

# OEM数字温湿度传感器

## 特点:

- \_ 采用进口电容式湿度传感器，保证测量稳定可靠
- \_ 相对湿度和温度测量
- \_ 全标定输出，无需标定即可互换使用
- \_ 两线制数字接口，无需额外部件
- \_ 基于请求式测量，因此低能耗

## 主要应用:

- \_ 测试及检测设备
- \_ 数据记录器
- \_ 自动控制
- \_ 家电
- \_ 医疗



---

## 订货信息

型号	测湿精度 [%RH]	测温精度 [°C]在 25°C
BMD 03	±4.5	±0.5
BMD 02	±3.0	±0.5
BMD 01	±2.0	±0.5

## 1 BMD03传感器性能说明

参数	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
<b>湿度</b>					
分辨率 <sup>(2)</sup>		0.5	0.03	0.03	%RH
		8	12	12	Bit
重复性			±0.1		%RH
精度 <sup>(1)</sup> 不确定性	线性化	参见图 1			
互换性		可完全互换			
非线性度	原始数据		±3		%RH
	线性化		<<1		%RH
量程范围		0		100	%RH
响应时间	1/e (63%) 缓慢流动空气		4		S
迟滞			±1		%RH
长期稳定性	典型值		< 0.5		%RH/yr
<b>温度</b>					
分辨率 <sup>(2)</sup>		0.04	0.01	0.01	°C
		0.07	0.02	0.02	°F
		12	14	14	Bit
重复性			±0.1		°C
			±0.2		°F
精度		参见图 1			
量程范围		-20		60	°C
响应时间	1/e (63%)	5		30	s

表 1 传感器性能说明

## 2 接口说明

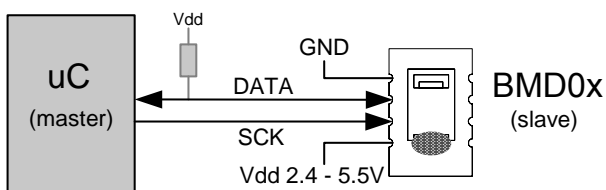


图 2 典型应用电路

### 2.1 电源引脚

BMD0x 的供电电压为 2.4~5.5V。传感器上电后，要等待 11ms 以越过“休眠”状态。在此期间无需发送任何指令。电源引脚 (VDD, GND) 之间可增加一个 100nF 的电容，用以去耦滤波。

### 2.2 串行接口 (两线双向)

BMD0x 的串行接口，在传感器信号的读取及电源损耗方面，都做了优化处理；但与 I<sup>2</sup>C 接口不兼容，详情参见 FAQ。

<sup>(1)</sup> 每支 BMD0x 传感器在 25°C (77 °F) 和 48°C (118.4 °F)，均进行过全量程 RH 精度标定。

<sup>(2)</sup> 默认的测量精度为 14bit (温度) 和 12bit (湿度)，通过状态寄存器可分别降至 12bit 和 8bit。

### 2.2.1 串行时钟输入 (SCK)

SCK 用于微处理器与 BMD0x 之间的通讯同步。由于接口包含了完全静态逻辑，因而不存在最小 SCK 频率。

### 2.2.2 串行数据 (DATA)

DATA 三态门用于数据的读取。DATA 在 SCK 时钟下降沿之后改变状态，并仅在 SCK 时钟上升沿有效。数据传输期间，在 SCK 时钟高电平时，DATA 必须保持稳定。为避免信号冲突，微处理器应驱动 DATA 在低电平。需要一个外部的上拉电阻 (例如：10kΩ) 将信号提拉至高电平 (参见图 2)。上拉电阻通常已包含在微处理器的 I/O 电路中。详细的 IO 特性，参见表 5。

### 2.2.3 发送命令

用一组“启动传输”时序，来表示数据传输的初始化。它包括：当 SCK 时钟高电平时 DATA 翻转为低电平，紧接着 SCK 变为低电平，随后是在 SCK 时钟高电平时 DATA 翻转为高电平。

