

ASM31AX003

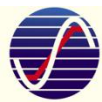
ARM® Cortex®-M0+ 32 位

汽车级低功耗微控制器数据手册



Sine Microelectronics Co.,Ltd

赛腾微电子有限公司

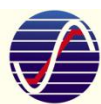


1 简介

ASM31AX003 是一款符合汽车级 AEQ-Q100 标准、内嵌 32 位 ARM® Cortex®-M0+内核的超低功耗、Low Pin Count 和宽电压工作范围(2.4V~5.5V)的微控制器，最高可运行在 24MHz，内置 64K/32K/16K 字节的嵌入式 Flash，4K 字节的 SRAM，集成了 12 位 1Msps 高精度 SAR 型 ADC、RTC、比较器、多路 UART、SPI、I2C 和 PWM 等丰富的外设接口，具有高整合度、高抗干扰、高可靠性的特点。ASM31AX003 配合成熟的 Keil μVision 调试开发软件，支持 C 语言及汇编语言在线快速开发与调试。

ASM31AX003 典型应用

ASM31AX003 系列具有低电压、低功耗、低待机电流、高集成度外设、高效率操作、快速唤醒及高性价比等优势，可广泛适用汽车门窗升降控制、座椅调节、电动后视镜等汽车车身控制领域。



2 产品信息

2.1 产品特性

➤ 内核

- ◆ ARM® Cortex®-M0+内核，最高运行到24MHz
- ◆ 一个24位系统定时器
- ◆ 支持低功耗睡眠模式
- ◆ 单周期32位硬件乘法器

➤ 存储器

- ◆ 64K/32K字节嵌入式Flash，具有擦写保护功能
- ◆ 4K字节SRAM

➤ 时钟与电源

- ◆ 4路可选时钟源
 - 外部4MHz~24MHz高速晶振
 - 外部32.768KHz晶振
 - 内部4MHz-24MHz高速时钟
 - 内部低速38.4KHz/32.768KHz时钟
 - 支持硬件时钟监视
- ◆ 电源管理
 - 两种低功耗工作模式：Sleep、Deep Sleep
 - 低电压检测，可配置为中断或复位

➤ 中断

- ◆ 嵌套向量中断控制器(NVIC)用于控制32个中断源，每个中断源可设置为4个优先级
- ◆ 支持串行调试(SWD)带2个观察点/4个断点

➤ 超低功耗

- ◆ 动态功耗:120uA/MHz@5V
- ◆ 静态功耗: 0.6uA@5V

➤ 通信接口

- ◆ 两路标准UART&一路超低功耗UART
- ◆ SPI标准通讯接口，最高达8Mbits/s
- ◆ I2C标准通讯接口，最高达1Mbits/s
- ◆ One-Wire通讯接口

➤ 蜂鸣器频率发生器

➤ 定时器/计数器

- ◆ 1x16位高级控制定时器：有4通道PWM输出/输入捕获，支持3路互补输出，以及死区生成和紧急停止功能
- ◆ 1x16位通用定时器，支持4路比较输出/输入捕获，PWM输出
- ◆ 1x16位可编程定时器阵列，支持5路输入捕获/比较输出，PWM输出
- ◆ 2x16/32位基础定时器/计数器
- ◆ 1x16位低功耗定时器
- ◆ 自动唤醒定时器
- ◆ 系统窗口看门狗和独立看门狗定时器

➤ RTC

- ◆ 支持RTC计数(秒/分/小时)及万年历功能(日/月/年)
- ◆ 支持闹铃功能寄存器(秒/分/小时/日/月/年)
- ◆ 支持RTC从Deep Sleep模式唤醒系统

➤ ADC

- ◆ 7通道12位1Msps采样速率，12位SAR型ADC

➤ 电压比较器(VC)

➤ 低电压检测器(LVD)

➤ 硬件CRC-16模块

➤ 工作条件

- ◆ 宽电压工作范围2.4V至5.5V
- ◆ 宽工作频率最高至24MHz
- ◆ 工作温度：-40℃至+105℃

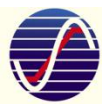
➤ 16字节的芯片唯一ID(CID)

➤ AEC-Q100 Grade 2

➤ 开发工具

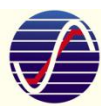
- ◆ 全功能的嵌入式调试解决方案
- ◆ 在系统编程(ISP编程)方案

➤ 封装形式：TSSOP20/QFN20



2.2 订购信息

| 芯片型号 | Flash 容量 | 封装形式 | 出货形式 |
|---------------|----------|---------|--------|
| ASM31AX003F6T | 32K | TSSOP20 | 卷带或者管装 |
| ASM31AX003F8T | 64K | TSSOP20 | 卷带或者管装 |
| ASM31AX003F6Q | 32K | QFN20 | 卷带或者管装 |
| ASM31AX003F8Q | 64K | QFN20 | 卷带或者管装 |



3 产品功能概述

在下面的章节里面将对 ASM31AX003 系列产品的功能以及周边基本特性做一个简单的概述。

3.1 32 位 Cortex®-M0+内核

ARM® Cortex®-M0+处理器是最新一代的嵌入式 32 位 RISC 处理器，该处理器引脚数少、功耗低，能够提供满足 MCU 实现需要的低成本平台，同时提供卓越的计算性能和先进的中断系统响应。Cortex®-M0+处理器全面支持 Keil & IAR 调试器，包含了一个硬件调试电路，支持 2 线式的 SWD 调试接口。

Cortex®-M0+特性：

| | |
|--------------|--|
| 指令集 | Thumb / Thumb-2 |
| 流水线 | 2 级流水线 |
| CoreMark/MHz | 2.46 |
| DMIPS/MHz | 0.95 |
| 中断 | 32 个中断源 |
| 中断优先级 | 可配置 4 级中断优先级 |
| 增强指令 | 单周期 32 位乘法器 |
| 调试接口 | 支持 SWD 2 线式调试接口，支持 4 个硬中断(break point) 以及 2 个观察点(watch point) |

3.2 存储器(Memory)

3.2.1 嵌入式闪存存储器(Flash)

嵌入式闪存存储器，用于存放程序和数据。内建全集成的 Flash 控制器，无需外部高压输入，由全内置电路产生高压来编程，支持 ISP、IAP 功能。

- ASM31AX003 系列支持 64K/32K 字节。

3.2.2 内置 SRAM

4K 字节的内置 SRAM。

3.3 时钟系统

一个频率为 4M~24MHz 的可配置高精度内部时钟 HIRC。在配置为 16MHz 时，从低功耗模式到工作模式的唤醒时间为 3us，全电压全温度范围内的频率偏差 $\leq \pm 2.5\%$ ，无需外接昂贵的高频晶体。

一个频率为 4M~24MHz 的外部高速晶振 HXT。

一个频率为 32.768kHz 的外部低速晶振 LXT。

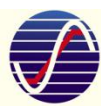
一个频率为 32.768kHz/38.4kHz 的内部低速时钟 LIRC。



3.4 工作模式

- 1) 运行模式 **Active**: CPU 运行, 周边功能模块运行。
- 2) 休眠模式 **Sleep**: CPU 停止运行, 周边功能模块运行。
- 3) 深度休眠模式 **Deep Sleep**: CPU 停止运行, 高速时钟停止运行, 低功耗功能模块运行。

可以通过软件来选择运行在哪种工作模式。休眠模式时 **CPU** 时钟关闭, 其他部分依然可以工作, 可以通过中断来唤醒 **CPU**。深度休眠模式下, 系统主时钟关闭, 绝大部分模块停止工作, 系统工作在内置的 **38.4KHz/32.768KHz** 内置低速时钟上, 可以通过 **RTC** 中断或外部的唤醒引脚来唤醒芯片。在正常工作模式下, 可以选择分频方式工作或停止一些不需要使用的模块的时钟来实现功耗和性能之间的灵活切换。



3.5 中断控制器

Cortex®-M0+处理器内置了嵌套向量中断控制器(NVIC)，支持最多 32 个中断请求(IRQ)输入，有四个中断优先级，可处理复杂逻辑，能够进行实时控制和中断处理。

详情请参考“ARM®Cortex®-M0+ Technical Reference Manual”与“ARM® v6-M Architecture Reference Manual”。

32 个中断源，如表 3-1 中断源所示：

表 3-1 中断源

| 中断号 | 中断源 | 简介 | Sleep 模式唤醒 | DeepSleep 模式唤醒 | 向量地址 |
|-----|---------|-----------|---------------|-------------------|-------------|
| 0 | GPIO_PA | GPIOA中断 | Y | Y | 0x0000 0040 |
| 1 | GPIO_PB | GPIOB中断 | Y | Y | 0x0000 0044 |
| 2 | GPIO_PC | GPIOC中断 | Y | Y | 0x0000 0048 |
| 3 | GPIO_PD | GIPOD中断 | Y | Y | 0x0000 004C |
| 4 | Flash | Flash中断 | N | N | 0x0000 0050 |
| 5 | 保留 | - | - | - | 0x0000 0054 |
| 6 | UART0 | UART0中断 | Y | N | 0x0000 0058 |
| 7 | UART1 | UART1中断 | Y | N | 0x0000 005C |
| 8 | LPUART | LPUART中断 | Y | Y | 0x0000 0060 |
| 9 | 保留 | - | - | - | 0x0000 0064 |
| 10 | SPI | SPI中断 | Y | N | 0x0000 0068 |
| 11 | 保留 | - | - | - | 0x0000 006C |
| 12 | I2C | I2C中断 | Y | N | 0x0000 0070 |
| 13 | 保留 | - | - | - | 0x0000 006C |
| 14 | TIM10 | TIM10中断 | Y | N | 0x0000 0078 |
| 15 | TIM11 | TIM11中断 | Y | N | 0x0000 007C |
| 16 | LPTIM | LPTIM中断 | Y | Y | 0x0000 0080 |
| 17 | 保留 | - | - | - | 0x0000 007C |
| 18 | TIM1 | TIM1中断 | Y | N | 0x0000 0088 |
| 19 | TIM2 | TIM2中断 | Y | N | 0x0000 008C |
| 20 | 保留 | - | - | - | 0x0000 0088 |
| 21 | PCA | PCA中断 | Y | N | 0x0000 0094 |
| 22 | WWDG | WWDG中断 | Y | N | 0x0000 0098 |
| 23 | IWDG | IWDG中断 | Y | Y | 0x0000 009C |
| 24 | ADC | ADC中断 | Y | N | 0x0000 00A0 |
| 25 | LVD | LVD中断 | Y | Y | 0x0000 00A4 |
| 26 | VC | VC中断 | Y | Y | 0x0000 00A8 |
| 27 | 保留 | - | - | - | 0x0000 00A4 |
| 28 | AWK | AWK中断 | Y | Y | 0x0000 00B0 |
| 29 | ONEWIRE | 1-WIRE中断 | Y | N | 0x0000 00B4 |
| 30 | RTC | RTC中断 | Y | Y | 0x0000 00B8 |
| 31 | CLKTRIM | CLKTRIM中断 | Y | Y ^{注1} | 0x0000 00BC |

