

# HC32L07x 系列

## 32 位 ARM<sup>®</sup> Cortex<sup>®</sup>-M0+ 微控制器

---

# 数据手册

Rev1.83 2024 年 06 月

## 产品特性

- 48MHz Cortex-M0+ 32 位 CPU 平台
- HC32L072 / HC32L073 系列具有灵活的功耗管理系统
  - 1.2µA @ 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
  - 1.6µA @ 3V 深度睡眠模式+ RTC 工作
  - 9µA @32.768kHz 低速工作模式: CPU 运行, 外设关闭, 从 FLASH 运行程序
  - 40µA/MHz@3V@24MHz 休眠模式: CPU 停止, 外设关闭, 主时钟运行
  - 140µA/MHz@3V@24MHz 工作模式: CPU 运行, 外设关闭, 从 FLASH 运行程序
  - 4µs 唤醒时间, 使模式切换更加灵活高效, 系统反应更为敏捷
- 128K 字节 FLASH 存储器, 具有擦写保护功能, 支持 ISP、ICP、IAP
- 16K 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
- 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
  - PLL 时钟 8 ~ 48MHz
  - 内部高速 USB 时钟 48MHz
  - 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, 支持 1 组互补 PWM 输出, 支持 2 倍主频 PWM 输出, 最高支持 96MHz PWM 输出
  - 1 个高级 16 位定制器, 支持 3 相互补 PWM 输出, 支持 2 倍主频 PWM 输出, 最高支持 96MHz PWM 输出
  - 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 个超低功耗脉冲计数器 PCNT, 具备低功耗模式下自动定时唤醒功能, 最大定时达 1024 秒
  - 1 个可编程 16 位定时器 PCA, 支持 5 通道捕获比较, 5 通道 PWM 输出
  - 2 个低功耗 16 位定时器, 支持级联
  - 1 个 20 位可编程看门狗电路, 内建专用 10kHz 振荡器提供 WDT 计数
- 通讯接口
  - 4 路 UART 标准通讯接口
  - 2 路 LPUART 低功耗通讯接口, 深度休眠模式下可工作
  - 2 路 SPI 标准通讯接口
  - 2 路 I2C 标准通讯接口
  - 2 路 I2S 音频通信接口
  - 1 路 Crystal-less USB Full Speed Device
  - 1 路 CAN 2.0B 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-16/32 模块
- 硬件 32 位除法器
- AES-128/192/256 硬件协处理器
- TRNG 真随机数发生器
- 2 通道 DMAC
- 4\*52 / 6\*50 / 8\*48 LCD 驱动 (仅限 073 系列)
- 全球唯一 10 字节 ID 号
- 12 位 1Msps 采样的高速高精度 SARADC, 内置运放, 可测量高输出阻抗的信号
- 2 路 12 位 500Ksps DAC
- 集成 5 个多功能运算放大器, 其中两个 OPA 可以作为 2 路 DAC 的输出 Buffer
- 集成 3 路电压比较器, 具有 6 位 DAC 和可编程比较基准
- 集成低电压侦测器, 可配置 16 阶比较电压, 可监控端口电压以及电源电压
- SWD 调试解决方案, 提供全功能调试器
- 工作条件: -40 ~ 85°C, 1.8 ~ 5.5V
- 封装形式: LQFP100/ 64/ 48, QFN32

### 支持型号:

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| HC32L072PATA-LQFP100 | HC32L072KATA-LQFP64 |
| HC32L072JATA-LQ48    | HC32L072FAUA-QN32TR |
| HC32L073PATA-LQFP100 | HC32L073KATA-LQFP64 |
| HC32L073JATA-LQ48    |                     |

## 声 明

- ★ 小华半导体有限公司（以下简称：“XHSC”）保留随时更改、更正、增强、修改小华半导体产品和/或本档的权利，恕不另行通知。用户可在下单前获取最新相关信息。XHSC 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。
- ★ 客户应针对您的应用选择合适的 XHSC 产品，并设计、验证和测试您的应用，以确保您的应用满足相应标准以及任何安全、安保或其它要求。客户应对此独自承担全部责任。
- ★ XHSC 在此确认未以明示或暗示方式授予任何知识产权许可。
- ★ XHSC 产品的转售，若其条款与此处规定不同，XHSC 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 XHSC 的商标。所有其他在 XHSC 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。

©2024 小华半导体有限公司 保留所有权利

## 目 录

|                                      |          |
|--------------------------------------|----------|
| 产品特性.....                            | 2        |
| 声 明.....                             | 3        |
| 目 录.....                             | 4        |
| 表索引.....                             | 7        |
| 图索引.....                             | 8        |
| <b>1 简介.....</b>                     | <b>9</b> |
| 1.1 32 位 CORTEX M0+内核.....           | 10       |
| 1.2 128K Byte FLASH.....             | 10       |
| 1.3 16K Byte RAM.....                | 10       |
| 1.4 时钟系统.....                        | 10       |
| 1.5 工作模式.....                        | 11       |
| 1.6 实时时钟 RTC.....                    | 11       |
| 1.7 端口控制器 GPIO.....                  | 11       |
| 1.8 中断控制器 NVIC.....                  | 12       |
| 1.9 复位控制器 RESET.....                 | 13       |
| 1.10 DMA 控制器 DMAC.....               | 13       |
| 1.11 定时器 TIM.....                    | 14       |
| 1.12 脉冲计数器 PCNT.....                 | 15       |
| 1.13 看门狗 WDT.....                    | 16       |
| 1.14 通用同步异步收发器 UART0~UART3.....      | 16       |
| 1.15 低功耗同步异步收发器 LPUART0~LPUART1..... | 17       |
| 1.16 串行外设接口 SPI.....                 | 17       |
| 1.17 I2C 总线.....                     | 18       |
| 1.18 音频接口 I2S.....                   | 18       |
| 1.19 USB2.0 全速模块.....                | 18       |
| 1.20 控制器局域网 CAN.....                 | 18       |
| 1.21 Crystal-less USB 时钟校准器 CTS..... | 19       |
| 1.22 蜂鸣器 Buzzer.....                 | 19       |
| 1.23 时钟校准模块 CLKTRIM.....             | 19       |
| 1.24 器件电子签名.....                     | 19       |
| 1.25 循环冗余校验 CRC.....                 | 19       |
| 1.26 硬件除法器模块 HDIV.....               | 19       |
| 1.27 高级加密标准模块 AES.....               | 20       |
| 1.28 真随机数发生器 TRNG.....               | 20       |

|          |                     |           |
|----------|---------------------|-----------|
| 1.29     | 模数转换器 ADC .....     | 20        |
| 1.30     | 数模转换器 DAC .....     | 21        |
| 1.31     | 模拟比较器 VC .....      | 21        |
| 1.32     | 低电压检测器 LVD .....    | 21        |
| 1.33     | 运算放大器 OPA .....     | 21        |
| 1.34     | 液晶控制器 LCD .....     | 21        |
| 1.35     | 嵌入式调试系统.....        | 22        |
| 1.36     | 编程模式.....           | 22        |
| 1.37     | 高安全性.....           | 22        |
| <b>2</b> | <b>产品阵容.....</b>    | <b>23</b> |
| 2.1      | 产品名称.....           | 23        |
| 2.2      | 功能.....             | 24        |
| <b>3</b> | <b>引脚配置及功能.....</b> | <b>25</b> |
| 3.1      | 引脚配置图.....          | 25        |
| 3.2      | 引脚功能说明.....         | 32        |
| 3.3      | 模块信号说明.....         | 42        |
| <b>4</b> | <b>功能框图.....</b>    | <b>45</b> |
| <b>5</b> | <b>存储区映射图.....</b>  | <b>46</b> |
| <b>6</b> | <b>典型应用电路图.....</b> | <b>48</b> |
| <b>7</b> | <b>电气特性.....</b>    | <b>49</b> |
| 7.1      | 测试条件.....           | 49        |
| 7.1.1    | 最小和最大数值.....        | 49        |
| 7.1.2    | 典型数值.....           | 49        |
| 7.2      | 绝对最大额定值.....        | 50        |
| 7.3      | 工作条件.....           | 51        |
| 7.3.1    | 通用工作条件.....         | 51        |
| 7.3.2    | 上电和掉电时的工作条件.....    | 51        |
| 7.3.3    | 内嵌复位和 LVD 模块特性..... | 52        |
| 7.3.4    | 内置的参考电压.....        | 54        |
| 7.3.5    | 供电电流特性.....         | 54        |
| 7.3.6    | 从低功耗模式唤醒的时间.....    | 58        |
| 7.3.7    | 外部时钟源特性.....        | 59        |
| 7.3.8    | 内部时钟源特性.....        | 64        |
| 7.3.9    | PLL 特性.....         | 66        |
| 7.3.10   | 存储器特性.....          | 66        |

|          |                     |           |
|----------|---------------------|-----------|
| 7.3.11   | EFT 特性 .....        | 66        |
| 7.3.12   | ESD 特性 .....        | 67        |
| 7.3.13   | I/O 端口特性 .....      | 67        |
| 7.3.14   | RESETB 引脚特性 .....   | 71        |
| 7.3.15   | ADC 特性 .....        | 72        |
| 7.3.16   | VC 特性 .....         | 74        |
| 7.3.17   | OPA 特性 .....        | 74        |
| 7.3.18   | LCD 控制器 .....       | 75        |
| 7.3.19   | DAC 特性 .....        | 75        |
| 7.3.20   | TIM 定时器特性 .....     | 76        |
| 7.3.21   | 通信接口 .....          | 78        |
| <b>8</b> | <b>封装信息 .....</b>   | <b>84</b> |
| 8.1      | 封装尺寸 .....          | 84        |
| 8.2      | 焊盘示意图 .....         | 88        |
| 8.3      | 丝印说明 .....          | 92        |
| 8.4      | 封装热阻系数 .....        | 93        |
| <b>9</b> | <b>订购信息 .....</b>   | <b>94</b> |
|          | <b>版本修订记录 .....</b> | <b>95</b> |

## 表索引

|        |                        |    |
|--------|------------------------|----|
| 表 3-1  | 模块信号说明.....            | 42 |
| 表 7-1  | 电压特性.....              | 50 |
| 表 7-2  | 电流特性.....              | 50 |
| 表 7-3  | 温度特性.....              | 51 |
| 表 7-4  | 通用工作条件.....            | 51 |
| 表 7-5  | 上电和掉电的工作条件.....        | 51 |
| 表 7-6  | POR/Brown Out .....    | 52 |
| 表 7-7  | LVD 模块特性.....          | 53 |
| 表 7-8  | 工作电流特性.....            | 54 |
| 表 7-9  | 端口输出特性.....            | 67 |
| 表 7-10 | 高级定时器 (ADVTIM) 特性..... | 76 |
| 表 7-11 | 通用定时器特性 .....          | 76 |
| 表 7-12 | PCA 特性.....            | 77 |
| 表 7-13 | 低功耗定时器特性.....          | 77 |
| 表 7-14 | WDT 特性 .....           | 77 |
| 表 7-15 | I2C 接口特性.....          | 78 |
| 表 7-16 | SPI 接口特性.....          | 79 |
| 表 8-1  | 各封装热阻系数表.....          | 93 |

## 图索引

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 图 3-1 引脚配置图 .....                    | 31 |
| 图 7-1 POR/Brown Out 示意图 .....        | 52 |
| 图 7-2 输出端口 VOH/ VOL 实测曲线.....        | 68 |
| 图 7-3 I2C 接口时序.....                  | 78 |
| 图 7-4 SPI 时序图 (主机模式) .....           | 80 |
| 图 7-5 SPI 时序图 (从机模式 cpha=0) .....    | 80 |
| 图 7-6 SPI 时序图 (从机模式 cpha=1) .....    | 81 |
| 图 7-7 I2S slave timing diagram ..... | 83 |
| 图 7-8 I2S master timing diagram..... | 83 |



## 1 简介

HC32L072/ HC32L073 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、宽电压工作范围的 MCU。集成 12 位 1Msps 高精度 SARADC，2 个 12 位 DAC 以及集成了比较器、运放、内置高性能 PWM 定时器、LCD 显示、多路 UART、SPI、I2C、I2S、USB、CAN 等丰富的通讯外设，内建 AES、TRNG 等信息安全模块，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
- 智能仪表、无线模块、温控器、货架标签
- 智能交通、报警系统
- 智能家居、医疗设备

## 1.1 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） |

## 1.2 128K 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。

## 1.3 16K Byte RAM

根据客户选择不同的功耗模式，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。

## 1.4 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 24MHz 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，可以不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。

一个频率为 32.8/ 38.4kHz 的内部时钟 RCL。

一个频率为 8~48MHz 输出的 PLL。

## 1.5 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, 低功耗功能模块运行。

## 1.6 实时时钟 RTC

RTC (Real Time Counter) 是一个支持 BCD 数据的寄存器, 采用 32.768kHz 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。

## 1.7 端口控制器 GPIO

最多可提供 86 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 FAST IO。支持边沿触发中断和电平触发中断, 可从各种深度休眠模式下把 MCU 唤醒到工作模式。支持位置位、位清零、位置位清零操作。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 18mA 的电流驱动能力。所有通用 IO 可支持外部异步中断。

## 1.8 中断控制器 NVIC

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_PA          |
| [1]   | GPIO_PB          |
| [2]   | GPIO_PC/GPIO_PE  |
| [3]   | GPIO_PD/GPIO_PF  |
| [4]   | DMAC             |
| [5]   | TIM3             |
| [6]   | UART0/UART2      |
| [7]   | UART1/UART3      |
| [8]   | LPUART0          |
| [9]   | LPUART1          |
| [10]  | SPI0/I2S0        |
| [11]  | SPI1/I2S1        |
| [12]  | I2C0             |
| [13]  | I2C1             |
| [14]  | TIM0             |
| [15]  | TIM1             |
| [16]  | TIM2             |
| [17]  | LPTIM0/LPTIM1    |
| [18]  | TIM4             |
| [19]  | TIM5             |
| [20]  | TIM6             |
| [21]  | PCA              |
| [22]  | WDT              |
| [23]  | RTC              |
| [24]  | ADC/DAC          |
| [25]  | PCNT             |
| [26]  | VC0/VC1/VC2/ LVD |
| [27]  | USB              |
| [28]  | CAN              |
| [29]  | LCD              |
| [30]  | RAM FLASH        |
| [31]  | CLKTRIM /CTS     |

## 1.9 复位控制器 RESET

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 会指向起始地址。

|     | 复位来源                        |
|-----|-----------------------------|
| [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                      |

## 1.10 DMA 控制器 DMAC

DMAC（直接内存访问控制器）功能块可以不通过 CPU 高速传输数据。使用 DMAC 能提高系统性能。

- DMAC 配有独立的总线，所以即便是在使用 CPU 总线的同时，DMAC 也可进行传输操作。
- 由 2 条通道组成，能执行 2 种相互独立的 DMA 传输。
- 可设置传输目标地址、传输源地址、传输数据大小、传输请求源以及传输模式，并能控制各通道的传输操作启动、传输的强行终止以及传输的暂停。
- 可控制所有通道批量传输的启动、强行终止及暂停。
- 多通道同时操作时，可用固定方法或循环方法选择操作通道的优先级。
- 支持使用外设中断信号的硬件 DMA 传输。
- 遵从系统总线（AHB），支持 32 位地址空间（4GB）。

## 1.11 定时器 TIM

| 类型      | 名称     | 位宽    | 预除频                    | 计数方向                 | PWM | 捕获 | 互补输出 |
|---------|--------|-------|------------------------|----------------------|-----|----|------|
| 通用定时器   | TIM0   | 16/32 | 1/2/4/8/16/32/64/256   | 上计数/<br>下计数/<br>上下计数 | 2   | 2  | 1    |
|         | TIM1   | 16/32 | 1/2/4/8/16/32/64/256   | 上计数/<br>下计数/<br>上下计数 | 2   | 2  | 1    |
|         | TIM2   | 16/32 | 1/2/4/8/16/32/64/256   | 上计数/<br>下计数/<br>上下计数 | 2   | 2  | 1    |
|         | TIM3   | 16/32 | 1/2/4/8/16/32/64/256   | 上计数/<br>下计数/<br>上下计数 | 6   | 6  | 3    |
| 低功耗定时器  | LPTIM0 | 16    | 1/2/4/8/16/32/64/256   | 上计数                  | 无   | 无  | 无    |
|         | LPTIM1 | 16    | 1/2/4/8/16/32/64/256   | 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   | TIM4   | 16    | 1/2/4/8/16/64/256/1024 | 上计数/<br>下计数/<br>上下计数 | 2   | 2  | 1    |
|         | TIM5   | 16    | 1/2/4/8/16/64/256/1024 | 上计数/<br>下计数/<br>上下计数 | 2   | 2  | 1    |
|         | TIM6   | 16    | 1/2/4/8/16/64/256/1024 | 上计数/<br>下计数/<br>上下计数 | 2   | 2  | 1    |

通用定时器包含四个定时器 TIM0/ 1/ 2/ 3。

通用定时器特性：

- PWM 独立输出，互补输出
- 捕获输入
- 死区控制
- 刹车控制
- 边沿对齐、对称中心对齐与非对称中心对齐 PWM 输出
- 正交编码计数功能
- 单脉冲模式
- 外部计数功能

TIM0/ 1/ 2 功能完全相同。TIM0/ 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。TIM0/ 1/ 2 每个定时器都具有 2 路捕获比较功能，可以产生 2 路 PWM 独立输出或 1 组 PWM 互补输出。具有死区控制功能。

TIM3 是多通道的通用定时器，具有 TIM0/ 1/ 2 的所有功能，可以产生 3 组 PWM 互补输出或 6 路 PWM 独立输出，最多 6 路输入捕获。具有死区控制功能。

低功耗定时器 LPTIM 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/计数器可用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 Advanced Timer 包含三个定时器 TIM4/ 5/ 6。TIM4/ 5/ 6 是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。

Advanced Timer 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    |

## 1.12 脉冲计数器 PCNT

PCNT (Pulse Counter) 模块用以对外部脉冲进行计数，支持单路以及双路（正交编码与非交叉编码）脉冲。它可以在低功耗休眠模式下无需软件参与进行计数。

脉冲计数器特性：

- 支持重载功能的 16 bit 计数器
- 单通道脉冲计数

- 双通道非交脉冲计数
- 双通道正交脉冲计数，不失码
- 加/减计数溢出中断
- 脉冲超时中断
- 4 种解码错误中断，非交脉冲模式
- 1 种方向改变中断，正交脉冲模式
- 多级脉冲宽度滤波
- 输入脉冲极性可配置
- 支持低功耗模式计数
- 支持唤醒低功耗模式下 MCU
- 支持任意脉冲沿间距不小于 1 个计数时钟周期
- 具备低功耗模式下自动定时唤醒功能，最大定时达 1024 秒

### 1.13 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 10kHz 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。

### 1.14 通用同步异步收发器 UART0~UART3

4 路通用同步异步收发器 (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)，UART0~UART3。

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
- 1/ 1.5/ 2-Bit 停止位
- 四种不同传输模式
- 16-Bit 波特率计数器
- 多机通讯
- 硬件地址识别
- DMAC 硬件传输握手
- 硬件流控
- 支持单线模式



## 1.15 低功耗同步异步收发器 LPUART0~LPUART1

2 路低功耗模式下可以工作的同步异步收发器 (Low Power Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), LPUART0/ LPUART1。

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
- 1/1.5/2-Bit 停止位
- 四种不同传输模式
- 16-Bit 波特率计数器
- 多机通讯
- 硬件地址识别
- DMAC 硬件传输握手
- 硬件流控
- 支持单线模式

## 1.16 串行外设接口 SPI

2 路同步串行接口 (Serial Peripheral Interface)

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
- 主机模式最大分频系数为 PCLK/ 2, 最高通信速率为 16M bps
- 从机模式最大分频系数为 PCLK/ 4, 最高通信速率为 12M bps
- 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
- 支持 DMA 软件/硬件访问

## 1.17 I2C 总线

2 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

## 1.18 音频接口 I2S

2 路 I2S 音频通信接口

- 支持 Philip/ MSB/ LSB/ PCM 模式
- 支持 MCK 输出
- 支持 5 种音频采样率：48, 44.1, 32, 16, 8 kHz
- 支持 3 种数据长度：16, 24, 32 Bit
- 支持 2 种帧长度：16, 32 Bit
- 支持 DMA 数据传输
- 支持全双工收发（2 个 I2S 配合）
- 支持 master 发送、接收
- 支持 slave 发送、接收

## 1.19 USB2.0 全速模块

USB 全速 (USBFS) 控制器为便携式设备提供了一套 USB 通信解决方案。USBFS 控制器支持设备模式，且芯片内部集成全速 PHY。设备模式下支持全速 (FS, 12Mb/s) 收发器。USBFS 控制器支持 USB2.0 协议所定义的所有四种传输方式（控制传输、批量传输、中断传输和同步传输）。

## 1.20 控制器局域网 CAN

CAN 通信接口模块配备 512 字节的 RAM 用于存储发送接收的数据。支持 ISO11898-1 规定的 CAN2.0B 协议和 ISO11898-4 规定的 TTCAN 协议。

## 1.21 Crystal-less USB 时钟校准器 CTS

时钟校准定时器可以调整校准 RCH48M 时钟频率，以便提供给 Crystal-less USB 使用。也可以调整校准其他 RC 振荡的时钟频率，还可以作为一个通用定时器来使用。

## 1.22 蜂鸣器 Buzzer

4 个通用定时器与 2 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 18mA 的 sink 电流，互补输出，不需要额外的三极管。

## 1.23 时钟校准模块 CLKTRIM

内建时钟校准模块，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
- 6 种待校准时钟源
- 支持中断方式

## 1.24 器件电子签名

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。UID 地址为：0x00100E74 - 0x00100E7D。

## 1.25 循环冗余校验 CRC

CRC16 符合 ISO/IEC13239 中给出的多项式  $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ 。

CRC32 符合 ISO/IEC13239 中给出的多项式  $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$ 。

## 1.26 硬件除法器模块 HDIV

HDIV (Hardware Divider) 是一个 32 位有/无符号整数硬件除法器。

HDIV 硬件除法器基本特性：

- 可配置有符号/无符号整数除法计算

- 32 位被除数，16 位除数
- 输出 32 位商和 32 位余数
- 除数为零警告标志位，除法运算结束标志位
- 10 个时钟周期完成一次除法运算
- 写除数寄存器触发除法运算开始
- 读商寄存器/余数寄存器时自动等待计算结束

## 1.27 高级加密标准模块 AES

AES (The Advanced Encryption Standard) 是美国国家标准技术研究所 (NIST) 在 2000 年 10 月 2 日正式宣布的新的数据加密标准。AES 的分组长度固定为 128Bit, 而密钥长度支持 128/ 192/ 256 Bit。

## 1.28 真随机数发生器 TRNG

TRNG 是一个真随机数发生器, 用来产生真随机数。

## 1.29 模数转换器 ADC

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。40 个输入通道, 包括 36 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、2 路 DAC 输出。内建可配置的输入信号放大器以检测高输出阻抗信号。

SAR ADC 基本特性:

- 12 位转换精度
- 1Msps 转换速度
- 40 个输入通道, 包括 36 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、2 路 DAC 输出
- 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
- 4 种转换模式: 单次转换、顺序扫描连续转换、插队扫描连续转换、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

### 1.30 数模转换器 DAC

2 通道 12Bit 500Ksps DAC，可以进行数模转换。

### 1.31 模拟比较器 VC

内建 3 路 VC，芯片管脚电压监测/比较电路。16 个可配置的正外部输入通道，11 个可配置的负外部输入通道；4 个内部负输入通道，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 64 阶电阻分压。VC 输出可供通用定时器 TIM0/ 1/ 2/ 3，低功耗定时器 LPTIM 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。

### 1.32 低电压检测器 LVD

对芯片电源电压或芯片管脚电压进行检测。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。

### 1.33 运算放大器 OPA

OPA0/ 1/ 2 模块可以灵活配置，适用于简易滤波器和 Buffer 应用。OPA3/ 4 模块可以作为 DAC buffer 使用，也可以配置为运放使用。

### 1.34 液晶控制器 LCD

注：仅限 HC32L073 系列。

LCD 控制器是一款适用于单色无源液晶显示器 (LCD) 的数字控制器/驱动器，最多具有 8 个公用端子 (COM) 和 48 个区段端子 (SEG)，用以驱动 208(4x52)或 384(8x48)个 LCD 图像元素。可以选择电容分压或电阻分压，支持内部电阻分压。内部电阻分压可以调节对比度。支持 DMA 硬件数据传输。

LCD 基本特性：

- 高度灵活的帧速率控制
- 支持静态、1/2、1/3、1/4、1/6 和 1/8 占空比

- 支持 1/2、1/3 偏置
- 多达 16 个寄存器的 LCD 数据 RAM
- 可通过软件配置 LCD 的对比度
- 3 种驱动波形生成方式
  - 内部电阻分压、外部电阻分压，外部电容分压方式
  - 可通过软件配置内部电阻分压方式的功耗，从而匹配 LCD 面板所需的电容电荷
- 支持低功耗模式：LCD 控制器可在 Active、Sleep、DeepSleep 模式下进行显示
- 可配置帧中断
- 支持 LCD 闪烁功能且可配置多种闪烁频率
- 未使用的 LCD 区段和公共引脚可配置为数字或模拟功能

### 1.35 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。

### 1.36 编程模式

支持两种编程模式：在线编程、离线编程。

支持两种编程协议：ISP 协议、SWD 协议。

支持统一编程接口：ISP 协议与 SWD 协议共用 SWD 端口。

当复位时 BOOT0 (PF11) 管脚为高电平，芯片工作于 ISP 编程模式，可通过 ISP 对 FLASH 进行编程。

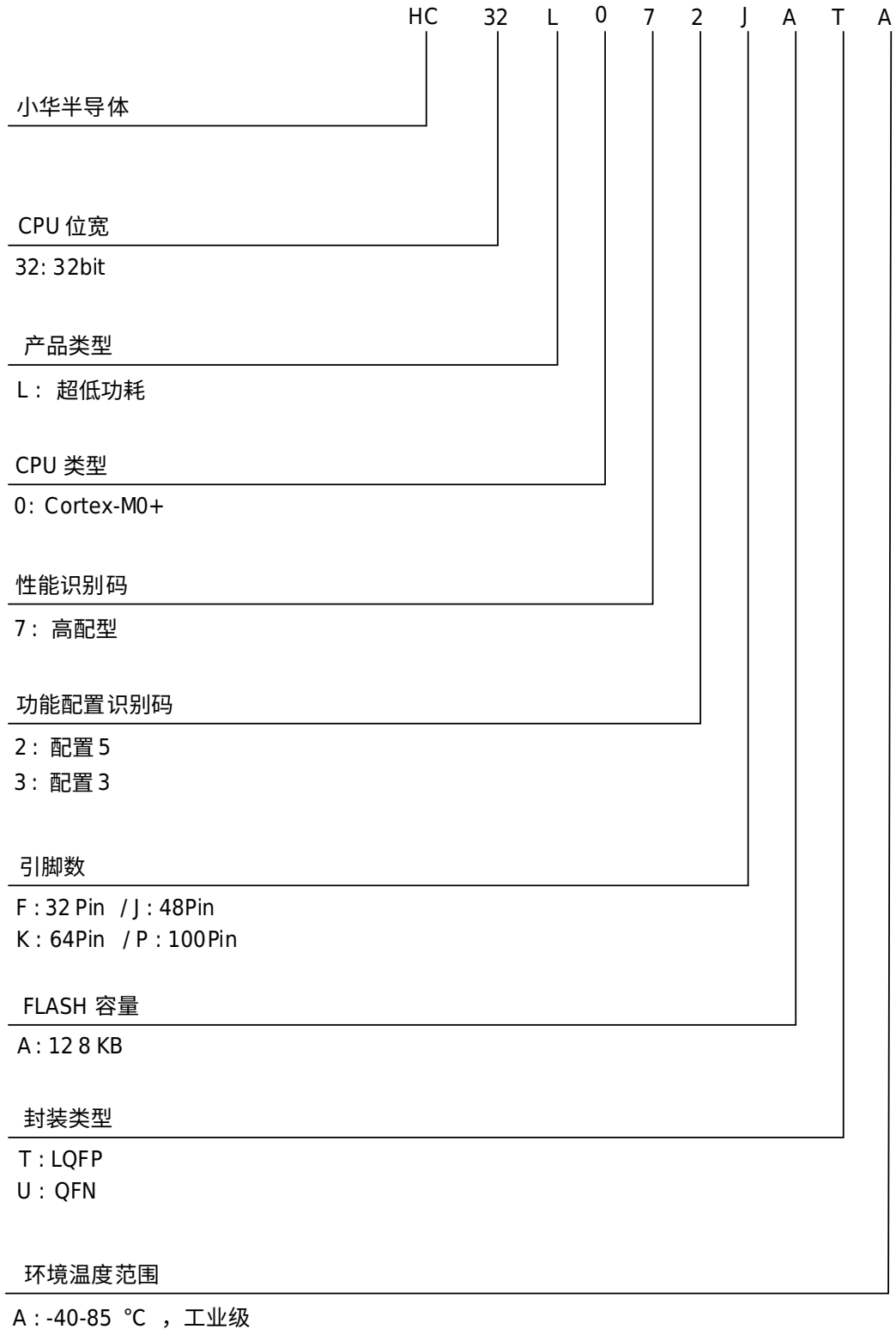
当复位时 BOOT0 (PF11) 管脚为低电平，芯片工作于用户模式，芯片执行 FLASH 内的程序代码，可通过 SWD 协议对 Flash 进行编程。

