

## 1. 产品概述

### 1.1. 功能特点

- 1 路 24 位高精度 ADC
  - 输出速率最高支持到 8K SPS
  - 支持单周期建立，SINC2 和 SINC3
  - 支持 4 路全差分输入
  - 支持 1/2/4/8/16/32/64/128 倍可编程增益
- 12 位数模转换器 (DAC)
- 2 路恒流源输出 (IEXC)
  - 支持 8 个输出通道
  - 支持 64nA/256nA/1uA, 精度 20%
  - 支持 4/10/20/50/100//250/500/750/1000uA, 精度  $\pm 5\%$
- 电压源输出 (VEXC)
  - 8 个输出通道
  - 输出电压可选择 0.5VDD/1.2V/DAC 输出 /0.5VREF
- 内置低温漂基准: 30ppm/°C
- 集成传感器通断状态检测
- 集成温度传感器
- 12 位数模转换器 (DAC)
- 低失调运放 (OPA)
- 内核: 32 位 ARM® Cortex® -M0
  - 最高 24MHz 工作频率
  - 单指令周期 32 位硬件乘法器
- 存储器
  - 64K Bytes 的 Flash 存储器
  - 6K Bytes 系统存储器
  - 8K Bytes 的 SRAM, 带硬件奇偶校验
- 时钟模块
  - 内部 24MHz RC 振荡器,  $\pm 3\%$ 精度
  - 内部 1.024MHz RC 振荡器,  $\pm 2\%$ 精度
  - 内部 2kHz RC 振荡器, 典型  $\pm 10\%$ 精度
  - 4~24MHz 晶体振荡器
  - 32.768kHz 低速晶体振荡器
- 工作环境
  - DVDD/AVDD 电压: 2.0~5.5V
  - VBAT 电压: 2.4~5.5V
  - 环境温度: -40~105°C
- 电源管理
  - 低功耗模式: 睡眠, 深度睡眠和掉电模式
  - 支持上电/掉电复位 (POR/PDR)
  - 支持低电压检测 (LVD)
- 通用输入输出(I/O)
  - 20 个 I/O
  - 3 个恒流输出 IO 口 (3mA)
  - 所有 I/O 映射外部中断向量
- LED 驱动
  - 支持正反推, 最多支持 3×2 个 LED
  - LED 恒流输出支持 1/2/4/6/8/10/12/14mA, 精度  $\pm 20\%$
  - 显示亮度 1~256 duty 可调
- 定时器
  - 1 个 16 位通用定时器 (TIM14)
  - 1 个 16 位低功耗定时器(LPTIM), 支持唤醒
  - 1 个独立看门狗定时器 (FWDT)
  - 1 个窗看门狗定时器 (WWDT)
  - 1 个系统时间定时器: 24 位自减型计数器
- 中断和事件
  - 多达 32 个可单独屏蔽的中断通道
  - 4 种优先级可选
  - 16 个外部中断线
- 通信接口
  - 2 个 USART, 支持 8 级收发 FIFO
  - 1 个 I2C 接口, 支持主/从模式
  - 1 个 SPI 接口, 支持主从模式
- VBAT 域
  - RTC 定时器, 支持日历功能
  - 32Bytes 不掉电寄存器
- CRC 发生/校验器
- AES128, 支持 ECB 模式
- 串行单线调试(SWD)
- 封装
  - QFN32

## 1.2. 产品说明

CS32A010 芯片内置 24 位高精度 SD-ADC，采用 32 位 ARM® Cortex®-M0 内核，内置 64Kbytes flash 和 8Kbytes SRAM，最高工作频率 24MHz。CS32A010 包含 2 种不同封装类型，涵盖 24 脚到 32 脚等多款产品。芯片提供标准的通信接口（I2C、SPI 和 USART），1 路 12bit DAC，2 个 16bit 定时器，LED 驱动，恒流源和恒压源输出。

CS32A010 系列微控制器的工作温度范围为-40℃~105℃，工作电压范围 2.0V~5.5V。芯片提供一系列电源工作模式，以满足不同的低功耗应用。

CS32A010 系列微控制器适用于多种应用场景，例如气体传感器、压力变送器、TC/热电偶测温、RTD 测温等。

## 1.3. 器件一览

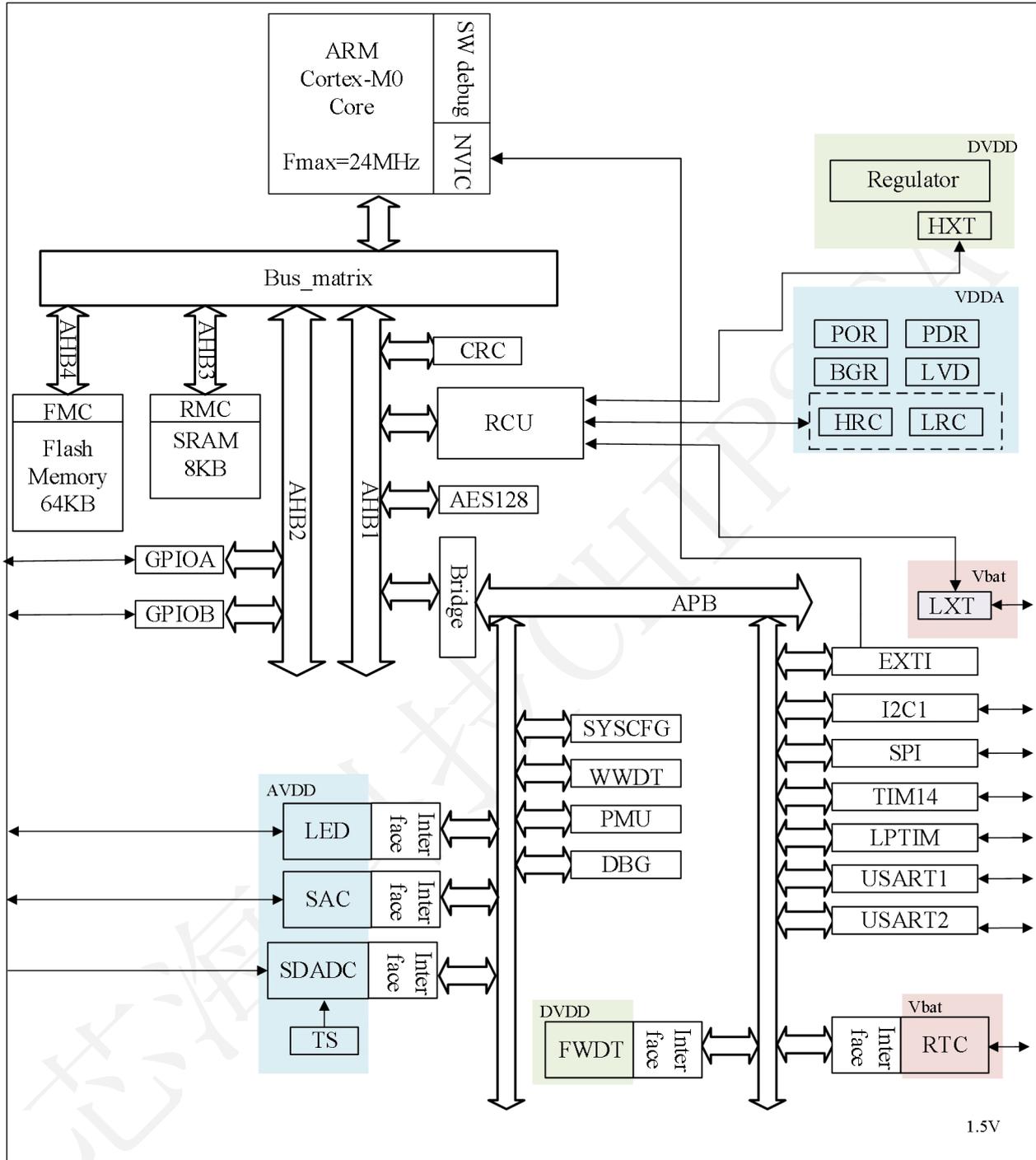
表 1 器件一览

| 器件                     | 系列      | CS32A010K8V7   |
|------------------------|---------|----------------|
| 闪存 (K Bytes)           |         | 64             |
| SRAM (K Bytes)         |         | 8              |
| 定时器                    | 16 位通用  | 1              |
|                        | 16 位低功耗 | 1              |
|                        | 独立看门狗   | 1              |
|                        | 窗看门狗    | 1              |
|                        | RTC     | 1              |
|                        | 滴答定时器   | 1              |
| 接口                     | SPI     | 1              |
|                        | I2C     | 1              |
|                        | USART   | 2              |
| ADC                    | 个数      | 1              |
|                        | 外部通道数   | 8              |
|                        | 内部通道数   | 8              |
| I/O                    |         | 20             |
| Clocks:HXT/LXT/HRC/LRC |         | 1/1/1/1        |
| 工作电压                   |         | 2.0V~5.5V      |
| 工作温度℃                  | 环境温度    | -40~105        |
|                        | 结温      | -40~125        |
| 封装类型                   |         | QFN32<br>(4×4) |

注：要获得最新的产品、封装和订购信息，请参见“订货信息”，或者访问芯海科技网站 [www.chipsea.com](http://www.chipsea.com)。

### 1.4. 功能框图

图 1 模块框图



## 目 录

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1. 产品概述.....                  | 1  |
| 1.1. 功能特点.....                | 1  |
| 1.2. 产品说明.....                | 2  |
| 1.3. 器件一览.....                | 2  |
| 1.4. 功能框图.....                | 3  |
| 目 录.....                      | 4  |
| 版本历史.....                     | 6  |
| 2. 引脚描述.....                  | 7  |
| 2.1. QFN32.....               | 7  |
| 2.2. 引脚描述.....                | 8  |
| 3. I/O 复用.....                | 10 |
| 3.1. PA 口复用功能.....            | 10 |
| 3.2. PB 口复用功能.....            | 10 |
| 4. 存储器.....                   | 11 |
| 5. 功能描述.....                  | 14 |
| 5.1. ARM® CORTEX®-M0 内核.....  | 14 |
| 5.2. 存储器.....                 | 14 |
| 5.3. 时钟.....                  | 14 |
| 5.4. 工作环境.....                | 15 |
| 5.5. 启动模式.....                | 15 |
| 5.6. 电源管理.....                | 15 |
| 5.7. 通用输入输出端口(GPIO).....      | 16 |
| 5.8. 模数转换器(ADC).....          | 16 |
| 5.9. 智能模拟组合 (SAC) .....       | 16 |
| 5.10. 定时器.....                | 17 |
| 5.11. 实时时钟(RTC)和不掉电寄存器.....   | 18 |
| 5.12. LED 驱动.....             | 18 |
| 5.13. 中断和事件.....              | 18 |
| 5.14. 串行外设总线 (SPI) .....      | 19 |
| 5.15. 通用同步异步收发器 (USART) ..... | 19 |
| 5.16. I2C 接口.....             | 19 |
| 5.17. 循环冗余校验.....             | 20 |
| 5.18. 串行调试端口(SWD-DP).....     | 20 |
| 6. 电气特性.....                  | 21 |
| 6.1. 说明.....                  | 21 |
| 6.2. 绝对最大额定值.....             | 22 |
| 6.3. 工作条件.....                | 23 |
| 6.4. I/O 端口特性.....            | 24 |
| 6.5. 低功耗模式唤醒时间.....           | 24 |
| 6.6. 功耗.....                  | 24 |
| 6.7. RC 振荡器特性.....            | 25 |
| 6.8. 晶振特性.....                | 26 |
| 6.9. 内部参考电压特性.....            | 26 |
| 6.10. PGA.....                | 27 |

|   |           |
|---|-----------|
| 6.11. SD-ADC 特性.....                    | 27        |
| 6.12. DAC.....                          | 28        |
| 6.13. OPA.....                          | 28        |
| 6.14. IEXC.....                         | 28        |
| 6.15. BURN_OUT_DETECT.....              | 29        |
| 6.16. VEXC 特性.....                      | 29        |
| 6.17. LED 驱动特性.....                     | 30        |
| 6.18. 温度传感器特性.....                      | 30        |
| 6.19. FLASH 特性.....                     | 30        |
| 6.20. SPI 特性.....                       | 30        |
| 6.21. I2C 特性.....                       | 32        |
| 6.22. ESD 特性.....                       | 33        |
| <b>7. 封装信息.....</b>                     | <b>34</b> |
| 7.1. QFN32(4MM*4MM*0.75MM,E=0.4MM)..... | 34        |
| <b>8. 产品命名规则.....</b>                   | <b>35</b> |
| 8.1. 产品丝印说明.....                        | 35        |
| <b>9. 订货信息.....</b>                     | <b>36</b> |
| <b>10. 缩略语.....</b>                     | <b>37</b> |

