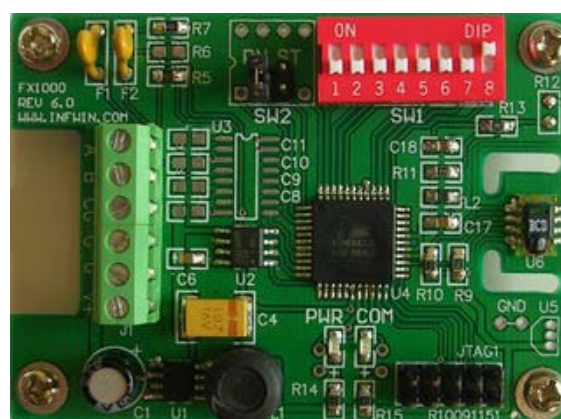


FLEX1000温湿度模块用户手册

V6.0



目 录

1 产品的功能特点	3
2 电气连接、参数设置以及工作方式	3
2.1 电气连接	3
2.2 参数设置以及工作方式	5
3 模块的温湿度校准	6
3.1 一点法校准原理及实施	7
3.2 两点法校准原理及实施	8
4 外型尺寸、选型订购与安装指南	11
4.1 外型尺寸	11
4.2 选型订购	12
4.3 安装指南	12
5 Modbus 通信协议	13
5.1 串行通信参数	13
5.2 Modbus 寄存器	13
5.3 Modbus 寄存器参数说明	14
5.4 Modbus 命令格式	18
5.5 CRC16 校验说明以及例程	23
6 相关软件	24
6.1 FLEX1000 温湿度模块设置程序	24

1 产品的功能特点

- 集成瑞士SENSIRION®高精度温湿度传感器，提供14Bits温度测量以及12Bits湿度测量。
- 集成温度、湿度、露点测量于一体。
- 湿度测量范围0~100%RH。温度测量范围：-20℃~+85℃。
- 高精度温湿度测量最高可达到±2%RH，±0.3℃（在25℃时）。
- 传感器全标定线性输出，无须标定即可互换使用。
- 支持用户校准功能，用于一点或两点校准。
- RS485或RS232通信，支持ModbusRTU/ASCII协议。
- 5V~30V宽范围直流供电。
- 安装方式可为PCB 安装或墙面壁挂安装。
- 小尺寸，安装简单，可作为系统拓展模块集成于现有系统中。
- 良好的长期稳定性、高可靠性以及性价比。

2 电气连接、参数设置以及工作方式

2.1 电气连接

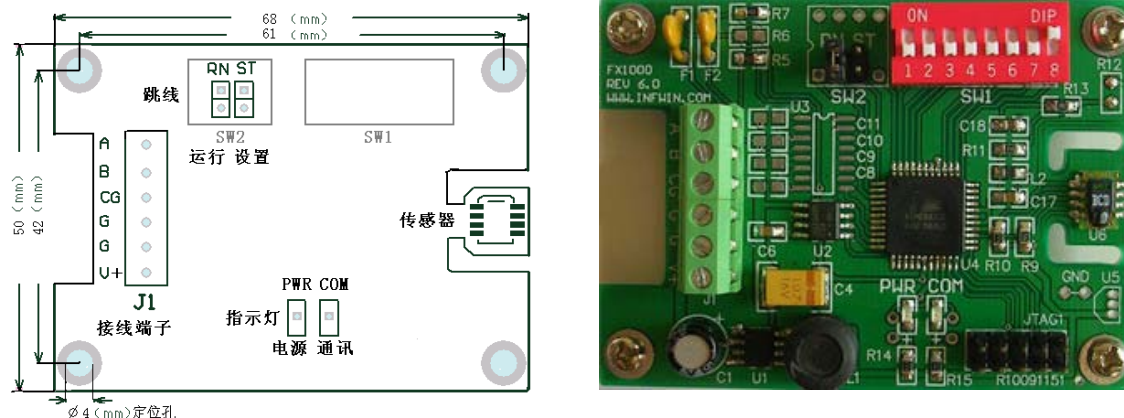


图 1 温湿度模块

图中接线端子说明如下：

- A：RS485通讯的A+ (A)，或者RS232通讯的Txd。
- B：RS485通讯的A- (B)，或者RS232通讯的Rxd。
- CG：RS485通讯的屏蔽地（可不连接），或者RS232通讯的GND。
- G：电源地。
- G：电源地。
- V+：电源正。

