光测未来
SenseFuture

通信协议

COMMUNICATION PROTOCOL

成就精密光电测量美好未来

Striving for the Bright Future of Precision Optoelectronic Measurement.

光测未来（深圳）科技有限公司

1. 出厂默认通讯参数

参数	值
波特率（默认）	38400（TTL接口） / 9600（RS485接口）
数据位	8
停止位	1
奇偶校验位	无
地址（默认）	1

2. 通讯格式

注意：必须严格依照指令格式操作进行通讯，否则设备无法响应。

2.1 ASCII格式

2.1.1 温控器通用参数指令

示例：查询/设置 PWM 引脚输出频率 FPWM

读：	发送：FPWM=?@
	返回：OKFPWM=2@\r\n
写：	发送：FPWM=2@
	返回：OKFPWM=2@\r\n

2.1.2 温控器通道控制指令

示例：查询/设置目标温度，通道一ASCII码通信（通道二将TC1改成TC2即可）

读：	发送：TC1:TG=?@
	返回：OKTC1：TG=2500000@\r\n
写：	发送：TC1:TG=2500000@
	返回：OKTC1：TG=2500000@\r\n

2.2 Modbus-RTU格式

1. 本产品支持 03H,10H 功能码格式

2. 通道控制指令：此协议中以通道一为例，其地址范围为0x1000H~0x1999H，通道二在通道一的基础上地址偏移0x1000H，以此类推

功能码（HEX）	说明
0x03H	读单个或多个寄存器
0x10H	写单个或多个寄存器

●读：

上位机发送格式（**HEX**）：

站号	功能码	寄存器地址		寄存器数量		CRC	
		高字节	低字节	高字节	低字节	高字节	低字节
01	03	10	00	00	02	C0	CB

下位机应答（**HEX**）：

站号	功能码	字节数量	寄存器数据				CRC	
			数据1	数据2	数据3	数据4	高字节	低字节
01	03	04	00	26	25	A0	01	10

●写：

上位机发送格式（**HEX**）：

站号	功能码	寄存器地址		寄存器数量		字节数量	寄存器数据				CRC	
		高字节	低字节	高字节	低字节		数据1	数据2	数据3	数据4	高字节	低字节
01	10	10	00	00	02	04	00	26	25	A0	C5	4C

下位机应答（**HEX**）：

站号	功能码	寄存器地址		寄存器数量		CRC	
		高字节	低字节	高字节	低字节	高字节	低字节
01	10	10	00	00	02	45	08

●示例：查询/设置目标温度

写：	发送(HEX)：01 10 10 00 00 02 04 00 26 25 A0 C5 4C
	返回(HEX)：01 10 10 00 00 02 45 08
注释：	发送：01 为设备地址/站号，10 为写命令，10 00为该功能寄存器地址，00 02(2个寄存器数量)，04表示4个字节，00 26 25 A0代表2500000(从高位到低位)，C5 4C为25℃时的CRC校验码（高八位发送)
	返回：01 为设备地址/站号，10为写命令确认，10 00 寄存器写入地址确认，00 02寄存器写入数量确认，45 08 为此行命令CRC校验码(低八位先发送)

3. 通讯指令

3.1 目标温度配置

3.1.1 查询/设置目标温度

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	TG	0x1000H	int32	2	读/写	-40000000~100000000
说明：2500000代表就是25.00000℃						

3.2 温度传感器参数配置

温度解算模型和多项式修正,详情见附录1。

3.2.1 查询/设置实际温度

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	TCADJTEMP	0x1002H	int32	2	读/写	-40000000~100000000
说明：2500000代表就是25.00000℃						

3.2.2 查询传感器电阻值

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	RESISTOR	0x1004H	uint64	4	只读	1~500000000000
说明：10000000000代表当前通道传感器的电阻值为10.000000kΩ						

3.2.3 查询/设置温度求解模型选择

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	POLYOMIAL	0x1300H	uint16	1	读/写	0~3

说明：0：B值模型(参数：NTC R_0和B值，多项式温度修正功能启用)
1：PT模型(参数：PT R_0、A、B和C值，多项式温度修正功能启用)
2：Steinhart-Hart(S-H）模型(参数：A_0、A_1、A_2、A_3和A_4值，多项式温度修正功能停用)
3：MF501模型（参数：MF501 A、B、C，多项式温度修正功能停用)

注释：多项式温度修正功能：A_0-A_7，T(修后）=T(测）+A_0+A_1*T(测）+A_2*T(测）^2+A_3*T(测）^3+A_4*T(测）^4+A_5*T（测）^5+A_6*T（测）^6+A_7*T(测）^7

3.2.4 查询/设置NTC电阻的B值

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	BX	0x1301H	uint32	2	读/写	100000~5000000
说明:：395000代表B值就是3950.00						

3.2.5 查询/设置NTC电阻的R_0(25℃）值

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	RP	0x1303H	uint32	2	读/写	1~9000000
说明：10000代表NTC电阻的标准值为10.000kΩ						

3.2.6 查询/设置温控器NTC通道内部参考电阻

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	NTCRP	0x1305H	uint64	4	读/写	1~11000000000
说明：10000000000代表NTC电阻的内部参考电阻为10.000000000kΩ						

3.2.7 查询/设置PT1000电阻的R_0值

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	PT1000RP	0x1309H	uint32	2	读/写	0~10000000
说明：1000000代表PT1000电阻的标准值为1.000kΩ						

3.2.8 查询/设置PT1000电阻的Callendar-van-Dusen系数 A

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	PTA	0x130BH	int32	2	读/写	-9000000~9000000
说明：3908300代表PT模型中的A值为3.9083E-3						

3.2.9 查询/设置PT1000电阻的Callendar-van-Dusen系数 B

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	PTB	0x130DH	int32	2	读/写	-9000000~9000000
说明：-577500代表PT模型中的B值为-5.775E-7						

3.2.10 查询/设置PT1000电阻的Callendar-van-Dusen系数 C

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	PTC	0x130FH	int32	2	读/写	-90000~90000
说明：-41830代表PT模型中的C值为-4.183E-12						

3.2.11 查询/设置温控器PT1000通道内部参考电阻

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	PTRP	0x1311H	uint64	4	读/写	1~2100000000
说明：2000000000代表PT1000电阻的内部参考电阻为2.000000kΩ						

3.2.12 查询/设置MF501电阻的A值

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	MF501A	0x1342H	int32	2	读/写	-100000000000000~100000000000000
说明：1000000代表A值是1.000000，方程中的常数项，是拟合曲线的基础参数，影响低温段电阻与温度的对应关系。需要注意的是，不同厂商生产的MF501热敏电阻，ABC 值可能因型号规格不同而有差异，具体数值需参考该产品的数据手册。						

3.2.13 查询/设置MF501电阻的B值

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	MF501B	0x1346H	int32	2	读/写	-100000000000000~100000000000000