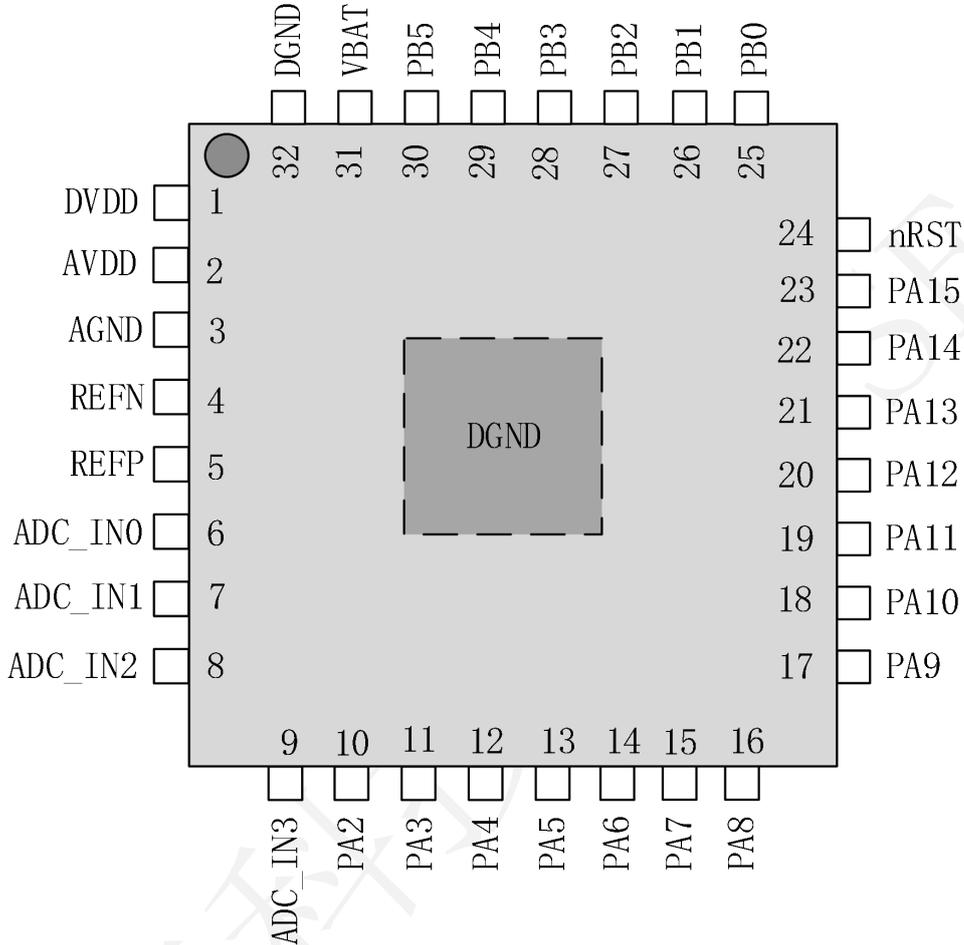
## 版本历史

| 历史版本  | 修改内容   | 时间         |
|-------|--|------------|
| V0.9  | 预发布版本  | 2021-11-03 |
| V0.91 | 1、引脚描述中删除 PA10 的 I2C 时钟特殊功能和描述；<br>2、修改 5.7 通用输入输出端口中 GPIO 特性描述； | 2022-06-06 |
| V0.92 | 1、电气特性部分笔误修改<br>2、修改 LVD 3.0V 档位电压错误                             | 2022-06-07 |
| V0.93 | 1、产品型号修改为 CS32A010K8V7   | 2022-07-13 |
| V0.94 | 1、修改 DEEPSLEEP1 功耗数据<br>2、完善 I2C 特性                              | 2022-08-09 |
| V0.95 | 1、更新芯片功耗数据<br>2、更新 LVD 档位范围<br>3、更新 LED 电流精度                     | 2022-08-26 |

## 2. 引脚描述

### 2.1. QFN32

图 2 QFN32 封装引脚图（顶视图）



## 2.2. 引脚描述

表 2 CS32A010 引脚描述

| 引脚号 | 引脚名称    | 类型  | 描述        |                    |            |                         |
|-----|---------|-----|-----------|--------------------|------------|-------------------------|
|     |         |     | 复用功能      | 描述                 | 特殊功能       | 描述                      |
| 1   | DVDD    | S   |           | 数字电源               |            |                         |
| 2   | AVDD    | S   |           | 模拟电源               |            |                         |
| 3   | AGND    | S   |           | 模拟地                |            |                         |
| 4   | REFN    | A   |           | ADC 参考电压源负端        |            | 外部输入 ADC 参考电压源负端        |
| 5   | REFP    | A   |           | ADC 参考电压源正端，需要外接电容 |            | 外部输入 ADC 参考电压源正端，需要外接电容 |
| 6   | ADC_IN0 | A   |           | ADC 输入通道 0         | IEXC0      | 电流源输出通道 0               |
|     |         |     |           |                    | VEXC0      | 电压源输出通道 0               |
| 7   | ADC_IN1 | A   |           | ADC 输入通道 1         | IEXC1      | 电流源输出通道 1               |
|     |         |     |           |                    | VEXC1      | 电压源输出通道 1               |
| 8   | ADC_IN2 | I/O |           | ADC 输入通道 2         | VEXC2      | 电压源输出通道 2               |
| 9   | ADC_IN3 | I/O |           | ADC 输入通道 3         | VEXC3      | 电压源输出通道 3               |
| 10  | PA2     | I/O | -         |                    | ADC_IN4    | ADC 输入通道 3              |
|     |         |     |           |                    | IEXC4      | 电流源输出通道 4               |
|     |         |     |           |                    | VEXC4      | 电压源输出通道 4               |
| 11  | PA3     | I/O |           |                    | ADC_IN5    | ADC 输入通道 5              |
|     |         |     |           |                    | IEXC5      | 电流源输出通道 5               |
|     |         |     |           |                    | VEXC5      | 电压源输出通道 5               |
| 12  | PA4     | I/O |           |                    | ADC_IN6    | ADC 输入通道 6              |
|     |         |     |           |                    | CUR_OUT1   | IO 口 3mA 恒流输出           |
|     |         |     |           |                    | OPAO       | 运放输出端                   |
|     |         |     |           |                    | IEXC6      | 电流源输出通道 6               |
| 13  | PA5     | I/O |           |                    | VEXC6      | 电压源输出通道 6               |
|     |         |     |           |                    | ADC_IN7    | ADC 输入通道 7              |
|     |         |     |           |                    | OPAN       | 运放负端                    |
|     |         |     |           |                    | CUR_OUT2   | IO 口 3mA 恒流输出           |
|     |         |     |           |                    | IEXC7      | 电流源输出通道 7               |
| 14  | PA6     | I/O | TIM14_CH1 | TIM14 通道 1         |            |                         |
| 15  | PA7     | I/O |           |                    | OPAN       | 运放负端                    |
| 16  | PA8     | I/O |           |                    | USART1_CTS | USART1 硬件流控 CTS 脚       |
|     |         |     |           |                    | WKUP2      | 唤醒引脚 2                  |
|     |         |     |           |                    | RTC_OUT    | RTC 校准输出                |
|     |         |     |           |                    | CUR_OUT3   | IO 口 3mA 恒流输出           |
| 17  | PA9     | I/O |           |                    | OPAP       | 运放正端                    |
|     |         |     |           |                    | CKO        | 内部时钟输出                  |
| 18  | PA10    | I/O |           |                    | DACOUT     | DAC 输出                  |
|     |         |     |           |                    | USART1_RTS | USART1 硬件流控 RTS 脚       |
| 19  | PA11    | I/O |           |                    | I2C_SCL    | I2C 时钟                  |
|     |         |     |           |                    | SPI_NSS    | SPI 片选                  |
|     |         |     |           |                    | I2C_SDA    | I2C 数据                  |

|      |      |     |            |                   |           |           |
|------|------|-----|------------|-------------------|-----------|-----------|
|      |      |     | SPI_SCK    | SPI 通信时钟          |           |           |
|      |      |     | LPTIM_OUT  | LPTIM 输出          |           |           |
| 20   | PA12 | I/O | USART1_TX  | USART1 发送数据       |           |           |
|      |      |     | I2C_SCL    | I2C 时钟            |           |           |
|      |      |     | SPI_MISO   | SPI 主机输入从机输出      |           |           |
| 21   | PA13 | I/O | USART1_RX  | USART1 接收数据       |           |           |
|      |      |     | I2C_SDA    | I2C 数据            |           |           |
|      |      |     | SPI_MOSI   | SPI 主机输出从机输入      |           |           |
| 22   | PA14 | I/O | USART2_TX  | USART2 发送口        |           |           |
|      |      |     | I2C_SDA    | I2C 数据            |           |           |
|      |      |     | SWDIO      | SWD 调试口           |           |           |
| 23   | PA15 | I/O | USART2_RX  | USART2 接收口        |           |           |
|      |      |     | I2C_SCL    | I2C 时钟            |           |           |
|      |      |     | SWCLK      | SWD 调试口           |           |           |
| 24   | nRST |     |            | 外部硬件复位口           |           |           |
| 25   | PB0  | I/O | TIM14_CH1  | TIM14 通道 1        | LED0      | LED0 输出口  |
|      |      |     | USART2_CTS | USART2 硬件流控 CTS 脚 |           |           |
| 26   | PB1  | I/O | TIM14_CH1  | TIM14 通道 1        | LED1      | LED1 输出口  |
|      |      |     | USART2_RTS | USART2 硬件流控 CTS 脚 |           |           |
| 27   | PB2  | I/O | LPTIM_OUT  | LPTIM 输出          | LED2      | LED2 输出口  |
| 28   | PB3  | I/O |            |                   | WKUP1     | 唤醒引脚 1    |
|      |      |     | LPTIM_ETR  | LPTIM 触发输入        |           |           |
| 29   | PB4  | I/O |            |                   | OSC32_IN  | 32K 外部晶振脚 |
| 30   | PB5  | I/O |            |                   | OSC32_OUT | 32K 外部晶振脚 |
| 31   | VBAT | S   |            | VBAT 电源           |           |           |
| 32   | DGND | S   |            | 数字地               |           |           |
| EPAD |      |     |            | GND               |           |           |

### 3. I/O 复用

#### 3.1. PA 口复用功能

表 3 PA 口复用功能描述

| 引脚名称 | 复用功能 0    | 复用功能 1     | 复用功能 2    | 复用功能 3 | 复用功能 4 | 复用功能 5 | 复用功能 6 | 复用功能 7 |
|------|-----------|------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PA2  |           |            |           |        |        |        |        |        |
| PA3  |           |            |           |        |        |        |        |        |
| PA4  |           |            |           |        |        |        |        |        |
| PA5  |           |            |           |        |        |        |        |        |
| PA6  | TIM14_CH1 |            |           |        |        |        |        |        |
| PA7  |           |            |           |        |        |        |        |        |
| PA8  |           | USART1_CTS |           |        |        |        |        |        |
| PA9  | CKO       | USART1_RTS |           |        |        |        |        |        |
| PA10 | I2C_SCL   | SPI_NSS    |           |        |        |        |        |        |
| PA11 | I2C_SDA   | SPI_SCK    | LPTIM_OUT |        |        |        |        |        |
| PA12 | USART1_TX | SPI_MISO   | I2C_SCL   |        |        |        |        |        |
| PA13 | USART1_RX | SPI_MOSI   | I2C_SDA   |        |        |        |        |        |
| PA14 | SWDIO     | USART2_TX  | I2C_SDA   |        |        |        |        |        |
| PA15 | SWDCLK    | USART2_RX  | I2C_SCL   |        |        |        |        |        |

#### 3.2. PB 口复用功能

表 4 PB 口复用功能描述

| 引脚名称 | 复用功能 0    | 复用功能 1     | 复用功能 2 | 复用功能 3 | 复用功能 4 | 复用功能 5 |
|------|-----------|------------|--------|--------|--------|--------|
| PB0  | TIM14_CH1 | USART2_CTS |        |        |        |        |
| PB1  | TIM14_CH1 | USART2_RTS |        |        |        |        |
| PB2  | LPTIM_OUT |            |        |        |        |        |
| PB3  |           | LPTIM_ETR  |        |        |        |        |
| PB4  |           |            |        |        |        |        |
| PB5  |           |            |        |        |        |        |

## 4. 存储器

图 3 存储器映射 (CS32A010)

|             |   |
|-------------|---|
| 0x0000 0000 | Flash,system memory or SRAM, configured by BOOT |
| 0x0001 0000 | Reserved  |
| 0x0800 0000 | Flash Code Mem ory                              |
| 0x0801 0000 |   |
| 0x1FFF 0000 | Reserved  |
| 0x1FFF E000 | System Mem ory                                  |
| 0x1FFF F800 | Option Bytes                                    |
| 0x1FFF F840 | Flash Engineering Mem ory                       |
| 0x1FFF F900 | Reserved  |
| 0x2000 0000 | SRAM  |
| 0x2000 2000 | Reserved  |
| 0x4000 0000 | APB   |
| 0x4000 8000 | Reserved  |
| 0x4001 0000 | APB   |
| 0x4001 8000 | Reserved  |
| 0x4002 0000 | AHB1  |
| 0x4002 4400 | Reserved  |
| 0x4800 0000 | AHB2  |
| 0x4800 1800 | Reserved  |
| 0xE000 0000 | Cortex-M0 Internal Peripherals                  |
| 0xE010 0000 | Reserved  |
| 0xFFFF FFFF |   |

