

基于 **ARM Cortex-M0+** 处理器，内置高达 **64KB Flash** 存储器，集成定时器，**ADC**，高精度内置时钟及丰富的通信接口，**2.4V 至 5.5V** 工作电压

1 主要特点

- 处理器：48MHz 32bit Cortex-M0+
- 程序 Flash：
 - 总容量：16KB ~ 64KB
 - 页容量：1KB
 - 支持擦写保护
- RAM 存储器：2KB ~ 4KB，支持奇偶校验
- 时钟系统：
 - 8MHz 内部高速时钟 ($\pm 1\%$ 精度-全温范围)
 - 32kHz 内部低速时钟
 - 4MHz ~ 26MHz 外部高速晶振
 - 32kHz 外部低速时钟
 - 48MHz PLL 时钟
- 电源管理系统：
 - 电源 VCC：2.4V ~ 5.5V
 - 上电/掉电复位 (POR / PDR)
 - 低电压检测 (LVD)
 - 多种功耗模式：运行/睡眠/深度睡眠/停止
- 运行温度范围：
 - $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ (A: 消费类应用)
 - $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 105^{\circ}\text{C}$ (E: 工业应用)
 - $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ (Q: 工业应用)
- DMA：4 通道
- 定时器 / 计数器：
 - 1 个 2 通道 (一对互补) 通用 16 位定时器
 - 2 个 1 通道 (一对互补) 通用 16 位定时器
 - 5 个 1 通道通用 16 位定时器
 - 1 个 24 位基准定时器，可分成 2 个 12 位基准定时器
 - 1 个 24 位可编程支持窗口模式看门狗
 - 1 个支持万年历的实时时钟
- 通讯接口：
 - 2 个 SAU：最大支持 6 个通道，可支持 3 个 UART/6 个 SPI/6 个简易 I²C (主模式)
 - 1 个标准 I²C：支持主从模式及高速 I²C

- 硬件除法器：支持 32 位无符号除法
- 硬件 CRC：CRC-32
- 高速 ADC：
 - 1Msps 采样率及 12 位分辨率
 - 12 个外部通道和 4 个内部通道
- 通用 I/O：
 - 支持上拉/下拉/开漏/驱动可配置
 - 最大支持 58 个 I/O
- 封装：LQFP-64, LQFP-52, LQFP-48, LQFP-44, LQFP-32, SSOP-20

2 典型应用

- 工业应用
- 家电控制
- 电机驱动和应用控制

3 产品描述

KPM32R101X 采用高性能 ARM Cortex-M0+ 32 位处理器，最高频率达到 48MHz，内嵌存储容量达到 64KB 高速 Flash 存储器和 4KB SRAM 存储器，芯片集成了丰富的 I/O 端口及多种功能外设。集成 1 个采样率高达 1Msps 的 12 位 ADC、1 个高精度高频 8MHz 时钟和 1 个 32kHz 低频时钟、8 个通用 16 位定时器、1 个基准定时器，此外还包含多个标准通信接口：2 个 SAU (最大支持 3 个 UART/6 个 SPI/6 个简易 I²C)、1 个标准 I²C (支持主从模式和高速 I²C)。

KPM32R101X 供电电压为 2.4V ~ 5.5V，覆盖 -40°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$ 宽温度范围，提供多种省电模式保证低功耗的应用要求，具有高可靠性、高整合度和高抗干扰性。

KPM32R101X 提供多种封装形式，可以应用在多种应用场合。

4 订购信息

订购型号 ⁽¹⁾	封装形式	环保等级	标识码
KPM32R101C3SSAGA	SSOP-20	无卤	32R101C3SSAG
KPM32R101C5SSAGA		无卤	32R101C5SSAG
KPM32R101C7SSAGA		无卤	32R101C7SSAG
KPM32R101C3SSEGA		无卤	32R101C3SSEGA
KPM32R101C5SSEGA		无卤	32R101C5SSEGA
KPM32R101C7SSEGA		无卤	32R101C7SSEGA
KPM32R101C3SSQG		无卤	32R101C3SSQG
KPM32R101C5SSQG		无卤	32R101C5SSQG
KPM32R101C7SSQG		无卤	32R101C7SSQG
KPM32R101H3KAG	LQFP-32	无卤	32R101H3KAG
KPM32R101H5KAG		无卤	32R101H5KAG
KPM32R101H7KAG		无卤	32R101H7KAG
KPM32R101H3KEG		无卤	32R101H3KEG
KPM32R101H5KEG		无卤	32R101H5KEG
KPM32R101H7KEG		无卤	32R101H7KEG
KPM32R101H3KQG		无卤	32R101H3KQG
KPM32R101H5KQG		无卤	32R101H5KQG
KPM32R101H7KQG		无卤	32R101H7KQG
KPM32R101N3KAG	LQFP-44	无卤	32R101N3KAG
KPM32R101N5KAG		无卤	32R101N5KAG
KPM32R101N7KAG		无卤	32R101N7KAG
KPM32R101N3KEG		无卤	32R101N3KEG
KPM32R101N5KEG		无卤	32R101N5KEG
KPM32R101N7KEG		无卤	32R101N7KEG
KPM32R101N3KQG		无卤	32R101N3KQG
KPM32R101N5KQG		无卤	32R101N5KQG
KPM32R101N7KQG		无卤	32R101N7KQG
KPM32R101P3KAG	LQFP-48	无卤	32R101P3KAG
KPM32R101P5KAG		无卤	32R101P5KAG
KPM32R101P7KAG		无卤	32R101P7KAG
KPM32R101P3KEG		无卤	32R101P3KEG
KPM32R101P5KEG		无卤	32R101P5KEG
KPM32R101P7KEG		无卤	32R101P7KEG
KPM32R101P3KQG		无卤	32R101P3KQG
KPM32R101P5KQG		无卤	32R101P5KQG
KPM32R101P7KQG		无卤	32R101P7KQG

KPM32R101Q3KAG	LQFP-52	无卤	32R101Q3KAG
KPM32R101Q5KAG		无卤	32R101Q5KAG
KPM32R101Q7KAG		无卤	32R101Q7KAG
KPM32R101Q3KEG		无卤	32R101Q3KEG
KPM32R101Q5KEG		无卤	32R101Q5KEG
KPM32R101Q7KEG		无卤	32R101Q7KEG
KPM32R101Q3KQG		无卤	32R101Q3KQG
KPM32R101Q5KQG		无卤	32R101Q5KQG
KPM32R101Q7KQG		无卤	32R101Q7KQG
KPM32R101T3KAG	LQFP-64	无卤	32R101T3KAG
KPM32R101T5KAG		无卤	32R101T5KAG
KPM32R101T7KAG		无卤	32R101T7KAG
KPM32R101T3KEG		无卤	32R101T3KEG
KPM32R101T5KEG		无卤	32R101T5KEG
KPM32R101T7KEG		无卤	32R101T7KEG
KPM32R101T3KQG		无卤	32R101T3KQG
KPM32R101T5KQG		无卤	32R101T5KQG
KPM32R101T7KQG		无卤	32R101T7KQG

(1) KPM32 R 101 C 3 SS A G A

- 包装代码
- 环保代码
- 温度范围代码
- 封装代码
- 存储容量代码
- 管脚数量代码
- 特定功能
- 产品类别
- 32 位 MCU

A: 编带盘装 无 A: 料盘装
G: 无卤
A: 消费级, -40 ~ 85°C E: 工业级, -40 ~ 105°C Q: 工业级, -40 ~ 125°C
SS: SSOP-20 K: LQFP-64 / LQFP-52 / LQFP-48 / LQFP-44 / LQFP-32
3: 16KB 5: 32KB 7: 64KB
C: 20PIN H: 32PIN N: 44PIN P: 48PIN Q: 52PIN T: 64PIN
101: 通用 M0+/48MHz
R: 通用型 MCU

4.1 订购型号及功能

产品型号	KPM32R101T	KPM32R101Q	KPM32R101P	KPM32R101N	KPM32R101H	KPM32R101C
封装	LQFP-64	LQFP-52	LQFP-48	LQFP-44	LQFP-32	SSOP-20
GPIO	58	48	44	40	28	16
程序 Flash (KB)	64 ~ 16	64 ~ 16	64 ~ 16	64 ~ 16	64 ~ 16	64 ~ 16
数据 Flash (KB)	-	-	-	-	-	-
SRAM (KB)	4 ~ 2	4 ~ 2	4 ~ 2	4 ~ 2	4 ~ 2	4 ~ 2
CPU	Cortex M0+					
TIM	8					6
BTM	1					
RTC	1					
WDT	1					
SAU	6 通道					4ch 通道
I ² C	1					0
BUZ	2					1
ADC	12 通道		10 通道		6 通道	4 通道

5 产品标记

32R101C3SSAG

标识码

XXXXXX

晶圆批次代码

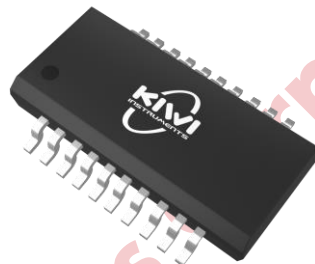
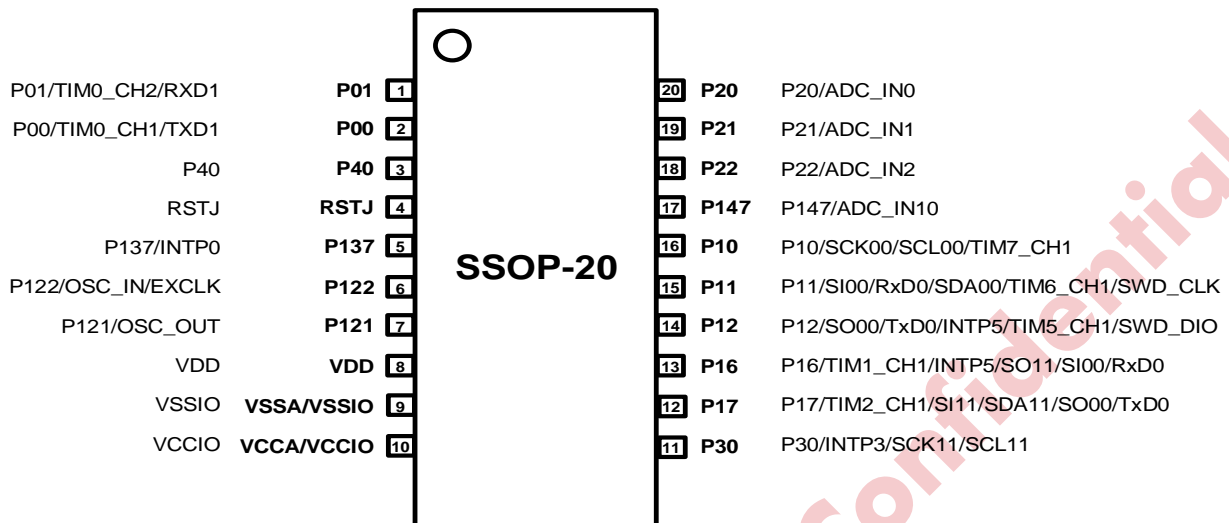
YWWZZF

