

# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器



- DFN封装
- 温湿度数字输出，I<sup>2</sup>C接口
- 满量程校正
- 无铅，回流焊
- 低功耗
- 响应时间快，低温度系数

## 产品说明

MEAS最新推出的HTU21D温湿度传感器在尺寸和智能化上树立了行业新标准：嵌入了适于回流焊的双列扁平无引脚DFN封装，底面3 x 3mm，高度1.1mm。传感器输出经过标定的数字信号，标准I<sup>2</sup>C格式。

HTU21D传感器致力于温湿度即插即用测量，主要应用于高精度高可靠性的OEM大批量应用。带微处理器的接口可提供温湿度模块数字输出。HTU21D传感器尺寸小，功耗低，性价比高，是OEM大批量应用的理想选择。

HTU21D传感器没有一个都经过校准和测试。在产品表面印有产品批号，同时在芯片内存储了电子识别码-可以通过输入命令读出这些识别码。此外，HTU21D的分辨率可以通过输入命令进行改变（8/12bit乃至12/14bit - RH/T），传感器可以检测到电池低电量状态，并且输出校验和，有助于提高通信的可靠性。

由于对传感器做了改良和微型化改进，因此HTU21D的性价比更高-并且最终所有设备都将得益于尖端的节能运行模式。

## 特点

- 标准条件下可直接互换，无需校正
- 长期相饱和后瞬时饱和
- 可自动化组装，包括无铅和回流焊
- 独立标签可直接溯源

## 应用

- 汽车
- 家电
- 医疗
- 打印机
- 加湿器

# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器

## 性能参数

### 额定范围

参数	符号	典型值	单位
储藏温度	$T_{stg}$	-40 to 125	°C
供电电压 (峰值)	$V_{cc}$	3.8V	$V_{dc}$
湿度工作范围	RH	0 to 100	%RH
温度工作范围	$T_a$	-40 to +125	°C
VDD ~ GND		-0.3 to 3.6V	V
数字I/O引脚 (DATA/SCK) ~ VDD		-0.3 to VDD+0.3	V
任何引脚输入电流		-10 to +10	mA

峰值条件：不要超过10%的工作时间  
持续暴露在额定范围值之外会影响传感器可靠性

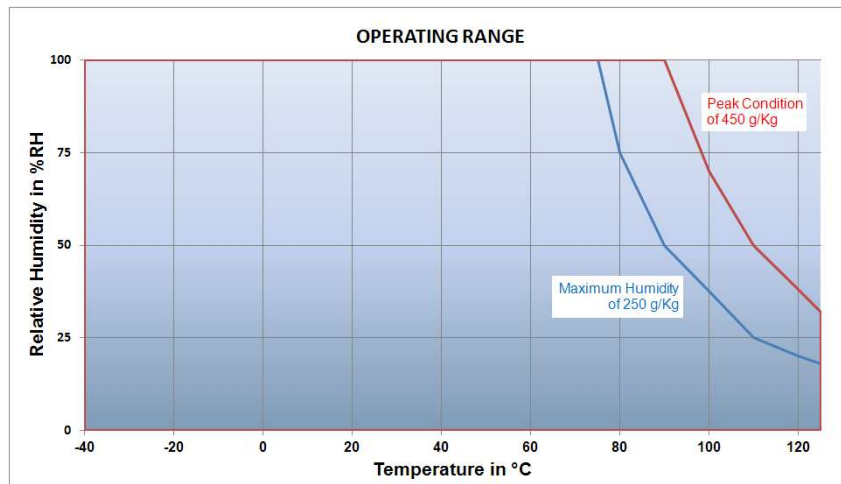


图1：温湿度工作范围

## 电气参数

(@T = 25°C, @Vdd = 3V)

参数	符号	最小	典型	最大	单位
供电电压	VDD	1.8	3.0	3.6	V
供电电流 <sup>(1)</sup>	睡眠模式	300	0.08	0.3	μA
	测量模式		450	500	μA
功率	睡眠模式		0.25	1.1	μW
	分辨率为8位时 <sup>(2)</sup>		2.7		μW
通讯	2线制数字接口, I <sup>2</sup> C协议				
加热器	VDD=3V	5.5mW/ΔT=+0.5-1.5°C			
储藏温度	-40°C / 125°C				

<sup>(1)</sup> 条件：V<sub>dd</sub> = 3V, SCK = 400kHz at 25°C

<sup>(2)</sup> 条件：V<sub>dd</sub> = 3V, SCK = 400kHz, Temp < 60°C

# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器

## 性能参数

### 相对湿度

(@T = 25°C, @Vdd = 3V)

参数		符号	最小	典型	最大	单位
分辨率	12 bit			0.04		%RH
	8 bit			0.7		%RH
湿度工作范围		RH	0		100	%RH
相对湿度精度 @25 (10%RH ~ 95%RH)	typ			±2		%RH
	max			±3	±5	%RH
互换性	全互换					
湿度迟滞				±1		%RH
测量时间 <sup>(1)</sup>	12 bit			14	18	ms
	11 bit			7	9	ms
	10 bit			4	5	ms
	8 bit			2	3	ms
PSRR					±10	LSB
150小时冷凝后恢复时间		t		10		s
长期漂移				0.5		%RH/yr
响应时间 (信号的63%) 33% ~ 75%RH <sup>(2)</sup>		T <sub>RH</sub>		5	10	s

