

## 1. 产品概述

### 1.1. 功能特点

- 内核: 32 位 ARM® Cortex® -M0
  - 最高 48MHz 工作频率
- 存储器
  - 64K Bytes 的 Flash 存储器
  - 8K Bytes 的 SRAM, 带硬件奇偶校验
- CRC 发生/校验器
- 工作环境
  - VDD 电压: 2.0~5.5V
  - VDDA 电压: 2.0~5.5V
  - 环境温度: -40~85/105°C
- 复位及电源管理
  - 低功耗模式: 睡眠, 深度睡眠 1, 深度睡眠 2 和掉电模式
  - 支持上电/掉电复位 (POR/PDR)
  - 支持低电压检测 (LVD)
- 时钟模块
  - 内部 8MHz RC 振荡器, 典型±1%精度
  - 内部 14MHz RC 振荡器, 典型±1%精度
  - 内部 40kHz RC 振荡器, 典型±10%精度
  - 4~32MHz 晶体振荡器(HXT)
  - 32.768kHz 低速晶体振荡器(LXT)
  - 锁相环(PLL), 最高支持 48MHz
- 启动方式
  - 支持从闪存存储器启动
  - 支持从系统存储器启动
  - 支持从内部 SRAM 启动
- 通用输入输出(I/O)
  - 39 个 I/O 支持最高 48MHz 工作频率
  - 所有 I/O 映射外部中断向量
  - 部分 I/O 支持防倒灌功能, 输入电压≤5.5V
- 5 通道 DMA 控制器
  - 支持的外设: SPIx, I2Cx, USARTx, TIMx, ADC
- 1 路 12 位 ADC, 最高 1μs 转换时间
  - 支持 10 个外部输入通道
  - 工作电压范围: 2.4~5.5V
  - 输入电压转换范围: 0~VDDA
- 10 个定时器
  - 1 个 16 位高级控制定时器, 每路有 6 个带死区控制的 PWM 输出通道
  - 5 个 16 位通用定时器
  - 1 个 16 位基本定时器
  - 1 个独立看门狗定时器 (FWDT): 8 位预置数和 12 位自减型计数器
  - 1 个窗看门狗定时器 (WWDT): 7 位自减型计数器
  - 1 个系统时间定时器: 24 位自减型计数器
- 日历 RTC 和 20 Bytes 不掉电寄存器
- 中断和事件
  - 多达 32 个可单独屏蔽的中断通道
  - 4 种优先级可选
  - 16 个外部中断线
- 通信接口
  - 5 个 USART
  - 2 个 I<sup>2</sup>C 接口, 支持主/从模式
  - 2 个 SPI 接口, 支持主从模式
- 串行单线调试 (SWD)
- 封装
  - TSSOP20
  - SSOP28
  - QFN28 / QFN32
  - LQFP32 / LQFP48

### 1.2. 产品说明

CS32F03X-RA 系列微控制器采用高性能的 32 位 ARM® Cortex®-M0 内核, 包括 CS32F030-RA\CS32F031-RA 和 CS32F034-RA 三个系列, 嵌入高达 64K Bytes Flash 和 8K Bytes SRAM, 最高工作频率 48MHz。CS32F03X-RA 系列涵盖 20 脚到 48 脚等多款产品。芯片提供标准的通信接口 (I<sup>2</sup>C、SPI 和 USART), 1 个 12 位 ADC, 5 个 16 位通用定时器, 1 个增强控制型 PWM 定时器。

CS32F03X-RA 系列微控制器的工作温度范围为-40°C~85/105°C, 工作电压范围 2V~5.5V。芯片提供一系列电源工作模式, 以满足不同的低功耗应用。

CS32F03X-RA 系列微控制器适用于多种应用场景, 例如智能家居、手持设备、消费类电子、工业控制和照明等。

### 1.3. 器件一览

**表 1 器件一览 (F030-RA)**

| 器件                         | 系列               | CS32F030XXXX-RA |           |           |           |
|----------------------------|------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
|                            | XXXX             | F6P6            | F8P7      | C8T6      | C8T7      |
| 闪存 (K Bytes)               |                  | 32              | 64        | 64        | 64        |
| SRAM (K Bytes)             |                  | 4               | 8         | 8         | 8         |
| 定时器                        | 16 位高级控制         | 1               |           |           |           |
|                            | 16 位通用           | 5               |           |           |           |
|                            | 16 位基本           | 1               |           |           |           |
|                            | 独立看门狗            | 1               |           |           |           |
|                            | 窗看门狗             | 1               |           |           |           |
|                            | 滴答定时器            | 1               |           |           |           |
| RTC                        |                  | 1               |           |           |           |
| 接口                         | SPI              | 1               | 1         | 2         | 2         |
|                            | I <sup>2</sup> C | 1               | 1         | 2         | 2         |
|                            | USART            | 4               | 4         | 5         | 5         |
| ADC                        | 个数               | 1               |           |           |           |
|                            | 外部通道数            | 9               | 9         | 10        | 10        |
|                            | 内部通道数            | 2               |           |           |           |
| I/O                        |                  | 15              | 15        | 39        | 39        |
| Clocks:HXT/LXT/HRC/LRC/PLL |                  | 1/0/1/1/1       | 1/0/1/1/1 | 1/1/1/1/1 | 1/1/1/1/1 |
| 工作电压                       |                  | 2.0~5.5V        |           |           |           |
| 工作温度℃                      | 环境温度             | -40~85          | -40~105   | -40~85    | -40~105   |
|                            | 结温               | -40~105         | -40~125   | -40~105   | -40~125   |
| 封装类型                       |                  | TSSOP20         | TSSOP20   | LQFP48    | LQFP48    |

**表 2 器件一览 (F031-RA)**

| 器件                         | 系列               | CS32F031XXXX-RA |           |           |           |           |           |           |           |
|----------------------------|------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                            | XXXX             | G8U6            | G8U7      | G8K6      | K8S6      | K8V6      | K8V7      | K8U6      | K8U7      |
| 闪存 (K Bytes)               |                  | 64              | 64        | 64        | 64        | 64        | 64        | 64        | 64        |
| SRAM (K Bytes)             |                  | 8               | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         |
| 定时器                        | 16 位高级控制         | 1               |           |           |           |           |           |           |           |
|                            | 16 位通用           | 5               |           |           |           |           |           |           |           |
|                            | 16 位基本           | 1               |           |           |           |           |           |           |           |
|                            | 独立看门狗            | 1               |           |           |           |           |           |           |           |
|                            | 窗看门狗             | 1               |           |           |           |           |           |           |           |
|                            | 滴答定时器            | 1               |           |           |           |           |           |           |           |
| RTC                        |                  | 1               |           |           |           |           |           |           |           |
| 接口                         | SPI              | 1               | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
|                            | I <sup>2</sup> C | 1               | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
|                            | USART            | 5               | 5         | 5         | 5         | 5         | 5         | 5         | 5         |
| ADC                        | 个数               | 1               |           |           |           |           |           |           |           |
|                            | 外部通道数            | 10              | 10        | 9         | 10        | 10        | 10        | 10        | 10        |
|                            | 内部通道数            | 2               |           |           |           |           |           |           |           |
| I/O                        |                  | 23              | 23        | 24        | 25        | 27        | 27        | 27        | 27        |
| Clocks:HXT/LXT/HRC/LRC/PLL |                  | 1/0/1/1/1       | 1/0/1/1/1 | 1/1/1/1/1 | 1/0/1/1/1 | 1/0/1/1/1 | 1/0/1/1/1 | 1/0/1/1/1 | 1/0/1/1/1 |
| 工作电压                       |                  | 2.0~5.5V        |           |           |           |           |           |           |           |

| 器件    | 系列   | CS32F031XXXX-RA |             |         |         |             |             |             |             |
|-------|------|-----------------|-------------|---------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|       | XXXX | G8U6            | G8U7        | G8K6    | K8S6    | K8V6        | K8V7        | K8U6        | K8U7        |
| 工作温度℃ | 环境温度 | -40~85          | -40~105     | -40~85  | -40~85  | -40~85      | -40~105     | -40~85      | -40~105     |
|       | 结温   | -40~105         | -40~125     | -40~105 | -40~105 | -40~105     | -40~125     | -40~105     | -40~125     |
| 封装类型  |      | QFN28 (4*4)     | QFN28 (4*4) | SSOP28  | LQFP32  | QFN32 (4*4) | QFN32 (4*4) | QFN32 (5*5) | QFN32 (5*5) |

表 3 器件一览 (F034-RA)

| 器件                         | 系列               | CS32F034XXXX-RA |            |
|----------------------------|------------------|-----------------|------------|
|                            | XXXX             | F8P6            | G8U7       |
| 闪存 (K Bytes)               |                  | 64              | 64         |
| SRAM (K Bytes)             |                  | 8               | 8          |
| 定时器                        | 16 位高级控制         | 1               | 1          |
|                            | 16 位通用           | 5               | 5          |
|                            | 16 位基本           | 1               | 1          |
|                            | 独立看门狗            | 1               | 1          |
|                            | 窗看门狗             | 1               | 1          |
|                            | 滴答定时器            | 1               | 1          |
| RTC                        |                  | 1               | 1          |
| 接口                         | SPI              | 1               | 1          |
|                            | I <sup>2</sup> C | 1               | 2          |
|                            | USART            | 5               | 5          |
| ADC                        | 个数               | 1               | 1          |
|                            | 外部通道数            | 10              | 10         |
|                            | 内部通道数            | 2               | 2          |
| I/O                        |                  | 18              | 29         |
| Clocks:HXT/LXT/HRC/LRC/PLL |                  | 0/0/1/1/1       | 0/1/1/1/1  |
| 工作电压                       |                  | 2.0~5.5V        | 2.0~5.5V   |
| 工作温度℃                      | 环境温度             | -40~85          | -40~105    |
|                            | 结温               | -40~105         | -40~125    |
| 封装类型                       |                  | TSSOP20         | QFN32(5*5) |

注：要获得最新的产品、封装和订购信息，请参见“7 订货信息”，或者访问芯海科技网站 [www.chipsea.com](http://www.chipsea.com)。

## 1.4. 功能框图

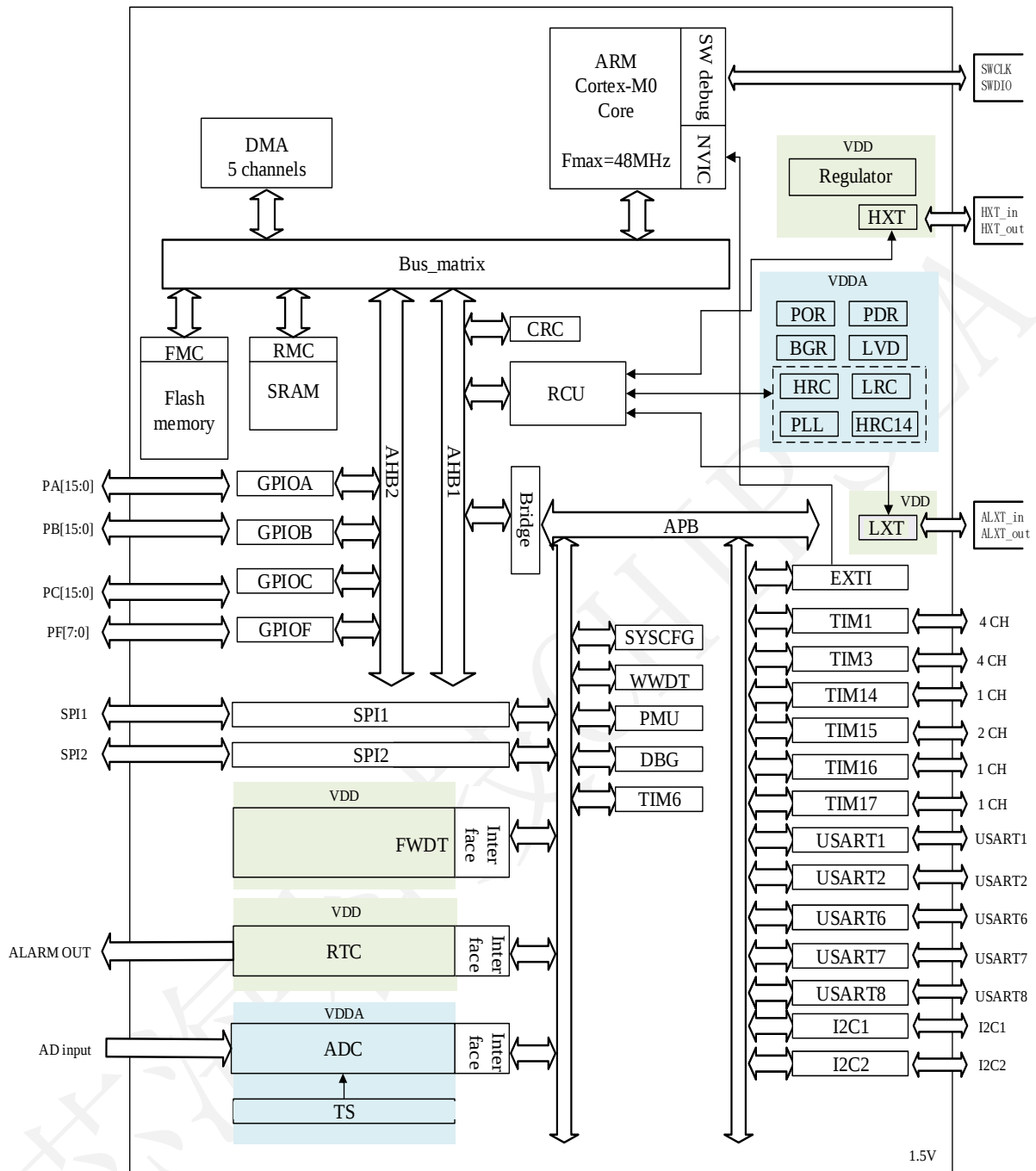


图 1 模块框图

## 1.5. CS32F03x-RA 兼容性和移植指南

参考《应用笔记：CS32F03x-RA 系列兼容性和移植指南》

## 目 录

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 1. 产品概述 .....                   | 1  |
| 1.1. 功能特点 .....                 | 1  |
| 1.2. 产品说明 .....                 | 1  |
| 1.3. 器件一览 .....                 | 2  |
| 1.4. 功能框图 .....                 | 4  |
| 1.5. CS32F03x-RA 兼容性和移植指南 ..... | 4  |
| 版本历史 .....                      | 7  |
| 2. 引脚描述 .....                   | 8  |
| 2.1. 引脚图 .....                  | 8  |
| 2.2. 引脚描述 .....                 | 12 |
| 2.3. I/O 复用 .....               | 18 |
| 3. 功能描述 .....                   | 20 |
| 3.1. ARM® Cortex®-M0 内核 .....   | 20 |
| 3.2. 存储器 .....                  | 20 |
| 3.3. 启动模式 .....                 | 21 |
| 3.4. 循环冗余校验 .....               | 21 |
| 3.5. 工作环境 .....                 | 22 |
| 3.6. 电源管理 .....                 | 22 |
| 3.7. 时钟 .....                   | 22 |
| 3.8. 通用输入输出端口(GPIOs) .....      | 23 |
| 3.9. 直接内存存取(DMA) .....          | 23 |
| 3.10. 中断和事件 .....               | 23 |
| 3.11. 模数转换器(ADC) .....          | 24 |
| 3.12. 定时器和看门狗 .....             | 24 |
| 3.13. RTC 和不掉电寄存器 .....         | 26 |
| 3.14. 串行外设总线(SPI) .....         | 26 |
| 3.15. 通用同步异步收发器(USART) .....    | 26 |
| 3.16. I²C 接口 .....              | 27 |
| 3.17. 串行调试端口(SWD-DP) .....      | 27 |
| 4. 电气特性 .....                   | 28 |
| 4.1. 说明 .....                   | 28 |
| 4.2. 绝对最大额定值 .....              | 29 |
| 4.3. 工作条件 .....                 | 29 |
| 4.4. I/O 端口特性 .....             | 30 |
| 4.5. 低功耗模式唤醒时间 .....            | 31 |
| 4.6. RC 振荡器特性 .....             | 31 |
| 4.7. 晶振特性 .....                 | 32 |
| 4.8. 外部时钟特性 .....               | 34 |
| 4.9. PLL 特性 .....               | 34 |
| 4.10. 功耗 .....                  | 34 |
| 4.11. 内部参考电压特性 .....            | 35 |
| 4.12. ADC 特性 .....              | 35 |
| 4.13. 温度传感器特性 .....             | 36 |
| 4.14. Flash 特性 .....            | 36 |
| 4.15. 定时器特性 .....               | 37 |
| 4.16. SPI 特性 .....              | 37 |
| 4.17. I²C 特性 .....              | 39 |

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| 4.18. ESD 特性.....                          | 39        |
| <b>5. 封装信息 .....</b>                       | <b>41</b> |
| 5.1. LQFP48 (7mm*7mm*1.4mm, e=0.5mm) ..... | 41        |
| 5.2. LQFP32 (7mm*7mm*1.4mm, e=0.8mm) ..... | 42        |
| 5.3. QFN32 (5mm*5mm*0.75mm, e=0.5mm) ..... | 43        |
| 5.4. QFN32 (4mm*4mm*0.75mm, e=0.4mm) ..... | 44        |
| 5.5. QFN28 (4mm*4mm*0.55mm, e=0.5mm) ..... | 45        |
| 5.6. SSOP28.....                           | 46        |
| 5.7. TSSOP20 .....                         | 47        |
| 5.8. 热特性 .....                             | 48        |
| <b>6. 产品命名规则 .....</b>                     | <b>49</b> |
| 6.1. 产品型号说明 .....                          | 49        |
| 6.2. 产品丝印说明 .....                          | 50        |
| <b>7. 订货信息 .....</b>                       | <b>51</b> |
| <b>8. Reflow 参考曲线, 峰值温度 .....</b>          | <b>52</b> |
| <b>9. 包装说明 .....</b>                       | <b>53</b> |
| 9.1. 盘装产品 .....                            | 53        |
| 9.2. 管装产品 .....                            | 53        |
| 9.3. 编带产品 .....                            | 54        |
| 9.4. 标签说明 .....                            | 55        |
| <b>10. HSF 声明 .....</b>                    | <b>56</b> |
| 10.1. RoHS .....                           | 56        |
| 10.2. REACH.....                           | 56        |
| 10.3. 材料成分 .....                           | 56        |
| <b>11. 免责声明和版权公告 .....</b>                 | <b>63</b> |

## 版本历史

| 版本   | 修改内容   | 日期         |
|------|--------|------------|
| V1.0 | 正式发布版本 | 2023-06-01 |

