



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

## CA51F2 系列 MCU 产品介绍

REV2.3

### 深圳市锦锐科技股份有限公司

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

重要声明：本公司保留对以下所有产品在可靠性、功能和设计方面作进一步说明的权利，同时保留在未通知的情况下，对本产品所有文档做更改的权利。

客户在使用此产品时，请向我公司销售人员索取最新文档。特此声明！

## 目 录

<b>1 概述</b> .....	<b>4</b>
<b>2 基本特性</b> .....	<b>4</b>
<b>3 芯片型号功能介绍</b> .....	<b>7</b>
<b>4 系统框图</b> .....	<b>8</b>
<b>5 引脚封装及其描述</b> .....	<b>9</b>
5.1 封装定义.....	9
5.2 引脚描述.....	11
<b>6 程序下载和仿真</b> .....	<b>17</b>
6.1 程序下载.....	17
6.2 在线仿真.....	17
<b>7 电气特性</b> .....	<b>18</b>
7.1 极限参数.....	18
7.2 直流电气特性.....	18
7.3 交流电气特性.....	21
7.4 ADC 电气特性.....	21
7.5 内部 RC 时钟温度特性.....	22
<b>8 封装类型</b> .....	<b>23</b>
<b>9 典型应用参考电路</b> .....	<b>25</b>

锦锐科技

## 1 概述

CA51F2 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 三种 Flash 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 12Bit ADC、LCD/LED 驱动、Touch Key、16 Bit 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
- 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°C)
- 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
- 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
- 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
- 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

- 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

- 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

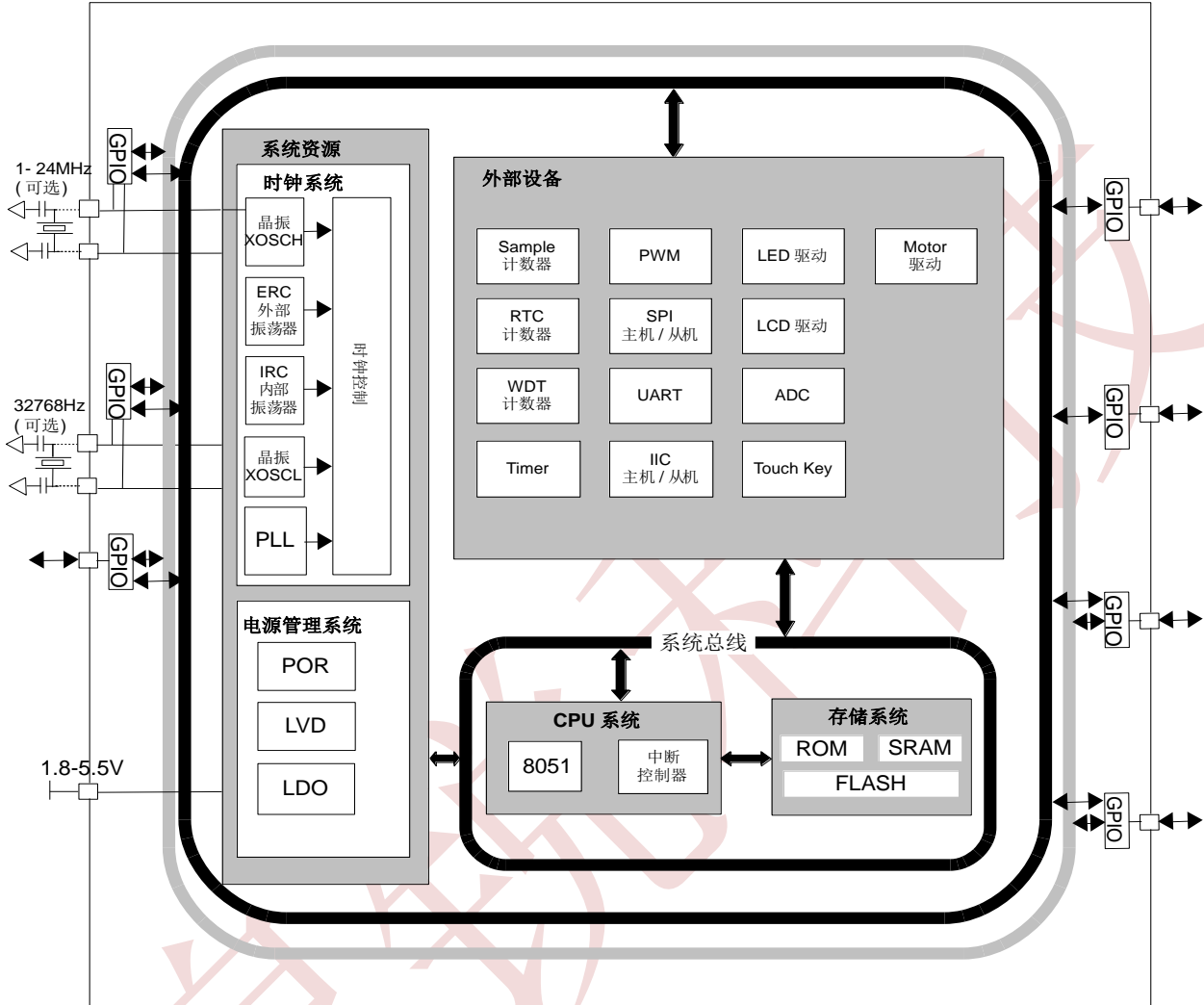
- ◆ **复位模式**
  - 芯片支持多种复位源：硬复位，软复位，看门狗复位，低电压检测复位，上电/掉电复位
- ◆ **看门狗**
  - 27 位看门狗定时器，16 位调节精度，可配置看门狗复位或中断
- ◆ **遥控接收功能**
  - 内置采样计数器模块（SAMPLE），可通过硬件模块采样任意长度的脉宽，减少软件代码
- ◆ **通用串行接口（UART）**
  - 最多支持 3 个 UART 接口
  - 支持 1 字节接收缓存
- ◆ **SPI 接口**
  - 内置 1 个 4 线 SPI 接口，支持主从模式
- ◆ **I<sup>2</sup>C 接口**
  - 内置 1 路 I<sup>2</sup>C 接口，支持主从模式，支持标准/快速/高速模式
  - I<sup>2</sup>C 可设置数字滤波，增强 I<sup>2</sup>C 抗干扰性能。
- ◆ **运放和模拟比较器**
  - 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 <sup>2</sup> 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