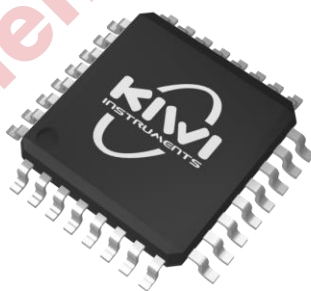
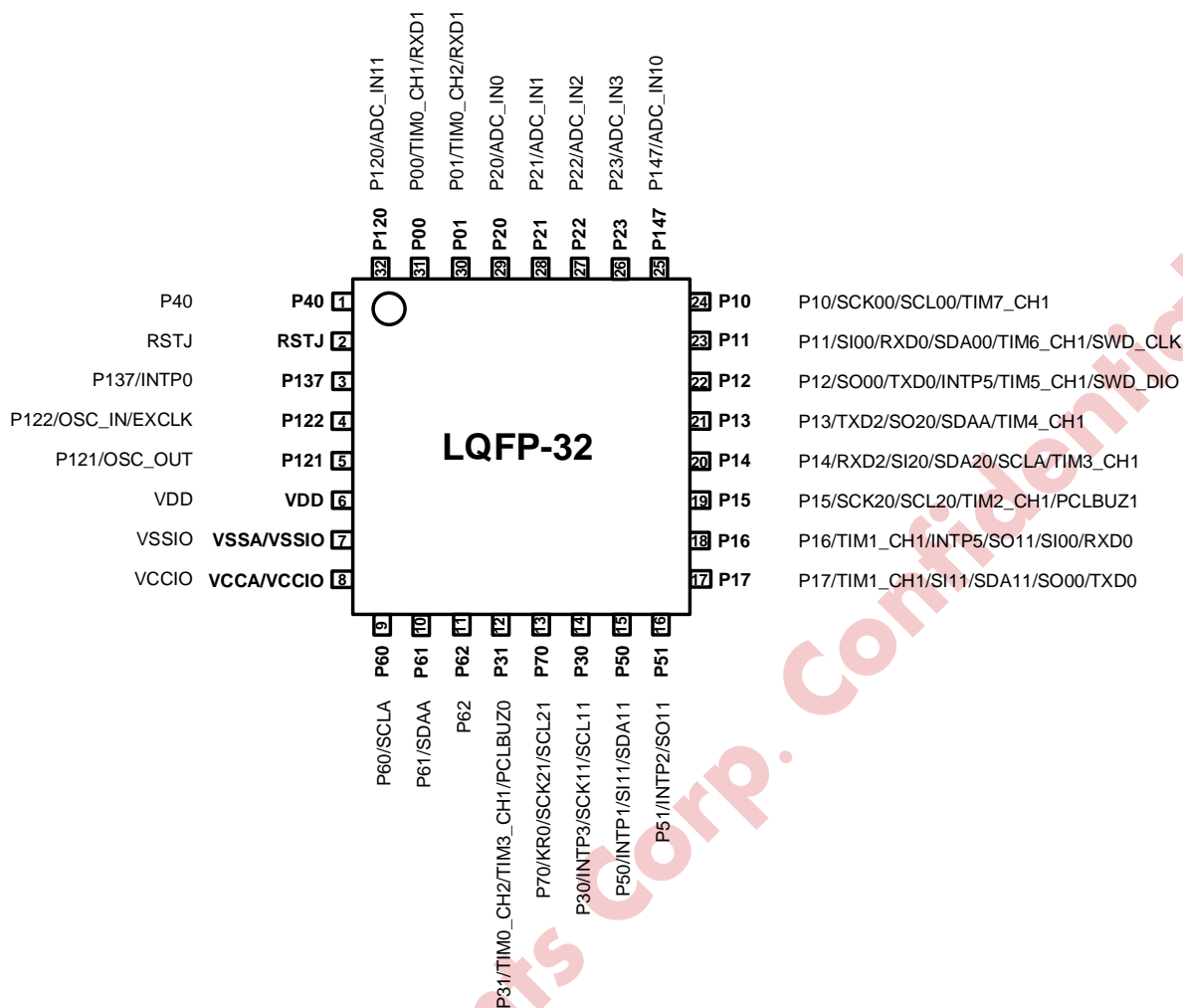
Y: 年份代码 WW: 周代码
ZZ: 流水码 F: 内控码⁽¹⁾

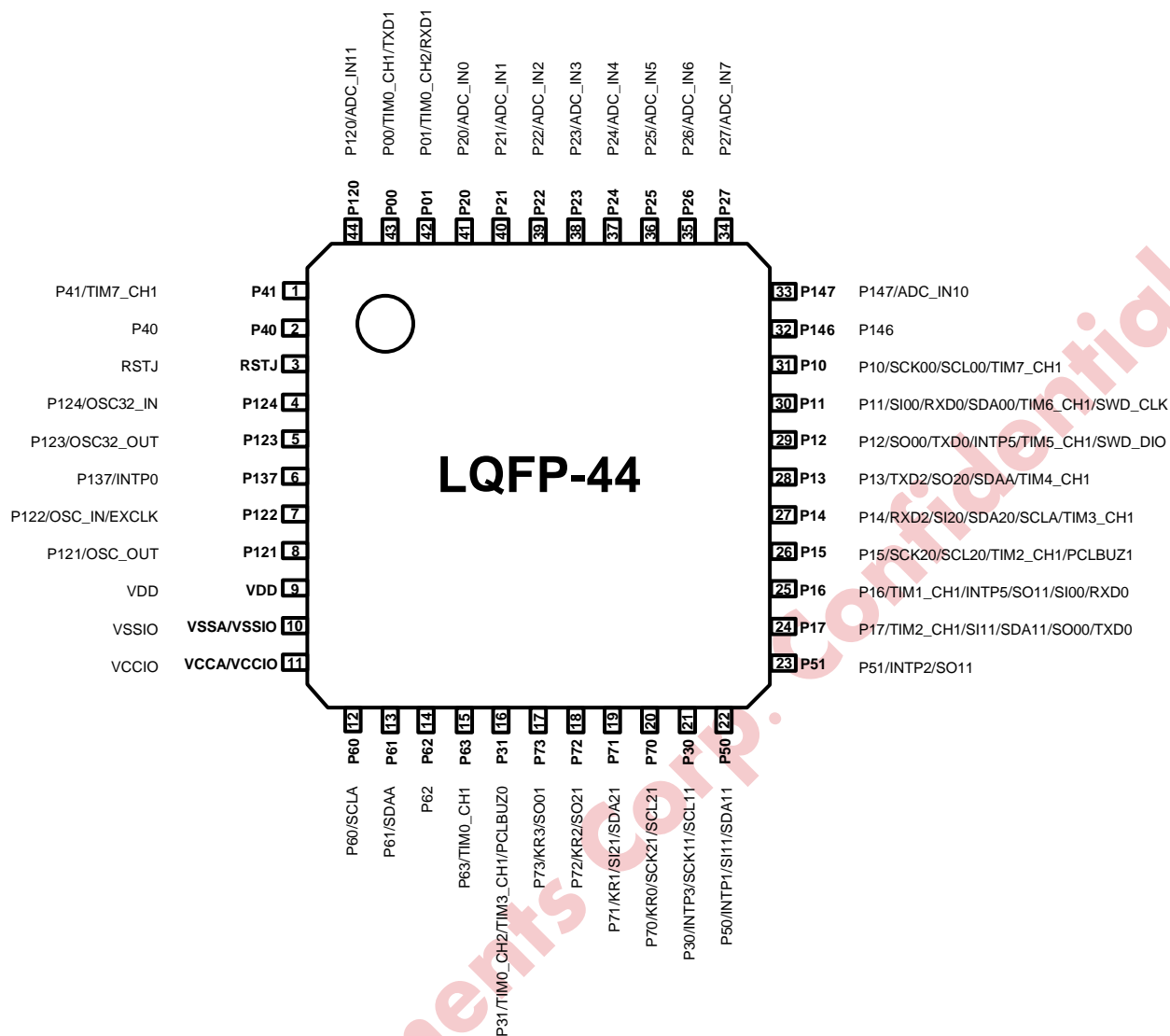
(1) 晶圆批次代码、年份代码、周代码、流水码、内控码实际内容为数字或字母

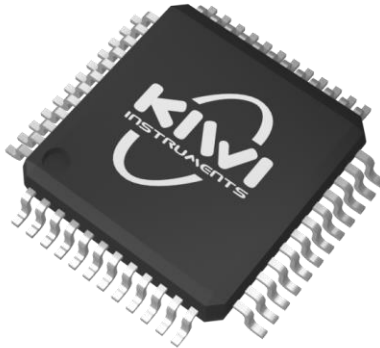
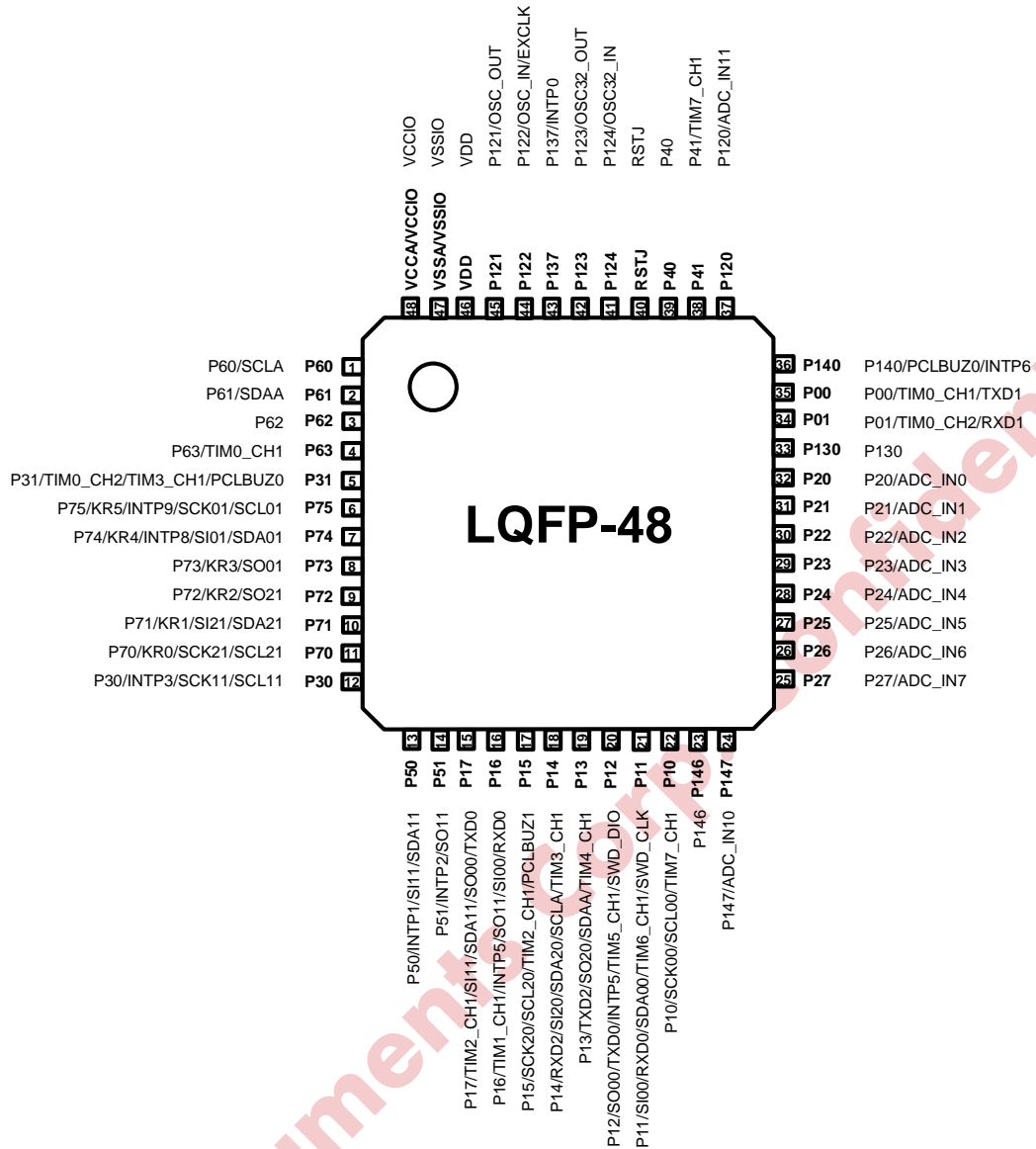
6 管脚定义

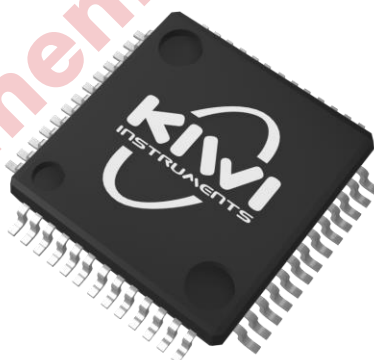
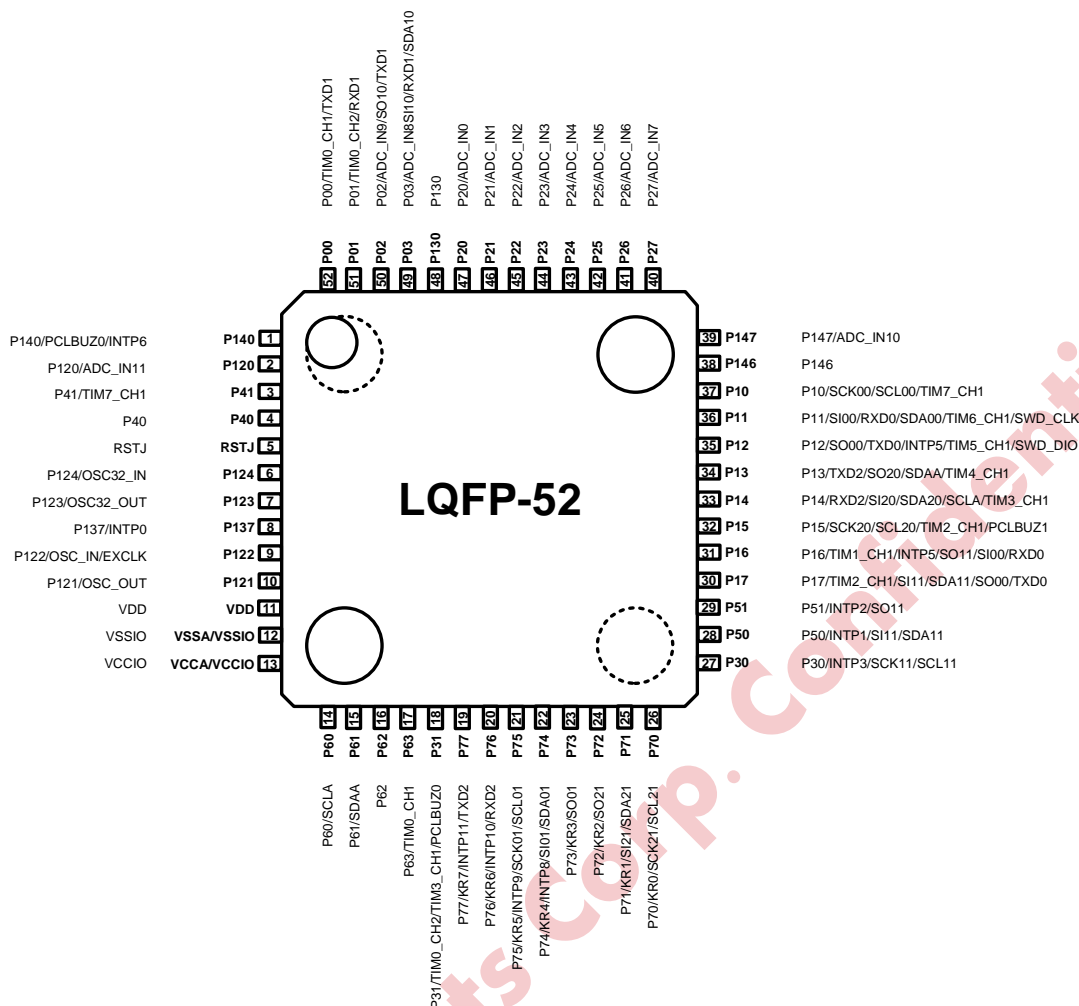
KPM32R101X 系列芯片支持 LQFP-64 / LQFP-52 / LQFP-48 / LQFP-44 / LQFP-32 和 SSOP-20 封装，对应的管脚排布如下所示。

