

# GH301 手环心率测量芯片

V1.1

2019-03-20

===== 免责声明 =====

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。深圳市汇顶科技股份有限公司（以下简称“GOODIX”）对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。GOODIX 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。未经GOODIX书面批准，不得将GOODIX 的产品用作生命维持系统中的关键组件。在GOODIX 知识产权保护下，不得暗或以其他方式转让任何许可证。

## 目录

1. 产品概述.....	4
1.1 概述.....	4
1.2 芯片特点.....	4
1.3 技术指标.....	5
2. 应用信息.....	5
2.1 芯片系统简介.....	5
2.2 管脚定义.....	7
2.2.1 芯片 PIN 示意图.....	7
2.2.2 芯片 PIN 定义描述.....	7
2.3 应用参考.....	8
2.4 LED 参考应用.....	9
3. 电源管理及复位.....	9
3.1 芯片上电时序.....	9
3.2 复位.....	10
4. 通信接口.....	11
4.1 IIC.....	11
4.1.1 IIC 地址选择.....	11
4.1.2 IIC 写操作协议.....	11
4.1.3 IIC 读操作协议.....	11
4.1.4 IIC 发送命令协议.....	12
4.1.5 IIC 时序.....	13
4.2 SPI.....	13
4.2.1 SPI 写操作协议.....	14

4.2.2	SPI 读操作协议.....	14
4.2.3	SPI 发送命令协议.....	14
4.2.4	SPI 时序.....	15
4.3	通信接口验证指南 .....	16
5.	工作模式.....	16
5.1	Sleep 模式 .....	16
5.2	HBD 模式.....	16
5.3	ADT 模式.....	16
5.4	模式切换 .....	17
6.	电气参数.....	17
6.1	极限电气参数 .....	17
6.2	推荐工作条件 .....	18
6.3	直流特性参数 .....	18
7.	封装.....	19
7.1	封装示意图 .....	19
7.2	封装标识 .....	20
8.	SMT 回流焊要求.....	20
8.1	潮湿敏感等级 .....	20
8.2	热冲击次数 .....	21
8.3	无铅回流曲线示意图说明 .....	21
9.	版本记录.....	22
10.	联系方式.....	23

## 1. 产品概述

### 1.1 概述

GH301 是一款应用于手环上的低功耗心率测量芯片，通过运用 PPG 心率检测和光学接近感应原理，且在其内部集成 LED、光学模拟前端和模数转换器的方式，使传统手环具备心率检测和佩戴检测功能。

GH301 芯片作为一种传感器终端，通过手环中的通信模块与手机进行数据交互，在手机 UI 上将心率信息、佩戴状态等信息呈现给用户。

GH301 心率手环解决方案提供硬件参考设计、光学结构参考设计、软件算法库及其参考应用、量产测试方案等配套资料。

### 1.2 芯片特点

- 光路驱动器
  - 自动调光功能，可自适应光路环境，达到最佳信噪比输出
  - 内置 2 路绿光和 1 路红外 LED，每一路驱动能力最高达到 100 mA
  - 可支持两路绿光同步输出
  - 8 位可编程电流控制器
- 光路接收器
  - 单通道最高 1 KHz 的心率采样频率
  - 可编程信号增益
  - 最大动态范围：96 dB
- 功耗
  - 心率检测平均功耗典型值 25  $\mu$ A @25 Hz 心率采样频率（不包含 LED）

- 佩戴检测平均功耗典型值 10  $\mu\text{A}$ （包含 LED）
- 内置 24-bit 高精度型 ADC
- VCC 工作电压范围 2.5 V ~ 3.3 V
- 支持 SPI、IIC 通信接口

## 1.3 技术指标

表 1 GH301 技术指标

参数	描述	值	单位
尺寸	封装尺寸	3.0 x 6.0	mm
	芯片厚度	0.80	mm
休眠功耗	Sleep 模式功耗（典型值）	3	$\mu\text{A}$
平均工作功耗	@25 Hz 心率采样频率（不包含 LED）	25	$\mu\text{A}$
心率检测	PPG 数据刷新率	25	Hz
	测量范围	30~200	Bpm
电源	VCC 供电电源	2.5~3.3	V
	VLED	3.3~5.0	V
	VDDIO 通信电平	1.62~3.3	V

## 2. 应用信息

### 2.1 芯片系统简介

如图 1 所示，GH301 心率检测芯片主要模块包括：

- HBD Sensor、LED Driver、TIA<sup>①</sup>、ADC 等部件构成的 HBD 模拟前端；
- 实现通信功能的 IIC、SPI 模块；
- PMU 电源管理、时钟系统、复位、中断等基础型电路单元；

