



HT32F50231/HT32F50241 产品规格书

带 Arm® Cortex®-M0+ 内核以及
1 MSPS ADC、DIV、USART、UART、SPI、I²C、
MCTM、GPTM、BFTM、PWM、CRC、RTC 和 WDT
高达 64 KB Flash 和 8 KB SRAM 的 Holtek 32-Bit 单片机

版本 : V1.30 日期 : 2019-09-17

www.holtek.com

目录

| | |
|---------------------------------|-----------|
| 1 简介 | 6 |
| 2 特性 | 7 |
| 内核 | 7 |
| 片上存储器 | 7 |
| Flash 存储器控制器 – FMC | 7 |
| 复位控制单元 – RSTCU | 7 |
| 时钟控制单元 – CKCU | 8 |
| 电源控制单元 – PWRCU | 8 |
| 实时时钟 – RTC | 8 |
| 外部中断 / 事件控制器 – EXTI | 8 |
| 硬件除法器 – DIV | 9 |
| 模数转换器 – ADC | 9 |
| 输入 / 输出端口 – GPIO | 9 |
| 基本功能定时器 – BFTM | 9 |
| 马达控制定时器 – MCTM | 9 |
| PWM 产生和捕捉定时器 – GPTM | 10 |
| 脉冲宽度调制 – PWM | 10 |
| 看门狗定时器 – WDT | 10 |
| 内部集成电路 – I ² C | 11 |
| 串行外设接口 – SPI | 11 |
| 通用同步异步收发器 – USART | 11 |
| 通用异步收发器 – UART | 12 |
| 循环冗余校验 – CRC | 12 |
| 调试支持 | 12 |
| 封装和工作温度 | 12 |
| 3 概述 | 13 |
| 单片机信息 | 13 |
| 方框图 | 14 |
| 存储器映射 | 15 |
| 时钟结构 | 18 |
| 4 引脚图 | 19 |
| 5 电气特性 | 30 |
| 极限参数 | 30 |
| 建议直流特性 | 30 |
| 片上 LDO 稳压器特性 | 30 |

| | |
|--|-----------|
| 功耗..... | 31 |
| 复位和电源监控特性..... | 32 |
| 外部时钟特性..... | 33 |
| 内部时钟特性..... | 33 |
| 存储器特性..... | 34 |
| I/O 端口特性..... | 35 |
| A/D 转换器特性..... | 36 |
| MCTM / GPTM / PWM 特性..... | 37 |
| I ² C 特性..... | 37 |
| SPI 特性..... | 38 |
| 6 封装信息..... | 41 |
| 24-pin SSOP (150mil) 外形尺寸..... | 42 |
| 28-pin SSOP (150mil) 外形尺寸..... | 43 |
| 28-pin SOP (300mil) 外形尺寸..... | 44 |
| SAW Type 24-pin QFN (3mm×3mm×0.55mm) 外形尺寸..... | 45 |
| SAW Type 33-pin QFN (4mm×4mm) 外形尺寸..... | 46 |
| SAW Type 46-pin QFN (6.5mm×4.5mm×0.75mm) 外形尺寸..... | 47 |
| 44-pin LQFP (10mm×10mm) (FP2.0mm) 外形尺寸..... | 48 |
| 48-pin LQFP (7mm×7mm) 外形尺寸..... | 49 |

表列表

| | |
|-----------------------------------|----|
| 表 1. 特性及外设列表 | 13 |
| 表 2. 寄存器映射 | 16 |
| 表 3. 引脚分配 | 27 |
| 表 4. 引脚描述 | 28 |
| 表 5. 极限参数 | 30 |
| 表 6. 建议直流工作条件 | 30 |
| 表 7. LDO 特性 | 30 |
| 表 8. 功耗特性 | 31 |
| 表 9. V _{DD} 电源复位特性 | 32 |
| 表 10. LVD / BOD 特性 | 32 |
| 表 11. 外部高速时钟 (HSE) 特性 | 33 |
| 表 12. 外部低速时钟 (LSE) 特性 | 33 |
| 表 13. 内部高速时钟 (HSI) 特性 | 34 |
| 表 14. 内部低速时钟 (LSI) 特性 | 34 |
| 表 15. Flash 存储器特性 | 34 |
| 表 16. I/O 端口特性 | 35 |
| 表 17. A/D 转换器特性 | 36 |
| 表 18. MCTM / GPTM / PWM 特性 | 37 |
| 表 19. I ² C 特性 | 37 |
| 表 20. SPI 特性 | 38 |

图列表

| | |
|--|----|
| 图 1. 方框图 | 14 |
| 图 2. 存储器映射 | 15 |
| 图 3. 时钟结构图 | 18 |
| 图 4. 24-pin SSOP 引脚图 | 19 |
| 图 5. 28-pin SSOP 引脚图 | 20 |
| 图 6. 28-pin SOP 引脚图 | 21 |
| 图 7. 24-pin QFN 引脚图 | 22 |
| 图 8. 33-pin QFN 引脚图 | 23 |
| 图 9. 46-pin QFN 引脚图 | 24 |
| 图 10. 44-pin LQFP 引脚图 | 25 |
| 图 11. 48-pin LQFP 引脚图 | 26 |
| 图 12. A/D 转换器采样网络模板 | 36 |
| 图 13. I ² C 时序图 | 38 |
| 图 14. SPI 时序图 – SPI 主机模式 | 39 |
| 图 15. SPI 时序图 – SPI 从机模式, CPHA = 1 | 40 |

1 简介

该系列的 Holtek 单片机是基于 Arm® Cortex®-M0+ 处理器内核的 32-bit 高性能低功耗单片机。Cortex®-M0+ 是把嵌套向量中断控制器 (NVIC)、系统节拍定时器 (SysTick Timer) 和先进的调试支持紧紧结合在一起的新一代处理器内核。

该系列单片机可工作在高达 20 MHz 的频率下, 借助 Flash 加速器以获得较大的效能。它提供高达 64 KB 的嵌入式 Flash 存储器用作程序 / 数据存储, 高达 8 KB 的嵌入式 SRAM 存储器用作系统操作和应用程序运用。此系列单片机具有多种外设, 如硬件除法器 DIV、ADC、I²C、USART、UART、SPI、MCTM、GPTM、PWM、BFTM、CRC-16/32、RTC、WDT、SW-DP (串行线调试端口) 等。提供了几种省电模式, 在唤醒延迟和功耗方面具有较优化的灵活性, 这是低功耗应用方面的考虑要点。

以上这些特性使该系列单片机可以广泛地适用于各种应用, 如白色家电应用控制、电源监控、报警系统、消费类产品、手持式设备、数据记录应用、马达控制器等。

arm CORTEX

2 特性

内核

- 32-bit Arm® Cortex®-M0+ 处理器内核
- 高达 20 MHz 的工作频率
- 单周期乘法
- 集成嵌套向量中断控制器 (NVIC)
- 24-bit SysTick 定时器

Cortex®-M0+ 处理器是一种低门数, 高效能的 32-bit 处理器内核, 专为要求面积优化、低功耗处理器的单片机及深度嵌入式应用而设计。Cortex®-M0+ 处理器基于 ARMv6-M 架构, 支持 Thumb® 指令集。该处理器还提供了许多功能, 如单周期 I/O 端口, 硬件乘法器和低延迟中断响应时间。

片上存储器

- 高达 64 KB 片上 Flash 存储器用于指令 / 数据和选项的存储
- 高达 8 KB 片上 SRAM
- 支持多种启动模式

Arm® Cortex®-M0+ 处理器通过同一条外部接口对外部 AHB 外设进行访问及调试访问。处理器访问优先于调试访问。Cortex®-M0+ 的最大地址范围是 4 GB, 因为它具有 32-bit 总线地址宽度。此外, 预先定义的内存映射由 Cortex®-M0+ 处理器提供, 以减少软件被不同的单片机供应商重复实施的复杂性。但有一些区域为 Arm® Cortex®-M0+ 系统外设所使用。更多信息请参考 Arm® Cortex®-M0+ 技术参考手册。概述章节中图 2 显示了该系列单片机的存储器映射, 包括代码、SRAM、外设和其它预先定义的区域。

Flash 存储器控制器 – FMC

- 32-bit 字编程, 支持在线系统编程 (ISP) 和在线应用编程 (IAP)
- Flash 保护功能, 防止非法访问

Flash 存储器控制器 FMC 为嵌入式片上 Flash 存储器提供所有必要的功能。Flash 存储器还提供字编程 / 页擦除功能。

复位控制单元 – RSTCU

- 电源监控:
 - 上电复位 / 掉电复位 – POR / PDR
 - 掉电检测器 – BOD
 - 可编程低压检测 – LVD

复位控制单元 RSTCU 有三种复位方式, 分别是上电复位、系统复位和 APB 单元复位。上电复位, 被称为冷复位, 在上电时复位了整个系统。系统会复位处理器内核和除 SW-DP 控制器以外的外设 IP 元件。这些复位可以通过外部信号、内部事件和复位发生器触发。

时钟控制单元 – CKCU

- 外部 4 ~ 20 MHz 晶振
- 外部 32.768 kHz 晶振
- 在工作温度为 25 °C 下，内部 20 MHz RC 振荡器精度可调整为 ±2%
- 内部 32 kHz RC 振荡器
- 用作外设时钟源的独立的时钟分频器与门控位

时钟控制单元 CKCU 提供了一系列振荡器和时钟功能，包括内部高速 RC 振荡器 (HSI)、外部高速晶振 (HSE)、内部低速 RC 振荡器 (LSI)、外部低速晶振 (LSE)、HSE 时钟监控、时钟预分频器、时钟倍频和 APB 时钟分频器与门控电路。AHB、APB 和 Cortex®-M0+ 的时钟来源于系统时钟 (CK_SYS)，而系统时钟可以来自 HSI、HSE、LSI 或者 LSE。看门狗定时器和实时时钟 (RTC) 使用 LSI 或 LSE 作为它们的时钟源。

电源控制单元 – PWRCU

- 灵活供电：V_{DD} 供电 (2.5 V ~ 5.5 V)，V_{DDIO} 用作 I/O 口供电 (1.8 V ~ 5.5 V)
- 集成 1.5 V LDO 稳压器用作 CPU 内核、外设和存储器电源
- 三个电源域：V_{DD}、V_{DDIO} 和 1.5 V
- 三种省电模式：休眠模式、深度休眠模式 1、深度休眠模式 2

功耗被视为许多嵌入式系统应用中最重要的问题之一。因此，在这些单片机中，电源控制单元 PWRCU 提供多种省电模式如休眠模式、深度休眠模式 1、深度休眠模式 2。这些工作模式可以降低功耗，并允许应用在 CPU 运行时间、速度和功耗相互冲突的需求中达到较佳平衡。

实时时钟 – RTC

- 带可编程预分频器的 24-bit 向上计数器
- 报警功能
- 中断和唤醒事件

实时时钟，RTC 电路包括 APB 接口、24-bit 向上计数器、一个控制寄存器、一个预分频器、一个比较寄存器和一个状态寄存器。RTC 电路位于 V_{DDI5} 电源域。RTC 计数器被用作唤醒定时器当 MCU 在省电模式时，产生系统恢复或中断信号。

外部中断 / 事件控制器 – EXTI

- 高达 16 个可配置触发源和触发类型的 EXTI 输入线
- 所有 GPIO 引脚都可选作 EXTI 触发源
- 触发源类型包括：高电平、低电平、下降沿、上升沿或者双沿
- 每个 EXTI 输入线都可独立进行中断使能、唤醒使能和状态位设置
- 每个 EXTI 输入线都有软件中断触发模式
- 内建去干扰滤波器，用于封锁短脉冲

外部中断 / 事件控制器 EXTI 由 16 个可独立产生唤醒事件和中断请求的边沿检测器组成。每个 EXTI 输入线也可被单独屏蔽。

硬件除法器 – DIV

- 32-bit 有符号 / 无符号除法器
- 运算需 8 个时钟周期，加载需 1 个时钟周期
- 除数为零错误标志

该除法器采用舍尾除法，需通过 START 控制位来触发除法器开始计算。8 个时钟周期后当除法器计算结束，完成标志位将被置高，但若除数寄存器内数据为零，那么除数为零错误标志将被置位。

模数转换器 – ADC

- 12-bit SAR A/D 转换器内核
- 高达 1 Msps 转换速率
- 高达 12 个外部模拟输入通道

此系列单片机包含一个多通道 12-bit A/D 转换器，其具有多路复用通道，包括 12 个提供模拟信号的外部通道和 2 个可测量的内部通道。如果输入电压必须保持在一个特定的阈值窗口，模拟看门狗功能将监控和检测这些信号。当输入电压高于或低于设定的阈值，将产生中断。有三种转换模式用来把模拟信号转换成数字数据。A/D 转换器可工作在单次转换、连续和非连续转换模式。

输入 / 输出端口 – GPIO

- 多达 40 个通用输入 / 输出口 (GPIO)
- 端口 A、B、C 映射为 16 个外部中断 – EXTI
- 几乎所有 I/O 引脚都具有可编程输出驱动电流功能

单片机有多达 40 个通用 I/O 引脚，GPIO，即 PA0 ~ PA15 端口、PB0 ~ PB15 端口和 PC0 ~ PC7 端口，可以实现逻辑输入 / 输出功能。每个 GPIO 端口都有相关的控制和配置寄存器，提高了灵活性并满足特定的应用需求。

在封装上 GPIO 引脚与其它复用功能引脚共用，以获得较大的灵活性。通过配置相应的寄存器，GPIO 口可以被用作复用功能的引脚。对单片机 GPIO 引脚的外部中断在外部中断控制单元，EXTI，都有相关的控制和配置寄存器。

基本功能定时器 – BFTM

- 32-bit 比较 / 匹配向上计数器 – 无输入 / 输出控制特性
- 单次模式 – 比较匹配条件产生后停止计数
- 重复模式 – 比较匹配条件产生后重新开始计数

基本功能定时器是一个简单的 32-bit 向上计数器，可用于测量时间间隔并产生一个单次或者重复中断。BFTM 工作在两种功能模式下，即重复模式或单次模式。在重复模式下，当一个比较匹配事件发生时，BFTM 重新开始计数。BFTM 也包含一个单次模式，在此模式下，当一个比较匹配事件发生时，计数器停止计数。

马达控制定时器 – MCTM

- 16-bit 向上 / 向下自动重载计数器
- 16-bit 可编程预分频器对计数器时钟频率进行分频，分频率为 1 ~ 65536
- 输入捕捉功能
- 比较匹配输出

- PWM 波形产生功能，具有边沿对齐和中心对齐两种计数模式
- 单脉冲输出模式
- 带可编程死区时间插入的互补输出
- 刹车信号输入将强制定时器输出复位或输出固定电平

马达控制定时器包括一个 16-bit 向上 / 向下计数器、四个 16-bit 捕捉 / 比较寄存器 (CCR)、一个 16-bit 计数器重载寄存器 (CRR)、一个 8-bit 重复计数器和几个控制 / 状态寄存器。它可用于多种用途，包括测量输入信号的脉冲宽度或产生输出波形，如比较器匹配输出、PWM 输出或带死区时间插入的互补 PWM 输出。MCTM 能够为马达控制、霍尔传感器接口和刹车信号输入提供全功能支持。

PWM 产生和捕捉定时器 – GPTM

- 16-bit 向上 / 向下自动重载计数器
- 每个定时器高达 4 个独立通道
- 16-bit 可编程预分频器对计数器时钟频率进行分频，分频率为 1 ~ 65536
- 输入捕捉功能
- 比较匹配输出
- PWM 波形产生功能，具有边沿对齐和中心对齐两种计数模式
- 单脉冲输出模式
- 内建可处理编码器接口信号的带两个输入口的正交解码器