## 2. 引脚描述

### 2.1. 引脚图

#### 2.1.1. LQFP48

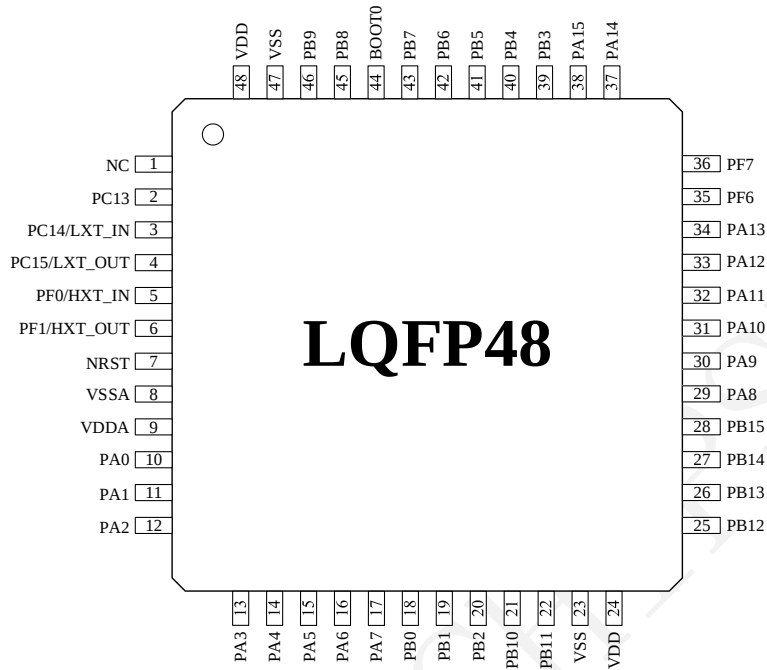


图 2 LQFP48 封装引脚图（顶视图）

#### 2.1.2. LQFP32

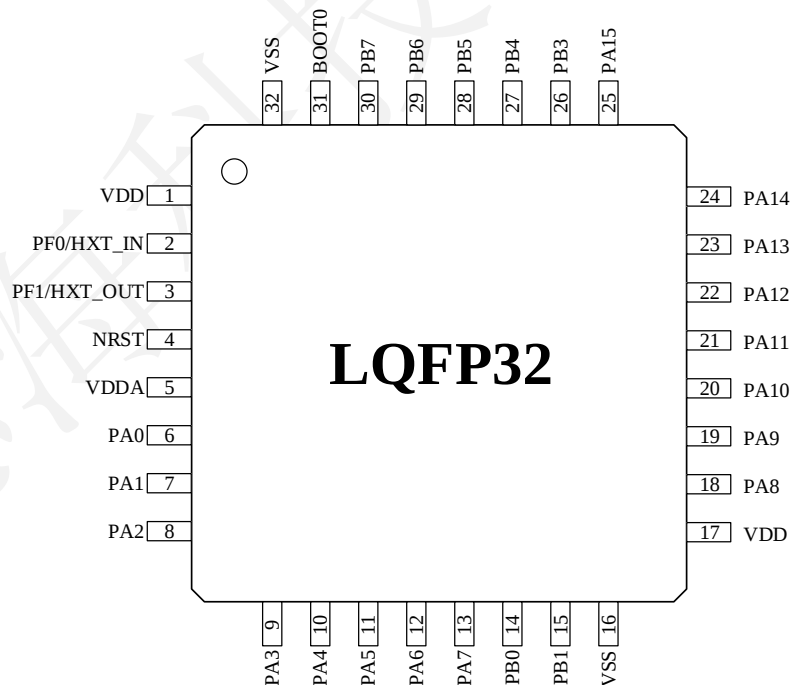


图 3 LQFP32 封装引脚图（顶视图）

### 2.1.3. QFN32(F031-RA)

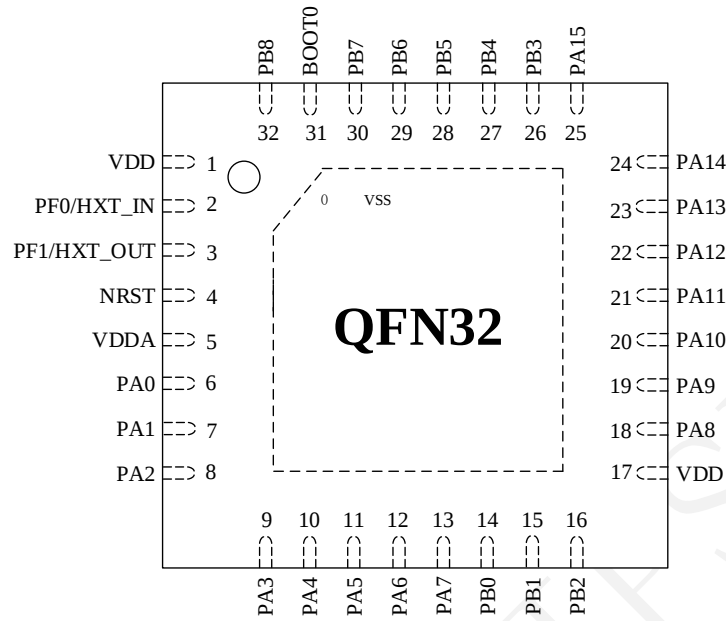


图 4 QFN32(F031)封装引脚图（顶视图）

### 2.1.4. QFN32(F034-RA)

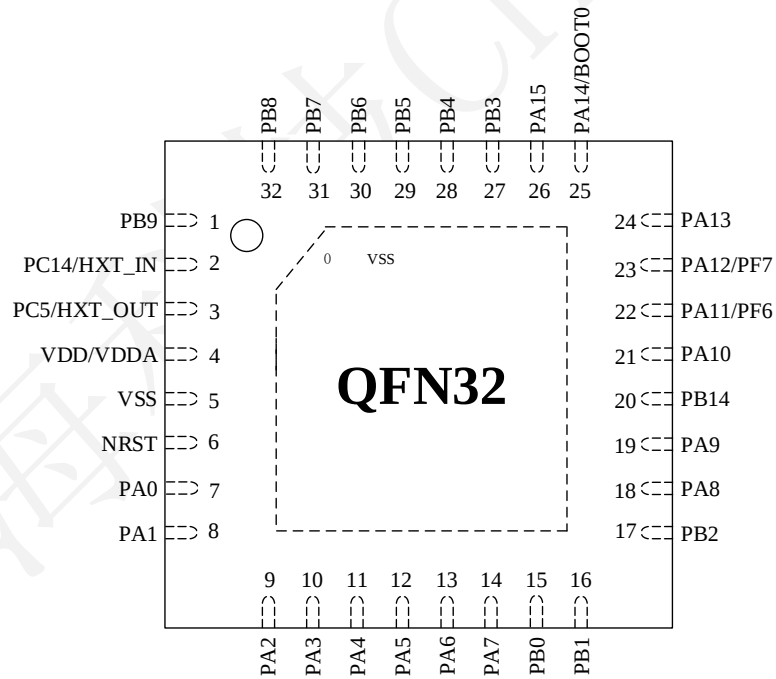


图 5 QFN32(F034)封装引脚图（顶视图）

### 2.1.5. QFN28

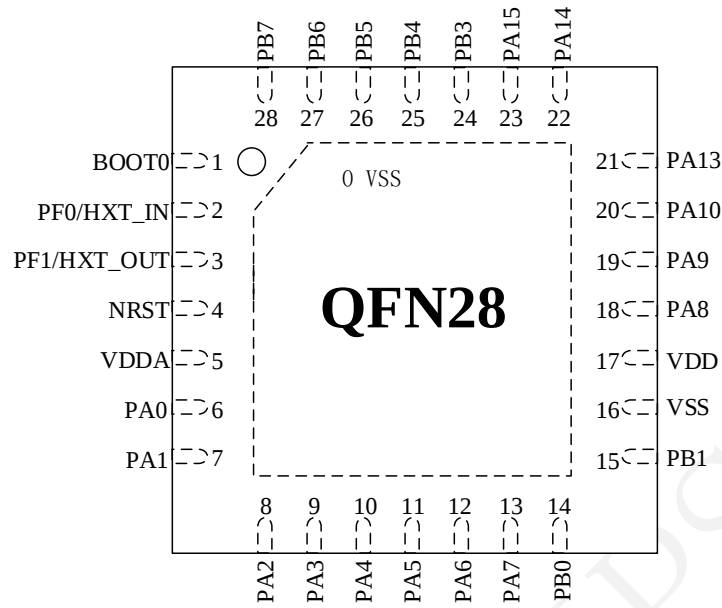


图 6 QFN28 封装引脚图（顶视图）

### 2.1.6. SSOP28

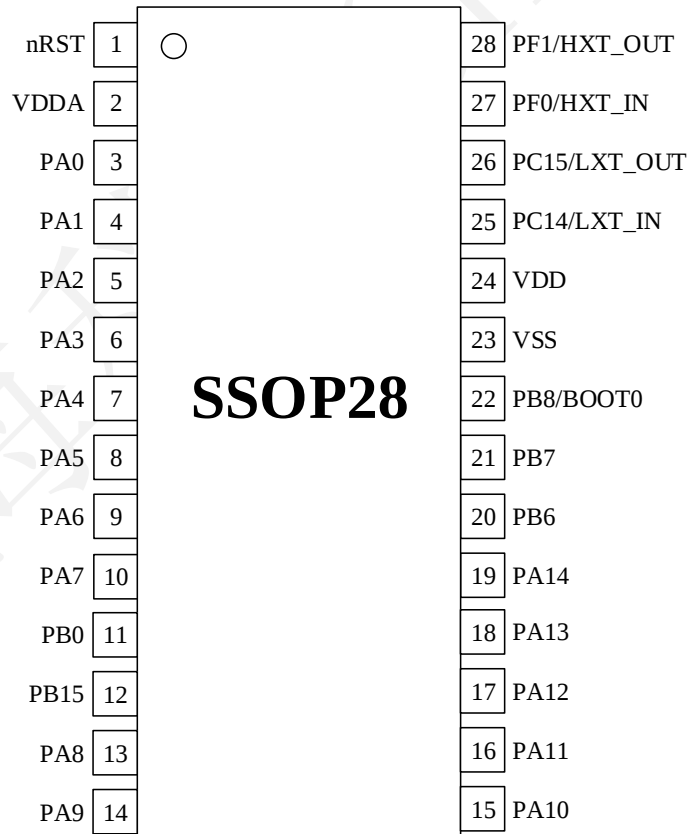


图 7 SSOP28 封装引脚图（顶视图）

### 2.1.7. TSSOP20(F030-RA)

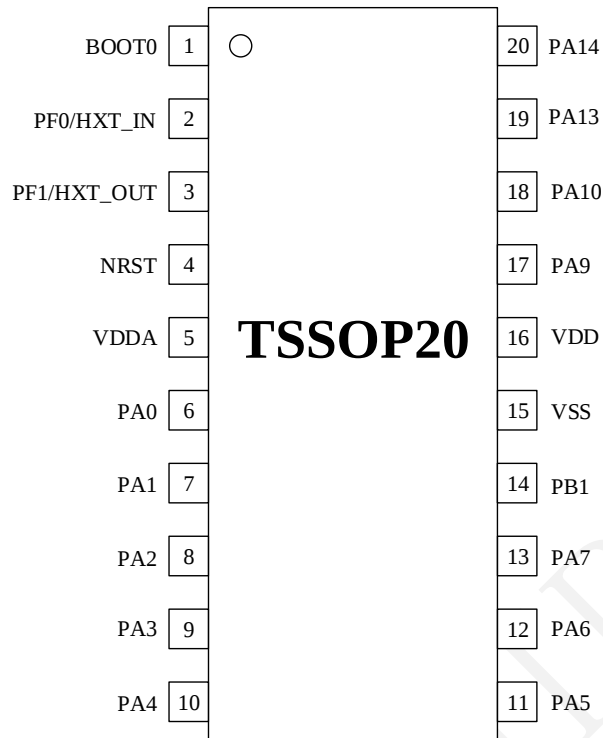


图 8 TSSOP20(F030)封装引脚图（顶视图）

### 2.1.8. TSSOP20(F034-RA)

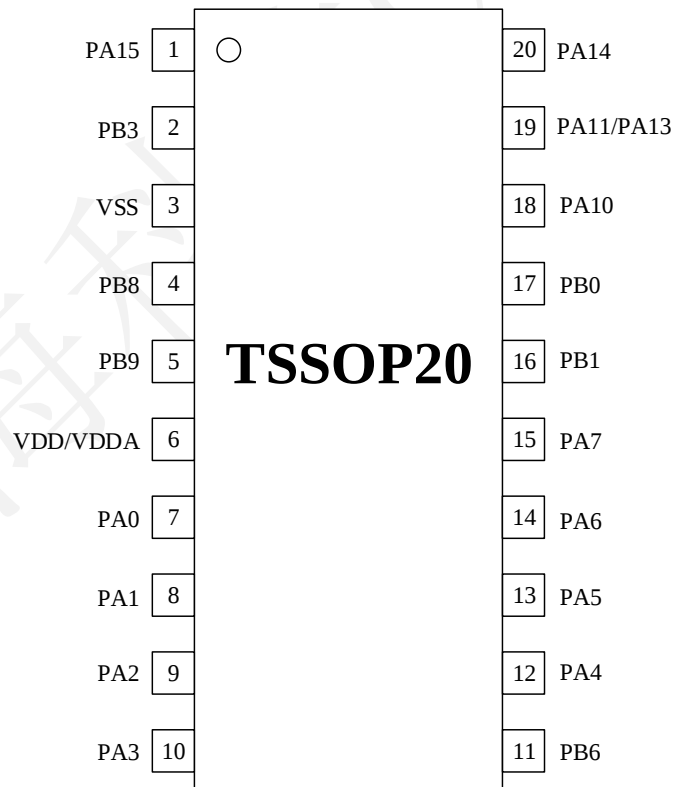


图 9 TSSOP20(F034)封装引脚图（顶视图）

## 2.2. 引脚描述

### 2.2.1. CS32F030/F031-RA 引脚描述

表 4 CS32F030/F031-RA 引脚描述

| 引脚号    |        |       |       |        |         | 引脚名称                   | 类型  | 描述                                                                                          |                                            |
|--------|--------|-------|-------|--------|---------|------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| LQFP48 | LQFP32 | QFN32 | QFN28 | SSOP28 | TSSOP20 |                        |     | 复用功能                                                                                        | 特殊功能                                       |
| 1      | -      | -     | -     | -      | -       | NC                     | S   | -                                                                                           |                                            |
| 2      | -      | -     | -     | -      | -       | PC13                   | I/O | -                                                                                           | RTC_TAMP1,<br>RTC_TS,<br>RTC_OUT,<br>WKUP2 |
| 3      | -      | -     | -     | 25     | -       | PC14/LXT_IN<br>(PC14)  | I/O | -                                                                                           | LXT_IN                                     |
| 4      | -      | -     | -     | 26     | -       | PC15/LXT_OUT<br>(PC15) | I/O | -                                                                                           | LXT_OUT                                    |
| 5      | 2      | 2     | 2     | 27     | 2       | PF0/HXT_IN<br>(PF0)    | I/O | -                                                                                           | HXT_IN                                     |
| 6      | 3      | 3     | 3     | 28     | 3       | PF1/HXT_OUT<br>(PF1)   | I/O | -                                                                                           | HXT_OUT                                    |
| 7      | 4      | 4     | 4     | 1      | 4       | NRST                   | I/O | 复位输入/ 内部复位输出<br>(低电平有效)                                                                     |                                            |
| 8      |        |       |       | 23     |         | VSSA                   | S   | 模拟地                                                                                         |                                            |
| 9      | 5      | 5     | 5     | 2      | 5       | VDDA                   | S   | 模拟电源                                                                                        |                                            |
| 10     | 6      | 6     | 6     | 3      | 6       | PA0                    | I/O | USART2_CTS                                                                                  | ADC_IN0,<br>WKUP1                          |
| 11     | 7      | 7     | 7     | 4      | 7       | PA1                    | I/O | EVENTOUT,<br>2USART2_RTS                                                                    | ADC_IN1                                    |
| 12     | 8      | 8     | 8     | 5      | 8       | PA2                    | I/O | USART2_TX<br>TIM15_CH1                                                                      | ADC_IN2                                    |
| 13     | 9      | 9     | 9     | 6      | 9       | PA3                    | I/O | USART2_RX<br>TIM15_CH2                                                                      | ADC_IN3                                    |
| 14     | 10     | 10    | 10    | 7      | 10      | PA4                    | I/O | SPI1_NSS,<br>TIM14_CH1,<br>USART2_CK<br>USART6_TX                                           | ADC_IN4                                    |
| 15     | 11     | 11    | 11    | 8      | 11      | PA5                    | I/O | SPI1_SCK,<br>USART6_RX,<br>USART7_TX,<br>USART8_TX                                          | ADC_IN5                                    |
| 16     | 12     | 12    | 12    | 9      | 12      | PA6                    | I/O | SPI1_MISO,<br>TIM3_CH1,<br>TIM1_BKIN,<br>TIM16_CH1,<br>EVENTOUT,<br>USART7_RX,<br>USART8_RX | ADC_IN6                                    |
| 17     | 13     | 13    | 13    | 10     | 13      | PA7                    | I/O | SPI1_MOSI,<br>TIM3_CH2,<br>TIM14_CH1,<br>TIM1_CH1N,                                         | ADC_IN7                                    |

| 引脚号    |        |       |       |        |         | 引脚名称                           | 类型  | 描述                                                         |                             |
|--------|--------|-------|-------|--------|---------|--------------------------------|-----|------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| LQFP48 | LQFP32 | QFN32 | QFN28 | SSOP28 | TSSOP20 |                                |     | 复用功能                                                       | 特殊功能                        |
|        |        |       |       |        |         |                                |     | TIM17_CH1,<br>EVENTOUT,<br>USART7_CK_RTS,<br>USART8_CK_RTS |                             |
| 18     | 14     | 14    | 14    | 11     |         | PB0                            | I/O | TIM3_CH3,<br>TIM1_CH2N,<br>EVENTOUT                        | ADC_IN8                     |
| 19     | 15     | 15    | 15    |        | 14      | PB1                            | I/O | TIM3_CH4,<br>TIM14_CH1,<br>TIM1_CH3N                       | ADC_IN9                     |
| 20     | -      | 16    | -     | -      | -       | PB2                            | I/O | -                                                          | -                           |
| 21     | -      | -     | -     | -      | -       | PB10                           | I/O | I2C2_SCL                                                   | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| 22     | -      | -     | -     | -      | -       | PB11                           | I/O | EVENTOUT,<br>I2C2_SDA                                      | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| 23     | 16     |       | 16    | 24     | 15      | VSS                            | S   | 芯片地                                                        |                             |
| 24     | 17     | 17    | 17    | 25     | 16      | VDD                            | S   | 数字电源                                                       |                             |
| 25     | -      | -     | -     | -      | -       | PB12                           | I/O | TIM1_BKIN,<br>EVENTOUT,<br>SPI2_NSS                        | -                           |
| 26     | -      | -     | -     | -      | -       | PB13                           | I/O | TIM1_CH1N,<br>SPI2_SCK                                     | -                           |
| 27     | -      | -     | -     | -      | -       | PB14                           | I/O | TIM1_CH2N,<br>TIM15_CH1,<br>SPI2_MISO                      |                             |
| 28     | -      | -     | -     | 12     | -       | PB15                           | I/O | TIM1_CH3N,<br>TIM15_CH1N,<br>TIM15_CH2,<br>SPI2_MOSI       | RTC_REFIN                   |
| 29     | 18     | 18    | 18    | 13     |         | PA8                            | I/O | USART1_CK,<br>TIM1_CH1,<br>EVENTOUT,<br>CKO                | -                           |
| 30     | 19     | 19    | 19    | 14     | 17      | PA9                            | I/O | USART1_TX,<br>TIM1_CH2,<br>I2C1_SCL,<br>CKO                | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| 31     | 20     | 20    | 20    | 15     | 18      | PA10                           | I/O | USART1_RX,<br>TIM1_CH3,<br>TIM17_BKIN,<br>I2C1_SDA         | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| 32     | 21     | 21    |       | 16     |         | PA11                           | I/O | USART1_CTS,<br>TIM1_CH4,<br>EVENTOUT                       | -                           |
| 33     | 22     | 22    |       | 17     |         | PA12                           | I/O | USART1_RTS,<br>TIM1_ETR,<br>EVENTOUT                       | -                           |
| 34     | 23     | 23    | 21    | 18     | 19      | PA13<br>(SWDIO) <sup>(1)</sup> | I/O | IR_OUT,<br>SWDIO,                                          | -                           |

| 引脚号    |        |       |       |        |         | 引脚名称                           | 类型  | 描述                                                                                        |                             |
|--------|--------|-------|-------|--------|---------|--------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| LQFP48 | LQFP32 | QFN32 | QFN28 | SSOP28 | TSSOP20 |                                |     | 复用功能                                                                                      | 特殊功能                        |
|        |        |       |       |        |         |                                |     | USART6_RX,<br>USART7_RX<br>USART8_RX                                                      |                             |
| 35     | -      | -     | -     | -      | -       | PF6                            | I/O | I2C2_SCL                                                                                  | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| 36     | -      | -     | -     | -      | -       | PF7                            | I/O | I2C2_SDA                                                                                  | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| 37     | 24     | 24    | 22    | 19     | 20      | PA14<br>(SWCLK) <sup>(1)</sup> | I/O | USART2_TX,<br>SWCLK,<br>USART6_TX,<br>USART7_TX,<br>USART8_TX                             | -                           |
| 38     | 25     | 25    | 23    | -      | -       | PA15                           | I/O | SPI1_NSS,<br>EVENTOUT,<br>USART2_RX,<br>USART6_CK_RTS,<br>USART7_CK_RTS,<br>USART8_CK_RTS | -                           |
| 39     | 26     | 26    | 24    | -      | -       | PB3                            | I/O | SPI1_SCK,<br>EVENTOUT                                                                     | -                           |
| 40     | 27     | 27    | 25    | -      | -       | PB4                            | I/O | SPI1_MISO,<br>TIM3_CH1,<br>EVENTOUT                                                       | -                           |
| 41     | 28     | 28    | 26    | -      | -       | PB5                            | I/O | SPI1_MOSI,<br>I2C1_SMB, A,<br>TIM16_BKIN,<br>TIM3_CH2                                     | -                           |
| 42     | 29     | 29    | 27    | 20     | -       | PB6                            | I/O | I2C1_SCL,<br>USART1_TX,<br>TIM16_CH1N,<br>USART6_TX,<br>USART7_TX,<br>USART8_TX           | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| 43     | 30     | 30    | 28    | 21     | -       | PB7                            | I/O | I2C1_SDA,<br>USART1_RX,<br>TIM17_CH1N,<br>USART6_RX,<br>USART7_RX,<br>USART8_RX           | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| 44     | 31     | 31    | 1     | 22     | 1       | BOOT0                          | I   | 启动方式选择                                                                                    |                             |
| 45     | -      | 32    | -     | 22     | -       | PB8                            | I/O | I2C1_SCL,<br>TIM16_CH1                                                                    | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| 46     | -      | -     | -     | -      | -       | PB9                            | I/O | I2C1_SDA,<br>IR_OUT,<br>TIM17_CH1,<br>EVENTOUT                                            | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| 47     | 32     | 0     | -     | 23     | -       | VSS                            | S   | 芯片地                                                                                       |                             |
| 48     | 1      | 1     | -     | 24     | -       | VDD                            | S   | 数字电源                                                                                      |                             |

| 引脚号    |        |       |       |        |         | 引脚名称 | 类型 | 描述   |      |
|--------|--------|-------|-------|--------|---------|------|----|------|------|
| LQFP48 | LQFP32 | QFN32 | QFN28 | SSOP28 | TSSOP20 |      |    | 复用功能 | 特殊功能 |

说明:  
 复位后, 这些引脚被配置为 SWDIO 和 SWCLK 复用功能时, SWDIO 引脚上的内部上拉电阻和 SWCLK 引脚上的内部下拉电阻有效。

### 2.2.2. CS32F034-RA 引脚描述

表 5 CS32F034-RA 引脚描述

| 引脚号     |       | 引脚名称                | 类型  | 描述                                                                        |                             |
|---------|-------|---------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| TSSOP20 | QFN32 |                     |     | 复用功能                                                                      | 特殊功能                        |
| -       | 2     | PC14/LXT_IN (PC14)  | I/O | -                                                                         | LXT_IN                      |
| -       | 3     | PC15/LXT_OUT (PC15) | I/O | -                                                                         | LXT_OUT                     |
| 6       | 4     | VDD/VDDA            | S   | 数字电源/模拟电源                                                                 |                             |
| -       | 5     | GND                 | S   | 芯片地                                                                       |                             |
| -       | 6     | NRST                | I/O | 复位输入/ 内部复位输出 (低电平有效)                                                      |                             |
| 7       | 7     | PA0                 | I/O | USART2_CTS                                                                | ADC_IN0, WKUP1              |
| 8       | 8     | PA1                 | I/O | EVENTOUT, USART2_RTS                                                      | ADC_IN1                     |
| 9       | 9     | PA2                 | I/O | USART2_TX, TIM15_CH1                                                      | ADC_IN2                     |
| 10      | 10    | PA3                 | I/O | USART2_RX, TIM15_CH2                                                      | ADC_IN3                     |
| 11      |       | PB6                 | I/O | I2C1_SCL, USART1_TX, TIM16_CH1N, USART6_TX, USART7_TX, USART8_TX          | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| 12      | 11    | PA4                 | I/O | SPI1_NSS, TIM14_CH1, USART2_CK, USART6_TX                                 | ADC_IN4                     |
| 13      | 12    | PA5                 | I/O | SPI1_SCK, USART6_RX, USART7_TX, USART8_TX                                 | ADC_IN5                     |
| 14      | 13    | PA6                 | I/O | SPI1_MISO, TIM3_CH1, TIM1_BKIN, TIM16_CH1, EVENTOUT, USART7_RX, USART8_RX | ADC_IN6                     |
| 15      | 14    | PA7                 | I/O | SPI1_MOSI, TIM3_CH2, TIM14_CH1, TIM1_CH1N,                                | ADC_IN7                     |

| 引脚号     |       | 引脚名称                           | 类型  | 描述                                                                                        |                             |
|---------|-------|--------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| TSSOP20 | QFN32 |                                |     | 复用功能                                                                                      | 特殊功能                        |
|         |       |                                |     | TIM17_CH1,<br>EVENTOUT,<br>USART7_CK_RTS,<br>USART8_CK_RTS                                |                             |
| 16      | 16    | PB1                            | I/O | TIM3_CH4,<br>TIM14_CH1,<br>TIM1_CH3N                                                      | ADC_IN9                     |
| 17      | 15    | PB0                            | I/O | TIM3_CH3,<br>TIM1_CH2N,<br>EVENTOUT                                                       | ADC_IN8                     |
| -       | 17    | PB2                            | I/O | -                                                                                         | -                           |
| -       | 18    | PA8                            | I/O | USART1_CK,<br>TIM1_CH1,<br>EVENTOUT,<br>CKO                                               | -                           |
| -       | 19    | PA9                            | I/O | USART1_TX,<br>TIM1_CH2,<br>I2C1_SCL,<br>CKO                                               | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| -       | 20    | PA10                           | I/O | USART1_RX,<br>TIM1_CH3,<br>TIM17_BKIN,<br>I2C1_SDA                                        | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| 18      | 21    | PA10                           | I/O | USART1_RX,<br>TIM1_CH3,<br>TIM17_BKIN,<br>I2C1_SDA                                        | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| 19      | 22    | PA11                           | I/O | USART1_CTS,<br>TIM1_CH4,<br>EVENTOUT                                                      | -                           |
| -       |       | PF6                            | I/O | I2C2_SCL                                                                                  | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| -       | 23    | PA12                           | I/O | USART1_RTS,<br>TIM1_ETR,<br>EVENTOUT                                                      | -                           |
| -       |       | PF7                            | I/O | I2C2_SDA                                                                                  | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| 19      | 24    | PA13<br>(SWDIO) <sup>(1)</sup> | I/O | IR_OUT,<br>SWDIO,<br>USART6_RX,<br>USART7_RX<br>USART8_RX                                 | -                           |
| 20      | 25    | PA14<br>(SWCLK) <sup>(1)</sup> | I/O | USART2_TX,<br>SWCLK,<br>USART6_TX,<br>USART7_TX,<br>USART8_TX                             | -                           |
| -       |       | BOOT0                          | I   | 启动方式选择                                                                                    |                             |
| 1       | 26    | PA15                           | I/O | SPI1_NSS,<br>EVENTOUT,<br>USART2_RX,<br>USART6_CK_RTS,<br>USART7_CK_RTS,<br>USART8_CK_RTS | -                           |
| 2       | 27    | PB3                            | I/O | SPI1_SCK,<br>EVENTOUT                                                                     | -                           |
| -       | 28    | PB4                            | I/O | SPI1_MISO,                                                                                | -                           |

| 引脚号     |       | 引脚名称 | 类型  | 描述                                                                              |                             |
|---------|-------|------|-----|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| TSSOP20 | QFN32 |      |     | 复用功能                                                                            | 特殊功能                        |
|         |       |      |     | TIM3_CH1,<br>EVENTOUT                                                           |                             |
| -       | 29    | PB5  | I/O | SPI1_MOSI,<br>I2C1_SMBA,<br>TIM16_BKIN,<br>TIM3_CH2                             | -                           |
| -       | 30    | PB6  | I/O | I2C1_SCL,<br>USART1_TX,<br>TIM16_CH1N,<br>USART6_TX,<br>USART7_TX,<br>USART8_TX | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| -       | 31    | PB7  | I/O | I2C1_SDA,<br>USART1_RX,<br>TIM17_CH1N,<br>USART6_RX,<br>USART7_RX,<br>USART8_RX | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| 3       | -     | GND  | S   | 芯片地                                                                             |                             |
| 4       | 32    | PB8  | I/O | I2C1_SCL,<br>TIM16_CH1                                                          | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |
| -       | 0     | GND  | S   | 芯片地                                                                             |                             |
| 5       | 1     | PB9  | I/O | I2C1_SDA,<br>IR_OUT,<br>TIM17_CH1,<br>EVENTOUT                                  | I <sup>2</sup> C 端口, 支持超快模式 |

## 2.3. I/O 复用

### 2.3.1. PA 口复用功能

表 6 PA 口复用功能描述

| 引脚名称 | 复用功能 0     | 复用功能 1     | 复用功能 2    | 复用功能 3        | 复用功能 4        | 复用功能 5        | 复用功能 6        | 复用功能 7        |
|------|------------|------------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| PA0  | -          | USART2_CTS | -         | -             | -             | -             | -             | -             |
| PA1  | EVENTOUT   | USART2_RTS | -         | -             | -             | -             | -             | -             |
| PA2  | TIM15_CH1  | USART2_TX  | -         | -             | -             | -             | -             | -             |
| PA3  | TIM15_CH2  | USART2_RX  | -         | -             | -             | -             | -             | -             |
| PA4  | SPI1_NSS   | USART2_CK  | -         | -             | TIM14_CH1     | USART6_TX     | -             | -             |
| PA5  | SPI1_SCK   | -          | -         | USART7_TX     | -             | USART6_RX     | -             | USART8_TX     |
| PA6  | SPI1_MISO  | TIM3_CH1   | TIM1_BKIN | USART7_RX     | -             | TIM16_CH1     | EVENTOUT      | USART8_RX     |
| PA7  | SPI1_MOSI  | TIM3_CH2   | TIM1_CH1N | USART7_CK_RTS | TIM14_CH1     | TIM17_CH1     | EVENTOUT      | USART8_CK_RTS |
| PA8  | CKO        | USART1_CK  | TIM1_CH1  | EVENTOUT      | -             | -             | -             | -             |
| PA9  | TIM15_BKIN | USART1_TX  | TIM1_CH2  | USART1_RX     | I2C1_SCL      | -             | -             | -             |
| PA10 | TIM17_BKIN | USART1_RX  | TIM1_CH3  | -             | I2C1_SDA      | -             | -             | -             |
| PA11 | EVENTOUT   | USART1_CTS | TIM1_CH4  | -             | -             | -             | -             | -             |
| PA12 | EVENTOUT   | USART1_RTS | TIM1_ETR  | -             | -             | -             | -             | -             |
| PA13 | SWDIO      | IR_OUT     | -         | -             | USART6_RX     | USART7_RX     | USART8_RX     | -             |
| PA14 | SWCLK      | USART2_TX  | -         | USART2_RX     | USART6_TX     | USART7_TX     | USART8_TX     | -             |
| PA15 | SPI1_NSS   | USART2_RX  | -         | EVENTOUT      | USART6_CK_RTS | USART7_CK_RTS | USART8_CK_RTS | -             |

### 2.3.2. PB 口复用功能

表 7 PB 口复用功能描述

| 引脚名称 | 复用功能 0    | 复用功能 1   | 复用功能 2     | 复用功能 3    | 复用功能 4    | 复用功能 5    |
|------|-----------|----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| PB0  | EVENTOUT  | TIM3_CH3 | TIM1_CH2N  | -         | -         | -         |
| PB1  | TIM14_CH1 | TIM3_CH4 | TIM1_CH3N  | -         | -         | -         |
| PB2  | -         | -        | -          | -         | -         | -         |
| PB3  | SPI1_SCK  | EVENTOUT | -          | -         | -         | -         |
| PB4  | SPI1_MISO | TIM3_CH1 | EVENTOUT   | -         | -         | -         |
| PB5  | SPI1_MOSI | TIM3_CH2 | TIM16_BKIN | I2C1_SMBA | -         | -         |
| PB6  | USART1_TX | I2C1_SCL | TIM16_CH1N | USART6_TX | USART7_TX | USART8_TX |

| 引脚名称 | 复用功能 0    | 复用功能 1    | 复用功能 2     | 复用功能 3     | 复用功能 4    | 复用功能 5    |
|------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|
| PB7  | USART1_RX | I2C1_SDA  | TIM17_CH1N | USART6_RX  | USART7_RX | USART8_RX |
| PB8  | -         | I2C1_SCL  | TIM16_CH1  | -          | -         | -         |
| PB9  | IR_OUT    | I2C1_SDA  | TIM17_CH1  | EVENTOUT   | -         | -         |
| PB10 | -         | I2C2_SCL  | -          | -          | -         | -         |
| PB11 | EVENTOUT  | I2C2_SDA  | -          | -          | -         | -         |
| PB12 | SPI2_NSS  | EVENTOUT  | TIM1_BKIN  | -          | -         | -         |
| PB13 | SPI2_SCK  | -         | TIM1_CH1N  | -          | -         | -         |
| PB14 | SPI2_MISO | TIM15_CH1 | TIM1_CH2N  | -          | -         | -         |
| PB15 | SPI2_MOSI | TIM15_CH2 | TIM1_CH3N  | TIM15_CH1N | -         | -         |

### 2.3.3. PC 口复用功能

表 8 PC 口复用功能描述

| 引脚名称 | 复用功能 0 | 复用功能 1 | 复用功能 2 | 复用功能 3 | 复用功能 4 | 复用功能 5 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PC13 | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| PC14 | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| PC15 | -      | -      | -      | -      | -      | -      |

### 2.3.4. PF 口复用功能

表 9 PF 口复用功能描述

| 引脚名称 | 复用功能 0 | 复用功能 1   | 复用功能 2 | 复用功能 3 | 复用功能 4 | 复用功能 5 |
|------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|
| PF0  | -      | -        | -      | -      | -      | -      |
| PF1  | -      | -        | -      | -      | -      | -      |
| PF6  | -      | I2C2_SCL | -      | -      | -      | -      |
| PF7  | -      | I2C2_SDA | -      | -      | -      | -      |

### 3. 功能描述

#### 3.1. ARM® Cortex®-M0 内核

ARM® Cortex®-M0 是一种 ARM 32 位 RISC 处理器。

ARM® Cortex®-M0 支持低功耗和高效的操作，以及高性能的中断响应。相比于其他 8 位和 16 位的微控制器，它具有更高的代码密度，可以应用在更广泛的嵌入式系统中。它具有优异的性能，并且和其他 Cortex-M 处理器兼容。

#### 3.2. 存储器

CS32F03X-RA 支持以下特性

- Flash 有三个部分：

- 64K Bytes Flash 程序存储区
- 选项字节和系统存储区

- 8K Bytes 嵌入式 SRAM，可产生奇偶校验异常

Flash 程序存储区支持以扇区为单位的写保护功能。根据选项字节，Flash 程序存储区支持不同级别的读保护。

- 级别 0：无保护
- 级别 1：在调试模式或者从 SRAM/bootloader 启动时，无法读写
- 级别 2：调试模式和从 SRAM/bootloader 启动功能不可用