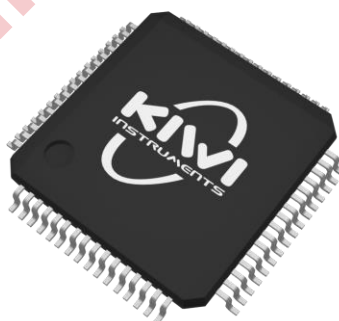
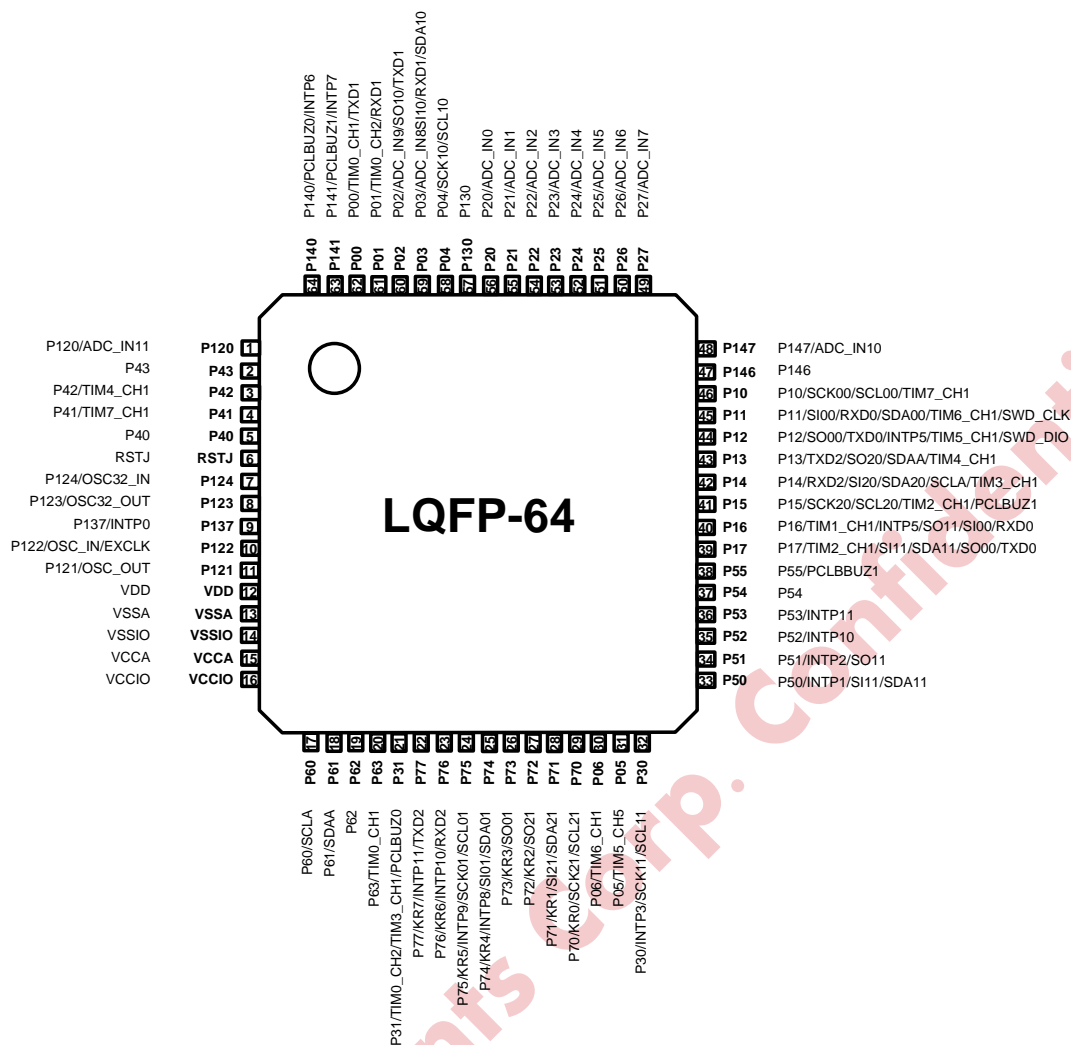












6.1 管脚功能描述

管脚						名称	类型	管脚功能	
LQFP-64	LQFP-52	LQFP-48	LQFP-44	LQFP-32	SSOP-20			GPIO 组	模拟功能
1	2	37	44	32	-	P120	I/O	PC15	ADC_IN11
2	-	-	-	-	-	P43	I/O	PB12	
3	-	-	-	-	-	P42	I/O	PB11	
4	3	38	1	-	-	P41	I/O	PB10	
5	4	39	2	1	3	P40	I/O	PB9	
6	5	40	3	2	4	RSTJ	NRST		
7	6	41	4	-	-	P124	I/O	PD3	LIN
8	7	42	5	-	-	P123	I/O	PD2	LOUT
9	8	43	6	3	5	P137	I/O	PD5	
10	9	44	7	4	6	P122	I/O	PD1	HIN
11	10	45	8	5	7	P121	I/O	PD0	HOUT
12	11	46	9	6	8	VDD	S		
13	12	47	10	7	9	VSSA	S		
14	12	47	10	7	9	VSSIO	S		
15	13	48	11	8	10	VCCA	S		
16	13	48	11	8	10	VCCIO	S		
17	14	1	12	9	-	P60	FLT	PC3	
18	15	2	13	10	-	P61	FLT	PC4	
19	16	3	14	11	-	P62	I/O	PC5	
20	17	4	15	-	-	P63	I/O	PC6	
21	18	5	16	12	-	P31	I/O	PB8	
22	19	-	-	-	-	P77	I/O	PC14	
23	20	-	-	-	-	P76	I/O	PC13	
24	21	6	-	-	-	P75	I/O	PC12	
25	22	7	-	-	-	P74	I/O	PC11	

26	23	8	17	-	-	P73	I/O	PC10	
27	24	9	18	-	-	P72	I/O	PC9	
28	25	10	19	-	-	P71	I/O	PC8	
29	26	11	20	13	-	P70	I/O	PC7	
30	-	-	-	-	-	P06	I/O	PA6	
31	-	-	-	-	-	P05	I/O	PA5	
32	27	12	21	14	11	P30	I/O	PB7	
33	28	13	22	15	-	P50	I/O	PB13	
34	29	14	23	16	-	P51	I/O	PB14	
35	-	-	-	-	-	P52	I/O	PB15	
36	-	-	-	-	-	P53	I/O	PC0	
37	-	-	-	-	-	P54	I/O	PC1	
38	-	-	-	-	-	P55	I/O	PC2	
39	30	15	24	17	12	P17	I/O	PA14	
40	31	16	25	18	13	P16	I/O	PA13	
41	32	17	26	19	-	P15	I/O	PA12	
42	33	18	27	20	-	P14	FLT	PA11	
43	34	19	28	21	-	P13	FLT	PA10	
44	35	20	29	22	14	P12	I/O	PA9	
45	36	21	30	23	15	P11	/I/O	PA8	
46	37	22	31	24	16	P10	I/O	PA7	
47	38	23	32	-	-	P146	I/O	PD8	
48	39	24	33	25	17	P147	I/O	PD9	ADC_IN10
49	40	25	34	-	-	P27	I/O	PB6	ADC_IN7
50	41	26	35	-	-	P26	I/O	PB5	ADC_IN6
51	42	27	36	-	-	P25	I/O	PB4	ADC_IN5
52	43	28	37	-	-	P24	I/O	PB3	ADC_IN4
53	44	29	38	26	-	P23	I/O	PB2	ADC_IN3
54	45	30	39	27	18	P22	I/O	PB1	ADC_IN2

55	46	31	40	28	19	P21	I/O	PB0	ADC_IN1
56	47	32	41	29	20	P20	I/O	PA15	ADC_IN0
57	48	33	-	-	-	P130	I/O	PD4	
58	-	-	-	-	-	P04	I/O	PA4	
59	49	-	-	-	-	P03	I/O	PA3	ADC_IN8
60	50	-	-	-	-	P02	I/O	PA2	ADC_IN9
61	51	34	42	30	1	P01	I/O	PA1	
62	52	35	43	31	2	P00	I/O	PA0	
63	-	-	-	-	-	P141	I/O	PD7	
64	1	36	-	-	-	P140	I/O	PD6	

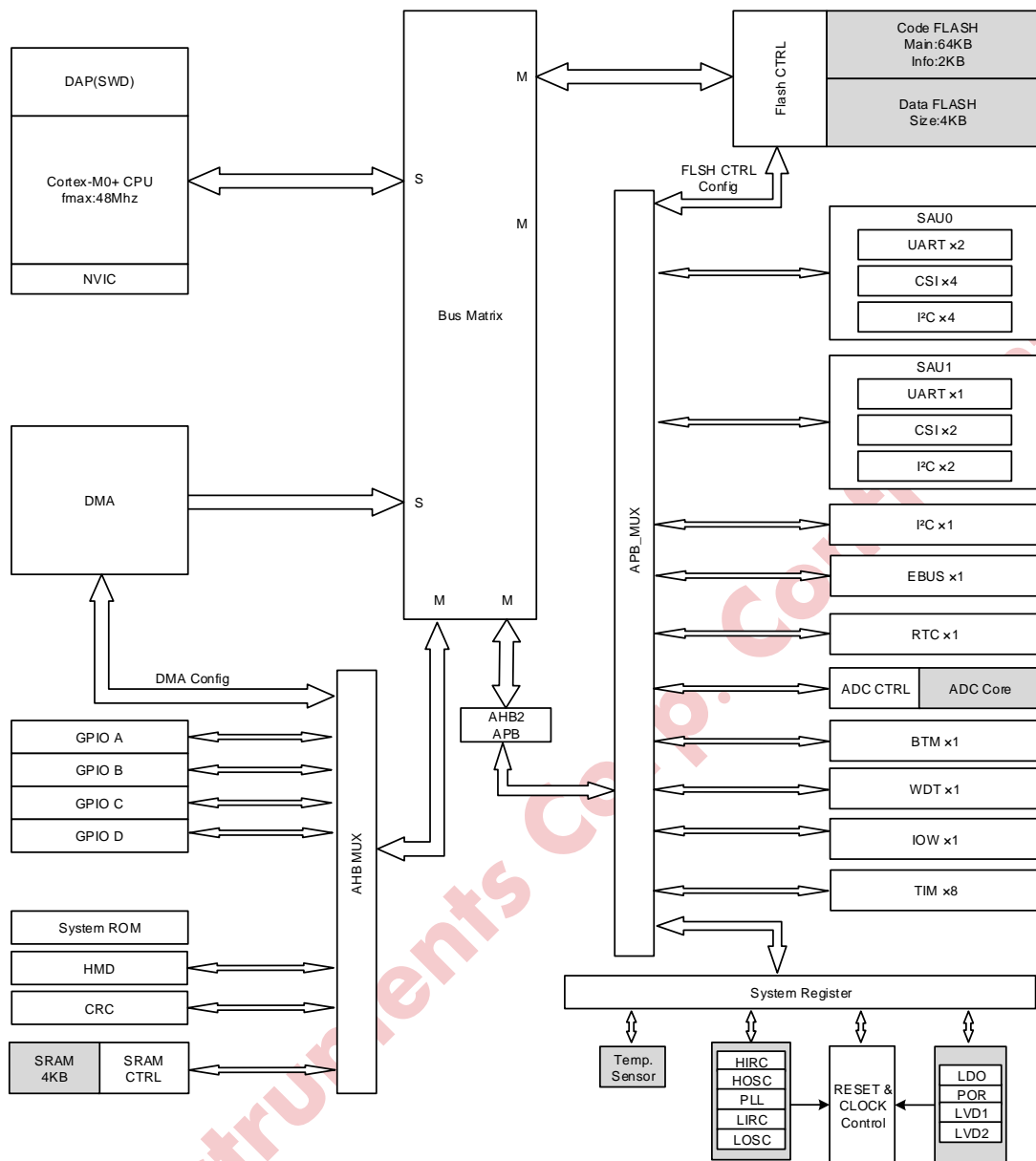
(1) S - 电源管脚; I/O - 输入/输出; FLT - 带滤波功能的通用 I/O 管脚; NRST - 复位管脚。