说明：1000000代表B值是1.000000，主要影响中温段的电阻与温度的对应关系，也是常见的 “B 值”的基础来源。

3.2.14 查询/设置MF501电阻的C值

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	MF501C	0x134AH	int32	2	读/写	-100000000000000~100000000000000
说明：1000000代表C值是1.000000，高阶修正项系数，主要用于修正高温段（较高温度）的拟合精度，让高温下的电阻计算更准确（低精度场景可能忽略 C 值，仅用 A 和 B）。						

3.2.15 查询/设置A_0~A_7系数的浮点数部分

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	POLA0	0x1315H	int64	4	读/写	-99999999999999~99999999999999
说明：A_0系数科学记数法的浮点数部分：99999999999999代表9.9999999999999。（后A_1~A_7同）； A_n的 ASCII 指令：POLAn（n为0~7） Modbus A_0~A_7地址：0x1315H, 0x131AH, 0x131FH, 0x1324H, 0x1329H, 0x132EH, 0x1333H, 0x1338H						

3.2.16 查询/设置A_0~A_7系数的指数部分

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	POLEA0	0x1319H	int16	1	读/写	-100~100
说明：A_0系数科学记数法的指数部分：100。此时A_0=9.9999999999999E+100。（后A_1~A_7同） A_n 的ASCII指令：POLEAn（n为0~7） Modbus A_0~A_7地址：0x1319H, 0x131EH, 0x1323H, 0x1328H, 0x132DH, 0x1332H, 0x1337H, 0x133CH						

3.2.17 查询/设置过温保护高阈值

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	OVERTEMPUP	0x133DH	int32	2	读/写	-300000000~500000000
说明：当测温温度大于控制温度最大值时，温控器指示灯快速闪烁。500000000代表5000℃						

3.2.18 查询/设置过温保护低阈值

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	OVERTEMPLOWER	0x133FH	int32	2	读/写	-300000000~500000000
说明：当测温温度小于控制温度最小值时，温控器指示灯快速闪烁。300000000代表3000℃						

3.2.19 查询/设置传感器开路短路输出保护功能

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	ONSENSOR	0x110CH	int16	1	读/写	0~1
说明：0：不操作（可通过外部通信指令TC1：TCADJTEMP给温度） 1：当未接传感器或传感器短路时，温控器不输出电压						

3.2.20 查询/设置开机电源输出模式

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	POWERMODE	0x1110H	uint16	1	读/写	0~2
说明：0：开机跟随上一次输出状态 1：上电输出 2：上电关闭						

3.2.21 查询输出电流

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	CURRENT	0x1111H	uint16	1	只读	0~900000000
说明：3256代表目前输出电流为3.256A						

3.2.22 设置最大输出电流

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	SETCURRENT	0x1112H	uint16	1	读写	5~150
说明：10代表1.0A						

3.3 温控器输出配置

3.3.1 查询/设置最大输出占空比

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	LIMITED	0x110EH	int16	1	读/写	0~90
说明：50代表当前通道最大输出为输入电压的百分之50%						

3.3.2 查询/设置输出使能

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	ENABLE	0x1100H	uint16	1	读/写	0~1
说明：0：不使能输出电压，1：使能输出电压						

3.3.3 查询/设置开机延迟输出

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	STARTUPDELAY	0x110FH	uint16	1	读/写	10~180
说明：x：开机延迟x秒后启动（仅在断电前为输出状态时，下一次开机才会生效延迟启动）						

3.3.4 查询/设置输出模式

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	MODE	0x1101H	uint16	1	读/写	0~3
说明：0：双向模式，1：制冷模式，2：加热模式，3：由通信设置输出电压百分比						

3.3.5 查询/设置输出极性

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	PIDPOL	0x1102H	uint16	1	读/写	0~1
说明：0：正向极性输出，1：反向极性输出						

3.3.6 查询/设置输出电压百分比

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	PWMDUTY	0x1103H	int64	4	读/写	-2000000~2000000
说明：200000代表目前输出电压百分比为10%						

3.3.7 查询/设置温度变化斜率

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	SPEED	0x1108H	uint16	1	读/写	0~255（V4.2.2及以下版本） 0~10000（V4.2.3及以上版本）
说明：v4.2.2及以下版本：温度变化斜率，单位℃/s。0代表不进行温度变化斜率，100代表1℃/s。 v4.2.3及以上版本：温度变化斜率，单位℃/s。0代表不进行温度变化斜率，1000代表1℃/s。						

3.3.8 查询/设置设置冷热比

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	CHRATIO	0x1109H	uint16	1	读/写	10~250
说明：制冷系数/制热系数，100代表1.00						

3.3.9 查询/设置正向启动电压

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	FDEADV	0x110AH	uint16	1	读/写	0~400
说明：200代表1%的正向输出初始电压百分比						

3.3.10 查询/设置反向启动电压

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	BDEADV	0x110BH	uint 16	1	读/写	0~400

说明：200代表-1%的反向输出初始电压百分比

3.3.11 查询/设置PWM引脚输出频率

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通用参数指令	FPWM	0x000DH	uint16	1	读/写	0~3
说明：0：PWM输出频率为0.5HZ ；1：PWM输出频率为1HZ 2：PWM输出频率为10HZ ；3：PWM输出频率为100HZ						

3.3.12 查询/设置传感器过温保护模式

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通用参数指令	OVERTTEMP	0x000BH	uint16	1	读/写	0~1
说明：0：当传感器温度大于高阈值或者低于低阈值时，TEC端的输出继续 1：当传感器温度大于高阈值或者低于低阈值时，TEC端的输出关闭						

3.3.13 查询/设置温控器模式选择

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通用参数指令	CONTMODE	0x0004H	int16	1	读/写	0~3
说明：0：各通道独立控制（默认值） 1：通道1的实际目标温度=通道2的测量温度+通道1的设定目标温度 2：通道2的电压/PWM输出跟随通道1的电压/PWM输出 3：通道1的实际目标温度=通道2的测量温度+通道1的设定目标温度，通道2的电压/PWM输出跟随通道1的电压/PWM输出 注意：实用CONTMODE=2和3模式时，应该在通道2传感器接口接入任意电阻温度传感器。						

3.4 PID配置

3.4.1 查询/设置PID中的P

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	KP	0x1200H	uint32	2	读/写	0~9000000
说明：PID公式中P的系数						

3.4.2 查询/设置PID中的I

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	KI	0x1202H	uint32	2	读/写	0~9000000
说明：PID公式中I的系数。						

3.4.3 查询/设置PID中的D

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围

通道控制指令	KD	0x1204H	uint32	2	读/写	0~9000000
说明：PID公式中D的系数。						

3.4.4 查询/设置PID自整定

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通道控制指令	AUTOPID	0x1107H	uint16	1	读/写	0~2
说明：0：非PID自整定和非PID实时自动优化 1：PID自整定 2：PID实时自动优化						

3.5 温控器通用参数配置

3.5.1 查询当前温控器型号

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通用参数指令	TEC	0x0001H	uint16	1	只读	0~255
说明：1：TEC103；2：TEC207L；3：TEC207；4：TEC215L；5：TEC215；6：TEC215Pro；7：TEC107L；8：TEC107 9：TEC115L；10：TEC115；11：TEC115Pro；12：TEC100L；13：TEC100；14：TEC100Pro；15：TEC403L； 16：TEC403；17：TEC403Pro；18：TEC415L；19：TEC415；20：TEC603L；21：TEC603；22：TEC615L； 23：TEC615；24：TEC615Pro；25：TEC803L；26：TEC803；27：TEC815L；28：TEC815；29：TEC815Pro； 30：TEC203L；31：TEC203.						

