



Built - in 12 Bit ADC / Touch Key / LCD Driver / 1T 8051 Flash MCU

CA51F2 增强型系列 MCU 中文功能介绍

REV2.01

深圳市锦锐科技有限公司

电话：0755-83949938

传真：0755-83949977

<http://www.cachip.com.cn>

地址：中国广东省深圳市南山区沙河西路深圳湾科技生态园一区 2 栋 B 座 5 层

1 概述

CA51F2 增强型系列芯片是基于 1T 8051 内核的 8 位微控制器，通常情况下，运行速度比传统的 8051 芯片快 10 倍，性能更加优越。内置 Flash 程序存储器，可多次重复编程的特性，此系列芯片提供 8/16/32K Flash 三种容量供客户按照产品需求选择，给用户开发带来了极大的方便。不仅保留了传统 8051 芯片的基本特性，还集成了 ADC、LCD/LED 驱动、Touch Key、PWM、UART、RTC、无刷直流电机驱动、乘除法器、低电压检测(LVD)等功能模块。支持 IDLE、STOP 和低速运行三种省电模式以适应不同功耗要求的应用。强大的功能及优越的抗干扰性能使其可广泛应用于各种车载音响、家用音响、小家电、蓝牙音箱、汽车电子、数码电机、运动器材、马达控制、医疗保健、仪器仪表、安防、电源控制、工业控制及门铃产品中。

2 基本特性

◆ 内核

- CPU: 1T 8051, 最高速度比传统 8051 快 10 倍
- 兼容 8051 指令集, 双 DPTR 工作模式
- CPU 频率: 最高可支持 27MHz

◆ 存储器

- Flash : 8/16/32K 字节, 支持多次重复擦写(不同型号容量不同)
- Flash 可划分为程序空间和数据空间, 数据空间可用于存储掉电需要保存数据, 可省略 EEPROM
- RAM: 256 字节内部 RAM, 2K 字节外部 RAM

◆ 工作电压

- 工作电压: 1.8 - 5.5V

◆ 时钟系统

- 外部高速振荡器: 1 - 27MHz
- 外部 RTC 振荡器: 32.768KHz
- 内置低速 RC 振荡器: 131KHz
- 内置 PLL: 倍频倍数为 2 - 10 倍, 参考时钟为 2 - 4MHz 内置 RC 振荡器
- 内置高速 RC 振荡器: 2 - 4MHz, 精度可达 1% (出厂初始频率为 3.6864MHz@3.3V/25℃)
- 内嵌外部时钟监控模块, 可有效监控外部各个时钟工作状态, 避免因外部时钟停振而造成死机

◆ RTC 功能

- 内置 RTC 模块可计时、分、秒、星期、天数, 支持闹钟功能
- 支持毫秒、半秒中断

◆ 中断系统

- 15 个有效中断源
- 两级中断优先级, 支持中断嵌套
- 10 个外部中断源, 每个外部中断都可配置任意信号引脚作为中断输入脚

◆ 定时器

- 3 个 16 位通用定时器: 定时器 0, 定时器 1, 定时器 2

◆ 通用输入输出 (GPIO)

- 最多支持 62 个 GPIO 口 (不同型号会有不同)
- 支持推挽、开漏、强上拉、弱上拉、强下拉、弱下拉、高阻模式
- 推挽模式下可设置不同驱动强度和翻转速度

◆ 触摸按键 (Touch Key)

- 内置触摸感应控制器
- 最大支持 24 触摸通道 (不同型号会有不同)
- 触摸可设置内部充电和内部基准, 可有效抑制电源低频干扰
- 支持触摸引脚与 LED 驱动引脚复用
- 内置防水补偿机制
- 高抗干扰性, 符合 EMC(CS)标准
- 支持触摸省电模式, 最低功耗小于 10uA

◆ 模/数转换器 (ADC)

- 支持 8 通道 12 位 SAR ADC, 内置运放和比较功能 (不同型号会有不同)
- 支持 3 种基准电压源: VDD、内部基准、外部基准
- 选择内部电压为基准电压时可测量 VDD 电压
- 支持检测信号缩小和放大功能, 缩放倍数可选

◆ PWM

- 支持 8 通道 PWM, 在 16 位范围内可任意配置周期和占空比 (不同型号会有不同)
- 支持互补模式和死区控制, 可用于驱动直流无刷电机
- 支持可设置边沿对齐和中心对齐模式
- 支持可直接输出内部时钟功能
- 支持 PWM 中断

◆ LCD 驱动 (不同型号会有不同)

- 最大可支持 8com x 32seg、7com x 33seg、6com x 34seg、5com x 35seg、4com x 36seg
- 可配置占空比: 1/2、1/3、1/4、1/5、1/6、1/7、1/8 Duty
- 可配置偏压: 1/2、1/3、1/4 Bias
- 支持 8 级对比度调整
- 支持 3 种等级驱动电流, 用户可根据不同的 LCD 屏进行调整

◆ LED 驱动 (不同型号会有不同)

- 最大可支持 8com x 32seg
- 支持 8 级亮度调节

◆ 低电压检测 (LVD)