表 5 存储器映射表

| 总线                        | 地址范围                      | 大小             | 存储内容            | 寄存器描述 |
|---------------------------|---------------------------|----------------|-----------------|-------|
|                           | 0xE000 0000 - 0xE00F FFFF | 1MB            | Cortex-M0 内部外设  |       |
|                           | 0x4800 0800 - 0x5FFF FFFF | 384MB          | Reserved        |       |
| AHB2                      | 0x4800 0400 - 0x4800 07FF | 1KB            | GPIOB           |       |
|                           | 0x4800 0000 - 0x4800 03FF | 1KB            | GPIOA           |       |
|                           | 0x4002 6000 - 0x47FF FFFF | ~128MB         | Reserved        |       |
| AHB1                      | 0x4002 6400 - 0x4002 6FFF | 3 KB           | Reserved        |       |
|                           | 0x4002 6000 - 0x4002 63FF | 1 KB           | AES             |       |
|                           | 0x4002 3800 - 0x4002 5FFF | 10 KB          | Reserved        |       |
|                           | 0x4002 3400 - 0x4002 37FF | 1 KB           | Reserved        |       |
|                           | 0x4002 3000 - 0x4002 33FF | 1 KB           | CRC             |       |
|                           | 0x4002 2400 - 0x4002 2FFF | 3 KB           | Reserved        |       |
|                           | 0x4002 2000 - 0x4002 23FF | 1 KB           | Flash interface |       |
|                           | 0x4002 1400 - 0x4002 1FFF | 3 KB           | Reserved        |       |
|                           | 0x4002 1000 - 0x4002 13FF | 1 KB           | RCC             |       |
|                           | 0x4002 0000 - 0x4002 0FFF | 4 KB           | Reserved        |       |
|                           | 0x4001 8000 - 0x4001 FFFF | 32 KB          | Reserved        |       |
| APB                       | 0x4001 5C00 - 0x4001 7FFF | 9KB            | Reserved        |       |
|                           | 0x4001 5800 - 0x4001 5BFF | 1KB            | DBGMCU          |       |
|                           | 0x4001 4C00 - 0x4001 57FF | 3KB            | Reserved        |       |
|                           | 0x4001 3C00 - 0x4001 3FFF | 1KB            | Reserved        |       |
|                           | 0x4001 3800 - 0x4001 3BFF | 1KB            | USART1          |       |
|                           | 0x4001 3400 - 0x4001 37FF | 1KB            | Reserved        |       |
|                           | 0x4001 3000 - 0x4001 33FF | 1KB            | SPI             |       |
|                           | 0x4001 2800 - 0x4001 2BFF | 1KB            | Reserved        |       |
|                           | 0x4001 2000 - 0x4001 23FF | 1KB            | Reserved        |       |
|                           | 0x4001 0800 - 0x4001 13FF | 3KB            | Reserved        |       |
|                           | 0x4001 0400 - 0x4001 07FF | 1KB            | EXTI            |       |
| 0x4001 0000 - 0x4001 03FF | 1KB                       | SYSCFG<br>COMP |                 |       |
|                           | 0x4000 A000 - 0x4000 FFFF | 24KB           | Reserved        |       |
| APB                       | 0x4000 9C00 - 0x4000 9FFF | 3KB            | Reserved        |       |
|                           | 0x4000 9800 - 0x4000 9BFF | 1KB            | SAC             |       |
|                           | 0x4000 9000 - 0x4000 93FF | 1KB            | SD-ADC          |       |
|                           | 0x4000 8C00 - 0x4000 8FFF | 1KB            | LED             |       |
|                           | 0x4000 8000 - 0x4000 BFFF | 2KB            | Reserved        |       |
|                           | 0x4000 7C00 - 0x4000 7FFF | 1KB            | LPTIM           |       |
|                           | 0x4000 7400 - 0x4000 7BFF | 2KB            | Reserved        |       |
|                           | 0x4000 7000 - 0x4000 73FF | 1KB            | PWR             |       |
|                           | 0x4000 5800 - 0x4000 6FFF | 6KB            | Reserved        |       |
|                           | 0x4000 5400 - 0x4000 57FF | 1KB            | I2C1            |       |
|                           | 0x4000 4800 - 0x4000 53FF | 3KB            | Reserved        |       |
| 0x4000 4400 - 0x4000 47FF | 1KB                       | USART2         |                 |       |

|  |                           |     |          |  |
|--|---------------------------|-----|----------|--|
|  | 0x4000 3400 - 0x4000 43FF | 4KB | Reserved |  |
|  | 0x4000 3000 - 0x4000 33FF | 1KB | IWDG     |  |
|  | 0x4000 2C00 - 0x4000 2FFF | 1KB | WWDG     |  |
|  | 0x4000 2800 - 0x4000 2BFF | 1KB | RTC      |  |
|  | 0x4000 2400 - 0x4000 27FF | 1KB | Reserved |  |
|  | 0x4000 2000 - 0x4000 23FF | 1KB | TIM14    |  |
|  | 0x4000 0000 - 0x4000 1FFF | 8KB | Reserved |  |

## 5. 功能描述

### 5.1. ARM® Cortex®-M0 内核

ARM® Cortex®-M0 是一种 ARM 32 位 RISC 处理器。

ARM® Cortex®-M0 支持低功耗和高效的操作，以及高性能的中断响应。相比于其他 8 位和 16 位的微控制器，它具有更高的代码密度，可以应用在更广泛的嵌入式系统中。它具有优异的性能，并且和其他 Cortex-M 处理器兼容。

### 5.2. 存储器

CS32A010 支持以下特性

- Flash 有三个部分：
  - 64K Bytes Flash 程序存储区
  - 6K Bytes 系统存储区
  - 选项字节

- 8Kbyte 嵌入式 SRAM，可产生奇偶校验异常

Flash 程序存储区支持以扇区为单位的写保护功能。根据选项字节，Flash 程序存储区支持不同级别的读保护。

- 级别 0：无保护
- 级别 1：在调试模式或者从 SRAM/bootloader 启动时，无法读写
- 级别 2：调试模式和从 SRAM、bootloader 启动功能不可用

### 5.3. 时钟

时钟系统包含下列时钟：

- 24MHz 内部高速 RC 振荡器(HRC)
- 1.024MHz 内部低速 RC 振荡器(LRC2)
- 2kHz 内部低速 RC 振荡器(LRC)
- 4~24MHz 晶体振荡器(HXT)
- 32.768KHz 晶体振荡器(LXT)

## 5.4. 工作环境

### 5.4.1. 工作电压

#### 1.1.1 工作电压

芯片有 3 个不同的电源管脚:

DVDD: 为 I/O, Regulator, HXT 模块供电, 电压范围 2.0V 到 5.5V;

VDDA: 为 SDADC、DAC、HRC、OPA、POR/PDR 和 LVD 等模块供电, 电压范围从 2.0V 到 5.5V。当 ADC 工作时, VDDA 应大于 2.4V;

VBAT: 给 LXT、RTC 供电, 电压范围 2.4V~5.5V

## 5.5. 启动模式

CS32A010 支持多种启动方式:

表 6 启动模式

| nBOOT0 位 | nBOOT1 位 | 启动位置  |
|----------|----------|-------|
| 0        | X        | 闪存存储器 |
| 1        | 1        | 系统存储器 |
| 1        | 0        | SRAM  |

## 5.6. 电源管理

### 5.6.1. 低功耗模式

芯片有 4 种低功耗模式:

- 睡眠模式

在睡眠模式下, 只有 CPU 停止工作, 所有外设继续运行并在发生中断/事件时唤醒 CPU。

- 深度睡眠 1 模式

在深度睡眠模式 1 下, HRC 和 HXT 被禁止。内部 LDO 正常工作, 同时保持 SRAM 和寄存器的内容。任意 EXTI 中断信号将器件从深度睡眠 1 模式唤醒。

- 深度睡眠 2 模式

在深度睡眠模式 2 下, HRC 和 HXT 被禁止, LRC2 (1.024MHz)、LRC、LXT 可以正常工作。内部 LDO 处于低功耗模式, 同时保持 SRAM 和寄存器内容, 因此深度睡眠 2 的唤醒时间比深度睡眠 1 要长。任意 EXTI 中断信号将器件从深度睡眠 2 模式唤醒。

- 掉电模式

掉电模式下, LDO 关闭, 因此整个 1.5 V 域将断电。进入掉电模式后, SRAM 和寄存器的内容都将丢失。HRC 和 HXT 晶振也会关闭。掉电模式下, RTC、LRC、LXT 可以正常工作, 32bytes 的备份寄存器数据不会丢失。当发生外部复位 (NRST 引脚)、IWDG 复位、WKUP 引脚上出现上升沿时, 器件退出掉电模式。

### 5.6.2. 上电复位/掉电复位(POR/PDR)

芯片包含上电复位和掉电复位电路。上电复位模块 POR 监测 VDD 的电压, 掉电复位模块监测 VDD 和 VDDA 的电压。

此电路始终处于工作状态, 可确保器件在电压不低于 2 V 时能够正常工作。当监控的供电电压低于规定阈值  $V_{POR}/V_{PDR}$  时, 器件处于复位模式。

### 5.6.3. 低电压复位模块(LVD)

LVD 用于监视 VDD 电源并将其与阈值  $V_{LVD}$  进行比较。当 VDD 低于  $V_{LVD}$  或高于  $V_{LVD}$  阈值时, 将产生中断。LVD 的阈值是可编程控制的。

OB\_LVDSEL 对应的电压档位如下

| LVDSEL | 电压档位    | 电压   |
|--------|---------|------|
| 000    | level 0 | 2.2V |
| 001    | level 1 | 2.4V |
| 010    | level 2 | 2.6V |
| 011    | level 3 | 2.8V |
| 100    | level 4 | 3.0V |
| 101    | level 5 | 3.6V |
| 110    | level 6 | 4.5V |
| 111    | level 7 | 2.2V |

## 5.7. 通用输入输出端口(GPIO)

每个 GPIO 引脚都可以由软件配置成输入(带或不带上拉)、输出(推挽或开漏)或复用的外设功能端口。多数 GPIO 引脚都与数字或模拟的复用外设共用。在需要的情况下, I/O 引脚的外设功能可以通过一个特定的操作锁定, 以避免意外的写入 I/O 寄存器。

GPIO 特性如下

- 输入、输出、模拟功能选择
- 施密特触发器输入开关控制
- 每个 IO 口支持弱上拉功能
- 推挽输出和开漏输出
- 多功能复用输入输出
- 输出原子操作
- GPIOA、B 支持配置锁定功能

## 5.8. 模数转换器(ADC)

CS32A010 包含一个 24 位 SD-ADC, 支持最多 18 个通道, 包括 10 个内部通道和 8 个外部通道。10 个内部通道分别用来监测 Temp Sensor、VREFP/VREFN、AVDD/4、AGND、DVDD、0.5VREFP/0.5VREEP+10mV、VBAT/3、VDAC 的电压, 测量内部参考电压和测量芯片的温度。不同通道的转换模式包括单次、扫描模式。在扫描模式下, 将自动对选定的模拟输入通道进行转换。它支持不同的转换设置, 包含采样时间、建立时间、滤波器和和丢弃数据笔数选择。

ADC 转换可以由不同定时器产生的软硬件事件触发。ADC 时钟采用 1.024MHz LRC2 时钟, 硬件触发 AD 转换与时钟同步。

ADC 内置模拟看门狗功能, 它允许监控一路选中的通道, 当被监视的信号超过预设的阈值时, 将产生中断。

### 5.8.1. 温度传感器(TS)

温度传感器模块产生一个与温度成线性关系的输出电压 TS\_OUT。TS\_OUT 被送入 ADC, 然后被转换为数字码值。为了获得较好的线性, 温度传感器需要首先被校准。校准值被存在系统存储器区域, 它是只读的。

表 7 TS 校准值

| 校准值名称      | 描述  | 地址                        |
|------------|---|---------------------------|
| TEMP30_CAL | TS 在 30°C(+/-5°C), VDDA=3.3V(+/-10mV)时 ADC 转换数据 | 0x1FFF F7B8 - 0x1FFF F7B9 |

## 5.9. 智能模拟组合 (SAC)

CS32A010 内置一个运算放大器, 一个 12 位 DAC 模块, 两路电流源输出, 1 路电压源输出。

### 5.9.1. OPA

OPA 可以通过 OPAPSEL、OPANSEL 选择内部或者外部输入信号，OPA 模块电源可以选择 AVDD 或者内部 LDO（电压为 3.6V）。

### 5.9.2. DAC 模块

DAC 模块特性如下

- 12 位 DAC 输出
- 最大输出速率 1MHz
- 参考电压 1.2V、2.048V 或者 VDD
- 支持 TIM14 计数溢出、LPTIM1 比较匹配、ADC 转换完成事件触发 DAC 输出

### 5.9.3. 电流源输出 (IEXC)

CS32A010 支持 2 路电流源输出，IDAC1 和 IDAC2 输出电流可配置为 64nA/256nA/1uA，精度 20%，4/10/20/50/100/250/500/750/1000uA，精度 5%。IDAC1 和 IDAC2 电流值一样，可独立输出。

### 5.9.4. 电压源 (VEXC)

VEXC 特性如下

- 输出档位 1.2V/0.5VDD/DAC 电压/ (VREF/2)
- 8 个电压源输出通道

## 5.10. 定时器

芯片包括 1 个通用定时器和 1 个低功耗定时器。

### 5.10.1. 通用定时器 (TIM14)

通用定时器可以用来作为简单的时间基准或输出 PWM。

TIM14 是一个带有 16 位预分频的 16 位计数器，只有 1 个通道用于输入捕获、输出比较和产生 PWM。在调试模式下，可以让计数器停止计数。

TIM14 特性如下

- 16 位自动重载向上计数器、
- 16 位可编程预分频器，用于将计数器时钟频率除以 1 到 65535 之间的任何系数（可以随时更改）
- 独立通道：
  - 输入捕获
  - 输出比较
  - PWM 生成（边沿对齐模式）
- 以下事件的中断生成：
  - 更新：计数器溢出，计数器初始化（通过软件）
  - 输入捕获
  - 输出比较

在调试模式下，可以让计数器停止计数。

### 5.10.2.低功耗定时器(LPTIM)

一个可以在深度睡眠 2 模式下定时的 16 位计数定时器。在深度睡眠 2 模式下可以输出定时器溢出事件启动 ADC 转换功能、LED 驱动。

LPTIM 特性如下

- 16bit 递增计数器
- 3-bit 预分频器具有可配的 8 个分频系数 (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128)
- -内部时钟源: LSE, LRC, SYSCLK
- 16bitARR 自动重载寄存器
- 16bit 比较寄存器
- 连续/单触发模式
- 可配置输出: 脉冲, PWM

