



HK32F103xCxDxE 数据手册

版本：1.2.0

发布日期：2021-03-18

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 HK32F103 系列芯片的功能框图、存储器映射、外设接口、电器特性、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：

- 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 HK32F103 系列芯片。

修订记录

版本	日期	修订内容
1.0.0	2019-07-23	首次发布
1.1.0	2020-08-19	修改管脚定义中的 FSMC 部分
1.1.1	2020-12-24	更新 ADC, SAI 管脚定义
1.1.2	2021-01-26	更新 ADC, DAC 电气特性参数表格
1.1.3	2021-02-02	更新 Flash 特性
1.2.0	2021-03-18	添加上/下电复位特性的工作参数

目录

1 简介	1
2 产品概述.....	2
2.1 产品特性.....	3
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
3.2.1 Flash	9
3.2.1.1 Flash Option Word	9
3.2.2 SRAM.....	10
3.2.3 CCM RAM	10
3.3 协处理器.....	11
3.4 Cache.....	11
3.5 CRC 计算单元	11
3.6 FSMC	12
3.7 NVIC.....	12
3.8 EXTI.....	14
3.9 复位	15
3.9.1 系统复位.....	15
3.9.2 电源复位.....	15
3.9.3 备份域复位.....	16
3.10 时钟	16
3.10.1 时钟源.....	16
3.10.2 时钟树.....	17
3.11 Boot 模式.....	17
3.12 供电方案.....	17
3.13 电源监控器.....	18
3.14 低功耗模式.....	18
3.15 DMA	19
3.16 RTC 和 BKP	19

3.16.1 RTC	19
3.16.2 BKP	19
3.17 独立看门狗.....	19
3.18 窗口看门狗.....	20
3.19 System Tick 定时器.....	20
3.20 基本定时器.....	20
3.21 通用定时器.....	20
3.22 高级定时器.....	20
3.23 I2C 总线	21
3.24 USART.....	21
3.25 SPI.....	21
3.26 SDIO.....	21
3.27 CAN.....	21
3.28 USB.....	21
3.29 GPIO	22
3.30 ADC.....	22
3.31 DAC.....	23
3.32 模拟比较器.....	23
3.33 温度传感器.....	24
3.34 数字相机接口（DCMI）	24
3.35 串行语音接口（SAI）	24
3.36 QSPI Flash 接口.....	24
3.37 TFT LCD 接口.....	24
3.38 TRNG 模块	25
3.39 AES 模块.....	25
3.40 Hash 模块.....	25
3.41 96 位 UID.....	25
3.42 调试及跟踪接口.....	26
4 电气性能指标.....	27
4.1 最大绝对额定值.....	27
4.1.1 极限电压特性.....	27
4.1.2 极限电流特性.....	27

4.1.3 极限温度特性.....	27
4.2 工作参数.....	28
4.2.1 推荐工作条件.....	28
4.2.2 复位和低压检测.....	28
4.2.3 上/下电复位特性.....	28
4.2.4 内部参考电压.....	29
4.2.5 工作电流特性.....	29
4.2.6 HSE 时钟特性.....	30
4.2.7 LSE 时钟特性.....	31
4.2.8 HSI 时钟特性.....	32
4.2.9 LSI 时钟特性.....	32
4.2.10 PLL 特性.....	32
4.2.11 GPIO 输入时钟.....	32
4.2.12 Flash 存储器特性.....	33
4.2.13 IO 输入引脚特性.....	33
4.2.14 IO 输出引脚特性.....	33
4.2.15 NRST 复位管脚特性.....	34
4.2.16 TIM 计数器特性.....	34
4.2.17 ADC 特性.....	34
4.2.18 DAC 特性.....	35
4.2.19 温度传感器特性.....	36
5 典型电路.....	37
5.1 电源供电.....	37
6 管脚定义.....	38
6.1 LQFP64 封装.....	38
6.2 LQFP100 封装.....	39
6.3 LQFP64/LQFP100 的管脚定义.....	39
7 功能说明.....	45
7.1 OSC_IN/OSC_OUT 复用功能说明.....	45
7.2 FSMC 复用功能说明.....	45
7.3 TFT 复用功能说明.....	45

7.4 USART 复用功能说明	45
8 封装参数.....	46
8.1 LQFP64 封装	46
8.2 LQFP64 推荐封装	47
8.3 LQFP100 封装	47
8.4 LQFP100 推荐封装	48
9 订货信息.....	49
10 缩略语	50
11 重要提示.....	52

1 简介

本文档为 HK32F103 系列芯片的数据手册。HK32F103 系列芯片是由深圳市航顺芯片技术研发有限公司研发的低功耗 MCU 芯片，包括 HK32F103xC、HK32F103xD 和 HK32F103xE 子系列，具体型号如下：

- HK32F103RCT6
- HK32F103VCT6
- HK32F103RDT6
- HK32F103VDT6
- HK32F103RET6
- HK32F103VET6

用户可以查看《HK32F103xCxDxE 用户手册》，进一步了解 HK32F103 MCU 的功能。

2 产品概述

HK32F103 MCU 使用高性能的 ARM® Cortex®-M3 内核，最高工作频率为 120 MHz，支持一级 1 KByte 指令 Cache 缓存。HK32F103 MCU 内置了航顺自主研发的协处理器，可实现 ARM® Cortex®-M4 内核支持的算术指令中的绝大部分，包括 32 位单精度浮点运算；此外，协处理器支持多种自定义的 32 位及 64 位算术运算。

HK32F103 MCU 内置了大容量存储器：527 KByte Flash、97 KByte SRAM 和 512 Byte VBAT 备份 SRAM。此外，通过 FSMC 模块可外挂最多 1 GB 容量的外部静态存储器，其中 256 MByte 的空间可以存放指令，并可用于片内 1 KByte 指令 Cache 缓存。通过 QSPI 模块外挂 256 MByte 容量的 NOR Flash 存储器，可存放指令，并且可用于片内 1 KByte 指令 Cache 缓存。

HK32F103 MCU 内置了 AES、Hash 和 TRNG 真随机数发生器，用于数据加解密及数字签名等应用；内置的 CRC 模块支持数据完整性的检查。

HK32F103 MCU 通过内置的数字照相机接口 (DCMI)、4 路 TFT 接口和 2 个 DMA 模块 (共 12 路 DMA 通道) 可实现数字图像视频从捕获、运算处理到显示的单芯片解决方案。

HK32F103 MCU 内置了串行音频接口 SAI，支持当前大多数的音频接口协议。

HK32F103 MCU 内置 2 个高级 16 位定时器 (共 8 路 PWM 输出，其中 6 路带死区互补输出)，4 个通用 16 位定时器 (共 16 路 PWM 输出)；2 个高级定时器与内置的 4 路电压比较器 (VC) 片内互连，可为客户节省电机方案中板级电压比较器及相关电路。

HK32F103 MCU 提供独立的 VBAT 电池电源域。当 V_{DD} 主电源掉电时，RTC 模块可在 V_{BAT} 电源供电下继续工作。

HK32F103 MCU 内置了丰富的模拟电路：3 个 12 位 ADC (共 25 路模拟信号输入通道，其中 2 路弱驱动信号输入通道和 1 路 5 V 高压信号输入通道)、2 个 12 位 DAC、1 个温度传感器、1 个 0.8 V 内部参考电压源、1 个低电压检测器 (LVD)、1 个上/下电复位 (POR/PDR) 电路和 1 个 VBAT 电源电阻分压器 (分压器输出在片内与 ADC 相连)。

HK32F103 MCU 支持丰富的功耗模式：在最低功耗模式下，芯片的典型漏电电流小于 100 nA。

HK32F103xC、HK32F103xD 和 HK32F103xE 子系列产品均包括 64 脚和 100 脚两种封装形式；根据不同的封装形式，器件的外设配置有所不同。

由于拥有丰富的外设配置，HK32F103 MCU 可适用于多种应用场景：

- 工业应用，如可编程控制器、打印机、扫描仪等
- HMI 人机音视频多媒体交互
- 图形显示设备，如广告显示
- 语音识别设备
- 安全监控设备
- 电机驱动和调速控制
- 物联网低功耗传感器终端，如运动手环等
- 无人机飞控、云台控制
- 玩具产品
- 家用电器
- 智能机器人
- 智能手表

2.1 产品特性

- ARM® Cortex®-M3 Core
 - 最高时钟频率：120 MHz
 - 24 位 System Tick 计时器
- 工作电压范围
 - 双电源域：主电源 V_{DD} 为 1.8 V ~ 3.6 V、备份电源 V_{BAT} 为 1.8 V ~ 3.6 V
 - 当主电源掉电时，RTC 模块可继续工作在 V_{BAT} 电源下。
 - 当主电源掉电时， V_{BAT} 电源下提供 20 Byte 备份寄存器，512 Byte 备份 RAM。
- V_{DD} 典型工作电流
 - Run 工作模式功耗：16 mA@120MHz@3.3V (133.3 μ A/MHz)
 - Sleep 睡眠模式功耗：7 mA@120MHz@3.3V (58.3 μ A/MHz)，唤醒时间 8.3 ns
 - Stop 停机模式功耗：30 μ A@3.3V (10 μ s 唤醒)
 - Standby 待机模式功耗：2 μ A@3.3V (150 μ s 唤醒)
 - Shutdown 关机功耗：100 nA@3.3V (200 μ s 唤醒)
- V_{BAT} 典型工作电流 (V_{DD} 掉电)
 - V_{BAT} RTC 模式功耗：1 μ A @3.3V
 - V_{BAT} 模式功耗：600nA @3.3V (RTC 关闭，20 Byte 备份寄存器和 512 Byte 备份 SRAM 保持)
- 算术运算协处理器
 - 实现 ARM® Cortex®-M4 内核支持的绝大部分算术指令。
 - 32 位单精度浮点运算
 - 支持多种自定义的 32 位及 64 位算术运算。
- DMA 控制器
 - 2 个独立 DMA 控制器：DMA1 和 DMA2
 - DMA1 提供 7 路通道
 - DMA2 提供 5 路通道
 - 支持 Timer、ADC、SPI、I2C、USART 等多种外设触发。
- 存储器
 - 527 KByte 的 Flash 存储器，包括主区 Flash 512 KByte，Information 空间 15 KByte。当 CPU 主频不高于 24 MHz 时，支持 0 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。
 - 1 KByte CPU 指令 Cache 缓存
 - 最大 97 KByte 片内 SRAM
 - FSMC 模块可外挂 1 GB NOR/PSRAM/NAND/PC Card 存储器（其中，256 MByte 的空间可以存放指令，可用于片内 Cache 缓存）。
 - QSPI 模块可外挂 256 MByte NOR Flash 存储器（可存放指令，用于片内 Cache 缓存）。
 - 内置指令加、解密功能，放在片内存储器和外挂存储器的指令可实现千芯千面的密文存储。
- 时钟
 - 外部 HSE：支持 4 ~ 32 MHz 晶振，典型 8 MHz 晶振
 - 外部 LSE：32.768 kHz 晶振
 - 芯片上的 HSI 时钟：56 MHz/8 MHz

- 芯片上的 LSI 时钟：40 kHz
- PLL 时钟
- 复位
 - 外部管脚复位
 - 电源上电复位
 - 软件复位
 - 看门狗（IWDG 和 WWDG）定时器复位
 - 低功耗模式复位
- 安全加密
 - TRNG 真随机数发生器
 - 128/192/256 位 AES
 - Hash（SHA-256）
 - CRC32
- 数据通讯接口
 - 6 路 USART
 - 3 路 SPI（支持 I2S 协议）
 - 2 路 I2C
 - 1 路 SDIO
 - 2 路 CAN 2.0 A/B
 - 1 路全速（FS）USB device
- 音视频数据接口
 - 1 个数字照相机接口（DCMI）
 - 4 个 TFT 接口
 - 1 个串行音频接口（SAI），包括 2 个独立的音频协议处理模块
- 定时器及 PWM 发生器
 - 高级定时器：TIM1/TIM8（6 路带死区互补 PWM 输出）
 - 通用定时器：TIM2/ TIM 3/ TIM 4/ TIM 5（16 位定时器）
 - 基本定时器：TIM6/ TIM 7（支持 CPU 中断、DMA 请求和 DAC 转换触发）
- 低电压检测（PVD）
 - 8 级检测电压门限可调
 - 上升沿和下降沿可配置
- 片内模拟外设
 - 3 个 12 位 3Msps ADC（共 25 路模拟信号输入通道；其中 2 路弱驱动信号输入通道和 1 路 5 V 高压信号输入通道）；支持双 ADC dual-mode 模式，采样率最高 6 Msps。
 - 2 个 12 位 DAC
 - 1 个温度传感器
 - 1 个 0.8 V 内部参考电压源
 - 1 个 V_{BAT} 电源电阻分压器（分压器输出在片内与 ADC 相连，实现 V_{BAT} 电源电压监控）
 - 4 路 VC 电压比较器（与片内 2 个高级 PWM 定时器互连，可为用户节省电机方案中板级 VC 电压比较器及相关电路）

- ID 标识
 - 每颗 HK32F103 芯片提供一个唯一的 96 位 ID 标识
 - 航顺品牌识别 ID
- 调试及跟踪接口
 - SW-DP 两线调试端口
 - JTAG 五线调试端口
 - ARM DWT、FPB、ITM、TPIU 调试追踪模块
 - 单线异步跟踪数据输出接口 (TRACESWO)
 - 四线同步跟踪数据输出接口 (TRACEDO[3:0], TRACECK)
 - 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)。
- 通用输入输出 IO
 - 64 脚 MCU 提供 51 个 GPIO 引脚, 100 脚 MCU 提供 80 个 GPIO 引脚。
 - 所有 GPIO 可以映射到 16 个外部中断。
 - 内置可开关的上、下拉电阻。
 - 支持开漏 (Open-Drain) 输出。
 - 支持施密特 (Schmitt) 迟滞输入。
 - 输出驱动能力超高、高、中、低四档可选。
 - 提供最高 20 mA 驱动电流。
- RTC 时钟计数器, 配合软件记录年月日时分秒
- 可靠性
 - 通过 HBM2000V/CDM500V/MM200V/LU 等级测试
- 工作温度范围: -40°C ~ 105°C

2.2 器件一览表

表 2-1 HK32F103 系列芯片特性

产品特性	HK32F103 RCT6	HK32F103 RDT6	HK32F103 RET6	HK32F103 VCT6	HK32F103 VDT6	HK32F103 VET6
CPU 工作频率	120 MHz					
Flash	256 KByte	384 KByte	512 KByte	256 KByte	384 KByte	512 KByte
SRAM	64 KByte					
CCM RAM	32 KByte					
协处理器	1					
Cache	1 KByte					
DMA	2					
AES	1					
Hash	1					
TRNG	1					
CRC32	1					
FSMC	- ⁽¹⁾	-	-	1	1	1
TFT	-	-	-	1	1	1

产品特性	HK32F103 RCT6	HK32F103 RDT6	HK32F103 RET6	HK32F103 VCT6	HK32F103 VDT6	HK32F103 VET6
QSPI	1	1	1	1	1	1
DCMI	1	1	1	1	1	1
SDIO	1	1	1	1	1	1
I2C	2	2	2	2	2	2
USB	1	1	1	1	1	1
CAN	2	2	2	2	2	2
USART	6	6	6	6	6	6
SPI/I2S	3	3	3	3	3	3
高级定时器	2	2	2	2	2	2
通用定时器	4	4	4	4	4	4
基本定时器	2	2	2	2	2	2
GPIO	51			80		
IWDG	1					
WWDG	1					
96 位 ID 标识	1					
PVD	1					
ADC	3					
DAC	2					
温度传感器	1					
电压比较器	4					
工作电压	<ul style="list-style-type: none"> ● V_{DD}: 1.8 ~ 3.6 V ● V_{BAT}: 1.8 ~ 3.6 V 					
工作温度	-40°C ~ +105°C					
封装	LQFP64			LQFP100		

(1). 表 2-1 中的符号“-”表示暂不支持的特性。

3 功能介绍

3.1 结构框图

ARM® Cortex®-M3 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。HK32F103 MCU 拥有内置的 Cortex®-M3 内核，与 ARM 工具和软件兼容。

