



带 ARM® Cortex™-M3 内核的 Holtek 32-Bit 单片机

# HT32F1755/HT32F1765/HT32F2755 产品规格书

版本: V1.20 日期: 2014-06-03

[www.holtek.com](http://www.holtek.com)

## 目 录

<b>1 总述 .....</b>	<b>6</b>
<b>2 特性 .....</b>	<b>7</b>
核心 .....	7
片上存储器 .....	7
Flash 存储器控制器 .....	7
复位控制单元 .....	7
时钟控制单元 .....	8
电源管理 .....	8
模拟数字转换器 .....	8
模拟运算放大器 / 比较器 .....	8
I/O 端口 .....	9
PWM 产生和捕捉定时器 – GPTM .....	9
马达控制定时器 – MCTM .....	9
基本功能计数器 – BFTM .....	10
看门狗定时器 .....	10
实时时钟 .....	10
内部集成电路 – I <sup>2</sup> C .....	10
串行外设接口 – SPI .....	11
通用同步异步收发器 – USART .....	11
智能卡接口 – SCI .....	11
外设直接存储器访问 – PDMA .....	12
通用串行总线设备控制器 – USB .....	12
CMOS 传感器接口 – CSIF ( 仅适用于 HT32F2755 ) .....	12
调试支持 .....	13
封装和工作温度 .....	13
<b>3 概述 .....</b>	<b>14</b>
单片机信息 .....	14
方框图 .....	15
存储器映射 .....	16
时钟结构 .....	17
引脚图 .....	18

<b>4 电气特性 .....</b>	<b>25</b>
极限参数 .....	25
直流特性 .....	25
片上 LDO 稳压器特性 .....	25
功耗 .....	26
复位和电源监控特性 .....	26
外部时钟特性 .....	27
内部时钟特性 .....	28
PLL 特性 .....	28
存储器特性 .....	28
I/O 口特性 .....	29
ADC 特性 .....	30
运算放大器 / 比较器特性 .....	32
GPTM/MCTM 特性 .....	32
I <sup>2</sup> C 特性 .....	33
SPI 特性 .....	34
CSIF 特性 .....	35
USB 特性 .....	36
<b>5 封装 .....</b>	<b>37</b>
SAW Type 48-pin QFN (6mm×6mm) 外形尺寸 .....	38
48-pin LQFP (7mm×7mm) 外形尺寸 .....	39
64-pin LQFP (7mm×7mm) 外形尺寸 .....	40
100-pin LQFP (14mm×14mm) 外形尺寸 .....	41

表格列表

表 1. HT32F1755/1765/2755 系列的特性和外设列表 ..... 14

表 2. HT32F1755/1765/2755 引脚描述 ..... 21

表 3. 极限参数 ..... 25

表 4. 直流工作条件 ..... 25

表 5. LDO 特性 ..... 25

表 6. 功耗特性 ..... 26

表 7. LVD/BOD 特性 ..... 26

表 8. 外部高速时钟 (HSE) 特性 ..... 27

表 9. 外部低速时钟 (LSE) 特性 ..... 27

表 10. 内部高速时钟 (HSI) 特性 ..... 28

表 11. 内部低速时钟 (LSI) 特性 ..... 28

表 12. PLL 特性 ..... 28

表 13. Flash 存储器特性 ..... 28

表 14. I/O 口特性 ..... 29

表 15. ADC 特性 ..... 30

表 16. OPA/CMP 特性 ..... 32

表 17. GPTM/MCTM 特性 ..... 32

表 18. I²C 特性 ..... 33

表 19. SPI 特性 ..... 34

表 20. CSIF 特性 ..... 35

表 21. USB DC 电气特性 ..... 36

表 22. USB AC 电气特性 ..... 36

表格列表

图列表

图 1. HT32F1755/1765/2755 方框图 ..... 15

图 2. HT32F1755/1765/2755 存储器映射 ..... 16

图 3. HT32F1755/1765/2755 时钟结构图 ..... 17

图 4. HT32F1755/1765/2755 48-QFN/LQFP 引脚图 ..... 18

图 5. HT32F1755/1765/2755 64-LQFP 引脚图..... 19

图 6. HT32F1755/1765/2755 100-LQFP 引脚图..... 20

图 7. ADC 采样网络的模板 ..... 31

图 8. I²C 时序图 ..... 33

图 9. SPI 时序图 – SPI 主机模式..... 34

图 10. SPI 时序图 – SPI 从机模式且 CPHA=1 ..... 35

图 11. USB 信号上升时间和下降时间以及交叉点电压 (V<sub>CRS</sub>) 规定..... 36

图  
列  
表

# 1 总述

HT32F1755/1765/2755 系列的 Holtek 单片机是一款基于 ARM® Cortex™-M3 处理器内核的 32 位高性能低功耗单片机。Cortex™-M3 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。

HT32F1755/1765/2755 单片机可借助 Flash 加速器工作在高达 72MHz 的频率下, 以获得最大的效率。它提供 128KB 的嵌入式 Flash 存储器用作程序 / 数据存储, 64KB 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 ADC, I<sup>2</sup>C, USART, SPI, PDMA, GPTM, MCTM, SCI, CSIF, USB2.0 FS, SWJ-DP (串行线和 JTAG 调试端口) 等。在唤醒延迟和功耗方面, 几种省电模式提供了具有灵活性的最优化方案, 此举在低功耗应用方面尤为值得考虑。

以上这些特性使 HT32F1755/1765/2755 单片机可以广泛地适用于各种应用, 如大型家用电器和应用控制, 电源监控, 报警系统, 消费领域, 手持式设备, 数据记录应用, 马达控制和指纹识别等。



## 2 特性

### 核心

- 32 位 ARM® Cortex™-M3 处理器内核
- 高达 72MHz 的工作频率
- 1.25 DMIPS/MHz (Dhrystone 2.1)
- 单周期乘法和硬件除法
- 集成嵌套向量中断控制器 (NVIC)
- 24 位 SysTick 定时器

Cortex™-M3 处理器是一种通用的 32 位处理器内核，特别适合要求高性能和低功耗单片机的产品。它提供了许多新功能如 Thumb-2 指令集，硬件除法，低延迟的中断响应时间，原子位带访问和多个同时访问的总线。Cortex™-M3 处理器基于 ARMv7 架构，同时支持 Thumb 和 Thumb-2 指令集。

### 片上存储器

- 128KB 片上 Flash 存储器用作指令 / 数据和选项的存储
- 高达 64KB 片上 SRAM
- 支持多种启动模式

ARM® Cortex™-M3 处理器的结构是哈佛架构，可以使用不同的总线获得指令和加载 / 存储数据。指令代码和数据都位于相同的内存地址空间，但在不同的地址范围。Cortex™-M3 的最大地址范围是 4GB，因为它具有 32 位总线地址宽度。此外，预先定义的内存映射由 Cortex™-M3 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。但是，一些区域使用了 ARM® Cortex™-M3 系统外设。更多信息请参考 ARM® Cortex™-M3 技术参考手册。图 2 显示了 HT32F1755/1765/2755 系列单片机的内存映射，包括代码，SRAM，外设和其它预先定义的区域。

### Flash 存储器控制器

- Flash 加速器获得最大效率
- 具有在系统编程 (ISP) 和在应用编程 (IAP) 的 32 位字编程功能
- 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和预抓取缓存器。由于 Flash 存储器访问速度比 CPU 慢，故提供一个带有预抓取缓存器的宽访问接口来减少 CPU 指令执行延迟的等待时间。Flash 存储器还提供字编程 / 页擦除功能。

### 复位控制单元

- 电源监控：
  - 上电复位 – POR
  - 欠压检测器 – BOD
  - 可编程低电压检测器 – 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。系统复位复位了处理器内核和除 SWJ-DP 控制器以外的的外设 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

- 外部 4 ~ 16MHz 晶振
- 外部 32,768Hz 晶振
- 在工作电压为 3.3V，工作温度为 25℃ 下，内部 8MHz RC 振荡器精度可调整至 ±2%
- 内部 32kHz RC 振荡器
- 集成系统时钟 PLL
- 用作外设时钟源的独立的时钟门控位

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)，锁相环 (PLL)，HSE 时钟监控，时钟预分频器，时钟倍频和时钟门电路。AHB、APB 和 Cortex™-M3 的时钟来源于系统时钟 (CK\_SYS)，而系统时钟可以来自 HSI、HSE 或 PLL。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。系统内核时钟 (CK\_AHB) 的最大工作频率高达 72 MHz。

## 电源管理

- 采用 3.3V 单电源：2.7V ~ 3.6V
- 集成 1.8V LDO 稳压器用作内核和外设电源
- V<sub>BAT</sub> 电池供电给 RTC 和备用寄存器
- 三个电源域：3.3V、1.8V 和备用
- 四种省电模式：休眠模式，深度休眠模式 1，深度休眠模式 2，暂停模式

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，暂停模式。这些工作模式可以降低功耗，并允许应用程序在 CPU 运行时间，速度与功耗相互冲突时达到最佳平衡。

## 模拟数字转换器

- 12 位 SAR ADC 引擎
- 高达 1Msps 转换速率 – 1μs @ 56MHz, 1.17μs @ 72MHz
- 8 个外部模拟输入通道
- 电源电压范围：2.7V ~ 3.6V
- 转换范围：V<sub>REF+</sub> ~ V<sub>REF-</sub>

单片机内部集成一个 12 位多通道 ADC，总共有 10 个通道，包括 8 个提供模拟信号的外部通道和 2 个内部通道。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。该 ADC 可工作在单次转换，连续和非连续转换模式。

## 模拟运算放大器 / 比较器

- 两个运算放大器或两个比较器功能由软件配置
- 电源电压范围：2.7V ~ 3.6V

该系列单片机具有两个运算放大器 / 比较器 (OPA/CMP)。运算放大器或模拟比较器都是可配置的。当被配置成比较器，它们可以产生 NVIC 中断。



## I/O 端口

- 多达 80 个通用输入 / 输出口 (GPIO)
- 端口 A, B, C, D, E 被映射为 16 个外部中断 – EXTI
- 除了与模拟输入共用的引脚外，几乎所有的 I/O 引脚都是 5V 容差

单片机有多达 80 个通用 I/O 引脚 (GPIO)，即 PA0~PA15 至 PE0~PE15，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，来扩大灵活性以及满足一系列广泛的应用需求。

在封装上 GPIO 引脚与其它复用功能引脚共用，以获得最大的灵活性。通过配置相应的寄存器，GPIO 口可以被用作复用功能的输入或输出引脚。

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。

## PWM 产生和捕捉定时器 – GPTM

- 两个 16 位的通用定时器 – GPTM
- 每个 GPTM 有 4 通道 PWM 比较输出或输入捕捉功能
- 外部触发输入

通用定时器 GPTM0 和 GPTM1 包括一个 16 位向上 / 向下计数器，4 个 16 位捕捉 / 比较寄存器 (CCR)，一个 16 位计数器重载寄存器 (CRR) 和多个控制 / 状态寄存器。它们可用于多种用途，包括普通计时，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 支持的编码器接口是带有两个输入端口的解码器。

## 马达控制定时器 – MCTM

- 一个 16 位向上，向下，向上 / 向下自动重载计数器
- 16 位可编程分频器，允许对计数器时钟频率进行 1 ~ 65536 之间任何因数的分频
- 输入捕捉功能
- 比较匹配输出
- 边沿对齐和中心对齐模式的 PWM 波形
- 单脉冲输出
- 带有可编程死区插入功能的互补输出
- 编码器接口控制器，具有两个使用正交解码器的输入口
- 支持 3 相马达控制和霍尔传感器接口
- 暂停输入可强制将定时器的输出信号进入复位或固定状态

马达控制计数器包括一个 16 位向上 / 向下计数器，4 个 16 位捕捉 / 比较寄存器 (CCR)，一个 16 位计数器重载寄存器 (CRR)，一个 8 位重复计数器和多个控制 / 状态寄存器。它们可用于多种用途，包括输入信号脉冲宽度测量或输出波形产生，如比较匹配输出，PWM 输出或带死区插入功能的 PWM 互补输出。MCTM 支持的编码器接口控制器是一个带有两个输入端口的增量式编码器。MCTM 能够提供用于马达控制，霍尔传感器接口和制动输入的全功能。

