

LPS22DF：低功耗、高精度 MEMS nano 压力传感器

引言

本文档提供 ST LPS22DF 器件相关的使用信息和应用提示。

LPS22DF 是一款超紧凑型压阻绝对气压传感器，可用作数字输出气压计，具有数字 I²C / MIPI I3CSM / SPI 串行标准输出接口。它的工作气压范围为 260 hPa 至 1260 hPa，器件能够以最高 200 Hz 的输出数据率测量气压值。

LPS22DF 集成了 128 级的先进先出（FIFO）缓冲器，允许用户进行数据存储，可减少主机处理器的干预。

LPS22DF 采用全压塑、穿孔 LGA 封装（HLGA），确保能在-40°C 至+ 85°C 的极大温度范围内工作。其封装是有孔的，可以使外部气压到达传感元件。

本文档没有修改官方数据表的内容。请参考数据表获取参数说明。

1 引脚说明

图 1. 引脚连接

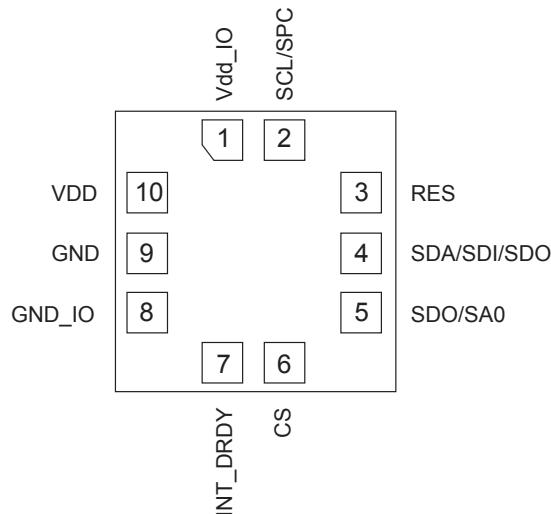


表 1. 引脚列表、功能和内部状态

引脚号	名称	功能	内部引脚状态
1	Vdd_IO	I/O 引脚的供电	
2	SCL SPC	I ² C / MIPI I3C SM 串行时钟 (SCL) SPI 串口时钟 (serial port clock, SPC)	默认值: 无上拉的输入。
3	RES	与 GND 连接	
4	SDA SDI SDI/SDO	I ² C / MIPI I3C SM 串行数据 (SDA) 4 线 SPI 串行数据输入 (serial data input, SDI) 3 线 SPI 串行数据输入/输出 (SDI/SDO)	默认值: 无上拉的输入。 如果寄存器 IF_CTRL (@0Eh) 中的位 SDA_PU_EN = 1, 则上拉使能。
5	SDO SA0	4 线 SPI 串行数据输出 (serial data output, SDO) I ² C 设备地址的最低有效位 (SA0) MIPI I3C SM 静态地址的最低有效位	默认值: 无上拉的输入。 如果寄存器 IF_CTRL (@0Eh) 中的位 SDO_PU_EN = 1, 则上拉使能。
6	CS	SPI 使能 (SPI enable), I ² C 和 MIPI I3C SM / SPI 模式选择 (1: SPI 空闲模式/I ² C 和 MIPI I3C SM 通信使能; 0: SPI 通信模式/I ² C 和 MIPI I3C SM 禁用)	默认值: 带上拉的输入。 如果寄存器 IF_CTRL (@0Eh) 中的位 CS_PU_DIS = 1, 则上拉禁用。
7	INT_DRDY	中断或数据准备就绪	默认值: 带下拉的输入。 如果寄存器 IF_CTRL (@0Eh) 中的位 INT_PD_DIS = 1, 则下拉禁用。
8	GND_IO	0 V 电源	
9	GND	0 V 电源	
10	VDD	电源	

提示

内部上拉值范围从 30 kΩ 至 50 kΩ, 取决于 **Vdd_IO**。

2 寄存器



表 2. 寄存器

寄存器名称	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
INTERRUPT_CFG	0Bh	AUTOREFP	RESET_ARP	AUTOZERO	RESET_AZ	-	LIR	PLE	PHE
THS_P_L	0Ch	THS7	THS6	THS5	THS4	THS3	THS2	THS1	THS0
THS_P_H	0Dh	-	THS14	THS13	THS12	THS11	THS10	THS9	THS8
IF_CTRL	0Eh	INT_EN_I3C	I2C_I3C_DIS	SIM	SDA_PU_EN	SDO_PU_EN	INT_PD_DIS	CS_PU_DIS	-
WHO_AM_I	0Fh	1	0	1	1	0	1	0	0
CTRL_REG1	10h	0	ODR3	ODR2	ODR1	ODR0	AVG2	AVG1	AVG0
CTRL_REG2	11h	BOOT	0	LPFP_CFG	EN_LPFP	BDU	SWRESET	-	ONE_SHOT
CTRL_REG3	12h	0	0	0	0	INT_H_L	0	PP_OD	IF_ADD_INC
CTRL_REG4	13h	0	DRDY_PLS	DRDY	INT_EN	-	INT_F_FULL	INT_F_WTM	INT_F_OVR
FIFO_CTRL	14h	0	0	0	0	STOP_ON_WTM	TRIG_MODES	F_MODE1	F_MODE0
FIFO_WTM	15h	0	WTM6	WTM5	WTM4	WTM3	WTM2	WTM1	WTM0
REF_P_L	16h	REFP7	REFP6	REFP5	REFP4	REFP3	REFP2	REFP1	REFP0
REF_P_H	17h	REFP15	REFP14	REFP13	REFP12	REFP11	REFP10	REFP9	REFP8
I3C_IF_CTRL	19h	1	0	ASF_ON	0	0	0	I3C_Bus_Avb_Sel1	I3C_Bus_Avb_Sel0
RPDS_L	1Ah	RPDS7	RPDS6	RPDS5	RPDS4	RPDS3	RPDS2	RPDS1	RPDS0
RPDS_H	1Bh	RPDS15	RPDS14	RPDS13	RPDS12	RPDS11	RPDS10	RPDS9	RPDS8
INT_SOURCE	24h	BOOT_ON	0	0	0	0	IA	PL	PH
FIFO_STATUS1	25h	FSS7	FSS6	FSS5	FSS4	FSS3	FSS2	FSS1	FSS0
FIFO_STATUS2	26h	FIFO_WTM_IA	FIFO_OVR_IA	FIFO_FULL_IA	-	-	-	-	-
STATUS	27h	-	-	T_OR	P_OR	-	-	T_DA	P_DA
PRESS_OUT_XL	28h	POUT7	POUT6	POUT5	POUT4	POUT3	POUT2	POUT1	POUT0
PRESS_OUT_L	29h	POUT15	POUT14	POUT13	POUT12	POUT11	POUT10	POUT9	POUT8
PRESS_OUT_H	2Ah	POUT23	POUT22	POUT21	POUT20	POUT19	POUT18	POUT17	POUT16
TEMP_OUT_L	2Bh	TOUT7	TOUT6	TOUT5	TOUT4	TOUT3	TOUT2	TOUT1	TOUT0
TEMP_OUT_H	2Ch	TOUT15	TOUT14	TOUT13	TOUT12	TOUT11	TOUT10	TOUT9	TOUT8
FIFO_DATA_OUT_PRESS_XL	78h	FIFO_P7	FIFO_P6	FIFO_P5	FIFO_P4	FIFO_P3	FIFO_P2	FIFO_P1	FIFO_P0
FIFO_DATA_OUT_PRESS_L	79h	FIFO_P15	FIFO_P14	FIFO_P13	FIFO_P12	FIFO_P11	FIFO_P10	FIFO_P9	FIFO_P8
FIFO_DATA_OUT_PRESS_H	7Ah	FIFO_P23	FIFO_P22	FIFO_P21	FIFO_P20	FIFO_P19	FIFO_P18	FIFO_P17	FIFO_P16

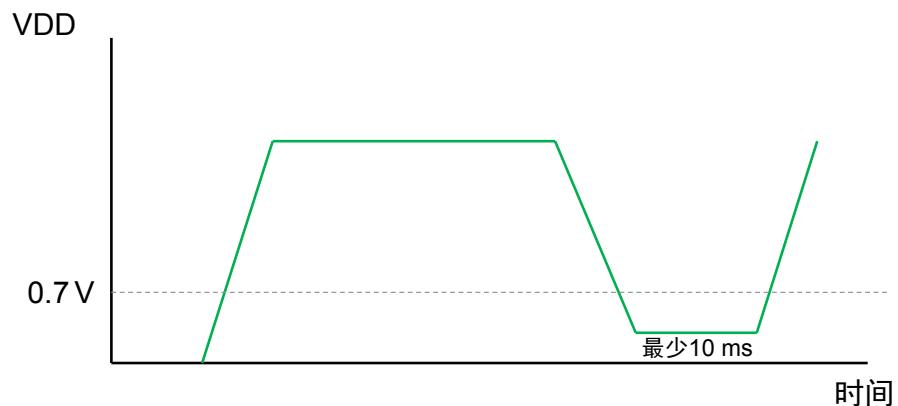
3 工作模式

LPS22DF 具有三种工作模式：

- 下电模式；
- 单触发模式；
- Continue 模式。

实际上，当配置为单触发模式时，LPS22DF 可以在控制 MCU 需要的那一刻读取环境数据；当配置为 Continue 模式时，能以预定义的频率连续读取数据（固定的输出数据率 ODR）。该器件提供 1.7 V 至 3.6 V 的宽 VDD 电压范围和 1.08 V 至 3.6 V 的 Vdd_IO 范围。Vdd_IO 引脚可以与 VDD 引脚同时供电或在其之前供电。为了避免潜在冲突，在上电时序期间，建议将连接到器件 IO 引脚的线路在主机侧设置成高阻抗状态。此外，为保证器件正确关断和下一个上电复位序列的成功，建议将 VDD 线驱动至 GND（低于 0.7 V）并维持此状态至少 10 ms，如下图所示。在管理器件电源（VDD 和 Vdd_IO）时，需考虑供电时间和曲线。

图 2. VDD 开机/关机时序



- VDD 上升/下降时间：10 μ s ~ 100 ms
- 在断电序列期间，VDD 必须低于 0.7V 至少 10 ms 才能获得正确的POR

上电后，LPS22DF 需执行一段 10 ms（最大值）的启动程序来加载修整参数。启动完成后，器件配置为下电模式，准备好与主机通信以进行寄存器配置和数据测量。

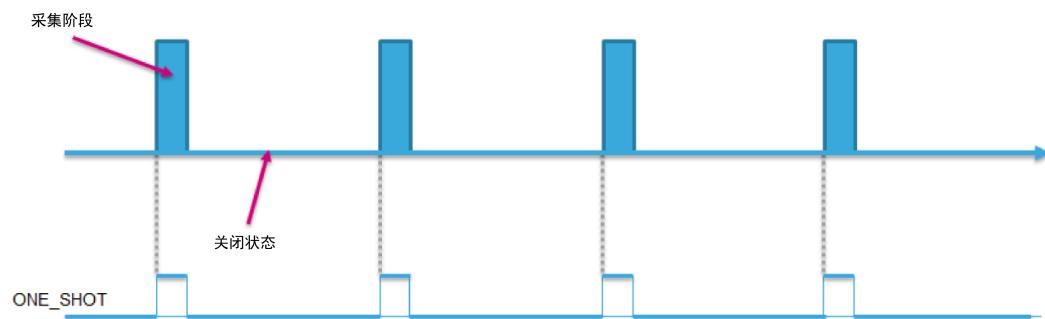
3.1 下电模式

下电模式使器件进入休眠状态。当器件处于下电模式时，不进行数据采集，器件内部几乎所有的模块都会被关闭，以最大限度地降低电流消耗。在下电模式下，LPS22DF 可以达到有供电时的最低功耗。处于下电模式时，I²C / MIPI I3CSM / SPI 串行通信接口保持激活状态，以便与器件进行通信并设置配置。保留配置寄存器的内容而不更新输出数据寄存器，可保存进入下电模式前存储器中采样的最后数据。当 CTRL_REG1(@10h) 寄存器的 ODR[3:0] 位置为“0000”时，器件进入下电模式。

3.2 单触发模式

单触发模式用于以需要的速度执行单次数据采集。采集完成后，器件自动设置为下电模式。当器件处于下电模式时，必须通过将 `CTRL_REG2(@11h)` 寄存器的 `ONESHOT` 位（默认值为 0）置为 1 来启动单触发模式。置位后，将执行单次数据采集并能从输出寄存器读取数据。当采集完成并且更新了输出寄存器时，器件将重新自动进入下电模式，并且 `ONE_SHOT` 位自动清零（至 0）。

