



南京凌鸥创芯电子有限公司

# ***LKS32AT075 Datasheet***

© 2024, 版权归凌鸥创芯所有  
机密文件，未经许可不得扩散

# 1 概述

## 1.1 功能简述

LKS32AT075 是集成 32 位 Cortex-M0 内核的车规级 MCU，集成了常用电机控制系统所需要的所有模块。

- 性能

- 96MHz Cortex-M0 内核
- 集成自主指令集电机控制专用 DSP
- 超低功耗休眠模式，MCU 低功耗休眠电流 10uA
- 汽车级工作温度范围
- 超强抗静电和群脉冲能力
- 通过 AEC-Q100 检测认证

- 存储器

- 128kB Flash，带加密功能
- 12kB RAM

- 工作范围

- 2.2V~5.5V 电源供电，内部集成 1 个 LDO，为数字部分电路供电
- 工作温度: -40~125°C

- 时钟

- 内置 8MHz 高精度 RC 时钟，-40~105°C 范围内精度在±1%之内，105~125°C 范围内精度在±1.5%之内
- 内置低速 32KHz 低速时钟，供低功耗模式使用
- 可外挂 8MHz 外部晶振
- 内部 PLL 可提供最高 96MHz 时钟

- 外设模块

- 两路 UART
- 一路 SPI，支持主从模式
- 一路 IIC，支持主从模式
- 一路 CAN
- 2 个通用 16 位 Timer，支持捕捉和边沿对齐 PWM 功能、中心对齐 PWM 功能

- 2 个通用 32 位 Timer，支持捕捉和边沿对齐 PWM、中心对齐 PWM 功能；支持正交编码输入，CW/CCW 输入，脉冲+符号输入
- 电机控制专用 PWM 模块，支持 2 组各 6 路 PWM 输出，独立死区配置
- Hall 信号专用接口，支持测速、去抖功能
- 硬件看门狗
- 最多 4 组 16bit GPIO。8 个 GPIO 可以作为系统的唤醒源。15 个 GPIO 可以用作外部中断源输入。

## ● 模拟模块

- 集成 2 路 12bit SAR ADC，同步双采样，3Msps 采样及转换速率，最多支持 13 通道
- 集成 4 路运算放大器，可设置为差分 PGA 模式
- 集成 3 路比较器，可设置滞回模式
- 集成 12bit DAC 数模转换器
- 内置 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 温度传感器
- 内置 1.2V 0.8%精度电压基准源
- 内置 1 路低功耗 LDO 和电源监测电路
- 集成高精度、低温漂高频 RC 时钟
- 集成晶体起振电路

## 1.2 性能优势

- 高可靠性、高集成度、最终产品体积小、节约 BOM 成本；
- 内部集成 4 路高速运放和 3 路比较器，可满足单电阻/双电阻/三电阻电流采样拓扑架构的不同需求；
- 内部高速运放集成高压保护电路，可以允许高电压共模信号直接输入芯片，可以用最简单的电路拓扑实现 MOSFET 电阻直接电流采样模式；
- 应用专利技术使 ADC 和高速运放达到最佳配合，可处理更宽的电流动态范围，同时兼顾高速小电流和低速大电流的采样精度；
- 整体控制电路简洁高效，抗干扰能力强，稳定可靠；
- 单电源 3.0V~5.5V 供电，确保了系统供电的通用性；
- 支持 IEC/UL60730 功能安全认证；

适用于有感 BLDC/无感 BLDC/有感 FOC/无感 FOC 及步进电机、永磁同步、异步电机等控制系统。

## 2 管脚分布

### 2.1 管脚分布图及管脚说明

#### 2.1.1 特别说明

下列引脚图中带 PU 的 Pin 脚内置上拉至 AVDD 的电阻：

RSTN 引脚内置  $100\text{k}\Omega$  上拉电阻，固定开启上拉

SWDIO/SWCLK 内置  $12\text{k}\Omega$  上拉电阻，固定开启上拉

其余带 PU 的 Pin 脚内置  $12\text{k}\Omega$  上拉电阻，可软件控制开启关闭上拉

Pin0 为 GND，作为芯片地，建议多个地引脚在 PCB 上统一接地

2.1.2 LKS32AT075CBQ9



图 2-1 LKS32AT075CBQ9 管脚分布图

表 2-1 LKS32AT075CBQ9 管脚说明

|   |           |                                       |
|---|-----------|---------------------------------------|
| 0 | GND       | QFN 封装底部中心散热焊盘，芯片地，建议多个地引脚在 PCB 上统一接地 |
| 1 | P2_15     | P2.15                                 |
|   | SWDIO     | SWD 数据                                |
|   | UART0_RXD | 串口 0 接收(发送)                           |

|   |              |                       |
|---|--------------|-----------------------|
|   | SPI_CS       | SPI 片选                |
|   | SDA          | I2C 数据                |
|   | TIM2_CH1     | Timer2 通道 1           |
|   | CLUOUT1      | CLU1 输出               |
|   | EXTI15       | 外部 GPIO 中断信号 15       |
|   | WK7          | 外部唤醒信号 7              |
|   | PU           | 内置 12kΩ 上拉电阻, 软件可关闭   |
| 2 | P2_14        | P2.14                 |
|   | SWCLK        | SWD 时钟                |
|   | SPI_DI       | SPI 数据输入(输出)          |
|   | SCL          | I2C 时钟                |
|   | PU           | 内置 12kΩ 上拉电阻, 软件可关闭   |
| 3 | P2_6         | P2.6                  |
|   | CMP2_OUT     | 比较器 2 输出              |
|   | HALL_IN2     | HALL 接口输入 2           |
|   | MCPWM_CH3P   | PWM 通道 3 高边           |
|   | TIM0_BKIN    | TIMER0_FAIL 信号来自 GPIO |
|   | TIM3_CH0     | Timer3 通道 0           |
|   | ADC_TRIGGER0 | ADC0 触发信号输出(用于调试)     |
|   | SIF          | 单线通讯                  |
|   | CLUOUT0      | CLU0 输出               |
|   | CMP1_IP3     | 比较器 1 正端输入 3          |
|   | FLT          | IO 滤波                 |
|   | PU           | 内置 12kΩ 上拉电阻, 软件可关闭   |
| 4 | P2_5         | P2.5                  |
|   | CMP1_OUT     | 比较器 1 输出              |
|   | HALL_IN1     | HALL 接口输入 1           |
|   | MCPWM_CH2N   | PWM 通道 2 低边           |
|   | UART1_TXD    | 串口 1 发送(接收)           |
|   | SPI_DO       | SPI 数据输出(输入)          |
|   | TIM1_CH1     | Timer1 通道 1           |
|   | TIM2_CH1     | Timer2 通道 1           |
|   | ADC_TRIGGER1 | ADC1 触发信号输出(用于调试)     |
|   | CAN_TX       | CAN 发送端               |
|   | CMP1_IP2     | 比较器 1 正端输入 2          |
|   | FLT          | IO 滤波                 |
|   | PU           | 内置 12kΩ 上拉电阻, 软件可关闭   |
| 5 | P2_4         | P2.4                  |
|   | CMP0_OUT     | 比较器 0 输出              |
|   | HALL_IN0     | HALL 接口输入 0           |
|   | MCPWM_CH2P   | PWM 通道 2 高边           |
|   | UART1_RXD    | 串口 1 接收(发送)           |
|   | SPI_CLK      | SPI 时钟                |

|    |              |                    |
|----|--------------|--------------------|
|    | TIM1_CH0     | Timer1 通道 0        |
|    | TIM2_CH0     | Timer2 通道 0        |
|    | ADC_TRIGGER0 | ADC0 触发信号输出(用于调试)  |
|    | CAN_RX       | CAN 接收端            |
|    | CMP1_IP1     | 比较器 1 正端输入 1       |
|    | FLT          | IO 滤波              |
|    | EXTI14       | 外部 GPIO 中断信号 14    |
|    | WK5          | 外部唤醒信号 5           |
|    | PU           | 内置 12kΩ上拉电阻, 软件可关闭 |
| 6  | P2_3         | P2.3               |
|    | CMP1_OUT     | 比较器 1 输出           |
|    | MCPWM_BKIN0  | PWM 停机输入信号 0       |
|    | SPI_CS       | SPI 片选             |
|    | TIM0_CH1     | Timer0 通道 1        |
|    | QEP0_Z       | QEP0 编码器 Z 相       |
|    | CLUOUT3      | CLU3 输出            |
|    | FLT          | IO 滤波              |
|    | EXTI13       | 外部 GPIO 中断信号 13    |
| 7  | P2_2         | P2.2               |
|    | QEP1_Z       | QEP1 编码器 Z 相       |
|    | CMP1_IN      | 比较器 1 负端输入         |
| 8  | P2_1         | P2.1               |
|    | SPI_CLK      | SPI 时钟             |
|    | ADC1_CH10    | ADC1 通道 10         |
|    | CMP1_IP0     | 比较器 1 正端输入 0       |
| 9  | P3_15        | P3.15              |
|    | OPA3_IP      | 运放 3 正端输入          |
| 10 | P3_14        | P3.14              |
|    | OPA3_IN      | 运放 3 负端输入          |
| 11 | P2_10        | P2.10              |
|    | MCPWM_CH5N   | PWM 通道 5 低边        |
|    | SPI_DO       | SPI 数据输出(输入)       |
|    | SDA          | I2C 数据             |
|    | PU           | 内置 12kΩ上拉电阻, 软件可关闭 |
| 12 | P2_9         | P2.9               |
|    | MCPWM_CH5P   | PWM 通道 5 高边        |
|    | SPI_DI       | SPI 数据输入(输出)       |
|    | SCL          | I2C 时钟             |
|    | CMP0_IP0     | 比较器 0 正端输入 0       |
|    | ADC0_CH12    | ADC0 通道 12         |
|    | PU           | 内置 12kΩ上拉电阻, 软件可关闭 |
| 13 | P3_11        | P3.11              |
|    | MCPWM_CH4N   | PWM 通道 4 低边        |

|    |              |                     |
|----|--------------|---------------------|
|    | OPA2_IN      | 运放 2 负端输入           |
| 14 | P3_10        | P3.10               |
|    | MCPWM_CH4P   | PWM 通道 4 高边         |
|    | OPA2_IP      | 运放 2 正端输入           |
| 15 | P1_11        | P1.11               |
|    | MCPWM_CH3N   | PWM 通道 3 低边         |
|    | UART0_TXD    | 串口 0 发送(接收)         |
|    | SDA          | I2C 数据              |
|    | TIM0_CH1     | Timer0 通道 1         |
|    | ADC_TRIGGER1 | ADC1 触发信号输出(用于调试)   |
|    | SIF          | 单线通讯                |
|    | CLUOUT2      | CLU2 输出             |
|    | PU           | 内置 12kΩ 上拉电阻, 软件可关闭 |
| 16 | P1_10        | P1.10               |
|    | MCPWM_CH3P   | PWM 通道 3 高边         |
|    | UART0_RXD    | 串口 0 接收(发送)         |
|    | SCL          | I2C 时钟              |
|    | TIM0_CH0     | Timer0 通道 0         |
|    | ADC_TRIGGER0 | ADC0 触发信号输出(用于调试)   |
|    | ADC0_CH13    | ADC0 通道 13          |
|    | EXTI12       | 外部 GPIO 中断信号 12     |
|    | PU           | 内置 12kΩ 上拉电阻, 软件可关闭 |
| 17 | P1_9         | P1.9                |
|    | MCPWM_CH2N   | PWM 通道 2 低边         |
| 18 | P1_8         | P1.8                |
|    | MCPWM_CH2P   | PWM 通道 2 高边         |
| 19 | P1_7         | P1.7                |
|    | MCPWM_CH1N   | PWM 通道 1 低边         |
| 20 | P1_6         | P1.6                |
|    | MCPWM_CH1P   | PWM 通道 1 高边         |
| 21 | P1_5         | P1.5                |
|    | MCPWM_CH0N   | PWM 通道 0 低边         |
| 22 | P1_4         | P1.4                |
|    | MCPWM_CH0P   | PWM 通道 0 高边         |
|    | QEP0_Z       | QEP0 编码器 Z 相        |
| 23 | P3_9         | P3.9                |
|    | UART1_TXD    | 串口 1 发送(接收)         |
|    | TIM3_CH1     | Timer3 通道 1         |
|    | OSC_OUT      | 外部晶振引脚              |
|    | PU           | 内置 12kΩ 上拉电阻, 软件可关闭 |
| 24 | P2_8         | P2.8                |
|    | UART1_RXD    | 串口 1 接收(发送)         |
|    | SPI_DO       | SPI 数据输出(输入)        |