通用定时器包括一个 16-bit 向上 / 向下计数器，四个 16-bit 捕捉 / 比较寄存器 (CCR)，一个 16-bit 计数器重载寄存器 (CRR) 和多个控制 / 状态寄存器。它们可用于多种用途，包括通用计时、输入信号脉冲宽度测量、输出波形产生，如单脉冲波形产生或 PWM 输出。GPTM 内建可处理编码器接口信号的带两个输入口的正交解码器。

脉冲宽度调制 – PWM

- 16-bit 向上 / 向下自动重载计数器
- 每个定时器高达 4 个独立通道
- 16-bit 可编程预分频器对计数器时钟频率进行分频，分频率为 1 ~ 65536
- 比较匹配输出
- PWM 波形产生功能，具有边沿对齐和中心对齐两种计数模式
- 单脉冲输出模式

脉冲宽度调制包括一个 16-bit 向上 / 向下计数器，四个 16-bit 比较寄存器 (CR)，一个 16-bit 计数器重载寄存器 (CRR) 和多个控制 / 状态寄存器。它可用于多种用途，包括通用计时、输出波形产生，如单脉冲波形产生或 PWM 输出。

看门狗定时器 – WDT

- 带有 3-bit 预分频器的 12-bit 向下计数器
- 可产生系统复位
- 可编程看门狗定时器窗口功能
- 寄存器写保护功能

看门狗定时器是一个硬件定时电路，可用于检测因软件陷入死锁导致的系统故障。它包括一个 12-bit 向下计数器、预分频器、一个 WDT 增量值寄存器、WDT 操作控制电路和 WDT 保护机制。如果软件在看门狗定时器溢出前没有重载计数器的值，计数器溢出时将产生复位。此外，当计数器

值大于 WDT 增量值时，如果软件重新加载计数器，也会产生复位。这意味着计数器必须在有限的时间窗口内用特定方法重新加载。当处理器处于调试模式，看门狗定时器计数器可停止计数。该寄存器写保护功能被使能，来防止看门狗定时器配置的突然改变。

内部集成电路 – I²C

- 支持高达 1 MHz 频率的主从模式
- 提供仲裁功能和时钟同步功能
- 支持 7-bit 和 10-bit 寻址模式和广播呼叫寻址
- 可屏蔽地址功能支持多种从机寻址模式

I²C 模块是一个允许与外部 I²C 接口通信的内部电路，而外部 I²C 接口是一个符合工业标准并用于连接外部硬件的两线串行接口。这两个串行线被称为串行数据线 SDA 和串行时钟线 SCL。I²C 模块提供了三种数据传输速率：即标准模式下的 100 kHz、快速模式下的 400 kHz 和高速模式下的 1 MHz。SCL 周期产生寄存器用于设置不同的占空比得到不同的 SCL 脉冲。

SDA 线是一条双向数据线，它连接整个 I²C 总线，在主机和从机之间用于数据的传输和接收。I²C 模块还具有仲裁检测功能和时钟同步，可防止多个主机试图同时传送数据到 I²C 总线的情况。

串行外设接口 – SPI

- 支持主从模式
- 主机模式频率高达 ($f_{PCLK}/2$) MHz，从机模式频率高达 ($f_{PCLK}/3$) MHz
- FIFO 深度：8 级
- 多个主机和多个从机工作模式

串行外设接口 SPI 提供了一个 SPI 协议：主从模式下数据发送和接收功能。SPI 接口使用 4 个引脚，其中有串行数据输入和输出线 MISO 和 MOSI，时钟线 SCK 和从机选择线 SEL。SPI 作为主机使用，用 SEL 和 SCK 信号控制数据流来说明数据通信启动和数据采样率。要接收数据字节，数据流在特定的时钟边沿时被锁存且存储在数据寄存器或 RX FIFO。数据发送也是通过类似的方式，但以相反的顺序。模式故障检测功能使其适用于多主机应用。

通用同步异步收发器 – USART

- 同时支持异步和时钟同步串行通信模式
- 异步工作频率高达 ($f_{PCLK}/16$) MHz，同步工作频率高达 ($f_{PCLK}/8$) MHz
- 全双工通信
- 完全可编程串行接口通信特性包括：
 - 字长：7、8 或 9-bit 字符
 - 校验位：奇、偶或无奇偶校验位的产生和检测
 - 停止位：1 或 2 个停止位产生
 - 位顺序：最低位优先或最高位优先传输
- 错误侦测：奇偶校验、溢出和帧错误
- 自动硬件流控制模式 – RTS、CTS
- IrDA SIR 编码器和解码器
- 具有输出使能控制的 RS485 模式
- FIFO 深度：8 × 9 位接收器和发送器 FIFO

通用同步异步收发器 USART 提供了一个灵活的采用同步或异步传输的全双工数据交换。USART 用来转换并行和串行接口之间的数据，通常也被用作 RS232 标准通信。USART 外设功能支持四

种类型的中断, 包括线路状态中断、发送 FIFO 空中断、接收器阈值级别到达中断和超时中断。USART 模块包括一个发送 FIFO (TX_FIFO) 和一个接收 FIFO (RX_FIFO)。通过读取线路状态寄存器 LSR, 软件可以检测 USART 的错误状态。状态包括传输模式下的类型和状况以及因奇偶、溢出、帧和暂停事件造成的错误状况。

通用异步收发器 – UART

- 异步串行通信工作频率高达 ($f_{\text{CLK}}/16$) MHz
- 全双工通信
- 完全可编程串行接口通信特性包括:
 - 字长: 7、8 或 9-bit 字符
 - 校验位: 奇、偶或无奇偶校验位的产生和检测
 - 停止位: 1 或 2 个停止位
 - 位顺序: 最低位优先或最高位优先传输
- 错误侦测: 奇偶校验、溢出和帧错误

通用异步收发器 UART 提供了一个灵活的采用异步传输的全双工数据交换。UART 用来转换并行和串行接口之间的数据, 通常也被用作 RS232 标准通信。UART 外设功能支持线路状态中断。通过读取线路状态寄存器 LSR, 软件可以检测 UART 的错误状态。状态包括传输模式下的类型和状况以及因奇偶、溢出、帧和暂停事件造成的错误状况。

循环冗余校验 – CRC

- 支持 CRC16 多项式: $0x8005$,
 $X^{16}+X^{15}+X^2+1$
- 支持 CCITT CRC16 多项式: $0x1021$,
 $X^{16}+X^{12}+X^5+1$
- 支持 IEEE-802.3 CRC32 多项式: $0x04C11DB7$,
 $X^{32}+X^{26}+X^{23}+X^{22}+X^{16}+X^{12}+X^{11}+X^{10}+X^8+X^7+X^5+X^4+X^2+X+1$
- 支持对数据和校验码进行 1 的补码、字节取反和位取反操作
- 支持字节、半字和字数据大小
- 可编程 CRC 初始种子值

对 8-bit 数据执行 CRC 计算需要 1 个 AHB 时钟周期, 32-bit 数据需要 4 个 AHB 时钟周期。循环冗余校验 (CRC) 计算单元是一种错误检测技术测试算法, 用于验证数据传输或存储数据的正确性。CRC 计算将数据流或数据块作为输入, 并生成一个 16-bit 或 32-bit 输出余数。通常情况下, 数据流带 CRC 后缀码, 且当被发送或存储时用作校验码。因此, 被接收或重新储存的数据流是通过上述相同的生成多项式计算的。如果新的 CRC 码结果与先前计算的不匹配, 这意味着数据流出错了。

调试支持

- 串行线调试端口 – SW-DP
- 4 个用于硬件断点或代码 / 文字补丁的比较器
- 2 个用于硬件数据观察点的比较器

封装和工作温度

- 24/28-pin SSOP, 28-pin SOP, 24/33/46-pin QFN 和 44/48-pin LQFP 封装
- 工作温度: $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$

3 概述

单片机信息

表 1. 特性及外设列表

| 外设 | | HT32F50231 | HT32F50241 |
|-----------------|------------------|--|------------|
| 主 Flash (KB) | | 32 | 63 |
| 选项字节 Flash (KB) | | 1 | 1 |
| SRAM (KB) | | 4 | 8 |
| 定时器 | MCTM | 1 | |
| | GPTM | 1 | |
| | PWM | 2 | |
| | BFTM | 2 | |
| | WDT | 1 | |
| | RTC | 1 | |
| 通信 | SPI | 2 | |
| | USART | 1 | |
| | UART | 2 | |
| | I ² C | 2 | |
| 硬件除法器 | | 1 | |
| CRC-16/32 | | 1 | |
| EXTI | | 16 | |
| 12-bit ADC | | 1 | |
| 通道数 | | 12 | |
| GPIO | | 40 (Max.) | |
| CPU 频率 | | 20 MHz (Max.) | |
| 工作电压 | | 2.5 V ~ 5.5 V | |
| 工作温度 | | -40 °C ~ 85 °C | |
| 封装 | | 24/28-pin SSOP, 28-pin SOP, 24/33/46-pin QFN 和 44/48-pin LQFP | |