图 3. 单触发模式



单触发模式需要将位范围 `ODR[3:0]`、`CTRL_REG1(@10h)` 寄存器置为 0000。该模式取决于微控制器/应用处理器将 `ONESHOT` 位置为 1 的频率。下表给出了生成新数据所需的典型时间和单触发模式下可实现的最大 `ODR` 频率，这些严格取决于通过 `CTRL_REG1(@10h)` 寄存器中位范围 `AVG[2:0]` 未平均参数选择的值。

表 3. 单触发模式下的典型转换时间和最高 `ODR`

<code>AVG[2:0]</code>	求压力和温度的平均值	典型数据转换时间 [ms]	最大 <code>ODR</code> [Hz]
111	512	33.4	25
101	128	9.4	75
100	64	5.4	100
011	32	3.4	200
010	16	2.4	300
001	8	1.5	400
000	4	1.2	500

3.3 连续模式

Continue 模式旨在确保以特定的预定义可选输出数据率 (ODR) 读取数据。根据选择的 ODR 频率，每隔一段给定的时间用更新的读数更新输出寄存器。通过 CTRL_REG1(@10h) 寄存器的位范围 ODR[3:0] 进行 Continue 模式 ODR 的选择。当 ODR[3:0] 位被置为 0000 (下电模式) 以外的值时，器件进入 Continue 模式并立即开始采集气压和温度数据样本，并以选定频率 (表 4) 将样本存储在输出寄存器中。

表 4. ODR 选择

ODR[3:0]	ODR [Hz]
0000	下电模式
0001	1
0010	4
0011	10
0100	25
0101	50
0110	75
0111	100
1xxx	200

3.4 压力传感器噪声和电流消耗

在连续和单触发模式下，有一组配置选项可供使用。为了让传感器满足具体的设计要求，必须确定分辨率、输出数据频率和功耗的最佳折衷。

LPS22DF 的功耗主要取决于数据速率和所选分辨率。在连续模式下，用户可以在 CTRL_REG1(@10h)寄存器中为压力测量选择所需的 ODR 和过采样频率。ODR[3:0]位用于 ODR 选择，而 AVG[2:0]位用于配置分辨率。在单触发模式下，输出数据率取决于微控制器/应用处理器将 ONESHOT 位置为 1 的频率。

表 5 中总结了气压传感器在连续模式下不同 ODR 和分辨率配置的典型功耗。表 6 中显示了在单触发模式下使用压力传感器时获得的相应电流消耗值。

表 5. 连续模式下在 $VDD = 1.8 \text{ V}$ 、 $T = 25^\circ\text{C}$ 时的典型电流消耗 [μA]

AVG	ODR = 1 Hz	ODR = 4 Hz	ODR = 10 Hz	ODR = 25 Hz	ODR = 50 Hz	ODR = 75 Hz	ODR = 100 Hz	ODR = 200 Hz
512	32.8	126.8	314.4	783.8	-	-	-	-
128	10	35.6	86.7	214.3	427	639.8	-	-
64	6.3	20.4	48.7	119.4	237.2	355	472.8	-
32	4.4	12.8	29.8	71.9	142.2	212.6	282.9	564.4
16	3.5	9	20.2	48.2	94.8	141.4	188	374
8	2.7	6	12.6	29.1	56.5	84.2	111.5	221.7
4	2.5	5	10.2	23.2	44.7	66.2	87.8	174

表 6. 单触发模式下在 $VDD = 1.8 \text{ V}$ 、 $T = 25^\circ\text{C}$ 时的典型电流消耗 [μA]

AVG	ODR = 1 Hz	ODR = 4 Hz	ODR = 10 Hz	ODR = 25 Hz	ODR = 50 Hz	ODR = 75 Hz	ODR = 100 Hz	ODR = 200 Hz
512	32.2	126.1	313.7	783.1	-	-	-	-
128	9.4	34.9	86	213.6	426.3	639.1	-	-
64	5.6	19.7	48	118.7	236.5	354.3	472.1	-
32	3.7	12.1	29.1	71.2	141.5	211.9	282.2	563.7
16	2.7	8.3	19.5	47.5	94.1	140.7	187.3	373.3
8	2	5.3	11.9	28.4	55.8	83.5	110.8	221
4	1.7	4.3	9.5	22.5	44	65.5	87.1	173.3

压力传感器 RMS 噪声取决于所选带宽和所选分辨率。用户可以通过配置 LPF1 滤波器来选择整体器件带宽，如第 4.1 节 数字低通滤波器中所述。CTRL_REG1(@10h)寄存器的位范围 AVG[2:0]用于配置分辨率。

表 7 中显示了不同带宽和分辨率配置下的压力传感器 RMS 噪声。该表格适用于连续模式和单触发模式。

表 7. $VDD = 1.8 \text{ V}$ 、 $T = 25^\circ\text{C}$ 时的典型 RMS 噪声 [Pa]

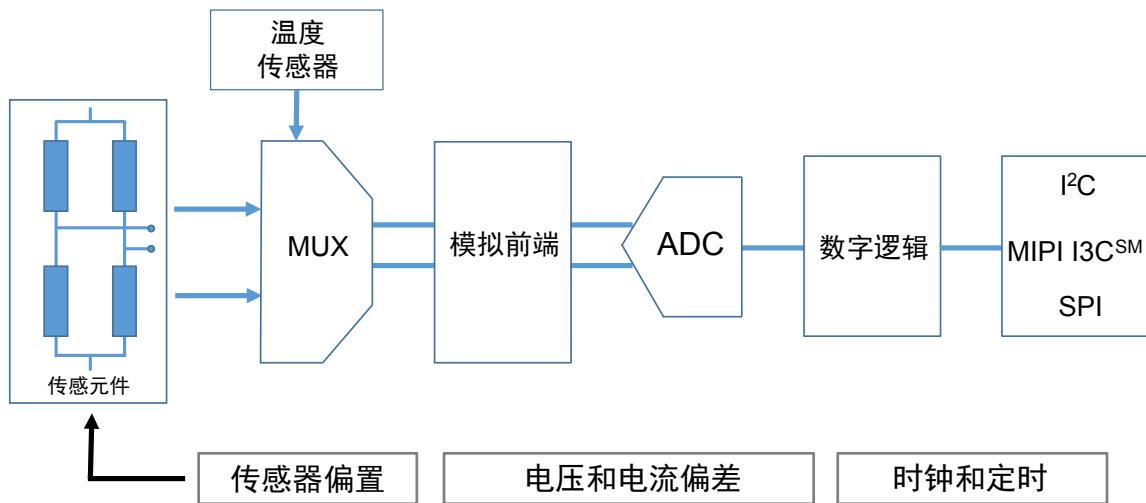
AVG	ODR/2 ⁽¹⁾	ODR/4	ODR/9
512	0.59	0.44	0.34
128	0.90	0.67	0.48
64	1.20	0.86	0.64
32	1.64	1.16	0.87
16	2.30	1.63	1.18
8	3.12	2.18	1.60
4	4.26	2.87	2.20

1. 禁用 LPF1 滤波器。

4 采样链

LPS22DF 是一款压阻式绝对气压传感器，可用作数字输出气压计。器件包括一个传感元件和一个 IC 接口，从传感元件至应用通过可选择的串行协议 SPI、I²C 或 MIPI I³CSM 通信。

图 4. LPS22DF 架构框图



检测绝对气压的传感元件由悬浮膜组成，采用 STMicroelectronics 开发的专门工艺进行制造。

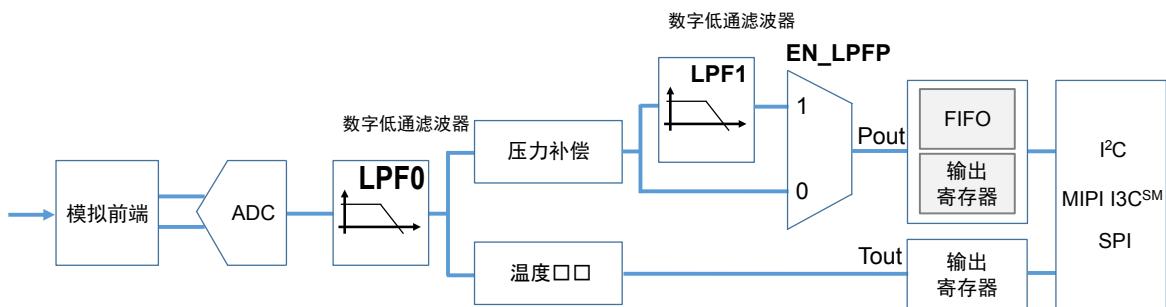
下面几节会以“数字逻辑”块为重点，描述 LPS22DF 滤波链和整个数据路径。

4.1

数字低通滤波器

LPS22DF 滤波链嵌入了两个数字低通滤波器。第一个是平均滤波器 (LPF0)，应用于温度和气压数据。还有第二个低通滤波器 (LPF1)。当器件处于 Continue 模式时，可以选择将其应用于气压读取路径（该阶段的温度数据不进行滤波）。在使用单触发时，LPF1 也会作用于数据。注意，LPF1 只应用于气压数据。

图 5. LPS22DF 数字 LP 滤波器框图



LPF1 数字滤波器可通过配置 CTRL_REG2(@11h)寄存器的 EN_LPFP 位来使能，可通过 CTRL_REG2(@11h)寄存器的 LPFP_CFG 位配置总体器件带宽，如表 9 所示。将 EN_LPFP 位置为 1 将使能滤波器，并将其输出转移至气压输出寄存器和 FIFO 缓冲区。设置 EN_LPFP=0 也将复位滤波器；如果数据率 (CTRL_REG1(@10h)的位范围 ODR[3:0]) 或滤波器带宽 (CTRL_REG2(@11h) 的位 LPFP_CFG) 或平均参数 (CTRL_REG1(@10h)的位范围 AVG[2:0]) 更新，则还将复位 LPF1 滤波器。

表 8. LP 滤波器的相关寄存器和位范围

寄存器	地址	位	位范围屏蔽
CTRL_REG2	11h	EN_LPFP	00010000b = 10h
CTRL_REG2	11h	LPFP_CFG	00100000b = 20h

表 9. LP 滤波器的设置

EN_LPFP	LPFP_CFG	LPF1 滤波器状态	总体器件带宽	总稳定时间的最大值 ⁽¹⁾ (要丢弃的采样数)
0	x	禁用，滤波器复位	ODR/2 (仅限 LPF0)	0 (第一个采样正确)
1	0	启用	ODR/4	1
1	1	启用	ODR/9	6

1. 最终值的 99% 时的稳定时间。

表 9. LP 滤波器的设置 表示当滤波器使能时和/或在其复位后应丢弃的样本数，滤波器达到稳定状态前的输出数据可视为无效。

4.2 数据路径

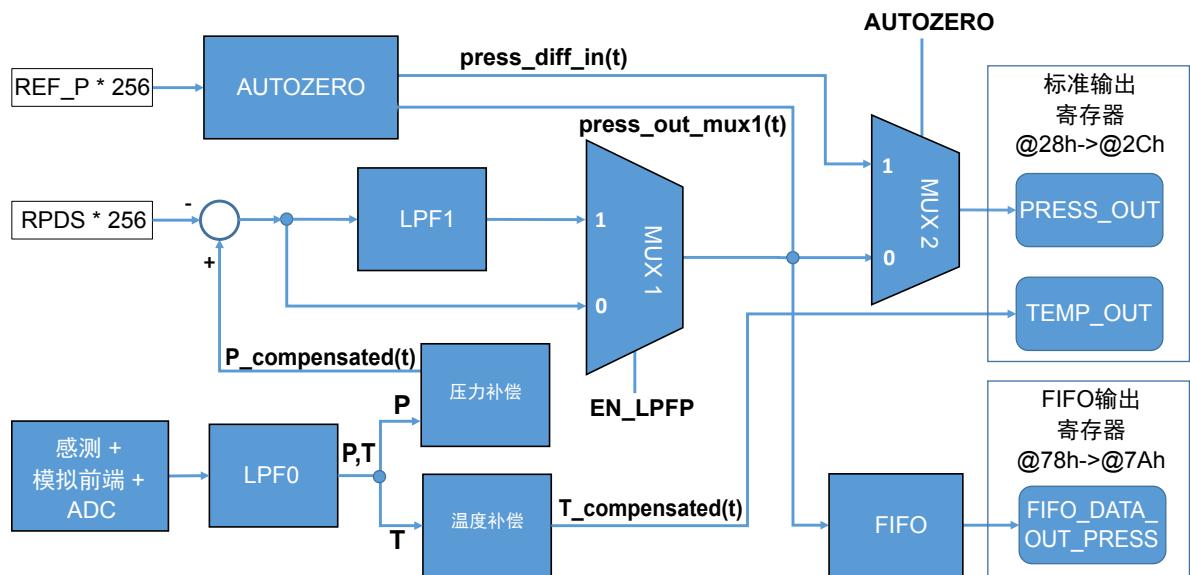
下面的框图（图 6. 输出寄存器的数据路径（标准和 FIFO））显示了来自传感元件的气压和温度数据的数据路径，以及在滤波器、FIFO 和比较（与阈值和参考值）等功能的不同操作/设置条件下到标准输出寄存器和 FIFO 的模数转换。