6.2 管脚数字功能复用

管脚名称	功能 0	功能 1	功能 2	功能 3	功能 4	功能 5	功能 6	功能 7
P120								
P43								
P42	TIM4_CH1							
P41	TIM7_CH1							
P40								
P124								
P123								
P137	PCLB_UZ0	KR0	TIM0_BRK				INTP0	
P122								
P121								
P60	I2CA_SCL			SO00_SDA00_TXD0				
P61	I2CA_SDA			SO01_SDA01_RXD0				
P62		SCK11_SCL11	TIM0_CH1N	SCK11_SCL11				
P63		SI11	TIM0_CH1	SO11_SDA11_RXD1				
P31	TIM3_CH1	SO11_SDA11_RXD1	TIM0_CH2	TIM1_BRK	PCLB_UZ0		INTP4	
P77	KR7		SO20_SDA20_TXD2				INTP11	
P76	KR6		SO21_SDA21_RXD2			TIM7_CH1	INTP10	
P75	KR5		SCK01_SCL01	SCK01_SCL01			INTP9	
P74	KR4		SI01	SO01_SDA01_RXD0			INTP8	
P73	KR3		SO01_SDA01_RXD0					
P72	KR2		SO21_SDA21_RXD2			TIM2_BRK		
P71	KR1	EVT3	SI21	SO21_SDA21_RXD2				
P70	KR0	EVT1	SCK21_SCL21	SCK21_SCL21				
P06	TIM6_CH1	EVT2						
P05	TIM5_CH1	EVT0						

P30	TIM0_CH1N	TIM2_CH1N	RTC1H Z	SCK11_SC L11	SCK1 1_SC L11		INTP3	
P50	TIM0_CH1			SI11	SO11_SDA 11_R XD1		INTP1	
P51	TIM2_CH1N			SO11_SDA 11_RXD1			INTP2	
P52		TIM2_CH1					INTP10	
P53		TIM1_CH1					INTP11	
P54								
P55		TIM1_CH1N	PCLBU Z1	SCK00_SC L00				
P17	TIM2_CH1		SI11	SO00_SDA 00_TXD0	SO00_SDA 00_TX D0	SO11_SDA 11_RXD1		
P16	TIM1_CH1		SO11_S DA11_R XD1	SI00	SO01_SDA 01_R XD0	INTP5		
P15	TIM1_CH1N	SCK20_SCL 20	SCK20_SCL 20	TIM2_CH1		PCLBUZ1		
P14	SO21_SDA 21_RXD2	SI20	SO20_S DA20_T XD2	I2CA_SCL	TIM3_CH1	TIM2_CH1 N	TIM7_C H1	TIM0_B RK
P13	SO20_SDA 20_TXD2	SO20_SDA 20_TXD2		I2CA_SDA	TIM4_CH1			TIM1_B RK
P12	SO00_SDA 00_TXD0	SO00_SDA 00_TXD0	SWD_D IO		TIM5_CH1		INTP5	TIM2_B RK
P11	SI00	SO01_SDA 01_RXD0	SWD_C LK	SO00_SDA 00_TXD0	TIM6_CH1			
P10	SCK00_SCL 0	TIM1_CH1N		SCK00_SC L00	TIM7_CH1			
P04	SCK10_SCL 0	SCK10_SCL 10						
P03	SI10	SO10_SDA 10_TXD1	SO11_S DA11_R XD1					
P02	SO10_SDA 10_TXD1		SO10_S DA10_T XD1					
P01	TIM0_CH2	TIM0_CH1N		SO11_SDA 11_RXD1				
P00		TIM0_CH1		SO10_SDA 10_TXD1				
P141	PCLB UZ1						INTP7	
P140	PCLB UZ0						INTP6	

7 功能框图



8 功能描述

8.1 CPU

Cortex®-M0+ 处理器是一款低门数、高效能的 32-bit 处理器内核，专为要求面积优化、低功耗处理器的单片机及深度嵌入式应用而设计。Cortex®-M0+ 处理器基于 ARMv6-M 架构，支持 Thumb® 指令集。该处理器还提供了许多功能，如硬件乘法器和低延迟中断响应时间。

1. 高达 48 MHz 的工作频率
2. 单周期乘法
3. 集成嵌套向量中断控制器 (NVIC)
4. 24-bit SysTick 定时器

8.2 Flash 存储器

Flash 存储器是非易失性的可重复编程的存储器，存储的数据或程序即使芯片掉电也可保存。Flash 的控制器接口支持 32 位的 AHB 和 APB 总线。

1. 程序 Flash：存储空间分为如下两部分
 - 1.1. 主存储区 (Main Flash)：总容量 64KB，分为 64 个页 (Sector)，每页容量为 1KB (字节)
 - 1.2. 信息存储区 (Info Flash)：总容量 2KB，分为 2 个页，每页容量为 1KB
2. 支持页擦除和全擦除
3. 支持多种页保护
4. 支持选项字节 (Option Byte) 的读取和 CRC 校验
5. 支持安全模式，保护代码内容

8.3 RAM 存储器

最大支持 4KB 的 RAM 存储器，支持奇偶校验。

8.4 时钟

系统时钟的选择在启动的过程中就完成了相关的配置，其中内部 RC 8MHz 振荡器默认选为系统时钟。启动完成之后，外部 8MHz 时钟、内部 32kHz RC 振荡器、外部 32kHz 时钟和锁相环 48MHz 时钟可供选择使用，其中选择外部时钟的时候也会开启时钟监视模块，一旦检测到时钟丢失，芯片会自动切换到内部频率接近的 RC 振荡器时钟继续运行。

1. 8MHz 内部 RC 时钟 (HIRC)
2. 8MHz 外部晶振时钟 (HOSC)
3. 48MHz 高速内部时钟 (PLL)
4. 32kHz 低速内部时钟 (LIRC)，可用于驱动看门狗或者实时时钟模块从深度睡眠或停止模式下自动唤醒
5. 32.768kHz 低速外部晶振时钟 (LOSC)，可选作实时时钟模块的工作时钟

8.5 复位

芯片包含以下几类复位源：

1. 外部 RC 复位 (PAD_RSTJ)
2. 上电复位 (POR_RSTJ)
3. VCCIO 低电压检测复位 (LVD_RSTJ)
4. 看门狗定时器复位 (WDT_RSTJ)
5. 系统软件复位 (SYS_RSTJ)
6. LOCKUP 复位 (LOCKUP_RSTJ)

8.6 电源

KPM32R101X 内嵌一个电压调节器，用于向数字电源域供电。模拟电路、IO、内核、存储、数字外设的电源供应如下。

1. 模拟电路模块部分电源供应

VCCA 为 2.4V 到 5.5V，用于供应 ADC、电压检测模块、带隙基准、LDO

2. IO 电源供应

VCCIO

3. 内核、存储、数字外设的电源供应

VDD

8.7 通用 I/O

CPU 可以通过 AHB_Lite 总线访问通用 I/O (GPIO) 模块。GPIO 寄存器支持 8/16/32 位访问。

1. GPIO 输出实现置位、清零、翻转
2. 通过控制寄存器中置位和清零寄存器实现安全操作
3. 输入采样通过使用 2 级触发器结构避免发生亚稳态
4. 可配置管脚上拉、下拉
5. 可实现管脚推挽输出
6. 支持事件触发实现置 1、清 0、输出翻转

8.8 DMA

DMA 模块用来提供在外设和存储器之间或者存储器和存储器之间的高速数据传输；传输过程中无须 CPU 参与；故 CPU 可同步进行其它操作。DMA 具有 4 条独立的 DMA 通道，每个通道专门用来管理来自于外设或存储器访问的请求。还有一个仲裁器来协调各个 DMA 请求的优先权。

1. 支持 4 个独立 DMA 通道，支持优先级配置
2. 支持 32 位 AHB-lite 接口
3. 支持多种传输类型

- 3.1. 存储器到存储器
- 3.2. 存储器到外设
- 3.3. 外设到存储器
- 4. 支持 3 种数据位宽: 8-bit、16-bit、32-bit
- 5. 传输数据长度可配置范围 1 ~ 65536

8.9 CRC

CRC 是循环冗余校验模块, 它可以根据生成多项式得到 CRC 校验码。CRC 模块还可以对 Flash 存储的代码进行校验, 以此来确保代码的正确性。

- 1. 支持 CRC-32 (以太网) 生成多项式: 0x4C11DB7
- 2. 支持 32 位输入和输出
- 3. 支持输入反转和输出反转
- 4. 支持 0 延迟的 CRC 计算
- 5. CRC 初始值可配置

8.10 硬件除法器 (HMD)

HMD 是硬件除法器模块, 可以进行硬件的除法运算, 运算速率超过 CPU 的除法可以应用在一些实时性要求比较高的计算中。

- 1. 32bits/32bits = 32bits, 32bits reminder (无符号) (16 个时钟)

8.11 ADC

芯片集成一个 12bit 分辨率的逐次逼近型模数转换器, 该模数转换器支持最多 16 个通道的模拟信号输入, 其中, 12 个通道连接到芯片外部。模数转换器支持可配置最高 1Msps 的转换率, 转换结果保存在独立的结果寄存器中。

- 1. 支持最高可达 1Msps 采样率
- 2. 支持 12 个外部通道采样和 4 个内部通道采样
- 3. 支持 8-bit, 10-bit, 12-bit 分辨率可配置
- 4. 支持单次转换或者循环转换模式
- 5. 支持连续或者非连续转换模式
- 6. 支持最多 4 通道序列转换
- 7. 支持硬件自动比较功能
- 8. 支持 DMA 功能
- 9. 可配置低功耗工作模式
- 10. 支持 STOP 模式唤醒
- 11. 可配置硬件/软件触发
- 12. 可配置采样时间

8.12 TIM

通用定时器 (TIM) 是由一个带自动加载功能的 16 位计数器构成, 支持可编程预分频计数。定时器可用于多种用途: 对输入信号脉冲宽度量测、比较输出、PWM 输出或带死区插入的互补 PWM 输出。

1. 16 位递增自动重载计数器
2. 支持 1/2/4/8/16/32/64/128/256/512/1024 计数器时钟预分频 (可运行时修改)
3. 通道配置
 - 3.1. 支持 1 对互补通道和 1 个单通道 (TIM0)
 - 3.2. 支持 1 对互补通道 (TIM1/2)
 - 3.3. 支持 1 单通道 (TIM3/4/5/6/7)
4. 通道功能
 - 4.1. 输入捕获
 - 4.2. 输出比较
 - 4.3. PWM 输出
 - 4.4. 单脉冲模式输出
5. 带可编程死区的互补输出 (仅 TIM0 ~ 2 通道 1)
6. 使用外部信号控制定时器且可实现多个定时器互连的同步电路
7. 支持断路输入将输出信号置于复位状态或预写状态
8. 支持以下事件的中断生成
 - 8.1. 更新: 计数器溢出, 由软件或内外部事件触发计数器初始化
 - 8.2. 触发事件 (计数器开始、停止、初始化或内外部触发导致的计数动作)
 - 8.3. 输入捕获
 - 8.4. 输出比较

8.13 BTM

基准定时器 (BaseTimer, BTM) 是一个可自动加载初值的 24 位向下计数器。而且该定时器可以配置为两个各自独立的 12 位向下计数器, 并且也同样代用自动加载储值的功能。

1. 可作为两个可自动加载初值的 12 位向下计数器, 各自独立
2. 可作为一个可自动加载初值的 24 位向下计数器
3. 当计数器下溢时, 自动加载初值至计数器, 产生中断
4. 计数器工作时钟源可选
5. 可编程中断, 两个计数器的中断使能可编程
6. 支持输出触发事件至 EBUS 系统

8.14 WDT

看门狗 (Watchdog Timer, WDT) 是一个 24 位向下计数器, 可提供预警中断和系统复位功能, 方便于维持系统稳定, 一旦软件出现异常时, 系统可通过复位恢复到正常运行状态。

