GXHTV3 温湿度传感器芯片

1 基本性能

- 超低功耗
- 支持I²C通信协议
- 宽工作电压范围（1.6V-5.5V）
- 小型DFN6封装(2×2×0.75mm³)
- 典型精度：湿度±3%RH，温度±0.3℃
- 出厂校准，支持标准回流焊

2 应用场景

- 消费电子
- 冷链运输
- 智能家居
- 智慧农业
- 通信设备
- 光伏储能

图 1 GXHTV3 芯片效果图

3 芯片概述

GXHTV3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满足消费电子领域需求。GXHTV3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。

GXHTV3采用小型化DFN6封装，尺寸为2×2×0.75mm³，可以应用在对空间要求苛刻的场景中。GXHTV3的湿度测量范围为0-100%RH，温度测量范围为-45℃到135℃。供电电压范围为1.6V-5.5V，每次转换消耗的能量低至2μJ，特别适用于采用电池供电的移动或无线通信设备。每颗GXHTV3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。

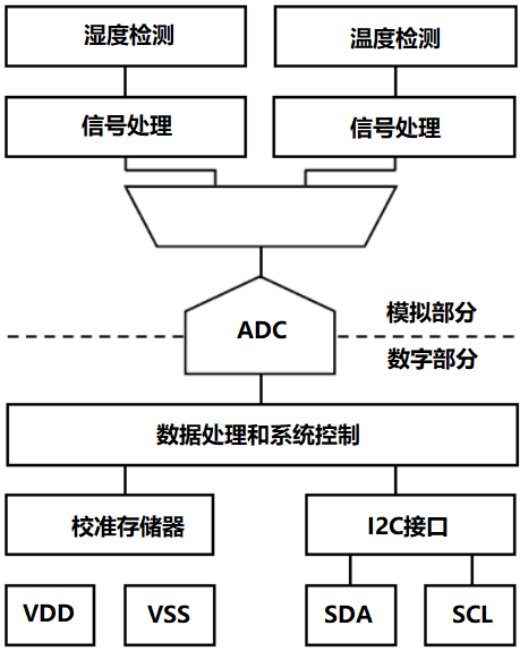


图 2 GXHTV3 功能原理框图

目 录

1 基本性能 1
2 应用场景 1
3 芯片概述 1
4 传感器性能 3
5 技术规范 5
5.1 电气特性参数 5
5.2 极限工作条件 5
5.3 传感器系统时序 5
5.4 通信时序 6
6 引脚定义 7
7 通信协议和操作说明 8
7.1 I²C 地址 8
7.2 上电、休眠和唤醒 8
7.3 温湿度测量命令 8
7.4 温湿度测量和数据读取 9
7.5 温湿度测量过程 10
7.6 读出温湿度测量数据 10
7.7 软复位 10
7.8 General Call 复位 10
7.9 读传感器序列号 11
7.10 CRC 校验 11
7.11 输出结果和温湿度值换算 12
8 质量保证 13
8.1 环境稳定性 13
8.2 材料成分 13
9 封装信息 13
9.1 产品溯源 13
9.2 技术图纸 14
9.3 金属焊盘图示 15
9.4 卷带式包装尺寸说明 15
10 型号说明及订购信息 16
11 重要注意事项 17

4 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。

表 1 湿度传感器性能指标

参数	条件	数值	单位
GXHTV3 精度	典型值	±3.0	%相对湿度
	最大值	见图 3	-
分辨率	-	0.01	%相对湿度
回滞	-	±1.0	%相对湿度
测量范围	-	0-100	%相对湿度
响应时间	τ63%	8	秒
长期漂移	典型值	<0.5	%相对湿度/年

表 2 温度传感器性能指标

参数	条件	数值	单位
GXHTV3 精度	典型值	±0.3	℃
	最大值	见图 5	-
分辨率	-	0.01	℃
回滞	-	±1.0	℃
测量范围	-	-45 to +130	℃
响应时间	τ63%	< 5-30	秒
长期漂移	典型值	<0.02	度/年

