

# 6 TWI 与 MPU6050

穿戴设备一个重要的应用领域就是医疗健康方向，此类设备必须无声的监测人体健康数据，并向数据分析端的大型设备或者云端发送数据，用来分析病人的各项指标。

nRF51822 AK board 板载了六轴传感器（MPU6050）。它包括了加速度计和陀螺仪，不仅能够通过加速度计开发类似计步器等应用，还能通过陀螺仪感知人体姿态。

## 6.1 TWI 接口

MPU6050 支持 TWI 接口，本章以 nRF51822 AK board 上的 TWI 接口为例，讲解相关操作。

### 6.1.1 nRF51822 的 TWI

nRF51822 的 TWI 接口支持 128 位地址，和 100kbps 或 400 kbps 的传输速度。片内支持两组 TWI，且都是 master 模式。nRF51822 的任何一个 GPIO 都可以用作 TWI。这样极大的提高了布线的灵活性，有效的降低了 PCB 的尺寸（或者层数）。

Instance	Master/Slave
TWI0	Master
TWI1	Master

Table 10 Two-wire properties

#### 6.1.31 TWI 框图

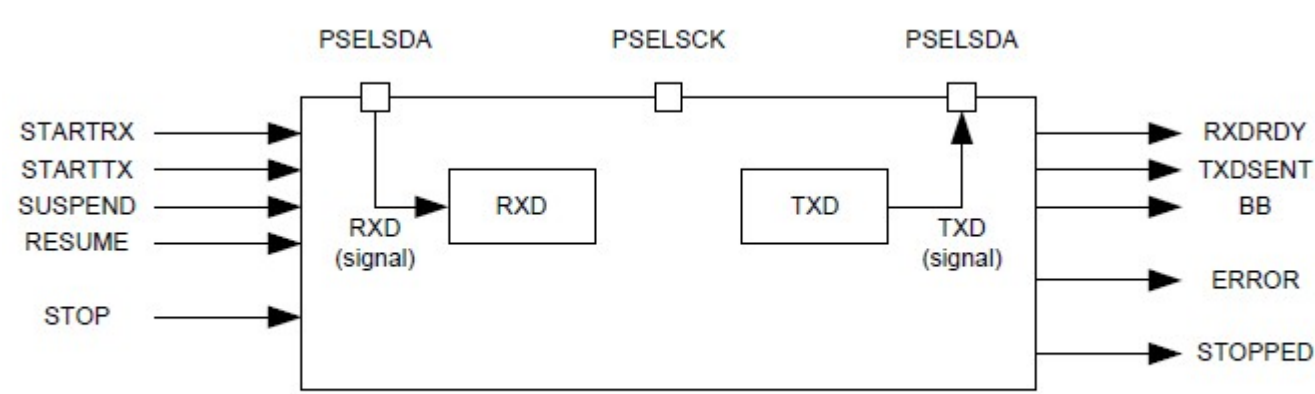


Figure 57 TWI master's main features

#### 6.1.3 TWI 使用方法

PSELSCL 和 PSELSDA 两个寄存器指定作为 SCL、SDA 的引脚，这两个寄存器的配置只有在 TWI 使能的时候才生效，并且只能在开机模式下保存。为了保证关机模式时，或 TWI 关闭时，引脚上的信号正确（省电），这两个引脚应该设置成如下图所示的 GPIO：

TWI master signal	TWI master pin	Direction	Drive strength	Output value
SCL	As specified in PSELSCL	Input	S0D1	Not applicable
SDA	As specified in PSELSDA	Input	S0D1	Not applicable

Table 35 GPIO configuration

### 6.1.4 与 SPI 共享资源

nRF51822 的 TWI 与 SPI 共享资源，见下图：

3	0x40003000	SPI	SPI0	Serial Peripheral Interface
3	0x40003000	TWI	TWI0	I2C compatible Two-Wire Interface
4	0x40004000	SPI	SPI1	Serial Peripheral Interface
4	0x40004000	TWI	TWI1	I <sup>2</sup> C compatible Two-Wire Interface 1

