



*Built - in 16 Bit PWM / 12Bit ADC / Touch Key / 1T 8051 64K Flash MCU*

# CA51F005 系列 MCU 中文用户手册

REV2.0

## 深圳市锦锐科技股份有限公司

电话：0755-83949938

传真：0755-83949977

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

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

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和修改的权利，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

1 概述.....	3
2 基本特性.....	3
3 芯片型号功能介绍.....	6
4 系统框图.....	7
5 引脚封装及其描述.....	8
5.1 封装定义.....	8
5.2 引脚描述.....	10
6 程序下载和仿真.....	12
6.1 程序下载.....	12
6.2 在线仿真.....	12
7 电气特性.....	13
7.1 极限参数.....	13
7.2 直流电气特性.....	13
7.3 交流电气特性.....	14
7.4 内部高速 RC 温度特性.....	15
8 封装类型.....	16

## 1 概述

CA51F005 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 64K Flash 程序存储器、4K 字节 SRAM 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 16 Bit PWM、12Bit ADC、UART、I<sup>2</sup>C、RGB\_LED、Touch Key 控制器以及低电压检测(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工业控制、家用照明、小家电、运动器材、大健康电子、电机控制等产品。

## 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

### ◆ 存储器

- Flash: 64K 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, 4K 字节外部 RAM

### ◆ 工作电压

- 工作电压: 2.0 - 5.5V

### ◆ 时钟系统

- 内置低速 RC 振荡器: 131KHz, 精度为±2% (3.3V@25°C)
- 内置高速 RC 振荡器: 24MHz, 精度为±1% (3.3V@25°C)
- 外部高速振荡器: 1 - 24MHz
- 外部时钟输入: 1 - 24MHz
- 可编程 RC 振荡器 PFG: 20 - 40MHz, 内置自动跳频功能, 专门为雾化器功能而设计
- PFG 时钟频率校正模块: 可实现以系统时钟为基准, 对 PFG 时钟进行计数, 以校正中心频率

### ◆ TMC 功能

- 时钟源为内置低速 RC 振荡器, 中断时间最小单位为 512 个低速 RC 振荡器时钟周期
- 可配置中断时间为 1-256 个最小单位时间

### ◆ 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 18 个 GPIO 口，支持推挽、开漏、上拉、下拉、高阻模式 (型号不同，有不同)
- 8 个引脚(P0.0、P0.1、P1.0 ~ P1.5) 支持强灌电流，最高可达 95mA@5V,可用于高亮 LED 显示

**◆ 模/数转换器 (ADC)**

- 支持 12 通道 12 位 ADC，内置运放和比较功能 (型号不同，有不同)
- 支持标准和快速两种模式，快速模式采样速度达 1MHz，可用于电机产品
- 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

**◆ 运放 (AMP)**

- 运放 A 为通用运放，运放 A 内置校正机制，校正后全温条件下失调电压小于 0.5mV
- 运放 B 为无线充专用运放，用于 ASK 解码，放大倍数内部共有 4 档可选：33 倍、50 倍、75 倍、100 倍

**◆ 无线充解码**

- 内置两路 Qi 硬件解码器
- 支持 Qi 无线充标准通信协议硬件解码，开发产品更便捷

**◆ PWM**

- 支持 8 通道 PWM，在 16 位范围内可任意配置周期和占空比，其中 PWM[0~5] 每路都可独立设置任意引脚作为 PWM 输出引脚
- 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
- 支持 800Kbps/S 扫描频率两路硬件级联模块，直接控制 WS2812 或类似的驱动芯片，符合单色或七彩 LED 灯带产品的需求。

**◆ 触摸按键 (Touch Key)**

- 内置触摸感应控制器
- 最大支持 17 个触摸通道 (型号不同，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
- 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

**◆ 低电压检测 (LVD)**

- 可配置宽电压检测范围：1.7V ~ 4.8V，每级 0.1V
- 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

- ◆ 通用串行接口 (UART1/UART2)
  - 支持 2 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
- ◆ 蜂鸣器
  - 内置 1 路蜂鸣器驱动输出
- ◆ 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 < 15uA
- ◆ 封装类型: SOP20 / TSSOP20 / QFN20 / SOP16

### 3 芯片型号功能介绍

**表 3-1 CA51F005 系列具体型号功能特点**

芯片型号	Flash 容量[BYTE]	外部 Ram[BYTE]	内部高速 RC 振荡器	内部低速 RC 振荡器	内部可编程 PFG 振荡器	GPIO 数量	通用 16 位定时器数量	UART 数量	I <sup>2</sup> C	SPI	16 bit PWM 通道数量	触摸按键数量	12 位 ADC 通道数量	级联 LED 驱动	ISP	片上仿真功能	工作电压	封装形式
CA51F005S3	64K	4K	√	√	√	14	3	2	√	--	8	13	11	2	√	√	2.0-5.5	SOP16
CA51F005T3	64K	4K	√	√	√	18	3	2	√	√	8	17	12	2	√	√	2.0-5.5	TSSOP20
CA51F005S4	64K	4K	√	√	√	18	3	2	√	√	8	17	12	2	√	√	2.0-5.5	SOP20
CA51F005N2	64K	4K	√	√	√	18	3	2	√	√	8	17	12	2	√	√	2.0-5.5	QFN20