方框图

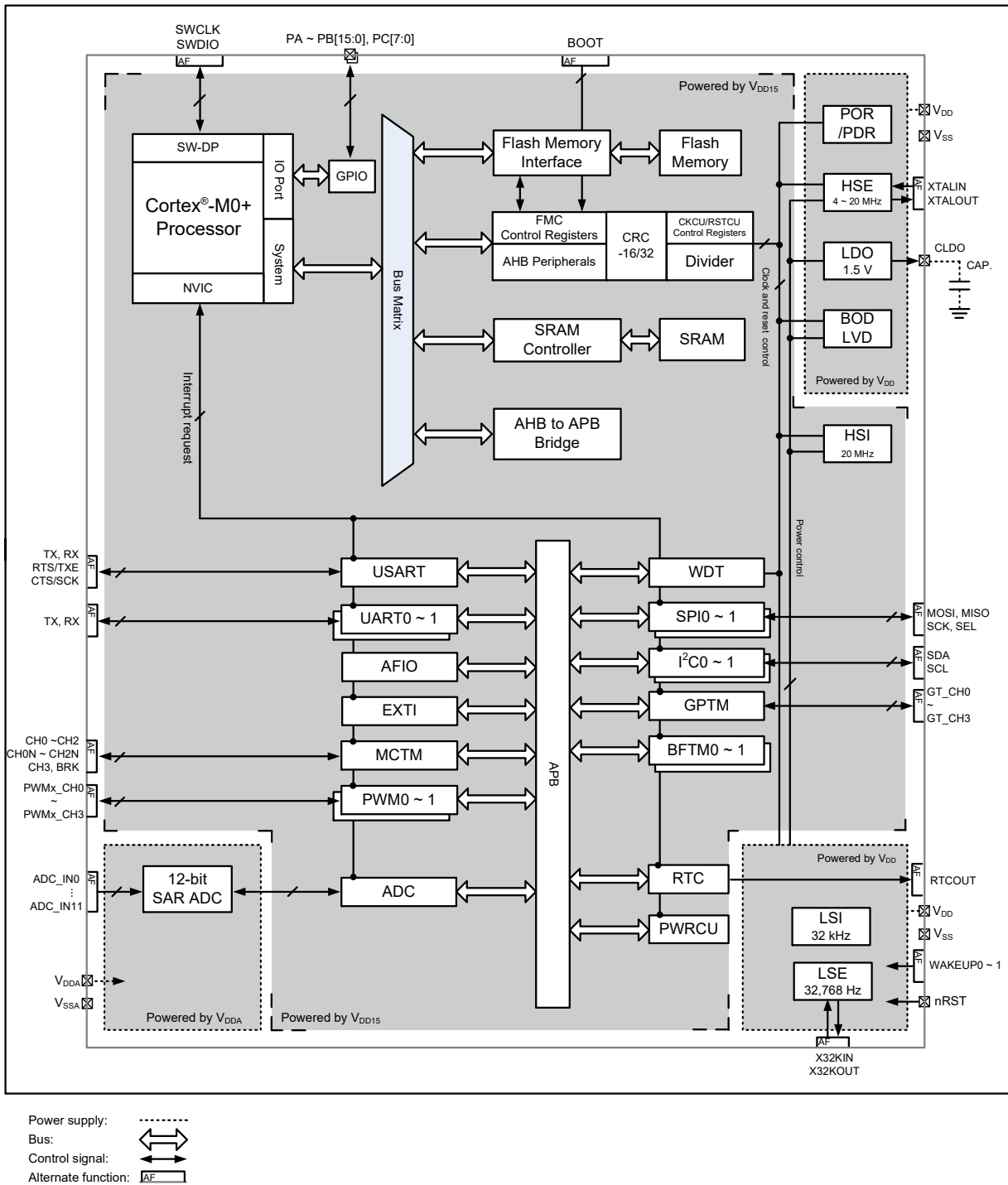


图 1. 方框图

存储器映射

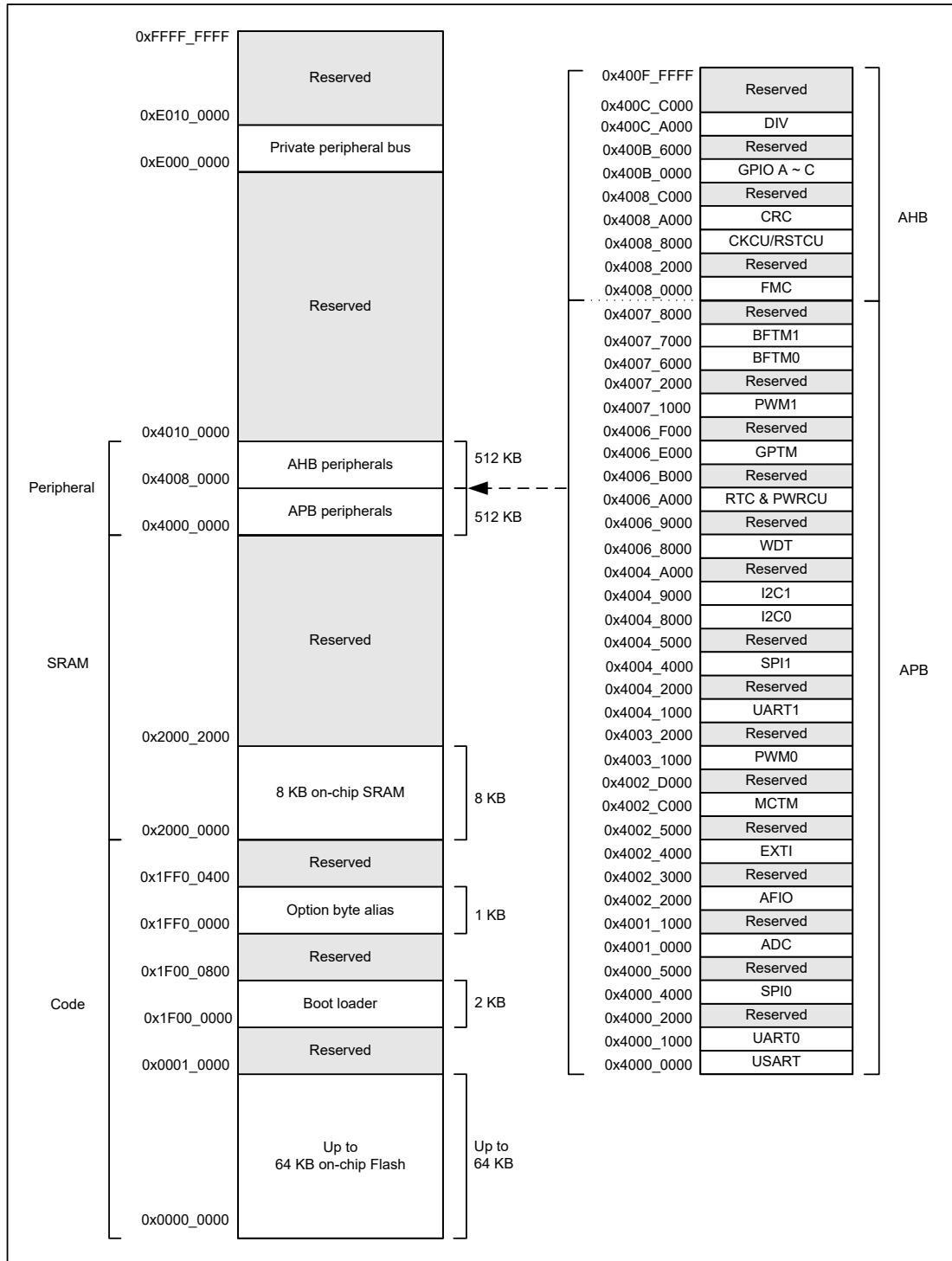


图 2. 存储器映射

表 2. 寄存器映射

| 起始地址 | 终止地址 | 外设 | 总线 |
|-------------|-------------|-------------------|-----|
| 0x4000_0000 | 0x4000_0FFF | USART | APB |
| 0x4000_1000 | 0x4000_1FFF | UART0 | |
| 0x4000_2000 | 0x4000_3FFF | 保留 | |
| 0x4000_4000 | 0x4000_4FFF | SPI0 | |
| 0x4000_5000 | 0x4000_FFFF | 保留 | |
| 0x4001_0000 | 0x4001_0FFF | ADC | |
| 0x4001_1000 | 0x4002_1FFF | 保留 | |
| 0x4002_2000 | 0x4002_2FFF | AFIO | |
| 0x4002_3000 | 0x4002_3FFF | 保留 | |
| 0x4002_4000 | 0x4002_4FFF | EXTI | |
| 0x4002_5000 | 0x4002_BFFF | 保留 | |
| 0x4002_C000 | 0x4002_CFFF | MCTM | |
| 0x4002_D000 | 0x4003_0FFF | 保留 | |
| 0x4003_1000 | 0x4003_1FFF | PWM0 | |
| 0x4003_2000 | 0x4004_0FFF | 保留 | |
| 0x4004_1000 | 0x4004_1FFF | UART1 | |
| 0x4004_2000 | 0x4004_3FFF | 保留 | |
| 0x4004_4000 | 0x4004_4FFF | SPI1 | |
| 0x4004_5000 | 0x4004_7FFF | 保留 | |
| 0x4004_8000 | 0x4004_8FFF | I ² C0 | |
| 0x4004_9000 | 0x4004_9FFF | I ² C1 | |
| 0x4004_A000 | 0x4006_7FFF | 保留 | |
| 0x4006_8000 | 0x4006_8FFF | WDT | |
| 0x4006_9000 | 0x4006_9FFF | 保留 | |
| 0x4006_A000 | 0x4006_AFFF | RTC & PWRCU | |
| 0x4006_B000 | 0x4006_DFFF | 保留 | |
| 0x4006_E000 | 0x4006_EFFF | GPTM | |
| 0x4006_F000 | 0x4007_0FFF | 保留 | |
| 0x4007_1000 | 0x4007_1FFF | PWM1 | |
| 0x4007_2000 | 0x4007_5FFF | 保留 | |
| 0x4007_6000 | 0x4007_6FFF | BFTM0 | |
| 0x4007_7000 | 0x4007_7FFF | BFTM1 | |
| 0x4007_8000 | 0x4007_FFFF | 保留 | |

| 起始地址 | 终止地址 | 外设 | 总线 |
|-------------|-------------|--------------|-----|
| 0x4008_0000 | 0x4008_1FFF | FMC | AHB |
| 0x4008_2000 | 0x4008_7FFF | 保留 | |
| 0x4008_8000 | 0x4008_9FFF | CKCU / RSTCU | |
| 0x4008_A000 | 0x4008_BFFF | CRC | |
| 0x4008_C000 | 0x400A_FFFF | 保留 | |
| 0x400B_0000 | 0x400B_1FFF | GPIOA | |
| 0x400B_2000 | 0x400B_3FFF | GPIOB | |
| 0x400B_4000 | 0x400B_5FFF | GPIOC | |
| 0x400B_6000 | 0x400C_9FFF | 保留 | |
| 0x400C_A000 | 0x400C_BFFF | DIV | |
| 0x400C_C000 | 0x400F_FFFF | 保留 | |

时钟结构

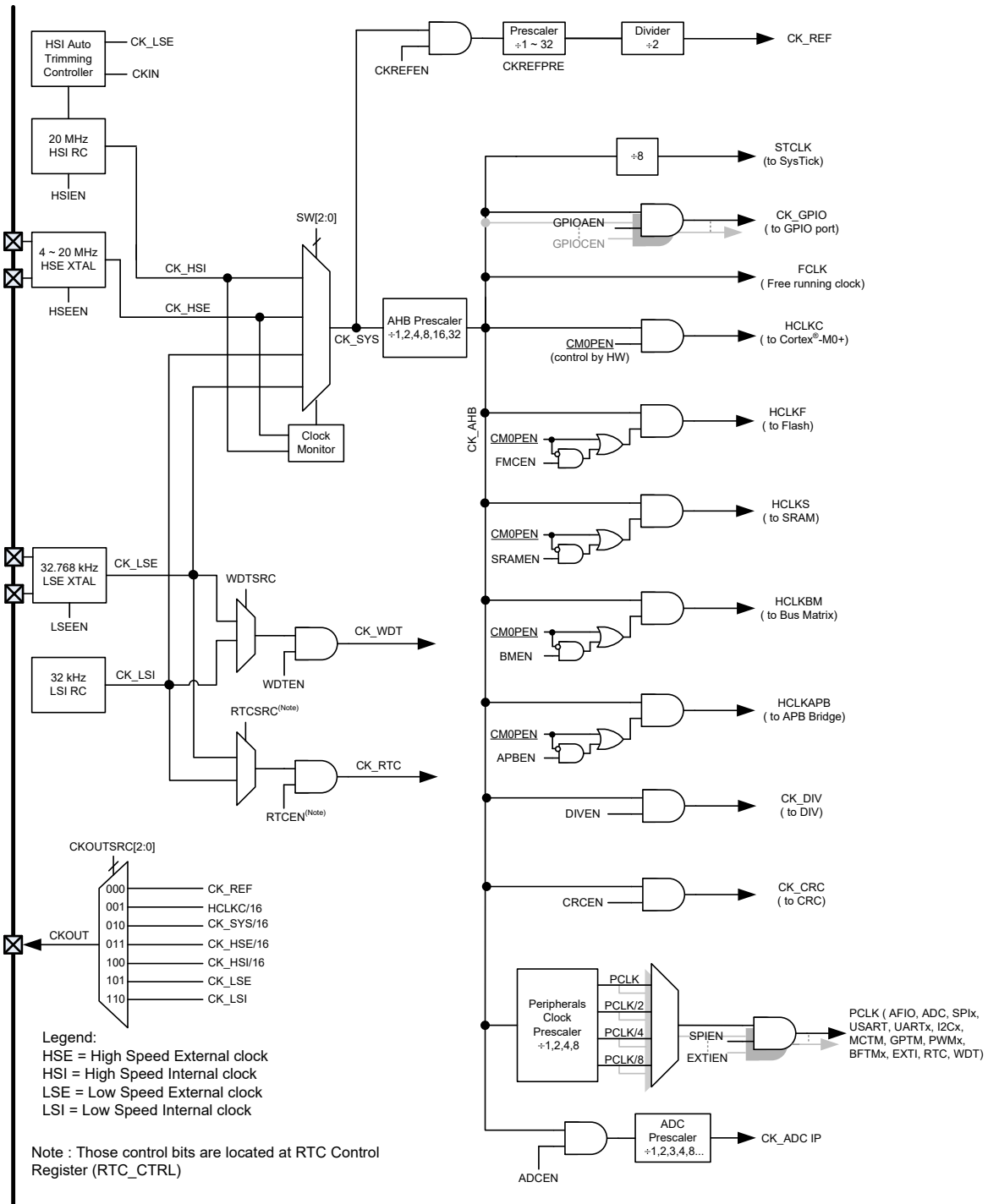
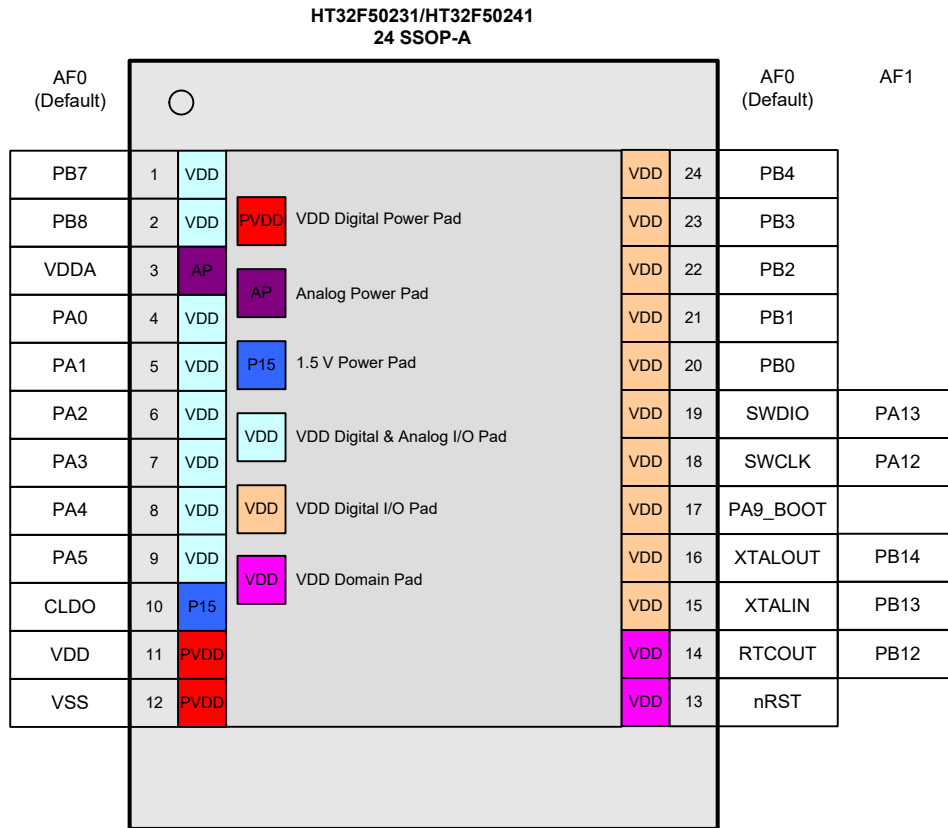


