

ITU 系列产品用户手册

Ver 3.00

MicroNode Tech. CO.,

第一部分 ITU 总体说明.....	4
4.1 一、概述 4	
ITU 方式的优点	4
4.2 二、ITU 种类.....	4
4.3 三、ITU 系统结构.....	4
3.1 ITU 总线	5
3.2 ITU 总线接口	5
3.2.1 单线接口	5
3.2.2 双线接口	5
3.3 ITU 总线电缆选择	5
4.4 ITU 通讯协议.....	6
4.5 4.1 工作方式	6
4.6 4.2 命令类型	6
4.7 4.3 启动转换命令	6
4.8 4.4 位脉冲时序	6
4.4.1 BIT0 时序。	6
4.4.2 BIT1 时序。	7
4.5 ITU 命令集	7
4.5.1 数据读取命令(00H).....	7
4.5.2 命令发送	7
4.5.3 数据接收	7
4.6 操作流程图	9
4.9 五、ITU 地址定义.....	9
5.1 拨码定义：5 位拨码开关用于设定 ITU 的地址。	9
5.2 软件设置地址：用于设定 ITU 的地址。	10
第二部分 各种 ITU 功能及使用说明.....	10
4.10 一、MD9901 温湿一体型 ITU (TYPE: 01H).....	10
1.1 端子定义：	10
LTM9901 操作方法及数据格式	10
1.3 偏移量拨码定义	11
4.11 二、MD9904 8 路光电隔离型开关量输入 ITU (Type : 04H)	12
2.1 MD9904 端子定义如下：	12
2.2 MD9904 接线.....	13
2.3 MD9904 操作方法及数据格式.....	13
4.12 三、MD9905 8 路继电器（常开型）输出 ITU (Type: 05H)	13
3.1 MD9905 端子定义.....	13
3.2 MD9905 接线.....	13
3.3 MD9905 操作方法及数据格式.....	14
3.4 读入继电器状态指令	14
3.5 继电器输出控制指令	14
4.13 四、MD9906 4 路光电隔离输入，4 路继电器输出 ITU.....	14
4.1 MD9906 端子定义.....	14
4.2 MD9906 接线.....	15
4.3 MD9906 操作方法及数据格式.....	15
4.4 读入 MD9906 状态指令	15
4.5 继电器输出控制指令	15

4.14 五、 MD9911 4 通道模拟量输入 ITU (Type: 0BH)	15
5. 1 技术指标	15
5. 2 端子定义	16
5. 3 数据格式	16
5. 4 使用说明	17

第一部分 ITU 总体说明

一、概述

微点科技长期以来大力推广的美国 DALLAS “一线总线” 温度传感器 DS18X20 以其硬件接口简单、性能稳定受到广大客户好评，微点科技也针对客户的不同需求开发出一系列产品。但在应用中也发现其通讯协议较为复杂，使用起来不太方便。而且现场的需求多种多样，DALLAS 的产品种类显得不足，DALLAS 毕竟只是一个器件厂商，产品与实际应用的需求还是有差距。

微点科技依据客户的需求、结合多年的应用经验、采用芯片科技的新技术，在尽量保留 DALLAS 系统优点的前提下，尽量弥补其不足。研发出 MD99XX 系列智能单元——可以把温度、湿度、开关量输入、开关量输出、压力等传感器转换成可联网数字信号，简称 ITU-BUS（单线协议），每个智能单元（探头或变送器）称为 ITU。ITU 模块可独立工作，亦可以多个挂接在同一条总线上。每个模块可以独立设定其地址。可以很方便地组成多点多种传感器信号采集系统。可直接使用单片机作上位机通过一条口线与 ITU 通信。（可与 ITU 通讯的单片机以下简称上位机）

ITU 方式的优点

ITU总线产品专为产品客户设计，几乎是最方便的产品扩展单元，带来前所未有的产品设计灵活性，同时又兼顾了现场的安全性及成本经济性。

- ◇ 对于客户的老设备——实现硬件几乎‘0’改动的功能扩展，达成系统增值。
- ◇ 对于客户的新设备——实现核心单元标准化设计，缩短设计周期，降低设计风险。
- ◇ 使用单片机中最丰富的资源——I/O口线作为总线（无需串口）
- ◇ 接口电路简单，简化电路单元只需口线上拉1K电阻（无需A/D等繁琐电路）
- ◇ 软件设计简单（提供51单片机源程序）
- ◇ 有光电隔离保护，且使用端子接线，现场应用方便。