温湿度传感器性能图

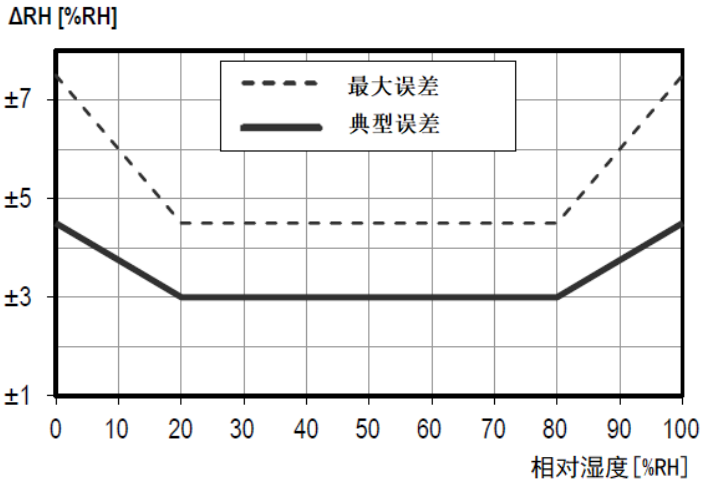


图 3 GXHTV3 湿度误差@25℃

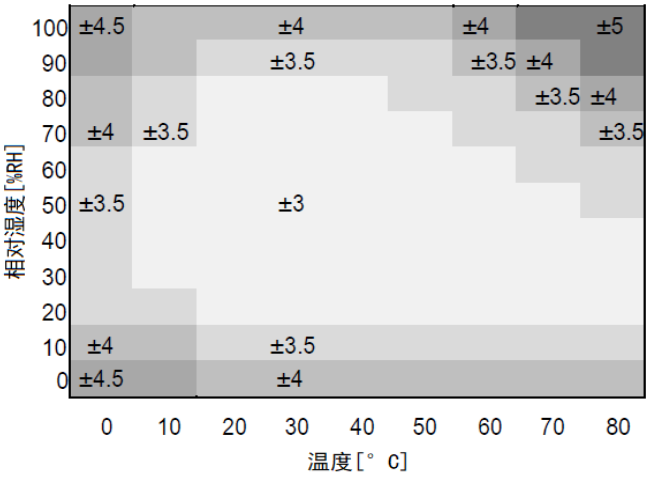


图 4 不同温度条件下的相对湿度典型误差

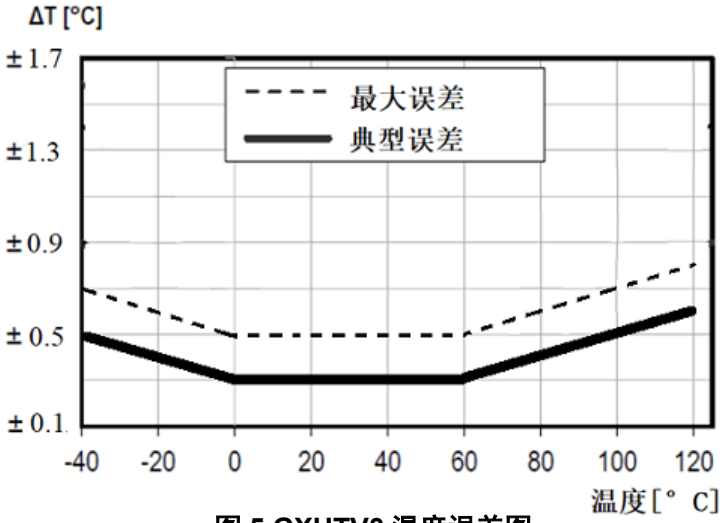


图 5 GXHTV3 温度误差图

推荐工况

在推荐的正常温度和湿度范围（分别为 5℃－60℃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以外的条件下，特别是在长时间高湿度下，可能会暂时偏移相对湿度信号。在回到正常的温度和湿度范围后，传感器将缓慢地自行回到校准状态。