所以，使用 TWI 前必须关闭 SPI。但是，关闭 SPI 并不能将相关寄存器复位到初始状态，所以必须全部重新配置寄存器。

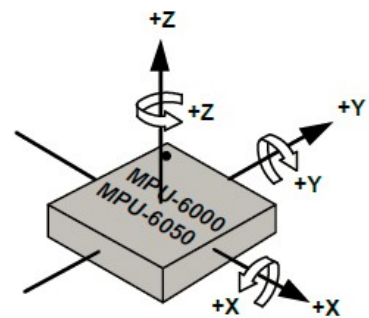
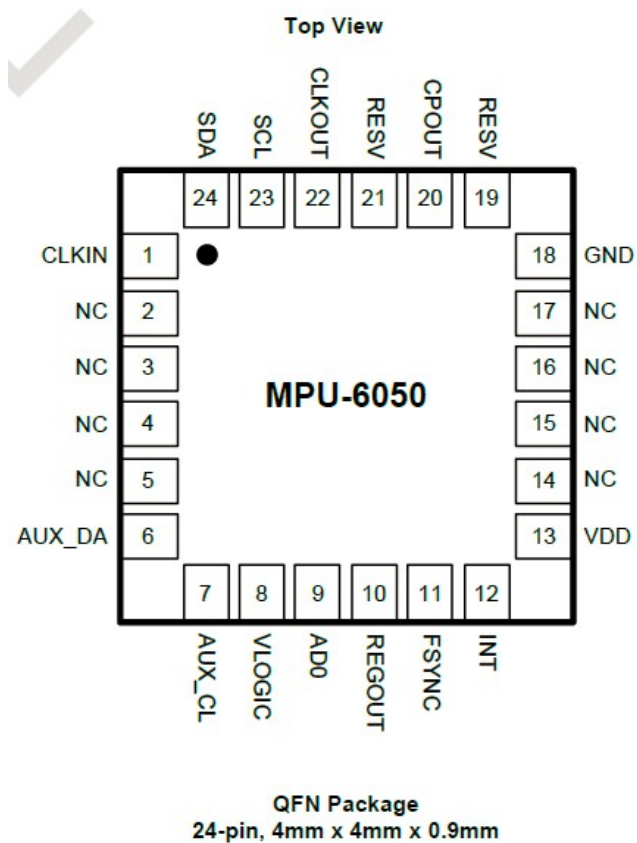
### 6.1.5 TWI 的寄存器