二、ITU 种类

根据传感器信号或现场信号的不同要求，ITU 模块亦有所不同。

已有产品：

MD9901 —智能温湿一体型 ITU（类型码 Type：01H）

~~MD9902 —单路高温型温度 ITU（类型码 Type：02H）~~ 已停产

~~MD9903 —8路 DS18X20 温度 ITU（类型码 Type：03H）~~ 已停产

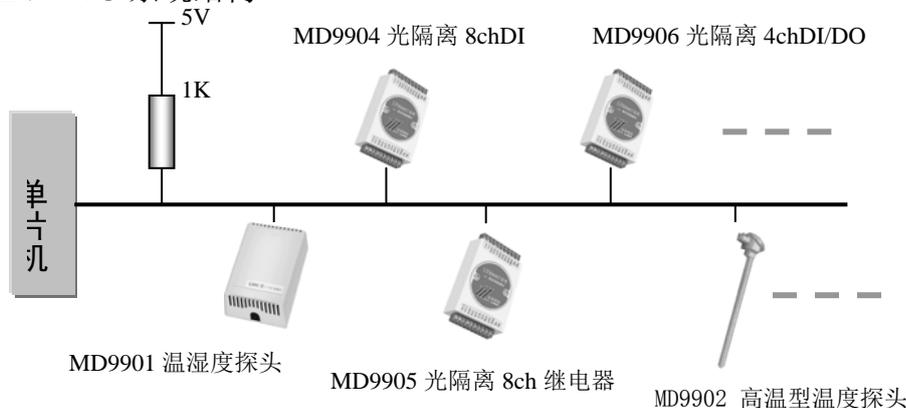
MD9904—8路光电隔离型开关量输入 ITU（类型码 Type：04H）

MD9905—8路继电器（常开型）输出 ITU（类型码 Type：05H）

MD9906—4路光电隔离输入，4路继电器（常开型）输出 ITU
（类型码 Type：06H）

MD9911—4路光电隔离型 10位 4路 A/D 输入 ITU（类型码 Type：0BH）

三、ITU 系统结构



3.1 ITU 总线

ITU-BUS 为单总线网络，由 VDD、DATA、GND 三条线组成。其中上位机与 ITU 通讯所用的数据线 DATA 为双向总线，所有数据的收发，均通过这条总线来完成。这也是“单总线”一词的由来。

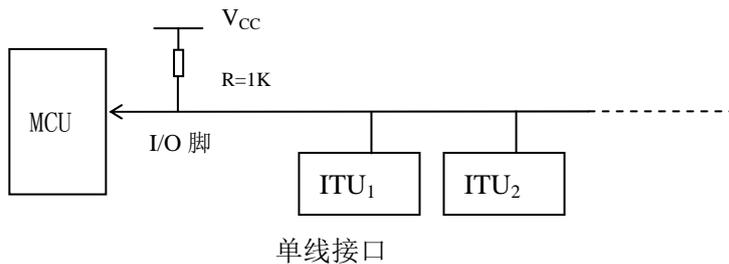
每个 ITU 的单总线接口部分为 OC 门结构，因此，这条总线上可以挂接多个 ITU 模块，共享同一条数据线。

3.2 ITU 总线接口

ITU 总线接口有两种：单线接口，双线接口。

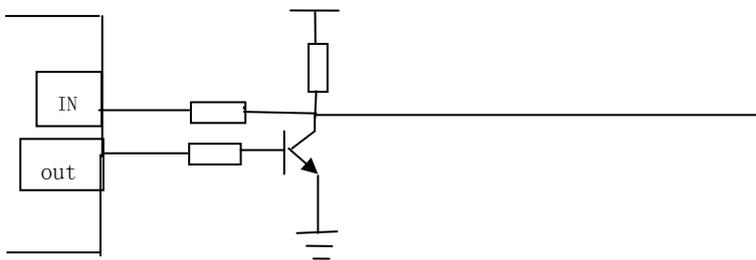
3.2.1 单线接口

单线接口比较简单，上位机 CPU 只需有一个双向的 I/O 引脚，按下面电路连接，即可与 ITU 通讯。由于 CPU 类型不同，其 I/O 引脚驱动能力亦有区别。同时为了保护 CPU，建议 ITU 总线长度不要超过 5 M。



3.2.2 双线接口

ITU 总线需要连接较长距离时，建议采用双线接口方式。此种接线方式需两个 I/O 引脚。电路如下图所示。



CPU 由 in 端读入 ITU 总线电平信号，由 out 端控制 ITU 总线电平。

注意：输出 out 信号电平与 ITU 总线电平呈反相关系。即当 out 为高电平时，ITU 总线电平为低。

3.3 ITU 总线电缆选择

选择 ITU 总线电缆应考虑以下几点：

(1) 电容：要求线路间电容越小越好，应 $\leq 100\text{pf/m}$ 。总线较长时，应 $\leq 70\text{pf/m}$ 。

(2) 电阻：要求线路两端线间电阻越小越好，优先选用线路截面积较大的电缆。总线较长时，应 $\leq 4\text{ 欧}/100\text{m}$ 。

(3) 类型：推荐使用四芯屏蔽双绞线（两个单独线对，每对均为双绞线）。

推荐接线方式：DATA 与 GND 为一个线对，VCC 与 GND 为一个线对，两个 GND 端在 ITU 端子处接在一起。在现场环境较恶劣的情况下，屏蔽层应妥善接大地。（注：屏蔽层不可与 GND 接在一起！）。

ITU 通讯协议

4.1 工作方式

CPU 处于主控工作模式，ITU 模块收到 CPU 命令后，采取相应的动作。

如未收到 CPU 命令，ITU 模块处于空闲模式。

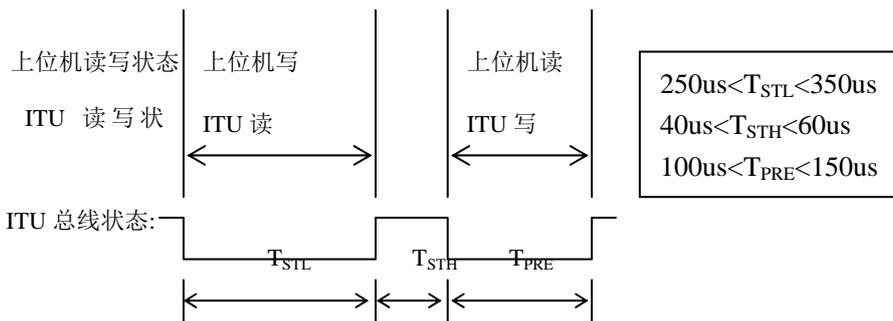
4.2 命令类型

ITU 通讯协议中，命令共有两种类型。一种为单脉冲式，如启动命令；一种是字符命令式，如读取命令 (00H)。单脉冲式为一个时间较长的负脉冲。字符命令式是由 8 个 BIT0 或 BIT1 时序脉冲组成的脉冲串，用于表示字符的八个位值 (1 个字节 byte)。

