



---

# HT32F50343

## 产品规格书

带 Arm® Cortex®-M0+ 内核以及  
1 MSPS ADC、USB、PDMA、DIV、  
UART、SPI、I<sup>2</sup>C、GPTM、PWM、  
SCTM、BFTM、SLED、CRC、RTC 和 WDT  
高达 64 KB Flash 和 12 KB SRAM 的 Holtek 32-Bit 5V USB 单片机

版本: V1.20 日期: 2023-02-16

[www.holtek.com](http://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
电源管理控制单元 – PWRCU .....	8
实时时钟 – RTC .....	8
外部中断 / 事件控制器 – EXTI .....	8
模数转换器 – ADC .....	9
输入 / 输出端口 – GPIO .....	9
通用功能定时器 – GPTM .....	9
脉冲宽度调制定时器 – PWM .....	9
单通道定时器 – SCTM .....	10
基本功能定时器 – BFTM .....	10
看门狗定时器 – WDT .....	10
内部集成电路 – I <sup>2</sup> C .....	10
串行外设接口 – SPI .....	11
通用异步收发器 – UART .....	11
串列式 LED 接口 – SLED .....	11
循环冗余校验 – CRC .....	12
外设直接存储器访问 – PDMA .....	12
硬件除法器 – DIV .....	12
通用串行总线设备控制器 – USB .....	12
调试支持 .....	13
封装和工作温度 .....	13
3 概述 .....	14
单片机信息 .....	14
方框图 .....	15
存储器映射 .....	16
时钟结构 .....	19
4 引脚图 .....	20
5 电气特性 .....	29
极限参数 .....	29

建议直流工作条件 .....	29
片上 LDO 稳压器特性 .....	29
片上 USB 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 .....	34
存储器特性 .....	34
I/O 端口特性 .....	35
A/D 转换器特性 .....	36
GPTM / PWM / SCTM 特性 .....	37
I <sup>2</sup> C 特性 .....	37
SPI 特性 .....	38
USB 特性 .....	40
<b>6 封装信息 .....</b>	<b>41</b>
SAW Type 32-pin QFN (4mm × 4mm × 0.75mm) 外形尺寸 .....	42
SAW Type 46-pin QFN (6.5mm × 4.5mm × 0.75mm) 外形尺寸 .....	43
48-pin LQFP (7mm × 7mm) 外形尺寸 .....	44
64-pin LQFP (7mm × 7mm) 外形尺寸 .....	45

## 表列表

表 1. 特性及外设列表 .....	14
表 2. 寄存器映射 .....	17
表 3. 引脚分配 – 32/46-pin QFN & 48/64-pin LQFP 封装 .....	24
表 4. 引脚描述 .....	26
表 5. 极限参数 .....	29
表 6. 建议直流工作条件 .....	29
表 7. LDO 特性 .....	29
表 8. USB 稳压器特性 .....	30
表 9. 功耗特性 .....	31
表 10. V <sub>DD</sub> 电源复位特性 .....	32
表 11. LVD / BOD 特性 .....	32
表 12. 外部高速时钟 (HSE) 特性 .....	33
表 13. 外部低速时钟 (LSE) 特性 .....	33
表 14. 内部高速时钟 (HSI) 特性 .....	34
表 15. 内部低速时钟 (LSI) 特性 .....	34
表 16. Flash 存储器特性 .....	34
表 17. I/O 端口特性 .....	35
表 18. A/D 转换器特性 .....	36
表 19. GPTM / PWM / SCTM 特性 .....	37
表 20. I <sup>2</sup> C 特性 .....	37
表 21. SPI 特性 .....	38
表 22. USB 直流电气特性 .....	40
表 23. USB 交流电气特性 .....	40

## 图列表

图 1. 方框图 .....	15
图 2. 存储器映射 .....	16
图 3. 时钟结构图 .....	19
图 4. 32-pin QFN 引脚图 .....	20
图 5. 46-pin QFN 引脚图 .....	21
图 6. 48-pin LQFP 引脚图 .....	22
图 7. 64-pin LQFP 引脚图 .....	23
图 8. A/D 转换器采样网络模型 .....	36
图 9. I <sup>2</sup> C 时序图 .....	38
图 10. SPI 时序图 – SPI 主机模式 .....	39
图 11. SPI 时序图 – SPI 从机模式 (CPHA = 1) .....	39
图 12. USB 信号上升时间、下降时间和交叉点电压 (V <sub>CRS</sub> ) 定义 .....	40

# 1 简介

该 Holtek 单片机 HT32F50343 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。

该单片机可工作在高达 60 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 12 KB 的嵌入式 SRAM 存储器用作系统操作和应用程序运用。此单片机具有多种外设, 如硬件除法器 DIV、PDMA、ADC、I<sup>2</sup>C、UART、SPI、SLED、GPTM、PWM、SCTM、BFTM、CRC-16/32、RTC、WDT、USB2.0、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。

以上这些特性使该单片机可以广泛地适用于各种应用, 如电竞应用控制器、键盘和鼠标、消费类产品、手持式设备、LED 照明应用等。



## 2 特性

### 内核

- 32-bit Arm® Cortex®-M0+ 处理器内核
- 高达 60 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+ 处理器是一款低门数、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
- 12 KB 片上 SRAM
- 支持多种启动模式

Arm® Cortex®-M0+ 处理器与调试通过同一条外部接口访问外部 AHB 外设。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

- 具有在线系统编程 (ISP) 和在线应用编程 (IAP) 的 32-bit 字编程功能
- 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。此外，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
  - 欠压检测器 – BOD
  - 可编程低压检测器 – LVD

复位控制单元 RSTCU 提供三种复位方式，分别是上电复位、系统复位和 APB 单元复位。上电复位即冷复位，在上电时复位了整个系统。系统复位会复位处理器内核和除 SW-DP 控制器以外的外设 IP 元件。这些复位可以由外部信号、内部事件和复位发生器触发。

## 时钟控制单元 – CKCU

- 外部 4 ~ 16 MHz 晶振
- 外部 32.768 kHz 晶振
- 在工作温度为 25 °C 下，内部 8 MHz RC 振荡器精度可调整为  $\pm 2\%$
- 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、时钟倍频器和 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)，而系统时钟可以选择来自 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。

## 电源管理控制单元 – PWRCU

- 灵活的电源配置：V<sub>DD</sub> (2.5 V ~ 5.5 V)，I/O 口电源 V<sub>DDIO</sub> (1.8 V ~ 5.5 V)
- 内置的 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<sub>DD</sub>、V<sub>DDIO</sub> 以及 1.5V V<sub>DD15</sub> 电源域
- 三种省电模式：休眠模式、深度休眠模式 1 和深度休眠模式 2

功耗被视为许多嵌入式系统应用中最重要的问题之一。在此单片机中，电源控制单元 PWRCU 提供了多种省电模式即休眠模式、深度休眠模式 1 和深度休眠模式 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
- 闹钟功能
- 中断和唤醒事件

实时时钟 RTC 电路包括 APB 接口、一个 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<sub>DD15</sub> 电源域。当 MCU 在省电模式时，RTC 计数器被用作唤醒定时器产生系统恢复或中断信号。

## 外部中断 / 事件控制器 – EXTI

- 多达 16 个 EXTI 线，可各自配置触发源和触发类型
- 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
- 每条 EXTI 输入线都具有独立的中断使能、唤醒使能和状态标志位
- 每条 EXTI 输入线都具有软件中断触发模式
- 内置去干扰滤波器，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 端口也可被单独屏蔽。



## 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

此单片机包含一个 12-bit 多通道 A/D 转换器，其具有多路复用通道，包括 12 个外部模拟信号输入通道和 1 个内部信号通道。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。当输入电压超出设定的阈值范围，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 51 个通用输入 / 输出口 (GPIO)
- 端口 A、B、C、D 映射为 16 个外部中断 – EXTI
- 几乎所有 I/O 引脚都具有可配置输出驱动电流功能

该单片机有多达 51 个通用 I/O 引脚 GPIO，即 PA0 ~ PA15、PB0 ~ PB15、PC0 ~ PC6、PC10 ~ PC15 以及 PD0 ~ PD5 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。

## 通用功能定时器 – GPTM

- 16-bit 向上 / 向下自动重载计数器
- 每个定时器有高达 4 个独立通道
- 16-bit 可编程预分频器对计数器时钟进行分频，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
- 带两个输入口使用正交解码器的编码器接口控制器

通用功能定时器 GPTM 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 内置带两个输入口使用解码器的编码器接口。

## 脉冲宽度调制定时器 – PWM

- 16-bit 向上 / 向下自动重载计数器
- 每个定时器有高达 8 个独立通道
- 16-bit 可编程预分频器对计数器时钟进行分频，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

脉冲宽度调制定时器 PWM 包括一个 16-bit 向上 / 向下计数器，四个 16-bit 比较寄存器 (CR)，一

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。

## 单通道定时器 – SCTM

- 16-bit 向上自动重载计数器
- 每个定时器有 1 个通道
- 16-bit 可编程预分频器对计数器时钟进行分频, 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, 具有边沿对齐计数模式
- 单脉冲输出模式

单通道定时器模块 SCTM 包括一个 16-bit 向上计数器, 一个 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。它可用于多种用途, 包括通用计时、输入信号脉冲宽度调制、输出波形产生, 如单脉冲波形产生或 PWM 输出。

## 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
- 单次模式 – 匹配后停止计数
- 重复模式 – 匹配后重新开始计数

基本功能定时器模块 BFTM 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, 当比较匹配事件发生时, BFTM 重新开始计数。在单次模式下, 当有比较匹配事件发生时, 计数器停止计数。

## 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、一个预分频器、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限定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。可通过使能寄存器写保护功能, 来防止看门狗定时器配置被无意改变。

## 内部集成电路 – I<sup>2</sup>C

- 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

I<sup>2</sup>C 模块是一个允许与外部 I<sup>2</sup>C 接口通信的内部电路, 此 I<sup>2</sup>C 接口是一个符合工业标准的用于连接外部硬件的两线串行接口。这两条串行线被称为串行数据线 SDA 和串行时钟线 SCL。I<sup>2</sup>C 模块提供了三种数据传输速率: 即 100 kHz 的标准模式、400 kHz 的快速模式和 1 MHz 的高速模式。

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 I<sup>2</sup>C 总线，在主机和从机之间用于数据的发送和接收。I<sup>2</sup>C 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 I<sup>2</sup>C 总线的情况。

## 串行外设接口 – SPI

- 支持主机和从机模式
- 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 使用 SPI 协议可在主机和从机模式下进行数据发送和接收。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。

## 通用异步收发器 – UART

- 异步串行通信工作频率高达 ( $f_{PCLK}/16$ ) MHz
- 全双工通信
- 完全可编程串行通信特性包括：
  - 字长：7、8 或 9-bit 字符
  - 校验：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。

## 串列式 LED 接口 – SLED

- 4 个输出通道，可控制输出使能和极性
- 4 × 32-bit FIFO，可选择触发级
- 可配置数据传输率和 RESET 码时间
- 可配置 T0H 和 T1H 占空比

SLED 是可单独寻址的 RGB LED 灯条控制器，能够同时控制四个 LED 灯条。该控制器可简单地将每个灯条上数百个 LED 显示所需的 RGB 数据转换为 T0 和 T1 码输出。

## 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 计算单元是用于验证数据传输或存储的数据正确性的检错技术测试算法。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，当数据流被发送或存储时，会带有一个 CRC 码用作校验码。在此数据被接收或重新储存时进行与之前相同的生成多项式计算。如果新的 CRC 码数据与先前计算的不匹配，说明数据流出错了。