HK32F103 MCU 的功能框图如下所示：

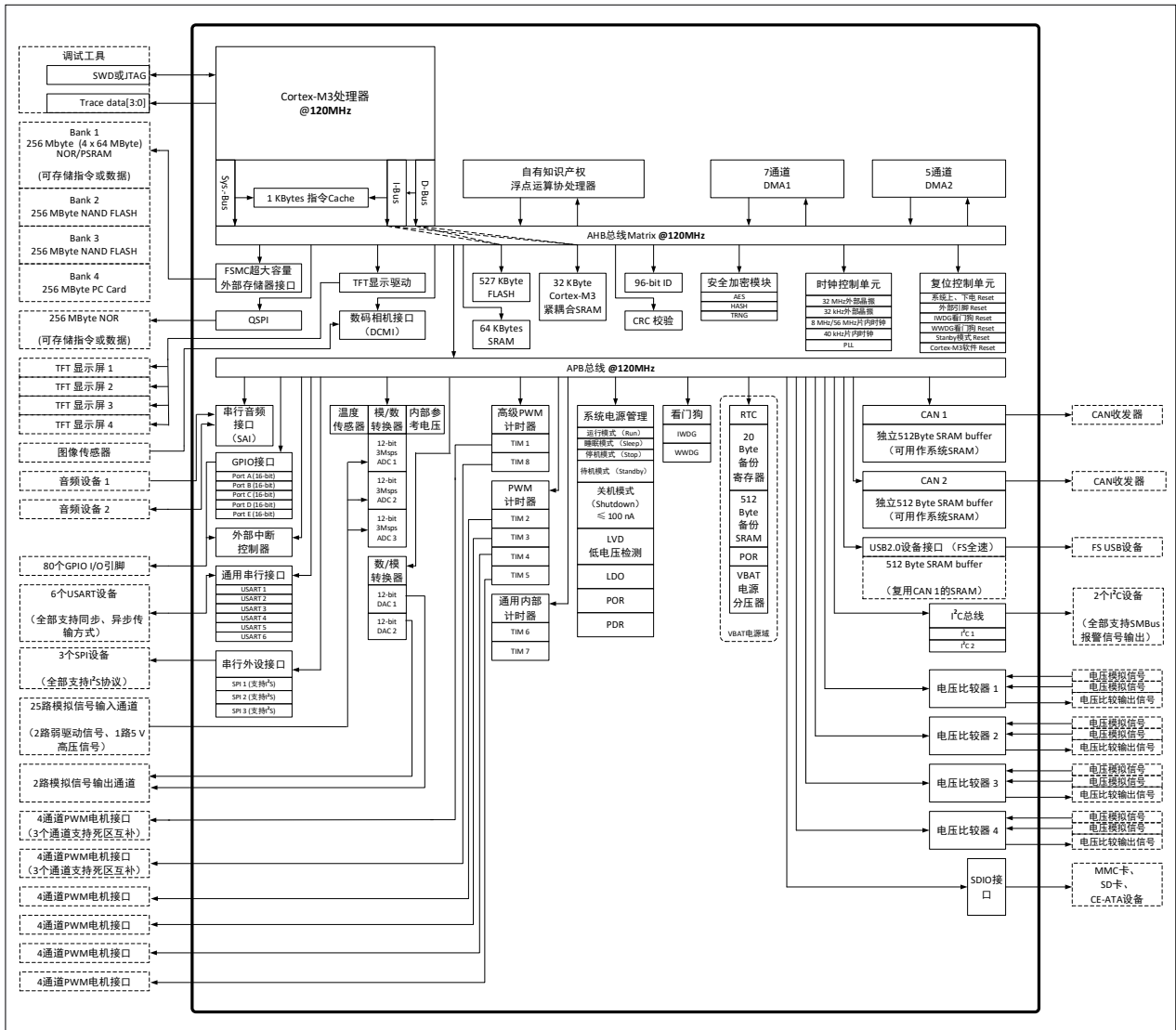


图 3-1 HK32F103 MCU 的功能框图

3.2 存储器映射

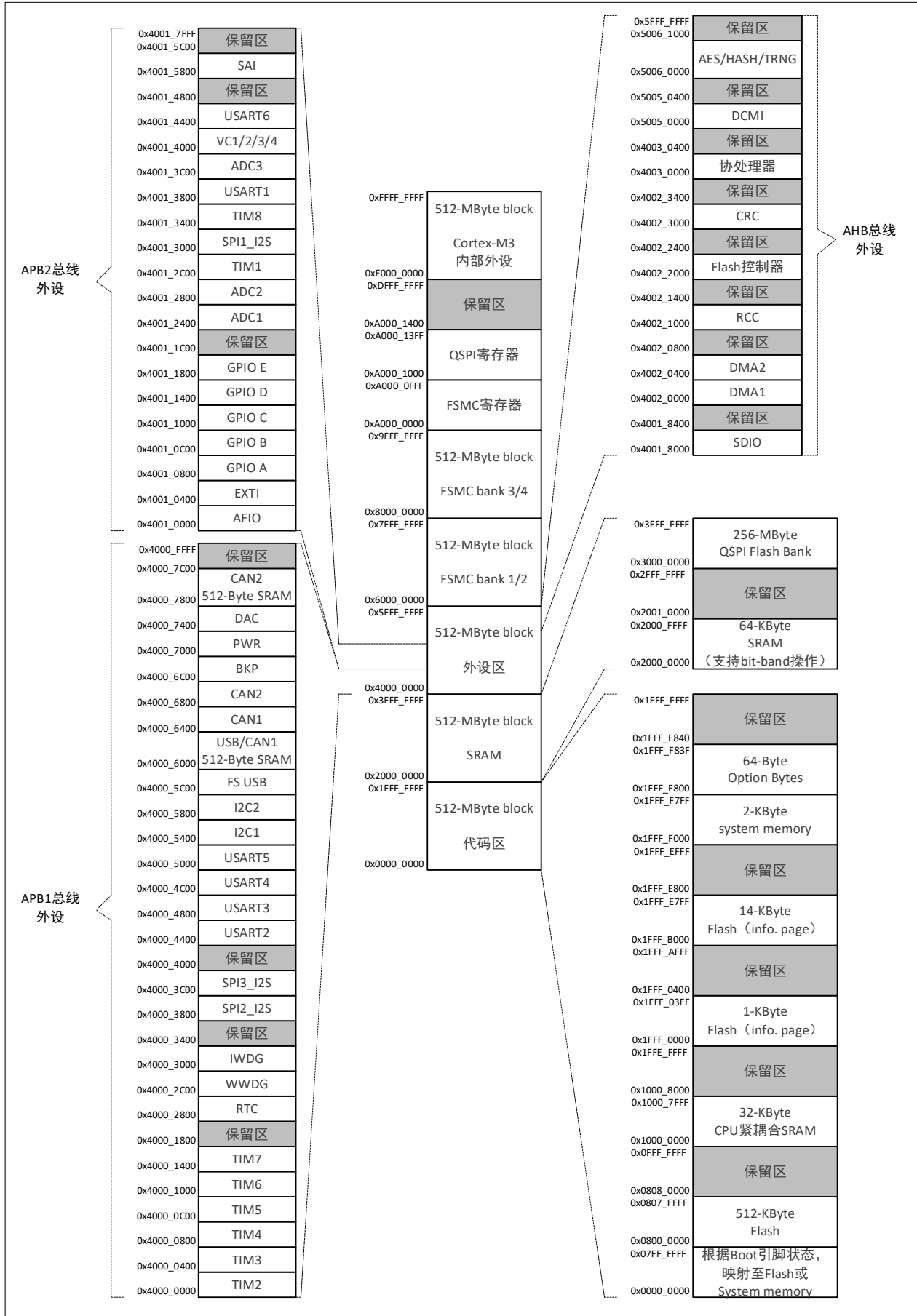


图 3-2 存储器映射表

3.2.1 Flash

HK32F103 内部集成高达 527 KByte 的闪存存储器，用于存放程序和数据。Flash 包括三部分：主区 512 KByte；Information 区：15 KByte。

- Flash 数据位宽：128 位；页大小：2 KByte。
- Flash 访问位宽：支持半字（16 位）、字（32 位）、2 字（64 位）和 4 字（128 位）编程；128 位读。
- 支持 Flash 读/写保护访问控制。
- 集成预取指令 buffer 和数据 buffer。
- HK32F103 集成 Flash 加解密模块，支持 Flash 指令自动加解密，保护片内软件知识产权（IP）。

表 3-1 Flash 特性

操作时间	读操作	擦除和编程操作
	<ul style="list-style-type: none"> • 当 $HCLK \leq 24 \text{ MHz}$，0 时钟周期等待； • 当 $24 \text{ MHz} < HCLK \leq 48 \text{ MHz}$，1 时钟周期等待； • $HCLK$ 频率每增加 24 MHz，等待周期数加 1。 	编程操作： 约 42 μs （半字、字、2 字和 4 字编程的时间相同） 擦除操作： <ul style="list-style-type: none"> • 扇区擦除：约 3.7 ms • 页擦除：约 7.45 ms • 全片擦除：约 9 ms
操作电压	2.0 V ~ 3.6 V	
操作电流	<ul style="list-style-type: none"> • 编程操作：约 6 mA • 擦除操作：约 2.2 mA 	
使用寿命	支持约 10 万次擦除和编写	

3.2.1.1 Flash Option Word

用户可根据应用需求配置 Flash 选项字节（Option Word）。例如，可配置 Flash 选项字节选择使用硬件看门狗或软件看门狗功能。Flash 选项字节的结构如下表所示。

表 3-2 Flash Option Word 的结构

地址	[31:24]	[23:16]	[15:8]	[7:0]
0x1FFF_F800	nUSER	USER	nRDP	RDP
0x1FFF_F804	nDATA1	DATA1	nDATA0	DATA0
0x1FFF_F808	nWRP1	WRP1	nWRP0	WRP0
0x1FFF_F80C	nWRP3	WRP3	nWRP2	WRP2
0x1FFF_F810 ~ 0x1FFF_F81F	Reserved			
0x1FFF_F820	ENCRY_CFG[31:0]			
0x1FFF_F824	DECYR_CFG[31:0]			
0x1FFF_F828	UKEY[31:0]			
0x1FFF_F82C	UKEY[63:32]			
0x1FFF_F830	Reserved		IWDG_RL_IV[11:0]	
0x1FFF_F834	IWDG_INI_KEY[31:0]			
0x1FFF_F838	LSI_LP_CTL[31:0]			
0x1FFF_F83C	DBG_CLK_CTL[31:0]			

- ENCRY_CFG[31:0]：如果存储的值为 0x1357_ECA8，则使能片内 Flash 数据加密。在使能加密后，再对 Flash 编程，此后 Flash 内存储的是加密后的密文。

- DECRY_CFG[31:0]: 如果存储的值为 0x2468_DB97, 则使能片内 Flash 数据解密。在使能解密后, 会把从 Flash 读出的数据自动解密后再返给 CPU。
- UKEY[63:0]: 存储 Flash 用于加解密的密钥, 由用户自定义配置。当 0x1FFF_F828 和 0x1FFF_F82C 地址存储的值不为全 FF 时, 软件读这两个地址, 返回值为 0xAAAA_AAAA。
- IWDG_RL_IV[11:0]: 存储 IWDG_RLR 寄存器的初始值, 当 IWDG 为硬件看门狗模式时, 可配置 IWDG_RL_IV 寄存器来设置 IWDG 的复位时间间隔。
- IWDG_INI_KEY[31:0]: 控制 IWDG_RL_IV 寄存器是否生效。当 IWDG_INI_KEY 为 0xA5A5_5B1E 时, IWDG_RL_IV 配置生效, 否则无效。
- LSI_LP_CTL[31:0]: 在使能 IWDG 后再进入 Stop 或者 Standby 模式时, 可控制系统是否需要被 IWDG 周期唤醒。
 - 如果将 LSI_LP_CTL 的值配置为 0x369C_F0F0 时, 在 MCU 进入 Stop 或者 Standby 模式后, LSI 可以根据 LSION 的设置关闭 LSI; 在 MCU 唤醒后, LSI 恢复成进入模式之前的状态。
 - 如果未配置 LSI_LP_CTL, 则在使能 IWDG, 再进入 Stop 或者 Standby 模式后, 系统会被 IWDG 周期唤醒。
- DBG_CLK_CTL[31:0]: 当存储的值为 0x1234_BCDE 时, 关闭 CPU 内部 Debug 时钟, 否则 Debug 时钟为打开状态。

3.2.2 SRAM

内部集成 64 KByte SRAM。SRAM 可按字、半字和字节方式进行读写访问。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。

3.2.3 CCM RAM

内部集成 32 KByte 内核耦合存储器 (CCM RAM), 逻辑地址空间为: 0x10000000~0x10007FFF。CCM RAM 可按字、半字和字节方式进行读写访问, 可被 I-BUS、D-BUS、DMA1 和 DMA2 访问。

总线矩阵如下图所示:

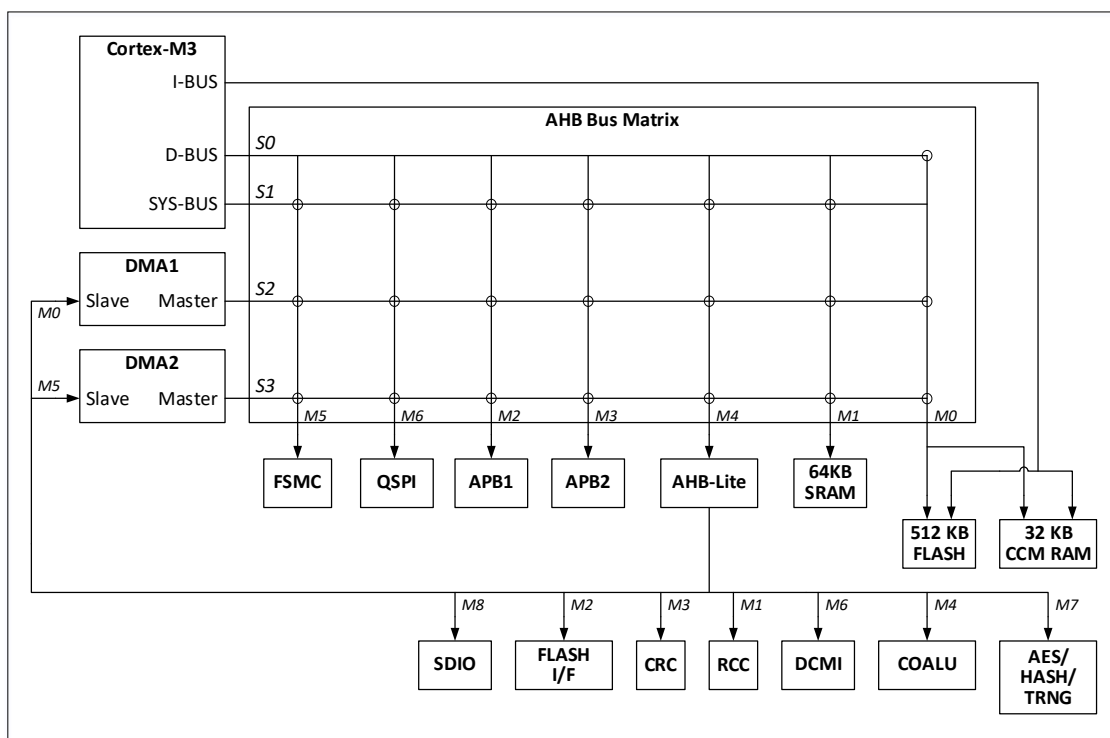


图 3-3 总线矩阵图

3.3 协处理器

HK32F103 MCU 内置了航顺自主研发的协处理器，可实现 ARM® Cortex®-M4 内核支持的算术指令集中绝大部分指令，包括 32 位单精度浮点运算；此外，协处理器支持多种自定义的 32 位及 64 位算术运算，提高了芯片的运算能力并使其适应更多运算场景。

