

## 2 差分通道高精度 ADC，带实时时钟，24\*4 液晶的 SoC

### 特点

- 高精度 ADC， $ENOB=18.8\text{bits}@8\text{sps}$ ，差分 2 通道或单端 4 通道
- 低噪声高输入阻抗前置放大器，1、12.5、50、100、200 倍增益可选；
- 8 位 RISC 超低功耗 MCU，在 2MHz 工作时钟，MCU 部分在 3V 工作电压下电流典型值为 300uA；32kHz 时钟待机模式下工作电流 1.5uA，休眠模式电流小于 1uA
- 16k Bytes OTP 程序存储器，512Bytes SRAM 数据存储器
- 低压烧录功能，可以替代外部 EEPROM
- 集成多种时钟振荡器，灵活多样的时钟选择，选择外部晶振时，支持停振检测功能
- ADC 输出速率可选择范围：8SPS-2kSPS
- 24SEG×4COM 液晶驱动电路，超低功耗和大驱动能力设计；内含程控升压模块，可以在低压条件下维持高亮显示，并支持灰度调节
- 内有硅温度传感器，可单点校准
- 输出 1.2V 低温漂基准
- 输出四种可选择稳压源：2.4V/2.6V/2.9V/3.3V，提供外部传感器激励信号
- 灵活的电池检测功能，检测范围 2.0V~3.3V
- ADC 外部基准与内部基准可选，内部集成多种基准选项
- RTC 模块，可以提供秒信号输出
- 丰富的外围资源：UART，I2C，SPI，PWM/PDM，PFD，TIMER，CAPTURE

- 掉电检测电路和上电复位电路
- 工作电压范围：2.4V~3.6V
- 工作温度范围：-40°C~85°C

### 描述

本芯片是高精度 24 位 ADC 的 SoC 产品，外围资源丰富：RTC，可选的多种稳压电源输出，灵活设置的 PGIA 模块，升压模块，UART、I2C、SPI、TIMER、PWM/PDM、PFD、CAPTURE 输出模块，LCD 驱动等。