|    |              |                       |
|----|--------------|-----------------------|
|    | TIM3_CH0     | Timer3 通道 0           |
|    | OSC_IN       | 外部晶振引脚                |
|    | PU           | 内置 12kΩ 上拉电阻, 软件可关闭   |
| 25 | P3_1         | P3.1                  |
|    | OPA1_IN      | 运放 1 负端输入             |
| 26 | P3_0         | P3.0                  |
|    | OPA1_IP      | 运放 1 正端输入             |
| 27 | P2_7         | P2.7                  |
|    | CLK0         | 时钟输出(用于调试)            |
|    | UART0_TXD    | 串口 0 发送(接收)           |
|    | TIM0_CH0     | Timer0 通道 0           |
|    | TIM3_CH1     | Timer3 通道 1           |
|    | ADC_TRIGGER1 | ADC1 触发信号输出(用于调试)     |
|    | CAN_TX       | CAN 发送端               |
|    | CLUOUT1      | CLU1 输出               |
|    | ADC0_CH11    | ADC0 通道 11            |
|    | OPAx_OUT     | 运放输出                  |
|    | LDO15        | 1.5V LDO 输出           |
|    | REF          | 参考电压                  |
|    | EXTI11       | 外部 GPIO 中断信号 11       |
|    | WK6          | 外部唤醒信号 6              |
|    | PU           | 内置 12kΩ 上拉电阻, 软件可关闭   |
| 28 | P3_7         | P3.7                  |
|    | OPA0_IN      | 运放 0 负端输入             |
| 29 | P3_5         | P3.5                  |
|    | OPA0_IP      | 运放 0 正端输入             |
| 30 | P1_3         | P1.3                  |
|    | TIM3_CH1     | Timer3 通道 1           |
|    | ADC01_CH5    | ADC0/ADC1 通道 5        |
|    | PU           | 内置 12kΩ 上拉电阻, 软件可关闭   |
| 31 | P1_0         | P1.0                  |
|    | MCPWM_CH0N   | PWM 通道 0 低边           |
|    | UART0_TXD    | 串口 0 发送(接收)           |
|    | SPI_DI       | SPI 数据输入(输出)          |
|    | TIM0_BKIN    | TIMER0_FAIL 信号来自 GPIO |
|    | EXTI10       | 外部 GPIO 中断信号 10       |
|    | PU           | 内置 12kΩ 上拉电阻, 软件可关闭   |
| 32 | P0_15        | P0.15                 |
|    | CMP2_OUT     | 比较器 2 输出              |
|    | MCPWM_CH0P   | PWM 通道 0 高边           |
|    | UART0_RXD    | 串口 0 接收(发送)           |
|    | SPI_DO       | SPI 数据输出(输入)          |
|    | SDA          | I2C 数据                |

|    |              |                   |
|----|--------------|-------------------|
|    | TIM0_CH0     | Timer0 通道 0       |
|    | ADC_TRIGGER1 | ADC1 触发信号输出(用于调试) |
|    | CMP0_IN      | 比较器 0 负端输入        |
|    | FLT          | IO 滤波             |
|    | EXTI9        | 外部 GPIO 中断信号 9    |
|    | PU           | 内置 12kΩ上拉电阻，软件可关闭 |
| 33 | P0_14        | P0.14             |
|    | CMP0_OUT     | 比较器 0 输出          |
|    | MCPWM_BKIN1  | PWM 停机输入信号 1      |
|    | UART0_TXD    | 串口 0 发送(接收)       |
|    | SPI_CLK      | SPI 时钟            |
|    | SCL          | I2C 时钟            |
|    | TIM0_CH1     | Timer0 通道 1       |
|    | QEP1_Z       | QEP1 编码器 Z 相      |
|    | ADC_TRIGGER0 | ADC0 触发信号输出(用于调试) |
|    | SIF          | 单线通讯              |
|    | CLUOUT0      | CLU0 输出           |
|    | ADC0_CH10    | ADC0 通道 10        |
|    | CMP0_IP4     | 比较器 0 正端输入 4      |
|    | FLT          | IO 滤波             |
|    | EXTI8        | 外部 GPIO 中断信号 8    |
|    | WK4          | 外部唤醒信号 4          |
|    | PU           | 内置 12kΩ上拉电阻，软件可关闭 |
| 34 | P0_13        | P0.13             |
|    | HALL_IN2     | HALL 接口输入 2       |
|    | QEP0_Z       | QEP0 编码器 Z 相      |
|    | CAN_TX       | CAN 发送端           |
|    | ADC1_CH13    | ADC1 通道 13        |
|    | CMP0_IP3     | 比较器 0 正端输入 3      |
|    | FLT          | IO 滤波             |
| 35 | P0_12        | P0.12             |
|    | HALL_IN1     | HALL 接口输入 1       |
|    | TIM3_CH1     | Timer3 通道 1       |
|    | CAN_RX       | CAN 接收端           |
|    | ADC1_CH12    | ADC1 通道 12        |
|    | CMP0_IP2     | 比较器 0 正端输入 2      |
|    | FLT          | IO 滤波             |
| 36 | P0_11        | P0.11             |
|    | HALL_IN0     | HALL 接口输入 0       |
|    | TIM3_CH0     | Timer3 通道 0       |
|    | ADC1_CH11    | ADC1 通道 11        |
|    | CMP0_IP1     | 比较器 0 正端输入 1      |
|    | FLT          | IO 滤波             |

|    |              |                     |
|----|--------------|---------------------|
|    | EXTI7        | 外部 GPIO 中断信号 7      |
|    | WK3          | 外部唤醒信号 3            |
| 37 | P2_12        | P2.12               |
|    | MCPWM_CH1N   | PWM 通道 1 低边         |
|    | SPI_CS       | SPI 片选              |
|    | TIM2_CH1     | Timer2 通道 1         |
|    | ADC_TRIGGER0 | ADC0 触发信号输出(用于调试)   |
|    | CLUOUT3      | CLU3 输出             |
|    | EXTI6        | 外部 GPIO 中断信号 6      |
| 38 | P2_11        | P2.11               |
|    | MCPWM_CH1P   | PWM 通道 1 高边         |
|    | TIM2_CH0     | Timer2 通道 0         |
|    | CMP2_IP1     | 比较器 2 正端输入 1        |
| 39 | P0_7         | P0.7                |
|    | HALL_IN2     | HALL 接口输入 2         |
|    | MCPWM_BKIN1  | PWM 停机输入信号 1        |
|    | UART1_TXD    | 串口 1 发送(接收)         |
|    | SDA          | I2C 数据              |
|    | TIM1_CH1     | Timer1 通道 1         |
|    | CAN_TX       | CAN 发送端             |
|    | CMP2_IP0     | 比较器 2 正端输入 0        |
|    | FLT          | IO 滤波               |
|    | PU           | 内置 12kΩ 上拉电阻, 软件可关闭 |
| 40 | P0_6         | P0.6                |
|    | HALL_IN1     | HALL 接口输入 1         |
|    | MCPWM_CH5N   | PWM 通道 5 低边         |
|    | UART1_RXD    | 串口 1 接收(发送)         |
|    | SCL          | I2C 时钟              |
|    | TIM1_CH0     | Timer1 通道 0         |
|    | CAN_RX       | CAN 接收端             |
|    | CMP2_IN      | 比较器 2 负端输入          |
|    | FLT          | IO 滤波               |
|    | EXTI4        | 外部 GPIO 中断信号 4      |
|    | WK2          | 外部唤醒信号 2            |
|    | PU           | 内置 12kΩ 上拉电阻, 软件可关闭 |
| 41 | P0_5         | P0.5                |
|    | HALL_IN0     | HALL 接口输入 0         |
|    | MCPWM_CH5P   | PWM 通道 5 高边         |
|    | QEP0_Z       | QEP0 编码器 Z 相        |
|    | ADC01_CH9    | ADC0/ADC1 通道 9      |
| 42 | P0_4         | P0.4                |
|    | MCPWM_CH4N   | PWM 通道 4 低边         |
|    | SDA          | I2C 数据              |

|    |             |                                                                                                                                                    |
|----|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | TIM2_CH1    | Timer2 通道 1                                                                                                                                        |
|    | ADC01_CH8   | ADC0/ADC1 通道 8                                                                                                                                     |
|    | PU          | 内置 12k $\Omega$ 上拉电阻，软件可关闭                                                                                                                         |
| 43 | P0_3        | P0.3                                                                                                                                               |
|    | MCPWM_CH4P  | PWM 通道 4 高边                                                                                                                                        |
|    | SCL         | I2C 时钟                                                                                                                                             |
|    | TIM2_CH0    | Timer2 通道 0                                                                                                                                        |
|    | ADC01_CH7   | ADC0/ADC1 通道 7                                                                                                                                     |
|    | EXTI3       | 外部 GPIO 中断信号 3                                                                                                                                     |
|    | PU          | 内置 12k $\Omega$ 上拉电阻，软件可关闭                                                                                                                         |
| 44 | P3_2        | P3.2                                                                                                                                               |
|    | MCPWM_CH3P  | PWM 通道 3 高边                                                                                                                                        |
|    | CLUOUT2     | CLU2 输出                                                                                                                                            |
| 45 | AVDD        | 芯片电源，供电范围 2.5~5.5V                                                                                                                                 |
| 46 | GND         | 芯片地，强烈建议多个地引脚在 PCB 上统一接地                                                                                                                           |
| 47 | P0_2        | P0.2                                                                                                                                               |
|    | CLUOUT1     | CLU1 输出                                                                                                                                            |
|    | RST_n       | 复位引脚，P0.2 默认用作 RSTN。建议接一个 10nF~100nF 的电容到地，并在 RSTN 和 AVDD 之间放置一个 12k~20k 的上拉电阻。如果外部有上拉电阻，RSTN 的电容应为 100nF。P0.2 可切换为 GPIO，切换后可关闭 12k $\Omega$ 上拉电阻。 |
|    | FLT         | IO 滤波                                                                                                                                              |
|    | EXTI2       | 外部 GPIO 中断信号 2                                                                                                                                     |
|    | WK1         | 外部唤醒信号 1                                                                                                                                           |
|    | PU          | 内置 12k $\Omega$ 上拉电阻，软件可关闭                                                                                                                         |
| 48 | P0_0        | P0.0                                                                                                                                               |
|    | CLK0        | 时钟输出(用于调试)                                                                                                                                         |
|    | MCPWM_BKIN0 | PWM 停机输入信号 0                                                                                                                                       |
|    | UART0_RXD   | 串口 0 接收(发送)                                                                                                                                        |
|    | SPI_DI      | SPI 数据输入(输出)                                                                                                                                       |
|    | CLUOUT0     | CLU0 输出                                                                                                                                            |
|    | ADC01_CH4   | ADC0/ADC1 通道 4                                                                                                                                     |
|    | DAC0_OUT    | DAC0 输出                                                                                                                                            |
|    | DAC1_OUT    | DAC1 输出                                                                                                                                            |
|    | FLT         | IO 滤波                                                                                                                                              |
|    | EXTI0       | 外部 GPIO 中断信号 0                                                                                                                                     |
|    | WK0         | 外部唤醒信号 0                                                                                                                                           |
|    | PU          | 内置 12k $\Omega$ 上拉电阻，软件可关闭                                                                                                                         |