4.3 启动转换命令

上位机发出如下图所示的 250us → 350us 的负脉冲，即为启动命令。

同时此命令可检测 ITU 总线上是否存在 ITU。



T_{STL} ——上位机拉低，持续时间为 T_{STL} ，然后，再把 I/O 脚置为 1，通过外接上拉电阻 R，将总线拉至 V_{CC} 电平。

T_{STH} ——ITU 在检测到启动命令后，延时 T_{STH} 后，发出应答脉冲。若无 ITU，则不会有 T_{PRE} 脉冲出现。

T_{PRE} —— ITU 的应答脉冲，告知上位机，至少有一个 ITU 存在。

若在 ITU—BUS 上有多个 ITU，多个 ITU 可以同时发出 PRE 脉冲，因此，此脉冲为多个 ITU 的 PRE 脉冲“线与”的结果。上位机可以检测这个脉冲来判断总线上是否有 ITU 存在。启动命令发送后，须根据不同的 ITU 类型的转换时间，延时一段时间然后再读取数据。

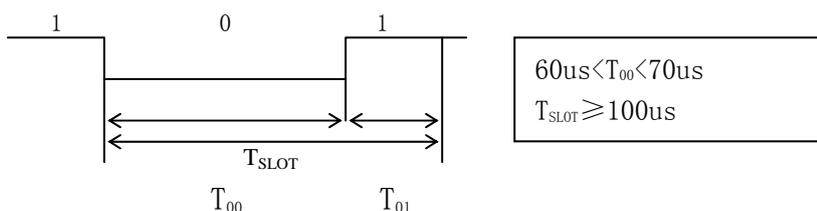
典型值为：850ms (9901)。

4.4 位脉冲时序

ITU 是以电平及脉宽的不同表示每一位 (BIT) 是“0”还是“1” (详见 BIT0、BIT1 时序)，由 8 个位 (BIT) 组成的脉冲串代表一个字节，由此组成命令或数据。

每一个字节的命令，由 8 个位 (BIT) 组成，有 BIT0 及 BIT1 两种基本时序，有 8 个 BIT0 或 BIT1 可组成一个字节。

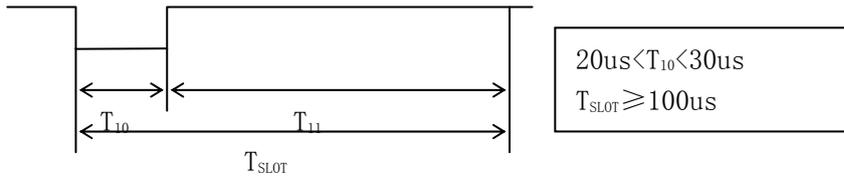
4.4.1 BIT0 时序。



每个 BIT0 时序点长度 $T_{SLOT} \geq 100\mu s$

其中： T_{00} 为 $60\mu s \sim 70\mu s$ ， T_{01} 补足剩余时间。

4.4.2 BIT1 时序。



每个 BIT1 时序总长 $T_{slot} \geq 100\mu s$
 其中 T_{10} 为: 20~30 μs T_{11} 补足剩余时间

4.5 ITU 命令集

ITU 模块的通讯协议比较简单, 由以下命令组成:

命令语法	命令描述
发 250~350 μs 低脉冲	启动转换命令
00H	数据读取命令
8NH	低 4 位数据输出命令, N 为数据 N:0~FH
9NH	高 4 位数据输出命令, N 为数据 N:0~FH

注: 此命令集有继续扩展的可能。

4.5.1 数据读取命令(00H)

上位机须发出一个 3 字节的命令, 然后读取 4 个字节的的数据。

发送及读取数据, 均从最低位开始。

3 字节命令定义为: ADDR—COMMAND—CHECKSUM

ADDR: — ITU 的地址。有效范围为: 00H~1FH (0~31)

COMMAND: — 命令符。范围: 00~FFH 具体命令与 ITU 类型有关。

其中: **当 COMMAND=00H 时, 为通用的读取数据命令。**

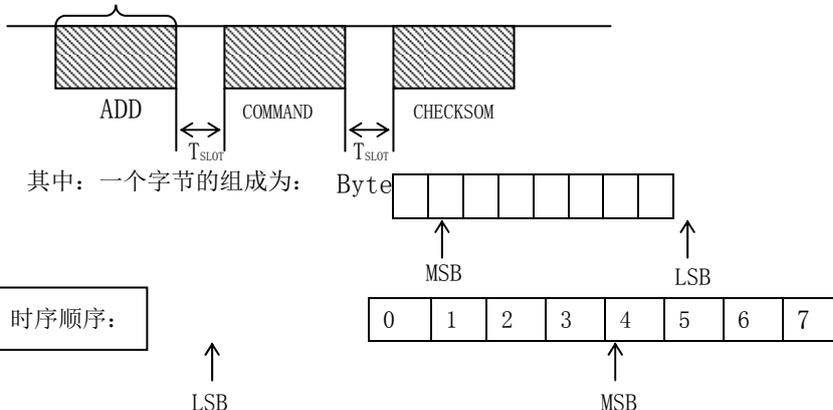
CHECK-SUM: **为前两个字节的校验和(累加和)** 便于 ITU 检测数据的正确性。

