



# HK32D010 数据手册

版本：1.0

发布日期：2023-11-03

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 HK32D010 系列芯片的功能框图、存储器映射、外设接口、电气特性、管脚封装等，旨在帮助用户快速了解该系列芯片的特点及功能。

## 读者对象

本文适用于以下读者：

- 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 HK32D010 系列芯片。

## 修订记录

版本	日期	修订内容
0.99	2023/04/09	Alpha 版本发布
1.0	2023/11/03	首次官网发布

# 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.....	4
3 功能介绍.....	6
3.1 结构框图.....	6
3.2 存储器映射.....	6
3.3 存储器.....	7
3.3.1 Flash .....	7
3.3.2 内置 SRAM.....	7
3.4 CRC 计算单元 .....	8
3.5 供电方案.....	8
3.6 电源监控器.....	8
3.7 低功耗模式.....	8
3.8 复位 .....	8
3.8.1 系统复位.....	8
3.8.2 电源复位.....	9
3.9 时钟和时钟树.....	9
3.10 RTC .....	11
3.11 GPIO .....	11
3.12 SYSCFG.....	11
3.13 引脚选择功能（IOMUX） .....	11
3.14 Boot 模式.....	11
3.15 中断与事件.....	12
3.15.1 NVIC.....	12
3.15.2 EXTI.....	12
3.16 独立看门狗（IWDG） .....	12
3.17 窗口看门狗（WWDG） .....	13
3.18 定时器.....	13
3.18.1 通用定时器.....	13

3.18.2 基本定时器.....	13
3.18.3 System Tick 定时器.....	13
3.19 ADC.....	14
3.20 电压比较器（COMP）.....	14
3.21 蜂鸣器（Beeper）.....	14
3.22 I2C 总线.....	14
3.23 通用异步收发器（UART）.....	15
3.24 串行外设接口（SPI）.....	15
3.25 液晶显示控制器（LCD）.....	15
3.26 数码管显示控制器（LED）.....	15
3.27 96 位 UID.....	16
3.28 调试接口.....	16
4 电气性能指标.....	17
4.1 最大绝对额定值.....	17
4.1.1 极限电压特性.....	17
4.1.2 极限电流特性.....	17
4.1.3 极限温度特性.....	17
4.2 工作参数.....	18
4.2.1 推荐工作条件.....	18
4.2.2 BOR 特性.....	18
4.2.3 上/下电复位特性.....	18
4.2.4 内部参考电压.....	19
4.2.5 工作电流特性.....	19
4.2.6 外部高速（HSE）时钟特性.....	24
4.2.7 外部低速（LSE）时钟特性.....	25
4.2.8 内部高速（HSI）时钟特性.....	25
4.2.9 内部低速（LSI）时钟特性.....	26
4.2.10 Flash 存储器特性.....	26
4.2.11 IO 输入引脚特性.....	26
4.2.12 IO 输出引脚特性.....	27
4.2.13 NRST 复位管脚特性.....	27

4.2.14 TIM 计数器特性 .....	28
4.2.15 ADC 特性.....	28
4.2.16 电压比较器（COMP）特性 .....	30
4.2.17 LCD 特性 .....	31
5 典型电路.....	32
5.1 电源供电.....	32
6 引脚定义.....	33
6.1 LQFP32 封装 .....	33
6.2 LQFP44 封装 .....	34
6.3 LQFP48 封装 .....	35
6.4 各封装的引脚定义.....	35
6.5 引脚复用（AF）功能表.....	42
7 封装参数.....	44
7.1 封装尺寸.....	44
7.1.1 LQFP32 封装 .....	44
7.1.2 LQFP44 封装 .....	45
7.1.3 LQFP48 封装 .....	46
7.2 丝印信息.....	47
7.2.1 LQFP32 丝印 .....	48
7.2.2 LQFP44 丝印 .....	48
7.2.3 LQFP48 丝印 .....	48
8 订货信息.....	49
8.1 订货代码.....	49
8.2 订货包装.....	49
9 缩略语 .....	50
10 重要提示.....	51

## 1 简介

本文档为 HK32D010 系列芯片的数据手册。本系列芯片是由深圳市航顺芯片技术研发有限公司研发的 LCD/LED 显示专用型 MCU 芯片，包括以下型号：

- HK32D010K8T7（LQFP32 封装）
- HK32D010S8T7（LQFP44 封装）
- HK32D010C8T7（LQFP48 封装）

用户可以查看《HK32D010 用户手册》，进一步了解这个系列的功能特性。

## 2 产品概述

HK32D010 MCU 使用 ARM® Cortex®-M0 内核，最高工作频率为 32 MHz，内置 64 Kbyte Flash 和 4 Kbyte SRAM。通过配置 Flash 控制器的寄存器，可实现中断向量在 16 Kbyte 空间内的重映射。

HK32D010 除电源、地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，该 MCU 提供了尽可能多的引脚信号数量。

HK32D010 MCU 内置了多种通信接口：

- 6 路高速（最高 4 Mbit/s）UART
- 1 路高速（最高 16 Mbit/s）SPI

SPI/支持 4~16 位数据长度的全双工或半双工通信、主/从机模式、TI 模式、NSS 脉冲模式、自动 CRC 校验。

- 1 路高速（最高 400 kbit/s）I2C

I2C 支持 100 kbit/s、400 kbit/s 传输速率，主/从机模式，多主机模式，7/10 比特寻址，SMBus 协议。在 MCU 停机模式（Stop）下，支持数据接收唤醒。

HK32D010 MCU 内置了 2 个 16 位通用 PWM 定时器（共 7 路 PWM 输出）和 1 个 16 位基本定时器（定时输出 CPU 中断）。

HK32D010 MCU 内置了模拟电路：1 个 12 位 1 MSPS ADC（12 位）、1 个上电/下电/欠压复位电路（POR/PDR/BOR）和 1 个内部参考电压（内部参考电压在片内被 ADC 采样）。

HK32D010 MCU 工作于 -40°C ~ +105°C 的温度范围，供电电压 2.6V ~ 5.5 V，可满足绝大部分应用环境条件的要求。

由于拥有丰富的外设配置，HK32D010 MCU 可适用于多种应用场景：

- 可编程控制器、打印机、扫描仪
- 电机驱动和调速控制
- 物联网低功耗传感器终端
- 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、运动手环

### 2.1 产品特性

- CPU 内核
  - ARM® Cortex-M0
  - 最高时钟频率：32MHz
  - 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：2.6V ~ 5.5 V
- 工作温度：-40°C ~ +105°C
- 典型工作电流
  - 运行模式（Run）
    - 0.493mA@3.3V@40kHz

- 1.494mA@3.3V@8MHz
- 4.095mA@3.3V@32MHz
- 睡眠模式 (Sleep)
  - 352 $\mu$ A@3.3V@40kHz
  - 736 $\mu$ A@3.3V@8MHz
  - 1681 $\mu$ A@3.3V@32MHz
- 停机模式 (Stop)
  - 正常模式 (Normal):
  - 333.9 $\mu$ A@3.3V@40kHz
  - 低功耗模式 (Low-Power): 3.62 $\mu$ A@3.3V@40kHz
- 64 Kbyte Flash (256 页, 每页 256 byte; 32 位数据读/写)
  - Flash 具有数据安全保护功能, 可分别设置读保护和写保护
- 4 Kbyte SRAM
- 时钟
  - 片内高速时钟 (HSI): 32MHz
  - 片内慢速时钟 (LSI): 40 kHz
  - 外部高速时钟 (HSE) 4~32 MHz
  - 外部低速时钟 (LSE) 32.768kHz
  - GPIO 外部输入时钟: 32MHz (最大值)
- 复位
  - NRST 引脚上的低电平 (外部复位)
  - 窗口看门狗事件 (WWDG 复位)
  - 独立看门狗事件 (IWDG 复位)
  - 电源复位
  - 软件复位 (SW 复位)
  - 低功耗管理复位
- GPIO 端口
  - 最多支持 42 个 GPIO 端口
  - 每个 GPIO 都可作为外部中断输入
  - 内置可开关的上、下拉电阻
  - 支持开漏输出
  - 输出驱动能力可配
- IOMUX 引脚功能重映射
- CRC 校验硬件单元
- 数据通信接口
  - 6 路高速 (最高 4 Mbit/s) UART
  - 1 路高速 (最高 400 kbit/s) I2C: MCU 在 Stop 模式下, 支持数据接收唤醒
  - 1 路高速 (最高 16 Mbit/s) SPI
- 定时器及 PWM 发生器
  - 2 个 16 位通用 PWM 定时器 (共 7 路 PWM 输出)



- 1 个 16 位基本定时器
- LCD
  - 可驱动 8\*24 或 4\*28 个像素
  - 支持低功耗模式下显示
  - 支持双缓冲机制，允许 LCD\_RAM 随时更新
- LED
  - 支持 LED 点阵模式和 LED 矩阵模式
- RTC
  - 提供日历时钟功能
- Beeper
  - 停机模式下，蜂鸣器可定时触发 ADC 采样
- 片内模拟电路
  - 1 个 12 位 1 MSPS ADC（最多 6 路外部模拟输入通道和 2 路内部通道，支持差分对输入）
  - 1 个上电/下电/欠压复位电路
  - 1 个内部参考电压（内部参考电压在片内被 ADC 采样）
- CPU 跟踪与调试
  - SWD 调试接口
  - ARM® CoreSight™ 调试组件（ROM-Table, DWT, 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）
- ID 标识
  - 每颗 HK32D010 芯片提供一个唯一的 96 位 ID 标识
- 可靠性
  - HBM6000/CDM2000 等级测试

## 2.2 器件一览表

表 2-1 HK32D010 芯片特性

产品特性		HK32D010K8T7	HK32D010S8T7	HK32D010C8T7
GPIO		30	42	42
封装		LQFP32	LQFP44	LQFP48
工作电压		2.6V ~ 5.5V		
工作温度		-40°C ~ +105°C		
存储器	Flash(Kbyte)	64（61Kbyte 主 Flash 块 1 + 3Kbyte Bootloader/主 Flash 块 2 <sup>(1)</sup> ）		
	SRAM(Kbyte)	4		
CPU	内核	Cortex®-M0		
	工作频率	32MHz		
时钟	内部低速时钟 LSI	40kHz		
	内部高速时钟 HSI	32MHz		
	外部低速时钟 LSE	32.768kHz		
	外部高速时钟 HSE	4~32MHz		

产品特性		HK32D010K8T7	HK32D010S8T7	HK32D010C8T7
	外部 GPIO 时钟	32MHz (最大值)		
定时器	通用定时器	2 个 (16 位): TIM3/TIM15		
	基本定时器	1 个 (16 位): TIM6		
	System Tick 定时器	1		
	独立看门狗(IWDG)	支持		
	窗口看门狗(WWDG)	支持		
通讯外设	UART	6		
	I2C	1		
	SPI (不支持 I2S)	1		
LCD		1		
LED		1		
蜂鸣器 (Beeper)		1		
COMP		1		
ADC	ADC 个数 (外部通道数)	1 (5 个外部通道)	1 (6 个外部通道)	1 (6 个外部通道)
	基准选择	内部参考电压		
	ADC 采样速率	1MSPS (12 位)		
	ADC 精度	12 位		
CRC		支持		
96 位 UID		支持		

(1). 最大 64Kbyte 主 Flash 区, 包括 61Kbyte 主 Flash 块 1, 以及可通过 Option byte 配置为主 Flash 块 2 的 3Kbyte Bootloader。

## 3 功能介绍

### 3.1 结构框图

ARM® Cortex®-M0 处理器是嵌入式 32 位 RISC 处理器，它是一个低成本、低功耗的 MCU 平台，提供优秀的计算性能和先进的中断系统响应。HK32D010 拥有内置的 Cortex®-M0 内核，与 ARM 工具和软件兼容。

现以 HK32D010C8T7 为例，说明 HK32D010 MCU 系统架构。

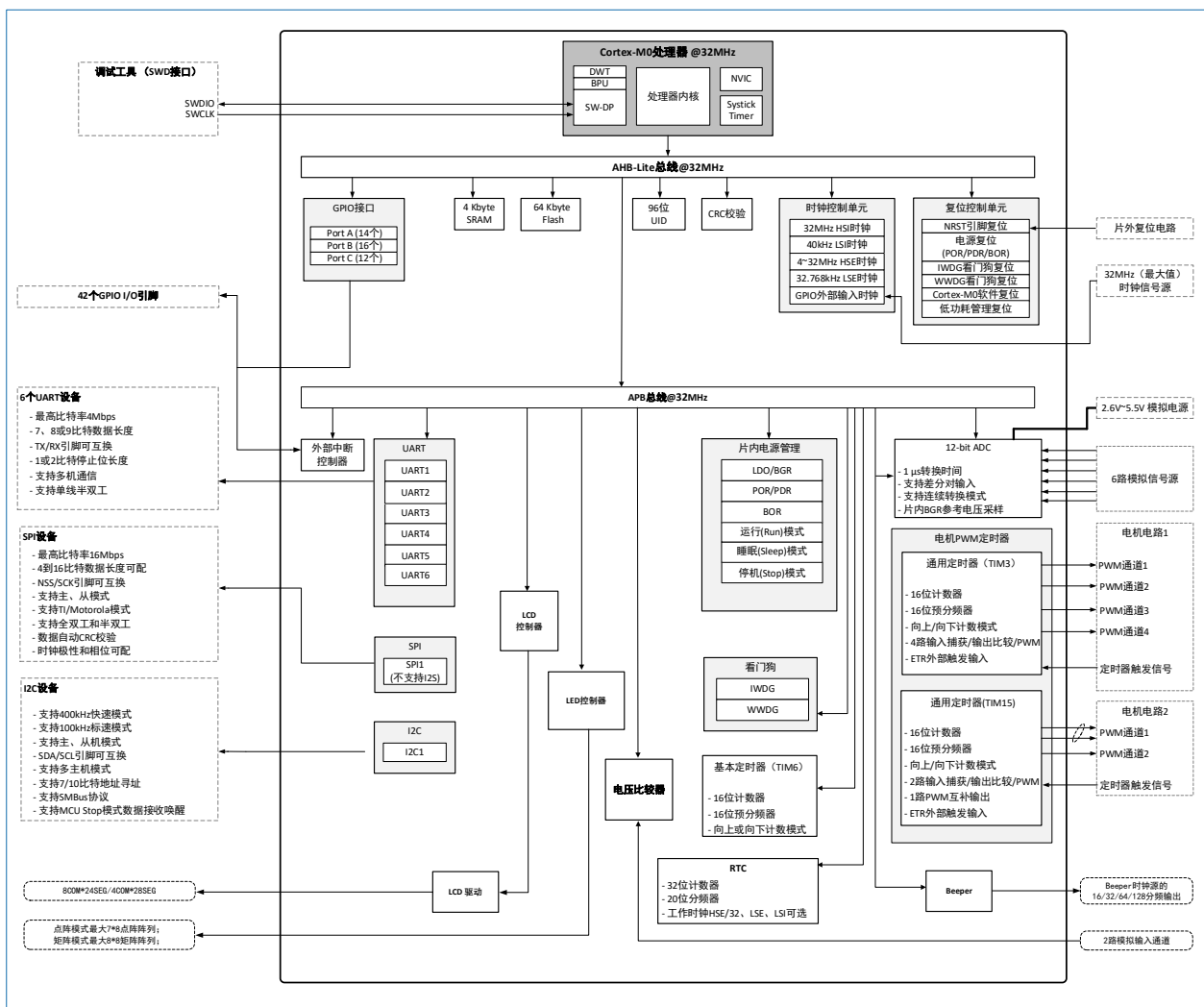
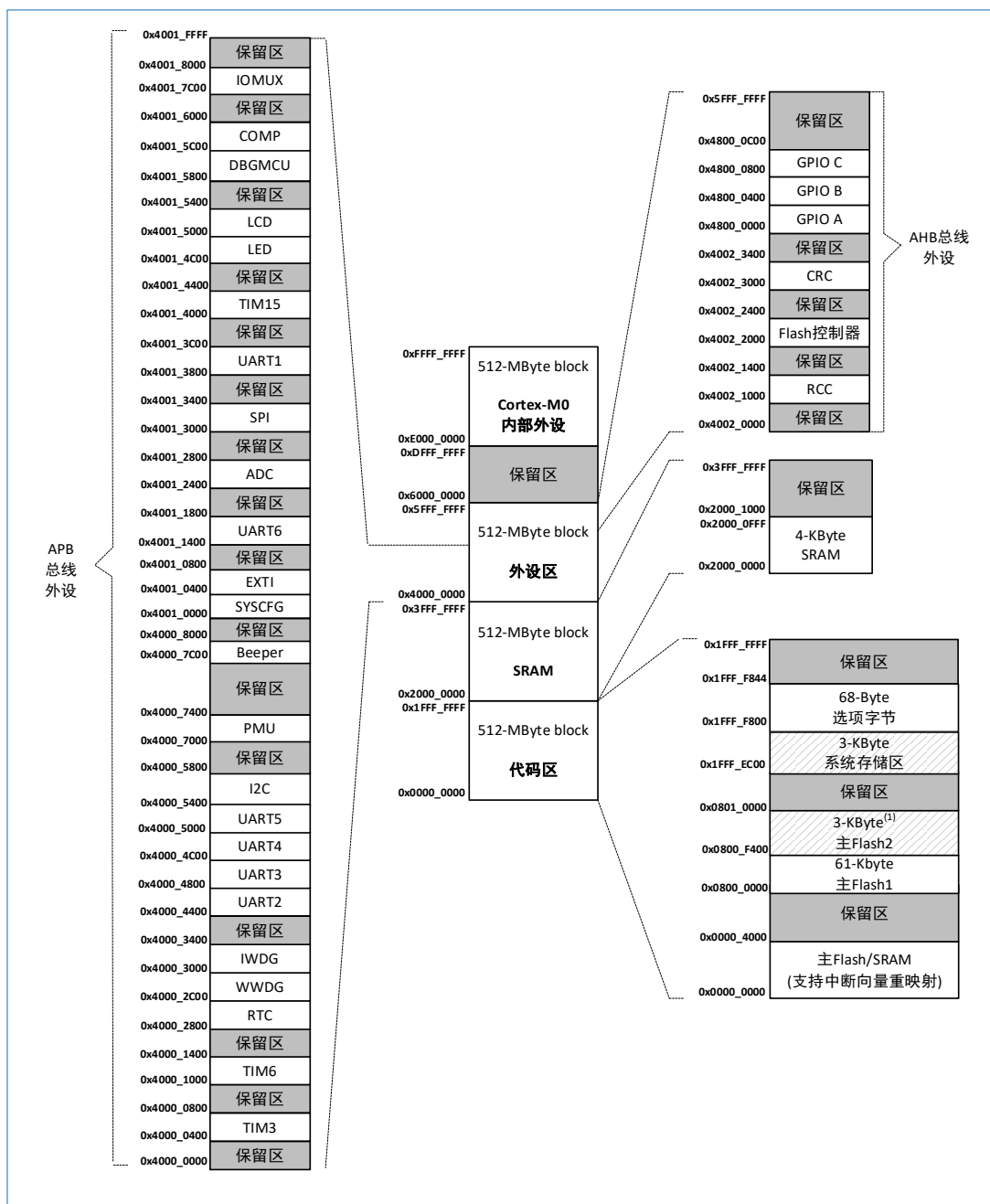


