描述

ICM-42688P 是一款高集成度、低功耗惯性测量单元（IMU）。内置高性能三轴加速度计和三轴陀螺仪测量单元，在高性能模式、ICM-42688P 集成的节能模式能将功耗控制在 970uA 以下（ODR 1.6KHz 工作模式）。

加速度计量程范围±2g/±4g/±8g/±16g，陀螺仪的角速度量程可以为±125/±250/±500/±1000/±2000dps。包含自测功能和修调功能。ICM-42688P 的封装为 LGA-14L，正常工作温度范围为-40°C ~ +85 °C。内置的事件中断功能可在系统功耗极低的条件下有效可靠得实现运动跟踪和姿态识别，包括自由落体检测、6D 方向检测、计步、敲击检测和唤醒等功能。

ICM-42688P 可以提的运动检测，实现姿态定位 和手势识别等，帮助应用开发者开发更加复杂的功能，将大量应用于智能手机、无人机、游戏手柄、各类物联网和智能硬件系统中。支持主流操作系统，实现微信记录和动作截屏，且提供无人机、游戏手柄、VR 和 AR 的各类算法支持。

芯片内置自测试功能允许客户系统测试时检测系统功能，省去复杂的转台测试。芯片内置产品倾斜校准功能，对贴片和板卡安装导致的倾斜进行补偿，不占系统资源，系统文件升级不影响传感器参数。

主要特点

- 模拟供电电压范围 1.71~ 3.6V；
- 低功耗：整体联合低功耗模式 450uA；整体联合高性能模式 970uA；
- 加速度计：±2/±4/±8/±16G 满量程；
- 陀螺仪：±125/±250/±500/±1000/±2000dps 满量程；
- 紧凑型标准 LGA14 的封装，2.5mm*3mm*1.00mm；
- 提供 SP I 和 IIC 串行接口；
- 内嵌温度传感器；
- Sensor Time 功能
- 6D/4D 方向检测
- OIS（ODR=6.4kHz）功能
- 内嵌自测试功能
- 内嵌 FIFO
- 10000g 高 G 抗击能力

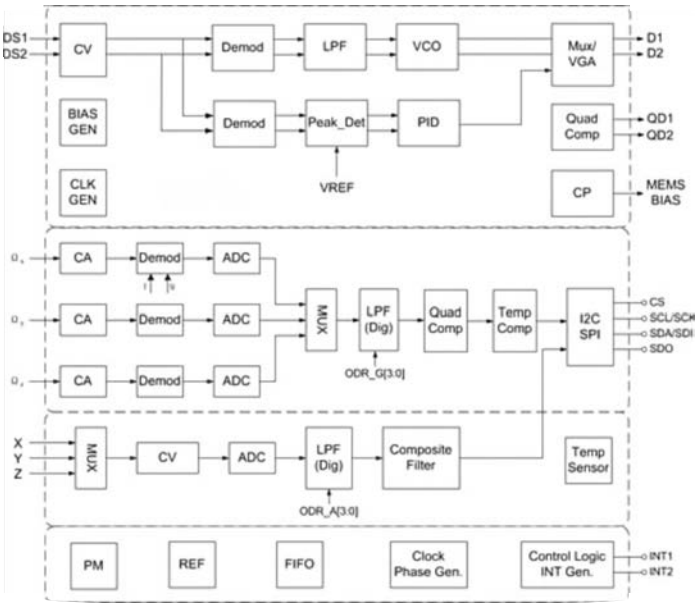
应用

- AR/VR；
- 室内导航/行人路线跟踪/定位3D扫描/室内地图测绘/SLAM
- 手势识别
- 虚拟现实游戏
- 空鼠/游戏手柄
- 计步/敲击
- 振动检测和补偿 ；
- 自由落体检测；
- 9D 方向检测；
- IOT 应用

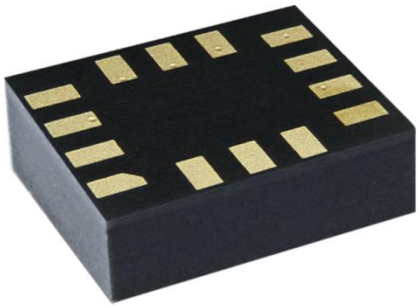
产品规格分类

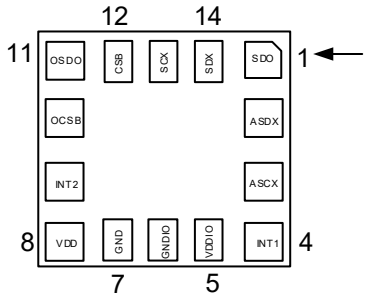
产品名称	封装形式	材料	包装形式
ICM-42688P	LGA-14-2.5x3x1.00	无铅	编带

内部框图



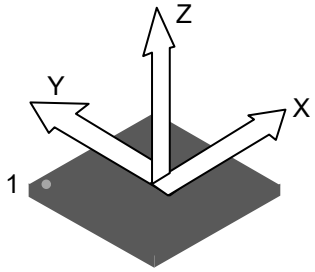
管脚说明



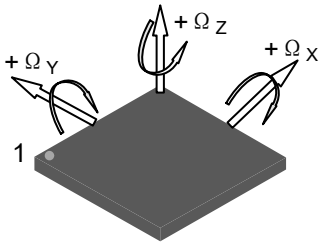


（仰视图）

LGA14-2.5x3x1.00mm^3



加速度方向



陀螺仪方向
（俯视图）

管脚描述

序号	名称	I/O 特性	描述
1	SDO/SA0	I/O	SPI 4 线接口的数据输出 SDO； IIC 的器件地址的最低位 SA0
2	ASDx	I/O	OIS 接口
3	ASCx	O	OIS 接口
4	INT1	I/O	中断 1
5	VDDIO	S	数字电源
6	GNDIO	GND	地
7	GND	GND	地
8	VDD	S	模拟电源
9	INT2	I/O	中断 INT2
10	OCSB	I/O	OIS 接口
11	OSDO	I/O	OIS 接口
12	CSB	I	IIC 和 SPI 选择： 1：IIC； 0：SPI
13	SCX	I	IIC 时钟 SCL； SPI 时钟 SPC
14	SDX	I/O	IIC 数据 SDA； SPI 数据输入 SDI； 3 线 SPI 的数据输出 SDO；

极限参数

参数	符号	测试条件	最小值	最大值	单位
电源电压	VDD/VDDIO	电路不损坏	-0.3	3.6	V
任一控制管脚	V_{in}	电路不损坏	-0.3	VDDIO+0.3	V
工作温度	T_{OPR}	电路不损坏	-40	+85	℃
贮存温度	T_{STG}	电路不损坏	-55	+150	℃

机械参数-加速度计(VDD=1.8V, T_A=25°C)

参　数	符 号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
加速度计 全量程测量范围	AFS0	FS=00	--	±2.0	--	g
	AFS1	FS=01	--	±4.0	--	
	AFS2	FS=10	--	±8.0	--	
	AFS3	FS=11	--	±16.0	--	
加速度计 灵敏度（16bits）	AS0	FS=00 (HP mode)	--	0.061	--	mg/digit
	AS1	FS=01 (HP mode)	--	0.122	--	
	AS2	FS=10 (HP mode)	--	0.244	--	
	AS3	FS=11 (HP mode)	--	0.488	--	
加速度计 温变灵敏度	ATCSO	-40℃~ 85℃与 T=25℃差	--	±0.01	--	%/°C
加速度计 灵敏度误差	AS_{ERR}	FS=0	--	±3	--	%
加速度计零漂	AOFF	--	--	±150	--	mg
加速度计零漂温漂	ATCOFF	与 25°C 的最大偏差	--	±0.5	--	mg/°C
加速度计轴间干扰	AS_X	FS=0	--	2	--	%
加速度计噪声密度	AN	FS=0	--	150	--	$ug/\sqrt{Hz}$
加速度计输出速率	AODR	高性能/低功耗模式	--	0.78	--	HZ
	AODR	高性能/低功耗模式	--	1.5	--	HZ
	AODR	高性能/低功耗模式	--	3.125	--	HZ
	AODR	高性能/低功耗模式	--	6.25	--	HZ
	AODR	高性能/低功耗模式	--	12.5	--	HZ
	AODR	高性能/低功耗模式	--	25	--	HZ
	AODR	高性能/低功耗模式	--	50	--	HZ
	AODR	高性能/低功耗模式	--	100	--	HZ
	AODR	高性能/低功耗模式	--	200	--	HZ
	AODR	高性能/低功耗模式	--	400	--	HZ
	AODR	高性能/低功耗模式	--	800	--	HZ
	AODR	高性能模式	--	1.6K	--	HZ
工作温度	T_{OPR}		-40	--	+85	℃

注意：电路 2.5V 出厂校准。电路实际工作电压 1.71V-3.6V

机械参数-陀螺仪(VDD=1.8V, T_A=25°C)

参 数	符 号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
陀螺仪 全量程测量范围	GFS0	--	--	±125	--	dps
	GFS1	--	--	±250	--	
	GFS2	--	--	±500	--	
	GFS3	--	--	±1000	--	
	GFS4	--	--	±2000	--	
陀螺仪 灵敏度	GS0	FS=±125	--	3.8125	--	mdps/LSB
	GS1	FS=±250	--	7.625	--	
	GS2	FS=±500	--	15.25	--	
	GS3	FS=±1000	--	30.5	--	
	GS4	FS=±2000	--	61	--	
陀螺仪温变灵敏度	GTCSO	FS=±2000，-40° ~85° 与 T=25° 差	--	±0.05	--	%/°C
陀螺仪灵敏度误差	GS_{ERR}	FS=±2000 加校准	--	±3	--	%
陀螺仪零漂	GOFF	FS=±2000	--	±5	--	dps
陀螺仪零漂温漂	GTCOFF	FS=±2000，与 25°C 的最大偏差	--	±0.05	--	dps/℃
陀螺仪轴间干扰	GS_X	FS=±2000		2		%
陀螺仪噪声密度	GN	FS=±250	--	15	--	$mdps/\sqrt{Hz}$
陀螺仪输出速率	GODR	高性能/正常/低功耗模式	--	25	--	HZ
	GODR	高性能/正常/低功耗模式	--	50	--	HZ
	GODR	高性能/正常/低功耗模式	--	100	--	HZ
	GODR	高性能/正常模式	--	200	--	HZ
	GODR	高性能/正常模式	--	400	--	HZ
	GODR	高性能/正常模式	--	800	--	HZ
	GODR	高性能/正常模式	--	1600	--	HZ
	GODR	高性能/正常模式	--	3200	--	HZ
工作温度	T_{OPR}		-40	--	+85	℃

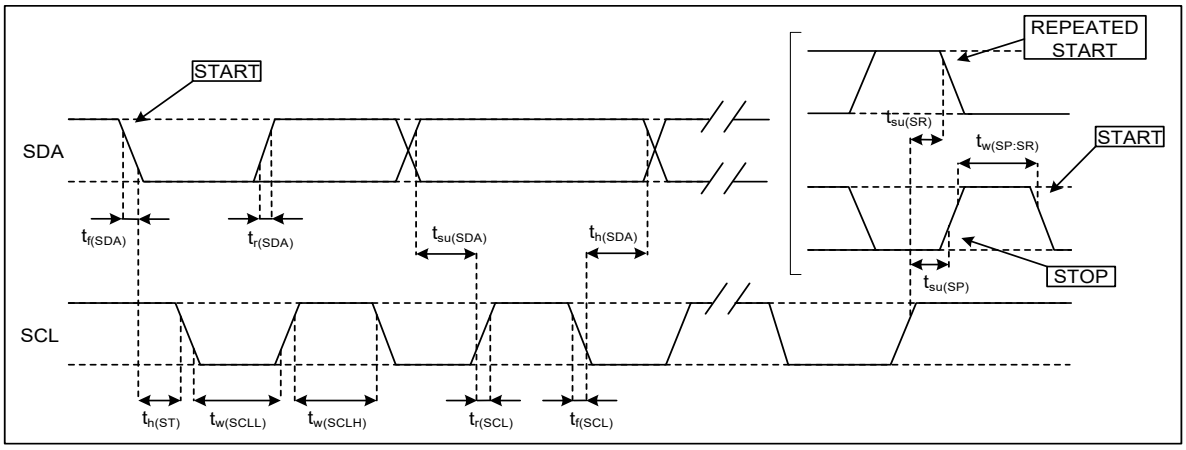
注意：电路 2.5V 出厂校准。电路实际工作电压 1.71V-3.6V

电气参数(VDD=1.8V, T_A=25°C)

参 数	符 号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	V_{DD}		1.71	1.8	3.6	V
IO 供电电压	V_{DDIO}		1.62	--	3.6	V
功耗	IDD	A+G 高性能模式 VDD=1.8V, T_A=25°C ODR_{max}	--	975	--	uA
		A+G 正常模式 VDD=1.8V, T_A=25°C ODR_{max}	--	725	--	uA
		A+G 低功耗模式 VDD=1.8V, T_A=25°C ODR_{25Hz}	--	450	--	uA
		Aonly 正常模式 VDD=1.8V, T_A=25°C ODR_{max}	--	258	--	uA
		Aonly 正常模式 VDD=1.8V, T_A=25°C ODR_{25Hz}	--	20	--	uA
		A+G 关闭状态 VDD=1.8V, T_A=25°C		4		uA
掉电电流	I_{DDPdn}	T_A=25°C	--	4	--	uA
数字高电平输入电压	V_{IH}	--	0.8* V_{DDIO}	--	--	V
数字低电平输入电压	V_{IL}	--	--	--	0.2* V_{DDIO}	V
高电平输出电压	V_{OH}	--	0.9* V_{DDIO}	--	--	V
低电平输出电压	V_{OL}	--	--	--	0.1* V_{DDIO}	V
开启时间	T_{on}	ODR=100HZ	--	50	--	ms
工作温度	T_{opr}	--	-40	--	+85	℃

I²C 控制接口参数(=1.8V, TA=25°C)