### 1.37 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

### 2.1 产品名称



## 2.2 功能

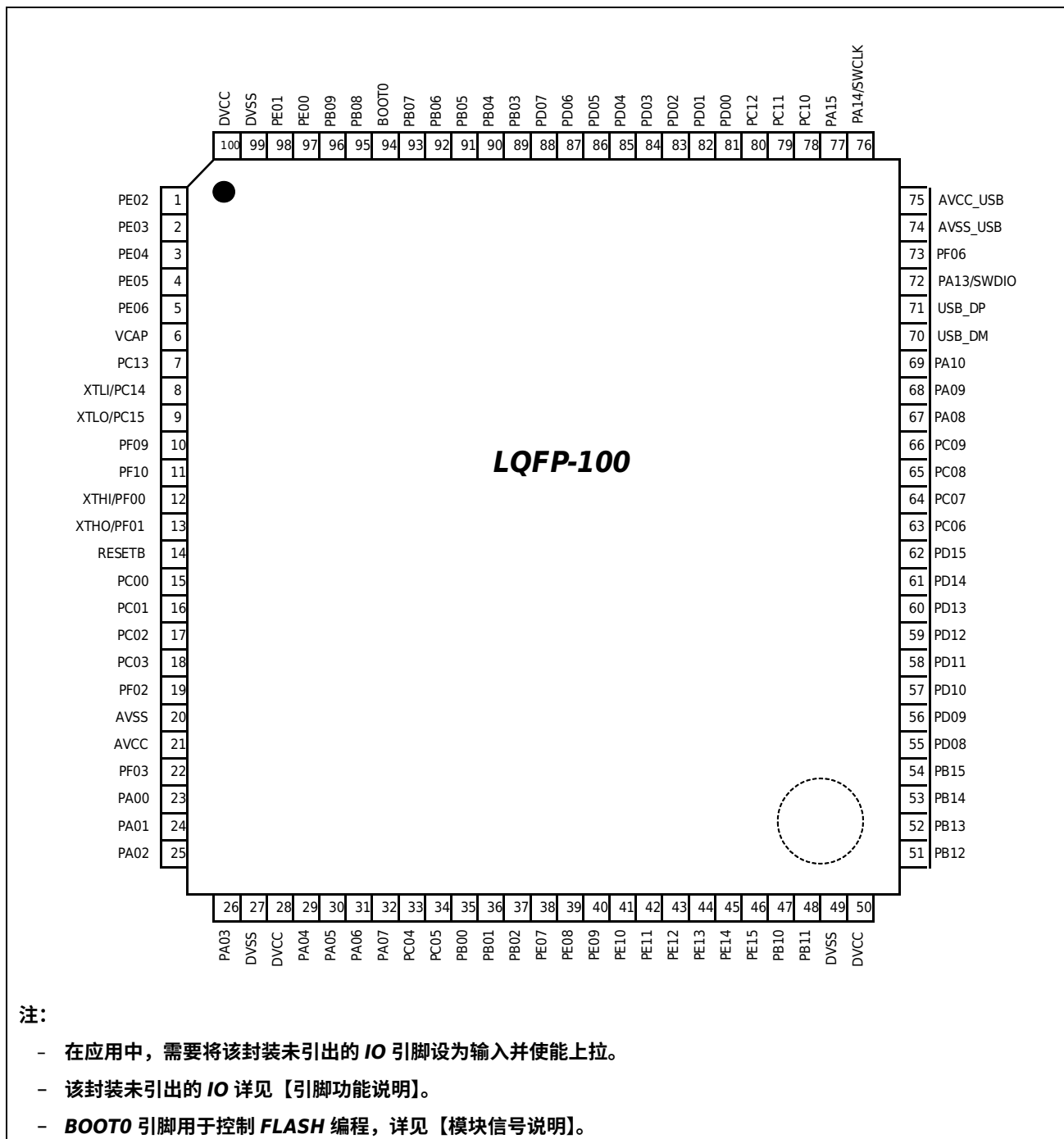
| 产品名称         |           | L072PATA                                               | L073PATA | L072KATA | L073KATA                                           | L072JATA | L073JATA                                   | L072FAUA |
|--------------|-----------|--------------------------------------------------------|----------|----------|----------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------|----------|
| 引脚数          |           | 100                                                    |          | 64       |                                                    | 48       |                                            | 32       |
| GPIO 引脚数     |           | 86                                                     |          | 50       | 52                                                 | 36       | 38                                         | 22       |
| CPU          | 内核        | Cortex M0+                                             |          |          |                                                    |          |                                            |          |
|              | 频率        | 48MHz                                                  |          |          |                                                    |          |                                            |          |
| 电源电压范围       |           | 1.8 ~ 5.5V                                             |          |          |                                                    |          |                                            |          |
| 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         |           | UART0/1/2/3<br>LPUART0/1<br>SPI0/1<br>I2C0/1<br>I2S0/1 |          |          | UART0/1<br>LPUART0/1<br>SPI0/1<br>I2C0/1<br>I2S0/1 |          | UART0/1<br>LPUART0<br>SPI0<br>I2C0<br>I2S0 |          |
| 定时器          |           | 通用定时器 TIM0/1/2/3<br>高级定时器 TIM4/5/6<br>低功耗定时器 LPTIM0/1  |          |          |                                                    |          |                                            |          |
| 12 位 A/D 转换器 |           | 24ch                                                   |          | 23ch     |                                                    | 17ch     |                                            | 10ch     |
| 12 位 D/A 转换器 |           | 2ch                                                    |          | 2ch      |                                                    | 2ch      |                                            | 2ch      |
| 模拟电压比较器      |           | VC0/1/2                                                |          |          |                                                    |          |                                            |          |
| 运算放大器        |           | 5                                                      |          | 5        |                                                    | 3        |                                            | 1        |
| USB          |           | 支持                                                     |          | 支持       | 不支持                                                | 支持       | 不支持                                        | 支持       |
| CAN          |           | 支持                                                     |          |          |                                                    |          |                                            |          |
| 实时时钟         |           | 支持                                                     |          |          |                                                    |          |                                            |          |
| 端口中断         |           | 86                                                     |          | 50       | 52                                                 | 36       | 38                                         | 22       |
| 低电压检测复位      |           | 1                                                      |          |          |                                                    |          |                                            |          |
| 时<br>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                                       |          |          |                                                    |          |                                            |          |
|              | PLL       | 8~48MHz                                                |          |          |                                                    |          |                                            |          |
|              | 外部高速晶振振荡器 | 4~32MHz                                                |          |          |                                                    |          |                                            |          |
| 蜂鸣器          |           | Max 6ch                                                |          |          |                                                    |          |                                            |          |
| 闪存安全保护       |           | 支持                                                     |          |          |                                                    |          |                                            |          |
| RAM 奇偶校验     |           | 支持                                                     |          |          |                                                    |          |                                            |          |



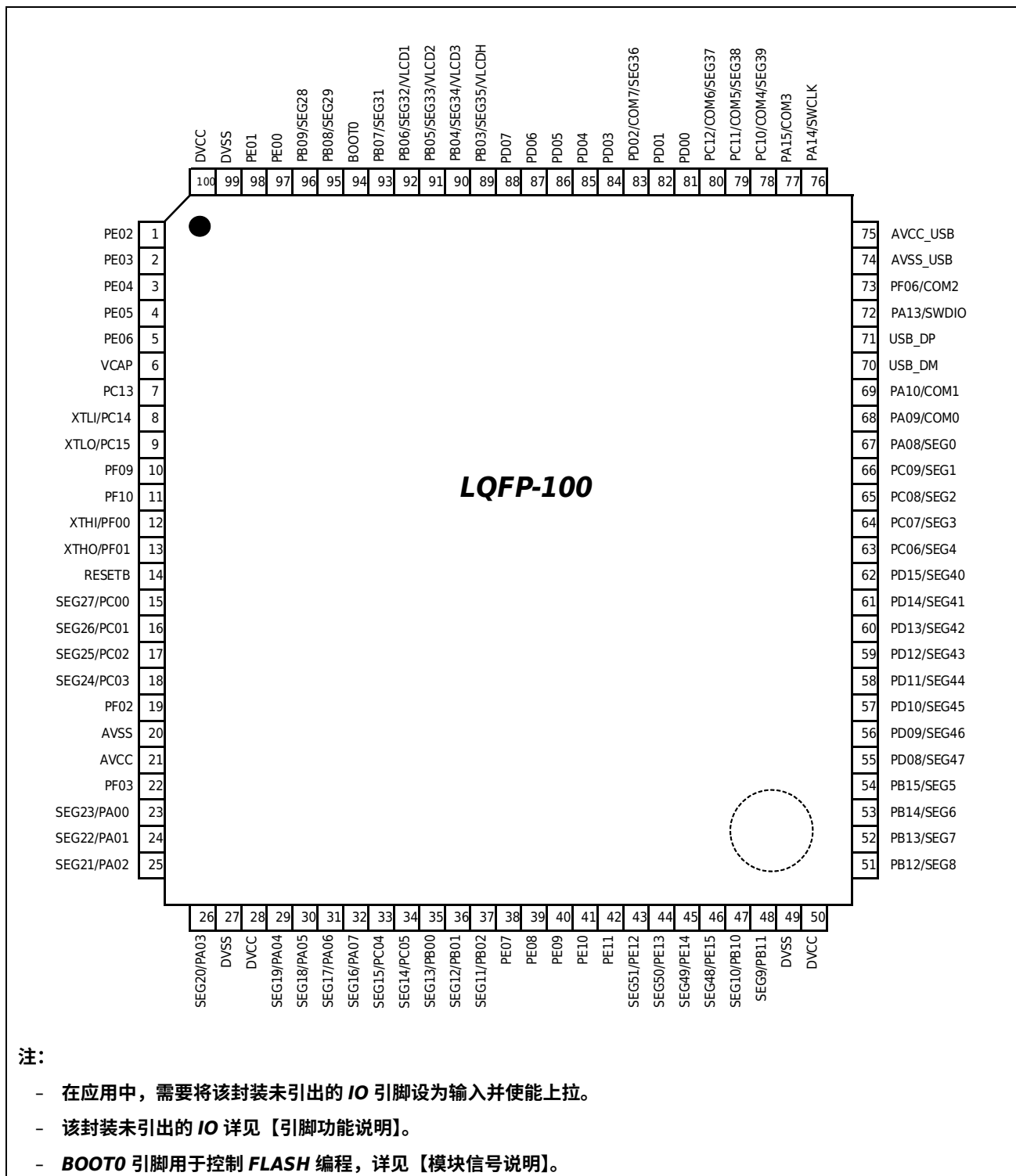
### 3 引脚配置及功能

#### 3.1 引脚配置图

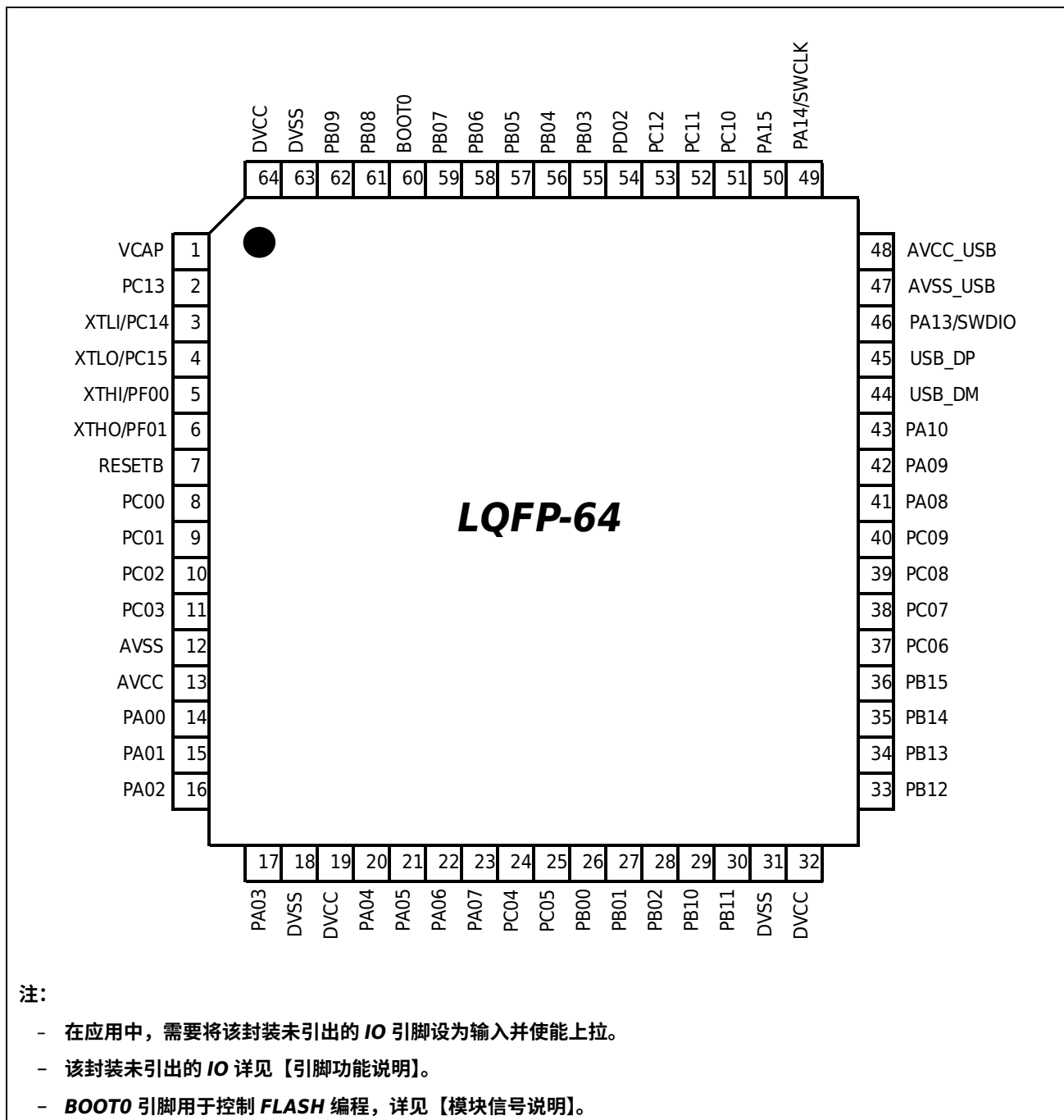
#### HC32L072PATA



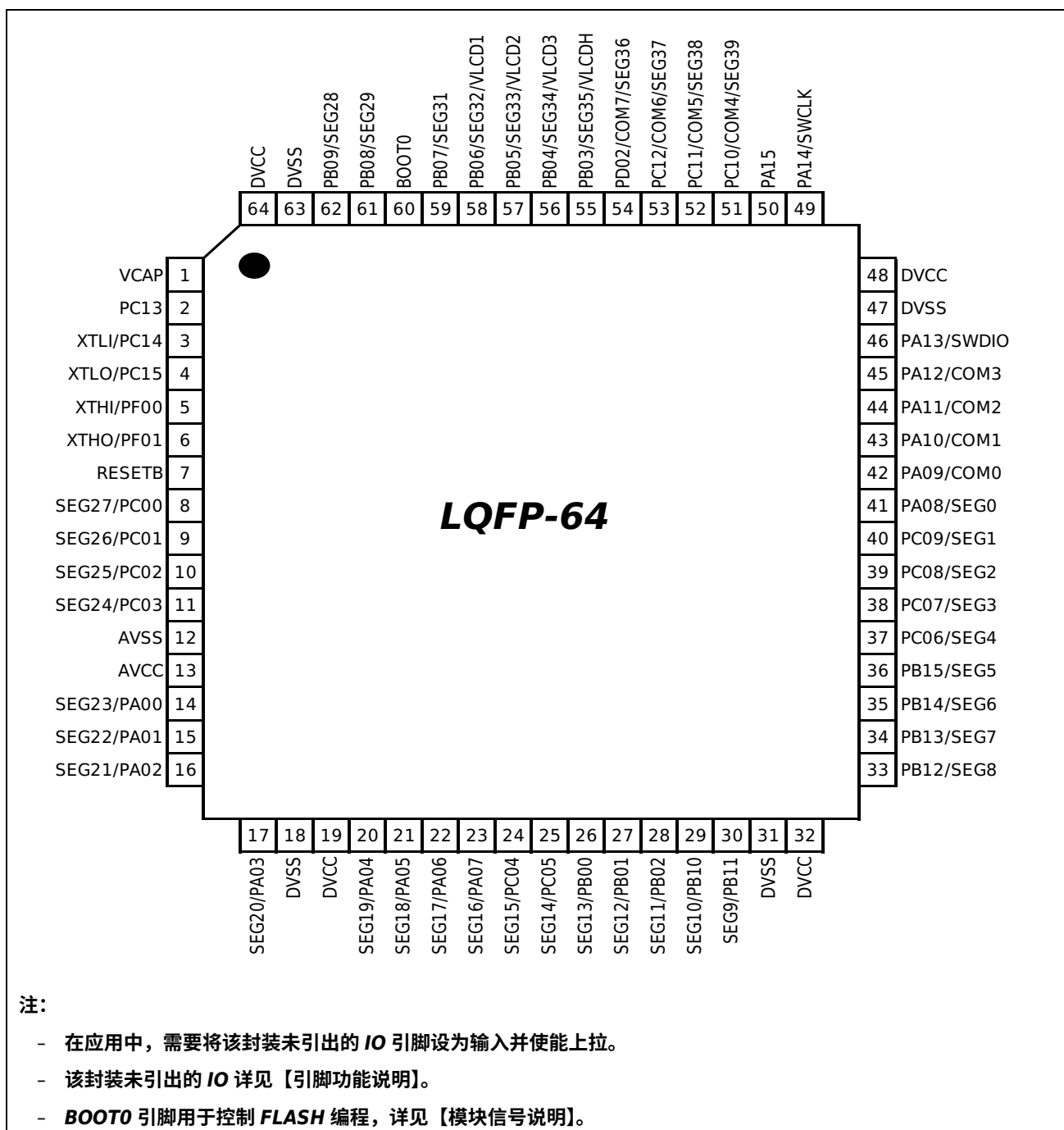
# HC32L073PATA



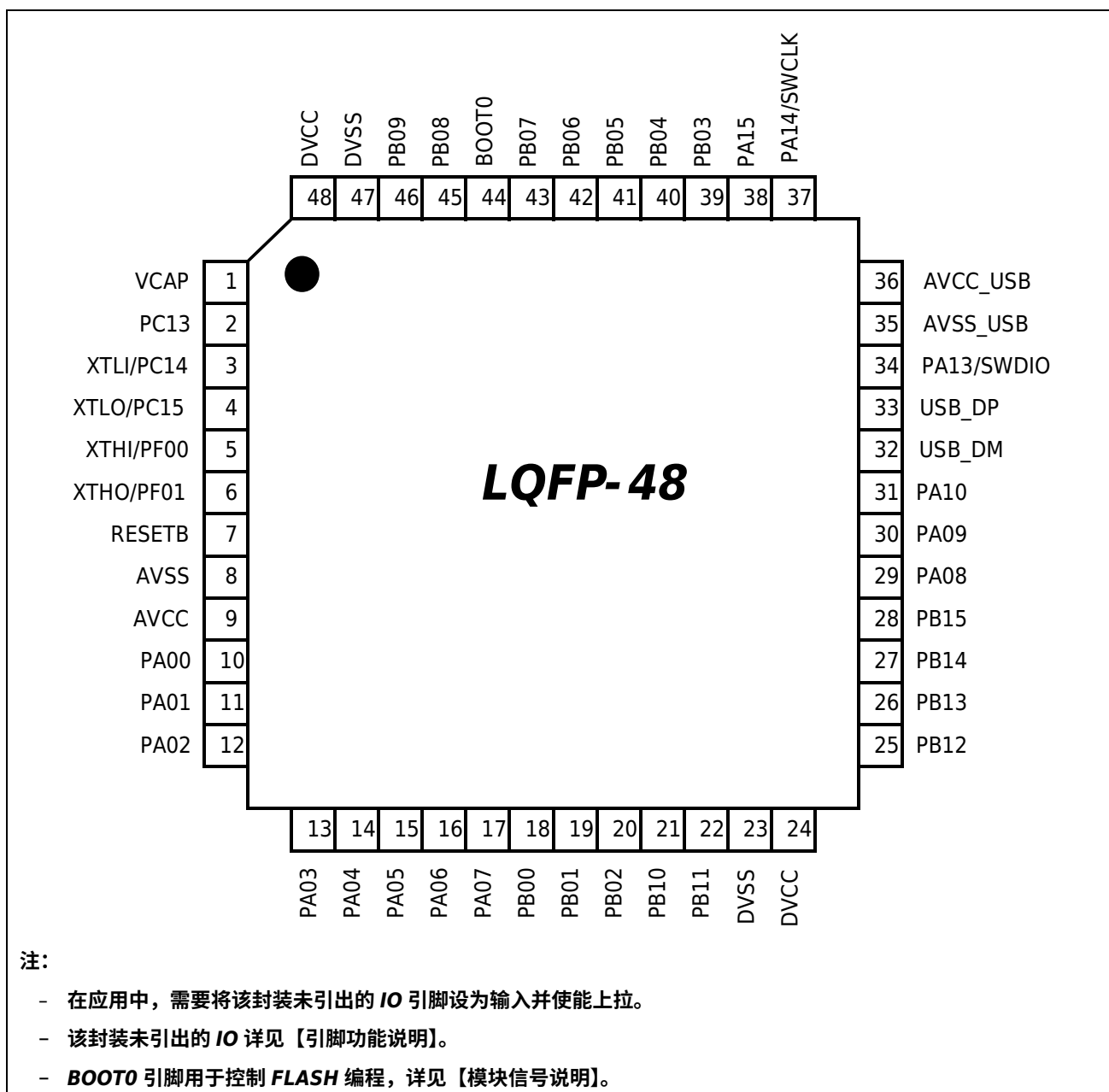
## HC32L072KATA



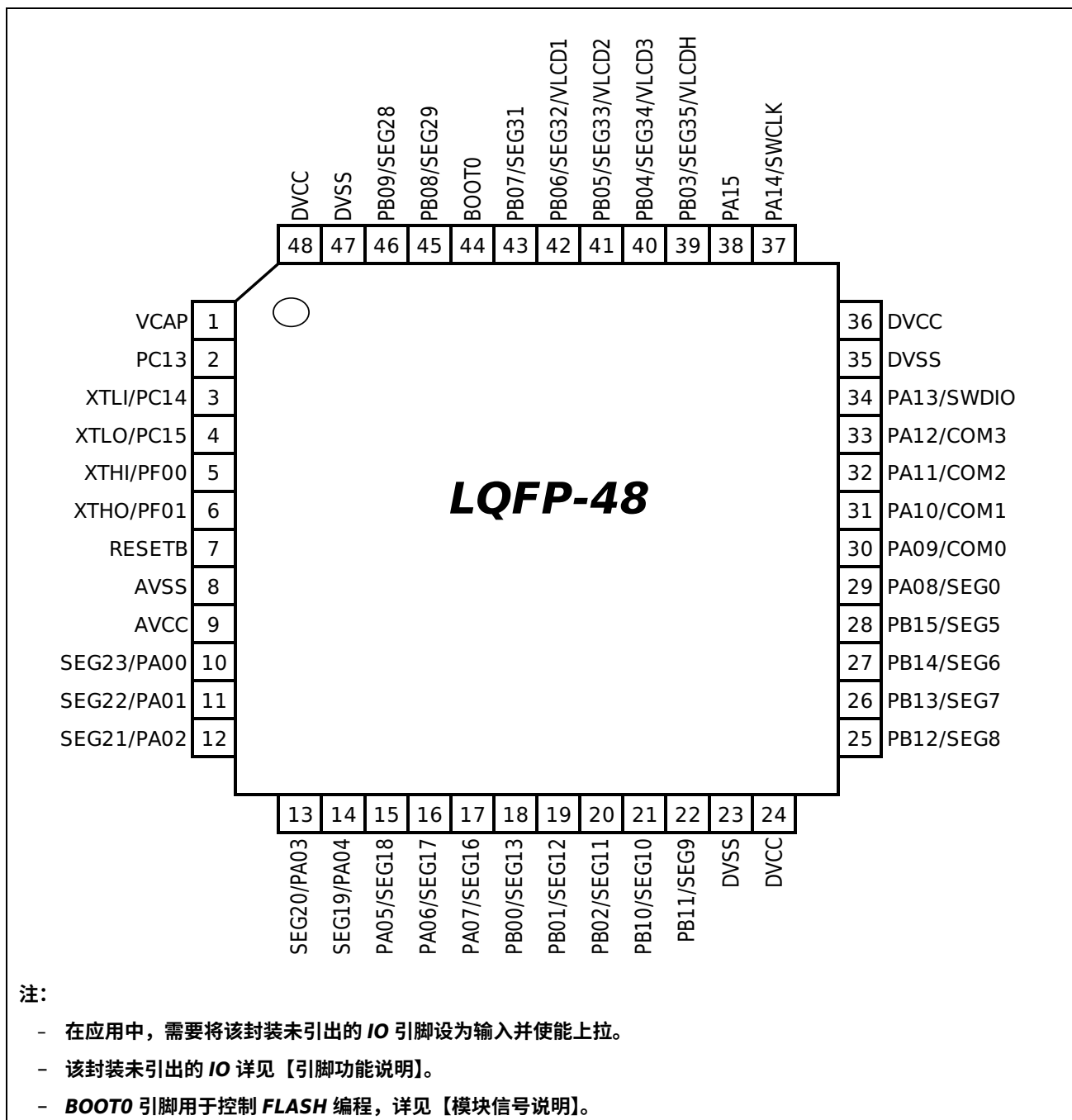
## HC32L073KATA



## HC32L072JATA



## HC32L073JATA



## HC32L072FAUA

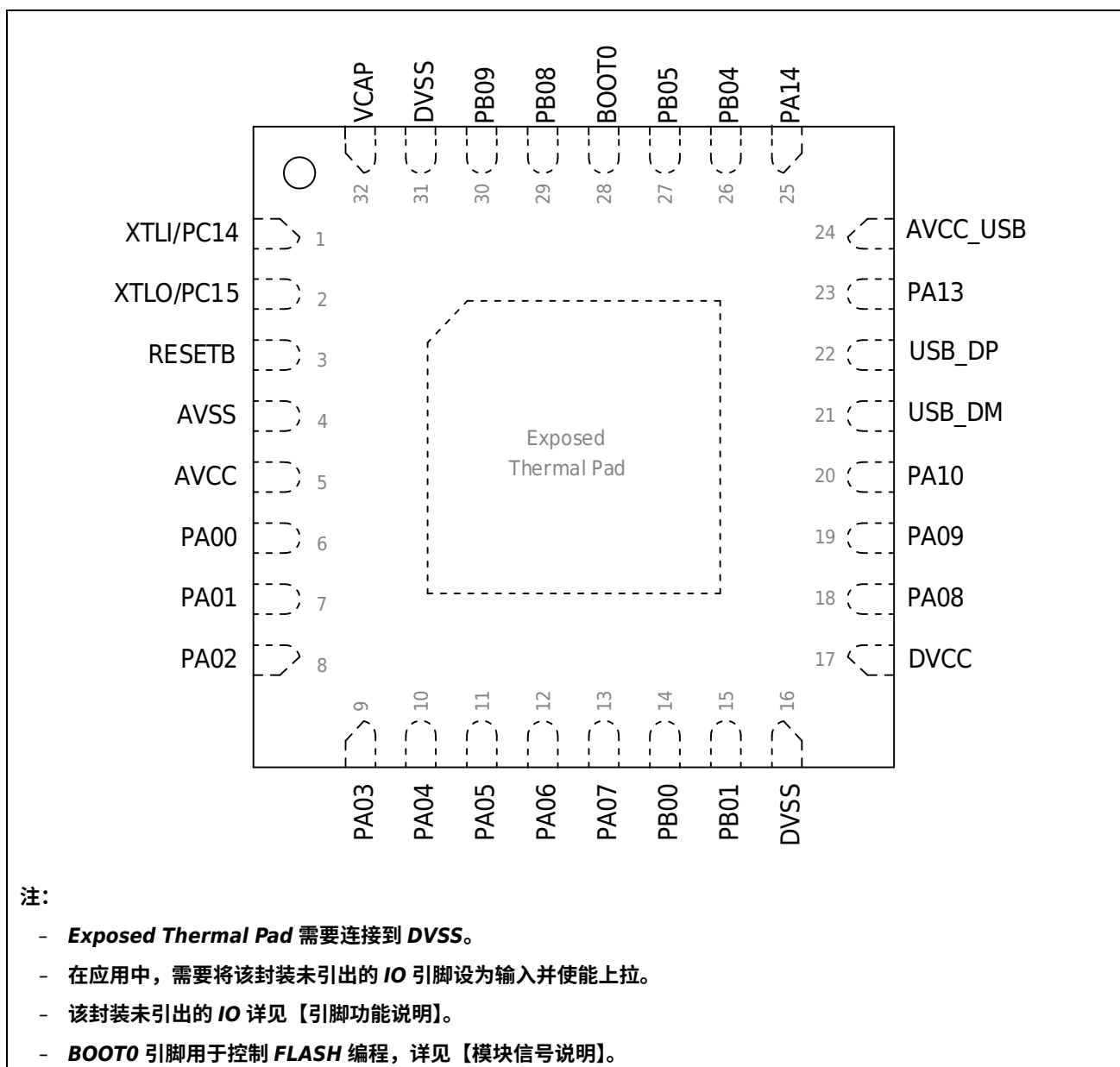


图 3-1 引脚配置图

### 3.2 引脚功能说明

| LQFP100 | LQFP64 | LQFP48 | QFN32 | NAME   | DIGITAL                                                                             | ANALOG                                                        |
|---------|--------|--------|-------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1       |        |        |       | PE02   | PCA_ECI                                                                             |                                                               |
| 2       |        |        |       | PE03   | PCA_CH0                                                                             |                                                               |
| 3       |        |        |       | PE04   | PCA_CH1                                                                             |                                                               |
| 4       |        |        |       | PE05   | PCA_CH2                                                                             |                                                               |
| 5       |        |        |       | PE06   | PCA_CH3                                                                             |                                                               |
| 6       | 1      | 1      | 32    | VCAP   |                                                                                     |                                                               |
| 7       | 2      | 2      |       | PC13   | RTC_1HZ<br>TIM3_CH1B<br>I2S0_SCK                                                    | LVDO                                                          |
| 8       | 3      | 3      | 1     | PC14   |                                                                                     | XTLI                                                          |
| 9       | 4      | 4      | 2     | PC15   |                                                                                     | XTLO                                                          |
| 10      |        |        |       | PF09   | TIM0_CHA                                                                            |                                                               |
| 11      |        |        |       | PF10   | TIM0_CHB                                                                            |                                                               |
| 12      | 5      | 5      |       | PF00   | I2C0_SDA<br>CRS_SYNC<br>UART1_TXD                                                   | XTHI                                                          |
| 13      | 6      | 6      |       | PF01   | I2C0_SCL<br>UART1_RXD                                                               | XTHO                                                          |
| 14      | 7      | 7      | 3     | RESETB |                                                                                     |                                                               |
| 15      | 8      |        |       | PC00   | LPTIM0_GATE<br>PCNT_S0<br>UART1_CTS<br>UART2_RTS<br>I2S0_MCK                        | AIN10,<br>VC0_INP0<br>VC1_INN0<br>SEG27                       |
| 16      | 9      |        |       | PC01   | LPTIM0_TOG<br>TIM5_CHB<br>UART1_RTS<br>PCNT_S0FO<br>UART2_CTS<br>I2S0_SD            | AIN11<br>VC0_INP1<br>VC1_INN1<br>SEG26                        |
| 17      | 10     |        |       | PC02   | SPI1_MISO<br>LPTIM0_TOGN<br>PCNT_S1<br>UART2_RXD                                    | AIN12,<br>VC0_INP2<br>VC1_INN2<br>SEG25                       |
| 18      | 11     |        |       | PC03   | SPI1_MOSI<br>LPTIM0_EXT<br>LPTIM0_TOGN<br>PCNT_S1FO<br>UART2_TXD                    | AIN13<br>VC0_INP3<br>VC1_INN3<br>SEG24                        |
| 19      |        |        |       | PF02   |                                                                                     |                                                               |
| 20      | 12     | 8      | 4     | AVSS   |                                                                                     |                                                               |
| 21      | 13     | 9      | 5     | AVCC   |                                                                                     |                                                               |
| 22      |        |        |       | PF03   |                                                                                     |                                                               |
| 23      | 14     | 10     | 6     | PA00   | UART1_CTS<br>LPUART1_TXD<br>TIM0_ETR<br>VC0_OUT<br>TIM1_CHA<br>TIM3_ETR<br>TIM0_CHA | AIN0<br>VC0_INP4<br>VC0_INN0<br>VC1_INP0<br>VC1_INN4<br>SEG23 |