图 3-1 HK32D010C8T7 系统架构图

### 3.2 存储器映射

HK32D010 MCU 存储器映射如下图所示：



(1). 主 Flash 区与系统存储区，互斥存在，可通过 Option byte 进行配置。

## 3.3 存储器

### 3.3.1 Flash

芯片内部集成高达 64Kbyte 的 Flash，用于存放程序和数据。64Kbyte Flash 包括 61Kbyte 主 Flash 区，以及可通过 Option byte 配置为主 Flash 区的 3Kbyte Bootloader。

通过 Flash 控制器的寄存器配置，可实现中断向量的重映射。

### 3.3.2 内置 SRAM

芯片内部集成 4 Kbyte 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 (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，为用户应用减轻负担，提供加速处理的能力。

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。

### 3.5 供电方案

器件为单电源供电， $V_{DD}$  和  $V_{DDA}$  复用同一个管脚，为 MCU 的数字和模拟电路供电。

$V_{DD}/V_{DDA}$  的范围为 2.6V~5.5 V。

### 3.6 电源监控器

器件内部集成了上电复位 (POR) /掉电复位 (PDR) 电路 (带欠压复位 BOR, 默认关闭), 该电路始终处于工作状态, 保证系统在供电超过 2.6V 时工作。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。

欠压复位 (BOR) 使能后, 在上电期间, 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, 电源供电由 POR/PDR 监控。

### 3.7 低功耗模式

器件支持多种功耗模式, 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, 仅有 CPU 停止工作, 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 Core 域的时钟、HSI 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。

### 3.8 复位

器件支持两种复位方式: 系统复位和电源复位。

#### 3.8.1 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。

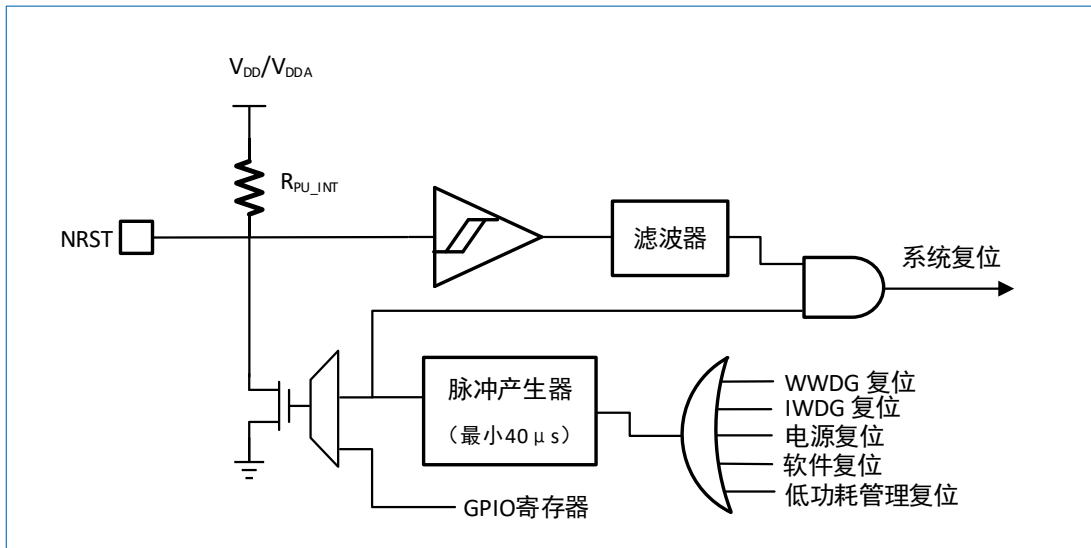


图 3-3 复位信号

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）
- 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
- 软件复位（SW 复位）
- 低功耗管理复位

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 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。

### 3.8.2 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）

## 3.9 时钟和时钟树

以下是 HK32D010 系列芯片的时钟树：

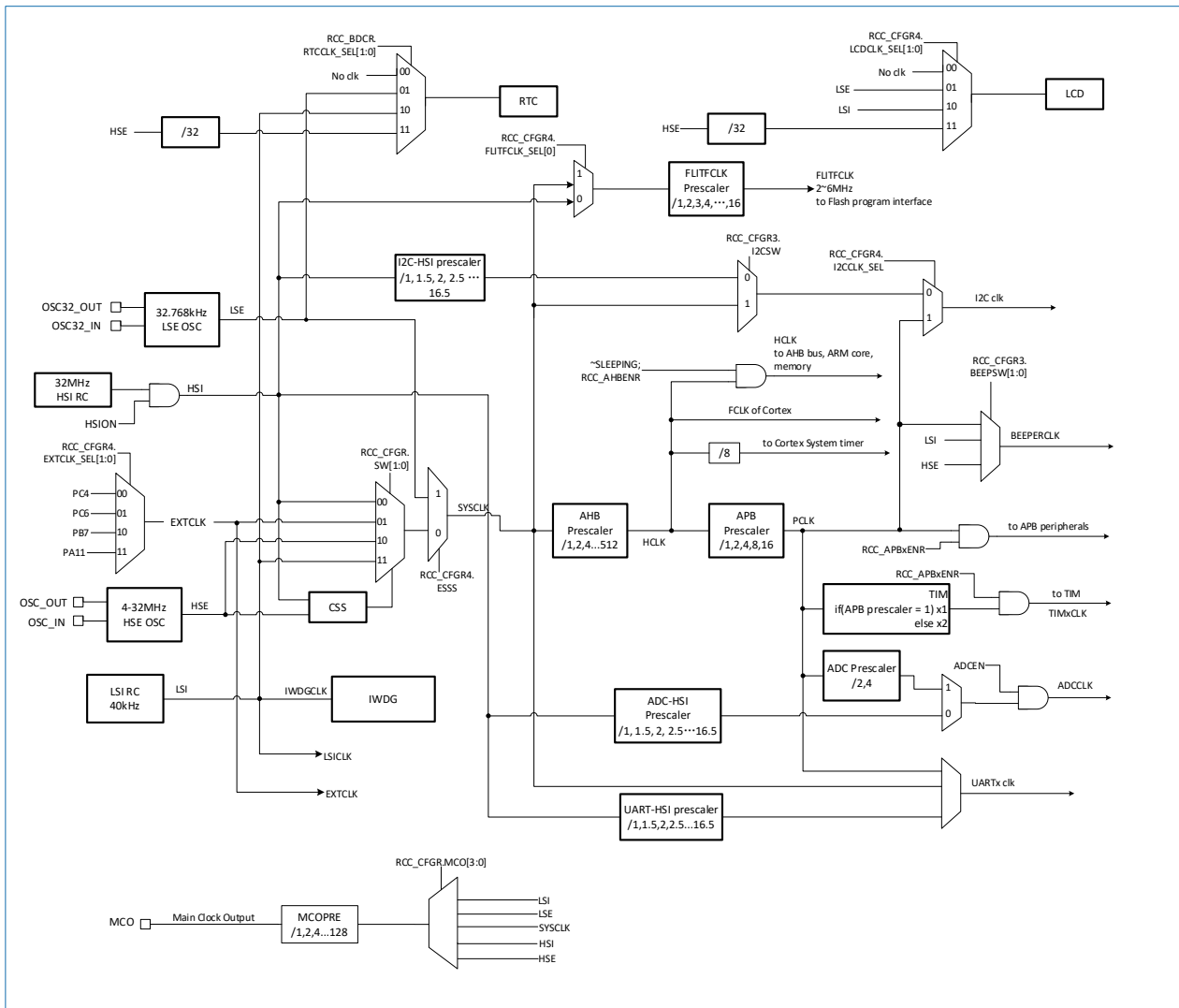


图 3-4 HK32D010 时钟树

如图 3-4 所示，HK32D010 支持多种时钟源驱动系统时钟：

- 外部高速时钟（HSE）：4~32MHz
- 外部低速时钟（LSE）：32.768kHz
- 内部高速时钟（HSI）：32MHz
- 内部低速时钟（LSI）：40kHz
- GPIO 外部输入时钟：32MHz（最大值）

每种时钟源都可以独立地打开或关断。当它们不用时，可以将其关断来降低功耗。有多个分频器用于配置 AHB 和 APB 时钟域，AHB 和 APB 域的最大时钟频率为 32 MHz。Cortex 系统定时器由 AHB 时钟（HCLK）驱动，其可由 AHB/8 时钟频率直接驱动（通过 Cortex SysTick 配置位设置）。

所有的外设时钟由其所在的总线时钟（HCLK 或 PCLK）驱动，以下除外：

- 闪存编程接口时钟（FLITFCLK）由 HSI 时钟或者 SYSCLK 驱动（由软件选择）。
- I2C 的时钟为下列的时钟源之一（由软件选择）：
  - SYSCLK
  - HSI 32 MHz 通过 I2C-HSI 分频器分频
  - APB 时钟（PCLK）
- Cortex 的 FCLK 由 AHB 时钟（HCLK）直接提供。
- AHB 总线、ARM 内核、存储器由 AHB 时钟（HCLK）直接提供。

- ADC 时钟由下列之一时钟得到（由软件选择）：
  - APB 时钟（PCLK）由 ADC 分频器 2/4 分频
  - HSI 32 MHz 由 ADC-HSI 分频器分频
- UART 的时钟为下列的时钟源之一（由软件选择）：
  - PCLK
  - SYSCCLK
  - HSI 32 MHz RC 振荡器时钟通过 UART-HSI 分频器的分频时钟
- Timer 时钟由 APB 时钟（PCLK）或者 APB 时钟（PCLK）2 倍频提供（由软件设置，硬件判定执行）。

RCC 将 AHB 时钟（HCLK）8 分频后作为 Cortex 系统定时器（SysTick）的外部时钟。通过对 SysTick 控制与状态寄存器的设置，可选择 HCLK/8 时钟作为 SysTick 时钟。

### 3.10 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。还具有闹钟中断和秒中断功能（均可作为停机模式下的唤醒源）。该 RTC 没有备份寄存器和时钟校准功能。

RTC 的驱动时钟可在 HSE/32、LSE 或者 LSI 中选择。RTC 具有一个 32 位的可编程计数器，配合闹钟寄存器使用可以进行长时间的测量并且产生闹钟事件。有一个 20 位的预分频器用于时基时钟，当时钟选择为 LSE 并且外挂 32.768 kHz 晶振，预分频寄存器配置为 0x7FFF 时它将产生一个 1 秒长的时间基准。

### 3.11 GPIO

每个 GPIO 管脚都可以由软件配置成输出（推挽或开漏）、输入（浮空输入、上拉输入或下拉输入）或其它的外设功能端口。多数 GPIO 管脚都由数字和模拟的外设共用。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。

### 3.12 SYSCFG

器件有一组配置寄存器，系统配置寄存器的主要作用如下：

- 重映射系统启动区。
- 管理外部中断与 GPIO 的连接。
- 管理系统的可靠性特性。

### 3.13 引脚选择功能（IOMUX）

器件的部分引脚支持通用功能输入输出（GPIO）或复用功能输入输出（IOMUX）。通过软件配置 IOMUX 寄存器，可以设置引脚为复用引脚功能。

可通过配置 IOMUX 寄存器以选择复用功能的引脚包括：

- NRST（复用功能为 PA0）
- TIM3\_CH1（复用功能为 HSI 或 LSI 时钟输入）

### 3.14 Boot 模式

通过配置用户选项字或者用户选项字+ BOOT0 脚（PA7）确定一种启动模式。启动模式包括：

- 从用户 Flash 启动
- 从系统存储器启动
- 从内部 SRAM 启动

系统存储器内嵌了自举程序，在 MCU 生产时写入。该程序可以通过 UART5 PA10/PA11 引脚对主 Flash



进行重新编程。

## 3.15 中断与事件

### 3.15.1 NVIC

器件内置嵌套向量中断控制器（NVIC），能够处理多达 22 可屏蔽中断通道（不包括 16 个 Cortex<sup>®</sup>-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 能够达到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

### 3.15.2 EXTI

扩展中断及事件控制器（EXTI）负责管理内、外中断和事件：向 CPU 输出事件请求，向中断控制器输出中断请求，向电源控制模块输出唤醒请求。

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 EXTI（简称可配 EXTI）和触发沿固定 EXTI（简称固定 EXTI）。

可配 EXTI 特性：

- 可选择上升沿/下降沿触发。
- 拥有挂起状态寄存器以记录中断状态。
- 可通过设置软件中断事件寄存器 EXTI\_SWIER 来模拟生成中断/事件。

固定 EXTI 特性：

- 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。
- 挂起状态寄存器中无法查询固定 EXTI 中断状态，需由对应 IP 提供。

EXTI 管理多达 20 个内外部中断/事件。每条输入线的中断或事件均可独立屏蔽。

EXTI 控制器的主要特性如下：

- 支持多达 20 个事件/中断请求
  - 18 根可配置 EXTI 线
    - 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
  - 2 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 APB 时钟宽度的外部信号

## 3.16 独立看门狗（IWDG）

独立的看门狗由一个内部独立的 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，所以它可运行于停机模式。它即可用作看门狗，以在发生问题时复位器件，也可用作自由运行的定时器，以便为应用程序提供超时管理。通过选项字节，可将其进行硬件或软件配置。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。

### 3.17 窗口看门狗（WWDG）

窗口看门狗内带一个 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。

### 3.18 定时器

器件支持两个通用定时器和一个基本定时器。定时器功能定义如下表所示。

表 3-1 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	紧急刹车输入	捕获/比较通道	互补输出
通用定时器	TIM3	16 位	递增、递减、递增/递减	1~65536	无	4	无
	TIM15	16 位	递增、递减、递增/递减	1~65536	有	2	1
基本定时器	TIM6	16 位	递增、递减	1~65536	无	无	无

#### 3.18.1 通用定时器

器件集成通用定时器 TIM3 和 TIM15。

- TIM3

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。TIM3 带 4 个独立通道。这些通道可用于输入捕获/输出比较、PWM 或单脉冲模式输出。

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。

- TIM15

TIM15 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。TIM15 带互补输出、死区生成功能。TIM15 带 2 个通道，这两个通道可用于输入捕获/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。

#### 3.18.2 基本定时器

器件集成一个基本定时器 TIM6。

基本定时器内置 16 位计数器和 16 位预分频器，支持递增或递减计数方式。基本定时器用于产生 CPU 定时中断请求。在调试模式下，该计数器可被冻结。

#### 3.18.3 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

### 3.19 ADC

器件的 ADC 特性如下：

- 一共有 8 个通道。其中，AIN0 ~ AIN5 为外部通道，连接 IO；AIN6 为内部通道，连接内部参考电压，AIN7 为内部通道，连接内部 PMU（电源管理单元，仅用于芯片内部电源电压校准）。
- 支持差分输入模式，AIN0 和 AIN1，AIN2 和 AIN3，AIN4 和 AIN5 组成三组差分输入（当 ADC 配置为差分输入模式时，内部通道 AIN6 和 AIN7 不可用）。
- 仅支持 12 位 ADC 采样分辨率。