参 数	符 号	I²C 标准模式		I²C 快速模式		单位
		MIN	MAX	MIN	MAX	
SCL 时钟频率	$f_{(SCL)}$	0	100	0	400	KHz
SCL 时钟低时间	$t_{w(SCLL)}$	4.7	--	1.3	--	us
SCL 时钟高时间	$t_{w(SCLH)}$	4.0	--	0.6	--	
SDA 建立时间	$t_{su(SDA)}$	250	--	100	--	ns
SDA 数据保持时间	$t_{h(SDA)}$	0.01	3.45	0.01	0.9	us
SDA/SCL 上升沿时间	$t_{r(SDA)}$ $t_{r(SCL)}$	--	1000	20+0.1Cb	300	ns
SDA/SCL 下降沿时间	$t_{f(SDA)}$ $t_{f(SCL)}$	--	300	20+0.1Cb	300	ns
START 条件保持时间	$t_{h(ST)}$	4	--	0.6	--	us
重复 START 条件建立时间	$t_{su(SR)}$	4.7	--	0.6	--	
STOP 条件建立时间	$t_{su(SP)}$	4	--	0.6	--	
总线空闲时间	$t_{w(SP:SR)}$	4.7	--	1.3	--	

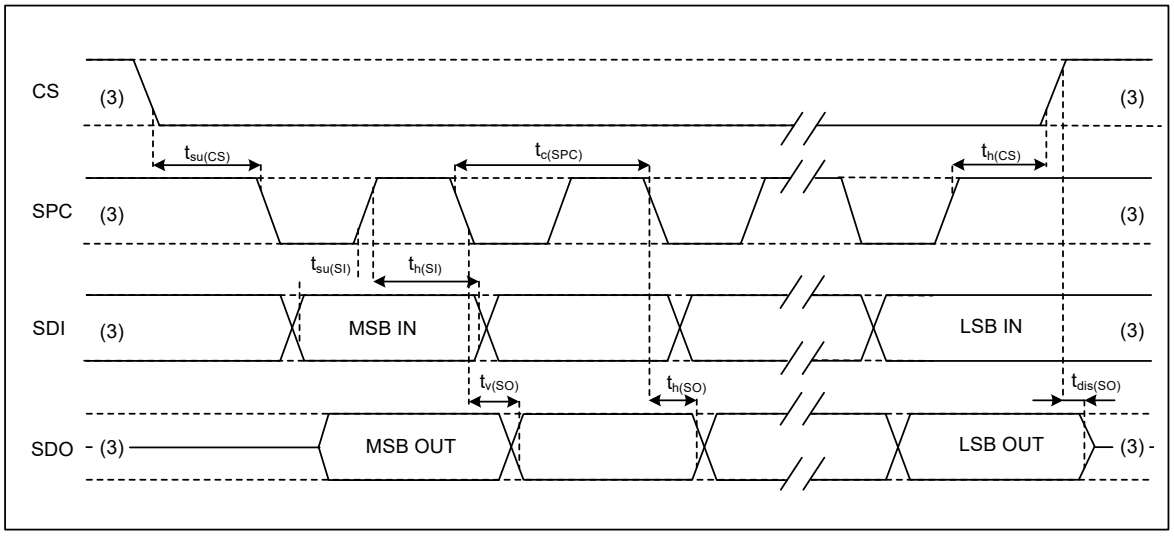


I²C 从设备时序图

SPI 串行外围接口参数(V_{DD}=1.8V, T_A=25°C)

参　数	符 号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
SPI 时钟周期[注]	$T_{c(SPC)}$		100	--	--	ns
SPI 时钟频率	$F_{c(SPC)}$		--	--	10	MHz
CS 建立时间	$T_{su(CS)}$		5	--	--	ns
CS 保持时间	$T_{h(CS)}$		8	--	--	
SDI 输入建立时间	$T_{su(SI)}$		5	--	--	
SDI 输入保持时间	$T_{h(SI)}$		15	--	--	
SDO 有效输出时间	$T_{v(SO)}$		--	--	50	
SDO 输出保持时间	$T_{h(SO)}$		6	--	--	
SDO 输出无效时间	$T_{dis(SO)}$		--	--	50	

注：10MHZ 时钟速率



SPI 从设备时序图

功能描述

1 特定词汇说明

1.1 灵敏度

加速度计灵敏度：加速度计的灵敏度可以通过对加速度计施加 1g 的加速度得到。比如，首先将选定的轴指向地，记下对应的输出，然后旋转 180 度（该轴指向天空），记下对应的输出，这样该轴上加速度计差为+/-1g，用上面记下的大的输出数据减去小的输出数据再除以 2，就可以得到该加速度计该轴的灵敏度。该灵敏度随温度和时间的变化都很小。灵敏度容差指的是大量的传感器灵敏度范围。

陀螺仪灵敏度：陀螺的灵敏度描述了陀螺仪传感器的增益，可以通过施加一个给定的角速度得到。该灵敏度随温度和时间的变化都很小。陀螺仪当传感器逆时针方向转的时候，该轴对应正向的数字输出。

1.2 零漂

加速度计零偏 Zero-g：是指在没有加速度的情况下，实际输出信号和理想输出信号之间的偏差。水平面上稳定的加速度计，理想状态下，X 轴和 Y 轴将得到 0g 的输出，而 Z 轴应该是得到 1g 的输出，这些输出理想情况下应该是处于各自动态范围的中间，但是实际情况往往会存在偏差，这种和理想值之间的偏差就是所述的零偏（Zero-g offset）。

零偏 Offset 从某种程度上来说是 MEMS 传感器上受到压力情况的一种体现，因此在传感器装配到 PCB 板或者将它置于大量机械应力之下后，零偏 Offset 会有轻微的变化。零偏 Offset 随温度变化比较小。加速度计零偏容差是指一批加速度计传感器零偏值范围的标准差。

陀螺仪零偏 Zero-Rate：是指在没有角速度的情况下实际输出信号。同样，该零偏 Offset 从某种程度上来说是 MEMS 传感器上受到压力情况的一种体现，因此在传感器装配到 PCB 板或者将它置于大量机械应力之下后，零偏 Offset 会有轻微的变化。零偏 Offset 随温度变化和时间比较小。

2 功能

2.1 工作模式

ICM-42688P 有三种工作模式可选：

1） 只有加速度计工作，陀螺仪关闭；
2） 只有陀螺仪工作，加速度计关闭；
3） 陀螺仪和加速度计同时开启，且 ODR 相互独立；

2.2 陀螺仪工作模式

在 ICM-42688P 中，陀螺仪能配置成成四种不同的工作模式：关闭、低功耗、正常以及高性能四种模式。

2.3 加速度计工作模式

在 ICM-42688P 中加速度计可以配置成四种不同的工作模式：关闭、低功耗、高性能四种模式。

2.4 工作模式设置

		PWR_CTRL_ACC_EN	PWR_CTRL_GYR_EN	ACC_CONF_ACC_FILTER_PERF	GYR_CONF_ GYR_FILTER_PERF	GYR_CONF_GYR_NOISE_PERF
待机模式		0	0	X	X	X
低功耗模式	加速度计	1	0	0	X	X
	陀螺仪	0	1	X	0.	0
	IMU	1	1	0	0	0
正常模式	加速度计	1	0	1	X	X
	陀螺仪	0	1	X	1	0
	IMU	1	1	1	1	0
高性能模式	加速度计	1	0	1	X	X
	陀螺仪	0	1	X	1	1
	IMU	1	1	1	1	1

3 数字接口

ICM-42688P 内置的寄存器访问可以通过 IIC 和 SPI 串连接口来实现，其中 SPI 接口可以通过开关配置成 3-线或者是 4-线接口模式。当选择 IIC 的时候，CS 脚必须接高（VDD_IO）。

管脚名	描述
CSB	IIC 或 SPI 选择： 1：选择 IIC 通信； 0：选择 SPI 接口通信；
SCL/SPC	IIC 串连接口时钟 SCL； SPI 串连接口时钟 SPC；
SDA/SDI/SDO	IIC 的串联数据 SDA； SPI 的串联数据输入 SDI； 3 线 SPI 数据输出 SDO；
SDO/SA0	SPI 串行数据输出 SDO； IIC 器件地址低位 LSB，SA0

3.1 IIC 串连接口

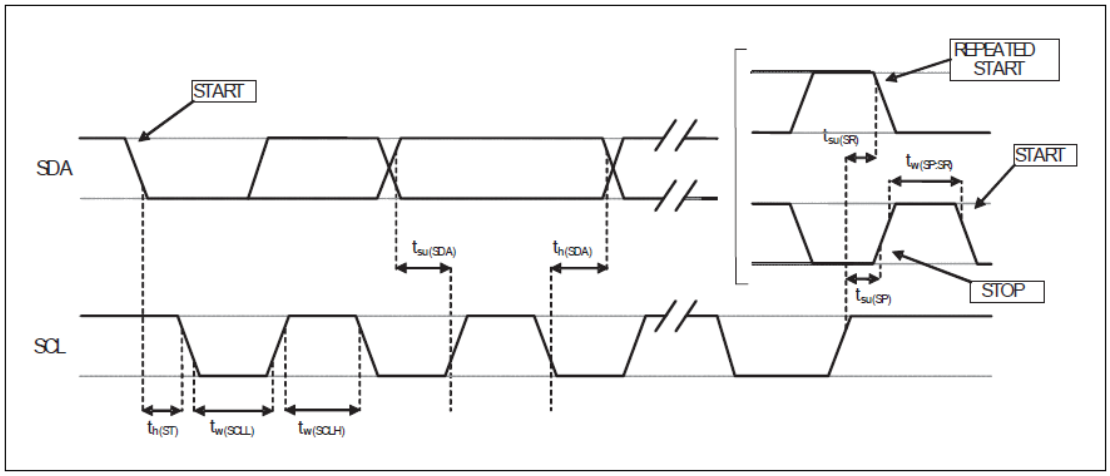
IIC 总线包括两个信号，串行时钟 SCL 和串行数据 SDA，其中 SDA 是双向通信的，可以发送或者接受数据。两个信号线都应该通过外部上拉电阻上拉到 VDD_IO，这样当两根信号线处于空闲状态的时候，两信号保持为高。该 IIC 接口高速模式能支持到 400KHz，IIC 接口遵行快速模式 400Khz 的 IIC 标准。

3.1.1 IIC 时间参数和时序

IIC 从设备时间参数

符号	参数	I²C 标准模式（1）		I²C 快速模式（1）		单位
		最小值	最大值	最小值	最大值	
f(SCL)	SCL clock frequency	0	100	0	400	KHz
tw(SCLL)	SCL clock low time	4.7	--	1.3	--	μs
w(SCLH)	SCL clock high time	4.0	--	0.6	--	
tsu(SDA)	SDA setup time	250	--	100	--	ns
th(SDA)	SDA data hold time	0.01	3.45	0.01	0.9	μs
tr(SDA) tr(SCL)	SDA and SCL rise time	--	1000	20+0.1Cb(2)	300	ns
tf(SDA) tf(SCL)	SDA and SCL fall time	--	300	20+0.1Cb(2)	300	
th(ST)	START condition hold time	4	--	0.6	--	μs
tsu(SR)	Repeated START condition setup time	4.7	--	0.6	--	
tsu(SP)	STOP condition setup time	4	--	0.6	--	
tw(SP:SR)	Bus free time between STOPand START condition	4.7	--	1.3	--	

IIC 从设备时序图



3.1.2 IIC 操作

本电路的 I²C 总线接口是从设备。可以通过 I²C 接口写数据到寄存器，也可从寄存器读取数据。相关的 I²C 名词说明如下表。

串行接口管脚描述

名词	描述
发射端	发送数据到总线
接收端	从总线接收数据
主机	发起传输，生成时钟信号，终止传输
从设备	由主设备寻址访问

总线的传输通过一个 START 信号开始。START 条件定义为：SCL 高期间，SDA 上有一个高到低的变化。之后，总线会被认为进入占用状态。接下来的一个字节数据的高 7 位表示主机需要通信的址位，第 8 位表示接下来的数据传输是主机到从设备，还是由从设备到主机。当地址被发送出去后，每个连接到该总线上的电路会比较这个地址是不是自己的地址。如果地址配对成功，则返回 ACK 到主机。ACK 在第 9 个 CLK 上是一个低电平。

ICM-42688P 的从设备地址是 0011 00xb。数据传输需要 ACK 信号返回才有效。发送端在第 9 个 CLK 上必须释放总线，接收端在第 9 个 CLK 上拉低总线，完成一个 ACK 返回。接收端必须在接收到每个字节后返回 ACK。

ICM-42688P 的 I²C 接口是从设备接口，而且遵循近似的标准 I²C 协议。START 信号之后，主机的从设备地址发送出去。当从设备的 ACK 返回后，一个 8 位的子地址被发送出去，其低 7 位表示的是实际的寄存器地址，最高位表示的是是否地址自增。如果最高位为“1”，则之后的寄存器地址自增，可允许多数据读写。

从地址加上读写控制位构成一个完整的从设备地址。如果读写控制位为“1（读）”，从设备地址和子寄存器地址发送成功，则需要发送一个“重复 START”信号。如果读写控制位为“0（写）”，则下一个字节的传输方向不变。

主机写一个字节到从设备

Master	ST	SAD+W		SUB		DATA		SP
Slave			SAK		SAK		SAK	

主机写多字节到从设备

Master	ST	SAD+W		SUB		DATA		DATA		SP
Slave			SAK		SAK		SAK		SAK	

主机从从设备读取一个字节

Master	ST	SAD +W		SUB		SR	SAD +R			NMAK	SP
Slave			SAK		SAK			SAK	DATA		

主机从从设备读取多个字节

Master	ST	SAD+W		SUB		SR	SAD +R			MAK		MAK		NMAK	SP
Slave			SAK		SAK			SAK	DATA		DATA		DATA		

数据以字节的形式在总线上传输，每个数据传输包含 8 个位。每一次传输的次数不限制。数据传输时，最高位先发送。如果接收端正在处理其他事物，不能完整接收数据，则拉低 SCL 线迫使发送端进入等待状态。只有等到接收端不再繁忙，且释放 SCL 总线后，方可继续传输。如果从设备接收端因为实时事务不能应答从设备地址，SDA 线也不能被占用，主机会自行终止传输。SCL 为高状态时，SDA 总线上的一个低到高的跳变，定义为一个 STOP 条件。每个数据传输需要有 STOP 条件来终止。

