

产品特性

- 32MHz Cortex-M0+ 32 位 CPU 平台
- HC32L110 系列具有灵活的功耗管理系统，超低功耗性能
 - 0.5μA @3V 深度休眠模式: 所有时钟关闭，上电复位有效，IO 状态保持，IO 中断有效，所有寄存器，RAM 和 CPU 数据保存状态时的功耗
 - 1.0μA @3V 深度休眠模式+ RTC 工作
 - 6μA @32.768KHz 低速工作模式: CPU 和外设模块运行，从 flash 运行程序
 - 20μA/MHz@3V@16MHz 休眠模式: CPU 停止工作，外设模块运行，主时钟运行
 - 120μA/MHz@3V@16MHz 工作模式: CPU 和外设模块运行，从 flash 运行程序
 - 4μS 超低功耗唤醒时间，使模式切换更加灵活高效，系统反应更为敏捷
 - 上述特性为室温下典型值，具体的电气特性、功耗特性参考电气特性章节
- 16K/32K 字节 flash 存储器，具有擦写保护功能
- 2K/4K 字节 RAM 存储器，附带奇偶校验，增强系统的稳定性
- 通用 I/O 管脚 (16IO/20pin, 12IO/16pin)
- 时钟、晶振
 - 外部高速晶振 4 ~ 32MHz
 - 外部低速晶振 32.768KHz
 - 内部高速时钟 4/8/16/22.12/24MHz
 - 内部低速时钟 32.8/38.4KHz
 - 硬件支持内外时钟校准和监控
- 定时器/计数器
 - 3 个通用 16 位定时器/计数器
 - 1 个低功耗 16 位定时器/计数器
 - 3 个高性能 16 位定时器/计数器, 支持 PWM 互补，死区保护功能
- 1 个可编程 16 位定时器/计数器，支持捕获比较，PWM 输出
- 1 个 20 位可编程计数看门狗电路，内建专用超低功耗 RC-OSC 提供 WDT 计数
- 通讯接口
 - UART0-UART1 标准通讯接口
 - LPUART 支持使用低速时钟的超低功耗通信接口
 - SPI 标准通讯接口
 - I²C 标准通讯接口
- 蜂鸣器频率发生器，支持互补输出
- 硬件万年历 RTC 模块
- 硬件 CRC-16 模块
- 唯一 10 字节 ID 号
- 12 位 1Msps 采样的高速高精度 SARADC，内置运放，可测量外部微弱信号
- 集成 6 位 DAC 和可编程基准输入的 2 路电压比较器 VC
- 集成低电压侦测器 LVD，可配置 16 阶比较电平，可监控端口电压以及电源电压
- 嵌入式调试解决方案，提供全功能的实时调试器
- 工作温度: -40 ~ 85°C
- 工作电压: 1.8 ~ 5.5V
- 封装形式: QFN20, TSSOP20, TSSOP16

支持型号

| | |
|--------------|--------------|
| HC32L110C6UA | HC32L110C6PA |
| HC32L110C4UA | HC32L110C4PA |
| HC32L110B6PA | HC32L110B4PA |
| HC32L110B6YA | |

声 明

- 华大半导体有限公司（以下简称：“HDSC”）保留随时更改、更正、增强、修改华大半导体产品和/或本文档的权利，恕不另行通知。用户可在下单前获取最新相关信息。HDSC 产品依据购销基本合同中载明的销售条款和条件进行销售。
- 用户对 HDSC 产品的选择和使用承担全部责任，用户将 HDSC 产品用于其自己或指定第三方产品上的，HDSC 不提供服务支持且不对此类产品承担任何责任。
- HDSC 在此确认未以明示或暗示方式授予任何知识产权许可。
- HDSC 产品的转售，若其条款与此处规定不同，HDSC 对此类产品的任何保修承诺无效。
- 任何带有“®”或“™”标识的图形或字样是 HDSC 的商标。所有其他在 HDSC 产品上显示的产品或服务名称均为其各自所有者的财产。
- 本通知中的信息取代并替换先前版本中的信息。

©2019 华大半导体有限公司 - 保留所有权利

目 录

| | |
|-----------------------------|----|
| 产品特性 | 1 |
| 声 明 | 2 |
| 目 录 | 3 |
| 1. 简介 | 4 |
| 2. 产品阵容 | 14 |
| 3. 引脚配置 | 17 |
| 4. 引脚功能说明 | 19 |
| 5. 框图 | 23 |
| 6. 存储区映射图 | 24 |
| 7. 电气特性 | 26 |
| 7.1 测试条件 | 26 |
| 7.1.1. 最小和最大数值 | 26 |
| 7.1.2. 典型数值 | 26 |
| 7.1.3. 典型应用电路图 | 27 |
| 7.2 绝对最大额定值 | 28 |
| 7.3 工作条件 | 30 |
| 7.3.1. 通用工作条件 | 30 |
| 7.3.2. 上电和掉电时的工作条件 | 30 |
| 7.3.3. 内嵌复位和 LVD 模块特性 | 31 |
| 7.3.4. 内置的参考电压 | 33 |
| 7.3.5. 工作电流特性 | 33 |
| 7.3.6. 从低功耗模式唤醒的时间 | 35 |
| 7.3.7. 外部时钟源特性 | 36 |
| 7.3.8. 内部时钟源特性 | 41 |
| 7.3.9. 存储器特性 | 42 |
| 7.3.10. EFT 特性 | 42 |
| 7.3.11. ESD 特性 | 43 |
| 7.3.12. 端口特性 | 43 |
| 7.3.13. RESETB 引脚特性 | 46 |
| 7.3.14. ADC 特性 | 46 |
| 7.3.15. VC 特性 | 49 |
| 8. 封装信息 | 50 |
| 8.1 封装尺寸 | 50 |
| 8.2 丝印说明 | 53 |
| 9. 订购信息 | 56 |
| 10. 版本记录 & 联系方式 | 57 |

1. 简介

HC32L110 系列是一款旨在延长便携式测量系统的电池使用寿命的超低功耗、Low Pin Count、宽电压工作范围的 MCU。集成 12 位 1Msps 高精度 SARADC 以及集成了比较器、多路 UART、SPI、I²C 等丰富的通讯外设，具有高整合度、高抗干扰、高可靠性和超低功耗的特点。本产品内核采用 Cortex-M0+ 内核，配合成熟的 Keil & IAR 调试开发软件，支持 C 语言及汇编语言，汇编指令。

超低功耗 MCU 典型应用

- 传感器应用，物联网应用；
- 智能交通，智慧城市，智能家居；
- 火警探头，智能门锁，无线监控等智能传感器应用；
- 各种对于电池供电和对于功耗苛求的便携式设备等。

32 位 CORTEX M0+ 内核

ARM® Cortex®-M0+ 处理器源于 Cortex-M0，包含了一颗 32 位 RISC 处理器，运算能力达到 0.95 Dhrystone MIPS/MHz。同时加入了多项全新设计，改进调试和追踪能力、减少每条指令循环（IPC）数量和改进 Flash 访问的两级流水线等，更纳入了节能降耗技术。Cortex-M0+ 处理器全面支持已整合 Keil & IAR 调试器。

Cortex-M0+ 包含了一个硬件调试电路，支持 2-pin 的 SWD 调试界面。

ARM Cortex-M0+ 特性：

| | |
|-------|---|
| 指令集 | Thumb / Thumb-2 |
| 流水线 | 2级流水线 |
| 性能效率 | 2.46 CoreMark / MHz |
| 性能效率 | 0.95 DMIPS / MHz in Dhrystone |
| 中断 | 32个快速中断 |
| 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 | Serial-wire 调试端口，支持4个硬中断（break point） 以及2个观察点（watch point） |

16K/32K Byte Flash

内建全集成 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、ICP 功能。

2K/4K Byte RAM

根据客户选择不同的超低功耗模式，RAM 数据都会被保留。自带硬件奇偶校验位，万一数据被意外破坏，在数据被读取时，硬件电路会立刻产生中断，保证系统的可靠性。

时钟系统

一个频率为 4~24MHz 可配置的高精度内部时钟 RCH。在配置 16MHz 下，从低功耗模式到工作模式的唤醒时间为 4uS，全电压全温度范围内的频率偏差小于±2.5%，无需外接昂贵的高频晶体。

一个频率为 4~32MHz 的外部晶振 XTH。

一个频率为 32.768KHz 的外部晶振 XTL，主要提供 RTC 实时时钟。

一个频率为 32.8/38.4KHz 的内部时钟 RCL。

工作模式

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

硬件实时时钟 RTC

RTC (Real Time Counter) 是一个支持 BCD 数据的寄存器, 采用 32,768Hz 晶振作为其时钟, 能实现万年历功能, 中断周期可配置为年/月/日/小时/分钟/秒。24/12 小时时间模式, 硬件自动修正闰年。具有精确度补偿功能, 最高精度为 0.96ppm。可使用内部温度传感器或外部温度传感器进行精确度补偿, 可用软件+1/-1 调整年/月/日/小时/分钟/秒, 最小可调精度为 1 秒。

用于指示时间和日期的 RTC 日历记录器在 MCU 受外部因素影响而复位时不会清除保留值, 是需要永久高精度实时时钟的测量设备仪表的最佳选择。

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, 可从各种超低功耗模式下把 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。

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。

32 个中断入口向量地址，分别为：

| 中断向量号 | 中断来源 |
|-------|------------------|
| [0] | GPIO_P0 |
| [1] | GPIO_P1 |
| [2] | GPIO_P2 |
| [3] | GPIO_P3 |
| [4] | - |
| [5] | - |
| [6] | UART0 |
| [7] | UART1 |
| [8] | LPUART |
| [9] | - |
| [10] | SPI |
| [11] | - |
| [12] | I ² C |
| [13] | - |
| [14] | Timer0 |
| [15] | Timer1 |
| [16] | Timer2 |
| [17] | LPTimer |
| [18] | Timer4 |
| [19] | Timer5 |
| [20] | Timer6 |
| [21] | PCA |
| [22] | WDT |
| [23] | RTC |
| [24] | ADC |
| [25] | - |
| [26] | VC0 |
| [27] | VC1 |
| [28] | LVD |
| [29] | - |
| [30] | RAM FLASH fault |
| [31] | Clock trim |

复位控制器

本产品具有 7 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 00000000。

| | |
|-----|-----------------------------|
| | 中断来源 |
| [0] | 上电掉电复位 POR BOR |
| [1] | 外部 Reset Pin 复位 |
| [2] | WDT 复位 |
| [3] | PCA 复位 |
| [4] | Cortex-M0+ LOCKUP 硬件复位 |
| [5] | Cortex-M0+ SYSRESETREQ 软件复位 |
| [6] | LVD 复位 |

定时器/计数器

| | | 位宽 | 预除频 | 计数方向 | PWM | 捕获 | 互补输出 |
|---------|---------|-------|------------------------|----------------------|-----|----|------|
| 基本定时器 | Timer0 | 16/32 | 1/2/4/8/16/32/64/256 | 上计数 | 无 | 无 | 无 |
| | Timer1 | 16/32 | 1/2/4/8/16/32/64/256 | 上计数 | 无 | 无 | 无 |
| | Timer2 | 16/32 | 1/2/4/8/16/32/64/256 | 上计数 | 无 | 无 | 无 |
| 低功耗定时器 | LPTimer | 16 | 无 | 上计数 | 无 | 无 | 无 |
| 可编程计数阵列 | PCA | 16 | 2/4/8/16/32 | 上计数 | 5 | 5 | 无 |
| 高级定时器 | Timer4 | 16 | 1/2/4/8/16/64/256/1024 | 上计数/ 下计数/ 上下计数 | 2 | 2 | 1 |
| | Timer5 | 16 | 1/2/4/8/16/64/256/1024 | 上计数/ 下计数/ 上下计数 | 2 | 2 | 1 |
| | Timer6 | 16 | 1/2/4/8/16/64/256/1024 | 上计数/ 下计数/ 上下计数 | 2 | 2 | 1 |

基本定时器包含三个定时器 Timer0/1/2。Timer0/1/2 功能完全相同。Timer0/1/2 是同步定时/计数器，可以作为 16 位自动重装载功能的定时/计数器，也可以作为 32 位无重载功能的定时/计数器。Timer0/1/2 可以对外部脉冲进行计数或者实现系统定时。

低功耗定时器是异步 16 位定时/计数器，在系统时钟关闭后仍然可以通过内部低速 RC 或者外部低速晶体振荡计时/计数。通过中断在低功耗模式下唤醒系统。

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/计数器可作为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，以提供输入捕捉，输出比较或脉冲宽度调制。另外模块 4 有额外的看门狗定时器模式。

高级定时器是一个包含三个定时器 Timer4/5/6。Timer4/5/6 功能相同的高性能计数器，可用于计数产生不同形式的时钟波形，1 个定时器可以产生互补的一对 PWM 或者独立的 2 路 PWM 输出，可以捕获外界输入进行脉冲宽度或周期测量。

高级定时器基本的功能及特性如表所示：

| | |
|------|-------------|
| 波形模式 | 锯齿波、三角波 |
| 基本功能 | • 递加、递减计数方向 |
| | • 软件同步 |
| | • 硬件同步 |
| | • 缓存功能 |
| | • 正交编码计数 |
| | • 通用PWM输出 |
| | • 保护机制 |
| | • AOS关联动作 |
| 中断类型 | 计数比较匹配中断 |
| | 计数周期匹配中断 |
| | 死区时间错误中断 |
| | 短路监测中断 |

看门狗 WDT

WDT (Watch Dog Timer) 是一个可配置的 20 位定时器，在 MCU 异常的情况下提供复位；内建 10K 低速时钟输入作为计数器时钟。调试模式下，可选择暂停或继续运行；只有写入特定序列才能重启 WDT。

通用异步收发器 UART0~UART1, LPUART

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

通用 UART 基本功能：

- 半双工和全双工传输
- 8/9-Bit 传输数据长度
- 硬件奇偶校验
- 支持 1 Bit 停止位

- 四种不同传输模式
- 多机通讯
- 硬件地址识别

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

LPUART 基本功能:

- 传输时钟 SCLK (SCLK 可选择 XTL、RCL 以及 PCLK)
- 系统低功耗模式下收发数据
- 半双工和全双工传输
- 8/9-Bit 传输数据长度
- 硬件奇偶校验
- 支持 1 Bit 停止位
- 四种不同传输模式
- 多机通讯
- 硬件地址识别

同步串行接口 SPI

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

SPI 基本特性:

- 通过编程可以配置为主机或者从机
- 四线传输方式, 全双工通信
- 主机模式 7 种波特率可配置
- 主机模式最大波特率为 1/2 系统时钟
- 从机模式最大波特率为 1/4 系统时钟
- 可配置的串行时钟极性和相位
- 支持中断
- 8 位数据传输, 先传输高位后低位

I²C 总线

1 路 I²C，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。

I2C 基本特性：

- 支持主机发送/接收，从机发送/接收四种工作模式
- 支持标准(100Kbps) / 快速(400Kbps) / 高速(1Mbps) 三种工作速率
- 支持 7 位寻址功能
- 支持噪声过滤功能
- 支持广播地址
- 支持中断状态查询功能

蜂鸣器 Buzzer

3 个基本定时器与 1 个低功耗定时器功能复用输出为 Buzzer 提供可编程驱动频率。该蜂鸣器端口可提供 12mA 的 sink 电流，互补输出，不需要额外的三极管。

