

## 概述

CH32X035 是基于青稞 RISC-V 内核设计的工业级微控制器。CH32X035 内置 USB 和 PD PHY, 支持 USB Host 主机和 USB Device 设备功能、PDUSB 及 Type-C 快充功能, 内置可编程协议 I/O 控制器, 提供了 2 组 OPA 运放、3 组 CMP 电压比较器、4 组 USART 串口、I2C、SPI、多组定时器、12 位 ADC、14 路 Touchkey 等丰富外设资源。

## 产品特性

- **内核 Core:**
  - 青稞 32 位 RISC-V4C 内核
  - 支持 RV32IMAC 指令集和自扩展指令
  - 快速可编程中断控制器+硬件中断堆栈
  - 分支预测、冲突处理机制
  - 单周期乘法、硬件除法
- **存储器:**
  - 20KB 易失数据存储区 SRAM
  - 62KB 程序存储区 CodeFlash
  - 256B 系统非易失配置信息存储区
  - 256B 用户自定义信息存储区
- **电源管理和低功耗:**
  - 系统供电  $V_{DD}$  额定电压: 3.3V 或 5V
  - 低功耗模式: 睡眠、停止、待机
- **系统时钟和复位:**
  - 内置 48MHz 时钟振荡器
  - 上/下电复位、可编程电压监测器
- **8 路通用 DMA 控制器:**
  - 8 个通道, 支持环形缓冲区管理
  - 支持 TIMx/ADC/USART/I2C/SPI
- **可编程协议 I/O 控制器 PI0C:**
  - 可编程, 支持多种单线接口、两线接口
- **2 组运放 OPA/PGA/电压比较器:**
  - 多路输入通道, 可选多档增益
  - 各 2 路输出通道, 可选 ADC 引脚
- **3 组模拟电压比较器 CMP:**
  - 各 2 路输入通道, 可选公用参考电压引脚
  - 输出到 I/O 或者内部直接触发 TIM2
- **12 位模数转换 ADC:**
  - 模拟输入范围:  $GND \sim V_{DD}$
  - 14 路外部信号+1 路内部信号通道
- **14 路 TouchKey 通道检测**
- **多组定时器:**
  - 2 个 16 位高级定时器, 增加死区控制和紧急刹车, 提供用于电机控制的 PWM 互补输出
  - 1 个 16 位通用定时器, 提供输入捕获/输出比较/PWM
  - 2 个看门狗定时器: 独立和窗口型
  - 系统时基定时器: 64 位计数器
- **4 组 USART 串口: 支持 LIN 和 ISO7816**
- **1 个 I2C 接口**
- **1 个 SPI 接口**
- **USB2.0 全速控制器及 PHY:**
  - 支持 USB 主机或 USB 设备
- **USB PD 和 Type-C 控制器及 PHY**
- **快速 GPIO 端口:**
  - 60 个 I/O 口, 支持 24 个外部中断
- **安全特性: 芯片唯一 ID**
- **调试模式: 串行 2 线调试接口 SDI**
- **封装形式: LQFP、QFN、QSOP、TSSOP**

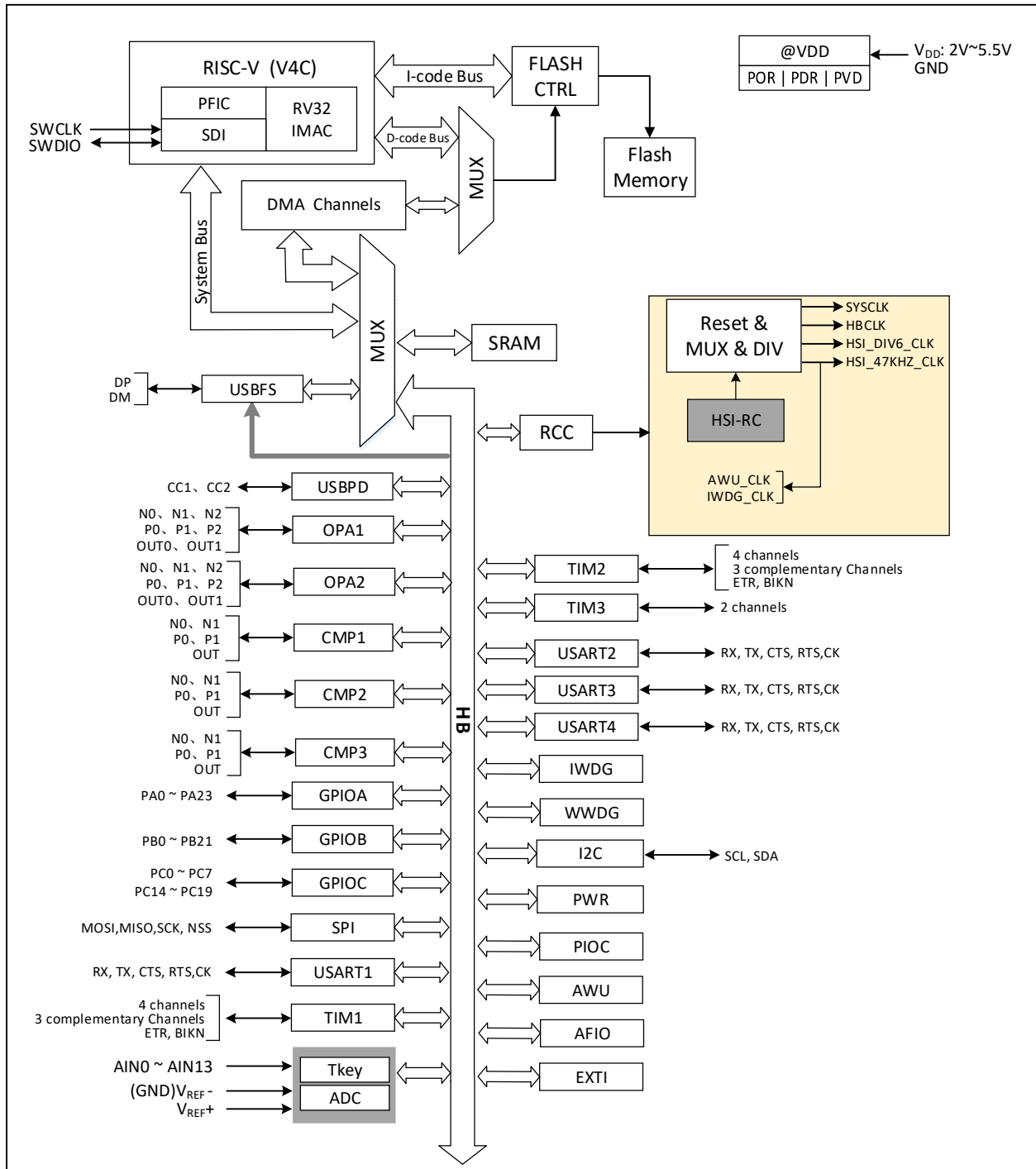
| 型号           | 闪存  | RAM | 通用 I/O | 高级定时器 | 通用定时器 | 串口 | 看门狗 | PDUSB  |        |                        | ADC  | OPA 运放 | CMP 比较器 | 电容触摸按键 | SPI | PIOC 单线接口 | 封装形式    |
|--------------|-----|-----|--------|-------|-------|----|-----|--------|--------|------------------------|------|--------|---------|--------|-----|-----------|---------|
|              |     |     |        |       |       |    |     | USB 主机 | USB 设备 | Type-C Source Sink DRP |      |        |         |        |     |           |         |
| CH32X035R8T6 | 62K | 20K | 60     | 2     | 1     | 4  | 2   | √      | √      | √                      | 14+1 | 2 组    | 3 组     | 14 路   | √   | √         | LQFP64M |
| CH32X035C8T6 | 62K | 20K | 46     | 2     | 1     | 4  | 2   | √      | √      | √                      | 10+1 | 2 组    | 3 组     | 10 路   | √   | √         | LQFP48  |
| CH32X035G8U6 | 62K | 20K | 27     | 2     | 1     | 4  | 2   | √      | √      | √                      | 12+1 | 2 组    | 1 组     | 12 路   | √   | √         | QFN28   |
| CH32X035G8R6 | 62K | 20K | 26     | 2     | 1     | 4  | 2   | √      | √      | √                      | 11+1 | 2 组    | 3 组     | 11 路   | √   | √         | QSOP28  |
| CH32X035F8U6 | 62K | 20K | 19     | 2     | 1     | 3  | 2   | -      | √      | √                      | 10+1 | 2 组    | -       | 10 路   | √   | √         | QFN20   |
| CH32X035F7P6 | 62K | 20K | 18     | 2     | 1     | 3  | 2   | -      | √      | √                      | 11+1 | 1 组    | 1 组     | 11 路   | √   | √         | TSSOP20 |
| CH32X033F8P6 | 62K | 20K | 18     | 2     | 1     | 4  | 2   | -      | √      | -                      | 10+1 | 2 组    | 2 组     | 10 路   | √   | √         | TSSOP20 |

## 第 1 章 规格信息

### 1.1 系统架构

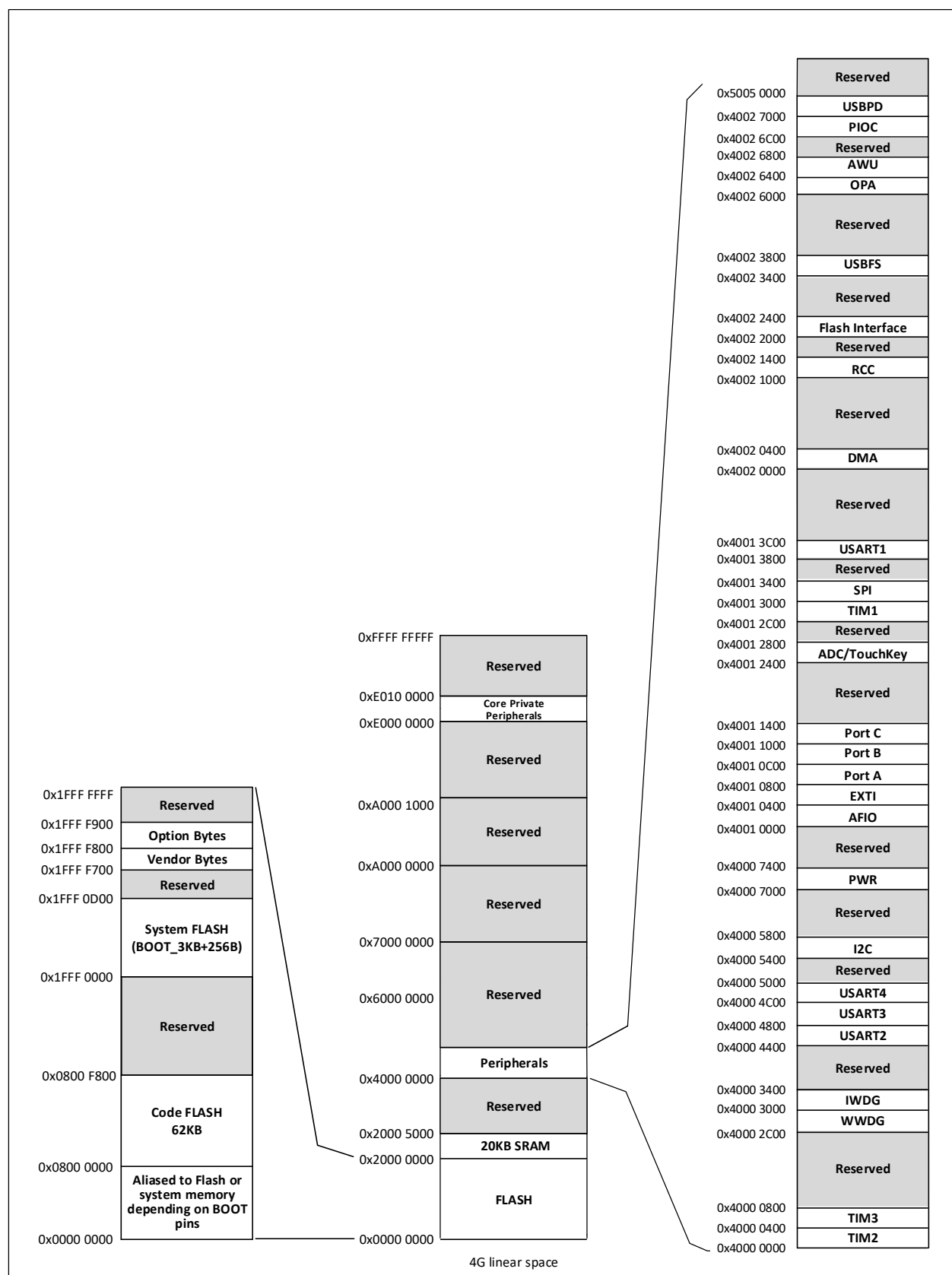
微控制器基于 RISC-V 指令集设计，其架构中将青稞微处理器内核、仲裁单元、DMA 模块、SRAM 存储等部件通过多组总线实现交互。集成通用 DMA 控制器以减轻 CPU 负担、提高访问效率，应用多级时钟管理机制降低了外设的运行功耗，同时兼有数据保护机制，时钟自动切换保护等措施增加了系统稳定性。下图是系列芯片内部总体架构图。

图 1-1 系统框图



## 1.2 存储器映射表

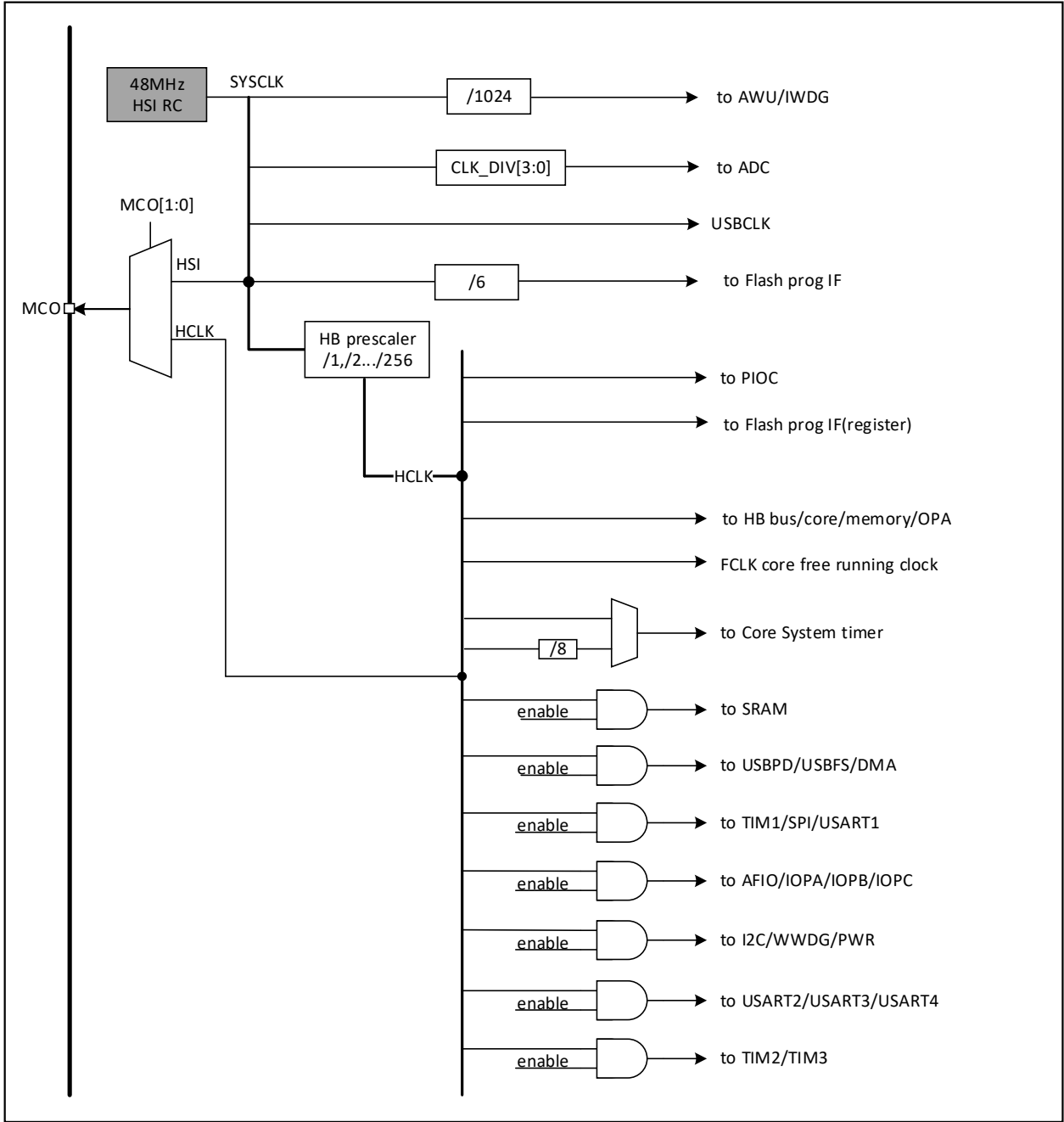
图 1-2 存储器地址映射



1.3 时钟树

系统时钟源：内部高频 RC 振荡器（HSI）。

图 1-3 时钟树框图



## 1.4 功能概述

### 1.4.1 RISC-V4C 处理器

RISC-V4C 支持 RISC-V 指令集 IMAC 子集。处理器内部以模块化管理，包含快速可编程中断控制器（PFIC）、内存保护、分支预测模式、扩展指令支持等单元。对外多组总线与外部单元模块相连，实现外部功能模块和内核的交互。

处理器以其极简指令集、多种工作模式、模块化定制扩展等特点可以灵活应用不同场景微控制器设计，例如小面积低功耗嵌入式场景、高性能应用操作系统场景等。

- 支持机器和用户特权模式
- 快速可编程中断控制器（PFIC）
- 多级硬件中断堆栈
- 串行2线调试接口
- 标准内存保护设计
- 静态或动态分支预测、高效跳转、冲突检测机制
- 自定义扩展指令

### 1.4.2 可编程协议 I/O 控制器（PIOC）

可编程协议 I/O 控制器基于单时钟周期的专用精简指令集 RISC 内核，运行于系统主频，具有 2K 指令的程序 ROM 和 49 个 SFR 寄存器及 PWM 定时/计数器，支持 2 个 I/O 引脚的协议控制。

- 复用了 4K 字节的系统 SRAM 作为 2K 字容量的程序 ROM，支持程序暂停和动态加载。
- 提供 33 字节的双向和单向各 1 个寄存器，提供 6 级独立堆栈。
- 通过动态加载不同的协议程序，可以支持多种协议规格的单线接口和两线接口。

### 1.4.3 片上存储器

内置 20K 字节 SRAM 区，用于存放数据，掉电后数据丢失。其中 4K 可用于 PIOC。

内置 62K 字节程序闪存存储区（Code FLASH），即用户区，用于用户的应用程序和常量数据存储。

内置 3328 字节系统存储区（System FLASH），即 BOOT 区，用于系统引导程序存储，内置自举加载程序。该区域可通过 WCH-LinkUtility 工具与上述 62K 字节区域一起用于用户区，具体可参考相关 EVT。

