HK32ASPIN02x 数据手册

版本：1.2

发布日期：2023-11-27

深圳市航顺芯片技术研发有限公司

http://www.hsxp-hk.com

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

前言

编写目的

本文档介绍了 HK32ASPIN02x 系列芯片的结构框图、存储器映射、外设接口、电气特性、引脚封装等，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：

- 开发工程师
- 芯片测试工程师
- 芯片选型工程师

版本说明

本文档对应的产品系列为 HK32ASPIN02x 系列芯片。

修订记录

版本	日期	修订内容
1.0	2022/11/07	首次发布。
1.1	2023/09/18	1. 新增了 QFN32 封装型号：HK32ASPIN022K8U7，以此更新了“器件一览表”、“引脚定义”、“封装参数”和“订货信息”等章节。 2. 更新了“3.1 结构框图”中的图。 3. 更新了“3.9.1 系统复位”中的“图 3-3 复位信号”。 4. 更新了“3.2 存储器映射”中的图。 5. 更新了“6 引脚定义”中的封装图和引脚定义：给 NRST/BOOT0 等引脚加上了其附带的 GPIO 的信息。 6. 增加了“7.2 丝印信息”“8.1 订货代码”章节。
1.2	2023/11/27	1. 更新了“4.2.20 温度传感器特性”中 T_L 的最大误差值。 2. 章节 “6.6 各封装的管脚定义”和“6.7 引脚复用（AF）功能表”中补全 USART 和 I2C 支持引脚互换功能的对应描述。 3. 更新了“7.1.4 QFN32 封装”中的封装尺寸图和表。 4. 更新了“7.2.5 TSSOP24 丝印”中 TSSOP24 封装的丝印信息。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

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.....5
3 功能介绍.....7
3.1 结构框图.....7
3.2 存储器映射.....8
3.3 存储器.....8
3.3.1 Flash.....8
3.3.2 内置 SRAM.....8
3.4 CRC 计算单元.....8
3.5 供电方案.....9
3.6 电源监控器.....9
3.7 Boot 模式.....9
3.8 低功耗模式.....9
3.9 复位.....9
3.9.1 系统复位.....9
3.9.2 电源复位.....10
3.10 时钟和时钟树.....11
3.11 中断与事件.....11
3.11.1 NVIC.....11
3.11.2 EXTI.....13
3.12 GPIO.....14
3.13 SYSCFG.....14
3.14 DMA.....14
3.15 电压比较器（COMP）.....14
3.16 运算放大器（OPAMP）.....14
3.17 除法和开方计算单元（DVSQ）.....15
3.18 电机加速单元（EMACC）.....15
3.19 定时器.....15

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

3.19.1 高级定时器.....15
3.19.2 通用定时器.....16
3.19.3 System Tick 定时器.....16
3.20 红外遥控接口（IRTIM）.....16
3.21 独立看门狗（IWDG）.....17
3.22 窗口看门狗（WWDG）.....17
3.23 ADC.....17
3.23.1 温度传感器.....17
3.23.2 内部参考电压.....17
3.24 I2C 总线.....17
3.25 通用异步收发器（UART）.....18
3.26 串行外设接口（SPI）.....18
3.27 控制器局域网络（CAN）.....19
3.28 96 位 UID.....19
3.29 调试接口（DBG）.....19
4 电气性能指标.....20
4.1 最大绝对额定值.....20
4.1.1 极限电压特性.....20
4.1.2 极限电流特性.....20
4.1.3 极限温度特性.....20
4.2 工作参数.....21
4.2.1 推荐工作条件.....21
4.2.2 可编程电压监测器（PVD）.....21
4.2.3 BOR 特性.....22
4.2.4 上/下电复位特性.....23
4.2.5 内部参考电压.....24
4.2.6 工作电流特性.....24
4.2.7 外部高速（HSE）时钟特性.....24
4.2.8 外部低速（LSE）时钟特性.....25
4.2.9 内部高速（HSI）时钟特性.....26
4.2.10 内部低速（LSI）时钟特性.....26

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

4.2.11 PLL 特性 27
4.2.12 Flash 存储器特性 27
4.2.13 IO 输入引脚特性 27
4.2.14 IO 输出引脚特性 28
4.2.15 NRST 复位管脚特性 28
4.2.16 TIM 计数器特性 28
4.2.17 电机加速单元（EMACC）特性 29
4.2.18 ADC 特性 29
4.2.19 DAC 分压器特性 31
4.2.20 温度传感器特性 32
4.2.21 电压比较器（COMP）特性 32
4.2.22 运算放大器（OPAMP）特性 32
5 典型电路 34
6 引脚定义 35
6.1 LQFP48 封装 35
6.2 LQFP44 封装 36
6.3 LQFP32 封装 37
6.4 QFN32 封装 38
6.5 TSSOP24 封装 38
6.6 各封装的引脚定义 39
6.7 引脚复用（AF）功能表 48
7 封装参数 51
7.1 封装尺寸 51
7.1.1 LQFP48 封装 51
7.1.2 LQFP44 封装 52
7.1.3 LQFP32 封装 53
7.1.4 QFN32 封装 55
7.1.5 TSSOP24 封装 56
7.2 丝印信息 57
7.2.1 LQFP48 丝印 58
7.2.2 LQFP44 丝印 58

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

7.2.3 LQFP32 丝印 59
7.2.4 QFN32 丝印 60
7.2.5 TSSOP24 丝印 60
8 订货信息 61
8.1 订货代码 61
8.2 订货包装 61
9 缩略语 63
10 重要提示 65

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

1 简介

本文档为 HK32ASPIN02x 系列芯片的数据手册。该系列芯片是由深圳市航顺芯片技术研发有限公司研发的经济型电机驱动专用 MCU 芯片，包括以下子系列：

- HK32ASPIN020 子系列
  - HK32ASPIN020E8P7（TSSOP24 封装）
  - HK32ASPIN020K8T7（LQFP32 封装）
  - HK32ASPIN020S8T7（LQFP44 封装）
- HK32ASPIN021 子系列
  - HK32ASPIN021K8T7（LQFP32 封装）
  - HK32ASPIN021C8T7（LQFP48 封装）
- HK32ASPIN022 子系列
  - HK32ASPIN022K8U7（QFN32 封装）
  - HK32ASPIN022K8T7（LQFP32 封装）
  - HK32ASPIN022C8T7（LQFP48 封装）

用户可以查看《HK32ASPIN02x 用户手册》，进一步了解该系列 MCU 的功能。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

2 产品概述

HK32ASPIN02x 系列是一款使用 ARM® Cortex®-M0 内核，集成航顺自研专利-电机控制算法加速单元(EMACC) 的电机驱动专用芯片，最高工作频率可达 80MHz，内置 60Kbyte Flash 和 8Kbyte SRAM。

HK32ASPIN02x 内置 1 个 16 位高级定时器（共 4 路 PWM 输出，其中 3 路带不对称死区互补输出）、4 个 16 位通用定时器和 1 个 32 位通用定时器。

HK32ASPIN02x 内置的模拟电路包括：1 个 12 位 ADC（双路同时采保、16 通道）、2 个模拟运算放大器（PGA 模式）、3 个模拟比较器（比较门限 PGA）、1 个上电/掉电复位电路（POR/PDR）、1 个温度传感器和 1 个内部参考电压（供片内 ADC 采样）。

HK32ASPIN02x 除电源、地、NRST 以外的所有引脚都可以作为 GPIO、外设 IO 或外部中断输入；在引脚数量受限应用场景中，提供尽可能多的引脚数量，并且 IO 都支持 5V 的输入输出。

HK32ASPIN02x 支持传统的 Flash 读写保护，也支持航顺自研专利的 Flash 代码加密。同时，为各种安全应用提供了 CRC 运算单元，可用于数据的完整性检查和数据加解密。通过配置 Flash 控制寄存器，可实现中断向量在主 Flash 区内的重映射。

HK32ASPIN02x 内置多种通信接口：6 路 UART、1 路高速 SPI、1 路 I2C、1 个 CAN。

HK32ASPIN02x 还集成了硬件除法开方运算单元（DVSQ），提高了软件处理能力和快速响应外部事件的能力。

HK32ASPIN02x 支持睡眠（Sleep）和停机（Stop）低功耗模式，适合对芯片低功耗要求较高的应用。

由于拥有这些丰富的外设，HK32ASPIN02x 特别适合于 BLDC/PMSM 电机的方波/FOC 驱动控制等应用：

- 电动工具
- 工业风机
- 压缩机
- 电动车
- 油烟机
- 吸尘器
- 水泵
- 吊扇
- 空调

2.1 产品特性

- CPU 内核
  - ARM® Cortex®-M0
  - 最高时钟频率：80MHz
  - 24 位 System Tick 定时器
  - 支持中断向量重映射（通过 Flash 控制器的寄存器配置）
- 工作电压范围
  - 单电源域（主电源 V_{DD}）：2.2V~5.5V
- 工作温度范围：-40°C ~ +105°C
- 典型工作电流：

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

- 运行（Run）模式： 1.8 mA@3.3V
- 睡眠（Sleep）模式： 364 μA@3.3V
- 停机（Stop）模式： 361μA@3.3V

- 存储器
  - 60 Kbyte Flash
    - CPU 主频不高于 24MHz 时，支持 0 等待总线周期访问 Flash。
    - Flash 具有数据安全保护功能，可分别设置读保护和写保护。
    - 支持 Flash 存储的指令和数据加密，可防止 Flash 内容受到物理攻击。
  - 8Kbyte SRAM
- 时钟
  - 外部高速时钟（HSE）：支持 4~24MHz，典型 8MHz 晶振
  - 外部低速时钟（LSE）：32.768kHz 晶振
  - 片内高速时钟：8MHz（HSI）/14MHz（HSI14）/56MHz（HSI56）可配置
  - 片内低速时钟（LSI）：32.768kHz
  - PLL 时钟：80MHz（最大输出频率值）
  - GPIO 外部输入时钟：30MHz（最大值）
- 复位
  - 外部管脚复位（NRST 引脚）
  - 选项字节装载器复位
  - 窗口看门狗计数终止（WWDG 复位）
  - 独立看门狗计数终止（IWDG 复位）
  - 电源复位（POR/PDR/BOR）
  - 软件复位（SW 复位）
- 可编程电压监测器（PVD）
  - 14 级检测电压门限可调
  - 上升沿或下降沿检测可配置
- GPIO 端口
  - 支持最多 42 个 GPIO 端口
  - 所有 GPIO 都支持 5V 信号输入输出
- 2 个 DMA 控制器
  - DMA1/DMA2 各带 5 个通道，可选择不同的请求源。
  - 支持 TIM、SPI、I2C、UART、ADC 等多种外设触发。
- 数据通信接口
  - 6 路 UART
  - 1 路 I2C
    - 1MHz/400kHz/100kHz 传输速率
    - 在停机模式（Stop）下，支持数据接收唤醒
  - 最多 1 路高速 SPI
    - 最高 18Mbps 传输速率
  - 1 个 2.0A/2.0B CAN

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

- 定时器
  - 1 个 16 位电机专用高级定时器（TIM1）
    - 4 路 PWM 输出，其中 3 路带 PWM 前后不对称死区互补输出
    - 支持外部管脚信号刹车以及内部比较器输出信号刹车
    - 支持 CC4~CC6 多点比较输出触发 ADC
  - 5 个通用定时器
    - 1 个 32 位通用定时器（TIM2）
    - 4 个 16 位通用定时器（TIM3/TIM14/TIM15/TIM16）
- 除法和开方运算单元（DVSQ）
  - 支持 32 位定点数除法，可同时得到商和余数
  - 支持 32 位定点数高精度开方
- 电机加速硬件单元（EMACC）
  - 支持 Cordic 运算，用于正余弦计算
  - 支持 Clarke、Park 和反 Park 运算
  - 支持 SVPWM
  - 支持 1 路高速电机数据传输通道（Trace）
- 数据安全
  - CRC 校验硬件单元
- 片内模拟电路
  - 1 个 12 位双路采保 SAR ADC（最多 16 路模拟信号输入通道）
    - 最高转换频率：2MSPS（12 位）
    - 有两个独立采样保持单元，可同一时刻对两个信号进行采样
    - 支持 4 个独立队列和 1 个测试队列转换
    - 支持自动连续转换、扫描转换功能
    - 支持队列中通道替换功能
    - 支持多个硬件触发源（TIM1_TRGO、TIM1_CCx、GPIO 输入事件等）
    - 多次采样数据平均功能
    - 独立的通道数据结果寄存器
  - 内部参考电压
    - 内部参考电压输出连接到 ADC 的独立通道
  - 温度传感器
    - 温度传感器输出连接到 ADC 的独立通道
  - 3 个电压比较器
    - 比较器的参考电压可来自外部信号输入也可来自内部 8 位 DAC
    - 比较器的输出可作为高级定时器的刹车
  - 2 个运算放大器
    - 放大倍数可编程
    - 放大器的输出管脚可作为 ADC 的采样通道
- 96 位芯片 UID 标识

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

- 用作序列号和安全密钥
- 激活安全自举过程

- CPU 跟踪与调试
  - SWD 调试接口
  - ARM® CoreSight™ 调试组件（ROM-Table、DWT 和 BPU）
  - 自定义 DBGMCU 调试控制器（低功耗模式仿真控制、调试外设时钟控制、调试及跟踪接口分配）

2.2 器件一览表

表 2-1 HK32ASPIN02x 系列芯片特性

产品特性		HK32ASPIN021C8T7	HK32ASPIN022C8T7	HK32ASPIN020S8T7	HK32ASPIN020K8T7	HK32ASPIN021K8T7	HK32ASPIN022K8T7	HK32ASPIN022K8U7	HK32ASPIN020E8P7
GPIO		42	41	40	29	28	27	27	21
封装		LQFP48		LQFP44	LQFP32			QFN32	TSSOP24
工作电压		2.2V~5.5V							
工作温度		-40°C ~ +105°C							
存储器	Flash(Kbyte)	60							
	SRAM(Kbyte)	8							
CPU	内核	Cortex®-M0							
	工作频率	80MHz							
DMA 个数（通道数）		2 个（每个 5 通道）							
定点数除法/开方运算单元（DVSQ）		1							
时钟	内部 LSI	32.768kHz							
	内部 HSI	可配置为 8MHz/14MHz/56MHz							
	PLL 时钟	支持							
	外部 HSE	4~24MHz							
	外部 LSE	32.768kHz			不支持				
定时器	高级定时器	1 个（16 位）：TIM1							
	通用定时器	1 个（32 位）：TIM2 4 个（16 位）：TIM3/TIM14/TIM15/TIM16							
	System Tick 定时器	1							
	独立看门狗（IWDG）	1							
	窗口看门狗（WWDG）	1							
通讯外设	UART	6							
	I2C	1							
	SPI	1							不支持
	CAN	1							
红外遥控接口		1							

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

产品特性		HK32ASPIN021C8T7	HK32ASPIN022C8T7	HK32ASPIN020S8T7	HK32ASPIN020K8T7	HK32ASPIN021K8T7	HK32ASPIN022K8T7	HK32ASPIN022K8U7	HK32ASPIN020E8P7
（IRTIM）									
ADC	ADC 个数（外部模拟通道数）	1（12）	1（12）	1（12）	1（10）	1（10）	1（10）	1（10）	1（9）
	基准选择	内部参考电压							
	ADC 转换速率	2MSPS（12 位）							
	ADC 精度	可配置为：6/8/10/12 位							
温度传感器		1							
电压比较器（COMP）		3							
运算放大器（OPAMP）		2							
电机加速单元（EMACC）		1							
可编程电压检测器（PVD）		1							
信息安全	CRC	1							
	96 位 UID	1							

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

3 功能介绍

3.1 结构框图

HK32ASPIN02x 内部集成高达 60Kbyte 的 Flash，用于存放程序和数据。

ARM®Cortex®-M0 处理器是最新一代的嵌入式 32 位 RISC 处理器，它是一个经济型电机专用类 MCU，提供卓越的计算性能和先进的中断系统响应。该系列产品拥有内置的 Cortex®-M0 核心，因此它与所有的 ARM 工具和软件兼容。