3.1.3 IIC 地址

ICM-42688P 作为从设备的地址是 0011 00xb。外部管脚 SDO/SA0 脚可以修改器件地址的最低位 LSB，如果 SDO/SA0 接高，则 LSB=1（地址为 0011 001b），如果 SDO/SA0 接地，则 LSb=0（地址为 0011 000b），该方案可以允许同一个IIC 总线访问两个不同的惯性传感器。

从设备 IIC 地址读写地址(SAD+Read/Write)对应表格

SDO外部连接	7位IIC地址	8位IIC地址	备注
悬空/接逻辑高	0x19	0x32(W)、0x33(R)	不漏电连接方式
接逻辑低	0x18	0x30(W)、0x31(R)	需关闭SDO内部上拉电阻

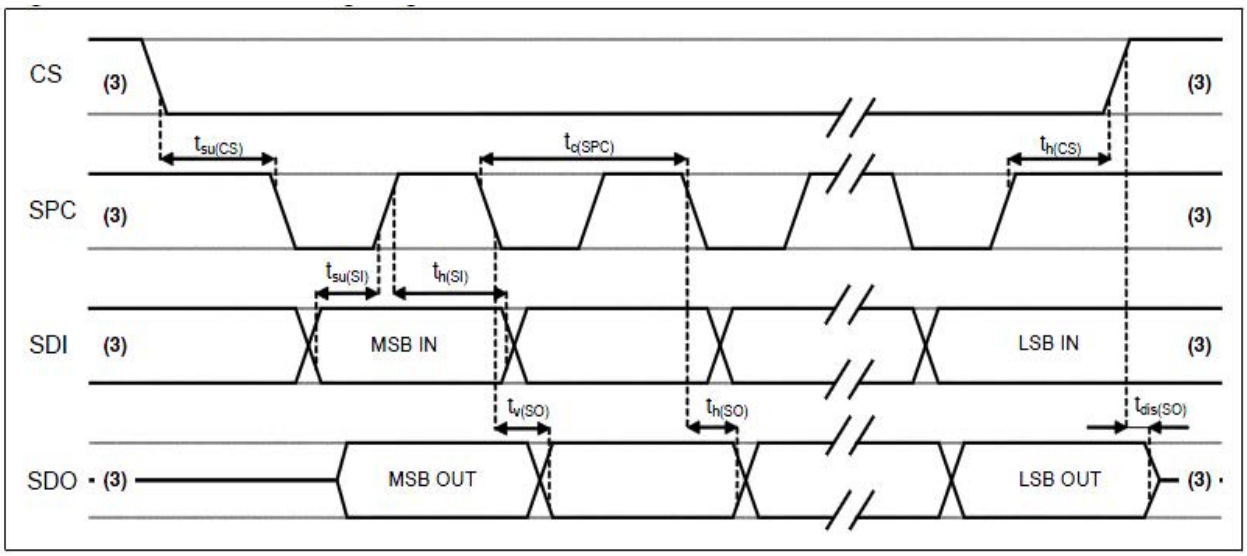
3.2 SPI 串连接口

3.2.1 SPI 参数和时序

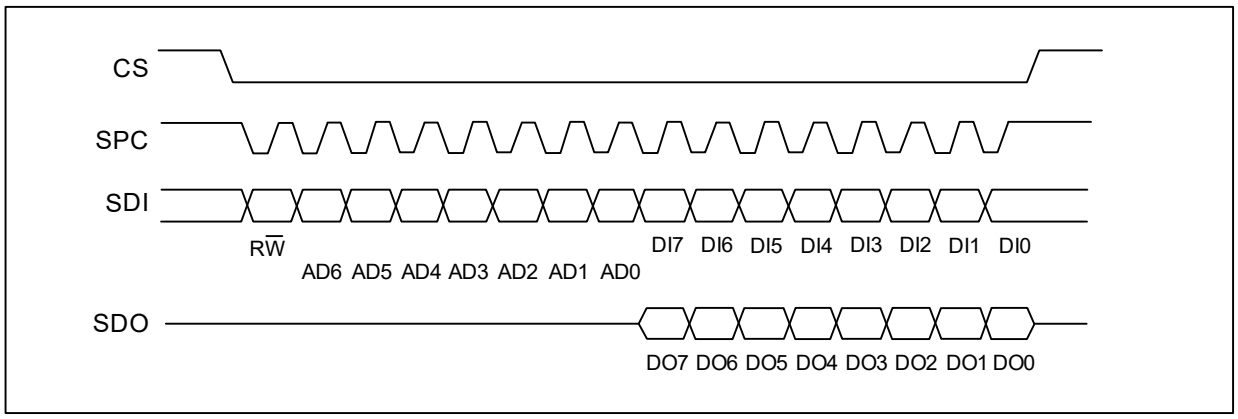
SPI 从设备时间参数

符号	参数	最小值	最大值	单位
tc(SPC)	SPI clock cycle	100	--	ns
fc(SPC)	SPI clock frequency	--	10	MHz
tsu(CS)	CS setup time	6	--	ns
th(CS)	CS hold time	8	--	
tsu(Si)	SDI input setup time	5	--	
th(Si)	SDI input hold time	15	--	
tv(So)	SDO valid output time	--	50	
th(So)	SDO output hold time	9	--	
tdis(So)	SDO output disable time	--	50	

SPI 从设备时序图



本电路的SPI总线接口是从设备。可以通过SPI接口写入数据到寄存器，也可从寄存器读出数据。相关的四个总线信号是：CSB、SPC、SDI和SDO。



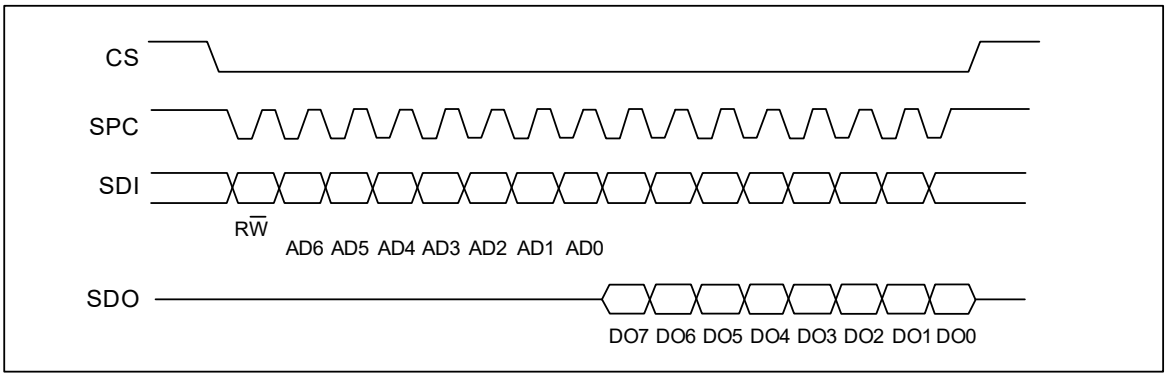
SPI读写时序

CSB是SPI的使能信号，由SPI主机控制，在SPI传输开始前变低，在SPI传输结束后变高。SPC是SPI接口的串行时钟信号，由SPI主机控制。在CS为高期间为高（无传输）。SDI和SDO是串行数据输入和输出，在SPC的下降沿驱动，SPC的上升沿读取。单字节读写以16个时钟完成，如果是多字节读写，则是8的倍数个时钟完成。第一个位（bit0）在SPC的第一个下降沿上开始发送。SPC的第一个下降沿在CS的下降沿后开始。最后一个位（bit15或者bit23，…）在最后一个SPC的下降沿开始发送，但SPC的上升沿必须在CS的上升沿前完成。

- Bit0：$R\overline{W}$位。为0，DI(7:0)是写入到电路的数据。为1，DO(7:0)是从电路读出的数据。如果是读，则电路会在bit8开始驱动SDO。
- Bit1-7：地址AD(6:0)是寄存器地址。
- Bit8-15：数据DI(7:0)（写模式），写入到从设备的数据（MSB先发送）。
- Bit8-15：数据DO(7:0)（读模式），由从设备读取出来的数据（MSB先发送）。

在多字节读写命令中，更多的8时钟周期被加上。Addr_Auto=1时地址自增，SDI和SDO的功能和行为不变。

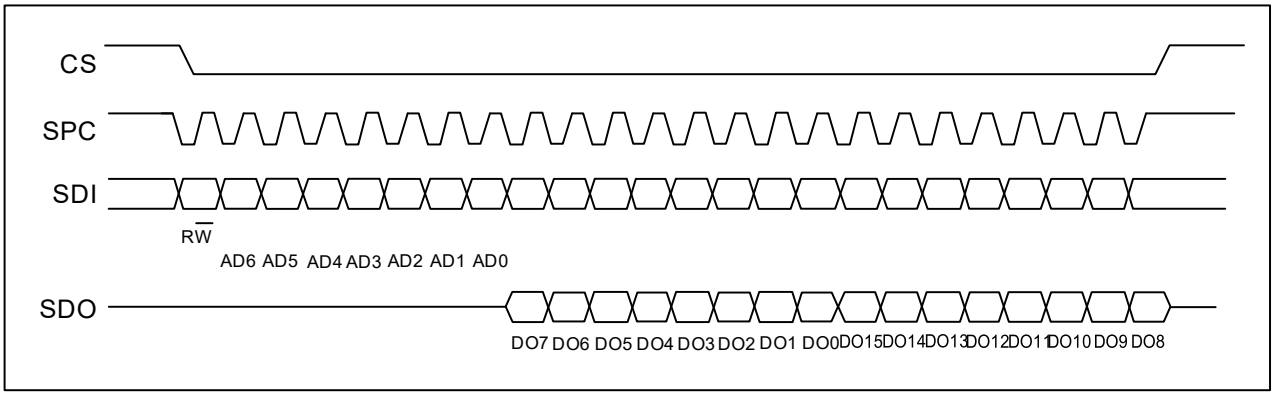
3.2.2 SPI 读



SPI读协议

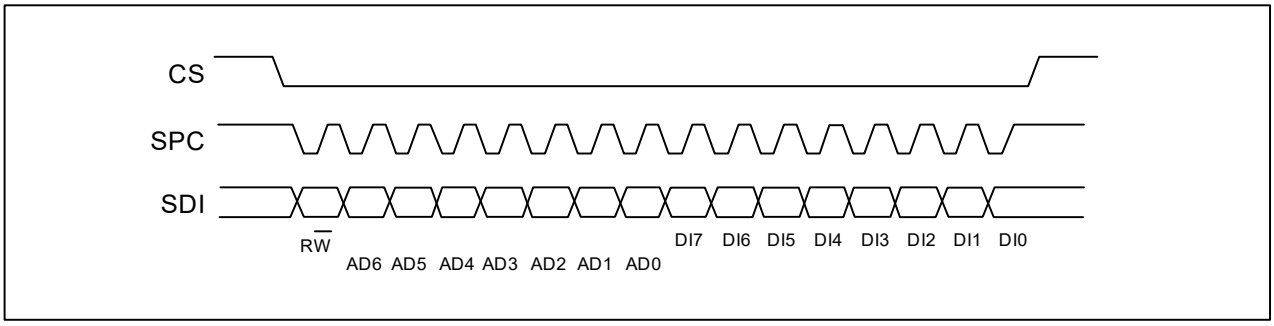
SPI读命令以16个时钟完成。多字节的读会增加更多的8时钟模块。

- Bit0：读写控制位，为1。
- Bit1-7：地址AD(6:0)是寄存器地址。
- Bit8-15：数据DO(7:0)（读模式），由从设备读取出来的数据（MSB先发送）。
- Bit16-…：数据DO(…:8)（读模式），更多的数据（MSB先发送）。



SPI多字节读协议（2字节为例）

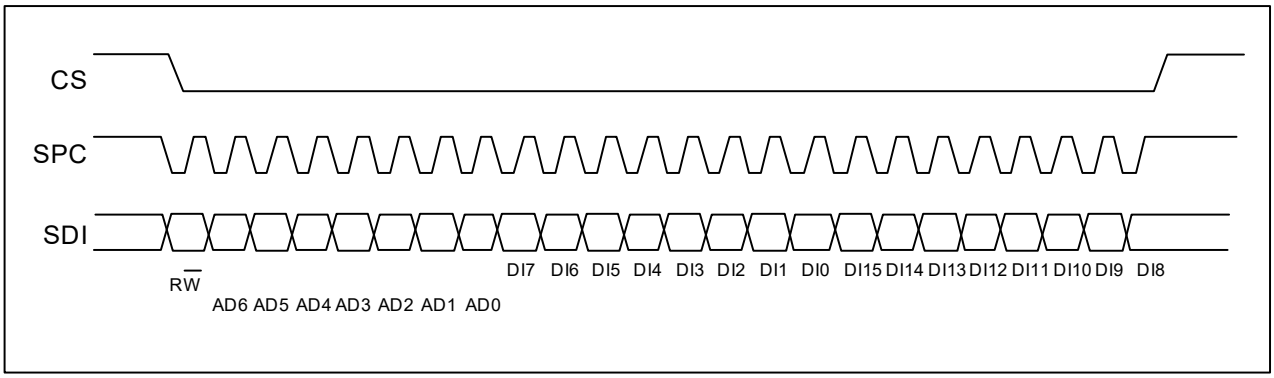
3.2.3 SPI 写



SPI写协议

SPI单字节写命令以16个时钟完成。多字节的读会增加更多的8时钟模块。

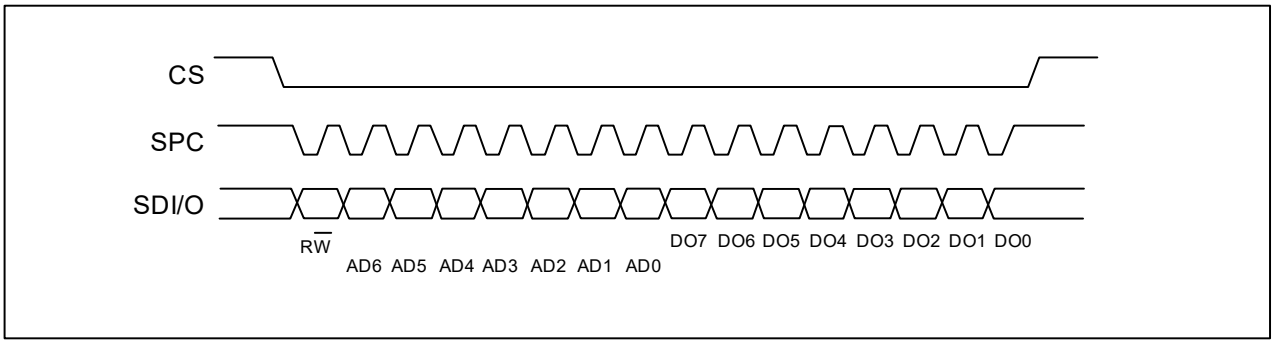
- Bit0：读写控制位，为0。
- Bit1-7：地址AD(6:0)是寄存器地址。
- Bit8-15：数据DI(7:0)（写模式），向从设备写数据（MSB先发送）。
- Bit16-…：数据DI(…:8)（写模式），写入更多的数据（MSB先发送）。