256 字节系统非易失配置信息存储区，用于厂商配置字存储，出厂前固化，用户不可修改。

256 字节用户自定义信息存储区，用于用户选择字存储。

### 1.4.4 供电方案

$V_{DD} = 2 \sim 5.5V$ ：为 I/O 引脚和内部调压器供电（使用 ADC 或 PD 时， $V_{DD}$  不得小于 2.5V）。

### 1.4.5 供电监控器

芯片内部集成了上电复位（POR）/掉电复位（PDR）电路，该电路始终处于工作状态，保证系统在供电超过 2V 时工作；当  $V_{DD}$  低于设定的阈值（ $V_{POR/PDR}$ ）时，置器件于复位状态，而不必使用外部复位电路。

另外系统设有一个可编程的电压监测器（PVD），需要通过软件开启，用于比较  $V_{DD}$  供电与设定的阈值  $V_{PVD}$  的电压大小。打开 PVD 相应边沿中断，可在  $V_{DD}$  下降到 PVD 阈值或上升到 PVD 阈值时，收到中断通知。关于  $V_{POR/PDR}$  和  $V_{PVD}$  的值参考第 3 章。

### 1.4.6 系统电压调节器 LDO

复位后，系统电压调节器自动开启，根据应用方式有两种操作模式。

- 开启模式：正常的运行操作，提供稳定的内核电源。
- 低功耗模式：当 CPU 进入待机模式后，调节器低功耗运行。

#### 1.4.7 低功耗模式

系统支持三种低功耗模式，可以针对低功耗、短启动时间和多种唤醒事件等条件下选择达到最佳的平衡。

- 睡眠模式

在睡眠模式下，只有 CPU 时钟停止，但所有外设时钟供电正常，外设处于工作状态。此模式是最浅低功耗模式，但可以达到最快唤醒。

退出条件：任意中断或唤醒事件。

- 停止模式

此模式 FLASH 进入低功耗模式，HSI 的 RC 振荡器被关闭。

退出条件：任意外部中断/事件（EXTI 信号）、RST 上的外部复位信号、IWDG 复位，其中 EXTI 信号包括 24 个外部 I/O 口之一、PVD 的输出，USB 的唤醒信号，USB PD 唤醒信号等。

- 待机模式

此模式 FLASH 进入低功耗模式，HSI 的 RC 振荡器被关闭，系统 LDO 进入省电模式。

退出条件：任意外部中断/事件（EXTI 信号）、RST 上的外部复位信号、IWDG 复位，其中 EXTI 信号包括 24 个外部 I/O 口之一、PVD 的输出，USB 的唤醒信号，USB PD 唤醒信号等。

#### 1.4.8 快速可编程中断控制器（PFIC）

芯片内置快速可编程中断控制器（PFIC），最多支持 255 个中断向量，以最小的中断延迟提供了灵活的中断管理功能。当前芯片管理了 7 个内核私有中断和 39 个外设中断管理，其他中断源保留。PFIC 的寄存器均可以在用户和机器特权模式下访问。

- 2 个可单独屏蔽中断
- 提供一个不可屏蔽中断 NMI
- 支持硬件中断堆栈（HPE），无需指令开销
- 提供 4 路免表中断（VTF），更快进入中断服务程序
- 向量表支持地址或指令模式
- 中断嵌套深度可配置最高 2 级
- 支持中断尾部链接功能

#### 1.4.9 外部中断/事件控制器（EXTI）

外部中断/事件控制器总共包含 28 个边沿检测器，用于产生中断/事件请求。每个中断线都可以独立地配置其触发事件（上升沿或下降沿或双边沿），并能够单独地被屏蔽；挂起寄存器维持所有中断请求状态。多达 60 个通用 I/O 口都可选择连接到 24 个外部中断线。

#### 1.4.10 通用 DMA 控制器

系统内置了通用 DMA 控制器，管理 8 个通道，灵活处理存储器到存储器、外设到存储器和存储器到外设间的高速数据传输，支持环形缓冲区方式。每个通道都有专门的硬件 DMA 请求逻辑，支持一个或多个外设对存储器的访问请求，可配置访问优先权、传输长度、传输的源地址和目标地址等。

DMA 用于主要的外设包括：通用/高级定时器 TIMx、ADC、USART、I2C、SPI。

USB 和 USB PD 另有专用的独立 DMA 通道。

注：DMA 和 CPU 经过仲裁器仲裁之后对系统 SRAM 进行访问。

#### 1.4.11 时钟和启动

系统时钟源 HSI 默认开启，在没有配置时钟或者复位后，内部 48MHz 的 RC 振荡器 6 分频作为默认的 CPU 时钟。对于关闭时钟的低功耗模式，唤醒后系统将首先开启内部的 RC 振荡器。如果使能了时钟中断，软件可以接收到相应的中断。



#### 1.4.12 ADC（模拟/数字转换器）和触摸按键电容检测（TKey）

芯片内置 12 位的模拟/数字转换器 (ADC)，提供多达 14 个外部通道和 1 个内部通道采样，可编程的通道采样时间，可以实现单次、连续、扫描或间断转换。提供模拟看门狗功能允许非常精准地监控一路或多路选中的通道，用于监测通道信号电压。支持外部事件触发转换，触发源包括片上定时器的内部信号和外部引脚。支持使用 DMA 操作。

ADC 内部通道为内部参考电源电压采样通道。

触摸按键电容检测单元，提供了多达 14 个检测通道，复用 ADC 模块的外部通道。检测结果通过 ADC 模块转换输出结果，通过触摸检测算法子程序库或用户软件识别触摸按键状态。

注：ADC 的通道 3、通道 7、通道 11、通道 15 功能不适用于批号倒数第 5 位为 0 的产品。

#### 1.4.13 定时器及看门狗

- 高级控制定时器（TIM1、TIM2）

高级控制定时器是一个 16 位的自动装载递增/递减计数器，具有 16 位可编程的预分频器。除了完整的通用定时器功能外，可以被看成是分配到 6 个通道的三相 PWM 发生器，具有带死区插入的互补 PWM 输出功能，允许在指定数目的计数器周期之后更新定时器进行重复计数周期，刹车功能等。高级控制定时器的很多功能都与通用定时器相同，内部结构也相同，因此高级控制定时器可以通过定时器链接功能与其他 TIM 定时器协同操作，提供同步或事件链接功能。

- 通用定时器（TIM3）

通用定时器是一个 16 位的自动装载递增计数器，具有一个可编程的 16 位预分频器以及 2 个独立的通道，每个通道都支持输入捕获、输出比较、PWM 生成和单脉冲模式输出。还能通过定时器链接功能与高级控制定时器共同工作，提供同步或事件链接功能。在调试模式下，计数器可以被冻结，任意通用定时器都能用于产生 PWM 输出。

- 独立看门狗

独立看门狗是一个自由运行的 12 位递减计数器，支持 7 种分频系数。由 (HSI/1024) 时钟的分频提供时钟源。IWDG 在主程序之外，可以完全独立工作，因此，用于在发生问题时复位整个系统，或作为一个自由定时器为应用程序提供超时管理。通过选项字节可以配置成是软件或硬件启动看门狗。在调试模式下，计数器可以被冻结。

- 窗口看门狗

窗口看门狗是一个 7 位的递减计数器，并可以设置成自由运行。可以被用于在发生问题时复位整个系统。其由主时钟驱动，具有早期预警中断功能；在调试模式下，计数器可以被冻结。

- 系统时基定时器

青稞微处理器内核自带了一个 64 位可选递增或递减的计数器，用于产生 SYSTICK 异常（异常号：12），可专用于实时操作系统，为系统提供“心跳”节律，也可当成一个标准的 64 位计数器。具有自动重加载功能及可编程的时钟源。

#### 1.4.14 通用异步收发器（USART）

芯片提供了 4 组通用同步/异步收发器。支持全双工异步串口通信、同步单向通信以及半双工单线通信，也支持 LIN(局部互连网)，兼容 ISO7816 的智能卡协议和 IrDA SIR ENDEC 传输编解码规范，以及调制解调器 (CTS/RTS 硬件流控) 操作，还支持多处理器通信。其采用分数波特率发生器系统，并支持 DMA 操作连续通讯。



#### 1.4.15 串行外设接口（SPI）

芯片提供 1 个串行外设 SPI 接口，支持主或从操作，动态切换。支持多主模式，全双工或半双工同步传输，支持基本的 SD 卡和 MMC 模式。可编程的时钟极性和相位，数据位宽提供 8 或 16 位选择，可靠通信的硬件 CRC 产生/校验，支持 DMA 操作连续通讯。

#### 1.4.16 I2C 总线

芯片提供 1 个 I2C 总线接口，能够工作于多主机模式或从模式，完成所有 I2C 总线特定的时序、协议、仲裁等。支持标准和快速两种通讯速度。

I2C 接口提供 7 位或 10 位寻址，并且在 7 位从模式时支持双从地址寻址。内置了硬件 CRC 发生器/校验器。支持 DMA 操作。

注：I2C 功能不适用于批号倒数第 5 位为 0 的产品。

#### 1.4.17 通用串行总线 USB2.0 全速主机/设备控制器（USBFS）

USB2.0 全速主机控制器和设备控制器（USBFS），遵循 USB2.0 Fullspeed 标准，支持 BC 充电协议。提供 8 个可配置的 USB 设备端点及一组主机端点。支持控制/批量/同步/中断传输，双缓冲区机制，USB 总线挂起/恢复操作，并提供待机/唤醒功能。USBFS 模块专用的 48MHz 时钟由内部高速时钟（HSI）直接产生。

#### 1.4.18 USB PD 及 Type-C 控制器（USB PD）

内置 USB Power Delivery 控制器和 PD 收发器 PHY，支持 USB Type-C 主从检测，自动 BMC 编解码和 CRC，硬件边沿控制，支持 USB PD2.0 和 PD3.0 电力传输控制，支持快充，支持 UFP/PD 受电端 Sink 和 DFP/PD 供电端 Source 应用以及 DRP 应用，支持 PDUSB。

外加 Type-C/PD 高压接口芯片 CH211 可实现 28V 直接供电、内部升压泵控制 N 型 MOSFET、CC 引脚 28V 耐压以及内置 Type-C 规范定义的可控 Rd 下拉电阻 5K1。

#### 1.4.19 通用输入输出接口（GPIO）

系统提供了 3 组 GPIO 端口，共 60 个 GPIO 引脚。每个引脚都可以由软件配置成输出、输入（带或不带上拉，部分引脚支持下拉）或复用的外设功能端口。

所有 GPIO 引脚都支持可控上拉，仅 PA0-PA15 和 PC16-PC17 支持可控下拉，其余引脚不支持下拉。PC14-PC17 支持多种上拉模式，分别由 PD 和 USB 引脚相对应的专用控制寄存器设置。

多数 GPIO 引脚都与数字或模拟的复用外设共用。所有 PA 和 PB 的 GPIO 引脚都有较大电流驱动能力。提供锁定机制冻结 I/O 配置，以避免意外的写入 I/O 寄存器。

系统中大部分 I/O 引脚电源由  $V_{DD}$  提供，通过改变  $V_{DD}$  供电将改变 I/O 引脚输出电平高值来适配外部通讯接口电平。具体引脚请参考引脚描述。

#### 1.4.20 运放/比较器（OPA）

芯片内置 2 组运放（OPA），也可用作电压比较器，其输入可通过更改配置对多个通道进行选择，包括可编程增益运放（PGA）的放大倍数选择，其输出可通过更改配置对 2 个通道进行选择，内部关联到 ADC 通道。支持将外部模拟小信号放大送入 ADC 以实现小信号 ADC 转换。

#### 1.4.21 电压比较器（CMP）

芯片内置 3 组轨到轨模拟电压比较器，支持可选迟滞特性，电压比较结果由 GPIO 输出或者内部直接接入 TIM2 的 CH1~CH3 的输入通道实现触发。

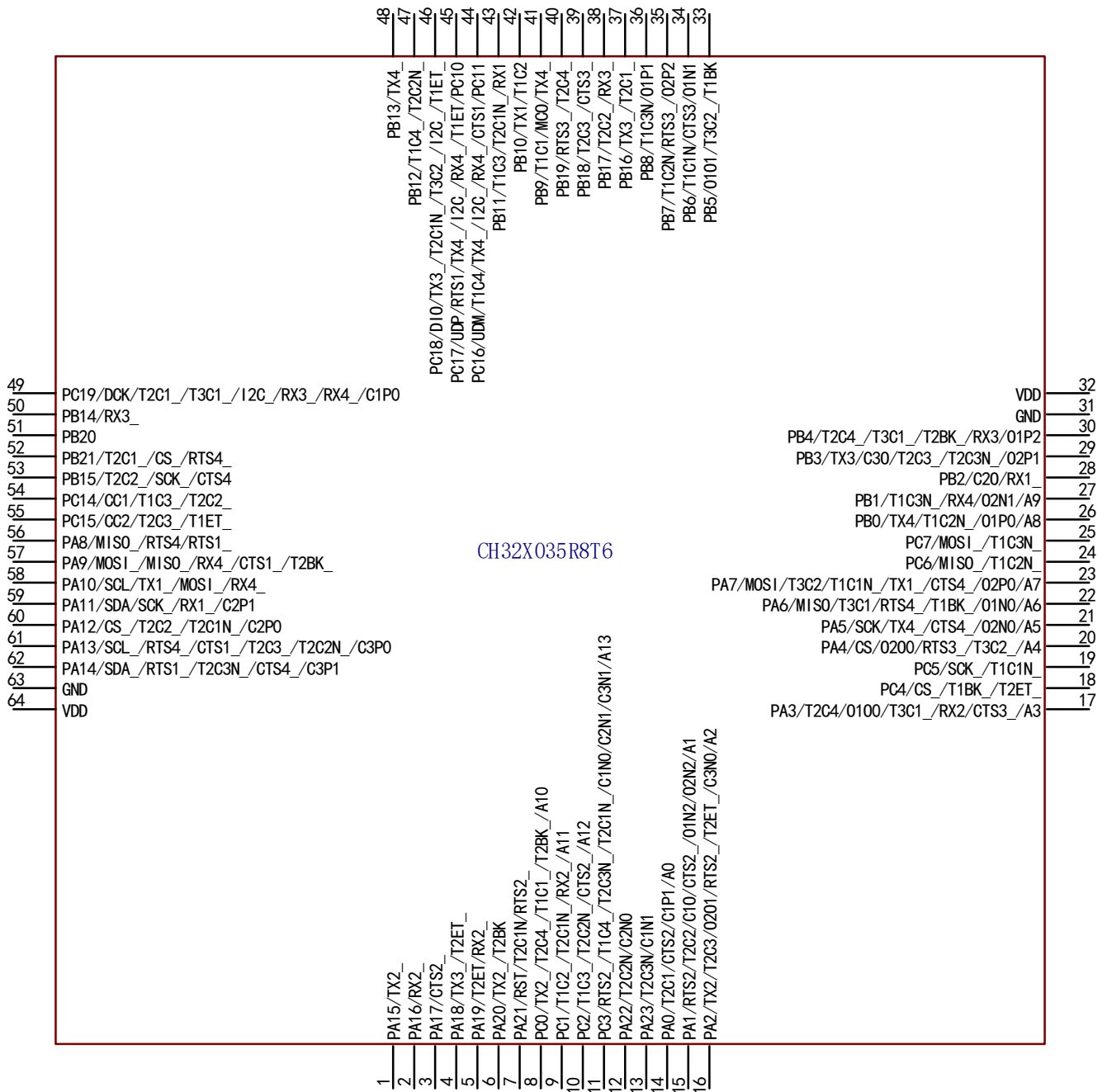
#### 1.4.22 串行 2 线调试接口（2-wire SDI Serial Debug Interface）

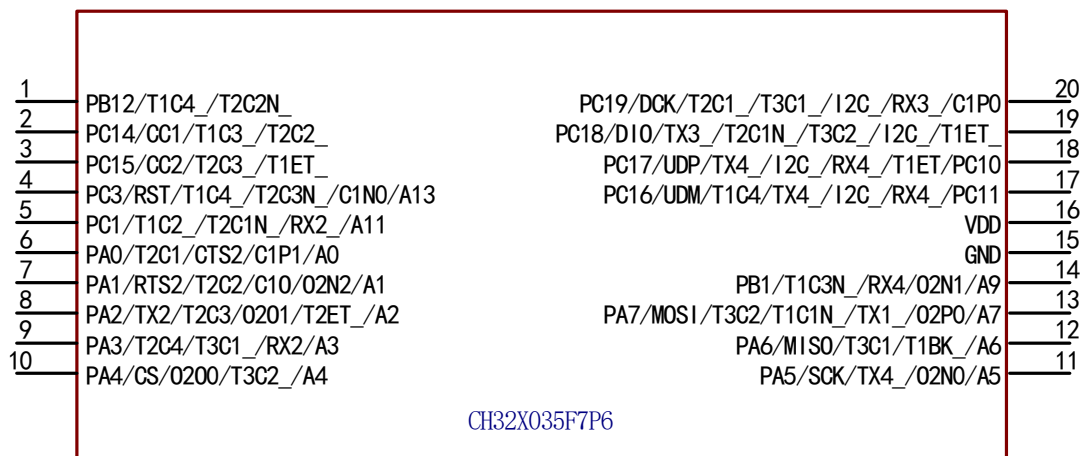
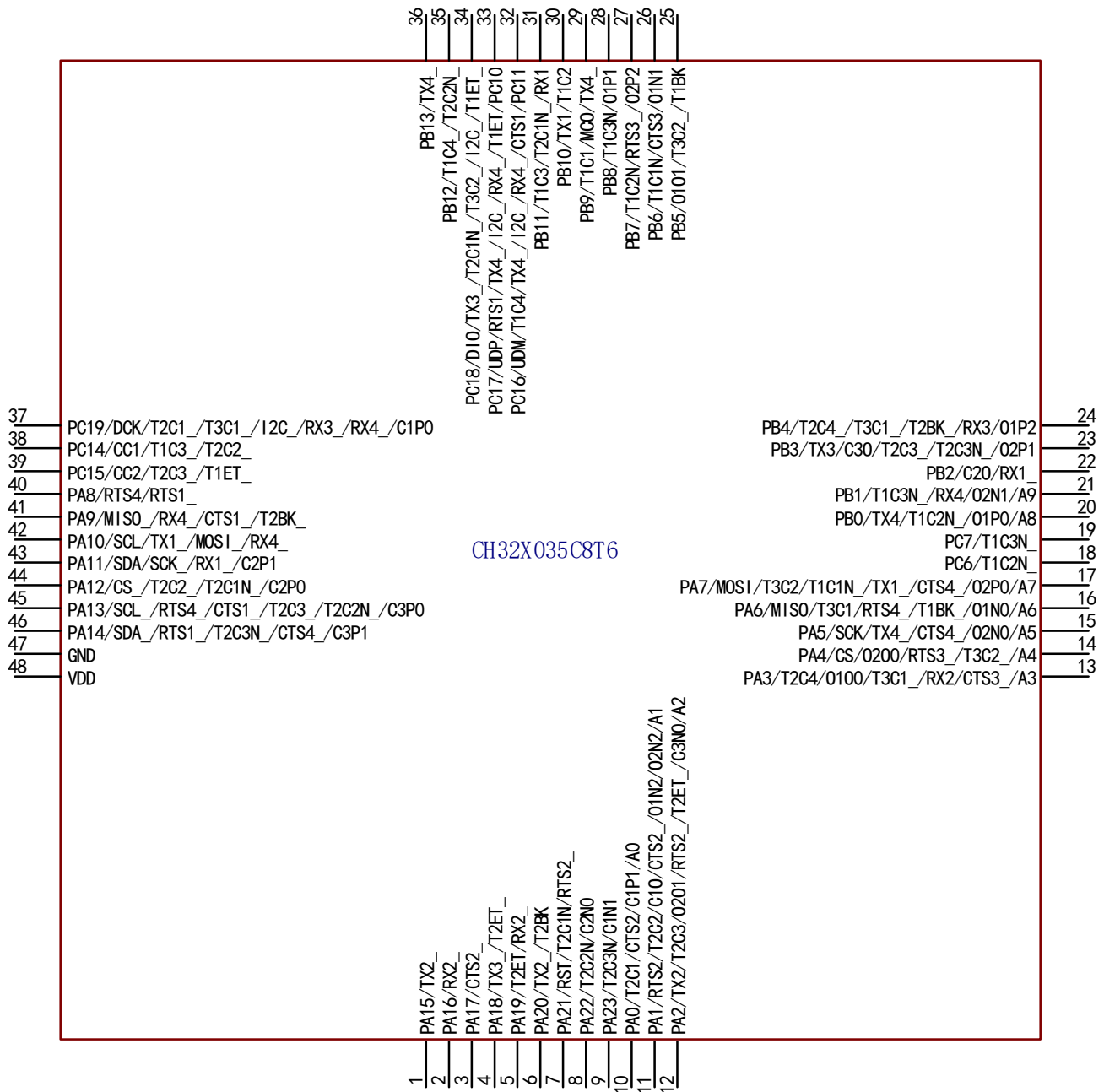
内核自带一个串行 2 线调试的接口（SDI），包括 SWDIO 和 SWCLK 引脚。系统上电或复位后默认调