3.5.2 查询固件版本号

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通用参数指令	FPV	0x000CH	uint16	1	只读	100~999
说明：100代表版本号为1.0.0						

3.5.3 查询/设置温控器485地址

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通用参数指令	ADDRESS	0x0002H	uint16	1	读/写	0~255
说明：温控器设备地址						

3.5.4 查询/设置UART TTL波特率

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通用参数指令	BOUNDTABLEONE	0x0008H	uint16	1	读/写	0~7
说明：0：4800； 1：9600； 2：19200； 3：38400； 4：57600； 5：115200； 6：230400； 7：460800						

3.5.5 查询/设置RS485波特率

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通用参数指令	BOUNDTABLETWO	0x0009H	uint16	1	读/写	0~7
说明： 0：4800； 1：9600； 2：19200； 3：38400； 4：57600； 5：115200； 6：230400； 7：460800						

3.5.6 查询温控器自身温度

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通用参数指令	SINTERIORTEMP	0x0003H	int16	1	只读	-20~120
说明： 20代表温控器自身温度为20℃						

3.5.7 查询/设置温控器自身过温阈值

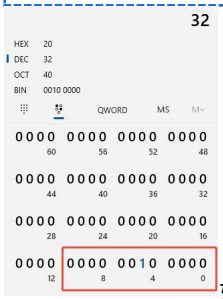
指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通用参数指令	OVERTVPT	0x000AH	uint16	1	读/写	40~100
说明： 100代表温度控制器的自身温度到达100后开始逐步减低输出功率						

3.5.8 查询错误代码

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通用参数指令	ERRORCODE	0x0007H	uint16	1	只读	按Bit位定义

说明： 温控器通过 16 位二进制状态字（十进制数值）反映系统运行状态，各 bit 位定义如下：

状态	位编号	触发条件
温控器系统错误位	Bit0	高温报警（温度超过温控器自身过温阈值，限制输出）
	Bit1	过温报警（温度超过温控器内部设定最大温度值，停止输出）
	Bit2~3	/
通道一错误位	Bit4	通道 1 没有接入传感器
	Bit5	通道 1 传感器温度大于高阈值或者低于低阈值
	Bit6	输出电流达到设定最大电流(限流中)
	Bit7	/
通道二错误位	Bit8	通道 2 没有接入传感器
	Bit9	通道 2 传感器温度大于高阈值或者低于低阈值
	Bit10	通道 2 输出电流达到设定最大电流(限流中)
	Bit11	/



如值为 32 时，Bit5 为 1，错误为通道 1 传感器温度大于高阈值或者低于低阈值。

3.5.9 恢复出厂设置

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通用参数指令	RESET	0x0000H	uint16	1	只写	1
说明：恢复出厂设置						

3.6 其它数据查询

3.6.1 查询：一次性查询全面数据

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通用参数指令	INQUIRE	/	/	/	/	1

说明：代表目前一通道的控制温度为25度，二通道的控制温度为25度，一通道最大的输出为百分之30，二通道最大的输出为百分之30，一通道的输出模式为双向模式，二通道的输出模式为双向模式，一通道的输出使能为打开，二通道的输出使能为打开，一通道的PID的P为3000，二通道的PID的P为3000，一通道的PID的I为150，二通道的PID的I为150，一通道的PID的D为0，二通道的PID的D为0，一通道NTC电阻的标准电阻10KΩ，二通道NTC电阻的标准电阻10KΩ，一通道NTC电阻的B值为3950，二通道NTC电阻的B值为3950，目前温控器的版本号为207L，一通道PT1000的标准电阻1K欧，二通道PT1000的标准电阻1K欧，一通道制冷系数/制热系数为1.00，二通道制冷系数/制热系数为1.00，一通道的温度变化斜率变化不限制，二通道的温度变化斜率变化不限制，一通道控制温度到±0.01度是STATE引脚输出高电平，二通道控制温度到±0.01度是STATE引脚　输出高电平，一通道当测温温度大于5000℃时，控制器会关闭输出，二通道当测温温度大于5000℃时，控制器会关闭输出，一通道当测温温度小于-3000℃时，控制器会关闭输出，二通道当测温温度小于-3000℃时，控制器会关闭输出，一通道正向死区电压为0，二通道正向死区电压为0，一通道负向死区电压为0，二通道负向死区电压为0，一通道NTC电阻的内部参考电阻为10K，二通道NTC电阻的内部参考电阻为10KΩ，一通道PT1000电阻的内部参考电阻为2KΩ，二通道PT1000电阻的内部参考电阻为2KΩ，一通道Callendar-van-Dusen公式中的A值除以10E9，二通道Callendar-van-Dusen公式中的A值除以10E9，一通道Callendar-van-Dusen公式中的B值除以10E12，二通道Callendar-van-Dusen公式中的B值除以10E12，一通道Callendar-van-Dusen公式中的C值除以10E16，二通道Callendar-van-Dusen公式中的C值除以10E16，一通道极性输出为正向，二通道极性输出为正向。

注释：如果是双通道温控器，则发送完TC1的数据后会直接发送TC2的数据。

3.6.2 查询：一次性查询关键数据

指令类型	ASCII码指令	寄存器地址	数据类型	寄存器数量	权限	数据范围
通用参数指令	DATADEMAND	/	/	/	/	1~2

说明：

代表目前一通道的温度为24.8150度，一通道的电阻为0,一通道的实际输出百分比为0。二通道的温度为84.9520度，二通道的电阻为0,二通道的实际输出百分比为0。

发送：DATADEMAND=2@

应答：

TC1：TCADJTEMP=2518788@TC1：RESISTOR=9916909257@TC1：OUTV=1000000000@TC2：TCADJTEMP=999999999@TC2：RESISTOR=0@TC2：OUTV=0@SINTERIORTEMP=34@