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校准内部 RC 时钟，亦可使用内部 RC 时钟去检验外部晶振时钟是否工作正常。

时钟校准基本特性：

- 校准模式
- 监测模式
- 32 位参考时钟计数器可加载初值
- 32 位待校准时钟计数器可配置溢出值
- 6 种参考时钟源
- 4 种待校准时钟源
- 支持中断方式

唯一 ID 号

每颗芯片出厂前具备唯一的 10 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 0x0010_0E74-0x0010_0E7F

CRC16 硬件循环冗余校验码

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

12 Bit SARADC

单调不失码的 12 位逐次逼近型模数转换器，在 24MHz ADC 时钟下工作时，采样率达到 1MSPS。参考电压可选择片内精准电压（1.5V 或 2.5V）或从外部输入或电源电压。12 个输入通道，包括 9 路外部管脚输入、1 路内部温度传感器电压、1 路 1/3 电源电压、1 路内建 BGR 1.2V 电压。内建可配置的输入信号放大器以检测弱信号。

SAR ADC 基本特性：

- 12 位转换精度；
- 1MSPS 转换速度；
- 12 个输入通道，包括 8 路外部管脚输入、1 路内部温度传感器电压、1 路 1/3 AVCC 电压、1 路内建 BGR 1.2V 电压；
- 4 种参考源：AVCC 电压、ExRef 引脚、内置 1.5V 参考电压、内置 2.5V 参考电压；
- ADC 的电压输入范围：0~Vref；
- 3 种转换模式：单次转换、顺序扫描连续转换、连续转换累加；
- 输入通道电压阈值监测；
- 软件可配置 ADC 的转换速率；
- 内置信号放大器，可转换高阻信号；
- 支持片内外设自动触发 ADC 转换，有效降低芯片功耗并提高转换的实时性。

电压比较器 VC

芯片管脚电压监测/比较电路。8 个可配置的正/负外部输入通道；5 个内部输入通道，包括 1 路内部温度传感器电压、1 路内建 BGR 2.5V 参考电压、1 路内建 BGR 1.2V 电压、1 路 64 阶电阻分压。VC 输出可供基本定时器、低功耗定时器、高级定时器与可编程计数阵列 PCA 捕获、门控、外部计数时钟使用。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。可配置的软件防抖功能。

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。16 档电压监测值（1.8 ~ 3.3V）。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。

LVD 基本特性:

- 4 路监测源，AVCC、PC13、PB08、PB07；
- 16 阶阈值电压，1.8~3.3V 可选；
- 8 种触发条件，高电平、上升沿、下降沿组合；
- 2 种触发结果，复位、中断；
- 8 阶滤波配置，防止误触发；
- 具备迟滞功能，强力抗干扰。

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。

编程模式

支持一种编程模式：离线编程。

支持两种编程协议：ISP 协议、SWD 协议。

ISP 协议编程接口：P35、P36 或 P27、P31。

SWD 协议编程接口：P27、P31。

当芯片在复位完成后的数毫秒时间窗口内**收到 ISP** 编程指令，芯片工作于 ISP 编程模式，可使用编程器对 FLASH 进行编程。

当芯片在复位完成后的数毫秒时间窗口内**没有收到 ISP** 编程指令，芯片工作于用户模式，芯片执行 FLASH 内的程序代码。

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。

2. 产品阵容

产品名称

HC 32 L 1 1 0 C 6 U A

华大半导体

CPU位宽

32: 32bit

产品类型

L: 超低功耗

CPU类型

1: Cortex-M0+

性能识别码

1: 基本型

功能配置识别码

0: 配置1

引脚数

C: 20Pin

B: 16Pin

FLASH容量

6: 32KB

4: 16KB

封装类型

P: SOP

U: QFN

环境温度范围

A: -40-85°C

功能

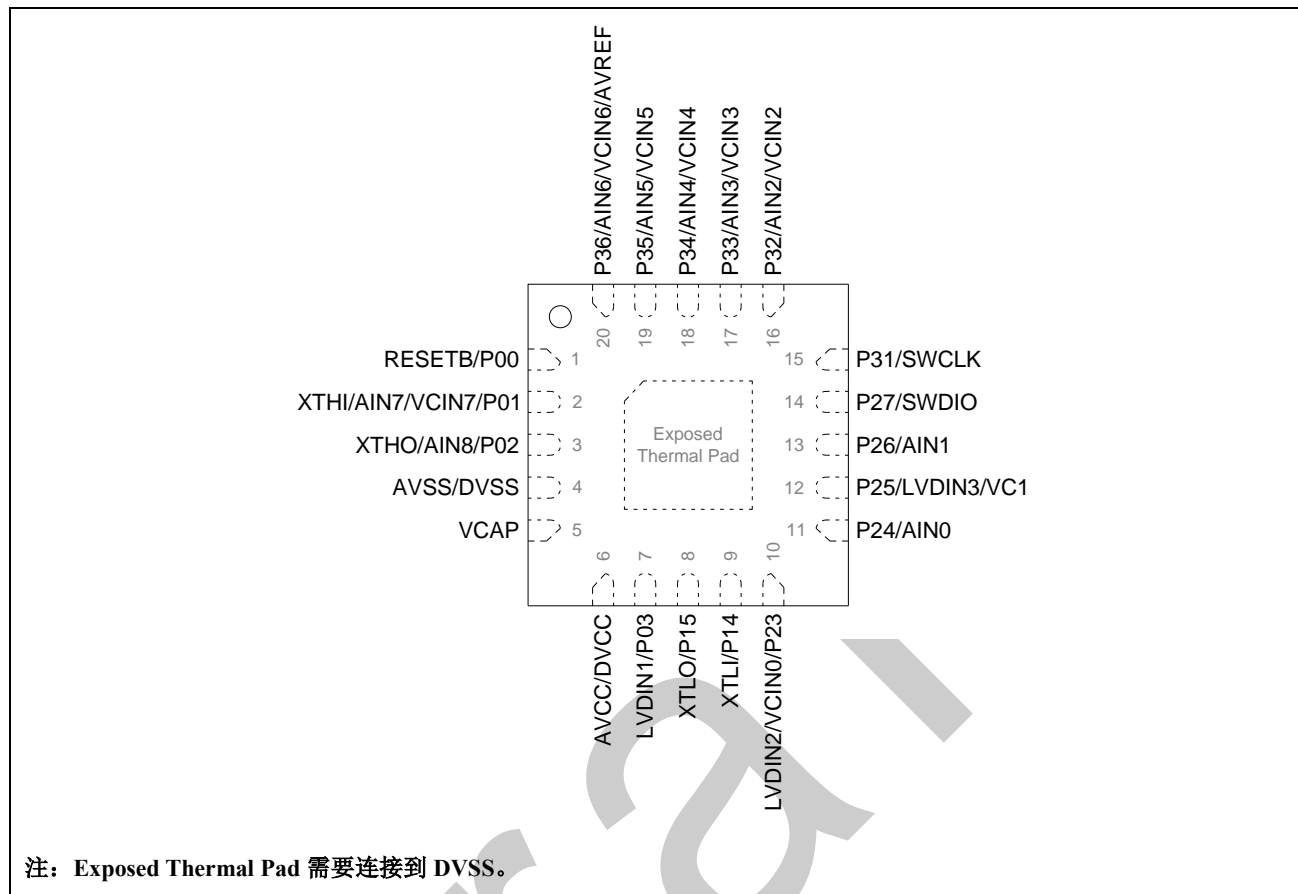
| 产品名称 | | HC32L110C6UA /HC32L110C6PA HC32L110C4UA/ HC32L110C4PA | HC32L110B4PA HC32L110B6PA |
|--------------|-----------|--|------------------------------|
| 引脚数 | | 20 | 16 |
| GPIO 引脚数 | | 16 | 12 |
| CPU | 内核 | Cortex M0+ | |
| | 频率 | 32MHz | |
| 电源电压范围 | | 1.8 ~5.5V | |
| 单/双电源 | | 单电源 | |
| 温度范围 | | -40 ~ 85°C | |
| 调试功能 | | SWD 调试接口 | |
| 唯一识别码 | | 支持 | |
| 通信接口 | | UART0/1 LPUART SPI I ² C | |
| 定时器 | | 通用定时器 TIM0/1/2 低功耗定时器 LPTIM 高级定时器 TIM4/5/6 | |
| 液晶控制器(LCDC) | | 无 | |
| 12 位 A/D 转换器 | | 9ch | 6ch |
| 模拟电压比较器 | | VC0/1 | |
| 实时时钟 | | 1 | |
| 端口中断 | | 16 | |
| 低电压检测复位/中断 | | 1 | |
| 时钟 | 内部高速振荡器 | RCH 4/8/16/22.12/24MHz | |
| | 内部低速振荡器 | RCL 32.8/38.4KHz | |
| | 外部高速晶振振荡器 | 4~32MHz | |
| | 外部低速晶振振荡器 | 32.768KHz | |
| 蜂鸣器 | | Max 4ch | |

| 产品名称 | HC32L110C6UA /HC32L110C6PA HC32L110C4UA/ HC32L110C4PA | HC32L110B4PA HC32L110B6PA |
|------------|--|------------------------------|
| FLASH 安全保护 | 支持 | |
| RAM 奇偶校验 | 支持 | |

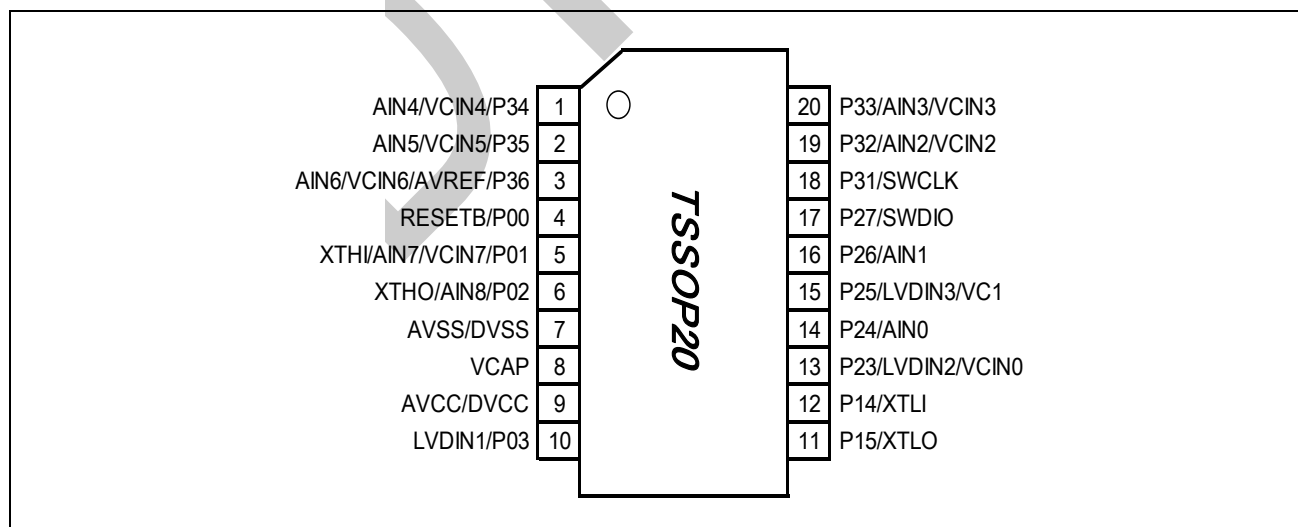
草稿

3. 引脚配置

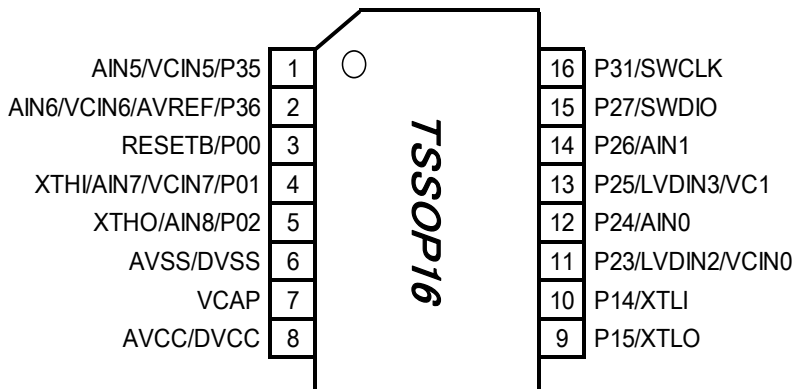
HC32L110C6UA / HC32L110C4UA



HC32L110C6PA / HC32L110C4PA

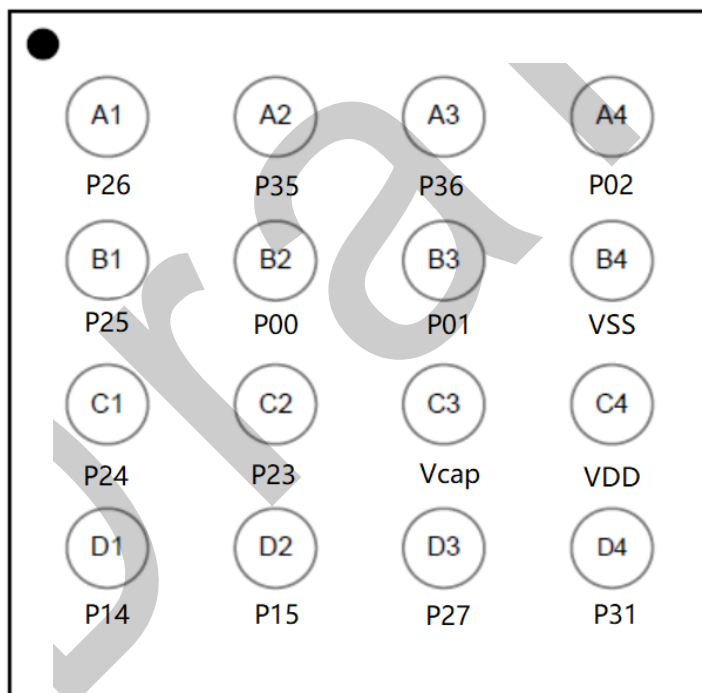


HC32L110B4PA / HC32L110B6PA



注：在应用中，需要将该封装相对 TSSOP20 未引出的 IO 引脚设为输入并使能上拉。

HC32L110B6YA-CSP16



16 pin CSP
(Top View)