注 1：只有在选择内部低速监控外部低速时钟功能时才能唤醒



3.6 复位控制器

本产品具有 9 个复位信号来源，每个复位信号可以让 CPU 重新运行，绝大多数寄存器会被重新复位，程序计数器 PC 会复位指向 0x00000000。

| 编号 | 中断源 |
|----|---------------|
| 0 | 上电/掉电复位 |
| 1 | 外部Reset Pin复位 |
| 2 | IWDG复位 |
| 3 | WWDG复位 |
| 4 | 系统软件复位 |
| 5 | 欠电压(LVD)复位 |
| 6 | LOCKUP复位 |
| 7 | 寄存器CPURST复位 |
| 8 | 寄存器MCURST复位 |

3.7 通用 IO 端口

最多可提供 16 个 GPIO 端口，其中部分 GPIO 与模拟端口复用。每个端口由独立的控制寄存器位来控制。支持边沿触发中断和电平触发中断，可从各种功耗模式下把 MCU 唤醒到工作模式。支持 Push-Pull CMOS 推挽输出、Open-Drain 开漏输出。内置上拉电阻、下拉电阻，带有施密特触发器输入滤波功能。输出驱动能力可配置，最大支持 12mA 的电流驱动能力。16 个通用 IO 可支持外部异步中断。

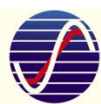
3.8 定时器和看门狗

ASM31AX003 产品包含 1 个高级控制定时器、1 个通用定时器、1 个可编程计数器阵列、2 个基础定时器、1 个低功耗基本定时器、1 个系统窗口看门狗定时器、1 个独立看门狗定时器和 1 个系统嘀嗒(SysTick)定时器。

下表比较了高级控制定时器、通用定时器和基础定时器的功能：

表 3-2 定时器特性表

| 定时器类型 | 名称 | 计数器位宽 | 预分频系数 | 计数方向 | PWM 输出 | 捕捉/比较通道 | 互补输出 |
|----------|-------|--------|------------------------|-------------|--------|---------|------|
| 高级 | TIM1 | 16位 | 1/2/4/8/16/64/256/1024 | 递增、递减、递增/递减 | 有 | 4 | 3对 |
| 通用 | TIM2 | 16位 | 1/2/4/8/16/64/256/1024 | 递增、递减、递增/递减 | 有 | 4 | 无 |
| 可编程计数器阵列 | PCA | 16位 | 1/2/4/8/16/32 | 递增 | 有 | 5 | 无 |
| 低功耗 | LPTIM | 16位 | 1/2/4/8/16/64/256/1024 | 递增 | 无 | 无 | 无 |
| 基础 | TIM10 | 16/32位 | 1/2/4/8/16/64/256/1024 | 递增 | 无 | 无 | 无 |
| | TIM11 | 16/32位 | 1/2/4/8/16/64/256/1024 | 递增 | 无 | 无 | 无 |



3.8.1 高级控制定时器(TIM1)

1 个高级控制定时器(TIM1)可以被看成是分配到 6 个通道的三相 PWM 发生器,它具有带死区插入的互补 PWM 输出,还可以被当成完整的通用定时器。四个独立的通道可以用于:

- 输入捕获
- 输出比较
- 产生 PWM(边缘或中心对齐模式)
- 单脉冲输出配置为 16 位标准定时器时,它与 TIMx 定时器具有相同的功能。配置为 16 位 PWM 发生器时,它具有全调制能力(0~100%)。

在调试模式下,计数器可以被冻结,同时 PWM 输出被禁止,从而切断由这些输出所控制的开关。很多功能都与通用 TIM 定时器相同,内部结构也相同,因此高级控制定时器可以通过定时器链接功能与其他 TIM 定时器协同操作,提供同步或事件链接功能。

3.8.2 通用定时器(TIM2)

通用定时器(TIM2)有一个 16 位的自动加载递增/递减计数器、一个 16 位的预分频器和 4 个独立的通道,每个通道都可用于输入捕获、输出比较、PWM 和单脉冲模式输出,它们还能通过定时器链接功能与高级控制定时器共同工作,提供同步或事件链接功能。在调试模式下,计数器可以被冻结。任一标准定时器都能用于产生 PWM 输出。

3.8.3 可编程计数器阵列(PCA)

PCA(可编程计数器阵列 Programmable Counter Array)支持最多 5 个 16 位的捕获/比较模块。该定时/计数器可以用作一个通用的时钟计数/事件计数器的捕获/比较功能。PCA 的每个模块都可以进行独立编程,提供输入捕捉比较或脉冲宽度调制。

3.8.4 低功耗定时器(LPTIM)

低功耗定时器为 1 个异步的 16 位可选定时器。在系统时钟关闭后仍然可以通过内部低速 LIRC 或者外部低速晶体振荡器计时/计数。通过中断可以在低功耗模式下唤醒系统。

3.8.5 基础定时器(TIM10/11)

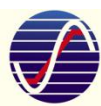
基础定时器包含 2 个 16/32 位可选定时器 TIM10/TIM11。TIM10/TIM11 功能完全相同,都是同步定时/计数器,可以选择工作在重载模式和非重载模式。TIM10/TIM11 可以对外部脉冲进行计数或者实现系统定时。

3.8.6 独立看门狗(IWDG)

独立的看门狗是一个 20 位递减计数器。它由内部独立的 LIRC 提供时钟;由于内部 LIRC 独立于主时钟,因此它可在停机和待机模式下工作。它既可作为看门狗,以在发生问题时复位器件,也可用作自由运行的定时器,以便为应用程序提供超时管理。通过选项字节,可对其进行硬件或软件配置。在调试模式下,计数器可以被冻结。

3.8.7 系统窗口看门狗(WWDG)

系统窗口看门狗基于一个 8 位递减计数器,支持 20 位的预分频,它由 APB 时钟(PCLK)



提供时钟。它可以作为看门狗以在发生问题时复位器件，具有早期警告中断功能，并且计数器可在调试模式下被冻结。

3.8.8 SysTick 定时器

此定时器专用于实时操作系统，但也可用作标准递减计数器。它具有以下特性：

- 24 位递减计数器
- 自动重载功能
- 当计数器计为 0 时，产生可屏蔽系统中断
- 可编程时钟源(HCLK 或 HCLK/4)

3.9 RTC(实时时钟)

- 支持 RTC 计数(秒/分/小时)及万年历功能(日/月/年)
- 支持闹铃寄存器(秒/分/小时/日/月/年)
- RTC 可以从 Deep Sleep 模式唤醒系统

3.10 通用异步收发器 UART0~UART1, LPUART

2 路通用异步收发器(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)

1 路低功耗模式下可以工作的异步收发器(Low Power Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)

3.11 同步串行接口(SPI)

1 路同步串行接口(Serial Peripheral Interface)，支持主从模式。

3.12 I2C 总线接口

1 路 I2C 接口，支持主从模式。采用串行同步时钟，可实现设备之间以不同的速率传输数据，串行 8 位双向数据传输最大速度可达 1Mbps。

3.13 One-Wire 总线

支持 One-Wire 总线协议

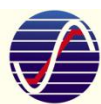
3.14 蜂鸣器(BEEP)

蜂鸣器模块可以在 BEEP 引脚上产生一个 1KHz, 2KHz, 4KHz 的蜂鸣信号，用来驱动外部的蜂鸣器。

2 个基础定时器 TIM10/TIM11 与 1 个 LPTIM 可以功能复用输出，为 Buzzer 提供可编程驱动频率。可以支持互补输出，不需要额外的三级管。

3.15 自动唤醒(AWK)

AWK 是用于当 MCU 进入低功耗模式时提供一个内部的唤醒时间基准。该时间基准的时钟是由内部的低速 RC 振荡器时钟(LIRC)或者通过预分频的 HXT 晶振时钟来提供的。



3.16 时钟校准电路

内建时钟校准电路，可以通过外部精准的晶振时钟来校准内部 RC 时钟，亦可使用内部 RC 时钟去检测外部晶振时钟是否工作正常。

3.17 唯一 ID 号

每颗芯片出厂时都具备唯一的 16 字节设备标识号，包括 wafer lot 信息，以及芯片坐标信息等。ID 地址 0X1800_00F0-0X1800_00FF

3.18 CRC16 硬件循环冗余校验码

符合 ISO/IEC13239 中给出的多项式 $F(x) = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ 。

3.19 12 Bit SAR 型 ADC

单调不失码的 12 位逐次逼近型模数转换器，在 16M ADC 时钟下工作时，采样率达到 1Msps。参考电压可选择电源电压。7 个外部通道，可以实现单次，扫描，循环转换。在扫描/循环模式下，自动进行在选定的一组模拟输入上的转换。

- 输入电压范围：0 to VDDA
- 转换周期：16/20 clock cycles
- 可以从外部端子，内部 TIM1、TIM2、TIM10/TIM11、VC 等模块来触发 ADC 采样
- 采样完成(EOC)中断

3.20 低电压检测器(LVD)

对芯片电源电压或芯片引脚电压进行检测。8 档电压监测值(2.5-4.4V)。可根据上升/下降边沿产生异步中断或复位。具有硬件迟滞电路和可配置的软件防抖功能。

3.21 电压比较器(VC)