4 系统框图

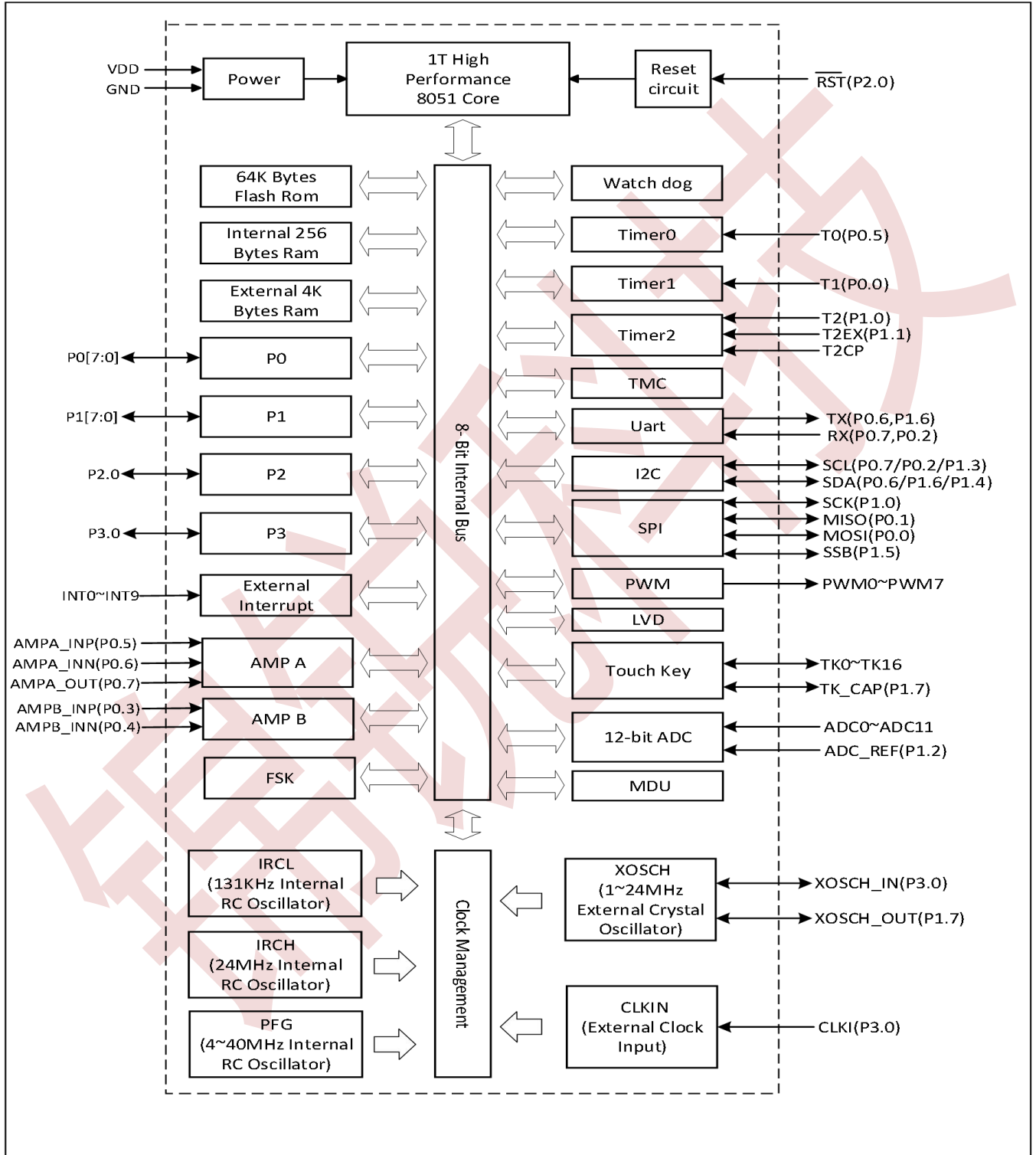


图 4-1-1 芯片框图

## 5 引脚封装及其描述

### 5.1 封装定义

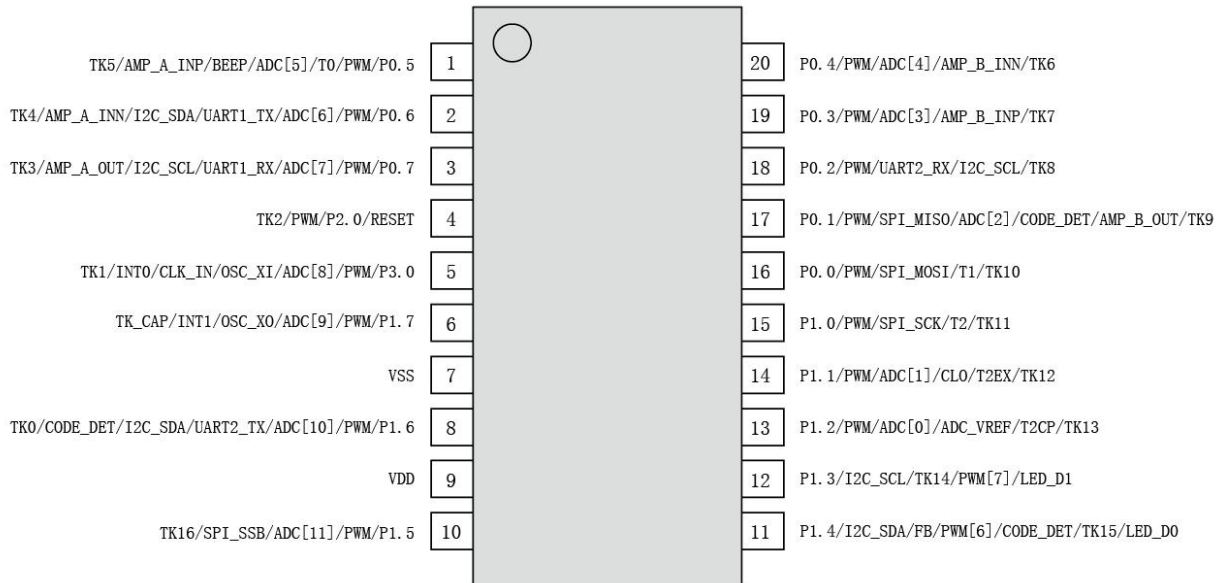


图 5-1-1 TSSOP20 管脚定义图

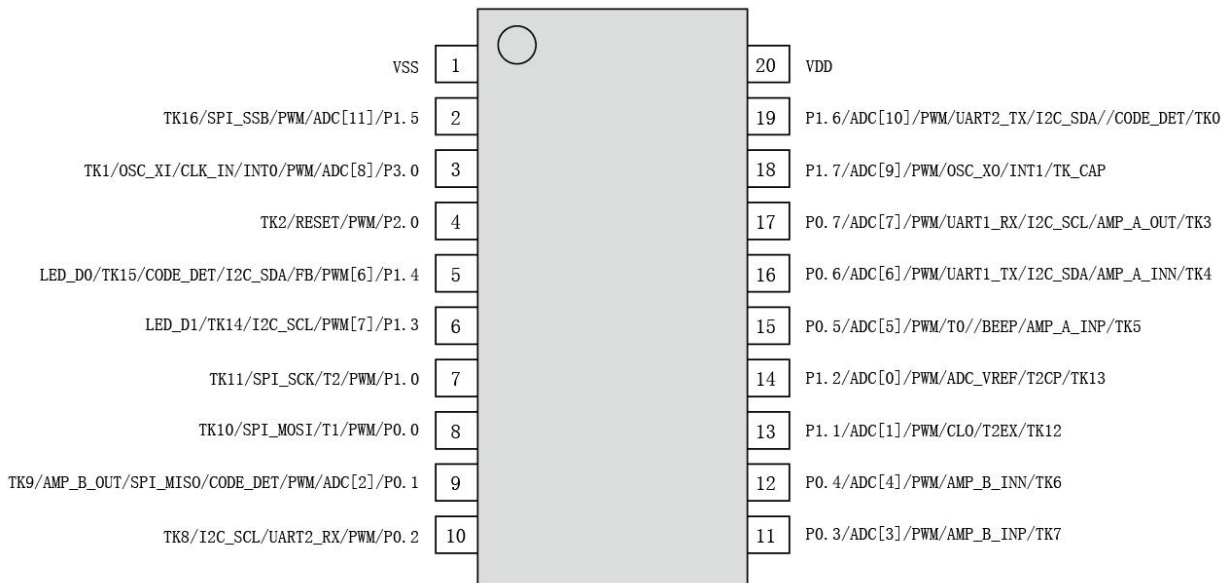


图 5-1-2 SOP20 管脚定义图

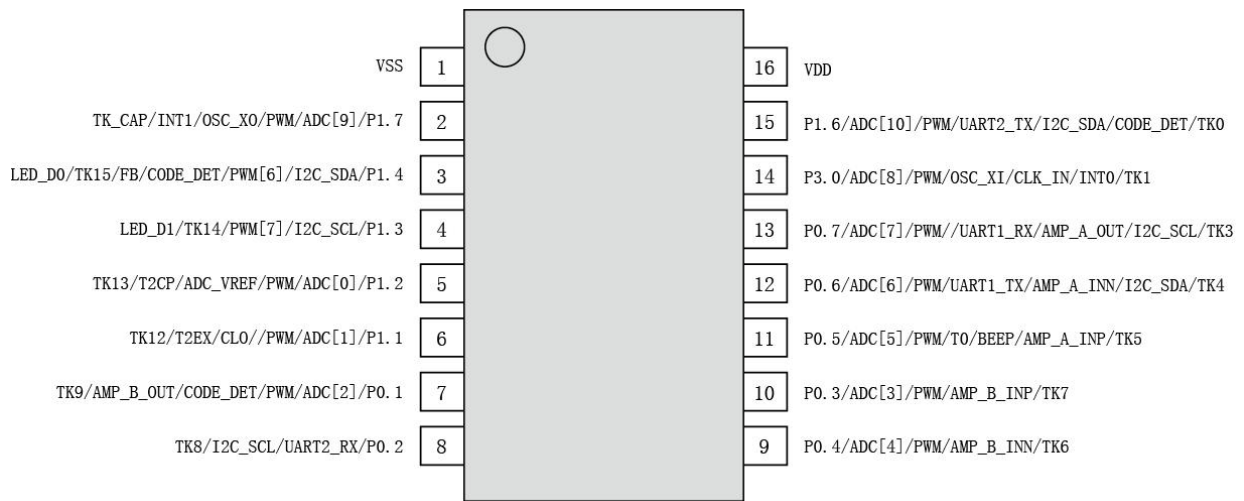


图 5-1-3 SOP16 管脚定义图

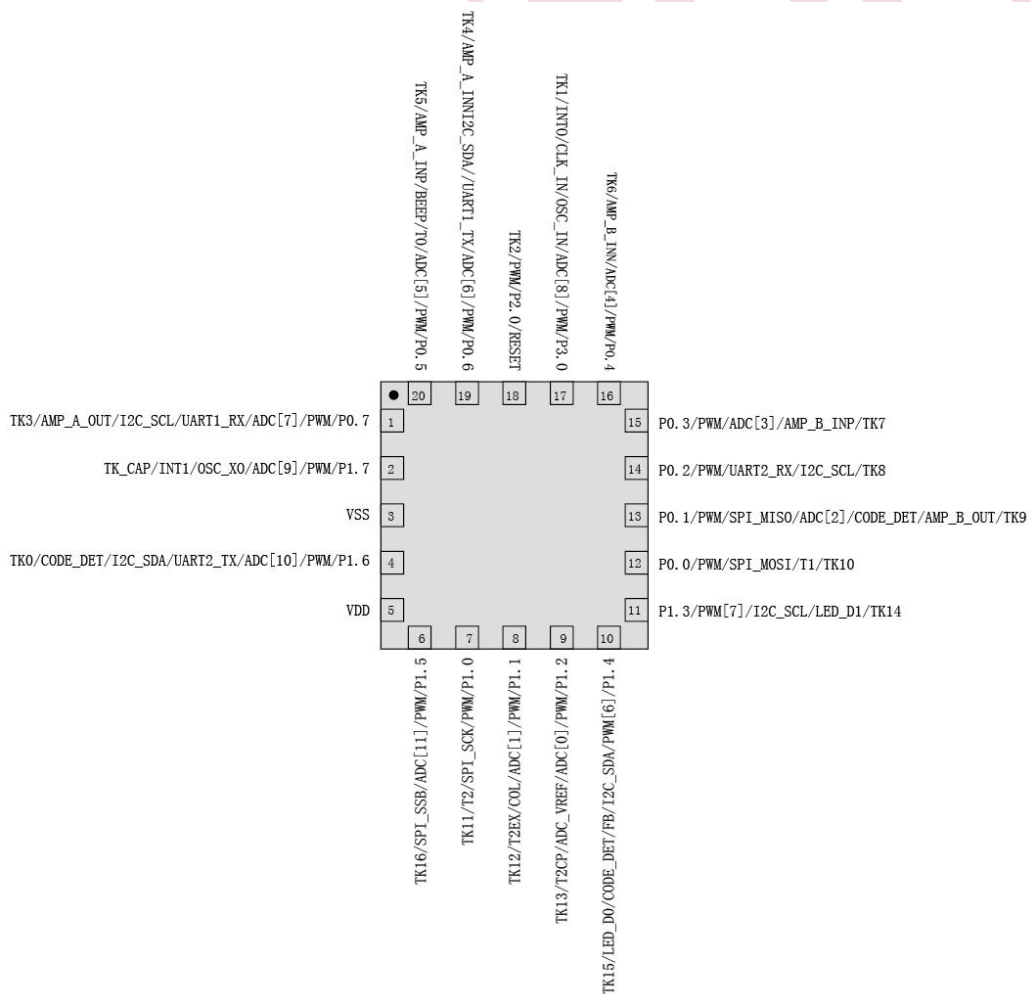


图 5-1-4 QFN20 管脚定义图

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
TSSOP20	SOP20	QFN20	SOP16			
1	15	20	11	P0.5/PWM/T0/ADC[5]/BEEP/ AMP_A_INP/TK5	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 T0 输入 ADC 通道输入 BEEP 输出 AMP 通道输入 触摸按键模拟通道输入	通用双向 I/O 口
2	16	19	12	P0.6/PWM/UART1_TX/ADC[6]/ AMP_A_INN/I2C_SDA/TK4	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 UART1_TX 传输口 ADC 通道输入 AMP 通道输入 I2C 数据传输口 触摸按键模拟通道输入	通用双向 I/O 口
3	17	1	13	P0.7/PWM/UART1_RX/ADC[7]/ AMP_A_OUT/I2C_SCL/TK3	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 UART1_RX 传输口 ADC 通道输入 AMP 通道输出 I2C 时钟传输口 触摸按键模拟通道输入	通用双向 I/O 口
4	4	18		P2.0/PWM/RESET/TK2	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 硬件复位引脚 触摸按键模拟通道输入	硬件复位引脚