##### 3.2.1. 存储器映射

表 10 存储器映射表

| 存储器                         |          | 起始地址        | 大小        |
|-----------------------------|----------|-------------|-----------|
| Flash, 系统存储区或 SRAM, 由启动选项配置 |          | 0x0000 0000 | 64K Bytes |
| Flash 程序存储区                 |          | 0x0800 0000 | 64K Bytes |
| 系统存储区                       |          | 0x1FFF EC00 | 3K Bytes  |
| 选项字节                        |          | 0x1FFF F800 | 64 Bytes  |
| Flash 数据存储区                 |          | 0x1FFF F840 | 512 Bytes |
| SRAM                        |          | 0x2000 0000 | 8K Bytes  |
| APB                         | Reserved | 0x4000 0000 | 1K Bytes  |
|                             | TIM3     | 0x4000 0400 | 1K Bytes  |
|                             | Reserved | 0x4000 0800 | 2K Bytes  |
|                             | TIM6     | 0x4000 1000 | 1K Bytes  |
|                             | Reserved | 0x4000 1400 | 3K Bytes  |
|                             | TIM14    | 0x4000 2000 | 1K Bytes  |
|                             | Reserved | 0x4000 2400 | 1K Bytes  |
|                             | Reserved | 0x4000 2800 | 1K Bytes  |
|                             | WWDT     | 0x4000 2C00 | 1K Bytes  |
|                             | FWDT     | 0x4000 3000 | 1K Bytes  |
|                             | Reserved | 0x4000 3400 | 1K Bytes  |
|                             | SPI2     | 0x4000 3800 | 1K Bytes  |
|                             | Reserved | 0x4000 3C00 | 2K Bytes  |
|                             | USART2   | 0x4000 4400 | 1K Bytes  |
|                             | Reserved | 0x4000 4800 | -         |
|                             | Reserved | 0x4000 4C00 | -         |
|                             | Reserved | 0x4000 5000 | -         |
|                             | I2C1     | 0x4000 5400 | 1K Bytes  |
|                             | Reserved | 0x4000 5800 | 1K Bytes  |
|                             | Reserved | 0x4000 5C00 | 5K Bytes  |
|                             | PMU      | 0x4000 7000 | 1K Bytes  |

| 存储器                            |                 | 起始地址        | 大小       |
|--------------------------------|-----------------|-------------|----------|
|                                | Reserved        | 0x4000 7400 | 3K Bytes |
|                                | SYSCFG          | 0x4001 0000 | 1K Bytes |
|                                | EXTI            | 0x4001 0400 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4001 0800 | 3K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4001 1400 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4001 1800 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4001 1C00 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4001 2000 | 1K Bytes |
|                                | ADC             | 0x4001 2400 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4001 2800 | 1K Bytes |
|                                | TIM1            | 0x4001 2C00 | 1K Bytes |
|                                | SPI1            | 0x4001 3000 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4001 3400 | 1K Bytes |
|                                | USART1          | 0x4001 3800 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4001 3C00 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4001 4000 | 1K Bytes |
|                                | TIM16           | 0x4001 4400 | 1K Bytes |
|                                | TIM17           | 0x4001 4800 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4001 4C00 | 3K Bytes |
|                                | DBGMCU          | 0x4001 5800 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4001 5C00 | 9K Bytes |
| AHB1                           | DMA             | 0x4002 0000 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4002 0400 | 3K Bytes |
|                                | RCU             | 0x4002 1000 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4002 1400 | 3K Bytes |
|                                | Flash interface | 0x4002 2000 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4002 2400 | 3K Bytes |
|                                | CRC             | 0x4002 3000 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4002 3400 | 3K Bytes |
| AHB2                           | GPIOA           | 0x4800 0000 | 1K Bytes |
|                                | GPIOB           | 0x4800 0400 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4800 0800 | 1K Bytes |
|                                | Reserved        | 0x4800 0C00 | -        |
|                                | Reserved        | 0x4800 1000 | 1K Bytes |
|                                | GPIOF           | 0x4800 1400 | 1K Bytes |
| Cortex-M0 internal peripherals |                 | 0xE000 0000 | 1Mbytes  |

### 3.3. 启动模式

CS32F03X-RA 支持多种启动方式:

表 11 启动模式

| BOOT0 管脚 | nBOOT1 位 | 启动位置  |
|----------|----------|-------|
| 0        | X        | 闪存存储器 |
| 1        | 1        | 系统存储器 |
| 1        | 0        | SRAM  |

### 3.4. 循环冗余校验

在数据存储和通信领域，为了确保数据的正确性，循环冗余校验被广泛使用。

CRC 计算单元可以根据固定的 CRC 多项式计算出 32 位的 CRC 码。

### 3.5. 工作环境

#### 3.5.1. 工作电压

芯片有 2 个不同的电源管脚:

VDD: 为 I/O, Regulator, HXT 模块供电, 电压范围 2.0V 到 5.5V;

VDDA: 为 ADC, HRC, HRC14, PLL, POR/PDR 和 LVD 等模块供电. 电压范围从 VDD 到 5.5V. 当 ADC 工作时, VDDA 应大于 2.4V;

#### 3.5.2. 工作温度

芯片的工作环境温度-40~85/105°C<sup>(1)</sup>, 工作结温-40~105/125°C<sup>(1)</sup>. 芯片工作结温计算参考“5.8 热特性”。

(1): 要获得不同型号产品的工作温度信息, 请参见“1.3 器件一览”

### 3.6. 电源管理

#### 3.6.1. 低功耗模式

芯片有 4 种低功耗模式:

- 睡眠模式

在睡眠模式下, 只有 CPU 停止工作, 所有外设继续运行并在发生中断/ 事件时唤醒 CPU。

- 深度睡眠 1 模式

在深度睡眠模式 1 下, PLL, HRC 和 HXT 被禁止。调压器正常工作, 同时保持 SRAM 和寄存器的内容。任意 EXTI 中断信号将器件从深度睡眠 1 模式唤醒。

- 深度睡眠 2 模式

在深度睡眠模式 2 下, PLL, HRC 和 HXT 被禁止。调压器处于低功耗模式, 同时保持 SRAM 和寄存器内容, 因此深度睡眠 2 的唤醒时间比深度睡眠 1 要长。任意 EXTI 中断信号将器件从深度睡眠 2 模式唤醒。

- 掉电模式

掉电模式下, 调压器关闭, 因此整个 1.5 V 域将断电。进入掉电模式后, SRAM 和寄存器的内容都将消失。PLL、HSI 和 HSE 晶振也会关闭。当发生外部复位(NRST 引脚)、IWDG 复位、WKUP 引脚上出现上升沿时, 器件退出掉电模式。

#### 3.6.2. 上电复位/掉电复位(POR/PDR)

芯片包含上电复位和掉电复位电路。上电复位模块 POR 监测 VDD 的电压, 掉电复位模块监测 VDD 和 VDDA 的电压。

此电路始终处于工作状态, 可确保器件在电压不低于 2 V 时能够正常工作。当监控的供电电压低于规定阈值  $V_{POR}/V_{PDR}$  时, 器件处于复位模式。

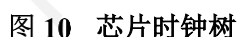
#### 3.6.3. 低电压复位模块(LVD)

LVD 用于监视 VDD 电源并将其与阈值  $V_{LVD}$  进行比较。当 VDD 低于  $V_{LVD}$  或高于  $V_{LVD}$  阈值时, 将产生中断。LVD 的阈值是可编程控制的。

### 3.7. 时钟

时钟系统包含下列时钟:

- 8MHz 内部高速 RC 振荡器(HRC)
- 14MHz 内部高速 RC 振荡器(HRC14)
- 40kHz 内部低速 RC 振荡器(LRC)
- 4~32MHz 晶体振荡器(HXT)
- 32.768KHz 晶体振荡器(LXT)
- 倍乘系数为 2, 3, ...16 的锁相环(PLL)



每个 GPIO 引脚都可以由软件配置成输入(带或不带上拉或下拉)、输出(推挽或开漏)或复用的外设功能端口。多数 GPIO 引脚都与数字或模拟的复用外设共用。分 GPIO 具有防倒灌功能, 这种 GPIO 包括 PB3、PB4、PB5、PB6、PB7、PB8、PB9、PB10、PA15。

### 3.9. 直接内存存取(DMA)

DMA 控制器包括循环数据传输模式, 当当前数据传输完成时, 不需要用户软件参与。

Cortex-M0 集成的嵌入向量中断控制器能够高效的处理异常和中断。更多细节请参考 Cortex-M0 技术参考手册。

EXTI 包含 32 个独立的边沿检测器，产生中断请求和事件给到 CPU 或中断控制器。EXTI 有三种触发方式，包括上升沿触发、下降沿触发和双边沿触发。每个边沿检测器可以独立的配置和使能。

### 3.11. 模数转换器(ADC)

CS32F03X-RA 包含一个 12 位的逐次逼近型模数转换器。支持最多 12 个通道，包括 10 个外部通道和 2 个内部通道。2 个内部通道分别用来测量内部参考电压和测量芯片的温度。不同通道的转换模式包括单次、扫描模式。在扫描模式下，将自动对选定的模拟输入通道组进行转换。它支持不同的转换设置，包含采样时间、转换器分辨率、数据格式对齐和通道扫描方向选择。

ADC 转换可以由不同定时器产生的软硬件事件触发。ADC 时钟可以是内部 14MHz RC 振荡器产生的，也可以是 PCLK 分频后的时钟产生的，硬件触发 AD 转换与时钟同步。

ADC 内置模拟看门狗功能，它允许监控一路、多路或所有选中的通道，当被监视的信号超过预设的阈值时，将产生中断。

输出数据可以被 DMA 搬运。DMA 单次模式支持搬运一定量数据后将中止 AD 转换；DMA 循环模式允许 AD 转换数据被连续搬运直至 ADC 停止工作。

#### 3.11.1. 温度传感器(TS)

温度传感器模块产生一个与温度成线性关系的输出电压 TS\_OUT。TS\_OUT 被送入 ADC 的 ADCIN\_16 通道，然后被转换为数字码值。为了获得较好的线性，温度传感器需要首先被校准。校准值被存在系统存储器区域，它是只读的。

表 12 TS 校准值

| 校准值名称       | 描述                                                     | 地址                        |
|-------------|--------------------------------------------------------|---------------------------|
| TEMP30_CAL  | TS 在 30°C(+/-5°C),<br>VDDA=3.3V(+/-10mV)时<br>ADC 转换数据  | 0x1FFF F7B8 - 0x1FFF F7B9 |
| TEMP110_CAL | TS 在 110°C(+/-5°C),<br>VDDA=3.3V(+/-10mV)时<br>ADC 转换数据 | 0x1FFF F7C2 - 0x1FFF F7C3 |

#### 3.11.2. 内部参考电压

内部参考电压  $V_{\text{refint}}$  为 ADC 提供一个基准电压输出。 $V_{\text{refint}}$  接到 ADC\_IN17 输入通道。每颗芯片的  $V_{\text{refint}}$  电压在量产测试时被测量并存储在系统存储区，它是只读的。

表 13  $V_{\text{refint}}$  校准值

| 校准值名称       | 描述                                                                                           | 存储地址                      |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| VREFINT_CAL | 数值在 30°C ( $\pm 5^\circ\text{C}$ )， $V_{\text{DDA}}=3.3\text{V}$<br>( $\pm 10\text{mV}$ ) 获得 | 0x1FFF F7BA - 0x1FFF F7BB |

### 3.12. 定时器和看门狗

芯片包括 1 个高级定时器、5 个通用定时器、1 个基本定时器、1 个独立看门狗定时器、1 个窗看门狗定时器和 1 个系统滴答定时器。

表 14 各类定时器 特点对比

| 类型   | 定时器   | 计数器位宽 | 方向              | 预分频数           | 产生 DMA 请求 | 通道数 | 互补通道数 |
|------|-------|-------|-----------------|----------------|-----------|-----|-------|
| 高级控制 | TIM1  | 16 位  | 向上, 向下,<br>向上/下 | 1~65536 中的任意整数 | 可以        | 4   | 3     |
| 通用   | TIM3  | 16 位  | 向上, 向下,<br>向上/下 | 1~65536 中的任意整数 | 可以        | 4   | 0     |
|      | TIM14 | 16 位  | 向上              | 1~65536 中的任意整数 | 不可以       | 1   | 0     |
|      | TIM15 | 16 位  | 向上              | 1~65536 中的任意整数 | 可以        | 2   | 1     |
|      | TIM16 | 16 位  | 向上              | 1~65536 中的任意整数 | 可以        | 1   | 1     |
|      | TIM17 | 16 位  | 向上              | 1~65536 中的任意整数 | 可以        | 1   | 1     |

| 类型    | 定时器     | 计数器位宽 | 方向 | 预分频数                  | 产生 DMA 请求 | 通道数 | 互补通道数 |
|-------|---------|-------|----|-----------------------|-----------|-----|-------|
| 基本    | TIM6    | 16 位  | 向上 | 1~65536 中的任意整数        | 可以        | 0   | 0     |
| 独立看门狗 | FWDT    | 12 位  | 向下 | 4/8/16/32/64/128/256  | -         | -   | -     |
| 窗看门狗  | WWDT    | 7 位   | 向下 | 4096/8192/16384/32768 | -         | -   | -     |
| 滴答    | SysTick | 24 位  | 向下 | -                     | -         | -   | -     |

### 3.12.1. 高级定时器 (TIM1)

TIM1 是一个带有 16 位预分频的 16 位计数器，可以向上、向下和向上向下计数。它有四个通道，都支持输入捕获和输出比较。输出的 PWM 信号可以用来控制电机或者应用在功耗管理上。各个通道的互补输出共用同一个嵌入式死区时间配置。

TIM1 可以通过定时器之间的连接特性，和其它定时器协同工作。当打开 DMA 使能时，DMA 可以读写 TIM1 的寄存器。

在调试模式下，可以让计数器停止计数。

### 3.12.2. 通用定时器 (TIM3, 14, 15, 16, 17)

5 个通用定时器可以用来作为简单的时间基准或输出 PWM。

#### ● TIM3

TIM3 是一个带有 16 位预分频的 16 位计数器，可以向上、向下和向上向下计数。它们有四个通道，都支持独立的输入捕获、输出比较和产生 PWM。

TIM3 可以通过定时器之间的连接特性，和其它定时器协同工作。当打开 DMA 使能时，DMA 可以读写 TIM3 的寄存器。

在调试模式下，可以让计数器停止计数。

#### ● TIM14

TIM14 是一个带有 16 位预分频的 16 位计数器，只有 1 个通道用于输入捕获、输出比较和产生 PWM。在调试模式下，可以让计数器停止计数。

#### ● TIM15/TIM16/TIM17

TIM15（双通道）、TIM16（单通道）和 TIM17（单通道）都带有一个 16 位预分频和 16 位计数器。通道可以输入捕获、输出比较和产生 PWM。一个可配置的死区时间发生器可用于互补通道输出。

当 DMA 使能打开时，它们的寄存器可以被 DMA 读写。

在调试模式下，可以让计数器停止计数。

### 3.12.3. 基本定时器(TIM6)

一个可以作为定时基准的 16 位计数定时器。

### 3.12.4. 独立看门狗定时器(FWDT)

独立看门狗定时器以内部 40kHz LRC 作为时钟源，独立于主时钟。FWDT 由一个 8 位的预分频器和 1 个带窗选项的 12 位向下计数器组成，可以在深度睡眠 1、深度睡眠 2 和掉电模式下独立运行。当计数器计到 0 时，FWDT 产生一个复位。

在调试模式下，可以让计数器停止计数。

### 3.12.5. 窗看门狗定时器(WWDT)

窗看门狗定时器以 PCLK 作为主时钟，由 1 个预分频器和 7 位自由运行的向下计数器组成。当计数器计到 0x40 时，产生提醒中断标志。当计数器计到 0x3F 时，产生一个复位。

在调试模式下，可以让计数器停止计数。

### 3.12.6. 滴答定时器(SysTick)

滴答定时器可以用于实时操作系统，同时也是一个标准的向下计数器。

它是以 HCLK 或 HCLK/8 作为时钟源，具有自动重加载功能的 24 位向下计数器。当计数器计到 0 时，滴答定时器会产生一个可屏蔽的系统中断。

### 3.13. RTC 和不掉电寄存器

RTC 是一个独立的二进制十进制(BCD)计时器，具有可编程闹钟中断功能。支持报警和周期性地从深度睡眠 1/深度睡眠 2/掉电模式下唤醒的功能。

只要供电电压在工作电压范围内，RTC 就会一直保持正常运行，无论是芯片处于哪种工作状态（运行模式、低功耗模式或复位状态）。掉电模式下可保存 20 Bytes 的用户数据。

RTC 域复位后，RTC 的所有寄存器都处于受保护状态，避免意外的写操作。

主要包括以下特性：

- 日历功能，可显示亚秒、秒、分、时(12/24 小时制)、日(星期)、日期、月和年。
- 通过软件编程实现夏令时的补偿。
- 可编程闹钟中断功能，闹钟可以由任何日历字段来触发。
- 参考时钟检测功能：可以用更高精度的 50Hz 或 60Hz 时钟源来提高日历的精度。
- 通过亚秒偏移功能，可以实现 RTC 与外部时钟精确同步。
- 数字校准电路（计数器定期修正）0.95ppm 精准度，来自几秒钟的校准窗口。
- 事件时间记录。
- 带可配置的滤波器和内上拉电阻的侵入检测。
- 可屏蔽中断/事件：
  - 闹钟
  - 时间记录
  - 侵入检测
- 5 个不掉电寄存器：当产生一个侵入检测事件，不掉电寄存器被复位

### 3.14. 串行外设总线（SPI）

SPI 模块可以通过 SPI 协议和外部器件通信。

SPI 支持主从机的发送和接收。它支持全双工模式和简单模式，最大通信速率可以达到 18Mbit/s。模块还实现了硬件 CRC 功能。

SPI 都可以用 DMA 实现数据的连续传输。

表 15 SPIx 功能表

| SPI 特性/模式           | SPI1 | SPI2 |
|---------------------|------|------|
| Rx/Tx FIFO          | √    | √    |
| NSS 脉冲模式            | √    | √    |
| TI 模式               | √    | √    |
| 硬件 CRC              | √    | √    |
| I <sup>2</sup> S 功能 | -    | -    |

### 3.15. 通用同步异步收发器（USART）

通用同步异步收发器为 MCU 和外部器件连续通信提供了一个通用接口。USART 支持同步、异步全双工通信和单线半双工通信。一个可编程的波特率发生器，可提供不同的通信波特率，最高可达 6Mbit/s。

除此之外，USART 也支持 DMA 连续传输、自动波特率检测、多处理器通信、RS232 硬件流控和 RS485 驱动使能。USART1 可以将 MCU 从深度睡眠模式 1 和深度睡眠模式 2 唤醒。

表 16 USARTx 功能表

| USART 特性/模式 | USART1 | USART2 | USART6 | USART7 | USART8 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 异步全双工通信     | √      | √      | √      | √      | √      |
| 同步模式        | √      | √      | √      | √      | √      |
| 单线半双工模式     | √      | √      | √      | √      | √      |

| USART 特性/模式  | USART1 | USART2 | USART6 | USART7 | USART8 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DMA 功能       | √      | √      | -      | -      | -      |
| 自动波特率检测      | √      | -      | -      | -      | -      |
| 多处理器通信       | √      | √      | √      | √      | √      |
| Modbus 通信    | √      | -      | -      | -      | -      |
| 智能卡模式        | √      | -      | -      | -      | -      |
| LIN 模式       | √      | -      | -      | -      | -      |
| IrDA 模式      | √      | -      | -      | -      | -      |
| RS232 硬件流控   | √      | √      | -      | -      | -      |
| RS485 驱动使能   | √      | √      | √      | √      | √      |
| 唤醒深度睡眠模式 1、2 | √      | -      | -      | -      | -      |

### 3.16. I<sup>2</sup>C 接口

I<sup>2</sup>C 模块提供了一个工业级标准的 I<sup>2</sup>C 接口，可以工作在主机模式和从机模式。接口实现了标准模式、快速模式和超快速模式，CRC 计算和检查。I<sup>2</sup>C 接口支持 DMA 模式用于存储器和外设之间的高速通信，无需 CPU 参与。

主要包括以下特性：

- 支持主机模式和从机模式
- 多主机功能
- 可配置的数字滤波器和模拟滤波器
- 支持 7 位和 10 位地址模式
- 支持标准模式（高达 100 kbit/s）和快速模式（高达 400 kbit/s）
- 唤醒深度睡眠模式 1 和深度睡眠模式 2
- 支持 DMA 模式

表 17 I<sup>2</sup>Cx 功能表

| I <sup>2</sup> C 特性/模式 | I2C1 | I2C2 |
|------------------------|------|------|
| 7 位地址模式                | √    | √    |
| 10 位地址模式               | √    | √    |
| 标准模式                   | √    | √    |
| 快速模式                   | √    | √    |
| 超快速模式                  | -    | -    |
| 独立工作时钟                 | √    | -    |
| 系统管理总线                 | √    | -    |
| 唤醒深度睡眠模式 1、2           | √    | -    |

### 3.17. 串行调试端口(SWD-DP)

ARM Cortex-M0 内部集成调试组件，SW 调试口用来连接这些调试组件。

## 4. 电气特性

### 4.1. 说明

图 11 给出了 CS32F03X-RA 的电源方案。

除非特别说明，所有典型值是基于温度  $T_{range}=25^{\circ}\text{C}$  和电压  $VDD=3.3\text{V}$  的条件下给出的。

除非特别说明，所有电压都是以 VSS 为参考的。

除非特别说明，所有数据由设计保证。

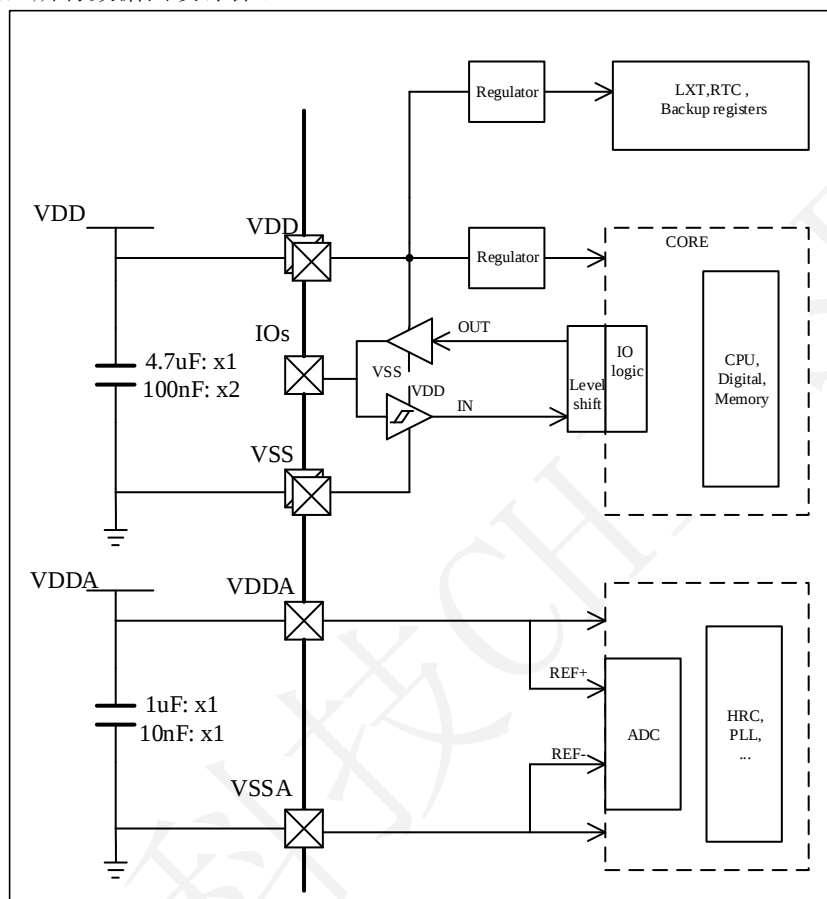


图 11 电源方案

注意：VDD 与 VSS、VDDA 与 VSSA 之间，推荐使用如上的滤波陶瓷去耦电容；而且这些电容必须尽可能靠近管脚，以确保电容起到预期效果。

引脚的输入电压和负载等测试条件如图 12 所示。

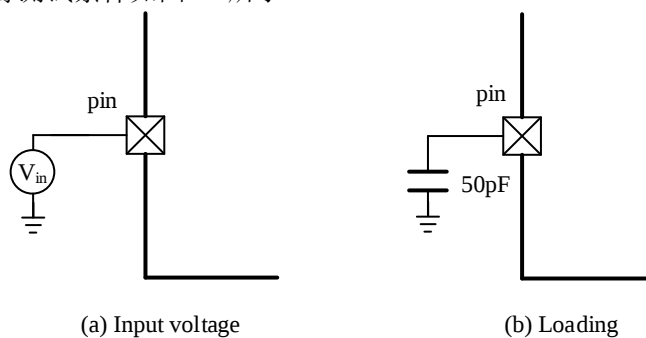


图 12 引脚的输入电压和负载条件

## 4.2. 绝对最大额定值

**表 18 绝对最大额定值**

| 符号                        | 描述                | 最小值                   | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------------------------|-------------------|-----------------------|-----|-----|----|
| VDD                       | VDD 和 VSS 之间的电压   | -0.3                  | -   | 6   | V  |
| VDDA                      | VDDA 和 VSS 之间的电压  | -0.3                  | -   | 6   | V  |
| VDD-VDDA                  | VDD 和 VDDA 之间的电压  | -                     | -   | 0.4 | V  |
| V <sub>i/o</sub>          | I/O 管脚电压          | V <sub>VSS</sub> -0.3 | -   | 6   | V  |
| T <sub>storage</sub>      | 存储温度              | -65                   | -   | 150 | °C |
| T <sub>junction</sub>     | 结温                | -                     | -   | 125 | °C |
| I <sub>total-pwr</sub>    | 流入 VDD 电源线的总电流    | -                     | -   | 120 | mA |
| I <sub>total-VSS</sub>    | 流出 VSS 接地线的总电流    | -120                  | -   | -   | mA |
| I <sub>pwr-pin</sub>      | 流入每个电源管脚的电流       | -                     | -   | 100 | mA |
| I <sub>VSS-pin</sub>      | 流入每个地管脚的电流        | -100                  | -   | -   | mA |
| I <sub>total-sunk</sub>   | 流入所有 I/O 管脚的总电流   | -                     | -   | 80  | mA |
| I <sub>total-source</sub> | 流出所有 I/O 管脚的总电流   | -80                   | -   | -   | mA |
| I <sub>sunk-pin</sub>     | 流入任意一个 I/O 管脚的电流  | -                     | -   | 25  | mA |
| I <sub>source-pin</sub>   | 流出任意一个 I/O 管脚的总电流 | -25                   | -   | -   | mA |