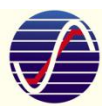
芯片引脚电压监测/比较电路。3 个可配置的正/负外部输入通道；1 个内部 BGR 2.5V 参考电压。VC 输出可供定时器 TIM1、TIM10/TIM11、LPTimer 与可编程计数阵列 PCA 捕获、门控、外部计数使用。可根据上升/下降边沿产生异步中断，从低功耗模式下唤醒 MCU。可配置软件防抖。

3.22 嵌入式调试系统

嵌入式调试解决方案，提供全功能的实时调试器，配合标准成熟的 Keil/IAR 等调试开发软件。支持 4 个硬断点以及多个软断点。

3.23 高安全性

加密型嵌入式调试解决方案，提供全功能的实时调试器。



4 系统架构图

主要的系统构成：

- 1 个 AHB 总线系统 Master：
 - Cortex®-M0+内核
- 6 个 AHB 总线 Slave
 - 内部 SRAM
 - 内部 FLASH
 - AHB to APB Bridge，包含所有 APB 接口的外设
 - GPIO 接口
 - RCC
 - CRC 等 AHB 接口模块

系统的模块框图如图 4-1 功能结构图所示：

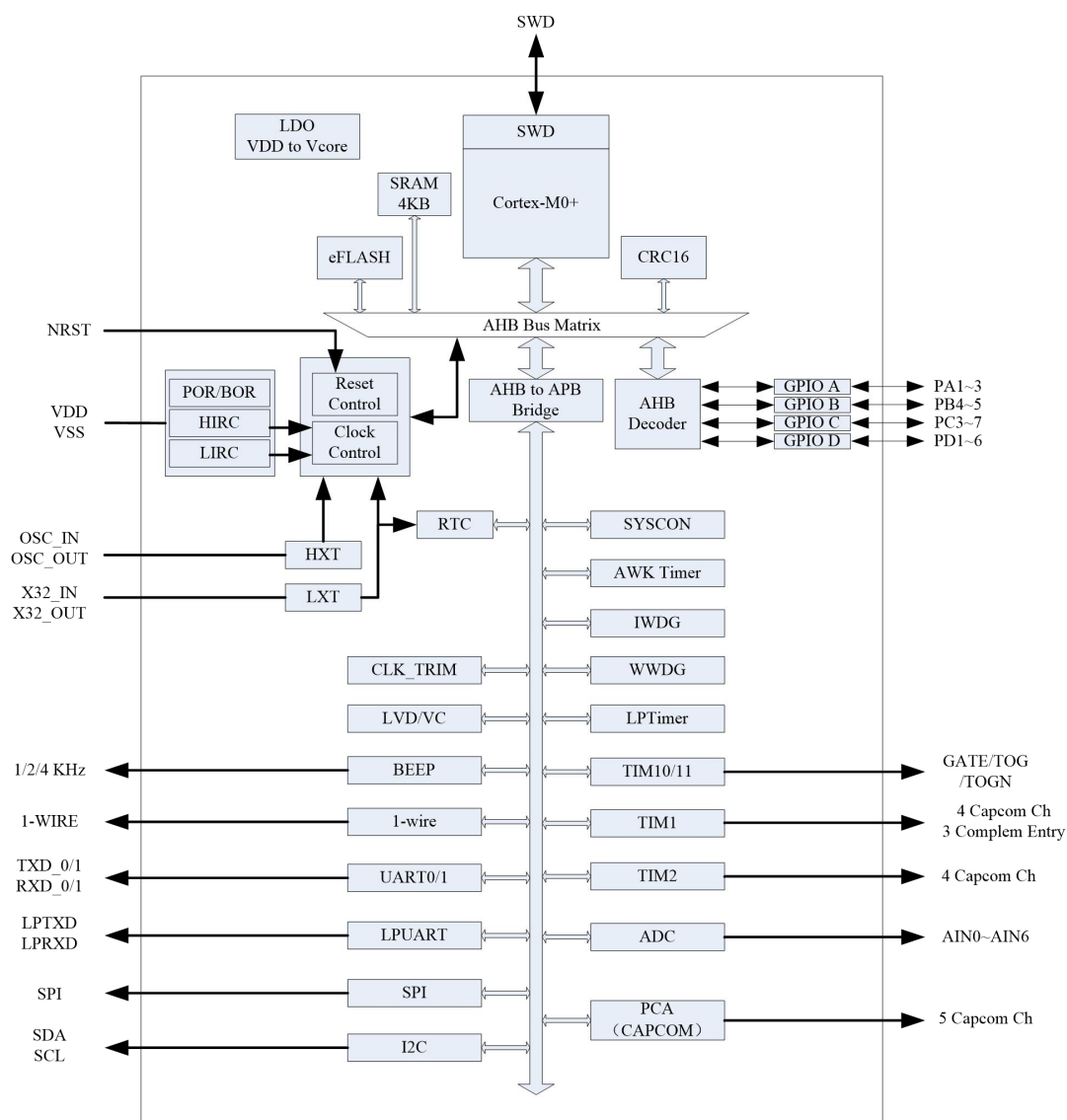
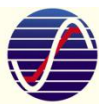
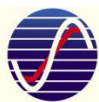


图 4-1 功能结构图



5 存储器映射

系统的地址空间总共有 4GB，包含程序存储空间，数据存储空间，周边模块寄存器，I/O 端口等。数据使用小端对齐格式，就是数据的高字节保存在内存的高地址中，而数据的低字节保存在内存的低地址中。整个系统地址空间的划分如下图，图 5-1 所示：

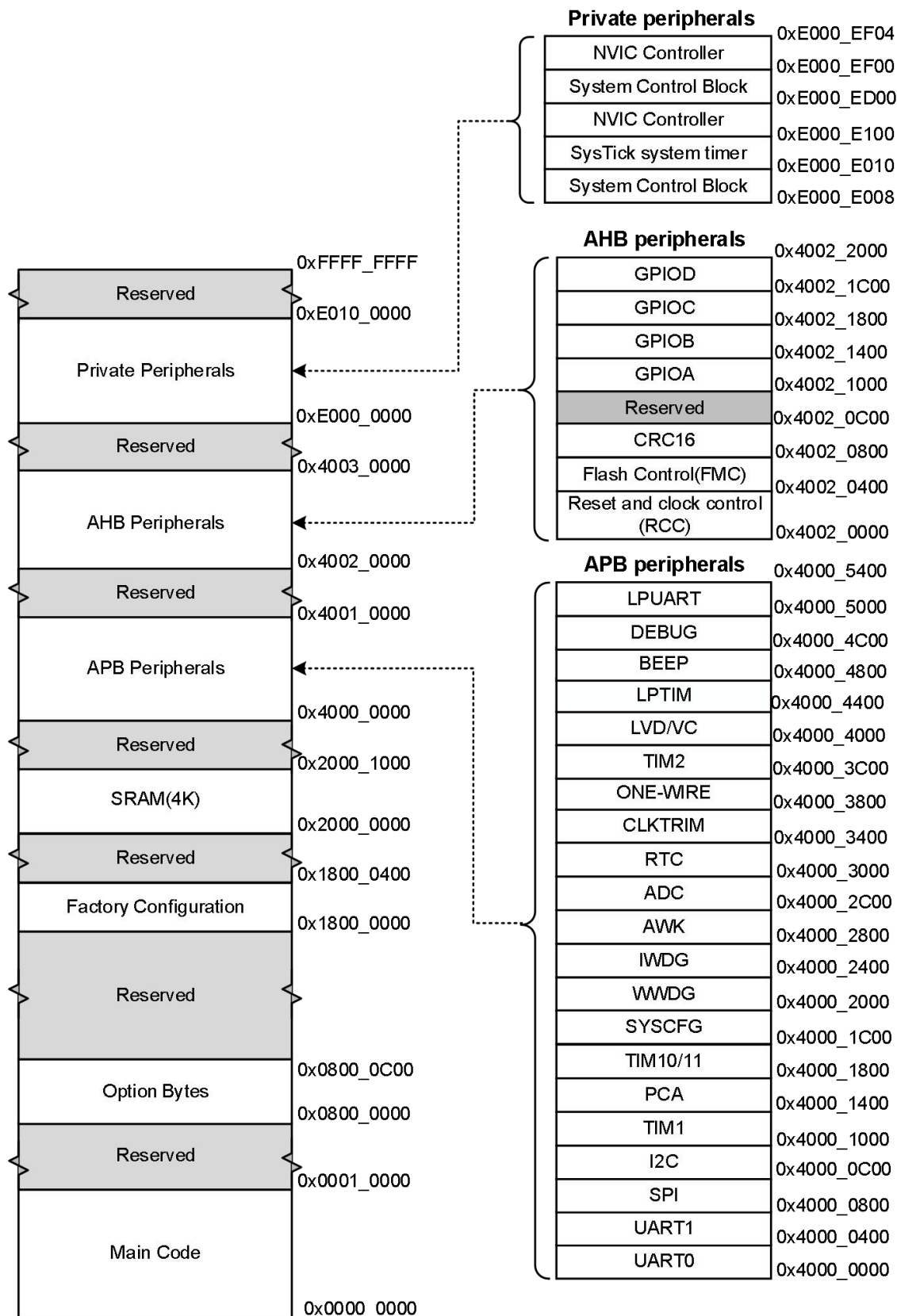
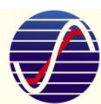


