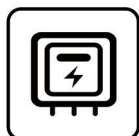
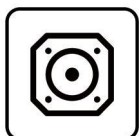


自主封測 品質把控 售後保障

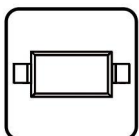
WEB | [WWW.TDSEMIC.COM](http://WWW.TDSEMIC.COM)



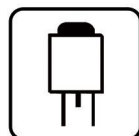
電源管理



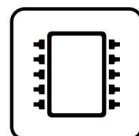
顯示驅動



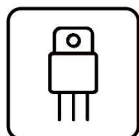
二三極管



LDO穩壓器



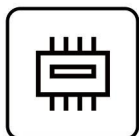
觸摸芯片



MOS管



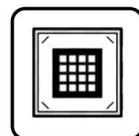
運算放大器



存儲芯片



MCU



串口通信

# TD32F103C8T6-TD

## 產品規格說明書

# 1 产品特性

## 系统与架构

32 位 Arm®Cortex®-M3 内核

最高工作频率为 96MHz

## 时钟与存储器

HSECLK: 支持 4MHz~16 MHz 外部晶体振荡器

LSECLK: 支持 32.768KHz 晶体/陶瓷振荡器

HSICLK: 出厂校准的 8MHz RC 振荡器

LSICLK: 40KHz RC 振荡器

Flash 容量最高 128KB

SRAM 容量最高 36KB

## 电源与低功耗模式

复位供电电压 2.0V~3.6V

支持可编程电压监测器(PVD)

支持睡眠, 停机和待机三种低功耗模式

VBAT 供电可支持 RTC 及备用寄存器工作

## ADC 及温度传感器

2 个 12bit 精度的 ADC, 支持 16 个输入通道

ADC 电压转换范围: 0~VDDA

支持双采样和保持功能

1 个内部温度传感器

## I/O

可选择 80/51/37/26 个 I/O, 由封装型号决定

所有 I/O 均可以映射到 16 个外部中断

## DMA

1 个 DMA, 支持 7 个独立的可配置通道

## 定时器

1 个 16 位高级定时器 TMR1, 支持死区控制和紧急刹车功能

3 个 16 位通用定时器 TMR2/3/4, 每个定时器拥有 4 个独立通道支持输入捕获、输出比较、PWM 与脉冲计数等功能

2 个看门狗定时器, 分别为独立型 IWDG 和窗口型 WWDG

1 个 24 位自减型系统定时器 Sys TickTimer

## 通信接口

最多 3 个 USART, 支持 ISO7816、LIN 和 IrDA 等功能

最多 2 个 I2C, 支持 SMBus/PMBus

最多 2 个 SPI, 最大传输速度 18Mbps

最多 1 个 QSPI, 支持单线和四线访问 flash 和 DMA

1 个 USB2.0 FS Device

最多 2 个 CAN2.0B, 可支持 USB 和 CAN 可同时独立工作

## 1 个 CRC 单元

支持 96 位不可改写的唯一 ID

串行调试接口 SWD 和 JTAG

## 芯片封装

LQFP100/LQFP64/LQFP48/QFN36

## 应用领域

医疗设备、 外设、工业控制、智能仪表、家用电器

# 目录

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1 产品特性 .....                  | 1  |
| 2 产品信息 .....                  | 6  |
| 3 引脚信息 .....                  | 7  |
| 3.1 引脚分布 .....                | 7  |
| 3.2 引脚功能描述 .....              | 9  |
| 4 功能描述 .....                  | 15 |
| 4.1 系统架构 .....                | 16 |
| 4.1.1 系统框图 .....              | 16 |
| 4.1.2 地址映射 .....              | 17 |
| 4.1.3 启动配置 .....              | 18 |
| 4.2 内核 .....                  | 18 |
| 4.3 中断控制器 .....               | 18 |
| 4.3.1 嵌套的向量式中断控制器（NVIC） ..... | 18 |
| 4.3.2 外部中断/事件控制器（EINT） .....  | 19 |
| 4.4 存储器 .....                 | 19 |
| 4.5 时钟 .....                  | 19 |
| 4.5.1 时钟树 .....               | 19 |
| 4.5.2 时钟和启动 .....             | 20 |
| 4.5.3 RTC 和后备寄存器 .....        | 20 |
| 4.6 电源与电源管理 .....             | 21 |
| 4.6.1 供电方案 .....              | 21 |
| 4.6.2 电压调压器 .....             | 21 |
| 4.6.3 供电监控器 .....             | 21 |
| 4.7 低功耗模式 .....               | 21 |
| 4.8 DMA .....                 | 22 |
| 4.9 GPIO .....                | 22 |
| 4.10 通信外设 .....               | 22 |
| 4.10.1 USART .....            | 22 |
| 4.10.2 I2C .....              | 22 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 4.10. 3SPI .....                 | 23 |
| 4.10. 4QSPI .....                | 23 |
| 4.10. 5CAN .....                 | 23 |
| 4.10. 6USB .....                 | 23 |
| 4.10. 7USB 接口与 CAN 接口的同时使用 ..... | 23 |
| 4.11 模拟外设 .....                  | 23 |
| 4.11. 1ADC .....                 | 23 |
| 4.12SWJ-DP .....                 | 24 |
| 4.13 定时器 .....                   | 24 |
| 4.14WDT .....                    | 24 |
| 4.15CRC .....                    | 25 |
| 5 电气特性 .....                     | 25 |
| 5.1 电气特性测试条件 .....               | 25 |
| 5.1.1 最大值和最小值 .....              | 25 |
| 5.1.2 典型值 .....                  | 25 |
| 5.1.3 典型曲线 .....                 | 25 |
| 5.1.4 电源方案 .....                 | 26 |
| 5.1.5 负载电容 .....                 | 26 |
| 5.2 通用工作条件下的测试 .....             | 27 |
| 5.3 绝对最大额定值 .....                | 28 |
| 5.3.1 最大温度特性 .....               | 28 |
| 5.3.2 最大额定电压特性 .....             | 28 |
| 5.3.3 最大额定电流特性 .....             | 29 |
| 5.3.4 静电放电 (ESD) .....           | 29 |
| 5.3.5 静态栓锁 (LU) .....            | 29 |
| 5.4 存储器 .....                    | 30 |
| 5.4.1Flash 特性 .....              | 30 |
| 5.5 时钟 .....                     | 30 |
| 5.5.1 外部时钟源特性 .....              | 30 |
| 5.5.2 内部时钟源特性 .....              | 32 |
| 5.5.3PLL 特性 .....                | 33 |



5. 6 电源与电源管理 ..... 33

5. 6. 1 内嵌复位和电源控制模块特性测试 ..... 33

5. 7 功耗 ..... 35

5. 7. 1 功耗测试环境 ..... 35

5. 7. 2 运行模式功耗 ..... 35

5. 7. 3 睡眠模式功耗 ..... 36

5. 7. 4 停机模式功耗 ..... 38

5. 7. 5 待机模式功耗 ..... 38

5. 7. 6 外设功耗 ..... 38

5. 7. 7 备份域功耗 ..... 40

5. 8 低功耗模式唤醒时间 ..... 40

5. 9 I/O 端口特性 ..... 40

5. 10 NRST 引脚特性 ..... 43

5. 11 通信外设 ..... 43

5. 11. 1 I2C 外设特性 ..... 43

5. 11. 2 SPI 外设特性 ..... 44

5. 11. 3 USB D 外设特性 ..... 46

5. 12 模拟外设 ..... 48

5. 12. 1 ADC ..... 48

5. 13 温度传感器特性 ..... 51

6 封装信息 ..... 52

6. 1 LQFP100 封装图 ..... 52

6. 2 LQFP64 封装图 ..... 55

6. 3 LQFP48 封装图 ..... 58

6. 4 QFN36 封装图 ..... 61

7 包装信息 ..... 64

7. 1 带状包装 ..... 64

7. 2 托盘包装 ..... 65

8 常用功能模块命名 ..... 66

## 2 产品信息

### TD32F103C8T6-TD

产品功能和外设配置请参阅下表。

#### 芯片功能和外设

| 产品        |         | TD32F103x                                                  |      |        |      |        |      |         |      |
|-----------|---------|------------------------------------------------------------|------|--------|------|--------|------|---------|------|
| 型号        |         | T8U6                                                       | TBUx | C8T6   | CBT6 | R8T6   | RBTx | V8T6    | VBT6 |
| 封装        |         | QFN36                                                      |      | LQFP48 |      | LQFP64 |      | LQFP100 |      |
| 内核及最大工作频率 |         | Arm® 32-bit Cortex®-M3@96MHz                               |      |        |      |        |      |         |      |
| 工作电压      |         | 2.0~3.6V                                                   |      |        |      |        |      |         |      |
| Flash(KB) |         | 64                                                         | 128  | 64     | 128  | 64     | 128  | 64      | 128  |
| SRAM(KB)  |         | 36                                                         |      |        |      |        |      |         |      |
| GPIOs     |         | 26                                                         |      | 37     |      | 51     |      | 80      |      |
| 通信接口      | USART   | 2                                                          |      | 3      |      |        |      |         |      |
|           | SPI     | 1                                                          |      | 2      |      |        |      |         |      |
|           | QSPI    | 0                                                          |      |        |      |        |      | 1       |      |
|           | CAN     | 2                                                          |      |        |      |        |      |         |      |
|           | I2C     | 1                                                          |      | 2      |      |        |      |         |      |
|           | USB D   | 1                                                          |      |        |      |        |      |         |      |
| 定时器       | 16 位高级  | 1                                                          |      |        |      |        |      |         |      |
|           | 16 位通用  | 3                                                          |      |        |      |        |      |         |      |
|           | 系统滴答定时器 | 1                                                          |      |        |      |        |      |         |      |
|           | 看门狗     | 2                                                          |      |        |      |        |      |         |      |
| 实时时钟      |         | 1                                                          |      |        |      |        |      |         |      |
| 12 位 ADC  | 单元      | 2                                                          |      |        |      |        |      |         |      |
|           | 通道数     | 10                                                         |      |        |      | 16     |      |         |      |
| 工作温度      |         | 环境温度：-40℃ 至 85℃/-40℃ 至 105℃<br>结温度：-40℃ 至 105℃/-40℃ 至 125℃ |      |        |      |        |      |         |      |

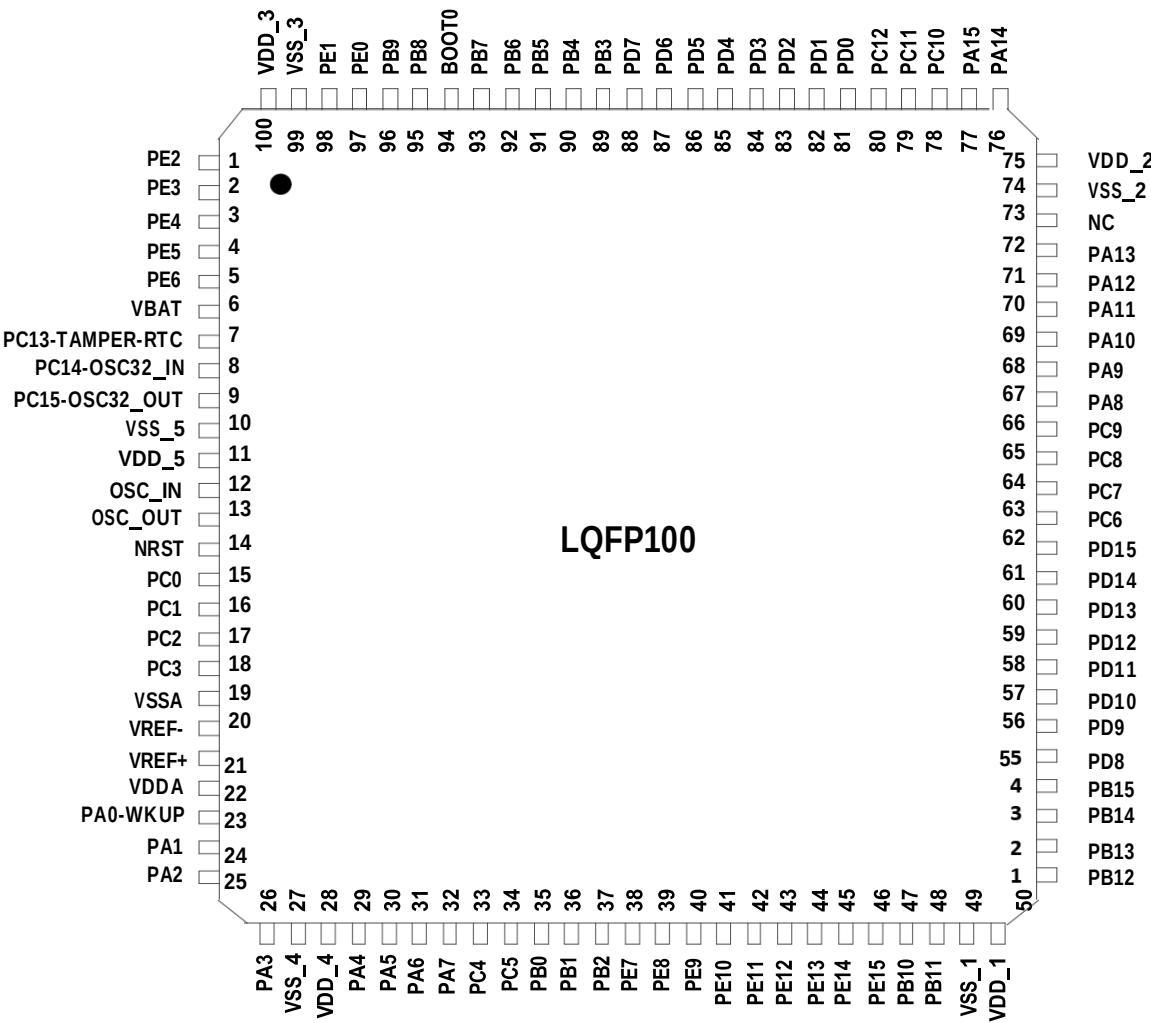
注：x=6 时，环境温度为 -40°C 至 85°C，结温度为 -40°C 至 105°C

x=7 时，环境温度为 -40°C 至 105°C，结温度为 -40°C 至 125°C

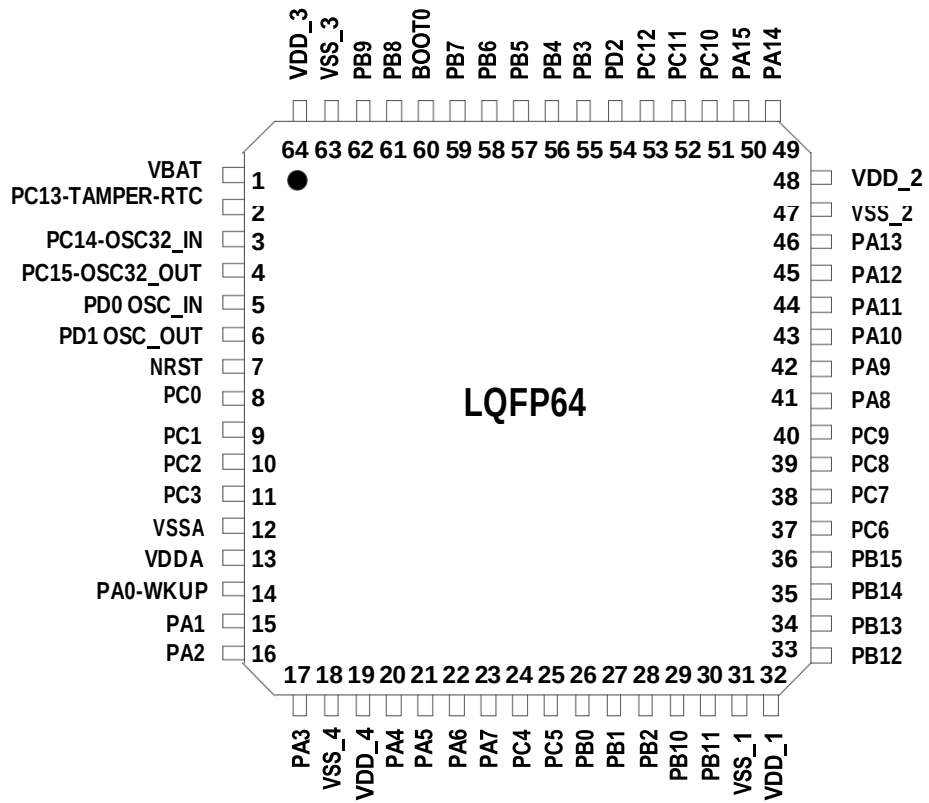
### 3 引脚信息

#### 3.1 引脚分布

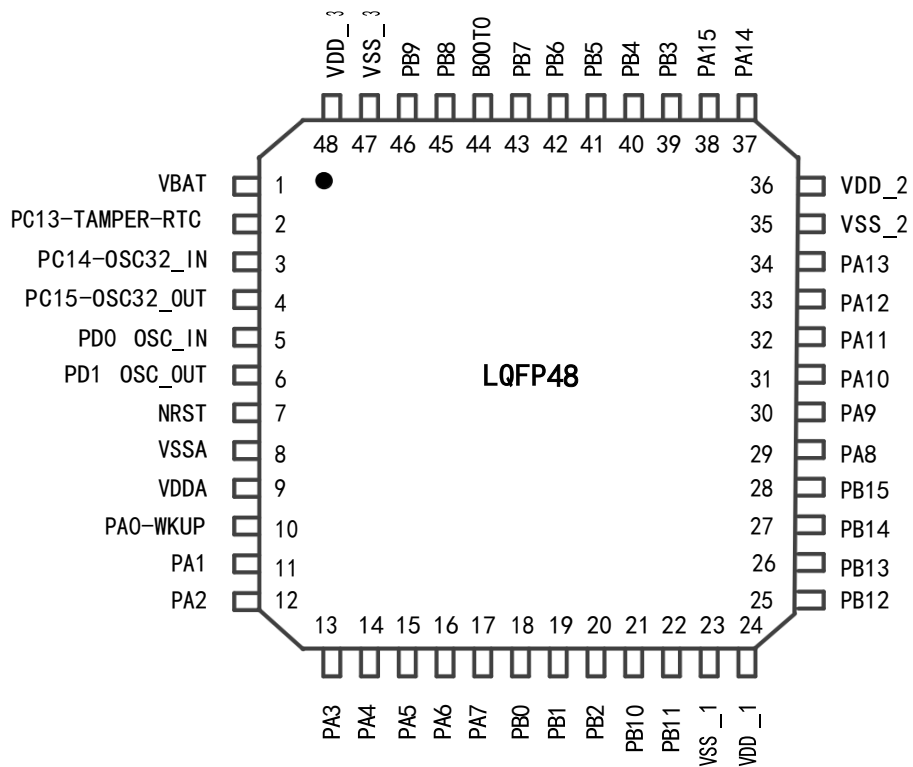
引脚分布图



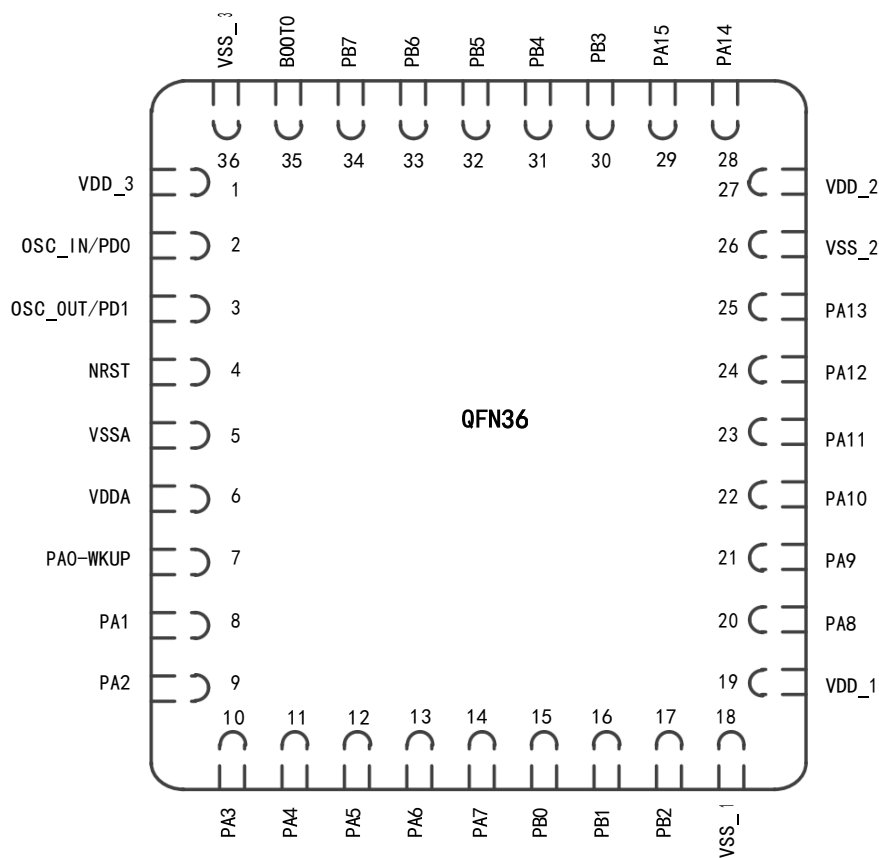
引脚分布图



引脚分布图



引脚分布图



3.2 引脚功能描述

输出引脚表中使用的图例 缩写

| 名称    | 缩写                                        | 定义                     |
|-------|-------------------------------------------|------------------------|
| 引脚名称  | 除非引脚名称下方的括号中另有规定，否则复位期间和复位后的引脚功能与实际引脚名称相同 |                        |
| 引脚类型  | S                                         | 电源引脚                   |
|       | I                                         | 仅输入引脚                  |
|       | I/O                                       | I/O 引脚                 |
| I/O结构 | FT                                        | 5V容忍 I/O               |
|       | 5Tf                                       | 5V容忍 I/O, FM+功能        |
|       | STDA                                      | 3.3V标准、直接连接到 ADC 的 I/O |
|       | STD                                       | 3.3V标准 I/O             |
|       | BOOT0                                     | 专用 Boot0 引脚            |
|       | NRST                                      | 内置弱上拉电阻的双向复位引脚         |
| 注意    | 除非注释另有规定，否则复位期间和复位后，所有 I/O 都设置为浮空输入       |                        |

| 名称   |        | 缩写                   | 定义 |
|------|--------|----------------------|----|
| 引脚功能 | 默认复用功能 | 通过外设寄存器直接选择/启用此功能    |    |
|      | 重定义功能  | 通过 AFIO 的重映射寄存器选择此功能 |    |