## 外设直接存储器访问 – PDMA

- 6 个通道对应不同的触发源组
- 支持 8-bit、16-bit、32-bit 宽度数据传输
- 支持线性地址、环形地址和固定地址模式
- 4 级可编程通道优先级
- 自动重载模式
- 支持的触发源包括：  
ADC、SPI、UART、I<sup>2</sup>C、GPTM、PWM、SLED 和软件请求

外设直接存储器访问电路 PDMA 可通过 AHB 总线对外设和系统存储器之间的数据进行转移。每一个 PDMA 通道都有一个源地址、目的地址、存储块长度和发送数量。PDMA 可以排除 CPU 干扰，避免执行中断服务程序。由于软件无需参与每个数据的转移操作，此举提高了系统性能。

## 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，需使用控制寄存器中的 START 位产生软件触发启动信号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。

## 通用串行总线设备控制器 – USB

- 符合 USB 2.0 全速 (12Mbps) 规范
- 完全内置的 USB 全速收发器
- 1 个控制端点 (EP0) 可用于控制转移
- 3 个单缓冲端点可用于批量和中断传输
- 4 个双缓冲端点可用于批量、中断和同步传输
- 1,024 字节 EP\_SRAM 用于端点数据缓冲器

USB 设备控制器符合 USB 2.0 全速规范。有一个被称为端点 0 的控制端点和七个可配置端点。一个 1024 字节的 SRAM 被用作端点缓冲器。每个端点缓冲器大小可通过相应的寄存器编程来设置，这将为不同的应用提供了较大的灵活性。内置 USB 全速收发器可降低整个系统复杂度，节约成本。USB 功能块也包含恢复和暂停特性以满足低功耗的需求。

## 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

- 32 / 46-pin QFN 和 48 / 64-pin LQFP 封装
- 工作温度：-40 °C ~ 85 °C

# 3 概述

## 单片机信息

表 1. 特性及外设列表

外设		HT32F50343
主 Flash (KB)		63
选项字节 Flash (KB)		1
SRAM (KB)		12
定时器	GPTM	1
	PWM	3
	SCTM	2
	BFTM	2
	WDT	1
	RTC	1
通信	USB	1
	SPI	2
	UART	2
	I <sup>2</sup> C	2
	SLED	2
PDMA		6 通道
硬件除法器		1
CRC-16/32		1
EXTI		16
12-bit ADC 通道数		1 12 外部通道
GPIO		51
CPU 频率		60 MHz (Max.)
工作电压		2.5 V ~ 5.5 V
工作温度		-40 °C ~ 85 °C
封装		32/46-pin QFN, 48/64-pin LQFP

方框图

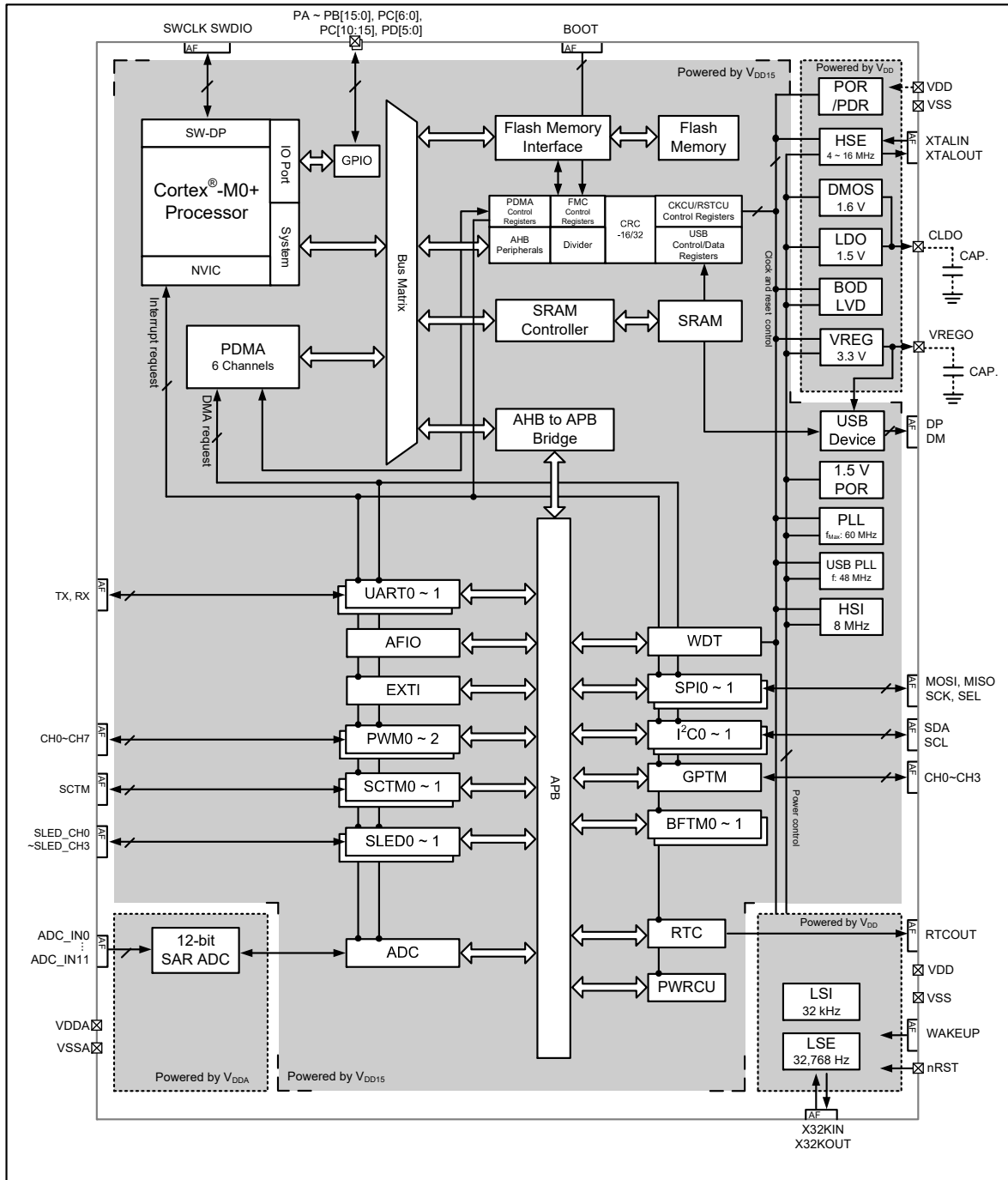


图 1. 方框图

## 存储器映射

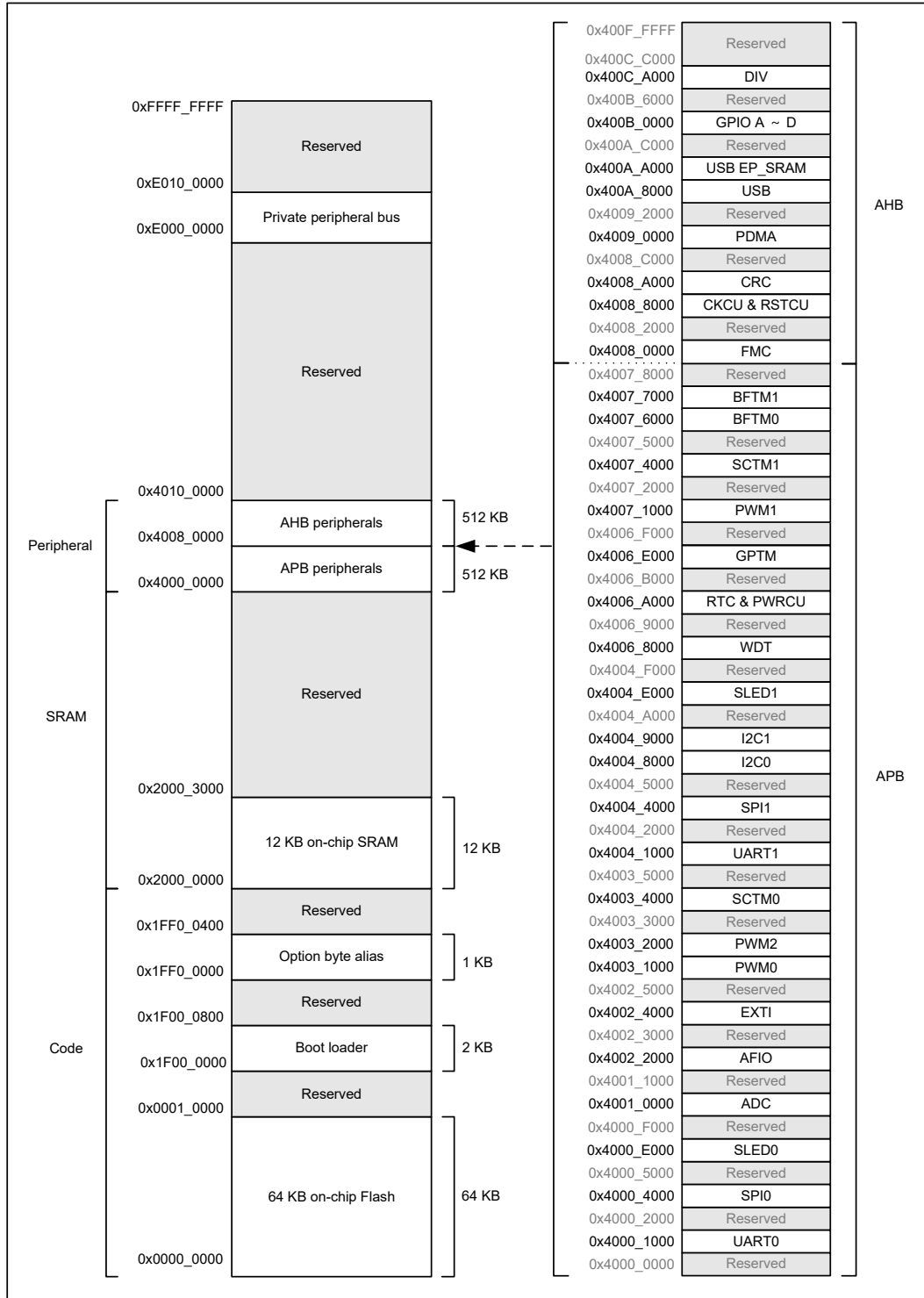


图 2. 存储器映射



表 2. 寄存器映射

起始地址	结束地址	外设	总线
0x4000_0000	0x4000_0FFF	保留	APB
0x4000_1000	0x4000_1FFF	UART0	
0x4000_2000	0x4000_3FFF	保留	
0x4000_4000	0x4000_4FFF	SPI0	
0x4000_5000	0x4000_DFFF	保留	
0x4000_E000	0x4000_EFFF	SLED0	
0x4000_F000	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	0x4003_0FFF	保留	
0x4003_1000	0x4003_1FFF	PWM0	
0x4003_2000	0x4003_2FFF	PWM2	
0x4003_3000	0x4003_3FFF	保留	
0x4003_4000	0x4003_4FFF	SCTM0	
0x4003_5000	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 <sup>2</sup> C0	
0x4004_9000	0x4004_9FFF	I <sup>2</sup> C1	
0x4004_A000	0x4004_DFFF	保留	
0x4004_E000	0x4004_EFFF	SLED1	
0x4004_F000	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_3FFF	保留	
0x4007_4000	0x4007_4FFF	SCTM1	
0x4007_5000	0x4007_5FFF	保留	
0x4007_6000	0x4007_6FFF	BFTM0	
0x4007_7000	0x4007_7FFF	BFTM1	
0x4007_8000	0x4007_FFFF	保留	