特定块的详细信息可以在相关段落中找到。

重要信息：

- 温度输出寄存器部分始终接收 $T_{compensated}(t)$ 信号数据；
- FIFO 缓冲区总是用信号 $press_out_mux1(t)$ 填充；
- 标准输出寄存器气压部分总是接收 $press_out_mux1(t)$ ，AUTOZERO 功能启用时除外；

图 6. 输出寄存器的数据路径（标准和 FIFO）



5 读取输出数据

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。当启动程序完成时，也就是上电 10 毫秒（最大值）后，传感器自动进入下电模式。

要开启传感器并通过主 I²C / MIPI I3CSM / SPI 接口采集气压和温度数据，必须通过 CTRL_REG1(@10h)寄存器的 ODR[3:0]位（Continue 模式）或将 CTRL_REG2(@11h)寄存器的 ONESHOT 位置为 1（单触发模式）来选择一种工作模式。

控制 MCU 可通过读取输出寄存器获取板上生成的数据。

可通过以下方式读取：

- 异步读取，以合适的频率轮询输出寄存器；
- 同步读取，利用数据准备就绪信号；
- 延迟读取，利用 FIFO 缓冲区以降低功耗（参见第 9 节 先进先出（FIFO）缓冲区）。

后面的段落描述了数据读取的基本启动序列和可用选项。

一般来说，总是建议从标准输出寄存器（PRESS_OUT_x 和 TEMP_OUT_x）和 FIFO 输出寄存器（FIFO_DATA_OUT_PRESS_x）读取气压和温度样本，从较低地址开始到较高地址，避免其他读取顺序。

5.1 多字节读/写自动地址递增和自动环行功能

5.1.1 地址自动递增特性

可用串行接口协议允许执行单字节读/写和多字节读/写寄存器操作。

单字节读/写操作很简单，需要指定要读/写的寄存器地址。

多字节读/写操作允许在单个总线事务中轻松并高效地执行重复读/写操作。根据两种不同行为，在用户知道起始寄存器和需要的重复次数 N 后：

- N 次读取指定地址的同一寄存器；
- 从指定地址开始读取连续的 N 个寄存器。

CTRL_REG3(@12h)的 IF_ADD_INC 位允许通过自动递增读/写地址在两种行为之间切换。

将 IF_ADD_INC 位置为 1（默认）可使能多字节读和多字节写寄存器操作中的地址自动递增。这样可以更快且更高效地执行总线事务，以便读/写相邻寄存器。

例如，从寄存器 PRESS_OUT_XL(@28h)开始执行 N=5 字节的多字节读操作，即可通过单个事务读取所有标准输出寄存器：PRESS_OUT_XL(@28h)至 TEMP_OUT_H(@2Ch)，无需逐一管理涉及的每个地址。

5.1.2 地址自动环形功能

地址自动环行是 LPS22DF 具备的另一种实用功能，与自动地址递增有关，适用于促进标准输出和 FIFO 输出样本的批量读取。当 CTRL_REG3(@12h)寄存器的 IF_ADD_INC = 1 时，此功能始终使能。

它允许通过执行一次性多字节读取操作高效地多次读取输出寄存器范围（无论是标准还是 FIFO）。

两种输出寄存器范围都可以使用此功能：

- STANDARD_OUTPUT (PRESS_OUT_x, TEMP_OUT_x)(@28h-@2Ch), 5 个字节长；
- FIFO_OUTPUT(@78h-@7Ah), 3 个字节长。

从首个寄存器范围开始读取，直至自动递增功能提供的最后一个结果，在读取最后一个地址范围后，下一个将读取首个地址范围。

例如，从@28h 开始的 10 字节（M=2, 2*5 字节）的多字节读操作，会导致 2 次读取标准输出范围（从@28h 至 @2Ch），读取顺序如下：

@28h->@29h->@2Ah->@2Bh->@2Ch->@28h->@29h->@2Ah->@2Bh->@2Ch

此功能在读取/清空 FIFO 缓冲区数据时有效。

5.2 启动序列

要启用器件并采集气压/温度数据，需要选择某一种工作模式。可使用下列通用序列对 LPS22DF 器件进行配置：

1. 写入 CTRL_REG1(@10h) = 27h // ODR = 25 Hz, AVG = 512

5.3

使用状态寄存器

该器件提供了一个 STATUS(@27h)寄存器，应用于轮询检查新的一组数据（气压样本和温度样本）何时可用。每当气压输出寄存器中有新的样本可用时，P_DA 位置为 1；每当温度输出寄存器中有新的样本可用时，T_DA 位置为 1。

在相应的气压样本被读取（其最高有效字节：PRESS_OUT_H(@2Ah)）后，P_DA 位清零。

在相应的温度样本被读取（其最高有效字节：TEMP_OUT_H(@2Ch)）后，T_DA 位清零。

STATUS(@27h)寄存器还包含溢出标记：对于气压样本，为 P_OR 位；对于温度样本，为 T_OR 位。在生成相应样本且相应 DA 位已置为 1 时，溢出标记位分别置为 1，这意味着之前的样本已被后生成的新样本覆盖，因此其值已丢失。如果器件内存在的所有数据均已被读取，同时尚未生成新数据，上溢位会自动清零。

STATUS(@27h)寄存器的 P_DA 和 T_DA 位代表了数据就绪信号。

气压和温度数据是同步生成的；因此，P_DA 和 T_DA 位同时升高至 1（除非两者之一尚未置为 1），但不是同步重置为 0：这取决于对应数据的读取时间。

在时间段 1/ODR 结束之前读取输出寄存器，可以采集数据并在覆盖发生之前重置 P_DA 和 T_DA。

对于气压传感器（对于温度传感器同样如此），应按照如下步骤对输出寄存器执行读操作：

1. 读取 STATUS(@27h);
2. 如果 P_DA = 0，则进入 1；
3. 读取 PRESS_OUT_XL(@28h);
4. 读取 PRESS_OUT_L(@29h);
5. 读取 PRESS_OUT_H(@2Ah);
6. 数据处理
7. 跳到步骤 1。

如果器件配置为单触发模式而不是连续模式，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 P_DA/T_DA 位置为 1，并返回下电模式。注意，当器件回到下电模式时，ONE_SHOT 位自动清零。可通过再次将 ONE_SHOT 位置为 1 来触发另一次单触发读取。

5.4 使用数据准备就绪信号

该器件可配置为具有一个 **HW** 信号, 以确定新的一组测量数据何时可以读取并触发同步操作, 即在数据可用时读取输出寄存器。

通过设置位 **DRDY=1**, **CTRL_REG4(@13h)** 寄存器, 可以将 **P_DA** 信号驱动至 **INT_DRDY** 引脚。

P_DA 气压数据准备就绪信号复位寄存器 **PRESS_OUT_H(@2Ah)**。

P_DA 气压数据准备就绪信号与 **FIFO** 中断信号一起通过 **OR** 逻辑发送至 **INT_DRDY** 引脚, 因此当 **INT_DRDY** 置位时, 可能需要它来读取范围(@24h->@27h)内的相应状态寄存器集合, 即 **FIFO_STATUS(@26h)** 和 **STATUS(@27h)**, 以识别发生的事件 (参见第 8.2 节 将中断事件转移至 **INT_DRDY** 引脚)。

5.5 使用块数据更新 (block data update, BDU) 功能

如果读取数据特别慢, 并且不能 (或者不需要) 与 **STATUS(@27h)** 寄存器的 **P_DA/T_DA** 事件位或数据准备就绪信号 (可转移至 **INT_DRDY** 引脚) 同步, 那么强烈建议将 **CTRL_REG2(@11h)** 寄存器的 **BDU** (块数据更新) 位置为 1。

此功能可以避免读取到不同采样的值 (输出数据的 **XL**、**L** 和 **H** 部分)。特别是在 **BDU** 被激活的情况下, 输出数据寄存器始终包含由器件生成的最新输出数据, 但如果发起了对给定部分 (例如气压, 从 **PRESS_OUT_XL(@28h)** 开始) 的读取, 该部分 (气压) 剩余字节的刷新将维持禁止状态, 直至数据的全部 **XL**、**L** 和 **H** 部分被读取。

温度部分的情况同样如此。如果读取了 **TEMP_OUT_L(@2Bh)**, 在读取前 **TEMP_OUT_H(@2Ch)** 的内容不更新。

BDU 同时应用于气压数据和温度数据, 但两种数据分开管理。当 **BDU** 功能使能时, 根据 **PRESS_OUT_H(@2Ah) / TEMP_OUT_H(@2Ch)** 的读取时间, 单独刷新气压和温度数据。

提示

为保证 **BDU** 功能的正确行为, **PRESS_OUT_H(@2Ah) / TEMP_OUT_H(@2Ch)** 必须是最后读取的寄存器。

BDU 功能还作用于 **FIFO_STATUSx(@25h, @26h)** 寄存器。当 **BDU** 位置为 1 时, 必须首先读取 **FIFO_STATUS1**, 然后读取 **FIFO_STATUS2**。

5.6 理解输出数据

5.6.1 气压数据

测得的气压数据被发送到 **PRESS_OUT_XL(@28h)**、**PRESS_OUT_L(@29h)** 和 **PRESS_OUT_H(@2Ah)** 寄存器。当 **AUTOZERO = 0** 时，这些寄存器分别包含气压数据的最低有效字节、中间有效字节和最高有效字节。

完整气压数据由 **PRESS_OUT_H**、**PRESS_OUT_L** 和 **PRESS_OUT_XL** 共同提供，表示为二进制数。

气压数据表示为 24 位有符号 2 的补码二进制数（每一位称为一个 **LSB**）。

为了将数字表示法转换为具有 **SI** 单位（气压单位为 **Pa**）的实数，必须应用灵敏度参数。

每个气压采样必须除以适当的灵敏度参数（参考数据手册），以获得单位为 **hPa** 的相应值：

$$Psens = 4096 \text{ [LSB/hPa]}$$

5.6.2 气压数据示例

以下是一个简单的示例，说明如何获取气压 **LSB** 数据并将其转换成 **hPa**。

1. 从传感器获取原始数据：

- **PRESS_OUT_XL(@28h): 1Ah**
- **PRESS_OUT_L(@29h): 84h**
- **PRESS_OUT_H(@2Ah): 3Eh**

2. 将寄存器值串联：

- **PRESS_OUT_H & PRESS_OUT_L & PRESS_OUT_XL: 3E841Ah**

3. 计算有符号十进制值（使用有符号 2 的补码 24 位二进制格式）：

- **P[LSB]: +4097050d**

4. 应用 **Psens** 灵敏度：

- **P[hPa] = +4097050 / 4096 = +1000.2563**

5.6.3 温度数据

测得的温度数据被发送到 **TEMP_OUT_L(@2Bh)** 和 **TEMP_OUT_H(@2Ch)** 寄存器。这些寄存器分别包含温度数据的最低有效字节和最高有效字节。

完整温度数据由 **TEMP_OUT_H** 和 **TEMP_OUT_L** 寄存器共同提供，表示为 2 的补码有符号二进制数。

温度数据表示为 16 位有符号二进制数，每一位称为一个 **LSB**。

为了将数字表示法转换为具有 **SI** 单位（温度单位为摄氏度 **°C**）的实数，必须应用温度灵敏度参数。

每个温度采样必须除以适当的灵敏度参数（参考数据手册），以获得单位为 **°C** 的相应值：

$$Tsens = 100 \text{ [LSB/}^{\circ}\text{C]}$$

5.6.4

温度数据示例

以下是一个简单的示例，说明如何获取温度 **LSB** 数据并将其转换成°C。

1. 从传感器获取原始数据:
 - TEMP_OUT_L(@2Bh): 7Bh
 - TEMP_OUT_H(@2Ch): FEh
2. 将寄存器串联:
 - TEMP_OUT_H & TEMP_OUT_L: FE7Bh
3. 计算有符号十进制值（使用二进制补码格式的 16 位有符号数字）:
 - T[LSB]: -389d
4. 应用 Tsens 灵敏度:
 - $T[^\circ\text{C}] = -389 / 100 = -3.89$

6 重启和软件复位

器件上电后, LPS22DF 执行一段 10 ms (最长) 的启动程序来加载修整参数。启动完成后, 器件会自动配置为下电模式。

启动时间内, 寄存器不可访问。无论如何, 为了检查启动程序何时完成, 用户可以读取 INT_SOURCE (@24h)寄存器的 BOOT_ON 位。如果此位等于 1, 则正在启动; 如果置为 0, 则启动已结束。

上电后, 当 CTRL_REG2(@11h)寄存器的 BOOT 位置为 1 时, 重载微调参数且 RPDS_L(@1Ah)和 RPDS_H(@1Bh)寄存器重置为 0。