- 可配置电压检测范围 1.8 - 4.8V
- 可设置低电压复位或中断

◆ 复位模式

- 芯片支持多种复位源: 硬复位, 软复位, 看门狗复位, 低电压检测复位, 上电/掉电复位

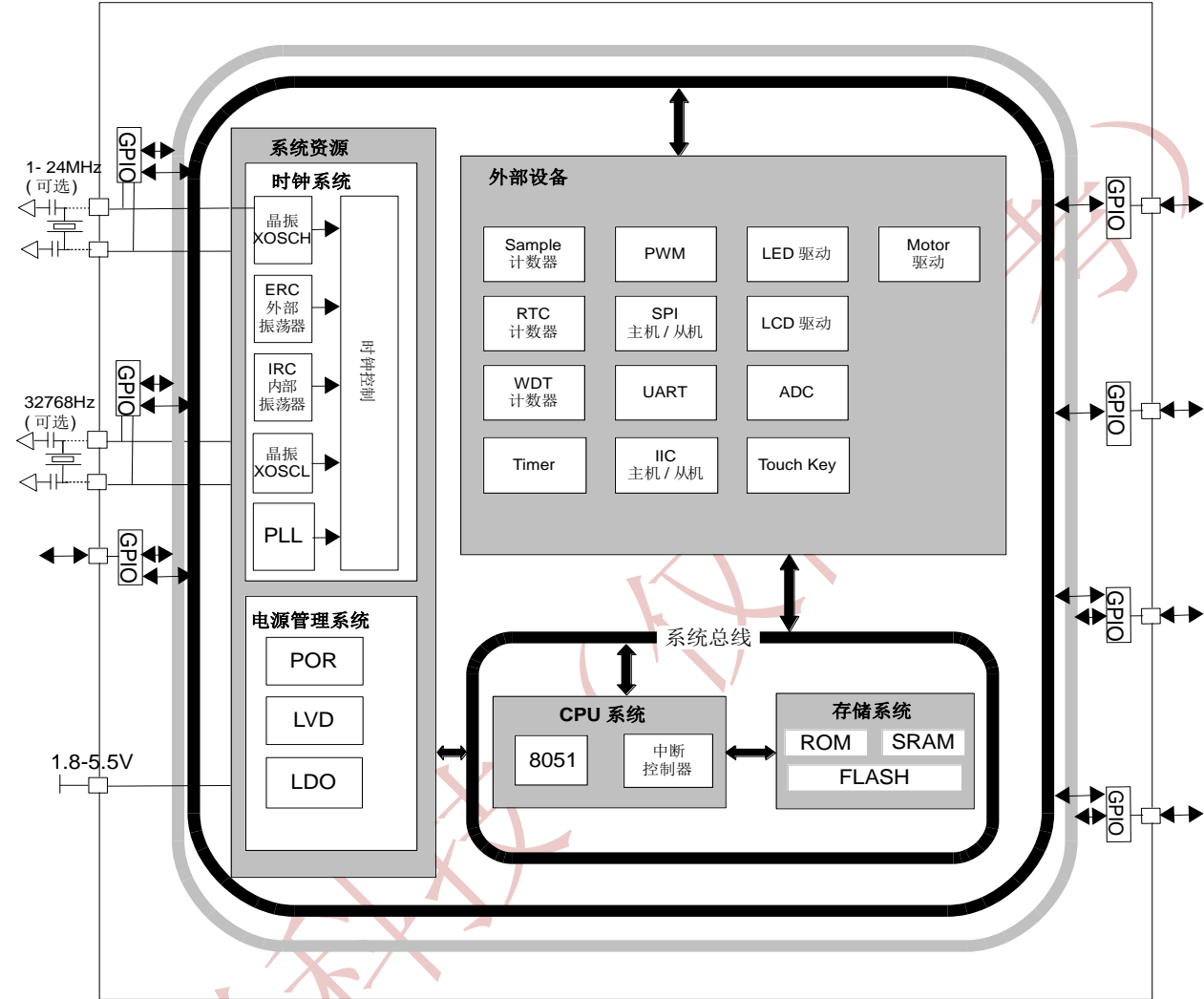
- ◆ 看门狗
 - 27 位看门狗定时器，16 位调节精度，可配置看门狗复位或中断
- ◆ 遥控接收功能
 - 内置采样计数器模块（SAMPLE），可通过硬件模块采样任意长度的脉宽，减少软件代码
- ◆ 通用串行接口（UART）
 - 最多支持 3 个 UART 接口
 - 支持 1 字节接收缓存
- ◆ SPI 接口
 - 内置 1 个 4 线 SPI 接口，支持主从模式
- ◆ I²C 接口
 - 内置 1 路 I²C 接口，支持主从模式，支持标准/快速/高速模式
 - I²C 可设置数字滤波，增强 I²C 抗干扰性能。
- ◆ 运放和模拟比较器（不同型号会有不同）
 - 支持 4 路模拟比较器、两个运算放大器和一个捕获计数器
 - 模拟比较器参考电压可选择内部基准或外部输入基准
 - 模拟比较器内置 15 位数字滤波器，支持比较器中断
 - 运放可以和 ADC 和模拟比较器结合使用，扩展检测信号电压范围
 - 捕获计数器和模拟比较器结合使用，可用于电机测速及堵转检测
- ◆ 无刷直流电机驱动
 - 内置 60°霍尔和 120°霍尔译码模块
 - 支持自动模式和手动模式，支持刹车功能
 - 支持多种异常检测
 - 结合模拟比较器可实现无霍尔直流电机驱动
- ◆ 乘除法器（MDU）
 - 支持 1 个时钟周期 16 位 × 16 位乘法
 - 支持 8 个时钟周期 32 位 ÷ 32 位除法
 - 支持 1 个时钟周期 32 位数据左右移位操作
- ◆ 程序下载和仿真
 - 支持 ISP 和 IAP
 - 支持在线仿真功能
- ◆ 低功耗
 - STOP 模式，电流<7uA
 - IDLE 模式，电流<12uA
 - 低速运行模式，电流<20uA
- ◆ 封装类型： LQFP64 (7 x7 mm)
LQFP48 (7 x7 mm)