引脚功能描述

| 引脚名称                       | 引脚编号   |        |         |       | 类型<br>(1) | I/O 电平(2) | 主功能(3)<br>(复位后)   | 可选的复用功能             |       |
|----------------------------|--------|--------|---------|-------|-----------|-----------|-------------------|---------------------|-------|
|                            | LQFP48 | LQFP64 | LQFP100 | QFN36 |           |           |                   | 默认复用功能              | 重定义功能 |
| PE2                        | -      | -      | 1       | -     | I/O       | FT        | PE2               | TRACECK             | -     |
| PE3                        | -      | -      | 2       | -     | I/O       | FT        | PE3               | TRACED0             | -     |
| PE4                        | -      | -      | 3       | -     | I/O       | FT        | PE4               | TRACED1             | -     |
| PE5                        | -      | -      | 4       | -     | I/O       | FT        | PE5               | TRACED2             | -     |
| PE6                        | -      | -      | 5       | -     | I/O       | FT        | PE6               | TRACED3             | -     |
| V <sub>BAT</sub>           | 1      | 1      | 6       | -     | S         | -         | V <sub>BAT</sub>  | -                   | -     |
| PC13-<br>TAMPER-<br>RTC(4) | 2      | 2      | 7       | -     | I/O       | -         | PC13(3)           | TAMPER-RTC          | -     |
| PC14-<br>OSC32_IN(4)       | 3      | 3      | 8       | -     | I/O       | -         | PC14(3)           | OSC32_IN            | -     |
| PC15-<br>OSC32_OUT(4)      | 4      | 4      | 9       | -     | I/O       | -         | PC15(3)           | OSC32_OUT           | -     |
| V <sub>SS_5</sub>          | -      | -      | 10      | -     | S         | -         | V <sub>SS_5</sub> | -                   | -     |
| V <sub>DD_5</sub>          | -      | -      | 11      | -     | S         | -         | V <sub>DD_5</sub> | -                   | -     |
| OSC_IN                     | 5      | 5      | 12      | 2     | I         | -         | OSC_IN            | -                   | -     |
| OSC_OUT                    | 6      | 6      | 13      | 3     | O         | -         | OSC_OUT           | -                   | -     |
| NRST                       | 7      | 7      | 14      | 4     | I/O       | -         | NRST              | -                   | -     |
| PC0                        | -      | 8      | 15      | -     | I/O       | -         | PC0               | ADC12_IN10          | -     |
| PC1                        | -      | 9      | 16      | -     | I/O       | -         | PC1               | ADC12_IN11          | -     |
| PC2                        | -      | 10     | 17      | -     | I/O       | -         | PC2               | ADC12_IN12          | -     |
| PC3                        | -      | 11     | 18      | -     | I/O       | -         | PC3               | ADC12_IN13          | -     |
| V <sub>SSA</sub>           | 8      | 12     | 19      | 5     | S         | -         | V <sub>SSA</sub>  | -                   | -     |
| V <sub>REF-</sub>          | -      | -      | 20      | -     | S         | -         | V <sub>REF-</sub> | -                   | -     |
| V <sub>REF+</sub>          | -      | -      | 21      | -     | S         | -         | V <sub>REF+</sub> | -                   | -     |
| V <sub>DDA</sub>           | 9      | 13     | 22      | 6     | S         | -         | V <sub>DDA</sub>  | -                   | -     |
| PA0-WKUP                   | 10     | 14     | 23      | 7     | I/O       | -         | PA0               | WKUP/<br>ADC12_IN0/ | -     |
| PA1                        | 11     | 15     | 24      | 8     | I/O       | -         | PA1               | ADC12_IN1/          | -     |

| 引脚名称              | 引脚编号   |        |         |       | 类型<br>(1) | I/O 电平(2) | 主功能(3)<br>(复位后)   | 可选的复用功能    |           |
|-------------------|--------|--------|---------|-------|-----------|-----------|-------------------|------------|-----------|
|                   | LQFP48 | LQFP64 | LQFP100 | QFN36 |           |           |                   | 默认复用功能     | 重定义功能     |
| PA2               | 12     | 16     | 25      | 9     | I/O       | -         | PA2               | ADC12_IN2/ | -         |
| PA3               | 13     | 17     | 26      | 10    | I/O       | -         | PA3               | ADC12_IN3/ | -         |
| V <sub>SS_4</sub> | -      | 18     | 27      | -     | S         | -         | V <sub>SS_4</sub> | -          | -         |
| V <sub>DD_4</sub> | -      | 19     | 28      | -     | S         | -         | V <sub>DD_4</sub> | -          | -         |
| PA4               | 14     | 20     | 29      | 11    | I/O       | -         | PA4               | ADC12_IN4  | -         |
| PA5               | 15     | 21     | 30      | 12    | I/O       | -         | PA5               | ADC12_IN5  | -         |
| PA6               | 16     | 22     | 31      | 13    | I/O       |           | PA6               | ADC12_IN6/ | TMR1_BKIN |
| PA7               | 17     | 23     | 32      | 14    | I/O       |           | PA7               | ADC12_IN7/ | TMR1_CH1N |
| PC4               | -      | 24     | 33      | -     | I/O       | -         | PC4               | ADC12_IN14 | -         |
| PC5               | -      | 25     | 34      | -     | I/O       | -         | PC5               | ADC12_IN15 | -         |
| PB0               | 18     | 26     | 35      | 15    | I/O       | -         | PB0               | ADC12_IN8/ | TMR1_CH2N |
| PB1               | 19     | 27     | 36      | 16    | I/O       | -         | PB1               | ADC12_IN9/ | TMR1_CH3N |
| PB2               | 20     | 28     | 37      | 17    | I/O       | FT        | PB2/BOOT<br>1     | -          | -         |
| PE7               | -      | -      | 38      | -     | I/O       | FT        | PE7               | -          | TMR1_ETR  |
| PE8               | -      | -      | 39      | -     | I/O       | FT        | PE8               | -          | TMR1_CH1N |
| PE9               | -      | -      | 40      | -     | I/O       | FT        | PE9               | -          | TMR1_CH1  |
| PE10              | -      | -      | 41      | -     | I/O       | FT        | PE10              | -          | TMR1_CH2N |
| PE11              | -      | -      | 42      | -     | I/O       | FT        | PE11              | -          | TMR1_CH2  |
| PE12              | -      | -      | 43      | -     | I/O       | FT        | PE12              | -          | TMR1_CH3N |
| PE13              | -      | -      | 44      | -     | I/O       | FT        | PE13              | -          | TMR1_CH3  |
| PE14              | -      | -      | 45      | -     | I/O       | FT        | PE14              | -          | TMR1_CH4  |
| PE15              | -      | -      | 46      | -     | I/O       | FT        | PE15              | -          | TMR1_BKIN |
| PB10              | 21     | 29     | 47      | -     | I/O       | FT        | PB10              | I2C2_SCL/  | TMR2_CH3  |
| PB11              | 22     | 30     | 48      | -     | I/O       | FT        | PB11              | I2C2_SDA/  | TMR2_CH4  |

| 引脚名称              | 引脚编号   |        |         |       | 类型<br>(1) | I/O 电平(2) | 主功能(3)<br>(复位后)   | 可选的复用功能                                 |                         |
|-------------------|--------|--------|---------|-------|-----------|-----------|-------------------|-----------------------------------------|-------------------------|
|                   | LQFP48 | LQFP64 | LQFP100 | QFN36 |           |           |                   | 默认复用功能                                  | 重定义功能                   |
| V <sub>SS_1</sub> | 23     | 31     | 49      | 18    | S         | -         | V <sub>SS_1</sub> | -                                       | -                       |
| V <sub>DD_1</sub> | 24     | 32     | 50      | 19    | S         | -         | V <sub>DD_1</sub> | -                                       | -                       |
| PB12              | 25     | 33     | 51      | -     | I/O       | FT        | PB12              | SPI2_NSS/<br>I2C2_SMBAL/<br><br>CAN2_RX |                         |
| PB13              | 26     | 34     | 52      | -     | I/O       | FT        | PB13              | SPI2_SCK/<br><br>QSPI_IO0/<br>CAN2_TX   |                         |
| PB14              | 27     | 35     | 53      | -     | I/O       | FT        | PB14              | SPI2_MISO/<br><br>QSPI_IO1              |                         |
| PB15              | 28     | 36     | 54      | -     | I/O       | FT        | PB15              | SPI2_MOSI/<br><br>QSPI_IO2              | -                       |
| PD8               | -      | -      | 55      | -     | I/O       | FT        | PD8               | QSPI_IO3                                | USART3_TX               |
| PD9               | -      | -      | 56      | -     | I/O       | FT        | PD9               | -                                       | USART3_RX               |
| PD10              | -      | -      | 57      | -     | I/O       | FT        | PD10              | QSPI_CLK                                | USART3_CK               |
| PD11              | -      | -      | 58      | -     | I/O       | FT        | PD11              | -                                       | USART3_CTS              |
| PD12              | -      | -      | 59      | -     | I/O       | FT        | PD12              | QSPI_SS_N                               | TMR4_CH1/<br>USART3_RTS |
| PD13              | -      | -      | 60      | -     | I/O       | FT        | PD13              | -                                       | TMR4_CH2                |
| PD14              | -      | -      | 61      | -     | I/O       | FT        | PD14              | -                                       | TMR4_CH3                |
| PD15              | -      | -      | 62      | -     | I/O       | FT        | PD15              | -                                       | TMR4_CH4                |
| PC6               | -      | 37     | 63      | -     | I/O       | FT        | PC6               | -                                       | TMR3_CH1                |
| PC7               | -      | 38     | 64      | -     | I/O       | FT        | PC7               | -                                       | TMR3_CH2                |
| PC8               | -      | 39     | 65      | -     | I/O       | FT        | PC8               | -                                       | TMR3_CH3                |
| PC9               | -      | 40     | 66      | -     | I/O       | FT        | PC9               | -                                       | TMR3_CH4                |
| PA8               | 29     | 41     | 67      | 20    | I/O       | FT        | PA8               | USART1_CK/<br><br>MCO                   | -                       |
| PA9               | 30     | 42     | 68      | 21    | I/O       | FT        | PA9               |                                         | -                       |
| PA10              | 31     | 43     | 69      | 22    | I/O       | FT        | PA10              |                                         | -                       |



| 引脚名称              | 引脚编号   |        |         |       | 类型<br>(1) | I/O 电平(2) | 主功能(3)<br>(复位后)   | 可选的复用功能                             |                                            |
|-------------------|--------|--------|---------|-------|-----------|-----------|-------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|
|                   | LQFP48 | LQFP64 | LQFP100 | QFN36 |           |           |                   | 默认复用功能                              | 重定义功能                                      |
| PA11              | 32     | 44     | 70      | 23    | I/O       | FT        | PA11              | USART1_CTS/<br>USBD1DM/<br>USBD2DM/ | -                                          |
| PA12              | 33     | 45     | 71      | 24    | I/O       | FT        | PA12              | USART1_RTS/<br>USBD1DP<br>USBD2DP/  | -                                          |
| PA13              | 34     | 46     | 72      | 25    | I/O       | FT        | JTMS/<br>SWDIO    | -                                   | PA13                                       |
| 未连接               | -      | -      | 73      | -     | -         | -         | -                 | 未连接                                 | -                                          |
| V <sub>SS_2</sub> | 35     | 47     | 74      | 26    | S         |           | V <sub>SS_2</sub> | -                                   | -                                          |
| V <sub>DD_2</sub> | 36     | 48     | 75      | 27    | S         |           | V <sub>DD_2</sub> | -                                   | -                                          |
| PA14              | 37     | 49     | 76      | 28    | I/O       | FT        | JTCK/<br>SWCLK    | -                                   | PA14                                       |
| PA15              | 38     | 50     | 77      | 29    | I/O       | FT        | JTDI              | -                                   | TMR2_CH1_ETR<br>/<br>PA15/<br>SPI1_NSS     |
| PC10              | -      | 51     | 78      | -     | I/O       | FT        | PC10              | -                                   | USART3_TX                                  |
| PC11              | -      | 52     | 79      | -     | I/O       | FT        | PC11              | -                                   | USART3_RX                                  |
| PC12              | -      | 53     | 80      | -     | I/O       | FT        | PC12              | -                                   | USART3_CK                                  |
| PD0               | -      | -      | 81      | 2     | I/O       | FT        | PD0               | -                                   | CAN1_RX                                    |
| PD1               | -      | -      | 82      | 3     | I/O       | FT        | PD1               | -                                   | CAN1_TX                                    |
| PD2               | -      | 54     | 83      | -     | I/O       | FT        | PD2               | TMR3_ETR                            | -                                          |
| PD3               | -      | -      | 84      | -     | I/O       | FT        | PD3               | -                                   | USART2_CTS                                 |
| PD4               | -      | -      | 85      | -     | I/O       | FT        | PD4               | -                                   | USART2_RTS                                 |
| PD5               | -      | -      | 86      | -     | I/O       | FT        | PD5               | -                                   | USART2_TX                                  |
| PD6               | -      | -      | 87      | -     | I/O       | FT        | PD6               | -                                   | USART2_RX                                  |
| PD7               | -      | -      | 88      | -     | I/O       | FT        | PD7               | -                                   | USART2_CK                                  |
| PB3               | 39     | 55     | 89      | 30    | I/O       | FT        | JTDO              | -                                   | PB3/<br>TRACESWO/<br>TMR2_CH2/<br>SPI1_SCK |

| 引脚名称              | 引脚编号   |        |         |       | 类型<br>(1) | I/O 电平(2) | 主功能(3)<br>(复位后)   | 可选的复用功能    |                                    |
|-------------------|--------|--------|---------|-------|-----------|-----------|-------------------|------------|------------------------------------|
|                   | LQFP48 | LQFP64 | LQFP100 | QFN36 |           |           |                   | 默认复用功能     | 重定义功能                              |
| PB4               | 40     | 56     | 90      | 31    | I/O       | FT        | NJTRST            | -          | PB4/<br>TMR3_CH1/<br>SPI1_MISO     |
| PB5               | 41     | 57     | 91      | 32    | I/O       | -         | PB5               | I2C1_SMBAL | TMR3_CH2/<br>SPI1_MOSI/<br>CAN2_RX |
| PB6               | 42     | 58     | 92      | 33    | I/O       | FT        | PB6               |            | USART1_TX/<br>CAN2_TX              |
| PB7               | 43     | 59     | 93      | 34    | I/O       | FT        | PB7               |            | USART1_RX                          |
| BOOT0             | 44     | 60     | 94      | 35    | I         | -         | BOOT0             | -          | -                                  |
| PB8               | 45     | 61     | 95      | -     | I/O       | FT        | PB8               |            | I2C1_SCL/<br>/CAN1_RX              |
| PB9               | 46     | 62     | 96      | -     | I/O       | FT        | PB9               |            | I2C1_SDA<br>/CAN1_TX               |
| PE0               | -      | -      | 97      | -     | I/O       | FT        | PE0               | TMR4_ETR   | -                                  |
| PE1               | -      | -      | 98      | -     | I/O       | FT        | PE1               | -          | -                                  |
| V <sub>SS_3</sub> | 47     | 63     | 99      | 36    | S         | -         | V <sub>SS_3</sub> | -          | -                                  |
| V <sub>DD_3</sub> | 48     | 64     | 100     | 1     | S         | -         | V <sub>DD_3</sub> | -          | -                                  |

1. PC13, PC14 和 PC15 引脚供电能力弱。因此对这三个引脚有以下限制：在同一时间只有一个引脚能作为输出，且只能工作在 2MHz 模式下，最大驱动负载为 30pF，不能作为电流源(如驱动 LED)。
2. 这些引脚的状态由备份区域寄存器控制（这些寄存器不会被主复位系统所复位）。
3. 对 QFN36 封装的引脚 2 和引脚 3、LQFP48 和 LQFP64 封装的引脚 5 和引脚 6，在芯片复位后默认配置为 OSC\_IN 和 OSC\_OUT 功能脚，可以软件设置这两个引脚为 PD0 和 PD1 功能，但对于 LQFP100 封装，PD0 和 PD1 为固有的功能引脚。
4. 此类复用功能能够由软件配置到其他引脚上(如果相应的封装型号有此引脚)，详细信息请参考参考手册的复用功能 I/O 章节和调试设置章节。

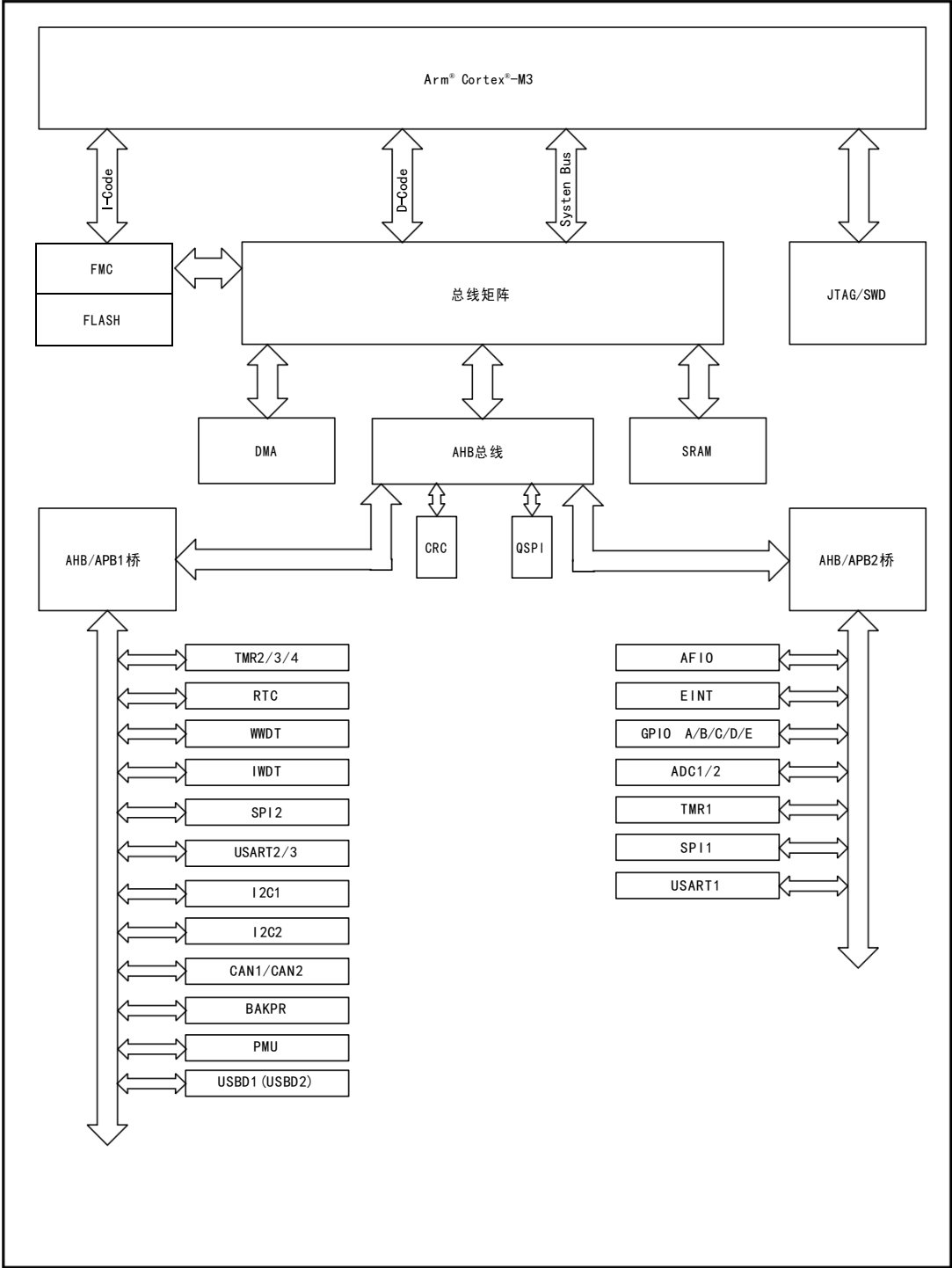
## 4 功能描述

本章主要介绍 **TD32F103C8T6-TD** 系列产品系统架构、中断、片上存储器、时钟、电源、外设特点。

# 4.1 系统架构

## 4.1.1 系统框图

系列系统框图



1. **TD32F103C8T6-TD**
2. 系列的 AHB 和高速 APB 的最高频率为 96MHz；TD32F103C8T6-TD系列的低速 APB 时钟的最高频率为 48MHz。

## 4.1.2 地址映射

系列地址映射表格

| 区域     | 起始地址        | 外设名称          |
|--------|-------------|---------------|
| 代码     | 0x0000 0000 | 代码映射区         |
| 代码     | 0x0800 0000 | 主存储区          |
| 代码     | 0x0801 FFFF | 保留            |
| 代码     | 0x1FFF F000 | 系统内存          |
| 代码     | 0x1FFF F800 | 选项字节          |
| 代码     | 0x1FFF F80F | 保留            |
| SRAM   | 0x2000 0000 | SRAM          |
| APB1总线 | 0x4000 0000 | TMR2          |
| APB1总线 | 0x4000 0400 | TMR3          |
| APB1总线 | 0x4000 0800 | TMR4          |
| APB1总线 | 0x4000 0C00 | 保留            |
| APB1总线 | 0x4000 2800 | RTC           |
| APB1总线 | 0x4000 2C00 | WWDT          |
| APB1总线 | 0x4000 3000 | IWDT          |
| APB1总线 | 0x4000 3400 | 保留            |
| APB1总线 | 0x4000 3800 | SPI2          |
| APB1总线 | 0x4000 3C00 | 保留            |
| APB1总线 | 0x4000 4400 | USART2        |
| APB1总线 | 0x4000 4800 | USART3        |
| APB1总线 | 0x4000 4C00 | 保留            |
| APB1总线 | 0x4000 5400 | I2C1          |
| APB1总线 | 0x4000 5800 | I2C2          |
| APB1总线 | 0x4000 5C00 | USBD1(USBD2)  |
| APB1总线 | 0x4000 6000 | USBD/CAN SRAM |
| APB1总线 | 0x4000 6400 | CAN1          |
| APB1总线 | 0x4000 6800 | CAN2          |
| APB1总线 | 0x4000 6C00 | BAKPR         |
| APB1总线 | 0x4000 7000 | PMU           |
| —      | 0x4000 7400 | 保留            |
| APB2总线 | 0x4001 0000 | AFIO          |
| APB2总线 | 0x4001 0400 | EINT          |
| APB2总线 | 0x4001 0800 | Port A        |
| APB2总线 | 0x4001 0C00 | Port B        |
| APB2总线 | 0x4001 1000 | Port C        |
| APB2总线 | 0x4001 1400 | Port D        |
| APB2总线 | 0x4001 1800 | Port E        |

| 区域     | 起始地址        | 外设名称    |
|--------|-------------|---------|
| APB2总线 | 0x4001 1C00 | 保留      |
| APB2总线 | 0x4001 2400 | ADC1    |
| APB2总线 | 0x4001 2800 | ADC2    |
| APB2总线 | 0x4001 2C00 | TMR1    |
| APB2总线 | 0x4001 3000 | SPI1    |
| APB2总线 | 0x4001 3400 | 保留      |
| APB2总线 | 0x4001 3800 | USART1  |
| APB2总线 | 0x4001 3C00 | 保留      |
| AHB总线  | 0x4002 0000 | DMA     |
| AHB总线  | 0x4002 0400 | 保留      |
| AHB总线  | 0x4002 1000 | RCM     |
| AHB总线  | 0x4002 1400 | 保留      |
| AHB总线  | 0x4002 2000 | Flash接口 |
| AHB总线  | 0x4002 2400 | 保留      |
| AHB总线  | 0x4002 3000 | CRC     |
| AHB总线  | 0x4002 3400 | 保留      |
| AHB总线  | 0xA000 0000 | QSPI    |
| —      | 0xA000 2000 | 保留      |

### 4.1.3 启动配置

启动时，用户可设置 **Boot** 引脚的选择以下三种启动模式中的一种：

- 从用户闪存存储器启动
- 从系统存储器启动
- 从内置SRAM启动

启动加载程序(**Boot loader**)存放于系统存储器中，借助它，用户可以通过 **USART1** 对闪存重新进行编程。

## 4.2 内核

### TD32F103C8T6-TD

的内核是 Arm®Cortex®-M3，工作频率为 96 MHz，兼容主流 Arm 工具和软件。

## 4.3 中断控制器

### 4.3.1 嵌套的向量式中断控制器(NVIC)

内置 1 个嵌套向量中断控制器（NVIC），NVIC 能够处理多达 49 个可屏蔽中断通道（不包括 16 个 Cortex®-M3 的中断线）和 16 个优先级；可直接向内核传递中断向量入口地址，从而达到低延迟的中断响应处理能优先处理晚到的较高优先级中断。

### 4.3.2 外部中断/事件控制器(EINT)

外部中断/事件控制器由 19 个产生事件/中断请求的边沿检测器组成。其触发事件(上升沿、或下降沿、或双边沿)可以独立地配置或屏蔽；一个挂起寄存器维持着所有中断请求的状态。多达 80 个通用 I/O 口连接到 16 个外部中断线。EINT 可以检测到脉冲宽度小于内部 APB2 的时钟周期。