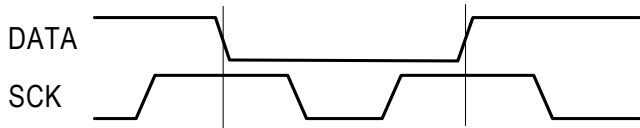


图3 “启动传输”时序

后续命令包含三个地址位（目前只支持“000”），和五个命令位。BMD0x 会以下述方式表示已正确地接收到指令：在第 8 个 SCK 时钟的下降沿之后，将 DATA 下拉为低电平（ACK 位）。在第 9 个 SCK 时钟的下降沿之后，释放 DATA（恢复高电平）。

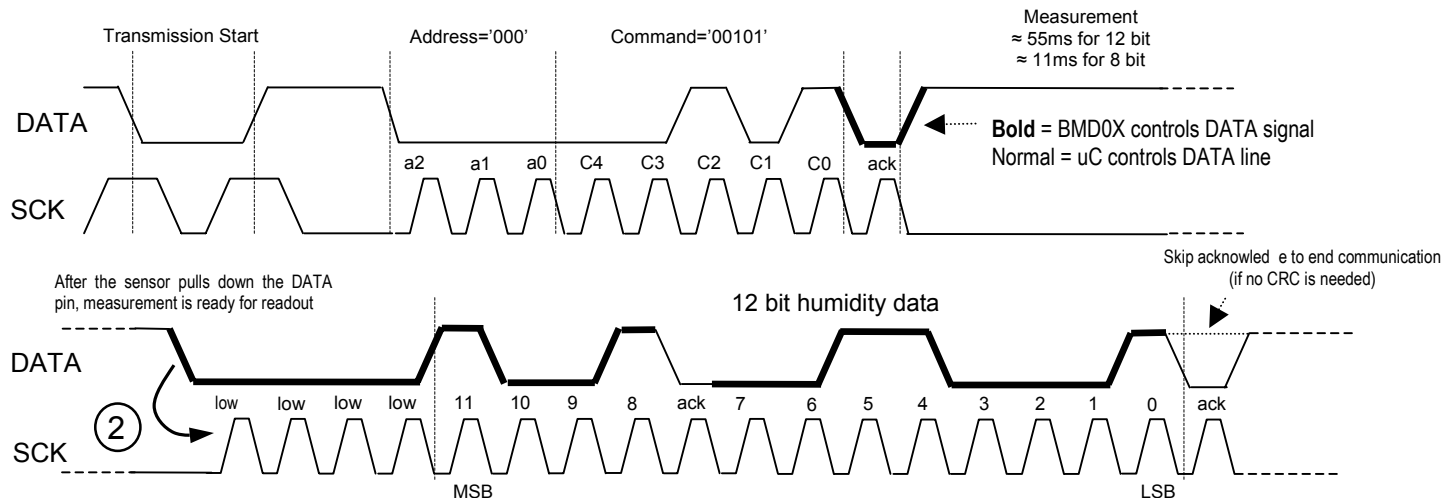
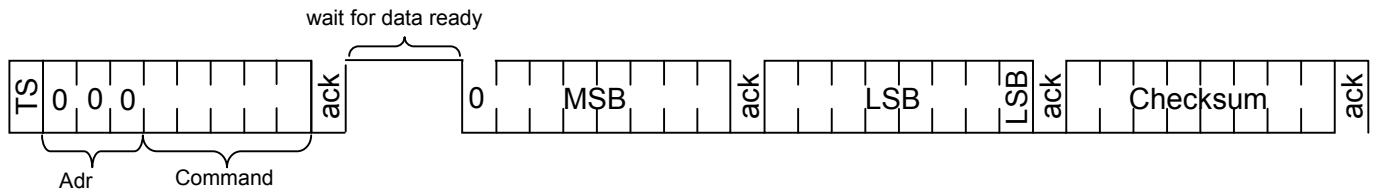
命令	代码
预留	0000x
温度测量	00011
湿度测量	00101
读状态寄存器	00111
写状态寄存器	00110
预留	0101x-1110x
软复位，复位接口、清空状态寄存器，即清空为默认值 下一次命令前等待至少 11ms	11110