### 5.10.3. 独立看门狗定时器(FWDT)

独立看门狗定时器以内部 2kHz LRC 作为时钟源, 独立于主时钟。FWDT 由一个 8 位的预分频器和 1 个带窗选项的 12 位向下计数器组成, 可以在深度睡眠 1、深度睡眠 2 和掉电模式下独立运行。当计数器计到 0 时, FWDT 产生一个复位。

在调试模式下, 可以让计数器停止计数。

### 5.10.4. 窗看门狗定时器(WWDT)

窗看门狗定时器以 PCLK 作为主时钟, 由 1 个预分频器和 7 位自由运行的向下计数器组成。当计数器计到 0x40 时, 产生提醒中断标志。当计数器计到 0x3F 时, 产生一个复位。

在调试模式下, 可以让计数器停止计数。

### 5.10.5. 滴答定时器(SysTick)

滴答定时器可以用于实时操作系统, 同时也是一个标准的向下计数器。

它是以 HCLK 或 HCLK/8 作为时钟源, 具有自动重加载功能的 24 位向下计数器。当计数器计到 0 时, 滴答定时器会产生一个可屏蔽的系统中断。

## 5.11. 实时时钟(RTC)和不掉电寄存器

RTC 有以下特性:

- BCD 格式的日历支持亚秒、秒、分钟、小时、星期、日期、月份、年份
- 自动补偿夏令时及月份的天数, 如 28 天、29 天(闰年)、30 天、31 天闹钟支持配置亚秒、秒、分钟、小时、日期和星期, 可以唤醒深度睡眠模式 1、深度睡眠模式 2 和掉电模式
- 支持周期唤醒

RTC 和不掉电寄存器有 DVDD 或 VBAT 脚供电。8 个 32 位的不掉电寄存器不会被系统复位和电源复位清除。

## 5.12. LED 驱动

LED 驱动集成恒流源, 并采用正反推的驱动方式来驱动 LED 灯。支持自动扫描和手动扫描模式。驱动电流支持可配 1/2/4/6/8/10/12/14mA 可配, 显示亮度支持 1 到 255 可配置, 最多支持 3×2 个 LED 灯。

## 5.13. 中断和事件

Cortex-M0 集成的嵌入向量中断控制器能够高效的处理异常和中断。更多细节请参考 Cortex-M0 技术参考手册。

EXTI 包含 32 个独立的边沿检测器，产生中断请求和事件给到 CPU 或中断控制器。EXTI 有三种触发方式，包括上升沿触发、下降沿触发和双边沿触发。每个边沿检测器可以独立的配置和使能。

### 5.14. 串行外设总线（SPI）

SPI 模块可以通过 SPI 协议和外部器件通信。

SPI 支持主从机的发送和接收。它支持全双工模式和简单模式，最大通信速率可以达到 1Mbit/s。

表 8 SPIx 功能表

| SPI 特性/模式  | SPI1 |
|------------|------|
| Rx/Tx FIFO | √    |
| NSS 脉冲模式   | √    |
| TI 模式      | √    |
| 硬件 CRC     | √    |
| I2S 功能     | X    |

### 5.15. 通用同步异步收发器（USART）

通用同步异步收发器为 MCU 和外部器件连续通信提供了一个通用接口。USART 支持同步、异步全双工通信和单线半双工通信。一个可编程的波特率发生器，可提供不同的通信波特率，最高可达 1Mbit/s。

除此之外，USART 也支持多处理器通信、RS232 硬件流控和 RS485 驱动使能。USART1 可以将 MCU 从深度睡眠模式 1 和深度睡眠模式 2 唤醒。

表 9 USARTx 功能表

| USART 特性/模式  | USART1 | USART2 |
|--------------|--------|--------|
| 异步全双工通信      | √      | √      |
| 同步模式         | X      | X      |
| 单线半双工模式      | √      | √      |
| DMA 功能       | X      | X      |
| 自动波特率检测      | X      | X      |
| 多处理器通信       | √      | √      |
| Modbus 通信    | X      | X      |
| 智能卡模式        | X      | X      |
| LIN 模式       | X      | X      |
| IrDA 模式      | X      | X      |
| RS232 硬件流控   | √      | √      |
| RS485 驱动使能   | √      | √      |
| 唤醒深度睡眠模式 1、2 | √      | X      |
| 收发 FIFO      | √      | √      |

### 5.16. I2C 接口

I2C 模块提供了一个工业级标准的 I2C 接口，可以工作在主机模式和从机模式。接口实现了标准模式、快速模式，CRC 计算和检查。I2C 接口支持 DMA 模式用于存储器和外设之间的高速通信，无需 CPU 参与。

主要包括以下特性：

- 支持主机模式和从机模式
- 多主机功能
- 可配置的数字滤波器和模拟滤波器
- 支持 7 位和 10 位地址模式
- 支持标准模式（高达 100kHz）和快速模式（高达 400kHz）
- 唤醒深度睡眠模式 1 和深度睡眠模式 2

表 10 I2Cx 功能表

| I2C 特性/模式 | I2C1 |
|-----------|------|
|-----------|------|

|              |   |
|--------------|---|
| 7 位地址模式      | √ |
| 10 位地址模式     | X |
| 标准模式         | √ |
| 快速模式         | √ |
| 超快速模式        | X |
| 独立工作时钟       | X |
| 系统管理总线       | X |
| 唤醒深度睡眠模式 1、2 | √ |

### 5.17. 循环冗余校验

在数据存储和通信领域，为了确保数据的正确性，循环冗余校验被广泛使用。CRC 计算单元可以根据固定的 CRC 多项式计算出 32 位的 CRC 码。

### 5.18. 串行调试端口(SWD-DP)

ARM Cortex-M0 内部集成调试组件，SW 调试口用来连接这些调试组件。

## 6. 电气特性

### 6.1. 说明

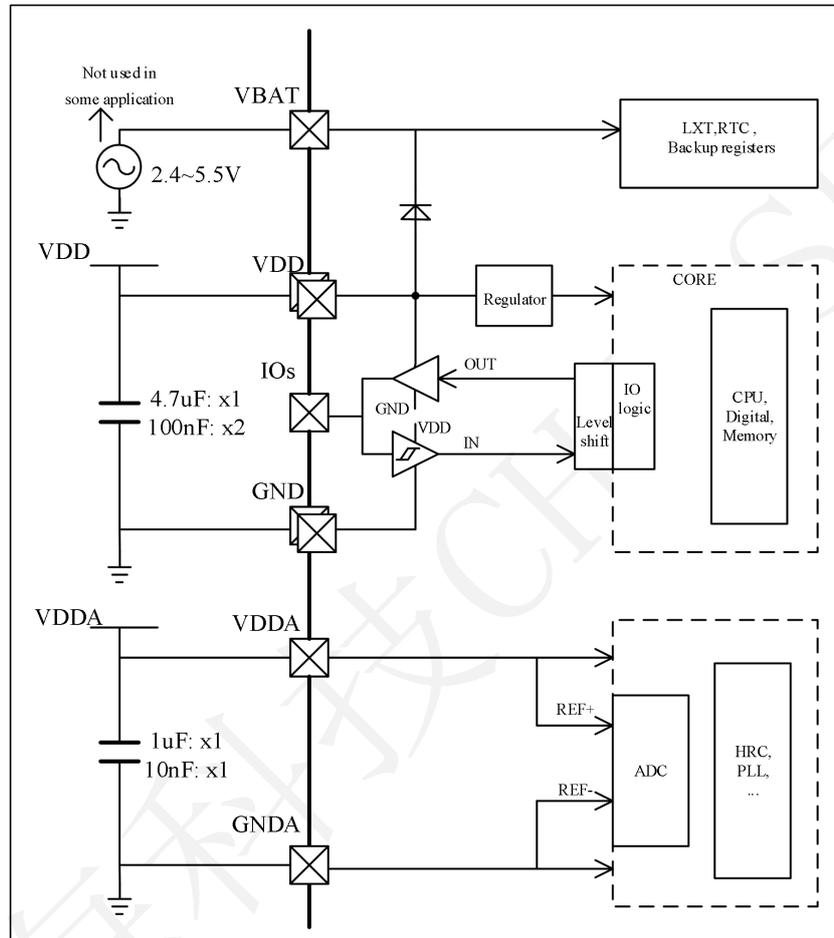
图 4 给出了 CS32A010 的电源方案。

除非特别说明，所有典型值是基于温度  $T_{\text{range}}=25^{\circ}\text{C}$  和电压  $V_{\text{DD}}=3.3\text{V}$  的条件下给出的。

除非特别说明，所有电压都是以 GND 为参考的。

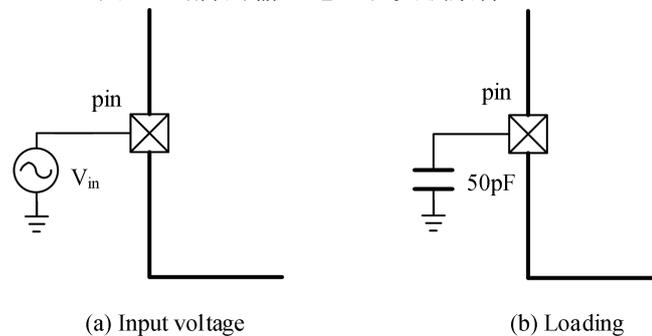
除非特别说明，所有数据由设计保证。

图 4 电源方案



引脚的输入电压和负载等测试条件如图 5 所示。

图 5 引脚的输入电压和负载条件



## 6.2. 绝对最大额定值

表 11 绝对最大额定值

| 符号                        | 描述                | 最小值     | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------------------------|-------------------|---------|-----|-----|----|
| VDD                       | VDD 和 GND 之间的电压   | -0.3    | -   | 6   | V  |
| VDDA                      | VDDA 和 GND 之间的电压  | -0.3    | -   | 6   | V  |
| VBAT                      | VBAT 和 GND 之间的电压  | -0.3    | -   | 6   | V  |
| VDD-VDDA                  | VDD 和 VDDA 之间的电压  | -       | -   | 0.4 | V  |
| V <sub>i/o</sub>          | I/O 管脚电压          | GND-0.3 | -   | 6   | V  |
| T <sub>storage</sub>      | 存储温度              | -65     | -   | 150 | °C |
| T <sub>junction</sub>     | 结温                | -       | -   | 150 | °C |
| I <sub>total-pwr</sub>    | 流入 VDD 电源线的总电流    | -       | -   | 120 | mA |
| I <sub>total-GND</sub>    | 流出 GND 接地线的总电流    | -120    | -   | -   | mA |
| I <sub>pwr-pin</sub>      | 流入每个电源管脚的电流       | -       | -   | 100 | mA |
| I <sub>GND-pin</sub>      | 流入每个地管脚的电流        | -100    | -   | -   | mA |
| I <sub>total-sunk</sub>   | 流入所有 I/O 管脚的总电流   | -       | -   | 80  | mA |
| I <sub>total-source</sub> | 流出所有 I/O 管脚的总电流   | -80     | -   | -   | mA |
| I <sub>sunk-pin</sub>     | 流入任意一个 I/O 管脚的电流  | -       | -   | 25  | mA |
| I <sub>source-pin</sub>   | 流出任意一个 I/O 管脚的总电流 | -25     | -   | -   | mA |

### 6.3. 工作条件

表 12 工作条件

| 符号                          | 描述  | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位    |
|-----------------------------|---|------|------|------|-------|
| V <sub>VDD-range</sub>      | VDD 的工作电压范围                               | 2    | -    | 5.5  | V     |
| V <sub>VDDA-range</sub>     | VDDA 的工作电压范围                              | 2    | -    | 5.5  | V     |
| V <sub>VBAT-range</sub>     | VBAT 的工作电压范围                              | 2.4  | -    | 5.5  | V     |
| V <sub>POR</sub>            | 电源上升速度                                    |      |      | 28.6 | mV/us |
| V <sub>PDR</sub>            | 电源下降速度                                    |      |      | 27.5 | mV/us |
| T <sub>range</sub>          | 芯片环境温度                                    | -40  | -    | 105  | °C    |
| T <sub>junction-range</sub> | 芯片结温范围                                    | -40  | -    | 125  | °C    |
| f <sub>AHB-clock</sub>      | 内部 AHB 时钟频率                               | 0    | -    | 24   | MHz   |
| f <sub>APB-clock</sub>      | 内部 APB 时钟频率                               | 0    | -    | 24   | MHz   |
| V <sub>IO-range</sub>       | I/O 输入电压范围                                | -0.3 | -    | 5.5  | V     |
|                             | QFN32L 在 T <sub>range</sub> =105°C 下的功率耗散 | -    | -    | 484  | mW    |
| T <sub>supply-rise</sub>    | VDD/VDDA 上升时间速率                           | 0    | -    | -    | uS/V  |
| T <sub>supply-fall</sub>    | VDD/VDDA 下降时间速率                           | 20   | -    | -    | uS/V  |
| T <sub>VDD-POR</sub>        | VDD 上电复位阈值                                | 1.84 | 1.92 | 2    | V     |
| T <sub>VDD-fall</sub>       | VDD 掉电复位阈值                                | 1.80 | 1.88 | 1.96 | V     |
| T <sub>VDDA-fall</sub>      | VDDA 掉电复位阈值                               | 1.80 | 1.88 | 1.96 | V     |
| T <sub>reset-tempo</sub>    | V <sub>VDD-range</sub> ≤ 5.5V 的复位持续时间     | -    | 4.2  | 10   | mS    |
|                             | V <sub>VDD-range</sub> ≤ 3.6V 的复位持续时间     | -    | 4.2  | 7.5  | mS    |
| V <sub>LVD</sub>            | LVD 上升阈值电压 2.2                            | 2.06 | 2.18 | 2.30 | V     |
|                             | LVD 下降阈值电压 2.2                            | 1.95 | 2.08 | 2.2  | V     |
|                             | LVD 上升阈值电压 2.4                            | 2.25 | 2.38 | 2.52 | V     |
|                             | LVD 下降阈值电压 2.4                            | 2.15 | 2.28 | 2.42 | V     |
|                             | LVD 上升阈值电压 2.6                            | 2.43 | 2.58 | 2.73 | V     |
|                             | LVD 下降阈值电压 2.6                            | 2.33 | 2.48 | 2.63 | V     |
|                             | LVD 上升阈值电压 2.8                            | 2.62 | 2.78 | 2.94 | V     |
|                             | LVD 下降阈值电压 2.8                            | 2.52 | 2.68 | 2.84 | V     |
|                             | LVD 上升阈值电压 3.0                            | 2.82 | 2.98 | 3.13 | V     |
|                             | LVD 下降阈值电压 3.0                            | 2.72 | 2.88 | 2.04 | V     |
|                             | LVD 上升阈值电压 3.6                            | 3.43 | 3.58 | 3.73 | V     |
|                             | LVD 下降阈值电压 3.6                            | 3.33 | 3.48 | 2.63 | V     |
|                             | LVD 上升阈值电压 4.5                            | 4.33 | 4.48 | 4.63 | V     |
|                             | LVD 下降阈值电压 4.5                            | 4.23 | 4.38 | 4.53 | V     |
| LVD 上升阈值电压 7                | 2.06                                      | 2.18 | 2.30 | V    |       |
| LVD 下降阈值电压 7                | 1.95                                      | 2.08 | 2.2  | V    |       |