## 4.4 存储器

存储器包括主存储区、SRAM、信息块，其中信息块包括系统存储区、选项字节，系统存储区存放 BootLoader、96 位唯一设备 ID、主存储区容量信息；系统存储区出厂时已写入程序，不可擦写。

表格 5 存储器说明

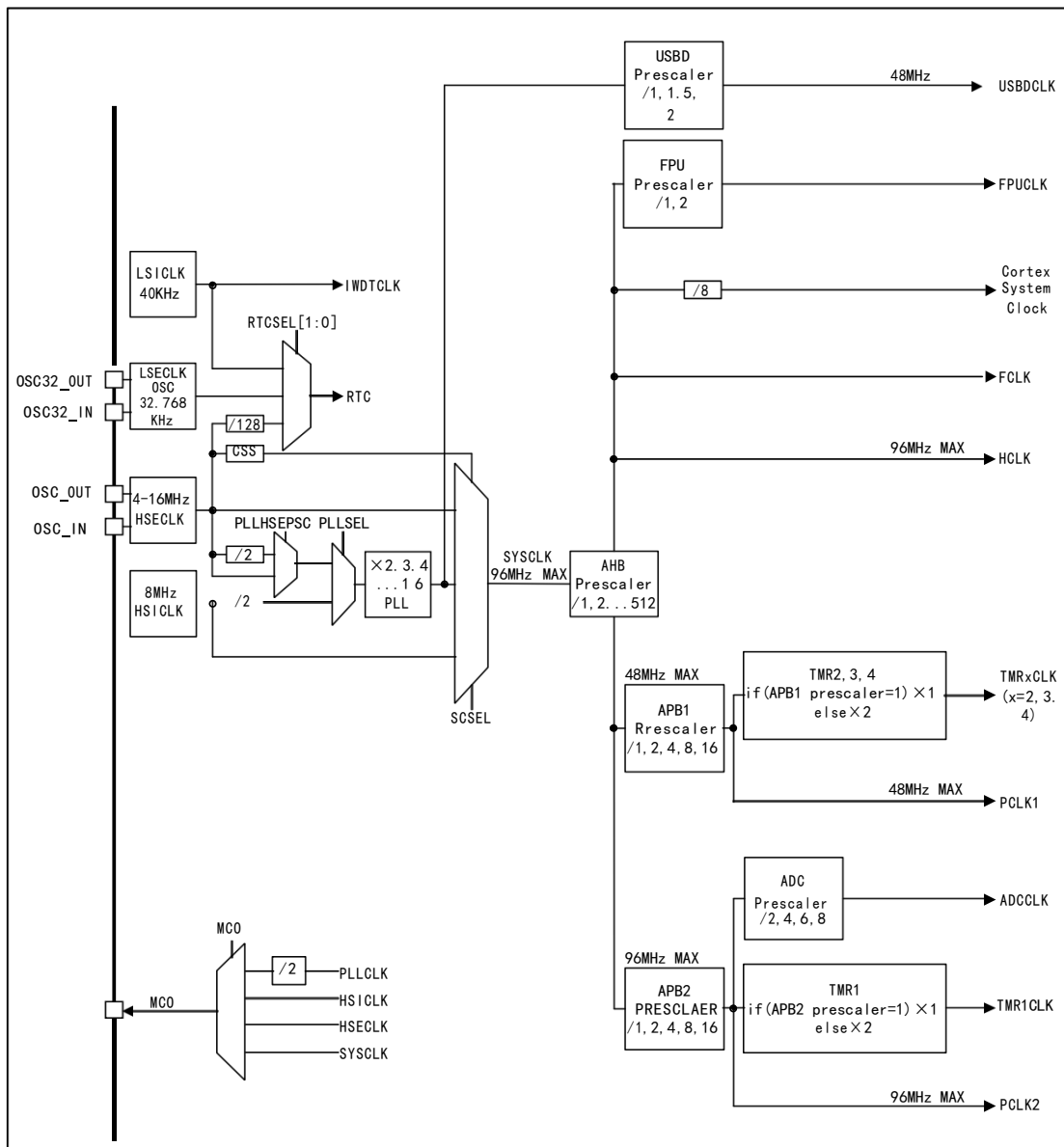
| 存储器   | 最大字节    | 功能                                 |
|-------|---------|------------------------------------|
| 主存储区  | 128 KB  | 存放用户程序和数据                          |
| SRAM  | 36KB    | 可以以字节，半字(16 位)或全字(32 位)访问。         |
| 系统存储区 | 2 KB    | 存放 BootLoader、96 位唯一设备 ID、主存储区容量信息 |
| 选项字节  | 16Bytes | 配置主存储区读写保护、MCU 工作方式                |

## 4.5 时钟

### 4.5.1 时钟树

**TD32F103C8T6-TD**  
系列的时钟树见下图：

## 时钟树



### 1. TD32F103C8T6-TD

- 系列的 AHB 和高速 APB 的最高频率为 96MHz；TD32F103C8T6-TD 系列的低速 APB 时钟的系列的低速 APB 时钟的最高频率为 48MHz。

## 4.5.2

内部 8MHz 的 RC 振荡器作为系统启动的默认时钟，通过配置可以切换为外部的、具失效监控的 4~16MHz 时钟；当检测到外部时钟失效时，系统将自动地切换到内部的 RC 振荡器，如果设置了中断，软件可以接收到相应的中断。

AHB、高速 APB(APB2)和低速 APB(APB1)的频率可通过预分频器进行配置。AHB 和高速 APB 的最高频率为 96MHz，低速 APB 的是 48MHz。

### 4.5.3 RTC 和后备寄存器

RTC 具有一组连续运行的计数器，配合软件可提供日历、闹钟中断和阶段性中断功能。它的



时钟源可以选择外部 32.768KHz 的晶体振荡器、内部 40KHz 低速 RC 振荡器或经 128 分频的外部高速时钟。并且，通过一个 512Hz 的信号可以对 RTC 的时钟进行误差校准。

10 个 16 位的寄存器的后备寄存器，用于在  $V_{DD}$  关闭时保存 20 个字节的用户数据。

RTC 和后备寄存器在  $V_{DD}$  有效时由  $V_{DD}$  供电，否则由  $V_{BAT}$  引脚供电。系统或电源复位源复位，从待机模式唤醒，都不会引起 RTC 和后备寄存器的复位。

## 4.6 电源与电源管理

### 4.6.1 供电方案

供电方案

| 名称        | 电压范围     | 说明                                                                                                                              |
|-----------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $V_{DD}$  | 2.0~3.6V | $V_{DD}$ 直接给 IO 口供电，另外 $V_{DD}$ 经电压调压器为核心电路供电。                                                                                  |
| $V_{DDA}$ | 2.4~3.6V | 与 $V_{DD}$ 相连，为 ADC、复位模块、RC 振荡器和 PLL 的模拟部分供电。使用 ADC 时， $V_{DDA}$ 大于等于 2.4V。 $V_{DDA}$ 和 $V_{SSA}$ 必须分别连接到 $V_{DD}$ 和 $V_{SS}$ 。 |
| $V_{BAT}$ | 1.8~3.6V | 当关闭 $V_{DD}$ 时，自动为 RTC、外部 32KHz 振荡器和后备寄存器供电。                                                                                    |

注意：关于如何连接电源引脚的详细信息参见电源方案

### 4.6.2 电压调压器

通过电压调压器可调节 MCU 的工作模式，从而减少功耗，主要有三种工作模式。

电压调压器的工作模式

| 名称         | 说明                                                   |
|------------|------------------------------------------------------|
| 主模式(MR)    | 以正常功耗模式提供 1.6V 电源(内核、内存、外设)。                         |
| 低功耗模式(LPR) | 以低功耗模式提供 1.6V 电源，以保存寄存器和 SRAM 的内容。                   |
| 关断模式       | 用于 CPU 的待机模式，调压器停止供电，除了备用电路和备份区域外，寄存器和 SRAM 的内容全部丢失。 |

注：调压器在复位后始终处于工作状态，在关断模式下高阻输出。

### 4.6.3 供电监控器

产品内部集成了上电复位(POR)/掉电复位(PDR)电路。当  $V_{DD}$  达到设定的阈值  $V_{POR/PDR}$  时，系统正常工作；当  $V_{DD}$  低于设定的阈值  $V_{POR/PDR}$  时，系统会保持复位状态，无需连接外部复位电路。

## 4.7 低功耗模式

产品支持三种低功耗模式，用户可以通过设置在这些模式间进行切换。

低功耗模式

| 模式   | 说明                                                |
|------|---------------------------------------------------|
| 睡眠模式 | 睡眠模式下，所有外设都处于工作状态，但 CPU 停止工作，如果发生中断/事件，则 CPU 被唤醒。 |

|      |                                                                                                                                                                                        |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 停机模式 | 停机模式是保持 SRAM 和寄存器内容不丢失的情况下可以达到最低的电能消耗的模式。此时，内部 1.6V 供电部分停止导致 HSECLK、HSICLK、PLL 时钟关闭，调压器被置于普通模式或低功耗模式。配置成 EINT 的中断、事件唤醒可将 CPU 从停机模式唤醒。EINT 信号包括 16 个外部 I/O 口、PVD 的输出、RTC 闹钟或 USB 的唤醒信号。 |
| 待机模式 | 待机模式是芯片使用的最低的电能消耗模式。此时，内部的电压调压器被关闭引起内部 1.6V 部分的供电被切断；HSECLK、HSICLK、PLL 时钟关闭；SRAM 和寄存器的内容也将消失。但后备寄存器的内容仍然保留，待机电路仍工作。<br>NRST 上的外部复位信号、IWDG 复位、WKUP 引脚上的一个上升边沿或 RTC 的闹钟到时会终止芯片待机模式。      |

注：在进入停机或待机模式时，RTC、IWDG 和对应的时钟不会被停止，QSPI 的中断不能唤醒低功耗。

## 4.8 DMA

产品具有 7 路通用 DMA，可以管理存储器到存储器、设备到存储器和存储器到设备的数据传输。

每个通道都有硬件 DMA 请求逻辑，同时可以通过软件单独设置每个通道的源地址、目标地址和传输的长度。

DMA 可以用于主要的外设：SPI、I2C、USART，定时器 TMRx 和 ADC、QSPI。

## 4.9 GPIO

产品最多可达 80 个 GPIO 引脚，可以通过软件配置在输入（可上拉，下拉）、输出（可推挽，开漏）或复用功能间切换。多数 GPIO 引脚都与复用外设共用。为避免 I/O 寄存器的意外写入，I/O 引脚的外设功能可通过特定的操作进行锁定。

在 APB2 上的 I/O 脚翻转速度可达 18MHz。

## 4.10 通信外设

### 4.10.1 USART

内嵌 3 个 USART 通信接口，其中 USART1 接口可支持 4.5Mbit/s 的通信速率，其它接口支持 2.25Mbit/s 的通信速率。它具有硬件信号 CTS 和 RTS，兼容 ISO7816 智能卡，支持 IrDA SIR ENDEC 传输编解码，还提供 LIN 主/从模式。

### 4.10.2 I2C

I2C1/2 均可工作于多主模式或从模式并支持 7 位和 10 位寻址，协议支持标准和快速模式。内置了硬件 CRC 发生器/校验器。可以使用 DMA 操作并支持 SMBus 总线 2.0 版 / PMBus 总线。

### 4.10.3 SPI

内嵌 2 个 SPI 接口，支持芯片与外部设备以半/全双工的串行方式通信。可配置为主模式或从模式，每帧 8 位或 16 位。全双工和半双工的通信速率可支持 18 Mbit/s。所有的 SPI 接口支持 DMA 操作。

### 4.10.4 QSPI

内嵌 1 个 QSPI 专用通信接口，可以通过单、双线或四线 SPI 模式连接外部 flash，支持 8 位、16 位和 32 位访问。内部有 8 bytes 的发送 FIFO 和 8 bytes 的接收 FIFO。支持 DMA 操作。

### 4.10.5 CAN

内嵌 2 个 CAN 总线接口（CAN1 与 CAN2 可同时使用），兼容 2.0A 和 2.0B（主动）规范，通信速率最高可达 1 Mbit/s。支持 11 位标识符的标准帧和 29 位标识符的扩展帧，具有 3 个发送邮箱，2 个接收 FIFO，以及 3 级 14 个可调节的滤波器。

### 4.10.6 USB

产品内嵌兼容全速 USB 设备的模块 USB（USB1、USB2），遵循全速 USB 设备（12 兆位/秒）标准，端点可由软件配置，具有待机/唤醒功能。USB 专用的 48MHz 时钟由内部 PLL 直接产生，使用 USB 功能时，系统时钟只能是 48MHz、72MHz、96MHz 中的一个，可分别经过 1 分频、1.5 分频、2 分频获得 USB 所需的 48MHz。

USB1、USB2 共用寄存器地址、引脚接口，因此同一时刻只能使用其中 1 个。

### 4.10.7 USB 接口与 CAN 接口的同时使用

USB 与 CAN 同时使用时，需要：

- 在 USB 的基地址偏移 0x100 处写 0x00000001。
- PA11 和 PA12 引脚给 USB 用，CAN1 复用其它引脚。

## 4.11 模拟外设

### 4.11.1 ADC

集成两个 12 位精度 16 通道的 ADC，每个 ADC 都可以实现单次模式和扫描模式的转换。可支持 DMA 操作，解放 CPU。ADC 接口支持单次采样、同步的采样和保持、及交叉的采样和保持逻辑功能。模拟看门狗功能可以监视多路通道，当被监视的信号超出预置的值时产生中断。

使用定时器可以使模数转换与时钟同步。

#### 4.11.1.1 温度传感器

内嵌连接到 ADC1\_IN16 输入通道上的温度传感器可以将芯片的环境温度转换为数字。

## 4.12 SWJ-DP

产品支持串行调试接口 (SW-DP) 和 JTAG (JTAG-DP) 调试接口两种方式。

JTAG 接口为 AHB 访问端口提供 5 针标准 JTAG 接口。

SW-DP 接口为 AHB 模块提供 2 针 (数据 + 时钟) 接口。其中，SW-DP 接口的 2 个引脚和 JTAG 接口的 5 个引脚中的一些是复用的。

## 4.13 定时器

产品包含 1 个高级控制定时器 (TMR1)、3 个通用定时器 (TMR2/3/4) 和 1 个系统滴答定时器。

下表比较了高级定时器和通用定时器的功能：

定时器功能比较

| 定时器类型     | 系统滴答定时器                                                                                                                          | 通用定时器                                                                                                                                                                                     |      |      | 高级定时器                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 定时器名称     | Sys Tick Timer                                                                                                                   | TMR2                                                                                                                                                                                      | TMR3 | TMR4 | TMR1                                                                                                                                                                                                                           |
| 计数器分辨率    | 24 位                                                                                                                             | 16 位                                                                                                                                                                                      |      |      | 16 位                                                                                                                                                                                                                           |
| 计数器类型     | 向下                                                                                                                               | 向上, 向下, 向上/下                                                                                                                                                                              |      |      | 向上, 向下, 向上/下                                                                                                                                                                                                                   |
| 预分频系数     | -                                                                                                                                | 1~65536 间任意整数                                                                                                                                                                             |      |      | 1~65536 间任意整数                                                                                                                                                                                                                  |
| 产生 DMA 请求 | -                                                                                                                                | 可以                                                                                                                                                                                        |      |      | 可以                                                                                                                                                                                                                             |
| 捕获/比较通道   | -                                                                                                                                | 4                                                                                                                                                                                         |      |      | 4                                                                                                                                                                                                                              |
| 互补输出      | -                                                                                                                                | 没有                                                                                                                                                                                        |      |      | 有                                                                                                                                                                                                                              |
| 引脚特性      | -                                                                                                                                | 共 5 根引脚：<br>1 路外部触发信号输入引脚，<br>4 路通道（非互补通道）引脚                                                                                                                                              |      |      | 共 9 根引脚：<br>1 路外部触发信号输入引脚，<br>1 路刹车输入信号引脚，<br>3 对互补通道引脚，<br>1 路通道（非互补通道）引脚                                                                                                                                                     |
| 功能说明      | <ul style="list-style-type: none"><li>- 专用于实时操作系统</li><li>- 具有自动重加载功能</li><li>- 当计数器为 0 时能产生一个可屏蔽系统中断</li><li>- 可编程时钟源</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- 提供同步或事件链接功能</li><li>- 在调试模式下，计数器可以被冻结。</li><li>- 可用于产生 PWM 输出</li><li>- 每个定时器都有独立的 DMA 请求机制。</li><li>- 可以处理增量编码器的信号和 1 至 3 个霍尔传感器的数字输出。</li></ul> |      |      | <ul style="list-style-type: none"><li>- 具有带死区插入的互补 PWM 输出</li><li>- 配置为 16 位标准定时器时，它与 TMRx 定时器具有相同的功能。</li><li>- 配置为 16 位 PWM 发生器时，它具有全调制能力 (0~100%)。</li><li>- 在调试模式下，计数器可以被冻结，同时 PWM 输出被禁止。</li><li>- 提供同步或事件链接功能。</li></ul> |

## 4.14 WDT

产品内置两个看门狗，提供了更高的安全性、时间的精确性和使用的灵活性。两个看门狗设备 (独立看门狗和窗口看门狗) 可用来检测 and 解决由软件错误引起的故障；当计数器达到给定的超时值时，触发一个中断 (仅适用于窗口看门狗) 或产生系统复位。

表格 独立看门狗和窗口看门狗定时器

| 名称    | 计数器分辨率 | 计数器类型 | 预分频系数         | 功能说明                                                                                                                  |
|-------|--------|-------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 独立看门狗 | 12 位   | 向下    | 1~256 之间的任意整数 | 由内部独立的 40KHz 的 RC 振荡器提供时钟，因此可运行于停机和待机模式；在发生问题时可复位整个系统；<br>可以为应用程序提供超时管理；<br>可以配置成是软件或硬件启动看门狗；<br>在调试模式下，为了方便调试可暂停计数器。 |
| 窗口看门狗 | 7 位    | 向下    | -             | 可以设置成自由运行。<br>在发生问题时可复位整个系统。<br>由主时钟驱动，具有早期预警中断功能；<br>在调试模式下，计数器可以被冻结。                                                |

## 4.15 CRC

使用 CRC(循环冗余校验)计算单元可以计算一个 32 位的数据字的 CRC 码。

此应用实时地计算软件的签名，便于与原始签名对比。

# 5 电气特性

## 5.1 电气特性测试条件

### 5.1.1 最大值和最小值

除非特别说明，测试是在  $T_A=25^{\circ}\text{C}$  下在生产线上所有产品进行的。其最大和最小值可支持所定最糟糕的环境温度、供电电压和时钟频率。

在每个表格下方的注解中说明是通过综合评估、设计模拟和/或工艺特性得到的数据，没有在生产线上进行测试；在综合评估的基础上，通过样本测试后，取其平均值再加减三倍的标准分布(平均 $\pm 3\sigma$ )得到最大和最小数值。

### 5.1.2 典型值

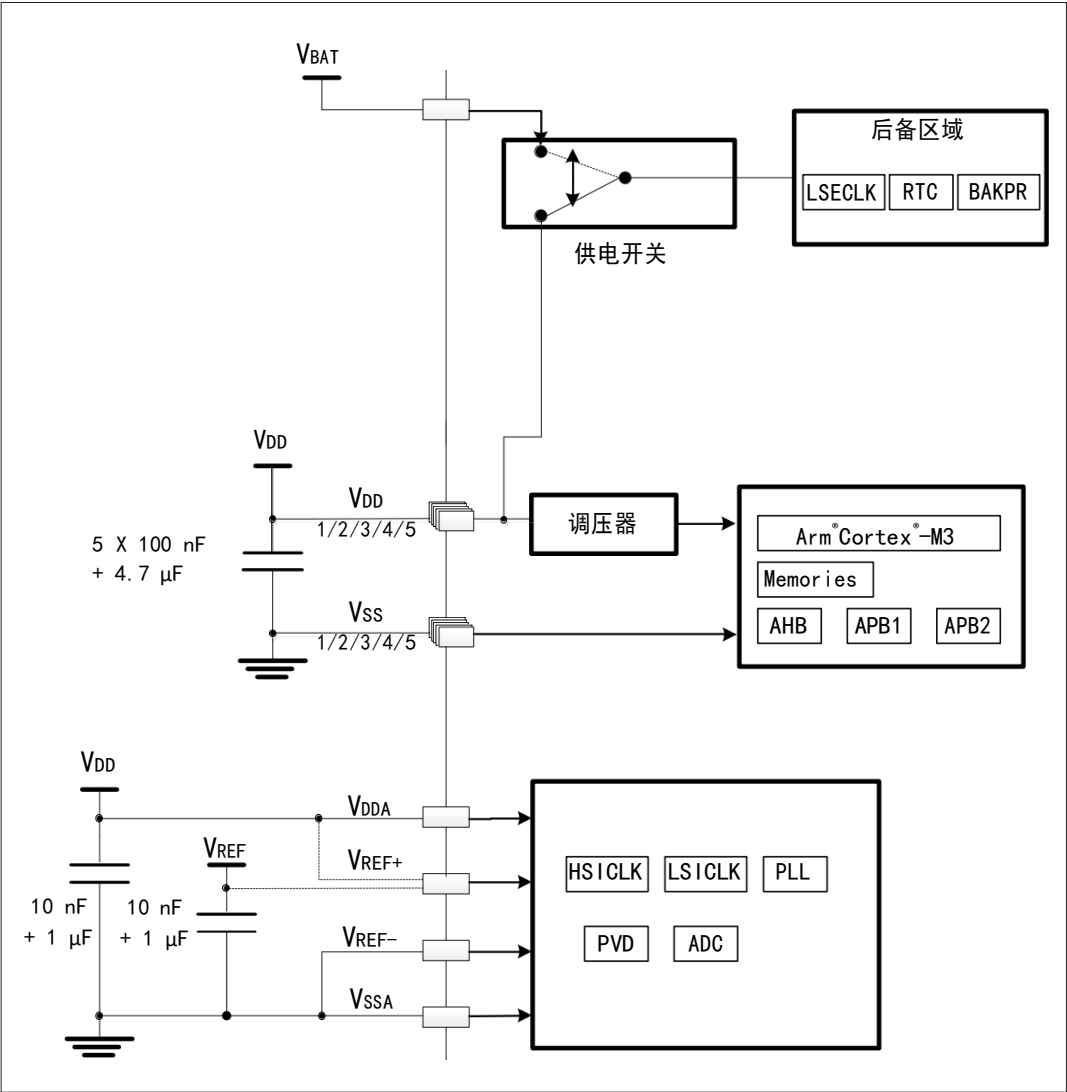
除非特别说明，典型数据的运行条件是  $T_A=25^{\circ}\text{C}$  和  $V_{DD}=3.3\text{V}$  ( $2\text{V} \leq V_{DD} \leq 3.6\text{V}$  电压范围)。

