

## I2C接口加速度计洗衣机模块

### 主要特性

- 28.6 X 15 X 9 毫米封装
- 三轴输出
- 快速 I2C 从模块接口 (400KHz)
- 支持 4.5V 到 5.5V 电源输出
- 低功耗: 典型值 < 150uA@5 V
- 嵌入式上下自测功能
- 片上混合信号处理
- 无铅符合 RoHS 标准

### 应用

- 洗衣机平衡模块检测
- 不平衡旋转运动状态检测

### 产品描述

MMS213A 是一款三轴 MEMS 加速度计应用于OOB 的加速度模块产品。

MMS213A 用于检测和修正机器旋转时候的震动偏差

# 目录

|     |                 |    |
|-----|-----------------|----|
| 1   | 功能框架和连接图描述..... | 5  |
| 1.1 | 连接器描述.....      | 5  |
| 2   | 机械和电气规格.....    | 6  |
| 2.1 | 机械特性.....       | 6  |
| 2.2 | 电气特征.....       | 6  |
| 3   | 通信接口.....       | 7  |
| 3.1 | I2C 电气规格.....   | 7  |
| 3.2 | I2C 接口操作.....   | 7  |
| 4   | 配置.....         | 9  |
| 4.1 | 量程(0FH).....    | 9  |
| 4.2 | 带宽(10H).....    | 9  |
| 5   | 数据读取.....       | 10 |
| 5.1 | 数据格式.....       | 10 |
| 5.2 | 举例.....         | 10 |
| 5.3 | 操作序列.....       | 11 |
| 6   | 典型电路.....       | 12 |
| 7   | 封装信息.....       | 13 |
| 7.1 | 外形尺寸.....       | 13 |
| 8   | 修改历史记录.....     | 14 |

## List of 表 s

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 表 1 连接器描述.....                    | 5  |
| 表 2 线束规格.....                     | 5  |
| 表 3. 机械特性.....                    | 6  |
| 表 4. 电气特征.....                    | 6  |
| 表 5. 电气规格.....                    | 7  |
| 表 6. I2C 地址.....                  | 8  |
| 表 7. SAD+Read/Write patterns..... | 8  |
| 表 8. 主机向从机写一个字节.....              | 8  |
| 表 9. 机向从机写多个字节.....               | 8  |
| 表 10. 主机读取一个字节.....               | 8  |
| 表 11. 主机读取多个字节.....               | 8  |
| 表 12. 量程寄存器.....                  | 9  |
| 表 13. 量程寄存器描述.....                | 9  |
| 表 14. 带宽寄存器.....                  | 9  |
| 表 15. 带宽寄存器描述.....                | 9  |
| 表 16. ACC_X_LSB 寄存器.....          | 10 |
| 表 17. ACC_X_MSB 寄存器.....          | 10 |
| 表 18 2G 量程下的数据样本.....             | 10 |
| 表 19. 修改记录.....                   | 14 |

## 图表

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 图 1 连接器前视图.....          | 5  |
| 图 2 I2C 从机时序图.....       | 7  |
| 图 3 I2C 协议.....          | 8  |
| 图 4 实际IIC 传输波形 .....     | 11 |
| 图 5 MMS213A I2C 电路 ..... | 12 |
| 图 6 封装尺寸(单位: 毫米).....    | 13 |