## 6.4. I/O 端口特性

表 13 I/O 端口特性

| 符号             | 描述   | 最小值          | 典型值 | 最大值          | 单位         |
|----------------|--|--------------|-----|--------------|------------|
| $V_{IH1}$      | 输入高电平  | $0.7*V_{DD}$ | -   | -            | V          |
| $V_{IL1}$      | 输入低电平  | -            | -   | $0.3*V_{DD}$ | V          |
| $V_{IH2}$      | I2C 输入高电平  | 1.26         |     |              | V          |
| $V_{IL2}$      | I2C 输入低电平  |              |     | 0.54         | V          |
| $R_{pull-up}$  | I/O 上拉电阻   | 15           | 40  | 88           | K $\Omega$ |
| $R_{pull-dn}$  | PB3/PA8 下拉阻抗   | 6            | 14  | 42           | K $\Omega$ |
| $I_{pull-up}$  | 当电源电压为 5.0V 时, PA4/PA5/PA8 上拉电流                      | 2.1          | 3   | 3.8          | mA         |
|                | 当电源电压为 4.5-5.5V 时, PA4/PA5/PA8 上拉电流                  | 1.9          | 3   | 4.3          | mA         |
| $I_{SR11}$     | PA,PB 的源电流(推挽输出), $V_{DD}=5.0V, V_S=4.5V$            | -6           | -12 | -18          | mA         |
| $I_{SR12}$     | PA,PB 的源电流(推挽输出), $V_{DD}=3.3V, V_S=3.0V$            | -2           | -6  | -8           | mA         |
| $I_{SK11}$     | PA,PB 的灌电流(推挽输出), $V_{DD}=5.0V, V_S=0.5V$            | 6            | 12  | 20           | mA         |
| $I_{SK12}$     | PA,PB 的灌电流(推挽输出), $V_{DD}=3.3V, V_S=0.3V$            | 2            | 5   | 10           | mA         |
| $I_{SK13}$     | PB0/PB1/PB2 的灌电流(推挽输出), $V_{DD}=5.0V, V_S=0.5V$      | 20           | 32  | 40           | mA         |
| $I_{SK13}$     | PB0/PB1/PB2 的灌电流(推挽输出), $V_{DD}=3.3V, V_S=0.3V$      | 10           | 15  | 20           | mA         |
| $I_{leakage}$  | 配置为数字端口时的漏电流, $GND < V_{IO-range} < V_{DD}$          | -            | -   | $\pm 0.8$    | $\mu A$    |
|                | 配置为模拟端口时的漏电流, $GND < V_{IO-range} < V_{DDA}$         | -            | -   | $\pm 0.8$    | $\mu A$    |
| $T_{ext-pw}$   | EXTI 可被检测脉宽  | 10           | -   | -            | nS         |
| $R_{pull-up1}$ | NRST 的上拉电阻   | 30           | 40  | 55           | K $\Omega$ |
| $T_{nrst-fp}$  | NRST 输入滤波脉冲宽度  | -            | -   | 60           | nS         |
| $T_{nrst-nfp}$ | NRST 输入非滤波脉宽,<br>$2.7V \leq V_{VDD-range} \leq 3.6V$ | 300          | -   | -            | nS         |
|                | NRST 输入非滤波脉宽,<br>$2V \leq V_{VDD-range} \leq 3.6V$   | 500          | -   | -            | nS         |
|                | NRST 输入非滤波脉宽,<br>$2V \leq V_{VDD-range} \leq 5.5V$   | 390          | -   | -            | nS         |

## 6.5. 低功耗模式唤醒时间

表 14 低功耗模式唤醒时间

| 符号                  | 描述              | 最小值 | 典型值          | 最大值 | 单位      |
|---------------------|-----------------|-----|--------------|-----|---------|
| $T_{wk-sleep}$      | 睡眠模式的唤醒时间       | -   | 5 system clk | -   | $\mu S$ |
| $T_{wk-deepsleep1}$ | 深度睡眠 1 模式下的唤醒时间 | -   | 25           | 29  | $\mu S$ |
| $T_{wk-deepsleep2}$ | 深度睡眠 2 模式下的唤醒时间 | -   | 28           | 32  | $\mu S$ |
| $T_{wk-powerdown}$  | 掉电模式下的唤醒时间      | -   | 90           | 230 | $\mu S$ |

## 6.6. 功耗

表 15 运行和睡眠模式的功耗特性

| 运行模式 | 代码执行位置 | 条件     | $f_{HCLK}$ (MHz) | IVDD (外设打开) (mA)   |                    |                    | IVDD (外设关闭) (mA)   |                    |                    | IVDDA ( $\mu A$ )  |                    |                    |
|------|--------|--------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|      |        |        |                  | Typ <sup>(1)</sup> | Max <sup>(2)</sup> | Max <sup>(3)</sup> | Typ <sup>(1)</sup> | Max <sup>(2)</sup> | Max <sup>(3)</sup> | Typ <sup>(1)</sup> | Max <sup>(2)</sup> | Max <sup>(3)</sup> |
| 正常模式 | flash  | HXT 旁路 | 24               | 3.5                | 6                  |                    | 2.5                | 4                  |                    | 207                | 301                |                    |
| 正常模式 | flash  | HXT 旁路 | 4                | 1.2                |                    |                    | 1.0                |                    |                    | 207                | 301                |                    |
| 正常模式 | flash  | HXT 旁路 | 1.024            | 1                  |                    |                    | 0.8                |                    |                    | 207                | 301                |                    |
| 睡眠模式 | -      | HXT 旁路 | 24               | 1.5                |                    |                    | 1.2                |                    |                    | 207                |                    |                    |
| 睡眠模式 | -      | HXT 旁路 | 4                | 0.5                |                    |                    | 0.4                |                    |                    | 207                |                    |                    |

表 16 深睡和掉电模式的功耗特性

| 运行模式   | 代码执行位置 | 条件                                 | f <sub>HCLK</sub><br>(MHz) | IVDD<br>(外设打开)<br>(uA) |                    |                    | IVDD<br>(外设关闭)<br>(uA) |                    |                    | IVDDA<br>(uA)      |                    |                    |
|--------|--------|------------------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|        |        |                                    |                            | Typ <sup>(1)</sup>     | Max <sup>(2)</sup> | Max <sup>(3)</sup> | Typ <sup>(1)</sup>     | Max <sup>(2)</sup> | Max <sup>(3)</sup> | Typ <sup>(1)</sup> | Max <sup>(2)</sup> | Max <sup>(3)</sup> |
| 深睡模式 1 | -      | LVD 打开                             | -                          | 117                    |                    | -                  |                        |                    |                    | 2.5                | 6.1                |                    |
| 深睡模式 1 | -      | LVD 关闭                             | -                          | 117                    |                    | -                  |                        |                    |                    | 2.3                | 5.9                |                    |
| 深睡模式 2 | -      | LRC 打开, FWDT 打开,<br>LVD 打开         | -                          | 5.5                    | 45                 | -                  |                        |                    |                    | 2.5                | 6.1                |                    |
| 深睡模式 2 | -      | LRC 关闭, FWDT 关闭,<br>LVD 打开         | -                          | 4.8                    | 20                 | -                  |                        |                    |                    | 2.5                | 6.1                |                    |
| 深睡模式 2 | -      | LRC 关闭, FWDT 关闭,<br>LVD 关闭         | -                          | 4.6                    | 20                 | -                  |                        |                    |                    | 2.3                | 5.9                |                    |
| 深睡模式 2 | -      | LRC 打开, RTC 打开,<br>FWDT 关闭, LVD 关闭 | -                          | 5.3                    | 20                 | -                  |                        |                    |                    | 2.3                | 5.9                |                    |
| 掉电模式   | -      | LRC 打开,FWDT 打开                     | -                          | 1.5                    | -                  | -                  |                        |                    |                    | 2.3                | 5.9                |                    |
| 掉电模式   | -      | LRC 关闭,FWDT 关闭                     | -                          | 0.8                    | -                  | -                  |                        |                    |                    | 2.3                | 5.9                |                    |
| 掉电模式   | -      | LRC/LSE 打开,RTC 打开                  | -                          | 2                      | -                  | -                  |                        |                    |                    | 2.3                | 5.9                |                    |
| 掉电模式   | -      | LRC/LSE 关闭,RTC 关闭                  | -                          | 0.8                    | -                  | -                  |                        |                    |                    | 2.3                | 5.9                |                    |

 (1) VDD=VDDA=VBAT=3.3V, T<sub>range</sub>=25°C

 (2) VDD=VDDA=VBAT=3.6V, T<sub>range</sub>=105°C

 (3) VDD=VDDA=VBAT=5.5V, T<sub>range</sub>=105°C

## 6.7. RC 振荡器特性

表 17 HRC 特性

| 符号                       | 描述                       | 最小值  | 典型值. | 最大值 | 单位  |
|--------------------------|--------------------------|------|------|-----|-----|
| f <sub>HRC</sub>         | HRC 输出频率                 |      | 24   |     | MHz |
| TRIM <sub>HRC</sub>      | HRC 校准精度                 | -0.5 |      | 0.5 | %   |
| f <sub>voltage-HRC</sub> | HRC 频率的电压特性              | -0.5 | -    | 0.5 | %   |
| f <sub>temp-HRC</sub>    | HRC 频率的温度特性(-40°C-105°C) | -2   | -    | 2   | %   |
|                          | HRC 频率的温度特性(-40°C-125°C) | -3   | -    | 3   | %   |
| T <sub>setup_HRC</sub>   | HRC 的建立时间                |      | 2    | 2.8 | uS  |

表 18 LRC 特性

| 符号                     | 描述        | 最小值 | 典型值. | 最大值 | 单位  |
|------------------------|-----------|-----|------|-----|-----|
| f <sub>LRC</sub>       | LRC 输出频率  | 1.7 | 2    | 2.3 | KHz |
| T <sub>setup_LRC</sub> | LRC 的建立时间 | -   | -    | 84  | uS  |

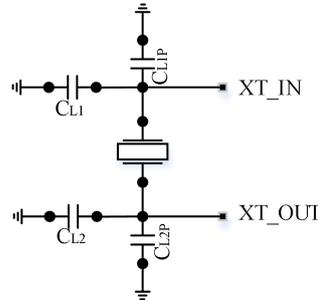
表 19 LRC2 特性

| 符号                      | 描述           | 最小值  | 典型值.  | 最大值 | 单位  |
|-------------------------|--------------|------|-------|-----|-----|
| f <sub>LRC2</sub>       | LRC2 输出频率    |      | 1.024 |     | MHz |
| TRIM <sub>LRC2</sub>    | LRC2 校准精度    | -0.5 | -     | 0.5 | %   |
| f <sub>temp-LRC2</sub>  | LRC2 频率的温度特性 | -1.1 | -     | 1.1 | %   |
| T <sub>setup_LRC2</sub> | LRC2 的建立时间   |      | -     | 40  | uS  |

## 6.8. 晶振特性

图 6 给出了晶振的晶体和负载及寄生电容等外部条件。

图 6 晶振的晶体和负载及寄生电容



$C_{L1}$  和  $C_{L2}$  PCB 板上的电容器件,  $C_{L1P}$  和  $C_{L2P}$  是 PCB 板和封装的寄生电容。  
 $CL(C_{L_{LXT}}$  或者  $C_{L_{HXT}}$ ) 是晶振的负载电容. 特定的晶体需要接特定范围的负载电容。

$$C'_{L1} = C_{L1} + C_{L1P}$$

$$C'_{L2} = C_{L2} + C_{L2P}$$

$$CL = C'_{L1} * C'_{L2} / (C'_{L1} + C'_{L2})$$

表 20 LXT 特性

| 符号           | 描述        | 最小值 | 典型值    | 最大值 | 单位  |
|--------------|-----------|-----|--------|-----|-----|
| $f_{LXT-IN}$ | LXT 频率    |     | 32.768 |     | KHz |
| $CL_{LXT}$   | LXT 的负载电容 | 10  | 12     | 18  | pF  |
| $T_{setup}$  | LXT 建立时间  | -   | 1      | 2   | S   |