nRF51822 的寄存器较为简单。

## 6.2 MPU6050

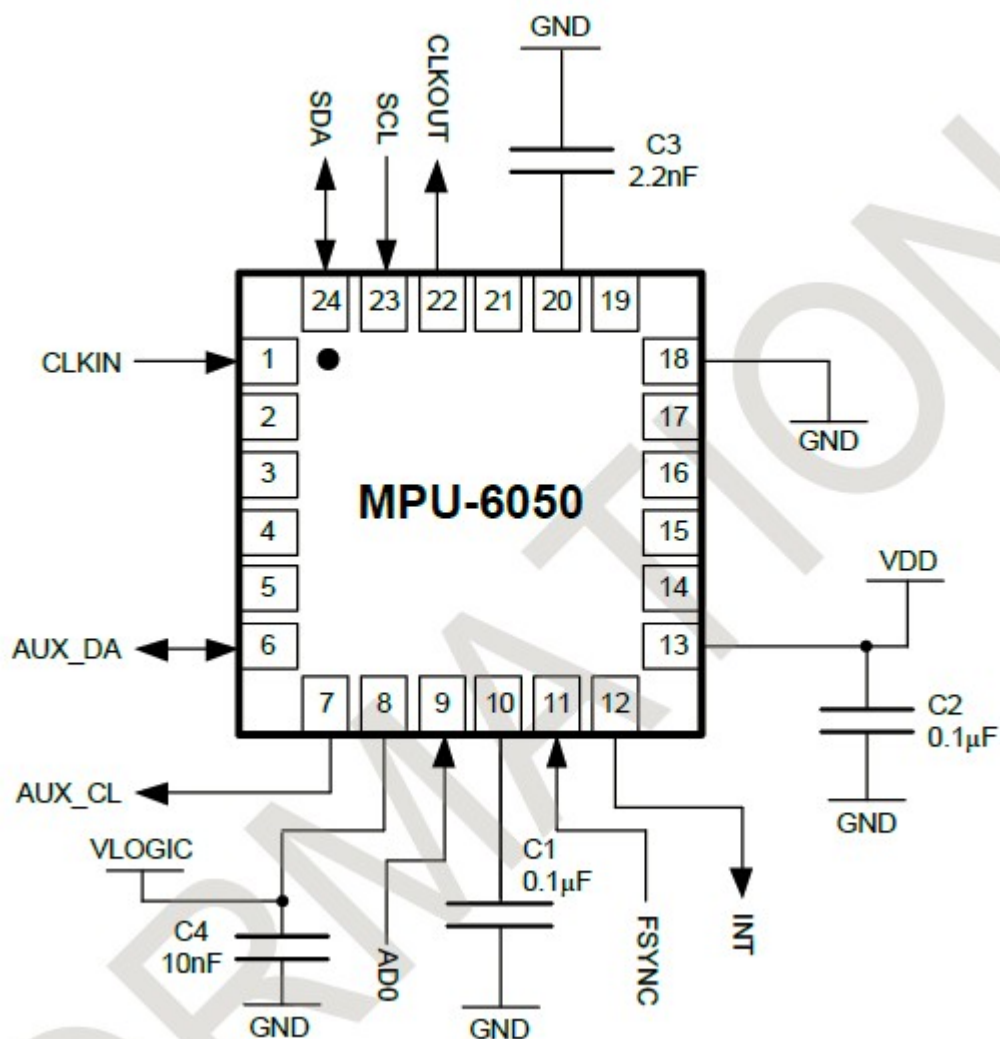
MPU-6050 是全球首例 9 轴运动处理传感器。它集成了 3 轴 MEMS 陀螺仪，3 轴 MEMS 加速度计，以及一个可扩展的数字运动处理器 DMP（Digital Motion Processor），可用 I2C 接口连接一个第三方的数字传感器，比如磁力计。扩展之后就可以通过其 I2C 输出一个 9 轴的信号。MPU-6050 也可以通过其 I2C 接口 连接非惯性的数字传感器，比如压力传感器。

### 6.2.1 管脚图



**Orientation of Axes of Sensitivity and  
Polarity of Rotation**

## 6.2.2 电路图与 BOM（物料清单）



Component	Label	Specification	Quantity
Regulator Filter Capacitor (Pin 10)	C1	Ceramic, X7R, 0.1μF ±10%, 2V	1
VDD Bypass Capacitor (Pin 13)	C2	Ceramic, X7R, 0.1μF ±10%, 4V	1
Charge Pump Capacitor (Pin 20)	C3	Ceramic, X7R, 2.2nF ±10%, 50V	1
VLOGIC Bypass Capacitor (Pin 8)	C4*	Ceramic, X7R, 10nF ±10%, 4V	1

\* MPU-6050 Only.

### 6.2.3 pins 说明

引脚编号	MPU-6000	MPU-6050	引脚名称	描述
1	Y	Y	CLKIN	可选的外部时钟输入，如果不用则连到 GND
6	Y	Y	AUX_DA	I2C 主串行数据，用于外接传感器
7	Y	Y	AUX_CL	I2C 主串行时钟，用于外接传感器
8	Y		/CS	SPI 片选（0=SPI mode）
8		Y	VLOGIC	数字 I/O 供电电压
9	Y		AD0/SDO	I2C Slave 地址 LSB（AD0）； SPI 串行数据输出（SDO）
9		Y	AD0	I2C Slave 地址 LSB（AD0）
10	Y	Y	REGOUT	校准滤波电容连线
11	Y	Y	FSYNC	帧同步数字输入
12	Y	Y	INT	中断数字输出（推挽或开漏）
13	Y	Y	VDD	电源电压及数字 I/O 供电电压
18	Y	Y	GND	电源地
19, 21, 22	Y	Y	RESV	预留，不接
20	Y	Y	CPOUT	电荷泵电容连线
23	Y		SCL/SCLK	I2C 串行时钟（SCL）； SPI 串行时钟（SCLK）
23		Y	SCL	I2C 串行时钟（SCL）
24	Y		SDA/SDI	I2C 串行数据（SDA）； SPI 串行数据输入（SDI）
24		Y	SDA	I2C 串行数据（SDA）
2, 3, 4, 5, 14, 15, 16, 17	Y	Y	NC	不接