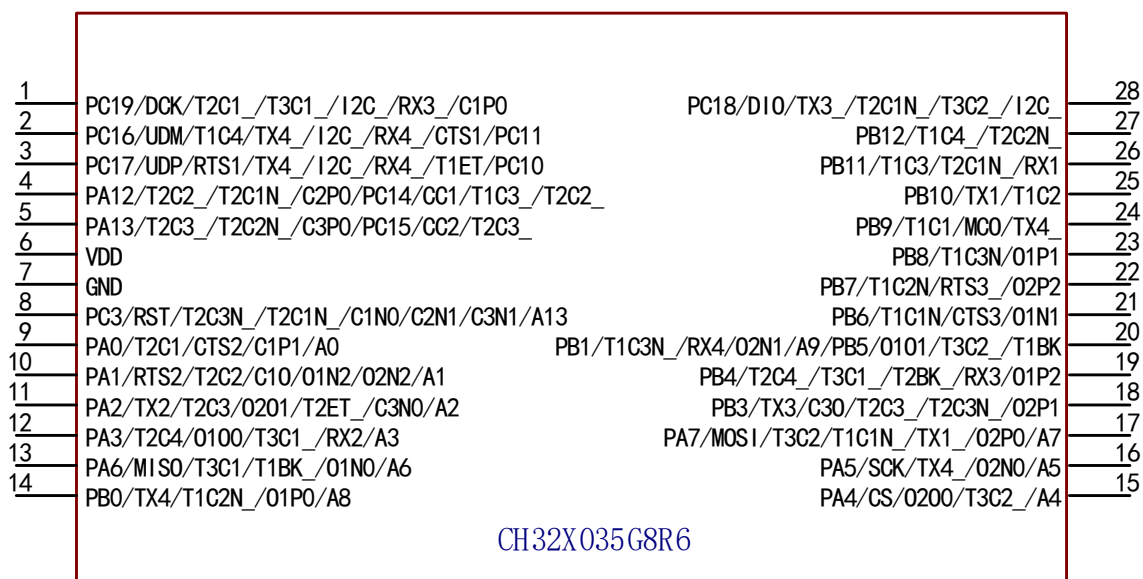
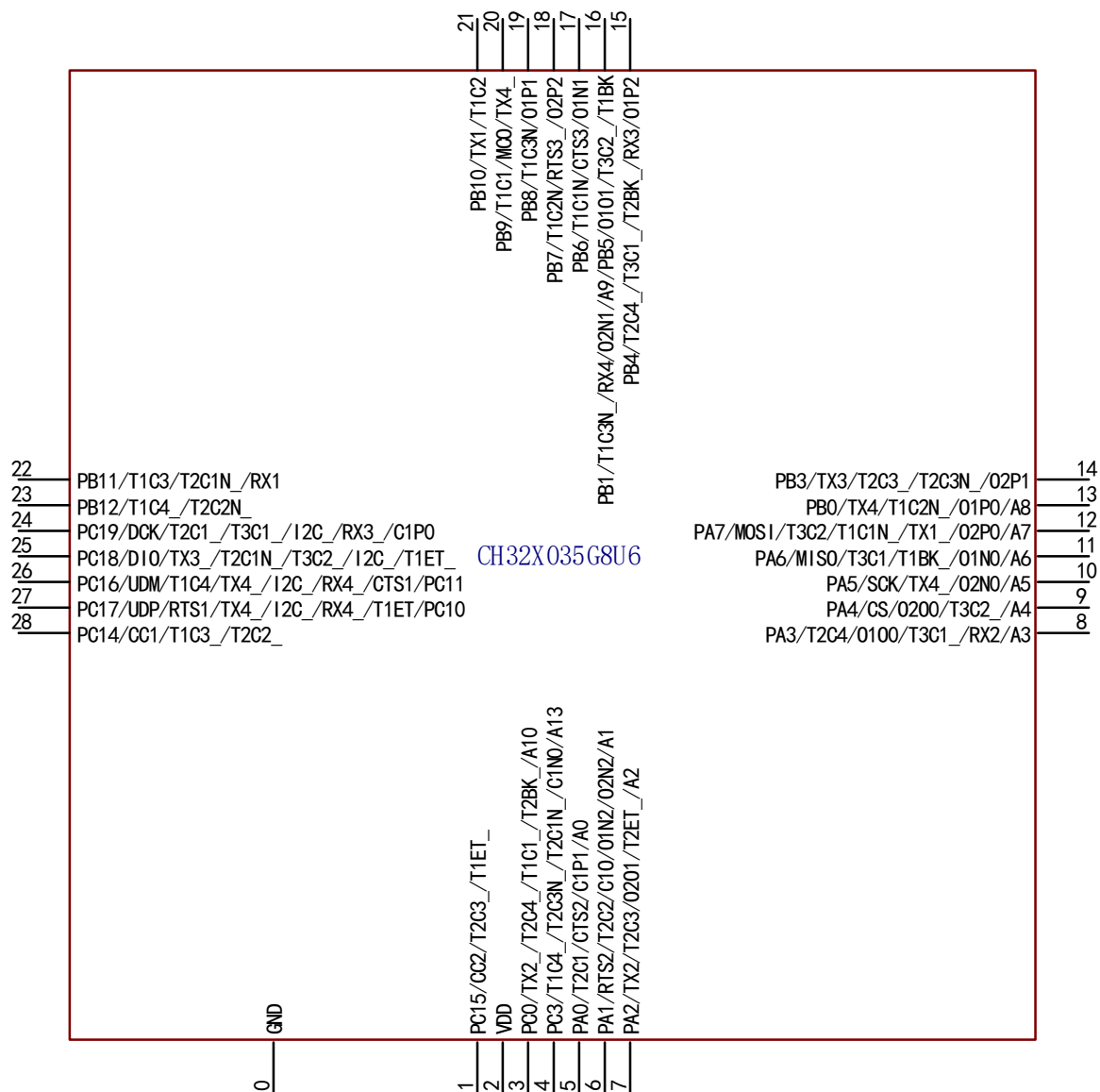
试接口引脚功能开启，主程序运行后可以根据需要关闭 SDI。

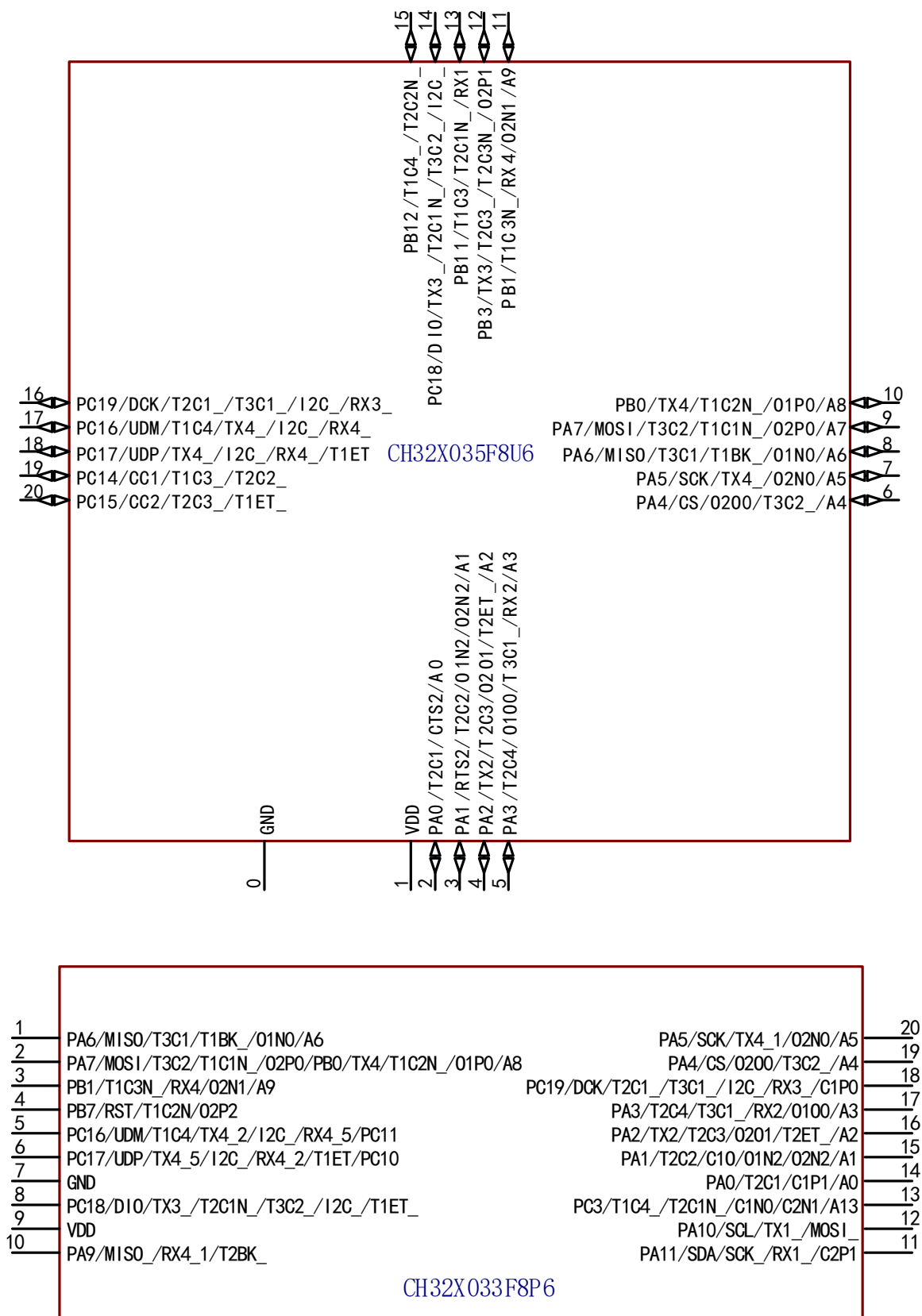
## 第2章 引脚信息

### 2.1 引脚排列









注：引脚图中复用功能均为缩写。

示例：A:ADC\_ (A10:ADC\_IN10)

C:CMP\_ (C3N0:CMP3\_N0)

T:TIME\_ (T2C4:TIM2\_CH4、T2C2N:TIM2\_CH2N)  
O:OPA\_ (01N2:OPA1\_N2、02O0:OPA2\_OUT0)  
TX2:USART2\_TX  
CS:SPI\_NSS  
UDP:USBDP  
UDM:USBDM  
DIO:SWDIO  
DCK:SWCLK



## 2.2 引脚描述

注意，下表中的引脚功能描述针对的是所有功能，不涉及具体型号产品。不同型号之间外设资源有差异，查看前请先根据产品型号资源表确认是否有此功能。

表 2-1 CH32X035 引脚定义

| 引脚编号    |        |       |        |       |         | 引脚名称            | 引脚类型 <sup>(1)</sup> | 主功能<br>(复位后) | 默认复用功能                           | 重映射功能 <sup>(2)</sup>                     |
|---------|--------|-------|--------|-------|---------|-----------------|---------------------|--------------|----------------------------------|--|
| LQFP64M | LQFP48 | QFN28 | QSOP28 | QFN20 | TSSOP20 |                 |                     |              |                                  |  |
| —       | —      | 0     | —      | 0     | —       | GND             | P                   | GND          |                                  |  |
| 31      | 47     | —     | 7      | —     | 15      | GND             | P                   | GND          |                                  |  |
| 1       | 1      | —     | —      | —     | —       | PA15            | I/O                 | PA15         |                                  | TX2_2/TX2_4                              |
| 2       | 2      | —     | —      | —     | —       | PA16            | I/O                 | PA16         |                                  | RX2_2/RX2_4                              |
| 3       | 3      | —     | —      | —     | —       | PA17            | I/O                 | PA17         |                                  | CTS2_2/CTS2_4                            |
| 4       | 4      | —     | —      | —     | —       | PA18            | I/O                 | PA18         |                                  | TX3_2/T2ET_1/T2ET_3                      |
| 5       | 5      | —     | —      | —     | —       | PA19            | I/O                 | PA19         | T2ET                             | RX2_1/T2ET_2                             |
| 6       | 6      | —     | —      | —     | —       | PA20            | I/O                 | PA20         | T2BK                             | TX2_1/T2BK_2                             |
| 7       | 7      | —     | —      | —     | —       | PA21            | I/O                 | PA21         | RST/T2C1N                        | RTS2_2                                   |
| 8       | —      | 3     | —      | —     | —       | PC0             | I/O/A               | PC0          | A10                              | TX2_3/T2C4_5<br>/T2C4_6/T1C1_3/T2BK_4    |
| 9       | —      | —     | —      | —     | 5       | PC1             | I/O/A               | PC1          | A11 <sup>(3)</sup>               | T1C2_3/T2C1N_4/RX2_3                     |
| 10      | —      | —     | —      | —     | —       | PC2             | I/O/A               | PC2          | A12                              | T1C3_3/T2C2N_4/CTS2_3                    |
| 11      | —      | 4     | —      | —     | —       | PC3             | I/O/A               | PC3          | C1N0/C2N1/C3N1/A13               | RTS2_3/T1C4_3<br>/T2C3N_4/T2C1N_2/RTS2_4 |
| —       | —      | —     | 8      | —     | 4       |                 |                     |              | RST/C1N0/C2N1<br>/C3N1/A13       |  |
| 12      | 8      | —     | —      | —     | —       | PA22            | I/O/A               | PA22         | T2C2N/C2N0                       | CK2_2/T2C2N_2/CK2_4                      |
| 13      | 9      | —     | —      | —     | —       | PA23            | I/O/A               | PA23         | T2C3N/C1N1                       | CK2_1/T2C3N_2                            |
| 14      | 10     | 5     | 9      | 2     | 6       | PA0             | I/O/A               | PA0          | T2C1/CTS2/C1P1/A0                | T2C1_2                                   |
| 15      | 11     | 6     | 10     | 3     | 7       | PA1             | I/O/A               | PA1          | RTS2/T2C2/C10<br>/O1N2/O2N2/A1   | CTS2_1/T2C2_2                            |
| 16      | 12     | 7     | 11     | 4     | 8       | PA2             | I/O/A               | PA2          | TX2/T2C3/O2O1/C3N0<br>/A2        | RTS2_1/T2ET_5/T2C3_1/T2ET_6              |
| 63      | —      | —     | —      | —     | —       | GND             | P                   | GND          |                                  |  |
| 32      | 48     | 2     | 6      | 1     | 16      | V <sub>DD</sub> | P                   | VDD          |                                  |  |
| 17      | 13     | 8     | 12     | 5     | 9       | PA3             | I/O/A               | PA3          | RX2/T2C4/O1O0/A3 <sup>(3)</sup>  | T3C1_3/T2C4_1/CTS3_2                     |
| 18      | —      | —     | —      | —     | —       | PC4             | I/O                 | PC4          |                                  | CS_3/T1BK_3/T2ET_4                       |
| 19      | —      | —     | —      | —     | —       | PC5             | I/O                 | PC5          |                                  | SCK_3/T1C1N_3                            |
| 20      | 14     | 9     | 15     | 6     | 10      | PA4             | I/O/A               | PA4          | CS/CK2/O2O0/A4                   | RTS3_2/T3C2_3                            |
| 21      | 15     | 10    | 16     | 7     | 11      | PA5             | I/O/A               | PA5          | SCK/O2N0/A5                      | TX4_1/CTS4_4                             |
| 22      | 16     | 11    | 13     | 8     | 12      | PA6             | I/O/A               | PA6          | MISO/T3C1/O1N0/A6                | CK4_1/RTS4_4/T1BK_1                      |
| 23      | 17     | 12    | 17     | 9     | 13      | PA7             | I/O/A               | PA7          | MOSI/T3C2/O2P0/A7 <sup>(3)</sup> | T1C1N_1/TX1_3/CTS4_1                     |
| 24      | 18     | —     | —      | —     | —       | PC6             | I/O                 | PC6          |                                  | MISO_3/T1C2N_3                           |
| 25      | 19     | —     | —      | —     | —       | PC7             | I/O                 | PC7          |                                  | MOSI_3/T1C3N_3/PIOC_I00_1                |