# 1 功能框架和连接图描述

## 1.1 连接器描述

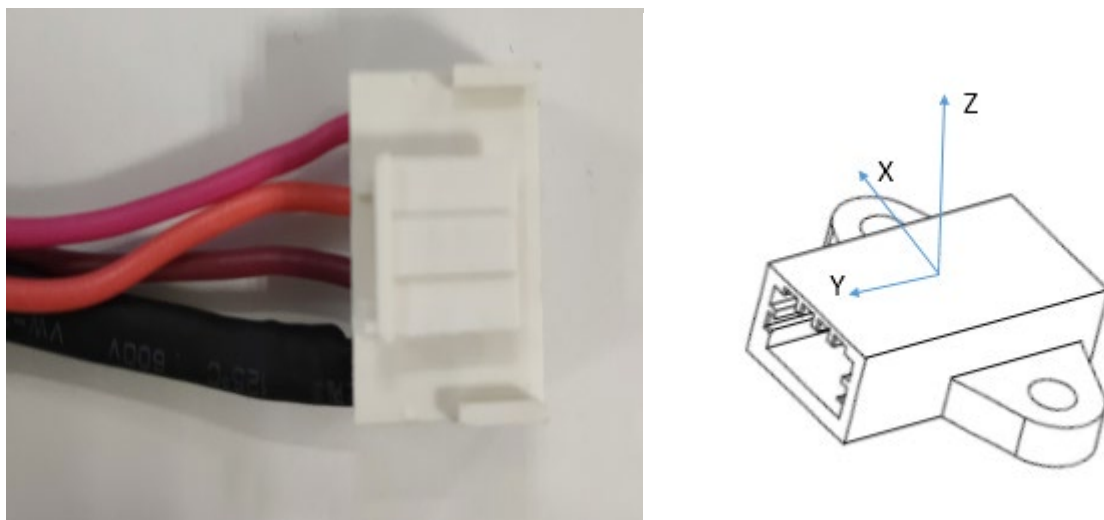


图 1 连接器前视图

表 1 连接器描述

| 引脚序号 | 颜色 | 名称      | 参数       | 描述        |
|------|----|---------|----------|-----------|
| 1    | 红色 | VDD(红色) | 4.5-5.5v | 电源        |
| 2    | 橙色 | SCL(橙色) | 漏级开路     | I2C 时钟信号线 |
| 3    | 棕色 | SDA(棕色) | 漏级开路     | I2C 数据线   |
| 4    | 黑色 | GND(黑色) | 0v       | 地         |

表 2 线束规格

| 项目 | 描述  |
|----|---|
| 类型 | RWP 4 X 0.12 mm, 标准铜线                                   |
| 长度 | 定制的 $38 \pm 2$ cm                                       |
| 特性 | 剥离成 4 根、镀锡&标准的铜绞线<br>随着 $\phi 1.5$ mm 尺寸收缩<br>管的颜色和电线一样 |

## 2 机械和电气规格

### 2.1 机械特性

Vdd = 5 V, T = 25 °C

表 3. 机械特性

| 缩写                | 参数        | 测试条件       | 最小值 | 典型值  | 最大值 | 单位          |
|-------------------|-----------|------------|-----|------|-----|-------------|
| TCS <sub>0</sub>  | 温度对灵敏度的影响 | ±2g        |     | 0.01 |     | %/°C        |
| T <sub>yoff</sub> | 零漂        |            |     | ±80  |     | mg          |
| T <sub>coff</sub> | 温度对零漂的影响  | 与 25°C 最大偏 |     | ±0.6 |     | mg/°C       |
| An                | 噪声密度      | 工作模式       |     | 200  |     | ug/sqrt(Hz) |
| Top               | 工作温度      |            | -40 |      | 85  | °C          |