<sup>①</sup> TIA 的作用是将输入的光电流转化为电压，作为 ADC 的输入。

- Data Buffer、Logic Control 等数字逻辑单元。

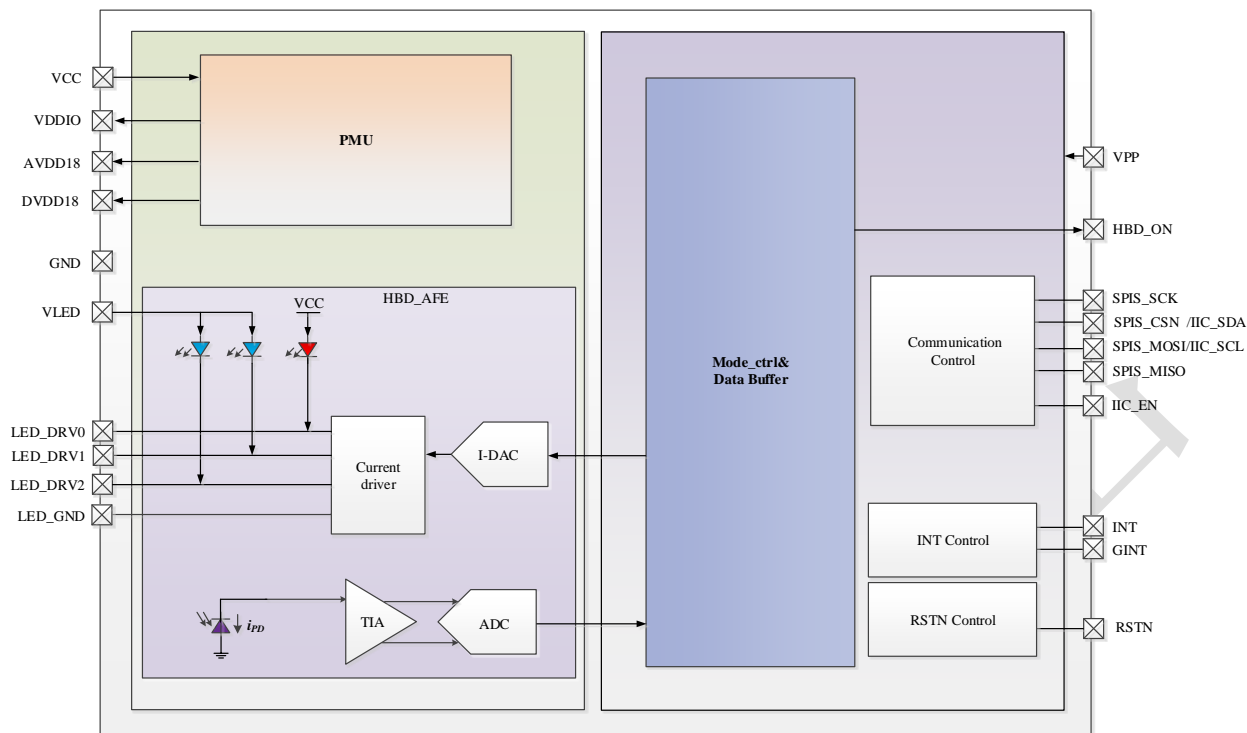


图 1 GH301 IC 系统框图

GH301 可看做是一枚智能型传感器，专门负责心率数据的采集；手环 MCU 负责数据的预处理工作以及运动算法模块的计算；手机端则作为控制及信号调试处理中心。

GH301、G-Sensor 及运动算法的有机结合是实现运动过程中准确检测心率数据的关键。

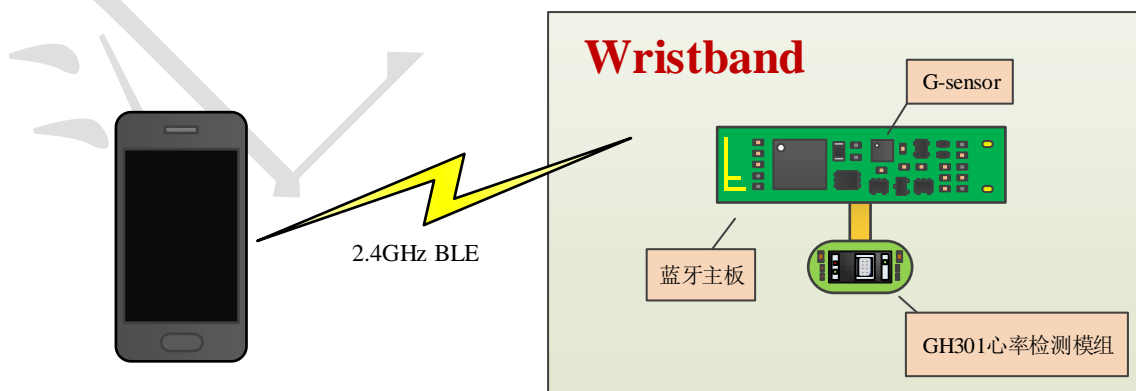


图 2 GH301 手环典型应用示意图

## 2.2 管脚定义

### 2.2.1 芯片 PIN 示意图

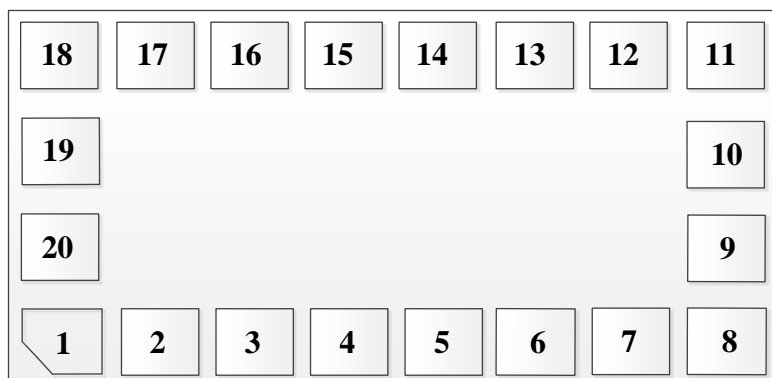


图 3 GH301 芯片管脚示意图 (Top View)

### 2.2.2 芯片 PIN 定义描述

表 2 GH301 芯片管脚定义及描述

编号	管脚名	类别	描述
1	AVDD18	PWR	芯片模拟电源域，内部集成 LDO，外接 1 $\mu$ F 滤波电容
2	DVDD18	PWR	芯片数字电源域，内部集成 LDO，外接 1 $\mu$ F 滤波电容
3	VDDIO	PWR	数字 IO 电源域，外接电平供电
4	GND	PWR	系统地
5	LED_GND	PWR	LED 驱动回流地，应用时短接到 GND
6	VCC	PWR	芯片系统供电，集成红外 LED 供电
7	VLED	PWR	集成绿光 LED 供电
8	LED_DRV0	Analog	LED0 驱动管脚，封装内部与内置红外 LED 负端相连
9	LED_DRV1	Analog	LED1 驱动管脚，封装内部与内置绿光 LED 负端相连
10	LED_DRV2	Analog	LED2 驱动管脚，封装内部与内置绿光 LED 负端相连
11	SPIS_CSN/IIC_SDA	I/O	SPI 通信片选信号，IIC 通信数据信号
12	SPIS_MOSI/IIC_SCL	I/O	SPI 通信 MOSI 信号，IIC 通信时钟信号
13	SPIS_SCK	I/O	SPI 通信时钟信号，当使用 IIC 通信时，该管脚可用于自定义 IIC 地址，芯片上电时该管脚的电平决定 IIC 7-bit 地址的 bit1