2.2 管脚复用功能说明

表 2-2 LKS32AT075 引脚复用功能选择

| Port  | AF1      | AF2      | AF3         | AF4       | AF5     | AF6 | AF7      | AF8      | AF9          | AF10   | AF11 | AF12    | AF0                                 |
|-------|----------|----------|-------------|-----------|---------|-----|----------|----------|--------------|--------|------|---------|-------------------------------------|
| P0.0  | CLKO     |          | MCPWM_BKIN0 | UART0_RXD | SPI_DI  |     |          |          |              |        |      | CLUOUT0 | ADC01_CH4/<br>DAC0_OUT/<br>DAC1_OUT |
| P0.1  |          |          |             |           |         |     |          |          |              |        |      |         | ADC01_CH6                           |
| P0.2  |          |          |             |           |         |     |          |          |              |        |      | CLUOUT1 |                                     |
| P0.3  |          |          | MCPWM_CH4P  |           |         | SCL |          | TIM2_CH0 |              |        |      |         | ADC01_CH7                           |
| P0.4  |          |          | MCPWM_CH4N  |           |         | SDA |          | TIM2_CH1 |              |        |      |         | ADC01_CH8                           |
| P0.5  |          | HALL_IN0 | MCPWM_CH5P  |           |         |     |          | QEPO_Z   |              |        |      |         | ADC01_CH9                           |
| P0.6  |          | HALL_IN1 | MCPWM_CH5N  | UART1_RXD |         | SCL | TIM1_CH0 |          |              | CAN_RX |      |         | CMP2_IN                             |
| P0.7  |          | HALL_IN2 | MCPWM_BKIN1 | UART1_TXD |         | SDA | TIM1_CH1 |          |              | CAN_TX |      |         | CMP2_IP0                            |
| P0.8  |          |          |             |           |         |     |          |          |              |        |      |         |                                     |
| P0.9  |          |          |             |           |         | SCL |          | TIM2_CH0 |              |        |      |         |                                     |
| P0.10 |          |          |             |           |         | SDA |          | TIM2_CH1 |              |        |      |         |                                     |
| P0.11 |          | HALL_IN0 |             |           |         |     |          | TIM3_CH0 |              |        |      |         | ADC1_CH11/<br>CMP0_IP1              |
| P0.12 |          | HALL_IN1 |             |           |         |     |          | TIM3_CH1 |              | CAN_RX |      |         | ADC1_CH12/<br>CMP0_IP2              |
| P0.13 |          | HALL_IN2 |             |           |         |     |          | QEPO_Z   |              | CAN_TX |      |         | ADC1_CH13/<br>CMP0_IP3              |
| P0.14 | CMP0_OUT |          | MCPWM_BKIN1 | UART0_TXD | SPI_CLK | SCL | TIM0_CH1 | QEP1_Z   | ADC_TRIGGER0 |        | SIF  | CLUOUT0 | ADC0_CH10/<br>CMP0_IP4              |
| P0.15 | CMP2_OUT |          | MCPWM_CH0P  | UART0_RXD | SPI_DO  | SDA | TIM0_CH0 |          | ADC_TRIGGER1 |        |      |         | CMP0_IN                             |



| Port  | AF1      | AF2      | AF3         | AF4          | AF5        | AF6 | AF7      | AF8      | AF9       | AF10   | AF11 | AF0                                          |
|-------|----------|----------|-------------|--------------|------------|-----|----------|----------|-----------|--------|------|----------------------------------------------|
| P2.0  |          |          |             |              | SPI_CS     |     |          | TIM2_CH1 |           |        |      |                                              |
| P2.1  |          |          |             |              | SPI_CLK    |     |          |          |           |        |      | ADC_CH10/<br>CMP1_IP0                        |
| P2.2  |          |          |             |              |            |     |          |          |           |        |      | CMP1_IN                                      |
| P2.3  | CMP1_OUT |          | MCPWM_BKIN0 |              | SPI_CS     |     |          |          |           |        |      | REF                                          |
| P2.4  |          | HALL_IN0 | MCPWM_CH2P  | UART1_TX(RX) |            |     | TIM1_CH0 |          | ADC_TRIG3 | CAN_RX |      | CMP1_IP1                                     |
| P2.5  |          | HALL_IN1 | MCPWM_CH2N  | UART1_TX(RX) |            |     | TIM1_CH1 |          | ADC_TRIG0 | CAN_TX |      | CMP1_IP2                                     |
| P2.6  |          | HALL_IN2 | MCPWM_CH3P  |              |            |     |          | TIM3_CH0 | ADC_TRIG1 |        | SIF  | CMP1_IP3                                     |
| P2.7  |          |          |             |              |            |     |          |          |           |        |      | ADC_CH11/<br>OPA <sub>x</sub> _OUT/<br>LDO15 |
| P2.8  |          |          |             | UART1_TX(RX) |            |     |          | TIM3_CH0 |           |        |      | OSC_IN                                       |
| P2.9  |          |          |             |              | SPI_DI(DO) | SCL |          |          |           |        |      | ADC_CH12/<br>CMP0_IP0                        |
| P2.10 |          |          |             |              | SPI_DI(DO) | SDA |          |          |           |        |      |                                              |
| P2.11 |          |          | MCPWM_CH1P  |              |            |     |          | TIM2_CH0 |           |        |      |                                              |
| P2.12 |          |          | MCPWM_CH1N  |              |            |     |          | TIM2_CH1 | ADC_TRIG2 |        |      |                                              |
| P2.13 |          |          | MCPWM_CH3N  |              |            |     |          | TIM3_CH1 |           |        |      |                                              |
| P2.14 |          |          |             |              |            | SCL |          |          |           |        |      |                                              |
| P2.15 |          |          |             |              |            | SDA |          |          |           |        |      |                                              |

[illegible]

## 2.3 命名规则

| LKS32 MC 070 D 2 M 6 S 8 B (XX) |                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Device series</b>            |                                      |
| LKS32                           | = 32bit MCU                          |
| LKS5                            | = Gate Driver Products               |
| LKS6                            | = Power IC Product                   |
| <b>Product type</b>             |                                      |
| MC                              | = Motor Control Applications         |
| AT                              | = Automobile Applications            |
| RV                              | = RISC-V for Motor Control           |
| <b>Device sub family</b>        |                                      |
| 070/071/075                     | = 2.5~5.5V,2 ADC,4 PGA,DSP           |
| 070FL/071D0/074D/DO             | = 2.5~5.5V,2 ADC,4 PGA,DSP,6N Driver |
| 076/076F                        | = 2.5~5.5V,2 ADC,3 PGA,DSP,6N Driver |
| 072                             | = 2.5~5.5V,2 ADC,3 PGA               |
| 077                             | = 2.5~5.5V,2 ADC,2 PGA               |
| 077E                            | = 7.5~28V, 2 ADC,2 PGA,3P3N Driver   |
| <b>Gate Driver Functions</b>    |                                      |
| D                               | = 3P3N Gate Driver                   |
| E/DL                            | = 3P3N + 5V LDO                      |
| S/F                             | = 6N Gate Driver                     |
| SL/FL                           | = 6N + 5V LDO                        |
| K                               | = High V 6N Gate Driver              |
| O/L5                            | = 5V LDO/DCDC                        |
| L3                              | = 3.3V/3V LDO                        |
| N                               | = DCDC                               |
| P                               | = 3P3N/4P4N DrMOS                    |
| Q                               | = 6N/8N DrMOS                        |
| PL3                             | = 3P3N DrMOS + 3.3VLDO               |
| PL5                             | = 3P3N DrMOS + 5VLDO                 |
| QL                              | = 6N DrMOS + LDO                     |
| X                               | = PHY                                |
| XL                              | = PHY + LDO                          |
| <b>PKG/Driver Ver</b>           |                                      |
| 2                               | = 2 <sup>nd</sup> Ver                |
| S                               | = S 侧面上锡                             |
| <b>Pin count</b>                |                                      |
| L                               | =16 pins                             |
| H                               | = 20 pins                            |
| M                               | = 24 pins                            |
| V                               | =28 pins                             |
| K                               | = 32 pins                            |
| F                               | = 40 pins                            |
| G                               | = 42 pins                            |
| U                               | = 44 pins                            |
| C                               | = 48 pins                            |
| N                               | = 52 pins                            |
| S                               | = 54pins                             |
| E                               | = 60 pins                            |
| R                               | = 64 pins                            |
| P                               | = 80 pins                            |
| V                               | =100 pins                            |
| Q                               | =128 pins                            |
| Z                               | =144 pins                            |
| <b>Code size</b>                |                                      |
| 4                               | = 16Kbyte Flash Memory               |
| 6                               | = 32Kbyte Flash Memory               |
| 8                               | = 64Kbyte Flash Memory               |
| B                               | =128Kbyte Flash Memory               |
| C                               | =256Kbyte Flash Memory               |
| D                               | =384Kbyte Flash Memory               |
| E                               | =512Kbyte Flash Memory               |
| <b>Package</b>                  |                                      |
| P                               | = TSSOP                              |
| T                               | = TQFP/LQFP                          |
| Q                               | = QFN                                |
| S                               | = SSOP                               |
| H                               | = BGA                                |
| <b>Temperature range</b>        |                                      |
| 6                               | = -40~85°                            |
| 8                               | = -40~105°                           |
| 9                               | = -40~125°                           |
| <b>MCU Ver</b>                  |                                      |
| B                               | = B ver                              |
| <b>Options</b>                  |                                      |
| TR                              | = Tape and reel packing              |
| P                               | = ES                                 |