图 5-1 存储器映射



5.1 存储空间和模块地址

下面表 5-1 给出了 ASM31AX003 器件内部包含的各模块的地址空间和边界信息。

表 5-1 ASM31AX003 存储器映射和外设寄存器编址

| Bus | Boundary address | Size | Peripheral |
|-----|---------------------------|--------------------------------|---------------------|
| | 0xE000_0000 - 0xE00F_FFFF | Coretex-M0 internal peripheral | |
| | 0x4003_0000 - 0xDFFF_FFFF | | 保留 |
| AHB | 0x4002_1000 - 0x4002_1FFF | 1KB | GPIOD |
| | 0x4002_1000 - 0x4002_1BFF | 1KB | GPIOC |
| | 0x4002_1000 - 0x4002_17FF | 1KB | GPIOB |
| | 0x4002_1000 - 0x4002_13FF | 1KB | GPIOA |
| | 0x4002_0C00 - 0x4002_0FFF | 1KB | 保留 |
| | 0x4002_0800 - 0x4002_0BFF | 1KB | CRC16 |
| | 0x4002_0400 - 0x4002_07FF | 1KB | FMC |
| | 0x4002_0000 - 0x4002_03FF | 1KB | RCC |
| | 0x4000_5400 - 0x4001_FFFF | | 保留 |
| APB | 0x4000_5000 - 0x4000_53FF | 1KB | LPUART |
| | 0x4000_4C00 - 0x4000_4FFF | 1KB | DEBUG |
| | 0x4000_4800 - 0x4000_4BFF | 1KB | BEEP |
| | 0x4000_4400 - 0x4000_47FF | 1KB | LPTIM |
| | 0x4000_4000 - 0x4000_43FF | 1KB | LVD/VC |
| | 0x4000_3C00 - 0x4000_3FFF | 1KB | TIM2 |
| | 0x4000_3800 - 0x4000_3BFF | 1KB | 1-WIER |
| | 0x4000_3400 - 0x4000_37FF | 1KB | CLKTRIM |
| | 0x4000_3000 - 0x4000_33FF | 1KB | RTC |
| | 0x4000_2C00 - 0x4000_2FFF | 1KB | ADC |
| | 0x4000_2800 - 0x4000_2BFF | 1KB | AWK |
| | 0x4000_2400 - 0x4000_27FF | 1KB | IWDT |
| | 0x4000_2000 - 0x4000_23FF | 1KB | WWDT |
| | 0x4000_1C00 - 0x4000_1FFF | 1KB | SYSCTRL |
| | 0x4000_1800 - 0x4000_1BFF | 1KB | TIM10/11 |
| | 0x4000_1400 - 0x4000_17FF | 1KB | PCA |
| | 0x4000_1000 - 0x4000_13FF | 1KB | TIM1 |
| | 0x4000_0C00 - 0x4000_0FFF | 1KB | I2C |
| | 0x4000_0800 - 0x4000_0BFF | 1KB | SPI |
| | 0x4000_0400 - 0x4000_07FF | 1KB | UART1 |
| | 0x4000_0000 - 0x4000_03FF | 1KB | UART0 |
| AHB | 0x2000_1000 - 0x3FFF_FFFF | | 保留 |
| | 0x2000_0000 - 0x2000_0FFF | 4KB | SRAM |
| | 0x1800_0100 - 0x1FFF_FFFF | | 保留 |
| | 0x1800_0000 - 0x1800_00FF | 256B | Factory Information |
| | 0x0800_0200 - 0x17FF_FFFF | | 保留 |
| | 0x0800_0000 - 0x0800_01FF | 512B | Option Bytes |
| | 0x0001_0000 - 0x07FF_FFFF | | 保留 |
| | 0x0000_0000 - 0x0000_FFFF | 64K | FLASH |



6 引脚配置和功能说明

6.1 ASM31AX003 TSSOP20/QFN20 配置

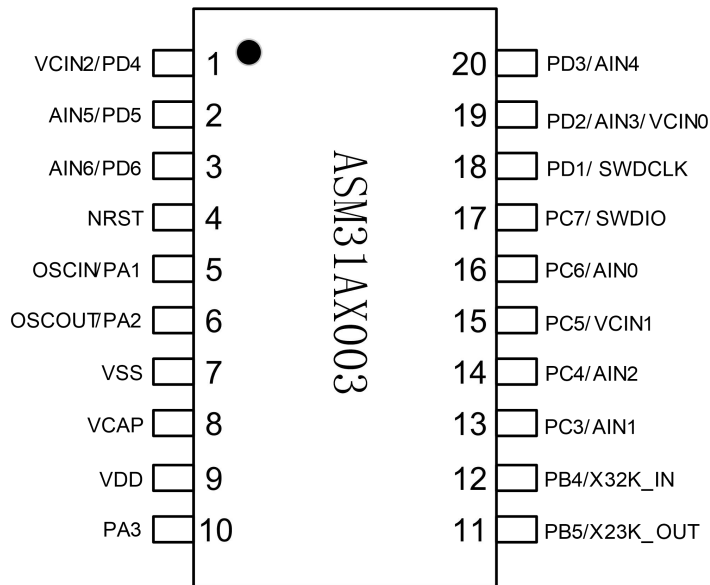


图 6-1 TSSOP20 引脚配置

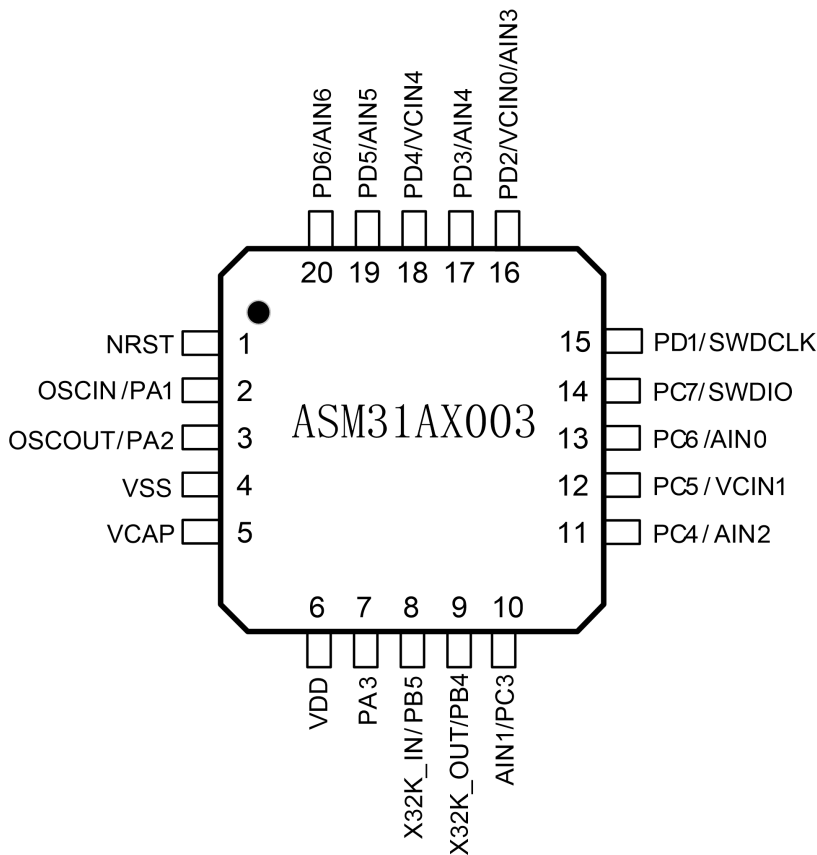
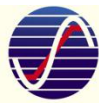


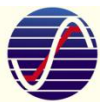
图 6-2 QFN20 引脚配置



6.1 ASM31AX003 引脚复用

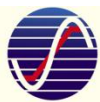
表 6-1 引脚功能复用

| 封装 | | GPIOx_AFR[i+3:i] | | | | | | | | | | |
|---------|--------|------------------|-----|------------|-----------|----------|-----------|------------|------------|-----------|----------|----------------|
| TSSOP20 | QFPN20 | Config | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | F |
| 1 | 18 | | PD4 | TIM1_CH1 | PCA_CH0 | RTC_1HZ | TIM10_TOG | UART0_TXD | TIM10_EXT | BEEP | TIM2_CH1 | VCIN2 |
| 2 | 19 | | PD5 | TIM1_CH1N | PCA_CH4 | SPI_MISO | I2C_SCL | UART1_TXD | TIM10_GATE | UART0_TXD | TIM2_CH4 | AIN5 |
| 3 | 20 | | PD6 | TIM1_CH2 | PCA_CH3 | SPI_MOSI | I2C_SDA | UART1_RXD | LPTIM_EXT | UART0_RXD | TIM2_CH2 | AIN6 |
| 4 | 1 | NRST | | | | | | | | | | |
| 5 | 2 | OSC_IN | PA1 | TIM1_CH2N | | SPI_CLK | I2C_SDA | UART0_RXD | TIM10_TOG | UART1_RXD | | |
| 6 | 3 | OSC_OUT | PA2 | TIM1_CH3 | | SPI_NSS | I2C_SCL | UART0_TXD | TIM10_TOGN | UART1_TXD | TIM2_CH2 | |
| 7 | 4 | VSS | | | | | | | | | | |
| 8 | 5 | VCAP | | | | | | | | | | |
| 9 | 6 | VDD | | | | | | | | | | |
| 10 | 7 | | PA3 | TIM1_CH3N | PCA_CH2 | SPI_NSS | RTC_1HZ | LPUART_RXD | PCA_ECI | VC0_OUT | TIM2_CH3 | |
| 11 | 8 | X32K_IN | PB5 | TIM1_BKIN | PCA_CH4 | SPI_CLK | I2C_SDA | UART0_RXD | TIM11_TOG | LVD_OUT | TIM2_CH1 | |
| 12 | 9 | X32K_OUT | PB4 | LPTIM_GATE | PCA_ECI | SPI_NSS | I2C_SCL | UART0_TXD | TIM11_TOGN | | | |
| 13 | 10 | | PC3 | TIM1_CH3 | TIM1_CH1N | | I2C_SDA | UART1_TXD | PCA_CH1 | 1-WIRE | TIM2_CH3 | AIN1 |
| 14 | 11 | | PC4 | TIM1_CH4 | TIM1_CH2N | | I2C_SCL | UART1_RXD | PCA_CH0 | CLK_MCO | TIM2_CH4 | AIN2 |
| 15 | 12 | | PC5 | TIM1_BKIN | PCA_CH0 | SPI_CLK | | LPUART_TXD | TIM11_GATE | LVD_OUT | TIM2_CH1 | VCIN1 |
| 16 | 13 | | PC6 | TIM1_CH1 | PCA_CH3 | SPI_MOSI | | LPUART_RXD | TIM11_EXT | CLK_MCO | TIM2_CH4 | AIN0 |
| 17 | 14 | SWDIO | PC7 | TIM1_CH2 | PCA_CH4 | SPI_MISO | | UART1_RXD | LIRC_OUT | LXT_OUT | | |
| 18 | 15 | SWDCLK | PD1 | | PCA_ECI | | | UART1_TXD | HIRC_OUT | VC0_OUT | | |
| 19 | 16 | | PD2 | TIM1_CH2 | PCA_CH2 | SPI_MISO | RTC_1HZ | LPUART_TXD | LPTIM_TOG | 1-WIRE | TIM2_CH3 | AIN3/ VCIN0 |
| 20 | 17 | | PD3 | TIM1_CH3N | PCA_CH1 | SPI_MOSI | HXT_OUT | UART0_RXD | LPTIM_TOGN | | TIM2_CH2 | AIN4 |



