值**

输入范围 Range Description	精度 (Typical)	精度 (Maximum)	噪声 (Peak-to-Peak)
Type J thermocouple, 0℃~760℃	±0.2℃	±0.4℃	±0.12℃
Type K thermocouple, 0℃~1000℃	±0.25℃	±0.5℃	±0.2℃
Type T thermocouple, -100℃~400℃	±0.2℃	±0.35℃	±0.15℃
Type E thermocouple, 0℃~1000℃	±0.18℃	±0.4℃	±0.1℃
Type R thermocouple, 500℃~1750℃	±0.3℃	±0.8℃	±0.22℃
Type S thermocouple, 500℃~1750℃	±0.3℃	±0.75℃	±0.2℃
Type B thermocouple, 500℃~1800℃	±0.4℃	±0.9℃	±0.3℃

**表1 SY AD08T测量精度**

注: 上表中热电偶精度误差数值不包括冷端传感器温度误差。

**初始化 SY AD08T 模块:**

所有的 SY AD08T 模块, 如果使用 RS-485 网络, 必须分配一个独一无二的地址代码, 地址代码取值范围为 00H~FFH。但是, 所有全新的 SY AD08T 模块都使用一个工厂的初始设置, 如下所示:

地址代码为 01H

波特率 9600 bps

禁止校验和

ASCII 字符通讯协议

由于新模块的地址代码都是一样的, 他们的地址将会和其他模块矛盾, 所以当你组建系统时, 你必须重新配置每一个模拟输入模块地址。可以在接好 SY AD08T 模块电源线和 RS485 通讯线后, 通过配置命令来修改 SY AD08T 模块的地址。

波特率, 校验和状态也需要根据用户的要求而调整。而在修改波特率, 校验和状态之前, 必须安装配置跳线, 否则无法修改。所有 SYAD08T 模块都有一个特殊的标为 CONFIG 的管脚。将 CONFIG 管脚短路接到地线(GND 管脚)后, 再通电, 此时模块进入配置状态。在这个状态下, 配置如下:

地址代码为 00H

波特率 9600 bps

禁止校验和

ASCII 字符通讯协议

这时, 可以通过配置命令来修改 SY AD08T 模块的波特率, 校验和状态等参数, 通过设置模块的通讯协议命令来选择通讯协议。在不确定某个模块的具体配置时, 也可以通过安装配置跳线, 使模块进入配置状态, 再对模块进行重新配置。如果用户需要将模块设置为 MODBUS RTU 通讯协议, 请看 MODBUS 通讯协议章节的有关说明。

**引脚定义**

引脚	名称	描述
1	IN0+	输入通道 0 正端
2	IN0-	输入通道 0 负端
3	IN1+	输入通道 1 正端
4	IN1-	输入通道 1 负端
5	IN2+	输入通道 2 正端
6	IN2-	输入通道 2 负端
7	IN3+	输入通道 3 正端
8	IN3-	输入通道 3 负端
9	IN4+	输入通道 4 正端
10	IN4-	输入通道 4 负端
11	IN5+	输入通道 5 正端
12	IN5-	输入通道 5 负端
13	IN6+	输入通道 6 正端
14	IN6-	输入通道 6 负端
15	VCC	电源正端
16	GND	电源地
17	EGND	-
18	NC	空脚, 保留
19	NC	空脚, 保留
20	485-	RS485 负接线端
21	485+	RS485 正接线端
22	GND	RS232 串口接地线
23	RXD	RS232 接收端
24	TXD	RS232 发送端
25	CONFIG	配置引脚
26	GND	配置接地线
27	IN7+	输入通道 7 正端
28	IN7-	输入通道 7 负端

表 2 引脚定义



图 2 SYAD08T 模块效果图

**第二章 ASCII 字符通讯协议**
**简介**

当控制器以ASCII字符通讯协议进行通讯时，一个信息中的每8Bit作为2个ASCII字符传输（如传送数字34，将分别传送3和4对应的ASCII码0x33和0x34），这种模式的主要优点是无限定命令字符间时间间隔。

**字符协议命令集**

命令由一系列字符组成，如首码、地址 ID，变量、可选校验和字节和一个用以显示命令结束符(**cr**)。SYAD08T 模块不支持广播地址，所以主机一次只控制一个 SYAD08T 模块。