4. 引脚功能说明

| Pin No. | Pin No. | Pin No. | Pin No. | Pin Name | Pin Type | Description |
|---------|---------|---------|---------|---------------|---|--|
| QFN20 | TSSOP20 | TSSOP16 | CSP16 | | | |
| 1 | 4 | 3 | B2 | RESETB P00 | RESETB GPIO | 复位输入端口，低有效，芯片复位 P00 数字输入 |
| 2 | 5 | 4 | B3 | P01 | GPIO UART0_RXD I ² C_SDA UART1_TXD TIM0_TOG TIM5_CHB SPI_SCK TIM2_EXT AIN7/VC7 XTHI | P01 通用数字输入/输出引脚 UART0 RXD I ² C 数据 UART1 TXD Timer0 翻转输出 Timer5 捕获输入/比较输出 B SPI 时钟 Timer2 外部时钟 模拟输入 外部 XTH 晶振时钟 输入 |
| 3 | 6 | 5 | A4 | P02 | GPIO UART0_TXD I ² C_SCL UART1_RXD TIM0_TOGN TIM6_CHA SPI_CS TIM2_GATE AIN8 XTHO | P02 通用数字输入/输出引脚 UART0 TXD I ² C 时钟 UART1 RXD Timer0 翻转反相输出 Timer6 捕获输入/比较输出 A SPI CS Timer2 门控 模拟输入 外部 XTH 晶振时钟 输出 |
| 4 | 7 | 6 | B4 | VSS | GND | 芯片地 |
| 5 | 8 | 7 | C3 | Vcap | Power | LDO 内核供电输出（仅限内部电路使用，连接 4.7uF 的电容） |
| 6 | 9 | 8 | C4 | VDD | Power | 芯片电源 1.8v~5.5v |
| 7 | 10 | 注 | 注 | P03 | GPIO PCA_CH3 SPI_CS TIM6_CHB LPTIM_EXT RTC_1HZ PCA_ECI VC0_OUT LVDIN1 | P03 通用数字输入/输出引脚 PCA 捕获输入/比较输出 3 SPI CS Timer6 捕获输入/比较输出 B LPTimer 外部时钟输入 RTC 1Hz 输出 PCA 外部时钟输入 VC0 输出 模拟输入 |
| 8 | 11 | 9 | D2 | P15 | GPIO I ² C_SDA TIM2_TOG TIM4_CHB LPTIM_GATE SPI_SCK UART0_RXD | P15 通用数字输入/输出引脚 I ² C 数据 Timer2 翻转输出 Timer4 捕获输入/比较输出 B LPTimer 门控 SPI 时钟 UART0 RXD |

| Pin No. | Pin No. | Pin No. | Pin No. | Pin Name | Pin Type | Description |
|---------|---------|---------|---------|----------|----------------------|---------------------|
| QFN20 | TSSOP20 | TSSOP16 | CSP16 | | | |
| | | | | | LVD_OUT | LVD 输出 |
| | | | | | XTLO | 外部 XTL 晶振时钟输出 |
| 9 | 12 | 10 | D1 | P14 | GPIO | P14 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | | | I ² C_SCL | I ² C 时钟 |
| | | | | | TIM2_TOGN | Timer2 翻转反相输出 |
| | | | | | ECI | PCA 外部时钟输入 |
| | | | | | ADC_RDY | ADC ready |
| | | | | | SPI_CS | SPI CS |
| | | | | | UART0_TXD | UART0 TXD |
| | | | | | XTLI | 外部 XTL 晶振时钟输入 |
| 10 | 13 | 11 | C2 | P23 | GPIO | P23 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | | | TIM6_CHA | Timer6 捕获输入/比较输出 A |
| | | | | | TIM4_CHB | Timer4 捕获输入/比较输出 B |
| | | | | | TIM4_CHA | Timer4 捕获输入/比较输出 A |
| | | | | | PCA_CH0 | PCA 捕获输入/比较输出 0 |
| | | | | | SPI_MISO | SPI 模块主机输入从机输出数据信号 |
| | | | | | UART1_TXD | UART1 TXD |
| | | | | | IR_OUT | 38K 载波输出 |
| | | | | | LVDIN2/VC0 | 模拟输入 |
| 11 | 14 | 12 | C1 | P24 | GPIO | P24 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | | | TIM4_CHB | Timer4 捕获输入/比较输出 B |
| | | | | | TIM5_CHB | Timer5 捕获输入/比较输出 B |
| | | | | | HCLK_OUT | HCLK 输出 |
| | | | | | 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数据信号 |
| | | | | | UART1_RXD | UART1 RXD |
| | | | | | VC1_OUT | VC1 输出 |
| | | | | | AIN0 | 模拟输入 |
| 12 | 15 | 13 | B1 | P25 | GPIO | P25 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | | | SPI_SCK | SPI 时钟 |
| | | | | | PCA_CH0 | PCA 捕获输入/比较输出 0 |
| | | | | | TIM5_CHA | Timer5 捕获输入/比较输出 A |
| | | | | | LVD_OUT | LVD 输出 |
| | | | | | LPUART_RXD | LPUART RXD |
| | | | | | I ² C_SDA | I ² C 数据 |
| | | | | | TIM1_GATE | Timer1 门控 |
| | | | | | LVDIN3/VC1 | 模拟输入 |
| 13 | 16 | 14 | A1 | P26 | GPIO | P26 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | | | SPI_MOSI | SPI 模块主机输出从机输入数据信号 |
| | | | | | TIM4_CHA | Timer4 捕获输入/比较输出 A |
| | | | | | TIM5_CHB | Timer5 捕获输入/比较输出 B |
| | | | | | PCA_CH2 | PCA 捕获输入/比较输出 2 |
| | | | | | LPUART_TXD | LPUART TXD |
| | | | | | I ² C_SCL | I ² C 时钟 |
| | | | | | TIM1_EXT | Timer1 部时钟输入 |

| Pin No. | Pin No. | Pin No. | Pin No. | Pin Name | Pin Type | Description |
|---------|---------|---------|---------|----------|------------|--------------------|
| QFN20 | TSSOP20 | TSSOP16 | CSP16 | | | |
| | | | | | AIN1 | 模拟输入 |
| 14 | 17 | 15 | D3 | P27 | GPIO | P27 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | | | SPI_MISO | SPI 模块主机输入从机输出数据信号 |
| | | | | | TIM5_CHA | Timer5 捕获输入/比较输出 A |
| | | | | | TIM6_CHA | Timer6 捕获输入/比较输出 A |
| | | | | | PCA_CH3 | PCA 捕获输入/比较输出 3 |
| | | | | | UART0_RXD | UART0 RXD |
| | | | | | RCH_OUT | 24M 振荡输出 |
| | | | | | XTH_OUT | 32M 振荡输出 |
| | | | | | SWDIO | SWDIO |
| 15 | 18 | 16 | D4 | P31 | GPIO | P31 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | | | TIM3_TOG | Timer3 翻转输出 |
| | | | | | PCA_ECI | PCA 外部时钟 |
| | | | | | PCLK_OUT | PCLK 输出 |
| | | | | | VC0OUT | VC0 输出 |
| | | | | | UART0_TXD | UART0 TXD |
| | | | | | RCL_OUT | RCL 振荡输出 |
| | | | | | HCLK_OUT | HCLK 输出 |
| | | | | | SWCLK | SWCLK |
| 16 | 19 | 注 | 注 | P32 | GPIO | P32 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | | | TIM3_TOGN | LPTimer 翻转反向输出 |
| | | | | | PCA_CH2 | PCA 捕获输入/比较输出 2 |
| | | | | | TIM6_CHB | Timer6 捕获输入/比较输出 B |
| | | | | | VC1OUT | VC1 输出 |
| | | | | | UART1_TXD | UART1 TXD |
| | | | | | PCA_CH4 | PCA 捕获输入/比较输出 4 |
| | | | | | RTC_1HX | RTC1HZ 输出 |
| | | | | | AIN2/VC2 | 模拟输入 |
| 17 | 20 | 注 | 注 | P33 | GPIO | P33 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | | | LPUART_RXD | LPUART RXD |
| | | | | | PCA_CH1 | PCA 捕获输入/比较输出 1 |
| | | | | | TIM5_CHB | Timer5 捕获输入/比较输出 B |
| | | | | | PCA_ECI | PCA 外部时钟 |
| | | | | | UART1_RXD | UART1 RXD |
| | | | | | XTL_OUT | 32K 振荡输出 |
| | | | | | TIM1_TOGN | Timer1 翻转反向输出 |
| | | | | | AIN3/VC3 | 模拟输入 |
| 18 | 1 | 注 | 注 | P34 | GPIO | P34 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | | | PCA_CH0 | PCA 捕获输入/比较输出 0 |
| | | | | | LPUART_TXD | LPUART TXD |
| | | | | | TIM5_CHA | Timer5 捕获输入/比较输出 A |
| | | | | | TIM0_EXT | Timer0 部时钟输入 |
| | | | | | TIM4_CHA | Timer4 捕获输入/比较输出 A |
| | | | | | RTC_1HZ | RTC1HZ 输出 |
| | | | | | TIM1_TOG | Timer1 翻转输出 |

| Pin No. | Pin No. | Pin No. | Pin No. | Pin Name | Pin Type | Description |
|---------|---------|---------|---------|----------|----------------------|---------------------|
| QFN20 | TSSOP20 | TSSOP16 | CSP16 | | | |
| | | | | | AIN4/VC4 | 模拟输入 |
| 19 | 2 | 1 | A2 | P35 | GPIO | P35 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | | | UART1_TXD | UART1 TXD |
| | | | | | TIM6_CHB | Timer6 捕获输入/比较输出 B |
| | | | | | UART0_TXD | UART0 TXD |
| | | | | | TIM0_GATE | Timer0 门控 |
| | | | | | TIM4_CHB | Timer4 捕获输入/比较输出 B |
| | | | | | SPI_MISO | SPI 模块主机输入从机输出数据信号 |
| | | | | | I ² C_SDA | I ² C 数据 |
| | | | | | AIN5/VC5 | 模拟输入 |
| 20 | 3 | 2 | A3 | P36 | GPIO | P36 通用数字输入/输出引脚 |
| | | | | | UART1_RXD | UART1 RXD |
| | | | | | TIM6_CHA | Timer6 捕获输入/比较输出 A |
| | | | | | UART0_RXD | UART0 RXD |
| | | | | | PCA_CH4 | PCA 捕获输入/比较输出 4 |
| | | | | | TIM5_CHA | Timer5 捕获输入/比较输出 A |
| | | | | | SPI_MOSI | SPI 模块主机输出从机输入数据信号 |
| | | | | | I ² C_SCL | I ² C 时钟 |
| | | | | | AIN6/VC6/ AVREF | 模拟输入 |