图中指示灯说明如下：

- PWR：电源指示灯，每两秒钟闪烁一次。
- COM：通讯指示灯，发送/接收数据时闪烁。

RS232接口的模块接线图

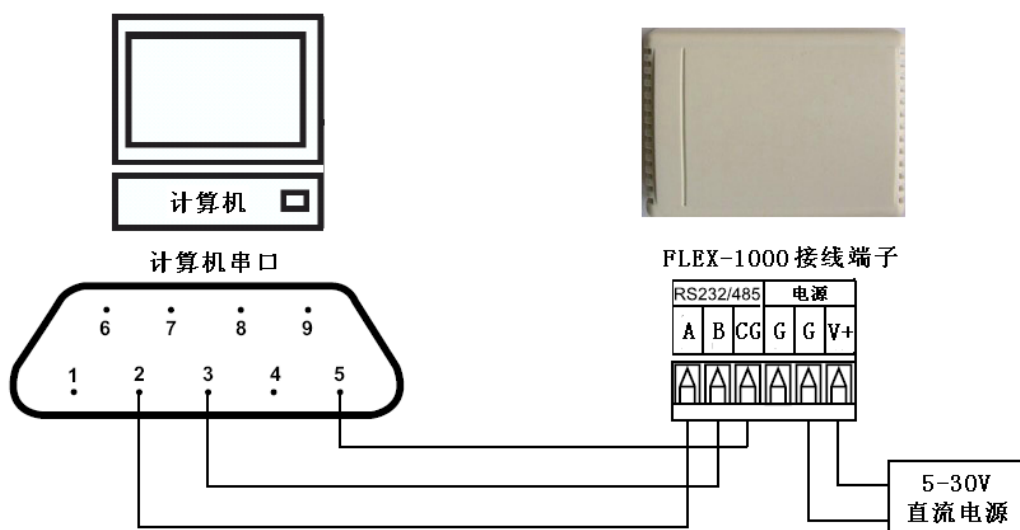


图 2 RS232 接口模块接线图

RS485接口的多模块接线图

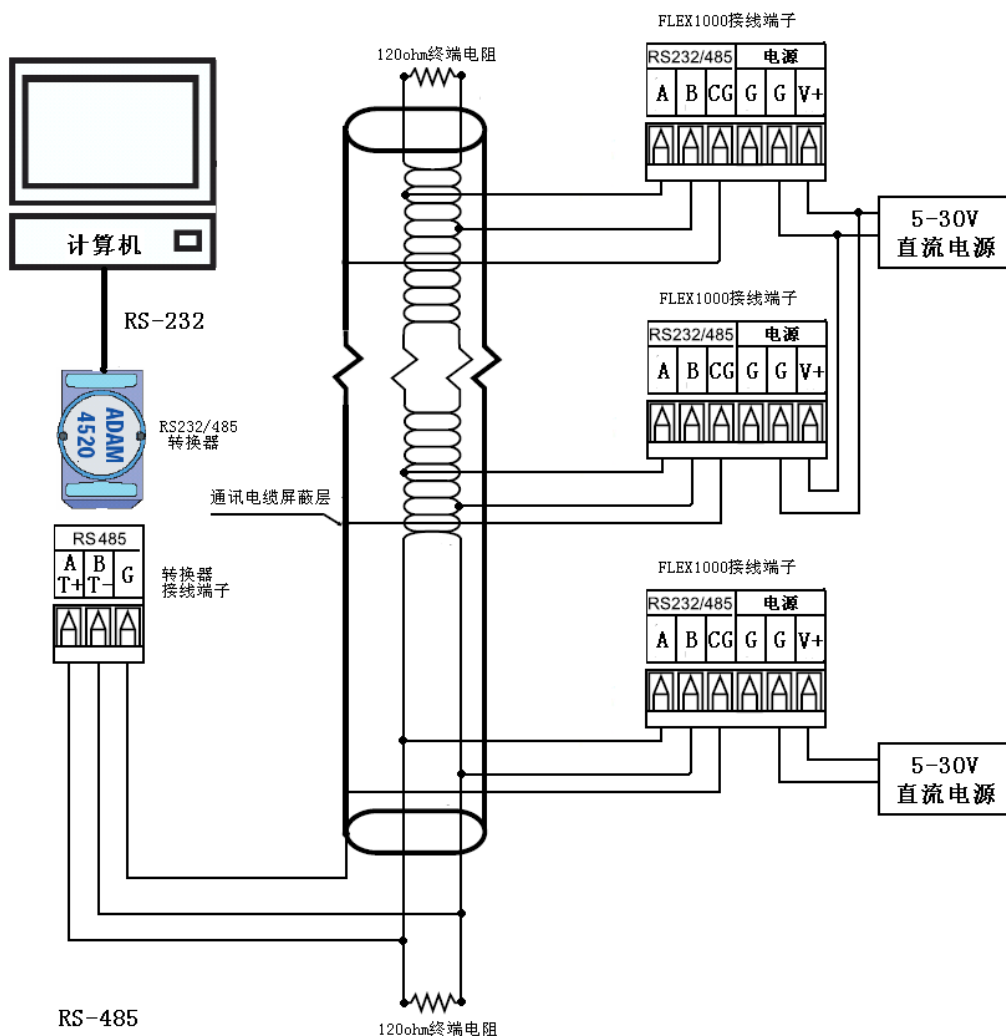


图 3 RS485 接口模块接线图

RS485通讯电缆在有干扰或者通讯距离较远时可采用屏蔽双绞线，屏蔽层接地。在长线信号传输时，一般为了避免信号的反射和回波，需要在接收端接入终端匹配电阻。其终端匹配电阻值取决于电缆的阻抗特性，与电缆的长度无关。RS-485一般采用双绞线（屏蔽或非屏蔽）连接，终端电阻典型值为120 Ω 。在实际配置时，在电缆的两个终端节点上，各接入一个终端电阻。RS485网络的规范1.2公里长度，32个节点数。如果超出了这个限制，必须采用485中继器或485集线器来拓展网络距离或节点数。利用485中继器或485集线器，可以将一个大型485网络分隔成若干个网段。每个网段还是遵循RS485规范，即1.2公里长度，32个节点数。

2.2 参数设置以及工作方式

模块参数均可通过内部寄存器进行用户自定义。您可以通过随机提供的FLEX1000温湿度模块设置程序进行修改，也可以通过Modbus通信命令在线修改。通过随机提供的设置软件修改参数前，请先将模块的跳线SW2设置为ST（设置模式），然后启动设置软件，即可通讯并修改内部参数。

图中跳线SW2说明如下：

ST：将跳线短接到此处，模块将处于设置模式。此时模块通讯参数固定为Modbus设备地址0，Modbus-RTU协议，串行通讯参数9600,N,8,1。此时可与附带的设置软件进行通讯并设置模块各项参数。

RN：将跳线短接到此处，模块将处于运行模式。此时模块的波特率、通讯协议、校验位通过模块的内部寄存器进行用户自定义。寄存器配置详见第五章。

模块出厂时的跳线设置为 RN（运行模式），出厂默认通讯参数为：9600,N,8,1。即波特率 9600bps，无校验，8 个数据位，1 个停止位。

一般在将模块安装到现场前，可将模块跳线跳至 ST（设置模式），此时可利用我们提供的 FLEX1000 温湿度模块设置程序（如图 2）对模块参数进行设置。在设置了模块参数以后，将跳线跳至 RN（运行模式），将其安装到现场。

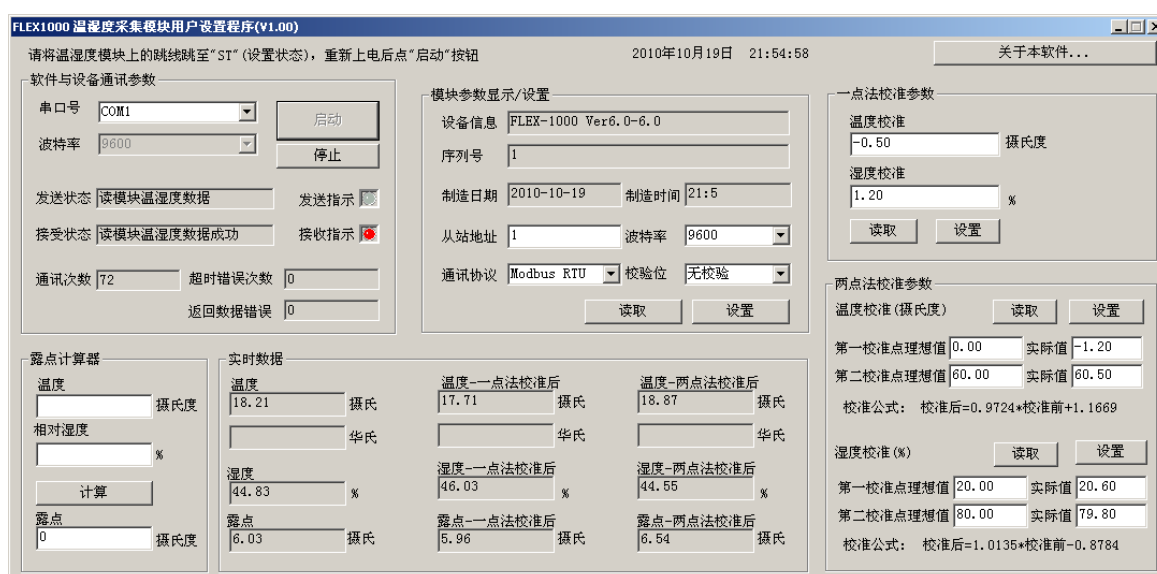
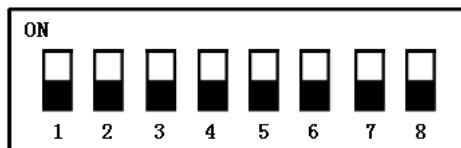


图 4 FLEX1000 温湿度模块设置软件

图中SW1拨码开关说明如下：

SW1是一个8位的拨码开关，用于设置模块在运行模式（跳线SW2跳至RN）时的Modbus设备地址，可设置范围为0-255。当模块的拨码开关设置为0（全部OFF）时，模块的Modbus设备地址由模块内部寄存器设置。波特率，校验位，通讯协议也由内部寄存器设置（详见5.2章节Modbus寄存器中的串行通信参数）