编号	管脚名	类别	描述
14	SPIS_MISO	I/O	SPI 通信 MISO 信号, 当使用 IIC 通信时, 该管脚可用于自定义 IIC 地址, 芯片上电时该管脚的电平决定 IIC 7-bit 地址的 bit0
15	IIC_EN	I/O	通信方式选择, 接地选择 SPI, 悬空选择 IIC
16	VPP	PWR	内部使用, 应用悬空
17	HBD_ON	I/O	HBD 工作标识, 高电平有效, 若无需使用则悬空
18	RSTN	I/O	硬件复位, 低电平有效
19	GINT	I/O	佩戴检测的唤醒中断输入, 可连接 G-sensor 的中断输出
20	INT	I/O	中断信号输出

## 2.3 应用参考

如图 4 所示, GH301 手环应用主要由 GH301、G-sensor 等元件组成。VCC 和 VLED 可以合并供电, 但当 VLED 为 3.3V 时, 绿光灯驱动电流不得大于 40 mA。

通讯电平 VDDIO 供电电压为 1.62V~VCC, 通常可以选择短接 VCC。VDDIO 也可以选择 GH301 的 DVDD18 提供, 后者为 1.8V 固定电平。系统设计需注意审核 G-Sensor、GH301 和 MCU 通信电平是否匹配。当主控通信电平不等于 VCC 或 1.8V 时, 主板需提供 VDDIO 电源给模组, 以确保主控与模组通信电平一致。

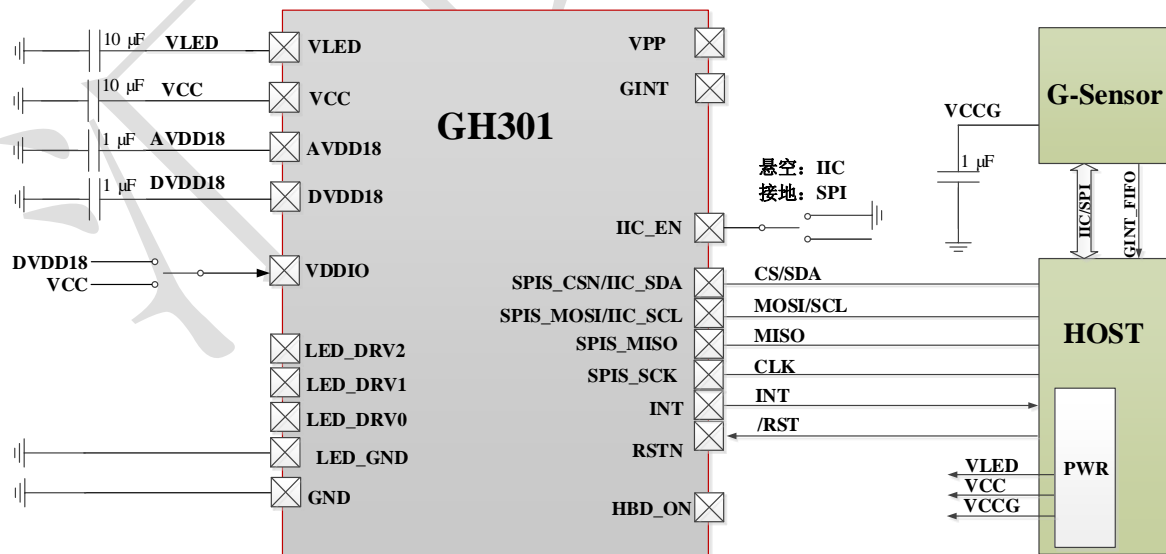


图 4 GH301 手环应用参考



## 2.4 LED 参考应用

GH301 芯片内置三颗 LED，分别通过三路 LED Driver 驱动，可供用户灵活配置及使用；其中一颗为红外 IR LED (850 nm)，两颗为绿光 GR LED (525 nm)；一般情况下，红外 IR LED 用于佩戴检测，两路绿光 GR LED 用于心率检测；两路绿光 GR LED 可选择分时/同时进行心率检测。