## 基本功能计数器 – BFTM

- 两个 32 位比较 / 匹配向上计数器 – 无 I/O 控制特性
- 单次模式 – 一个匹配条件发生后停止计数
- 重复模式 – 一个匹配条件发生后重新开始计数

基本功能计数器是一个简单的 32 位向上计数器, 可用来测量时间间隔以及产生单次或重复中断。BFTM 可工作在两种功能模式下, 重复模式和单次模式。在重复模式中, 当一个比较匹配事件发生时, BFTM 将重启计数器。BFTM 也支持单次模式, 当一个比较匹配事件发生时, 计数器将停止计数。

## 看门狗定时器

- 带 3 位预分频器的 12 位向下计数器
- 系统中断或复位事件
- 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, 可用于检测因软件故障导致的系统故障。它包括一个 12 位向下计数器, 一个预分频器, 一个 WDT 计数器值寄存器, WDT 增量值寄存器, 中断相关电路, WDT 操作控制电路和 WDT 保护机制。看门狗定时器可工作在中断模式或复位模式。当计数器向下计数且计数到零时, 看门狗定时器会产生中断或复位。如果软件在看门狗定时器溢出前没有重载计数器的值, 定时器溢出时将产生中断或者复位。此外, 当计数器值大于或等于 WDT 增量值时, 如果软件重新加载计数器, 中断或复位也会产生。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以被停止。该寄存器写保护功能可以开启, 以防止看门狗定时器配置的突然改变。

## 实时时钟

- 带可编程分频器的 32 位向上计数器
- 报警功能
- 中断和唤醒事件

实时时钟, RTC 电路包括 APB 接口, 一个 32 位向上计数器, 控制寄存器, 预分频器, 比较寄存器和状态寄存器。RTC 电路大多位于备份域, 除了 APB 接口位于 V<sub>DD18</sub> 电源域。因此, 隔离来自电源控制单元的 ISO 信号当 V<sub>DD18</sub> 电源域掉电即单片机进入暂停模式, 是有必要的。RTC 计数器被用作唤醒定时器使系统从暂停模式中恢复。

## 内部集成电路 – I<sup>2</sup>C

- 支持 1MHz 频率下的主从模式
- 提供仲裁功能和时钟同步
- 支持 7 位和 10 位寻址模式和一般呼叫寻址
- 支持带可屏蔽地址的从机多次寻址模式

I<sup>2</sup>C 模块是一个允许与外部 I<sup>2</sup>C 接口通讯的内部电路, 而外部 I<sup>2</sup>C 接口是一个行业标准, 用于连接外部硬件的双线串行接口。这两根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: (1). 标准模式下 100kHz, (2). 快速模式下 400kHz, (3). 高速模式下 1MHz。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传输和接收。I<sup>2</sup>C 模块还具有仲裁检测功能, 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

- 支持主从模式
- 频率高达 36MHz 的 SPI 接口用于主机模式和频率高达 18MHz 的 SPI 接口用于从机模式
- FIFO 深度：8 级
- 多个主机和多个从机

串行外设接口 SPI 提供了一个 SPI 协议：主从模式下数据传输和接收功能。SPI 接口使用 4 个引脚，其中有串行数据输入线 MOSI 和输出线 MISO，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。为了接收数据字节，流数据位被锁存在特定的时钟边沿，被存储在数据寄存器或 RX FIFO。数据传输也是通过类似的方式，但以相反的顺序。多主机应用提供了模式故障检测功能。

## 通用同步异步收发器 – USART

- 工作频率高达 4.5MHz
- 同时支持异步和时钟同步串行通信模式
- IrDA SIR 编码器和解码器
- 具有输出使能控制的 RS485
- 全调制解调器功能用于 USART0
- 自动硬件流程控制模式 – RTS, CTS
- FIFO 深度：16×9 位接收器和发送器

通用同步异步收发器 USART 提供了一个灵活的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 标准通讯。USART 外设功能支持五种类型的中断，包括线路状态中断，发送 FIFO 空中断，接收器门限电平到达中断，溢出中断和调制解调器状态中断。USART 模块包括一个 16 字节的发送器 FIFO(TX\_FIFO) 和一个 16 字节的接收器 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，帧和中断事件造成的错误状况。

USART 有一个可编程的波特率发生器，能将 CK\_AHB 分频，产生 USART 发送器和接收器的时钟。

## 智能卡接口 – SCI

- 支持 ISO 7816-3 标准
- 字符模式
- 一个发送缓存器和一个接收缓存器
- 11 位 ETU (基本时间单元) 计数器
- 9 位保护时间计数器
- 24 位通用等待时间计数器
- 奇偶产生和校验
- 字符重复功能在发送和接收模式下发生奇偶校验错误时自动被激活

智能卡接口符合 ISO 7816-3 标准，其包括卡插入 / 移除检测，SCI 数据传输控制逻辑和数据缓存器，内部定时计数器和用于执行所有与智能卡操作相关的控制逻辑电路。智能卡接口可充当智能读卡器，便于与外界智能卡通信。智能卡接口的所有功能是通过一系列寄存器来控制的，包括控制和状态寄存器以及产生用于引起单片机注意 SCI 发送状态的多个相关中断。

## 外设直接存储器访问 – PDMA

- 12 个带触发源分组的通道
- 支持单独和块传输模式
- 8/16/32 位宽度数据传输
- 支持地址递增，递减和固定模式
- 4 层可编程通道优先级
- 自动重载模式
- 支持的触发源包括：CSIF, ADC, SPI, USART, I<sup>2</sup>C, GPTM, MCTM, SCI 和软件触发

外设直接存储器访问控制器，PDMA，可在外围器件 (USART, SPI, ADC, GPTM, MCTM, CSIF, I<sup>2</sup>C 和 SCI, 软件模式下的 CPU) 与位于 AHB 总线的系统存储器之间进行数据转移。每个 PDMA 通道有一个源地址，目的地址，块长度和传输计数器。PDMA 可以排除 CPU 干扰且能避免执行中断服务程序。由于无需软件参与数据转移操作，这样可提高系统性能。

## 通用串行总线设备控制器 – USB

- 符合 USB 2.0 全速 (12Mbps) 规范
- 片上 USB 全速收发器
- 1 个控制端点 (EP0) 控制传输
- 3 个独立缓存端点，可用于批量和中断传输
- 4 个双缓存端点，可用于批量，中断和同步传输
- 1024 字节 EP-SRAM 被用作端点数据缓存器

USB 设备控制器符合 USB 2.0 全速规范。有一个控制端点 0 和七个可配置端点。1024 字节 SRAM 被用作端点缓存器。每个端点缓存器大小可通过相关寄存器编程设置，极大地提高了各种应用的灵活性。内置 USB 全速收发器有助于减少整个系统的复杂性和成本。USB 功能模块还具有恢复和暂停特性，以满足低功耗需求。

## CMOS 传感器接口 – CSIF (仅适用于 HT32F2755)

- 高达 2048×2048 输入分辨率
- 支持 8 位 YUV422 和 Raw RGB 格式
- 高达 24MHz 输入像素时钟频率
- 多种 VSYNC 和 HSYNC 设置，可用于图像捕捉
- 硬件窗口捕捉功能
- 局部硬件子采样功能
- 两个容量为 8×32 位 FIFO，可通过 PDMA 或 CPU 读取。

CMOS 传感器接口，另外也被称为 CSIF，提供了一个从 CMOS 传感器进行图像捕捉的接口。单片机通过 CMOS 传感器接口直接与 CMOS 传感器连接。CSIF 支持垂直 SYNC 和水平 SYNC 两种模式用于图像捕捉的应用。CSIF 包括窗口捕捉，子采样功能以及两个容量为 8×32 位 FIFO，用来存储通过外设直接存储器访问电路 (PDMA) 传送到内部 SRAM 中的数据。CSIF 不支持图像数据转换或解码，而支持从 CMOS 传感器传输到内部 SRAM 接收到的图像数据。

## 调试支持

- 串行线或 JTAG 调试端口 SWJ-DP
- 6 个指令比较器和 2 个用于硬件断点或代码 / 文字修补的文字比较器
- 4 个用于硬件观察点的比较器
- 1 位异步跟踪 – TRACESWO

## 封装和工作温度

- 48/64/100-pin LQFP, 48-pin QFN 封装
- 工作温度: -40°C to +85°C

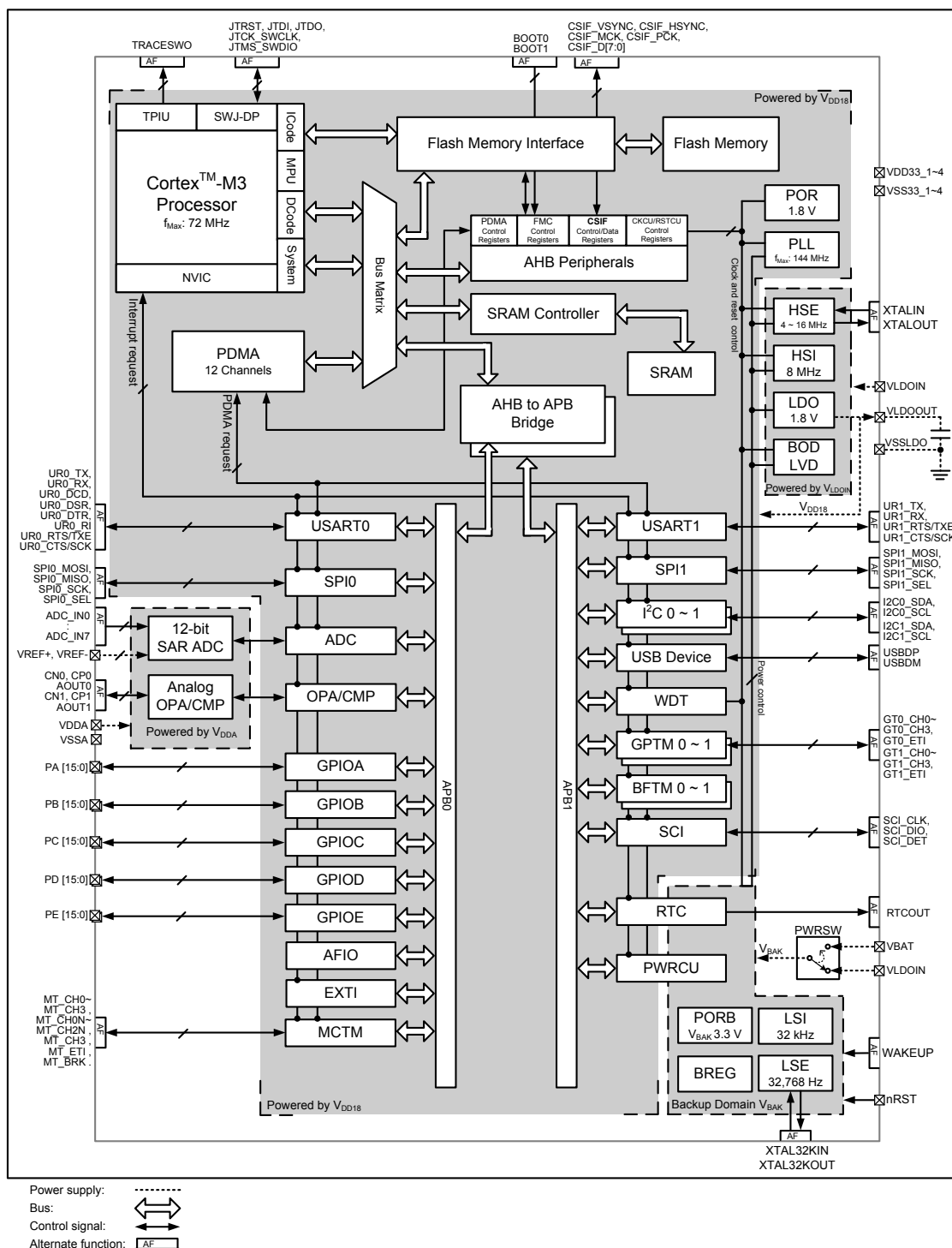
# 3 概述

## 单片机信息

表 1. HT32F1755/1765/2755 系列的特性和外设列表

外设		HT32F1755	HT32F1765	HT32F2755
主 Flash (KB)		127	127	127
选项字节 Flash (KB)		1	1	1
SRAM (KB)		32	64	64
定时器	MCTM	1		
	GPTM	2		
	BFTM	2		
	RTC	1		
	WDT	1		
通信	CSIF	—	—	1
	USB	1		
	SCI	1		
	USART	2		
	SPI	2		
	I <sup>2</sup> C	2		
GPIO		多达 80		
EXTI		16		
12 位 ADC 通道总数		1 8 个通道		
OPA/ 比较器		2		
CPU 频率		高达 72MHz		
工作电压		2.7V ~ 3.6V		
工作温度		-40°C ~ +85°C		
封装		48/64/100-pin LQFP, 48-pin QFN		