| LQFP100 | LQFP64 | LQFP48 | QFN32 | NAME | DIGITAL                                                                               | ANALOG                                                                                           |
|---------|--------|--------|-------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 24      | 15     | 11     | 7     | PA01 | UART1_RTS<br>LPUART1_RXD<br>TIM0_CHB<br>TIM1_ETR<br>TIM1_CHB<br>HCLK_OUT<br>SPI1_MOSI | AIN1<br>VC0_INP5<br>VC0_INN1<br>VC1_INP1<br>VC1_INN5<br>SEG22                                    |
| 25      | 16     | 12     | 8     | PA02 | UART1_TXD<br>TIM0_CHA<br>VC1_OUT<br>TIM1_CHA<br>TIM2_CHA<br>PCLK_OUT<br>SPI1_MISO     | AIN2<br>VC0_INP6<br>VC0_INN2<br>VC1_INP2<br>SEG21                                                |
| 26      | 17     | 13     | 9     | PA03 | UART1_RXD<br>TIM0_GATE<br>TIM1_CHB<br>TIM2_CHB<br>SPI1_CS<br>TIM3_CH1A<br>TIM5_CHA    | AIN3<br>VC0_INP7<br>VC0_INN3<br>VC1_INP3<br>SEG20                                                |
| 27      | 18     |        |       | DVSS |                                                                                       |                                                                                                  |
| 28      | 19     |        |       | DVCC |                                                                                       |                                                                                                  |
|         |        |        |       | PF04 |                                                                                       |                                                                                                  |
|         |        |        |       | PF05 |                                                                                       |                                                                                                  |
| 29      | 20     | 14     | 10    | PA04 | SPI0_CS<br>UART1_TXD<br>PCA_CH4<br>TIM2_ETR<br>TIM5_CHA<br>LVD_OUT<br>TIM3_CH2B       | AIN4<br>VC0_INP8<br>VC0_INN4<br>VC1_INP4<br>OP3_OUT<br>DAC0_OUT<br>SEG19                         |
| 30      | 21     | 15     | 11    | PA05 | SPI0_SCK<br>TIM0_ETR<br>PCA_ECI<br>TIM0_CHA<br>TIM5_CHB<br>XTL_OUT<br>XTH_OUT         | AIN5<br>VC0_INP9<br>VC0_INN5<br>VC1_INP5<br>VC2_INP0<br>VC2_INN0<br>OP4_OUT<br>DAC1_OUT<br>SEG18 |
| 31      | 22     | 16     | 12    | PA06 | SPI0_MISO<br>PCA_CH0<br>TIM3_BK<br>TIM1_CHA<br>VC0_OUT<br>TIM3_GATE<br>LPUART0_CTS    | AIN6<br>VC0_INP10<br>VC0_INN6<br>OP4_INN<br>SEG17                                                |
| 32      | 23     | 17     | 13    | PA07 | SPI0_MOSI<br>PCA_CH1<br>HCLK_OUT<br>TIM3_CH0B<br>TIM2_CHA<br>VC1_OUT<br>TIM4_CHB      | AIN7<br>VC0_INP11<br>VC0_INN7<br>OP4_INP<br>SEG16                                                |
| 33      | 24     |        |       | PC04 | LPUART0_TXD<br>TIM2_ETR<br>IR_OUT<br>VC2_OUT<br>I2S0_WS                               | AIN14<br>VC0_INN8<br>SEG15                                                                       |

| LQFP100 | LQFP64 | LQFP48 | QFN32 | NAME | DIGITAL                                                                                  | ANALOG                                                               |
|---------|--------|--------|-------|------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 34      | 25     |        |       | PC05 | LPUART0_RXD<br>TIM6_CHB<br>PCA_CH4<br>I2S0_SDIN                                          | AIN15<br>VC0_INN9<br>OP3_INN<br>SEG14                                |
| 35      | 26     | 18     | 14    | PB00 | PCA_CH2<br>TIM3_CH1B<br>LPUART0_TXD<br>TIM5_CHB<br>RCH_OUT<br>RCL_OUT<br>PLL_OUT         | AIN8<br>VC1_INN6<br>OP3_INP<br>SEG13                                 |
| 36      | 27     | 19     | 15    | PB01 | PCA_CH3<br>PCLK_OUT<br>TIM3_CH2B<br>TIM6_CHB<br>LPUART0_RTS<br>VC2_OUT<br>TCLK_OUT       | AIN9/EXVREF<br>VC1_INP6<br>VC1_INN7<br>VC2_INP1<br>VC2_INN1<br>SEG12 |
| 37      | 28     | 20     |       | PB02 | LPTIM0_TOG<br>PCA_ECI<br>LPUART1_TXD<br>TIM4_CHA<br>TIM1_BK<br>TIM0_BK<br>TIM2_BK        | AIN16,<br>VC1_INP7<br>VC1_INN8<br>OP2_INN<br>SEG11                   |
| 38      |        |        |       | PE07 | TIM3_ETR<br>LPTIM1_GATE                                                                  |                                                                      |
| 39      |        |        |       | PE08 | TIM3_CH0B<br>LPTIM1_EXT                                                                  | OP2_OUT4                                                             |
| 40      |        |        |       | PE09 | TIM3_CH0A<br>LPTIM1_TOG                                                                  | VC2_INP2<br>OP2_OUT3                                                 |
| 41      |        |        |       | PE10 | TIM3_CH1B<br>LPTIM1_TOGN                                                                 | VC2_INP3<br>OP2_OUT2                                                 |
| 42      |        |        |       | PE11 | TIM3_CH1A                                                                                | VC2_INP4<br>VC2_INN2<br>OP2_OUT1                                     |
| 43      |        |        |       | PE12 | TIM3_CH2B<br>SPI0_CS<br>UART3_CTS                                                        | OP1_OUT4<br>SEG51                                                    |
| 44      |        |        |       | PE13 | TIM3_CH2A<br>SPI0_SCK<br>UART3_RTS                                                       | VC2_INP5<br>OP1_OUT3<br>SEG50                                        |
| 45      |        |        |       | PE14 | TIM3_CH0B<br>SPI0_MISO<br>UART3_RXD                                                      | VC2_INP6<br>OP1_OUT2<br>SEG49                                        |
| 46      |        |        |       | PE15 | TIM3_BK<br>SPI0_MOSI<br>UART3_TXD                                                        | AIN23,<br>VC2_INP7<br>VC2_INN3<br>OP1_OUT1<br>SEG48                  |
| 47      | 29     | 21     |       | PB10 | I2C1_SCL<br>SPI1_SCK<br>TIM1_CHA<br>LPUART0_TXD<br>TIM3_CH1A<br>LPUART1_RTS<br>UART1_RTS | AIN17,<br>VC1_INP8<br>OP2_INP<br>SEG10                               |
| 48      | 30     | 22     |       | PB11 | I2C1_SDA<br>TIM1_CHB<br>LPUART0_RXD<br>TIM2_GATE<br>TIM6_CHA                             | AIN18,<br>VC2_INP8<br>VC2_INN4<br>OP2_OUT<br>SEG9                    |

| LQFP100 | LQFP64 | LQFP48 | QFN32 | NAME | DIGITAL                                                                               | ANALOG                                                         |
|---------|--------|--------|-------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|         |        |        |       |      | LPUART1_CTS<br>UART1_CTS                                                              |                                                                |
| 49      | 31     | 23     | 16    | DVSS |                                                                                       |                                                                |
| 50      | 32     | 24     | 17    | DVCC |                                                                                       |                                                                |
| 51      | 33     | 25     |       | PB12 | SPI1_CS<br>TIM3_BK<br>LPUART0_TXD<br>TIM0_BK<br>LPUART0_RTS<br>TIM6_CHA               | AIN19<br>VC1_INP9<br>OP1_INN<br>SEG8                           |
| 52      | 34     | 26     |       | PB13 | SPI1_SCK<br>I2C1_SCL<br>TIM3_CH0B<br>LPUART0_CTS<br>TIM1_CHA<br>TIM1_GATE<br>TIM6_CHB | AIN20<br>VC1_INP10<br>OP1_INP<br>SEG7                          |
| 53      | 35     | 27     |       | PB14 | SPI1_MISO<br>I2C1_SDA<br>TIM3_CH1B<br>TIM0_CHA<br>RTC_1HZ<br>LPUART0_RTS<br>TIM1_BK   | AIN21,<br>VC1_INP11<br>VC2_INP9<br>VC2_INN5<br>OP1_OUT<br>SEG6 |
| 54      | 36     | 28     |       | PB15 | SPI1_MOSI<br>TIM3_CH2B<br>TIM0_CHB<br>TIM0_GATE<br>LPUART1_RXD                        | AIN22,<br>OP0_INN<br>SEG5                                      |
| 55      |        |        |       | PD08 | LPUART0_TXD<br>I2S0_SCK                                                               | OP0_OUT4<br>SEG47                                              |
| 56      |        |        |       | PD09 | LPUART0_RXD<br>I2S0_MCK                                                               | VC2_INP10<br>OP0_OUT3<br>SEG46                                 |
| 57      |        |        |       | PD10 | LPUART0_TXD<br>I2S0_SD                                                                | VC2_INP11<br>VC2_INN6<br>OP0_OUT2<br>SEG45                     |
| 58      |        |        |       | PD11 | LPUART0_CTS<br>I2S0_WS                                                                | VC2_INP12<br>VC2_INN7<br>OP0_OUT1<br>SEG44                     |
| 59      |        |        |       | PD12 | LPUART0_RTS<br>UART2_RTS                                                              | SEG43                                                          |
| 60      |        |        |       | PD13 | UART2_RXD<br>I2S0_SDIN                                                                | SEG42                                                          |
| 61      |        |        |       | PD14 | UART2_TXD                                                                             | SEG41                                                          |
| 62      |        |        |       | PD15 | CRS_SYNC<br>UART2_CTS                                                                 | SEG40                                                          |
| 63      | 37     |        |       | PC06 | PCA_CH0<br>TIM4_CHA<br>TIM2_CHA<br>LPTIM1_GATE<br>UART3_RXD<br>I2S1_SCK               | OP0_INP<br>SEG4                                                |
| 64      | 38     |        |       | PC07 | PCA_CH1<br>TIM5_CHA<br>TIM2_CHB<br>LPTIM1_EXT<br>UART3_TXD<br>I2S1_MCK                | VC2_INP13<br>VC2_INN8<br>OP0_OUT<br>SEG3                       |

| LQFP100 | LQFP64       | LQFP48       | QFN32 | NAME  | DIGITAL                                                                            | ANALOG |
|---------|--------------|--------------|-------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 65      | 39           |              |       | PC08  | PCA_CH2<br>TIM6_CHA<br>TIM2_ETR<br>LPTIM1_TOG<br>UART3_CTS<br>I2S1_SD              | SEG2   |
| 66      | 40           |              |       | PC09  | PCA_CH3<br>TIM4_CHB<br>TIM1_ETR<br>LPTIM1_TOGN<br>UART3_RTS<br>I2S1_WS             | SEG1   |
| 67      | 41           | 29           | 18    | PA08  | UART0_TXD<br>TIM3_CH0A<br>CRS_SYNC<br>CAN_STBY<br>TIM1_GATE<br>TIM4_CHA<br>TIM3_BK | SEG0   |
| 68      | 42           | 30           | 19    | PA09  | UART0_TXD<br>TIM3_CH1A<br>TIM0_BK<br>I2C0_SCL<br>HCLK_OUT<br>TIM5_CHA              | COM0   |
| 69      | 43           | 31           | 20    | PA10  | UART0_RXD<br>TIM3_CH2A<br>TIM2_BK<br>I2C0_SDA<br>TIM2_GATE<br>PCLK_OUT<br>TIM6_CHA | COM1   |
|         | 44<br>(L073) | 32<br>(L073) |       | PA11  | UART0_CTS<br>TIM3_GATE<br>I2C1_SCL<br>CAN_RX<br>VC0_OUT<br>SPI0_MISO<br>TIM4_CHB   | COM2   |
|         | 45<br>(L073) | 33<br>(L073) |       | PA12  | UART0_RTS<br>TIM3_ETR<br>I2C1_SDA<br>CAN_TX<br>VC1_OUT<br>SPI0_MOSI<br>PCNT_S0     | COM3   |
| 70      | 44 (L072)    | 32 (L072)    | 21    | USBDM |                                                                                    |        |
| 71      | 45 (L072)    | 33 (L072)    | 22    | USBDP |                                                                                    |        |
| 72      | 46           | 34           | 23    | PA13  | IR_OUT<br>UART0_RXD<br>LVD_OUT<br>TIM3_ETR<br>RTC_1HZ<br>PCNT_S1<br>VC2_OUT        | SWDIO  |
| 73      |              |              |       | PF06  | I2C1_SCL<br>LPUART1_CTS<br>UART0_CTS                                               | COM2   |
|         |              |              |       | PF07  | I2C1_SDA<br>LPUART1_RTS<br>UART0_RTS                                               |        |
|         | 47 (L073)    | 35 (L073)    |       | DVSS  |                                                                                    |        |

| LQFP100 | LQFP64    | LQFP48    | QFN32 | NAME     | DIGITAL                                                                             | ANALOG                                |
|---------|-----------|-----------|-------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|         | 48 (L073) | 36 (L073) |       | DVCC     |                                                                                     |                                       |
| 74      | 47 (L072) | 35 (L072) |       | AVSS_USB |                                                                                     |                                       |
| 75      | 48 (L072) | 36 (L072) | 24    | AVCC_USB |                                                                                     |                                       |
| 76      | 49        | 37        | 25    | PA14     | UART1_TXD<br>UART0_TXD<br>TIM3_CH2A<br>LVD_OUT<br>RCH_OUT<br>RCL_OUT<br>PLL_OUT     | SWCLK                                 |
| 77      | 50        | 38        |       | PA15     | SPI0_CS<br>UART1_RXD<br>LPUART1_RTS<br>TIM0_ETR<br>TIM0_CHA<br>TIM3_CH1A            | COM3                                  |
| 78      | 51        |           |       | PC10     | LPUART1_TXD<br>LPUART0_TXD<br>PCA_CH2                                               | COM4/ SEG39                           |
| 79      | 52        |           |       | PC11     | LPUART1_RXD<br>LPUART0_RXD<br>PCA_CH3<br>PCNT_S0FO                                  | COM5/ SEG38                           |
| 80      | 53        |           |       | PC12     | LPUART0_TXD<br>LPUART1_TXD<br>PCA_CH4<br>PCNT_S1FO                                  | COM6/ SEG37                           |
| 81      |           |           |       | PD00     | CAN_RX<br>SPI1_CS                                                                   |                                       |
| 82      |           |           |       | PD01     | CAN_TX<br>SPI1_SCK                                                                  |                                       |
| 83      | 54        |           |       | PD02     | PCA_ECI<br>LPUART0_RTS<br>TIM1_ETR                                                  | COM7/ SEG36                           |
| 84      |           |           |       | PD03     | UART1_CTS<br>SPI1_MISO<br>LPTIM1_TOG<br>I2S1_SCK                                    |                                       |
| 85      |           |           |       | PD04     | UART1_RTS<br>SPI1_MOSI<br>LPTIM1_TOGN<br>I2S1_MCK                                   |                                       |
| 86      |           |           |       | PD05     | UART1_TXD<br>LPTIM1_GATE<br>CAN_STBY<br>I2S1_SD                                     |                                       |
| 87      |           |           |       | PD06     | UART1_RXD<br>LPTIM1_EXT<br>I2S1_WS                                                  |                                       |
| 88      |           |           |       | PD07     | UART1_TXD<br>I2S1_SDIN                                                              |                                       |
| 89      | 55        | 39        |       | PB03     | SPI0_SCK<br>TIM0_CHB<br>TIM1_GATE<br>TIM3_CH0A<br>LPTIM0_GATE<br>XTL_OUT<br>XTH_OUT | VC1_INN9<br>SEG35/VLCDH               |
| 90      | 56        | 40        | 26    | PB04     | SPI0_MISO<br>PCA_CH0<br>TIM2_BK                                                     | VC0_INP12<br>VC1_INP12<br>SEG34/VLCD3 |

| LQFP100 | LQFP64 | LQFP48 | QFN32 | NAME       | DIGITAL                                                                                | ANALOG                                 |
|---------|--------|--------|-------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|         |        |        |       |            | UART0_CTS<br>TIM2_GATE<br>TIM3_CH0B<br>LPTIM0_EXT                                      |                                        |
| 91      | 57     | 41     | 27    | PB05       | SPI0_MOSI<br>TIM1_BK<br>PCA_CH1<br>LPTIM0_GATE<br>PCNT_S0<br>UART0_RTS                 | VC0_INP13<br>SEG33/ VLCD2              |
| 92      | 58     | 42     |       | PB06       | I2C0_SCL<br>UART0_TXD<br>TIM1_CHB<br>TIM0_CHA<br>LPTIM0_EXT<br>TIM3_CH0A<br>LPTIM0_TOG | VC0_INP14<br>VC1_INP14<br>SEG32/ VLCD1 |
| 93      | 59     | 43     |       | PB07       | I2C0_SDA<br>UART0_RXD<br>TIM2_CHB<br>LPUART1_CTS<br>TIM0_CHB<br>LPTIM0_TOGN<br>PCNT_S1 | VC1_INP15<br>LVD2<br>SEG31             |
| 94      | 60     | 44     | 28    | BOOT0/PF11 |                                                                                        | SEG30                                  |
| 95      | 61     | 45     | 29    | PB08       | I2C0_SCL<br>TIM1_CHA<br>CAN_RX<br>TIM2_CHA<br>TIM0_GATE<br>TIM3_CH2A<br>UART0_TXD      | LVD1<br>SEG29                          |
| 96      | 62     | 46     | 30    | PB09       | I2C0_SDA<br>IR_OUT<br>SPI1_CS<br>TIM2_CHA<br>CAN_TX<br>TIM2_CHB<br>UART0_RXD           | SEG28                                  |
| 97      |        |        |       | PE00       | TIM1_CHA                                                                               |                                        |
| 98      |        |        |       | PE01       | TIM2_CHA                                                                               |                                        |
| 99      | 63     | 47     | 31    | DVSS       |                                                                                        |                                        |
| 100     | 64     | 48     |       | DVCC       |                                                                                        |                                        |

每个引脚的数字功能由 PSEL 位域进行控制，详见下表。

| PxSEL |             |             |             |             |             |             |             |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0     | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           |
| PA00  | UART1_CTS   | LPUART1_TXD | TIM0_ETR    | VC0_OUT     | TIM1_CHA    | TIM3_ETR    | TIM0_CHA    |
| PA01  | UART1_RTS   | LPUART1_RXD | TIM0_CHB    | TIM1_ETR    | TIM1_CHB    | HCLK_OUT    | SPI1_MOSI   |
| PA02  | UART1_TXD   | TIM0_CHA    | VC1_OUT     | TIM1_CHA    | TIM2_CHA    | PCLK_OUT    | SPI1_MISO   |
| PA03  | UART1_RXD   | TIM0_GATE   | TIM1_CHB    | TIM2_CHB    | SPI1_CS     | TIM3_CH1A   | TIM5_CHA    |
| PA04  | SPI0_CS     | UART1_TXD   | PCA_CH4     | TIM2_ETR    | TIM5_CHA    | LVD_OUT     | TIM3_CH2B   |
| PA05  | SPI0_SCK    | TIM0_ETR    | PCA_ECI     | TIM0_CHA    | TIM5_CHB    | XTL_OUT     | XTH_OUT     |
| PA06  | SPI0_MISO   | PCA_CH0     | TIM3_BK     | TIM1_CHA    | VC0_OUT     | TIM3_GATE   | LPUART0_CTS |
| PA07  | SPI0_MOSI   | PCA_CH1     | HCLK_OUT    | TIM3_CH0B   | TIM2_CHA    | VC1_OUT     | TIM4_CHB    |
| PA08  | UART0_TXD   | TIM3_CH0A   | CRS_SYNC    | CAN_STBY    | TIM1_GATE   | TIM4_CHA    | TIM3_BK     |
| PA09  | UART0_TXD   | TIM3_CH1A   | TIM0_BK     | I2C0_SCL    |             | HCLK_OUT    | TIM5_CHA    |
| PA10  | UART0_RXD   | TIM3_CH2A   | TIM2_BK     | I2C0_SDA    | TIM2_GATE   | PCLK_OUT    | TIM6_CHA    |
| PA11  | UART0_CTS   | TIM3_GATE   | I2C1_SCL    | CAN_RX      | VC0_OUT     | SPI0_MISO   | TIM4_CHB    |
| PA12  | UART0_RTS   | TIM3_ETR    | I2C1_SDA    | CAN_TX      | VC1_OUT     | SPI0_MOSI   | PCNT_S0     |
| PA13  | IR_OUT      | UART0_RXD   | LVD_OUT     | TIM3_ETR    | RTC_1HZ     | PCNT_S1     | VC2_OUT     |
| PA14  | UART1_TXD   | UART0_TXD   | TIM3_CH2A   | LVD_OUT     | RCH_OUT     | RCL_OUT     | PLL_OUT     |
| PA15  | SPI0_CS     | UART1_RXD   | LPUART1_RTS | TIM0_ETR    | TIM0_CHA    | TIM3_CH1A   |             |
| PB00  | PCA_CH2     | TIM3_CH1B   | LPUART0_TXD | TIM5_CHB    | RCH_OUT     | RCL_OUT     | PLL_OUT     |
| PB01  | PCA_CH3     | PCLK_OUT    | TIM3_CH2B   | TIM6_CHB    | LPUART0_RTS | VC2_OUT     | TCLK_OUT    |
| PB02  | LPTIM0_TOG  | PCA_ECI     | LPUART1_TXD | TIM4_CHA    | TIM1_BK     | TIM0_BK     | TIM2_BK     |
| PB03  | SPI0_SCK    | TIM0_CHB    | TIM1_GATE   | TIM3_CH0A   | LPTIM0_GATE | XTL_OUT     | XTH_OUT     |
| PB04  | SPI0_MISO   | PCA_CH0     | TIM2_BK     | UART0_CTS   | TIM2_GATE   | TIM3_CH0B   | LPTIM0_EXT  |
| PB05  | SPI0_MOSI   |             | TIM1_BK     | PCA_CH1     | LPTIM0_GATE | PCNT_S0     | UART0_RTS   |
| PB06  | I2C0_SCL    | UART0_TXD   | TIM1_CHB    | TIM0_CHA    | LPTIM0_EXT  | TIM3_CH0A   | LPTIM0_TOG  |
| PB07  | I2C0_SDA    | UART0_RXD   | TIM2_CHB    | LPUART1_CTS | TIM0_CHB    | LPTIM0_TOGN | PCNT_S1     |
| PB08  | I2C0_SCL    | TIM1_CHA    | CAN_RX      | TIM2_CHA    | TIM0_GATE   | TIM3_CH2A   | UART0_TXD   |
| PB09  | I2C0_SDA    | IR_OUT      | SPI1_CS     | TIM2_CHA    | CAN_TX      | TIM2_CHB    | UART0_RXD   |
| PB10  | I2C1_SCL    | SPI1_SCK    | TIM1_CHA    | LPUART0_TXD | TIM3_CH1A   | LPUART1_RTS | UART1_RTS   |
| PB11  | I2C1_SDA    | TIM1_CHB    | LPUART0_RXD | TIM2_GATE   | TIM6_CHA    | LPUART1_CTS | UART1_CTS   |
| PB12  | SPI1_CS     | TIM3_BK     | LPUART0_TXD | TIM0_BK     |             | LPUART0_RTS | TIM6_CHA    |
| PB13  | SPI1_SCK    | I2C1_SCL    | TIM3_CH0B   | LPUART0_CTS | TIM1_CHA    | TIM1_GATE   | TIM6_CHB    |
| PB14  | SPI1_MISO   | I2C1_SDA    | TIM3_CH1B   | TIM0_CHA    | RTC_1HZ     | LPUART0_RTS | TIM1_BK     |
| PB15  | SPI1_MOSI   | TIM3_CH2B   | TIM0_CHB    | TIM0_GATE   |             |             | LPUART1_RXD |
| PC00  | LPTIM0_GATE | PCNT_S0     | UART1_CTS   | UART2_RTS   | I2S0_MCK    |             |             |
| PC01  | LPTIM0_TOG  | TIM5_CHB    | UART1_RTS   | PCNT_S0FO   | I2S0_SD     | UART2_CTS   |             |
| PC02  | SPI1_MISO   | LPTIM0_TOGN | PCNT_S1     | UART2_RXD   |             |             |             |
| PC03  | SPI1_MOSI   | LPTIM0_EXT  | LPTIM0_TOGN | PCNT_S1FO   | UART2_TXD   |             |             |

| PxSEL |             |             |             |             |           |           |   |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|---|
| 0     | 1           | 2           | 3           | 4           | 5         | 6         | 7 |
| PC04  | LPUART0_TXD | TIM2_ETR    | IR_OUT      | VC2_OUT     | I2S0_WS   |           |   |
| PC05  | LPUART0_RXD | TIM6_CHB    | PCA_CH4     |             | I2S0_SDIN |           |   |
| PC06  | PCA_CH0     | TIM4_CHA    | TIM2_CHA    | LPTIM1_GATE | I2S1_SCK  | UART3_RXD |   |
| PC07  | PCA_CH1     | TIM5_CHA    | TIM2_CHB    | LPTIM1_EXT  | I2S1_MCK  | UART3_TXD |   |
| PC08  | PCA_CH2     | TIM6_CHA    | TIM2_ETR    | LPTIM1_TOG  | I2S1_SD   | UART3_CTS |   |
| PC09  | PCA_CH3     | TIM4_CHB    | TIM1_ETR    | LPTIM1_TOGN | I2S1_WS   | UART3_RTS |   |
| PC10  | LPUART1_TXD | LPUART0_TXD | PCA_CH2     |             |           |           |   |
| PC11  | LPUART1_RXD | LPUART0_RXD | PCA_CH3     | PCNT_S0FO   |           |           |   |
| PC12  | LPUART0_TXD | LPUART1_TXD | PCA_CH4     | PCNT_S1FO   |           |           |   |
| PC13  |             | RTC_1HZ     | TIM3_CH1B   |             | I2S0_SCK  |           |   |
| PC14  |             |             |             |             |           |           |   |
| PC15  |             |             |             |             |           |           |   |
| PD00  | CAN_RX      | SPI1_CS     |             |             |           |           |   |
| PD01  | CAN_TX      | SPI1_SCK    |             |             |           |           |   |
| PD02  | PCA_ECI     | LPUART0_RTS | TIM1_ETR    |             |           |           |   |
| PD03  | UART1_CTS   | SPI1_MISO   | LPTIM1_TOG  | I2S1_SCK    |           |           |   |
| PD04  | UART1_RTS   | SPI1_MOSI   | LPTIM1_TOGN | I2S1_MCK    |           |           |   |
| PD05  | UART1_TXD   | LPTIM1_GATE | CAN_STBY    | I2S1_SD     |           |           |   |
| PD06  | UART1_RXD   | LPTIM1_EXT  |             | I2S1_WS     |           |           |   |
| PD07  | UART1_TXD   |             |             | I2S1_SDIN   |           |           |   |
| PD08  | LPUART0_TXD | I2S0_SCK    |             |             |           |           |   |
| PD09  | LPUART0_RXD | I2S0_MCK    |             |             |           |           |   |
| PD10  | LPUART0_TXD | I2S0_SD     |             |             |           |           |   |
| PD11  | LPUART0_CTS | I2S0_WS     |             |             |           |           |   |
| PD12  | LPUART0_RTS | UART2_RTS   |             |             |           |           |   |
| PD13  | UART2_RXD   | I2S0_SDIN   |             |             |           |           |   |
| PD14  | UART2_TXD   |             |             |             |           |           |   |
| PD15  | CRS_SYNC    | UART2_CTS   |             |             |           |           |   |
| PE00  | TIM1_CHA    |             |             |             |           |           |   |
| PE01  | TIM2_CHA    |             |             |             |           |           |   |
| PE02  | PCA_ECI     |             |             |             |           |           |   |
| PE03  | PCA_CH0     |             |             |             |           |           |   |
| PE04  | PCA_CH1     |             |             |             |           |           |   |
| PE05  | PCA_CH2     |             |             |             |           |           |   |
| PE06  | PCA_CH3     |             |             |             |           |           |   |
| PE07  | TIM3_ETR    | LPTIM1_GATE |             |             |           |           |   |
| PE08  | TIM3_CH0B   | LPTIM1_EXT  |             |             |           |           |   |



| PxSEL |           |             |           |   |   |   |   |
|-------|-----------|-------------|-----------|---|---|---|---|
| 0     | 1         | 2           | 3         | 4 | 5 | 6 | 7 |
| PE09  | TIM3_CH0A | LPTIM1_TOG  |           |   |   |   |   |
| PE10  | TIM3_CH1B | LPTIM1_TOGN |           |   |   |   |   |
| PE11  | TIM3_CH1A |             |           |   |   |   |   |
| PE12  | TIM3_CH2B | SPI0_CS     | UART3_CTS |   |   |   |   |
| PE13  | TIM3_CH2A | SPI0_SCK    | UART3_RTS |   |   |   |   |
| PE14  | TIM3_CH0B | SPI0_MISO   | UART3_RXD |   |   |   |   |
| PE15  | TIM3_BK   | SPI0_MOSI   | UART3_TXD |   |   |   |   |
| PF00  | I2C0_SDA  | CRS_SYNC    | UART1_TXD |   |   |   |   |
| PF01  | I2C0_SCL  |             | UART1_RXD |   |   |   |   |
| PF02  |           |             |           |   |   |   |   |
| PF03  |           |             |           |   |   |   |   |
| PF04  |           |             |           |   |   |   |   |
| PF05  |           |             |           |   |   |   |   |
| PF06  | I2C1_SCL  | LPUART1_CTS | UART0_CTS |   |   |   |   |
| PF07  | I2C1_SDA  | LPUART1_RTS | UART0_RTS |   |   |   |   |
| PF09  | TIM0_CHA  |             |           |   |   |   |   |
| PF10  | TIM0_CHB  |             |           |   |   |   |   |
| PF11  |           |             |           |   |   |   |   |

