

# GXHTC3

## 温湿度传感器芯片



- 超低功耗
- 宽工作电压范围(1.62 – 5.5 V)
- 小型 DFN 封装:  $2 \times 2 \times 0.75 \text{ mm}^3$
- 典型精度: 湿度  $\pm 2 \% \text{RH}$  温度  $\pm 0.2 \text{ }^\circ \text{C}$
- 出厂校准, 支持标准回流焊

### 产品概述

GXHTC3 是一款为消费电子应用领域设计的温湿度传感器芯片。它在封装体积、功耗、供电电压范围和性价比方面完全消费电子领域需求。GXHTC3 在单颗芯片上实现了完整的温湿度传感器系统, 包括电容式湿敏传感单元, PN 结测温单元, 16 位 ADC, 数字信号处理电路, 校准数据存储单元和 I2C 数字通信接口电路。

GXHTC3 采用小型化 DFN6 封装, 尺寸为  $2 \times 2 \times 0.75 \text{ mm}^3$ , 可以应用在对空间要求苛刻的场景中。GXHTC3 的湿度测量范围为 0-100%RH, 温度测量范围为  $-45^\circ \text{C}$  到  $135^\circ \text{C}$ 。供电电压范围为 1.62-5.5V, 每次转换消耗的能量低至  $2 \mu\text{J}$ , 特别适用于采用电池供电的移动或无线通信设备。每颗 GXHTC3 在出厂前均经过完全校准, 保证芯片的一致性和精度。传感器采用卷带式封装, 满足标准的 SMD 生产流程要求

### 目录

1 传感器性能-----	2
2 电气规格-----	3
3 时序说明-----	3
4 接口定义-----	5
5 通信协议和操作说明-----	5
6 质量控制-----	7
7 封装和溯源-----	8
8 技术图纸-----	9

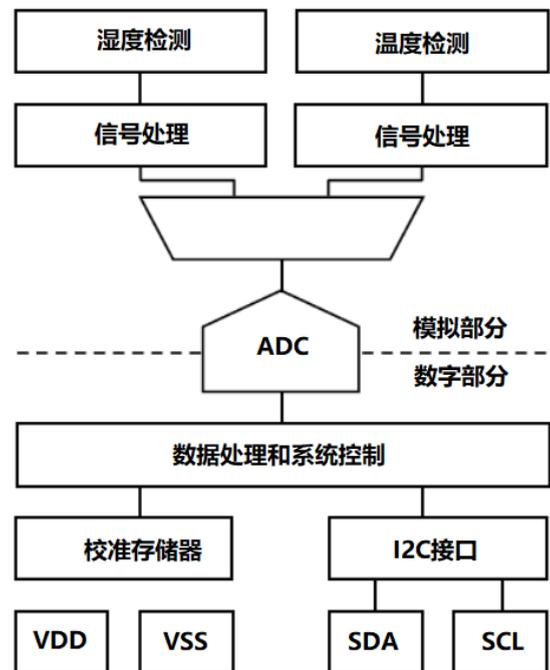


图 1 GXHTC3 功能模块示意图

## 1 传感器性能

每个传感器都被单独的标定和校准，校准的参考仪器通过了 ISO/IEC17025 认证实验室的计量校准。

### 相对湿度

参数	条件	值	单位
精度	Typ.	±2.0	%RH
	Max.	见图 2	%RH
分辨率	-	0.01	%RH
回滞		±1.0	%RH
测量范围		0-100	%RH
响应时间	τ 63%	8	s
长期漂移	Typ.	<0.5	%RH/y

表 1 湿度传感器性能指标

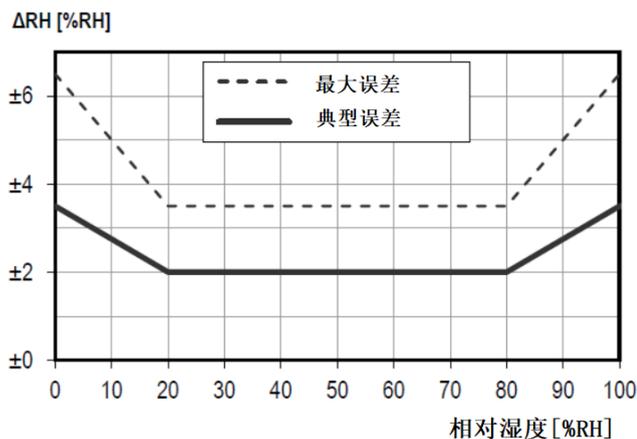


图 2 典型湿度误差和最大湿度误差 (@25°C)