## 方框图



注：AHB 外部功能，CSIF，仅适用于单片机 HT32F2755。

图 1. HT32F1755/1765/2755 方框图

## 存储器映射

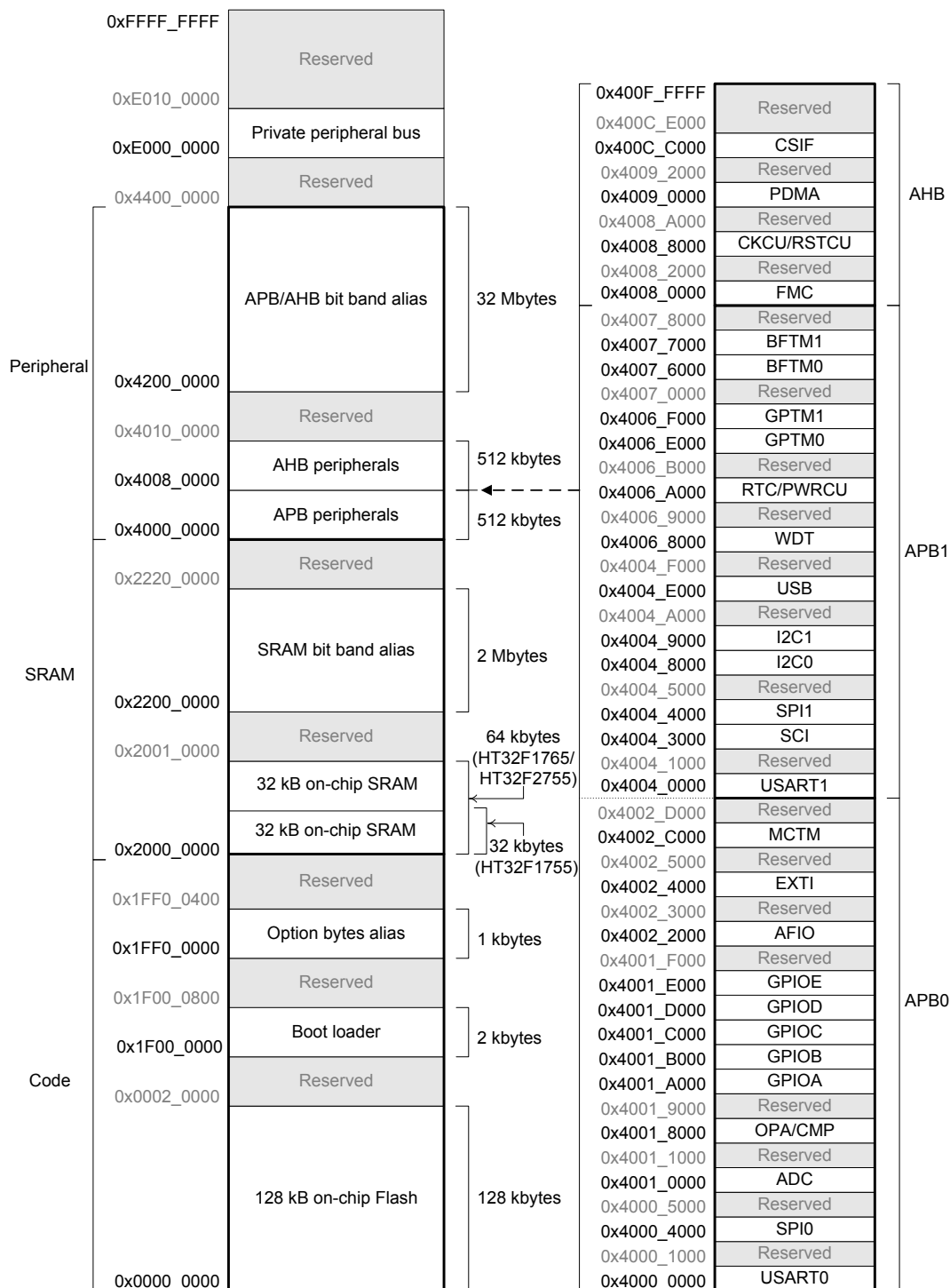


图 2. HT32F1755/1765/2755 存储器映射



## 时钟结构

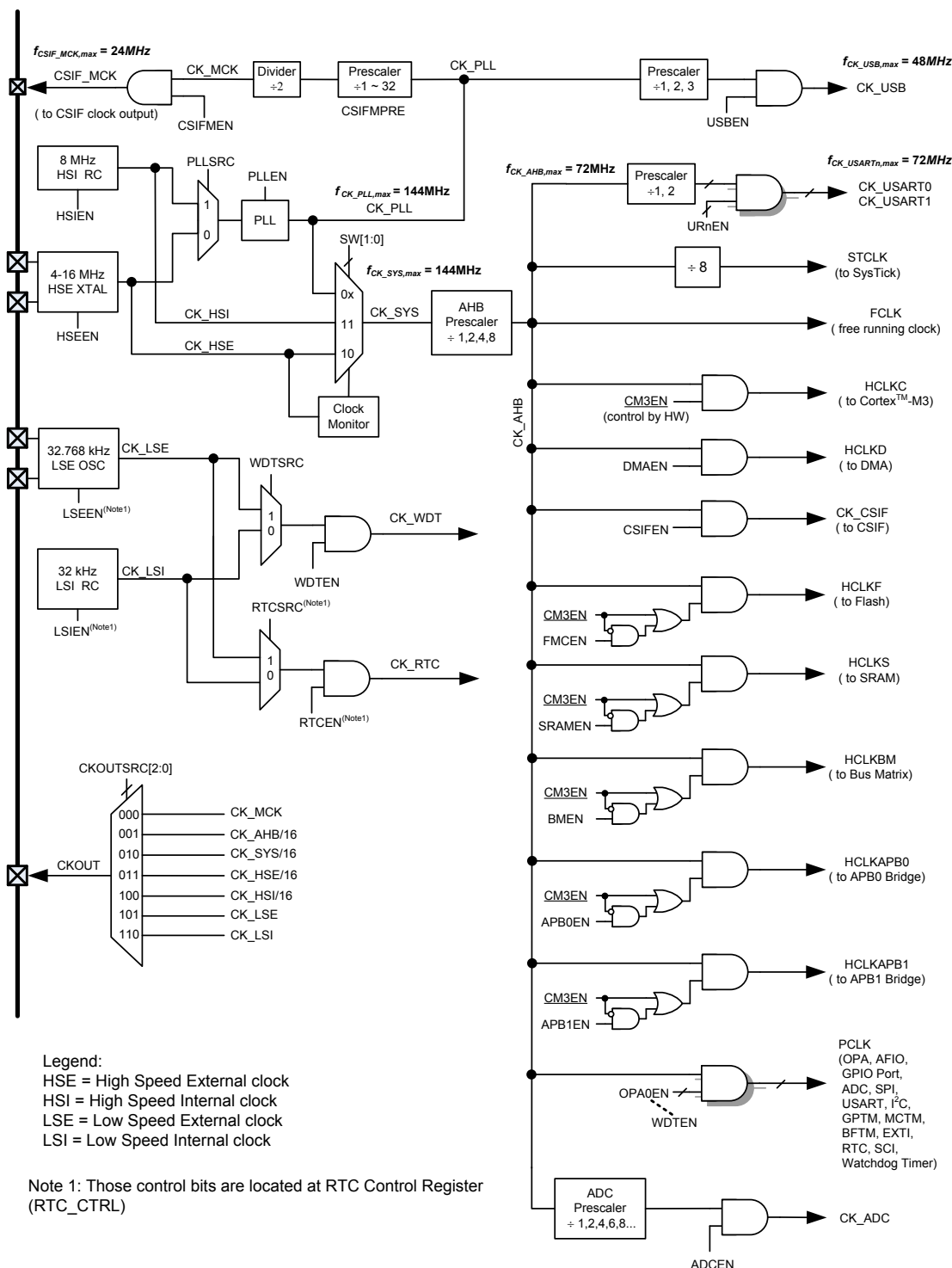


图 3. HT32F1755/1765/2755 时钟结构图

## 引脚图

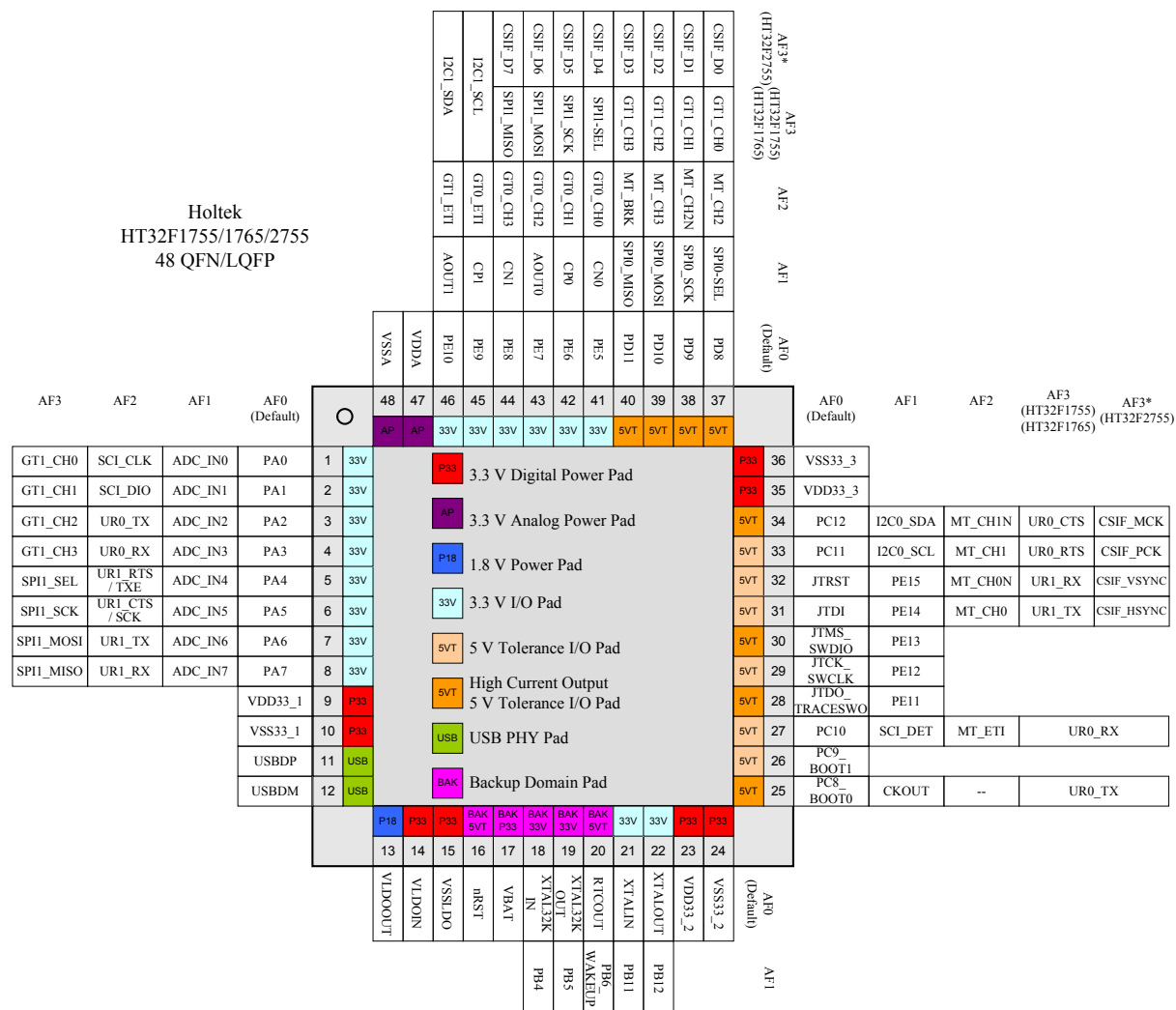


图 4. HT32F1755/1765/2755 48-QFN/LQFP 引脚图

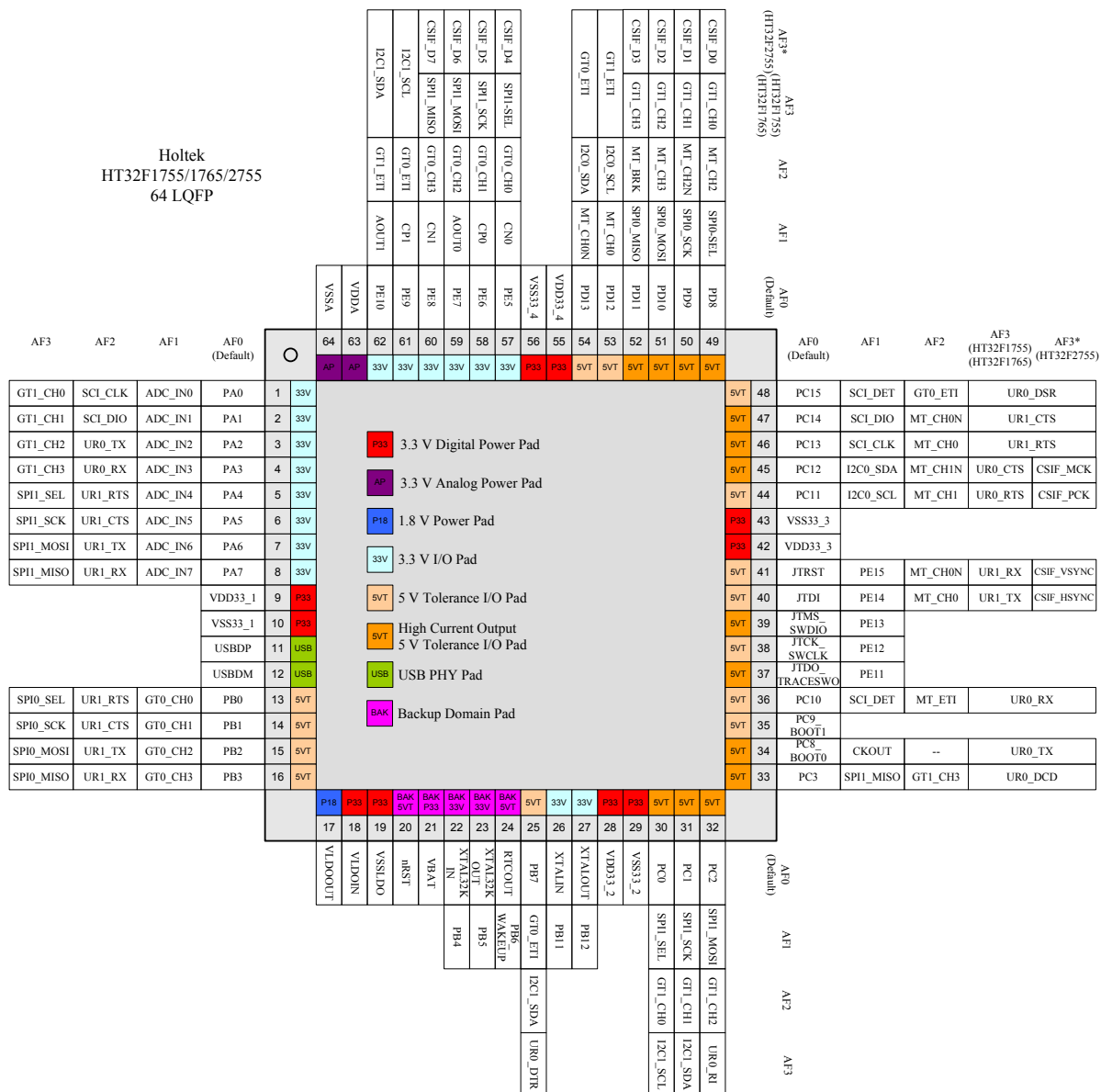


图 5. HT32F1755/1765/2755 64-LQFP 引脚图

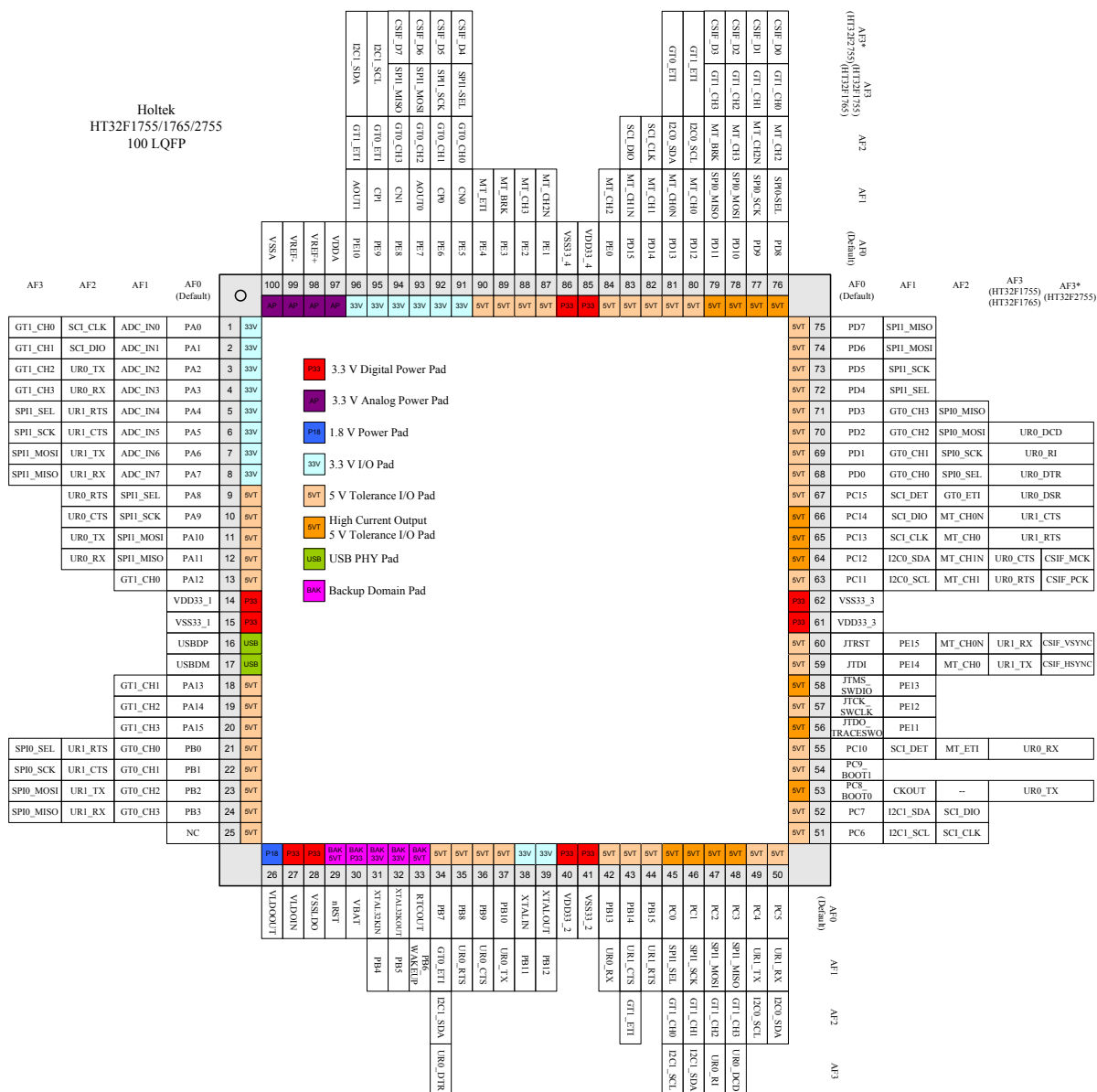


图 6. HT32F1755/1765/2755 100-LQFP 引脚图

表 2. HT32F1755/1765/2755 引脚描述

引脚名称	引脚			类型 (注 1)	IO 电平 (注 2)	描述				
	48 QFN LQFP	64 LQFP	100 LQFP			默认功能 (AF0)	AF1	AF2	AF3 (HT32F1755) (HT32F1765)	AF3 (HT32F2755)
PA0	1	1	1	AI/O	—	PA0	ADC_IN0	SCI_CLK	GT1_CH0	GT1_CH0
PA1	2	2	2	AI/O	—	PA1	ADC_IN1	SCI_DIO	GT1_CH1	GT1_CH1
PA2	3	3	3	AI/O	—	PA2	ADC_IN2	UR0_TX	GT1_CH2	GT1_CH2
PA3	4	4	4	AI/O	—	PA3	ADC_IN3	UR0_RX	GT1_CH3	GT1_CH3
PA4	5	5	5	AI/O	—	PA4	ADC_IN4	UR1_RTS /TXE	SPI1_SEL	SPI1_SEL
PA5	6	6	6	AI/O	—	PA5	ADC_IN5	UR1_CTS /SCK	SPI1_SCK	SPI1_SCK
PA6	7	7	7	AI/O	—	PA6	ADC_IN6	UR1_TX	SPI1_MOSI	SPI1_MOSI
PA7	8	8	8	AI/O	—	PA7	ADC_IN7	UR1_RX	SPI1_MISO	SPI1_MISO