1. 24 位向下计数器
2. 两种运行模式

- 2.1. 普通模式
- 2.2. 窗口模式
- 3. 有条件复位
 - 3.1. 计数器下溢
 - 3.2. 在窗口期外喂狗
- 4. 支持可编程预警中断产生机制
- 5. 预警中断 (EWI): 预警阈值可编程
- 6. 配置寄存器安全锁功能
 - 6.1. WDT_KR 可关闭其他配置寄存器写操作
 - 6.2. 输入正确的解锁码可以开启其他配置寄存器写操作功能
- 7. 时钟源可编程选择
- 8. WDT 可在系统所有功耗模式下运行
- 9. 调试模式: 在 CPU 调试模式下 WDT 可暂停工作

8.15 RTC

实时时钟 (Real-Time Counter, RTC) 提供了带有万年历功能的时钟计数器, 支持灵活编程闹钟功能以及时钟校正。

- 1. 万年历功能, 含年、月、日 (周计数或月计数)、时 (12 小时制或 24 小时制)、分、秒以及亚秒
- 2. 支持软件可编程夏令时补偿
- 3. 支持时钟数字校正, 32/16/8 秒校正窗口内周期性计数器校准
- 4. 支持带中断机制可编程闹钟功能, 其触发可支持由日、时、分和秒四个任意组合
- 5. 产生周期性标志触发自动唤醒中断
- 6. 中断和事件可屏蔽: 闹钟和唤醒中断
- 7. 支持输出事件至 EBUS
 - 7.1. 秒、分、时、日、月及年更新
 - 7.2. 16 位唤醒定时器下溢事件

8.16 SAU

串行阵列单元 (SAU) 由最多四个通道构成, 每个通道可以实现 3 线串行通信, UART 或者简易 I²C 通信, 每个通道配置及操作方法完全相同。

3 线串行总线模式 (时钟, 串行输入, 串行输出)

- 1. 数据长度 7/8bit
- 2. 发送/接收数据相位控制
- 3. MSB/LSB 选择
- 4. 发送/接收数据电平控制
- 5. 主/从选择
- 6. 输入/输出时钟相位控制
- 7. 可配置波特率

8. 传输结束中断/缓冲器空中断
9. 溢出错误检测中断
10. 低功耗模式唤醒

2 线 UART 功能 (串行输入 RX, 串行输出 TX)

1. 数据长度 7/8/9bit
2. MSB/LSB 选择
3. 发送/接收数据的电平设置及反相选择
4. 奇偶检验位发送/校验功能
5. 1bit/2bit 停止位
6. 传输结束中断/缓冲器空中断
7. 帧错误, 奇偶校验错误, 以及溢出错误检测中断
8. 低功耗模式唤醒
9. LIN-bus 功能: 唤醒信号检测/间隔短 (BF) 检测/同步段测量、波特率计算 (使用边沿检测和定时器单元)
10. I²C 功能
11. 主发送/主接收 (仅限单一节点主功能)
12. ACK 输出功能以及 ACK 检测功能
13. 数据长度 8bit
14. 传输结束中断/缓冲器空中断
15. ACK 错误, 溢出错误检测中断

8.17 I²C

I²C 总线由两条线路组成, 分别是串行时钟线 (SCL) 与串行数据线 (SDA), SDA 与 SCL 都是可以双向传输的。本机可以通过 I²C 总线与其他设备进行通信, 将串行数据输入转换成并行或将并行数据转换成串行输出, 传输过程可开启或禁止设备中断。支持 DMA 来搬运数据从而减少 CPU 工作。

1. I²C 主设备功能
 - 1.1. 产生通信时钟
 - 1.2. 产生开始条件, 停止条件
 - 1.3. 通信数据收发
 - 1.4. 响应信号收发
2. I²C 从设备功能
 - 2.1. 从机地址可编程
 - 2.2. 开始条件, 停止条件检测
 - 2.3. 通信数据收发
 - 2.4. 响应信号收发
3. 通信速度支持 10Kbps / 100Kbps / 400Kbps / 1Mbps
4. 支持 DMA 数据搬运
5. 支持 I²C 总线仲裁
6. 支持 I²C 总线多主通信

7. 7 / 10 bit 地址通信
8. 高 4bit 特殊地址识别 (0000/1111)

8.18 EBUS

外设事件系统能够让片上不同外设之间在不通知 CPU 的情况下，直接进行通信，多个外设支持编程为发送事件/接收事件，产生事件的具体条件以及接收事件后的具体行为取决于外设模块的工作方式。接收事件的外设被称为从设备，发送事件的外设被称作主设备。一个外设模块可以既是从设备同时又是主设备。

通过外设事件系统的通信不需要 CPU 干涉并且不消耗系统资源，比如总线或者 RAM 带宽，与传统的基于中断的系统相比，可以减轻 CPU 的负担以及节省系统资源。

1. 时钟与系统时钟同步
2. 支持最多 8 个独立可配置的事件通道
3. 每个通道事件异步传输模式以及同步采样模式
4. 在同步采样模式中，具有以下边沿检测功能
 - 4.1. 将输入事件源同步后发送
 - 4.2. 在输入事件源的上升沿产生事件
 - 4.3. 在输入事件源的下降沿产生事件
 - 4.4. 在输入事件源的上升和下降沿都产生事件
5. 支持软件触发电平或脉冲事件
6. 支持相邻通道之间的逻辑组合输出
7. 支持发送事件到 CPU 作为 WFE
8. 支持最多 12 个独立的 IO 电平检测通道
9. 可配置 12 个独立的 IO 检测中断
10. 可配置 IO 上升沿或者下降沿检测

8.19 IOW

键入中断模块提供了 8 个独立的 IO 输入检测通道，在所有低功耗模式下，当目标检测边沿发生时，都可以发出中断唤醒系统。

1. 支持 8 个独立的通道进行按键检测
2. 每个通道独立可编程上升沿检测或者下降沿检测
3. 每个通道独立可编程中断产生使能
4. Sleep / Deep Sleep / Stop 模式下唤醒系统

8.20 LVD

低电压检测电路用于比较电源电压和目标检测电压，当发生低电压情况时产生内部复位或内部中断。

LVD1 检测到低电压后发生 LVD 复位，复位使能默认开启；

LVD2 检测到低电压后发生 LVD 中断请求，可配置滤波功能，中断使能默认关闭。

9 存储器映射

本存储器和模块地址分配如下。

表 1 系统地址分配

Boundary Address	Size	Destination Slave
Code		
0x0000_0000-0x0000_0FFF	4K	程序 Flash/SRAM/Bootrom ⁽¹⁾
0x0000_1000-0x0000_FFFF	60k	程序 Flash
0x800_0000-0x0800_3FFF	16K	程序 Flash
0x800_0000-0x0800_7FFF	32K	程序 Flash
0x0800_0000-0x0800_BFFF	48K	程序 Flash
0x0800_0000-0x0800_FFFF	64K	程序 Flash Flash Support 16K/32K/48K/64K
0x1FFF_0000-0x1FFF_0FFF	4K	Bootrom
0x1FFF_FF00-0x1FFF_FFFF	256B	选项字节
SRAM		
0x2000_0000-0x2000_0FFF	4K	SRAM
0x2200_0000-0x23FF_FFFF	32MB	SRAM Bit-banding Alias Address
Peripheral		
0x4000_0000-0x4000_FFFF	64KB	AHB-to-APB Space
0x4001_0000-0x4001_FFFF	64KB	AHB-to-APB Space1
0x4002_0000-0x4002_0FFF	4KB	DMA
0x4003_0000-0x4003_0FFF	4KB	CRC
0x4003_1000-0x4003_1FFF	4KB	HMD
0x5000_0000-0x5000_0FFF	4KB	AHB Peripherals (GPIOA)
0x5000_1000-0x5000_1FFF	4KB	AHB Peripherals (GPIOB)
0x5000_2000-0x5000_2FFF	4KB	AHB Peripherals (GPIOC)
0x5000_3000-0x5000_3FFF	4KB	AHB Peripherals (GPIOD)
0x4200_0000-0x43FF_FFFF	32MB	IO Bit-banding Alias Address
0xF000_0000-0xF000_0FFF	4KB	System ROM Table

(1) 由 MEM_MODE_CTRL 寄存器配置此地址空间。

表 2 AHB-to-APB 地址空间

Boundary Address	Size	Destination Slave
0x4000_0000-0x4000_03FF	1K	Flash 控制器
0x4000_0400-0x4000_07FF	1K	TIM2
0x4000_0800-0x4000_0FFF	2K	保留
0x4000_1000-0x4000_13FF	1K	TIM5
0x4000_1400-0x4000_17FF	1K	TIM6
0x4000_1800-0x4000_1FFF	2K	保留
0x4000_2000-0x4000_23FF	1K	TIM3
0x4000_2400-0x4000_27FF	1K	TIM4
0x4000_2800-0x4000_2BFF	1K	RTC
0x4000_2C00-0x4000_2FFF	1K	WDT
0x4000_3000-0x4000_33FF	1K	Basetimer
0x4000_3400-0x4000_37FF	1K	保留
0x4000_3800-0x4000_3BFF	1K	SAU1
0x4000_3C00-0x4000_53FF	6K	保留
0x4000_5400-0x4000_57FF	1K	I2C
0x4000_5800-0x4000_73FF	7K	保留
0x4000_7400-0x4000_77FF	1K	IOW
0x4000_7800-0x4000_FFFF	34K	保留
0x4001_0000-0x4001_07FF	2K	System Reg
0x4001_0800-0x4001_0BFF	1K	EBUS
0x4001_0C00-0x4001_23FF	6K	保留
0x4001_2400-0x4001_27FF	1K	ADC
0x4001_2800-0x4001_2BFF	1K	保留
0x4001_2C00-0x4001_2FFF	1K	TIM0
0x4001_3000-0x4001_33FF	1K	SAU0
0x4001_3400-0x4001_3FFF	3K	保留
0x4001_4000-0x4001_43FF	1K	TIM1
0x4001_4400-0x4001_47FF	1K	TIM7
0x4001_4800-0x4001_4BFF	1K	TIM_COM
0x4001_4C00-0x4001_FFFF	45K	保留

10 电气特性

10.1 测试条件

除非特别说明，所有电压都以 VSS 为基准。

10.1.1 最大值和最小值

除非特别说明，所有产品的最小值和最大值已在出厂通过测试，测试的环境温度为 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 和 $T_A = T_{Amax}$ (T_{Amax} 产品的温度范围匹配)，所有最小和最大值可以在最坏的环境温度、供电电压和时钟频率条件下得到保证。

部分数据是根据特性分析、设计仿真及工艺特性分析综合评估获得，会在脚注中说明，不会在出厂进行测试。结合综合评估结果，经过样本测试后，取平均值加上或减去 3 倍标准差 (平均值 $\pm 3\sigma$) 得到最大值和最小值。

10.1.2 典型值

除非特别说明，典型数据是基于 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 和 $V_{CCIO} = V_{CCA} = 5\text{V}$ ($2.4\text{V} \leq V_{CC} \leq 5.5\text{V}$ 电压范围)。这些数据仅用于设计指导而未经测试。

典型的 ADC 精度数值是通过对一个标准的批次采样，全温度范围分析得到，其中 95% 产品的误差小于等于给出的数值 (平均值 $\pm 2\sigma$)。

10.1.3 典型曲线

除非特别说明，典型曲线仅用于设计指导而未经测试。

10.1.4 负载电容

测量管脚参数时，负载条件如下图。

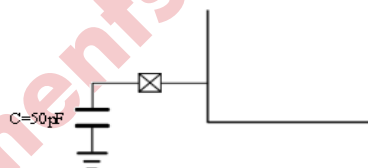


图 1 管脚负载条件

10.1.5 供电方案

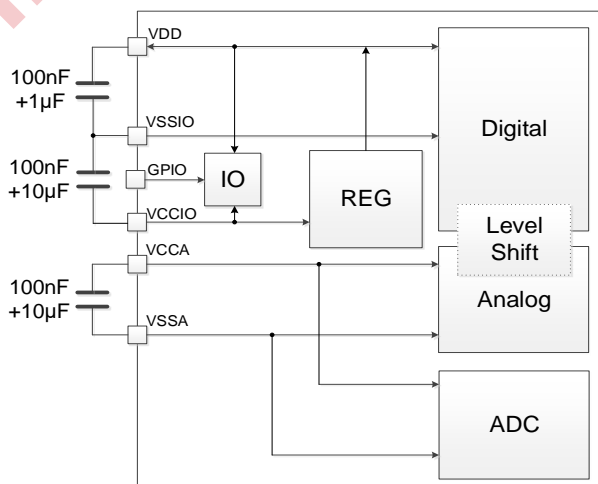


图 2 芯片电源方案

上图中每个电源对 (V_{CCIO} / V_{SSIO} , V_{DD} / V_{SSIO} 等) 必须陶瓷电容滤波去耦。电容尽量靠近器件管脚。

10.2 极限参数

若器件上的载荷超过列表中给出的极限参数，可能会导致器件永久性地损坏。这里只是给出能承受的最大载荷，并不意味着在此条件下器件的功能正常。器件长期工作在极限条件下会影响器件的可靠性。