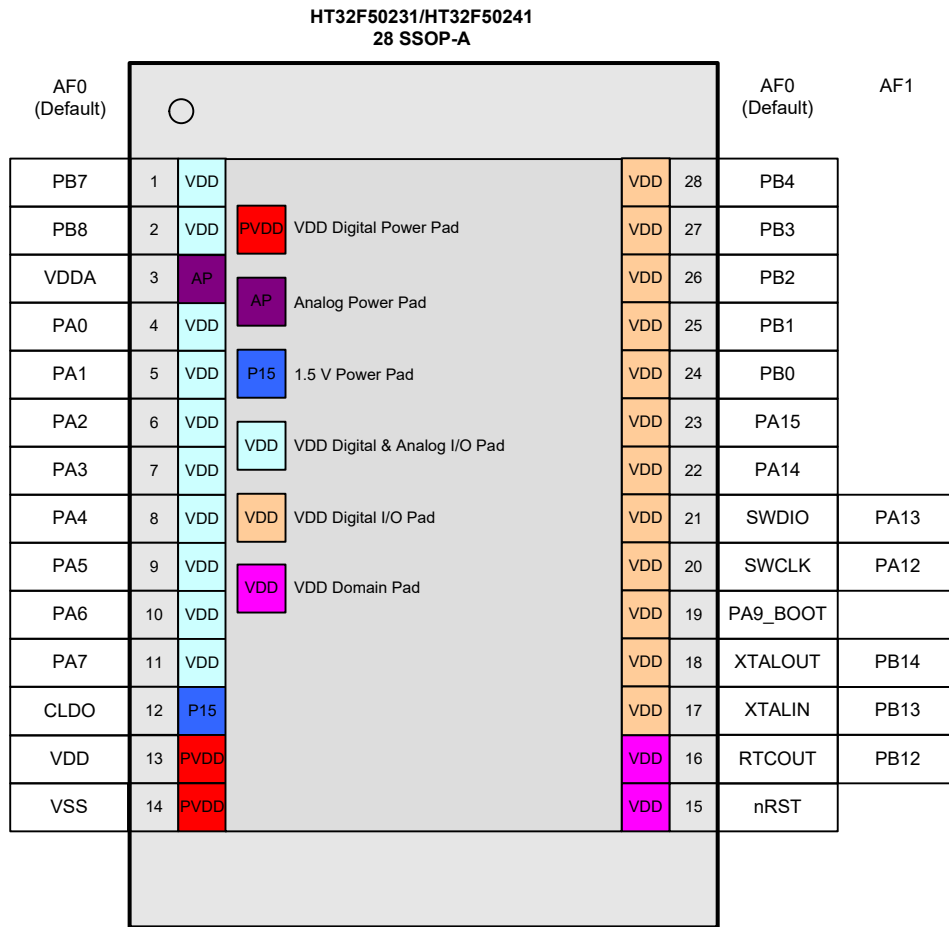
图 3. 时钟结构图

4 引脚图



引脚图

图 4. 24-pin SSOP 引脚图



引脚图

图 5. 28-pin SSOP 引脚图

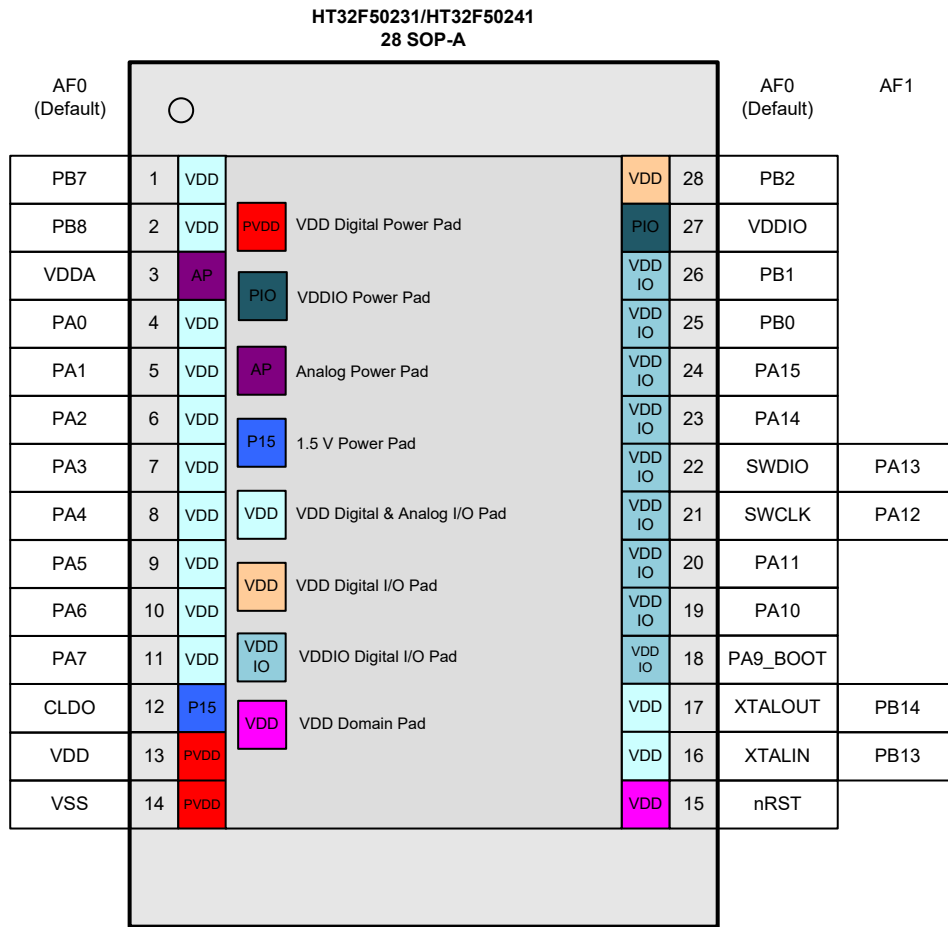
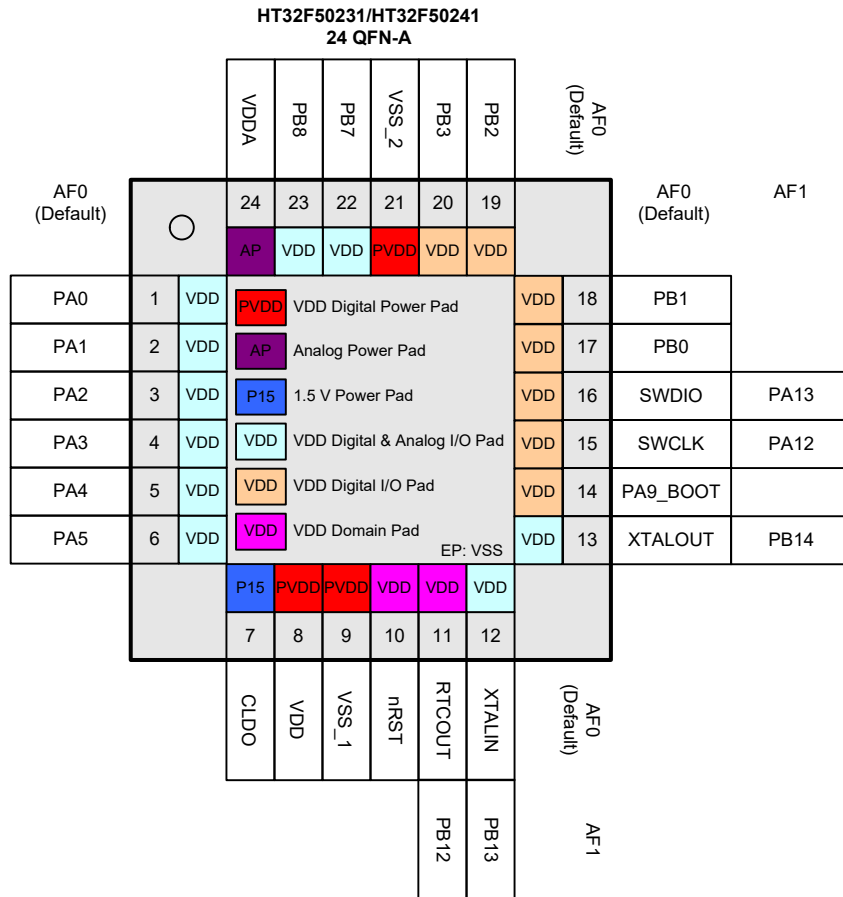
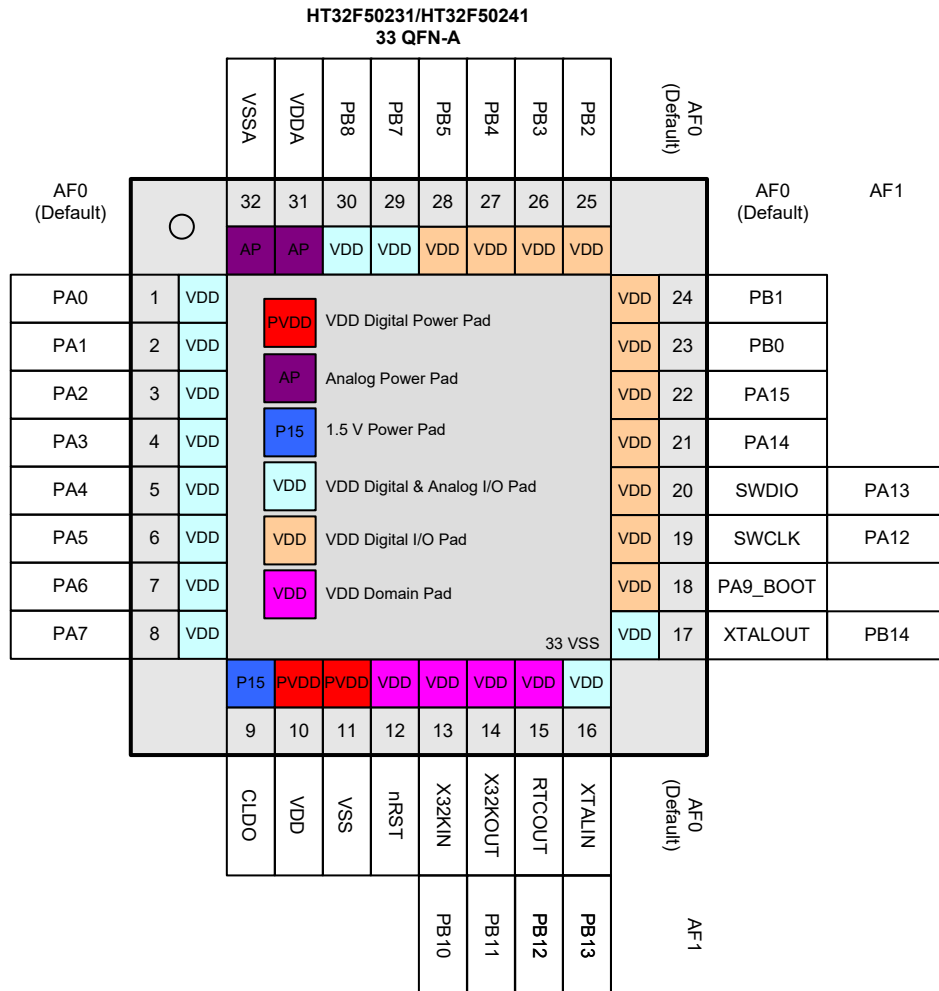


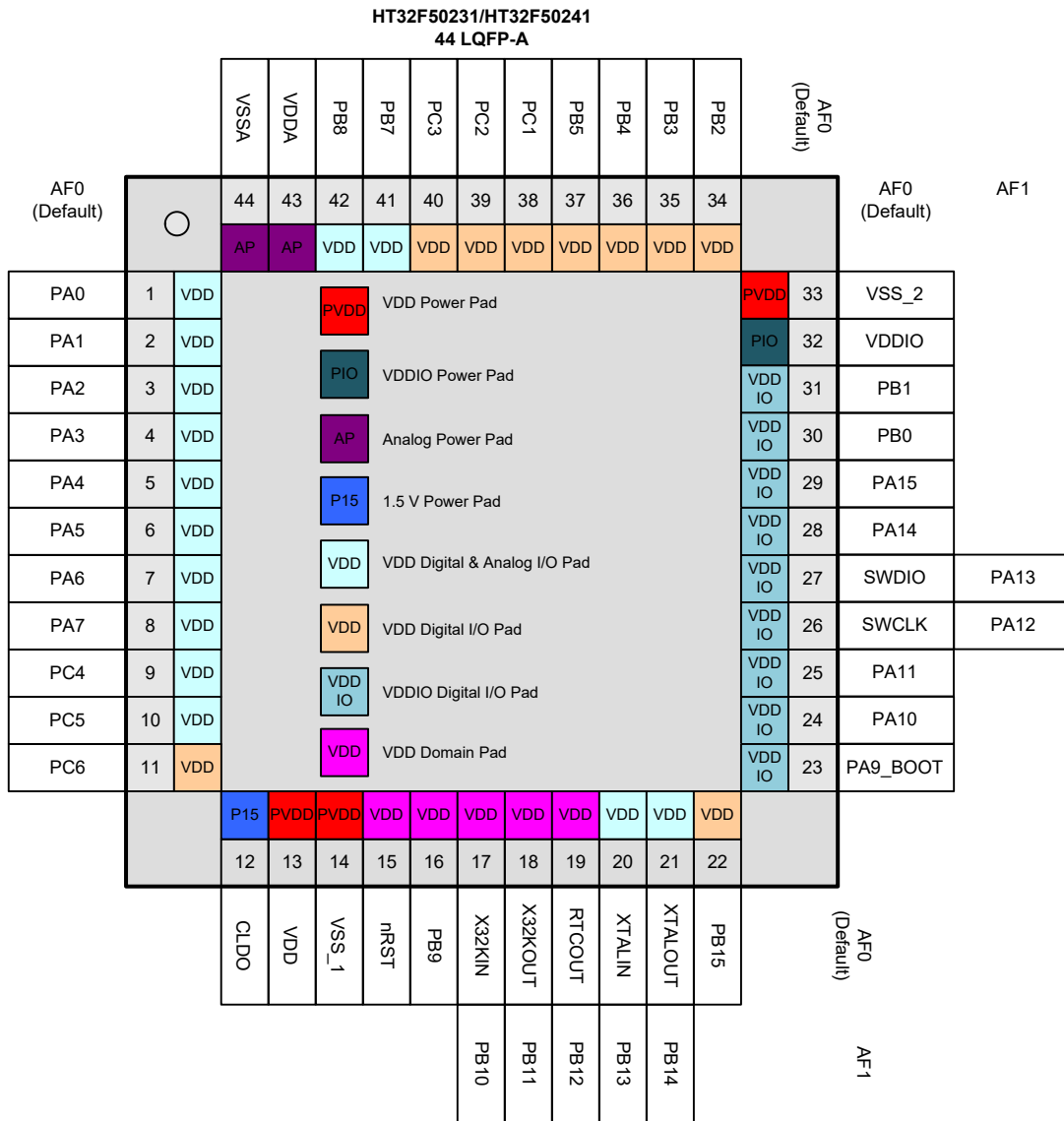
图 6. 28-pin SOP 引脚图



引脚图

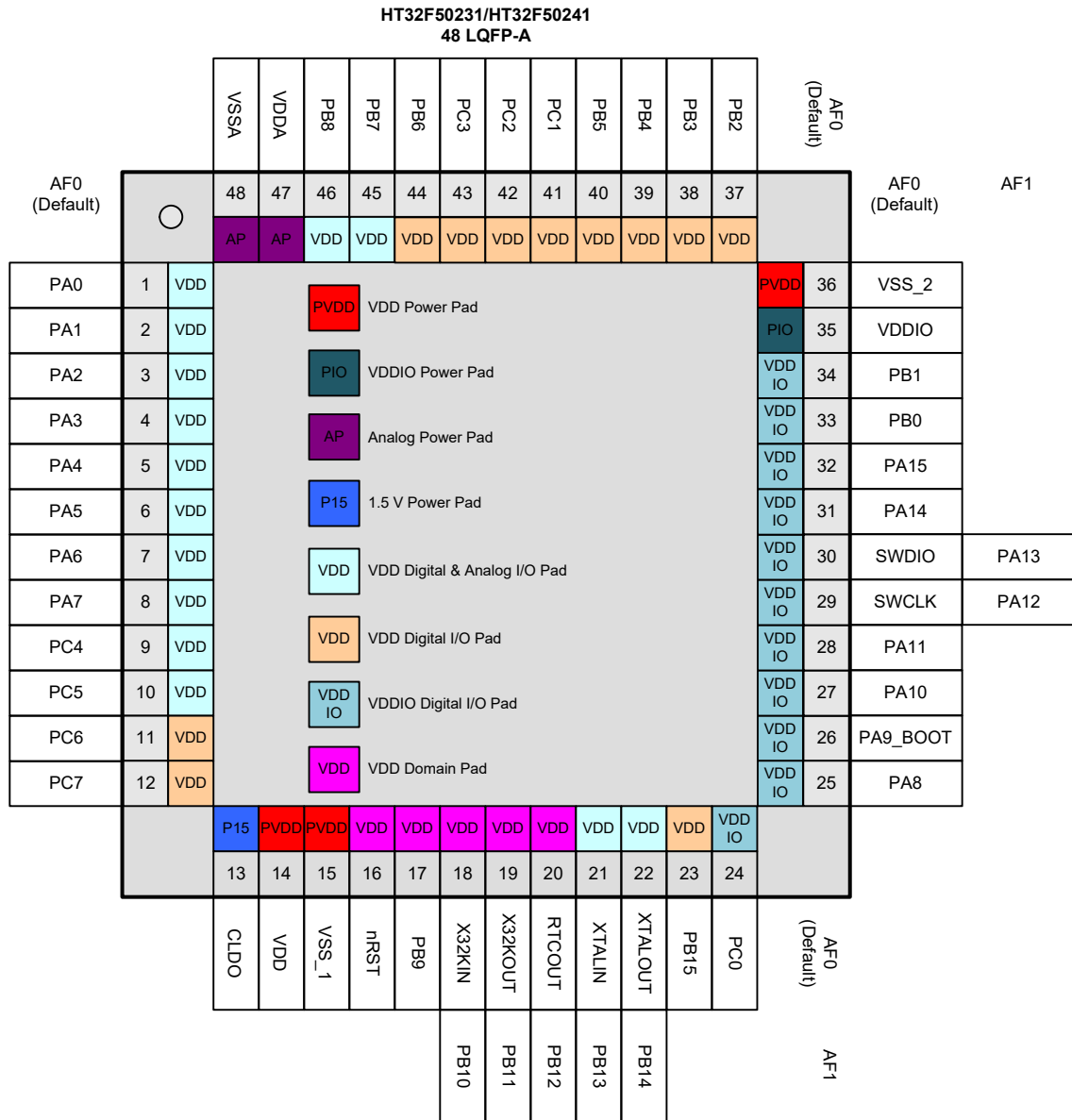
图 7. 24-pin QFN 引脚图





引脚图

图 10. 44-pin LQFP 引脚图



引脚图

图 11. 48-pin LQFP 引脚图

| 封装 | | | | | | | | 复用功能映射 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|------|---------|-----|------------|-----------|-------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|------|
| 48 LQFP | 46 QFN | 44 LQFP | 33 QFN | 28 SOP | 28 SSOP | 24 SSOP | 24 QFN | 系统默认 | GPIO | ADC | N/A | MCTM /GPTM | SPI | USART /UART | I2C | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | PWM | N/A | 系统其它 |
| 40 | 37 | 37 | 28 | | | | | PB5 | | | | GT_CH2 | SPI0_MISO | UR1_RX | | | | | | | | | | |
| 41 | 38 | 38 | | | | | | PC1 | | | | MT_CH0 | SPI1_SEL | UR1_TX | | | | | | | | | PWM0_CH0 | |
| 42 | 39 | 39 | | | | | | PC2 | | | | MT_CH0N | SPI1_SCK | | | | | | | | | | PWM1_CH0 | |
| 43 | 40 | 40 | | | | | | PC3 | | | | MT_BRK | SPI1_MOSI | UR1_RX | | | | | | | | | PWM1_CH1 | |
| 44 | 41 | | | | | | | PB6 | | | | GT_CH3 | SPI1_MISO | UR0_TX | | | | | | | | | | |
| 45 | 42 | 41 | 29 | 1 | 1 | 1 | 22 | PB7 | | ADC_IN0 | | MT_CH1 | SPI0_MISO | UR0_TX | I2C1_SCL | | | | | | | | PWM0_CH3 | |
| 46 | 43 | 42 | 30 | 2 | 2 | 2 | 23 | PB8 | | ADC_IN1 | | MT_CH1N | SPI0_SEL | UR0_RX | I2C1_SDA | | | | | | | | PWM1_CH3 | |
| 47 | 44 | 43 | 31 | 3 | 3 | 3 | 24 | VDDA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | 45 | 44 | 32 | | | | | VSSA | | | | | | | | | | | | | | | | |