图 2-2 凌鸥创芯器件命名规则



2.4 系统资源框图

此处以 LKS32AT075CBQ9 为例，其他型号硬件资源细节，请参考选型表。

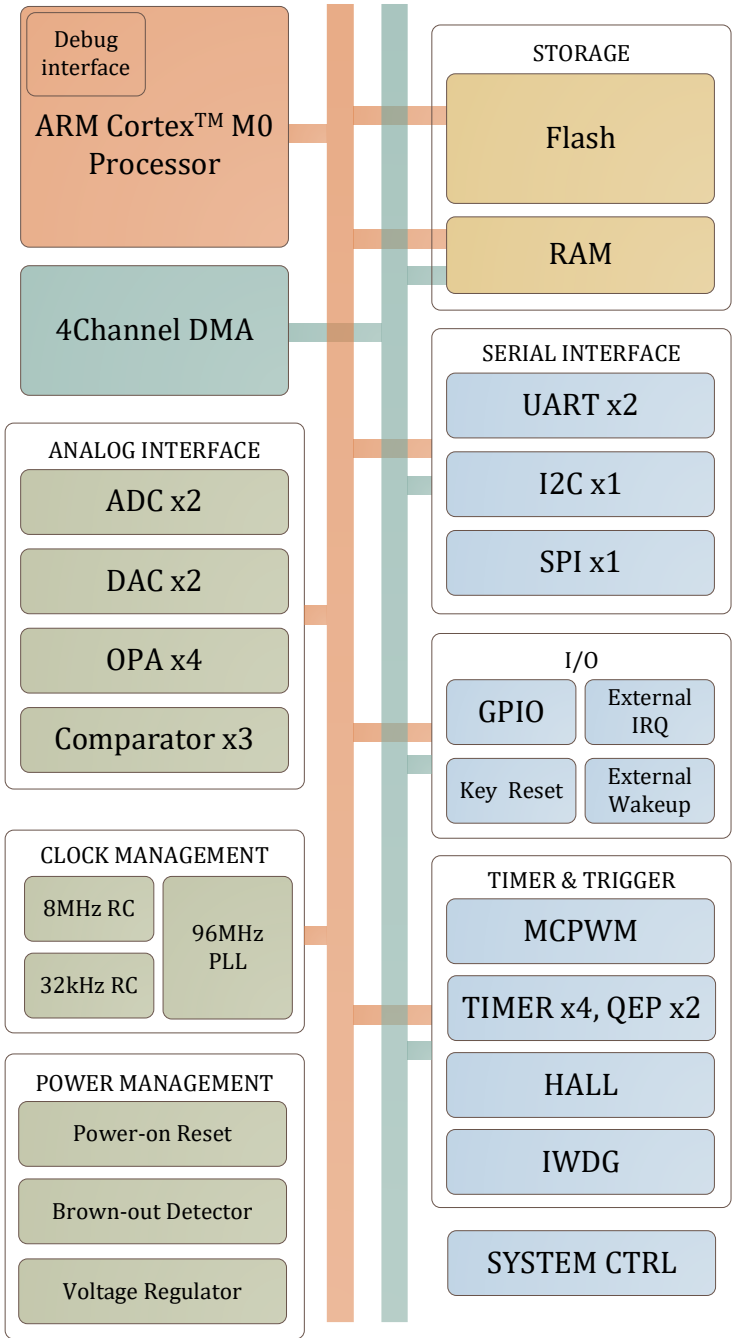


图 2-3 LKS32AT075CBQ9 系统资源框图

2.5 矢量正弦控制系统

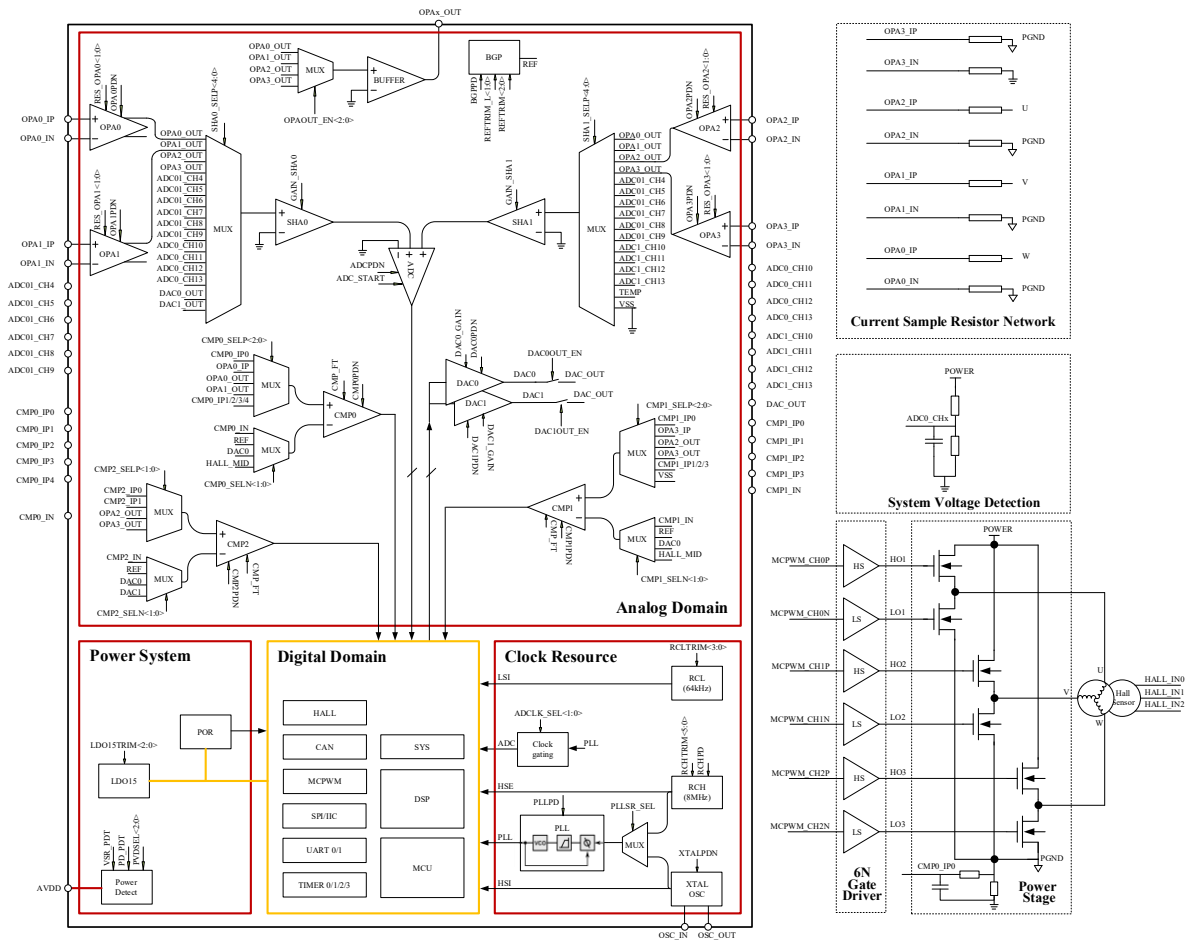


图 2-4 LKS32AT075 矢量正弦控制系统简化原理图

3 封装尺寸

3.1 LKS32AT075CBQ9

PLQFN6.00×6.00-48-D:

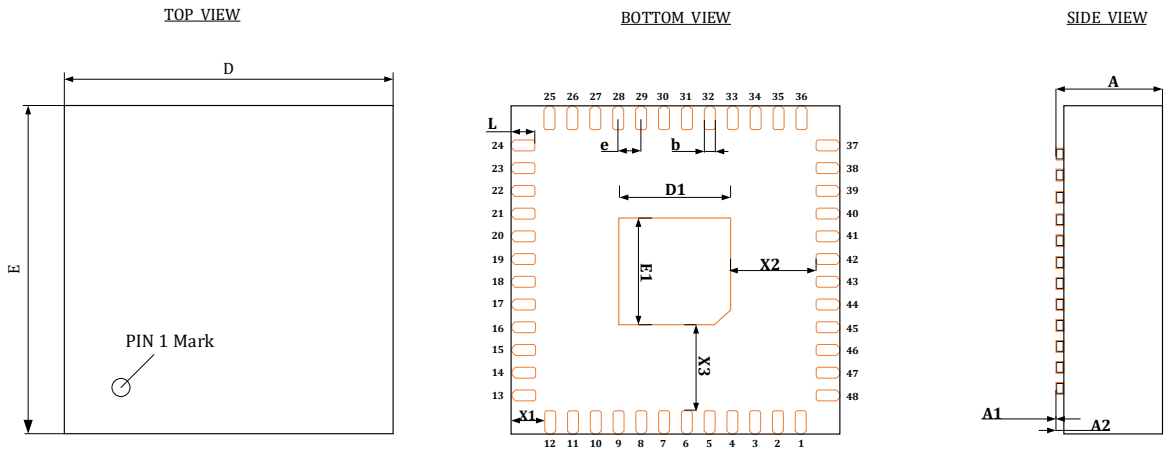


图 3-1 LKS32AT075CBQ9 封装图示

表 3-1 LKS32AT075CBQ9 封装尺寸

| SYMBOL | MILLIMETER |       |       |
|--------|------------|-------|-------|
|        | MIN        | NOM   | MAX   |
| A      | 0.500      | 0.550 | 0.600 |
| A1     | 0.007      | 0.012 | 0.017 |
| A2     | 0.040      |       |       |
| D      | 5.900      | 6.000 | 6.100 |
| E      | 5.900      | 6.000 | 6.100 |
| D1     | 1.950      | 2.000 | 2.050 |
| E1     | 1.950      | 2.000 | 2.050 |
| L      | 0.350      | 0.400 | 0.450 |
| b      | 0.150      | 0.200 | 0.250 |
| e      | 0.350      | 0.400 | 0.450 |
| X1     | 0.650      | 0.700 | 0.750 |
| X2     | 1.550      | 1.600 | 1.650 |
| X3     | 1.550      | 1.600 | 1.650 |

## 4 电气性能参数

表 4-1 LKS32AT075CBQ9 电气极限参数

| 参数            | 最小   | 最大   | 单位 | 说明       |
|---------------|------|------|----|----------|
| 电源电压(AVDD)    | -0.3 | +6.0 | V  |          |
| 工作温度          | -40  | +125 | °C |          |
| 存储温度          | -40  | +150 | °C |          |
| 结温            | -    | 150  | °C |          |
| 引脚温度(焊接 10 秒) | -    | 265  | °C | 焊接, 10 秒 |

表 4-2 LKS32AT075CBQ9 建议工况参数

| 参数                         | 最小  | 典型 | 最大  | 单位 | 说明                          |
|----------------------------|-----|----|-----|----|-----------------------------|
| 电源电压(AVDD)                 | 2.5 | 5  | 5.5 | V  |                             |
| 模拟工作电压(AVDD <sub>A</sub> ) | 2.8 | 5  | 5.5 | V  | REF2VDD=0, ADC 选择 2.4V 内部基准 |
|                            | 2.4 | 5  | 5.5 | V  | REF2VDD=1, ADC 选择 AVDD 为基准  |

表 4-3 LKS32AT075CBQ9 ESD 性能参数

| 项目          | 最小    | 最大   | 单位 |
|-------------|-------|------|----|
| ESD测试 (HBM) | -6000 | 6000 | V  |

根据《MIL-STD-883J Method 3015.9》，在 25℃，55%相对湿度环境下，在被测芯片的所有 IO 引脚施加进行静电放电 3 次，每次间隔 1s。测试结果显示芯片抗静电放电等级达到 Class 3A  $\geq 4000V$ ， $< 8000V$ 。

表 4-4 LKS32AT075CBQ9 Latch-up 性能参数

| 项目               | 最小   | 最大  | 单位 |
|------------------|------|-----|----|
| Latch-up电流 (85℃) | -200 | 200 | mA |

根据《JEDEC STANDARD NO.78E NOVEMBER 2016》，对所有电源 IO 施加过压 8V，在每个信号 IO 上注入 200mA 电流。测试结果显示芯片抗钳锁等级为 200mA。