SPI多字节写协议（2字节为例）

3.2.4 SPI 3 线模式读

3线通过想SIM位写入1来完成设置。4线模式写与3线模式写都只用到3个信号线，且逻辑与时序相同，所以通过4线写模式将从设备配置成3线模式，再以3线模式访问。



SPI 3线模式读协议

SPI读命令以16个时钟完成。

- Bit0：读写控制位，为1。
- Bit1-7：地址AD(6:0)是寄存器地址。
- Bit8-15：数据DO(7:0)（读模式），由从设备读取出来的数据（MSB先发送）。

采用SPI方式连续读取三轴FIFO数据时，需从0x0B寄存器开始读取，连续读取7个字节数据，取后6个字节分别拼接成三轴数据。特别注意：禁止多SPI设备复用SPC、MOSI、MISO。

4 寄存器列表

下表列出了 ICM-42688P 所有的寄存器及地址和初值。

名称	类型	寄存器地址		缺省	备注
		16进制	二进制		
WHO_AM_I	rw	01	0000 0001	0x6A	--
Reserved（do not modify）	--	02-03	--	--	--
OIS_CONF	rw	04	0000 0100		
COM_CFG	rw	05	0000 0101	0x10	--
INT_CFG1	rw	06	0000 0110	--	--
INT_CFG2	rw	07	0000 0111	--	--
HPF&LPF _CFG	rw	08	0000 1000	0x80	--
DATA_SAT	rw	0A	0000 1010	--	--
DATA_STAT	r	0B	0000 1011	--	--
ACC_XH/ACC_XH_OIS	r	0C	0000 1100	--	output
ACC_XL/ACC_XL_OIS	r	0D	0000 1101	--	output
ACC_YH/ACC_YH_OIS	r	0E	0000 1110	--	output
ACC_YL/ACC_YL_OIS	r	0F	0000 1111	--	output
ACC_ZH/ACC_ZH_OIS	r	10	0001 0000	--	output
ACC_ZL/ACC_ZL_OIS	r	11	0001 0001	--	output
ACC_XH/ACC_XH_OIS	r	12	0001 0010	--	output
ACC_XL/ACC_XL_OIS	r	13	0001 0011	--	output
ACC_YH/ACC_YH_OIS	r	14	0001 0100	--	output
ACC_YL/ACC_YL_OIS	r	15	0001 0101	--	output
ACC_ZH/ACC_ZH_OIS	r	16	0001 0110	--	output
ACC_ZL/ACC_ZL_OIS	r	17	0001 0111	--	output
TIME_H	r	18	0001 1000	--	--
TIME_M	r	19	0001 1001	--	--
TIME_L	r	1A	0001 1010	--	--
RAM_BIST	rw	1B	0001 1011	--	--
FIFO_CFG0	rw	1C	0001 1100	--	--
FIFO_CFG1	rw	1D	0001 1101	--	--
FIFO_CFG2	rw	1E	0001 1110	0xFF	--
FIFO_STAT0	r	1F	0001 1111	--	--
FIFO_STAT1	r	20	0010 0000	0x40	--
FIFO_DATA	r	21	0010 0001	--	--
TEMP_H	r	22	0010 0010		
TEMP_L	r	23	0010 0011		
AOI1_CFG	rw	30	0011 0000	--	--
AOI1_STAT	r	31	0011 0001	--	--
AOI1_THS	rw	32	0011 0010	--	--
AOI1_DUR	rw	33	0011 0011	--	--
AOI2_CFG	rw	34	0011 0100	--	--
AOI2_STAT	r	35	0011 0101	--	--

名称	类型	寄存器地址		缺省	备注
		16进制	二进制		
AOI2_THS	rw	36	0011 0110	--	--
AOI2_DUR	rw	37	0011 0111	--	--
CLICK_CRTL_REG	rw	38	0011 1000	--	--
CLICK_SRC	r	39	0011 1001	--	--
STEP_CFG	rw	3A	0011 1010	--	--
STEP_SRC	rw	3B	0011 1011	--	--
STEP_COUNTER_L	r	3C	0011 1100	--	--
STEP_COUNTER_H	r	3D	0011 1101	--	--
WRIST_SRC	rw	3E	0011 1110		
AOI1&AOI2_CFG	rw	3F	0011 1111	--	--
ACC_CONF	rw	40	0100 0000	0xA8	--
ACC_RANGE	rw	41	0100 0001	0x02	--
GYR_CONF	rw	42	0100 0010	0xA8	
GYR_RANGE	rw	43	0100 0011	0x02	
FIFO_DOWNS	rw	45	0100 0101	0x80	--
SOFT_RST	rw	4A	0100 1010	--	--
ACC_SELF_TEST	rw	6D	0110 1101	--	--
GRY_SELF_TEST_MEMS	rw	6F	0110 1111		
PWR_CTRL	rw	7D	0111 1101	--	--
SEG_SEL	rw	7F	0111 1111	--	--

标识为“保留”的，在使用中不要更改，可能会引起永久性破坏。

4.1 特殊寄存器 1

下表列出了 ICM-42688P 需要先将 0x7F(SEG_SEL) 写入 0x83 后再进行访问的寄存器及地址和初值。

名称	类型	寄存器地址		缺省	备注
		16进制	二进制		
I2C_UN	rw	6F	0110 1111	--	--

备注：特殊寄存器配置完成后需要退出该地址（0x7F 写入 0x00）再访问其他通用寄存器。

4.2 特殊寄存器 2

下表列出了 ICM-42688P 需要先将 0x7F(SEG_SEL) 写入 0x8C 后再进行访问的寄存器及地址和初值。

名称	类型	寄存器地址		缺省	备注
		16进制	二进制		
DIG_CTRL	rw	30	0011 0000	--	--

备注：特殊寄存器配置完成后需要退出该地址（0x7F 写入 0x00）再访问其他通用寄存器。

4.3 特殊寄存器 3

下表列出了 ICM-42688P 需先将0x7F(SEG_SEL)写入 0x90 后再进行访问的寄存器及地址和初值。

名称	类型	寄存器地址		缺省	备注
		16进制	二进制		
CLICK_COEFF1	rw	40	0100 0000	0x52	--
CLICK_COEFF2	rw	41	0100 0001	0x9A	--
CLICK_COEFF3	rw	42	0100 0010	0x04	--
CLICK_COEFF4	rw	43	0100 0011	0x57	--
STEP_DELTA	rw	44	0100 0100		
STEP_WTM	rw	45	0100 0101		
PEDO_COEFF1	rw	46	0100 0110	0x4F	--
PEDO_COEFF2	rw	47	0100 0111	0x23	--
PEDO_COEFF3	rw	48	0100 1000	0xA5	--
PEDO_COEFF4	rw	49	0100 1001	0x23	--
PEDO_COEFF5	rw	4A	0100 1010	0x04	--
PEDO_COEFF6	rw	4B	0100 1011	0x8C	--
WRIST_CTRL1	rw	51	0101 0001	0x30	--
WRIST_CTRL2	rw	52	0101 0010	0x0F	--
WRIST_CTRL3	rw	53	0101 0011	0x93	--

备注：特殊寄存器配置完成后需要退出该地址（0x7F 写入 0x00）再访问其他通用寄存器。

在“引导启动”时加载到寄存器中的内容不要改变。这些内容包含了工厂校准补偿的信息，能掉电保存和自动加载。

5 寄存器描述

5.1 WHO_AM_I（01h）

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
0	1	1	0	1	0	1	0

5.2 OIS_CONF (04h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	--	OIS_EN	--	--	--	--

OIS_EN	OIS 使能位。默认值：0 (0：OIS 关闭； 1：OIS 使能)

5.3 COM_CFG(05h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
BOOT	BDU	I2C_UN	Addr_Auto	OCS_PU_EN0	OSIM	CS_PU_EN0	SIM

BOOT	手动加载 MTP 数据
BDU	块数据更新。默认值：0 (0：连续更新；1：输出数据寄存器不更新直到 MSB 和 LSB 被读取)
I2C_UN	I2C 通信关闭使能位 0：开启 I2C；1：关闭 I2C
Addr_Auto	通讯地址自增控制位。 默认值：1 0： 地址不自增（通过 FIFO_DATA 连续读取数据时需要配置为地址不自增）； 1： 地址自增，连续读写时地址自增（I2C 和 SPI 通信皆适用）；
OCS_PU_EN0	
OISM	OIS SPI 通信模式选择 0：OIS 4 线模式；1：OIS 3 线模式；
CS_PU_EN0	CSB 管脚上拉控制位 0：打开上拉；1：关闭上拉；
SIM	SPI 串行接口模式配置。默认值：0 (0：4 线接口；1：3 线接口)

5.4 INT_CFG1(06h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	INT_PP_OD	H_LACTIVE	INT1_SEL4	INT1_SEL3	INT1_SEL2	INT1_SEL1	INT1_SEL0

INT_PP_OD	INT1 和 INT2 推挽输出或开漏输出选择位。 默认值： 0 0：推挽输出使能； 1：开漏输出使能；
H_LACTIVE	中断引脚默认电平控制位。 默认值： 0 0：中断触发时输出高电平（默认低电平） 1：中断触发时输出低电平（默认高电平）

INT1_SEL[4：0]	描述
00001	DRDY_ACC 中断在 INT1 上
00010	DRDY_ACC_OIS 中断在 INT1 上
00011	DRDY_GYR 中断在 INT1 上
00100	DRDY_GYR_OIS 中断在 INT1 上
00101	DRDY_TMP 中断在 INT1 上
00110	NVM_PROG_EN 中断在 INT1 上
00111	CLICK 中断在 INT1 上
01000	EMPTY 中断在 INT1 上
01001	WTM 中断在 INT1 上
01010	OVER_FIFO 中断在 INT1 上
01011	AOI1 中断在 INT1 上
01100	AOI2 中断在 INT1 上
01101	AOI1| AOI2 中断在 INT1 上
01111	WTM_STEP 中断在 INT1 上
10000	DELTA_STEP 中断在 INT1 上
10001	OVRN_STEP 中断在 INT1 上
10010	WRIST_FLAG 中断在 INT1 上
10011	WRIST_ON_FLAG 中断在 INT1 上
10100	WRIST_DOWN_FLAG 中断在 INT1 上
10101	WRIST_ON_FLAG|WRIST_DOWN_FLAG 中断在 INT1 上

5.5 INT_CFG2(07h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	--	INT2_SEL4	INT2_SEL3	INT2_SEL2	INT2_SEL1	INT2_SEL0

INT2_SEL[4：0]	描述
00001	DRDY_ACC 中断在 INT2 上
00010	DRDY_ACC_OIS 中断在 INT2 上
00011	DRDY_GYR 中断在 INT2 上
00100	DRDY_GYR_OIS 中断在 INT2 上
00101	DRDY_TMP 中断在 INT2 上
00110	NVM_PROG_EN 中断在 INT2 上
00111	CLICK 中断在 INT2 上
01000	EMPTY 中断在 INT2 上
01001	WTM 中断在 INT2 上
01010	OVER_FIFO 中断在 INT2 上
01011	AOI1 中断在 INT2 上
01100	AOI2 中断在 INT2 上
01101	AOI1| AOI2 中断在 INT1 上
01111	WTM_STEP 中断在 INT2 上
10000	DELTA_STEP 中断在 INT2 上
10001	OVRN_STEP 中断在 INT2 上
10010	WRIST_FLAG 中断在 INT2 上
10011	WRIST_ON_FLAG 中断在 INT2 上
10100	WRIST_DOWN_FLAG 中断在 INT2 上
10101	WRIST_ON_FLAG|WRIST_DOWN_FLAG 中断在 INT2 上

5.6 HPF&LPF_CFG(08h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
HPCF2	HPCF1	FDS	HP_RESET	--	DLPF_EN	DLPF1	DLPF0

HPCF2 -HPCF1	高通截止频率选择。默认值：10
FDS	数据滤波选择。默认值：0 0：跳过内部高通滤波； 1：内部高通滤波以后的数据输出到数据寄存器或 FIFO；
HP_RESET	高通滤波器复位。默认值：0 0：复位禁止； 1：复位使能；
DLPF_EN	数字低通滤波器使能位。 默认值： 0 0：数字低通滤波器禁止，默认禁止数字低通滤波器为 1 阶滤波阶数； 1：数字低通滤波器使能；
DLPF[1：0]	数字低通滤波器滤波阶数选择位。默认值：00 DLPF[1：0]的四种取值对应截止频率如下表所示

高通截止频率配置表

HPCF	Ft[Hz]@12.5Hz	Ft[Hz]@25Hz	Ft[Hz]@50Hz	Ft[Hz]@100Hz	Ft[Hz]@200Hz	Ft[Hz]@400Hz
00	1	2	4	8	16	32
01	0.5	1	2	4	8	16
10	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2
11	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8

低通截止频率配置表

DLPF	Ft[Hz]@12.5Hz	Ft[Hz]@25Hz	Ft[Hz]@50Hz	Ft[Hz]@100Hz	Ft[Hz]@200Hz	Ft[Hz]@400Hz
00	0.4	0.8	1.6	3.2	6.4	12.8
01	0.8975	1.795	3.59	7.18	14.36	28.72
10	1.3625	2.725	5.45	10.9	21.8	43.6
11	1.75	3.5	7	14	28	56

5.7 DATA_SAT(0Ah)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	GYR_MEMS_OK	SAT_ GYR _Z	SAT_ GYR _Y	SAT_ GYR _X	SAT_Z	SAT_Y	SAT_X

