

前言

本文档旨在提供ST LIS2MDL磁力计传感器相关的使用信息和应用提示。

LIS2MDL是系统级封装的3D数字磁力计，具有数字I²C和3线SPI串口标准输出，在高分辨率模式下功耗200 μ A，在低功耗模式下功耗不超过50 μ A（在20 Hz输出数据速率下）。由于磁力计具有超低噪声性能，始终具有低功耗特性，并结合了高传感精度，因此能够为客户提供最佳运动体验。

该器件具有 ± 50 高斯的磁场动态范围。

可以对LIS2MDL进行配置，使其产生用于磁场检测的中断信号，并自动补偿由较高应用层提供的硬铁偏移。

LIS2MDL的ST软件支持包括驱动、倾斜补偿的电子罗盘、动态磁力计校准和6轴或9轴传感器融合。

目录

1	引脚说明	6
	1.1 INT/DRDY引脚配置	7
2	寄存器	8
3	工作模式	10
	3.1 空闲模式	10
	3.2 连续模式	11
	3.3 单模	11
4	电源模式	12
5	磁力计低通滤波器	13
6	读取输出数据	14
	6.1 使能流程	14
	6.2 使用状态寄存器	14
	6.3 使用数据准备就绪信号	15
	6.4 使用块数据更新 (block data update, BDU) 功能	15
	6.5 输出数据解析	15
	6.5.1 输出数据示例	16
	6.5.2 大小端序选择	16
7	重启和软件复位	17
8	磁力计偏移消除	18
9	磁力计硬铁补偿	19
10	中断产生	20
	10.1 中断配置示例	21
	10.2 溢出中断	21
11	温度传感器	22

12	磁力计自检	23
13	版本历史.....	25

表格索引

表 1.	引脚说明	6
表 2.	INT/DRDY引脚配置	7
表 3.	寄存器	8
表 4.	工作模式	10
表 5.	输出数据速率配置	11
表 6.	单模下的最大ODR	11
表 7.	电流功耗	12
表 8.	工作模式和开启时间	12
表 9.	工作模式的RMS噪声	13
表 10.	文档版本历史	25
表 11.	中文文档版本历史	25