- 定点运算：
 - 64/32 位开方运算
 - 64/32 位除法运算
 - 饱和运算
 - 乘累加饱和运算
 - 32 位饱和加减运算
 - SIMD 饱和加减运算
 - 数据饱和化
 - SIMD 加减运算
 - 加减取半运算
 - 扩展加减运算
 - 乘累加运算和 SIMD 乘累加运算
- 浮点运算
 - 浮点加法运算
 - 浮点减法运算
 - 浮点乘法运算
 - 浮点除法运算
 - 浮点开方运算
 - 浮点乘累加运算
 - 浮点数与定点数相互转换运算（包括 32 位定点数与浮点数相互转换、64 位定点数与浮点数相互转换）

3.4 Cache

HK32F103 MCU 内部集成 1 KByte 高速指令缓存。

- 使用 8 组相联方式。
- Cache 使用最近最少使用替换策略。
- 内置指令访问命中 Cache 次数计数器，方便用户统计程序 Cache 命中率。
- 通过配置控制寄存器指定一种存储器进程操作，同一时刻只能使能缓存一种存储器的指令。Cache 可缓存以下存储器的数据：
 - I-Bus 从片内 Flash 取指
 - SYS-Bus 通过 QSPI 从外部 Flash 取指
 - SYS-Bus 通过 FSMC 从外部 Flash 取指

3.5 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。HK32F103 MCU 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。

3.6 FSMC

- 支持 1 GByte 外部静态存储器，支持类型包括：SRAM、NOR Flash memory、PSRAM 和 PC Card。
- 支持 2 个 NAND Flash 接口及最大 8 KByte 数据的硬件 ECC 校验。
- 支持一个 16 位 PC Card 接口。
- 支持 Burst 模式访问同步设备（PSRAM）。
- 支持 8 位或者 16 位宽的并行数据线。
- 每个外部存储器空间具有独立的片选控制和配置寄存器。
- 通过 32 位的 AHB 传输访问外部 8/16 位存储器的连续 32 位地址空间。
- 在向外部慢速存储器进行写操作时，提供一个数据长度的 buffer 用于快速地释放系统总线。
- 支持外部存储器的异步等待控制逻辑。
- 支持对 16 位外部存储器进行写数据加密和读数据解密。
- 支持 Intel8080 模式和 Motorola6800 模式，可以灵活与各种 LCD 控制器连接。

3.7 NVIC

内置嵌套向量中断控制器（NVIC），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
- 紧耦合的 NVIC 接口
- 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

HK32F103 MCU 共有中断号为 0 ~ 69 的 70 个外部中断。

表 3-3 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
-	0	可配置	MemManage	存储器管理	0x0000_0010
-	1	可配置	BusFault	预取指错误，存储器访问错误	
	2	可配置	UsageFault	未定义的指令或非法状态	0x0000_0018
-	-	-	-	保留	0x0000_001C - 0x0000_002B
-	3	可配置	SVCall	通过 SWI 指令的系统服务调用	0x0000_002C
-	4	可配置	Debug Monitor	调试监控器	0x0000_0030
-	-	-	-	保留	0x0000_0034

位置	优先级	名称	描述	地址	
-	5	可配置	PendSV	可挂起的系统服务请求	0x0000_0038
-	6	可配置	SysTick	系统滴答定时器	0x0000_003C
0	7	-	WWDG	窗口看门狗中断	0x0000_0040
1	8	-	PVD	连到 EXTI 的电源电压检测 (PVD) 中断	0x0000_0044
2	9	-	TAMPER	侵入检测中断	0x0000_0048
3	10	-	RTC	RTC 全局中断	0x0000_004C
4	11	-	Flash	Flash 全局中断	0x0000_0050
5	12	-	RCC	RCC 全局中断	0x0000_0054
6	13	-	EXTI0	外部线 0 的中断	0x0000_0058
7	14	-	EXTI1	外部线 1 的中断	0x0000_005C
8	15	-	EXTI2	外部线 2 的中断	0x0000_0060
9	16	-	EXTI3	外部线 3 的中断	0x0000_0064
10	17	-	EXTI4	外部线 4 的中断	0x0000_0068
11	18	-	DMA1_Channel1	DMA1 通道 1 全局中断	0x0000_006C
12	19	-	DMA1_Channel2	DMA1 通道 2 全局中断	0x0000_0070
13	20	-	DMA1_Channel3	DMA1 通道 3 全局中断	0x0000_0074
14	21	-	DMA1_Channel4	DMA1 通道 4 全局中断	0x0000_0078
15	22	-	DMA1_Channel5	DMA1 通道 5 全局中断	0x0000_007C
16	23	-	DMA1_Channel6	DMA1 通道 6 全局中断	0x0000_0080
17	24	-	DMA1_Channel7	DMA1 通道 7 全局中断	0x0000_0084
18	25	-	ADC1_2	ADC1 和 ADC2 全局中断	0x0000_0088
19	26	-	USB_HP_CAN_TX	USB 高优先级或 CAN 发送中断	0x0000_008C
20	27	-	USB_LP_CAN_RX0	USB 低优先级或 CAN 接收 0 中断	0x0000_0090
21	28	-	CAN_RX1	CAN1 接收 1 中断	0x0000_0094
22	29	-	CAN_SCE	CAN SCE 中断	0x0000_0098
23	30	-	EXTI9_5	EXTI 线[9:5]中断	0x0000_009C
24	31	-	TIM1_BRK_TIM9	TIM1 刹车中断和 TIM9 全局中断	0x0000_00A0
25	32	-	TIM1_UP_TIM10	TIM1 更新中断和 TIM10 全局中断	0x0000_00A4
26	33	-	TIM1_TRG_COM_TIM11	TIM1 触发和通信中断以及 TIM11 全局中断	0x0000_00A8
27	34	-	TIM1_CC	TIM1 捕获比较中断	0x0000_00AC
28	35	-	TIM2	TIM2 全局中断	0x0000_00B0
29	36	-	TIM3	TIM3 全局中断	0x0000_00B4
30	37	-	TIM4	TIM4 全局中断	0x0000_00B8
31	38	-	I2C1_EV	I2C1 事件中断	0x0000_00BC
32	39	-	I2C1_ER	I2C1 错误中断	0x0000_00C0
33	40	-	I2C2_EV	I2C2 事件中断	0x0000_00C4
34	41	-	I2C2_ER	I2C2 错误中断	0x0000_00C8
35	42	-	SPI1	SPI1 全局中断	0x0000_00CC
36	43	-	SPI2	SPI2 全局中断	0x0000_00D0

位置	优先级	名称	描述	地址	
37	44	-	USART1	USART1 全局中断	0x0000_00D4
38	45	-	USART2	USART2 全局中断	0x0000_00D8
39	46	-	USART3	USART3 全局中断	0x0000_00DC
40	47	-	EXTI15_10	EXTI 线[15:10]中断	0x0000_00E0
41	48	-	RTCAlarm	连接到 EXTI 的 RTC 闹钟中断	0x0000_00E4
42	49	-	USBWakeUp	连接到 EXTI 的 USB 待机唤醒中断	0x0000_00E8
43	50	-	TIM8_BRK_TIM12	TIM8 刹车中断和 TIM12 全局中断	0x0000_00EC
44	51	-	TIM8_UP_TIM13	TIM8 更新中断和 TIM13 全局中断	0x0000_00F0
45	52	-	TIM8_TRG_COM_TIM14	TIM8 触发和通信中断以及 TIM14 全局中断	0x0000_00F4
46	53	-	TIM8_CC	TIM8 捕获比较中断	0x0000_00F8
47	54	-	ADC3	ADC3 全局中断	0x0000_00FC
48	55	-	FSMC	FSMC 全局中断	0x0000_0100
49	56	-	SDIO	SDIO 全局中断	0x0000_0104
50	57	-	TIM5	TIM5 全局中断	0x0000_0108
51	58	-	SPI3	SPI3 全局中断	0x0000_010C
52	59	可配置	UART4	UART4 全局中断	0x0000_0110
53	60	可配置	UART5	UART5 全局中断	0x0000_0114
54	61	-	TIM6	TIM6 全局中断	0x0000_0118
55	62	-	TIM7	TIM7 全局中断	0x0000_011C
56	63	-	DMA2_Channel1	DMA2 通道 1 全局中断	0x0000_0120
57	64	-	DMA2_Channel2	DMA2 通道 2 全局中断	0x0000_0124
58	65	-	DMA2_Channel3	DMA2 通道 3 全局中断	0x0000_0128
59	66	-	DMA2_Channel4_5	DMA2 通道 4 和 DMA2 通道 5 全局中断	0x0000_012C
60	67	可配置	QSPI	QSPI 全局中断	0x0000_0130
61	68	可配置	DCMI	DCMI 全局中断	0x0000_0134
62	69	可配置	COALU / AES	协处理器算术运算单元 (COALU) 全局中断和 AES 全局中断	0x0000_0138
63	70	可配置	CAN2_TX	CAN2 发送中断	0x0000_013C
64	71	可配置	CAN2_RX0	CAN2 接收 0 中断	0x0000_0140
65	72	可配置	CAN2_RX1	CAN2 接收 1 中断	0x0000_0144
66	73	可配置	CAN2_SCE	CAN2 SCE 中断	0x0000_0148
67	74	可配置	HASH	Hash 全局中断	0x0000_014C
68	75	可配置	EXTI23_20	EXTI 线[23:20]中断	0x0000_0150
69	76	可配置	USART6	USART6 全局中断	0x0000_0154
70	77	可配置	SAI	SAI 全局中断	0x0000_0158

3.8 EXTI

外部中断/事件控制器包含 26 个边沿检测器, 用于产生中断/事件请求, 其中 EXTI0~EXTI15 连接 IO。每个中断线都可以独立地配置或屏蔽它的触发事件 (上升沿或下降沿或双边沿), 并使用一个挂起寄存器维持所有中断请求的状态。

- EXTI 16 连接 PVD 输出
- EXTI 17 连接 RTC 的 Alarm 事件
- EXTI 18 连接 USB 的 Wakeup 事件
- EXTI 20 连接 VC1 的输出
- EXTI 21 连接 VC2 的输出
- EXTI 22 连接 VC3 的输出
- EXTI 23 连接 VC4 的输出
- EXTI 24 连接 ADC1 的 AWD 事件
- EXTI 25 连接 ADC2 的 AWD 事件
- EXTI 26 连接 ADC3 的 AWD 事件

EXTI 24 ~ 26 作为内部事件，不带 RTSR、FTSR、SWIER 和 PR 寄存器，仅能在 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

HK32F103 MCU 支持三种复位：系统复位、上电复位、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

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 3-4 复位状态标志位

软件复位	通过将 Cortex®-M3 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	在进入待机模式时产生低功耗管理复位。 通过将用户选择字节中的 nRST_STDBY 位置为‘1’，将使能该复位。此时，即使执行了进入待机模式的操作，系统将被复位而不是进入待机模式。
	在进入停止模式时产生低功耗管理复位。 通过将用户选择字节中的 nRST_STOP 位置为‘1’，将使能该复位。此时，即使执行了进入待机模式的操作，系统将被复位而不是进入待机模式。

3.9.2 电源复位

当以下事件中之一发生时，将产生电源复位：

- 上电/掉电（POR/PDR）复位
- 从待机模式中返回

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。

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。

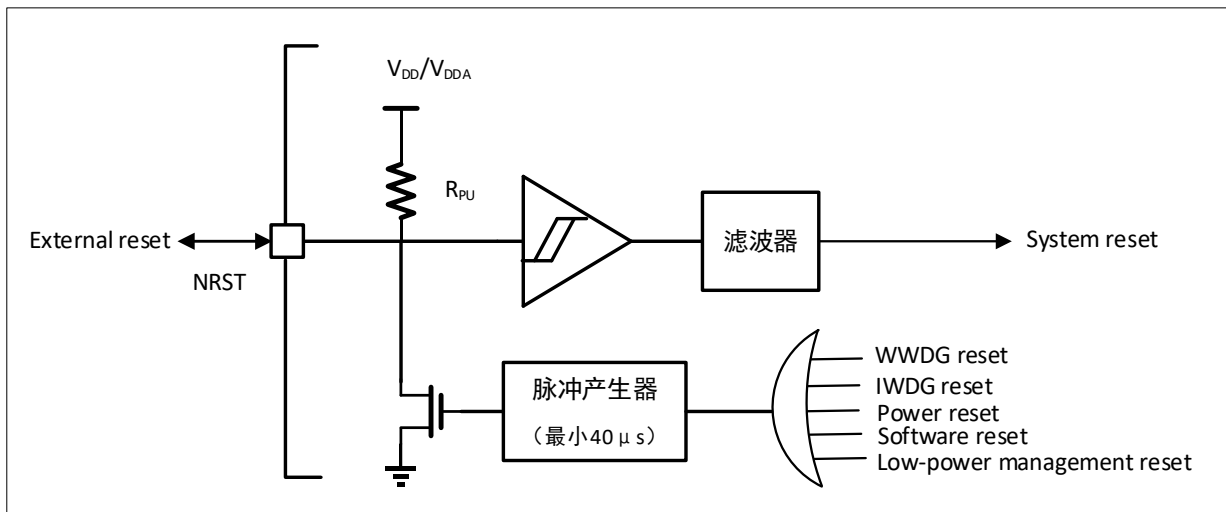


图 3-4 芯片复位信号

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。当以下任一事件发生时，将触发备份区域复位。

- 软件复位和备份区域复位可通过设置备份域控制寄存器（RCC_BDCR）中的 BDRST 位产生。
- 在 V_{DD} 和 V_{BAT} 两者掉电时， V_{DD} 或 V_{BAT} 上电将触发备份区域复位。

3.10 时钟

系统时钟的选择是在启动时进行，复位时内部 8 MHz 的 RC 振荡器被选为默认的 CPU 时钟，随后可选择外部的 4 ~ 32 MHz 时钟。当外部时钟失效时，外部时钟将被隔离，同时产生相应的中断。可以使用 PLL 倍频产生所需的时钟。

HK32F103 MCU 也提供 LSI、LSE、GPIO 输入作为时钟源，便于产品应用于低功耗、低成本的设计方案。

HK32F103 MCU 集成 CSS（Clock Security System）电路，检测的 HSE 频率阈值可调。

3.10.1 时钟源

表 3-5 时钟源

HSI 振荡器	<ul style="list-style-type: none"> • 输出频率：56 MHz，可以分频为 28 MHz，8 MHz • 精度：全温范围 $\pm 2\%$
HSE 振荡器	<ul style="list-style-type: none"> • 支持 4 ~ 32 MHz 晶体 • 支持通过 OSC_IN 外部时钟输入，最高 64 MHz
PLL 时钟	<ul style="list-style-type: none"> • 输入时钟频率：2 ~ 56 MHz • 输出时钟频率：30 ~ 120 MHz
LSI 时钟	<ul style="list-style-type: none"> • 30 ~ 60 kHz，典型值 40 kHz
LSE 时钟	<ul style="list-style-type: none"> • 支持 32.768 kHz 晶体 • 支持通过 OSC32_IN 外部时钟输入 32.768 kHz
GPIO 输入时钟	PA1、PB1、PC7、PB7 最高支持输入 64 MHz