以 HK32ASPIN021C8T7 为例，该系列产品的功能框图如下：

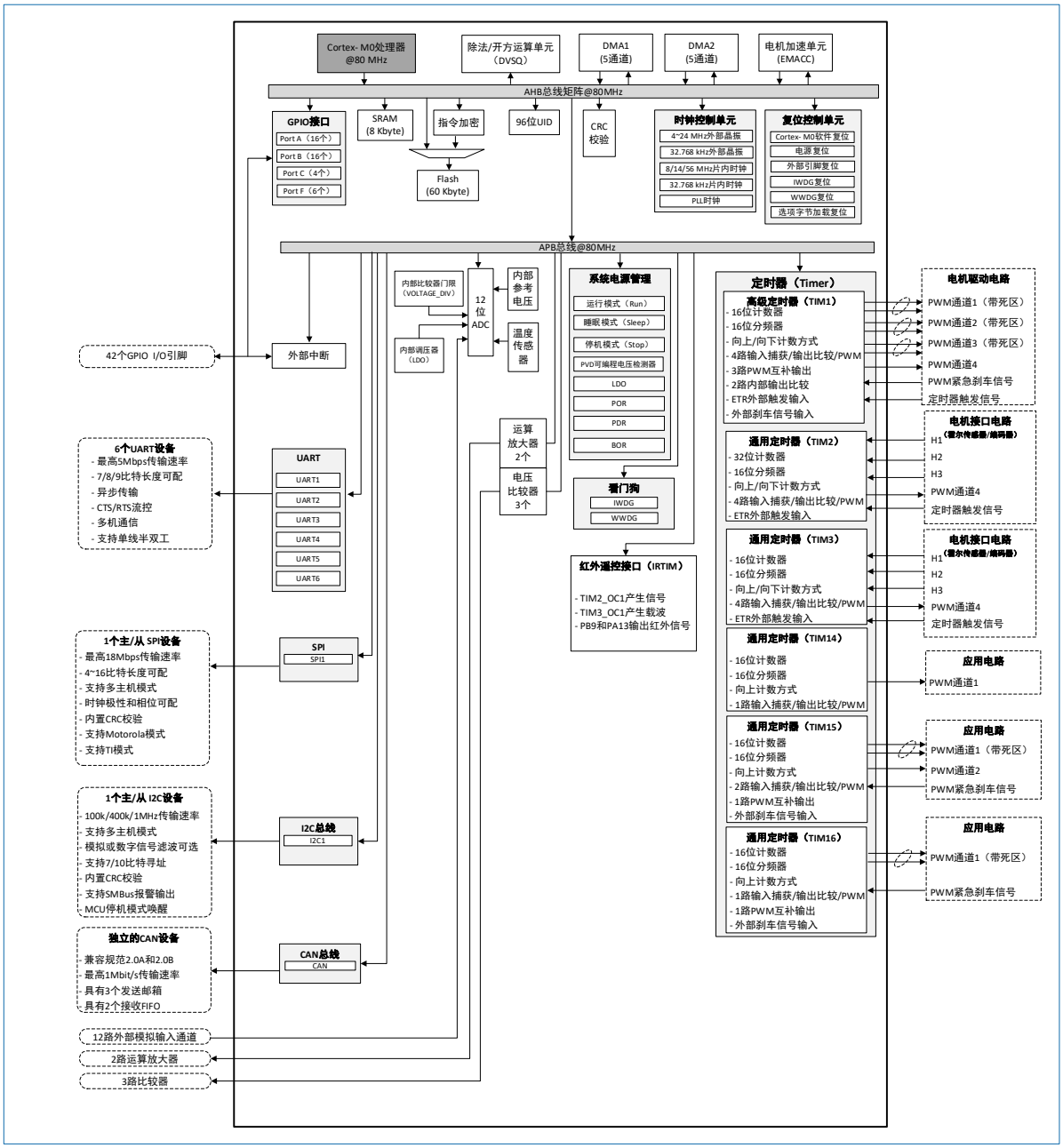


图 3-1 HK32ASPIN021C8T7 功能框图

3.2 存储器映射

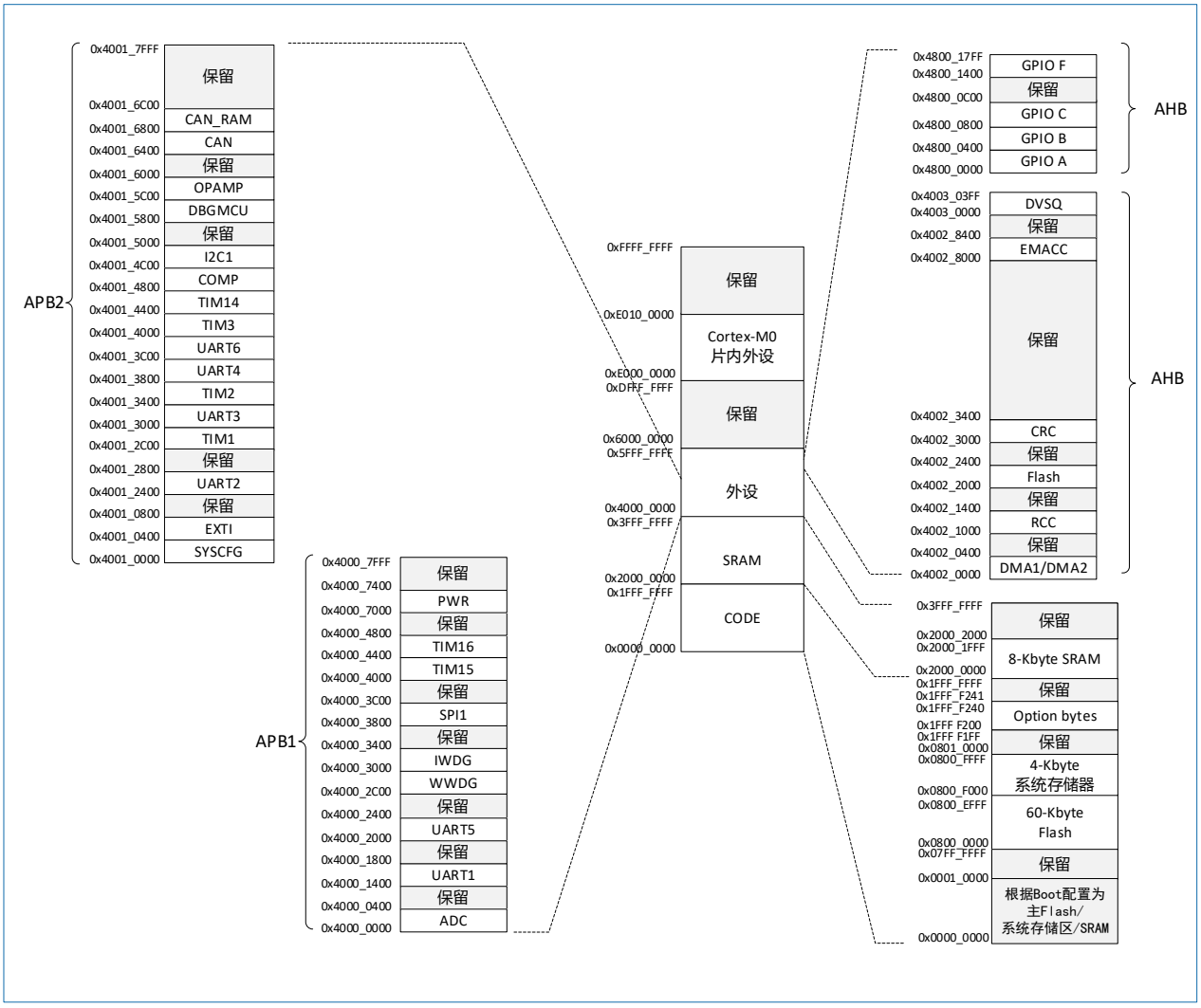


图 3-2 HK32ASPIN021C8T7 存储器映射

3.3 存储器

3.3.1 Flash

该系列芯片内部集成高达 60 Kbyte 的 Flash，用于存放程序和数据。

通过 Flash 控制器的寄存器配置，可实现中断向量在 60 Kbyte 空间内的重映射。

3.3.2 内置 SRAM

该系列芯片内部集成 8Kbyte SRAM，支持字、半字和字节读写访问。CPU 能以零等待周期进行快速读写访问，能够满足大多数应用的需求。

3.4 CRC 计算单元

循环冗余校验（Cyclic Redundancy Check，CRC）用于验证数据传输或数据存储的完整性。器件内部集成了一个独立的 CRC 硬件计算单元。它使用一个固定的多项式发生器从一个 8 位/16 位/32 位的数据字中产生CRC 码。

CRC 计算单元在运行期间计算出软件的签名，并将其和链接时所产生并存储于指定存储地址的参考签名进行比较。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

3.5 供电方案

V_{DD} =2.2~5.5V，外部单电源供电（无 V_{BAT}），为芯片的数字电路、I/O 引脚和内部电压调节器供电。

3.6 电源监控器

芯片内置上电复位（POR），掉电复位（PDR）和欠压复位（BOR）电路。当供电电压达到 2.2 V 时，系统即能正常工作。当 V_{DD}/V_{DDA} 低于指定的限位电压 V_{POR}/V_{PDR} 时，系统保持为复位状态，而无需外部复位电路。上电期间，欠压复位（BOR）将使器件保持复位状态，直到电源电压达到指定的 V_{BOR} 阈值。当禁止 BOR 时，掉电复位由 PDR 控制。

器件中还有一个可编程电压监测器（PVD），它监视 V_{DD}/V_{DDA} 供电并与阈值 V_{PVD} 比较。V_{PVD} 阈值可软件配置。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微控制器转入安全模式。PVD 功能需要通过程序使能开启。

3.7 Boot 模式

在启动时，自举引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

自举加载程序存放于系统存储器中，可以通过 UART1（PA8/PA9），对 Flash 重新编程。

3.8 低功耗模式

器件支持睡眠模式和停机模式。

- 睡眠（Sleep）模式：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，所有内部时钟被关闭，PLL、HSI 和 HSE 被关闭。可以通过任一配置成 EXTI 的信号把微控制器从停机模式中唤醒，EXTI 信号可以是 16 个外部 I/O 口之一。I2C 接收数据后，可将 MCU 从 Stop 模式中唤醒。

3.9 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以外，系统复位将复位所有寄存器至它们的复位状态。用户可通过查看 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。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

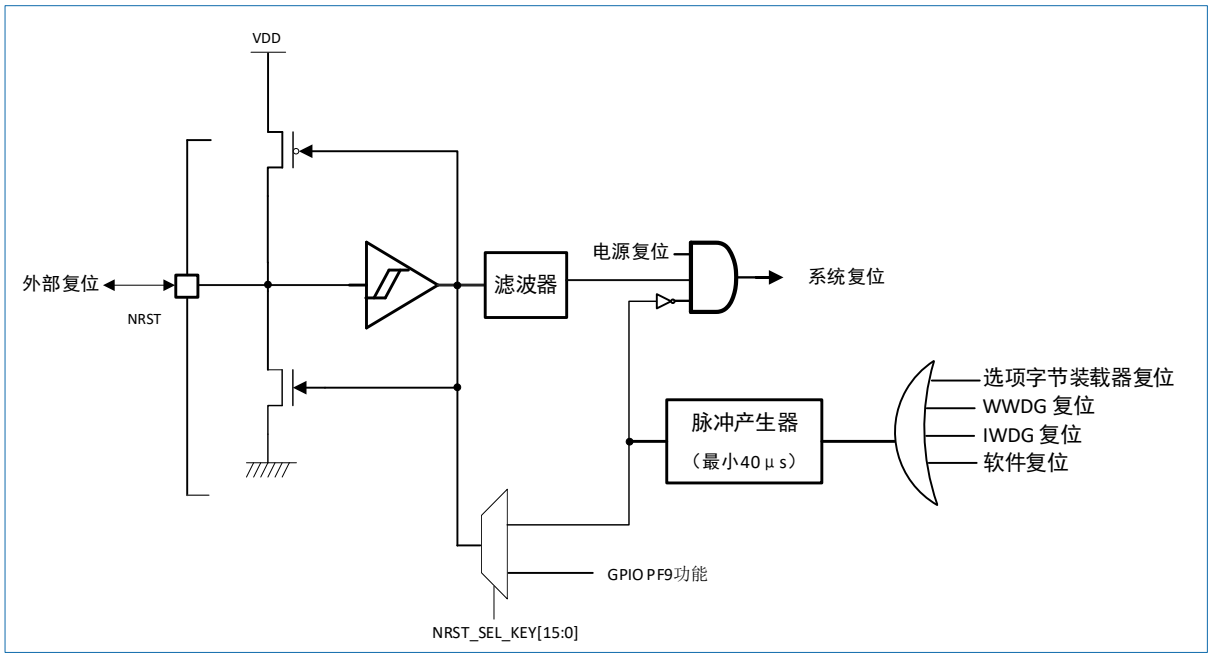


图 3-3 复位信号

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）
- 选项字节装载器复位
- 窗口看门狗计数终止（WWDG 复位）
- 独立看门狗计数终止（IWDG 复位）
- 电源复位（上电复位/掉电复位/欠压复位）
- 软件复位（SW 复位）：通过将 Cortex®-M0 中断使能和复位控制寄存器中的 SYSRESETREQ 位置'1'，可实现软件复位。

复位源将最终作用于 NRST 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 0x00000004。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内部复位源都能有至少 40μs 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。

3.9.2 电源复位

当以下任一事件发生时，会产生电源复位：

- 上电/掉电复位（POR/PDR）
- 欠压复位（BOR）

HK32ASPIN02x 内部集成了上电复位（POR）/掉电复位（PDR）电路。该电路始终处于工作状态，以保证系统在供电超过 2.2V 时正常工作。当 V_{DD} 小于 POR/PDR 阈值时，MCU 将被复位，无需使用外部复位电路。

HK32ASPIN02x 内部还集成了欠压复位（BOR）。BOR 选项默认不可用，电源供电由 POR/PDR 监控。用户可以配置 MCU 选项字节进行编程以使能和禁止 BOR 功能。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

3.10 时钟和时钟树

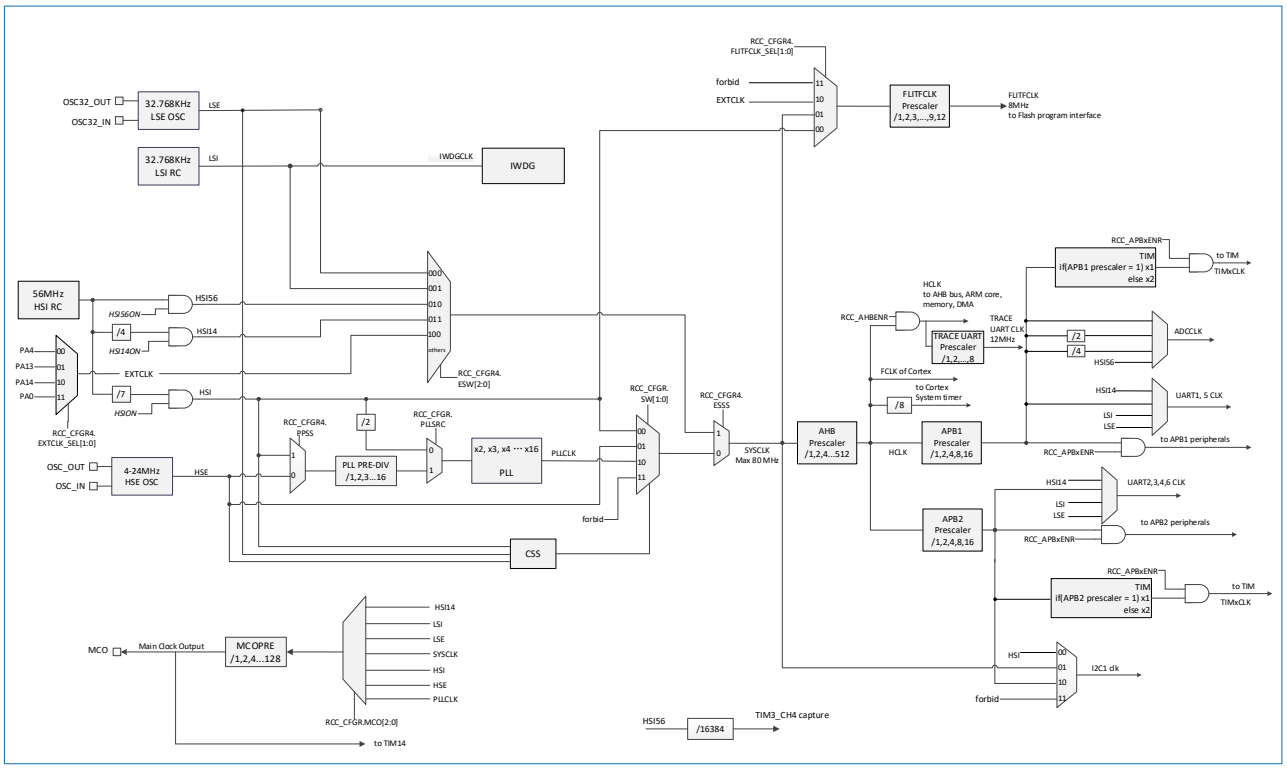


图 3-4 时钟树

上图说明：仅 LQFP48 和 LQFP44 封装支持 LSE。

如上图所示，HSI 和 HSI14 来源于同一个输出频率为 56MHz 的内部振荡器。因此，使用 HSI 或 HSI14 时钟时，不能将另外一个时钟源关闭以降低功耗。HSI/HSE 可作为 PLL 前置分频的输入，因此通过配合使用 PLL，能配置出更丰富的系统时钟频率。

HK32ASPIN02x 在启动时选择系统时钟（SYSCLK）作为 CPU 工作时钟。内部振荡器输出的 56MHz 时钟经过 7 分频后的 HSI 作为芯片上电后的默认系统时钟。

为系统时钟提供了更多的时钟源，也为客户提供了轻便、灵活、多样的工作模式，以下时钟均可作为系统时钟：

- 外部高速时钟（HSE）：4~24MHz
- 外部低速时钟（LSE）：32.768kHz
- 片内高速时钟：8MHz（HSI）/14MHz（HSI14）/56MHz（HSI56）
- 片内低速时钟（LSI）：32.768kHz
- PLL 时钟： 80MHz（最大值）
- GPIO 外部输入时钟：30MHz（最大值）

AHB 总线、APB 域的时钟频率可通过几个分频器来配置。AHB 总线的最高时钟频率可达 80MHz。APB 域的最高时钟频率可达 80MHz。

时钟安全系统可以监测 HSE 和 LSE 的故障，并在检测到故障时切换时钟源。

3.11 中断与事件

3.11.1 NVIC

该系列 MCU 内置嵌套向量中断控制器（NVIC），能够处理多达 31 个可屏蔽中断通道（不包括 16 个 Cortex®-M0 的中断线）和 4 个中断优先级。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（Reset）	0x0000 0004
-	-2	固定	NMI	非屏蔽中断 时钟安全系统连接到 NMI 向量 （Non-maskable interrupt）	0x0000 0008
-	-1	固定	HardFault	所有类型错误（All class of fault）	0x0000 000C
-	3	可配置	SVCall	通过 SWI 指令进行的系统服务调度 （System service call via SWI instruction）	0x0000 002C
-	5	可配置	PendSV	可挂起的系统服务请求 （Pendable request for system service）	0x0000 0038
-	6	可配置	SysTick	系统嘀嗒定时器（System tick timer）	0x0000 003C
0	7	可配置	WWDG	窗口看门狗中断 （Window Watchdog interrupt）	0x0000 0040
1	8	可配置	PVD	PVD 中断（和 EXTI 线 16 共用） （PVD interrupt）	0x0000 0044
2	9	-	-	保留	0x0000 0048
3	10	可配置	FLASH	Flash 全局中断（Flash global interrupt）	0x0000 004C
4	11	可配置	RCC	RCC 全局中断（RCC global interrupt）	0x0000 0050
5	12	可配置	EXTI0_1	EXTI 线[1:0]中断（EXTI Line[1:0] interrupt）	0x0000 0054
6	13	可配置	EXTI2_3	EXTI 线[3:2]中断（EXTI Line[3:2] interrupt）	0x0000 0058
7	14	可配置	EXTI4_15	EXTI 线[15:4]中断（EXTI Line[15:4] interrupt）	0x0000 005C
8	15	可配置	DMA1_CH1	DMA1 通道 1 中断（DMA1 Channel 1 interrupt）	0x0000 0060
9	16	可配置	DMA1_CH2_3	DMA1 通道 2/3 中断（DMA1 Channel 2/3 interrupt）	0x0000 0064
10	17	可配置	DMA1_CH4_5	DMA1 通道 4/5 中断（DMA1 Channel 4/5 interrupt）	0x0000 0068
11	18	可配置	ADC	ADC 中断（ADC global interrupt）	0x0000 006C

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

位置	优先级		名称	描述	地址
12	19	可配置	TIM1	TIM1 全局中断（TIM1 global interrupt）	0x0000 0070
13	20	可配置	UART1	UART1 全局中断（UART1 global interrupt）	0x0000 0074
14	21	可配置	TIM2	TIM2 全局中断（TIM2 global interrupt）	0x0000 0078
15	22	可配置	TIM3	TIM3 全局中断（TIM3 global interrupt）	0x0000 007C
16	23	可配置	UART3	UART3 全局中断（UART3 global interrupt）	0x0000 0080
17	24	可配置	UART4	UART4 全局中断（UART3/4 global interrupt）	0x0000 0084
18	25	可配置	TIM14	TIM14 全局中断（TIM14 global interrupt）	0x0000 0088
19	26	可配置	TIM15	TIM15 全局中断（TIM15 global interrupt）	0x0000 008C
20	27	可配置	TIM16	TIM16 全局中断（TIM16 global interrupt）	0x0000 0090
21	28	可配置	DMA2_CH1	DMA2 通道 1 中断（DMA2 Channel 1 interrupt）	0x0000 0094
22	29	可配置	DMA2_CH2_3	DMA2 通道 2/3 中断（DMA2 Channel 2/3 interrupt）	0x0000 0098
23	30	可配置	DMA2_CH4_5	DMA2 通道 4/5 中断（DMA2 Channel 4/5 interrupt）	0x0000 009C
24	31	可配置	I2C1_SPI1	I2C1 和 SPI1 全局中断（I2C1 and SPI1 global interrupt） I2C1 唤醒中断（和 EXTI21 线共用）	0x0000 00A0
25	32	可配置	UART2	UART2 全局中断（UART2 global interrupt）	0x0000 00A4
26	33	可配置	EMACC	EMACC 全局中断（EMACC global interrupt）	0x0000 00A8
27	34	可配置	CAN	CAN 全局中断（CAN global interrupt）	0x0000 00AC
28	35	可配置	DVSQ	DVSQ 全局中断（DVSQ global interrupt）	0x0000 00B0
29	36	可配置	COMP1_COMP2_COMP3	COMP1/COMP2/COMP3 全局中断（和 EXTI18/19/20 线共用） （COMP1/COMP2/COMP3 global interrupt）	0x0000 00B4
30	37	可配置	UART5	UART5 全局中断（UART5 global interrupt）	0x0000 00B8
31	38	可配置	UART6	UART6 全局中断（UART6 global interrupt）	0x0000 00BC

3.11.2 EXTI

扩展中断及事件控制器（EXTI）负责管理异步中断和事件：向 CPU 输出事件请求，向中断控制器输出中断请求，向电源管理模块输出唤醒请求。

根据中断/事件触发沿是否可配置，可将 EXTI 分为两类：触发沿可配置 EXTI（简称可配 EXTI）和触发沿固定 EXTI（简称固定 EXTI）。固定 EXTI 采用上升沿触发，仅工作在停机模式，用于从停机模式唤醒内核。

- 支持多达 21 个事件/中断请求
  - 20 根可配置 EXTI 线

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

- 触发沿上升沿或下降沿可选
- 有专用的中断状态位标记
- 可通过软件方式触发中断、事件

◦ 1 根固定 EXTI 线

- 每根中断/事件线都可单独被触发和屏蔽。
- 检测脉冲宽度低于 APB2 时钟宽度的外部信号。

3.12 GPIO

每个 GPIO 引脚都可以由软件配置成输出（推挽或开漏）、输入（浮空、上拉或下拉）或其它的外设功能端口。多数 GPIO 引脚都与数字或模拟的外设共用。所有的 GPIO 引脚都有大电流通过能力。在需要的情况下，I/O 引脚的外设功能可以通过一个特定的操作锁定，以避免意外情况下发生对 I/O 寄存器的写操作。

3.13 SYSCFG

该系列芯片有一组系统配置寄存器。系统配置控制器的主要功能如下：

- 在部分 IO 口上启用或禁用 I2C 超快速模式（Fast Mode Plus）。
- UART 的 CTS 可以映射成 RX 功能，RTS 可以映射成 TX 功能。
- 重映射存储器到代码起始区域。
- 管理连接到 GPIO 口的外部中断。
- 管理 TIM3_CH4 输入重映射到 LSI、HSI、LSE 等信号。
- 管理内部一些模拟信号输出到 IO 的开关。
- 配置内部分压器（8 位 DAC）。

