



南京凌鸥创芯电子有限公司

# ***LKS32MC05x*** 数据手册

© 2020, 版权归凌鸥创芯所有  
机密文件，未经许可不得扩散

## 目 录

|       |                      |    |
|-------|----------------------|----|
| 1     | 概述 .....             | 1  |
| 1.1   | 功能简述 .....           | 1  |
| 1.2   | 主要优势 .....           | 2  |
| 1.3   | 命名规则 .....           | 3  |
| 1.4   | 系统资源 .....           | 4  |
| 1.5   | 矢量正弦控制系统 .....       | 5  |
| 2     | 器件选型表 .....          | 6  |
| 3     | 管脚分布 .....           | 7  |
| 3.1   | 管脚分布图 .....          | 7  |
| 3.1.1 | 特别说明 .....           | 7  |
| 3.1.2 | LKS32MC051C6T8 ..... | 8  |
| 3.1.3 | LKS32MC052K6Q8 ..... | 9  |
| 3.1.4 | LKS32MC057M6S8 ..... | 10 |
| 3.2   | 管脚说明 .....           | 10 |
| 4     | 封装尺寸 .....           | 17 |
| 4.1.1 | LKS32MC051C6T8 ..... | 17 |
| 4.1.1 | LKS32MC052K6Q8 ..... | 18 |
| 4.1.1 | LKS32MC057M6S8 ..... | 19 |
| 5     | 电气性能参数 .....         | 20 |
| 6     | 模拟性能参数 .....         | 21 |
| 7     | 电源管理系统 .....         | 23 |
| 8     | 时钟系统 .....           | 24 |
| 9     | 基准电压源 .....          | 25 |
| 10    | ADC 模块 .....         | 26 |
| 11    | 运算放大器 .....          | 27 |
| 12    | 比较器 .....            | 28 |
| 13    | 温度传感器 .....          | 29 |
| 14    | DAC 模块 .....         | 30 |
| 15    | 处理器核心 .....          | 31 |
| 16    | 存储资源 .....           | 32 |
| 16.1  | Flash .....          | 32 |
| 16.2  | SRAM .....           | 32 |
| 17    | 电机驱动专用 MCPWM .....   | 33 |



|    |                 |    |
|----|-----------------|----|
| 18 | Timer.....      | 34 |
| 19 | Hall 传感器接口..... | 35 |
| 20 | 通用外设.....       | 36 |
| 21 | 特殊 IO 复用.....   | 37 |
| 22 | 版本历史.....       | 39 |



## 表格目录

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 表 1-1 LKS32MC05x 封装信号汇总表.....         | 2  |
| 表 2-1 LKS05x 系列器件选型表.....             | 6  |
| 表 3-1 LKS32MC05x 管脚说明 .....           | 10 |
| 表 3-2 LKS32MC05x 引脚功能选择.....          | 14 |
| 表 4-1 LKS32MC051C6T8 封装尺寸 .....       | 17 |
| 表 4-2 LKS32MC052K6Q8 封装尺寸 .....       | 18 |
| 表 4-3 LKS32MC057M6S8 封装尺寸 .....       | 19 |
| 表 5-1 LKS32MC05x 电气极限参数.....          | 20 |
| 表 5-2 LKS32MC05x ESD/Latch-up 参数..... | 20 |
| 表 5-3 LKS32MC05x IO 极限参数 .....        | 20 |
| 表 5-4 LKS32MC05x IO DC 参数 .....       | 20 |
| 表 6-1 LKS32MC05x 模拟性能参数.....          | 21 |
| 表 22-1 文档版本历史.....                    | 39 |



## 图片目录

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 图 1-1 LKS32MC05x 器件命名规则.....        | 3  |
| 图 1-2 LKS32MC05x 系统框图 .....         | 4  |
| 图 1-3 LKS32MC05x 矢量正弦控制系统简化原理图..... | 5  |
| 图 3-1 LKS32MC051C6T8 管脚分布图 .....    | 8  |
| 图 3-2 LKS32MC052K6Q8 管脚分布图 .....    | 9  |
| 图 3-3 LKS32MC057M6S8 管脚分布图 .....    | 10 |
| 图 4-1 LKS32MC051C6T8 封装图示 .....     | 17 |
| 图 4-2 LKS32MC052K6Q8 封装图示 .....     | 18 |
| 图 4-3 LKS32MC057M6S8 封装图示 .....     | 19 |



# 1 概述

## 1.1 功能简述

LKS32MC05x 是一款 32 位内核的面向电机控制应用的专用处理器，集成了常用电机控制系统所需要的所有模块。

- **性能**
  - 96MHz 32 位 RISC 内核
  - 低功耗休眠模式
  - 工业级工作温度范围
  - 超强抗静电和群脉冲能力
  
- **存储器**
  - 32K Flash，带加密功能，带 128 位芯片唯一识别码
  - 2.5K 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
  - 工作环境温度范围: -40~105°C
  
- **时钟**
  - 内置 4MHz 高精度 RC 时钟，-40~105°C 范围内精度在±1%之内
  - 内置低速 64KHz 低速时钟，供低功耗模式使用
  - 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
  - 2 个通用 16 位 Timer，支持捕捉和边沿对齐 PWM 功能
  - 2 个通用 32 位 Timer，支持捕捉和边沿对齐 PWM 功能；
  - 电机控制专用 PWM 模块，支持 8 路 PWM 输出，独立死区控制
  - 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。P0.0/P0.1/P1.0/P1.1 4 个 GPIO 可以作为系统的唤醒源。P0.15 ~ P0.0 共 16 个 GPIO 可以用作外部中断源输入

#### ● 模拟模块

- 集成 1 路 12bit SAR ADC，2Msps 采样及转换速率，共 16 通道
- 集成 2 路运算放大器，可设置为差分 PGA 模式
- 集成两路比较器
- 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 0.5%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、低温飘高频 RC 时钟

#### ● 封装：

表 1-1 LKS32MC05x 封装信号汇总表

| 型号             | 封装形式   |
|----------------|--------|
| LKS32MC051C6T8 | TQFP48 |
| LKS32MC052K6Q8 | QFN32  |
| LKS32MC057M6S8 | SSOP24 |

## 1.2 主要优势

- 高可靠性、高集成度、最终产品体积小、节约 BOM 成本。
- 内部集成 2 路高速运放和两路比较器，可满足单电阻/双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，可以允许高电平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 2.2V~5.5V 供电，确保了系统供电的通用性；