此外，芯片将三路 LED Driver 从引脚引出提供给外部需求使用。

## 3. 电源管理及复位

### 3.1 芯片上电时序

VCC 上升到芯片内部预定电压后，PMU 发出 Vpor 信号通知后级各模块开始运行，上电复位完成后进入初始化，初始化完成进入 Idle 状态。

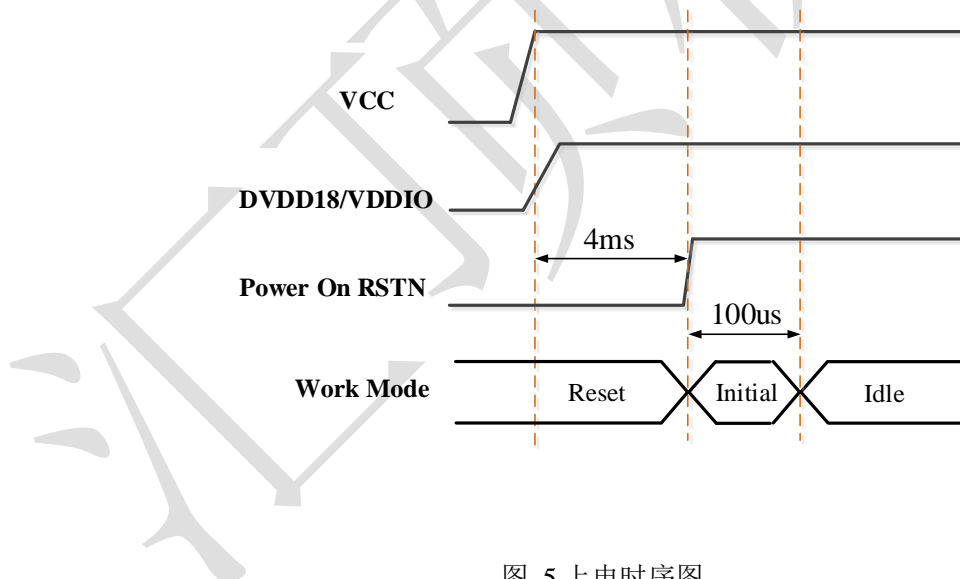


图 5 上电时序图

系统应用时，请按照如下时序操作：

**IIC:**

图 6 IIC 系统控制时序图

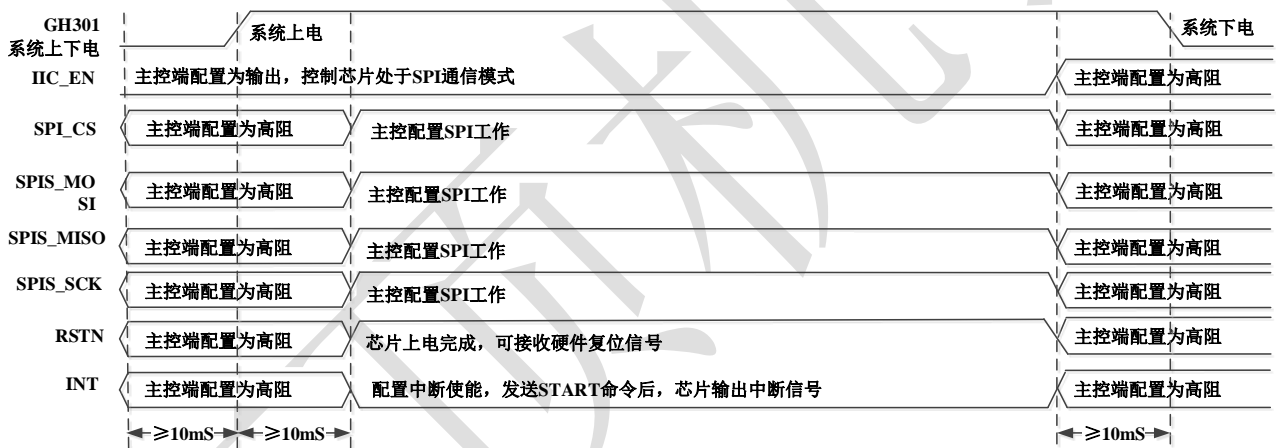
**SPI:**

图 7 SPI 系统控制时序图

**3.2 复位**

芯片包含三个复位源：上电复位 POR、硬件复位、软件复位。

表 3 GH301 复位源

序号	复位源	描述
1	POR	当 VCC 电压上升到芯片预定 POR 阈值时即可触发 GH301 进入工作状态。
2	硬件 RSTN	通过硬件拉低 RSTN 引脚实现复位。
3	软件	可通过通信接口对芯片发送 RSTN 命令进行复位操作。

## 4. 通信接口

### 4.1 IIC

MCU 可以通过 IIC 访问芯片内部的资源，包括寄存器和 FIFO；支持单次和 burst 读写操作。除了支持寄存器和 FIFO 的访问，还支持 command 功能，能够接收并解析 MCU 发送的特定的 command，用于控制 GH301 芯片的内部状态机跳转。

本模块协议中的地址、命令和数据均为 MSB 优先，其中寄存器首地址和数据宽度均为 16 bits，FIFO 数据宽度为 24 bits，以 byte 为单位发送，亦为 MSB 优先。

#### 4.1.1 IIC 地址选择

若当前通信接口为 IIC，则 GH301 上电时 MISO 的电平决定 IIC 7 位地址 bit0 的值，SCK 的电平决定 IIC 7 位地址 bit1 的值。下述 IIC 地址以 XX 指代 bit1 与 bit0 的值。

#### 4.1.2 IIC 写操作协议

写操作数据格式为： $\text{start} + 8(\text{addr} (7'b00101XX + W)) + 8(\text{reg\_high}) + 8(\text{reg\_low}) + 8(\text{data\_high}) + 8(\text{data\_low}) + \dots + \text{stop}$ ;



图 8 IIC 写操作数据格式

#### 4.1.3 IIC 读操作协议

读 slave 数据格式分为两种：

第一种： $\text{start} + 8(\text{addr} (7'b00101XX + W)) + 8(\text{reg\_high}) + 8(\text{reg\_low}) + \text{stop}$ ;

$\text{start} + 8(\text{addr} (7'b00101XX + R)) + 8(\text{data\_high}) + 8(\text{data\_low}) + \dots + \text{stop}$ ;

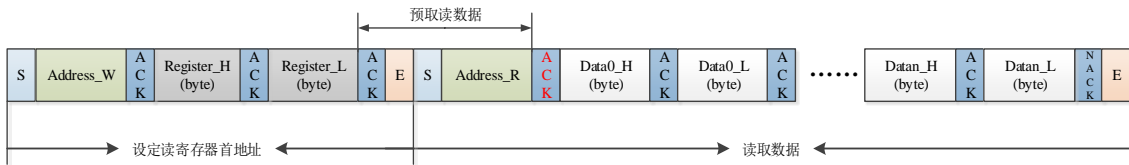


图 9 IIC 读 Slave 数据格式一

第二种:  $start + 8(addr (7'b00101XX + W)) + 8(reg\_high) + 8(reg\_low) + start + 8(addr (7'b00101XX + R)) + 8(data\_high) + 8(data\_low) + \dots + stop;$