### 2.2 电气特征

Vdd = 5 V, T = 25 °C

表 4. 电气特征

| 缩写                   | 参数        | 测试条件               | 最小   | 典型  | 最大值     | 单位   |
|----------------------|-----------|--------------------|------|-----|---------|------|
| Vdd                  | 电源电压      |                    | 4.5  | 5   | 5.5     | V    |
| I <sub>dd</sub>      | 正常工作模式下功耗 | Top=25°C, ODR=1kHz |      | 150 |         | uA   |
| V <sub>IH</sub>      | 数字输入高对应电压 | I <sub>2C</sub>    | 0.7* |     |         | V    |
| V <sub>IL</sub>      | 数字输入低对应电压 | I <sub>2C</sub>    |      |     | 0.3*3.3 | V    |
| V <sub>OH</sub>      | 数字输出高对应电压 |                    | 0.9* |     |         | V    |
| V <sub>OL</sub>      | 数字输出低对应电压 |                    |      |     | 0.1*3.3 | V    |
| BW                   | 系统带宽      |                    | 1.95 |     | 500     | Hz   |
| ODR                  | 数字输出频率    |                    | 1    |     | 1000    | Hz   |
| W <sub>aketime</sub> | 唤醒时间      | 从待机模式唤醒            |      | 1   |         | ms   |
| Start-up time        | 启动时间      | 从关机状态              |      | 2   |         | ms   |
| PSRR                 | 电源抑制比     | Top=25°C           |      |     | 20      | mg/V |

## 3 通信接口

### 3.1 I2C 电气规格

表 5. 电气规格

| 缩写         | 参数                           | 最小  | 最大  | 单位  |
|------------|------------------------------|-----|-----|-----|
| fscl       | 时钟频率                         |     | 400 | kHz |
| tscl_l     | SCL 低脉冲                      | 1.3 |     | us  |
| tscl_h     | SCL 高脉冲                      | 0.6 |     | us  |
| Tsda_setup | SDA 建立时间                     | 0.1 |     | us  |
| Tsda_hold  | SDA 保持时间                     | 0.0 |     | us  |
| tsusta     | 建立时间 (for a repeated start)  | 0.6 |     | us  |
| thdsta     | 保持时间 (for a start condition) | 0.6 |     | us  |
| tsusto     | 建立时间 (for a stop condition)  | 0.6 |     | us  |
| tbuf       | 新的传输可以开始的时间间隔                | 1.3 |     | us  |

下图显示了上面表格中描述的I2C 时序:

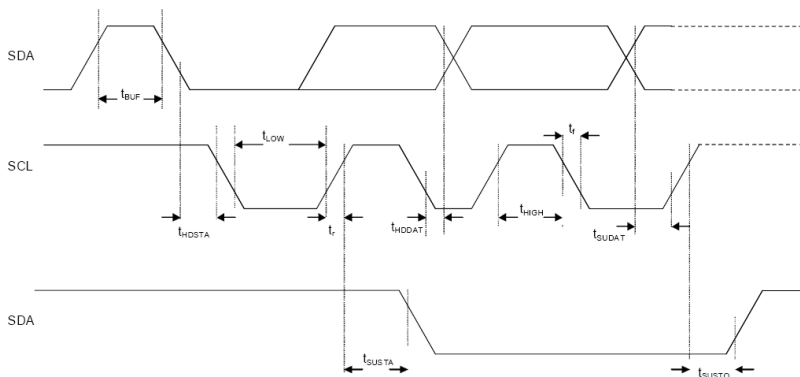


图 2 I2C从机时序图

### 3.2 I2C 接口操作

I2C 总线使用SCL 和SDA 作为信号线必须使用电阻上拉到VDDIO 以保证总线空闲状态时SCL 和SDA 为高电平。MMS213A 的设备地址如下:

表 6. I2C 地址

| SAD6 | SAD5 | SAD4 | SAD3 | SAD2 | SAD1 | SAD0 | W/R |
|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0/1 |

表 7. SAD+Read/Write patterns

| Command | SAD[6:0] | R/W | SAD+R/W        |
|---------|----------|-----|----------------|
| Read    | 0011001  | 1   | 00110011 (33h) |
| Write   | 0011001  | 0   | 00110010 (32h) |

I2C 接口协议有自己专用信号条件。Start (S)， Stop (P) 和二进制数据传输显示如下。SCL 保持高电平，SDA 的下降沿表示起始信号，接着发送从机地址。7 位地址后的位表示读写位。当一个从设备发现自己被寻址时，需要发送一个响应信号（在第九个时钟将 SDA 拉低）。