### 5.1.3 典型曲线

典型曲线仅用于设计指导。

5.1.4 电源方案

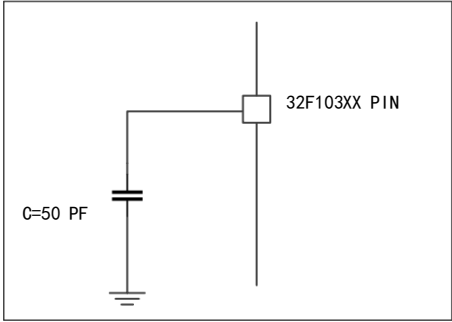
电源方案



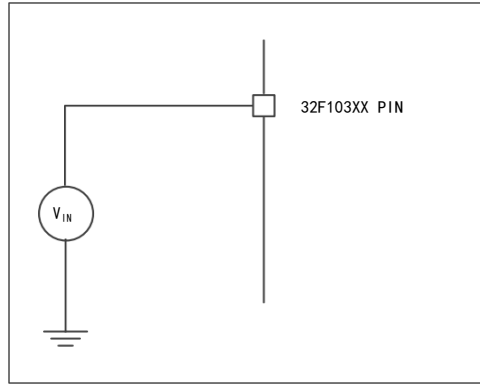
注意：4.7 $\mu\text{F}$  电容必须与 VDD\_3 连接。

5.1.5 负载电容

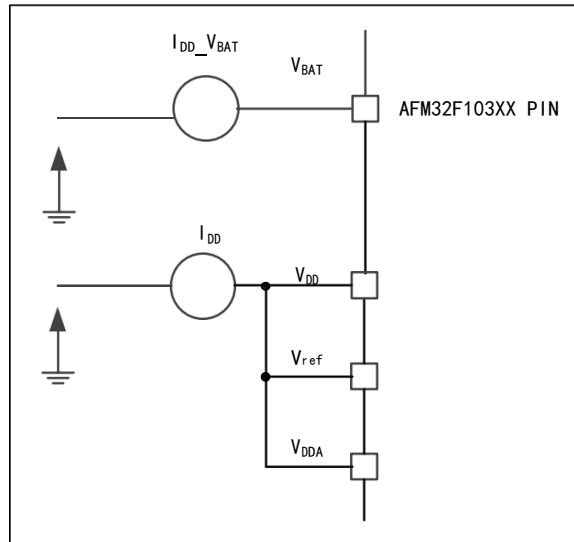
测量引脚参数时的负载条件



### 引脚输入电压测量方案



### 电流消耗测量方案



## 5.2 通用工作条件下的测试

表格 11 通用工作条件

| 符号              | 参数                | 条件                    | 最小值 | 最大值 | 单位  |
|-----------------|-------------------|-----------------------|-----|-----|-----|
| $f_{HCLK}$      | 内部 AHB 时钟频率       | -                     | 0   | 96  | MHz |
| $f_{PCLK1}$     | 内部 APB1 时钟频率      | -                     | 0   | 48  |     |
| $f_{PCLK2}$     | 内部 APB2 时钟频率      | -                     | 0   | 96  |     |
| $V_{DD}$        | 标准工作电压            | -                     | 2   | 3.6 | V   |
| $V_{DDA}^{(1)}$ | 模拟部分工作电压(未使用 ADC) | 必须与 $V_{DD}^{(2)}$ 相同 | 2   | 3.6 | V   |
|                 | 模拟部分工作电压(使用 ADC)  |                       | 2.4 | 3.6 |     |
| $V_{BAT}$       | 备份部分工作电压          | -                     | 1.6 | 3.6 | V   |
| $T_A$           | 环境温度(温度标号 6)      | 最大功率耗散                | -40 | 85  | °C  |

| 符号             | 参数           | 条件     | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|----------------|--------------|--------|-----|-----|----|
|                | 环境温度(温度标号 7) | 最大功率耗散 | -40 | 105 | ℃  |
| T <sub>J</sub> | 结温度范围        | -      | -40 | 150 | ℃  |

1. 当使用 ADC 时，参见 5.12.1 节。
2. 在上电和正常操作期间，建议使用相同的电源为VDD和VDDA供电， 要求VDD 和VDDA之间最多相差300mV。

## 5.3 绝对最大额定值

器件上的载荷如果超过绝对最大额定值，可能会导致器件永久性的损坏。这里只是给出能承受的最大载荷，不保证在此条件下器件的功能运行正常。

### 5.3.1 最大温度特性

温度特性

| 符号               | 描述     | 数值         | 单位 |
|------------------|--------|------------|----|
| T <sub>STG</sub> | 储存温度范围 | -55 ~ +150 | ℃  |
| T <sub>J</sub>   | 最大结温度  | 150        | ℃  |

### 5.3.2 最大额定电压特性

表格 13 最大额定电压特性

| 符号                                  | 描述                                                             | 最小值                  | 最大值                   | 单位 |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|----|
| V <sub>DD</sub> - V <sub>SS</sub>   | 外部主供电电压(包含 V <sub>DDA</sub> 和 V <sub>DD</sub> ) <sup>(1)</sup> | -0.3                 | 4.0                   | V  |
| V <sub>IN</sub>                     | 在支持 5V 的引脚上的输入电压 <sup>(2)</sup>                                | V <sub>SS</sub> -0.3 | 5.5                   |    |
|                                     | 在其它引脚上的输入电压 <sup>(2)</sup>                                     | V <sub>SS</sub> -0.3 | V <sub>DD</sub> + 0.3 |    |
| V <sub>DDx</sub> - V <sub>DDy</sub> | 不同供电引脚之间的电压差                                                   |                      | 50                    | mV |
| V <sub>SSx</sub> - V <sub>SSy</sub> | 不同接地引脚之间的电压差                                                   |                      | 50                    |    |

1. 所有的电源(V<sub>DD</sub>, V<sub>DDA</sub>)和地(V<sub>SS</sub>, V<sub>SSA</sub>)必须始终在允许范围内。
2. 如果 V<sub>IN</sub> 超过最大值，必须在外部限制 I<sub>INJ</sub>(PIN)不超过其最大值。当 V<sub>IN</sub>>V<sub>DD</sub>时，电流流入引脚；当 V<sub>IN</sub><V<sub>SS</sub>时，电流流出引脚。



### 5.3.3 最大额定电流特性

最大额定电流特性

| 符号                          | 描述                                               | 最大值 | 单位 |
|-----------------------------|--------------------------------------------------|-----|----|
| $I_{VDD}$                   | 经过 $V_{DD}/V_{DDA}$ 电源线的总电流(供应电流) <sup>(1)</sup> | 150 | mA |
| $I_{VSS}$                   | 经过 $V_{SS}$ 地线的总电流(流出电流) <sup>(1)</sup>          | 150 |    |
| $I_{IO}$                    | 任意 I/O 和控制引脚上的灌电流                                | 25  |    |
|                             | 任意 I/O 和控制引脚上的拉电流                                | -25 |    |
| $I_{INJ(PIN)}^{(2)(3)}$     | NRST 引脚的注入电流                                     | ±5  |    |
|                             | HSECLK 的 OSC_IN 引脚和 LSECLK 的 OSC_IN 引脚的注入电流      | ±5  |    |
|                             | 其他引脚的注入电流 <sup>(4)</sup>                         | ±5  |    |
| $\Sigma I_{INJ(PIN)}^{(2)}$ | 所有 I/O 和控制引脚上的总注入电流 <sup>(4)</sup>               | ±25 |    |

1. 所有的电源( $V_{DD}$ ,  $V_{DDA}$ )和地( $V_{SS}$ ,  $V_{SSA}$ )必须始终在允许范围内。
2. 如果  $V_{IN}$  超过最大值, 必须在外部限制  $I_{INJ(PIN)}$  不超过其最大值。当  $V_{IN} > V_{DD}$  时, 电流流入引脚; 当  $V_{IN} < V_{SS}$  时, 电流流出引脚。
3. 流出电流会干扰 ADC 的模拟性能。
4. 当几个 I/O 口同时有注入电流时,  $\Sigma I_{INJ(PIN)}$  的最大值为流入电流与流出电流的即时绝对值之和。

### 5.3.4 静电放电 (ESD)

静电放电实施方法是一个正的脉冲然后间隔一秒钟后一个负的脉冲, 样片的所有引脚都要测, 样品的大小与芯片上供电引脚数目有关(3片  $x(n+1)$  供电引脚)。这个测试符合 JS-001-2017/JS-002-2018 标准。

静电放电

| 符号             | 参数             | 条件                                            | 最大值 <sup>(1)</sup> | 单位 |
|----------------|----------------|-----------------------------------------------|--------------------|----|
| $V_{ESD(HBM)}$ | 静电放电电压(人体模型)   | $T_A = +25^\circ\text{C}$ , 符合 JS-001-2017 3A | 4000               | V  |
| $V_{ESD(CDM)}$ | 静电放电电压(充电设备模型) | $T_A = +25^\circ\text{C}$ , 符合 JS-002-2018    | 1000               |    |

注: 由第三方测试机构测试, 不在生产中测试。

### 5.3.5 静态栓锁 (LU)

当运行一个简单的而应用时(通过 I/O 端口控制 2 个 LED 闪烁), 测试样品是被假电磁干扰直到产生错误, LED 闪烁指示错误的产生为了评估栓锁性能, 需要在 6 个样品上进行 2 个互补的静态栓锁测试:

- 为每个电源引脚, 提供超过极限的供电电压。

- 在每个输入、输出和可配置的I/O引脚上注入电流。

这个测试符合 EIA/JESD78E 集成电路栓锁标准。

静态栓锁

| 符号 | 参数    | 条件                                   | 类型    |
|----|-------|--------------------------------------|-------|
| LU | 静态栓锁类 | T <sub>A</sub> =105℃, 符合 EIA/JESD78E | II类 A |

注：由第三方测试机构测试，不在生产中测试。

## 5.4 存储器

### 5.4.1 Flash 特性

存储器特性

| 符号                 | 参数           | 条件                                                     | 最小值   | 典型值  | 最大值  | 单位     |
|--------------------|--------------|--------------------------------------------------------|-------|------|------|--------|
| t <sub>prog</sub>  | 16 位编程时间     | T <sub>A</sub> = -40~105℃<br>V <sub>DD</sub> =2.4~3.6V | 32.2  | 33.2 | 35.2 | μs     |
| t <sub>ERASE</sub> | 页(1K 字节)擦除时间 | T <sub>A</sub> = -40~105℃<br>V <sub>DD</sub> =2.4~3.6V | 1.34  | 1.38 | 1.50 | ms     |
| t <sub>ME</sub>    | 整片擦除时间       | T <sub>A</sub> = 25℃<br>V <sub>DD</sub> =3.3V          | -     | -    | 6.5  | ms     |
| V <sub>prog</sub>  | 编程电压         | T <sub>A</sub> = -40~105℃                              | 2.0   | 3.3  | 3.6  | V      |
| t <sub>RET</sub>   | 数据保存时间       | T <sub>A</sub> = 125℃                                  | 10.77 | -    | -    | years  |
| N <sub>RW</sub>    | 擦写周期         | T <sub>A</sub> = 85℃                                   | 100K  | -    | -    | cycles |

注：由综合评估得出，不在生产中测试。

## 5.5 时钟

### 5.5.1 外部时钟源特性

#### 5.5.1.1 晶体/陶瓷谐振器产生的高速外部时钟

高速外部时钟(HSECLK)可以使用一个 4~16 MHz 的晶体/陶瓷谐振器产生。下表给出了评估的外部器件情况在应用中，谐振器和负载电容必须尽可能地靠近振荡器的引脚，以减小失真和启动的稳定时间。晶体谐振器的详细参数(频率、封装、精度等)，请咨询相应的生产厂商。

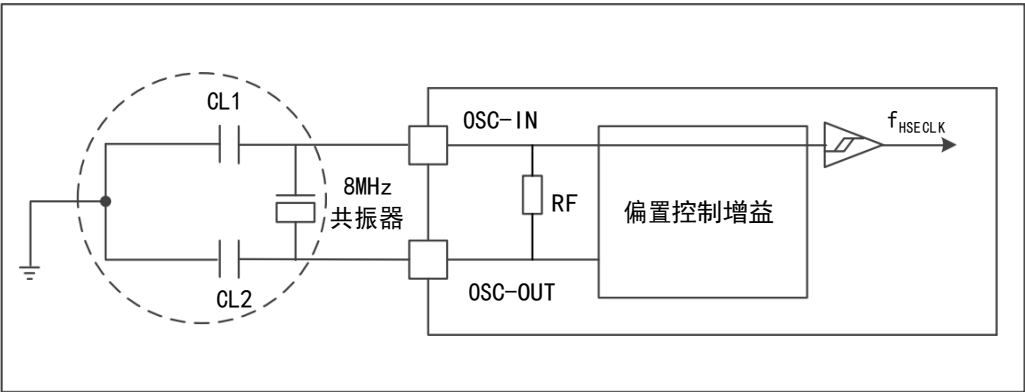
振荡器特性

| 符号                   | 参数       | 条件             | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|----------------------|----------|----------------|-----|-----|-----|-----|
| f <sub>OSC_IN</sub>  | 振荡器频率    | -              | 4   | 8   | 16  | MHz |
| R <sub>F</sub>       | 反馈电阻     | -              | -   | 400 | -   | kΩ  |
| C <sub>L1&amp;</sub> | 建议的负载电容与 | R <sub>S</sub> | -   | 30  | -   | pF  |

| $C_{L2}^{(3)}$         | 对应的晶体串行阻抗( $R_S$ ) <sup>(4)</sup> |                                               |    |      |     |      |
|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|----|------|-----|------|
| $i_2$                  | HSECLK 驱动电流                       | $V_{DD}=3.3V$ ,<br>$V_{IN}=V_{SS}$<br>30pF 负载 | -  | -    | 1.1 | mA   |
| $g_m$                  | 振荡器的跨导                            | 启动                                            | 25 | -    | -   | mA/V |
| $t_{SU(HSECLK)}^{(5)}$ | 启动时间                              | $V_{DD}$ 是稳定的                                 | -  | 1.33 | -   | ms   |

1. 谐振器的特性参数来自晶体/陶瓷谐振器制造商。
2. 上述是综合评估得出。
3. 推荐  $C_{L1}$  和  $C_{L2}$ ，采用高质量的、为高频应用而设计的(典型值为)5pF~25pF 之间的瓷介电容器，选择符合晶体或谐振器要求的电容值。通常  $C_{L1}$  和  $C_{L2}$  具有相同参数。晶体制造商通常给出的负载电容参数是以  $C_{L1}$  和  $C_{L2}$  的串行组合值。在选择  $C_{L1}$  和  $C_{L2}$  时，要考虑 PCB 和 MCU 引脚的容抗 (通常电容按 10pF 估计)。
4. 潮湿环境下使用时应使用相对低的  $R_F$  电阻值。然而，如果 MCU 是应用在恶劣的潮湿环境里，设计时需要注意防护。
5.  $t_{SU(HSECLK)}$  是启动时间，定义从软件使能 HSECLK 开始，直至得到稳定的 8MHz 振荡这段时间。这个数值是使用标准的晶体谐振器测量得到的，它会因晶体制造商的不同而变化较大。

使用8MHz晶体的典型应用



### 5.5.1.2 晶体/陶瓷谐振器产生的低速外部时钟

低速外部时钟(LSECLK)可以使用一个 32.768 kHz 的晶体/陶瓷谐振器产生。下表给出了评估的外部器件情况在应用中，谐振器和负载电容必须尽可能地靠近振荡器的引脚，以减小失真和启动的稳定时间。晶体谐振器的详细参数(频率、封装、精度等)，请咨询相应的生产厂商

振荡器特性

| 符号                        | 参数                                        | 条件    | 最小值 | 典型值    | 最大值 | 单元  |
|---------------------------|-------------------------------------------|-------|-----|--------|-----|-----|
| $f_{OSC\_IN}$             | 振荡器频率                                     | -     | -   | 32.768 | -   | KHz |
| $R_F$                     | 反馈电阻                                      | -     | -   | 2      | -   | MΩ  |
| $C_{L1}$ & $C_{L2}^{(2)}$ | 建议的负载电容与对应的晶体串行阻抗( $R_S$ ) <sup>(3)</sup> | $R_S$ | -   | -      | 15  | pF  |

|                                        |             |                                                         |   |      |     |    |
|----------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------|---|------|-----|----|
| i <sub>2</sub>                         | LSECLK 驱动电流 | V <sub>DD</sub> =3.3V, V <sub>IN</sub> =V <sub>SS</sub> | - | -    | 0.1 | μA |
| t <sub>SU(LSECLK)</sub> <sup>(4)</sup> | 启动时间        | V <sub>DD</sub> 是稳定的                                    | - | 2.03 | -   | s  |

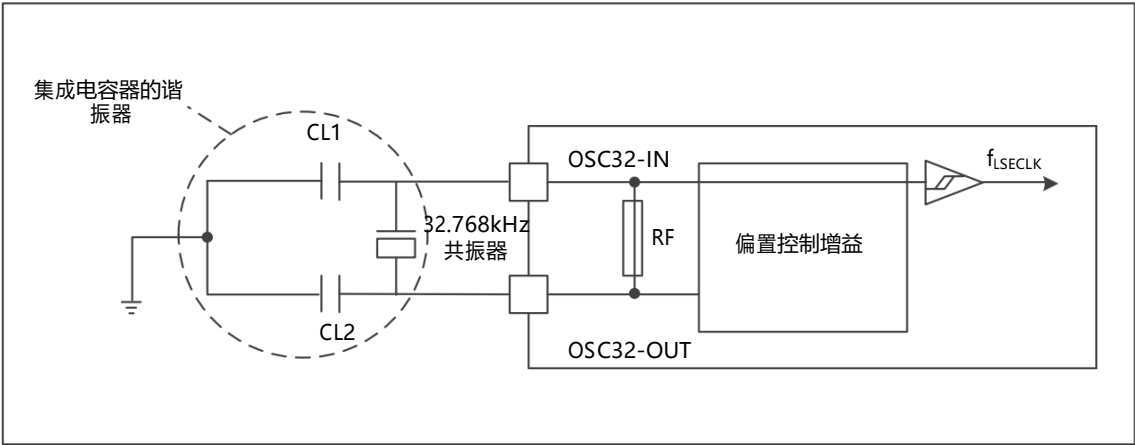
1. 此表是评估表。
2. 参见提示和警告段落。
3. 较小 R<sub>s</sub> 值的高质量振荡器(如 MSIV-TIN32.768kHz)可以优化电流消耗。详情请咨询晶体制造商。
4. t<sub>SU(HSECLK)</sub>是启动时间，定义从软件使能 LSECLK 开始，直至得到稳定的 32.768kHz 振荡这段时间。这个数值是使用标准的晶体谐振器测量得到的，它会因晶体制造商的不同而变化较大。

**提示：** 建议CL1和CL2，选用高质量的5pF~15pF之间的瓷介电容器，选择符合晶体或谐振器的要求电容值。通常 C<sub>L1</sub> 和 C<sub>L2</sub> 具有相同参数。晶体制造商通常给出负载电容的参数是 C<sub>L1</sub> 和 C<sub>L2</sub> 的串行组合值。负载电容 C<sub>L</sub> 的计算公式： $C_L = C_{L1} \times C_{L2} / (C_{L1} + C_{L2}) + C_{stray}$ ，其中 C<sub>stray</sub> 是引脚的电容和 PCB 板或 PCB 相关的电容，它通常介于 2pF 至 7pF 之间。

**警告：** 建议使用负载电容 C<sub>L</sub>≤7pF 的谐振器，拒绝使用负载电容为 12.5pF 的谐振器。

例如：如果选择了一个负载电容 C<sub>L</sub>=6pF 的谐振器并且 C<sub>stray</sub>=2pF，则 C<sub>L1</sub>=C<sub>L2</sub>=8pF

使用32.768kHz 的典型应用



## 5.5.2 内部时钟源特性

### 5.5.2.1 高速内部（HSICKLK）振荡器测试

振荡器特性

| 符号                     | 参数             | 条件   |                                                      | 最小值   | 典型值 | 最大值  | 单位  |
|------------------------|----------------|------|------------------------------------------------------|-------|-----|------|-----|
| f <sub>HSICKLK</sub>   | 频率             | -    |                                                      | -     | 8   | -    | MHz |
| ACC <sub>HSICKLK</sub> | HSICKLK 振荡器的精度 | 工厂校准 | T <sub>A</sub> =25℃<br>V <sub>DD</sub> = 3.3V        | 1     | -   | 1    | %   |
|                        |                |      | T <sub>A</sub> =-40~105℃<br>V <sub>DD</sub> = 2-3.6V | -2.63 | -   | 3.56 | %   |
|                        |                |      | T <sub>A</sub> =25℃<br>V <sub>DD</sub> = 2-3.6V      | -0.88 | -   | 3.28 | %   |

| 符号               | 参数             | 条件                                           | 最小值  | 典型值 | 最大值  | 单位      |
|------------------|----------------|----------------------------------------------|------|-----|------|---------|
|                  |                | 用户校准                                         | -1   | -   | 1    | %       |
| $t_{SU}(HSICKL)$ | HSICKL 振荡器启动时间 | $V_{DD} = 3.3V$ $T_A = -40\sim 105^{\circ}C$ | 1.03 | -   | 1.24 | $\mu s$ |
| $I_{DD}(HSICKL)$ | HSICKL 振荡器功耗   | $V_{DD} = 3.6V$ $T_A = -40\sim 105^{\circ}C$ | -    | -   | 120  | A       |

注：由综合评估得出，不在生产中测试。

### 5.5.2.2 低速内部（LSICKL）RC 振荡器

振荡器特性

| 符号               | 参数                                                               | 最小值 | 典型值  | 最大值 | 单位      |
|------------------|------------------------------------------------------------------|-----|------|-----|---------|
| $f_{LSICKL}$     | 频率（ $V_{DD} = 2-3.6V$ , $T_A = -40\sim 105^{\circ}C$ ）           | 30  | 40   | 50  | KHz     |
| $t_{SU}(LSICKL)$ | LSICKL 振荡器启动时间（ $V_{DD} = 3.3V$ , $T_A = -40\sim 105^{\circ}C$ ） | -   | -    | 60  | $\mu s$ |
| $I_{DD}(LSICKL)$ | LSICKL 振荡器功耗（ $V_{DD} = 3.6V$ , $T_A = -40\sim 105^{\circ}C$ ）   | -   | 0.65 | 1.2 | A       |

注：由综合评估得出，不在生产中测试。

### 5.5.3 PLL 特性

| 符号             | 参数                                                               | 数值  |     |                    | 单位      |
|----------------|------------------------------------------------------------------|-----|-----|--------------------|---------|
|                |                                                                  | 最小值 | 典型值 | 最大值 <sup>(1)</sup> |         |
| $f_{PLL\_IN}$  | PLL 输入时钟 <sup>(2)</sup>                                          | 2   | 8   | 25                 | MHz     |
|                | PLL 输入时钟占空比                                                      | 40  | -   | 60                 | %       |
| $f_{PLL\_OUT}$ | PLL 倍频输出时钟<br>( $V_{DD} = 3.3V$ , $T_A = -40\sim 105^{\circ}C$ ) | 16  | -   | 96                 | MHz     |
| $t_{LOCK}$     | PLL 锁相时间                                                         | -   | -   | 105                | $\mu s$ |