GYR_MEMS_OK	陀螺仪自测试状态位。默认值：0 0：陀螺仪自测试异常；1：陀螺仪自测试正常；
SAT_ GYR _Z	陀螺仪 Z 轴原始数据饱和状态位。默认值：0 (0：Z 轴原始数据已饱和；1：Z 轴原始数据未饱和)
SAT_ GYR _Y	陀螺仪 Y 轴原始数据饱和状态位。默认值：0 (0：Y 轴原始数据已饱和；1：Y 轴原始数据未饱和)
SAT_ GYR _X	陀螺仪 X 轴原始数据饱和状态位。默认值：0 (0：X 轴原始数据已饱和；1：X 轴原始数据未饱和)
SAT_ACC_Z	加速度计 Z 轴原始数据饱和状态位。默认值：0 (0：Z 轴原始数据已饱和；1：Z 轴原始数据未饱和)
SAT_ ACC _Y	加速度计 Y 轴原始数据饱和状态位。默认值：0 (0：Y 轴原始数据已饱和；1：Y 轴原始数据未饱和)
SAT_ ACC _X	加速度计 X 轴原始数据饱和状态位。默认值：0 (0：X 轴原始数据已饱和；1：X 轴原始数据未饱和)

5.8 DATA_STAT(0Bh)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	GYR_CONF_ERR	ACC_CONF_ERR	--	DRDY_TMP	DRDY_GYR	DRDY_ACC

GYR CONF_ERR	陀螺仪初始化判断位。默认值：0 (0：初始化无误；1：初始化错误)
ACC_CONF_ERR	加速度计配置判断位。默认值：0 (0：初始化无误；1：初始化错误)
DRDY_TMP	温度传感器数据转换完成状态位。默认值： 0 (0：数据尚未转换完成；1：数据转换完成)
DRDY_GYR	陀螺仪 X、Y 和 Z 三个轴新的数据转换完成状态位。 默认值： 0 (0：三轴中至少某一轴的数据尚未转换完成；1：三个轴新的数据全都转换完成)
DRDY_ACC	加速度计 X、Y 和 Z 三个轴新的数据转换完成状态位。 默认值： 0 (0：三轴中至少某一轴的数据尚未转换完成；1：三个轴新的数据全都转换完成)

5.9 ACC_XH(0Ch),ACC_XL (0Dh)

X 轴加速度计值。这个值以 2 的补码的形式输出。

5.10 ACC_YH (0Eh),ACC_YL (0Fh)

Y 轴加速度计值。这个值以 2 的补码的形式输出。

5.11 ACC_ZH (10h),ACC_ZL (11h)

Z 轴加速度计值。这个值以 2 的补码的形式输出。

5.12 GYR_XH(12h), GYR _XL (13h)

X 轴加速度计值。这个值以 2 的补码的形式输出。

5.13 GYR _YH (14h), GYR _YL (15h)

Y 轴加速度计值。这个值以 2 的补码的形式输出。

5.14 GYR_ZH (16h), GYR_ZL (17h)

Z 轴加速度计值。这个值以 2 的补码的形式输出。

以加速度计 X 轴数据拼接及单位转换为例

ACC_XH	ACC_XL	16bits(DEC)	10bits(DEC)	FS[1:0]=00	FS[1:0]=01	FS[1:0]=10	FS[1:0]=11
0x40	0x00	16384	256	1.0g	2.0g	4.0g	8.0g
0x20	0x00	8192	128	0.5g	1.0g	2.0g	4.0g
0xE0	0x00	-8192	-128	-0.5g	-1.0g	-2.0g	-4.0g
0xC0	0x00	-16384	-256	-1.0g	-2.0g	-4.0g	-8.0g

```
unsigned    char    X_H,X_L,Y_H,Y_L,Z_H, Z_L;                    //三轴数据（高、低位）
signed short int    SL_ACCEL_X,SL_ ACCEL_Y,SL_ ACCEL_Z;          //三轴数据
SL_ACCEL_X =（signed short int）  ((X_H<< 8) | X_L);             //拼接数据
SL_ACCEL_Y =（signed short int）  ((Y_H<< 8) | Y_L);             //强制数据类型转换
SL_ACCEL_Z =（signed short int）  ((Z_H<< 8) | Z_L);             //16 位带符号整型数据
SL_ACCEL_X =SL_ ACCEL_X>>4;                                      //取 12 位带符号整型数据，Y，Z 同理
```

5.15 TIME_H(18h) TIME_M(19h) TIME_L(1Ah)

TIME_H	Sensor_Time [23：16]
TIME_M	Sensor_Time [15：8]
TIME_L	Sensor_Time [7：0]

Sensor_Time（时间戳）是一个 24 位的数据，在高性能模式和低功耗模式都可使用。在运行时 Sensor_Time 的值是隐藏的，当它被读取时返回当前的时间值。Sensor_Time 的分辨率为 39.06125 us，且与 ODR 同步。

5.16 FIFO_CFG0(1Ch)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	--	--	--	FIFO_ACC_EN	FIFO_GYR_EN	FIFO_HEADER_EN

FIFO_ACC_EN	加速度计 FIFO 使能位。默认值：0 (0：FIFO 禁止；1：FIFO 使能)
FIFO_ GYR _EN	陀螺仪 FIFO 使能位。默认值：0 (0：FIFO 禁止；1：FIFO 使能)
FIFO_HEADER_EN	FIFO 数据头码使能位，16 位 FIFO 数据中高 2 位为头码。默认值：0 (0：FIFO 数据无头码；1：FIFO 数据有头码) 001：Sensor_Time 1） 无头码时，FIFO 最开始 4 个 Byte 数据拼接成 32 位，取低 24 位直接拼接成 Sensor_Time； 2） 有头码时，FIFO 最开始 4 个 Byte 数据拼接成 32 位，第 1Byte 和第 3Byte 的高两位为头码，第 1Byte 中 B5-B2 进行补零，剩余 24 位进行拼接成 Sensor_Time； 010：ACC_X 轴 FIFO 数据 1） 无头码时，16 位数据直接拼接成 ACC_X 轴数据； 2） 有头码时，高 2 位为头码，低 14 位为 ACC_X 轴数据（原始数据舍去高 2 位得到）； 011：ACC_Y 轴 FIFO 数据 1） 无头码时，16 位数据直接拼接成 ACC_Y 轴数据； 2） 有头码时，高 2 位为头码，低 14 位为 ACC_Y 轴数据（原始数据舍去高 2 位得到）； 100：ACC_Z 轴 FIFO 数据 1） 无头码时，16 位数据直接拼接成 ACC_Z 轴数据； 2） 有头码时，高 2 位为头码，低 14 位为 ACC_Z 轴数据（原始数据舍去高 2 位得到）； 101：GYR_X 轴 FIFO 数据 3） 无头码时，16 位数据直接拼接成 GYR_X 轴数据； 4） 有头码时，高 2 位为头码，低 14 位为 GYR_X 轴数据（原始数据舍去高 2 位得到）； 110：GYR_Y 轴 FIFO 数据 3） 无头码时，16 位数据直接拼接成 GYR_Y 轴数据； 4） 有头码时，高 2 位为头码，低 14 位为 GYR_Y 轴数据（原始数据舍去高 2 位得到）； 111：GYR_Z 轴 FIFO 数据 3） 无头码时，16 位数据直接拼接成 GYR_Z 轴数据； 4） 有头码时，高 2 位为头码，低 14 位为 GYR_Z 轴数据（原始数据舍去高 2 位得到）；

备注：在加速度和陀螺仪相同 ODR 时，无头码和有头码时读取 FIFO 数据最开始 4 个 Byte 都为 Sensor_Time，读取一次 FIFO 只有在最开始出现 Sensor_Time，后续按照 ACC_X、ACC_Y、ACC_Z、GYR_X、GYR _Y、GYR _Z 轴的顺序进行读取，六轴的数据为一组，共 340 组（（2048-4）/6=340）。

5.17 FIFO_CFG1(1Dh)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	TR	FM1	FM0	--	FTH10	FTH9	FTH8

TR	FIFO 触发模式选择。默认值：0 0：AOI1 中断作为 FIFO 触发模式中断事件输入； 1：AOI2 中断作为 FIFO 触发模式中断事件输入；
FM[1：0]	FIFO 模式选择。默认值：00 00：By-Pass 模式（旁路模式，即不使用 FIFO 功能）； 01：FIFO 模式（缓存满未及时读取，新数据丢弃）； 10：Stream 模式（缓存满后，最早数据丢弃，添加新数据）； 11：触发模式（AOI1 或者 AOI2 中断事件有效，从 stream 模式进入 FIFO 模式）；
FTH[10:8]	FIFO WTM 阈值设置高 3 位，默认值：7

备注：ICM-42688P 使用 FIFO 模式工作时，FIFO 数据读取完成后，需先将 FIFO 模式切换到 BY-PASS 模式，然后切回到 FIFO 模式，即可继续工作。使用 Stream 模式时需将 FIFO_HEADER_EN=1，使能 FIFO 数据头码，否则读取的 FIFO 数据会出错。

5.18 FIFO_CFG2(1Eh)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
FTH7	FTH6	FTH5	FTH4	FTH3	FTH2	FTH1	FTH0

FTH[7：0]	FIFO 功能 WTM 阈值设置低 8 位。默认值：255 当 FIFO 中的数据个数超过设定阈值时，FIFO 状态寄存器相应状态位会置“1”

5.19 FIFO_STAT0(1Fh)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	EMPTY	WTM	OVER_FIFO	FSS11	FSS10	FSS9	FSS8

EMPTY	当 FIFO 中的数据全部被读取或者 FIFO 数据个数为 0 时，EMPTY 位置“1”。默认值：1
WTM	当 FIFO 中的数据个数超过设定阈值时，WTM 位置“1”。
OVER	当 FIFO 中的数据溢出时，OVER 位置“1”。
FSS[11:8]	在 FIFO 中未读取数据的组数。 当 FIFO 中的一组数据被读取时，该 FIFO 数据组数寄存器置会自动减一。

5.20 FIFO_STAT1(20h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
FSS7	FSS6	FSS5	FSS4	FSS3	FSS2	FSS1	FSS0

FSS[7：0]	在 FIFO 中未读取数据的组数。 当 FIFO 中的一组数据被读取时，该 FIFO 数据组数寄存器置会自动减一。

5.21 FIFO_DATA(21h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

FIFO_DATA[7：0]	读取 0x21 寄存器相当于是读取 FIFO 数据，读取数据顺序 ACC_X 轴、ACC_Y 轴、ACC_Z 轴、GYR_X 轴、GYR _Y 轴、GYR _Z 轴； 可以根据 0x1F-0x20 寄存器值计算 FIFO 组数，然后组数*12 作为读取 0x21 的次数；

5.22 TEMP_H(22h) TIME_L(23h)

TEMP_L	TEMP [15:8]
TEMP_L	TEMP [7:0]

TEMP（温度传感器寄存器）是一个 16 位的数据，在高性能模式和低功耗模式都可使用。可通过判断 DRDY_TMP 状态位然后读取实时温度值。T=(signed short int)((X_H<< 8) | X_L)/512+23℃；

5.23 AOI1_CFG(30h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
AOI	6D	ZHIE/ ZUPE	ZLIE/ ZDOWNE	YHIE/ YUPE	YLIE/ YDOWNE	XHIE/ XUPE	XLIE/ XDOWNE

AOI	与/或中断事件。默认值：0。参考“中断模式”
6D	6 个方向检测功能使能。默认值：0。参考“中断模式”
ZHIE/ ZUPE	Z 轴高事件中断或者 Z 轴方向检测中断使能。默认值：0 (0：禁止中断；1：使能中断)
ZLIE/ ZDOWNE	Z 轴低事件中断或者 Z 轴方向检测中断使能。默认值：0 (0：禁止中断；1：使能中断)
YHIE/ YUPE	Y 轴高事件中断或者 Y 轴方向检测中断使能。默认值：0 (0：禁止中断；1：使能中断)
YLIE/ YDOWNE	Y 轴低事件中断或者 Y 轴方向检测中断使能。默认值：0 (0：禁止中断；1：使能中断)
XHIE/ XUPE	X 轴高事件中断或者 X 轴方向检测中断使能。默认值：0 (0：禁止中断；1：使能中断)
XLIE/ XDOWNE	X 轴低事件中断或者 X 轴方向检测中断使能。默认值：0 (0：禁止中断；1：使能中断)

AOI	**6D**	**中断模式**
0	0	或中断事件
0	1	6 个方向运动识别
1	0	与中断事件
1	1	6 个方向位置检测

5.24 AOI1_STAT(31h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	IA	ZH	ZL	YH	YL	XH	XL

IA	中断激活。默认值：0 (0：中断没有产生；1：一个或多个中断已经产生)
ZH	Z 轴高。默认值：0 (0：没有中断，1：Z 轴高事件已经产生)
ZL	Z 轴低。默认值：0 (0：没有中断，1：Z 轴低事件已经产生)
YH	Y 轴高。默认值：0 (0：没有中断，1：Y 轴高事件已经产生)
YL	Y 轴低。默认值：0 (0：没有中断，1：Y 轴低事件已经产生)
XH	X 轴高。默认值：0 (0：没有中断，1：X 轴高事件已经产生)
XL	X 轴低。默认值：0 (0：没有中断，1：X 轴低事件已经产生)

5.25 AOI1_THS(32h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	THS6	THS5	THS4	THS3	THS2	THS1	THS0

THS6 - THS0	中断 **1** 阈值。默认值：000 0000 1LSB=16mg @ FS=2g 1LSB=32mg @ FS=4g 1LSB=64mg @ FS=8g 1LSB=128mg @ FS=16g

5.26 AOI1_DUR(33h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

D6 - D0	持续时间计数值。默认值： 000 0000

备注：D6 - D0 位设置识别到中断 1 事件的最小持续时间。持续时间寄存器的最大时间和时间步进是以 ODR 为时钟的。

AOI1 中断数据源说明：

按照中断事件的组合逻辑分为与事件和或事件。与事件是指选定的多个事件同时发生时才会触发中断，或事件是指选定的多个事件中任意一个发生即可触发中断；例如，需要配置 X 轴数据大于设定阈值或 Y 轴数据大于设定阈值，就需要使用或事件中断功能。该功能若用于活动检测，建议选择三轴高通后的数据作为该功能的数据源。满足触发条件后，中断触发或标志位呈现的响应时间为 1/ODR。