无需开关器件电源。重启完成后, 器件进入下电模式 (无论选择了哪种工作模式) 且 BOOT 位自动清零至 0。上述 BOOT_ON 位可用于检查重启程序何时结束。

如果需要复位至器件寄存器的默认值, 可通过将 CTRL_REG2(@11h)寄存器的 SWRESET 位置为 1 来实现。当此位置为 1 时, 以下寄存器复位至其默认值:

- INTERRUPT_CFG(@0Bh);
- THS_P_L(@0Ch);
- THS_P_H(@0Dh);
- IF_CTRL(@0Eh);
- CTRL_REG1(@10h);
- CTRL_REG2(@11h);
- CTRL_REG3(@12h);
- CTRL_REG4(@13h);
- FIFO_CTRL(@14h);
- FIFO_WTM(@15h);
- INT_SOURCE(@24h);
- FIFO_STATUS1(@25h);
- FIFO_STATUS2(@26h);
- STATUS(@27h)。

软件复位过程可能需要数十 μ s; 复位的状态由 CTRL_REG2(@11h)寄存器的 SWRESET 位的状态来表示。当复位完成时, 该位自动置为 0。

为了避免冲突, 重启和软件复位不能同时执行 (不要同时将 CTRL_REG2(@11h)寄存器的 BOOT 位和 SWRESET 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 CTRL_REG2(@11h)寄存器的 BOOT 位置 1;
2. 等待 10 ms (或等待至 INT_SOURCE (@24h)寄存器的 BOOT_ON 位返回 0) ;
3. 将 CTRL_REG2(@11h)寄存器的 SWRESET 位置 1;
4. 等待 50 μ s (或等待至 CTRL_REG2(@11h)寄存器的 SWRESET 位返回 0) 。

7 偏移补偿（OPC - 单点校准）

如果在组件焊接之后仍然存在残余气压偏移，则可以利用 RPDS 寄存器，通过单点校准（OPC）来将其消除，利用 RPDS 寄存器，该寄存器可以存储将要减去的偏移量。

校准偏移量预期存储为 16 位带符号的值，以 2 的补码形式存储在 RPDS_L (@ 1Ah) 和 RPDS_H (@ 1Bh) 寄存器中。

RPDS 的默认值为 0 (零)。

RPDS 寄存器的内容总是会自动从补偿气压输出中减去，并提供给标准输出气压寄存器 PRESS_OUT_x (@28h、29h 和 2Ah) 和 FIFO。当 AUTOZERO=0 时，将测得气压与 RPDS 寄存器 (@1Ah、@1Bh) 的内容之差乘以 256，即可得到它（参见第 4.2 节 数据路径）。

8 中断模式

LPS22DF 具有内置的可配置中断发生器块，可基于气压采样和与可自定义参考值和阈值的比较生成中断事件。

可以选择和使能中断事件信号；它们由对其进行监控的专用状态寄存器 (INT_SOURCE(@24h)) 来提供。

此外，FIFO 缓冲区子系统还生成其他信号，它们也可用作事件信号，并通过 FIFO_STATUS1(@25h) 和 FIFO_STATUS2(@26h) 寄存器进行监控（参见第 9.2.2 节 监控 FIFO 缓冲区状态）。

可通过控制寄存器 CTRL_REG4(@13h) 单独选择以上每一个中断信号，以便将它们转移至中断引脚 INT_DRDY。

通过 INTERRUPT_CFG(@0Bh) 寄存器管理中断发生器块的控制。

与气压和温度采样相关的中断事件如下：

- 数据准备就绪：有新数据可用；
- 基于阈值。

FIFO 缓冲区生成的事件如下：

- FIFO 水印；
- FIFO 已满；
- FIFO 溢出。

8.1 与气压和温度采样相关的中断事件

8.1.1 数据准备就绪

如果使能了数据生成，则可以通过监控 STATUS(@27) 寄存器位，识别新的气压或温度数据值何时生成以及何时可以读取。

每当新的气压数据值准备就绪时，STATUS(@27h) 寄存器的 P_DA 位置 1。

每次产生新的温度数据值时，STATUS(@27h) 寄存器中的位 T_DA 置为 1。

气压和温度数据同步生成，参见第 5.3 节 使用状态寄存器。

P_DA 的内容可转移至 INT_DRDY 引脚。转移通过 CTRL_REG4(@13h) 寄存器的位 DRDY 使能（参见第 8.2 节 将中断事件转移至 INT_DRDY 引脚）。

在 INT_DRDY 引脚上转移的数据就绪信号可以被锁存或脉冲。如果 CTRL_REG4 (@13h) 寄存器的 DRDY_PLS 位置 0（默认值），则在读取 PRESS_OUT_H(@2Ah) 寄存器时锁存数据就绪信号并复位中断。如果 CTRL_REG4 (@13h) 寄存器的 DRDY_PLS 位置 1，则数据就绪信号是脉冲的，并且在中断引脚上观察到的脉冲持续时间为 5 μ s。脉冲模式不适用于总是锁存的 STATUS(@27h) 寄存器的 P_DA 位。

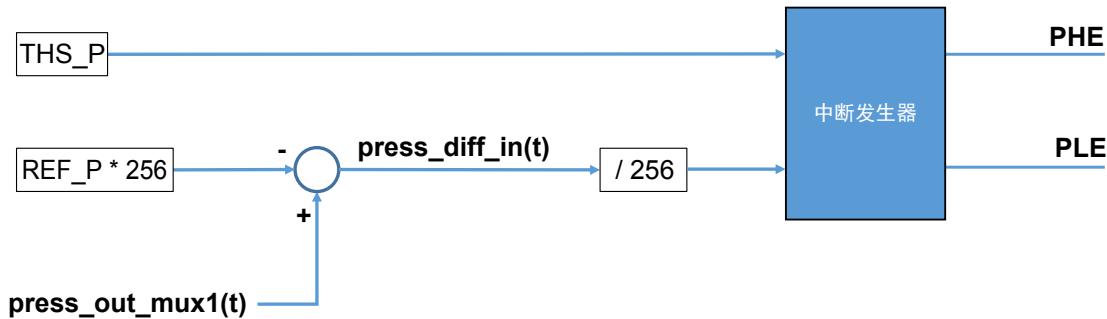
当 CTRL_REG4(@13h) 寄存器的位 DRDY 置 0 时，DRDY_PLS 位配置（为 0 或为 1）无效。

8.1.2 基于阈值的差分中断

LPS22DF 中的中断发生器允许根据用户定义的气压阈值 **THS_P** 生成中断事件，**THS_P** 可以保存到两个专用寄存器 **THS_P_L(@0Ch)** 和 **THS_P_H(@0Dh)** 中。

中断发生器基于对差分信号 **press_diff_in** 和 **THS_P** 中保存的用户定义的气压阈值执行的比较生成中断信号，如图 7. 中断发生器所示。

图 7. 中断发生器



信号 **press_diff_in** 是在 MUX1 输出 (**press_out_mux1**, 参见图 6) 采集的补偿气压样本与在使能时采集的同一信号的瞬时样本之差，保存在专用寄存器 **REF_P_L(@16h)** 和 **REF_P_H(@17h)** 中。

当两种不同模式 (AUTZERO 模式或 AUTOREFP 模式，下文将进行描述) 之一使能时，瞬时样本会被自动保存在只读 **REF_P** 寄存器 **REF_P_L(@16h)** 和 **REF_P_H(@17h)** 中。

只有补偿气压信号 16 个最高有效位保存在 **REF_P** 中并用于获取差分信号 **press_diff_in**。

$$\text{press_diff_in}(t) = \text{press_out_mux1}(t) - \text{REF_P} * 256$$

其中： $\text{REF_P} = \text{press_out_mux1}(t = \text{Differential Mode Engaging Time}) / 256$ 。

提示

Differential Mode Engaging Time 是 AUTZERO 模式或 AUTOREFP 模式使能时的瞬间。

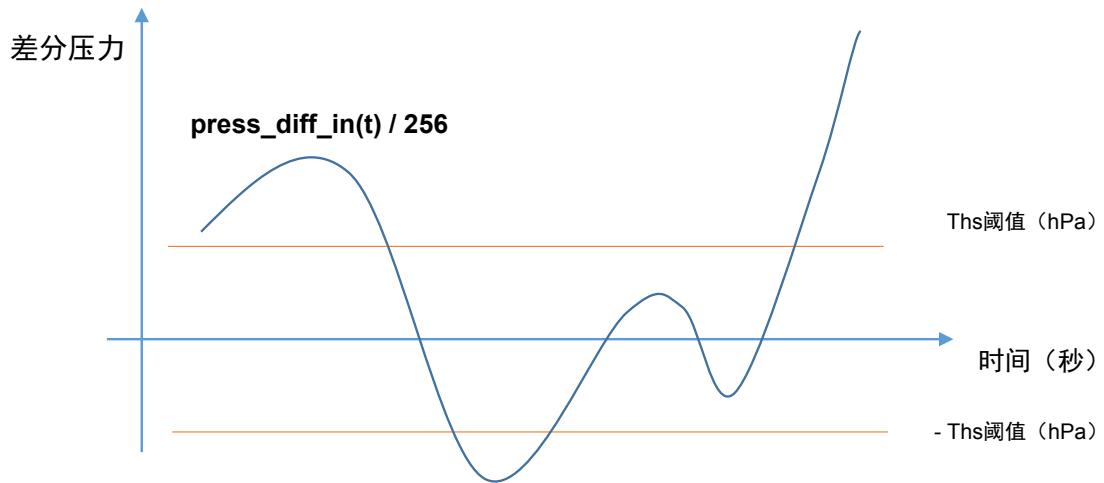
本质上，使用阈值 (**THS_P**) 和参考值 (**REF_P**)，结合 **press_out_mux1(t)** 进行比较：必须注意的是 **THS_P** 是差分气压阈值，不是绝对气压阈值。对于长度为 24 位 (或 3 字节) 的标准气压采样，必须将阈值和参考值视为 2 个最高有效字节。由于这个原因，**press_diff_in(t)** 数据在被中断发生器逻辑处理之前除以 256。

使能后，器件在每次有新的样本到达时 (时间间隔为 1/ODR) 比较 **press_diff_in** 样本 (除以 256) 和 **THS_P**。通过这种方式，用户定义的气压阈值 (**THS_P**) 划分每个 **press_diff_in** 样本 (除以 256) 可能落在的三个区域：

- 高于 **+THS_P**，
- 低于 **-THS_P**
- **-THS_P** 与 **+THS_P** 之间。

中断发生器允许选择生成两种不同的中断信号 (PHE 和 PLE)，它们在 **press_diff_in(t)/256** 信号落在低于 **-THS_P** 和/或高于 **+THS_P** 的区域时升高 (参见图 8)。

图 8. 差分中断输入信号与阈值的关系



气压中断生成所需的中断阈值（单位：hPa）必须转换为二进制的 15 位无符号右对齐表示法，并且必须保存在 THS_P_H(@0Dh)（对于 MSB）和 THS_P_L(@0Ch)（对于 LSB）中。

要保存在 THS_P 中的二进制无符号整数可以从其物理值（单位：hPa）开始计算，如下所示：

$THS_P [LSB] = \text{abs}(\text{中断气压阈值}[hPa]) * 4096 [LSB/hPa] / 256 = \text{abs}(\text{中断气压阈值}[hPa]) * 16$

示例：

假设所需的中断气压阈值 = 10 hPa；

$THS_P = 10d * 16 = 160d = 00A0h$

要保存在 THS_P 中的值为：

$THS_P_H = 00h; THS_P_L = A0h$

可通过选择两种不同模式使用差分中断：

- AUTOREFP;
- AUTOZERO;

二者都会导致：

- 使能时在 REF_P 中保存当前 *press_out_mux1* 采样。（就上述描述而言）。
- 在高于正阈值和/或低于负阈值时使能中断生成。

两种不同模式下，标准输出寄存器的可用输出不同（参见第 4.2 节 数据路径）：

- AUTOZERO：标准输出寄存器报告差分 *press_diff_in(t)* 信号；
- AUTOREFP：标准输出寄存器持续报告常用输出（至于所有其他配置，为 *press_out_mux1(t)* 信号）；

为了使能以上中断模式，INTERRUPT_CFG(@0Bh)中的 PHE 位或 PLE 位（或两者）必须置为 1，以分别对正/负事件使能中断生成。所需的阈值须存储在 THS_P_L(@0Ch)和 THS_P_H(@0Dh)寄存器中。

最后，根据选择的 AUTOZERO 或 AUTOREFP，AUTOREFP 和 AUTOZERO 位需置为 1（参见第 8.1.2.1 节 AUTOZERO 模式和第 8.1.2.2 节 AUTOREFP 模式中的更多详细信息）。