<sup>(1)</sup> 典型值推荐计算功耗同时最大值应包括通讯时计算等待时间

<sup>(2)</sup> 1m/s气流下

## 湿度误差预计图 (25 )

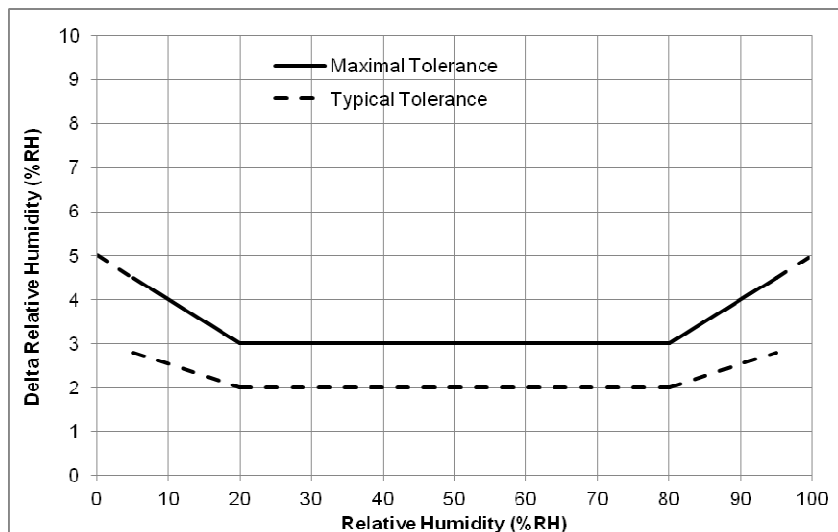


图2：湿度典型误差和最大误差图

- HTU21D系列模块指定最佳精度测量范围为5 ~ 95%RH。
- 在该范围 (<5%或>95%RH，包括浸入水中) 之外不会影响HTU21D系列模块的参数。

# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器

## 不同温度下湿度精度

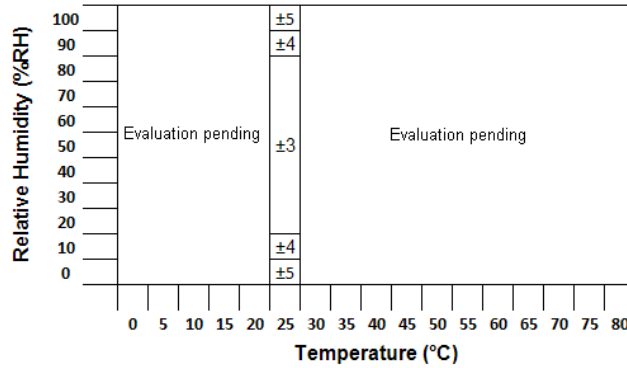


图3：0 ~ 80 范围内对应的湿度最大误差，单位%RH。

## 温度性能

参数		符号	最小	典型	最大	单位
分辨率	14 bit			0.01		°C
	12 bit			0.04		°C
温度工作范围		T	-40		+125	°C
温度精度@25	typ			±0.3		°C
	max			±0.4		°C
互换性			全互换			
测量时间 <sup>(1)</sup>	14 bit			44	58	ms
	13 bit			22	29	ms
	12 bit			11	15	ms
	11 bit			6	8	ms
PSSR					±25	LSB
长期漂移				0.04		°C/yr
响应时间 (信号的63%) 15 到45		<sup>(2)</sup>		10		s

<sup>(1)</sup>典型值推荐计算功耗同时最大值应请求计算通讯等待时间

<sup>(2)</sup>1m/s气流下

## 温度误差预计图

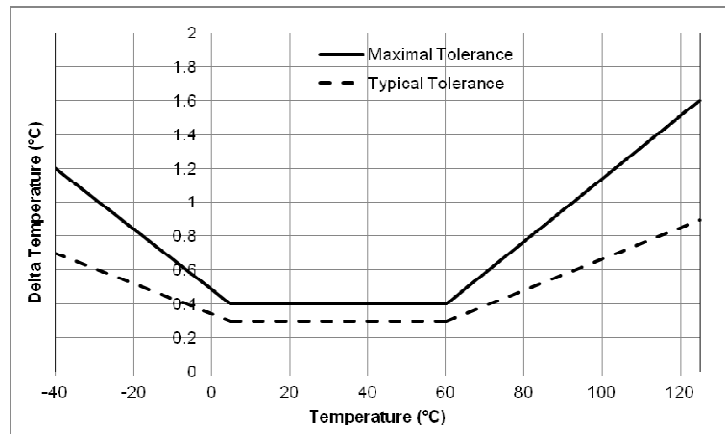


图4：温度典型误差和最大误差图

# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器

## HTU21D用户手册

### 应用信息

- 焊接介绍：推荐采用无铅回流焊

HTU21D焊接需要标准的回流焊接炉。

HTU21D传感器最为一款湿度传感元件（通过IPC/JEDEC J-STD-020或相等的作业程序分类，在IR/回流焊接炉中260 的峰值高温持续30s无铅焊接）必须按照IPC/JEDEC J-STD-003或相等的作业程序处理。IPC-1601可提供湿度控制，处理和PCBs封装。