按照中断事件的方向检测情况分为 3D 方向运动（位置）检测和 6D 方向运动（位置）检测。

方向运动检测事件是指设备在某一个方向上进行运动或振动，引起该方向上的数据大于设定阈值，从而触发的事件。一般情况下该检测功能需要设置该 AOI 事件的数据源为三轴高通后数据。

方向位置检测事件是指设备从某一个固定位置缓慢移动到另外一个位置，引起三轴数据大于或小于设置角度阈值，从而触发的事件。一般情况下该检测功能需要设置该 AOI 事件的数据源为三轴原始数据。

3D 事件是指三轴数据的绝对值和设定阈值进行比较，从而触发大于或小于设定阈值的事件，该功能可以判断出是哪个轴大于或小于阈值了，无法判断是正向大于或小于设定阈值还是负向大于或小于设定阈值。若配置 X 轴高事件触发时，需要 X 数据的绝对值大于阈值才触发，相当于正向或负向数据都能触发中断，触发前 XL=1，触发后 XH=1。

6D 事件是指三轴数据和设定阈值的正负 1 倍进行比较，从而触发大于或小于设定阈值的事件，该功能可以判断出是哪个轴大于或小于阈值了，同时也判断出是正向大于或小于设定阈值还是负向大于或小于设定阈值。若配置 X 轴高事件触发时，需要 X 数据的值大于阈值才触发，相当于只有正向数据才能触发中断，触发前 XH=0，触发后 XH=1。为了实现双方向数据绝对值较大时都能触发中断，需要同时配置 X 轴高事件触发和 X 轴低事件触发。触发前 XH=0，XL=0，触发后，XH=1 或 XL=1。

AOI2 功能与 AOI1 功能的配置方法相同。

备注：与或中断和运动位置中断在判断大于阈值次数时，该计数值是每个成立情况下自增一，在不成立情况下自减一；若设置 AOI_DURATION 最高位为 1（D7），则可以减小阈值次数判断时的中断误触法情况。

5.27 AOI2_CFG(34h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
AOI	6D	ZHIE/ ZUPE	ZLIE/ ZDOWNE	YHIE/ YUPE	YLIE/ YDOWNE	XHIE/ XUPE	XLIE/ XDOWNE

AOI	与/或中断事件。默认值：0。参考“中断模式”
6D	6 个方向检测功能使能。默认值：0。参考“中断模式”
ZHIE/ ZUPE	Z 轴高事件中断或者 Z 轴方向检测中断使能。默认值：0 (0：禁止中断；1：使能中断)
ZLIE/ ZDOWNE	Z 轴低事件中断或者 Z 轴方向检测中断使能。默认值：0 (0：禁止中断；1：使能中断)
YHIE/ YUPE	Y 轴高事件中断或者 Y 轴方向检测中断使能。默认值：0 (0：禁止中断；1：使能中断)
YLIE/ YDOWNE	Y 轴低事件中断或者 Y 轴方向检测中断使能。默认值：0 (0：禁止中断；1：使能中断)
XHIE/ XUPE	X 轴高事件中断或者 X 轴方向检测中断使能。默认值：0 (0：禁止中断；1：使能中断)
XLIE/ XDOWNE	X 轴低事件中断或者 X 轴方向检测中断使能。默认值：0 (0：禁止中断；1：使能中断)

AOI	**6D**	**中断模式**
0	0	或中断事件
0	1	6 个方向运动识别
1	0	与中断事件
1	1	6 个方向位置检测

5.28 AOI2_STAT(35h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	IA	ZH	ZL	YH	YL	XH	XL

IA	中断激活。默认值：0 (0：中断没有产生； 1：一个或多个中断已经产生)
ZH	Z 轴高。默认值：0 (0：没有中断，1：Z 轴高事件已经产生)
ZL	Z 轴低。默认值：0 (0：没有中断，1：Z 轴低事件已经产生)
YH	Y 轴高。默认值：0 (0：没有中断，1：Y 轴高事件已经产生)
YL	Y 轴低。默认值：0 (0：没有中断，1：Y 轴低事件已经产生)
XH	X 轴高。默认值：0
	(0：没有中断，1：X 轴高事件已经产生)
XL	X 轴低。默认值：0 (0：没有中断，1：X 轴低事件已经产生)

5.29 AOI2_THS(36h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	THS6	THS5	THS4	THS3	THS2	THS1	THS0

THS6 - THS0	中断 **2** 阈值。 默认值： 000 0000 1LSB=16mg @ FS=2g 1LSB=32mg @ FS=4g 1LSB=64mg @ FS=8g 1LSB=128mg @ FS=16g

5.30 AOI2_DUR(37h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

D6 - D0	持续时间计数值。默认值： 000 0000

备注：D6 - D0 位设置识别到中断 2 事件的最小持续时间。持续时间寄存器的最大时间和时间步进是以 ODR 为时钟的。

5.31 CLICK_CRTL_REG(38h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	--	CLICK_SEL	LIR_CLICK	CLICK_X_EN	CLICK_Y_EN	CLICK_Z_EN

CLICK_SEL	0：敲击事件不为 0 时输出中断； 1：输出中断必须满足设置的敲击阈值个数才能输出中断，否则无中断输出；
LIR_CLICK	CLICK 中断状态锁存控制位。默认值：0 0：不锁存中断信号；1：锁存中断信号； 当三轴数据满足敲击条件且触发引脚中断信号时，通过预置位 LIR_CLICK，可以锁存引脚中断电平，直到读取 CLICK_SRC 后，中断状态以及中断电平才会自动复位为 0；
CLICK_X_EN	X 轴敲击功能使能位。默认值：0 0：禁止 X 轴数据参与敲击检测；1：使能 X 轴数据参与敲击检测；
CLICK_Y_EN	Y 轴敲击功能使能位。默认值：0 0：禁止 Y 轴数据参与敲击检测；1：使能 Y 轴数据参与敲击检测；
CLICK_Z_EN	Z 轴敲击功能使能位。默认值：0 0：禁止 Z 轴数据参与敲击检测；1：使能 Z 轴数据参与敲击检测；

5.32 CLICK_SRC(39h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	--	--	CLICK_SRC3	CLICK_SRC2	CLICK_SRC1	CLICK_SRC0

CLICK_SRC[3：0]	敲击检测中断状态值。默认值：0000 0000：无敲击事件触发；0001：单击事件触发；0010：双击事件触发； 0011：三击事件触发；… 1111：十五击事件触发；

5.33 STEP_CFG(3Ah)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	--	--	MUSIC_MOTOR_EN	STEP_CLR	--	STEP_EN

MUSIC_MOTOR_EN	抗马达和音乐干扰控制位。默认值：0 (0：抗马达和音乐干扰禁止；1：抗马达和音乐干扰使能)
STEP_CLR	计步值寄存器清除控制位。默认值：0 用于清除（3Ch，3Dh）寄存器数据；该位置 1 后，该位可自动复位为 0；
STEP_EN	计步功能使能位。默认值：0 (0：计步功能禁止；1：计步功能使能)

5.34 STEP_SRC(3Bh)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	M_STATE1	M_STATE0	--	WTM_STEP	DELTA_STEP	OVRN_STEP

M_STATE[1：0]	计步功能的运动状态值。默认值：00 00：静坐　01：慢走　10：快走　11：跑步
WTM_STEP	步数阈值状态位。默认值：0 0：当前计步值未超过设定阈值； 1：当前计步值已超过设定阈值；
DELTA_STEP	步数改变量判断状态位。默认值：0 0：当前计步值改变量未超过设定改变量阈值； 1：当前计步值改变量已超过设定改变量阈值；
OVER_STEP	步数溢出状态位。默认值：0 0：未溢出； 1：已溢出（3Ch，3Dh 都为 0xFF）；

5.35 STEP_COUNTER_L(3Ch)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
STEP7	STEP6	STEP5	STEP4	STEP3	STEP2	STEP1	STEP0

5.36 STEP_COUNTER_H(3Dh)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
STEP15	STEP14	STEP13	STEP12	STEP11	STEP10	STEP9	STEP8

步数值拼接方法如下：

```
unsigned    char    STEP_REG[2];                    //计步值寄存器的数据
signed int          SL_STEP;                        //计步值
SL_I2C_SPI_READ(0x3C,&STEP_REG[0]);                 //0x3C 寄存器开始连读向后读取 2 个字节
SL_STEP = (STEP_REG[1]<< 8)|(STEP_REG[0]);          //拼接计步值
```

5.37 WRIST_SRC(3Eh)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	--	WRIST_EN	--	WRIST_DOWN_FLAG	WRIST_ON_FLAG	WRIST_FLAG

WRIST_EN	手腕检测使能位。默认值：0 (0：手腕检测禁止；1：手腕检测使能)
WRIST_DOWN_FLAG	是否触发放下动作。默认值：0 (0：未检测到手腕放下动作；1：检测到手腕放下动作)
WRIST_ON_FLAG	是否触发抬手动。默认值：0 (0：未检测到手腕抬起动作；1：检测到手腕抬起动作)
WRIST_FLAG	检测手腕动作。默认值：0 (0：未处于抬手状态；1：已处于抬手状态，直到离开该状态，该值清零)

5.38 AOI1&AOI2_CFG(3Fh)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	AOI_EN	HPIS2	HPIS1	D4D_AOI2	D4D_AOI1	LIR_AOI2	LIR_AOI1

AOI_EN	AOI 中断禁止位。默认值：0 (0：AOI 中断使能；1：AOI 中断禁止)
HPIS2	中断 AOI2 功能高通滤波使能位。 默认值：0 (0：滤波禁止；1：滤波使能)
HPIS1	中断 AOI1 功能高通滤波使能位。默认值：0 (0：滤波禁止；1：滤波使能)
D4D_AOI2	4D 使能：使能 4D 检测，同时要把 AOI2_CFG 中的 6D 为置 1。默认值：0
D4D_AOI1	4D 使能：使能 4D 检测，同时要把 AOI1_CFG 中的 6D 为置 1。默认值：0
LIR_AOI2	锁存 AOI2_CFG 寄存器上指定的中断响应。 通过读 AOI2 中断配置寄存器可以清除相应的中断锁存信号。默认值：0 (0：不锁存中断信号；1：锁存中断信号)
LIR_AOI1	锁存 AOI1_CFG 寄存器上指定的中断响应。 通过读 AOI1 中断配置寄存器可以清除相应的中断锁存信号。默认值：0 (0：不锁存中断信号；1：锁存中断信号)

5.39 ACC_CONF(40h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
ACC_FILTER_PERF	ACC_BWP2	ACC_BWP1	ACC_BWP0	ODR3	ODR2	ODR1	ODR0

ACC_FILTER_PERF	低功耗模式使能位，默认值：1。 (0: 低功耗模式使能，1：高性能模式使能)
ACC_BWP[2：0]	带宽选择、滤波模式选择。默认值：010。
ODR[3：0]	数据率选择。默认值：1000。

BWP<2:0> 用来设置带宽和滤波模式的选择。下表通过设置 BWP<2:0>的值来设置带宽和滤波模式。

带宽和滤波模式的配置

ACC_BWP2	ACC_BWP1	ACC_BWP0	符号	描述
0	0	0	OSR4_AVG1	高性能模式：最大平均次数=1.6kHz/ODR； 低功耗模式：1 个数据平均一次（仅 ODR=0.78Hz、1.5Hz、3.125Hz、6.25Hz、12.5Hz、25Hz、50Hz、100Hz、200Hz、400Hz、800Hz 时允许）；
0	0	1	OSR2_AVG2	高性能模式：最大平均次数=1.6kHz/(ODR*2)； 低功耗模式：2 个数据平均一次（仅 ODR=0.78Hz、1.5Hz、3.125Hz、6.25Hz、12.5Hz、25Hz、50Hz、100Hz、200Hz、400Hz 时允许）；；
0	1	0	NORM_AVG4	高性能模式：最大平均次数=1.6kHz/(ODR*4)； 低功耗模式：4 个数据平均一次（仅 ODR=0.78Hz、1.5Hz、3.125Hz、6.25Hz、12.5Hz、25Hz、50Hz、100Hz、200Hz 时允许）；
0	1	1	CIC_AVG8	高性能模式：最大平均次数=1.6kHz/ODR； 低功耗模式：8 个数据平均一次（仅 ODR=0.78Hz、1.5Hz、3.125Hz、6.25Hz、12.5Hz、25Hz、50Hz、100Hz 时允许）；
1	0	0	RES_AVG16	高性能模式：Reserved； 低功耗模式：16 个数据平均一次（仅 ODR=0.78Hz、1.5Hz、3.125Hz、6.25Hz、12.5Hz、25Hz、50Hz 时允许）；
1	0	1	RES_AVG32	高性能模式：Reserved； 低功耗模式：32 个数据平均一次（仅 ODR=0.78Hz、1.5Hz、3.125Hz、6.25Hz、12.5Hz、25Hz 时允许）；
1	1	0	RES_AVG64	高性能模式：Reserved； 低功耗模式：64 个数据平均一次（仅 ODR=0.78Hz、1.5Hz、3.125Hz、6.25Hz、12.5Hz 时允许）；
1	1	1	RES_AVG128	高性能模式：Reserved； 低功耗模式：128 个数据平均一次（仅 ODR=0.78Hz、1.5Hz、3.125Hz、6.25Hz 时允许）；

备注：Reserved 表示高性能模式下无该 ODR 设置，如强制设置该 ODR 则会自动设置为默认值 0xA8。

ODR<3:0> 用来设置电源模式和数据率的选择。下表通过设置 ODR<3:0>的值来设置频率。

数据输出率的配置

ODR3	ODR2	ODR1	ODR0	电源模式选择
0	0	0	0	电源关断模式
0	0	0	1	低功耗模式(0.78Hz)
0	0	1	0	低功耗模式(1.5Hz)
0	0	1	1	低功耗模式(3.125Hz)
0	1	0	0	低功耗模式(6.25Hz)
0	1	0	1	高性能模式/低功耗模式(12.5Hz)
0	1	1	0	高性能模式/低功耗模式(25Hz)
0	1	1	1	高性能模式/低功耗模式(50Hz)
1	0	0	0	高性能模式/低功耗模式(100Hz)
1	0	0	1	高性能模式/低功耗模式(200Hz)
1	0	1	0	高性能模式/低功耗模式(400Hz)
1	0	1	1	高性能模式/低功耗模式(800Hz)
1	1	0	0	高性能模式(1600Hz)