表 4-5 LKS32AT075CBQ9 IO 极限参数

| 参数                   | 描述           | 最小    | 最大   | 单位 |
|----------------------|--------------|-------|------|----|
| V <sub>IN</sub>      | GPIO信号输入电压范围 | -0.3  | 6.0  | V  |
| I <sub>INJ_PAD</sub> | 单个GPIO最大注入电流 | -11.2 | 11.2 | mA |
| I <sub>INJ_SUM</sub> | 所有GPIO最大注入电流 | -50   | 50   | mA |

表 4-6 LKS32AT075CBQ9 IO DC 参数

| 参数              | 描述        | AVDD | 条件 | 最小   | 最大       | 单位 |
|-----------------|-----------|------|----|------|----------|----|
| V <sub>IH</sub> | 数字IO输入高电压 | 5V   | -  | 3.06 |          | V  |
|                 |           | 3.3V |    | 2.07 |          |    |
| V <sub>IL</sub> | 数字IO输入低电压 | 5V   | -  |      | 0.3*AVDD | V  |
|                 |           | 3.3V |    |      | 0.8      |    |



|                     |                 |      |                  |          |     |    |
|---------------------|-----------------|------|------------------|----------|-----|----|
| V <sub>HYS</sub>    | 施密特迟滞范围         | 5V   | -                | 0.1*AVDD |     | V  |
|                     |                 | 3.3V |                  |          |     |    |
| I <sub>IH</sub>     | 数字IO输入高电压, 电流消耗 | 5V   | -                |          | 1   | uA |
|                     |                 | 3.3V |                  |          |     |    |
| I <sub>IL</sub>     | 数字IO输入低电压, 电流消耗 | 5V   | -                | -1       |     | uA |
|                     |                 | 3.3V |                  |          |     |    |
| V <sub>OH</sub>     | 数字IO输出高电压       |      | 最大驱动电流<br>11.2mA | AVDD-0.8 |     | V  |
| V <sub>OL</sub>     | 数字IO输出低电压       |      | 最大驱动电流<br>11.2mA |          | 0.5 | V  |
| R <sub>pup</sub>    | 上拉电阻大小*         |      |                  | 11       | 13  |    |
| R <sub>io-ana</sub> | IO与内部模拟电路间连接电阻  |      |                  | 100      | 200 | Ω  |
| C <sub>IN</sub>     | 数字IO输入电容        | 5V   | -                |          | 10  | pF |
|                     |                 | 3.3V |                  |          |     |    |

表 4-7 LKS32AT075CBQ9 电路模块电流消耗 IDD

| 模块                     | Min | Typ   | Max | 单位 |
|------------------------|-----|-------|-----|----|
| 模拟比较器CMP(1个)           |     | 0.005 |     | mA |
| 运算放大器OPA(1个)           |     | 0.450 |     | mA |
| 模数转换器ADC               |     | 3.710 |     | mA |
| 数模转换器DAC               |     | 0.710 |     | mA |
| 温度传感器Temp Sensor       |     | 0.150 |     | mA |
| 带隙基准BGP                |     | 0.154 |     | mA |
| 4MHz RC时钟              |     | 0.105 |     | mA |
| 锁相环PLL                 |     | 0.080 |     | mA |
| CPU+flash+SRAM (96MHz) |     | 8.667 |     | mA |
| CPU+flash+SRAM (12MHz) |     | 1.600 |     | mA |
| CRC                    |     | 0.070 |     | mA |
| DSP                    |     | 3.421 |     | mA |
| UART                   |     | 0.107 |     | mA |
| DMA                    |     | 1.340 |     | mA |
| MCPWM                  |     | 0.053 |     | mA |
| TIMER                  |     | 0.269 |     | mA |
| SPI                    |     | 0.500 |     | mA |
| IIC                    |     | 0.500 |     | mA |
| CAN                    |     | 2.200 |     | mA |
| 休眠                     | 10  | 30    | 50  | uA |

以上测试如无特别标注，均为室温 25°5V 供电，使用 96MHz 时钟工作情况下的测试，由于制造工艺存在器件模型偏差，不同芯片的电流消耗会存在个体差异。



# 5 模拟性能参数

表 5-1 LKS32AT075CBQ9 模拟性能参数

| 参数                                                                                                                                 | 最小             | 典型   | 最大             | 单位                      | 说明                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|----------------|-------------------------|-----------------------------|
| 芯片                                                                                                                                 |                |      |                |                         |                             |
| 工作电源                                                                                                                               | 2.5            | 5    | 5.5            | V                       |                             |
| 模数转换器(ADC)                                                                                                                         |                |      |                |                         |                             |
| 工作电源                                                                                                                               | 2.8            | 5    | 5.5            | V                       | REF2VDD=0, ADC 选择 2.4V 内部基准 |
|                                                                                                                                    | 2.4            | 5    | 5.5            | V                       | REF2VDD=1, ADC 选择 AVDD 为基准  |
| 输出码率                                                                                                                               |                | 3    |                | MHz                     | $f_{adc}/16$                |
| 差分输入信号范围                                                                                                                           | -5.0<br>+0.144 |      | +5.0<br>-0.144 | V                       | ADCx_GAIN=1 时; REF=2.4V     |
|                                                                                                                                    | -3.6<br>+0.072 |      | +3.6<br>-0.072 | V                       | ADCx_GAIN=0 时; REF=2.4V     |
| 单端输入信号范围                                                                                                                           | -0.3           |      | AVDD+0.3       | V                       | 受限于 IO 口输入电压限制              |
| 差分信号通常为芯片内部 OPA 输出至 ADC 的信号;单端信号通常为外部通过 IO 输入的被采样信号:无论使用内部/外部基准, ADC 测量信号幅度均不应超过满量程的 $\pm 98\%$ , 特别地, 当使用外部基准时, 建议采样信号不超过量程的 90%。 |                |      |                |                         |                             |
| 直流失调(offset)                                                                                                                       |                | 5    | 10             | mV                      | 可校正                         |
| 有效位数(ENOB)                                                                                                                         | 10.5           | 11   |                | bit                     |                             |
| INL                                                                                                                                |                | 2    | 3              | LSB                     |                             |
| DNL                                                                                                                                |                | 1    | 2              | LSB                     |                             |
| SNR                                                                                                                                | 63             | 66   |                | dB                      |                             |
| 输入电阻                                                                                                                               | 500k           |      |                | Ohm                     |                             |
| 输入电容                                                                                                                               |                | 10pF |                | F                       |                             |
| 基准电压(REF)                                                                                                                          |                |      |                |                         |                             |
| 工作电源                                                                                                                               | 2.2            | 5    | 5.5            | V                       |                             |
| 输出偏差                                                                                                                               | -9             |      | 9              | mV                      |                             |
| 电源抑制比                                                                                                                              |                | 70   |                | dB                      |                             |
| 温度系数                                                                                                                               |                | 20   |                | ppm/ $^{\circ}\text{C}$ |                             |
| 输出电压                                                                                                                               |                | 1.2  |                | V                       |                             |
| 数模转换器(DAC)                                                                                                                         |                |      |                |                         |                             |
| 工作电源                                                                                                                               | 2.2            | 5    | 5.5            | V                       |                             |
| 负载电阻                                                                                                                               | 5k             |      |                | Ohm                     | 输出 BUFFER 开启                |
| 负载电容                                                                                                                               |                |      | 50p            | F                       |                             |
| 输出电压范围                                                                                                                             | 0.05           |      | AVDD-0.1       | V                       |                             |
| 转换速度                                                                                                                               |                |      | 1M             | Hz                      |                             |
| DNL                                                                                                                                |                | 1    | 2              | LSB                     |                             |
| INL                                                                                                                                |                | 2    | 4              | LSB                     |                             |



| 参数                                                                                                                 | 最小    | 典型    | 最大    | 单位   | 说明                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OFFSET                                                                                                             |       | 5     | 10    | mV   |                                                                                                                                                             |
| SNR                                                                                                                | 57    | 60    | 66    | dB   |                                                                                                                                                             |
| 运算放大器(OPA)                                                                                                         |       |       |       |      |                                                                                                                                                             |
| 工作电源                                                                                                               | 2.8   | 5     | 5.5   | V    |                                                                                                                                                             |
| 带宽                                                                                                                 |       | 10M   | 20M   | Hz   |                                                                                                                                                             |
| 负载电阻                                                                                                               | 20k   |       |       | Ohm  |                                                                                                                                                             |
| 负载电容                                                                                                               |       |       | 5p    | F    |                                                                                                                                                             |
| 输入共模范围                                                                                                             | 0     |       | AVDD  | V    |                                                                                                                                                             |
| 输出信号范围                                                                                                             | 0     |       | 2*Vcm | V    | 最小负载电阻下                                                                                                                                                     |
| 共模电平(Vcm)                                                                                                          | 1.6   | 1.8   | 2.0   | V    | 测量条件：常温。<br>运放摆幅 = $2 \times \min(\text{AVDD}-V_{\text{cm}}, V_{\text{cm}})$ 。建议使用 OPA 单端输出的应用上电后进行 Vcm 测量并进行软件减除校正。更多分析请参考官网应用笔记《ANN009-运放差分 and 单端工作模式区别》 |
| OFFSET                                                                                                             |       | 10    | 15.0  | mV   | 32 倍放大倍数                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                    |       | 10    | 16.5  | mV   | 16 倍放大倍数                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                    |       | 10    | 18.5  | mV   | 8 倍放大倍数                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                    |       | 10    | 20.5  | mV   | 4 倍放大倍数                                                                                                                                                     |
| 此 OFFSET 为 OPA 差分输入短接时，测量 OPA_OUT 偏离 0 电平，得到的等效差分输入端偏差。OPA 输出端偏差为 OPA 放大倍数×OFFSET。Flash NVR 区域记录了出厂测试的 OPA offset。 |       |       |       |      |                                                                                                                                                             |
| 共模抑制(CMRR)                                                                                                         |       | 80    |       | dB   |                                                                                                                                                             |
| 电源抑制(PSRR)                                                                                                         |       | 80    |       | dB   |                                                                                                                                                             |
| 负载电流                                                                                                               |       |       | 500   | uA   |                                                                                                                                                             |
| 摆率(Slew rate)                                                                                                      |       | 5     |       | V/us |                                                                                                                                                             |
| 相位裕度                                                                                                               |       | 60    |       | 度    |                                                                                                                                                             |
| 比较器(CMP)                                                                                                           |       |       |       |      |                                                                                                                                                             |
| 工作电源                                                                                                               | 2.2   | 5     | 5.5   | V    |                                                                                                                                                             |
| 输入信号范围                                                                                                             | 0     |       | AVDD  | V    |                                                                                                                                                             |
| OFFSET                                                                                                             | -36   | -10   | 12    | mV   | 0mV 回差, CMP 输出低到高翻转                                                                                                                                         |
|                                                                                                                    | -36   | -10   | 12    | mV   | 0mV 回差, CMP 输出高到低翻转                                                                                                                                         |
|                                                                                                                    | -14.5 | -10   | 33.5  | mV   | 20mV 回差, CMP 输出低到高翻转                                                                                                                                        |
|                                                                                                                    | -14.5 | 11.5  | 33.5  | mV   | 20mV 回差, CMP 输出高到低翻转                                                                                                                                        |
| 传输延时                                                                                                               |       | 0.15u |       | S    | 默认功耗                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                    |       | 0.6u  |       | S    | 低功耗                                                                                                                                                         |
| 回差(Hysteresis)                                                                                                     |       | 20    |       | mV   | HYS='0'                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                    |       | 0     |       | mV   | HYS='1'                                                                                                                                                     |