3.10.2 时钟树

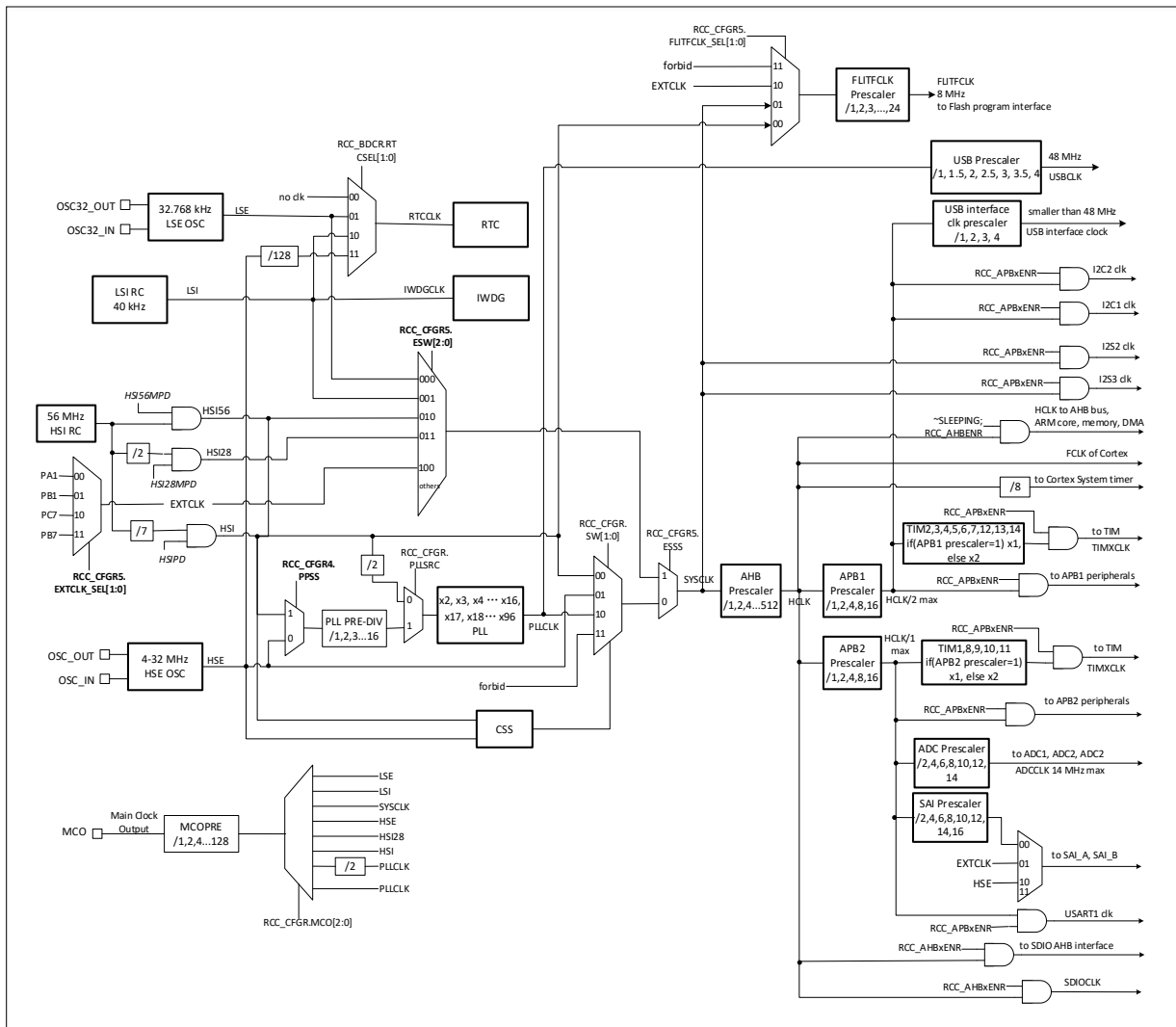


图 3-5 时钟树

说明:

- PLL 输入时钟: HSI8M/2、HSI56M/PREDIV 和 HSE/PREDIV 可选。
- SYSCLK: HSI8M、HSI28M、HSI56M、HSE、PLL、LSI、LSE 或 GPIO 输入时钟可选, 默认为 HSI8M 时钟。
- FLITFCLK: HSI8M、GPIO 输入时钟和 SYSCLK 可选。

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:

- 从用户闪存自举
- 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 USART1 对闪存重新编程。

3.12 供电方案

- $V_{DD} = 2.0 \sim 3.6V$: V_{DD} 管脚为 I/O 管脚和内部 LDO 供电。
- $V_{DDA} = 2.0 \sim 3.6V$: 为 ADC、温度传感器模拟部分供电。

- $V_{BAT} = 1.8 \sim 3.6V$: 当关闭 V_{DD} 时, 内部电源切换电路将通过 V_{BAT} 为 RTC、外部 32 kHz 振荡器和备份寄存器供电。

3.13 电源监控器

HK32F103 MCU 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 V 时正常工作。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。

HK32F103 MCU 还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 切换成安全模式。PVD 功能需要通过程序使能开启。

3.14 低功耗模式

HK32F103 MCU 支持多种功耗模式, 可以在低功耗、短启动时间和多种唤醒事件之间达到最佳的平衡。

- 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, 所有内部时钟被关闭, PLL、HSI 和 HSE 的 RC 振荡器被关闭。通过任一配置成 EXTI 的信号可把 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、RTC 闹钟或 USB 的唤醒信号。

- 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 被关闭, 因此所有内部 1.5 V 供电域的供电被切断; PLL、HSI 和 HSE 的 RC 振荡器也被关闭; 进入待机模式后, SRAM 和寄存器的数据将消失, 但后备寄存器的数据仍然保留, 待机电路仍工作。从待机模式退出的条件是: NRST 上的外部复位信号、IWDG 复位、WKUP 管脚上的一个上升沿或 RTC 闹钟到时。

- 关机 (Shutdown) 模式

表 3-6 关机模式

工作模式	功耗指标	唤醒时间
运行 (Run) 模式	动态功耗低至 156 μA /MHz @3.3V	
Sleep 模式	动态功耗 125 μA /MHz @3.3V	唤醒时间 1 个机器时钟
Stop 模式	静态功耗 90 μA @3.3V	最快 10 μs 唤醒
Standby 模式	静态功耗 3 μA @3.3V	150 μs 唤醒时间
Shutdown 模式	静态功耗可低至 0.1 μA @3.3V	200 μs 唤醒时间

低功耗模式进入和唤醒方法:

表 3-7 进入和唤醒低功耗模式

工作模式	进入低功耗模式的条件	唤醒条件
Sleep 模式	<ol style="list-style-type: none"> 1. 设置 PWR_CR: LPDS = 0; 2. 设置 PWR_CR: PDDS = 0; 3. 软件执行 WFI/WFE 指令进入。 	由任何一个普通 IRQ 中断事件唤醒, 包括 SystemTicker。
Stop 模式	<ol style="list-style-type: none"> 1. 设置 PWR_CR: LPDS = 0 或 1; 2. 设置 PWR_CR: PDDS = 0; 3. 设置 CM3 系统控制寄存器的 SLEEPDEEP 位, 软件执行 WFI/WFE 指令进入。 	<ul style="list-style-type: none"> • 支持任何一个 EXTI 外部中断线唤醒。 • 支持定时 ADC 采样预唤醒, 当满足条件后真正唤醒。

工作模式	进入低功耗模式的条件	唤醒条件
Standby 模式	1. 设置 PWR_CR: LPDS =0; 2. 设置 PWR_CR: PDDS =1; 3. 设置 CM3 系统控制寄存器的 SLEEPDEEP 位, 软件执行 WFI/WFE 指令进入。	<ul style="list-style-type: none"> 支持 DAC 输出保持。 支持 3 个可配置极性的外部唤醒引脚以及 RTC Alarm 唤醒。 支持 DAC 输出保持。
Shutdown 模式	1. 设置 PWR_CR: LPDS =0; 2. 设置 PWR_CR: PDDS =1 且 PWR_CSR2: SHDS = 1; 3. 设置 CM3 系统控制寄存器的 SLEEPDEEP 位, 软件执行 WFI/WFE 指令进入。	<ul style="list-style-type: none"> 支持 3 个可配置极性的外部唤醒引脚。 支持 RTC Alarm 唤醒。

3.15 DMA

灵活的 12 路通用 DMA (DMA1 有 7 个通道, DMA2 有 5 个通道) 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。2 个 DMA 控制器支持环形缓冲区的管理, 可避免控制器传输到达缓冲区结尾时所产生的中断。

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、SDIO 和 ADC 等。

3.16 RTC 和 BKP

RTC 和备份寄存器通过一个开关供电。在 V_{DD} 有效时, 该开关选择 V_{DD} 供电, 否则由 V_{BAT} 管脚供电。

3.16.1 RTC

RTC 具有一组连续运行的计数器, 可以通过软件提供日历时钟功能, 还具有闹钟中断和阶段性中断功能。

RTC 的驱动时钟可以是一个使用外部晶体的 32.768 kHz 的振荡器或内部低功耗 RC 振荡器。内部低功耗 RC 振荡器的典型频率为 40 kHz。为补偿天然晶体的频率偏差, 可以通过输出一个 512 Hz 的信号对 RTC 的时钟进行校准。RTC 具有一个 32 位的可编程计数器, 配合比较寄存器使用可以进行长时间的测量。有一个 20 位的预分频器用于时基时钟, 默认情况下时钟为 32.768 kHz 时它将产生一个 1 秒长的时间基准。

HK32F103 MCU 带一个 Wakeup Timer 用于周期性唤醒。

3.16.2 BKP

备份寄存器 (Backup Register) 可以用于保存用户应用数据。系统或电源复位源不会复位备份寄存器。当从待机模式唤醒时, 该寄存器也不会被复位。HK32F103 MCU 增加 BKP_DR0 备份域寄存器, 包含 BKP_DR0 ~ 10 共计 11 个备份域寄存器。

HK32F103 MCU 不仅有备份寄存器, 也增加了一个备份域存储器 (Retention Memory), 大小为 512 Byte。

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。因为这个 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。该振荡器可以被当成看门狗, 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 Option Byte 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。

设计 IWDG_WINR 寄存器, 支持看门狗 window 窗口模式。IWDG 计数器复位初始值可由 Flash Option Byte 设置。

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。窗口看门狗由主时钟驱动，具有早期预警中断功能。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 基本定时器

基本定时器是 TIM6 和 TIM7，主要用于产生 DAC 触发信号，也可作为通用的 16 位软件时基定时器。

3.21 通用定时器

每个通用定时器（TIM2/TIM3/TIM4/TIM5）都有一个 16 位的自动加载递加/递减计数器、一个 16 位的预分频器和 4 个独立的通道。每个通道都可用于输入捕获、输出比较、PWM 和单脉冲模式输出。通用定时器支持定时器链接功能，能与高级定时器协同工作，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。

通用定时器具有 DAC 触发功能。

任一通用定时器都能用于产生 PWM 输出。每个定时器都有独立的 DMA 请求机制。

HK32F103 MCU 的 TIM2/TIM3/TIM4 具有如下功能：

- CCER 寄存器 CCER[15]: CC4NP（输入双沿触发用）
- CCER 寄存器 CCER[11]: CC3NP（输入双沿触发用）
- CCER 寄存器 CCER[7]: CC2NP（输入双沿触发用）
- CCER 寄存器 CCER[3]: CC1NP（输入双沿触发用）
- 四路输入通道都支持下降沿触发和双沿触发功能

3.22 高级定时器

高级定时器（TIM1 和 TIM8）可作为分配到 6 个通道的三相 PWM 发生器，还可以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（边缘或中心对齐模式）
- 单脉冲输出
- 互补 PWM 输出，带程序可控的死区插入功能

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。

高级定时器具有 DAC 触发功能。

HK32F103 MCU 的 TIM1 和 TIM8 具有如下功能：

- CCER 寄存器 CCER[15]: CC4NP（输入双沿触发用）
- CR1 寄存器 CR1[15]: ETR_CLR_SEL（选择用外部引脚或是 VC4 比较器输出来清除 PWM 输出）
- CR1 寄存器 CR1[14]: BRK_SEL（选择用外部引脚或是 VC1、2、3 比较器输出来实现 PWM 刹车）
- 四路输入通道都支持下降沿触发和双沿触发功能

3.23 I2C 总线

多达 2 个 I2C 总线接口。I2C 接口支持主和从模式，也支持标准和快速模式。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 接口可以使用 DMA 操作，并支持 SMBus V2.0/PMBus 总线。

3.24 USART

内置了 6 个通用同步/异步收发器（USART1~USART6）。这 6 个接口提供异步通信、支持红外线传输编解码、多处理器通信模式、单线半双工通信模式和 LIN 主/从功能。

USART1/6 接口通信速率可达 4.5 Mbit/s，USART2/3/4/5 接口通信速率可达 2.25 Mbit/s。所有 USART 都具有硬件的 CTS 和 RTS 信号管理、兼容 ISO7816 的智能卡模式和类 SPI 通信模式。

3.25 SPI

HK32F103 MCU 多达 3 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 8 位或 16 位数据。硬件的 CRC 产生/校验支持基本的 SD 卡和 MMC 模式。

所有的 SPI 接口都可以使用 DMA 操作。

3 个 SPI 接口可以工作在 I2S 模式下。这 3 个标准的 I2S 接口可工作于主或从模式，并可以配置为 16 位或 32 位数据传输，亦可配置为输入或输出通道。支持的音频采样频率范围为 8 kHz 到 48 kHz。当任一个 I2S 接口配置为主模式，它的主时钟可以以 256 倍采样频率输出给外部的 DAC 或 CODEC（解码器）。

3.26 SDIO

SD/SDIO/MMC 主机接口支持 MMC 卡系统规范 4.2 版中的 3 个不同的数据总线模式：

- 1 位（默认）
- 4 位
- 8 位：在 8 位模式下，该接口的数据传输速率可达到 48 MHz，该接口与兼容 SD 存储卡规范 2.0 版。

SD 存储卡规范 2.0 版支持两种数据总线模式：1 位（默认）和 4 位。

当前芯片版本只能一次支持一个 SD/SDIO/MMC 4.2 版的卡，但可同时支持多个 MMC 4.1 版及以下的卡。除了 SD/SDIO/MMC，该接口完全与 CE-ATA 数字协议版本 1.1 兼容。

3.27 CAN

HK32F103 MCU 拥有 2 个独立的 CAN 接口。CAN 接口兼容规范 2.0A 和 2.0B（主动），位速率高达 1 Mbit/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 接口具有 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 USB

HK32F103 MCU 内嵌一个兼容全速 USB 的设备控制器，遵循全速 USB 设备标准，端点可由软件配置，

具有待机/恢复功能。USB 专用的 48 MHz 时钟由内部主 PLL 直接产生。

3.29 GPIO

每个 GPIO 管脚都可以由软件配置成输出（推拉或开路）、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。

3.30 ADC

内嵌 3 个 12 位的模拟/数字转换器（ADC），每个 ADC 共用多达 16 个外部通道，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。当被监视的信号超出预置的阈值时，将产生中断。由通用定时器（TIMx）和高级定时器（TIM1）产生的事件，可以分别内部级联到 ADC 的开始触发和注入触发事件。应用程序能使 AD 转换与时钟同步。

ADC 通道与 PIN 脚对应表：

表 3-8 ADC 通道与对应的 PIN 脚

外部 PIN 脚	ADC 通道	通道说明
PA0	ADC123_IN0	-
PA1	ADC123_IN1	-
PA2	ADC123_IN2	-
PA3	ADC123_IN3	-
PA4	ADC12_IN4	-
PA5	ADC12_IN5	-
PA6	ADC12_IN6	-
PA7	ADC12_IN7	-
PB0	ADC12_IN8	-
PB1	ADC12_IN9	-
PC0	ADC123_IN10	-
PC1	ADC123_IN11	-
PC2	ADC123_IN12	-
PC3	ADC123_IN13	-
PC4	ADC12_IN14	-
PC5	ADC12_IN15	-
PB3	ADC3_IN5	与 VC3 负端共享引脚
PB4	ADC3_IN6	与 VC3 正端共享引脚
PB5	ADC3_IN7	与 VC4 负端共享引脚
PB6	ADC3_IN8	与 VC4 正端共享引脚
-	ADC1_IN16	温度传感器
-	ADC1_IN17	内部电源模块

外部 PIN 脚	ADC 通道	通道说明
-	ADC1_IN18	V _{BAT} , 由 V _{BATEN} 控制, 内部 1/2 分压, 用于测量 V _{BAT} 电压。
PE2	ADC2_IN17	PE2 由 V _{REFEN} 控制, 经 ADC 内 buffer 到 CH17, 用于测量外部弱驱动的信号。
PE3	ADC2_IN18	-
PB12	ADC3_IN16	PB12 由 V _{BATEN} 控制, 经过 ADC 内部 1/2 分压到 CH16。可通过此 IO 测试外部高电压, 例如 USB V _{BUS} 、锂电池等。
PE4	ADC3_IN17	PE4 由 V _{REFEN} 控制, 经 ADC 内 buffer 到 CH17, 用于测量外部弱驱动的信号。
PE5	ADC3_IN18	-

3.31 DAC

HK32F103 MCU 集成了两个 12 位带缓冲的 DAC 通道, 用于将 2 路数字信号转换为 2 路模拟电压信号并输出。

这个双数字接口支持下述功能:

- 两个 DAC 转换器: 各有一个输出通道
- 8 位或 12 位单调输出
- 12 位模式下的左右数据对齐
- 同步更新功能
- 产生噪声波
- 产生三角波
- 双 DAC 通道独立或同步转换
- 每个通道都可使用 DMA 功能
- 外部触发进行转换
- 输入参考电压 V_{REF+}

HK32F103 MCU 中有 8 个触发事件可触发 DAC 转换。可通过定时器的更新事件触发 DAC 输出, 更新输出也可连接到不同的 DMA 通道。

3.32 模拟比较器

HK32F103 新增电压比较模块:

- 从 8 个 IO 上分别输入的 4 对电压到四个独立的电压比较器。
- 4 个电压比较器的输出结果可以输出到 IO 或者作为定时器的输入事件。
 - 1 个电压比较器的输出结果可以作为定时器 1 和 8 的 OCREF_CLR 事件。
 - 3 个电压比较器的输出结果可以作为定时器 1 和 8 的 Break 事件。
- 电压比较器的输出结果可以作为 EXTI 的输入事件以唤醒系统和产生中断。
- 每个电压比较器可编程的迟滞电压: 可选 0 和 30 mV。
- 每个电压比较器具有可编程的速度和功耗模式。
 - 低速超低功耗模式, 功耗低至 3 μA
 - 低速低功耗模式, 典型功耗 5 μA
 - 中速中等功耗模式, 典型功耗 40 μA
 - 高速高功耗模式, 典型功耗 100 μA
- 电压比较器输出高低极性可配置。

3.33 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成数字数值。

3.34 数字相机接口（DCMI）

DCMI 通过同步并行数字接口，接收片外 CMOS 相机模块发送的高速图像视频数据。DCMI 具备以下特点：

- 支持多种数据格式：YCbCr4:2:2/RGB565 视频数据和 JPEG 压缩数据
- 并行接口位宽可配置为 8 位、10 位、12 位或 14 位
- 像素时钟和同步信号的极性可配
- 支持连续帧采样或单帧采样
- 支持图像自动裁剪
- 支持跳帧、跳行和跳像素点采样
- 8-word 深度数据接收 FIFO

3.35 串行语音接口（SAI）

SAI 支持当前大多数的音频接口协议，支持的协议有：

- I2S
- LSB/MSB-justified
- PCM/DSP
- TDM
- AC'97
- SPDIF 发送端
- PDM 接收端

SAI 包含了两个独立的音频协议处理模块。每个模块有其独立的时钟单元和协议处理单元，用户可根据需要将其配置为：协同工作或独立工作、主接口或从接口、接收端或发送端。

SAI 支持的特征处理包括：双通道/单通道， μ_law/a_law 压缩解压等。

注意：

HK32F103 工程样片不提供 SAI 接口。

3.36 QSPI Flash 接口

QSPI 存储接口是一个针对一线、两线或者四线闪存存储的特殊通信接口。QSPI 的工作模式包括：

- 寄存器直接访问模式
- 外部闪存寄存器询问模式
- 内存映射模式

内存映射支持高达 256 MByte 的外部闪存，使用 8、16 和 32 位访问，并且支持代码执行。操作码与帧格式完全可编程。通信可以是 SDR 或者 DDR 方式。

3.37 TFT LCD 接口

TFT LCD 接口属于 FSMC 接口的一部分，它可以直接驱动液晶屏。TFT LCD 接口和 FSMC 其它功能，同一时间仅能择一使用。通过 FSMC 接口可以驱动 4 个 TFT LCD 面板（RGB565 格式：5 位红色、6 位绿色和

5 位蓝色), 包括 4 个面板对应的 4 个行同步、4 个列同步和 4 个数据有效指示信号。

3.38 TRNG 模块

TRNG 模块是一个以连续模拟噪声为基础的随机数发生器, 提供一个 32 位的随机数。

TRNG 时钟为 HSI 8 MHz 分频时钟。在使能 TRNG 后, 需要等待大约 1500 个时钟周期后再读取 RNG_DR 寄存器。

- 提供由模拟量发生器产生的 32 位随机数。
- 两个随机数的产生间隔为 32 个 8 MHz 时钟。
- 通过监视 TRNG 的熵来标识异常行为 (产生稳定值或产生稳定的值序列)。
- 可禁止 TRNG 模块以降低功耗。

3.39 AES 模块

HK32F103 MCU 集成了一个高级加解密单元, 它完全符合 FIPS 197 (Federal Information Processing Standards)。

- 支持 ECB/CBC/CTR 模式
- 支持 128 位、192 位和 256 位密钥加密
- 加解密计算时间:
 - 128 位密钥: 55 时钟周期
 - 192 位密钥: 65 时钟周期
 - 256 位密钥: 75 时钟周期
- 解密密钥准备时间:
 - 128 位密钥: 22 时钟周期
 - 192 位密钥: 26 时钟周期
 - 256 位密钥: 30 时钟周期
- 支持 AES 时钟随机化, 和 TRNG 模块配合, 随机化 AES 时钟
- 更方便的中断现场保护和中断现场恢复

3.40 Hash 模块

Hash 模块适用于数据验证的应用, 符合以下协议:

- FIPS PUB 180-2 (联邦信息处理标准出版物 180-2)
- 安全哈希标准规范 (SHA-256)

SHA-256 快速运算处理系统作为从设备时, 输入数据长度支持字、半字、字节和位 (仅支持小端排列)。

自动转换小端排列模式的输入数据以适应采用大端排列模式的 SHA-256 运算标准, 自动将最后一段输入数据补齐至 512 位 (16 x 32 位) 的摘要长度。

3.41 96 位 UID

96 位的产品唯一身份标识 (UID) 对任意一颗芯片, 在任何情况下都是唯一的。用户不能修改这个身份标识。按照用户不同的用法, 该 UID 可以字节 (8 位)、半字 (16 位) 或者全字 (32 位) 为单位进行读取。96 位 UID 适合以下应用。

- 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，将此唯一标识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。

3.42 调试及跟踪接口

内嵌 ARM 的 SWJ-DP 接口，其结合了 JTAG 和串行单线调试的接口，可以实现串行单线调试接口或 JTAG 接口的连接。JTAG 的 TMS 和 TCK 信号分别与 SWDIO 和 SWCLK 共用管脚，TMS 脚上的一个特殊的信号序列用于在 JTAG-DP 和 SW-DP 间切换。

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 4-24，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	4.0	V
V_{IN}	引脚上的输入电压	$V_{SS} - 0.3$	$V_{DD} + 4.0$	
$ \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	
$I_{INJ(PIN)}^{(2)}$	引脚上的注入电流 ⁽³⁾	± 5	
$\Sigma I_{INJ(PIN)}$	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， $\Sigma I_{INJ(PIN)}$ 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	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	120	MHz
f_{PCLK1}	内部 APB1 时钟频率	0	60	
f_{PCLK2}	内部 APB2 时钟频率	0	120	
V_{DD}	标准工作电压	2	3.6	V
$V_{DDA}^{(1)}$	模拟工作电压	2	3.6	V
V_{BAT}	备份部分工作电压	1.8	3.6	V
T	工作温度	-40	105	°C

(1). 建议使用相同的电源为 V_{DD} 和 V_{DDA} 供电。在上电和正常操作期间, V_{DD} 和 V_{DDA} 之间最多允许有 300 mV 的差别。

4.2.2 复位和低压检测

表 4-5 上电复位特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
T_{delay}	rstn 建立时间	-	-	40		μs
$V_{Threshold}$	复位门限	-	-	1.75		V

表 4-6 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 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 ⁽²⁾	1.8	1.88	1.96 ⁽³⁾	V
		上升沿	1.84 ⁽³⁾	1.92	2.00	V
V _{PDRhyst}	PDR 滞回	-	-	40	-	mV
t _{RSTTEMPO} ⁽³⁾	复位时间	-	1.50	2.50	4.50	ms

(1) PDR 监控 V_{DD} 和 V_{DDA}, POR 只监控 V_{DD}。

(2) 产品实际性能可保证低于 V_{POR/PDR} 最小值。

(3) 数据为理论设计值, 不是实际测试值。

4.2.4 内部参考电压

表 4-8 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	0.74	0.8	0.811	V

4.2.5 工作电流特性

表 4-9 工作电流特性

模式	条件	V _{DD} = 3.3V				单位
		-40°C	25°C	85°C	105°C	
Run 模式	HCLK=120MHz, Flash_LATENCY 设置 4 个等待周期, APB 时钟 enable, cache enable/disable	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 12.18 Cache disable: 11.2 	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 20.95 Cache disable: 19.34 	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 22.31 Cache disable: 20.71 	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 23.44 Cache disable: 21.82 	mA
	HCLK=120MHz, Flash_LATENCY 设置 4 个等待周期, APB 时钟 disable, cache enable/disable	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 6.71 Cache disable: 6.1 	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 11.50 Cache disable: 10.44 	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 12.74 Cache disable: 11.66 	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 13.81 Cache disable: 12.75 	mA
	HCLK = HSE (8MHz), Flash_LATENCY 设置 0 等待周期, APB 时钟 enable, cache enable/disable	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 1.83 Cache disable: 3.65 	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 1.98 Cache disable: 3.91 	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 3.08 Cache disable: 5.06 	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 4.1 Cache disable: 6.12 	mA
	HCLK = HSE (8MHz), Flash_LATENCY 设置 0 等待周期, APB 时钟 disable, cache enable/disable	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 1.19 Cache disable: 1.15 	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 1.36 Cache disable: 1.25 	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 2.39 Cache disable: 2.32 	<ul style="list-style-type: none"> Cache enable: 3.41 Cache disable: 3.36 	mA
	HCLK = LSI (40 kHz)	0.23	0.31	1.34	2.33	mA
	HCLK = LSE (32.768 kHz)	0.23	0.3	1.35	2.32	mA

模式	条件	V _{DD} = 3.3V				单位
		-40°C	25°C	85°C	105°C	
Sleep 模式	HCLK = 120 MHz, APB 时钟 enable	8.52	14.63	15.92	17.01	mA
	HCLK = 120 MHz, APB 时钟 disable	3.3	5.65	6.82	7.85	mA
	HCLK = HSI(8 MHz), APB 时钟 enable	1.56	1.69	2.95	3.72	mA
	HCLK = HSI(8 MHz), APB 时钟 disable	0.88	1.01	2.85	3.04	mA
Stop 模式	LDO 全速工作状态, HSE/HSI/LSE 关闭, IWDG 关闭。	202.67	303	1322	2179	μA
	LDO 低功耗状态, HSE/HSI/LSE 关闭, IWDG 关闭。	18.38	89.47	729	1374	μA
Standby 模式	LSI 和 IWDG 打开	2.98	3.87	16.74	30.29	μA
	LSI 和 IWDG 关闭	2.96	3.87	16.68	30.22	μA
	所有晶振关闭	2.35	3.36	16.16	29.72	μA
Shutdown 模式	LSE 打开且 RTC 运行(BKPPDS = 0)	1.7	2.67	11.98	21.87	μA
	LSE 关闭且 RTC 关闭(BKPPDS = 1)	0.04	0.09	0.62	1.60	μA
	LSE 关闭且 RTC 停止 (BKPPDS = 0)	1.31	2.19	11.41	21.27	μA
V _{BAT}	LSE/LSI 打开且 RTC 运行	1.7	2.67	11.98	25.86	μA
	LSE/LSI 打开且 RTC 停止	1.31	2.19	11.41	21.27	μA

4.2.6 HSE 时钟特性

HK32F103 MCU 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：

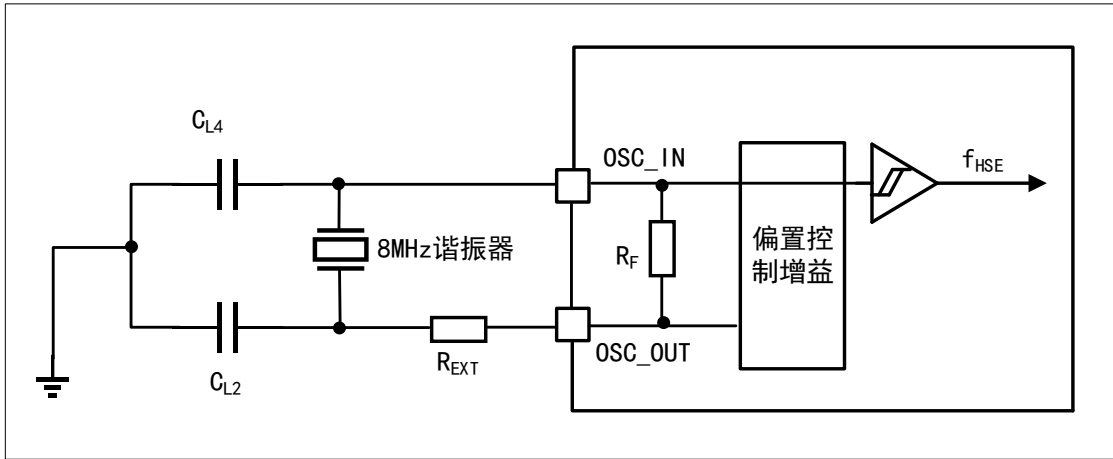


图 4-1 芯片外的推荐起振电路

HK32F103 也支持通过 OSC_IN 直接输入一个时钟信号，时钟信号要求如下。

表 4-10 外部高速时钟输入特性

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

4.2.7 LSE 时钟特性

HK32F103 MCU 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：

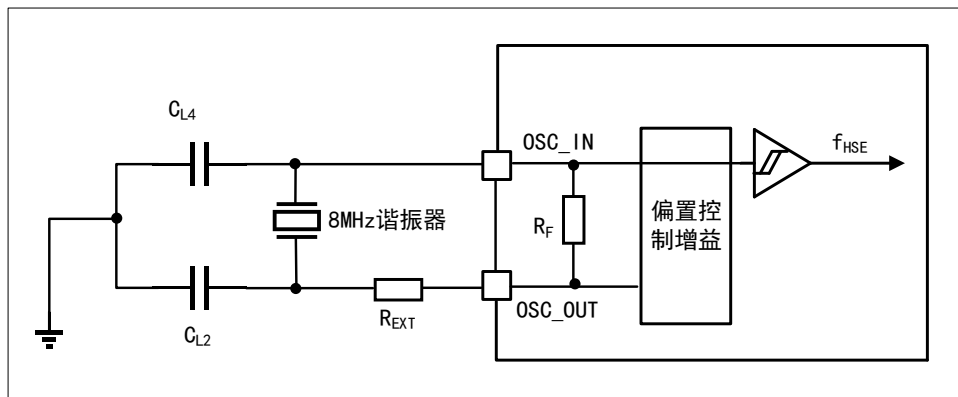


图 4-2 芯片外的推荐起振电路

HK32F103 MCU 也支持通过 OSC32_IN 直接输入一个时钟信号，时钟信号要求如下。

表 4-11 外部低速时钟输入特性

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		$0.7V_{DD}$		V_{DD}	
V_{LSEL}	输入引脚低电平		V_{SS}		$0.3V_{DD}$	

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$T_{W(LSE)}$	有效高/低电平时间		450			ns
$T_{r(LSE)}/T_{f(LSE)}$	上升/下降时间				50	
$C_{in(LSE)}$	输入容抗	-		5		pF
$DuCy_{(LSE)}$	占空比	-	30		70	%

4.2.8 HSI 时钟特性

表 4-12 内部快速时钟特性

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	%	
ACC_{HSI}	振荡器精度	RCC_CR 寄存器校准后			1		
		工厂校准	TA = -40 ~ 105 °C	2		2.5	%
			TA = -40 ~ 85 °C	1.5		2.2	%
			TA = 0 ~ 70 °C	1.3		2	%
TA = 25 °C	1.1			1.8	%		
$T_{su(HSI)}$	振荡器启动时间	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$	1		2	μs	
$I_{DD(HSI)}$	振荡器功耗	-		80	100	μA	

4.2.9 LSI 时钟特性

表 4-13 内部慢速时钟特性

符号	参数	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

4.2.10 PLL 特性

表 4-14 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		120	MHz
t_{LOCK}	锁相时间			200	μs
Jitter	循环抖动			300	ps