PA8	—	—	9	I/O	5V-T	PA8	SPI1_SEL	UR0_RTS /TXE	—	—
PA9	—	—	10	I/O	5V-T	PA9	SPI1_SCK	UR0_CTS /SCK	—	—
PA10	—	—	11	I/O	5V-T	PA10	SPI1_MOSI	UR0_TX	—	—
PA11	—	—	12	I/O	5V-T	PA11	SPI1_MISO	UR0_RX	—	—
PA12	—	—	13	I/O	5V-T	PA12	GT1_CH0	—	—	—
VDD33_1	9	9	14	P	—	3.3V 数字 I/O 口电压				
VSS33_1	10	10	15	P	—	数字 I/O 口的参考地				
USBDP	11	11	16	AI/O	—	USB 差分数据总线符合通用串行总线标准				
USBDM	12	12	17	AI/O	—	USB 差分数据总线符合通用串行总线标准				
PA13	—	—	18	I/O	5V-T	PA13	GT1_CH1	—	—	—
PA14	—	—	19	I/O	5V-T	PA14	GT1_CH2	—	—	—
PA15	—	—	20	I/O	5V-T	PA15	GT1_CH3	—	—	—
PB0	—	13	21	I/O	5V-T	PB0	GT0_CH0	UR1_RTS /TXE	SPI0_SEL	SPI0_SEL
PB1	—	14	22	I/O	5V-T	PB1	GT0_CH1	UR1_CTS /SCK	SPI0_SCK	SPI0_SCK
PB2	—	15	23	I/O	5V-T	PB2	GT0_CH2	UR1_TX	SPI0_MOSI	SPI0_MOSI
PB3	—	16	24	I/O	5V-T	PB3	GT0_CH3	UR1_RX	SPI0_MISO	SPI0_MISO
NC	—	—	25	—	—	无连接				
VLDOOUT	13	17	26	P	—	1.8V LDO 输出 建议在该引脚与 VSSLDO 之间连接一个电容，标记为 C <sub>LDO</sub> ，并尽可能的靠近				
VLDOIN	14	18	27	P	—	3.3V LDO 电源输入，连接到备份域的电源开关电路				
VSSLDO	15	19	28	P	—	LDO 参考地				
nRST	16	20	29	I (BK)	5V- T_PU	暂停模式下的外部复位引脚和外部唤醒引脚				
VBAT	17	21	30	P	—	备份域的 3.3V V <sub>DD</sub>				
XTAL- 32KIN	18	22	31	AI/O (BK)	—	XTAL32KIN	PB4	—	—	—