当拨码开关设置为非0的地址时，模块的Modbus设备地址由拨码开关设置。波特率，校验位，通讯协议也由模块内部寄存器设置。（详见5.2章节Modbus寄存器中的串行通信参数）



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	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=253	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON
地址=254	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF
地址=255	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON

3 模块的温湿度校准

Flex1000温湿度变送器集成了高精度的瑞士温湿度传感器，出厂前已经进行了严格的校准，能满足多数用户的需求。同时也提供了一点校准及两点校准，用户可根据需要对传感器进行调校。模块内部提供了温湿度一点校准及两点校准的校准寄存器，您可使用FLEX1000温湿度模块设置程序进行校准，也可自行编程读写这些寄存器以进行校准，寄存器配置详见第五章。

一点校准法：在固定温湿度点（工作点）上进行校准。适用于单温湿度点监测。

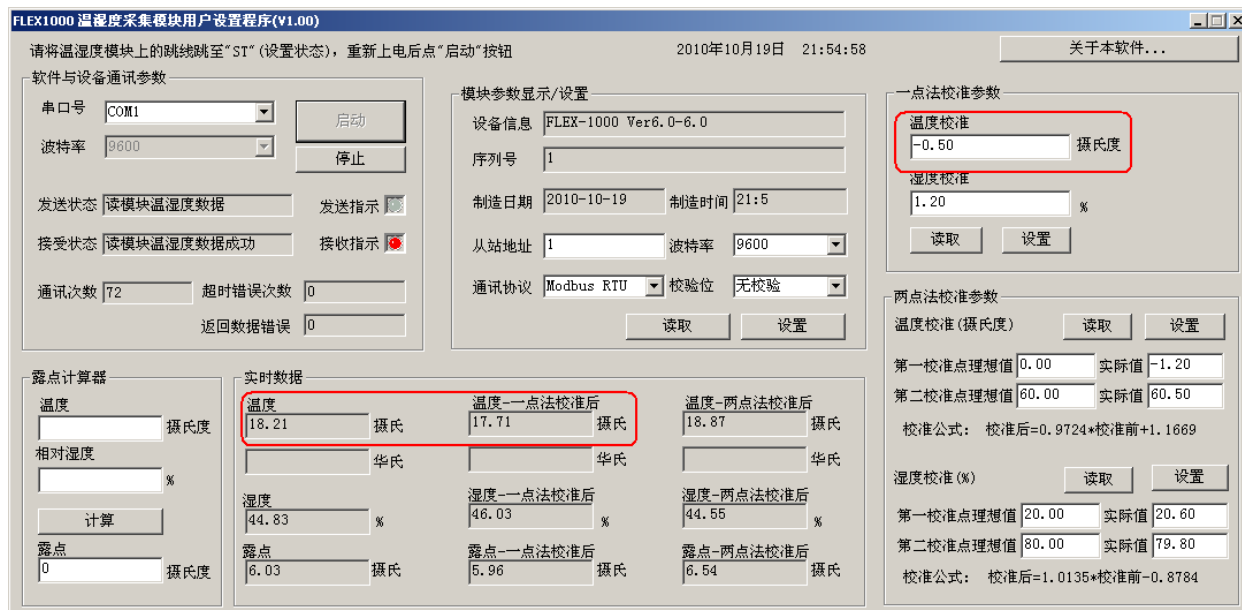
两点校准法：在温湿度的工作范围内进行校准。适用于全（宽）量程温湿度监测。

校准时请注意以下事项：

- 温度校准时放置于恒温箱内，大约30分钟以上达到热平衡，然后进行校准。
- 湿度校准时放置于恒湿箱内，大约30分钟以上达到湿度平衡，然后进行校准。
- 露点值在温度、湿度校准后将自动校准。

3.1 一点法校准原理及实施

温度校准



如图所示,假设期望的温度工作点,即“温度-一点法校准后”为 17.71 度,当温湿度模块置于 17.71 度恒温箱中 30 分钟以上达到热平衡后,读模块的温度实时数据为 18.21。期望值 17.71 与实际值 18.21 的差为-0.5,将此差值-0.5 写入“一点校准参数”中的“温度校准”寄存器,点击设置按钮将校准数据写入模块,此时图中“温度-一点法校准后”寄存器的数据即为校准后的温度 17.71。

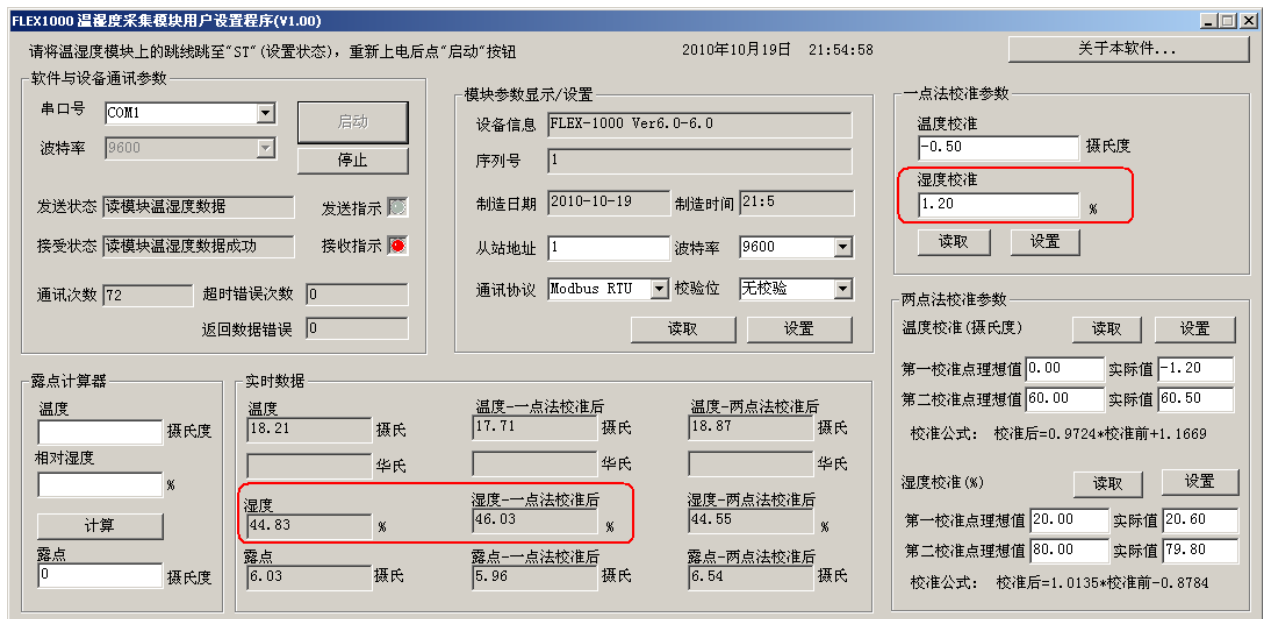
温度校准公式为: 一点法校准后的温度值=温度的实际值+一点法温度校准值

寄存器表示为: 0003H=0000H+0100H, 直接读取 0003H 寄存器的值即为校准后的温度值, 寄存器说明详见第五章。

实例计算值为: $17.71 = 18.21 + (-0.5)$

当您自行编程使用 Modbus 命令写入这些校准寄存器时, 写入值=实际值*100, 负数用补码表示。比如上例中值为-0.5, 那么您需要写入的值= $-0.5 \times 100 = -50$ (原码十进制) = $-0x0032$ (原码十六进制) = $0xFFCE$ (补码十六进制)