6.2 ASM31AX003 引脚功能说明

| Pin No. | Pin No. | Pin Name | Pin Type | Description |
|---------|---------|----------|------------|---------------------|
| TSSOP20 | QFN20 | | | |
| 1 | 18 | PD4 | PD4 | PD4 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | TIM1_CH1 | TIM1 PWM 输出 1 |
| | | | PCA_CH0 | PCA 捕获输入/比较输出 0 |
| | | | RTC_1HZ | RTC 1HZ 输出 |
| | | | TIM10_TOG | TIM10 翻转输出 |
| | | | UART0_TX | UART0 TX |
| | | | TIM10_EXT | TIM10 外部脉冲输入 |
| | | | BEEP | BEEP 输出 |
| | | | TIM2_CH1 | TIM2 捕获输入/比较输出 1 |
| | | | VCIN2 | 电压比较器输入通道 2 |
| 2 | 19 | PD5 | PD5 | PD5 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | TIM1_CH1N | TIM1 PWM 输出 1 反相 |
| | | | PCA_CH4 | PCA 捕获输入/比较输出 4 |
| | | | SPI_MISO | SPI 模块主机输入从机输出信号 |
| | | | I2C_SCL | I ² C 时钟 |
| | | | UART1_TX | UART1_TX |
| | | | TIM10_GATE | TIM10 门控 |
| | | | UART0_TX | UART0 TX |
| | | | TIM2_CH4 | TIM2 捕获输入/比较输出 4 |
| | | | AIN5 | ADC 模拟输入通道 5 |
| 3 | 20 | PD6 | PD6 | PD6 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | TIM1_CH2 | TIM1 PWM 输出 2 |
| | | | PCA_CH3 | PCA 捕获输入/比较输出 3 |
| | | | SPI_MOSI | SPI 模块主机输出从机输入信号 |
| | | | I2C_SDA | I ² C 数据 |
| | | | UART1_RX | UART1 RX |
| | | | LPTIM_EXT | LPTIM 外部脉冲输入 |
| | | | UART0_RX | UART0 RX |
| | | | TIM2_CH2 | TIM2 捕获输入/比较输出 2 |
| | | | AIN6 | ADC 模拟输入通道 6 |
| 4 | 1 | NRST | NRST | 复位输入端口，低有效，芯片复位 |
| 5 | 2 | PA1 | OSC_IN | 外部晶振输入 |
| | | | PA1 | PA1 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | TIM1_CH2N | TIM1 PWM 输出 2 反相 |
| | | | SPI_CLK | SPI 模块时钟信号 |
| | | | I2C_SDA | I ² C 数据 |
| | | | UART0_RX | UART0 RX |
| | | | TIM10_TOG | TIM10 翻转输出 |
| | | | UART1_RX | UART1 RX |
| 6 | 3 | PA2 | OSC_OUT | 外部晶振输出 |
| | | | PA2 | PA2 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | TIM1_CH3 | TIM1 PWM 输出 3 |
| | | | SPI_NSS | SPI 模块从机片选信号 |
| | | | I2C_SCL | I ² C 时钟 |



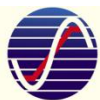
| | | | | |
|----|----|------|------------|----------------------------|
| | | | UART0_TX | UART0 TX |
| | | | TIM10_TOGN | TIM10 翻转反相输出 |
| | | | UART1_TX | UART1 TX |
| | | | TIM2_CH2 | TIM2 捕获输入/比较输出 2 |
| 7 | 4 | VSS | GND | 芯片地 |
| 8 | 5 | VCAP | Power | LDO 内核供电(仅限内部电路使用, 外部连接电容) |
| 9 | 6 | VDD | Power | 芯片电源 |
| 10 | 7 | PA3 | PA3 | PA3 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | TIM1_CH3N | TIM1 PWM 输出 3 反相 |
| | | | PCA_CH2 | PCA 捕获输入/比较输出 2 |
| | | | SPI_NSS | SPI 模块从机片选信号 |
| | | | RTC_1HZ | RTC 1HZ 输出 |
| | | | LPUART_RX | LPUART RX |
| | | | PCA_ECI | PCA 外部时钟 |
| | | | VC0_OUT | 电压比较器 0 输出 |
| | | | TIM2_CH3 | TIM2 捕获输入/比较输出 3 |
| 11 | 8 | PB5 | X32K_IN | 外部 32K 晶振输入 |
| | | | PB5 | PB5 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | TIM1_BKIN | TIM1 刹车信号输入 |
| | | | PCA_CH4 | PCA 捕获输入/比较输出 4 |
| | | | SPI_CLK | SPI 模块时钟信号 |
| | | | I2C_SDA | I ² C 数据 |
| | | | UART0_RX | UART0 RX |
| | | | TIM11_TOG | TIM11 翻转输出 |
| | | | LVD_OUT | 低压检测比较器输出 |
| | | | TIM2_CH1 | TIM2 捕获输入/比较输出 1 |
| 12 | 9 | PB4 | X32K_OUT | 外部 32K 晶振输出 |
| | | | PB4 | PB4 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | LPTIM_GATE | LPTIM 门控 |
| | | | PCA_ECI | PCA 外部时钟 |
| | | | SPI_NSS | SPI 模块从机片选信号 |
| | | | I2C_SCL | I ² C 时钟 |
| | | | UART0_TX | UART0 TX |
| | | | TIM11_TOGN | TIM11 翻转反相输出 |
| 13 | 10 | PC3 | PC3 | PC3 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | TIM1_CH3 | TIM1 PWM 输出 3 |
| | | | TIM1_CH1N | TIM1 PWM 输出 1 反相 |
| | | | I2C_SDA | I ² C 数据 |
| | | | UART1_TX | UART1 TX |
| | | | PCA_CH1 | PCA 捕获输入/比较输出 1 |
| | | | 1-WIRE | 1-wire 输入输出 |
| | | | TIM2_CH3 | TIM2 捕获输入/比较输出 3 |
| | | | AIN1 | ADC 模拟输入通道 1 |
| 14 | 11 | PC4 | PC4 | PC4 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | TIM1_CH4 | TIM1 PWM 输出 4 |
| | | | TIM1_CH2N | TIM1 PWM 输出 2 反相 |
| | | | I2C_SCL | I ² C 时钟 |
| | | | UART1_RX | UART1 RX |



| | | | | |
|----|----|-----|------------|-----------------------|
| | | | PCA_CH0 | PCA 捕获输入/比较输出 0 |
| | | | CLK_MCO | CPU 时钟输出 |
| | | | TIM2_CH4 | TIM2 捕获输入/比较输出 4 |
| | | | AIN2 | ADC 模拟输入通道 2 |
| 15 | 12 | PC5 | PC5 | PC5 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | TIM1_BKIN | TIM1 刹车信号输入 |
| | | | PCA_CH0 | PCA 捕获输入/比较输出 0 |
| | | | SPI_CLK | SPI 模块时钟信号 |
| | | | LPUART_TX | LPUART TX |
| | | | TIM11_GATE | TIM11 门控 |
| | | | LVD_OUT | 低压检测比较器输出 |
| | | | TIM2_CH1 | TIM2 捕获输入/比较输出 1 |
| | | | VCIN1 | 模拟输入 |
| 16 | 13 | PC6 | PC6 | PC6 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | TIM1_CH1 | TIM1 PWM 输出 1 |
| | | | PCA_CH3 | PCA 捕获输入/比较输出 3 |
| | | | SPI_MOSI | SPI 模块主机输出从机输入信号 |
| | | | LPUART_RX | LPUART RX |
| | | | TIM11_EXT | TIM11 外部脉冲输入 |
| | | | CLK_MCO | CPU 时钟输出 |
| | | | TIM2_CH4 | TIM2 捕获输入/比较输出 4 |
| | | | AIN0 | ADC 模拟输入通道 0 |
| 17 | 14 | PC7 | SWDIO | SWD IO |
| | | | PC7 | PC7 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | TIM1_CH2 | TIM1 PWM 输出 2 |
| | | | PCA_CH4 | PCA 捕获输入/比较输出 4 |
| | | | SPI_MISO | SPI 模块主机输入从机输出信号 |
| | | | UART1_RX | UART1 RX |
| | | | LIRC_OUT | 内部低频 RC 时钟 38.4KHZ 输出 |
| | | | X32K_OUT | 外部低频晶振输出 |
| 18 | 15 | PD1 | SWDCLK | SWD 时钟 |
| | | | PD1 | PD1 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | PCA_ECI | PCA 外部时钟 |
| | | | UART1_TX | UART1 TX |
| | | | HIRC_OUT | 内部高频 RC 时钟 24MHZ 输出 |
| | | | VC0_OUT | 电压比较器 0 输出 |
| 19 | 16 | PD2 | PD2 | PD2 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | TIM1_CH2 | TIM1 PWM 输出 2 |
| | | | PCA_CH2 | PCA 捕获输入/比较输出 2 |
| | | | SPI_MISO | SPI 模块主机输入从机输出信号 |
| | | | RTC_1HZ | RTC 1HZ 输出 |
| | | | LPUART_TX | LPUART TX |
| | | | LPTIM_TOG | LPTIM 翻转输出 |
| | | | 1-WIRE | 1-wire 输入输出 |
| | | | TIM2_CH3 | TIM2 捕获输入/比较输出 3 |
| | | | VCIN0 | 电压比较器输入通道 0 |
| | | | AIN3 | ADC 模拟输入通道 3 |
| 20 | 17 | PD3 | PD3 | PD3 通用数字输入/输出引脚 |



| | | | | |
|--|--|--|------------|------------------|
| | | | TIM1_CH3N | TIM1 PWM 输出 3 反相 |
| | | | PCA_CH1 | PCA 捕获输入/比较输出 1 |
| | | | SPI_MOSI | SPI 模块主机输出从机输入信号 |
| | | | HXTL_OUT | 外接高频晶振输出 |
| | | | UART0_RX | UART0 RX |
| | | | LPTIM_TOGN | LPTIM 翻转反相输出 |
| | | | TIM2_CH2 | TIM2 捕获输入/比较输出 2 |
| | | | AIN4 | ADC 模拟输入通道 4 |



