



HK32F04A 数据手册

版本：1.3

发布日期：2023-11-20

深圳市航顺芯片技术研发有限公司

<http://www.hsxp-hk.com>

前言

编写目的

本文档介绍了 HK32F04A 系列芯片的功能框图、存储器映射、外设接口、电气特性、管脚封装等，旨在帮助用户快速了解该系列芯片的特点及功能。

读者对象

本文适用于以下读者：

- HK32F04A 开发工程师
- HK32F04A 芯片测试工程师
- HK32F04A 芯片选型工程师

版本说明

本文档对应的产品系列为 HK32F04A 系列芯片。

修订记录

| 版本 | 日期 | 修订内容 |
|-------|------------|---|
| 1.0.0 | 2018/06/08 | 初始版本 |
| 1.0.1 | 2018/11/09 | 更新“3.9 时钟” |
| 1.0.2 | 2019/08/07 | 更新“3.24 ADC” |
| 1.1.0 | 2020/07/10 | 更新“4.2 工作参数” |
| 1.2.0 | 2020/07/28 | 更新“3.7 NVIC” |
| 1.2.1 | 2020/08/21 | 更新“5 管脚定义” |
| 1.3 | 2023/11/20 | 1. 更新为最新的文档模板，重新梳理了资源信息，增加了丝印信息等章节。 2. 更新了“6.1.4 QFN32 封装”章节中的厚度（参数“A”）的值。 |

目录

| | |
|---------------------------|----|
| 1 简介 | 1 |
| 2 产品概述..... | 2 |
| 2.1 产品特性..... | 2 |
| 2.2 器件一览表..... | 3 |
| 3 功能介绍..... | 6 |
| 3.1 结构框图..... | 6 |
| 3.2 存储器映射..... | 7 |
| 3.3 Flash | 7 |
| 3.4 CRC 计算单元 | 7 |
| 3.5 DVSQ 计算单元 | 7 |
| 3.6 SRAM..... | 7 |
| 3.7 NVIC..... | 8 |
| 3.8 EXTI..... | 9 |
| 3.9 复位 | 9 |
| 3.9.1 系统复位..... | 9 |
| 3.9.2 电源复位..... | 10 |
| 3.9.3 备份域复位..... | 10 |
| 3.10 时钟 | 10 |
| 3.11 Boot 模式..... | 11 |
| 3.12 供电方案..... | 11 |
| 3.13 可编程电压监测器..... | 12 |
| 3.14 低功耗模式..... | 12 |
| 3.15 DMA | 12 |
| 3.16 RTC | 12 |
| 3.17 独立看门狗..... | 13 |
| 3.18 窗口看门狗..... | 13 |
| 3.19 System Tick 定时器..... | 13 |
| 3.20 定时器..... | 13 |
| 3.20.1 高级定时器..... | 14 |
| 3.20.2 通用定时器..... | 14 |

| | |
|------------------------|----|
| 3.20.3 基本定时器..... | 14 |
| 3.21 I2C 总线..... | 14 |
| 3.22 USART..... | 15 |
| 3.23 SPI..... | 15 |
| 3.24 GPIO..... | 16 |
| 3.25 ADC..... | 16 |
| 3.26 温度传感器..... | 16 |
| 3.27 内部参考电压..... | 16 |
| 3.28 96 位 UID..... | 16 |
| 3.29 调试及跟踪接口..... | 16 |
| 4 电气性能指标..... | 17 |
| 4.1 最大绝对额定值..... | 17 |
| 4.1.1 极限电压特性..... | 17 |
| 4.1.2 极限电流特性..... | 17 |
| 4.1.3 极限温度特性..... | 17 |
| 4.2 工作参数..... | 18 |
| 4.2.1 推荐工作条件..... | 18 |
| 4.2.2 可编程电压检测器..... | 18 |
| 4.2.3 工作电流特性..... | 18 |
| 4.2.4 外部时钟特性..... | 19 |
| 4.2.5 内部时钟特性..... | 19 |
| 4.2.6 PLL 特性..... | 20 |
| 4.2.7 Flash 存储器特性..... | 20 |
| 4.2.8 I/O 引脚特性..... | 21 |
| 4.2.9 TIM 计数器特性..... | 21 |
| 4.2.10 ADC 特性..... | 22 |
| 4.2.11 温度传感器特性..... | 22 |
| 5 管脚定义..... | 23 |
| 5.1 LQFP64..... | 23 |
| 5.2 LQFP48..... | 24 |
| 5.3 LQFP32..... | 25 |

| | |
|--------------------------|----|
| 5.4 QFN32 | 26 |
| 5.5 QFN28 | 26 |
| 5.6 TSSOP20 | 27 |
| 5.7 管脚定义..... | 27 |
| 5.8 GPIO 的复用（AF）功能 | 33 |
| 6 封装特性..... | 36 |
| 6.1 封装尺寸..... | 36 |
| 6.1.1 LQFP64 封装 | 36 |
| 6.1.2 LQFP48 封装 | 37 |
| 6.1.3 LQFP32 封装 | 38 |
| 6.1.4 QFN32 封装..... | 39 |
| 6.1.5 QFN28 封装..... | 40 |
| 6.1.6 TSSOP20 封装 | 41 |
| 6.2 丝印信息..... | 42 |
| 6.2.1 LQFP64 丝印 | 42 |
| 6.2.2 LQFP48 丝印 | 43 |
| 6.2.3 LQFP32 丝印 | 44 |
| 6.2.4 QFN32 丝印..... | 45 |
| 6.2.5 QFN28 丝印..... | 45 |
| 6.2.6 TSSOP20 丝印 | 46 |
| 7 订货信息..... | 47 |
| 7.1 订货代码..... | 47 |
| 7.2 订货包装..... | 47 |
| 8 缩略语 | 49 |
| 9 重要提示..... | 50 |

1 简介

本文档为 HK32F04A 系列芯片的数据手册。HK32F04A 系列芯片是由深圳市航顺芯片技术研发有限公司研发的主流型 MCU 芯片，包括以下子系列：

- HK32F04AR8T6 (LQFP64)
- HK32F04ACxT6 (LQFP48)
 - HK32F04AC8T6
 - HK32F04AC6T6
 - HK32F04AC4T6
- HK32F04AKxT6 (LQFP32)
 - HK32F04AK8T6
 - HK32F04AK6T6
 - HK32F04AK4T6
- HK32F04AKxU6 (QFN32)
 - HK32F04AK8U6
 - HK32F04AK6U6
 - HK32F04AK4U6
- HK32F04AGxU6 (QFN28)
 - HK32F04AG8U6
 - HK32F04AG6U6
 - HK32F04AG4U6
- HK32F04AFxP6 (TSSOP20)
 - HK32F04AF8P6
 - HK32F04AF6P6
 - HK32F04AF4P6

用户可以查看《HK32F04A 用户手册》，进一步了解 HK32F04A MCU 的功能。

2 产品概述

本章介绍 HK32F04A 系列的 CPU 内核、存储器、外设接口、工作电流和工作温度等特性。

2.1 产品特性

- CPU
 - ARM Cortex-M0 内核
 - 最高时钟频率：72MHz
 - 24 位 System Tick 定时器
 - 支持 CPU Event 信号输入至 MCU 引脚，实现与板级其它 SOC CPU 的联动
- 工作电压范围
 - 单电源域：主电源 V_{DD} 为 2.0 V ~ 5.5V
 - 备用电源 V_{BAT} 为 1.8 V ~ 5.5V（当主电源 V_{DD} 掉电时，RTC 模块可继续在 V_{BAT} 电源下工作）
- 工作温度范围：-40°C ~ +105°C
- V_{DD} 典型工作电流
 - 运行（Run）模式：13.23 mA@72MHz@3.3V
 - 睡眠（Sleep）模式：5.44 mA@3.3V
 - 停机（Stop）模式：
 - LDO 低功耗：10 μ A@3.3V
 - LDO 全速工作：128 μ A@3.3V
 - 待机（Standby）模式：1.64 μ A@3.3V
- 存储器
 - 最高 64 Kbyte 的 Flash 存储器
 - CPU 主频不高于 24 MHz 时，支持零等待总线周期
 - 具有代码安全保护功能，可分别设置读保护和写保护
 - 支持存储于 Flash 的指令和数据加密，以防止 Flash 内容被物理攻击
 - 10 Kbyte SRAM（不支持硬件校验功能）
- 时钟
 - 外部 HSE：4~16 MHz
 - 外部 LSE：32.768 kHz
 - 片内 HSI：8 MHz/14 MHz/56 MHz
 - 片内 LSI：40 kHz
 - PLL 时钟
 - GPIO 输入时钟（最高 72MHz）
- 复位
 - 外部管脚复位
 - 电源上电/掉电复位
 - 软件复位
 - 看门狗定时器复位（IWDG 和 WWDG）
 - 低功耗管理复位

- 可编程电压监测器（PVD）
 - 8 级检测电压门限可调
 - 上升沿和下降沿检测可配置
- GPIO
 - 多达 55 个 GPIO 引脚
 - 每个 GPIO 引脚均可配置为外部中断输入
- DMA
 - 5 个通道的 DMA 控制器
 - 支持 Timer、ADC、SPI、I2C、USART 等多种外设触发
- 安全加密
 - CRC 计算单元
- 数据通信接口
 - 2 个 USART：支持主同步SPI 和调制解调器控制，具有ISO7816 接口、LIN、IrDA 能力、自动波特率检测和唤醒特性
 - 2 个高速 SPI：可编程4 至 16 个比特帧和具有复用的I2S 接口
 - 2 个 I2C：支持超快速模式（1 Mbit/s）、SMBus 和 PMBus
- 定时器
 - 1 个高级控制定时器（TIM1）
 - 6 个通用定时器（TIM2/TIM3/TIM14/TIM15/TIM16/TIM17）
 - 1 个基本定时器（TIM6）
- 日历RTC，具有闹钟功能，可从停机/待机模式周期唤醒
- 片内模拟电路
 - 1 个 12 位的 ADC：16 个外部模拟信号输入通道，支持最高 1 MSPS 采样频率的自动连续转换和扫描转换
 - 1 个温度传感器：模拟输出在内部连接到 A/D 转换器独立通道
- 定点数除法/开方运算单元
 - 支持 32 位定点数除法，可同时获得商和余数
 - 支持 32 位定点数高精度开方
- ID 标识
 - 每颗芯片提供一个唯一的 96 位 ID 标识
- CPU 跟踪和调试
 - SWD 调试端口
- 可靠性
 - 通过 HBM2000V/CDM1000V/MM200V/LU200 等级测试

2.2 器件一览表

表 2-1 HK32F04A 系列芯片特性

| | | | | | | |
|------|------------------|--|--|--|--|--|
| 产品特性 | HK32F04A R8T6 | HK32F04AC8T6/ HK32F04AC6T6/ HK32F04AC4T6 | HK32F04AK8T6/ HK32F04AK6T6/ HK32F04AK4T6 | HK32F04AK8U6 HK32F04AK6U6 HK32F04AK4U6 | HK32F04AG8U6 HK32F04AG6U6 HK32F04AG4U6 | HK32F04AF8P6 HK32F04AF6P6 HK32F04AF4P6 |
| 封装 | LQFP64 | LQFP48 | LQFP32 | QFN32 | QFN28 | TSSOP20 |

| | | | | | | | |
|---------------------|------------------|--|--|--|--|--|--|
| 产品特性 | | HK32F04A R8T6 | HK32F04AC8T6/ HK32F04AC6T6/ HK32F04AC4T6 | HK32F04AK8T6/ HK32F04AK6T6/ HK32F04AK4T6 | HK32F04AK8U6 HK32F04AK6U6 HK32F04AK4U6 | HK32F04AG8U6 HK32F04AG6U6 HK32F04AG4U6 | HK32F04AF8P6 HK32F04AF6P6 HK32F04AF4P6 |
| GPIO 个数 | | 55 | 39 | 25 | 27 | 23 | 15 |
| 工作电压 | | 2.0 V ~ 5.5 V | | | | | |
| 工作温度 | | -40°C ~ +105°C | | | | | |
| 内核 | | Cortex®-M0 | | | | | |
| 工作频率 | | 72 MHz | | | | | |
| 存储器 | Flash (Kbyte) | 64 | 64/32/16 | 64/32/16 | 64/32/16 | 64/32/16 | 64/32/16 |
| | SRAM (Kbyte) | 10 | | | | | |
| DMA | | 5 通道（支持 ADC/SPI/I2C/USART/TIMx） | | | | | |
| 时钟 | 内部 LSI | 40 kHz | | | | | |
| | 内部 HSI | 8 MHz/14 MHz/56 MHz | | | | | |
| | 外部 HSE | 4 ~ 16MHz | | | | | |
| | 外部 LSE | 32.768 kHz | | | | | |
| | PLL 时钟 | 支持（最高输出时钟频率：72 MHz） | | | | | |
| | GPIO 时钟 | 支持 | | | | | |
| 定时器 | 高级定时器 | TIM1 | | | | | |
| | 通用定时器 | 32-bit: TIM2 16-bit: TIM3/TIM14/TIM15/TIM16/TIM17 | | | | | |
| | 基本定时器 | TIM6 | | | | | |
| | 系统嘀嗒定时器 | 支持 | | | | | |
| | 实时 RTC | 支持 | | | | | |
| | 独立看门狗 (IWDG) | 支持 | | | | | |
| | 窗口看门狗 (WWDG) | 支持 | | | | | |
| 外设通讯 | USART | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | I2C | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| | SPI/I2S | 2/2 | 2/2 | 1/1 | 1/1 | 1/1 | 1/1 |
| 模拟电路 | ADC (外部通道数) | 1 (16 通道) | 1 (10 通道) | 1 (10 通道) | 1 (10 通道) | 1 (10 通道) | 1 (9 通道) |
| | 温度传感器 | 1 | | | | | |
| 可编程电压检测器 (PVD) | | 支持 | | | | | |
| 定点数除法/开方运算单元 (DVSQ) | | 支持 | | | | | |
| CRC | | 支持 | | | | | |

| | | | | | | | |
|------|-----|------------------|--|--|--|--|--|
| 产品特性 | | HK32F04A R8T6 | HK32F04AC8T6/ HK32F04AC6T6/ HK32F04AC4T6 | HK32F04AK8T6/ HK32F04AK6T6/ HK32F04AK4T6 | HK32F04AK8U6 HK32F04AK6U6 HK32F04AK4U6 | HK32F04AG8U6 HK32F04AG6U6 HK32F04AG4U6 | HK32F04AF8P6 HK32F04AF6P6 HK32F04AF4P6 |
| 信息安全 | UID | 支持（96-bit） | | | | | |

3 功能介绍

3.1 结构框图

ARM® Cortex®-M0 处理器是嵌入式 32 位 RISC 处理器，它是一个低成本、高性能、超低功耗的 MCU 平台，能提供卓越的计算性能和先进的中断系统响应。HK32F04A 拥有内置的 Cortex®-M0 内核，与 ARM 工具和软件兼容。

下面以 HK32F04AR8T6 为例，说明 HK32F04A 系列 MCU 的功能框图。

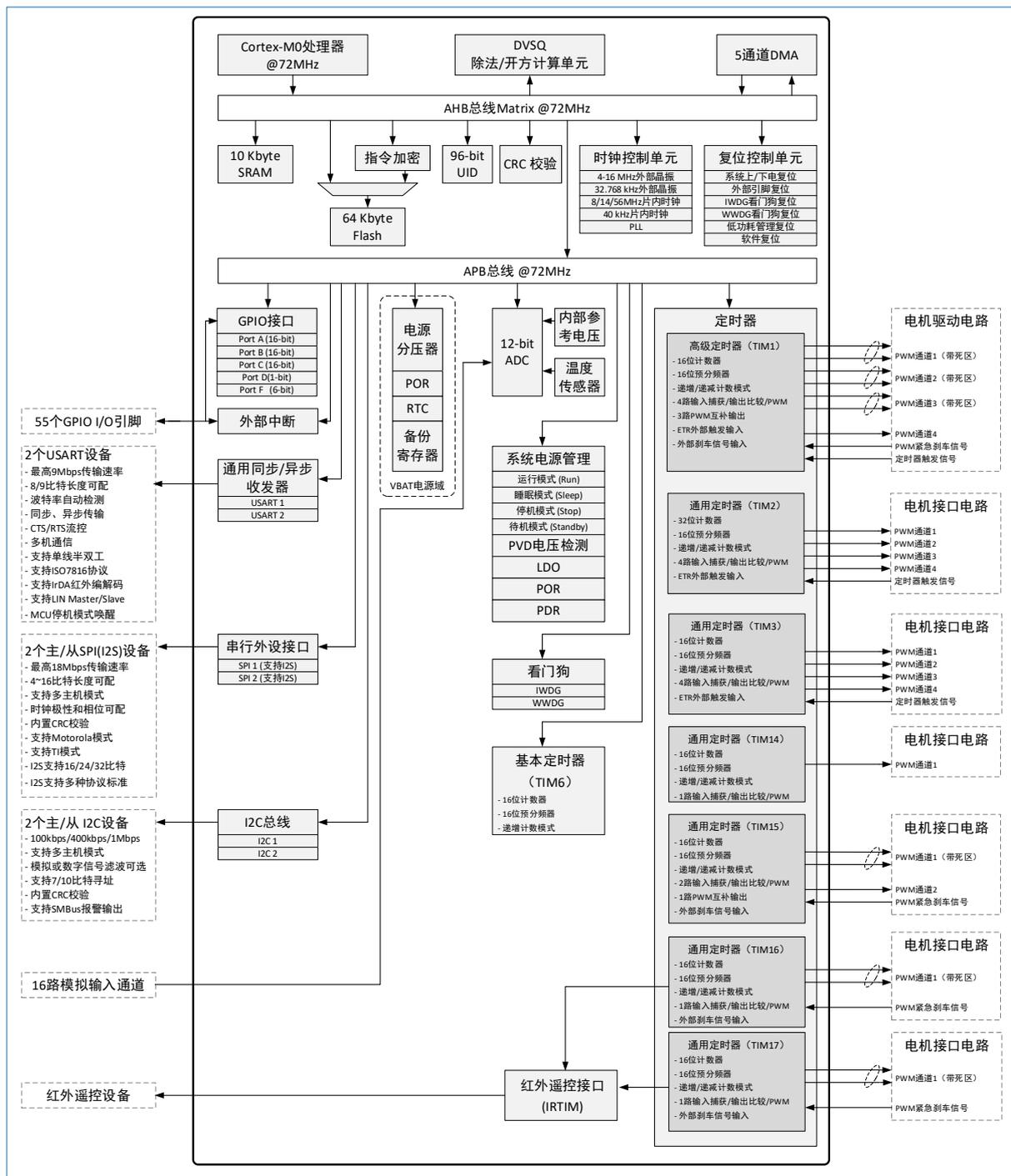


图 3-1 HK32F04AR8T6 的功能框图

3.2 存储器映射

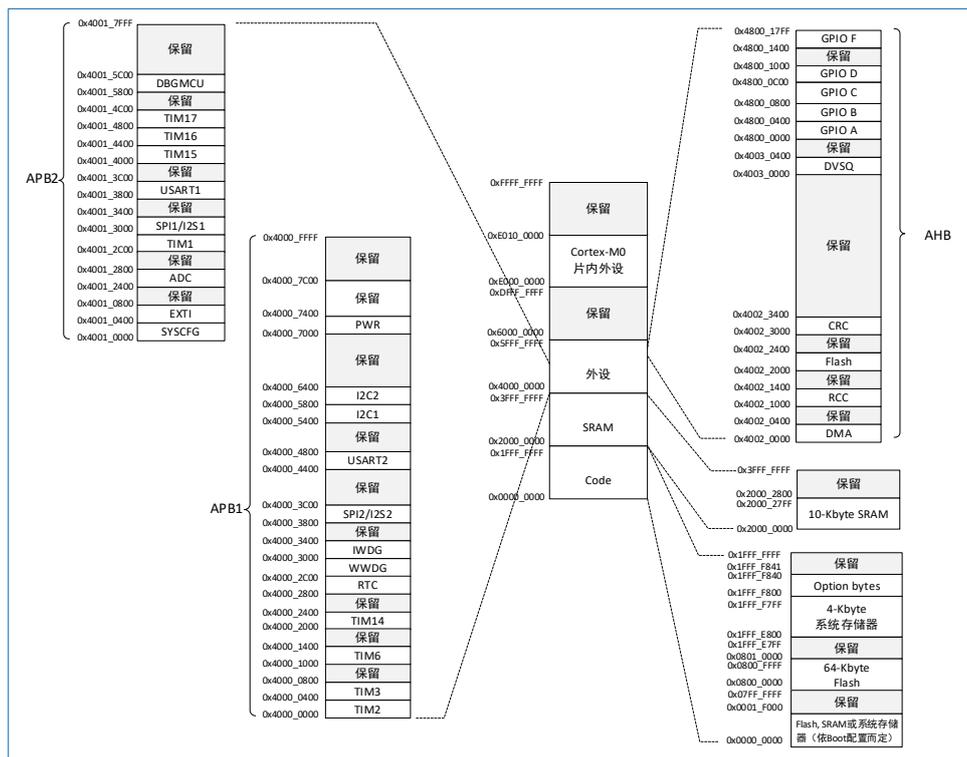


图 3-2 HK32F04A 存储器映射

3.3 Flash

HK32F04A 内部集成最大 64 Kbyte 的 Flash 存储器，用于存放程序和数据。

3.4 CRC 计算单元

循环冗余校验 (CRC) 用于验证数据传输或数据存储的完整性。HK32F04A 内部集成了一个独立的 CRC 硬件计算单元，为用户应用减轻负担，提供加速处理的能力。