### 3.20 电压比较器（COMP）

该系列 MCU 内置一个电压比较器。这个比较器可作为独立器件（有 GPIO 接口）使用。

该比较器可用于多种功能，包括：

- 在模拟信号的触发下从低功耗模式唤醒 MCU。
- 调理模拟信号。
- 与定时器的 PWM 输出结合使用时，构成逐周期电流控制环路。

### 3.21 蜂鸣器（Beeper）

蜂鸣器内置了超低功耗 7 位定时器，该定时器的工作时钟可配置为 PCLK、LSI 或 HSE。定时器使用递减的计数方式，可输出时钟源的 16、32、64、128 分频频率脉冲。

在 MCU 停机（Stop）模式下，蜂鸣器可继续工作并定时触发 ADC 采样。定时触发 ADC 采样的频率为蜂鸣输出脉冲频率的 1/1024。例如：若蜂鸣器当前输出的蜂鸣脉冲为 1 kHz，定时触发 ADC 采样的频率则为  $1\text{ kHz}/1024 \approx 0.98\text{ Hz}$ （周期约为 1.02 秒）。

### 3.22 I2C 总线

单个 I2C 总线接口，能够工作于主和从模式，支持标准和快速模式。I2C 接口支持 7 位或 10 位寻址，工作于 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，并支持 SMBus V2.0/PMBus 总线。I2C 的特性如下表所示。

表 3-2 I2C 特性

I2C 特性	I2C
主/从模式	支持
多主机模式	支持
标准/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
数字和模拟滤波器	支持
SMBUS2.0	支持
PMBUS1.1	支持
从停机（Stop）模式唤醒	支持

### 3.23 通用异步收发器 (UART)

器件内置了六个通用异步收发器 (UART1/2/3/4/5/6)。UART 的特性如下表所示。

表 3-3 UART 特性

UART 模式/特性	UART1/2/3/4/5/6
数据字长	7/8/9 位
多处理器通信	支持
单线半双工通信	支持
双时钟域	支持

### 3.24 串行外设接口 (SPI)

拥有一个 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。SPI 特性如下表所示。

表 3-4 SPI 特性

SPI 特性	SPI
硬件 CRC 计算	支持
RX/TX FIFO	支持
NSS 脉冲模式	支持
TI 模式	支持
I2S 模式	不支持

### 3.25 液晶显示控制器 (LCD)

器件内置段式 LCD 驱动电路，可以驱动 8\*24 或 4\*28 个像素。

- 支持静态，1/2、1/3、1/4 和 1/8 占空比。
- 支持 1/2、1/3 和 1/4 偏置。
- 可配置 1、2、3、4、8 或所有像素点的闪烁频率。
- 支持双缓冲机制，允许 LCD\_RAM 随时更新。
- 支持低功耗模式下显示。
- 高度灵活的帧率控制。
- 对比度可调。
- 帧起始中断。

### 3.26 数码管显示控制器 (LED)

LED 驱动模块可以驱动 LED 阵列，根据应用场景不同，可配置为两种模式：LED 点阵模式、LED 矩阵模式。

- LED 点阵模式
  - 支持最大 56 个 LED 灯驱动，可配置 4\*5、5\*6、6\*7、7\*8 阵列。
  - 单灯导通时间可配置，可配范围：16μs~4096μs。
  - 4\*5 矩阵支持从 LED0/LED3 启动。
  - 扫描起始 IO 支持从 PB0~PB7 启动，其他 IO 顺序循环。
  - LED 点阵模式阵列具有唯一性（连接方式不可改变）。

- LED 矩阵模式
  - 支持最大 8COM\*8SEG 的 LED 矩阵阵列，COM 口和 SEG 口个数可灵活配置。
  - COM 口导通时间可配范围：16 $\mu$ s~4096 $\mu$ s。
  - 单个 COM 口导通时间占空比可配：1/8~1。
- 采用动态扫描切换 IO 三种状态（高电平、低电平、高阻态），可独立控制单灯亮灭。
- 双缓冲存储器，允许固件随时更新 LED\_DC 寄存器中数据，而不影响当前 LED 显示。
- 支持中断扫描和循环扫描模式。
- 帧完成中断。

### 3.27 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。

### 3.28 调试接口

内嵌 ARM 的 SWJ-DP 接口，其结合了单线调试接口，可实现串行单线调试接口 (SWDIO 和 SWCLK) 的连接。

## 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 4-3，超出最大额定值可能导致芯片永久性的损坏。
- 长时间工作在最大额定值下可能影响芯片的可靠性。

#### 4.1.1 极限电压特性

表 4-1 极限电压特性

符号	描述	最小值	最大值	单位
$V_{DD}-V_{SS}$	外部主供电电压（包含 $V_{DDA}$ 和 $V_{DD}$ ）	-0.3	5.5	V
$V_{IN}$	引脚上的输入电压	-0.3	5.5	
$ 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） <sup>(1)</sup>	105	mA
$I_{VSS}$	经过 $V_{SS}$ 地线的总电流（流出电流） <sup>(1)</sup>	105	
$I_{IO}$	任意 I/O 和控制引脚上的输出灌电流	30	
	任意 I/O 和控制引脚上的输出拉电流	30	
$I_{IN(PIN)}^{(2)}$	引脚上的注入电流 <sup>(3)</sup>	-5/+0	
$\Sigma I_{IN(PIN)}$	所有 I/O 和控制引脚上的总注入电流 <sup>(4)</sup>	-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， $\Sigma I_{IN(PIN)}$  的最大值为正向注入电流与反向注入电流的即时绝对值之和。

#### 4.1.3 极限温度特性

表 4-3 极限温度特性

符号	描述	最小值	最大值	单位
$T_{STG}$	储存温度范围	-55	130	°C
$T_J$	最大结温度	-55	130	

## 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	-	32	MHz
$f_{PCLK1}$	内部 APB1 时钟频率	-	32	
$f_{PCLK2}$	内部 APB2 时钟频率	-	32	
$V_{DD}$	标准工作电压	2.6	5.5	V
$V_{REFP}^{(1)}$	模拟工作电压	2.6	5.5	V
T	工作温度	-40	105	°C

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

### 4.2.2 BOR 特性

表 4-5 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)	$V_{BOR1}$	2.529	2.781	2.951	V
		$V_{BOR2}$	2.892	3.18	3.38	
		$V_{BOR3}$	3.269	3.59	3.802	
		$V_{BOR4}$	3.612	3.96	4.189	
		$V_{BOR5}$	3.971	4.361	4.608	
		$V_{BOR6}$	4.342	4.748	5.019	
		$V_{BOR7}$	4.711	5.246	5.451	
	BOR 的检测电平选择 ( $V_{DD}$ 下降沿) (-40°C~105°C)	$V_{BOR1}$	2.468	2.658	2.819	
		$V_{BOR2}$	2.847	3.017	3.246	
		$V_{BOR3}$	3.217	3.461	3.677	
		$V_{BOR4}$	3.588	3.863	4.095	
		$V_{BOR5}$	3.967	4.257	4.518	
		$V_{BOR6}$	4.339	4.652	4.927	
		$V_{BOR7}$	4.697	5.091	5.325	
$V_{BORhyst}$	BOR 滞回	-	-	100	-	mV
$t_{BORRST}^{(2)}$	生效时间	-	-	10	-	μs

(1) BOR 仅监控  $V_{DD}$ 。

(2) 设计保证。

### 4.2.3 上/下电复位特性

表 4-6 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	1.57	1.91	2.31	V
		上升沿	1.80	2.06	2.56	V
$V_{PDRhyst}$	PDR 滞回	-	-	100	-	mV

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{RSTEMPO}^{(2)}$	复位时间	-	-	2	-	ms

(1) PDR 和 POR 仅监控  $V_{DD}$ 。

(2) 设计保证。

#### 4.2.4 内部参考电压

表 4-7 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

#### 4.2.5 工作电流特性

表 4-8 工作电流特性

模式	条件	参数	$V_{DD}=3.3V$			$V_{DD}=5V$			单位
			-40°C	25°C	105°C	-40°C	25°C	105°C	
Run 模式	<b>SYSCLK= 8MHz (HSE);</b> 除 Flash、SRAM 和 RCC 外，其余外设关闭； 所有 IO 配置为高阻态； 从 Flash 取值，Flash 读取 0 个等待周期。	电流	1436	1494	1647	1500	1568	1732	$\mu A$
	<b>SYSCLK= 32MHz (HSI);</b> 除 Flash、SRAM 和 RCC 外，其余外设关闭； 所有 IO 配置为高阻态； 从 Flash 取值，Flash 读取 1 个等待周期。		3928	4095	4285	5615	5705	5839	$\mu A$
	<b>SYSCLK= 40kHz (LSI);</b> 除 Flash、SRAM 和 RCC 外，其余外设关闭； 所有 IO 配置为高阻态； 从 Flash 取值，Flash 读取 0 个等待周期。		465	493	589	483	511	612	$\mu A$
	<b>SYSCLK= 32.768kHz (LSE);</b> 除 Flash、SRAM 和 RCC 外，其余外设关闭； 所有 IO 配置为高阻态； 从 Flash 取值，Flash 读取 0 个等待周期。		467	492	584	486	511	606	$\mu A$
Sleep 模式 1	<b>SYSCLK= 8MHz (HSE);</b> AHB/APB 关闭； 关闭 core 时钟； 所有 IO 配置为高阻态； 除 Flash、SRAM 和 RCC 外，其余外设关闭； SRAM、外设数据保持。 从 Flash 取值，Flash 读取 0 个等待周期。	电流	673	736	899	677	755	926	$\mu A$
		唤醒时间	-	-	-	-	3.15	-	$\mu s$



模式	条件	参数	V <sub>DD</sub> =3.3V			V <sub>DD</sub> =5V			单位
			-40°C	25°C	105°C	-40°C	25°C	105°C	
Sleep 模式 2	SYSCLK= 32MHz (HSI); AHB/APB 关闭; 关闭 core 时钟; 所有 IO 配置为高阻态; 除 Flash、SRAM 和 RCC 外, 其余外设关闭; SRAM、外设数据保持。 从 Flash 取值, Flash 读取 1 个等待周期。	电流	1584	1681	1842	1487	1578	1741	μA
		唤醒时间	-	-	-	-	500	-	ns
Sleep 模式 3	SYSCLK= 40kHz (LSI); AHB/APB 关闭; 关闭 core 时钟; 所有 IO 配置为高阻态; 除 Flash、SRAM 和 RCC 外, 其余外设关闭; SRAM、外设数据保持。 从 Flash 取值, Flash 读取 0 个等待周期。	电流	305	352	462	315	363	478	μA
		唤醒时间	-	-	-	-	310	-	μs
Sleep 模式 4	SYSCLK=32.768kHz(LSE); AHB/APB 关闭; 关闭 core 时钟; 所有 IO 配置为高阻态; 除 Flash、SRAM 和 RCC 外, 其余外设关闭; SRAM、外设数据保持。 从 Flash 取值, Flash 读取 0 个等待周期。	电流	306	352	461	316	363	479	μA
		唤醒时间	-	-	-	-	825	-	μs
Stop 模式	所有 core 域时钟停止; HSI 关闭, LSI 振荡器开启; LDO 以正常模式运行; 所有 IO 配置为高阻态; 所有外设关闭;	电流	290.8	333.9	442.9	303.3	349.5	457.2	μA
		唤醒时间	-	-	-	-	6.1	-	μs
LowPower Stop 模式	所有时钟停止; HSI 关闭, LSI 振荡器打开; LDO 以低功耗模式运行; 所有 IO 配置为高阻态; 所有外设关闭;	电流	1.75	3.62	37.96	3.48	5.41	43.83	μA
		唤醒时间	-	-	-	-	100	-	μs