起始地址	结束地址	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	0x4008_FFFF	保留	
0x4009_0000	0x4009_1FFF	PDMA 控制寄存器	
0x4009_2000	0x400A_7FFF	保留	
0x400A_8000	0x400A_9FFF	USB 控制寄存器	
0x400A_A000	0x400A_BFFF	USB EP_SRAM	
0x400A_C000	0x400A_FFFF	保留	
0x400B_0000	0x400B_1FFF	GPIO A	
0x400B_2000	0x400B_3FFF	GPIO B	
0x400B_4000	0x400B_5FFF	GPIO C	
0x400B_6000	0x400B_7FFF	GPIO D	
0x400B_8000	0x400C_9FFF	保留	
0x400C_A000	0x400C_BFFF	DIV	
0x400C_C000	0x400F_FFFF	保留	

3  
概述

## 时钟结构

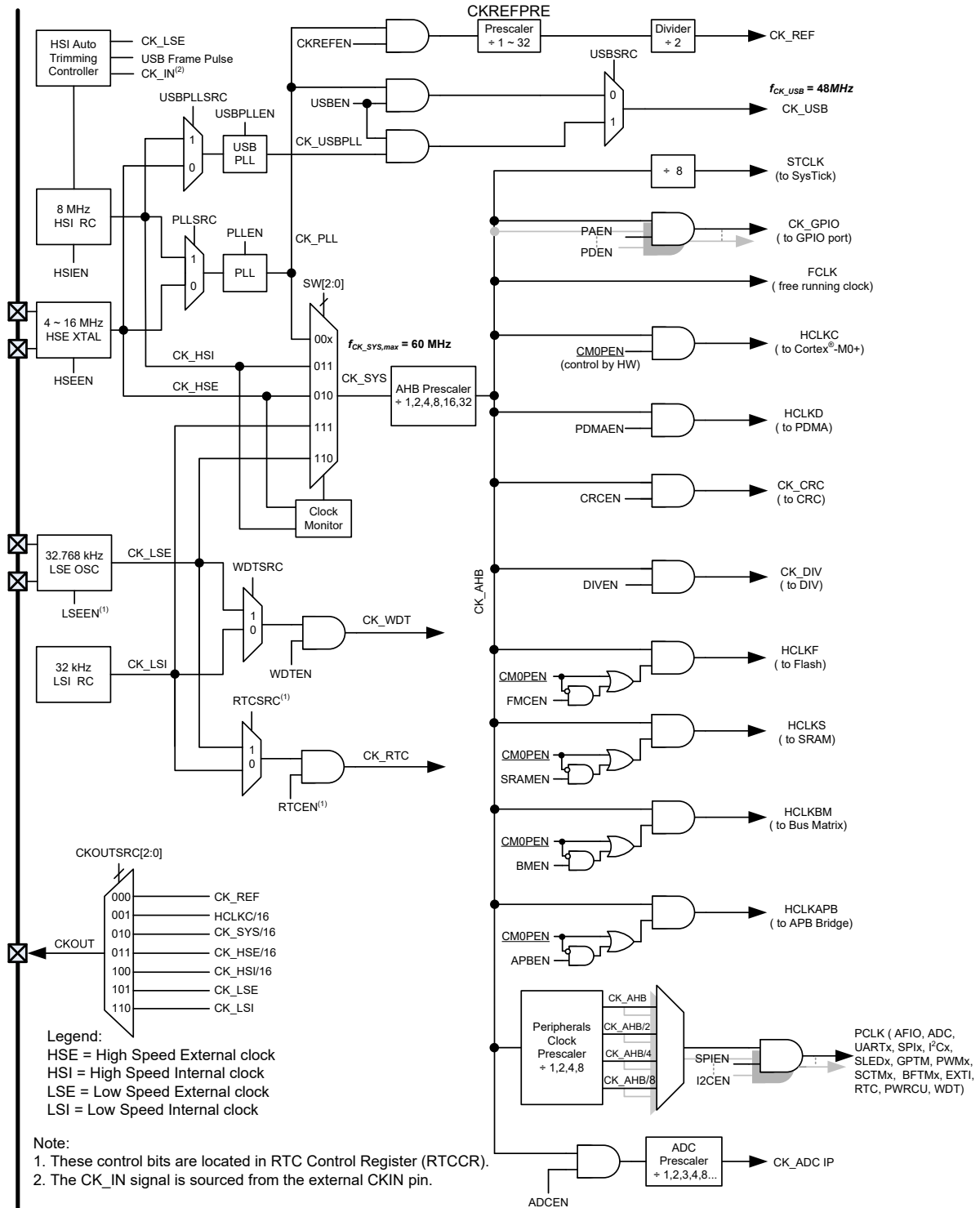


图 3. 时钟结构图

# 4 引脚图

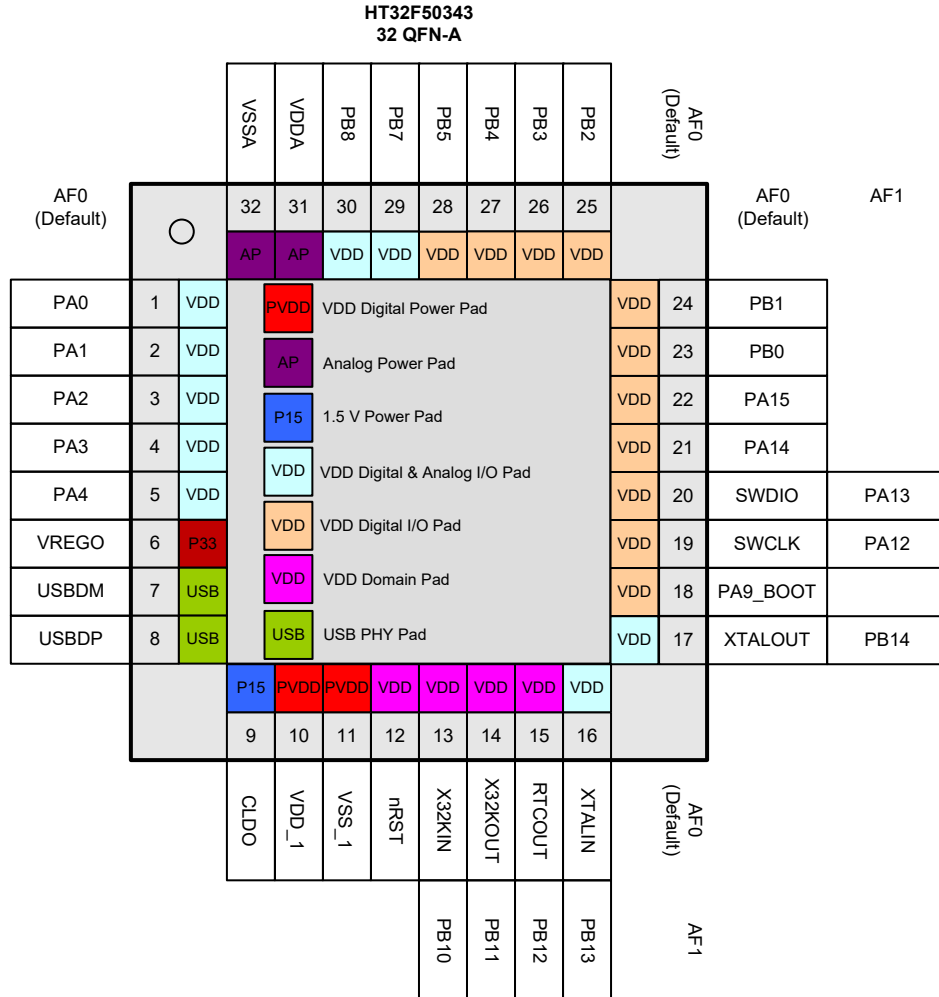


图 4. 32-pin QFN 引脚图

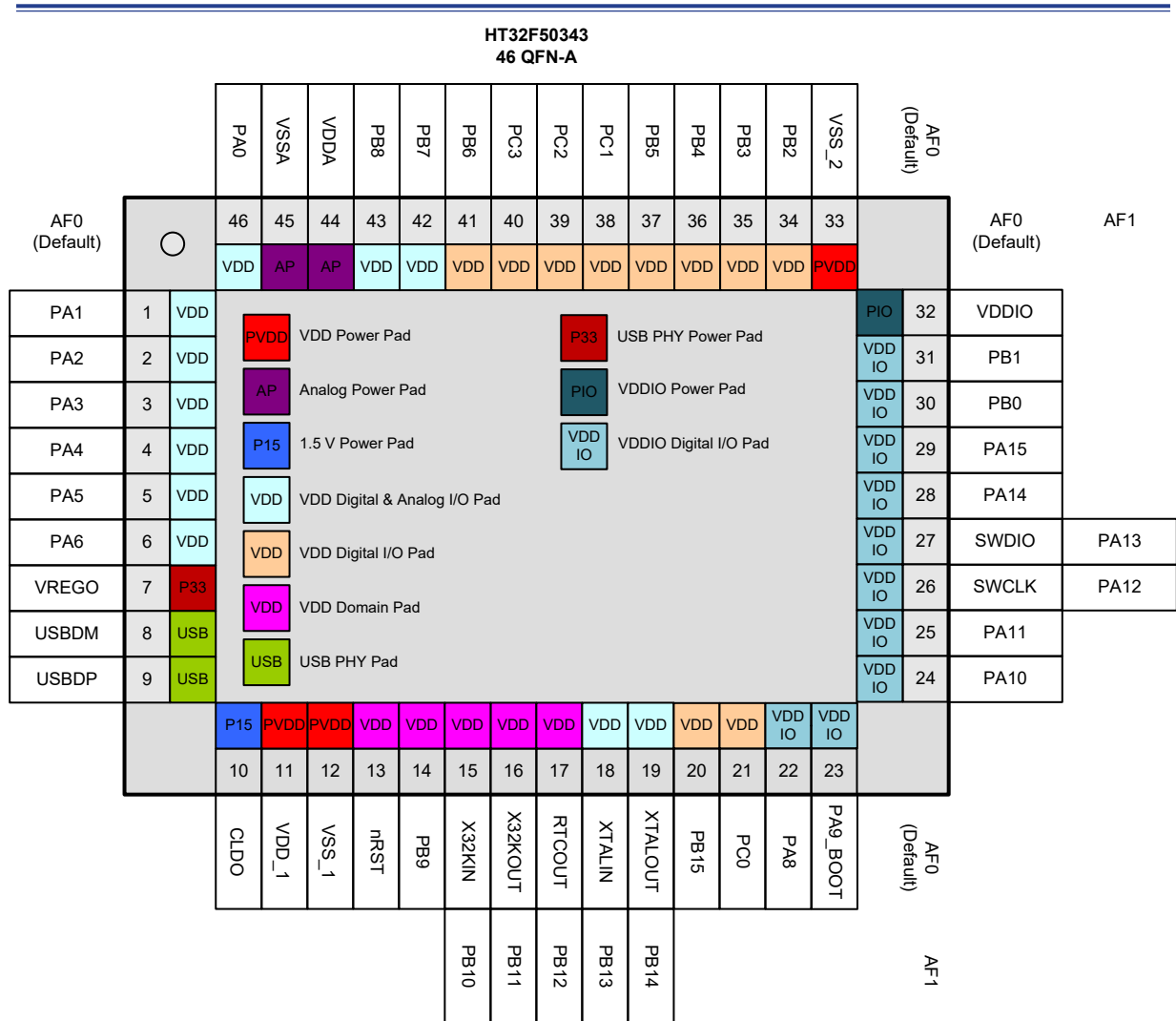


图 5. 46-pin QFN 引脚图

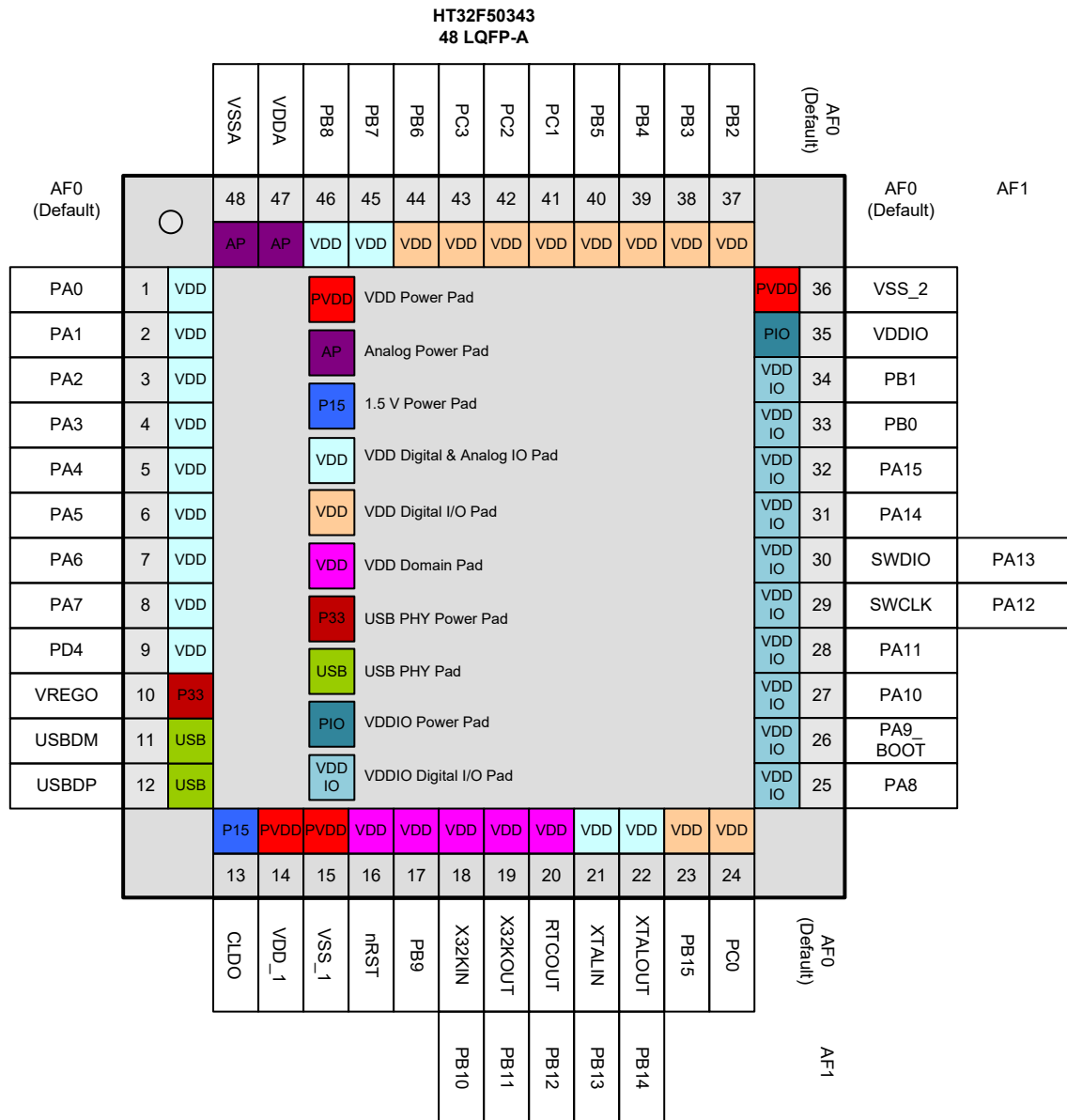
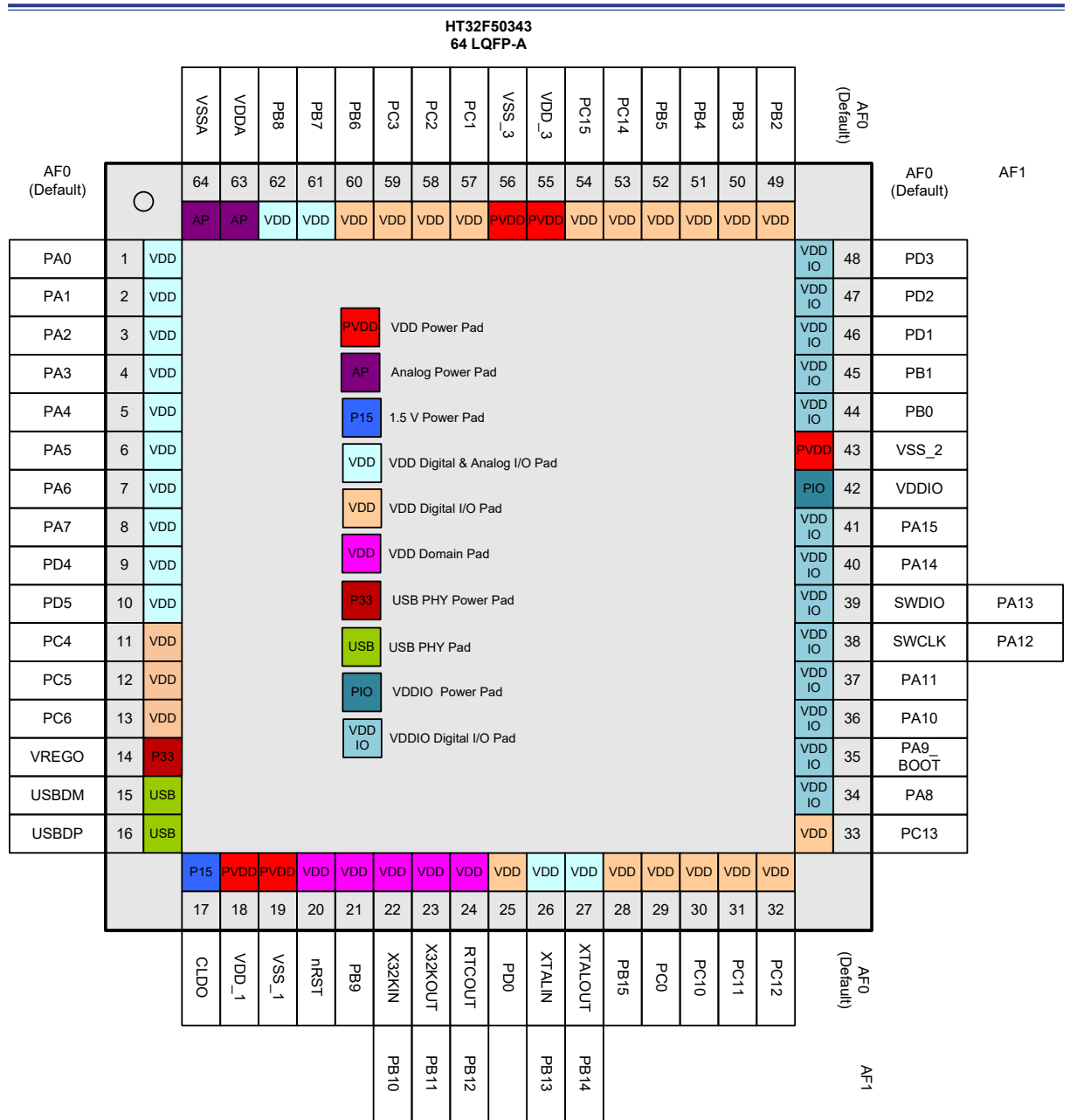


图 6. 48-pin LQFP 引脚图



引脚图

图 7. 64-pin LQFP 引脚图

表 3. 引脚分配 – 32/46-pin QFN & 48/64-pin LQFP 封装

封装				复用功能映射																
64 LQFP	48 LQFP	46 QFN	32 QFN	系统默认	GPIO	ADC	N/A	GPTM	SPI	UART	I <sup>2</sup> C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SCTM / PWM	SLED	系统其它	
1	1	46	1	PA0		ADC_IN2		GT_CH0	SPI_SCK	UR1_TX	I2C0_SCL						PWM1_CH0	SLED1_CH0		
2	2	1	2	PA1		ADC_IN3		GT_CH1	SPI_MOSI	UR1_RX	I2C0_SDA						PWM1_CH1	SLED1_CH1		
3	3	2	3	PA2		ADC_IN4		GT_CH2	SPI_MISO	UR0_TX							PWM1_CH2	SLED1_CH2		
4	4	3	4	PA3		ADC_IN5		GT_CH3	SPI_SEL	UR0_RX							PWM1_CH3	SLED1_CH3		
5	5	4	5	PA4		ADC_IN6		GT_CH0	SPI0_SCK	UR1_TX	I2C1_SCL						PWM1_CH4	SLED0_CH0		
6	6	5		PA5		ADC_IN7		GT_CH1	SPI0_MOSI	UR1_RX	I2C1_SDA						PWM1_CH5	SLED0_CH1		