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；



### 1.3 命名规则

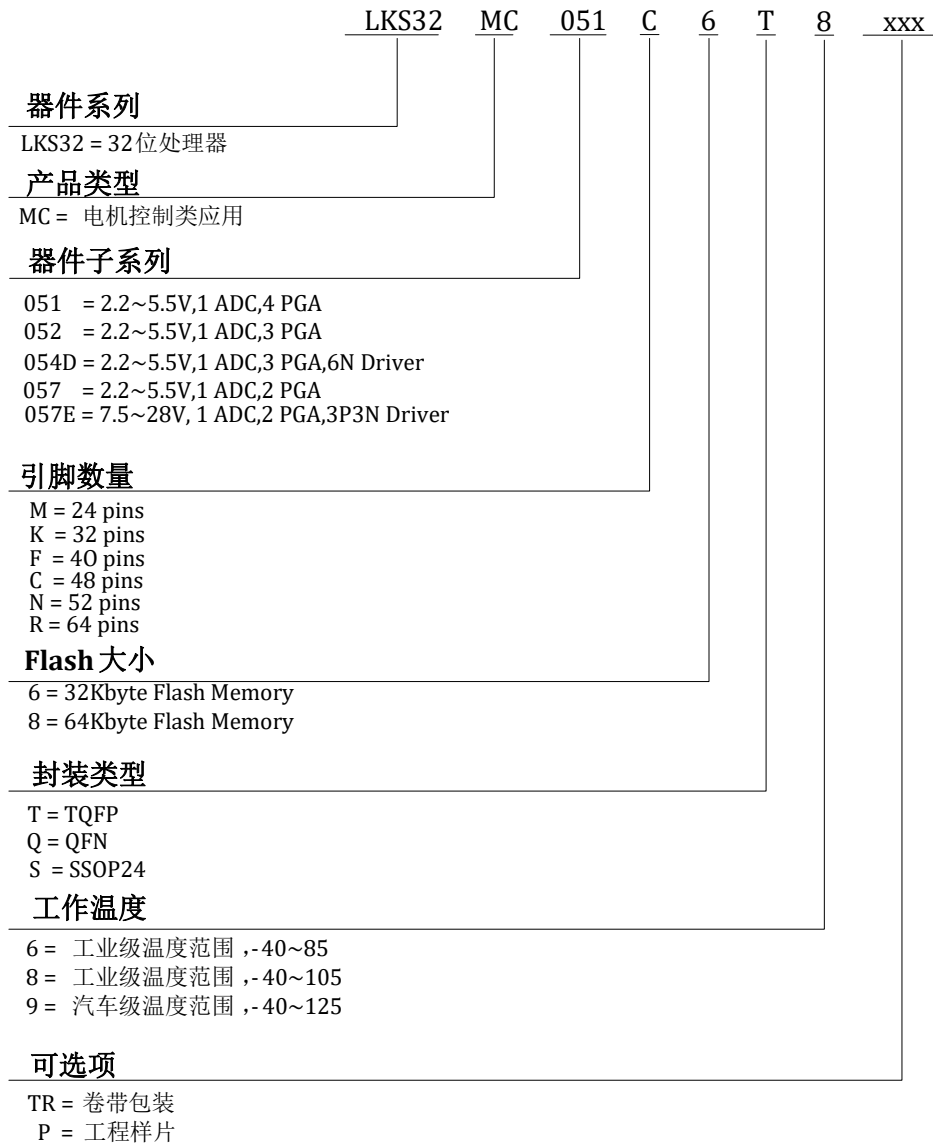


图 1-1 LKS32MC05x 器件命名规则



### 1.4 系统资源

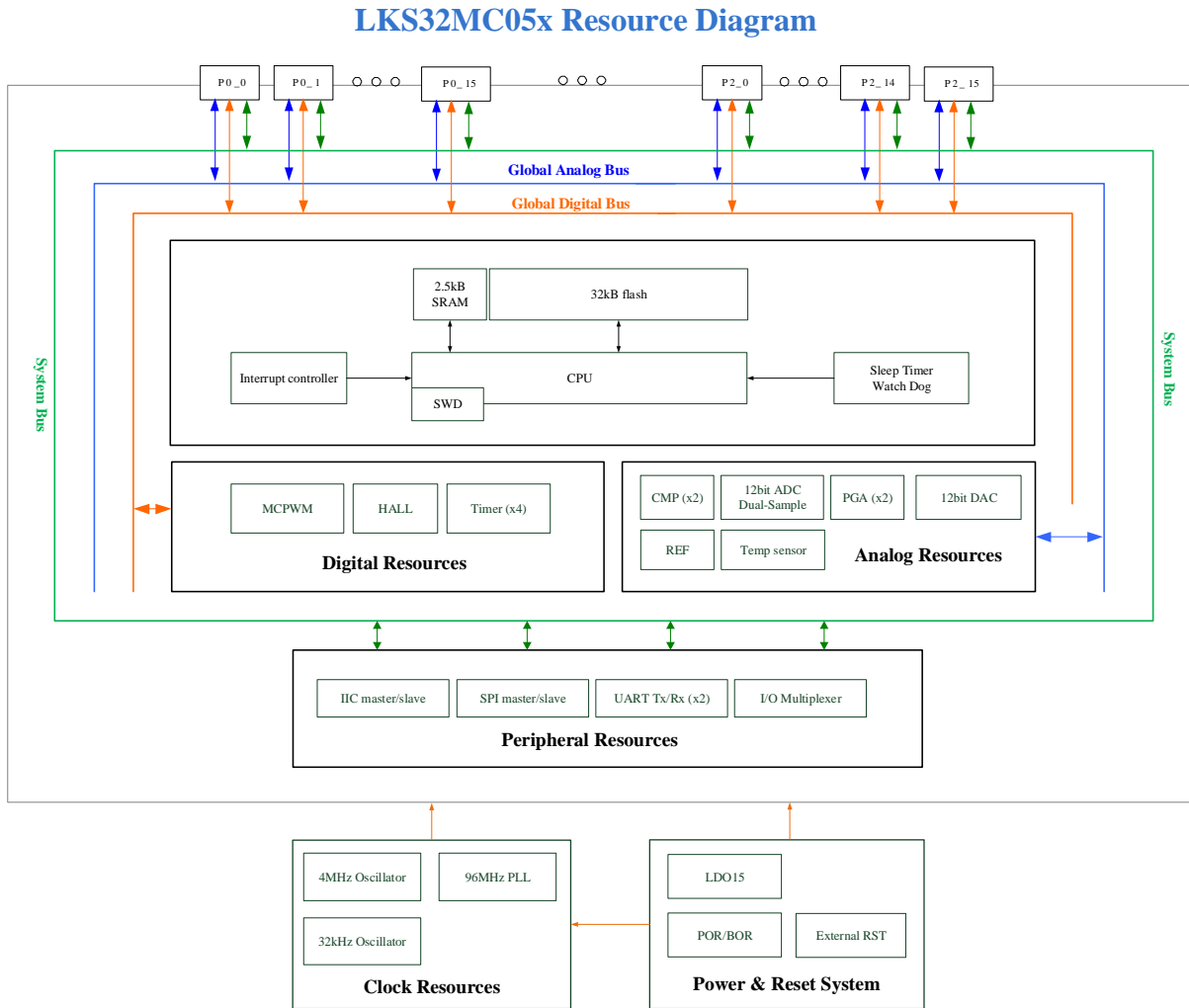


图 1-2 LKS32MC05x 系统框图

### 1.5 矢量正弦控制系统

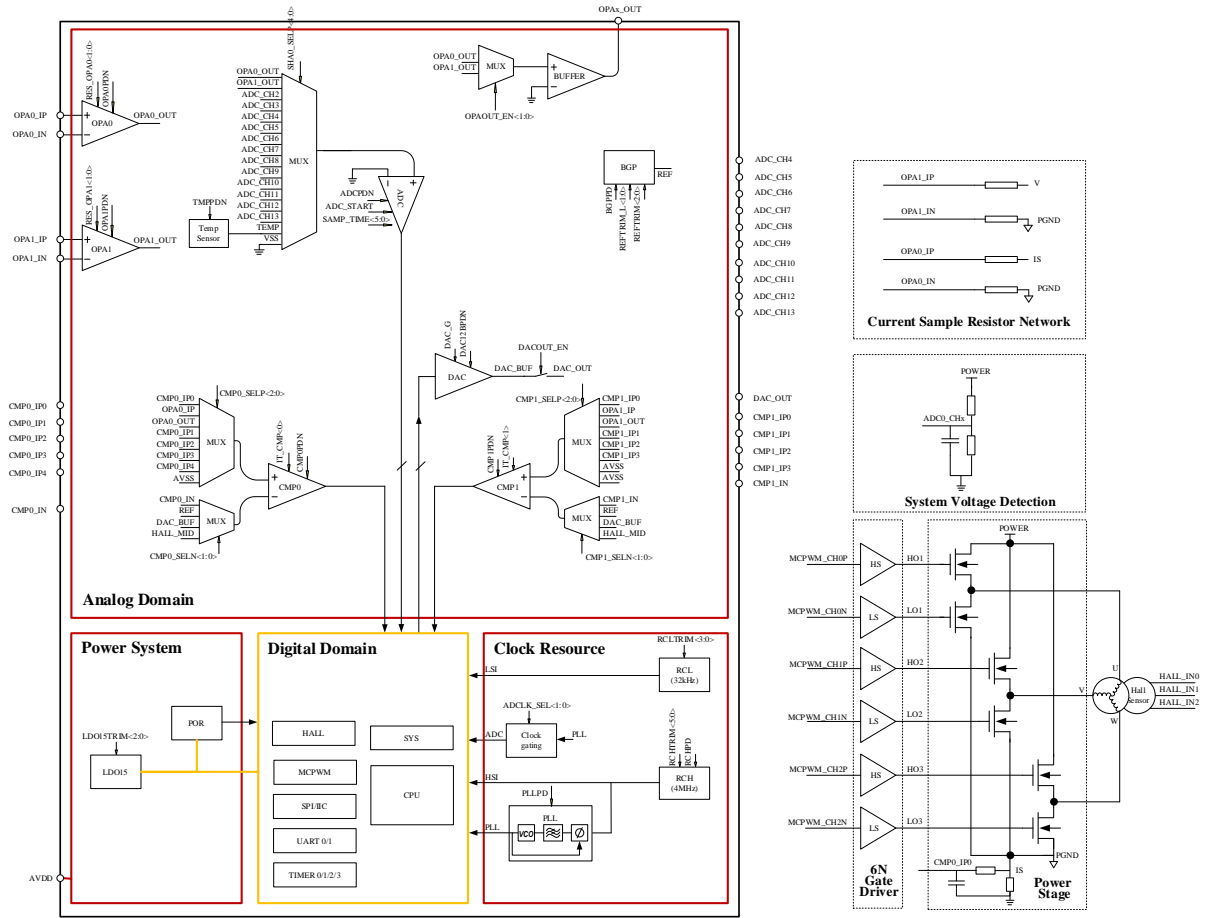


图 1-3 LKS32MC05x 矢量正弦控制系统简化原理图



## 2 器件选型表

表 2-1 LKS05x 系列器件选型表

|                  | 主频 (MHz) | Flash (kB) | RAM (kB) | ADC 通道数 | DAC     | 比较器 | 比较器通道数 | OPA | HALL | SPI | IIC | UART | CAN | Temp. Sensor | PLL | QEP | Gate driver | 预驱电流 (A)  | 预驱电源 (V) | 栅浮耐压 (V) | 其他      | Package |
|------------------|----------|------------|----------|---------|---------|-----|--------|-----|------|-----|-----|------|-----|--------------|-----|-----|-------------|-----------|----------|----------|---------|---------|
| LKS32MC051C6T8   | 96       | 32         | 2.5      | 12      | 12BITx1 | 2   | 8      | 2   | 3路   | 1   | 1   | 2    |     | Yes          | Yes |     |             |           |          |          |         | TQFP48  |
| LKS32MC051DC6T8  | 96       | 32         | 2.5      | 9       | 12BITx1 | 2   | 8      | 2   | 3路   | 1   | 1   | 2    |     | Yes          | Yes |     | 6N          | +1.2/1.5  | 4.5~20   | 200      |         | TQFP48  |
| LKS32MC054DF6Q8  | 96       | 32         | 2.5      | 9       | 12BITx1 | 2   | 8      | 2   | 3路   | 1   | 1   | 2    |     | Yes          | Yes |     | 6N          | +1.2/1.5  | 4.5~20   | 200      |         | QFN40   |
| LKS32MC054DOF6Q8 | 96       | 32         | 2.5      | 9       | 12BITx1 | 2   | 8      | 2   | 3路   | 1   | 1   | 2    |     | Yes          | Yes |     | 6N          | +1.2/1.5  | 4.5~20   | 200      | 5V LDO* | QFN40   |
| LKS32MC055DL6S8  | 96       | 32         | 2.5      | 3       | 12BITx1 | 2   | 6      | 2   | 3路   | 1   | 1   | 2    |     | Yes          | Yes |     | 3P3N        | +0.05/0.3 | 7.5~28   |          | 5V LDO  | SOP16L  |