3 芯片型号功能介绍

表 3-1 CA51F2 系列具体型号功能特点

芯片型号	Flash 容量[BYTE]	外部 Ram[BYTE]	外部高速晶体振荡器	外部低速晶振[32.768KHz]	GPIO 数量	UART 数量	I ² C	SPI	16 bit PWM 通道数量	12 bit ADC 通道数量	SAMPLE 功能	通用运算放大器	触摸按键数量	LCD 驱动[com x seg]	LED 驱动[com x seg]	直流无刷电机驱动	片上仿真功能	封装形式
CA51F251L2	8K	2K	--	√	46	3	√	√	5	6	--	√	15	4X25 5X24	5X24	--	√	LQFP48
CA51F252L2	16K	2K	--	√	46	3	√	√	5	6	--	√	15	4X25 5X24	5X24	--	√	LQFP48
CA51F253L2	32K	2K	--	√	46	3	√	√	5	6	--	√	15	4X25 5X24	5X24	--	√	LQFP48
CA51F251L3	8K	2K	√	√	62	3	√	√	8	8	√	√	24	8X32 7X33 6X34 5X35 4X36	8X32	√	√	LQFP64
CA51F252L3	16K	2K	√	√	62	3	√	√	8	8	√	√	24	8X32 7X33 6X34 5X35 4X36	8X32	√	√	LQFP64
CA51F253L3	32K	2K	√	√	62	3	√	√	8	8	√	√	24	8X32 7X33 6X34 5X35 4X36	8X32	√	√	LQFP64