5 技 术 规 范

5.1 电气特性参数

表 3 电气特性参数（工作条件默认为 25℃和 3.3V）

参数	符号	条件		最小值	典型值	最大值	单位	注解
电源电压	V_{DD}	-		1.6	3.3	5.5	V	-
上电复位电压	V_{POR}	直流供电		1.3	1.4	1.5	V	-
工作电流	I_{DD}	空闲状态		-	45	80	μA	上电后芯片处于空闲状态，除非发送休眠或测量命令
		休眠状态			0.2	0.3	μA	在休眠状态下，必须发送唤醒命令后才能执行其它命令
		测量状态	正常	-	500	860	μA	当芯片在测量时的平均功耗
			低功耗		320	620	μA	
		平均值	正常		3		μA	每秒转换一次的平均功耗
			低功耗	-	1	-	μA	
输入低电平	V_{IL}	-		-	-	$0.4V_{DD}$	V	
输入高电平	V_{IH}	-		-	$0.7V_{DD}$	-	V	
输出低电平	V_{OL}	3mA 电流沉		-	-	$0.2V_{DD}$	V	

5.2 极限工作条件

表 4 极限条件范围

参数	额定值	单位
供电电压 V_{DD}	-0.3 to +6	V
工作温度范围	-45 to 130	℃
存储温度范围	-45 to 130	℃
ESD HBM (human body model，人体模型)	-4 to +4	kV
ESD CDM (charge device model， 机器模型)	-500 to +500	V
Latch up（闩锁效应），JESD78 Class Ⅱ，125° C	-100 to +100	mA

注：表 6 中提及的极限条件可能会对传感器的性能造成永久性的损害，在这些极限条件下传感器的功能不能得到保证。

5.3 传感器系统时序

表 5 传感器系统时序参数（@ 25℃ ，3.3V）

参数	符号	条件		最小值	典型值	最大值	单位	注解
上电时间	t_{PU}	硬复位后 $V_{DD} > V_{POR}$		-	180	500	μs	从上电到电压值达到 V_{POR} 这段时间
软复位时间	t_{SR}	软复位后		-	180	500	μs	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_{MEAS}	平均	正常	-	10	11	ms	温湿度转换持续时间
			低功耗	-	1.5	2	ms	

5.4 通信时序

表 6 通信时序参数（@ 25℃ ，3.3V）

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}	-	4.5	-	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	$t_{VD;\ DAT}$	-	-	3.5	-	0.5	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

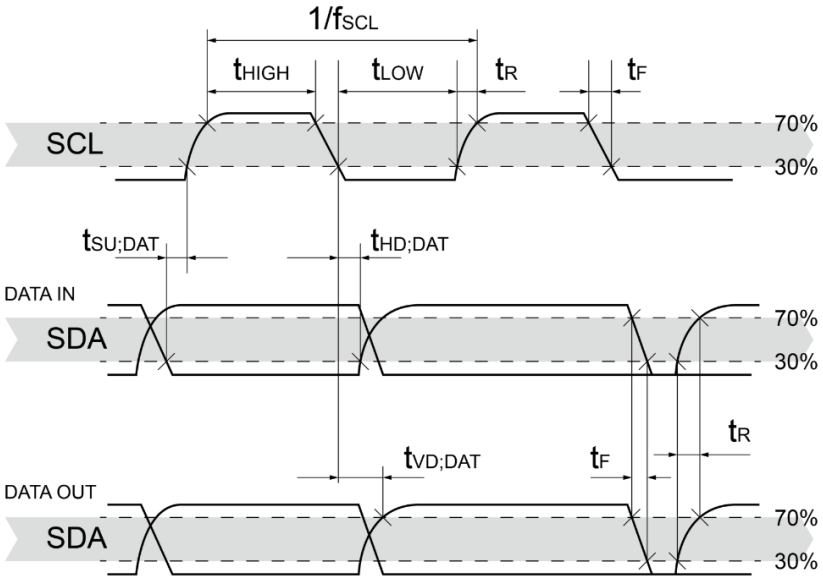


图 6 数字 PAD 的输入输出时序

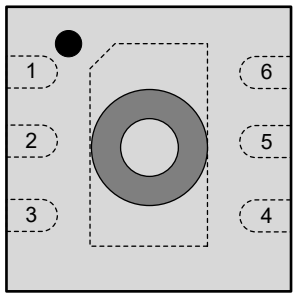
注：SDA 方向是指从传感器那边看的方向，粗线的 SDA 由传感器控制，细线 SDA 由微处理器控制。SDA 的有效时间计算是从 SCL 的下降沿开始。