注：1. 在 24-pin QFN 封装中，EP VSS 与引脚 21 和引脚 9 内接在一起。EP 表示 QFN 封装的 Exposed Pad。
2. 33-pin QFN 封装的引脚 33 位于 QFN 封装的 Exposed Pad 上。

表 4. 引脚描述

| 引脚编号 | | | | | | | | 引脚名称 | 类型 ⁽¹⁾ | I/O 结构 ⁽²⁾ | 输出驱动 | 描述 | |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|---------------------|---------------------|-----------------------|--------------|--|--------|
| 48 LQFP | 46 QFN | 44 LQFP | 33 QFN | 28 SOP | 28 SSOP | 24 SSOP | 24 QFN | | | | | 默认功能 (AF0) | |
| 1 | 46 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | PA0 | AI/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PA0 | |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 2 | PA1 | AI/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PA1 | |
| 3 | 2 | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 3 | PA2 | AI/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PA2 | |
| 4 | 3 | 4 | 4 | 7 | 7 | 7 | 4 | PA3 | AI/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PA3 | |
| 5 | 4 | 5 | 5 | 8 | 8 | 8 | 5 | PA4 | AI/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PA4 | |
| 6 | 5 | 6 | 6 | 9 | 9 | 9 | 6 | PA5 | AI/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PA5 | |
| 7 | 6 | 7 | 7 | 10 | 10 | | | PA6 | AI/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PA6 | |
| 8 | 7 | 8 | 8 | 11 | 11 | | | PA7 | AI/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PA7 | |
| 9 | 8 | 9 | | | | | | PC4 | AI/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PC4 | |
| 10 | 9 | 10 | | | | | | PC5 | AI/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PC5 | |
| 11 | | 11 | | | | | | PC6 | I/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PC6 | |
| 12 | | | | | | | | PC7 | I/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PC7 | |
| 13 | 10 | 12 | 9 | 12 | 12 | 10 | 7 | CLDO | P | — | — | 内核 1.5 V LDO 电源输出必须连接一个 2.2 μF 电容，尽量靠近 CLDO 与 VSS_1 引脚 | |
| 14 | 11 | 13 | 10 | 13 | 13 | 11 | 8 | VDD | P | — | — | 数字 I/O 口电压 | |
| 15 | 12 | 14 | 11 | 14 | 14 | 12 | 9 | VSS_1 | P | — | — | 数字 I/O 口接地参考电压 | |
| 16 | 13 | 15 | 12 | 15 | 15 | 13 | 10 | nRST ⁽³⁾ | I | 5V_PU | — | 外部复位引脚 | |
| 17 | 14 | 16 | | | | | | PB9 ⁽³⁾ | I/O (VDD) | 5V | 4/8/12/16 mA | PB9 | |
| 18 | 15 | 17 | 13 | | | | | PB10 ⁽³⁾ | AI/O (VDD) | 5V | 4/8/12/16 mA | X32KIN | |
| 19 | 16 | 18 | 14 | | | | | PB11 ⁽³⁾ | AI/O (VDD) | 5V | 4/8/12/16 mA | X32KOUT | |
| 20 | 17 | 19 | 15 | | | 16 | 14 | 11 | PB12 ⁽³⁾ | I/O (VDD) | 5V | 4/8/12/16 mA | RTCOUT |
| 21 | 18 | 20 | 16 | 16 | 17 | 15 | 12 | PB13 | AI/O | 5V | 4/8/12/16 mA | XTALIN | |

| 引脚编号 | | | | | | | | 引脚名称 | 类型 ⁽¹⁾ | I/O结构 ⁽²⁾ | 输出驱动 | 描述 |
|---------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|-------|-------------------|----------------------|--------------|----------------|
| 48 LQFP | 46 QFN | 44 LQFP | 33 QFN | 28 SOP | 28 SSOP | 24 SSOP | 24 QFN | | | | | 默认功能 (AF0) |
| 22 | 19 | 21 | 17 | 17 | 18 | 16 | 13 | PB14 | AI/O | 5V | 4/8/12/16 mA | XTALOUT |
| 23 | 20 | 22 | | | | | | PB15 | I/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PB15 |
| 24 | 21 | | | | | | | PC0 | I/O (VDDIO) | 5V | 4/8/12/16 mA | PC0 |
| 25 | 22 | | | | | | | PA8 | I/O (VDDIO) | 5V | 4/8/12/16 mA | PA8 |
| 26 | 23 | 23 | 18 | 18 | 19 | 17 | 14 | PA9 | I/O (VDDIO) | 5V _{PU} | 4/8/12/16 mA | PA9_BOOT |
| 27 | 24 | 24 | | 19 | | | | PA10 | I/O (VDDIO) | 5V | 4/8/12/16 mA | PA10 |
| 28 | 25 | 25 | | 20 | | | | PA11 | I/O (VDDIO) | 5V | 4/8/12/16 mA | PA11 |
| 29 | 26 | 26 | 19 | 21 | 20 | 18 | 15 | PA12 | I/O (VDDIO) | 5V _{PU} | 4/8/12/16 mA | SWCLK |
| 30 | 27 | 27 | 20 | 22 | 21 | 19 | 16 | PA13 | I/O (VDDIO) | 5V _{PU} | 4/8/12/16 mA | SWDIO |
| 31 | 28 | 28 | 21 | 23 | 22 | | | PA14 | I/O (VDDIO) | 5V | 4/8/12/16 mA | PA14 |
| 32 | 29 | 29 | 22 | 24 | 23 | | | PA15 | I/O (VDDIO) | 5V | 4/8/12/16 mA | PA15 |
| 33 | 30 | 30 | 23 | 25 | 24 | 20 | 17 | PB0 | I/O (VDDIO) | 5V | 4/8/12/16 mA | PB0 |
| 34 | 31 | 31 | 24 | 26 | 25 | 21 | 18 | PB1 | I/O (VDDIO) | 5V | 4/8/12/16 mA | PB1 |
| 35 | 32 | 32 | | 27 | | | | VDDIO | P | — | — | 数字 I/O 口电压 |
| 36 | 33 | 33 | 33 | | | | 21 | VSS_2 | P | — | — | 数字 I/O 口接地参考电压 |
| 37 | 34 | 34 | 25 | 28 | 26 | 22 | 19 | PB2 | I/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PB2 |
| 38 | 35 | 35 | 26 | | 27 | 23 | 20 | PB3 | I/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PB3 |
| 39 | 36 | 36 | 27 | | 28 | 24 | | PB4 | I/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PB4 |
| 40 | 37 | 37 | 28 | | | | | PB5 | I/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PB5 |
| 41 | 38 | 38 | | | | | | PC1 | I/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PC1 |
| 42 | 39 | 39 | | | | | | PC2 | I/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PC2 |
| 43 | 40 | 40 | | | | | | PC3 | I/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PC3 |
| 44 | 41 | | | | | | | PB6 | I/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PB6 |
| 45 | 42 | 41 | 29 | 1 | 1 | 1 | 22 | PB7 | AI/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PB7 |
| 46 | 43 | 42 | 30 | 2 | 2 | 2 | 23 | PB8 | AI/O | 5V | 4/8/12/16 mA | PB8 |
| 47 | 44 | 43 | 31 | 3 | 3 | 3 | 24 | VDDA | P | — | — | ADC 模拟电压 |
| 48 | 45 | 44 | 32 | | | | | VSSA | P | — | — | ADC 接地参考电压 |

注：1. I = 输入，O = 输出，A = 模拟端口，P = 电源，V_{DD} = V_{DD} 电源。

2. 5V = 5V 工作 I/O 型，PU = 上拉。

3. 这些引脚位于 V_{DD} 电源域。

5 电气特性

极限参数

下面的表格说明单片机的极限参数。这里只强调额定功率，超过极限参数所规定的范围将对芯片造成损害，无法预期芯片在上述标示范围外的工作状态，而且若长期在标示范围外的条件下工作，可能影响芯片的可靠性。

表 5. 极限参数

| 符号 | 参数 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|-------------------|----------------|------------------------|------------------------|----|
| V _{DD} | 外部主电源供应电压 | V _{SS} - 0.3 | V _{SS} + 5.5 | V |
| V _{DDIO} | 外部 I/O 口电源供应电压 | V _{SS} - 0.3 | V _{SS} + 5.5 | V |
| V _{DDA} | 外部模拟电源供应电压 | V _{SSA} - 0.3 | V _{SSA} + 5.5 | V |
| V _{IN} | I/O 口输入电压 | V _{SS} - 0.3 | V _{DD} + 0.3 | V |
| T _A | 工作温度的范围 | -40 | +85 | °C |
| T _{STG} | 储存温度的范围 | -55 | +150 | °C |
| T _J | 最大结温 | — | 125 | °C |
| P _D | 总功耗 | — | 500 | mW |
| V _{ESD} | 静电放电电压 - 人体模式 | -4000 | +4000 | V |

建议直流特性

表 6. 建议直流工作条件

T_A = 25 °C，除非另有规定

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------------------|-----------|----|-----|-----|-----|----|
| V _{DD} | 工作电压 | — | 2.5 | 5.0 | 5.5 | V |
| V _{DDIO} | I/O 的工作电压 | — | 1.8 | 5.0 | 5.5 | V |
| V _{DDA} | 模拟工作电压 | — | 2.5 | 5.0 | 5.5 | V |

片上 LDO 稳压器特性

表 7. LDO 特性

T_A = 25 °C，除非另有规定

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------|--------------|--|-------|-----|------|----|
| V _{LDO} | 内部稳压器输出电压 | 调整后，V _{DD} ≥ 2.5 V 稳压器输入 @ I _{LDO} = 35 mA 且电压变化为 ±5 % | 1.425 | 1.5 | 1.57 | V |
| I _{LDO} | 输出电流 | V _{DD} = 2.5 V 稳压器输入 @ V _{LDO} = 1.5 V | — | 30 | 35 | mA |
| C _{LDO} | 内核供电的外部滤波电容值 | 电容值取决于内核电源的功耗 | 1 | 2.2 | — | μF |

功耗

表 8. 功耗特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 典型值 | | 最大值 | | 单位 |
|---------------------|---|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----|
| | | | T _A =25°C | T _A =25°C | T _A =25°C | T _A =85°C | |
| I _{DD} | 工作电流 (运行模式) | V _{DD} = 5.0 V, HSI = 20 MHz, f _{CPU} = 20 MHz, f _{BUS} = 20 MHz, 所有外设使能 | 6.5 | 7.2 | — | mA | |
| | | V _{DD} = 5.0 V, HSI = 20 MHz, f _{CPU} = 20 MHz, f _{BUS} = 20 MHz, 所有外设除能 | 4.0 | 4.5 | — | | |
| | | V _{DD} = 5.0 V, HSI = 20 MHz, f _{CPU} = 10 MHz, f _{BUS} = 10 MHz, 所有外设使能 | 3.5 | 3.9 | — | | |
| | | V _{DD} = 5.0 V, HSI = 20 MHz, f _{CPU} = 10 MHz, f _{BUS} = 10 MHz, 所有外设除能 | 2.25 | 2.5 | — | | |
| | | V _{DD} = 5.0 V, HSI off, LSI on, f _{CPU} = 32 kHz, f _{BUS} = 32 kHz, 所有外设使能 | 32 | 41 | — | | μA |
| | | V _{DD} = 5.0 V, HSI off, LSI on, f _{CPU} = 32 kHz, f _{BUS} = 32 kHz, 所有外设除能 | 28 | 37 | — | | |
| | 工作电流 (休眠模式) | V _{DD} = 5.0 V, HSI = 20 MHz, f _{CPU} = 0 MHz, f _{BUS} = 20 MHz, 所有外设使能 | 3.5 | 3.9 | — | mA | |
| | | V _{DD} = 5.0 V, HSI = 20 MHz, f _{CPU} = 0 MHz, f _{BUS} = 20 MHz, 所有外设除能 | 0.8 | 0.92 | — | | |
| | | V _{DD} = 5.0 V, HSI = 20 MHz, f _{CPU} = 0 MHz, f _{BUS} = 10 MHz, 所有外设使能 | 2.0 | 2.25 | — | | |
| | | V _{DD} = 5.0 V, HSI = 20 MHz, f _{CPU} = 0 MHz, f _{BUS} = 10 MHz, 所有外设除能 | 0.65 | 0.75 | — | | |
| 工作电流 (深度休眠 1 模式) | V _{DD} = 5.0 V, 所有时钟关闭 (HSE/HSI/LSE), LDO 在低功耗 模式, LSI on, RTC on | 23 | 29 | — | μA | | |
| 工作电流 (深度休眠 2 模式) | V _{DD} = 5.0 V, 所有时钟关闭 (HSE/HSI/LSE), LDO off, DMOS on, LSI on, RTC on | 6.5 | 10 | — | | | |

- 注: 1. HSE 是外部高速振荡器, 而 HSI 是内部 8MHz 高速振荡器。
 2. LSE 是 32.768kHz 外部低速振荡器, 而 LSI 是内部 32kHz 低速振荡器。
 3. RTC 表示实时时钟。
 4. 代码 = while (1) {208 NOP} 在 Flash 中执行。
 5. f_{BUS} 表示 f_{HCLK} 和 f_{PCLK}。

复位和电源监控特性

表 9. V_{DD} 电源复位特性

T_A = 25 °C, 除非另有规定

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|------|------|------|----|
| V _{POR} | 上电复位阈值 (V _{DD} 电压上升) | T _A = -40 °C ~ +85 °C | 2.22 | 2.35 | 2.48 | V |
| V _{PDR} | 掉电复位阈值 (V _{DD} 电压下降) | | 2.12 | 2.2 | 2.33 | V |
| V _{PORHYST} | POR 迟滞 | — | — | 150 | — | mV |
| t _{POR} | 复位延迟时间 | V _{DD} = 5.0 V | — | 0.1 | 0.2 | ms |

- 注：1. 数据仅为特性描述结果，未在生产中测试。
2. 表格中数据设计时可保证，未在生产中测试。
3. 若 LDO 开启，则 V_{DD} POR 处于无效状态。当 V_{DD} POR 处于有效状态时，LDO 将被关闭。

表 10. LVD / BOD 特性

T_A = 25 °C, 除非另有规定

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | |
|----------------------|---------------------|--|------------|------|------|------|---|
| V _{BOD} | 掉电检测电压 | 工厂调整后 T _A = -40 °C ~ 85 °C, (V _{DD} 下降沿) | 2.37 | 2.45 | 2.53 | V | |
| V _{LVD} | 低压检测电压 | T _A = -40 °C ~ 85 °C (V _{DD} 下降沿) | LVDS = 000 | 2.57 | 2.65 | 2.73 | V |
| | | | LVDS = 001 | 2.77 | 2.85 | 2.93 | V |
| | | | LVDS = 010 | 2.97 | 3.05 | 3.13 | V |
| | | | LVDS = 011 | 3.17 | 3.25 | 3.33 | V |
| | | | LVDS = 100 | 3.37 | 3.45 | 3.53 | V |
| | | | LVDS = 101 | 4.15 | 4.25 | 4.35 | V |
| | | | LVDS = 110 | 4.35 | 4.45 | 4.55 | V |
| LVDS = 111 | 4.55 | 4.65 | 4.75 | V | | | |
| V _{LVDHTST} | LVD 迟滞 | V _{DD} = 5.0 V | — | — | 100 | mV | |
| t _{suLVD} | LVD 建立时间 | V _{DD} = 5.0 V | — | — | 5 | μs | |
| t _{atLVD} | LVD 有效延迟时间 | V _{DD} = 5.0 V | — | — | — | ms | |
| I _{DDLVD} | 工作电流 ⁽³⁾ | V _{DD} = 5.0 V | — | — | 10 | μA | |