7	7	6		PA6		ADC_IN8		GT_CH2	SPI0_MISO								PWM1_CH6	SLED0_CH2		
8	8			PA7		ADC_IN9		GT_CH3	SPI0_SEL								PWM1_CH7	SLED0_CH3		
9	9			PD4		ADC_IN10				UR1_TX							SCTM0			
10				PD5		ADC_IN11				UR1_RX							SCTM1			
11				PC4				GT_CH0	SPI1_SEL	UR0_TX	I2C1_SCL						SCTM0	SLED1_CH0		
12				PC5				GT_CH1	SPI1_SCK	UR0_RX	I2C1_SDA						SCTM1	SLED1_CH1		
13				PC6				GT_CH2	SPI1_MOSI									SLED1_CH2		
14	10	7	6	VREG0																
15	11	8	7	USBDM																
16	12	9	8	USBDP																
17	13	10	9	CLDO																
18	14	11	10	VDD_1																
19	15	12	11	VSS_1																
20	16	13	12	nRST																
21	17	14		PB9													SCTM1		WAKEUP1	
22	18	15	13	X32KIN	PB10			GT_CH0	SPI1_SEL	UR1_TX							SCTM0	SLED0_CH0		
23	19	16	14	X32KOUT	PB11			GT_CH1	SPI1_SCK	UR1_RX							SCTM1	SLED0_CH1		
24	20	17	15	RTCOUT	PB12				SPI0_MISO	UR0_RX							SCTM0		WAKEUP0	
25				PD0													SCTM1			
26	21	18	16	XTALIN	PB13					UR0_TX							PWM0_CH0	SLED0_CH2		
27	22	19	17	XTALOUT	PB14					UR0_RX							PWM0_CH1	SLED0_CH3		
28	23	20		PB15					SPI0_SEL		I2C1_SCL						PWM0_CH2			
29	24	21		PC0					SPI0_SCK		I2C1_SDA						PWM0_CH3			
30				PC10				GT_CH0	SPI1_SEL								PWM0_CH4			
31				PC11				GT_CH1	SPI1_SCK								PWM0_CH5			
32				PC12				GT_CH2	SPI1_MOSI	UR1_TX	I2C0_SCL						PWM0_CH6			
33				PC13				GT_CH3	SPI1_MISO	UR1_RX	I2C0_SDA						PWM0_CH7			
34	25	22		PA8						UR1_TX							SCTM0	SLED1_CH0		
35	26	23	18	PA9_BOOT					SPI0_MOSI								SCTM1	SLED1_CH1	CKOUT	