备注：传感器正常工作时，在 ODR 较小时，DLPF_EN 置 1 后会一定程度影响运动物体的加速度幅值。

5.40 ACC_RANGE(41h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	--	--	--	--	FS1	FS0

FS1-FS0	全量程选择。默认值：10 (00：+/- 2G； 01： +/- 4G； 10： +/- 8G； 11： +/- 16G)

5.41 GYR_CONF(42h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
GYR_FILTER_PERF	GYR_NOISE_PERF	GYR_BWP1	GYR_BWP0	ODR3	ODR2	ODR1	ODR0

GYR_FILTER_PERF	低功耗模式使能位，默认值：1。 (0: 低功耗模式使能，1：高性能/正常模式使能)
GYR_NOISE_PERF	噪声优化模式使能，默认值：0 (0: 噪声优化模式不使能，1：噪声优化模式使能)
GYR_BWP[1：0]	带宽选择、滤波模式选择。默认值：010。
ODR[3：0]	数据率选择。默认值：1000。

BWP<2:0> 用来设置带宽和滤波模式的选择。下表通过设置 BWP<2:0>的值来设置带宽和滤波模式。

带宽和滤波模式的配置

BWP1	BWP0	符号	描述
0	0	OSR4_AVG1	高性能/正常模式：最大平均次数=3.2kHz/ODR； 低功耗模式：1 个数据平均一次（仅 25Hz、50Hz、100Hz 时允许）；
0	1	OSR2_AVG2	高性能模式：最大平均次数=3.2kHz/(ODR*2)；

带宽和滤波模式的配置

BWP1	BWP0	符号	描述
0	0	OSR4_AVG1	高性能/正常模式：最大平均次数=3.2kHz/ODR； 低功耗模式：1 个数据平均一次（仅 25Hz、50Hz、100Hz 时允许）；
0	1	OSR2 AVG2	高性能模式：最大平均次数=3.2kHz/(ODR*2)； 低功耗模式：2 个数据平均一次（仅 ODR=25Hz、50Hz、100Hz 时允许）；；
1	0	NORM_AVG4	高性能模式：最大平均次数=3.2kHz/(ODR*4)； 低功耗模式：4 个数据平均一次（仅 ODR=25Hz、50Hz、100Hz 时允许）；

如强制配置其他值，数据会按照 ODR 为 0xA8 配置进行转换。

ODR<3:0> 用来设置电源模式和数据率的选择。下表通过设置 ODR<3:0>的值来设置频率。

数据输出率的配置

ODR3	ODR2	ODR1	ODR0	电源模式选择
0	1	1	0	高性能/正常/低功耗模式(25Hz)
0	1	1	1	高性能/正常/低功耗模式(50Hz)
1	0	0	0	高性能/正常/低功耗模式(100Hz)
1	0	0	1	高性能/正常/低功耗模式 200Hz)
1	0	1	0	高性能/正常/低功耗模式 400Hz)
1	0	1	1	高性能/正常/低功耗模式(800Hz)
1	1	0	0	高性能模式(1600Hz)
1	1	0	1	高性能模式(3200Hz)

5.42 GYR_RANGE(43h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	--	--	OIS_RANGE	FS2	FS1	FS0

FS2-FS0	全量程选择。默认值：10 (000：±2000dps；001：±1000dps；010：±500dps；011：±250dps： 011：±125dps)
OIS_RANGE	(0: ±250dps：1: ±2000dps)

5.43 FIFO_DOWNS (45h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
ACC_FIFO_FILT_DATA	ACC_FIFO_Down2	ACC_FIFO_Down1	ACC_FIFO_Down0	GYR_FIFO_FILT_DATA	GYR_FIFO_Down2	GYR_FIFO_Down1	GYR_FIFO_Down0

ACC_FIFO_FILT_DATA	ACC_FIFO 滤波数据保存选择。默认值：1 (0：ACC_FIFO 保存未滤波的数据；1：ACC_FIFO 保存滤波后的数据)
ACC_FIFO_Down[2：0]	ACC_FIFO 每 2^{FIFO_Downs} 个数据存一次。
GYR_FIFO_FILT_DATA	GYR_FIFO 滤波数据保存选择。默认值：1 (0：GYR_FIFO 保存未滤波的数据；1：GYR_FIFO 保存滤波后的数据)
GYR_FIFO_Down[2：0]	GYR_FIFO 每 2^{FIFO_Downs} 个数据存一次。

5.44 SOFT_RST(4Ah)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
SR7	SR6	SR5	SR4	SR3	SR2	SR1	SR0

备注：本寄存器写入 0xA5，复位整个电路，数据清零。

5.45 ACC_SELF_TEST(6Dh)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	--	--	SELF_TEST_AMP	SELF_TEST_SIGN	--	SELF_TEST_EN

SELF_TEST_EN	自测试模式使能位。默认值为 0。 (0: 自测试模式使能，1：自测试模式禁止)
SELF_TEST_SIGN	自测试模式激励方向选择。默认值为 0。 (0: 负方向，1：正方向)
SELF_TEST_AMP	自测试模式偏转振幅选择。默认值为 0。 (0: 偏转低振幅，1：偏转高振幅)

备注：在启动自测试模式之前，加速度计的量程应当设置为±8g。建议自测试模式使能以后等待 50ms 再读取数据，同时建议分别测试两个不同符号的值并相减来判断功能。

5.46 GYR_SELF_TEST(6Dh)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	--	--	--	--	GYR_MEMS_OK	GYR_ST_MEMS_START

GYR_MEMS_OK	陀螺仪自测试状态位。默认值为 0。 (0: 自测试异常，1：自测试正常)
GYR_ST_MEMS_START	陀螺仪自测试使能位。默认值为 0。 (0: 关闭，1：开启)

5.47 PWR_CTRL (7Dh)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	--	--	TEMP_EN	ACC_EN	GYR_EN	--

TEMP_EN	温度传感器使能位。默认值为 0。 (0: 温度传感器禁止，1：温度传感器使能)
GYR_EN	陀螺仪使能位。默认值为 0。 (0: 陀螺仪禁止，1：陀螺仪使能)
ACC_EN	加速度计使能位。默认值为 0。 (0: 加速度计禁止，1：加速度计使能)

备注：0x7D 要先写入 0x0E 并延时几毫秒之后再进行其他配置。

6 特殊寄存器 1 描述

6.1 I2C_UN(6Fh)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	--	--	--	I2C_UN	--	--

I2C_UN	I²C 通讯功能禁止位。默认值：0 0：I²C 通信使能； 1：I²C 通信关闭，配置 4Ah(SOFT_RST)为 66h 后，再配置本寄存器才能生效

7 特殊寄存器 2 描述

7.1 DIG_CTRL (30h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	--	--	--	--	SDO_PU	CS_PU_EN

SDO_PU	SDO 内部上拉电阻控制位，在 CS=1 时有效。默认值：0 0：上拉电阻使能；1：禁止上拉电阻； 禁止上拉电阻后，该引脚为浮空输入模式，请保证引脚外围电平确定，否则 I²C 通讯会异常。
CS_PU_EN	CS 引脚上拉电阻控制位。默认值：0 0：上拉电阻使能；1：禁止上拉电阻；

备注：配置本寄存器需严格进行按位操作。

8 特殊寄存器 3 描述

8.1 CLICK_COEFF1(40h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
PRE_QT1	PRE_QT0	PRE_NTH2	PRE_NTH1	PRE_NTH0	SCTH1_2	SCTH1_1	SCTH1_0

PRE_QT[1：0]	敲击前数据稳定时长设置。默认值：01 对应的时长为：0ms、20ms、40ms、80ms 00：ODR 计数阈值为 4、8、16（推荐 200Hz 配置）； 01：ODR 计数阈值为 8、16、32（推荐 400Hz 配置）； 10：ODR 计数阈值为 16、32、64（推荐 400Hz 配置）； 11：ODR 计数阈值为 32、64、128（推荐 400Hz 配置）； 详见 41h 寄存器 B7B6 配置。
PRE_NTH[2：0]	敲击前数据稳定阈值设置。默认值：010 000：2LSB；001：4LSB；010：6LSB；011：8LSB； 100：10LSB；101：14LSB；110：18LSB；111：24LSB； 该数据相比较的等效条件：±4g 量程、12bits 数据、相当于 1lsb=32mg
SCTH1[2：0]	敲击时识别有效时的数据阈值 1 设置。默认值：010 000：2LSB；001：4 LSB；010：8 LSB；011：12LSB； 100：16 LSB；101：20 LSB；110：24LSB；111：30 LSB； 该数据相比较的等效条件：±4g 量程、12bits 数据、相当于 1lsb=32mg；

8.2 CLICK_COEFF2(41h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
QT_MT1	QT_MT0	SCTH2_2	SCTH2_1	SCTH2_0	SCTH1T_2	SCTH1T_1	SCTH1T_0

QT_MT[1：0]	敲击前必须保证数据平稳的最小时间设置，需要大于该阈值。默认值：10 00:ODR 计数阈值设置为 0（ODR=任意值）;01:ODR 计数阈值设置为 4（ODR=200Hz）; 10：ODR 计数阈值设置为 8（ODR=200Hz）；11：ODR 计数阈值设置为 16（ODR=200Hz）; 若 ODR=400Hz，对应的计数值*2，这样才可以保证计数对应时长不变，以此类推；
SCTH2[2：0]	敲击时识别有效时的数据阈值 2 设置。默认值：011 000：4LSB；001：8LSB；010：16LSB；011：24LSB； 100：32LSB；101：40 LSB；110：48LSB；111：56LSB； 该数据相比较的等效条件：±4g 量程、12bits 数据、相当于 1lsb=32mg； 敲击过程中，需要数据超过该阈值至少 1 次；
SCTH1T[2：0]	敲击过程中数据大于 SCTH1 阈值的时间上限设置。默认值：010 000：2； 001：4； 010：8； 011：12； 100：16； 101：20； 110：24； 111：28； 1LSB=1/ODR，此阈值保证敲击过程数据脉冲的宽度上限；

8.3 CLICK_COEFF3(42h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	--	SCNTT1	SCNTT0	SCST2	SCST1	SCST0

SCNTT[1：0]	满足敲击事件前数据平静条件后，允许数据大于数据噪声阈值的最大时长。默认值：00 00：5； 01：10； 10：15； 11：20；1LSB=1/ODR。
SCST[2：0]	敲击事件后所允许的最大恢复平静时长设置。默认值：100 000：5； 001：10； 010：20； 011：40； 100：80； 101：120； 110：160； 111：200；1LSB=1/ODR。

8.4 CLICK_COEFF4(43h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
SCMT3	SCMT2	SCMT1	SCMT0	MCNTH3	MCNTH1	MCNTH1	MCNTH0

SCMT[3：0]	单击检测的最大允许时长。默认值：0101 实际时长=（设置值*64+20）/ODR； 例如：ODR=200，设置为：0101，相当于是单击检测最大允许时长为 1.7s；
MCNTH[3：0]	多击检测最大检测次数设置。默认值：0111 例如：设置最大检测次数为 3 次，此时检测到三击后会立即输出三击状态以及中断；

8.5 PEDO_COEFF1(46h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
PEDO_HPCF1	PEDO_HPCF0	PEDO_DLPF1_1	PEDO_DLPF1_0	PEDO_DLPF2_1	PEDO_DLPF2_0	PEDO_DLPF3_1	PEDO_DLPF3_0

PEDO_HPCF [1：0]	计步模块高通滤波器设置。默认值：01
PEDO_DLPF1 [1：0]	计步模块低通 1 设置。默认值：00
PEDO_DLPF2 [1：0]	计步模块低通 2 设置。默认值：11
PEDO_DLPF3 [1：0]	计步模块低通 3 设置。默认值：11

备注：以上默认值为测试的最优值，如需修改请联系我司。

8.6 PEDO_COEFF2(47h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	PSen_Th2	PSen_Th1	PSen_Th0	--	STEP_BN1	STEP_BN0

PSen_Th[2：0]	计步灵敏度控制位。默认：100 设置值越小，所需触发计步的运动幅度越小； 设置值越大，所需触发计步的运动幅度越大；
STEP_BN[1：0]	最优计步轴时间阈值设置（配合 AXC_TH 使用）。默认值：11 设置值越小，数据源切换难度越小；

8.7 PEDO_COEFF3(48h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
AXC_TH1	AXC_TH0	ST_Step2	ST_Step1	ST_Step0	Pedo_Diff2	Pedo_Diff1	Pedo_Diff0

AXC_TH[1：0]	最佳数据源切换阈值设置位。默认值：10 设置值越小，数据源之间相互切换越容易； 设置值越大，数据源之间相互切换越困难；
ST_Step[2：0]	起始步数设置。默认值：101 设置值越小，起始计步值阈值越小； 设置值越大，起始计步值阈值越大；
Pedo_Diff[2：0]	规律计步等级设置位。默认值：100 设置值越小，对运动的规律性的要求越高； 设置值越大，对运动的规律性的要求越低；

8.8 PEDO_COEFF4(49h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	--	STEP_BL2	STEP_BL1	STEP_BL0	STEP_UL2	STEP_UL1	STEP_UL0

STEP_BL[2:0]	单步阈值下限控制位。默认值：100 设置值越小，能检测到越快的计步动作；
STEP_UL[2:0]	单步阈值上限控制位。默认值：011 设置值越大，能检测到越慢的计步动作；

8.9 PEDO_COEFF5(4Ah)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	ZAxis_En	YAxis_En	XAxis_En	PN_TH1_3	PN_TH1_2	PN_TH1_1	PN_TH1_0

ZAxis_En	Z 参与计步位禁止位。默认值：0 0：Z 轴参与计步；1：Z 轴不参与计步；
YAxis_En	Y 参与计步禁止位。默认值：0 0：Y 轴参与计步；1：Y 轴不参与计步；
XAxis_En	X 参与计步禁止位。默认值：0 0：X 轴参与计步；1：X 轴不参与计步；
PN_TH1[3:0]	计步噪声阈值 1。默认值：0100