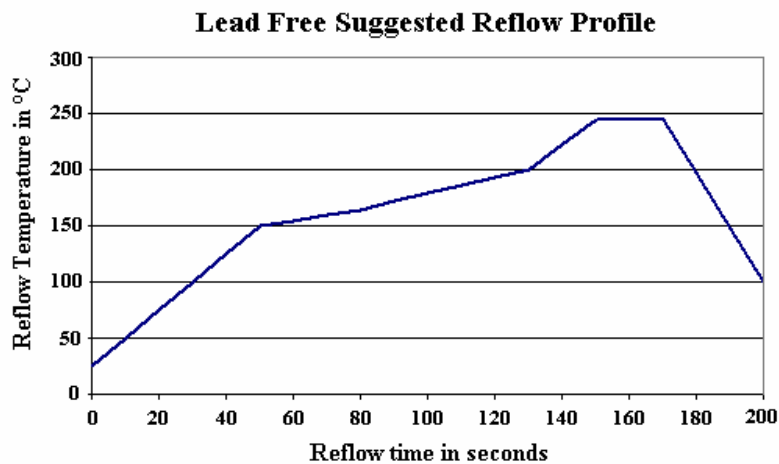


图5：JEDEC 标准的焊接过程图

在印刷焊锡膏后24小时内进行安装以避免焊锡膏变干。

人工焊接在350 高温时必须控制在5秒之内。

针对HTU21D的引脚设计，推荐采用如下图所示的尺寸图。

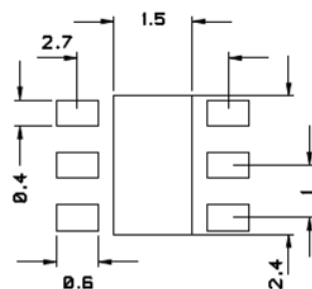


图6：推荐HTU21D的PCB设计尺寸。尺寸为mm

# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器

## 储藏条件和操作介绍

储藏HTU21D时推荐采用原包装，并储存在-40 ~ 125 的温度范围之内。

### • 温度影响

相对湿度测量跟温度有很大关系。因此，测量空气中相对湿度时必须保持湿度传感器在同一温度下。

假如测试或鉴定基准传感器和测试传感器时必须在相同条件下，以便比较湿度读数。

HTU21D系列模块安装时最好安装在不受其他电子元件散热影响的地方或尽可能保持低温。同时，为了保持传感器通风，可减少HTU21S与PCB板之间的铜层，围绕传感器在PCB板上挖一条狭缝(如右图所示)。

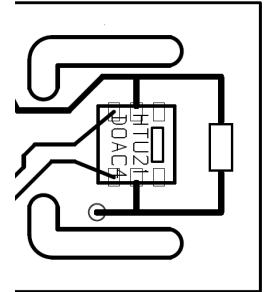


图7：HTU21D印刷电路板俯视图  
图中加入狭缝设计以减少热传递

### • 光线影响

HTU21D温湿度传感器不是光敏感元件。

### • 密封安装材料

对于密封和粘贴，需采用高填充环氧树脂对电路进行封装。其它任何规格材料请与工厂联系  
[humidity.application@meas-spec.com](mailto:humidity.application@meas-spec.com)

### • 布线考虑和信号完整性

传输SCK和DATA的信号平行距离不超过10厘米时会引起串音并导致信号丢失。解决方法是在指定线路VDD和/或GND两路数据信号之间使用屏蔽电缆。同时，降低SCK频率也能改善信号。

供电引脚（VDD，GND）必须采用一个100nF的电容进行退耦。电容要尽可能的靠近传感器。

### • ESD

抗静电能力符合如下标准：

- JEDEC JESD22-A114 (HBM : ± 4kV)
- JEDEC JESD22-A115 (MM : ± 200V)
- ESDA ESD-STM5.3.1-1999和AEC-Q100-011 (组件充电放电，边角引脚750V，其它引脚500V)。

电路闭锁测试依据JEDEC JESD78标准，满足强制电流在 ± 100mA条件下测试。如果测试条件超出标称限制指标，传感器需要加额外的保护电路。

# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器

## 接口参数

N°	功能	介绍
1	DATA	串行数据，双向
2	GND	接地
3	NC	必须保持断开
4	NC	必须保持断开
5	VDD	供电电压
6	SCK	串行时钟，双向

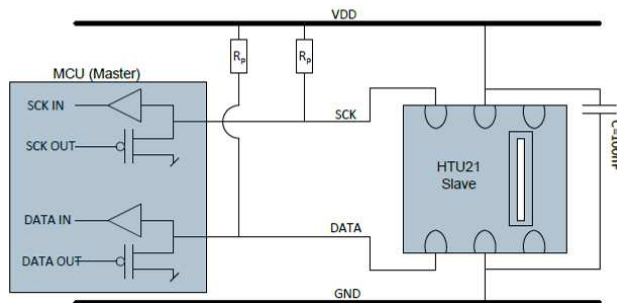
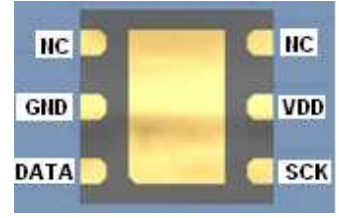
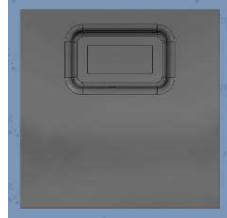