代表目前一通道的温度为25.18788度，一通道的电阻为9916.909257Ω,一通道的实际输出电压为10V。二通道的未接温度传感器显示999999999，二通道的电阻为0,二通道的实际输出百分比为0。

注释：如果是双通道温控器，则发送完TC1的数据后会直接发送TC2的数据。

4. 指令预览表

功能	寄存器名称	通信协议	寄存器地址(0x)	权限	类型	数据范围
目标温度配置	查询/设置目标温度	TC1:TG	1000(通道一) 2000(通道一)	读写	int32	-40000000~100000000
温度传感器参数配置	查询/设置实际温度	TC1:TCADJTEMP	1002(通道一) 2002(通道二)	读写	int32	-40000000~100000000
	查询传感器电阻值	TC1:RESISTOR	1004(通道一) 2004(通道二)	只读	uint64	1~500000000000
	查询/设置温度求解模型选择	TC1:POLYOMIAL	1300(通道一) 2300(通道二)	读写	uint16	0~3
	查询/设置NTC电阻的B值	TC1:BX	1301(通道一) 2301(通道二)	读写	uint32	100000~5000000
	查询/设置NTC电阻的R0(25℃)值	TC1:RP	1303(通道一) 2303(通道二)	读写	uint32	1~9000000
	查询/设置温控器NTC通道内部参考电阻	TC1:NTCRP	1305(通道一) 2305(通道二)	读写	uint64	1~11000000000
	查询/设置PT1000电阻的R0值	TC1:PT1000RP	1309(通道一) 2309(通道二)	读写	uint32	0~10000000
	查询/设置PT1000电阻的Callendar-van-Dusen系数 A	TC1:PTA	130B(通道一) 230B(通道二)	读写	int32	-9000000~9000000
	查询/设置PT1000电阻的Callendar-van-Dusen系数 B	TC1:PTB	130D(通道一) 230D(通道二)	读写	int32	-9000000~9000000
	查询/设置PT1000电阻的Callendar-van-Dusen系数 C	TC1:PTC	130F(通道一) 230F(通道二)	读写	int32	-90000~90000
	查询/设置温控器PT1000通道内部参考电阻	TC1:PTRP	1311(通道一) 2311(通道二)	读写	uint64	1~2100000000
	查询/设置MF501电阻的A值	TC1:MF501A	1342(通道一) 2342(通道二)	读写	int32	-100000000000000~100000000000000
	查询/设置MF501电阻的B值	TC1:MF501B	1346(通道一) 2346(通道二)	读写	int32	-100000000000000~100000000000000
	查询/设置MF501电阻的C值	TC1:MF501C	134A(通道一) 234A(通道二)	读写	int32	-100000000000000~100000000000000
	查询/设置A0系数的浮点数部分	TC1:POLA0	1315(通道一) 2315(通道二)	读写	int64	-99999999999999~99999999999999
	查询/设置A0系数的指数部分	TC1:POLEA0	1319(通道一) 2319(通道二)	读写	int16	-100~100
	查询/设置A1系数的浮点数部分	TC1:POLA1	131A(通道一) 231A(通道二)	读写	int64	-99999999999999~99999999999999
	查询/设置A1系数的指数部分	TC1:POLEA1	131E(通道一) 131E(通道二)	读写	int16	-100~100
	查询/设置A2系数的浮点数部分	TC1:POLA2	131F(通道一) 231F(通道二)	读写	int64	-99999999999999~99999999999999
	查询/设置A2系数的指数部分	TC1:POLEA2	1323(通道一) 2323(通道二)	读写	int16	-100~100
	查询/设置A3系数的浮点数部分	TC1:POLA3	1324(通道一) 2324(通道二)	读写	int64	-99999999999999~99999999999999

	查询/设置A3系数的指数部分	TC1:POLEA3	1328(通道一) 2328(通道二)	读写	int16	-100~100
	查询/设置A4系数的浮点数部分	TC1:POLA4	1329(通道一) 2329(通道二)	读写	int64	-99999999999999~ 99999999999999
	查询/设置A4系数的指数部分	TC1:POLEA4	132D(通道一) 232D(通道二)	读写	int16	-100~100
温度传感器参数配置	查询/设置A5系数的浮点数部分	TC1:POLA5	132E(通道一) 232E(通道二)	读写	int64	-99999999999999~ 99999999999999
	查询/设置A5系数的指数部分	TC1:POLEA5	1332(通道一) 2332(通道二)	读写	int16	-100~100
	查询/设置A6系数的浮点数部分	TC1:POLA6	1333(通道一) 2333(通道二)	读写	int64	-99999999999999~ 99999999999999
	查询/设置A6系数的指数部分	TC1:POLEA6	1337(通道一) 2337(通道二)	读写	int16	-100~100
	查询/设置A7系数的浮点数部分	TC1:POLA7	1338(通道一) 2338(通道二)	读写	int64	-99999999999999~ 99999999999999
	查询/设置A7系数的指数部分	TC1:POLEA7	133C(通道一) 233C(通道二)	读写	int16	-100~100
	查询/设置过温保护高阈值	TC1:OVERTEMPUP	133D(通道一) 233D(通道二)	读写	int32	-300000000~500000000
	查询/设置过温保护低阈值	TC1:OVERTEMPLOWER	133F(通道一) 233F(通道二)	读写	int32	-300000000~500000000
	查询/设置传感器开路短路输出保护功能	TC1:ONSENSOR	110C(通道一) 210C(通道二)	读写	int16	0~1
	查询/设置开机电源输出模式	TC1:POWERMODE	1110(通道一) 2110(通道二)	读写	uint16	0~2
	查询输出电流	TC1:CURRENT	1111(通道一) 2111(通道二)	只读	uint16	0~900000000
	设置最大输出电流	TC1:SETCURRENT	1112(通道一) 2112(通道二)	读写	uint16	5~150
温控器输出配置	查询/设置最大输出占空比	TC1:LIMITED	110E(通道一) 210E(通道二)	读写	int16	0~90
	查询/设置输出使能	TC1:ENABLE	1100(通道一) 2100(通道二)	读写	uint16	0~1
	查询/设置开机延迟输出	TC1:STARTUPDELAY	110F(通道一) 210F(通道二)	读写	uint16	10~180
	查询/设置输出模式	TC1:MODE	1101(通道一) 2101(通道二)	读写	uint16	0~3
	查询/设置输出极性	TC1:PIDPOL	1102(通道一) 2102(通道二)	读写	uint16	0~1
	查询/设置输出电压百分比	TC1:PWMDUTY	1103(通道一) 2103(通道二)	读写	int64	-2000000~2000000
	查询/设置温度变化斜率	TC1:SPEED	1108(通道一) 2108(通道二)	读写	uint16	0~255 (V4.2.2 及以下版本) 0~10000 (V4.2.3 及以上版本)
	查询/设置设置冷热比	TC1:CHRATIO	1109(通道一) 2109(通道二)	读写	uint16	10~250