| LKS32MC055EL6S8  | 96       | 32         | 2.5      | 3       | 12BITx1 | 2   | 6      | 2   | 3路   | 1   | 1   | 2    |     | Yes          | Yes |     | 3P3N        | +0.05/0.3 | 7.5~28   |          | 5V LDO  | SOP16L  |
| LKS32MC057M6S8   | 96       | 32         | 2.5      | 6       | 12BITx1 | 2   | 6      | 2   | 3路   | 1   | 1   | 2    |     | Yes          | Yes |     |             |           |          |          |         | SSOP24  |
| LKS32MC057EM6S8  | 96       | 32         | 2.5      | 6       | 12BITx1 | 2   | 6      | 2   | 3路   | 1   | 1   | 2    |     | Yes          | Yes |     | 3P3N        | +0.05/0.3 | 7.5~28   |          | 5V LDO  | SSOP24  |
| LKS32MC057FM6S8  | 96       | 32         | 2.5      | 6       | 12BITx1 | 2   | 6      | 2   | 3路   | 1   | 1   | 2    |     | Yes          | Yes |     | 3P3N        | +0.05/0.3 | 7.5~28   |          | 5V LDO  | SSOP24  |

\*部分型号集成 5V LDO，当芯片使用 7.5~28V VCC 供电时，内部 LDO 可产生 5V 电源给 MCU 供电，或供电至片外，具体以管脚说明为准。



## 3 管脚分布

### 3.1 管脚分布图

#### 3.1.1 特别说明

下列引脚图中红色 PIN 脚内置上拉至 AVDD 的电阻：

RSTN 引脚内置 100k $\Omega$  上拉电阻，固定开启上拉

SWDIO/SWCLK 内置 10k $\Omega$  上拉电阻，固定开启上拉

其余红色 PIN 脚内置 10k $\Omega$  上拉电阻，可软件控制开启关闭上拉

**UARTx\_TX(RX):** UART 的 TX 和 RX 支持互换。当 GPIO 第二功能选择为 UART，且 GPIO\_PIE 即输入使能时，可以作为 UART\_RX 使用；当 GPIO\_POE 使能时，可以作为 UART\_TX 使用。一般同一 GPIO 不同时使能输入和输出，否则输入 PDI 会接收到 PDO 发出的数据。

**SPI\_DI(DO):** SPI 的 DI 和 DO 支持互换，当 GPIO 第二功能选择为 SPI，且 GPIO\_PIE 即输入使能时，可以作为 SPI\_DI 使用；当 GPIO\_POE 即输出使能时，可以作为 SPI\_DO 使用。一般同一 GPIO 不同时使能输入和输出，否则输入 PDI 会接收到 PDO 发出的数据。

### 3.1.2 LKS32MC051C6T8

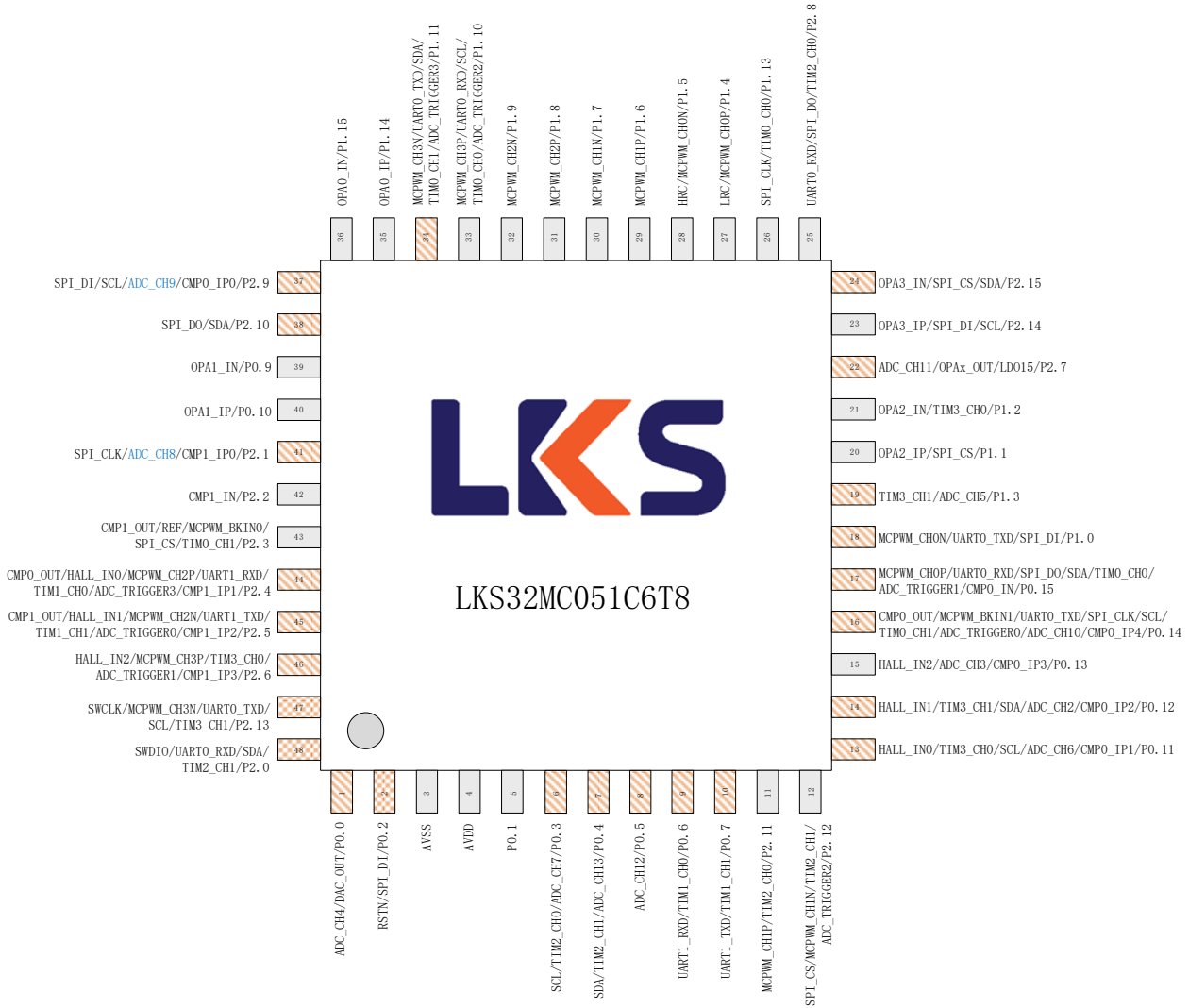


图 3-1 LKS32MC051C6T8 管脚分布图

注意：由于 LKS32MC051C6T8 内部设置，当采样 ADC\_CH8 和 ADC\_CH9 时实际采样的信号分别为 OPA2 和 OPA3 的输出，如果需要使用 ADC\_CH8/9，需要软件关闭 OPA 复用。