命令格式: **(Leading Code) (Addr) (Command) [data] [checksum] (cr)**

- |                       |   |       |
|-----------------------|---|-------|
| <b>(Leading code)</b> | 命令开始识别符。所有命令都需要一个命令开始识别符，如%, \$, #, @, ... 等。 | 1- 字符 |
| <b>(Addr)</b>         | 模块的地址代码，如果下面没有指定，取值范围从 00~FF（十六进制）。           | 2- 字符 |
| <b>(Command)</b>      | 命令代码或变量值。                                     | 1- 字符 |
| <b>[data]</b>         | 命令参数。   | 可变长度  |
| <b>[checksum]</b>     | 校验和，为可选参数，只有在启用校验和时，才需要此选项。                   | 2- 字符 |
| <b>(cr)</b>           | 命令结束识别符，( <b>cr</b> )作为回车结束符，它的值为0x0D。        | 1- 字符 |

校验和用来检查主机与模块通信是否正确。当启用校验和时，命令与应答都必须附加校验和 [Checksum] 参数。它占2个字符。校验和字符放置在命令或响应字符之后，回车符之前。

计算方法：求之前所发所有字符的ASCII码数值之和，然后与十六进制数0xFF相与。所得结果为两位十六进制数。

应用举例：禁止校验和(checksum)

用户命令     **\$022(cr)**

模块应答     **!02000600 (cr)**

启用校验和(checksum)

用户命令     **\$022B8 (cr)**

模块应答     **!02000640AD (cr)**

‘\$’ = 0x24    ‘0’ = 0x30    ‘2’ = 0x32

B8=(0x24+0x30+0x32+0x32) AND 0xFF

‘!’ = 0x21    ‘0’ = 0x30    ‘2’ = 0x32    ‘4’ =0x34    ‘6’ = 0x36

AD=(0x21+0x30+0x32+0x30+0x30+0x30+0x36+0x34+0x30) AND 0xFF

### 常用模拟输入模块命令

- 1、读模拟输入模块数据
- 2、读通道 N 模拟输入模块数据
- 2、CJC 状态命令
- 3、CJC 偏移校准
- 4、配置模块
- 5、读配置状态
- 6、偏移校准
- 7、满刻度校准
- 8、同步采样
- 8、启用或禁止通道命令
- 9、读同步数据命令
- 10、热电偶断线检测命令
- 11、读模块名称

### 命令的应答

应答信息取决于各种各样的命令。应答也由几个字符组成，包括首代码，变量和结束标识符。应答信号的首代码有两种，‘!’或‘>’表示有效的命令而‘?’则代表无效。通过检查应答信息，可以监测命令是否有效