模拟寄存器表说明：

模拟寄存器的名称为 SYS\_AFE\_REG0~SYS\_AFE\_REG6，对应地址为 0x4000\_0010 ~ 0x4000\_0028。地址 0x4000\_001C~0x4000\_0028 是模拟各个模块的校正寄存器，这些寄存器在出



厂之前都会将各自的校正值填入 Flash info 区，并在上电后自动加载到 SYS\_AFE\_REG3~SYS\_AFE\_REG6。一般情况下用户不要去配置或改变这些值。如果需要对某个模拟参数进行微调，需要读取原校正值，并以此为基础进行微调。

地址 0x4000\_0000~0x4000\_0018 是开放给用户的寄存器，其中保留寄存器(Res)必须全部配置为 0（芯片上电后会被复位为 0）。其他寄存器根据应用场合需要进行配置。

## 6 电源管理系统

电源管理系统由 LDO15 模块、电源检测模块(PVD)、上电/掉电复位模块(POR)组成。

该芯片由 2.5V~5.5V 单电源供电，以节省芯片外的电源成本。芯片内部集成一路 LDO15 给内部所有数字电路、PLL 模块供电。

LDO 上电后自动开启，无需软件配置，但 LDO 输出电压可通过软件实现微调。

LDO15 的输出电压可通过设置寄存器 LDO15TRIM<2:0>来调节，具体寄存器所对应值见模拟寄存器表说明。LDO15 在芯片出厂前已经过校正，一般情况下，用户不需要额外配置这些寄存器。如需微调 LDO 的输出电压，需要读取原配置值，在此基础上微调量对应的配置值填入寄存器。

POR 模块监测 LDO15 的电压，在 LDO15 电压低于 1.26V 时(例如上电之初，或者掉电之时)，为数字电路提供复位信号以避免数字电路工作产生异常。

PVD 模块对 5V 输入电源进行检测，如低于某一设定阈值，则产生报警(中断)信号以提醒 MCU。中断提醒阈值可通过寄存器 PVDSEL<1:0>设置为不同的电压。PVD 模块可通过设置 PD\_PDT='1'关闭。具体寄存器所对应值见模拟寄存器表说明。

## 7 时钟系统

时钟系统包括内部 32KHz RC 时钟、内部 8MHz RC 时钟、外部 8MHz 晶体起振电路、PLL 电路组成。

32K RC 时钟作为 MCU 系统慢时钟使用,作为诸如滤波模块或者低功耗状态下的 MCU 时钟使用。8MHz RC 时钟作为 MCU 主时钟使用,配合 PLL 可提供最高到 96MHz 的时钟。外部 8MHz 晶体起振电路作为备份时钟使用。

32k 和 8M RC 时钟均带有出厂校正, 32K RC 时钟在-40~105°C范围内的精度为 $\pm 50\%$ , 8M RC 时钟在该温度范围的精度为 $\pm 1\%$ 。

32K RC 时钟频率可通过寄存器 RCLTRIM<3:0>进行设置, 8M RC 时钟频率可通过寄存器 RCHTRIM<5:0>进行设置, 具体寄存器所对应值见模拟寄存器表说明。

芯片出厂前时钟已经过校正, 一般情况下, 用户不需要额外配置这些寄存器。如需微调频率, 需要读取原配置值, 在此基础上微调量对应的配置值填入寄存器。

8M RC 时钟通过设置 RCHPD = '0' 打开(默认打开, 设 '1' 关闭), RC 时钟需要 Bandgap 电压基准源模块提供基准电压和电流, 因此开启 RC 时钟需要先开启 BGP 模块。芯片上电的默认状态下, 8M RC 时钟和 BGP 模块都是开启的。32K RC 时钟是始终开启的, 不能关闭。

PLL 对 8M RC 时钟进行倍频, 以提供给 MCU、ADC 等模块更高速的时钟。MCU 和 PWM 模块的最高时钟为 96MHz, ADC 模块典型工作时钟为 48MHz, 通过寄存器 ADCLKSEL<1:0>可设置为不同的 ADC 工作频率。

PLL 通过设置 PLLPDN='1' 打开(默认关闭, 设 1 打开), 开启 PLL 模块之前, 同样也需要开启 BGP(Bandgap)模块。开启 PLL 之后, PLL 需要 6us 的稳定时间来输出稳定时钟。芯片上电的默认状态下, RCH 时钟和 BGP 模块都是开启的, 但 PLL 默认是关闭的, 需要软件来开启。

晶体起振电路内置放大器, 需在 IO OSC\_IN/OSC\_OUT 之间接入一个晶体, 且 OSC\_IN/OSC\_OUT 上各放一个 15pF 的电容到地, 并设置 XTALPDN='1' 即可起振。

## 8 基准电压源

该基准源为 ADC、DAC、RC 时钟、PLL、温度传感器、运算放大器、比较器和 FLASH 提供基准电压和电流，使用上述任何一个模块之前，都需要开启 BGP 基准电压源。

芯片上电的默认状态下，BGP 模块是开启的。基准源通过设置 BGPPD = '0' 打开，从关闭到开启，BGP 需要约 6us 达到稳定。BGP 输出电压约 1.2V，精度为±0.8%



## 9 ADC 模块

芯片内部集成 2 路同步双采样的 SAR 结构 ADC，芯片上电的默认状态下，ADC 模块是关闭的。ADC 开启前，需要先开启 BGP 和 8M RC 时钟和 PLL 模块，并选择 ADC 工作频率。默认配置下 ADC 工作时钟是 48M，对应 3MHz 的转换数据率。

同步双采样电路可在同一时刻对两路输入信号进行采样，采样完成之后 ADC 按先后顺序将这两路信号进行转换，并写入相应的数据寄存器中。

ADC 完成一次转换需要 16 个 ADC 时钟周期，其中 13 个为转换周期，3 个为采样周期。即  $f_{conv} = f_{adc} / 16$ 。在 ADC 时钟设为 48M 时，转换速率是 3MHz。

ADC 在降频应用时，可通过寄存器 CURRIT<1:0>降低 ADC 的功耗水平。

ADC 可工作在如下模式：单次单通道触发、连续单通道、单次 1~16 通道扫描、连续 1~16 通道扫描。每路 ADC 都有 16 组独立寄存器对应每一个通道。

ADC 触发事件可以来自外部的定时器信号 T0、T1、T2、T3 发生到预设次数，或者为软件触发。

ADC\_DC 存储的是 ADC 的直流偏置，通常在校正阶段通过测量通道 15（从 0 开始计数）的 AVSS（内部地）得到 ADC 直流偏置数值并存入 flash 中，并在系统加载阶段由软件将直流偏置写入 ADC\_DC 寄存器中。

ADC 有两种量程通过 ADCx\_GAIN(x = 0,1)进行设置：3.6V 和 7.2V。7.2V 量程下，由于芯片使用 5V 供电，对应最大±5V 的输入信号幅度，3.6V 量程下，对应最大±3.6V 的输入信号幅度。在测量运放的输出信号时，根据运放可能输出的最大信号来选择具体的 ADC 增益。