7 电气特性

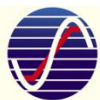
7.1 最大绝对额定值

如无特殊说明，所有典型值均基于室温和电源电压 3.3V 测试。

最小值和最大值如下表中定义的工作温度、工作电压、工作频率范围所示。如无特殊说明，所有数据均在此范围内测试。

表 7-1 工作和贮藏条件

| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|----------|--------------------------|------------|-------|-----|------------|------|
| Vpower | 电源电压 | | 0 | | 5.5 | V |
| Viopin | IO 的电压 | | -0.3 | | Vpower+0.3 | V |
| Vop | 工作电压 | | 2.4 | 3.3 | 5.5 | V |
| Tstg | 存储温度 | | -40 | 25 | 150 | °C |
| Top | 工作温度 | | -40 | 25 | 105 | °C |
| Fcpu | CPU 工作频率 | | 8 | | 24M | Hz |
| VESDHBM | ESD @ Human Body Mode | | 7 | | | KV |
| VESDCDM | ESD @ Charge Device Mode | | 1.5 | | | KV |
| VESDMM | ESD @ machine Mode | | 400 | | | V |
| Ilatchup | Latch up current | | T.B.D | | | mA |



7.2 推荐工作条件

| 参数 | 符号 | 条件 | 额定值 | | 单位 | 参考 |
|---------|----------------|----|------|-----|----|----|
| | | | 最小值 | 最大值 | | |
| 电源电压 | VDD | - | 2.4 | 5.5 | V | |
| VCAP 电容 | C _s | - | 0.47 | 2.2 | μF | |
| 工作温度 | Ta | - | -40 | 105 | °C | |

注意：

- 推荐工作条件是确保半导体芯片正常工作的条件。在推荐工作条件的范围内，电气特性的所有规格值均可得到保证。务必在推荐工作条件下使用半导体芯片。超出该条件的使用可能会影响半导体的可靠性。
- 对于本数据手册中未记载的项目、使用条件或逻辑组合的使用，本公司不做任何保障。如果用户考虑在所列条件之外使用本芯片，请事前联系销售代表。



7.3 直流特性

表 7-2 工作电流特性

| Symbol | Parameter | Condition | | | Typ | Max ⁽¹⁾ | Unit | |
|-------------------------------------|--|---|-------------|-------|----------------|--------------------|------|--|
| I _{DD} (Run Mode) | All Peripherals clock ON, Run while(1) in Flash | V _{core} =1.2V VDD=2.4V-5.5V | HIRC source | Clock | 4M | 480 | μA | |
| | | | | | 8M | 960 | | |
| | | | | | 16M | 1920 | | |
| | | | | | 24M | 2880 | | |
| | All Peripherals clock OFF, Run while(1) in Flash | V _{core} =1.2V VDD =2.4V-5.5V | HIRC source | Clock | 4M | 400 | μA | |
| | | | | | 8M | 800 | | |
| | | | | | 16M | 1600 | | |
| | | | | | 24M | 2400 | | |
| | All Peripherals clock OFF, Except RTC,IWDG , LPTIM,AWK | V _{core} =1.2V VDD =2.4V-5.5V | | | Ta=-40 to 25°C | 1.25 | μA | |
| | All Peripherals clock OFF,except RTC | V _{core} =1.2V VDD =2.4V-5.5V | | | Ta=-40 to 25°C | 1.05 | μA | |
| I _{DD} (DeepSleep Mode) | All Peripherals clock OFF,except IWDG | V _{core} =1.2V VDD =2.4V-5.5V | | | Ta=-40 to 25°C | 1.1 | μA | |
| | All Peripherals clock OFF,except LPTIM | V _{core} =1.2V VDD =2.4V-5.5V | | | Ta=-40 to 25°C | 1.1 | μA | |
| | All Peripherals clock OFF,except AWK | V _{core} =1.2V VDD =2.4V-5.5V | | | Ta=-40 to 25°C | 1.0 | μA | |
| | All Peripherals clock OFF, | V _{core} =1.2V VDD =2.4V-5.5V | | | Ta=-40 to 25°C | 0.8 | μA | |

Note:

1. Guaranteed by characterization results at 85 °C, unless otherwise specified.

Power On Reset/Brown Out Reset

表 7-3 POR/Brown Out

| Symbol | Parameter | Condition | Min | Typ | Max | Unit |
|------------------|----------------------------------|-----------|-----|------|-----|------|
| V _{por} | POR 释放电压(上电过程) BOR 检测电压(掉电过程) | | 2.2 | 2.25 | 2.3 | V |



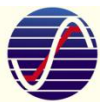
7.4 交流特性

7.4.1 输出特性—端口 PA, PB, PC, PD

| Symbol | Papameter | Condition | Min | Max | Unit |
|-----------|--|---|----------|----------|------|
| V_{OH} | High level output Source voltage Current | Sourcing 4 mA, VDD = 3.3 V (see Note 1) | VDD-0.25 | | V |
| | | Sourcing 6 mA, VDD = 3.3 V (see Note 2) | VDD-0.6 | | |
| V_{OL} | Low level output Sink voltage Sink Current | Sinking 4 mA, VDD = 3.3 V (see Note 1) | | VSS+0.25 | V |
| | | Sinking 6 mA, VDD = 3.3 V (see Note 2) | | VSS+0.6 | |
| V_{OHD} | High level output Double Source voltage Current | Sourcing 8 mA, VDD = 3.3 V (see Note 1) | VDD-0.25 | | V |
| | | Sourcing 12 mA, VDD = 3.3 V (see Note 2) | VDD-0.6 | | |
| V_{OLD} | Low level output Double Sink voltage Sink Current | Sinking 8 mA, VDD = 3.3 V (see Note 1) | | VSS+0.25 | V |
| | | Sinking 12 mA, VDD = 3.3 V (see Note 2) | | VSS+0.6 | |

Notes:

1. The maximum total current, $I_{OH}(\max)$ and $I_{OL}(\max)$, for all outputs combined, should not exceed 40 mA to satisfy the maximum specified voltage drop.
2. The maximum total current, $I_{OH}(\max)$ and $I_{OL}(\max)$, for all outputs combined, should not exceed 100 mA to satisfy the maximum specified voltage drop.



7.4.2 输入特性—端口 PA, PB, PC, PD, NRST

| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|-----------------------|---|---------------|-----|-----|-----|------|
| V _{IT+} | Positive-going input threshold voltage | VDD=3.3 | 1.8 | 2 | 2.2 | V |
| | | VDD=5.5 | 2.9 | 3.1 | 3.3 | V |
| V _{IT-} | Negative-going input threshold voltage | VDD=3.3 | 1.8 | 2 | 2.2 | V |
| | | VDD=5.5 | 2.9 | 3.1 | 3.3 | V |
| V _{hys} | Input voltage hysteresis (V _{IT+} - V _{IT-}) | VDD=3.3 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | V |
| | | VDD=5.5 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | V |
| R _{pullhigh} | Pullup Resistor | Pullup enable | | 80 | | Kohm |
| C _{input} | Input Capacitance | | | 5 | | pf |

7.4.3 端口漏电特性—PA, PB, PC, PD

| Symbol | Parameter | Conditions | VDD | Max | Unit |
|------------------|-----------------|------------------|-------------|-----|------|
| I _{lkg} | Leakage current | V (see Note 1,2) | 2.5 V/3.6 V | ±50 | nA |

Notes:

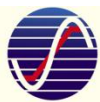
1. The leakage current is measured with VSS or VDD applied to the corresponding pin(s), unless otherwise noted.
2. The port pin must be selected as input.

7.4.4 定时器/计数器输入采样要求

| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Max | Unit |
|------------------|--------------------------------------|---|-----|-------------------------|------|
| T(int) | External interrupt timing | External trigger signal for the interrupt flag(see Note 1) | 30 | | ns |
| T(cap) | Timer Captuter timing | TIM1/TIM2 capture pulse width F _{system} =4Mhz | 0.5 | | μs |
| f _{EXT} | Timer clock frequency applied to pin | TIM1,TIM2,TIM10,TIM11 external clock input F _{system} =4Mhz | 0 | f _{TIMxCLK} /2 | MHz |
| T(PCA) | PCA clock frequency applied to pin | PCA external clock input F _{system} =4Mhz | 0 | f _{PCACLK} /2 | MHz |

Note:

1. The external signal sets the interrupt flag every time the minimum t(int) parameters are met. It may be set even with trigger signals shorter than t(int).