## 4.3. 工作条件

**表 19 工作条件**

| 符号                          | 描述                                   | 最小值  | 典型值  | 最大值     | 单位   |
|-----------------------------|--------------------------------------|------|------|---------|------|
| V <sub>VDD-range</sub>      | VDD 的工作电压范围                          | 2    | -    | 5.5     | V    |
| V <sub>VDDA-range</sub>     | VDDA 的工作电压范围                         | 2    | -    | 5.5     | V    |
| T <sub>range</sub>          | 芯片环境温度                               | -40  | -    | 85/105  | °C   |
| T <sub>junction-range</sub> | 芯片结温范围                               | -40  | -    | 105/125 | °C   |
| f <sub>AHB-clock</sub>      | 内部 AHB 时钟频率                          | 0    | -    | 48      | MHz  |
| f <sub>APB-clock</sub>      | 内部 APB 时钟频率                          | 0    | -    | 48      | MHz  |
| V <sub>IO-range</sub>       | I/O 输入电压范围                           | -0.3 | -    | 5.5     | V    |
| T <sub>supply-rise</sub>    | VDD/VDDA 上升时间速率                      | 0    | -    | -       | μS/V |
| T <sub>supply-fall</sub>    | VDD/VDDA 下降时间速率                      | 20   | -    | -       | μS/V |
| V <sub>VDD-POR</sub>        | VDD 上电复位阈值                           | 1.84 | 1.92 | 2       | V    |
| V <sub>VDD-fall</sub>       | VDD 掉电复位阈值                           | 1.80 | 1.88 | 1.96    | V    |
| V <sub>VDDA-fall</sub>      | VDDA 掉电复位阈值                          | 1.80 | 1.88 | 1.96    | V    |
| T <sub>reset-tempo</sub>    | V <sub>VDD-range</sub> ≤5.5V 的复位持续时间 | -    | 4.3  | 10.2    | mS   |
|                             | V <sub>VDD-range</sub> ≤3.6V 的复位持续时间 | -    | 4.3  | 7.7     | mS   |
| V <sub>LVD</sub>            | LVD 上升阈值电压 0                         | 2.11 | 2.18 | 2.25    | V    |
|                             | LVD 下降阈值电压 0                         | 2.01 | 2.08 | 2.15    | V    |
|                             | LVD 上升阈值电压 1                         | 2.20 | 2.28 | 2.36    | V    |
|                             | LVD 下降阈值电压 1                         | 2.10 | 2.18 | 2.26    | V    |
|                             | LVD 上升阈值电压 2                         | 2.29 | 2.38 | 2.47    | V    |
|                             | LVD 下降阈值电压 2                         | 2.19 | 2.28 | 2.37    | V    |
|                             | LVD 上升阈值电压 3                         | 2.39 | 2.48 | 2.57    | V    |
|                             | LVD 下降阈值电压 3                         | 2.29 | 2.38 | 2.47    | V    |
|                             | LVD 上升阈值电压 4                         | 2.48 | 2.58 | 2.68    | V    |
|                             | LVD 下降阈值电压 4                         | 2.38 | 2.48 | 2.58    | V    |
|                             | LVD 上升阈值电压 5                         | 2.58 | 2.68 | 2.78    | V    |
|                             | LVD 下降阈值电压 5                         | 2.48 | 2.58 | 2.68    | V    |
|                             | LVD 上升阈值电压 6                         | 2.67 | 2.78 | 2.89    | V    |

| 符号 | 描述           | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位 |
|----|--------------|------|------|------|----|
|    | LVD 下降阈值电压 6 | 2.57 | 2.68 | 2.79 | V  |
|    | LVD 上升阈值电压 7 | 2.77 | 2.88 | 2.99 | V  |
|    | LVD 下降阈值电压 7 | 2.67 | 2.78 | 2.89 | V  |

#### 4.4. I/O 端口特性

表 20 I/O 端口特性

| 符号                  | 描述                                                                    | 最小值                                 | 典型值 | 最大值                    | 单位         |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----|------------------------|------------|
| $V_{IH}$            | 输入高电平                                                                 | $0.7 \times VDD$                    | -   | -                      | V          |
|                     | 输入高电平, PA9 PA10 PB6 PB7 PB8 PB9, 输入通信电压配置为 1.8/1.2V                   |                                     |     |                        | V          |
| $V_{IL}$            | 输入低电平                                                                 | -                                   | -   | $0.3 \times VDD$       | V          |
|                     | 输入低电平, PA9 PA10 PB6 PB7 PB8 PB9, 输入通信电压配置为 1.8/1.2V                   |                                     |     |                        | V          |
| $V_{IL-BOOT0}$      | BOOT0 的低电平输入电压                                                        | -                                   | -   | $0.3 \times VDD - 0.3$ | V          |
| $V_{OH}$            | 输出高电平, $ I_{source-pin} =20mA$ , $VDD \geq 2.7V$                      | $VDD - 1.5$                         | -   | -                      | V          |
|                     | 输出高电平, $ I_{source-pin} =6mA$                                         | $VDD - 0.4$ ,<br>$VDD - 0.45^{(3)}$ | -   | -                      | V          |
| $V_{OL}$            | 输出低电平, $ I_{sunk-pin} =20mA$ , $VDD \geq 2.7V$                        | -                                   | -   | 1.1                    | V          |
|                     | 输出低电平 $ I_{sunk-pin} =6mA$                                            | -                                   | -   | 0.36                   | V          |
| $V_{OL-FMP}$        | I <sup>2</sup> C 超快模式, 输出低电平, $ I_{sunk-pin} =20mA$ , $VDD \geq 2.7V$ | -                                   | -   | 0.4                    | V          |
|                     | I <sup>2</sup> C 超快模式, 输出低电平, $ I_{sunk-pin} =10mA$                   | -                                   | -   | 0.3                    | V          |
| $R_{pull-up}$       | I/O 上拉电阻                                                              | 17                                  | 40  | 140                    | k $\Omega$ |
| $R_{pull-down}$     | I/O 下拉电阻                                                              | 15                                  | 40  | 154                    | k $\Omega$ |
| $I_{leakage}^{(1)}$ | 配置为数字端口时的漏电流, $VSS < V_{IO-range} < VDD$                              | -                                   | -   | $\pm 0.5$              | $\mu A$    |
|                     | 配置为数字端口时的漏电流, $VDD < V_{IO-range} < VDDA$                             | -                                   | -   | $\pm 0.5$              | $\mu A$    |
|                     | 配置为模拟端口时的漏电流, $VSS < V_{IO-range} < VDDA$                             | -                                   | -   | $\pm 0.5$              | $\mu A$    |
|                     | 配置为模拟端口时的漏电流, $VDD < V_{IO-range} < 5V$                               | -                                   | -   | 5                      | $\mu A$    |
| $I_{leakage}^{(2)}$ | 配置为数字端口时的漏电流, $VSS < V_{IO-range} < VDD$                              | -                                   | -   | $\pm 0.8$              | $\mu A$    |
|                     | 配置为数字端口时的漏电流, $VDD < V_{IO-range} < VDDA$                             | -                                   | -   | $\pm 0.8$              | $\mu A$    |
|                     | 配置为模拟端口时的漏电流, $VSS < V_{IO-range} < VDDA$                             | -                                   | -   | $\pm 0.8$              | $\mu A$    |
| $f_{IO}$            | GPIOx_OSj[1:0]=x0 时的 IO 输出频率, CL=50pf                                 | -                                   | -   | 2                      | MHz        |
|                     | GPIOx_OSj[1:0]=01 时的 IO 输出频率, CL=50pf                                 | -                                   | -   | 10                     | MHz        |
|                     | GPIOx_OSj[1:0]=11 时的 IO 输出频率, CL=30pf, $VDD \geq 2.7V$                | -                                   | -   | 50                     | MHz        |
|                     | GPIOx_OSj[1:0]=11 时的 IO 输出频率, CL=50pf, $VDD \geq 2.7V$                | -                                   | -   | 30                     | MHz        |
|                     | GPIOx_OSj[1:0]=11 时的 IO 输出频率, CL=50pf, $VDD < 2.7V$                   | -                                   | -   | 20                     | MHz        |
|                     | I <sup>2</sup> C 超快模式下的输出频率, CL=50pf                                  | -                                   | -   | 2                      | MHz        |
| $T_{io-fall}$       | IO 输出下降时间, CL=50pf                                                    | -                                   | -   | 12                     | nS         |

| 符号                    | 描述                                              | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------------|-------------------------------------------------|-----|-----|-----|----|
|                       | PA4~7、PA15、PB3~5 输出下降时间,CL=30pf, VDD≥2.7V       | -   | -   | 6   | nS |
|                       | PA4~7、PA15、PB3~5 输出下降时间,CL=50pf, VDD≥2.7V       | -   | -   | 8   | nS |
|                       | PA4~7、PA15、PB3~5 输出下降时间,CL=50pf, VDD<2.7V       | -   | -   | 11  | nS |
|                       | I <sup>2</sup> C 超快模式下的输出下降时间, CL=50pf          | -   | -   | 11  | nS |
| T <sub>io-rise</sub>  | IO 输出上升时间,CL=50pf                               | -   | -   | 15  | nS |
|                       | PA4~7、PA15、PB3~5 输出上升时间,CL=30pf, VDD≥2.7V       | -   | -   | 7   | nS |
|                       | PA4~7、PA15、PB3~5 输出上升时间,CL=50pf, VDD≥2.7V       | -   | -   | 10  | nS |
|                       | PA4~7、PA15、PB3~5 输出上升时间,CL=50pf, VDD<2.7V       | -   | -   | 14  | nS |
| T <sub>ext-pw</sub>   | EXTI 可被检测脉宽                                     | 10  | -   | -   | nS |
| T <sub>nrst-fp</sub>  | NRST 输入滤波脉冲宽度                                   | -   | -   | 60  | nS |
| T <sub>nrst-nfp</sub> | NRST 输入非滤波脉宽, 2.7V≤V <sub>VDD-range</sub> ≤3.6V | 300 | -   | -   | nS |
|                       | NRST 输入非滤波脉宽, 2V≤V <sub>VDD-range</sub> ≤3.6V   | 500 | -   | -   | nS |
|                       | NRST 输入非滤波脉宽, 2V≤V <sub>VDD-range</sub> ≤5.5V   | 390 | -   | -   | nS |

 (1)  $2V \leq V_{VDD-range} \leq 3.6V$ ,  $2V \leq V_{VDDA-range} \leq 3.6V$ 

 (2)  $2V \leq V_{VDD-range} \leq 5.5V$ ,  $2V \leq V_{VDDA-range} \leq 5.5V$ 

(3) 适用于 PF0

(4) 适用于 PC14

#### 4.5. 低功耗模式唤醒时间

表 21 低功耗模式唤醒时间

| 符号                         | 描述              | 最小值 | 典型值          | 最大值 | 单位 |
|----------------------------|-----------------|-----|--------------|-----|----|
| T <sub>wk-sleep</sub>      | 睡眠模式的唤醒时间       | -   | 5 system clk | -   | μS |
| T <sub>wk-deepsleep1</sub> | 深度睡眠 1 模式下的唤醒时间 | -   | 25           | 29  | μS |
| T <sub>wk-deepsleep2</sub> | 深度睡眠 2 模式下的唤醒时间 | -   | 26           | 30  | μS |
| T <sub>wk-powerdown</sub>  | 掉电模式下的唤醒时间      | -   | 90           | 229 | μS |

#### 4.6. RC 振荡器特性

表 22 HRC 特性

| 符号                  | 描述                                                                        | 最小值 | 典型值 | 最大值  | 单位                |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|-------------------|
| f <sub>HRC</sub>    | HRC 输出频率                                                                  | -   | 8   | -    | MHz               |
| TRIM <sub>HRC</sub> | HRC 校准步长                                                                  | -   | -   | 1    | %f <sub>HRC</sub> |
| ACC <sub>HRC</sub>  | HRC 的频率偏差, T <sub>range</sub> =25°C和电压 VDD=3.3V                           | -   | ±1  | ±1.5 | %f <sub>HRC</sub> |
|                     | HRC 的频率偏差, T <sub>range</sub> =-40~105°C和电压 VDD=3.3V <sup>(1)</sup> ,     | -   | -   | ±3   |                   |
|                     | HRC 的频率偏差, T <sub>range</sub> =-40~105°C和电压 VDD=2.0~5.5V <sup>(1)</sup> , |     |     | ±3.5 |                   |
| Duty <sub>HRC</sub> | HRC 占空比                                                                   | 46  | -   | 54   | %                 |

| 符号                     | 描述        | 最小值  | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------------|-----------|------|-----|-----|----|
| T <sub>setup_HRC</sub> | HRC 的建立时间 | 0.14 | -   | 1.2 | μS |
| I <sub>pd-HRC</sub>    | HRC 模块功耗  |      | 66  | 102 | μA |

表 23 HRC14 特性

| 符号                       | 描述                                                                             | 最小值  | 典型值 | 最大值  | 单位                |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------|-----|------|-------------------|
| f <sub>HRC14</sub>       | HRC14 输出频率                                                                     | -    | 14  | -    | MHz               |
| TRIM <sub>HRC14</sub>    | HRC14 校准精度                                                                     | -    | -   | 1    | %f <sub>HRC</sub> |
| ACC <sub>HRC14</sub>     | HRC14 的频率偏差,<br>T <sub>range</sub> =25°C和电压 VDD=3.3V                           | -    | ±1  | ±1.5 | %f <sub>HRC</sub> |
|                          | HRC14 的频率偏差,<br>T <sub>range</sub> =-40~105°C和电压 VDD=3.3V <sup>(1)</sup> ,     | -    | -   | ±3   |                   |
|                          | HRC14 的频率偏差,<br>T <sub>range</sub> =-40~105°C和电压 VDD=2.0~5.5V <sup>(1)</sup> , |      |     | ±3.5 |                   |
| Duty <sub>HRC14</sub>    | HRC14 占空比                                                                      | 46   | -   | 54   | %                 |
| T <sub>setup_HRC14</sub> | HRC14 的建立时间                                                                    | 0.09 | -   | 0.5  | μS                |
| I <sub>pd-HRC14</sub>    | HRC14 模块功耗                                                                     |      | 96  | 152  | μA                |

表 24 LRC 特性

| 符号                     | 描述        | 最小值 | 典型值  | 最大值                                          | 单位  |
|------------------------|-----------|-----|------|----------------------------------------------|-----|
| f <sub>LRC</sub>       | LRC 输出频率  | 27  | 40   | 62                                           | kHz |
| T <sub>setup_LRC</sub> | LRC 的建立时间 | -   | -    | 84                                           | μS  |
| I <sub>pd-LRC</sub>    | LRC 模块功耗  | -   | 0.71 | 1.27 <sup>(2)</sup> ,<br>2.47 <sup>(3)</sup> | μA  |

- (1) 产品型号中温度编码为“7”的产品  
(2) VDDA=3.3V, -40°C ≤ T<sub>range</sub> ≤ 105°C  
(3) VDDA=5.5V, -40°C ≤ T<sub>range</sub> ≤ 105°C

#### 4.7. 晶振特性

下图给出了晶振的晶体和负载及寄生电容等外部条件。

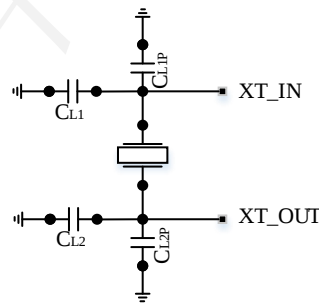


图 13 晶振的晶体和负载及寄生电容

CL<sub>L1</sub> 和 CL<sub>L2</sub> PCB 板上的电容器件, CL<sub>L1P</sub> 和 CL<sub>L2P</sub> 是 PCB 板和封装的寄生电容。  
CL(CL<sub>LXT</sub> 或者 CL<sub>HXT</sub>) 是晶振的负载电容. 特定的晶体需要接特定范围的负载电容。

$$C'_{L1} = C_{L1} + C_{L1P}$$

$$C'_{L2} = C_{L2} + C_{L2P}$$

$$CL = C'_{L1} * C'_{L2} / (C'_{L1} + C'_{L2})$$

表 25 LXT 特性

| 符号           | 描述                                                                             | 最小值  | 典型值 | 最大值 | 单位        |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|------|-----|-----|-----------|
| $I_{pd-LXT}$ | LXT 模块功耗, LXTDRV[1:0]=00, 低驱动电流                                                | -    | 0.5 | 0.9 | $\mu A$   |
|              | LXT 模块功耗, LXTDRV[1:0]=01, 中等驱动电流                                               | -    | -   | 1.2 | $\mu A$   |
|              | LXT 模块功耗, LXTDRV[1:0]=10, 中等驱动电流                                               | -    | -   | 1.5 | $\mu A$   |
|              | LXT 模块功耗, LXTDRV[1:0]=11, 高驱动电流                                                | -    | -   | 2.0 | $\mu A$   |
| $gm_{LXT}$   | LXT 的跨导, LXTDRV[1:0]=00, 低驱动电流                                                 | 1.5  | -   | -   | $\mu A/V$ |
|              | LXT 的跨导, LXTDRV[1:0]=01, 中等驱动电流                                                | 3.5  | -   | -   | $\mu A/V$ |
|              | LXT 的跨导, LXTDRV[1:0]=10, 中等驱动电流                                                | 10.6 | -   | -   | $\mu A/V$ |
|              | LXT 的跨导, LXTDRV[1:0]=11, 高驱动电流                                                 | 16.7 | -   | -   | $\mu A/V$ |
| $CL_{LXT}$   | LXT 的负载电容, LXTDRV[1:0]=00, 低驱动电流, $-40^{\circ}C \leq Trange \leq 85^{\circ}C$  | 4    | -   | 6   | pF        |
|              | LXT 的负载电容, LXTDRV[1:0]=00, 低驱动电流, $-40^{\circ}C \leq Trange \leq 85^{\circ}C$  | 3    | -   | 7   | pF        |
|              | LXT 的负载电容, LXTDRV[1:0]=01, 中等驱动电流, $-40^{\circ}C \leq Trange \leq 85^{\circ}C$ | 5    | -   | 9   | pF        |
|              | LXT 的负载电容, LXTDRV[1:0]=01, 中等驱动电流, $-40^{\circ}C \leq Trange \leq 85^{\circ}C$ | 4    | -   | 11  | pF        |
|              | LXT 的负载电容, LXTDRV[1:0]=10, 中等驱动电流, $-40^{\circ}C \leq Trange \leq 85^{\circ}C$ | 6    | -   | 15  | pF        |
|              | LXT 的负载电容, LXTDRV[1:0]=10, 中等驱动电流, $-40^{\circ}C \leq Trange \leq 85^{\circ}C$ | 5    | -   | 18  | pF        |
|              | LXT 的负载电容, LXTDRV[1:0]=11, 高驱动电流, $-40^{\circ}C \leq Trange \leq 85^{\circ}C$  | 7    | -   | 22  | pF        |
|              | LXT 的负载电容, LXTDRV[1:0]=11, 高驱动电流, $-40^{\circ}C \leq Trange \leq 85^{\circ}C$  | 5    | -   | 23  | pF        |
| $T_{setup}$  | LXT 建立时间                                                                       | -    | 1   | -   | S         |

表 26 HXT 特性

| 符号           | 描述                                       | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位   |
|--------------|------------------------------------------|------|------|------|------|
| $f_{HXT-IN}$ | HXT 频率                                   | 4    | 8    | 32   | MHz  |
| $I_{pd-HXT}$ | 启动时功耗                                    | -    | 1.8  | 6.5  | mA   |
|              | VDD=3.3V, Rm=30 $\Omega$ , CL=10pF@8MHz  | 0.12 | 0.22 | 0.45 | mA   |
|              | VDD=3.3V, Rm=45 $\Omega$ , CL=10pF@8MHz  | 0.13 | 0.24 | 0.46 | mA   |
|              | VDD=3.3V, Rm=30 $\Omega$ , CL=5pF@32MHz  | 0.21 | 0.34 | 0.6  | mA   |
|              | VDD=3.3V, Rm=30 $\Omega$ , CL=10pF@32MHz | 0.33 | 0.46 | 0.7  | mA   |
|              | VDD=3.3V, Rm=30 $\Omega$ , CL=20pF@32MHz | 0.58 | 0.72 | 0.87 | mA   |
| $gm_{HXT}$   | HXT 跨导, HXTDRV[1:0]=00, 低驱动电流            | 0.7  | -    | 16.4 | mA/V |
|              | HXT 跨导, HXTDRV[1:0]=01, 中等低驱动电流          | 5.0  | -    | 27.3 | mA/V |

| 符号                 | 描述                                 | 最小值  | 典型值 | 最大值  | 单位   |
|--------------------|------------------------------------|------|-----|------|------|
|                    | HXT 跨导, HXTDRV[1:0]=10,<br>中高等驱动电流 | 6.2  | -   | 32.6 | mA/V |
|                    | HXT 跨导, HXTDRV[1:0]=11,<br>高驱动电流   | 13.1 | -   | 43.4 | mA/V |
| CL <sub>HXT</sub>  | HXT 的负载电容                          | 5    | 10  | 20   | pF   |
| T <sub>setup</sub> | HXT 建立时间                           | -    | 1   | -    | mS   |

#### 4.8. 外部时钟特性

表 27 HXT 外部时钟特性

| 符号                     | 描述                   | 最小值     | 典型值 | 最大值     | 单位  |
|------------------------|----------------------|---------|-----|---------|-----|
| F <sub>HXT-IN</sub>    | 外部输入时钟源频率            | -       | 8   | 32      | MHz |
| V <sub>HXT-L</sub>     | HXT 外部输入时钟源低电平       | VSS     | -   | 0.3*VDD | V   |
| V <sub>HXT-H</sub>     | HXT 外部输入时钟源高电平       | 0.7*VDD | -   | VDD     | V   |
| T <sub>width-HXT</sub> | HXT 外部输入时钟源低/高电平持续时间 | 15      | -   | -       | nS  |
| T <sub>rise-HXT</sub>  | HXT 外部输入时钟源上升时间      | -       | -   | 20      | nS  |
| T <sub>fall-HXT</sub>  | HXT 外部输入时钟源下降时间      | -       | -   | 20      | nS  |

#### 4.9. PLL 特性

表 28 PLL 特性

| 符号                     | 描述          | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|------------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|
| f <sub>PLL-IN</sub>    | PLL 输入时钟频率  | 1   | 8   | 24  | MHz |
| Duty <sub>PLL-IN</sub> | PLL 输入时钟占空比 | 40  | -   | 60  | %   |
| f <sub>PLL-OUT</sub>   | PLL 输出时钟频率  | 16  | -   | 48  | MHz |
| T <sub>lock</sub>      | PLL 锁定时间    | -   | -   | 200 | μs  |
| Jitter <sub>c-c</sub>  | 周期到周期抖动     | -   | -   | 300 | ps  |

#### 4.10. 功耗

表 29 运行和睡眠模式的功耗特性

| 运行模式 | 代码执行位置 | 条件                | f <sub>CLK</sub><br>(MHz) | IVDD<br>(外设打开)<br>(mA) |                    |                    | IVDD<br>(外设关闭)<br>(mA) |                    |                    | IVDDA<br>(μA)      |                    |                    |
|------|--------|-------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|      |        |                   |                           | Typ <sup>(1)</sup>     | Max <sup>(2)</sup> | Max <sup>(3)</sup> | Typ <sup>(1)</sup>     | Max <sup>(2)</sup> | Max <sup>(3)</sup> | Typ <sup>(1)</sup> | Max <sup>(2)</sup> | Max <sup>(3)</sup> |
| 正常模式 | Flash  | HXT 旁路,<br>PLL 打开 | 48                        | 11.4                   |                    |                    | 7.2                    |                    |                    | 376                | 402                |                    |
| 正常模式 | Flash  | HXT 旁路,<br>PLL 打开 | 32                        | 8.3                    |                    |                    | 6.82                   |                    |                    | 302                |                    |                    |
| 正常模式 | Flash  | HXT 旁路,<br>PLL 打开 | 24                        | 7.3                    |                    |                    | 5.3                    |                    |                    | 310                |                    |                    |
| 正常模式 | Flash  | HXT 旁路,<br>PLL 关闭 | 8                         | 4.3                    |                    |                    | 3.6                    |                    |                    | 114                |                    |                    |
| 睡眠模式 | -      | HXT 旁路,<br>PLL 打开 | 48                        | 8.6                    |                    |                    | 4.2                    |                    |                    | 376                |                    |                    |
| 睡眠模式 | -      | HXT 旁路,<br>PLL 打开 | 32                        | 6.5                    |                    |                    | 2.6                    |                    |                    | 302                |                    |                    |
| 睡眠模式 | -      | HXT 旁路,<br>PLL 打开 | 24                        | 5.8                    |                    |                    | 2.7                    |                    |                    | 310                |                    |                    |
| 睡眠模式 | -      | HXT 旁路,<br>PLL 关闭 | 8                         | 3.2                    |                    |                    | 2.1                    |                    |                    | 114                |                    |                    |

表 30 深睡和掉电模式的功耗特性

| 运行模式   | 条件                               | f <sub>HCLK</sub><br>(MHz) | IVDD<br>(外设打开)<br>( $\mu$ A) |                    |                    | IVDD<br>(外设关闭)<br>( $\mu$ A) |                    |                    | IVDDA<br>( $\mu$ A) |                    |                    |
|--------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
|        |                                  |                            | Typ <sup>(1)</sup>           | Max <sup>(2)</sup> | Max <sup>(3)</sup> | Typ <sup>(1)</sup>           | Max <sup>(2)</sup> | Max <sup>(3)</sup> | Typ <sup>(1)</sup>  | Max <sup>(2)</sup> | Max <sup>(3)</sup> |
| 深睡模式 1 | VDDA monitor 打开                  | -                          | 21                           | 262                | -                  |                              |                    |                    | 2.60                | 33.8               |                    |
| 深睡模式 1 | VDDA monitor 关闭                  | -                          | 21                           | 262                | -                  |                              |                    |                    | 1.4                 |                    |                    |
| 深睡模式 2 | VDDA monitor 打开                  | -                          | 7.7                          | 32                 | -                  |                              |                    |                    | 2.6                 | 33.8               |                    |
| 深睡模式 2 | VDDA monitor 关闭                  | -                          | 7.3                          | 32                 | -                  |                              |                    |                    | 1.4                 |                    |                    |
| 掉电模式   | LRC 打开, FWDT 打开, VDDA monitor 打开 | -                          | 2.0                          | -                  | -                  |                              |                    |                    | 3.2                 |                    |                    |
| 掉电模式   | LRC 关闭, FWDT 关闭, VDDA monitor 打开 | -                          | 1.8                          | -                  | -                  |                              |                    |                    | 2.5                 |                    |                    |
| 掉电模式   | LRC 打开, FWDT 打开, VDDA monitor 关闭 | -                          | 1.9                          | -                  | -                  |                              |                    |                    | 2.1                 |                    |                    |
| 掉电模式   | LRC 关闭, FWDT 关闭, VDDA monitor 关闭 | -                          | 1.8                          | -                  | -                  |                              |                    |                    | 1.3                 |                    |                    |

 (1) VDD=VDDA=3.3V, T<sub>range</sub>=25°C

 (2) VDD=VDDA=3.6V, T<sub>range</sub>=85°C

 (3) VDD=VDDA=5.5V, T<sub>range</sub>=85°C

#### 4.11. 内部参考电压特性

表 31 内部参考电压特性

| 符号                      | 描述             | 最小值  | 典型值  | 最大值  | 单位     |
|-------------------------|----------------|------|------|------|--------|
| V <sub>refint</sub>     | 内部参考电压         | 1.22 | 1.25 | 1.28 | V      |
| deltV <sub>refint</sub> | 内部参考电压随温度的变化范围 | -    | -    | 11   | mV     |
| Tc                      | 温度漂移           | -60  | -    | 60   | ppm/°C |