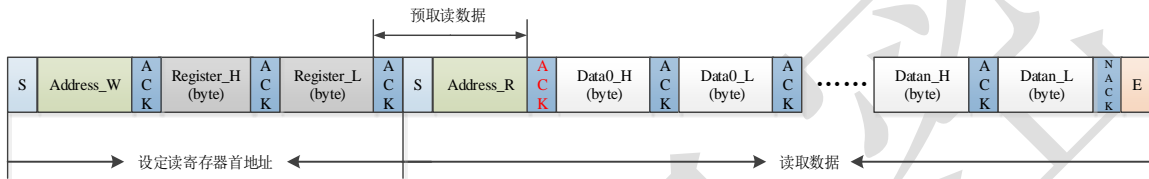


图 10 IIC 读 Slave 数据格式二

读操作约束: 完成读操作后, 如需继续操作 I2C 总线, 两次操作之间的间隔需大于 10 μs。

### 4.1.4 IIC 发送命令协议

发送命令数据格式为:

$start + 8(addr (7'b00101XX + W)) + 8(reg\_high\ 8'hDD) + 8(reg\_low\ 8'hDD) + 8(Cmd) + stop;$

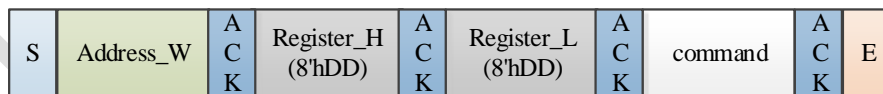


图 11 IIC 发送命令数据格式



### 4.2.1 SPI 写操作协议

写操作数据格式为：CS\_Low + 8(cmd(8'hF0)) + 8(reg\_high) + 8(reg\_low) + 8(length\_high) + 8(length\_low) + 8(data\_high) + 8(data\_low) + ..... + Delay (t1) + CS\_High + Delay (t2);

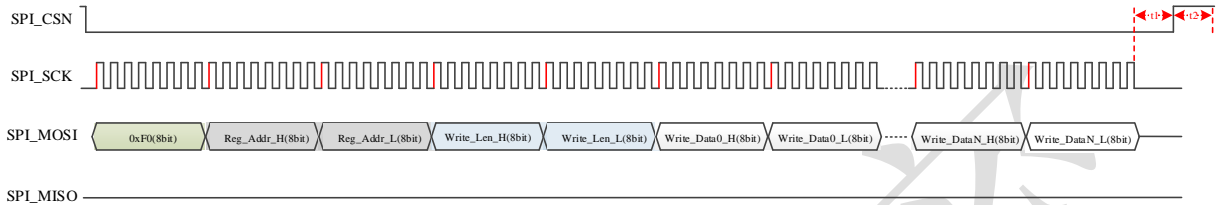


图 13 SPI 写操作数据格式

写操作约束：写最后一个 byte 后，需要延时(t1) 大于等于 15  $\mu\text{s}$ 。完成操作 CS 拉高后，需要延时(t2)大于等于 5  $\mu\text{s}$ 。

### 4.2.2 SPI 读操作协议

读操作数据格式为：CS\_Low + 8(cmd(8'hF0)) + 8(reg\_high) + 8(reg\_low) + Delay (t1) + CS\_High + Delay (t2) + CS\_Low + 8(data\_high) + 8(data\_low) + ..... + CS\_High + Delay (t3);

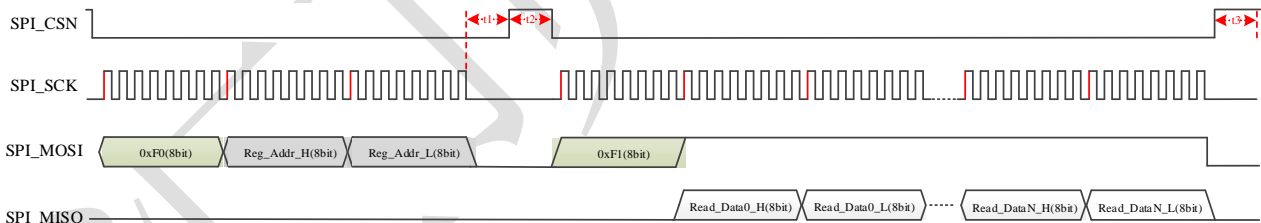


图 14 SPI 读操作数据格式

读操作约束：发送完地址后，需要延时(t1)大于等于 15  $\mu\text{s}$ 。中间过程 CS 拉高后，需要延时(t2)大于等于 5  $\mu\text{s}$ 。读取数据完成操作 CS 拉高后，需要延时(t3)大于等于 5  $\mu\text{s}$ 。

### 4.2.3 SPI 发送命令协议

发送命令格式为：CS\_Low + 8(Cmd) + CS\_High + Delay(t1);