4 系统框图



5 引脚封装及其描述

5.1 封装定义



图 5-1-1 LQFP64 封装图

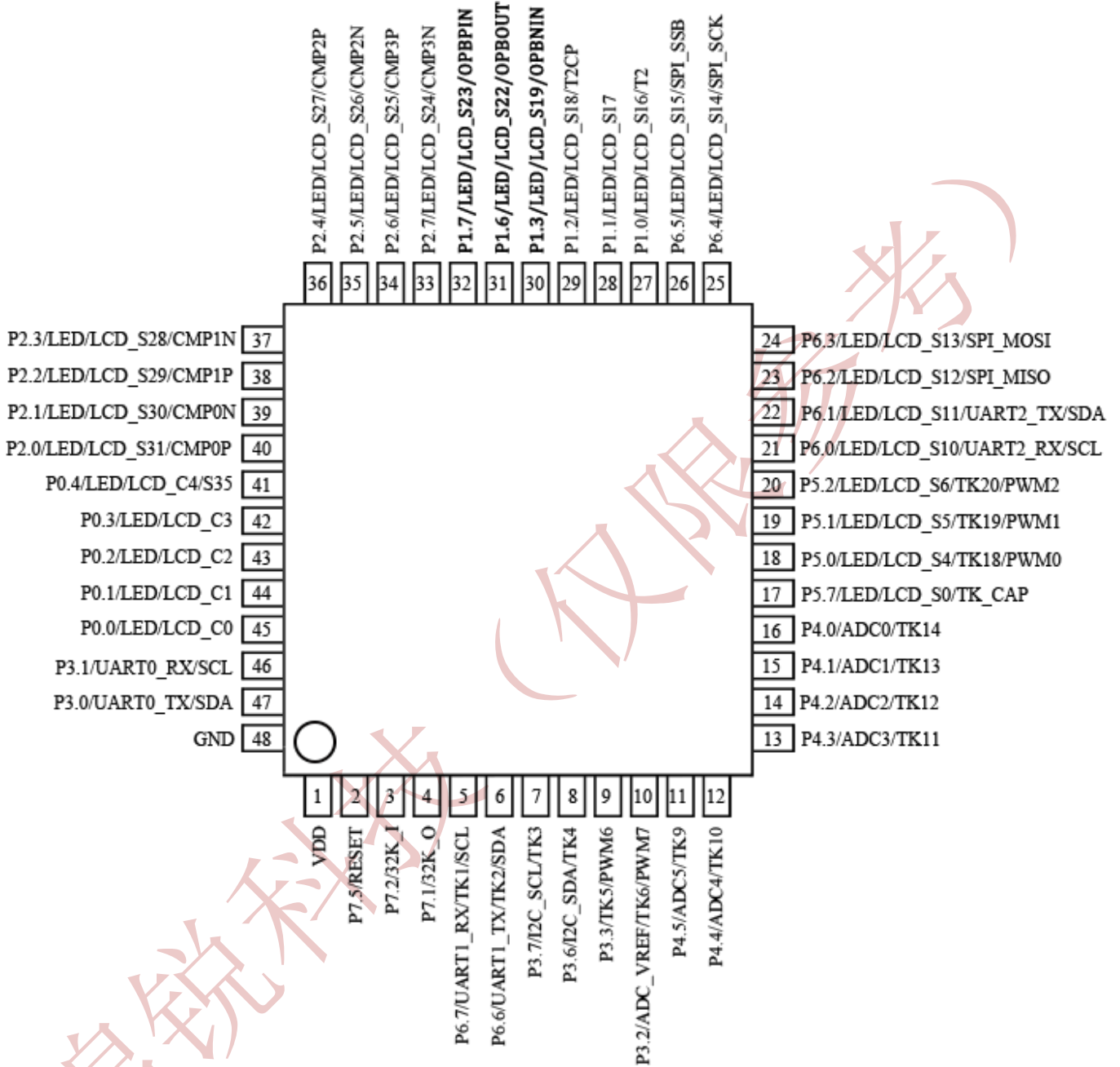


图 5-1-2 LQFP48 封装图

5.2 引脚描述

表 5-2-1 引脚描述

引脚序号		管脚名称	管脚功能	默认功能
LQFP64	LQFP48			
1	1	VDD	芯片供电管脚	芯片供电管脚
2	2	P7.5/RESET	通用双向 I/O 口 硬件复位脚	硬件复位脚
3	-	P7.4/XTAL_IN_24M	通用双向 I/O 口 外部高速晶振输入	通用双向 I/O 口
4	-	P7.3/XTAL_OUT_24M	通用双向 I/O 口 外部高速晶振输出	通用双向 I/O 口
5	3	P7.2/XTAL_IN_32K	通用双向 IO 口 32K 外部晶振输入	32K 外部晶振输入
6	4	P7.1/XTAL_OUT_32K	通用双向 IO 口 32K 外部晶振输出	32K 外部晶振输出
7	-	P7.0/SAMPLE/TK[0]	通用双向 IO 口 采样信号数字输入 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口
8	5	P6.7/UART[1]_RX/TK[1]/SCL	通用双向 IO 口 串口 1 数据接收端口 I2C 时钟传输端口 触摸按键模拟通道输入	I2C 时钟传输端口
9	6	P6.6/UART[1]_TX/TK[2]/SDA	通用双向 IO 口 串口 1 数据发送端口 I2C 数据传输端口 触摸按键模拟通道输入	I2C 数据传输端口
10	7	P3.7/I2C_SCL/TK[3]	通用双向 IO 口 I2C 时钟传输端口 触摸按键模拟通道输入	I2C 时钟传输端口
11	8	P3.6/I2C_SDA/TK[4]	通用双向 IO 口 I2C 数据传输端口 触摸按键模拟通道输入	I2C 数据传输端口
12	9	P3.3/TK[5]/PWM[6]	通用双向 IO 口 触摸按键模拟通道输入 PWM 数字输出	通用双向 IO 口
13	10	P3.2/TK[6]/PWM[7]/ADC_REF	通用双向 IO 口 触摸按键模拟通道输入 PWM 数字输出 ADC 参考电压输入	通用双向 IO 口
14	-	P4.7/ADC_CH[7]/TK[7]	通用双向 IO 口 ADC 模拟通道输入 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口

15	-	P4.6/ADC_CH[6]/TK[8]	通用双向 IO 口 ADC 模拟通道输入 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口
16	11	P4.5/ADC_CH[5]/TK[9]	通用双向 IO 口 ADC 模拟通道输入 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口
17	12	P4.4/ADC_CH[4]/TK[10]	通用双向 IO 口 ADC 模拟通道输入 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口
18	13	P4.3/ADC_CH[3]/TK[11]	通用双向 IO 口 ADC 模拟通道输入 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口
19	14	P4.2/ADC_CH[2]/TK[12]	通用双向 IO 口 ADC 模拟通道输入 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口
20	15	P4.1/ADC_CH[1]/TK[13]	通用双向 IO 口 ADC 模拟通道输入 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口
21	16	P4.0/ADC_CH[0]/TK[14]	通用双向 IO 口 ADC 模拟通道输入 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口
22	17	P5.7/LED_SEG[0]/LCD_SEG[0]/TK_CAP	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 触摸按键模拟通道输入 触摸按键外接电容	通用双向 IO 口
23	-	P3.4/T0/LED_SEG[1]/SEG[1]/TK[15]/OPAOUT	通用双向 IO 定时器 T0 数字输入 LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 触摸按键模拟通道输入 运放 A 模拟输出	通用双向 IO 口
24	-	P3.5/T1/LED_SEG[2]/SEG[2]/TK[16]/OPAIN	通用双向 IO 定时器 T1 数字输入 LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 触摸按键模拟通道输入 运放 A 模拟输入	通用双向 IO 口
25	-	P5.6/LED_SEG[3]/SEG[2]/TK[17]/FTPIN	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 触摸按键模拟通道输入 电机错误检测数字输入	通用双向 IO 口
26	18	P5.0/LED_SEG[4]/SEG[4]/TK[18]/PWM[0]	通用双向 IO	通用双向 IO 口

			LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 触摸按键模拟通道输入 PWM 数字输出	
27	19	P5.1/LED_SEG[5]/SEG[5]/TK[19]/PWM[1]	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 触摸按键模拟通道输入 PWM 数字输出	通用双向 IO 口
28	20	P5.2/LED_SEG[6]/SEG[6]/TK[20]/PWM[2]	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 触摸按键模拟通道输入 PWM 数字输出	通用双向 IO 口
29	-	P5.3/LED_SEG[7]/SEG[7]/TK[21]/PWM[3]	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 触摸按键模拟通道输入 PWM 数字输出	通用双向 IO 口
30	-	P5.4/LED_SEG[8]/SEG[8]/TK[22]/PWM[4]	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 触摸按键模拟通道输入 PWM 数字输出	通用双向 IO 口
31	-	P5.5/LED_SEG[9]/SEG[9]/TK[23]/PWM[5]	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 触摸按键模拟通道输入 PWM 数字输出	通用双向 IO 口
32	21	P6.0/LED_SEG[10]/SEG[10]/UART[2]_RX/SCL	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 串口[2]RX 端口 IIC_SCL 端口	I2C_SCL 端口
33	22	P6.1/LED_SEG[11]/SEG[11]/UART[2]_TX/SDA	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 串口[2]TX 端口 IIC_SDA 端口	I2C_SDA 端口
34	23	P6.2/LED_SEG[12]/SEG[12]/SPI_MISO	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 SPI_MISO 端口	通用双向 IO 口
35	24	P6.3/LED_SEG[13]/SEG[13]/SPI_MOSI	通用双向 IO	通用双向 IO 口

			LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 SPI_MOSI 端口	
36	25	P6.4/LED_SEG[14]/SEG[14]/SPI_SCK	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 SPI_SCK 端口	通用双向 IO 口
37	26	P6.5/LED_SEG[15]/SEG[15]/SPI_SSB	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 SPI_SSB 端口	通用双向 IO 口
38	27	P1.0/T2/LED_SEG[16]/SEG[16]	通用双向 IO 定时器 T2 数字输入 LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出	通用双向 IO 口
39	28	P1.1/T2EX/LED_SEG[17]/SEG[17]	通用双向 IO 定时器 T2EX 数字输入 LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出	通用双向 IO 口
40	29	P1.2/LED_SEG[18]/SEG[18]/T2CP	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 定时器 T2CP 数字输入	通用双向 IO 口
41	30	P1.3/LED_SEG[19]/SEG[19]/OPBNIN	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 运放 B 负端输入	通用双向 IO 口
42	-	P1.4/LED_SEG[20]/SEG[20]	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出	通用双向 IO 口
43	-	P1.5/LED_SEG[21]/SEG[21]	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出	通用双向 IO 口
44	31	P1.6/LED_SEG[22]/SEG[22]/OPBOUT	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 运放 B 模拟输出	通用双向 IO 口
45	32	P1.7/LED_SEG[23]/SEG[23]/OPBPIN	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 运放 B 正端输入	通用双向 IO 口
46	33	P2.7/LED_SEG[24]/SEG[24]/CMP3N	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出	通用双向 IO 口

			比较器 3 负极模拟输入	
47	34	P2.6/LED_SEG[25]/SEG[25]/CMP3P	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 比较器 3 正极模拟输入	通用双向 IO 口
48	35	P2.5/LED_SEG[26]/SEG[26]/CMP2N	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 比较器 2 负极模拟输入	通用双向 IO 口
49	36	P2.4/LED_SEG[27]/SEG[27]/CMP2P	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 比较器 2 正极模拟输入	通用双向 IO 口
50	37	P2.3/LED_SEG[28]/SEG[28]/CMP1N	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 比较器 1 负极模拟输入	通用双向 IO 口
51	38	P2.2/LED_SEG[29]/SEG[29]/CMP1P	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 比较器 1 正极模拟输入	通用双向 IO 口
52	39	P2.1/LED_SEG[30]/SEG[30]/CMP0N	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 比较器 0 负极模拟输入	通用双向 IO 口
53	40	P2.0/LED_SEG[31]/SEG[31]/CMP0P	通用双向 IO LED SEG 数字输出 LCD SEG 模拟输出 比较器 0 正极模拟输入	通用双向 IO 口
54	-	P0.7/LED_COM[7]/COM[7]/SEG[32]	通用双向 IO LED COM 数字输出 LCD COM 模拟输出 LCD SEG 模拟输出	通用双向 IO 口
55	-	P0.6/LED_COM[6]/COM[6]/SEG[33]	通用双向 IO LED COM 数字输出 LCD COM 模拟输出 LCD SEG 模拟输出	通用双向 IO 口
56	-	P0.5/LED_COM[5]/COM[5]/SEG[34]	通用双向 IO LED COM 数字输出 LCD COM 模拟输出 LCD SEG 模拟输出	通用双向 IO 口
57	41	P0.4/LED_COM[4]/COM[4]/SEG[35]	通用双向 IO LED COM 数字输出 LCD COM 模拟输出	通用双向 IO 口