8.1.2.1

AUTOZERO 模式

AUTOZERO 模式使能时：

- 立即触发当前气压测量值在专用寄存器 (REF_P) 中的存储；
- 将减去 $REF_P \times 256$ 保存采样的当前气压 ($press_diff_in(t)$ 信号) 报告给标准输出寄存器气压部分 (@28h->@2Ah)；
- 检测气压相对于 REF_P 的变化量何时超过用户定义的差分阈值 ($\pm THS_P$)，并相应地生成单独的中断信号 (PLE、PHE)。

在使能的瞬间 ($t = t_AUTOZERO$)，当前测量气压采样保存在 $REF_P(@16h, @17h)$ 寄存器中并用作气压参考值。从使能的那一刻开始，用以下值填充输出气压寄存器 $PRESS_OUT$ (@28h、@29h 和 @2Ah)：

$$PRESS_OUT(t) = press_out_mux1(t) - REF_P \times 256$$

其中：

$$REF_P = press_out_mux1(t = t_AUTOZERO) / 256$$

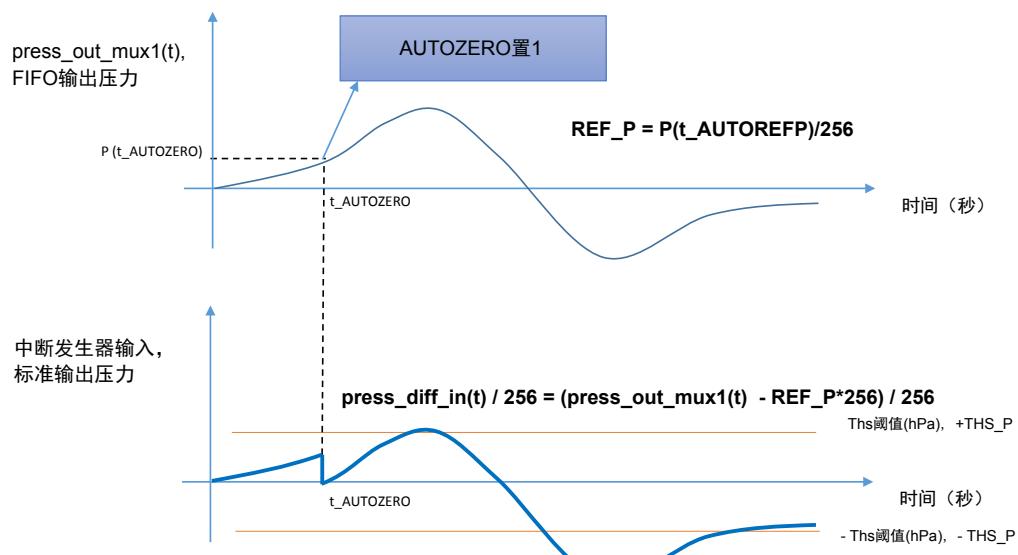
转移到中断生成器并用作中断生成输入的信号是 $press_diff_in(t) / 256$ ，其中 $press_diff_in(t)$ 定义如下：

$$press_diff_in(t) = press_out_mux1(t) - REF_P \times 256$$

因此，用于气压的标准输出寄存器 ($PRESS_OUT$) 提供差分气压，与用于中断生成的相同。

如果标准输出寄存器 ($PRESS_OUT[LSB]$) 中报告的差分气压值必须转换为相应的以 hPa 为单位的值，可通过将 $PRESS_OUT[LSB]$ 除以一个因子 (= 4096 [LSB/hPa]) 来实现。

图 9. 差分中断 AUTOZERO 模式、输出和阈值



要使能 AUTOZERO 差分中断功能，需要将 AUTOZERO、PLE 和/或 PHE 位置为 1。

在第一次转换后，AUTOZERO 位自动重新置为 0，但 Autozero 模式保持使能。要禁用使能的 Autozero 功能并回到正常模式，需要一项明确的操作：INTERRUPT_CFG(@0Bh) 寄存器的 RESET_AZ 位必须置为 1。RESET_AZ 位也自动重新置为 0。

Autozero 功能禁用的效果：REF_P 重置为默认值 0 (零)，标准输出寄存器的内容切换回默认信号：
 $PRESS_OUT(t) = press_out_mux1(t)$ 。

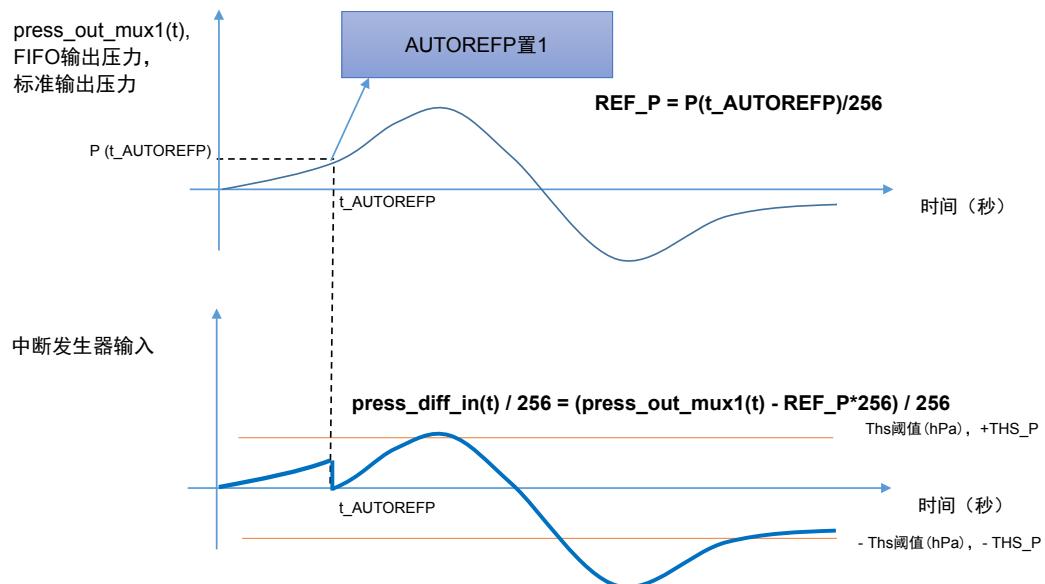
8.1.2.2

AUTOREFP 模式

AUTOREFP 模式使能时：

- 立即触发当前气压测量值在专用寄存器 (REF_P) 中的存储；
- 将 *press_out_mux1(t)* 信号报告给标准输出寄存器气压部分 (@28h->@2Ah)；
- 检测气压相对于 REF_P 的变化量何时超过用户定义的阈值 (+/-THS_P)，并相应地生成单独的中断信号 (PLE、PHE)。

图 10. 差分中断 AUTOREFP 模式、输出和阈值



在使能的瞬间 ($t = t_{AUTOREFP}$)，当前测量气压采样保存在 REF_P(@16h, @17h) 寄存器中并用作气压参考值。从使能的那一刻开始，照旧用以下值持续填充输出气压寄存器 PRESS_OUT (@28h、@29h 和 @2Ah)：

$$PRESS_OUT(t) = press_out_mux1(t)$$

转移到中断生成器并用作中断生成输入的信号是 $press_diff_in(t)/256$ ，其中 $press_diff_in(t)$ 定义如下：

$$press_diff_in(t) = press_out_mux1(t) - REF_P*256$$

其中：

$$REF_P = press_out_mux1(t = t_{AUTOREFP})/256$$

因此，气压的标准输出寄存器 (PRESS_OUT) 提供的是普通气压信号：这与 AUTOZERO 模式下的情况不一样。

要使能 AUTOREFP 差分中断功能，需要将 AUTOREFP、PLE 和/或 PHE 位置为 1。

在第一次转换后，AUTOREFP 位自动重新置为 0，但 AUTOREFP 模式保持使能。要禁用使能的 AUTOREFP 功能并回到正常模式，需要一项明确的操作：INTERRUPT_CFG(@0Bh) 寄存器的 RESET_ARP 位必须置为 1。

RESET_ARP 位也自动重新置为 0。

AUTOREFP 功能禁用的效果是：REF_P 复位至默认值 0 (零)。

8.1.2.3

中断锁存

基于阈值的差分中断提供了锁存 INT_SOURCE(@24h)寄存器内容的选项。此选项通过 INTERRUPT_CFG(@0Bh)寄存器的 LIR 位控制。

在 INT_SOURCE 寄存器被读取前，锁存具有维持寄存器位内容“冻结”的效果，即使触发其升高的条件不再有效。如已锁存，当 IA 位升高时，锁存功能使其维持在 1 不变，并“冻结”PL 和 PH 内容，直至 INT_SOURCE 寄存器被读取。

当锁存未使能时，根据 *press_diff_int(t)* 和 THS_P，IA、PL 和 PH 值也持续每隔一段时间 (1/ODR) 更新一次。如果 IA 或 PL 或 PH 信号转移至 INT_DRDY 引脚（当位 INT_EN, CTRL_REG4(@13h) 置为 1，参见第 8.2 节 将中断事件转移至 INT_DRDY 引脚），锁存行为将传播至该引脚。

图 11. 锁存禁用 (LIR = 0)：中断行为

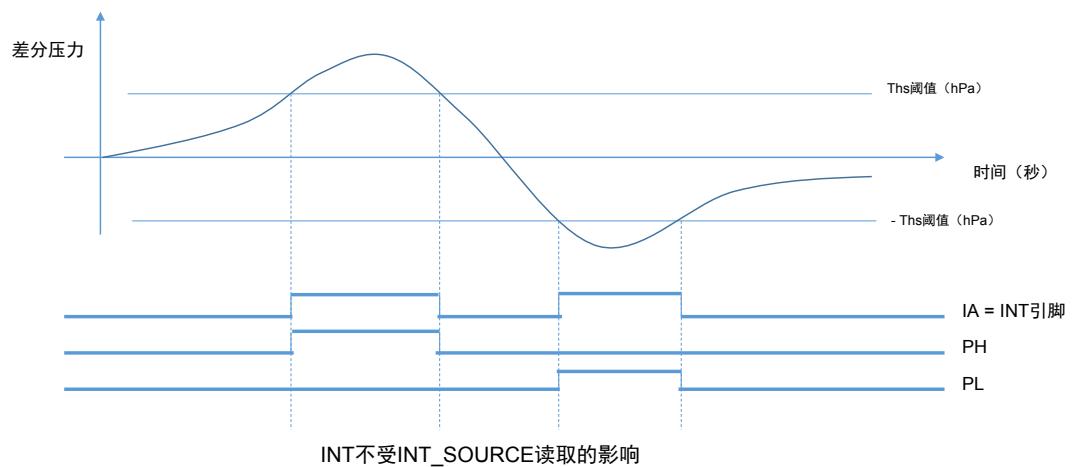
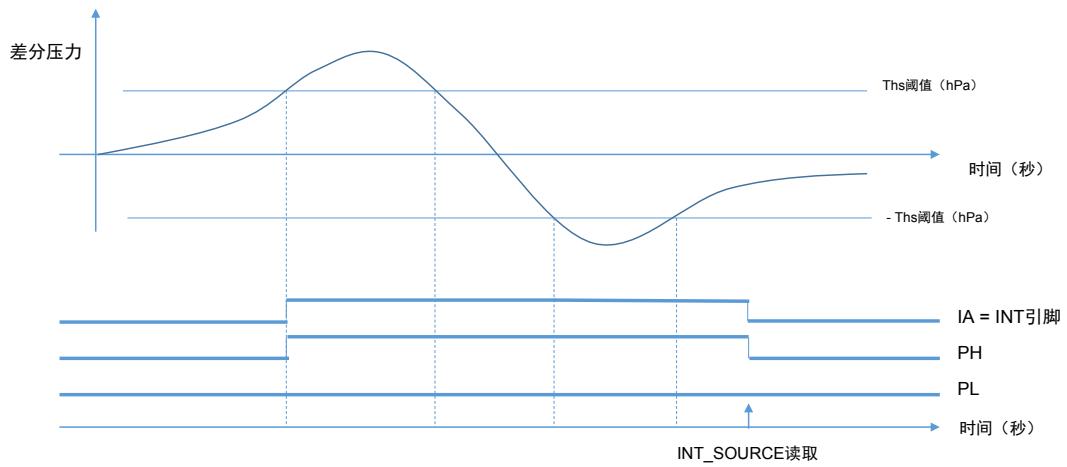


图 12. 锁存使能 (LIR = 1)：中断行为



8.1.3 FIFO 状态相关的中断事件

使用 LPS22DF 气压传感器时, 如果 FIFO 正在运行, 它将根据选择的工作模式生成一组事件信号, 用于监控其状态, 并存储在 FIFO_STATUS2(@26h)寄存器中 (参见第 9 节 先进先出 (FIFO) 缓冲区)。

