

支持 LED/LCD 驱动+触控的 32 位微控制器
CIU32F011、CIU32F031 触控系列

数据手册

V1.2



北京中电华大电子设计有限责任公司
CEC Huada Electronic Design Co.,Ltd

声 明

本手册的版权属北京中电华大电子设计有限责任公司所有。任何未经授权对本手册进行复印、印刷、出版发行的行为，都将被视为是对北京中电华大电子设计有限责任公司版权的侵害。北京中电华大电子设计有限责任公司保留对此行为诉诸法律的权利。

北京中电华大电子设计有限责任公司保留未经通知用户对本手册内容进行修改的权利。虽然我们已经核对本手册的内容，但是差错有时候难以完全避免，所以，我们会对手册的内容进行定期的审查，并在下一版的文件中作必要的修改。建议您在最终设计前从华大电子获取本文档的最新版本。

目录

1. 产品特性	1
2. 产品简介	2
2.1. 典型应用.....	2
2.2. 选型表.....	2
2.3. 命名规则.....	3
3. 终端配置与功能	4
3.1. 管脚图.....	4
3.2. 管脚定义.....	5
4. 电气特性	9
4.1. 绝对最大额定值.....	9
4.2. 工作条件/特性参数.....	9
5. 封装信息	17
5.1. SOP20.....	17
5.2. SSOP20.....	17
5.3. SOP28.....	18
5.4. SSOP28.....	18
5.5. LQFP32.....	19

1. 产品特性

- **内核与系统**
 - 32 位 ARM® Cortex™-M0 处理器内核
 - 最高工作频率可达 48MHz
 - 32 个指令周期 32 位硬件乘法器
 - 32 个中断源, 可配置 4 层中断优先级
 - 支持 SWD 调试接口
 - 支持位带
- **存储器**
 - 64K/32K 字节的闪存程序存储器
 - 4K/2K 字节的 SRAM
 - Flash 1Bit ECC
- **时钟、复位和电源管理**
 - 2.5V ~ 5.5V 供电
 - 片上电容 LDO 为芯片内系统供电, LDO 带过流保护
 - 上电/断电复位(POR/PDR)、8 档可编程电压监测器(PVD)
 - 内嵌 48MHz($\pm 1\%$) 高速振荡器
 - 内嵌低速振荡器 256KHz
 - 内置时钟安全系统(CSS)
 - WDT 复位
- **DMA 支持**
 - 支持的外设: FLASH, CRC, ADC, TK
- **多达 30 个快速 IO**
 - 18/26/30 个多功能双向 IO, 支持开漏输出
 - IO 内置上拉电阻 30K, 下拉电阻 10K
 - 4 个 IO 可以触发边沿响应中断, 唤醒低功耗模式
- **通讯接口外设**
 - 1 路 SPI, 主机模式下最高支持 26Mbit/s, 支持 1/2 线主从模式, 支持 IIC 模式
 - 2 路 UART, 支持单线通信
 - 1 路 UST, 支持 UART, SPI, TIMER 功能,
- **LED 显示控制**
 - 支持多达 8 个 150mA 灌电流 IO
 - 支持软件推共阴 LED, 大电流 IO 用作 COM
 - 支持软件配置正反推增加驱动 LED 数量
 - 支持软件配置恒流驱动 LED 显示
- **LCD 显示控制器**
 - 支持 4 COM x 22 SEG
 - 支持 ROW 模式和 FRAME 模式扫描
 - 动态扫描 duty: 1/1, 1/2, 1/3, 1/4
 - 动态扫描偏置电压: 1/2, 1/3
 - 允许软件随时更新显存数据, 不影响显示效果
- 支持对比度调节和低功耗模式显示
- 支持闪烁功能
- 扫描频率为 30Hz~120Hz 可调
- **6 个定时器**
 - 3 个 16 位定时器, 每个定时器支持 1 个 IC/OC, 可组合用于 IR 控制编码, 支持 3 路 PWM 输出
 - 1 个 16 位定时器(UST), 支持 4 路 PWM, 带死区控制, 支持 1 路 PWM 码流输出
 - 1 个看门狗定时器
 - 1 个系统时间定时器: 24 位自减型计数器
- **高安全性**
 - 支持硬件加解密程序, 防止程序被盗
 - 支持 16/32 位 CRC 校验, 保证数据准确性
 - 支持 ECC 纠错, 提高程序存储可靠性
- **低功耗模式**
 - 支持 IDLE, STOP, SLEEP 模式
 - 33.7uA@SLEEP: 5V, 系统时钟 256KHz, 除 LCD 显示没有其他外设, 等待 IO 按键唤醒, CPU 停止
 - 7.5uA@SLEEP: 5V, 等待 IO 按键唤醒, 除 256KHz 其它时钟关闭, CPU 停止
 - 3.0uA@SLEEP: 5V, 没有其它外设, 等待 IO 按键唤醒, 所有时钟关闭, CPU 停止
 - 30uA@SLEEP: 5V, 等待触摸屏单按键唤醒, 除 256KHz 其它时钟关闭, CPU 停止
 - 唤醒时间最快 24us
- **触摸按键 TK**
 - 18/26 个 IO 可配置成触摸按键功能
 - 采用半自动扫描方式, 支持并联模式
 - 无需外部参考电容
 - 可调节触摸按键灵敏度
 - 可通过动静态 10V 传导测试
- **1 个 12 位高精度 ADC**
 - 支持最高 266KSPS 采样率
 - 支持 18/26 个转换通道
 - 转换范围: 0 ~ V_{VCC}
- **96 位的芯片唯一 ID(UID)**
- **封装**
 - SOP20/SSOP20
 - SOP28/SSOP28
 - LQFP32
- **工业级温度范围**
 - -40°C ~ 105°C

2. 产品简介

CIU32F011、CIU32F031 是使用高性能的 ARM Cortex™-M0 为内核的 32 位微控制器，最高工作频率可达 48MHz，内置高速存储器 Flash 32 / 64KB 和 RAM 2 / 4KB，丰富的增强型 I/O 端口和外设连接到外部总线。本产品包含 1 个 12 位 ADC、3 个 16 位通用定时器、1 个看门狗定时器、1 个系统时间定时器。还包含标准的通信接口：1 个 SPI/IIC 接口、2 个 UART 接口和 1 个 UART/SPI/TIMER 通用模块。也包含 8 个大电流 IO 可驱动 LED/LCD 显示和最大支持 26 个触摸按键检测。

应用方案可通过 ESD 静电 ±8kV 接触 / ±15kV 空气、EFT 电快速脉冲群 ±4.5KV 动态、CS 传导抗扰 10V 动态和 CE、RE 性能测试等第三方合格检测，具有高可靠性和高稳定性。

主要特点：

- 内置 LED 恒流模块和 LCD 模块，支持正反推驱动方式
- 无需外接参考电容，动态调整按键灵敏度。
- 所有 GPIO 可配置成触摸通道或 ADC 通道，方便电路布局
- 高抗扰低骚扰，优异 EMC 性能
- Flash 支持 ECC 纠错，提高程序存储可靠性
- 智能化触控调试工具，简化应用设计难度