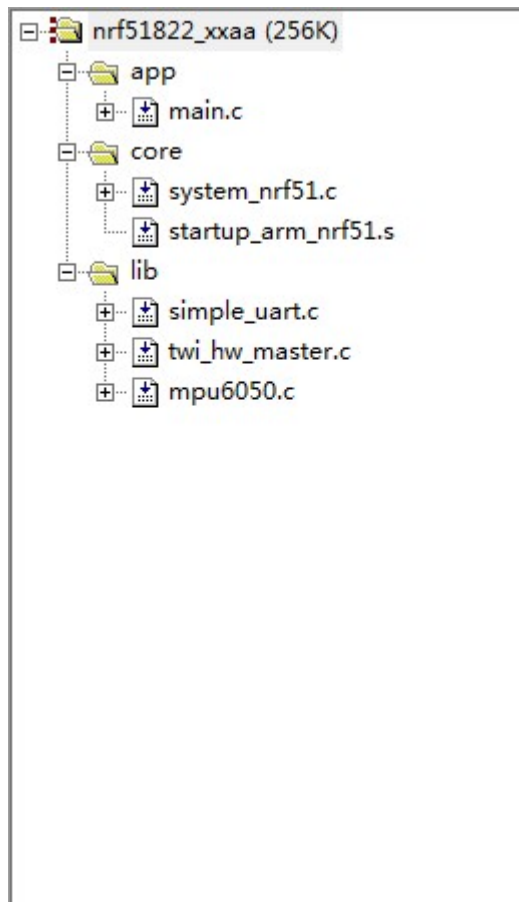
## 6.2.4 建立 MPU6050 工程

为了方便演示和调试程序，我们在“第三章 Hello, world”的基础上进行修改。

首先，将 **uart\_example** 文件夹复制一份，并改名为 **mpu6050\_example**。

然后，在 SDK 的“**Wordic\nrf51822**”目录下查找：**mpu6050.c** **mpu6050.h** **twi\_hw\_master.c** **twi\_master\_config.h** 这四个文件，并且复制到 **main.c** 的同目录下。

最后，在 KEIL 项目中添加相关文件，如图：



## 6.2.5 TWI 连接 MPU6050 的代码样例

### 6.2.5.1 包含头文件

在 **main.c** 文件中加入需要包含的头文件：

```
#include "twi_master.h"
#include "mpu6050.h"
```

### 6.2.5.2 修改 TWI 管脚配置文件

根据硬件连接情况修改 TWI 管脚配置文件 **twi\_master\_config.h**。AK board 使用如下配置连接 MPU6050c。

```
#ifndef TWI_MASTER_CONFIG
#define TWI_MASTER_CONFIG

/* for AK II */
#define TWI_MASTER_CONFIG_CLOCK_PIN_NUMBER (1U)
#define TWI_MASTER_CONFIG_DATA_PIN_NUMBER (0U)

/* for AK */
// #define TWI_MASTER_CONFIG_CLOCK_PIN_NUMBER (10U)
// #define TWI_MASTER_CONFIG_DATA_PIN_NUMBER (9U)

#endif
```

注意：AK board 中 MPU6050 的 TWI 引脚可能与官方代码中串口引脚定义重叠，请修改串口定义为其他引脚。

### 6.2.5.3 修改 main 函数：

在 main 函数中增加，TWI 的初始化和 MPU6050 的初始化函数。

```
int main(void)
{
    simple_uart_config(RTS_PIN_NUMBER, TX_PIN_NUMBER, CTS_PIN_NUMBER,
        RX_PIN_NUMBER, HWFC);

    twi_master_init();

    bool ret;
    if(mpu6050_init(0x68)) /* AK is 0x69!!!*/
    {
        simple_uart_putstring((const uint8_t *) " \n\transfer succeeded!
");
    }
    .....
}
```

注意，AK board 板载 MPU6050c（MPU6050 的简化版，无相机防抖功能），所以初始化时使用的设备地址与 MPU6050 不同，为 0x69！AK II 则仍为 0x68。

### 6.2.6 输出结果