封装				复用功能映射																
				AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15	
64 LQFP	48 LQFP	46 QFN	32 QFN	系统默认	GPIO	ADC	N/A	GPTM	SPI	UART	I <sup>2</sup> C	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SCTM / PWM	SLED	系统其它	
36	27	24		PA10					SPI0_MOSI	UR1_RX							PWM0_CH4	SLED1_CH2		
37	28	25		PA11					SPI0_MISO								PWM0_CH5	SLED1_CH3		
38	29	26	19	SWCLK	PA12															
39	30	27	20	SWDIO	PA13															
40	31	28	21	PA14					SPI1_SEL		I2C1_SCL						PWM0_CH2	SLED0_CH2		
41	32	29	22	PA15					SPI1_SCK		I2C1_SDA						PWM0_CH3	SLED0_CH3		
42	35	32		VDDIO																
43	36	33		VSS_2																
44	33	30	23	PB0					SPI1_MOSI	UR0_TX	I2C0_SCL						PWM0_CH0	SLED0_CH0		
45	34	31	24	PB1					SPI1_MISO	UR0_RX	I2C0_SDA						PWM0_CH1	SLED0_CH1		
46				PD1													SCTM0			
47				PD2													PWM0_CH6			
48				PD3													PWM0_CH7			
49	37	34	25	PB2					SPI0_SEL	UR1_TX							SCTM0	SLED0_CH2	CKIN	
50	38	35	26	PB3					SPI0_SCK	UR1_RX							SCTM1	SLED0_CH3		
51	39	36	27	PB4					SPI0_MOSI	UR1_TX							PWM2_CH2	SLED1_CH2		
52	40	37	28	PB5				GT_CH2	SPI0_MISO	UR1_RX							PWM2_CH3	SLED1_CH3		
53				PC14							I2C0_SCL						SCTM0			
54				PC15							I2C0_SDA						SCTM1			
55				VDD_3																
56				VSS_3																
57	41	38		PC1					SPI1_SEL	UR1_TX							PWM2_CH4			
58	42	39		PC2					SPI1_SCK								PWM2_CH5			
59	43	40		PC3					SPI1_MOSI	UR1_RX							PWM2_CH6			
60	44	41		PB6				GT_CH3	SPI1_MISO	UR0_TX							PWM2_CH7			
61	45	42	29	PB7		ADC_IN0			SPI0_MISO	UR0_TX	I2C1_SCL						PWM2_CH0	SLED1_CH0		
62	46	43	30	PB8		ADC_IN1			SPI0_SEL	UR0_RX	I2C1_SDA						PWM2_CH1	SLED1_CH1		
63	47	44	31	VDDA																
64	48	45	32	VSSA																

表 4. 引脚描述

引脚号				引脚名称	类型 <sup>(1)</sup>	I/O结构 <sup>(2)</sup>	输出驱动	描述	
64 LQFP	48 LQFP	46 QFN	32 QFN					默认功能 (AF0)	
1	1	46	1	PA0	AI/O	5V	4/8/12/16 mA	PA0	
2	2	1	2	PA1	AI/O	5V	4/8/12/16 mA	PA1	
3	3	2	3	PA2	AI/O	5V	4/8/12/16 mA	PA2	
4	4	3	4	PA3	AI/O	5V	4/8/12/16 mA	PA3	
5	5	4	5	PA4	AI/O	5V	4/8/12/16 mA	PA4	
6	6	5		PA5	AI/O	5V	4/8/12/16 mA	PA5	
7	7	6		PA6	AI/O	5V	4/8/12/16 mA	PA6	
8	8			PA7	AI/O	5V	4/8/12/16 mA	PA7	
9	9			PD4	AI/O	5V	4/8/12/16 mA	PD4	
10				PD5	AI/O	5V	4/8/12/16 mA	PD5	
11				PC4	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PC4	
12				PC5	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PC5	
13				PC6	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PC6	
14	10	7	6	VREGO	P	—	—	内部 USB 稳压器 3.3 V 输出 当选择启用内部 USB 稳压器时，必须在 该引脚和 VSS_1 引脚之间连接一个 2.2 μF 电容并尽量靠近。	
15	11	8	7	USBDM	AI/O	—	—	符合通用串行总线标准的 USB 微分数据 总线	
16	12	9	8	USBDP	AI/O	—	—	符合通用串行总线标准的 USB 微分数据 总线	
17	13	10	9	CLDO	P	—	—	1.5 V LDO 内核电源输出 必须在该引脚和 VSS_1 引脚之间连接一 个 2.2 μF 电容并尽量靠近。	
18	14	11	10	VDD_1	P	—	—	VDD 电源域数字 I/O 口电压	
19	15	12	11	VSS_1	P	—	—	数字 I/O 口接地参考电压	
20	16	13	12	nRST <sup>(3)</sup>	I	5V_PU	—	外部复位引脚	
21	17	14		PB9 <sup>(3)</sup>	I/O (V <sub>DD</sub> )	5V	4/8/12/16 mA	PB9	
22	18	15	13	PB10 <sup>(3)</sup>	AI/O (V <sub>DD</sub> )	5V	4/8/12/16 mA	X32KIN	
23	19	16	14	PB11 <sup>(3)</sup>	AI/O (V <sub>DD</sub> )	5V	4/8/12/16 mA	X32KOUT	
24	20	17	15	PB12 <sup>(3)</sup>	I/O (V <sub>DD</sub> )	5V	4/8/12/16 mA	RTCOUT	
25				PD0	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PD0	
26	21	18	16	PB13	AI/O	5V	4/8/12/16 mA	XTALIN	
27	22	19	17	PB14	AI/O	5V	4/8/12/16 mA	XTALOUT	
28	23	20		PB15	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PB15	
29	24	21		PC0	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PC0	
30				PC10	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PC10	

引脚号				引脚名称	类型 <sup>(1)</sup>	I/O结构 <sup>(2)</sup>	输出驱动	描述
64 LQFP	48 LQFP	46 QFN	32 QFN					默认功能 (AF0)
31				PC11	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PC11
32				PC12	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PC12
33				PC13	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PC13
34	25	22		PA8	I/O (V <sub>DDIO</sub> )	5V	4/8/12/16 mA	PA8
35	26	23	18	PA9	I/O (V <sub>DDIO</sub> )	5V_PU	4/8/12/16 mA	PA9_BOOT
36	27	24		PA10	I/O (V <sub>DDIO</sub> )	5V	4/8/12/16 mA	PA10
37	28	25		PA11	I/O (V <sub>DDIO</sub> )	5V	4/8/12/16 mA	PA11
38	29	26	19	PA12	I/O (V <sub>DDIO</sub> )	5V_PU	4/8/12/16 mA	SWCLK
39	30	27	20	PA13	I/O (V <sub>DDIO</sub> )	5V_PU	4/8/12/16 mA	SWDIO
40	31	28	21	PA14	I/O (V <sub>DDIO</sub> )	5V	4/8/12/16 mA	PA14
41	32	29	22	PA15	I/O (V <sub>DDIO</sub> )	5V	4/8/12/16 mA	PA15
42	35	32		VDDIO	P	—	—	VDDIO 电源域数字 I/O 口电压
43	36	33		VSS_2	P	—	—	数字 I/O 口接地参考电压
44	33	30	23	PB0	I/O (V <sub>DDIO</sub> )	5V	4/8/12/16 mA	PB0
45	34	31	24	PB1	I/O (V <sub>DDIO</sub> )	5V	4/8/12/16 mA	PB1
46				PD1	I/O (V <sub>DDIO</sub> )	5V	4/8/12/16 mA	PD1
47				PD2	I/O (V <sub>DDIO</sub> )	5V	4/8/12/16 mA	PD2
48				PD3	I/O (V <sub>DDIO</sub> )	5V	4/8/12/16 mA	PD3
49	37	34	25	PB2	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PB2
50	38	35	26	PB3	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PB3
51	39	36	27	PB4	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PB4
52	40	37	28	PB5	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PB5
53				PC14	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PC14
54				PC15	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PC15
55				VDD_3	P	—	—	VDD 电源域数字 I/O 口电压
56				VSS_3	P	—	—	数字 I/O 口接地参考电压
57	41	38		PC1	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PC1
58	42	39		PC2	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PC2
59	43	40		PC3	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PC3
60	44	41		PB6	I/O	5V	4/8/12/16 mA	PB6

引脚号				引脚名称	类型 <sup>(1)</sup>	I/O结构 <sup>(2)</sup>	输出驱动	描述
64 LQFP	48 LQFP	46 QFN	32 QFN					默认功能 (AF0)
61	45	42	29	PB7	AI/O	5V	4/8/12/16 mA	PB7
62	46	43	30	PB8	AI/O	5V	4/8/12/16 mA	PB8
63	47	44	31	VDDA	P	—	—	ADC 模拟电压
64	48	45	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<sub>DD</sub> = V<sub>DD</sub> 电源

2. 5V = 5 V 工作 I/O 类型，PU = 上拉

3. 这些引脚位于 V<sub>DD</sub> 电源域

4. 在 Boot loader 模式下，只能使用 USB 连接通信。

## 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 <sub>DD</sub>	外部主电源供电电压	V <sub>SS</sub> - 0.3	V <sub>SS</sub> + 5.5	V
V <sub>DDIO</sub>	外部 I/O 供电电压	V <sub>SS</sub> - 0.3	V <sub>SS</sub> + 5.5	V
V <sub>DDA</sub>	外部模拟电源供电电压	V <sub>SSA</sub> - 0.3	V <sub>SSA</sub> + 5.5	V
V <sub>IN</sub>	I/O 口输入电压	V <sub>SS</sub> - 0.3	V <sub>DD</sub> + 0.3	V
T <sub>A</sub>	工作温度范围	-40	+85	°C
T <sub>STG</sub>	储存温度范围	-60	+150	°C
T <sub>J</sub>	最大结温	—	+125	°C
P <sub>D</sub>	总功耗	—	500	mW
V <sub>ESD</sub>	静电放电电压 (人体模式)	-4000	+4000	V

### 建议直流工作条件

表 6. 建议直流工作条件

T<sub>A</sub> = 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 <sub>DD</sub>	工作电压	—	2.5	5.0	5.5	V
V <sub>DDIO</sub>	I/O 口电压	—	1.8	5.0	5.5	V
V <sub>DDA</sub>	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<sub>A</sub> = 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 <sub>LDO</sub>	内部稳压器输出电压	调整后, V <sub>DD</sub> ≥ 2.5 V 稳压器输入 @ I <sub>LDO</sub> = 35 mA 且电压变化为 ±5%	1.425	1.5	1.57	V
I <sub>LDO</sub>	输出电流	V <sub>DD</sub> = 2.5 V 稳压器输入 @ V <sub>LDO</sub> = 1.5V	—	30	35	mA
C <sub>LDO</sub>	用于内核电源的外部滤波电容值	电容值取决于内核电源的功耗	1	2.2	—	μF