在运行期间，CRC 计算单元辅助计算软件的签名，将该签名和链接期间所产生并存储于存储器指定位置的参考签名进行比较。

3.5 DVSQ 计算单元

除法和开方 (Division and square root, DVSQ) 计算单元支持以下特性：

- 支持 32 位带符号数 (SDIV) 和无符号数除法 (UDIV)，支持 32 位开方运算。
 - 在同一时刻，DVSQ 计算单元不能同时支持除法和开方运算，只能两者选其一执行。
 - 32 位有符号/无符号整数除法运算结束后，可同时获取商和余数并更新到相应的寄存器。
 - 除法运算支持 MOD 操作。
- 无符号开方运算，可以通过软件选择高精度开方运算。
- 流水线设计，每个时钟完成 2 位运算。
- 运算时间根据运算数据不同而改变。
- 支持除零中断和溢出中断。

3.6 SRAM

HK32F04A 内部集成 10 Kbyte SRAM，CPU 能以零等待周期进行快速读写访问，可满足大多数应用的

需求。

3.7 NVIC

内置嵌套向量中断控制器（NVIC），能够处理多达 28 个可屏蔽中断通道（不包括 16 个 Cortex-M0 的中断线）和 4 个优先级。该模块以最小的中断延迟提供灵活的中断管理功能。

- 紧耦合的 NVIC 能够实现低延迟的中断响应处理
- 中断向量入口地址直接进入内核
- 允许中断的早期处理
- 处理晚到的较高优先级中断
- 支持中断尾部链接功能
- 自动保存处理器状态
- 中断返回时自动恢复，无需额外指令开销

表 3-1 NVIC 表

| 位置 | 优先级 | 名称 | 描述 | 地址 | |
|----|-----|-----|---------------------|--|-------------|
| - | - | - | - | 保留 | 0X0000_0000 |
| - | -3 | 固定 | Reset | 复位 | 0X0000_0004 |
| - | -2 | 固定 | NMI | 非屏蔽中断 | 0X0000_0008 |
| - | -1 | 固定 | HardFault | 所有类型错误 | 0X0000_000C |
| - | 3 | 可配置 | SVCALL | 通过 SWI 指令的系统服务调用 | 0X0000_002C |
| - | 5 | 可配置 | PendSV | 可挂起的系统服务请求 | 0X0000_0038 |
| - | 6 | 可配置 | SysTick | 系统嘀嗒定时器 | 0X0000_003C |
| 0 | 7 | 可配置 | WWDG | 窗口看门狗中断 | 0X0000_0040 |
| 1 | 8 | 可配置 | PVD | 连到 EXTI 的电源电压检测 PVD 中断(与 EXTI 线 16 共用) | 0X0000_0044 |
| 2 | 9 | 可配置 | RTC | RTC 全局中断(与 EXTI 线 17, 19 和 20 共用) | 0X0000_0048 |
| 3 | 10 | 可配置 | FLASH | Flash 全局中断 | 0X0000_004C |
| 4 | 11 | 可配置 | RCC | RCC 全局中断 | 0X0000_0050 |
| 5 | 12 | 可配置 | EXTIO_1 | EXTI 线[1:0]中断 | 0X0000_0054 |
| 6 | 13 | 可配置 | EXTI2_3 | EXTI 线[3:2]中断 | 0X0000_0058 |
| 7 | 14 | 可配置 | EXTI4_15 | EXTI 线[15:4]中断 | 0X0000_005C |
| 8 | 15 | - | - | 保留 | 0X0000_0060 |
| 9 | 16 | 可配置 | DMA_CH1 | DMA1 通道 1 全局中断 | 0X0000_0064 |
| 10 | 17 | 可配置 | DMA_CH2_3 | DMA1 通道 2 和 3 全局中断 | 0X0000_0068 |
| 11 | 18 | 可配置 | DMA_CH4_5 | DMA1 通道 4 和 5 全局中断 | 0X0000_006C |
| 12 | 19 | 可配置 | ADC | ADC 中断 | 0X0000_0070 |
| 13 | 20 | 可配置 | TIM1_BRK_UP_TRG_COM | TIM1 刹车、更新、触发和 COM 中断 | 0X0000_0074 |
| 14 | 21 | 可配置 | TIM1_CC | TIM1 捕获比较中断 | 0X0000_0078 |
| 15 | 22 | 可配置 | TIM2 | TIM2 全局中断 | 0X0000_007C |
| 16 | 23 | 可配置 | TIM3 | TIM3 全局中断 | 0X0000_0080 |
| 17 | 24 | 可配置 | TIM6 | TIM6 全局中断 | 0X0000_0084 |
| 18 | 25 | - | - | 保留 | 0X0000_0088 |

| 位置 | 优先级 | 名称 | 描述 | 地址 | |
|----|-----|-----|--------|-----------------------------|-------------|
| 19 | 26 | 可配置 | TIM14 | TIM14 全局中断 | 0X0000_008C |
| 20 | 27 | 可配置 | TIM15 | TIM15 全局中断 | 0X0000_0090 |
| 21 | 28 | 可配置 | TIM16 | TIM16 全局中断 | 0X0000_0094 |
| 22 | 29 | 可配置 | TIM17 | TIM17 全局中断 | 0X0000_0098 |
| 23 | 30 | 可配置 | I2C1 | I2C1 全局中断（和 EXTI 线 23 共用） | 0X0000_009C |
| 24 | 31 | 可配置 | I2C2 | I2C2 全局中断（和 EXTI 线 24 共用） | 0X0000_00A0 |
| 25 | 32 | 可配置 | SPI1 | SPI1 全局中断 | 0X0000_00A4 |
| 26 | 33 | 可配置 | SPI2 | SPI2 全局中断 | 0X0000_00A8 |
| 27 | 34 | 可配置 | USART1 | USART1 全局中断（和 EXTI 线 25 共用） | 0X0000_00AC |
| 28 | 35 | 可配置 | USART2 | USART2 全局中断（和 EXTI 线 26 共用） | 0X0000_00B0 |
| 29 | 36 | - | - | 保留 | 0X0000_00B4 |
| 30 | 37 | - | - | 保留 | 0X0000_00B8 |
| 31 | 38 | 可配置 | DVSQ | DVSQ 全局中断 | 0X0000_00BC |

3.8 EXTI

扩展的中断/事件控制器包含 24 个边沿检测器，用于产生中断/事件请求和唤醒系统。每根中断线都可以独立地配置它的触发事件（上升沿或下降沿或双边沿）和屏蔽状态。挂起寄存器用于保持中断请求的状态。

EXTI 可检测到脉冲宽度小于内部时钟周期的外部中断线。最多可支持 16 根外部中断线。

HK32F04A 内置 24 个 EXTI 口，其中 EXTI0~EXTI15 连接 IO，其余的 EXTI 口连接以下事件：

- EXTI 16 连接 PVD 输出
- EXTI 17 连接 RTC 的告警事件
- EXTI 19 连接 RTC 的侵入检测和时间戳事件
- EXTI 20 连接 RTC 的唤醒事件
- EXTI 23 连接 I2C1 的唤醒事件
- EXTI 24 连接 I2C2 的唤醒事件
- EXTI 25 连接 USART1 的唤醒事件
- EXTI 26 连接 USART2 的唤醒事件

其中 EXTI23~EXTI26 连接内部事件，不带 RTSR、FTSR、SWIER 和 PR 寄存器，只能在 Stop 模式下采集事件的上升沿以产生 ERQ 和 IRQ 唤醒系统。

3.9 复位

HK32F04A MCU 支持三种复位：系统复位、电源复位和备份域复位。

3.9.1 系统复位

除了时钟控制器的 RCC_CSR 寄存器中的复位标志位和备份区域中的寄存器以外，系统复位将所有寄存器复位至它们的复位状态。

当发生以下任一事件时，将产生一个系统复位：

- NRST 引脚上的低电平（外部复位）
- 窗口看门狗计数终止（WWDG 复位）

- 独立看门狗计数终止（IWDG 复位）
- 软件复位（SW 复位）
- 低功耗管理复位

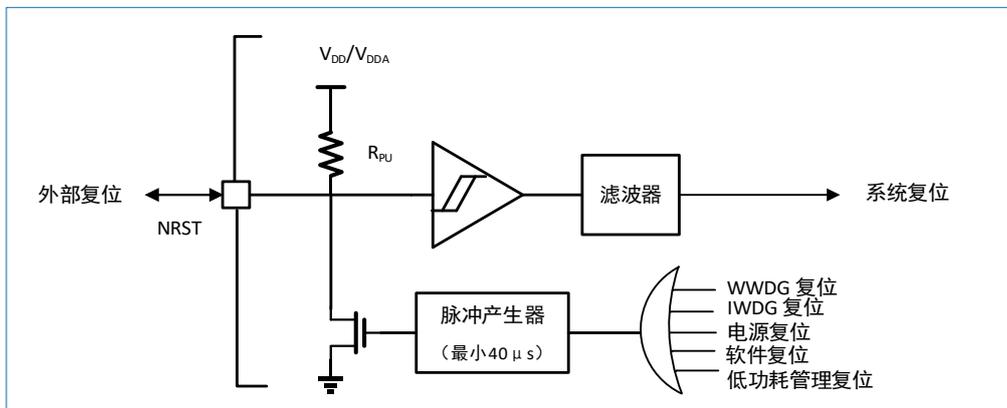


图 3-3 芯片复位信号

芯片内部的复位信号会在 NRST 引脚上输出，脉冲发生器保证每一个（外部或内部）复位源都能有至少 40 μs 的脉冲延时；当 NRST 引脚被拉低产生外部复位时，它将产生复位脉冲。

可通过查看 RCC_CSR 控制状态寄存器中的复位状态标志位识别复位事件来源。

表 3-2 复位状态标志位

| 复位类型 | 复位配置 |
|---------|---|
| 软件复位 | 通过将 Cortex®-M0 中断应用和复位控制寄存器中的 SYSRESETREQ 位置为‘1’，可实现软件复位。 |
| 低功耗管理复位 | 通过将用户选择字节中的 nRST_STDBY 或 nRST_STOP 位置为‘0’，将使能该复位。此时，即使执行了进入待机/停机模式的操作，系统将被复位而不是进入待机/停机模式。 |

3.9.2 电源复位

电源复位将复位除了备份区域外的所有寄存器。复位源将最终作用于 Reset 引脚，并在复位过程中保持低电平。复位入口矢量被固定在地址 0x0000_0004。

当以下事件中之一发生时，将产生电源复位：

- 上电/掉电复位（POR/PDR）
- 从待机模式中返回

HK32F04A 内部集成了上电复位/掉电复位（POR/PDR）电路。该电路始终处于工作状态，以保证系统在供电超过 POR/PDR 阈值时工作。当 V_{DD} 低于 POR/PDR 阈值时，置器件于复位状态，而不必使用外部复位电路。

3.9.3 备份域复位

备份区域拥有两个专用的复位，它们仅影响备份区域。当以下任其一事件发生时，将触发备份区域复位。

- 置位备份域控制寄存器（RCC_BDCR）中的 BDRST 位（该操作也将触发软件复位）。
- 在 V_{DD} 和 V_{BAT} 两者掉电后， V_{DD} 和（或） V_{BAT} 再上电时将触发备份域复位。

3.10 时钟

HSI 和 HSI14 源于同一个输出频率为 56 MHz 的内部振荡器。因此在使用 HSI 或 HSI14 时钟时，不能通过把另一个时钟源关闭来降低功耗。HSI 可以作为 PLL 前置分频的输入。HSI 配合 PLL 使用时，能配置出更丰富的时钟频率。

芯片所有时钟源都可选择为系统时钟，包括慢速时钟 LSI 和 LSE。用户可根据应用的功耗和性能要求灵活选择系统时钟。

以下时钟均可作为系统时钟：

- 32.768 kHz LSE
- 40 kHz LSI
- 56 MHz HSI
- 14MHz HSI14
- 8MHz HSI
- 4-16 MHz HSE
- PLL 时钟（最高 72MHz）
- GPIO 输入时钟

说明：

HK32F04A 提供可选的 PCLK 作为 I2C 的时钟源。

完整的时钟结构如下图：

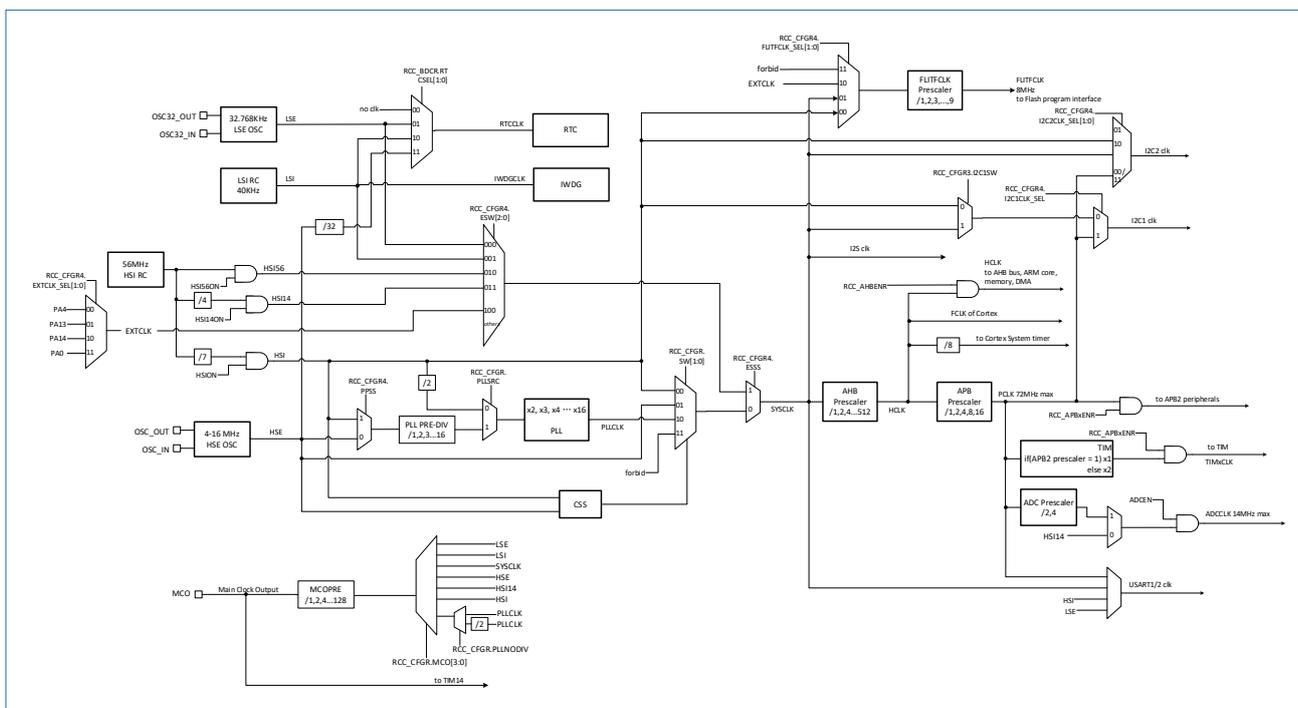


图 3-4 时钟树

3.11 Boot 模式

在启动时，自举管脚被用于选择以下任一种自举模式：

- 从用户 Flash 自举
- 从系统存储器自举
- 从内部 SRAM 自举

自举加载程序存储于系统存储器中，可以通过 USART 接口对 Flash 重新编程。

3.12 供电方案

- $V_{DD} = 2.0 \sim 5.5V$ ：为 I/O 管脚和内部 LDO 供电。

- $V_{DDA} = 2.0 \sim 5.5V$: 为 ADC、温度传感器等模拟电路供电。
- $V_{BAT} = 1.8 \sim 5.5V$: 当关闭 V_{DD} 时, 内部电源切换电路通过 V_{BAT} 为 RTC、外部 32.768 kHz 振荡器和备份寄存器供电。

3.13 可编程电压监测器

HK32F04A 集成了一个可编程电压监测器 (PVD)。PVD 监视 V_{DD} 供电并与阈值 V_{PVD} 比较, 当 V_{DD} 低于或高于阈值 V_{PVD} 时将产生中断, 中断处理程序可以发出警告信息或将 MCU 切换到安全模式。PVD 功能需要通过程序使能开启。

3.14 低功耗模式

- 睡眠 (Sleep) 模式

在睡眠模式下, 只有 CPU 停止, 所有外设处于工作状态, 并可在发生中断/事件时唤醒 CPU。

- 停机 (Stop) 模式

在保持 SRAM 和寄存器内容不丢失的情况下, 停机模式可以达到最低的电能消耗。在停机模式下, 内核域所有时钟关闭, PLL、HSI 和 HSE 的振荡器也关闭。通过 EXTI 信号可把 MCU 从停机模式中唤醒。EXTI 信号可以是 16 个外部 I/O 口之一、PVD 的输出、USART 帧头匹配以及 I2C 地址匹配或 RTC 闹钟。

- 待机 (Standby) 模式

在待机模式下, 可以达到最低的电能消耗。内部 LDO 关闭, PLL、HSI 和 HSE 的 RC 振荡器也关闭。进入待机模式后, SRAM 和寄存器的内容将消失, 但备份寄存器的内容仍然保留, 待机电路仍工作。从待机模式退出的条件是: NRST 上的外部复位、IWDG 复位、WKUP 管脚上的上升沿或 RTC 的闹钟到时。

说明:

若需了解各工作模式下的功耗, 请参考表 4-6。

3.15 DMA

DMA (带 5 路通道) 可以管理存储器到存储器、设备到存储器、存储器到设备的数据传输。DMA 控制器支持环形缓冲区的管理, 当控制器传输到达缓冲区, 无需用户代码介入管理。

每个通道都有专门的硬件 DMA 请求逻辑, 同时可以由软件触发每个通道; 数据传输的长度、传输的源地址和目标地址都可以通过软件单独设置。DMA 可以用于主要的外设: SPI、I2C、USART、定时器 TIMx 和 ADC 等。

3.16 RTC

RTC 带一个独立的 BCD 定时器/计数器。其主要特性如下:

- 日历可以亚秒、秒、分、小时 (12 或 24 格式)、星期几、日、月、年表示, 格式为 BCD (二进制十进数)。
- 自动调整每月为 28、29 (闰年)、30 或 31 天。
- 可编程闹钟具有从停机和待机模式唤醒的能力。
- 运行时纠正 1 到 32767 个 RTC 时钟脉冲, 用于 RTC 与主时钟同步。
- 数字校准电路具有 1 ppm 的分辨率, 以补偿石英晶振的偏差。
- 两个防篡改检测引脚带可编程的滤波器。当检测到篡改事件时, MCU 可从停机及待机模式唤醒。
- 时间戳特性可用于保存日历内容。此功能可由时间戳引脚上的事件或篡改事件触发。当检测到