6 引 脚 定 义

GXHTV3 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 4th,2014。

GXHTV3 采用 DFN6 封装，具体说明见表 7

表 7 引脚功能（中心 PAD 需要接地）

管脚	名称	描述	
1	V_{DD}	供电电压	
3	SCL	时钟信号	
4	SDA	数据信号	
6	GND	地	
2，5	NO USE		

V_{DD} 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 7 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。GXHTV3 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。

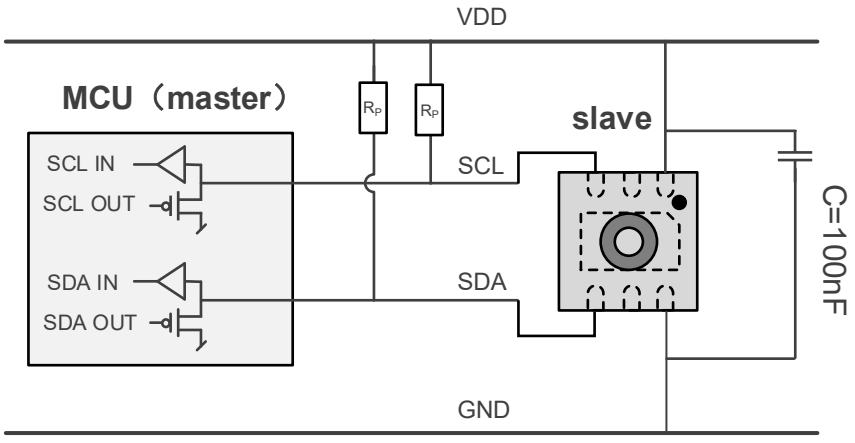


图 7 GXHTV3 的典型应用电路（包括上拉电阻和去耦电容）。

注：为了机械应力考虑，中心焊盘必须被焊接到地。

7 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。

7.1 I²C 地址

表 8 GXHTV3 的 I²C 器件地址

GXHTV3	十六进制	二进制
I²C 地址	0x70	111’0000

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。

7.2 上电、休眠和唤醒

供电电压 V_{DD} 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：

表 9 传感器的休眠命令

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

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：

表 10 传感器的唤醒命令

命令	十六进制	二进制
Wake up	0x3517	0011’0101’0001’0111

7.3 温湿度测量命令

GXHTV3 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。

表 11 温湿度测量命令

模式	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
低功耗模式	0x6458	0x44DE	0x609C	0x401A