5	3	17	14	P3.0/PWM/OSC_XI/ADC[8]/CLK_IN/INT0/ TK1	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 OSC_XI 通道输入 ADC 通道输入 CLK_IN 通道输入 INT0 输入 触摸按键模拟通道输入	通用双向 I/O 口
6	18	2	2	P1.7/PWM/OSC_XO/ADC[9]/INT1/ TK_CAP	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 OSC_XO 通道输出 ADC 通道输入 INT1 输入 触摸外部电容输入口	通用双向 I/O 口
7	1	3	1	VSS	电源地引脚	电源地引脚
8	19	4	15	P1.6/PWM/UART2_TX/I2C_SDA/ ADC[10]/CODE_DET/TK0	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 UART2_TX 传输口 I2C 数据传输口 ADC 通道输入 CODE_DET 通道输入 触摸按键模拟通道输入	通用双向 I/O 口
9	20	5	16	VDD	芯片供电管脚	芯片供电管脚
10	2	6		P1.5/PWM/SPI_SSB/ADC[11]/TK16	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 ADC 通道输入 SPI_SSB 引脚 触摸按键模拟通道输入	通用双向 I/O 口

11	5	10	3	P1.4/I2C_SDA/FB/PWM[6]/CODE_DET/ TK15/LED_D0	通用双向 I/O 口 I2C 数据传输口 FB 输入 PWM 信号输出 CODE_DET 通道输入 触摸按键模拟通道输入 级联 LED 驱动输出	I2C 数据口
12	6	11	4	P1.3/I2C_SCL/TK14/PWM[7]/LED_D1	通用双向 I/O 口 I2C 时钟传输口 触摸按键模拟通道输入 PWM 信号输出 级联 LED 驱动输出	I2C 时钟口
13	14	9	5	P1.2/PWM/ADC[0]/ADC_VREF/T2CP0/ TK13	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 ADC 通道输入 ADC_VREF 通道输入 T2CP0 引脚 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口