图片索引

图1.	引脚连接	6
图2.	磁力计滤波链	13
图3.	中断功能	20
图4.	磁力计自检步骤	24

1 引脚说明

图1. 引脚连接

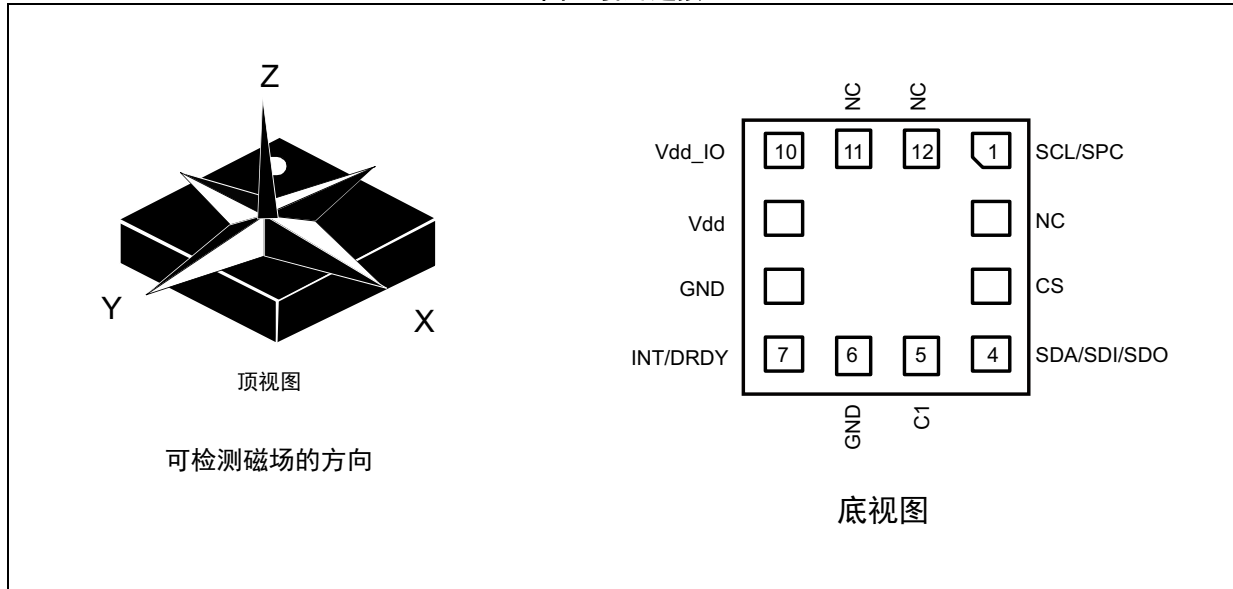


表1. 引脚说明

引脚#	名称	功能	引脚状态
1	SCL SPC	I ² C串行时钟 (serial clock, SCL) SPI串口时钟 (serial port clock, SPC)	默认值: 输入无上拉
2	NC ⁽¹⁾		内部未连接
3	CS	SPI使能 I ² C/SPI模式选择 1: SPI空闲模式/ I ² C通信使能; 0: SPI通信模式/ I ² C禁用	默认值: 输入无上拉
4	SDA SDI SDO	I ² C串行数据 (serial data, SDA) SPI串行数据输入 (serial data input, SDI) 3线接口串行数据输出 (serial data output, SDO)	默认值: (SDA) 输入无上拉
5	C1	电容连接 (C1 = 220 nF)	外部电容, 器件所施加的电压
6	GND	0 V	
7	INT/DRDY	中断/数据准备就绪信号	默认: 输出高阻抗
8	GND	0 V	
9	VDD	电源	
10	Vdd_IO	I/O引脚的供电	
11	NC ⁽¹⁾		内部未连接
12	NC ⁽¹⁾		内部未连接

1. 此引脚可连接到Vdd、Vdd_IO或GND。

1.1 INT/DRDY引脚配置

INT/DRDY引脚可配置为具有一个硬件信号，以确定新的一组测量数据何时可以读取或中断事件何时发生。

通过将CFG_REG_C寄存器中的DRDY_on_PIN位置为1，可以将STATUS_REG寄存器中的Zyxda数据就绪信号驱动到INT/DRDY引脚（更多详情请参见第 6.3节：使用数据准备就绪信号）。

通过将CFG_REG_C寄存器中的INT_on_PIN位置为1，可以将INT_SOURCE_REG寄存器中的INT信号驱动到INT/DRDY引脚（更多详情请参见第 10节：中断生成）。

注： CFG_REG_C中的DRDY_on_PIN和INT_on_PIN位都会将INT/DRDY引脚配置为数字输出，但只有一个信号（INT或DRDY）可被传送到INT/DRDY引脚上。如果两个位均置位，则只有INT信号会按照下表所示进行传送。

下表总结了CFG_REG_C寄存器的DRDY_on_PIN和INT_on_PIN位的不同配置下INT/DRDY引脚状态和功能。

表2. INT/DRDY引脚配置

DRDY_on_PIN	INT_on_PIN	INT/DRDY引脚状态	INT/DRDY引脚功能
0	0	高阻抗输出	无
1	0	推挽输出	DRDY（Zyxda）信号传送
0	1	推挽输出	INT信号传送
1	1	推挽输出	INT信号传送



2 寄存器

表3. 寄存器

寄存器名	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
OFFSET_X_REG_L	45h	Offset_X_7	Offset_X_6	Offset_X_5	Offset_X_4	Offset_X_3	Offset_X_2	Offset_X_1	Offset_X_0
OFFSET_X_REG_H	46h	Offset_X_15	Offset_X_14	Offset_X_13	Offset_X_12	Offset_X_11	Offset_X_10	Offset_X_9	Offset_X_8
OFFSET_Y_REG_L	47h	Offset_Y_7	Offset_Y_6	Offset_Y_5	Offset_Y_4	Offset_Y_3	Offset_Y_2	Offset_Y_1	Offset_Y_0
OFFSET_Y_REG_H	48h	Offset_Y_15	Offset_Y_14	Offset_Y_13	Offset_Y_12	Offset_Y_11	Offset_Y_10	Offset_Y_9	Offset_Y_8
OFFSET_Z_REG_L	49h	Offset_Z_7	Offset_Z_6	Offset_Z_5	Offset_Z_4	Offset_Z_3	Offset_Z_2	Offset_Z_1	Offset_Z_0
OFFSET_Z_REG_H	4Ah	Offset_Z_15	Offset_Z_14	Offset_Z_13	Offset_Z_12	Offset_Z_11	Offset_Z_10	Offset_Z_9	Offset_Z_8
WHO_AM_I	4Fh	0	1	0	0	0	0	0	0
CFG_REG_A	60h	COMP_TEMP_EN	REBOOT	SOFT_RST	LP	ODR1	ODR0	MD1	MD0
CFG_REG_B	61h	0	0	0	OFF_CANC_ONE_SHOT	INT_on_DataOFF	Set_FREQ	OFF_CANC	LPF
CFG_REG_C	62h	0	INT_on_PIN	I2C_DIS	BDU	BLE	0	Self_test	DRDY_on_PIN
INT_CTRL_REG	63h	XIEN	YIEN	ZIEN	0	0	IEA	IEL	IEN
INT_SOURCE_REG	64h	P_TH_S_X	P_TH_S_Y	P_TH_S_Z	N_TH_S_X	N_TH_S_Y	N_TH_S_Z	MROI	INT
INT_THS_L_REG	65h	TH7	TH6	TH5	TH4	TH3	TH2	TH1	TH0
INT_THS_H_REG	66h	TH15	TH14	TH13	TH12	TH11	TH10	TH9	TH8
STATUS_REG	67h	Zyxor	zor	yor	xor	Zyxda	zda	yda	xda
OUTX_L_REG	68h	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
OUTX_H_REG	69h	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
OUTY_L_REG	6Ah	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
OUTY_H_REG	6Bh	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
OUTZ_L_REG	6Ch	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0