3.14 DMA

直接存储器访问控制器（DMA）负责外设与内存之间或内存与内存之间或外设与外设之间的高速数据传输。数据从源地址快速的被搬移到目标地址，无需 CPU 参与，因此 CPU 有更多的资源去处理其它应用。

芯片集成了 2 个 DMA 控制器，每个 DMA 控制器拥有 5 个通道，每个通道都专门用于管理来自于一个或多个外设的存储访问请求。每个 DMA 拥有一个仲裁器去处理不同的 DMA 请求的优先级。

- 每个 DMA 拥有 5 个独立的可配置通道。
- 每个通道连接至特定的硬件并由该硬件触发，也可由软件触发。
- 支持循环缓冲管理。
- 支持 TIM1/2/3/15/16、SPI1、UART1/2/3/4/6、I2C1 和 ADC 的 DMA 请求映射。

3.15 电压比较器（COMP）

该系列 MCU 内置三个超低功耗电压比较器 COMP1、COMP2 和 COMP3。这三个比较器可分别用作独立器件（有对应的 GPIO 接口），可用于电机控制，也可与定时器结合使用。

- COMP 在模拟信号的触发下，从低功耗模式唤醒系统。
- 用于模拟信号调理。

3.16 运算放大器（OPAMP）

运算放大器可以灵活配置，适用于小信号放大调理和电机应用。内部的两个运放可以配置为反相、同相具有不同增益的组合运放，也可以使用外部电阻进行级联。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

3.17 除法和开方计算单元（DVSQ）

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。

3.18 电机加速单元（EMACC）

电机加速单元（EMACC）可用于通过磁场定向控制（Field Oriented Control，FOC）算法控制的直流无刷电机。EMACC 可以加速电机驱动的数学运算，运算速度较纯软件计算更快，并且减少 CPU 占用，在相同的 CPU 工作频率下，可以支持更高的电机转速和提高驱动频率。

器件支持对整个 FOC 算法中 CPU 耗费大量时间参与运算的 Cordic 运算、Clarke 变换、Park 变换、反 Park 变换、PID 算法单元、SVPWM 模块进行硬件化。用户输入 Ia、Ib 和 θ 电角度，通过 EMACC 电机加速单元运算之后，得到空间矢量脉宽调制（SVPWM）的输出：A\B\C 相的 PWM 占空比等；从而节约 FOC 算法时间。

器件包含一个数据追踪器（EMACC_TRACE），实际为一个硬件化的高速串口模块。用于在电机调试过程中或者高速运行时，实时输出 EMACC 模块的参数，提供 4 个字节用于用户自定义数据输出，便于电机调试。

经过 EMACC 单元处理的算法，效率可大幅提升。

3.19 定时器

该系列 MCU 包括一个高级控制定时器，五个通用定时器。定时器功能定义如下表所示。

表 3-2 定时器功能定义

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
高级定时器	TIM1	16 位	递增、递减、递增/递减	1~65536	有	有	4	3
通用定时器	TIM2	32 位	递增、递减、递增/递减	1~65536	有	无	4	无
	TIM3	16 位	递增、递减、递增/递减	1~65536	有	无	4	无
	TIM14	16 位	递增	1~65536	无	无	1	无
	TIM15	16 位	递增	1~65536	有	有	2	1
	TIM16	16 位	递增	1~65536	有	有	1	1

3.19.1 高级定时器

该系列 MCU 集成一个高级定时器 TIM1。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

TIM1 高级定时器可以当作具有 6 个通道的三相 PWM 发生器，还可以当作完整的通用定时器。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 个通道带互补 PWM 输出（带程序可控的死区插入功能）

- 2 路额外的内部输出比较通道

高级定时器配置为 16 位基本定时器时，它与基本定时器具有相同的功能。配置为 16 位 PWM 发生器时，高级定时器具有全调制能力（0~100%）。由于与通用定时器的内部结构和大部分功能相同，因此高级定时器可以通过定时器链接功能与通用定时器协同操作，提供同步或事件链接功能。

在调试模式下，计数器可以被冻结。

3.19.2 通用定时器

该系列 MCU 集成了以下 5 个通用定时器。

- TIM2 和 TIM3

TIM2 通用定时器基于一个 32 位自动重载递增/递减计数器和一个 16 位预分频器。TIM3 通用定时器基于一个 16 位自动重载递增/递减计数器和一个 16 位预分频器。TIM2 和 TIM3 均带 4 个独立通道。这些通道用于输入捕获/输出比较、PWM 或单脉冲模式输出。

TIM2 和 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。TIM2 和 TIM3 均可产生独立的 DMA 请求。TIM2 和 TIM3 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

TIM14 通用定时器基于一个 16 位自动重载递增计数器和一个 16 位预分频器。TIM14 带一个单通道，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。TIM14 不能产生 DMA 请求。

- TIM15 和 TIM16

TIM15 和 TIM16 通用定时器均基于一个 16 位自动重载递增计数器和一个 16 位预分频器。TIM15 和 TIM16 均带互补输出、死区生成和独立 DMA 请求生成功能。TIM15 带 2 个通道，TIM16 带 1 个通道。这些通道用于输入捕获/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。

3.19.3 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。它具有以下特性。

- 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 红外遥控接口（IRTIM）

该系列 MCU 集成了一个红外遥控接口（IRTIM）。IRTIM 需配合红外 LED 使用，可实现远程遥控功能。通过使能 IRTIM 接口（PB9/PA13）并配置 TIM2 通道 1（TIM2_OC1）及 TIM3 通道 1（TIM3_OC1），以产生红外遥控信号。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

通过配置 TIM 为基本的输入捕获模式，还可以实现红外接收器功能。

3.21 独立看门狗（IWDG）

独立看门狗由一个内部独立的 32.768kHz 的 RC 振荡器（LSI）提供时钟，带一个 12 位的递减计数器和一个 8 位的预分频器。由于该 RC 振荡器独立于主时钟，所以它可在停机模式下运行。IWDG 用于在发生问题时复位整个系统或作为自由定时器为应用程序提供超时管理。通过选项字节，可将其配置为软件或硬件启动看门狗。在调试模式，该计数器可以被冻结。

通过配置 IWDG_WINR 寄存器，IWDG 可工作在窗口模式。

3.22 窗口看门狗（WWDG）

窗口看门狗内部带一个 7 位的递减计数器。该计数器可设置成自由运行模式，或作为看门狗用于系统崩溃时复位整个系统。窗口看门狗由主时钟驱动，具有提前预警中断功能。在调试模式，该计数器可以被冻结。

3.23 ADC

内置 1 个 12 位的模拟/数字转换器（ADC）模块，具有多达 12 个外部通道和 4 个内部通道。不同通道的 A/D 转换可在单次、循环、间断或扫描采样模式下进行。

- ADC 时钟可达到 28MHz，ADC 转换速率高达 2MSPS。
- 两个独立的采样保持单元，两个采保单元的输入均可从 16 个模拟输入通道中选择。
- ADC 支持 DMA 操作。
- 灵活的队列配置：4 个独立的转换队列和 1 个测试队列。
- 灵活仲裁机制，每个队列可配置 0-3 级优先级，数字越高优先级越高。
- 独立的结果寄存器，每个通道有自己独立的结果寄存器，可保存当前转换值。
- 触发（Trig）延时配置，可配置在触发信号产生以后延时一段时间再启动 ADC 转换。
- 由通用定时器（TIM2/3/15）和高级控制定时器（TIM1）产生的事件可以在内部连接到 ADC 的启动触发器，以触发 A/D 转换。

3.23.1 温度传感器

温度传感器可以用来测量器件周围的温度。

3.23.2 内部参考电压

内部参考电压（V_{REFINT}）为 ADC 提供了一个稳定的（带隙基准）电压输出。

3.24 I2C 总线

该系列 MCU 拥有 1 个 I2C 总线接口，能够工作于多主和从模式，支持标准模式（最高 100kHz）、快速模式（最高 400kHz）和超快速模式（最高 1MHz），有 15mA 输出驱动。

I2C 提供了 SMBUS2.0 和 PMBUS1.1 的硬件支持：ARP 能力、主机通知协议、硬件 CRC（PEC）生成/验证、超时验证、ALERT 协议管理。

I2C 还有一个独立于 CPU 时钟域的时钟，这样 I2C 可在地址匹配时从停机（Stop）模式唤醒 MCU。

表 3-3 I2C 特性

I2C 特性	I2C1
主/从模式	支持

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

I2C 特性	I2C1
多主机模式	支持
标准/快速/超快速模式	支持
7/10 位寻址模式	支持
广播呼叫	支持
事件管理	支持
时钟延展	支持
软件复位	支持
DMA 传输	支持
数字和模拟滤波器	支持
SMBUS2.0	支持
PMBUS1.1	支持
独立时钟	支持
从停机模式唤醒	支持

3.25 通用异步收发器（UART）

器件内置有 6 个通用异步收发器（UART1/UART2/UART3/UART4/UART5/UART6），其通信速率高达 10Mbit/s。它提供了对 CTS、RTS、RS485DE 信号、多处理器通信模式、单线半双工通信模式的硬件管理。UART 接口可以使用 DMA 控制器。

表 3-4 UART 特性

UART 模式/特性	UART1/UART2/UART3/UART4/UART5/UART6
数据字长	7/8/9 位
DMA 传输	支持（UART5 除外）
多处理器通信	支持
单线半双工通信	支持
RS232 硬件流控制	支持
RS485 驱动器使能	支持

3.26 串行外设接口（SPI）

该系列 MCU 拥有最多 1 个 SPI 接口，支持从和主模式、全双工和半双工通信模式。SPI 可使用 3 位预分频器以产生 8 种主模式频率，每帧可配置为 4 位至 16 位数据。

表 3-5 SPI 特性

SPI 特性	SPI1
硬件 CRC 计算	支持
RX/TX FIFO	支持
NSS 脉冲模式	支持
TI 模式	支持

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

SPI 特性	SPI1
DMA 传输	支持

3.27 控制器局域网络（CAN）

CAN 接口兼容规范 2.0A 和 2.0B（主动），位速率高达 1Mbit/s。CAN 接口可以接收和发送 11 位标识符的标准帧和 29 位标识符的扩展帧。CAN 具有 3 个发送邮箱和 2 个接收 FIFO，3 级 14 个可调节的滤波器。

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 HK32ASPIN02x 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 可以以字节（8 位）、半字（16 位）或者全字（32 位）为单位进行读取。96 位 UID 适合于：

- 用来作为序列号（例如 USB 字符序列号或者其他的终端应用）。
- 用来作为密码。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。
- 用来激活带安全机制的自举过程。

3.29 调试接口（DBG）

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

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

4 电气性能指标

4.1 最大绝对额定值

最大额定值只是短时间的压力值。

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 4-31，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}）	-0.3	5.8	V
V_{IN}	引脚上的输入电压	-0.3	5.8	
$\|V_{SSX} - V_{SS}\|$	不同接地引脚之间的电压差	-	50	mV

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)	105	mA
I_{VSS}	经过 V_{SS} 地线的总电流（流出电流）(1)	105	
I_{IO}	任意 I/O 和控制引脚上的输出灌电流	16	
	任意 I/O 和控制引脚上的输出拉电流	16	
$I_{INJ(PIN)}$ (2)	引脚上的注入电流 (3)	-5/+0	
$\Sigma I_{INJ(PIN)}$	所有 I/O 和控制引脚上的总注入电流 (4)	-25/+0	

(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，$\sum I_{INJ(PIN)}$ 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	最小值	最大值	单位
T_{STG}	储存温度范围	-55	130	°C

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

符号	描述	最小值	最大值	单位
T_J	最大结温度	-45	110	°C

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	-	80	MHz
f_{PCLK1}	内部 APB1 时钟频率	-	80	
f_{PCLK2}	内部 APB2 时钟频率	-	80	
V_{DD}	标准工作电压	2.2	5.5	V
V_{DDA} (1)	模拟工作电压	2.2	5.5	V
T	工作温度	-40	105	°C

(1). V_{DDA} 可以低于 V_{DD}，例如：V_{DD}=4.2V，V_{DDA}=3.3V；V_{DD}=3.3V，V_{DDA}=2.5V。

4.2.2 可编程电压监测器（PVD）

表 4-5 PVD 特性

符号	参数	挡位	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（V_{DD} 上升沿） （-40°C ~105°C）	V_{PVD2}	2.201	2.443	2.652	V
		V_{PVD3}	2.383	2.641	2.852	
		V_{PVD4}	2.582	2.841	3.052	
		V_{PVD5}	2.761	3.036	3.252	
		V_{PVD6}	2.940	3.220	3.453	
		V_{PVD7}	3.122	3.405	3.652	
		V_{PVD8}	3.279	3.586	3.852	
		V_{PVD9}	3.462	3.783	4.050	
		V_{PVD10}	3.643	3.975	4.252	
		V_{PVD11}	3.820	4.161	4.452	
		V_{PVD12}	4.021	4.375	4.650	
		V_{PVD13}	4.221	4.565	4.851	
		V_{PVD14}	4.381	4.744	5.003	
		V_{PVD15}	4.558	4.925	5.153	

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

符号	参数	挡位	最小值	典型值	最大值	单位
	可编程电压检测器的检测电平选择（V_{DD} 下降沿） （-40°C ~105°C）	V_{PVD2}	2.097	2.288	2.497	
		V_{PVD3}	2.257	2.482	2.697	
		V_{PVD4}	2.439	2.674	2.895	
		V_{PVD5}	2.636	2.862	3.098	
		V_{PVD6}	2.798	3.057	3.296	
		V_{PVD7}	2.998	3.253	3.498	
		V_{PVD8}	3.179	3.453	3.697	
		V_{PVD9}	3.358	3.642	3.899	
		V_{PVD10}	3.538	3.841	4.097	
		V_{PVD11}	3.736	4.043	4.297	
		V_{PVD12}	3.917	4.236	4.497	
		V_{PVD13}	4.099	4.432	4.698	
		V_{PVD14}	4.297	4.634	4.896	
		V_{PVD15}	4.479	4.827	5.053	

4.2.3 BOR 特性

表 4-6 BOR 特性

符号	参数	挡位	最小值	典型值	最大值	单位
V_{BOR}(1)	BOR 的检测电平选择（V_{DD} 上升沿） （-40°C ~105°C）	V_{BOR2}	2.099	2.287	2.352	V
		V_{BOR3}	2.352	2.467	2.550	
		V_{BOR4}	2.550	2.665	2.752	
		V_{BOR5}	2.702	2.860	2.951	
		V_{BOR6}	2.902	3.052	3.150	
		V_{BOR7}	3.100	3.251	3.353	
		V_{BOR8}	3.303	3.460	3.552	
		V_{BOR9}	3.451	3.646	3.752	
		V_{BOR10}	3.651	3.839	3.952	
		V_{BOR11}	3.851	4.042	4.152	
		V_{BOR12}	4.049	4.244	4.352	
		V_{BOR13}	4.200	4.437	4.552	
		V_{BOR14}	4.402	4.647	4.801	

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

符号	参数	挡位	最小值	典型值	最大值	单位
		V_{BOR15}	4.646	4.817	4.897	
	BOR 的检测电平选择（V_{DD} 下降沿）（-40°C~105°C）	V_{BOR2}	2.096	2.221	2.296	
		V_{BOR3}	2.246	2.409	2.498	
		V_{BOR4}	2.447	2.601	2.698	
		V_{BOR5}	2.595	2.786	2.897	
		V_{BOR6}	2.797	2.969	3.096	
		V_{BOR7}	2.997	3.164	3.298	
		V_{BOR8}	3.198	3.373	3.496	
		V_{BOR9}	3.295	3.564	3.696	
		V_{BOR10}	3.494	3.746	3.897	
		V_{BOR11}	3.747	3.957	4.095	
		V_{BOR12}	3.946	4.162	4.295	
		V_{BOR13}	4.095	4.364	4.547	
		V_{BOR14}	4.294	4.567	4.746	
		V_{BOR15}	4.646	4.817	4.897	
$V_{BORhyst}$	BOR 滞回	-	60	77	93	mV
t_{BORRST}(2)	生效时间	-	-	50	-	μs

(1) BOR 仅监控 V_{DD}。

(2) 设计保证。

4.2.4 上/下电复位特性

表 4-7 上/下电复位特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{POR/PDR}$ (1)	上下电复位阈值	下降沿	1.899	2.006	2.104	V
		上升沿	1.920	2.026	2.141	V
$V_{PDRhyst}$	PDR 滞回	-	0	21	45	mV
$t_{RSTTEMPO}$ (2)	复位时间	-	-	4	-	ms

(1) PDR 和 POR 仅监控 V_{DD}。

(2) 设计保证。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

4.2.5 内部参考电压

表 4-8 内部参考电压特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{REFINT}	内部参考电压	-40 ~ 105°C	-	1.2	-	V

4.2.6 工作电流特性

表 4-9 工作电流特性

模式	条件	参数	V_{DD}=3.3V			单位
			-40°C	25°C	105°C	
运行模式（Run mode）	HSI=8MHz，V_{DD}=3.3V，APB 总线关闭	工作电流	1.773	1.818	1.867	mA
睡眠模式（Sleep mode）	LSI=32.768kHz，V_{DD}=3.3V，APB 总线关闭	工作电流	344	364	399	μA
		唤醒时间	-	29.8	-	μs
停机模式（Stop mode）	V_{DD}=3.3V	工作电流	340	361	395	μA
		唤醒时间	-	33	-	μs

4.2.7 外部高速（HSE）时钟特性

表 4-10 HSE 时钟特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{OSC_IN}	振荡器时钟频率	-	4	-	24	MHz
R_F(1)	反馈电阻	-	-	2	-	MΩ
$T_{stb（HSE）}$(2)	振荡器启动时间	$V_{SS} \le V_{IN} \le V_{DD}$	-	2	-	ms
C	推荐负载容抗减去晶振（R_S）的等效串联电容		-	12	-	pF
$I_{DD（HSE）}$(1)	HSE 振荡器功耗	正常工作：V_{DD}=3.3V，CL=12pF	20	-	140	μA

(1) 设计保证；

(2) $T_{stb（HSE）}$ 指从 HSE 启动到输出稳定频率信号的时间。

MCU 内部集成了一个 HSE 负反馈晶体振荡电路，芯片外的起振推荐电路如下图：

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

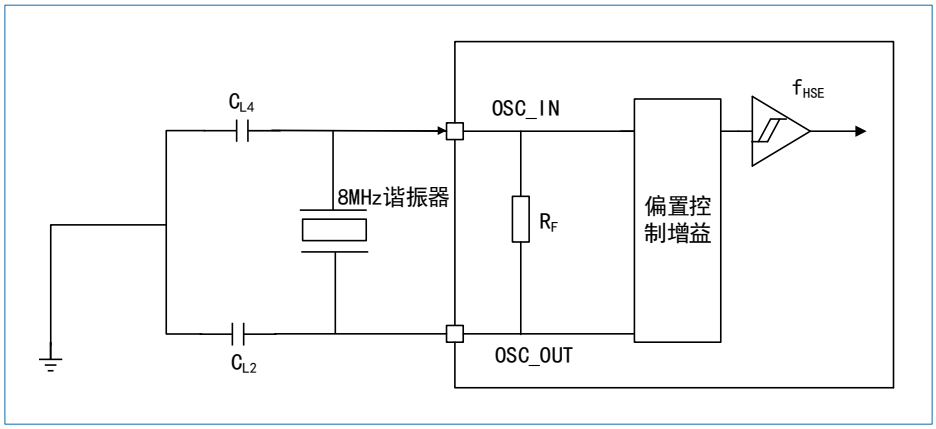


图 4-1 HSE 负反馈晶体振荡电路

MCU 也支持通过 OSC_IN 引脚直接输入一个时钟信号(HSE_ext)，时钟信号要求如下。

表 4-11 外部时钟输入特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{HSE_ext}	用户外部时钟源频率	-	-	-	30	MHz
$DuCy_{(HSE)}$ (1)	占空比	-	45	-	55	%

(1) 设计保证。

4.2.8 外部低速（LSE）时钟特性

表 4-12 LSE 时钟特性(f_{LSE}=32.768 kHz)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
R_F(1)	反馈电阻	-	-	10	-	MΩ
$T_{stb(LSE)}$ (2)	振荡器启动时间	$V_{SS} \le V_{IN} \le V_{DD}$	-	2000	-	ms
C	推荐负载容抗减去晶振的等效串联电容	-	-	12	-	pF
$I_{DD(LSE)}$ (1)	LSE 振荡器功耗	正常工作：V_{DD}=3.3V，CL=12pF	-	150	-	nA