### 3.1.3 LKS32MC052K6Q8

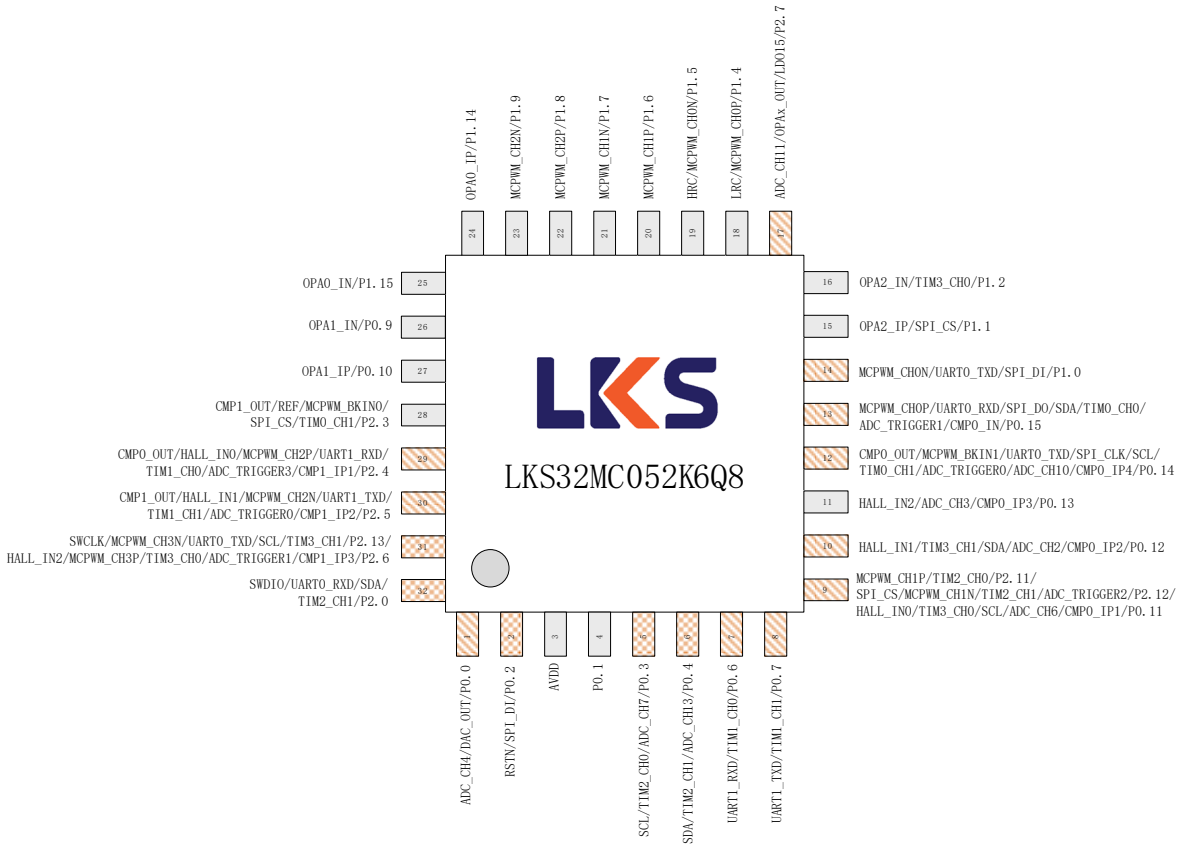


图 3-2 LKS32MC052K6Q8 管脚分布图

## 3.1.4 LKS32MC057M6S8

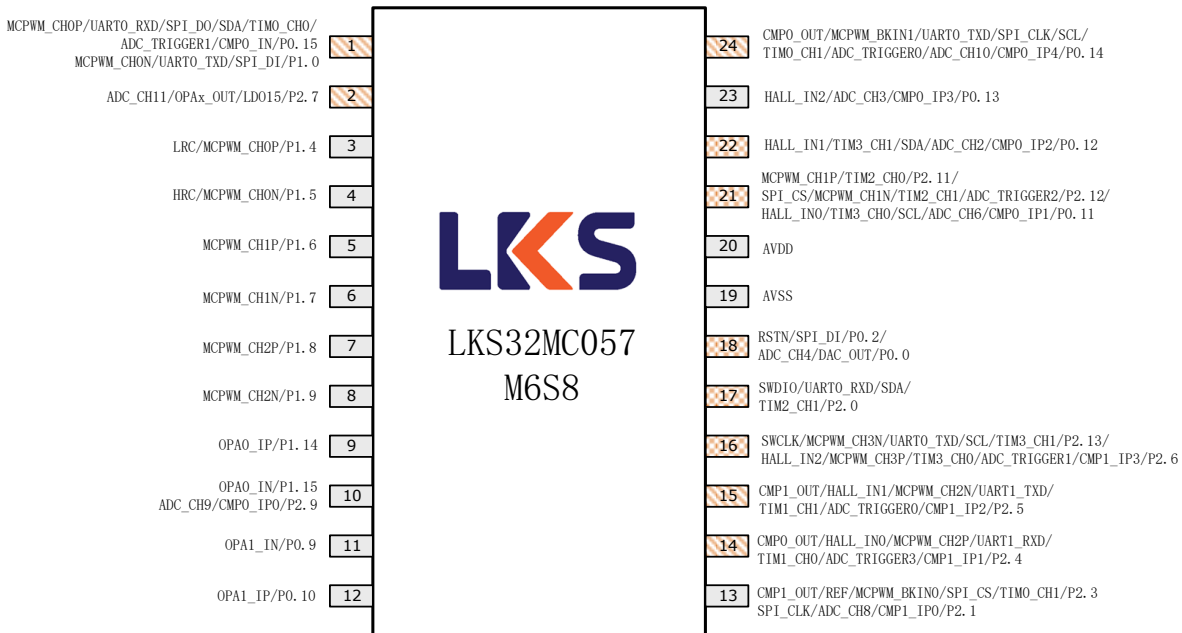


图 3-3 LKS32MC057M6S8 管脚分布图

## 3.2 管脚说明

表 3-1 LKS32MC05x 管脚说明

| 编号 | 芯片引脚号 |     |     | 名称                         | 类型  | 功能说明   |
|----|-------|-----|-----|----------------------------|-----|--|
|    | 051   | 052 | 057 |                            |     |  |
| 1  | 1     | 1   | 18  | ADC_CH4/DAC_OUT/P0.0       | IO  | ADC 通道 4/DAC 输出/P0.0, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻  |
| 2  | 2     | 2   | 18  | RSTN/SPI_DI(DO)/P0.2       | IO  | RSTN/SPI 输入/P0.2, 默认作为 RSTN 使用, 外部接一个 10nF~100nF 的电容到地即可, 内部已有 100k 上拉电阻。建议 PCB 上在 RSTN 和 AVDD 之间放一个 10k~20k 的上拉电阻, 外部有上拉电阻的情况, RSTN 的电容固定为 100nF。 |
| 3  | 3     | 0   | 19  | AVSS                       | GND | 系统地  |
| 4  | 4     | 3   | 20  | AVDD                       | PWR | 芯片电源输入, 电压范围 2.2~5.5V。片外去耦电容建议 ≥1uF, 并尽量靠近 AVDD 引脚   |
| 5  | 5     | 4   |     | P0.1                       | IO  | 通用 IO 口 P0.1   |
| 6  | 6     | 5   |     | SCL/TIM2_CH0/ADC_CH7/P0.3  | IO  | IIC 时钟/Timer2 通道 0/ADC 通道 7/P0.3, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻  |
| 7  | 7     | 6   |     | SDA/TIM2_CH1/ADC_CH13/P0.4 | IO  | IIC 数据/Timer2 通道 1/ADC 通道 13/P0.4, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻   |
| 8  | 8     |     |     | ADC_CH12/P0.5              | IO  | ADC 通道 12/P0.5, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻  |

| 编号 | 芯片引脚号 |     |     | 名称   | 类型 | 功能说明  |
|----|-------|-----|-----|--|----|---|
|    | 051   | 052 | 057 |  |    |   |
| 9  | 9     | 7   |     | UART1_TX(RX)/TIM1_CH0/P0.6   | IO | UART1_TX(RX)/Timer1 通道 0/P0.6, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻  |
| 10 | 10    | 8   |     | UART1_TX(RX)/TIM1_CH1/P0.7   | IO | UART1_TX(RX)/Timer1 通道 1/P0.7, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻  |
| 11 | 11    | 9   | 21  | MCPWM_CH1P/TIM2_CH0/P2.11  | IO | 电机 PWM 通道 1 高边/Timer2 通道 0/P2.11  |
| 12 | 12    | 9   | 21  | SPI_CS/MCPWM_CH1N/TIM2_CH1/ADC_TRIG2/P2.12   | IO | SPI CS 信号/电机 PWM 通道 1 低边/Timer2 通道 1/ADC 触发信号 2/P2.12   |
| 13 | 13    | 9   | 21  | HALL_IN0/TIM3_CH0/ADC_CH6/CMP0_IP1/SCL/P0.11   | IO | Hall 传感器 A 相输入/Timer3 通道 0/ADC 通道 6/比较器 0 正端输入通道 1/IIC 时钟/P0.11, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻  |
| 14 | 14    | 10  | 22  | HALL_IN1/TIM3_CH1/ADC_CH2/CMP0_IP2/SDA/P0.12   | IO | Hall 传感器 B 相输入/Timer3 通道 1/ADC 通道 2/比较器 0 正端输入通道 2/IIC 数据/P0.12, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻  |
| 15 | 15    | 11  | 23  | HALL_IN2/ADC_CH3/CMP0_IP3/P0.13  | IO | Hall 传感器 C 相输入/ADC 通道 3/比较器 0 正端输入通道 3/P0.13  |
| 16 | 16    | 12  | 24  | CMP0_OUT/MCPWM_BKIN1/UART0_TX(RX)/SPI_CLK/SCL/TIM0_CH1/ADC_TRIG0/ADC_CH10/CMP0_IP4/P0.14 | IO | 比较器 0 输出/电机 PWM 终止信号 1/UART0_TX(RX)/SPI 时钟/IIC 时钟/Timer0 通道 1/ADC 触发信号 0/ ADC 通道 10/比较器 0 正端输入通道 4/P0.14, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻 |
| 17 | 17    | 13  | 1   | MCPWM_CH0P/UART0_TX(RX)/SPI_DI(DO)/SDA/TIM0_CH0/ADC_TRIG1/CMP0_IN/P0.15                  | IO | 电机 PWM 通道 0 高边/UART0_TX(RX)/SPI_DI(DO)/IIC 数据/Timer0 通道 0/ADC 触发信号 1/比较器 1 负端输入/P0.15, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻                    |
| 18 | 18    | 14  | 1   | MCPWM_CH0N/UART0_TX(RX)/SPI_DI(DO)/P1.0  | IO | 电机 PWM 通道 0 低边/UART0_TX(RX)/SPI_DI(DO)/P1.0, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻  |
| 19 | 19    |     |     | TIM3_CH1/ADC_CH5/P1.3  | IO | Timer3 通道 1/ADC 通道 5/P1.3, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻  |
| 20 | 20    | 15  |     | OPA2_IP/SPI_CS/P1.1  | IO | 运放 2 正端输入/SPI_CS 信号/P1.1  |
| 21 | 21    | 16  |     | OPA2_IN/TIM3_CH0/P1.2  | IO | 运放 2 负端输入/Timer3 通道 0/P1.2  |
| 22 | 22    | 17  | 2   | ADC_CH11/OPAx_OUT/LDO15/P2.7   | IO | ADC 通道 11/OPAx 输出/LDO15 输出/P2.7, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻  |
| 23 | 23    |     |     | OPA3_IP/SPI_DI(DO)/SCL/P2.14   | IO | 运放 3 正端输入/SPI_DI(DO)信号/IIC 时钟/P2.14   |
| 24 | 24    |     |     | OPA3_IN/SPI_CS/SDA/P2.15   | IO | 运放 3 负端输入/SPI_CS 信号/IIC 数据/P2.15, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻   |
| 25 | 25    |     |     | UART0_TX(RX)/SPI_DI(DO)/TIM2_CH0/P2.8  | IO | UART0_TX(RX)/ SPI_DI(DO)信号/Timer2 通道 0/ P2.8  |
| 26 | 26    |     |     | SPI_CLK/TIM0_CH0/P1.13   | IO | SPI_CLK 信号/Timer0 通道 0/ P1.13   |