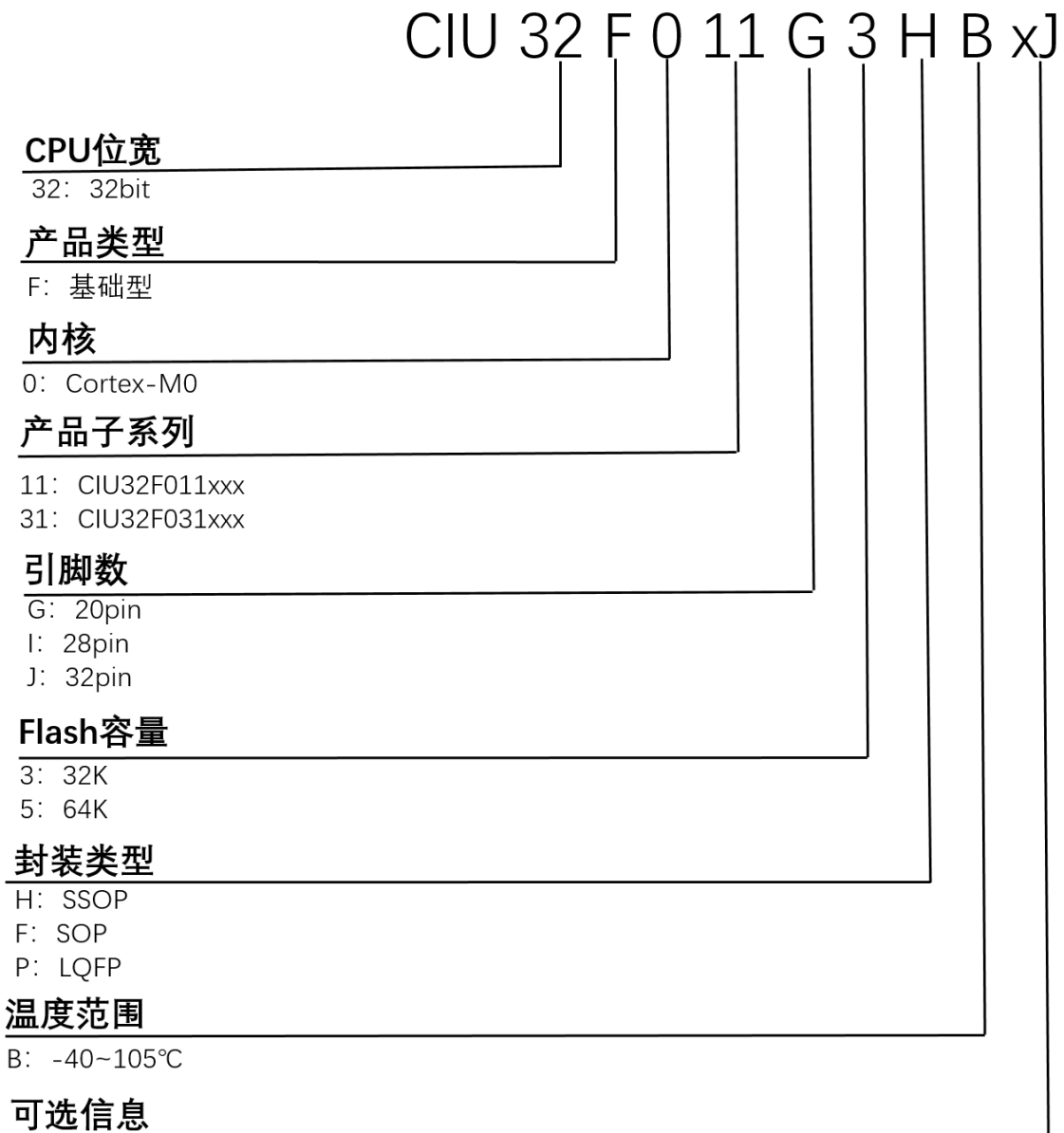
2.1. 典型应用

- 电磁炉、取暖桌、热水器、烟机、微波炉、洗碗机、冰箱、净水器等带触摸的家用电器产品
- 触控开关、智能门锁、美容仪等消费电子产品
- 各种对于电池供电和对于功耗苛求的便携式设备等

2.2. 选型表

产品型号	封装	Flash (KB)	RAM (KB)	GPIO	LCD (COM*SEG)	LED (COM*SEG)	TIMER	PWM	TK	UART	UST	SPI/IIC	ADC 12bit	大电流 IO						
CIU32F011G3FBxJ	SOP20	32	2	18	4*10	8*10	3*16bit	7	18	2	1 UART 1 SPI 1 TIMER	1	18	8 个 (拉电流 80mA@5V, 灌电流 150mA @5V)						
CIU32F011G3HBxJ	SSOP20																			
CIU32F011I3FBxJ	SOP28			26	4*18	8*18														
CIU32F011I3HBxJ	SSOP28			30	4*22	8*22									26					
CIU32F011J3PBxJ	LQFP32																			
CIU32F031G5FBxJ	SOP20	64	4	18	4*10	8*10									18				18	
CIU32F031G5HBxJ	SSOP20																			
CIU32F031I5FBxJ	SOP28			26	4*18	8*18														
CIU32F031I5HBxJ	SSOP28			30	4*22	8*22									26					
CIU32F031J5PBxJ	LQFP32																			