本产品带 16k Bytes OTP，可以低压自烧录，烧录电压范围：2.4V~3.6V，OTP 可以替代 EEPROM 使用。

超低功耗设计，典型应用时整个芯片的工作电流约为 1mA (IAD=0) 或 1.5mA (IAD=1)。提供三种工作模式：正常工作模式、待机模式、休眠模式。

### 应用领域

脂肪秤、珠宝秤及其他高精度电子秤

### 订购信息

提供裸片

## PAD 排列图和 PAD 描述

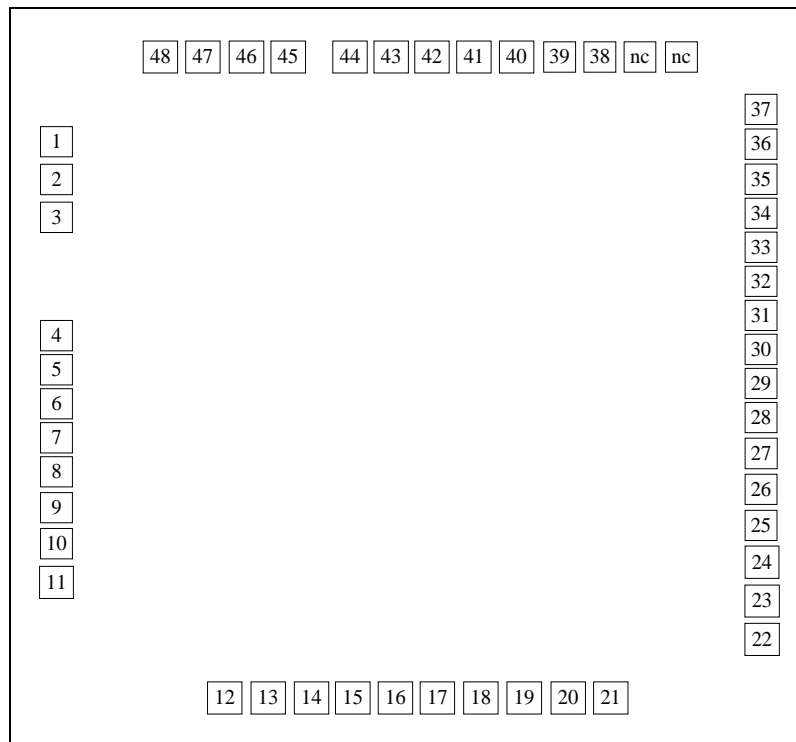


图 1. PAD 图

表 1. PAD 描述

| 序号    | PAD 名称                 | 属性        | PAD 描述   |
|-------|------------------------|-----------|--|
| 1-2   | CN, CP                 | 模拟        | 升压电路需要一个外接电容, CP、CN 引脚用于连接这个外接电容的两端。当升压电路选择使用高频 RC 时钟时, 该电容可以不接                                      |
| 3     | VLCD                   | 模拟        | LCD driver 的供电电源, 可通过寄存器选择内部与 VDD 连接或与升压电路的输出连接, 在 VLCD 与 VDD 之间外接 1uF 电容                            |
| 4     | ACM                    | 模拟        | 1.2V 基准输出。当 ACM 模块被关闭时此引脚为悬空状态。外接 0.1uF 电容到 VSS  |
| 5-8   | AI0—AI3                | 模拟<br>输入  | AI0-3 为模拟信号输入端口。每个端口都有由寄存器控制的独立下拉电阻 (默认关闭)。当不使用这些端口的时候, 可以将其下拉为低电平<br>AI0-1、AI2-3 可以作为两组差分输入对或四路单端输入 |
| 9     | AVDDR                  | 模拟        | 内部 LDO 输出, 供内部模拟模块使用, 也可以为外部传感器提供电源激励<br>外接 0.1uF-10uF 滤波电容到 VSS                                     |
| 10    | VDD                    | 电源        | 电源, 外接 0.1uF 电容到 VSS   |
| 11    | VSS                    | 地         | 地  |
| 12-16 | P00/KEY0--<br>P04/KEY4 | I/O       | 数字 I/O P00-04, 可作为外部按键 KEY0-4 输入   |
| 17    | P05/LBTIN              | 模拟<br>I/O | 数字 I/O P05, 可作为电压检测信号输入 (LBTIN) 使用   |
| 18-19 | P06/XOUT--P07/XIN      | 模拟<br>I/O | 数字 I/O P06-07, 可作为晶振的外接引脚 XIN、XOUT<br>根据内部寄存器的选择可以外接 32.768kHz、1MHz-4MHz 的晶振                         |

|       |                                  |     |  |
|-------|----------------------------------|-----|--|
|       |                                  |     | XIN 也可以作为外部时钟输入口   |
| 20    | VPP                              | I   | OTP 烧录的高压引脚, 外接 1uF 电容到 VSS  |
| 21    | P27/SEG27/ BUZ                   | I/O | 数字 I/O P27, 可以作为 SEG27 复用, 也可以作为蜂鸣器输出使用  |
| 22    | P26/SEG26                        | I/O | 数字 I/O P26, 可以作为 SEG26 复用  |