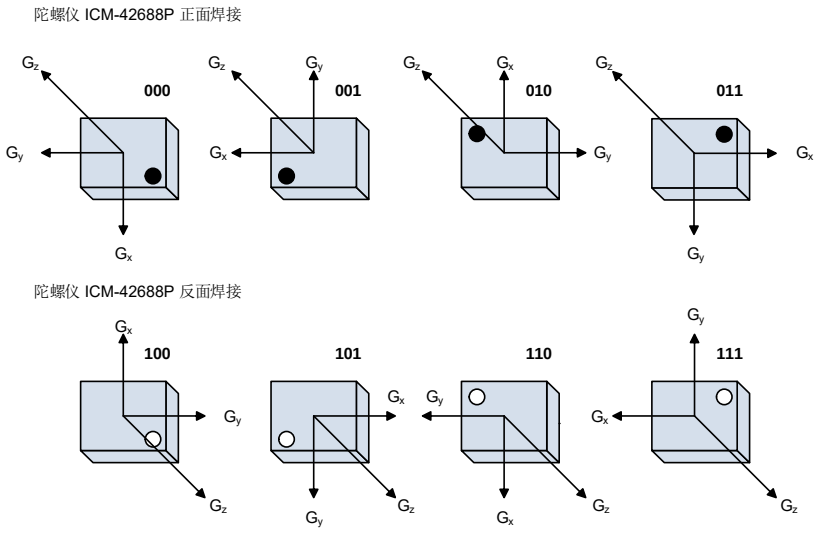
8.10 PEDO_COEFF6(4Bh)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
NC_TH2	NC_TH1	NC_TH0	PN_TH2_4	PN_TH2_3	PN_TH2_2	PN_TH2_1	PN_TH2_0

NC_TH[2：0]	噪声计数阈值设置。默认值：100
PN_TH2[4：0]	计步噪声阈值 1。默认值：01100

8.11 WRIST_CTRL1(51h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	A_Scale 2	A_Scale 1	A_Scale 0	--	P_Pos2	P_Pos1	P_Pos0

A_Scale [2:0]	允许角度误差设置位。默认值：011 实际允许角度误差=（设定值+1）*4； 例如：设定值=3，允许的角度误差=16LSB（1G=64LSB）；
P_Pos[2:0]	贴片位置设置。默认值：000
	

8.12 WRIST_CTRL2(52h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
--	T_Angle6	T_Angle5	T_Angle4	T_Angle3	T_Angle2	T_Angle1	T_Angle0

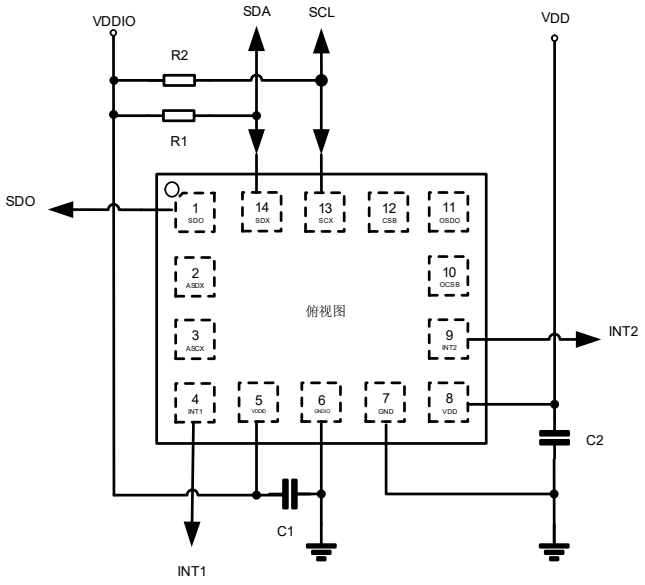
T_Angle[6:0]	抬手目标角度值设置位。默认值：0001111 设定值为补码值，补码转原码后乘 2 为设定角度对应的加速度值； 例如：设定值 000 0001，对应加速度值 2 设定值 000 0101，对应加速度值 10 设定值 111 1111，对应加速度值-2 设定值 111 1011，对应加速度值-10 其中，静止时加速度值最大值 64（约 90°），加速度值最小值-64（约-90°）；

8.13 WRIST_CTRL2(53h)

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
Sen1	Sen0	TT_TH2	TT_TH1	TT_TH0	FT_TH2	FT_TH1	FT_TH0

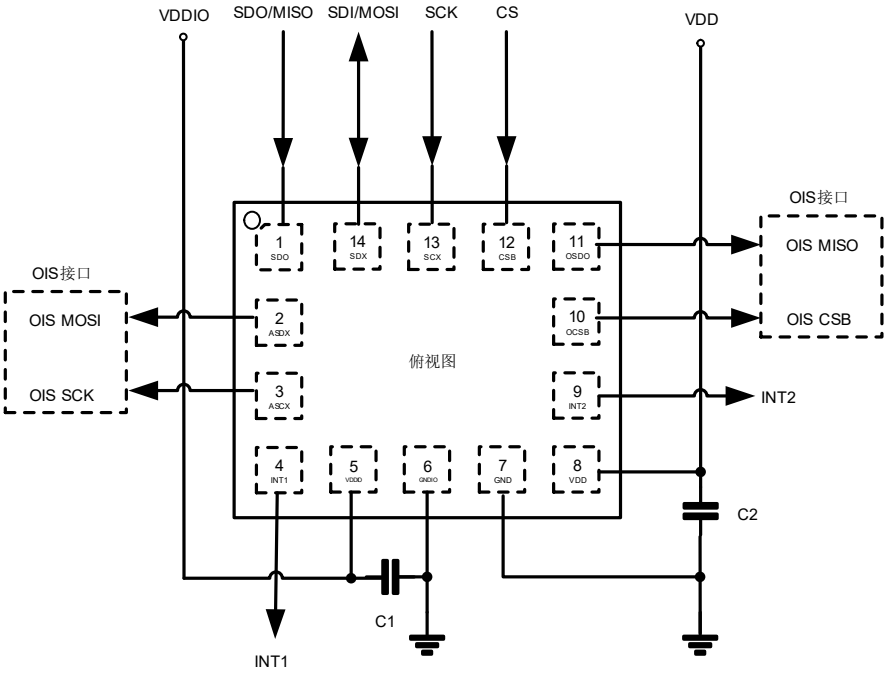
Sen[1：0]	抬手识别灵敏度设置位。默认值：10 实际灵敏度值=（设定值+2）*4； 例如：设定值=2，实际灵敏度值=16LSB（1g=64LSB）；
TT_TH[2：0]	抬手状态触发所需持续时间的设置位。默认值：010 设置值越大，需要触发抬手状态的时间越长； 实际所需持续时间=（2^设定值）*0.1s； 例如：设定值=2，实际所需持续时间=0.4s；
FT_TH[2：0]	离开抬手状态触发所需持续时间的设置位。默认值：011 设置值越大，需要出发离开抬手状态的时间越长； 实际所需持续时间=（2^设定值）*0.1s； 例如：设定值=3，实际所需持续时间=0.8s； 100：1.6s； 101：3.2s； 110：6.4s； 111：12.8s；

典型应用电路图

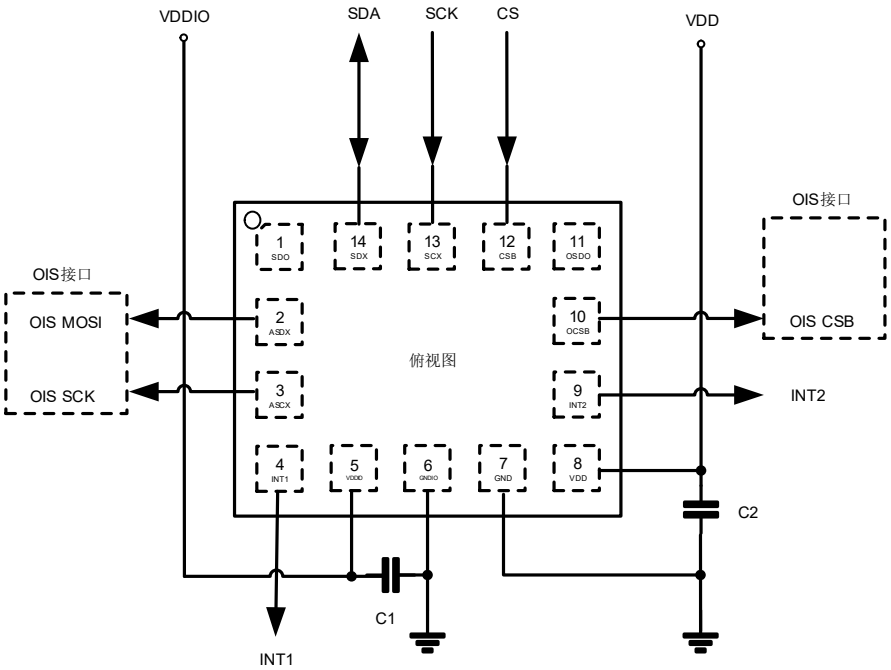


IIC通信方式连接原理图

注意：SDO（Pin1）脚接地情况下，会引起上拉电阻漏电。推荐悬空或接高电平，也可需要通过IIC配置关闭内部上拉功能。



4线SPI通信方式+4线SPI的OIS接口连接原理图



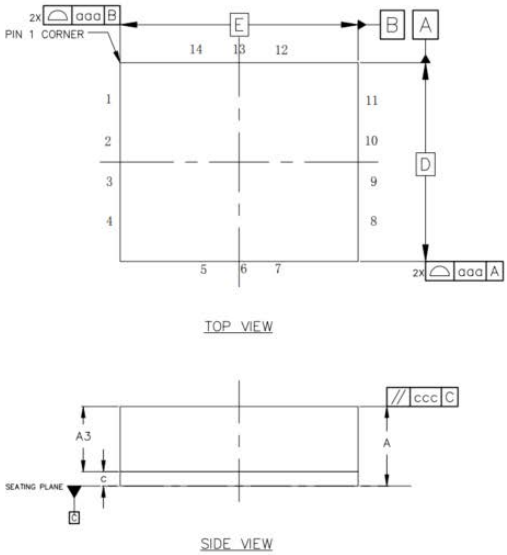
3线SPI通信方式+3线SPI的OIS接口连接原理图

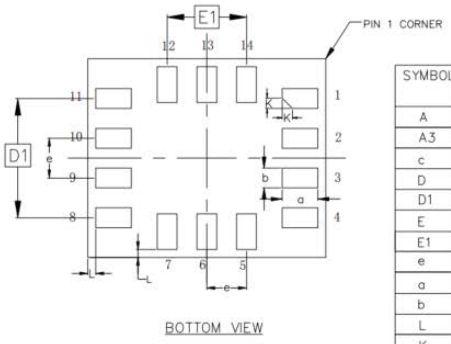
注意：C_1，C_2 的推荐值为 100nF，R_1，R_2 的推荐值为 4.7KΩ

电路的核心部分以VDD供电，而IO接口部分以VDDIO供电。为了保证正常功能，所有的电源上电时间相同。CS/SDO/SCL/SDA/INT1/INT2管脚的最大电压不超过VDDIO+0.3V。

封装外形图

LGA-14-2.5x3x1.00单位：mm





SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.94	1.00	1.06
A3	0.82 BASIC		
c	0.15	0.18	0.21
D	2.45	2.50	2.55
D1	1.50 BASIC		
E	2.95	3.00	3.05
E1	1.00 BASIC		
e	0.50 BASIC		
a	0.40	0.45	0.50
b	0.20	0.25	0.30
L	0.100 REF		
K	0.130 REF		
aaa	0.15		
ccc	0.08		

MOS电路操作注意事项：

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止 MOS 电路由于受静电放电影响而引起的损坏：

操作人员要通过防静电腕带接地。

设备外壳必须接地。

装配过程中使用的工具必须接地。

必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。

Attention

■ Any and all HUA XUAN YANG ELECTRONICS products described or contained herein do not have specifications that can handle applications that require extremely high levels of reliability, such as life-support systems, aircraft's control systems, or other applications whose failure can be reasonably expected to result in serious physical and/or material damage. Consult with your HUA XUAN YANG ELECTRONICS representative nearest you before using any HUA XUAN YANG ELECTRONICS products described or contained herein in such applications.

■ HUA XUAN YANG ELECTRONICS assumes no responsibility for equipment failures that result from using products at values that exceed, even momentarily, rated values (such as maximum ratings, operating condition ranges, or other parameters) listed in products specifications of any and all HUA XUAN YANG ELECTRONICS products described or contained herein.

■ Specifications of any and all HUA XUAN YANG ELECTRONICS products described or contained herein stipulate the performance, characteristics, and functions of the described products in the independent state, and are not guarantees of the performance, characteristics, and functions of the described products as mounted in the customer's products or equipment. To verify symptoms and states that cannot be evaluated in an independent device, the customer should always evaluate and test devices mounted in the customer's products or equipment.

■ HUA XUAN YANG ELECTRONICS CO.,LTD. strives to supply high-quality high-reliability products. However, any and all semiconductor products fail with some probability. It is possible that these probabilistic failures could
give rise to accidents or events that could endanger human lives, that could give rise to smoke or fire, or that could cause damage to other property. When designing equipment, adopt safety measures so that these kinds of accidents or events cannot occur. Such measures include but are not limited to protective circuits and error prevention circuits for safe design, redundant design, and structural design.

■ In the event that any or all HUA XUAN YANG ELECTRONICS products(including technical data, services) described or contained herein are controlled under any of applicable local export control laws and regulations, such products must not be exported without obtaining the export license from the authorities concerned in accordance with the above law.

■ No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and recording, or any information storage or retrieval system, or otherwise, without the prior written permission of HUA XUAN YANG ELECTRONICS CO.,LTD.

■ Information (including circuit diagrams and circuit parameters) herein is for example only ; it is not guaranteed for volume production. HUA XUAN YANG ELECTRONICS believes information herein is accurate and reliable, but no guarantees are made or implied regarding its use or any infringements of intellectual property rights or other rights of third parties.

■ Any and all information described or contained herein are subject to change without notice due to product/technology improvement, etc. When designing equipment, refer to the "Delivery Specification" for the HUA XUAN YANG ELECTRONICS product that you intend to use.