引脚名称	引脚			类型 (注1)	IO 电平 (注2)	描述				
	48 QFN LQFP	64 LQFP	100 LQFP			默认功能 (AF0)	AF1	AF2	AF3 (HT32F1755) (HT32F1765)	AF3 (HT32F2755)
XTAL-32KOUT	19	23	32	AI/O (BK)	—	XTAL32KOUT	PB5	—	—	—
RTCCOUT	20	24	33	I/O (BK)	5V-T	RTCCOUT	PB6_ WAKEUP	—	—	—
PB7	—	25	34	I/O	5V-T	PB7	GT0_ETI	I2C1_SDA	UR0_DTR	UR0_DTR
PB8	—	—	35	I/O	5V-T	PB8	UR0_RTS /TXE	—	—	—
PB9	—	—	36	I/O	5V-T	PB9	UR0_CTS /SCK	—	—	—
PB10	—	—	37	I/O	5V-T	PB10	UR0_TX	—	—	—
XTALIN	21	26	38	AI/O	—	XTALIN	PB11	—	—	—
XTALOUT	22	27	39	AI/O	—	XTALOUT	PB12	—	—	—
VDD33_2	23	28	40	P	—	3.3V 数字 I/O 口电压				
VSS33_2	24	29	41	P	—	数字 I/O 口的参考地				
PB13	—	—	42	I/O	5V-T	PB13	UR0_RX	—	—	—
PB14	—	—	43	I/O	5V-T	PB14	UR1_CTS /SCK	GT1_ETI	—	—
PB15	—	—	44	I/O	5V-T	PB15	UR1_RTS /TXE	—	—	—
PC0	—	30	45	I/O	5V-T	PC0	SPI1_SEL	GT1_ CH0	I2C1_SCL	I2C1_SCL
PC1	—	31	46	I/O	5V-T	PC1	SPI1_SCK	GT1_ CH1	I2C1_SDA	I2C1_SDA
PC2	—	32	47	I/O	5V-T	PC2	SPI1_MOSI	GT1_ CH2	UR0_RI	UR0_RI
PC3	—	33	48	I/O	5V-T	PC3	SPI1_MISO	GT1_ CH3	UR0_DCD	UR0_DCD
PC4	—	—	49	I/O	5V-T	PC4	UR1_TX	I2C0_ SCL	—	—
PC5	—	—	50	I/O	5V-T	PC5	UR1_RX	I2C0_ SDA	—	—
PC6	—	—	51	I/O	5V-T	PC6	I2C1_SCL	SCI_CLK	—	—
PC7	—	—	52	I/O	5V-T	PC7	I2C1_SDA	SCI_DIO	—	—
PC8	25	34	53	I/O	5V-T_ PU	PC8_BOOT0	CKOUT	—	UR0_TX	UR0_TX
PC9	26	35	54	I/O	5V-T_ PU	PC9_BOOT1	—	—	—	—
PC10	27	36	55	I/O	5V-T	PC10	SCI_DET	MT_ETI	UR0_RX	UR0_RX
PE11	28	37	56	I/O	5V-T	JTDO_ TRACESWO	PE11	—	—	—
PE12	29	38	57	I/O	5V- T_PU	JTCK_ SWCLK	PE12	—	—	—
PE13	30	39	58	I/O	5V- T_PU	JTMS/ SWDIO	PE13	—	—	—

引脚名称	引脚			类型 (注1)	IO 电平 (注2)	描述				
	48 QFN LQFP	64 LQFP	100 LQFP			默认功能 (AF0)	AF1	AF2	AF3 (HT32F1755) (HT32F1765)	AF3 (HT32F2755)
PE14	31	40	59	I/O	5V-T_PU	JTDI	PE14	MT_CH0	UR1_TX	CSIF_HSYNC
PE15	32	41	60	I/O	5V-T_PU	JTRST	PE15	MT_CH0N	UR1_RX	CSIF_VSYNC
VDD33_3	—	42	61	P	—	3.3V 数字 I/O 口电压				
VSS33_3	—	43	62	P	—	数字 I/O 口的参考地				
PC11	33	44	63	I/O	5V-T	PC11	I2C0_SCL	MT_CH1	UR0_RTS/TXE	CSIF_PCK
PC12	34	45	64	I/O	5V-T	PC12	I2C0_SDA	MT_CH1N	UR0_CTS/SCK	CSIF_MCK
PC13	—	46	65	I/O	5V-T	PC13	SCI_CLK	MT_CH0	UR1_RTS/TXE	UR1_RTS/TXE
PC14	—	47	66	I/O	5V-T	PC14	SCI_DIO	MT_CH0N	UR1_CTS/SCK	UR1_CTS/SCK
PC15	—	48	67	I/O	5V-T	PC15	SCI_DET	GT0_ETI	UR0_DSR	UR0_DSR
PD0	—	—	68	I/O	5V-T	PD0	GT0_CH0	SPI0_SEL	UR0_DTR	UR0_DTR
PD1	—	—	69	I/O	5V-T	PD1	GT0_CH1	SPI0_SCK	UR0_RI	UR0_RI
PD2	—	—	70	I/O	5V-T	PD2	GT0_CH2	SPI0_MOSI	UR0_DCD	UR0_DCD
PD3	—	—	71	I/O	5V-T	PD3	GT0_CH3	SPI0_MISO	—	—
PD4	—	—	72	I/O	5V-T	PD4	SPI1_SEL	—	—	—
PD5	—	—	73	I/O	5V-T	PD5	SPI1_SCK	—	—	—
PD6	—	—	74	I/O	5V-T	PD6	SPI1_MOSI	—	—	—
PD7	—	—	75	I/O	5V-T	PD7	SPI1_MISO	—	—	—
VDD33_3	35	—	—	P	—	3.3V 数字 I/O 口电压				
VSS33_3	36	—	—	P	—	数字 I/O 口的参考地				
PD8	37	49	76	I/O	5V-T	PD8	SPI0_SEL	MT_CH2	GT1_CH0	CSIF_D0
PD9	38	50	77	I/O	5V-T	PD9	SPI0_SCK	MT_CH2N	GT1_CH1	CSIF_D1
PD10	39	51	78	I/O	5V-T	PD10	SPI0_MOSI	MT_CH3	GT1_CH2	CSIF_D2
PD11	40	52	79	I/O	5V-T	PD11	SPI0_MISO	MT_BRK	GT1_CH3	CSIF_D3
PD12	—	53	80	I/O	5V-T	PD12	MT_CH0	I2C0_SCL	GT1_ETI	GT1_ETI
PD13	—	54	81	I/O	5V-T	PD13	MT_CH0N	I2C0_SDA	GT0_ETI	GT0_ETI
PD14	—	—	82	I/O	5V-T	PD14	MT_CH1	SCI_CLK	—	—
PD15	—	—	83	I/O	5V-T	PD15	MT_CH1N	SCI_DIO	—	—
PE0	—	—	84	I/O	5V-T	PE0	MT_CH2	—	—	—
VDD33_4	—	55	85	P	—	3.3V 数字 I/O 口电压				
VSS33_4	—	56	86	P	—	数字 I/O 口的参考地				
PE1	—	—	87	I/O	5V-T	PE1	MT_CH2N	—	—	—

引脚名称	引脚			类型 (注 1)	IO 电平 (注 2)	描述				
	48 QFN LQFP	64 LQFP	100 LQFP			默认功能 (AF0)	AF1	AF2	AF3 (HT32F1755) (HT32F1765)	AF3 (HT32F2755)
PE2	—	—	88	I/O	5V-T	PE2	MT_CH3	—	—	—
PE3	—	—	89	I/O	5V-T	PE3	MT_BRK	—	—	—
PE4	—	—	90	I/O	5V-T	PE4	MT_ETI	—	—	—
PE5	41	57	91	AI/O	—	PE5	CN0	GT0_CH0	SPI1_SEL	CSIF_D4
PE6	42	58	92	AI/O	—	PE6	CP0	GT0_CH1	SPI1_SCK	CSIF_D5
PE7	43	59	93	AI/O	—	PE7	AOUT0	GT0_CH2	SPI1_MOSI	CSIF_D6
PE8	44	60	94	AI/O	—	PE8	CN1	GT0_CH3	SPI1_MISO	CSIF_D7
PE9	45	61	95	AI/O	—	PE9	CP1	GT0_ETI	I2C1_SCL	I2C1_SCL
PE10	46	62	96	AI/O	—	PE10	AOUT1	GT1_ETI	I2C1_SDA	I2C1_SDA
VDDA	47	63	97	P	—	3.3V ADC 和 OPA/ 比较器的模拟电压				
VREF+	—	—	98	P	—	ADC 正极参考电压必须小于等于 VDDA 电压				
VREF-	—	—	99	P	—	ADC 负极参考电压必须直接连接到 VSSA 引脚				
VSSA	48	64	100	P	—	ADC 和 OPA/ 比较器的参考地				

注：1. I = 输入，O = 输出，A = 模拟端口，P = 电源，PU = 上拉，BK = 备份域。

2. 5V-T = 5V 容差。

3. VDD18 上电复位 (POR) 后除了备份域 I/O 的 RTCOUT 引脚外，GPIO 都是 AF0 的状态。通过备份域上电复位 (PORB) 或软件复位 (BAK\_CR 寄存器的 BAK\_RST 位)，RTCOUT 脚会被复位。

4. I/O 引脚的备份域有驱动电流能力的限制 (< 1mA @ V<sub>BAT</sub> = 3.3V)。



# 4 电气特性

## 极限参数

下面的表格说明芯片的极限参数。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 3. 极限参数

符号	参数	最小值	最大值	单位
V <sub>DD33</sub>	外部主电源供应电压	V <sub>SS</sub> - 0.3	V <sub>SS</sub> + 3.6	V
V <sub>DDA</sub>	外部模拟电源供应电压	V <sub>SSA</sub> - 0.3	V <sub>SSA</sub> + 3.6	V
V <sub>BAT</sub>	外部电池供应电压	V <sub>SS</sub> - 0.3	V <sub>SS</sub> + 3.6	V
V <sub>LDOIN</sub>	外部 LDO 供应电压	V <sub>SS</sub> - 0.3	V <sub>SS</sub> + 3.6	V
V <sub>IN</sub>	5 V 容差 I/O 的输入电压	V <sub>SS</sub> - 0.3	V <sub>SS</sub> + 5.5	V
	其他 I/O 的输入电压	V <sub>SS</sub> - 0.3	V <sub>DD33</sub> + 0.3	V
T <sub>A</sub>	环境工作温度的范围	-40	+85	°C
T <sub>STG</sub>	储存温度的范围	-55	+150	°C
T <sub>J</sub>	最大结温度	—	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

## 直流特性

表 4. 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>DD33</sub>	I/O 的工作电压	—	2.7	3.3	3.6	V
V <sub>DDA</sub>	模拟工作电压	—	2.7	3.3	3.6	V
V <sub>BAT</sub>	电池供电的工作电压	—	2.7	3.3	3.6	V
V <sub>LDOIN</sub>	LDO 工作电压	—	2.7	3.3	3.6	V

## 片上 LDO 稳压器特性

表 5. 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>LDOOUT</sub>	内部稳压器输出电压	V <sub>LDOIN</sub> = 3.3V 稳压器输入	1.71	1.8	1.89	V
I <sub>LDOOUT</sub>	输出电流	V <sub>LDOIN</sub> = 2.7V 稳压器输入	—	—	200	mA
C <sub>LDO</sub>	内核供电的外部滤波电容值	电容值取决于内核电源的电流消耗	2.2	—	10	μF