2.3. 命名规则



3. 终端配置与功能

3.1. 管脚图

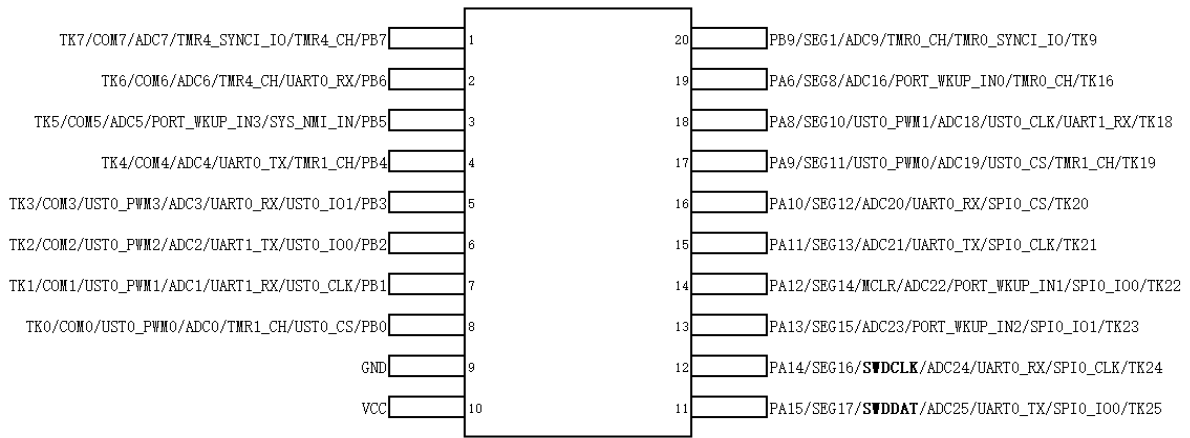


图 3-1 SOP20/SSOP20

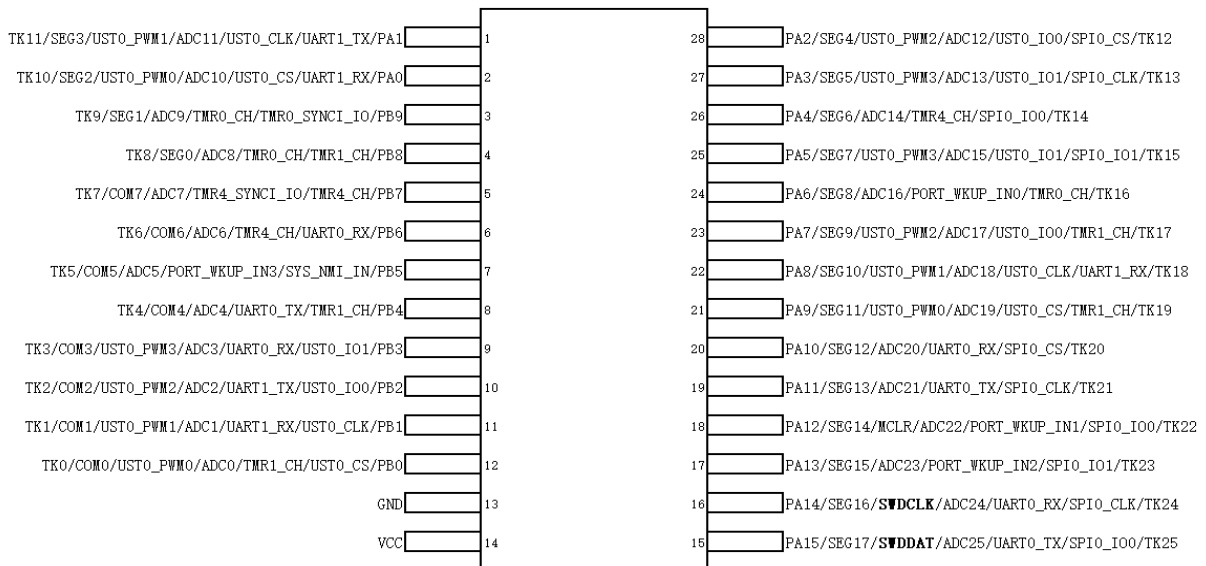


图 3-2 SOP28/SSOP28

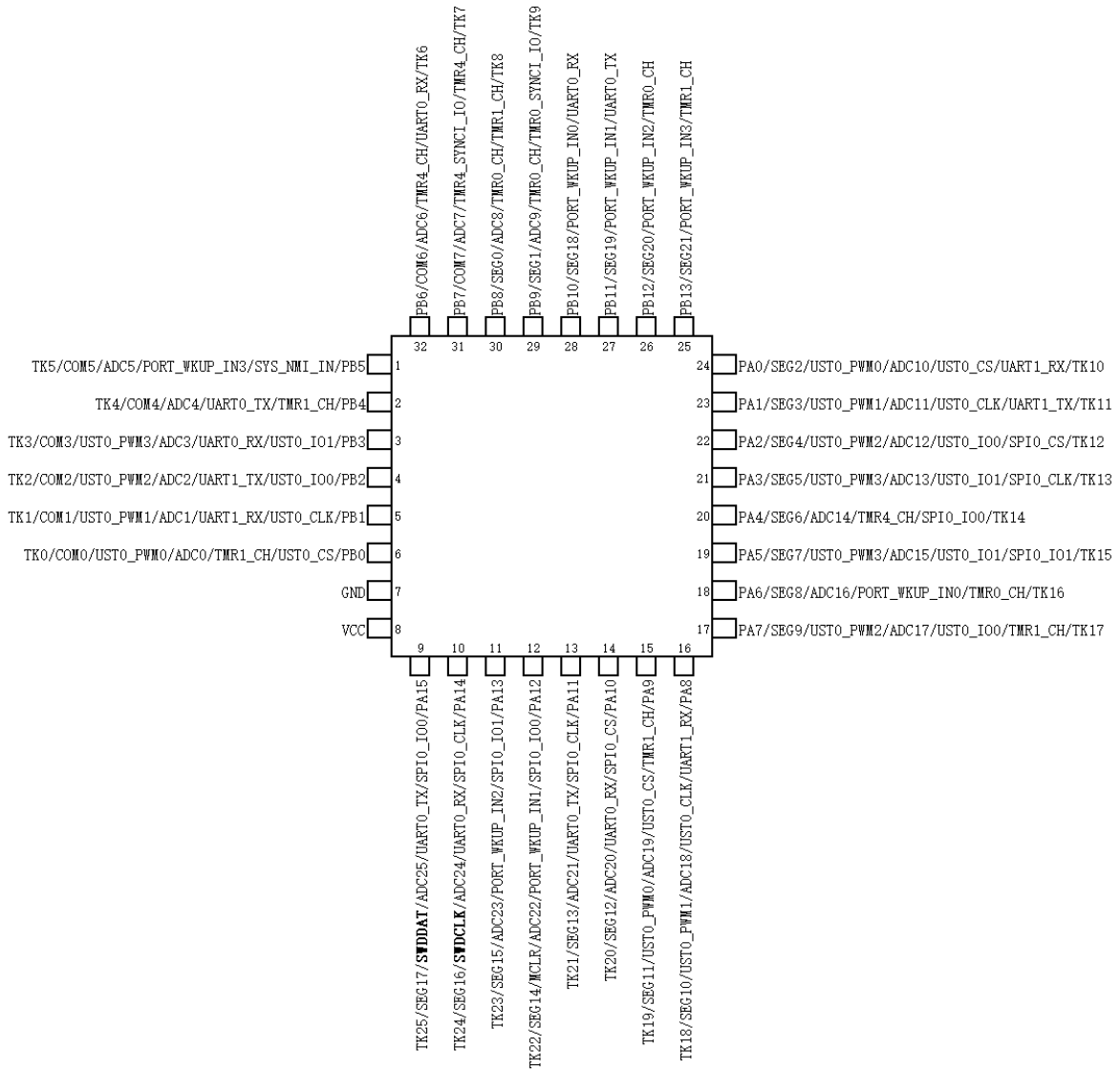


图 3-3 LQFP32

3.2. 管脚定义

表 3-1 GPIO 管脚定义

CIU32F011x3、CIU32F031x5			引脚	引脚类型	I/O 电路类型	复用功能	额外功能
LQFP32	SOP28 SSOP28	SOP20 SSOP20					
1	7	3	PB5	I/O	COMIO	PORT_WKUP3 SYS_NMI_IN	COM5 ADC5 TK5
2	8	4	PB4	I/O	COMIO	UART0_TX TMR1_CH	COM4 ADC4 TK4
3	9	5	PB3	I/O	COMIO	UART0_RX UST0_IO1 UST0_PWM3	COM3 ADC3 TK3
4	10	6	PB2	I/O	COMIO	UART1_TX UST0_IO0 UST0_PWM2	COM2 ADC2 TK2

5	11	7	PB1	I/O	COMIO	UART1_RX UST0_CLK UST0_PWM1	COM1 ADC1 TK1
6	12	8	PB0	I/O	COMIO	TMR1_CH UST0_CS UST0_PWM0	COM0 ADC0 TK0
7	13	9	GND	-	-	-	-
8	14	10	VCC	-	-	-	-
9	15	11	PA15	I/O	IOG1	UART0_TX SPI0_IO0	SEG17 SWDDAT ADC25 UART1_TX TK25
10	16	12	PA14	I/O	IOG1	UART0_RX SPI0_CLK	SEG16 SWDCLK ADC24 UART1_RX TK24
11	17	13	PA13	I/O	IOG1	PORT_WKUP_IN2 SPI0_IO1	SEG15 ADC23 TK23
12	18	14	PA12	I/O	IOG1	PORT_WKUP_IN1 SPI0_IO0	SEG14 MCLR ADC22 TK22
13	19	15	PA11	I/O	IOG1	UART0_TX SPI0_CLK	SEG13 ADC21 TK21
14	20	16	PA10	I/O	IOG1	UART0_RX SPI0_CS	SEG12 ADC20 TK20
15	21	17	PA9	I/O	IOG1	UST0_CS UST0_PWM0 TMR1_CH	SEG11 ADC19 TK19
16	22	18	PA8	I/O	IOG1	UST0_CLK UST0_PWM1 UART1_RX	SEG10 ADC18 TK18
17	23	NC	PA7	I/O	IOG1	UST0_IO0 UST0_PWM2 TMR1_CH	SEG9 ADC17 TK17
18	24	19	PA6	I/O	IOG1	PORT_WKUP_IN0 TMR0_CH	SEG8 ADC16 TK16
19	25	NC	PA5	I/O	IOG1	UST0_IO1 UST0_PWM3 SPI0_IO1	SEG7 ADC15 TK15
20	26	NC	PA4	I/O	IOG1	TMR4_CH	SEG6