(1) 设计保证；

(2) $T_{stb(LSE)}$ 指从 LSE 启动到输出稳定频率信号的时间。

MCU 内部集成了一个 LSE 负反馈晶体振荡电路，芯片外的起振推荐电路如下图：

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

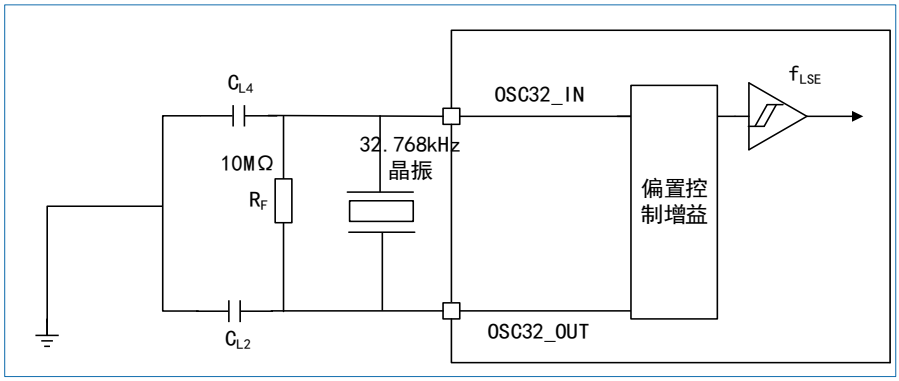


图 4-2 LSE 负反馈晶体振荡电路

MCU 也支持通过 OSC32_IN 引脚直接输入一个时钟信号（LSE_ext），时钟信号要求如下。

表 4-13 外部低速时钟输入特性(1)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{LSE_ext}	外部时钟源频率	-	-	32.768	-	kHz
$DuCy_{(LSE)}$	占空比	-	45	-	55	%

（1）设计保证。

4.2.9 内部高速（HSI）时钟特性

表 4-14 HSI 时钟特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{HSI}(1)	时钟频率	-	-	8	-	MHz
$DuCy_{(HSI)}$ (1)	占空比	-	45	-	55	%
$ACC_{(HSI)}$	振荡器精度	用户对 RCC_CR 寄存器校准后	-1	-	1	%
		工厂校准 T_A= -40 ~ +105°C	-1	-	0.7	
$T_{stb(HSI)}$ (1)	振荡器启动时间	$V_{SS} \le V_{IN} \le V_{DD}$	-	5	10	μs
$I_{DD(HSI)}$ (1)	振荡器功耗	8MHz，V_{DD}=3.3V	-	81	101	μA

（1）设计保证。

4.2.10 内部低速（LSI）时钟特性

表 4-15 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	-	-	32.768	-	kHz
$T_{su(LSI)}$ (1)	振荡器启动时间	$V_{SS} \le V_{IN} \le V_{DD}$	-	120	240	μs
$I_{DD(LSI)}$ (1)	振荡器功耗	-	-	500	-	nA

（1）设计保证。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

4.2.11 PLL 特性

表 4-16 PLL 特性(1)

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
f_{PLL_IN}	输入时钟频率	2	5	30	MHz
	输入时钟占空比	45	-	55	%
f_{PLL_OUT}	输出时钟频率	30	-	80	MHz
t_{LOCK}	锁相时间	-	50	100	μs

（1）设计保证。

4.2.12 Flash 存储器特性

表 4-17 Flash 存储器特性

符号	参数	最小值	典型值(1)	最大值	单位
T_{PROG}	字写入时间	73	73	76	μs
T_{ERASE}	页擦除时间	4.056	4.056	5.056	ms
	整片擦除时间	486.72	486.72	606.72	ms
IDD_{PROG}	编程电流	-	-	3.5	mA
IDD_{ERASE}	页/片擦除电流	-	-	2	mA
IDD_{READ}	读电流	0.2（@1MHZ）	3（@40MHZ）	4.5（@40MHZ）	mA
N_{END}	擦写寿命	2	-	-	万次
t_{RET}	数据保存时间	100（25°C）	-	-	年

（1）典型值是在 1.5V TT 工艺和温度 25℃的条件下测得。

4.2.13 IO 输入引脚特性

表 4-18 I0 输入引脚直流特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IH}	输入高电平	V_{DD}=2.2V~5.5V	0.42*(V_{DD}-2V)+1V	-	5.5	V
V_{IL}	输入低电平	V_{DD}=2.2V~5.5V	-0.3	-	0.32*(V_{DD}-2V)+0.75V	V
V_{IHhys}	输入高电平	V_{DD}=5.5V	2.6	-	-	V
V_{ILhys}	输入低电平	V_{DD}=5.5V	-	-	2.3	V
V_{hys}	施密特触发器电压迟滞	V_{DD}=2.2V~5.5V	5%*V_{DD}(2)	-	-	mV
I_{lkg}	输入漏电流	V_{DD}=2.2V~5.5V V_{IN}=5V	-	-	3	μA

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
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}(1)	I/O 引脚电容	-	-	5	-	pF

(1) 设计保证。

(2) 最小值为 100mV。

4.2.14 IO 输出引脚特性

表 4-19 IO 引脚输出直流特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OH}	输出高电平	2.2 V ≤ V_{DD} ≤ 5.5 V	V_{DD}-0.5	-	-	V
V_{OL}	输出低电平	2.2 V ≤ V_{DD} ≤ 5.5 V	-	-	0.5	V

表 4-20 IO 引脚输出交流特性

模式 OSPEEDy[1:0]	符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
x0	$t_{f(IO)out}$	输出高到低电平的下降时间	CL = 50 pF, V_{DD} = 2.2V~5.5V	-	-	105	ns
	$t_{r(IO)out}$	输出低到高电平的上升时间		-	-	105	ns
01	$t_{f(IO)out}$	输出高到低电平的下降时间	CL = 50 pF, V_{DD} = 2.2V~5.5V	-	-	25	ns
	$t_{r(IO)out}$	输出低到高电平的上升时间		-	-	25	ns
11	$t_{f(IO)out}$	输出高到低电平的下降时间	CL = 50 pF, V_{DD} = 2.2V~5.5V	-	-	8	ns
	$tr_{(IO)out}$	输出低到高电平的上升时间		-	-	8	ns

4.2.15 NRST 复位管脚特性

NRST 管脚内部集成了一个上拉电阻，外围可以不接任何电路，也可以外接 RC 电路。

表 4-21 NRST 引脚输入特性

符号	参数	最小值	最大值	单位
T_{Noise}	低电平被忽略	-	80	ns

4.2.16 TIM 计数器特性

表 4-22 TIM 特性(1)

符号	条件	最小值	最大值	单位
F_{EXT}	CH1 至 CH4 的定时器外部时钟频率	-	40	MHz

(1) 设计保证，$f_{TIMxCLK}$ = 80MHz。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

4.2.17 电机加速单元（EMACC）特性

表 4-23 电机驱动频率特性

系统时钟	ADC 时钟	最小值	典型值	最大值	单位
80 MHz	$f_{PCLK} = f_{apb}$, $f_{ADC} = f_{PCLK}/4$	-	20	25	kHz

表 4-24 FOC 核心算法带电机加速单元和纯软件库效率对比

测试条件	电角度	坐标系变换	SVPWM	总耗时	单位
系统时钟：80MHz （纯软件电机库）	11.6	10	4.8	28.8	μs
系统时钟：80 MHz （带 EMACC 的电机库）	11.6	1.6	2.4	18	μs

4.2.18 ADC 特性

表 4-25 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	-	2.2	3.3	5.5	V
VREFP	正参考电压	-	2.2	3.3	5.5	V
VREFN	负参考电压	-	0	0	0.1	V
f_{ADC}	ADC 时钟频率	-	0.3	14	42	MHz
f_S (1)	采样频率	f_{ADC} = 14 MHz	-	1	-	MHz
f_{TRIG} (1)	外部触发频率	f_{ADC} = 14 MHz	-	-	823	kHz
			17	-	-	Cycles
V_{AIN}	转换电压范围	-	VREFN	-	VREFP	V
R_{AIN} (1)	外部输入阻抗	具体请参考表 4-26。				kΩ
R_{ADC} (1)	采样开关电阻	-	-	-	1	kΩ
C_{ADC} (1)	采样保持电容	-	-	5	-	pF
$Jitter_{ADC}$	ADC 触发转换抖动	-	-	1	-	Cycles
t_S (1)	采样时间	f_{ADC} = 14 MHz	-	1.5	-	Cycles
t_{CONV} (1)	总转换时间（包括采样时间）	f_{ADC} = 14 MHz 12 位分辨率	-	14	-	Cycles

（1）设计保证。

最大的输入阻抗 R_{AIN} 的计算公式需满足：

$$R_{AIN} < \frac{Ts}{f_{ADC} \times C_{ADC} \times \ln(2^{N+2})} - R_{ADC}$$

其中，N（分辨率）取值为 12。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

允许误差低于 1/4LSB（Least Significant Bit，LSB）。

表 4-26 输入阻抗最大值（f_{ADC} = 14 MHz）

采样周期（Cycles）	采样时间 t_S（μs）	输入阻抗最大值（kΩ）
1.5	0.11	1.21
7.5	0.54	10.04
13.5	0.96	18.87
28.5	2.04	40.96
41.5	2.96	60.09
55.5	3.96	80.70
71.5	5.11	104.26
239.5	17.11	351.58

表 4-27 ADC 精度

符号	参数	测试条件	典型值	最大值	单位
ET	总不可调整误差(1)	V_{DD}=V_{DDA}=3.3V， f_{ADC} = 14 MHz， ADC 校准后测试	-	15	LSB
EO	偏移误差(2)		-	14	
EG	增益误差(3)		-	5	
ED	差分线性误差(4)		-	1	
EL	积分线性误差(5)		-	1	

(1) 总不可调整误差：实际传递曲线与理想传递曲线之间的最大偏差。

(2) 偏移误差：第一次实际转换与第一次理想转换之间的偏差。

(3) 增益误差：最后一次理想转变与最后一次实际转变之间的偏差。

(4) 微分线性误差：实际步距与理想步距之间的最大偏差。

(5) 积分线性误差：任何实际过渡与终点相关线之间的最大偏差。

说明：

- *ADC 直流精度值在内部校准后测量。*
- *ADC 精度与负注入电流：应避免在任何标准（非鲁棒）模拟输入引脚上注入负电流，因为这会显著降低在另一个模拟输入引脚上执行转换的精度。建议在可能注入负电流的标准模拟引脚上加一个肖特基二极管（引脚对地）。*
- *在有限的 V_{DDA}、频率和温度范围内可以获得更好的 ADC 性能。*
- *数据基于表征结果，未在生产中测试。*

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

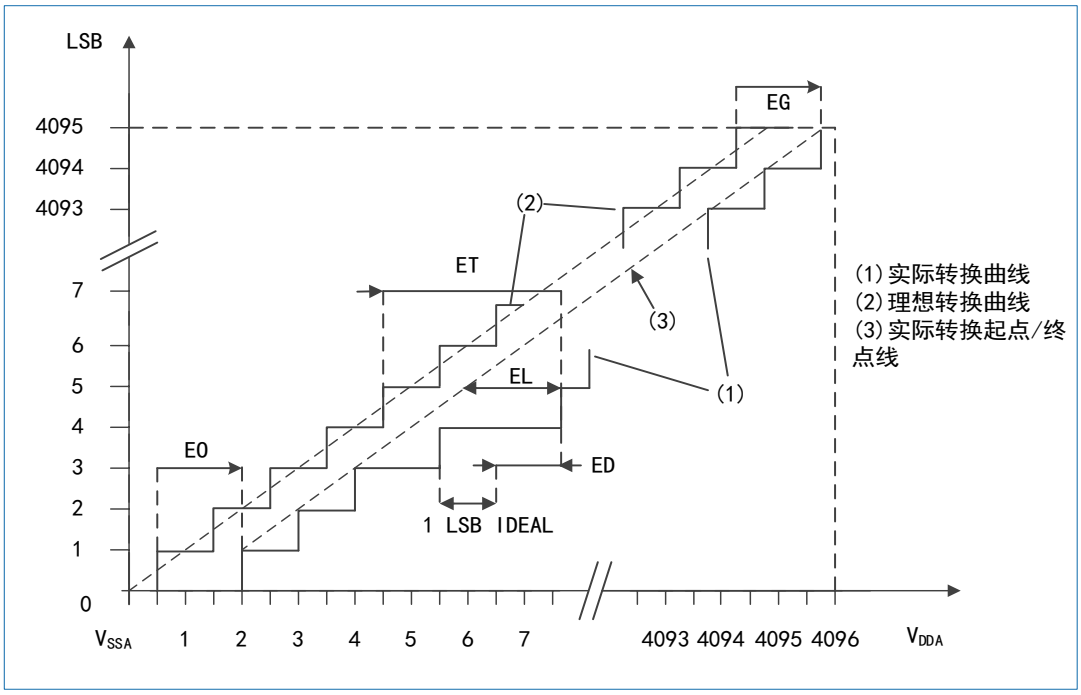


图 4-3 ADC 精度特征

说明：EO、ET、EG、EL、ED 所表示的参数描述，请参见表 4-27。

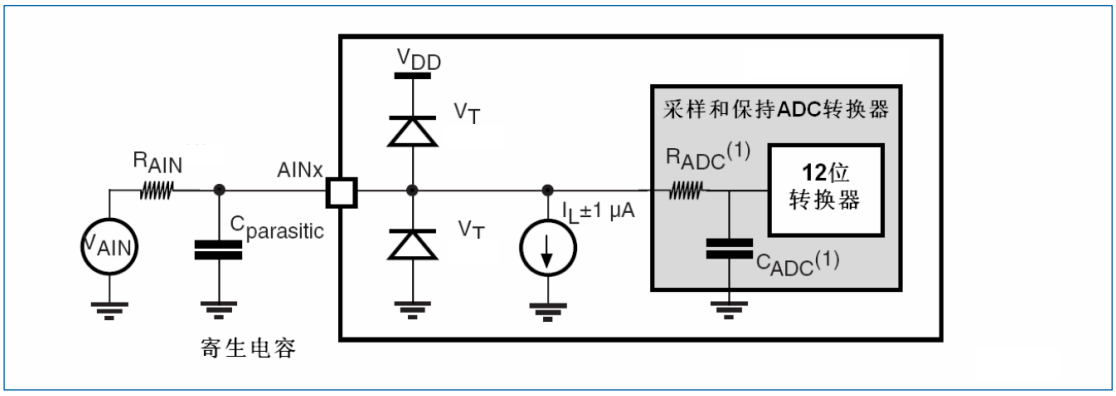


图 4-4 ADC 的典型连接图

(1) R_{ADC} 和 C_{ADC} 值的 ADC 特征见表 4-25。

$C_{parasitic}$ 等于 PCB 电容（取决于焊接和 PCB 布局质量）加上 pad 电容（大约 7 pF）。切向值过高会降低转换精度。为了弥补这一点，应尽量减少 f_{ADC}。

ADC 采样的 PCB 设计推荐：电源去耦应按图 5-1 进行。为了保证 ADC 转换精度，10 nF 电容器推荐使用陶瓷电容，并尽可能靠近芯片放置。

4.2.19 DAC 分压器特性

表 4-28 DAC 分压器特性

项目	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DDA}	DAC 开启时的模拟电源电压	-	1.8	5	5.5	V
R_O	输出阻抗	DAC buffer 开启	-	7	-	kΩ
I_{OUT}(1)	输出电流	DAC buffer 开启	-	-	2	mA

(1) 设计保证。

4.2.20 温度传感器特性

表 4-29 温度传感器特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
T_L	温度传感器线性误差	-20°C~70°C	-	-	±6	°C
		-40°C~105°C	-	-	±10	
V_{20}	输出电压	20°C	-	936.6	-	mV
Avg_Slope	温度传感器斜率	-	-	2.87	-	mV/°C

4.2.21 电压比较器（COMP）特性

表 4-30 电压比较器特性

项目	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DDA}	模拟电源电压	-	2.2	5	5.5	V
V_{com}	输入共模电压	-	-0.3	-	5.5	V
V_{diff}	输入差模电压	V_{DDA}=5V，V_{com}=2.5V 无迟滞	5	-	-	mV
V_{hy}	滞回电压	挡位 1	-	0	-	mV
		挡位 2	-	30	-	
		挡位 3	-	60	-	
		挡位 4	-	100	-	
I_{OP}	工作电流（V_{DD}=5V）	低功耗模式	-	1	-	μA
		高功耗模式	-	5.05	-	
T_{dly}(1)	输出延迟（无迟滞）	高功耗模式 上升沿	37	-	86	ns
		低功耗模式 上升沿	572	-	998	
		高功耗模式 下降沿	51	-	169	ns
		低功耗模式 下降沿	327	-	1200	

(1) 设计保证。

4.2.22 运算放大器（OPAMP）特性

表 4-31 运算放大器特性

项目	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DDA}	模拟电源电压	-	2.2	5	5.5	V

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

项目	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OUT}	输出电压	-	0.2	-	V_{DDA}-0.2	V
CMIR	输入共模电压	-	0	-	5.5	V
I_{load}	输出电流	R_L=100Ω，V_{DDA}=5V	-	10	-	mA
I_q	工作电流	无负载，静态模式	438	900	1700	μA
I_I(1)	泄漏电流	运放关闭	-	3	275	nA
V_{OS}	输入偏置电压	校准前	-	±10	-	mV
		校准后	-	-	±1.5	
CMRR	共模抑制比	-	51	-	145	dB
PSRR	电源抑制比	-	41	70	109.4	dB
GBW	带宽	-	5.83	10	22.91	MHz
SR	压摆率	-	5.9	-	21	V/us
ϕ	相位裕度	-	47	60	71.62	Deg
PGA gain	PGA 增益	挡位 1	-	2	-	times
		挡位 2	-	4	-	
		挡位 3	-	8	-	
		挡位 4	-	16	-	