湿度校准



如图所示,假设期望的湿度工作点,即“湿度-一点法校准后”为 46.03%,当温湿度模块置于 46.03%恒湿箱中 30 分钟以上达到湿度平衡后,读模块的湿度实时数据为 44.83%。期望值 46.03%与实际值 44.83%的差为 1.2%,将此差值 1.2 写入“一点校准参数”中的“湿度校准”寄存器,点击设置按钮将校准数据写入模块,此时图中“湿度-一点法校准后”寄存器的数据即为校准后的湿度 46.03%。

湿度校准公式为:一点法校准后的湿度值=湿度的实际值+一点法湿度校准值

寄存器表示为:0004H=0001H+0101H,直接读取 0004H 寄存器的值即为校准后的湿度值,寄存器说明详见第五章。

实例计算值为:46.03=44.83+ (1.2)

当您自行编程使用 Modbus 命令写入这些校准寄存器时,写入值=实际值*100,负数用补码表示。比如上例中值为 1.2,那么您需要写入的值=1.2*100=120

3.2 两点法校准原理及实施

实施两点校准时请注意以下事项:

- 温度的第一校准点值必须小于第二校准点,且相差最好大于40度。比如可选择第一校准点为0℃,第二校准点为60℃。
- 湿度的第一校准点值必须小于第二校准点,且相差最好大于50%。比如可选择第一校准点为20%,第二校准点为80%。

两点法温度校准原理

FLEX1000 温湿度采集模块用户设置程序(V1.00)

请将温湿度模块上的跳线跳至“ST” (设置状态)，重新上电后点“启动”按钮

2010年10月19日 21:54:58

关于本软件...

软件与设备通讯参数

串口号: COM1

波特率: 9600

发送状态: 读模块温湿度数据 发送指示 ☐

接受状态: 读模块温湿度数据成功 接收指示 ☒

通讯次数: 72 超时错误次数: 0 返回数据错误: 0

模块参数显示/设置

设备信息: FLEX-1000 Ver6.0-6.0

序列号: 1

制造日期: 2010-10-19 制造时间: 21:5

从站地址: 1 波特率: 9600

通讯协议: Modbus RTU 校验位: 无校验

一点法校准参数

温度校准: -0.50 摄氏度

湿度校准: 1.20 %

两点法校准参数

温度校准(摄氏度)

第一校准点理想值: 0.00 实际值: -1.20

第二校准点理想值: 60.00 实际值: 60.50

校准公式: 校准后=0.9724*校准前+1.1669

湿度校准(%)

第一校准点理想值: 20.00 实际值: 20.60

第二校准点理想值: 80.00 实际值: 79.80

校准公式: 校准后=1.0135*校准前-0.8784

露点计算器

温度: 摄氏度

相对湿度: %

露点: 摄氏度

实时数据

温度: 18.21 摄氏度

湿度: 44.83 %

露点: 6.03 摄氏度

温度-一点法校准后: 17.71 摄氏度

湿度-一点法校准后: 46.03 %

露点-一点法校准后: 5.96 摄氏度

温度-两点法校准后: 18.87 摄氏度

湿度-两点法校准后: 44.55 %

露点-两点法校准后: 6.54 摄氏度

对于温度校准，提供 4 个可读写寄存器，0110H(T1)，0111H(T1')，0112H(T2)，0113H(T2')，具体说明如下：

温度第一校准点理想值 T1：温度第一校准点理想值*100，比如当前温度理想值为 0℃，那么设置此寄存器为 0*100=0。

温度第一校准点实际值 T1'：温度第一校准点实际值*100，比如当前温度实际值为-1.2℃，那么设置此寄存器为-1.2*100=-120。

温度第二校准点理想值 T2：温度第二校准点理想值*100，比如当前温度理想值为 60℃，那么设置此寄存器为 60*100=6000。

温度第二校准点实际值 T2'：温度第二校准点实际值*100，比如当前温度实际值为 60.5℃，那么设置此寄存器为 60.5*100=6050。

温度校准公式为： $Y = (T2-T1)/(T2'-T1')*(X-T1')+T1$

寄存器表示为： $0006H = (0112H - 0110H)/(0113H - 0111H)*(0000H - 0111H) + 0110H$ ，直接读取 0006H 寄存器的值即为校准后的温度值，寄存器说明详见第五章。

实例计算值为： $Y = (6000-0)/(6050-(-120))*(X-(-120))+0 = 0.9724*X+116.69$

当 X=1053 时，计算出 Y=0，说明在测量到 1053 后，经过校准公式以后，得到测量值为 1000。

当 X=7911 时，计算出 Y=6000，说明在测量到 7911 后，经过校准公式以后，得到测量值为 8000。

两点法温度校准实施

选择第一校准点 0℃：将变送器放置在 0℃ 的标准环境中 30 分钟以上，读 0000H 寄存器值假设为 -1.2℃，在设置软件的两点法校准参数一栏温度校准中，第一校准点理想值 T1 写入 0，第一校准点实际值 T1' 写入 -1.20。然后点击设置按钮，即可将校准参数写入。

选择第二校准点 60℃：将变送器放置在 60℃ 的标准环境中 30 分钟以上，读 0000H 寄存器值假设为 60.5℃，在设置软件的两点法校准参数一栏温度校准中，第二校准点理想值 T2 写入 60.00，第二校准点实际值 T2' 写入 60.50。然后点击设置按钮，即可将校准参数写入。经过校准后可直接读取 0006H 寄存器的值即为校准后的温度值，寄存器说明详见第五章。

当您自行编程使用 Modbus 命令写入这些校准寄存器时，写入值=实际值*100，负数用补码表示。比如上例中值为-1.2，那么您需要写入的值=-1.2*100=-120（原码十进制）=-0x0078（原码十六进制）=0xFF88（补码十六进制）

两点法湿度校准原理

对于湿度校准，提供 4 个可读写寄存器，0120H(H1)，0121H(H1')，0122H(H2)，0123H(H2')，具体说明如下：

湿度第一校准点理想值 H1：湿度第一校准点理想值*100，比如当前湿度理想值为 20%，那么设置此寄存器为 20*100=2000。

湿度第一校准点实际值 H1'：湿度第一校准点实际值*100，比如当前湿度实际值为 20.6%，那么设置此寄存器为 20.6*100=2060。

湿度第二校准点理想值 H2：湿度第二校准点理想值*100，比如当前湿度理想值为 80%，那么设置此寄存器为 80*100=8000。

湿度第二校准点实际值 H2'：湿度第二校准点实际值*100，比如当前湿度实际值为 79.8%，那么设置此寄存器为 79.8*100=7980。

湿度校准公式为：
$$Y = (H2 - H1) / (H2' - H1') * (X - H1') + H1$$

寄存器表示为：0007H = (0122H - 0120H) / (0123H - 0121H) * (0001H - 0121H) + 0120H，直接读取 0007H 寄存器的值即为校准后的湿度值，寄存器说明详见第五章。

实例计算值为：
$$Y = (8000 - 2000) / (7980 - (2060)) * (X - 2060) + 2000 = 1.0135 * X - 87.84$$