注：需要将该封装相对 TSSOP20 未引出的 IO 引脚设为输入并使能上拉。

5. 框图

功能模块

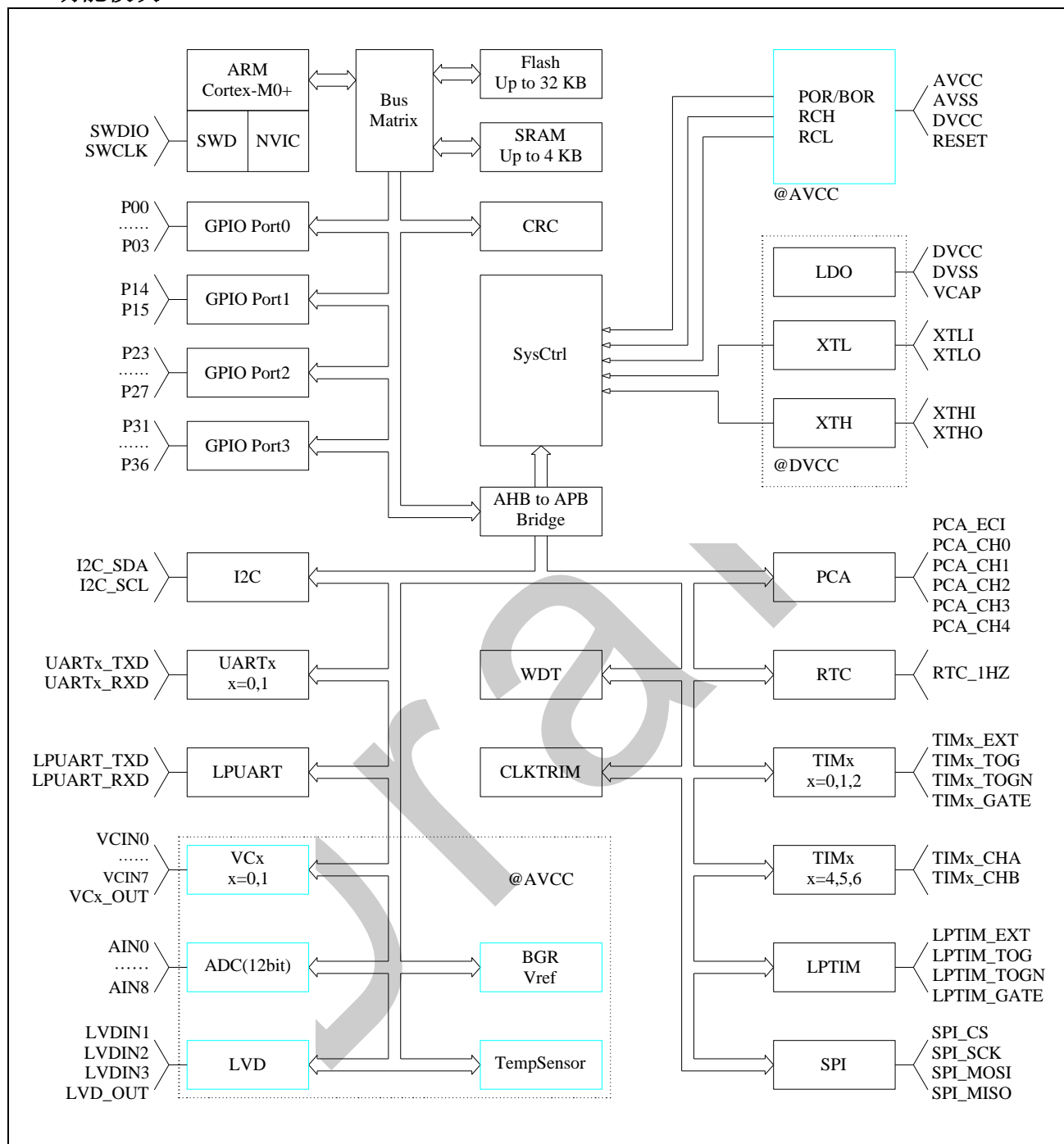
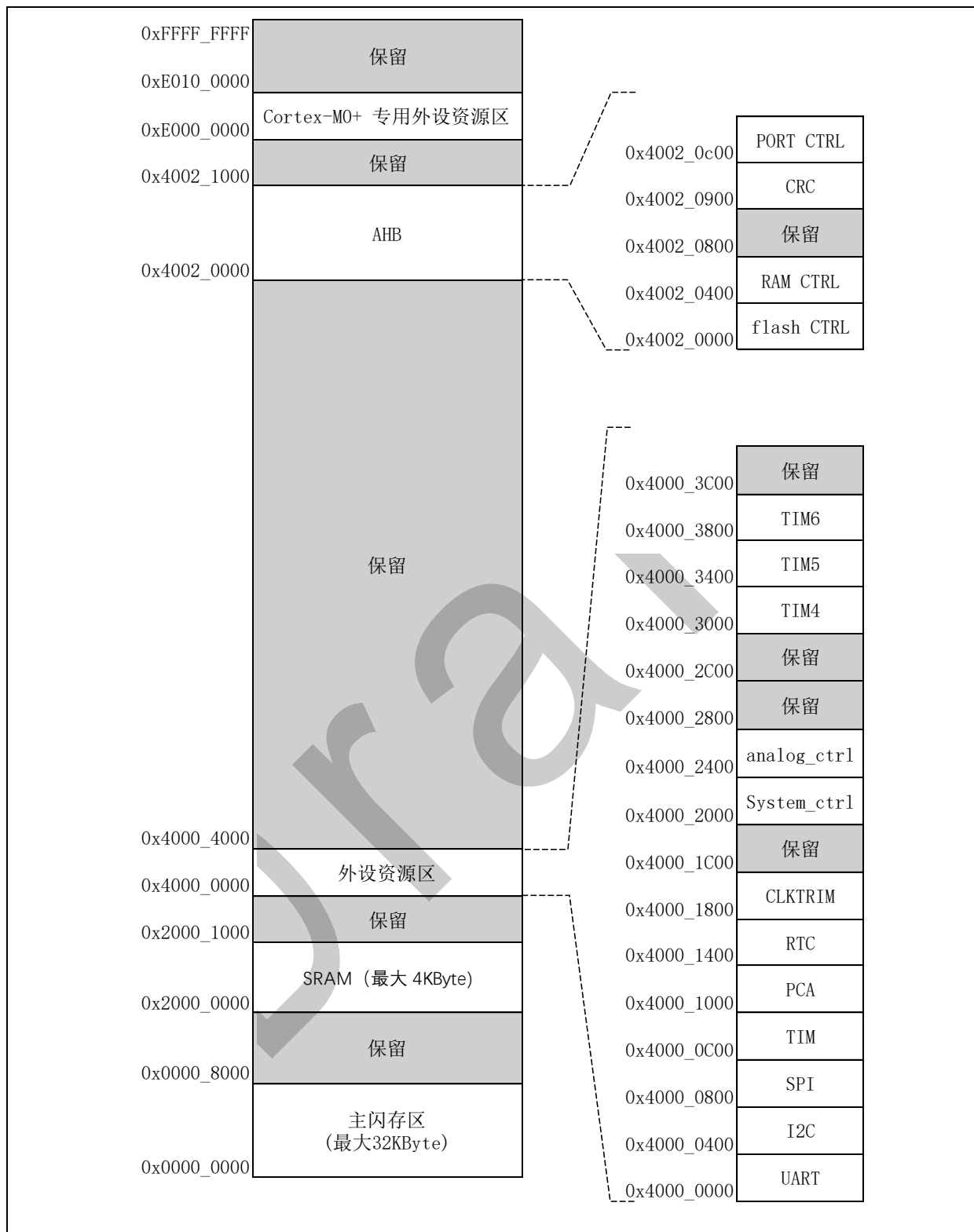
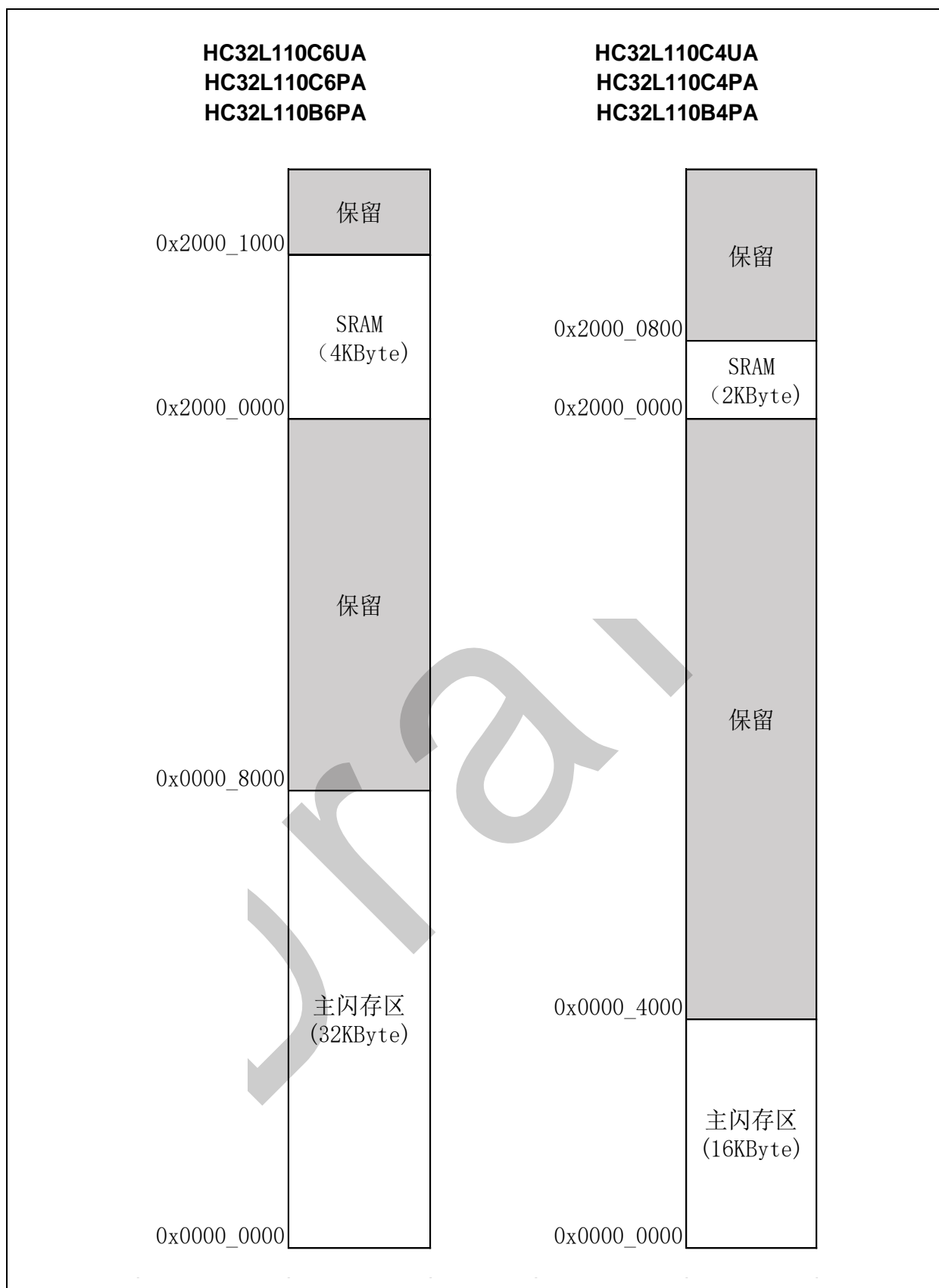


图 5-1 功能模块

6. 存储区映射图





7. 电气特性

7.1 测试条件

除非特别说明，所有的电压都以 VSS 为基准。

7.1.1. 最小和最大数值

除非特别说明，在生产线上通过对 100%的产品在环境温度 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 和 $T_A=T_{\text{amax}}$ 下执行的测试 (T_{amax} 与选定的温度范围匹配)，所有最小和最大值将在最坏的环境温度、供电电压和时钟频率条件下得到保证。

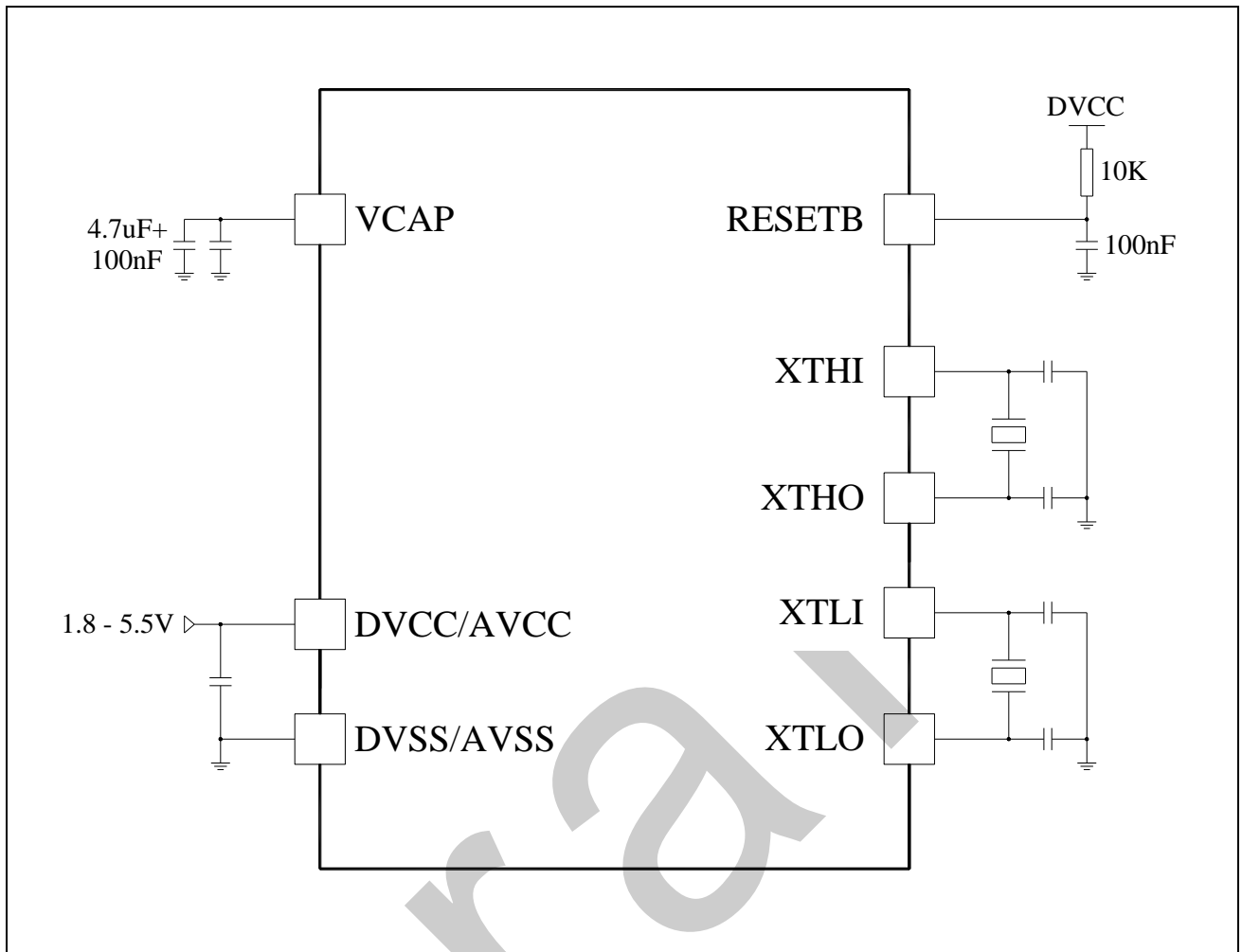
在每个表格下方的注解中说明为通过综合评估、设计模拟和/或工艺特性得到的数据，不会在生产线上进行测试；在综合评估的基础上，最小和最大数值是通过样本测试后，取其平均值再加减三倍的标准分布(平均 $\pm 3\sigma$)得到。

7.1.2. 典型数值

除非特别说明，典型数据是基于 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 和 $V_{\text{CC}}=3.3\text{V}$ ($1.8\text{V} \leq V_{\text{CC}} \leq 5.5\text{V}$ 电压范围)。这些数据仅用于设计指导而未经测试。

典型的 ADC 精度数值是通过对一个标准的批次采样，在所有温度范围下测试得到，95%产品的误差小于等于给出的数值(平均 $\pm 2\sigma$)。

7.1.3. 典型应用电路图



注意：

- 每组电源都需要一个去耦电容，去耦电容尽量靠近相应电源管脚。

7.2 绝对最大额定值

加在器件上的载荷如果超过“绝对最大额定值”列表中给出的值，可能会导致器件永久性地损坏。这里只是给出能承受的最大载荷，并不意味着在此条件下器件的功能性操作无误。器件长期工作在最大值条件下会影响器件的可靠性。

| 符号 | 描述 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------|---|--------------|----------------|----|
| $V_{CC} - V_{SS}$ | 外部主供电电压(包含 AV_{CC} 和 DV_{CC}) ⁽¹⁾ | -0.3 | 5.5 | V |
| V_{IN} | 在其它引脚上的输入电压 ⁽²⁾ | $V_{SS}-0.3$ | $V_{CC} + 0.3$ | V |
| $ \Delta V_{CCx} $ | 不同供电引脚之间的电压差 | | 50 | mV |
| $ V_{SSx} - V_{SS} $ | 不同接地引脚之间的电压差 | | 50 | mV |
| $V_{ESD}(HBM)$ | ESD静电放电电压(人体模型) | 参考绝对最大值电气参数 | | V |

表 7-1 电压特性

- 所有的电源(DV_{CC} , AV_{CC})和地(DV_{SS} , AV_{SS})引脚必须始终连接到外部允许范围内的供电系统上。
- $I_{INJ(PIN)}$ 绝对不可以超过它的极限，即保证 V_{IN} 不超过其最大值。如果不能保证 V_{IN} 不超过其最大值，也要保证在外部限制 $I_{INJ(PIN)}$ 不超过其最大值。当 $V_{IN}>V_{CC}$ 时，有一个正向注入电流；当 $V_{IN}<V_{SS}$ 时，有一个反向注入电流。

| 符号 | 描述 | 最大值 ⁽¹⁾ | 单位 |
|---------------------------|---|--------------------|----|
| I_{VCC} | 经过 DV_{CC}/AV_{CC} 电源线的总电流(供应电流) ⁽¹⁾ | 300 | mA |
| I_{VSS} | 经过 V_{SS} 地线的总电流(流出电流) ⁽¹⁾ | 300 | mA |
| I_{IO} | 任意I/O和控制引脚上的输出灌电流 | 25 | mA |
| | 任意I/O和控制引脚上的输出电流 | -25 | mA |
| $I_{INJ(PIN)}^{(2)(3)}$ | RESETB引脚的注入电流 | +/-5 | mA |
| | XTH的XTHI引脚和XTL的XTLI引脚的注入电流 | +/-5 | mA |
| | 其他引脚的注入电流 ⁽⁴⁾ | +/-5 | mA |
| $\sum I_{INJ(PIN)}^{(2)}$ | 所有I/O和控制引脚上的总注入电流 ⁽⁴⁾ | +/-25 | mA |

表 7-2 电流特性

- 所有的电源(DV_{CC} , AV_{CC})和地(DV_{SS} , AV_{SS})引脚必须始终连接到外部允许范围内的供电系统上。
- $I_{INJ(PIN)}$ 绝对不可以超过它的极限，即保证 V_{IN} 不超过其最大值。如果不能保证 V_{IN} 不超过其最大值，也要保证在外部限制 $I_{INJ(PIN)}$ 不超过其最大值。当 $V_{IN}>V_{CC}$ 时，有一个正向注入电流；当 $V_{IN}<V_{SS}$ 时，有一个反向注入电流。
- 反向注入电流会干扰器件的模拟性能。
- 当几个 I/O 口同时有注入电流时， $\sum I_{INJ(PIN)}$ 的最大值为正向注入电流与反向注入电流的即时绝对值之和。该结果基于在器件 4 个 I/O 端口上 $\sum I_{INJ(PIN)}$ 最大值的特性。

| 符号 | 描述 | 数值 | 单位 |
|------------------|--------|------------|----|
| T _{STG} | 储存温度范围 | -60 ~ +150 | °C |
| T _j | 最大结温度 | 105 | °C |

表 7-3 温度特性

7.3 工作条件

7.3.1. 通用工作条件

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|---------------------|--------------|---------------------------|-----|-----|-----|
| Fhclk | 内部AHB时钟频率 | | 0 | 48 | MHz |
| Fpclk | 内部APB时钟频率 | | 0 | 48 | MHz |
| DVCC | 数字部分工作电压 | | 1.8 | 5.5 | V |
| AVCC ⁽¹⁾ | 模拟部分工作电压 | 必须与DVCC ⁽²⁾ 相同 | 1.8 | 5.5 | V |
| PD | 功率耗散 TA=85°C | TSSOP20 | | 283 | mW |
| TA | 环境温度 | 最大功率消耗 | -40 | 85 | °C |
| | | 低功率消耗 ⁽³⁾ | -40 | 105 | °C |
| TJ | 结温度范围 | | -40 | 105 | °C |

