



产品简介

MM32L0130

基于 Arm[®] Cortex[®]-M0+ 内核的 32 位微控制器

Revision: 1.0

灵动微电子有权在任何时间对此文件包含的信息（包括但不限于规格与产品说明）做出任何改动与发布，本文件将取代之前所有公布的信息。

目录

1	总览	1
1.1	概述.....	1
1.2	主要特点.....	1
2	订购信息	4
2.1	订购表.....	4
2.2	丝印.....	5
3	功能描述	6
3.1	系统框图.....	6
3.2	内核简介.....	7
3.3	总线简介.....	7
3.4	存储器映像.....	7
3.5	Flash.....	9
3.6	SRAM.....	9
3.7	NVIC.....	9
3.8	外部中断/事件控制器 EXTI.....	9
3.9	时钟和启动.....	9
3.10	启动模式.....	10
3.11	供电方案.....	11
3.12	供电监控器.....	11
3.13	电压调压器.....	11
3.14	低功耗模式.....	11
3.15	DMA.....	12
3.16	定时器和看门狗 TIM & WDG.....	12
3.17	实时时钟 RTC.....	14
3.18	备份寄存器.....	14
3.19	GPIO.....	14
3.20	UART.....	14
3.21	LPUART.....	14
3.22	I2C.....	14
3.23	SPI.....	15
3.24	I2S.....	15
3.25	红外调制模块 IRM.....	15
3.26	段码式液晶驱动 SLCD.....	15
3.27	ADC.....	15
3.28	模拟比较器 COMP.....	16
3.29	CRC.....	16
3.30	SWD.....	16
4	引脚定义及复用功能	17
4.1	引脚分布图.....	17
4.2	引脚定义表.....	19
4.3	引脚复用.....	22
5	封装特性	27
5.1	LQFP64.....	27

5.2	LQFP48.....	29
6	产品命名规则.....	31
7	修订记录.....	32

插图

图 2-1 LQFP 丝印标识图	5
图 3-1 模块框图	6
图 3-2 时钟树	10
图 4-1 LQFP64 引脚分布	17
图 4-2 LQFP48 引脚分布	18
图 5-1 LQFP64, 64 脚低剖面方形扁平封装图	27
图 5-2 LQFP48, 48 脚低剖面方形扁平封装图	29
图 6-1 MM32 型号命名	31

表格

表 2-1 订购信息	4
表 3-1 存储器映像	7
表 3-2 定时器功能比较	12
表 4-1 引脚定义	19
表 4-2 PA 端口功能复用 AF0-AF7	22
表 4-3 PB 端口功能复用 AF0-AF7	23
表 4-4 PC 端口功能复用 AF0-AF7	24
表 4-5 PD 端口功能复用 AF0-AF7	25
表 4-6 PH 端口功能复用 AF0-AF7	26
表 5-1 LQFP64 尺寸说明	28
表 5-2 LQFP48 尺寸说明	30

1 总览

1.1 概述

MM32L0130 微控制器搭载 Arm® Cortex®-M0+ 内核，最高工作频率可达 48MHz。内置 64KB 高速存储器，并集成了丰富的 I/O 端口和外设模块。本产品包含 1 个 12 位的 ADC、1 个比较器、2 个 16 位通用定时器、2 个 16 位基本定时器、1 个低功耗定时器和 1 个 RTC 计数器，还包含标准的通信接口：2 个 UART 接口、1 个低功耗 UART 接口、2 个 SPI 接口、2 个 I2S 接口和 1 个 I2C 接口。此外，本产品还内置了段码式液晶驱动模块（SLCD）和红外信号调制模块（IRM）。