### 温度

参数	条件	值	单位
精度	Typ.	±0.2	°C
	Max.	见图 3	°C
分辨率	-	0.01	°C
回滞		±1.0	°C
测量范围		-45-130	°C
响应时间	τ 63%	<5-30	s
长期漂移	Typ.	<0.02	°C / y

表 2 温度传感器性能指标

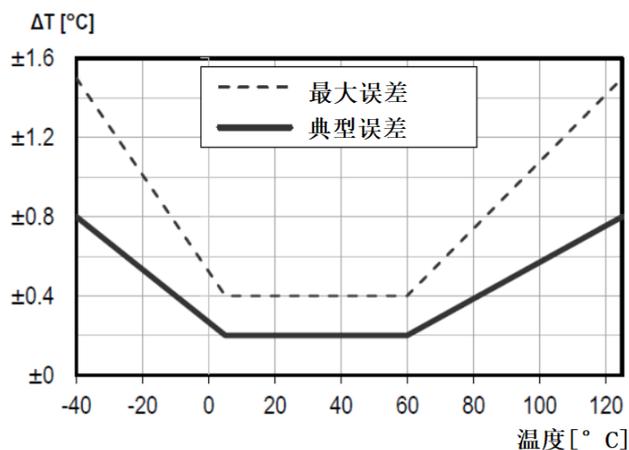


图 3 典型温度误差和最大温度误差

### 1.1 不同温度条件下的湿度误差

在 25°C 的典型湿度误差如图 2 所示，在其它温度环境中的湿度典型误差见图 4

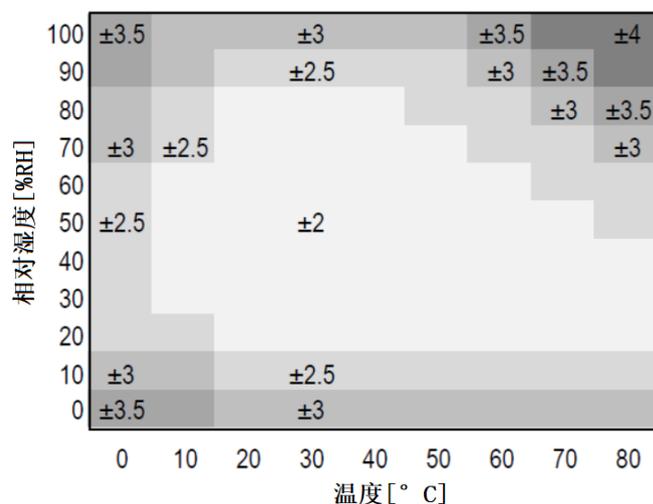


图 4 不同温度条件下的相对湿度典型误差

### 1.2 推荐工作条件

在推荐的正常温度和湿度范围（分别为 5°C-60°C 和 20%RH-80%RH）下运行时，传感器显示出最佳性能。长期暴露在正常范围条件之外，特别是在高湿条件下，可能会出现湿度值暂时漂移情况（例如，保持大于 80%湿度环境下 60 小时后有 4%的湿度误差）。在回到正常的温度和湿度范围后，传感器会慢慢回复到出厂校准状态。长期暴露在极端条件下可能会加速老化。为确保湿度传感器的稳定运行，必须满足文件“GXHT-xx SMD 包装组装”文件中的“存储和搬运说明”里关于接触挥发性有机化合物的条件。请注意，这不仅适应于运输和制造，也适应于 GXHTC3 的操作。

## 2 电气特性

### 2.1 电器特性参数

表格中的工作条件默认为 25° C 和 3.3V 工作电压

参数	标识	条件	Min.	Typ.	Max.	单位	备注	
供电电压	V <sub>DD</sub>		1.62	3.3	5.5	V	-	
上电复位电压	V <sub>POR</sub>	直流供电	1.3	1.4	1.5	V	-	
电流	I <sub>DD</sub>	空闲状态		45	80	uA	上电后芯片处于空闲状态，除非发送休眠命令或者测量命令	
		休眠状态		0.2	0.3	uA	在休眠状态下，必须发送唤醒命令后才能执行其它命令	
		测量	正常		500	860	uA	当芯片在测量时的平均功耗
			低功耗		320	620	uA	
		平均	正常		3		uA	每秒转换一次的平均功耗
低功耗			1		uA			
输入低电平	V <sub>IL</sub>	-	-	-	0.42 V <sub>DD</sub>	V		
输入高电平	V <sub>IH</sub>	-	-	0.7 V <sub>DD</sub>	-	V		
输出低电平	V <sub>OL</sub>	3mA 电流沉	-	-	0.2 V <sub>DD</sub>	V		