表3. 寄存器 (续)

寄存器名	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
OUTZ_H_REG	6Dh	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
TEMP_OUT_L_REG	6Eh	Temp7	Temp6	Temp5	Temp4	Temp3	Temp2	Temp1	Temp0
TEMP_OUT_H_REG	6Fh	Temp15	Temp14	Temp13	Temp12	Temp11	Temp10	Temp9	Temp8

3 工作模式

LIS2MDL具有三种工作模式：

- 空闲模式；
- 连续模式；
- 单模。

施加电源后，LIS2MDL执行一段20 ms的启动程序来加载修整参数。启动完成后，磁力计会自动配置为空闲模式。

该器件具有1.71 V至3.6 V的宽Vdd和Vdd_IO电压范围。

为了避免潜在冲突，在上电时序期间，建议将连接到器件IO引脚的线路设置为主机侧的高阻抗状态。此外，为保证器件能正确下电，建议将Vdd线接地的持续时间保持至少100 μ s。

器件的工作模式可以通过CFG_REG_A的MD [1:0]位来设置，如下表所示。

表4. 工作模式

MD1	MD0	模式
0	0	连续模式
0	1	单模
1	0	空闲模式
1	1	空闲模式

在所有三种工作模式中，磁场动态范围的典型值为50高斯，这在磁场与某一感应轴完全对齐时适用。在横轴方向存在杂散场的情况下，磁场动态范围会降低到25高斯（在最坏的情况下）。

3.1 空闲模式

当磁力计处于空闲模式时，几乎所有的器件内部模块都会关闭，以最大限度地降低功耗。数字接口（I²C和SPI）仍然在工作，以便能够与器件进行通信。保留配置寄存器的内容而不更新输出数据寄存器，可保持进入空闲模式前存储器中采样的最后数据。

3.2 连续模式

可通过将CFG_REG_A寄存器中的MD [1:0]位写入00，来使能连续模式。

在连续模式下，器件连续执行测量并将结果放入输出数据寄存器。通过配置CFG_REG_A中的LP位可以选择高分辨率模式或低功耗模式（请参考第4节：电源模式）。

在连续模式下，可以使用CFG_REG_A寄存器的ODR [1:0]位来选择输出数据速率，如下表所示。

表5. 输出数据率配置

ODR1	ODR0	ODR (Hz)
0	0	10 (默认)
0	1	20
1	0	50
1	1	100

3.3 单模

LIS2MDL提供了高分辨率和低功耗模式下的单模（请参考第4节：电源模式）。

单模配置允许根据需要执行单次采集；通过在CFG_REG_A寄存器中将MD [1:0]位写入01，可触发采集。执行测量后，STATUS_REG寄存器的Zyxda、zda、yda、xda位被声明，输出寄存器中的数据可用，并且可通过将MD [1:0]位置为11来将LIS2MDL自动配置为空闲模式。

单模与编程的ODR无关：它取决于微控制器/应用处理器写入MD [1:0]位的频率。单模下可达到的最大ODR频率如下表所示，严格取决于所选功耗模式（请参考第4节：电源模式）。

表6. 单模下的最大ODR

功耗模式 (CFG_REG_A寄存器的LP位)	最大ODR [Hz]
高分辨率 (LP = 0)	100
低功耗 (LP = 1)	150

单模下，生成新数据所需的典型时间对应于表8：工作模式和开启时间中所示的开启时间。

4 电源模式

LIS2MDL提供了两种功耗模式，器件配置为连续或单模工作：

- 高分辨率模式；
- 低功耗模式。

通过配置CFG_REG_A寄存器的LP位，可以选择器件的功耗模式：如果LP位被声明，则器件工作于低功耗模式，否则工作在高分辨率模式（默认配置）。

在低功耗模式和高分辨率模式下，磁力计电路周期性地开启/关闭，其占空比是所选ODR的函数，并且数据中断生成激活。

区分这两种模式的区别在于用来生成每个输出样本的样本数量不同，在低功耗模式下比在高分辨率模式中使用的样本数量少了四倍，从而确保了较低的功耗。

下表总结了偏移消除禁用/使能下两种功耗模式的电流消耗（传感器偏移消除功能可以使用CFG_REG_B寄存器的OFF_CANC位进行配置，请参考第8节：[磁力计偏移消除](#)）。

表7. 电流消耗

ODR [Hz]	电流消耗 (LP = 0并且 OFF_CANC = 0) [uA]	电流消耗 (LP = 1并且 OFF_CANC = 0) [uA]	电流消耗 (LP = 0并且 OFF_CANC = 1) [uA]	电流消耗 (LP = 1并且 OFF_CANC = 1) [uA]
10	100	25	120	50
20	200	50	235	100
50	475	125	575	235
100	950	250	1130	460