图8：典型应用电路，包括在负载电阻及VDD和GND之间的退耦电容。

### • 供电引脚（VDD，GND）

HTU21D供电电压范围为1.8VDC到3.6VDC，推荐采用3VDC供电。

设计外围电路时，需在数据线上添加一个负载电阻，在VDD和GND之间必须连接一个100nF的退耦电容，并尽可能的靠近传感器。

### • 串行时钟输入（SCK）

SCK用于同步微处理芯片和HTU21D传感器之间的通讯。由于接口包含了完全静态逻辑，因而不存在最小SCK频率。

### • 串行数据（DATA）

DATA引脚用于传感器数据的输入输出。为了传输命令到HTU21D传感器，有效DATA安排在SCK的上升沿，并且当SCK很高时必须保持稳定。在SCK下降沿，DATA值将改变。为了安全传输，DATA需保持在 $t_{su}$ 和 $t_{hd}$ ，分别在SCK上升沿之前和下降沿之后。为了从HTU21D传感器读取数据，DATA需在 $t_{vd}$ ：当SCK变低并保持有效直到下一个SCK下降沿到来。

只有针对开路集电极或漏极开路技术微处理芯片时，SCK上才需要一个外置负载电阻(如10k )用于提升信号。大部分情况下，负载电阻都是内置的，位于微处理芯片的I/O电路下。

# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器

## 电气参数

- 输入/输出直流参数

(VDD=3V, 温度为25, 除非另有说明)

参数		符号	最小	典型	最大	单位
输出低电压	VDD=3V -4mA<IOL<0mA	VOL	0	-	0.4	V
输出高电压		VOH	70%	-	VDD	V
输入低电压		VIL	0%	-	30%VDD	V
输入高电压		VIH	70%VDD	-	VDD	V
漏电流	VDD=3.6V VIN=0V to 3.6V	IL	-	-	TBD	μA

- I<sup>2</sup>C快速模式下数字输入输出时间参数

参数	符号	最小	典型	最大	单位
SCK频率	f <sub>SCK</sub>	0	-	0.4	MHz
SCK高电平时间	t <sub>SCKLH</sub>	0.6	-	-	μs
SCK低电平时间	t <sub>SCKLL</sub>	1.3	-	-	μs
DATA建立时间	t <sub>SU</sub>	100	-	-	ns
DATA保持时间	t <sub>HD</sub>	0	-	900	ns
DATA有效时间	t <sub>VD</sub>	0	-	400	ns
SCK/DATA下降时间	t <sub>F</sub>	0	-	100	ns
SCK/DATA上升时间	t <sub>R</sub>	0	-	300	ns
总线容性负载	C <sub>B</sub>	0	-	500	pF

- 数字输入输出时间分配图

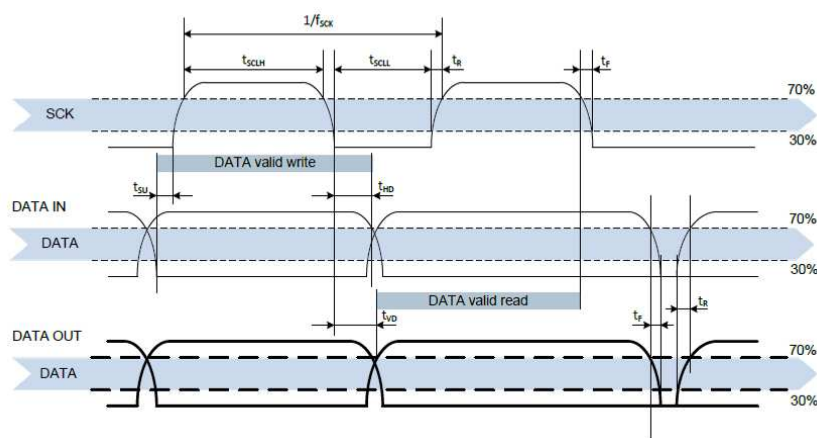


图9：来自HTD21D传感器的数据。  
DATA加粗线部分由传感器控制。DATA有效读取时间被前面触发器的下降沿触发。



# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器

## HTU21D传感器通讯协议

- 传感器启动

第一步，HTU21D传感器接通供电电压VDD(1.8V ~ 3.6V)后启动。电源打开后，HTU21D需要至少15ms的启动时间，当SCK位于高电平时将达到正常状态(睡眠模式)，也就是可随时准备从MCU接收命令。在这之前不要发送命令。在启动时推荐采用软复位，相关参考11页。

- 开始序列(S)

为了初始化传输，需要发出一个开始位。该开始位由DATA线处于下降沿同时SCK处于下降沿后的高电平组成。

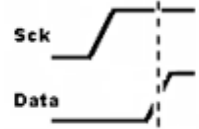


图10：开始序列

- 停止序列(P)

为了停止传输，需要发出一个停止位。该停止位由一个DATA线处于上升沿同时SCK处于上升沿之前的高电平组成。



图11：停止序列

### HTU21D传感器命令清单和寄存器地址

如需代码清单请发邮件至该邮箱：[humidity.application@meas-spec.com](mailto:humidity.application@meas-spec.com).

- 发送命令

在启动传输之后，随后传输的I<sup>2</sup>C首字节由一个7位的I<sup>2</sup>C设备地址位0x80和一个DATA方向位(读R:1，写W:0)组成。HTU21D传感器在第八个SCK时钟下降沿之后通过拉低DATA脚(ACK位)指明传感器数据接收正常。在发出测量命令(0xE3代表温度，0xE5代表湿度)之后，MCU必须等到测量完成。基本的命令表如下所示：

命令	编码	注释
触发温度测量	0xE3	保持主机
触发湿度测量	0xE5	保持主机
触发温度测量	0xF3	非保持主机
触发湿度测量	0xF5	非保持主机
写入用于寄存器	0xE6	
读取用户寄存器	0xE7	
软重启	0xFE	