本产品系列工作电压为 1.8V ~ 5.5V，工作温度范围（环境温度）为 -40°C ~ +85°C。内置多种省电工作模式保证低功耗应用的要求。

这些丰富的外设配置，使得本产品微控制器适合于多种应用场合：

- 空调遥控器
- 温控器
- 耳、额温枪
- 便携医疗设备
- 气、水、热表
- 小家电

本产品提供 LQFP64 和 LQFP48 封装形式。

1.2 主要特点

- 内核与系统
 - 32-bit Arm® Cortex®-M0+
 - 工作频率可达 48MHz
- 存储器
 - 多达 64KB 的 Flash 存储器
 - 多达 8KB SRAM
 - Boot loader 支持片内 Flash 在线系统编程（ISP）
- 时钟、复位和电源管理
 - 1.8V ~ 5.5V 供电
 - 上电/断电复位（POR/PDR）、欠压复位/可编程电压监测器（BOR/PVD）
 - 外部 4 ~ 24MHz 高速晶体振荡器
 - 外部 32.768KHz 低速振荡器（带 LSE Bypass 功能）

- 内置经出厂调校的 8MHz 高速 RC 振荡器，全温度范围内偏差不超过 $\pm 2.5\%$
- PLL 支持 CPU 最高运行在 48MHz，支持多种分频模式
- 内置 32.768KHz 低速振荡器，全温度范围内频率偏差不超过 $\pm 2.5\%$
- 低功耗
 - 多种低功耗模式，包括：低功耗运行（low power run）、睡眠（sleep）、低功耗睡眠（low power sleep）、停机（stop）、深度停机（deep stop）、待机（standby）和关机（shutdown）模式
- 1 个 5 通道 DMA 控制器，支持外设类型包括定时器、ADC、UART、LPUART、I2C、SPI 和 SLCD
- 9 个定时器
 - 2 个 16 位通用定时器（TIM3 / TIM4），有多达 4 个输入捕获/输出比较通道，可用于 IR 控制解码
 - 2 个 16 位基本定时器（TIM16 / TIM17），有 1 个输入捕获/输出比较通道，1 组互补输出，支持死区生成，紧急停止，调制器门电路用于 IR 控制
 - 1 个低功耗定时器（LPTIM），可在除待机和关机模式外的所有模式唤醒 CPU
 - 2 个看门狗定时器（独立型的 IWDG 和窗口型的 WWDG）
 - 1 个 RTC 计数器，支持日历功能
 - 1 个 SysTick 定时器：24 位自减型计数器
- 多达 57 个快速 I/O 端口：
 - 所有 I/O 口可以映像到 16 个外部中断
 - 所有端口均可输入输出电压不高于 V_{DD} 的信号
- 多达 6 个通信接口
 - 2 个 UART 接口
 - 1 个低功耗 UART 接口（LPUART）
 - 1 个 I2C 接口
 - 2 个 SPI 接口（2 个 I2S 接口）
- 1 个红外信号调制模块（Infra-Red Modulator, IRM），支持 ASK/PSK/FSK 调制
- 1 个段码式液晶驱动模块（SLCD），可驱动 40x4 或 36x8 个段码
- 1 个 12 位模数转换器（ADC），1 μ s 转换时间，多达 15 个外部输入通道，1 个内部输入通道
 - 转换范围：0 ~ V_{DDA}
 - 支持采样时间和分辨率配置
 - 片上温度传感器
 - 片上电压传感器

总览

- 1 个比较器
- CRC 计算单元，8/16/32 位多项式可配置
- 96 位芯片唯一 ID (UID)
- 调试模式
 - 串行调试接口 (SWD) 接口
- 采用 LQFP64 和 LQFP48 封装

2 订购信息

2.1 订购表

表 2-1 订购信息

产品型号		MM32L0131 C6P/C7P	MM32L0136 C6P/C7P
外围接口			
CPU 频率		48 MHz	
Flash - KB		64	64
SRAM - KB		8	8
定时器	通用 (16 bit)	2	2
	基本	2	2
	低功耗	1	1
通信接口	UART	2	2
	LPUART	1	1
	I2C	1	1
	SPI/I2S	2	2
GPIO 端口数		41/57	41/57
SLCD		-	4x40 或 8x36 (LQFP64) 4x24 或 8x20 (LQFP48)
IRM		√	√
12 位 ADC	个数	1	1
	通道数	11/15	11/15
比较器		1	1
RTC		√	√
工作电压		1.8V ~ 5.5V	
工作温度		-40°C ~ +85°C	
封装		LQFP48/64	LQFP48/64