(1) 设计保证。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

5 典型电路

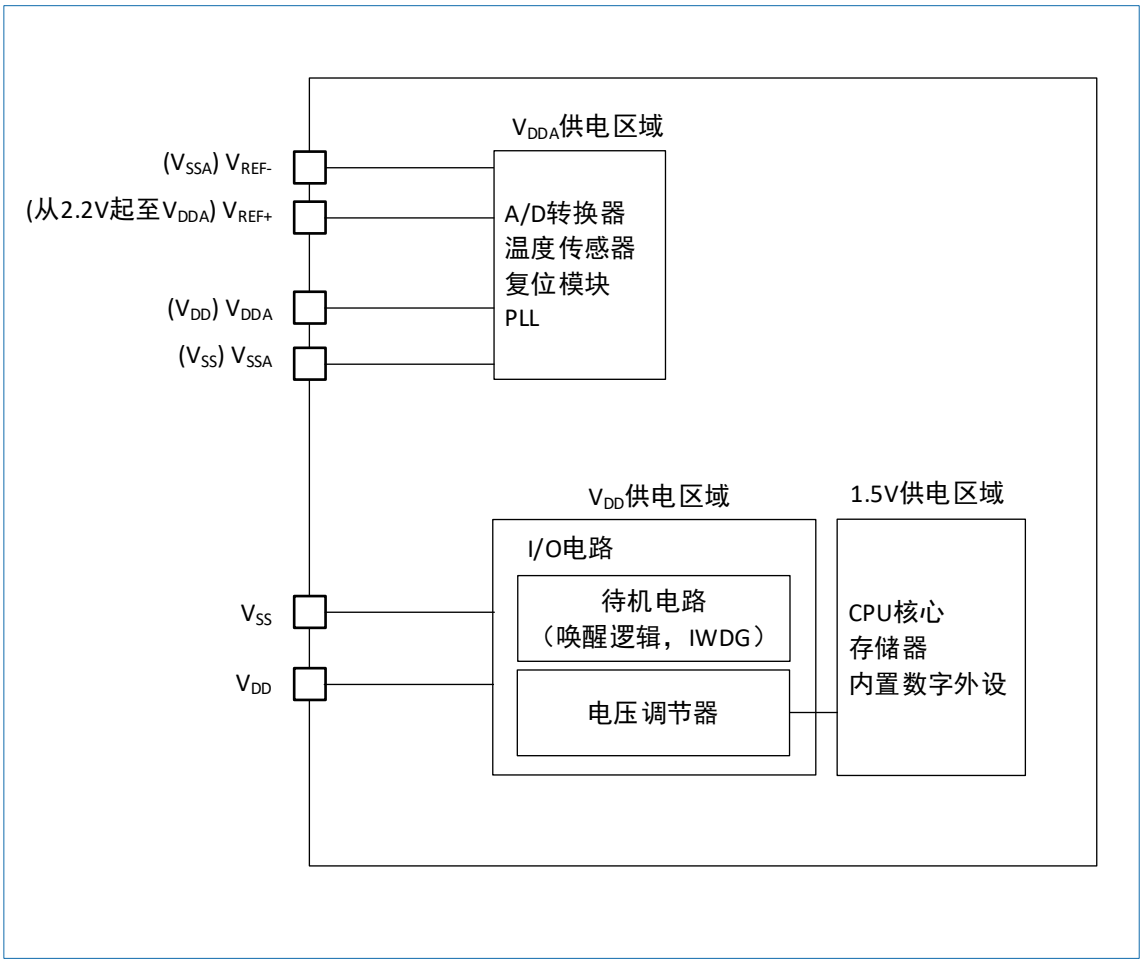


图 5-1 电源框图

6 引脚定义

该系列芯片定义了 LQFP48、LQFP44、LQFP32、QFN32、TSSOP24 封装。本章介绍了各封装的引脚定义。

6.1 LQFP48 封装

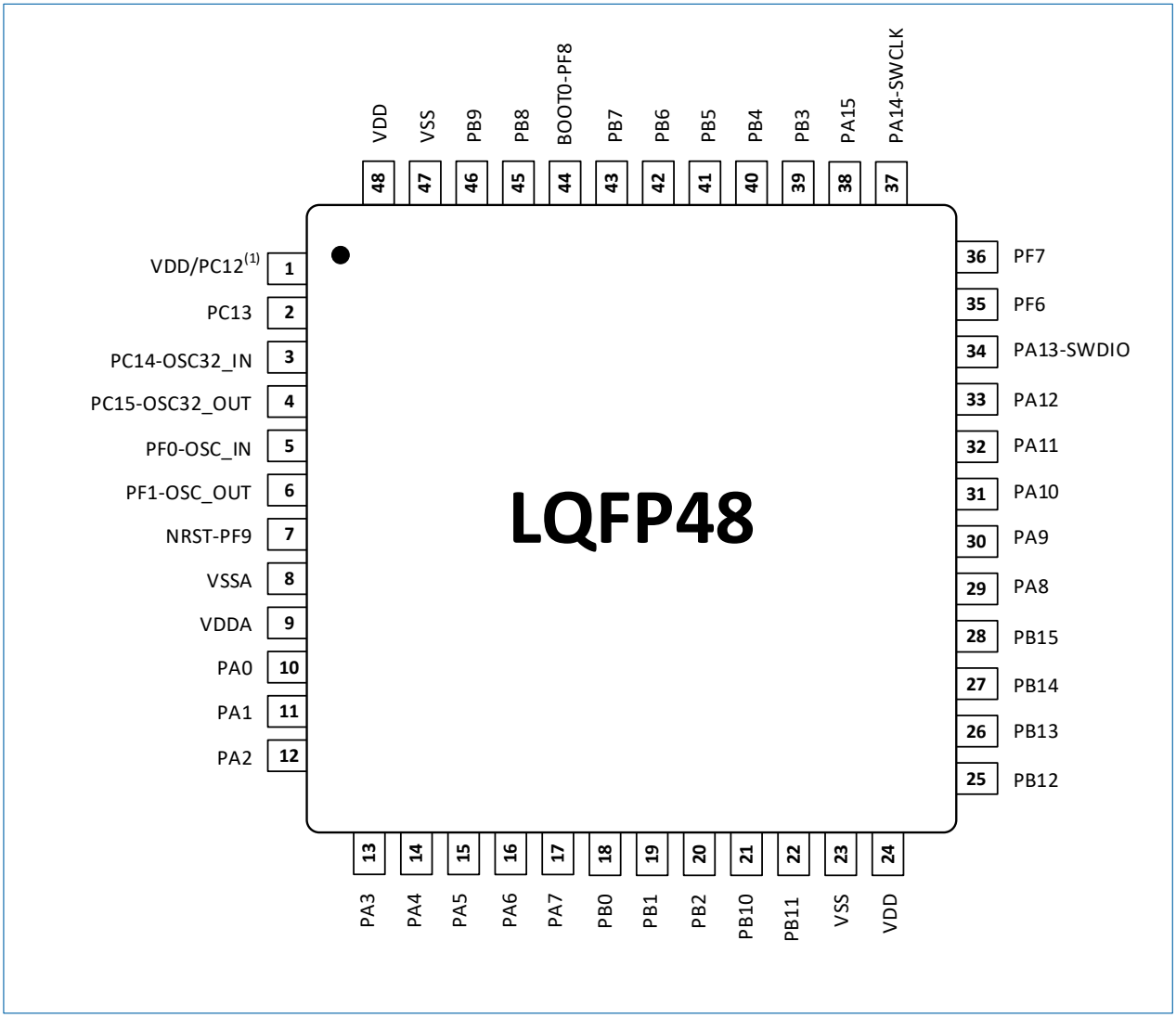


图 6-1 LQFP48 封装引脚排列

上图说明：

(1). 此引脚在 HK32ASPIN021C8T7 芯片中为 PC12，在 HK32ASPIN022C8T7 芯片中为 VDD。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

6.2 LQFP44 封装

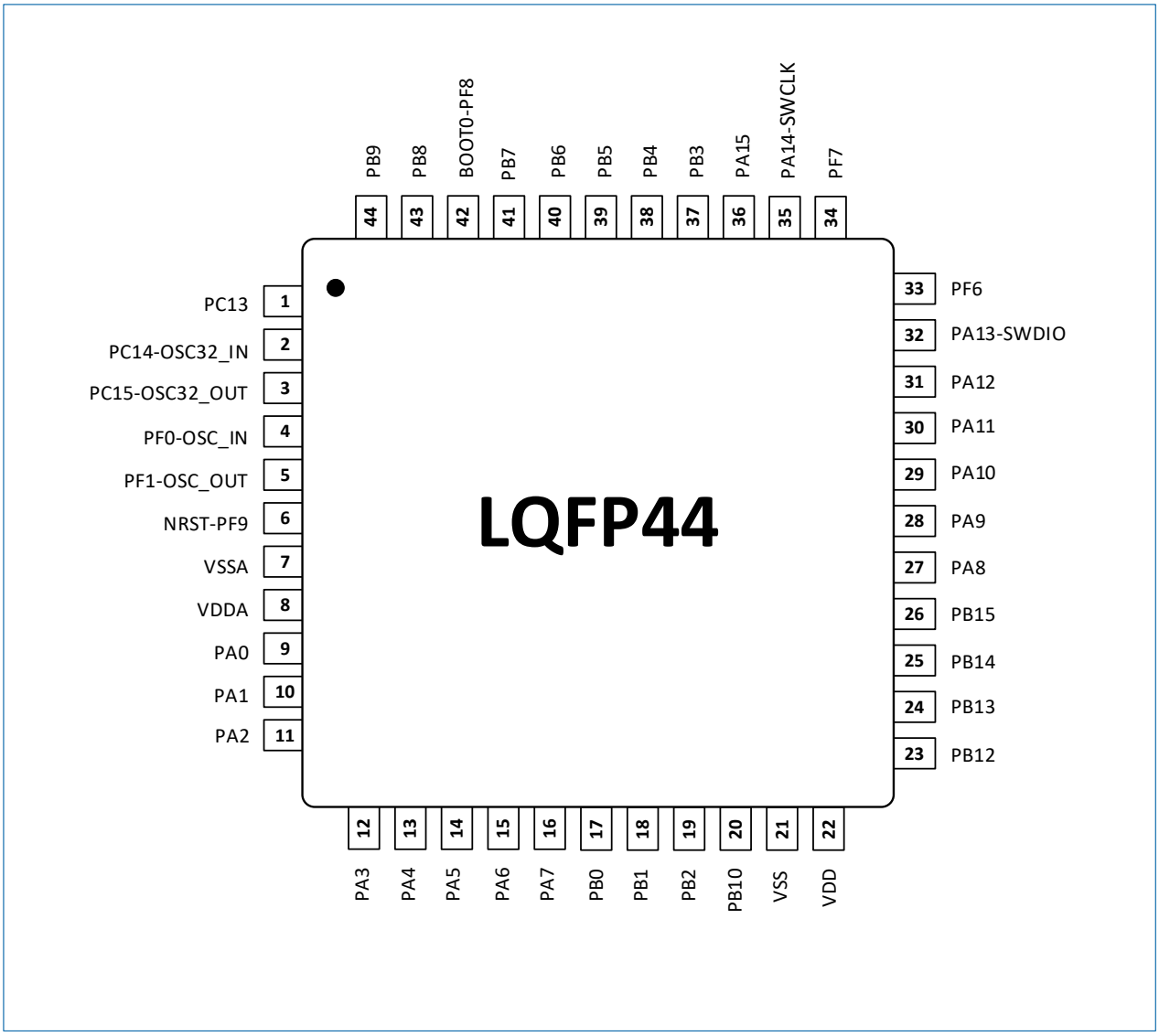


图 6-2 LQFP44 封装引脚排列

6.3 LQFP32 封装

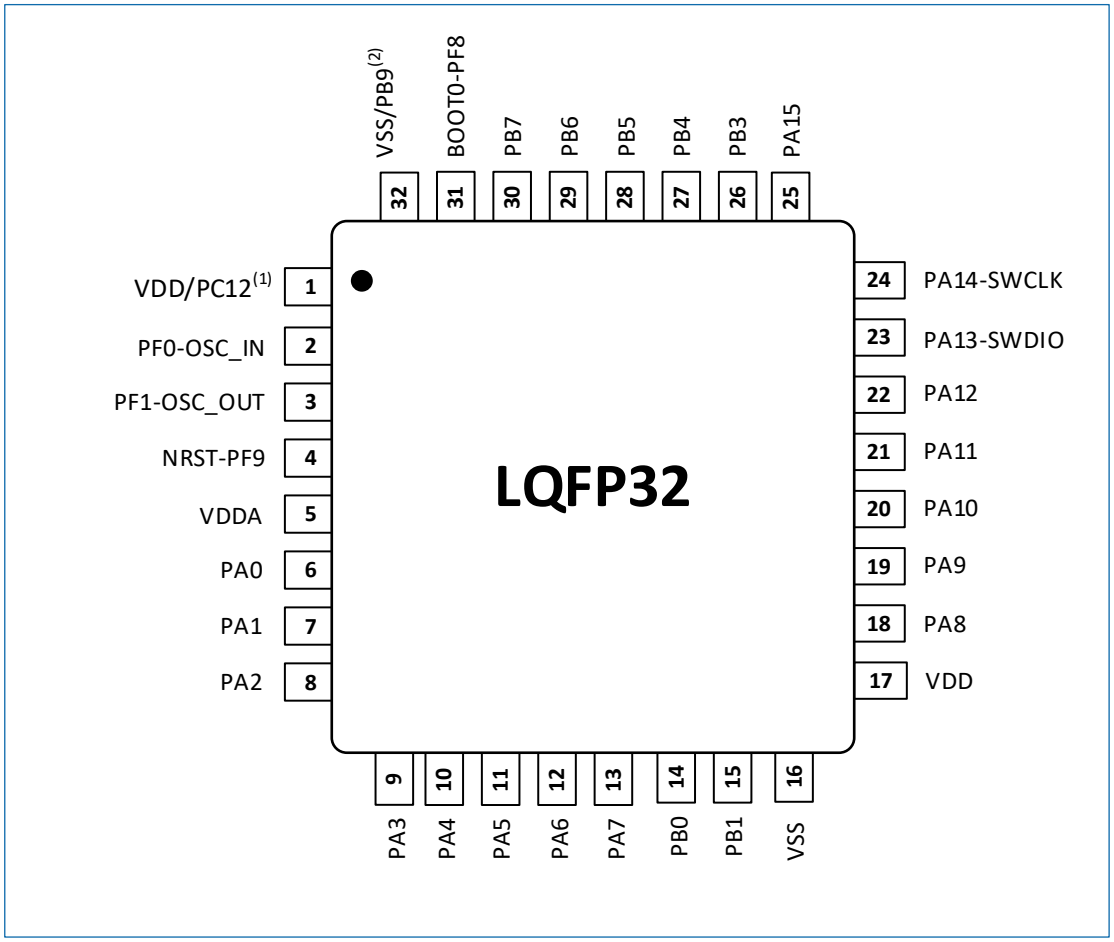


图 6-3 LQFP32 封装引脚排列

上图说明：

(1). 此引脚在 HK32ASPIN020K8T7 和 HK32ASPIN021K8T7 芯片中为 PC12，在 HK32ASPIN022K8T7 芯片中为 VDD。

(2). 此引脚在 HK32ASPIN020K8T7 芯片中为 PB9， 在 HK32ASPIN021K8T7 和 HK32ASPIN022K8T7 芯片中为 VSS。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

6.4 QFN32 封装

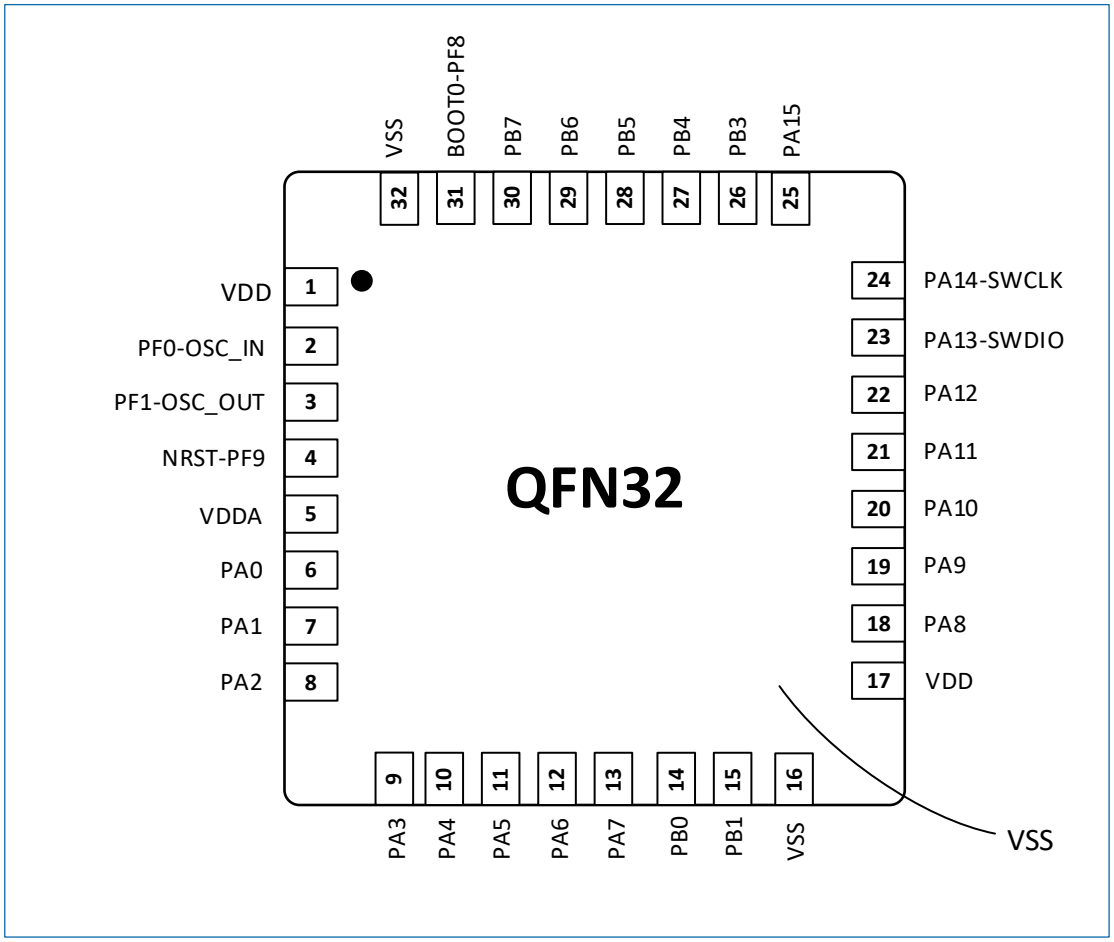


图 6-4 QFN32 封装引脚排列

6.5 TSSOP24 封装

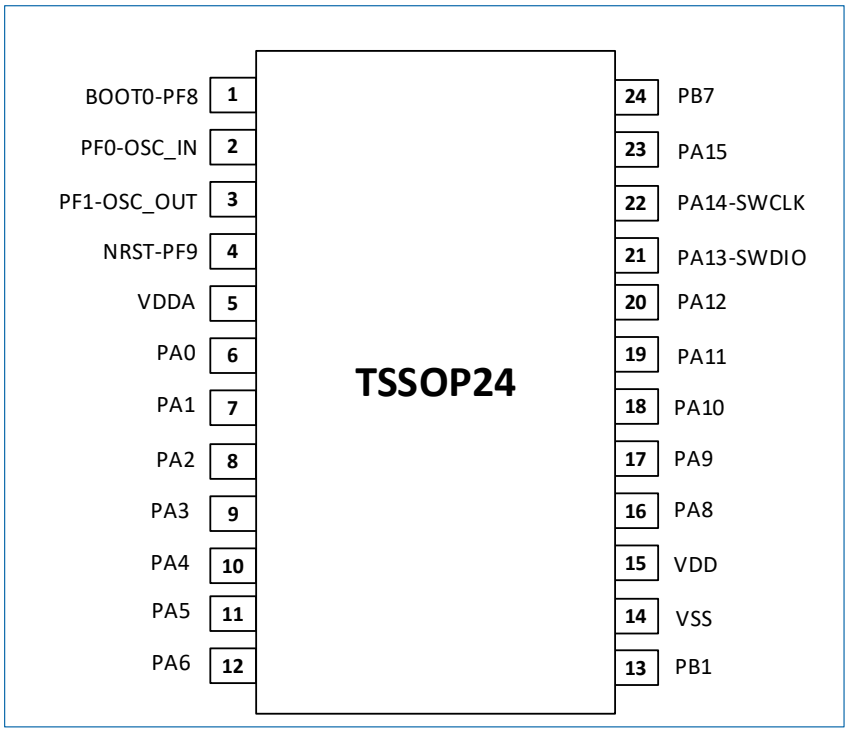


图 6-5 TSSOP24 封装引脚排列

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

6.6 各封装的引脚定义

表 6-1 各封装的引脚定义

LQFP48_1[3]	LQFP48_2[3]	LQFP44	LQFP32_1[3]	LQFP32_2[3]	LQFP32_3[3]	QFN32	TSSOP24	引脚名称（复位后默认功能）	引脚类型[1]	是否支持5V耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
-	-	-	-	-	-	0	-	VSS	S	-	数字地（引脚 0 为 QFN 封装底部的散热焊盘）	
-	1	-	-	-	1	1	-	VDD	S	-	数字电源供电	
1	-	-	1	1	-	-	-	PC12	I/O	FT	TIM1_ETR UART1_TX/UART1_RX UART3_TX/UART3_RX UART4_TX/UART4_RX UART5_TX/UART5_RX UART6_TX/UART6_RX TIM1_CH4	
2	2	1	-	-	-	-	-	PC13	I/O	FT	UART1_RX/UART1_TX UART2_RX/UART2_TX UART3_RX/UART3_TX UART4_RX/UART4_TX UART5_RX/UART5_TX UART6_RX/UART6_TX TIM1_BKIN	EXTIN13
3	3	2	-	-	-	-	-	PC14-OSC32_IN（PC14）	I/O	-	TIM2_ETR TIM2_CH1 UART1_TX/UART1_RX UART2_CTS UART3_TX/UART3_RX UART4_CTS UART5_TX/UART5_RX UART6_CTS TIM1_CH1	OSC32_IN LSE_CKI EXTIN14
4	4	3	-	-	-	-	-	PC15-OSC32_OUT（PC15）	I/O	-	TIM2_CH4 Trace_TX UART1_RX/UART1_TX UART2_RTS UART3_RX/UART3_TX UART4_RTS UART5_RX/UART5_TX UART6_RTS TIM1_CH1N	OSC32_OUT EXTIN15
5	5	4	2	2	2	2	2	PF0-OSC_IN（PF0）	I/O	-	I2C1_SDA/I2C1_SCL TIM2_CH1 TIM2_ETR UART1_CTS UART2_TX/UART2_RX UART3_CTS UART4_TX/UART4_RX UART5_CTS UART6_TX/UART6_RX TIM1_CH2	OSC_IN HSE_CKI
6	6	5	3	3	3	3	3	PF1-OSC_OUT（PF1）	I/O	-	I2C1_SCL/I2C1_SDA TIM2_CH2 Trace_TX UART1_RTS UART2_RX/UART2_TX UART3_RTS UART4_RX/UART4_TX UART5_RTS	OSC_OUT