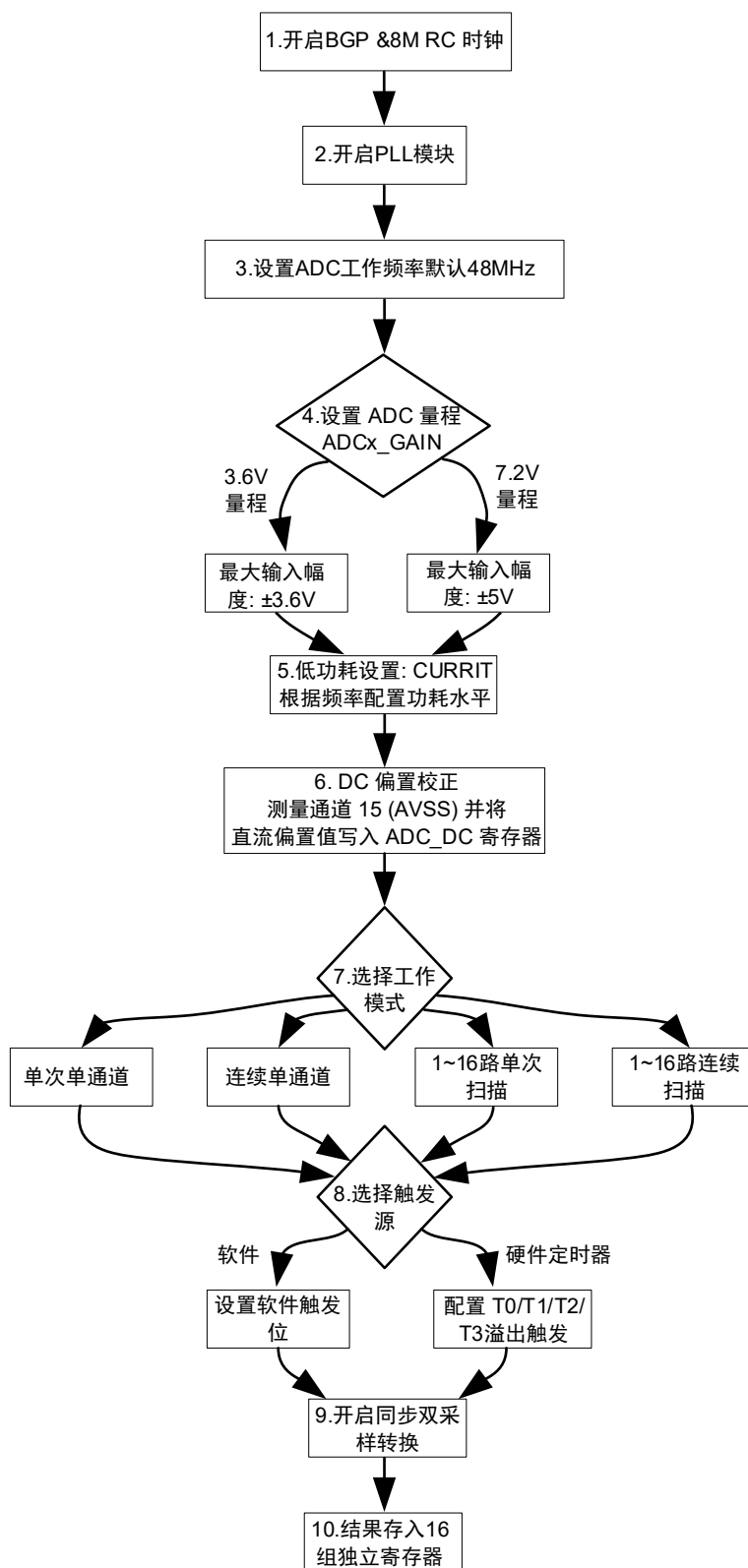


图 9-1 ADC 配置流程图

10 SPI 模块

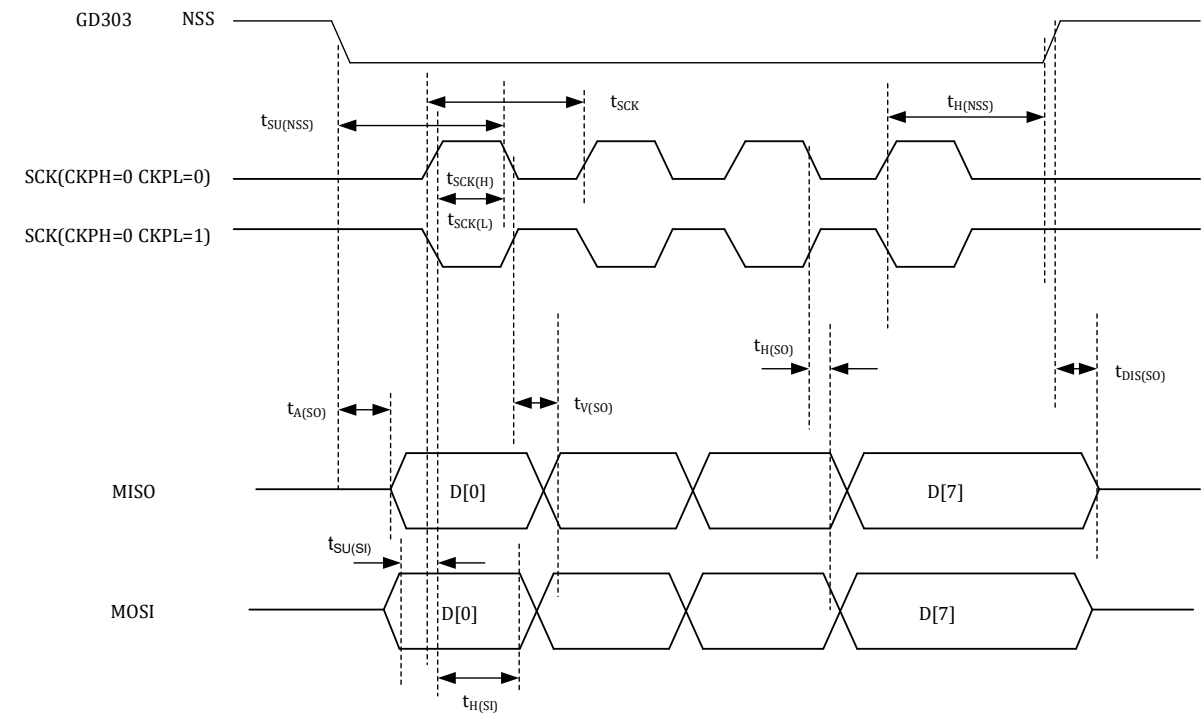


图 10-1 SPI 从机模式时序图

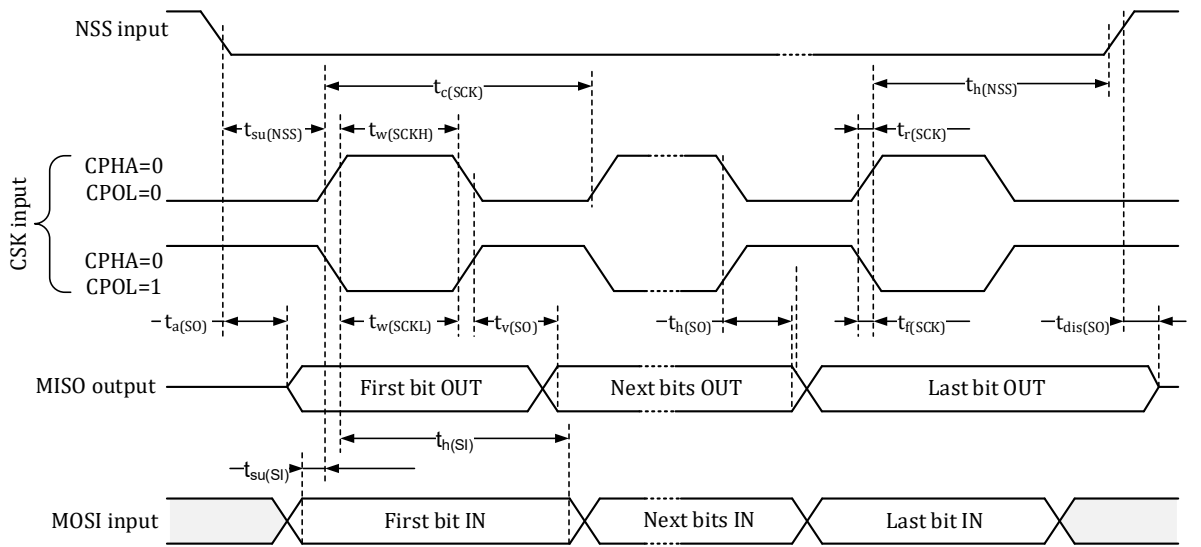


图 10-2 SPI 从机模式且 CPHA=0 时序图

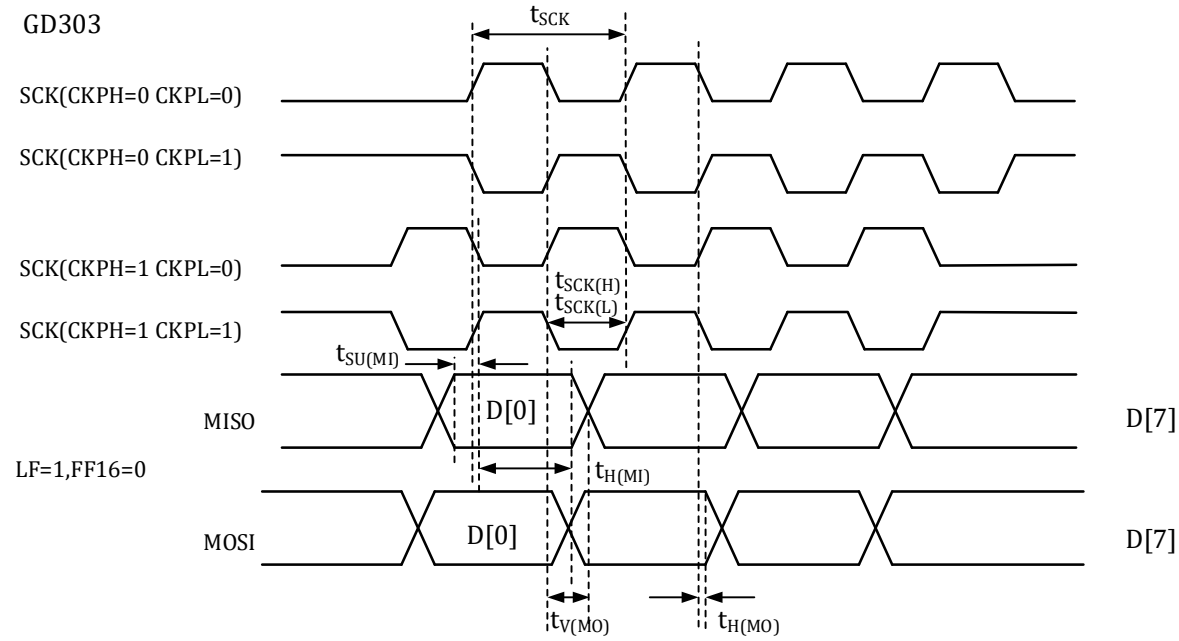


图 10-3 SPI 主机模式时序图

表 10-1 SPI 时序参数表  
SPI 模式，极性 0，相位 0，上升沿采样，下降沿输出

| 参数                                                    | 最小    | 典型    | 最大    | 单位  | 说明                                |
|-------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-----|-----------------------------------|
| $f_{SCK}$                                             | —     | —     | 12    | MHz | 理论值，实测会有 1% 的误差，最大允许配置的波特率为 12Mhz |
| $t_{SCK(H)}$                                          | 41.25 | 41.67 | 42.09 | nS  | 半 SCK 周期                          |
| $t_{SCK(L)}$                                          | 41.25 | 41.67 | 42.09 | nS  | 半 SCK 周期                          |
| SPI 主机模式                                              |       |       |       |     |                                   |
| $t_{V(MO)}$                                           | —     | 9.9   | 10    | nS  | CLK 下降沿到 MOSI 新数据开始有效             |
| $t_{H(MO)}$                                           | 2     | —     | —     | nS  | CLK 下降沿到 MOSI 旧数据开始变化             |
| $t_{SU(MI)}$                                          | -25   | —     | —     | nS  | MISO 到 CLK 上升沿建立时间要求              |
| $t_{H(MI)}$                                           | 40    | —     | —     | nS  | MISO 到 CLK 上升沿保持时间要求              |
| SPI 从机模式                                              |       |       |       |     |                                   |
| $t_{SU(NSS)}$                                         | 20    | —     | —     | nS  | 片选拉低到 CLK 的第一个上升沿                 |
| $t_{H(NSS)}$                                          | -40   | —     | —     | nS  | 最后一个 CLK 的上升沿到片选拉高                |
| $t_{A(SO)}$                                           | 51.5  | —     | 52.5  | nS  | 片选拉低到 MISO 开始发送数据                 |
| $t_{DIS(SO)}$                                         | 47.5  | —     | 48.5  | nS  | 片选拉高到 MISO 为 0                    |
| $t_{V(SO)}$                                           | —     | 38    | 38.4  | nS  | CLK 下降沿到新数据发送完成                   |
| $t_{H(SO)}$                                           | 29.2  | —     | —     | nS  | CLK 下降沿到旧数据开始变化                   |
| $t_{SU(S)}$                                           | -20   | —     | —     | nS  | MOSI 信号稳定到 CLK 上升沿                |
| 芯片供电 3.3V，主频 96Mhz 下测试（供电 5V 时示波器探头上会有较大的振铃，示波器线长 1M） |       |       |       |     |                                   |

## 11 运算放大器

4 路输入输出 rail-to-rail 运算放大器，内置反馈电阻  $R2/R1$ ，外部引脚需串联一个电阻  $R0$ 。反馈电阻  $R2:R1$  的阻值可通过寄存器 `RES_OPA0<1:0>` 设置，以实现不同的放大倍数。具体寄存器所对应值见模拟寄存器表说明。

最终的放大倍数为  $R2/(R1+R0)$ ，其中  $R0$  是外部电阻的阻值，

对于 MOS 管电阻直接采样的应用，建议接  $>20k\Omega$  的外部电阻，以减小 MOS 管关断时，往芯片引脚里流入的电流。

对于小电阻采样的应用，建议接  $100\Omega$  的外部电阻。

放大器可通过设置 `OPAOUT_EN<2:0>` 选择将 4 路放大器中的某一路输出信号通过 BUFFER 送至 P2.7 IO 口进行测量和应用(对应关系见 datasheet 芯片管脚说明)。因为有 BUFFER 存在，在运放正常工作模式下也可以选择送一路运放输出信号出来。

芯片上电的默认状态下，放大器模块是关闭的。放大器可通过设置 `OPAxPDN = '1'` 打开，开启放大器之前，需要先开启 BGP 模块。

运放输入同相和反相端内置钳位二极管，电机相线通过一匹配电阻后直接接入输入端，从而简化了 MOSFET 电流采样的外置电路。

## 12 比较器

内置 3 路输入 rail-to-rail 比较器，比较器比较速度可编程、迟滞电压可编程、信号源可编程。

比较器的比较延时可通过寄存器 **CMP\_FT** 设置为  $<30\text{nS}/200\text{nS}$ 。迟滞电压通过 **CMP\_HYS** 设置为  $20\text{mV}/0\text{mV}$ 。