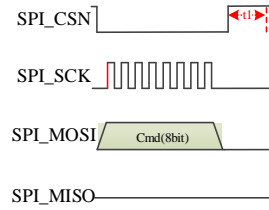


图 15 SPI 发送命令格式

写命令约束：发送完 Cmd 操作 CS 拉高后，需要延时( $t_1$ )大于等于  $5 \mu\text{s}$ 。

#### 4.2.4 SPI 时序

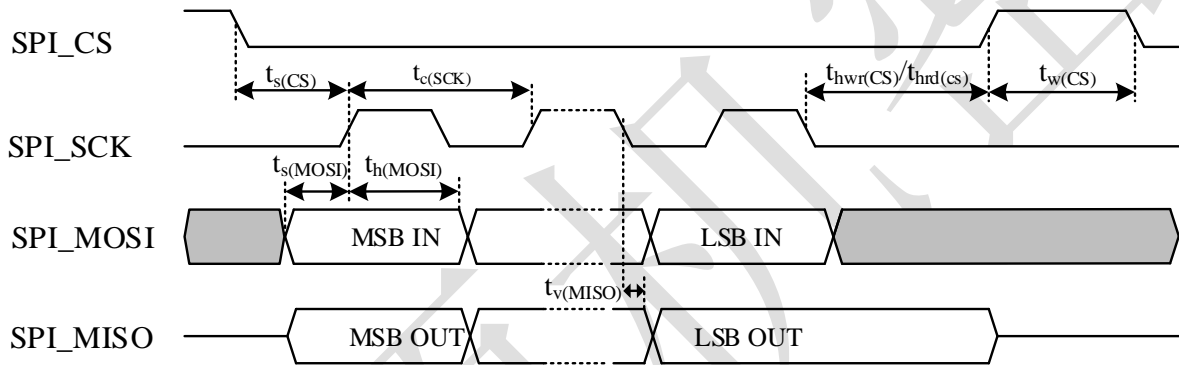


图 16 SPI 时序

表 5 SPI 时序参数

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
DuCy(SPI_SCK)	SPI_SCK 时钟占空比	-	50	-	%
$1/t_c(\text{SCK})$	SPI_SCK 时钟周期	-	4	-	MHz
$t_s(\text{CS})$	SPI_CS 建立时间	40	-	-	ns
$t_{\text{hwr}}(\text{CS})$	SPI_CS 写操作保持时间	15	-	-	$\mu\text{s}$
$t_{\text{hrd}}(\text{CS})$	SPI_CS 读操作保持时间	10	-	-	ns
$t_w(\text{CS})$	SPI_CS 空闲时间	6	-	-	$\mu\text{s}$
$t_s(\text{MOSI})$	数据输入建立时间	40	-	-	ns
$t_h(\text{MOSI})$	数据输出建立时间	40	-	-	ns
$t_v(\text{MISO})$	数据输出有效时间	-	-	30	ns

## 4.3 通信接口验证指南

如需验证通信是否成功，可通过如下两种方式进行验证：

- 不包含 Goodix 驱动库，可按以下步骤操作：
  - 实现 IIC/SPI 接口函数；
  - 按照 IIC/SPI 发送命令协议发送 0XC0 命令，延时 1ms 后，按照 IIC/SPI 读操作协议从地址为 0x0028 的寄存器中读取 2 个字节，若得到值为 0x0031，则通信接口验证成功；
- 包含 Goodix 驱动库时，可按以下步骤操作：
  - 实现 IIC/SPI 接口函数；
  - 调用 Goodix 驱动库的 HBD\_SetI2CRW/ HBD\_SetSPIRW 函数将 IIC 接口注册到库中；
  - 调用 Goodix 驱动库的 HBD\_CommunicationInterfaceConfirm 接口，若得到返回 HBD\_RET\_OK 返回值，则通信接口验证成功；

注：驱动库接口详细说明请查阅《GH30x 心率测量芯片应用说明》。

## 5. 工作模式

GH301 有三种工作模式：Sleep 模式、HBD 模式、ADT 模式。

### 5.1 Sleep 模式

系统上电初始化后进入 Sleep 模式，Sleep 模式下，非必须模块将被关闭，系统功耗最低。

### 5.2 HBD 模式

启动心率检测后，系统进入 HBD 模式，心率 Raw Data 通过 SPI/IIC 接口读取。

### 5.3 ADT 模式

启动佩戴检测后，系统进入 ADT 模式，GH301 进行佩戴检测，通过中断返回佩戴状态。



## 5.4 模式切换

Sleep 模式与 HBD 模式可通过调用 Goodix 驱动库函数 HBD\_HbStart 和 HBD\_Stop 实现模式切换。Sleep 模式与 ADT 模式可通过调用 Goodix 驱动库函数 HBD\_AdtStart 和 HBD\_Stop 实现模式切换。

具体如下图：

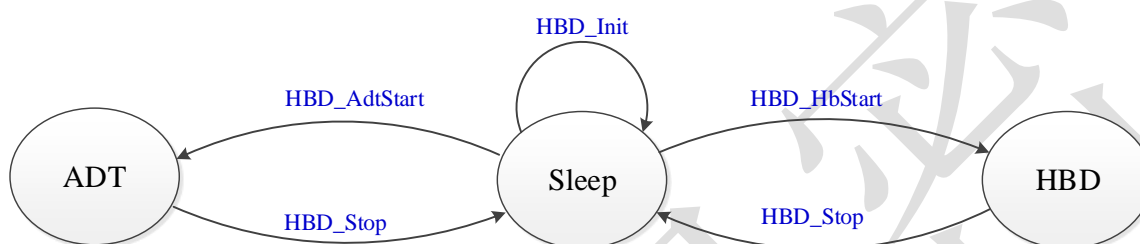


图 17 系统工作状态机

注：模式切换调用的函数详细说明请查阅《GH30x 心率测量芯片应用说明》。

## 6. 电气参数

### 6.1 极限电气参数

表 6 GH301 极限电气参数

参数	最小值	最大值	单位
VCC	-0.3	3.6	V
VLED	-0.3	5.1	V
VDDIO	-0.3	3.6	V
数字 IO 可承受电压	-0.3	VDDIO+0.3	V
存储温度范围	-40	+125	°C
ESD(HBM)	±2		kV

注：

(1) 超出极限工作条件可能会对芯片造成永久性损坏；

(2) 表中仅是芯片工作所能承受的最大极限值，并不表明在上述或任何其他超出极值的情况下，芯片功能一定可以正常运行；

(3) 若长时间处于极限工作条件，芯片可靠性可能会受到影响。

## 6.2 推荐工作条件

表 7 推荐工作条件

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
VCC	2.5	-	3.3	V	电源噪声 < 50mVpp (white noise 1 MHz)
VLED	3.3	3.3	5.0	V	当 VLED 供电为 3.3V 时，绿光灯驱动电流不得大于 40 mA。若要支持 100mA 驱动，VLED 供电需大于 4.0V，推荐 4.5V。
VDDIO	1.62	1.8	VCC	V	数字 IO 电源域，VDDIO 电压不能高于 VCC 的电压值。
工作温度	-20	+25	+50	°C	