通过适当地配置 CTRL_REG4(@13h)寄存器, 可以选择以下事件, 以便转移至 INT_DRDY 引脚 (参见第 8.2 节 将中断事件转移至 INT_DRDY 引脚) :

- FIFO 满条件: INT_F_FULL 置为 1;
- 达到 FIFO 水印等级: INT_F_WTM 置为 1;
- FIFO 溢出: INT_F_OVR 置为 1。

8.1.4 FIFO 触发模式的中断事件

可以利用与气压采样值 (参见第 8.1.2 节 基于阈值的差分中断) 相关的差分中断事件, 以触发 FIFO 触发的模式的转换。

对于以下 FIFO 缓冲区模式:

- Continue (Dynamic-Stream)-FIFO 模式,
- Bypass-Continue (Dynamic-Stream)模式,
- Bypass-FIFO 模式,

INT_SOURCE(@24h)寄存器的 IA 位, 其中: INT_SOURCE(@24h)的 IA = (PL 或 PH)用作内部触发事件信号, 用于根据选择的模式驱动从一种 FIFO 行为到后一种的切换 (参见第 9.3.2 节 触发 FIFO 模式)。

8.2

将中断事件转移至 INT_DRDY 引脚

INT_DRDY 输出引脚允许通过操作 CTRL_REG3(@12h)寄存器的 PP_OD 位选择“推挽”或“开漏”配置。默认值为 0: “推挽”。

通过操作 CTRL_REG3(@12h)寄存器的 INT_H_L 位, 可以选择 INT_DRDY 上的中断有效电平 (不是状态寄存器逻辑)。默认值为 0: “高电平有效”, 表示当中断置位时, INT_DRDY 处于“高”电平。

下面的中断事件是在相关器件功能运行时生成的:

1. 数据生成 (气压数据准备就绪) ;
2. FIFO 状态;
3. 基于阈值的差分中断;

并在下列专用状态寄存器中提供:

1. STATUS(@27h);
2. FIFO_STATUS2(@26h);
3. INT_SOURCE(@24h);

它们可以单独使能, 以便转移至 INT_DRDY 引脚。

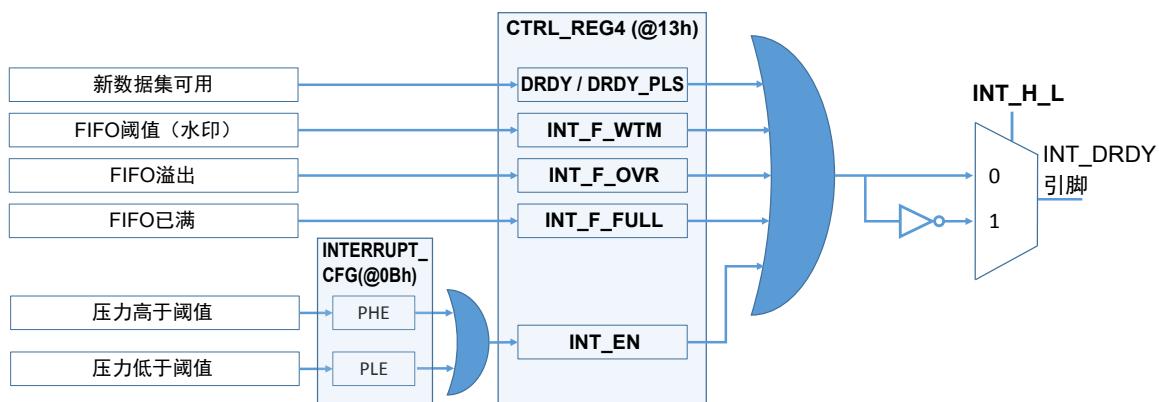
根据图 13. 将中断事件转移至 INT_DRDY 引脚中显示的结构, 中断事件被多路复用到 INT_DRDY 和 OR-ed。可通过 CTRL_REG4(@13h)寄存器中的专用位选择信号。

下表列出了可转移信号和向 INT_DRDY 使能位的相关转移。

表 10. INT_DRDY 配置的设置

中断事件信号	转移到 INT_DRDY 引脚, 使能方式	事件
P_DA, STATUS(@27h)	DRDY CTRL_REG4(@13h)	气压数据准备就绪
FIFO_FULL_IA, FIFO_STATUS2(@26h)	INT_F_FULL CTRL_REG4(@13h)	FIFO 已满
FIFO_OVR_IA, FIFO_STATUS2(@26h);	INT_F_OVR CTRL_REG4(@13h)	FIFO 溢出
FIFO_WTM_IA, FIFO_STATUS2(@26h)	INT_F_WTM CTRL_REG4(@13h)	FIFO 水印
IA, INT_SOURCE(@24h)	(PLE OR PHE), INTERRUPT_CFG(@0Bh) 和 INT_EN, CTRL_REG4(@13h)	差分中断的任何阈值
PL, INT_SOURCE(@24h)	PLE, INTERRUPT_CFG(@0Bh) 和 INT_EN, CTRL_REG4(@13h)	负阈值
PH, INT_SOURCE(@24h)	PHE, INTERRUPT_CFG(@0Bh) 和 INT_EN, CTRL_REG4(@13h)	正阈值

图 13. 将中断事件转移至 INT_DRDY 引脚



每当向 INT_DRDY 引脚发送中断事件时, 根据使能的信号, 必须读取相应状态寄存器集合, 以检测哪些事件到达了引脚并采取相应的行动。

基于阈值的差分中断可能被锁存 (通过将 INTERRUPT_CFG (@0Bh) 寄存器的位 LIR 置为 1), 因此这种情况下, 为了释放中断信号, 必须读取 INT_SOURCE(@24h)寄存器。

9 先进先出 (FIFO) 缓冲区

LPS22DF 提供了嵌入式先进先出 (FIFO) 缓冲区，深度为 128 个空隙，用于保存气压数据。FIFO 缓冲区允许限制主处理器干预，并简化了后处理数据的事件或模式检测和分析。使用 FIFO 可为系统降低大量功耗：只在 FIFO 事件通知时唤醒主机 CPU，在从 FIFO 批量输出重要数据后回到睡眠状态。FIFO 缓冲区可以在六种不同的可选模式下工作，这些模式确保了应用程序开发过程的高度灵活性：

- Bypass 模式
- FIFO 模式
- Continue (Dynamic-Stream) 模式
- Bypass-FIFO 模式
- Bypass-Continue (Dynamic-Stream) 模式
- Continue (Dynamic-Stream)-FIFO 模式

器件中断发生器监控 FIFO 工作参数，这些参数用于生成与 FIFO 相关的中断信号，信号保存在专用寄存器中。与 FIFO 相关的中断信号可转移至中断的专用输出引脚 (INT_DRDY)，以便在连接到 CPU 输入端口时使用。

9.1 FIFO 描述

FIFO 缓冲区能够保存最多 128 个“数据样本集合”。每个“数据样本集”(dss，从现在开始)的大小为 3 个字节，对应一个压力样本 (24 位)，是 FIFO 的逻辑原子信息。

当 FIFO 使能时，也以当前选择的输出数据率 (ODR) 传输来自气压的样本以填充 FIFO 缓冲区。标准输出寄存器和 FIFO 缓冲区的数据馈送路径是共用的。填充 FIFO 的 dss 始终是来自 LPF 块的数据 (参见第 4.2 节 数据路径)。在填充 FIFO 时，当前 dss 数据在标准输出寄存器中仍然可用。

通常情况下，标准输出寄存器 PRESS_OUT_XL(@28h)、PRESS_OUT_L(@29h)、PRESS_OUT_H(@2Ah)中的可用 dss 是填充 FIFO 缓冲区的相同数据组 (但是当中断 AUTOZERO 使能时，AUTOZERO=1，这种情况下，标准输出中的可用数据与发送至 FIFO 的不同)。

通过使能“达到水印值时停止”功能，可以根据用户需要限制 FIFO 空隙的数量，该功能允许设置低于允许的最多 128 个 dss 的自定义全满值。

FIFO 充当可调整大小的循环缓冲区：将每个新的 dss 放在第一个可用的空 FIFO 空隙中，直至达到缓冲区的全满值。在达到全满值后，根据选择的工作模式，最早的值会被覆盖或 FIFO 停止填充。从 FIFO_OUTPUT 寄存器读取 dss 会将其从 FIFO 缓冲区中删除。每次用新的 dss 填充 FIFO 或读取 dss 时，将相应地更新其状态寄存器。

9.2 FIFO 设置和控制

器件上电时, FIFO 不使能: 气压传感器数据不存储到 FIFO 中, 而是存储到标准输出气压寄存器中。可通过设置两个寄存器来配置和控制 FIFO:

- FIFO_CTRL(@14h): 用于选择 FIFO 模式和 FIFO 触发模式, 以及使能 FIFO 深度限制 (水印);
- FIFO_WTM(@15h): 用于设置 FIFO 水印值。

可通过以下寄存器监控 FIFO 缓冲区状态:

- FIFO_STATUS1(@25h): 用于在运行期间读取 FIFO 保存的数据量;
- FIFO_STATUS2(@26h): 用于在运行期间读取 FIFO 状态。

一个额外的与 FIFO 控制相关的寄存器是 CTRL_REG4(@13h), 用于选择要转移至 INT_DRDY 引脚的 FIFO_STATUS 寄存器位信号 (参见第 8.2 节 将中断事件转移至 INT_DRDY 引脚)。

表 11. 与 FIFO 管理相关的寄存器列表

FIFO 控制寄存器			
寄存器	@地址	位范围	位范围屏蔽
FIFO_CTRL	14h	F_MODE[1:0]	00000011b = 03h
FIFO_CTRL	14h	TRIG_MODES	00000100b = 04h
FIFO_CTRL	14h	STOP_ON_WTM	00001000b = 08h
FIFO_WTM	15h	WTM[6:0]	0111111b = 7Fh
CTRL_REG4	13h	INT_F_OVR	00000001b = 01h
CTRL_REG4	13h	INT_F_WTM	00000010b = 02h
CTRL_REG4	13h	INT_F_FULL	00000100b = 04h

表 12. FIFO 模式和 FIFO 触发模式选择

TRIG_MODES	F_MODE1	F_MODE0	FIFO 模式选择
x	0	0	Bypass 模式: 关闭并复位 FIFO
0	0	1	FIFO 模式
0	1	x	Continue (Dynamic-Stream) 模式
1	0	1	Bypass-FIFO 模式
1	1	0	Bypass-Continue (Dynamic-Stream) 模式
1	1	1	Continue (Dynamic-Stream)-FIFO 模式

9.2.1 限制 FIFO 深度: 达到水印值时停止

整个 FIFO 缓冲区可以存储的最大深度 = 128 级深度 (dss 或空隙)。

FIFO 深度可以进行逻辑调节, 通过达到水印值时停止功能加以限制。当此功能使能时, 它将对 FIFO 或其可用空隙数进行逻辑调节, 以减少其深度。在定义水印值并使能此功能后, 此功能可以工作。

通过 FIFO_WTM(@15h)寄存器位范围 WTM[6:0]的置位定义需要的 FIFO 深度限制, 最大值为 127d = 7Fh。

如果使能了达到水印值时停止功能, 则 FIFO 深度值等于位范围 WTM[6:0]中保存的值。通过将 FIFO_CTRL(@14h)寄存器的 STOP_ON_WTM 位置为 1 使能水印限制。

水印值需要在使能 FIFO 之前设置和使能; 在 FIFO 已经运行时不能修改它。

表 13. 水印设置

寄存器	@地址	位范围	位范围屏蔽
FIFO_CTRL	14h	STOP_ON_WTM	00001000b = 08h
FIFO_WTM	15h	WTM[6:0]	0111111b = 7Fh

9.2.2 监控 FIFO 缓冲区状态

通过读取专用寄存器，可以监控 FIFO 缓冲区状态。FIFO_STATUSx(@25h, @26h)是只读寄存器，可以监控当前 FIFO 状态。

提示

BDU 功能还作用于 FIFO_STATUS1 和 FIFO_STATUS2 寄存器。当 BDU 位置为 1 时，必须首先读取 FIFO_STATUS1，然后读取 FIFO_STATUS2。

FIFO_STATUS1(@25h)寄存器的位范围 FSS[7:0]提供 FIFO 缓冲区中目前存储的数据集 (dss) 数量，因此：

- 当 1 个数据集存储在 FIFO 中时，FSS 等于 00000001b；
- 如果 128 个数据集存储在 FIFO 中，则 FSS 等于 10000000b。

FIFO_STATUS2(@26h)寄存器的 FIFO_WTM_IA 位用于水印监控，在当前 FIFO 缓冲区填充水平等于或高于由 FIFO_WTM(@15h)寄存器的 WTM[6:0]定义的值时置位。FIFO_STATUS1(@25h)寄存器的 FSS[7:0]提供了 FIFO 当前的填充水平。即使没有使能达到水印值时停止功能 (STOP_ON_WTM = 0)，监控仍然有效。