| 引脚编号    |        |       |        |       |         | 引脚<br>名称               | 引脚<br>类型 <sup>(1)</sup> | 主功能<br>(复位后)    | 默认复用功能            | 重映射功能 <sup>(2)</sup>   |
|---------|--------|-------|--------|-------|---------|------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------|--|
| LQFP64M | LQFP48 | QFN28 | QSOP28 | QFN20 | TSSOP20 |                        |                         |                 |                   |  |
| 26      | 20     | 13    | 14     | 10    | –       | PB0                    | I/O/A                   | PB0             | TX4/01P0/A8       | T1C2N_1  |
| 27      | 21     | 16    | 20     | 11    | 14      | PB1 <sup>(5)</sup>     | I/O/A                   | PB1             | RX4/02N1/A9       | T1C3N_1  |
| 28      | 22     | –     | –      | –     | –       | PB2                    | I/O/A                   | PB2             | CK4/C20           | RX1_3/CK4_2/CK4_5  |
| 29      | 23     | 14    | 18     | 12    | –       | PB3                    | I/O/A                   | PB3             | TX3/C30/02P1      | T2C3_2/T2C3N_5/T2C3_3/T2C3N_6  |
| 30      | 24     | 15    | 19     | –     | –       | PB4                    | I/O/A                   | PB4             | RX3/01P2          | T2C4_2/T3C1_1/T2BK_5<br>/T2C4_3/T2BK_6   |
| 64      | –      | –     | –      | –     | –       | V <sub>DD</sub>        | P                       | V <sub>DD</sub> |                   |  |
| 33      | 25     | 16    | 20     | –     | –       | PB5 <sup>(5)</sup>     | I/O/A                   | PB5             | CK3/0101/T1BK     | CK1_2/T3C2_1/CK3_1/T1BK_2  |
| 34      | 26     | 17    | 21     | –     | –       | PB6                    | I/O/A                   | PB6             | T1C1N/CTS3/01N1   | T1C1N_2/CTS3_1   |
| 35      | 27     | 18    | 22     | –     | –       | PB7                    | I/O/A                   | PB7             | T1C2N/02P2/RTS3   | RTS3_1/T1C2N_2   |
| 36      | 28     | 19    | 23     | –     | –       | PB8                    | I/O/A                   | PB8             | T1C3N/01P1        | CK3_2/CK4_3/T1C3N_2  |
| 37      | –      | –     | –      | –     | –       | PB16                   | I/O                     | PB16            |                   | TX3_3/T2C1_4   |
| 38      | –      | –     | –      | –     | –       | PB17                   | I/O                     | PB17            |                   | T2C2_4/RX3_3   |
| 39      | –      | –     | –      | –     | –       | PB18                   | I/O                     | PB18            |                   | T2C3_4/CTS3_3  |
| 40      | –      | –     | –      | –     | –       | PB19                   | I/O                     | PB19            |                   | RTS3_3/T2C4_4  |
| 41      | 29     | 20    | 24     | –     | –       | PB9                    | I/O                     | PB9             | CK1/T1C1/MC0      | TX4_3/CK1_1/T1C1_1/T1C1_2  |
| 42      | 30     | 21    | 25     | –     | –       | PB10                   | I/O                     | PB10            | TX1/T1C2          | T1C2_1/T1C2_2/TX1_2  |
| 43      | 31     | 22    | 26     | 13    | –       | PB11                   | I/O                     | PB11            | T1C3/RX1          | T1C3_1/T1C3_2/RX1_2/T2C1N_6  |
| 44      | 32     | 26    | 2      | 17    | 17      | PC16 <sup>(4)(9)</sup> | I/O/A                   | PC16            | UDM/T1C4/CTS1     | TX4_2/SCL_2 <sup>(3)</sup> /SDA_4 <sup>(3)</sup> /RX4_5<br>/CTS1_1/T1C4_1        |
|         |        |       |        | –     |         | PC11 <sup>(4)</sup>    | I/O                     | PC11            |                   |  |
| 45      | 33     | 27    | 3      | 18    | 18      | PC17 <sup>(4)(8)</sup> | I/O/A                   | PC17            | UDP/RTS1/T1ET     | TX4_5/SDA_2 <sup>(3)</sup> /SCL_4 <sup>(3)</sup> /RX4_2<br>/RTS1_1/T1ET_1        |
|         |        |       |        | –     |         | PC10 <sup>(4)</sup>    | I/O                     | PC10            |                   |  |
| 46      | 34     | 25    | 28     | 14    | 19      | PC18                   | I/O                     | PC18            | DIO/PI0C_I00      | TX3_1/T2C1N_5/SDA_3 <sup>(3)</sup> /SCL_5 <sup>(3)</sup><br>T1ET_2/T1ET_3/T3C2_2 |
| 47      | 35     | 23    | 27     | 15    | 1       | PB12                   | I/O                     | PB12            |                   | CK1_3/T1C4_2/T2C2N_5/T2C2N_6   |
| 48      | 36     | –     | –      | –     | –       | PB13                   | I/O                     | PB13            |                   | TX4_4  |
| 49      | 37     | 24    | 1      | 16    | 20      | PC19                   | I/O/A                   | PC19            | DCK/PI0C_I01/C1P0 | T2C1_5/T3C1_2/SCL_3 <sup>(3)</sup> /SDA_5 <sup>(3)</sup><br>/RX3_1/RX4_4/T2C1_6  |
| 50      | –      | –     | –      | –     | –       | PB14                   | I/O                     | PB14            |                   | RX3_2  |
| 51      | –      | –     | –      | –     | –       | PB20                   | I/O                     | PB20            |                   | CK2_3  |
| 52      | –      | –     | –      | –     | –       | PB21                   | I/O                     | PB21            |                   | T2C1_1/CS_1/RTS4_1/T2C1_3  |
| 53      | –      | –     | –      | –     | –       | PB15                   | I/O                     | PB15            | CTS4              | T2C2_1/SCK_1/T2C2_3/CTS4_2<br>/CTS4_5  |
| 54      | 38     | 28    | 4      | 19    | 2       | PC14 <sup>(6)</sup>    | I/O/A                   | PC14            | CC1               | T1C3_4/T2C2_6  |
| 55      | 39     | 1     | 5      | 20    | 3       | PC15 <sup>(6)</sup>    | I/O/A                   | PC15            | CC2               | T2C3_6/T1ET_4  |
| 56      | 40     | –     | –      | –     | –       | PA8                    | I/O                     | PA8             | RTS4              | RTS1_2/CK4_4/RTS4_2/RTS4_5   |

| 引脚编号    |        |       |        |       |         | 引脚名称                | 引脚类型 <sup>(1)</sup> | 主功能<br>(复位后) | 默认复用功能                   | 重映射功能 <sup>(2)</sup>   |
|---------|--------|-------|--------|-------|---------|---------------------|---------------------|--------------|--------------------------|--|
| LQFP64M | LQFP48 | QFN28 | QSOP28 | QFN20 | TSSOP20 |                     |                     |              |                          |  |
|         |        |       |        |       |         |                     |                     |              |                          | /MISO_1  |
| 57      | 41     | -     | -      | -     | -       | PA9                 | I/O                 | PA9          |                          | MOSI_1/RX4_1/CTS1_2/MISO_2<br>/T2BK_1/T2BK_3                   |
| 58      | 42     | -     | -      | -     | -       | PA10                | I/O                 | PA10         | SCL <sup>(3)</sup>       | TX1_1/MOSI_2/RX4_3   |
| 59      | 43     | -     | -      | -     | -       | PA11                | I/O/A               | PA11         | SDA <sup>(3)</sup> /C2P1 | SCK_2/RX1_1  |
| 60      | 44     | -     | 4      | -     | -       | PA12 <sup>(6)</sup> | I/O/A               | PA12         | C2P0                     | CS_2/T2C2_5/T2C1N_1/T2C1N_3                                    |
| 61      | 45     | -     | 5      | -     | -       | PA13 <sup>(6)</sup> | I/O/A               | PA13         | C3P0                     | SCL_1 <sup>(3)</sup> /RTS4_3/CTS1_3/T2C3_5<br>/T2C2N_1/T2C2N_3 |
| 62      | 46     | -     | -      | -     | -       | PA14                | I/O/A               | PA14         | C3P1                     | SDA_1 <sup>(3)</sup> /RTS1_3/T2C3N_1/CTS4_3<br>/T2C3N_3        |

表2-2 CH32X033引脚定义

| 引脚编号 |         | 引脚名称                   | 引脚类型 <sup>(1)</sup> | 主功能<br>(复位后) | 默认复用功能                           | 重映射功能 <sup>(2)</sup>                                    |
|------|---------|------------------------|---------------------|--------------|----------------------------------|---|
|      | TSSOP20 |                        |                     |              |                                  |   |
| -    | 7       | GND                    | P                   | GND          |                                  |   |
| -    | 9       | V <sub>DD</sub>        | P                   | VDD          |                                  |   |
| -    | 14      | PA0                    | I/O/A               | PA0          | T2C1/CTS2/C1P1/A0                | T2C1_2  |
| -    | 15      | PA1                    | I/O/A               | PA1          | RTS2/T2C2/C10<br>/O1N2/O2N2/A1   | CTS2_1/T2C2_2   |
| -    | 16      | PA2                    | I/O/A               | PA2          | TX2/T2C3/O2O1/C3N0<br>/A2        | RTS2_1/T2ET_5/T2C3_1/T2ET_6                             |
| -    | 17      | PA3                    | I/O/A               | PA3          | RX2/T2C4/O1O0/A3 <sup>(3)</sup>  | T3C1_3/T2C4_1/CTS3_2                                    |
| -    | 19      | PA4                    | I/O/A               | PA4          | CS/CK2/O2O0/A4                   | RTS3_2/T3C2_3   |
| -    | 20      | PA5                    | I/O/A               | PA5          | SCK/O2N0/A5                      | TX4_1/CTS4_4  |
| -    | 1       | PA6                    | I/O/A               | PA6          | MISO/T3C1/O1N0/A6                | CK4_1/RTS4_4/T1BK_1                                     |
| -    | 2       | PA7 <sup>(7)</sup>     | I/O/A               | PA7          | MOSI/T3C2/O2P0/A7 <sup>(3)</sup> | T1C1N_1/TX1_3/CTS4_1                                    |
| -    | 10      | PA9                    | I/O                 | PA9          |                                  | MOSI_1/RX4_1/CTS1_2/MISO_2<br>/T2BK_1/T2BK_3            |
| -    | 12      | PA10                   | I/O                 | PA10         | SCL <sup>(3)</sup>               | TX1_1/MOSI_2/RX4_3                                      |
| -    | 11      | PA11                   | I/O/A               | PA11         | SDA <sup>(3)</sup> /C2P1         | SCK_2/RX1_1   |
| -    | 2       | PB0 <sup>(7)</sup>     | I/O/A               | PB0          | TX4/O1P0/A8                      | T1C2N_1   |
| -    | 3       | PB1                    | I/O/A               | PB1          | RX4/O2N1/A9                      | T1C3N_1   |
| -    | 4       | PB7                    | I/O/A               | PB7          | RST/T1C2N/O2P2/RTS3              | RTS3_1/T1C2N_2  |
| -    | 13      | PC3                    | I/O/A               | PC3          | C1N0/C2N1/C3N1/A13               | RTS2_3/T1C4_3<br>/T2C3N_4/T2C1N_2/RTS2_4                |
| -    | 5       | PC16 <sup>(4)(9)</sup> | I/O/A               | PC16         | UDM/T1C4/CTS1                    | TX4_2/SCL_2 <sup>(3)</sup> /SDA_4 <sup>(3)</sup> /RX4_5 |

| 引脚编号 |         | 引脚名称                   | 引脚类型 <sup>(1)</sup> | 主功能<br>(复位后) | 默认复用功能            | 重映射功能 <sup>(2)</sup>   |
|------|---------|------------------------|---------------------|--------------|-------------------|--|
|      | TSSOP20 |                        |                     |              |                   |  |
|      |         |                        |                     |              |                   | /CTS1_1/T1C4_1   |
| —    |         | PC11 <sup>(4)</sup>    | I/O                 | PC11         |                   |  |
| —    | 6       | PC17 <sup>(4)(8)</sup> | I/O/A               | PC17         | UDP/RTS1/T1ET     | TX4_5/SDA_2 <sup>(3)</sup> /SCL_4 <sup>(3)</sup> /RX4_2<br>/RTS1_1/T1ET_1        |
| —    |         | PC10 <sup>(4)</sup>    | I/O                 | PC10         |                   |  |
| —    | 8       | PC18                   | I/O                 | PC18         | DIO/PIOC_I00      | TX3_1/T2C1N_5/SDA_3 <sup>(3)</sup> /SCL_5 <sup>(3)</sup><br>T1ET_2/T1ET_3/T3C2_2 |
| —    | 18      | PC19                   | I/O/A               | PC19         | DCK/PIOC_I01/C1P0 | T2C1_5/T3C1_2/SCL_3 <sup>(3)</sup> /SDA_5 <sup>(3)</sup><br>/RX3_1/RX4_4/T2C1_6  |

注1：表格缩写解释：

I = TTL/CMOS 电平斯密特输入；O = CMOS 电平三态输出；

A = 模拟信号输入或输出；P = 电源。

注2：重映射功能下划线后的数值表示AFIO寄存器中相对应位的配置值。例如：TX2\_2表示AFIO寄存器相应位配置为10b。

注3：ADC的通道3、通道7、通道11、通道15和I2C功能不适用于批号倒数第5位为0的产品。

注4：除CH32X035F8U6芯片(QFN20封装)以外，对于CH32X033和其他CH32X035型号的芯片，PC10与PC17引脚在芯片内部短接合封，禁止两个IO均配置为输出功能；PC11与PC16引脚在芯片内部短接合封，禁止两个IO均配置为输出功能；在USB应用中，PC10和PC11引脚应配置为浮空输入模式（复位后的默认值）。

注5：对于CH32X035G8U6、CH32X035G8R6芯片，PB1与PB5引脚在芯片内部短接合封，禁止两个IO均配置为输出功能。

注6：对于CH32X035G8R6芯片，PA12与PC14引脚在芯片内部短接合封，禁止两个IO均配置为输出功能；PA13与PC15引脚在芯片内部短接合封，禁止两个IO均配置为输出功能。

注7：对于CH32X033F8P6芯片，PA7与PB0引脚在芯片内部短接合封，禁止两个IO均配置为输出功能。

注8：PC17为B00T检测引脚，上电时，PC17为高电平，此时芯片进入B00T区。

注9：当使用I2C功能时，PC16引脚需外接上拉电阻。

## 2.3 引脚复用功能

注意，下表中的引脚功能描述针对的是所有功能，不涉及具体型号产品。不同型号之间外设资源有差异，查看前请先根据产品型号资源表确认是否有此功能。

表 2-3 引脚复用和重映射功能

| 复用<br>引脚 | ADC               | TIM1/2                             | TIM3   | USART                                       | CMP  | SYS | I2C                  | SPI              | USB | OPA          | P10C |
|----------|-------------------|------------------------------------|--------|---|------|-----|----------------------|------------------|-----|--------------|------|
| PA0      | A0                | T2C1<br>T2C1_2                     |        | CTS2  | C1P1 |     |                      |                  |     |              |      |
| PA1      | A1                | T2C2<br>T2C2_2                     |        | RTS2<br>CTS2_1                              | C10  |     |                      |                  |     | 01N2<br>02N2 |      |
| PA2      | A2                | T2C3<br>T2C3_1<br>T2ET_5<br>T2ET_6 |        | TX2<br>RTS2_1                               | C3N0 |     |                      |                  |     | 0201         |      |
| PA3      | A3 <sup>(1)</sup> | T2C4<br>T2C4_1                     | T3C1_3 | RX2<br>CTS3_2                               |      |     |                      |                  |     | 0100         |      |
| PA4      | A4                |                                    | T3C2_3 | CK2<br>RTS3_2                               |      |     |                      | CS               |     | 0200         |      |
| PA5      | A5                |                                    |        | TX4_1<br>CTS4_4                             |      |     |                      | SCK              |     | 02N0         |      |
| PA6      | A6                | T1BK_1                             | T3C1   | CK4_1<br>RTS4_4                             |      |     |                      | MISO             |     | 01N0         |      |
| PA7      | A7 <sup>(1)</sup> | T1C1N_1                            | T3C2   | CTS4_1<br>TX1_3                             |      |     |                      | MOSI             |     | 02P0         |      |
| PA8      |                   |                                    |        | RTS4<br>RTS1_2<br>CK4_4<br>RTS4_2<br>RTS4_5 |      |     |                      | MISO_1           |     |              |      |
| PA9      |                   | T2BK_1<br>T2BK_3                   |        | RX4_1<br>CTS1_2                             |      |     |                      | MOSI_1<br>MISO_2 |     |              |      |
| PA10     |                   |                                    |        | TX1_1<br>RX4_3                              |      |     | SCL <sup>(1)</sup>   | MOSI_2           |     |              |      |
| PA11     |                   |                                    |        | RX1_1                                       | C2P1 |     | SDA <sup>(1)</sup>   | SCK_2            |     |              |      |
| PA12     |                   | T2C2_5<br>T2C1N_1<br>T2C1N_3       |        |   | C2P0 |     |                      | CS_2             |     |              |      |
| PA13     |                   | T2C3_5<br>T2C2N_1<br>T2C2N_3       |        | RTS4_3<br>CTS1_3                            | C3P0 |     | SCL_1 <sup>(1)</sup> |                  |     |              |      |
| PA14     |                   | T2C3N_1<br>T2C3N_3                 |        | CTS4_3<br>RTS1_3                            | C3P1 |     | SDA_1 <sup>(1)</sup> |                  |     |              |      |
| PA15     |                   |                                    |        | TX2_2<br>TX2_4                              |      |     |                      |                  |     |              |      |
| PA16     |                   |                                    |        | RX2_2<br>RX2_4                              |      |     |                      |                  |     |              |      |
| PA17     |                   |                                    |        | CTS2_2<br>CTS2_4                            |      |     |                      |                  |     |              |      |
| PA18     |                   | T2ET_1<br>T2ET_3                   |        | TX3_2                                       |      |     |                      |                  |     |              |      |
| PA19     |                   | T2ET<br>T2ET_2                     |        | RX2_1                                       |      |     |                      |                  |     |              |      |
| PA20     |                   | T2BK<br>T2BK_2                     |        | TX2_1                                       |      |     |                      |                  |     |              |      |
| PA21     |                   | T2C1N                              |        | RTS2_2                                      |      | RST |                      |                  |     |              |      |
| PA22     |                   | T2C2N<br>T2C2N_2                   |        | CK2_2<br>CK2_4                              | C2N0 |     |                      |                  |     |              |      |
| PA23     |                   | T2C3N<br>T2C3N_2                   |        | CK2_1                                       | C1N1 |     |                      |                  |     |              |      |
| PB0      | A8                | T1C2N_1                            |        | TX4   |      |     |                      |                  |     | 01P0         |      |
| PB1      | A9                | T1C3N_1                            |        | RX4   |      |     |                      |                  |     | 02N1         |      |
| PB2      |                   |                                    |        | RX1_3                                       | C20  |     |                      |                  |     |              |      |

