

# 加速度传感模块

## 1. 模块概述

加速度传感模块可提供多种特殊检测功能, 活动和非活动检测功能通过比较任意轴上的加速度与用户设置的阈值来检测有无运动发生, 敲击检测功能可以检测任意方向的单振和双振动作, 自由落体检测功能可以检测器件是否正在掉落。可应用于嵌入式开发、教学实验等场景。

## 2. 硬件介绍

### 2.1 引脚功能



引脚名称	功能说明
GND	接地
VCC	3.3V 供电
CS	片选
INT1	中断 1 输出
INT2	中断 2 输出



苏州析羽信息科技有限公司  
Suzhou Xiyu Information Technology Co.,Ltd.

SDO	串行数据输出 (SPI 4 线)
SDA	串行数据 (I <sup>2</sup> C)
SCL	串行通信时钟 (I <sup>2</sup> C)

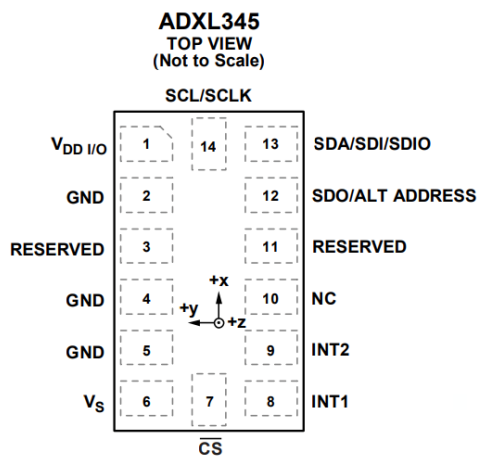
## 2.2 详细参数

工作电压：2.6V-3.6V
通信接口：SPI (3 线和 4 线) 和 I <sup>2</sup> C 数字接口
测量范围 (用户可选)：±2g, ±4g, ±8g, ±16g
工作环境温度：-40℃ ~ +85℃
定位孔：4*M3

## 2.3 ADXL345 介绍

ADXL345 是一款小而薄的超低功耗 3 轴加速度计，分辨率高(13 位)，测量范围达±16g。数字输出数据为 16 位二进制补码格式，可通过 SPI (3 线或 4 线) 或 I<sup>2</sup>C 数字接口访问。ADXL345 非常适合移动设备应用。它可以在倾斜检测应用中测量静态重力加速度，还可以测量运动或冲击导致的动态加速度。其高分辨率 (3.9mg/LSB)，能够测量不到 1.0° 的倾斜角度变化。低功耗模式支持基于运动的智能电源管理，从而以极低的功耗进行阈值感测和运动加速度测量。

该芯片可通过 SPI 或 IIC 协议通讯。引脚配置和功能描述如下图所示：



引脚编号	引脚名称	描述
1	V <sub>DD I/O</sub>	数字接口电源电压。
2	GND	该引脚必须接地。
3	RESERVED	保留。该引脚必须连接到V <sub>S</sub> 或保持断开。
4	GND	该引脚必须接地。
5	GND	该引脚必须接地。
6	V <sub>S</sub>	电源电压。
7	$\overline{CS}$	片选。
8	INT1	中断1输出。
9	INT2	中断2输出。
10	NC	内部不连接。
11	RESERVED	保留。该引脚必须接地或保持断开。
12	SDO/ALT ADDRESS	串行数据输出(SPI 4线)/备用I <sup>2</sup> C地址选择(I <sup>2</sup> C)
13	SDA/SDI/SDIO	串行数据(I <sup>2</sup> C)/串行数据输入(SPI 4线)/串行数据输入和输出(SPI 3线)。
14	SCL/SCLK	串行通信时钟。SCL为I <sup>2</sup> C时钟，SCLK为SPI时钟。

根据手册描述，CS 引脚处于高电平时，选择 IIC 通信，CS 引脚处于低电平时，选择 SPI 通信。ALT ADDRESS 引脚处于高电平时，芯片的 7 位 IIC 地址是 0x1D，ALT ADDRESS 引脚接地时，可以选择备用 IIC 地址 0x53。