表 3 电气特性参数

### 2.2 极限工作条件

表 4 中提及的极限条件可能会对传感器造成永久损坏，在这些极限条件下传感器的性能不能得到保证

参数	额定值
供电电压	-0.3 到+6V
工作温度范围	-45° C 到 130° C
存储温度范围	-45° C 到 130° C
ESD (HBM 模型)	-4 到+4kV
ESD (MM 模型)	-500 到+500V
Latchup, JESD78 Class II, 125° C	-100 到+100mA

表 4 极限工作条件

## 3 时序说明

### 3.1 传感器系统时序

表格中的工作条件默认为 25° C 和 3.3V 工作电压

参数	标识	条件	Min.	Typ.	Max.	单位	备注	
上电时间	t <sub>PU</sub>	硬复位后 V <sub>DD</sub> > V <sub>POR</sub>	-	180	500	us	从上电到电压值达到 V <sub>POR</sub> 这段时间	
软复位时间	t <sub>SR</sub>	软复位后	-	180	500	us	从收到软复位的 ACK 信号到芯片进入空闲状态这段时间	
测量时间	t <sub>MEAS</sub>	平均	正常	-	10	11	ms	温湿度转换持续时间
			低功耗	-	1.5	2	ms	

表 5 传感器系统时序参数

### 3.2 通信时序

表格中的工作条件默认为 25° C 和 3.3V 工作电压

参数	标识	条件	正常模式		低功耗模式		单位
			Min.	Max.	Min.	Max.	
SCL 时钟周期	$f_{SCL}$	-	0	100	0	1000	KHz
开始条件后持续时间	$t_{HD:STA}$	经过这段时间后发送第一个 SCL 时钟	4.0	-	0.6	-	us
SCL 低电平持续时间	$t_{LOW}$	-	4.7	-	0.5	-	us
SCL 高电平持续时间	$t_{HIGH}$	-	4.0	-	0.26	-	us
再次开始条件的建立时间	$t_{SU:STA}$	-	4.7	-	0.5	-	us
SDA 保持时间	$t_{HD:DAT}$	-	0	-	0	-	us
SDA 建立时间	$t_{SU:DAT}$	-	250	-	50	-	ns
SCL/SDA 上升时间	$t_R$	-	-	1000	-	120	ns
SCL/SDA 下降时间	$t_F$	-	-	300	-	120	ns
SDA 有效时间	$t_{VD:DAT}$	-	-	3.45	-	0.45	us
停止条件的建立时间	$t_{SU:STO}$	-	4	-	0.26	-	us
总线负载电容	$C_B$	-	-	500	-	400	pF