- 注：1. 数据仅为特性描述结果，未在生产中测试。
2. 表格中数据设计时可保证，未在生产中测试。
3. 不包括 Bandgap 电流。
4. LVDS 位于 PWRCU LVDCSR 寄存器中。

外部时钟特性

表 11. 外部高速时钟 (HSE) 特性

$T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$, 除非另有规定

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------|--------------------------------|---|-----|------|------|---------------|
| V_{DD} | 工作电压范围 | $T_A = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim 85\text{ }^\circ\text{C}$ | 2.5 | — | 5.5 | V |
| f_{HSE} | 外部高速振荡器频率 (HSE) | $V_{DD} = 2.5\text{ V} \sim 5.0\text{ V}$ | 4 | — | 20 | MHz |
| C_{LHSE} | 负载电容 | $V_{DD} = 5.0\text{ V}$, $R_{ESR} = 100\ \Omega$ @ 20 MHz | — | — | 12 | pF |
| R_{FHSE} | XTALIN 和 XTALOUT 引脚间的内部反馈电阻 | $V_{DD} = 5.0\text{ V}$ | — | 0.5 | — | M Ω |
| R_{ESR} | 等效串联电阻 | $V_{DD} = 5.0\text{ V}$, $C_L = 12\text{ pF}$ @ 20 MHz, HSEDR = 0 | — | — | 110 | Ω |
| | | $V_{DD} = 2.5\text{ V}$, $C_L = 12\text{ pF}$ @ 20 MHz, HSEDR = 1 | — | — | — | — |
| D_{HSE} | HSE 振荡器占空比 | — | 40 | — | 60 | % |
| I_{DDHSE} | HSE 振荡器工作电流 | $V_{DD} = 5.0\text{ V}$, $R_{ESR} = 100\ \Omega$, $C_L = 12\text{ pF}$ @ 8 MHz, HSEDR = 0 | — | 0.85 | — | mA |
| | | $V_{DD} = 5.0\text{ V}$, $R_{ESR} = 25\ \Omega$, $C_L = 12\text{ pF}$ @ 20 MHz, HSEDR = 1 | — | 3.0 | — | — |
| I_{PWDHSE} | HSE 振荡器暂停电流 | $V_{DD} = 5.0\text{ V}$ | — | — | 0.01 | μA |
| t_{SUHSE} | HSE 振荡器启动时间 | $V_{DD} = 5.0\text{ V}$ | — | — | 4 | ms |

注: PCB 布局时建议参考以下几点以提高 HSE 时钟晶体电路的稳定性:

1. 晶体振荡器应当尽可能的靠近单片机来缩短走线长度, 进而减少寄生电容。
2. 晶体电路部分采用铺地做保护来减少噪音干扰的影响。
3. 高频信号走线时远离晶体振荡器区域, 可防止串扰。

内部时钟特性

表 12. 外部低速时钟 (LSE) 特性

$T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$, 除非另有规定。

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------------|--------------------|--|-----|--------|------|---------------|
| V_{DD} | 工作电压范围 | $T_A = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim 85\text{ }^\circ\text{C}$ | 2.5 | — | 5.5 | V |
| f_{CK_LSE} | 外部低速振荡器频率 (LSE) | $V_{DD} = 2.5\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ | — | 32.768 | — | kHz |
| R_F | 内部反馈电阻 | — | — | 10 | — | M Ω |
| R_{ESR} | 等效串联电阻 | $V_{DD} = 5.0\text{ V}$ | 30 | — | TBD | k Ω |
| C_L | 建议负载电容 | $V_{DD} = 5.0\text{ V}$ | 6 | — | TBD | pF |
| I_{DDLSE} | 振荡器工作电流 (大电流模式) | $f_{CK_LSE} = 32.768\text{ kHz}$, $R_{ESR} = 50\text{ k}\Omega$, $C_L \geq 7\text{ pF}$ $V_{DD} = 2.5\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ $T_A = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim +85\text{ }^\circ\text{C}$ | — | 4.0 | 5.6 | μA |
| | 振荡器工作电流 (小电流模式) | $f_{CK_LSE} = 32.768\text{ kHz}$, $R_{ESR} = 50\text{ k}\Omega$, $C_L < 7\text{ pF}$ $V_{DD} = 2.5\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ $T_A = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim +85\text{ }^\circ\text{C}$ | — | 3.6 | 4.5 | μA |
| | 暂停电流 | — | — | — | 0.01 | μA |

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------------|--------------|---|-----|-----|-----|----|
| t_{suLSE} | 启动时间 (小电流模式) | $f_{CK_LSI} = 32.768 \text{ kHz}$, $V_{DD} = 2.5 \text{ V} \sim 5.5 \text{ V}$ | 500 | — | — | ms |

表 13. 内部高速时钟 (HSI) 特性

$T_A = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, 除非另有规定

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------------|------------------|---|-----|-----|------|---------------|
| V_{DD} | 工作电压范围 | $T_A = -40 \text{ }^\circ\text{C} \sim 85 \text{ }^\circ\text{C}$ | 2.5 | — | 5.5 | V |
| f_{HSI} | HSI 频率 | $V_{DD} = 5 \text{ V} @ 25 \text{ }^\circ\text{C}$ | — | 20 | — | MHz |
| ACC_{HSI} | 工厂调整 HSI 振荡器频率精度 | $V_{DD} = 5.0 \text{ V}$ $T_A = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ | -2 | — | 2 | % |
| | | $V_{DD} = 2.5 \text{ V} \sim 5.5 \text{ V}$ $T_A = -40 \text{ }^\circ\text{C} \sim +85 \text{ }^\circ\text{C}$ | -3 | — | 3 | % |
| Duty | HSI 振荡器占空比 | $f_{HSI} = 20 \text{ MHz}$ | 35 | — | 65 | % |
| I_{DDHSI} | HSI 振荡器工作电流 | $f_{HSI} = 20 \text{ MHz} @$ | — | — | 140 | μA |
| | 暂停电流 | $V_{DD} = 2.5 \text{ V} \sim 5.5 \text{ V}$ | — | — | 0.01 | μA |
| t_{SUHSI} | HSI 振荡器启动时间 | $f_{HSI} = 20 \text{ MHz}$ | — | — | 20 | μs |

表 14. 内部低速时钟 (LSI) 特性

$T_A = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, 除非另有规定

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------|-----------------|--|-----|-----|-----|---------------|
| V_{DD} | 工作电压范围 | $T_A = -40 \text{ }^\circ\text{C} \sim +85 \text{ }^\circ\text{C}$ | 2.5 | — | 5.5 | V |
| f_{LSI} | 内部低速振荡器频率 (LSI) | $V_{DD} = 5.0 \text{ V}$, $T_A = -40 \text{ }^\circ\text{C} \sim +85 \text{ }^\circ\text{C}$ | 21 | 32 | 43 | kHz |
| ACC_{LSI} | LSI 振荡器频率精度 | 工厂调整后, $V_{DD} = 5.0 \text{ V}$ | -10 | — | +10 | % |
| $I_{DDL SI}$ | LSI 振荡器工作电流 | $V_{DD} = 5.0 \text{ V}$ | — | 0.5 | 0.8 | μA |
| t_{SULSI} | LSI 振荡器启动时间 | $V_{DD} = 5.0 \text{ V}$ | — | — | 100 | μs |

存储器特性

表 15. Flash 存储器特性

$T_A = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, 除非另有规定

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------|---------------|--|-----|-----|-----|---------------|
| N_{ENDU} | 失败前可擦写次数 (寿命) | $T_A = -40 \text{ }^\circ\text{C} \sim +85 \text{ }^\circ\text{C}$ | 10 | — | — | K cycles |
| t_{RET} | 数据保存时间 | $T_A = -40 \text{ }^\circ\text{C} \sim +85 \text{ }^\circ\text{C}$ | 10 | — | — | Years |
| t_{PROG} | 字编程时间 | $T_A = -40 \text{ }^\circ\text{C} \sim +85 \text{ }^\circ\text{C}$ | 20 | — | — | μs |
| t_{ERASE} | 页擦除时间 | $T_A = -40 \text{ }^\circ\text{C} \sim +85 \text{ }^\circ\text{C}$ | 2 | — | — | ms |
| t_{MERASE} | 整片擦除时间 | $T_A = -40 \text{ }^\circ\text{C} \sim +85 \text{ }^\circ\text{C}$ | 10 | — | — | ms |

I/O 端口特性

表 16. I/O 端口特性

T_A = 25 °C, 除非另有规定

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | |
|------------------|-----------------------|--|---|---------------------|-----------------------|----|----|
| I _{IL} | 低电平输入电流 | 5.0 V I/O | V _I = V _{SS} , 片内 上拉电阻除能 | — | — | 3 | μA |
| | | 复位引脚 | | — | — | 3 | μA |
| I _{IH} | 高电平输入电流 | 5.0 V I/O | V _I = V _{DD} , 片内 下拉电阻除能 | — | — | 3 | μA |
| | | 复位引脚 | | — | — | 3 | μA |
| V _{IL} | 低电平输入电压 | 5.0 V I/O | -0.5 | — | 0.35V _{DD} | V | |
| | | 复位引脚 | -0.5 | — | 0.35V _{DD} | V | |
| V _{IH} | 高电平输入电压 | 5.0 V I/O | 0.65V _{DD} | — | V _{DD} + 0.5 | V | |
| | | 复位引脚 | 0.65V _{DD} | — | V _{DD} + 0.5 | V | |
| V _{HYS} | 施密特触发器 输入电压迟滞 | 5.0 V I/O | — | 0.12V _{DD} | — | mV | |
| | | 复位引脚 | — | 0.12V _{DD} | — | mV | |
| I _{OL} | 低电平输出电流 (GPIO 灌电流) | 5.0 V I/O 4 mA 驱动, V _{OL} = 0.6 V | 4 | — | — | mA | |
| | | 5.0 V I/O 8 mA 驱动, V _{OL} = 0.6 V | 8 | — | — | mA | |
| | | 5.0 V I/O 12 mA 驱动, V _{OL} = 0.6 V | 12 | — | — | mA | |
| | | 5.0 V I/O 16 mA 驱动, V _{OL} = 0.6 V | 16 | — | — | mA | |
| I _{OH} | 高电平输出电流 (GPIO 源电流) | 5.0 V I/O 4 mA 驱动, V _{OH} = V _{DD} - 0.6 V | — | 4 | — | mA | |
| | | 5.0 V I/O 8 mA 驱动, V _{OH} = V _{DD} - 0.6 V | — | 8 | — | mA | |
| | | 5.0 V I/O 12 mA 驱动, V _{OH} = V _{DD} - 0.6 V | — | 12 | — | mA | |
| | | 5.0 V I/O 16 mA 驱动, V _{OH} = V _{DD} - 0.6 V | — | 16 | — | mA | |
| V _{OL} | 低电平输出电压 | 5.0 V 4 mA 驱动 I/O, I _{OL} = 4 mA | — | — | 0.6 | V | |
| | | 5.0 V 8 mA 驱动 I/O, I _{OL} = 8 mA | — | — | 0.6 | V | |
| | | 5.0 V 12 mA 驱动 I/O, I _{OL} = 12 mA | — | — | 0.6 | V | |
| | | 5.0 V 16 mA 驱动 I/O, I _{OL} = 16 mA | — | — | 0.6 | V | |
| V _{OH} | 高电平输出电压 | 5.0 V 4 mA 驱动 I/O, I _{OH} = 4 mA | V _{DD} - 0.6 | — | — | V | |
| | | 5.0 V 8 mA 驱动 I/O, I _{OH} = 8 mA | V _{DD} - 0.6 | — | — | V | |
| | | 5.0 V 12 mA 驱动 I/O, I _{OH} = 12 mA | V _{DD} - 0.6 | — | — | V | |
| | | 5.0 V 16 mA 驱动 I/O, I _{OH} = 16 mA | V _{DD} - 0.6 | — | — | V | |
| R _{PU} | 内部上拉电阻 | V _{DD} = 5 V | — | 50 | — | kΩ | |
| | | V _{DD} = 3.3 V | — | 76 | — | | |
| R _{PD} | 内部下拉电阻 | V _{DD} = 5 V | — | 50 | — | kΩ | |
| | | V _{DD} = 3.3 V | — | 76 | — | | |

A/D 转换器特性

表 17. A/D 转换器特性

$T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$, 除非另有规定

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------------|---------------|---|------|-----------|------------|-----------------------|
| V_{DDA} | A/D 转换器工作电压 | — | 2.5 | 5.0 | 5.5 | V |
| V_{ADCIN} | A/D 转换器输入电压范围 | — | 0 | — | V_{REF+} | V |
| V_{REF+} | A/D 转换器参考电压 | — | — | V_{DDA} | V_{DDA} | V |
| I_{ADC} | A/D 转换器工作电流 | $V_{DDA} = 5.0\text{ V}$ | — | 1.4 | 1.5 | mA |
| I_{ADC_DN} | A/D 转换器暂停电流 | $V_{DDA} = 5.0\text{ V}$ | — | — | 0.1 | μA |
| f_{ADC} | A/D 转换器时钟 | — | 0.7 | — | 16 | MHz |
| f_S | 采样率 | — | 0.05 | — | 1 | MHz |
| t_{DL} | 数据延迟 | — | — | 12.5 | — | $1/f_{ADC}$ Cycles |
| $t_{S\&H}$ | 采样 & 保持时间 | — | — | 3.5 | — | $1/f_{ADC}$ Cycles |
| t_{ADCONV} | A/D 转换器转换时间 | — | — | 16 | — | $1/f_{ADC}$ Cycles |
| R_I | 输入采样转换电阻 | — | — | — | 1 | k Ω |
| C_I | 输入采样电容 | 不包括引脚 / 焊盘电容 | — | 4 | — | pF |
| t_{SU} | 启动时间 | — | — | — | 1 | μs |
| N | A/D 转换器分辨率 | — | — | 12 | — | bits |
| INL | 积分非线性误差 | $f_S = 750\text{ kHz}$, $V_{DDA} = 5.0\text{ V}$ | — | ± 2 | ± 5 | LSB |
| DNL | 微分非线性误差 | $f_S = 750\text{ kHz}$, $V_{DDA} = 5.0\text{ V}$ | — | ± 1 | — | LSB |
| E_O | 失调误差 | — | — | — | ± 10 | LSB |
| E_G | 增益误差 | — | — | — | ± 10 | LSB |

- 注：1. 表格中数据设计时可保证，未在生产中测试。
 2. 由于 A/D 转换器输入通道和 GPIO 引脚共用功能设计的限制，在应用电路中 A/D 转换器的供电电源 V_{DDA} 必须等于单片机的供电电源 V_{DD} 。
 3. 下图显示了 A/D 转换器采样和保持输入级的等效电路，图中 C_I 为内部存储电容， R_I 为内部采样转换的电阻， R_S 是信号源 V_S 的输出阻抗。在正常情况下，采样阶段的持续时间大约是 $3.5/f_{ADC}$ 。在此阶段，对 C_I 充电以确保在其两端的电压变得足够接近 V_S 。为了保证这一点， R_S 取值会有一定的限制。