时间戳事件时，MCU 可从停机及待机模式唤醒。

- 参考时钟检测：可使用更精准的第二时钟源（50 Hz 或 60 Hz）以提高日历的精确度。

3.17 独立看门狗

独立的看门狗是基于一个 12 位的递减计数器和一个 8 位的预分频器，它由一个内部独立的 40 kHz 的 RC 振荡器提供时钟。这个 RC 振荡器独立于主时钟，所以该振荡器可运行于停机和待机模式。独立看门狗在发生问题时能够复位整个系统，或作为一个自由定时器为应用程序提供超时管理。通过配置 Flash 选项字节域以选择软件或硬件方式来启动看门狗。在调试模式，计数器可以被冻结。

3.18 窗口看门狗

窗口看门狗带一个 7 位的递减计数器。该计数器可设置成自由运行模式，也可作为看门狗用于在发生问题时复位整个系统。窗口看门狗由系统时钟驱动，具有提前预警中断功能。在调试模式，计数器可以被冻结。

3.19 System Tick 定时器

System Tick 定时器专用于操作系统，可作为一个标准的递减计数器，具有下述特性。

- 24 位的递减计数器
- 重加载功能
- 当计数器为 0 时，能产生一个可屏蔽中断
- 可编程时钟源

3.20 定时器

HK32F04A 器件包括一个高级控制定时器、六个通用定时器和一个基本定时器，其功能定义如下表：

表 3-3 定时器功能定义

| 定时器类型 | 定时器名称 | 计数器分辨率 | 计数器类型 | 预分频系数 | DMA 请求 | 紧急刹车输入 | 捕获/比较通道 | 互补输出 |
|-------|-------|--------|-------------|-------------------|--------|--------|---------|------|
| 高级 | TIM1 | 16 位 | 递增、递减、递增/递减 | 1 和 65536 之间的任意整数 | 有 | 有 | 4 | 3 |
| 通用 | TIM2 | 32 位 | 递增、递减、递增/递减 | 1 和 65536 之间的任意整数 | 有 | 无 | 4 | 无 |
| | TIM3 | 16 位 | 递增、递减、递增/递减 | 1 和 65536 之间的任意整数 | 有 | 无 | 4 | 无 |
| | TIM14 | 16 位 | 递增、递减、递增/递减 | 1 和 65536 之间的任意整数 | 无 | 无 | 1 | 无 |
| | TIM15 | 16 位 | 递增、递减、递增/递减 | 1 和 65536 之间的任意整数 | 有 | 有 | 2 | 1 |
| | TIM16 | 16 位 | 递增、递减、递增/递减 | 1 和 65536 之间的任意整数 | 有 | 有 | 1 | 1 |
| | TIM17 | 16 位 | 递增、递减、递增/递减 | 1 和 65536 之间的任意整数 | 有 | 有 | 1 | 1 |
| 基本 | TIM6 | 16 位 | 递增 | 1 和 65536 之间的任意整数 | 有 | 无 | 无 | 无 |

3.20.1 高级定时器

高级定时器（TIM1）可作为 6 个通道的三相 PWM 发生器，或作为完整的通用定时器。其四个独立的通道可以用于：

- 输入捕获
- 输出比较
- 产生 PWM（边沿或中央对齐模式）
- 单脉冲输出

其中 3 路具有互补 PWM 输出，带程序可控的死区插入功能。

配置为 16 位标准定时器时，它与 TIMx 定时器具有相同的功能。配置为 16 位 PWM 发生器时，它具有全调制能力（0~100%）。在调试模式下，计数器可以被冻结。由于高级定时器与通用定时器的很多功能相同，内部结构也相同，因此它也可以通过定时器链接功能与通用定时器协同工作，提供同步或事件链接功能。

3.20.2 通用定时器

每个通用定时器都可用于生成 PWM 输出，或作为简单时间基准。

TIM2

TIM2 带一个 32 位自动重载递增/递减计数器和一个 16 位预分频器。它有 4 个独立通道，用于输入捕获/输出比较、PWM、单脉冲模式输出。

TIM2 通用定时器可通过定时器链接功能与 TIM1 高级控制定时器协同工作，提供同步或事件链接功能。TIM2 可生成独立的 DMA 请求。TIM2 定时器能够处理正交（增量）编码器信号，也能处理 1 到 3 个霍尔效应传感器的数字输出。在调试模式下，其计数器可被冻结。

TIM3

TIM3 带一个 16 位自动重载递增/递减计数器和一个 16 位预分频器。它有 4 个独立通道，用于输入捕获/输出比较、PWM、单脉冲模式输出。

TIM3 通用定时器可通过定时器链接功能与 TIM1 高级控制定时器协同工作，提供同步或事件链接功能。TIM3 可生成独立的 DMA 请求。TIM3 定时器能够处理正交（增量）编码器信号，也能处理 1 到 3 个霍尔效应传感器的数字输出。在调试模式下，其计数器可被冻结。

TIM14 和 TIM15

TIM14 和 TIM15 定时器均带一个 16 位自动重载递增/递减计数器和一个 16 位预分频器。TIM14 有一个单通道，用于输入捕获/输出比较、PWM 或单脉冲模式输出。在调试模式下，其计数器可被冻结。

TIM15 可以产生 DMA 请求，TIM14 则不能。

TIM16 和 TIM17

TIM16 和 TIM17 定时器均带一个 16 位自动重载递增/递减计数器和一个 16 位预分频器。它们都有一个单通道，用于输入捕获/输出比较、PWM 或单脉冲模式输出。TIM16 和 TIM17 支持互补输出，带死区插入和独立 DMA 请求产生功能。在调试模式下，其计数器可被冻结。

3.20.3 基本定时器

基本定时器（TIM6）可作为通用的 16 位软件时基定时器。

3.21 I2C 总线

HK32F04A 提供多达 2 个 I2C 总线接口。I2C 接口支持主和从模式，也支持标准（100 kHz）、快速（400

kHz) 和超快速 (1 MHz) 模式。I2C 接口支持 7 位或 10 位寻址, 7 位从模式时支持双从地址寻址。I2C 接口内置了硬件 CRC 发生器/校验器。I2C 接口支持 SMBus V2.0/PMBusV1.1 总线, 提供 ARP、超时验证、ALERT 协议管理等功能。

表 3-4 可编程的模拟和数字噪声滤波器

| | 模拟滤波器 | 数字滤波器 |
|---------|-------------|-----------------------------|
| 抑制的脉冲宽度 | ≥ 50 ns | 支持 1 到 15 个 I2C 外设时钟的可编程长度 |
| 优点 | 停机模式中仍可使用 | 1. 附加的滤波能力和标准需求 2. 稳定的长度 |
| 缺点 | 随温度、电压、工艺变化 | - |

3.22 USART

HK32F04A 内置了 2 个通用同步/异步收发器(USART1/USART2)。其通信速率高达 9 Mbit/s。所有 USART 均提供硬件流控 (CTS 和 RTS)、RS485 DE 信号、主机同步通信、多处理器通信模式、单线半双工通信模式的管理功能, 并可使用 DMA 控制器。

USART 还支持兼容 ISO7816 的智能卡通信、IrDA SIR ENDEC、LIN 主/从能力、自动波特率特性。USART 具有独立于 CPU 时钟的时钟域, 可从停机模式唤醒 MCU。

表 3-5 USART 特性

| USART 特性 | USART1/USART2 |
|-------------------|---------------|
| 硬件流控 | 支持 |
| 使用 DMA 进行连续通信 | 支持 |
| 多处理器通信 | 支持 |
| 同步模式 | 支持 |
| SmartCard 模式 | 支持 |
| 单线半双工通信 | 支持 |
| IrDA SIR ENDEC 模块 | 支持 |
| LIN 模式 | 支持 |
| 双时钟域和从停机模式唤醒 | 支持 |
| 接收器超时中断 | 支持 |
| Modbus 通信 | 支持 |
| 自动波特率检测 | 支持 |
| 驱动使能 | 支持 |

3.23 SPI

HK32F04A 带 2 个 SPI 接口。在主或从模式下, 全双工和半双工的通信速率可达 18 Mbit/s。3 位的预分频器可产生 8 种主模式频率, 可配置成每帧 4 位到 16 位数据。

标准 I2S 接口 (与 SPI 复用) 支持四种不同的音频标准, 能以主或从半双工通信模式工作。它可配置为 16、24、32 位传输。I2S 接口支持 16 位或 32 位数据分辨率, 由专用信号同步。可由 8 位可编程线性预分频器设置为 8 kHz 至 192 kHz 的音频采样频率。当工作于主模式时, 它可为外部音频元件输出采样频率 256 倍的时钟。

表 3-6 SPI 特性

| SPI 特性 | SPI1/SPI2 |
|------------|-----------|
| 硬件 CRC 计算 | 支持 |
| Rx/Tx FIFO | 支持 |

| SPI 特性 | SPI1/SPI2 |
|----------|-----------|
| NSS 脉冲模式 | 支持 |
| I2S 模式 | 支持 |
| TI 模式 | 支持 |

3.24 GPIO

每个 GPIO 管脚都可以由软件配置成输出（推挽和开漏）、输入（浮空输入、上拉输入或下拉输入）或其它的外设功能端口。多数 GPIO 管脚都与数字或模拟的外设共用。所有的 GPIO 管脚都有大电流通过能力。I/O 管脚的外设功能可以按需锁定，以避免意外写入 I/O 寄存器。

3.25 ADC

HK32F04A 内嵌 1 个 12 位的模拟/数字转换器（ADC），可以实现单次或扫描转换。在扫描模式下，在选定的一组模拟输入上的转换将自动进行。

ADC 接口上额外的逻辑功能包括：

- 同时采样和保持
- 交叉采样和保持
- 单次采样

ADC 可以使用 DMA 操作。模拟看门狗功能非常精准地监视一路、多路或所有选中的通道的电压。当被监视的电压值超出预置的阈值时，将产生中断。通用/高级定时器产生的事件可分别内部级联到 ADC 的开始/注入触发事件。应用程序能使 AD 转换与时钟同步。

ADC 支持对 V_{DD} 进行 1/2 电压采样。

3.26 温度传感器

温度传感器产生一个随温度线性变化的电压。温度传感器在内部被连接到 ADC1_IN16 的输入通道上，用于将传感器的输出转换到数字数值。

3.27 内部参考电压

内部参考电压 (V_{REFINT}) 为 ADC 提供了一个稳定的电压输出。 V_{REFINT} 内部连接到 ADC_IN17 输入通道。访问方式为只读。

3.28 96 位 UID

96 位的产品唯一身份标识 (UID) 所提供的参考号码对于任意一颗 HK32F04A 芯片，在任何情况下都是唯一的。用户不能修改这个身份标识。按照不同的用法，该 96 位 UID 以字节（8 位）、半字（16 位）或者全字（32 位）为单位进行读取。96 位 UID 适用于：

- 作为序列号（例如 USB 字符序列号或者其他的终端应用）。
- 作为密码。在编写闪存时，将此 UID 与软件加解密算法结合使用，提高代码在闪存存储器内的安全性。
- 激活带安全机制的自举过程。

3.29 调试及跟踪接口

内嵌 ARM 的 SWJ-DP 接口，可以实现串行线 SWDIO/SWCLK 调试接口。

4 电气性能指标

4.1 最大绝对额定值

最大额定值是短时间的压力值。

注意：

- 请勿将芯片在该值或者其他任何超出该推荐值的条件下使用。
- 芯片的最大额定值请参考表 4-1 至表 4-3，超出最大额定值可能导致芯片永久性的损坏。
- 长时间工作在最大额定值下可能影响芯片的可靠性。

4.1.1 极限电压特性

表 4-1 极限电压特性

| 符号 | 描述 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------|-----------------------------------|------|----------------|----|
| $V_{DD}-V_{SS}$ | 外部主供电电压（包含 V_{DDA} 和 V_{DD} ） | -0.5 | 6.0 | V |
| V_{IN} | 引脚上的输入电压 | -0.3 | $V_{DD} + 0.3$ | |
| $ \Delta V_{DDx} $ | 不同供电引脚之间的电压差 | - | 50 | mV |
| $ V_{SSx} - V_{SS} $ | 不同接地引脚之间的电压差 | - | 50 | |

4.1.2 极限电流特性

表 4-2 极限电流特性

| 符号 | 描述 | 最大值 | 单位 |
|----------------------|--|----------|----|
| I_{VDD} | 经过 V_{DD}/V_{DDA} 电源线的总电流（供应电流） ⁽¹⁾ | 150 | mA |
| I_{VSS} | 经过 V_{SS} 地线的总电流（流出电流） ⁽¹⁾ | 150 | |
| I_{IO} | 任意 I/O 和控制引脚上的输出灌电流 | 25 | |
| | 任意 I/O 和控制引脚上的输出拉电流 | -25 | |
| $I_{IN(PIN)}^{(2)}$ | 引脚上的注入电流 ⁽³⁾ | ± 5 | |
| $\Sigma I_{IN(PIN)}$ | 所有 I/O 和控制引脚上的总注入电流 ⁽⁴⁾ | ± 25 | |

(1). 所有的电源 (V_{DD}, V_{DDA}) 和地 (V_{SS}, V_{SSA}) 引脚必须始终连接到外部允许范围内的供电系统上。

(2). 反向注入电流会干扰器件的模拟性能。

(3). 当 $V_{IN} > V_{DD}$ 时，有一个正向注入电流；当 $V_{IN} < V_{SS}$ 时，有一个反向注入电流，注入电流绝对不能超过规定范围。

(4). 当几个 I/O 口同时有注入电流时， $\Sigma I_{IN(PIN)}$ 的最大值为正向注入电流与反向注入电流的即时绝对值之和。

4.1.3 极限温度特性

表 4-3 极限温度特性

| 符号 | 描述 | 参数值 | 单位 |
|-----------|--------|----------|----|
| T_{STG} | 储存温度范围 | -45 ~150 | °C |
| T_J | 最大结温度 | 125 | |

4.2 工作参数

4.2.1 推荐工作条件

表 4-4 推荐工作条件

| 符号 | 描述 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------|--------------|-----|-----|-----|
| f_{HCLK} | 内部 AHB 时钟频率 | 0 | 72 | MHz |
| f_{PCLK1} | 内部 APB1 时钟频率 | 0 | 72 | |
| f_{PCLK2} | 内部 APB2 时钟频率 | 0 | 72 | |
| V_{DD} | 标准工作电压 | 2 | 5.5 | V |
| $V_{DDA}^{(1)}$ | 模拟工作电压 | 2 | 5.5 | V |
| T | 工作温度 | -40 | 105 | °C |

(1). V_{DDA} 可以低于 V_{DD} ; 例如 $V_{DD}=5V, V_{DDA}=3.3V; V_{DD}=3.3V, V_{DDA}=2.5V$, ADC 正常工作。

4.2.2 可编程电压检测器

表 4-5 PVD 特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------|----------------------|----------------|-------|-------|-------|----|
| V_{PVD} | 可编程电压检测器的检测电平选择（上升沿） | PLS[2:0] = 000 | 2.183 | 2.188 | 2.196 | V |
| | | PLS[2:0] = 001 | 2.286 | 2.289 | 2.298 | |
| | | PLS[2:0] = 010 | 2.393 | 2.399 | 2.407 | |
| | | PLS[2:0] = 011 | 2.502 | 2.508 | 2.518 | |
| | | PLS[2:0] = 100 | 2.621 | 2.629 | 2.639 | |
| | | PLS[2:0] = 101 | 2.726 | 2.733 | 2.745 | |
| | | PLS[2:0] = 110 | 2.839 | 2.846 | 2.855 | |
| | | PLS[2:0] = 111 | 2.958 | 2.969 | 2.979 | |
| | 可编程电压检测器的检测电平选择（下降沿） | PLS[2:0] = 000 | 2.116 | 2.119 | 2.125 | |
| | | PLS[2:0] = 001 | 2.208 | 2.211 | 2.220 | |
| | | PLS[2:0] = 010 | 2.305 | 2.310 | 2.320 | |
| | | PLS[2:0] = 011 | 2.399 | 2.406 | 2.416 | |
| | | PLS[2:0] = 100 | 2.506 | 2.512 | 2.521 | |
| | | PLS[2:0] = 101 | 2.596 | 2.602 | 2.613 | |
| | | PLS[2:0] = 110 | 2.693 | 2.701 | 2.710 | |
| | | PLS[2:0] = 111 | 2.798 | 2.805 | 2.817 | |

4.2.3 工作电流特性

表 4-6 工作电流特性

| 模式 | 条件 | $V_{DD} @ 25^{\circ}C$ | | | 唤醒时间@25°C @3.3V | |
|------------|---|------------------------|-----------|-----------|-----------------|------------|
| | | 2.0 V | 3.3 V | 5.0 V | 唤醒代码在 Flash | 唤醒代码在 SRAM |
| 运行模式 (Run) | HCLK=72MHz, Flash 读取 3 个等待周期, APB 时钟使能 | 21.505 mA | 22.63 mA | 22.85 mA | - | - |
| | HCLK=72MHz, Flash 读取 3 个等待周期, APB 时钟禁用 | 12.908 mA | 13.232 mA | 13.301 mA | - | - |
| | HCLK=HSE 8MHz, Flash 读取 0 个等待周期, APB 时钟使能 | 3.151 mA | 3.418 mA | 3.533 mA | - | - |

| 模式 | 条件 | V _{DD} @25°C | | | 唤醒时间@25°C@3.3V | |
|----------------|--|-----------------------|----------|----------|----------------|------------|
| | | 2.0 V | 3.3 V | 5.0 V | 唤醒代码在 Flash | 唤醒代码在 SRAM |
| | HCLK=HSE 8MHz, Flash 读取 0 等待周期, APB 时钟禁用 | 2.316 mA | 2.559 mA | 2.653 mA | - | - |
| | HCLK=LSI 40kHz | 196 μA | 208 μA | 212 μA | - | - |
| | HCLK=LSE 32.768 kHz | 190 μA | 205 μA | 215 μA | - | - |
| 睡眠模式 (Sleep) | HCLK= 72 MHz, APB 时钟禁用 | 5.199 mA | 5.441 mA | 5.483 mA | 575 ns | 208 ns |
| | HCLK=HSI 8 MHz, APB 时钟禁用 | 0.778 mA | 0.845 mA | 0.937 mA | 4.4 μs | 1.55 μs |
| 停机模式 (Stop) | LDO 全速工作状态, HSE/HSI/LSE 关闭 | 126 μA | 128 μA | 130 μA | 6.65 μs | 6.6 μs |
| | LDO 低功耗状态, HSE/HSI/LSE 关闭 | 9.22 μA | 10.26 μA | 12.47 μA | 19.4 μs | 9.4 μs |
| 待机模式 (Standby) | LSI 和 LSE 关闭 | 1.13 μA | 1.64 μA | 3.17 μA | 172 μs | - |
| | RTC (LSI 和 IWDG 打开) | - | 2.7 μA | - | 172 μs | - |
| | RTC (LSE=32.768 kHz) | - | 2.6 μA | - | 172 μs | - |

4.2.4 外部时钟特性

表 4-7 外部高速 (HSE) 时钟特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--|-----------|----|---------------------|-----|---------------------|-----|
| f _{HSE_ext} | 时钟频率 | - | 1 | 8 | 25 | MHz |
| V _{HSEH} | 输入引脚高电平 | - | 0.7*V _{DD} | - | V _{DD} | V |
| V _{HSEL} | 输入引脚低电平 | | V _{SS} | - | 0.3*V _{DD} | |
| T _{w(HSE)} | 有效高/低电平时间 | | 5 | - | - | ns |
| T _{r(HSE)} T _{f(HSE)} | 上升/下降时间 | - | - | 20 | | |
| Cin _(HSE) | 输入容抗 | - | - | 5 | - | pF |
| DuCy _(HSE) | 占空比 | - | 45 | - | 55 | % |

表 4-8 外部低速 (LSE) 时钟特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--|-----------|----|---------------------|--------|---------------------|-----|
| F _{LSE_ext} | 时钟频率 | - | - | 32.768 | 1000 | kHz |
| V _{LSEH} | 输入引脚高电平 | - | 0.7*V _{DD} | - | V _{DD} | V |
| V _{LSEL} | 输入引脚低电平 | | V _{SS} | - | 0.3*V _{DD} | |
| T _{w(LSE)} | 有效高/低电平时间 | | 450 | - | - | ns |
| T _{r(LSE)} /T _{f(LSE)} | 上升/下降时间 | - | - | 50 | | |
| Cin _(LSE) | 输入容抗 | - | - | 5 | - | pF |
| DuCy _(LSE) | 占空比 | - | 30 | - | 70 | % |