## 功耗

表 6. 功耗特性

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
I <sub>DD</sub>	工作电流 (运行模式)	V <sub>DD33</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3.3V, HSE = 8MHz, PLL = 144MHz, f <sub>HCLK</sub> = 72MHz, f <sub>PCLK</sub> = 72MHz, 所有外设使能	—	60	72	mA
		V <sub>DD33</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3.3V, HSE = 8MHz, PLL = 144MHz, f <sub>HCLK</sub> = 72MHz, f <sub>PCLK</sub> = 72MHz, 所有外设除能	—	27	34	mA
	工作电流 (休眠模式)	V <sub>DD</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3.3V, HSE = 8MHz, PLL = 144MHz, f <sub>HCLK</sub> = 0MHz, f <sub>PCLK</sub> = 72MHz, 所有外设使能	—	42	50	mA
		V <sub>DD33</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3.3V, HSE = 8MHz, PLL = 144MHz, f <sub>HCLK</sub> = 0MHz, f <sub>PCLK</sub> = 72MHz, 所有外设除能	—	9	12	mA
	工作电流 (深度睡眠 1 模式)	V <sub>DD33</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3.3V, 所有时钟关闭 (HSE/PLL/f <sub>HCLK</sub> ), LDO 工作于低功耗模式, LSI 打开, RTC 打开	—	58	90	μA
	工作电流 (深度睡眠 2 模式)	V <sub>DD33</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3.3V, 所有时钟关闭 (HSE/PLL/f <sub>HCLK</sub> ), LDO 关闭 (DMOS 打开), LSI 打开, RTC 打开	—	18	25	μA
	工作电流 (暂停模式)	V <sub>DD33</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3.3V, LDO 关闭, LSE 打开, LSI 关闭, RTC 打开	—	—	—	μA
		V <sub>DD33</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3.3V, LDO 关闭, LSE 打开, LSI 关闭, RTC 关闭	—	—	—	μA
		V <sub>DD33</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3.3V, LDO 关闭, LSE 关闭, LSI 打开, RTC 打开	—	—	—	μA
		V <sub>DD33</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3.3V, LDO 关闭, LSE 关闭, LSI 打开, RTC 关闭	—	5	6	μA
I <sub>BAT</sub>	电池工作电流 (暂停模式)	V <sub>DD33</sub> 不存在, V <sub>BAT</sub> = 3.3V, LDO 关闭, LSE 关闭, LSI 打开, RTC 打开	—	4	—	μA
		V <sub>DD33</sub> 不存在, V <sub>BAT</sub> = 3.3V, LDO 关闭, LSE 关闭, LSI 打开, RTC 关闭	—	3.9	—	μA

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 } 执行中的 Flash.

## 复位和电源监控特性

表 7. 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	—	—	2.6	—	V
V <sub>LVD</sub>	低压检测电压	LVDS (注 1) = '00'	—	2.7	—	V
		LVDS (注 1) = '01'	—	2.8	—	V
		LVDS (注 1) = '10'	—	2.9	—	V
		LVDS (注 1) = '11'	—	3.0	—	V
V <sub>POR</sub>	上电复位电压	—	—	1.36	—	V

注: LVDS 位于 PWRUCU LVDCSR 寄存器中。

## 外部时钟特性

表 8. 外部高速时钟 (HSE) 特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ , 除非另有规定

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{\text{HSE}}$	外部高速振荡器频率 (HSE)	$V_{\text{DD33}} = 3.3\text{V}$	4	—	16	MHz
$C_{\text{HSE}}$	XTALIN 和 XTALOUT 引脚上的建议负载电容	—	—	TBD	—	pF
$R_{\text{FHSE}}$	XTALIN 和 XTALOUT 引脚上的建议外部反馈电阻	—	—	1.0	—	$\text{M}\Omega$
$D_{\text{HSE}}$	HSE 振荡器的占空比	—	40	—	60	%
$I_{\text{DDHSE}}$	HSE 振荡器工作电流	$V_{\text{DD33}} = 3.3\text{V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	—	0.96	—	mA
$I_{\text{STBHSE}}$	HSE 振荡器静态电流	$V_{\text{DD33}} = 3.3\text{V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	—	—	0.1	$\mu\text{A}$
$t_{\text{SUHSE}}$	HSE 振荡器启动时间	$V_{\text{DD33}} = 3.3\text{V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	—	—	4	ms

表 9. 外部低速时钟 (LSE) 特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ , 除非另有规定

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{\text{LSE}}$	外部低速振荡器频率 (LSE)	$V_{\text{DD33}} = V_{\text{BAT}} = 3.3\text{V}$	—	32.768	—	kHz
$C_{\text{LSE}}$	XTAL32KIN 和 XTAL32KOUT 引脚上的建议负载电容	—	—	TBD	—	pF
$R_{\text{FLSE}}$	XTAL32KIN 和 XTAL32KOUT 引脚间的建议外部反馈电阻	—	—	10	—	$\text{M}\Omega$
$D_{\text{LSE}}$	LSE 振荡器的占空比	—	40	—	60	%
$I_{\text{DDLSE}}$	LSE 振荡器的工作电流	$V_{\text{DD33}} = V_{\text{BAT}} = 3.3\text{V}$ , $\text{LSESM} = 0$ ( 正常启动模式 )	—	1.7	—	$\mu\text{A}$
$I_{\text{STBLSE}}$	LSE 振荡器的静态电流	$V_{\text{DD33}} = V_{\text{BAT}} = 3.3\text{V}$ , $\text{LSESM} = 1$ ( 快速启动模式 )	—	3	8	$\mu\text{A}$
$t_{\text{SULSE}}$	LSE 振荡器启动时间	$V_{\text{DD33}} = V_{\text{BAT}} = 3.3\text{V}$ , $\text{LSESM} = 1$ ( 快速启动模式 )	—	200	—	ms

注：为增加 HSE/LSE 时钟晶振电路的稳定性，请参照以下 PCB 布局建议：

1. 请确保晶振尽可能靠近单片机使走线长度最小化从而减少寄生电容值。
2. 请在晶振电路下使用接地层作为保护以减少噪声干扰。
3. 高频信号的走线应远离晶振区以防止串扰。

## 内部时钟特性

表 10. 内部高速时钟 (HSI) 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
f <sub>HSI</sub>	内部高速振荡器频率 (HSI)	V <sub>DD33</sub> = 3.3V, T <sub>A</sub> = -40°C ~ +85°C	—	8	—	MHz
ACC <sub>HSI</sub>	HSI 振荡器频率精度	工厂调整, V <sub>DD33</sub> = 3.3V, T <sub>A</sub> = -40°C ~ +85°C	-5	—	+5	%
D <sub>HSI</sub>	HSI 振荡器占空比	V <sub>DD33</sub> = 3.3V, f <sub>HSI</sub> = 8MHz	35	—	65	%
I <sub>DDHSI</sub>	HSI 振荡器工作电流	V <sub>DD33</sub> = 3.3V, f <sub>HSI</sub> = 8MHz	—	0.92	—	mA
t <sub>SUHSI</sub>	HSI 振荡器启动时间	V <sub>DD33</sub> = 3.3V, f <sub>HSI</sub> = 8MHz, HSIRCBL = 0 (HSI 准备计数器位长度为 7 位)	—	17	—	μs

注: HSIRCBL 位于 PWRCU HSIRCR 寄存器中。

表 11. 内部低速时钟 (LSI) 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
f <sub>LSI</sub>	内部低速振荡器频率 (LSI)	V <sub>DD33</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3.3V, T <sub>A</sub> = -40°C ~ +85°C	25	32	43	kHz
I <sub>DDL SI</sub>	LSI 振荡器工作电流	V <sub>DD33</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3.3V, T <sub>A</sub> = 25°C	—	1.0	2	μA
t <sub>SULSI</sub>	LSI 振荡器启动时间	V <sub>DD33</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3.3V, T <sub>A</sub> = 25°C	—	35	—	ms

## PLL 特性

表 12. PLL 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
f <sub>PLL IN</sub>	PLL 输入时钟频率	—	4	—	16	MHz
f <sub>PLL</sub>	PLL 输出时钟频率	—	8	—	144	MHz
t <sub>LOCK</sub>	PLL 锁相时间	—	—	TBD	—	ms

## 存储器特性

表 13. Flash 存储器特性

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
N <sub>ENDU</sub>	失败前可擦写次数 (寿命)	T <sub>A</sub> = -40°C ~ +85°C	20	—	—	kcycles
T <sub>RET</sub>	数据保存时间	T <sub>A</sub> = 25°C	100	—	—	Years
t <sub>PROG</sub>	字编程时间	T <sub>A</sub> = -40°C ~ +85°C	20	—	40	μs
t <sub>ERASE</sub>	页擦除时间	T <sub>A</sub> = -40°C ~ +85°C	20	—	40	ms
t <sub>MERASE</sub>	整片擦除时间	T <sub>A</sub> = -40°C ~ +85°C	20	—	40	ms

## I/O 口特性

表 14. I/O 口特性

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
I <sub>IL</sub>	低电平输入电流	3.3V IO	—	—	3	μA
		5V- 容差 IO	—	—	3	μA
		复位引脚	—	—	3	μA
I <sub>IH</sub>	高电平输入电流	3.3V IO	—	—	3	μA
		5V- 容差 IO	—	—	3	μA
		复位引脚	—	—	3	μA
V <sub>IL</sub>	低电平输入电压	3.3V IO	-0.3	—	0.8	V
		5V- 容差 IO	-0.3	—	0.8	V
		复位引脚	-0.3	—	0.8	V
V <sub>IH</sub>	高电平输入电压	3.3V IO	2	—	3.6	V
		5V- 容差 IO	2	—	5.5	V
		复位引脚	2	—	5.5	V
V <sub>HYS</sub>	施密特触发器 输入电压迟滞	3.3V IO	—	400	—	mV
		5V- 容差 IO	—	400	—	mV
		复位引脚	—	400	—	mV
I <sub>OL</sub>	低电平输出电流 (GPO 灌电流)	3.3V IO 4mA 驱动, V <sub>OL</sub> = 0.4V	4	—	—	mA
		3.3V IO 8mA 驱动, V <sub>OL</sub> = 0.4V	8	—	—	mA
		5V- 容差 8mA 驱动 IO, V <sub>OL</sub> = 0.4V	8	—	—	mA
		5V- 容差 12mA 驱动 IO, V <sub>OL</sub> = 0.4V	12	—	—	mA
		备份域 IO 驱动 @ V <sub>BAT</sub> = 3.3V, V <sub>OL</sub> = 0.4V, PB4, PB5, PB6	—	—	1	mA
I <sub>OH</sub>	高电平输出电流 (GPO 源电流)	3.3V I/O 4mA 驱动, V <sub>OH</sub> = V <sub>DD33</sub> - 0.4V	4	—	—	mA
		3.3V I/O 8mA 驱动, V <sub>OH</sub> = V <sub>DD33</sub> - 0.4V	8	—	—	mA
		5V- 容差 I/O 8mA 驱动, V <sub>OH</sub> = V <sub>DD33</sub> - 0.4V	8	—	—	mA
		5V- 容差 I/O 12mA 驱动, V <sub>OH</sub> = V <sub>DD33</sub> - 0.4V	12	—	—	mA
		备份域 IO 驱动 @ V <sub>BAT</sub> = 3.3V, V <sub>OH</sub> = V <sub>DD33</sub> - 0.4V, PB4, PB5, PB6	—	—	1	mA
V <sub>OL</sub>	低电平输出电压	3.3V 4mA 驱动 IO, I <sub>OL</sub> = 4mA	—	—	0.4	V
		3.3V 8mA 驱动 IO, I <sub>OL</sub> = 8mA	—	—	0.4	V
		5V- 容差 8mA 驱动 IO, I <sub>OL</sub> = 8mA	—	—	0.4	V
		5V- 容差 12mA 驱动 IO, I <sub>OL</sub> = 12mA	—	—	0.4	V
V <sub>OH</sub>	高电平输出电压	3.3V 4mA 驱动 IO, I <sub>OH</sub> = 4mA	V <sub>DD33</sub> - 0.4V	—	—	V
		3.3V 8mA 驱动 IO, I <sub>OH</sub> = 8mA	V <sub>DD33</sub> - 0.4V	—	—	V
		5V- 容差 8mA 驱动 IO, I <sub>OH</sub> = 8mA	V <sub>DD33</sub> - 0.4V	—	—	V
		5V- 容差 12mA 驱动 IO, I <sub>OH</sub> = 12mA	V <sub>DD33</sub> - 0.4V	—	—	V
R <sub>PU</sub>	内部上拉电阻	3.3V I/O	34	—	74	kΩ
		5V- 容差 I/O	38	—	89	kΩ

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
R <sub>PD</sub>	内部下拉电阻	3.3V I/O	29	—	86	kΩ
		5V- 容差 I/O	35	—	107	kΩ