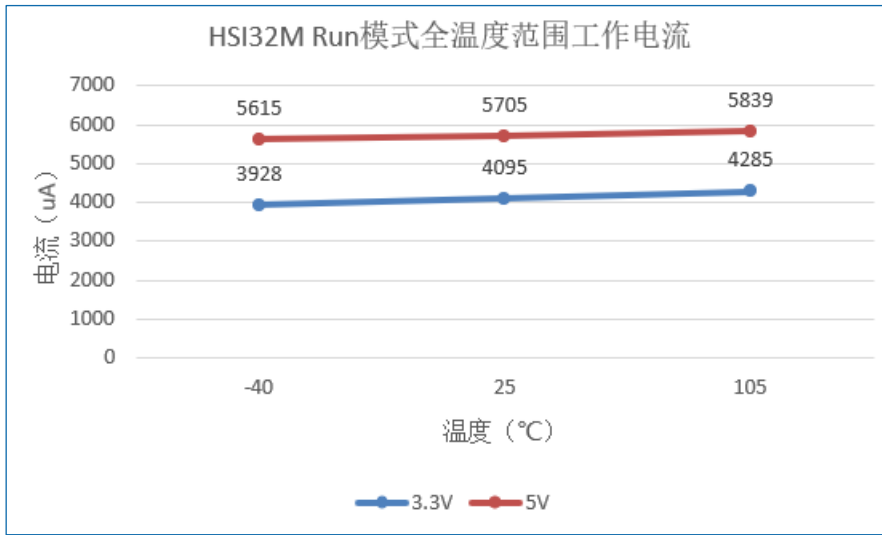


图 4-1 HSI32M Run 模式全温度范围工作电流

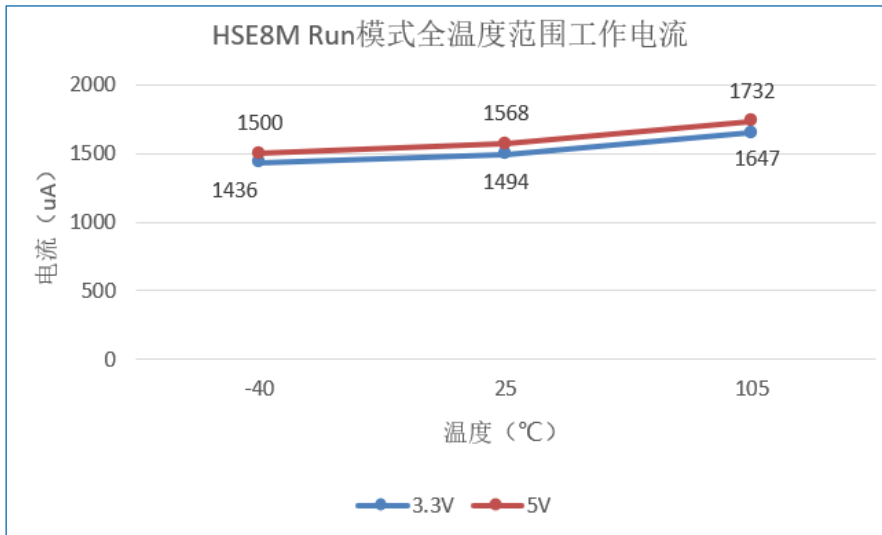


图 4-2 HSE8M Run 模式全温度范围工作电流

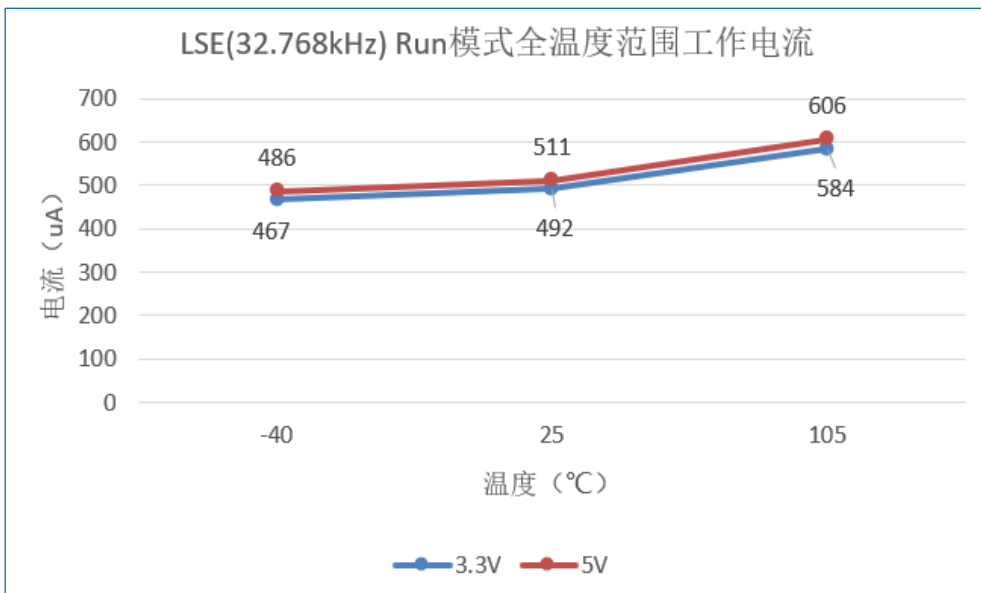


图 4-3 LSE (32.768kHz) Run 模式全温度范围工作电流

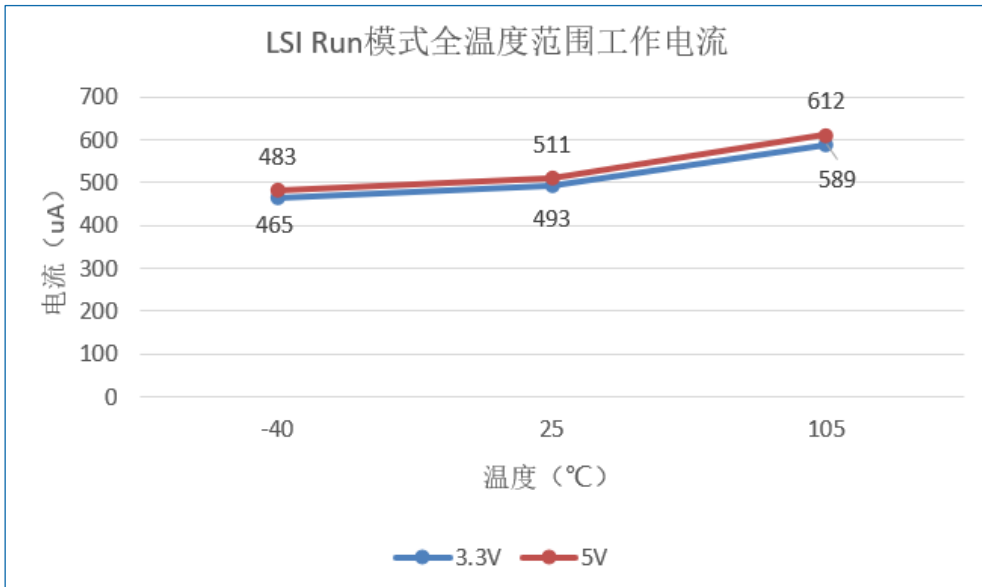


图 4-4 LSI (40kHz) Run 模式全温度范围工作电流

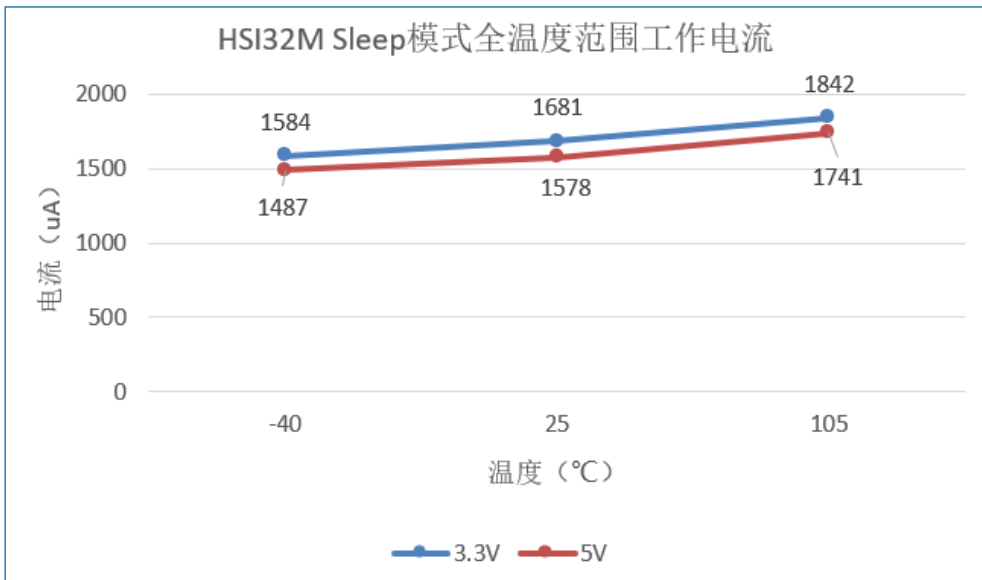


图 4-5 HSI32M Sleep 模式全温度范围工作电流

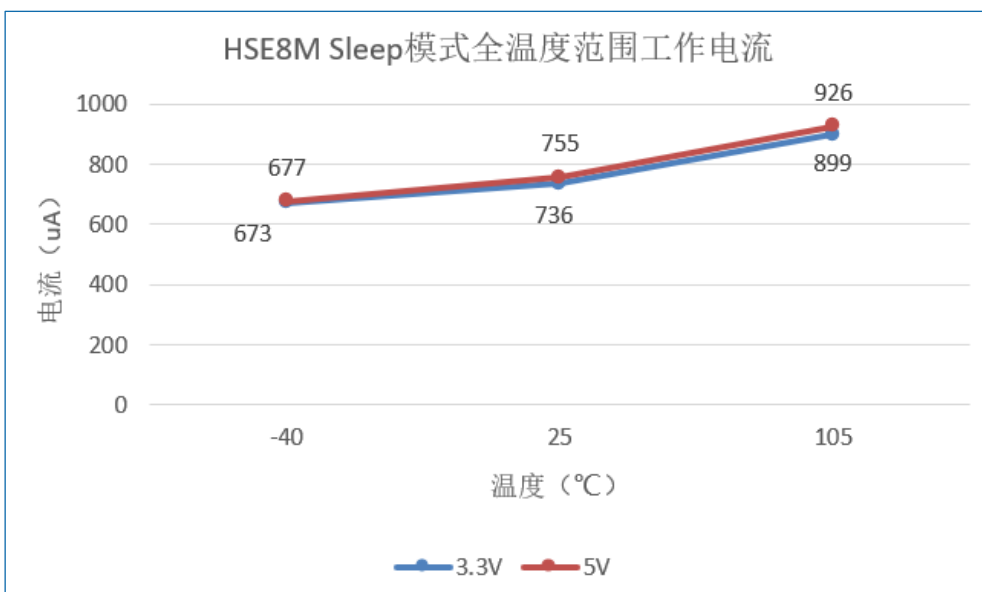


图 4-6 HSE8M Sleep 模式全温度范围工作电流

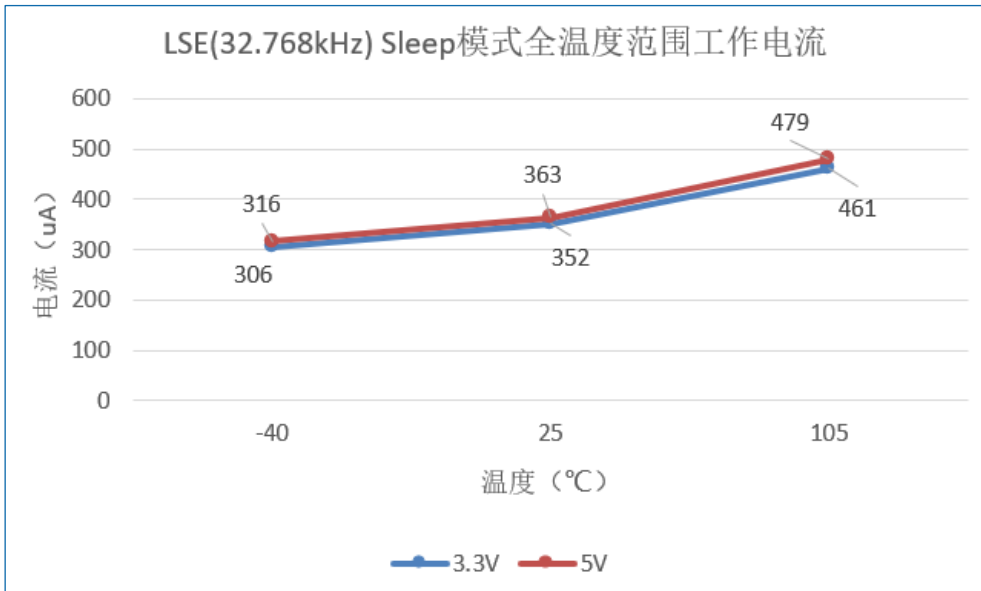


图 4-7 LSE (32.768kHz) Sleep 模式全温度范围工作电流

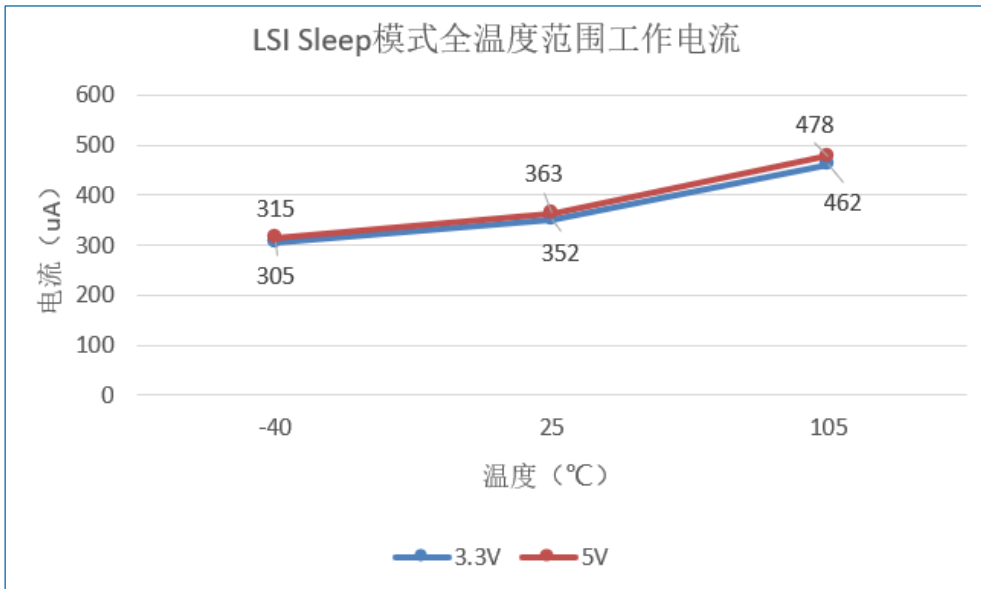


图 4-8 LSI (40kHz) Sleep 模式全温度范围工作电流

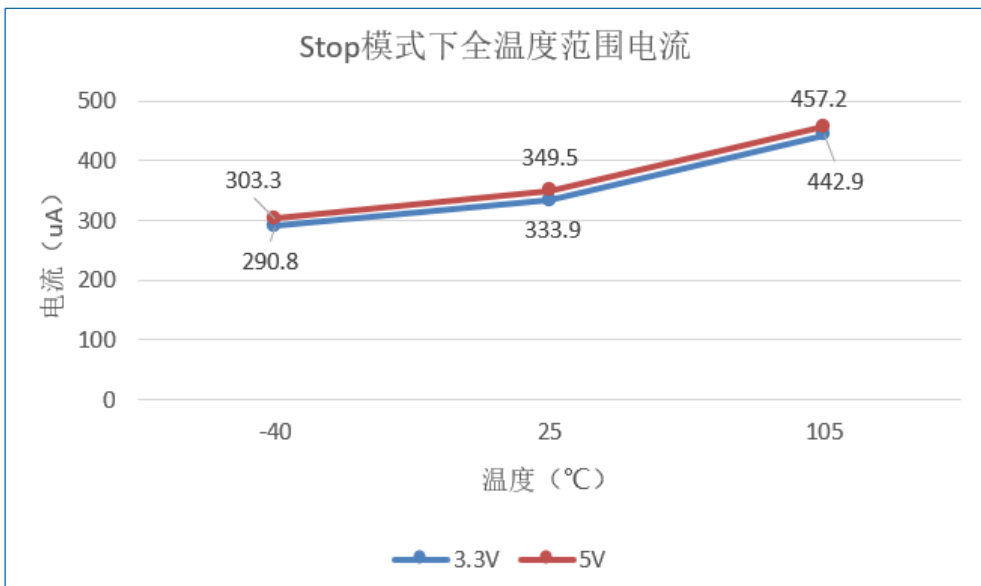


图 4-9 Stop mode 下全温度范围电流曲线

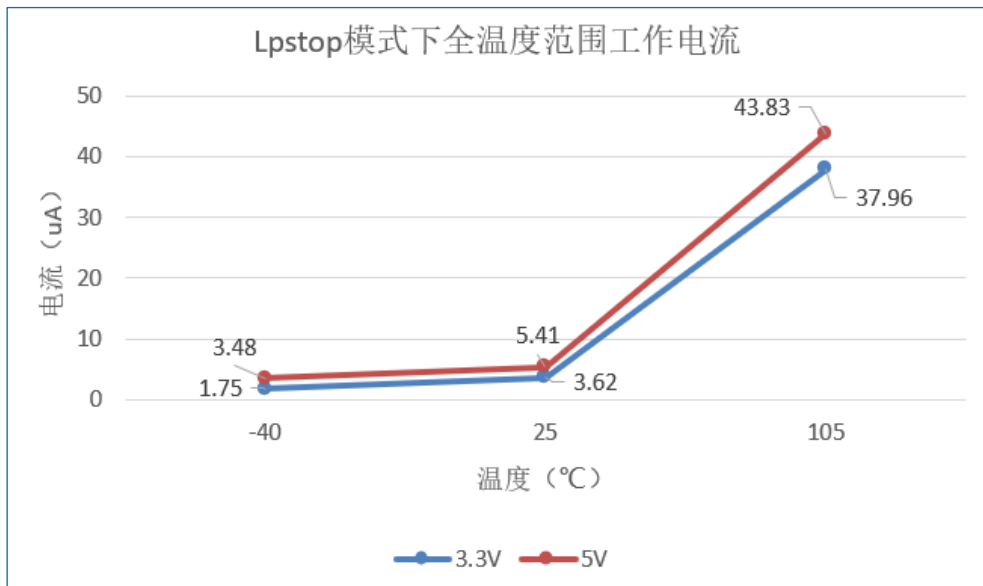


图 4-10 Low-power Stop mode 下全温度范围电流曲线

## 4.2.6 外部高速 (HSE) 时钟特性

表 4-9 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	-	32	MHz
$R_F^{(1)}$	反馈电阻	-	-	370	-	kΩ
$T_{stb(HSE)}^{(2)}$	振荡器启动时间	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$	-	0.2	1.1	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: $V_{DD}=3.3V$ , $CL=12pF$	-	400	-	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：

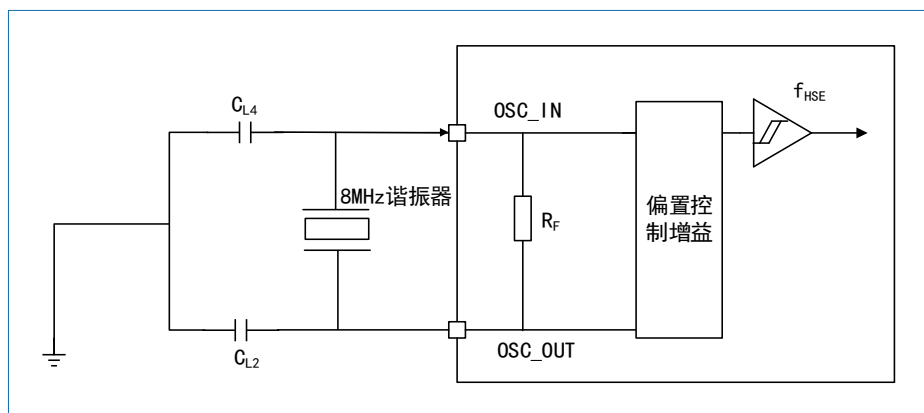


图 4-11 HSE 负反馈晶体振荡电路

MCU 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	-	4	-	32	MHz
$DuCy_{(HSE)}^{(1)}$	占空比	-	45	-	55	%

(1). 设计保证。

## 4.2.7 外部低速（LSE）时钟特性

表 4-11 LSE 时钟特性 ( $f_{LSE}=32.768\text{ kHz}$ )

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	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$	-	1000	-	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： $V_{DD}=3.3V$ ， $CL=12pF$ （关闭 AGC）	-	700	-	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：

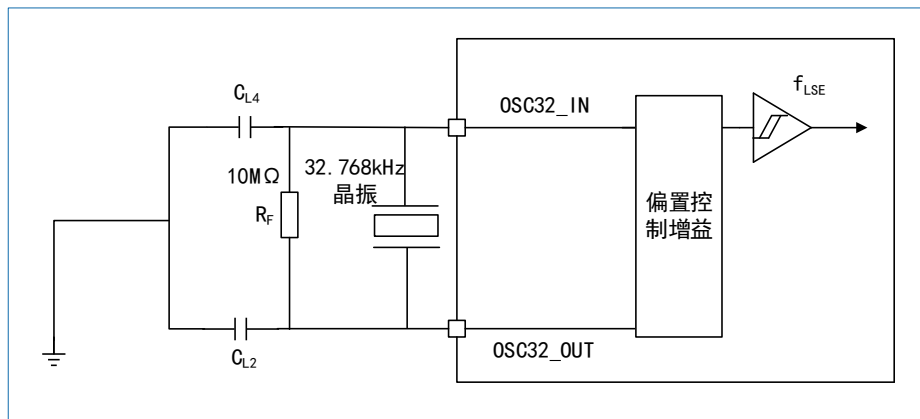


图 4-12 LSE 负反馈晶体振荡电路

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 4-12 外部低速时钟输入特性<sup>(1)</sup>