### 3.3 模块信号说明

表 3-1 模块信号说明

| 模块                                  | 引脚名称          | 描述                                                                                                                                            |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 电源                                  | DVCC          | 数字电源                                                                                                                                          |
|                                     | AVCC          | 模拟电源                                                                                                                                          |
|                                     | DVSS          | 数字地                                                                                                                                           |
|                                     | AVSS          | 模拟地                                                                                                                                           |
|                                     | AVCC_USB      | USB 模块电源（不大于 3.6V，详见【电气特性】）                                                                                                                   |
|                                     | AVSS_USB      | USB 模块地                                                                                                                                       |
|                                     | VCAP          | LDO 内核供电输出（仅限内部电路使用，需外接不小于 1uF 的去耦电容）                                                                                                         |
| ISP                                 | BOOT0         | 当复位时 BOOT0 (PF11) 管脚为高电平，芯片工作于 ISP 编程模式，可通过 ISP 协议对 FLASH 进行编程<br>当复位时 BOOT0 (PF11) 管脚为低电平，芯片工作于用户模式，芯片执行 FLASH 内的程序代码，可通过 SWD 协议对 FLASH 进行编程 |
| ADC                                 | AIN0~AIN35    | ADC 输入通道 0~35                                                                                                                                 |
|                                     | ADC_VREF      | ADC 外部参考电压                                                                                                                                    |
| VC                                  | VCIN0~VCIN15  | VC 输入 0~15                                                                                                                                    |
|                                     | VC0_OUT       | VC0 比较输出                                                                                                                                      |
|                                     | VC1_OUT       | VC1 比较输出                                                                                                                                      |
|                                     | VC2_OUT       | VC2 比较输出                                                                                                                                      |
| LVD                                 | LVDIN0        | 电压侦测输入 0                                                                                                                                      |
|                                     | LVDIN1        | 电压侦测输入 1                                                                                                                                      |
|                                     | LVDIN2        | 电压侦测输入 2                                                                                                                                      |
|                                     | LVD_OUT       | 电压侦测输出                                                                                                                                        |
| OPA<br>x=0,1,2,3,4                  | OPx_INN       | OPA 负端输入                                                                                                                                      |
|                                     | OPx_INP       | OPA 正端输入                                                                                                                                      |
|                                     | OPx_OUTy      | OPA 输出                                                                                                                                        |
| LCD<br>x=0~7<br>y=0-52<br>z=1,2,3,H | COMx          | LCD 公共端输出                                                                                                                                     |
|                                     | SEGY<br>VLCDz | LCD 区段端输出                                                                                                                                     |
|                                     |               | 外部电阻模式，外部电容模式使用管脚                                                                                                                             |
| UART<br>x=0,1,2,3                   | UARTx_TXD     | UARTx 数据发送端                                                                                                                                   |
|                                     | UARTx_RXD     | UARTx 数据接收端                                                                                                                                   |
|                                     | UARTx_CTS     | UARTx CTS                                                                                                                                     |
|                                     | UARTx_RTS     | UARTx RTS                                                                                                                                     |
| LPUART<br>x=0,1                     | LPUARTx_TXD   | LPUART 数据发送端                                                                                                                                  |
|                                     | LPUARTx_RXD   | LPUART 数据接收端                                                                                                                                  |
|                                     | LPUARTx_CTS   | LPUART CTS                                                                                                                                    |
|                                     | LPUARTx_RTS   | LPUART RTS                                                                                                                                    |

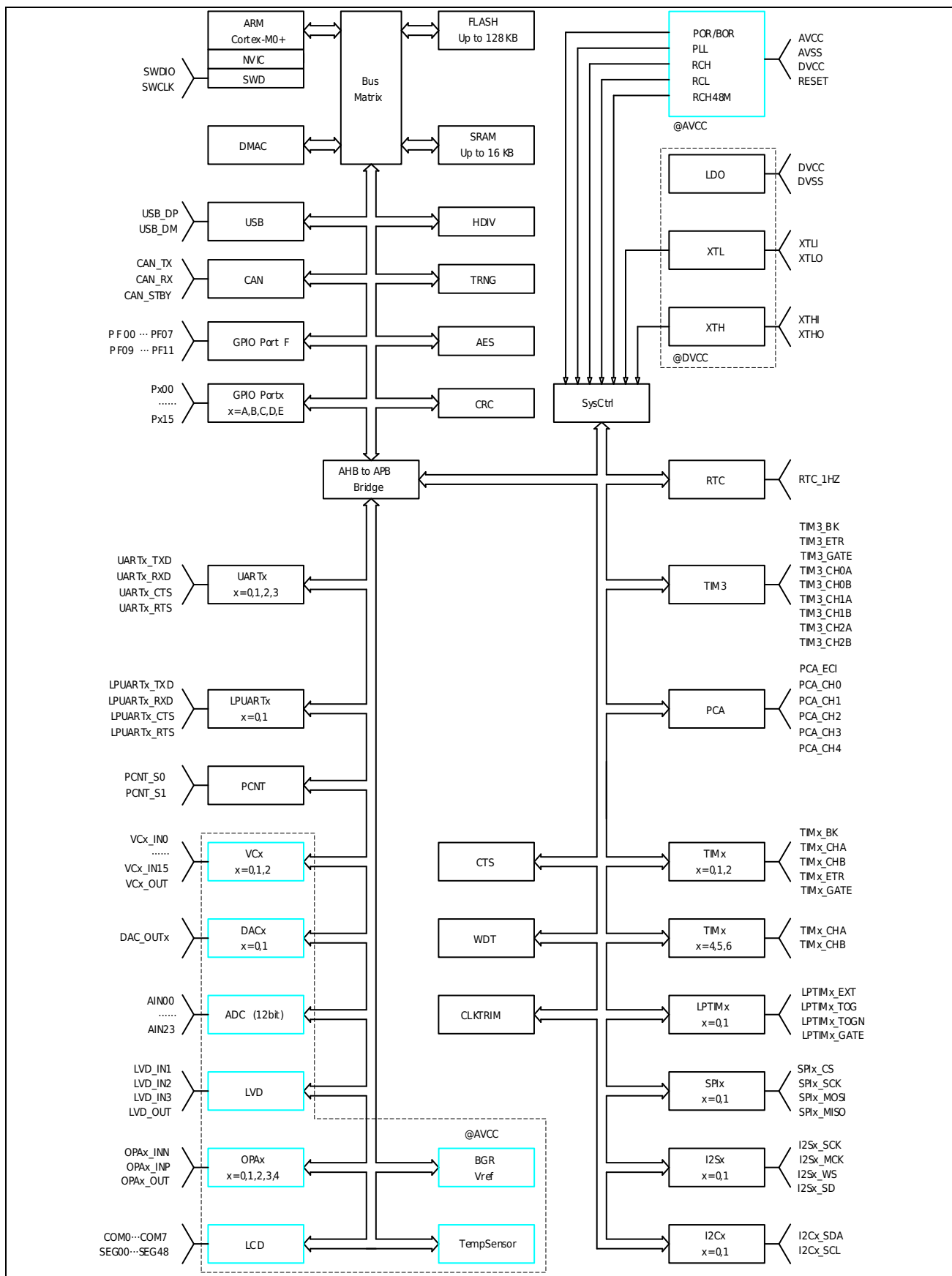
| 模块                        | 引脚名称        | 描述                           |
|---------------------------|-------------|------------------------------|
| I2Sx<br>x=0,1             | I2Sx_CK     | I2S 模块时钟信号                   |
|                           | I2Sx_WS     | I2S 模块字选信号                   |
|                           | I2Sx_MCK    | I2S 模块主模式时钟输出                |
|                           | I2Sx_SD     | I2S 模块数据输入输出                 |
| USB                       | USB_DP      | USB 信号                       |
|                           | USB_DM      | USB 信号                       |
| CAN                       | CAN_TX      | CAN TX 输出信号                  |
|                           | CAN_RX      | CAN RX 输入信号                  |
|                           | CAN_STBY    | CAN STBY 信号                  |
| CTS                       | CTS_SYNC    | CTS 外部同步信号                   |
| SPI<br>x=0,1              | SPIx_MISO   | SPI 模块主机输入从机输出数据信号           |
|                           | SPIx_MOSI   | SPI 模块主机输出从机输入数据信号           |
|                           | SPIx_SCK    | SPI 模块时钟信号                   |
|                           | SPIx_CS     | SPI 片选                       |
| I2C<br>x=0,1              | I2Cx_SDA    | I2C 模块数据信号                   |
|                           | I2Cx_SCL    | I2C 模块时钟信号                   |
| 通用定时器<br>TIMx<br>x=0,1,2  | TIMx_CHA    | Timer 的捕获输入比较输出 A            |
|                           | TIMx_CHB    | Timer 的捕获输入比较输出 B            |
|                           | TIMx_ETR    | Timer 的外部计数输入信号              |
|                           | TIMx_GATE   | Timer 的门控信号                  |
| 通用定时器<br>TIM3<br>y=0,1,2  | TIM3_CHyA   | Timer 的捕获输入比较输出 A            |
|                           | TIM3_CHyB   | Timer 的捕获输入比较输出 B            |
|                           | TIM3_ETR    | Timer 的外部计数输入信号              |
|                           | TIM3_GATE   | Timer 的门控信号                  |
| 低功耗定时器<br>LPTIMx<br>x=0,1 | LPTIMx_TOG  | LPTimer 的翻转输出信号              |
|                           | LPTIMx_TOGN | LPTimer 的翻转输出反向信号            |
|                           | LPTIMx_EXT  | LPTimer 的外部计数输入信号            |
|                           | LPTIMx_GATE | LPTimer 的门控信号                |
| 可编程计数阵列 PCA               | PCA_ECI     | 外部时钟输入信号                     |
|                           | PCA_CH0     | 捕获输入/比较输出/PWM 输出 0           |
|                           | PCA_CH1     | 捕获输入/比较输出/PWM 输出 1           |
|                           | PCA_CH2     | 捕获输入/比较输出/PWM 输出 2           |
|                           | PCA_CH3     | 捕获输入/比较输出/PWM 输出 3           |
|                           | PCA_CH4     | 捕获输入/比较输出/PWM 输出 4           |
| PCNT                      | PCNT_S0     | PCNT 脉冲计数输入 0                |
|                           | PCNT_S1     | PCNT 脉冲计数输入 1                |
| 高级定时器<br>Advanced Timer   | TIM4_CHA    | Advanced Timer4 比较输出/捕获输入端 A |
|                           | TIM4_CHB    | Advanced Timer4 比较输出/捕获输入端 B |

| 模块 | 引脚名称     | 描述                           |
|----|----------|------------------------------|
|    | TIM5_CHA | Advanced Timer5 比较输出/捕获输入端 A |
|    | TIM5_CHB | Advanced Timer5 比较输出/捕获输入端 B |
|    | TIM6_CHA | Advanced Timer6 比较输出/捕获输入端 A |
|    | TIM6_CHB | Advanced Timer6 比较输出/捕获输入端 B |

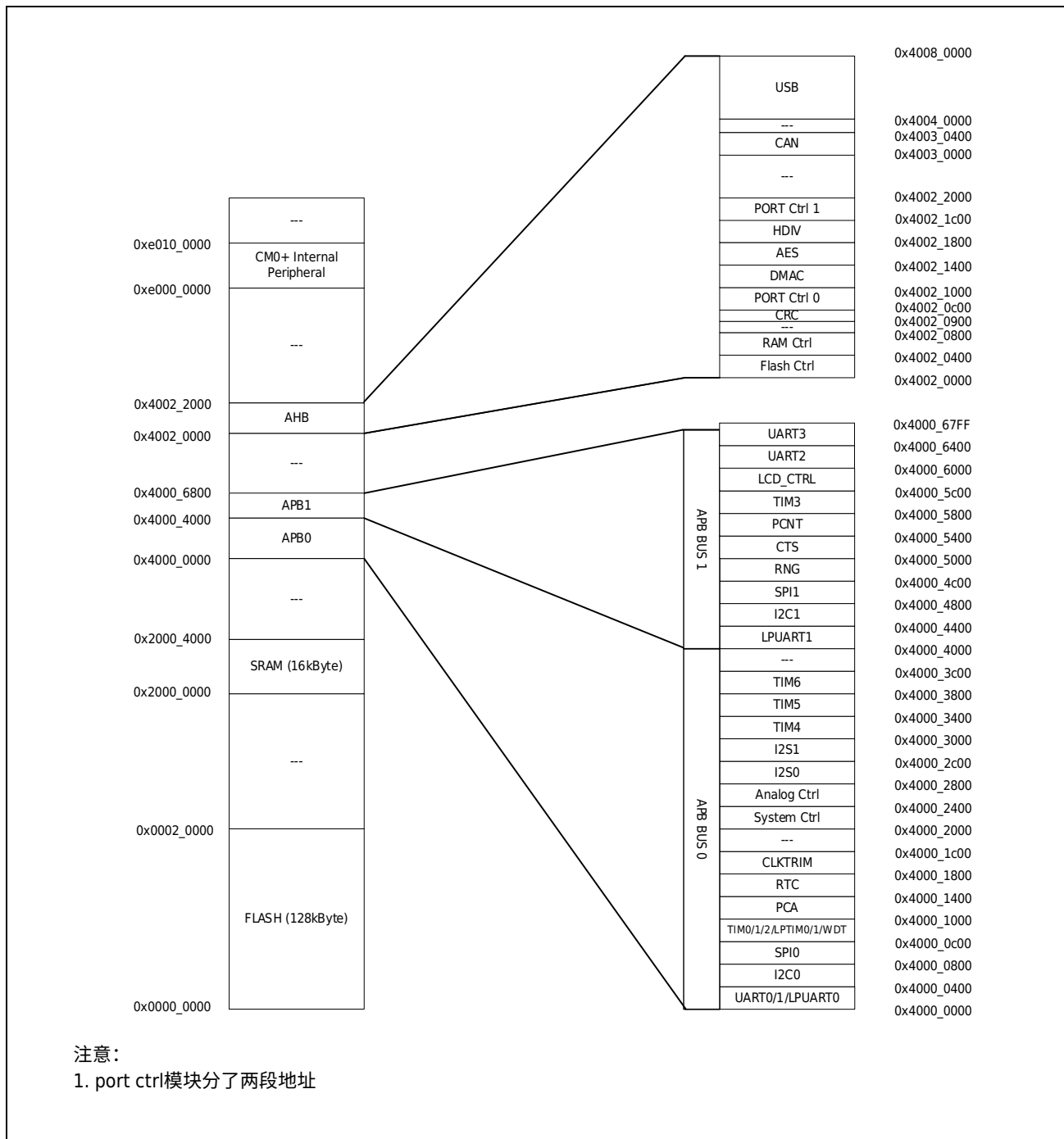
**注意：**

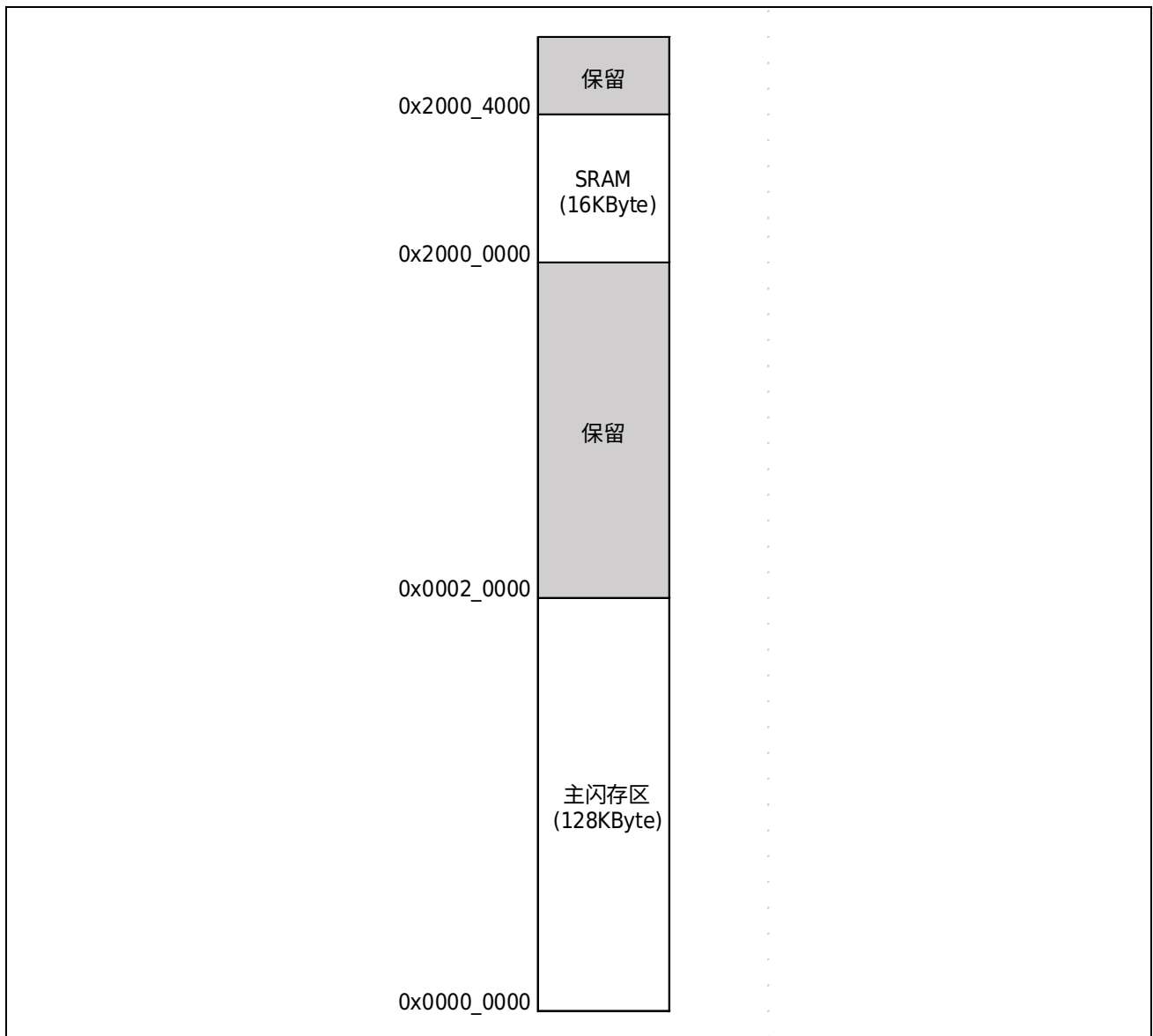
- IO 端口复位为输入高阻状态，休眠模式和深度休眠模式保持之前的端口状态。

## 4 功能框图

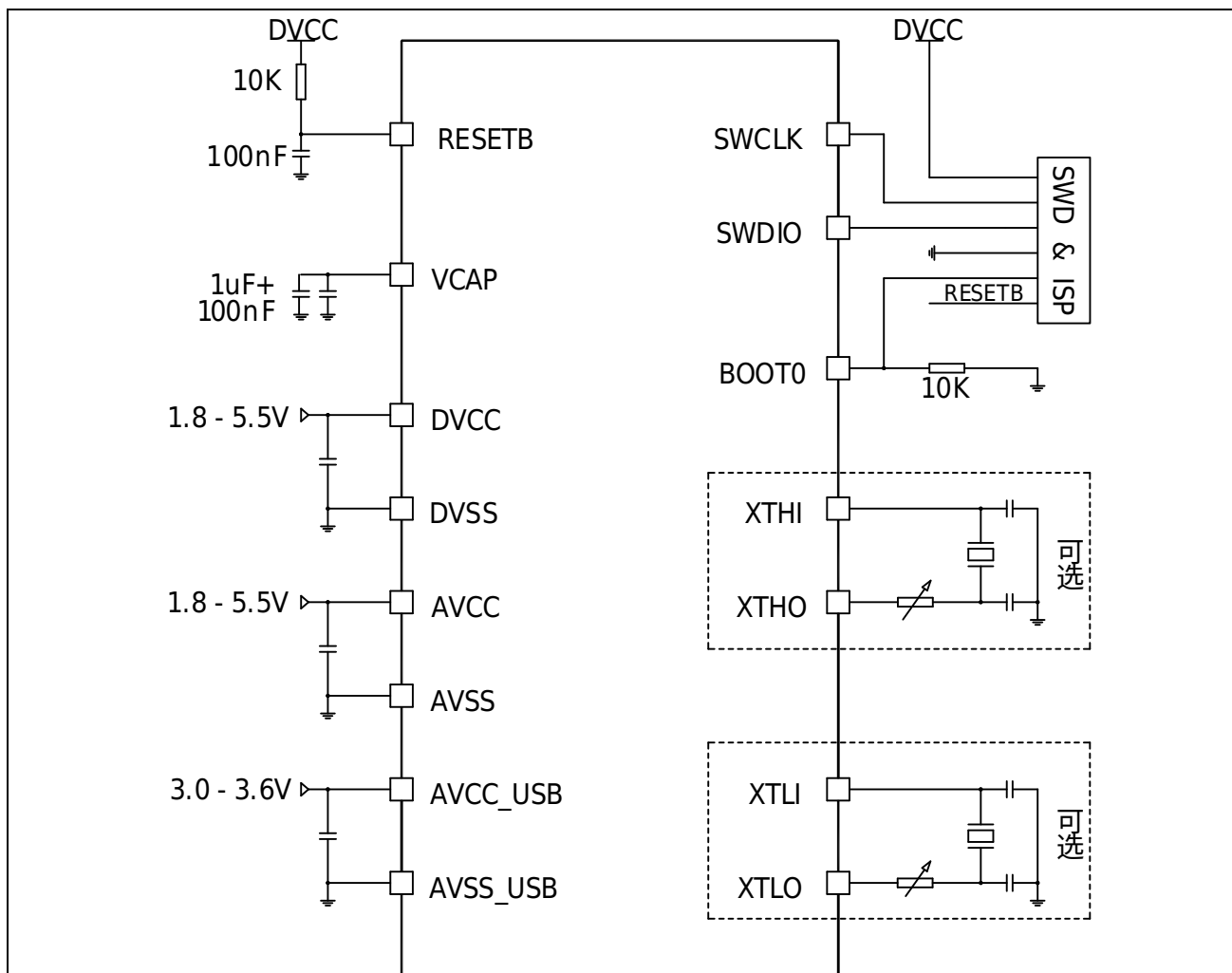


## 5 存储区映射图





## 6 典型应用电路图



### 注意:

- AVCC 与 DVCC 电压必须相同。
- 当向 AVCC\_USB 供电时，AVCC 与 DVCC 的电压应不小于 AVCC\_USB。
- 当不使用 USB 功能时，AVCC\_USB 的管脚建议悬空或接地。
- 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 电气特性

### 7.1 测试条件

除非特别说明，所有电压的都以 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  $T_A=T_{Amax}$  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  $VCC=3.3\text{V}$  ( $1.8\text{V} \leq VCC \leq 5.5\text{V}$  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 $\pm 2\sigma$ )。

## 7.2 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。

表 7-1 电压特性

| 符号                     | 描述                                     | 最小值         | 最大值       | 单位 |
|------------------------|----------------------------------------|-------------|-----------|----|
| VCC - VSS              | 外部主供电电压(包含 AVCC 和 DVCC) <sup>(1)</sup> | -0.3        | 5.5       | V  |
| AVCC_USB               | USB 模块供电电压 <sup>(2)</sup>              | 3.0         | 3.6       | V  |
| V <sub>IN</sub>        | 在其它引脚上的输入电压 <sup>(3)</sup>             | VSS-0.3     | VCC + 0.3 | V  |
| ΔVCCx                  | 不同供电引脚之间的电压差                           |             | 50        | mV |
| VSSx - VSS             | 不同接地引脚之间的电压差                           |             | 50        | mV |
| V <sub>ESD</sub> (HBM) | ESD 静电放电电压(人体模型)                       | 参考绝对最大值电气参数 |           | V  |

1. 所有的电源(DVCC, AVCC)和地(DVSS, AVSS)引脚必须始终连接到外部允许范围内的供电系统上。
2. AVCC\_USB 不可高于 AVCC/DVCC 0.3V。
3. I<sub>INJ(PIN)</sub>绝对不可以超过它的极限，即保证 V<sub>IN</sub> 不超过其最大值。如果不能保证 V<sub>IN</sub> 不超过其最大值，也要保证在外部限制 I<sub>INJ(PIN)</sub>不超过其最大值。当 V<sub>IN</sub>>VCC 时，有一个正向注入电流；当 V<sub>IN</sub><VSS 时，有一个反向注入电流。

表 7-2 电流特性

| 符号                                       | 描述                                        | 最大值 <sup>(1)</sup> | 单位 |
|------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------|----|
| I <sub>VCC</sub>                         | 经过 DVCC/AVCC 电源线的总电流(供应电流) <sup>(1)</sup> | 300                | mA |
| I <sub>VSS</sub>                         | 经过 VSS 地线的总电流(流出电流) <sup>(1)</sup>        | 300                | mA |
| I <sub>I/O</sub>                         | 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 <sub>INJ(PIN)</sub> <sup>(2) (3)</sup> | 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 <sup>(4)</sup>                  | +/-5               | mA |
| ΣI <sub>INJ(PIN)</sub> <sup>(2)</sup>    | 所有 I/O 和控制引脚上的总注入电流 <sup>(4)</sup>        | +/-25              | mA |

1. 所有的电源(DVCC, AVCC)和地(DVSS, AVSS)引脚必须始终连接到外部允许范围内的供电系统上。
2. I<sub>INJ(PIN)</sub>绝对不可以超过它的极限，即保证 V<sub>IN</sub> 不超过其最大值。如果不能保证 V<sub>IN</sub> 不超过其最大值，也要保证在外部限制 I<sub>INJ(PIN)</sub>不超过其最大值。当 V<sub>IN</sub>>VCC 时，有一个正向注入电流；当 V<sub>IN</sub><VSS 时，有一个反向注入电流。
3. 反向注入电流会干扰器件的模拟性能。
4. 当几个 I/O 口同时有注入电流时，ΣI<sub>INJ(PIN)</sub>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ΣI<sub>INJ(PIN)</sub>最大值的特性。

表 7-3 温度特性

| 符号               | 描述     | 数值          | 单位 |
|------------------|--------|-------------|----|
| T <sub>STG</sub> | 储存温度范围 | -65 ~ + 150 | °C |
| T <sub>J</sub>   | 最大结温度  | 105         | °C |

## 7.3 工作条件

### 7.3.1 通用工作条件

表 7-4 通用工作条件

| 符号                  | 参数                        | 条件                   | 最小值      | 最大值 | 单位  |
|---------------------|---------------------------|----------------------|----------|-----|-----|
| f <sub>HCLK</sub>   | 内部 AHB 时钟频率               |                      | 0        | 48  | MHz |
| f <sub>PCLK0</sub>  | 内部 APB0 时钟频率              |                      | 0        | 48  | MHz |
| f <sub>PCLK1</sub>  | 内部 APB1 时钟频率              |                      | 0        | 48  | MHz |
| DVCC                | 数字部分工作电压                  | AVCC_USB=0V          | 1.8      | 5.5 | V   |
| AVCC <sup>(1)</sup> | 模拟部分工作电压                  |                      | 1.8      | 5.5 | V   |
| DVCC                | 数字部分工作电压                  | AVCC_USB>3.0V        | AVCC_USB | 5.5 | V   |
| AVCC <sup>(1)</sup> | 模拟部分工作电压                  |                      | AVCC_USB | 5.5 | V   |
| AVCC_USB            | USB 模块供电电压                |                      | 3.0      | 3.6 | V   |
| P <sub>D</sub>      | 功率耗散 T <sub>A</sub> =85°C | LQFP100              |          | 476 | mW  |
|                     | 功率耗散 T <sub>A</sub> =85°C | LQFP64               |          | 455 | mW  |
|                     | 功率耗散 T <sub>A</sub> =85°C | LQFP48               |          | 364 | mW  |
|                     | 功率耗散 T <sub>A</sub> =85°C | QFN32                |          | 556 | mW  |
| T <sub>A</sub>      | 环境温度                      | 最大功率消耗               | -40      | 85  | °C  |
|                     |                           | 低功率消耗 <sup>(2)</sup> | -40      | 105 | °C  |
| T <sub>J</sub>      | 结温度范围                     |                      | -40      | 105 | °C  |

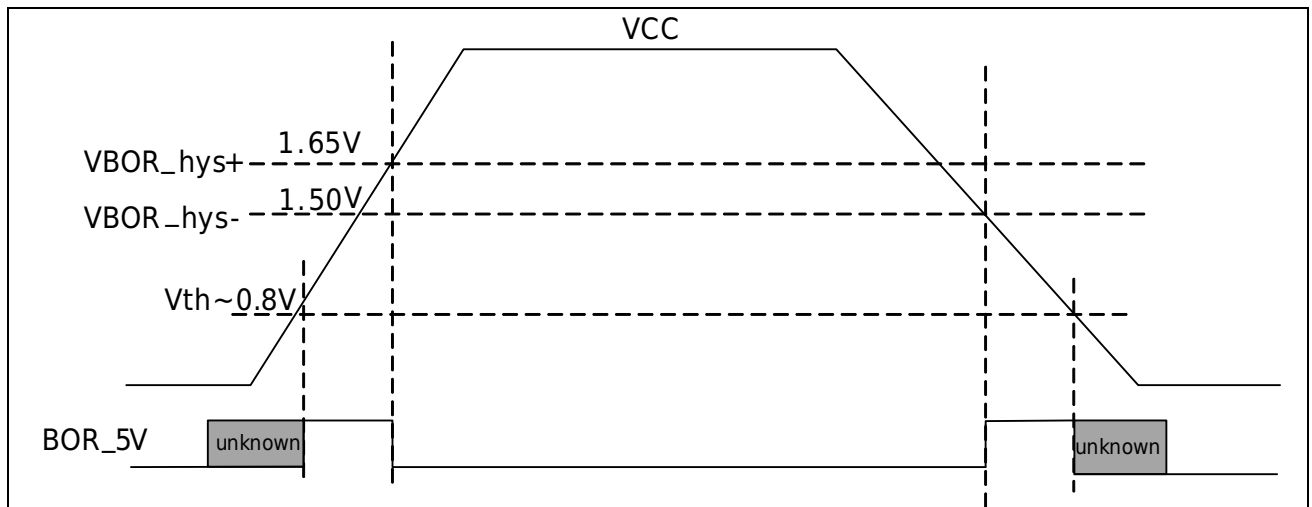
1. AVCC 与 DVCC 电压必须相同。
2. 在较低的功率耗散的状态下，只要 T<sub>J</sub> 不超过 T<sub>Jmax</sub>，T<sub>A</sub> 可以扩展到这个范围。