7.4 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 8 所示：

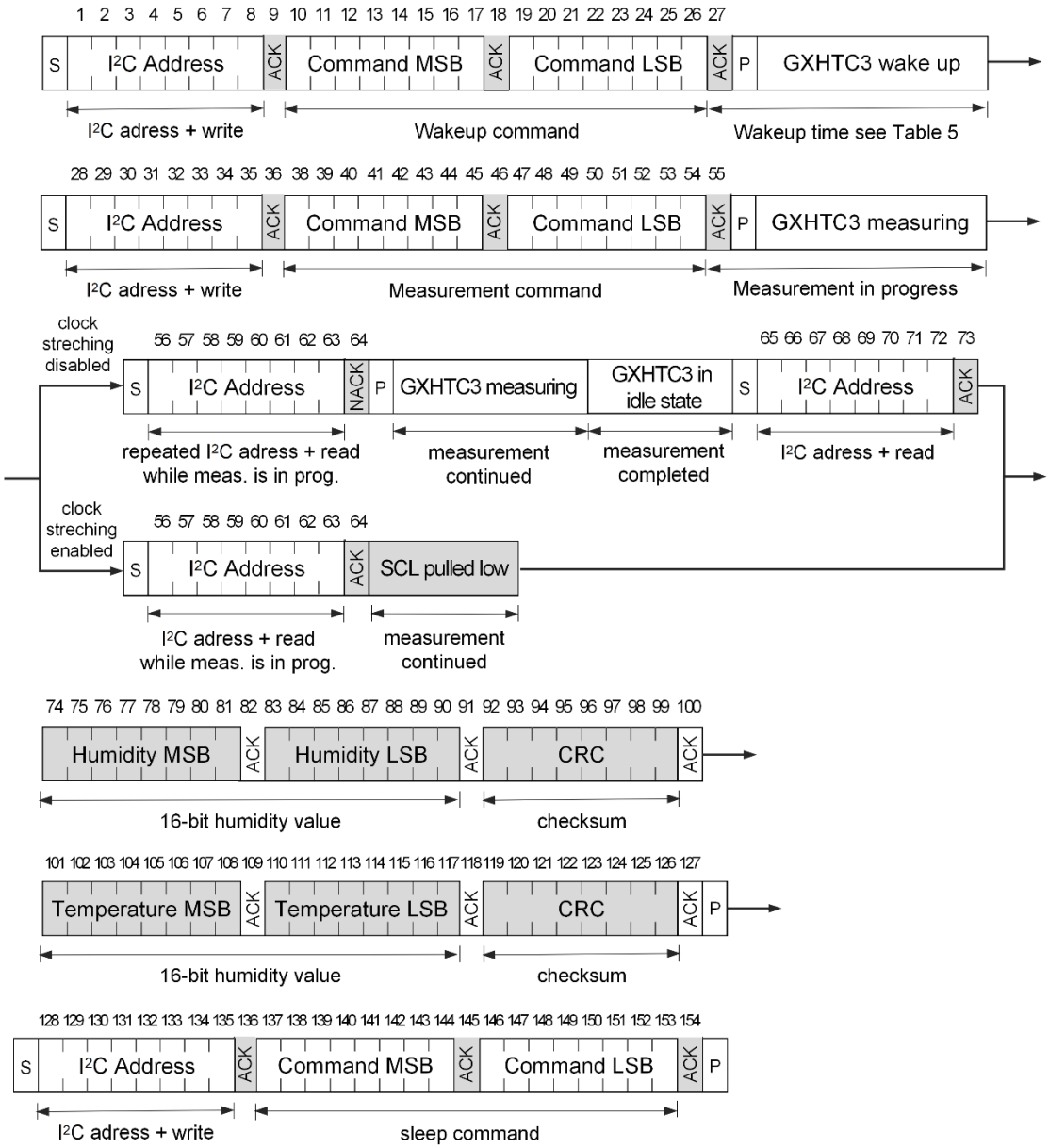


图 8 唤醒传感器、开始温湿度测量、温湿度转换和休眠命令执行顺序示意图

注：该示例为湿度数据先发送，实际湿度数据是 63%，温度 23.7℃，其中白色框是由微处理器控制，灰色框是由传感器控制。

7.5 温湿度测量过程

通常情况下传感器在温湿度测量过程中不会响应任何 I²C 的通信请求，例如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出温湿度数据。

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。

7.6 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，若传感器没有收到微处理器发送的 ACK 信号则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数据和 CRC，随后在收到后两个字节的数据后直接发送 NACK 来中止数据传输。

7.7 软复位

GXHTV3 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的。软复位的发送命令如表 12 所示：

表 12 软复位命令

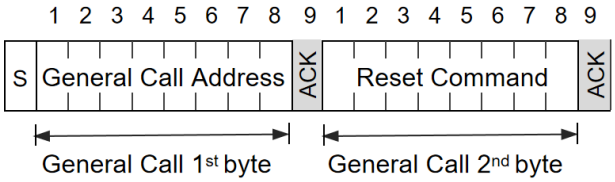
命令	十六进制	二进制
软复位	0x805D	1000’0000’0101’1101

7.8 General Call 复位

传感器也可以采用 I²C 规范中的 General Call 来进行复位，它的作用和上电复位一样。但需注意这种复位不只针对 GXHTV3，当从设备能够响应该命令时，它会对 I²C 总线上所有的从设备进行复位。具体的复位命令如表 13 所示：

表 13 General Call 复位命令格式

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



7.9 读传感器序列号

GXHTV3 有一个 ID 寄存器，用于存储 GXHTV3 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：

表 14 读序列号命令

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

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。

7.10 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。

表 15 CRC 校验算法

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

7.11 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和温度补偿。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（℃）：

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

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。

8 质 量 保 证

8.1 环境稳定性

GXHTV3 的质量检验基于 JEDEC JESD47 质量测试规范。

8.2 材料成分

GXHTV3 完全满足 RoHS，REACH 和 Halogen 规范，不包含 Pb、Cd 和 Hg。

9 封 装 信 息

GXHTV3 采用小型化 DFN6 封装，外形尺寸为 2×2×0.75mm³，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款架上。引线框架由铜和 Ni/Pd/Au 组成。芯片和引线框架由环氧树脂复合材料塑封成型。