| 23    | P25/SEG25/ T0CK                  | I/O | 数字 I/O P25, 可以作为 SEG25 复用, 也可以作为 TIMER0 的外部时钟输入                                |
| 24    | P24/SEG24/ PFD                   | I/O | 数字 I/O P24, 可以作为 SEG24 复用, 也可以作为可编程分频器 PFD 输出使用                                |
| 25    | P23/SEG23/SCL                    | I/O | 数字 I/O P23, 可以作为 SEG23 复用, 也可以作为 I2C 通信的时钟信号使用                                 |
| 26    | P22/SEG22/SDA                    | I/O | 数字 I/O P22, 可以作为 SEG22 复用, 也可以作为 I2C 通信的数据信号使用                                 |
| 27    | P21/SEG21/INT1                   | I/O | 数字 I/O P21, 可以作为 SEG21 使用, 也可以作为外部中断 1 使用                                      |
| 28    | P20/SEG20/INT0                   | I/O | 数字 I/O P20, 可以作为 SEG20 使用, 也可以作为外部中断 0 使用                                      |
| 29-30 | P57/SEG19/TXD--<br>P56/SEG18/RXD | I/O | 数字 I/O P57-56, 可以作为 SEG19-18 使用<br>P57 复用 UART TXD, P56 复用 UART RXD            |
| 31    | P55/SEG17/<br>PWM/PDM            | I/O | 数字 I/O P55, 可以作为 SEG17 使用, 也可以作为 PWM/PDM 使用                                    |
| 32    | P54/SEG16/CLKout                 | I/O | 数字 I/O P54, 可以作为 SEG16 使用, 也可以作为 CLKout 输出                                     |
| 33    | P53/SEG15/CCP/CS                 | I/O | 数字 I/O P53, 可以作为 SEG15 使用, 也可以作为 CAPTURE 使用, 也可以作为 SPI 通信的片选信号                 |
| 34    | P52/SEG14/MISO                   | I/O | 数字 I/O P52, 可以作为 SEG14 使用, 也可以作为 SPI 通信的数据 MISO 信号                             |
| 35    | P51/SEG13/MOSI                   | I/O | 数字 I/O P51, 可以作为 SEG13 使用, 也可以作为 SPI 通信的数据 MOSI 信号                             |
| 36    | P50/SEG12/SCK                    | I/O | 数字 I/O P50, 可以作为 SEG12 使用, 也可以作为 SPI 通信的时钟信号                                   |
| 37-44 | P47/SEG11--<br>P40/SEG4          | I/O | 数字 I/O P47-40, 可以作为 SEG11-4 使用   |
| 45-48 | P33/COM3--<br>P30/COM0           | I/O | 数字 I/O P33-30, 可以作为 COM3-0 使用<br>COM3-0 分别复用为串行烧录的数据输出, 2MHz 时钟输入, 数据输入和数据通信时钟 |