## 片上 USB 稳压器特性

表 8. USB 稳压器特性

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

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{IN}$	输入工作电压范围	—	2.5	—	5.5	V
$V_{VREGO}$	内部 USB 稳压器输出电压 (调整后)	$V_{IN} \geq 3.6\text{ V}$ 3.3 V VREGVS [1:0] = 00	3.069	3.3	3.531	V
		$V_{IN} \geq 3.4\text{ V}$ 3.0 V VREGVS [1:0] = 01	2.79	3.0	3.21	
		$V_{IN} \geq 4.5\text{ V}$ 4.0 V VREGVS [1:0] = 10	3.72	4.0	4.28	
		$V_{IN} \geq 2.5\text{ V}$ 1.8 V VREGVS [1:0] = 11	1.656	1.8	1.944	
$I_{VREGO}$	输出电流 (稳压器正常模式)	$V_{IN} = 3.6\text{ V}$ 稳压器输入 @ $V_{VREGO} = 3.3\text{ V}$	—	30	50	mA
$V_{VREGOLR}$	输出负载调整率 (稳压器正常模式)	$V_{IN} = 3.6\text{ V}$ 稳压器输入 @ $V_{VREGO} = 3.3\text{ V}$	—	0.1	1	mV/ mA
$C_{VREGO}$	用于内部 USB 稳压器输出的外部电容值 <sup>(1)</sup>	$V_{IN} = 5.5\text{ V}$ 稳压器输入 @ $V_{VREGO} = 3.3\text{ V}$ ; $I_{VREGO} \leq 50\text{ mA}$	1	2.2	—	$\mu\text{F}$
$I_{STATIC}$	静态电流 (稳压器正常模式)	$V_{IN} = 5.5\text{ V}$ @ $V_{VREGO} = 3.3\text{ V}$ , $T_A = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim 85\text{ }^\circ\text{C}$ $I_{VREGO} \leq 50\text{ mA}$	—	30	50	$\mu\text{A}$
$I_{PWD}$	稳压器暂停时电流	$V_{IN} = 5.5\text{ V}$ 稳压器输入	—	—	0.01	$\mu\text{A}$
$t_{SETUP}$	稳压器启动时间	$V_{IN} = 5.5\text{ V}$ , $C_{VREGO} = 2.2\text{ }\mu\text{F}$ $T_A = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim 85\text{ }^\circ\text{C}$	—	—	500	$\mu\text{s}$

- 注：1. 该多层陶瓷电容 (MLCC) 为稳压器的外部电容器。  
2. 因片上 USB 稳压器是内部连接到 USB 驱动器的，因此当 MCU USB 功能激活时，需设置该内部 USB 稳压器为 3.3 V 输出，以保证完整的 USB 电气特性。  
3. 片上 USB 稳压器的参考电压来自内部 1.5 V LDO 带隙参考电压。

## 功耗

表 9. 功耗特性

T<sub>A</sub> = 25 °C, 除非另有规定

符号	参数	f <sub>HCLK</sub>	条件		典型值	最大值 @ 25°C	最大值 @ 85°C	单位	
I <sub>DD</sub>	工作电流 (运行模式)	60 MHz	V <sub>DD</sub> = 5.0 V HSI = 8 MHz PLL = 60 MHz	所有外设使能	17.5	20.0	—	mA	
				所有外设除能	7.6	8.7	—		
		40 MHz	V <sub>DD</sub> = 5.0 V HSI = 8 MHz PLL = 40 MHz	所有外设使能	13.9	15.9	—		
				所有外设除能	7.2	8.3	—		
		20 MHz	V <sub>DD</sub> = 5.0 V HSI = 8 MHz PLL = 20 MHz	所有外设使能	7.1	8.1	—		
				所有外设除能	3.4	3.9	—		
		8 MHz	V <sub>DD</sub> = 5.0 V HSI = 8 MHz PLL = 48 MHz	所有外设使能	3.6	4.1	—		
				所有外设除能	1.5	1.7	—		
		32 kHz	V <sub>DD</sub> = 5.0 V LSI = 32 kHz LDO 为低功耗模式	所有外设使能	32.0	42.4	—		μA
				所有外设除能	27.2	36.0	—		
	工作电流 (休眠模式)	60 MHz	V <sub>DD</sub> = 5.0 V HSI = 8 MHz PLL = 60 MHz	所有外设使能	12.6	14.4	—	mA	
				所有外设除能	1.9	2.2	—		
		40 MHz	V <sub>DD</sub> = 5.0 V HSI = 8 MHz PLL = 40 MHz	所有外设使能	8.6	9.9	—		
				所有外设除能	1.4	1.6	—		
20 MHz		V <sub>DD</sub> = 5.0 V HSI = 8 MHz PLL = 20 MHz	所有外设使能	5.0	5.7	—			
			所有外设除能	1.0	1.2	—			
8 MHz		V <sub>DD</sub> = 5.0 V HSI = 8 MHz PLL = 48 MHz	所有外设使能	2.7	3.1	—			
			所有外设除能	0.5	0.6	—			
工作电流 (深度休眠 模式 1)	—	V <sub>DD</sub> = 5.0 V, All clock off (HSI/HSE/ PLL/LSE), LDO 为低功耗模式, LSI on, RTC on		22.6	34.6	—	μA		
工作电流 (深度休眠 模式 2)	—	V <sub>DD</sub> = 5.0 V, All clock off (HSI/HSE/ PLL/LSE), LDO off, DMOS on, LSI on, RTC on		6.7	10.2	—	μA		

- 注: 1. HSE 表示外部高速振荡器; HSI 表示 8 MHz 内部高速振荡器  
 2. LSE 表示 32.768 kHz 外部低速振荡器; LSI 表示 32 kHz 内部低速振荡器  
 3. RTC 表示实时时钟  
 4. 在 Flash 执行代码: while (1) {208 NOP}

## 复位和电源监控特性

表 10. V<sub>DD</sub> 电源复位特性

T<sub>A</sub> = 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 <sub>POR</sub>	上电复位阈值 (V <sub>DD</sub> 电压上升)	T <sub>A</sub> = -40 °C ~ 85 °C	2.22	2.35	2.48	V
V <sub>PDR</sub>	掉电复位阈值 (V <sub>DD</sub> 电压下降)		2.12	2.2	2.33	V
V <sub>PORHYST</sub>	POR 迟滞	—	—	150	—	mV
t <sub>POR</sub>	复位延迟时间	V <sub>DD</sub> = 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. 若 LDO 开启, 则 V<sub>DD</sub> POR 处于无效状态。当 V<sub>DD</sub> POR 处于有效状态时, LDO 将被关闭。

表 11. LVD / BOD 特性

T<sub>A</sub> = 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 <sub>BOD</sub>	欠压检测电压	已出厂调整, V <sub>DD</sub> 下降沿	2.37	2.45	2.53	V	
V <sub>LVD</sub>	低压检测电压	V <sub>DD</sub> 下降沿	LVDS = 000	2.57	2.65	2.73	V
			LVDS = 001	2.77	2.85	2.93	
			LVDS = 010	2.97	3.05	3.13	
			LVDS = 011	3.17	3.25	3.33	
			LVDS = 100	3.37	3.45	3.53	
			LVDS = 101	4.15	4.25	4.35	
			LVDS = 110	4.35	4.45	4.55	
			LVDS = 111	4.55	4.65	4.75	
V <sub>LVDHST</sub>	LVD 迟滞	V <sub>DD</sub> = 5.0 V	—	—	100	mV	
t <sub>suLVD</sub>	LVD 建立时间	V <sub>DD</sub> = 5.0 V	—	—	—	5 μs	
t <sub>alLVD</sub>	LVD 有效延迟时间	V <sub>DD</sub> = 5.0 V	—	—	—	ms	
I <sub>DDLVD</sub>	工作电流 <sup>(3)</sup>	V <sub>DD</sub> = 5.0 V	—	—	10	20 μA	

注: 1. 数据仅为特性描述结果, 未在生产中测试。

2. 不包括 Bandgap 电流。

3. LVDS 字段位于 PWRCU LVDCSR 寄存器中。



## 外部时钟特性

表 12. 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
$f_{HSE}$	HSE 频率	$V_{DD} = 2.5\text{ V} \sim 5.0\text{ V}$	4	—	16	MHz
$C_{LHSE}$	负载电容值	$V_{DD} = 5.0\text{ V}$ , $R_{ESR} = 100\ \Omega$ @ 16 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 $\Omega$
$R_{ESR}$	等效串联电阻	$V_{DD} = 5.0\text{ V}$ , $C_L = 12\text{ pF}$ @ 16 MHz, $HSEDR = 0$ $V_{DD} = 2.5\text{ V}$ , $C_L = 12\text{ pF}$ @ 16 MHz, $HSEDR = 1$	—	—	110	$\Omega$
$D_{HSE}$	HSE 振荡器占空比	—	40	—	60	%
$I_{DDHSE}$	HSE 振荡器功耗	$V_{DD} = 5.0\text{ V}$ , $R_{ESR} = 100\ \Omega$ , $C_L = 12\text{ pF}$ @ 8 MHz, $HSEDR = 0$ $V_{DD} = 5.0\text{ V}$ , $R_{ESR} = 25\ \Omega$ , $C_L = 12\text{ pF}$ @ 16 MHz, $HSEDR = 1$	—	0.85 3.0	—	mA
$I_{PWDHSE}$	HSE 振荡器暂停时电流	$V_{DD} = 5.0\text{ V}$	—	—	0.01	$\mu\text{A}$
$t_{SUHSE}$	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。

表 13. 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
$f_{CK\_LSE}$	LSE 频率	$V_{DD} = 2.5\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$	—	32.768	—	kHz
$R_F$	内部反馈电阻	—	—	10	—	M $\Omega$
$R_{ESR}$	等效串联电阻	$V_{DD} = 5.0\text{ V}$	30	—	TBD	k $\Omega$
$C_L$	建议负载电容值	$V_{DD} = 5.0\text{ V}$	6	—	TBD	pF
$I_{DDLSE}$	LSE 振荡器工作电流 (高电流模式)	$f_{CK\_LSE} = 32.768\text{ kHz}$ $R_{ESR} = 50\text{ k}\Omega$ , $C_L \geq 7\text{ pF}$ $V_{DD} = 2.5\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ $T_A = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim 85\text{ }^\circ\text{C}$	—	4.0	5.6	$\mu\text{A}$
$I_{DDLSE}$	LSE 振荡器工作电流 (低电流模式)	$f_{CK\_LSE} = 32.768\text{ kHz}$ $R_{ESR} = 50\text{ k}\Omega$ , $C_L < 7\text{ pF}$ $V_{DD} = 2.5\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ $T_A = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim 85\text{ }^\circ\text{C}$	—	3.6	4.5	$\mu\text{A}$
	LSE 振荡器暂停时电流	—	—	—	0.01	$\mu\text{A}$

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{SULSE}$	LSE 振荡器启动时间 (低电流模式)	$f_{CK\_LSE} = 32.768 \text{ kHz}$ $V_{DD} = 2.5 \text{ V} \sim 5.5 \text{ V}$	500	—	—	ms

注：PCB 布局时建议参考以下几点以提高 LSE 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 14. 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	$V_{DD} = 5.0 \text{ V} @ 25 \text{ }^\circ\text{C}$	—	8	—	MHz
$ACC_{HSI}$	出厂校准后 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	$f_{HSI} = 8 \text{ MHz}$	35	—	65	%
$I_{DDHSI}$	HSI 振荡器工作电流	$f_{HSI} = 8 \text{ MHz} @$	—	—	140	$\mu\text{A}$
	HSI 振荡器暂停时电流	$V_{DD} = 2.5 \text{ V} \sim 5.5 \text{ V}$	—	—	0.01	
$t_{SUHSI}$	HSI 振荡器启动时间	$f_{HSI} = 8 \text{ MHz}$	—	—	20	$\mu\text{s}$

表 15. 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
$f_{LSI}$	LSI 频率	$V_{DD} = 5.0 \text{ V},$ $T_A = -40 \text{ }^\circ\text{C} \sim 85 \text{ }^\circ\text{C}$	21	32	43	kHz
$ACC_{LSI}$	LSI 振荡器频率精度	经出厂校准, $V_{DD} = 5.0 \text{ V}$	-10	—	+10	%
$I_{DDLSI}$	LSI 振荡器工作电流	$V_{DD} = 5.0 \text{ V}$	—	0.5	0.8	$\mu\text{A}$
$t_{SULSI}$	LSI 振荡器启动时间	$V_{DD} = 5.0 \text{ V}$	—	—	100	$\mu\text{s}$