#### 4.12. ADC 特性

表 32 ADC 特性

| 符号                        | 描述                                                                                        | 最小值 | 典型值       | 最大值       | 单位                  |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------|-----------|---------------------|
| VDDA                      | ADC 正常工作时 VDDA 电压范围 <sup>(1)(2)(3)(4)</sup>                                               | 2.4 | -         | 5.5       | V                   |
| I <sub>VDDA-ADC</sub>     | ADC 功耗(VDDA), Autoff=0, VDDA=3.3V                                                         | -   | 0.9       | -         | mA                  |
| f <sub>ADC</sub>          | ADC 时钟频率                                                                                  | 0.6 | -         | 14        | MHz                 |
| T <sub>sample</sub>       | ADC 采样时间                                                                                  | 1.5 | -         | 236.5     | 1/ f <sub>ADC</sub> |
| T <sub>convert-time</sub> | ADC 转换时间                                                                                  | 14  | -         | 252       | 1/ f <sub>ADC</sub> |
| T <sub>switch-on</sub>    | ADC 开关导通时间                                                                                | -   | -         | 1         | $\mu$ S             |
| T <sub>calibration</sub>  | ADC 校准时间                                                                                  | -   | 83        | -         | 1/ f <sub>ADC</sub> |
| V <sub>range-input</sub>  | ADC 输入电压范围                                                                                | 0   | -         | VDDA      | V                   |
| C <sub>input-ADC</sub>    | ADC 输入电容                                                                                  | -   | -         | 8         | pF                  |
| R <sub>ext-input</sub>    | 外部输入阻抗                                                                                    | -   | -         | 50        | k $\Omega$          |
| B <sub>-3dB</sub>         | 输入信号的 -3dB 带宽                                                                             |     | 50        |           | kHz                 |
| I <sub>SOinput</sub>      | 输入信号隔离                                                                                    | -   | -         | -100      | dB                  |
| Resolution                | ADC 分辨率 (可设置)                                                                             | 6   | -         | 12        | Bit                 |
| ERR <sub>absolute</sub>   | ADC 绝对误差                                                                                  | -   | $\pm$ 3.3 | $\pm$ 4   | LSB                 |
| INL                       | ADC INL, f <sub>ADC</sub> =14MHz, R <sub>ext-input</sub> <10k $\Omega$ , VDDA $\geq$ 2.7V | -   | $\pm$ 1.2 | $\pm$ 2.3 | LSB                 |

| 符号                  | 描述                                                                                                | 最小值 | 典型值       | 最大值       | 单位  |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------|-----------|-----|
|                     | ADC INL, $f_{ADC}=14\text{MHz}$ , $R_{ext-input}<10\text{k}\Omega$ , $V_{DDA}=2.4\text{V}$        | -   | $\pm 1.5$ | $\pm 3.5$ | LSB |
| DNL                 | ADC DNL, $f_{ADC}=14\text{MHz}$ , $R_{ext-input}<10\text{k}\Omega$ , $V_{DDA}\geq 2.7\text{V}$    | -   | $\pm 0.7$ | $\pm 1.3$ | LSB |
|                     | ADC DNL, $f_{ADC}=14\text{MHz}$ , $R_{ext-input}<10\text{k}\Omega$ , $V_{DDA}=2.4\text{V}$        | -   | $\pm 2.8$ | $\pm 3$   | LSB |
| Offset              | ADC offset, $f_{ADC}=14\text{MHz}$ , $R_{ext-input}<10\text{k}\Omega$ , $V_{DDA}\geq 2.7\text{V}$ | -   | $\pm 1.9$ | $\pm 2.8$ | LSB |
|                     | ADC offset, $f_{ADC}=14\text{MHz}$ , $R_{ext-input}<10\text{k}\Omega$ , $V_{DDA}=2.4\text{V}$     | -   | $\pm 2$   | $\pm 3.5$ | LSB |
| ERR <sub>Gain</sub> | ADC 增益误差, $f_{ADC}=14\text{MHz}$ , $R_{ext-input}<10\text{k}\Omega$ , $V_{DDA}\geq 2.7\text{V}$   | -   | $\pm 2.8$ | $\pm 3$   | LSB |
|                     | ADC 增益误差, $f_{ADC}=14\text{MHz}$ , $R_{ext-input}<10\text{k}\Omega$ , $V_{DDA}=2.4\text{V}$       | -   | $\pm 2.8$ | $\pm 3$   | LSB |

- (1)  $-40^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{range}} \leq 85^{\circ}\text{C}$ ,  $f_{ADC} \leq 14\text{MHz}$ , 支持电压范围  $2.65 \leq V_{DDA} \leq 5.5\text{V}$ ;  
 (2)  $-40^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{range}} \leq 85^{\circ}\text{C}$ ,  $f_{ADC} \leq 14\text{MHz}$ , 支持电压范围  $2.7 \leq V_{DDA} \leq 5.5\text{V}$ ;  
 (3)  $-40^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{range}} \leq 85^{\circ}\text{C}$ ,  $f_{ADC} \leq 12\text{MHz}$ , 支持电压范围  $2.4 \leq V_{DDA} \leq 5.5\text{V}$ ;  
 (4) 进入校准模式,  $f_{ADC} \leq 12\text{MHz}$ 。进入正常转换模式,  $f_{ADC} \leq 14\text{MHz}$ 。支持:  $-40^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{range}} \leq 105^{\circ}\text{C}$ 和电压范围  $2.4 \leq V_{DDA} \leq 5.5\text{V}$ ;

 表 33  $f_{ADC}=14\text{MHz}$  时  $R_{ext-input}$  的最大值

| $T_{\text{sample}}(1/f_{ADC})$ | $T_{\text{sample}}(\mu\text{S})$ | Max. $R_{ext-input}(\text{k}\Omega)$ |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1.5                            | 0.11                             | 0.15                                 |
| 2.5                            | 0.18                             | 0.4                                  |
| 8.5                            | 0.61                             | 5.9                                  |
| 14.5                           | 1.04                             | 11.4                                 |
| 29.5                           | 2.11                             | 25.2                                 |
| 42.5                           | 3.04                             | 37.2                                 |
| 56.5                           | 4.04                             | 50                                   |
| 71.5                           | 5.11                             | -                                    |
| 239.5                          | 17.1                             | -                                    |

#### 4.13. 温度传感器特性

表 34 温度传感器特性

| 符号                       | 描述                                    | 最小值  | 典型值.    | 最大值     | 单位                           |
|--------------------------|---------------------------------------|------|---------|---------|------------------------------|
| $L_{\text{temp}}$        | 温度传感器的线性度                             | -    | $\pm 1$ | $\pm 2$ | $^{\circ}\text{C}$           |
| $S_{\text{temp}}$        | 温度传感器电压的平均斜率                          | 4.35 | 4.47    | 4.60    | $\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ |
| $V_{\text{temp}30}$      | 在 $30 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 时温度传感器电压 | 1.37 | 1.43    | 1.50    | V                            |
| $T_{\text{start-temp}}$  | 温度传感器的建立时间                            | -    | -       | 6       | $\mu\text{S}$                |
| $T_{\text{sample-temp}}$ | 读取温度时, ADC 采样时间                       | 4    | -       | -       | $\mu\text{S}$                |

#### 4.14. Flash 特性

表 35 Flash 特性

| 符号                       | 描述                                               | 最小值     | 典型值.  | 最大值   | 单位            |
|--------------------------|--------------------------------------------------|---------|-------|-------|---------------|
| $T_{\text{prog}}$        | 16 位编程时间                                         | 145.0   | 151.0 | 157.0 | $\mu\text{S}$ |
|                          | 32 位编程时间                                         | 157.5   | 164.0 | 170.5 | $\mu\text{S}$ |
| $T_{\text{erase}}$       | 页(1 K Bytes) 擦除时间                                | 5.0     | 5.2   | 5.4   | mS            |
| $T_{\text{mass-erase}}$  | 整体擦除时间                                           | 33.6    | 35.0  | 36.4  | mS            |
| $Cyc_{\text{endurance}}$ | 可擦写次数                                            | 100,000 | -     | -     | Cycles        |
| $T_{\text{retention}}$   | 数据保存期限, $T_{\text{range}} = 25^{\circ}\text{C}$  | 100     | -     | -     | Year          |
|                          | 数据保存期限, $T_{\text{range}} = 85^{\circ}\text{C}$  | 20      | -     | -     | Year          |
|                          | 数据保存期限, $T_{\text{range}} = 105^{\circ}\text{C}$ | 10      | -     | -     | Year          |

#### 4.15. 定时器特性

表 36 TIMx 特性

| 符号                      | 描述            | 最小值 | 典型值                            | 最大值 | 单位  |
|-------------------------|---------------|-----|--------------------------------|-----|-----|
| $T_{\text{resolution}}$ | 时间分辨率         | -   | $T_{\text{TIMx CLK}}$          | -   | nS  |
| $f_{\text{ext-clk}}$    | CHx 外部时钟频率    | -   | $T_{\text{TIMx CLK}}/2$        | -   | MHz |
| $T_{\text{max-count}}$  | 16 位定时器最大定时时间 | -   | $2^{16} * T_{\text{TIMx CLK}}$ | -   | nS  |

表 37 FWDt 特性

| 预分频  | PDIV[2:0] | 最小溢出值 UVAL[11:0]=0x000 | 最大溢出值 UVAL[11:0]=0x000 | 单位 |
|------|-----------|------------------------|------------------------|----|
| /4   | 0         | $4 * T_{40K}$          | $16384 * T_{40K}$      | mS |
| /8   | 1         | $8 * T_{40K}$          | $32768 * T_{40K}$      | mS |
| /16  | 2         | $16 * T_{40K}$         | $65536 * T_{40K}$      | mS |
| /32  | 3         | $32 * T_{40K}$         | $131072 * T_{40K}$     | mS |
| /64  | 4         | $64 * T_{40K}$         | $262144 * T_{40K}$     | mS |
| /128 | 5         | $128 * T_{40K}$        | $524288 * T_{40K}$     | mS |
| /256 | 6 or 7    | $256 * T_{40K}$        | $1048576 * T_{40K}$    | mS |

表 38 WWDt 特性

| 预分频 | PDIV[1:0] | 最小溢出值                     | 最大溢出值                       | 单位 |
|-----|-----------|---------------------------|-----------------------------|----|
| /1  | 0         | $4096 * T_{\text{PLCK}}$  | $262144 * T_{\text{PLCK}}$  | mS |
| /2  | 1         | $8192 * T_{\text{PLCK}}$  | $524288 * T_{\text{PLCK}}$  | mS |
| /4  | 2         | $16384 * T_{\text{PLCK}}$ | $1048576 * T_{\text{PLCK}}$ | mS |
| /8  | 3         | $32768 * T_{\text{PLCK}}$ | $2097152 * T_{\text{PLCK}}$ | mS |

#### 4.16. SPI 特性

表 39 SPI 特性

| 符号                        | 描述                                                                                                     | 最小值                        | 典型值 | 最大值                       | 单位  |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----|---------------------------|-----|
| $f_{\text{SCK}}$          | SPI 主模式时钟频率<br>( $V_{\text{DD}} \geq 3V, T_{\text{range}} \leq 85^\circ\text{C}$ )                     | -                          | -   | 18                        | MHz |
|                           | SPI 从模式时钟频率<br>( $V_{\text{DD}} \geq 3V, T_{\text{range}} \leq 85^\circ\text{C}$ )                     | -                          | -   | 18                        | MHz |
|                           | SPI 主模式时钟频率<br>( $V_{\text{DD}} \geq 3V, 85^\circ\text{C} < T_{\text{range}} \leq 105^\circ\text{C}$ ) | -                          | -   | 15                        | MHz |
|                           | SPI 从模式时钟频率<br>( $V_{\text{DD}} \geq 3V, 85^\circ\text{C} < T_{\text{range}} \leq 105^\circ\text{C}$ ) | -                          | -   | 15                        | MHz |
|                           | SPI 主模式时钟频率<br>( $V_{\text{DD}} \geq 2V, T_{\text{range}} \leq 105^\circ\text{C}$ )                    | -                          | -   | 13                        | MHz |
|                           | SPI 从模式时钟频率<br>( $V_{\text{DD}} \geq 2V, T_{\text{range}} \leq 105^\circ\text{C}$ )                    | -                          | -   | 13                        | MHz |
| $T_{\text{rise-SCK}}$     | 15pf 容性负载下 SPI 时钟上升时间                                                                                  | -                          | -   | 6                         | nS  |
| $T_{\text{fall-SCK}}$     | 15pf 容性负载下 SPI 时钟下降时间                                                                                  | -                          | -   | 6                         | nS  |
| $T_{\text{setup-NSS}}$    | 从模式 NSS 建立时间                                                                                           | 50                         | -   | -                         | nS  |
| $T_{\text{hold-NSS}}$     | 从模式 NSS 保持时间                                                                                           | $2 * T_{\text{pclk}} + 10$ | -   | -                         | nS  |
| $T_{\text{width-SCK}}$    | SCK 高电平和低电平时间 ( $f_{\text{PCLK}}=36\text{MHz}$ , $\text{PCLKPDIV}=4$ )                                 | $2 * T_{\text{pclk}} - 3$  | -   | $2 * T_{\text{pclk}} + 1$ | nS  |
| $T_{\text{setup-din}}$    | 主模式数据输入建立时间                                                                                            | 4                          | -   | -                         | nS  |
|                           | 从模式数据输入建立时间                                                                                            | 5                          | -   | -                         | nS  |
| $T_{\text{hold-din}}$     | 主模式数据输入保持时间                                                                                            | 4                          | -   | -                         | nS  |
|                           | 从模式数据输入保持时间                                                                                            | 5                          | -   | -                         | nS  |
| $T_{\text{access-dout}}$  | 从模式数据输出访问时间 ( $f_{\text{PCLK}}=20\text{MHz}$ )                                                         | 0                          | -   | 32                        | nS  |
| $T_{\text{disable-dout}}$ | 从模式数据输出禁止时间                                                                                            | 0                          | -   | 32                        | nS  |

| 符号                         | 描述                | 最小值  | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------------|-------------------|------|-----|-----|----|
| $T_{\text{valid-dout}}$    | 从模式使能边沿之后数据输出有效时间 | -    | -   | 35  | nS |
|                            | 主模式使能边沿之后数据输出有效时间 | -    | -   | 6   | nS |
| $T_{\text{hold-dout}}$     | 从模式使能边沿之后数据输出保持时间 | 11.5 | -   | -   | nS |
|                            | 主模式使能边沿之后数据输出保持时间 | 2    | -   | -   | nS |
| $\text{Duty}_{\text{SCK}}$ | 从模式输入时钟占空比        | 25   | -   | 75  | %  |

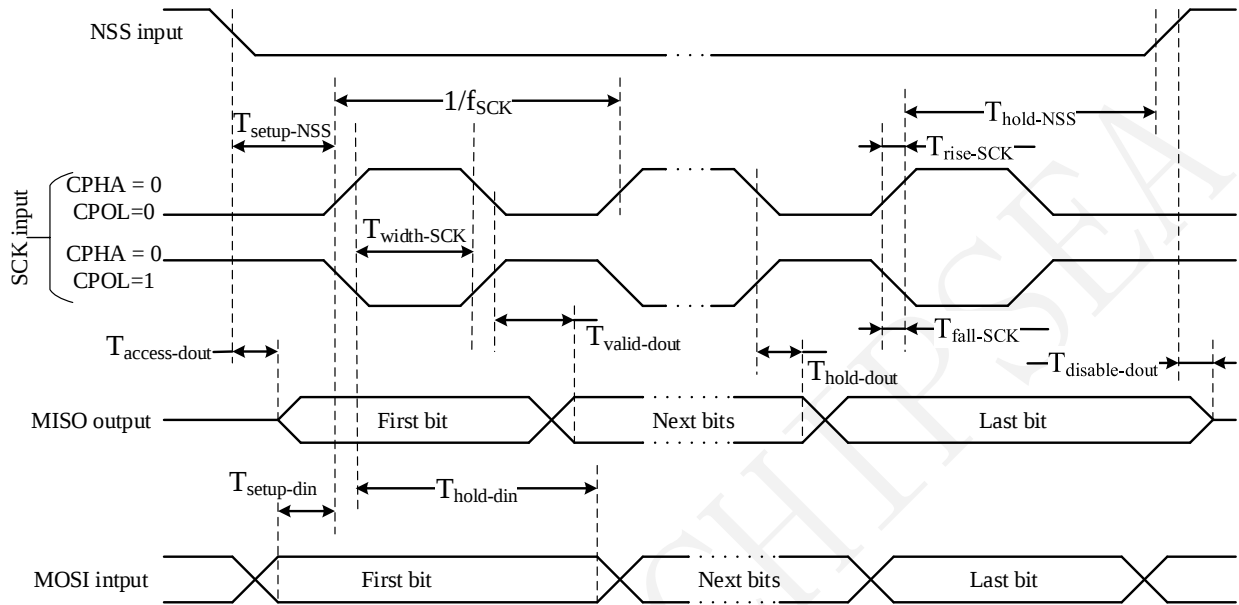


图 14 SPI 时序图-从机模式 (1)

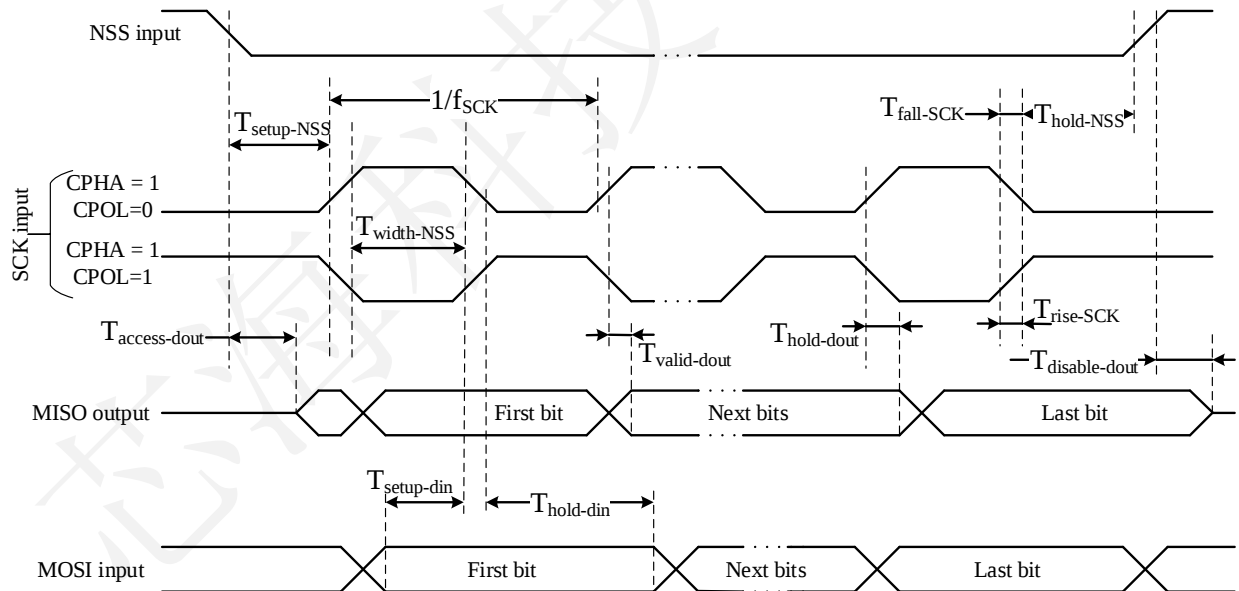


图 15 SPI 时序图-从机模式 (2)

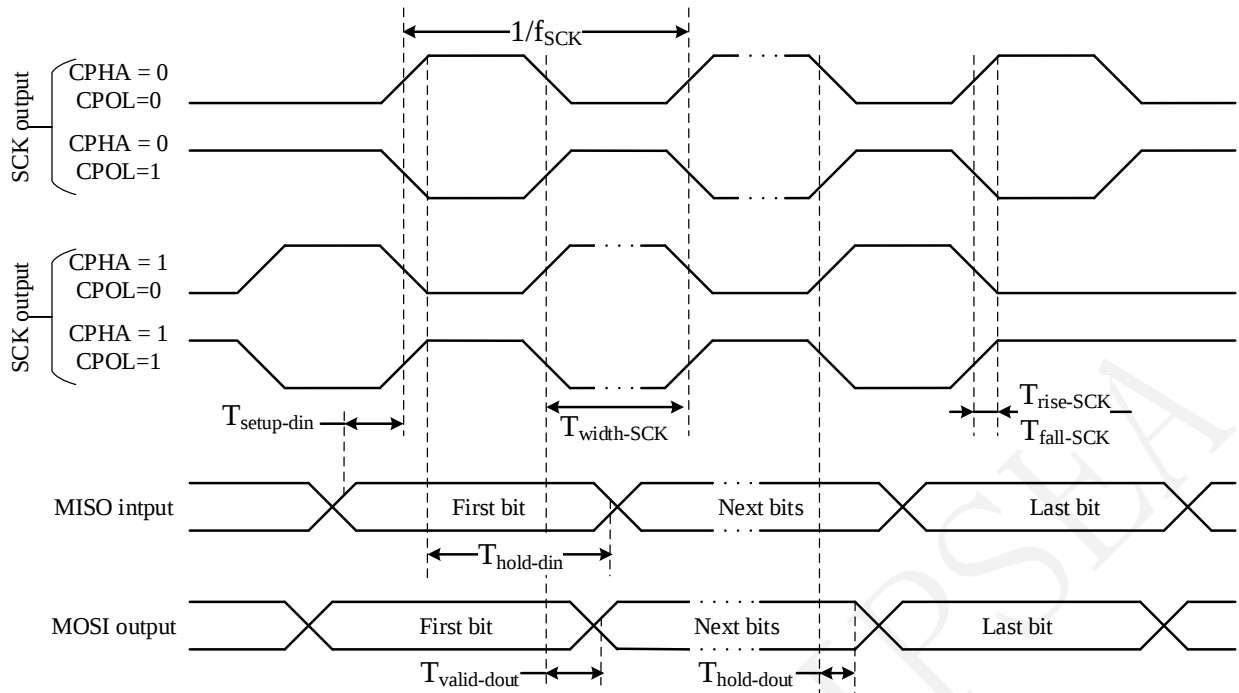


图 16 SPI 时序图-主机模式

#### 4.17. I<sup>2</sup>C 特性

表 40 I<sup>2</sup>C 特性

| I <sup>2</sup> C 模式 | 最大速率 | 单位     |
|---------------------|------|--------|
| 标准模式                | 100  | Kbit/S |
| 快速模式                | 400  | Kbit/S |

表 41 I<sup>2</sup>C 模拟滤波特性

| 符号                   | 描述                              | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------|---------------------------------|-----|-----|-----|----|
| T <sub>I2C-fp</sub>  | I <sup>2</sup> C 模拟滤波器滤除外部脉冲宽度  | -   | -   | 50  | nS |
| T <sub>I2C-nfp</sub> | I <sup>2</sup> C 模拟滤波器不滤除外部脉冲宽度 | 160 | -   | -   | nS |

#### 4.18. ESD 特性

表 42 ESD 特性

| 符号                   | 描述                                                                         | 等级 | 值     | 单位 |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|----|-------|----|
| V <sub>ESD-HBM</sub> | ESD 放电人体模型,<br>基于 MIL-STD-883E,<br>温度=23±5℃<br>相对湿度: 55%±10%(RH)           | 3A | ≥4000 | V  |
| V <sub>ESD-MM</sub>  | ESD 放电机器模型,<br>基于 JEDEC EIA/JESD22-A115,<br>温度 =23±5℃<br>相对湿度: 55%±10%(RH) | C  | ≥400  | V  |
| V <sub>ESD-CDM</sub> | ESD 器件放电模型,<br>基于 JEDEC EIA/JESD22-C101F,<br>温度 =23±5℃                     | C2 | ≥500  | V  |

| 符号                   | 描述                                                                                           | 等级  | 值    | 单位 |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|----|
|                      | 相对湿度: 55%±10%(RH)                                                                            |     |      |    |
| I <sub>latchup</sub> | ESD 放电机器模型,<br>基于 JEDEC STANDARD NO.78C SEPTMBER<br>2010,<br>温度 =105±5℃<br>相对湿度: 55%±10%(RH) | IIA | ≥200 | mA |

## 5. 封装信息

### 5.1. LQFP48 (7mm\*7mm\*1.4mm, e=0.5mm)

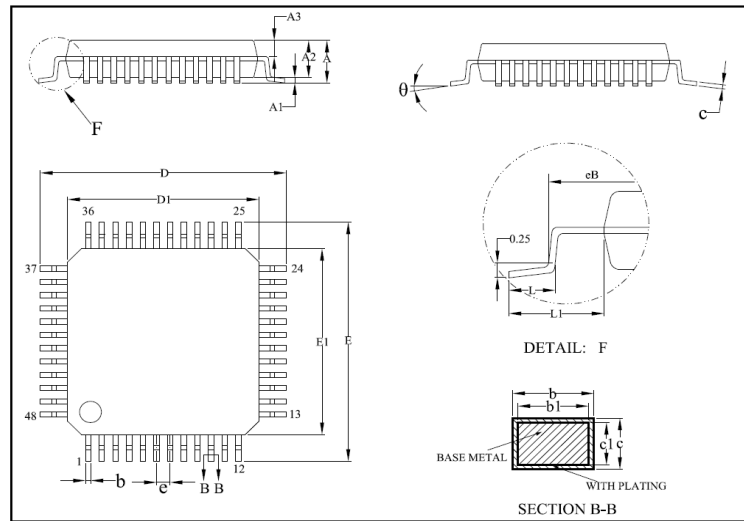


图 17 LQFP48 封装框图

表 43 LQFP48 封装尺寸

| 符号 | 毫米      |      |      |
|----|---------|------|------|
|    | 最小值     | 典型值  | 最大值  |
| A  | -       | -    | 1.60 |
| A1 | 0.05    | -    | 0.15 |
| A2 | 1.35    | 1.40 | 1.45 |
| A3 | 0.59    | 0.64 | 0.69 |
| b  | 0.18    | -    | 0.26 |
| b1 | 0.17    | 0.20 | 0.23 |
| c  | 0.13    | -    | 0.17 |
| c1 | 0.12    | 0.13 | 0.14 |
| D  | 8.80    | 9.00 | 9.20 |
| D1 | 6.90    | 7.00 | 7.10 |
| E  | 8.80    | 9.00 | 9.20 |
| E1 | 6.90    | 7.00 | 7.10 |
| eB | 8.10    | -    | 8.25 |
| e  | 0.50BSC |      |      |
| L  | 0.45    | -    | 0.75 |
| L1 | 1.00REF |      |      |
| θ  | 0       | -    | 7°   |

## 5.2. LQFP32 (7mm\*7mm\*1.4mm, e=0.8mm)

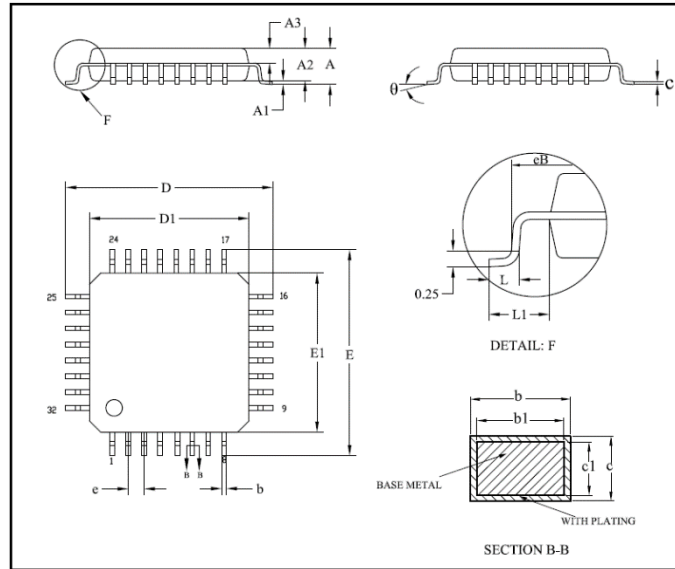


图 18 LQFP32 封装框图

表 44 LQFP32 封装尺寸

| 符号 | 毫米      |      |      |
|----|---------|------|------|
|    | 最小值     | 典型值  | 最大值  |
| A  | -       | -    | 1.60 |
| A1 | 0.05    | -    | 0.15 |
| A2 | 1.35    | 1.40 | 1.45 |
| A3 | 0.59    | 0.64 | 0.69 |
| b  | 0.33    | -    | 0.41 |
| b1 | 0.32    | 0.35 | 0.38 |
| c  | 0.13    | -    | 0.17 |
| c1 | 0.12    | 0.13 | 0.14 |
| D  | 8.80    | 9.00 | 9.20 |
| D1 | 6.90    | 7.00 | 7.10 |
| E  | 8.80    | 9.00 | 9.20 |
| E1 | 6.90    | 7.00 | 7.10 |
| eB | 8.10    | -    | 8.25 |
| e  | 0.80BSC |      |      |
| L  | 0.45    | -    | 0.75 |
| L1 | 1.00REF |      |      |
| θ  | 0       | -    | 7°   |