下表总结了两种不同功耗模式下器件的开启时间，其中偏移消除功能启用或禁用（请参阅第8节：[磁力计偏移消除](#)）。

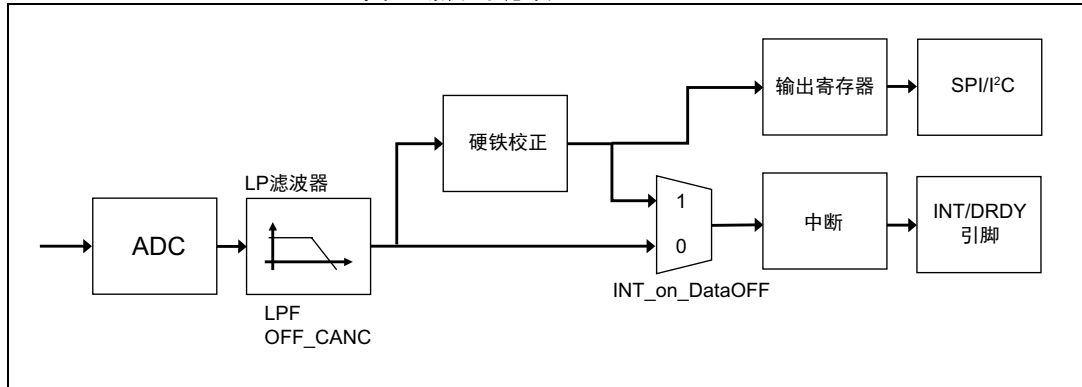
表8. 工作模式和开启时间

工作模式	开启时间	
	CFG_REG_A[OFF_CANC = 0]	CFG_REG_A[OFF_CANC = 1]
0 (高分辨率)	9.4 ms	9.4 ms + 1/ODR
1 (低功耗)	6.4 ms	6.4 ms + 1/ODR

5 磁力计低通滤波器

LIS2MDL器件嵌入了数字低通滤波器以降低噪声。滤波器可以通过设置CFG_REG_B中的LPF位来使能。

图2. 磁力计滤波链



下表总结了不同器件配置下的带宽和RMS噪声值。

当低通滤波器使能时，带宽减小，同时噪声性能会得到改善，并且功耗不增加。

注：*偏移消除功能（请参考第 8 节：磁力计偏移消除）用作滑动平均值滤波器，因此具有与所用 LPF 滤波器相同的带宽和噪声性能。*

表9. 工作模式的RMS噪声

LPF或OFF_CANC	LP = 0		LP = 1	
	BW [Hz]	噪声RMS [mg]	BW [Hz]	噪声RMS [mg]
0 (禁用)	ODR/2	4.5	ODR/2	9
1 (启用)	ODR/4	3	ODR/4	6

6 读取输出数据

6.1 使能流程

当器件上电时，器件会自动从嵌入的内存中加载校准系数到内部寄存器中。启动程序完成后（花费大约20 ms），磁力计会自动进入空闲模式。

要启用磁力计并采集磁力数据，需要通过CFG_REG_A寄存器选择某一种工作模式。

可使用下列通用序列对磁力计进行配置：

1. 写入CFG_REG_A = 80h

```
// 温度补偿已启用
// ODR = 10 Hz
// 连续和高分辨率模式
```
2. 写入CFG_REG_C = 01h

```
// 将INT/DRDY引脚配置为数字输出，并发送数据就绪信号
```

在CFG_REG_A中写入81h而不是80h，这会使器件工作于单模而不是连续模式。

6.2 使用状态寄存器

该器件具有一个STATUS_REG寄存器，应当对该寄存器进行轮询以检查一组新数据何时可用（Zyxda = 1）。

应当按照如下步骤进行读取：

1. 读取STATUS_REG
2. 如果Zyxda = 0，则进入1
3. 读取OUTX_L_REG
4. 读取OUTX_H_REG
5. 读取OUTY_L_REG
6. 读取OUTY_H_REG
7. 读取OUTZ_L_REG
8. 读取OUTZ_H_REG
9. 数据处理
10. 进入1

如果器件配置为单模而不是连续模式，那么执行一次后，程序将在步骤1停滞，因为器件执行单次测量，将Zyxda位设置为高电平，并返回空闲模式。请注意，MD位会返回空闲模式值。可以通过将MD位置为01来触发另一次读取。

6.3 使用数据准备就绪信号

该器件可配置为具有一个硬件信号，以确定新的一组测量数据何时可以读取。

数据就绪信号（DRDY）由STATUS_REG寄存器的Zyxda位表示。通过将CFG_REG_C寄存器的DRDY_on_PIN位置为1，可将此信号驱动至INT/DRDY引脚。

当一组新数据生成并可读取时，数据准备就绪信号升高为1。当其中一个通道的较高部分被读取（OUTX_H_REG，OUTY_H_REG和OUTZ_H_REG寄存器）时，信号会复位。

6.4 使用块数据更新（block data update, BDU）功能

如果读取磁力计数据特别慢，并且不能（或者不需要）与STATUS_REG寄存器中的Zyxda事件位或驱动到INT/DRDY引脚的数据准备就绪信号同步，那么强烈建议将CFG_REG_C寄存器中的BDU（块数据更新）位置为1。