FIFO_WTM_IA 位的值反映了 FIFO_WTM(@15h)的 FSS[7:0]和 WTM[6:0]位范围值的比较结果。当 WTM[6:0]置为 1d 与 127d 之间的值时，比较使能且监控位工作。如果位范围 WTM[6:0] = 0，则水印监控取消置位：FIFO_STATUS2(@26h)寄存器的 FIFO_WTM_IA = 0。

如果和当 FIFO_STATUS1@25)寄存器中 FIFO 缓冲区存储的样本集合数 FSS[7:0]大于或等于通过 FIFO_CTRL(@14h)寄存器的位范围 WTM[6:0]选择的水印值时，FIFO_STATUS2(@26)寄存器的 FIFO_WTM_IA = 1。

如果和当 FIFO 全满且 FIFO 中无任何 dss 被覆盖时，FIFO_STATUS2(@26h)寄存器的 FIFO_FULL_IA 位置为 1，意味着它在时间长度 1/ODR 内保持 1 不变。

如果 FIFO 缓冲区已满且 FIFO 中至少有一个 dss 被最新生成的 dss 覆盖，则 FIFO_STATUS2(@26h)寄存器的 FIFO_OVR_IA 位置为 1。

当 FIFO 运行时，FIFO_STATUSx 寄存器位随当前状态不断更新：它们在 FIFO 复位时复位。

FIFO_STATUS2(@26h)寄存器中的全部三个状态位都可以单独选择以转移至 INT_DRDY 引脚。它们可用于触发与特定缓冲区状态和 FIFO 工作模式有关的操作。详细信息，请参见第 8 节 中断模式。

表 14. FIFO 缓冲区状态监控寄存器和位范围

寄存器	@地址	位范围	位范围屏蔽
FIFO_STATUS1	25h	FSS[7:0]	11111111b = FFh
FIFO_STATUS2	26h	FIFO_WTM_IA	10000000b = 80h
FIFO_STATUS2	26h	FIFO_OVR_IA	01000000b = 40h
FIFO_STATUS2	26h	FIFO_FULL_IA	00100000b = 20h

9.3 FIFO 缓冲区模式

有三种主要的 FIFO 缓冲区模式：

- **Bypass** 模式：FIFO 缓冲区禁用，到达的 **dss** 没有填充而是绕过缓冲区；
- **FIFO** 模式：到达的 **dss** 填充所有可用的缓冲区空隙，直至填满其选定大小（达到全满或水印值）且无更多空隙可用，此时缓冲区停止填充并保留存储的 **dss**，直至执行操作。一旦填满后，更新的 **dss** 丢失（不存储在 FIFO 缓冲区中）；
- **Continue**（或 **Dynamic-Stream**）模式：到达的 **dss** 填充所有可用的缓冲区空隙，直至填满其选定大小（达到全满或水印值）且无更多空隙可用，此后新到达的 **dss** 开始取代已保存的最早数据。填充后，最早的 **dss** 丢失（在 FIFO 缓冲区中被更新的 **dss** 取代）；

FIFO 缓冲区行为可以单独选择（非触发模式）、默认或作为连续两个行为并通过事件信号触发从第一个到第二个行为的切换（触发模式）。可通过将 **FIFO_CTRL(@14h)** 寄存器的 **TRIG_MODES** 位置为 1 和 **FIFO_CTRL(@14h)** 寄存器的位范围 **F_MODE[1:0]** 来选择触发模式组合，参见表 12. FIFO 模式和 FIFO 触发模式选择。事件信号是基于阈值的差分中断发生器使能时生成的中断事件：**INT_SOURCE(@24h)** 寄存器的 **IA** 位。

9.3.1 非触发 FIFO 模式

9.3.1.1 Bypass 模式

在 **Bypass** 模式下，(**FIFO_CTRL(@14h)** 的 **TRIG_MODES** 和 **F_MODE[1:0] = x00, TRIGMODES = X**)。在选择 **Bypass** 模式后，整个 FIFO 缓冲区的内容清零，全部清零并重置。FIFO 缓冲区不工作且保持为空。如果器件工作，则只将气压值发送至 **PRESS_OUT_x** 寄存器（标准输出）。为了停止和复位 FIFO 缓冲区及其计数器，必须使用“切换至 **Bypass** 模式”。这是在不同 FIFO 工作模式之间切换的必要步骤。

图 14. FIFO Bypass 模式

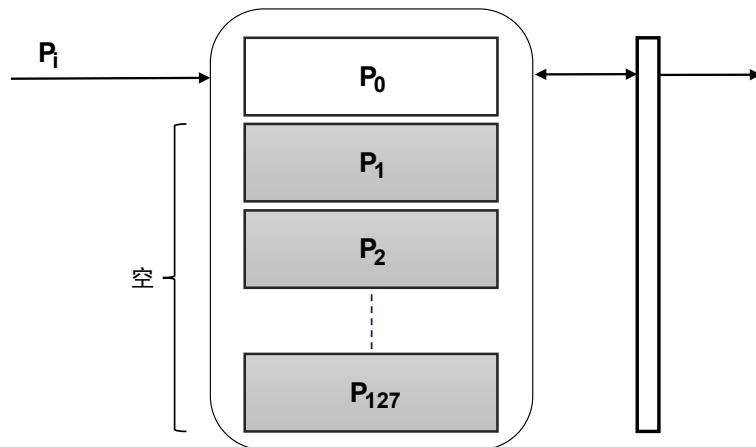


表 15. FIFO 缓冲区 Bypass 模式的设置

寄存器	@地址	位范围	值	掩码	模式
FIFO_CTRL	14h	TRIG_MODES & F_MODE[1:0]	X00	00000111b = 07h	Bypass 模式

9.3.1.2

FIFO 模式

在 FIFO 模式 (FIFO_CTRL(@14h) 寄存器的 TRIG_MODES 和 F_MODE[1:0] = 001) 下, 采集的以当前气压数据 ODR 生成的 dss 存储在 FIFO 缓冲区。

持续填充 FIFO 缓冲区, 直至 FIFO 全满 (128 个空隙) 或达到选定且使能的水印值 (如果 FIFO_CTRL(@14h) 寄存器的 STOP_ON_WTM=1)。

当以上两个条件之一为真时, FIFO 填充过程会停止, FIFO 中的数据不再更新并继续保存且保持不变, 直至执行了另一项操作。此时, 可以读取 FIFO 内容。在执行缓冲区复位操作前, 不能再次填充 FIFO。这是通过切换至“bypass 模式” (FIFO_CTRL(@14h) 寄存器的 F_MODE[1:0] = 00) 来实现的。要在停止后再次使用 FIFO 模式, 必须执行 FIFO 复位步骤。

在此复位指令发出后, 可通过将 FIFO_CTRL(@14h) 寄存器的 F_MODE[1:0] 位置为 01 重新进入 FIFO 模式。

在 FIFO 模式下, 如果没有使能达到水印值时停止功能 (FIFO_CTRL(@14h) 寄存器的 STOP_ON_WTM=0), 可通过检查 FIFO_STATUS2(@26h) 寄存器的 FIFO_FULL_IA 位监控 FIFO 缓冲区填充状态。另一方面, 如果使能了达到水印值时停止功能 (FIFO_CTRL(@14h) 寄存器的 STOP_ON_WTM=1), 可通过 FIFO_STATUS2(@26h) 寄存器的 FIFO_WTM_IA 位状态监控有限填充。

图 15. 禁用了达到水印值时停止功能的 FIFO 模式

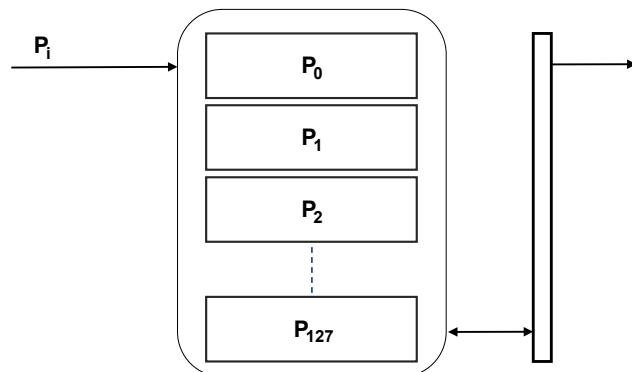


图 16. 使能了达到水印值时停止功能的 FIFO 模式

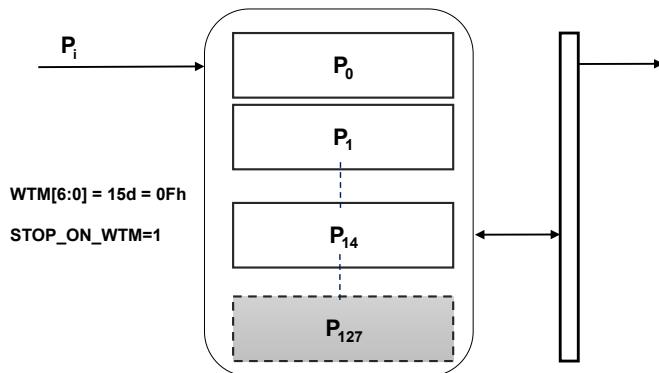


表 16. FIFO 缓冲区 FIFO 模式的设置

寄存器	@地址	位范围	值	掩码	模式
FIFO_CTRL	14h	TRIG_MODES & F_MODE[1:0]	001	00000111b = 07h	FIFO 模式

9.3.1.3 Continue (或 Dynamic-Stream) 模式

当通过以下设置使能 Continue (或 Dynamic-Stream) 模式时: (FIFO_CTRL(@14h)的 TRIG_MODES 和 F_MODE[1:0] = 01x), FIFO 缓冲区开始运行, 用较新的 dss 填充可用的 FIFO 缓冲区空隙。如果 FIFO 已满 (或达到水印水平——如果配置并使能了达到水印值时停止功能), 每个新到达的 dss 会覆盖缓冲区中保存的最早 dss: 因此此最早 dss 不会被读取。

当 FIFO 已满且无空隙可用时, 覆盖循环会继续, 直至对 FIFO 执行操作, 这些操作可以是:

- (多字节) 读操作;
- FIFO 复位。

为避免数据组丢失, 应以快于 ODR 的速度执行读操作, 这样可以释放 FIFO 空隙。要实现空隙释放速度快于新数据组产生速度, 主处理器读取速度很重要。

要停止 Continue 模式配置, 必须选择 Bypass 模式, 这样可以停止并复位 FIFO。

当 Continue 模式激活时, FIFO 连续采集数据, 并且根据保存的 dss 数, FIFO_STATUS1 和 FIFO_STATUS2 寄存器持续更新。

如果下一个 FIFO 写操作导致 FIFO 全满, FIFO_STATUS2(@26h)寄存器中的 FIFO_FULL_IA 位会置为 1, 并在 1/ODR 这段时间内维持 1 不变。

下一个连续到达的 dss (如果在这期间没有释放空隙) 会覆盖最早的 dss 并生成 FIFO 溢出条件。

FIFO_STATUS2(@26h)寄存器的 FIFO_OVR_IA 位升高表示至少有一个 FIFO dss 被覆盖以存储新数据。

通过读取 FIFO_DATA_OUT_PRESS_x 寄存器 (78h 至 7Ah) 并达到 FIFO_STATUS1 寄存器内容指定的次数, 可在 FIFO_FULL_IA 事件后恢复数据。另外, 利用 FIFO_STATUS2(@26h)寄存器的 FIFO_WTM_IA 位, 数据还可以在达到阈值 (FIFO_WTM(@15h)寄存器中的 WTM[6:0]位) 时恢复。

如果达到水印值时停止功能使能, FIFO_CTRL(@14h)寄存器的 STOP_ON_WTM 位 = 1, 则 FIFO 缓冲区大小限于可自定义的深度 (空隙或 dss 数), 等于 FIFO_WTM(@15h)寄存器的位范围 WTM[6:0]中保存的值。这种情况下, 如果 FIFO 中的采样数达到或超过 WTM[6:0]值, 则 FIFO_STATUS2(@26h)寄存器的 FIFO_WTM_IA 位会升高至 1。

如果 FIFO_WTM_IA 位升高后发生读操作, 会使保存的 dss 数下降至低于 WTM[6:0]指定值的水平, FIFO_WTM_IA 会取消置位。

如果不再有空闲空隙, 则超过 WTM[6:0]值并发生覆盖。一旦发生这种情况, FIFO_STATUS2(@26h)寄存器的 FIFO_OVR_IA 位会升高至 1。

9.3.2 触发 FIFO 模式

触发模式是上述两种 FIFO 模式的组合。通过中断设置提供的中断事件条件来触发从第一个模式到第二个模式的切换。在第二个行为置位后，此条件保持不变，直至对 FIFO 执行操作。触发模式有三种。