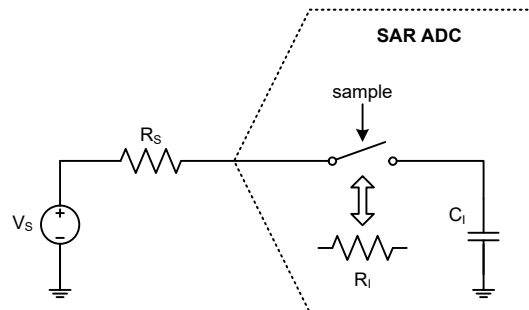


图 12. A/D 转换器采样网络模板

最差的情况是，当在输入电压范围的极限 (0V 和 V_{REF}) 进行连续采样，可采用下面公式来确保采样误差低于 1/4 LSB:

$$R_S < \frac{3.5}{f_{ADC} C_I \ln(2^{N+2})} - R_I$$

在此公式中， f_{ADC} 是 A/D 转换器时钟频率，N 是 A/D 转换器分辨率 (此时 $N = 12$)。安全程度由引脚 / 焊盘寄生电容决定，在这个简单的例子中未作说明。

如果系统使用 A/D 转换器，在连续采样阶段没有轨到轨的输入电压变化， R_S 可能大于上述公式表示值。

MCTM / GPTM / PWM 特性

表 18. MCTM / GPTM / PWM 特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------|------------------------|----|-----|-----|-----------|----------|
| f_{TM} | MCTM、GPTM 和 PWM 定时器时钟源 | — | — | — | f_{CLK} | MHz |
| t_{RES} | 定时器分辨率时间 | — | 1 | — | — | f_{TM} |
| f_{EXT} | 通道 1~4 的外部信号频率 | — | — | — | 1/2 | f_{TM} |
| RES | 定时器分辨率 | — | — | — | 16 | bits |

I²C 特性

表 19. I²C 特性

| 符号 | 参数 | 标准模式 | | 快速模式 | | 高速模式 | | 单位 |
|---------------|---------------------------|------|-----|-------|-------|------|-------|-----|
| | | 最小值 | 最大值 | 最小值 | 最大值 | 最小值 | 最大值 | |
| f_{SCL} | SCL 时钟频率 | — | 100 | — | 400 | — | 1000 | kHz |
| $t_{SCL(H)}$ | SCL 时钟高电平时间 | 4.5 | — | 1.125 | — | 0.45 | — | μs |
| $t_{SCL(L)}$ | SCL 时钟低电平时间 | 4.5 | — | 1.125 | — | 0.45 | — | μs |
| t_{FALL} | SCL 和 SDA 下降沿时间 | — | 1.3 | — | 0.34 | — | 0.135 | μs |
| t_{RISE} | SCL 和 SDA 上升沿时间 | — | 1.3 | — | 0.34 | — | 0.135 | μs |
| $t_{SU(SDA)}$ | SDA 数据建立时间 | 500 | — | 125 | — | 50 | — | ns |
| $t_{H(SDA)}$ | SDA 数据保持时间 ⁽⁵⁾ | 0 | — | 0 | — | 0 | — | ns |
| | SDA 数据保持时间 ⁽⁶⁾ | 100 | — | 100 | — | 100 | — | ns |
| $t_{VD(SDA)}$ | SDA 数据有效时间 | — | 1.6 | — | 0.475 | — | 0.25 | ns |
| $t_{SU(STA)}$ | START 条件建立时间 | 500 | — | 125 | — | 50 | — | ns |
| $t_{H(STA)}$ | START 条件保持时间 | 0 | — | 0 | — | 0 | — | ns |
| $t_{SU(STO)}$ | STOP 条件建立时间 | 500 | — | 125 | — | 50 | — | ns |

注：1. 表格中数据设计时可保证，未在生产中测试。

2. 为达到标准模式 100 kHz，外设时钟频率必须高于 2 MHz。

3. 为达到快速模式 400 kHz，外设时钟频率必须高于 8 MHz。

4. 为达到高速模式 1 MHz，外设时钟频率必须高于 20 MHz。

5. 此项 I²C 总线时序图的特性参数是基于：COMB_FILTER_En 除能且 SEQ_FILTER = 00 的情况。

6. 此项 I²C 总线时序图的特性参数是基于：COMB_FILTER_En 使能且 SEQ_FILTER = 00 的情况。

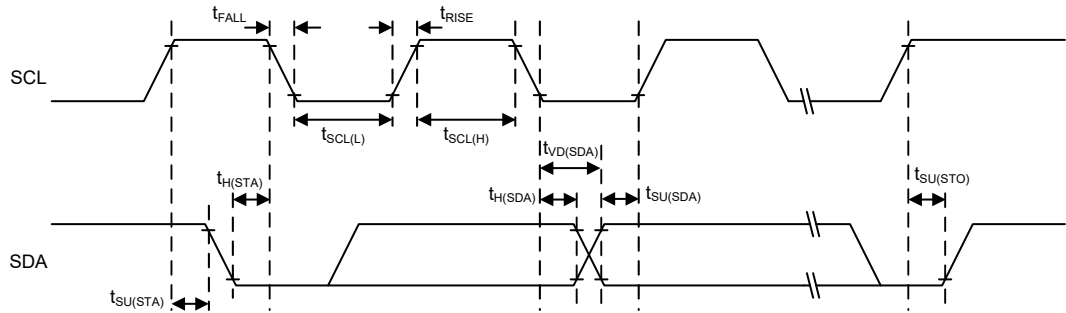


图 13. I²C 时序图

SPI 特性

表 20. SPI 特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|
| SPI 主机模式 | | | | | | |
| f_{SCK} | SPI 主机输出 SCK 时钟频率 | SPI 外设时钟频率 f_{PCLK} | — | — | $f_{PCLK}/2$ | MHz |
| $t_{SCK(H)}$ $t_{SCK(L)}$ | SCK 时钟高电平和低电平时间 | — | $t_{SCK}/2 - 2$ | — | $t_{SCK}/2 + 1$ | ns |
| $t_{V(MO)}$ | 数据输出有效时间 | — | — | — | 5 | ns |
| $t_{H(MO)}$ | 数据输出保持时间 | — | 2 | — | — | ns |
| $t_{SU(MI)}$ | 数据输入建立时间 | — | 5 | — | — | ns |
| $t_{H(MI)}$ | 数据输入保持时间 | — | 5 | — | — | ns |
| SPI 从机模式 | | | | | | |
| f_{SCK} | SPI 从机输入 SCK 时钟频率 | SPI 外设时钟频率 f_{PCLK} | — | — | $f_{PCLK}/3$ | MHz |
| $Duty_{SCK}$ | SPI 从机输入 SCK 时钟占空比周期 | — | 30 | — | 70 | % |
| $t_{SU(SEL)}$ | SEL 使能建立时间 | — | $3 t_{PCLK}$ | — | — | ns |
| $t_{H(SEL)}$ | SEL 使能保持时间 | — | $2 t_{PCLK}$ | — | — | ns |
| $t_{A(SO)}$ | 数据输出访问时间 | — | — | — | $3 t_{PCLK}$ | ns |
| $t_{DIS(SO)}$ | 数据输出禁止时间 | — | — | — | 10 | ns |
| $t_{V(SO)}$ | 数据输出有效时间 | — | — | — | 25 | ns |
| $t_{H(SO)}$ | 数据输出保持时间 | — | 15 | — | — | ns |
| $t_{SU(SI)}$ | 数据输入建立时间 | — | 5 | — | — | ns |
| $t_{H(SI)}$ | 数据输入保持时间 | — | 4 | — | — | ns |

注：1. f_{SCK} 为 SPI 输出 / 输入时钟频率， $t_{SCK} = 1/f_{SCK}$ 。
2. f_{PCLK} 为 SPI 外设时钟频率， $t_{PCLK} = 1/f_{PCLK}$ 。

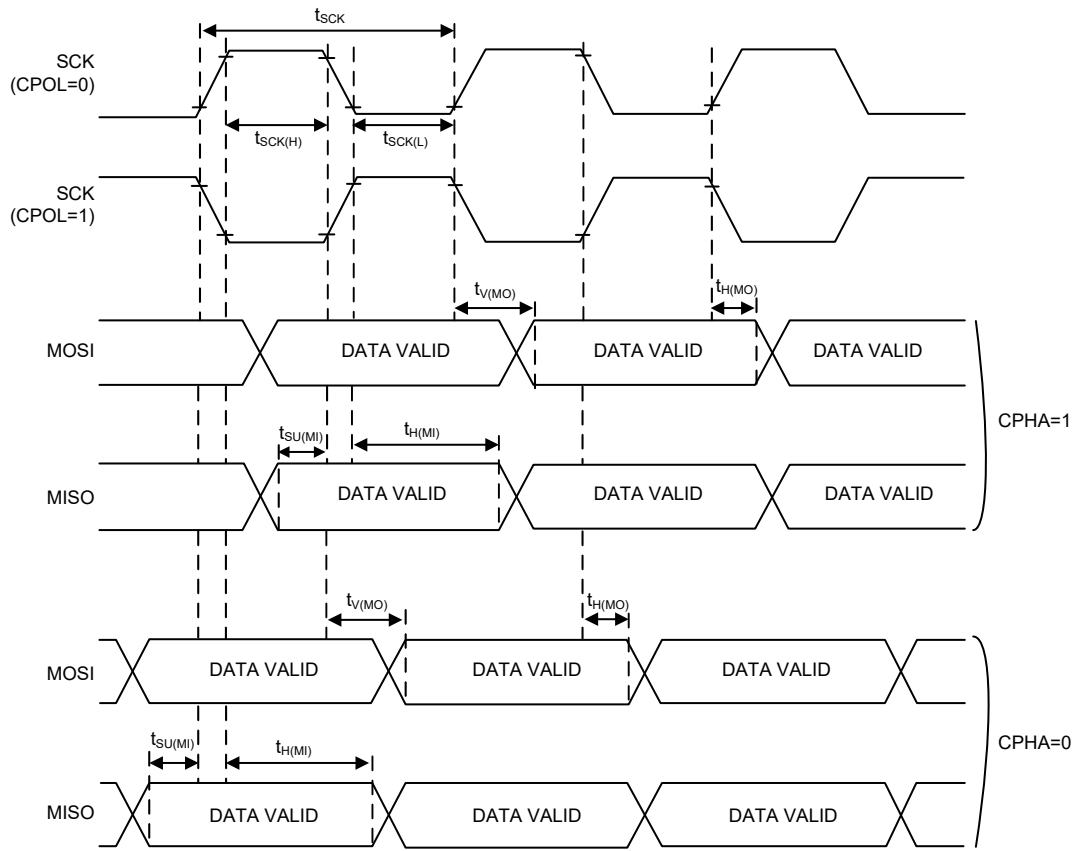


图 14. SPI 时序图 – SPI 主机模式

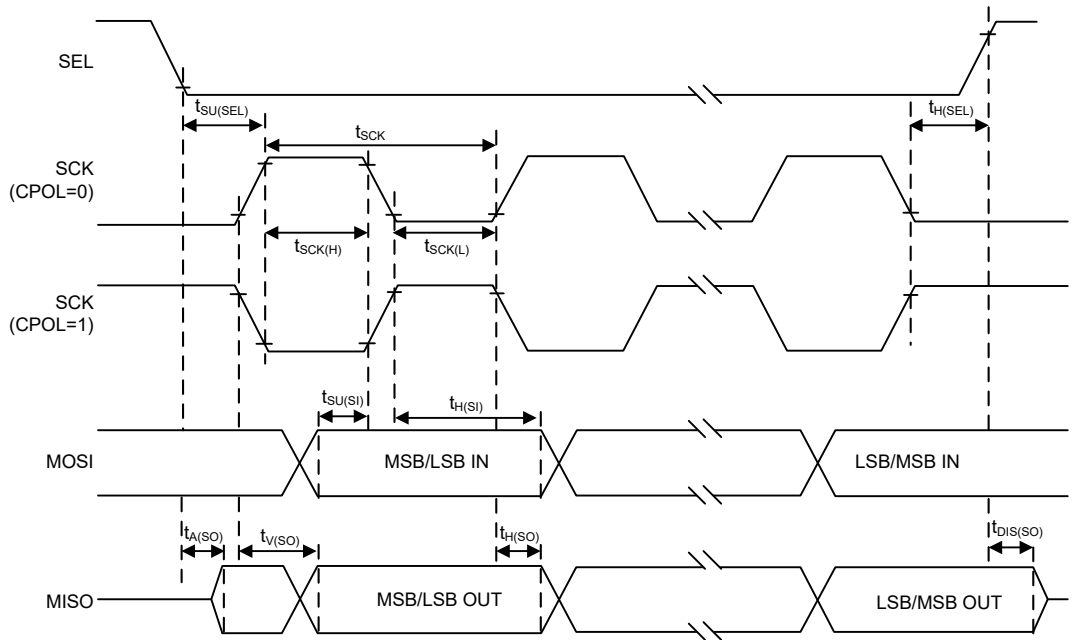


图 15. SPI 时序图 – SPI 从机模式，CPHA = 1

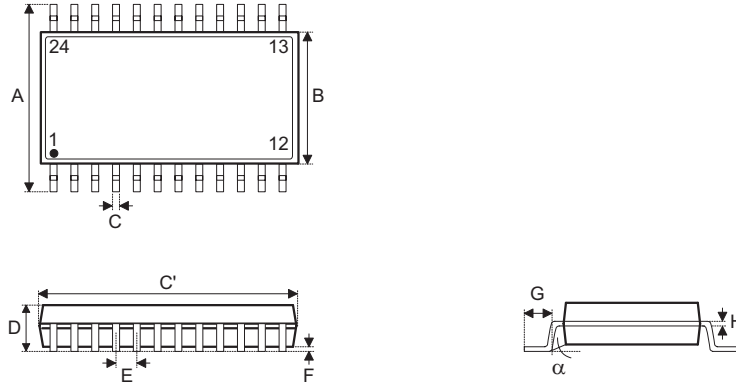
6 封装信息

请注意，这里提供的封装信息仅作为参考。由于这个信息经常更新，提醒用户咨询 [Holtek 网站](http://www.holtek.com) 以获取最新版本的 [封装信息](#)。

封装信息的相关内容如下所示，点击可链接至 [Holtek 网站](#) 相关信息页面。

- 封装信息 (包括外形尺寸、包装带和卷轴规格)
- 封装材料信息
- 纸箱信息

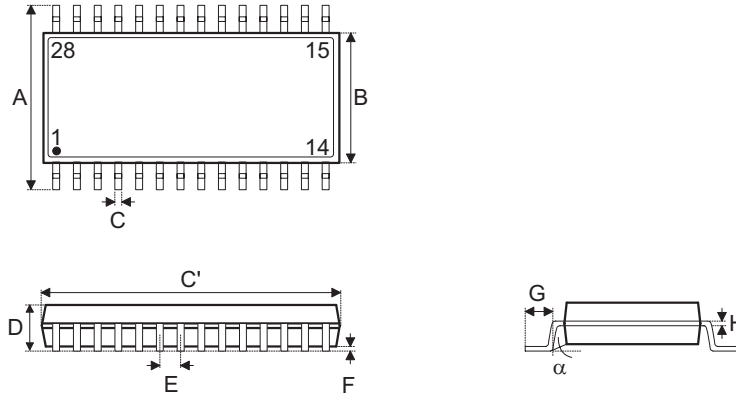
24-pin SSOP (150mil) 外形尺寸



| 符号 | 尺寸 (单位: inch) | | |
|----------|---------------|-----------|-------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | — | 0.236 BSC | — |
| B | — | 0.154 BSC | — |
| C | 0.008 | — | 0.012 |
| C' | — | 0.341 BSC | — |
| D | — | — | 0.069 |
| E | — | 0.025 BSC | — |
| F | 0.004 | — | 0.010 |
| G | 0.016 | — | 0.050 |
| H | 0.004 | — | 0.010 |
| α | 0° | — | 8° |

| 符号 | 尺寸 (单位: mm) | | |
|----------|-------------|-----------|------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | — | 6.00 BSC | — |
| B | — | 3.90 BSC | — |
| C | 0.20 | — | 0.30 |
| C' | — | 8.66 BSC | — |
| D | — | — | 1.75 |
| E | — | 0.635 BSC | — |
| F | 0.10 | — | 0.25 |
| G | 0.41 | — | 1.27 |
| H | 0.10 | — | 0.25 |
| α | 0° | — | 8° |