## 5.2 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[3]/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 程序下载和仿真

### 6.1 程序下载

CA51F2 系列芯片主要采用 ISP 方式下载程序，芯片通过 UART 接口与下载工具相连接，任意一组 UART 口都可以用于 ISP。

更多关于程序下载步骤的细节请参考“CACHIP 开发下载工具使用说明”。

### 6.2 在线仿真

CA51F2 系列芯片支持在线仿真，芯片与仿真器之间通过 IIC 接口进行通信，出厂默认的 IIC 接口是 P30(IIC SDA) 和 P31(IIC SCL)。要注意的是，由于芯片与仿真器间通过 IIC 通信，所以与仿真器连接的 IIC 接口引脚不能设置为其他功能，并且应用程序里不能使用 IIC 功能，否则将无法进入仿真模式。另外，由于 IIC 的通信速度是由主时钟决定，所以应用程序里不能将主时钟设置为低速时钟，也不能进入省电模式，否则都会影响芯片与仿真器间的通信。

当  $TSME=0$  (PCON[3]) 时，芯片禁止进入仿真模式。当芯片进入仿真模式后，TSMODE 位 (PCON[2]) 置 1，应用程序可通过判断此位状态来决定是否切换至低速时钟或进入省电模式。

更多关于仿真功能的细节可参考仿真器的相关文档介绍。

## 7 电气特性

### 7.1 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	-55	125	°C
CPU 工作频率	-	27	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。

### 7.2 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			
		VDD=3.3V		0.713					
		VDD=5V		0.719					
	Iop3	VDD=1.8V		2.78		mA			
		VDD=3.3V		3.29					
		VDD=5V		3.31					
	Iop4	VDD=1.8V		36.2		uA			
		VDD=3.3V		38.2					
		VDD=5V		38.9					
	Iop5		VDD=1.8V		23.6			uA	系统时钟为 XOSCL(32.768kHz)，其他时

		VDD=3.3V	24.6			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=5V	25.2				
	lop6	VDD=1.8V	26.1	31.8		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					
	STOP 模式电流	lstp	VDD=1.8V	5.7			uA
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), 其他时钟关闭, 打开 LCD 驱动, LCD 设置为最
VDD=3.3V		16.3					

		VDD=5V		18.9			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。
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	0				
		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	I <sub>si</sub>	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=1.8~5.5 V		15		K Ω	-
IO 端口弱下拉电阻	Rd2	VDD=1.8~5.5 V	-	45	-	K Ω	-
IO 端口强上拉电阻	Ru1	VDD=1.8~5.5 V	-	10	-	K Ω	-
IO 端口弱上拉电阻	Ru2	VDD=1.8~5.5 V		45		K Ω	