注:

所有数字端口 Pnn 皆有上拉选择 (默认关闭), 并有输入迟滞功能, 转换点分别为 0.3VDD 与 0.7VDD。

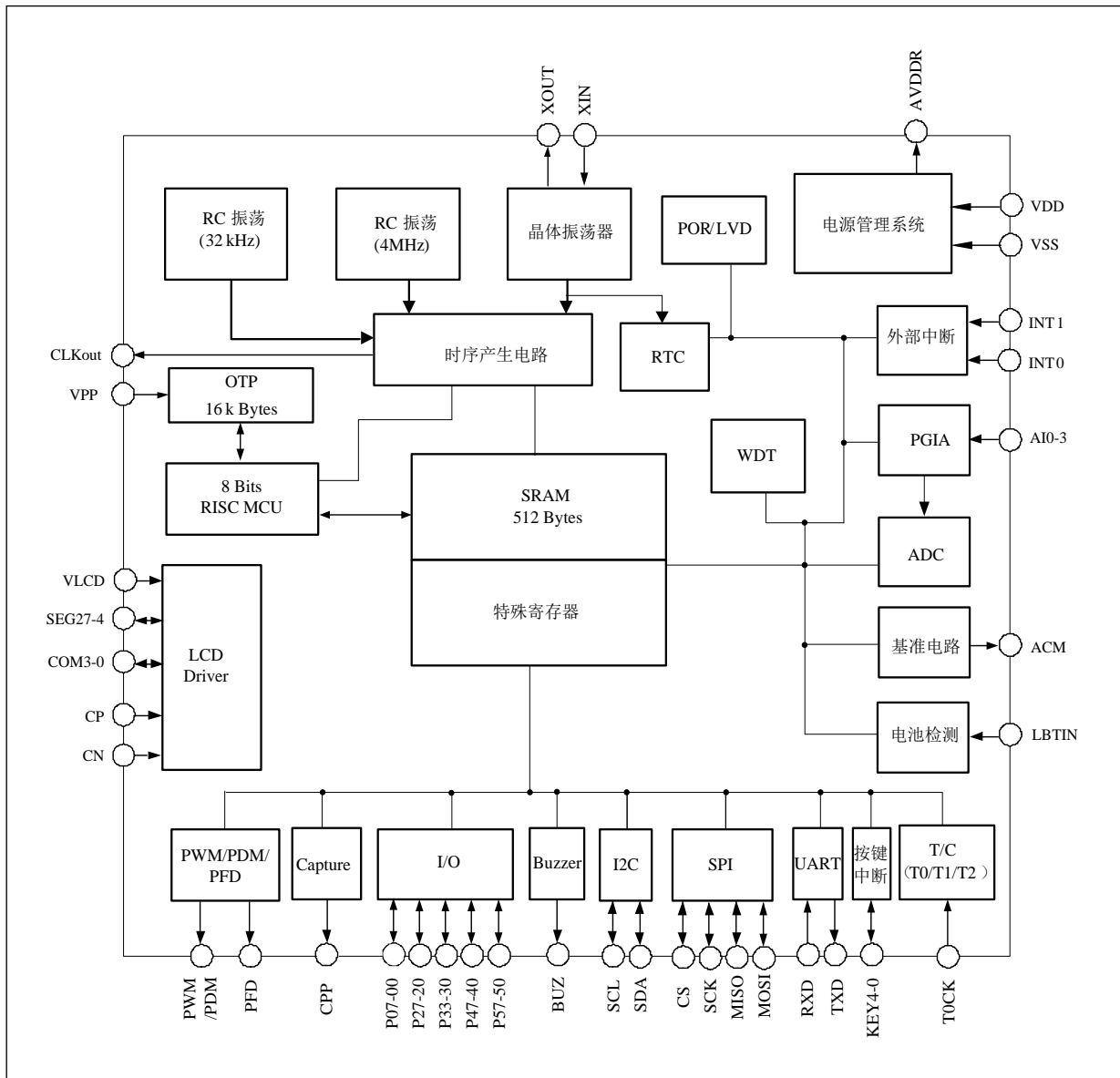
**功能框图**


图 2. 功能框图

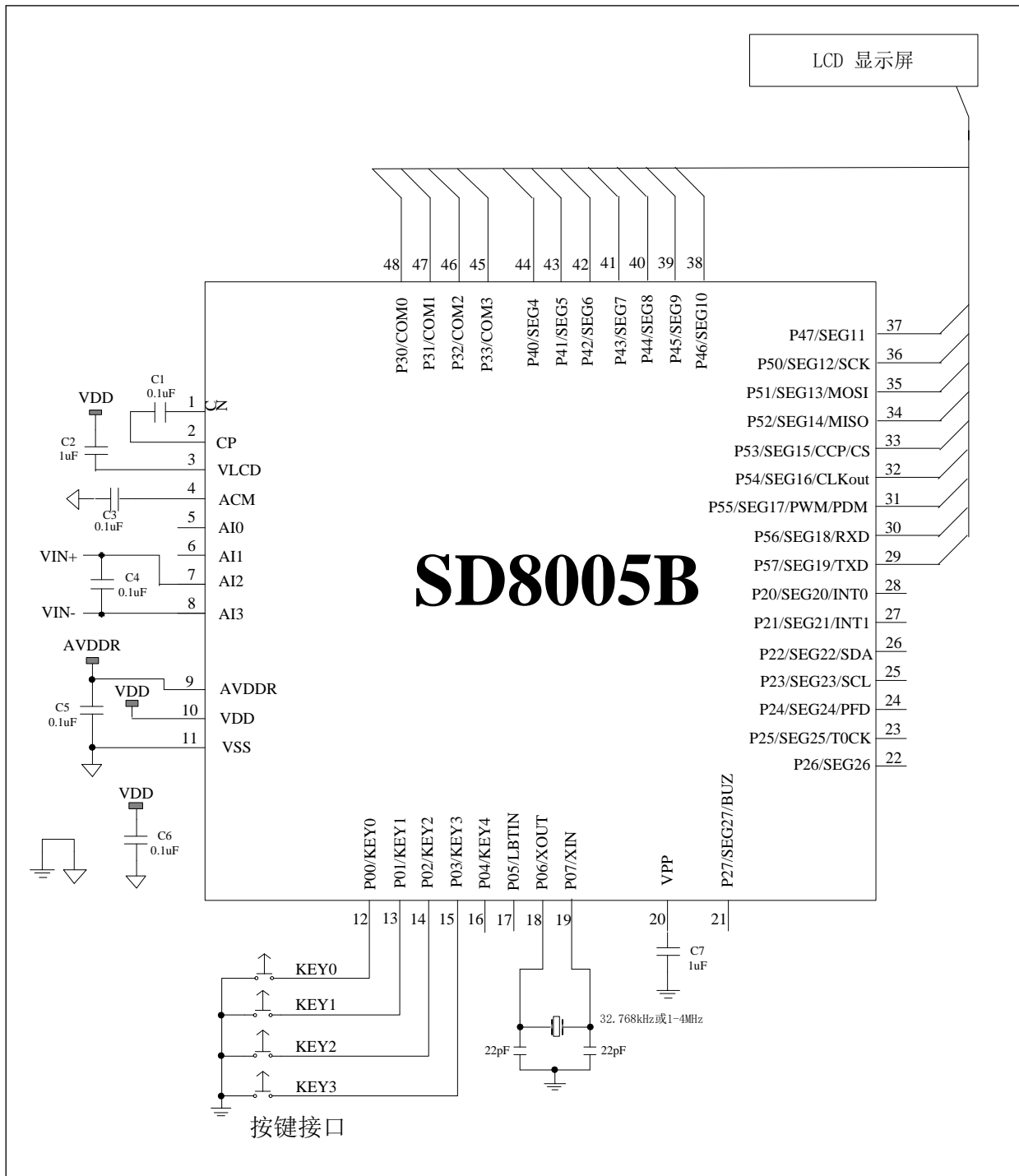
**典型应用图**


图 3. 典型应用图

## ADC 性能

表 2. ADC 的 ENOB 和电压噪声  $V_{n_{rms}}$  (AVDDR=2.4V, VREF=0.6V, SINC3, Buffer 开启, IAD=1)

| ADC 工作频率 = 128kHz |     |                   |       |      |      |      |      |      |      |       |
|-------------------|-----|-------------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| OSR               |     |                   | 128   | 256  | 512  | 1024 | 2048 | 4096 | 8192 | 16384 |
| 增益                | 200 | ENOB              | 14.7  | 15.2 | 15.7 | 16.1 | 16.6 | 17.1 | 17.5 | 18.0  |
|                   |     | $V_{n_{rms}}(nV)$ | 227   | 162  | 116  | 83   | 59   | 42   | 32   | 22    |
|                   | 100 | ENOB              | 15.4  | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.4 | 17.9 | 18.4 | 18.8  |
|                   |     | $V_{n_{rms}}(nV)$ | 269   | 190  | 133  | 94   | 68   | 49   | 35   | 27    |
|                   | 1   | ENOB              | 16.3  | 16.9 | 17.4 | 17.9 | 18.3 | 18.6 | 19.2 | 19.5  |
|                   |     | $V_{n_{rms}}(nV)$ | 15027 | 9924 | 7079 | 5078 | 3640 | 3235 | 2067 | 1656  |

| ADC 工作频率 = 512kHz |     |                   |     |       |       |      |      |      |      |       |
|-------------------|-----|-------------------|-----|-------|-------|------|------|------|------|-------|
| OSR               |     |                   | 128 | 256   | 512   | 1024 | 2048 | 4096 | 8192 | 16384 |
| 增益                | 200 | ENOB              | --  | 14.2  | 14.7  | 15.2 | 15.7 | 16.2 | 16.6 | 17.1  |