	查询/设置正向启动电压	TC1:FDEADV	110A(通道一) 210A(通道二)	读写	uint16	0~400
	查询/设置反向启动电压	TC1:BDEADV	110B(通道一) 210B(通道二)	读写	uint16	0~400
	查询/设置PWM引脚输出频率	FPWM	000D	读写	uint16	0~3
	查询/设置传感器过温保护模式	OVERTTEMP	000B	读写	uint16	0~1
	查询/设置温控器模式选择	CONTMODE	0004	读写	int16	0~3
PID配置	查询/设置PID中的P	TC1:KP	1200(通道一) 2200(通道二)	读写	uint32	0~9000000
	查询/设置PID中的I	TC1:KI	1202(通道一) 2202(通道二)	读写	uint32	0~9000000
	查询/设置PID中的D	TC1:KD	1204(通道一) 2204(通道二)	读写	uint32	0~9000000
	查询/设置PID自整定	TC1:AUTOPID	1107(通道一) 2107(通道二)	读写	uint16	0~2
温控器基础配置	查询当前温控器型号	TEC	0001	只读	uint16	0~255
	查询固件版本号	FPV	000C	只读	uint16	100~999
	查询/设置温控器485地址	ADDRESS	0002	读写	uint16	0~255
	查询/设置UART TTL波特率	BOUNDTABLEONE	0008	读写	uint16	0~7
	查询/设置RS485波特率	BOUNDTABLETWO	0009	读写	uint16	0~7
	查询温控器自身温度	SINTERIORTEMP	0003	只读	int16	-20~120
	查询/设置温控器自身过温阈值	OVERTVPT	000A	读写	uint16	40~100
	查询错误代码	ERRORCODE	0007	只读	uint16	按 Bit 位定义
	恢复出厂设置	RESET	0000	只写	uint16	1
其它数据查询	查询：一次性查询全面数据	INQUIRE	/	/	/	1
	查询：一次性查询关键数据	DATADEMAND	/	/	/	1~2

注意：由于产品更新，旧版本产品不一定支持最新的通信协议，敬请理解！

附录 1 温度解算模型和多项式修正

01 NTC 热敏电阻温度传感器

Basic 方程计算法（B-Value 模型）	
$R= R_0 \times \exp[B \times (1/(T+273.15) - 1/298.15)]$	
T	温度，单位摄氏度（℃）
R	传感器实际电阻值，单位欧姆（Ω）
R_0	NTC 在 25℃时的电阻值 R（25℃），单位欧姆（Ω）
B	传感器β值参数
C 语言温度计算公式：T= 1/（1/（298.15）+1/B*ln（R/R_0）） -273.15	

Steinhart-Hart 方程计算法（S-H 模型）	
$1/(T+273.15) = A_0 + A_1 \times \ln(R) + A_2 \times [\ln(R)]^2 + A_3 \times [\ln(R)]^3 + A_4 \times [\ln(R)]^4$	
T	温度，单位摄氏度（℃）
R	传感器实际电阻值，单位欧姆（Ω）
$A_0,\ldots,A_4$	传感器系数（与多项式温度校正共用）

02 PT 铂电阻温度传感器

-200~0℃温度范围（PT 模型）	
$R= R_0 \times [1 + A \times T + B \times T^2 + C \times (T-100) T^3]$	
T	温度，单位摄氏度（℃）
R	传感器实际电阻值，单位欧姆（Ω）
R_0	PT 在 0℃时的电阻值，单位欧姆（Ω）
A, B, C	传感器系数
0~800℃温度范围（PT 模型）	
$R= R_0 \times [1 + A \times T + B \times T^2]$	
T	温度，单位摄氏度（℃）
R	传感器实际电阻值，单位欧姆（Ω）

R_0	PT 在 0℃时的电阻值，单位欧姆（Ω）
A, B	传感器系数

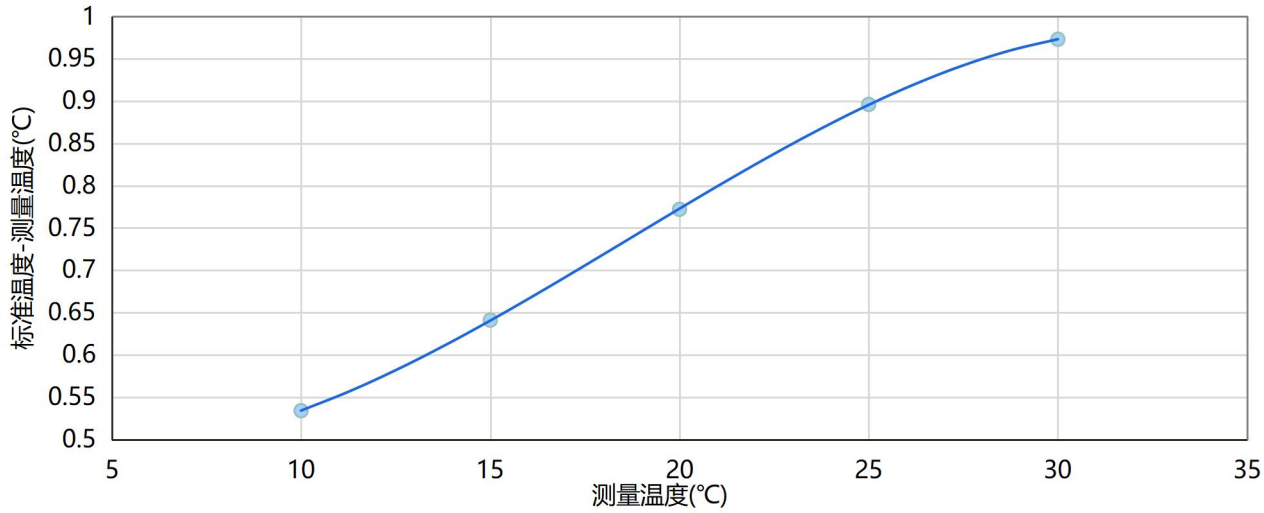
03 多项式温度校正

$$T_{修正后}=T_{修正前}+A_0+A_1\times T_{修正前}+A_2\times T_{修正前}^{2}+A_3\times T_{修正前}^{3}+A_4\times T_{修正前}^{4}+A_5\times T_{修正前}^{5}+A_6\times T_{修正前}^{6}+A_7\times T_{修正前}^{7}$$

$T_{修正后}$	多项式温度校正后的温度，单位摄氏度（℃）
$T_{修正前}$	多项式温度校正前的温度，单位摄氏度（℃），它可以是 B-Value 或者 PT 模型解算得的温度，但不可以是 S-H 模型解算的温度。也就是说当选择 B-Value 和 PT 模型时，多项式温度校正功能处于一直开启中。但当选择 S-H 模型时，多项式温度校正功能则停用。（注意硬件版本 v4.2.2 及以上版本才有该功能，敬请谅解）
$A_0,\ldots,A_7$	温度修正系数