14	13	8	6	P1.1/PWM/ADC[1]/CLO/T2EX/TK12	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 ADC 通道输入 CLO 输出 T2EX 引脚 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口
15	7	7		P1.0/PWM/SPI_SCK/T2/TK11	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 SPI_SCK 引脚 T2 引脚 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口
16	8	12		P0.0/PWM/SPI_MOSI/T1 /TK10	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 SPI_MOSI 引脚 T1 引脚 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口
17	9	13	7	P0.1/PWM/SPI_MISO/ADC[2]/CODE_DET /AMP_B_OUT/TK9	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 SPI_MISO 引脚 ADC 通道输入 CODE_DET 通道输入 AMP_B_OUT 通道输出 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口
18	10	14	8	P0.2/PWM/UART2_RX/I2C_SCL/TK8	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 UART2_RX 引脚 I2C 时钟口 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口
19	11	15	10	P0.3/PWM/ADC[3]/AMP_B_INP/TK7	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 ADC 通道输入 AMP_B_INP 通道输入 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口
20	12	16	9	P0.4/PWM/ADC[4]/AMP_B_INN/TK6	通用双向 I/O 口 PWM 信号输出 ADC 通道输入 AMP_B_INN 通道输入 触摸按键模拟通道输入	通用双向 IO 口