此功能可以避免读取不同采样相关的值（输出数据的最高有效部分和最低有效部分）。特别是在BDU被激活的情况下，与每条通道相关联的数据寄存器始终会包含由器件生成的最新输出数据，但如果发起了对给定寄存器对（即OUTX_H_REG和OUTX_L_REG、OUTY_H_REG和OUTY_L_REG、OUTZ_H_REG和OUTZ_L_REG）的读取，读取数据的MSB和LSB部分之前，都会禁止刷新该寄存器对。

注：BDU只能确保LSB部分和MSB部分同一时刻被采样。例如，如果读取速度非常慢，则X和Y可在T1读取，Z在T2采样。

6.5 输出数据解析

测得的磁力数据被发送到OUTX_H_REG、OUTX_L_REG、OUTY_H_REG、OUTY_L_REG、OUTZ_H_REG和OUTZ_L_REG寄存器。这些寄存器分别容纳磁力信号在X、Y和Z轴上的最高有效部分和最低有效部分。

X、Y、Z通道的完整输出数据是由OUTX_H_REG & OUTX_L_REG、OUTY_H_REG & OUTY_L_REG、OUTZ_H_REG & OUTZ_L_REG共同提供的，表示为二进制补码。

磁力数据表示为16比特数字，称为LSB。它必须乘以适当的灵敏度参数， $M_{So} = 1.5 \text{ mG} / \text{LSB}$ ，以获得单位为mG的相应值。

6.5.1 输出数据示例

以下是一个简单的示例，说明如何使用LSB数据并将其转换成mG。

从传感器获取原始数据：

OUTX_L_REG: 21h

OUTX_H_REG: 00h

OUTY_L_REG: 1Dh

OUTY_H_REG: FFh

OUTZ_L_REG: CBh

OUTZ_H_REG: FEh

将寄存器串联：

OUTX_H_REG & OUTX_L_REG: 0021h

OUTY_H_REG & OUTY_L_REG: FF1Dh

OUTZ_H_REG & OUTZ_L_REG: FECBh

计算带符号的十进制值（二进制补码格式）：

X: +33

Y: -227

Z: -309

应用灵敏度：

X: $+33 * 1.5 = +49.5$ mG

Y: $-227 * 1.5 = -340.5$ mG

Z: $-309 * 1.5 = -463.5$ mG

6.5.2 大小端序选择

LIS2MDL允许输出数据寄存器的高低部分（即，OUTX_H_REG与OUTX_L_REG，以及TEMP_OUT_H_REG与TEMP_OUT_L_REG）进行交换，以便兼容小端模式和大端模式数据表示。

“小端模式”意思是数字的低位字节存储在存储器的最低地址中，而高位字节存储在最高地址中。这种模式对应于CFG_REG_C寄存器的BLE位置为0（默认配置）。

相反，“大端模式”意思是数字的高位字节存储在存储器的最低地址中，而低位字节存储在最高地址中。这种模式对应于CFG_REG_C寄存器的BLE位置为1。

7 重启和软件复位

器件上电后，LIS2MDL执行一段20 ms的启动程序来加载修整参数。启动完成后，磁力计会自动配置为空闲模式。

启动时间内，寄存器不可访问。

上电后，可通过将CFG_REG_A寄存器的REBOOT位置为1，来重载修调参数。

不需要切换器件电源线；重启完成后，器件在一次测量后都将进入空闲模式（不管所选工作模式是什么）。

如果需要复位至控制寄存器的默认值，可通过将CFG_REG_A寄存器的SOFT_RST位置为1来实现。软件复位过程会花费5 μ s；复位状态由CFG_REG_A寄存器SOFT_RST位的状态为信号：当复位完成时，该位自动置为低电平。

为了避免冲突，重启和软件复位不能同时执行（不要同时将CFG_REG_A寄存器的REBOOT位和SOFT_RST位同时置为1）。

必须按照以下示例中所示的顺序执行流程：

1. 将CFG_REG_A寄存器的SOFT_RST位置 1；
2. 等待5 μ s（或等待至CFG_REG_A寄存器的SOFT_RST位返回0）；
3. 将CFG_REG_A寄存器的REBOOT位置 1；
4. 等待20 ms。

8 磁力计偏移消除

LIS2MDL基于AMR技术：需要一个置位脉冲来设置初始工作条件。

偏移消除是在磁力传感器中执行置位和复位脉冲的结果，可以启用此功能来移除固有传感器偏移。

偏移消除技术定义如下：

$$H_{\text{out}} = \frac{H_n - H_{n-1}}{2}$$

这里 H_n 和 H_{n-1} 是两个连续的磁场测量值，一个在置位脉冲之后，另一个在复位脉冲之后。

考虑磁力偏移（ H_{off} ），两个磁场测量值为：

- 置位： $H_n = H + H_{\text{off}}$
- 复位： $H_{n-1} = -H + H_{\text{off}}$

根据偏移消除技术来消除偏移：

$$H_{\text{out}} = \frac{H_n - H_{n-1}}{2} = \frac{2H + H_{\text{off}} + (-H_{\text{off}})}{2} = H$$