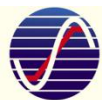


7.4.5 内部 HIRC 振荡器

| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|--------------|--|--|------|-----------------------------------|------|---------|
| F_{MCLK} | Internal RC Oscillation frequency | | 4.0 | 4.0 8.0 16.0 22.12 24 | 24 | MHz |
| T_{Mstart} | Start-up time Not including software calibration | $F_{MCLK}=4MHz$ | | 6.0 | | μs |
| | | $F_{MCLK}=8MHz$ | | 4.0 | | μs |
| | | $F_{MCLK}=16MHz$ | | 3.0 | | μs |
| | | $F_{MCLK}=24MHz$ | | 2.5 | | μs |
| I_{MCLK} | Current consumption | $F_{MCLK}=4MHz$ | | 80 | | μA |
| | | $F_{MCLK}=8MHz$ | | 100 | | μA |
| | | $F_{MCLK}=16MHz$ | | 120 | | μA |
| | | $F_{MCLK}=24MHz$ | | 140 | | μA |
| DC_{MCLK} | Duty cycle | | 45 | 50 | 55 | % |
| D_{evM} | Frequency Deviation | VDD = 2.5V ~ 5.5V TAMB = -40°C ~ 85°C | -2.5 | | +2.5 | % |
| | | VDD = 2.5V ~ 5.5V TAMB = -40°C ~ 50°C | -2.0 | | +2.0 | % |

7.4.6 内部 LIRC 振荡器

| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|--------------|-----------------------------------|--|------|----------------|------|---------|
| F_{ALCK} | Internal RC Oscillation frequency | | | 38.4 32.768 | | KHz |
| T_{Astart} | Start-up time | | | 30 | | μs |
| I_{ALCK} | Current consumption | | | 0.25 | | μA |
| DC_{ALCK} | Duty cycle | | 45 | 50 | 55 | % |
| D_{evA} | Frequency Deviation | VDD = 2.5V ~ 5.5V TAMB = -40°C ~ 85°C | -2.0 | | +2.0 | % |
| | | VDD = 2.5V ~ 5.5V TAMB = -40°C ~ 50°C | -1.5 | | +1.5 | % |



7.4.7 外部 32.768KHz 晶振

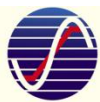
| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|--------------------------------|--|--|-----|--------|------|------|
| F _{SCLK} | Crystal frequency | | | 32.768 | | KHz |
| ESR _{SCLK} | Supported crystal equivalent series resistance | | | 65 | 85 | KOhm |
| C _{SCLK} | Supported crystal external load range | There are 2 CSCLK on 2 crystal pins individually | | 12 | | pF |
| I _{dd} ⁽¹⁾ | Current consumption when stable | ESR=65kOhm C _{SCLK} =12pF | | 200 | 1000 | nA |
| DC _{SCLK} | Duty cycle | | 40 | 50 | 60 | % |
| T _{start} | Start-up time | ESR=65kOhm C _{SCLK} =12pF 40%-60% duty cycle has been reached | | 500 | | ms |

(1) RCC_LXTCR.LXTDRV=0011,ESR=65K

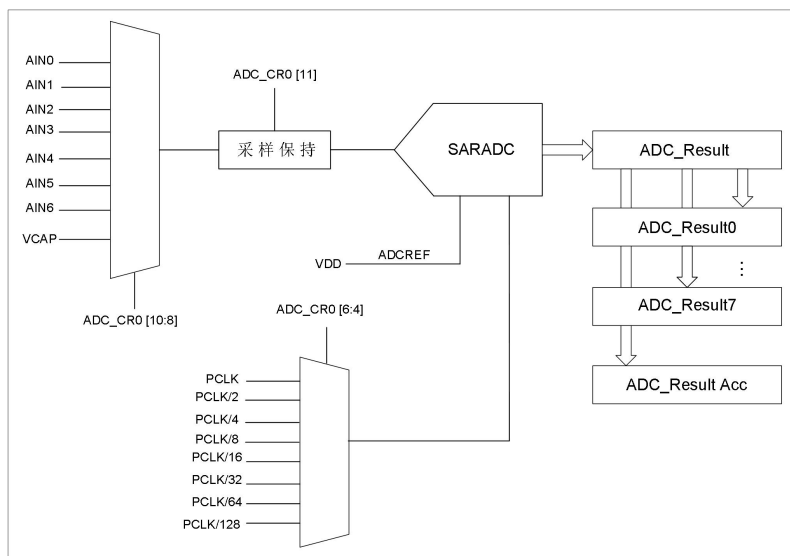
7.4.8 外部 HXT 晶振

| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|--------------------------------|--|--|-----|-----------|------------|------|
| F _{FCLK} | Crystal frequency | | 4 | | 24 | MHz |
| ESR _{FCLK} | Supported crystal equivalent series resistance | | | 30 400 | 60 1500 | Ohm |
| C _{FCLK} | Supported crystal external load range | There are 2 CFCLK on 2 crystal pins individually | | 12 | | pF |
| I _{dd} ⁽²⁾ | Current consumption | 24MHz Xtal ESR=30Ohm C _{FCLK} =12pF | | 300 | | μA |
| DC _{FCLK} | Duty cycle | | 40 | 50 | 60 | % |
| T _{start} | Start-up time | 4M~24MHz | 200 | | 400 | μs |

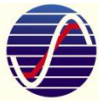
(2) Current consumption could vary with oscillating frequency ,RCC_HXTCR.HXTDRV=110.



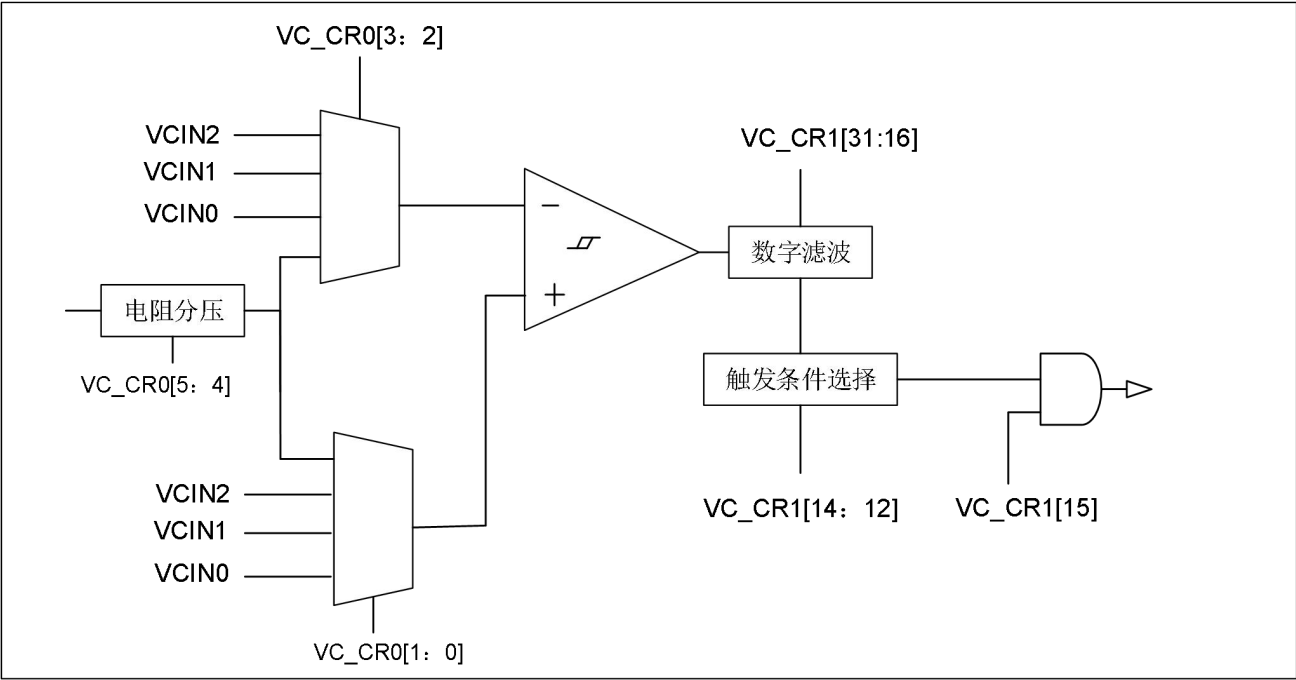
7.5 12 位 A/D 转换器



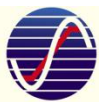
| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|----------------|----------------------------------|--------------------|-----|------|-----|---------|
| V_{ADCIN} | Input voltage range | Single ended | 0 | | VDD | V |
| V_{REF} | ADC reference Voltage | | | VDD | | V |
| I_{ADC} | | 1.5MSPS | | 0.9 | | mA |
| C_{ADCIN} | ADC input capacitance | | | 4 | | pF |
| F_{ADCCLK} | ADC clock Frequency | | | | 24 | MHz |
| $T_{ADCSTART}$ | Startup time of ADC bias current | | | 3 | | μs |
| $T_{ADCCONV}$ | Conversion time | | | 16 | 20 | cycles |
| ENOB | | 105MSPS REF=VDD | | 10.4 | | Bit |
| DNL | Differential non-linearity | | -1 | | 1 | LSB |
| INL | Integral non-linearity | | -3 | | 3 | LSB |
| E_o | Offset error | | -2 | | 2 | LSB |
| E_g | Gain error | | | | | LSB |



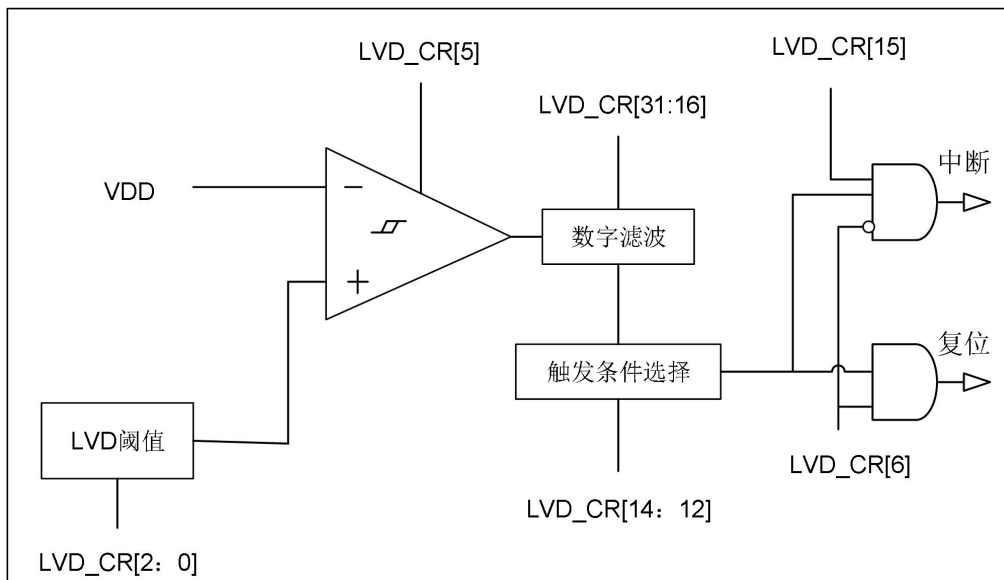
7.6 模拟电压比较器



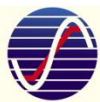
| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|----------------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|---------|
| V_{in} | Input voltage range | | 0 | | 5.5 | V |
| V_{incom} | Input common mode range | | 0 | | 5.5 | V |
| V_{offset} | Input offset | | -10 | | +10 | mV |
| I_{comp} | Comparator's current | | | 12 | | μA |
| $T_{response}$ | Comparator's response | | | 5 | | μs |