10.2.1 电压特性

符号	描述	最小值	最大值	单位
VCCIO-VSSIO	外部 IO 和模拟电源电压	-0.3	5.5	V
VIN	其他管脚输入电压	VSSIO -0.3	5.5	V

10.2.2 电流特性

符号	描述	最大值	单位
ΣI_{VCC}	经过 VCCIO / XVCCA 电源线的总电流 (供应电流) ⁽¹⁾	120	mA
ΣI_{VSS}	经过 VSSIO / VSSA 地线的总电流 (流出电流) ⁽¹⁾	-120	mA
$I_{VCC} (PIN)$	经过每个 VCCIO / VCCA 电源线的最大电流 (供应电流) ⁽¹⁾	100	mA
$I_{VSS} (PIN)$	经过每个 VSSIO / VSSA 地线的最大电流 (流出电流) ⁽¹⁾	-100	mA
$I_{IO} (PIN)$	任意 I/O 和控制管脚上的输出灌电流	3	mA
	任意 I/O 和控制管脚上的输出拉电流	-3	mA
$\Sigma I_{IO} (PIN)$	所有 I/O 和控制管脚上的总输出灌电流 ⁽²⁾	90	mA
	所有 I/O 和控制管脚上的总输出拉电流 ⁽²⁾	120	mA
$I_{INJ} (PIN)$	任意 I/O 和控制管脚上的总注入电流 ⁽³⁾	± 5	mA
$\Sigma I_{INJ} (PIN)$	所有 I/O 和控制管脚上的总注入电流 ⁽⁴⁾	± 20	mA

- (1) 所有的电源 (VCCIO, VCCA) 和地 (VSSIO, VSSA) 管脚必须始终连接到外部允许范围内的供电系统上。
- (2) 此电流消耗必须正确分布至所有 I/O 和控制管脚。对于多管脚数的封装 (LQFP-48)，总输出电流一定不能在两个连续电源管脚间灌/拉。
- (3) 当 $VIN > VCCIO$ 时，会产生正向注入电流；当 $VIN < VSSIO$ 时，会产生反向注入电流。不得超出 I_{INJ} 。有关允许的最大输入电压值的信息，请参见表：电压特性。
- (4) 当几个 I/O 口同时有注入电流时， ΣI_{INJ} 的最大值为正向注入电流与反向注入电流 (瞬时值) 绝对值之和。

10.2.3 温度特性

符号	描述	数值	单位
T _{STG}	存储温度范围	-55 ~ +160	°C
T _J	最大结温度	125	°C

10.3 工作条件

10.3.1 通用工作条件

对于电压高于 $V_{CCIO} + 0.3V$ 的工作，内部上拉电阻必须禁用。

在低功率耗散状态下，只要不超过最大结温， T_A 便可以扩展温度范围。

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
f_{CLK}	内部 AHB 时钟频率	-	0	48	MHz
V_{CCIO}	外部 IO 电源电压	-	2.4	5.5	V
V_{CCA}	模拟电源电压	-	2.4	5.5	V
V_{IN}	IO 输入电压	所有 IO	-0.3	5.5	V
T_A	环境温度	最大功率耗散	-40	85	°C
		低功耗耗散	-40	105	°C
T_J	结温范围	-	-40	125	°C

10.3.2 上电和掉电的工作条件

下表中给出的参数是在通用工作条件下测试得出。

表 3 上电和掉电特性

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
t_{VDD}	上升速率	负载电容 1 μ F	3.5	∞	μ s/V
	下降速率		200	∞	

表 4 POR 和 PDR 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{POR}	上电复位阈值	上升沿	1.8	2.0	2.2	V
V_{PDR}	掉电复位阈值	下降沿	1.7	1.8	1.9	V
V_{PDR_hyst}	PDR 迟滞	-	-	200	-	mV

10.3.3 内嵌参考电压

下表中给出的参数是在通用工作条件下测试得出。

表 5 内嵌参考电压

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{REFINT}	内部参考电压	$-40^{\circ}\text{C} < T_A < +105^{\circ}\text{C}$	1.188	1.2	1.212	V
ΔV_{REFINT}	全温度范围，内部参考电压分布	$V_{CCA} = 5V$	-	6	10	mV
T_{COEFF}	温漂系数	$V_{CCA} = 5V$	-	30	-	ppm/°C

10.3.4 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、环境温度、I/O 管脚的负载、产品的软件配置、工作频率、I/O 脚的翻转速率、程序在存储器中的位置以及执行的代码等。

下表给出的参数，是在通用工作条件下测试得出。

表 6 XVCC 典型功耗

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_{VCC}	正常工作模式	使能所有外设，PLL 打开 $f_{CLK} = 48MHz$	-	12	-	mA
		使能所有外设，PLL 关闭 $f_{CLK} = 8MHz$	-	8	-	mA
I_{VCC}	停止模式	所有时钟关闭	-	20	-	μA

10.3.5 外部时钟源特性

外部振荡器产生外部高速时钟 (HOSC)，外部时钟信号必须符合 I/O 端口特性。

表 7 高速外部时钟特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值 ⁽¹⁾	单位
f_{HOSC}	HOSC 频率	-	4	8	26	MHz
R_F	反馈电阻	-	-	1	-	$M\Omega$
$Duty_{(HOSC)}$	占空比	-	45	50	55	%
I_{VCCIO}	HOSC 功耗	$VCCIO = 5.0V, R_m = 30\Omega, 8MHz$	-	1.5	-	mA
g_m	HOSC 跨导	时钟稳定输出	8.6	25	36	mA/V
$t_{SU(HOSC)}$	启动时间	$VCCIO$ 稳定	-	2	-	ms

(1) 由设计保证，未经生产测试。

外部振荡器产生外部高速时钟 (LOSC)，外部时钟信号必须符合 I/O 端口特性。

表 8 低速外部时钟特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值 ⁽¹⁾	单位
f_{LOSC}	LOSC 频率	-	-	32.768	-	kHz
R_F	反馈电阻	-	-	10	-	$M\Omega$
$Duty_{(LOSC)}$	占空比	-	45	50	55	%
I_{VCCIO}	LOSC 功耗	$VCCIO = 5.0V, R_m = 30\Omega, 32kHz$	-	1.5	-	μA
g_m	LOSC 跨导	时钟稳定输出	9	26	120	$\mu A/V$
$t_{SU(LOSC)}$	启动时间	$VCCIO$ 稳定	-	500	-	ms

(1) 由设计保证，未经生产测试。

10.3.6 内部时钟源特性

10.3.6.1 内部高速时钟振荡器 (HIRC)

表 9 内部高速时钟特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值 ⁽¹⁾	单位
f_{HIRC}	HIRC 频率	-	-	8	-	MHz
TRIM	校准步长	-	-	0.4	-	%
Duty _(HIRC)	占空比	-	45	50	55	%
ACC _{HIRC}	HIRC 精度	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-0.5	-	+0.5	%
		$T_A = -40 \sim 105^{\circ}\text{C}$	-1	-	+1	
$t_{su(HIRC)}$	HIRC 启动时间	-	-	10	-	cycle
$I_{VCC(HIRC)}$	HIRC 功耗	-	-	120	-	μA

(1) 由设计保证，未经生产测试。

10.3.6.2 内部低速时钟振荡器 (LIRC)

表 10 内部低速时钟特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值 ⁽¹⁾	单位
f_{LIRC}	LIRC 频率	-	-	32	-	kHz
Duty _(LIRC)	占空比	-	45	50	55	%
ACC _{LIRC}	LIRC 精度	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-1	-	+1	%
		$T_A = -40 \sim 105^{\circ}\text{C}$	-3	-	+3	
$t_{su(LIRC)}$	LIRC 启动时间	-	-	50	-	μs
$I_{VCC(LIRC)}$	LIRC 功耗	-	-	2	-	μA

(1) 由设计保证，未经生产测试。

10.3.7 PLL 特性

下表给出的参数是在通用工作条件下测试得出。

表 11 PLL 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值 ⁽¹⁾	单位
f_{PLL_IN}	PLL 输入时钟	-		2	-	MHz
	PLL 输入时钟占空比	-	45	50	55	%
f_{PLL_OUT}	PLL 输出时钟	-	-	48	-	MHz
	PLL 输出时钟占空比	-	45	50	55	%
t_{LK}	PLL 锁定时间	-	-	200	-	μs

(1) 由设计保证，未经生产测试。

10.3.8 存储器特性

FLASH 闪存存储器

除非特别说明，所有特性参数是在 $T_A = -40 \sim +105^\circ\text{C}$ 得到。

表 12 存储器特性 (程序 Flash)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值 ⁽¹⁾	单位
t_{prog}	32 位编程时间	$T_A = -40 \sim +105^\circ\text{C}$	-	-	20	μs
t_{ERASE}	页擦除时间	$T_A = -40 \sim +105^\circ\text{C}$	-	-	5	ms
t_{ME}	整片擦除	$T_A = -40 \sim +105^\circ\text{C}$	-	-	40	ms
I_{VDD}	供电电流	编程模式	-	-	3.5	mA
		擦写模式	-	-	2	mA
N_{END}	寿命 (擦写次数)	$T_A = -40 \sim +105^\circ\text{C}$	20	-	-	kcycle
t_{RET}	数据保存期限	$T_A = 85^\circ\text{C}$	10	100	-	Year

表 13 存储器特性 (数据 Flash)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值 ⁽¹⁾	单位
t_{prog}	32 位编程时间	$T_A = -40 \sim +105^\circ\text{C}$	-	-	20	μs
t_{ERASE}	页擦除时间	$T_A = -40 \sim +105^\circ\text{C}$	-	-	5	ms
t_{ME}	整片擦除	$T_A = -40 \sim +105^\circ\text{C}$	-	-	40	ms
I_{VDD}	供电电流	编程模式	-	-	3.5	mA
		擦写模式	-	-	2	mA
N_{END}	寿命 (擦写次数)	$T_A = -40 \sim +105^\circ\text{C}$	100	-	-	kcycle
t_{RET}	数据保存期限	$T_A = 85^\circ\text{C}$	10	100	-	Year

(1) 由设计保证，未经生产测试。

10.3.9 ESD 特性

根据每种管脚组合，对每个样本的管脚施加静电放电 (一个正脉冲后接着一个负脉冲，两个脉冲间隔一秒钟)。样本大小取决于器件中供电管脚的数目 (3 个器件 \times (n+1) 个供电管脚)。此项测试符合 JESD22-A114 / C101 标准。

表 14 ESD 特性

符号	参数	条件	封装	等级	最大值 ⁽¹⁾	单位
$V_{\text{ESD(HBM)}}$	静电放电电压 (人体模型)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	最大封装	-	8000	V

表 15 LU 特性

符号	参数	条件	最大值 ⁽¹⁾	单位
L _U	静电门锁	T _A = +25°C	-200 / +200	mA

(1) 基于特征结果，不在生产中测试。此测试项委托第三方测试认证机构测试，并提供相关报告。

10.3.10 I/O 特性

下表给出的参数，是在通用工作条件下测试得出。

10.3.10.1 I/O 静态特性

表 16 I/O 静态特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{IL}	低电平输入电压	所有管脚	-	-	0.3× V _{CCIO}	V
V _{IH}	高电平输入电压	所有管脚	0.7× V _{CCIO}	-	-	V
V _{hys}	施密特触发器迟滞	所有管脚	-	1	-	V
I _{Ikg}	输入漏电流	所有管脚, V _{IN} = V _{SSIO}	-	-	2	μA
R _{PU}	上拉电阻	V _{IN} = V _{CCIO}	-	35	-	kΩ
R _{PD}	下拉电阻		-	35	-	kΩ
C _{IO}	IO 管脚电容	-	-	1.5	-	pF

10.3.10.2 输出驱动电流

GPIO (通用输入 / 输出端口) 可支持多达 -5mA 拉电流或 10mA 灌电流，放宽 V_{OL} / V_{OH} 的条件下，可达到 10mA 拉电流或 20mA 灌电流。

在用户应用中，I/O 脚的数目必须保证驱动电流不能超过 8.2 节给出的绝对最大额定值。

10.3.10.3 输出电压

表 17 I/O 输出电压特性

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
V _{OL}	IO 输出低电压	I _{IO} = 10mA, V _{CCIO} = 5V, D_DS = 1	-	0.4	V
V _{OH}	IO 输出高电压	I _{IO} = 5mA, V _{CCIO} = 5V, D_DS = 1	V _{CCIO} -0.4	-	V