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

LQFP48_1(3)	LQFP48_2(3)	LQFP44	LQFP32_1(3)	LQFP32_2(3)	LQFP32_3(3)	QFN32	TSSOP24	引脚名称（复位后默认功能）	引脚类型(1)	是否支持5V耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
											UART6_RX/UART6_TX TIM1_CH2N	
7	7	6	4	4	4	4	4	NRST_PF9 （NRST）	I/O	FT	TIM2_CH3 UART1_TX/UART1_RX UART2_TX/UART2_RX UART3_TX/UART3_RX UART4_TX/UART4_RX UART5_TX/UART5_RX UART6_TX/UART6_RX TIM1_BKIN	EXTIN9
8	8	7	-	-	-	-		VSSA	S		模拟地	
9	9	8	5	5	5	5	5	VDDA	S		模拟电源供电	
10	10	9	6	6	6	6	6	PA0	I/O	-	TIM2_ETR TIM2_CH1 Trace_TX UART1_TX/UART1_RX UART2_CTS UART3_TX/UART3_RX UART4_CTS UART5_TX/UART5_RX UART6_CTS TIM1_CH3 CAN_RX	ADC_IN0 OAMP1_INP3 OAMP2_INP3 COMP1_INP1 CKI_4 EXTIN0
11	11	10	7	7	7	7	7	PA1	I/O	-	CM0_TXEV TIM2_CH2 TIM15_CH1N COMP1_OUT UART1_RX/UART1_TX UART2_RTS UART3_RX/UART3_TX UART4_RTS UART5_RX/UART5_TX UART6_RTS TIM1_CH3N CAN_TX	ADC_IN1 OAMP1_OUT COMP1_INN1 EXTIN1
12	12	11	8	8	8	8	8	PA2	I/O	-	TIM15_CH1 TIM2_CH3 TIM1_ETR COMP2_OUT UART1_CTS UART2_TX/UART2_RX UART3_CTS UART4_TX/UART4_RX UART5_CTS UART6_TX/UART6_RX TIM1_CH4 CAN_RX	ADC_IN2 OAMP1_INN0 COMP2_INN1 EXTIN2
13	13	12	9	9	9	9	9	PA3	I/O	-	TIM15_CH2 TIM2_CH4 UART1_RTS UART2_RX/UART2_TX UART3_RTS UART4_RX/UART4_TX UART5_RTS UART6_RX/UART6_TX TIM1_CH1 CAN_TX	ADC_IN3 OAMP1_INP2 OAMP2_INP2 COMP2_INP1 EXTIN3

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

LQFP48_1[3]	LQFP48_2[3]	LQFP44	LQFP32_1[3]	LQFP32_2[3]	LQFP32_3[3]	QFN32	TSSOP24	引脚名称（复位后默认功能）	引脚类型[1]	是否支持5V耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
14	14	13	10	10	10	10	10	PA4	I/O	-	SPI1_NSS TIM14_CH1 UART1_TX/UART1_RX UART2_CTS UART3_TX/UART3_RX UART4_CTS UART5_TX/UART5_RX UART6_CTS TIM1_CH1N CAN_RX	ADC_IN4 OAMP1_INP1 OAMP2_INP1 COMP1_INN2 COMP2_INN2 COMP3_INP1 CKI_1 EXTIN4
15	15	14	11	11	11	11	11	PA5	I/O	-	SPI1_SCK TIM2_ETR TIM2_CH1 UART1_RX/UART1_TX UART2_RTS UART3_RX/UART3_TX UART4_RTS UART5_RX/UART5_TX UART6_RTS TIM1_CH2 CAN_TX	ADC_IN5 OAMP2_INN0 COMP1_INN3 COMP2_INN3 COMP3_INN3 EXTIN5
16	16	15	12	12	12	12	12	PA6	I/O	-	SPI1_MISO TIM3_CH1 TIM2_CH2 TIM16_CH1 CM0_TXEV COMP1_OUT UART1_CTS UART2_TX/UART2_RX UART3_CTS UART4_TX/UART4_RX UART5_CTS UART6_TX/UART6_RX TIM1_CH2N CAN_RX	ADC_IN6 OAMP2_OUT EXTIN6
17	17	16	13	13	13	13	-	PA7	I/O	-	SPI1_MOSI TIM3_CH2 RCC_MCO TIM2_CH3 TIM14_CH1 CM0_TXEV UART1_RTS UART2_RX/UART2_TX UART3_RTS UART4_RX/UART4_TX UART5_RTS UART6_RX/UART6_TX TIM1_CH3 CAN_TX	ADC_IN7 OAMP1_INP0 OAMP2_INP0 COMP1_INP2 COMP2_INP2 COMP3_INP2 EXTIN7
18	18	17	14	14	14	14	-	PB0	I/O	-	CM0_TXEV TIM3_CH3 TIM2_CH4 UART1_TX/UART1_RX UART2_CTS UART3_TX/UART3_RX UART4_CTS UART5_TX/UART5_RX UART6_CTS TIM1_CH3N	ADC_IN8 COMP3_INN2 EXTIN0

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

LQFP48_1[3]	LQFP48_2[3]	LQFP44	LQFP32_1[3]	LQFP32_2[3]	LQFP32_3[3]	QFN32	TSSOP24	引脚名称（复位后默认功能）	引脚类型[1]	是否支持5V耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
19	19	18	15	15	15	15	13	PB1	I/O	-	TIM14_CH1 TIM3_CH4 Trace_TX COMP2_OUT COMP3_OUT UART1_RX/UART1_TX UART2_RTS UART3_RX/UART3_TX UART4_RTS UART5_RX/UART5_TX UART6_RTS TIM1_CH1	ADC_IN9 COMP3_INN1 EXTIN1
20	20	19	-	-	-	-	-	PB2	I/O	-	TIM2_ETR TIM2_CH1 I2C1_SMBA UART1_CTS UART2_TX/UART2_RX UART3_CTS UART4_TX/UART4_RX UART5_CTS UART6_TX/UART6_RX TIM1_CH1N	ADC_IN10 OAMP1_INN1 COMP1_INP3 EXTIN2
21	21	20	-	-	-	-	-	PB10	I/O	-	I2C1_SCL/I2C1_SDA TIM2_CH2 UART1_RTS UART2_RX/UART2_TX UART3_RTS UART4_RX/UART4_TX UART5_RTS UART6_RX/UART6_TX TIM1_CH2 CAN_RX	ADC_IN11 OAMP2_INN1 COMP2_INP3 EXTIN10
22	22	-	-	-	-	-	-	PB11	I/O	-	CM0_TXEV I2C1_SDA/I2C1_SCL TIM2_CH3 UART1_RX/UART1_TX UART2_RX/UART2_TX UART3_RX/UART3_TX UART4_RX/UART4_TX UART5_RX/UART5_TX UART6_RX/UART6_TX TIM1_CH2N CAN_TX	ADC_IN12 COMP3_INP3 EXTIN11
23	23	21	16	16	16	16	14	VSS	S		地	
24	24	22	17	17	17	17	15	VDD	S		数字电源供电	
25	25	23	-	-	-	-	-	PB12	I/O	-	SPI1_NSS CM0_TXEV TIM2_CH1 TIM2_ETR TIM15_BKIN COMP1_OUT UART1_TX/UART1_RX UART2_CTS UART3_TX/UART3_RX UART4_CTS UART5_TX/UART5_RX UART6_CTS	ADC_IN13 EXTIN12

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

LQFP48_1(3)	LQFP48_2(3)	LQFP44	LQFP32_1(3)	LQFP32_2(3)	LQFP32_3(3)	QFN32	TSSOP24	引脚名称（复位后默认功能）	引脚类型(1)	是否支持5V耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
											TIM1_CH3 CAN_RX	
26	26	24	-	-	-	-	-	PB13	I/O	-	SPI1_SCK TIM2_CH2 COMP2_OUT UART1_RX/UART1_TX UART2_RTS UART3_RX/UART3_TX UART4_RTS UART5_RX/UART5_TX UART6_RTS TIM1_CH3N CAN_TX	EXTIN13
27	27	25	-	-	-	-	-	PB14	I/O	-	SPI1_MISO TIM15_CH1 TIM2_CH3 TIM1_ETR COMP3_OUT UART1_CTS UART2_TX/UART2_RX UART3_CTS UART4_TX/UART4_RX UART5_CTS UART6_TX/UART6_RX TIM1_CH4	EXTIN14
28	28	26	-	-	-	-	-	PB15	I/O	FT	SPI1_MOSI TIM15_CH2 TIM2_CH4 TIM15_CH1N UART1_RTS UART2_RX/UART2_TX UART3_RTS UART4_RX/UART4_TX UART5_RTS UART6_RX/UART6_TX TIM1_BKIN	EXTIN15
29	29	27	18	18	18	18	16	PA8	I/O	FT	RCC_MCO CM0_TXEV UART1_TX/UART1_RX UART2_CTS UART3_TX/UART3_RX UART4_CTS UART5_TX/UART5_RX UART6_CTS TIM1_CH1 CAN_RX	EXTIN8
30	30	28	19	19	19	19	17	PA9	I/O	FT	TIM15_BKIN TIM2_ETR TIM2_CH1 I2C1_SCL/I2C1_SDA RCC_MCO UART1_RX/UART1_TX UART2_RTS UART3_RX/UART3_TX UART4_RTS UART5_RX/UART5_TX UART6_RTS TIM1_CH1N	EXTIN9

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

LQFP48_1(3)	LQFP48_2(3)	LQFP44	LQFP32_1(3)	LQFP32_2(3)	LQFP32_3(3)	QFN32	TSSOP24	引脚名称（复位后默认功能）	引脚类型(1)	是否支持5V耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
											CAN_TX	
31	31	29	20	20	20	20	18	PA10	I/O	FT	EXT_TRIG TIM2_CH2 I2C1_SDA/I2C1_SCL Trace_TX UART1_CTS UART2_TX/UART2_RX UART3_CTS UART4_TX/UART4_RX UART5_CTS UART6_TX/UART6_RX TIM1_CH2 CAN_RX	EXTIN10
32	32	30	21	21	21	21	19	PA11	I/O	FT	CM0_TXEV UART1_CTS TIM2_CH3 UART1_RTS UART2_RX/UART2_TX UART3_RTS UART4_RX/UART4_TX UART5_RTS UART6_RX/UART6_TX TIM1_CH2N CAN_TX	EXTIN11
33	33	31	22	22	22	22	20	PA12	I/O	FT	CM0_TXEV TIM2_CH4 UART1_TX/UART1_RX UART2_CTS UART3_TX/UART3_RX UART4_CTS UART5_TX/UART5_RX UART6_CTS TIM1_CH3 CAN_RX	EXTIN12
34	34	32	23	23	23	23	21	PA13-SWDIO （SWDIO）	I/O	FT	CM0_SWD IRTIM_IROUT EXT_TRIG UART1_RX/UART1_TX UART2_RTS UART3_RX/UART3_TX UART4_RTS UART5_RX/UART5_TX UART6_RTS TIM1_CH3N	CKI_2 EXTIN13
35	35	33	-	-	-	-	-	PF6	I/O	FT	I2C1_SCL/I2C1_SDA TIM1_ETR UART1_CTS UART2_TX/UART2_RX UART3_CTS UART4_TX/UART4_RX UART5_CTS UART6_TX/UART6_RX TIM1_CH4	EXTIN6
36	36	34	-	-	-	-	-	PF7	I/O	FT	I2C1_SDA/I2C1_SCL EXT_TRIG UART1_RTS UART2_RX/UART2_TX	EXTIN7

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

LQFP48_1[3]	LQFP48_2[3]	LQFP44	LQFP32_1[3]	LQFP32_2[3]	LQFP32_3[3]	QFN32	TSSOP24	引脚名称（复位后默认功能）	引脚类型[1]	是否支持5V耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
											UART3_RTS UART4_RX/UART4_TX UART5_RTS UART6_RX/UART6_TX TIM1_BKIN	
37	37	35	24	24	24	24	22	PA14-SWCLK （SWCLK）	I/O	FT	CM0_SWCLK Trace_TX TIM1_ETR UART1_TX/UART1_RX UART2_CTS UART3_TX/UART3_RX UART4_CTS UART5_TX/UART5_RX UART6_CTS TIM1_CH4	CKI_3 EXTIN14
38	38	36	25	25	25	25	23	PA15	I/O	FT	SPI1_NSS TIM2_ETR TIM2_CH1 CM0_TXEV EXT_TRIG Trace_TX UART1_RX/UART1_TX UART2_RTS UART3_RX/UART3_TX UART4_RTS UART5_RX/UART5_TX UART6_RTS TIM1_CH3N CAN_TX	EXTIN15
39	39	37	26	26	26	26	-	PB3	I/O	FT	SPI1_SCK CM0_TXEV TIM2_CH2 UART1_CTS UART2_TX/UART2_RX UART3_CTS UART4_TX/UART4_RX UART5_CTS UART6_TX/UART6_RX TIM1_CH1 CAN_RX	EXTIN3
40	40	38	27	27	27	27	-	PB4	I/O	FT	SPI1_MISO TIM3_CH1 CM0_TXEV TIM2_CH3 TIM3_ETR UART1_RTS UART2_RX/UART2_TX UART3_RTS UART4_RX/UART4_TX UART5_RTS UART6_RX/UART6_TX TIM1_CH1N CAN_TX	EXTIN4
41	41	39	28	28	28	28	-	PB5	I/O	FT	SPI1_MOSI TIM3_CH2 TIM16_BKIN I2C1_SMBA TIM2_CH4	EXTIN5

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

LQFP48_1[3]	LQFP48_2[3]	LQFP44	LQFP32_1[3]	LQFP32_2[3]	LQFP32_3[3]	QFN32	TSSOP24	引脚名称（复位后默认功能）	引脚类型[1]	是否支持5V耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
											UART1_TX/UART1_RX UART2_RX/UART2_TX UART3_TX/UART3_RX UART4_RX/UART4_TX UART5_TX/UART5_RX UART6_RX/UART6_TX TIM1_CH2 CAN_RX	
42	42	40	29	29	29	29	-	PB6	I/O	FT	I2C1_SCL/I2C1_SDA TIM16_CH1N UART1_TX/UART1_RX UART2_CT UART3_TX/UART3_RX UART4_CTS UART5_TX/UART5_RX UART6_CTS TIM1_CH2N CAN_TX	EXTIN6
43	43	41	30	30	30	30	24	PB7	I/O	FT	I2C1_SDA/I2C1_SCL TIM2_CH2 EXT_TRIG COMP3_OUT UART1_RX/UART1_TX UART2_RTS UART3_RX/UART3_TX UART4_RTS UART5_RX/UART5_TX UART6_RTS TIM1_CH3 CAN_RX	EXTIN7
44	44	42	31	31	31	31	-	BOOT0[2]-PF8（BOOT0）	I/O	FT	TIM2_CH3 TIM3_CH3 Trace_TX UART1_CTS UART2_TX/UART2_RX UART3_CTS UART4_TX/UART4_R UART5_CTS UART6_TX/UART6_RX TIM1_CH3N	BOOT0
45	45	43	-	-	-	-	-	PB8	I/O	FT	I2C1_SCL/I2C1_SDA TIM16_CH1 UART1_RTS UART2_RX/UART2_TX UART3_RTS UART4_RX/UART4_TX UART5_RTS UART6_RX/UART6_TX TIM1_CH3 CAN_RX	EXTIN8
46	46	44	32	-	-	-	-	PB9	I/O	FT	IRTIM_IROUT I2C1_SDA/I2C1_SCL CM0_TXEV UART1_RX/UART1_TX UART2_TX/UART2_RX UART3_RX/UART3_TX UART4_TX/UART4_RX UART5_RX/UART5_TX	EXTIN9

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

LQFP48_1(3)	LQFP48_2(3)	LQFP44	LQFP32_1(3)	LQFP32_2(3)	LQFP32_3(3)	QFN32	TSSOP24	引脚名称（复位后默认功能）	引脚类型(1)	是否支持5V耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
											UART6_TX/UART6_RX TIM1_CH3N CAN_TX	
47	47	-	-	32	32	32	-	VSS	S		地	
48	48	-	-	-	-	-	-	VDD	S		数字电源供电	

(1). I 表示输入，O 表示输出，I/O 表示输入/输出，S 表示电源供电。

(2). 默认约 50k 内部下拉电阻。

(3). 通过软件配置，UART1/2/3/4/5/6 均可实现 RX 和 TX 引脚功能互换，I2C1 也可实现 SDA 和 SCL 引脚功能互换。

(4). 不同封装和具体型号对应关系请参照下表：

表 11-2 不同封装和具体型号对应关系表

封装	具体型号
LQFP48_1	HK32ASPIN021C8T7
LQFP48_2	HK32ASPIN022C8T7
LQFP32_1	HK32ASPIN020K8T7
LQFP32_2	HK32ASPIN021K8T7
LQFP32_3	HK32ASPIN022K8T7

说明：

- *除非特别说明，否则复位期间和复位后，所有 I/O 都设为浮空输入。*
- *引脚复用功能，请参考“6.7 引脚复用（AF）功能表”。*

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

6.7 引脚复用（AF）功能表

表 11-3 引脚复用功能表

引脚	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
PA0/AIN0		TIM2_ETR	TIM2_CH1			Trace_TX			UART1_TX/UART1_RX	UART2_CTS	UART3_TX/UART3_RX	UART4_CTS	UART5_TX/UART5_RX	UART6_CTS	TIM1_CH3	CAN_RX
PA1/AIN1	CM0_TXEV		TIM2_CH2			TIM15_CH1N		COMP1_OUT	UART1_RX/UART1_TX	UART2_RTS	UART3_RX/UART3_TX	UART4_RTS	UART5_RX/UART5_TX	UART6_RTS	TIM1_CH3N	CAN_TX
PA2/AIN2	TIM15_CH1		TIM2_CH3				TIM1_ETR	COMP2_OUT	UART1_CTS	UART2_TX/UART2_RX	UART3_CTS	UART4_TX/UART4_RX	UART5_CTS	UART6_TX/UART6_RX	TIM1_CH4	CAN_RX
PA3/AIN3	TIM15_CH2		TIM2_CH4						UART1_RTS	UART2_RX/UART2_TX	UART3_RTS	UART4_RX/UART4_TX	UART5_RTS	UART6_RX/UART6_TX	TIM1_CH1	CAN_TX
PA4/AIN4	SPI1_NSS				TIM14_CH1				UART1_TX/UART1_RX	UART2_CTS	UART3_TX/UART3_RX	UART4_CTS	UART5_TX/UART5_RX	UART6_CTS	TIM1_CH1N	CAN_RX
PA5/AIN5	SPI1_SCK	TIM2_ETR	TIM2_CH1						UART1_RX/UART1_TX	UART2_RTS	UART3_RX/UART3_TX	UART4_RTS	UART5_RX/UART5_TX	UART6_RTS	TIM1_CH2	CAN_TX
PA6/AIN6	SPI1_MISO	TIM3_CH1	TIM2_CH2			TIM16_CH1	CM0_TXEV	COMP1_OUT	UART1_CTS	UART2_TX/UART2_RX	UART3_CTS	UART4_TX/UART4_RX	UART5_CTS	UART6_TX/UART6_RX	TIM1_CH2N	CAN_RX
PA7/AIN7	SPI1_MOSI	TIM3_CH2	RCC_MCO	TIM2_CH3	TIM14_CH1		CM0_TXEV		UART1_RTS	UART2_RX/UART2_TX	UART3_RTS	UART4_RX/UART4_TX	UART5_RTS	UART6_RX/UART6_TX	TIM1_CH3	CAN_TX
PA8	RCC_MCO			CM0_TXEV					UART1_TX/UART1_RX	UART2_CTS	UART3_TX/UART3_RX	UART4_CTS	UART5_TX/UART5_RX	UART6_CTS	TIM1_CH1	CAN_RX
PA9	TIM15_BKIN	TIM2_ETR	TIM2_CH1		I2C1_SCL/I2C1_SDA	RCC_MCO			UART1_RX/UART1_TX	UART2_RTS	UART3_RX/UART3_TX	UART4_RTS	UART5_RX/UART5_TX	UART6_RTS	TIM1_CH1N	CAN_TX
PA10			EXT_TRIG	TIM2_CH2	I2C1_SDA/I2C1_SCL	Trace_TX			UART1_CTS	UART2_TX/UART2_RX	UART3_CTS	UART4_TX/UART4_RX	UART5_CTS	UART6_TX/UART6_RX	TIM1_CH2	CAN_RX
PA11	CM0_TXEV	UART1_CTS	TIM2_CH3						UART1_RTS	UART2_RX/UART2_TX	UART3_RTS	UART4_RX/UART4_TX	UART5_RTS	UART6_RX/UART6_TX	TIM1_CH2N	CAN_TX
PA12	CM0_TXEV	UART1_RTS	TIM2_CH4						UART1_TX/UART1_RX	UART2_CTS	UART3_TX/UART3_RX	UART4_CTS	UART5_TX/UART5_RX	UART6_CTS	TIM1_CH3	CAN_RX