## 6.3 直流特性参数

工作条件：VCC = 3.3V，VLED = 3.3V，环境温度 25°C

表 8 直流特性参数

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
HBD 模式平均电流 @ 25 Hz	-	25	--	μA	1、未包含 G-sensor 电流，约 20 μA。 2、未包含 LED 驱动电流，每 1mA LED 驱动电流配置，功耗增加约 1 μA。
ADT 佩戴检测模式电流	-	10	-	μA	包含 LED 电流
Sleep 模式电流	-	3	-	μA	
数字输入低电平	-	-	0.25*VDDIO	V	

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
数字输入高电平	0.75*VDDIO	-	-	V	-
数字输出低电平	-	-	0.15*VDDIO	V	-
数字输出高电平	0.85*VDDIO	-	-	V	-

## 7. 封装

### 7.1 封装示意图

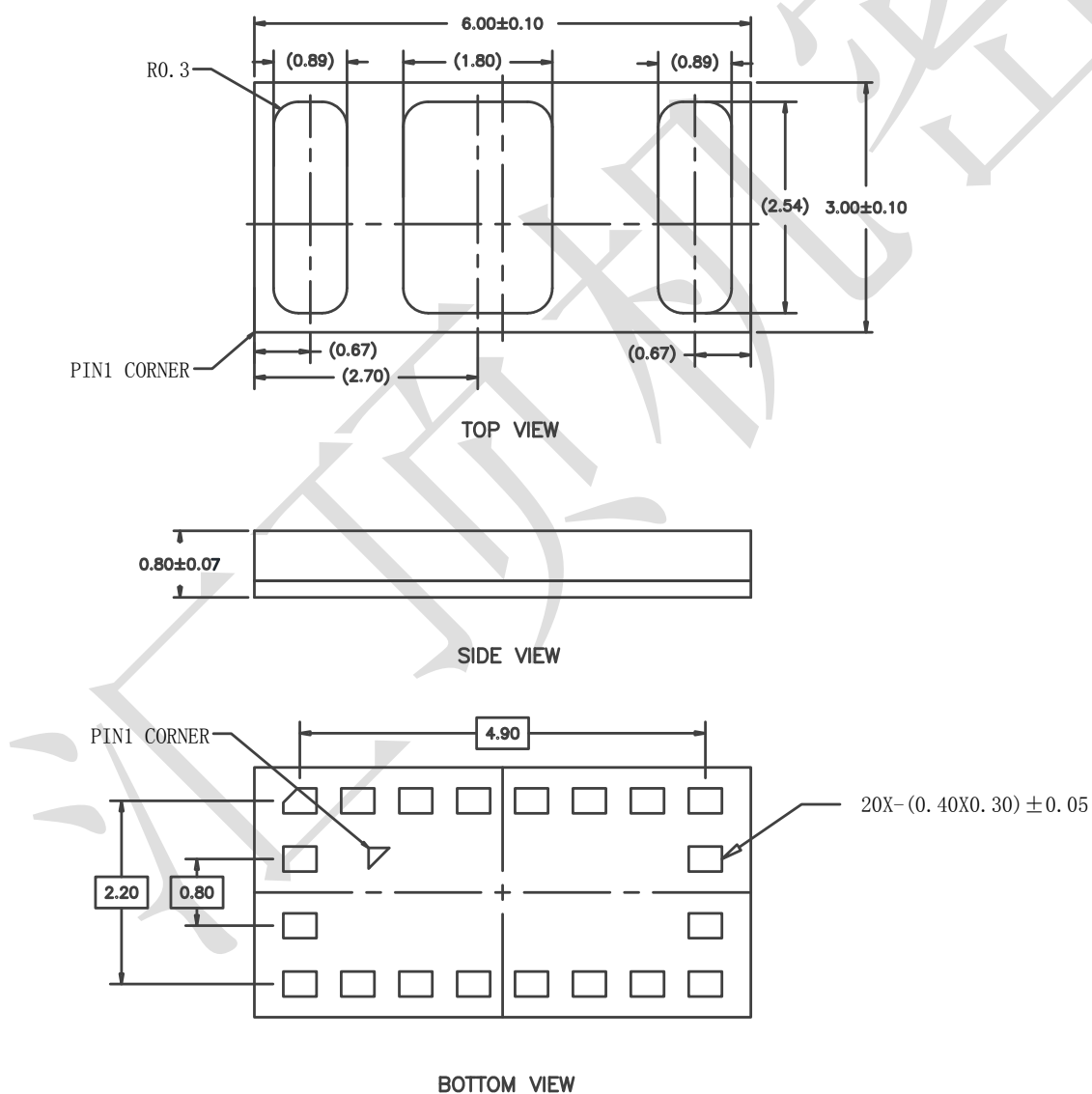


图 18 封装示意图（单位：mm）

## 7.2 封装标识

同一批次产品具有相同的 Mark 信息， Mark 信息定义如下。

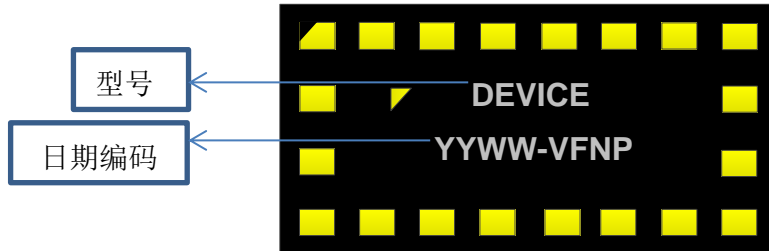


图 19 封装标识样板

## 8. SMT 回流焊要求

### 8.1 潮湿敏感等级

GH301 为 3 级防潮 (MSL3)，其要求为：

- 在真空包装中的有效保存时间：在正常电子元器件保存条件下为 12 个月；存储环境条件：温度 $<40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $<90\%\text{R.H}$
- 在真空包装被打开后，如果器件是用于红外回流设备或同等条件处理(温度不超过 $260^{\circ}\text{C}$ )，必须要符合以下条件：
  - 168 小时内上线生产（工厂环境为 $\leq 30^{\circ}\text{C}/60\%\text{R.H}$ ）
  - 在 $\leq 10\%\text{R.H}$ 条件下保存（例如在干燥柜中保存）
- 在以下条件下，器件上线生产前需要进行烘干处理：
  - 在 $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ 时，湿度指示卡显示 $>20\%$
  - 不符合 2a 或 2b
- 如果器件需要烘干处理，烘干时间为：