**注意：1、需确保地址正确，如地址错误，目标模块不做响应。**

**2、命令须为大写字母。**

#### 1、读模拟输入模块数据命令

功    能：以当前配置的数据格式，从模拟输入模块中读回模拟输入数据。

命令语法：**#AA(cr)**

参数说明：**#**    分界符。

**AA**    模块地址，取值范围 00H~FFH(十六进制)。

**(cr)**    结束符，上位机回车键 (ODH)。

响应语法：**>(data) (cr)**    命令有效。

**?AA(cr)**    命令无效或非法操作。

参数说明：**>**    分界符。

**(data)** 代表读回的数据。数据格式可以是工程单位，FSR 的百分比，16 进制补码，或者 ohms。详细说明见命令集第 4 条。

**(cr)**    结束符，上位机回车键 (ODH)。

其他说明：如地址错误或通讯错误，目标模块不做响应。

输入为热电偶时，如果热电偶断线，则输出为最大值（满刻度值）。可以发送断线检测命令**\$AAB(cr)**检查是否断线（参看命令集第 10 条）。

应用举例：  用户命令     **#23(cr)**

              模块应答     **>+4.7653+4.7653+4.7653+4.7653+4.7653+4.7653+4.7653+4.7653(cr)**

说    明：在地址 23H 模块上输入是+4.7653V（数据格式是工程单位）。通道 0-7：+04.765V



## 2、读模块通道 N 数据命令

功能：以当前配置的数据格式，从模块中读回通道 N 的模拟输入值。

命令语法：**#AA(N)(cr)**

参数说明：**#** 分界符。

**AA** 模块地址，取值范围 00H~FFH。

**N** 通道代号 0或1

**(cr)** 结束符，上位机回车键 (ODH)。

响应语法：**>(data)(cr)** 命令有效。

**?AA(cr)** 命令无效或非法操作或通道被关闭。

参数说明：**>** 分界符。

**(data)** 代表读回的通道 N 的数据。数据格式可以是工程单位，FSR 的百分比，16 进制补码，或者 ohms。详细说明见命令集第 3 条。

**(cr)** 结束符，上位机回车键 (ODH)。

其他说明：如地址错误或通讯错误，目标模块不做响应。

应用举例：用户命令 **#230(cr)**

模块应答 **>+04.632(cr)**

说明：在地址 23H 模块上 通道 0 的输入是 +04.632mA（数据格式是工程单位）。

## 3、CJC 状态命令

功能：读 CJC 传感器的数值，返回数值单位是℃。

命令语法：**\$AA3(cr)**

参数说明：**\$** 分界符。

**AA** 模块地址，取值范围 00H~FFH。

**3** 指示 CJC 状态命令。

**(cr)** 结束符，上位机回车键 (ODH)。

响应语法：**>(data)(cr)** 命令有效。

**?AA(cr)** 命令无效或非法操作，或输入没有配置成热电偶信号输入。

参数说明：**>** 分界符，表示命令有效。

**?** 分界符，表示命令无效。

**(data)** 代表 CJC 传感器的数值，单位是℃。格式组成：一位“+” or “-” 符号，接着是 5 个十进制数字位和一个小数点位。小数点是固定的，分辨率是 0.1℃。

**AA** 代表输入模块地址

**(cr)** 结束符，上位机回车键 (ODH)。

其他说明：如地址错误或通讯错误，目标模块不做响应。

应用举例：用户命令 **\$233(cr)**

模块应答 **>+0024.9(cr)**

说明：在地址 23H 模块上 CJC 传感器的温度是 24.9℃。

## 4、CJC 偏移校准命令

说明：CJC（冷端补偿）偏移校准可用于校对 CJC 偏移误差。

命令语法：**\$AA9(Counts)(cr)**

参数说明：**\$** 分界符。

**AA** 模块地址，取值范围 00H~FFH。

**(Counts)** CJC 偏移值的大小，出厂默认值为 0000。命令为 4 字符（十六进制），带有+ 或 - 的符号，范围为 0000 到 FFFF。每一个计数大约等于 0.009℃。

例如： $+006F = 6 * 16 + 15 = 111$

$111 * 0.009℃ = 0.999℃$

**(cr)** 结束符，上位机回车键 (ODH)。

响应语法：**!AA(cr)** 命令有效。

**?AA(cr)** 命令无效或非法操作，或输入没有配置成热电偶信号输入。

应用举例：用户命令 **%239+006F(cr)**

模块应答 **!23(cr)**

说明：对地址 23H 模块 CJC 偏移补偿，偏移温度为  $+006F = 6 * 16 + 15 = 111$ ， $111 * 0.009℃ = 0.999℃$

**5、配置模拟输入模块命令**

功 能：设置一个模块的地址，输入范围，波特率，数据格式，校验和状态。配置信息储存在非易失性存储器 EEPROM 里。

命令语法：**%AANNTCCFF(cr)**

参数说明：**%** 分界符。

**AA** 模块地址，取值范围 00H~FFH。

**NN** 代表新的模块 16 进制地址，数值 NN 的范围从 00 到 FF。

**TT** 用 16 进制代表类型编码。类型编码指示输入范围，表 4 为模拟输入模块类型编码。

**CC** 用 16 进制代表波特率编码。见表 3

波特率代码	波特率
01	300bps
02	600bps
03	1200bps
04	2400bps
05	4800bps
06	9600bps
07	19200bps
08	38400bps

表 3 波特率编码表

模块型号	类型编码(TT)	输入范围
<b>SY AD08T</b>	0E	Type J thermocouple,0°C~760°C
	0F	Type K thermocouple,0°C~1000°C
	10	Type T thermocouple,-100°C~400°C
	11	Type E thermocouple,0°C~1000°C
	12	Type R thermocouple,500°C~1750°C
	13	Type S thermocouple,500°C~1750°C
	14	Type B thermocouple,500°C~1800°C

表 4 模拟输入模块类型编码

**FF** 用 16 进制的 8 位代表数据格式，校验和。注意从 bits2 到 bits5 不用必须设置为零。

Bit7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit2	Bit 1	Bit 0
------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------