如果器件工作于连续模式，则通过将CFG_REG_B中的OFF_CANCEL位置为1，可以启用偏移取消。这种情况下，置位/复位脉冲连续执行。对一个测量施加置位脉冲，对下一个测量施加复位脉冲。如果禁用偏移取消（OFF_CANCEL = 0）且选择了连续模式，则可以通过设置CFG_REG_B中的Set_FREQ位来配置置位脉冲频率。如果将Set_FREQ置为0，则置位脉冲每隔63个ODR释放一次，否则，如果将Set_FREQ置为1，则置位脉冲仅在从空闲模式上电时才会释放（即使偏移取消被禁用，也仍会执行一组磁传感器）。

如果器件工作于单模，那么要使能偏移取消，CFG_REG_B中的OFF_CANCEL和OFF_CANCEL_ONE_SHOT位必须置为1。使能这些位，脉冲极性在单次读取和下一次读取之间会发生反转。连续模式下偏移消除可由器件自动管理，如果此功能在单模下启用，则用户必须使用以下公式来手动消除偏移：

$$H_{\text{out}} = \frac{H_n - H_{n-1}}{2}$$

使用单次读取的偏移消除仅在读取时间接近时才有效，因此要确保偏移在两次连续读取之间不会漂移。

9 磁力计硬铁补偿

当磁性物体放置在磁力计附近时，会出现硬铁畸变，并在传感器输出中表现为永久偏置。硬铁校正包含了对来自硬铁畸变的磁力数据的补偿。

该操作定义如下：

$$H_{\text{out}} = H_{\text{read}} - H_{\text{HI}}$$

其中：

- H_{read} 为传感器读取的通用未补偿的磁场数据；
- H_{HI} 是硬铁畸变场；
- H_{out} 是补偿的磁数据。

硬铁畸变场的计算应由外部处理器执行。在完成硬铁畸变场的计算之后，可以补偿测得的磁数据。

该器件可以将硬铁数据存储在地地址45h到4Ah的六个专用寄存器内。

每个寄存器都包含8位，因此，硬铁数据可以表示为16位二进制补码。OFFSET_X_REG_H、OFFSET_Y_REG_H和OFFSET_Z_REG_H寄存器应分别包含沿X、Y和Z轴估算的硬铁畸变场的MSB。OFFSET_X_REG_L, OFFSET_Y_REG_L和OFFSET_Z_REG_L寄存器应分别包含沿X、Y和Z轴估算的硬铁畸变场的LSB。硬铁数据与磁输出数据具有相同的格式和灵敏度。存储在专用寄存器中的硬铁值将自动从输出数据中减去。

10 中断生成

在LIS2MDL中，磁力计中断信号的产生基于磁力计输出数据与可编程阈值之间的比较。

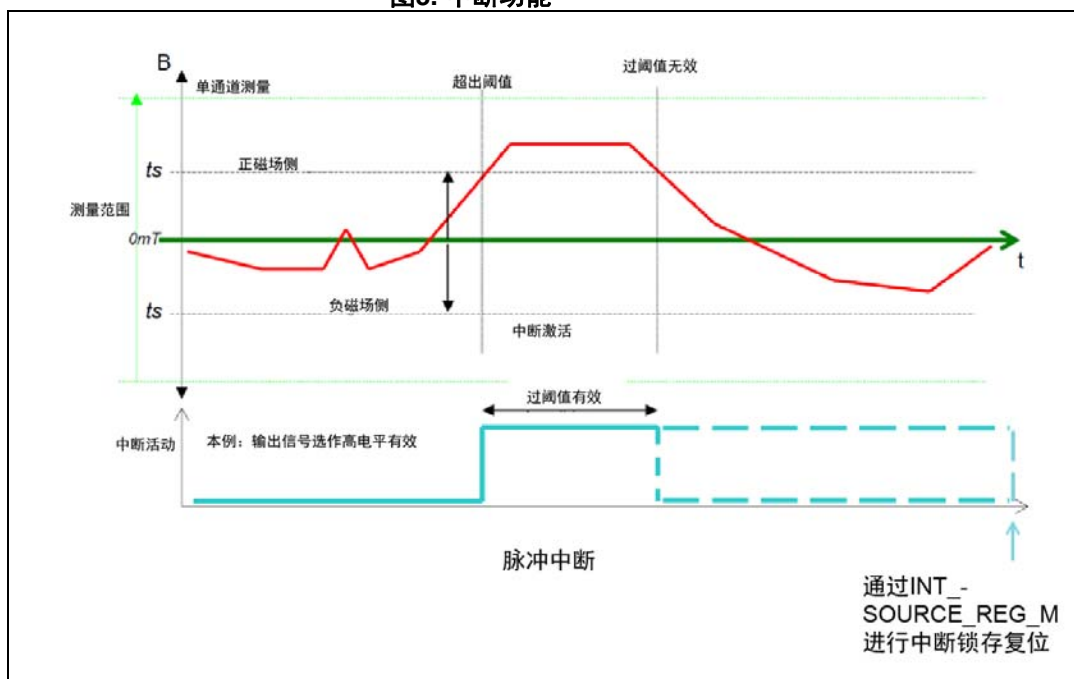
要使能中断功能，必须将INT_CTRL_REG中的IEN位置为1。在LIS2MDL中，可以在每个轴上选择性地启用中断功能。为此，需要正确设置INT_CTRL_REG中的XIEN、YENEN和ZIEN位。