## 存储器特性

表 16. 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
$N_{ENDU}$	可擦写次数 (耐久性)	$T_A = -40 \text{ }^\circ\text{C} \sim 85 \text{ }^\circ\text{C}$	20	—	—	K cycle
$t_{RET}$	数据保存时间	$T_A = -40 \text{ }^\circ\text{C} \sim 85 \text{ }^\circ\text{C}$	10	—	—	Year
$t_{PROG}$	字编程时间	$T_A = -40 \text{ }^\circ\text{C} \sim 85 \text{ }^\circ\text{C}$	20	—	—	$\mu\text{s}$
$t_{ERASE}$	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 17. I/O 端口特性

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

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

## A/D 转换器特性

表 18. 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 转换器使能功耗	$V_{DDA} = 5.0\text{ V}$ , 1 Msps	—	1.4	1.5	mA
$I_{ADC\_DN}$	A/D 转换器暂停功耗	$V_{DDA} = 5.0\text{ V}$	—	—	0.1	$\mu\text{A}$
$f_{ADC}$	A/D 转换器时钟频率	—	0.7	—	16	MHz
$f_s$	采样率	—	0.05	—	1	MHz
$t_{DL}$	数据延迟	—	—	12.5	—	$1/f_{ADC}$ Cycle
$t_{S\&H}$	采样 & 保持时间	—	—	3.5	—	$1/f_{ADC}$ Cycle
$t_{ADCCONV}$	A/D 转换器转换时间	ADST [7:0] = 2	—	16	—	$1/f_{ADC}$ Cycle
$R_I$	输入采样开关电阻	—	—	—	1	k $\Omega$
$C_I$	输入采样电容	不包括 pin/pad 电容	—	4	—	pF
$t_{SU}$	启动时间	—	—	—	1	$\mu\text{s}$
N	A/D 转换器分辨率	—	—	12	—	bit
INL	积分非线性误差	$f_s = 750\text{ kHz}$ , $V_{DDA} = 5.0\text{ V}$	—	$\pm 2$	$\pm 5$	LSB
DNL	微分非线性误差	$f_s = 750\text{ kHz}$ , $V_{DDA} = 5.0\text{ V}$	—	$\pm 1$	—	LSB
$E_O$	失调误差	—	—	—	$\pm 10$	LSB
$E_G$	增益误差	—	—	—	$\pm 10$	LSB

注：1. 数据仅为特性描述结果，未在生产中测试。

2. 下图显示了 A/D 转换器采样 - 保持输入级的等效电路，图中  $C_I$  为存储电容， $R_I$  为内部采样开关电阻， $R_S$  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  $3.5/f_{ADC}$ 。在采样阶段，对  $C_I$  充电以确保其两端的电压变得足够接近  $V_S$ 。为了保证这一点， $R_S$  取值会有一些的限制。

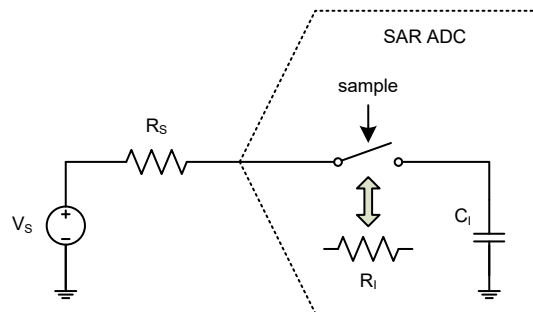


图 8. A/D 转换器采样网络模型

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:

$$R_S < \frac{3.5}{f_{ADC} C_1 \ln(2^{N+2})} - R_I$$

其中， $f_{ADC}$  是 A/D 转换器时钟频率，N 是 A/D 转换器分辨率 (此时  $N = 12$ )。另外需考虑引脚 / 焊盘寄生电容。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。

## GPTM / PWM / SCTM 特性

表 19. GPTM / PWM / SCTM 特性

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

## I<sup>2</sup>C 特性

表 20. I<sup>2</sup>C 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	—	$\mu s$
$f_{SCL(L)}$	SCL 时钟低电平时间	4.5	—	1.125	—	0.45	—	$\mu s$
$t_{FALL}$	SCL 和 SDA 下降沿时间	—	1.3	—	0.34	—	0.135	$\mu s$
$t_{RISE}$	SCL 和 SDA 上升沿时间	—	1.3	—	0.34	—	0.135	$\mu s$
$t_{SU(SDA)}$	SDA 数据建立时间	500	—	125	—	50	—	ns
$t_{H(SDA)}$	SDA 数据保持时间 <sup>(5)</sup>	0	—	0	—	0	—	ns
	SDA 数据保持时间 <sup>(6)</sup>	100	—	100	—	100	—	ns
$t_{VD(SDA)}$	SDA 数据有效时间	—	1.6	—	0.475	—	0.25	$\mu s$
$t_{SU(STA)}$	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. 数据仅为特性描述结果，未在生产中测试。

- 为达到标准模式 100 kHz，外设时钟频率必须高于 2 MHz。
- 为达到快速模式 400 kHz，外设时钟频率必须高于 8 MHz。
- 为达到高速模式 1 MHz，外设时钟频率必须高于 20 MHz。
- 该参数是基于：SEQFILTER = 00 且 COMBFILTEREN = 0 情况。
- 该参数是基于：SEQFILTER = 00 且 COMBFILTEREN = 1 情况。

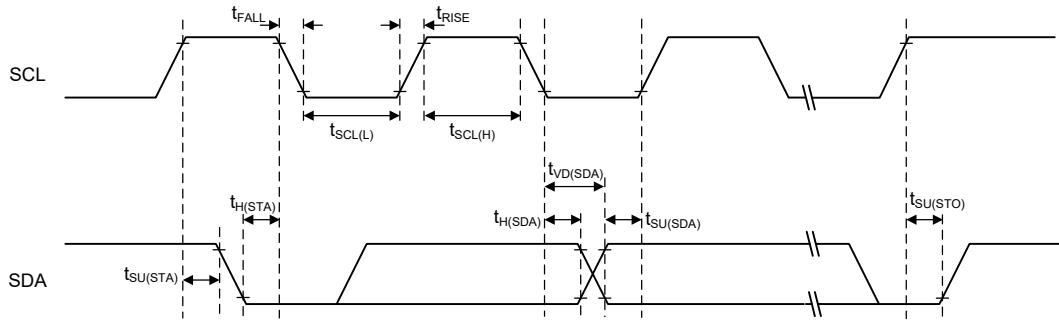


图 9. I<sup>2</sup>C 时序图

## SPI 特性

表 21. SPI 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>SPI 主机模式</b>						
$f_{SCK}$	SPI 主机输出 SCK 时钟频率	主机模式 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
<b>SPI 从机模式</b>						
$f_{SCK}$	SPI 从机输入 SCK 时钟频率	从机模式 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	—	30	—	70	%
$t_{SU(SEL)}$	SEL 使能建立时间	—	$3 \times t_{PCLK}$	—	—	ns
$t_{H(SEL)}$	SEL 使能保持时间	—	$2 \times t_{PCLK}$	—	—	ns
$t_{A(SO)}$	数据输出存取时间	—	—	—	$3 \times t_{PCLK}$	ns
$t_{DIS(SO)}$	数据输出除能时间	—	—	—	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， $t_{PCLK} = 1/f_{PCLK}$ 。

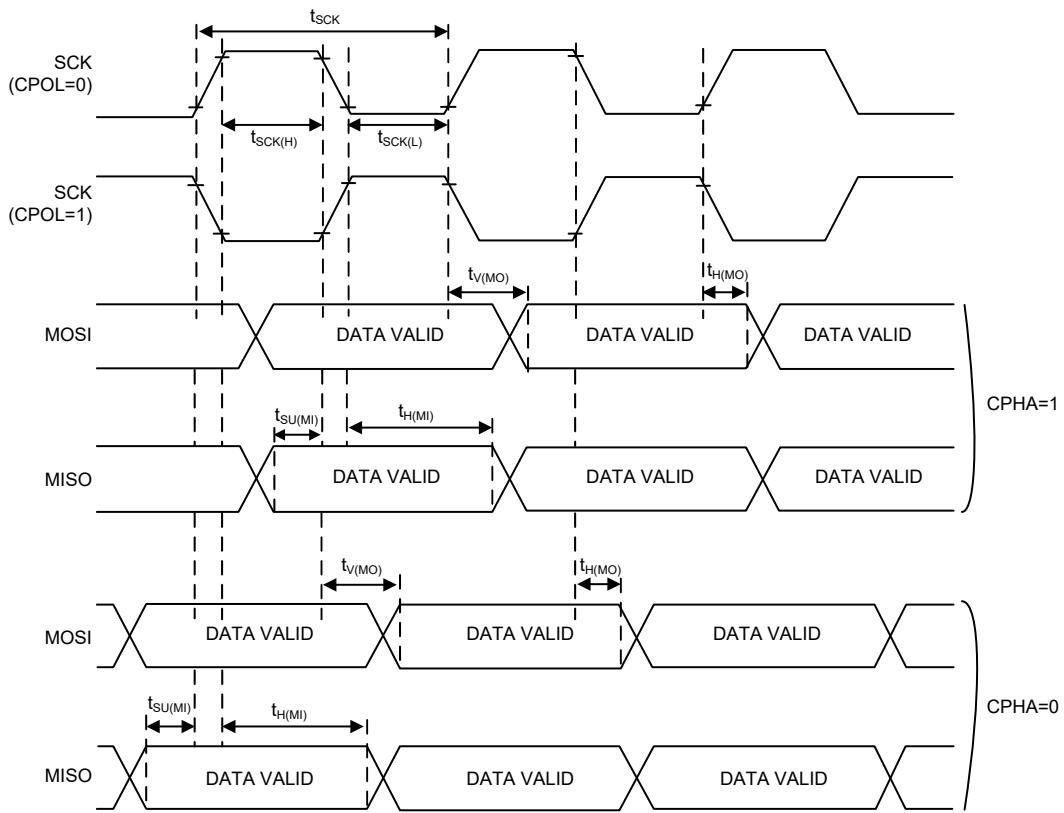


图 10. SPI 时序图 – SPI 主机模式

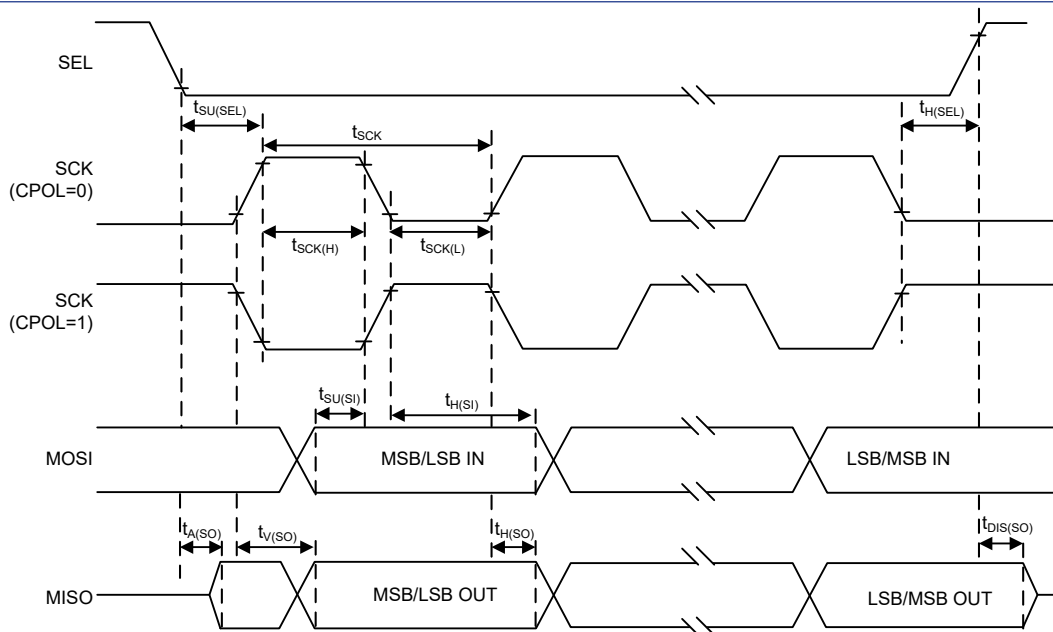


图 11. SPI 时序图 – SPI 从机模式 (CPHA = 1)