| 编号 | 芯片引脚号 |     |     | 名称   | 类型 | 功能说明   |
|----|-------|-----|-----|--|----|--|
|    | 051   | 052 | 057 |  |    |  |
| 27 | 27    | 18  | 3   | LRC/MCPWM_CH0P/P1.4  | IO | 64KHz RC 时钟输出/电机 PWM 通道 0 高边/P1.4  |
| 28 | 28    | 19  | 4   | HRC/MCPWM_CH0N/P1.5  | IO | 4MHz RC 时钟输出/电机 PWM 通道 0 低边/P1.5   |
| 29 | 29    | 20  | 5   | MCPWM_CH1P/P1.6  | IO | 电机 PWM 通道 1 高边/P1.6  |
| 30 | 30    | 21  | 6   | MCPWM_CH1N/P1.7  | IO | 电机 PWM 通道 1 低边/P1.7  |
| 31 | 31    | 22  | 7   | MCPWM_CH2P/P1.8  | IO | 电机 PWM 通道 2 高边/P1.8  |
| 32 | 32    | 23  | 8   | MCPWM_CH2N/P1.9  | IO | 电机 PWM 通道 2 低边/P1.9  |
| 33 | 33    |     |     | MCPWM_CH3P/UART0_TX(RX)<br>/SCL/TIM0_CH0/ADC_TRIG2/P<br>1.10                           | IO | 电机 PWM 通道 3 高边/UART0_TX(RX)/IIC 时钟/Timer0 通道 0/ADC 触发信号 2/P1.10  |
| 34 | 34    |     |     | MCPWM_CH3N/UART0_TX(RX)<br>/SDA/TIM0_CH1/ADC_TRIG3/S<br>IF/P1.11                       | IO | 电机 PWM 通道 3 低边/UART0_TX(RX)/IIC 数据/Timer0 通道 1/ADC 触发信号 3/P1.11, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻                                 |
| 35 | 35    | 24  | 9   | OPA0_IP/P1.14  | IO | 运放 0 正端输入/P1.14  |
| 36 | 36    | 25  | 10  | OPA0_IN/P1.15  | IO | 运放 0 负端输入/P1.15  |
| 37 | 37    |     | 10  | SPI_DI(DO)/SCL/ADC_CH9/CM<br>P0_IP0/P2.9   | IO | SPI_DI(DO)/IIC 时钟/ADC 通道 9/比较器 0 正端输入通道 0/P2.9, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻, 在 051 中, 由于内部设置, ADC 采样通道 9 时实际采样的 OPA2 输出      |
| 38 | 38    |     |     | SPI_DI(DO)/SDA/P2.10   | IO | SPI_DI(DO)/IIC 数据/P2.10, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻   |
| 39 | 39    | 26  | 11  | OPA1_IN/P0.9   | IO | 运放 1 负端输入/P0.9   |
| 40 | 40    | 27  | 12  | OPA1_IP/P0.10  | IO | 运放 1 正端输入/P0.10  |
| 41 | 41    |     | 13  | SPI_CLK/ADC_CH8/CMP1_IP0/<br>P2.1  | IO | SPI 时钟/ADC 通道 8/比较器 1 正端输入通道 0/P2.1, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻, 在 051 中, 由于内部设置, ADC 采样通道 9 时实际采样的 OPA2 输出                 |
| 42 | 42    |     |     | CMP1_IN/P2.2   | IO | 比较器 1 负端输入/P2.2  |
| 43 | 43    | 28  | 13  | CMP1_OUT/REF/MCPWM_BKI<br>N0/SPI_CS/TIM0_CH1 /P2.3                                     | IO | 比较器 1 输出/电压参考信号/电机 PWM 终止信号 0/SPI 片选信号/P2.3  |
| 44 | 44    | 29  | 14  | CMP0_OUT/HALL_IN0/MCPW<br>M_CH2P/UART1_TX(RX)/TIM1_<br>CH0/ADC_TRIG3/CMP1_IP1/P2<br>.4 | IO | 比较器 0 输出/Hall 传感器 A 相输入/电机 PWM 通道 2 高边 /UART1_TX(RX)/Timer1 通道 0/ADC 触发信号 3/比较器 1 正端输入通道 1/P2.4, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻 |
| 45 | 45    | 30  | 15  | CMP1_OUT/HALL_IN1/MCPW<br>M_CH2N/UART1_TX(RX)/TIM1<br>_CH1/ADC_TRIG0/CMP1_IP2/P<br>2.5 | IO | 比较器 1 输出/Hall 传感器 B 相输入/电机 PWM 通道 2 低边 /UART1_TX(RX)/Timer1 通道 1/ADC 触发信号 0/比较器 1 正端输入通道 2/P2.5, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻 |
| 46 | 46    | 31  | 16  | HALL_IN2/MCPWM_CH3P/TIM<br>3_CH0/ADC_TRIG1/CMP1_IP3/<br>P2.6                           | IO | Hall 传感器 C 相输入/电机 PWM 通道 3 高边 /Timer3 通道 0/ADC 触发信号 1/比较器 1 正端输入通道 3/P2.6, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻                       |



| 编号 | 芯片引脚号 |     |     | 名称   | 类型 | 功能说明  |
|----|-------|-----|-----|--|----|---|
|    | 051   | 052 | 057 |  |    |   |
| 47 | 47    | 31  | 16  | SWCLK/MCPWM_CH3N/UART0_TX(RX)/SCL/TIM3_CH1/P2.13 | I  | SWD 时钟/电机 PWM 通道 3 低边/UART0_TX(RX)/IIC 时钟/Timer3 通道 1/P2.13, 内置固定上拉的 10k 电阻 |
| 48 | 48    | 32  | 17  | SWDIO/UART0_TX(RX)/SDA/TIM2_CH1/P2.0             | IO | SWD 数据/UART0_TX(RX)/IIC 数据/Timer2 通道 1/P2.0, 内置固定上拉的 10k 电阻                 |

表 3-2 LKS32MC05x 引脚功能选择

| Port  | AF1      | AF2      | AF3         | AF4          | AF5        | AF6 | AF7      | AF8      | AF9       | AF0               |
|-------|----------|----------|-------------|--------------|------------|-----|----------|----------|-----------|-------------------|
| P0.0  |          |          |             |              |            |     |          |          |           | ADC_CH4, DAC_OUT  |
| P0.1  |          |          |             |              |            |     |          |          |           |                   |
| P0.2  |          |          |             |              | SPI_DI(DO) |     |          |          |           |                   |
| P0.3  |          |          |             |              |            | SCL |          | TIM2_CH0 |           | ADC_CH7           |
| P0.4  |          |          |             |              |            | SDA |          | TIM2_CH1 |           | ADC_CH13          |
| P0.5  |          |          |             |              |            |     |          |          |           | ADC_CH12          |
| P0.6  |          |          |             | UART1_TX(RX) |            |     | TIM1_CH0 |          |           |                   |
| P0.7  |          |          |             | UART1_TX(RX) |            |     | TIM1_CH1 |          |           |                   |
| P0.8  |          |          |             |              |            |     |          |          |           |                   |
| P0.9  |          |          |             |              |            |     |          |          |           | OPA1_IP           |
| P0.10 |          |          |             |              |            |     |          |          |           | OPA1_IN           |
| P0.11 |          | HALL_IN0 |             |              |            | SCL |          | TIM3_CH0 |           | ADC_CH6/CMP0_IP1  |
| P0.12 |          | HALL_IN1 |             |              |            | SDA |          | TIM3_CH1 |           | ADC_CH2/CMP0_IP2  |
| P0.13 |          | HALL_IN2 |             |              |            |     |          |          |           | ADC_CH3/CMP0_IP3  |
| P0.14 | CMP0_OUT |          | MCPWM_BKIN1 | UART0_TX(RX) | SPI_CLK    | SCL | TIM0_CH1 |          | ADC_TRIG0 | ADC_CH10/CMP0_IP4 |
| P0.15 |          |          | MCPWM_CHOP  | UART0_TX(RX) | SPI_DI(DO) | SDA | TIM0_CH0 |          | ADC_TRIG1 | CMP0_IN           |