阈值可以通过设置INT_THS_L_REG和INT_THS_H_REG寄存器进行编程。

阈值以绝对值表示为15位无符号数。阈值与磁数据具有相同的灵敏度。

当磁数据超过正或负阈值时，会产生一个中断信号，并且INT_SOURCE_REG寄存器中的INT位会变高。关于哪个轴触发了唤醒事件的信息也可在INT_SOURCE_REG寄存器中找到；特别是当磁数据超过正阈值时，P_TH_S_[X, Y, Z]位被置为1，而如果数据超过负阈值，则N_TH_S_[X, Y, Z]位被置为1。如果磁数据处于正阈值和负阈值之间，则不会产生中断信号。

图3. 中断功能



中断功能具有两种不同的方式：

- 典型：传感器读取的磁数据和可编程阈值之比；
- 高级：硬铁校正后的磁数据和可编程阈值之比。

这些方式可通过设置CFG_REG_B中的INT_on_DataOFF位进行配置。

如果INT_on_DataOFF置为0，则选择典型方式，否则，如果置为1，则选择高级方式。

硬件中断信号可以是脉冲的或锁存的：

- 脉冲中断信号：当磁数据超过两个阈值之一时，变为有效电平；当磁数据在两个阈值（正或负）之间时，变为低电平。这类中断可通过将INT_CTRL_REG寄存器中的IEL位置为0来选择。
- 锁存中断信号：当数据超过两个阈值中的某一个时，它变为有效电平，但它只在读取源寄存器时才会复位，而不是在磁数据返回两个阈值之间时复位。这类中断可通过将INT_CTRL_REG寄存器中的IEL位置为1来选择。

中断信号极性可以使用INT_CTRL_REG中的IEA位进行设置。

如果IEA置为1，则中断信号为高电平有效，如果置为0，则中断信号为低电平有效。

10.1 中断配置示例

下面给出了阈值事件识别的基本SW程序。

1. 将80h写入CFG_REG_A // 温度补偿已启用
// ODR = 10 Hz
// 连续模式且高精度
2. 将40h写入CFG_REG_C // 将INT/DRDY引脚配置为数字输出，并发送中断信号
3. 将80h写入INT_THS_L_REG // 将阈值设置为等于128（以LSB表示）
4. 将E7h写入INT_CTRL_REG // 启用三个轴上的锁存高电平有效中断

示例代码中使用设置为192 mG（128 LSB * 1.5 mG / LSB）的阈值，并且事件由硬件通过INT/DRDY引脚进行通知。

10.2 溢出中断

当测量值超过内部ADC的量程时，INT_SOURCE_REG中的MROI位会向用户发出警报。只有中断发生器有效（IEN位= 1），该功能才有效。MROI特性始终为锁存的：一旦发生内部测量范围溢出，MROI位将通过读取INT_SOURCE_REG而复位。

11 温度传感器

LIS2MDL配有内部温度传感器。

可通过将CFG_REG_A寄存器的COMP_TEMP_EN位置为1，来使能温度传感器。

注：为了正确操作磁力计传感器，用户必须将COMP_TEMP_EN位设置为1。

如果器件配置为连续模式，则温度传感器ODR与磁力计传感器的ODR相同，可通过CFG_REG_A寄存器中的ODR [1:0]位选择。否则，如果器件配置为单模，温度传感器输出数据将根据用户请求以及磁力计传感器输出数据而生成。

温度数据由TEMP_OUT_H_REG和TEMP_OUT_L_REG寄存器联合给出，以二进制补码的格式表示为一个16位的数字，其灵敏度为8 LSB/°C。输出零值一般对应于25 °C。

将CFG_REG_B寄存器的BLE位置为1，LIS2MDL可支持温度输出数据寄存器低位部分和高位部分的内容进行交换。

12 磁力计自检

嵌入式自检功能可支持无需移动器件而对其功能进行检查。当磁力计自检使能时，电流会进入器件内部的线圈中。该电流会产生一个磁场，这将引起磁力计输出信号的变化。如果输出信号在幅度限制内变化，则传感器正常工作，接口芯片相关幅度限制参数在数据手册中有定义。