1. 由综合评估得出，不在生产中测试。
2. 注意使用合适的倍频系数，从而使 PLL 输入时钟频率与由  $f_{PLL\_OUT}$  确定的范围相一致。

## 5.6 电源与电源管理

### 5.6.1 内嵌复位和电源控制模块特性测试

内嵌复位和电源控制模块特性 ( $T_A = 25^{\circ}C$ ) ( $-40^{\circ}C \sim 105^{\circ}C$ )

| 符号              | 参数     | 条件                | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位 |
|-----------------|--------|-------------------|------|------|------|----|
| $V_{PVD}^{(3)}$ | 可编程的电压 | PLS[2:0]=000 (上升) | 2.17 | 2.20 | 2.24 | V  |

| 符号                                  | 参数                     | 条件                      | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单 位 |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|------|------|------|-----|
|                                     | 检测器的电平<br>选择           | 沿 )                     |      |      |      |     |
|                                     |                        | PLS[2:0]=000 (下降<br>沿 ) | 2.07 | 2.10 | 2.12 | V   |
|                                     |                        | PLS[2:0]=001 (上升<br>沿 ) | 2.28 | 2.30 | 2.32 | V   |
|                                     |                        | PLS[2:0]=001 (下降<br>沿 ) | 2.16 | 2.20 | 2.22 | V   |
|                                     |                        | PLS[2:0]=010 (上升<br>沿 ) | 2.38 | 2.41 | 2.44 | V   |
|                                     |                        | PLS[2:0]=010 (下降<br>沿 ) | 2.27 | 2.30 | 2.32 | V   |
|                                     |                        | PLS[2:0]=011 (上升沿 )     | 2.47 | 2.51 | 2.54 | V   |
|                                     |                        | PLS[2:0]=011 (下降沿 )     | 2.37 | 2.40 | 2.46 | V   |
| V <sub>PVD</sub> <sup>(3)</sup>     | 可编程的电压<br>检测器的电平<br>选择 | PLS[2:0]=100 (上升<br>沿 ) | 2.57 | 2.60 | 2.63 | V   |
|                                     |                        | PLS[2:0]=100 (下降<br>沿 ) | 2.46 | 2.50 | 2.58 | V   |
|                                     |                        | PLS[2:0]=101 (上升<br>沿 ) | 2.66 | 2.71 | 2.74 | V   |
|                                     |                        | PLS[2:0]=101 (下降<br>沿 ) | 2.56 | 2.61 | 2.69 | V   |
|                                     |                        | PLS[2:0]=110 (上升沿 )     | 2.77 | 2.81 | 2.86 | V   |
|                                     |                        | PLS[2:0]=110 (下降沿 )     | 2.65 | 2.70 | 2.8  | V   |
|                                     |                        | PLS[2:0]=111 (上升沿)      | 2.86 | 2.91 | 2.92 | V   |
|                                     |                        | PLS[2:0]=111 (下降沿)      | 2.76 | 2.80 | 2.83 | V   |
| V <sub>PVDhyst</sub> <sup>(2)</sup> | PVD迟滞                  | -                       | -    | 107  | -    | mV  |
| V <sub>POR/PDR</sub>                | 上电/掉电复<br>位阈值          | 下降沿                     |      | 1.87 | 1.88 | V   |
|                                     |                        | 上升沿                     | 1.92 | 1.94 | 1.96 | V   |
| V <sub>PDRhyst</sub> <sup>(2)</sup> | PDR迟滞                  | -                       | -    | 50   | -    | mV  |
| T <sub>RSTTEMPO</sub>               | 复位持续时间                 | -                       | 0.9  | -    | 2.4  | ms  |

1. 产品的特性由设计保证至最小的数值 V<sub>POR/PDR</sub>。
2. 由设计保证，不在生产中测试。
3. 由综合评估得出，不在生产中测试。

# 5.7 功耗

## 5.7.1 功耗测试环境

- (1) 执行 Dhrystone2.1, 编译环境为 Keil.V5, 编译优化等级为 L3 条件下测得的。
- (2) 所有的 I/O 引脚都处于模拟输入模式, 并连接到一个静态电平上  $V_{DD}$  或  $V_{SS}$  (无负载)
- (3) 除非特别说明, 所有的外设都关闭
- (4) Flash 等待周期的设置与  $f_{HCLK}$  的关系:
  - 0~24MHz: 0 个等待周期
  - 24~48MHz: 1 个等待周期
  - 48~72MHz: 2 个等待周期
  - 72~96MHz: 3 个等待周期
- (5) 开启指令预取功能 (提示: 设置必须在时钟设置和总线分频前进行)
- (6) 当外设开启时:  $f_{PCLK1}=f_{HCLK}/2$ ,  $f_{PCLK2}=f_{HCLK}$

## 5.7.2 运行模式功耗

数据处理代码从FLASH中运行, 运行模式的功耗

| 参数     | 条件                           | $f_{HCLK}$ | 典型值 <sup>(1)</sup>                |              | 最大值 <sup>(1)</sup>                 |              |
|--------|------------------------------|------------|-----------------------------------|--------------|------------------------------------|--------------|
|        |                              |            | $T_A=25^{\circ}C$ , $V_{DD}=3.3V$ |              | $T_A=105^{\circ}C$ , $V_{DD}=3.6V$ |              |
|        |                              |            | $I_{DDA}$                         | $I_{DD}(mA)$ | $I_{DDA}$                          | $I_{DD}(mA)$ |
| 运行模式功耗 | 外部时钟 <sup>(2)</sup> , 使能所有外设 | 96MHz      | 206.26                            | 30.47        | 247.93                             | 35.64        |
|        |                              | 72MHz      | 131.44                            | 25.26        | 155.42                             | 25.36        |
|        |                              | 48MHz      | 97.02                             | 17.99        | 119.82                             | 20.82        |
|        |                              | 36MHz      | 73.59                             | 13.79        | 95.39                              | 15.68        |
|        |                              | 24MHz      | 54.06                             | 9.89         | 74.46                              | 11.54        |
|        |                              | 16MHz      | 42.85                             | 6.82         | 62.58                              | 8.14         |
|        |                              | 8MHz       | 2.66                              | 3.64         | 5.8                                | 4.61         |
|        | 外部时钟 <sup>(2)</sup> , 关闭所有外设 | 96MHz      | 205.98                            | 20.02        | 242.41                             | 22.74        |
|        |                              | 72MHz      | 130.91                            | 14.99        | 153.66                             | 16.74        |
|        |                              | 48MHz      | 96.92                             | 12.67        | 114.87                             | 14.33        |
|        |                              | 36MHz      | 73.54                             | 9.69         | 89.39                              | 11.05        |
|        |                              | 24MHz      | 54.06                             | 7.21         | 68.85                              | 8.45         |
|        |                              | 16MHz      | 42.85                             | 5.06         | 57.38                              | 6.11         |
|        |                              | 8MHz       | 2.66                              | 2.75         | 5.68                               | 3.63         |

1. 由综合评估得出, 不在生产中测试。
2. 外部时钟为 8MHz, 当  $f_{HCLK}>8MHz$  时, 开启 PLL。

数据处理代码从RAM中运行，运行模式的功耗

| 参数     | 条件                          | f <sub>HCLK</sub> | 典型值 <sup>(1)</sup>                        |                      | 最大值 <sup>(1)</sup>                         |                      |
|--------|-----------------------------|-------------------|-------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|----------------------|
|        |                             |                   | T <sub>A</sub> =25℃，V <sub>DD</sub> =3.3V |                      | T <sub>A</sub> =105℃，V <sub>DD</sub> =3.6V |                      |
|        |                             |                   | I <sub>DDA</sub>                          | I <sub>DD</sub> (mA) | I <sub>DDA</sub>                           | I <sub>DD</sub> (mA) |
| 运行模式功耗 | 外部时钟 <sup>(2)</sup> ，使能所有外设 | 96MHz             | 206.68                                    | 29.97                | 250.48                                     | 59.83                |
|        |                             | 72MHz             | 131.66                                    | 20.61                | 161.87                                     | 24.58                |
|        |                             | 48MHz             | 97.59                                     | 15.71                | 122.43                                     | 67.9                 |
|        |                             | 36MHz             | 74.15                                     | 11.95                | 96.93                                      | 14.16                |
|        |                             | 24MHz             | 54.80                                     | 8.36                 | 72.68                                      | 9.93                 |
|        |                             | 16MHz             | 43.44                                     | 5.68                 | 60.53                                      | 6.97                 |
|        |                             | 8MHz              | 2.63                                      | 3.07                 | 11                                         | 3.96                 |
|        | 外部时钟 <sup>(2)</sup> ，关闭所有外设 | 96MHz             | 183.81                                    | 22.82                | 245.72                                     | 27.37                |
|        |                             | 72MHz             | 117.42                                    | 17.14                | 159.32                                     | 18.66                |
|        |                             | 48MHz             | 96.67                                     | 10.45                | 119.9                                      | 14.42                |
|        |                             | 36MHz             | 73.502                                    | 8.02                 | 93.38                                      | 11.25                |
|        |                             | 24MHz             | 54.12                                     | 5.61                 | 72.03                                      | 8.06                 |
|        |                             | 16MHz             | 43.17                                     | 3.98                 | 59.51                                      | 6.01                 |
|        |                             | 8MHz              | 2.65                                      | 2.28                 | 12.95                                      | 3.81                 |

1. 由综合评估得出，不在生产中测试。
2. 外部时钟为 8MHz，当 f<sub>HCLK</sub>>8MHz 时，开启 PLL。

### 5.7.3 睡眠模式功耗

代码从FLASH或RAM中运行，睡眠模式下的功耗

| 参数     | 条件                          | f <sub>HCLK</sub> | 典型值 <sup>(1)</sup>                        |                      | 最大值 <sup>(1)</sup>                         |                      |
|--------|-----------------------------|-------------------|-------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|----------------------|
|        |                             |                   | T <sub>A</sub> =25℃，V <sub>DD</sub> =3.3V |                      | T <sub>A</sub> =105℃，V <sub>DD</sub> =3.6V |                      |
|        |                             |                   | I <sub>DDA</sub>                          | I <sub>DD</sub> (mA) | I <sub>DDA</sub>                           | I <sub>DD</sub> (mA) |
| 睡眠模式功耗 | 外部时钟 <sup>(2)</sup> ，使能所有外设 | 96 MHz            | 205.89                                    | 18.77                | 242.73                                     | 20.99                |
|        |                             | 72MHz             | 130.77                                    | 12.92                | 153.78                                     | 14.38                |
|        |                             | 48MHz             | 96.77                                     | 9.93                 | 114.87                                     | 10.97                |
|        |                             | 36MHz             | 73.42                                     | 7.68                 | 89.42                                      | 9.69                 |
|        |                             | 24MHz             | 53.85                                     | 5.36                 | 68.74                                      | 6.14                 |
|        |                             | 16MHz             | 42.64                                     | 3.83                 | 57.25                                      | 4.57                 |
|        |                             | 8MHz              | 2.65                                      | 2.12                 | 5.7                                        | 2.84                 |
|        | 外部时钟 <sup>(2)</sup> ，关闭所有外设 | 96 MHz            | 205.62                                    | 7.13                 | 242.64                                     | 8.17                 |
|        |                             | 72MHz             | 130.66                                    | 5.02                 | 153.71                                     | 5.91                 |



| 参数 | 条件 | f <sub>HCLK</sub> | 典型值 <sup>(1)</sup>                         |                      | 最大值 <sup>(1)</sup>                          |                      |
|----|----|-------------------|--------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------|----------------------|
|    |    |                   | T <sub>A</sub> =25℃, V <sub>DD</sub> =3.3V |                      | T <sub>A</sub> =105℃, V <sub>DD</sub> =3.6V |                      |
|    |    |                   | I <sub>DDA</sub>                           | I <sub>DD</sub> (mA) | I <sub>DDA</sub>                            | I <sub>DD</sub> (mA) |
|    |    | 48MHz             | 96.68                                      | 3.95                 | 114.84                                      | 4.76                 |
|    |    | 36MHz             | 73.36                                      | 3.14                 | 89.36                                       | 3.89                 |
|    |    | 24MHz             | 53.82                                      | 2.34                 | 68.73                                       | 3.08                 |
|    |    | 16MHz             | 42.61                                      | 1.8                  | 57.25                                       | 2.52                 |
|    |    | 8MHz              | 2.65                                       | 1.16                 | 5.71                                        | 1.83                 |

1. 由综合评估得出，不在生产中测试。
2. 外部时钟为 8MHz，当 f<sub>HCLK</sub>>8MHz 时，开启 PLL。

### 5.7.4 停机模式功耗

停机模式功耗

| 条件     |                                                 | 典型值 <sup>(1)</sup> , (T <sub>A</sub> =25°C) |                         |                          |                         |                          |                         | 最大值 <sup>(1)</sup> ,<br>(V <sub>DD</sub> =3.6V) |                         |
|--------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|
|        |                                                 | V <sub>DD</sub> =2.4V                       |                         | V <sub>DD</sub> =3.3V    |                         | V <sub>DD</sub> =3.6V    |                         | T <sub>A</sub> =105°C                           |                         |
|        |                                                 | I <sub>DDA</sub><br>(μA)                    | I <sub>DD</sub><br>(μA) | I <sub>DDA</sub><br>(μA) | I <sub>DD</sub><br>(μA) | I <sub>DDA</sub><br>(μA) | I <sub>DD</sub><br>(μA) | I <sub>DDA</sub><br>(μA)                        | I <sub>DD</sub><br>(μA) |
| 停机模式功耗 | 调压器处于运行模式, 低速和高速内部 RC 振荡器和高速振荡器处于关闭状态(没有独立看门狗)  | 2.12                                        | 20.57                   | 2.65                     | 20.8                    | 2.86                     | 22.06                   | 4.51                                            | 237.81                  |
|        | 调压器处于低功耗模式, 低速和高速内部 RC 振荡器和高速振荡器处于关闭状态(没有独立看门狗) | 2.12                                        | 8.27                    | 2.65                     | 8.48                    | -                        | 13.6                    | -                                               | 79.18                   |

注: 由综合评估得出, 不在生产中测试。

### 5.7.5 待机模式功耗

待机模式功耗

| 条件     |                                            | 典型值 <sup>(1)</sup> , (T <sub>A</sub> =25°C) |                         |                          |                         |                          |                         | 最大值 <sup>(1)</sup> ,<br>(V <sub>DD</sub> =3.6V) |                         |
|--------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|
|        |                                            | V <sub>DD</sub> =2.4V                       |                         | V <sub>DD</sub> =3.3V    |                         | V <sub>DD</sub> =3.6V    |                         | T <sub>A</sub> =105°C                           |                         |
|        |                                            | I <sub>DDA</sub><br>(μA)                    | I <sub>DD</sub><br>(μA) | I <sub>DDA</sub><br>(μA) | I <sub>DD</sub><br>(μA) | I <sub>DDA</sub><br>(μA) | I <sub>DD</sub><br>(μA) | I <sub>DDA</sub><br>(μA)                        | I <sub>DD</sub><br>(μA) |
| 待机模式功耗 | 低速内部 RC 振荡器和独立看门狗处于开启状态                    | 2.32                                        | 0.36                    | 2.98                     | 0.73                    | 3.25                     | 0.93                    | 4.23                                            | 12.4                    |
|        | 低速内部 RC 振荡器处于开启状态, 独立看门狗处于关闭状态             | 2.32                                        | 0.25                    | 2.98                     | 0.52                    | 3.24                     | 0.73                    | 4.23                                            | 12.2                    |
|        | 低速内部 RC 振荡器和独立看门狗处于关闭状态, 低速振荡器和 RTC 处于关闭状态 | 1.97                                        | 0.07                    | 2.49                     | 0.08                    | 2.69                     | 0.17                    | 3.69                                            | 11.55                   |

注: 由综合评估得出, 不在生产中测试。

### 5.7.6 外设功耗

外设功耗 = 使能该外设时钟的电流 - 禁止该外设的时钟的电流。

外设功耗

| 参数   | 外设     | 典型值 <sup>(1)</sup> T <sub>A</sub> =25℃, V <sub>DD</sub> =3.3V | 单位 |
|------|--------|---------------------------------------------------------------|----|
| AHB  | DMA1   | 0.29                                                          | mA |
|      | CRC    | 0.28                                                          |    |
| APB1 | TMR2   | 0.42                                                          |    |
|      | TMR3   | 0.48                                                          |    |
|      | TMR4   | 0.55                                                          |    |
|      | WWDT   | 0.17                                                          |    |
|      | IWDT   | 0.29                                                          |    |
|      | SPI2   | 0.23                                                          |    |
|      | USART2 | 0.39                                                          |    |
|      | USART3 | 0.43                                                          |    |
|      | I2C1   | 0.35                                                          |    |
|      | I2C2   | 0.43                                                          |    |
|      | USB    | 0.74                                                          |    |
|      | CAN1   | 0.49                                                          |    |
|      | CAN2   | 0.40                                                          |    |
|      | BAKPR  | 0.28                                                          |    |
|      | PMU    | 0.46                                                          |    |
| APB2 | GPIOA  | 0.28                                                          |    |
|      | GPIOB  | 0.28                                                          |    |
|      | GPIOC  | 0.31                                                          |    |
|      | GPIOD  | 0.41                                                          |    |
|      | GPIOE  | 0.31                                                          |    |
|      | ADC1   | 0.66                                                          |    |
|      | ADC2   | 0.62                                                          |    |
|      | TMR1   | 0.71                                                          |    |
|      | SPI1   | 0.33                                                          |    |
|      | USART1 | 0.53                                                          |    |

注：由综合评估得出，不在生产中测试。

### 5.7.7 备份域功耗

功耗

| 符号                   | 参数            | 条件                   | 典型值 <sup>(1)</sup> , T <sub>A</sub> =25°C |                        |                        | 最大值 <sup>(1)</sup> , V <sub>BAT</sub> =3.6V |                       | 单位 |
|----------------------|---------------|----------------------|-------------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|----|
|                      |               |                      | V <sub>BAT</sub> =2.4V                    | V <sub>BAT</sub> =3.3V | V <sub>BAT</sub> =3.6V | T <sub>A</sub> =85°C                        | T <sub>A</sub> =105°C | μA |
| I <sub>DD_VBAT</sub> | 备份区域的<br>供应电流 | 低速振荡器和 RTC<br>处于开启状态 | 1.03                                      | 1.34                   | 1.47                   | 3.31                                        | 4.95                  |    |

注：由综合评估得出，不在生产中测试。

## 5.8 低功耗模式唤醒时间

表中的时间值都是由一个 8MHz 的 HSICLK 振荡器作唤醒时钟源，并在其唤醒阶段测得的。唤醒时使用的时钟源由当前的工作模式确定：

- 停机或待机模式：时钟源是 RC 振荡器
- 睡眠模式：时钟源是进入睡眠模式时所设置的时钟

低功耗模式的唤醒时间

| 符号                                  | 参数                 | 典型值   | 单位 |
|-------------------------------------|--------------------|-------|----|
| t <sub>WUSLEEP</sub> <sup>(1)</sup> | 从睡眠模式唤醒            | 0.56  | μs |
| t <sub>WUSTOP</sub> <sup>(1)</sup>  | 从停机模式唤醒(调压器处于运行模式) | 2.29  | μs |
|                                     | 从停机模式唤醒(调压器为低功耗模式) | 3.66  |    |
| t <sub>WUSTDBY</sub> <sup>(1)</sup> | 从待机模式唤醒            | 32.62 | μs |

3. 唤醒时间的测量是从唤醒事件开始至用户程序读取第一条指令。

## 5.9 I/O 端口特性

直流特性 (T<sub>A</sub>=-40°C~105°C, V<sub>DD</sub>=2.7~3.6V)

| 符号              | 参数                                | 条件      | 最小值  | 典型值 | 最大值                  | 单位 |
|-----------------|-----------------------------------|---------|------|-----|----------------------|----|
| V <sub>IL</sub> | 输入低电平电压                           | TTL 端口  | -0.5 | -   | 0.8                  | V  |
| V <sub>IH</sub> | 标准 I/O 脚, 输入高电平电压                 |         | 2    | -   | V <sub>DD</sub> +0.5 |    |
|                 | FT I/O 脚 <sup>(1)</sup> , 输入高电平电压 |         | 2    | -   | 5.5                  |    |
| V <sub>IL</sub> | 输入低电平电压                           | CMOS 端口 | -0.5 | -   | 0.3V <sub>DD</sub>   |    |

| 符号        | 参数                                   | 条件                                                            | 最小值         | 典型值 | 最大值          | 单位         |
|-----------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------|-----|--------------|------------|
| $V_{IH}$  | 输入高电平电压                              |                                                               | $0.7V_{DD}$ | -   | $V_{DD}+0.5$ |            |
| $V_{hys}$ | 标准 I/O 脚施密特触发器电压迟滞 <sup>(2)</sup>    | -                                                             | 150         | -   | -            | mV         |
|           | 5V 容忍 I/O 脚施密特触发器电压迟滞 <sup>(2)</sup> |                                                               | $5\%V_{DD}$ | -   | -            | mV         |
| $I_{lkg}$ | 输入漏电流 <sup>(3)</sup>                 | $V_{SS} \quad IN \quad DD$<br>标准 I/O 端口                       | -           | -   | $\pm 1$      | $\mu A$    |
|           |                                      | $V_{IN} = 5V$ ,<br>5V 容忍端口,<br>$T_A=25^\circ C$ , $V_{DD}=5V$ | -           | -   | 3            |            |
| $R_{PU}$  | 弱上拉等效电阻 <sup>(4)</sup>               | $V_{IN} = V_{SS}$                                             | 32          | 40  | 49           | k $\Omega$ |
| $R_{PD}$  | 弱下拉等效电阻 <sup>(4)</sup>               | $V_{IN} = V_{DD}$                                             | 32          | 40  | 49           | k $\Omega$ |
| $C_{IO}$  | I/O 引脚的电容                            | -                                                             | -           | 5   | -            | pF         |

1. FT = 5V 容忍, 要想承受高于  $V_{DD}+0.3$  的电压, 内部的上拉或下拉电阻必须关断。
2. 施密特触发器开关电平的迟滞电压由综合评估得出, 不在生产中测试。
3. 如果在相邻引脚有反向电流倒灌, 则漏电流可能高于最大值。
4. 上下拉电阻是设计为一个真正的电阻串联一个可控的 PMOS/NMOS 开关实现。

#### 输出驱动电流测试

GPIO(通用输入/输出端口)正常支持 $\pm 8mA$  电流, 最多支持 $\pm 20mA$  电流 ( $V_{OL}/V_{OH}$ 降低标准)。在应用中, 要限制能够驱动电流的 I/O 的数目, 以保证消耗的电流不能超过绝对最大额定值:

- 所有 I/O 输出的电流总和, 加上 MCU 的最大运行电流, 不能超过绝对最大额定值  $I_{VDD}$ 。
- 所有 I/O 吸收的电流总和, 加上 MCU 最大运行电流, 不能超过绝对最大额定值  $I_{VSS}$ 。

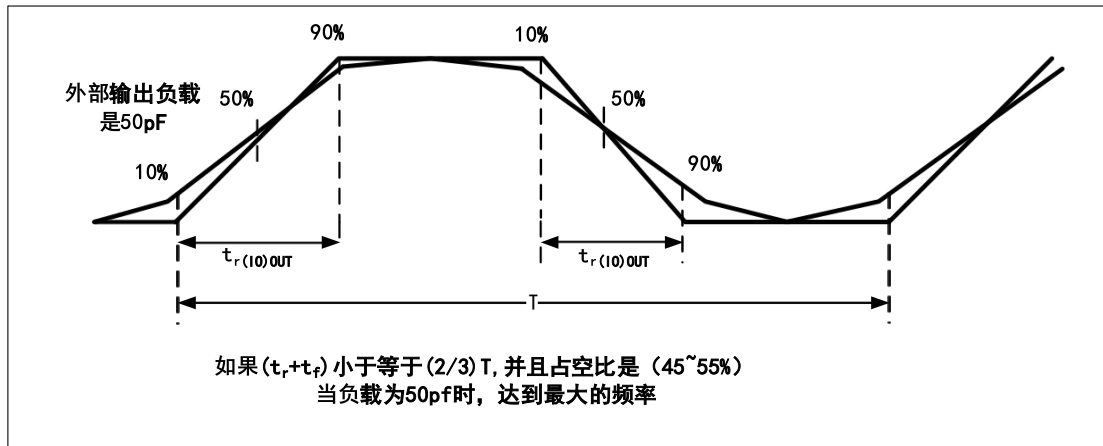
#### 交流特性( $T_A = 25^\circ C$ )

| MODEx[1:0]<br>的配置 | 符号                | 参数                  | 条件                                            | 最小值 | 最大值        | 单位  |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------------------------|-----|------------|-----|
| 1 0<br>(2MHz)     | $f_{max(I/O)out}$ | 最大频率 <sup>(2)</sup> | $C_L = 50 \text{ pF}$ , $V_{DD} = 2\sim 3.6V$ | -   | 2          | MHz |
|                   | $t_{r(I/O)out}$   | 输出高至低电平的下降时间        | $C_L = 50 \text{ pF}$ , $V_{DD} = 2\sim 3.6V$ | -   | $50^{(3)}$ | ns  |
|                   | $t_{r(I/O)out}$   | 输出低至高电平的上升时间        |                                               | -   | $50^{(3)}$ |     |
| 01<br>(10MHz)     | $f_{max(I/O)out}$ | 最大频率 <sup>(2)</sup> | $C_L = 50 \text{ pF}$ , $V_{DD} = 2\sim 3.6V$ | -   | 10         | MHz |
|                   | $t_{r(I/O)out}$   | 输出高至低电平的下降时间        | $C_L = 50 \text{ pF}$ , $V_{DD} = 2\sim 3.6V$ | -   | $24^{(3)}$ | ns  |

| MODEx[1:0]<br>的配置 | 符号                | 参数                  | 条件                                                    | 最小值 | 最大值              | 单位  |
|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------------------------------|-----|------------------|-----|
|                   | $t_{r(I/O)out}$   | 输出低至高电平的<br>上升时间    |                                                       | -   | 23               |     |
| 11<br>(50MHz)     | $f_{max(I/O)out}$ | 最大频率 <sup>(2)</sup> | $C_L = 30\text{ pF}$ , $V_{DD} = 2.7\sim 3.6\text{V}$ | -   | 50               | MHz |
|                   | $t_{f(I/O)out}$   | 输出高至低电平的<br>下降时间    | $C_L = 30\text{ pF}$ , $V_{DD} = 2.7\sim 3.6\text{V}$ | -   | 6 <sup>(3)</sup> | ns  |
|                   | $t_{r(I/O)out}$   | 输出低至高电平的<br>上升时间    |                                                       | -   | 8 <sup>(3)</sup> |     |