10.3.10.4 I/O 交流特性

下表给出的参数，是在通用工作条件下测试得出。

表 18 I/O 交流特性

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
$f_{\max(\text{IO})}$	最大频率	$C_L = 10 \text{ pF}$, $V_{\text{CCIO}} = 5.0\text{V}$ $D_{\text{DS}} = 1$	-	16	MHz
t_f	输出下降时间		-	2.78	ns
t_r	输出上升时间		-	3.02	
t_f	输出下降时间	$C_L = 10 \text{ pF}$, $V_{\text{CCIO}} = 5.0\text{V}$ $D_{\text{DS}} = 0$	-	5.3	
t_r	输出上升时间		-	5.62	
$t_{\text{do_LH}}$	Dout 到 SPAD 延时 (由低到高)	$C_L = 10 \text{ pF}$, $V_{\text{CCIO}} = 5.0\text{V}$ $D_{\text{DS}} = 1$	-	10.18	
$t_{\text{do_HL}}$	Dout 到 SPAD 延时 (由高到低)		-	11.25	
$t_{\text{do_LH}}$	Dout 到 SPAD 延时 (由低到高)	$C_L = 10 \text{ pF}$, $V_{\text{CCIO}} = 5.0\text{V}$ $D_{\text{DS}} = 0$	-	11.29	
$t_{\text{do_HL}}$	Dout 到 SPAD 延时 (由高到低)		-	12.38	

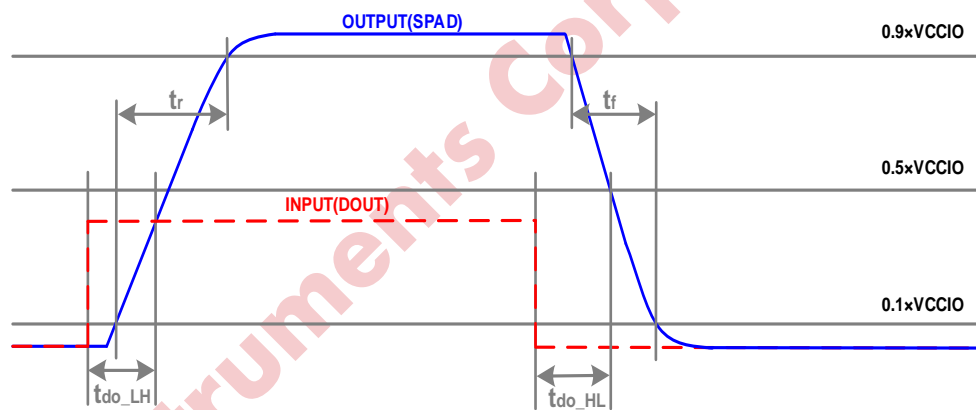


图 3 IO 交流特性定义

10.3.11 LVD 特性

当电源电压跌落某个特定触发点时，LVD (低电压检测) 会发出复位或警告信号，当电源电压超过此触发点时，LVD 会释放复位或警告信号。

表 19 LVDx (x=1, 2) 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值 ⁽¹⁾	单位
V_{VDx_LVL}	LVD 触发电压	LVDx_SEL[3:0]=4'b0000	-	-	-	V
		LVDx_SEL[3:0]=4'b0001	-	-	-	
		LVDx_SEL[3:0]=4'b0010	-	-	-	
		LVDx_SEL[3:0]=4'b0011	-	-	-	
		LVDx_SEL[3:0]=4'b0100	-	-	-	
		LVDx_SEL[3:0]=4'b0101	-	-	-	
		LVDx_SEL[3:0]=4'b0110	2.65	2.7	2.75	
		LVDx_SEL[3:0]=4'b0111	-	-	-	
		LVDx_SEL[3:0]=4'b1000	3.15	3.2	3.25	
		LVDx_SEL[3:0]=4'b1001	-	-	-	
		LVDx_SEL[3:0]=4'b1010	-	-	-	
		LVDx_SEL[3:0]=4'b1011	3.75	3.8	3.85	
		LVDx_SEL[3:0]=4'b1100	-	-	-	
		LVDx_SEL[3:0]=4'b1101	-	-	-	
		LVDx_SEL[3:0]=4'b1110	-	-	-	
		LVDx_SEL[3:0]=4'b1111	4.45	4.5	4.55	

10.3.12 复位管脚特性

XRSTJ 管脚输入驱动使用 CMOS 工艺，内建一个保持开启的上拉电阻 R_{PU} 。

除非特别说明，下表列出的参数是在通用工作条件下测试得出。

表 20 复位管脚特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IL}	低电平输入电压	$V_{CCIO} = 5.0V$	-	-	$0.3 \times V_{CCIO}$	V
V_{IH}	高电平输入电压	$V_{CCIO} = 5.0V$	$0.7 \times V_{CCIO}$	-	-	V
V_{hys}	施密特触发器迟滞	$V_{CCIO} = 5.0V$	-	0.5	-	V
R_{PU}	上拉电阻	$V_{IN} = V_{CCIO}$	-	35	-	k Ω

10.3.13 ADC 特性

除非特别说明，下表列出的参数是在通用工作条件下测试得出。

表 21 ADC 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VCCA	ADC 电源电压	-	2.7	5.0	5.5	V
I _{VCCA (ADC)}	ADC 功耗	VCCA= 5.0V f _{ADC} =16MHz	-	1	-	mA
f _{ADC}	ADC 时钟频率	-	1	-	16	MHz
f _s	采样率	12 位分辨率	-	-	1	Msp/s
V _{AIN}	转换电压范围	-	0	-	VCCA	V
R _{AIN}	外部输入阻抗	-	-	-	128	kΩ
C _{ADC}	内部采样和保持电容	-	-	7		pF
t _s ⁽¹⁾	采样时间	-	3	12	512	1/f _{ADC}
t _{PWR_UP} ⁽¹⁾	上电时间	-	-	-	5	μs
t _{CONV} ⁽¹⁾	转换时间	-	-	-	12	1/f _{ADC}

(1) 由设计保证，未经生产测试。

(2) 外部输入阻抗详见表 23。

表 22 ADC 精度

符号	参数	条件	典型值	最大值	单位
ET	总绝对误差	f _{ADC} = 16MHz, VCCA = 5.0V, T _A = 25°C	-	±6	LSB
EO	偏移误差		-	±3.5	
EG	增益误差		-	±3	
ED	微分线性误差		-	±2	
EL	积分线性误差		-	±4	

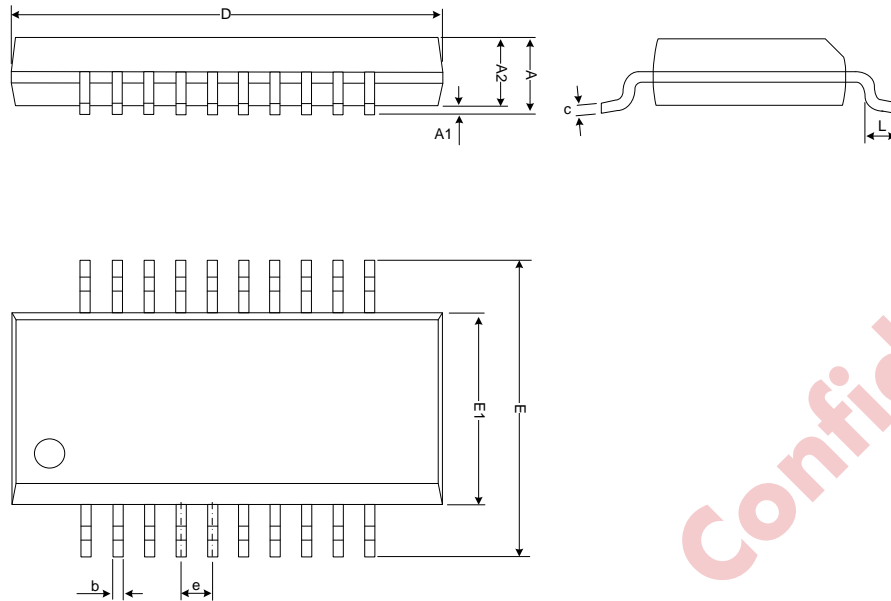
表 23 ADC RAIN max 与采样时间关系⁽¹⁾

符号	参数	条件	典型值	最大值 ⁽¹⁾	单位
RAIN	外部输入阻抗	VCCA > 3.0V f _{ADC} = 16MHz	t _S =3 ADC clock cycles	-	0.26
			t _S =4ADC clock cycles	-	0.51
			t _S =6ADC clock cycles	-	1.01
			t _S =8ADC clock cycles	-	1.51
			t _S =12ADC clock cycles	-	2.52
			t _S =16ADC clock cycles	-	3.53
			t _S =24ADC clock cycles	-	5.54
			t _S =32ADC clock cycles	-	7.55
			t _S =48ADC clock cycles	-	11.58
			t _S =64ADC clock cycles	-	15.61
			t _S =96ADC clock cycles	-	23.66
			t _S =128 ADC clock cycles	-	31.72
			t _S =192ADC clock cycles	-	47.82
			t _S =256ADC clock cycles	-	63.93
			t _S =384ADC clock cycles	-	96.15
			t _S =512ADC clock cycles	-	128.37

(1) 以上数据为要求采样误差小于 1/4 LSB 情况下的计算结果。

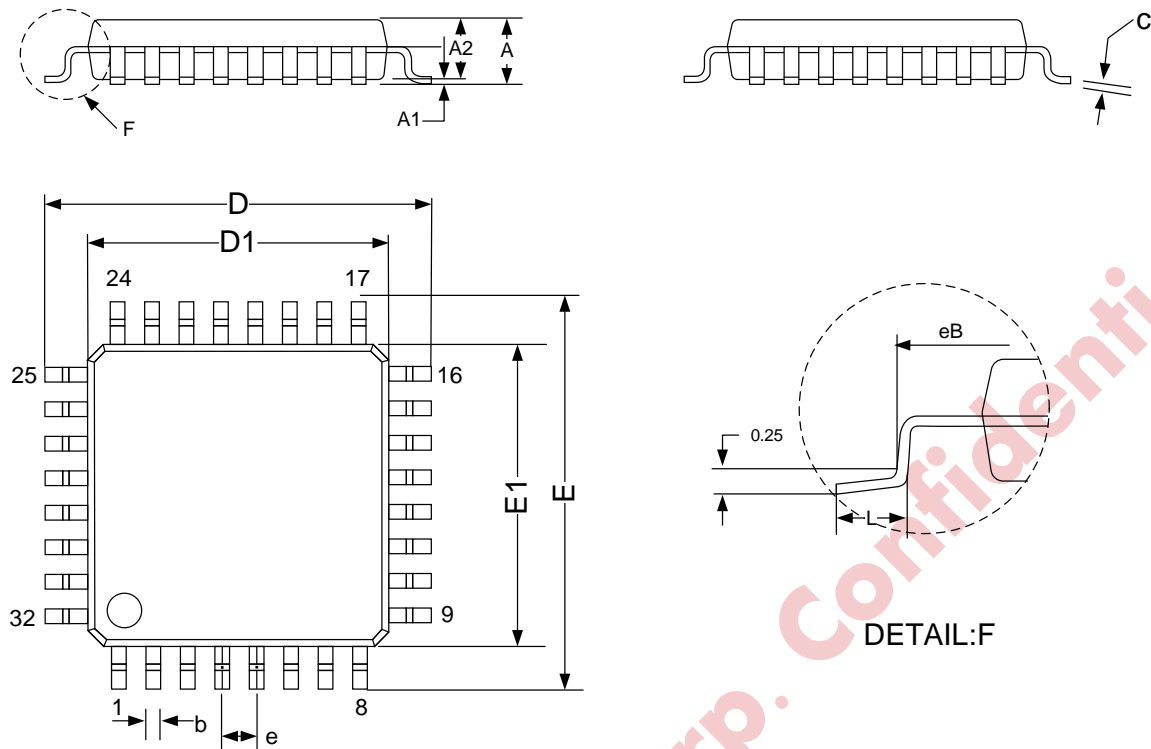
11 封装尺寸

SSOP-20



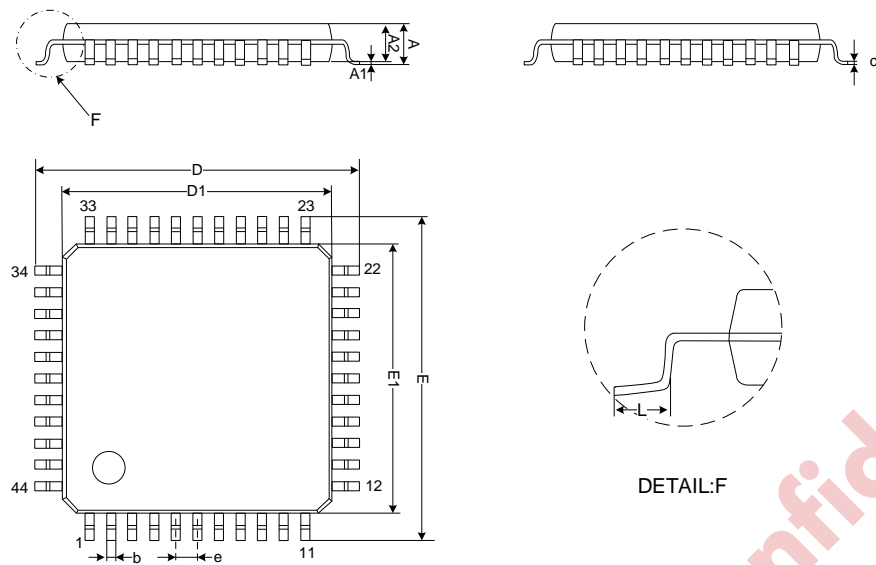
符号	尺寸 (毫米)			尺寸 (英寸)		
	最小	典型	最大	最小	典型	最大
A	-	-	1.750	-	-	0.069
A1	0.100	0.150	0.250	0.004	0.006	0.010
A2	1.300	1.400	1.500	0.051	0.055	0.059
b	0.230	-	0.310	0.009	-	0.012
c	0.200	-	0.240	0.008	-	0.009
D	8.550	8.650	8.750	0.337	0.341	0.344
E1	3.800	3.900	4.000	0.150	0.154	0.157
e	0.635 (BSC)			0.025 (BSC)		
L	0.500	-	0.800	0.020	-	0.031