- 主机/非主机模式

MCU与HTU21D传感器之间的通讯有两种不同的工作方式：主机模式或非主机模式。

在第一种情况下，在测量的过程中，SCK线被封锁(由传感器进行控制)，在第二种情况下，当传感器在执行测量任务时，SCK线仍然保持开放状态，可进行其他通讯。

非主机模式允许传感器进行测量时在总线上处理其它I<sup>2</sup>C总线通讯任务。两种方式的通信时序分别如下图所示：

# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器

在主机模式下测量时，HTU21D将SCK拉低强制主机进入等待状态。通过释放SCK线，表示传感器内部处理工作结束，进而可以继续数据传送。

在非主机模式下，MCU需要对传感器状态进行查询。此过程通过发送一个启动传输序列，之后紧接着是如下图所示的I<sup>2</sup>C首字节(0x81)来完成。如果内部处理工作完成，单片机查询到传感器发出的确认信号后，相关数据就可以通过MCU进行读取。如果测量处理工作没有完成，传感器无确认位(ACK)输出，此时必须重新发送启动传输序列。

无论哪种传输模式，由于测量的最大分辨率为14 位，后两有效位(LSBs，bit 43和44)用来传输相关的状态信息。两个LSBs中的bit 1 表明测量的类型('0':温度; '1':湿度)。bit 0 位当前没有赋值。

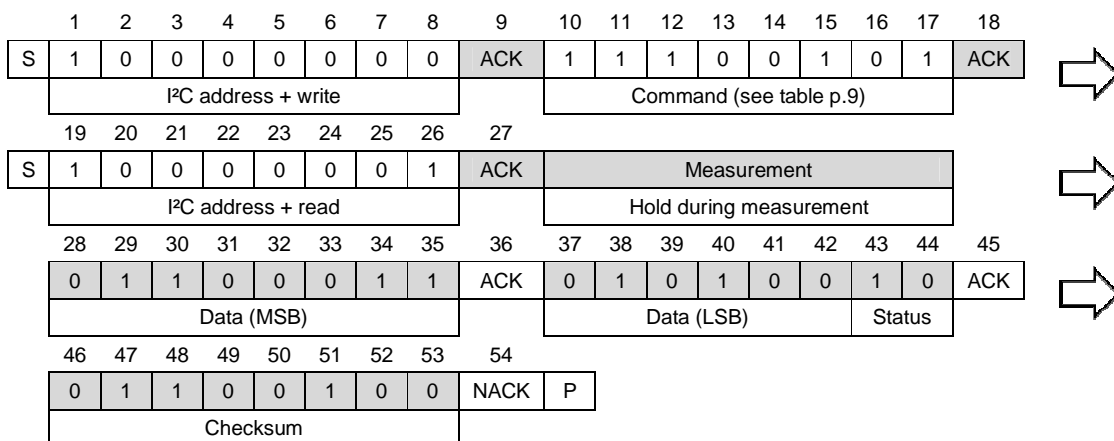


图12：主机通信模式序列

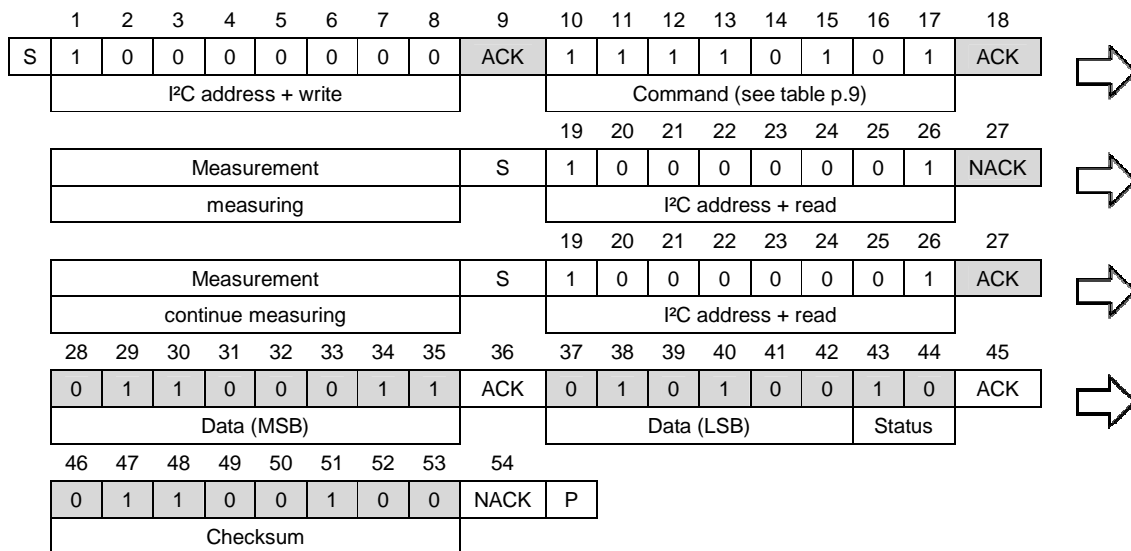


图13：非主机通信模式序列

灰色部分由HTU21D传感器控制。

# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器

## HTU21D传感器通讯协议

主机通信模式序列：灰色部分由HTU21D传感器控制。如果要省略校验码传输，可将第45位改为NACK，后接一个传输停止序列。

非主机通信模式序列：灰色部分由HTU21D传感器控制。如果测量工作并非完成于"读"命令，传感器不会以27位提供ACK(可能发生更多的迭代次数)。如果45位被改成NACK，后接停止序列，校验码传输就被省略。