### 7.3.2 上电和掉电时的工作条件

表 7-5 上电和掉电的工作条件

| 符号               | 参数       | 条件 | 最小值 | 最大值 | 单位   |
|------------------|----------|----|-----|-----|------|
| t <sub>VCC</sub> | VCC 上升速率 |    | 0   | 5   | V/μs |
| t <sub>VCC</sub> | VCC 下降速率 |    | 10  | 5   | V/μs |

### 7.3.3 内嵌复位和 LVD 模块特性



1. 设计保证，不在生产中测试。

图 7-1 POR/Brown Out 示意图

表 7-6 POR/Brown Out

| 符号   | 参数                                 | 条件 | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位 |
|------|------------------------------------|----|------|------|------|----|
| Vpor | POR 释放电压 (上电过程)<br>BOR 检测电压 (掉电过程) |    | 1.45 | 1.50 | 1.65 | V  |

表 7-7 LVD 模块特性

| 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<br>LVD_CR.VTDS =0001<br>LVD_CR.VTDS =0010<br>LVD_CR.VTDS =0011<br>LVD_CR.VTDS =0100<br>LVD_CR.VTDS=0101<br>LVD_CR.VTDS=0110<br>LVD_CR.VTDS=0111<br>LVD_CR.VTDS=1000<br>LVD_CR.VTDS=1001<br>LVD_CR.VTDS=1010<br>LVD_CR.VTDS=1011<br>LVD_CR.VTDS=1100<br>LVD_CR.VTDS=1101<br>LVD_CR.VTDS=1110<br>LVD_CR.VTDS=1111 | 1.7<br>1.8<br>1.9<br>2.0<br>2.1<br>2.2<br>2.3<br>2.4<br>2.5<br>2.6<br>2.7<br>2.8<br>2.9<br>3.0<br>3.1<br>3.2 | 1.8<br>1.9<br>2.0<br>2.1<br>2.2<br>2.3<br>2.4<br>2.5<br>2.6<br>2.7<br>2.8<br>2.9<br>3.0<br>3.1<br>3.2<br>3.3 | 1.9<br>2.0<br>2.1<br>2.2<br>2.3<br>2.4<br>2.5<br>2.6<br>2.7<br>2.8<br>2.9<br>3.0<br>3.1<br>3.2<br>3.3<br>3.4 | V  |
| Icomp     | 功耗       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              | 0.12                                                                                                         |                                                                                                              | μA |
| Tresponse | 响应时间     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              | 80                                                                                                           |                                                                                                              | μs |
| Tsetup    | 建立时间     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              | 400                                                                                                          |                                                                                                              | μs |
| Vhyste    | 迟滞电压     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              | 40                                                                                                           |                                                                                                              | mV |
| Tfilter   | 滤波时间     | LVD_debounce = 000<br>LVD_debounce = 001<br>LVD_debounce = 010<br>LVD_debounce = 011<br>LVD_debounce = 100<br>LVD_debounce = 101<br>LVD_debounce = 110<br>LVD_debounce = 111                                                                                                                                                     |                                                                                                              | 7<br>14<br>28<br>112<br>450<br>1800<br>7200<br>28800                                                         |                                                                                                              | μs |

### 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 <sup>[1]</sup> |
| 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 <sup>[1]</sup> |
| T <sub>Coeff</sub> | 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 供电电流特性

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。
- 闪存存储器的访问时间调整到 f<sub>HCLK</sub> 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：f<sub>PCLK0</sub> = f<sub>HCLK</sub>，f<sub>PCLK1</sub> = f<sub>HCLK</sub>。

表 7-8 工作电流特性

| Symbol                              | Parameter                                               | Conditions                                                             |                                     | Typ <sup>(1)</sup> | Max <sup>(2)</sup> | Unit |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|------|
| IDD<br>(AVCC_USB)                   |                                                         | Active                                                                 |                                     | 4                  |                    | mA   |
| I <sub>DD</sub><br>(Run in RAM)     | All peripherals<br>clock ON,<br>Run while(1) in<br>RAM  | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =3.3V<br>T <sub>A</sub> =2xC | RCH<br>clock source                 | 4M                 | 990                | μA   |
|                                     |                                                         |                                                                        |                                     | 8M                 | 1960               |      |
|                                     |                                                         |                                                                        |                                     | 16M                | 3870               |      |
|                                     |                                                         |                                                                        |                                     | 22.12M             | 5360               |      |
|                                     |                                                         |                                                                        |                                     | 24M                | 5780               |      |
|                                     |                                                         |                                                                        | PLL RCH4M to<br>xxM<br>clock source | 32M                | 7910               |      |
|                                     | 48M                                                     | 11770                                                                  |                                     |                    |                    |      |
|                                     | All peripherals<br>clock OFF,<br>Run while(1) in<br>RAM | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =3.3V<br>T <sub>A</sub> =2xC | RCH<br>clock source                 | 4M                 | 340                | μA   |
|                                     |                                                         |                                                                        |                                     | 8M                 | 650                |      |
|                                     |                                                         |                                                                        |                                     | 16M                | 1240               |      |
| 22.12M                              |                                                         |                                                                        |                                     | 1700               |                    |      |
| 24M                                 |                                                         |                                                                        |                                     | 1840               |                    |      |
| PLL RCH4M to<br>xxM<br>clock source |                                                         |                                                                        | 32M                                 | 2690               |                    |      |
| 48M                                 | 3950                                                    |                                                                        |                                     |                    |                    |      |
|                                     |                                                         |                                                                        |                                     | 4M                 | 820                | μA   |

| Symbol                                                                          | Parameter                                                                       | Conditions                                                                           |                                     | Typ <sup>(1)</sup> | Max <sup>(2)</sup> | Unit  |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|-------|
| I <sub>DD</sub><br>(Run CoreMark)                                               | All peripherals<br>clock OFF,<br>Run CoreMark in<br>Flash                       | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =3.3V<br>T <sub>A</sub> =2xC               | RCH<br>clock source                 | 8M                 | 1550               |       |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      |                                     | 16M                | 2980               |       |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      |                                     | 22.12M             | 4000               |       |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      |                                     | 24M                | 4320               |       |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      | PLL RCH4M to<br>xxM                 | 48M<br>FlashWait=1 | 6810               |       |
| I <sub>DD</sub><br>(Run mode)                                                   | All peripherals<br>clock ON,<br>Run while(1) in<br>Flash                        | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V<br>T <sub>A</sub> =N40-85°C      | RCH<br>clock source                 | 4M                 | 1330               | 1800  |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      |                                     | 8M                 | 2490               | 3430  |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      |                                     | 16M                | 4990               | 6570  |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      |                                     | 22.12M             | 6760               | 8960  |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      |                                     | 24M                | 7260               | 9680  |
|                                                                                 |                                                                                 | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V<br>T <sub>A</sub> =N40C-<br>85°C | PLL RCH4M to<br>xxM<br>clock source | 16M                | 5270               | 6550  |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      |                                     | 24M                | 7390               | 9260  |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      |                                     | 32M<br>FlashWait=1 | 9200               | 10640 |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      |                                     | 40M<br>FlashWait=1 | 11350              | 13150 |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      |                                     | 48M<br>FlashWait=1 | 13470              | 15750 |
|                                                                                 | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V<br>T <sub>A</sub> =N40-85°C | PLL RCH8M to<br>xxM<br>clock source                                                  | 16M                                 | 5350               | 6620               |       |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      | 24M                                 | 7460               | 9390               |       |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      | 32M<br>FlashWait=1                  | 9250               | 10740              |       |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      | 40M<br>FlashWait=1                  | 11380              | 13290              |       |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      | 48M<br>FlashWait=1                  | 13560              | 15850              |       |
|                                                                                 | All peripherals<br>clock OFF,<br>Run while(1) in<br>Flash                       | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V<br>T <sub>A</sub> =N40-85°C      | RCH<br>clock source                 | 4M                 | 670                | 1080  |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      |                                     | 8M                 | 1190               | 1990  |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      |                                     | 16M                | 2280               | 3580  |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      |                                     | 22.12M             | 3070               | 4790  |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      |                                     | 24M                | 3290               | 5120  |
| V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V<br>T <sub>A</sub> =N40-85°C |                                                                                 | PLL RCH4M to<br>xxM<br>clock source                                                  | 16M                                 | 2560               | 3530               |       |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      | 24M                                 | 3450               | 4780               |       |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      | 32M<br>FlashWait=1                  | 3950               | 4670               |       |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      | 40M<br>FlashWait=1                  | 4800               | 5710               |       |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                      | 48M<br>FlashWait=1                  | 5680               | 6780               |       |
| V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V<br>T <sub>A</sub> =N40-85°C | PLL RCH8M to<br>xxM<br>clock source                                             | 16M                                                                                  | 2620                                | 3610               |                    |       |
|                                                                                 |                                                                                 | 24M                                                                                  | 3510                                | 4860               |                    |       |
|                                                                                 |                                                                                 | 32M<br>FlashWait=1                                                                   | 4010                                | 4730               |                    |       |
|                                                                                 |                                                                                 | 40M<br>FlashWait=1                                                                   | 4850                                | 5760               |                    |       |
|                                                                                 |                                                                                 | 48M<br>FlashWait=1                                                                   | 5730                                | 6850               |                    |       |

| Symbol                                                                          | Parameter                                                                       | Conditions                                                                      |                                      | Typ <sup>(1)</sup>      | Max <sup>(2)</sup> | Unit  |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|-------|----|
| I <sub>DD</sub><br>(Sleep mode)                                                 | All peripherals<br>clock ON                                                     | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V<br>T <sub>A</sub> =N40-85°C | RCH<br>clock source                  | 4M                      | 840                | 950   | μA |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | 8M                      | 1640               | 1880  |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | 16M                     | 3240               | 3680  |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | 22.12M                  | 4490               | 5120  |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | 24M                     | 4850               | 5570  |    |
|                                                                                 |                                                                                 | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V<br>T <sub>A</sub> =N40-85°C | PLL RCH4M to<br>xxM<br>clock source  | 16M                     | 3550               | 4070  | μA |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | 24M                     | 5060               | 5770  |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | 32M<br>FlashWait=1      | 6680               | 7640  |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | 40M<br>FlashWait=1      | 8300               | 9510  |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | 48M<br>FlashWait=1      | 9920               | 11370 |    |
|                                                                                 | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V<br>T <sub>A</sub> =N40-85°C | PLL RCH8M to<br>xxM<br>clock source                                             | 16M                                  | 3620                    | 4120               | μA    |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 | 24M                                  | 5120                    | 5850               |       |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 | 32M<br>FlashWait=1                   | 6740                    | 7710               |       |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 | 40M<br>FlashWait=1                   | 8340                    | 9580               |       |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 | 48M<br>FlashWait=1                   | 9980                    | 11430              |       |    |
|                                                                                 | All peripherals<br>clock OFF                                                    | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V<br>T <sub>A</sub> =N40-85°C | RCH<br>clock source                  | 4M                      | 180                | 230   | μA |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | 8M                      | 330                | 390   |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | 16M                     | 600                | 690   |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | 22.12M                  | 820                | 930   |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | 24M                     | 880                | 1000  |    |
| V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V<br>T <sub>A</sub> =N40-85°C |                                                                                 | PLL RCH4M to<br>xxM<br>clock source                                             | 16M                                  | 900                     | 1020               | μA    |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 | 24M                                  | 1110                    | 1260               |       |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 | 32M<br>FlashWait=1                   | 1410                    | 1610               |       |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 | 40M<br>FlashWait=1                   | 1730                    | 1970               |       |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 | 48M<br>FlashWait=1                   | 2040                    | 2330               |       |    |
| V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V<br>T <sub>A</sub> =N40-85°C | PLL RCH8M to<br>xxM<br>clock source                                             | 16M                                                                             | 960                                  | 1090                    | μA                 |       |    |
|                                                                                 |                                                                                 | 24M                                                                             | 1170                                 | 1330                    |                    |       |    |
|                                                                                 |                                                                                 | 32M<br>FlashWait=1                                                              | 1470                                 | 1670                    |                    |       |    |
|                                                                                 |                                                                                 | 40M<br>FlashWait=1                                                              | 1780                                 | 2030                    |                    |       |    |
|                                                                                 |                                                                                 | 48M<br>FlashWait=1                                                              | 2100                                 | 2390                    |                    |       |    |
| I <sub>DD</sub><br>(LP Run)                                                     | All peripherals<br>clock ON,<br>Run while(1) in<br>Flash                        | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V                             | XTL32K<br>clock source<br>Driver=0x0 | T <sub>A</sub> =N40-25C | 14                 | 19    | μA |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | T <sub>A</sub> =50C     | 15                 | 20    |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | T <sub>A</sub> =85C     | 21                 | 28    |    |
|                                                                                 | All peripherals<br>clock OFF,<br>Run while(1) in<br>Flash                       | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V                             | XTL32K<br>clock source<br>Driver=0x0 | T <sub>A</sub> =N40-25C | 9                  | 13    | μA |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | T <sub>A</sub> =50C     | 10                 | 14    |    |
|                                                                                 |                                                                                 |                                                                                 |                                      | T <sub>A</sub> =85C     | 16                 | 22    |    |



| Symbol                                 | Parameter                                    | Conditions                                          |                                      | Typ <sup>(1)</sup>      | Max <sup>(2)</sup> | Unit |    |
|----------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|------|----|
| I <sub>DD</sub><br>(LP Sleep)          | All peripherals<br>clock ON                  | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V | XTL32K<br>clock source<br>Driver=0x0 | T <sub>A</sub> =N40-25C | 9                  | 10   | μA |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =50C     | 10                 | 11   |    |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =85C     | 16                 | 18   |    |
|                                        | All peripherals<br>clock OFF                 | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V | XTL32K<br>clock source<br>Driver=0x0 | T <sub>A</sub> =N40-25C | 4                  | 4    | μA |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =50C     | 5                  | 5    |    |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =85C     | 11                 | 13   |    |
|                                        | LpTimer+RTC+32<br>K clk ON,<br>Other clk OFF | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V | XTL32K<br>clock source<br>Driver=0x0 | T <sub>A</sub> =N40-25C | 4                  | 4    | μA |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =50C     | 5                  | 6    |    |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =85C     | 11                 | 13   |    |
| I <sub>DD</sub><br>(DeepSleep<br>mode) | RTC+WDT+LPT+<br>XTL32K<br>+DeepSleep         | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V | XTL32K<br>Driver=0x0                 | T <sub>A</sub> =N40-25C | 1750               | 2040 | nA |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =50C     | 2460               | 2990 |    |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =85C     | 6940               | 8620 |    |
|                                        | LPT+XTL32K<br>+DeepSleep                     | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V | XTL32K<br>Driver=0x0                 | T <sub>A</sub> =N40-25C | 1630               | 1910 | nA |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =50C     | 2340               | 2850 |    |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =85C     | 6810               | 8510 |    |
|                                        | RTC+XTL32K<br>+DeepSleep                     | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V | XTL32K<br>Driver=0x0                 | T <sub>A</sub> =N40-25C | 1590               | 1870 | nA |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =50C     | 2300               | 2810 |    |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =85C     | 6800               | 8470 |    |
|                                        | XTL32K<br>+DeepSleep                         | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V | XTL32K<br>Driver=0x0                 | T <sub>A</sub> =N40-25C | 1580               | 1860 | nA |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =50C     | 2290               | 2790 |    |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =85C     | 6750               | 8410 |    |
|                                        | IRC32K<br>+DeepSleep                         | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V |                                      | T <sub>A</sub> =N40-25C | 1570               | 1830 | nA |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =50C     | 2270               | 2750 |    |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =85C     | 6750               | 8410 |    |
|                                        | WDT<br>+DeepSleep                            | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V |                                      | T <sub>A</sub> =N40-25C | 1300               | 1520 | nA |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =50C     | 1990               | 2430 |    |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =85C     | 6410               | 8020 |    |
|                                        | DeepSleep                                    | V <sub>cap</sub> =1.5V<br>V <sub>CC</sub> =1.8-5.5V |                                      | T <sub>A</sub> =N40-25C | 1190               | 1400 | nA |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =50C     | 1880               | 2310 |    |
|                                        |                                              |                                                     |                                      | T <sub>A</sub> =85C     | 6330               | 7970 |    |

1. 若没有其他指定条件，该 Typ 的值是在 25°C & V<sub>CC</sub> = 3.3V 测得。
2. 若没有其他指定条件，该 Max 的值是 V<sub>CC</sub> = 1.8-5.5V & 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。

### 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 |
|-----------------|-----------|---------------------------|-----|-----|-----|------|
| T <sub>wu</sub> | 休眠模式唤醒时间  |                           |     | 1.8 |     | μs   |
|                 | 深度休眠唤醒时间  | F <sub>MCLK</sub> = 4MHz  |     | 9.0 |     | μs   |
|                 |           | F <sub>MCLK</sub> = 8MHz  |     | 6.0 |     | μs   |
|                 |           | F <sub>MCLK</sub> = 16MHz |     | 5.0 |     | μs   |
|                 |           | F <sub>MCLK</sub> = 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

#### 7.3.7.1 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  |
|----------------------|-------------------------|----|--------|-----|--------|-----|
| f <sub>XTH_ext</sub> | 用户外部时钟频率 <sup>(1)</sup> |    | 0      | 8   | 32     | MHz |
| V <sub>XTHH</sub>    | 输入引脚高电平电压               |    | 0.7VCC |     | VCC    | V   |
| V <sub>XTHL</sub>    | 输入引脚低电平电压               |    | VSS    |     | 0.3VCC | V   |
| T <sub>r(XTH)</sub>  | 上升的时间 <sup>(1)</sup>    |    |        |     | 20     | ns  |
| T <sub>f(XTH)</sub>  | 下降的时间 <sup>(1)</sup>    |    |        |     | 20     | ns  |
| T <sub>w(XTH)</sub>  | 输入高或低的时间 <sup>(1)</sup> |    | 16     |     |        | ns  |
| C <sub>in(XTH)</sub> | 输入容抗 <sup>(1)</sup>     |    |        | 5   |        | pF  |
| Duty                 | 占空比                     |    | 40     |     | 60     | %   |
| I <sub>L</sub>       | 输入漏电流                   |    |        |     | ±1     | μA  |

1. 由设计保证，不在生产中测试。

#### 7.3.7.2 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  |
|----------------------|-------------------------|----|--------|--------|--------|-----|
| f <sub>XTL_ext</sub> | 用户外部时钟频率 <sup>(1)</sup> |    | 0      | 32.768 | 1000   | kHz |
| V <sub>XTLH</sub>    | 输入引脚高电平电压               |    | 0.7VCC |        | VCC    | V   |
| V <sub>XTLH</sub>    | 输入引脚低电平电压               |    | VSS    |        | 0.3VCC | V   |
| T <sub>r(XTL)</sub>  | 上升的时间 <sup>(1)</sup>    |    |        |        | 50     | ns  |
| T <sub>f(XTL)</sub>  | 下降的时间 <sup>(1)</sup>    |    |        |        | 50     | ns  |
| T <sub>w(XTL)</sub>  | 输入高或低的时间 <sup>(1)</sup> |    | 450    |        |        | ns  |
| C <sub>in(XTL)</sub> | 输入容抗 <sup>(1)</sup>     |    |        | 5      |        | pF  |
| Duty                 | 占空比                     |    | 30     |        | 70     | %   |
| I <sub>L</sub>       | 输入漏电流                   |    |        |        | ±1     | μA  |

1. 由设计保证，不在生产中测试。

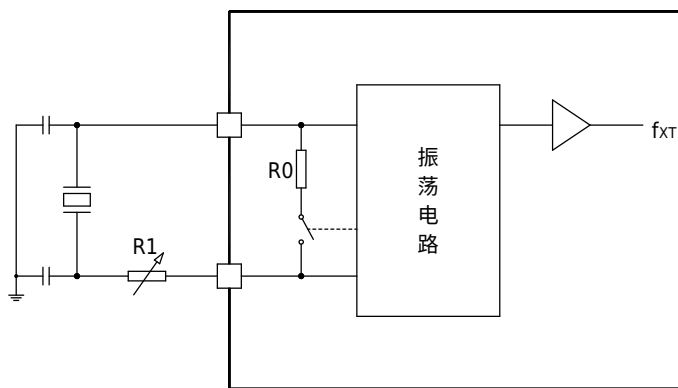
### 7.3.7.3 高速外部时钟 XTH

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<sup>(1)(2)</sup>

| 符号                    | 参数           | 条件                            | 最小值 | 典型值 | 最大值  | 单位   |
|-----------------------|--------------|-------------------------------|-----|-----|------|------|
| FCLK                  | 振荡频率         |                               | 4   |     | 32   | MHz  |
| ESRCLK                | 支持的晶振 ESR 范围 | 32M                           |     | 30  | 60   | Ohm  |
|                       |              | 4M                            |     | 400 | 1500 | Ohm  |
| CLx <sup>(3)</sup>    | 负载电容         | 按晶体制造商要求进行配置。                 |     |     |      |      |
| Duty                  | 占空比          |                               | 40  | 50  | 60   | %    |
| Idd <sup>(4)</sup>    | 电流           | 32M Xtal, CL=12pF, ESR=30ohm  |     | 600 |      | μA   |
| gm                    | 跨导           | 起振                            | 700 |     |      | μA/V |
| Tstart <sup>(5)</sup> | 启动时间         | 32MHz<br>@ XTH_CR.Driver=1111 |     | 300 |      | μs   |
|                       |              | 4MHz<br>@ 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. CLx 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. Tstart 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 XTH\_CR.Startup=10 设置下，使用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。
- 芯片内已集成反馈电阻  $R0$ 。
- 阻尼电阻  $R1$  阻值的调试方法请参见相关应用笔记。

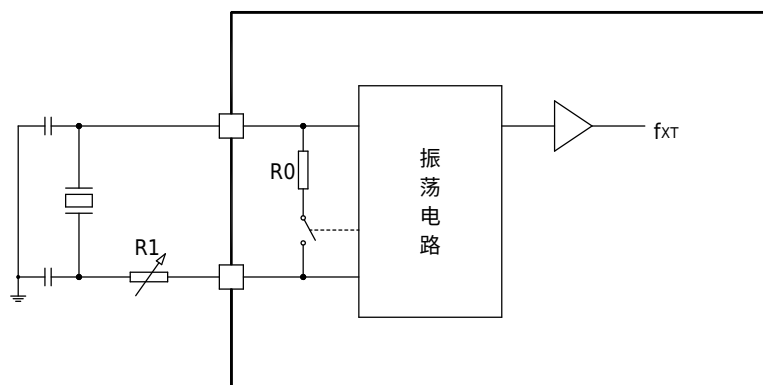
### 7.3.7.4 低速外部时钟 XTL

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<sup>(1)</sup>

| 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   |
| CLx <sup>(2)</sup>                | 负载电容         | 按晶体制造商要求进行配置。                                                                    |     |        |      |      |
| DCACLK                            | 占空比          |                                                                                  | 30  | 50     | 70   | %    |
| I <sub>dd</sub> <sup>(3)</sup>    | 电流           | ESR= 65 kΩ<br>C <sub>L</sub> =12 pF                                              |     | 350    | 1000 | nA   |
| g <sub>m</sub>                    | 跨导           | 起振                                                                               | 2.5 |        |      | μA/V |
| T <sub>start</sub> <sup>(4)</sup> | 启动时间         | ESR=65 kΩ,<br>C <sub>L</sub> =12 pF,<br>40% - 60% duty cycle has<br>been reached |     | 500    |      | ms   |

1. 由综合评估得出，不在生产中测试。
2. C<sub>Lx</sub> 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。。
3. 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， 可以通过减小 XTL\_CR.Driver 设置值以优化电流消耗。
4. T<sub>start</sub> 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 XTL\_CR.Driver=1001 和 XTL\_CR.Startup=10 设置下，使用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。
- 芯片内已集成反馈电阻  $R_0$ 。
- 阻尼电阻  $R_1$  阻值的调试方法请参见相关应用笔记。

### 7.3.8 内部时钟源特性

#### 7.3.8.1 内部 RCH 振荡器

| Symbol            | Parameter          | Conditions                                                     | Min                                 | Typ  | Max  | Unit |
|-------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------|------|------|
| Dev               | RCH 振荡器精度          | User trimming step for given VCC and T <sub>A</sub> conditions |                                     | 0.25 |      | %    |
|                   |                    | VCC = 1.8 ~ 5.5V<br>T <sub>AMB</sub> = -40 ~ 85°C              | -3.5                                |      | +3.5 | %    |
|                   |                    | VCC = 1.8 ~ 5.5V<br>T <sub>AMB</sub> = -20 ~ 85°C              | -2.5                                |      | +2.5 | %    |
|                   |                    | VCC = 1.8 ~ 5.5V<br>T <sub>AMB</sub> = -20 ~ 50°C              | -2.0                                |      | +2.0 | %    |
| FCLK              | 振荡频率               |                                                                | 4.0<br>8.0<br>16.0<br>22.12<br>24.0 | 24.0 | MHz  |      |
| I <sub>CLK</sub>  | 功耗                 | F <sub>MCLK</sub> = 4MHz                                       |                                     | 80   |      | μA   |
|                   |                    | F <sub>MCLK</sub> = 8MHz                                       |                                     | 100  |      | μA   |
|                   |                    | F <sub>MCLK</sub> = 16MHz                                      |                                     | 120  |      | μA   |
|                   |                    | F <sub>MCLK</sub> = 24MHz                                      |                                     | 140  |      | μA   |
| DC <sub>CLK</sub> | 占空比 <sup>(1)</sup> |                                                                | 45                                  | 50   | 55   | %    |

1. 由综合评估得出，不在生产中测试。

#### 7.3.8.2 内部 RCL 振荡器

| Symbol            | Parameter          | Conditions                                                     | Min            | Typ  | Max | Unit |  |
|-------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|------|-----|------|--|
| Dev               | RCL 振荡器精度          | User trimming step for given VCC and T <sub>A</sub> conditions |                | 0.5  |     | %    |  |
|                   |                    | VCC = 1.8 ~ 5.5V<br>T <sub>AMB</sub> = -40 ~ 85°C              | -5             |      | +5  | %    |  |
|                   |                    | T <sub>AMB</sub> = -40°C ~ 85°C                                |                |      |     |      |  |
|                   |                    | VCC = 1.8 ~ 5.5V<br>T <sub>AMB</sub> = -20 ~ 50°C              | -3             |      | +3  | %    |  |
| FCLK              | 振荡频率               |                                                                | 38.4<br>32.768 |      | kHz |      |  |
| T <sub>CLK</sub>  | 启动时间               |                                                                | 150            |      | μs  |      |  |
| DC <sub>CLK</sub> | 占空比 <sup>(1)</sup> |                                                                | 25             | 50   | 75  | %    |  |
| I <sub>CLK</sub>  | 功耗                 |                                                                |                | 0.35 |     | μA   |  |

1. 由综合评估得出，不在生产中测试。

#### 7.3.8.3 内部低速时钟 10k 振荡器

| Symbol | Parameter            | Conditions                                        | Min | Typ | Max | Unit |
|--------|----------------------|---------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|
| V      | Operation voltage    | -                                                 | 1.8 |     | 5.5 | V    |
| Dev    | 振荡器精度 <sup>(1)</sup> | VCC = 1.8 ~ 5.5V<br>T <sub>AMB</sub> = -20 ~ 50°C | -50 | -   | 50  | %    |
| FCLK   | 振荡频率                 | VCC=3.3v<br>T <sub>AMB</sub> = 25°C               |     | 10  |     | KHz  |

1. 由综合评估得出，不在生产中测试。



### 7.3.8.4 内部 USB 专用 RCH48M 振荡器

| Parameter                 | Description                                           | Min                 | Typ  | Max                | Units | Condition                     |
|---------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------|------|--------------------|-------|-------------------------------|
| DVCC                      | Analog 5V Supply                                      | 1.8                 | 3.3  | 5.5                | V     |                               |
| T                         | Junction Temperature                                  | -40                 | 27   | 105                | deg C |                               |
| FRCH48M                   | Frequency                                             | -                   | 48   | -                  | MHz   | -                             |
| TRIM                      | RCH48M user-trimming step                             | 0.06 <sup>(2)</sup> | 0.12 | 0.2 <sup>(2)</sup> | %     | -                             |
| DUCy <sub>RCH48M</sub>    | Duty cycle                                            | 45 <sup>(2)</sup>   | -    | 55 <sup>(2)</sup>  | %     | -                             |
| ACCR <sub>RCH48M</sub>    | Accuracy of the RCH48M oscillator(factory calibrated) | 6 <sup>(3)</sup>    | -    | 6 <sup>(3)</sup>   | %     | T <sub>A</sub> =-40 to 105 °C |
|                           |                                                       | TBD <sup>(3)</sup>  | -    | TBD <sup>(3)</sup> | %     | T <sub>A</sub> =-10 to 85 °C  |
|                           |                                                       | TBD <sup>(3)</sup>  | -    | TBD <sup>(3)</sup> | %     | T <sub>A</sub> =0 to 70 °C    |
|                           |                                                       | 2 <sup>(3)</sup>    | -    | 2 <sup>(3)</sup>   | %     | T <sub>A</sub> =25 °C         |
| t <sub>su</sub> (RCH48M)  | RCH48M oscillator startup time                        | -                   | -    | 20 <sup>(2)</sup>  | µs    |                               |
| I <sub>DDA</sub> (RCH48M) | RCH48M oscillator power consumption                   | -                   | 270  | 350 <sup>(2)</sup> | µA    |                               |

1. AVCC=3.3V, T<sub>A</sub>=-40 to 105 °C unless otherwise specified.
2. Guaranteed by design, not tested in production.
3. Data based on characterization results, not tested in production.