在停止条件，SCL 保持高电平，SDA 有一个上升沿。在 SCL 为高电平时，SDA 必须保持固定，SDA 电平只能在 SCL 为低时进行变更。

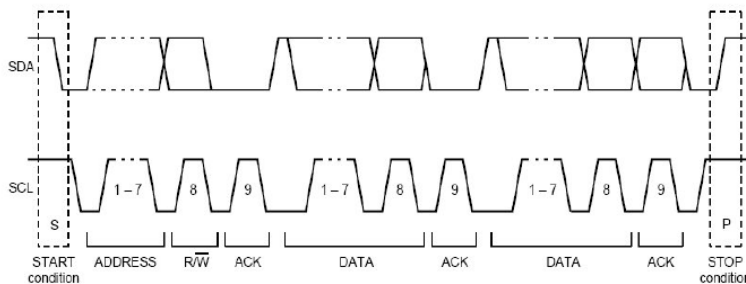


图 3 I2C 协议

表 8. 主机向从机写一个字节

|        |   |       |     |     |     |      |     |   |
|--------|---|-------|-----|-----|-----|------|-----|---|
| Master | S | SAD+W |     | SUB |     | DATA |     | P |
| Slave  |   |       | SAK |     | SAK |      | SAK |   |

表 9. 机向从机写多个字节

|        |   |       |     |     |     |      |  |      |  |   |
|--------|---|-------|-----|-----|-----|------|--|------|--|---|
| Master | S | SAD+W |     | SUB |     | DATA |  | DATA |  | P |
| Slave  |   |       | SAK |     | SAK | SAK  |  | SAK  |  |   |

表 10. 主机读取一个字节

|        |   |       |     |     |     |    |       |     |      |       |   |
|--------|---|-------|-----|-----|-----|----|-------|-----|------|-------|---|
| Master | S | SAD+W |     | SUB |     | SR | SAD+R |     |      | NMASK | P |
| Slave  |   |       | SAK |     | SAK |    |       | SAK | DATA |       |   |

表 11. 主机读取多个字节

|        |   |       |     |     |     |    |       |     |      |     |      |     |      |       |   |
|--------|---|-------|-----|-----|-----|----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-------|---|
| Master | S | SAD+W |     | SUB |     | SR | SAD+R |     |      | MAK |      | MAK |      | NMASK | P |
| Slave  |   |       | SAK |     | SAK |    |       | SAK | DATA |     | DATA |     | DATA |       |   |



## 4 配置

### 4.1 量程(0FH)

此寄存器用于配置加速度计的量程。

表 12. 量程寄存器

缺省值: 0x03 类型: 可读可写

|        |        |        |        |          |          |          |          |
|--------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|
| Unused | Unused | Unused | Unused | Range[3] | Range[2] | Range[1] | Range[0] |
|--------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|

表 13. 量程寄存器描述

|            |   |
|------------|---|
| Range[3:0] | 配置加速度计量程<br>'0011b': +/-2g<br>'0101b': +/-4g<br>'1000b': +/-8g<br>'1100b': +/-16g<br>其他组合配置预留（不要使用） |
| Unused     | 写 '0'   |

### 4.2 带宽(10H)

此寄存器用于配置加速度计的带宽

表 14. 带宽寄存器

缺省值: 0x0F 类型: 可读可写

|        |        |        |       |       |        |        |        |
|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Unused | Unused | Unused | bw[4] | bw[3] | bw [2] | bw [1] | bw [0] |
|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|

表 15. 带宽寄存器描述

|          |   |
|----------|---|
| bw [4:0] | 配置加速度计带宽<br>'00xxx b': 7.81hz<br>'01000b': 7.81hz<br>'01001b': 15.63hz<br>'01010b': 31.25hz<br>'01011b': 62.5hz<br>'01100b': 125hz<br>'01101b': 250hz<br>'01110b': 500hz<br>'01111b': 1000hz<br>'1xxxx b': 1000hz |
| Unused   | 写 '0'   |

注: ODR=bw 的 2 倍

## 5 数据读取

### 5.1 数据格式

#### ACC\_X\_LSB (02H), ACC\_X\_MSB (03H)

X-axis acceleration data, the value is expressed in two complement byte and are left justified.