## USB 特性

USB 接口符合 USB-IF 认证 - 全速。

表 22. USB 直流电气特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{USB}$	USB 驱动器工作电压	—	3.0	—	3.6	V
$V_{DI}$	微分输入灵敏度	$ USB_{DP}-USB_{DM} $	0.2	—	—	V
$V_{CM}$	共模电压范围	—	0.8	—	2.5	V
$V_{SE}$	单端接收器阈值	—	0.8	—	2.0	V
$V_{OL}$	Pad 输出低电压	连接 1.5k $\Omega$ $R_L$ 到 $V_{REGO}$	0	—	0.3	V
$V_{OH}$	Pad 输出高电压		2.8	—	3.6	V
$V_{CRS}$	微分输出信号交叉点电压		1.3	—	2.0	V
$Z_{DRV}$	驱动器输出电阻值	—	—	10	—	$\Omega$
$C_{IN}$	收发器 Pad 电容值	—	—	—	20	pF

- 注：1. 数据仅为特性描述结果，未在生产中测试。  
 2. 因片上 USB 稳压器是内部连接到 USB 驱动器的，因此当 MCU USB 功能激活时，需设置该内部 USB 稳压器为 3.3 V 输出，以保证完整的 USB 电气特性。  
 3.  $R_L$  为电阻负载，内部连接到 USB 驱动器 USB<sub>DP</sub> 端。

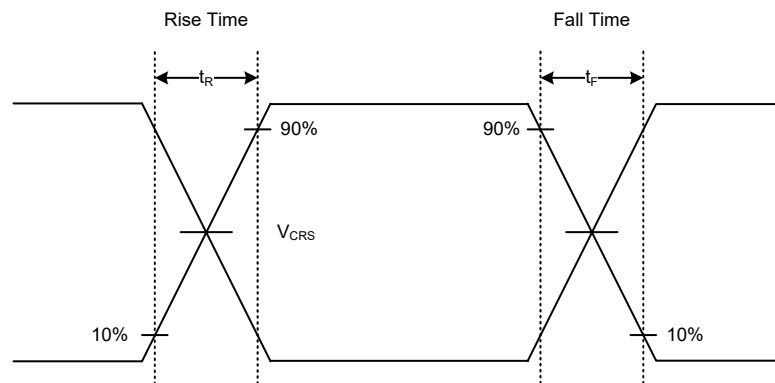


图 12. USB 信号上升时间、下降时间和交叉点电压 ( $V_{CRS}$ ) 定义

表 23. USB 交流电气特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_R$	上升时间	$C_L = 50$ pF	4	—	20	ns
$t_F$	下降时间	$C_L = 50$ pF	4	—	20	ns
$t_{R/F}$	上升时间 / 下降时间匹配度	$t_{R/F} = t_R / t_F$	90	—	110	%



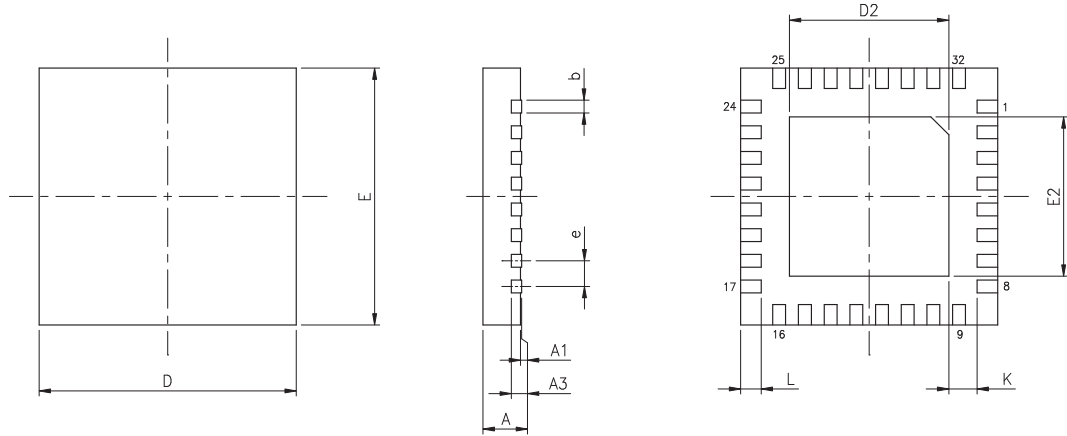
## 6 封装信息

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

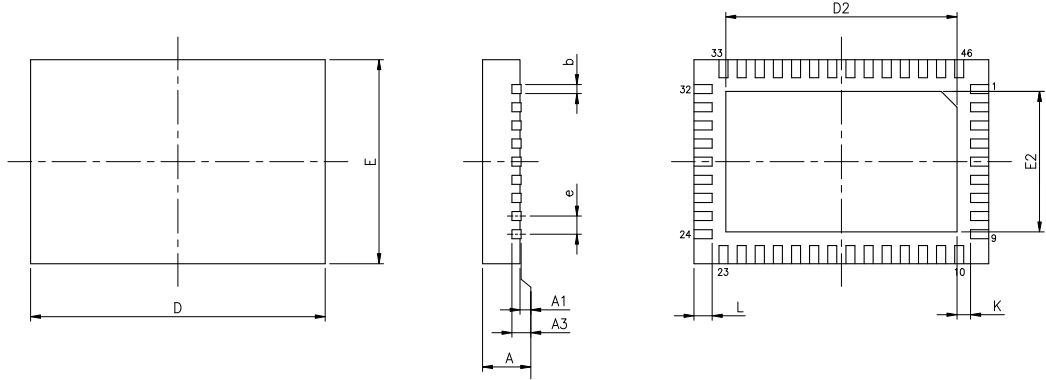
## SAW Type 32-pin QFN (4mm × 4mm × 0.75mm) 外形尺寸



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 REF	—
b	0.006	0.008	0.010
D	—	0.157 BSC	—
E	—	0.157 BSC	—
e	—	0.016 BSC	—
D2	0.100	—	0.108
E2	0.100	—	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 REF	—
b	0.15	0.20	0.25
D	—	4.00 BSC	—
E	—	4.00 BSC	—
e	—	0.40 BSC	—
D2	2.55	—	2.75
E2	2.55	—	2.75
L	0.35	0.40	0.45
K	0.20	—	—

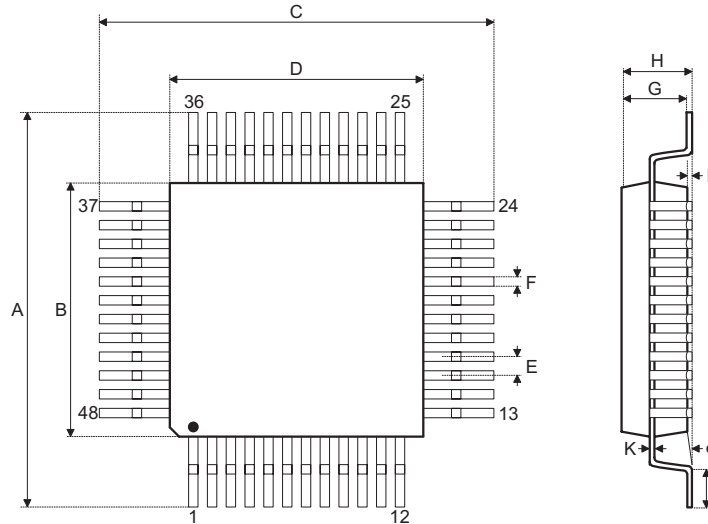
## SAW Type 46-pin QFN (6.5mm × 4.5mm × 0.75mm) 外形尺寸



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 REF	—
b	0.006	0.008	0.010
D	—	0.256 BSC	—
E	—	0.177 BSC	—
e	—	0.016 BSC	—
D2	0.197	—	0.205
E2	0.118	—	0.126
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 REF	—
b	0.15	0.20	0.25
D	—	6.50 BSC	—
E	—	4.50 BSC	—
e	—	0.40 BSC	—
D2	5.00	—	5.20
E2	3.00	—	3.20
L	0.35	0.40	0.45
K	0.20	—	—

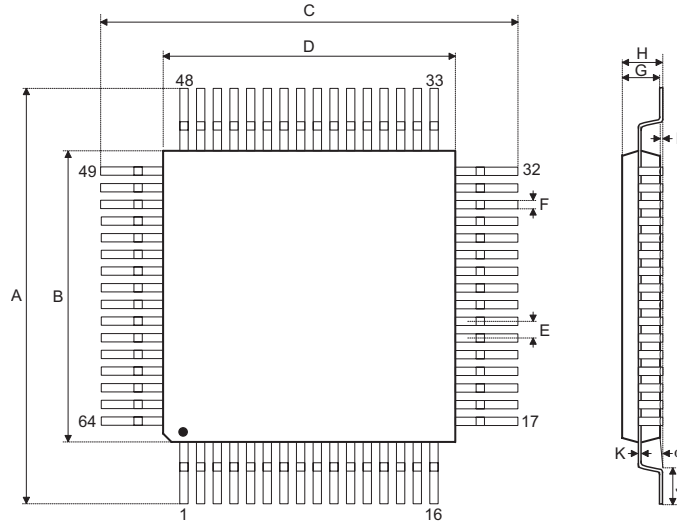
## 48-pin LQFP (7mm × 7mm) 外形尺寸



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
$\alpha$	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
$\alpha$	0°	—	7°

## 64-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	—	0.016 BSC	—
F	0.005	0.007	0.009
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
$\alpha$	0°	—	7°

符号	尺寸 (单位: mm)		
	最小值	典型值	最大值
A	—	9.00 BSC	—
B	—	7.00 BSC	—
C	—	9.00 BSC	—
D	—	7.00 BSC	—
E	—	0.40 BSC	—
F	0.13	0.18	0.23
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
$\alpha$	0°	—	7°

Copyright© 2023 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC. All Rights Reserved.

本文件出版时 HOLTEK 已针对所载信息为合理注意，但不保证信息准确无误。文中提到的信息仅是提供作为参考，且可能被更新取代。HOLTEK 不担保任何明示、默示或法定的，包括但不限于适合商品化、令人满意的质量、规格、特性、功能与特定用途、不侵害第三方权利等保证责任。HOLTEK 就文中提到的信息及该信息之应用，不承担任何法律责任。此外，HOLTEK 并不推荐将 HOLTEK 的产品使用在会由于故障或其他原因而可能会对人身安全造成危害的地方。HOLTEK 特此声明，不授权将产品使用于救生、维生或安全关键零部件。在救生 / 维生或安全应用中使用 HOLTEK 产品的风险完全由买方承担，如因该等使用导致 HOLTEK 遭受损害、索赔、诉讼或产生费用，买方同意出面进行辩护、赔偿并使 HOLTEK 免受损害。HOLTEK (及其授权方，如适用) 拥有本文件所提供信息 (包括但不限于内容、数据、示例、材料、图形、商标) 的知识产权，且该信息受著作权法和其他知识产权法的保护。HOLTEK 在此并未明示或暗示授予任何知识产权。HOLTEK 拥有不事先通知而修改本文件所载信息的权利。如欲取得最新的信息，请与我们联系。