备注：信号引脚复用功能设置方法详见表 15-2-5 和表 15-2-7

## 6 程序下载和仿真

### 6.1 程序下载

CA51F005 系列芯片主要采用 ISP 方式下载程序，芯片通过 I2C 接口与下载工具相连接，默认的升级接口为 P1.4(I2C SDA),P1.3(I2C SCL)。

更多关于程序下载步骤的细节请参考“CCHIP 开发下载工具使用说明”。

### 6.2 在线仿真

CA51F005 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 I2C 接口是 P1.4(I2C SDA)和 P1.3(I2C 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 I2C 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 I2C 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	-	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。

### 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=2.0V		3.18		mA	系统时钟为 IRCH(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		3.44			
		VDD=5V		3.47			
	Iop2	VDD=2.0V		80.1		uA	
		VDD=3.3V		82.1			
		VDD=5V		83.3			
STOP 模式电流	Istp	VDD=2.0V		5.9		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		6.1			
		VDD=5V		6.2			
IDLE 模式电流	Iid1	VDD=2.0V		1.00		mA	系统时钟设为 IRCH（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		1.10			
		VDD=5V		1.12			
	Iid2	VDD=2.0V		12.8		uA	
		VDD=3.3V		13.2			
		VDD=5V		13.4			
IO 端口输入高电压（斯密特模式开启）	Vhi1	VDD=2.0V	1.00	-	2.0	V	-
		VDD=3.3V	1.75		3.3		
		VDD=5V	2.60		5		
IO 端口输入高	Vhi2	VDD=2.0V		0.5*VDD	VDD	V	-
		VDD=3.3V					

电压（斯密特模式关闭）		VDD=5V					
IO 端口输入低电压（斯密特模式开启）	Vlo1	VDD=2.0V	0	-	0.65	V	-
		VDD=3.3V	0	-	1.18		
		VDD=5V	0	-	2.0		
IO 端口输入低电压（斯密特模式关闭）	Vlo2	VDD=2.0V	0	0.5*VDD		V	-
		VDD=3.3V					
		VDD=5V					
IO 端口推电流	Ipu	VDD=3.3V	-	7	-	mA	IO 设为推挽输出模式，驱动能力设为最大，Vol=VDD - 0.3V
		VDD=5V	-	9	-		
IO 端口灌电流	Iol	VDD=3.3V	-	12	-	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	-		
P0.0、P0.1、P1.0~P1.5 强灌电流	Isi	VDD=3.3V	-	72	-	mA	IO 设为推挽输出模式，驱动能力设为最大，SINK_EN 设置为 1，Vol=GND+0.3V
		VDD=5V	-	95	-		
IO 端口强下拉电阻	Rd1	VDD=2.0~5.5V		15		KΩ	-
IO 端口弱下拉电阻	Rd2	VDD=2.0~5.5V	-	45	-	KΩ	-
IO 端口强上拉电阻	Ru1	VDD=2.0~5.5V	-	10	-	KΩ	-
IO 端口弱上拉电阻	Ru2	VDD=2.0~5.5V		45		KΩ	

备注： 最小值的数据测量条件：VDD=2.0V, TA=25℃，除非另有说明。

典型值的数据测量条件：VDD=3.3V, TA=25℃，除非另有说明。

最大值的数据测量条件：VDD=5.5V, TA=25℃，除非另有说明。

### 7.3 交流电气特性

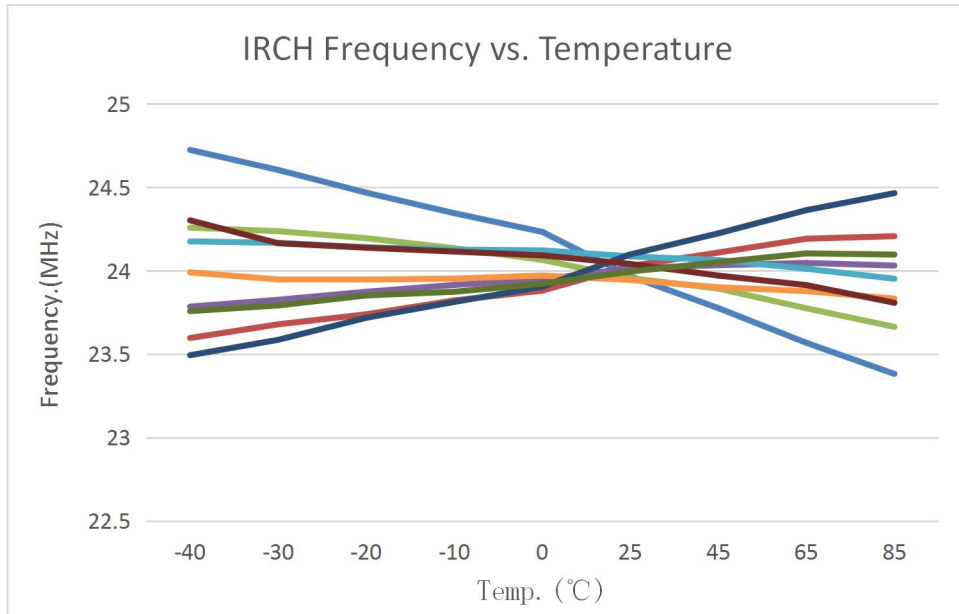
交流电气特性（VDD=2.0-5.5V, TA=25℃，除非其它说明）

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 24MHz
复位脉冲时间	Trst	-	0.5	-	us	