每一个字节的命令, 由 8 个位 (BIT) 组成, 若有 BIT0 及 BIT1 两种基本时序, 有 8 个 BIT0 或 BIT1 可组成一个字节。

每个 BIT 时序点长度 $T_{slot} \geq 100\mu s$

4.5.2 命令发送

上位机发送的命令由 3 个字节组成。每个字节发送完成后, 应延时至少一个 T_{slot} 时间, 再发送下一个字节。如下图所示: 一个字节 Byte



LSB 先发送, 共 $3 \times 8 + 2 = 26$ 个 SLOT 时间

4.5.3 数据接收

上位机 3 个字节命令发送完毕后, 上位机释放总线, 立刻转入等待接受 ITU 数据状态。ITU 顺序接收

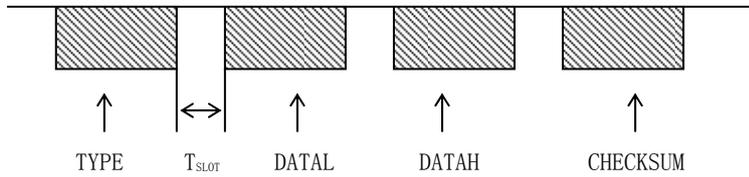
3 个字节，经检验无误后，ITU 会延时 150~200us 后（此段时间为预留给上位机转入接受状态所用），连续发送 4 个字节一组的数据至上位机。如 ITU 为单点类型的，上位机与 ITU 只经过一次操作循环：上位机发送命令 -- 上位机接收数据。如 ITU 为多点类型的，上位机须延时 4.5 - 5 ms 后再重复上述操作循环，次数与 ITU 所测点数相同即可。例 MD9901 需要两个操作循环，以把温度或湿度两个物理量值取上来。

上位机收到（ITU 发送）的 4 个字节，顺序为：

TYPE—DATAL—DATAH—CHECKSUM

每个字节由前面所述的 BIT0 及 BIT1 时序组成。

如下图所示：



每个字节的发送均由 LSB 开始，共计 $4 \times 8 + 3 = 39$ 个负脉冲。

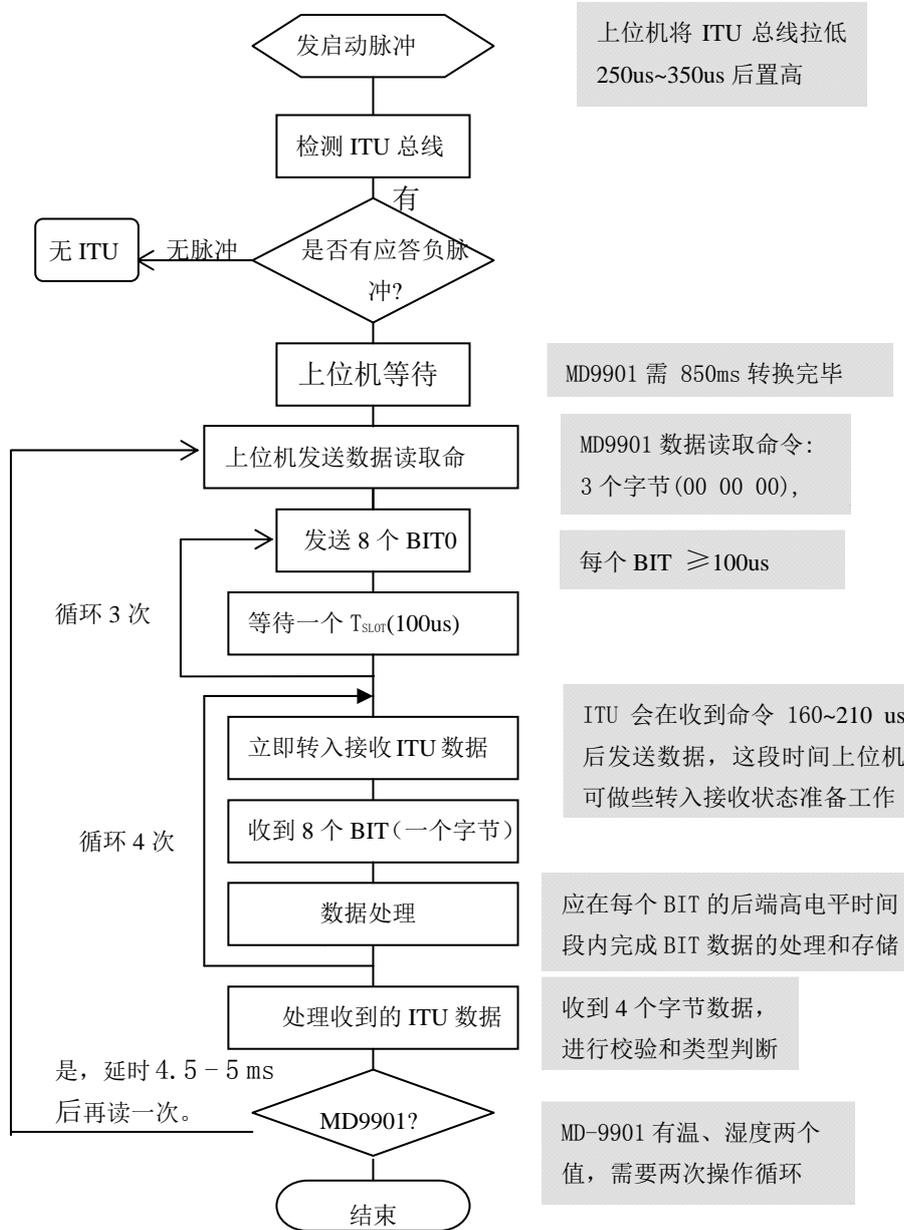
对 MCU 来讲，有两种方法读取接收数据，第一种为在检测到每个 BIT 下降沿后，延时 40~50us，采样 IO 引脚，读到 0 电平即为“0”，读到 1 电平即为“1”；第二种方法为用检测 I/O 脚状态并计时机器周期的方法来测量脉冲宽度。