表 7-4 通用工作条件

1. 当使用 ADC 时，参见 ADC 电气参数。
2. 建议使用相同的电源为 DVCC 和 AVCC 供电，在上电和正常操作期间，DVCC 和 AVCC 之间最多允许有 300mV 的差别。
3. 在较低的功率耗散的状态下，只要 T_J 不超过 T_{Jmax}，T_A 可以扩展到这个范围。

7.3.2. 上电和掉电时的工作条件

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|------|---------|----|-----|-----|------|
| tVcc | VCC上升速率 | | 0 | ∞ | μs/V |
| tVcc | VCC下降速率 | | 10 | ∞ | μs/V |

表 7-5 上电和掉电的工作条件

7.3.3. 内嵌复位和 LVD 模块特性

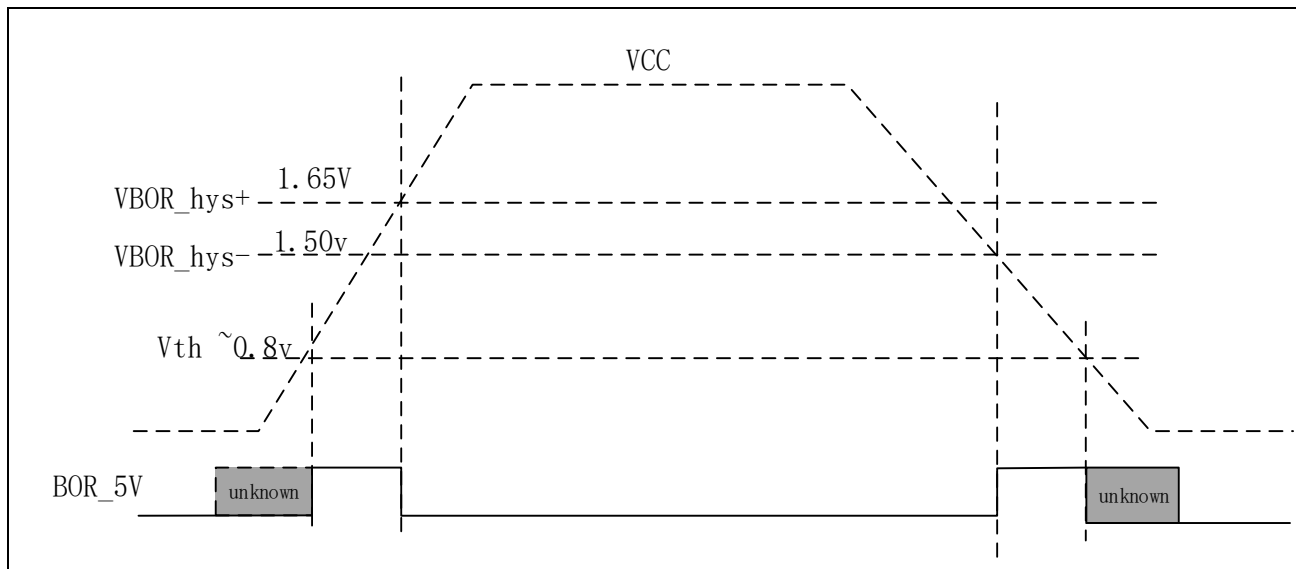


图 7-1 POR/Brown Out 示意图

1. 设计保证，不在生产中测试。

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------|----------------|----|------|------|------|----|
| V _{por} | POR 释放电压（上电过程） | | 1.45 | 1.50 | 1.65 | V |
| | BOR 检测电压（掉电过程） | | | | | |

表 7-6 POR/Brown Out

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------|----------|--|-----|--|-----|----|
| Vex | 外部输入电压范围 | | 0 | | VCC | V |
| Vlevel | 检测阈值 | LVD_CR.VTDS=0000 LVD_CR.VTDS =0001 LVD_CR.VTDS =0010 LVD_CR.VTDS =0011 LVD_CR.VTDS =0100 LVD_CR.VTDS=0101 LVD_CR.VTDS=0110 LVD_CR.VTDS=0111 LVD_CR.VTDS=1000 LVD_CR.VTDS=1001 LVD_CR.VTDS=1010 LVD_CR.VTDS=1011 LVD_CR.VTDS=1100 LVD_CR.VTDS=1101 LVD_CR.VTDS=1110 LVD_CR.VTDS=1111 | | 1.8 1.9 2.0 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 3.0 3.1 3.2 3.3 | | V |
| Icomp | 功耗 | | | 0.12 | | uA |
| Tresponse | 响应时间 | | | 80 | | uS |
| Tsetup | 建立时间 | | | 400 | | uS |
| Vhyste | 迟滞电压 | | | 40 | | mV |
| Tfilter | 滤波时间 | LVD_debounce = 000 LVD_debounce = 001 LVD_debounce = 010 LVD_debounce = 011 LVD_debounce = 100 LVD_debounce = 101 LVD_debounce = 110 LVD_debounce = 111 | | 7 14 28 112 450 1800 7200 28800 | | uS |

表 7-6 LVD 模块特性

7.3.4. 内置的参考电压

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------|--|--------------------|-------|-----|-------|------------------|
| VREF25 | Internal 2.5V Reference Voltage | 常温25°C 3.3V | 2.475 | 2.5 | 2.525 | V |
| VREF25 | Internal 2.5V Reference Voltage | -40~85°C; 2.8~5.5V | 2.463 | 2.5 | 2.525 | V ^[1] |
| VREF15 | Internal 1.5V Reference Voltage | 常温25°C 3.3V | 1.485 | 1.5 | 1.515 | V |
| VREF15 | Internal 1.5V Reference Voltage | -40~85°C; 1.8~5.5V | 1.477 | 1.5 | 1.519 | V ^[1] |
| Tcoeff | Internal 2.5V 1.5V temperature coefficient | -40~85°C | | | 120 | ppm/°C |

1. 数据基于考核结果，不在生产中测试。

7.3.5. 工作电流特性

电流消耗是多种参数和因素的综合指标，这些参数和因素包括工作电压、环境温度、I/O 引脚的负载、产品的软件配置、工作频率、I/O 脚的翻转速率、程序在存储器中的位置以及执行的代码等。

微控制器处于下列条件：

- 所有的 I/O 引脚都处于输入模式，并连接到一个静态电平上——VCC 或 VSS(无负载)。
- 所有的外设都处于关闭状态，除非特别说明。
- FLASH 存储器的访问时间调整到 Fhclk 的频率(0~24MHz 时为 0 个等待周期，24~48MHz 时为 1 个等待周期)。
- 当开启外设时：Fpclk = Fhclk。

| Symbol | Parameter | Conditions | | | Typ | Max ⁽¹⁾ | Unit |
|-----------------------|---|-----------------------------|------------------|------------------------|------|--------------------|------|
| IDD (Run in RAM) | All peripherals clock OFF, Run While(1) in RAM. | VCAP=1.55V VCC=3.3V | RCH clock source | 4M | 220 | | uA |
| | | | | 8M | 400 | | |
| | | | | 16M | 740 | | |
| | | | | 24M | 1080 | | |
| | | | | 32M | 1400 | | |
| IDD (Run CoreMark) | All peripherals clock OFF, Run CoreMark in Flash. | VCAP =1.55V VCC=3.3V | RCH clock source | 4M | 670 | | uA |
| | | | | 8M | 1300 | | |
| | | | | 16M | 2380 | | |
| | | | | 24M | 3410 | | |
| | | | | 32M (Flash Wait= 1) | 3530 | | |
| IDD (Run mode) | All peripherals | VCAP =1.55V VCC=1.8-5.5V | RCH clock source | 4M | 700 | 880 | uA |
| | | | | 8M | 1350 | 1600 | |

| Symbol | Parameter | Conditions | | | Typ | Max ⁽¹⁾ | Unit |
|---------------------|---|--|----------------------------------|------------------------|------|--------------------|------|
| | clock ON, Run while(1) in Flash | | | 16M | 2500 | 3000 | |
| | | | | 24M | 3600 | 4300 | |
| | All peripheral clock OFF, Run while(1) in Flash | VCAP =1.55V V _{CC} =1.8-5.5V | RCH clock source | 4M | 550 | 750 | |
| | | | | 8M | 1050 | 1300 | |
| | | | | 16M | 1900 | 2400 | |
| | | | | 24M | 2700 | 3300 | |
| | | | | 32M (Flash Wait= 1) | 2850 | 3000 | |
| IDD (Sleep mode) | All peripheral clock ON | VCAP =1.55V V _{CC} =1.8-5.5V | RCH clock source | 4M | 260 | 280 | uA |
| | | | | 8M | 500 | 520 | |
| | | | | 16M | 950 | 970 | |
| | | | | 24M | 1400 | 1420 | |
| | All peripheral clock OFF | VCAP =1.55V V _{CC} =1.8-5.5V | RCH clock source | 4M | 110 | 125 | |
| | | | | 8M | 190 | 210 | |
| | | | | 16M | 330 | 360 | |
| | | | | 24M | 470 | 500 | |
| | | | | 32M | 580 | 610 | |
| | | | | | | | |
| IDD (LP Run) | All peripherals clock ON, Run while(1) in Flash | VCAP =1.55V V _{CC} =1.8-5.5V | XTL 32.768KHz (Driver = 1) | TA = -40 to 25°C | 7 | 9 | uA |
| | | | | TA = 50 °C | 7.3 | 9.2 | |
| | | | | TA = 85 °C | 8.9 | 11.3 | |
| | All peripherals clock OFF, Run while(1) in Flash | VCAP =1.55V V _{CC} =1.8-5.5V | XTL 32.768KHz (Driver = 1) | TA = -40 to 25°C | 6 | 8 | |
| | | | | TA = 50 °C | 6.1 | 8.2 | |
| | | | | | | | |
| | | | | TA = 85 °C | 7.7 | 10.1 | |
| | | | | | | | |
| IDD (LP Sleep) | All peripherals clock ON | VCAP =1.55V V _{CC} =1.8-5.5V | XTL 32.768KHz (Driver = 1) | TA = -40 to 25°C | 3.3 | 3.5 | uA |
| | | | | TA = 50 °C | 3.6 | 3.8 | |
| | | | | TA = 85 °C | 5.4 | 5.8 | |
| | All peripherals clock OFF except LPTimer and RTC | VCAP =1.55V V _{CC} =1.8-5.5V | XTL 32.768KHz (Driver = 1) | TA = -40 to 25°C | 2.2 | 2.4 | |
| | | | | TA = 50 °C | 2.5 | 2.6 | |
| | | | | | | | |
| | | | | TA = 85 °C | 4.2 | 4.6 | |
| | | | | | | | |
| IDD (DeepSleep) | All peripherals clock OFF | VCAP =1.55V V _{CC} =1.8-5.5V | | TA = -40 to 25°C | 1.5 | 1.65 | uA |
| | | | | TA = 50 °C | 1.85 | 2.2 | |
| | | | | TA = 85 °C | 3.5 | 4.2 | |

| Symbol | Parameter | Conditions | | | Typ | Max ⁽¹⁾ | Unit |
|--------|--|-----------------------------|--|------------------|------|--------------------|------|
| | except RTC、WDT、LPTimer | | | | | | |
| | All peripherals clock OFF except WDT | VCAP =1.55V VCC=1.8-5.5V | | TA = -40 to 25°C | 1.2 | 1.3 | |
| | | | | TA = 50 °C | 1.5 | 1.8 | |
| | | | | TA = 85 °C | 3.1 | 3.7 | |
| | All peripherals clock OFF except LPTimer | VCAP =1.55V VCC=1.8-5.5V | | TA = -40 to 25°C | 0.9 | 1 | |
| | | | | TA = 50 °C | 1.1 | 1.3 | |
| | | | | TA = 85 °C | 2.6 | 3 | |
| | All peripherals clock OFF except RTC | VCAP =1.55V VCC=1.8-5.5V | | TA = -40 to 25°C | 1.0 | 1.1 | |
| | | | | TA = 50 °C | 1.2 | 1.5 | |
| | | | | TA = 85 °C | 2.6 | 3.4 | |
| | All peripherals clock OFF | Vcore=1.55V VCC=1.8-5.5V | | TA = -40 to 25°C | 0.42 | 0.6 | |
| | | | | TA = 50 °C | 0.75 | 0.95 | |
| | | | | TA = 85 °C | 2.2 | 2.7 | |

1. 若没有其他指定条件, 该 Typ 的值是在 25 °C & VCC = 3.3V 测得。
2. 若没有其他指定条件, 该 Max 的值是 VCC = 1.8-5.5 & Temperature = N40 – 85 °C 范围内的最大值。
3. 数据基于考核结果, 不在生产中测试。

表 7-9 工作电流特性

7.3.6. 从低功耗模式唤醒的时间

唤醒时间是在 RCH 振荡器的唤醒阶段测量得到。唤醒时使用的时钟源依当前的操作模式而定：

- 休眠模式：时钟源是 RCH 振荡器
- 深度休眠模式：时钟源是进入深度休眠时所使用的时钟是 RCH 振荡器

| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|--------|-----------|---------------|-----|-----|-----|------|
| Twu | 休眠模式唤醒时间 | | | 1.8 | | μS |
| | 深度休眠唤醒时间 | FMCLK = 4MHz | | 9.0 | | μS |
| | | FMCLK = 8MHz | | 6.0 | | μS |
| | | FMCLK = 16MHz | | 5.0 | | μS |
| | | FMCLK = 24MHz | | 4.0 | | μS |

1. 唤醒时间的测量是从唤醒事件开始至用户程序读取第一条指令。

7.3.7. 外部时钟源特性

外部输入高速时钟

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------|-------------|----|--------|-----|--------|-----|
| Fxth_ext | 用户外部时钟频率(1) | | 0 | 8 | 32 | MHz |
| VXTHH | 输入引脚高电平电压 | | 0.7VCC | | VCC | V |
| VXTHL | 输入引脚低电平电压 | | VSS | | 0.3VCC | V |
| Tr(XTH) | 上升的时间(1) | | | | 20 | nS |
| Tf(XTH) | 下降的时间(1) | | | | 20 | nS |
| Tw(XTH) | 输入高或低的时间(1) | | 16 | | | nS |
| Cin(XTH) | 输入容抗(1) | | | 5 | | pF |
| Duty | 占空比 | | 40 | | 60 | % |
| IL | 输入漏电流 | | | | ±1 | μA |

1. 由设计保证，不在生产中测试。

外部输入低速时钟

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------|-------------|----|--------|--------|--------|-----|
| Fxth_ext | 用户外部时钟频率(1) | | 0 | 32.768 | 1000 | KHz |
| VXTHH | 输入引脚高电平电压 | | 0.7VCC | | VCC | V |
| VXTHL | 输入引脚低电平电压 | | VSS | | 0.3VCC | V |
| Tr(XTH) | 上升的时间(1) | | | | 50 | nS |
| Tf(XTH) | 下降的时间(1) | | | | 50 | nS |
| Tw(XTH) | 输入高或低的时间(1) | | 450 | | | nS |
| Cin(XTH) | 输入容抗(1) | | | 5 | | pF |
| Duty | 占空比 | | 30 | | 70 | % |
| IL | 输入漏电流 | | | | ±1 | μA |