ADXL345 的寄存器功能如下图所示：



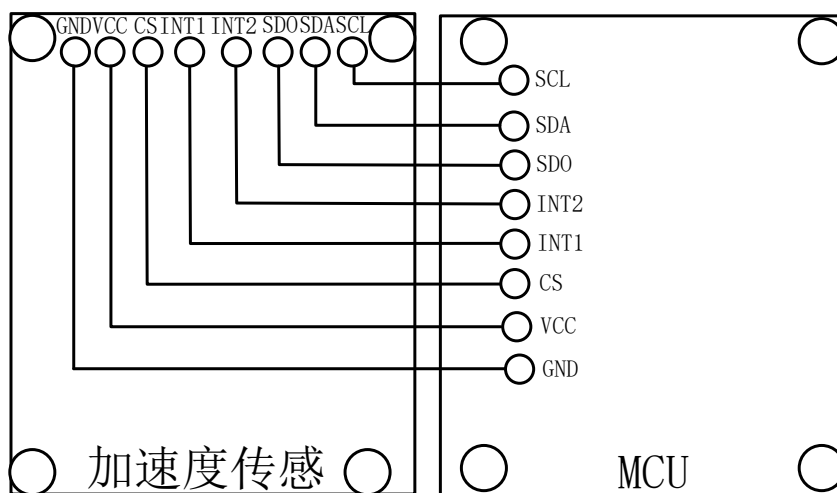
地址		名称	类型	复位值	描述
十六进制	十进制				
0x00	0	DEVID	R	11100101	器件ID
0x01至0x1C	1至28	保留			保留，不要操作
0x1D	29	THRESH_TAP	R/W	00000000	敲击阈值
0x1E	30	OFSX	R/W	00000000	X轴偏移
0x1F	31	OFSY	R/W	00000000	Y轴偏移
0x20	32	OFSZ	R/W	00000000	Z轴偏移
0x21	33	DUR	R/W	00000000	敲击持续时间
0x22	34	Latent	R/W	00000000	敲击延迟
0x23	35	Window	R/W	00000000	敲击窗口
0x24	36	THRESH_ACT	R/W	00000000	活动阈值
0x25	37	THRESH_INACT	R/W	00000000	静止阈值
0x26	38	TIME_INACT	R/W	00000000	静止时间
0x27	39	ACT_INACT_CTL	R/W	00000000	轴使能控制活动和静止检测
0x28	40	THRESH_FF	R/W	00000000	自由落体阈值
0x29	41	TIME_FF	R/W	00000000	自由落体时间
0x2A	42	TAP_AXES	R/W	00000000	单击/双击轴控制
0x2B	43	ACT_TAP_STATUS	R	00000000	单击/双击源
0x2C	44	BW_RATE	R/W	00001010	数据速率及功率模式控制
0x2D	45	POWER_CTL	R/W	00000000	省电特性控制
0x2E	46	INT_ENABLE	R/W	00000000	中断使能控制
0x2F	47	INT_MAP	R/W	00000000	中断映射控制
0x30	48	INT_SOURCE	R	00000010	中断源
0x31	49	DATA_FORMAT	R/W	00000000	数据格式控制
0x32	50	DATA0	R	00000000	X轴数据0
0x33	51	DATA1	R	00000000	X轴数据1
0x34	52	DATAY0	R	00000000	Y轴数据0
0x35	53	DATAY1	R	00000000	Y轴数据1
0x36	54	DATAZ0	R	00000000	Z轴数据0
0x37	55	DATAZ1	R	00000000	Z轴数据1
0x38	56	FIFO_CTL	R/W	00000000	FIFO控制
0x39	57	FIFO_STATUS	R	00000000	FIFO状态

关于寄存器每个地址的详细定义参考 ADXL345 芯片手册。

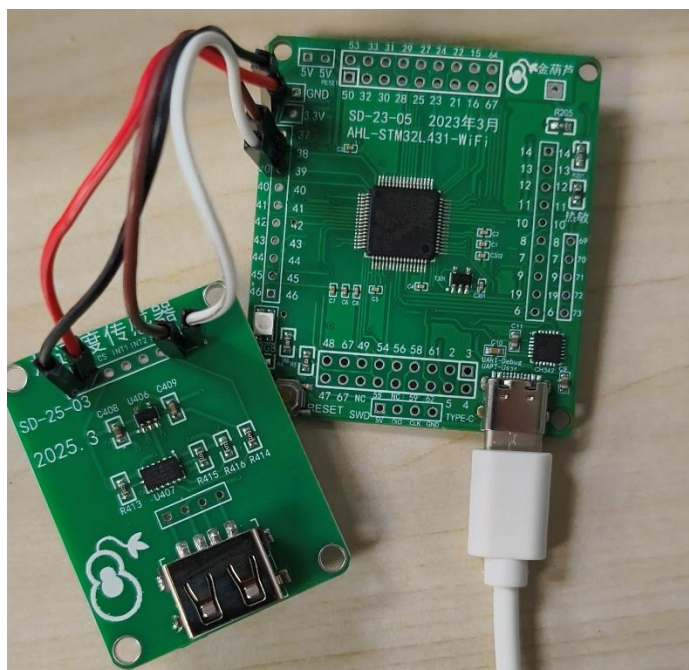
以采集三个方向的加速度为例，最小初始化方式仅需配置 DATA\_FORMAT、POWER\_CTL、INT\_ENABLE 寄存器。需要一提的是 ADXL345 的校准。将 ADXL345 水平放到桌面上，无偏移情况，X、Y、Z 轴输出标准量应该是 X=0LSB, Y=0LSB, Z=255LSB, 但实际情况下会有一些偏差量，这个偏差量与标准量的差就是需要校准的。但 ADXL345 默认 13 位分辨率，16g 量程时，1LSB =  $16g/2^{13}=1/256=3.9mg/LSB$ ，而偏移寄存器的分辨率是 15.6mg/LSB（手册中说明），相比较分辨率更粗糙，也就是说，偏移寄存器写入的值需要是目标偏移量的 1/4。