案例说明：NTC 温度传感器配合温控器的多项式温度校正

一台仪器采用 NTC 温度传感器进行温度测量，设定的 R_0 和 B 值分别为 10000Ω和 3950。将多项式修正系数 A_0~A_7 设置为 0，用标准温度传感器对整套系统进行温度校正。然后测量温度和标准温度表如下表所示：

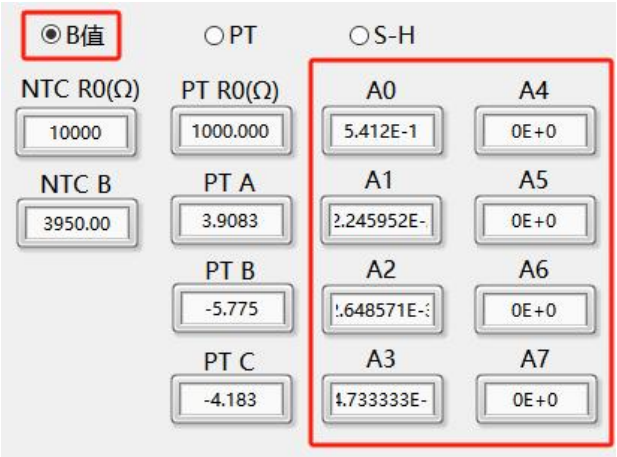


测量温度（℃）$T_{修正前}$	标准温度（℃）$T_{标准}$	标准温度-测量温度（℃）ΔT
10.000	10.534	0.534
15.000	15.641	0.641
20.000	20.772	0.772
25.000	25.896	0.896
30.000	30.973	0.973

利用 Excel 的多项式对温度差（标准温度-测量温度）vs 测量温度进行 3 次多项式拟合（依据情况具体选择

几次多项式），得到多项式修正公式为：$T_{修正后}=T_{修正前}+（5.412000e-1）+（-2.245952e-2）\times T_{修正前}+（2.648571e-3）\times T_{修正前}^2+（-4.733333e-5）\times T_{修正前}^3$，即：

温度修正系数	值
A_0	5.412000e-1
A_1	-2.245952e-2
A_2	2.648571e-3
A_3	-4.733333e-5
$A_4...A_7$	0