在图12和图13的示例中，HTU21D传感器输出 $S_{RH} = '0110'0011'0101'0000(0x6350)$ 。在进行物理换算时，后两位状态位应设置为'0' - 见'信号转换输出'部分。

所需最长测量时间取决于测量类型和分辨率，见第3，4页。测量时间的最大值由MCU的通讯计划确定。

I<sup>2</sup>C通讯允许在不通过停止序列停止前一个序列的情况下，重复启动

- 软复位

这个命令用于在无需关闭和再次打开电源的情况下，重新启动传感器系统。在接收到这个命令之后，传感器系统开始重新初始化，并恢复默认设置状态，用户寄存器的加热器位除外。软复位所需时间不超过15毫秒。

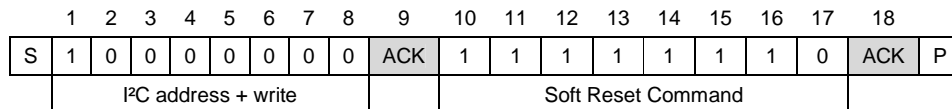


图14：软复位 – 灰色部分由HTU21D控制。

- 用户寄存器

用户寄存器的内容如下表所示。请注意，不得变更预留位且相关的预留位的默认值以后可能会改变，我们不另行通知。因此，在进行任何写寄存器的操作之前，必须先读预留位的默认值。

之后，用户寄存器字节由对应的预留位的默认值和其他剩余位的默认值或者写入值组成。

电池电量不足警报在电源电压下降到2.25V以下时激活。

内部加热器用于传感器功能性诊断 – 温度升高时相对湿度降低。加热器功耗大约为5.5mW，可使温度升高0.5 ~ 1.5 。

OTP重加载为一个安全功能，可以在每次测量前将整个OTP设置加载到寄存器，加热器位除外。HTU21D中此功能默认为禁止状态，且不推荐用户使用。请采用软复位代替-它包含OTP重加载。

# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器

## • 用户寄存器表

二进制位	#位	描述/代码	默认															
7,0	2	测量分辨率 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>RH</th> <th>Temp</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>'00'</td> <td>12 bit</td> <td>14 bit</td> </tr> <tr> <td>'01'</td> <td>8 bit</td> <td>12 bit</td> </tr> <tr> <td>'10'</td> <td>10 bit</td> <td>13 bit</td> </tr> <tr> <td>'11'</td> <td>11 bit</td> <td>11 bit</td> </tr> </tbody> </table>		RH	Temp	'00'	12 bit	14 bit	'01'	8 bit	12 bit	'10'	10 bit	13 bit	'11'	11 bit	11 bit	'00'
	RH	Temp																
'00'	12 bit	14 bit																
'01'	8 bit	12 bit																
'10'	10 bit	13 bit																
'11'	11 bit	11 bit																
6	1	电池状态：没电 <sup>(1)</sup> '0': VDD>2.25V '1': VDD<2.25V	'0'															
3, 4, 5	3	预留																
2	1	启动芯片上加热器	0															
1	1	OTP加载不可用	1															

<sup>(1)</sup> 此状态位在每次测量后更新

电池信号的临界值会有 ±0.1V 左右的变动。保留位不得变更。

“OTP reload” = '0' 在每次测量命令发出后写入默认值。

## • I<sup>2</sup>C 通讯 - 读和写用户寄存器示例

在此示例中，分辨率设置为 8bit/12bit (RH/T)。

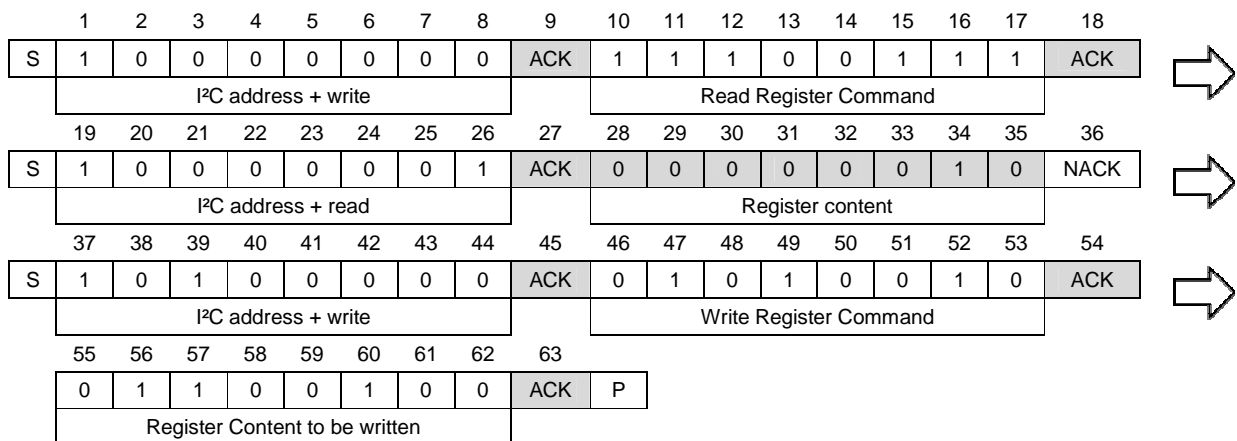


图15：读和写寄存器序列 – 灰色部分由HTU21D控制。

## • CRC校验码

HTU21D传感器提供一个CRC-8校验码用于错误检测。多项式采用  $x^8 + x^5 + x^4 + 1$ 。

### 基本介绍

CRC即循环冗余校验码：是数据通信领域中最常用的一种差错校验码，对硬件要求最少。

HTU21D传感器内部植入的CRC可检测以下类型的错误：

- 数据传输中任何地方任何奇数错误
- 数据传输中任何地方所有双比特错误
- 可以包含在一个8位窗口中的任何错误群集(1~8位不正确)
- 最大作物群集

# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器

## HTU21D使用I<sup>2</sup>C协议时的CRC检测

当HTU21D采用标准的I<sup>2</sup>C协议进行通讯时，一个8位的CRC将用于检测传输错误。该CRC包括所有由传感器传输的读取数据。对于采用I<sup>2</sup>C协议通讯的HTU21D的CRC参数如下表所示：