4.2.5 内部时钟特性

表 4-9 内部高速 (HSI) 时钟特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------------|------|----|-----|-----|-----|-----|
| f _{HSI} | 时钟频率 | - | - | 8 | - | MHz |
| DuCy _(HSI) | 占空比 | - | 45 | - | 55 | % |

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | |
|----------------------|-----------------------|---|-------------------------------|------|-----|-----|---|
| ACC _{HSI} | 振荡器精度 | RCC_CR 寄存器校准后 | -1 | - | 1 | | |
| | | 工厂校准 | T _A = -40 ~ +105°C | -2 | - | 2.5 | % |
| | | | T _A = -40 ~ +85°C | -1.5 | - | 2.2 | % |
| | | | T _A = 0 ~ +70°C | -1.3 | - | 2 | % |
| | T _A = 25°C | -1.1 | - | 1.8 | % | | |
| T _{su(HSI)} | 振荡器启动时间 | V _{SS} ≤ V _{IN} ≤ V _{DD} | 1 | - | 2 | μs | |
| I _{DD(HSI)} | 振荡器功耗 | - | - | 80 | 100 | μA | |

表 4-10 内部低速 (LSI) 时钟特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------|---------|----|-----|------|-----|-----|
| f _{LSI} | 时钟频率 | - | 30 | 40 | 60 | kHz |
| t _{su(LSI)} | 振荡器启动时间 | - | - | - | 85 | μs |
| I _{DD(LSI)} | 振荡器功耗 | - | - | 0.65 | 1.2 | μA |

4.2.6 PLL 特性

表 4-11 PLL 特性

| 符号 | 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------|---------|-----|-----|-----|-----|
| f _{PLL_IN} | 输入时钟频率 | 1 | 8.0 | 25 | MHz |
| | 输入时钟占空比 | 40 | - | 60 | % |
| f _{PLL_OUT} | 输出时钟频率 | 16 | - | 72 | MHz |
| t _{LOCK} | 锁相时间 | - | - | 200 | μs |
| Jitter | 循环抖动 | - | - | 300 | ps |

4.2.7 Flash 存储器特性

表 4-12 Flash 存储器特性

| 符号 | 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------|-----------|---------------------|------|---------------------|----|
| T _{PROG} | 半字写入时间 | - | 25 | - | μs |
| | 字写入时间 | - | 33 | - | μs |
| T _{ERASE} | 半页擦除时间 | - | 9.2 | - | ms |
| | 页擦除时间 | - | 4.6 | - | ms |
| | 整片擦除时间 | - | 38 | - | ms |
| IDD _{PROG} | 半字节写入电流 | - | - | 5 | mA |
| IDD _{ERASE} | 页/片擦除电流 | - | - | 2 | mA |
| IDD _{READ} | 读电流@24MHz | - | 2 | 3 | mA |
| | 读电流@1MHz | - | 0.25 | 0.4 | mA |
| V _{IL} | 输入低电压 | - | - | 0.1*V _{DD} | V |
| V _{IH} | 输入高电压 | 0.9*V _{DD} | - | - | V |
| V _{OL} | 输出低电压 | - | - | 0.1*V _{DD} | V |
| V _{OH} | 输出高电压 | 0.9*V _{DD} | - | - | V |
| N _{END} | 擦写寿命 | 1 | - | - | 千次 |
| t _{RET} | 数据保存时间 | 20 | - | - | 年 |

4.2.8 I/O 引脚特性

表 4-13 I/O 引脚直流特性

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 符号 |
|------------------|------------|----------------------------------|---------------------------------|-----|----------------------------------|----|
| V _{IH} | 输入高电平 | V _{DD} >2V | 0.42*(V _{DD} -2V) + 1V | | 5.5 | V |
| | | V _{DD} ≤2V | | | 5.2 | |
| V _{IL} | 输入低电平 | | -0.3 | | 0.32*(V _{DD} -2V)+0.75V | V |
| V _{hys} | 施密特触发器电压迟滞 | | 5%*V _{DD} | - | - | mV |
| I _{lk} | 输入漏电流 | V _{IN} =5V | - | - | 3 | μA |
| R _{PU} | 上拉电阻 | V _{IN} =V _{SS} | 30 | 40 | 50 | kΩ |
| R _{PD} | 下拉电阻 | V _{IN} =V _{DD} | 30 | 40 | 50 | kΩ |
| C _{IO} | I/O 引脚电容 | - | - | 5 | - | pF |

表 4-14 I/O 引脚交流特性

| 模式 OSPEEDy[1:0] | 符号 | 参数 | 条件 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|--------------------|--------------------------|--------------|---|-----|-----|-----|
| 00/10 | f _{max(I/O)out} | 最大频率 | C _L =50 pF, V _{DD} =2 V~5.5 V | - | 2 | MHz |
| | t _{r(I/O)out} | 输出高到低电平的下降时间 | | - | 125 | ns |
| | t _{r(I/O)out} | 输出低到高电平的上升时间 | | - | 125 | ns |
| 01 | f _{max(I/O)out} | 最大频率 | C _L =50 pF, V _{DD} =2 V ~ 5.5 V | - | 10 | MHz |
| | t _{r(I/O)out} | 输出高到低电平的下降时间 | | - | 25 | ns |
| | t _{r(I/O)out} | 输出低到高电平的上升时间 | | - | 25 | ns |
| 11 | f _{max(I/O)out} | 最大频率 | C _L =30 pF, V _{DD} =2.7 V ~ 5.5 V | - | 50 | MHz |
| | | | C _L =50 pF, V _{DD} =2.7 V ~ 5.5 V | - | 30 | |
| | | | C _L =50 pF, V _{DD} =2 V ~ 2.7 V | - | 20 | |
| | t _{r(I/O)out} | 输出高到低电平的下降时间 | C _L =30 pF, V _{DD} =2.7 V ~ 5.5 V | - | 5 | ns |
| | | | C _L =50 pF, V _{DD} =2.7 V ~ 5.5 V | - | 8 | |
| | | | C _L =50 pF, V _{DD} =2 V ~ 2.7 V | - | 12 | |
| | t _{r(I/O)out} | 输出低到高电平的上升时间 | C _L =30 pF, V _{DD} =2.7 V ~ 5.5 V | - | 5 | ns |
| | | | C _L =50 pF, V _{DD} =2.7 V ~ 5.5 V | - | 8 | |
| | | | C _L =50 pF, V _{DD} =2 V ~ 2.7 V | - | 12 | |

4.2.9 TIM 计数器特性

表 4-15 TIM 特性

| 符号 | 参数 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|------------------------|-----------------------|-----|--|------------------------|
| T _{res(TIM)} | 定时器分辨时间 | 1 | - | T _{TIM} × CLK |
| F _{EXT} | CH1 至 CH4 的定时器外部时钟频率 | 0 | F _{TIMxCLK} /2 ⁽¹⁾ | MHz |
| Re _S TIM | 定时器分辨率 | - | 16 | bit |
| T _{counter} | 当选择内部时钟时, 16 位计数器时钟周期 | 1 | 65536 | T _{TIM} × CLK |
| T _{MAX_COUNT} | 最大可能的计数值 | - | 65536x65536 | T _{TIM} × CLK |

 (1). f_{TIMxCLK} = 72 MHz

4.2.10 ADC 特性

表 4-16 ADC 特性

| 项目 | 描述 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------------------|----------------------------|---|--|-----|------------------|----------------------|
| V _{DDA} | ADC 开启时的模拟电源电压 | - | 2.0 | 3.3 | 5.5 | V |
| INL | 积分非线性（过程实际转换点与实际转换线的差的最大值） | f _{ADC} = 14 MHz, R _{AIN} < 10 kΩ, 校准后测试: V _{DDA} = 2.4 ~ 3.6V | -1.5 | - | +1.5 | LSB |
| DNL | 微分非线性（过程中转换误差最大值点） | f _{ADC} = 14 MHz, R _{AIN} < 10 kΩ, 校准后测试: V _{DDA} = 2.4 ~ 3.6V | -1 | - | +1 | LSB |
| f _{ADC} | ADC 时钟频率 | - | 0.6 | - | 14 | MHz |
| f _S ⁽¹⁾ | 采样频率 | - | 0.05 | - | 1 | MHz |
| f _{TRIG} ⁽¹⁾ | 外部触发频率 | f _{ADC} = 14 MHz | - | - | 823 | kHz |
| | | - | - | - | 17 | 1/f _{ADC} |
| V _{AIN} | 转换电压范围 | - | 0 | - | V _{DDA} | V |
| R _{AIN} ⁽¹⁾ | 外部输入阻抗 | - | - | - | 50 | kΩ |
| R _{ADC} ⁽¹⁾ | 采样开关电阻 | - | - | - | 1 | kΩ |
| C _{ADC} ⁽¹⁾ | 采样保持电容 | - | - | - | 5 | pF |
| t _{CAL} ⁽¹⁾ | ADC 校验时间 | f _{ADC} = 14 MHz | 5.9 | | | μs |
| | | - | 8.3 | | | 1/f _{ADC} |
| t _{latr} | 触发转换延迟 | f _{ADC} = f _{PCLK} /2 = 14 MHz | 0.196 | | | μs |
| | | f _{ADC} = f _{PCLK} /2 | 5.5 | | | 1/f _{PCLK} |
| | | f _{ADC} = f _{PCLK} /4 = 12 MHz | 0.219 | | | μs |
| | | f _{ADC} = f _{PCLK} /4 | 10.5 | | | 1/f _{PCLK} |
| | | f _{ADC} = f _{HSI14} = 14 MHz | 0.188 | - | 0.259 | μs |
| Jitter _{ADC} | ADC 触发转换抖动 | f _{ADC} = f _{HSI14} | - | 1 | - | 1/f _{HSI14} |
| t _S ⁽¹⁾ | 采样时间 | f _{ADC} = 14 MHz | 0.107 | - | 17.1 | μs |
| | | | 1.5 | - | 239.5 | 1/f _{ADC} |
| t _{STAB} ⁽¹⁾ | 采样稳定时间 | - | 14 | | | μs |
| t _{CONV} ⁽¹⁾ | 总转换时间（包括采样时间） | f _{ADC} = 14 MHz, 12 位分辨率 | 1 | - | 18 | μs |
| | | 12 位分辨率 | 14~252 (t _{CONV} =采样时间 t _S +逐次逼近时间 12.5) | | | 1/f _{ADC} |

(1). 设计保证。

4.2.11 温度传感器特性

表 4-17 温度传感器特性

| 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 符号 |
|-------|-----|------|-----|-------|
| 传感器增益 | - | 3.92 | - | mV/°C |