表 2 命令集

### 2.2.4 测量时序(RH 和 T)

发布一组测量命令（‘00000101’表示相对湿度 RH，‘00000011’表示温度 T）后，控制器要等待测量结束。这个过程需要大约 11/55/210ms，分别对应 8/12/14bit 测量。确切的时间随内部晶振速度，最多有±15%变化。BMD0x 通过下拉 DATA 至低电平并进入空闲模式，表示测量的结束。控制器在再次触

Table 2 list of commands



发 SCK 时钟前，必须等待这个“数据备妥”信号来读出数据。检测数据可以先被存储，这样控制器可以继续执行其它任务在需要时再读出数据。

接着传输 2 个字节的测量数据和 1 个字节的 CRC 奇偶校验。uC 需要通过下拉 DATA 为低电平，以确认每个字节。所有的数据从 MSB 开始，右值有效（例如：对于 12bit 数据，从第 5 个 SCK 时钟起算作 MSB；而对于 8bit 数据，首字节则无意义）。用 CRC 数据的确认位，表明通讯结束。如果不使用 CRC-8 校验，控制器可以在测量值 LSB 后，通过保持确认位 ack 高电平，来中止通讯。在测量和通讯结束后，BMD0x 自动转入休眠模式。

**警告：**为保证自身温升低于 0.1°C，BMD0x 的激活时间不要超过 15%（例如，对应 12bit 精度测量，每秒最多进行 3 次测量）。

### 2.2.5 通讯复位时序

如果与 BMD0x 通讯中断，下列信号时序可以复位串口：

当 DATA 保持高电平时，触发 SCK 时钟 9 次或更多。在下次指令前，发送一个“传输启动”时序。这些时序只复位串口，状态寄存器内容仍然保留。

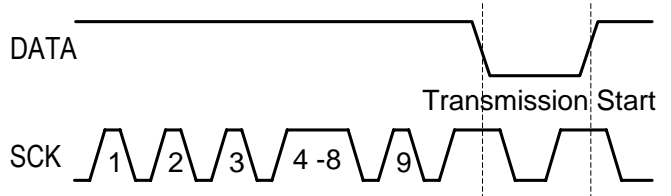


图 4 通讯复位时序

### 2.2.6 CRC-8 校验

数字信号的整个传输过程由 8bit 校验来确保。任何错误数据将被检测到并清除。

详情可参阅应用说明“CRC-8 校验”。

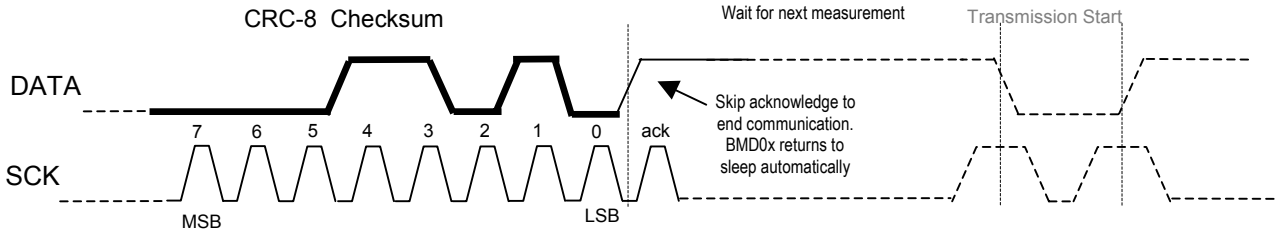


图 6 测量时序概览 (TS = 启动传输) Example RH measurement sequence for value "0000'1001' 0011'0001" = 2353 = 75.79%RH