比较器正端输入信号来源可以通过寄存器 **CMPx\_SELP[2:0]** 进行设置；负端输入信号来源可以通过寄存器 **CMPx\_SELN[1:0]** 进行设置（ $x=0/1/2$ ，代表比较器 **CMP0/CMP1/CMP2**）。

芯片上电的默认状态下，比较器模块是关闭的。比较器通过设置 **CMPxPDN = '1'** 打开，开启比较器之前，需要先开启 **BGP** 模块。

## 13 温度传感器

芯片内置精度为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的温度传感器。芯片出厂前会经温度校正，校正值保存在 **flash info** 区。

芯片上电的默认状态下，温度传感器模块是关闭的。开启传感器之前，需要先开启 **BGP** 模块。

温度传感器通过设置 **TMPPDN**= '1' 打开，开启到稳定需要约 **2us**，因此需在 **ADC** 测量传感器之前 **2us** 打开。

## 14 DAC 模块

芯片内置两路 12bit DAC，输出信号的最大量程可通过寄存器 DAC0\_GAIN、DAC1\_GAIN 设置为 1.2V/4.85V

DAC0 可通过配置寄存器 DAC0OUT\_EN=1，将 DAC0 输出送至 P0.0 管脚；DAC1 可通过配置寄存器 DAC1OUT\_EN=1，将 DAC1 输出送至 P0.0 管脚，可驱动 $>5k\Omega$ 的负载电阻和 50pF 的负载电容。通常不会同时输出 DAC0 和 DAC1，以免造成信号竞争。

DAC 最大输出码率为 1MHz。

芯片上电的默认状态下，DAC 模块是关闭的。DAC0 可通过设置 DAC0PDN =1 打开，DAC1 可通过设置 DAC1PDN =1 打开，开启 DAC 模块之前，需要先开启 BGP 模块。

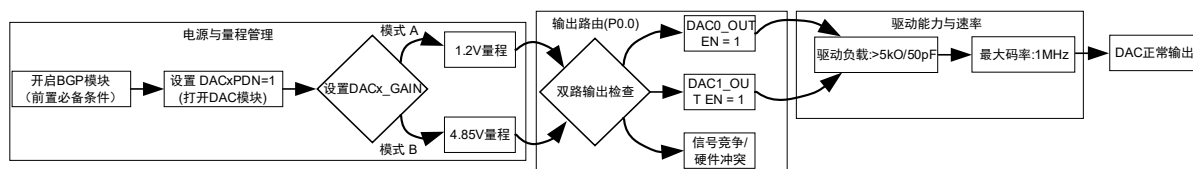


图 14-1 DAC 配置流程图

## 15 处理器核心

- 集成 32 位 Cortex-M0+DSP 双核处理器
- 2 线 SWD 调试管脚
- 最高工作频率 96MHz

## 16 存储资源

### 16.1 Flash

- 内置 flash 包括 128kB 主存储区，1.5kB NVR 信息存储区
- 可反复擦除写入不低于 10 万次
- 室温 25℃ 数据保持长达 100 年
- 单字节编程时间最长 7.5us，Sector 擦除时间最长 5ms
- Sector 大小 512 字节，可按 Sector 擦除写入，支持运行时编程
- Flash 数据防窃取(最后一个 word 须写入非 0xFFFFFFFF 的任意值)

### 16.2 SRAM

- 内置 12kB SRAM

## 17 电机驱动专用 MCPWM

- MCPWM 最高工作时钟频率 96MHz
- 可以产生 6 对（互补信号）或 12 路独立（边沿模式）不交叠的 PWM 信号,两组斩波模块，每组共用一个死区配置
- 支持边沿对齐 PWM 模式
- 支持软件控制 IO 模式
- 支持 IO 极性控制功能
- 内部短路保护，避免因配置错误导致短路
- 外部短路保护，根据对外部信号的监控快速关断
- 内部产生 ADC 采样中断
- 采用加载寄存器预存定时器配置参数
- 可配置加载寄存器加载时刻和周期

## 18 Timer

- 4 路通用定时器，2 路 16bit 位宽计时器，2 路 32bit 位宽计时器。
- 4 路支持捕获模式，用于测量外部信号宽度
- 4 路支持比较模式，用于产生边沿对齐 PWM/定时中断

特别地，LKS32AT075 有 2 路支持编码信号输入，支持脉冲指令计数。

## 19 Hall 传感器接口

- 内置最大 1024 级滤波
- 三路 Hall 信号输入
- 24 位计数器，提供溢出和捕获中断

## 20 DMA

- 一路 DMA 引擎
- 最多支持 4 个通道
- 支持 byte/halfword/word 等不同尺寸的传输
- 支持不同的地址递增方式
- 支持 ram/外设之间的数据传输
- 支持循环模式



## 21 CRC

- 支持 7/8/16/32 等不同位宽的多项式
- 支持多项式系数配置
- 支持输入输出数据翻转

## 22 DSP

- 电机控制算法专用 DSP，自主指令集，三级流水
- 最高工作频率 96MHz
- 32/16 位除法器 12 总线周期（96MHz）计算完成
- 32 位硬件开方 8 周期计算完成
- Q15 格式 CORDIC 三角函数模块，sin/cos/artanc 20 总线周期（96MHz）计算完成
- DSP 配备独立的程序区和数据区，可自主执行 DSP 程序，亦可由 MCU 调用进行某项计算
- 支持中断暂停，与 MCU 进行数据交互

## 23 通用外设

- 两路 UART，全双工工作，支持 8/9 位数据位、1/2 停止位、奇/偶/无校验模式，带 1 字节发送缓存、1 字节接收缓存，支持 Multi-drop Slave/Master 模式，波特率支持 300~115200
- 一路 SPI，支持主从模式
- 一路 IIC，支持主从模式
- 一路 CAN
- 硬件看门狗，使用 RC 时钟驱动，独立于系统高速时钟，写入保护，最小复位时间间隔为  $4096/32\text{kHz}\approx 128\text{ms}$ ，最大复位时间间隔为  $511\times 4096/32\text{kHz}\approx 64\text{s}$ 。

## 24 特殊 IO 复用

### LKSAT075 特殊 IO 复用注意事项

SWD 协议包含两根信号线：SWCLK 和 SWDIO。前者是时钟信号，对于芯片而言，是输入状态且不会改变输入状态。后者是数据信号，对于芯片而言，在数据传输过程中会在输入状态和输出状态间切换，默认是输入状态。

LKSAT075 可实现 SWD 两个 IO 复用为其它 IO 的功能，SWCLK 复用的 IO 是 P2.14，SWDIO 复用的 IO 是 P2.15。注意事项如下：

- 默认状态是不开启复用，需要软件开启复用。即芯片硬复位结束后，初始状态是 SWDIO 用途，SWDIO 在芯片内部有上拉（芯片内部上拉电阻约为 10k），应用对初始电平有要求的，需注意。
- 开启复用后，KEIL 等工具无法直接访问芯片，即 Debug 和擦除下载功能均失效。若需要重新下载程序，有两个方案。
  - 其一，建议使用凌鸥专用离线下载器擦除。软件开启复用的时间，建议保留一定余量，例如 100ms 左右，保证离线下载器能擦除，防止死锁。余量的多少是保证离线下载器擦除的成功率。余量越大，一次性擦除成功的概率越大。
  - 其二，程序内部有退出机制，例如某个其它 IO 电平发生变化（一般为输入），表明外界需要用 SWDIO，软件重新配置，解除复用。此时，可以恢复 KEIL 的功能。
- 开启或关闭复用，可运行 1-2 条 NOP 指令，保证状态切换稳定。

若此时，仅复用了 SWDCLK，没有复用 SWDIO，注意事项同上。

RSTN 信号，默认是用于 LKSAT075 芯片的外部复位脚。

LKSAT075 可实现 RSTN 复用为其它 IO 的功能，复用的 IO 是 P0.2。注意事项如下：

- 默认状态是不开启复用，需要软件开启复用。即芯片初始状态是 RSTN 用途，RSTN 在芯片内部有上拉（芯片内部上拉电阻约为 300K），应用对初始电平有要求的，需注意。
- 默认状态是 RSTN，只有 RSTN 正常释放后才能开始程序的执行，应用需要保证 RSTN 有足够保护，例如外围电路带上拉，若能加电容更佳。
- 开启复用后，RSTN 用途失效，若需产生芯片硬复位，源头只能是掉电/看门狗。
- RSTN 的复用，不影响 KEIL 的使用。
- 开启或关闭复用，可运行 1-2 条 NOP 指令，保证状态切换稳定。

SYS\_RST\_CFG 寄存器的 BIT[5]，为 RSTN 和 P0.2 的复用控制开关。

25 订购包装信息

| 型号             | 封装形式            | 每盘/管数量 | 内盒数量    | 外箱数量     |
|----------------|-----------------|--------|---------|----------|
| LKS32AT075CBQ9 | QFN6*6 48L-0.55 | 490/盘  | 4900PCS | 29400PCS |



26 版本历史

表 26-1 文档版本历史

| 时间         | 版本号  | 说明                                        |
|------------|------|-------------------------------------------|
| 2026.09.20 | 1.14 | 修订上拉电阻                                    |
| 2026.04.27 | 1.13 | 修订 P2.1 管脚复用的笔误                           |
| 2026.03.09 | 1.12 | 修订 CMP 的翻转电压参数                            |
| 2026.01.26 | 1.11 | 添加 ADC 模块、DAC 和 SPI 模块的配置描述框图             |
| 2026.01.21 | 1.10 | 删除 CAN 可以使用外部晶振的描述                        |
| 2025.12.08 | 1.09 | 修订运放 offset 描述                            |
| 2025.09.11 | 1.08 | 更新焊接温度                                    |
| 2025.08.22 | 1.07 | 更新命名规则                                    |
| 2025.07.21 | 1.06 | 删除 Flash 部分：擦写一个 Sector 的同时读取访问另一个 Sector |
| 2025.05.14 | 1.05 | 管脚编号顺时针更正为逆时针（同位置管脚功能不变，仅更正管脚编号）          |
| 2025.04.17 | 1.04 | 修订存储器为 12kB RAM                           |
| 2025.03.21 | 1.03 | 更新上拉电阻阻值                                  |
| 2025.01.02 | 1.02 | 更新比较器 offset 失调电压数值                       |
| 2024.05.20 | 1.01 | 修正 DMA 通道数与 12Bit ADC 模块个数                |
| 2024.01.04 | 1.0  | LKS32AT075CBQ9                            |



# 免责声明

LKS 和 LKO 为凌鸥创芯注册商标。

南京凌鸥创芯电子有限公司（以下简称：“Linko”）尽力确保本文档内容的准确和可靠，但是保留随时更改、更正、增强、修改产品和/或 文档的权利，恕不另行通知。用户可在下单前获取最新相关信息。

客户应针对应用需求选择合适的 Linko 产品，详细设计、验证和测试您的应用，以确保满足相应标准以及任何安全、安保或其它要求。客户应对此独自承担全部责任。

Linko 在此确认未以明示或暗示方式授予 Linko 或第三方的任何知识产权许可。

Linko 产品的转售，若其条款与此处规定不同，Linko 对此类产品的任何保修承诺无效。

禁止用于军事用途或生命监护、维持系统。

如有更早期版本文档，一切信息以此文档为准。