5 管脚定义

HK32F04A 提供了 LQFP64/LQFP48/LQFP32/QFN32/QFN28/TSSOP20 封装，管脚定义如下。

5.1 LQFP64

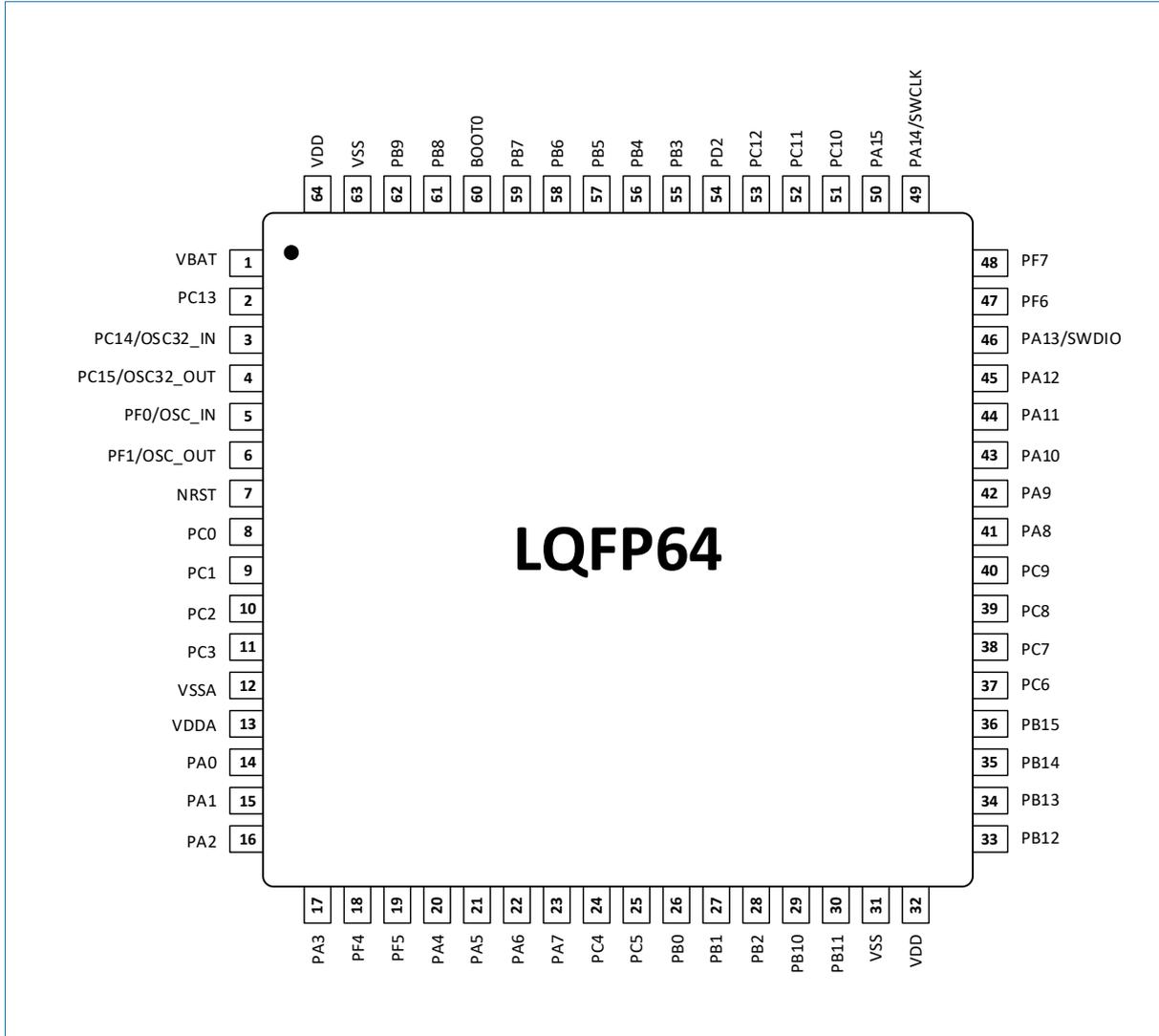


图 5-1 LQFP64 封装

5.2 LQFP48

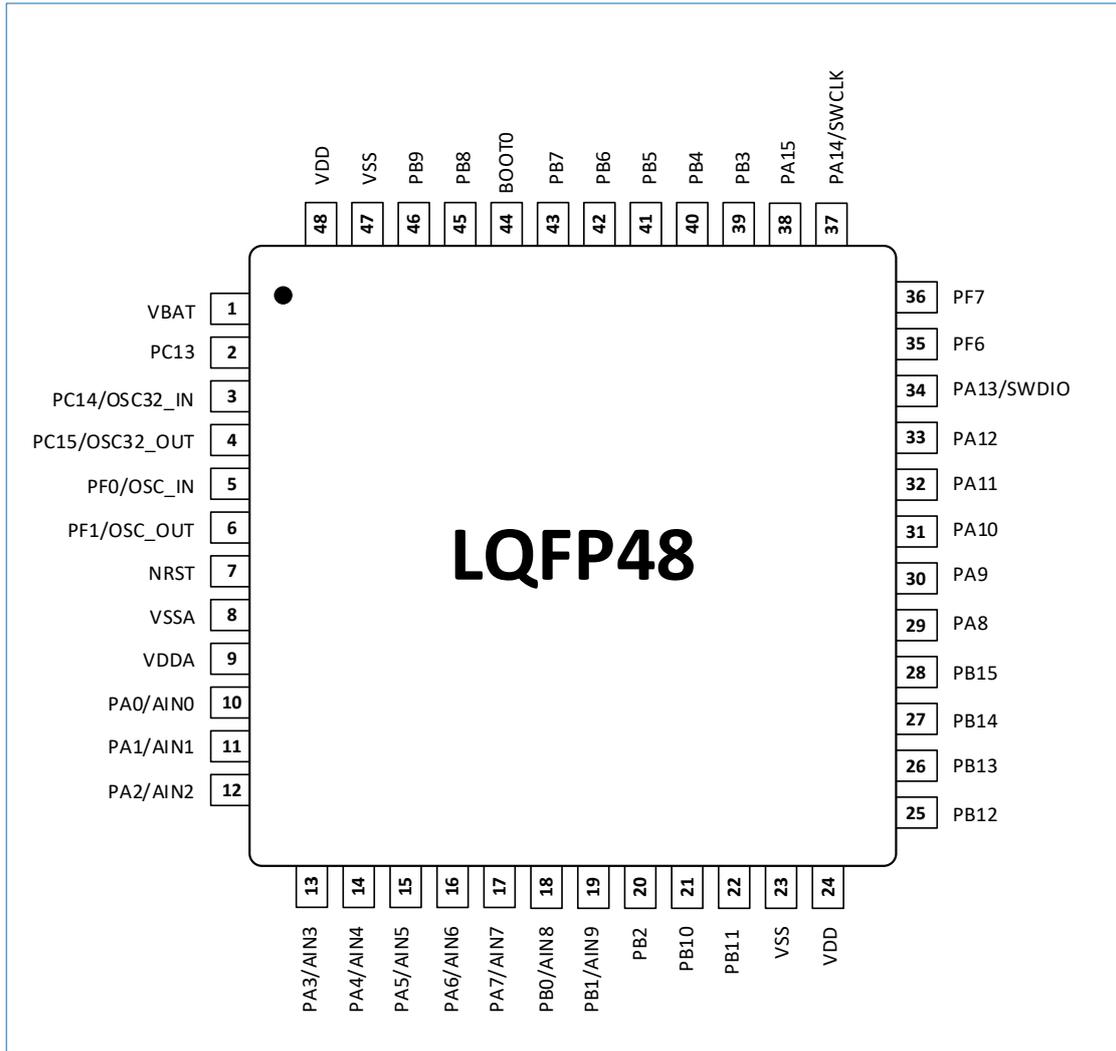


图 5-2 LQFP48 封装

5.3 LQFP32

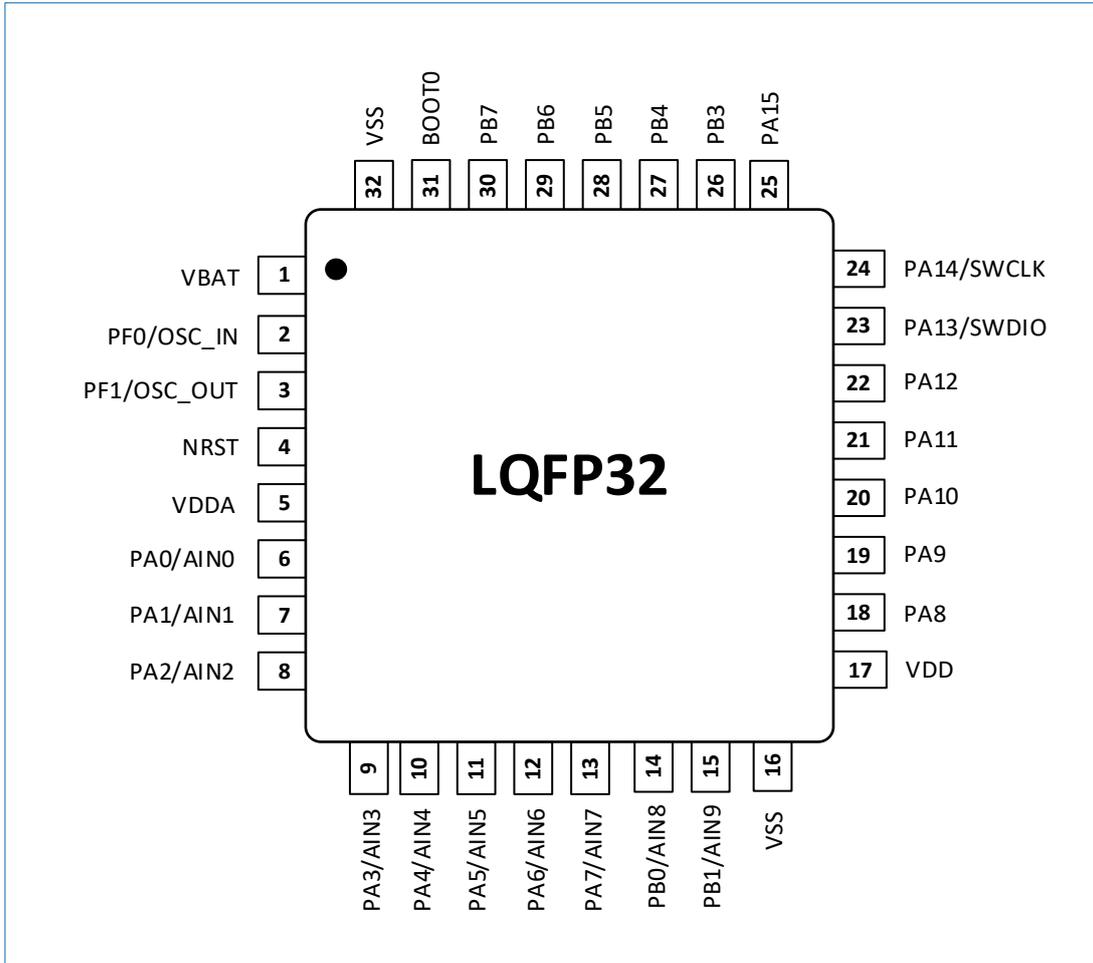


图 5-3 LQFP32 封装

5.4 QFN32

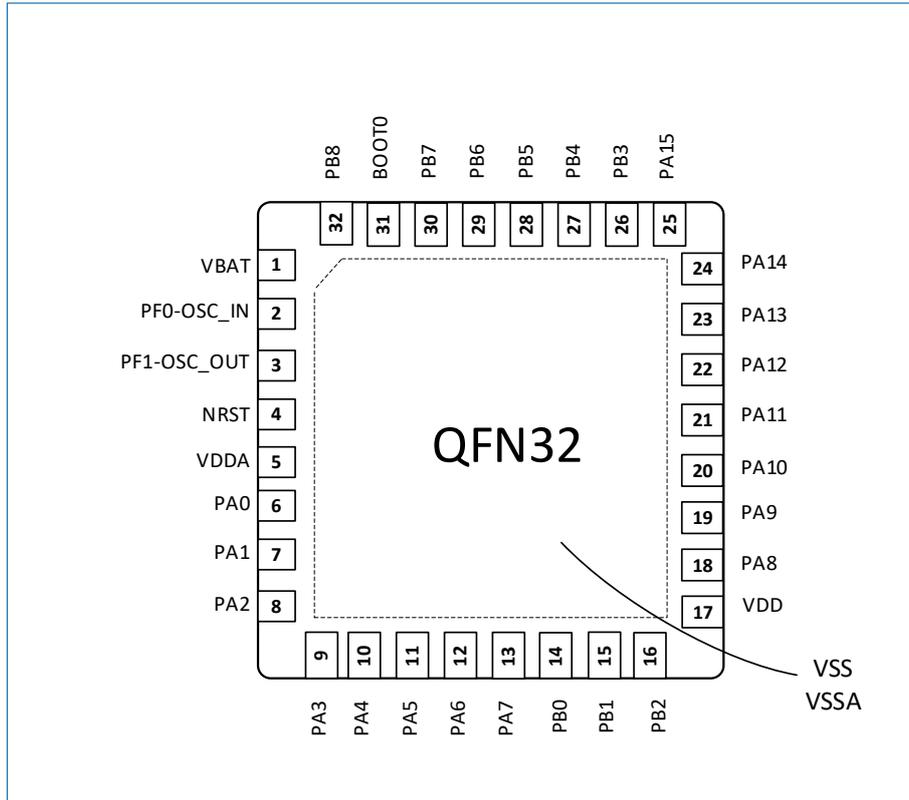


图 5-4 QFN32 封装

5.5 QFN28

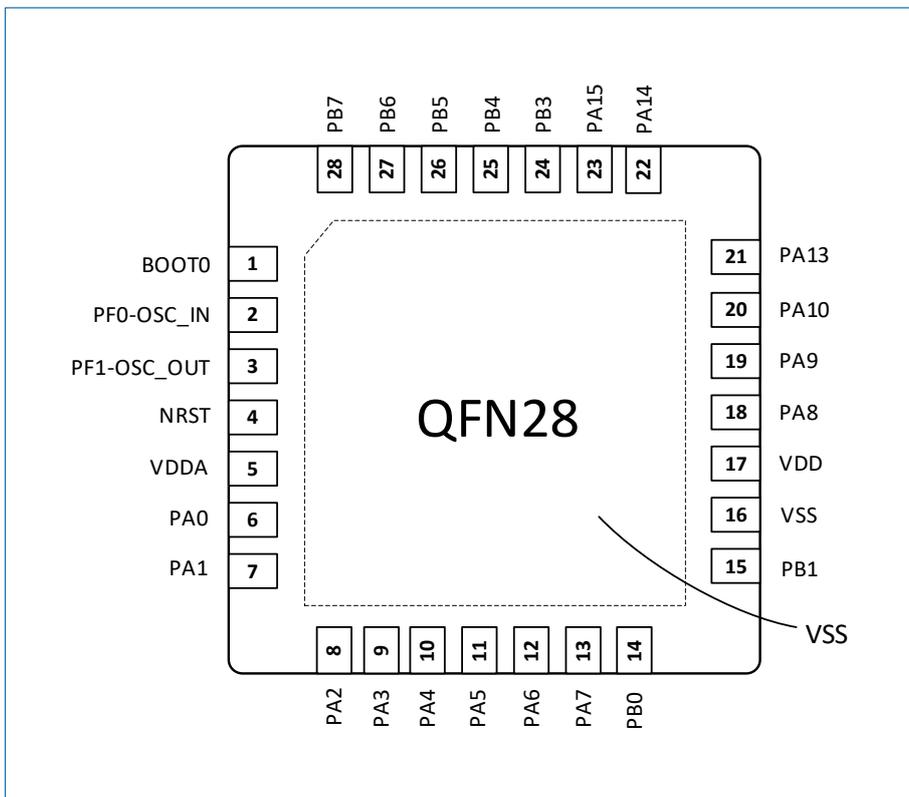


图 5-5 QFN28 封装图

5.6 TSSOP20

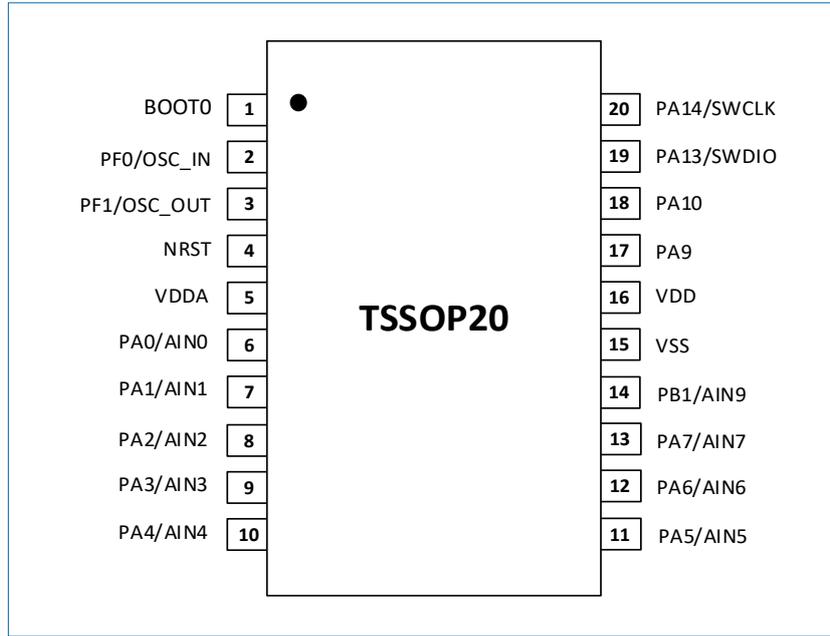


图 5-6 TSSOP20 封装

5.7 管脚定义

表 5-1 封装管脚定义

| 管脚编号 | | | | | | 管脚名 (上电后的功能) | 类型 | 管脚功能 | |
|--------|--------|--------|-------|-------|---------|-----------------|------------------|-----------------------------------|---|
| LQFP64 | LQFP48 | LQFP32 | QFN32 | QFN28 | TSSOP20 | | | 复用功能 | 附加功能 |
| - | - | - | 0 | 0 | - | VSS | S ⁽¹⁾ | 地(此处引脚为 QFN 封装底部的散热焊盘) | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | VBAT | S | 备用电池供电输入 | |
| 2 | 2 | - | - | - | - | PC13 | I/O | - | RTC_TAMP1 RTC_TS RTC_OUT WKUP2 |
| 3 | 3 | - | - | - | - | PC14 | I/O | - | OSC32_IN |
| 4 | 4 | - | - | - | - | PC15 | I/O | - | OSC32_OUT |
| 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | PF0 | I/O | I2C1_SDA | OSC_IN |
| 6 | 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | PF1 | I/O | I2C1_SCL | OSC_OUT |
| 7 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | NRST | I/O | 复位输入/内部复位输出, 低电平有效。 | |
| 8 | - | - | - | - | - | PC0 | I/O | EVENTOUT | ADC_IN10 EXTIN0 |
| 9 | - | - | - | - | - | PC1 | I/O | EVENTOUT | ADC_IN11 EXTI1 |
| 10 | - | - | - | - | - | PC2 | I/O | EVENTOUT SPI2_MISO I2S2_MCK | ADC_IN12 EXTI2 |
| 11 | - | - | - | - | - | PC3 | I/O | EVENTOUT SPI2_MOSI I2S2_SD | ADC_IN13 EXTI3 |

| 管脚编号 | | | | | | 管脚名 (上电后的功能) | 类型 | 管脚功能 | |
|--------|--------|--------|-------|-------|---------|-----------------|-----|---|---|
| LQFP64 | LQFP48 | LQFP32 | QFN32 | QFN28 | TSSOP20 | | | 复用功能 | 附加功能 |
| 12 | 8 | - | - | - | - | VSSA | S | 模拟地 | |
| 13 | 9 | 5 | 5 | 5 | 5 | VDDA | S | 模拟电源供电 | |
| 14 | 10 | 6 | 6 | 6 | 6 | PA0 | I/O | USART1_CTS USART2_CTS TIM2_CH1/TIM2_ETR | ADC_IN0 RTC_TAMP2 WKUP1 CKI_4 EXTI0 |
| 15 | 11 | 7 | 7 | 7 | 7 | PA1 | I/O | USART1_RTS USART2_RTS TIM15_CH1N EVENTOUT TIM2_CH2 | ADC_IN1 EXTI1 |
| 16 | 12 | 8 | 8 | 8 | 8 | PA2 | I/O | USART1_TX USART2_TX USART1_RX USART2_RX TIM15_CH1 TIM2_CH3 | ADC_IN2 EXTI2 |
| 17 | 13 | 9 | 9 | 9 | 9 | PA3 | I/O | USART1_RX USART2_RX USART1_TX USART2_TX TIM15_CH2 TIM2_CH4 | ADC_IN3 EXTI3 |
| 18 | - | - | - | - | - | PF4 | I/O | EVENTOUT | EXTI4 |
| 19 | - | - | - | - | - | PF5 | I/O | EVENTOUT | EXTI5 |
| 20 | 14 | 10 | 10 | 10 | 10 | PA4 | I/O | SPI1_NSS I2S1_WS USART1_CK USART2_CK TIM14_CH1 | ADC_IN4 CKI_1 EXTI4 |
| 21 | 15 | 11 | 11 | 11 | 11 | PA5 | I/O | SPI1_SCK I2S1_CK TIM2_CH1/TIM2_ETR | ADC_IN5 EXTI5 |
| 22 | 16 | 12 | 12 | 12 | 12 | PA6 | I/O | SPI1_MISO I2S1_MCK TIM3_CH1 TIM1_BKIN TIM16_CH1 EVENTOUT | ADC_IN6 EXTI6 |
| 23 | 17 | 13 | 13 | 13 | 13 | PA7 | I/O | SPI1_MOSI I2S1_SD TIM3_CH2 TIM14_CH1 TIM1_CH1N | ADC_IN7 EXTI7 |

| 管脚编号 | | | | | | 管脚名 (上电后的功能) | 类型 | 管脚功能 | |
|--------|--------|--------|-------|-------|---------|-----------------|-----|--|-------------------|
| LQFP64 | LQFP48 | LQFP32 | QFN32 | QFN28 | TSSOP20 | | | 复用功能 | 附加功能 |
| | | | | | | | | TIM17_CH1 EVENTOUT MCO | |
| 24 | - | - | - | -- | - | PC4 | I/O | EVENTOUT | ADC_IN14 EXTI4 |
| 25 | - | - | - | - | - | PC5 | I/O | - | ADC_IN15 EXTI5 |
| 26 | 18 | 14 | 14 | 14 | - | PB0 | I/O | TIM3_CH3 TIM1_CH2N EVENTOUT | ADC_IN8 EXTI0 |
| 27 | 19 | 15 | 15 | 15 | 14 | PB1 | I/O | TIM3_CH4 TIM14_CH1 TIM1_CH3N | ADC_IN9 EXTI1 |
| 28 | 20 | - | 16 | - | - | PB2 | I/O | I2C1_SMBA I2C2_SMBA | EXTI2 |
| 29 | 21 | - | - | - | - | PB10 | I/O | I2C1_SCL I2C2_SCL SPI2_SCK I2S2_CK TIM2_CH3 | EXTI10 |
| 30 | 22 | - | - | - | - | PB11 | I/O | I2C1_SDA I2C2_SDA EVENTOUT TIM2_CH4 | EXTI11 |
| 31 | 23 | 16 | - | 16 | 15 | VSS | I/O | 地 | |
| 32 | 24 | 17 | 17 | 17 | 16 | VDD | I/O | 数字电源供电 | |
| 33 | 25 | - | - | - | - | PB12 | I/O | SPI1_NSS I2S1_WS SPI2_NSS I2S2_WS TIM1_BKIN TIM15_BKIN EVENTOUT I2C2_SMBA | EXTI12 |
| 34 | 26 | - | - | - | - | PB13 | I/O | SPI1_SCK I2S1_CK SPI2_SCK I2S2_CK TIM1_CH1N I2C2_SCL | EXTI13 |
| 35 | 27 | - | - | - | - | PB14 | I/O | SPI1_MISO I2S1_MCK SPI2_MISO I2S2_MCK TIM1_CH2N | EXTI14 |

| 管脚编号 | | | | | | 管脚名 (上电后的功能) | 类型 | 管脚功能 | |
|--------|--------|--------|-------|-------|---------|-----------------|-----|--|---------------------|
| LQFP64 | LQFP48 | LQFP32 | QFN32 | QFN28 | TSSOP20 | | | 复用功能 | 附加功能 |
| | | | | | | | | TIM15_CH1 I2C2_SDA | |
| 36 | 28 | - | - | - | - | PB15 | I/O | SPI1_MOSI I2S1_SD SPI2_MOSI I2S2_SD TIM1_CH3N TIM15_CH1N TIM15_CH2 | RTC_REFIN EXTI15 |
| 37 | - | - | - | - | - | PC6 | I/O | TIM3_CH1 | EXTI6 |
| 38 | - | - | - | - | - | PC7 | I/O | TIM3_CH2 | EXTI7 |
| 39 | - | - | - | - | - | PC8 | I/O | TIM3_CH3 | EXTI8 |
| 40 | - | - | - | - | - | PC9 | I/O | TIM3_CH4 | EXTI9 |
| 41 | 29 | 18 | 18 | 18 | - | PA8 | I/O | USART1_CK TIM1_CH1 EVENTOUT MCO | EXTI8 |
| 42 | 30 | 19 | 19 | 19 | 17 | PA9 | I/O | USART1_TX USART1_RX TIM1_CH2 TIM15_BKIN I2C1_SCL MCO | EXTI9 |
| 43 | 31 | 20 | 20 | 20 | 18 | PA10 | I/O | USART1_RX USART1_TX TIM1_CH3 TIM17_BKIN I2C1_SDA | EXTI10 |
| 44 | 32 | 21 | 21 | - | - | PA11 | I/O | USART1_CTS TIM1_CH4 EVENTOUT I2C2_SCL | EXTI11 |
| 45 | 33 | 22 | 22 | - | - | PA12 | I/O | USART1_RTS TIM1_ETR EVENTOUT I2C2_SDA | EXTI12 |
| 46 | 34 | 23 | 23 | 21 | 19 | PA13 | I/O | IRTIM_OUT SWDIO | CKI_2 EXTI13 |
| 47 | 35 | - | - | - | - | PF6 | I/O | I2C1_SCL I2C2_SCL | EXTI6 |
| 48 | 36 | - | - | - | - | PF7 | I/O | I2C1_SDA I2C2_SDA | EXTI7 |
| 49 | 37 | 24 | 24 | 22 | 20 | PA14 | I/O | USART1_TX USART1_RX USART2_TX | CKI_3 EXTI14 |

| 管脚编号 | | | | | | 管脚名 (上电后的功能) | 类型 | 管脚功能 | |
|--------|--------|--------|-------|-------|---------|----------------------|-----|--|--------|
| LQFP64 | LQFP48 | LQFP32 | QFN32 | QFN28 | TSSOP20 | | | 复用功能 | 附加功能 |
| | | | | | | | | USART2_RX SWCLK | |
| 50 | 38 | 25 | 25 | 23 | - | PA15 | I/O | SPI1_NSS I2S1_WS USART1_RX USART1_TX USART2_RX USART2_TX EVENTOUT TIM2_CH1/TIM2_ETR | EXTI15 |
| 51 | - | - | - | - | - | PC10 | I/O | - | EXTI10 |
| 52 | - | - | - | - | - | PC11 | I/O | - | EXTI11 |
| 53 | - | - | - | - | - | PC12 | I/O | - | EXTI12 |
| 54 | - | - | - | - | - | PD2 | I/O | TIM3_ETR | EXTI2 |
| 55 | 39 | 26 | 26 | 24 | - | PB3 | I/O | SPI1_SCK I2S1_CK EVENTOUT TIM2_CH2 | EXTI3 |
| 56 | 40 | 27 | 27 | 25 | - | PB4 | I/O | SPI1_MISO I2S1_MCK TIM3_CH1 EVENTOUT TIM17_BKIN | EXTI4 |
| 57 | 41 | 28 | 28 | 26 | - | PB5 | I/O | SPI1_MOSI I2S1_SD I2C1_SMBA TIM16_BKIN TIM3_CH2 | EXTI5 |
| 58 | 42 | 29 | 29 | 27 | - | PB6 | I/O | I2C1_SCL USART1_TX USART1_RX TIM16_CH1N | EXTI6 |
| 59 | 43 | 30 | 30 | 28 | - | PB7 | I/O | I2C1_SDA USART1_RX USART1_TX TIM17_CH1N | EXTI7 |
| 60 | 44 | 31 | 31 | 1 | 1 | Boot0 ⁽²⁾ | I | 自举存储器选择 | |
| 61 | 45 | - | 32 | - | - | PB8 | I/O | I2C1_SCL TIM16_CH1 | EXTI8 |
| 62 | 46 | - | - | - | - | PB9 | I/O | I2C1_SDA IRTIM_OUT TIM17_CH1 EVENTOUT SPI2_NSS I2S2_WS | EXTI9 |

| 管脚编号 | | | | | | 管脚名 (上电后的功能) | 类型 | 管脚功能 | |
|--------|--------|--------|-------|-------|---------|-----------------|----|--------|------|
| LQFP64 | LQFP48 | LQFP32 | QFN32 | QFN28 | TSSOP20 | | | 复用功能 | 附加功能 |
| 63 | 47 | 32 | - | - | - | VSS | S | 地 | |
| 64 | 48 | - | - | - | - | VDD | S | 数字电源供电 | |