1. I/O 端口的速度可以通过 MODEx[1:0]配置。
2. 最大频率在下图中定义。
3. 由设计保证，不在生产中测试。

输入输出交流特性定义



输出电压特性 (测试条件  $V_{CC} = 2.7 - 3.6\text{V}$ ,  $T_A = -40\sim 105^\circ\text{C}$ )

| 符号                | 参数                   | 条件                                                                      | 最小值                | 最大值 | 单位 |
|-------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----|----|
| $V_{OL}^{(1)}$    | 输出低电平, 当 8 个引脚同时吸收电流 | TTL 端口, $I_{IO} = +8\text{mA}$<br>$2.7\text{V} < V_{DD} < 3.6\text{V}$  | -                  | 0.4 | V  |
| $V_{OH}^{(2)}$    | 输出高电平, 当 8 个引脚同时输出电流 |                                                                         | $V_{DD}-0.4$       | -   |    |
| $V_{OL}^{(1)}$    | 输出低电平, 当 8 个引脚同时吸收电流 | CMOS 端口, $I_{IO} = +8\text{mA}$<br>$2.7\text{V} < V_{DD} < 3.6\text{V}$ | -                  | 0.4 | V  |
| $V_{OH}^{(2)}$    | 输出高电平, 当 8 个引脚同时输出电流 |                                                                         | 2.4                | -   |    |
| $V_{OL}^{(1)(3)}$ | 输出低电平, 当 8 个引脚同时吸收电流 | $I_{IO} = +20\text{mA}$<br>$2.7\text{V} < V_{DD} < 3.6\text{V}$         | -                  | 1.3 | V  |
| $V_{OH}^{(2)(3)}$ | 输出高电平, 当 8 个引脚同时输出电流 |                                                                         | $V_{DD}-1.3^{(4)}$ | -   |    |

1. I/O 吸收的电流  $I_{IO}$  必须始终遵循绝对最大额定值要求, 同时  $I_{IO}$  的总和(所有 I/O 和控制脚)不能超过  $I_{VSS}$ 。
2. I/O 输出的电流  $I_{IO}$  必须始终遵循绝对最大额定值要求, 同时  $I_{IO}$  的总和(所有 I/O 和控制脚)不能超过  $I_{VDD}$ 。

- 由综合评估得出，不在生产中测试。
- PC13-15 的驱动能力不包含在该项中，PC 其他端口规格在电压范围为  $3.3V < V_{DD} < 3.6V$ 。

## 5.10 NRST 引脚特性

NRST 引脚输入驱动采用 CMOS 工艺，它连接了一个永久性上拉电阻  $R_{PU}$ 。

NRST 引脚特性 ( $T_A = -40 \sim 105^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = 3.3V$ )

| 符号                   | 参数                     | 条件                | 最小值  | 典型值 | 最大值            | 单位         |
|----------------------|------------------------|-------------------|------|-----|----------------|------------|
| $V_{IL(NRST)}^{(1)}$ | NRST 输入低电平电压           | -                 | -0.5 | -   | 0.8            | V          |
| $V_{IH(NRST)}^{(1)}$ | NRST 输入高电平电压           | -                 | 2    | -   | $V_{DD} + 0.5$ |            |
| $V_{hys(NRST)}$      | NRST 施密特触发器电压迟滞        | -                 | -    | 300 | -              | mV         |
| $R_{PU}$             | 弱上拉等效电阻 <sup>(2)</sup> | $V_{IN} = V_{SS}$ | 32   | 40  | 49             | k $\Omega$ |

- 由设计保证，不在生产中测试。
- 上拉电阻由一个纯电阻串联一个可关断的 PMOS/NMOS 管实现的，这个 PMOS/NMOS 开关的电阻很小。

## 5.11 通信外设

### 5.11.1 I2C 外设特性

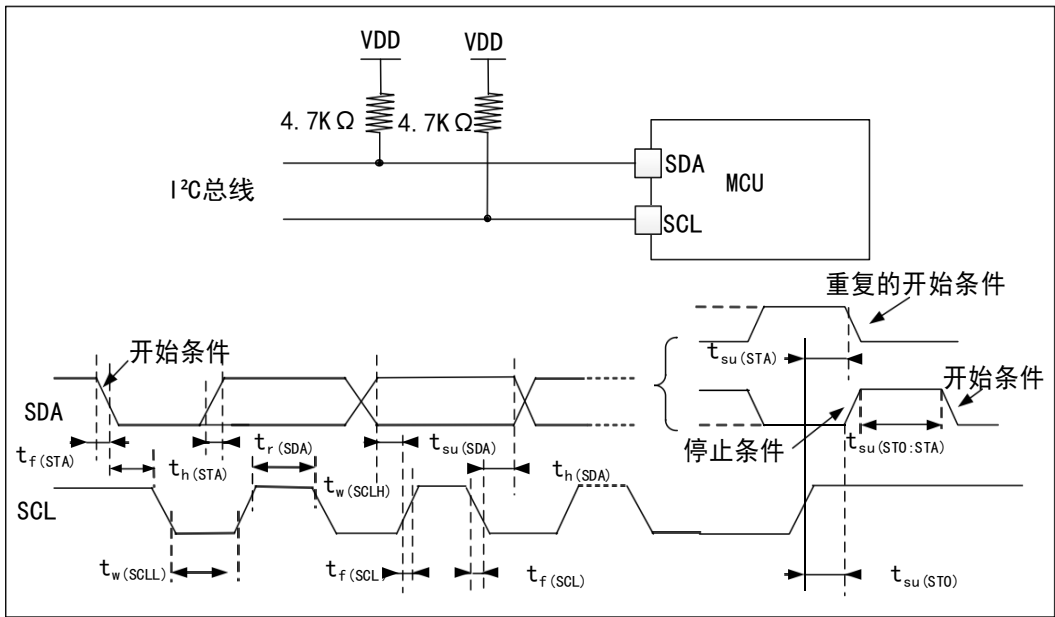
I2C 接口特性 ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = 3.3V$ )

| 符号                       | 参数             | 标准 I2C <sup>(1)</sup> |      | 快速 I2C <sup>(1)(2)</sup> |                    | 单位            |
|--------------------------|----------------|-----------------------|------|--------------------------|--------------------|---------------|
|                          |                | 最小值                   | 最大值  | 最小值                      | 最大值                |               |
| $t_{w(SCLL)}$            | SCL 时钟低时间      | 4.7                   | -    | 1.3                      | -                  | $\mu\text{s}$ |
| $t_{w(SCLH)}$            | SCL 时钟高时间      | 4.0                   | -    | 0.6                      | -                  |               |
| $t_{su(SDA)}$            | SDA 建立时间       | 250                   | -    | 100                      | -                  | ns            |
| $t_h(SDA)$               | SDA 数据保持时间     | 0 <sup>(3)</sup>      | -    | 0 <sup>(4)</sup>         | 900 <sup>(3)</sup> |               |
| $t_r(SDA)$<br>$t_r(SCL)$ | SDA 和 SCL 上升时间 | -                     | 1000 | $20 + 0.1C_b$            | 300                |               |
| $t_f(SDA)$<br>$t_f(SCL)$ | SDA 和 SCL 下降时间 | -                     | 300  | -                        | 300                |               |
| $t_h(STA)$               | 开始条件保持时间       | 4.0                   | -    | 0.6                      | -                  | $\mu\text{s}$ |
| $t_{su(STA)}$            | 重复的开始条件建立时间    | 4.7                   | -    | 0.6                      | -                  |               |
| $t_{su(STO)}$            | 停止条件建立时间       | 4.0                   | -    | 0.6                      | -                  | $\mu\text{s}$ |

| 符号                    | 参数                 | 标准 I2C <sup>(1)</sup> |     | 快速 I2C <sup>(1)(2)</sup> |     | 单位            |
|-----------------------|--------------------|-----------------------|-----|--------------------------|-----|---------------|
|                       |                    | 最小值                   | 最大值 | 最小值                      | 最大值 |               |
| $t_w(\text{STO:STA})$ | 停止条件至开始条件的时间(总线空闲) | 10.86                 | -   | 3.85                     | -   | $\mu\text{s}$ |

1. 由设计保证，不在生产中测试。
2. 为位达到标准模式 I2C 的最大频率， $f_{\text{PCLK1}}$  必须大于 2MHz。为达到快速模式 I2C 的最大频率， $f_{\text{PCLK1}}$  必须大于 4MHz。
3. 如果不想拉长 SCL 信号的低电平时间，则起始条件的最大保持时间必须满足。
4. 为了跨越 SCL 下降沿未定义的区域，在 MCU 内部必须保证 SDA 信号至少有 300ns 的保持时间。

总线交流波形和测量电路



注：测量点设置于 CMOS 电平：0.3V<sub>DD</sub> 和 0.7V<sub>DD</sub>。

### 5.11.2 SPI 外设特性

SPI 特性 (TA=25°C, VDD=3.3V)

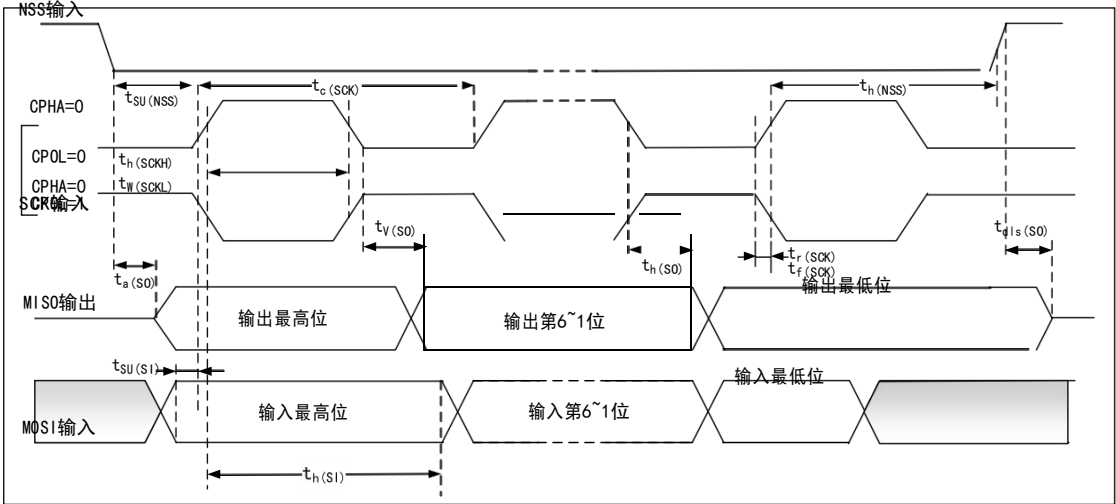
| 符号                                      | 参数            | 条件                                   | 最小值   | 最大值 | 单位  |
|-----------------------------------------|---------------|--------------------------------------|-------|-----|-----|
| $f_{\text{SCK}}$<br>$1/t_c(\text{SCK})$ | SPI 时钟频率      | 主模式                                  | -     | 18  | MHz |
|                                         |               | 从模式                                  | -     | 18  |     |
| $t_r(\text{SCK})$<br>$t_f(\text{SCK})$  | SPI 时钟上升和下降时间 | 负载电容: C = 30pF                       | -     | 7.1 | ns  |
| $t_{\text{su}}(\text{NSS})^{(2)}$       | NSS 建立时间      | 从模式 $f_{\text{PCLK}} = 36\text{MHz}$ | 111.4 | -   | ns  |
| $t_h(\text{NSS})^{(2)}$                 | NSS 保持时间      | 从模式 $f_{\text{PCLK}} = 36\text{MHz}$ | 55.6  | -   | ns  |



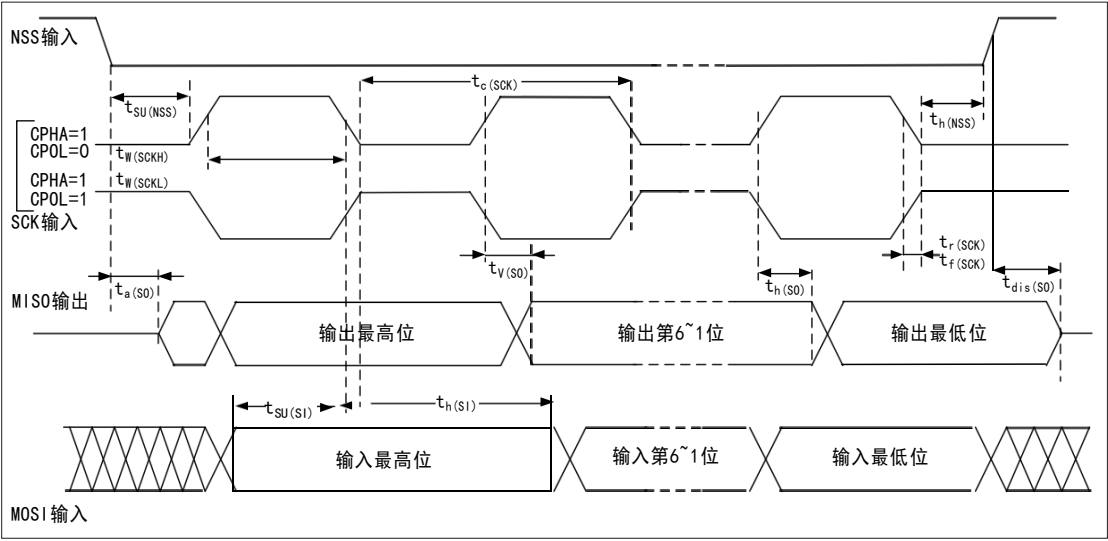
| 符号                                         | 参数         | 条件                                   | 最小值  | 最大值  | 单位 |
|--------------------------------------------|------------|--------------------------------------|------|------|----|
| $t_{w(SCKH)}^{(2)}$<br>$t_{w(SCKL)}^{(2)}$ | SCK 高和低的时间 | 主模式, $f_{PCLK} = 36MHz$ ,<br>预分频系数=4 | 55.1 | 55.9 | ns |
| $t_{su(MI)}^{(2)}$<br>$t_{su(SI)}^{(2)}$   | 数据输入建立时间   | 主模式                                  | 10.9 | -    | ns |
|                                            |            | 从模式                                  | 21.3 | -    |    |
| $t_{h(MI)}^{(2)}$<br>$t_{h(SI)}^{(2)}$     | 数据输入保持时间   | 主模式                                  | 35   | -    | ns |
|                                            |            | 从模式                                  | 25   | -    |    |
| $t_{a(SO)}^{(2)(3)}$                       | 数据输出访问时间   | 从模式, $f_{PCLK} = 20MHz$              | 6.5  | 8.7  | ns |
| $t_{dis(SO)}^{(2)(4)}$                     | 数据输出禁止时间   | 从模式                                  | 12   | -    | ns |
| $t_v(SO)^{(2)(1)}$                         | 数据输出有效时间   | 从模式(使能边沿之后)                          | -    | 19.3 | ns |
| $t_v(MO)^{(2)(1)}$                         | 数据输出有效时间   | 主模式(使能边沿之后)                          | -    | 7.6  | ns |
| $t_h(SO)^{(2)}$                            | 数据输出保持时间   | 从模式(使能边沿之后)                          | 10.7 | -    | ns |
| $t_h(MO)^{(2)}$                            |            | 主模式(使能边沿之后)                          | 2    | -    |    |

1. 重映射的 SPI1 特性需要进一步确定。
2. 由推算得出, 不在生产中测试。
3. 最小值表示驱动输出的最小时间, 最大值表示使数据有效的最大时间。
4. 最小值表示关闭输出的最小时间, 最大值表示把数据线置于高阻态的最大时间。

SPI 时序图—从模式和CPHA=0

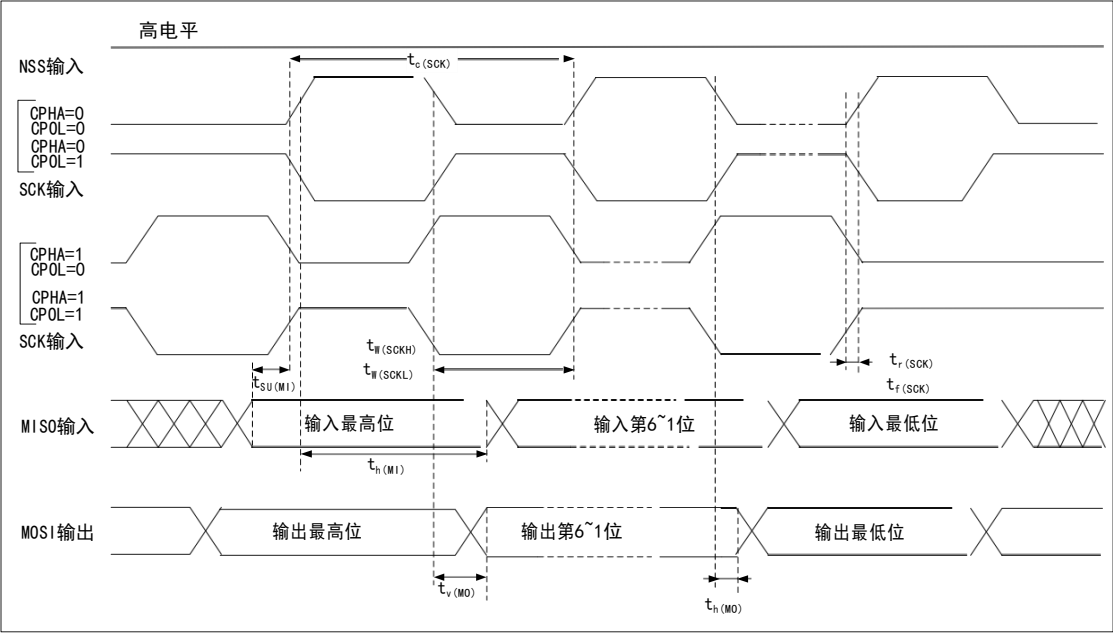


SPI 时序图—从模式和CPHA=1



注：测量点设置于 CMOS 电平：0.3V<sub>DD</sub> 和 0.7V<sub>DD</sub>。

SPI 时序图—主模式



注：测量点设置于 CMOS 电平：0.3V<sub>DD</sub> 和 0.7V<sub>DD</sub>。

5.11.3 USB D 外设特性

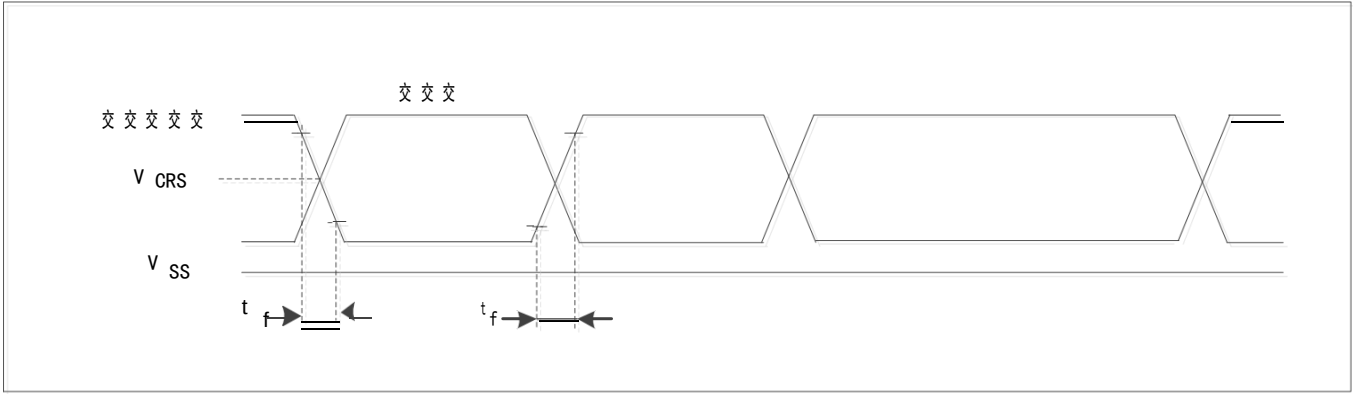
表格 38 USB D 直流特性

| 符号   | 参数 | 条件 | 最小值 <sup>(1)</sup> | 最大值 <sup>(1)</sup> | 单位 |
|------|----|----|--------------------|--------------------|----|
| 输入电平 |    |    |                    |                    |    |

| 符号                             | 参数                  | 条件                                                      | 最小值 <sup>(1)</sup> | 最大值 <sup>(1)</sup> | 单位 |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|----|
| V <sub>DD</sub>                | 操作电压 <sup>(1)</sup> | -                                                       | ( )                | 3.6                | V  |
| V <sub>DI</sub> <sup>(4)</sup> | 差分输入灵敏度             | I ( USBDP, USBDM)                                       | 0.2                | -                  | V  |
| V <sub>CM</sub> <sup>(4)</sup> | 差分共模范围              | 包含 V <sub>DI</sub> 范围                                   | 0.8                | 2.5                |    |
| V <sub>SE</sub> <sup>(4)</sup> | 单端接收器阈值             | -                                                       | 1.3                | 2.0                |    |
| 输出电平                           |                     |                                                         |                    |                    |    |
| V <sub>OL</sub>                | 静态输出低电平             | Ω 的 接至 <sup>(1)</sup>                                   | -                  | 0.3                | V  |
| V <sub>OH</sub>                | 静态输出高电平             | 15kΩ 的 R <sub>L</sub> 接至 V <sub>SS</sub> <sup>(5)</sup> | 2.8                | 3.6                |    |

1. 所有的电压测量都是以设备端地线为准。
2. 为了与 USB2.0 全速电气规范兼容，USB $\overline{D}P$  (D+) 引脚必须通过一个1.5k $\Omega$  电阻接至 3.0~3.6V 电压。
3. 32F103xx 的正确 USB $\overline{D}$  功能可以在 2.7V 得到保证，而不是在 2.7~3.0V 电压范围下降级的电气 特征。
4. 有综合评估保证，不在生产中测试。
5.  $R_L$  是连接到 USB $\overline{D}$  驱动器上的负载。

时序：数据信号上升和下降的时间定义



USB D全速电气特性 (VDD=3.0~3.6V, TA=25℃)

| 符号        | 参数       | 条件                  | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|-----------|----------|---------------------|-----|-----|----|
| $t_r$     | 上升时间     | $C_L = 50\text{pF}$ | 4   | 20  | ns |
| $t_f$     | 下降时间     | $C_L = 50\text{pF}$ | 4   | 20  | ns |
| $t_{rfm}$ | 上升下降时间匹配 | $t_r / t_f$         | 90  | 110 | %  |
| $V_{CRS}$ | 输出信号交叉电压 | -                   | 1.3 | 2.0 | V  |