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

引脚	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
PA13_SWDIO	CM0_SWD	IRTIM_IROUT	EXT_TRIG						UART1_RX/UART1_TX	UART2_RTS	UART3_RX/UART3_TX	UART4_RTS	UART5_RX/UART5_TX	UART6_RTS	TIM1_CH3N	
PA14_SWCLK	CM0_SWCLK					Trace_TX	TIM1_ETR		UART1_TX/UART1_RX	UART2_CTS	UART3_TX/UART3_RX	UART4_CTS	UART5_TX/UART5_RX	UART6_CTS	TIM1_CH4	
PA15	SPI1_NSS	TIM2_ETR	TIM2_CH1	CM0_TXEV	EXT_TRIG	Trace_TX			UART1_RX/UART1_TX	UART2_RTS	UART3_RX/UART3_TX	UART4_RTS	UART5_RX/UART5_TX	UART6_RTS	TIM1_CH3N	CAN_TX
PB0/AIN8	CM0_TXEV	TIM3_CH3	TIM2_CH4						UART1_TX/UART1_RX	UART2_CTS	UART3_TX/UART3_RX	UART4_CTS	UART5_TX/UART5_RX	UART6_CTS	TIM1_CH3N	
PB1/AIN9	TIM14_CH1	TIM3_CH4				Trace_TX	COMP2_OUT	COMP3_OUT	UART1_RX/UART1_TX	UART2_RTS	UART3_RX/UART3_TX	UART4_RTS	UART5_RX/UART5_TX	UART6_RTS	TIM1_CH1	
PB2/AIN10		TIM2_ETR	TIM2_CH1	I2C1_SMBA					UART1_CTS	UART2_TX/UART2_RX	UART3_CTS	UART4_TX/UART4_RX	UART5_CTS	UART6_TX/UART6_RX	TIM1_CH1N	
PB3	SPI1_SCK	CM0_TXEV	TIM2_CH2						UART1_CTS	UART2_TX/UART2_RX	UART3_CTS	UART4_TX/UART4_RX	UART5_CTS	UART6_TX/UART6_RX	TIM1_CH1	CAN_RX
PB4	SPI1_MISO	TIM3_CH1	CM0_TXEV	TIM2_CH3	TIM3_ETR				UART1_RTS	UART2_RX/UART2_TX	UART3_RTS	UART4_RX/UART4_TX	UART5_RTS	UART6_RX/UART6_TX	TIM1_CH1N	CAN_TX
PB5	SPI1_MOSI	TIM3_CH2	TIM16_BKIN	I2C1_SMBA	TIM2_CH4				UART1_TX/UART1_RX	UART2_RX/UART2_TX	UART3_TX/UART3_RX	UART4_RX/UART4_TX	UART5_TX/UART5_RX	UART6_RX/UART6_TX	TIM1_CH2	CAN_RX
PB6		I2C1_SCL/I2C1_SDA	TIM16_CH1N						UART1_TX/UART1_RX	UART2_CTS	UART3_TX/UART3_RX	UART4_CTS	UART5_TX/UART5_RX	UART6_CTS	TIM1_CH2N	CAN_TX
PB7		I2C1_SDA/I2C1_SCL	TIM2_CH2		EXT_TRIG			COMP3_OUT	UART1_RX/UART1_TX	UART2_RTS	UART3_RX/UART3_TX	UART4_RTS	UART5_RX/UART5_TX	UART6_RTS	TIM1_CH3	CAN_RX
PB8		I2C1_SCL/I2C1_SDA	TIM16_CH1						UART1_RTS	UART2_RX/UART2_TX	UART3_RTS	UART4_RX/UART4_TX	UART5_RTS	UART6_RX/UART6_TX	TIM1_CH3	CAN_RX
PB9	IRTIM_IROUT	I2C1_SDA/I2C1_SCL		CM0_TXEV					UART1_RX/UART1_TX	UART2_TX/UART2_RX	UART3_RX/UART3_TX	UART4_TX/UART4_RX	UART5_RX/UART5_TX	UART6_TX/UART6_RX	TIM1_CH3N	CAN_TX
PB10/AIN11		I2C1_SCL/I2C1_SDA	TIM2_CH2						UART1_RTS	UART2_RX/UART2_TX	UART3_RTS	UART4_RX/UART4_TX	UART5_RTS	UART6_RX/UART6_TX	TIM1_CH2	CAN_RX
PB11/AIN12	CM0_TXEV	I2C1_SDA/I2C1_SCL	TIM2_CH3						UART1_RX/UART1_TX	UART2_RX/UART2_TX	UART3_RX/UART3_TX	UART4_RX/UART4_TX	UART5_RX/UART5_TX	UART6_RX/UART6_TX	TIM1_CH2N	CAN_TX

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

引脚	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
PB12/AIN13	SPI1_NSS	CM0_TXEV	TIM2_CH1	TIM2_ETR		TIM15_BKIN		COMP1_OUT	UART1_TX/UART1_RX	UART2_CTS	UART3_TX/UART3_RX	UART4_CTS	UART5_TX/UART5_RX	UART6_CTS	TIM1_CH3	CAN_RX
PB13/AIN14	SPI1_SCK		TIM2_CH2					COMP2_OUT	UART1_RX/UART1_TX	UART2_RTS	UART3_RX/UART3_TX	UART4_RTS	UART5_RX/UART5_TX	UART6_RTS	TIM1_CH3N	CAN_TX
PB14/AIN15	SPI1_MISO	TIM15_CH1	TIM2_CH3				TIM1_ETR	COMP3_OUT	UART1_CTS	UART2_TX/UART2_RX	UART3_CTS	UART4_TX/UART4_RX	UART5_CTS	UART6_TX/UART6_RX	TIM1_CH4	
PB15	SPI1_MOSI	TIM15_CH2	TIM2_CH4	TIM15_CH1N					UART1_RTS	UART2_RX/UART2_TX	UART3_RTS	UART4_RX/UART4_TX	UART5_RTS	UART6_RX/UART6_TX	TIM1_BKIN	
PC12							TIM1_ETR		UART1_TX/UART1_RX	UART2_TX/UART2_RX	UART3_TX/UART3_RX	UART4_TX/UART4_RX	UART5_TX/UART5_RX	UART6_TX/UART6_RX	TIM1_CH4	
PC13									UART1_RX/UART1_TX	UART2_RX/UART2_TX	UART3_RX/UART3_TX	UART4_RX/UART4_TX	UART5_RX/UART5_TX	UART6_RX/UART6_TX	TIM1_BKIN	
PC14_OSC32_IN		TIM2_ETR	TIM2_CH1						UART1_TX/UART1_RX	UART2_CTS	UART3_TX/UART3_RX	UART4_CTS	UART5_TX/UART5_RX	UART6_CTS	TIM1_CH1	
PC15_OSC32_OUT			TIM2_CH4			Trace_TX			UART1_RX/UART1_TX	UART2_RTS	UART3_RX/UART3_TX	UART4_RTS	UART5_RX/UART5_TX	UART6_RTS	TIM1_CH1N	
PF0_OSC_IN		I2C1_SDA/I2C1_SCL	TIM2_CH1	TIM2_ETR					UART1_CTS	UART2_TX/UART2_RX	UART3_CTS	UART4_TX/UART4_RX	UART5_CTS	UART6_TX/UART6_RX	TIM1_CH2	
PF1_OSC_OUT		I2C1_SCL/I2C1_SDA	TIM2_CH2			Trace_TX			UART1_RTS	UART2_RX/UART2_TX	UART3_RTS	UART4_RX/UART4_TX	UART5_RTS	UART6_RX/UART6_TX	TIM1_CH2N	
PF6		I2C1_SCL/I2C1_SDA					TIM1_ETR		UART1_CTS	UART2_TX/UART2_RX	UART3_CTS	UART4_TX/UART4_RX	UART5_CTS	UART6_TX/UART6_RX	TIM1_CH4	
PF7		I2C1_SDA/I2C1_SCL			EXT_TRIG				UART1_RTS	UART2_RX/UART2_TX	UART3_RTS	UART4_RX/UART4_TX	UART5_RTS	UART6_RX/UART6_TX	TIM1_BKIN	
BOOT0-PF8			TIM2_CH3	TIM3_CH3		Trace_TX			UART1_CTS	UART2_TX/UART2_RX	UART3_CTS	UART4_TX/UART4_RX	UART5_CTS	UART6_TX/UART6_RX	TIM1_CH3N	
NRST_PF9			TIM2_CH3						UART1_TX/UART1_RX	UART2_TX/UART2_RX	UART3_TX/UART3_RX	UART4_TX/UART4_RX	UART5_TX/UART5_RX	UART6_TX/UART6_RX	TIM1_BKIN	

(1). 通过软件配置，UART1/2/3/4/5/6 均可实现 RX 和 TX 引脚功能互换，I2C1 也可实现 SDA 和 SCL 引脚功能互换。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

7 封装参数

7.1 封装尺寸

7.1.1 LQFP48 封装

LQFP48 为 7mm x7mm，0.5mm 间距的封装。

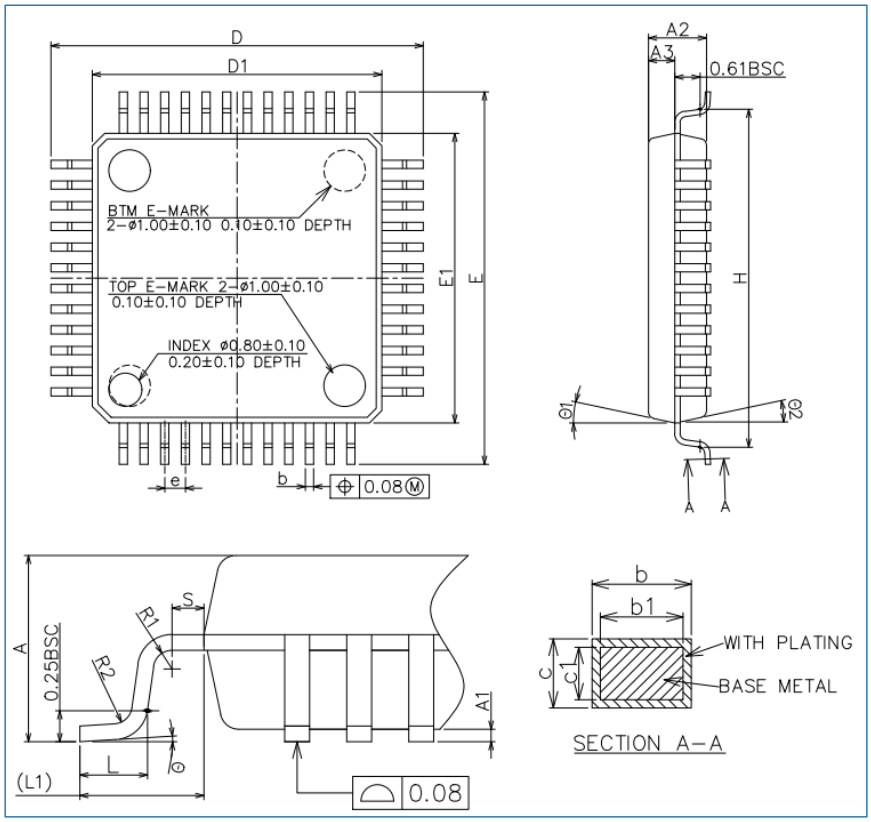


图 7-1 LQFP48 封装尺寸

表 7-1 LQFP48 封装尺寸参数

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	0.18	-	0.27	0.0071	-	0.0106
b1	0.17	0.20	0.23	0.0067	0.0079	0.0091
c	0.13	-	0.18	0.0051	-	0.0071
c1	0.117	0.127	0.137	0.0046	0.0050	0.0054
D	8.80	9.00	9.20	0.3465	0.3543	0.3622
D1	6.90	7.00	7.10	0.2717	0.2756	0.2795

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

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	8.80	9.00	9.20	0.3465	0.3543	0.3622
E1	6.90	7.00	7.10	0.2717	0.2756	0.2795
e	0.40	0.50	0.60	0.0157	0.0197	0.0236
H	8.14	8.17	8.20	0.3205	0.3217	0.3228
L	0.50	-	0.70	0.0197	-	0.0276
L1	-	1.00	-	-	0.0394	-
R1	0.08	-	-	0.0031	-	-
R2	0.08	-	0.20	0.0031	-	0.0079
S	0.2	-	-	0.0079	-	-
θ	0°	3.5°	7°	-	-	-
θ1	11°	12°	13°	-	-	-
θ2	11°	12°	13°	-	-	-

（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。

7.1.2 LQFP44 封装

LQFP44 为 10mm x10mm，0.8mm 间距的封装。

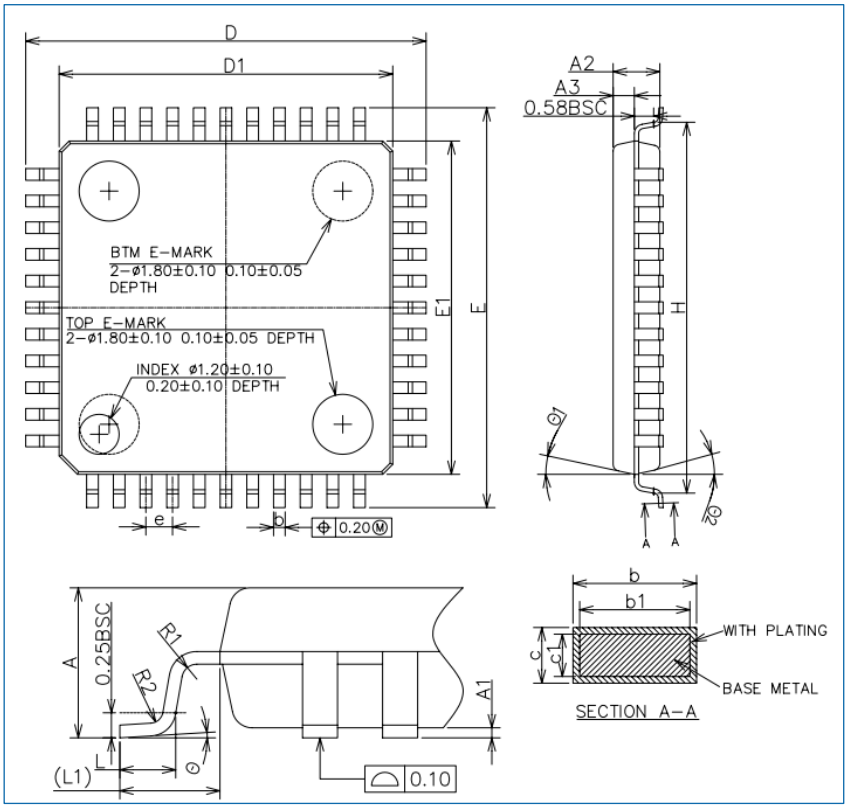


图 7-2 LQFP44 封装尺寸

表 7-2 LQFP44 封装尺寸参数

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	0.33	-	0.42	0.0130	-	0.0165
b1	0.32	0.35	0.38	0.0126	0.0138	0.0150
c	0.13	-	0.18	0.0051	-	0.0071
c1	0.117	0.127	0.137	0.0046	0.0050	0.0054
D	11.95	12.00	12.05	0.4705	0.4724	0.4744
D1	9.9	10.00	10.10	0.3898	0.3937	0.3976
E	11.95	12.00	12.05	0.4705	0.4724	0.4744
E1	9.90	10.00	10.10	0.3898	0.3937	0.3976
e	0.70	0.80	0.90	0.0276	0.0315	0.0354
H	11.09	11.13	11.17	0.4366	0.4382	0.4398
L	0.53	-	0.70	0.0209	-	0.0276
L1	-	1.00	-	-	0.0394	-
R1	-	0.15	-	-	0.0059	-
R2	-	0.13	-	-	0.0051	-
θ	0°	3.5°	7°	0.0079	-	-
θ1	11°	12°	13°	-	-	-
θ2	11°	12°	13°	-	-	-

（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。

7.1.3 LQFP32 封装

LQFP32 为 7mm x7mm，0.8mm 间距的封装。

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

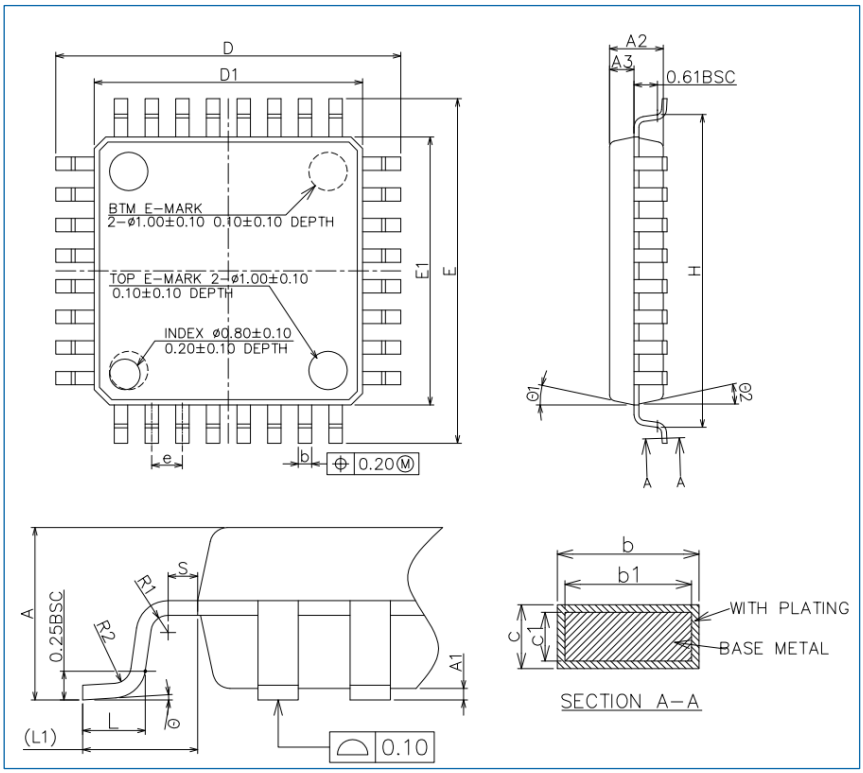


图 7-3 LQFP32 封装尺寸

表 7-3 LQFP32 封装尺寸参数

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	0.33	-	0.42	0.0130	-	0.0165
b1	0.32	0.35	0.38	0.0126	0.0138	0.0150
c	0.13	-	0.18	0.0051	-	0.0071
c1	0.117	0.127	0.137	0.0046	0.0050	0.0054
D	8.80	9.00	9.20	0.3465	0.3543	0.3622
D1	6.90	7.00	7.10	0.2717	0.2756	0.2795
E	8.80	9.00	9.20	0.3465	0.3543	0.3622
E1	6.90	7.00	7.10	0.2717	0.2756	0.2795
e	0.70	0.80	0.90	0.0276	0.0315	0.0354
H	8.14	8.17	8.20	0.3205	0.3217	0.3228
L	0.50	-	0.70	0.0197	-	0.0276
L1	-	1.00	-	-	0.0394	-

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

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
R1	0.08	-	-	0.0031	-	-
R2	0.08	-	0.20	0.0031	-	0.0079
S	0.20	-	-	0.0079	-	-
θ	0°	3.5°	7°	-	-	-
θ1	11°	12°	13°	-	-	-
θ2	11°	12°	13°	-	-	-