1. 由设计保证，不在生产中测试。

高速外部时钟 XTH

高速外部时钟(XTH)可以使用一个 4~32MHz 的晶体/陶瓷谐振器构成的振荡器产生。本节中所给出的信息是基于使用下表中列出的典型外部元器件，通过综合特性评估得到的结果。在应用中，谐振器和负载电容必须尽可能地靠近振荡器的引脚，以减小输出失真和启动时的稳定时间。有关晶体谐振器的详细参数(频率、封装、精度等)，请咨询相应的生产厂商。

外部 XTH 晶振⁽¹⁾⁽²⁾

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------------------------|------------|---------------------------------|-----|-----|------|-----|
| F _{CLK} | 振荡频率 | | 4 | | 32 | MHz |
| ESR _{CLK} | 支持的晶振ESR范围 | 32M | | 30 | 60 | Ohm |
| | | 4M | | 400 | 1500 | Ohm |
| C _{LX} ⁽³⁾ | 负载电容 | 按晶体制造商要求进行配置。 | | | | |
| Duty | 占空比 | | 40 | 50 | 60 | % |
| I _{dd} ⁽⁴⁾ | 电流 | 32M Xtal, CL=12Pf, ESR=30ohm | | 600 | | uA |
| T _{start} ⁽⁵⁾ | 启动时间 | 32MHz @ XTH_CR.Driver=1111 | | 400 | | uS |
| | | 4MHz @ XTH_CR.Driver=0011 | | 2 | | mS |

1. 谐振器的特性参数由晶体/陶瓷谐振器制造商给出。
2. 由综合评估得出，不在生产中测试。
3. C_{LX} 指 XTAL 的两个管脚的负载电容，用户**必须**按晶体制造商的要求选择该电容的容值。

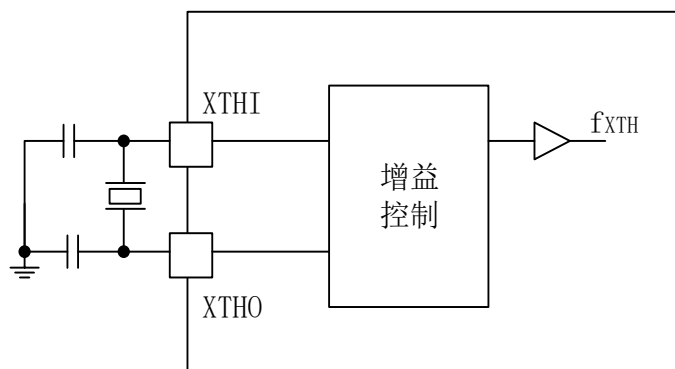
如果晶体制造商给出了**负载电容的容值**，则匹配电容的容值应为晶体制造商所给出的负载电容容值的两倍。

如果晶体制造商给出了**匹配电容的容值**，则直接使用晶体制造商所给出的匹配电容的容值即可。

例：晶体制造商给出晶体的**负载电容**为 8pF 时，匹配电容的容值应为 16pF。考虑 PCB 与 MCU 引脚之间的分布电容，建议选择容值为 15pF 或 12pF 的匹配电容。

晶体制造商给出晶体的**匹配电容**为 12pF 时，匹配电容的容值应为 12pF。考虑 PCB 与 MCU 引脚之间的分布电容，建议选择容值为 10pF 或 8pF 的匹配电容。

4. 电流跟随频率变化而变化，测试条件：XTH_CR.Driver=1110
5. T_{start} 是启动时间，是从软件使能 XTH 开始测量，直至得到稳定的 32MHz/4MHz 振荡这段时间。
这个数值是在一个标准的晶体谐振器上测量得到，它可能因晶体制造商和型号的不同而变化较大。



注意：

- 晶体的匹配电容**必须**按照晶体制造商的技术手册的要求进行配置。

如果晶体制造商给出了**负载电容的容值**，则匹配电容的容值应为晶体制造商所给出的负载电容容值的两倍。

如果晶体制造商给出了**匹配电容的容值**，则直接使用晶体制造商所给出的匹配电容的容值即可。

低速外部时钟 XTL

低速外部时钟(XTL)可以使用一个 32.768KHz 的晶体/陶瓷谐振器构成的振荡器产生。本节中所给出的信息是基于典型外部元器件，通过综合特性评估得到的结果。在应用中，谐振器和负载电容必须尽可能地靠近振荡器的引脚，以减小输出失真和启动时的稳定时间。有关晶体谐振器的详细参数(频率、封装、精度等)，请咨询相应的生产厂商。

外部 XTL 晶振⁽¹⁾

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------------------------|------------|--|-----|--------|------|-----|
| FCLK | 振荡频率 | | | 32.768 | | KHz |
| ESRCLK | 支持的晶振ESR范围 | | | 65 | 85 | KΩ |
| C _{LX} ⁽²⁾ | 负载电容 | 按晶体制造商要求进行配置。 | | | | |
| DCACLK | 占空比 | | 30 | 50 | 70 | % |
| I _{dd} ⁽³⁾ | 电流 | ESR= 65 KΩ CL=12 Pf | | 850 | 1000 | nA |
| T _{start} | 启动时间 | ESR=65 KΩ CL=12 Pf 40% - 60% duty cycle has been reached | | 500 | | mS |

- 由综合评估得出，不在生产中测试。
- C_{LX} 指 XTAL 的两个管脚的负载电容，用户**必须**按晶体制造商的要求选择该电容的容值。
如果晶体制造商给出了**负载电容的容值**，则匹配电容的容值应为晶体制造商所给出的负载电容容值的两倍。
如果晶体制造商给出了**匹配电容的容值**，则直接使用晶体制造商所给出的匹配电容的容值即可。
例：晶体制造商给出晶体的**负载电容**为 8pF 时，匹配电容的容值应为 16pF。考虑 PCB 与 MCU 引脚之间的分布电容，建议选择容值为 15pF 或 12pF 的匹配电容。
晶体制造商给出晶体的**匹配电容**为 12pF 时，匹配电容的容值应为 12pF。考虑 PCB 与 MCU 引脚之间的分布电容，建议选择容值为 10pF 或 8pF 的匹配电容。
- 典型值为 XTL_CR.Driver=1001 时的功耗。选择具有较小 ESR 值的高质量振荡器(如 MSIV-TIN32.768KHz)，可以通过减小 XTL_CR.Driver 设置值以优化电流消耗。
- T_{start} 是启动时间，是从软件使能 XTL 开始测量，直至得到稳定的 32768 振荡这段时间。这个数值是在一个标准的晶体谐振器上测量得到，它可能因晶体制造商和型号的不同而变化较大。

7.3.8. 内部时钟源特性

内部 RCH 振荡器

| Symbol | Papameter | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|-------------------|--------------------|--|------|-------------------------------------|------|------|
| Dev | RCH振荡器精度 | User trimming step for given VCC and TA conditions | | 0.25 | | % |
| | | VCC = 1.8 ~ 5.5V T _{AMB} = -40 ~ 85°C | -2.5 | | +2.5 | % |
| | | VCC = 1.8 ~ 5.5V T _{AMB} = -20 ~ 50°C | -2.0 | | +2.0 | % |
| F _{CLK} | 振荡频率 | | 4.0 | 4.0 8.0 16.0 22.12 24.0 | 24.0 | MHz |
| I _{CLK} | 功耗 | F _{MCLK} = 4MHz | | 80 | | μA |
| | | F _{MCLK} = 8MHz | | 100 | | μA |
| | | F _{MCLK} = 16MHz | | 120 | | μA |
| | | F _{MCLK} = 24MHz | | 140 | | μA |
| DC _{CLK} | 占空比 ⁽¹⁾ | | 45 | 50 | 55 | % |

1. 由综合评估得出，不在生产中测试。

内部 RCL 振荡器

| Symbol | Papameter | Conditions | Min | Typ | Max | Unit |
|-------------------|--------------------|--|------|----------------|------|------|
| Dev | RCL振荡器精度 | User trimming step for given VCC and TA conditions | | 0.5 | | % |
| | | VCC = 1.8 ~ 5.5V T _{AMB} = -40 ~ 85°C | -2.0 | | +2.0 | % |
| | | VCC = 1.8 ~ 5.5V T _{AMB} = -20 ~ 50°C | -1.5 | | +1.5 | % |
| F _{CLK} | 振荡频率 | | | 38.4 32.768 | | KHz |
| T _{CLK} | 启动时间 | | | 150 | | μs |
| DC _{CLK} | 占空比 ⁽¹⁾ | | 25 | 50 | 75 | % |
| I _{CLK} | 功耗 | | | 0.25 | | μA |

1. 由综合评估得出，不在生产中测试。

7.3.9. 存储器特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------|--------|--|-----|-----|-----|--------|
| ECFLASH | 擦写次数 | Regulator voltage=1.5V, T _{AMB} = 25°C | 20K | | | cycles |
| RETFLASH | 数据保存期限 | T _{AMB} = 85°C | 20 | | | Years |
| | | 常温 | 100 | | | Years |
| Tw_prog | 编程时间 | | 6 | | 7.5 | μS |
| Tp_erase | 页擦除时间 | | 4 | | 5 | mS |
| Tm_erase | 整片擦除时间 | | 30 | | 40 | mS |

7.3.10. EFT 特性

芯片复位可以使系统恢复正常操作。

| 符号 | 级别/类型 |
|--------------------------------|----------------|
| EFT to IO (IEC61000-4-4) | 2KV Class:4 |
| EFT to Power (IEC61000-4-4) | 4KV Class:4 |

软件建议

软件的流程中必须包含程序跑飞的控制，如：

- 被破坏的程序计数器
- 意外的复位
- 关键数据被破坏(控制寄存器等.....)

在进行 ESD 测试时，可以把超出应用要求的电压直接施加在芯片上，当检测到意外动作的地方，软件部分需要加强以防止发生不可恢复的错。

7.3.11. ESD 特性

使用特定的测量方法，对芯片进行强度测试以决定它的电气敏感性方面的性能。

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------|--------------------------|----|-----|-----|-----|----|
| VESD _{HBM} | ESD @ Human Body Mode | | | 4 | | KV |
| VESD _{CDM} | ESD @ Charge Device Mode | | | 1 | | KV |
| VESD _{MM} | ESD @ machine Mode | | | 200 | | V |
| I _{latchup} | Latch up current | | | 200 | | mA |

7.3.12. 端口特性

输出特性——端口

| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Max | Unit |
|------------------|--|--|----------|----------|------|
| V _{OH} | High level output voltage Source Current | Sourcing 4 Ma, VCC = 3.3 V (see Note 1) | VCC-0.25 | | V |
| | | Sourcing 6 Ma, VCC = 3.3 V (see Note 2) | VCC-0.6 | | V |
| V _{OL} | Low level output voltage Sink Current | Sinking 4 Ma, VCC = 3.3 V (see Note 1) | | VSS+0.25 | V |
| | | Sinking 6 Ma, VCC = 3.3 V (see Note 2) | | VSS+0.6 | V |
| V _{OHD} | High level output voltage Double source Current | Sourcing 8 Ma, VCC = 3.3 V (see Note 1) | VCC-0.25 | | V |
| | | Sourcing 12 Ma, VCC = 3.3V (see Note 2) | VCC-0.6 | | V |
| V _{OLD} | Low level output voltage Double Sink Current | Sinking 8 Ma, VCC = 3.3 V (see Note 1) | | VSS+0.25 | V |
| | | Sinking 12 Ma, VCC = 3.3 V (see Note 2) | | VSS+0.6 | V |

表 7-10 端口输出特性

NOTES:

1. The maximum total current, IOH(max) and IOL(max), for all outputs combined, should not exceed 40 Ma to satisfy the maximum specified voltage drop.
2. The maximum total current, IOH(max) and IOL(max), for all outputs combined, should not exceed 100 Ma to satisfy the maximum specified voltage drop.

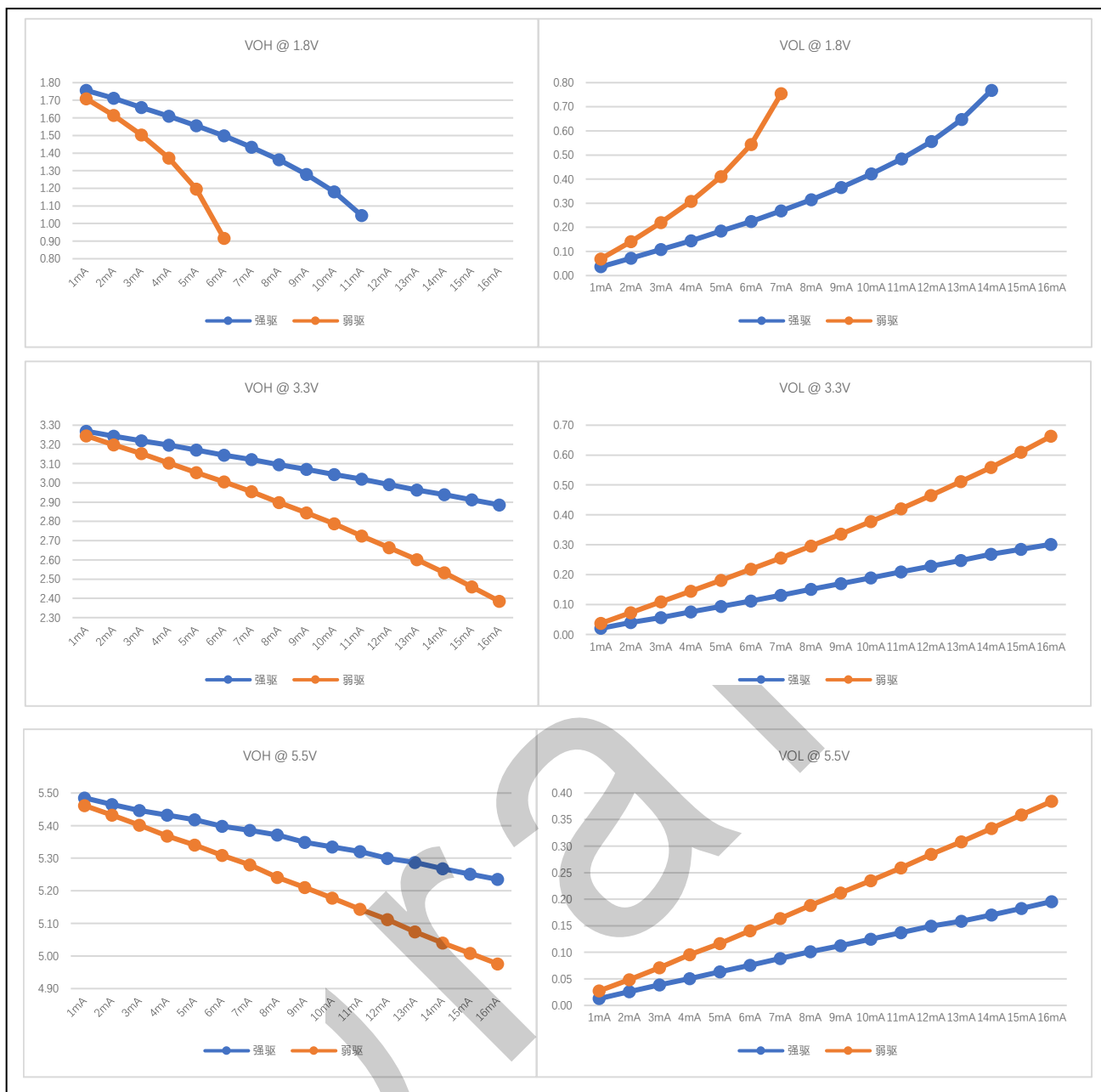


图 7-2 输出端口 VOH/VOL 实测曲线

输入特性——端口 P0,P1,P2,P3, RESET

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------|--|----------|------|-----|-----|----|
| V _{IH} | Positive-going input threshold voltage | VCC=1.8V | 1 | | | V |
| | | VCC=3.3V | 1.75 | | | V |
| | | VCC=5.5V | 2.8 | | | V |
| V _{IL} | Negative-going input threshold voltage | VCC=1.8V | | | 0.8 | V |
| | | VCC=3.3V | | | 1.5 | V |
| | | VCC=5.5V | | | 2.4 | V |