LQFP-32



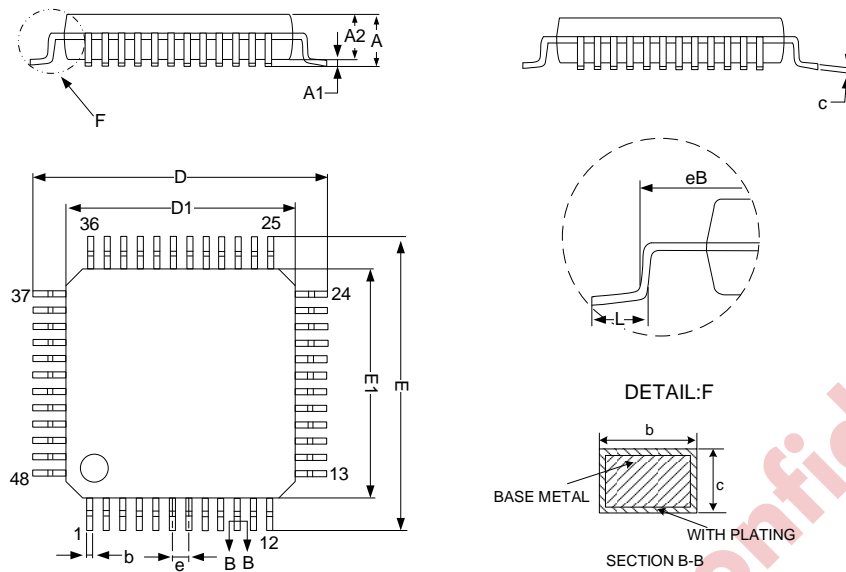
符号	尺寸 (毫米)			尺寸 (英寸)		
	最小	典型	最大	最小	典型	最大
A	-	-	1.600	-	-	0.063
A1	0.050	-	0.150	0.002	-	0.006
A2	1.350	1.400	1.450	0.053	0.055	0.057
b	0.330	-	0.410	0.013	-	0.016
c	0.130	-	0.170	0.005	-	0.007
D	8.800	9.000	9.200	0.346	0.354	0.362
D1	6.900	7.000	7.100	0.272	0.276	0.280
E	8.800	9.000	9.200	0.346	0.354	0.362
E1	6.900	7.000	7.100	0.272	0.276	0.280
eB	8.100	-	8.250	0.319	-	0.325
e	0.800 (BSC)			0.031 (BSC)		
L	0.450	-	0.750	0.018	-	0.030

LQFP-44



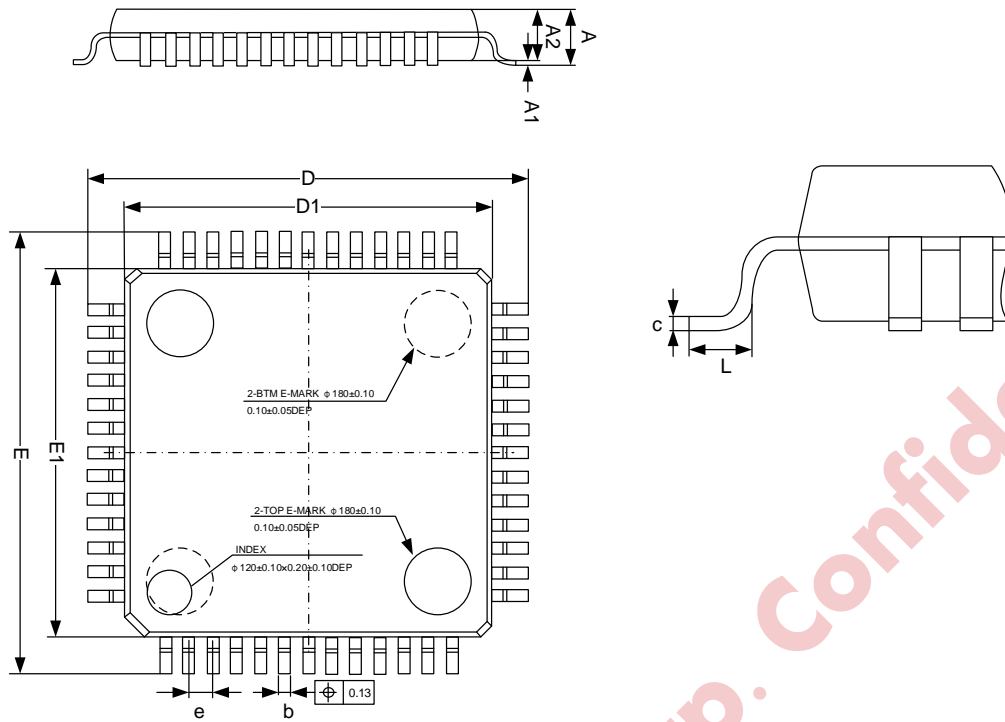
符号	尺寸 (毫米)			尺寸 (英寸)		
	最小	典型	最大	最小	典型	最大
A	-	-	1.600	-	-	0.063
A1	0.050	-	0.150	0.002	-	0.006
A2	1.350	1.400	1.450	0.053	0.055	0.057
b	0.280	-	0.360	0.011	-	0.014
c	0.130	-	0.170	0.005	-	0.007
D	11.800	12.000	12.200	0.465	0.472	0.480
D1	9.900	10.000	10.100	0.390	0.394	0.398
E	11.800	12.000	12.200	0.465	0.472	0.480
E1	9.900	10.000	10.100	0.390	0.394	0.398
e	0.800 (BSC)			0.031 (BSC)		
L	0.450	-	0.750	0.018	-	0.030

LQFP-48



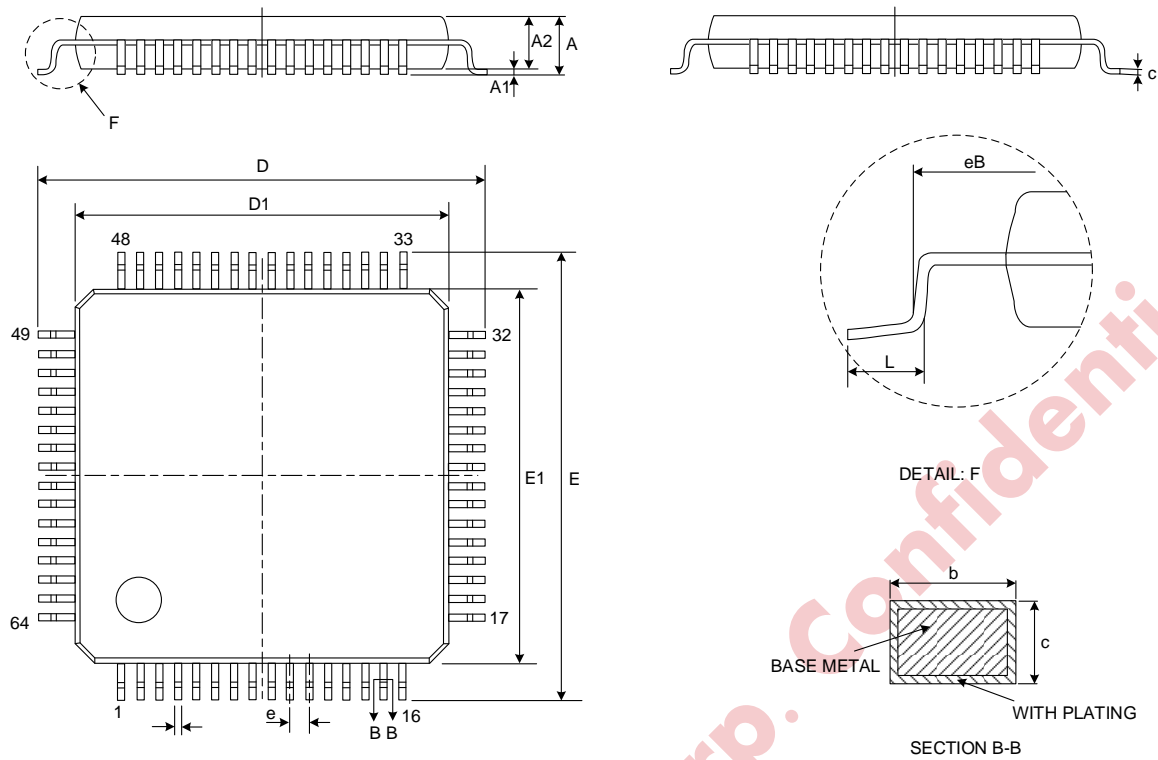
符号	尺寸 (毫米)			尺寸 (英寸)		
	最小	典型	最大	最小	典型	最大
A	-	-	1.600	-	-	0.063
A1	0.050	-	0.150	0.002	-	0.006
A2	1.350	1.400	1.450	0.053	0.055	0.057
b	0.180	-	0.260	0.007	-	0.010
c	0.130	-	0.170	0.005	-	0.007
D	8.800	9.000	9.200	0.346	0.354	0.362
D1	6.900	7.000	7.100	0.272	0.276	0.280
E	8.800	9.000	9.200	0.346	0.354	0.362
E1	6.900	7.000	7.100	0.272	0.276	0.280
eB	8.100	-	8.250	0.319	-	0.325
e	0.500 (BSC)			0.020 (BSC)		
L	0.450	-	0.750	0.018	0.024	0.030

LQFP-52



符号	尺寸 (毫米)			尺寸 (英寸)		
	最小	典型	最大	最小	典型	最大
A	-	-	1.600	-	-	0.063
A1	0.050	-	0.200	0.002	-	0.008
A2	1.300	1.400	1.500	0.051	0.055	0.059
b	0.280	-	0.370	0.011	-	0.015
c	0.130	-	0.180	0.005	-	0.007
D	11.800	12.000	12.200	0.465	0.472	0.480
D1	9.900	10.000	10.100	0.390	0.394	0.398
E	11.800	12.000	12.200	0.465	0.472	0.480
E1	9.900	10.000	10.100	0.390	0.394	0.398
e	0.550	0.650	0.750	0.022	0.026	0.030
L	0.450	0.600	0.750	0.018	0.024	0.030

LQFP-64



符号	尺寸 (毫米)			尺寸 (英寸)		
	最小	典型	最大	最小	典型	最大
A	-	-	1.600	-	-	0.063
A1	0.050	-	0.150	0.002	-	0.006
A2	1.350	1.400	1.450	0.053	0.055	0.057
b	0.180	-	0.260	0.007	-	0.010
c	0.130	-	0.170	0.005	-	0.007
D	11.800	12.000	12.200	0.465	0.472	0.480
D1	9.900	10.000	10.100	0.390	0.394	0.398
E	11.800	12.000	12.200	0.465	0.472	0.480
E1	9.900	10.000	10.100	0.390	0.394	0.398
eB	11.050	-	11.250	0.435	-	0.443
e	0.500 (BSC)			0.020 (BSC)		
L	0.450	-	0.750	0.018	-	0.030

声明

必易微保留在没有通知的情况下对其产品和产品说明书或规格书进行任何修改的权利。客户下单前请获取最新资料。产品说明书或规格书不用于作任何明示或暗示的保证包括但不限于产品的商用性、目的适用性或不侵犯他人权利等，也不用于作任何授权包括但不限于对必易微或第三方知识产权的授权。使用者在将必易微的产品整合到应用中时或使用过程中应确保该具体应用或使用不侵犯他人知识产权或其他权利，因该应用或使用引起纠纷或造成任何损失的，必易微不承担任何法律责任包括但不限于间接责任或偶然损失责任。未经必易微书面说明，必易微的产品非为用于人体植入器械和提供生命支持系统的目的而设计。本声明替代以往版本的声明。

Kiwi Instruments Corp. Confidential