## 5.12 模拟外设

### 5.12.1 ADC

测试参数说明:

采样率: ADC 每秒进行的模拟量转数字量的次数,  
 采样率=ADC 时钟 / (采样周期数 + 转换周期数)

#### 5.12.1.1 12 位 ADC 特性

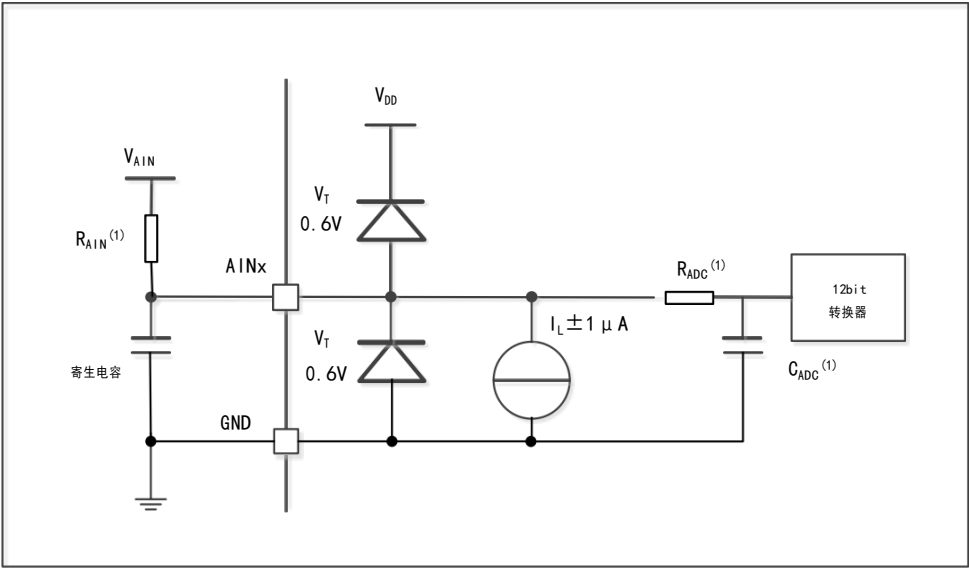
12位ADC特性 (VDD=2.4~3.6V, TA=-40~105℃)

| 符号         | 参数                  | 条件                       | 最小值   | 典型值 | 最大值        | 单位            |
|------------|---------------------|--------------------------|-------|-----|------------|---------------|
| $V_{DDA}$  | 供电电压                | -                        | 2.4   | -   | 3.6        | V             |
| $V_{REF+}$ | 正参考电压               | -                        | 2.4   | -   | $V_{DDA}$  | V             |
| $I_{VREF}$ | 在 $V_{REF}$ 输入脚上的电流 | -                        | -     | 260 | 484        | $\mu\text{A}$ |
| $f_{ADC}$  | ADC 时钟频率            | -                        | 0.6   | -   | 14         | MHz           |
| $f_s$      | 采样速率                | -                        | 0.05  | -   | 1          | MHz           |
| $V_{AIN}$  | 转换电压范围              | -                        | 0     | -   | $V_{REF+}$ | V             |
| $t_{CAL}$  | 校准时间                | $f_{ADC} = 14\text{MHz}$ | 5.9   |     |            | $\mu\text{s}$ |
|            |                     | -                        | 83    |     |            | $1/f_{ADC}$   |
| $R_{ADC}$  | 采样电阻                | -                        | 1     |     |            | k $\Omega$    |
| $C_{ADC}$  | 采样保持电容              | -                        | 12    |     |            | Pf            |
| $t_s$      | 采样时间                | $f_{ADC} = 14\text{MHz}$ | 0.107 | -   | 17.1       | $\mu\text{s}$ |
|            |                     | -                        | 1.5   | -   | 239.5      | $1/f_{ADC}$   |

| 符号                | 参数             | 条件                       | 最小值                                   | 典型值 | 最大值 | 单位                 |
|-------------------|----------------|--------------------------|---------------------------------------|-----|-----|--------------------|
| t <sub>CONV</sub> | 总的转换时间(包括采样时间) | f <sub>ADC</sub> = 14MHz | 1                                     | -   | 18  | μs                 |
|                   |                | -                        | 14~252(采样 t <sub>s</sub> + 逐次逼近 12.5) |     |     | 1/f <sub>ADC</sub> |

1. 由综合评估保证，不在生产中测试
2. C<sub>parasitic</sub> 表示 PCB（与焊接和 PCB 布局质量相关）与焊盘上的寄生电容(大约 7PF)。较大的 C<sub>parasitic</sub> 数值将降低转换的精度，解决的办法是减小 f<sub>ADC</sub>。

ADC 的典型应用



外部输入阻抗的最大值计算公式如下：

公式 1：最大 R<sub>AIN</sub> 公式

$$R_{AIN} < \frac{T_s}{f_{ADC} \times C_{ADC} \times \ln(2^{N+2})} - R_{ADC}$$

其中 f<sub>ADC</sub>=14MHZ, C<sub>ADC</sub>=12PF(表格 40), R<sub>ADC</sub>=1kΩ(表格 40), 对于 0.25LSB 采样误差精度要求的条件下，T<sub>s</sub> 与 R<sub>AIN</sub> 的关系如下表：

f<sub>ADC</sub>=14MHz<sup>(1)</sup>时的最大RAIN

| T <sub>s</sub> (周期) | t <sub>s</sub> (μs) | 最大值 R <sub>AIN</sub> (kΩ) |
|---------------------|---------------------|---------------------------|
| 1.5                 | 0.11                | 1.2                       |
| 7.5                 | 0.54                | 10                        |
| 13.5                | 0.96                | 19                        |

| Ts (周期) | ts (μs) | 最大值 R <sub>AIN</sub> (kΩ) |
|---------|---------|---------------------------|
| 28.5    | 2.04    | 41                        |
| 41.5    | 2.96    | 60                        |
| 55.5    | 3.96    | 80                        |
| 71.5    | 5.11    | 104                       |
| 239.5   | 17.1    | 350                       |

1. 由设计保证，不在生产中测试。

ADC 精度<sup>(1)</sup> (2)

| 符号 | 参数     | 测试条件                                                                                                                                                     | 典型值   | 最大值 <sup>(3)</sup> | 单位  |
|----|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|-----|
| ET | 综合误差   | f <sub>PCLK2</sub> =56MHz,<br>f <sub>ADC</sub> =14MHz,R <sub>AIN</sub> <10KΩ,<br>V <sub>DDA</sub> =2.4~3.6V,T <sub>A</sub> =-40~105℃<br>测量是在 ADC 校准之后进行的 | ± 2.5 | ± 4.5              | LSB |
| EO | 偏移误差   |                                                                                                                                                          | ± 1.0 | ± 2                |     |
| EG | 增益误差   |                                                                                                                                                          | ± 2.0 | ± 3.5              |     |
| ED | 微分线性误差 |                                                                                                                                                          | ± 1.5 | ± 3                |     |
| EL | 积分线性误差 |                                                                                                                                                          | ± 2.5 | ± 4                |     |

1. 经过内部校准后测量得到 ADC 的直流精度数值。
2. 反向注入电流会明显影响 ADC 精度建议在可能产生反向注入电流的标准模拟引脚上，（引脚与地之间）增加一个肖特基二极管。

正向的注入电流，只要处于 5.9 中给出的 I<sub>INJ(PIN)</sub>和 I<sub>INJ(PIN)</sub>范围之内，就不会影响 ADC 精度。

3. 是评估值。

### 5.12.1.2 内置参考电压特性测试

表格 43 内置参考电压特性

| 符号                                    | 参数                       | 条件                                                         | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位    |
|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------|------|------|------|-------|
| V <sub>REFINT</sub> <sup>(1)</sup>    | 内置参考电压                   | -40℃ < T <sub>A</sub> < +105℃<br>V <sub>DD</sub> = 2-3.6 V | 1.16 | 1.21 | 1.26 | V     |
| T <sub>S_vrefint</sub> <sup>(2)</sup> | 当读出内部参照电压时，<br>ADC 的采样时间 | -                                                          | -    | 5.1  | 17.1 | μs    |
| V <sub>REFINT</sub>                   | 内置参考电压值在全温范围里的变化         | V <sub>DD</sub> =3V± 10mV                                  | -    | -    | 20   | mV    |
| T <sub>Coeff</sub>                    | -                        | -                                                          | -    | -    | 126  | ppm/℃ |

1. 由综合评估得出，不在生产中测试。

2. 由设计保证，不在生产中测试。

## 5.13 温度传感器特性

温度传感器特性

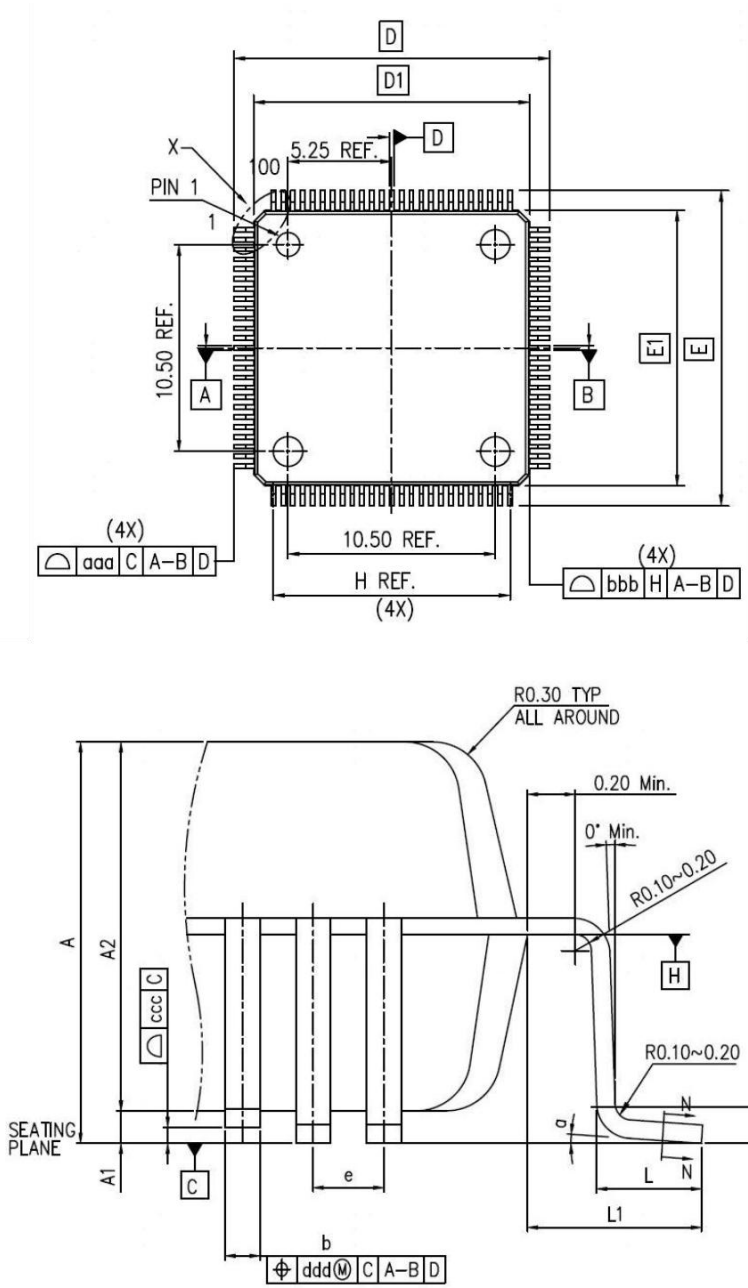
| 符号                  | 参数                                                          | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位              |
|---------------------|-------------------------------------------------------------|------|------|------|-----------------|
| Avg_Slope(1)        | 平均斜率 ( $V_{DD} = 3.3V$ ,<br>$T_A = -40 \sim 105^{\circ}C$ ) | 2.7  | 3.6  | 3.9  | mV/ $^{\circ}C$ |
| $V_{25}$            | 在 $25^{\circ}C$ 时的电压 ( $V_{DD} = 2.0 \sim 3.6V$ )           | 1.38 | 1.41 | 1.45 | V               |
| $t_{START}(2)$      | 建立时间                                                        | 4    | -    | 10   | $\mu s$         |
| $T_{S\_temp}(2)(3)$ | 当读取温度时，ADC 采样时间                                             | -    | -    | 17.1 | $\mu s$         |

1. 由特性分析保证，不在生产中测试。
2. 由设计保证，不在生产中测试。
3. 最短的采样时间可以由应用程序通过多次循环决定。

# 6 封装信息

## 6.1 LQFP100 封装图

封装图



1. 图不是按照比例绘制。
2. 后背的焊盘内部没有联到  $V_{SS}$  或  $V_{DD}$ 。
3. 在 LQFP 封装的底面有一个焊盘，应把它焊接在 PCB 上。
4. 所有的引脚都应该焊接在 PCB 上。



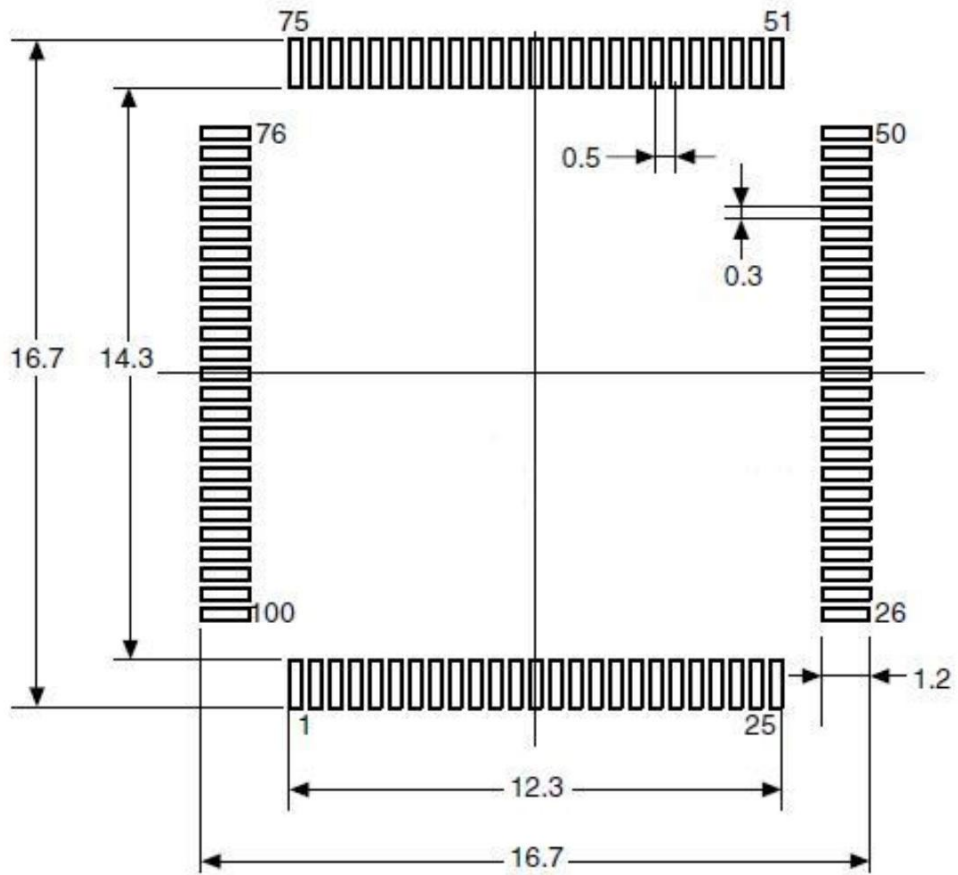
封装数据

DIMENSION LIST(FOOTPRINT: 2.00)

| S/N | SYM     | DIMENDIONS | REMARKS                   |
|-----|---------|------------|---------------------------|
| 1   | A       | MAX. 1.60  | OVERALL HEIGHT            |
| 2   | A1      | 0.1±0.05   | STANDOFF                  |
| 3   | A2      | 1.40±0.05  | PKG THICKNESS             |
| 4   | D       | 16.00±0.20 | LEAD TIP TO TIP           |
| 5   | D1      | 14.00±0.10 | PKG LENGTH                |
| 6   | E       | 16.00±0.20 | LEAD TIP TO TIP           |
| 7   | E1      | 14.00±0.10 | PKG WDTN                  |
| 8   | L       | 0.60±0.15  | FOOT LENGTH               |
| 9   | L1      | 1.00 REF   | LEAD LENGTH               |
| 10  | T       | 0.15       | LEAD THICKNESS            |
| 11  | T1      | 0.127±0.03 | LEAD BASE METAL THICKNESS |
| 12  | a       | 0° ~7°     | FOOT ANGLE                |
| 13  | b       | 0.22±0.02  | LEAD WIDTH                |
| 14  | b1      | 0.20±0.03  | LEAD BASE METAL WIDTH     |
| 15  | e       | 0.50 BASE  | LEAD PITCH                |
| 16  | H(REF.) | (12.00)    | CUM. LEAD PITCH           |
| 17  | aaa     | 0.2        | PROFILE OF LEAD TIPS      |
| 18  | bbb     | 0.2        | PROFILE OF MOLD SURFACE   |
| 19  | ccc     | 0.08       | FOOT COPLANARITY          |
| 20  | ddd     | 0.08       | FOOT POSITION             |

1. 尺寸以毫米表示。

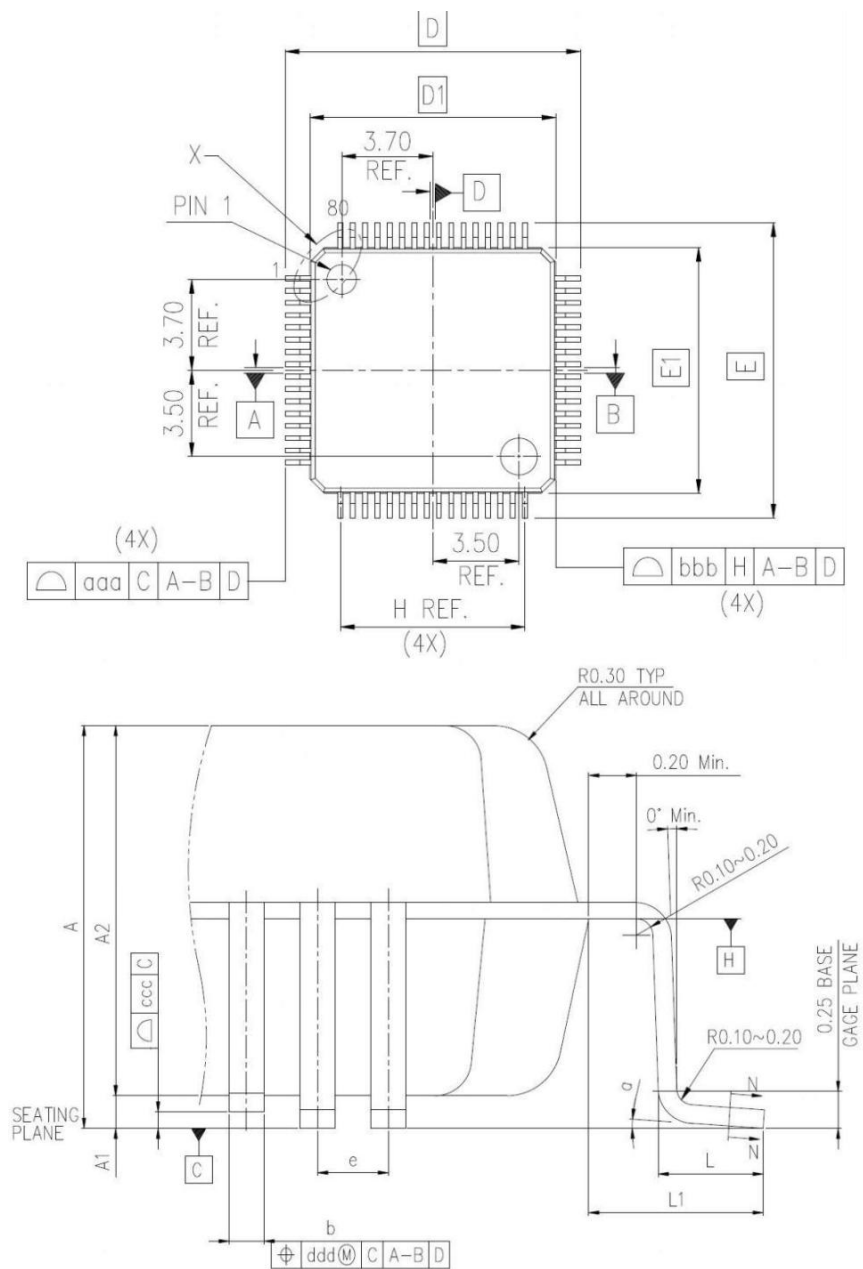
LQFP100-100 引脚, 14×14mm焊接 Layout 建议



1. 尺寸以毫米表示。

## 6.2 LQFP64 封装图

封装图



1. 图不是按照比例绘制。
2. 后背的焊盘内部没有联到  $V_{SS}$  或  $V_{DD}$ 。
3. 在 LQFP 封装的底面有一个焊盘，应把它焊接在 PCB 上。
4. 所有的引脚都应该焊接在 PCB 上。

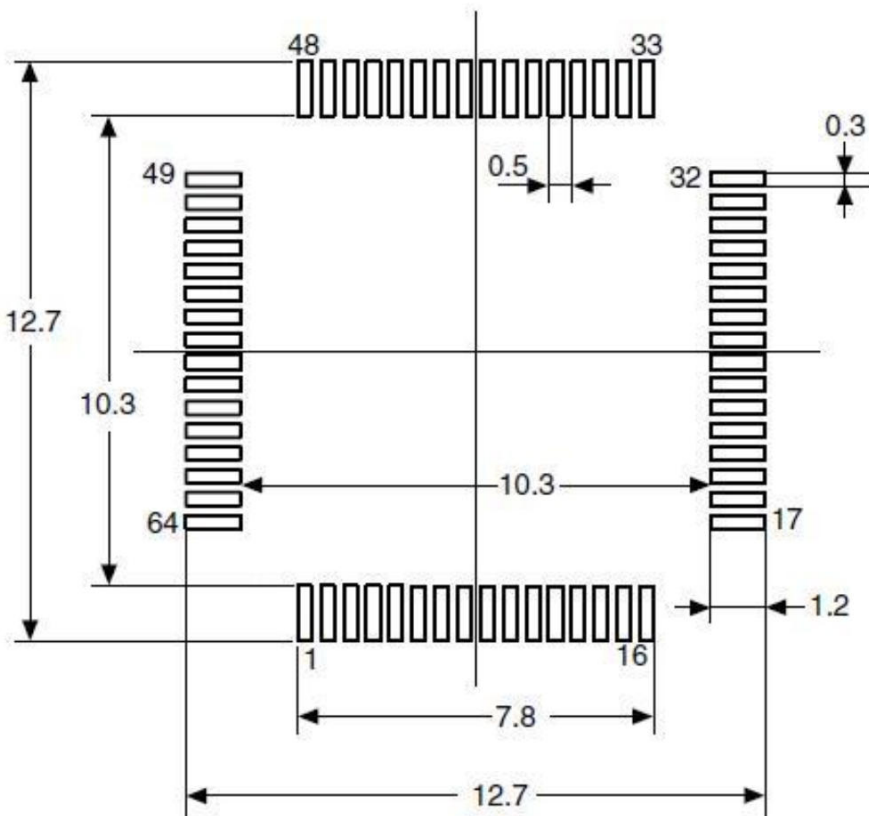
# 封装数据

## DIMENSION LIST(FOOTPRINT: 2.00)

| S/N | SYM     | DIMENDIONS   | REMARKS                   |
|-----|---------|--------------|---------------------------|
| 1   | A       | MAX. 1.600   | OVERALL HEIGHT            |
| 2   | A1      | 0.100±0.050  | STANDOFF                  |
| 3   | A2      | 1.400±0.050  | PKG THICKNESS             |
| 4   | D       | 12.000±0.200 | LEAD TIP TO TIP           |
| 5   | D1      | 10.000±0.100 | PKG LENGTH                |
| 6   | E       | 12.000±0.200 | LEAD TIP TO TIP           |
| 7   | E1      | 10.000±0.100 | PKG WDTN                  |
| 8   | L       | 0.600±0.150  | FOOT LENGTH               |
| 9   | L1      | 1.000 REF    | LEAD LENGTH               |
| 10  | T       | 0.150        | LEAD THICKNESS            |
| 11  | T1      | 0.127±0.030  | LEAD BASE METAL THICKNESS |
| 12  | a       | 0°~7°        | FOOT ANGLE                |
| 13  | b       | 0.220±0.050  | LEAD WIDTH                |
| 14  | b1      | 0.200±0.030  | LEAD BASE METAL WIDTH     |
| 15  | e       | 0.500 BASE   | LEAD PITCH                |
| 16  | H(REF.) | (7.500)      | CUM. LEAD PITCH           |
| 17  | aaa     | 0.2          | PROFILE OF LEAD TIPS      |
| 18  | bbb     | 0.2          | PROFILE OF MOLD SURFACE   |
| 19  | ccc     | 0.08         | FOOT COPLANARITY          |
| 20  | ddd     | 0.08         | FOOT POSITION             |