表 16. ACC\_X\_LSB 寄存器

缺省值: 0x00 类型: 只读

|      |      |        |        |        |        |        |        |
|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| D[1] | D[0] | Unused | Unused | Unused | Unused | Unused | Unused |
|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|

表 17. ACC\_X\_MSB 寄存器

缺省值: 0x00 类型: 只读

|      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| D[9] | D[8] | D[7] | D[6] | D[5] | D[4] | D[3] | D[2] |
|------|------|------|------|------|------|------|------|

#### ACC\_Y\_LSB (04H), ACC\_Y\_MSB (05H)

Y-轴加速度值由高低两个字节组成并左对齐。 Y-轴格式与X-轴格式一样。

#### ACC\_Z\_LSB (06H), ACC\_Z\_MSB (07H)

Z-轴加速度值由高低两个字节组成并左对齐。 Z-轴格式与X-轴格式一样。

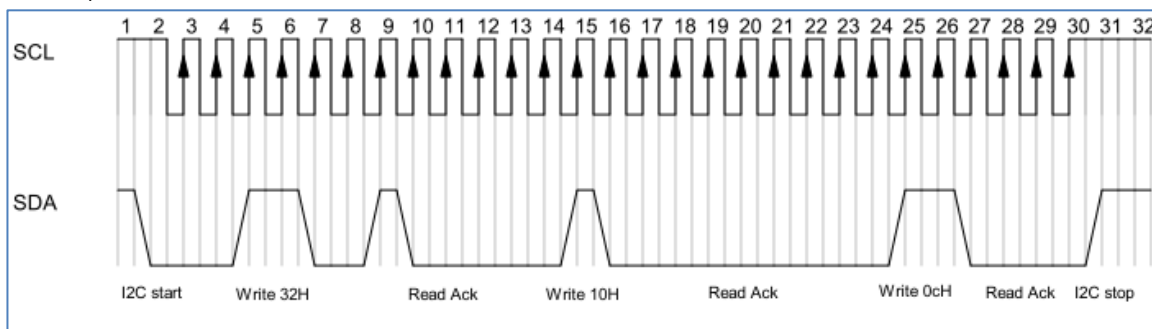
### 5.2 举例

表 18 2G 量程下的数据样本

| XLSB | XMSB | OUTPUT (mg) |
|------|------|-------------|
| 0x00 | 0x40 | 1000        |
| 0x00 | 0x00 | 0           |
| 0x00 | 0xC0 | -1000       |

### 5.3 操作序列

上电后, 首先写0cH到10H寄存器:



第二步, 连续读 6 个寄存器从 0x02 到 0x07 基于 4.1 介绍的数据格式将读到的数据转换成 3 轴数据(x,y,z)