说明: 以上参数是随机抽取的典型芯片测试结果, 仅供参考。

### 7.3 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%.

### 7.4 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 <sub>AD</sub>	1.8		5.5	V	
ADC 精度	NR		12		Bit	GND<=V <sub>in</sub> <=V <sub>ref</sub>
ADC 输入电压	V <sub>in</sub>	0	-	VDD	V	
ADC 输入电阻	R <sub>in</sub>	2	-	-	MΩ	VDD=5V
ADC 转换电流	I <sub>ADC</sub>	-	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 <sub>z</sub>	-	±0.5	±1	LSB	VDD=5V
转换时间	T <sub>CON</sub>	-	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

## 7.5 内部 RC 时钟温度特性

### ◆ IRCH 温度特性

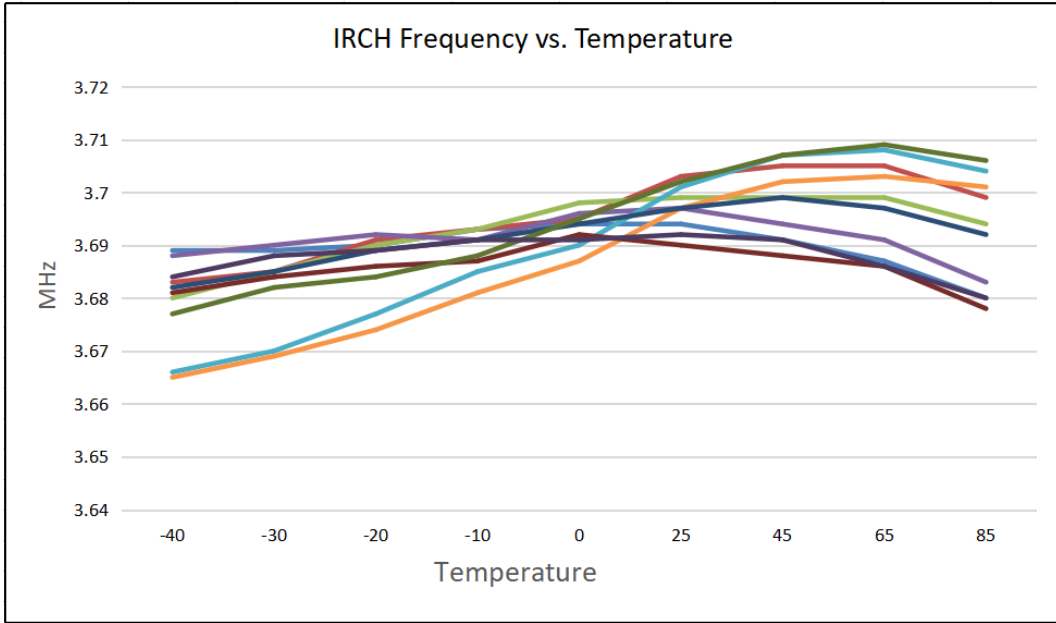
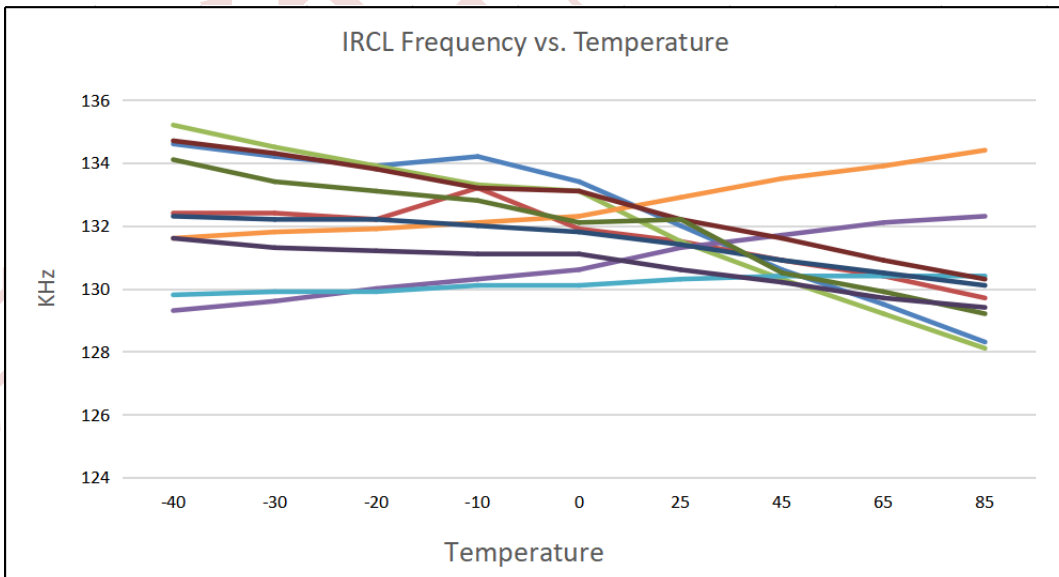