表 5 数据格式，校验和代码

**Bit7:** 保留位，必须设置为零

**Bit6:** 校验和状态，为 0: 禁止； 为 1: 允许

**Bit5-bit2:** 不用，一般设置为零。

**Bit1-bit0:** 数据格式位。

00: 工程单位(Engineering Units)

01: 满刻度的百分比(% of FSR)

10: 16 进制的补码(Twos complement)

**(cr)** 结束符，上位机回车键 (ODH)。

响应语法：**!AA(cr)** 命令有效。

**?AA(cr)** 命令无效或非法操作，或在改变波特率或校验和前，没有安装配置跳线。

参数说明：**!** 分界符，表示命令有效。

**?** 分界符，表示命令无效。

**AA** 代表输入模块地址

**(cr)** 结束符，上位机回车键 (ODH)。

其他说明：注 1：如果用户要重新配置模块的地址、波特率、校验和状态以及数据格式，则必须安装配置跳线，使模块进入配置状态，此时模块地址为 00H，即 AA=00H，NN 等于新的地址。否则将返回错误信号。  
 注 2：执行配置命令后，从机将新的地址作为响应数据返回给主机。  
 如地址错误或通讯错误，目标模块不做响应。

应用举例： 用户命令     **%0011050600(cr)**  
               模块应答     **!11(cr)**

说    明：%    分界符。  
 00    表示你想配置的模拟输入模块原始地址为00H。  
 11    表示新的模块 16 进制地址为 11H。  
 05    表示输入范围±2.5 V。  
 06    表示波特率 9600 bps。  
 00    表示数据格式为工程单位，禁止校验和。

## 6、读配置状态命令

功    能： 读取相应模块的配置信息。

命令语法：**\$AA2(cr)**

参数说明：\$    分界符。  
 AA    模块地址，取值范围 00H~FFH。  
 2    表示读配置状态命令  
 (cr)  结束符，上位机回车键（ODH）。

响应语法：**!AATCCFF(cr)**  命令有效。  
**?AA(cr)**          命令无效或非法操作。

参数说明：!    分界符。  
 AA    代表输入模块地址  
 TT    代表类型编码。见表 4  
 CC    代表波特率编码。见表 3  
 FF    见表 5  
 (cr)  结束符，上位机回车键（ODH）。

其他说明：如地址错误或通讯错误，目标模块不做响应。

应用举例： 用户命令     **\$302(cr)**  
               模块应答     **!300F0600(cr)**

说    明：!    分界符。  
 30    表示模拟输入模块地址为30H 。  
 0F    表示输入为 K 型电偶, 测量范围 0℃~1000℃。  
 06    表示波特率 9600 bps。  
 00    表示数据格式为工程单位，禁止校验和。

## 7、偏移校准命令

功    能： 校准一个模块的通道 N 的零点偏移。

命令语法：**\$AA1N(cr)**

参数说明：\$    分界符。  
 AA    模块地址，取值范围 00H~FFH。  
 1    表示偏移校准命令  
 N    通道代号 0~7  
 (cr)  结束符，上位机回车键（ODH）。

响应语法：**! AA (cr)**  命令有效。  
**?AA(cr)**          命令无效或非法操作。

参数说明：!    分界符，表示命令有效。  
 ?    分界符，表示命令无效。  
 AA    代表输入模块地址  
 (cr)  结束符，上位机回车键（ODH）。

其他说明：产品出厂时已经校准，用户无需校准即可直接使用。  
 当对一个模拟输入模块校准时，先校准偏移，再校准增益。



在校准时，模拟输入模块需在要校准的通道上加上合适的输入信号。不同的输入范围需要不同的输入电压或电流。具体校准方法请看校准模块章节。

如地址错误或通讯错误，目标模块不做响应。

应用举例： 用户命令 **\$2310(cr)**  
              模块应答 **!23 (cr)**

说明：对地址 23H 模块的通道 0 进行偏移校准。

## 8、增益校准命令

功能：校准一个输入模块通道 N 的增益。

命令语法：**\$AAON(cr)**

参数说明：**\$** 分界符。  
**AA** 模块地址，取值范围 00H~FFH。  
**0** 表示增益校准命令  
**N** 通道代号 0~7  
**(cr)** 结束符，上位机回车键（ODH）。

响应语法：**!AA(cr)** 命令有效。  
**?AA(cr)** 命令无效或非法操作。

参数说明：**!** 分界符，表示命令有效。  
**?** 分界符，表示命令无效。  
**AA** 代表输入模块地址  
**(cr)** 结束符，上位机回车键（ODH）。