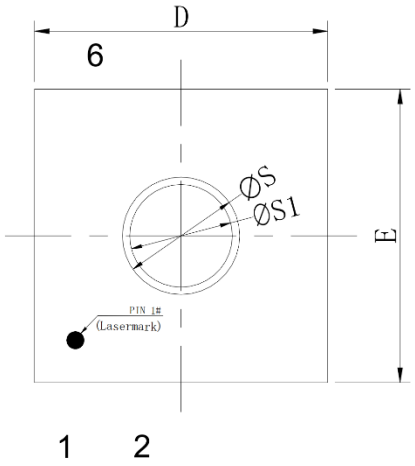
芯片符合 JEDEC95 中 4.20 所述的小尺寸塑封无引脚规范，也符合小尺寸(QFN/SON)规范 D.01.2009。GXHTV3 符合 IPC/JEDEC J-STD-020 的湿度敏感 1 级标准。

9.1 产品溯源

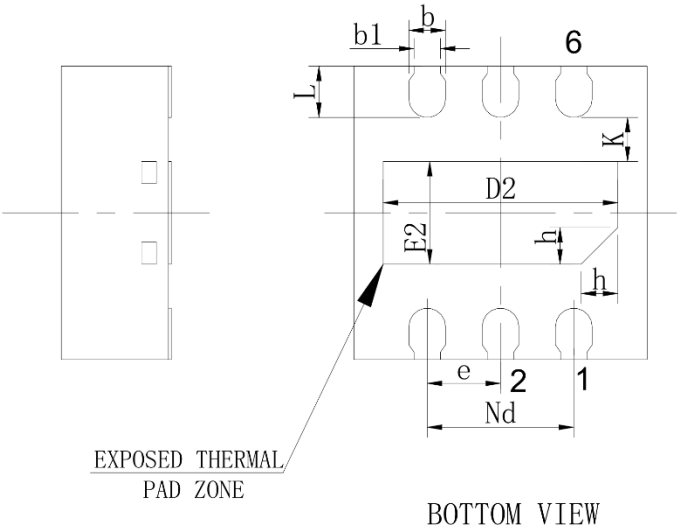
所有的 GXHTV3 正面都由激光打印标识，便于产品识别和溯源。如图 9 所示，传感器正面的左上角是管脚 1 标记及传感器型号标记。底部标记包含 5 个字符，前四位 ABCD 字符代表生产日期，最后一位 X 代表版本号。批次标记解码由 GXCAS 处理，能够追踪产品的生产、校准和测试信息。如有合理请求，可以向 GXCAS 申请批次标记的解码，进行产品溯源。