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。

## 4.2.8 内部高速（HSI）时钟特性

表 4-13 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	-	-	32	-	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 $T_A = -40 \sim +105^\circ\text{C}$	-0.5	-	2.6	
$T_{\text{stb}}(\text{HSI})^{(1)}$	振荡器启动时间	$V_{\text{SS}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{DD}}$	-	7	9	$\mu\text{s}$
$I_{\text{DD}}(\text{HSI})^{(1)}$	振荡器功耗	32MHz, $V_{\text{DD}}=3.3\text{V}$	-	48	60	$\mu\text{A}$

(1). 设计保证。

## 4.2.9 内部低速 (LSI) 时钟特性

表 4-14 LSI 时钟特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{\text{LSI}}$	时钟频率	-	-	40	-	kHz
$T_{\text{su}}(\text{LSI})^{(1)}$	振荡器启动时间	$V_{\text{SS}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{DD}}$	-	20	60	$\mu\text{s}$
$I_{\text{DD}}(\text{LSI})^{(1)}$	振荡器功耗	-	-	200	-	nA

(1). 设计保证。

## 4.2.10 Flash 存储器特性

表 4-15 Flash 存储器特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
$T_{\text{PROG}}$	字写入时间	244		404	$\mu\text{s}$
$T_{\text{ERASE}}$	页擦除时间	100		200	ms
	整片擦除时间	100		200	ms
$I_{\text{DDPROG}}$	单字写入电流	-	-	8	mA
$I_{\text{DDERASE}}$	页/片擦除电流	-	-	9	mA
$I_{\text{DDREAD}}$	读电流@25MHz	-		3	mA
$N_{\text{END}}$	擦写寿命	10	-	-	千次
$t_{\text{RET}}$	数据保存时间	10	-	-	年

## 4.2.11 IO 输入引脚特性

表 4-16 IO 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
$V_{\text{IH}}$	输入高电平	$V_{\text{DD}}=3.3\text{V}$	$0.65 \cdot V_{\text{DD}}$	-	-	V
$V_{\text{IL}}$	输入低电平	$V_{\text{DD}}=3.3\text{V}$	-	-	$0.2 \cdot V_{\text{DD}}$	V
$V_{\text{IHhys}}$	输入高电平	$V_{\text{DD}}=3.3\text{V}$	$0.65 \cdot V_{\text{DD}}$	-	-	V
$V_{\text{ILhys}}$	输入低电平	$V_{\text{DD}}=3.3\text{V}$	-	-	$0.2 \cdot V_{\text{DD}}$	V
$V_{\text{hys}}$	施密特触发器电压迟滞	$V_{\text{DD}}=3.3\text{V}$	-	-	$0.2 \cdot V_{\text{DD}}$	mV
$I_{\text{Ikg}}$	输入漏电流	$V_{\text{DD}}=3.3\text{V}; 0 < V_{\text{IN}} < 3.3\text{V}$	-	5	-	nA
		$V_{\text{DD}}=3.3\text{V}; V_{\text{IN}}=5\text{V}$	-	5	-	nA
$R_{\text{PU}}$	上拉电阻	$V_{\text{IN}}=V_{\text{SS}}$	-	33	-	k $\Omega$
$R_{\text{PD}}$	下拉电阻	$V_{\text{IN}}=V_{\text{DD}}$	-	33	-	k $\Omega$
$C_{\text{IO}}^{(1)}$	I/O 引脚电容	-	-	-	10	pF

(1). 设计保证。

## 4.2.12 IO 输出引脚特性

表 4-17 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 <sub>OH</sub>	输出高电平	$2.6V \leq V_{DD} \leq 5.5V$	$0.8 * V_{DD}$	-	-	V
V <sub>OL</sub>	输出低电平	$2.6V \leq V_{DD} \leq 5.5V$	-	-	$0.2 * V_{DD}$	V

表 4-18 IO 引脚输出电流特性

符号	参数	条件(V <sub>DD</sub> =5V)	最小值	典型值	最大值	单位
I <sub>OH</sub>	普通 IO 源电流输出高电平	$0.8 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=00	-	6.8	-	mA
		$0.8 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=01	-	13.3	-	
		$0.8 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=10	-	31.8	-	
		$0.8 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=11	-	49.1	-	
I <sub>OL</sub>	普通 IO 灌电流输出低电平	$0.2 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=00	-	17.3	-	
		$0.2 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=01	-	34.8	-	
		$0.2 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=10	-	67.2	-	
		$0.2 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=11	-	110.7	-	
I <sub>OH_com</sub>	大电流 IO 源电流 (PB0~7)输出高电平	$0.8 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=00	-	6.7	-	
		$0.8 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=01	-	13.1	-	
		$0.8 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=10	-	31.2	-	
		$0.8 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=11	-	47.7	-	
		$0.8 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=00; (UHDrY=1)	-	38.7	-	
		$0.8 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=01; (UHDrY=1)	-	42.1	-	
		$0.8 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=10; (UHDrY=1)	-	59.1	-	
		$0.8 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=11; (UHDrY=1)	-	74.1	-	
I <sub>OL_com</sub>	大电流 IO 灌电流 (PB0~7)输出低电平	$0.2 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=00	-	17.7	-	
		$0.2 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=01	-	35.1	-	
		$0.2 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=10	-	68.3	-	
		$0.2 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=11	-	113.8	-	
		$0.2 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=00; (UHDrY=1)	-	142	-	
		$0.2 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=01; (UHDrY=1)	-	159.2	-	
		$0.2 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=10; (UHDrY=1)	-	185.4	-	
		$0.2 * V_{DD}$ ; OSPEEDy[1:0]=11; (UHDrY=1)	-	225.4	-	

## 4.2.13 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 4-19 NRST 引脚输入特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
T <sub>Noise</sub>	低电平被忽略	-	-	195	ns



## 4.2.14 TIM 计数器特性

 表 4-20 TIM 特性<sup>(1)</sup>

符号	条件	最小值	最大值	单位
F <sub>EXT</sub>	CH1 至 CH4 的定时器外部时钟频率	32	f <sub>TIMxCLK</sub> /2	MHz

(1) 设计保证, f<sub>TIMxCLK</sub> = 32MHz。

## 4.2.15 ADC 特性

表 4-21 ADC 特性

项目	描述	条件	最小	典型	最大	单位
V <sub>DD</sub>	ADC 开启时的模拟电源电压	-	2.6	5	5.5	V
VREFP	正参考电压	-	2.6	5	5.5	V
VREFN	负参考电压	-	0	0	0	V
f <sub>ADC</sub>	ADC 时钟频率	-	0.3	-	14	MHz
f <sub>S</sub> <sup>(1)</sup>	采样频率	f <sub>ADC</sub> = 14 MHz	-	1	-	MHz
f <sub>TRIG</sub> <sup>(1)</sup>	外部触发频率	f <sub>ADC</sub> = 14 MHz	-	-	823	kHz
			17	-	-	Cycles
V <sub>AIN</sub>	转换电压范围	-	VREFN	-	VREFP	V
R <sub>AIN</sub> <sup>(1)</sup>	外部输入阻抗	具体请参考表 4-22				kΩ
R <sub>ADC</sub> <sup>(1)</sup>	采样开关电阻	-	-	-	1	kΩ
C <sub>ADC</sub> <sup>(1)</sup>	采样保持电容	-	-	5	-	pF
Jitter <sub>ADC</sub>	ADC 触发转换抖动	-	-	1	-	Cycles
t <sub>S</sub> <sup>(1)</sup>	采样时间	f <sub>ADC</sub> = 14 MHz	1.5	55.5	239.5	Cycles
t <sub>CONV</sub> <sup>(1)</sup>	总转换时间（包括采样时间）	f <sub>ADC</sub> = 14 MHz 12 位分辨率	14	68	252	Cycles

(1) 设计保证。

(2) 指定值仅包括 ADC 定时。它不包括寄存器访问的延迟。

最大的输入阻抗 R<sub>AIN</sub> 的计算公式需满足：

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

其中, N (分辨率) 取值为 12, f<sub>ADC</sub> 的单位是 Hz, C<sub>ADC</sub> 的单位是 F, R<sub>ADC</sub> 的单位是 Ω。

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

 表 4-22 输入阻抗最大值 (f<sub>ADC</sub> = 14MHz)

采样周期 Ts (Cycles)	采样时间 t <sub>S</sub> (μs)	输入阻抗最大值 (kΩ)
1.5	0.11	1.21
7.5	0.54	10.05
13.5	0.96	18.88
28.5	2.04	40.97
41.5	2.96	60.12
55.5	3.96	80.74
71.5	5.11	104.30

239.5	17.11	351.72
-------	-------	--------

表 4-23 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 <sup>(1)</sup>	$V_{DD}=V_{REFP}=5V,$ $f_{ADC} = 14 \text{ MHz}$	-	2	LSB
EO	偏移误差 <sup>(2)</sup>		-	1	
EG	增益误差 <sup>(3)</sup>		-	1	
ED	微分线性误差 <sup>(4)</sup>		-	1	
EL	积分线性误差 <sup>(5)</sup>		-	2	

- (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。

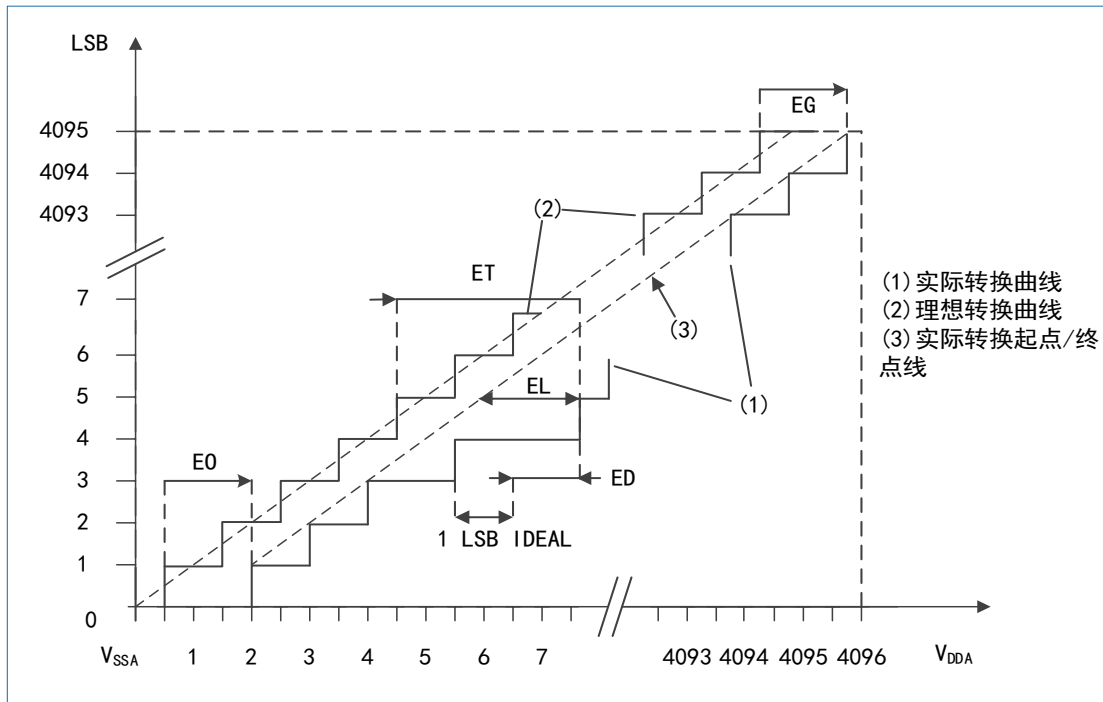


图 4-13 ADC 精度特征

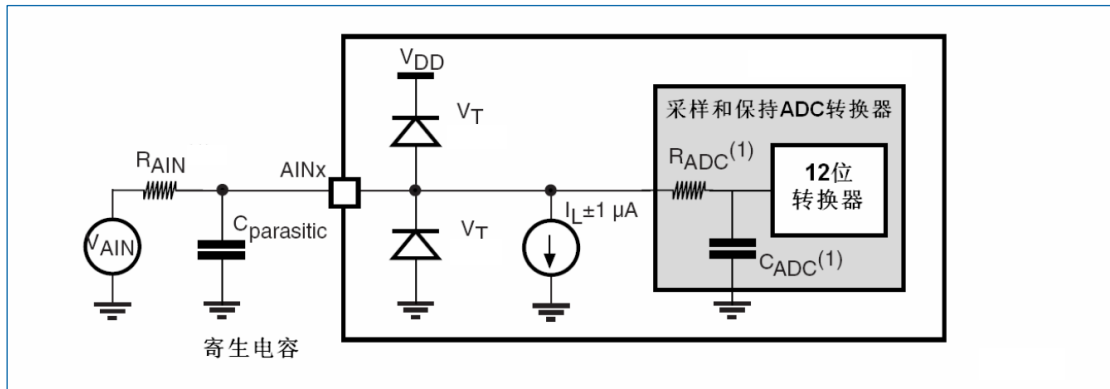


图 4-14 ADC 的典型连接图

(1).  $R_{ADC}$  和  $C_{ADC}$  值的 ADC 特征见表 4-21。

$C_{parasitic}$  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。

#### 4.2.16 电压比较器（COMP）特性

表 4-24 电压比较器特性

项目	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{DD}$	模拟电源电压	-	2	5	5.5	V
$V_{com}$	输入共模电压	-	0.2	$V_{DD}/2$	$V_{DD}-0.2$	V
$V_{diff}$	输入差模电压	$V_{DDA}=5V$ , $V_{com}=0\sim V_{DD}$ , 高功耗	-	-	10.5	mV
	输入差模电压	$V_{DDA}=5V$ , $V_{com}=0\sim V_{DD}$ , 低功耗	-	-	40	
$V_{hy}$	滞回电压	挡位 1	-	6	-	mV
		挡位 2	-	2	-	
		挡位 3	-	9	-	
		挡位 4	-	25	-	
$I_{OP}$	工作电流 ( $V_{DD}=5V$ )	低功耗模式	-	39.7	-	$\mu A$
		高功耗模式	-	4.1	-	
$T_{dly}^{(1)}$	输出延迟 (无迟滞)	高功耗模式 上升沿	-	30	-	ns
		低功耗模式 上升沿	-	840	-	
		高功耗模式 下降沿	-	41.2	-	
		低功耗模式 下降沿	-	524	-	

(1) 设计保证。

## 4.2.17 LCD 特性

表 4-25 LCD 控制器特性

项目	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V <sub>LCD</sub> <sup>(1)</sup>	LCD 供电电压	-	2.6	-	5.5	V
V <sub>contrast</sub>	V <sub>contrast0</sub>	-	-	$(0.5+1*0.0625) * V_{LCD}$	-	V
	V <sub>contrast1</sub>		-	$(0.5+2*0.0625) * V_{LCD}$	-	
	V <sub>contrast2</sub>		-	$(0.5+3*0.0625) * V_{LCD}$	-	
	V <sub>contrast3</sub>		-	$(0.5+4*0.0625) * V_{LCD}$	-	
	V <sub>contrast4</sub>		-	$(0.5+5*0.0625) * V_{LCD}$	-	
	V <sub>contrast5</sub>		-	$(0.5+6*0.0625) * V_{LCD}$	-	
	V <sub>contrast6</sub>		-	$(0.5+7*0.0625) * V_{LCD}$	-	
	V <sub>contrast7</sub>		-	$(0.5+8*0.0625) * V_{LCD}$	-	
RES	LCDRV 驱动等效电阻	Target=56.25kΩ	21	42	55	kΩ
		Target=225kΩ	84	153	220	
		Target=900kΩ	337	600	881	
I <sub>LCD</sub>	工作功耗	-	8	32	121	μA
TEMP	温度范围	-	0	25	85	°C