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------|---|------------------------------|-----|-----|-----|------------|
| $V_{hys(1)}$ | Input voltage hysteresis ($V_{IH} - V_{IL}$) | VCC=1.8V | | 0.3 | | V |
| | | VCC=3.3V | | 0.4 | | V |
| | | VCC=5.5V | | 0.6 | | V |
| $R_{pullhigh}$ | Pullup resistor | Pullup enabled VCC=3.3V | | 80 | | K Ω |
| $R_{pulllow}$ | Pulldown resistor | Pulldown enabled VCC=3.3V | | 40 | | K Ω |
| C_{input} | Input capacitance | | | 5 | | pF |

1. 由综合评估得出，不在生产中测试。

端口外部输入采样要求——Timer Gate/Timer Clock

| Symbol | Parameter | Conditions | VCC | Min | Max | Unit |
|-------------|--------------------------------------|--|------|-----|--------|---------|
| $t_{(int)}$ | External interrupt timing | External trigger signal for the interrupt flag (see Note 1) | 1.8V | 30 | | nS |
| | | | 3.3V | 30 | | nS |
| | | | 5.5V | 30 | | nS |
| $t_{(cap)}$ | Timer capture timing | Timer4/5/6 capture pulse width $F_{system} = 4MHz$ | 1.8V | 0.5 | | μS |
| | | | 3.3V | 0.5 | | μS |
| | | | 5.5V | 0.5 | | μS |
| $t_{(clk)}$ | Timer clock frequency applied to pin | Timer0/1/2/4/5/6 external clock input $F_{system} = 4MHz$ | 1.8V | | PCLK/2 | MHz |
| | | | 3.3V | | PCLK/2 | MHz |
| | | | 5.5V | | PCLK/2 | MHz |
| $t_{(pca)}$ | PCA clock frequency applied to pin | PCA external clock input $F_{system} = 4MHz$ | 1.8V | | PCLK/8 | MHz |
| | | | 3.3V | | PCLK/8 | MHz |
| | | | 5.5V | | PCLK/8 | 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 $t_{(int)}$.

端口漏电特性——P0,P1,P2,P3

| Symbol | Parameter | Conditions | VCC | Max | Unit |
|--------------------|-----------------|--------------------------------|-------------|----------|------|
| $I_{lkg}(P_{x,y})$ | Leakage current | $V_{(P_{x,y})}$ (see Note 1,2) | 1.8 V/3.6 V | ± 50 | nA |

NOTES:

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

7.3.13. RESETB 引脚特性

RESETB 引脚输入驱动使用 CMOS 工艺，它连接了一个不能断开的上拉电阻。

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------------|------------|-----------|---------|-----|---------|----|
| VIL(RESETB) ⁽¹⁾ | 输入低电平电压 | | -0.3 | | 0.8 | |
| VIH(RESETB) | 输入高电平电压 | | 0.8*VCC | | VCC+0.5 | |
| V _{hys} (RESETB) | 施密特触发器电压迟滞 | | | 200 | | mV |
| RPU | 弱上拉等效电阻 | VIN = VSS | | 80 | | KΩ |
| VF(RESETB) ⁽¹⁾ | 输入滤波脉冲 | | | | 100 | nS |
| VNF(RESETB) ⁽¹⁾ | 输入非滤波脉冲 | | 300 | | | nS |

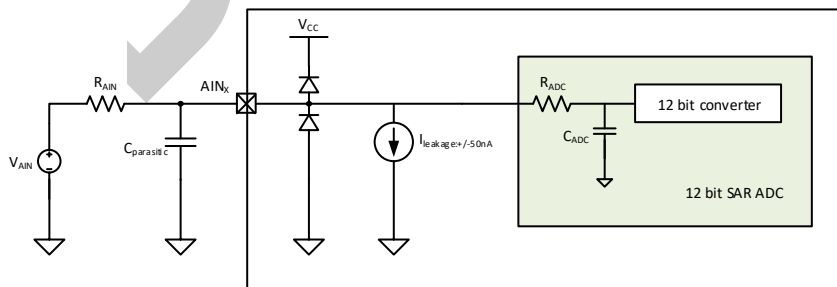
1. 由设计保证，不在生产中测试。

7.3.14. ADC 特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------------------------------|---|--|-----|------|-----------------------|--------|
| V _{ADCIN} | Input voltage range | Single ended | 0 | | V _{ADCREFIN} | V |
| V _{ADCREFIN} | Input range of external reference voltage | Single ended | 0 | | AVCC | V |
| I _{ADC1} | Active current including reference generator and buffer | 200Ksps | | 2 | | mA |
| I _{ADC2} | Active current without reference generator and buffer | 1Msps | | 0.5 | | mA |
| C _{ADCIN} | ADC input capacitance | | | 16 | 19.2 | pF |
| R _{ADC} ⁽¹⁾ | ADC sampling switch impedance | | | 1.5 | | KΩ |
| R _{AIN} ⁽¹⁾ | ADC external input resistor ⁽²⁾ | | | | 100 | KΩ |
| F _{ADCCLK} | ADC clock Frequency | | | | 24M | Hz |
| T _{ADCSTART} | Startup time of reference generator and ADC core | | | 30 | | mS |
| T _{ADCCONV} | Conversion time | | 20 | 24 | 28 | cycles |
| ENOB | Effective Bits | 1Msps@VCC>=2.7V 500Ksps@VCC>=2.4V 200Ksps@VCC>=1.8V REF=EXREF | | 10.3 | | Bit |
| | | 1Msps@VCC>=2.7V | | 10.3 | | Bit |

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------------|----------------------------|--|-----|------|-----|-----|
| | | 500Ksps@VCC>=2.4V 200Ksps@VCC>=1.8V REF=VCC | | | | |
| | | 200Ksps@VCC>=1.8V REF=internal 1.5V | | 9.4 | | Bit |
| | | 200Ksps@VCC>=2.8V REF=internal 2.5V | | 9.4 | | Bit |
| SNR | Signal to Noise Ratio | 1Msps@VCC>=2.7V 500Ksps@VCC>=2.4V 200Ksps@VCC>=1.8V REF=EXREF | | 68.2 | | dB |
| | | 1Msps@VCC>=2.7V 500Ksps@VCC>=2.4V 200Ksps@VCC>=1.8V REF=VCC | | 68.2 | | dB |
| | | 200Ksps@VCC>=1.8V REF=internal 1.5V | | 60 | | dB |
| | | 200Ksps@VCC>=2.8V REF=internal 2.5V | | 60 | | dB |
| | | | | | | |
| DNL ⁽¹⁾ | Differential non-linearity | 200Ksps; VREF=EXREF/AVCC | -1 | | 1 | LSB |
| INL ⁽¹⁾ | Integral non-linearity | 200Ksps; VREF=EXREF/AVCC | -3 | | 3 | LSB |
| E _o | Offset error | | | 0 | | LSB |
| E _g | Gain error | | | 0 | | LSB |

1. 由设计保证，不在生产中测试。
2. ADC 的典型应用如下图所示：



对于 0.5LSB 采样误差精度要求的条件下，外部输入阻抗的计算公式如下：

$$R_{AIN} = \frac{M}{F_{ADC} * C_{ADC} * (N + 1) * \ln(2)} - R_{ADC}$$

其中 F_{ADC} 为 ADC 时钟频率，寄存器 ADC_CR0<3:2>可设定其与 PCLK 的关系，如下表：

下表为 ADC 时钟频率 F_{ADC} 和 PCLK 分频比关系：

| ADC_CR0<3:2> | N |
|--------------|---|
| 00 | 1 |
| 01 | 2 |
| 10 | 4 |
| 11 | 8 |

M 为采样周期个数，由寄存器 ADC_CR0<13:12>设定。

下表为采样时间 t_{sq} 和 ADC 时钟频率 F_{ADC} 的关系：

| ADC_CR0<13:12> | M |
|----------------|----|
| 00 | 4 |
| 01 | 6 |
| 10 | 8 |
| 11 | 12 |

下表为 ADC 时钟频率 F_{ADC} 和外部电阻 R_{AIN} 的关系（M=12,采样误差 0.5LSB 的条件下）：

| R_{AIN} (K Ω) | F_{ADC} (KHz) |
|-------------------------|-----------------|
| 10 | 5600 |
| 30 | 2100 |
| 50 | 1300 |
| 80 | 820 |
| 100 | 660 |
| 120 | 550 |
| 150 | 450 |

对于上述典型应用，应注意：

- 尽量减小 ADC 输入端口 AIN_X 的寄生电容 $C_{PARASITIC}$ ；
- 除了考虑 R_{AIN} 值外，如果信号源 V_{AIN} 的内阻较大时，也需要加入考虑。

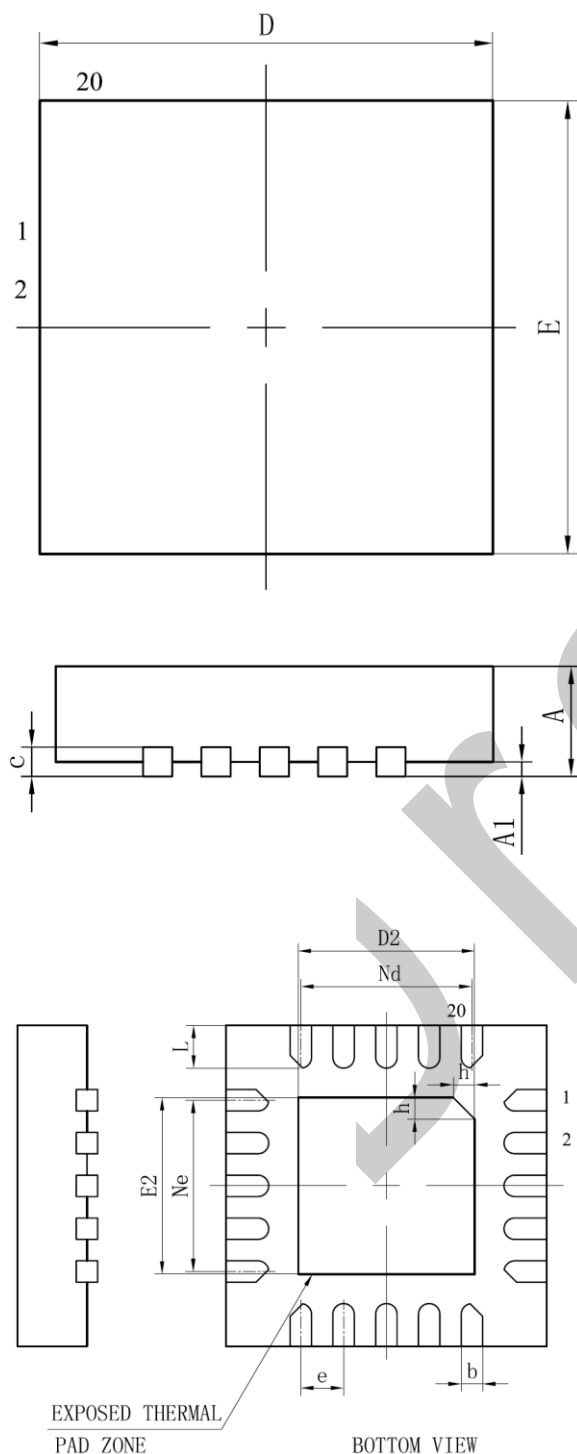
7.3.15. VC 特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------|--|--|-----|--|---------|----|
| Vin | Input voltage range | | 0 | | 5.5 | V |
| Vincom | Input common mode range | | 0 | | VCC-0.2 | V |
| Voffset | Input offset | 常温25°C 3.3V | -10 | | +10 | mV |
| Icomp | Comparator's current | VCx_BIAS_SEL=00 VCx_BIAS_SEL=01 VCx_BIAS_SEL=10 VCx_BIAS_SEL=11 | | 0.3 1.2 10 20 | | uA |
| Tresponse | Comparator's response time when one input cross another | VCx_BIAS_SEL=00 VCx_BIAS_SEL=01 VCx_BIAS_SEL=10 VCx_BIAS_SEL=11 | | 20 5 1 0.2 | | uS |
| Tsetup | Comparator's setup time when ENABLE. Input signals unchanged. | VCx_BIAS_SEL=00 VCx_BIAS_SEL=01 VCx_BIAS_SEL=10 VCx_BIAS_SEL=11 | | 20 5 1 0.2 | | uS |
| Twarmup | From main bandgap enable to 1.2V BGR reference、Temp sensor voltage、ADC internal 1.5V、2.5V reference stable | | | 20 | | uS |
| Tfilter | Digital filter time | VC_debounce = 000 VC_debounce = 001 VC_debounce = 010 VC_debounce = 011 VC_debounce = 100 VC_debounce = 101 VC_debounce = 110 VC_debounce = 111 | | 7 14 28 112 450 1800 7200 28800 | | uS |