I <sup>2</sup> C协议的CRC	
一般多项式	$X^8 + X^5 + X^4 + 1$
初始化	0x00
保护数据	读取数据
最终操作	无

## 信号转换

传感器内部设置的默认分辨率为相对湿度12位和温度14位。测量数据被转换成两个字节的数据包，例如在8位长度的框架下最高位(MSB)传输在前(左对齐)。每个字节后面都跟随一个应答位，两个状态位，即LSB的后两位，在进行物理计算前须置‘0’。

- **相对湿度转换**

不论基于哪种分辨率，相对湿度 $S_{RH}$ 都可以通过如下公式计算获得(结果以%RH表示)。

$$RH = -6 + 125x \frac{S_{RH}}{2^{16}}$$

在图12和图13中，传输的16位相对湿度数据为0x6350:25424。相对湿度的计算结果为42.5%RH。

- **温度转换**

不论基于哪种分辨率，温度T都可以通过将温度输出信号 $S_{Temp}$ 代入到下面的公式计算得到(结果以 °C 表示)：

$$Temp = -46.85 + 175.72x \frac{S_{Temp}}{2^{16}}$$

# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器

## 包装

- HTU21D产品尺寸

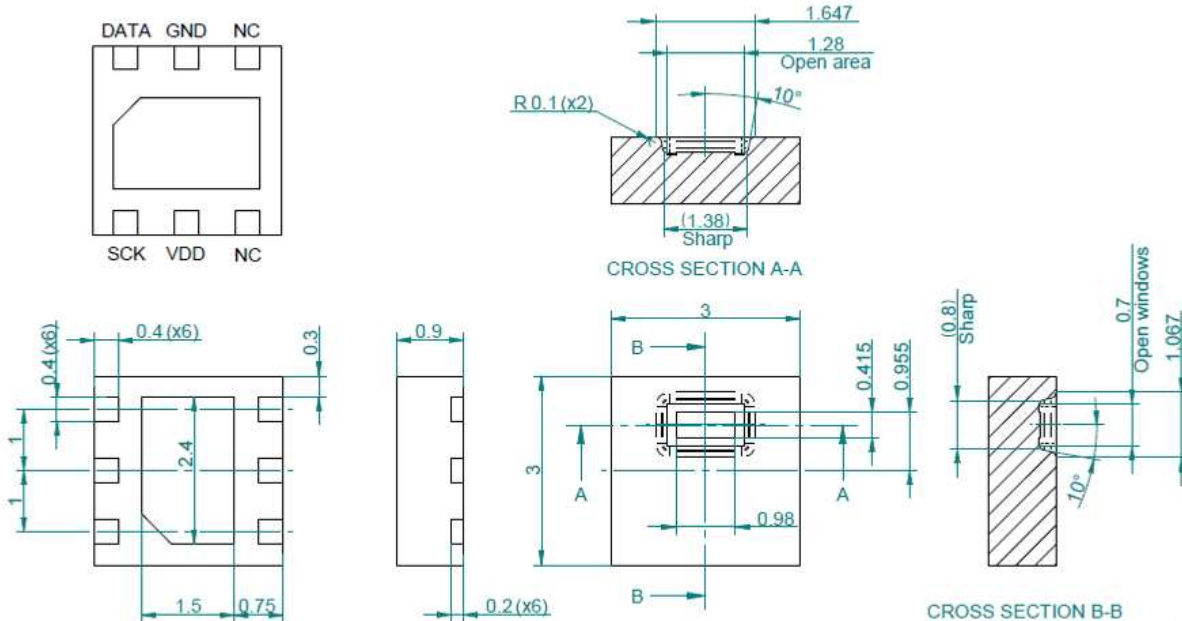


图16：HTU21D产品尺寸图  
芯片垫(热中心垫)已内部连接到GND。

- 封装类型

HTU21D提供DFN封装，DFN表示双侧无引脚扁平封装。

HTU21D芯片由镀Ni/Pd/Au的铜引线框架制成，芯片和引线框由绿色环氧材料包覆。请注意，由于传感器侧面被切成方形，因此侧面的引线框部分没有相应的保护镀层。

传感器总重量为25mg。

- 溯源信息

所有的HTU21D传感器表面都带有激光标识5位字母数字组合的代码。参见图17。

传感器上面的标识分为两行，每行五位。

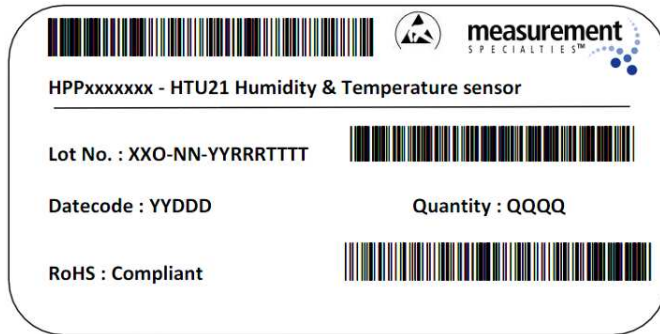
- 第一行定义传感器的型号(HTU21D)
- 第二行的表示如下信息：
  - 第一位表示传感器的输出方式
    - D=数字和I2C
    - P=PWM
    - S=SDM
  - 第二位为生产年份：2=2012，3=2013，等等
  - 最后三位为产品的溯源代码，只能由MEAS解码，可追踪每一批次的生产、标定和测试信息，此信息依据客户的合理要求提供。

# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器



图17：传感器上的激光标识. 具体含义详见上文

卷带上面也贴有标签，如图18所示，并提供了其他的跟踪信息。



说明：

- XX: 传感器类型 (21表示是HTU21D)
- O: 输出方式 (D=数字, P=PWM, S=SDM)
- NN: 产品版本
- YY: 年的最后两位
- RRR: 卷轴上的传感器数量除以10(通常为200或2000)
- TTTT: MEAS溯源代码
- DDD: 年中第几天
- QQQQ: 每卷数量 (400, 1500或5000)

图18：卷带上的标签

## • 运输包装

HTU21D采用卷带式包装，密封在在抗静电ESD袋中。标准的包装尺寸为每卷400、1500和5000片。对于HTU21D包装，每盘卷带后440mm(55个传感器容量)和前200mm(25个传感器容量)部分为空包装。带有传感器定位的包装图如图19所示。

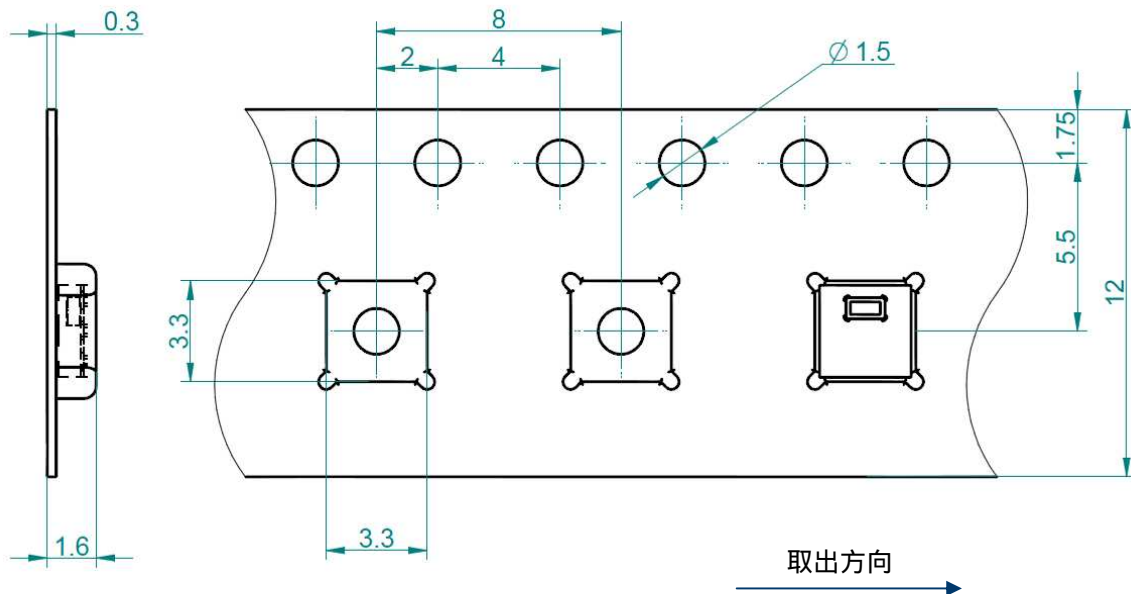


图19：包装卷带和传感器定位图

# HTU21D 系列 – 小型温湿度传感器

## 订货信息

HPP828E031 : HTU21D-数字式温湿度模块

封装 : 带式和卷带式-400片 , 1500片或5000片

## 联系方式

### 中国

精量电子(深圳)有限公司  
 深圳市南山区科技园北区朗山路26号  
 精量电子亚洲总部大楼  
 电话 : +86 755 3330 5068  
 传真 : +86 755 3330 5079  
 邮箱 : [sales.china@meas-spec.com](mailto:sales.china@meas-spec.com)

### 北美

Measurement Specialties Inc.  
 1000 Lucas Way  
 Hampton, VA 23666  
 Tel: 1-757-766-1500  
 Fax: 1-757-766-4297  
 Sales: [sales.hampton@meas-spec.com](mailto:sales.hampton@meas-spec.com)

### 欧洲

MEAS Europe  
 Impasse Jeanne Benozzi, CS 83163  
 31027 Toulouse, Cedex 3, France  
 T I: +33 (0) 5-820-822-02  
 Fax: +33 (0) 5-820-821-51  
 Sales: [humidity.sales@meas-spec.com](mailto:humidity.sales@meas-spec.com)

The information in this sheet has been carefully reviewed and is believed to be accurate; however, no responsibility is assumed for inaccuracies. Furthermore, this information does not convey to the purchaser of such devices any license under the patent rights to the manufacturer. Measurement Specialties, Inc. reserves the right to make changes without further notice to any product herein. Measurement Specialties, Inc. makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its product for any particular purpose, nor does Measurement Specialties, Inc. assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. Typical parameters can and do vary in different applications. All operating parameters must be validated for each customer application by customer's technical experts. Measurement Specialties, Inc. does not convey any license under its patent rights nor the rights of others.