表 21 HXT 特性

| 符号           | 描述                              | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|--------------|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| $f_{HXT-IN}$ | HXT 频率                          | 4   | 8   | 24  | MHz |
| $I_{pd-HXT}$ | 启动时功耗                           | -   | 1.8 | 6.5 | mA  |
|              | VDD=3.3V, Rm=30Ω, CL=12pF@8MHz  |     | 60  |     | uA  |
|              | VDD=3.3V, Rm=30Ω, CL=10pF@12MHz |     | 90  |     | uA  |
|              | VDD=3.3V, Rm=30Ω, CL=10pF@24MHz |     | 200 |     | uA  |
| $CL_{HXT}$   | HXT 的负载电容                       | 10  | 12  | 20  | pF  |
| $T_{setup}$  | HXT 建立时间                        | -   | 1   | 2   | mS  |

## 6.9. 内部参考电压特性

表 23 内部参考电压特性

| 符号       | 描述                      | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位     |
|----------|-------------------------|-------|-------|-------|--------|
| Vref     | 内部参考电压                  | 1.18  | 1.2   | 1.22  | V      |
|          |                         | 2.028 | 2.048 | 2.068 | V      |
| deltVref | 内部参考电压随温度的变化范围          | -     | -     | 11    | mV     |
| Tc       | 温度漂移( $T_J$ 为-40C~105C) |       | -     | 20    | ppm/°C |
|          | 温度漂移( $T_J$ 为-40C~125C) |       | -     | 30    | ppm/°C |
| Idrv     | 驱动能力                    |       | 5     |       | mA     |

|           |                          |  |  |     |    |
|-----------|--------------------------|--|--|-----|----|
| Tsettling | 软启动的建立时间，初次上电（片外电容为 1uF） |  |  | 400 | uS |
|-----------|--------------------------|--|--|-----|----|

## 6.10. PGA

表 24 PGA 特性

| 符号                    | 描述                                  | 最小值                  | 典型值  | 最大值       | 单位   |
|-----------------------|-------------------------------------|----------------------|------|-----------|------|
| I <sub>ain</sub>      | 模拟通道输入电流，输入电压：<br>0.4V~(VDD-0.4)V   |                      | 100p |           | A    |
| I <sub>ain_diff</sub> | 差分模拟通道输入电流，共模为 VDD/2，<br>差分电压为 0.1V |                      | 200p |           | A    |
| Gain                  | PGA 增益范围                            | 1/2/4/8/16/32/64/128 |      |           | V/VS |
| VCM                   | 共模输入电压范围                            | 0.4                  |      | VDD-0.4   | V    |
| VDM                   | 差模输入电压范围                            | -VREF/Gain           |      | VREF/Gain | V    |

## 6.11. SD-ADC 特性

表 25 ADC 特性

| 符号                | 描述   | 最小值                                | 典型值   | 最大值  | 单位                       |
|-------------------|--|------------------------------------|-------|------|--------------------------|
| VDD               | ADC 正常工作时 VDD 电压范围   | 2.7                                | 3.3   | 4.25 | V                        |
| DR                | ADC 数据输出速率   | 2.5                                |       | 8000 | Hz                       |
| V <sub>REF</sub>  | ADC 参考电压   | 1.2/2.048/外部输入                     |       |      | V                        |
| f <sub>mod</sub>  | 调整器频率  |                                    | 1024  |      | KHz                      |
| f <sub>chop</sub> | 斩波频率   | 1/4,1/8,1/16,1/32,1/64,1/128,1/256 |       |      | fmod                     |
| INL               | PGA1 bypass,PGA2 enable,<br>gain=1, VCM=0.5*AVDD                             | -26                                | ±8    | 26   | ppm(0.7 <sub>FSR</sub> ) |
|                   | PGA1 bypass,PGA2 enable,<br>gain=2, VCM=0.5*AVDD                             | -26                                | ±8    | 26   | ppm(0.7 <sub>FSR</sub> ) |
|                   | PGA1 enable,PGA2 enable,<br>gain=64, VCM=0.5*AVDD                            | -26                                | ±8    | 26   | ppm(0.7 <sub>FSR</sub> ) |
|                   | PGA1 enable,PGA2 enable,<br>gain=128, VCM=0.5*AVDD                           | -26                                | ±8    | 26   | ppm(0.7 <sub>FSR</sub> ) |
| V <sub>IO</sub>   | PGA1 bypass,PGA2 enable,<br>gain=1, VCM=0.5*AVDD, T=25C                      | -120                               | ±50   | 120  | uV                       |
|                   | PGA1 bypass,PGA2 enable,<br>gain=2, VCM=0.5*AVDD, T=25C                      | -60                                | ±25   | 60   |                          |
|                   | PGA1 enable,PGA2 enable,<br>gain=64, VCM=0.5*AVDD, T=25C                     | -1.87                              | ±0.78 | 1.87 |                          |
|                   | PGA1 enable,PGA2 enable,<br>gain=128, VCM=0.5*AVDD, T=25C                    | -0.94                              | ±0.39 | 0.94 |                          |
| Offset<br>Drift   | PGA1 bypass,PGA2 enable,<br>gain=1, VCM=0.5*AVDD, T <sub>J</sub> =-40C~105C  | -150                               | ±50   | 150  | nV/C                     |
|                   | PGA1 bypass,PGA2 enable,<br>gain=1, VCM=0.5*AVDD, T <sub>J</sub> =-40C~125C  | -200                               | ±50   | 200  |                          |
|                   | PGA1 bypass,PGA2 enable,<br>gain=2, VCM=0.5*AVDD, T <sub>J</sub> =-40C~105C  | -110                               | ±20   | 110  |                          |
|                   | PGA1 bypass,PGA2 enable,<br>gain=2, VCM=0.5*AVDD, T <sub>J</sub> =-40C~125C  | -150                               | ±20   | 150  |                          |
|                   | PGA1 enable,PGA2 enable,<br>gain=64, VCM=0.5*AVDD, T <sub>J</sub> =-40C~105C | -3.0                               | ±0.3  | 3.0  |                          |
|                   | PGA1 enable,PGA2 enable,<br>gain=64, VCM=0.5*AVDD, T <sub>J</sub> =-40C~125C | -4.0                               | ±0.3  | 4.0  |                          |

|            |   |      |      |     |        |
|------------|---|------|------|-----|--------|
|            | PGA1 enable,PGA2 enable,<br>gain=128,VCM=0.5*AVDD,T <sub>J</sub> =-40C~105C | -2.0 | ±0.1 | 2.0 |        |
|            | PGA1 enable,PGA2 enable,<br>gain=128,VCM=0.5*AVDD,T <sub>J</sub> =-40C~125C | -2.5 | ±0.1 | 2.5 |        |
| Gain error | PGA1 bypass,PGA2 enable,<br>gain=1, VCM=0.5*AVDD,T=25C                      | -0.5 | 0.1  | 0.5 | %      |
|            | PGA1 bypass,PGA2 enable,<br>gain=2,VCM=0.5*AVDD,T=25C                       | -0.5 | 0.1  | 0.5 | %      |
|            | PGA1 enable,PGA2 enable,<br>gain=64,VCM=0.5*AVDD,T=25C                      | -0.5 | 0.1  | 0.5 | %      |
| Gain drift | All PGAgain, VCM=0.5*AVDD,T <sub>J</sub> =-40C~105C                         | -1.5 | ±0.3 | 1.5 | ppm/°C |
|            | All<br>PGAgain, VCM=0.5*AVDD, T <sub>J</sub> =-40C~125C                     | -2.0 | ±0.3 | 2.0 |        |

## 6.12. DAC

表 26 DAC 特性

| 符号                    | 描述  | 最小值  | 典型值       | 最大值      | 单位  |
|-----------------------|---|------|-----------|----------|-----|
| VDDA                  | DAC 正常工作时 VDD 电压范围                              | 2.4  | -         | 5.5      | V   |
| V <sub>REF</sub>      | DAC 参考电压  |      | 1.2/2.048 |          | V   |
| Resolution            | DAC 的分辨率  |      | 12        |          | Bit |
| ENOB                  | 输入信号频率为 7KHz,负载电阻 5K ohm, 负载电容为 50pF 时 DAC 有效位数 | 11.2 |           |          | Bit |
| R <sub>LOAD1</sub>    | DAC Buffer 打开时负载能力                              | 5    |           |          | K Ω |
| DAC_OUTmin            | DAC Buffer 打开时最小输出电压                            | 0.2  |           |          | V   |
| DAC_OUTmax            | DAC Buffer 打开时最大输出电压                            |      |           | VDDA-0.2 | V   |
| DNL                   | 微分非线性误差   |      |           | ±2       | LSB |
| INL                   | 积分非线性误差   |      |           | ±4       | LSB |
| C <sub>load</sub>     | 驱动负载电容,用于降低噪声                                   |      |           | 50       | pF  |
| t <sub>settling</sub> | 建立到 12 位精度需要的时间                                 |      | 3         | 4        | uS  |
| f <sub>DAC</sub>      | DAC 输出增加 1 个 LSB 的最大频率                          |      |           | 1        | MHz |

## 6.13. OPA

表 27 OPA 特性

| 符号                | 描述                        | 最小值   | 典型值 | 最大值      | 单位   |
|-------------------|---------------------------|-------|-----|----------|------|
| VDDA              | OPA 正常工作时 VDDA 电压范围       | 3.0   | -   | 5.5      | V    |
| CMI               | 内部 LDO 开启                 | 0.06  |     | 2.048    | V    |
|                   | 内部 LDO 关闭, 直接 VDDA 供电     | 0.06  |     | VDDA-1.0 | V    |
| Ishort            | 短路保护电流                    | 12.5  |     | 19.5     | mA   |
| Offset            | 失调电压                      | 32.98 |     | 38.6     | uV   |
| R <sub>load</sub> | 输出端的 DC 负载电阻              | 6.5   |     | 35       | Kohm |
| C <sub>load</sub> | 输出端的负载电容 (串联 2K ohm 电阻)   |       | 10n |          | F    |
| GBW               | 单位增益带宽                    | 1.2   |     | 5.5      | MHz  |
| VOUT              | VDDA>4.0V, OPA 由内部 LDO 供电 | 0     |     | 3.6      | V    |
|                   | VDDA<4.0V, OPA 由 VDDA 供电  | 0     |     | VDDA     | V    |

## 6.14. IEXC

表 28 IEXC 特性

| 符号                    | 描述  | 最小值  | 典型值   | 最大值     | 单位    |    |
|-----------------------|---|------|-------|---------|-------|----|
| AVDD                  | IDAC 正常工作时 AVDD 电压范围                      | 2.4  | -     | 5.5     | V     |    |
| IEXC                  | 低档位恒流激励源                                  |      | 0.064 |         | uA    |    |
|                       |   |      | 0.256 |         | uA    |    |
|                       |   |      | 1     |         | uA    |    |
|                       | 低档位恒流源精度                                  | -20% |       | 20%     |       |    |
|                       | 高档位恒流激励源                                  |      |       | 4       |       | uA |
|                       |   |      |       | 10      |       | uA |
|                       |   |      |       | 20      |       | uA |
|                       |   |      |       | 50      |       | uA |
|                       |   |      |       | 100     |       | uA |
|                       |   |      |       | 250     |       | uA |
|                       |   |      | 500   |         | uA    |    |
|                       |   | 750  |       | uA      |       |    |
|                       |   | 1000 |       | uA      |       |    |
|                       | 高档位恒流源精度                                  | -5%  |       | 5%      |       |    |
| TC <sub>IEXC</sub>    | 恒流激励源的温度系数                                |      |       | 200     | ppm/C |    |
| Mis <sub>IEXC</sub>   | 两路 IEXC 的匹配误差 (0.064/0.256/1/4uA)         |      |       | 4%      |       |    |
|                       | 两路 IEXC 的匹配误差 (其它电流档位)                    |      |       | 1.2%    |       |    |
| VDR <sub>IEXC</sub>   | IEXC 输出端电压范围                              | 0    |       | VDD-0.7 | V     |    |
| Noise <sub>IEXC</sub> | RMS 积分噪声, 积分区间:<br>0.1-100Hz, IEXC=1000uA |      |       | 10      | nA    |    |

## 6.15. Burn\_Out Detect

表 29 IBURN\_OUT 特性

| 符号                 | 描述                   | 最小值              | 典型值 | 最大值     | 单位  |
|--------------------|----------------------|------------------|-----|---------|-----|
| AVDD               | IDAC 正常工作时 AVDD 电压范围 | 2.4              | -   | 5.5     | V   |
| I <sub>PU_PD</sub> | 上拉和下拉电流档位            | 0.032/0.256/1/10 |     |         | uA  |
|                    | 上拉和下拉电流精度            |                  | 50% |         | V/V |
| V <sub>PU</sub>    | 上拉电流档位时输出电压范围        | 0                |     | VDD-0.5 | V   |
| V <sub>PD</sub>    | 下拉电流档位时输出电压范围        | 0.5              |     | VDD     | V   |

## 6.16. VEXC 特性

表 30 VEXC 特性

| 符号                     | 描述                             | 最小值                   | 典型值     | 最大值 | 单位    |
|------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------|-----|-------|
| V <sub>DD</sub>        | 电源电压                           | V <sub>EXC</sub> +1.2 |         |     | V     |
| V <sub>EXC</sub>       | V <sub>EXC</sub> 输出电压档位选择      |                       | 1.2     |     | V     |
|                        |                                |                       | 0.5*VDD |     | V     |
|                        |                                |                       | VDAC    |     | V     |
| R <sub>OUT</sub>       | 输出阻抗                           |                       | 120     | 350 | ohm   |
| Noise                  | 输出滤波电容为 1uF, 积分区间从<br>0.1-1GHz |                       |         | 6   | uVrms |
| I <sub>short_lmt</sub> | 输出短路到 AVDD 或 AGND 的电流          |                       |         | 25  | mA    |

|                           |  |  |  |     |    |
|---------------------------|--|--|--|-----|----|
| $T_{\text{Settling\_sw}}$ | 负载电阻为 0, 负载电容为 1uF 时的切换时间 (1.2V 和 0.5VDD 切换时间) |  |  | 2.0 | mS |
|---------------------------|--|--|--|-----|----|