表 6 通信时序参数

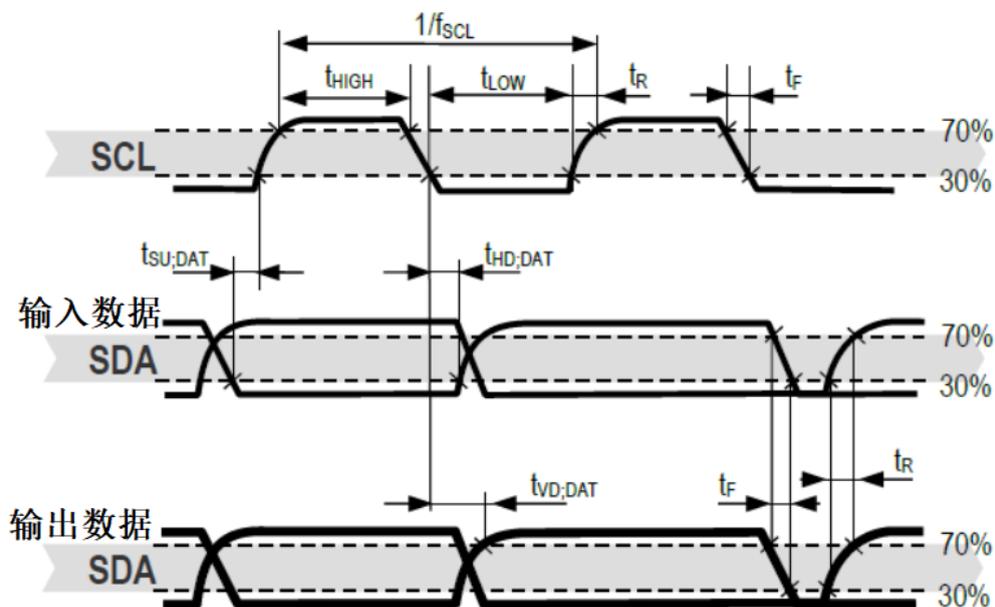


图 5 数字 PAD 的输入输出时序，SDA 方向是指从传感器那边看的方向，粗线的 SDA 由传感器控制，细线 SDA 由微处理器控制。注意 SDA 的有效时间计算是从 SCL 的下降沿开始。

## 4 接口定义

GXHTC3 支持 I2C 协议的正常模式和 Fast Mode Plus (SCL 时钟频率最高可到 1MHz)，并且支持 clock stretching 模式。用户可以根据实际需求进行模式选择。关于 I2C 协议的详细信息可以参照 NXP I2C bus specification and user manual UM10204, Rev. 6, April 4<sup>th</sup>, 2014。

GXHTC3 采用 DFN6 封装，具体说明见表 7

管脚	名称	描述		
1	VDD	供电电压		
3	SCL	时钟信号		
4	SDA	数据信号		
6	GND	地		
2, 5	No used			

表 7 GXHTC3 管脚定义，中心 PAD 需要接地

VDD 和 GND 之间需要加 100nF 的去耦电容，该电容离传感器越近越好，如图 6 所示。

SCL 用于同步微处理器和传感器之前的通信，微处理器需保证 SCL 时钟频率不能超过 1MHz。GXHTC3 在 clock stretching 模式可能会拉低 SCL 时钟线。

SDA 用于传感器的数据输入和输出，为了保证通信可靠性，它的时序必须满足 I2C 规范中的要求。

为了避免数据冲突，微处理器只能将 SDA 和 SCL 总线拉低，总线高电平由上拉电阻来实现。上拉电阻的选择需要依据总线的负载来确定。需要注意有的微处理器 IO 可能包括上拉电阻。

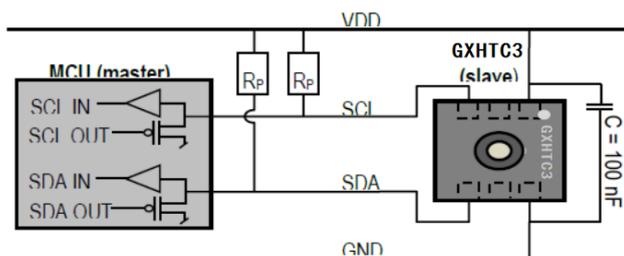


图 6 GXHTC3 的典型应用电路，包括上拉电阻和去耦电容  
为了机械应力考虑，中心焊盘必须被焊接到地。

## 5 通信协议和操作说明

所有的命令和存储器都映射到 16 位的地址空间，这些地址都可以通过 I2C 总线访问。

### 5.1 I2C 地址

GXHTC3 的 I2C 地址如表 8 所示

GXHTC3	十六进制	二进制
I2C 地址	0x70	0111' 0000

表 8 GXHTC3 I2C 器件地址

依据 I2C 协议规定，每次通信都要以 START 信号开始，终止于 STOP 信号。

### 5.2 上电，休眠和唤醒

供电电压 VDD 从 0 上升上电电压  $V_{POR}$ ，芯片会进入空闲状态。然后应该通过发送命令让芯片进入休眠状态以降低芯片功耗。休眠命令的格式如表 9 所示：

命令	十六进制	二进制
Sleep	0xB098	1011' 0000' 1001' 1000

表 9 传感器的休眠命令

当芯片处于休眠状态时，如果要进行其它的命令操作，需要发送唤醒命令，如表 10 所示：

命令	十六进制	二进制
Wakeup	0x3517	0011' 0101' 0001' 0111

表 10 传感器唤醒命令

### 5.3 温湿度测量命令

GXHTC3 可以提供 clock stretching 选项以及温度和湿度数据返回先后顺序。这些选项可以通过表 11 中的不同命令来实现。每个命令都会触发一次温湿度转换。