(1) V<sub>LCD</sub>=V<sub>DD</sub>。

## 5 典型电路

### 5.1 电源供电

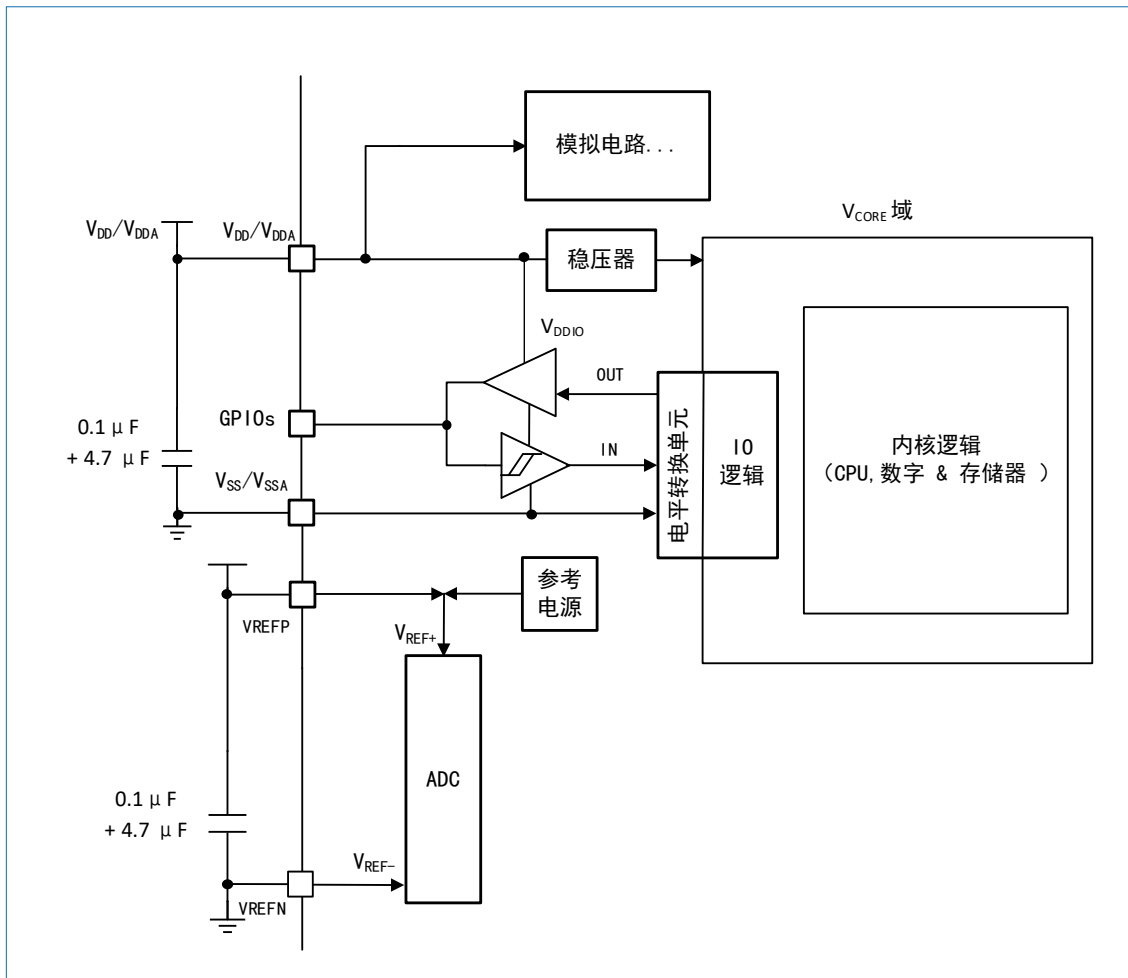


图 5-1 电源供电参考电路

## 6 引脚定义

HK32D010 包含 LQFP32、LQFP44 和 LQFP48 封装。本章介绍了各封装的引脚定义。

### 6.1 LQFP32 封装

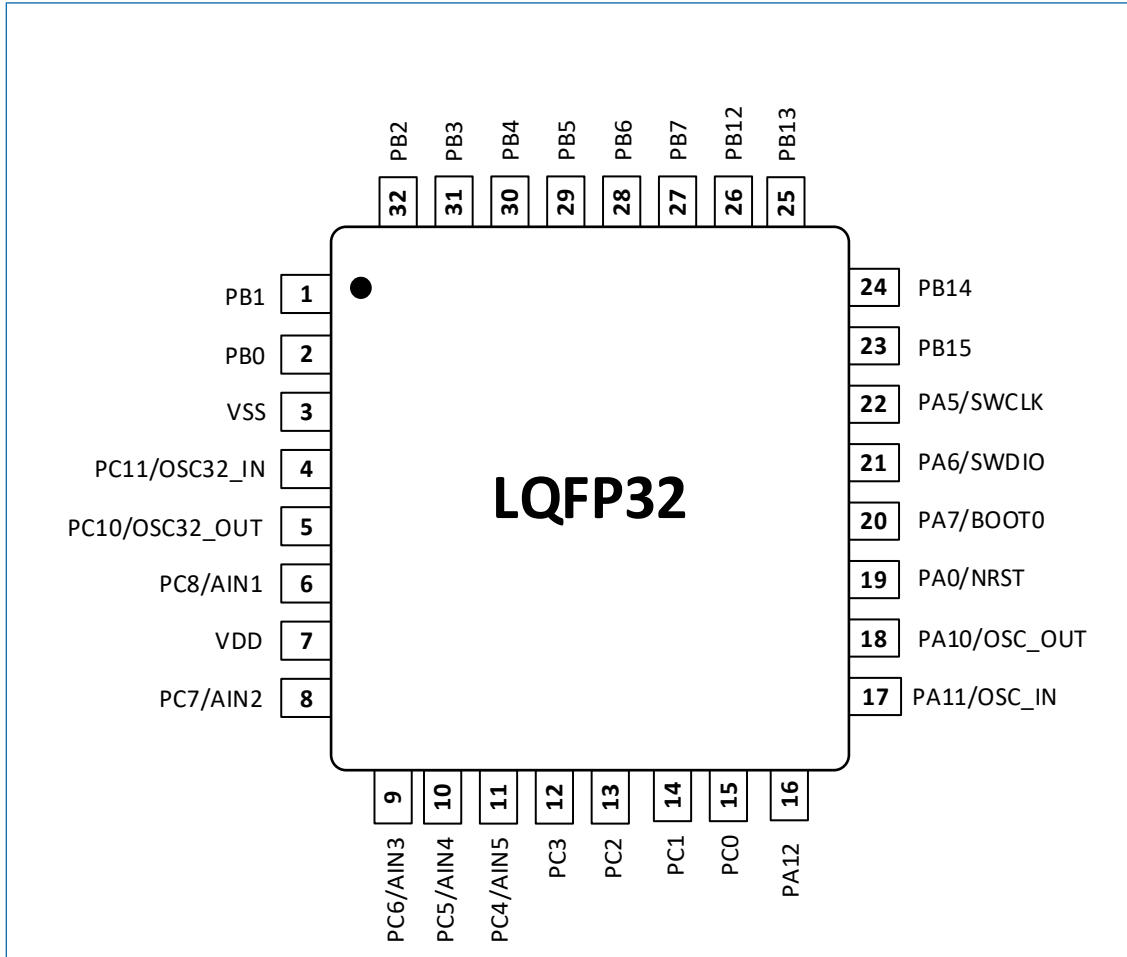


图 6-1 LQFP32 封装引脚排列

## 6.2 LQFP44 封装

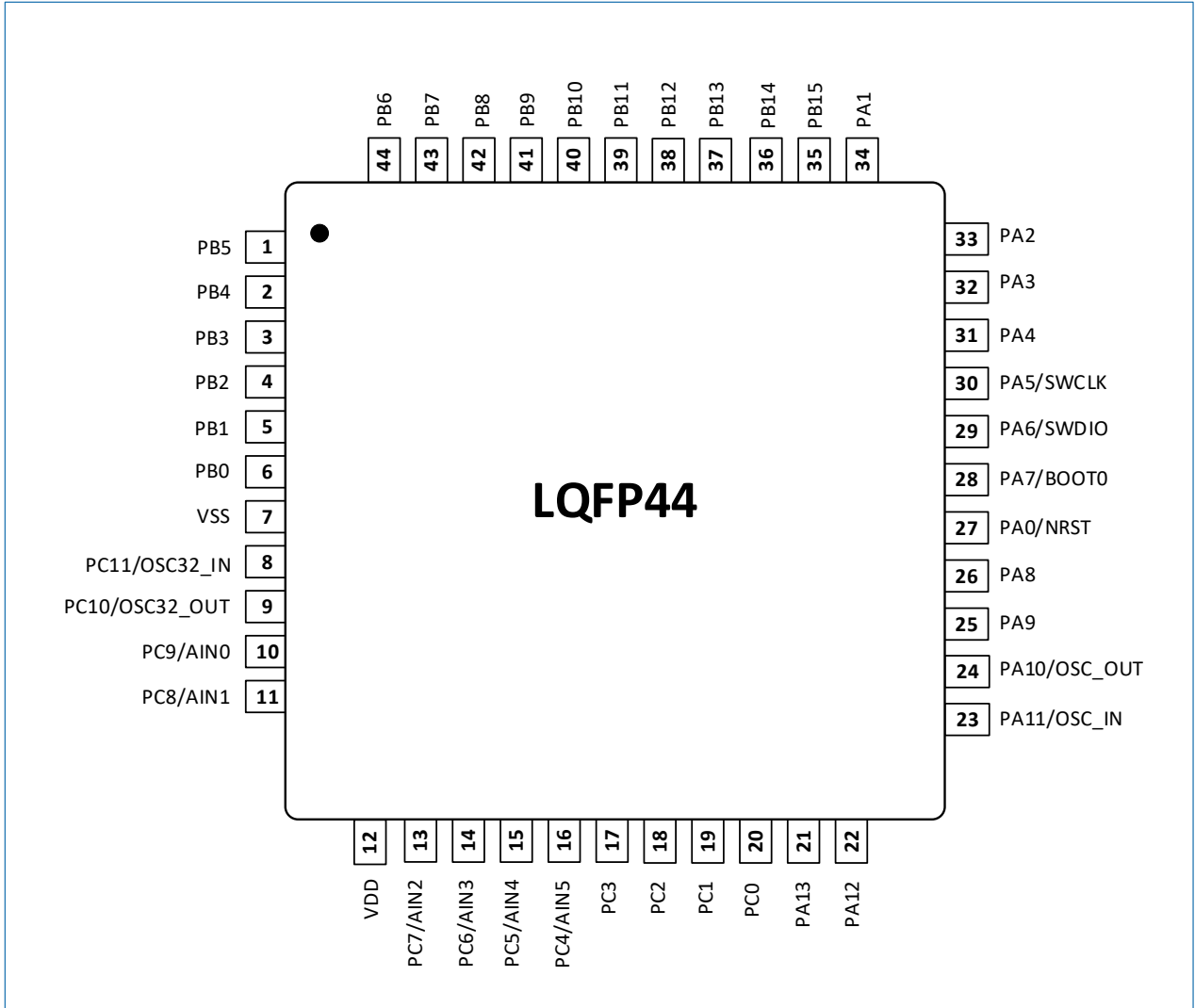


图 6-2 LQFP44 封装引脚排列

### 6.3 LQFP48 封装

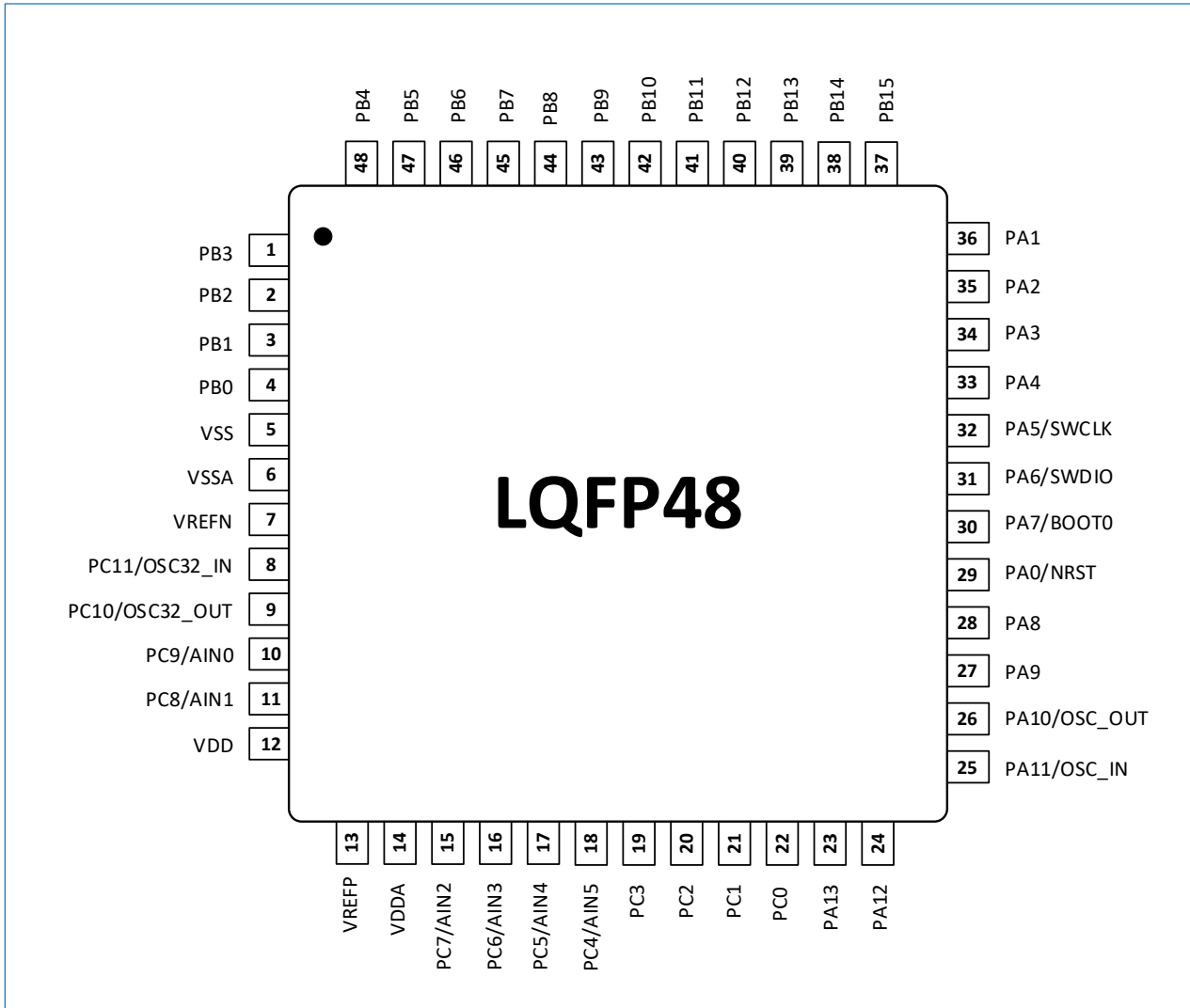


图 6-3 LQFP48 封装引脚排列

### 6.4 各封装的引脚定义

表 6-1 HK32D010 各封装的引脚定义

LQFP32	LQFP44	LQFP48	引脚名称 (复位后默认)	引脚类型 <sup>(1)</sup>	是否支持 5V 耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
31	3	1	PB3	I/O	Yes	UART2_TX <sup>(2)</sup> UART4_RX <sup>(2)</sup> LED3/COML3	LCD_COM3 EXTI3
32	4	2	PB2	I/O	Yes	UART1_TX <sup>(2)</sup> UART2_RX <sup>(2)</sup> LED2/COML2	LCD_COM2 EXTI2
1	5	3	PB1	I/O	Yes	UART1_RX <sup>(2)</sup> UART3_TX <sup>(2)</sup> LED1/COML1	LCD_COM1 EXTI1
2	6	4	PB0	I/O	Yes	UART3_RX <sup>(2)</sup> UART6_TX <sup>(2)</sup> LED0/COML0	LCD_COM0 EXTI0



LQFP32	LQFP44	LQFP48	引脚名称 (复位后默认)	引脚类型 <sup>(1)</sup>	是否支持 5V 耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
3	7	5	VSS	S		数字电源地	
-	-	6	VSSA	S		模拟电源供电	
-	-	7	VREFN	S		参考电源地	
4	8	8	PC11	I/O	Yes	TIM3_ETR TIM15_BKIN UART5_TX <sup>(2)</sup> UART6_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL3 CM0_TXEV	OSC32_IN EXTI11
5	9	9	PC10	I/O	Yes	ADC_ETR TIM3_CH3 I2C1_SMBA UART5_RX <sup>(2)</sup> UART6_TX <sup>(2)</sup> LED_SEGL2 CM0_TXEV	OSC32_OUT EXTI10
-	10	10	PC9	I/O	Yes	SPI1_NSS <sup>(4)</sup> TIM3_CH2 TIM15_BKIN I2C1_SDA <sup>(3)</sup> UART3_RX <sup>(2)</sup> UART4_TX <sup>(2)</sup> LED_SEGL1 BEEPO	AIN0 EXTI9
6	11	11	PC8	I/O	Yes	SPI1_SCK <sup>(4)</sup> TIM3_CH1 TIM15_CH1 I2C1_SCL <sup>(3)</sup> UART3_TX <sup>(2)</sup> UART4_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGLO VCOM_O	AIN1 EXTI8
7	12	12	VDD	S		数字电源供电	
-	-	13	VREFP	S		参考电源供电	
-	-	14	VDDA	S		模拟电源供电	
8	13	15	PC7	I/O	Yes	TIM3_CH4 TIM15_CH2 UART4_TX <sup>(2)</sup> UART5_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL7 CM0_TXEV	AIN2 EXTI7
9	14	16	PC6	I/O	Yes	TIM15_CH1N SPI1_MOSI UART3_TX <sup>(2)</sup> UART4_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL6	RCC_CK11 AIN3 EXTI6