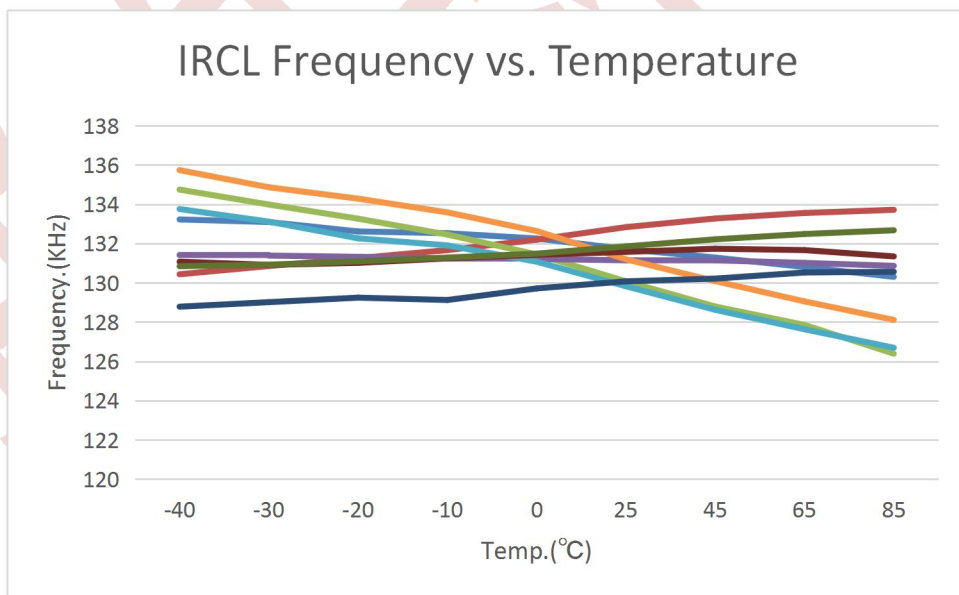
备注：VDD=3.3V,TA=25℃,内部高速时钟出厂频率为 24MHz，精度为±1%。