| 复用<br>引脚 | ADC                | TIM1/2                                 | TIM3   | USART                    | CMP                  | SYS                | I2C | SPI    | USB | OPA  | PIOC       |
|----------|--------------------|--|--------|--------------------------|----------------------|--------------------|-----|--------|-----|------|------------|
|          |                    |  |        | CK4<br>CK4_2<br>CK4_5    |                      |                    |     |        |     |      |            |
| PB3      |                    | T2C3_2<br>T2C3_3<br>T2C3N_5<br>T2C3N_6 |        | TX3                      | C30                  |                    |     |        |     | 02P1 |            |
| PB4      |                    | T2C4_2<br>T2C4_3<br>T2BK_5<br>T2BK_6   | T3C1_1 | RX3                      |                      |                    |     |        |     | 01P2 |            |
| PB5      |                    | T1BK<br>T1BK_2                         | T3C2_1 | CK3<br>CK1_2<br>CK3_1    |                      |                    |     |        |     | 0101 |            |
| PB6      |                    | T1C1N<br>T1C1N_2                       |        | CTS3<br>CTS3_1           |                      |                    |     |        |     | 01N1 |            |
| PB7      |                    | T1C2N<br>T1C2N_2                       |        | RTS3<br>RTS3_1           |                      | RST <sup>(3)</sup> |     |        |     | 02P2 |            |
| PB8      |                    | T1C3N<br>T1C3N_2                       |        | CK3_2<br>CK4_3           |                      |                    |     |        |     | 01P1 |            |
| PB9      |                    | T1C1<br>T1C1_1<br>T1C1_2               |        | CK1<br>CK1_1<br>TX4_3    |                      | MCO                |     |        |     |      |            |
| PB10     |                    | T1C2<br>T1C2_1<br>T1C2_2               |        | TX1<br>TX1_2             |                      |                    |     |        |     |      |            |
| PB11     |                    | T1C3<br>T1C3_1<br>T1C3_2<br>T2C1N_6    |        | RX1<br>RX1_2             |                      |                    |     |        |     |      |            |
| PB12     |                    | T1C4_2<br>T2C2N_5<br>T2C2N_6           |        | CK1_3                    |                      |                    |     |        |     |      |            |
| PB13     |                    |  |        | TX4_4                    |                      |                    |     |        |     |      |            |
| PB14     |                    |  |        | RX3_2                    |                      |                    |     |        |     |      |            |
| PB15     |                    | T2C2_1<br>T2C2_3                       |        | CTS4<br>CTS4_2<br>CTS4_5 |                      |                    |     | SCK_1  |     |      |            |
| PB16     |                    | T2C1_4                                 |        | TX3_3                    |                      |                    |     |        |     |      |            |
| PB17     |                    | T2C2_4                                 |        | RX3_3                    |                      |                    |     |        |     |      |            |
| PB18     |                    | T2C3_4                                 |        | CTS3_3                   |                      |                    |     |        |     |      |            |
| PB19     |                    | T2C4_4                                 |        | RTS3_3                   |                      |                    |     |        |     |      |            |
| PB20     |                    |  |        | CK2_3                    |                      |                    |     |        |     |      |            |
| PB21     |                    | T2C1_1<br>T2C1_3                       |        | RTS4_1                   |                      |                    |     | CS_1   |     |      |            |
| PC0      | A10                | T1C1_3<br>T2C4_5<br>T2C4_6<br>T2BK_4   |        | TX2_3                    |                      |                    |     |        |     |      |            |
| PC1      | A11 <sup>(1)</sup> | T1C2_3<br>T2C1N_4                      |        | RX2_3                    |                      |                    |     |        |     |      |            |
| PC2      | A12                | T1C3_3<br>T2C2N_4                      |        | CTS2_3                   |                      |                    |     |        |     |      |            |
| PC3      | A13                | T1C4_3<br>T2C3N_4<br>T2C1N_2           |        | RTS2_3<br>RTS2_4         | C1N0<br>C2N1<br>C3N1 | RST <sup>(2)</sup> |     |        |     |      |            |
| PC4      |                    | T1BK_3<br>T2ET_4                       |        |                          |                      |                    |     | CS_3   |     |      |            |
| PC5      |                    | T1C1N_3                                |        |                          |                      |                    |     | SCK_3  |     |      |            |
| PC6      |                    | T1C2N_3                                |        |                          |                      |                    |     | MISO_3 |     |      |            |
| PC7      |                    | T1C3N_3                                |        |                          |                      |                    |     | MOSI_3 |     |      | PIOC_I00_1 |

| 引脚   | 复用 | ADC | TIM1/2                      | TIM3   | USART                            | CMP  | SYS | I2C  | SPI | USB | OPA | PIOC     |
|------|----|-----|-----------------------------|--------|----------------------------------|------|-----|--|-----|-----|-----|----------|
| PC14 |    |     | T1C3_4<br>T2C2_6            |        |                                  |      |     |  |     | CC1 |     |          |
| PC15 |    |     | T1ET_4<br>T2C3_6            |        |                                  |      |     |  |     | CC2 |     |          |
| PC16 |    |     | T1C4<br>T1C4_1              |        | CTS1<br>CTS1_1<br>TX4_2<br>RX4_5 |      |     | SCL_2 <sup>(1)</sup><br>SDA_4 <sup>(1)</sup> |     | UDM |     |          |
| PC17 |    |     | T1ET<br>T1ET_1              |        | RTS1<br>RTS1_1<br>RX4_2<br>TX4_5 |      |     | SDA_2 <sup>(1)</sup><br>SCL_4 <sup>(1)</sup> |     | UDP |     |          |
| PC18 |    |     | T1ET_2<br>T1ET_3<br>T2C1N_5 | T3C2_2 | TX3_1                            |      | D10 | SDA_3 <sup>(1)</sup><br>SCL_5 <sup>(1)</sup> |     |     |     | PIOC_100 |
| PC19 |    |     | T2C1_5<br>T2C1_6            | T3C1_2 | RX3_1<br>RX4_4                   | C1P0 | DCK | SCL_3 <sup>(1)</sup><br>SDA_5 <sup>(1)</sup> |     |     |     | PIOC_101 |

注：1. ADC的通道3、通道7、通道11、通道15和I2C功能不适用于批号倒数第5位为0的产品；

2. PC3引脚的RST功能仅适用于QSOP28封装和TSSOP20封装的CH32X035。

3. PB7引脚的RST功能仅适用于TSSOP20封装的CH32X033。



## 第 3 章 电气特性

### 3.1 测试条件

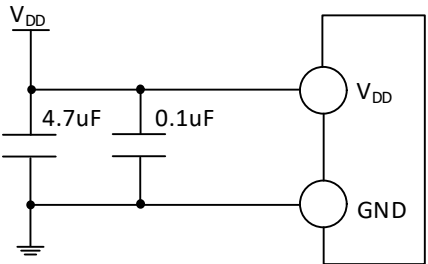
除非特殊说明和标注，所有电压都以 GND 为基准。

所有最小值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。典型数值是基于常温 25℃和  $V_{DD} =$  额定 5V 环境下用于设计指导。

对于通过综合评估、设计模拟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，最小和最大值是通过样本测试后统计得到。除非特殊说明为实测值，否则特性参数以综合评估或设计保证。

供电方案：

图 3-1 常规供电典型电路



### 3.2 绝对最大值

临界或者超过绝对最大值将可能导致芯片工作不正常甚至损坏。

表 3-1 绝对最大值参数表

| 符号                   | 描述                          | 最小值  | 最大值          | 单位 |
|----------------------|-----------------------------|------|--------------|----|
| $T_A$                | 工作时的环境温度                    | -40  | 85           | ℃  |
| $T_S$                | 存储时的环境温度                    | -40  | 125          | ℃  |
| $V_{DD}$             | 外部主供电引脚 $V_{DD}$ 上的电压       | -0.3 | 6.0          | V  |
| $V_{IN}$             | I/O 引脚上的电压                  | -0.3 | $V_{DD}+0.3$ | V  |
| $ \Delta V_{DD\_x} $ | 主供电引脚各 $V_{DD}$ 之间的电压差      |      | 20           | mV |
| $ \Delta GND\_x $    | 公共地引脚各 GND 之间的电压差           |      | 20           | mV |
| $V_{ESD(HBM)}$       | 普通 I/O 引脚的 ESD 静电放电电压 (HBM) | 4K   |              | V  |
| $I_{VDD}$            | 所有 $V_{DD}$ 主供电引脚的合计总电流     |      | 150          | mA |
| $I_{GND}$            | 所有 GND 公共地引脚的合计总电流          |      | 200          | mA |
| $I_{IO}$             | 任意 I/O 引脚上的 sink 电流         |      | 40           | mA |
|                      | 任意 I/O 引脚上的 source 电流       |      | 30           | mA |

### 3.3 电气参数

#### 3.3.1 工作条件

表 3-2 通用工作条件

| 符号                        | 参数                  | 条件             | 最小值 | 最大值 | 单位  |
|---------------------------|---------------------|----------------|-----|-----|-----|
| $F_{HCLK}$<br>或 $F_{SYS}$ | 内部系统总线频率<br>或微处理器主频 |                |     | 48  | MHz |
| $V_{DD}$                  | 工作电源电压 (额定 5V)      | 未用 USB 和 PD 功能 | 2.0 | 5.5 | V   |
|                           |                     | 使用 USB 或 PD 功能 | 3.0 | 5.3 |     |
|                           |                     | 未使用 ADC 功能     | 2.0 | 5.5 | V   |

|  |  |           |     |     |  |
|--|--|-----------|-----|-----|--|
|  |  | 使用 ADC 功能 | 2.5 | 5.5 |  |
|--|--|-----------|-----|-----|--|

表 3-3 上电和掉电条件

| 符号        | 参数            | 条件 | 最小值 | 最大值      | 单位   |
|-----------|---------------|----|-----|----------|------|
| $t_{VDD}$ | $V_{DD}$ 上升速率 |    | 0.1 | $\infty$ | us/V |
|           | $V_{DD}$ 下降速率 |    | 10  | $\infty$ |      |

### 3.3.2 内置复位和电源控制模块特性

表 3-4 复位及电压监测（PDR 选择高阈值档位）

| 符号              | 参数            | 条件                | 最小值 | 典型值  | 最大值 | 单位 |
|-----------------|---------------|-------------------|-----|------|-----|----|
| $V_{PVD}^{(1)}$ | 可编程电压检测器的电平选择 | PLS[1:0] = 00 上升沿 |     | 2.12 |     | V  |
|                 |               | PLS[1:0] = 00 下降沿 |     | 2.1  |     |    |
|                 |               | PLS[1:0] = 01 上升沿 |     | 2.32 |     | V  |
|                 |               | PLS[1:0] = 01 下降沿 |     | 2.3  |     |    |
|                 |               | PLS[1:0] = 10 上升沿 |     | 3.02 |     | V  |
|                 |               | PLS[1:0] = 10 下降沿 |     | 3    |     |    |
|                 |               | PLS[1:0] = 11 上升沿 |     | 4.02 |     | V  |
|                 |               | PLS[1:0] = 11 下降沿 |     | 4    |     |    |
| $V_{PVDhyst}$   | PVD 迟滞        |                   |     | 20   |     | mV |
| $V_{POR/PDR}$   | 上电/掉电复位阈值     | 上升沿               |     | 1.8  |     | V  |
|                 |               | 下降沿               |     | 1.78 |     | V  |
| $V_{PDRhyst}$   | PDR 迟滞        |                   |     | 20   |     | mV |
| $t_{RSTTEMP0}$  | 上电复位          |                   | 4   | 17   | 24  | ms |
|                 | 其他复位          |                   | 6   | 9    | 20  | us |

注：1. 常温测试值。

### 3.3.3 内置的参考电压

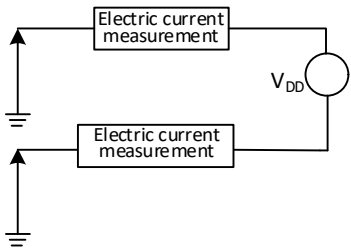
表 3-5 内置参考电压

| 符号               | 参数                   | 条件  | 最小值  | 典型值 | 最大值  | 单位          |
|------------------|----------------------|---|------|-----|------|-------------|
| $V_{REFINT}$     | 内置参考电压               | $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ | 1.16 | 1.2 | 1.24 | V           |
| $T_{S\_vrefint}$ | 当读出内部参考电压时，ADC 的采样时间 | 建议慢速采样  |      |     | 11   | $1/f_{ADC}$ |

### 3.3.4 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。电流消耗测量方法如下图：

图 3-2 电流消耗测量



微控制器处于下列条件：  
常温  $V_{DD} = 3.3V$  情况下，测试时：所有 IO 端口配置上拉输入，HSI=48M。使能或关闭所有外设时钟的功耗。

注：小封装型号未封装出的引脚或者已封装出来但未使用的引脚，建议配置为上拉输入或者下拉输入，否则可能影响电流指标，具体操作请参考 EVT 低功耗例程。

表 3-6 运行模式下典型的电流消耗，数据处理代码从内部闪存中运行

| 符号             | 参数             | 条件   | 典型值                |        | 单位  |    |
|----------------|----------------|--|--------------------|--------|-----|----|
|                |                |  | 使能所有外设             | 关闭所有外设 |     |    |
| $I_{DD}^{(1)}$ | 运行模式下的<br>供应电流 | 运行于高速内部<br>RC 振荡器 (HSI)，<br>使用 HB 预分频以<br>减低频率 | $F_{HCLK} = 48MHz$ | 4.2    | 3.0 | mA |
|                |                |  | $F_{HCLK} = 24MHz$ | 3.2    | 2.6 |    |
|                |                |  | $F_{HCLK} = 16MHz$ | 2.5    | 2.1 |    |
|                |                |  | $F_{HCLK} = 8MHz$  | 2.2    | 2.0 |    |

注：以上为实测参数。

表 3-7 睡眠模式下典型的电流消耗，数据处理代码从内部闪存或 SRAM 中运行

| 符号             | 参数                                  | 条件   |                    | 典型值    |        | 单位 |
|----------------|-------------------------------------|--|--------------------|--------|--------|----|
|                |                                     |  |                    | 使能所有外设 | 关闭所有外设 |    |
| $I_{DD}^{(1)}$ | 睡眠模式下的<br>供应电流<br>(此时外设供<br>电和时钟保持) | 运行于高速内部<br>RC 振荡器 (HSI),<br>使用 HB 预分频以<br>减低频率 | $F_{HCLK} = 48MHz$ | 3.0    | 1.8    | mA |
|                |                                     |  | $F_{HCLK} = 24MHz$ | 2.1    | 1.5    |    |
|                |                                     |  | $F_{HCLK} = 16MHz$ | 1.8    | 1.4    |    |
|                |                                     |  | $F_{HCLK} = 8MHz$  | 1.5    | 1.3    |    |

注：以上为实测参数。

表 3-8 停止和待机模式下典型的电流消耗

| 符号       | 参数         | 条件                         | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------|------------|----------------------------|-----|-----|----|
| $I_{DD}$ | 停止模式下的供应电流 | 高速内部 RC 振荡器处于关闭状态（没有独立看门狗） | 75  | 150 | uA |
|          | 待机模式下的供应电流 | 独立看门狗处于开启状态                | 530 |     |    |
|          |            | AWU 处于开启状态                 | 528 |     |    |
|          |            | 独立看门狗和 AWU 处于关闭状态          | 51  | 90  |    |

注：以上为实测参数。

## 3.3.5 内部时钟源特性

表 3-9 内部高速 (HSI) RC 振荡器特性

| 符号            | 参数               | 条件  | 最小值  | 典型值       | 最大值 | 单位            |
|---------------|------------------|---|------|-----------|-----|---------------|
| $F_{HSI}$     | 频率 (校准后)         |   |      | 48        |     | MHz           |
| $DuCy_{HSI}$  | 占空比              |   | 45   | 50        | 55  | %             |
| $ACC_{HSI}$   | HSI 振荡器的精度 (校准后) | $T_A = 0^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$   | -1.7 | $\pm 0.8$ | 1.6 | %             |
|               |                  | $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ | -2.6 | $\pm 1.1$ | 2.2 | %             |
| $t_{SU(HSI)}$ | HSI 振荡器启动稳定时间    |   | 1.5  |           | 3.5 | $\mu\text{s}$ |
| $I_{DD(HSI)}$ | HSI 振荡器功耗        |   |      | 312       |     | $\mu\text{A}$ |

## 3.3.6 从低功耗模式唤醒的时间

表 3-10 低功耗模式唤醒的时间

| 符号            | 参数      | 条件             | 典型值 | 单位            |
|---------------|---------|----------------|-----|---------------|
| $t_{wakeup}$  | 从睡眠模式唤醒 | 使用 HSI RC 时钟唤醒 | 1   | $\mu\text{s}$ |
| $t_{wustop}$  | 从停止模式唤醒 | 使用 HSI RC 时钟唤醒 | 10  | $\mu\text{s}$ |
| $t_{WUSTDBY}$ | 从待机模式唤醒 | 使用 HSI RC 时钟唤醒 | 10  | $\mu\text{s}$ |

注：以上为实测参数。

## 3.3.7 存储器特性

表 3-11 闪存存储器特性

| 符号                | 参数              | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------------------|-----------------|----|-----|-----|-----|----|
| $t_{prog\_page}$  | 页 (256 字节) 编程时间 |    |     | 1.5 | 2.0 | ms |
| $t_{erase\_page}$ | 页 (256 字节) 擦除时间 |    |     | 2.5 | 3.0 | ms |
| $t_{erase\_sec}$  | 扇区 (1K 字节) 擦除时间 |    |     | 2.7 | 3.3 | ms |

表 3-12 闪存存储器寿命和数据保存期限

| 符号        | 参数     | 条件                         | 最小值  | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------|--------|----------------------------|------|-----|-----|----|
| $N_{END}$ | 擦写次数   | $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ | 300K |     |     | 次  |
|           |        | $T_A = 70^{\circ}\text{C}$ | 100K |     |     | 次  |
| $t_{RET}$ | 数据保存期限 | $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ | 20   |     |     | 年  |
|           |        | $T_A = 70^{\circ}\text{C}$ | 10   |     |     | 年  |