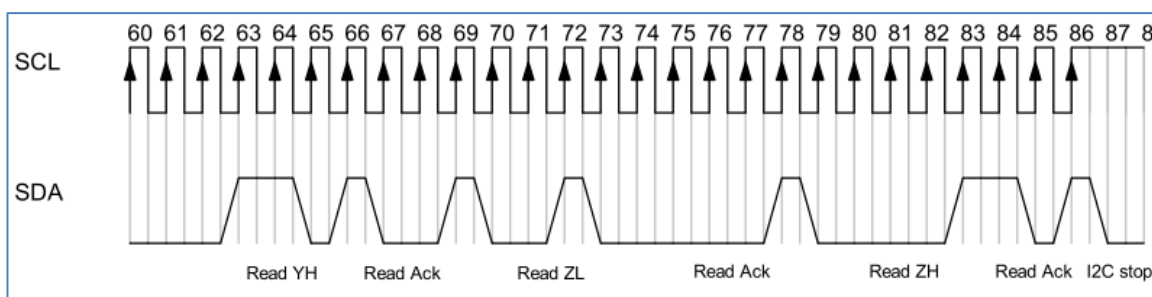
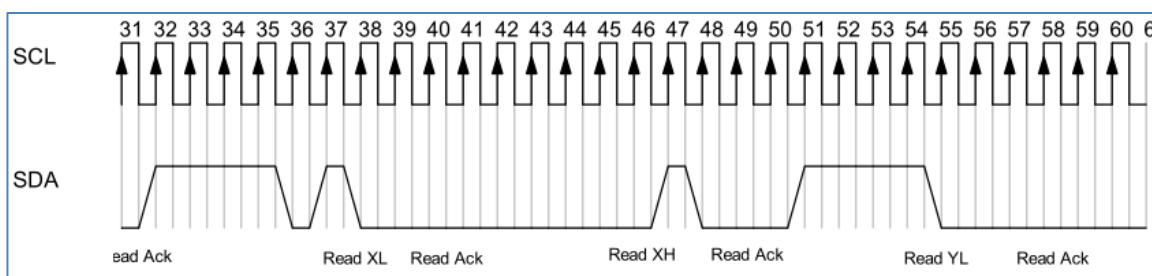
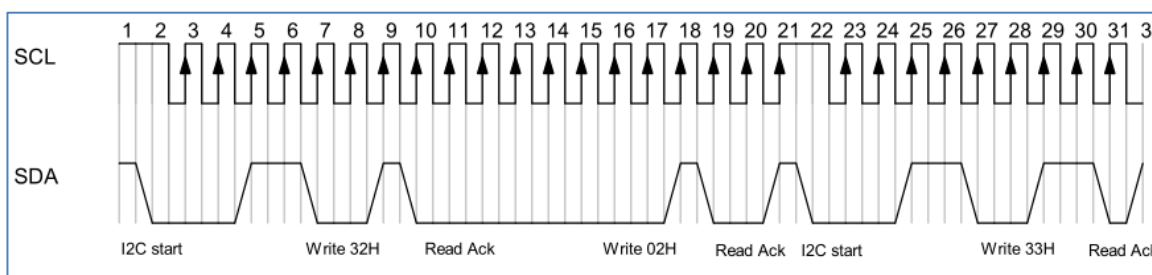
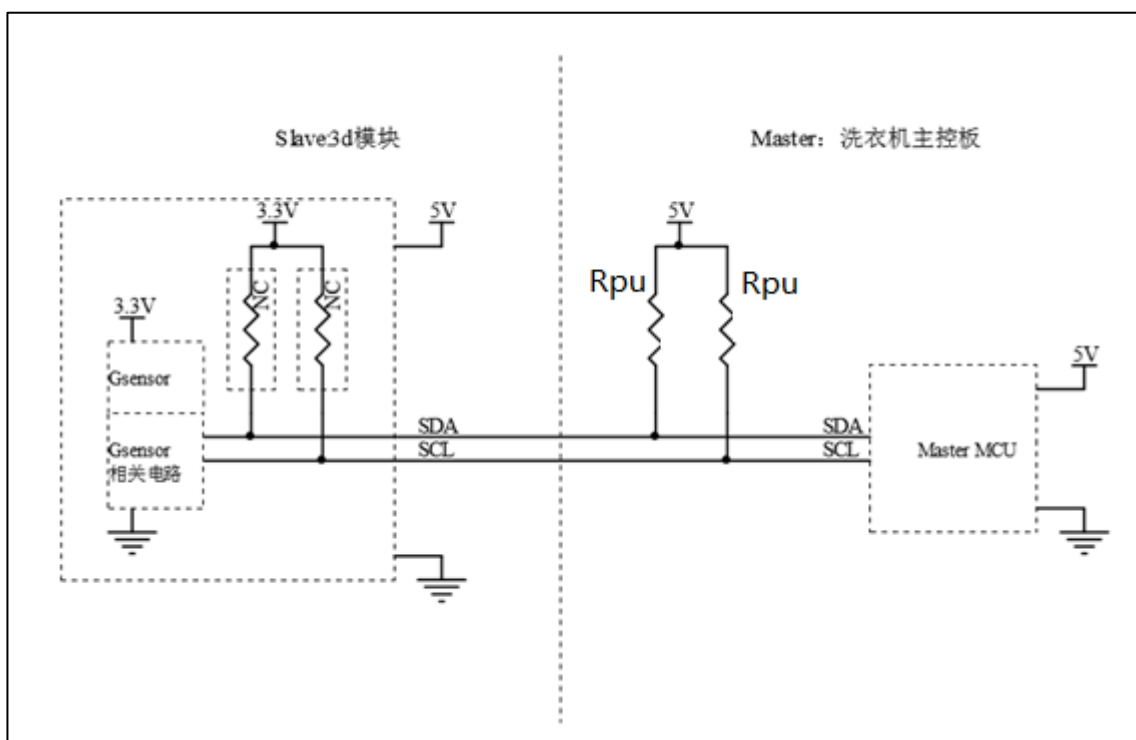