当 X=2060 时，计算出 Y=2000，说明在测量到 2060 后，经过校准公式以后，得到测量值为 2000。

当 X=7980 时，计算出 Y=8000，说明在测量到 7980 后，经过校准公式以后，得到测量值为 8000。

两点法湿度校准实施

选择第一校准点 20%：将变送器放置在 20%的标准环境中 30 分钟以上，读 0001H 寄存器值假设为 20.6%，在设置软件的两点法校准参数一栏湿度校准中，第一校准点理想值 H1 写入 20.00，

第一校准点实际值 H1' 写入 20.60。然后点击设置按钮，即可将校准参数写入。

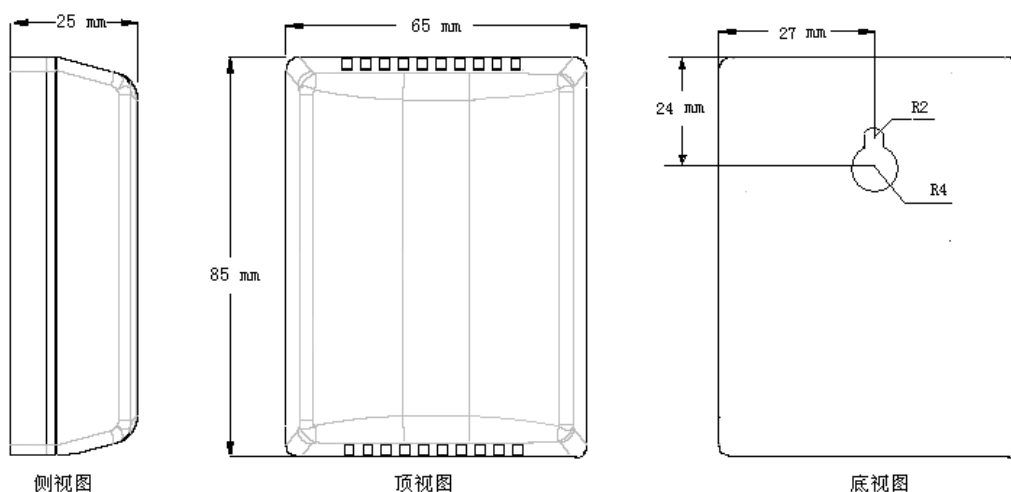
选择第二校准点 80%：将变送器放置在 80%的标准环境中 30 分钟以上，读 0001H 寄存器值假设为 79.8%，在设置软件的两点法校准参数一栏湿度校准中，第二校准点理想值 H2 写入 80.00，第二校准点实际值 H2' 写入 79.80。然后点击设置按钮，即可将校准参数写入。
经过校准后可直接读取 0007H 寄存器的值即为校准后的湿度值，寄存器说明详见第五章。

当您自行编程使用 Modbus 命令写入这些校准寄存器时，写入值=实际值*100，负数用补码表示。比如上例中值为 20.60，那么您需要写入的值=20.60*100=2060

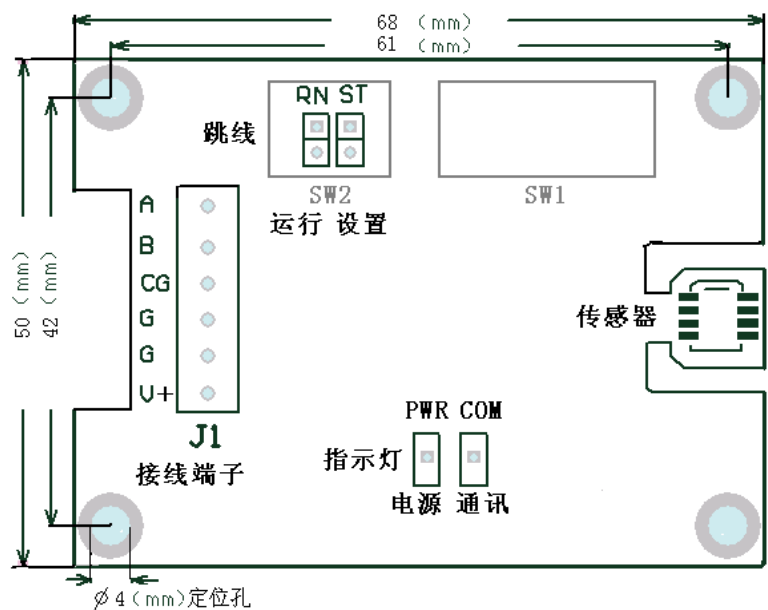
4 外型尺寸、选型订购与安装指南

4.1 外型尺寸

壁挂（墙面）安装型



PCB线路板安装型



4.2 选型订购

系列	代码1	精度	
FLEX1000-	2	温度精度 ± 0.3 ℃ 在 25℃ 时, 湿度精度 ± 2.0% RH, 响应时间 < 8秒	
	3	温度精度 ± 0.4 ℃ 在 25℃ 时, 湿度精度 ± 3.0% RH, 响应时间 < 8秒	
	4	温度精度 ± 0.5 ℃ 在 25℃ 时, 湿度精度 ± 4.5% RH, 响应时间 < 8秒	
		代码2	供电方式
		L	5VDC
		H	9V-30VDC
		代码3	通信接口
		A	RS-485, Modbus RTU/ASCII协议
		B	RS-232, Modbus RTU/ASCII协议
		C	客户订制通信接口或协议

型号举例：
FLEX1000系列, 温度精度 ± 0.3 ℃ 在 25℃ 时, 湿度精度 ± 2.0% RH, 响应时间 < 8秒, 9V-30VDC供电, RS-485通信接口, Modbus RTU/ASCII协议。选型代码如下：

FLEX1000-	2	H	A
-----------	---	---	---

4.3 安装指南

为了提高测量的准确性, 请按以下方式安装传感器

- 安装于通风环境。
- 避免传感器两侧的通风口被覆盖。
- 安装时传感器所在的窗口一侧应向下放置。

5 Modbus 通信协议

5.1 串行通信参数

波特率：波特率由波特率控制字选择。默认值为 9600bps。波特率可由设置程序或者 Modbus 命令改变。

字符格式：一个起始位，8 个数据位，无校验/奇校验/偶校验位，以及一个停止位。默认为无校验位。可由设置程序或者 Modbus 命令改变。

协议：支持 Modbus RTU 以及 ASCII 协议。默认为 Modbus RTU 通讯协议。可由设置程序或者 Modbus 命令改变。

5.2 Modbus 寄存器

参数类别	地址		功能号	寄存器说明	读写属性
	寄存器地址 (16 进制/10 进制)	PLC 地址 (10 进制)			
测量值	0000H / 0000	30001/40001	3/4	温度的测量值(实际值)	只读
	0001H / 0001	30002/40002	3/4	湿度的测量值(实际值)	只读
	0002H / 0002	30003/40003	3/4	露点的测量值(实际值)	只读
	0003H / 0003	30004/40004	3/4	一点法校准后的温度值	只读
	0004H / 0004	30005/40005	3/4	一点法校准后的湿度值	只读
	0005H / 0005	30006/40006	3/4	一点法校准后的露点值	只读
	0006H / 0006	30007/40007	3/4	两点法校准后的温度值	只读
	0007H / 0007	30008/40008	3/4	两点法校准后的湿度值	只读
	0008H / 0008	30009/40009	3/4	两点法校准后的露点值	只读
校准参数	0100H / 0256	40257	3	温度校准值(一点法)	读/写
	0101H / 0257	40258	3	湿度校准值(一点法)	读/写
	0110H/0272	40273	3	温度第一校准点理想值(两点法)	读/写
	0111H/0273	40274	3	温度第一校准点实际值(两点法)	读/写
	0112H/0274	40275	3	温度第二校准点理想值(两点法)	读/写
	0113H/0275	40276	3	温度第二校准点实际值(两点法)	读/写
	0120H/0288	40289	3	湿度第一校准点理想值(两点法)	读/写