			LCD SEG 模拟输出	
58	42	P0.3/LED_COM[3]/COM[3]	通用双向 IO LED COM 数字输出 LCD COM 模拟输出	通用双向 IO 口
59	43	P0.2/LED_COM[2]/COM[2]	通用双向 IO LED COM 数字输出 LCD COM 模拟输出	通用双向 IO 口
60	44	P0.1/LED_COM[1]/COM[1]	通用双向 IO LED COM 数字输出 LCD COM 模拟输出	通用双向 IO 口
61	45	P0.0/LED_COM[0]/COM[0]	通用双向 IO LED COM 数字输出 LCD COM 模拟输出	通用双向 IO 口
62	46	P3.1/UART[0]_RX/SCL	通用双向 IO 串口 0 数据接收端口 I2C 时钟传输端口	I2C 时钟传输端口
63	47	P3.0/UART[0]_TX/SDA	通用双向 IO 串口 0 数据发送端口 I2C 数据传输端口	I2C 数据传输端口
64	48	GND	电源地引脚	电源地引脚

备注：信号引脚复用功能设置方法详见表 15-2-9 和表 15-2-10。

6 电气特性

6.1 极限参数

参数	最小值	最大值	单位
直流供电电压	-0.3	6	V
I/O 引脚输入电压	-0.3	VDD+0.3	V
工作环境温度	-40	85	°C
储存温度	-45	125	°C
CPU 工作频率	-	24	MHz

备注：超过“**极限参数**”范围有可能对芯片造成损坏，无法预期芯片在上述范围外的工作状态，若长期在标示范围外工作，可能会影响芯片的可靠性。

6.2 直流电气特性

芯片参数	符号	工作电压	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
工作电流	Iop1	VDD=1.8V		2.92		mA	系统时钟为 XOSCH(24MHz)，其他时钟关闭，LDO 设置为默认值（高功率模式，输出电压为 1.61V），所有输出引脚无负载，所有数字输入引脚不浮动，所有外设关闭，CPU 执行 NOP 指令
		VDD=3.3V		3.46			
		VDD=5V		3.49			
	Iop2	VDD=1.8V		0.627		mA	系统时钟为 IRCH(3.6864MHz)，其他时钟关闭，LDO 设置为默认值（高功率模式，输出电压为 1.61V），所有输出引脚无负载，所有数字输入引脚不浮动，所有外设关闭，CPU 执行 NOP 指令
		VDD=3.3V		0.713			
		VDD=5V		0.719			
	Iop3	VDD=1.8V		2.78		mA	系统时钟为 PLL 输出，PLL 设置为 6 倍频，参考时钟 IRCH 频率为 3.6864MHz，其他时钟关闭，LDO 设置为默认值（高功率模式，输出电压为 1.61V），所有输出引脚无负载，所有数字输入引脚不浮动，所有外设关闭，CPU 执行 NOP 指令
		VDD=3.3V		3.29			
		VDD=5V		3.31			
	Iop4	VDD=1.8V		36.2		uA	系统时钟为 IRCL(131kHz)，其他时钟关闭，LDO 设置为低功率模式，输出电压为 1.61V，所有输出引脚无负载，所有数字输入引脚不浮动，所有外设关闭，
		VDD=3.3V		38.2			
		VDD=5V		38.9			

						CPU 执行 NOP 指令	
	lop5	VDD=1.8V		23.6		uA	系统时钟为 XOSCL(32.768kHz)，其他时钟关闭，LDO 设置为低功率模式，输出电压为 1.61V，所有输出引脚无负载，所有数字输入引脚不浮动，所有外设关闭，CPU 执行 NOP 指令
		VDD=3.3V		24.6			
		VDD=5V		25.2			
	lop6	VDD=1.8V		26.1		uA	系统时钟为 XOSCL(32.768kHz)，其他时钟关闭，LDO 设置为低功率模式，输出电压为 1.61V，打开 LCD 驱动（不外接 LCD 面板），LCD 设置为最小电流驱动、1/3bias、1/4duty、LCD 时钟为 XOSCL，LCD_CAD 关闭（CAD_MOD=0），所有 LCD 引脚打开，其他所有输出引脚无负载，所有数字输入引脚不浮动，其他外设关闭
		VDD=3.3V		29.0			
		VDD=5V		31.8			
STOP 模式电流	lstp	VDD=1.8V		5.7		uA	所有时钟关闭，所有输出引脚无负载，所有数字输入引脚不浮动，所有外设关闭，LDO 设置为低功率模式，Flash 进入睡眠模式，CPU 进入 STOP 模式。
		VDD=3.3V		6.0			
		VDD=5V		6.3			
IDLE 模式电流	lid1	VDD=1.8V		1.81		mA	系统时钟设为 XOSCH（24MHz），其他时钟关闭，所有输出引脚无负载，所有数字输入引脚不浮动，所有外设关闭，LDO 设置为低功率模式，Flash 进入睡眠模式，CPU 进入 IDLE 模式。
		VDD=3.3V		2.08			
		VDD=5V		2.10			
	lid2	VDD=1.8V		0.396		mA	系统时钟设为 IRCH（3.6864MHz），其他时钟关闭，所有输出引脚无负载，所有数字输入引脚不浮动，所有外设关闭，LDO 设置为低功率模式，Flash 进入睡眠模式，CPU 进入 IDLE 模式。
		VDD=3.3V		0.444			
		VDD=5V		0.448			
	lid3	VDD=1.8V		1.73		mA	系统时钟为 PLL 输出，PLL 设置为 6 倍频，参考时钟 IRCH 频率为 3.6864MHz，其他时钟关闭，所有输出引脚无负载，所有数字输入引脚不浮动，所有外设关闭，CPU 进入 IDLE 模式。
		VDD=3.3V		1.97			
		VDD=5V		1.98			
	lid4	VDD=1.8V		17.6		uA	系统时钟设为 IRCL（131KHz），其他时钟关闭，所有输出引脚无负载，所有数字输入引脚不浮动，所有外设关闭，LDO 设置为低功率模式，CPU 进入 IDLE 模式。
		VDD=3.3V		18.4			
		VDD=5V		18.9			
	lid5	VDD=1.8V		11.4		uA	系统时钟设为 XOSCL（32.768KHz），其他时钟关闭，所有输出引脚无负载，所有数字输入引脚不浮动，所有外设关闭，LDO 设置为低功率模式，Flash 进入睡眠模式，CPU 进入 IDLE 模式。
		VDD=3.3V		11.8			
		VDD=5V		12.2			
	lid6	VDD=1.8V		13.8		uA	系统时钟为 XOSCL(32.768kHz)，其他时