图 4 实际IIC 传输波形

## 6 典型电路



注： I2C 上拉电阻（Rpu）推荐用 4.7K。

图 5 MMS213A I2C 电路

# 7 封装信息

## 7.1 外形尺寸

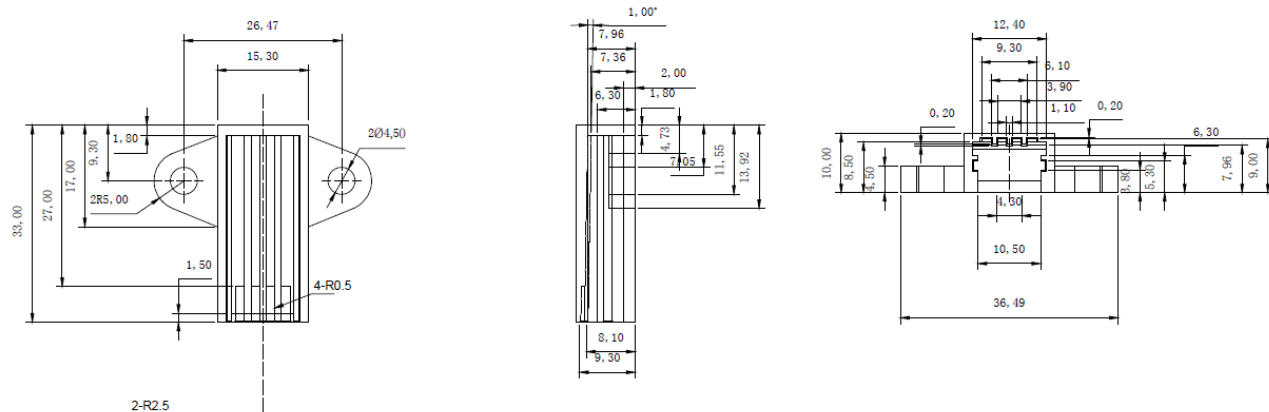


图 6 封装尺寸(单位: 毫米)

## 8 修改历史记录

表 19. 修改记录

| 日期         | 版本号 | 修改内容              |
|------------|-----|-------------------|
| 2014.8.10  | 1.0 | 初始版本              |
| 2014.12.24 | 1.1 | 用专用的画图软件修改时序图.    |
| 2015.12.28 | 1.2 | 添加I2C应用电路图        |
| 2016.11.26 | 1.3 | 添加量程和带宽的配置        |
| 2019.08.30 | 1.4 | 添加了三轴方向<br>修改了尺寸图 |