图 9 GXHTV3 正面激光标识

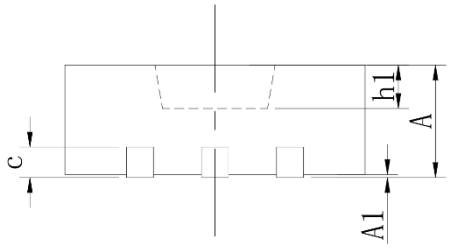
9.2 技术图纸



TOP VIEW



BOTTOM VIEW



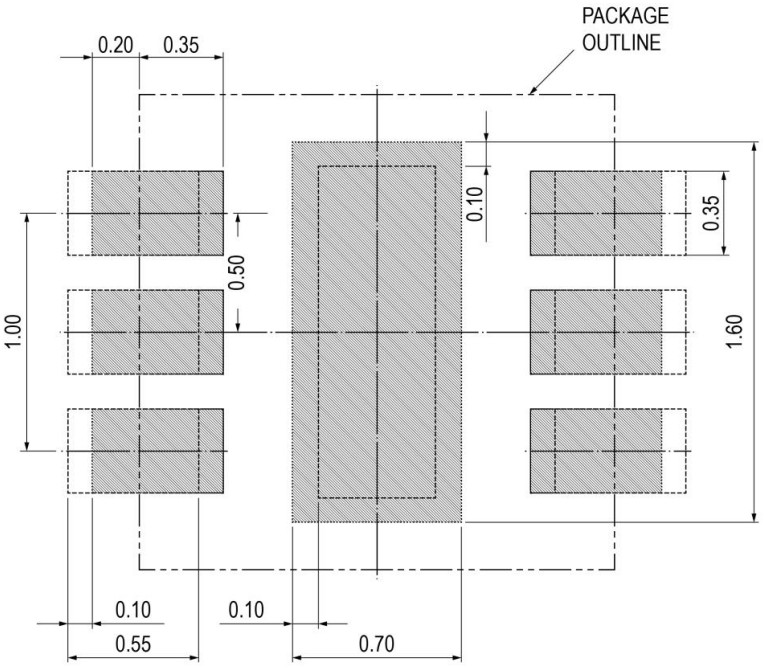
SIDE VIEW

SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0	0.02	0.05
b	0.20	0.25	0.30
b1	0.18REF		
c	0.203REF		
D	1.90	2.00	2.10
D2	1.50	1.60	1.70
Nd	1.00BSC		
E	1.90	2.00	2.10
E2	0.60	0.70	0.80
e	0.50BSC		
K	0.30REF		
L	0.30	0.35	0.40
h	0.20	0.25	0.30
∅S	0.80BSC		
∅S1	0.70BSC		
h1	-	0.29	-

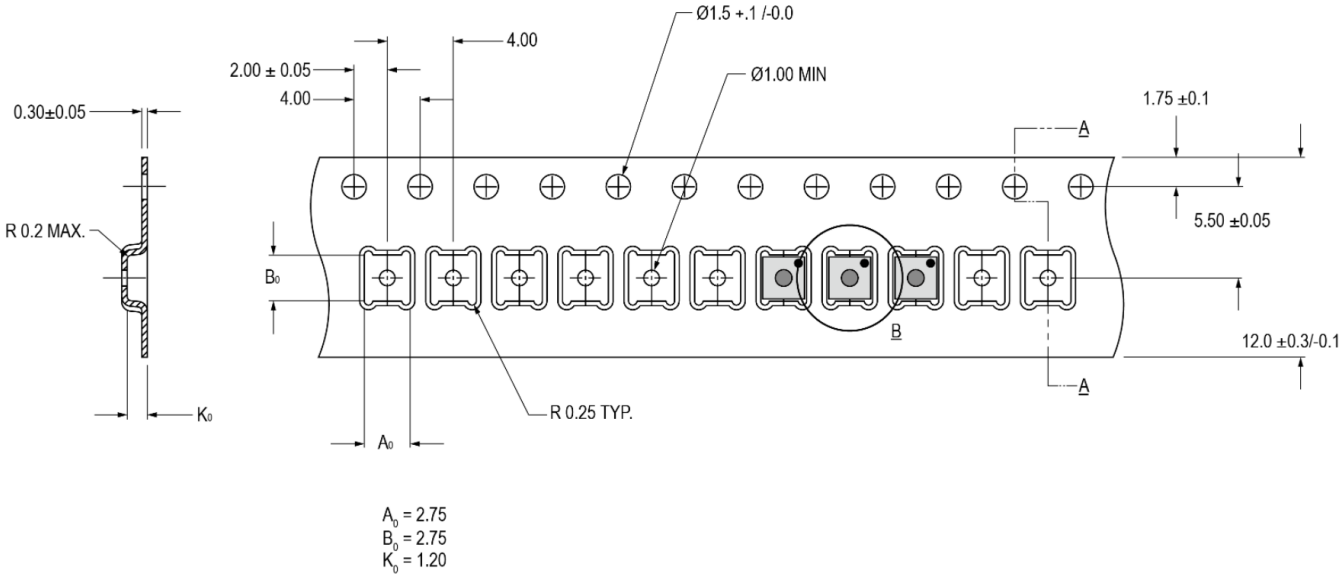
关于封装厚度 A 的补充说明（单位：mm）：

型号	MIN	NOM	MAX	说明
GXHTV3	0.70	0.75	0.80	不带贴膜
GXHTV3C	1.00	1.05	1.10	带防尘透气膜
GXHTV3CF	0.80	0.85	0.90	带可喷三防漆的膜