(1). I=输入, O=输出, I/O= 输入/输出, S=电源。

(2). 默认约 50k 内部下拉电阻。

5.8 GPIO 的复用（AF）功能

表 5-2 GPIOA 端口复用功能

| 管脚名 | AF0 | AF1 | AF2 | AF3 | AF4 | AF5 | AF6 | AF15 |
|------|-----------------------|--|-----------------------|----------|-----------|------------|----------|------|
| PA0 | - | USART1_CTS/ USART2_CTS | TIM2_CH1/TI M2_ETR | - | - | - | - | - |
| PA1 | EVENTOUT | USART1_RTS/ USART2_RTS | TIM2_CH2 | - | - | TIM15_CH1N | - | - |
| PA2 | TIM15_CH1 | USART1_TX ⁽¹⁾ / USART1_RX ⁽¹⁾ | TIM2_CH3 | - | - | - | - | - |
| | | USART2_TX ⁽¹⁾ / USART2_RX ⁽¹⁾ | | | | | | |
| PA3 | TIM15_CH2 | USART1_RX ⁽¹⁾ / USART1_TX ⁽¹⁾ | TIM2_CH4 | - | - | - | - | - |
| | | USART2_RX ⁽¹⁾ / USART2_TX ⁽¹⁾ | | | | | | |
| PA4 | SPI1_NSS I2S1_WS | USART1_CK USART2_CK | - | - | TIM14_CH1 | - | - | - |
| PA5 | SPI1_SCK I2S1_CK | - | TIM2_CH1/TI M2_ETR | - | - | - | - | - |
| PA6 | SPI1_MISO I2S1_MCK | TIM3_CH1 | TIM1_BKIN | - | - | TIM16_CH1 | EVENTOUT | - |
| PA7 | SPI1_MOSI I2S1_SD | TIM3_CH2 | TIM1_CH1N | - | TIM14_CH1 | TIM17_CH1 | EVENTOUT | MCO |
| PA8 | MCO | USART1_CK | TIM1_CH1 | EVENTOUT | - | - | - | - |
| PA9 | TIM15_BKIN | USART1_TX ⁽¹⁾ / USART1_RX ⁽¹⁾ | TIM1_CH2 | - | I2C1_SCL | MCO | - | - |
| PA10 | TIM17_BKIN | USART1_RX ⁽¹⁾ / USART1_TX ⁽¹⁾ | TIM1_CH3 | - | I2C1_SDA | - | - | - |
| PA11 | EVENTOUT | USART1_CTS | TIM1_CH4 | - | - | I2C2_SCL | - | - |
| PA12 | EVENTOUT | USART1_RTS | TIM1_ETR | - | - | I2C2_SDA | - | - |
| PA13 | SWDIO | IRTIM_OUT | - | - | - | - | - | - |
| PA14 | SWCLK | USART1_TX ⁽¹⁾ / USART1_RX ⁽¹⁾ | - | - | - | - | - | - |
| | | USART2_TX ⁽¹⁾ / USART2_RX ⁽¹⁾ | | | | | | |
| PA15 | SPI1_NSS I2S1_WS | USART1_RX ⁽¹⁾ / USART1_TX ⁽¹⁾ | TIM2_CH1/TI M2_ETR | EVENTOUT | - | - | - | - |
| | | USART2_RX ⁽¹⁾ / USART2_TX ⁽¹⁾ | | | | | | |

(1). 当 USART_CTRL2.SWAP=1 时，同组的 USART 的 TX 和 RX 管脚功能互换。例如 USART1_TX 和 USART1_RX 可以互换。

表 5-3 GPIOB 端口复用功能

| 管脚名 | AF0 | AF1 | AF2 | AF3 | AF4 | AF5 | AF6 | AF15 |
|-----|-----------|----------|-----------|-----|-----|-----|-----|------|
| PB0 | EVENTOUT | TIM3_CH3 | TIM1_CH2N | - | - | - | - | - |
| PB1 | TIM14_CH1 | TIM3_CH4 | TIM1_CH3N | - | - | - | - | - |

| 管脚名 | AF0 | AF1 | AF2 | AF3 | AF4 | AF5 | AF6 | AF15 |
|------|--|-----------------------|------------|------------|-----|---------------------|-----|-------------------------|
| PB2 | - | - | - | - | - | - | - | I2C1_SMBA/ I2C2_SMBA |
| PB3 | SPI1_SCK I2S1_CK | EVENTOUT | TIM2_CH2 | - | - | - | - | - |
| PB4 | SPI1_MISO I2S1_MCK | TIM3_CH1 | EVENTOUT | - | - | TIM17_BKIN | - | - |
| PB5 | SPI1_MOSI I2S1_SD | TIM3_CH2 | TIM16_BKIN | I2C1_SMBA | - | - | - | - |
| PB6 | USART1_TX ⁽¹⁾ / USART1_RX ⁽¹⁾ | I2C1_SCL | TIM16_CH1N | - | - | - | - | - |
| PB7 | USART1_RX ⁽¹⁾ / USART1_TX ⁽¹⁾ | I2C1_SDA | TIM17_CH1N | - | - | - | - | - |
| PB8 | - | I2C1_SCL | TIM16_CH1 | - | - | - | - | - |
| PB9 | IRTIM_OUT | I2C1_SDA | TIM17_CH1 | EVENTOUT | - | SPI2_NSS I2S2_WS | - | - |
| PB10 | - | I2C1_SCL/ I2C2_SCL | TIM2_CH3 | - | - | SPI2_SCK I2S2_CK | - | - |
| PB11 | EVENTOUT | I2C1_SDA/ I2C2_SDA | TIM2_CH4 | - | - | - | - | - |
| PB12 | SPI1_NSS/ I2S1_WS | EVENTOUT | TIM1_BKIN | - | - | TIM15_BKIN | - | I2C2_SMBA |
| | SPI2_NSS/ I2S2_WS | | | | | | | |
| PB13 | SPI1_SCK/ I2S1_CK | - | TIM1_CH1N | - | - | I2C2_SCL | - | - |
| | SPI2_SCK/ I2S2_CK | | | | | | | |
| PB14 | SPI1_MISO/ I2S1_MCK | TIM15_CH1 | TIM1_CH2N | - | - | I2C2_SDA | - | - |
| | SPI2_MISO/ I2S2_MCK | | | | | | | |
| PB15 | SPI1_MOSI/ I2S1_SD | TIM15_CH2 | TIM1_CH3N | TIM15_CH1N | - | - | - | - |
| | SPI2_MOSI/ I2S2_SD | | | | | | | |

(1). 当 USART_CTRL2.SWAP==1 时, 同组 USART_TX 和 USART_RX 管脚功能互换。

表 5-4 GPIOC 端口复用功能

| 管脚名 | AF0 | AF1 | AF2 | AF3 | AF4 | AF5 | AF6 | AF7 |
|-----|----------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| PC0 | EVENTOUT | - | - | - | - | - | - | - |
| PC1 | EVENTOUT | - | - | - | - | - | - | - |
| PC2 | EVENTOUT | SPI2_MISO/I2S2_MCK | - | - | - | - | - | - |
| PC3 | EVENTOUT | SPI2_MOSI/I2S2_SD | - | - | - | - | - | - |
| PC4 | EVENTOUT | - | - | - | - | - | - | - |
| PC5 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PC6 | TIM3_CH1 | - | - | - | - | - | - | - |
| PC7 | TIM3_CH2 | - | - | - | - | - | - | - |

| 管脚名 | AF0 | AF1 | AF2 | AF3 | AF4 | AF5 | AF6 | AF7 |
|------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| PC8 | TIM3_CH3 | - | - | - | - | - | - | - |
| PC9 | TIM3_CH4 | - | - | - | - | - | - | - |
| PC10 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PC11 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PC12 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PC13 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PC14 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| PC15 | - | - | - | - | - | - | - | - |

表 5-5 GPIO D 端口复用功能

| 管脚名 | AF0 | AF1 | AF2 | AF3 | AF4 | AF5 | AF6 | AF7 |
|-----|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| PD2 | TIM3_ETR | - | - | - | - | - | - | - |

表 5-6 GPIO F 端口复用功能

| 管脚名 | AF0 | AF1 | AF2 | AF3 | AF4 | AF5 | AF6 | AF7 |
|-----|----------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| PF0 | - | I2C1_SDA | - | - | - | - | - | - |
| PF1 | - | I2C1_SCL | - | - | - | - | - | - |
| PF4 | EVENTOUT | - | - | - | - | - | - | - |
| PF5 | EVENTOUT | - | - | - | - | - | - | - |
| PF6 | - | I2C1_SCL/ I2C2_SCL | - | - | - | - | - | - |
| PF7 | - | I2C1_SDA/ I2C2_SDA | - | - | - | - | - | - |

6 封装特性

6.1 封装尺寸

6.1.1 LQFP64 封装

LQFP64 为 10 x 10mm，0.5 mm 间距，64 脚低剖面方形扁平封装。

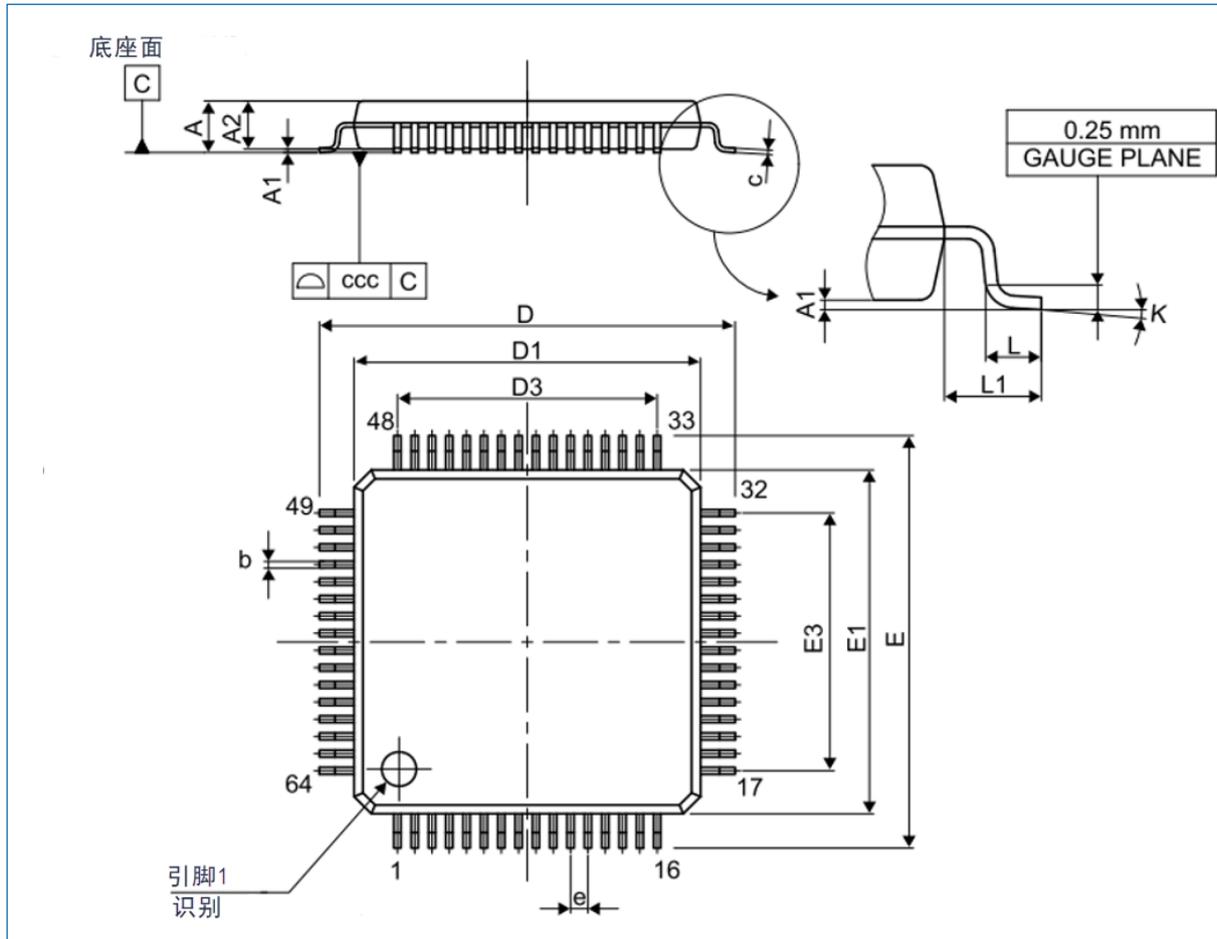


图 6-1 LQFP64 封装尺寸

表 6-1 LQFP64 封装参数

| 符号 | 单位: mm | | | 单位: inches ⁽¹⁾ | | |
|----|--------|--------|-------|---------------------------|--------|--------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | - | - | 1.600 | - | - | 0.0630 |
| A1 | 0.050 | - | 0.150 | 0.0020 | - | 0.0059 |
| A2 | 1.350 | 1.400 | 1.450 | 0.0531 | 0.0551 | 0.0571 |
| b | 0.170 | 0.220 | 0.270 | 0.0067 | 0.0087 | 0.0106 |
| c | 0.090 | - | 0.200 | 0.0035 | - | 0.0079 |
| D | - | 12.000 | - | - | 0.4724 | - |
| D1 | - | 10.000 | - | - | 0.3937 | - |
| D3 | - | 7.500 | - | - | 0.2953 | - |
| E | - | 12.000 | - | - | 0.4724 | - |
| E1 | - | 10.000 | - | - | 0.3937 | - |
| E3 | - | 7.500 | - | - | 0.2953 | - |

| 符号 | 单位: mm | | | 单位: inches ⁽¹⁾ | | |
|-----|--------|-------|-------|---------------------------|--------|--------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| e | - | 0.500 | - | - | 0.0197 | - |
| K | 0° | 3.5° | 7° | 0° | 3.5° | 7° |
| L | 0.450 | 0.600 | 0.750 | 0.0177 | 0.0236 | 0.0295 |
| L1 | - | 1.000 | - | - | 0.0394 | - |
| ccc | - | - | 0.080 | - | - | 0.0031 |

(1). 英寸为单位的数值是从对应的毫米数值转化得到, 并保留至小数点后 4 位。

6.1.2 LQFP48 封装

LQFP48 为 7 x 7mm, 0.5 mm 间距, 48 脚低剖面方形扁平封装。

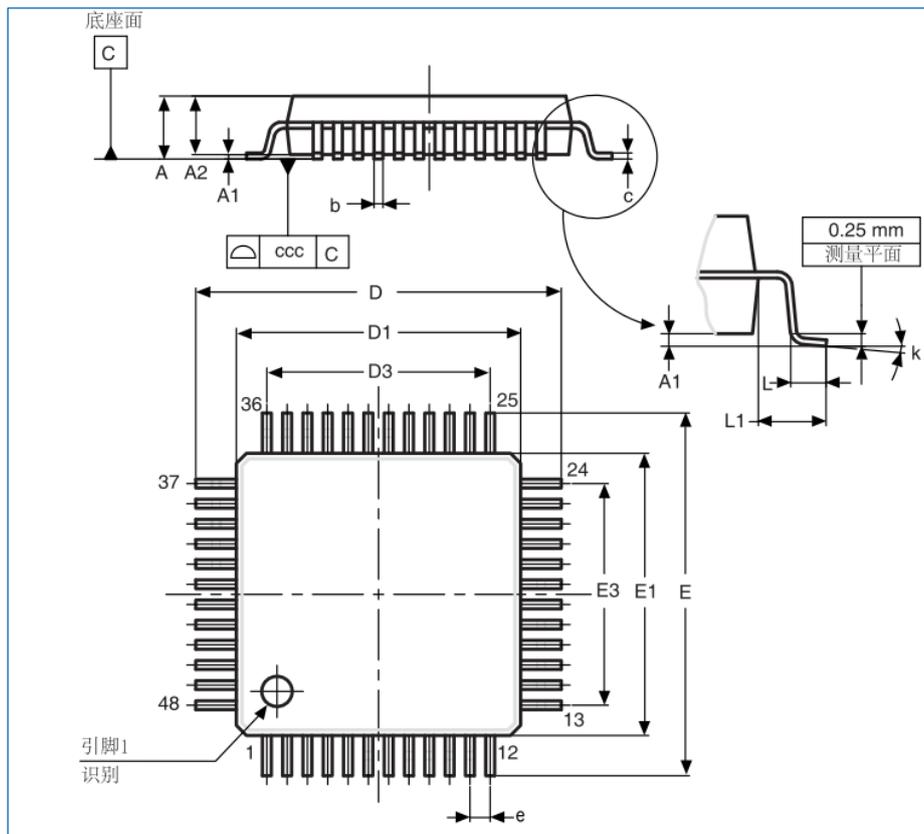


图 6-2 LQFP48 封装尺寸

表 6-2 LQFP48 封装参数

| 符号 | 单位: mm | | | 单位: inches ⁽¹⁾ | | |
|----|--------|-------|-------|---------------------------|--------|--------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | - | - | 1.600 | - | - | 0.0630 |
| A1 | 0.050 | - | 0.150 | 0.0020 | - | 0.0059 |
| A2 | 1.350 | 1.400 | 1.450 | 0.0531 | 0.0551 | 0.0571 |
| b | 0.170 | 0.220 | 0.270 | 0.0067 | 0.0087 | 0.0106 |
| c | 0.090 | - | 0.200 | 0.0035 | - | 0.0079 |
| D | 8.800 | 9.000 | 9.200 | 0.3465 | 0.3543 | 0.3622 |
| D1 | 6.800 | 7.000 | 7.200 | 0.2677 | 0.2756 | 0.2835 |
| D3 | - | 5.500 | - | - | 0.2165 | - |

| 符号 | 单位: mm | | | 单位: inches ⁽¹⁾ | | |
|-----|--------|-------|-------|---------------------------|--------|--------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| E | 8.800 | 9.000 | 9.200 | 0.3465 | 0.3543 | 0.3622 |
| E1 | 6.800 | 7.000 | 7.200 | 0.2677 | 0.2756 | 0.2835 |
| E3 | - | 5.500 | - | - | 0.2165 | - |
| e | - | 0.500 | - | - | 0.0197 | - |
| L | 0.450 | 0.600 | 0.750 | 0.0177 | 0.0236 | 0.0295 |
| L1 | - | 1.000 | - | - | 0.0394 | - |
| k | 0° | 3.5° | 7° | 0° | 3.5° | 7° |
| ccc | - | - | 0.080 | - | - | 0.0031 |