详情请参见例程。

4.6 操作流程图

上位机访问 ITU MD9901 流程图如下：

假设：MD9901 的地址为：00H

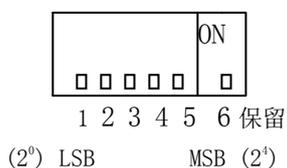


五、ITU 地址定义

除 MD9901 (V5.0 以上版本) 采用软件设置地址外，其他所有的 ITU 模块都采用硬件拨码，且地址拨码定义都是相同的。

5.1 拨码定义：5 位拨码开关用于设定 ITU 的地址。

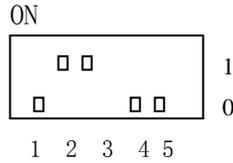
定义如下：



地址设定范围为：0~31 号
拨至 ON 位置为“1”
拨至 OFF 位置为“0”

例：若将地址设为 6，拨码开关为

$$2^0 \times 0 + 2^1 \times 1 + 2^2 \times 1 = 0 + 2 + 4 = 6$$



5.2 软件设置地址：用于设定 ITU 的地址。

MD9901（V5.0 以上版本）采用软件设置地址

写新地址命令：020H~3FH 001X XXXX

发：ADDR—[↑]CMD—SUM 命令 XXXXX 为 0~31 地址码
 收：OK 时，TYPE—OLDADDR—NEWADDR—SUM
 写入错误时，TYPE—OLDOADDR—OFFH—SUM

注：在写命令发出 10MS 以后才能读回正确的配置值。

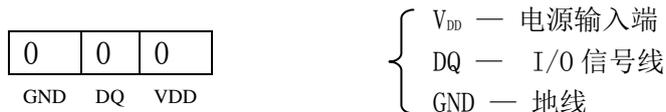
传感器初始地址均为 00H

第二部分 各种 ITU 功能及使用说明

一、 MD9901 — 温湿一体型 ITU (TYPE: 01H)

- ◆ 工作温度范围： -25℃~+60℃
- ◆ 湿度测量分辨率： 0.5%RH
- ◆ 湿度测量量程： 1%~99%RH
- ◆ 湿度测量精度： ±3.0%RH（典型值）
- ◆ 回差： ±2.0%RH（典型值）
- ◆ 年漂移： ±0.5%RH（典型值）
- ◆ 响应时间： 5s（典型值）
- ◆ 工作电压范围： 4.5~5.5V
- ◆ 温度测量分辨率： 0.0625℃
- ◆ 温度测量精度： ±0.5℃
- ◆ 温度测量范围： -25℃~+60℃
- ◆ 功耗： 5V / 9.0mA
- ◆ 外型尺寸： 70×50×25mm³

1.1 端子定义：



LTM9901 操作方法及数据格式

第一步：发启动转换命令（250~350us 的负脉冲）

所有 ITU 启动转换命令均相同。

第二步：延时 850~1000ms

第三步：发上位机读取命令

上位机读取命令：00H 格式：ADDR-00-CHECKSUM

应答数据格式 (4 字节): Type—DATAL—DATAH—CHECKSUM

其中: Type 为 01H:

(温度) 应答数据格式:

DATAH							
7	6	5	4	3	2	1	0
001—温度数据			0	0	X	X	X
000—湿度数据							
数据处理类型			恒为零	FLG	TMP—H		
×	×	×			2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴

DATAL							
7	6	5	4	3	2	1	0
X	X	X	X	X	X	X	X
TMP—L							
2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴

温度数据:

DATAH— BIT3 为符号位, BIT3=1, 为负温, BIT3=0 为正温。

DATAH 中, BIT7~5 为数据类型主义, BIT4 恒为 0

DATAH 中 BIT2~0 及 DATAL 为温度数据

温度值分辨率为: 0.0625°C (2⁻⁴位)

温度计算公式为:

正温: $TMP = ((DATAH \& 07H) * 256 + DATAL) * 0.0625$

负温: $T_1 = DATAH \& 07H$

$TMP = -(T_1 * 256 + DATAL) * 0.0625$

湿度数据:

数据符字节: DATAL — 00~C8H (0~200 DEC)

数据高位字节: DATAH — 00H, 固定为 00H

湿度计算公式: $HUM = 0.5 \times DATA (\%RH)$

DATAL, H 均为 FFH

9901 的湿度分辨率为: 0.5%RH

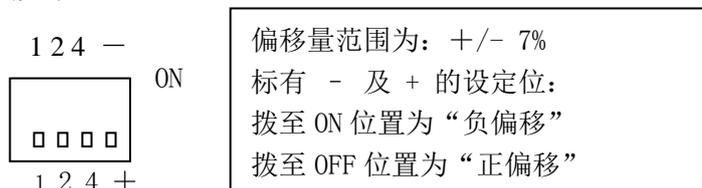
9901 的湿度量程为: 1%~99%RH

注: 当 ITU 测到传感器有故障时, DATAL、H 均为: FFH

1.3 偏移量拨码定义

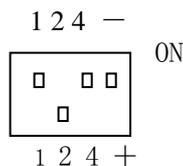
V5.0 以下版本的 MD9901 需要用 4 位拨码开关来设定湿度测量值的偏移量。

定义如下:



例: 若将偏移量设为-5%, 拨码开关为

$(1+4) \times -1 = -5$



V5.0 以上版本的 MD9901 采用软件设置偏移量

偏移量读命令：01H

发：ADDR—01H—SUM

收：TYPE—OFFSET—00—SUM

5.1 版 9901—OFFSET:	0	1	2	3	……	7	8	9	……	14	15
	+0%	+1%	+2%	+3%		+7%	-0%	-1%		-6%	-7%
6.0 版 9901—OFFSET:	00	01	02	03	…	09	0A	0B	……	0E	0F
	+0%	+1%	+2%	+3%		+9%	+10%	+11%		+14%	+15%
	10	11	12	13	…	19	1A	1B	……	1E	1F
	-0%	-1%	-2%	-3%		-9%	-10%	-11%		-14%	-15%