|                   |     | $V_{n_{rms}}(nV)$ | --  | 319   | 224   | 160  | 113  | 80   | 59   | 44    |
|                   | 100 | ENOB              | --  | 15.0  | 15.5  | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.4 | 17.8  |
|                   |     | $V_{n_{rms}}(nV)$ | --  | 364   | 256   | 183  | 128  | 94   | 70   | 55    |
|                   | 1   | ENOB              | --  | 16.0  | 16.5  | 16.9 | 17.4 | 17.8 | 18.1 | 18.3  |
|                   |     | $V_{n_{rms}}(nV)$ | --  | 18317 | 12953 | 9614 | 6953 | 5303 | 4347 | 3860  |

注:

1. 以上数据是多颗芯片测试的平均值, 单颗芯片采样 1024 个数据。
2. ENOB 的计算公式为  $\log_2\left(\frac{FSR}{V_{n_{rms}}}\right)$ , 其中 FSR 为满量程输入电压 ( $2 * V_{ref} / Gain$ ),  $V_{n_{rms}}$  为 rms Noise。

## 电气特性

表 3. 最大极限值

| 标识                                 | 参数      | 最小值                     | 最大值                  | 单位 |
|------------------------------------|---------|-------------------------|----------------------|----|
| T <sub>A</sub>                     | 环境温度    | -40                     | +85                  | °C |
| T <sub>S</sub>                     | 储存温度    | -55                     | +150                 | °C |
| V <sub>DD</sub>                    | 供电电压    | -0.2                    | +4.0                 | V  |
| V <sub>pp</sub>                    | 烧录电压    | -0.2                    | +7.5                 | V  |
| V <sub>IN</sub> , V <sub>OUT</sub> | 数字输入、输出 | -0.2                    | V <sub>DD</sub> +0.3 | V  |
| T <sub>L</sub>                     | 回流焊温度曲线 | Per IPC/JEDECJ-STD-020C |                      | °C |

注:

1. CMOS 器件易被高能静电损坏, 设备必须储存在导电泡沫中, 注意避免工作电压超出范围。
2. 在插拔电路前请关闭电源。

表 4. 电气参数 (电源电压 3V, 工作温度 25°C)

| 标识     | 参数名称                         | 最小值        | 典型值    | 最大值       | 单位   | 条件  |
|--------|------------------------------|------------|--------|-----------|------|---|
| VDD    | 工作电压                         | 2.4        | 3.0    | 3.6       | V    | 模拟模块工作电压                                    |
|        |                              | 2.0        | 3.0    | 3.6       |      | 数字模块和 MCU 工作电压                              |
| FOSC   | 工作时钟                         | 16k        | 2M     | 4M        | Hz   | 在运行写表指令时只能工作在 2MHz                          |
| IHRC   | 内部高频 RC 振荡频率                 | --         | 4      | --        | MHz  | 经过校准后的频率                                    |
| ILRC   | 内部低频 RC 振荡频率                 | 28         | --     | 36        | kHz  | 经过校准后的频率                                    |
| HXT    | 外部高频晶振                       | 1          | --     | 4         | MHz  |   |
| LXT    | 外部低频晶振                       | 16         | 32.768 | --        | kHz  |   |
| IDD1   | 工作电流 1                       | --         | 1.5    | --        | mA   | MCU 采用内部 RC 振荡器的二分频工作, ADC 等模拟模块全部工作, IAD=1 |
| IDD2   | 工作电流 2                       | --         | 1      | --        | mA   | MCU 采用内部 RC 振荡器的二分频工作, ADC 等模拟模块全部工作, IAD=0 |
| IDD3   | 工作电流 3                       | --         | 1.5    | --        | uA   | MCU 采用内部 32kHz RC 振荡工作, MCU 进待机模式, 模拟模块不工作  |
| IDD4   | 工作电流 4                       | --         | 1      | --        | uA   | MCU 进休眠模式, 模拟模块不工作                          |
| Fsam   | ADC 采样频率                     | --         | 128    | 512       | kHz  |   |
| OSR    | 过采样率                         | 128        | --     | 16384     |      |   |
| NFbit  | Noise free bits <sup>1</sup> | --         | 16     | --        | bits | Gain=200, input FSR=±4mV                    |
| NMbit  | 无失码输出                        | --         | --     | 24        | bits |   |
| INL    | INL                          | --         | 0.002  | --        | %FSR |   |
| VINdif | PGA 差分信号输入范围                 | -Vref      | --     | Vref      | mV   | 1 倍增益                                       |
|        |                              | -Vref/12.5 | --     | Vref/12.5 |      | 12.5 倍增益                                    |
|        |                              | -Vref/50   | --     | Vref/50   |      | 50 倍增益                                      |
|        |                              | -Vref/100  | --     | Vref/100  |      | 100 倍增益                                     |
|        |                              | -Vref/200  | --     | Vref/200  |      | 200 倍增益                                     |