触发模式取决于中断有效信号边沿，INT_SOURCE(@24h)的 IA 位。

IA 信号是中断发生器的输出。中断发生器可以配置为根据不同条件和设置触发 IA 信号（参见第 8 节 中断模式）。

9.3.2.1 Bypass-FIFO 模式

在 Bypass-FIFO 模式下 (FIFO_CTRL(@14h) 的 TRIG_MODES 和 F_MODE[1:0] = 101)，FIFO 以“Bypass 模式”工作，直至产生中断触发事件，然后切换至 FIFO 模式。触发事件通过 INTERRUPT_CFG(@0Bh) 寄存器来设置。

当中断被触发时，INT_SOURCE(@24h) 的 IA 位升高至 1，FIFO 从 Bypass 切换至 FIFO 模式。

当中断被取消置位时，INT_SOURCE(@24h) 的 IA 位等于 0，FIFO 不自动切换回 Bypass 模式：必须根据 FIFO 模式说明对其进行操作。

图 17. Bypass-FIFO 模式

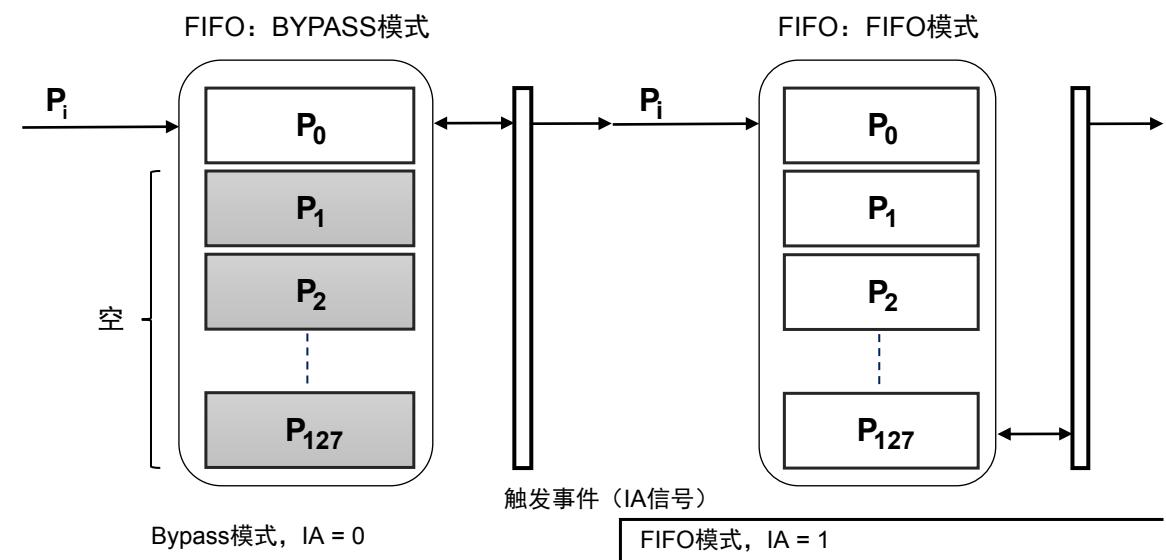


表 17. FIFO 缓冲区 Bypass-FIFO 模式的设置

寄存器	@地址	位范围	值	掩码	模式
FIFO_CTRL	14h	TRIG_MODES & F_MODE[1:0]	101	00000111b = 07h	Bypass-FIFO 模式

9.3.2.2 Bypass-Continue (Dynamic-Stream) 模式

在选择 Bypass-Continue (Dynamic-Stream) 模式 (FIFO_CTRL(@14h)寄存器的 TRIG_MODES 和 F_MODE[1:0] = 110) 时, FIFO 置为 Bypass 模式并维持该模式, 直至生成触发事件。当这种情况发生时, FIFO 自动切换至 Continue (Dynamic-Stream) 模式。触发事件通过 INTERRUPT_CFG(@0Bh)寄存器来设置。

如果中断被触发, 则 INT_SOURCE(@24h)寄存器的 IA 位等于 1, FIFO 从 Bypass 切换至 Continue (Dynamic-Stream) 模式并维持该模式, 直至对 FIFO 执行操作。当中断被取消置位 (INT_SOURCE(@24h)的 IA 位等于 0) 时, FIFO 不自动切换回 Bypass 模式。必须根据 Continue 模式说明对 FIFO 执行操作。

Bypass-Continue 可用来在产生所配置中断时启动采集。

表 18. FIFO 缓冲区 Bypass-Continue 模式的设置

寄存器	@地址	位范围	值	掩码	模式
FIFO_CTRL	14h	TRIG_MODES & F_MODE[1:0]	110	00000111b = 07h	Bypass-to-continuous 模式

9.3.2.3 Continue (Dynamic-Stream)-FIFO 模式

在 Continue (Dynamic-Stream) -FIFO 模式 (FIFO_CTRL(@14h)的 TRIG_MODES 和 F_MODE[1:0] = 111) 下, FIFO 缓冲区以 Continue (Dynamic-Stream) 模式工作, 直至生成触发事件 (IA 信号), 然后切换至 FIFO 模式。该触发事件通过 INTERRUPT_CFG(@0Bh)来设置。当中断被触发时, INT_SOURCE(@24h)的 IA 位置为 1, FIFO 从 Continue (Dynamic-Stream) 切换至 FIFO 模式。当中断被取消置位时, INT_SOURCE(@24h)的 IA 位等于 0, FIFO 不自动切换回 Continue (Dynamic-Stream) 模式: 必须根据 Continue (Dynamic-Stream) 模式说明对其执行操作。

表 19. FIFO 缓冲区 Continue-FIFO 模式的设置

寄存器	@地址	位范围	值	掩码	模式
FIFO_CTRL	14h	TRIG_MODES & F_MODE[1:0]	111	00000111b = 07h	Continue-FIFO 模式

9.4 从 FIFO 读取数据

通过读取 FIFO 输出寄存器使用 FIFO 中的数据。在整个 FIFO_DATA_OUT_PRESS_x 寄存器范围内，即从地址 (@78h) 至地址 (@7Ah)，可以逐一读取 FIFO 中的数据样本集合。

每次从 FIFO 读取 dss 时，将剩余的最早条目放在 FIFO_DATA_OUT_PRESS_x 寄存器中，并相应地更新状态寄存器。FIFO_STATUS1 寄存器内容报告 FIFO 中目前存储的剩余 dss 数。

为了提高应用的灵活性，可使用每种读取字节组合从 FIFO 读取数据（例如：128 次 3 字节读取，1 次 384 字节的多字节读取等）。建议以 384 字节的多字节读取（3 个输出寄存器乘以 128 个插槽）来读取所有 FIFO 插槽。

FIFO 输出寄存器 (FIFO_DATA_OUT_PRESS_x) 支持自动环形功能。自动环行功能允许执行寄存器多字节读取，无需管理地址，但指定了起始地址和要读取的字节数。它定义多字节读取的过程，通过接口 (I²C / MIPI I3CSM / SPI) 自动更新地址，并在到达寄存器 7Ah 时回滚至 78h（参见第 5.1 节 多字节读/写自动地址递增和自动环行功能）。

通过对 FIFO_DATA_OUT_PRESS_x 寄存器（从 @78h 开始）执行 3 字节的多字节读取操作，可以读取单个完整 dss。将返回 FIFO 中保存的 3 字节当前最早 dss。

同样地，可以在一个总线事务中对从 FIFO_DATA_OUT_PRESS_XL(@78h) 开始的 FIFO_DATA_OUT_PRESS_x 寄存器执行 M*3 字节的多字节读取操作，从 FIFO 中提取 M (M=1,2,...,128) 个数据集。这是利用自动地址递增和自动环行功能（通过将 CTRL_REG2(@12h) 寄存器的 IF_ADD_INC 位置为 1 来使能）实现的。

要通过一次多字节读取操作读取已满 FIFO 中保存的所有 FIFO 值（128 个数据样本集合），必须从 FIFO_DATA_OUT_PRESS_XL (@78h) 开始读取 384 字节（3 个输出寄存器乘以 128 个值）。

版本历史

表 20. 文档版本历史

日期	版本	变更
2021 年 10 月 14 日	1	初始版本
2022 年 3 月 3 日	2	更新启动程序至 10 ms (最大) 少量文本更新

目录

1	引脚说明	2
2	寄存器	3
3	工作模式	4
3.1	下电模式	4
3.2	单触发模式	5
3.3	连续模式	6
3.4	压力传感器噪声和电流消耗	7
4	采样链	8
4.1	数字低通滤波器	9
4.2	数据路径	10
5	读取输出数据	11
5.1	多字节读/写自动地址递增和自动环行功能	11
5.1.1	地址自动递增特性	11
5.1.2	地址自动环形功能	11
5.2	启动序列	11
5.3	使用状态寄存器	12
5.4	使用数据准备就绪信号	13
5.5	使用块数据更新 (block data update, BDU) 功能	13
5.6	理解输出数据	14
5.6.1	气压数据	14
5.6.2	气压数据示例	14
5.6.3	温度数据	14
5.6.4	温度数据示例	15
6	重启和软件复位	16
7	偏移补偿 (OPC - 单点校准)	17
8	中断模式	18
8.1	与气压和温度采样相关的中断事件	18
8.1.1	数据准备就绪	18
8.1.2	基于阈值的差分中断	19
8.1.3	FIFO 状态相关的中断事件	24

8.1.4	FIFO 触发模式的中断事件	24
8.2	将中断事件转移至 INT_DRDY 引脚	25
9	先进先出 (FIFO) 缓冲区	26
9.1	FIFO 描述	26
9.2	FIFO 设置和控制	27
9.2.1	限制 FIFO 深度：达到水印值时停止	27
9.2.2	监控 FIFO 缓冲区状态	28
9.3	FIFO 缓冲区模式	29
9.3.1	非触发 FIFO 模式	29
9.3.2	触发 FIFO 模式	32
9.4	从 FIFO 读取数据	34
版本历史	35
目录	36
表一览	38
图一览	39

表一覽

表 1.	引脚列表、功能和内部状态	2
表 2.	寄存器	3
表 3.	单触发模式下的典型转换时间和最高 ODR.	5
表 4.	ODR 选择	6
表 5.	连续模式下在 $VDD = 1.8 \text{ V}$ 、 $T = 25^\circ\text{C}$ 时的典型电流消耗 [μA]	7
表 6.	单触发模式下在 $VDD = 1.8 \text{ V}$ 、 $T = 25^\circ\text{C}$ 时的典型电流消耗 [μA]	7
表 7.	$VDD = 1.8 \text{ V}$ 、 $T = 25^\circ\text{C}$ 时的典型 RMS 噪声 [Pa]	7
表 8.	LP 滤波器的相关寄存器和位范围	9
表 9.	LP 滤波器的设置	9
表 10.	INT_DRDY 配置的设置	25
表 11.	与 FIFO 管理相关的寄存器列表	27
表 12.	FIFO 模式和 FIFO 触发模式选择	27
表 13.	水印设置	27
表 14.	FIFO 缓冲区状态监控寄存器和位范围	28
表 15.	FIFO 缓冲区 Bypass 模式的设置	29
表 16.	FIFO 缓冲区 FIFO 模式的设置	30
表 17.	FIFO 缓冲区 Bypass-FIFO 模式的设置	32
表 18.	FIFO 缓冲区 Bypass-Continue 模式的设置	33
表 19.	FIFO 缓冲区 Continue-FIFO 模式的设置	33
表 20.	文档版本历史	35

图一覽

图 1.	引脚连接	2
图 2.	VDD 开机/关机时序	4
图 3.	单触发模式	5
图 4.	LPS22DF 架构框图	8
图 5.	LPS22DF 数字 LP 滤波器框图	9
图 6.	输出寄存器的数据路径 (标准和 FIFO)	10
图 7.	中断发生器	19
图 8.	差分中断输入信号与阈值的关系	20
图 9.	差分中断 AUTOZERO 模式、输出和阈值	21
图 10.	差分中断 AUTOREFP 模式、输出和阈值	22
图 11.	锁存禁用 (LIR = 0) : 中断行为	23
图 12.	锁存使能 (LIR = 1) : 中断行为	23
图 13.	将中断事件转移至 INT_DRDY 引脚	25
图 14.	FIFO Bypass 模式	29
图 15.	禁用了达到水印值时停止功能的 FIFO 模式	30
图 16.	使能了达到水印值时停止功能的 FIFO 模式	30
图 17.	Bypass-FIFO 模式	32

重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司（“意法半导体”）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意法半导体产品的最新信息。意法半导体产品的销售依照订单确认时的相关意法半导体销售条款。

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

意法半导体不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的意法半导体产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致意法半导体针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 标志是意法半导体的商标。关于意法半导体商标的其他信息，请访问 www.st.com/trademarks。其他所有产品或服务名称是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。

© 2021 STMicroelectronics - 保留所有权利