		VDD=3.3V		16.3			钟关闭, 打开 LCD 驱动, LCD 设置为最小电流驱动、1/3bias、1/4duty、LCD_CAD 关闭(CAD_MOD=0), LCD 时钟为 XOSCL, 所有 LCD 引脚打开, 其他所有输出引脚无负载, 所有数字输入引脚不浮动, CPU 进入 IDLE 模式。
		VDD=5V		18.9			
IO 端口输入高电压 (斯密特模式开启)	Vhi1	VDD=1.8V	0.53	-	1.8	V	-
		VDD=3.3V	0.96		3.3		
		VDD=5V	1.42		5		
IO 端口输入高电压 (斯密特模式关闭)	Vhi2	VDD=1.8V		0.5*VDD	VDD	V	-
		VDD=3.3V					
		VDD=5V					
IO 端口输入低电压 (斯密特模式开启)	Vlo1	VDD=1.8V	0	-	0.49	V	-
		VDD=3.3V	0	-	0.87		
		VDD=5V	0	-	1.34		
IO 端口输入低电压 (斯密特模式关闭)	Vlo2	VDD=1.8V		0.5*VDD		V	-
		VDD=3.3V					
		VDD=5V					
IO 端口推电流	Ipu	VDD=3.3V	-	5.86	-	mA	IO 设为推挽输出模式, 驱动能力设为最大, Vol=VDD-0.3V
		VDD=5V	-	8.45	-		
IO 端口灌电流	Iol	VDD=3.3V	-	11.76	-	mA	IO 设为推挽输出模式, 驱动能力设为最大, Vol=GND+0.3V
		VDD=5V	-	17.53	-		
COM 端口灌电流	Isi	VDD=3.3V		65		mA	IO 设为推挽输出或 LED COM 引脚功能, 驱动能力设为最大, Sink 功能开启, Vol=GND+0.3V
		VDD=5V		92			
IO 端口强下拉电阻	Rd1	VDD=1.8~5.5V		15		KΩ	-
IO 端口弱下拉电阻	Rd2	VDD=1.8~5.5V	-	45	-	KΩ	-
IO 端口强上拉电阻	Ru1	VDD=1.8~5.5V	-	10	-	KΩ	-
IO 端口弱上拉电阻	Ru2	VDD=1.8~5.5V		45		KΩ	

说明: 以上参数是随机抽取的典型芯片测试结果, 仅供参考。

6.3 交流电气特性

交流电气特性 (VDD=1.8-5.5V, TA=25℃, 除非其它说明)

芯片参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
内部低速时钟 (IRCL) 起振时间	Trc1	-	50	-	us	IRCL 频率为 131K
内部高速时钟 (IRCH) 起振时间	Trc2	-	10	-	us	IRCH 频率为 3.6864MHz
外部低速时钟 (XOSCL) 起振时间	Tosc1	-	1	-	s	XOSCL 频率为 32.768KHz
外部高速时钟 (XOSCH) 起振时间	Tosc2	-	2	-	ms	XOSCH 频率为 24MHz
PLL 稳定时间	Tpll	-	50	-	us	参考时钟 IRCH 频率为 3.6864MHz, PLL 为 6 倍频
复位脉冲时间	Trst	-	0.5	-	us	

备注: VDD=3.3V, TA=25℃, 内部高速时钟出厂频率为 3.6864MHz, 误差小于 1%.