通过电脑软件写入 A_0~A_7 的值，如上图所示，即多项式温度修正完成。

注意：我司默认配套的温度传感器是未经计量校准的，若需要计量校准，可以联系官方客服微信：18718688108。

附录 2 编程案例

01 C++编程案例

```
#include <iostream>
#include <windows.h>
// 本案例使用 C 语言编写与光测未来温度控制模块通信，实现了通过 TTL 指令与 ModBus 指令分别设置目标温度数据与获取当前温度数据，其他指令请参照程控手册自行开发
// 如通信失败请仔细核对串口号、波特率及温控器是否开启
// MODBUS CRC 校验函数
uint16_t crc_update(int data_length, uint8_t*data) {
    uint16_t CRC_Value = 0xFFFF; // CRC 初始值
    uint8_t i, j;
    // 计算 CRC 校验值
    for (i = 0; i < data_length; i++)
    {
        CRC_Value ^= static_cast<uint8_t>(data[i]);
        for (j = 0; j < 8; j++)
        {
            if (CRC_Value & 0x0001)
                CRC_Value = (CRC_Value >> 1) ^ 0xA001;
            else
                CRC_Value = (CRC_Value >> 1);
        }
    }
```

```
return CRC_Value;
}
int ExampleTest() {
    // 打开串口句柄，假设串口名为 COM9
    HANDLE hSerial = CreateFile(L"COM9",
        GENERIC_READ | GENERIC_WRITE,
        0,
        NULL,
        OPEN_EXISTING,
        FILE_ATTRIBUTE_NORMAL,
        NULL);
    if (hSerial == INVALID_HANDLE_VALUE) {
        std::cout << "打开串口失败" << std::endl;
        return 1;
    }
    // 配置串口参数
    DCB dcb = { 0 };
    dcb.DCBlength = sizeof(dcb);
    GetCommState(hSerial, &dcb);
    dcb.BaudRate = CBR_38400; // 波特率 38400
    dcb.ByteSize = 8;             // 数据位 8
    dcb.Parity = NOPARITY;      // 无校验
    dcb.StopBits = ONESTOPBIT;// 停止位 1
    SetCommState(hSerial, &dcb);

    // 设置超时
    COMMTIMEOUTS timeouts = { 0 };
    timeouts.ReadIntervalTimeout = 50;
    timeouts.ReadTotalTimeoutConstant = 50;
    timeouts.ReadTotalTimeoutMultiplier = 10;
    SetCommTimeouts(hSerial, &timeouts);

    // TTL 指令设置一通道目标温度为 25℃

    // 发送数据
    const char* sendData = "TC1:TG=2500000@\n";
    DWORD bytesWritten;
    if (!WriteFile(hSerial, sendData, strlen(sendData), &bytesWritten, NULL)) {
        std::cerr << "发送数据失败" << std::endl;
        CloseHandle(hSerial);
```

```
        return 1;
    }

    // 接收数据
    char receivedData[32] = { 0 };
    DWORD bytesRead;
    if (!ReadFile(hSerial, receivedData, sizeof(receivedData) - 1, &bytesRead, NULL)) {
        std::cerr << "接收数据失败" << std::endl;
        CloseHandle(hSerial);
        return 1;
    }

    // 回复判断
    if (strcmp(receivedData, "OKTC1:TG=2500000@\r\n") != 0) {
        std::cout << "温度设置失败" << std::endl;
    }
    else {
        std::cout << "目标温度已设置为 25℃" << std::endl;
    }

    // TTL 指令询问一通道当前温度
    float myCurrentTemperature = 0.0f;

    // 发送数据
    Sleep(5); // 等待 5 毫秒，确保数据不会连发
    const char* sendData1 = "TC1:TCADJTEMP=?@\n";
    DWORD bytesWritten1;
    if (!WriteFile(hSerial, sendData1, strlen(sendData1), &bytesWritten1, NULL)) {
        std::cerr << "发送数据失败" << std::endl;
        CloseHandle(hSerial);
        return 1;
    }

    // 接收数据
    char receivedData1[32] = { 0 };
    DWORD bytesRead1;
    if (!ReadFile(hSerial, receivedData1, sizeof(receivedData1) - 1, &bytesRead1, NULL)) {
        std::cerr << "接收数据失败" << std::endl;
        CloseHandle(hSerial);
        return 1;
```

```
    }

    // 回复判断，前几位是不是"OKTC1:TCADJTEMP=",最后面是不是"@\r\n"
    if (strncmp(receivedData1, "OKTC1:TCADJTEMP=", 16) != 0 || strcmp(receivedData1 + bytesRead1 -
4, "@\r\n") != 0) {
        std::cout << "回复数据错误" << std::endl;
    }
    else {
        // 解析数据
        char tempBuffer[16] = { 0 };
        int tempLength = bytesRead1 - 19; // 去掉最后三个字符
        if (tempLength > 0 && tempLength < sizeof(tempBuffer)) {
            strncpy_s(tempBuffer, sizeof(tempBuffer), receivedData1 + 16, tempLength);
            myCurrentTemperature = (float)(atoi(tempBuffer) / 100000.0f);
            std::cout << "当前温度为：" << myCurrentTemperature << "℃" <<std::endl;
        }
        else {
            std::cerr << "解析温度数据失败" << std::endl;
        }
    }
    // ModBus 指令设置一通道目标温度为 25℃

    // 设置发送指令
    int8_t sendData2[13];
    int index = 0;
    sendData2[index++] = 0x01; // 假设温控器 ModBus 地址为 0x01
    sendData2[index++] = 0x10; // 寄存器写入指令功能码
    sendData2[index++] = 0x10; // 与下一字节拼接
    sendData2[index++] = 0x00; // 与上一字节拼接：0x1000 表示设置目标温度
    sendData2[index++] = 0x00; // 与下一字节拼接
    sendData2[index++] = 0x02; // 与上一字节拼接：0x0002 表示发送两个寄存器数量
    sendData2[index++] = 0x04; // 0x04 表示数据需要四个字节发送
    sendData2[index++] = 2500000 >> 24; // 2500000 的高字节
    sendData2[index++] = 2500000 >> 16; // 2500000 的次高字节
    sendData2[index++] = 2500000 >> 8; //  2500000 的次低字节
    sendData2[index++] = 2500000; //  2500000 的低字节

    // CRC 校验和
    uint16_t crc = crc_update(index, reinterpret_cast<uint8_t*>(sendData2));
    sendData2[index++] = crc & 0xFF;
```

```
sendData2[index++] = crc >> 8;

// 发送数据
Sleep(5); // 等待 5 毫秒，确保数据不会连发
DWORD bytesWritten2;
WriteFile(hSerial, sendData2, index, &bytesWritten2, NULL);

// 接收数据
int8_t receivedData2[32] = { 0 };
DWORD bytesRead2;
ReadFile(hSerial, receivedData2, sizeof(receivedData2) - 1, &bytesRead2, NULL);

// 回复判断
// CRC 校验
crc =crc_update(bytesRead2 - 2, reinterpret_cast<uint8_t*>(receivedData2));
uint16_t crc_recv = (receivedData2[bytesRead2 - 1] << 8) + receivedData2[bytesRead2 - 2];
if (crc != crc_recv) {
    std::cout << "CRC 校验失败" << std::endl;
}
else {
    // CRC 校验成功，解析数据
    if (receivedData2[0] != 0x01)
    {
        std::cout << "设备错误" << std::endl;
    }
    else if (receivedData2[1] != 0x10)
    {
        std::cout << "不是寄存器写入指令" << std::endl;
    }
    else if (receivedData2[2] != 0x10 || receivedData2[3] != 0x00)
    {
        std::cout << "寄存器地址错误" << std::endl;
    }
    else if ((receivedData2[4]<<8|receivedData2[5]) != 0x0002)
    {
        std::cout << "寄存器数量错误" << std::endl;
    }
    else
    {
        std::cout << "目标温度已设置为 25℃" << std::endl;
```

```
        }

    }
    // ModBus 指令读取一通道当前温度

    // 设置发送指令
    int8_t sendData3[8];
    index = 0;
    sendData3[index++] = 0x01; // 假设温控器 ModBus 地址为 0x01
    sendData3[index++] = 0x03; // 寄存器读取指令功能码
    sendData3[index++] = 0x10; // 与下一字节拼接
    sendData3[index++] = 0x02; // 与上一字节拼接：0x1002 表示一通道当前温度
    sendData3[index++] = 0x00; // 与下一字节拼接
    sendData3[index++] = 0x02; // 与上一字节拼接：0x0002 表示发送两个寄存器数量

    // CRC 校验和
    crc = crc_update(index, reinterpret_cast<uint8_t*>(sendData3));
    sendData3[index++] = crc & 0xFF;
    sendData3[index++] = crc >> 8;
    // 发送数据
    Sleep(5); // 等待 5 毫秒，确保数据不会连发
    DWORD bytesWritten3;
    WriteFile(hSerial, sendData3, index, &bytesWritten3, NULL);

    // 接收数据
    int8_t receivedData3[32] = { 0 };
    DWORD bytesRead3;
    ReadFile(hSerial, receivedData3, sizeof(receivedData3) - 1, &bytesRead3, NULL);

    // 回复判断
    // CRC 校验
    crc = crc_update(bytesRead3 - 2, reinterpret_cast<uint8_t*>(receivedData3));
    crc_recv = (static_cast<uint8_t>(receivedData3[bytesRead3 - 2]) |
                (static_cast<uint8_t>(receivedData3[bytesRead3 - 1]) << 8));
    if (crc != crc_recv) {
        std::cout << "CRC 校验失败" << std::endl;
    }
    else {
        // CRC 校验成功，解析数据
        if (receivedData3[0] != 0x01)
```

```
        {
            std::cout << "设备错误" << std::endl;
        }
        else if (receivedData3[1] != 0x03)
        {
            std::cout << "不是寄存器读取指令" << std::endl;
        }

        else if (receivedData3[2] != 0x04)
        {
            std::cout << "数据长度错误" << std::endl;
        }
        else
        {
            // 解析数据
            myCurrentTemperature = ((static_cast<uint8_t>(receivedData3[3])<< 24)
                | (static_cast<uint8_t>(receivedData3[4]) << 16)
                | (static_cast<uint8_t>(receivedData3[5]) << 8)
                | static_cast<uint8_t>(receivedData3[6]))/100000.0f;
            std::cout << "当前温度为：" << myCurrentTemperature <<"℃" << std::endl;
        }
    }
    if (hSerial != INVALID_HANDLE_VALUE) {
        CloseHandle(hSerial);
    }
    return 0;
}
int main()
{
    ExampleTest();
}
```