(1). 英寸为单位的数值是从对应的毫米数值转化得到, 并保留至小数点后 4 位。

6.1.3 LQFP32 封装

LQFP32 为 7 x 7mm, 0.8 mm 间距, 32 脚低剖面方形扁平封装。

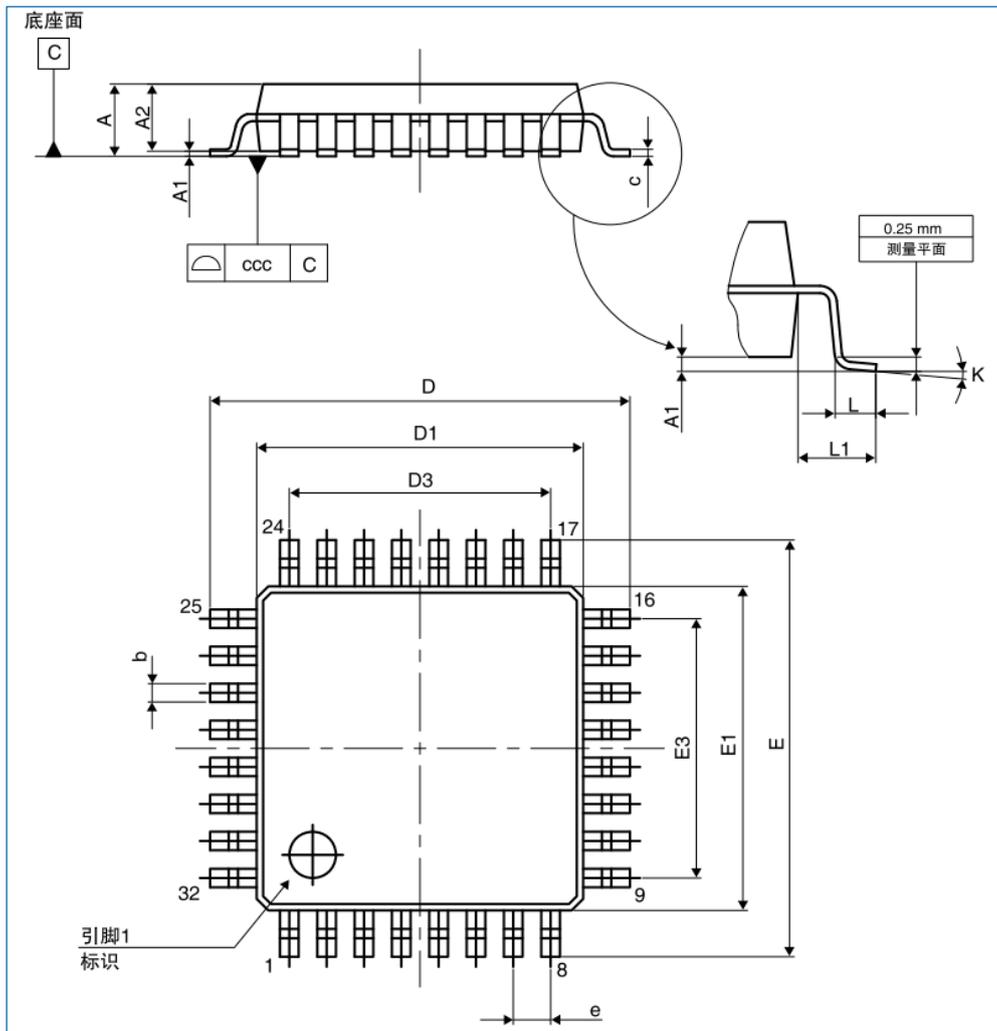


图 6-3 LQFP32 封装尺寸

表 6-3 LQFP32 封装参数

| 符号 | 单位: mm | | | 单位: inches ⁽¹⁾ | | |
|----|--------|-----|-------|---------------------------|-----|--------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | - | - | 1.600 | - | - | 0.0630 |

| 符号 | 单位: mm | | | 单位: inches ⁽¹⁾ | | |
|-----|--------|-------|-------|---------------------------|--------|--------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A1 | 0.050 | - | 0.150 | 0.0020 | - | 0.0059 |
| A2 | 1.350 | 1.400 | 1.450 | 0.0531 | 0.0551 | 0.0571 |
| b | 0.300 | 0.370 | 0.450 | 0.0118 | 0.0146 | 0.0177 |
| c | 0.090 | - | 0.200 | 0.0035 | - | 0.0079 |
| D | 8.800 | 9.000 | 9.200 | 0.3465 | 0.3543 | 0.3622 |
| D1 | 6.800 | 7.000 | 7.200 | 0.2677 | 0.2756 | 0.2835 |
| D3 | - | 5.600 | - | - | 0.2205 | - |
| E | 8.800 | 9.000 | 9.200 | 0.3465 | 0.3543 | 0.3622 |
| E1 | 6.800 | 7.000 | 7.200 | 0.2677 | 0.2756 | 0.2835 |
| E3 | - | 5.600 | - | - | 0.2205 | - |
| e | - | 0.800 | - | - | 0.0315 | - |
| L | 0.450 | 0.600 | 0.750 | 0.0177 | 0.0236 | 0.0295 |
| L1 | - | 1.000 | - | - | 0.0394 | - |
| k | 0° | 3.5° | 7° | 0° | 3.5° | 7° |
| ccc | - | - | 0.100 | - | - | 0.0039 |

(1). 英寸为单位的数值是从对应的毫米数值转化得到，并保留至小数点后 4 位。

6.1.4 QFN32 封装

QFN32 为 5 mm x 5 mm，0.5 mm 间距的封装。

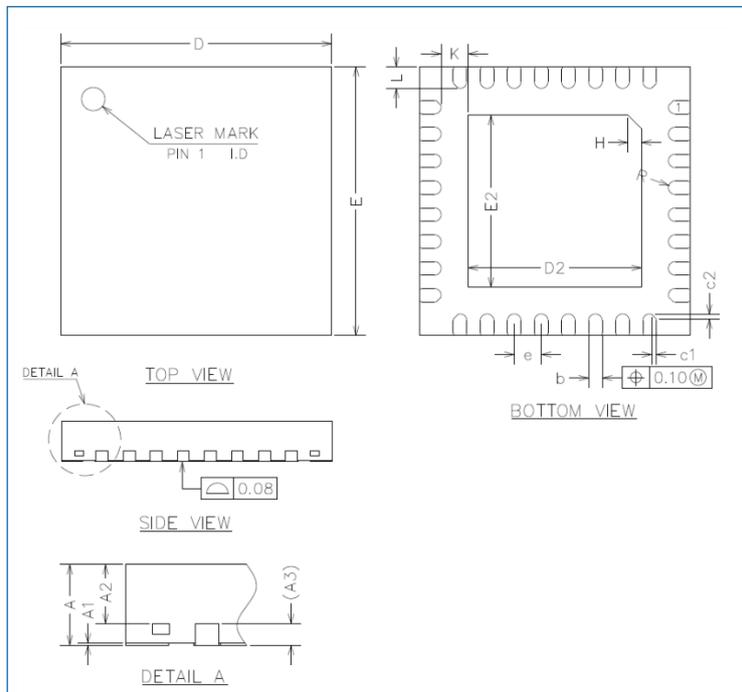


图 6-4 QFN32 封装尺寸

表 6-4 QFN32 封装参数

| 符号 | 单位: mm | | |
|----|--------|------|------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | 0.70 | 0.75 | 0.80 |

| 符号 | 单位: mm | | |
|----|---------|-------|-------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A1 | 0.00 | 0.02 | 0.05 |
| A2 | 0.50 | 0.55 | 0.60 |
| A3 | 0.20REF | | |
| b | 0.20 | 0.25 | 0.30 |
| D | 4.900 | 5.000 | 5.100 |
| E | 4.900 | 5.000 | 5.100 |
| D2 | 3.10 | 3.20 | 3.30 |
| E2 | 3.10 | 3.20 | 3.30 |
| e | 0.40 | 0.50 | 0.60 |
| H | 0.25REF | | |
| K | 0.50REF | | |
| L | 0.35 | 0.40 | 0.45 |
| R | 0.11 | - | - |
| c1 | - | 0.80 | - |
| c2 | - | 0.80 | - |

(1). 英寸为单位的数值是从对应的毫米数值转化得到, 并保留至小数点后 4 位。

6.1.5 QNF28 封装

QFN28 为 4 mm x 4 mm, 0.4 mm 间距的封装。

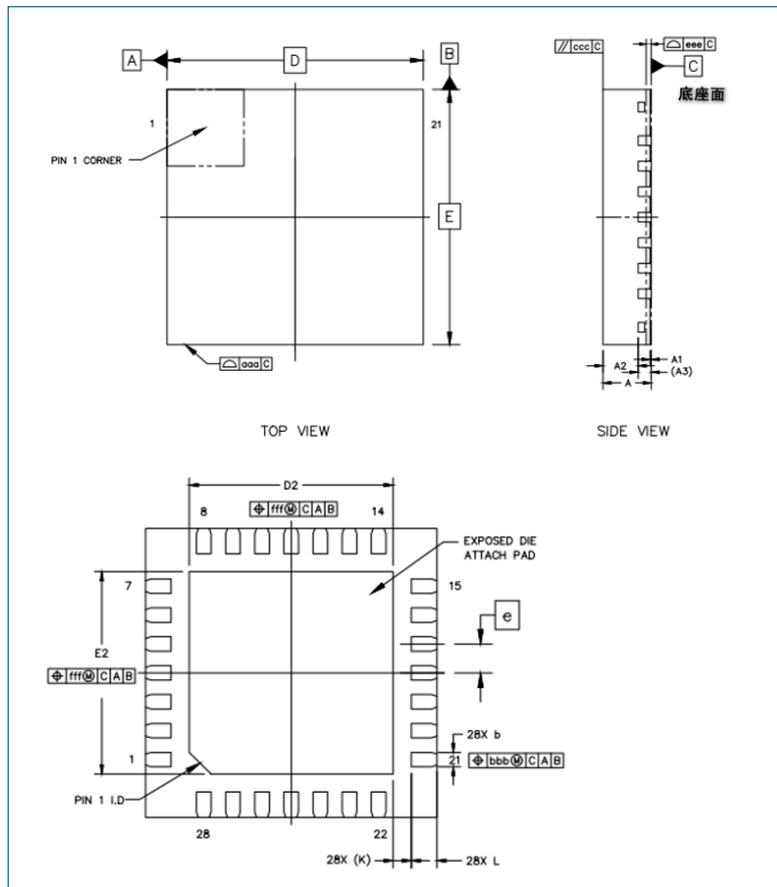


图 6-5 QNF28 封装尺寸

表 6-5 QFN28 封装参数

| 符号 | 最小值 (mm) | 典型值 (mm) | 最大值 (mm) |
|-----|--------------------------|----------|----------|
| A | 0.7 | 0.75 | 0.8 |
| A1 | 0 | 0.02 | 0.05 |
| A2 | - | 0.55 | - |
| A3 | 0.203 REF ⁽¹⁾ | | |
| b | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| D | 4 BSC ⁽²⁾ | | |
| E | 4 BSC | | |
| e | 0.4 BSC | | |
| D2 | 2.7 | 2.9 | 2.9 |
| E2 | 2.7 | 2.9 | 2.9 |
| L | 0.3 | 0.35 | 0.4 |
| K | 0.25 REF | | |
| aaa | 0.1 | | |
| ccc | 0.1 | | |
| eee | 0.08 | | |
| bbb | 0.1 | | |
| fff | 0.1 | | |

- (1). REF: Reference, 表示参考值。
 (2). BSC: Basic spacing between centers, 即中心基本距离。

6.1.6 TSSOP20 封装

TSSOP20 为 6.5 x 4.4 mm, 0.65 mm 间距。

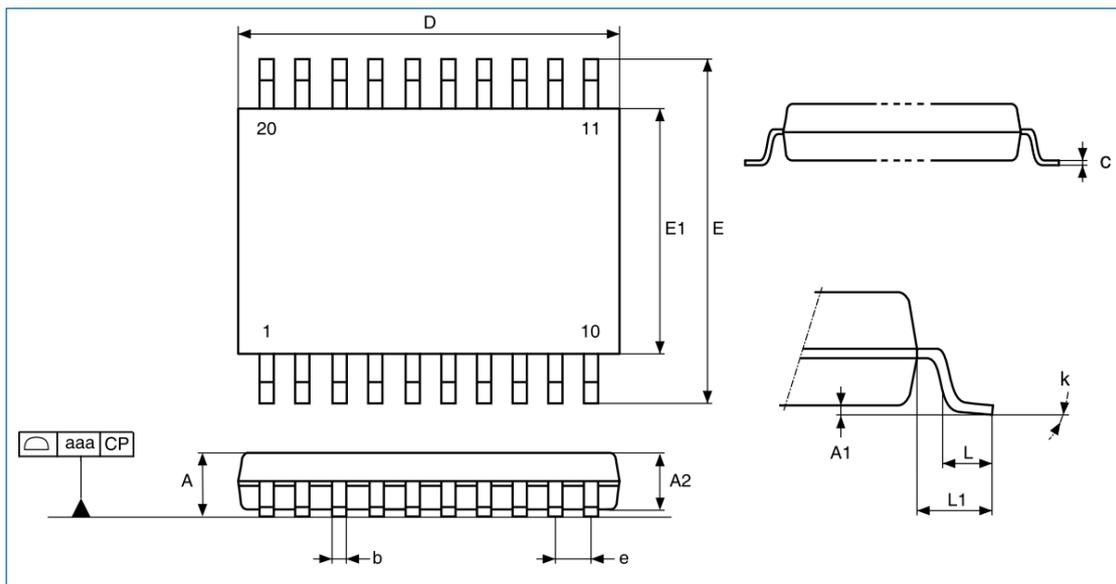


图 6-6 TSSOP20 封装尺寸

表 6-6 TSSOP20 封装参数

| 符号 | 单位: mm | | | Inches ⁽¹⁾ | | |
|----|--------|-----|-------|-----------------------|-----|--------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A | - | - | 1.200 | - | - | 0.0472 |

| 符号 | 单位: mm | | | Inches ⁽¹⁾ | | |
|-----|--------|-------|-------|-----------------------|--------|--------|
| | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| A1 | 0.050 | - | 0.150 | 0.0020 | - | 0.0059 |
| A2 | 0.800 | 1.000 | 1.050 | 0.0315 | 0.0394 | 0.0413 |
| b | 0.190 | | 0.300 | 0.0075 | | 0.0118 |
| c | 0.090 | - | 0.200 | 0.0035 | - | 0.0079 |
| D | 6.400 | 6.500 | 6.600 | 0.2520 | 0.2559 | 0.2598 |
| E | 6.200 | 6.400 | 6.600 | 0.2441 | 0.2520 | 0.2598 |
| E1 | 4.300 | 4.400 | 4.500 | 0.1693 | 0.1732 | 0.1772 |
| e | - | 0.650 | - | - | 0.0256 | - |
| L | 0.450 | 0.600 | 0.750 | 0.0177 | 0.0236 | 0.0295 |
| L1 | - | 1.000 | - | - | 0.0394 | - |
| k | 0° | | 8.0° | 0° | | 8.0° |
| ccc | - | - | 0.100 | - | - | 0.0039 |

(1). 英寸为单位的数值是从对应的毫米数值转化得到，并保留至小数点后 4 位。

6.2 丝印信息

丝印信息包括了航顺 LOGO+ARM LOGO、产品型号和产品批号。其中，产品批号的说明如下表所示。

表 6-7 产品批号说明

| 产品批号 | 说明 |
|---------------|--------------------|
| 第 1 位字符 | 代表年份，例如 1 是代表 21 年 |
| 第 2 和 3 位字符 | 代表封装厂 |
| 第 4 和 5 位字符 | 代表周期，例如 18 代表周期 |
| 第 6、7 和 8 位字符 | 代表晶圆批号的后三位 |