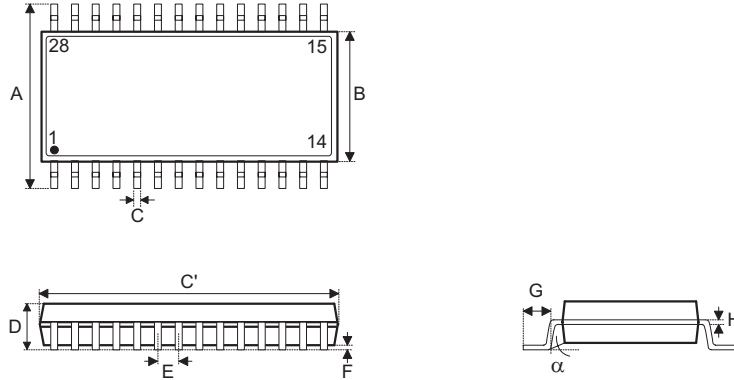
28-pin SSOP (150mil) 外形尺寸



| 符号 | 尺寸 (单位: inch) | | |
|----|---------------|-----------|-------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | — | 0.236 BSC | — |
| B | — | 0.154 BSC | — |
| C | 0.008 | — | 0.012 |
| C' | — | 0.390 BSC | — |
| D | — | — | 0.069 |
| E | — | 0.025 BSC | — |
| F | 0.004 | — | 0.010 |
| G | 0.016 | — | 0.050 |
| H | 0.004 | — | 0.010 |
| α | 0° | — | 8° |

| 符号 | 尺寸 (单位: mm) | | |
|----|-------------|-----------|------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | — | 6.00 BSC | — |
| B | — | 3.90 BSC | — |
| C | 0.20 | — | 0.30 |
| C' | — | 9.90 BSC | — |
| D | — | — | 1.75 |
| E | — | 0.635 BSC | — |
| F | 0.10 | — | 0.25 |
| G | 0.41 | — | 1.27 |
| H | 0.10 | — | 0.25 |
| α | 0° | — | 8° |

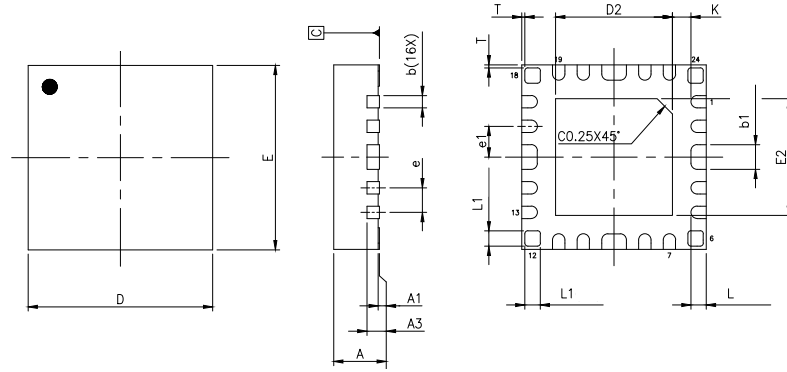
28-pin SOP (300mil) 外形尺寸



| 符号 | 尺寸 (单位: inch) | | |
|----------|---------------|-----------|-------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | — | 0.406 BSC | — |
| B | — | 0.295 BSC | — |
| C | 0.012 | — | 0.020 |
| C' | — | 0.705 BSC | — |
| D | — | — | 0.104 |
| E | — | 0.050 BSC | — |
| F | 0.004 | — | 0.012 |
| G | 0.016 | — | 0.050 |
| H | 0.008 | — | 0.013 |
| α | 0° | — | 8° |

| 符号 | 尺寸 (单位: mm) | | |
|----------|-------------|-----------|------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | — | 10.30 BSC | — |
| B | — | 7.50 BSC | — |
| C | 0.31 | — | 0.51 |
| C' | — | 17.90 BSC | — |
| D | — | — | 2.65 |
| E | — | 1.27 BSC | — |
| F | 0.10 | — | 0.30 |
| G | 0.40 | — | 1.27 |
| H | 0.20 | — | 0.33 |
| α | 0° | — | 8° |

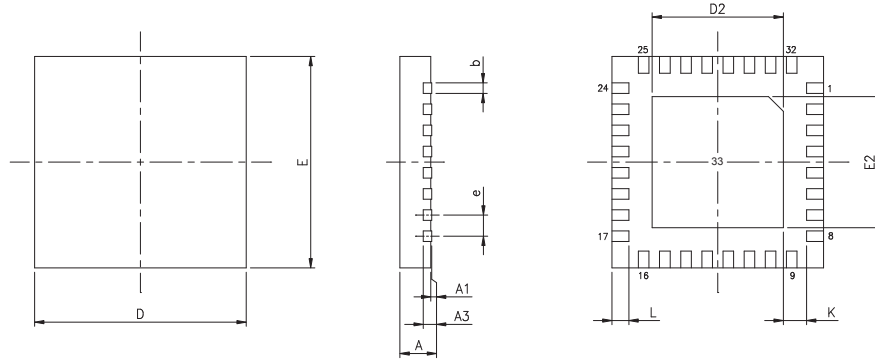
SAW Type 24-pin QFN (3mm×3mm×0.55mm) 外形尺寸



| 符号 | 尺寸 (单位: inch) | | |
|----|---------------|-----------|-------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | 0.020 | 0.022 | 0.024 |
| A1 | 0.000 | 0.001 | 0.002 |
| A3 | — | 0.006 BSC | — |
| b | 0.006 | 0.008 | 0.010 |
| b1 | 0.014 | 0.016 | 0.018 |
| D | — | 0.118 BSC | — |
| E | — | 0.118 BSC | — |
| e | — | 0.016 BSC | — |
| e1 | — | 0.020 BSC | — |
| D2 | 0.073 | 0.075 | 0.077 |
| E2 | 0.073 | 0.075 | 0.077 |
| L | 0.006 | 0.010 | 0.014 |
| L1 | 0.008 | 0.010 | 0.012 |
| K | 0.008 | — | — |

| 符号 | 尺寸 (单位: mm) | | |
|----|-------------|-----------|------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | 0.50 | 0.55 | 0.60 |
| A1 | 0.00 | 0.02 | 0.05 |
| A3 | — | 0.150 BSC | — |
| b | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| b1 | 0.35 | 0.40 | 0.45 |
| D | — | 3.00 BSC | — |
| E | — | 3.00 BSC | — |
| e | — | 0.40 BSC | — |
| e1 | — | 0.50 BSC | — |
| D2 | 1.85 | 1.90 | 1.95 |
| E2 | 1.85 | 1.90 | 1.95 |
| L | 0.15 | 0.25 | 0.35 |
| L1 | 0.20 | 0.25 | 0.30 |
| K | 0.20 | — | — |

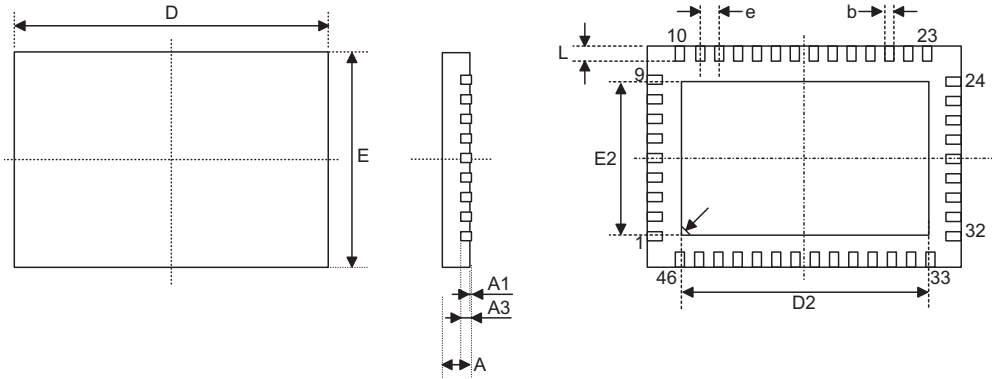
SAW Type 33-pin QFN (4mm×4mm) 外形尺寸



| 符号 | 尺寸 (单位: inch) | | |
|----|---------------|-----------|-------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | 0.028 | 0.030 | 0.031 |
| A1 | 0.000 | 0.001 | 0.002 |
| A3 | — | 0.008 BSC | — |
| b | 0.006 | 0.008 | 0.010 |
| D | — | 0.157 BSC | — |
| E | — | 0.157 BSC | — |
| e | — | 0.016 BSC | — |
| D2 | 0.104 | 0.106 | 0.108 |
| E2 | 0.104 | 0.106 | 0.108 |
| L | 0.014 | 0.016 | 0.018 |
| K | 0.008 | — | — |

| 符号 | 尺寸 (单位: mm) | | |
|----|-------------|-----------|------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | 0.70 | 0.75 | 0.80 |
| A1 | 0.00 | 0.02 | 0.05 |
| A3 | — | 0.203 BSC | — |
| b | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| D | — | 4.00 BSC | — |
| E | — | 4.00 BSC | — |
| e | — | 0.40 BSC | — |
| D2 | 2.65 | 2.70 | 2.75 |
| E2 | 2.65 | 2.70 | 2.75 |
| L | 0.35 | 0.40 | 0.45 |
| K | 0.20 | — | — |

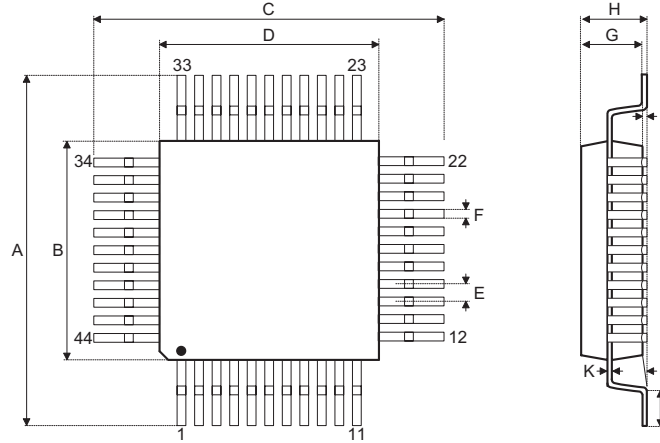
SAW Type 46-pin QFN (6.5mm×4.5mm×0.75mm) 外形尺寸



| 符号 | 尺寸 (单位: inch) | | |
|----|---------------|-----------|-------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | 0.028 | 0.030 | 0.031 |
| A1 | 0.000 | 0.001 | 0.002 |
| A3 | — | 0.008 BSC | — |
| b | 0.006 | 0.008 | 0.010 |
| D | — | 0.256 BSC | — |
| E | — | 0.177 BSC | — |
| e | — | 0.016 BSC | — |
| D2 | 0.199 | 0.201 | 0.203 |
| E2 | 0.120 | 0.122 | 0.124 |
| L | 0.014 | 0.016 | 0.018 |
| K | 0.008 | — | — |

| 符号 | 尺寸 (单位: mm) | | |
|----|-------------|-----------|------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | 0.70 | 0.75 | 0.80 |
| A1 | 0.00 | 0.02 | 0.05 |
| A3 | — | 0.203 BSC | — |
| b | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| D | — | 6.50 BSC | — |
| E | — | 4.50 BSC | — |
| e | — | 0.40 BSC | — |
| D2 | 5.05 | 5.10 | 5.15 |
| E2 | 3.05 | 3.10 | 3.15 |
| L | 0.35 | 0.40 | 0.45 |
| K | 0.20 | — | — |

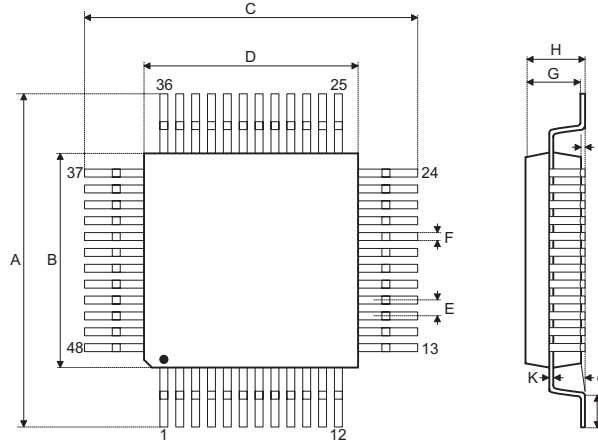
44-pin LQFP (10mm×10mm) (FP2.0mm) 外形尺寸



| 符号 | 尺寸 (单位: inch) | | |
|----------|---------------|-----------|-------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | — | 0.472 BSC | — |
| B | — | 0.394 BSC | — |
| C | — | 0.472 BSC | — |
| D | — | 0.394 BSC | — |
| E | — | 0.032 BSC | — |
| F | 0.012 | 0.015 | 0.018 |
| G | 0.053 | 0.055 | 0.057 |
| H | — | — | 0.063 |
| I | 0.002 | — | 0.006 |
| J | 0.018 | 0.024 | 0.030 |
| K | 0.004 | — | 0.008 |
| α | 0° | — | 7° |

| 符号 | 尺寸 (单位: mm) | | |
|----------|-------------|-----------|------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | — | 12.00 BSC | — |
| B | — | 10.00 BSC | — |
| C | — | 12.00 BSC | — |
| D | — | 10.00 BSC | — |
| E | — | 0.80 BSC | — |
| F | 0.30 | 0.37 | 0.45 |
| G | 1.35 | 1.40 | 1.45 |
| H | — | — | 1.60 |
| I | 0.05 | — | 0.15 |
| J | 0.45 | 0.60 | 0.75 |
| K | 0.09 | — | 0.20 |
| α | 0° | — | 7° |

48-pin LQFP (7mm×7mm) 外形尺寸



| 符号 | 尺寸 (单位: inch) | | |
|----------|---------------|-----------|-------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | — | 0.354 BSC | — |
| B | — | 0.276 BSC | — |
| C | — | 0.354 BSC | — |
| D | — | 0.276 BSC | — |
| E | — | 0.020 BSC | — |
| F | 0.007 | 0.009 | 0.011 |
| G | 0.053 | 0.055 | 0.057 |
| H | — | — | 0.063 |
| I | 0.002 | — | 0.006 |
| J | 0.018 | 0.024 | 0.030 |
| K | 0.004 | — | 0.008 |
| α | 0° | — | 7° |

| 符号 | 尺寸 (单位: mm) | | |
|----------|-------------|---------|------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | — | 9.0 BSC | — |
| B | — | 7.0 BSC | — |
| C | — | 9.0 BSC | — |
| D | — | 7.0 BSC | — |
| E | — | 0.5 BSC | — |
| F | 0.17 | 0.22 | 0.27 |
| G | 1.35 | 1.4 | 1.45 |
| H | — | — | 1.60 |
| I | 0.05 | — | 0.15 |
| J | 0.45 | 0.60 | 0.75 |
| K | 0.09 | — | 0.20 |
| α | 0° | — | 7° |

Copyright© 2019 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

使用指南中所出现的信息在出版当时相信是正确的，然而 **Holtek** 对于说明书的使用不负任何责任。文中提到的应用目的仅仅是用来做说明，**Holtek** 不保证或表示这些没有进一步修改的应用将是适当的，也不推荐它的产品使用在会由于故障或其它原因可能会对人身造成危害的地方。**Holtek** 产品不授权使用于救生、维生从机或系统中做为关键从机。**Holtek** 拥有不事先通知而修改产品的权利，对于最新的信息，请参考我们的网址 <http://www.holtek.com/zh/>。