02 Python 编程案例

```
import serial
import time
from typing import List

def crc_update(data: bytes) -> int:
    """
```

```
    MODBUS CRC-16 校验计算
    :param data: 需要计算 CRC 的字节数据
    :return: 计算得到的 CRC 校验值
    """
    crc = 0xFFFF   # CRC 初始值
    for byte in data:
        crc ^= byte   # 异或操作
        for _ in range(8):   # 对每个 bit 进行处理
            if crc & 0x0001:   # 如果最低位为 1
                crc = (crc >> 1) ^ 0xA001   # 右移并异或多项式
            else:
                crc = crc >> 1   # 直接右移
    return crc

def example_test():
    """
    温度控制器通信示例测试函数
    包含 TTL 指令和 ModBus 协议两种通信方式
    """
    try:
        # 打开串口 (COM9, 波特率 38400)
        # 参数说明:
        # port: 串口号
        # baudrate: 波特率
        # bytesize: 数据位(8 位)
        # parity: 校验位(N 无校验)
        # stopbits: 停止位(1 位)
        # timeout: 读取超时时间(秒)
        with serial.Serial('COM9', baudrate=38400, bytesize=8,
                           parity='N', stopbits=1, timeout=0.05) as ser:

            # ========== TTL 指令设置目标温度 ==========
            # 发送设置温度指令(通道 1 目标温度 25°C)
            # 指令格式: TC1:TG=2500000@\n
            # 2500000 对应 25.00000°C
            send_data = b"TC1:TG=2500000@\n"
            ser.write(send_data)   # 发送指令
            received_data = ser.read(32).decode('ascii')   # 读取返回数据

            # 检查返回数据是否正确
```

```
if received_data == "OKTC1:TG=2500000@\r\n":
    print("目标温度已设置为 25°C")
else:
    print("温度设置失败")
    return

# ========== TTL 指令查询当前温度 ==========
time.sleep(0.005)  # 等待 5ms，避免数据连发
# 发送查询温度指令(通道 1 当前温度)
# 指令格式: TC1:TCADJTEMP=?@\n
send_data = b"TC1:TCADJTEMP=?@\n"
ser.write(send_data)  # 发送指令
received_data = ser.read(32).decode('ascii')  # 读取返回数据

# 检查返回数据格式是否正确
# 正确格式: "OKTC1:TCADJTEMP=xxxxx@\r\n"
if not (received_data.startswith("OKTC1:TCADJTEMP=") and
        received_data.endswith("@\r\n")):
    print("回复数据错误")
else:
    # 提取温度数值部分(去掉前后固定字符)
    temp_str = received_data[16:-3]
    try:
        # 将字符串转换为整数并计算实际温度值
        # 温度值需要除以 100000 得到实际温度(°C)
        current_temp = int(temp_str) / 100000.0
        print(f"当前温度为: {current_temp}°C")
    except ValueError:
        print("解析温度数据失败")

# ========== ModBus 协议设置目标温度 ==========
time.sleep(0.005)  # 等待 5ms

# 构造 ModBus 指令帧
# 功能码 0x10: 写多个寄存器
# 寄存器地址 0x1000: 目标温度设置
# 数据: 2500000 (对应 25.00000°C)
data = bytearray([
    0x01,          # 设备地址(假设为 1)
    0x10,          # 功能码(写多个寄存器)
```

```
        0x10, 0x00, #  寄存器地址(0x1000)
        0x00, 0x02, #  寄存器数量(2 个)
        0x04,           #  数据字节数(4 字节)
        (2500000 >> 24) & 0xFF,   #  温度值高字节
        (2500000 >> 16) & 0xFF,
        (2500000 >> 8) & 0xFF,
        2500000 & 0xFF                #  温度值低字节
])

#  计算 CRC 校验并添加到指令末尾
crc = crc_update(data)
data.append(crc & 0xFF)      # CRC 低字节
data.append(crc >> 8)         # CRC 高字节

#  发送 ModBus 指令
ser.write(data)

#  读取响应数据
received_data = ser.read(32)

if len(received_data) < 8:   #  检查最小响应长度
    print("ModBus 响应数据过短")
else:
    #  验证 CRC 校验
    crc_calc = crc_update(received_data[:-2])
    crc_recv = received_data[-2] | (received_data[-1] << 8)

    if crc_calc != crc_recv:
        print("ModBus CRC 校验失败")
    else:
        #  解析响应数据
        if received_data[0] != 0x01:
            print("设备地址错误")
        elif received_data[1] != 0x10:
            print("功能码错误")
        elif received_data[2] != 0x10 or received_data[3] != 0x00:
            print("寄存器地址错误")
        elif (received_data[4] << 8 | received_data[5]) != 0x0002:
            print("寄存器数量错误")
        else:
```

```
                print("ModBus 目标温度已设置为 25°C")

# ========== ModBus 协议查询当前温度 ==========
time.sleep(0.005)  # 等待 5ms

# 构造 ModBus 查询指令
# 功能码 0x03: 读保持寄存器
# 寄存器地址 0x1002: 当前温度读取
data = bytearray([
    0x01,          # 设备地址
    0x03,          # 功能码(读保持寄存器)
    0x10, 0x02, # 寄存器地址(0x1002)
    0x00, 0x02   # 读取寄存器数量(2 个)
])

# 计算 CRC 校验
crc = crc_update(data)
data.append(crc & 0xFF)
data.append(crc >> 8)

# 发送查询指令
ser.write(data)

# 读取响应数据
received_data = ser.read(32)

if len(received_data) < 9:  # 检查最小响应长度
    print("ModBus 响应数据过短")
else:
    # 验证 CRC 校验
    crc_calc = crc_update(received_data[:-2])
    crc_recv = received_data[-2] | (received_data[-1] << 8)

    if crc_calc != crc_recv:
        print("ModBus CRC 校验失败")
    else:
        # 解析响应数据
        if received_data[0] != 0x01:
            print("设备地址错误")
        elif received_data[1] != 0x03:
```

```
                print("功能码错误")
            elif received_data[2] != 0x04:
                print("数据长度错误")
            else:
                # 提取温度值(4 字节)
                temp_value = ((received_data[3] << 24) |
                              (received_data[4] << 16) |
                              (received_data[5] << 8) |
                              received_data[6])
                current_temp = temp_value / 100000.0
                print(f"ModBus 当前温度为: {current_temp}°C")

        except serial.SerialException as e:
            print(f"串口通信错误: {e}")
        except Exception as e:
            print(f"程序错误: {e}")

if __name__ == "__main__":
    example_test()
```

版本变更日志

版本变更日志	变更内容	变更日期	审核人
1.0	最新初始版本	2025/4/10	WST、WYR
1.0-1.1	新增 4.指令预览表 新增温控器型号	2025/4/18	WST、WYR
1.1-1.2	内容修订 新增 Modbus 示例和编程案例	2025/8/8	WST、WYR

网 站：www.sensefuture.com.cn
商 城：store.sensefuture.com.cn
电 话：187 1868 8108 技术支持
邮 箱：sales@sensefuture.com
地 址：深圳市光明区玉塘街道光侨路高科创新中心 B 座 16 层

光测未来
SenseFuture

初心定未来
创新造价值
分享聚人心

期待与您的合作共赢！

产品资料下载

光测未来（深圳）科技有限公司