							SPI0_IO0	ADC14 TK14
21	27	NC	PA3	I/O	IOG1		UST0_IO1 UST0_PWM3 SPI0_CLK	SEG5 ADC13 TK13
22	28	NC	PA2	I/O	IOG1		UST0_IO0 UST0_PWM2 SPI0_CS	SEG4 ADC12 TK12
23	1	NC	PA1	I/O	IOG1		UST0_CLK UST0_PWM1 UART1_TX	SEG3 ADC11 TK11
24	2	NC	PA0	I/O	IOG1		UST0_CS UST0_PWM0 UART1_RX	SEG2 ADC10 TK10
25	NC	NC	PB13	I/O	IOG1		PORT_WKUP_IN3 TMR1_CH	SEG21
26	NC	NC	PB12	I/O	IOG1		PORT_WKUP_IN2 TMR0_CH	SEG20
27	NC	NC	PB11	I/O	IOG1		PORT_WKUP_IN1 UART0_TX	SEG19
28	NC	NC	PB10	I/O	IOG1		PORT_WKUP_IN0 UART0_RX	SEG18
29	3	20	PB9	I/O	IOG1		TMR0_SYNCI_IO TMR0_CH	SEG1 ADC9 TK9
30	4	NC	PB8	I/O	IOG1		TMR0_CH TMR1_CH	SEG0 ADC8 TK8
31	5	1	PB7	I/O	COMIO		TMR4_SYNCI_IO TMR4_CH	COM7 ADC7 TK7
32	6	2	PB6	I/O	COMIO		TMR4_CH UART0_RX	COM6 ADC6 TK6

表 3-2 GPIO 复用功能 AF0~AF1

Port		AF0	AF1	AF2	AF3
PA	PA0	UST0_CS	UART1_RX	-	-
	PA1	UST0_CLK	UART1_TX	-	-
	PA2	UST0_IO0	SPI0_CS	-	-
	PA3	UST0_IO1	SPI0_CLK	-	-
	PA4	TMR4_CH	SPI0_IO0	-	-
	PA5	UST0_IO1	SPI0_IO1	-	-
	PA6	PORT_WKUP_IN0	TMR0_CH	-	-
	PA7	UST0_IO0	TMR1_CH	-	-
	PA8	UST0_CLK	UART1_RX	-	-

	PA9	UST0_CS	TMR1_CH	-	-
	PA10	UART0_RX	SPI0_CS	-	-
	PA11	UART0_TX	SPI0_CLK	-	-
	PA12	PORT_WKUP_IN1	SPI0_IO0	-	-
	PA13	PORT_WKUP_IN2	SPI0_IO1	-	-
	PA14	UART0_RX	SPI0_CLK	-	-
	PA15	UART0_TX	SPI0_IO0	-	-
PB	PB0	TMR1_CH	UST0_CS	-	-
	PB1	UART1_RX	UST0_CLK	-	-
	PB2	UART1_TX	UST0_IO0	-	-
	PB3	UART0_RX	UST0_IO1	-	-
	PB4	UART0_TX	TMR1_CH	-	-
	PB5	PORT_WKUP3	SYS_NMI_IN	-	-
	PB6	TMR4_CH	UART0_RX	-	-
	PB7	TMR4_SYNCI_IO	TMR4_CH	-	-
	PB8	TMR0_CH	TMR1_CH	-	-
	PB9	TMR0_CH	TMR0_SYNCI_IO	-	-
	PB10	PORT_WKUP_IN0	UART0_RX	-	-
	PB11	PORT_WKUP_IN1	UART0_TX	-	-
	PB12	PORT_WKUP_IN2	TMR0_CH	-	-
	PB13	PORT_WKUP_IN3	TMR1_CH	-	-

注：UART0_RX/UART1_RX 单线工作时作收发引脚，双线工作时作接收引脚。
当使用 SPI 的标准模式时，通信线 IO0 为 MOSI，IO1 为 MISO。

表 3-3 SSP 引脚选择

	SPI 功能	IIC 功能
SSP_CLK	SPI0_CLK	IIC_CLK
SSP_CS	SPI0_CS	-
SSP_IO0	SPI0_IO0	IIC_DATA
SSP_IO1	SPI0_IO1	-

表 3-4 UST 引脚选择

	UART 功能	SPI 功能	TIMER 功能 pwm 输出
UST0_CS	-	CS	PWM0
UST0_CLK	-	CLK	PWM1
UST0_IO0	TX	IO0	PWM2
UST0_IO1	RX	IO1	PWM3

4. 电气特性

4.1. 绝对最大额定值

加在芯片上的载荷如果超过“绝对组最大额定值”列表中给出的值，可能会导致芯片永久性地损坏。这里只是给出能承受的最大载荷，并不意味着在此条件下芯片的功能性操作无误。芯片长期工作在最大值条件下会影响芯片的可靠性。

表 4-1 输入电压范围

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{VCC} - V_{VSS}$	外部主供电电压	-0.3	5.0	5.5	V
V_{IN}	在 VCC 引脚上的输入电压	VSS-0.3	5.0	5.5	V
	在其它引脚上的输入电压	VSS-0.3	5.0	5.5	

注:

1. 所有的电源 (VCC) 和地 (VSS) 引脚必须始终连接到外部允许范围内的供电系统上。
2. 必须始终遵循 V_{IN} 的最大值。有关允许的最大注入电流值的信息。

表 4-2 电流范围

符号	描述	最大值	单位
I_{VCC}	经过 VCC 电源线的总电流 (供应电流)	160	mA
I_{VSS}	经过 VSS 地线的总电流 (流出电流)	200	mA
I_{IO}	PA0-PA15、PB8-PB13 引脚上的输出灌电流	80	mA
	PA0-PA15、PB8-PB13 引脚上的输出电流	60	mA
	PB0-PB7 控制引脚上的输出灌电流	150	mA
	PB0-PB7 控制引脚上的输出电流	80	mA

注:

1. 在允许的范围内，所有主电源 (VCC) 和接地 (VSS) 引脚必须始终连接到外部电源。
2. 此电流消耗必须正确分布至所有 IO 和控制引脚。

表 4-3 温度范围

符号	描述	最小值	最大值	单位
T_{STG}	存储温度	-45	150	°C
T_J	结温度	-40	125	°C

4.2. 工作条件/特性参数

4.2.1. 通用工作条件

表 4-4 通用工作范围

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{SYSTEM}	系统时钟	-	32K	-	48M	Hz
f_{LIRC}	内部低速时钟频率	-	140.8K	256K	384K	
f_{HIRC}	内部高速时钟频率	-	23.76M	24M	24.24M	
		常温	23.99M	24M	24.02M	
V_{VCC}	工作电压	-	2.5	5.0	5.5	V
$V_{VREFP(内部)}$	ADC 内部参考电压	-	2.0	-	V_{VCC}	
T_A	环境温度	-	-40	-	105	°C

注:

1. 非标识常温的测试数据, 表示在额定范围。
2. 对于 ADC 转换精度要求比较高的建议使用内部参考电压。
3. 对于芯片内部功率较大的应用下, 建议环境温度不超过 85°C。