6.2.1 LQFP64 丝印

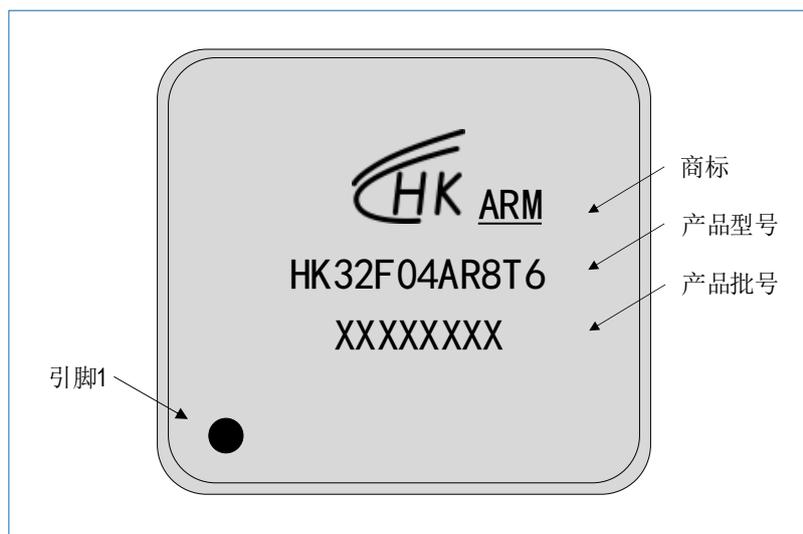


图 6-7 LQFP64 HK32F04AR8T6 丝印示例

6.2.2 LQFP48 丝印

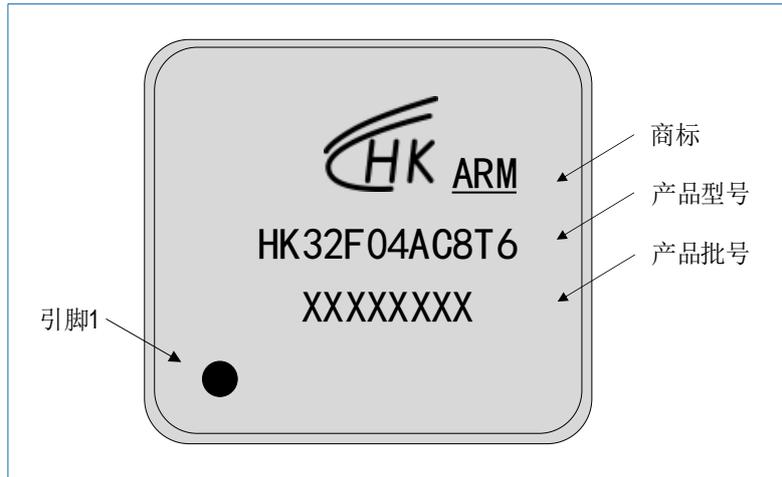


图 6-8 LQFP48 HK32F04AC8T6 丝印示例

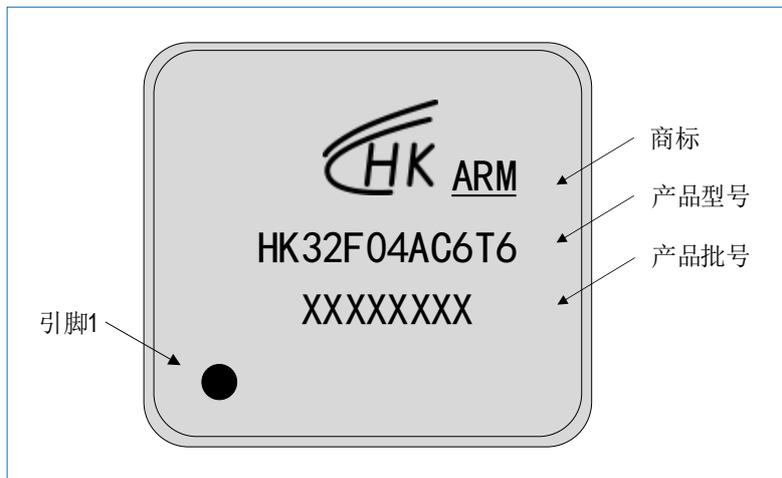


图 6-9 LQFP48 HK32F04AC6T6 丝印示例

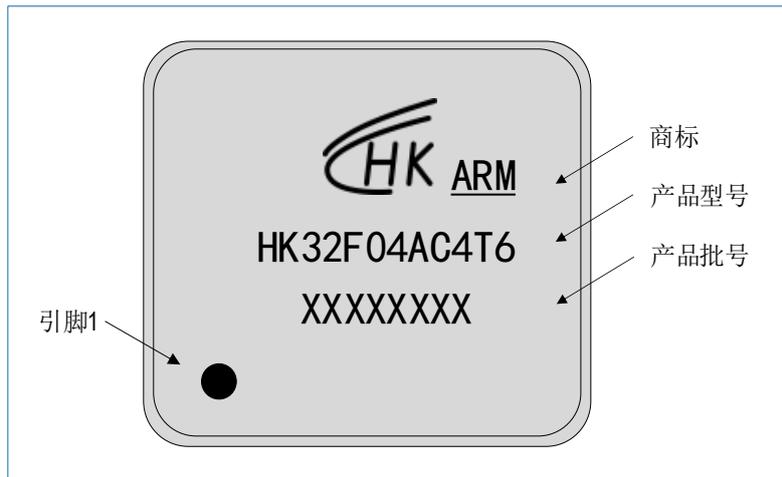


图 6-10 LQFP48 HK32F04AC4T6 丝印示例

6.2.3 LQFP32 丝印

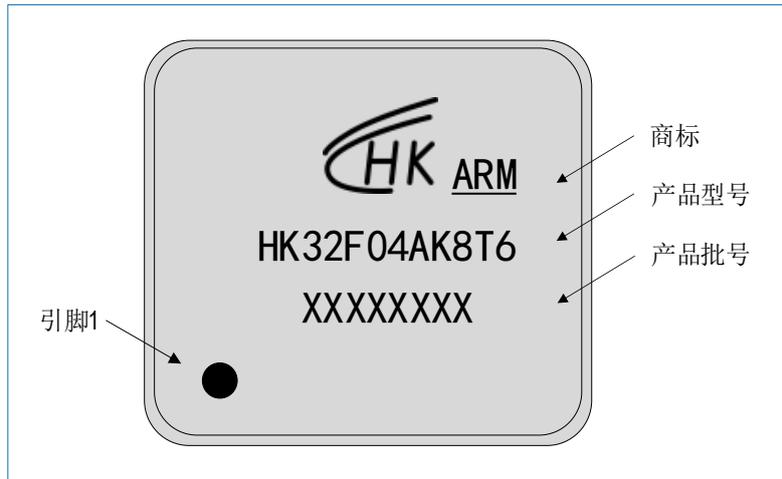


图 6-11 LQFP32 HK32F04AK8T6 丝印示例

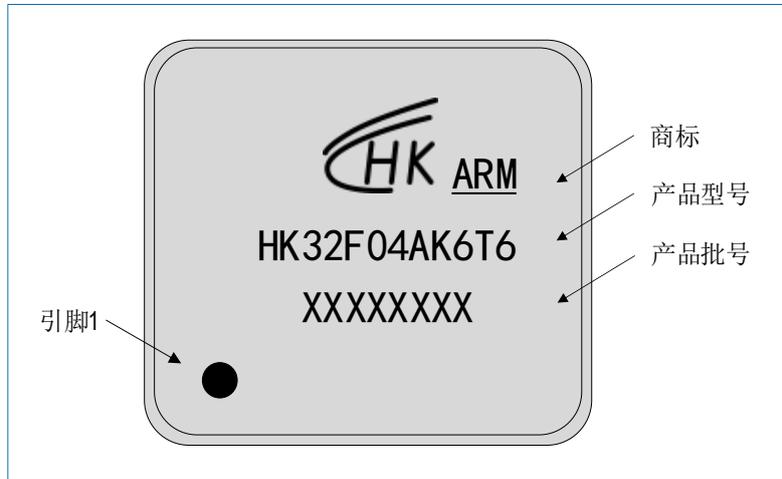


图 6-12 LQFP32 HK32F04AK6T6 丝印示例

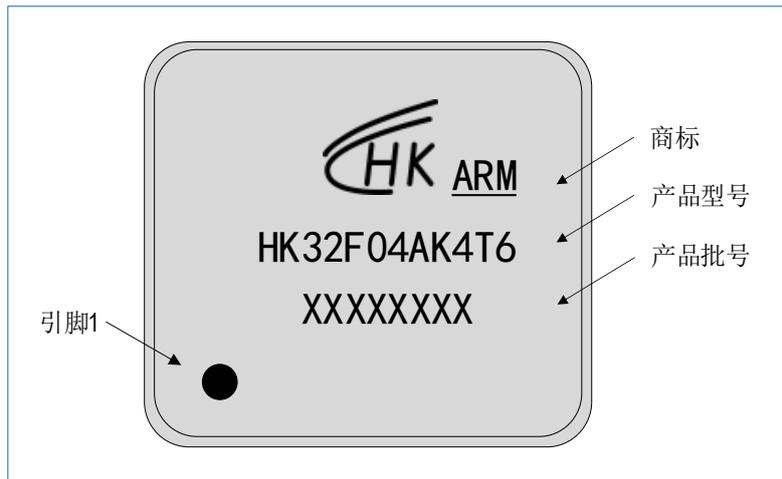


图 6-13 LQFP32 HK32F04AK4T6 丝印示例

6.2.4 QFN32 丝印

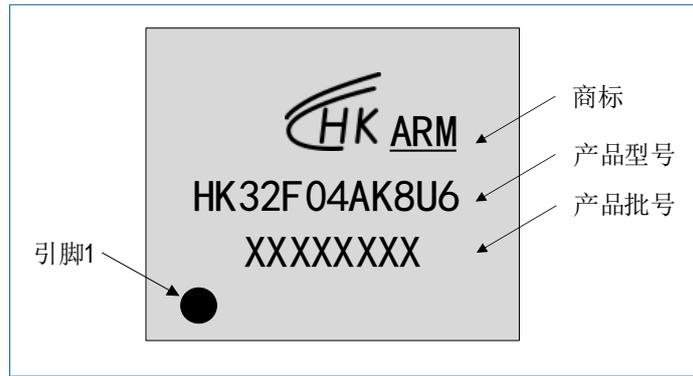


图 6-14 QFN32 HK32F04AK8U6 丝印示例

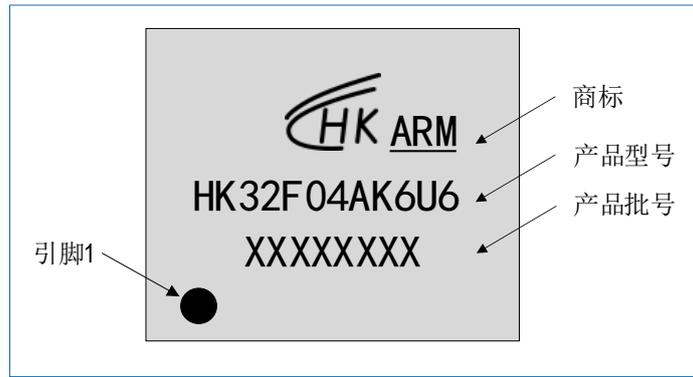


图 6-15 QFN32 HK32F04AK6U6 丝印示例

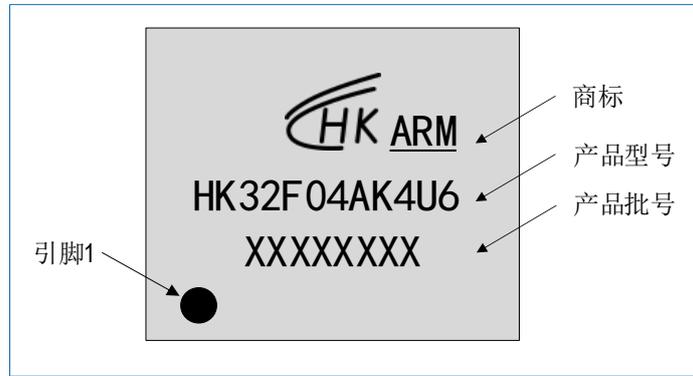


图 6-16 QFN32 HK32F04AK4U6 丝印示例

6.2.5 QFN28 丝印

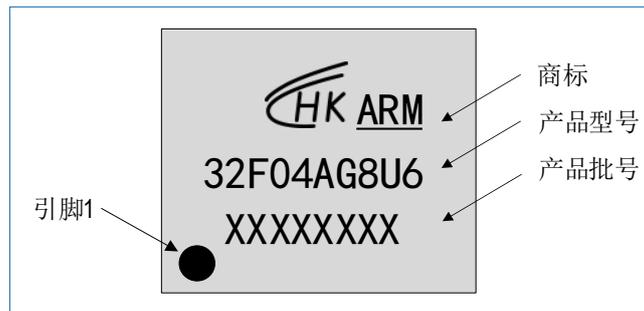


图 6-17 QFN28 HK32F04AG8U6 丝印示例

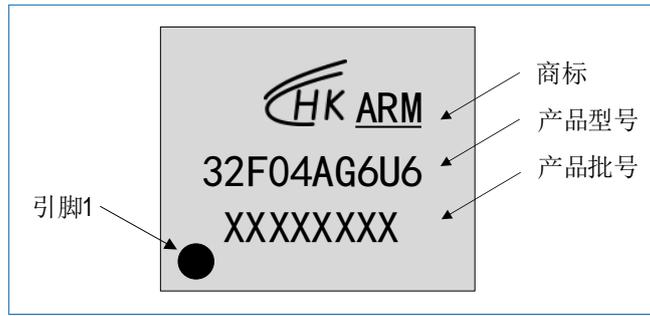


图 6-18 QFN28 HK32F04AG6U6 丝印示例

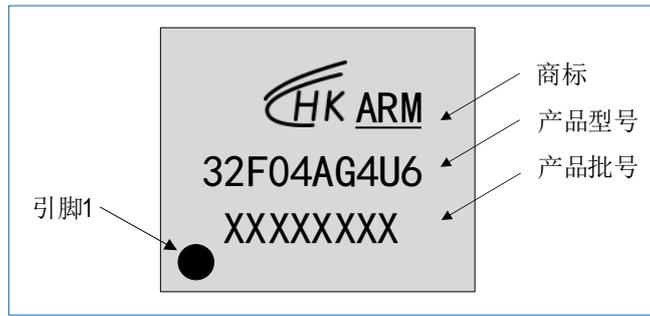


图 6-19 QFN28 HK32F04AG4U6 丝印示例

6.2.6 TSSOP20 丝印

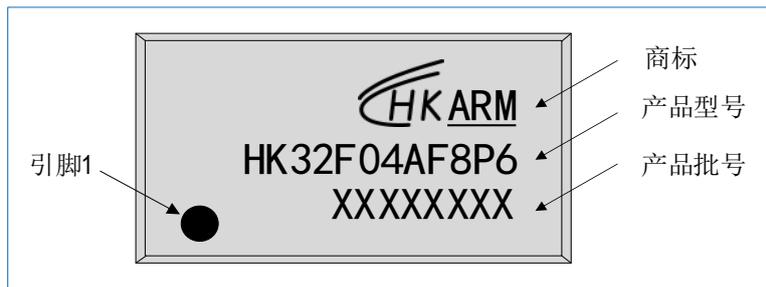


图 6-20 TSSOP20 HK32F04AF8P6 丝印示例



图 6-21 TSSOP20 HK32F04AF6P6 丝印示例

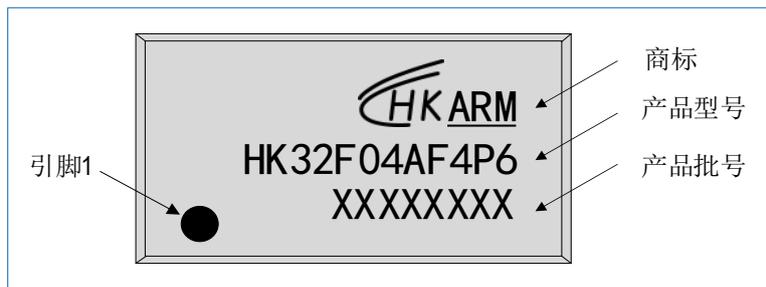


图 6-22 TSSOP20 HK32F04AF4P6 丝印示例

7 订货信息

7.1 订货代码

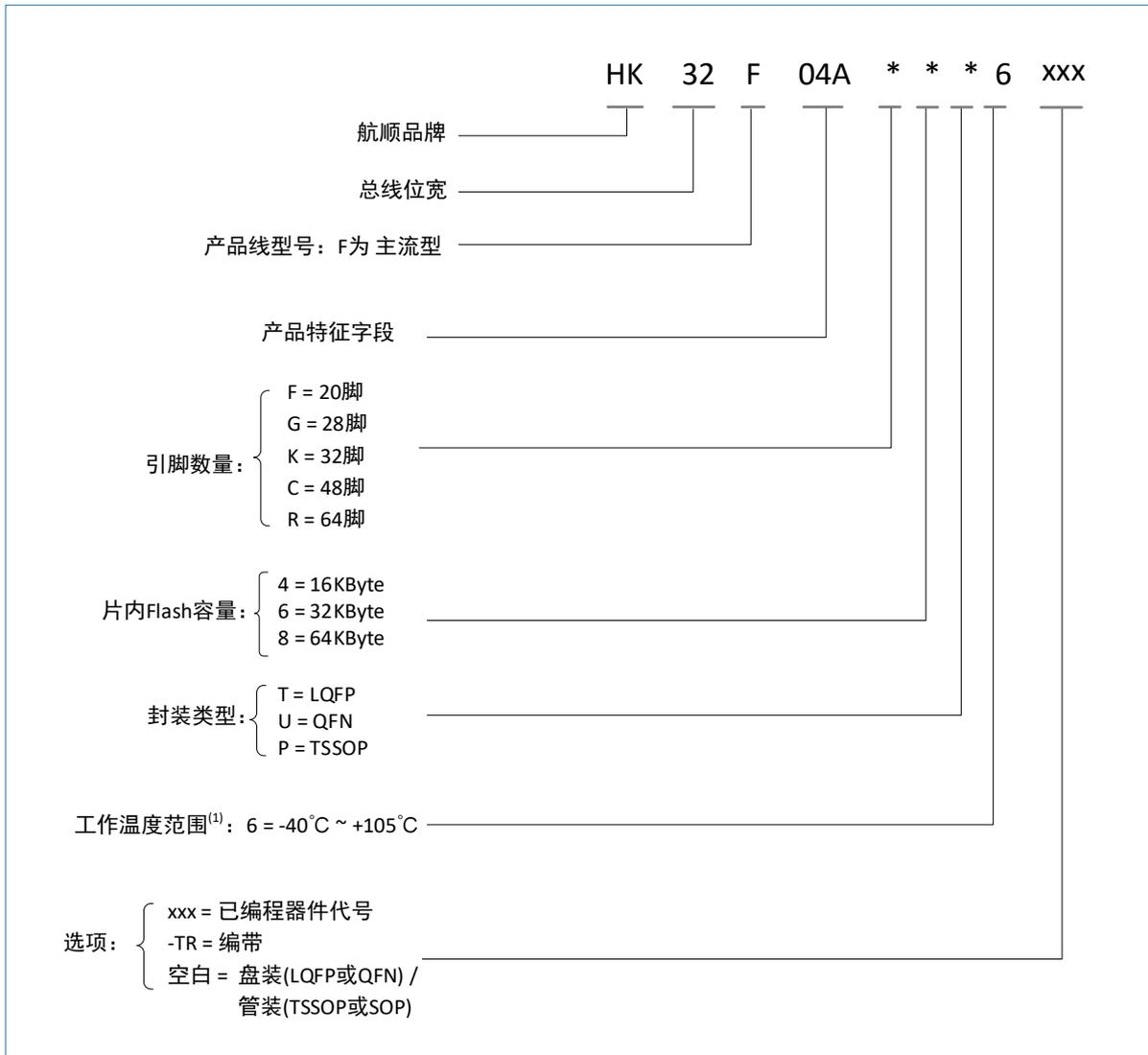


图 7-1 订货代码

图 7-1 的说明：

- (1). 由于 HK32F04A 产品首次发布时间较早，它的订货代码根据《航顺产品命名规则 V0.9》定义，与航顺最新命名规则定义有区别。

7.2 订货包装

表 7-1 产品订货包装

| 封装 | 具体型号 | 包装 | 备注 |
|--------|-----------------|----|----|
| LQFP64 | HK32F04AR8T6 | 盘装 | |
| LQFP64 | HK32F04AR8T6-TR | 编带 | |
| LQFP48 | HK32F04AC8T6 | 盘装 | |
| LQFP48 | HK32F04AC8T6-TR | 编带 | |
| LQFP48 | HK32F04AC6T6 | 盘装 | |
| LQFP48 | HK32F04AC6T6-TR | 编带 | |

| 封装 | 具体型号 | 包装 | 备注 |
|---------|-----------------|----|----|
| LQFP48 | HK32F04AC4T6 | 盘装 | |
| LQFP48 | HK32F04AC4T6-TR | 编带 | |
| LQFP32 | HK32F04AK8T6 | 盘装 | |
| LQFP32 | HK32F04AK8T6-TR | 编带 | |
| LQFP32 | HK32F04AK6T6 | 盘装 | |
| LQFP32 | HK32F04AK6T6-TR | 编带 | |
| LQFP32 | HK32F04AK4T6 | 盘装 | |
| LQFP32 | HK32F04AK4T6-TR | 编带 | |
| QFN32 | HK32F04AK8U6 | 盘装 | |
| QFN32 | HK32F04AK8U6-TR | 编带 | |
| QFN32 | HK32F04AK6U6 | 盘装 | |
| QFN32 | HK32F04AK6U6-TR | 编带 | |
| QFN32 | HK32F04AK4U6 | 盘装 | |
| QFN32 | HK32F04AK4U6-TR | 编带 | |
| QFN28 | HK32F04AG8U6 | 盘装 | |
| QFN28 | HK32F04AG8U6-TR | 编带 | |
| QFN28 | HK32F04AG6U6 | 盘装 | |
| QFN28 | HK32F04AG6U6-TR | 编带 | |
| QFN28 | HK32F04AG4U6 | 盘装 | |
| QFN28 | HK32F04AG4U6-TR | 编带 | |
| TSSOP20 | HK32F04AF8P6 | 管装 | |
| TSSOP20 | HK32F04AF8P6-TR | 编带 | |
| TSSOP20 | HK32F04AF6P6 | 管装 | |
| TSSOP20 | HK32F04AF6P6-TR | 编带 | |
| TSSOP20 | HK32F04AF4P6 | 管装 | |
| TSSOP20 | HK32F04AF4P6-TR | 编带 | |

8 缩略语

| 缩写 | 全称 | 中文描述 |
|-------|---|-------------|
| ADC | Analog-To-Digital Converter | 模拟数字转换器 |
| AHB | Advanced High-Performance Bus | 高级高性能总线 |
| APB | Advanced Peripheral Bus | 外围总线 |
| CAN | Controller Area Network | 控制器局域网 |
| CRC | Cyclic Redundancy Check | 循环冗余校验码 |
| DAC | Digital-To-Analog Converter | 数字模拟转换器 |
| DMA | Direct Memory Access | 直接存储器访问 |
| EXTI | Extended Interrupts and Events Controller | 中断和事件控制器 |
| FM | Fast Mode | 全速模式 |
| GPIO | General Purpose Input Output | 通用输入输出 |
| HSE | High Speed External (Clock Signal) | 高速外部 (时钟信号) |
| I2C | Inter-Integrated Circuit | I2C 总线 |
| I2S | Inter-IC Sound | I2S 总线 |
| IWDG | Independent Watchdog | 独立看门狗 |
| LSB | Least Significant Bit | 最低有效位 |
| LSE | Low-Speed External (Clock Signal) | 低速外部 (时钟信号) |
| LSI | Low-Speed Internal (Clock Signal) | 低速内部 (时钟信号) |
| MCU | Microcontroller Unit | 微控制单元 |
| MSB | Most Significant Bit | 最高有效位 |
| MSPS | Million Samples Per Second | 每秒百万次采样 |
| NVIC | Nested Vectored Interrupt Controller | 嵌套矢量中断控制器 |
| PDR | Power-Down Reset | 掉电复位 |
| PLL | Phase Locked Loop | 锁相环 |
| POR | Power-On Reset | 上电复位 |
| PVD | Programmable Voltage Detector | 可编程电压检测器 |
| PWM | Pulse Width Modulation | 脉宽调制 |
| RCC | Reset and Clock Control | 复位时钟控制 |
| RISC | Reduced Instruction Set Computing | 精简指令集计算机 |
| RTC | Real Time Clock | 实时时钟 |
| SDIO | Secure Digital Input and Output | 安全数字输入输出接口 |
| SPI | Serial Peripheral Interface | 串行外设接口 |
| SWD | Serial Wire Debug | 串行线调试 |
| USART | Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter | 通用同步/异步收发器 |
| WWDG | Window Watchdog | 窗口看门狗 |

9 重要提示



航顺芯片和其他航顺商标均为深圳市航顺芯片技术研发有限公司的商标。本文档提及的其他商标或注册商标，由各自的所有人持有。

在未经深圳市航顺芯片技术研发有限公司同意下，不得以任何形式或途径修改本公司产品规格和数据表中的任何部分以及子部份。深圳市航顺芯片技术研发有限公司在以下方面保留权利：修改数据单和/或产品、停产任一产品或者终止服务不做通知；建议顾客获取最新版本的相关信息，在下定订单前进行核实以确保信息的及时性和完整性。所有的产品都依据订单确认时所提供的销售合同条款出售，条款内容包括保修范围、知识产权和责任范围。

深圳市航顺芯片技术研发有限公司保证在销售期间，产品的性能按照本公司的标准保修。公司认为有必要维持此项保修，会使用测试和其他质量控制技术。除了政府强制规定外，其他仪器的测量表没有必要进行特殊测试。

顾客认可本公司的产品的设计、生产的目的是不涉及与生命保障相关或者用于其他危险的活动或者环境的其他系统或产品中。出现故障的产品会导致人身伤亡、财产或环境的损伤（统称高危活动）。人为在 高危活动中使用本公司产品，本公司据此不作保修，并且不对顾客或者第三方负有责任。

深圳市航顺芯片技术研发有限公司将会提供与现在一样的技术支持、帮助、建议和信 息，（全部包括关于购买的电路板或其他应用程序的设计，开发或调试）。特此声明，对于所有的技术支持、可销性或针对特定用途，及在支持技术无误下，电路板和其 他应用程序可以操作或运行的，本公司将不作任何有关此类支持技术的担保，并对您在使用这项支持服务不负任何法律责任。

所有版权©深圳市航顺芯片技术研发有限公司 2015-2023

深圳市航顺芯片技术研发有限公司

联系电话：0755-83247667

网址：www.hsxp-hk.com