### 7.3.9 PLL 特性

| 符号                   | 参数      | 条件        | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|----------------------|---------|-----------|-----|-----|-----|-----|
| Fin <sup>(1)</sup>   | 输入时钟    |           | 4   | 4   | 24  | MHz |
|                      | 输入时钟占空比 |           | 40  |     | 60  | %   |
| Fout                 | 输出频率    |           | 8   | -   | 48  | MHz |
| Duty <sup>(1)</sup>  | 输出占空比   |           | 48% | -   | 52% |     |
| Tlock <sup>(1)</sup> | 锁定时间    | 输入频率 4MHz | -   | 100 | 200 | μs  |

1. 由综合评估得出，不在生产中测试。

### 7.3.10 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,<br>T <sub>AMB</sub> = 25°C | 20  |     |     | kcycles |
| RETFLASH             | 数据保存期限    | T <sub>AMB</sub> = 85°C,<br>after 20 kcycles       | 20  |     |     | Years   |
| T <sub>b_prog</sub>  | 编程时间 (字节) |                                                    | 22  |     | 30  | μs      |
| T <sub>w_prog</sub>  | 编程时间 (字)  |                                                    | 40  |     | 52  | μs      |
| T <sub>p_erase</sub> | 页擦除时间     |                                                    | 4   |     | 5   | ms      |
| T <sub>m_erase</sub> | 整片擦除时间    |                                                    | 30  |     | 40  | ms      |

### 7.3.11 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)    | Class:4 (A) |
| EFT to Power (IEC61000-4-4) | Class:4 (A) |

#### 软件建议

软件的流程中必须包含应对程序跑飞的控制，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 EFT 测试时，可以把超出应用要求的干扰直接施加在芯片电源或 IO 上，当检测到意外动作的地方，软件部分进行加强以防止发生不可恢复的错误。

### 7.3.12 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 <sub>HBM</sub>  | ESD @ Human Body Mode    |    |     | 4   |     | kV |
| VESD <sub>CDM</sub>  | ESD @ Charge Device Mode |    |     | 1   |     | kV |
| VESD <sub>MM</sub>   | ESD @ machine Mode       |    |     | 200 |     | V  |
| I <sub>latchup</sub> | Latch up current         |    |     | 200 |     | mA |

### 7.3.13 I/O 端口特性

#### 7.3.13.1 输出特性——端口

表 7-9 端口输出特性

| 符号               | 参数                                                 | 条件                                         | 最小值      | 最大值      | 单位 |
|------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------|----------|----|
| V <sub>OH</sub>  | High level output voltage<br>Source Current        | Sourcing 4 mA, VCC = 3.3 V<br>(see Note 1) | VCC-0.25 |          | V  |
|                  |                                                    | Sourcing 8 mA, VCC = 3.3 V<br>(see Note 2) | VCC-0.6  |          | V  |
| V <sub>OL</sub>  | Low level output voltage<br>Sink Current           | Sinking 5 mA, VCC = 3.3 V<br>(see Note 1)  |          | VSS+0.25 | V  |
|                  |                                                    | Sinking 14 mA, VCC = 3.3 V<br>(see Note 2) |          | VSS+0.6  | V  |
| V <sub>OHd</sub> | High level output voltage<br>Double source Current | Sourcing 8 mA, VCC = 3.3 V<br>(see Note 1) | VCC-0.25 |          | V  |
|                  |                                                    | Sourcing 18 mA, VCC = 3.3V<br>(see Note 2) | VCC-0.6  |          | V  |
| V <sub>OLd</sub> | Low level output voltage<br>Double Sink Current    | Sinking 8 mA, VCC = 3.3 V<br>(see Note 1)  |          | VSS+0.25 | V  |
|                  |                                                    | Sinking 18 mA, VCC = 3.3 V<br>(see Note 2) |          | VSS+0.6  | V  |

NOTES: 1. The maximum total current, I<sub>OH</sub>(max) and I<sub>OL</sub>(max), for all outputs combined, should not exceed 40 mA to satisfy the maximum specified voltage drop.

2. The maximum total current, I<sub>OH</sub>(max) and I<sub>OL</sub>(max), for all outputs combined, should not exceed 100 mA to satisfy the maximum specified voltage drop.

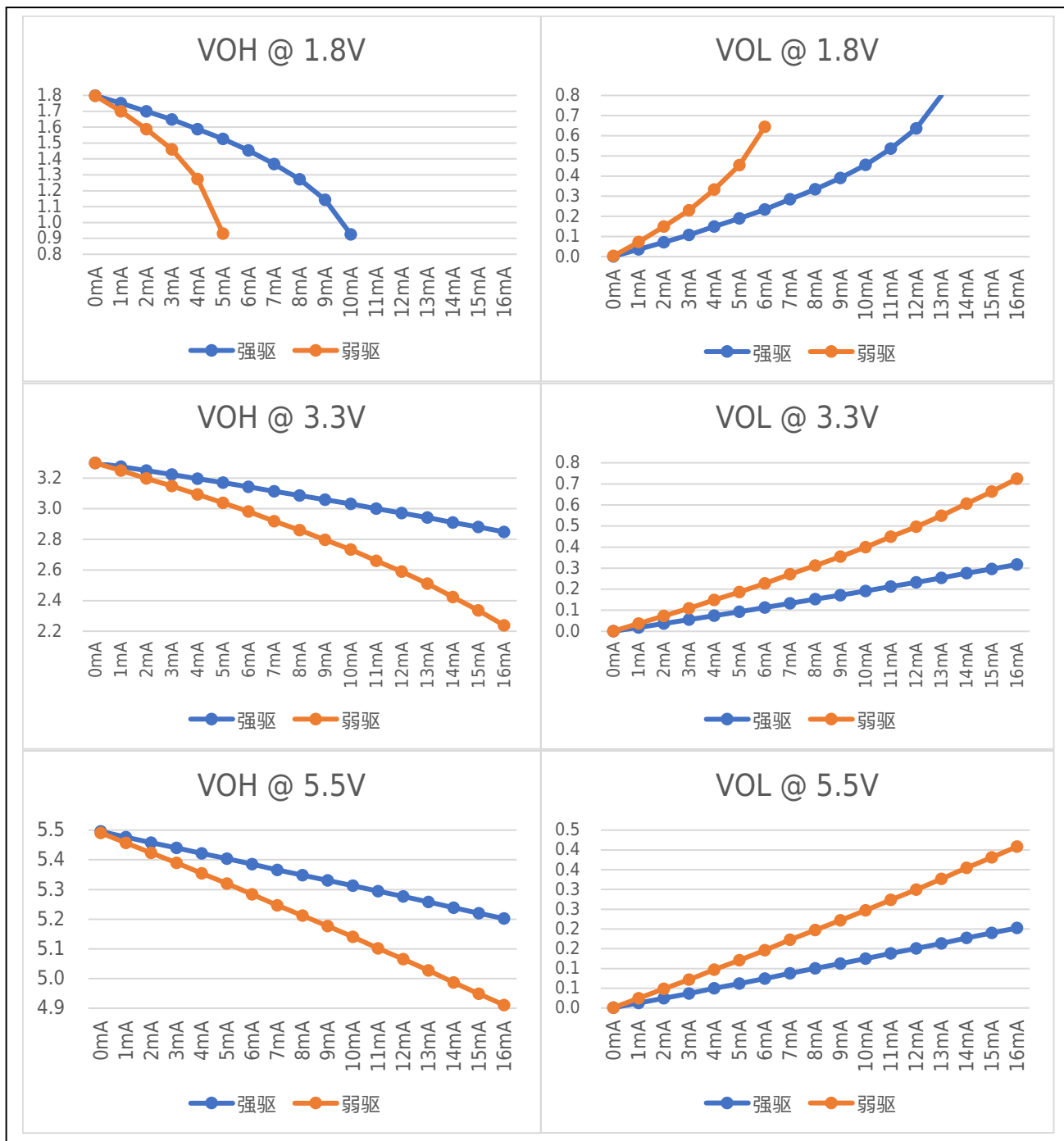


图 7-2 输出端口 VOH/ VOL 实测曲线

### 7.3.13.2 输入特性——端口 PA, PB, PC, PD, PE, PF

| 符号                           | 参数                                                            | 条件                           | 最小值    | 典型值 | 最大值    | 单位 |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|-----|--------|----|
| V <sub>IH</sub>              | Positive-going input threshold voltage                        | VCC=1.8V                     | 0.7VCC |     |        | V  |
|                              |                                                               | VCC=3.3V                     | 0.7VCC |     |        | V  |
|                              |                                                               | VCC=5.5V                     | 0.7VCC |     |        | V  |
| V <sub>IL</sub>              | Negative-going input threshold voltage                        | VCC=1.8V                     |        |     | 0.3VCC | V  |
|                              |                                                               | VCC=3.3V                     |        |     | 0.3VCC | V  |
|                              |                                                               | VCC=5.5V                     |        |     | 0.3VCC | V  |
| V <sub>hys(1)</sub>          | Input voltage hysteresis (V <sub>IH</sub> - V <sub>IL</sub> ) | VCC=1.8V                     |        | 0.3 |        | V  |
|                              |                                                               | VCC=3.3V                     |        | 0.4 |        | V  |
|                              |                                                               | VCC=5.5V                     |        | 0.6 |        | V  |
| R <sub>pullhigh</sub> (GPIO) | Pullup resistor                                               | Pullup enabled<br>VCC=3.3V   |        | 80  |        | kΩ |
| R <sub>pulllow</sub> (GPIO)  | Pulldown resistor                                             | Pulldown enabled<br>VCC=3.3V |        | 40  |        | kΩ |
| C <sub>input</sub>           | Input capacitance                                             |                              |        | 5   |        | pf |

1. 由综合评估得出，不在生产中测试。

### 7.3.13.3 输入特性——USB\_DP, USB\_DM

| 符号                    | 参数                                                            | 条件                   | 最小值         | 典型值 | 最大值         | 单位  |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|-----|-------------|-----|
| V <sub>IH</sub>       | Positive-going input threshold voltage                        | AVCC_USB = 3.0 ~ 3.6 | 0.7AVCC_USB |     |             | V   |
| V <sub>IL</sub>       | Negative-going input threshold voltage                        |                      |             |     | 0.3AVCC_USB | V   |
| V <sub>hys(1)</sub>   | Input voltage hysteresis (V <sub>IH</sub> - V <sub>IL</sub> ) |                      |             | 0.3 |             | V   |
| R <sub>pullhigh</sub> | Pullup resistor                                               | Transmitting         | 1425        |     | 3090        | Ohm |
|                       |                                                               | Idle                 | 900         |     | 1575        |     |
| C <sub>input</sub>    | Input capacitance                                             |                      |             | 5   |             | pf  |

1. 由综合评估得出，不在生产中测试。

### 7.3.13.4 端口外部输入采样要求——Timer Gate/Timer Clock

| 符号                    | 参数                                   | 条件                                                          | 最小值  | 典型值 | 最大值    | 单位  |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------|-----|--------|-----|
| 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<br>Fsystem = 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<br>Fsystem = 4MHz     | 1.8V |     | PCLK/2 | MHz |
|                       |                                      |                                                             | 3.3V |     | PCLK/2 | MHz |
|                       |                                      |                                                             | 5.5V |     | PCLK/2 | MHz |
| t(pca) <sup>(2)</sup> | PCA clock frequency applied to pin   | PCA external clock input<br>Fsystem = 4MHz                  | 1.8V |     | PCLK/8 | MHz |
|                       |                                      |                                                             | 3.3V |     | PCLK/8 | MHz |
|                       |                                      |                                                             | 5.5V |     | PCLK/8 | MHz |

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

2. 由综合评估得出，不在生产中测试。

### 7.3.13.5 端口漏电特性——PA, PB, PC, PD, PE, PF

| 符号                     | 参数              | 条件                                  | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------------|-----------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|----|
| I <sub>lkg(Px.y)</sub> | Leakage current | V <sub>(Px.y)</sub> (see Note 1, 2) |     | ±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.

### 7.3.14 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) <sup>(1)</sup> | 输入低电平电压        |           | -0.3   |     | 0.3VCC  | V  |
| VIH(RESETB)                | 输入高电平电压        |           | 0.7VCC |     | VCC+0.3 | V  |
| Vhys(RESETB)               | 施密特触发器电压<br>迟滞 |           |        | 200 |         | mV |
| RPU                        | 弱上拉等效电阻        | VIN = VSS |        | 80  |         | KΩ |
| TF(RESETB) <sup>(1)</sup>  | 输入滤波脉冲         |           |        |     | 3       | us |
| TNF(RESETB) <sup>(1)</sup> | 输入非滤波脉冲        |           | 20     |     |         | us |

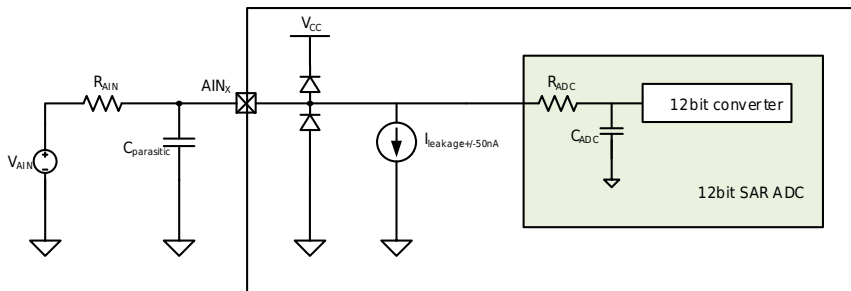
1. 由设计保证，不在生产中测试。

### 7.3.15 ADC 特性

| 符号                              | 参数                                                      | 条件                                                                     | 最小值 | 典型值  | 最大值                   | 单位     |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----|------|-----------------------|--------|
| V <sub>ADCIN</sub>              | Input voltage range                                     | Single ended                                                           | 0   |      | V <sub>ADCREFIN</sub> | V      |
| V <sub>ADCREFIN</sub>           | Input range of external reference voltage               | Single ended                                                           | 0   |      | AVCC                  | V      |
| DEV <sub>AVCC/3</sub>           | AVCC/3 精度                                               |                                                                        |     | 3    |                       | %      |
| I <sub>ADC1</sub>               | Active current including reference generator and buffer | 200Ksps                                                                |     | 2    |                       | mA     |
| I <sub>ADC2</sub>               | Active current without reference generator and buffer   | 1Msps                                                                  |     | 0.5  |                       | mA     |
| C <sub>ADCIN</sub>              | ADC input capacitance                                   |                                                                        |     | 16   | 19.2                  | pF     |
| R <sub>ADC</sub> <sup>(1)</sup> | ADC sampling switch impedance                           |                                                                        |     | 1.5  |                       | kΩ     |
| R <sub>AIN</sub> <sup>(1)</sup> | ADC external input resistor <sup>(2)</sup>              |                                                                        |     |      | 100                   | kΩ     |
| F <sub>ADCCLK</sub>             | ADC clock Frequency                                     |                                                                        |     |      | 24M                   | Hz     |
| T <sub>ADCSTART</sub>           | Startup time of reference generator and ADC core        |                                                                        |     | 30   |                       | μs     |
| T <sub>ADCCONV</sub>            | Conversion time                                         |                                                                        | 20  | 24   | 28                    | cycles |
| ENOB                            | Effective Bits                                          | 1Msps@VCC>=2.7V<br>500Ksps@VCC>=2.4V<br>200Ksps@VCC>=1.8V<br>REF=EXREF |     | 10.3 |                       | Bit    |
|                                 |                                                         | 1Msps@VCC>=2.7V<br>500Ksps@VCC>=2.4V<br>200Ksps@VCC>=1.8V<br>REF=VCC   |     | 10.3 |                       | Bit    |
|                                 |                                                         | 200Ksps@VCC>=1.8V<br>REF=internal 1.5V                                 |     | 9.4  |                       | Bit    |
|                                 |                                                         | 200Ksps@VCC>=2.8V<br>REF=internal 2.5V                                 |     | 9.4  |                       | Bit    |
| SNR                             | Signal to Noise Ratio                                   | 1Msps@VCC>=2.7V<br>500Ksps@VCC>=2.4V<br>200Ksps@VCC>=1.8V<br>REF=EXREF |     | 68.2 |                       | dB     |
|                                 |                                                         | 1Msps@VCC>=2.7V<br>500Ksps@VCC>=2.4V<br>200Ksps@VCC>=1.8V<br>REF=VCC   |     | 68.2 |                       | dB     |
|                                 |                                                         | 200Ksps@VCC>=1.8V<br>REF=internal 1.5V                                 |     | 60   |                       | dB     |
|                                 |                                                         | 200Ksps@VCC>=2.8V<br>REF=internal 2.5V                                 |     | 60   |                       | dB     |
| DNL <sup>(1)</sup>              | Differential non-linearity                              | 200Ksps;<br>VREF=EXREF/AVCC                                            | -1  |      | 1                     | LSB    |
| INL <sup>(1)</sup>              | Integral non-linearity                                  | 200Ksps;<br>VREF=EXREF/AVCC                                            | -3  |      | 3                     | LSB    |
| E <sub>o</sub>                  | Offset error                                            |                                                                        |     | 0    |                       | LSB    |
| E <sub>g</sub>                  | 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  $t_{sa}$  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)：

| $R_{AIN}(k\Omega)$ | $F_{ADC}(kHz)$ |
|--------------------|----------------|
| 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。

### 7.3.16 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<br>VCx_BIAS_SEL=01<br>VCx_BIAS_SEL=10<br>VCx_BIAS_SEL=11                                                                                             |     | 0.3<br>1.2<br>10<br>20                               |         | μA |
| Tresponse | Comparator's response time when one input cross another                                   | VCx_BIAS_SEL=00<br>VCx_BIAS_SEL=01<br>VCx_BIAS_SEL=10<br>VCx_BIAS_SEL=11                                                                                             |     | 20<br>5<br>1<br>0.2                                  |         | μs |
| Tsetup    | Comparator's setup time when ENABLE. Input signals unchanged.                             | VCx_BIAS_SEL=00<br>VCx_BIAS_SEL=01<br>VCx_BIAS_SEL=10<br>VCx_BIAS_SEL=11                                                                                             |     | 20<br>5<br>1<br>0.2                                  |         | μs |
| Twarmup   | From main bandgap enable to Temp sensor voltage, ADC internal 1.5V, 2.5V reference stable |                                                                                                                                                                      |     | 20                                                   |         | μs |
| Tfilter   | Digital filter time                                                                       | VC_debounce = 000<br>VC_debounce = 001<br>VC_debounce = 010<br>VC_debounce = 011<br>VC_debounce = 100<br>VC_debounce = 101<br>VC_debounce = 110<br>VC_debounce = 111 |     | 7<br>14<br>28<br>112<br>450<br>1800<br>7200<br>28800 |         | μs |

### 7.3.17 OPA 特性

OPA: (AVCC=2.2 ~ 5.5 V, AVSS=0 V, Ta=- 40 ~ +85°C)

| 符号     | 参数                    | 条件                                         | 最小值 | 典型值 | 最大值      | 单位   |
|--------|-----------------------|--------------------------------------------|-----|-----|----------|------|
| Vi     | 输入电压                  |                                            | 0   | -   | AVCC     | V    |
| Vo     | 输出电压 <sup>(1)</sup>   |                                            | 0.1 | -   | AVCC-0.2 | V    |
| Io     | 输出电流 <sup>(1)</sup>   |                                            |     |     | 2.2      | mA   |
| RL     | 负载电阻 <sup>(1)</sup>   |                                            | 5K  |     |          | Ohm  |
| Tstart | 初始化时间 <sup>(2)</sup>  |                                            |     |     | 20       | μs   |
| Vio    | 输入失调电压                | Vic=AVCC/2, Vo=AVCC/2,<br>RL=5kΩ, Rs=50 pF |     | ±6  |          | mV   |
| PM     | 相位裕度 <sup>(1)</sup>   | Vic=AVCC/2, Vo=AVCC/2<br>RL=5kΩ, CL=50pF   |     | 80  | -        | deg  |
| UGBW   | 单位增益带宽 <sup>(1)</sup> | Vic=AVCC/2, Vo=AVCC/2<br>RL=5kΩ, CL=50pF   |     | 9.3 |          | MHz  |
| SR     | 压摆率 <sup>(1)</sup>    | RL=5kΩ, CL=50pF                            |     | 8   |          | V/μs |

1. 由设计保证，不在生产中测试。
2. 需要同时设置 BGR\_CR<0>=1

### 7.3.18 LCD 控制器

| 符号                | 参数         | 工作条件                     | 最小值 | 典型值  | 最大值                   | 单位 |
|-------------------|------------|--------------------------|-----|------|-----------------------|----|
| I <sub>LCD</sub>  | 工作电流       | VCC=3.3V, 外部电容模式         |     | 0.2  |                       | μA |
|                   |            | VCC=3.3V, 外部电阻模式         |     | 0.2  |                       | μA |
|                   |            | VCC=3.3V, 内部电阻模式         |     | 3.3  |                       | μA |
| R <sub>H</sub>    | 低驱动电阻      |                          |     | 1M   |                       | Ω  |
| R <sub>L</sub>    | 高驱动电阻      |                          |     | 360K |                       | Ω  |
| V <sub>LCDH</sub> | LCD 可调最高电压 |                          |     |      | VCC                   | V  |
| V <sub>LCD3</sub> | LCD 最高电压   |                          |     |      | V <sub>LCDH</sub>     | V  |
| V <sub>LCD2</sub> | LCD 2/3 电压 |                          |     |      | 2/3 V <sub>LCDH</sub> | V  |
| V <sub>LCD1</sub> | LCD 1/3 电压 |                          |     |      | 1/3 V <sub>LCDH</sub> | V  |
| V <sub>LCD0</sub> | LCD 最低电压   |                          | 0   |      |                       | V  |
| ΔV <sub>XX</sub>  | LCD 电压偏差   | T <sub>A</sub> =-40~85°C |     | ±5%  |                       |    |

### 7.3.19 DAC 特性

| 符号                     | 参数                                   | 工作条件                                  | 最小值 | 典型值 | 最大值             | 单位   |
|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----------------|------|
| V <sub>DACOUT</sub>    | Output voltage range                 | AVCC voltage reference , single ended | 0   |     | V <sub>CC</sub> | V    |
| V <sub>DACCM</sub>     | Output common mode voltage range     |                                       | 0   |     | V <sub>CC</sub> | V    |
| I <sub>DAC</sub>       | Active current                       | 500KSamples/s                         |     | 15  |                 | μA   |
| S <sub>RDAC</sub>      | Sample rate                          |                                       |     |     | 500             | Ksps |
| t <sub>DACCONV</sub>   | Conversion time                      |                                       | 2   |     |                 | μs   |
| t <sub>DACSETTLE</sub> | Setting time                         |                                       |     | 5   |                 | μs   |
| S <sub>NRDAC</sub>     | Signal to Noise Ratio                |                                       |     | 59  |                 | dB   |
| S <sub>NDRDAC</sub>    | Signal to Noise and Distortion Ratio |                                       |     | 57  |                 | dB   |
| S <sub>FDRDAC</sub>    | Spurious Free Dynamic Range          |                                       |     | 56  |                 | dB   |
| V <sub>DACOFFSET</sub> | Offset voltage                       | w/o buffer                            |     | 2   |                 | mV   |
| D <sub>NLDAC</sub>     | Differential non-linearity           |                                       |     | ±1  |                 | LSB  |
| I <sub>NLDAC</sub>     | Integral non-linearity               |                                       |     | ±5  |                 | LSB  |

### 7.3.20 TIM 定时器特性

有关输入输出复用功能引脚（输出比较、输入捕获、外部时钟、PWM 输出）的特性详情，参见下表。

**表 7-10 高级定时器 (ADVTIM) 特性**

| 符号                     | 参数                      | 条件                         | 最小值    | 最大值                    | 单位                  |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|--------|------------------------|---------------------|
| t <sub>res</sub>       | 定时器分辨率                  |                            | 1      |                        | t <sub>TIMCLK</sub> |
|                        |                         | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz | 20.8   |                        | ns                  |
| f <sub>ext</sub>       | 外部时钟频率                  |                            | 0      | f <sub>TIMCLK</sub> /2 | MHz                 |
|                        |                         | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz | 0      | 24                     | MHz                 |
| ReSTim                 | 定时器分辨率                  |                            |        | 16                     | 位                   |
| T <sub>counter</sub>   | 选择内部时钟时，16 位计数器<br>时钟周期 |                            | 1      | 65536                  | t <sub>TIMCLK</sub> |
|                        |                         | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz | 0.0208 | 1363                   | μs                  |
| T <sub>MAX_COUNT</sub> | 最大可能计数                  |                            |        | 67108864               | t <sub>TIMCLK</sub> |
|                        |                         | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz |        | 1.4                    | s                   |

1. 由设计保证，不在生产中测试。

**表 7-11 通用定时器特性**

| 符号                     | 参数                      | 条件                         | 最小值    | 最大值                    | 单位                  |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|--------|------------------------|---------------------|
| t <sub>res</sub>       | 定时器分辨率                  |                            | 1      |                        | t <sub>TIMCLK</sub> |
|                        |                         | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz | 20.8   |                        | ns                  |
| f <sub>ext</sub>       | 外部时钟频率                  |                            | 0      | f <sub>TIMCLK</sub> /2 | MHz                 |
|                        |                         | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz | 0      | 24                     | MHz                 |
| ReSTim                 | 定时器分辨率                  |                            |        | 16                     | 位                   |
|                        |                         | 模式 0 自由计数                  |        | 32                     | 位                   |
| T <sub>counter</sub>   | 选择内部时钟时，16 位计数器<br>时钟周期 |                            | 1      | 65536                  | t <sub>TIMCLK</sub> |
|                        |                         | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz | 0.0208 | 1363                   | μs                  |
| T <sub>MAX_COUNT</sub> | 最大可能计数                  |                            |        | 16777216               | t <sub>TIMCLK</sub> |
|                        |                         | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz |        | 349.5                  | ms                  |

1. 由设计保证，不在生产中测试。

**表 7-12 PCA 特性**

| 符号                     | 参数                       | 条件                         | 最小值    | 最大值                    | 单位                  |
|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------|------------------------|---------------------|
| t <sub>res</sub>       | 定时器分辨时间                  |                            | 1      |                        | t <sub>TIMCLK</sub> |
|                        |                          | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz | 20.8   |                        | ns                  |
| f <sub>ext</sub>       | 外部时钟频率                   |                            | 0      | f <sub>TIMCLK</sub> /2 | MHz                 |
|                        |                          | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz | 0      | 24                     | MHz                 |
| ReS <sub>Tim</sub>     | 定时器分辨率                   |                            |        | 16                     | 位                   |
| T <sub>counter</sub>   | 选择内部时钟时, 16 位计数器<br>时钟周期 |                            | 1      | 65536                  | t <sub>TIMCLK</sub> |
|                        |                          | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz | 0.0208 | 1363                   | μs                  |
| T <sub>MAX_COUNT</sub> | 最大可能计数                   |                            |        | 2097152                | t <sub>TIMCLK</sub> |
|                        |                          | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz |        | 43.69                  | ms                  |

1. 由设计保证, 不在生产中测试。

**表 7-13 低功耗定时器特性**

| 符号                     | 参数                       | 条件                         | 最小值    | 最大值                    | 单位                  |
|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------|------------------------|---------------------|
| t <sub>res</sub>       | 定时器分辨时间                  |                            | 1      |                        | t <sub>TIMCLK</sub> |
|                        |                          | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz | 20.8   |                        | ns                  |
| f <sub>ext</sub>       | 外部时钟频率                   |                            | 0      | f <sub>TIMCLK</sub> /2 | MHz                 |
|                        |                          | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz | 0      | 24                     | MHz                 |
| ReS <sub>Tim</sub>     | 定时器分辨率                   |                            |        | 16                     | 位                   |
| T <sub>counter</sub>   | 选择内部时钟时, 16 位计数器<br>时钟周期 |                            | 1      | 65536                  | t <sub>TIMCLK</sub> |
|                        |                          | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz | 0.0208 | 1363                   | μs                  |
| T <sub>MAX_COUNT</sub> | 最大可能计数                   |                            |        | 16777216               | t <sub>TIMCLK</sub> |
|                        |                          | f <sub>TIMCLK</sub> =48MHz |        | 349.53                 | ms                  |

1. 由设计保证, 不在生产中测试。

**表 7-14 WDT 特性**

| 符号               | 参数       | 条件                         | 最小值 | 最大值   | 单位 |
|------------------|----------|----------------------------|-----|-------|----|
| t <sub>res</sub> | WDT 溢出时间 | f <sub>WDTCLK</sub> =10kHz | 1.6 | 52000 | ms |

1. 由设计保证, 不在生产中测试。

### 7.3.21 通信接口

#### 7.3.21.1 I2C 特性

I2C 接口特性如下表：

表 7-15 I2C 接口特性

| 符号                  | 参数              | 标准模式 (100K) |     | 快速模式 (400K) |     | 高速模式 (1M) |     | 单位 |
|---------------------|-----------------|-------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|----|
|                     |                 | 最小值         | 最大值 | 最小值         | 最大值 | 最小值       | 最大值 |    |
| t <sub>SCLL</sub>   | SCL 时钟低时间       | 4.7         |     | 1.25        |     | 0.5       |     | μs |
| t <sub>SCLH</sub>   | SCL 时钟高时间       | 4.0         |     | 0.6         |     | 0.26      |     | μs |
| t <sub>SU.SDA</sub> | SDA 建立时间        | 250         |     | 100         |     | 50        |     | ns |
| t <sub>HD.SDA</sub> | SDA 保持时间        | 0           |     | 0           |     | 0         |     | μs |
| t <sub>HD.STA</sub> | 开始条件保持时间        | 2.5         |     | 0.625       |     | 0.25      |     | μs |
| t <sub>SU.STA</sub> | 重复的开始条件建立时间     | 2.5         |     | 0.6         |     | 0.25      |     | μs |
| t <sub>SU.STO</sub> | 停止条件建立时间        | 0.25        |     | 0.25        |     | 0.25      |     | μs |
| t <sub>BUF</sub>    | 总线空闲(停止条件至开始条件) | 4.7         |     | 1.3         |     | 0.5       |     | μs |