	0121H/0289	40290	3	湿度第一校准点实际值(两点法)	读/写
	0122H/0290	40291	3	湿度第二校准点理想值(两点法)	读/写
	0123H/0291	40292	3	湿度第二校准点实际值(两点法)	读/写
通信参数	0200H / 0512	40513	3	Modbus 设备地址	读/写
	0201H / 0513	40514	3	串行通信波特率	读/写
	0202H / 0514	40515	3	串行通信协议	读/写
	0203H / 0515	40516	3	串行通信校验方式	读/写

寄存器详细介绍请参见下节。

5.3 Modbus 寄存器参数说明

0000H: 温度的测量值, 读取这个地址后返回 2 个字节数据如下:

第一字节	第二字节
温度的测量值高字节	温度的测量值低字节

意义: 温度测量值为: (第一字节*256 + 第二字节) /100。负数用补码表示。

举例: 如果返回的值是 0702H (16 进制, 原码), 则第一字节高字节为 07H, 第二字节低字节为 02H, 那么温度测量值为 (07H*256+02H) /100=17. 94 摄氏度。

如果返回的值是 FF05H (16 进制, 补码), 则第一字节高字节为 FFH, 第二字节低字节为 05H, 那么温度测量值为 ((FFH*256+05H)-FFFFH-1H)/100=(FF05H-FFFFH-1H) /100=-2. 51 摄氏度。

0001H: 湿度的测量值, 读取这个地址后返回 2 个字节数据如下:

第一字节	第二字节
湿度的测量值高字节	湿度的测量值低字节

意义: 湿度测量值为: (第一字节*256 + 第二字节) /100。

举例: 如果返回的值是 19E1H (16 进制), 则第一字节高字节为 19H, 第二字节低字节为 E1H, 那么湿度测量值为 (19H*256+E1H) /100=(25*256+225)/100=66. 25。这个值就是相对湿度 66. 25%。

0002H: 露点的测量值, 读取这个地址后返回 2 个字节数据如下:

第一字节	第二字节
露点的测量值高字节	露点的测量值低字节

意义: 露点测量值为: (第一字节*256 + 第二字节) /100。负数用补码表示。

举例: 如果返回的值是 0409H (16 进制), 则第一字节高字节为 04H, 第二字节低字节为 09H, 那么露点测量值为 (04H*256+09H) /100=10. 33 摄氏度

0003H: 一点校准后的温度值, 读取这个地址后返回 2 个字节数据如下:

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义: 温度测量值为: (第一字节*256 + 第二字节) /100。负数用补码表示。

举例：如果返回的值是 0702H (16 进制)，则第一字节高字节为 07H，第二字节低字节为 02H，那么温度值为 $(07H*256+02H)/100=17.94$ 摄氏度

0004H：一点校准后的湿度值，读取这个地址后返回 2 个字节数据如下：

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义：湿度测量值为： $(\text{第一字节} * 256 + \text{第二字节}) / 100$ 。

举例：如果返回的值是 19E1H (16 进制)，则第一字节高字节为 19H，第二字节低字节为 E1H，那么湿度值为 $(19H*256+E1H)/100=(25*256+225)/100=66.25$ 。这个值就是相对湿度 66.25%。

0005H：一点校准后的露点值，读取这个地址后返回 2 个字节数据如下：

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义：露点测量值为： $(\text{第一字节} * 256 + \text{第二字节}) / 100$ 。负数用补码表示。

举例：如果返回的值是 0409H (16 进制)，则第一字节高字节为 04H，第二字节低字节为 09H，那么露点值为 $(04H*256+09H)/100=10.33$ 摄氏度

0006H：工程校准后的温度值，读取这个地址后返回 2 个字节数据如下：

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义：温度测量值为： $(\text{第一字节} * 256 + \text{第二字节}) / 100$ 。负数用补码表示。

举例：如果返回的值是 0702H (16 进制)，则第一字节高字节为 07H，第二字节低字节为 02H，那么温度值为 $(07H*256+02H)/100=17.94$ 摄氏度

0007H：两点校准后的湿度值，读取这个地址后返回 2 个字节数据如下：

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义：湿度测量值为： $(\text{第一字节} * 256 + \text{第二字节}) / 100$ 。

举例：如果返回的值是 19E1H (16 进制)，则第一字节高字节为 19H，第二字节低字节为 E1H，那么湿度值为 $(19H*256+E1H)/100=(25*256+225)/100=66.25$ 。这个值就是相对湿度 66.25%。

0008H：两点校准后的露点值，读取这个地址后返回 2 个字节数据如下：

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义：露点测量值为： $(\text{第一字节} * 256 + \text{第二字节}) / 100$ 。负数用补码表示。

举例：如果返回的值是 0409H (16 进制)，则第一字节高字节为 04H，第二字节低字节为 09H，那么露点值为 $(04H*256+09H)/100=10.33$ 摄氏度

0100H：温度校准值(一点法)，读取或写入这个地址的 2 个字节数据如下：

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义：校准值为： $\text{int} (\text{第一字节} \times 256 + \text{第二字节}) / 100$ 。负数用补码表示。

举例：如果是 00FFH (16 进制)，则第一字节高字节为 00H，第二字节低字节为 FFH，那么数值为 $(00H \times 256 + FFH) / 100 = (0 \times 256 + 255) / 100 = 2.55$ 。这个值就是校准值。（负数用补码表示）

0101H：湿度校准值(一点法)，读取或写入这个地址的 2 个字节数据如下：

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义：校准值为： $\text{int} (\text{第一字节} \times 256 + \text{第二字节}) / 100$ 。负数用补码表示。

举例：如果是 00FFH (16 进制)，则第一字节高字节为 00H，第二字节低字节为 FFH，那么数值为 $(00H \times 256 + FFH) / 100 = (0 \times 256 + 255) / 100 = 2.55$ 。这个值就是校准值。（负数用补码表示）

0110H：温度第一校准点理想值(两点法)，读取或写入这个地址的 2 个字节数据如下：

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义：校准值为： $\text{int} (\text{第一字节} \times 256 + \text{第二字节}) / 100$ 。负数用补码表示。

举例：如果是 00FFH (16 进制)，则第一字节高字节为 00H，第二字节低字节为 FFH，那么数值为 $(00H \times 256 + FFH) / 100 = (0 \times 256 + 255) / 100 = 2.55$ 。这个值就是校准值。（负数用补码表示）

0111H：温度第一校准点实际值(两点法)，读取或写入这个地址的 2 个字节数据如下：

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义：校准值为： $\text{int} (\text{第一字节} \times 256 + \text{第二字节}) / 100$ 。负数用补码表示。

举例：如果是 00FFH (16 进制)，则第一字节高字节为 00H，第二字节低字节为 FFH，那么数值为 $(00H \times 256 + FFH) / 100 = (0 \times 256 + 255) / 100 = 2.55$ 。这个值就是校准值。（负数用补码表示）