LQFP32	LQFP44	LQFP48	引脚名称 (复位后默认)	引脚类型 <sup>(1)</sup>	是否支持 5V 耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
10	15	17	PC5	I/O	Yes	TIM15_BKIN SPI1_MISO I2C1_SMBA UART2_TX <sup>(2)</sup> UART3_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL5 CM0_TXEV	AIN4 EXT15
11	16	18	PC4	I/O	Yes	TIM3_CH4 TIM15_CH1 UART2_RX <sup>(2)</sup> UART6_TX <sup>(2)</sup> LED_SEGL4	RCC_CKIO AIN5 EXT14
12	17	19	PC3	I/O	Yes	SPI1_NSS <sup>(4)</sup> TIM3_CH3 TIM15_CH2 I2C1_SDA <sup>(3)</sup> UART2_TX <sup>(2)</sup> UART3_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL3 RCC_MCO	LCD_SEG23 EXT13
13	18	20	PC2	I/O	Yes	TIM15_BKIN SPI1_MOSI UART1_TX <sup>(2)</sup> UART2_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL2 CM0_TXEV	EXT12
14	19	21	PC1	I/O	Yes	TIM15_CH1N SPI1_MISO I2C1_SMBA UART1_RX <sup>(2)</sup> UART6_TX <sup>(2)</sup> LED_SEGL1 CM0_TXEV	LCD_SEG15 EXT11
15	20	22	PC0	I/O	Yes	ADC_ETR SPI1_SCK <sup>(4)</sup> TIM3_CH2 I2C1_SCL <sup>(3)</sup> UART5_TX <sup>(2)</sup> UART6_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGLO BEEPO	LCD_SEG14 EXT10
-	21	23	PA13	I/O	Yes	SPI1_NSS TIM3_CH1 TIM15_CH1N I2C1_SDA <sup>(3)</sup> UART3_TX <sup>(2)</sup> UART4_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL7	LCD_SEG13 EXT13

LQFP32	LQFP44	LQFP48	引脚名称 (复位后默认)	引脚类型 <sup>(1)</sup>	是否支持 5V 耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
						VCOM_O	
16	22	24	PA12	I/O	Yes	ADC_ETR SPI1_MISO TIM3_CH4 I2C1_SCL <sup>(3)</sup> UART4_TX <sup>(2)</sup> UART5_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL6 BEEPO	LCD_SEG12 EXTI12
17	23	25	PA11	I/O	Yes	SPI1_MOSI TIM3_ETR TIM15_CH1N I2C1_SMBA UART5_TX <sup>(2)</sup> UART6_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL7	RCC_CK13 OSC_IN LCD_SEG11 EXTI11
18	24	26	PA10	I/O	Yes	ADC_ETR SPI1_SCK <sup>(4)</sup> TIM3_ETR I2C1_SMBA UART2_TX <sup>(2)</sup> UART5_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL6 CMO_TXEV	OSC_OUT LCD_SEG10 EXTI10
-	25	27	PA9	I/O	Yes	TIM15_CH1 SPI1_MOSI TIM3_CH3 I2C1_SCL <sup>(3)</sup> UART2_RX <sup>(2)</sup> UART1_TX <sup>(2)</sup> LED_SEGL5 RCC_MCO	LCD_SEG9 EXTI9
-	26	28	PA8	I/O	Yes	SPI1_MISO TIM3_CH2 TIM15_CH2 I2C1_SDA <sup>(3)</sup> UART1_RX <sup>(2)</sup> UART2_TX <sup>(2)</sup> LED_SEGL4 BEEPO	LCD_SEG8 EXTI8
19	27	29	PA0	I/O	Yes	SPI1_SCK <sup>(4)</sup> UART1_TX <sup>(2)</sup> UART2_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL7	NRST EXTI0
20	28	30	PA7	I/O	Yes	ADC_ETR SPI1_MOSI UART1_RX <sup>(2)</sup> UART6_TX <sup>(2)</sup>	BOOT0 LCD_SEG22 EXTI7

LQFP32	LQFP44	LQFP48	引脚名称 (复位后默认)	引脚类型 <sup>(1)</sup>	是否支持 5V 耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
						LED_SEGL6	
21	29	31	PA6	I/O	Yes	SWDIO SPI1_MISO TIM3_ETR I2C1_SDA <sup>(3)</sup> UART1_TX <sup>(2)</sup> UART6_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL5 RCC_MCO	LCD_SEG21 EXTI6
-	30	32	PA5	I/O	Yes	SWCLK SPI1_SCK <sup>(4)</sup> TIM3_CH1 I2C1_SCL <sup>(3)</sup> UART1_RX <sup>(2)</sup> UART5_TX <sup>(2)</sup> LED_SEGL4 VCOM_O	LCD_SEG20 EXTI5
-	31	33	PA4	I/O	Yes	SPI1_NSS <sup>(4)</sup> TIM3_CH4 TIM15_CH1N I2C1_SDA <sup>(3)</sup> UART5_TX <sup>(2)</sup> UART6_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL3 BEEPO	LCD_SEG19 EXTI4
-	32	34	PA3	I/O	Yes	SPI1_MOSI TIM3_CH3 TIM15_BKIN I2C1_SCL <sup>(3)</sup> UART4_TX <sup>(2)</sup> UART5_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL2 RCC_MCO	LCD_SEG18 EXTI3
-	33	35	PA2	I/O	Yes	SPI1_MISO TIM3_CH2 TIM15_CH1 I2C1_SCL <sup>(3)</sup> UART3_TX <sup>(2)</sup> UART4_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL1 VCOM_O	LCD_SEG17 EXTI2
-	34	36	PA1	I/O	Yes	SPI1_SCK <sup>(4)</sup> TIM3_CH1 TIM15_CH2 I2C1_SDA <sup>(3)</sup> UART2_TX <sup>(2)</sup> UART3_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGLO	LCD_SEG16 EXTI1

LQFP32	LQFP44	LQFP48	引脚名称 (复位后默认)	引脚类型 <sup>(1)</sup>	是否支持 5V 耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
						BEEPO	
23	35	37	PB15	I/O	Yes	SPI1_NSS <sup>(4)</sup> TIM3_CH4 TIM15_CH1 I2C1_SCL <sup>(3)</sup> UART2_TX <sup>(2)</sup> UART4_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL7 RCC_MCO	LCD_SEG7 VCOMN EXTI15
24	36	38	PB14	I/O	Yes	SPI1_SCK <sup>(4)</sup> TIM3_CH3 TIM15_CH2 I2C1_SDA <sup>(3)</sup> UART2_RX <sup>(2)</sup> UART3_TX <sup>(2)</sup> LED_SEGL6 BEEPO	LCD_SEG6 VCOMP EXTI14
25	37	39	PB13	I/O	Yes	SPI1_MISO TIM3_CH2 TIM15_CH1N I2C1_SDA <sup>(3)</sup> UART1_TX <sup>(2)</sup> UART3_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL5 VCOM_O	LCD_SEG5 EXTI13
26	38	40	PB12	I/O	Yes	SPI1_MOSI TIM3_CH1 TIM15_BKIN I2C1_SCL <sup>(3)</sup> UART1_RX <sup>(2)</sup> UART4_TX <sup>(2)</sup> LED_SEGL4 VCOM_O	LCD_SEG4 EXTI12
-	39	41	PB11	I/O	Yes	TIM15_CH1N SPI1_SCK <sup>(4)</sup> TIM3_CH4 I2C1_SCL <sup>(3)</sup> UART2_RX <sup>(2)</sup> UART1_TX <sup>(2)</sup> LED_SEGL3 BEEPO	LCD_SEG3 EXTI11
-	40	42	PB10	I/O	Yes	SPI1_NSS <sup>(4)</sup> TIM3_CH3 TIM15_CH2 I2C1_SDA <sup>(3)</sup> UART3_TX <sup>(2)</sup> UART4_RX <sup>(2)</sup> LED_SEGL2	LCD_SEG2 EXTI10

LQFP32	LQFP44	LQFP48	引脚名称 (复位后默认)	引脚类型 <sup>(1)</sup>	是否支持 5V 耐受	引脚复用功能	引脚附加功能
						RCC_MCO	
-	41	43	PB9	I/O	Yes	TIM15_CH1 SPI1_MOSI TIM3_CH1 I2C1_SCL <sup>(3)</sup> UART3_RX <sup>(2)</sup> UART4_TX <sup>(2)</sup> LED_SEGL1 VCOM_O	LCD_SEG1 EXTI9
-	42	44	PB8	I/O	Yes	SPI1_MISO TIM3_CH2 TIM15_BKIN I2C1_SDA <sup>(3)</sup> UART1_RX <sup>(2)</sup> UART6_TX <sup>(2)</sup> LED_SEGL0 RCC_MCO	LCD_SEG0 EXTI8
27	43	45	PB7	I/O	Yes	ADC_ETR TIM3_CH4 UART6_RX <sup>(2)</sup> UART5_TX <sup>(2)</sup> LED7/COML7	RCC_CK12 LCD_COM7 EXTI7
28	44	46	PB6	I/O	Yes	TIM3_CH3 TIM15_CH1 UART5_RX <sup>(2)</sup> UART6_TX <sup>(2)</sup> LED6/COML6 CM0_TXEV	LCD_COM6 EXTI6
29	1	47	PB5	I/O	Yes	ADC_ETR TIM3_CH2 UART5_TX <sup>(2)</sup> UART6_RX <sup>(2)</sup> LED5/COML5	LCD_COM5 EXTI5
30	2	48	PB4	I/O	Yes	TIM3_CH1 TIM15_CH2 UART4_TX <sup>(2)</sup> UART5_RX <sup>(2)</sup> LED4/COML4	LCD_COM4 EXTI4

- (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). 通过设置 UART\_CR2.SWAP 位可实现 UART1~UART6 的 TX 和 RX 引脚互换。
- (3). 通过设置 I2C\_CR1.SWAP 位可实现 SDA 和 SCL 引脚互换。
- (4). 通过设置 SPI\_PLUS.SWAPNS 位可实现 NSS 和 SCK 引脚互换。

**说明：除非特别说明，否则在复位期间和复位后，所有 I/O 都默认为模拟模式。**

## 6.5 引脚复用（AF）功能表

表 6-2 引脚复用功能表

引脚名	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7
PC0	ADC_ETR	SPI1_SCK	TIM3_CH2	I2C1_SCL	UART6_RX	UART5_TX	LED_SEGL0	BEEPO
PC1	TIM15_CH1N	SPI1_MISO	-	I2C1_SMBA	UART1_RX	UART6_TX	LED_SEGL1	CM0_TXEV
PC2	TIM15_BKIN	SPI1_MOSI	-	-	UART2_RX	UART1_TX	LED_SEGL2	CM0_TXEV
PC3	TIM15_CH2	SPI1_NSS	TIM3_CH3	I2C1_SDA	UART3_RX	UART2_TX	LED_SEGL3	RCC_MCO
PC4	TIM15_CH1	-	TIM3_CH4	-	UART2_RX	UART6_TX	LED_SEGL4	-
PC5	TIM15_BKIN	SPI1_MISO	-	I2C1_SMBA	UART3_RX	UART2_TX	LED_SEGL5	CM0_TXEV
PC6	TIM15_CH1N	SPI1_MOSI	-	-	UART4_RX	UART3_TX	LED_SEGL6	-
PC7	TIM15_CH2	-	TIM3_CH4	-	UART5_RX	UART4_TX	LED_SEGL7	CM0_TXEV
PC8	TIM15_CH1	SPI1_SCK	TIM3_CH1	I2C1_SCL	UART4_RX	UART3_TX	LED_SEGL0	VCOM_O
PC9	TIM15_BKIN	SPI1_NSS	TIM3_CH2	I2C1_SDA	UART3_RX	UART4_TX	LED_SEGL1	BEEPO
PC10	ADC_ETR	-	TIM3_CH3	I2C1_SMBA	UART5_RX	UART6_TX	LED_SEGL2	CM0_TXEV
PC11	TIM15_BKIN	-	TIM3_ETR	-	UART6_RX	UART5_TX	LED_SEGL3	CM0_TXEV
PB0	-	-	-	-	UART3_RX	UART6_TX	LED0/COML0	-
PB1	-	-	-	-	UART1_RX	UART3_TX	LED1/COML1	-
PB2	-	-	-	-	UART2_RX	UART1_TX	LED2/COML2	-
PB3	-	-	-	-	UART4_RX	UART2_TX	LED3/COML3	-
PB4	TIM15_CH2	-	TIM3_CH1	-	UART5_RX	UART4_TX	LED4/COML4	-
PB5	ADC_ETR	-	TIM3_CH2	-	UART6_RX	UART5_TX	LED5/COML5	-
PB6	TIM15_CH1	-	TIM3_CH3	-	UART5_RX	UART6_TX	LED6/COML6	CM0_TXEV
PB7	ADC_ETR	-	TIM3_CH4	-	UART6_RX	UART5_TX	LED7/COML7	-
PB8	TIM15_BKIN	SPI1_MISO	TIM3_CH2	I2C1_SDA	UART1_RX	UART6_TX	LED_SEGL0	RCC_MCO
PB9	TIM15_CH1	SPI1_MOSI	TIM3_CH1	I2C1_SCL	UART3_RX	UART4_TX	LED_SEGL1	VCOM_O
PB10	TIM15_CH2	SPI1_NSS	TIM3_CH3	I2C1_SDA	UART4_RX	UART3_TX	LED_SEGL2	RCC_MCO
PB11	TIM15_CH1N	SPI1_SCK	TIM3_CH4	I2C1_SCL	UART2_RX	UART1_TX	LED_SEGL3	BEEPO
PB12	TIM15_BKIN	SPI1_MOSI	TIM3_CH1	I2C1_SCL	UART1_RX	UART4_TX	LED_SEGL4	VCOM_O
PB13	TIM15_CH1N	SPI1_MISO	TIM3_CH2	I2C1_SDA	UART3_RX	UART1_TX	LED_SEGL5	VCOM_O
PB14	TIM15_CH2	SPI1_SCK	TIM3_CH3	I2C1_SDA	UART2_RX	UART3_TX	LED_SEGL6	BEEPO
PB15	TIM15_CH1	SPI1_NSS	TIM3_CH4	I2C1_SCL	UART4_RX	UART2_TX	LED_SEGL7	RCC_MCO
PA0	-	SPI1_NSS	-	-	UART2_RX	UART1_TX	LED_SEGL7	-
PA1	TIM15_CH2	SPI1_SCK	TIM3_CH1	I2C1_SDA	UART3_RX	UART2_TX	LED_SEGL0	BEEPO
PA2	TIM15_CH1	SPI1_MISO	TIM3_CH2	I2C1_SCL	UART4_RX	UART3_TX	LED_SEGL1	VCOM_O
PA3	TIM15_BKIN	SPI1_MOSI	TIM3_CH3	I2C1_SCL	UART5_RX	UART4_TX	LED_SEGL2	RCC_MCO
PA4	TIM15_CH1N	SPI1_NSS	TIM3_CH4	I2C1_SDA	UART6_RX	UART5_TX	LED_SEGL3	BEEPO
PA5	SWCLK	SPI1_SCK	TIM3_CH1	I2C1_SCL	UART1_RX	UART5_TX	LED_SEGL4	VCOM_O
PA6	SWDIO	SPI1_MISO	TIM3_ETR	I2C1_SDA	UART6_RX	UART1_TX	LED_SEGL5	RCC_MCO
PA7	ADC_ETR	SPI1_MOSI	-	-	UART1_RX	UART6_TX	LED_SEGL6	-
PA8	TIM15_CH2	SPI1_MISO	TIM3_CH2	I2C1_SDA	UART1_RX	UART2_TX	LED_SEGL4	BEEPO
PA9	TIM15_CH1	SPI1_MOSI	TIM3_CH3	I2C1_SCL	UART2_RX	UART1_TX	LED_SEGL5	RCC_MCO
PA10	ADC_ETR	SPI1_SCK	TIM3_ETR	I2C1_SMBA	UART5_RX	UART2_TX	LED_SEGL6	CM0_TXEV

引脚名	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7
PA11	TIM15_CH1N	SPI1_MOSI	TIM3_ETR	I2C1_SMBA	UART6_RX	UART5_TX	LED_SEGL7	-
PA12	ADC_ETR	SPI1_MISO	TIM3_CH4	I2C1_SCL	UART5_RX	UART4_TX	LED_SEGL6	BEEPO
PA13	TIM15_CH1N	SPI1_NSS	TIM3_CH1	I2C1_SDA	UART4_RX	UART3_TX	LED_SEGL7	VCOM_O