8. 封装信息

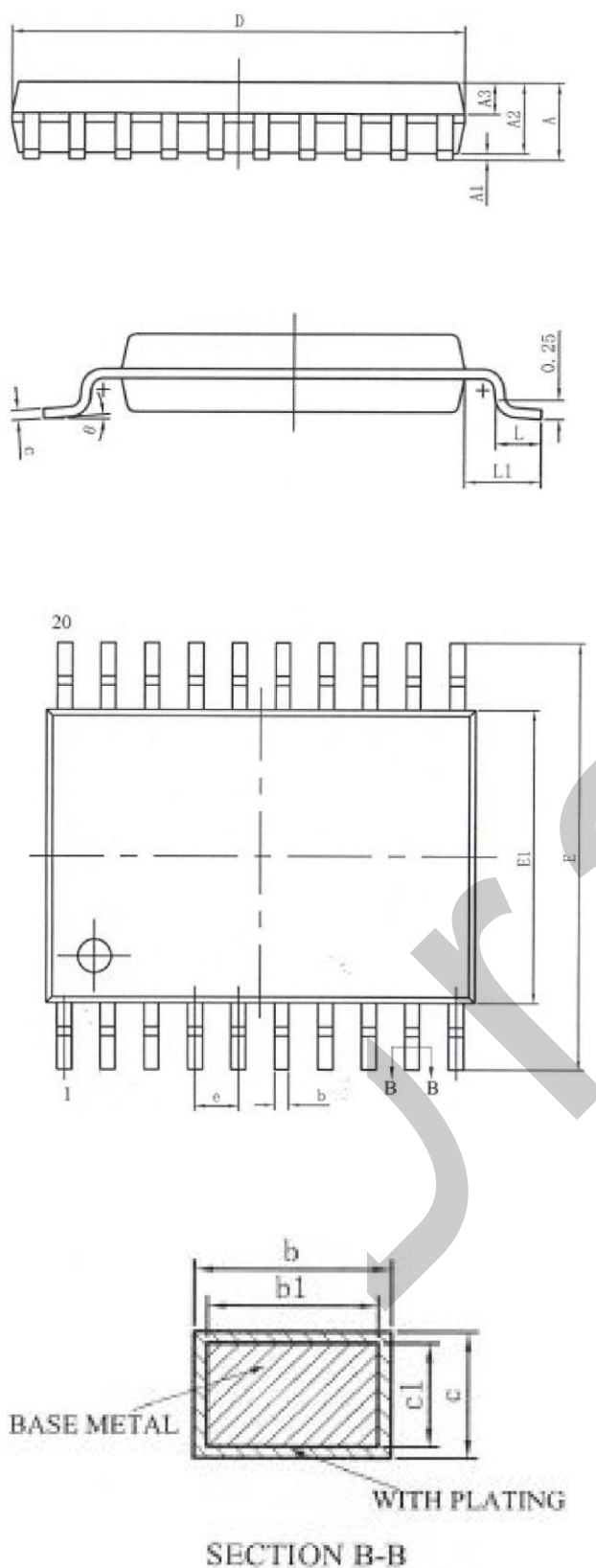
8.1 封装尺寸

QFN20 封装



| Symbol | QFN20 (3x3) millimeter | | |
|----------------|------------------------|------|------|
| | Min | Nom | Max |
| A | 0.70 | 0.75 | 0.80 |
| A1 | -- | 0.02 | 0.05 |
| b | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| c | 0.18 | 0.20 | 0.25 |
| D | 2.90 | 3.00 | 3.10 |
| D2 | 1.55 | 1.65 | 1.75 |
| e | 0.40BSC | | |
| Ne | 1.60BSC | | |
| Nd | 1.60BSC | | |
| E | 2.90 | 3.00 | 3.10 |
| E2 | 1.55 | 1.65 | 1.75 |
| L | 0.35 | 0.40 | 0.45 |
| h | 0.20 | 0.25 | 0.30 |
| L/F 载体尺寸 (Mil) | 75 x 75 | | |

TSSOP20 封装

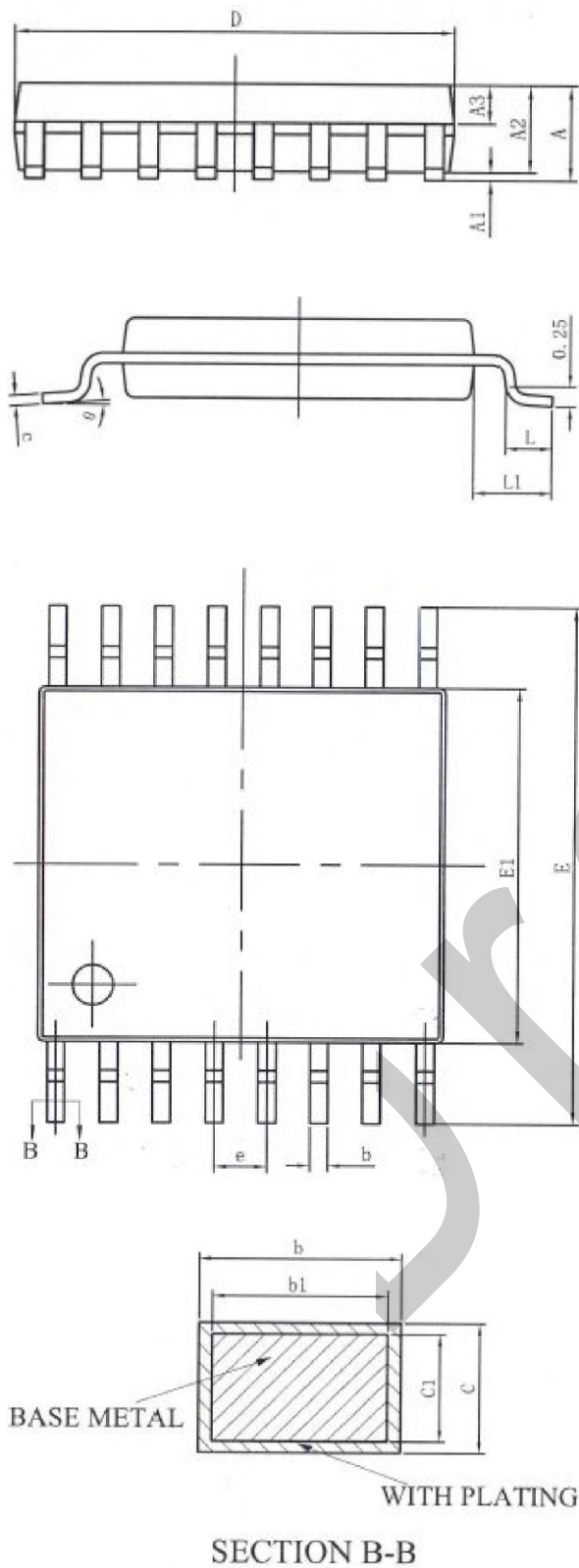


| Symbol | TSSOP20 millimeter | | |
|--------|--------------------|------|------|
| | Min | Nom | Max |
| A | -- | -- | 1.20 |
| A1 | 0.05 | -- | 0.15 |
| A2 | 0.80 | 1.00 | 1.05 |
| A3 | 0.39 | 0.44 | 0.49 |
| b | 0.20 | -- | 0.29 |
| b1 | 0.19 | 0.22 | 0.25 |
| c | 0.13 | -- | 0.18 |
| c1 | 0.12 |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

NOTE:

- Dimensions “D” and “E1” do not include mold flash.

TSSOP16 封装

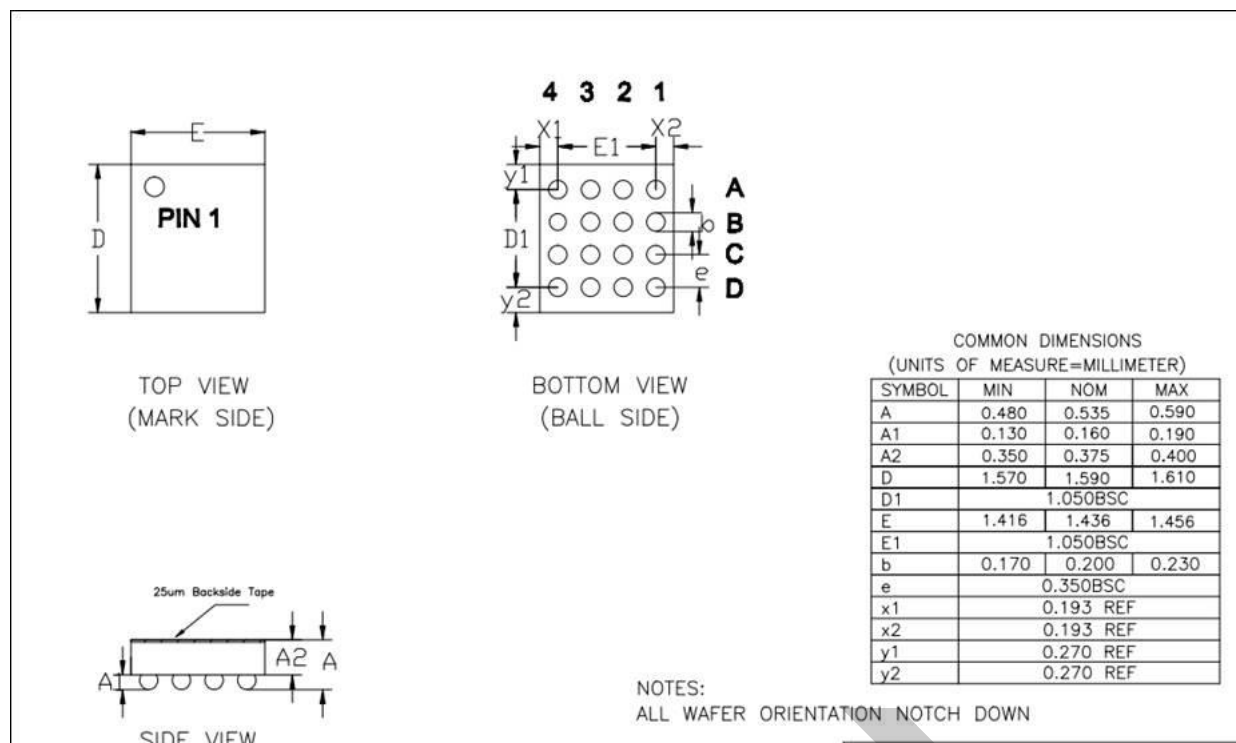


| Symbol | TSSOP16 millimeter | | |
|--------|--------------------|------|------|
| | Min | Nom | Max |
| A | -- | -- | 1.20 |
| A1 | 0.05 | -- | 0.15 |
| A2 | 0.90 | 1.00 | 1.05 |
| A3 | 0.39 | 0.44 | 0.49 |
| b | 0.20 | -- | 0.28 |
| b1 | 0.19 | 0.22 | 0.25 |
| c | 0.13 | -- | 0.17 |
| c1 | 0.12 | 0.13 | 0.14 |
| D | 4.90 | 5.00 | 5.10 |
| E | 6.20 | 6.40 | 6.60 |
| E1 | 4.30 | 4.40 | 4.50 |
| e | 0.65BSC | | |
| L | 0.45 | 0.60 | 0.75 |
| L1 | 1.00BSC | | |
| θ | 0 | -- | 8° |

NOTE:

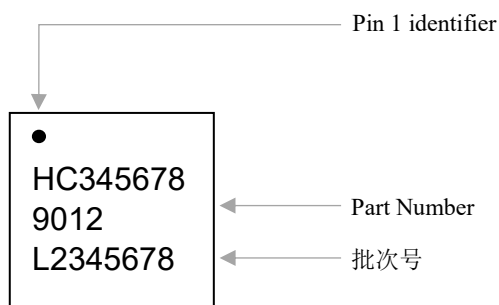
- Dimensions “D” and “E1” do not include mold flash.

CSP16 封装

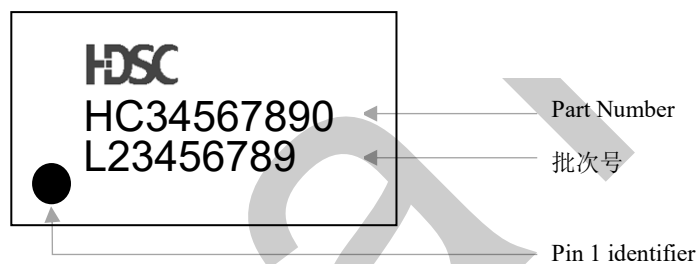


8.2 丝印说明

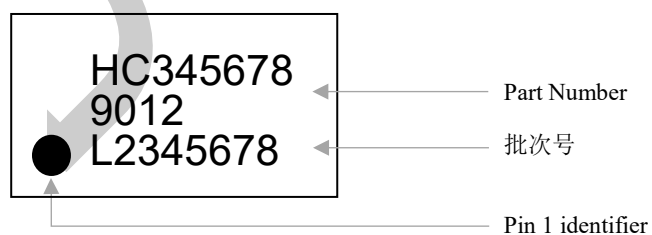
QFN20 封装



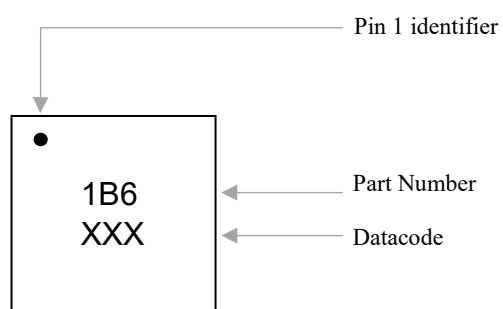
TSSOP20 封装



TSSOP16 封装



CSP16 封装



9. 订购信息

| Part Number | HC32L110C6UA-SFN20TR | HC32L110C6PA-TSSOP20 | HC32L110B6PA-TSSOP16 | HC32L110C4UA-SFN20TR | HC32L110C4PA-TSSOP20 | HC32L110B4PA-TSSOP16 | HC32L110B4PA-TSSOP16TR | HC32L110B6Y-CSP16 |
|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| Flash | 32KB | 32KB | 32KB | 16KB | 16KB | 16KB | 16KB | 32KB |
| RAM | 4KB | 4KB | 4KB | 2KB | 2KB | 2KB | 2KB | 4KB |
| GPIO | 16+1 | 16+1 | 12+1 | 16+1 | 16+1 | 12+1 | 12+1 | 12+1 |
| Vdd | 1.8~5.5V | 1.8~5.5V | 1.8~5.5V | 1.8~5.5V | 1.8~5.5V | 1.8~5.5V | 1.8~5.5V | 1.8~5.5V |
| Timer | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| LPTimer | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| RTC | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| UART | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| LPUART | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| I2C | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| SPI | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ADC(12bit) | 9ch | 9ch | 6ch | 9ch | 9ch | 6ch | 6ch | 6ch |
| Vcomp | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| LVD | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| LVR | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| Package | QFN20(3*3) | TSSOP20 | TSSOP16 | QFN20(3*3) | TSSOP20 | TSSOP16 | TSSOP16 | CSP16 |
| 脚间距 | 0.4mm | 0.65mm | 0.65mm | 0.4mm | 0.65mm | 0.65mm | 0.65mm | 0.35mm |
| 芯片厚度 | 0.75mm | 1.2mm | 1.2mm | 0.75mm | 1.2mm | 1.2mm | 1.2mm | 0.54mm |
| 出货形式 | 卷带 | 管状 | 管状 | 卷带 | 管状 | 管状 | 卷带 | 卷带 |

10. 版本记录 & 联系方式

| 版本 | 修订日期 | 修订内容摘要 |
|--------|------------|---|
| Rev1.0 | 2018/1/23 | HC32L110 系列数据手册初版发布。 |
| Rev1.1 | 2018/4/4 | 版本更新。 |
| Rev1.2 | 2018/4/17 | 修正 Flash 参数。 |
| Rev1.3 | 2018/5/3 | 更新 VC 电气参数。 |
| Rev1.4 | 2018/9/25 | 调整版式，更新第 7 章电气特性，增加第 9 章订购信息。 |
| Rev1.5 | 2018/11/15 | 第 8 章中增加“丝印说明”，更正 QFN20 / Tssop20 / Tssop16 封装尺寸。 |
| Rev1.6 | 2018/11/27 | 修改名称：UART2→LPUART，第 3、4 章增加“注”。 |
| Rev1.7 | 2019/2/22 | 修正以下数据：①ADC 特性 ②ESD 特性 ③存储器特性中 ECFLASH 最小值 ④ QFN20/TSSOP16 封装丝印说明 ⑤封装尺寸中增加 NOTE ⑥更新订购信息 ⑦引脚配置中加入 AVCC/AVSS。 |
| Rev1.8 | 2019/6/21 | 修正以下数据：①UID 地址更正为 0x0010_0E74-0x0010_0E7F ②更正编程模式 ③更新 QFN 引脚配置图样式 ④订购信息中增加出货形式。⑤新增 CSP16 封装 |

如果您在购买与使用过程中有任何意见或建议，请随时与我们联系。

Email: mcu@hdsc.com.cn

网址: <http://www.hdsc.com.cn/mcu.htm>

通信地址：上海市张江高科园区碧波路 572 弄 39 号

邮编：201203