0112H：温度第二校准点理想值(两点法)，读取或写入这个地址的 2 个字节数据如下：

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义：校准值为： $\text{int} (\text{第一字节} \times 256 + \text{第二字节}) / 100$ 。负数用补码表示。

举例：如果是 00FFH (16 进制)，则第一字节高字节为 00H，第二字节低字节为 FFH，那么数值为 $(00H \times 256 + FFH) / 100 = (0 \times 256 + 255) / 100 = 2.55$ 。这个值就是校准值。（负数用补码表示）

0113H：温度第二校准点实际值(两点法)，读取或写入这个地址的 2 个字节数据如下：

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义：校准值为： $\text{int} (\text{第一字节} \times 256 + \text{第二字节}) / 100$ 。负数用补码表示。

举例：如果是 00FFH (16 进制)，则第一字节高字节为 00H，第二字节低字节为 FFH，那么数值为 $(00H \times 256 + FFH) / 100 = (0 \times 256 + 255) / 100 = 2.55$ 。这个值就是校准值。（负数用补码表示）

0120H: 湿度第一校准点理想值(两点法), 读取或写入这个地址的 2 个字节数据如下:

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义: 校准值为: $\text{int} (\text{第一字节} * 256 + \text{第二字节}) / 100$ 。

举例: 如果是 00FFH (16 进制), 则第一字节高字节为 00H, 第二字节低字节为 FFH, 那么数值为 $(00H * 256 + FFH) / 100 = (0 * 256 + 255) / 100 = 2.55$ 。这个值就是校准值。(负数用补码表示)

0121H: 湿度第一校准点实际值(两点法), 读取或写入这个地址的 2 个字节数据如下:

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义: 校准值为: $\text{int} (\text{第一字节} * 256 + \text{第二字节}) / 100$ 。

举例: 如果是 00FFH (16 进制), 则第一字节高字节为 00H, 第二字节低字节为 FFH, 那么数值为 $(00H * 256 + FFH) / 100 = (0 * 256 + 255) / 100 = 2.55$ 。这个值就是校准值。(负数用补码表示)

0122H: 湿度第二校准点理想值(两点法), 读取或写入这个地址的 2 个字节数据如下:

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义: 校准值为: $\text{int} (\text{第一字节} * 256 + \text{第二字节}) / 100$ 。

举例: 如果是 00FFH (16 进制), 则第一字节高字节为 00H, 第二字节低字节为 FFH, 那么数值为 $(00H * 256 + FFH) / 100 = (0 * 256 + 255) / 100 = 2.55$ 。这个值就是校准值。(负数用补码表示)

0123H: 湿度第二校准点实际值(两点法), 读取或写入这个地址的 2 个字节数据如下:

第一字节	第二字节
高字节	低字节

意义: 校准值为: $\text{int} (\text{第一字节} * 256 + \text{第二字节}) / 100$ 。

举例: 如果是 00FFH (16 进制), 则第一字节高字节为 00H, 第二字节低字节为 FFH, 那么数值为 $(00H * 256 + FFH) / 100 = (0 * 256 + 255) / 100 = 2.55$ 。这个值就是校准值。(负数用补码表示)

0200H: 串行通信地址 (Modbus 设备地址), 读取或写入这个地址的 2 个字节数据如下:

第一字节	第二字节
00H	Modbus 设备地址

第一字节无意义, 读/写时总为 0。第二字节为 Modbus 设备地址, 有效范围 0-255。

0201H: 串行通信波特率, 读取或写入这个地址的 2 个字节数据如下:

第一字节	第二字节
0	串行通信波特率

第一字节无意义, 读/写时总为 0。第二字节定义如下, 有效范围 0-9:

0: 1200bps

1: 2400 bps

- 2: 4800 bps
- 3: 9600 bps
- 4: 19200 bps
- 5: 38400 bps
- 6: 57600 bps
- 7: 115200 bps

0202H: 串行通信协议，读取或写入这个地址的 2 个字节数据如下：

第一字节	第二字节
0	串行通信协议

第一字节无意义，读/写时总为 0。第二字节定义如下，有效范围 0-1：

- 0: Modbus RTU 协议
- 1: Modbus ASCII 协议

0203H: 串行通信校验方式，读取或写入这个地址的 2 个字节数据如下：

第一字节	第二字节
0	串行通信校验方式

第一字节无意义，读/写时总为 0。第二字节定义如下，有效范围 0-2：

- 0: 无校验
- 1: 偶校验
- 2: 奇校验

5.4 Modbus 命令格式

模块支持 Modbus 的 3/4/6/16 号功能，具体功能号对应的命令格式参见以下内容，命令格式中所述的寄存器地址请参见“Modbus 寄存器”一节。

4 号功能：读输入寄存器

请求：

设备地址	1 字节	0xHH
功能号	1 字节	0x04
起始寄存器地址	2 字节	0xHHHH
寄存器数量	2 字节	0xHHHH
校验	2 字节	0xHHHH

响应：

设备地址	1 字节	0xHH
功能号	1 字节	0x04
有效字节数	1 字节	2*N
数据	2*N 字节	
校验	2 字节	0xHHHH

注：N 是要读取的寄存器数量

举例 1：读温度、湿度、露点测量值寄存器，读 0x0000H-0x0002H

请求：01 04 00 00 00 03 B0 0B

设备地址	1 字节	0x00
功能号	1 字节	0x04
起始寄存器地址	2 字节	0x0000
寄存器数量	2 字节	0x0003
校验	2 字节	0xB00B

响应：01 04 06 09 76 16 45 05 EC BE 81

设备地址	1 字节	0x01	
功能号	1 字节	0x04	
有效字节数	1 字节	0x06	
数据	6 字节	0x09（高字节）	温度的测量值 （实际值）
		0x76（低字节）	
		0x16（高字节）	湿度的测量值 （实际值）
		0x45（低字节）	
		0x05（高字节）	露点的测量值 （实际值）
		0xEC（低字节）	
校验	2 字节	0xBE81	

注：对于测量值寄存器，既可读单寄存器，也可连续读多个寄存器

3 号功能：读保持寄存器

请求：

设备地址	1 字节	0xHH
功能号	1 字节	0x03
起始寄存器地址	2 字节	0xHHHH
寄存器数量	2 字节	0xHHHH
校验	2 字节	0xHHHH

响应：

设备地址	1 字节	0xHH
功能号	1 字节	0x03
有效字节数	1 字节	2*N
数据	2*N 字节	
校验	2 字节	0xHHHH

注：N 是要读取的寄存器数量

举例 1：读通讯参数寄存器，读 0x0200H-0x0203H

请求：

设备地址	1 字节	0x01
------	------	------

功能号	1 字节	0x03
起始寄存器地址	2 字节	0x0200
寄存器数量	2 字节	0x0004
校验	2 字节	0x 45b1

响应:

设备地址	1 字节	0x01	
功能号	1 字节	0x03	
有效字节数	1 字节	0x08	
数据	8 字节	0x00 (高字节)	Modbus 设备地址
		0x01 (低字节)	
		0x00 (高字节)	串行通信波特率
		0x03 (低字节)	
		0x00 (高字节)	串行通信协议
		0x00 (低字节)	
		0x00 (高字节)	串行通信校验方式
		0x00 (低字节)	
校验	2 字节	0xc117	

举例 2: 读工程校准寄存器, 读 0x0100H-0x0101H

请求:

设备地址	1 字节	0x01
功能号	1 字节	0x03
起始寄存器地址	2 字节	0x0100
寄存器数量	2 字节	0x0002
校验	2 字节	0xc5f7

响应:

设备地址	1 字节	0x01	
功能号	1 字节	0x03	
有效字节数	1 字节	0x04	
数据	4 字节	0x00 (高字节)	温度校准值 (一点法)
		0x00 (低字节)	
		0x00 (高字节)	湿度校准值 (一点法)
		0x00 (低字节)	
校验	2 字节	0xFA33	

6 号功能: 写单个保持寄存器

请求:

设备地址	1 字节	0xHH
功能号	1 字节	0x06

寄存器地址	2 字节	0xHHHH
数据	2 字节	0xHHHH
校验	2 字节	0xHHHH

响应:

设备地址	1 字节	0xHH
功能号	1 字节	0x06
寄存器地址	2 字节	0xHHHH
数据	2 字节	0xHHHH
校验	2 字节	0xHHHH

举例 1: 写系统参数寄存器, 写 0x0200H(串行通信地址)

请求:

设备地址	1 字节	0x01
功能号	1 字节	0x06
寄存器地址	2 字节	0x0200
数据	2 字节	0x0001
校验	2 字节	0x49b2

响应:

设备地址	1 字节	0x01
功能号	1 字节	0x06
寄存器地址	2 字节	0x0200
数据	2 字节	0x0001
校验	2 字节	0x49b2

16 号功能: 写多个保持寄存器

请求:

设备地址	1 字节	0xHH
功能号	1 字节	0x10
起始寄存器地址	2 字节	0xHHHH
寄存器个数	2 字节	0xHHHH
有效字节数	1 字节	2*N
数据	2*N 字节	
校验	2 字节	0xHHHH

注: N 为寄存器个数

响应:

设备地址	1 字节	0xHH
功能号	1 字节	0x10
起始寄存器地址	2 字节	0xHHHH
寄存器个数	2 字节	0xHHHH
校验	2 字节	0xHHHH

举例 1：写系统参数寄存器，读 0x0200H-0x0203H**请求：**

设备地址	1 字节	0x01	
功能号	1 字节	0x10	
起始寄存器地址	2 字节	0x0200	
寄存器数量	2 字节	0x0004	
有效字节数	1 字节	0x06	
数据	8 字节	0x00（高字节）	Modbus 设备地址
		0x01（低字节）	
		0x00（高字节）	串行通信波特率
		0x03（低字节）	
		0x00（高字节）	串行通信协议
		0x00（低字节）	
		0x00（高字节）	串行通信校验方式
		0x00（低字节）	
校验	2 字节	0xA998	

响应：

设备地址	1 字节	0x01	
功能号	1 字节	0x10	
起始寄存器地址	2 字节	0x0200	
寄存器个数	2 字节	0x0004	
校验	2 字节	0xC072	

举例 2：写工程校准寄存器，读 0x0100H-0x0101H**请求：**

设备地址	1 字节	0x01	
功能号	1 字节	0x10	
起始寄存器地址	2 字节	0x0100	
寄存器数量	2 字节	0x0002	
有效字节数	1 字节	0x04	
数据	4 字节	0x00（高字节）	温度校准值（一点法）
		0xff（低字节）	
		0x00（高字节）	湿度校准值（一点法）
		0xff（低字节）	
校验	2 字节	0x8e4f	

响应：

设备地址	1 字节	0x01	
功能号	1 字节	0x10	

起始寄存器地址	2 字节	0x0100
寄存器个数	2 字节	0x0002
校验	2 字节	0x4034

5.5 CRC16 校验说明以及例程

举例：读寄存器 0x0000H-0x0002H，即温度、湿度、露点寄存器测量值（实际值）

请求：00 04 00 00 00 03 B1 DA (8 个字节)

设备地址	1 字节	0x00
功能号	1 字节	0x04
起始寄存器地址	2 字节	0x0000
寄存器数量	2 字节	0x0003
校验	2 字节	0xB1DA

响应：00 04 06 09 76 16 45 05 EC BE 81 (11 个字节)

设备地址	1 字节	0x00
功能号	1 字节	0x04
有效字节数	1 字节	0x06
数据	6 字节	0x09 (温度高字节)
		0x76 (温度低字节)
		0x16 (湿度高字节)
		0x45 (湿度低字节)
		0x05 (露点高字节)
		0xEC (露点低字节)
校验	2 字节	0xB311

当接收到设备返回的 11 个字节数据后，进行以下 crc 计算操作，其中 num（输入参数 2）= 11

```
//-----
```

//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;
    for(i = 0; i < num; i ++)
```

```
{
    c = snd[i] & 0x00FF;
    crc ^= c;
    for(j = 0; j < 8; j++)
    {
        if (crc & 0x0001)
        {
            crc>>=1;
            crc^=0xA001;
        }
        else
        {
            crc>>=1;
        }
    }
}
return(crc);
}
```

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（负数以补码表示）：

此时温度 $T = (0x09*256+0x76)/100 = 2422/100 = 24.22^{\circ}\text{C}$

此时湿度 $RH = (0x16 * 256 + 0x45)/10 = 5701/100 = 57.01\%$

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。

6 相关软件

6.1 FLEX1000 温湿度模块设置程序

FLEX1000温湿度模块设置程序可对FLEX1000系列温湿度模块的内置参数进行设置，免除用户自行使用软件并手动输入通讯命令对模块进行设置的繁琐过程，避免了设置数据的换算错误，节省工程开发时间，提高效率。如图3。

FLEX1000 温湿度采集模块用户设置程序(V1.00)

2010年10月19日 21:54:58

关于本软件...

请将温湿度模块上的跳线跳至“ST” (设置状态)，重新上电后点“启动”按钮

软件与设备通讯参数

串口号: COM1 启动 停止

波特率: 9600

发送状态: 读模块温湿度数据 发送指示

接受状态: 读模块温湿度数据成功 接收指示

通讯次数: 72 超时错误次数: 0 返回数据错误: 0

模块参数显示/设置

设备信息: FLEX-1000 Ver6.0-6.0

序列号: 1

制造日期: 2010-10-19 制造时间: 21:5

从站地址: 1 波特率: 9600

通讯协议: Modbus RTU 校验位: 无校验

读取 设置

一点法校准参数

温度校准: -0.50 摄氏度

湿度校准: 1.20 %

读取 设置

两点法校准参数

温度校准(摄氏度)

第一校准点理想值: 0.00 实际值: -1.20

第二校准点理想值: 60.00 实际值: 60.50

校准公式: 校准后=0.9724*校准前+1.1669

湿度校准(%)

第一校准点理想值: 20.00 实际值: 20.60

第二校准点理想值: 80.00 实际值: 79.80

校准公式: 校准后=1.0135*校准前-0.8784

露点计算器

温度: 摄氏度

相对湿度: %

计算

露点: 0 摄氏度

实时数据

温度: 18.21 摄氏

湿度: 44.83 %

露点: 6.03 摄氏

温度-一点法校准后: 17.71 摄氏

湿度-一点法校准后: 46.03 %

露点-一点法校准后: 5.96 摄氏

温度-两点法校准后: 18.87 摄氏

湿度-两点法校准后: 44.55 %

露点-两点法校准后: 6.54 摄氏

图 3 FLEX1000 温湿度模块设置软件