### 5.3. QFN32 (5mm\*5mm\*0.75mm, e=0.5mm)

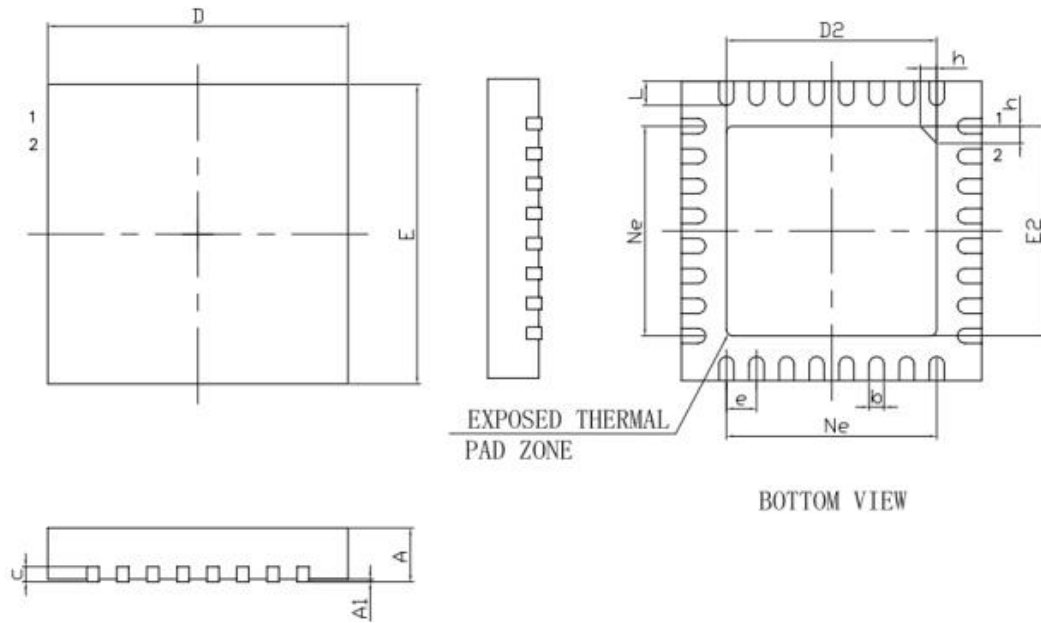


图 19 QFN32 (5mm\*5mm\*0.75mm, e=0.5mm) 封装框图

表 45 QFN32 (5mm\*5mm\*0.75mm, e=0.5mm) 封装尺寸

| 符号 | 毫米      |      |      |
|----|---------|------|------|
|    | 最小值     | 典型值  | 最大值  |
| A  | 0.70    | 0.75 | 0.80 |
| A1 | 0       | 0.02 | 0.05 |
| b  | 0.20    | 0.25 | 0.30 |
| c  | 0.18    | 0.20 | 0.25 |
| D  | 4.90    | 5.00 | 5.10 |
| D2 | 3.40    | 3.50 | 3.60 |
| e  | 0.50BSC |      |      |
| Ne | 3.50BSC |      |      |
| E  | 4.90    | 5.00 | 5.10 |
| E2 | 3.40    | 3.50 | 3.60 |
| Ne | 3.50BSC |      |      |
| L  | 0.35    | 0.40 | 0.45 |
| h  | 0.30    | 0.35 | 0.40 |

#### 5.4. QFN32 (4mm\*4mm\*0.75mm, e=0.4mm)

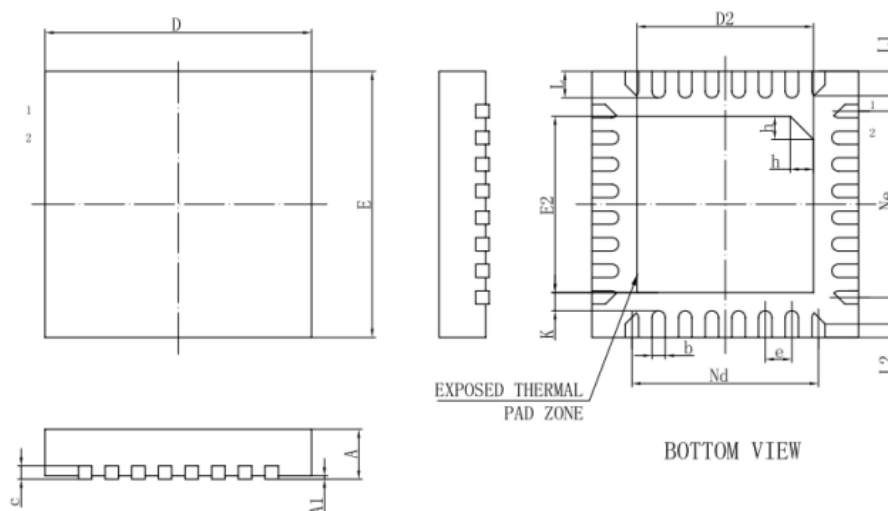


图 20 QFN32(4mm\*4mm\*0.75mm, e=0.4mm)封装框图

表 46 QFN32(4mm\*4mm\*0.75mm, e=0.4mm)封装尺寸

| 符号 | 毫米      |      |      |
|----|---------|------|------|
|    | 最小值     | 典型值  | 最大值  |
| A  | 0.70    | 0.75 | 0.80 |
| A1 | 0       | 0.02 | 0.05 |
| b  | 0.15    | 0.20 | 0.25 |
| c  | 0.18    | 0.20 | 0.25 |
| D  | 3.90    | 4.00 | 4.10 |
| D2 | 2.60    | 2.65 | 2.70 |
| e  | 0.40BSC |      |      |
| Nd | 2.80BSC |      |      |
| E  | 3.90    | 4.00 | 4.10 |
| E2 | 2.60    | 2.65 | 2.70 |
| Ne | 2.80BSC |      |      |
| L  | 0.35    | 0.40 | 0.45 |
| L1 | 0.30    | 0.35 | 0.40 |
| L2 | 0.15    | 0.20 | 0.25 |
| h  | 0.30    | 0.35 | 0.40 |

### 5.5. QFN28 (4mm\*4mm\*0.55mm, e=0.5mm)

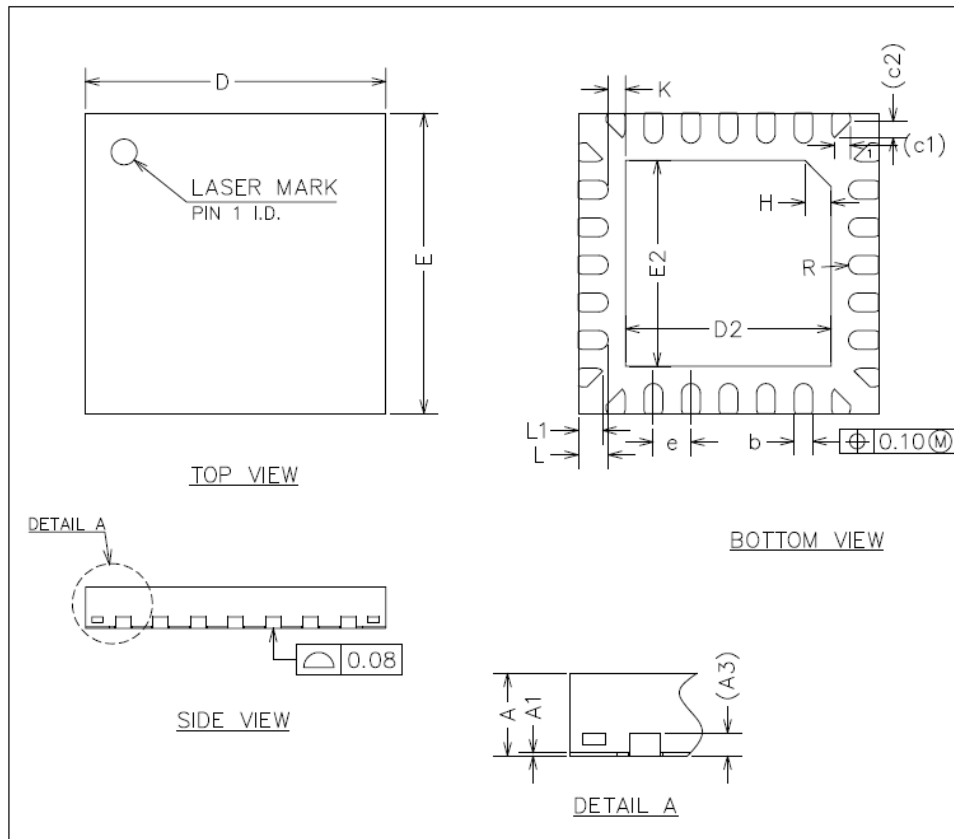


图 21 QFN28 (4mm\*4mm\*0.55mm, e=0.5mm) 封装框图

表 47 QFN28 封装尺寸

| 符号 | 毫米      |      |      |
|----|---------|------|------|
|    | 最小值     | 典型值  | 最大值  |
| A  | 0.50    | 0.55 | 0.60 |
| A1 | 0.00    | 0.02 | 0.05 |
| A3 | 0.15REF |      |      |
| b  | 0.20    | 0.25 | 0.30 |
| D  | 3.90    | 4.00 | 4.10 |
| E  | 3.90    | 4.00 | 4.10 |
| D2 | 2.64    | 2.74 | 2.84 |
| E2 | 2.64    | 2.74 | 2.84 |
| e  | 0.40    | 0.50 | 0.60 |
| H  | 0.35REF |      |      |
| K  | 0.13    | 0.23 | 0.33 |
| L  | 0.30    | 0.40 | 0.50 |
| L1 | 0.20    | 0.30 | 0.40 |
| R  | 0.10    | -    | -    |
| c1 | -       | 0.21 | -    |
| c2 | -       | 0.21 | -    |

## 5.6. SSOP28

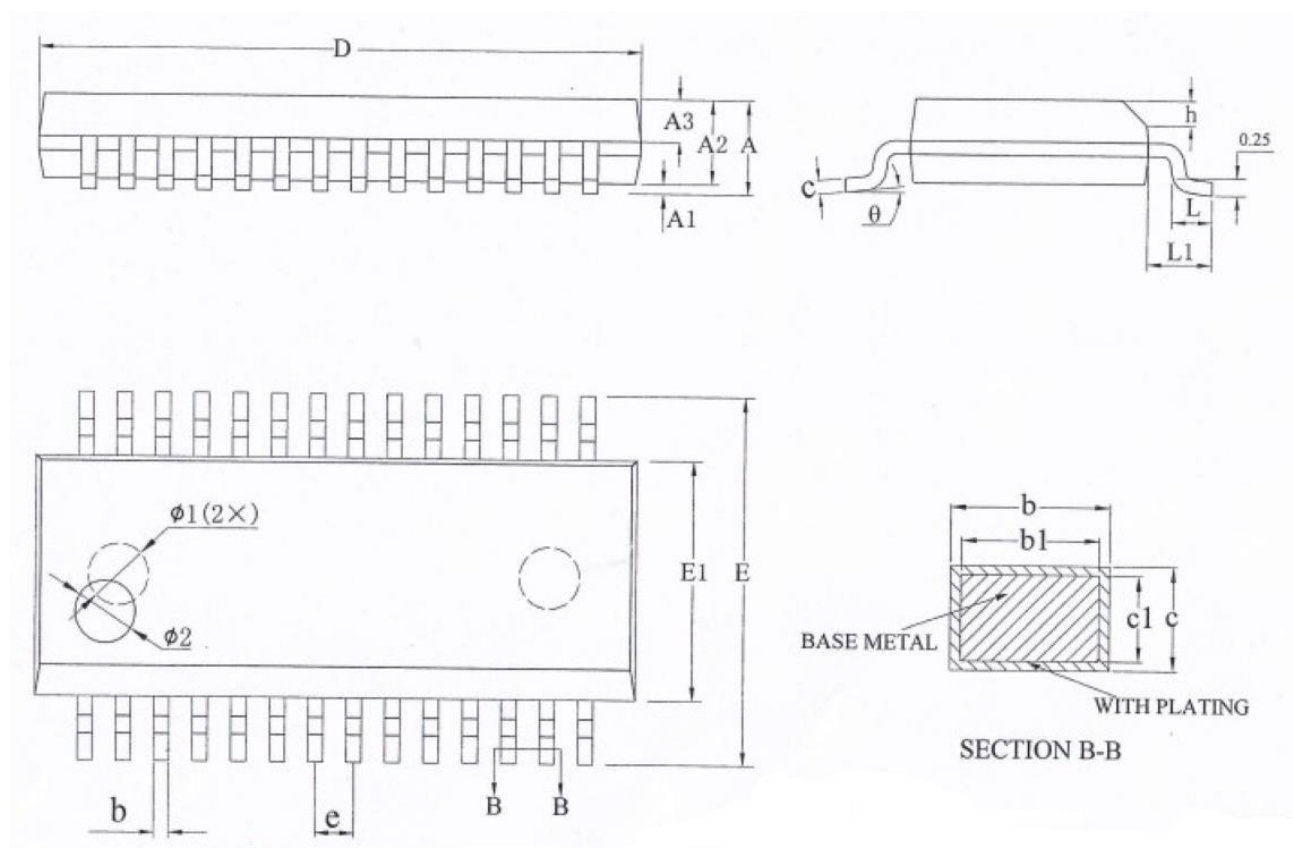


图 22 SSOP28 封装框图

表 48 SSOP28 封装尺寸

| 符号 | 毫米       |      |       |
|----|----------|------|-------|
|    | 最小值      | 典型值  | 最大值   |
| A  | -        | -    | 1.75  |
| A1 | 0.05     | -    | 0.225 |
| A2 | 1.30     | 1.40 | 1.50  |
| A3 | 0.60     | 0.65 | 0.70  |
| b  | 0.23     | -    | 0.30  |
| b1 | 0.22     | 0.25 | 0.28  |
| c  | 0.21     | -    | 0.25  |
| c1 | 0.19     | 0.20 | 0.21  |
| D  | 9.80     | 9.90 | 10.00 |
| E  | 5.80     | 6.00 | 6.20  |
| E1 | 3.70     | 3.90 | 4.10  |
| e  | 0.635BSC |      |       |
| L  | 0.50     |      | 0.80  |
| h  | 0.25     |      | 0.50  |
| L1 | 1.05BSC  |      |       |
| θ  | 0        | -    | 8°    |

## 5.7. TSSOP20

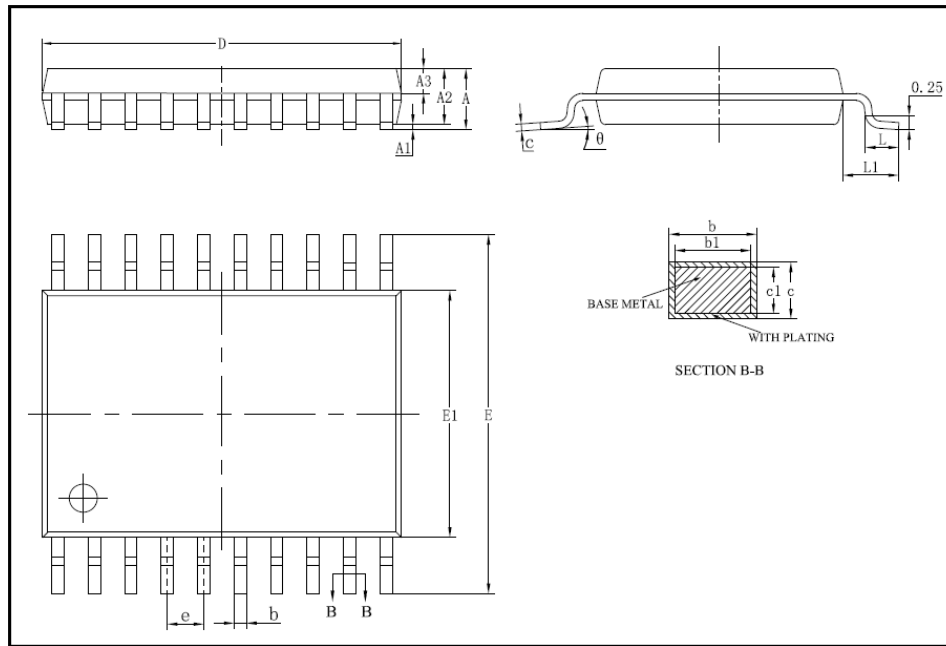


图 23 TSSOP20 封装框图

表 49 TSSOP20 封装尺寸

| 符号 | 毫米      |      |      |
|----|---------|------|------|
|    | 最小值     | 典型值  | 最大值  |
| A  | -       | -    | 1.20 |
| A1 | 0.05    | -    | 0.15 |
| A2 | 0.80    | 1.00 | 1.05 |
| A3 | 0.39    | 0.44 | 0.49 |
| b  | 0.20    | -    | 0.28 |
| b1 | 0.19    | 0.22 | 0.25 |
| c  | 0.13    | -    | 0.17 |
| c1 | 0.12    | 0.13 | 0.14 |
| D  | 6.40    | 6.50 | 6.60 |
| E1 | 4.30    | 4.40 | 4.50 |
| E  | 6.20    | 6.40 | 6.60 |
| e  | 0.65BSC |      |      |
| L  | 0.45    | 0.60 | 0.75 |
| L1 | 1.00REF |      |      |
| θ  | 0       | -    | 8°   |

## 5.8. 热特性

芯片最大结温  $T_{\text{junction}}$  不能超过章节 4.2 绝对最大额定值给定的结温。

芯片最大结温  $T_{\text{junction}}$  可以用如下公式进行计算

$$T_{\text{junction}} = T_{A \text{ max}} + (P_{D \text{ max}} \times \Theta_{JA})$$

其中

- $T_{A \text{ max}}$  是最大环境温度，单位 $^{\circ}\text{C}$
- $\Theta_{JA}$  是封装结到环境的热阻，单位 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$
- $P_{D \text{ max}}$  是  $P_{\text{INT max}}$  和  $P_{\text{I/O max}}$  的和 ( $P_{D \text{ max}} = P_{\text{INT max}} + P_{\text{I/O max}}$ )
- $P_{\text{INT max}}$  是  $I_{\text{VDD}}$  和  $V_{\text{VDD}}$  的乘积，单位是 W。这个芯片最大的内部功耗
- $P_{\text{I/O max}}$  是输出脚的最大功耗，其中

$$P_{\text{I/O max}} = \sum(V_{\text{OL}} \times I_{\text{OL}}) + \sum((V_{\text{VDD}} - V_{\text{OH}}) \times I_{\text{OH}})$$

需要考虑应用中 IO 处于低电平和高电平时  $V_{\text{OL}}/I_{\text{OL}}$  和  $V_{\text{OH}}/I_{\text{OH}}$  的准确值。

| 符号            | 参数                  | 数值   | 单位                          |
|---------------|---------------------|------|-----------------------------|
| $\Theta_{JA}$ | 结到环境热阻 LQFP48-7×7mm | 52.5 | $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ |
|               | 结到环境热阻 LQFP32-7×7mm | 54   |                             |
|               | 结到环境热阻 QFN32-5×5mm  | 42   |                             |
|               | 结到环境热阻 QFN32-4×4mm  | 47   |                             |
|               | 结到环境热阻 QFN28-4×4mm  | 50.8 |                             |
|               | 结到环境热阻 TSSOP20      | 103  |                             |

## 6. 产品命名规则

### 6.1. 产品型号说明

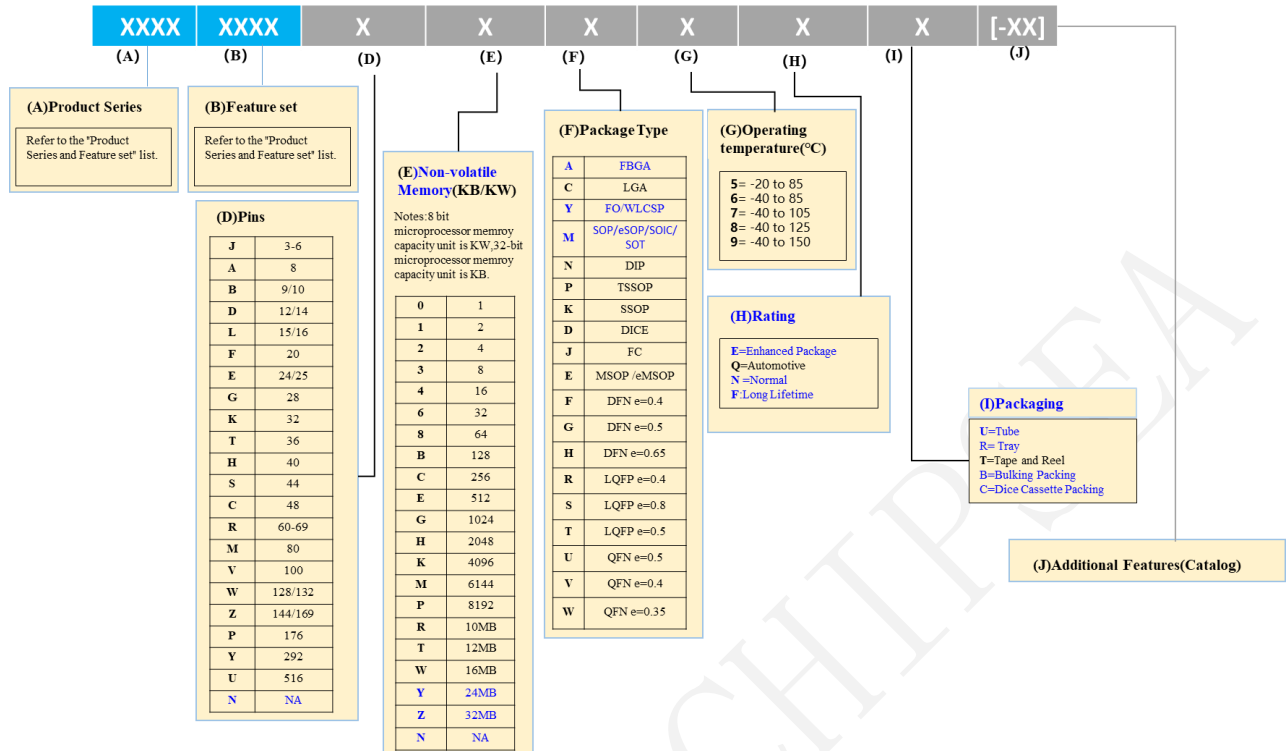
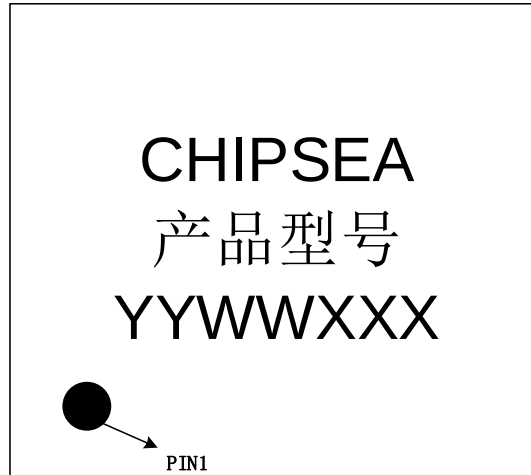


图 24 产品型号命名规则

表 50 产品型号说明

| Part No.                      | 示例: CS32F031K8V7ET | 说明                                                 |
|-------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------|
| (A) Product Series            | CS32               | 32 位 MCU                                           |
| (B) Feature Set               | F030/F031/F034     | F0 系列, M0 内核                                       |
| (D) Pins                      | F/G/K/C            | Pins=20/28/32/48                                   |
| (E) Non-volatile Memory (KB)  | 6/8                | 32/64KB                                            |
| (F) Package Type              | P                  | TSSOP                                              |
|                               | K                  | SSOP                                               |
|                               | S                  | LQFP e=0.8mm                                       |
|                               | T                  | LQFP e=0.5mm                                       |
|                               | U                  | QFN e=0.5mm                                        |
|                               | V                  | QFN e=0.4mm                                        |
| (G) Operating temperature(°C) | 7                  | 7=-40 to 105                                       |
|                               | 6                  | 6=-40 to 85                                        |
| (H) Rating                    | No mark or N       | Normal                                             |
|                               | E                  | 增强封装可靠性                                            |
| (I) Packaging                 | No mark            | QFN/LQFP package: Tray<br>TSSOP/SSOP package: Tube |
|                               | U                  | Tube                                               |
|                               | R                  | Tray                                               |
|                               | T                  | Tape and Reel                                      |
| (K) Additional Features       | -RA                | 版本识别, 区分老的“8”晶圆产品                                  |

## 6.2. 产品丝印说明



| 丝印打标说明: |                                                                                                                        |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | 正面引脚 Pin1 标记;                                                                                                          |
| 2       | 正面第一行 (CHIPSEA);                                                                                                       |
| 3       | 正面第二行 (产品型号), 详见“订货信息”丝印一列;                                                                                            |
| 4       | 正面第三行 (YYWWXXX) 为主批号:<br>左端两位 YY 取自公历年号后两位;<br>中间两位 WW 取自本年度日历周数, 不足两位时左端补 0;<br>右端三位 XXX 为可变量以订单指定为准, 末位为 A、C、D、F 之一; |
| 5       | 字体为“Arial”;                                                                                                            |
| 6       | 打印方式为激光正印                                                                                                              |

## 7. 订货信息

表 51 订货信息

| 产品型号             | 引脚 | 存储空间<br>(KB) | 封装类型                       | 包装               | 包装<br>数量 | 工作温度<br>(°C) | MSL | 丝印       |
|------------------|----|--------------|----------------------------|------------------|----------|--------------|-----|----------|
| CS32F030F6P6-RA  | 20 | 32           | TSSOP20                    | Tube             | 6000     | -40 ~85      | 3   | F030F6P6 |
| CS32F030F6P6T-RA | 20 | 32           | TSSOP20                    | Tape<br>and reel | 3000     | -40 ~85      | 3   | F030F6P6 |
| CS32F030F8P7-RA  | 20 | 32           | TSSOP20                    | Tube             | 6000     | -40 ~105     | 3   | F030F8P7 |
| CS32F030F8P7T-RA | 20 | 32           | TSSOP20                    | Tape<br>and reel | 3000     | -40 ~105     | 3   | F030F8P7 |
| CS32F030C8T6-RA  | 48 | 64           | LQFP48                     | Tray             | 2500     | -40 ~85      | 3   | F030C8T6 |
| CS32F030C8T7-RA  | 48 | 64           | LQFP48                     | Tray             | 2500     | -40 ~105     | 3   | F030C8T7 |
| CS32F031G8K6-RA  | 28 | 64           | SSOP28                     | Tube             | 5000     | -40 ~85      | 3   | F031G8K6 |
| CS32F031G8U6-RA  | 28 | 64           | QFN28<br>(4×4×0.55-e=0.50) | Tray             | 4900     | -40 ~85      | 3   | F031G8U6 |
| CS32F031G8U6T-RA | 28 | 64           | QFN28<br>(4×4×0.55-e=0.50) | Tape<br>and reel | 3000     | -40 ~85      | 3   | F031G8U6 |
| CS32F031G8U7-RA  | 28 | 64           | QFN28<br>(4×4×0.55-e=0.50) | Tray             | 4900     | -40 ~105     | 3   | F031G8U7 |
| CS32F031G8U7T-RA | 28 | 64           | QFN28<br>(4×4×0.55-e=0.50) | Tape<br>and reel | 3000     | -40 ~105     | 3   | F031G8U7 |
| CS32F031K8S6-RA  | 32 | 64           | LQFP32                     | Tray             | 2500     | -40 ~85      | 3   | F031K8S6 |
| CS32F031K8V6-RA  | 32 | 64           | QFN32<br>(4×4×0.75-e=0.40) | Tray             | 4900     | -40 ~85      | 3   | F031K8V6 |
| CS32F031K8V6T-RA | 32 | 64           | QFN32<br>(4×4×0.75-e=0.40) | Tape<br>and reel | 3000     | -40 ~85      | 3   | F031K8V6 |
| CS32F031K8U6-RA  | 32 | 64           | QFN32<br>(5×5×0.75-e=0.50) | Tray             | 4900     | -40 ~85      | 3   | F031K8U6 |
| CS32F031K8U6T-RA | 32 | 64           | QFN32<br>(5×5×0.75-e=0.50) | Tape<br>and reel | 3000     | -40 ~85      | 3   | F031K8U6 |
| CS32F031K8U7-RA  | 32 | 64           | QFN32<br>(5×5×0.75-e=0.50) | Tray             | 4900     | -40 ~105     | 3   | F031K8U7 |
| CS32F031K8U7T-RA | 32 | 64           | QFN32<br>(5×5×0.75-e=0.50) | Tape<br>and reel | 3000     | -40 ~105     | 3   | F031K8U7 |
| CS32F034F8P6-RA  | 20 | 64           | TSSOP20                    | Tube             | 6000     | -40 ~85      | 3   | F034F8P6 |
| CS32F034F8P6T-RA | 20 | 64           | TSSOP20                    | Tape<br>and reel | 3000     | -40 ~85      | 3   | F034F8P6 |
| CS32F034K8U7-RA  | 32 | 64           | QFN32<br>(4×4×0.75-e=0.40) | Tray             | 4900     | -40 ~105     | 3   | F034K8U7 |
| CS32F034K8U7T-RA | 32 | 64           | QFN32<br>(4×4×0.75-e=0.40) | Tape<br>and reel | 3000     | -40 ~105     | 3   | F034K8U7 |