(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。

7.1.4 QFN32 封装

QFN32 为 5 mm x 5 mm，0.5 mm 间距的封装。

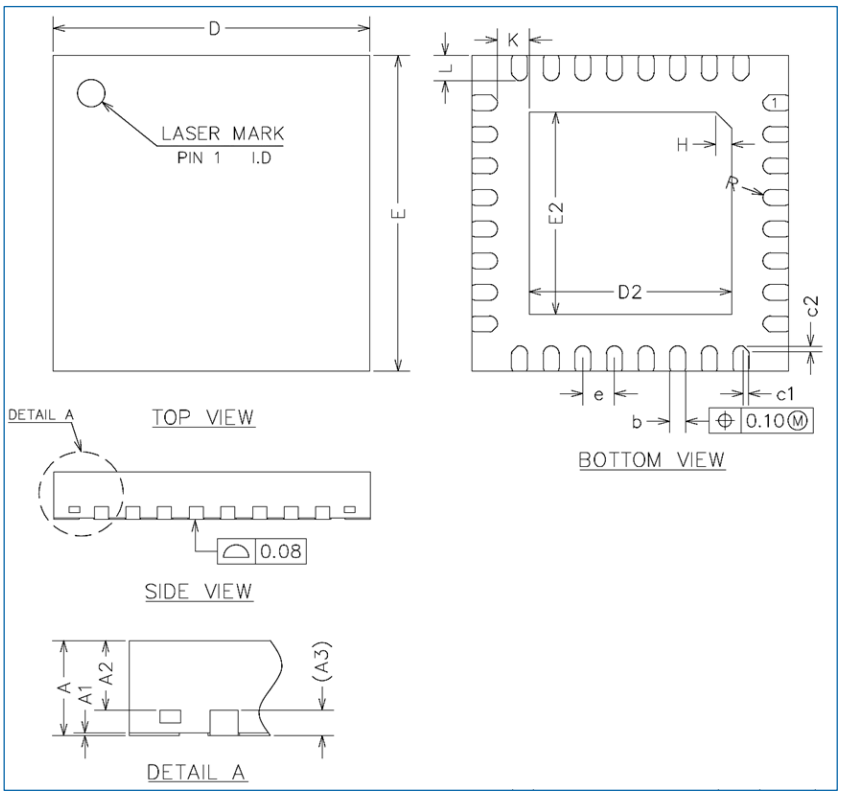


图 7-4 QFN32 封装尺寸

表 7-4 QFN32 封装尺寸参数

符号	最小值（mm）	典型值（mm）	最大值（mm）
A	0.70	0.75	0.80
A1	0	0.02	0.05
A2	0.50	0.55	0.60
A3	0.20REF(1)		

符号	最小值（mm）	典型值（mm）	最大值（mm）
b	0.20	0.25	0.30
D	4.90	5.00	5.10
E	4.90	5.00	5.10
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	-	0.08	-
c2	-	0.08	-

(1). REF：Reference，表示参考值。

7.1.5 TSSOP24 封装

TSSOP24 为 7.8mm x4.4mm，0.65mm 间距的封装。

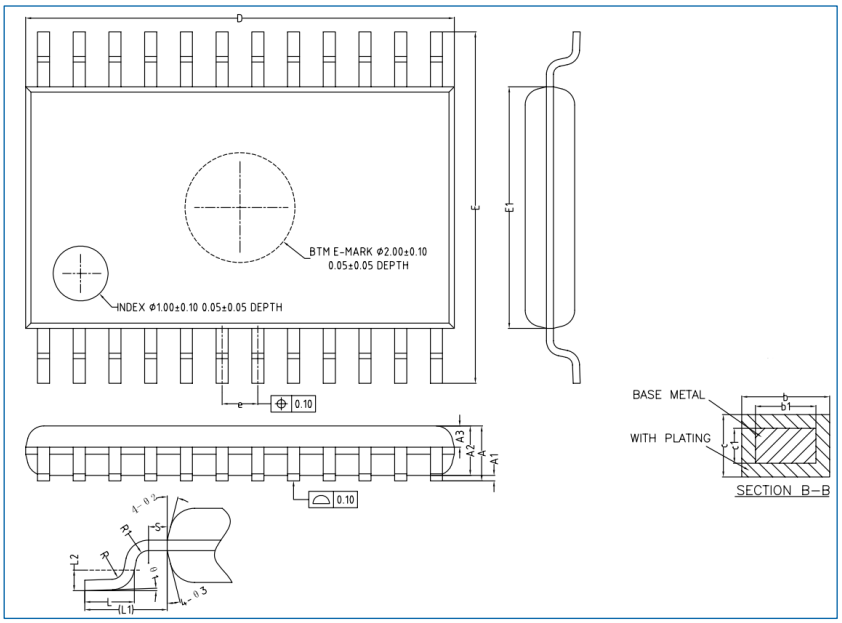


图 7-5 TSSOP24 封装尺寸图

表 7-5 TSSOP24 封装尺寸参数

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	-	-	1.20	-	-	0.0472

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

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	0.05	-	0.15	0.0020	-	0.0059
A2	0.80	0.90	1.00	0.0315	0.0354	0.0394
b	0.20	-	0.29	0.0079	-	0.0114
b1	0.19	0.22	0.25	0.0075	0.0087	0.0098
c	0.10	-	0.19	0.0039	-	0.0075
c1	0.10	0.13	0.15	0.0039	0.0051	0.0059
D	7.70	7.80	7.90	0.3031	0.3071	0.3110
E	6.20	6.40	6.60	0.2441	0.2520	0.2598
E1	4.30	4.40	4.50	0.1693	0.1732	0.1772
e	0.55	0.65	0.75	0.0217	0.0256	0.0295
L	0.45	0.60	0.75	0.0177	0.0236	0.0295
L1	-	1.00	-	-	0.0394	-
L2	-	0.25		0.0000	0.0098	0.0000
R	0.09	-	-	0.0035	-	-
R1	0.09	-	-	0.0035	-	-
S	0.20	-	-	0.0079	-	-
θ	0°	-	8°	-	-	-
θ1	12°	14°	16°	-	-	-
θ2	12°	14°	16°	-	-	-
θ3	12°	14°	16°	-	-	-

7.2 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 7-6 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

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

7.2.1 LQFP48 丝印

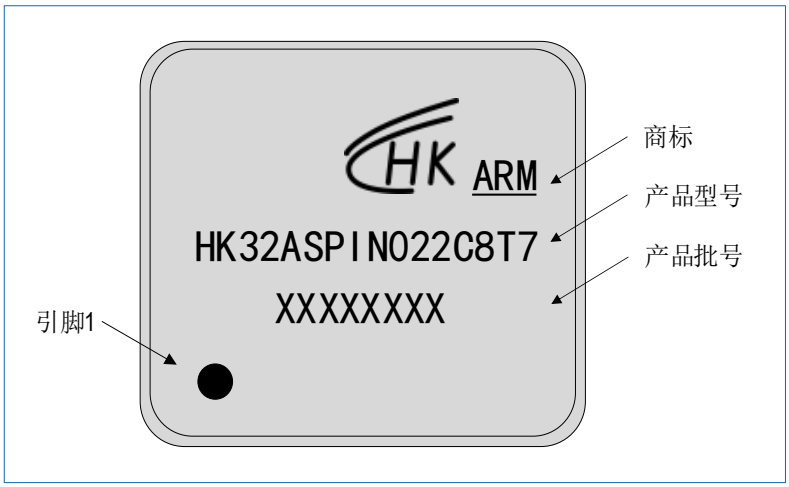


图 7-6 LQFP48 HK32ASPIN022C8T7 丝印示例

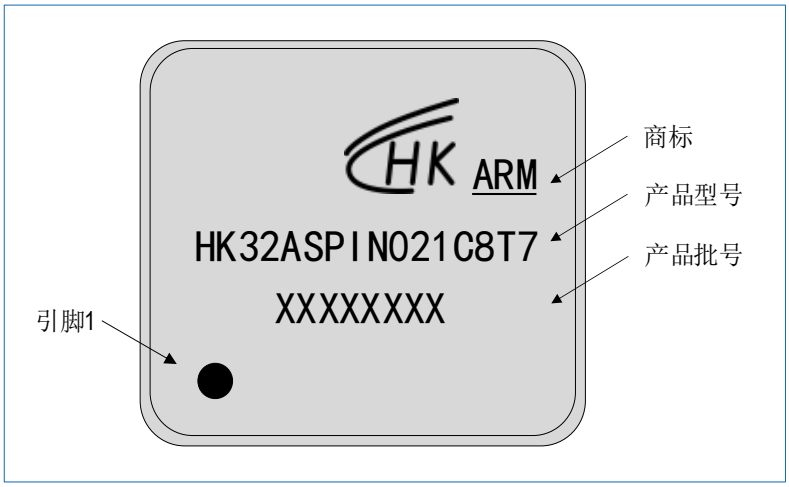


图 7-7 LQFP48 HK32ASPIN021C8T7 丝印示例

7.2.2 LQFP44 丝印

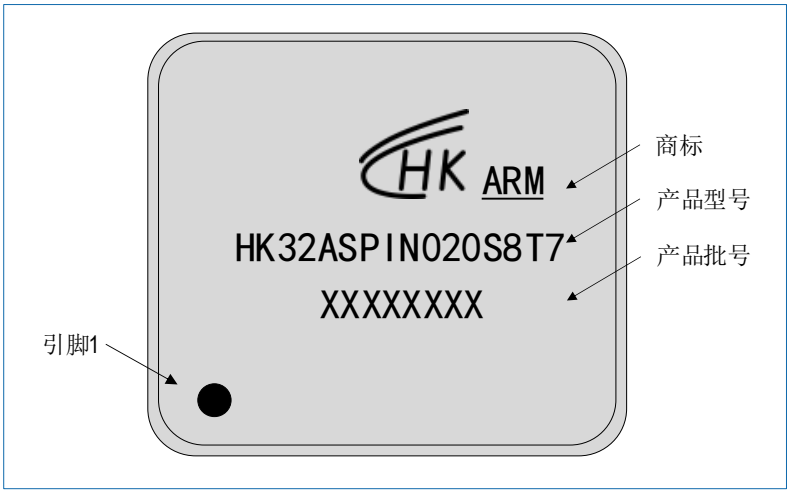


图 7-8 LQFP44 HK32ASPIN020S8T7 丝印示例

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

7.2.3 LQFP32 丝印

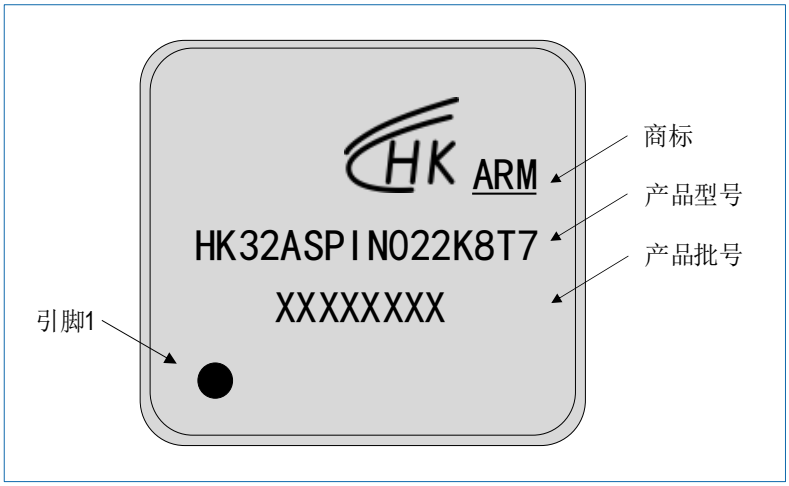


图 7-9 LQFP32 HK32ASPIN022K8T7 丝印示例

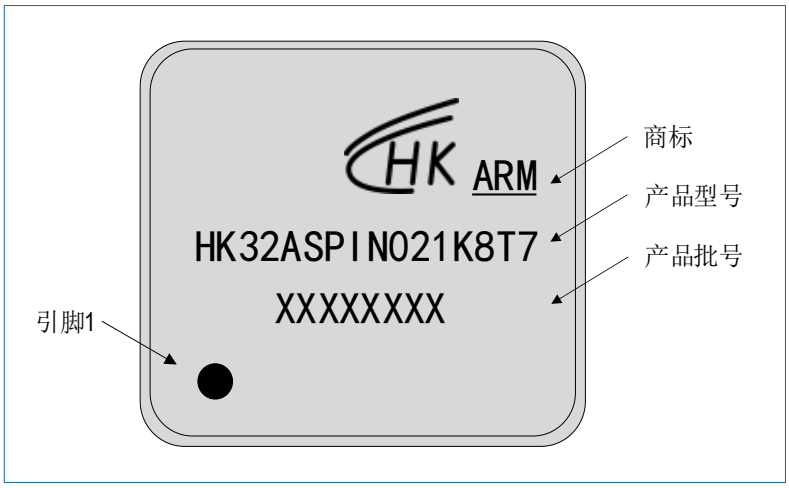


图 7-10 LQFP32 HK32ASPIN021K8T7 丝印示例

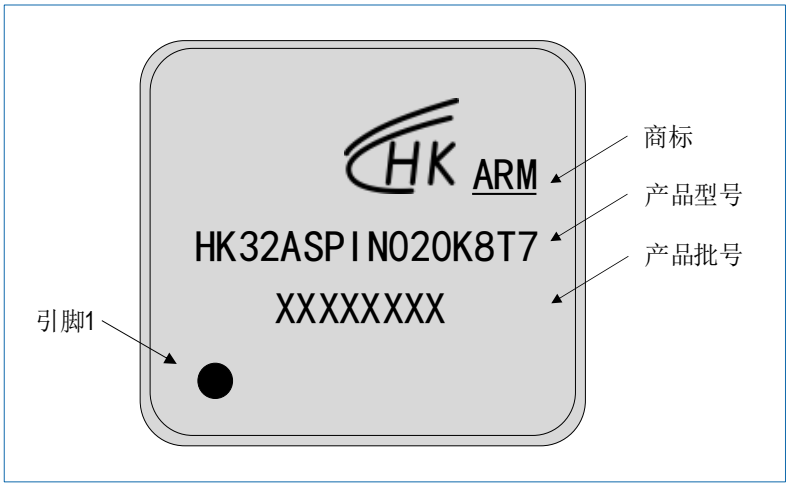


图 7-11 LQFP32 HK32ASPIN020K8T7 丝印示例

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

7.2.4 QFN32 丝印

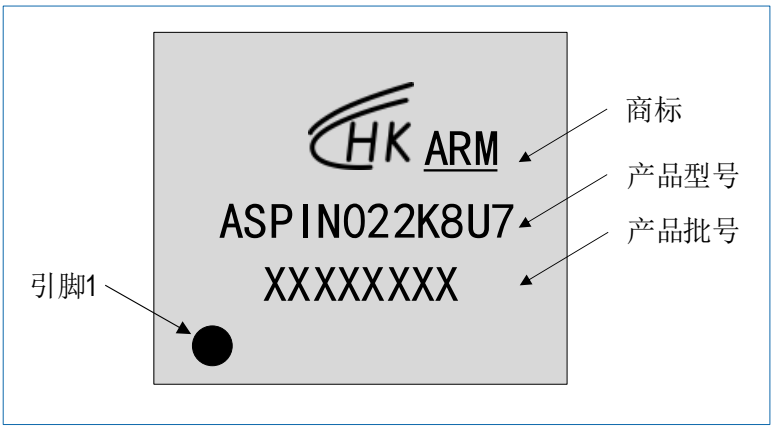


图 7-12 QFN32 HK32ASPIN022K8U7 丝印示例

7.2.5 TSSOP24 丝印



图 7-13 TSSOP24 HK32ASPIN020E8P7 丝印示例

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

8 订货信息

8.1 订货代码

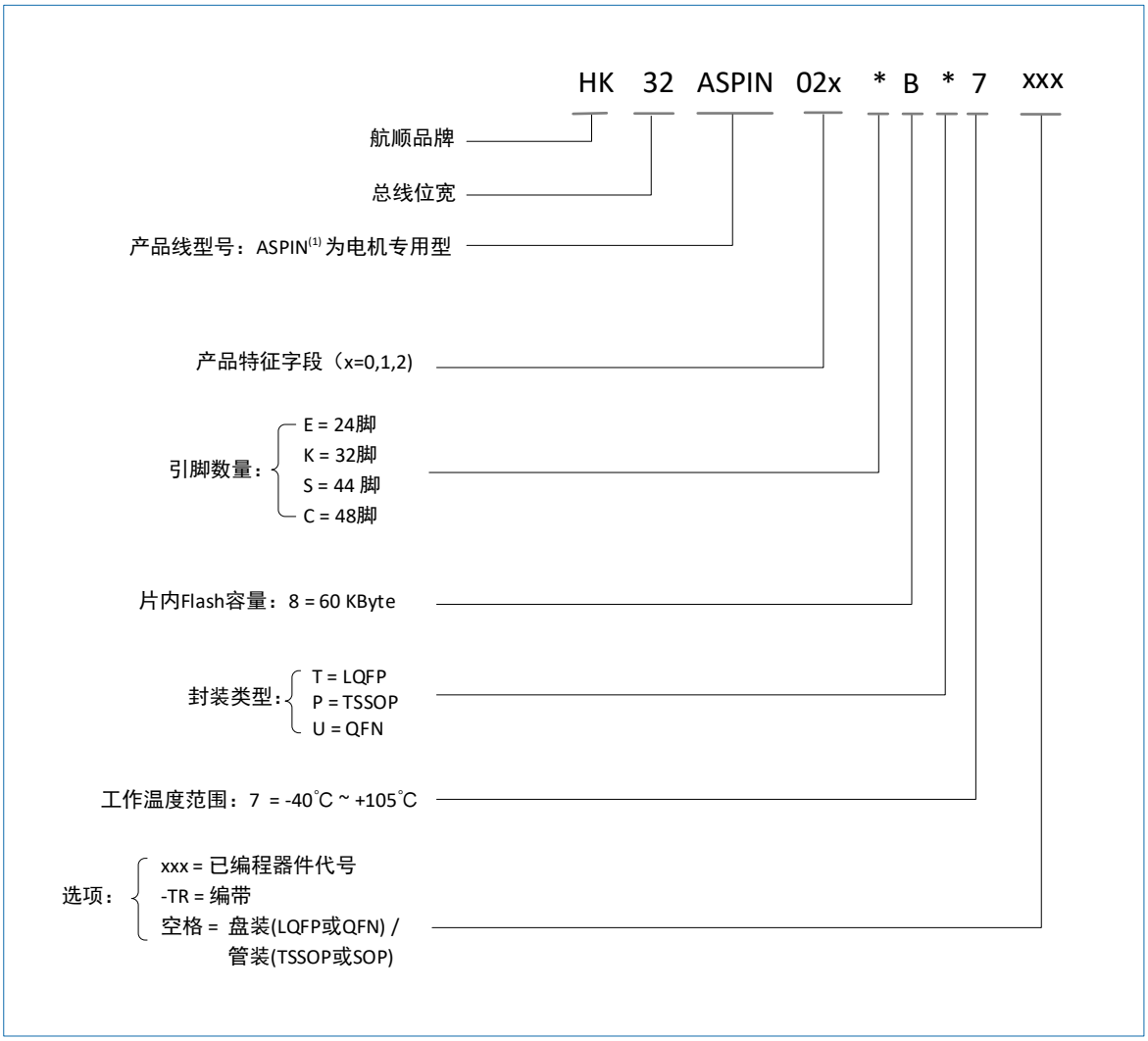


图 8-1 订货代码

8.2 订货包装

表 8-1 产品订货包装

封装	具体型号	包装	备注
LQFP48	HK32ASPIN021C8T7	盘装	LQFP48 封装的两个型号的引脚定义略有差别，具体参见“图 6-1”。
	HK32ASPIN021C8T7-TR	编带	
	HK32ASPIN022C8T7	盘装	
	HK32ASPIN022C8T7-TR	编带	
LQFP44	HK32ASPIN020S8T7	盘装	-
	HK32ASPIN020S8T7-TR	编带	
LQFP32	HK32ASPIN020K8T7	盘装	LQFP32 封装的三个型号的

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

封装	具体型号	包装	备注
	HK32ASPIN020K8T7-TR	编带	引脚定义略有差别，具体参见“图 6-3”。
	HK32ASPIN021K8T7	盘装	
	HK32ASPIN021K8T7-TR	编带	
	HK32ASPIN022K8T7	盘装	
	HK32ASPIN022K8T7-TR	编带	
QFN32	HK32ASPIN022K8U7	盘装	-
	HK32ASPIN022K8U7-TR	编带	
TSSOP24	HK32ASPIN020E8P7	管装	-
	HK32ASPIN020E8P7-TR	编带	

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

9 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
AWU	Auto-Wakeup	自动唤醒
CRC	Cyclic Redundancy Check	循环冗余校验码
CSS	Clock Security System	时钟安全系统
CTS	Clear to Send	清除发送
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
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
LSI	Low-Speed Internal（Clock Signal）	低速内部（时钟信号）
MCU	Microcontroller Unit	微控制单元
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
PGA	Programmable Gain Amplifier	可编程的增益放大器
PLL	Phase Locked Loop	锁相环
POR	Power-On Reset	上电复位
PPM	Parts per Million	百万分之一
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
RTS	Request to Send	请求发送

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

缩写	全称	中文描述
SPI	Serial Peripheral Interface	串行外设接口
SRAM	Static Random Access Memory	静态随机存储器
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

版权所有©2023 深圳市航顺芯片技术研发有限公司

10 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