4.2.2. 上电工作条件

表 4-5 电源上电速率

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
SR _{VCC}	VCC 上升速率	T _A =27°C	100	-	10000	us/V

4.2.3. 内嵌 PVD/POR 特性

下表中所给出的所有参数是依据室温和 V_{VCC}=5V 下测试得出。

表 4-6 LVD 电压档位

符号	参数	条件	最小值	典型值 下降/上升	最大值	单位
V _{PVD}	可编程的电压检测器的电平选择	LVDCON[3:1]=000	-	2.16/2.17	-	V
		LVDCON[3:1]=001	-	2.27/2.28	-	V
		LVDCON[3:1]=010	-	2.44/2.45	-	V
		LVDCON[3:1]=011	-	2.56/2.57	-	V
		LVDCON[3:1]=100	-	2.74/2.75	-	V
		LVDCON[3:1]=101	-	3.05/3.06	-	V
		LVDCON[3:1]=110	-	3.64/3.65	-	V
		LVDCON[3:1]=111	-	4.25/4.26	-	V
T _{RSTHD}	复位持续时间	-	1	-	-	ms

注:

1. 产品的特性由设计保证至最小的 V_{PVD} 数值。
2. 复位持续时间的测量方法为充上电 (POR 复位) 到用户应用代码读取第一条指令的时刻。

4.2.4. 供电电流特性

电流消耗是多种参数和因素的综合指标, 这些参数和因素包括工作电压、工作环境、IO 引脚的负载、产品的软件配置、工作频率、IO 脚的翻转速度、程序在存储器中的位置以及执行的代码等。

本节中给出的所有运行模式下的电流消耗测量值, 都是在额定的典型供电条件下测试。

表 4-7 工作电流

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
I _{sleep-deep}	Sleep 模式, 时钟停止, 等待 IO 唤醒	-	3	-	uA
I _{sleep-wiLIRC}	Sleep 模式, 内部 256KHz 时钟, 等待 IO 唤醒,	-	7.5	-	uA
I _{sleep-wiLCD}	Sleep 模式, 内部 256KHz 时钟, 推 4COM-18SEG 不接屏, 等待 IO 唤醒,	-	33.7	-	uA
I _{Normal-wiTK}	Normal 模式, 内部 256KHz 时钟、TK 使能, 48MHz 系统时钟	-	8.64	-	mA
	Normal 模式, 内部 256KHz 时钟、TK 使能, ADC 使能, 48MHz 系统时钟	-	9.45	-	mA
	Normal 模式, 内部 256KHz 时钟、TK 使能, 24MHz 系统时钟	-	6.32	-	mA

4.2.5. 内部时钟源特性

高速内部 (HIRC) 振荡器

下表中所给出的所有参数是在室温和 $V_{CC}=5V$ 下测试得出。

表 4-8 内部高速振荡器参数

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{CC}	供电电压	-	2.5	5	5.5	V
f_{HIRC}	频率	27°C 校准后	23.99	24	24.02	MHz
ACC_{HIRC}	振荡器的精度	-40°C至 125°C	-	-	±1	%
		-20°C至 80°C	-	-	±0.5	
T_{STRT}	启动时间	-	-	-	60	us
I_{HIRC}	振荡器功耗	$T_A=27^\circ C$	-	-	0.8	mA

注

1. $V_{CC}=5.0V$, $T_A = -40^\circ C \sim 105^\circ C$, 除非特别说明。
2. 量产会经过校准, 校准后的频率会相应记录在 FLASH 中, 用于更精准的计时补偿。

低速内部 (LIRC) 振荡器

表 4-9 内部低速振荡器参数

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{LIRC}	频率	-	140.8	256	384	kHz
T_{STRT}	启动时间	-	-	-	10	us
I_{LIRC}	振荡器功耗	$T_A=27^\circ C$	-	3.7	-	uA

注:

1. $V_{CC}=5V$, $T_A = -40^\circ C \sim 105^\circ C$, 除非特别说明
2. 低速内部振荡器测试方法和条件同高速内部振荡器, 注意关掉其他时钟源。

表 4-10 系统唤醒时间

符号	参数	条件	最大值	单位
$t_{WUSLEEP}$	从 sleep 模式唤醒	IO 唤醒	24	us
$t_{WUSTOPCLK}$	从 stopclk 模式唤醒	$f=48MHz$	49	ns
		$f=256kHz$	8	us
t_{WUIDLE}	从 idle 模式唤醒	$f=48MHz$	62	ns
		$f=256kHz$	11.8	us

注:

1. $V_{CC}=5V$, $T_A = -40^\circ C \sim 105^\circ C$, 除非特别说明
2. 唤醒时间的测量是从唤醒事件开始至用户程序读取第一条指令。

4.2.6. 存储器特性

表 4-11 FLASH 操作相关参数

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{prog}	八位的编程时间	-	5	-	6.5	us
t_{ERASE}	页擦除时间	-	2	-	3	ms

t_{RC}	读操作时间	-	30	-	-	ns
t_{ME}	整片擦除时间	-	30	-	40	ms
I_{VCC}	供电电流	读模式	-	1	1.2	mA
		写模式	-	-	1.2	mA
		擦除模式	-	-	0.6	mA
V_{prog}	编程电压	-	1.35	1.5	1.65	V

表 4-12 FLASH 操作寿命参数

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
NEND	寿命 (擦写次数)	-	-	100	-	千次
t_{RET}	数据保存期限	$T_A = 105^\circ\text{C}$	-	10	-	年
		$T_A = 25^\circ\text{C}$	-	100	-	

注:

1. 除非特别说明, 所有特性参数是在 $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 105^\circ\text{C}$ 得到。
2. 循环测试均是在整个温度范围下进行。
3. 擦写寿命是针对某个扇区, 单个扇区擦写次数超过 2 万次不影响其它扇区寿命。

4.2.7. 电气敏感性

表 4-13 32PIN 封装 ESD 相关参数

符号	参数	条件	最小值	单位
$V_{ESD-HBM}$	静电放电人体模型	-	± 4000	V
$V_{ESD-CDM}$	静电放电充电设备模型	-	± 2000	V
V_{ESD-MM}	静电放电机器模型	-	± 400	V
I_{LU}	静态门锁	@105°C	± 200	mA

表 4-14 28PIN 封装 ESD 相关参数

符号	参数	条件	最小值	单位
$V_{ESD-HBM}$	静电放电人体模型	-	± 4000	V
$V_{ESD-CDM}$	静电放电充电设备模型	-	± 2000	V
V_{ESD-MM}	静电放电机器模型	-	± 400	V
I_{LU}	静态门锁	@105°C	± 200	mA

表 4-15 20PIN 封装 ESD 相关参数

符号	参数	条件	最小值	单位
$V_{ESD-HBM}$	静电放电人体模型	-	± 4000	V
$V_{ESD-CDM}$	静电放电充电设备模型	-	± 2000	V
V_{ESD-MM}	静电放电机器模型	-	± 400	V
I_{LU}	静态门锁	@105°C	± 200	mA

4.2.8. IO 端口特性

系列包含两种类型 IO: A 类包含 PA、PB8~PB13, B 类包含 PB0~PB7。两种类型 IO 的不同在于输出电流驱动能力大小和交流特性。本小节表中所给出的所有参数是依据额定的环境温度范围内的室温和 VCC 供电电压为 5V 下测试得出。所有的 IO 端口都是兼容 CMOS。支持开漏输出模式。