7.7 低电压检测特性



| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|----------------|--|--|----------|--|----------|---------|
| V_{level} | VDD Detectable threshold | LVD_CR[2:0] = 000 LVD_CR[2:0] = 001 LVD_CR[2:0] = 010 LVD_CR[2:0] = 011 LVD_CR[2:0] = 100 LVD_CR[2:0] = 101 LVD_CR[2:0] = 110 LVD_CR[2:0] = 111 | Typ-0.01 | 4.44 4.0 3.64 3.33 3.08 2.86 2.67 2.5 | Typ+0.01 | V |
| I_{comp} | Detector's current | | | 1 | | μA |
| $T_{response}$ | Detector's response time when VDD fall below or rise above the threshold | | | 10 | | μs |
| T_{setup} | Detector's setup time when ENABLE.VDD unchanged. | | | 10 | | μs |



7.8 内存擦/写特性

| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|----------|-------------------|------------|-----|-----|-----|--------|
| ECflash | Sector Endurance | | 20k | | | cycles |
| RETflash | Data Retention | | 20 | | | Years |
| Tprog | Byte Program Time | | 5 | 10 | 20 | μs |
| Terase | Sector Erase Time | | 2 | | 4 | ms |
| | Chip Erase Time | | 20 | | 40 | ms |

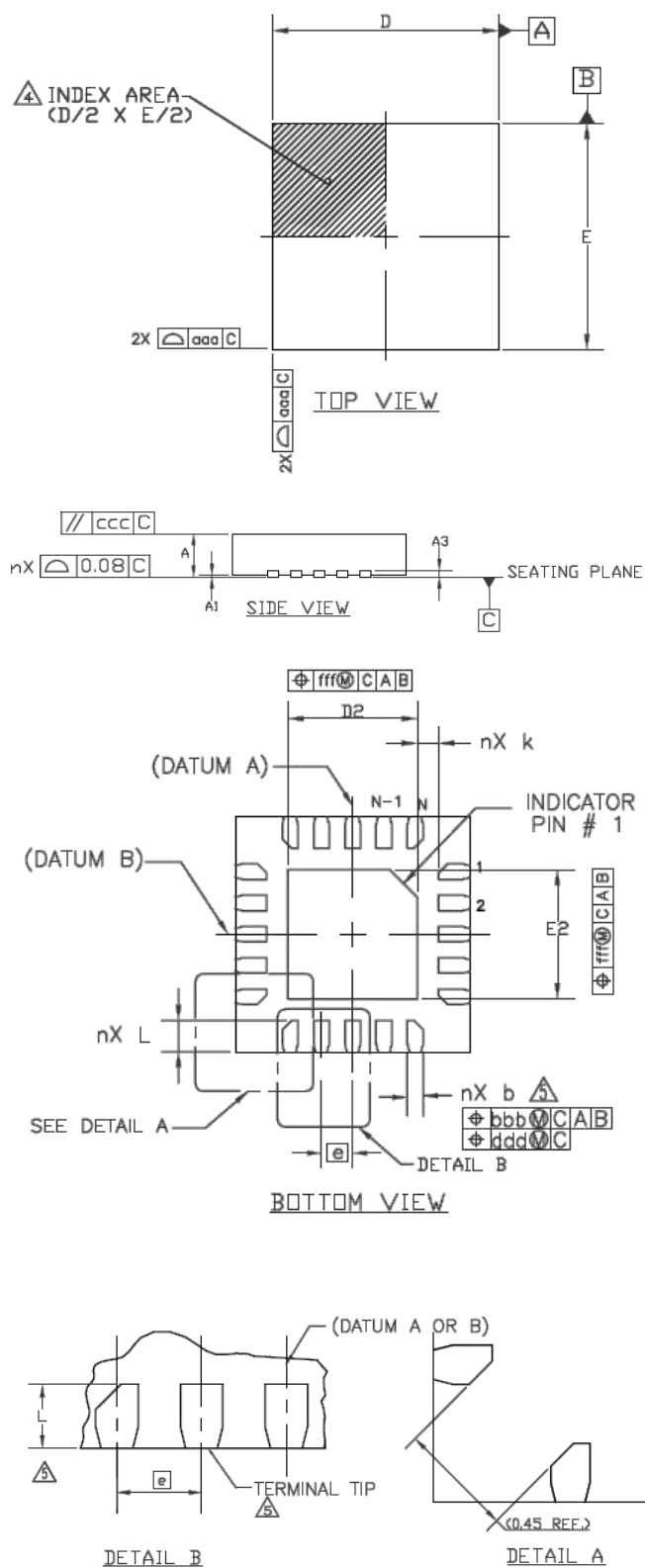
7.9 低功耗模式返回时间

| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|---------|--------------------------------|--|-----|--------------------------|-----|------|
| Twakeup | Deep sleep mode to Active mode | $T_{AMB} = 25^{\circ}\text{C}$ 4M 8M 16M 24M | | 4.0 3.1 2.8 2.7 | | μs |

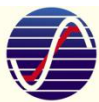


8 封装特性

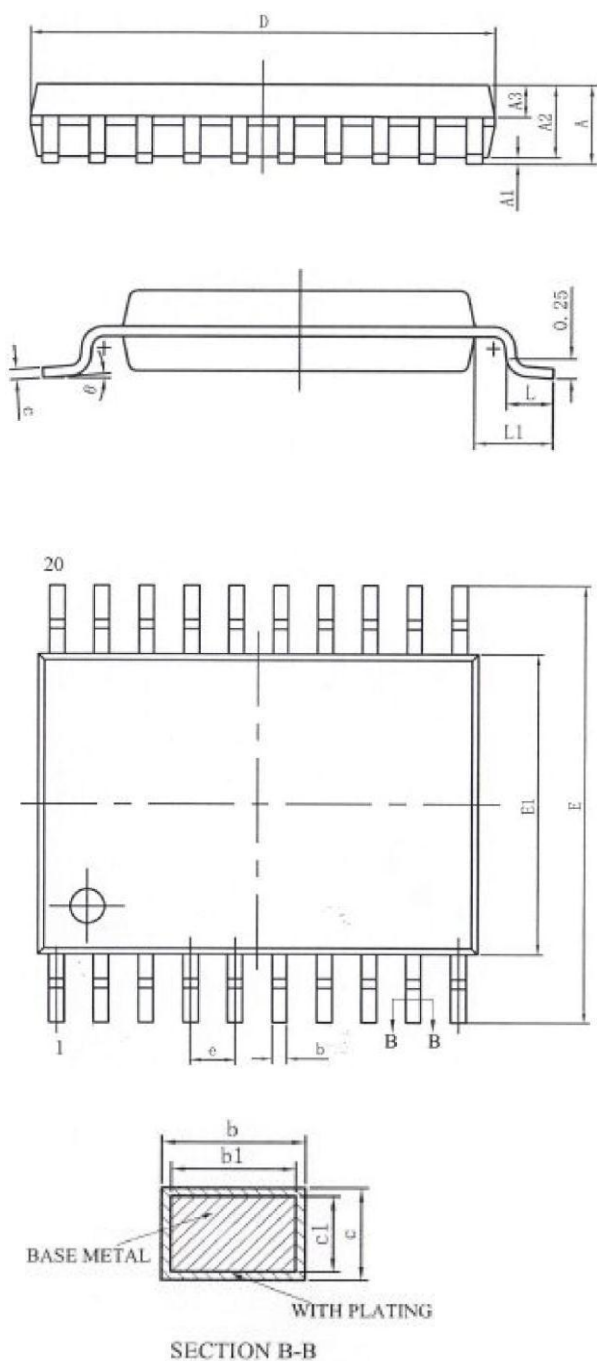
8.1 QFN20 封装



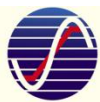
| QFN20 | | | |
|--------|------------|------|------|
| Symbol | Min | Nom | Max |
| A | 0.70 | 0.75 | 0.80 |
| b | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| D | 3.00 BSC. | | |
| D2 | 1.55 | 1.65 | 1.75 |
| E | 3.00 BSC. | | |
| E2 | 1.55 | 1.65 | 1.75 |
| e | 0.40 BSC. | | |
| L | 0.30 | 0.40 | 0.50 |
| n | 20 | | |
| nD | 5 | | |
| nE | 5 | | |
| A1 | 0 | 0.02 | 0.05 |
| A3 | 0.203 REF. | | |
| K | 0.20 | - | - |
| aaa | | 0.10 | |
| bbb | | 0.07 | |
| ccc | | 0.10 | |
| ddd | | 0.05 | |



8.2 TSSOP20 封装



| TSSOP20 | | | |
|---------|-----------|------|------|
| Symbol | Min | Nom | Max |
| A | - | - | 1.20 |
| A1 | 0.05 | - | 0.15 |
| A2 | 0.80 | 1.00 | 1.05 |
| A3 | 0.39 | 0.44 | 0.49 |
| b | 0.20 | - | 0.29 |
| b1 | 0.19 | 0.22 | 0.25 |
| c | 0.13 | - | 0.18 |
| c1 | 0.12 | 0.13 | 0.14 |
| D | 6.40 | 6.50 | 6.60 |
| E1 | 4.30 | 4.40 | 4.50 |
| E | 6.20 | 6.40 | 6.60 |
| e | 0.65 BSC. | | |
| L | 0.45 | 0.60 | 0.75 |
| L1 | 1.00 BSC. | | |
| θ | 0 | - | 8° |



9 修订记录 & 联系方式

| 版本 | 修订日期 | 修订内容摘要 |
|-----|------------|-----------------|
| 1.1 | 2019/12/28 | By Frank |
| 1.0 | 2019/05/10 | Initial Version |