其他说明：产品出厂时已经校准，用户无需校准即可直接使用。

当对一个模拟输入模块校准时，先校准偏移，再校准增益。

在校准时，模拟输入模块需要连上合适的输入信号。不同的输入范围需要不同的输入电压，具体指标可参考下文校准模块部分的说明。

如地址错误或通讯错误，目标模块不做响应。

应用举例： 用户命令 **\$2303(cr)**  
              模块应答 **!23 (cr)**

说明：对地址 23H 模块的通道 3 进行增益校准。

## 9、启用或禁止通道命令

命令功能：启动或禁止目标模块的数据采集通道

命令语法：**\$AA5VV(cr)**

参数说明：**\$** 分界符。  
**AA** 目标模块地址，取值范围 00~FF(十六进制)。  
**5** 启动或禁止模块的数据采集通道命令关键字。  
**VV** 两位16进制数，第一位数的3~0位代表7~4通道  
              第二位数的3~0位代表3~0通道  
              位值为 0：禁止通道  
              位值为 1：启用通道  
**(cr)** 结束符，上位机回车键（ODH）。

响应语法：**!AA(cr)** 命令有效。  
**?AA(cr)** 命令无效或非法操作

参数说明：**!** 分界符，表示命令有效。  
**?** 分界符，表示命令无效。  
**AA** 目标模块地址。  
**(cr)** 结束符，上位机回车键（ODH）。

其他说明：如地址错误或通讯错误，目标模块不做响应。

应用举例： 用户命令 **\$08537(cr)**  
              模块应答 **!08 (cr)**

说明：设置目标模块通道值为 0x37。  
3即0011，表示启用通道5和4，禁止通道7和6。  
7即0111，表示启用通道2、1和0，禁止通道3。

## 10、读通道状态命令

功能：读一个模块的通道状态命令。

命令语法：\$AA6(cr)

参数说明：\$ 分界符。

AA 模块地址，取值范围 00H~FFH。

6 表示读通道状态命令

(cr) 结束符，上位机回车键 (ODH)。

响应语法：!AAVV(cr) 命令有效。

?AA(cr) 命令无效或非法操作

参数说明：! 分界符，表示命令有效。

? 分界符，表示命令无效。

AA 代表输入模块地址。

VV 两个16进制数，数的7~0位代表7~0通道

位值为 0：禁止通道

位值为 1：启用通道

(cr) 结束符，上位机回车键 (ODH)。

其他说明：如地址错误或通讯错误，目标模块不做响应。

应用举例： 用户命令 \$186 (cr)

模块应答 !1803(cr)

说明： 当前通道状态值为 0x03。

0x03 即 0000 和 0011，表示地址 18H 的模块所有通道都已经启用。

## 11、设置通讯协议命令

功能：设置模块的通讯协议为 ASCII 字符通讯协议或者 Modbus RTU 协议。

命令语法：\$AAPV(cr)

参数说明：\$ 分界符。

AA 模块地址，取值范围 00H~FFH。

P 表示设置通讯协议命令

V 协议代号，可为 0 或 1

0：命令集定义的字符协议

1：Modbus RTU 协议

(cr) 结束符，上位机回车键 (ODH)。

响应语法：!AA(cr) 命令有效。

?AA(cr) 命令无效或非法操作

参数说明：! 分界符，表示命令有效。

? 分界符，表示命令无效。

AA 代表输入模块地址。

(cr) 结束符，上位机回车键 (ODH)。

其他说明：如地址错误或通讯错误，目标模块不做响应。

设置通讯协议命令必须在配置状态下才会有效。

应用举例 1： 用户命令 \$00P1 (cr)

模块应答 !00 (cr)

说明： 设置通讯协议为 Modbus RTU 协议。

应用举例 2： 用户命令 \$00P0 (cr)

模块应答 !00 (cr)

说明： 设置通讯协议为命令集定义的字符协议。

## 12、热电偶断线检测命令

功能：检测热电偶是否断线。

命令语法：\$AAB(cr)

参数说明：\$ 分界符。

AA 模块地址，取值范围 00H~FFH。

B 热电偶断线检测命令。

(cr) 结束符, 上位机回车键 (ODH)。

响应语法: **! AAVV(cr)** 两个 16 进制数, 数的 7~0 位代表 7~0 通道  
位值为 0: 通道热电偶没断线。  
位值为 1: 通道热电偶断线。