4.2.11 GPIO 输入时钟

HK32F103 MCU 支持从 PA1、PB1、PC7、PB7 输入时钟，要求如下：

表 4-15 GPIO 输入时钟特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
F_{ext}	输入时钟频率	1	8.0	64	MHz

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
	输入时钟占空比	40		60	%
Jitter	循环抖动			300	ps

4.2.12 Flash 存储器特性

表 4-16 Flash 存储器特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
T _{PROG}	单字节写入时间	6		7.5	μs
T _{ERASE}	页擦除时间	4		5	ms
	整片擦除时间	30		40	ms
IDD _{PROG}	单字节写入电流			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
N _{END}	擦写寿命	10			万次
t _{RET}	数据保存时间	20			年

4.2.13 IO 输入引脚特性

表 4-17 IO 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} = 3.3V	1.6			V
V _{IL}	输入低电平	V _{DD} = 3.3V			1.5	V
V _{IHhys}	输入高电平	V _{DD} = 3.3V				V
V _{ILhys}	输入低电平	V _{DD} = 3.3V				V
V _{hys}	施密特触发器电压迟滞	V _{DD} = 3.3V		450mV@3.3V		mV
I _{ikg}	输入漏电流	V _{DD} = 3.3V 0 < V _{IN} < 3.3V			1	μA
		V _{DD} = 3.3V V _{IN} = 5V			1	μA
R _{PU}	上拉电阻	V _{IN} = V _{SS}		35		KΩ
R _{PD}	下拉电阻	V _{IN} = V _{DD}		35		KΩ
C _{IO}	I/O 引脚电容			5		pF

4.2.14 IO 输出引脚特性

表 4-18 IO 引脚输出直流特性

速度模式	符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
10	V _{OL}	输出低电平	CL = 50pF, V _{DD} = 2V ~ 3.6V		2	MHz
	V _{OH}	输出高电平	R _{Load} = 5 Kohm		125	ns
01	V _{OL}	输出低电平	CL = 50pF, V _{DD} = 2V ~ 3.6V		2	MHz
	V _{OH}	输出高电平	R _{Load} = 5 Kohm		125	ns

速度模式	符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
11	V _{OL}	输出低电平	CL = 50pF, V _{DD} = 2V ~ 3.6V		2	MHz
	V _{OH}	输出高电平	R _{Load} = 5 Kohm		125	ns

表 4-19 IO 引脚输出交流特性

模式	符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
10	f _{max(IO)out}	最大频率	CL = 50 pF, V _{DD} = 2 V ~ 3.6 V		2	MHz
	t _{rf(IO)out}	输出高到低电平的下降时间			125	ns
	t _{rl(IO)out}	输出低到高电平的上升时间			125	
01	f _{max(IO)out}	最大频率	CL = 50 pF, V _{DD} = 2 V ~ 3.6 V		10	MHz
	t _{rf(IO)out}	输出高到低电平的下降时间			25	ns
	t _{rl(IO)out}	输出低到高电平的上升时间			25	
11	f _{max(IO)out}	最大频率	CL = 50 pF, V _{DD} = 2.7 V ~ 3.6 V		50	MHz
	t _{rf(IO)out}	输出高到低电平的下降时间	CL = 50 pF, V _{DD} = 2.7 V ~ 3.6 V		5	ns
	t _{rl(IO)out}	输出低到高电平的上升时间	CL = 50 pF, V _{DD} = 2.7 V ~ 3.6 V		5	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，外围应用电路可以不接任何电路，也可以外接 RC 电路。

表 4-20 NRST 引脚输入特性

符号	参数	最小值	最大值	单位
V _{IL}	NRST 输入低电平电压		0.8	V
V _{IH}	NRST 输入高电平电压	2		V
V _{hys}	施密特触发器电压		200	mV
R _{pull}	内部弱上拉电阻		50	K
T _{Noise}	低电平被忽略		100	ns

4.2.16 TIM 计数器特性

表 4-21 TIM 引脚输入特性

符号	条件	最小值	最大值	单位
T _{res(TIM)}	定时器分辨时间	1		T _{TIMxCLK}
F _{EXT}	CH1 至 CH4 的定时器外部时钟频率	0	F _{TIMxCLK} /2 ⁽¹⁾	MHz
RES _{TIM}	定时器分辨率		16	bit
T _{counter}	当选择内部时钟时，内部时钟作为 16 位计数器的时钟输入	1	65536	T _{TIMxCLK}
T _{MAX_COUNT}	最大可能的计数		65536x65536	T _{TIMxCLK}

(1). f_{TIMxCLK} = 120 MHz

4.2.17 ADC 特性

表 4-22 ADC 特性

项目	描述	条件	最小	典型	最大	单位
V _{DDA}	ADC 供电		2	3.3	3.6	V

项目	描述	条件	最小	典型	最大	单位
V _{REF+}	正参考电压		2		V _{DDA}	V
V _{REF-}	负参考电压		0			V
I _{VREF}	参考输入电流			150	480	μA
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	±4	LSB
DNL	微分非线性（过程中转换误差最大值点）	f _{ADC} = 14 MHz R _{AIN} < 10KΩ 校准后测试 V _{DDA} =2.4~3.6V		±1	±3	LSB
f _{ADC}	ADC 时钟频率		0.6		14	MHz
f _s	采样频率		0.05		1	MHz
f _{TRIG}	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 _{SSA} 或 V _{REF-} 接地)		V _{REF+}	V
R _{AIN}	外部输入阻抗				50	kΩ
R _{ADC}	采样开关电阻				1	kΩ
C _{ADC}	采样保持电容				5	pF
t _{CAL}	ADC 校验时间	f _{ADC} = 14 MHz	5.9			μs
			83			1/f _{ADC}
t _{iat}	注入触发转换延迟	f _{ADC} = 14 MHz			0.214	μs
					3	1/f _{ADC}
t _{iatr}	常规触发转换延迟	f _{ADC} = 14 MHz			0.143	μs
					2	1/f _{ADC}
t _s	采样时间	f _{ADC} = 14 MHz	0.107		17.1	μs
			1.5		239.5	1/f _{ADC}
t _{STAB}	上电启动时间		0	0	1	μs
t _{CONV}	总转换时间（包括采样时间）	f _{ADC} = 14 MHz	1		18	μs
			14 到 252 (t _s + 12.5 用于逐次逼近)			1/f _{ADC}

4.2.18 DAC 特性

表 4-23 DAC 特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
V _{DDA}	模拟供电电压	1.8	3.3	3.6	V
V _{REF+}	参考供电电压	1.8	3.3	3.6	V
V _{SSA}	地线	0	0	0	V
R _{LOAD}	缓冲器打开时的负载电阻	5			kΩ
R _O	缓冲器关闭时的输出电阻		15		kΩ
C _{LOAD}	电容负载				pF

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
DAC_OUT min	缓冲器打开时低端的 DAC_OUT 电压	0.1			V
DAC_OUT max	缓冲器打开时高端的 DAC_OUT 电压			$V_{DD} - 0.1$	V
DAC_OUT min	缓冲器关闭时低端的 DAC_OUT 电压	0			mV
DAC_OUT max	缓冲器关闭时高端的 DAC_OUT 电压			V_{REF}	V
$I_{DDVREF+}$	静止模式（待机模式）下的 DAC 直流消耗	108	135	162	μA
I_{DDA}	静止模式下的 DAC 直流消耗			429	μA
				429	μA
DNL	非线性失真（2 个连续代码间的偏差）			± 1	LSB
				± 1	LSB
INL	非线性累积（在代码 0 和代码 1023 连线上代码 i 的值和在代码 i 时的测量值间的偏差）			± 4	LSB
				± 4	LSB
Offset	偏移误差（在代码 0x800 时的测量值和理想值 $V_{REF+}/2$ 之间的偏差）			± 10	mV
				± 12	LSB
Gain error	增益误差			± 0.5	%
$t_{SETTLING}$	$\pm 1LSB$ 设置时间（全范围：当 DAC_OUT 达到最终值的 $\pm 1LSB$ 时，10 位输入代码从最小值到最大值的转换）		3	4	μs
Update rate	当输入代码为较小变化（从数值 i 变到 $i+1LSB$ ）时，得到正确 DAC_OUT 的最大频率。			1	MS/s
t_{WAKEUP}	从关闭状态唤醒所需时间（设置 DAC 控制寄存器的 ENx 位）		6.5	10	μs
PSRR+	供电抑制比（相对于 V_{DDA} ）（静态直流测量）		67	40	dB

4.2.19 温度传感器特性

表 4-24 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	传感器温度线性度	-		± 1	± 2	$^{\circ}C$
V_{25}	传感器输出电压	at 25 $^{\circ}C$	0.76	0.909	0.94	V
Avg_Slope	平均斜率	-	2.9	3	3.1	mV/ $^{\circ}C$
t_{START}	建立时间		4		10	μs
T_s_{temp}	当读取温度时，ADC 采样时间					μs