## ADC 特性

表 15. ADC 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>DDA</sub>	工作电压	—	2.7	3.3	3.6	V
V <sub>ADCIN</sub>	A/D 转换器输入电压范围	—	0	—	V <sub>REF+</sub>	V
V <sub>REF+</sub>	A/D 转换器参考电压	—	—	V <sub>DDA</sub>	V <sub>DDA</sub>	V
I <sub>ADC</sub>	电流损耗	V <sub>DDA</sub> = 3.3V	—	1	TBD	mA
I <sub>ADC_DN</sub>	暂停模式电流损耗	V <sub>DDA</sub> = 3.3V	—	1	10	μA
f <sub>ADC</sub>	A/D 转换器时钟	—	0.7	—	14	MHz
f <sub>s</sub>	采样率	—	0.05	—	1	MHz
f <sub>ADCCONV</sub>	A/D 转换器转换时间	—	—	14	—	1/f <sub>ADC</sub> Cycles
R <sub>I</sub>	输入采样开关电阻	—	—	—	1	kΩ
C <sub>I</sub>	输入采样电容	不包括引脚 / 焊盘电容	—	—	5	pF
t <sub>SU</sub>	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 <sub>s</sub> = 1MHz, V <sub>DDA</sub> = 3.3V	—	±2	±5	LSB
DNL	微分非线性误差	f <sub>s</sub> = 1MHz, V <sub>DDA</sub> = 3.3V	—	—	±1	LSB
E <sub>O</sub>	偏移误差	—	—	—	±10	LSB
E <sub>G</sub>	增益误差	—	—	—	±10	LSB

注：1. 由设计保证，不在生产中测试。

2. 下图显示了 A/D 转换器的 S/H 输入级的等效电路，图中 C<sub>I</sub> 为内部存储电容，R<sub>I</sub> 为内部采样转换的电阻，R<sub>S</sub> 是信号源 V<sub>S</sub> 的输出阻抗。在正常情况下，采样阶段的持续时间大约是 1.5/f<sub>ADC</sub>。在此阶段，对 C<sub>I</sub> 充电以确保在其两端的电压变得足够接近 V<sub>S</sub>。为了保证这一点，R<sub>S</sub> 取值会有一定的限制。

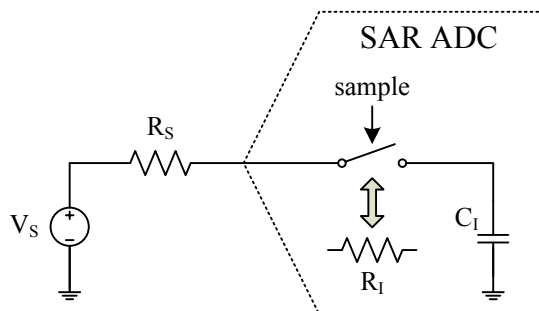


图 7. ADC 采样网络的模板

最差的情况是，当在输入电压范围的极限 (0V and  $V_{REF}$ ) 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:

$$R_S < \frac{1.5}{f_{ADC} C_I \ln(2^{N+2})} - R_I$$

在此公式中， $f_{ADC}$  是 ADC 时钟频率，N 是 ADC 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 ADC，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。

## 运算放大器 / 比较器特性

表 16. OPA/CMP 特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ , 除非另有规定

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{DDA}$	工作电压	—	2.7	3.3	3.6	V
$I_{OPA/CMP}$	典型工作电流	—	—	230	—	$\mu\text{A}$
$I_{OPA/CMP\_DN}$	暂停模式工作电流	指定寄存器 OPAEN = 0 和 EN_OPAOP = 0	—	—	0.1	$\mu\text{A}$
$V_{IOS}$	输入失调电压	$V_{DDA} = 3.3\text{V}$ , AnOF[5:0] = '100000'	-15	—	15	mV
		校准后, $V_{DDA} = 3.3\text{V}$	-1	—	1	mV
$V_{IOS\_DRIFT}$	输入失调电压漂移	$T_A = -40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$	—	—	0.04	$\text{mV}/^\circ\text{C}$
$R_{INPUT}$	输入电阻	—	—	10	—	$\text{M}\Omega$
GV	电压增益	—	60	100	—	dB
$U_i$	单位增益带宽	$R_L = 100\text{k}\Omega$	—	1.3	—	MHz
		$R_L = 100\text{k}\Omega$ , $C_L = 100\text{pF}$	—	1.24	—	
$V_{CM}$	共模电压范围	$V_{DDA} = 3.3\text{V}$	$V_{SSA}$	—	$V_{DDA} - 1.2$	V
$V_{OV}$	放大器输出电压摆动	$V_{DDA} = 3.3\text{V}$	$V_{SSA} + 0.3$	—	$V_{DDA} - 0.5$	V
$t_{RT}$	比较器的响应时间	$V_{DDA} = 3.3\text{V}$ ; 输入过载 = $\pm 10\text{mV}$	—	1	—	$\mu\text{s}$
SR	转换率	$V_{DDA} = 3.3\text{V}$ ; 输出电容负载 $C_L = 100\text{pF}$	—	1.6	—	$\text{V}/\mu\text{s}$

注：由设计保证，不在生产中测试。

## GPTM/MCTM 特性

表 17. GPTM/MCTM 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{TM}$	GPTM 和 MCTM 定时器时钟源频率	—	—	—	72	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 18. I²C 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f <sub>SCL</sub>	SCL 时钟频率	—	—	—	400	kHz
t <sub>SCL(H)</sub>	SCL 时钟高电平时间	—	600	—	—	ns
t <sub>SCL(L)</sub>	SCL 时钟低电平时间	—	1300	—	—	ns
t <sub>FALL</sub>	SCL 和 SDA 下降沿时间	—	—	—	300	ns
t <sub>RISE</sub>	SCL 和 SDA 上升沿时间	—	—	—	300	ns
t <sub>SU(STA)</sub>	开始条件建立时间	—	600	—	—	ns
t <sub>H(STA)</sub>	开始条件保持时间	—	600	—	—	ns
t <sub>SU(SDA)</sub>	SDA 数据建立时间	—	100	—	—	ns
t <sub>H(SDA)</sub>	SDA 数据保持时间	—	0	—	—	ns
t <sub>SU(STO)</sub>	停止条件建立时间	—	600	—	—	ns

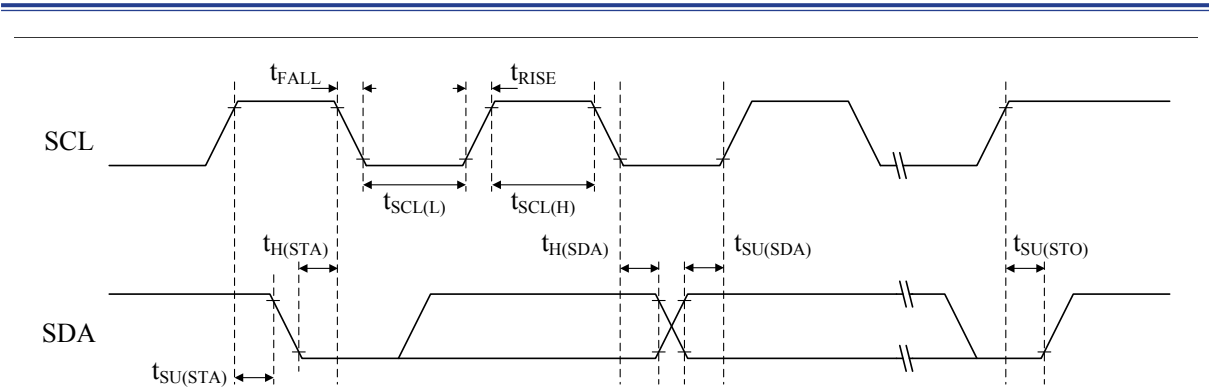


图 8. I²C 时序图

SPI 特性

表 19. SPI 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f <sub>SCK</sub>	SCK 时钟频率	—	—	—	f <sub>PCLK</sub> /4	MHz
t <sub>SCK(H)</sub>	SCK 时钟高电平时间	—	f <sub>PCLK</sub> /8	—	—	ns
t <sub>SCK(L)</sub>	SCK 时钟低电平时间	—	f <sub>PCLK</sub> /8	—	—	ns
SPI 主机模式						
t <sub>V(MO)</sub>	数据输出有效时间	—	—	—	5	ns
t <sub>H(MO)</sub>	数据输出保持时间	—	2	—	—	ns
t <sub>SU(MI)</sub>	数据输入建立时间	—	5	—	—	ns
t <sub>H(MI)</sub>	数据输入保持时间	—	5	—	—	ns
SPI 从机模式						
t <sub>SU(SEL)</sub>	SEL 使能建立时间	—	4 t <sub>PCLK</sub>	—	—	ns
t <sub>H(SEL)</sub>	SEL 使能保持时间	—	2 t <sub>PCLK</sub>	—	—	ns
t <sub>A(SO)</sub>	数据输出访问时间	—	—	—	3 t <sub>PCLK</sub>	ns
t <sub>DIS(SO)</sub>	数据输出禁止时间	—	—	—	10	ns
t <sub>V(SO)</sub>	数据输出有效时间	—	—	—	25	ns
t <sub>H(SO)</sub>	数据输出保持时间	—	15	—	—	ns
t <sub>SU(SI)</sub>	数据输入建立时间	—	5	—	—	ns
t <sub>H(SI)</sub>	数据输入保持时间	—	4	—	—	ns

电气特性

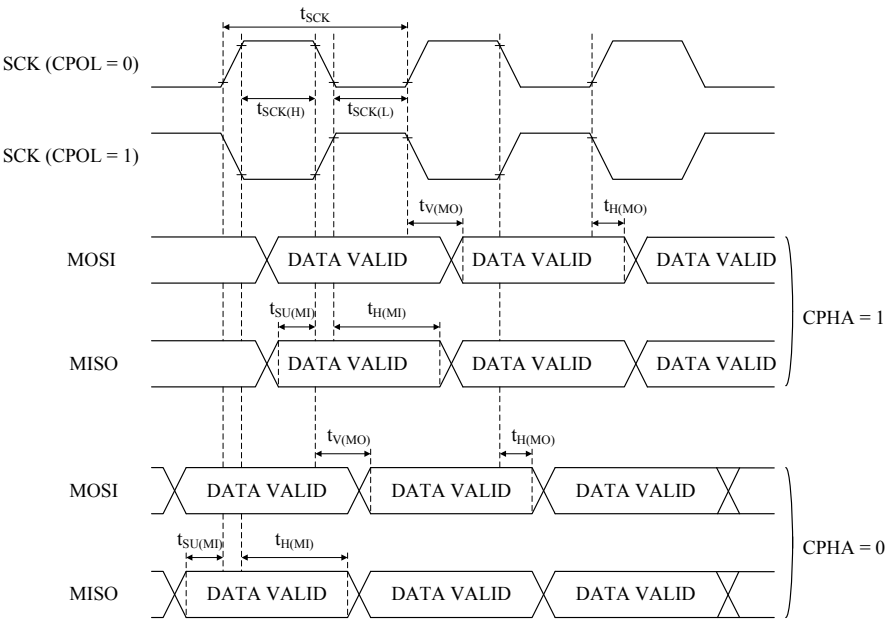


图 9. SPI 时序图 – SPI 主机模式

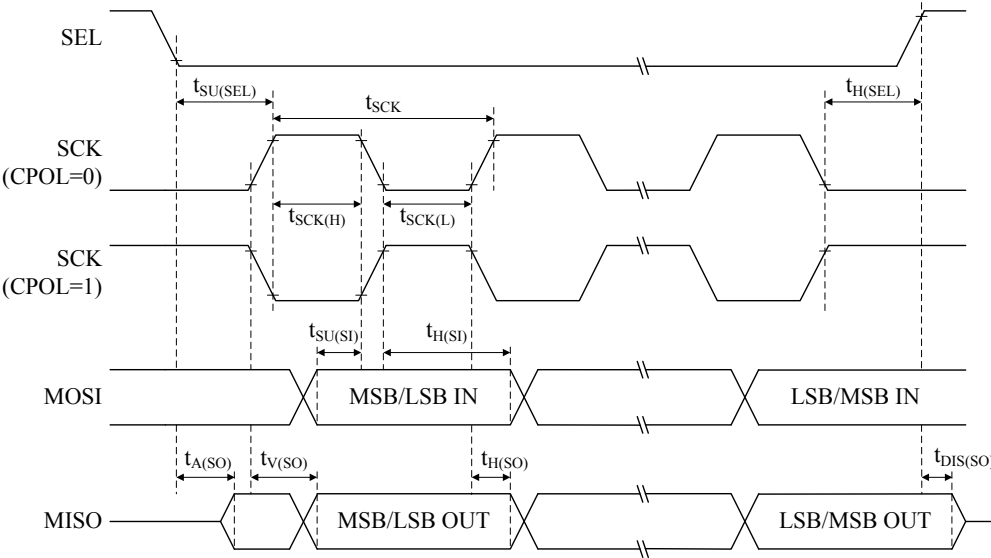


图 10. SPI 时序图 – SPI 从机模式且 CPHA=1

## CSIF 特性

表 20. CSIF 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{MCK}$	CSIF_MCK 输出时钟频率	—	—	—	36	MHz
$f_{PCK}$	CSIF_PCK 输入时钟频率	—	—	—	24	MHz
$r_F$	APB 时钟和 CSIF_PCK 输入时钟频率比	$f_{PCLK}/f_{PCK}$	—	—	3	—