表 52 订货信息

| 产品型号              | 引脚 | 存储空间<br>(KB) | 封装类型                       | 包装               | 包装<br>数量 | 工作温度<br>(°C) | MSL | 丝印       |
|-------------------|----|--------------|----------------------------|------------------|----------|--------------|-----|----------|
| CS32F031K8V7ER-RA | 32 | 64           | QFN32<br>(4×4×0.75-e=0.40) | Tray             | 4900     | -40 ~105     | 2   | F031K8V7 |
| CS32F031K8V7ET-RA | 32 | 64           | QFN32<br>(4×4×0.75-e=0.40) | Tape<br>and reel | 3000     | -40 ~105     | 2   | F031K8V7 |

## 8. Reflow 参考曲线，峰值温度

表 53 无铅工艺 封装分类 Reflow 温度(Tp)

| 封装厚度            | Volume mm3<br><350 | Volume mm3<br>350-2000 | Volume mm3<br>>2000 |
|-----------------|--------------------|------------------------|---------------------|
| <1.6 mm         | 260 +0 °C *        | 260 +0 °C *            | 260 +0 °C *         |
| 1.6 mm - 2.5 mm | 260 +0 °C *        | 250 +0 °C *            | 245 +0 °C *         |
| ≥2.5 mm         | 250 +0 °C *        | 245 +0 °C *            | 245 +0 °C *         |

\*误差：设备制造商/供应商应确保工艺兼容性达到并包括所述分级温度(这意味着峰值 Reflow 温度+0°C。例如，260 °C+0°C) 在额定 MSL 水平。

表 54 分级 Reflow 曲线

| 曲线特征                                                                                                                                                            | 无铅组件                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 平均爬坡率 (Ts <sub>max</sub> to Tp)                                                                                                                                 | 3°C/秒最大值                     |
| 预热 <ul style="list-style-type: none"> <li>最低温度 (Ts<sub>min</sub>)</li> <li>最高温度 (Ts<sub>max</sub>)</li> <li>时间 (ts<sub>min</sub> 到 ts<sub>max</sub>)</li> </ul> | 150 °C<br>200 °C<br>60-180 秒 |
| 以上保持时间： <ul style="list-style-type: none"> <li>温度 (TL)</li> <li>时间 (tL)</li> </ul>                                                                              | 217 °C<br>60-150 秒           |
| 峰值/分级温度 (Tp)                                                                                                                                                    | 详见上表                         |
| 实际峰值温度 (tp) 5 °C 以内的时间                                                                                                                                          | 20-40 秒                      |
| 坡度下降率                                                                                                                                                           | 6 °C/秒最大值                    |
| 25°C 至峰值温度的时间                                                                                                                                                   | 8 分钟最大值                      |

注：所有的温度都是指封装的顶部温度，在封装本体表面测量。

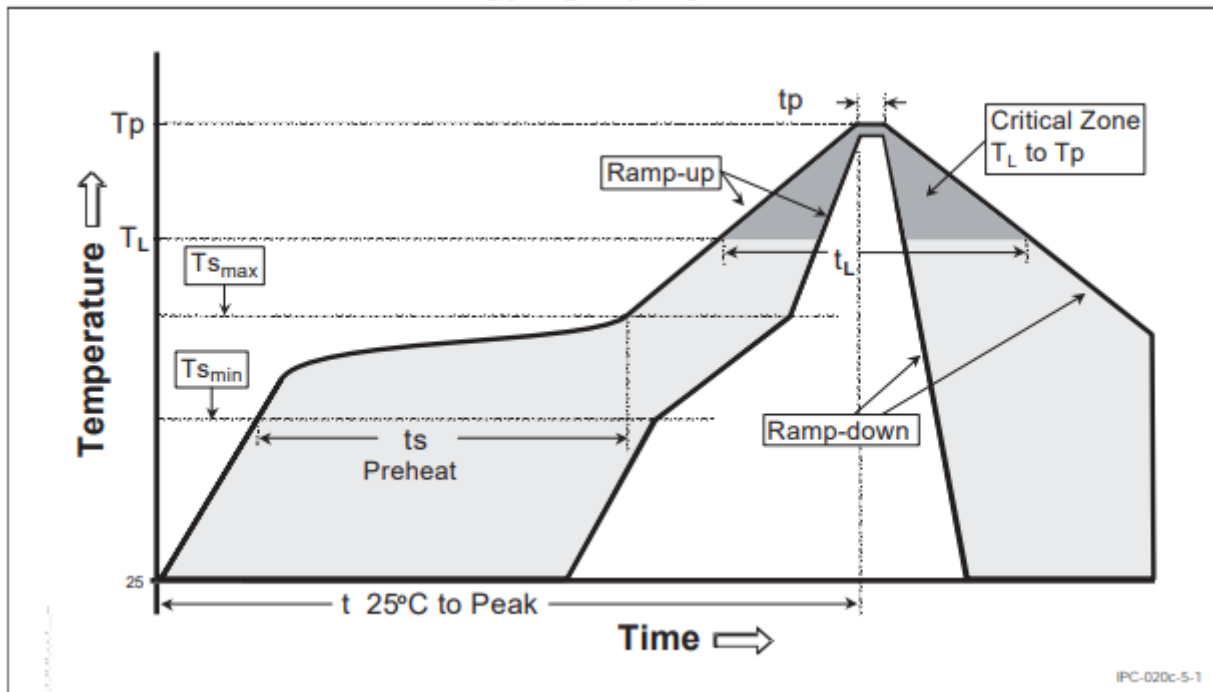


图 25 分级 Reflow 曲线

## 9. 包装说明

### 9.1. 盘装产品

#### 9.1.1. 包装数量

| 封装形式 | 尺寸      | 适用封装 (尺寸, 单位 mm)                                                           | 颗/盘 | 盘/盒      | 颗/盒  | 颗/箱   |
|------|---------|----------------------------------------------------------------------------|-----|----------|------|-------|
| QFN  | 4mm×4mm | QFN24(4*4*0.75, e=0.5)<br>QFN28(4*4*0.55, e=0.5)<br>QFN32(4*4*0.75, e=0.4) | 490 | 10+1(空盘) | 4900 | 29400 |
| QFN  | 5mm×5mm | QFN32(5*5*0.75, e=0.5)<br>QFN48(5*5*0.85, e=0.35)                          | 490 | 10+1(空盘) | 4900 | 29400 |
| LQFP | 7mm×7mm | LQFP32(7*7*1.4, e=0.8)<br>LQFP48(7*7*1.4, e=0.5)<br>LQFP64(7*7*1.4, e=0.4) | 250 | 10+1(空盘) | 2500 | 15000 |

#### 9.1.2. 包装规格清单

| 内包材        | Tray 盘、扎带、干燥剂、湿度标识卡、铝箔袋、气泡袋、内盒标签、内盒。                                     |        |      |         |         |                              |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------|--------|------|---------|---------|------------------------------|----|
| 外包材        | 纸箱、胶带、外箱标签。                                                              |        |      |         |         |                              |    |
| 纸箱要求       | 外纸箱：双层瓦楞纸板（厚度≤6mm），耐破强度≥14kg/cm <sup>2</sup> ，内盒与纸箱缝隙≥1cm 必须使用气泡垫或海绵垫填充。 |        |      |         |         |                              |    |
| 尾数箱        | 同一订单每批次只允许一个尾数箱。                                                         |        |      |         |         |                              |    |
| 内盒(mm)     | 轧带                                                                       | 干燥剂    | 湿度卡  | 铝箔袋(mm) | 气泡袋(mm) | 外箱(mm)                       | 备注 |
| 370*150*88 | >6mm                                                                     | 10g 以上 | 6 点式 | 495*240 | 440*240 | 385*320*275 或<br>395*320*285 |    |

#### 9.1.3. 器件方向

IC 正面朝上放置于托盘，PIN1 脚方向统一朝向且与托盘斜角方向保持一致。

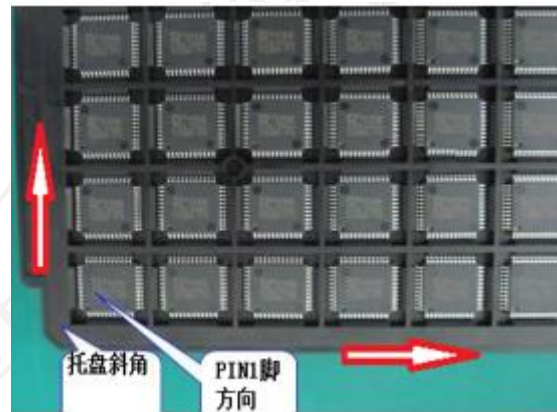


图 26 PIN1 位置示意

### 9.2. 管装产品

#### 9.2.1. 包装数量

| 封装形式    | 尺寸           | 备注         | 颗/管 | 管/盒 | 颗/盒  | 颗/箱   |
|---------|--------------|------------|-----|-----|------|-------|
| TSSOP20 | 6.5 mm×4.4mm |            | 50  | 120 | 6000 | 36000 |
| SSOP28  | 9.0mm×3.6mm  | 0.635-D1.4 | 50  | 100 | 5000 | 50000 |

#### 9.2.2. 包装规格清单

|      |                                                              |  |  |  |  |  |
|------|--------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| 内包材  | 管装、内盒标签，内盒；可选干燥剂、湿度标识卡、防静电袋。                                 |  |  |  |  |  |
| 外包材  | 纸箱、胶带、外箱标签。                                                  |  |  |  |  |  |
| 纸箱要求 | 外纸箱：双层瓦楞纸板（厚度≤6mm），耐破强度≥14kg/cm <sup>2</sup> ，内盒与纸箱缝隙≥1cm 必须 |  |  |  |  |  |

|                   | 使用气泡垫或海绵垫填充。     |        |      |              |             |           |
|-------------------|------------------|--------|------|--------------|-------------|-----------|
| 尾数箱               | 同一订单每批次只允许一个尾数箱。 |        |      |              |             |           |
| 封装形式              | 内盒(mm)           | 干燥剂    | 湿度卡  | 防静电袋(mm)     | 外箱(mm)      | 备注        |
| DIP               | 547*127*58       | /      | /    | /            | 565*313*270 | 正常包装      |
| SOP/SSOP/ESOP     | 547*127*58       | /      | /    | 700*230*0.06 | 565*313*270 | 正常包装      |
| MSOP/TSSOP/ETSSOP | 547*127*58       | /      | /    | 700*230*0.06 | 400*270*190 | 正常包装      |
| SOP/SSOP          | 547*127*58       | 10g 以上 | 6 点式 | 220*660*0.06 | 565*313*270 | 管装抽真空特殊包装 |

### 9.2.3. 器件方向

产品装于透明塑料管内且方向一致。产品在料管中 Pin1 脚朝白豆（塞）方向，IC 印字及管上印字均为反向（如下图）。



图 27 PIN1 位置示意

## 9.3. 编带产品

### 9.3.1. 包装数量

| 封装形式    | 封装尺寸    | 适用封装 (尺寸, 单位 mm)                                                           | 卷盘规格 | 颗/卷  | 卷/盒 | 盒/箱 | 颗/箱   |
|---------|---------|----------------------------------------------------------------------------|------|------|-----|-----|-------|
| QFN     | 4mm×4mm | QFN24(5*5*0.75, e=0.5)<br>QFN28(5*5*0.55, e=0.5)<br>QFN32(5*5*0.75, e=0.4) | 13 寸 | 3000 | 1   | 6   | 18000 |
| QFN     | 5mm×5mm | QFN32(5*5*0.75, e=0.5)<br>QFN48(5*5*0.85, e=0.35)                          | 13 寸 | 3000 | 1   | 6   | 18000 |
| TSSOP20 |         |                                                                            | 13 寸 | 3000 | 1   | 6   | 18000 |

### 9.3.2. 包装规格清单

| 内包材  | 编带、干燥剂、湿度标识卡、铝箔袋、内盒标签、内盒。                                                |        |      |         |             |      |
|------|--------------------------------------------------------------------------|--------|------|---------|-------------|------|
| 外包材  | 纸箱、胶带、外箱标签。                                                              |        |      |         |             |      |
| 纸箱要求 | 外纸箱：双层瓦楞纸板（厚度≤6mm），耐破强度≥14kg/cm <sup>2</sup> ，内盒与纸箱缝隙≥1cm 必须使用气泡垫或海绵垫填充。 |        |      |         |             |      |
| 尾数箱  | 同一订单每批次只允许一个尾数箱。                                                         |        |      |         |             |      |
| 尺寸   | 内盒(mm)                                                                   | 干燥剂    | 湿度卡  | 铝箔袋(mm) | 外箱(mm)      | 备注   |
| 13 寸 | 355*340*50                                                               | 10g 以上 | 6 点式 | 450*410 | 355*375*365 | 正常包装 |

### 9.3.3. 器件方向

芯片正面朝上，第一 PIN 脚与编带圆孔方向一致，载带孔朝向卷盘背面（如下图）。

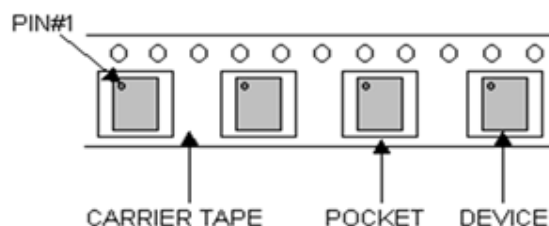


图 28 PIN1 位置示意

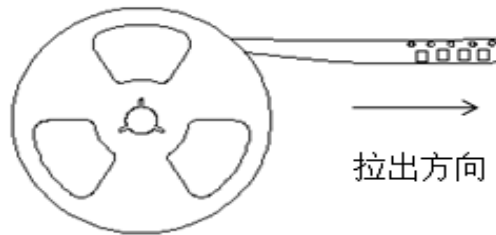


图 29 13 寸编带拉出方向

#### 9.4. 标签说明

| 标签样式示例     |                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>样式一</p> | <p>样式二</p>                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>样式三</p> |                                                                                                                                                                                                                                  |
| 名称         | 说明                                                                                                                                                                                                                               |
| 客户型号       | “客户型号” 栏位内容。如无，填写 NA。                                                                                                                                                                                                            |
| 芯海(产品)型号   | 产品型号                                                                                                                                                                                                                             |
| 数量         | 产品数量，单位 PCS                                                                                                                                                                                                                      |
| 批号         | 产品批号                                                                                                                                                                                                                             |
| 封装类型       | “封装形式+管脚数量”，例如 QFN32                                                                                                                                                                                                             |
| 包装形式       | 包装形式的英文简写                                                                                                                                                                                                                        |
| 湿敏等级       | 产品封装湿敏等级                                                                                                                                                                                                                         |
| 校验码        | 烧录程序或固件程序，“Checksum” 栏位内容；如无，填写 NA。                                                                                                                                                                                              |
| 二维码        | 以“ ” 分隔开，条码内容：由“供应商编码（6 位） 存货编码 客户型号 芯海型号 数量 晶圆批号 批号（芯片产品填委外订单上的测试批号；WLCSP 产品填委外订单上的封装批号） 产品类型（如果是芯片，填封装类型。如果是模组，填 Module） 包装形式 湿敏等级 校验码 生产日期 产地 硬件版本 软件版本 BootLoader 号 Bulk ID（仅针对 WLCSP 封装），组成。<br>注：1.条码显示顺序不能颠倒，2.没有的项目填 NA。 |

## 10. HSF 声明

### 10.1. RoHS

符合欧盟《电子电气设备中限制使用特定有害物质的指令》 EU RoHS2.0 (2011/65/EU & Amendment (EU) 2015/863);

### 10.2. REACH

符合 REACH SVHC 224, 欧盟 ECHA 颁布的有关限制使用的有害物质的指令 ECHA(EU Regulation (EC) No.1907/2006)控制要求。

### 10.3. 材料成分

#### 10.3.1. CS32F030F6P6-RA 材料成分

| Material      | Supplier | Type       | Weight (mg) | Composition             | CAS No.      | % of weight | Composition Weight(mg) |
|---------------|----------|------------|-------------|-------------------------|--------------|-------------|------------------------|
| Die           | /        | /          | 1.50        | Silicon                 | 7440-21-3    | 100.000%    | 1.5000                 |
| Lead Frame    | AAM      | C7025      | 26.00       | Cu                      | 7440-50-8    | 95.500%     | 24.8300                |
|               |          |            |             | Si                      | 7440-21-3    | 0.750%      | 0.1950                 |
|               |          |            |             | Ni                      | 7440-02-0    | 3.000%      | 0.7800                 |
|               |          |            |             | Mg                      | 7439-95-4    | 0.150%      | 0.0390                 |
|               |          |            |             | Ag                      | 7440-22-4    | 0.600%      | 0.1560                 |
| Epoxy         | Yongoo   | S502D1     | 1.50        | Acrylate                | proprietary  | 22.000%     | 0.3300                 |
|               |          |            |             | Curing agent & hardener | proprietary  | 7.000%      | 0.1050                 |
|               |          |            |             | Silver powder           | 7440-22-4    | 71.000%     | 1.0650                 |
| Wire          | MKE      | Au PdCu    | 2.00        | Copper                  | 7440-50-8    | 98.80%      | 1.9760                 |
|               |          |            |             | Palladium               | 7440-05-3    | 1.000%      | 0.0200                 |
|               |          |            |             | Gold                    | 7440-57-5    | 0.200%      | 0.0040                 |
| Mold Compound | SD       | CEL-9220HF | 44.00       | Epoxy Resin 1           | Trade secret | 2.5000%     | 1.1000                 |
|               |          |            |             | Epoxy Resin 2           | Trade secret | 2.5000%     | 1.1000                 |
|               |          |            |             | Epoxy Resin 3           | Trade secret | 2.5000%     | 1.1000                 |
|               |          |            |             | Hardener                | Trade secret | 5.0000%     | 2.2000                 |
|               |          |            |             | Catalyst                | Trade secret | 0.5000%     | 0.2200                 |
|               |          |            |             | Carbon black            | 1333-86-4    | 0.2000%     | 0.0880                 |
|               |          |            |             | Amorphous silica1       | 60676-86-0   | 78.8000%    | 34.6720                |
| Plating       | Aisen    | Tin        | 2.50        | Amorphous silica2       | 7631-86-9    | 8.0000%     | 3.5200                 |
|               |          |            |             | Sn                      | 7440-31-5    | 99.990%     | 2.4998                 |
|               |          |            |             | Others                  | /            | 0.010%      | 0.0003                 |

#### 10.3.2. CS32F030F8P7-RA 材料成分

| Material      | Supplier | Type       | Weight (mg) | Composition             | CAS No.      | % of weight | Composition Weight(mg) |
|---------------|----------|------------|-------------|-------------------------|--------------|-------------|------------------------|
| Die           | /        | /          | 1.50        | Silicon                 | 7440-21-3    | 100.000%    | 1.5000                 |
| Lead Frame    | AAM      | C7025      | 26.00       | Cu                      | 7440-50-8    | 95.500%     | 24.8300                |
|               |          |            |             | Si                      | 7440-21-3    | 0.750%      | 0.1950                 |
|               |          |            |             | Ni                      | 7440-02-0    | 3.000%      | 0.7800                 |
|               |          |            |             | Mg                      | 7439-95-4    | 0.150%      | 0.0390                 |
|               |          |            |             | Ag                      | 7440-22-4    | 0.600%      | 0.1560                 |
| Epoxy         | Yongoo   | S502D1     | 1.50        | Acrylate                | proprietary  | 22.000%     | 0.3300                 |
|               |          |            |             | Curing agent & hardener | proprietary  | 7.000%      | 0.1050                 |
|               |          |            |             | Silver powder           | 7440-22-4    | 71.000%     | 1.0650                 |
| Wire          | MKE      | PdCu       | 2.00        | Cu                      | 7440-50-8    | 97.000%     | 1.9400                 |
|               |          |            |             | Pd                      | 7440-05-3    | 3.000%      | 0.0600                 |
| Mold Compound | SD       | CEL-9220HF | 44.00       | Epoxy Resin 1           | Trade secret | 2.5000%     | 1.1000                 |
|               |          |            |             | Epoxy Resin 2           | Trade secret | 2.5000%     | 1.1000                 |
|               |          |            |             | Epoxy Resin 3           | Trade secret | 2.5000%     | 1.1000                 |
|               |          |            |             | Hardener                | Trade secret | 5.0000%     | 2.2000                 |

| Material | Supplier | Type | Weight (mg) | Composition       | CAS No.      | % of weight | Composition Weight(mg) |
|----------|----------|------|-------------|-------------------|--------------|-------------|------------------------|
| Plating  | Aisen    | Tin  | 2.50        | Catalyst          | Trade secret | 0.5000%     | 0.2200                 |
|          |          |      |             | Carbon black      | 1333-86-4    | 0.2000%     | 0.0880                 |
|          |          |      |             | Amorphous silica1 | 60676-86-0   | 78.8000%    | 34.6720                |
|          |          |      |             | Amorphous silica2 | 7631-86-9    | 8.0000%     | 3.5200                 |
|          |          |      |             | Sn                | 7440-31-5    | 99.990%     | 2.4998                 |
|          |          |      |             | Others            | /            | 0.010%      | 0.0003                 |

### 10.3.3. CS32F030C8T6-RA 材料成分

| Material      | Supplier | Type        | Weight (mg) | Composition                                   | CAS No.      | % of weight | Composition Weight(mg) |
|---------------|----------|-------------|-------------|-----------------------------------------------|--------------|-------------|------------------------|
| Die           | /        | /           | 8.00        | Silicon                                       | 7440-21-3    | 100.000%    | 8.0000                 |
| Lead Frame    | FS       | C7025       | 53.00       | Cu                                            | 7440-50-8    | 95.095%     | 50.4004                |
|               |          |             |             | Si                                            | 7440-21-3    | 0.750%      | 0.3975                 |
|               |          |             |             | Ni                                            | 7440-02-0    | 2.500%      | 1.3250                 |
|               |          |             |             | Mg                                            | 7439-95-4    | 0.150%      | 0.0795                 |
|               |          |             |             | Ag                                            | 7440-22-4    | 1.500%      | 0.7950                 |
|               |          |             |             | Pb                                            | 7439-92-1    | 0.005%      | 0.0027                 |
| Epoxy         | Henkel   | 8303A       | 2.00        | Silver                                        | 7440-22-4    | 80.400%     | 1.6080                 |
|               |          |             |             | Acrylate Monomer                              | proprietary  | 13.400%     | 0.2680                 |
|               |          |             |             | BMI Resin                                     | proprietary  | 6.000%      | 0.1200                 |
|               |          |             |             | 2-(3,4-Epoxy cyclohexyl)ethyltrimethoxysilane | 3388-04-3    | 0.200%      | 0.0040                 |
| Wire          | MKE      | Au PdCu     | 7.00        | Copper                                        | 7440-50-8    | 98.80%      | 6.9160                 |
|               |          |             |             | Palladium                                     | 7440-05-3    | 1.000%      | 0.0700                 |
|               |          |             |             | Gold                                          | 7440-57-5    | 0.200%      | 0.0140                 |
| Mold Compound | SD       | CEL-9 220HF | 108.00      | Epoxy Resin 1                                 | Trade secret | 2.5000%     | 2.7000                 |
|               |          |             |             | Epoxy Resin 2                                 | Trade secret | 2.5000%     | 2.7000                 |
|               |          |             |             | Epoxy Resin 3                                 | Trade secret | 2.5000%     | 2.7000                 |
|               |          |             |             | Hardener                                      | Trade secret | 5.0000%     | 5.4000                 |
|               |          |             |             | Catalyst                                      | Trade secret | 0.5000%     | 0.5400                 |
|               |          |             |             | Carbon black                                  | 1333-86-4    | 0.2000%     | 0.2160                 |
|               |          |             |             | Amorphous silica1                             | 60676-86-0   | 78.8000%    | 85.1040                |
|               |          |             |             | Amorphous silica2                             | 7631-86-9    | 8.0000%     | 8.6400                 |
| Plating       | Aisen    | Tin         | 10.00       | Sn                                            | 7440-31-5    | 99.990%     | 9.9990                 |
|               |          |             |             | Others                                        | /            | 0.010%      | 0.0010                 |

### 10.3.4. CS32F030C8T7-RA 材料成分

| Material      | Supplier  | Type        | Weight (mg) | Composition                                   | CAS No.      | % of weight | Composition Weight(mg) |
|---------------|-----------|-------------|-------------|-----------------------------------------------|--------------|-------------|------------------------|
| Die           | /         | /           | 8.00        | Silicon                                       | 7440-21-3    | 100.000%    | 8.0000                 |
| Lead Frame    | SHEC (镀银) | C7025       | 53.00       | Copper (Cu)                                   | 7440-50-8    | 94.600%     | 50.1380                |
|               |           |             |             | Magnesium (Mg)                                | 7439-95-4    | 0.150%      | 0.0795                 |
|               |           |             |             | Silicon (Si)                                  | 7440-21-3    | 0.750%      | 0.3975                 |
|               |           |             |             | Nickel (Ni)                                   | 7440-02-0    | 2.500%      | 1.3250                 |
|               |           |             |             | Silver (Ag)                                   | 7440-22-4    | 2.000%      | 1.0600                 |
| Epoxy         | Henkel    | 8303A       | 2.00        | Silver                                        | 7440-22-4    | 80.400%     | 1.6080                 |
|               |           |             |             | Acrylate Monomer                              | proprietary  | 13.400%     | 0.2680                 |
|               |           |             |             | BMI Resin                                     | proprietary  | 6.000%      | 0.1200                 |
|               |           |             |             | 2-(3,4-Epoxy cyclohexyl)ethyltrimethoxysilane | 3388/4/3     | 0.200%      | 0.0040                 |
| Wire          | MKE       | PdCu        | 7.00        | Cu                                            | 7440-50-8    | 97.000%     | 6.7900                 |
|               |           |             |             | Pd                                            | 7440-05-3    | 3.000%      | 0.2100                 |
| Mold Compound | SD        | CEL-92 20HF | 108.00      | Epoxy Resin 1                                 | Trade secret | 2.5000%     | 2.7000                 |
|               |           |             |             | Epoxy Resin 2                                 | Trade secret | 2.5000%     | 2.7000                 |
|               |           |             |             | Epoxy Resin 3                                 | Trade secret | 2.5000%     | 2.7000                 |
|               |           |             |             | Hardener                                      | Trade secret | 5.0000%     | 5.4000                 |
|               |           |             |             | Catalyst                                      | Trade secret | 0.5000%     | 0.5400                 |
|               |           |             |             | Carbon black                                  | 1333-86-4    | 0.2000%     | 0.2160                 |
|               |           |             |             | Amorphous silica1                             | 60676-86-0   | 78.8000%    | 85.1040                |

| Material | Supplier | Type | Weight (mg) | Composition       | CAS No.   | % of weight | Composition Weight(mg) |
|----------|----------|------|-------------|-------------------|-----------|-------------|------------------------|
| Plating  | Aisen    | Tin  | 10.00       | Amorphous silica2 | 7631-86-9 | 8.0000%     | 8.6400                 |
|          |          |      |             | Sn                | 7440-31-5 | 99.990%     | 9.9990                 |
|          |          |      |             | Others            | /         | 0.010%      | 0.0010                 |