### 7.4 内部高速 RC 温度特性

#### ◆ IRCH 温度特性



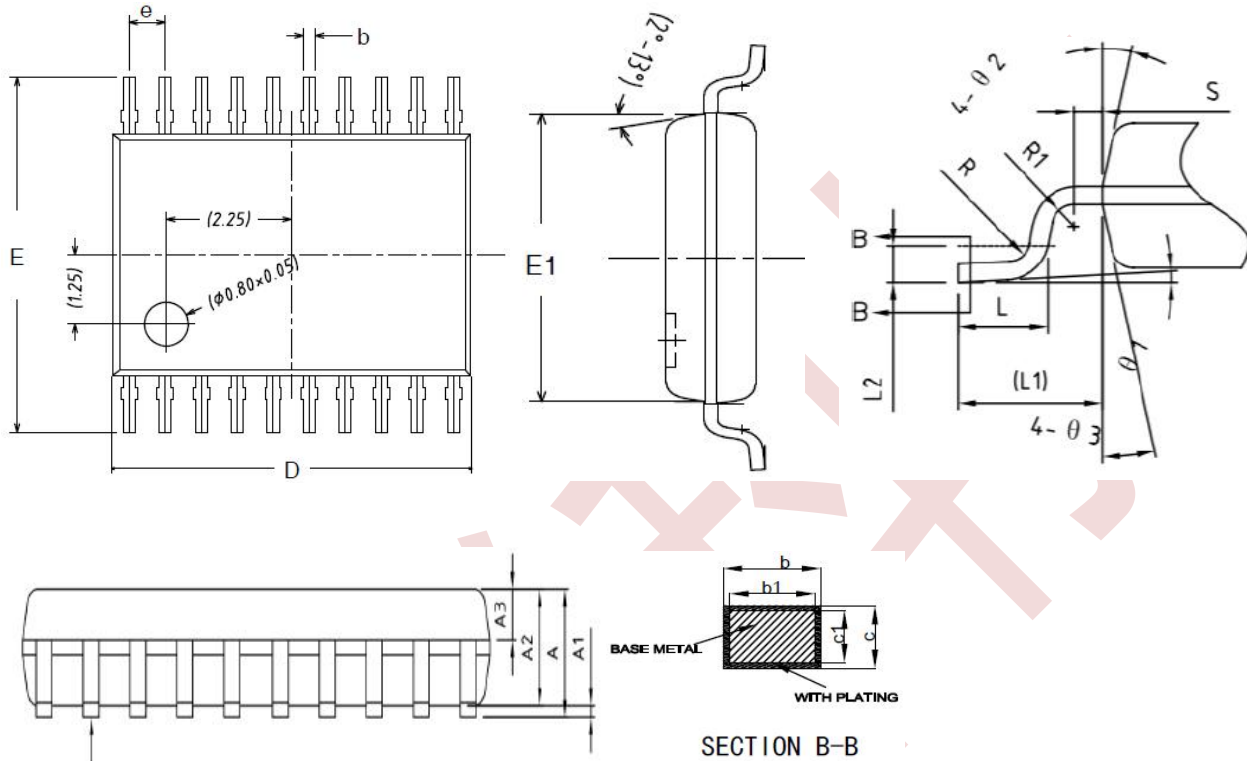
#### ◆ IRCL 温度特性



备注：以上图形数据为随机抽取的部分芯片实测数据，仅供参考。

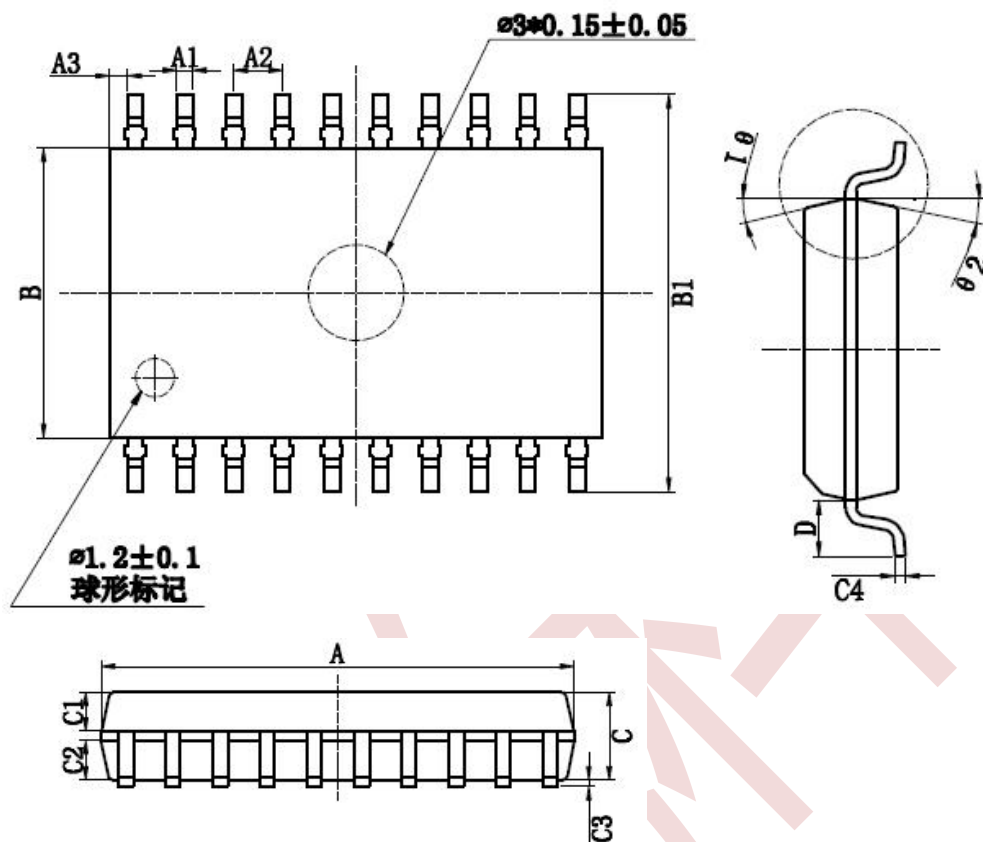
## 8 封装类型

### 封装形式：TSSOP20



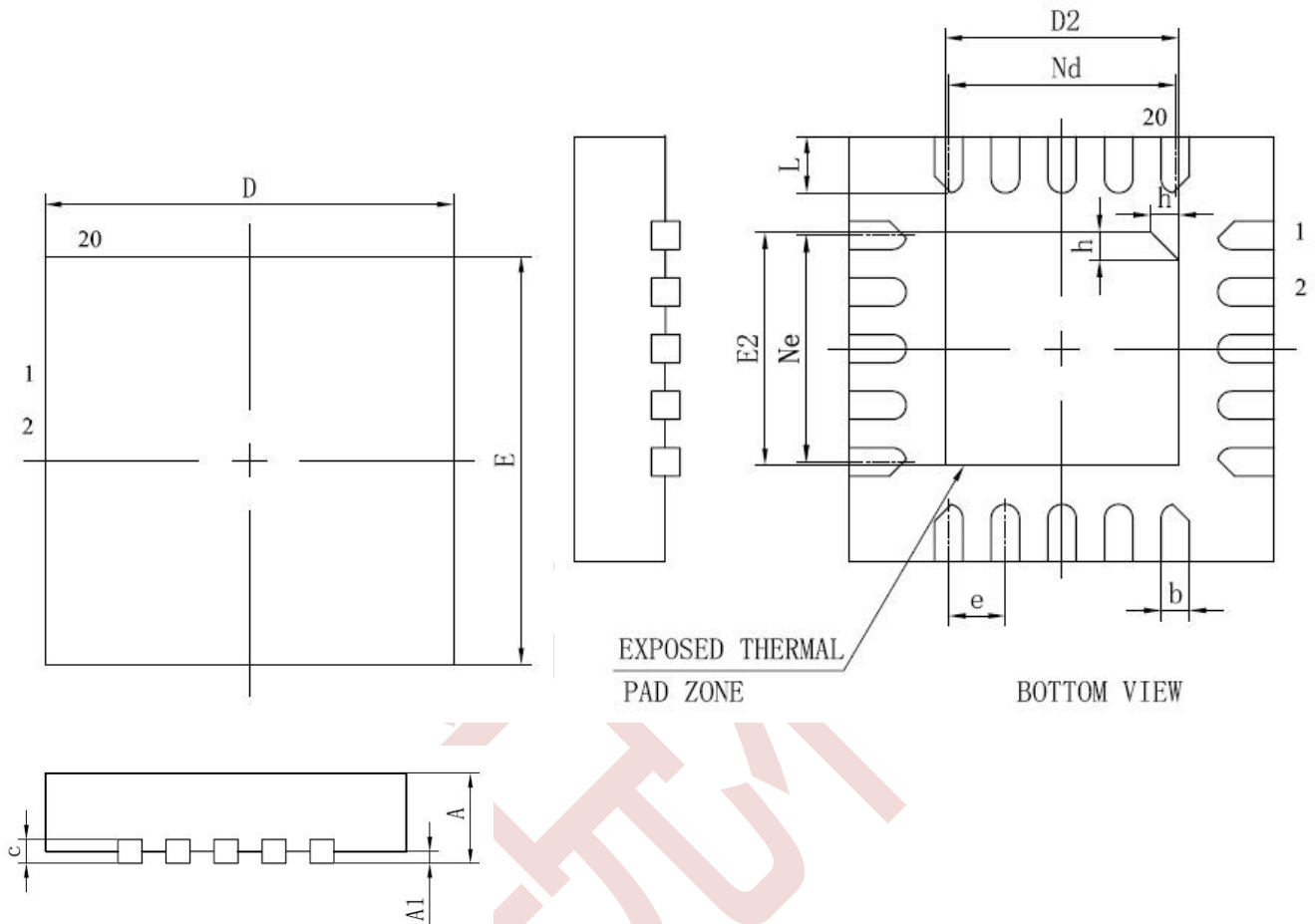
序号	最小值(mm)	标准值(mm)	最大值(mm)
A	1.0	---	1.1
A1	0.05	---	0.15
A2	---	---	0.95
A3	0.39	---	0.40
b	0.20	0.22	0.24
c	0.10	---	0.19
c1	0.10	---	0.15
D	6.40	6.45	6.50
E	6.25	6.40	6.55
E1	---	4.35	4.40
L	0.50	0.60	0.70
e	0.55	0.65	0.75
L2	0.25BSC		
R	0.09	---	---
L1	1.0REF		