**?AA(cr)** 命令无效或非法操作, 或输入没有配置成热电偶信号输入。

参数说明: **!** 分界符, 表示命令有效。

**?** 分界符, 表示命令无效。

**AA** 代表输入模块地址。

(cr) 结束符, 上位机回车键 (ODH)。

其他说明: 如地址错误或通讯错误, 目标模块不做响应。

应用举例: 用户命令 **\$06B(cr)**  
模块应答 **!0600(cr)**

说明: 地址 06H 模块上热电偶没有断线。

### 13、读模块名称命令

功能: 读取相应模块的名称。

命令语法: **\$AAM(cr)**

参数说明: **\$** 分界符。

**AA** 模块地址, 取值范围 00H~FFH。

**M** 表示读模块名称命令

(cr) 结束符, 上位机回车键 (ODH)。

响应语法: **!AA(ModuleName)(cr)** 命令有效。

**?AA(cr)** 命令无效或非法操作

参数说明: **!** 分界符, 表示命令有效。

**?** 分界符, 表示命令无效。

**AA** 代表输入模块地址。

(ModuleName) 模块名称可以为 IS04011 等等, 代表你使用的模块型号

(cr) 结束符, 上位机回车键 (ODH)。

其他说明: 如地址错误或通讯错误, 目标模块不做响应。

应用举例: 用户命令 **\$08M(cr)**  
模块应答 **!08SYAD08T (cr)**

说明: 在地址 08H 模块为 SYAD08T。

### 输入范围和数据格式

模拟输入模块使用了 4 种数据格式: 00: 工程单位(Engineering Units)  
01: 满刻度的百分比(% of FSR)  
10: 16 进制的补码(Twos complement)  
11: 欧姆(ohms) (仅热电阻产品可设置)

#### 应用举例:

1、输入范围为 K 型热电偶 (0°C~1000°C), 输出为 600°C

	用户命令	<b>#01(cr)</b>
工程单位	模块应答	<b>&gt;+0600.0(cr)</b>
满刻度的百分比	模块应答	<b>&gt;+060.00(cr)</b>
16 进制的补码	模块应答	<b>&gt;4CCCC(cr)</b>

代码	热电偶输入范围	数据格式	最大	最小	显示的分辨率
0E	J(0℃~760℃)	工程单位	+760.00	+000.00	0.01℃
		满刻度的百分比	+100.00	+000.00	0.01%
		16 进制的补码	7FFFFFFF	000000	1LSB
0F	K(0℃~1000℃)	工程单位	+1000.0	+0000.0	0.1℃
		满刻度的百分比	+100.00	+000.00	0.01%
		16 进制的补码	7FFFFFFF	000000	1LSB
10	T(-100℃~400℃)	工程单位	+400.00	-100.00	0.01℃
		满刻度的百分比	+100.00	-025.00	0.01%
		16 进制的补码	7FFFFFFF	DFFFFFFF	1LSB
11	E(0℃~1000℃)	工程单位	+1000.0	+0000.0	0.1℃
		满刻度的百分比	+100.00	+000.00	0.01%
		16 进制的补码	7FFFFFFF	000000	1LSB
12	R(500℃~1750℃)	工程单位	+1750.0	+0500.0	0.1℃
		满刻度的百分比	+100.00	+028.57	0.01%
		16 进制的补码	7FFFFFFF	24924A	1LSB
13	S(500℃~1750℃)	工程单位	+1750.0	+0500.0	0.1℃
		满刻度的百分比	+100.00	+028.57	0.01%
		16 进制的补码	7FFFFFFF	24924A	1LSB
14	B(500℃~1800℃)	工程单位	+1800.0	+0500.0	0.1℃
		满刻度的百分比	+100.00	+027.77	0.01%
		16 进制的补码	7FFFFFFF	238E39	1LSB

### 第三章 Modbus 通讯协议简介

Modbus协议定义了控制器能识别和使用的信息结构。当在Modbus网络上进行通信时，协议能使每一台控制器知道它本身的设备地址，并识别对它寻址的数据，决定应起作用的类型，取出包含在信息中的数据和资料等，控制器也可组织回答信息，并使用Modbus协议将此信息传送出去。

控制器通信使用主-从技术，即仅一设备（主设备）能初始化传输（查询）。其他设备（从设备）根据主设备查询提供的数据做出相应反应。典型的主设备：主机和可编程仪表。典型的从设备：可编程控制器。