## 3.3.8 I/O 端口特性

表 3-13 通用 I/O 静态特性

| 符号       | 参数               | 条件              | 最小值                     | 典型值 | 最大值                     | 单位 |
|----------|------------------|-----------------|-------------------------|-----|-------------------------|----|
| $V_{IH}$ | 普通 I/O 引脚输入高电平电压 |                 | $(V_{DD}-2) * 0.36+1.3$ |     | $V_{DD}$                | V  |
|          |                  | $V_{DD} = 5V$   | 2.4                     |     | $V_{DD}$                | V  |
|          |                  | $V_{DD} = 3.3V$ | 1.8                     |     | $V_{DD}$                | V  |
| $V_{IL}$ | 普通 I/O 引脚输入低电平电压 |                 | 0                       |     | $(V_{DD}-2) * 0.24+0.4$ | V  |
|          |                  | $V_{DD} = 5V$   | 0                       |     | 1.1                     | V  |
|          |                  | $V_{DD} = 3.3V$ | 0                       |     | 0.7                     | V  |

|           |                         |                                   |              |     |     |         |
|-----------|-------------------------|-----------------------------------|--------------|-----|-----|---------|
| $V_{OH}$  | 普通 I/O 引脚输出高电平电压        | $I_{IO} = 6mA$<br>$V_{DD} = 3.3V$ | $V_{DD}-0.4$ |     |     | V       |
|           |                         | $I_{IO} = 12mA$<br>$V_{DD} = 5V$  | $V_{DD}-0.5$ |     |     | V       |
| $V_{OL}$  | 普通 I/O 引脚输出低电平电压        | $I_{IO} = 8mA$<br>$V_{DD} = 3.3V$ |              |     | 0.4 | V       |
|           |                         | $I_{IO} = 16mA$<br>$V_{DD} = 5V$  |              |     | 0.5 | V       |
| $V_{hys}$ | 普通 I/O 施密特触发器电压迟滞       | $V_{DD} = 5V$                     | 180          | 350 |     | mV      |
| $I_{lkg}$ | 普通 I/O 引脚输入漏电流          |                                   | -2           |     | 2   | $\mu A$ |
| $I_{PU}$  | 普通 I/O 引脚弱上拉电流          | $V_{DD} = 5V$                     | 25           | 60  | 140 | $\mu A$ |
|           |                         | $V_{DD} = 3.3V$                   | 12           | 30  | 65  | $\mu A$ |
| $I_{PD}$  | PA0-PA15 引脚弱下拉电流        | $V_{DD} = 5V$                     | 60           | 150 | 350 | $\mu A$ |
|           |                         | $V_{DD} = 3.3V$                   | 30           | 75  | 180 | $\mu A$ |
| $C_{IO}$  | 单个 I/O 引脚电容（不含双 I/O 合封） |                                   |              | 5   |     | pF      |

注：以上均为设计参数保证；

#### 输出驱动电流特性

GPIO(通用输入/输出端口)可以吸收或输出多达 $\pm 8mA$  电流。在用户应用中，所有 IO 引脚驱动总电流不能超过 3.2 节给出的绝对最大额定值。

表 3-14 输入输出交流特性

| 引脚 | 符号               | 参数           | 条件                                 | 最小值 | 最大值  | 单位  |
|----|------------------|--------------|------------------------------------|-----|------|-----|
| PA | $F_{max(10)out}$ | 最大频率         | CL = 50pF, $V_{DD} = 2.9\sim 4.0V$ |     | 40   | MHz |
|    |                  |              | CL = 50pF, $V_{DD} = 4.0\sim 5.5V$ |     | 56   | MHz |
|    | $t_{f(10)out}$   | 输出高至低电平的下降时间 | CL = 50pF, $V_{DD} = 2.9\sim 4.0V$ |     | 6    | ns  |
|    |                  |              | CL = 50pF, $V_{DD} = 4.0\sim 5.5V$ |     | 4.2  | ns  |
|    | $t_{r(10)out}$   | 输出低至高电平的上升时间 | CL = 50pF, $V_{DD} = 2.9\sim 4.0V$ |     | 8.4  | ns  |
|    |                  |              | CL = 50pF, $V_{DD} = 4.0\sim 5.5V$ |     | 6    | ns  |
| PB | $F_{max(10)out}$ | 最大频率         | CL = 50pF, $V_{DD} = 2.9\sim 4.0V$ |     | 16   | MHz |
|    |                  |              | CL = 50pF, $V_{DD} = 4.0\sim 5.5V$ |     | 24   | MHz |
|    | $t_{f(10)out}$   | 输出高至低电平的下降时间 | CL = 50pF, $V_{DD} = 2.9\sim 4.0V$ |     | 6    | ns  |
|    |                  |              | CL = 50pF, $V_{DD} = 4.0\sim 5.5V$ |     | 4.2  | ns  |
|    | $t_{r(10)out}$   | 输出低至高电平的上升时间 | CL = 50pF, $V_{DD} = 2.9\sim 4.0V$ |     | 18   | ns  |
|    |                  |              | CL = 50pF, $V_{DD} = 4.0\sim 5.5V$ |     | 13.2 | ns  |
| PC | $F_{max(10)out}$ | 最大频率         | CL = 50pF, $V_{DD} = 2.9\sim 4.0V$ |     | 28   | MHz |
|    |                  |              | CL = 50pF, $V_{DD} = 4.0\sim 5.5V$ |     | 36   | MHz |
|    | $t_{f(10)out}$   | 输出高至低电平的下降时间 | CL = 50pF, $V_{DD} = 2.9\sim 4.0V$ |     | 8.4  | ns  |
|    |                  |              | CL = 50pF, $V_{DD} = 4.0\sim 5.5V$ |     | 7.2  | ns  |
|    | $t_{r(10)out}$   | 输出低至高电平的上升时间 | CL = 50pF, $V_{DD} = 2.9\sim 4.0V$ |     | 13.2 | ns  |
|    |                  |              | CL = 50pF, $V_{DD} = 4.0\sim 5.5V$ |     | 9.6  | ns  |

注：以上均为设计参数保证。

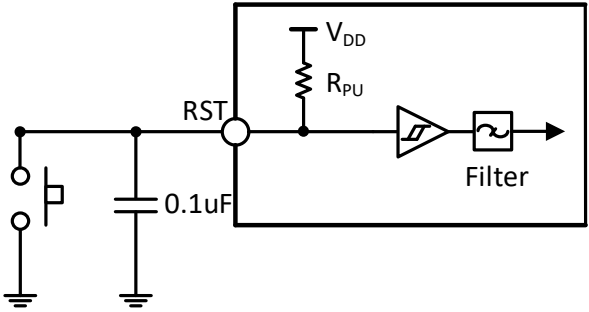
### 3.3.9 RST 引脚特性

表 3-15 外部复位引脚特性

| 符号           | 参数         | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------|------------|----|-----|-----|-----|----|
| $V_{F(RST)}$ | RST 输入信号脉宽 |    | 300 |     |     | ns |

电路参考设计及要求:

图 3-3 外部复位引脚典型电路



### 3.3.10 USB PD 接口特性

表 3-16 PD 接口 I/O 特性, 应用: PD 通讯

| 符号          | 参数            | 条件                                      | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位      |
|-------------|---------------|---|------|------|------|---------|
| $t_{Rise}$  | 上升时间          | 幅度 10%到 90%之间的时间, 最小值为无负载条件下的时间。        | 300  |      | 600  | ns      |
| $t_{Fall}$  | 下降时间          | 幅度 10%到 90%之间的时间, 最小值为无负载条件下的时间。        | 300  |      | 600  | ns      |
| $V_{Swing}$ | 输出电压摆幅 (峰-峰值) | 低电压输出模式, $CL=50pF$                      | 1.04 | 1.12 | 1.20 | V       |
| $I_{pu}$    | CC 上拉电流       | 引脚电压 $< V_{DD} - 1V$ , $PUCC[1:0] = 11$ | 64   | 80   | 96   | $\mu A$ |
|             |               | 引脚电压 $< V_{DD} - 1V$ , $PUCC[1:0] = 10$ | 144  | 180  | 216  | $\mu A$ |
|             |               | 引脚电压 $< V_{DD} - 1V$ , $PUCC[1:0] = 01$ | 264  | 330  | 396  | $\mu A$ |

注: 外加 Type-C/PD 高压接口芯片 CH211 可实现 PD 引脚 28V 耐压以及内置 Type-C 规范定义的可控  $R_d$  下拉电阻 5K1。

### 3.3.11 TIM 定时器特性

表 3-17 TIMx 特性

| 符号               | 参数                     | 条件                    | 最小值    | 最大值             | 单位            |
|------------------|------------------------|-----------------------|--------|-----------------|---------------|
| $t_{res(TIM)}$   | 定时器基准时钟                |                       | 1      |                 | $t_{TIMxCLK}$ |
|                  |                        | $f_{TIMxCLK} = 48MHz$ | 20.8   |                 | ns            |
| $F_{EXT}$        | CH1 至 CH4 的定时器外部时钟频率   |                       | 0      | $f_{TIMxCLK}/2$ | MHz           |
|                  |                        | $f_{TIMxCLK} = 48MHz$ | 0      | 24              | MHz           |
| $R_{esTIM}$      | 定时器分辨率                 |                       |        | 16              | 位             |
| $t_{COUNTER}$    | 当选择了内部时钟时, 16 位计数器时钟周期 |                       | 1      | 65536           | $t_{TIMxCLK}$ |
|                  |                        | $f_{TIMxCLK} = 48MHz$ | 0.0208 | 1363            | $\mu s$       |
| $t_{MAX\_COUNT}$ | 最大可能的计数                |                       |        | 65535           | $t_{TIMxCLK}$ |
|                  |                        | $f_{TIMxCLK} = 48MHz$ |        | 1363            | $\mu s$       |

3.3.12 I2C 接口特性

图 3-4 I2C 总线时序图

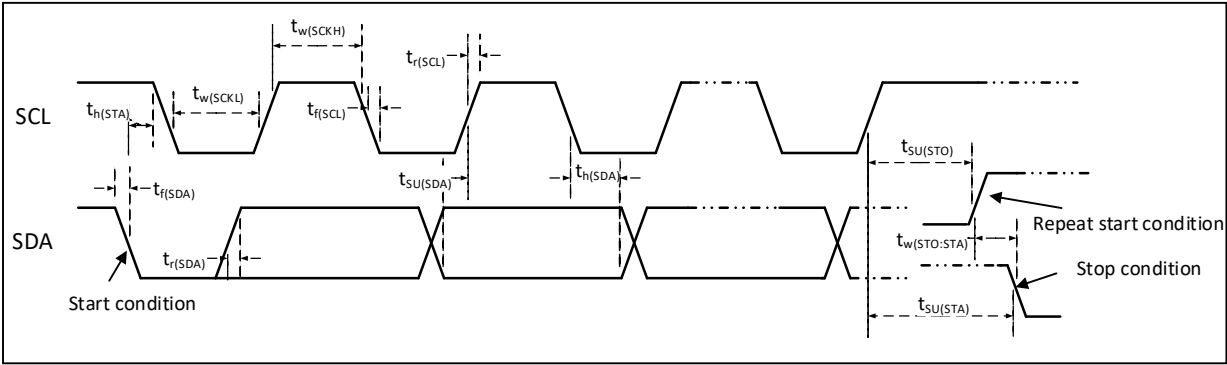


表 3-18 I2C 接口特性

| 符号                      | 参数                  | 标准 I2C |      | 快速 I2C |     | 单位 |
|-------------------------|---------------------|--------|------|--------|-----|----|
|                         |                     | 最小值    | 最大值  | 最小值    | 最大值 |    |
| $t_{w(SCKL)}$           | SCL 时钟低电平时间         | 4.7    |      | 1.2    |     | us |
| $t_{w(SCKH)}$           | SCL 时钟高电平时间         | 4.0    |      | 0.6    |     | us |
| $t_{SU(SDA)}$           | SDA 数据建立时间          | 250    |      | 100    |     | ns |
| $t_{H(SDA)}$            | SDA 数据保持时间          | 0      |      | 0      | 900 | ns |
| $t_{r(SDA)}/t_{r(SCL)}$ | SDA 和 SCL 上升时间      |        | 1000 | 20     |     | ns |
| $t_{f(SDA)}/t_{f(SCL)}$ | SDA 和 SCL 下降时间      |        | 300  |        |     | ns |
| $t_{H(STA)}$            | 开始条件保持时间            | 4.0    |      | 0.6    |     | us |
| $t_{SU(STA)}$           | 重复的开始条件建立时间         | 4.7    |      | 0.6    |     | us |
| $t_{SU(STO)}$           | 停止条件建立时间            | 4.0    |      | 0.6    |     | us |
| $t_{w(STO:STA)}$        | 停止条件至开始条件的的时间(总线空闲) | 4.7    |      | 1.2    |     | us |
| $C_b$                   | 每条总线的容性负载           |        | 400  |        | 400 | pF |



3.3.13 SPI 接口特性

图 3-5 SPI 主模式时序图

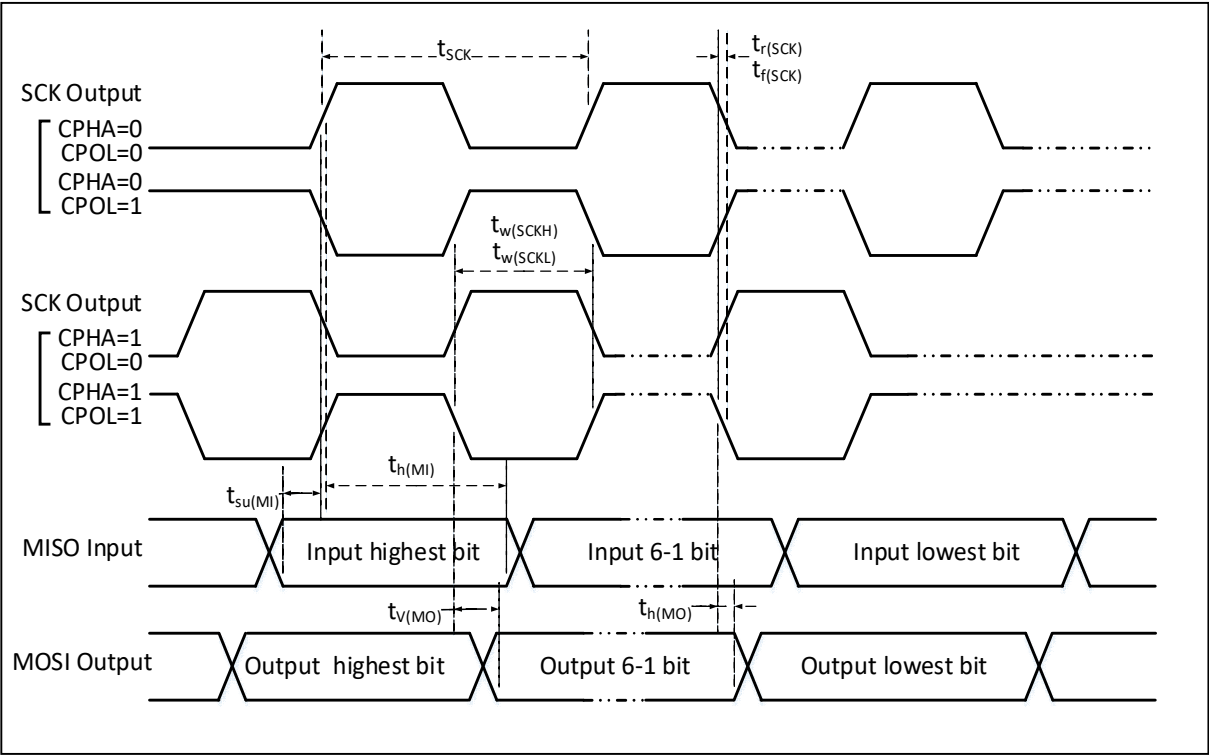


图 3-6-1 SPI 从模式时序图 (CPHA=0, CPOL=0)

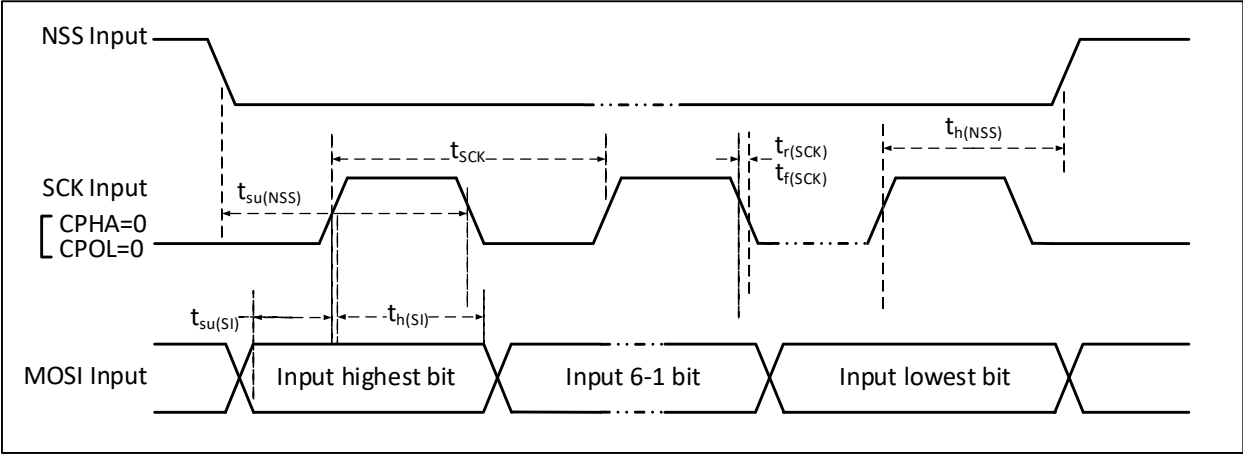


图 3-6-2 SPI 从模式时序图 (CPHA=0, CPOL=1)

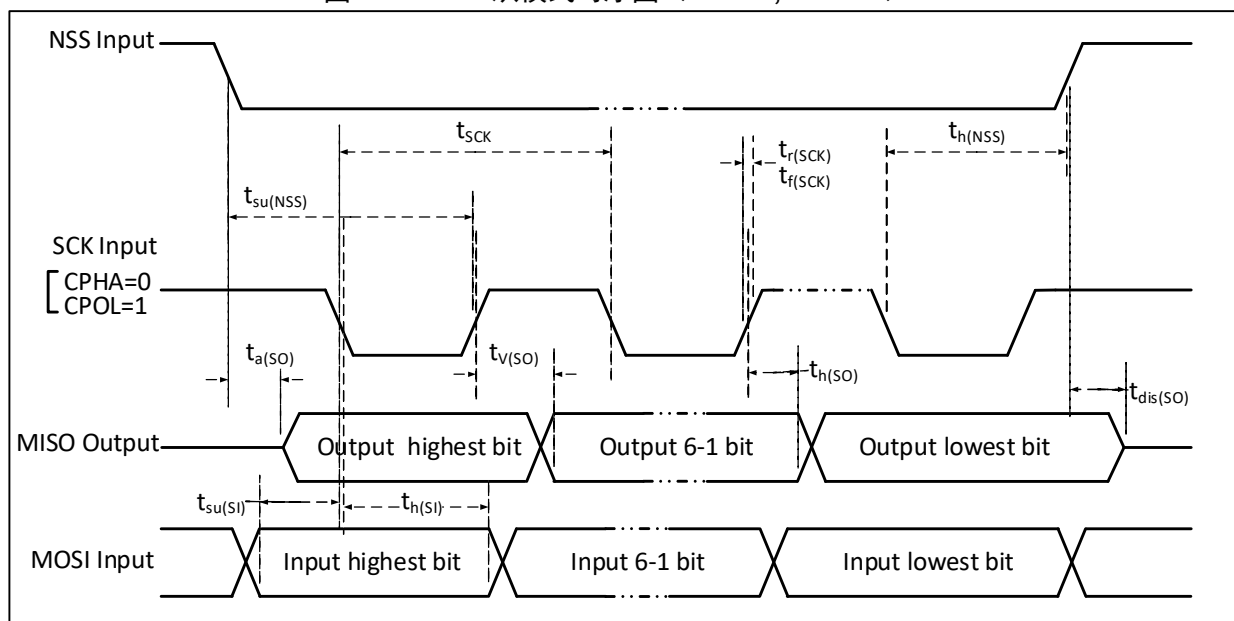


图 3-7-1 SPI 从模式时序图 (CPHA=1, CPOL=0)