	Clock stretching 开启		Clock stretching 关闭	
	温度在前	湿度在前	温度在前	湿度在前
正常模式	0x7CA2	0x5C24	0x7866	0x58E0
低功耗	0x6458	0x44DE	0x609C	0x401A

表 11 温湿度测量命令

### 5.4 温湿度测量和数据读取

每一次测量都包含四组命令，并且以 STRAT 信号开始，终止于 STOP 信号。具体执行顺序如下：

1. 唤醒命令
2. 测量命令
3. 读出命令
4. 休眠命令

具体的典型命令时序如图 7 所示：

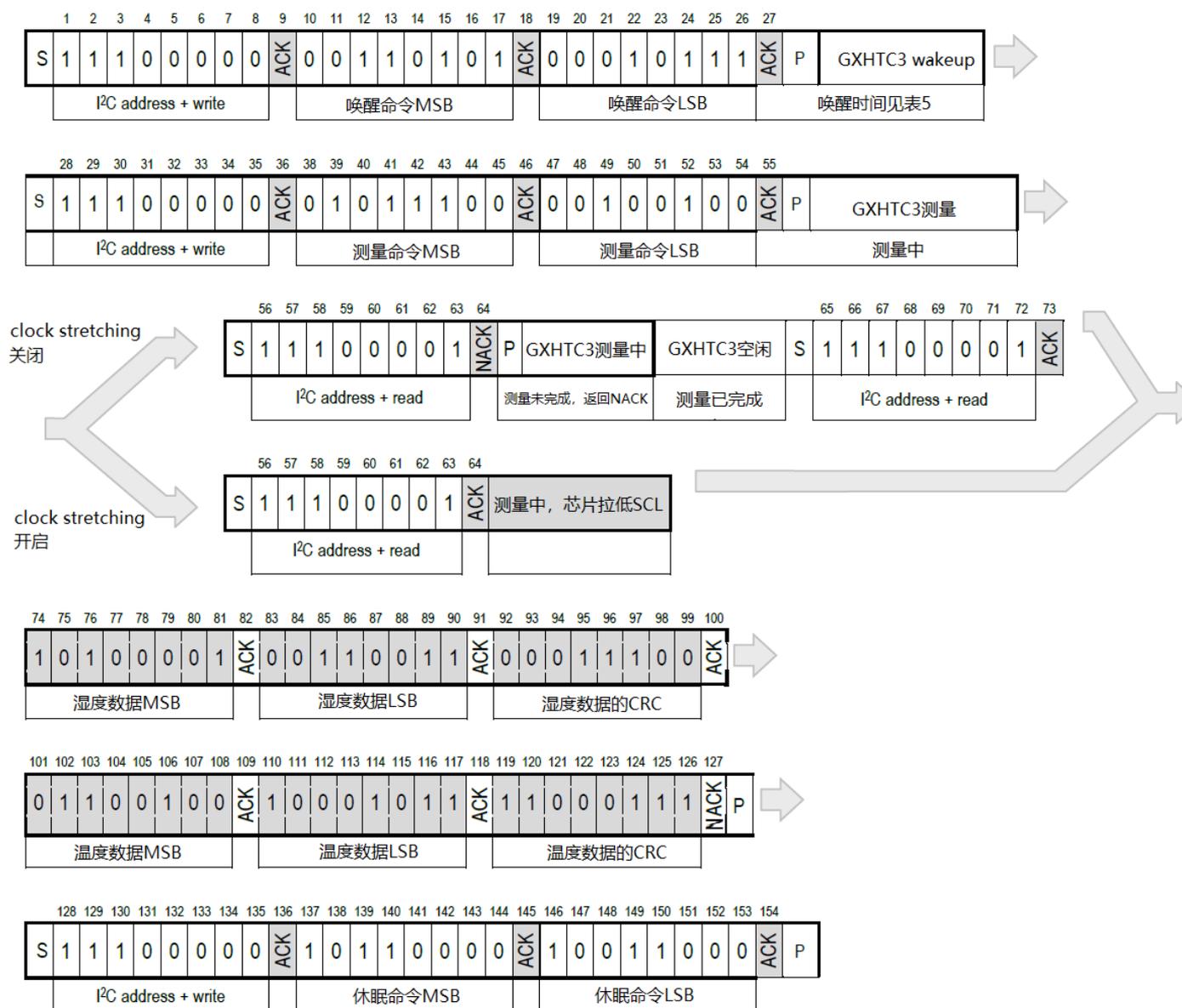


图 7 唤醒，开始温湿度测量，温湿度转换和休眠命令执行顺序示意图。

该示例展示的是湿度数据先发送，实际的湿度数据是 63%，温度 23.7° C，其中白色框是由微处理器控制，灰色框是由传感器控制。

### 5.5 温湿度测量过程

通常情况下传感器在温湿度测量过程中是不会响应任何 I2C 的通信请求，比如说微处理器发送读写命令会收到 NACK 信号。但是在 clock stretching 模式开启的情况下，芯片在温湿度测量过程中会响应微处理器的读命令，给出 ACK 信号，同时会拉低 SCL 总线，直到传感器完成温湿度转换后才释放 SCL 总线，这时微处理器可以马上读取温湿度数据。

测试过程中的功耗如表 3 所示，为了保证温湿度测量的可重复性，建议在测量过程中避免任何 I2C 通信。

### 5.6 读出温湿度测量数据

微处理器发送温湿度测量命令后，传感器开始进行温湿度转换，转换时间见表 5。转换完成后微处理器就可以发送 START 信号和 I2C 读地址头来读取温湿度数据。芯片会对发送来的 I2C 读地址头响应，紧随其后发送 2 字节的温度/湿度数据以及 1 字节的 CRC 校验数据。然后继续发送两字节的湿度/温度数据和 1 字节的 CRC 校验数据。微处理器必须对每个收到的字节发生 ACK 响应信号。如果传感器没有收到微处理器发送的 ACK 信号就不会继续传输后续数据。

如果 I2C 主机不关心后续发送的数据，可以通过发送一个 NACK 信号来中断数据传输。