## 7 封装参数

### 7.1 封装尺寸

#### 7.1.1 LQFP32 封装

LQFP32 为 7mm x7mm，0.8mm 间距的封装。

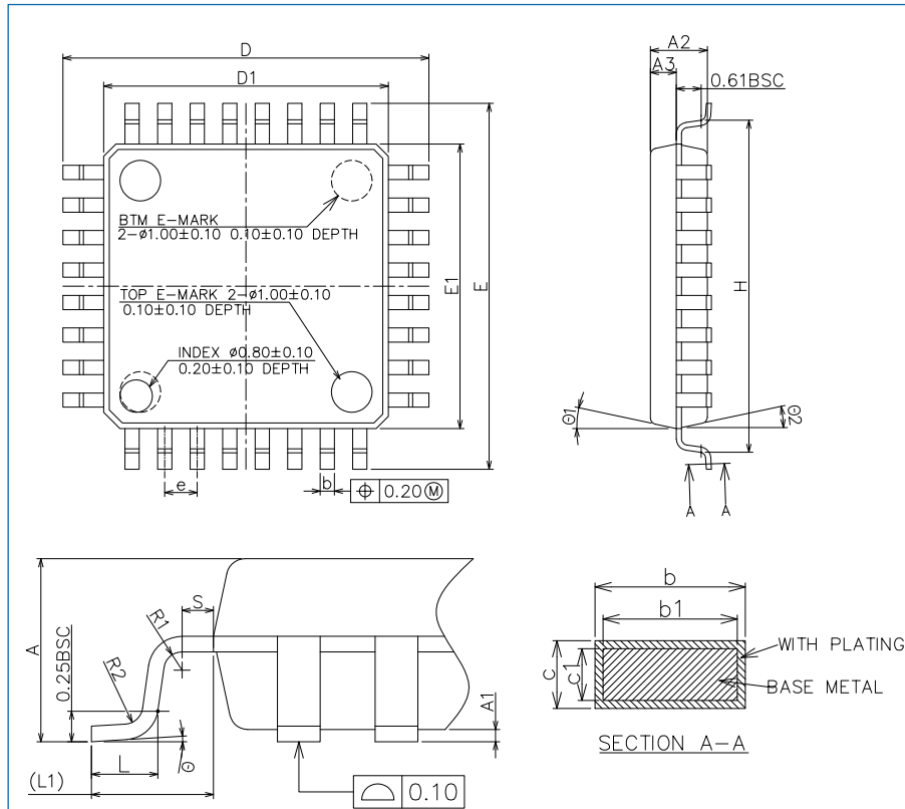


图 7-1 LQFP32 封装尺寸

表 7-1 LQFP32 封装参数

符号	最小值(mm)	典型值(mm)	最大值(mm)	最小值(inches) <sup>(1)</sup>	典型值(inches)	最大值(inches)
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

符号	最小值(mm)	典型值(mm)	最大值(mm)	最小值(inches) <sup>(1)</sup>	典型值(inches)	最大值(inches)
L1	-	1.00	-	-	0.0394	-
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。

## 7.1.2 LQFP44 封装

LQFP44 为 10mm x10mm，0.8mm 间距的封装。

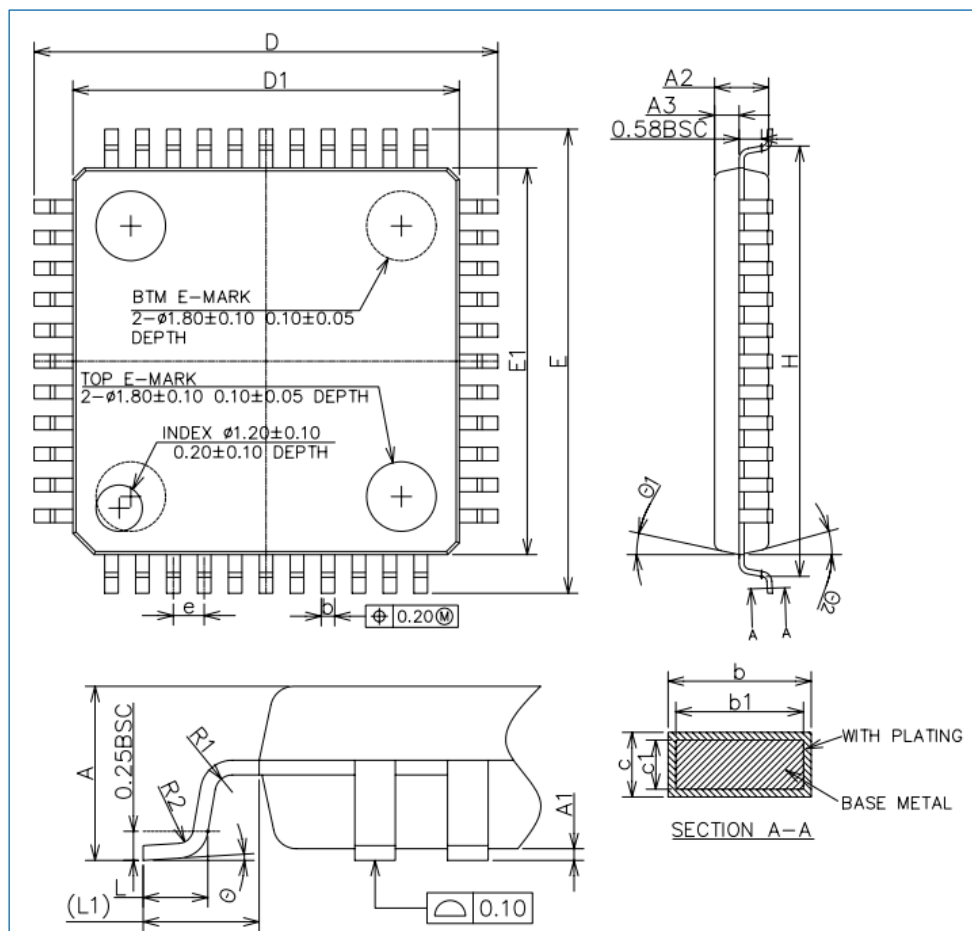


图 7-2 LQFP44 封装尺寸

表 7-2 LQFP44 封装参数

符号	最小值(mm)	典型值(mm)	最大值(mm)	最小值 (inches) <sup>(1)</sup>	典型值 (inches)	最大值 (inches)
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

符号	最小值(mm)	典型值(mm)	最大值(mm)	最小值 (inches) <sup>(1)</sup>	典型值 (inches)	最大值 (inches)
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 LQFP48 封装

LQFP48 为 7mm x7mm，0.5mm 间距的封装。

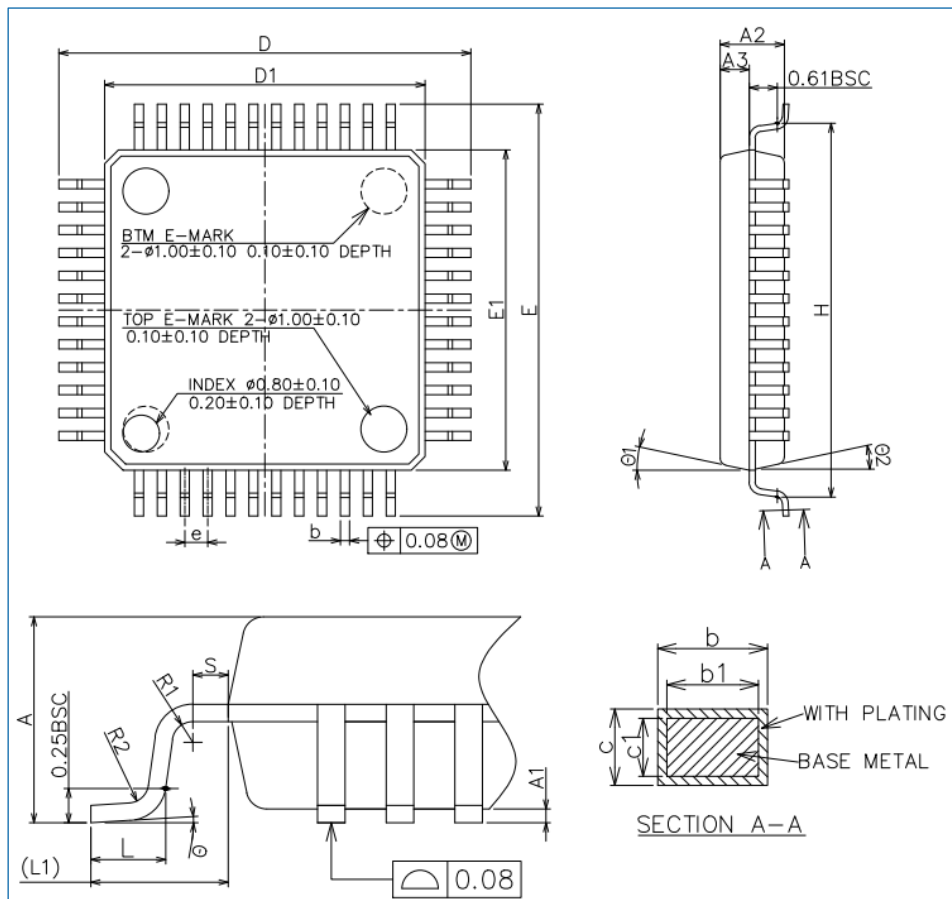


图 7-3 LQFP48 封装尺寸

表 7-3 LQFP48 封装参数

符号	最小值 (mm)	典型值 (mm)	最大值 (mm)	最小值 (inches) <sup>(1)</sup>	典型值 (inches)	最大值 (inches)
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
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。

## 7.2 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 7-4 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

### 7.2.1 LQFP32 丝印

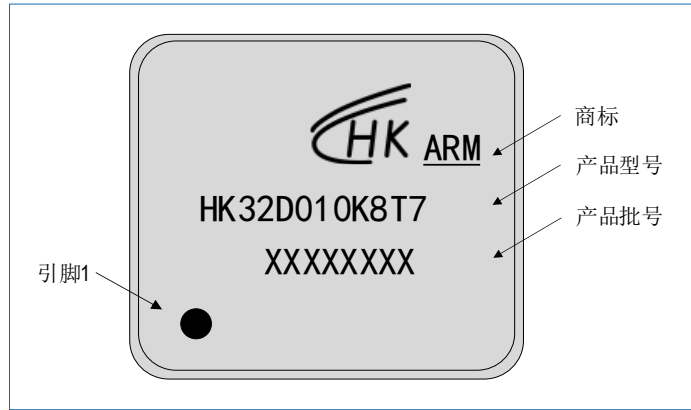


图 7-4 LQFP32 HK32D010K8T7 丝印示例

### 7.2.2 LQFP44 丝印

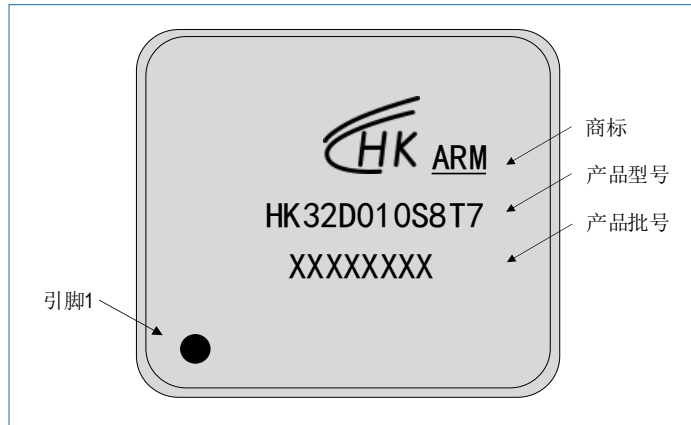


图 7-5 LQFP44 HK32D010S8T7 丝印示例

### 7.2.3 LQFP48 丝印

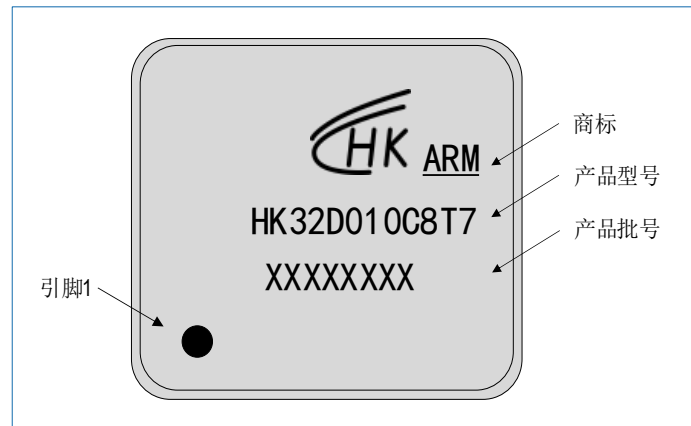


图 7-6 QFP48 HK32D010C8T7 丝印示例

## 8 订货信息

### 8.1 订货代码

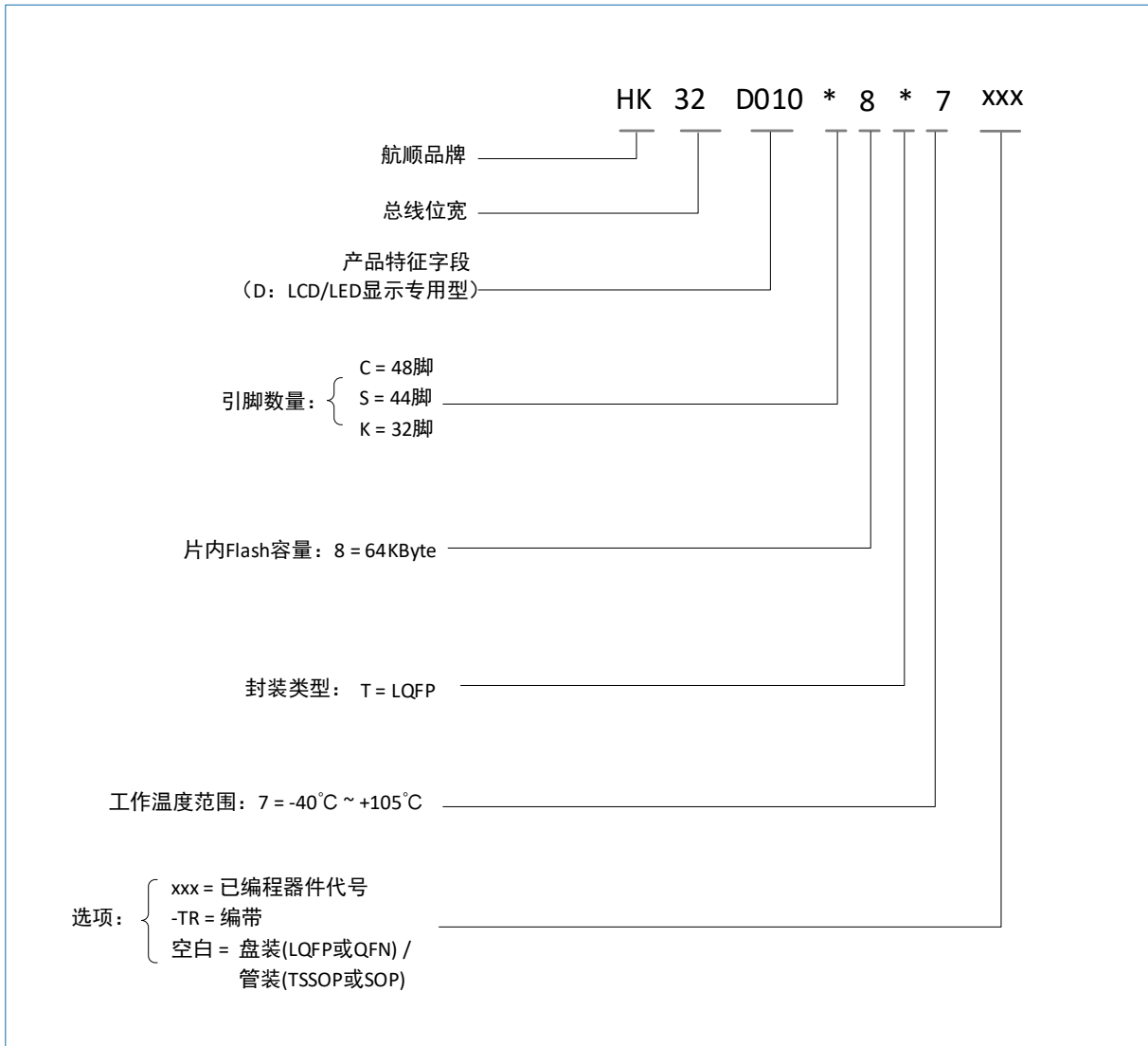


图 8-1 订货代码

### 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
LQFP32	HK32D010K8T7	盘装	
LQFP32	HK32D010K8T7-TR	编带	
LQFP44	HK32D010S8T7	盘装	
LQFP44	HK32D010S8T7-TR	编带	
LQFP48	HK32D010C8T7	盘装	
LQFP48	HK32D010C8T7-TR	编带	

## 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
CLU	Configurable Logic Unit	可编程逻辑单元
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
EMACC	Electric Motor Acceleration	电机加速
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
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
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

## 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时进行特殊测试。

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

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

**所有版权©深圳市航顺芯片技术研发有限公司 2015-2023**

深圳市航顺芯片技术研发有限公司

联系电话：0755-83247667

网址：[www.hsxp-hk.com](http://www.hsxp-hk.com)