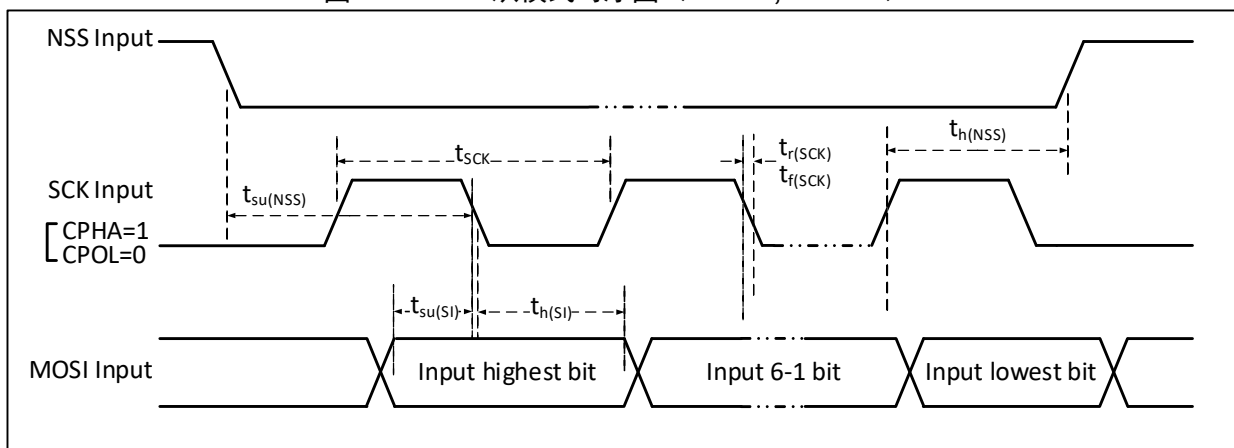


图 3-7-2 SPI 从模式时序图 (CPHA=1, CPOL=1)

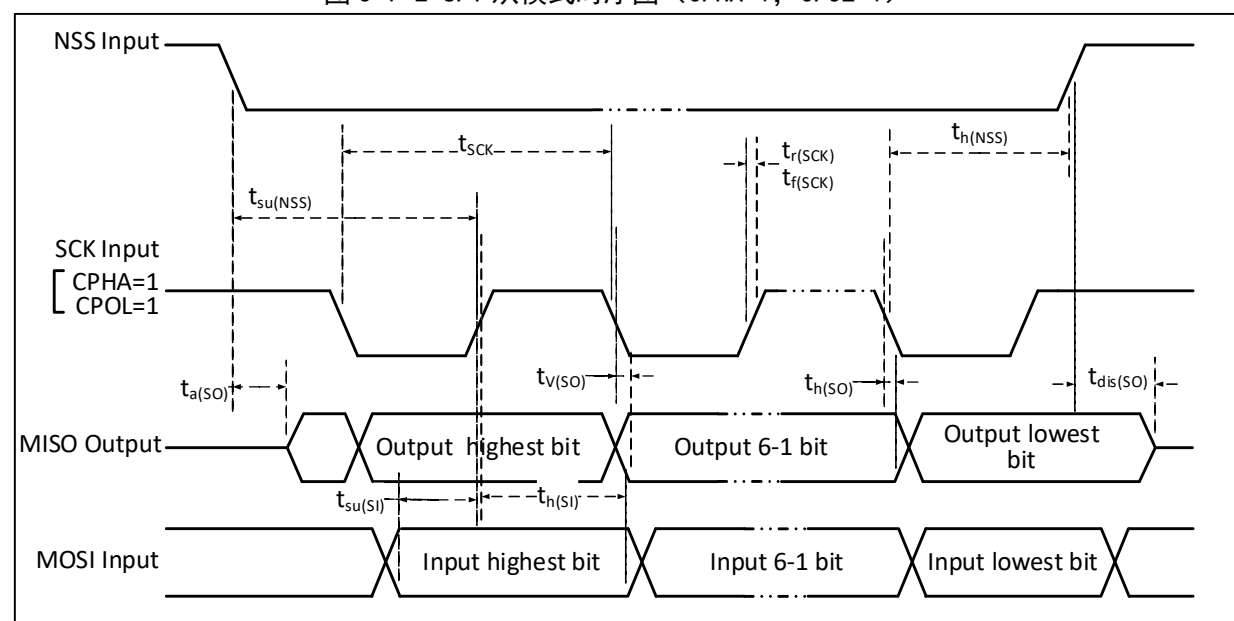


表 3-19 SPI 接口特性

| 符号                      | 参数            | 条件                                | 最小值         | 最大值         | 单位  |
|-------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------|-------------|-----|
| $f_{SCK}/t_{SCK}$       | SPI 时钟频率      | 主模式                               |             | 24          | MHz |
|                         |               | 从模式                               |             | 24          | MHz |
| $t_{r(SCK)}/t_{f(SCK)}$ | SPI 时钟上升和下降时间 | 负载电容: $C = 30pF$                  |             | 20          | ns  |
| $t_{SU(NSS)}$           | NSS 建立时间      | 从模式                               | $2t_{HCLK}$ |             | ns  |
| $t_{h(NSS)}$            | NSS 保持时间      | 从模式                               | $2t_{HCLK}$ |             | ns  |
| $t_w(SCKH)/t_w(SCKL)$   | SCK 高电平和低电平时间 | 主模式, $f_{HCLK} = 24MHz$ , 预分频系数=4 | 70          | 100         | ns  |
| $t_{SU(MI)}$            | 数据输入建立时间      | 主模式                               | 5           |             | ns  |
| $t_{SU(SI)}$            |               | 从模式                               | 5           |             | ns  |
| $t_{h(MI)}$             | 数据输入保持时间      | 主模式                               | 5           |             | ns  |
| $t_{h(SI)}$             |               | 从模式                               | 4           |             | ns  |
| $t_a(SO)$               | 数据输出访问时间      | 从模式, $f_{HCLK} = 20MHz$           | 0           | $1t_{HCLK}$ | ns  |
| $t_{dis(SO)}$           | 数据输出禁止时间      | 从模式                               | 0           | 10          | ns  |
| $t_v(SO)$               | 数据输出有效时间      | 从模式 (使能边沿之后)                      |             | 25          | ns  |
| $t_v(MO)$               |               | 主模式 (使能边沿之后)                      |             | 5           | ns  |
| $t_h(SO)$               | 数据输出保持时间      | 从模式 (使能边沿之后)                      | 15          |             | ns  |
| $t_h(MO)$               |               | 主模式 (使能边沿之后)                      | 0           |             | ns  |

## 3.3.14 USB 接口特性

表 3-20 USB 接口 I/O 特性

| 符号            | 参数         | 条件                      | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------------|------------|-------------------------|-----|-----|-----|----|
| $V_{DD}$      | USB 工作电压   | 根据 $V_{DD}$ 电压选择 USB 参数 | 3.0 |     | 5.3 | V  |
| $V_{SE}$      | 单端接收器阈值    | 额定电压                    | 1.2 |     | 1.9 | V  |
| $V_{OL}$      | 静态输出低电平    |                         |     |     | 0.3 | V  |
| $V_{OH}$      | 静态输出高电平    |                         | 2.8 |     |     | V  |
| $V_{BC\_REF}$ | BC 比较器参考电压 |                         |     | 0.4 |     | V  |
| $V_{BC\_SRC}$ | BC 协议输出电压  |                         |     | 0.6 |     | V  |

## 3.3.15 12 位 ADC 特性

表 3-21 ADC 特性

| 符号        | 参数       | 条件                 | 最小值 | 典型值 | 最大值      | 单位         |
|-----------|----------|--------------------|-----|-----|----------|------------|
| $V_{DD}$  | 供电电压     | 额定性能               | 3.0 | 5   | 5.3      | V          |
|           |          | 性能可能降低             | 2.5 |     | 5.5      | V          |
| $I_{DD}$  | 供电电流     |                    |     | 290 | 480      | uA         |
| $f_{ADC}$ | ADC 时钟频率 | $V_{DD} \geq 3.2V$ | 3   |     | 8        | MHz        |
|           |          | $V_{DD} < 3.2V$    | 3   |     | 6        | MHz        |
| $f_s$     | 采样速率     | $V_{DD} \geq 3.2V$ | 125 |     | 470      | KHz        |
|           |          | $V_{DD} < 3.2V$    | 125 |     | 353      | KHz        |
| $V_{AIN}$ | 转换电压范围   |                    | 0   |     | $V_{DD}$ | V          |
| $R_{ADC}$ | 采样开关电阻   |                    | 0.5 | 0.6 | 1.5      | k $\Omega$ |

|            |                |  |    |     |    |             |
|------------|----------------|--|----|-----|----|-------------|
| $C_{ADC}$  | 内部采样和保持电容      |  |    | 21  |    | pF          |
| $t_{lat}$  | 注入触发转换时延       |  |    | 1   |    | $1/f_{ADC}$ |
| $t_{latr}$ | 常规触发转换时延       |  |    | 1   |    | $1/f_{ADC}$ |
| $t_s$      | 采样时间           |  |    | 3.5 |    | $1/f_{ADC}$ |
| $t_{CONV}$ | 总的转换时间（包括采样时间） |  | 17 |     | 24 | $1/f_{ADC}$ |

注：以上均为设计参数保证。

表 3-22 ADC 误差

| 符号 | 参数      | 条件   | 最小值 | 典型值     | 最大值      | 单位  |
|----|---------|--|-----|---------|----------|-----|
| E0 | 失调误差    | $f_{ADC} = 3\text{MHz}$ ,<br>$R_{AIN} < 10\text{ k}\Omega$ ,<br>$V_{DD} = 5\text{V}$ |     | $\pm 4$ |          | LSB |
| ED | 微分非线性误差 |  |     | $\pm 1$ | $\pm 10$ |     |
| EL | 积分非线性误差 |  |     | $\pm 4$ | $\pm 20$ |     |

注：以上均为设计参数保证。

$C_p$  表示 PCB 与焊盘上的寄生电容（大约 5pF），可能与焊盘和 PCB 布局质量有关。较大的  $C_p$  数值将降低转换精度，解决办法是降低  $f_{ADC}$  值。

图 3-8 ADC 典型连接图

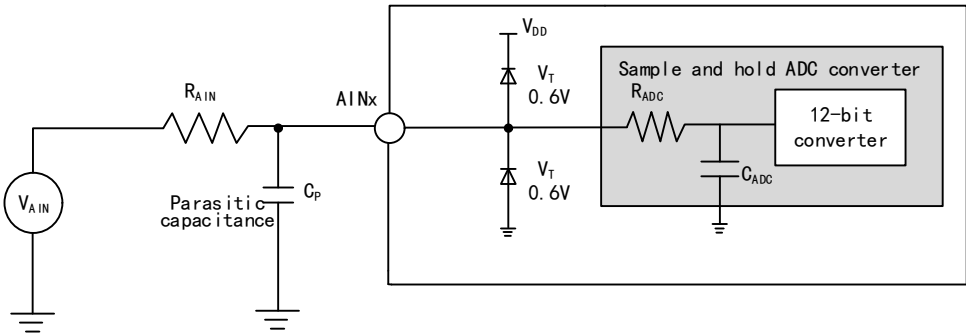
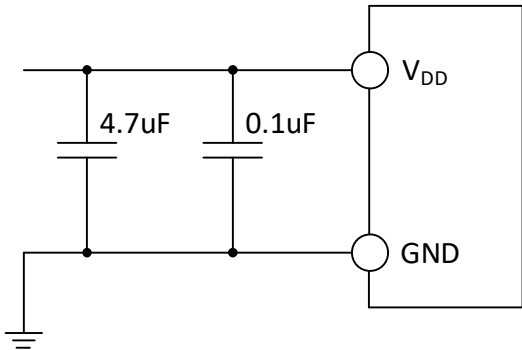


图 3-9 模拟电源及退耦电路参考



3.3.16 OPA 特性

表 3-23 OPA 运放特性

| 符号            | 参数     | 条件: $V_{DD} = 5\text{V}$    | 最小值 | 典型值     | 最大值      | 单位 |
|---------------|--------|-----------------------------|-----|---------|----------|----|
| $V_{DD}$      | 供电电压   | 建议不低于 2.5V                  | 2   | 5       | 5.5      | V  |
| $V_{CM}$      | 共模输入电压 |                             | 0   |         | $V_{DD}$ | V  |
| $V_{IOFFSET}$ | 输入失调电压 | 共模输入 $V_{CM} = 0.5\text{V}$ |     | $\pm 5$ | $\pm 13$ | mV |

|                            |                |  |                             |         |          |                  |
|----------------------------|----------------|--|-----------------------------|---------|----------|------------------|
|                            |                | 共模输入 $V_{CM} = V_{DD}/2$                                     |                             | $\pm 3$ | $\pm 10$ |                  |
|                            |                | 共模输入 $V_{CM} = V_{DD}-0.5V$                                  |                             | $\pm 5$ | $\pm 17$ |                  |
| $I_{LOAD}$                 | 驱动电流           | $R_{LOAD} = 5k\Omega$  |                             |         | 1        | mA               |
| $I_{LOAD\_PGA}$            | PGA 模式驱动电流     |  |                             |         | 400      | uA               |
| $I_{DDOPAMP}$              | 消耗电流           | 无负载, 静态模式  |                             | 210     |          | uA               |
| $CMRR^{(1)}$               | 共模抑制比          | @1kHz  |                             | 110     |          | dB               |
| $PSRR^{(1)}$               | 电源抑制比          | @1kHz  |                             | 71      |          | dB               |
| $A_v^{(1)}$                | 开环增益           | $C_{LOAD} = 5pF$   |                             | 110     |          | dB               |
| $G_{BW}^{(1)}$             | 单位增益带宽         | $C_{LOAD} = 5pF$   |                             | 13      |          | MHz              |
| $P_M^{(1)}$                | 相位裕度           | $C_{LOAD} = 5pF$   |                             | 88      |          |                  |
| $S_R^{(1)}$                | 压摆率            | $C_{LOAD} = 5pF$   |                             | 5       |          | V/us             |
| $t_{WAKUP}^{(1)}$          | 关闭到唤醒时间, 0.1%  | 输入 $V_{DD}/2$ ,<br>$C_{LOAD} = 50pF$ , $R_{LOAD} = 5k\Omega$ |                             |         | 1        | us               |
| $R_{LOAD}$                 | 阻性负载           |  | 5                           |         |          | k $\Omega$       |
| $C_{LOAD}$                 | 容性负载           |  |                             |         | 50       | pF               |
| $V_{OHSAT}^{(2)}$          | 高饱和输出电压        | $R_{LOAD} = 5k\Omega$<br>$R_{LOAD} = 20k\Omega$              | $V_{DD}-300$<br>$V_{DD}-50$ |         |          | mV               |
| $V_{OLSAT}^{(2)}$          | 低饱和输出电压        | $R_{LOAD} = 5k\Omega$<br>$R_{LOAD} = 20k\Omega$              |                             |         | 10<br>7  | mV               |
| PGA<br>Gain <sup>(1)</sup> | NSEL=010b 模式同相 | Gain =16, PA1=GND  | -3                          |         | 3        | %                |
|                            | 内部同相 PGA       | Gain = 4<br>$V_{INP} < (V_{DD}/7)$                           | -1                          |         | 1        | %                |
|                            |                | Gain = 8<br>$V_{INP} < (V_{DD}/15)$                          | -1                          |         | 1        | %                |
|                            |                | Gain = 16<br>$V_{INP} < (V_{DD}/31)$                         | -1                          |         | 1        | %                |
|                            |                | Gain = 32<br>$V_{INP} < (V_{DD}/63)$                         | -1                          |         | 1        | %                |
| Delta R                    | 电阻绝对值变化        |  | -15                         |         | 15       | %                |
| $EN^{(1)}$                 | 等效输入噪声         | $R_{LOAD} = 5k\Omega @1kHz$                                  |                             | 100     |          | nV/<br>sqrt (Hz) |
|                            |                | $R_{LOAD} = 20k\Omega @1KHz$                                 |                             | 60      |          |                  |

注：1. 设计参数保证；

2. 负载电流会限制饱和和输出电压。

### 3.3.17 CMP 特性

表 3-24 CMP 电压比较器特性

| 符号                  | 参数                                      | 条件: $V_{DD} = 5V$            | 最小值 | 典型值      | 最大值      | 单位 |
|---------------------|---|------------------------------|-----|----------|----------|----|
| $V_{DD}$            | 供电电压                                    | 建议不低于 2.5V                   | 2   | 5        | 5.5      | V  |
| $V_{CM}$            | 共模输入电压                                  |                              | 0   |          | $V_{DD}$ | V  |
| $V_{IOFFSET}^{(1)}$ | 输入失调电压                                  |                              |     | $\pm 5$  | $\pm 18$ | mV |
| $I_{DDOPAMP}$       | 消耗电流                                    |                              |     | 75       |          | uA |
| $V_{hys}$           | 迟滞电压                                    |                              |     | $\pm 24$ |          | mV |
| $t_D^{(1)}$         | 比较器延时,<br>$V_{INP}$ 从 $(V_{INN}-100mV)$ | $0 \leq V_{INN} \leq V_{DD}$ |     | 15       | 50       | ns |

|  |                         |  |  |  |  |  |
|--|-------------------------|--|--|--|--|--|
|  | 到 ( $V_{IN}+100mV$ ) 变化 |  |  |  |  |  |
|--|-------------------------|--|--|--|--|--|