表 3-2 LKS32MC05x 引脚功能选择(续)

| Port  | AF1 | AF2 | AF3        | AF4          | AF5        | AF6 | AF7      | AF8      | AF9       | AF0     |
|-------|-----|-----|------------|--------------|------------|-----|----------|----------|-----------|---------|
| P1.0  |     |     | MCPWM_CH0N | UART0_TX(RX) | SPI_DI(DO) |     |          |          |           |         |
| P1.1  |     |     |            |              | SPI_CS     |     |          |          |           | OPA2_IP |
| P1.2  |     |     |            |              |            |     |          | TIM3_CH0 |           | OPA2_IN |
| P1.3  |     |     |            |              |            |     |          | TIM3_CH1 |           | ADC_CH5 |
| P1.4  | LRC |     | MCPWM_CH0P |              |            |     |          |          |           |         |
| P1.5  | HRC |     | MCPWM_CH0N |              |            |     |          |          |           |         |
| P1.6  |     |     | MCPWM_CH1P |              |            |     |          |          |           |         |
| P1.7  |     |     | MCPWM_CH1N |              |            |     |          |          |           |         |
| P1.8  |     |     | MCPWM_CH2P |              |            |     |          |          |           |         |
| P1.9  |     |     | MCPWM_CH2N |              |            |     |          |          |           |         |
| P1.10 |     |     | MCPWM_CH3P | UART0_TX(RX) |            | SCL | TIM0_CH0 |          | ADC_TRIG2 |         |
| P1.11 |     |     | MCPWM_CH3N | UART0_TX(RX) |            | SDA | TIM0_CH1 |          | ADC_TRIG3 |         |
| P1.12 |     |     |            |              |            |     |          |          |           |         |
| P1.13 |     |     |            |              | SPI_CLK    |     | TIM0_CH0 |          |           |         |
| P1.14 |     |     |            |              |            |     |          |          |           | OPA0_IP |
| P1.15 |     |     |            |              |            |     |          |          |           | OPA0_IN |



表 3-2 LKS32MC05x 引脚功能选择(续)

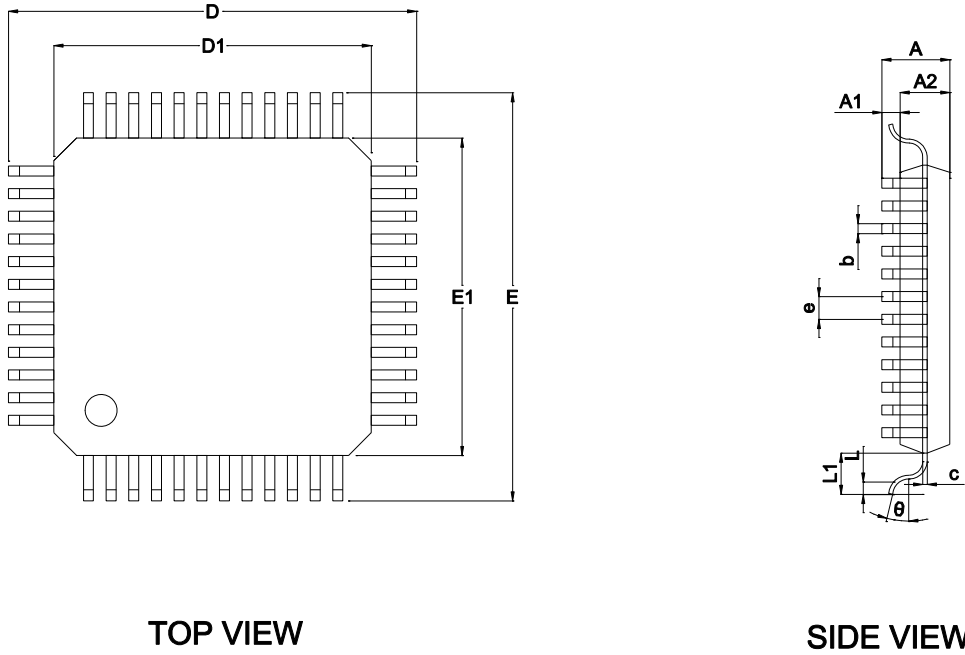
| Port  | AF1      | AF2      | AF3         | AF4          | AF5        | AF6 | AF7      | AF8      | AF9       | AF0                                  |
|-------|----------|----------|-------------|--------------|------------|-----|----------|----------|-----------|--------------------------------------|
| P2.0  |          |          |             | UART0_TX(RX) |            | SDA |          | TIM2_CH1 |           |                                      |
| P2.1  |          |          |             |              | SPI_CLK    |     |          |          |           | ADC_CH8/CMP1_IP0                     |
| P2.2  |          |          |             |              |            |     |          |          |           | CMP1_IN                              |
| P2.3  | CMP1_OUT |          | MCPWM_BKIN0 |              | SPI_CS     |     | TIM0_CH1 |          |           | REF                                  |
| P2.4  | CMP0_OUT | HALL_IN0 | MCPWM_CH2P  | UART1_TX(RX) |            |     | TIM1_CH0 |          | ADC_TRIG3 | CMP1_IP1                             |
| P2.5  | CMP1_OUT | HALL_IN1 | MCPWM_CH2N  | UART1_TX(RX) |            |     | TIM1_CH1 |          | ADC_TRIG0 | CMP1_IP2                             |
| P2.6  |          | HALL_IN2 | MCPWM_CH3P  |              |            |     |          | TIM3_CH0 | ADC_TRIG1 | CMP1_IP3                             |
| P2.7  |          |          |             |              |            |     |          |          |           | ADC_CH11/OPA <sub>x</sub> _OUT/LDO15 |
| P2.8  |          |          |             | UART0_TX(RX) | SPI_DI(DO) |     |          | TIM2_CH0 |           |                                      |
| P2.9  |          |          |             |              | SPI_DI(DO) | SCL |          |          |           | ADC_CH9/CMP0_IP0                     |
| P2.10 |          |          |             |              | SPI_DI(DO) | SDA |          |          |           |                                      |
| P2.11 |          |          | MCPWM_CH1P  |              |            |     |          | TIM2_CH0 |           |                                      |
| P2.12 |          |          | MCPWM_CH1N  |              | SPI_CS     |     |          | TIM2_CH1 | ADC_TRIG2 |                                      |
| P2.13 |          |          | MCPWM_CH3N  | UART0_TX(RX) |            | SCL |          | TIM3_CH1 |           |                                      |
| P2.14 |          |          |             |              | SPI_DI(DO) | SCL |          |          |           | OPA3_IP                              |
| P2.15 |          |          |             |              | SPI_CS     | SDA |          |          |           | OPA3_IN                              |



## 4 封装尺寸

### 4.1.1 LKS32MC051C6T8

TQFP48 Profile Quad Flat Package:



TOP VIEW

SIDE VIEW

图 4-1 LKS32MC051C6T8 封装图示

表 4-1 LKS32MC051C6T8 封装尺寸

| SYMBOL | MILLIMETER |      |      |
|--------|------------|------|------|
|        | MIN        | NOM  | MAX  |
| A      | -          | -    | 1.20 |
| A1     | 0.05       | -    | 0.15 |
| A2     | 0.95       | 1.00 | 1.05 |
| b      | 0.18       | 0.22 | 0.26 |
| c      | 0.13       | -    | 0.17 |
| 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 |
| e      | -          | 0.50 | -    |
| θ      | 0°         | 3.5° | 7°   |
| L      | 0.45       | 0.60 | 0.75 |
| L1     | -          | 1.00 | -    |

## 4.1.1 LKS32MC052K6Q8

QFN32:

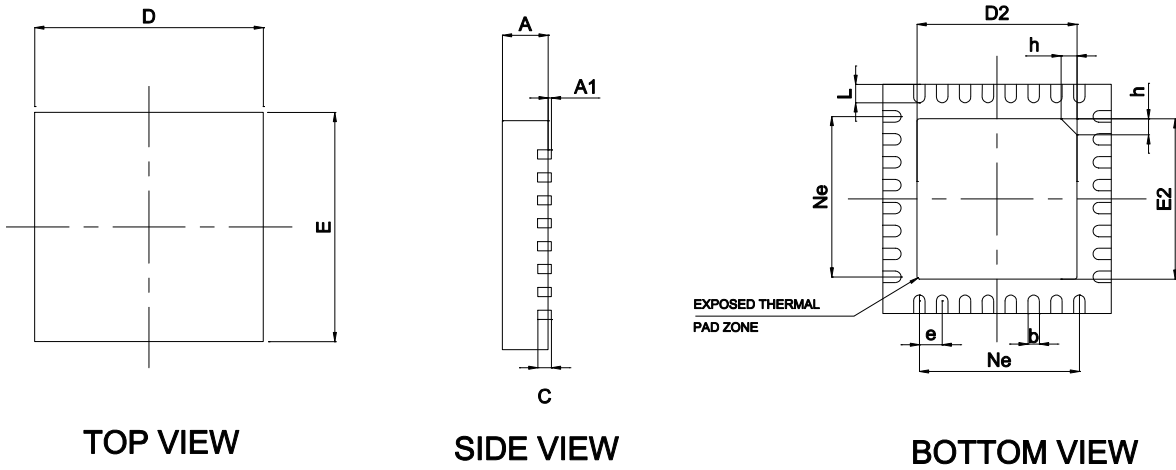


图 4-2 LKS32MC052K6Q8 封装图示

表 4-2 LKS32MC052K6Q8 封装尺寸

| SYMBOL | MILLIMETER |      |      |
|--------|------------|------|------|
|        | MIN        | NOM  | MAX  |
| A      | 0.70       | 0.75 | 0.80 |
| A1     | -          | 0.02 | 0.05 |
| b      | 0.18       | 0.25 | 0.30 |
| c      | 0.18       | 0.20 | 0.24 |
| 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 |
| L      | 0.35       | 0.40 | 0.45 |
| h      | 0.30       | 0.35 | 0.40 |

## 4.1.1 LKS32MC057M6S8

SSOP24:

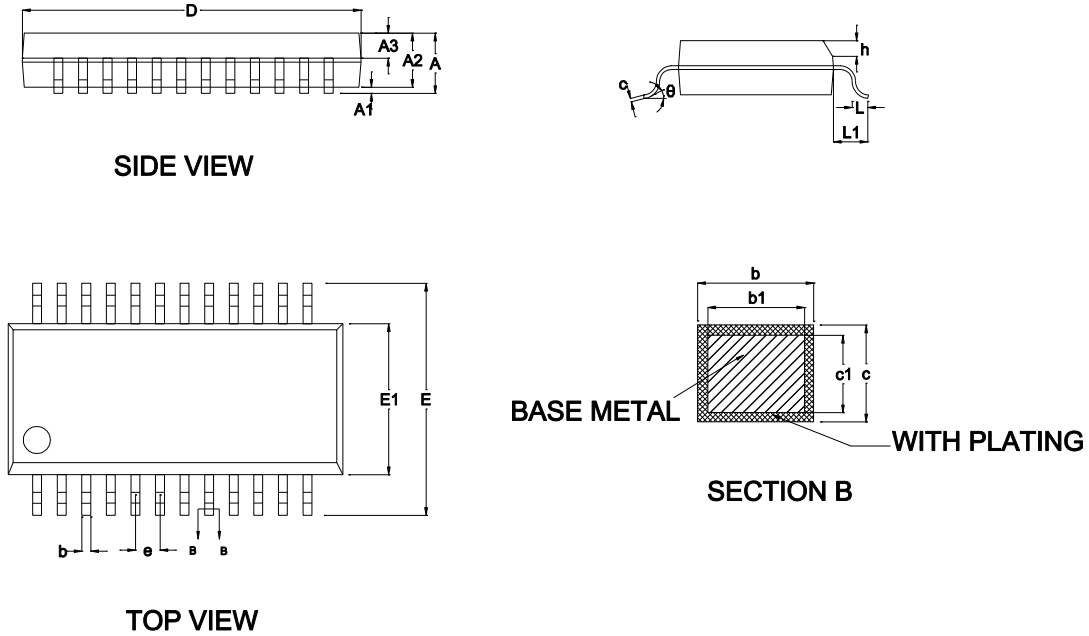


图 4-3 LKS32MC057M6S8 封装图示

表 4-3 LKS32MC057M6S8 封装尺寸

| SYMBOL | MILLIMETER |      |      |
|--------|------------|------|------|
|        | MIN        | NOM  | MAX  |
| A      | -          | -    | 1.75 |
| A1     | 0.10       | 0.15 | 0.25 |
| A2     | 1.30       | 1.40 | 1.50 |
| A3     | 0.60       | 0.65 | 0.70 |
| b      | 0.23       | -    | 0.31 |
| b1     | 0.22       | 0.25 | 0.28 |
| c      | 0.20       | -    | 0.24 |
| c1     | 0.19       | 0.20 | 0.21 |
| D      | 8.55       | 8.65 | 8.75 |
| E      | 5.80       | 6.00 | 6.20 |
| E1     | 3.80       | 3.90 | 4.00 |
| e      | 0.635BSC   |      |      |
| h      | 0.30       | -    | 0.50 |
| L      | 0.50       | -    | 0.80 |
| L1     | 1.05REF    |      |      |
| θ      | 0          | -    | 8°   |



## 5 电气性能参数

表 5-1 LKS32MC05x 电气极限参数

| 参数              | 最小   | 最大   | 单位 | 说明   |
|-----------------|------|------|----|------|
| 电源电压            | -0.3 | +7.0 | V  | 相对于地 |
| 工作温度            | -40  | +105 | °C |      |
| 存储温度            | -40  | +125 | °C |      |
| 结温              | -    | 150  | °C |      |
| 引脚温度 (焊接, 10 秒) | -    | 300  | °C |      |

表 5-2 LKS32MC05x ESD/Latch-up 参数

| 项目                | 最小    | 最大   | 单位 |  |
|-------------------|-------|------|----|--|
| ESD测试 (HBM)       | -6000 | 6000 | V  |  |
| ESD测试 (MM)        | -600  | 600  | V  |  |
| ESD测试 (CDM)       | -1200 | 1200 | V  |  |
| Latch-up电流 (85°C) | -200  | 200  | mA |  |

表 5-3 LKS32MC05x IO 极限参数

| 参数       | 描述           | 最小   | 最大  | 单位 |
|----------|--------------|------|-----|----|
| VIN      | GPIO信号输入电压范围 | -0.3 | 7.0 | V  |
| IINJ_PAD | 单个GPIO最大注入电流 | -12  | 12  | mA |
| IINJ_SUM | 所有GPIO最大注入电流 | -50  | 50  | mA |

表 5-4 LKS32MC05x IO DC 参数

| 参数   | 描述              | VDD | 条件             | 最小       | 最大       | 单位   |
|------|-----------------|-----|----------------|----------|----------|------|
| VINH | 数字IO输入高电压       | 5   |                | 0.65*VDD |          | V    |
| VINL | 数字IO输入低电压       | 5   |                |          | 0.35*VDD | V    |
| VHYS | 施密特迟滞范围         | 5   |                | 0.1*VDD  |          | V    |
| IIH  | 数字IO输入高电压, 电流消耗 | 5   |                |          | 1        | uA   |
| IIL  | 数字IO输入低电压, 电流消耗 | 5   |                | -1       |          | uA   |
| VOH  | 数字IO输出高电压       | 5   | 最大驱动电流<br>12mA | 0.8*VDD  |          | V    |
| VOL  | 数字IO输出低电压       | 5   | 最大驱动电流<br>12mA |          | 0.1*VDD  | V    |
| Rpup | 上下拉电阻大小*        | 5   |                | 8        | 12       | KOhm |
| CIN  | 数字IO输入电容        | 5   |                |          | 10       | pF   |

\*仅部分 IO 内置上拉, 详见引脚说明章节



## 6 模拟性能参数

表 6-1 LKS32MC05x 模拟性能参数

| 参数               | 最小   | 典型   | 最大       | 单位     | 说明                      |
|------------------|------|------|----------|--------|-------------------------|
| 芯片               |      |      |          |        |                         |
| 工作电源             | 2.2  | 5    | 5.5      | V      |                         |
| <b>ADC</b>       |      |      |          |        |                         |
| 工作电源             | 3.1  | 5    | 5.5      | V      |                         |
| 输出码率             |      | 3    |          | MHz    | $f_{adc}/16$            |
| 差分输入信号范围         | -REF |      | +REF     | V      | Gain=1 时;<br>REF=2.4V   |
|                  | -3.6 |      | +3.6     | V      | Gain=2/3 时;<br>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          |
| 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      |                         |
| <b>基准电压(REF)</b> |      |      |          |        |                         |
| 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/°C |                         |
| 输出电压             |      | 1.2  |          | V      |                         |
| <b>DAC12</b>     |      |      |          |        |                         |
| 工作电源             | 2.2  | 5    | 5.5      | V      |                         |
| 负载电阻             | 50k  |      |          | Ohm    |                         |
| 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    |                         |
| OFFSET           |      | 5    | 10       | mV     |                         |
| SNR              | 57   | 60   | 66       | dB     |                         |
| <b>运放 (OPA)</b>  |      |      |          |        |                         |
| 工作电源             | 3.1  | 5    | 5.5      | V      |                         |

| 参数               | 最小  | 典型    | 最大       | 单位   | 说明      |
|------------------|-----|-------|----------|------|---------|
| 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           | 0.1 |       | AVDD-0.1 | V    | 最小负载电阻下 |
| OFFSET           |     | 5     | 10       | mV   |         |
| 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    |         |
| <b>比较器 (CMP)</b> |     |       |          |      |         |
| 工作电源             | 2.2 | 5     | 5.5      | V    |         |
| 输入信号范围           | 0   |       | AVDD     | V    |         |
| OFFSET           |     | 5     | 10       | mV   |         |
| 传输延时             |     | 0.15u |          | S    | 默认功耗    |
|                  |     | 0.6u  |          | S    | 低功耗     |
| 回差 (Hysteresis)  |     | 10    |          | mV   | HYS='0' |
|                  |     | 0     |          | mV   | HYS='1' |