主设备可单独和从设备通信，也能以广播方式和所有从设备通信。如果单独通信，从设备返回一消息作为回应，如果是广播方式查询的，则不作任何回应。Modbus 协议建立了主设备查询的格式：设备（或广播）地址、功能代码、所有要发送的数据、一错误检测域。

从设备回应消息也是由 Modbus 协议构成，包括确认要行动的域，任何要返回的数据、和一错误检测域。如果在消息接收过程中发生一错误，或从设备不能执行其命令，从设备将建立一错误消息并把它作为回应发送出去

Modbus 有 ASCII 和 RTU 两种传输方式：

以 ASCII 模式通信时，一个消息中的每个 8bit 字节都作为 2 个 ASCII 字符发送，采用 LRC 错误检测，其优点是字符发送的时间间隔可达到 1s 而不产生错误；

当以 RTU 模式通信时，在消息中的每个 8bit 字节包含两个 4bit 的十六进制字符，采用 CRC 错误检测，其优点是在同样的波特率下，可以比 ASCII 方式传送更多数据。

ASCII 模式与 RTU 模式数据格式，更多内容可查阅相关 Modbus 通讯协议：

	ASCII 模式	RTU 模式
代码系统	<ul style="list-style-type: none"> <li>十六进制，ASCII 字符 0~9, A~F</li> <li>消息中的每个 ASCII 字符都是一个十六进制字符组成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8 位二进制，十六进制 0~9, A~F</li> <li>消息中的每个 8 位域都是一个两个十六进制字符组成</li> </ul>
数据位	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 个起始位</li> <li>7 个数据位，最小的有效位先发送</li> <li>1 个奇偶校验位，无校验则无</li> <li>1 个停止位（有校验时），2 个 Bit（无校验时）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 个起始位</li> <li>8 个数据位，最小的有效位先发送</li> <li>1 个奇偶校验位，无校验则无</li> <li>1 个停止位（有校验时），2 个 Bit（无校验时）</li> </ul>
错误检验区	<ul style="list-style-type: none"> <li>LRC（纵向冗长检测）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CRC（循环冗长检测）</li> </ul>

说明：本模块仅支持 Modbus RTU 传输方式，不支持 Modbus ASCII 传输方式。

**1、配置Modbus RTU模式**

模块出厂默认协议为ASCII字符通讯协议，如果需要将模块设置为Modbus RTU通讯协议，请按以下步骤设置：

- 1、将CONFIG引脚（第3脚）和GND引脚（第4脚）短接。
- 2、正确连接电源线和通讯接口线。
- 3、接通电源，模块自动进入配置状态，此时模块通讯地址为00，波特率为9600。
- 4、等待1分钟，模块初始化。
- 5、发送命令\$00P1(cr)（00为相应模块地址，另可参考设置通讯协议命令），检查应答，如果为!00 (cr)则设置成功。
- 6、关闭电源，断开CONFIG引脚和GND引脚之间的连接。
- 7、模块已经成功设置为Modbus RTU通讯协议方式。

**2、MODBUS RTU下数据格式**

主机查询

主机查询信息规定了要读的寄存器起始地址及寄存器的数量，寄存器寻址起始地址为0000。查询格式如下：

Slave Address	Function	Starting Address Hi	Starting Address Lo	No. of Points Hi	No. of Points Lo	Error Check (CRC)
01	03	00	00	00	08	44 0C

如主机发送查询信息Tx: 01 03 00 00 00 08 44 0C

- 01 设备地址
- 03 功能代码
- 00 00 寄存器寻址起始地址
- 00 08 寄存器数量
- 44 0C CRC校验码

**3、从机响应**

从机响应信息中的寄存器数据为每个寄存器分别对应的2个字节，第一个字节为高位数据，第二个为低位数据。

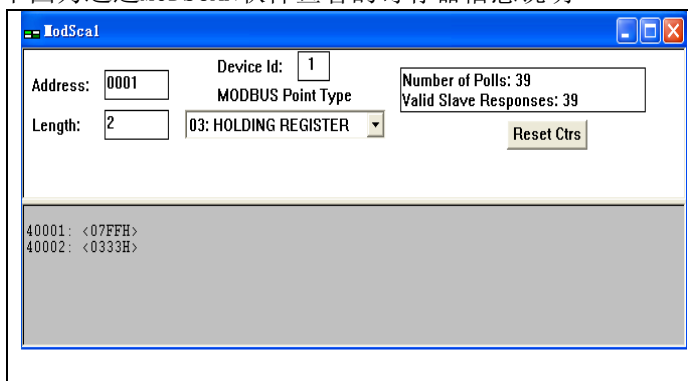
响应格式如下：

Slave Address	Function	Byte Count	Data Hi (Register 40001)	Data Lo (Register 40001)	Data Hi (Register 40002)	Data Lo (Register 40002)	.....	Data Lo (Register 40008)	Error Check (CRC)
01	03	10	19	99	00	00	.....	02	9E 68