### 2.3 状态寄存器

BMD0x 的某些高级功能可以通过状态寄存器实现。下面的章节概括介绍了这些功能。

详情可参阅应用说明“状态寄存器”。

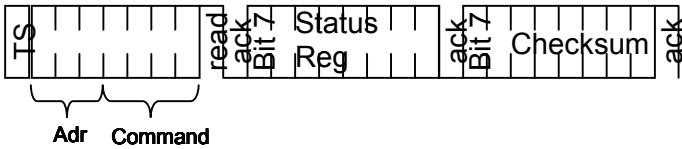


图 7 状态寄存器读

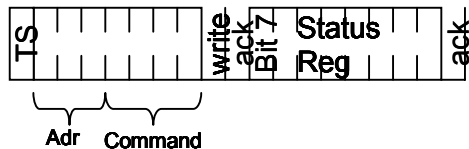


图 8 状态寄存器写

Bit	类型	说明	默认值
7		预留	0
6	R	电量不足 (低电压检测) '0'对应 Vdd > 2.47 '1'对应 Vdd < 2.47	X 无默认值, 此位仅在测量结束后更新
5		预留	0
4		预留	0
3		仅供测试, 不使用	0
2	R/W	加热	0 关
1	R/W	不从 OTP 加载	0 加载
0	R/W	'1'= 8bit RH / 12bit T 分辨率 '0'=12bit RH / 14bit T 分辨率	0 12bit RH 14bit T

表 3 状态寄存器位

#### 2.3.1 测量分辨率

默认的测量分辨率分别为 14bit (温度)、12bit (湿度), 也可分别降至 12bit 和 8bit。通常在高速或超低功耗的应用中采用该功能。

#### 2.3.2 电量不足

“电量不足”功能可监测到 Vdd 电压低于 2.47V 的状态。精度为 ±0.05V。

#### 2.3.3 加热元件

芯片上集成了一个可通断的加热元件。接通后, 可将 BMD0x 的温度提高大约 5°C (9°F)。功耗增加 8mA @ 5V。

应用于:

- 1) 试样参数周期抽检但非 100% 检测
- 2) 每秒进行一次 8bit 精度的测量, 不加载 OTP
- 3) 每秒进行一次 12bit 精度的测量

比较加热前后的温度和湿度值, 可以综合验证两个传感器元件的性能。

- 在高湿 (>95 %RH) 环境中, 加热传感器可预防结露, 同时缩短响应时间, 提高精度。

**警告:** 加热 BMD0x 后温度升高、相对湿度降低, 较之加热前, 示值略有差异。

### 2.4 电气特性<sup>(1)</sup>

VDD=5V, T = 25°C, 除非特殊标注

参数	条件	Min.	Typ.	Max.	单位
供电 DC		2.4	5	5.5	V
供电电流	测量		550		μA
	平均	2 <sup>(2)</sup>	28 <sup>(3)</sup>		μA
	休眠		0.3	1	μA
低电平输出电压		0		20%	Vdd
高电平输出电压		75%		100%	Vdd
低电平输入电压	下降沿	0		20%	Vdd
高电平输入电压	上升沿	80%		100%	Vdd
焊盘上的输入电流				1	μA
输出峰值电流	on			4	mA
	三态门 (off)		10		μA

表 4 BMD0x DC 特性

参数	条件	Min	Typ.	Ma	单位
F <sub>SCK</sub>	VDD > 4.5 V			10	MHz
	VDD < 4.5 V			1	MHz
T <sub>RFO</sub>	输出负载 5 pF	3.5	10	20	ns
	输出负载 100 pF	30	40	200	ns
T <sub>CLX</sub>	SCK 高/低时间		100		ns
T <sub>V</sub>	DATA 有效时间		250		ns
T <sub>SU</sub>	DATA 设定时间	100			ns
T <sub>HO</sub>	DATA 保持时间	0	10		ns
T <sub>R/Tf</sub>	SCK 升/降时间		200		ns