6.4 ADC 电气特性

模/数转换器 (ADC) 电气特性 (Ta=25℃, 参考电压为 VDD)

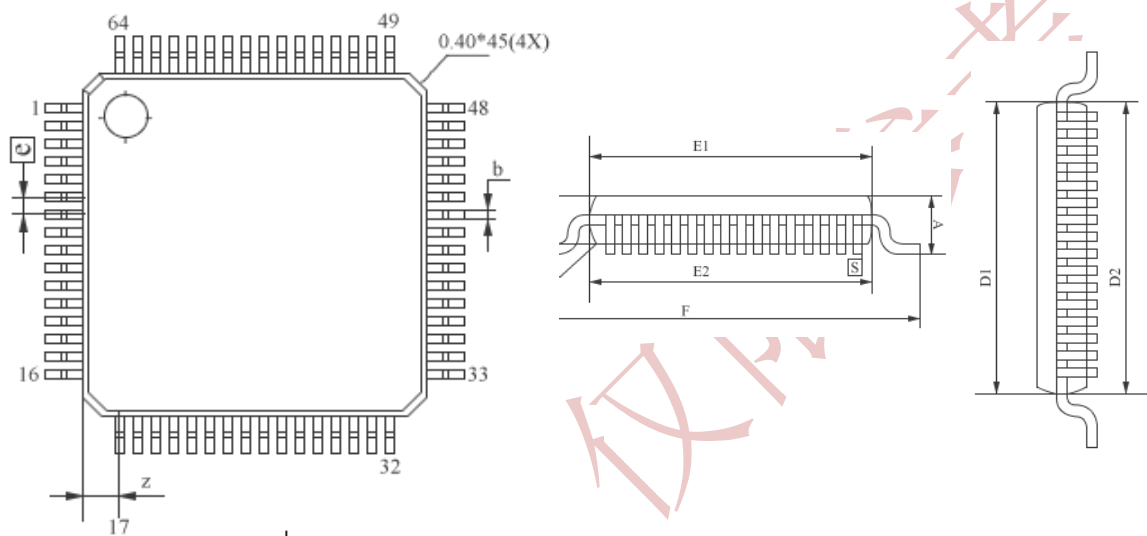
芯片参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
工作电压	V _{AD}	1.8		5.5	V	
ADC 精度	NR		12		Bit	GND<=Vin<=Vref
ADC 输入电压	V _{in}	0	-	VDD	V	
ADC 输入电阻	R _{in}	2	-	-	MΩ	VDD=5V
ADC 转换电流	I _{ADC}	-	180	-	uA	VDD=5V
微分非线性误差	DNL	-	-	±3	LSB	VDD=5V
积分非线性误差	INL	-	-	±3	LSB	VDD=5V
满刻度误差	EF	-	±3	±4	LSB	VDD=5V
偏移量误差	E _z	-	±0.5	±1	LSB	VDD=5V
转换时间	T _{CON}	-	16	-	时钟周期	

备注: (1) ADC 输入电阻是直流条件下 ADC 自身的输入电阻;

(2) 测试 ADC 时连接通路的信号源内阻需要小于 10KΩ

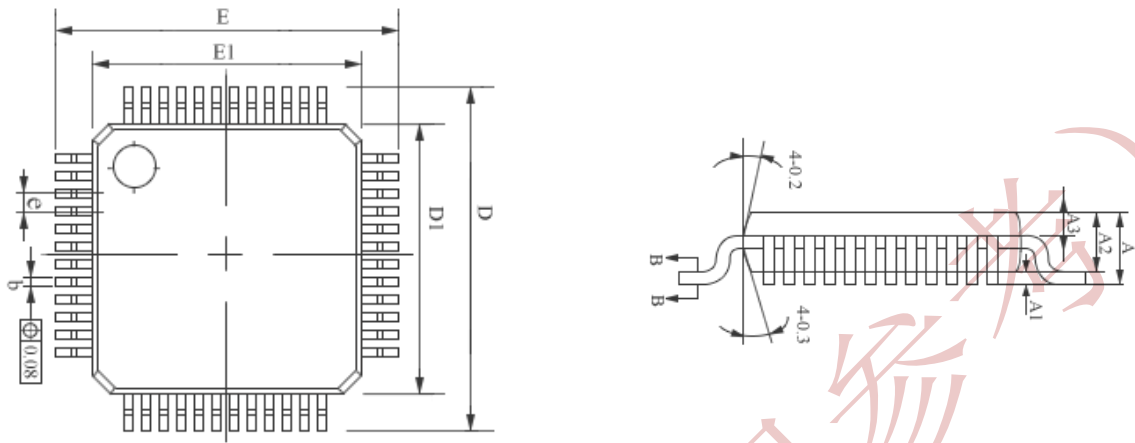
7 封装类型

封装形式（一）(LQFP 64)



序号	最小值	标准值	最大值
A	-----	-----	1.63
A2	1.30	1.40	1.50
D1	6.85	6.95	7.05
D2	6.90	7.00	7.10
E1	6.85	6.95	7.05
E2	6.90	7.00	7.10
b	0.18	-----	0.2
e	-----	0.40	-----
F	8.80	9.0	9.20
Z	-----	0.5	-----

封装形式（二）(LQFP 48)



序号	最小值	标准值	最大值
A	-----	-----	1.60
A1	0.05	-----	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.54	0.69
b	0.18	-----	0.27
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		