1. 由设计保证，不在生产中测试。

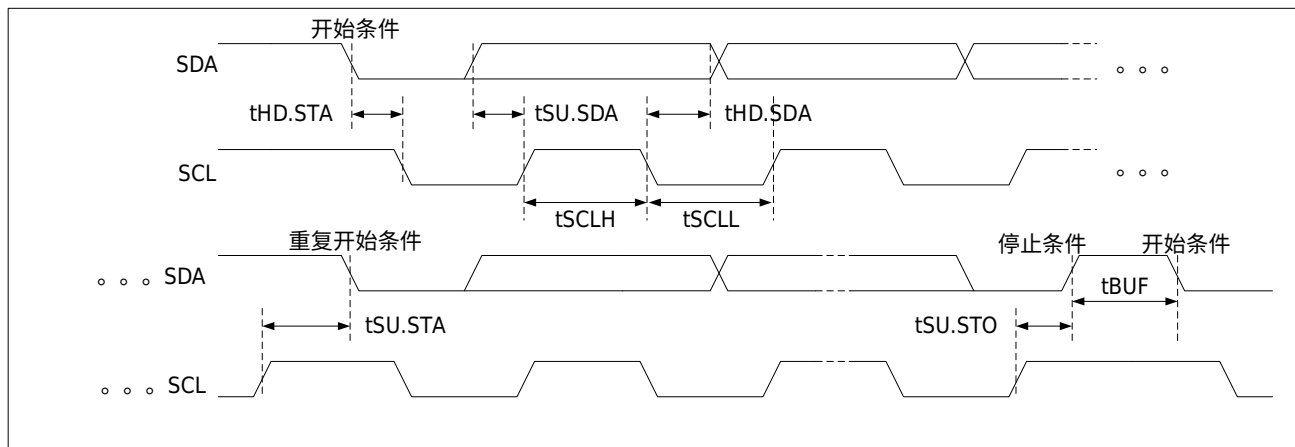


图 7-3 I2C 接口时序

### 7.3.21.2 SPI 特性

表 7-16 SPI 接口特性

| 符号                    | 参数          | 条件                                | 最小值                        | 最大值 | 单位 |
|-----------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------|-----|----|
| t <sub>c</sub> (SCK)  | 串行时钟的周期     | 主机模式                              | 62.5                       | -   | ns |
|                       |             | 从机模式<br>f <sub>PCLK</sub> = 48MHz | 125                        | -   | ns |
|                       |             | 从机模式<br>f <sub>PCLK</sub> = 16MHz | 250                        | -   | ns |
| t <sub>w</sub> (SCKH) | 串行时钟的高电平时间  | 主机模式                              | 0.5 × t <sub>c</sub> (SCK) | -   | ns |
|                       |             | 从机模式                              | 0.5 × t <sub>c</sub> (SCK) | -   | ns |
| t <sub>w</sub> (SCKL) | 串行时钟的低电平时间  | 主机模式                              | 0.5 × t <sub>c</sub> (SCK) | -   | ns |
|                       |             | 从机模式                              | 0.5 × t <sub>c</sub> (SCK) | -   | ns |
| t <sub>su</sub> (SSN) | 从机选择的建立时间   | 从机模式                              | 0.5 × t <sub>c</sub> (SCK) | -   | ns |
| t <sub>h</sub> (SSN)  | 从机选择的保持时间   | 从机模式                              | 0.5 × t <sub>c</sub> (SCK) | -   | ns |
| t <sub>v</sub> (MO)   | 主机数据输出的生效时间 | f <sub>PCLK</sub> = 48MHz         | -                          | 3   | ns |
| t <sub>h</sub> (MO)   | 主机数据输出的保持时间 | f <sub>PCLK</sub> = 48MHz         | 2                          | -   | ns |
| t <sub>v</sub> (SO)   | 从机数据输出的生效时间 | f <sub>PCLK</sub> = 48MHz         | -                          | 50  | ns |
| t <sub>h</sub> (SO)   | 从机数据输出的保持时间 | f <sub>PCLK</sub> = 48MHz         | 30                         | -   | ns |
| t <sub>su</sub> (MI)  | 主机数据输入的建立时间 |                                   | 10                         | -   | ns |
| t <sub>h</sub> (MI)   | 主机数据输入的保持时间 |                                   | 2                          | -   | ns |
| t <sub>su</sub> (SI)  | 从机数据输入的建立时间 |                                   | 10                         | -   | ns |
| t <sub>h</sub> (SI)   | 从机数据输入的保持时间 |                                   | 2                          | -   | ns |

1. 由设计保证，不在生产中测试。

SPI 接口信号的波形和时序参数如下：

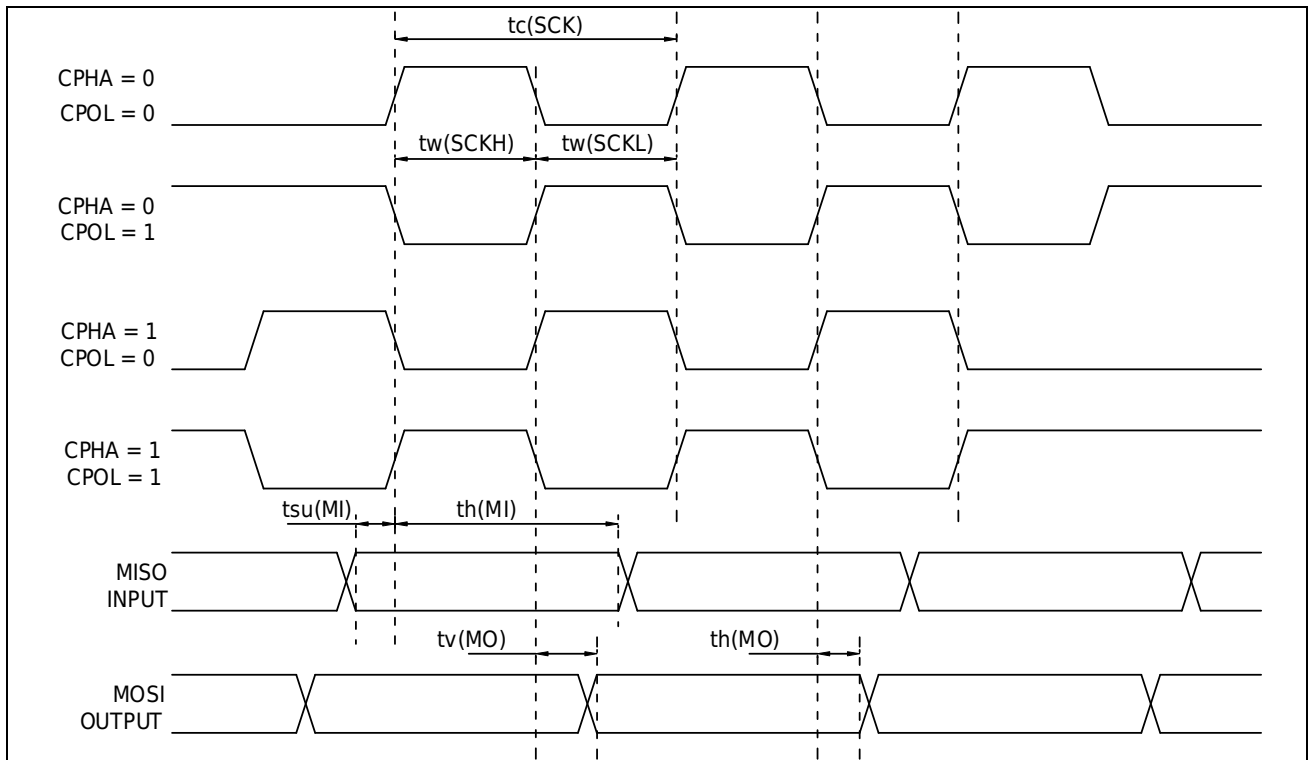


图 7-4 SPI 时序图（主机模式）

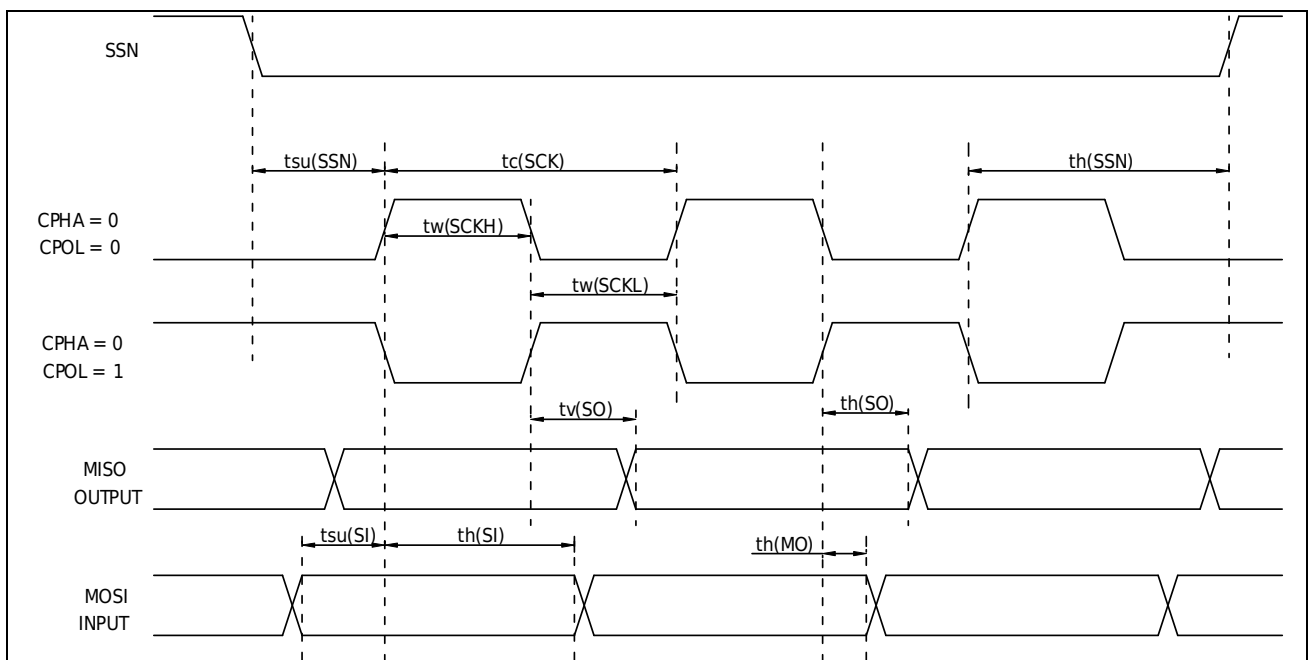


图 7-5 SPI 时序图（从机模式 cpha=0）



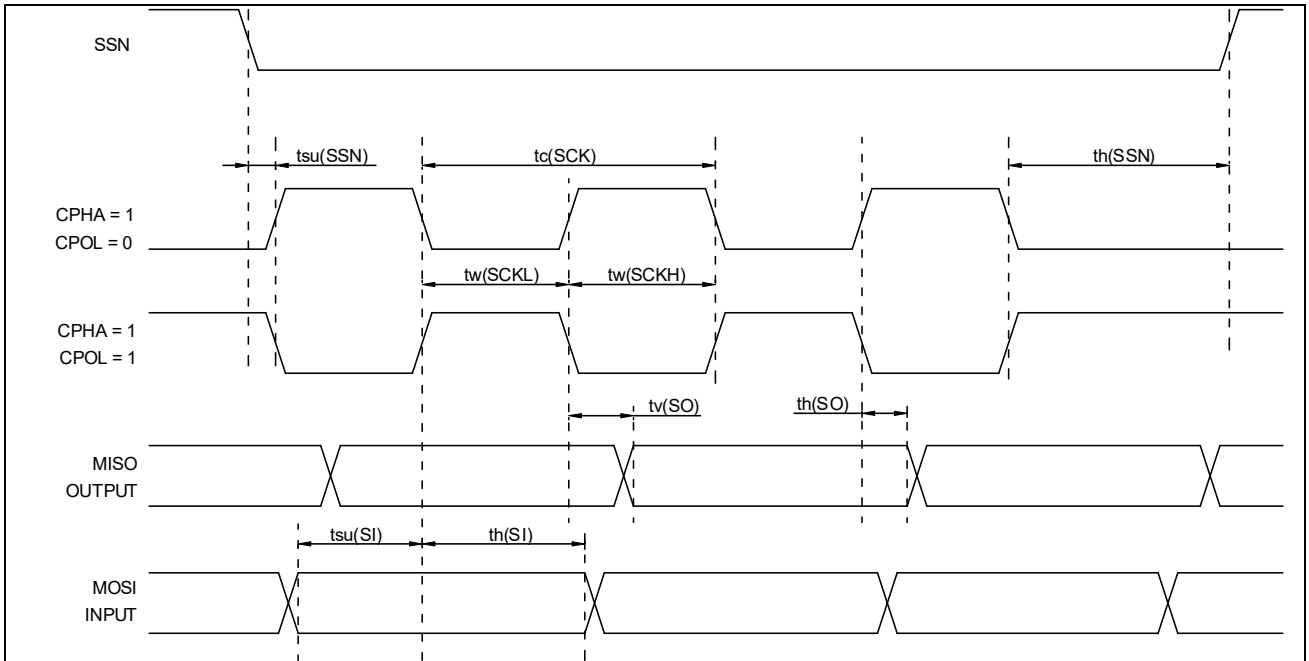
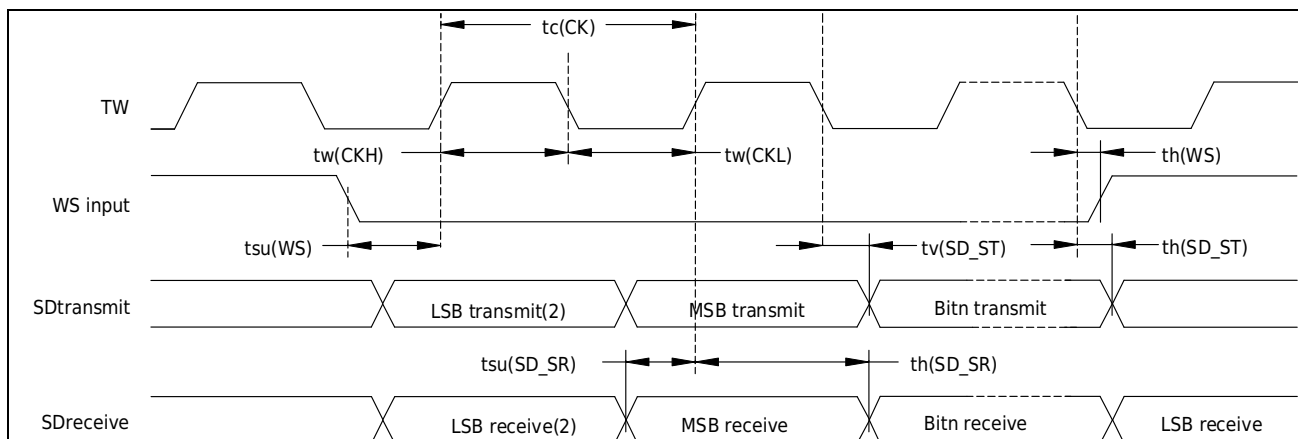


图 7-6 SPI 时序图 (从机模式 cpha=1)

### 7.3.21.3 I2S 特性<sup>(1)</sup>

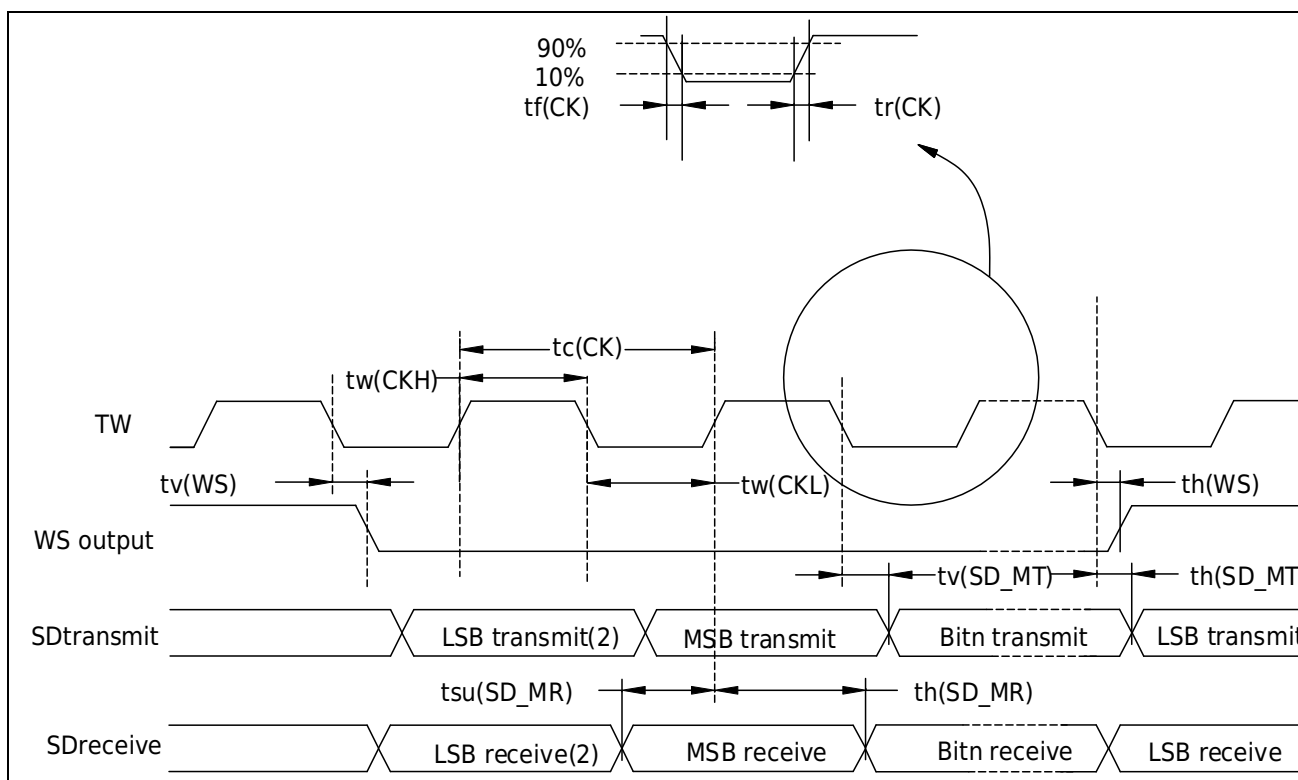
| 符号                                  | 参数          | 条件                                                | 最小值   | 最大值   | 单位  |
|-------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------|-------|-------|-----|
| f <sub>ck</sub>                     | I2S 时钟频率    | Master mode (data:16bits, audio freq 48kHz)       | 1.597 | 1.601 | MHz |
|                                     |             | Slave mode                                        | 0     | 6.5   |     |
| t <sub>r(ck)</sub>                  | I2S 时钟上升时间  | Capacitive load C <sub>L</sub> =15pF              | -     | 10    | ns  |
| T <sub>f(ck)</sub>                  | I2S 时钟下降时间  |                                                   | -     | 12    |     |
| t <sub>w(ckh)</sub>                 | I2S 时钟高电平时间 | Master f <sub>pclk</sub> =16MHz, audio freq 48kHz | 306   | -     |     |
| t <sub>w(ckl)</sub>                 | I2S 时钟低电平时间 |                                                   | 312   | -     |     |
| t <sub>v(ws)</sub>                  | WS 有效时间     | Master mode                                       | 2     | -     |     |
| T <sub>h(ws)</sub>                  | WS 保持时间     | Master mode                                       | 2     | -     |     |
| T <sub>su(ws)</sub>                 | WS 建立时间     | Slave mode                                        | 7     | -     |     |
| T <sub>h(ws)</sub>                  | WS 保持时间     | Slave mode                                        | 0     | -     |     |
| Duty(sck)                           | 从模式时钟占空比    | Slave mode                                        | 25    | 75    | %   |
| T <sub>su(SD_MR)</sub>              | SD 输入建立时间   | Master receiver                                   | 6     | -     | ns  |
| T <sub>su(SD_SR)</sub>              |             | Slave receiver                                    | 2     | -     |     |
| T <sub>h(SD_MR)<sup>(2)</sup></sub> | SD 输入保持时间   | Master receiver                                   | 4     | -     |     |
| T <sub>h(SD_SR)<sup>(2)</sup></sub> |             | Slave receiver                                    | 0.5   | -     |     |
| T <sub>v(SD_MR)<sup>(2)</sup></sub> | SD 输出建立时间   | Master transmitter                                | -     | 4     |     |
| T <sub>v(SD_SR)<sup>(2)</sup></sub> |             | Slave transmitter                                 | -     | 20    |     |
| T <sub>h(SD_MR)</sub>               | SD 输出保持时间   | Master transmitter                                | 0     | -     |     |
| T <sub>h(SD_SR)</sub>               |             | Slave transmitter                                 | 13    | -     |     |

1. 由设计保证，不在生产中测试。
2. 与 F<sub>PCLK</sub> 相关，例如 F<sub>PCLK</sub>=10M T<sub>PCLK</sub>=1/F<sub>PCLK</sub> =100ns



1. Measurement points are done at CMOS levels:  $0.3 \times V_{DDIOx}$  and  $0.7 \times V_{DDIOx}$ .
2. LSB transmit/receive of the previously transmitted byte. No LSB transmit/receive is sent before the first byte.

图 7-7 I2S slave timing diagram



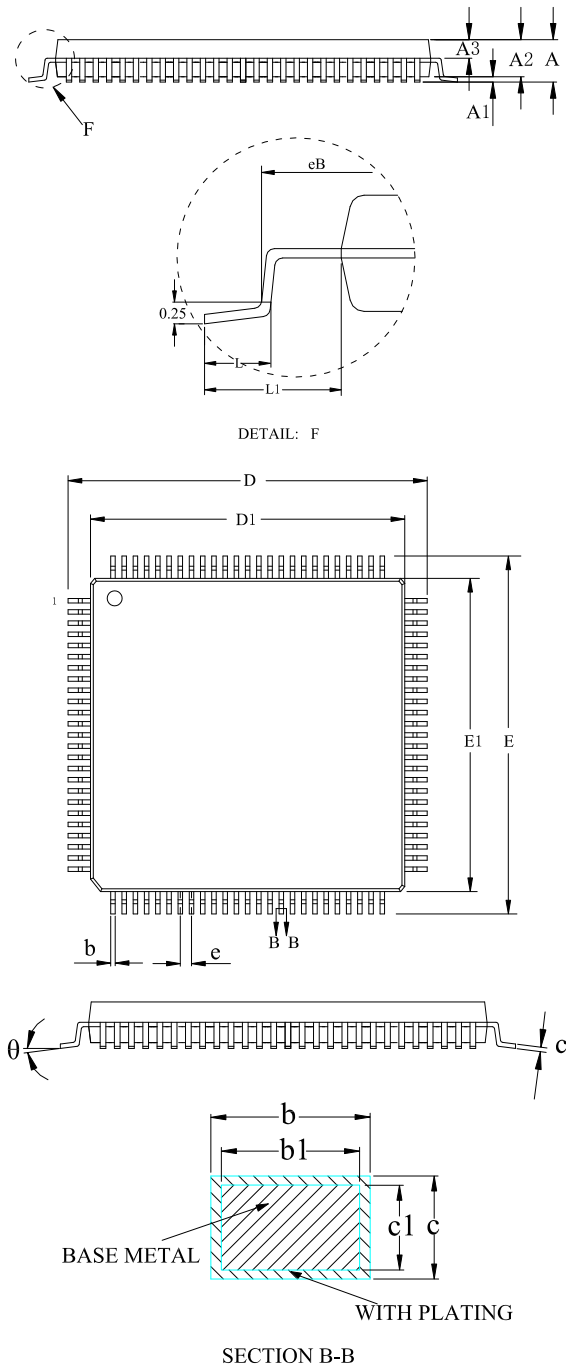
1. Data based on characterization results, not tested in production.
2. LSB transmit/receive of the previously transmitted byte. No LSB transmit/receive is sent before the first byte.

图 7-8 I2S master timing diagram

## 8 封装信息

### 8.1 封装尺寸

#### LQFP100 封装

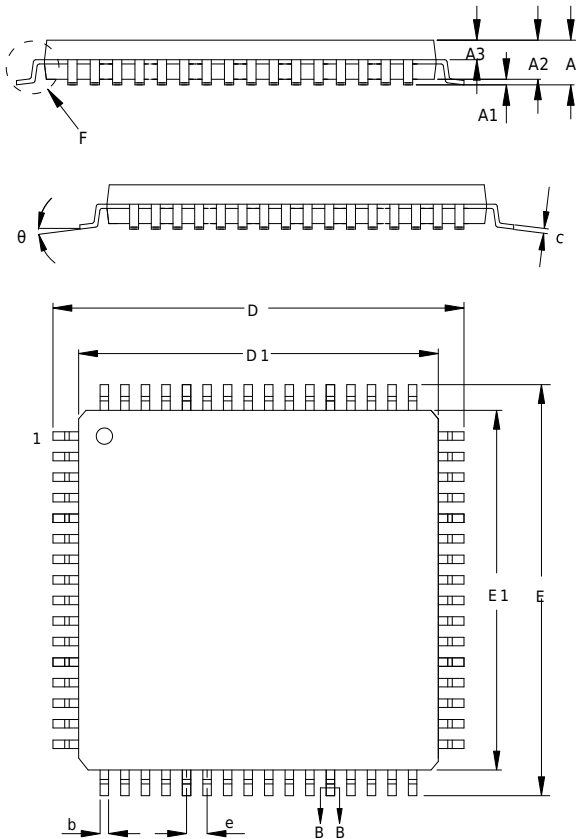


| Symbol   | 14 x 14 Millimeter |       |       |
|----------|--------------------|-------|-------|
|          | Min                | Nom   | Max   |
| A        | --                 | --    | 1.60  |
| A1       | 0.05               | --    | 0.15  |
| A2       | 1.35               | 1.40  | 1.45  |
| A3       | 0.59               | 0.64  | 0.69  |
| b        | 0.18               | --    | 0.26  |
| b1       | 0.17               | 0.20  | 0.23  |
| c        | 0.13               | --    | 0.17  |
| c1       | 0.12               | 0.13  | 0.14  |
| D        | 15.80              | 16.00 | 16.20 |
| D1       | 13.90              | 14.00 | 14.10 |
| E        | 15.80              | 16.00 | 16.20 |
| E1       | 13.90              | 14.00 | 14.10 |
| eB       | 15.05              | --    | 15.35 |
| e        | 0.50BSC            |       |       |
| L        | 0.45               | --    | 0.75  |
| L1       | 1.00REF            |       |       |
| $\theta$ | 0                  | --    | 7°    |

**NOTE:**

- Dimensions "D1" and "E1" do not include mold flash.

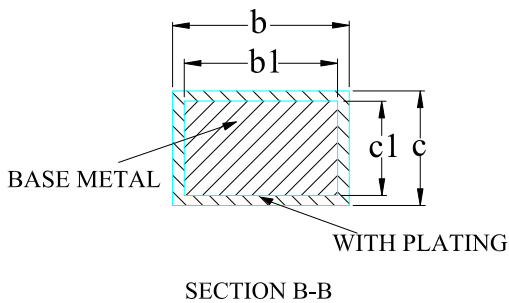
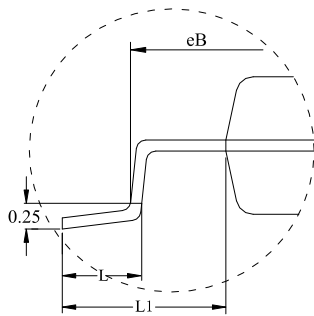
**LQFP64 封装**



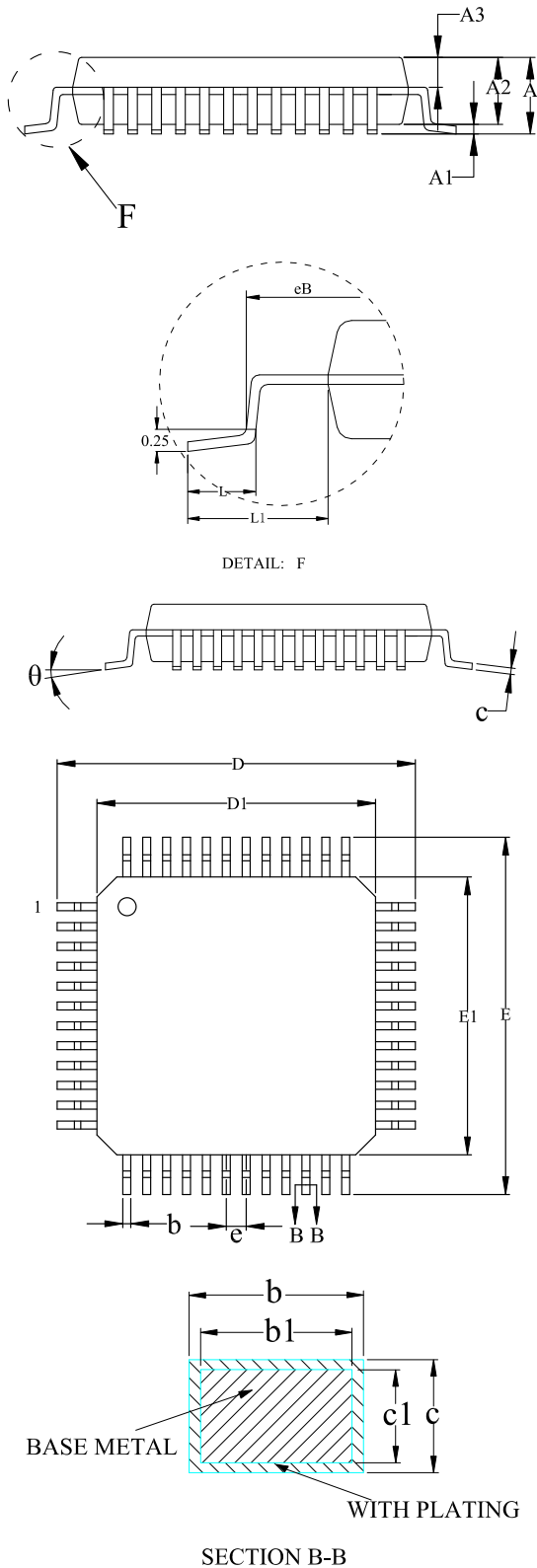
| Symbol | 10 x 10 Millimeter |       |       |
|--------|--------------------|-------|-------|
|        | Min                | Nom   | Max   |
| A      | --                 | --    | 1.60  |
| A1     | 0.05               | --    | 0.15  |
| A2     | 1.35               | 1.40  | 1.45  |
| A3     | 0.59               | 0.64  | 0.69  |
| b      | 0.18               | --    | 0.26  |
| b1     | 0.17               | 0.20  | 0.23  |
| c      | 0.13               | --    | 0.17  |
| c1     | 0.12               | 0.13  | 0.14  |
| D      | 11.80              | 12.00 | 12.20 |
| D1     | 9.90               | 10.00 | 10.10 |
| E      | 11.80              | 12.00 | 12.20 |
| E1     | 9.90               | 10.00 | 10.10 |
| eB     | 11.05              | --    | 11.25 |
| e      | 0.50BSC            |       |       |
| L      | 0.45               | --    | 0.75  |
| L1     | 1.00REF            |       |       |
| θ      | 0°                 | --    | 7°    |

**NOTE:**

- Dimensions "D1" and "E1" do not include mold flash.