### 6.17. LED 驱动特性

表 31 LED 驱动特性

| 符号               | 描述   | 最小值                  | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------|--|----------------------|-----|-----|----|
| AVDD             | LED 正常工作时 AVDD 电压范围( $V_{\text{LED}}$ 表示 LED 灯的导通电压) | $V_{\text{LED}}+0.8$ | -   | 5.5 | V  |
| $I_{\text{LED}}$ | LED 电流档位   | 1/2/4/6/8/10/12/14   |     |     | mA |
|                  | LED 电流精度   | 20%                  |     |     |    |

### 6.18. 温度传感器特性

表 32 温度传感器特性

| 符号                      | 描述                                      | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位    |
|-------------------------|---|-------|-------|-------|-------|
| $L_{\text{temp1}}$      | 温度传感器的线性度(-40°C~105°C)                  | -     |       | ±2    | °C    |
| $L_{\text{temp2}}$      | 温度传感器的线性度(-40°C~125°C)                  | -     |       | ±3    | °C    |
| $S_{\text{temp}}$       | 温度传感器电压的平均斜率                            | 0.485 | 0.5   | 0.518 | mV/°C |
| $V_{\text{temp30}}$     | 在 $30 \pm 5^\circ\text{C}$ 时温度传感器差分输出电压 | 146.8 | 148.2 | 150.3 | mV    |
| $T_{\text{start-temp}}$ | 温度传感器的建立时间                              | -     | -     | 5     | uS    |

### 6.19. Flash 特性

表 33 Flash 特性

| 符号                       | 描述   | 最小值     | 典型值 | 最大值 | 单位     |
|--------------------------|--|---------|-----|-----|--------|
| $T_{\text{prog}}$        | 16 位编程时间                                       | 80      | 85  | 90  | uS     |
|                          | 32 位编程时间                                       | 95      | 100 | 105 | uS     |
| $T_{\text{erase}}$       | 页(1 kbytes) 擦除时间                               | 5.0     | 5.2 | 5.4 | mS     |
| $T_{\text{mass-erase}}$  | 整体擦除时间   | 30      | 35  | 40  | mS     |
| $Cyc_{\text{endurance}}$ | 可擦写次数  | 100,000 | -   | -   | Cycles |
| $T_{\text{retention}}$   | 数据保存期限, $T_{\text{range}} = 25^\circ\text{C}$  | 100     | -   | -   | Year   |
|                          | 数据保存期限, $T_{\text{range}} = 85^\circ\text{C}$  | 20      | -   | -   | Year   |
|                          | 数据保存期限, $T_{\text{range}} = 105^\circ\text{C}$ | 10      | -   | -   | Year   |

### 6.20. SPI 特性

表 34 SPI 特性

| 符号                     | 描述   | 最小值                          | 典型值 | 最大值                     | 单位  |
|------------------------|--|------------------------------|-----|-------------------------|-----|
| $f_{\text{SCK}}$       | SPI 主模式时钟频率<br>( $V_{\text{DD}} \geq 2\text{V}, T_{\text{range}} \leq 105^\circ\text{C}$ ) | -                            | -   | 1                       | MHz |
|                        | SPI 从模式时钟频率<br>( $V_{\text{DD}} \geq 2\text{V}, T_{\text{range}} \leq 105^\circ\text{C}$ ) | -                            | -   | 1                       | MHz |
| $T_{\text{rise-SCK}}$  | 15pf 容性负载下 SPI 时钟上升时间  | -                            | -   | 60                      | nS  |
| $T_{\text{fall-SCK}}$  | 15pf 容性负载下 SPI 时钟下降时间  | -                            | -   | 60                      | nS  |
| $T_{\text{setup-NSS}}$ | 从模式 NSS 建立时间   | 50                           | -   | -                       | nS  |
| $T_{\text{hold-NSS}}$  | 从模式 NSS 保持时间   | $2 * T_{\text{pclk}+1}$<br>0 | -   | -                       | nS  |
| $T_{\text{width-SCK}}$ | SCK 高电平和低电平时间 ( $f_{\text{CLK}}=36\text{MHz}$ ,  | $2 * T_{\text{pclk}-3}$      | -   | $2 * T_{\text{pclk}+1}$ | nS  |

| PCLKPDIV=4)                |  |     |   |     |    |
|----------------------------|--|-----|---|-----|----|
| $T_{\text{setup-din}}$     | 主模式数据输入建立时间                                    | 40  | - | -   | nS |
|                            | 从模式数据输入建立时间                                    | 50  | - | -   | nS |
| $T_{\text{hold-din}}$      | 主模式数据输入保持时间                                    | 40  | - | -   | nS |
|                            | 从模式数据输入保持时间                                    | 50  | - | -   | nS |
| $T_{\text{access-dout}}$   | 从模式数据输出访问时间 ( $f_{\text{PCLK}}=20\text{MHz}$ ) | 0   | - | 320 | nS |
| $T_{\text{disable-dout}}$  | 从模式数据输出禁止时间                                    | 0   | - | 320 | nS |
| $T_{\text{valid-dout}}$    | 从模式使能边沿之后数据输出有效时间                              | -   | - | 350 | nS |
|                            | 主模式使能边沿之后数据输出有效时间                              | -   | - | 60  | nS |
| $T_{\text{hold-dout}}$     | 从模式使能边沿之后数据输出保持时间                              | 120 | - | -   | nS |
|                            | 主模式使能边沿之后数据输出保持时间                              | 20  | - | -   | nS |
| $\text{Duty}_{\text{SCK}}$ | 从模式输入时钟占空比                                     | 250 | - | 750 | nS |

图 7 SPI 时序图-从机模式 (1)

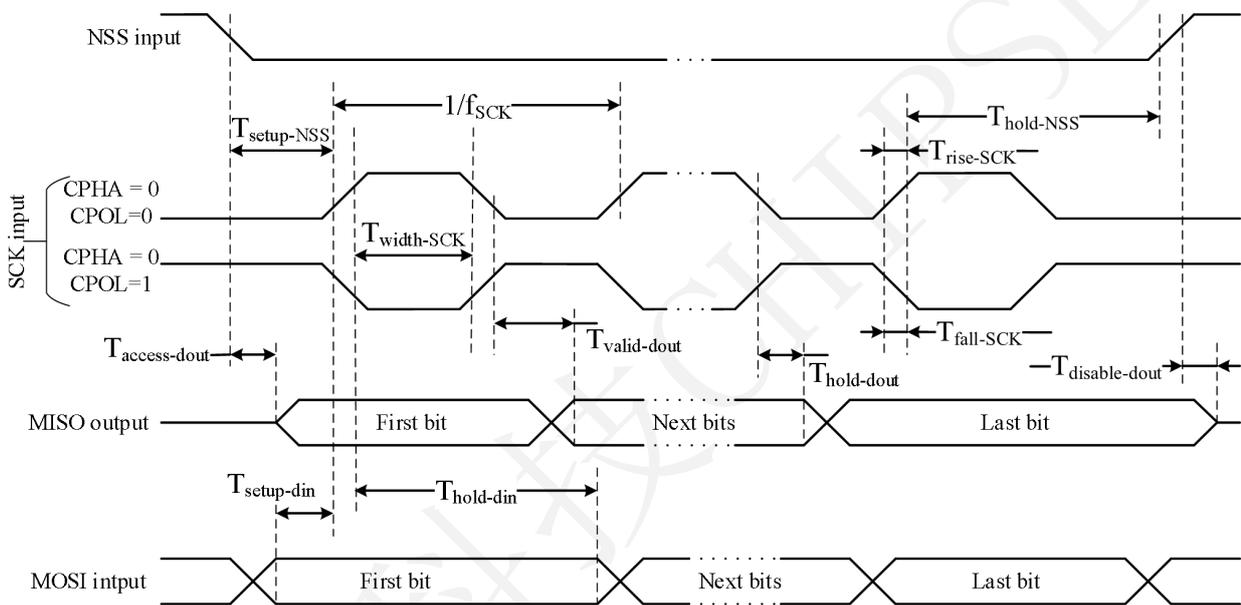


图 8 SPI 时序图-从机模式 (2)

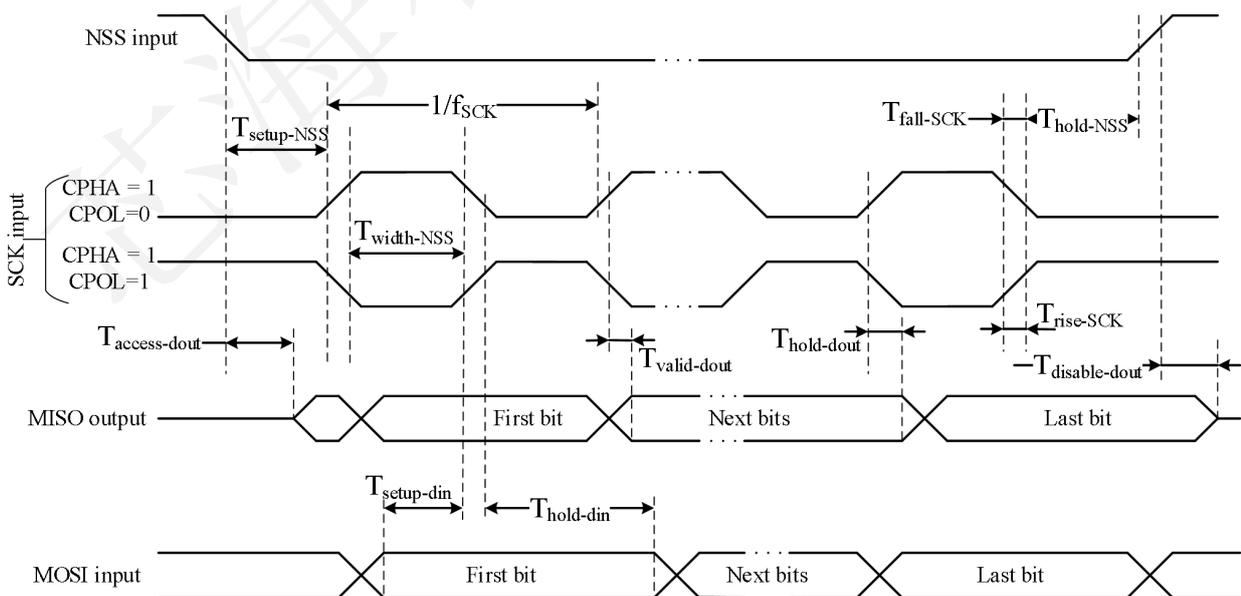
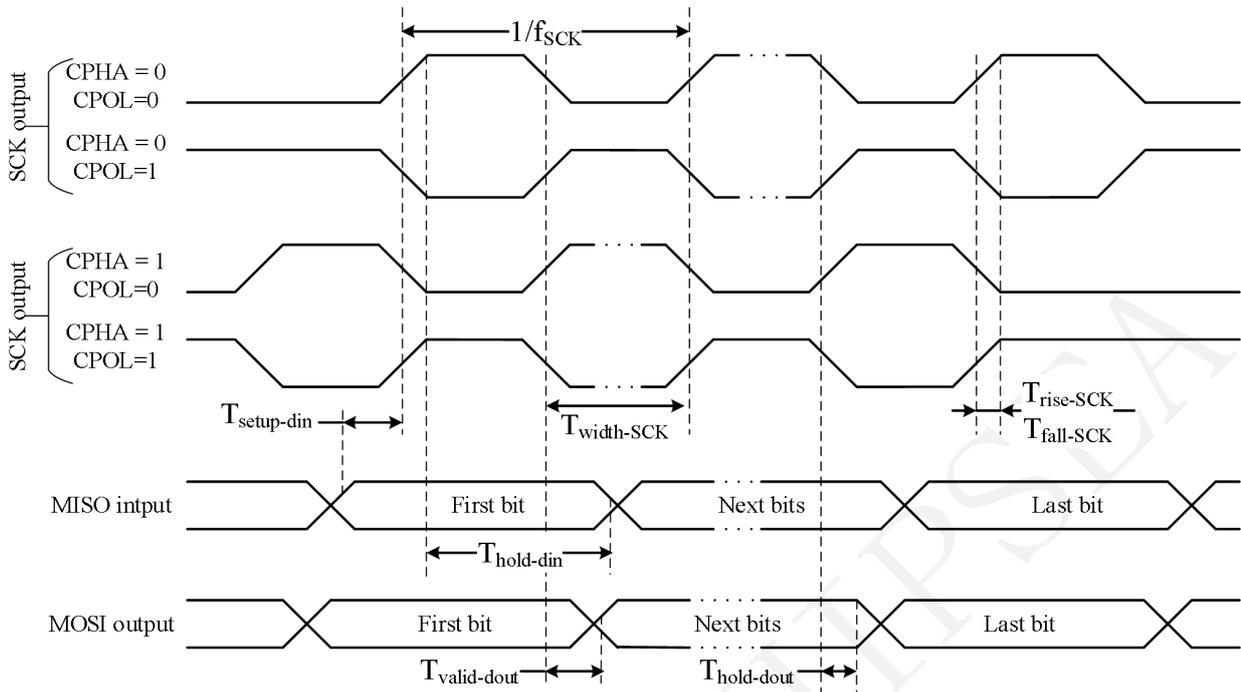