图 30-5-1 IRCH 温度特性曲线图

备注：以上图形数据为随机抽取部分芯片实测数据，数据仅供参考。

### ◆ IRCL 温度特性

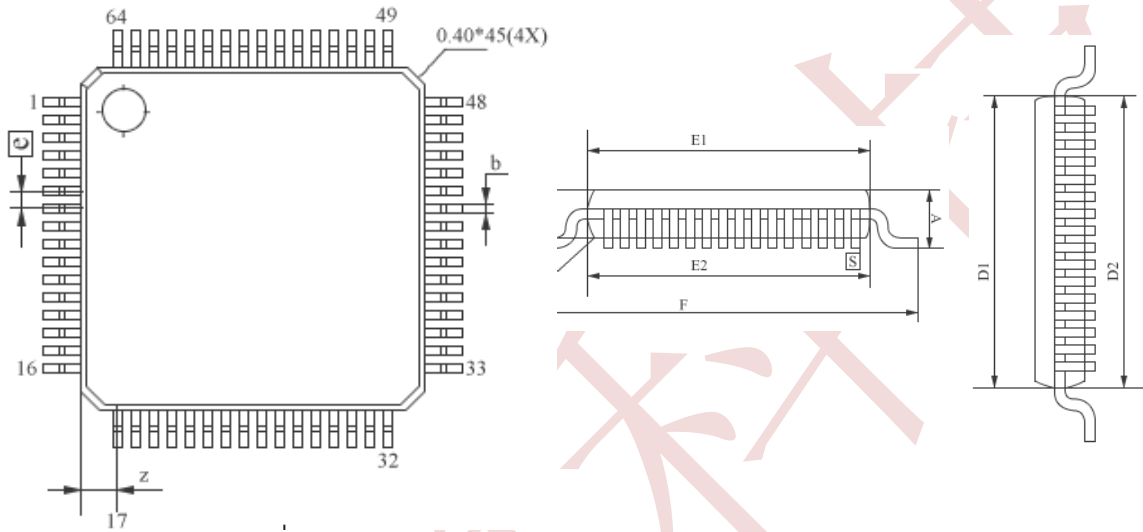


30-5-2 IRCL 温度特性曲线图

备注：以上图形数据为随机抽取的部分芯片实测数据，数据仅供参考。

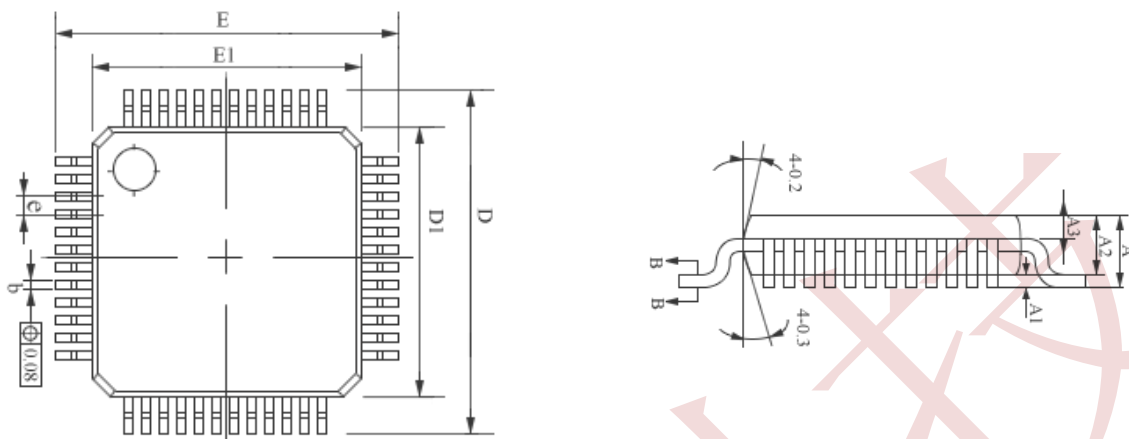
8 封装类型

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		



参考电路 (二)