当CFG_REG_C寄存器的Self_test位被禁用时，磁力计自检功能关闭；将Self_test位置为1将启用自检。

当磁力计自检功能激活时，传感器输出电平由作用在传感器上的磁场和施加电流所产生的信号的代数和给出。

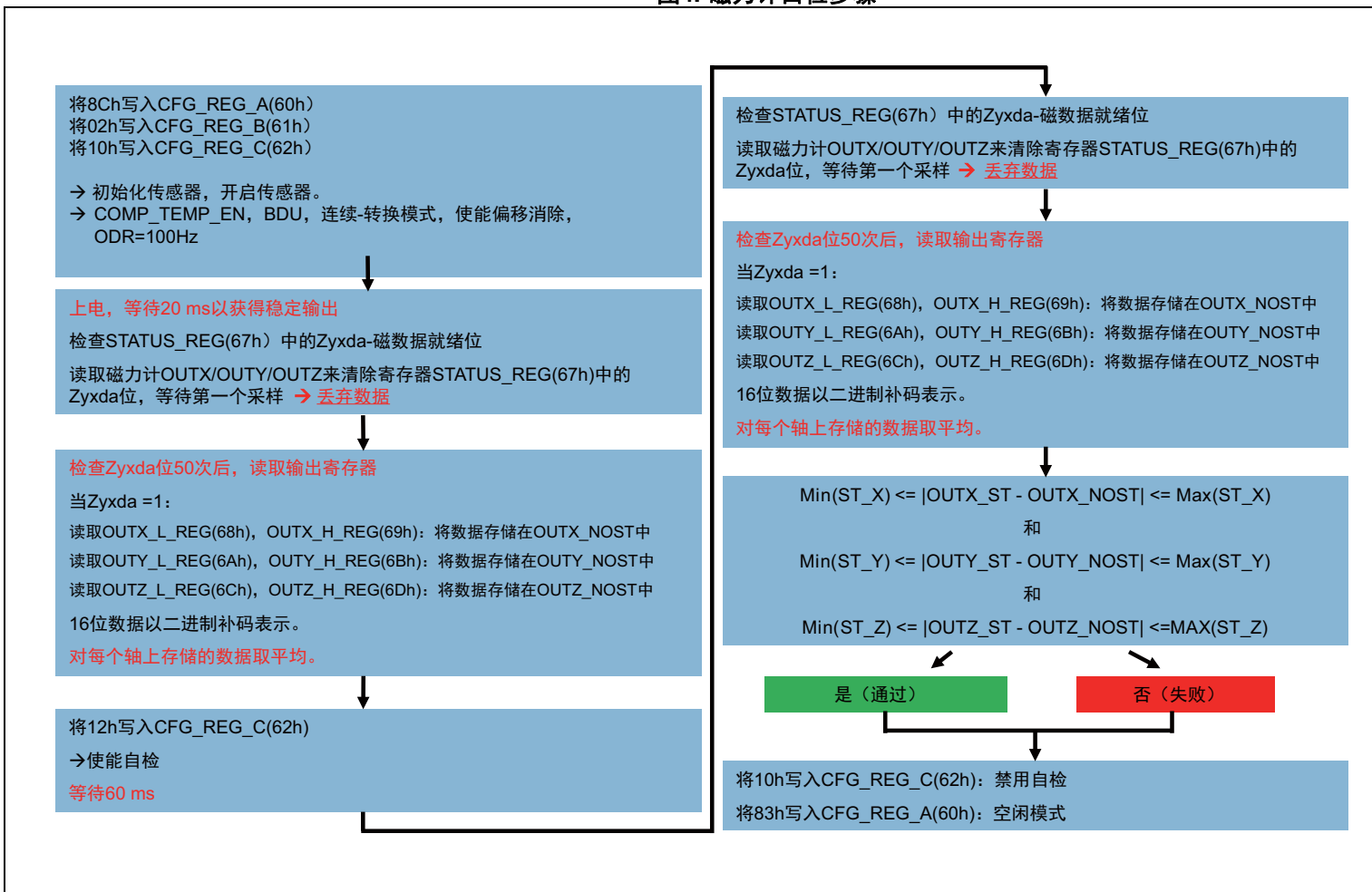
该过程包括：

1. 启用磁力计；
2. 启动自检之前，对50个采样取平均；
3. 启动自检之后，对50个采样取平均；
4. 计算每个轴的模差，并验证它是否落在给定范围内：数据手册中给出了最小值和最大值。

完整的磁力计自检过程如 [图 4](#) 中所示。

注： 自检过程中保持器件静止。

图4. 磁力计自检步骤



13 版本历史

表10. 文档版本历史

日期	版本	变更
2017年9月14日	1	初始版本

表11. 中文文档版本历史

日期	版本	变更
2018年9月27日	1	中文初始版本



重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司 (“ST”) 保留随时对 ST 产品和 / 或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于 ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关 ST 销售条款。

买方自行负责对 ST 产品的选择和使用，ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的 ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致 ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 徽标是 ST 的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。本文档的中文版本为英文版本的翻译件，仅供参考之用；若中文版本与英文版本有任何冲突或不一致，则以英文版本为准。

© 2018 STMicroelectronics - 保留所有权利