如从机相应信息Rx: 01 03 10 19 99 00 00 00 00 00 00 00 00 00 04 00 00 00 00 87 69

- 01 设备地址
- 03 功能代码
- 10 字节数量
- 19 99 第一个寄存器数据
- 00 00 第二个寄存器数据
- 
- 
- 
- 87 69 CRC校验码

下图为通过MODSCAN软件查看的寄存器信息说明

 <p>The screenshot shows the ModScan software interface. At the top, it displays 'ModSca1' with window controls. Below that, there are input fields for 'Address: 0001', 'Device Id: 1', 'MODBUS Point Type' (set to '03: HOLDING REGISTER'), 'Length: 2', 'Number of Polls: 39', and 'Valid Slave Responses: 39'. A 'Reset Ctrs' button is also visible. The main display area shows two lines of data: '40001: &lt;07FFH&gt;' and '40002: &lt;0333H&gt;'.</p>	<p>说明：                  Adress为寄存器起始地址                  Device ID为模块地址                  Length为需读取寄存器的个数                  MODBUS Point Type :Modbus功能类型选择                  40001: 对应寄存器中数据，第0通道模拟量输入值                  40002: 对应寄存器中数据，第1通道模拟量输入值                  •                  •                  •</p>
--	--



**4、产品寄存器说明**

地址 4X	数据内容	属性	数据说明
40001	IN0	只读	第 0 通道测量值
40002	IN1	只读	第 1 通道测量值
40003	IN2	只读	第 2 通道测量值
40004	IN3	只读	第 3 通道测量值
40005	IN4	只读	第 4 通道测量值
40006	IN5	只读	第 5 通道测量值
40007	IN6	只读	第 6 通道测量值
40008	IN7	只读	第 7 通道测量值
40211	模块名称	只读	高位: 0x01 低位: 0x08
40221	通道状态	读/写	高位: 0x00 低位: 通道状态 (0xFF)

表 5 Modbus RTU 寄存器说明

**第四章 校准模块**

校准必须在 ASCII 字符通讯协议下进行。Modbus 协议下不支持校准。

产品出厂时已经校准，用户无需校准即可直接使用。使用过程中，用户也可重新校准模块。在校准时，模块需要输入合适的信号，不同的输入范围需要不同的输入信号。

为了提高校准精度，建议使用以下设备来校准：

- 1、一个输出稳定，噪声很低的直流电压/电流信号源
- 2、一个5位半或更高精度的电压/电流测量仪表监测输入信号的准确性

**校准过程**

1. 选择要校准的输入通道，按照模块的输入范围接上对应的输入信号；  
选择正确的输入范围，不同的输入范围需要的校准电压不同。
2. 给模拟输入模块连上正确的偏移电压，热电偶信号的校准电压值请参考表5-1。
3. 待信号稳定后，向模拟输入模块发送 偏移校准 \$AA1N 命令(N代表当前正在校准的通道代号)。
4. 给模拟输入模块连上正确的量程电压，热电偶信号的校准电压值请参考表5-1。
5. 待信号稳定后，向模拟输入模块发送增益校准 \$AA0N 命令(N代表当前正在校准的通道代号)。
6. 对各通道依次做偏移及增益校准。
7. 校准完成

**热电偶信号的校准电压**

代码	热电偶输入范围	偏移校准电压	增益校准电压
0E	J(0°C~760°C)	0mV	+50mV
0F	K(0°C~1000°C)	0mV	+45mV
10	T(-100°C~400°C)	0mV	+25mV
11	E(0°C~1000°C)	0mV	+78mV
12	R(500°C~1750°C)	0mV	+22mV
13	S(500°C~1750°C)	0mV	+20mV
14	B(500°C~1800°C)	0mV	+15mV

表5-1

附：外形尺寸(单位：mm)