4、写偏移量命令：

┌───┐ F

5.1 版 9901: 040H~04FH 0100 XXXX

命令

偏移量

F=0, 为正偏移量 F=1, 为负偏移量
0H 和 8H=0 不修正

发：ADDR—CMD—SUM

收：OK 时，TYPE—OLDOFFSET—NEWOFFSET—SUM

写入错误时，TYPE—OLDOFFSET—OFFH—SUM

6.0 版 9901: 040H~04FH 0100 XXXX

正命令

偏移量

正 0 ~ 正 15

050H~05FH 0101 XXXX

负命令

偏移量

负 0 ~ 负 15

发：ADDR—CMD—SUM

收：OK 时，TYPE—OLDOFFSET—NEWOFFSET—SUM

写入错误时，TYPE—OLDOFFSET—OFFH—SUM

注：出厂时所有产品已经过严格校准，如无特殊要求无需调整偏移量

二、 MD9904 8 路光电隔离型开关量输入 ITU (Type : 04H)

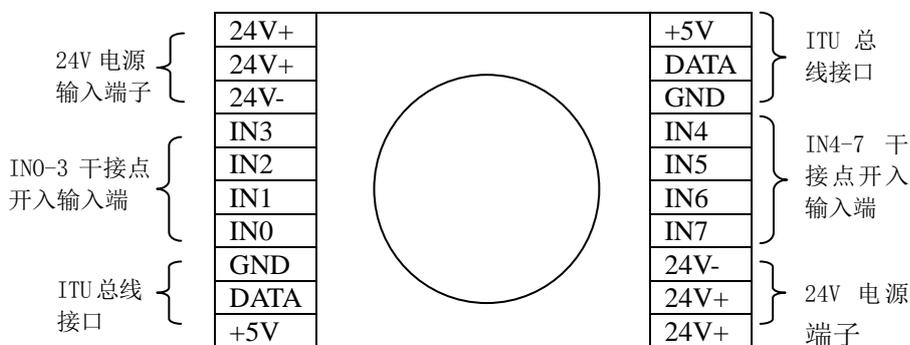
开入通道数：8 路，光电隔离输入（干接点型），隔离电压：1000VDC，

模块工作电源：+24VDC/20mA

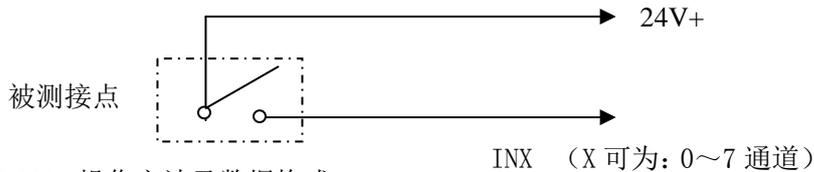
“1” 输入电平：18~24VDC

“0” 输入电平：<1.5VDC

2.1 MD9904 端子定义如下：



2.2 MD9904 接线



2.3 MD9904 操作方法及数据格式

第一步：发启动转换命令（250~350us 的负脉冲）

所有 ITU 启动转换命令均相同。

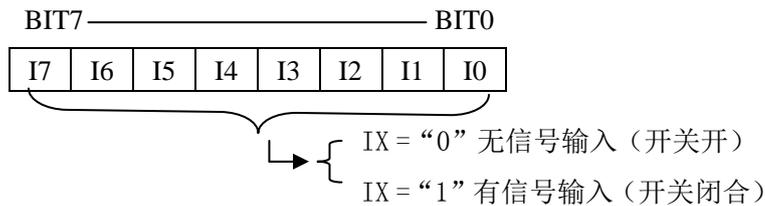
第二步：延时 250ms

第三步：发上位机读取命令

上位机读取命令：00H 格式：ADDR-00-CHECKSUM

应答数据格式（4 字节）：Type—DI—00H—CHECKSUM

其中：Type 为 04H，DI 部分：

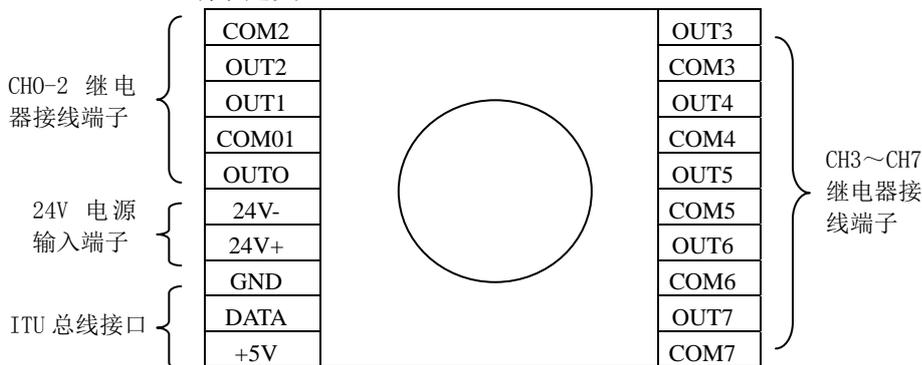


三、MD9905 8 路继电器（常开型）输出 ITU（Type: 05H）

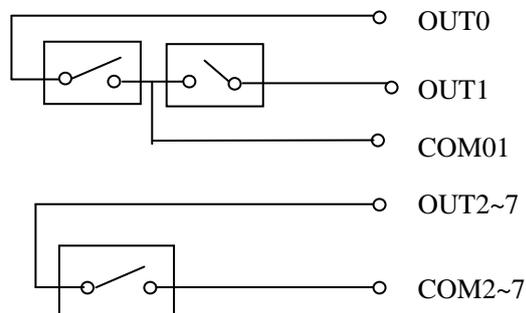
开出通道数：8 路继电器输出（常开型）；触点容量：220V/5A 30VDC/5A