如果用户只是想得到温湿度数据，不愿意处理 CRC 校验数据，建议先读取前两个字节的温度和 CRC，然后收到后两个字节的温度后直接发送 NACK 来中止数据传输。

### 5.7 软复位

GXHTC3 提供一种软复位机制能够强制系统进入空闲状态而不用断电。它的作用和上电复位是一样。

软复位的发送命令如表 12 所示：

命令	十六进制	二进制
软复位	0x805D	1000' 0000' 0101' 1101

表 12 软复位命令

### 5.8 General Call 复位

传感器也可以采用 I2C 规范中的 General Call 来复位，它的作用和上电复位是一样的。需要注意这种复位不是针对 GXHTC3，它会对所有 I2C 总线上的从设备进行复位，不过它需要从设备能够响应该命令。具体的复位命令如表 13 所示：

Command	Code
Address byte	0x00
Second byte	0x06
Reset command using the general call address	0x0006

表 13 General Call 复位命令格式

### 5.9 读传感器序列号

GXHTC3 有一个 ID 寄存器，用于存储 GXHTC3 的产品代码。通过读取该寄存器来验证传感器和微处理器之间的通信是否正常。读取序列号的命令见表 14：

命令	十六进制	二进制
读 ID	0xEFC8	1110' 1111' 1100' 1000

表 14 读序列号命令

这个命令需要跟随在 I2C 写地址头之后，随后微处理器可以发送 I2C 读地址头即可以读出 16 位的 ID 和一个字节的 CRC 校验数据。

### 5.10 CRC 校验

数据传输的 CRC 校验算法如表 15 所示，CRC 的校验对象是在它之前传输的两字节数据。

属性	值
名字	CRC-8
宽度	8 位
生成多项式	$0x31(x^8+x^5+x^4+1)$
初始化值	0xFF
反射输入	false
反射输出	false
示例	CRC(0xBEEF)=0x92

表 15 CRC 校验算法

### 5.11 输出结果和温湿度值换算

输出的温湿度数据是 16 位的无符号位二进制数据，这些数据在传感器内部已经经过线性化处理 and 温度补偿。将这些原始数据转换成真实的温湿度数据需要用到下列公式：