9.3 金属焊盘图示



9.4 卷带式包装尺寸说明



10 型号说明及订购信息

订货编号说明：

GXHTV3-T&R：GXHTV3 表示产品型号，T&R 表示包装形式为卷带包装。

型号说明：

（1）GXHTV3：GX 表示公司 GXCAS 的商标，也可用 G 代表；HT 表示温湿度系列产品；V3：表示芯片编号;

（2）GXHTV3C：GX 表示公司 GXCAS 的商标，也可用 G 代表；HT 表示温湿度系列产品；V3：表示芯片编号；C：表示芯片贴有防尘透气膜，该膜不可揭掉，对芯片起到保护作用。

（3）GXHTV3CF：GX 表示公司 GXCAS 的商标，也可用 G 代表；HT 表示温湿度系列产品；V3：表示芯片编号；CF：表示芯片贴有防三防漆膜，该膜在喷完三防漆后要揭掉。

GXHTV3 丝印说明如下图所示：

订购信息：

订货编号	型号	封装信息	最小包装数量	备注
GXHTV3-T&R	GXHTV3	DFN6 2mm*2mm	2000	卷带包装
GXHTV3C-T&R	GXHTV3C	DFN6 2mm*2mm	2000	芯片带有防尘透气膜，卷带包装
GXHTV3CF-T&R	GXHTV3CF	DFN6 2mm*2mm	2000	芯片带有可喷三防漆的膜，卷带包装

11 重要注意事项

（1）防静电措施

该部件的固有设计使其对静电放电（ESD）非常敏感。为防止静电放电引起的损坏或退化，对传感器进行操作时都应在防静电区域（EPA）并做好防静电措施（操作人员通过腕带接地，所有非绝缘或者有导电性的物体都要接地）。

（2）暴露于化学物品

中科银河芯的温湿度传感器是高灵敏度的环境传感器，不是普通的电子元件，包装袋开口使用传感器暴露于环境中易受污染。传感器不应该近距离接触挥发性的化学物品，比如化学溶剂或有机化合物，特别是高浓度和长时间接触更危险。（乙）烯酮、丙酮、异丙醇、乙醇、甲苯等已经被证明可以导致湿度读数偏移，这种偏移在大部分情况下是不可逆的。

（3）防尘透气膜

温湿度传感器不同于一般的传感器芯片，该传感器非常灵敏，所以其开孔部分容易受到粉尘、杂质等污染。对于户外应用的客户建议订购我司带有防尘透气膜的产品，该膜能够防尘，起到对传感器的保护作用，能够抗污染，提高传感器寿命和可靠性，切不可撕掉。

（4）极端环境下的应用

某些应用需要将温湿度传感器暴露于严酷的环境中，很多时候并没有考虑传感器是否适合，有一些情况需要特别注意。

a) 传感器在超常温湿度条件下（大于 90）工作一段时间以后需要回到正常环境中恢复一段时间。

b) 某些应用环境中传感器可能会长时间曝露于高浓度的挥发性有机溶剂环境，既有可能发生在装配环节，也可能发生在应用环节。此类的应用需要注意。

c) 某些应用环境中传感器可能会曝露于酸性或者碱性环境中，但只有达到一定的浓度才会对传感器造成危害。对碱来说，pH>9 对传感器就会产生损害。蚀刻材料，例如 $H2O_2$、NH_3 等，如果浓度很高也会危害到传感器。

d) 某些应用环境中可能会有腐蚀性气体，如果浓度较低，不会对传感器产生影响，但会影响焊点的连接。如果浓度较高则会对传感器造成损害。

（5）喷涂三防漆

三防漆本身对温湿度传感器是有污染的，对于一定要在板子上喷涂三防漆的客户需订购我司带有三防漆膜的产品，喷完三防漆后，将三防漆膜撕掉，方可正常测试温度和湿度。喷涂三防漆时，须距离传感器至少三十公分，缓慢移动罐体以确保涂覆均匀，三十分钟左右表干，可再进行二次喷涂。待三防漆充分干燥，约需 24 小时，然后轻轻拆下三防

漆膜即可。

（6）包装和储存

在使用前，强烈建议将传感器密封在原包装中，储存环境要求如下：温度 10℃－50℃（0℃－125℃有限时间)，20%－65%RH。

（7）装配

传感器在正常储存环境中可以保存 1 年，该传感器的防潮等级为 1 级。