5 典型电路

5.1 电源供电

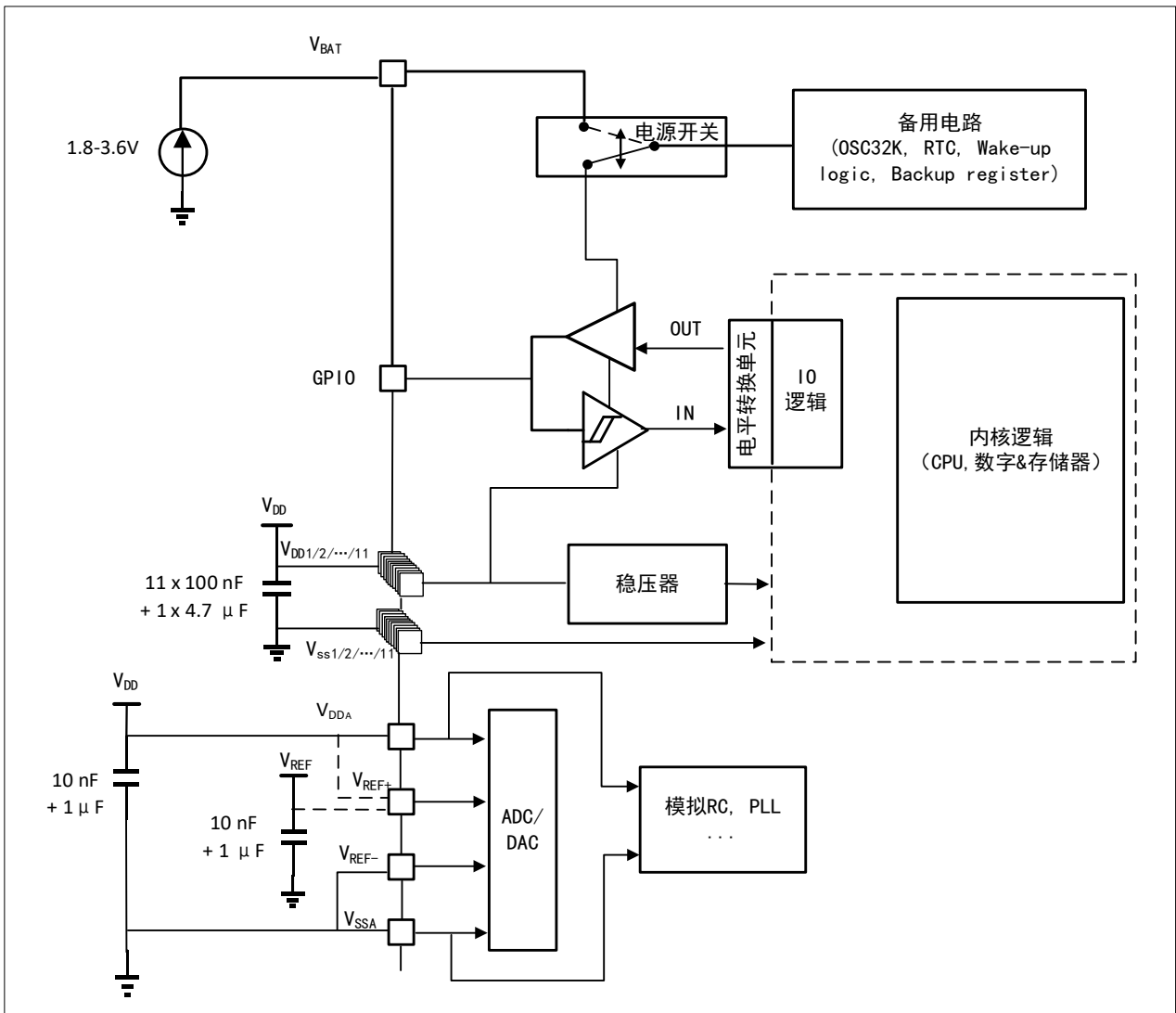


图 5-1 电源供电

6 管脚定义

HK32F103 MCU 提供 LQFP64/LQFP100 两种封装，各封装的管脚定义如下。

6.1 LQFP64 封装

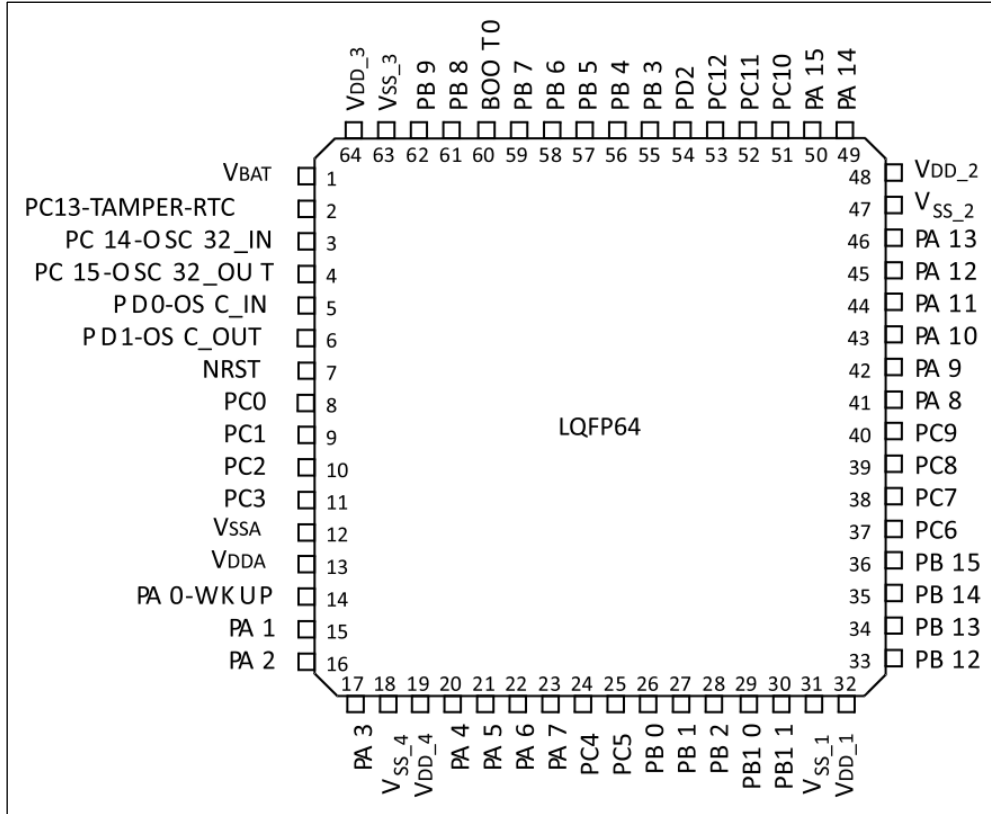


图 6-1 LQFP64 封装

6.2 LQFP100 封装

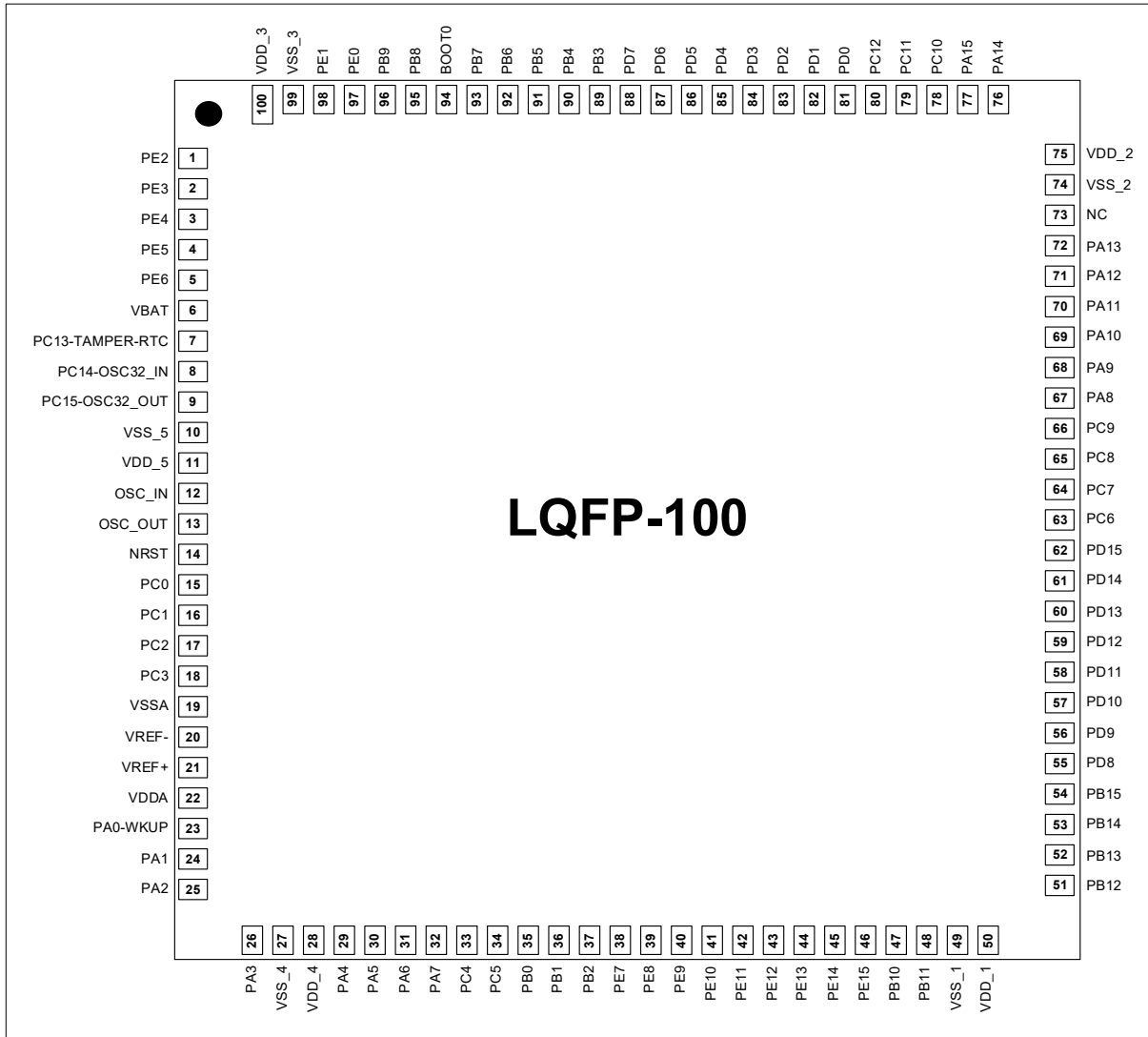


图 6-2 LQFP100 封装

6.3 LQFP64/LQFP100 的管脚定义

LQFP64/LQFP100 封装的管脚定义如下表所示。

表 6-1 LQFP64/LQFP100 封装管脚定义

引脚编号		引脚名	类型 ⁽¹⁾	电平 ⁽²⁾	主功能	可选的复用功能	
LQFP64	LQFP100					默认复用功能	重定义功能
	1	PE2	I/O	-	PE2	TRACECKO/FSMC_A23 ADC2_IN17	TXEV/EXTIN2/SAI_MCLK_A
	2	PE3	I/O	-	PE3	TRACED0/FSMC_A19 ADC2_IN18	TXEV/EXTIN3
	3	PE4	I/O	-	PE4	TRACED1/FSMC_A20 ADC3_IN17	TXEV/EXTIN4/SAI_FS_A
	4	PE5	I/O	-	PE5	TRACED2/FSMC_A21 ADC3_IN18	TXEV/EXTIN5/SAI_SCK_A
	5	PE6	I/O	-	PE6	TRACED3/FSMC_A22	TXEV/EXTIN6/SAI_SD_A

引脚编号		引脚名	类型 ⁽¹⁾	电平 ⁽²⁾	主功能	可选的复用功能	
LQFP64	LQFP100					默认复用功能	重定义功能
1	6	VBAT	S	-	VBAT		
2	7	PC13- TAMPER-RTC	I/O ⁽³⁾	-	PC13	TAMPER-RTC/WKUP1/RTCO QSPI_BK1_NCS	TXEV/EXTIN13
3	8	PC14- OSC32_IN	I/O ⁽³⁾	-	PC14	OSC32_IN/LSE_CK1	TXEV/EXTIN14
4	9	PC15- OSC32_OUT	I/O ⁽³⁾	-	PC15	OSC32_OUT	TXEV/EXTIN15
	10	VSS_5	S	-	VSS_5		
	11	VDD_5	S	-	VDD_5		
5	12	OSC_IN	I	-	OSC_IN	OSC_IN/HSE_CK1 CAN1_RX2	TXEV/PD02 EXTIN02
6	13	OSC_OUT	O	-	OSC_OUT	OSC_OUT CAN1_TX2	TXEV/PD12 EXTIN12
7	14	NRST	I/O	-	NRST		
8	15	PC0	I/O	-	PC0	ADC123_IN10 DCMI_PIXCLK	TXEV/EXTIN0 FSMC_A13
9	16	PC1	I/O	-	PC1	ADC123_IN11 DCMI_PIXDI13/TFT_DEN1	TXEV/EXTIN1
10	17	PC2	I/O	-	PC2	ADC123_IN12 DCMI_PIXDI12/TFT_VSYNC1	TXEV/EXTIN2
11	18	PC3	I/O	-	PC3	ADC123_IN13 DCMI_PIXDI11/TFT_HSYNC1	TXEV/EXTIN3
12	19	VSSA	S	-	VSSA		
	20	VREF-	S	-	VREF-		
	21	VREF+	S	-	VREF+		
13	22	VDDA	S	-	VDDA		
14	23	PA0-WKUP	I/O ⁽³⁾	-	PA0	WKUP0/USART2_CTS/ADC123_IN0 TIM2_CH1_ETR/TIM5_CH1/TIM8_ETR/EXTIN0 DCMI_PIXDI10/	TXEV FSMC_NE4
15	24	PA1	I/O	-	PA1	USART2_RTS/ADC123_IN1 TIM5_CH2/TIM2_CH2/EXTIN1 RCC_CK10/DCMI_PIXDI9	TXEV FSMC_A14
16	25	PA2	I/O	-	PA2	USART2_TX/TIM5_CH3 ADC123_IN2/TIM2_CH3/EXTIN2 TFT_DCLK	TXEV
17	26	PA3	I/O	-	PA3	USART2_RX/TIM5_CH4 ADC123_IN3/TIM2_CH4/EXTIN3 DCMI_PIXDI8/SAI_MCLK_A	TXEV FSMC_A15
18	27	VSS_4	S	-	VSS_4		
19	28	VDD_4	S	-	VDD_4		
20	29	PA4	I/O	-	PA4	SPI1_NSS/USART2_CK DAC1_OUT/ADC12_IN4/EXTIN4	TXEV

引脚编号		引脚名	类型 ⁽¹⁾	电平 ⁽²⁾	主功能	可选的复用功能	
LQFP64	LQFP100					默认复用功能	重定义功能
						TFT_DEN2/I2S1_WS/TIM5_ETR/SAI_FS_B	
21	30	PA5	I/O	-	PA5	SPI1_SCK/DAC2_OUT ADC12_IN5/EXTIN5 TFT_VSYNC2/I2S1_CK/SAI_MCLK_B	TXEV
22	31	PA6	I/O	-	PA6	SPI1_MISO/TIM8_BKIN ADC12_IN6/TIM3_CH1/EXTIN6 TFT_HSYNC2/SAI_SCK_B	TXEV/TIM1_BKIN
23	32	PA7	I/O	-	PA7	SPI1_MOSI/TIM8_CH1N/ADC12_IN7/TIM3_CH2/EXTIN7 DCMI_PIXDI7/I2S1_SD/SAI_SD_B	TXEV/TIM1_CH1N FSMC_A0
24	33	PC4	I/O	-	PC4	ADC12_IN14 DCMI_PIXDI6//I2S1_MCK	TXEV/EXTIN4 FSMC_A1
25	34	PC5	I/O	-	PC5	ADC12_IN15 DCMI_PIXDI5	TXEV/EXTIN5 FSMC_A2
26	35	PB0	I/O ⁽³⁾	-	PB0	ADC12_IN8/TIM3_CH3/TIM8_CH2N WKUP2/DCMI_PIXDI4	TXEV/TIM1_CH2N/EXTIN0 FSMC_A3/CAN2_RX
27	36	PB1	I/O	-	PB1	ADC12_IN9/TIM3_CH4/TIM8_CH3N RCC_CK11/DCMI_PIXDI3	TXEV/TIM1_CH3N/EXTIN1 FSMC_A4/CAN2_TX
28	37	PB2	I/O	-	PB2	BOOT1 QSPI_BK1_IO0/USART6_CK	TXEV/EXTIN2 FSMC_A5/SAI_SD_A
	38	PE7	I/O		PE7	FSMC_D4	TXEV/TIM1_ETR/EXTIN7 SAI_SD_B
	39	PE8	I/O		PE8	FSMC_D5	TXEV/TIM1_CH1N/EXTIN8 SAI_SCK_B
	40	PE9	I/O		PE9	FSMC_D6	TXEV/TIM1_CH1/EXTIN9 SAI_FS_B
	41	PE10	I/O		PE10	FSMC_D7	TXEV/TIM1_CH2N/EXTIN10 SAI_MCLK_B
	42	PE11	I/O		PE11	FSMC_D8	TXEV/TIM1_CH2/EXTIN11
	43	PE12	I/O		PE12	FSMC_D9	TXEV/TIM1_CH3N/EXTIN12
	44	PE13	I/O		PE13	FSMC_D10	TXEV/TIM1_CH3/EXTIN13
	45	PE14	I/O		PE14	FSMC_D11	TXEV/TIM1_CH4/EXTIN14
	46	PE15	I/O		PE15	FSMC_D12	TXEV/TIM1_BKIN/EXTIN15
29	47	PB10	I/O		PB10	I2C2_SCL/USART3_TX VC1_O	TXEV/TIM2_CH3/EXTIN10

引脚编号		引脚名	类型 ⁽¹⁾	电平 ⁽²⁾	主功能	可选的复用功能	
LQFP64	LQFP100					默认复用功能	重定义功能
							FSMC_INT2/ SAI_SCK_A
30	48	PB11	I/O		PB11	I2C2_SDA/USART3_RX VC2_O	TXEV/TIM2_CH4/EXTIN11 FSMC_INT3
31	49	VSS_1	S		VSS_1		
32	50	VDD_1	S		VDD_1		
33	51	PB12	I/O		PB12	SPI2_NSS/I2S2_WS/I2C2_SMBA/USART3_CK/TIM1_BKIN DCMI_PIXDI2/TFT_RST3/ADC3_IN16/CAN2_RX	TXEV/EXTIN12
34	52	PB13	I/O		PB13	SPI2_SCK/I2S2_CK/USART3_CTS/TIM1_CH1N DCMI_PIXDI1/TFT_VSYNC3/CAN2_TX/USART6_TX	TXEV/EXTIN13
35	53	PB14	I/O		PB14	SPI2_MISO/TIM1_CH2N/USART3_RTS DCMI_PIXDIO/TFT_HSYNC3/USART6_RX	TXEV/EXTIN14
36	54	PB15	I/O		PB15	SPI2_MOSI/I2S2_SD/TIM1_CH3N USART4_CK	TXEV/EXTIN15 FSMC_INTR
	55	PD8	I/O		PD8	FSMC_D13	TXEV/USART3_TX/EXTIN8
	56	PD9	I/O		PD9	FSMC_D14	TXEV/USART3_RX/EXTIN9
	57	PD10	I/O		PD10	FSMC_D15	TXEV/USART3_CK/EXTIN10
	58	PD11	I/O		PD11	FSMC_A16_CLE	TXEV/USART3_CTS/EXTIN11
	59	PD12	I/O		PD12	FSMC_A17_ALE	TXEV/TIM4_CH1/USART3_RTS/EXTIN12
	60	PD13	I/O		PD13	FSMC_A18	TXEV/TIM4_CH2/EXTIN13
	61	PD14	I/O		PD14	FSMC_D0	TXEV/TIM4_CH3/EXTIN14
	62	PD15	I/O		PD15	FSMC_D1	TXEV/TIM4_CH4/EXTIN15
37	63	PC6	I/O		PC6	I2S2_MCK/TIM8_CH1/SDIO_D6 USART4_CTS	TXEV/TIM3_CH1/EXTIN6 FSMC_A6
38	64	PC7	I/O		PC7	I2S3_MCK/TIM8_CH2/SDIO_D7 RCC_CK12/USART4_RTS	TXEV/TIM3_CH2/EXTIN7 FSMC_A7
39	65	PC8	I/O		PC8	TIM8_CH3/SDIO_D0	TXEV/TIM3_CH3/EXTIN8 FSMC_A8/USART1_CTS/USART5_TX
40	66	PC9	I/O		PC9	TIM8_CH4/SDIO_D1	TXEV/TIM3_CH4/EXTIN9

引脚编号		引脚名	类型 ⁽¹⁾	电平 ⁽²⁾	主功能	可选的复用功能	
LQFP64	LQFP100					默认复用功能	重定义功能
							FSMC_A9/USART1_RTS /USART5_RX
41	67	PA8	I/O		PA8	USART1_CK/TIM1_CH1/MCO/EXTI N8 QSPI_BK1_IO1/SAI_SCK_A	TXEV FSMC_A10
42	68	PA9	I/O		PA9	USART1_TX/TIM1_CH2/EXTIN9 QSPI_BK1_IO2/SAI_FS_A	TXEV FSMC_A11
43	69	PA10	I/O		PA10	USART1_RX/TIM1_CH3/EXTIN10 QSPI_BK1_IO3/SAI_SD_A	TXEV FSMC_A12
44	70	PA11	I/O		PA11	USART1_CTS/USBDM/CAN1_RX/TI M1_CH4/EXTIN11 DCMI_VSYNC	TXEV
45	71	PA12	I/O		PA12	USART1_RTS/USBDP/CAN1_TX/TIM 1_ETR/EXTIN12 DCMI_HSYNC	TXEV
46	72	PA13	I/O		JTMS- SWDIO	USART6_CTS	PA13 TXEV/DCMI_VSYNC FSMC_NIORD
	73	NC					
47	74	VSS_2	S		VSS_2		
48	75	VDD_2	S		VDD_2		
49	76	PA14	I/O		JTCK-SWCLK	EXTIN14 DCMI_HSYNC /USART5_CK	PA14 TXEV/FSMC_NIOWR USART2_CTS/I2C1_SMB A
50	77	PA15	I/O		JTDI	SPI3_NSS/I2S3_WS/EXTIN15 QSPI_CKO/USART6_RTS/I2S1_WS	TXEV/TIM2_CH1_ETR/P A15/SPI1_NSS FSMC_NREG/USART2_R TS
51	78	PC10	I/O		PC10	USART4_TX/SDIO_D2 VC1_N	TXEV/USART3_TX/EXTI N10 FSMC_A24/USART2_TX
52	79	PC11	I/O		PC11	USART4_RX/SDIO_D3 VC1_P	TXEV/USART3_RX/EXTI N11 FSMC_A25/USART2_RX
53	80	PC12	I/O		PC12	USART5_TX/SDIO_CK VC2_N	TXEV/USART3_CK/EXTI N12 FSMC_NE2_NCE3/USAR T2_CK
	81	PD0	I/O		PD0	FSMC_D2	TXEV/CAN1_RX/EXTIN0
	82	PD1	I/O		PD1	FSMC_D3	TXEV/CAN1_TX/EXTIN1
54	83	PD2	I/O		PD2	TIM3_ETR/USART5_RX/SDIO_CMD VC2_P	TXEV/EXTIN2 FSMC_NE3_NCE4_1
	84	PD3	I/O		PD3	FSMC_CLK USART5_CTS	TXEV/USART2_CTS/EXTI N3 SPI3_NSS/I2S3_WS