模块工作电源：+24VDC/60mA

3.1 MD9905 端子定义

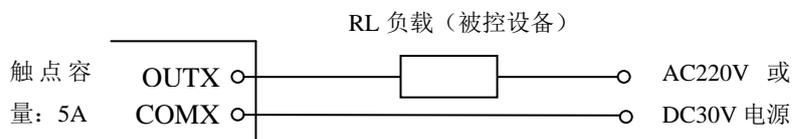


ITU 内部连线定义：



注：其中 CH0 与 CH1 的继电器共用一个 COM 端子，其余均为独立 2 个端子。

3.2 MD9905 接线



3.3 MD9905 操作方法及数据格式

MD9905 支持：读入继电器状态指令（上位机读取命令：00H）
继电器输出控制指令（上位机输出命令：80~9FH）

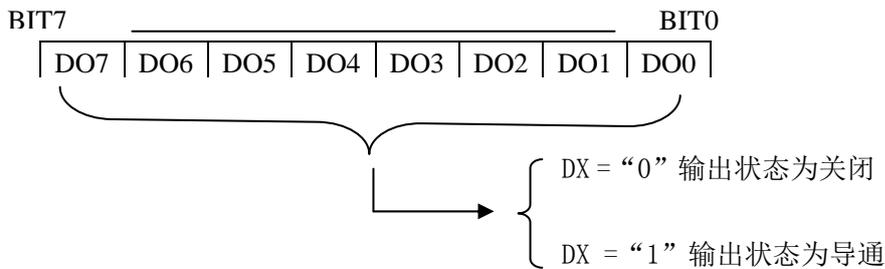
3.4 读入继电器状态指令

直接发上位机读取命令

上位机读取命令：00H 格式：ADDR-00-CHECKSUM

应答数据格式（4 字节）： Type—00H—DO—CHECKSUM

其中：Type 为 05H，DO 值为模块当前输出状态值。DO 部分：



3.5 继电器输出控制指令

直接发继电器输出控制指令（上位机输出命令：80~9FH）

命令的高 4 位为 8H 时，低 4 位为输出 DO3-DO0 低 4 位的 DO 值，可为 0~FH，控制 OUT0~3 继电器的输出状态。

命令的高 4 位为 9H 时，低 4 位为输出 DO7-DO4 高 4 位的 DO 值，可为 0~FH，控制 OUT4~7 继电器的输出状态。

例：准备送至 9905 的 DO 值为：F6H。即：11110110，第 0，3 不通，其余导通。

则，发送给 9905 的两次命令分别为：

第一次：ADDR—86H—CHECKSUM (OUT0~OUT3)

第二次：ADDR—9FH—CHECKSUM (OUT4~OUT7)