### 10.3.5. CS32F031G8K6-RA 材料成分

| Material      | Supplier | Type       | Weight (mg) | Composition             | CAS No.      | % of weight | Composition Weight(mg) |
|---------------|----------|------------|-------------|-------------------------|--------------|-------------|------------------------|
| Die           | /        | /          | 3.00        | Silicon                 | 7440-21-3    | 100.000%    | 3.0000                 |
| Lead Frame    | HTBJ     | A194       | 56.00       | Copper                  | 7440-50-8    | 96.630%     | 54.1128                |
|               |          |            |             | Iron                    | 7439-89-6    | 2.200%      | 1.2320                 |
|               |          |            |             | Phosphorus              | 7723-14-0    | 0.065%      | 0.0364                 |
|               |          |            |             | Zinc                    | 7440-66-6    | 0.100%      | 0.0560                 |
|               |          |            |             | Lead                    | 7439-92-1    | 0.005%      | 0.0028                 |
|               |          |            |             | Silver                  | 7440-22-4    | 1.000%      | 0.5600                 |
| Epoxy         | Yongoo   | S502D1     | 1.00        | Acrylate                | proprietary  | 22.000%     | 0.2200                 |
|               |          |            |             | Curing agent & hardener | proprietary  | 7.000%      | 0.0700                 |
|               |          |            |             | Silver powder           | 7440-22-4    | 71.000%     | 0.7100                 |
| Wire          | MKE      | PdCu       | 4.00        | Cu                      | 7440-50-8    | 97.000%     | 3.8800                 |
|               |          |            |             | Pd                      | 7440-05-3    | 3.000%      | 0.1200                 |
| Mold Compound | Sumitomo | EME-G630AY | 123.00      | Epoxy Resin A           | Trade secret | 2.500%      | 3.0750                 |
|               |          |            |             | Epoxy Resin B           | 29690-82-2   | 2.500%      | 3.0750                 |
|               |          |            |             | Phenol Resin            | Trade secret | 2.500%      | 3.0750                 |
|               |          |            |             | Silica(Amorphous)A      | 60676-86-0   | 89.500%     | 110.0850               |
|               |          |            |             | Silica(Amorphous)B      | 7631-86-9    | 2.500%      | 3.0750                 |
| Plating       | Aisen    | Tin        | 6.00        | Carbon black            | 1333-86-4    | 0.500%      | 0.6150                 |
|               |          |            |             | Sn                      | 7440-31-5    | 99.990%     | 5.9994                 |
|               |          |            |             | Others                  | /            | 0.010%      | 0.0006                 |

### 10.3.6. CS32F031G8U6-RA 材料成分

| Material      | Supplier                                | Type       | Weight (mg) | Composition                                                            | CAS No.      | % of weight | Composition Weight(mg) |
|---------------|-----------------------------------------|------------|-------------|------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|------------------------|
| Die           |                                         |            | 4.568       |                                                                        |              | 100.00%     | 4.5680                 |
| Lead frame    | HENGHUI Technology Corporation limited" | C7025      | 19.993      | Cu                                                                     | 7440-50-8    | 94.645%     | 18.9224                |
|               |                                         |            |             | Fe                                                                     | 7439-89-6    | 2.500%      | 0.4998                 |
|               |                                         |            |             | Pb                                                                     | 7439-92-1    | 0.005%      | 0.0010                 |
|               |                                         |            |             | p                                                                      | 7723-14-0    | 0.150%      | 0.0300                 |
|               |                                         |            |             | Zn                                                                     | 7440-66-6    | 0.200%      | 0.0400                 |
|               |                                         |            |             | Ag                                                                     | 7440-22-4    | 2.500%      | 0.4998                 |
| Epoxy         | HENKEL                                  | 8302       | 2.998       | Silver >= 99,9 % Ag as powder (>100nm<1mm ) classified for environment | 7440-22-4    | 84.50%      | 2.533                  |
|               |                                         |            |             | Acrylate ester                                                         | Proprietary  | 5.00%       | 0.150                  |
|               |                                         |            |             | Acrylic Resin                                                          | Proprietary  | 5.00%       | 0.150                  |
|               |                                         |            |             | Epoxy Resin                                                            | Proprietary  | 5.00%       | 0.150                  |
|               |                                         |            |             | hexamethylene diacrylate                                               | 13048-33-4   | 0.50%       | 0.015                  |
| Wire          | MKE                                     | PC         | 3.001       | Cu                                                                     | 7440-50-8    | 98.2975%    | 2.950                  |
|               |                                         |            |             | Fe                                                                     | 7439-89-6    | 0.0005%     | 0.000                  |
|               |                                         |            |             | Al                                                                     | 7429-90-5    | 0.0005%     | 0.000                  |
|               |                                         |            |             | Pd                                                                     | 7440-05-3    | 1.7000%     | 0.051                  |
|               |                                         |            |             | Ag                                                                     | 7440-22-4    | 0.0015%     | 0.000                  |
| Mold Compound | SDMSZ                                   | CEL-9240HF | 32.000      | Epoxy Resin 1                                                          | Trade Secret | 4.100%      | 1.312                  |
|               |                                         |            |             | Epoxy Resin 2                                                          | Trade Secret | 3.000%      | 0.960                  |
|               |                                         |            |             | Hardener                                                               | Trade Secret | 4.000%      | 1.280                  |
|               |                                         |            |             | Organic Phosphorus compounds(additives)                                | Trade Secret | 0.110%      | 0.035                  |
|               |                                         |            |             | Carbon Black                                                           | 1333-86-4    | 0.290%      | 0.093                  |
|               |                                         |            |             | Amorphous silica 1                                                     | 60676-86-0   | 81.000%     | 25.920                 |
|               |                                         |            |             | Amorphous silica 2                                                     | 7631-86-9    | 7.500%      | 2.400                  |
| Plating       | JIANGSUAISEN                            | Tin        | 1.440       | Tin                                                                    | 7440-31-5    | 100.0000%   | 1.440                  |

**10.3.7. CS32F031G8U7-RA 材料成分**

| Material      | Supplier      | Weight (mg) | Composing Parts of % | Composition         | CAS No.      | % of weight | Composition Weight (mg) |
|---------------|---------------|-------------|----------------------|---------------------|--------------|-------------|-------------------------|
| Die           |               | 1.2231      | 4%                   |                     |              | 100%        | 1.2231                  |
| Lead frame    | ASM           | 13.94330    | 46.50%               | Copper (Cu)         | 7440-50-8    | 95.2500%    | 13.28099                |
|               |               |             |                      | Nickel(Ni)          | 7440-02-0    | 3.2000%     | 0.44619                 |
|               |               |             |                      | Silicon(Si)         | 7440-21-3    | 0.7250%     | 0.10109                 |
|               |               |             |                      | Magnesium (Mg)      | 7439-95-4    | 0.1750%     | 0.02440                 |
|               |               |             |                      | Silver (Ag)         | 7440-22-4    | 0.6500%     | 0.09063                 |
| Epoxy         | Sumitomo      | 0.26500     | 0.88%                | Silver Powder       | 7440-22-4    | 75.4500%    | 0.19994                 |
|               |               |             |                      | Diluent A           | Trade secret | 7.5000%     | 0.01988                 |
|               |               |             |                      | Epoxy Resin B       | Trade secret | 7.5000%     | 0.01988                 |
|               |               |             |                      | Diluent B           | Trade secret | 3.0000%     | 0.00795                 |
|               |               |             |                      | Epoxy Resin A       | 9003-36-5    | 3.0000%     | 0.00795                 |
|               |               |             |                      | Hardener            | Trade secret | 3.0000%     | 0.00795                 |
|               |               |             |                      | Dicyandiamide       | 461-58-5     | 0.5500%     | 0.00146                 |
| Mold Compound | Sumitomo      | 14.25510    | 47.54%               | Epoxy ResinA        | Trade secret | 3.0000%     | 0.42765                 |
|               |               |             |                      | Epoxy ResinB        | Trade secret | 3.0000%     | 0.42765                 |
|               |               |             |                      | Phenol Resin        | Trade secret | 7.5000%     | 1.06913                 |
|               |               |             |                      | Silica(Amorphous) A | 60676-86-0   | 75.4500%    | 10.75547                |
|               |               |             |                      | Silica(Amorphous) B | 7631-86-9    | 7.5000%     | 1.06913                 |
|               |               |             |                      | Metal Hydroxide     | Trade secret | 3.0000%     | 0.42765                 |
| Wire          | Nippon        | 0.09940     | 0.33%                | Carbon Black        | 1333-86-4    | 0.5500%     | 0.07840                 |
|               |               |             |                      | Cu                  | 7440-50-8    | 96.5500%    | 0.09597                 |
|               |               |             |                      | Pd                  | 7440-05-3    | 3.1000%     | 0.00308                 |
|               |               |             |                      | Au                  | 7440-57-5    | 0.3500%     | 0.00035                 |
| Plating       | Aisen & Asahi | 0.20000     | 0.67%                | Sn                  | 7440-31-5    | 99.9900%    | 0.19998                 |
|               |               |             |                      | others              | /            | 0.0100%     | 0.00002                 |

**10.3.8. CS32F031K8S6-RA 材料成分**

| Material      | Supplier | Type        | Weight (mg) | Composition             | CAS No.      | % of weight | Composition Weight(mg) |
|---------------|----------|-------------|-------------|-------------------------|--------------|-------------|------------------------|
| Die           | /        | /           | 5.00        | Silicon                 | 7440-21-3    | 100.000%    | 5.0000                 |
| Lead Frame    | HTBJ     | C7025       | 14.00       | Cu                      | 7440-50-8    | 95.490%     | 13.3686                |
|               |          |             |             | Si                      | 7440-21-3    | 0.750%      | 0.1050                 |
|               |          |             |             | Ni                      | 7440-02-0    | 3.000%      | 0.4200                 |
|               |          |             |             | Mg                      | 7439-95-4    | 0.150%      | 0.0210                 |
|               |          |             |             | Ag                      | 7440-22-4    | 0.600%      | 0.0840                 |
|               |          |             |             | Pb                      | 7439-92-1    | 0.010%      | 0.0014                 |
| Epoxy         | Yongoo   | S502D1      | 2.00        | Acrylate                | proprietary  | 22.000%     | 0.4400                 |
|               |          |             |             | Curing agent & hardener | proprietary  | 7.000%      | 0.1400                 |
|               |          |             |             | Silver powder           | 7440-22-4    | 71.000%     | 1.4200                 |
| Wire          | MKE      | Au PdCu     | 1.00        | Copper                  | 7440-50-8    | 98.80%      | 0.9880                 |
|               |          |             |             | Palladium               | 7440-05-3    | 1.000%      | 0.0100                 |
|               |          |             |             | Gold                    | 7440-57-5    | 0.200%      | 0.0020                 |
| Mold Compound | SD       | CEL-9220 HF | 106.00      | Epoxy Resin 1           | Trade secret | 2.5000%     | 2.6500                 |
|               |          |             |             | Epoxy Resin 2           | Trade secret | 2.5000%     | 2.6500                 |
|               |          |             |             | Epoxy Resin 3           | Trade secret | 2.5000%     | 2.6500                 |
|               |          |             |             | Hardener                | Trade secret | 5.0000%     | 5.3000                 |
|               |          |             |             | Catalyst                | Trade secret | 0.5000%     | 0.5300                 |
|               |          |             |             | Carbon black            | 1333-86-4    | 0.2000%     | 0.2120                 |
|               |          |             |             | Amorphous silica1       | 60676-86-0   | 78.8000%    | 83.5280                |
| Plating       | Aisen    | Tin         | 9.00        | Amorphous silica2       | 7631-86-9    | 8.0000%     | 8.4800                 |
|               |          |             |             | Sn                      | 7440-31-5    | 99.990%     | 8.9991                 |
|               |          |             |             | Others                  | /            | 0.010%      | 0.0009                 |

**10.3.9. CS32F031K8V6-RA 材料成分**

| Material      | Supplier         | Type     | Weight (mg) | Composition             | CAS No.      | % of weight | Composition Weight(mg) |
|---------------|------------------|----------|-------------|-------------------------|--------------|-------------|------------------------|
| Die           |                  |          | 1.771       |                         |              | 100.00%     | 1.7710                 |
| Lead frame    | Tianshui Huayang | A194FH   | 11.496      | Cu                      | 7440-50-8    | 92.495%     | 10.6332                |
|               |                  |          |             | Fe                      | 7439-89-6    | 2.300%      | 0.2644                 |
|               |                  |          |             | Pb                      | 7439-92-1    | 0.005%      | 0.0006                 |
|               |                  |          |             | P                       | 7723-14-0    | 0.100%      | 0.0115                 |
|               |                  |          |             | Zn                      | 7440-66-6    | 0.100%      | 0.0115                 |
|               |                  |          |             | Ag                      | 7440-22-4    | 5.000%      | 0.5748                 |
| Epoxy         | YONGOO           | S502     | 1.700       | Arcylate resin          | Proprietary  | 20.00%      | 0.340                  |
|               |                  |          |             | Curing agent & hardener | Proprietary  | 5.00%       | 0.085                  |
|               |                  |          |             | Silver                  | 7440-22-4    | 75.00%      | 1.275                  |
| Wire          | MKE              | PC       | 1.725       | Cu                      | 7440-50-8    | 98.2975%    | 1.696                  |
|               |                  |          |             | Fe                      | 7439-89-6    | 0.0005%     | 0.000                  |
|               |                  |          |             | Al                      | 7429-90-5    | 0.0005%     | 0.000                  |
|               |                  |          |             | Pd                      | 7440-05-3    | 1.7000%     | 0.029                  |
|               |                  |          |             | Ag                      | 7440-22-4    | 0.0015%     | 0.000                  |
| Mold Compound | SUMITOMO         | G700LALA | 18.400      | Epoxy Resin             | Trade Secret | 5.00%       | 0.920                  |
|               |                  |          |             | Phenol Resin            | Trade Secret | 1.00%       | 0.184                  |
|               |                  |          |             | Silica(Amorphous)A      | 60676-86-0   | 80.00%      | 14.720                 |
|               |                  |          |             | Silica(Amorphous)B      | 7631-86-9    | 13.00%      | 2.392                  |
|               |                  |          |             | Carbon Black            | 1333-86-4    | 1.00%       | 0.184                  |
| Plating       | JIANGSUAISEN     | Tin      | 1.708       | Tin                     | 7440-31-5    | 100.00%     | 1.708                  |

**10.3.10. CS32F031K8U6-RA 材料成分**

| Material      | Supplier         | Type     | Weight (mg) | Composition                                                            | CAS No.      | % of weight | Composition Weight(mg) |
|---------------|------------------|----------|-------------|------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|------------------------|
| Die           |                  |          | 3.558       |                                                                        |              | 100.00%     | 3.558                  |
| Lead frame    | Ningbo Kangqiang | A194FH   | 18.993      | Cu                                                                     | 7440-50-8    | 96.500%     | 18.328                 |
|               |                  |          |             | Fe                                                                     | 7439-89-6    | 2.300%      | 0.437                  |
|               |                  |          |             | P                                                                      | 7723-14-0    | 0.150%      | 0.028                  |
|               |                  |          |             | Zn                                                                     | 7440-66-6    | 0.200%      | 0.038                  |
|               |                  |          |             | Pb                                                                     | 7439-92-1    | 0.005%      | 0.001                  |
|               |                  |          |             | Ag                                                                     | 7440-22-4    | 0.845%      | 0.160                  |
| Epoxy         | HENKEL           | 8302     | 2.387       | Silver >= 99.9 % Ag as powder (>100nm<1mm ) classified for environment | 7440-22-4    | 84.50%      | 2.017                  |
|               |                  |          |             | Acrylate ester                                                         | Proprietary  | 5.00%       | 0.119                  |
|               |                  |          |             | Acrylic Resin                                                          | Proprietary  | 5.00%       | 0.119                  |
|               |                  |          |             | Epoxy Resin                                                            | Proprietary  | 5.00%       | 0.119                  |
|               |                  |          |             | hexamethylene diacrylate                                               | 13048-33-4   | 0.50%       | 0.012                  |
| Wire          | MKE              | PC       | 2.851       | Cu                                                                     | 7440-50-8    | 98.2975%    | 2.802                  |
|               |                  |          |             | Fe                                                                     | 7439-89-6    | 0.0005%     | 0.000                  |
|               |                  |          |             | Al                                                                     | 7429-90-5    | 0.0005%     | 0.000                  |
|               |                  |          |             | Pd                                                                     | 7440-05-3    | 1.7000%     | 0.048                  |
|               |                  |          |             | Ag                                                                     | 7440-22-4    | 0.0015%     | 0.000                  |
| Mold Compound | SUMITOMO         | G700LALA | 30.400      | Epoxy Resin                                                            | Trade Secret | 5.00%       | 1.520                  |
|               |                  |          |             | Phenol Resin                                                           | Trade Secret | 1.00%       | 0.304                  |
|               |                  |          |             | Silica(Amorphous)A                                                     | 60676-86-0   | 80.00%      | 24.320                 |
|               |                  |          |             | Silica(Amorphous)B                                                     | 7631-86-9    | 13.00%      | 3.952                  |
|               |                  |          |             | Carbon Black                                                           | 1333-86-4    | 1.00%       | 0.304                  |
| Plating       | JIANGSUAISEN     | Tin      | 2.611       | Tin                                                                    | 7440-31-5    | 100.0000%   | 2.611                  |

**10.3.11. CS32F031K8U7-RA 材料成分**

| Material      | Supplier         | Type     | Weight (mg) | Composition                                                            | CAS No.      | % of weight | Composition Weight(mg) |
|---------------|------------------|----------|-------------|------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|------------------------|
| Die           |                  |          | 3.558       |                                                                        |              | 100.00%     | 3.558                  |
| Lead frame    | Ningbo Kangqiang | A194FH   | 18.993      | Cu                                                                     | 7440-50-8    | 96.500%     | 18.328                 |
|               |                  |          |             | Fe                                                                     | 7439-89-6    | 2.300%      | 0.437                  |
|               |                  |          |             | P                                                                      | 7723-14-0    | 0.150%      | 0.028                  |
|               |                  |          |             | Zn                                                                     | 7440-66-6    | 0.200%      | 0.038                  |
|               |                  |          |             | Pb                                                                     | 7439-92-1    | 0.005%      | 0.001                  |
|               |                  |          |             | Ag                                                                     | 7440-22-4    | 0.845%      | 0.160                  |
| Epoxy         | HENKEL           | 8302     | 2.387       | Silver >= 99,9 % Ag as powder (>100nm<1mm ) classified for environment | 7440-22-4    | 84.50%      | 2.017                  |
|               |                  |          |             | Acrylate ester                                                         | Proprietary  | 5.00%       | 0.119                  |
|               |                  |          |             | Acrylic Resin                                                          | Proprietary  | 5.00%       | 0.119                  |
|               |                  |          |             | Epoxy Resin                                                            | Proprietary  | 5.00%       | 0.119                  |
|               |                  |          |             | hexamethylene diacrylate                                               | 13048-33-4   | 0.50%       | 0.012                  |
| Wire          | MKE              | PC       | 2.851       | Cu                                                                     | 7440-50-8    | 98.2975%    | 2.802                  |
|               |                  |          |             | Fe                                                                     | 7439-89-6    | 0.0005%     | 0.000                  |
|               |                  |          |             | Al                                                                     | 7429-90-5    | 0.0005%     | 0.000                  |
|               |                  |          |             | Pd                                                                     | 7440-05-3    | 1.7000%     | 0.048                  |
|               |                  |          |             | Ag                                                                     | 7440-22-4    | 0.0015%     | 0.000                  |
| Mold Compound | SUMITOMO         | G700LALA | 30.400      | Epoxy Resin                                                            | Trade Secret | 5.00%       | 1.520                  |
|               |                  |          |             | Phenol Resin                                                           | Trade Secret | 1.00%       | 0.304                  |
|               |                  |          |             | Silica(Amorphous)A                                                     | 60676-86-0   | 80.00%      | 24.320                 |
|               |                  |          |             | Silica(Amorphous)B                                                     | 7631-86-9    | 13.00%      | 3.952                  |
|               |                  |          |             | Carbon Black                                                           | 1333-86-4    | 1.00%       | 0.304                  |
| Plating       | JIANGSUAISEN     | Tin      | 2.611       | Tin                                                                    | 7440-31-5    | 100.0000%   | 2.611                  |

**10.3.12. CS32F034F8P6-RA 材料成分**

| Material      | Supplier | Type                     | Weight(mg) | % of weight | Composition              | CAS No.      | % of weight |
|---------------|----------|--------------------------|------------|-------------|--------------------------|--------------|-------------|
| Wafer         |          |                          | 3.2838     | 3.3765%     |                          |              |             |
| Leadframe     | PSJ      | TSSOP20B                 | 25.1341    | 25.8432%    | Copper (Cu)              | 7440-50-8    | 94.6056%    |
|               |          |                          |            |             | Iron (Fe)                | 7439-89-6    | 0.2000%     |
|               |          |                          |            |             | Lead (Pb)                | 7439-92-1    | 0.0030%     |
|               |          |                          |            |             | Phosphorus (P)           | 12023-53-9   | 0.0825%     |
|               |          |                          |            |             | Zinc (Zn)                | 7440-66-6    | 1.0000%     |
|               |          |                          |            |             | Silver (Ag)              | 7440-22-4    | 0.0089%     |
|               |          |                          |            |             | Nickel(Ni)               | 7440-02-0    | 3.2000%     |
|               |          |                          |            |             | Silicon(Si)              | 7440-21-3    | 0.7250%     |
|               |          |                          |            |             | Magnesium (Mg)           | 7439-95-4    | 0.1750%     |
| Epoxy         | SD       | EN4900GC                 | 0.0342     | 0.0351%     | Silver (Ag)              | 7440-22-4    | 77.5300%    |
|               |          |                          |            |             | Acrylic resin            | Trade secret | 8.5000%     |
|               |          |                          |            |             | Acrylate                 | Trade secret | 5.5000%     |
|               |          |                          |            |             | Polybutadiene derivative | Trade secret | 5.5000%     |
|               |          |                          |            |             | Epoxy resin              | Trade secret | 2.5000%     |
|               |          |                          |            |             | Butadiene copolymer      | Trade secret | 0.1900%     |
|               |          |                          |            |             | Additive                 | Trade secret | 0.1900%     |
| Wire          | nippon   | 0.8mil;EX1P              | 0.1639     | 0.1685%     | Peroxide                 | Trade secret | 0.0900%     |
|               |          |                          |            |             | Copper(Cu)               | 7440-50-8    | 96.5500%    |
|               |          |                          |            |             | Palladium(Pd)            | 7440-05-3    | 3.1000%     |
| Mold Compound | 葛司蒂      | CEL-9210HFVL<br>φ13*4.5g | 68.6400    | 70.5766%    | Aurum(Au)                | 7440-57-5    | 0.3500%     |
|               |          |                          |            |             | Epoxy Resin 1            | Trade secret | 3.5000%     |
|               |          |                          |            |             | Epoxy Resin 2            | Trade secret | 1.2500%     |
|               |          |                          |            |             | Phenolic Resin           | Trade secret | 4.5000%     |
|               |          |                          |            |             | Catalyst                 | Trade secret | 0.5000%     |
|               |          |                          |            |             | Carbon black             | 1333-86-4    | 0.1000%     |

| Material | Supplier | Type | Weight(mg) | % of weight | Composition       | CAS No.    | % of weight |
|----------|----------|------|------------|-------------|-------------------|------------|-------------|
|          |          |      |            |             | Amorphous silica1 | 60676-86-0 | 82.6500%    |
|          |          |      |            |             | Amorphous silica2 | 7631-86-9  | 7.5000%     |

### 10.3.13. CS32F034K8P7-RA 材料成分

| Homogeneous Material | Supplier         | Type    | Substance                                                              | CAS No.      | Substance weight (%) | Weight (Mg) | Homogeneous Material Weight(Mg) |
|----------------------|------------------|---------|------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------|-------------|---------------------------------|
| Die                  |                  |         |                                                                        |              | 100.00%              | 4.634       | 4.634                           |
| Lead frame           | Ningbo Kangqiang | A194F H | Cu                                                                     | 7440-50-8    | 96.50%               | 19.118      | 18.449                          |
|                      |                  |         | Fe                                                                     | 7439-89-6    | 2.30%                |             | 0.440                           |
|                      |                  |         | P                                                                      | 7723-14-0    | 0.15%                |             | 0.029                           |
|                      |                  |         | Zn                                                                     | 7440-66-6    | 0.20%                |             | 0.038                           |
|                      |                  |         | Pb                                                                     | 7439-92-1    | 0.01%                |             | 0.001                           |
|                      |                  |         | Ag                                                                     | 7440-22-4    | 0.85%                |             | 0.162                           |
| Epoxy                | HENKEL           | 8302    | Silver >= 99.9 % Ag as powder (>100nm<1mm ) classified for environment | 7440-22-4    | 84.50%               | 1.732       | 1.464                           |
|                      |                  |         | Acrylate ester                                                         | Proprietary  | 5.00%                |             | 0.087                           |
|                      |                  |         | Acrylic Resin                                                          | Proprietary  | 5.00%                |             | 0.087                           |
|                      |                  |         | Epoxy Resin                                                            | Proprietary  | 5.00%                |             | 0.087                           |
|                      |                  |         | Hexamethylene diacrylate                                               | 13048-33-4   | 0.50%                |             | 0.009                           |
| Wire                 | MKE              | PC      | Cu                                                                     | 7440-50-8    | 98.30%               | 2.870       | 2.821                           |
|                      |                  |         | Fe                                                                     | 7439-89-6    | 0.00%                |             | 0.000                           |
|                      |                  |         | Al                                                                     | 7429-90-5    | 0.00%                |             | 0.000                           |
|                      |                  |         | Pd                                                                     | 7440-05-3    | 1.70%                |             | 0.049                           |
|                      |                  |         | Ag                                                                     | 7440-22-4    | 0.00%                |             | 0.000                           |
| Mold Compound        | SUMITOMO         | G700L A | Epoxy Resin                                                            | Trade Secret | 5.00%                | 30.600      | 1.530                           |
|                      |                  |         | Phenol Resin                                                           | Trade Secret | 1.00%                |             | 0.306                           |
|                      |                  |         | Silica(Amorphous)A                                                     | 60676-86-0   | 80.00%               |             | 24.480                          |
|                      |                  |         | Silica(Amorphous)B                                                     | 7631-86-9    | 13.00%               |             | 3.978                           |
|                      |                  |         | Carbon Black                                                           | 1333-86-4    | 1.00%                |             | 0.306                           |
| Plating              | JIANGSUAISEN     | Tin     | Tin                                                                    | 7440-31-5    | 99.99%               | 2.246       | 2.246                           |
|                      |                  |         | Others                                                                 | Trade Secret | 0.01%                |             | 0.000                           |

## 11. 免责声明和版权公告



芯海科技  
CHIPSEA

股票代码:688595

### 免责声明和版权公告

本文档中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。

本文档可能引用了第三方的信息，所有引用的信息均为“按现状”提供，芯海科技不对信息的准确性、真实性做任何保证。

芯海科技不对本文档的内容做任何保证，包括内容的适销性、是否适用于特定用途，也不提供任何其他芯海科技提案、规格书或样品在他处提到的任何保证。

芯海科技不对本文档是否侵犯第三方权利做任何保证，也不对使用本文档内信息导致的任何侵犯知识产权的行为负责。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权许可，不管是明示许可还是暗示许可。

Wi-Fi 联盟成员标志归 Wi-Fi 联盟所有。蓝牙标志是 Bluetooth SIG 的注册商标。

文档中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

版权归 © 2023 芯海科技（深圳）股份有限公司。保留所有权利。