引脚编号		引脚名	类型 ⁽¹⁾	电平 ⁽²⁾	主功能	可选的复用功能	
LQFP64	LQFP100					默认复用功能	重定义功能
	85	PD4	I/O		PD4	FSMC_NOE USART5_RTS	TXEV/USART2_RTS/EXTIN4 SPI3_SCK/I2S3_CK
	86	PD5	I/O		PD5	FSMC_NWE	TXEV/USART2_TX/EXTIN5 SPI3_MISO
	87	PD6	I/O		PD6	FSMC_NWAIT	TXEV/USART2_RX/EXTIN6 SPI3_MOSI/I2S3_SD
	88	PD7	I/O		PD7	FSMC_NE1/FSMC_NCE2	TXEV/USART2_CK/EXTIN7
55	89	PB3	I/O		JTDO	SPI3_SCK/I2S3_CK TFT_RST4/QSPI_BK2_NCS/ADC3_IN5/VC3_N	TXEV/PB3/TRACESWO/TIM2_CH2/SPI1_SCK/EXTIN3 DCMI_PIXDI13/I2S1_CK/SAI_SCK_B
56	90	PB4	I/O		NJTRST	SPI3_MISO TFT_VSYNC4/QSPI_BK2_IO0/ADC3_IN6/VC3_P	TXEV/PB4/TIM3_CH1/SPI1_MISO/EXTIN4 DCMI_PIXDI12/SAI_MCLK_B
57	91	PB5	I/O		PB5	I2C1_SMBA/SPI3_MOSI/I2S3_SD TFT_VSYNC4/QSPI_BK2_IO1/ADC3_IN7/VC4_N	TXEV/TIM3_CH2/SPI1_MOSI/EXTIN5 DCMI_PIXDI11/CAN2_RX/I2S1_SD/SAI_SD_B
58	92	PB6	I/O		PB6	I2C1_SCL/TIM4_CH1 QSPI_BK2_IO2/ADC3_IN8/VC4_P	TXEV/USART1_TX/EXTIN6 DCMI_PIXDI10/FSMC_NCE4_2/CAN2_TX/I2S1_MCK/SAI_FS_B
59	93	PB7	I/O		PB7	I2C1_SDA/FSMC_NADV/TIM4_CH2 RCC_CK13/QSPI_BK2_IO3	TXEV/USART1_RX/EXTIN7
60	94	BOOT0	I		BOOT0		
61	95	PB8	I/O		PB8	TIM4_CH3/SDIO_D4 VC3_O	TXEV/I2C1_SCL/CAN1_RX/EXTIN8 FSMC_CD/USART4_TX/SAI_MCLK_A
62	96	PB9	I/O		PB9	TIM4_CH4/SDIO_D5 VC4_O	USART4_RX TXEV/I2C1_SDA/CAN1_TX/EXTIN9/SAI_FS_A
	97	PE0	I/O		PE0	TIM4_ETR/FSMC_NBL0	TXEV/EXTIN0
	98	PE1	I/O		PE1	FSMC_NBL1	TXEV/EXTIN1
63	99	VSS_3	S		VSS_3		
64	100	VDD_3	S		VDD_3		

(1). I = input, O=output, I/O= input/output, S= power supply。

(2). FT: 5V 容限输入。

(3). 除了这些 IO, 都具有 Schmitt 功能, 可通过寄存器配置。

7 功能说明

7.1 OSC_IN/OSC_OUT 复用功能说明

表 7-1 OSC_IN/OSC_OUT 复用功能

LQFP64					
Pin5/Pin6: 上电默认是 OSC_IN/OSC_OUT 功能, 可通过软件重定义为 PD0/PD1 功能, 也可配置为其他可选的复用功能。					
Pin5	OSC_IN	IO	OSC_IN	OSC_IN/HSE_CKI CAN1_RX	TXEV/PD0 EXTIN0
Pin6	OSC_OUT	IO	OSC_OUT	OSC_OUT CAN1_TX	TXEV/PD1 EXTIN1
LQFP100					
<ul style="list-style-type: none"> Pin12/Pin13: 上电默认是 OSC_IN/OSC_OUT 功能, 可以软件配置为 HSECKI 功能。 Pin81/Pin82: 上电默认是 PD0/PD1, 可以配置为其他可选的复用功能。 					
Pin12	OSC_IN	I	OSC_IN	OSC_IN/HSE_CKI	-
Pin13	OSC_OUT	O	OSC_OUT	OSC_OUT	-

7.2 FSMC 复用功能说明

TBD

7.3 TFT 复用功能说明

TBD

7.4 USART 复用功能说明

TBD

8 封装参数

8.1 LQFP64 封装

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

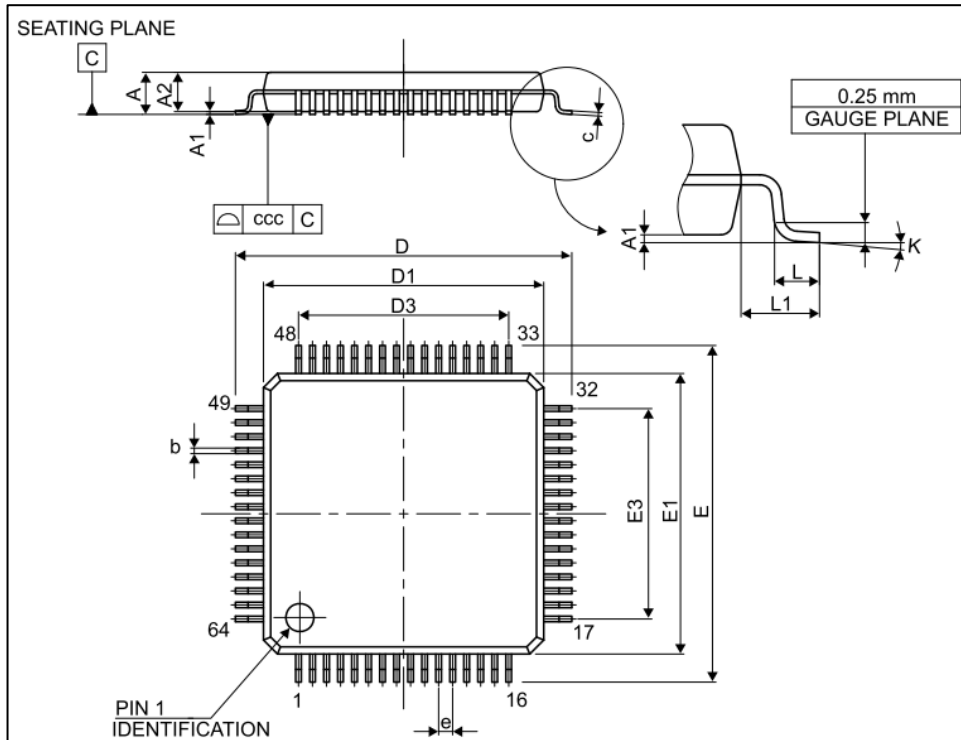


图 8-1 LQFP64F 封装尺寸

表 8-1 LQFP64F 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	-	7.5000	-	-	0.2953	-
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。

8.2 LQFP64 推荐封装

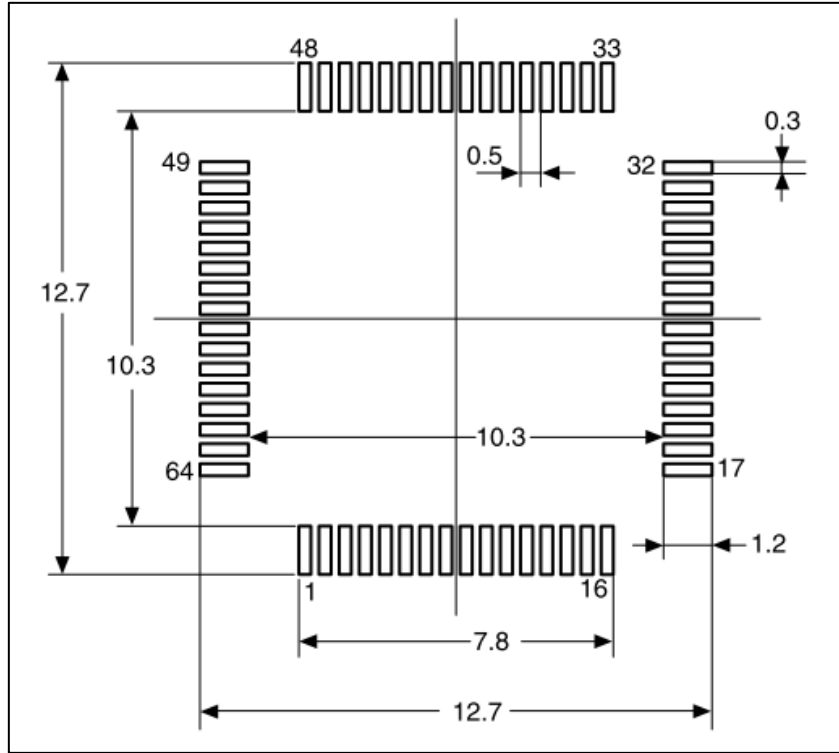


图 8-2 LQFP64 推荐封装尺寸

图 8-2 中所标注尺寸的单位为毫米 (mm)。

8.3 LQFP100 封装

LQFP100 为 14 x 14mm, 0.5mm 间距, 100 脚低剖面方形扁平封装。

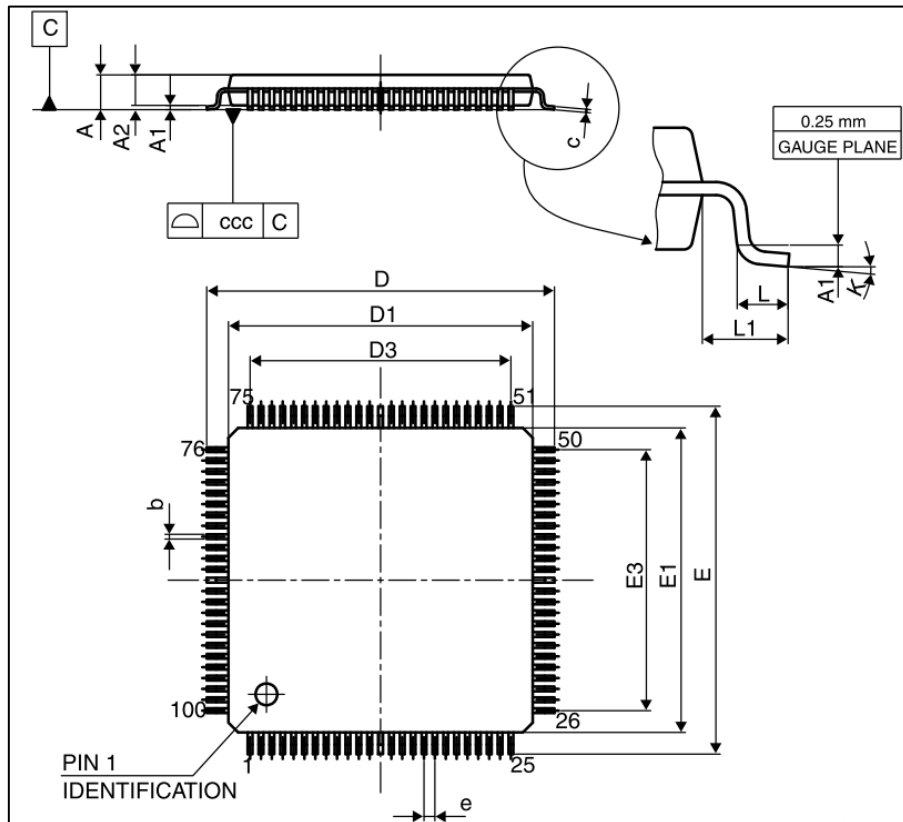


图 8-3 LQFP100 封装尺寸

表 8-2 LQFP100 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	-	-	1.600	-	-	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	15.800	16.000	16.200	0.6220	0.6299	0.6378
D1	13.800	14.000	14.200	0.5433	0.5512	0.5591
D3	-	12.000	-	-	0.4724	-
E	15.800	16.000	16.200	0.6220	0.6299	0.6378
E1	13.800	14.000	14.200	0.5433	0.5512	0.5591
E3	-	12.000	-	-	0.4724	-
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。

8.4 LQFP100 推荐封装

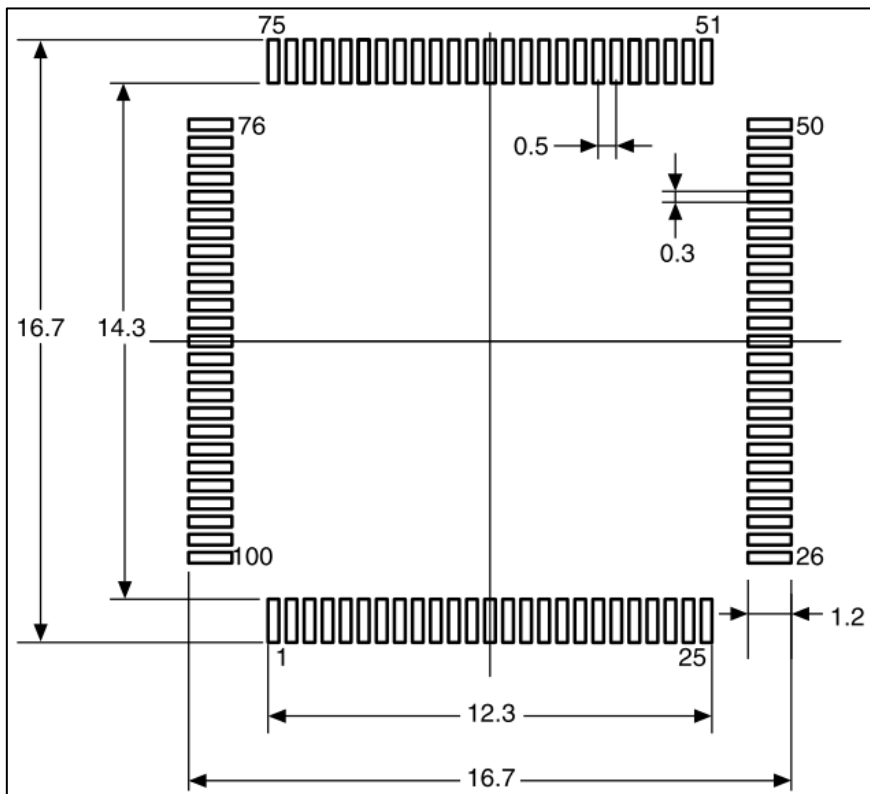


图 8-4 LQFP100 推荐封装

图 8-4 中所标注尺寸的单位为毫米 (mm)。

9 订货信息

表 9-1 产品订货包装

具体型号	包装	备注
HK32F103RCT6	卷带或 Tray 盘	-
HK32F103RDT6	卷带或 Tray 盘	-
HK32F103RET6	卷带或 Tray 盘	-
HK32F103VCT6	卷带或 Tray 盘	-
HK32F103VDT6	卷带或 Tray 盘	-
HK32F103VET6	卷带或 Tray 盘	-

10 缩略语

缩写	全称	中文描述
ADC	Analog-To-Digital Converter	模拟数字转换器
AES	Advanced Encryption Standard	高级加密标准
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
DCMI	Digital Camera Memory Interface	数字相机接口
DMA	Direct Memory Access	直接存储器访问
ECB	Extended Interrupts and Events Controller	中断和事件控制器
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)
LVD	Low Voltage Detect	低电压检测
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	Power Voltage Detect	电压检测
PWM	Pulse Width Modulation	脉宽调制
QSPI	Queued Serial Peripheral Interface	队列串行外围接口
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
SAI	Serial Audio Interface	串行音频接口
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

缩写	全称	中文描述
TRNG	True Random Number Generator	真随机数生成器
USART	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter	通用同步/异步收发器
WWDG	Window Watchdog	窗口看门狗

11 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 2015-2021

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