**LQFP48 封装**

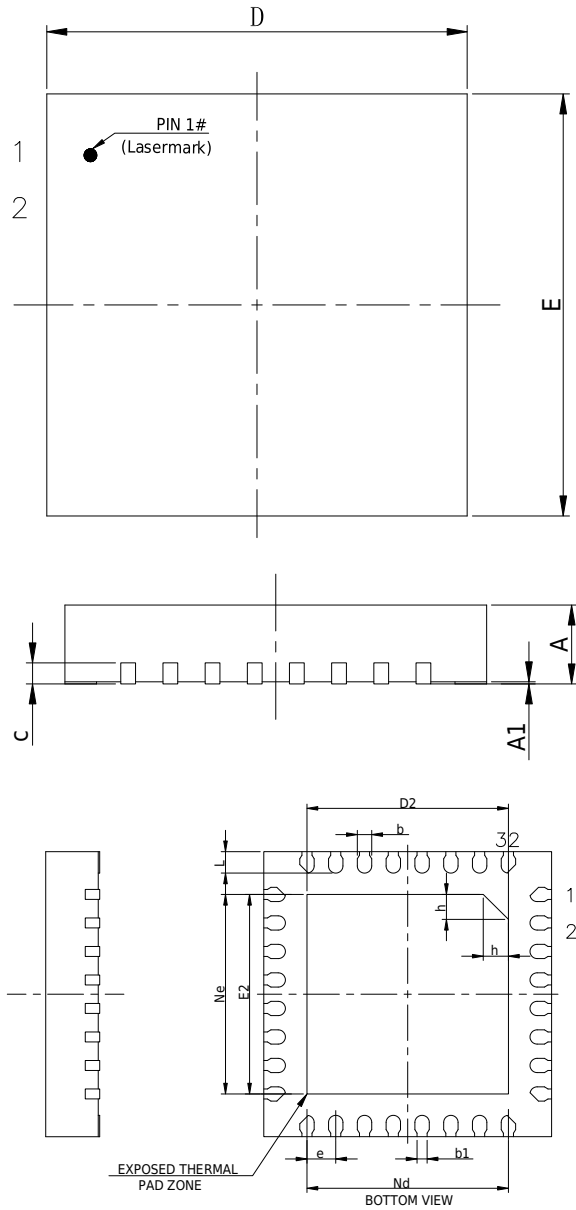


| Symbol   | 7 x 7 Millimeter |      |      |
|----------|------------------|------|------|
|          | Min              | Nom  | Max  |
| A        | --               | --   | 1.60 |
| A1       | 0.05             | --   | 0.15 |
| A2       | 1.35             | 1.40 | 1.45 |
| A3       | 0.59             | 0.64 | 0.69 |
| b        | 0.18             | --   | 0.26 |
| b1       | 0.17             | 0.20 | 0.23 |
| c        | 0.13             | --   | 0.17 |
| c1       | 0.12             | 0.13 | 0.14 |
| D        | 8.80             | 9.00 | 9.20 |
| D1       | 6.90             | 7.00 | 7.10 |
| E        | 8.80             | 9.00 | 9.20 |
| E1       | 6.90             | 7.00 | 7.10 |
| eB       | 8.10             | --   | 8.25 |
| e        | 0.50BSC          |      |      |
| L        | 0.40             | --   | 0.65 |
| L1       | 1.00REF          |      |      |
| $\theta$ | 0                | --   | 7°   |

**NOTE:**

- Dimensions "D1" and "E1" do not include mold flash.

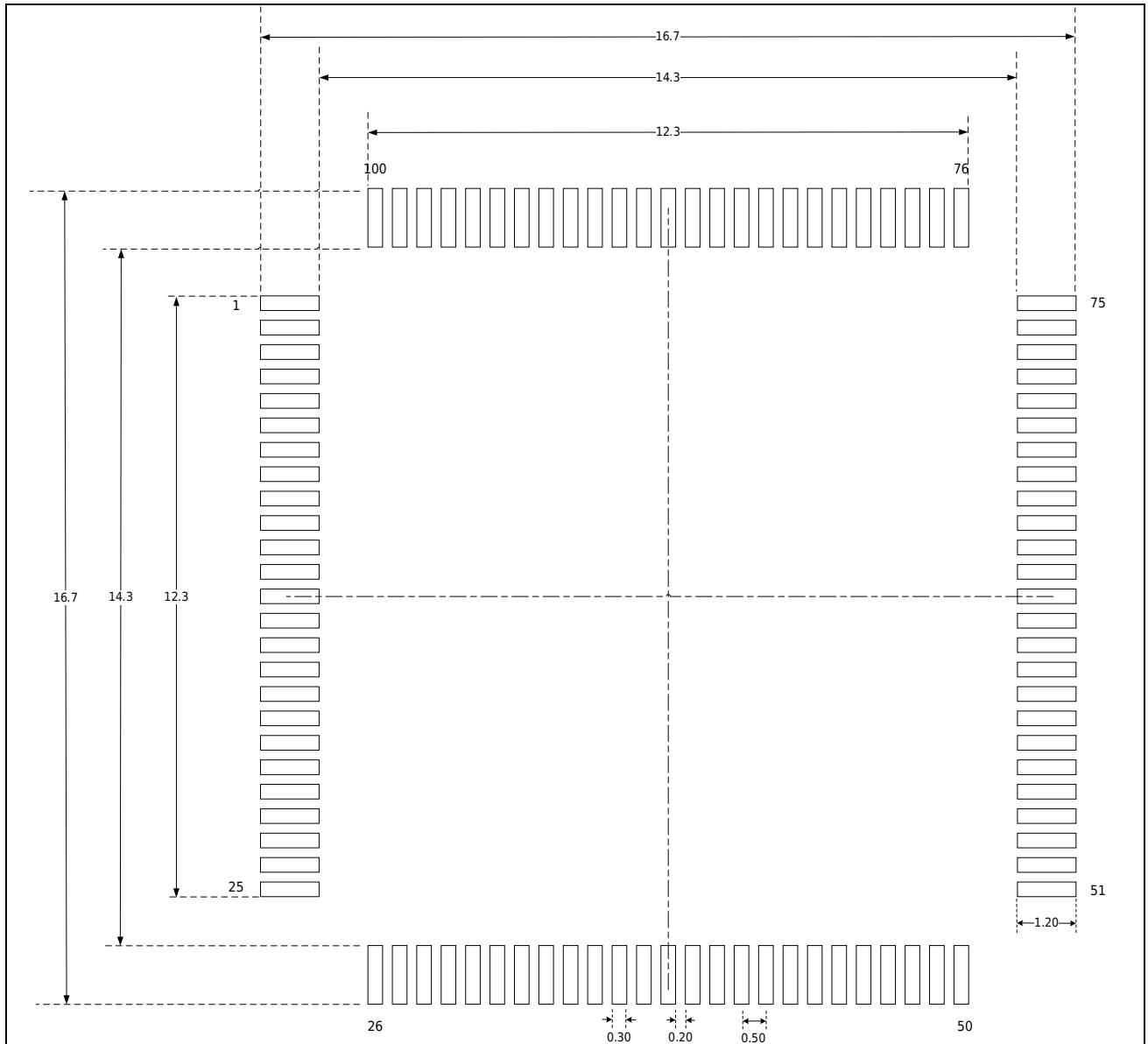
**QFN32 封装**



| Symbol       | 5 x 5 Millimeter |      |      |
|--------------|------------------|------|------|
|              | Min              | Nom  | Max  |
| A            | 0.70             | 0.75 | 0.80 |
| A1           | 0.00             | 0.02 | 0.05 |
| b            | 0.20             | 0.25 | 0.30 |
| b1           | 0.16REF          |      |      |
| c            | 0.18             | 0.20 | 0.25 |
| D            | 4.90             | 5.00 | 5.10 |
| D2           | 3.70             | 3.80 | 3.90 |
| e            | 0.50BSC          |      |      |
| Ne           | 3.50BSC          |      |      |
| Nd           | 3.50BSC          |      |      |
| E            | 4.90             | 5.00 | 5.10 |
| E2           | 3.70             | 3.80 | 3.90 |
| L            | 0.25             | 0.30 | 0.35 |
| h            | 0.30             | 0.35 | 0.40 |
| L/F 载体<br>尺寸 | 4.10 x 4.10      |      |      |

## 8.2 焊盘示意图

### LQFP100 封装 (14mm x 14mm)

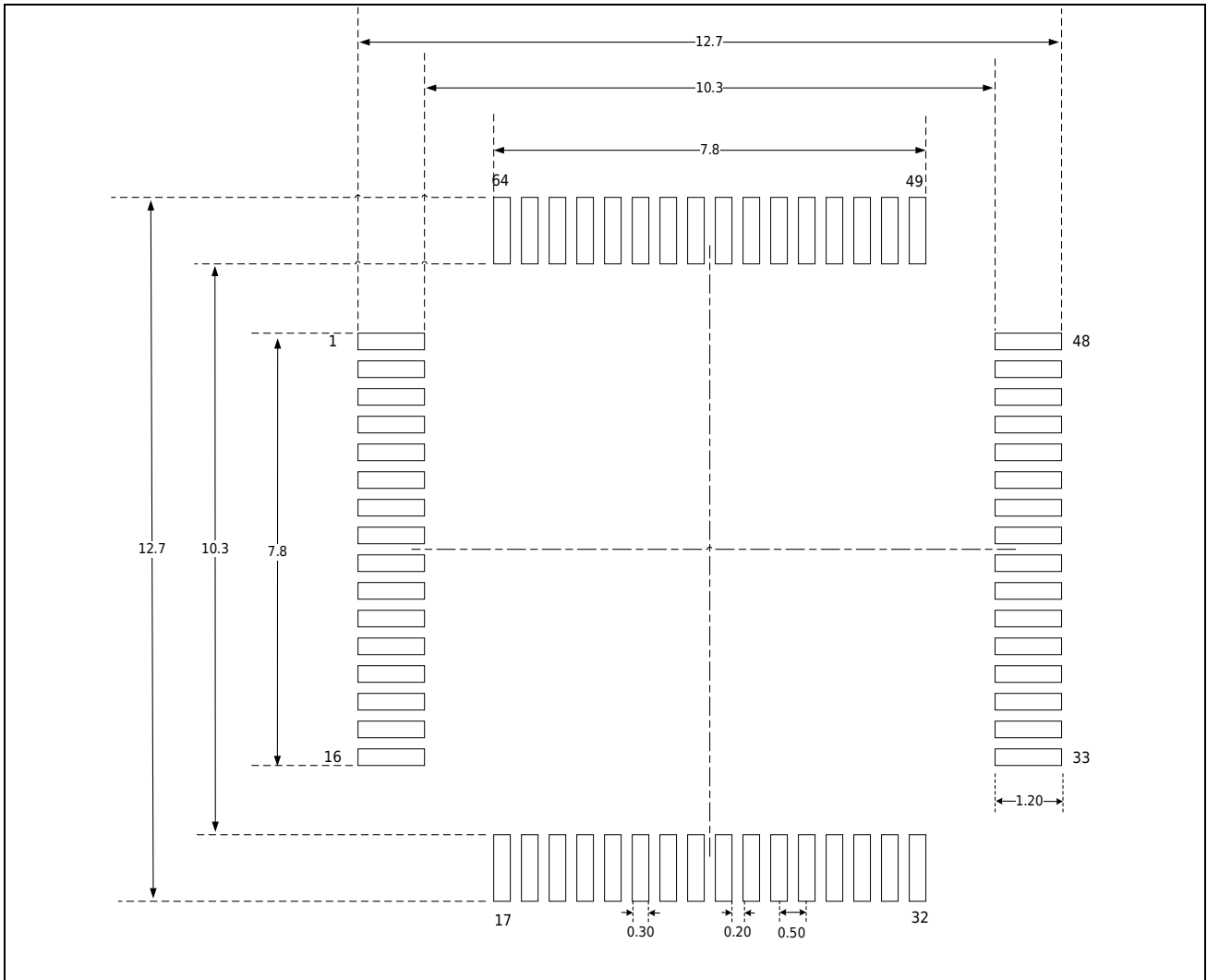


**NOTE:**

- Dimensions are expressed in millimeters.
- 尺寸仅做参考。



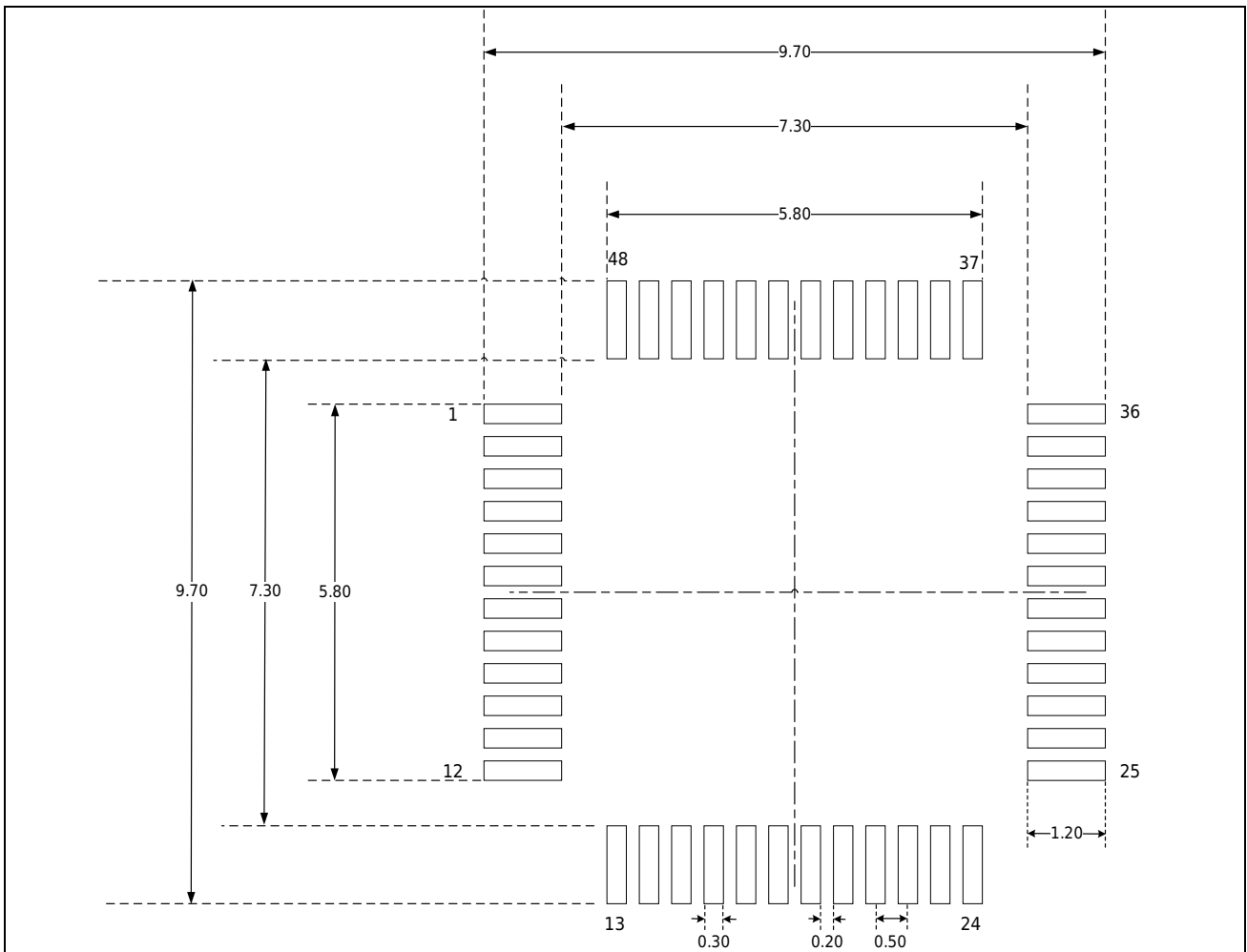
**LQFP64 封装 (10mm x 10mm)**



**NOTE:**

- Dimensions are expressed in millimeters.
- 尺寸仅做参考。

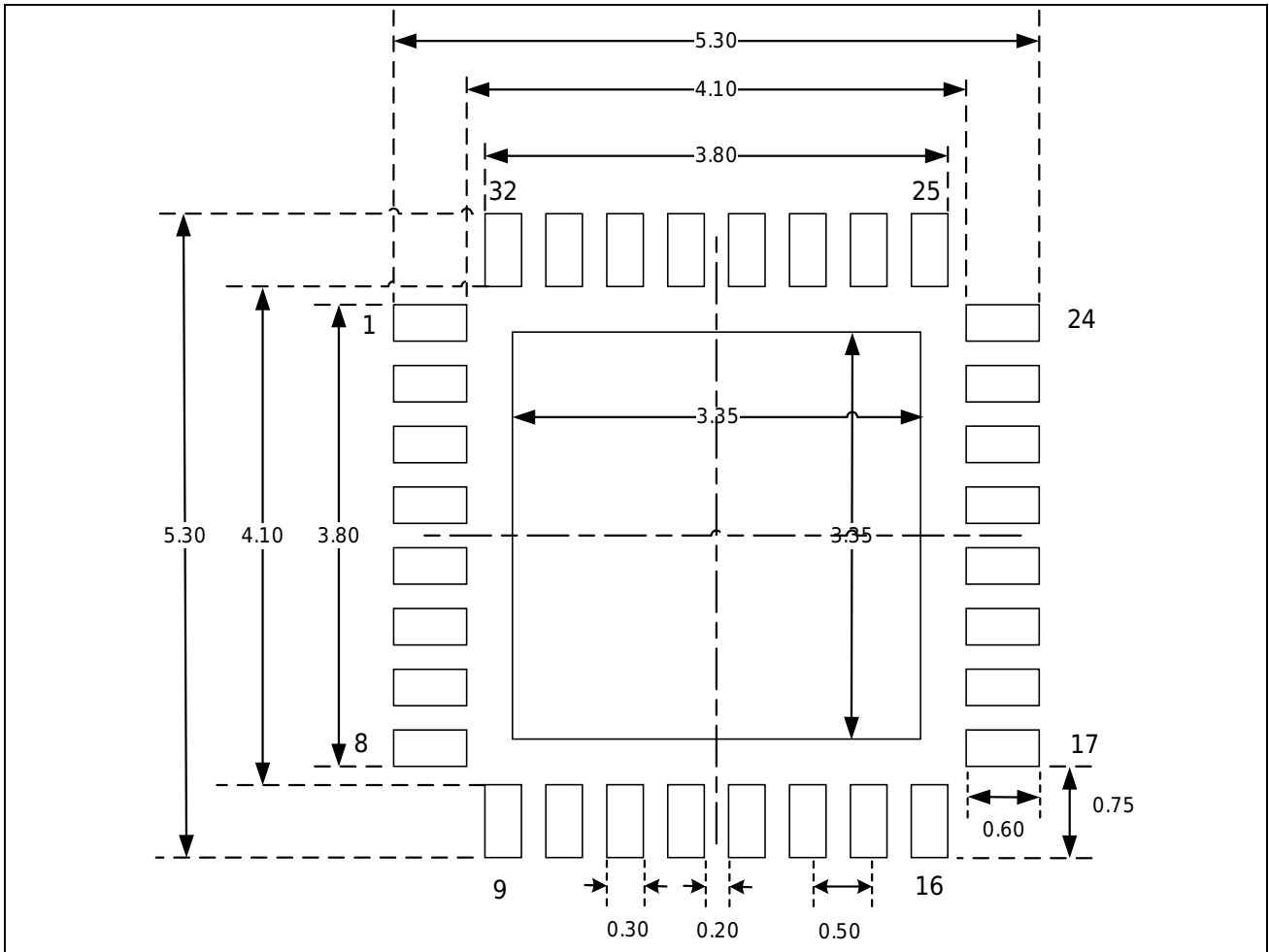
**LQFP48 封装 (7mm x 7mm)**



**NOTE:**

- Dimensions are expressed in millimeters.
- 尺寸仅做参考。

**QFN32 封装 (5mm x 5mm)**



**NOTE:**

- Dimensions are expressed in millimeters.
- 尺寸仅做参考。

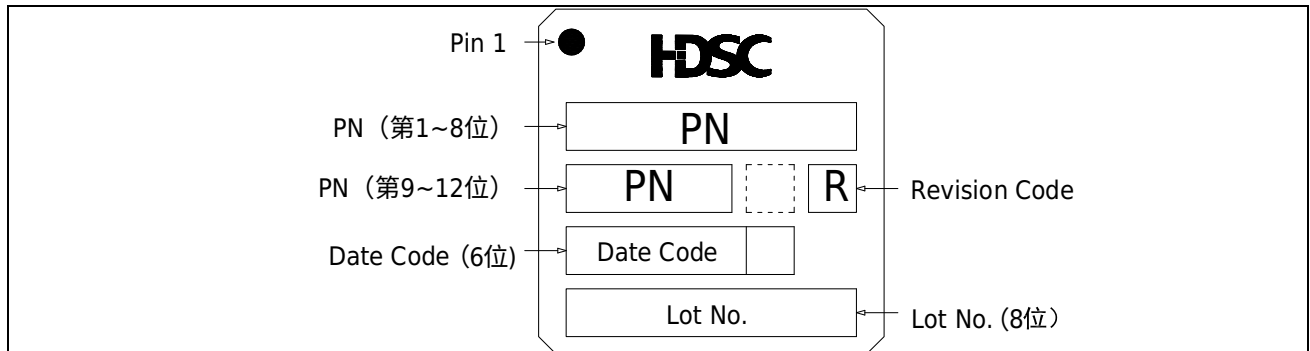
### 8.3 丝印说明

以下给出各封装正面丝印的 Pin 1 位置和信息说明。

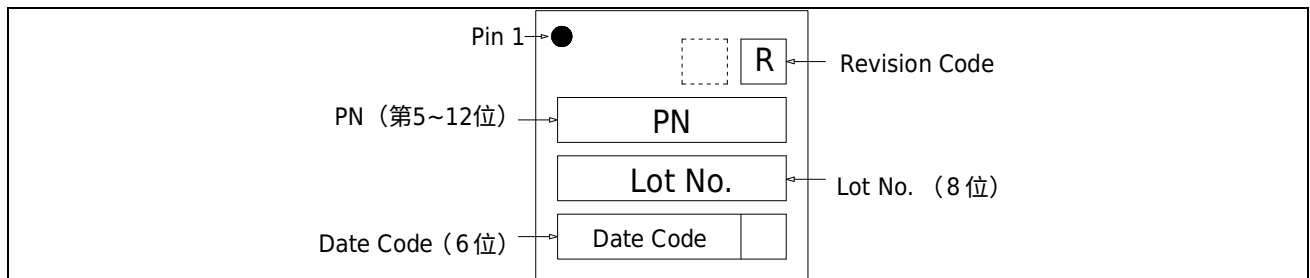
#### LQFP100 封装 (14mm x 14mm)

#### LQFP64 封装 (10mm x 10mm)

#### LQFP48 封装 (7mm x 7mm)



#### QFN32 封装 (5mm x 5mm)



**注意:**

- 上图空白框表示与生产相关的可选标记，本节不作说明。

## 8.4 封装热阻系数

封装芯片在指定工作环境温度下工作时，芯片表面的结温  $T_j$  (°C) 可以按照下面的公式计算：

$$T_j = T_{amb} + (P_D \times \theta_{JA})$$

- $T_{amb}$  是指封装芯片工作时的环境温度，单位是 °C；
- $\theta_{JA}$  是指封装对工作环境的热阻系数，单位是 °C/W；
- $P_D$  等于芯片的内部功耗和 I/O 功耗之和，单位是 W。芯片的内部功耗是产品的  $I_{DD} \times V_{DD}$ ，I/O 功耗指的是指芯片工作时 I/O 引脚产生的功耗，通常该部分值很小，可以忽略。

芯片在指定工作环境温度下工作时芯片表面的结温  $T_j$ ，不可以超出芯片可容许的最大结温度  $T_{j0}$ 。

表 8-1 各封装热阻系数表

| Package Type and Size             | Thermal Resistance Junction-ambient Value ( $\theta_{JA}$ ) | Unit |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------|------|
| LQFP100 14mm x 14mm / 0.5mm pitch | 50 +/- 10%                                                  | °C/W |
| LQFP64 10mm x 10mm / 0.5mm pitch  | 65 +/- 10%                                                  | °C/W |
| LQFP48 7mm x 7mm / 0.5mm pitch    | 75 +/- 10%                                                  | °C/W |
| QFN32 5mm x 5mm / 0.5mm pitch     | 42 +/- 10%                                                  | °C/W |

## 9 订购信息

| Part Number    |           | HC32L072PATA-LQFP100 | HC32L072KATA-LQFP64 | HC32L072JATA-LQ48 | HC32L072FAUA-QN32TR | HC32L073PATA-LQFP100 | HC32L073KATA-LQFP64 | HC32L073JATA-LQ48 |
|----------------|-----------|----------------------|---------------------|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| Memory (bytes) | Flash     | 128K                 | 128K                | 128K              | 128K                | 128K                 | 128K                | 128K              |
|                | RAM       | 16K                  | 16K                 | 16K               | 16K                 | 16K                  | 16K                 | 16K               |
| I/O            |           | 86                   | 50                  | 36                | 22                  | 86                   | 52                  | 38                |
| TIMER          | GTIMER    | 4                    | 4                   | 4                 | 4                   | 4                    | 4                   | 4                 |
|                | ATIMER    | 3                    | 3                   | 3                 | 3                   | 3                    | 3                   | 3                 |
|                | LPTIMER   | 2                    | 2                   | 2                 | 2                   | 2                    | 2                   | 2                 |
|                | RTC       | ✓                    | ✓                   | ✓                 | ✓                   | ✓                    | ✓                   | ✓                 |
|                | PCNT      | 1                    | 1                   | 1                 | 1                   | 1                    | 1                   | 1                 |
| Connectivity   | UART      | 4                    | 4                   | 2                 | 2                   | 4                    | 4                   | 2                 |
|                | LPUART    | 2                    | 2                   | 2                 | 1                   | 2                    | 2                   | 2                 |
|                | I2C       | 2                    | 2                   | 2                 | 1                   | 2                    | 2                   | 2                 |
|                | SPI       | 2                    | 2                   | 2                 | 1                   | 2                    | 2                   | 2                 |
|                | USB       | ✓                    | ✓                   | ✓                 | ✓                   | ✓                    | -                   | -                 |
|                | CAN       | ✓                    | ✓                   | ✓                 | ✓                   | ✓                    | ✓                   | ✓                 |
|                | I2S       | 2                    | 2                   | 2                 | 1                   | 2                    | 2                   | 2                 |
|                | ADC*12bit | 24ch                 | 23ch                | 17ch              | 10ch                | 24ch                 | 23ch                | 17ch              |
|                | DAC*12bit | 2ch                  | 2ch                 | 2ch               | 2ch                 | 2ch                  | 2ch                 | 2ch               |
|                | OP        | 5                    | 5                   | 3                 | 1                   | 5                    | 5                   | 3                 |
| Comp           | 3         | 3                    | 3                   | 3                 | 3                   | 3                    | 3                   |                   |
| Display        | LCD       | -                    | -                   | -                 | -                   | 4*52/6*50/8*48       | 4*40/6*38/8*36      | 4*26              |
| Security       | AES       | ✓                    | ✓                   | ✓                 | ✓                   | ✓                    | ✓                   | ✓                 |
| LVD            |           | ✓                    | ✓                   | ✓                 | ✓                   | ✓                    | ✓                   | ✓                 |
| LVR            |           | ✓                    | ✓                   | ✓                 | ✓                   | ✓                    | ✓                   | ✓                 |
| Voltage        | 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          |
| Package        |           | LQFP100(14*14)       | LQFP64(10*10)       | LQFP48(7*7)       | QFN32(5*5)          | LQFP100(14*14)       | LQFP64(10*10)       | LQFP48(7*7)       |
| 出货形式           |           | 盘装                   | 盘装                  | 盘装                | 卷带                  | 盘装                   | 盘装                  | 盘装                |
| 产品厚度           |           | 1.6mm                | 1.6mm               | 1.6mm             | 0.75mm              | 1.6mm                | 1.6mm               | 1.6mm             |
| 脚间距            |           | 0.5mm                | 0.5mm               | 0.5mm             | 0.5mm               | 0.5mm                | 0.5mm               | 0.5mm             |

订购前，请联系销售窗口咨询最新量产信息。

## 版本修订记录

| 版本号     | 修订日期       | 修订内容                                                                                                                                         |
|---------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rev1.00 | 2019/11/18 | 初稿发布。                                                                                                                                        |
| Rev1.10 | 2019/12/25 | 更新以下信息：①增加 QFN32 封装；②典型应用电路图；③高速外部时钟 XTH 和低速外部时钟 XTL 中配图和注意事项；④丝印说明；⑤通用工作条件描述；⑥订购信息。                                                         |
| Rev1.20 | 2020/04/10 | 更新以下信息：①引脚功能说明；②ADC 特性中增加 AVCC/3 精度；③HC32L073KATA 的 44/45/47/48pin 变更；④HC32L073JATA 的 32/33/35/36pin 变更。                                     |
| Rev1.30 | 2020/05/29 | 更新以下信息：①7.3.7.2 中修正笔误；②增加 LCD 控制器；③7.3.8.2 中 RCL 振荡器精度；④产品特性中增加低功耗定时器描述。                                                                     |
| Rev1.40 | 2020/06/30 | 更新以下信息：①引脚功能说明中增加 I2S 信息；②LPTIM 更正为 LPTIM0，LPTIMx_ETR 更正为 LPTIMx_EXT；③统一引脚功能名称。                                                              |
| Rev1.50 | 2020/07/31 | 更新以下信息：①增加 7.3.20、7.3.21、8.2 和 8.4 节；②7.3.11 等级；③7.3.13.2 中 V <sub>IH</sub> 和 V <sub>IL</sub> 的值。                                            |
| Rev1.60 | 2020/09/30 | 更新以下信息：①功能框图；②增加 SPI 特性和 I2S 特性 <sup>(1)</sup> ；③1.4 描述；④7.3.14 的 V <sub>IL</sub> 和 V <sub>IH</sub> ；⑤增加 7.3.13.3；⑥HC32L072FAUA 的 OPA 数量为 1。 |
| Rev1.70 | 2021/05/31 | 更新以下信息：①修改声明；②更正引脚功能说明中 PB04 的 ANALOG 功能；③I2C 特性中 t <sub>HD,STA</sub> 和 t <sub>SU,STO</sub> 参数；④存储器特性中数据保存期限；⑤增加外部时钟源特性中 g <sub>m</sub> 参数。  |
| Rev1.80 | 2022/03/09 | 公司 Logo 更新。                                                                                                                                  |
| Rev1.81 | 2022/08/13 | 更新以下信息：①3.2 引脚功能说明，删除 TIM4_CHB 的 PF01 功能映射；②7.3.14 RESETB 引脚特性，输入滤波脉冲时间修改。                                                                   |
| Rev1.82 | 2023/06/21 | 更新以下信息：①存储区映射图 APB1 地址范围错误修改。                                                                                                                |
| Rev1.83 | 2024/06/25 | 更新以下信息：①1.29 和 1.31 中 ADC 和 VC 通道数修改、删除 1.2V 相关描述、删除 7.3.16 中 1.2V 相关描述；②修改表 7-3 温度特性中储存温度范围；③添加“7.3.8.3 内部低速时钟 10k 振荡器”章节。                  |