1. 尺寸以毫米表示。

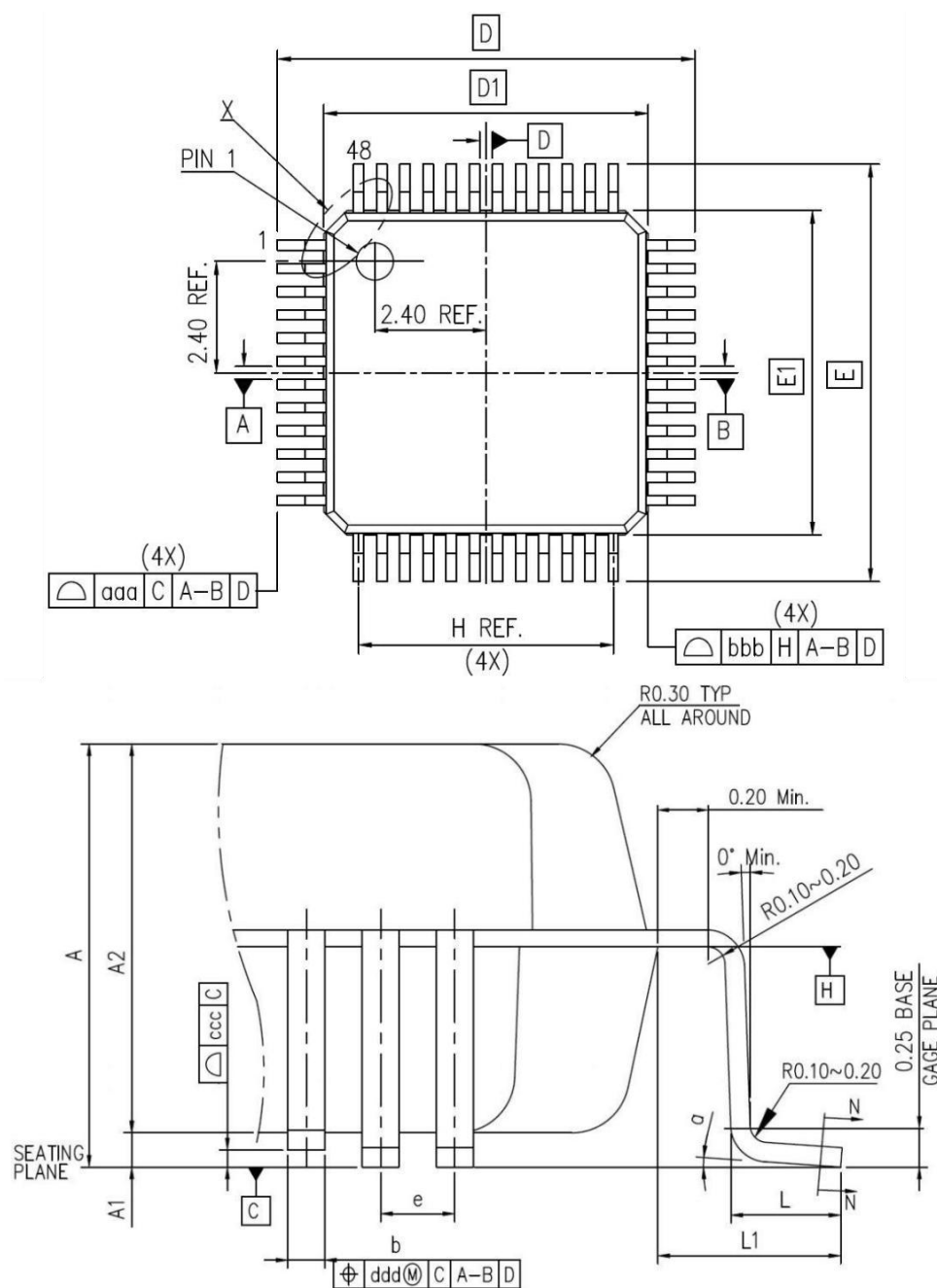
### QFP64-64 引脚, 10×10mm焊接 Layout 建议



1. 尺寸以毫米表示。

### 6.3 LQFP48 封装图

封装图



1. 图不是按照比例绘制。
2. 后背的焊盘内部没有联到  $V_{SS}$  或  $V_{DD}$ 。
3. 在 LQFP 封装的底面有一个焊盘，应把它焊接在 PCB 上。
4. 所有的引脚都应该焊接在 PCB 上。

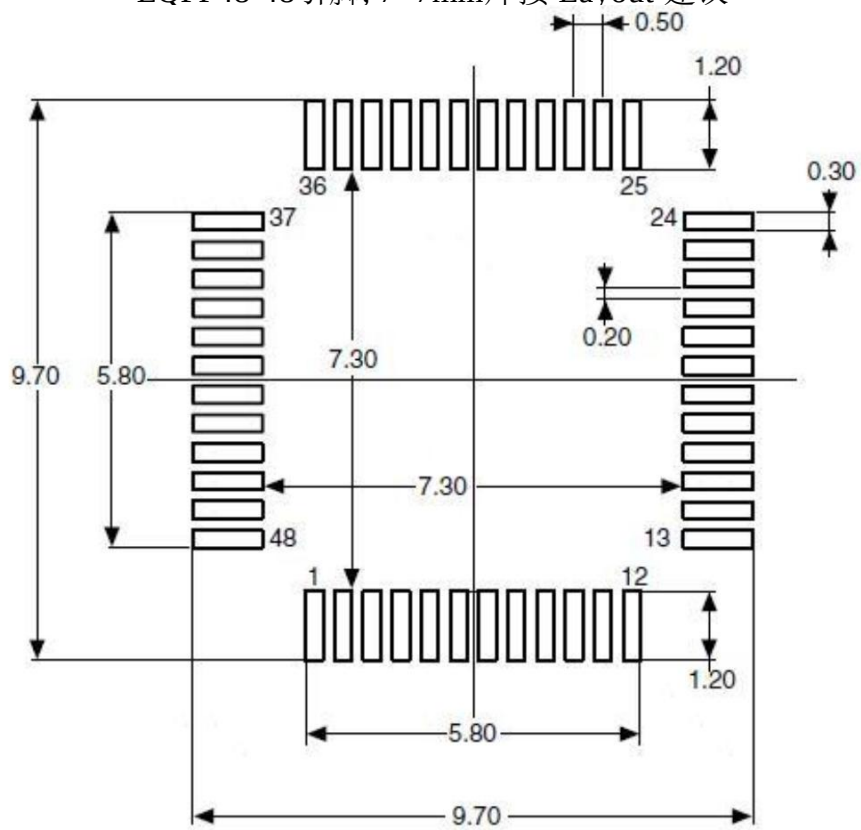
# 封装数据

## DIMENSION LIST(FOOTPRINT: 2.00)

| S/N | SYM     | DIMENDIONS | REMARKS                   |
|-----|---------|------------|---------------------------|
| 1   | A       | MAX. 1.60  | OVERALL HEIGHT            |
| 2   | A1      | 0.1±0.05   | STANDOFF                  |
| 3   | A2      | 1.40±0.05  | PKG THICKNESS             |
| 4   | D       | 9.00±0.20  | LEAD TIP TO TIP           |
| 5   | D1      | 7.00±0.10  | PKG LENGTH                |
| 6   | E       | 9.00±0.20  | LEAD TIP TO TIP           |
| 7   | E1      | 7.00±0.10  | PKG WDTN                  |
| 8   | L       | 0.60±0.15  | FOOT LENGTH               |
| 9   | L1      | 1.00 REF   | LEAD LENGTH               |
| 10  | T       | 0.15       | LEAD THICKNESS            |
| 11  | T1      | 0.127±0.03 | LEAD BASE METAL THICKNESS |
| 12  | a       | 0°~7°      | FOOT ANGLE                |
| 13  | b       | 0.22±0.02  | LEAD WIDTH                |
| 14  | b1      | 0.20±0.03  | LEAD BASE METAL WIDTH     |
| 15  | e       | 0.50 BASE  | LEAD PITCH                |
| 16  | H(REF.) | (5.50)     | CUM. LEAD PITCH           |
| 17  | aaa     | 0.2        | PROFILE OF LEAD TIPS      |
| 18  | bbb     | 0.2        | PROFILE OF MOLD SURFACE   |
| 19  | ccc     | 0.08       | FOOT COPLANARITY          |
| 20  | ddd     | 0.08       | FOOT POSITION             |

1. 尺寸以毫米表示。

LQFP48-48引脚, 7×7mm焊接 Layout 建议



1. 尺寸以毫米表示。



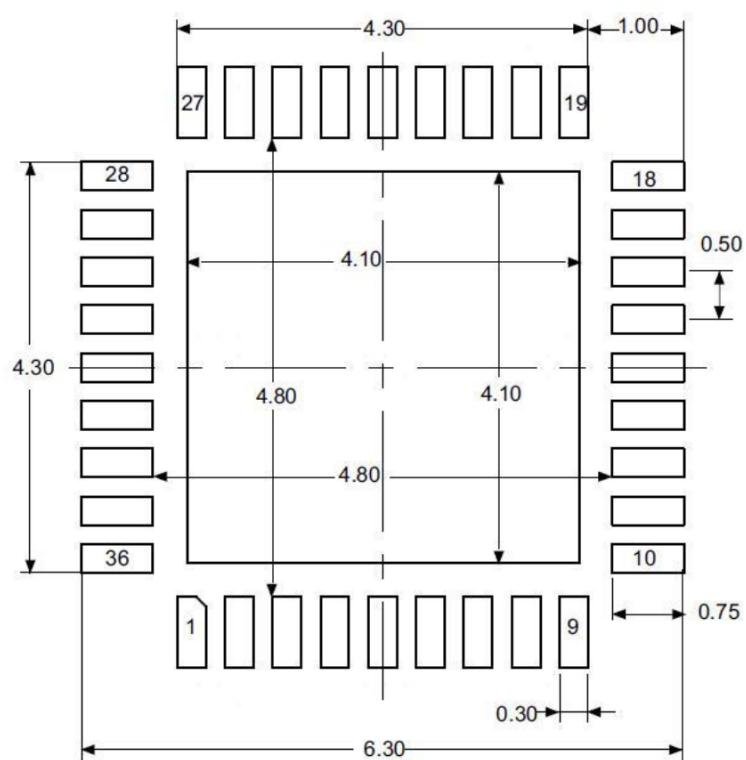


**QFN36 封装数据**

|                             |   | SYMBOL | MIN       | NOD  | MAX  |
|-----------------------------|---|--------|-----------|------|------|
| TOTAL THCKNESS              |   | A      | 0.8       | 0.85 | 0.9  |
| STANO OFF                   |   | A1     | 0         | 0.02 | 0.05 |
| MOLO THCKNESS               |   | A2     | ---       | 0.65 | ---  |
| L/F THCKNESS                |   | A3     | 0.203REF  |      |      |
| LEAD WIDTH                  |   | b      | 0.2       | 0.25 | 0.3  |
| BOOY SIZE                   | X | D      | 6BSC      |      |      |
|                             | Y | E      | 6BSC      |      |      |
| LEAD PITCH                  |   | e      | 0.5 BSC   |      |      |
| EP SIZE                     | X | D2     | 4.05      | 4.15 | 4.25 |
|                             | Y | E2     | 4.05      | 4.15 | 4.25 |
| LEAD LENGTH                 |   | L      | 0.45      | 0.55 | 0.65 |
| LEAD TIP TO EXPOSE PAD EDGE |   | k      | 0.375 REF |      |      |
| PACKAGE EOGT TOLERANCE      |   | aaa    | 0.1       |      |      |
| MOLD FLATNESS               |   | ccc    | 0.1       |      |      |
| COPLANARITY                 |   | eee    | 0.08      |      |      |
| LEAD OFFSET                 |   | bbb    | 0.1       |      |      |
| EXPOSED PAD OFFSET          |   | fff    | 0.1       |      |      |

1. 尺寸以毫米表示。

QFN36-36 引脚, 6×6mm焊接 Layout 建议

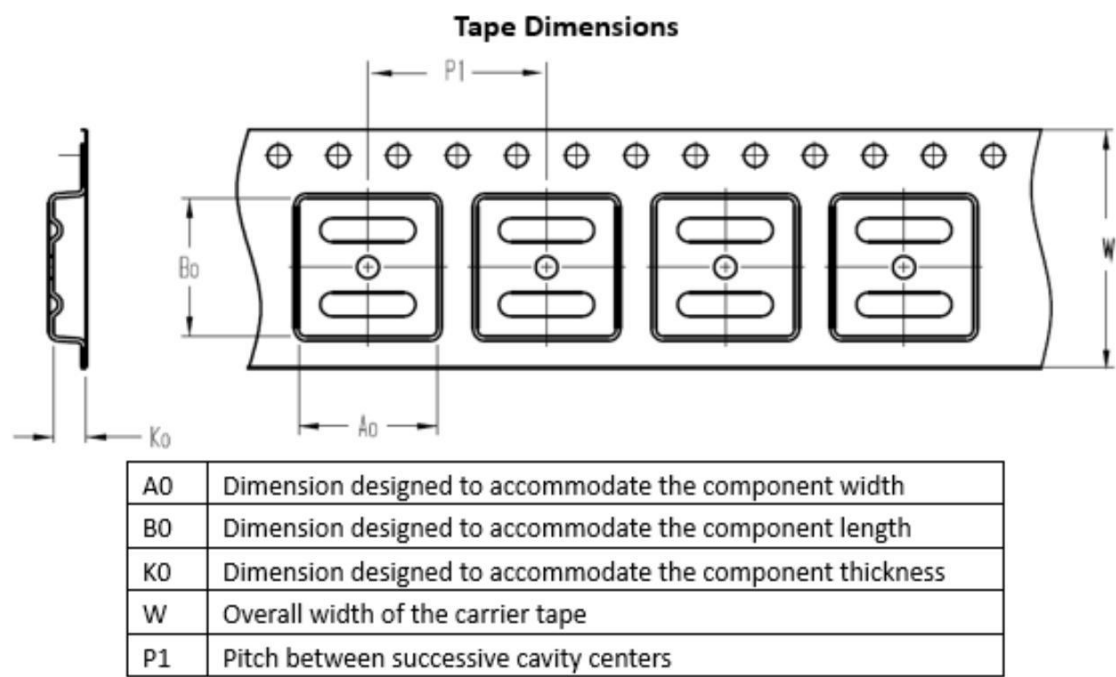


1. 尺寸以毫米表示。

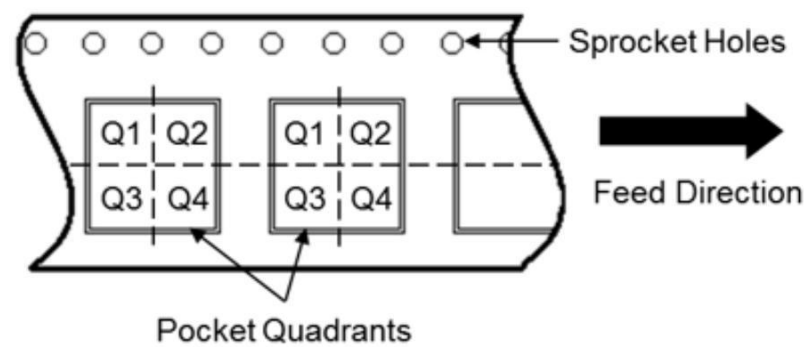
7 包装信息

7.1 带状包装

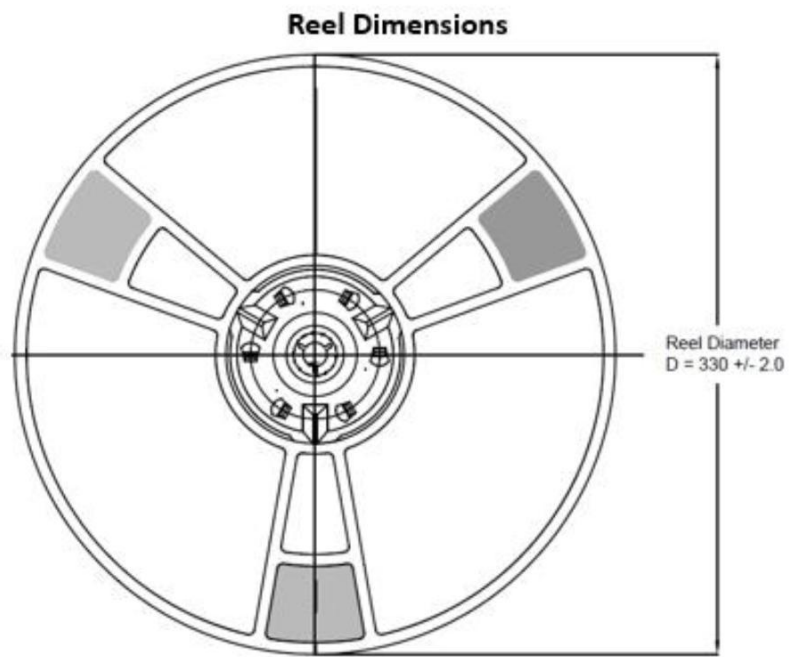
带状包装规格图



**Quadrant Assignments For PIN1 Orientation In Tape**



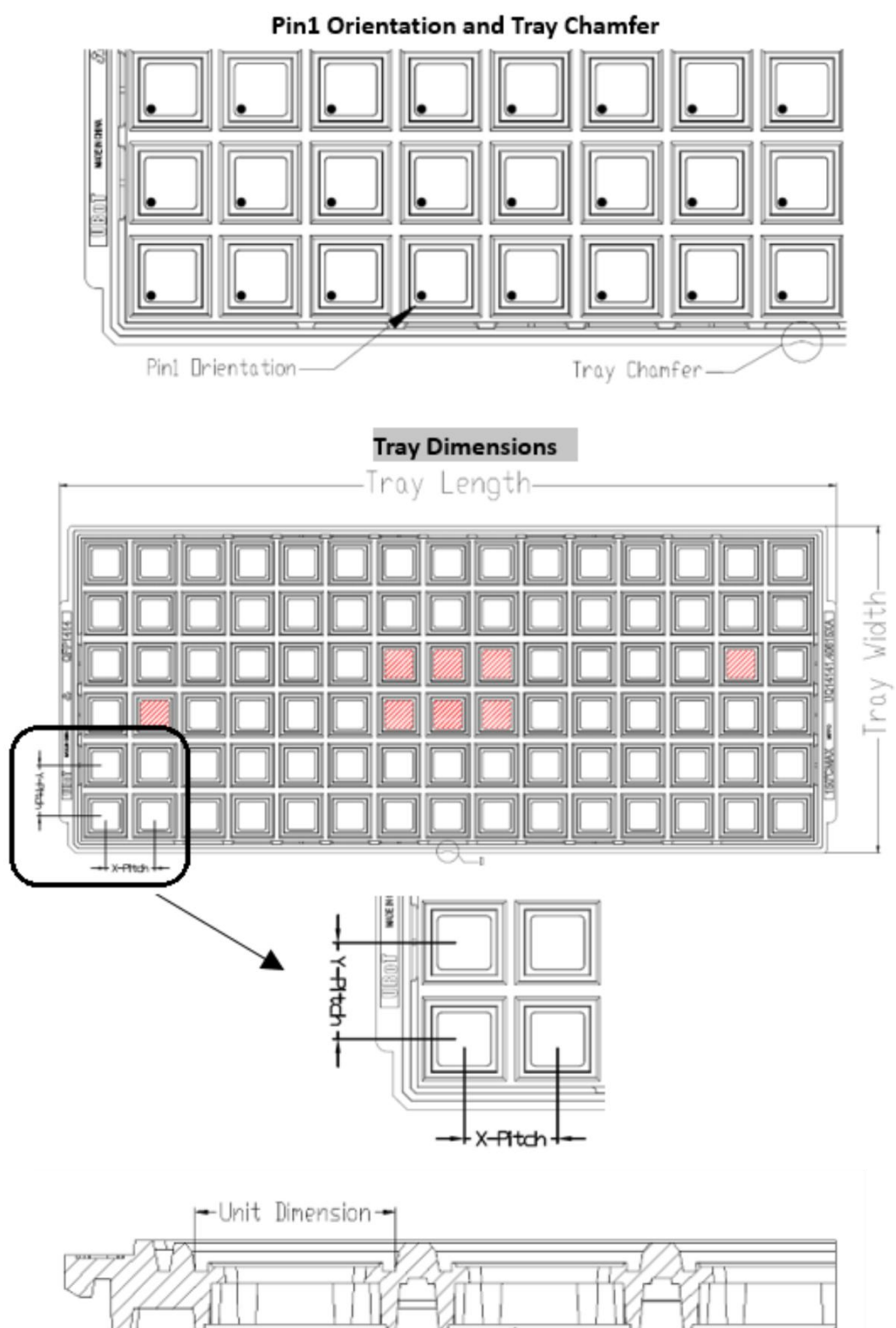
Reel Dimensions



所有照片仅供参考，外观以产品为准。

## 7.2 托盘包装

托盘包装示意图



所有照片仅供参考，外观以产品为准

## 8 常用功能模块命名

表格 常用功能模块命名

| 中文描述      | 简称     |
|-----------|--------|
| 复位管理单元    | RMU    |
| 时钟管理单元    | CMU    |
| 复位和时钟管理单元 | RCM    |
| 外部中断      | EINT   |
| 通用 IO     | GPIO   |
| 复用 IO     | AFIO   |
| 唤醒控制器     | WUPT   |
| 蜂鸣器       | BUZZER |
| 独立看门狗定时器  | IWDT   |
| 窗口看门狗定时器  | WWDT   |
| 定时器       | TMR    |
| CRC控制器    | CRC    |
| 电源管理单元    | PMU    |
| 备份寄存器     | BAKPR  |
| DMA控制器    | DMA    |
| 模拟数字转换器   | ADC    |
| 数字模拟转换器   | DAC    |
| 实时时钟      | RTC    |
| 外部存储控制器   | EMMC   |
| SDIO接口    | SDIO   |
| USBD设备控制器 | USBD   |
| 控制器局域网络   | CAN    |
| USBD OTG  | OTG    |
| 以太网       | ETH    |
| I2C接口     | I2C    |
| 串行外设接口    | SPI    |
| 通用异步收发器   | UART   |
| 通用异步同步收发器 | USART  |
| 闪存接口控制单元  | FMC    |