USB 特性

USB 接口公认为全速 USB-IF。

表 21. USB DC 电气特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V <sub>DD</sub>	USB 工作电压	—	3.0	—	3.6	V
V <sub>DI</sub>	差分输入灵敏度	USBDP-USBDM	0.2	—	—	V
V <sub>CM</sub>	共模电压范围	—	0.8	—	2.5	V
V <sub>SE</sub>	单端接收器阈值	—	0.8	—	2.0	V
V <sub>OL</sub>	焊盘输出低电压	R <sub>L</sub> 1.5kΩ ~ V <sub>DD</sub>	0	—	0.3	V
V <sub>OH</sub>	焊盘输出高电压		2.8	—	3.6	V
V <sub>CRS</sub>	差分输出信号的交叉点电压	—	1.3	—	2.0	V
Z <sub>DRV</sub>	驱动器输出电阻	—	—	10	—	Ω
C <sub>IN</sub>	收发器焊盘电容	—	—	—	20	pF

注：1. 由设计保证，不在生产中测试。  
2. 符合 USB 2.0 全速电气规格，USBDP 引脚应外接一个 1.5kΩ 的上拉电阻，来得到 3.0 ~ 3.6V 的电压。  
3. USB 功能可确保低至 2.7V，但并非完整的 USB 电气特性，这将在 V<sub>DD</sub> 电压范围为 2.7V ~ 3.0V 中下降。  
4. R<sub>L</sub> 是连接到 USB 驱动器 USBDP 的负载。

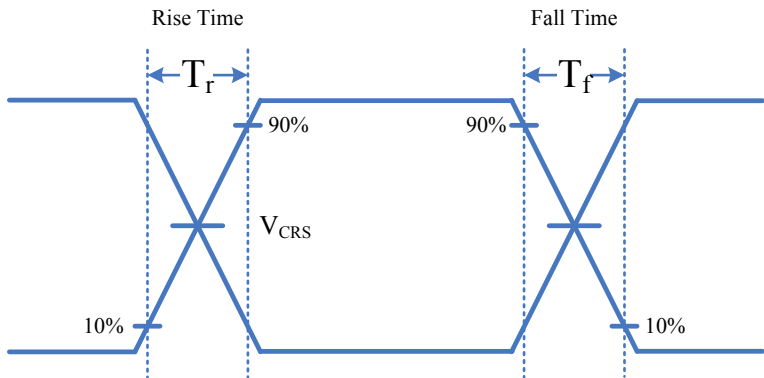


图 11. USB 信号上升时间和下降时间以及交叉点电压 (V<sub>CRS</sub>) 规定

表 22. USB AC 电气特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
T <sub>r</sub>	上升时间	C <sub>L</sub> = 50pF	4	—	20	ns
T <sub>f</sub>	下降时间	C <sub>L</sub> = 50pF	4	—	20	ns
T <sub>r/f</sub>	上升时间 / 下降时间	T <sub>r/f</sub> = T <sub>r</sub> / T <sub>f</sub>	90	—	110	%

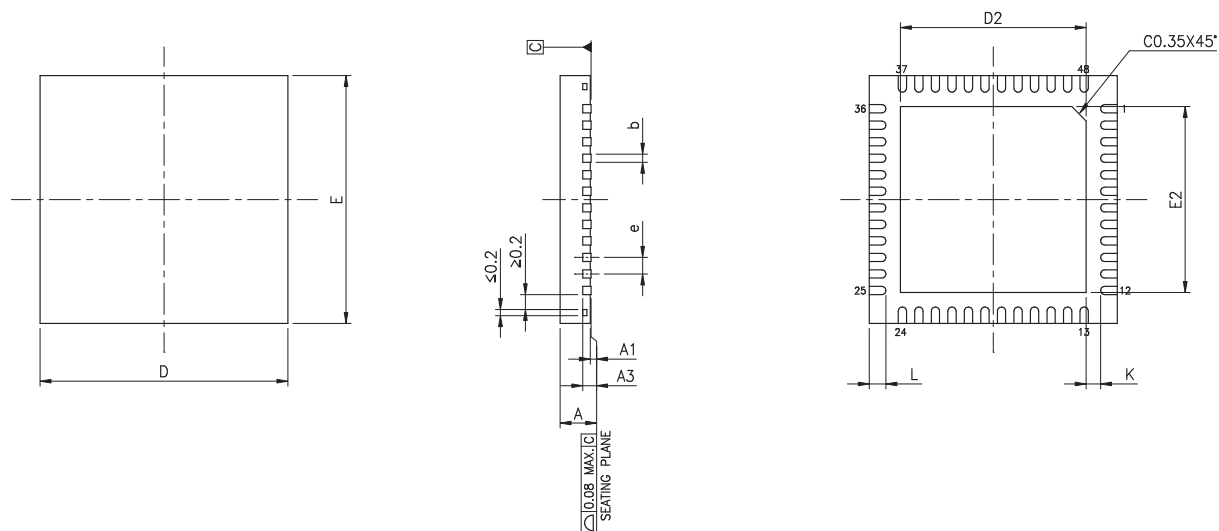
## 5 封装

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

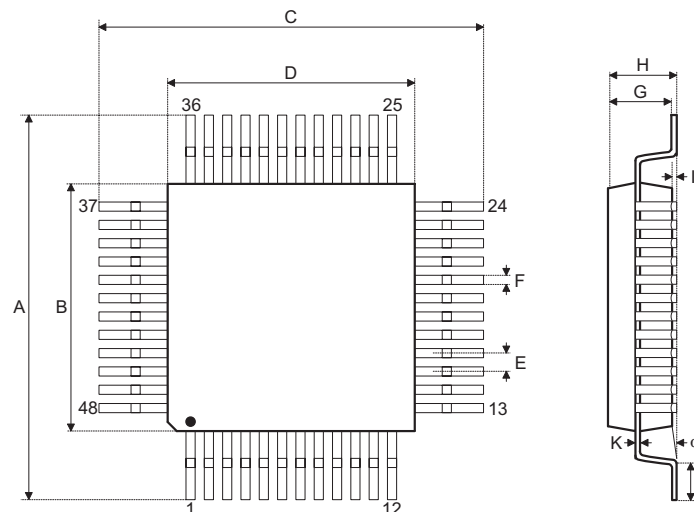
## SAW Type 48-pin QFN (6mm×6mm) 外形尺寸



符号	尺寸 (单位: inch)		
	最小	正常	最大
A	0.028	0.030	0.031
A1	0.000	0.001	0.002
A3	—	0.08 REF	—
b	0.006	0.008	0.010
D	—	0.236 BSC	—
E	—	0.236 BSC	—
e	—	0.016 BSC	—
D2	0.173	0.177	0.181
E2	0.173	0.177	0.181
L	0.014	0.016	0.018
K	0.008	—	—

符号	尺寸 (单位: mm)		
	最小	正常	最大
A	0.7	0.75	0.8
A1	0	0.02	0.05
A3	—	0.203 REF.	—
b	0.15	0.2	0.25
D	—	6 BSC.	—
E	—	6 BSC.	—
e	—	0.4 BSC.	—
D2	4.4	4.5	4.6
E2	4.4	4.5	4.6
L	0.35	0.4	0.45
K	0.2	—	—

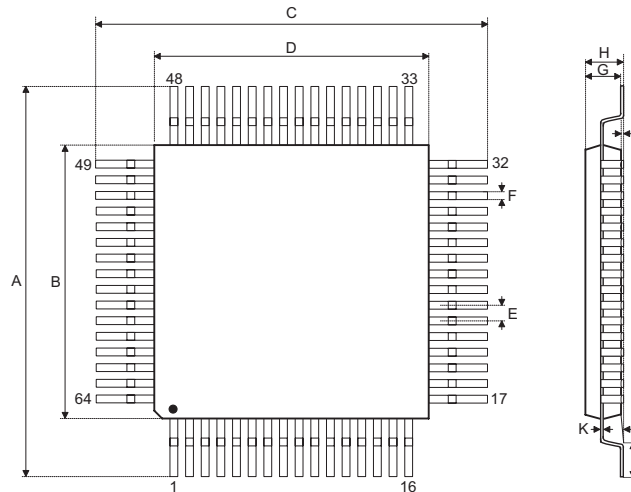
## 48-pin LQFP (7mm×7mm) 外形尺寸



符号	尺寸 (单位: inch)		
	最小	正常	最大
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	正常	最大
A	—	9.00 BSC	—
B	—	7.00 BSC	—
C	—	9.00 BSC	—
D	—	7.00 BSC	—
E	—	0.50 BSC	—
F	0.17	0.22	0.27
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°

## 64-pin LQFP (7mm×7mm) 外形尺寸

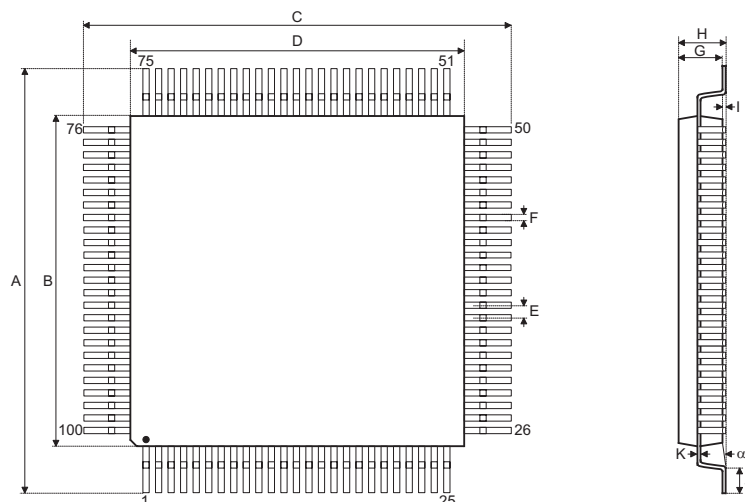


符号	尺寸 (单位: inch)		
	最小	正常	最大
A	—	0.354 BSC	—
B	—	0.276 BSC	—
C	—	0.354 BSC	—
D	—	0.276 BSC	—
E	—	0.016 BSC	—
F	0.005	0.007	0.009
G	0.053	0.055	0.057
H	—	—	0.063
I	0.002	—	0.006
J	0.018	0.024	0.030
K	0.004	—	0.008
α	0°	—	7°

符号	尺寸 (单位: mm)		
	最小	正常	最大
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
α	0°	—	7°



## 100-pin LQFP (14mm×14mm) 外形尺寸



符号	尺寸 (单位: inch)		
	最小	正常	最大
A	—	0.630 BSC	—
B	—	0.551 BSC	—
C	—	0.630 BSC	—
D	—	0.551 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	正常	最大
A	—	16.00 BSC	—
B	—	14.00 BSC	—
C	—	16.00 BSC	—
D	—	14.00 BSC	—
E	—	0.50 BSC	—
F	0.17	0.22	0.27
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°

Copyright® 2014 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，然而盛群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，盛群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。盛群产品不授权使用于救生、维生从机或系统中做为关键从机。盛群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.tw>.