|                      |                          |      |                 |           |        |                           |
|----------------------|--------------------------|------|-----------------|-----------|--------|---------------------------|
| VIN                  | PGIA 电压输入范围 <sup>2</sup> | -0.3 | --              | AVDDR     |        | 增益为 1 且输入 buffer 关闭       |
|                      |                          | 0.3  | --              | AVDDR-0.7 |        | 增益为 1 但输入 buffer 开启或增益非 1 |
| V <sub>nRms</sub>    | RMS noise                | --   | 22              | --        | nVrms  | 200 倍增益                   |
| V <sub>acm</sub>     | ACM 输出电压                 | --   | 1.2             | --        | V      |                           |
| I <sub>acmSour</sub> | ACM source 电流            | --   | 1               | --        | mA     |                           |
| I <sub>acmSink</sub> | ACM sink 电流              | --   | 1               | --        | mA     |                           |
| PSR <sub>acm</sub>   | ACM PSR                  | --   | 100             | --        | uV/V   |                           |
| T <sub>gain</sub>    | 增益温漂                     | --   | ±4              | --        | ppm/°C | -10°C 到 40°C              |
| V <sub>avddr</sub>   | AVDDR 输出电压               | --   | 2.4             | --        | V      | AVDDRX[1:0]=00            |
|                      |                          | --   | 2.6             | --        |        | AVDDRX [1:0]=01           |
|                      |                          | --   | 2.9             | --        |        | AVDDRX [1:0]=10           |
|                      |                          | --   | 3.3             | --        |        | AVDDRX [1:0]=11           |
| I <sub>avddr</sub>   | AVDDR 电流能力               | --   | 10              | --        | mA     |                           |
| POR                  | 上电复位电压                   | --   | 2.0             | --        | V      |                           |
| LVD                  | 低压检测复位电压                 | --   | 1.9             | --        | V      |                           |
| TH <sub>lbt</sub>    | 低压检测迟滞                   | --   | 200             | --        | mV     |                           |
| V <sub>lbt</sub>     | 电池电压检测                   | --   | 3.3             | --        | V      | LBTX[3:0]=0010            |
|                      |                          | --   | 3.2             | --        |        | LBTX [3:0]=0011           |
|                      |                          | --   | 3.1             | --        |        | LBTX [3:0]=0100           |
|                      |                          | --   | 3.0             | --        |        | LBTX [3:0]=0101           |
|                      |                          | --   | 2.9             | --        |        | LBTX [3:0]=0110           |
|                      |                          | --   | 2.8             | --        |        | LBTX [3:0]=0111           |
|                      |                          | --   | 2.7             | --        |        | LBTX [3:0]=1000           |
|                      |                          | --   | 2.6             | --        |        | LBTX [3:0]=1001           |
|                      |                          | --   | 2.5             | --        |        | LBTX [3:0]=1010           |
|                      |                          | --   | 2.4             | --        |        | LBTX [3:0]=1011           |
|                      |                          | --   | 2.3             | --        |        | LBTX [3:0]=1100           |
|                      |                          | --   | 2.2             | --        |        | LBTX [3:0]=1101           |
|                      |                          | --   | 2.1             | --        |        | LBTX [3:0]=1110           |
| --                   | 2.0                      | --   | LBTX [3:0]=1111 |           |        |                           |
| V <sub>lcd</sub>     | LCD 电荷泵输出电压              | --   | 2.1             | --        | V      | VLCDX[2:0]=000            |
|                      |                          | --   | 2.3             | --        |        | VLCDX [2:0]=001           |
|                      |                          | --   | 2.5             | --        |        | VLCDX [2:0]=010           |
|                      |                          | --   | 2.7             | --        |        | VLCDX [2:0]=011           |
|                      |                          | --   | 2.9             | --        |        | VLCDX [2:0]=100           |
|                      |                          | --   | 3.1             | --        |        | VLCDX [2:0]=101           |
|                      |                          | --   | 3.3             | --        |        | VLCDX [2:0]=110           |
|                      |                          | --   | 3.5             | --        |        | VLCDX [2:0]=111           |
| I <sub>lcd</sub>     | LCD 电荷泵驱动能力 <sup>3</sup> | --   | --              | 500       | uA     |                           |



| 管脚电气参数 |               |         |    |         |    |                            |
|--------|---------------|---------|----|---------|----|----------------------------|
| IOH    | 高电平 Source 电流 | --      | 3  | --      | mA | VOH=VDD-0.3V, PTxSR 设置为“0” |
|        |               | --      | 12 | --      |    | VOH=VDD-0.3V, PTxSR 设置为“1” |
| IOL    | 低电平 Sink 电流   | --      | 3  | --      | mA | VOL=0.3V, PTxSR 设置为“0”     |
|        |               | --      | 12 | --      |    | VOL=0.3V, PTxSR 设置为“1”     |
| VIH    | 输入高电平         | 0.7VDD  | -- | --      | V  |                            |
| VIL    | 输入低电平         | --      | -- | 0.3VDD  | V  |                            |
| VOH    | 输出高电平         | VDD-0.3 | -- | --      | V  |                            |
| VOL    | 输出低电平         | --      | -- | VSS+0.3 | V  |                            |
| Rpu    | 引脚上拉电阻        | --      | 50 | --      | kΩ | VDD = 3.0                  |

注：

1. Noise free bits, 有效位数都与信号的满量程范围有关系, 真正起决定性作用的是 Vpp noise 或 rms noise, 上表中的位数主要针对电子秤的典型应用范围给出。
2. 对于 ADC 或 PGIA, 输入信号的范围要区分差分信号输入范围和输入端的绝对电压范围, 前者是真正的信号输入范围, 是两个输入绝对电压之差, 其不仅受到单个输入端的电压范围影响, 还受增益和基准选择的影响; 后者为包含了差分信号和共模输入范围的影响, 主要受电路的限制。
3. 电荷泵的驱动能力与选择的电容和工作频率有关。