### 3. 硬件连接

原理连接图



实物连接图



红线：3.3V

黑线：GND

蓝线：SCL（默认程序连接 PB10, GEC39）

绿线：SDA（默认程序连接 PB11, GEC38）



## 4. 驱动程序功能

### 4.1 模块初始化

```
void adlx345_init(uint8_t module, uint8_t range, uint8_t rate, uint8_t power, uint8_t dataready, uint8_t xOffset, uint8_t yOffset, uint8_t zOffset)
```

函数名称: adlx345\_init

函数参数: range: 测量范围; rate: 测量速率; power: 电源模式; dataready: DATA\_READY 中断配置; xOffset: X 轴偏移量; yOffset: Y 轴偏移量; zOffset: Z 轴偏移量;

函数返回: 无

功能概要: ADLX345 加速度传感器初始化。

### 4.2 ADLX345 加速度传感器读取 1 字节

```
void adlx345_read1(uint8_t command, uint8_t *data)
```

函数名称: adlx345\_read1

函数参数: command: 读取地址 (命令); data: 存放读取的数据

函数返回: 无

功能概要: ADLX345 加速度传感器读取 1 字节。

### 4.3 ADLX345 加速度传感器读取 N 字节

```
void adlx345_readN(uint8_t command, uint8_t *data, uint8_t num)
```

函数名称: adlx345\_readN

函数参数: command: 读取地址 (命令); data: 存放读取的数据; num: 字节数

函数返回: 无

功能概要: ADLX345 加速度传感器读取 N 字节。

### 4.3 示例实验

将加速度传感模块与开发板按照实物连接图连接好后，运行测试程序，测量 x、y、z 三个方向的倾角。本实验使用 AHL-STM32L431 开发板。

```

//=====
//函数名称: ADXL345_TEST
//函数返回: 无
//参数说明: 无
//功能概要: 测试加速度传感器, 输出方向倾角
//=====
void ADXL345_Test()
{
    uint8_t xyzData[6] = {0}; //x、y、z轴倾角, 均占两个字节
    int16_t xdata, ydata, zdata; //x轴倾角
    adlx345_readN(0x32, xyzData, 6); //读倾角传感器数值
    xdata = (int16_t)(xyzData[1]<<8)+xyzData[0]; //x方向倾角
    ydata = (int16_t)(xyzData[3]<<8)+xyzData[2]; //y方向倾角
    zdata = (int16_t)(xyzData[5]<<8)+xyzData[4]; //z方向倾角
    printf("输出x方向倾角:xdata=%d\r\n", xdata); //输出x方向倾角
    printf("输出y方向倾角:ydata=%d\r\n", ydata); //输出y方向倾角
    printf("输出z方向倾角:zdata=%d\r\n", zdata); //输出z方向倾角
}
//=====

```

实验现象如下图所示:



将模块任意倾斜后，串口输出的倾角数据也随之变化，如下图所示:

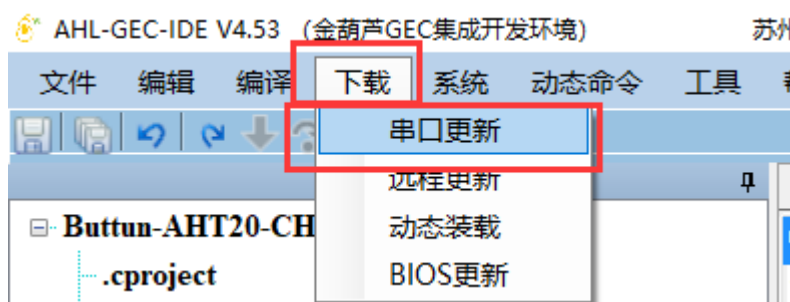



## 5. 附录

### 5.1 快速测试

本例程的测试需要将测试固件 hex 文件烧录进实验板中，需到网站上下载 AHL-GEC-IDE。下载地址：<http://www.xiyu-info.cn/ahl-gec-ide/>

下载安装完成后打开 AHL-GEC-IDE，打开如下图所示的下载->串口更新。



在出现的界面中选择自动搜索->连接 GEC，如果无法连接选择 B 端口 COM11（不同电脑、不同实验板端口号会不同），如下图。寻找 B 口可右键点击 windows 图标  ->设备管理器->端口（COM 和 LPT）->USB-SERIAL-B CH342 (COM39)。该串口号即为 A 端口。



若无法连接，只显示端口号，请通过任务管理器关闭 AHL-GEC-IDE，多次按下 RESET 复位按钮，10 次以上，然后重新步骤操作到这一步。连接成功过后，



苏州析羽信息科技有限公司  
Suzhou Xiyu Information Technology Co.,Ltd.

点击选择文件，如下图。



选择如下图所示的固件 hex。



点击一键自动更新，如下图所示。



更新后即可看见测试成功样例。