GPIO（通用输入/输出端口）可以吸收或输出（灌/抽）高达±60mA 电流。在用户应用中，IO 脚驱动电流不能超过绝对最大额定值。所有 IO 端口从上获取的电流总和，加上芯片在 VCC 上获取的最大运行电流，不能超过绝对最大额定值 I_{VCC} 。所有 IO 端口吸收并从 VSS 上流出的电流总和，加上芯片在 VSS 上流出的最大运行电流，不能超过绝对最大额定值 I_{VSS} 。

IO 通用输入特性

表 4-16 IO 静态参数

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IL}	输入低电平电压	-	-	2.01	-	V
V_{IH}	输入高电平电压	-	-	3.15	-	V
V_{hys}	IO 输入电压迟滞	-	-	1.14	-	V
I_{lkg}	输入漏电流	-	-	-	0.5	uA
R_{PU}	上拉等效电阻	-	-	34.00	-	kΩ
R_{PD}	下拉等效电阻	-	-	17.00	-	kΩ
C_{IO}	IO 引脚的电容	-	1	1.5	2	pF

注：

1. 两种 IO 的通用输入输出静态特性相同，测量典型参数时供电 5V。
2. 输入迟滞特性由施密特触发器产生。
3. V_{IH} 和 V_{IL} 是输入模式中，使得信号翻转的上升沿高电压和下降沿低电压。

IO 输出驱动电流

表 4-17 IO 电流驱动能力（恒流）

IO 类型	符号	配置	最小值	典型值	最大值	单位
A 类	I_{OH}	00	-	7.75	-	mA
		01	-	15.48	-	mA
		10	-	23.18	-	mA
		11	-	30.60	-	mA
	I_{OL}	00	-	8.5	-	mA
		01	-	16.95	-	mA
		10	-	29.48	-	mA
		11	-	41.65	-	mA
B 类	I_{OH}	000	-	7.55	-	mA
		001	-	15.05	-	mA
		010	-	22.65	-	mA
		011	-	30.10	-	mA
		100	-	15.15	-	mA
		101	-	22.53	-	mA
		110	-	30.05	-	mA
		111	-	37.58	-	mA
	I_{OL}	000	-	8.45	-	mA
		001	-	16.93	-	mA
		010	-	29.50	-	mA
		011	-	40.90	-	mA
		100	-	37.93	-	mA

		101	-	45.93	-	mA
		110	-	58.30	-	mA
		111	-	70.78	-	mA

注:

1. 表中所给出的所有参数是依据室温和 VCC 供电电压为 5V 下测试得出。
2. 表中 I_{OH} 为上拉驱动电流, I_{OL} 为下拉驱动电流。
3. 工艺和温度导致的偏差: 根据仿真结果可知, I_{OH} (0.9VCC) 的偏差范围为: -24.2%~39.5%。 I_{OL} (0.1VCC) 的偏差范围为: -30%~35%。

4.2.9. IO 输出交流特性

下表中所给出的所有参数是依据额定的环境温度范围内的室温和 V_{VCC} 供电电压为 5V 下测试得出。

表 4-18 IO 输出交流特性参数

IO 类型	配置	最大频率	符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
A 类	00	12MHz	t_{fout}	下降时间	-	3.4	-	ns
			t_{rout}	上升时间	-	3.7	-	ns
	01		t_{fout}	下降时间	-	3.3	-	ns
			t_{rout}	上升时间	-	3.8	-	ns
	10		t_{fout}	下降时间	-	3.9	-	ns
			t_{rout}	上升时间	-	4.4	-	ns
	11		t_{fout}	下降时间	-	4.0	-	ns
			t_{rout}	上升时间	-	4.3	-	ns
B 类	000	12MHz	t_{fout}	下降时间	-	3.5	-	ns
			t_{rout}	上升时间	-	3.9	-	ns
	001		t_{fout}	下降时间	-	3.4	-	ns
			t_{rout}	上升时间	-	4.1	-	ns
	010		t_{fout}	下降时间	-	4.0	-	ns
			t_{rout}	上升时间	-	4.7	-	ns
	011		t_{fout}	下降时间	-	4.1	-	ns
			t_{rout}	上升时间	-	4.6	-	ns
	100		t_{fout}	下降时间	-	4.5	-	ns
			t_{rout}	上升时间	-	4.2	-	ns
	101		t_{fout}	下降时间	-	4.2	-	ns
			t_{rout}	上升时间	-	4.4	-	ns
	110		t_{fout}	下降时间	-	4.6	-	ns
			t_{rout}	上升时间	-	4.3	-	ns
	111		t_{fout}	下降时间	-	5.5	-	ns
			t_{rout}	上升时间	-	5.0	-	ns

注:

1. IO 端口的速度 (驱动能力) 可以通过 GPIOx_OSPEEDL 配置。参见本芯片参考手册中有关 GPIO 端口配置寄存器的说明。
2. 上升下降沿时间 t_{fout} 和 t_{rout} 为测量 0.1VCC 到 0.9VCC 范围定义。
3. 上升/下降沿时间测试方法: 打开 IO 推挽模式, 输出方波, 测试 A 类 IO 时在 PIN 脚到地间加入 20pF 电容, 利用示波器查看 IO 输出的波形。利用示波器分别测量上升沿和下降沿时间。

4.2.10. TMR 定时器特性

下表列出的参数由设计保证

有关输入输出复用功能引脚(输出比较、输入捕获、外部时钟、PWM 输出)的特性详情,参见 17 章。

表 4-19 定时器参数特性

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
$t_{res-TMR}$	定时器分辨时间	-	1	-	$t_{TMRxCLK}$
	定时器分辨时间	$f_{TMRxCLK}=48MHz$	20.8	-	ns
$B_{res-TMR}$	定时器分辨率	-	-	16	位
$t_{COUNTER}$	当选择 16 位计数器时钟周期	-	1	65536	$t_{TMRxCLK}$
		$f_{TMRxCLK}=48MHz$	0.0208	1365	us
$T_{max-CONT}$	最大可能的计数	-	-	65536×128	$t_{TMRxCLK}$
		$f_{TMRxCLK}=48MHz$	-	174.76	ms

注:

1. TMRx 是一个通用的名称,代表 TIMER0/1/4。

4.2.11. 12 位 ADC 特性

下表中所给出的所有参数是在室温和 $V_{CC}=5V$ 下测试综合评估得出。

表 4-20 ADC 参数特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{CC}	供电电压	-	2.5	5.0	5.5	V
I_{VCC}	电流消耗	-	-	-	1	mA
f_{ADC}	ADC 时钟频率	-	0.375	2	4	MHz
V_{AIN}	转换电压范围	-	0	-	V_{VCC} V_{VREFP}	V
R_{AIN}	外部输入阻抗	-	3.2	4	4.8	Kohm
C_{ADC}	内部采样和保持电容	-	2.7	3.2	3.7	pF
t_{STAB}	上电时间	-	-	$20/f_{ADC}$	-	us
t_{CONV}	总的转换时间	-	$15/f_{ADC}$	-	-	us

注:

1. PCB 设计建议电源的去耦必须按照下图连接。
2. 为了更稳定的采样转换建议使用 VREFP 供电,来实现更高的精准度。
3. 电容最好是瓷介电容(好的质量),应该尽可能地靠近芯片。

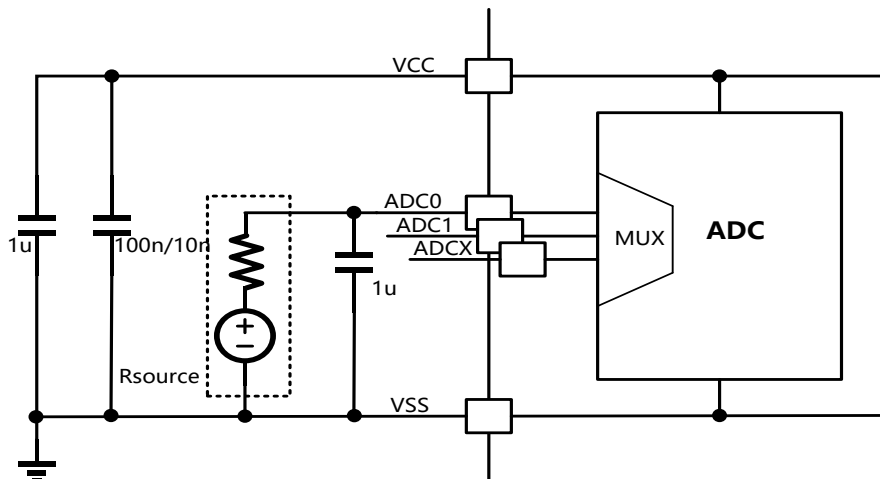


图 4-1 ADC 电源去耦

表 4-21 ADC 精度

符号	参数	测试条件	典型值	最大值	单位
EO	偏移误差	-	-	±2	LSB
EG	增益误差	-	-	±4	LSB
ED	微分线性误差	-	-	±1	LSB
EL	积分线性误差	-	-	±3	LSB

注:

EO = 偏移误差: 第一次实际转换和第一次理想转换间的偏离。

EG = 增益误差: 最后一次理想转换和最后一次实际转换间的偏离。

ED = 微分线性误差: 实际步进和理想值间的最大偏离。

EL = 积分线性误差: 任何实际转换和端点相关线间的最大偏离。

5. 封装信息

5.1. SOP20

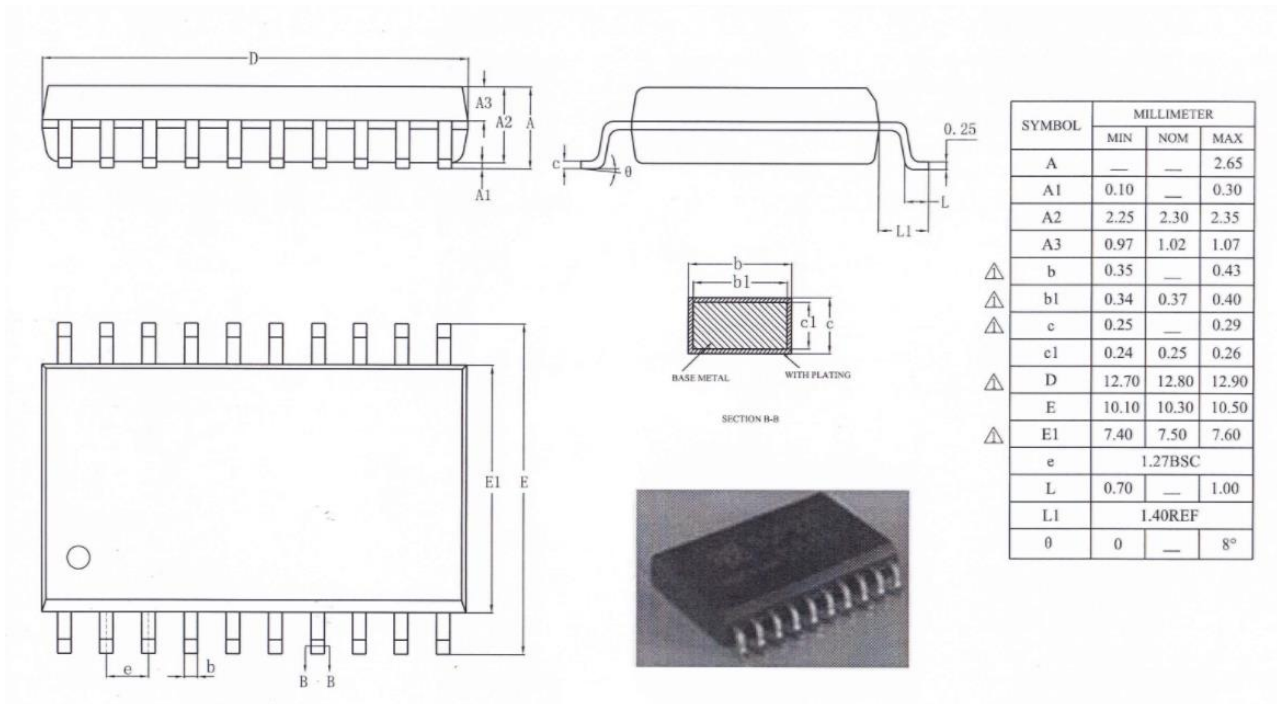


图 5-1 SOP20

5.2. SSOP20

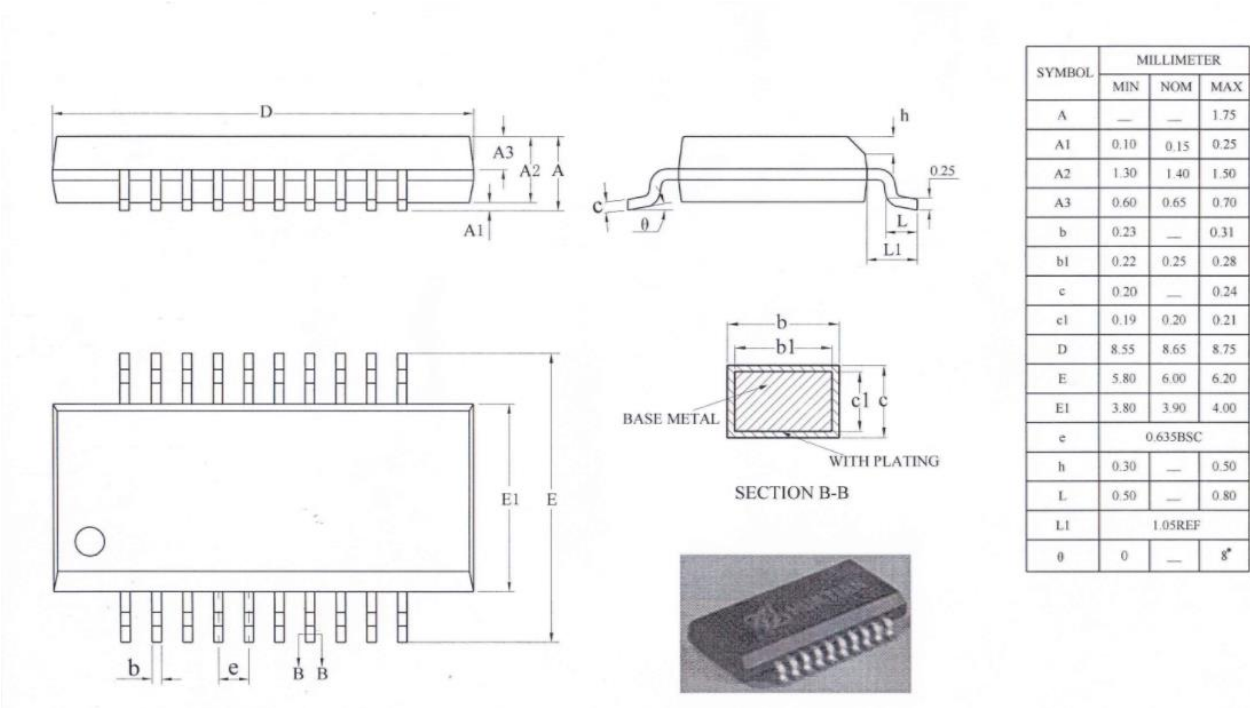


图 5-2 SSOP20

5.3. SOP28

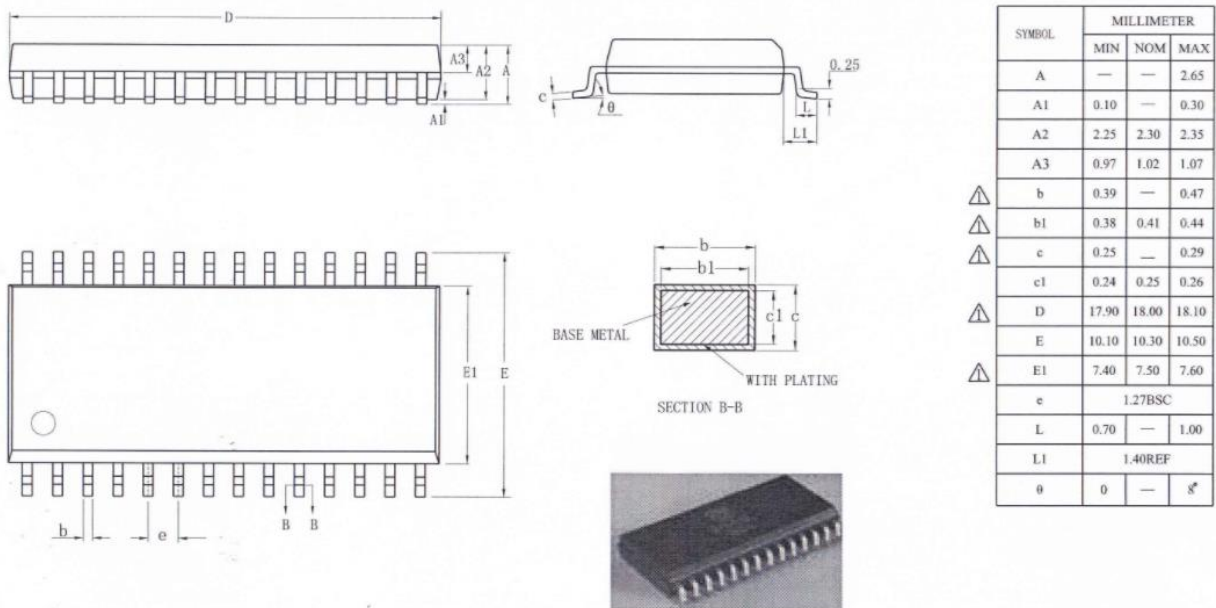


图 5-3 SOP28

5.4. SSOP28

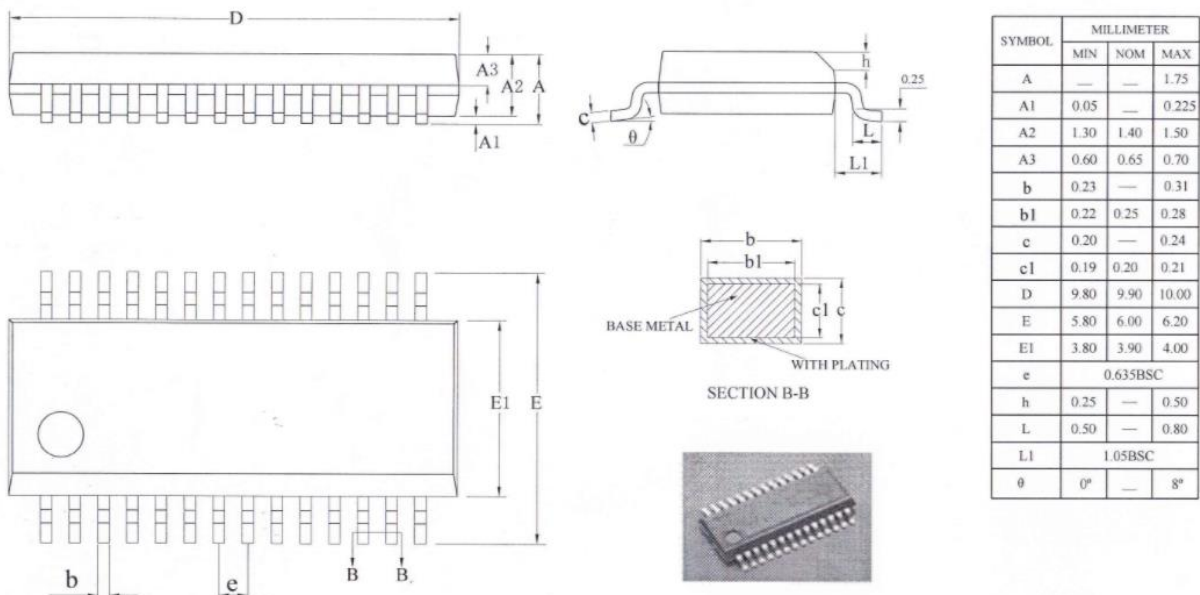


图 5-4 SSOP28

5.5. LQFP32

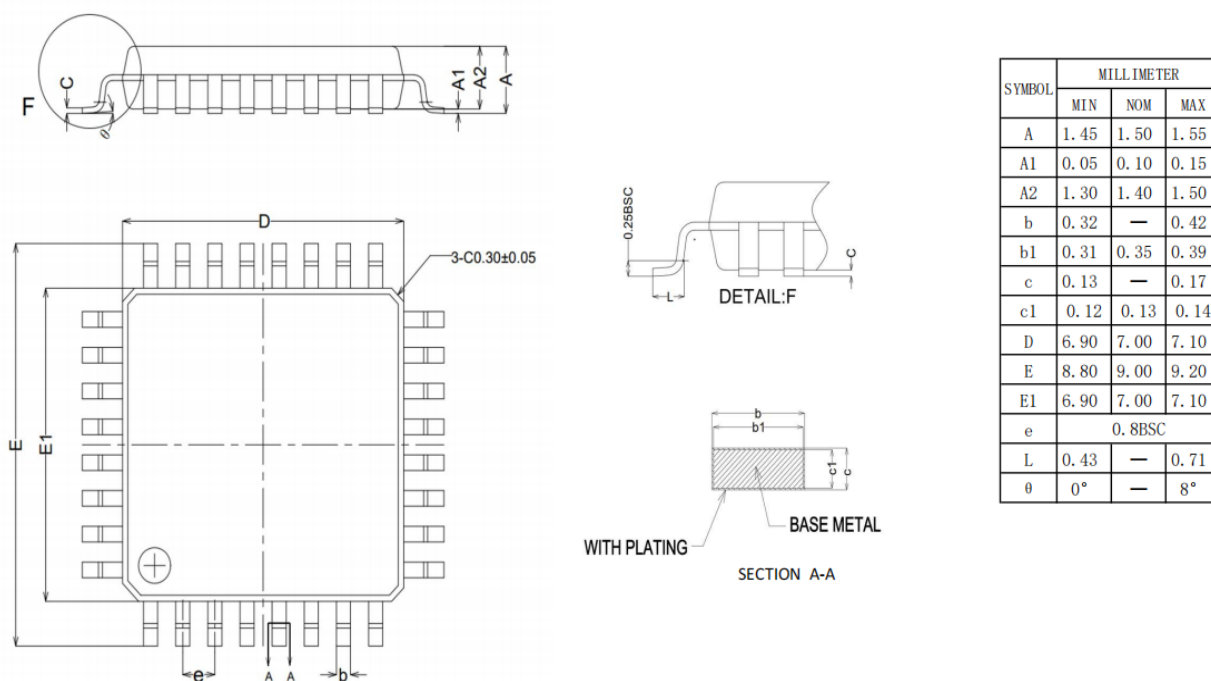


图 5-5 LQFP32