发送完第 1 次命令后，须延时至少 10mS，再发送第二条命令。

四、MD9906 4 路光电隔离输入，4 路继电器输出 ITU

开入通道数：4 路光电隔离输入（干接点型）；隔离电压：1000VDC

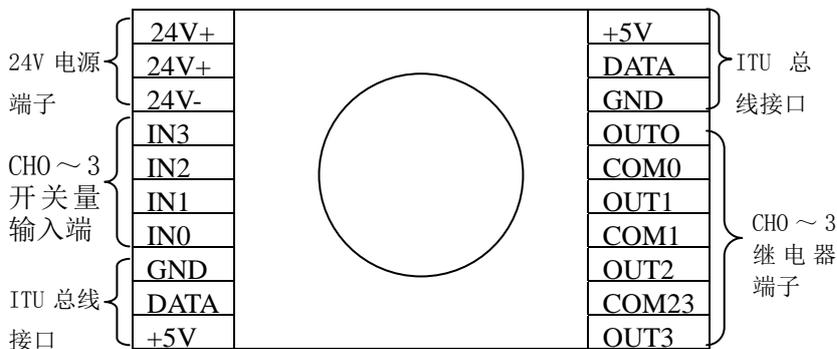
“1” 输入电平：18~24VDC

“0” 输入电平：<1.5VDC

开出通道数：4 路继电器输出（常开型）；触点容量：220V/5A 30VDC/5A

模块工作电源：+24VDC/30mA

4.1 MD9906 端子定义



4.2 MD9906 接线

开入部分同 MD9904 开出部分同 MD9905

注：开出 CH2 与 CH3 共用一个 COM 端子。

4.3 MD9906 操作方法及数据格式

MD9906 支持：读入继电器状态及开关量输入状态指令（上位机读取命令：00H）

继电器输出控制指令（上位机输出命令：80~8FH）

4.4 读入 MD9906 状态指令

第一步：发启动转换命令（250~350us 的负脉冲）

所有 ITU 启动转换命令均相同。

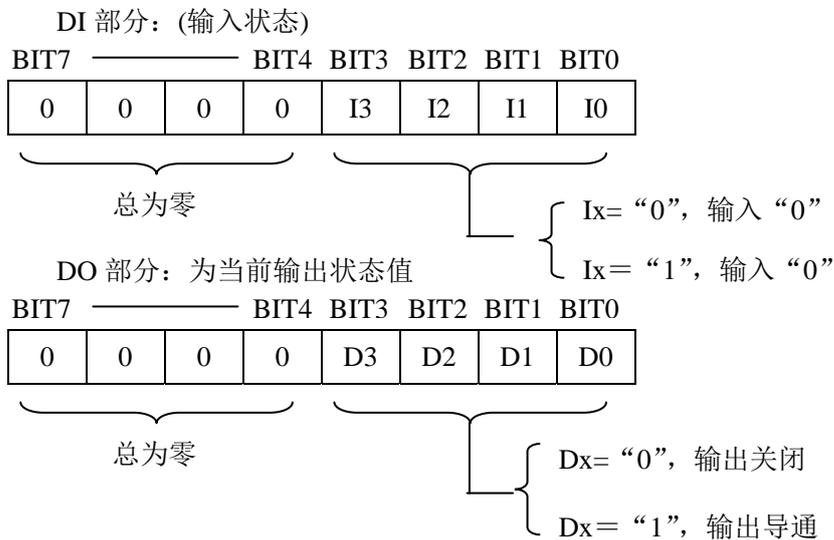
第二步：延时 250~300ms

第三步：发上位机读取命令

上位机读数命令：00H

应答数据格式（4 字节）：Type-DI-DO-CHECKSUM

其中：Type 为 06H,



4.5 继电器输出控制指令

直接发继电器输出控制指令（上位机输出命令：80~8FH）

命令的高 4 位为 8H，低 4 位为输出 DO3-DO0 低 4 位的 DO 值，可为 0~FH，控制 OUT0~4 继电器的输出状态。

例：准备送至 9906 的 DO 值为：3H，0011B（BIN）即：0，1 通道，2、3 通道不通。则命令为：83H ADDR-83H-CHECKSUM

五、 MD9911 4 通道模拟量输入 ITU （Type: 0BH）

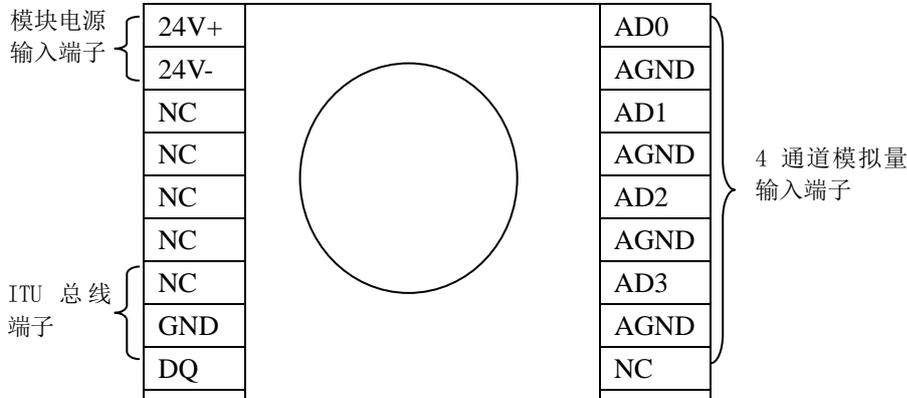
MD9911 为 4 路光电隔离型模拟量输入 ITU。它可接入 4 路 0~5V 信号（或 4~20mA 信号），分辨率为 10 位。可与其它类型 ITU 共同接在一条 ITU 总线上工作。

5. 1 技术指标

1. AD 通道数：4 通道
2. AD 分辨率：10 位
3. 输入信号：0~5VDC（或 4~20mA，须接入 250Ω 精密电阻）
4. 误差：±1LSB
5. 转换速度：10ms（4 通道转换完毕）

- 6. 隔离形式：三端隔离（模拟部分、数字部分、电源）
- 7. 隔离电压：1000VDC
- 8. 工作电源：+24VDC±5%，<10mA
- 9. 总线接口：ITU 总线

5. 2 端子定义



5. 3 数据格式

MD9911 的启动转换命令同所有 ITU 的启动命令

上位机读取数据命令为：00H，MD9911 类型代码为：0BH

上位机读取数据命令格式为：三字节：

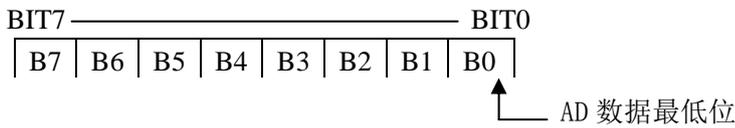
ADDR—00—CHECKSUM

MD9911 应答数据格式为：

TYPE—DATAL—DATAH—CHECKSUM

其中：TYPE——为类型代码，0BH。

DATAL 格式：



DATAH 格式：



其中：

N2	N1	N0	
0	0	0	CH0
0	0	1	CH1
0	1	0	CH2
0	1	1	CH3

当 E=0 时，数据正确。

E=1，（同时，DATAL=FFH）表示此通道有故障

AD 值计算公式: $V = ((DATAH \& 03H) \times 256 + DATAL) \times 5.0 / 1023$

示例: DATAL=36H, DATAH=42H

表示为 CH2 的 AD 数据, 无错误。

42 & 03H=02H

$02 \times 256 + 54 (36H) = 512 + 54 = 566$

$V = 566 \times 5.0 / 1023 = 2.766V$

换算成 4~20mA 信号, 则为: $I = 2.766 \times 4 = 11.064mA$.

5.4 使用说明

当上位机发出启动转换命令后(参见 ITU 使用手册, 为一个 250~350ms 负脉冲)。MD9911 启动 4 通道 AD 转换, 转换完成后, 上位机可发数据读取命令读回数据。因 MD9911 有 4 通道数据, 因此, 上位机须至少读取 4 次, 以便读回 4 通道的 AD 数值, 通道号由 DATAH 的高 3 位信息来区分。(MD9911 收到启动转换命令, 并转换完毕后, 它收到的第一个数据读取命令, MD9911 会从第 0 通道开始向上位机传送数据, 直至 4 个通道的数据传送完毕。若此时 MD9911 继续收到上位机的数据读取命令, MD9911 会重新从第 0 通道开始传送数据。)若上位机不再发出新的启动转换命令, MD9911 始终保持上一次的采集数据。