模拟寄存器表说明:

地址 0x40000040~0x40000050 是各个模块的校正寄存器, 这些寄存器在出厂之前都会填上各自的校正值。一般情况下用户不要去配置或改变这些值。如果需要对模拟参数进行微调, 需要读取原校正值, 并以此为基础进行微调。

地址 0x40000020~0x4000003c 是开放给用户的寄存器, 其中空白部分的寄存器必须全部配置为 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。

## 7 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 2.2~5.5V 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 1.1V 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。



## 8 时钟系统

时钟系统包括内部 64KHz RC 时钟、内部 4MHz RC 时钟、PLL 电路组成。

64K 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。4MHz RC 时钟作为 MCU 主时钟使用,配合 PLL 可提供最高到 96MHz 的时钟。

64K 和 4M RC 时钟均带有出厂校正,可在常温下实现 64K RC 时钟 $\pm 8\%$ 的精度,4M RC 时钟 $\pm 1\%$ 的精度。其中 4M RC 时钟还开放有用户校正寄存器,可进一步将精度校正到 $\pm 0.5\%$ 范围。64K RC 时钟在 $-40\sim 105^{\circ}\text{C}$ 范围内的精度为 $\pm 16\%$ , 4M RC 时钟在该温度范围的精度为 $\pm 1\%$ 。

64K RC 时钟频率可通过寄存器 RCLTRIM<3:0>进行设置,4M 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。

4M 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,4M RC 时钟和 BGP 模块都是开启的。64K RC 时钟是始终开启的,不能关闭。

PLL 对 4M 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。



## 9 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 2us 达到稳定。BGP 输出电压约 1.2V，精度为±0.8%

基准源可通过设置 REF\_AD\_EN='1'，将基准电压送至 IO P2.3 进行测量。



## 10 ADC 模块

芯片内部集成 1 路 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 4M 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。

ADC 完成一次转换至少需要 16 个 ADC 时钟周期，其中 12 个为转换周期，4 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。采样周期可通过配置 SYS\_AFE\_REG7 里的 SAMP\_TIME 寄存器进行设置，要求设置为 6（含）以上，即 10 个 ADC clk 以上的采样时间。推荐值为 8，对应 ADC 的输出数据率 2MHz。

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 带有两种增益模式，通过 GAIN\_SHAx 进行设置，对应 1 倍和 2/3 倍增益。1 倍增益对应 ±2.4V 的输入信号，2/3 倍增益对应 ±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。

## 11 运算放大器

两路输入输出 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  $OPAOUT\_EN<1:0>$  选择将 2 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。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。

运放输入正负端内置钳位二极管，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 2 路比较器，比较器比较速度可编程、迟滞电压可编程、信号源可编程。

比较器的比较延时为 0.15us，还可通过寄存器 `CMP_FT` 设置为小于 30ns。迟滞电压通过 `CMP_HYS` 设置为 20mV/0mV。

比较器正负两个输入端的信号来源都可通过寄存器 `CMP_SELP<2:0>`和 `CMP_SELN<1:0>`编程，详见寄存器模拟说明。

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

芯片内置一路 12bit DAC，输出信号的最大量程可通过寄存器 DAC\_G 设置为 1.2V/4.8V。

12bit DAC 可通过配置寄存器 DACOUT\_EN=1，将 DAC 输出送至 IO 口 P0.0，可驱动 $>50\text{k}\Omega$  的负载电阻和 50pF 的负载电容。

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。DAC 可通过设置 DAC12BPDN =1 打开，开启 DAC 模块之前，需要先开启 BGP 模块。



## 15 处理器核心

- 32 位 Cortex-M0 + CORDIC/SQRT 协处理器
- 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 32kB 主存储区，1kB NVR 信息存储区
- 可反复擦除写入不低于 10 万次
- 室温 25°C 数据保持长达 10 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，擦写一个 Sector 的同时读取访问另一个 Sector
- 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 2.5kB SRAM



## 17 电机驱动专用 MCPWM

- MCPWM 最高工作时钟频率 96MHz
- 支持最大 4 通道相位可调的互补 PWM 输出
- 每个通道死区宽度可独立配置
- 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 定时器，2 路 32bit 定时器
- 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



## 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 通用外设

- 两路 UART，全双工工作，支持 7/8 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
- 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，2/4/8/64 秒复位间隔



## 21 特殊 IO 复用

### LKS05x 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。

LKS05x 可实现 SWD 的两个 IO 复用为其它 IO 的功能，SWCLK 复用的 IO 是 P2.13，SWDIO 复用的 IO 是 P2.0。注意事项如下：

- 默认状态是不开启复用，需要软件向 SYS\_RST\_CFG[6]写 1 开启复用。即芯片硬复位结束后，初始状态是 SWD 用途，SWD 的两个 IO 在芯片内部有上拉（芯片内部上拉电阻约为 10K），在 IO 用作 SWD 功能时，上拉默认开启且无法关闭。当 IO 用作 GPIO 时，上拉可以通过 GPIO2\_PUE[13] 和 GPIO2\_PUE[0]来控制。芯片上电复位 30ms 内后 P2.0 和 P2.13 固定为 SWD 功能，软件可以向 SYS\_RST\_CFG[6]写 1，但 IO 功能切换需要等待 30ms 后才生效。30ms 使用 LRC 计数，由于工艺原因存在一定偏差。
- 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。

在 SSOP24、QFN40 和 SOP16L 的封装中，SWDIO 可能和 P0.0、SWCLK 可能和 P2.6 直接 bonding 在一起。P2.6 和 SWCLK bonding 在一起的情况，一般建议将 SWCLK 复用为 P2.13，以防止 SWCLK 一直处于输入状态，在 P2.6 信号变化时造成 SWCLK 误动作。

SWCLK 复用的注意事项如下：

- 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 SWCLK 用途，SWDCLK 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 SWCLK，软件重新配置，解除复用。此时，可以恢复 KEIL 的功能。
- 若 SWCLK 启用，有信号变化的时候，SWDIO 能保持为 0 电平（类似时分复用）；若 SWDIO 不能保证为 0，建议 SWDCLK 在运行过程中，翻转次数不超过 50 次（例如从 0 翻转到 1，然后又从 1 翻转到 0，算一次）或者每 50 次翻转期间内（次数可以更少，例如 40 次）保证一次在 SWCLK 从 0 变成 1 的时候，SWDIO 是 0 电平。



若此时，仅复用了 SWCLK，没有复用 SWDIO，注意事项同上。

RSTN 信号，默认是用于 LKS05x 芯片的外部复位脚。

LKS05x 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，需要软件向 SYS\_RST\_CFG[5]写入 1 将 RSTN 复用为普通 GPIO。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 100K），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。

## 22 版本历史

表 22-1 文档版本历史

| 时间         | 版本号 | 说明                |
|------------|-----|-------------------|
| 2021.2.6   | 1.6 | 057 增加 P1.0 休眠唤醒口 |
| 2021.2.1   | 1.5 | 057 引脚 10/13 增加功能 |
| 2020.12.30 | 1.4 | 修改 RSTN 引脚说明      |
| 2020.09.16 | 1.3 | 修改部分参数说明          |
| 2020.04.24 | 1.2 | 修改部分引脚定义          |
| 2020.04.10 | 1.1 | 修改部分引脚定义          |
| 2020.02.20 | 1.0 | 初始版本              |



## X-ON Electronics

Largest Supplier of Electrical and Electronic Components

*Click to view similar products for [32-bit Microcontrollers - MCU category](#):*

*Click to view products by [Linko Semiconductor manufacturer](#):*

Other Similar products are found below :

[MCF51AC256AVFUE](#) [MCF51AC256BCFUE](#) [MCF51AC256BVFUE](#) [MB91F464AAPMC-GSE2](#) [R5S726B0D216FP#V0](#) [MB91F248PFV-GE1](#) [MB91243PFV-GS-136E1](#) [SAK-TC1782F-320F180HR BA](#) [TC364DP64F300WAAKXUMA1](#) [R5F566NNDDFP#30](#)  
[R5F566NNDDFC#30](#) [R5F566NNDDBD#20](#) [MC96F8216ADBN](#) [A96G181HDN](#) [A96G140KNN](#) [A96G174FDN](#) [A31G213CL2N](#)  
[A96G148KNN](#) [A96G174AEN](#) [AC33M3064TLBN-01](#) [V3s](#) [T3](#) [A40i-H](#) [V526](#) [A83T](#) [R11](#) [V851s](#) [A133](#) [V833](#) [F1C100S](#) [T3L](#) [T507](#) [A33](#)  
[A63](#) [T113-i](#) [H616](#) [V853](#) [V533](#) [V536-H](#) [A64-H](#) [V831](#) [V3LP](#) [T113-S3](#) [F1C200S](#) [F133-A](#) [R128-S2](#) [ADUCM360BCPZ128-TR](#)  
[APT32S003F8PT](#) [AT32F435VMT7](#) [AT32F435CGT7](#)