注：1. 设计参数保证。

## 第 4 章 封装及订货信息

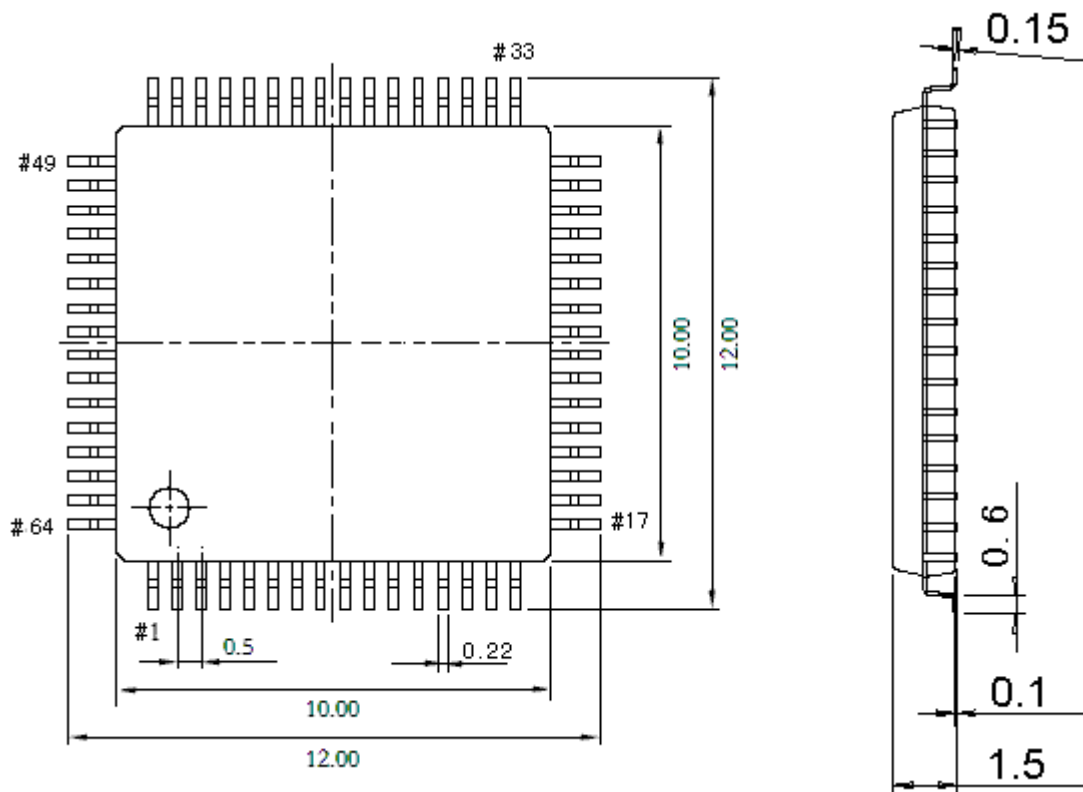
## 芯片封装

| 封装形式    | 塑体尺寸      | 引脚节距    |         | 封装说明               | 订货型号         |
|---------|-----------|---------|---------|--------------------|--------------|
| LQFP64M | 10*10mm   | 0.5mm   | 19.7mil | LQFP64M (10*10) 贴片 | CH32X035R8T6 |
| LQFP48  | 7*7mm     | 0.5mm   | 19.7mil | 标准 LQFP48 贴片       | CH32X035C8T6 |
| QFN28   | 4*4mm     | 0.4mm   | 15.7mil | 四边无引线 28 脚         | CH32X035G8U6 |
| QSOP28  | 3.9*9.9mm | 0.635mm | 25.0mil | 1/4 尺寸 28 脚贴片      | CH32X035G8R6 |
| QFN20   | 3*3mm     | 0.4mm   | 15.7mil | 四边无引线 20 脚         | CH32X035F8U6 |
| TSSOP20 | 4.4*6.5mm | 0.65mm  | 25.6mil | 薄小型的 20 脚贴片        | CH32X035F7P6 |
| TSSOP20 | 4.4*6.5mm | 0.65mm  | 25.6mil | 薄小型的 20 脚贴片        | CH32X033F8P6 |

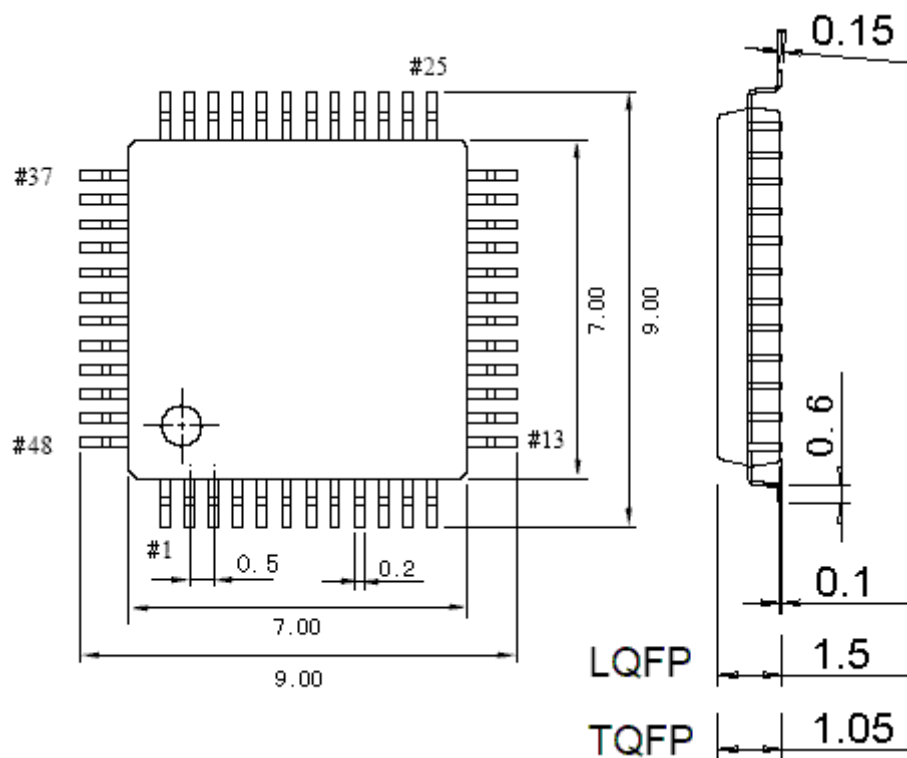


说明：尺寸标注的单位是 mm（毫米），引脚中心间距总是标称值，没有误差，除此之外的尺寸误差不大于 $\pm 0.2\text{mm}$  或者 $\pm 10\%$ 两者中的较大值。

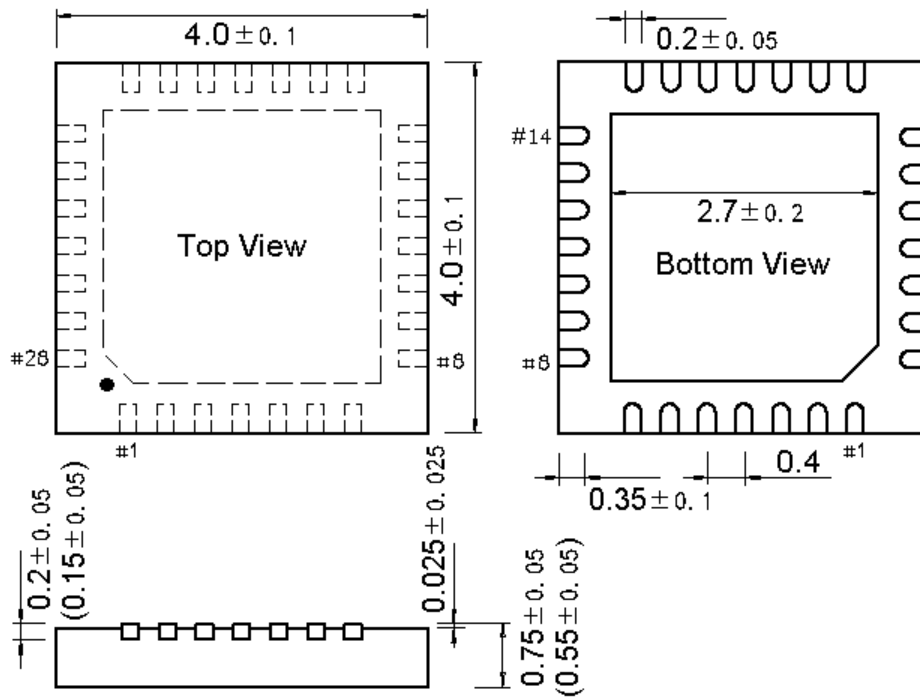
#### 4.1 LQFP64M 封装



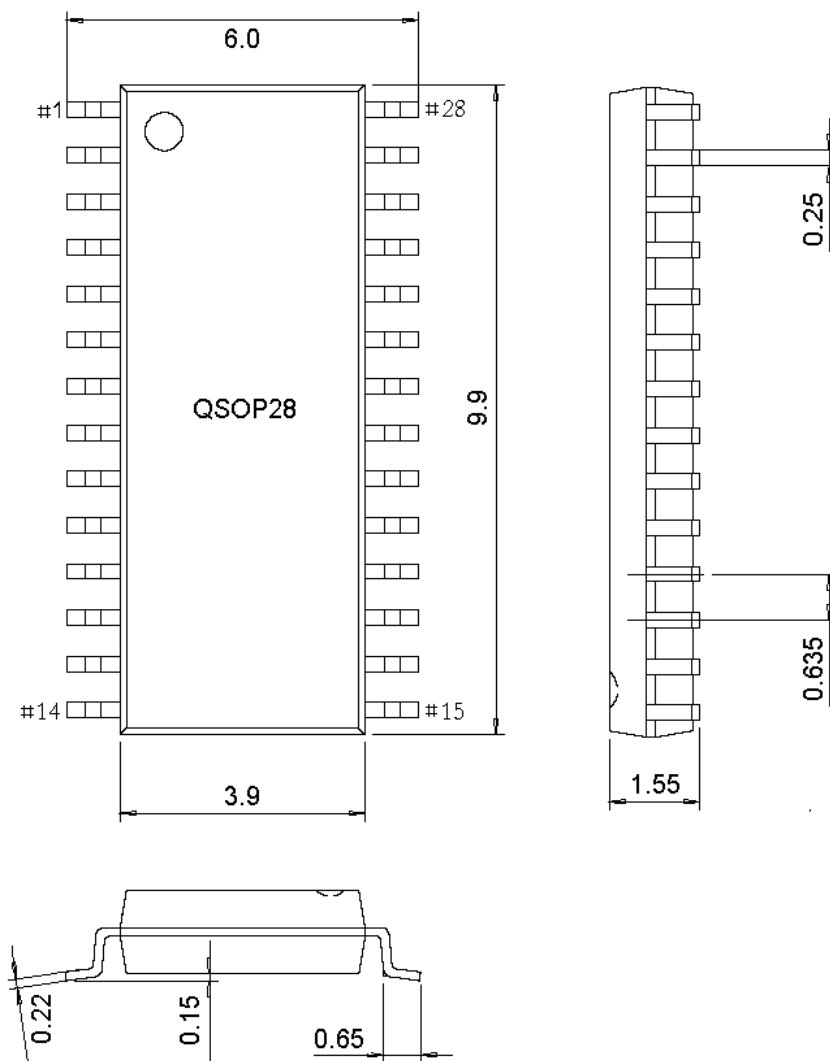
#### 4.2 LQFP48 封装



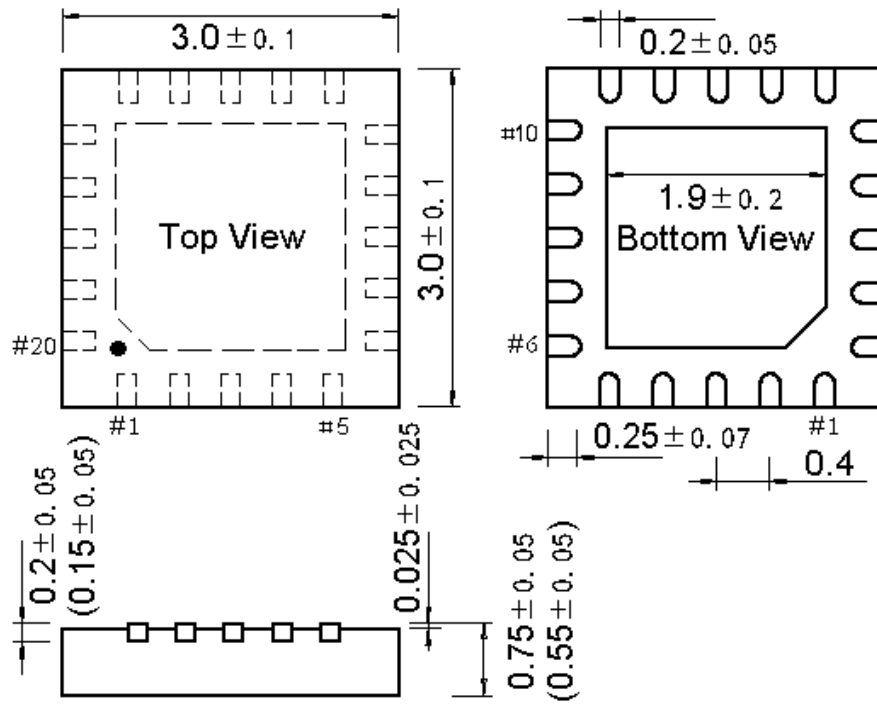
## 4.3 QFN28 封装



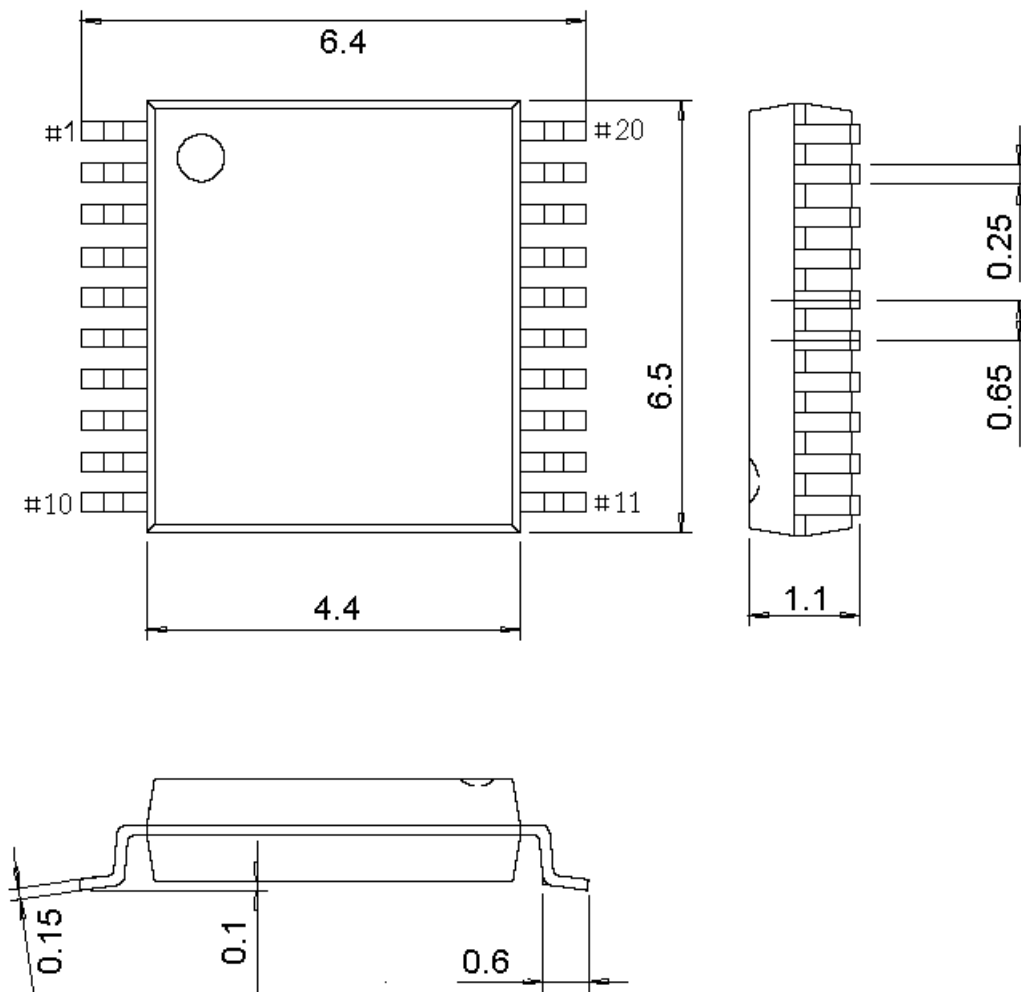
## 4.4 QSOP28 封装



## 4.5 QFN20 封装



## 4.6 TSSOP20 封装



## 系列产品命名规则

|                                     |           |           |           |         |   |   |   |   |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|---|---|---|---|
| 举例:                                 | CH32      | V         | 3         | 03      | R | 8 | T | 6 |
| 产品系列                                |           |           |           |         |   |   |   |   |
| F = 基于 ARM 内核, 通用 MCU               |           |           |           |         |   |   |   |   |
| V = 基于青稞 RISC-V 内核, 通用 MCU          |           |           |           |         |   |   |   |   |
| L = 基于青稞 RISC-V 内核, 低功耗 MCU         |           |           |           |         |   |   |   |   |
| X = 基于青稞 RISC-V 内核, 专用架构或特殊 IO      |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 产品类型                                |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 0 = 青稞 V2/V4 内核, 超值版, 主频≤48M        |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 1 = M3/青稞 V3/V4 内核, 基本版, 主频≤72M     |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 2 = M3/青稞 V4 非浮点内核, 增强版, 主频≤144M    |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 3 = 青稞 V4F 浮点内核, 增强版, 主频≤144M       |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 产品子系列                               |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 03 = 通用型                            |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 05 = 连接型 (USB 高速、SDIO、CAN)          |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 07 = 互联型 (USB 高速、CAN、以太网、SDIO、FSMC) |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 08 = 无线型 (蓝牙 BLE5.X、CAN、USB、以太网)    |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 35 = 连接型 (USB、USB PD/Type-C)        |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 33 = 连接型 (USB)                      |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 引脚数目                                |           |           |           |         |   |   |   |   |
| J = 8 脚                             | A = 16 脚  | F = 20 脚  | G = 28 脚  |         |   |   |   |   |
| K = 32 脚                            | T = 36 脚  | C = 48 脚  | R = 64 脚  |         |   |   |   |   |
| W = 68 脚                            | V = 100 脚 | Z = 144 脚 |           |         |   |   |   |   |
| 闪存存储容量                              |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 4 = 16K 闪存存储器                       |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 6 = 32K 闪存存储器                       |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 7 = 48K 闪存存储器                       |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 8 = 64K 闪存存储器                       |           |           |           |         |   |   |   |   |
| B = 128K 闪存存储器                      |           |           |           |         |   |   |   |   |
| C = 256K 闪存存储器                      |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 封装                                  |           |           |           |         |   |   |   |   |
| T = LQFP                            | U = QFN   | R = QSOP  | P = TSSOP | M = SOP |   |   |   |   |
| 温度范围                                |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 6 = -40℃~85℃ (工业级)                  |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 7 = -40℃~105℃ (汽车 2 级)              |           |           |           |         |   |   |   |   |
| 3 = -40℃~125℃ (汽车 1 级)              |           |           |           |         |   |   |   |   |
| D = -40℃~150℃ (汽车 0 级)              |           |           |           |         |   |   |   |   |