表 5 BMD0x I/O 信号特性

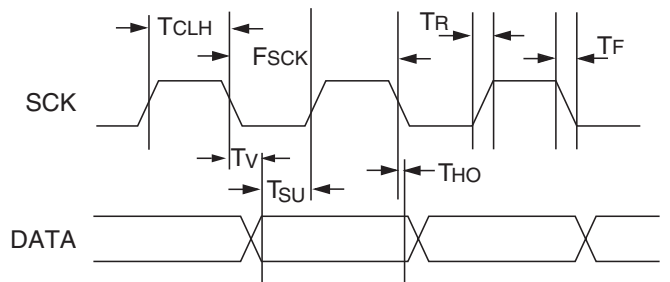


图 9 时序图

### 3 输出转换为物理量

#### 3.1 相对湿度

为了补偿湿度传感器的非线性以获取准确数据，建议使用如下公式<sup>1</sup>修正读数：

$$RH_{\text{linear}} = c_1 + c_2 \cdot SO_{RH} + c_3 \cdot SO_{RH}^2$$

SO <sub>RH</sub>	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>
12 bit	-4	0.0405	-2.8 * 10 <sup>-6</sup>
8 bit	-4	0.648	-7.2 * 10 <sup>-4</sup>

表 6 湿度转换系数

简化的修正算法，可参阅应用说明“相对湿度与温度的非线性补偿”。

湿度传感器对电压基本上没有依赖性。

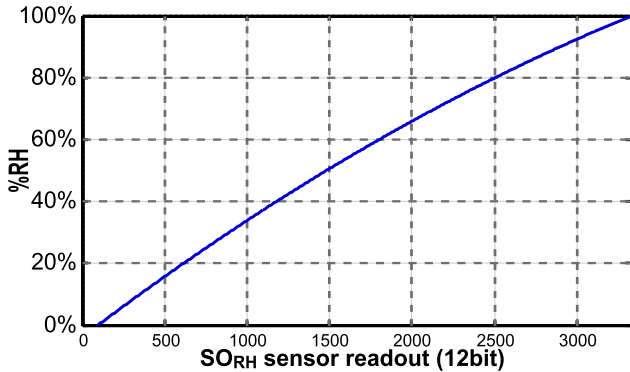


图 10 从 SO<sub>RH</sub> 转换到相对湿度

##### 3.1.1 相对湿度对于温度依赖性的补偿

由于实际温度与测试参考温度 25°C (~77°F) 的显著不同，应考虑湿度传感器的温度修正系数：

$$RH_{\text{true}} = (T_{\text{C}} - 25) \cdot (t_1 + t_2 \cdot SO_{RH}) + RH_{\text{linear}}$$

SO <sub>RH</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>
12 bit	0.01	0.00008
8 bit	0.01	0.00128

表 7 温度补偿系数

相当于 ~0.12 %RH/°C @ 50 %RH

#### 3.2 温度

由能隙材料 PTAT (正比于绝对温度) 研发的湿度传感器具有极好的线性。可用如下公式将数字输出转换为温度值：

$$\text{Temperature} = d_1 + d_2 \cdot SO_T$$

VDD	d <sub>1</sub> [°C]	d <sub>1</sub> [°F]
5V	-40.00	-40.00
4V	-39.75	-39.50
3.5V	-39.66	-39.35
3V	-39.60	-39.28
2.5V	-39.55	-39.23

SO <sub>T</sub>	d <sub>2</sub> [°C]	d <sub>2</sub> [°F]
14bit	0.01	0.018
12bit	0.04	0.072

表 8 温度转换系数

在极端工作条件下测量温度时，可使用进一步的补偿算法以获取高精度。可参阅应用说明“相对湿度与温度的非线性补偿”。

#### 3.3 露点

由于湿度与温度经由同一块芯片测量，BMD0x 系列产品可以同时实现高质量的露点测量。可参阅应用说明“露点计算”。

<sup>1</sup> SO<sub>RH</sub> 表示传感器的相对湿度输出

#### 4、探头尺寸及接线

(传感器外型可能有变化, 请在订货前与我们联系以确认。)