图 9 SPI 时序图-主机模式



## 6.21. I2C 特性

表 35 I2C DC 特性

| 符号             | 描述                                   | 最小值  | 典型值 | 最大值  | 单位 |
|----------------|--------------------------------------|------|-----|------|----|
| $T_{I2C-fp}$   | I2C 模拟滤波器滤除外部脉冲宽度                    | -    | -   | 50   | nS |
| $T_{I2C-nfp}$  | I2C 模拟滤波器不滤除外部脉冲宽度                   | 160  | -   | -    | nS |
| $V_{IH_{I2C}}$ | 输入高电平档位                              | 1.26 |     |      | V  |
| $V_{IL_{I2C}}$ | 输入低电平档位                              |      |     | 0.54 | V  |
| $V_{OL1}$      | 低电平输出电压 (3mA Sink 电流)                | 0    |     | 0.4  | V  |
| $I_{OL1}$      | 低电平输出电流 (标准模式和快速模式)<br>$V_{OL}=0.4V$ | 3    |     |      | mA |
| $C_i$          | 每个 IO 电容                             |      |     | 10   | pF |

表 36 I2C AC 特性

| 符号      | 参数                         | 标准模式 |     | 快速模式 |     | 单位      |
|---------|----------------------------|------|-----|------|-----|---------|
|         |                            | 最小值  | 最大值 | 最小值  | 最大值 |         |
| FSCL    | SCL 时钟频率                   | 10   | 100 | 10   | 400 | KHz     |
| TBUF    | 在 STOP 和 START 条件之间的总线空闲时间 | 4.7  | -   | 1.3  | -   | $\mu$ s |
| THD:STA | START 条件的保持时间              | 4    | -   | 0.6  | -   | $\mu$ s |
| TSU:STA | 重复 START 信号的建立时间           | 4.7  | -   | 0.6  | -   | $\mu$ s |
| TSU:STO | STOP 条件的建立时间               | 4    | -   | 0.6  | -   | $\mu$ s |
| TLOW    | SCL 的低电平脉宽                 | 4.7  | -   | 1.3  | -   | $\mu$ s |
| THIGH   | SCL 的高电平脉宽                 | 4    | 50  | 0.6  | 50  | $\mu$ s |
| THD:DAT | I2C 总线设备的数据保持时间            | 0    |     | 0    |     | $\mu$ s |

|                       |                   |     |      |     |     |    |
|-----------------------|-------------------|-----|------|-----|-----|----|
| TSU:DAT               | 数据建立时间            | 250 | -    | 100 | -   | ns |
| Tr                    | SCL 和 SDA 信号的上升时间 | -   | 1000 | 20  | 300 | ns |
| Tf                    | SCL 和 SDA 信号的下降时间 | -   | 300  |     | 300 | ns |
| T <sub>TIMEOUT</sub>  | 时钟低电平超时时间         | 25  | 35   | 25  | 35  | ms |
| T <sub>LOW:SEXT</sub> | 从机设备时钟低电平延展时间     |     | 25   |     | 25  | ms |
| T <sub>LOW:MEXT</sub> | 主机设备时钟低电平延展时间     |     | 10   |     | 10  | ms |
| TSP                   | 必须被输入滤波滤掉的毛刺脉宽    | N/A | N/A  | 0   | 50  | ns |
| Cb                    | 每个总线接口上的电容负载      |     | 400  |     | 400 | pF |
| Tpor                  | 电源上电后设备必须开始工作的时间  |     | 500  |     | 500 | ms |

## 6.22. ESD 特性

表 37 ESD 特性

| 符号                   | 描述   | 等级 | 值     | 单位 |
|----------------------|--|----|-------|----|
| V <sub>ESD-HBM</sub> | ESD 放电人体模型,<br>基于 MIL-STD-883E,<br>温度=23±5℃<br>相对湿度: 55%±10%(RH)                         | 3A | ≥4000 | V  |
| V <sub>ESD-MM</sub>  | ESD 放电机器模型,<br>基于 JEDEC EIA/JESD22-A115,<br>温度 =23±5℃<br>相对湿度: 55%±10%(RH)               | C  | ≥400  | V  |
| V <sub>ESD-CDM</sub> | ESD 器件放电模型,<br>基于 JEDEC EIA/JESD22-C101F,<br>温度 =23±5℃<br>相对湿度: 55%±10%(RH)              | C2 | ≥500  | V  |
| I <sub>latchup</sub> | ESD 放电机器模型,<br>基于 JEDEC STANDARD NO.78C SEPTMBER 2010,<br>温度 =23±5℃<br>相对湿度: 55%±10%(RH) | II | ≥200  | mA |

## 7. 封装信息

### 7.1. QFN32(4mm\*4mm\*0.75mm,e=0.4mm)

图 10 QFN32 封装框图

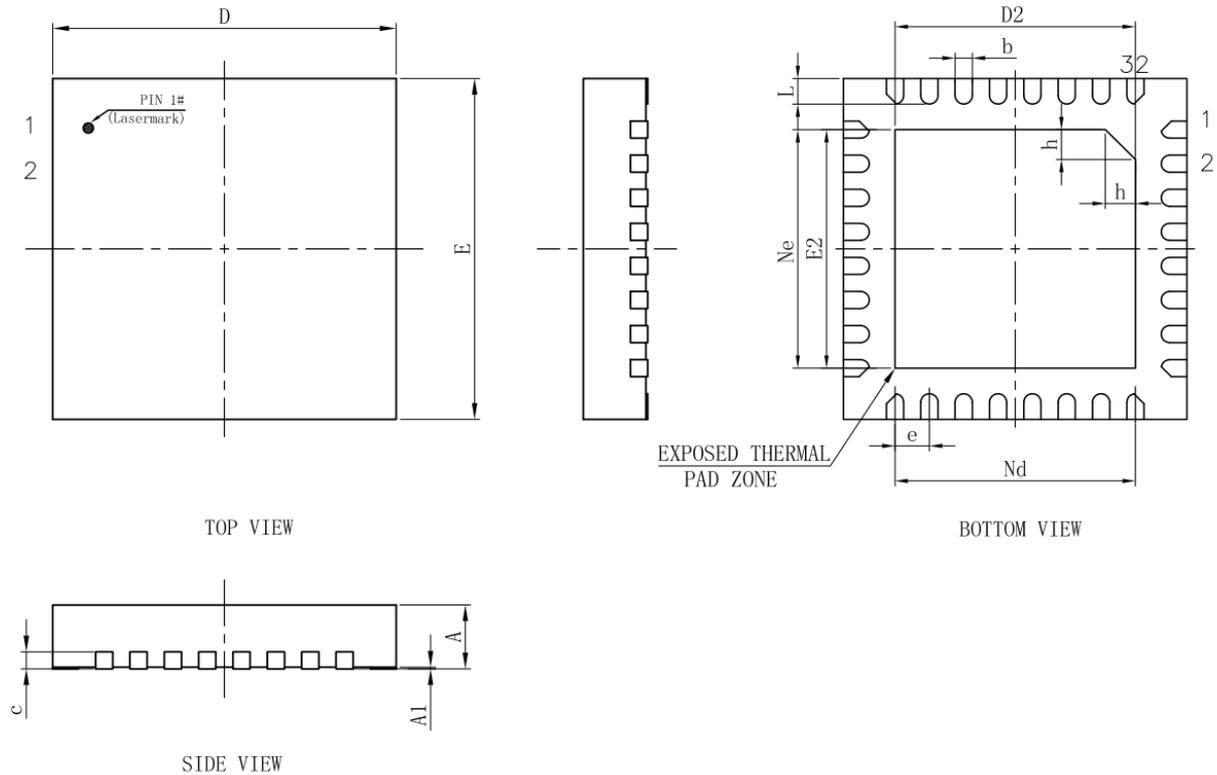


表 38 QFN32 封装尺寸

| SYMBOLS | MIN     | NOR  | MAX  |
|---------|---------|------|------|
|         | (mm)    |      |      |
| A       | 0.70    | 0.75 | 0.80 |
| A1      | 0.00    | 0.02 | 0.05 |
| b       | 0.15    | 0.20 | 0.25 |
| c       | 0.18    | 0.20 | 0.25 |
| D       | 3.90    | 4.00 | 4.10 |
| D2      | 2.70    | 2.80 | 2.90 |
| e       | 0.40BSC |      |      |
| Ne      | 2.80BSC |      |      |
| Nd      | 2.80BSC |      |      |
| E       | 3.90    | 4.00 | 4.10 |
| E2      | 2.70    | 2.80 | 2.90 |
| L       | 0.25    | 0.30 | 0.35 |
| h       | 0.30    | 0.35 | 0.40 |

表 39 QFN32 湿度特性

| 名称   | 等级   |
|------|------|
| 湿度等级 | MSL3 |

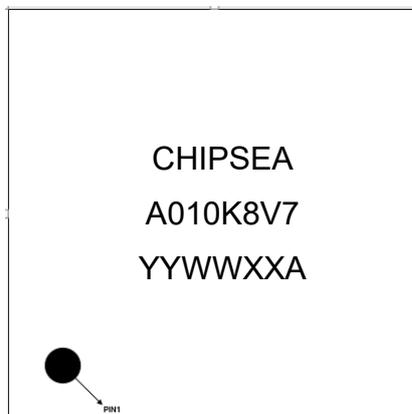
## 8. 产品命名规则

### 8.1. 产品丝印说明



| 丝印打标说明： |  |
|---------|--|
| 1       | 正面引脚 Pin1 标记；  |
| 2       | 正面第一行（CHIPSEA）；  |
| 3       | 正面第二行（产品型号）；   |
| 4       | 正面第三行（YYWWXXA）为主批号：<br>左端两位 YY 取自公历年号后两位；<br>中间两位 WW 取自本年度日历周数，不足两位时左端补 0；<br>右端两位 XX 为可变量以订单指定为准；<br>最右边 A 为晶圆版本识别号，代表 RA 版本； |
| 5       | 字体为“Arial”；  |
| 6       | 打印方式为激光正印  |

例如，CS32A010K8V7 的丝印如下：



## 9. 订货信息

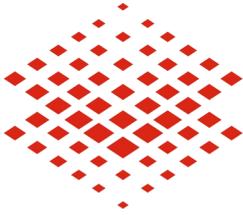
Figure 1 Ordering information

| 产品型号         | 引脚 | 存储空间<br>(KB) | 封装类型  | 包装   | 包装<br>数量 | 工作温度<br>(°C) | MSL | 丝印       |
|--------------|----|--------------|-------|------|----------|--------------|-----|----------|
| CS32A010K8V7 | 32 | 64 Kbytes    | QFN32 | Tray | 4900     | -40 ~105     | 3   | A010K8V7 |

## 10. 缩略语

| 缩略语     | 描述                              |
|---------|---------------------------------|
| ADC     | 模数转换器                           |
| AHB     | 先进高性能总线。                        |
| APB     | 先进外围总线                          |
| ARM     | 英国领先的半导体知识产权提供商的名称              |
| Cortex  | ARM 公司一个系列处理器名称                 |
| CPU     | 中央处理器                           |
| CRC     | 循环冗余校验                          |
| DMA     | 直接存储器访问                         |
| ESD     | 静电放电                            |
| ETR     | 外部触发输入                          |
| EXTI    | 扩展中断/ 事件控制器                     |
| FLASH   | 闪存存储器                           |
| FWDT    | 独立看门狗                           |
| GPIO    | 通用输入输出                          |
| HXT     | 外部高速时钟                          |
| HRC     | 内部高速 RC 时钟                      |
| I2C     | 由 philips 公司开发的一种简单、双向二线制同步串行总线 |
| I2S     | 集成电路内置音频总线                      |
| IR      | 红外线                             |
| IrDA    | 红外数据组织提出的红外通信标准                 |
| ISO7816 | 国际智能卡标准                         |
| LIN     | LIN 总线针对汽车分布式电子系统而定义的串行通信网络     |
| LRC     | 内部低速 RC 时钟                      |
| LSB     | 最低有效位                           |
| LVD     | 低电压复位                           |
| LXT     | 低速晶振                            |
| MCU     | 微控制器                            |
| MISO    | 主模式进/从模式出                       |
| MOSI    | 主模式出/从模式进                       |
| NRST    | 低电平复位                           |
| NSS     | 选择从模式                           |
| NVIC    | 嵌套向量中断控制器                       |
| PCB     | 印刷电路板                           |
| PDR     | 掉电复位                            |
| PLL     | 锁相环, 倍频时钟产生器                    |
| PMBus   | 电源管理总线                          |
| POR     | 上电复位                            |
| RAM     | 随机存取存储器                         |
| RTC     | 实时时钟                            |
| SCK     | 串行时钟                            |
| SD      | 串行数据                            |
| SMBus   | 系统管理总线                          |
| SPI     | 串行外设接口                          |
| SRAM    | 静态随机存取存储器                       |
| SWD     | 串行线调试                           |
| TIM     | 定时器                             |
| TS      | 温度传感器                           |

|       |                 |
|-------|-----------------|
| USART | 通用同步/异步串行接收/发送器 |
| WS    | 字选择             |
| WWDT  | 窗口看门狗           |



芯海科技  
CHIPSEA

股票代码:688595

### 免责声明和版权公告

本文档中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。

本文档可能引用了第三方的信息，所有引用的信息均为“按现状”提供，芯海科技不对信息的准确性、真实性做任何保证。

芯海科技不对本文档的内容做任何保证，包括内容的适销性、是否适用于特定用途，也不提供任何其他芯海科技提案、规格书或样品在他处提到的任何保证。

芯海科技不对本文档是否侵犯第三方权利做任何保证，也不对使用本文档内信息导致的任何侵犯知识产权的行为负责。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权许可，不管是明示许可还是暗示许可。

Wi-Fi 联盟成员标志归 Wi-Fi 联盟所有。蓝牙标志是 Bluetooth SIG 的注册商标。

文档中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

版权归 © 2021 芯海科技（深圳）股份有限公司。保留所有权利。