- 如密封包装内是低温器件(例如卷带包装的产品),  $40^{\circ}\text{C}+5^{\circ}\text{C}/-0^{\circ}\text{C} < 5\% \text{RH}$  条件下烘干 192 小时。
- 如密封包装内是高温器件(例如托盘包装的产品), 在  $125^{\circ}\text{C}+5/-0^{\circ}\text{C}$  条件下烘干 8 小时。
- 烘烤完成后, 冷却后需立即装入真空袋。卷带真空袋包装放入不小于 5 克干燥剂和一张 6 点式湿度指示卡并抽真空密封保存; 托盘真空袋包装放入不小于 10 克干燥剂和一张 6 点式湿度指示卡并抽真空密封保存。

## 8.2 热冲击次数

回流焊+波峰焊+Rework 总次数  $\leq 3$  次。

## 8.3 无铅回流曲线示意图说明

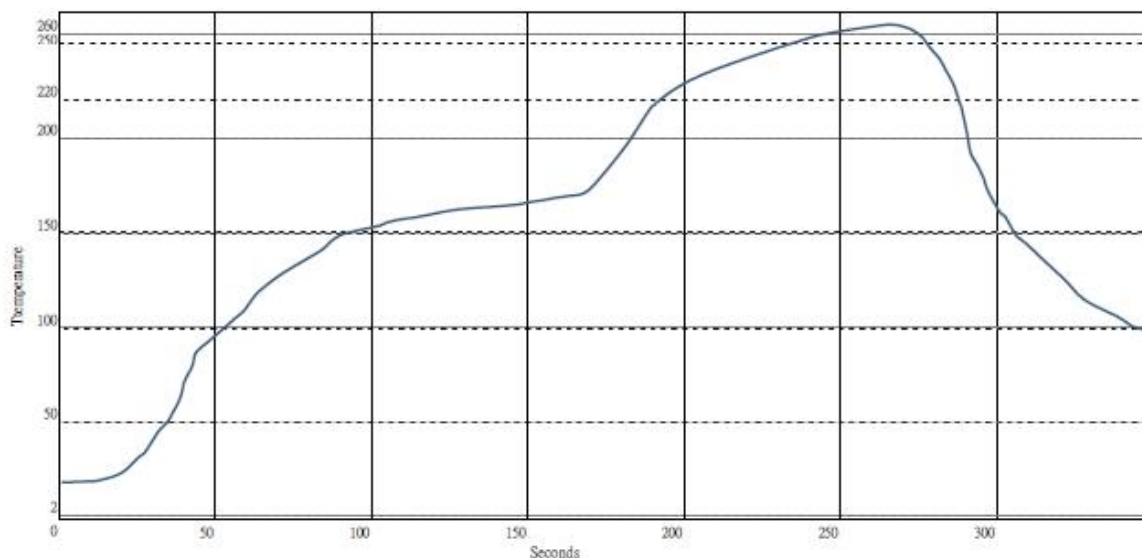


图 20 无铅回流曲线示意图

依照 J-STD-020D-01, GH301 芯片无铅 (Pb-Free) 回流温度曲线说明见下表格。

表 8 无铅 (Pb-Free) 回流温度曲线说明

区间	无铅制程参数 (参考)		在炉内的整个时间不超过 8 分钟
A 预热区 (25°C~150°C)	预热时间	80s ~120s	
	升温斜率	<3°C/s	
B 恒温区 (150°C~200°C)	恒温时间	60s~120s (汇顶建议 100s)	
	升温斜率	<1°C/s	
C 回流区	回流温度	>217°C	
	回流时间	60s~150s	
	升温斜率	<3°C/s	
	峰值温度	230~255°C	
D 冷却区	降温斜率 1 (~217°C)	<6°C/s	
	降温斜率 2 (<217°C)	1°C/s~3°C/s	

注：请按照 J-STD-020D-01 标准执行。

## 9. 版本记录

表 9 修订记录

文件版本	日期	修订内容
V0.1	2018 年 7 月 4 日	预发布版
V0.2	2018 年 8 月 1 日	预发布版 (更新 IC 系统框图; 2.4 章节增加关于 LED 灯的相关说明; 新增第 3 章节“电源管理及复位”;

文件版本	日期	修订内容
		更新相关电气参数值。)
V0.3	2018 年 9 月 28 日	预发布版 (更新管脚定义描述; 更新通信接口验证指南; 更新直流特性参数值。)
V1.0	2019 年 1 月 10 日	正式发布版 (更新 Pin 15 定义; 增加 Sleep 模式功耗和 SPI/IIC 时序参数要求; 更新系统框图; 更新电气参数; 增加绿光驱动电流要求; 增加电源噪声要求; 优化部分描述)
V1.1	2019 年 3 月 20 日	修订芯片厚度公差; 概述中增加佩戴检测功能的描述; 删除蓝牙相关描述。

## 10. 联系方式



## 深圳市汇顶科技股份有限公司

深圳市汇顶科技股份有限公司

总部地址：深圳市福田保税区腾飞工业大厦 B 座 2 层、13 层

电话：+86-755-33338828 传真：+86-755-33338830

网址：www.goodix.com