封装形式: SOP20



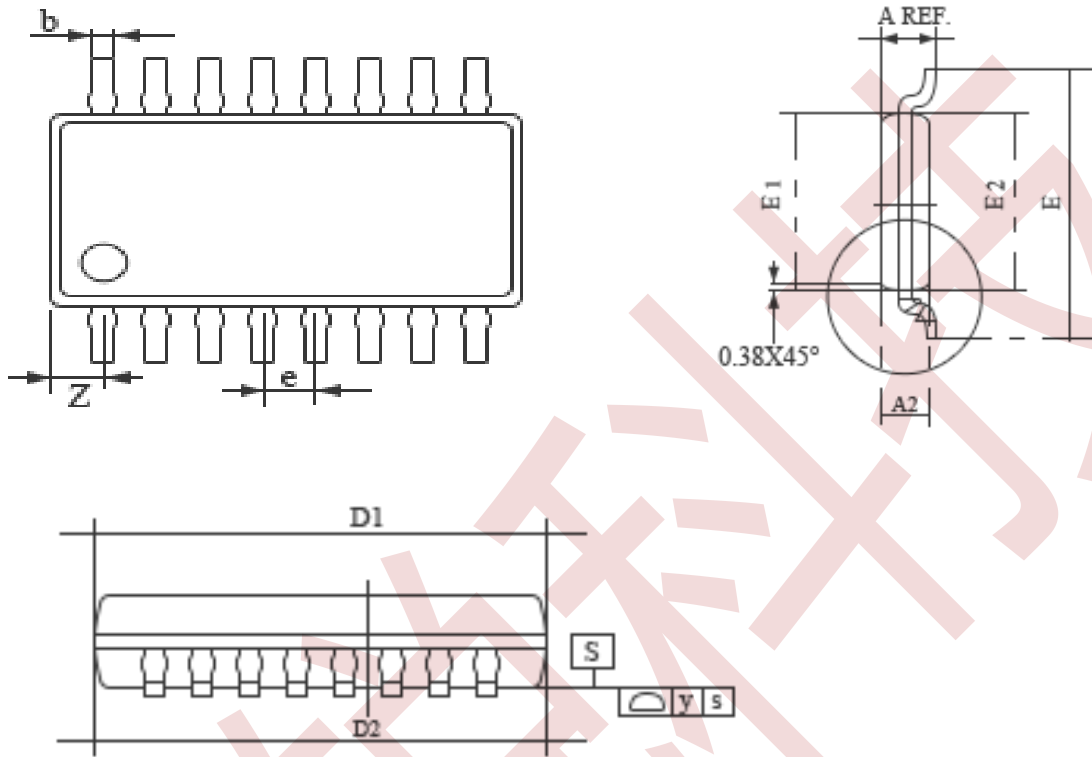
序号	最小值(mm)	标准值(mm)	最大值(mm)
A	12.65	12.70	12.80
A1	0.381	0.40	0.431
A2	1.24	1.27	1.30
A3	0.45	0.455	0.46
B	7.40	7.50	7.60
B1	10.206	10.30	10.406
C	2.18	2.23	2.28
C1	0.938	1.0	1.038
C2	0.938	1.0	1.038
C3	0.145	0.175	0.205
D	1.353	1.40	1.453
C4	0.246	0.25	0.262

封装形式: QFN20(3X3MM)



序号	最小值(mm)	标准值(mm)	最大值(mm)
A	0.70	0.75	0.80
A1	---	0.02	0.05
b	0.15	0.20	0.25
c	0.18	0.20	0.25
D	2.90	3.00	3.10
D2	1.55	1.65	1.75
e	0.40BSC		
Ne	1.60BSC		
Nd	1.60BSC		
E	2.90	3.00	3.10
E2	1.55	1.65	1.75
L	0.35	0.40	0.45
h	0.20	0.25	0.30

封装形式 (SOP16)



序号	最小值(mm)	标准值(mm)	最大值(mm)
A	1.500	1.600	1.700
A2	1.400	1.450	1.500
b	0.356	0.406	0.456
D1	9.70	9.90	10.10
D2	9.75	9.95	10.15
E	5.90	6.000	6.100
E1	3.800	3.900	4.000
E2	3.850	3.950	4.050
e	-----	1.27	-----
Z	-----	0.505	-----