相对湿度转换 (%RH)：

$$RH = 100 \cdot \frac{S_{RH}}{2^{16}}$$

温度转换公式 (°C)

$$T = -45 + 175 \cdot \frac{S_T}{2^{16}}$$

$S_{RH}$  和  $S_T$  分别代表传感器输出的湿度和温度原始码字。需要注意在公式计算中需将原始码字换算成十进制。

## 6 质量保证

### 6.1 环境稳定性

GXHTC3 的质量检验基于 JEDEC JESD47 质量测试规范。

### 6.2 材料成分

GXHTC3 完全满足 RoHS, REACH 和 Halogen 规范，不包含 Pb、Cd 和 Hg。

## 7 封装和溯源性

GXHTC3 采用小型化 DFN6 封装，外形尺寸为  $2 \times 2 \times 0.75\text{mm}^3$ ，管脚间距 0.5mm。DFN 代表 2 侧无引脚形式。芯片由硅片制成并固定在引线框架上。引线框架由铜和 Ni/Pd/Au 组成。芯片和引线框架被环氧树脂复合材料塑封成型。

芯片符合 JEDEC95 中 4.20 所述的小尺寸塑封无引脚规范，也符合小尺寸 (QFN/SON) 规范 D.01.2009。GXHTC3 符合 IPC/JEDEC J-STD-020 的湿度敏感 1 级标准。

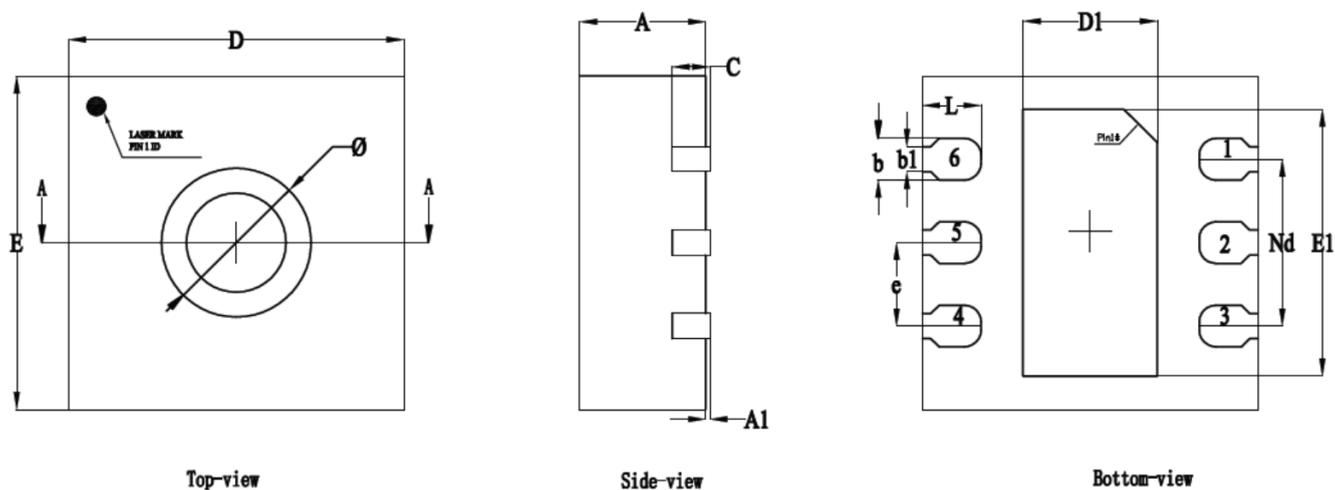
所有的 GXHTC3 正面都由激光打印标识，便于产品识别和溯源。如图 8 所示，传感器正面的左上角是管脚 1 标记以及传感器型号标记。底部标记包含 7 个字符，开始的四个 ABCD 字符代表生产日期，后面 1 位 X 代表信号输出类型，X=D 代表数字输出，X=A 代表模拟输出，最后两个 YZ 字符代表产品批次标记。批次标记解码由 GXCAS 处理，能够追踪产品的生产，校准和测试信息。如有合理请求，可以相 GXCAS 申请批次标记的解码，进行产品溯源。



图 8 GXHTC3 正面激光标识

## 8 技术图纸

### 8.1 封装外形尺寸



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	—	0.02	0.05
b	0.20	0.25	0.30
b1	—	0.15	—
L	0.30	0.35	0.40
c	0.203 REF		
D	1.90	2.00	2.10
E	1.90	2.00	2.10
D1	0.60	0.70	0.80
E1	1.50	1.60	1.70
Nd	1.0 BSC		
e	0.50 BSC		
$\varnothing$	0.70	0.80	0.90
h	—	0.29	—

图9 GXHTC3 封装外形详细尺寸



单击下面可查看定价，库存，交付和生命周期等信息

[>>GXCAS](#)