2.2 丝印

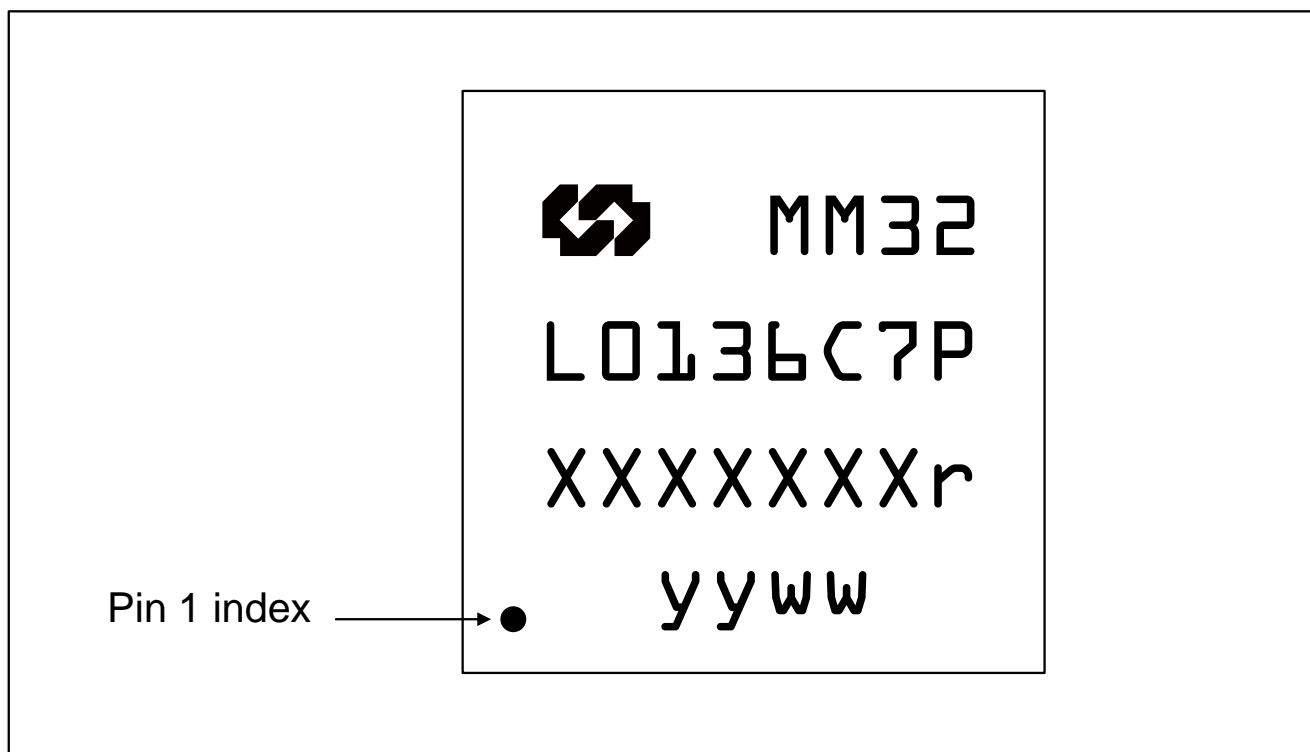


图 2-1 LQFP 丝印标识图

LQFP 封装一般在顶层包含如下丝印：

- 第一行：MM32
 - 灵动微电子 Logo + 产品型号的第一部分。
- 第二行：L013xxxx
 - 产品型号的第二部分
- 第三行：XXXXXXr
 - Trace code + 芯片版本号，其中“r”代表芯片版本号。
- 第四行：yyww
 - Data code，其中“yy”代表日期编码中的年份，“ww”代表日期编码中的周数。

3 功能描述

3.1 系统框图

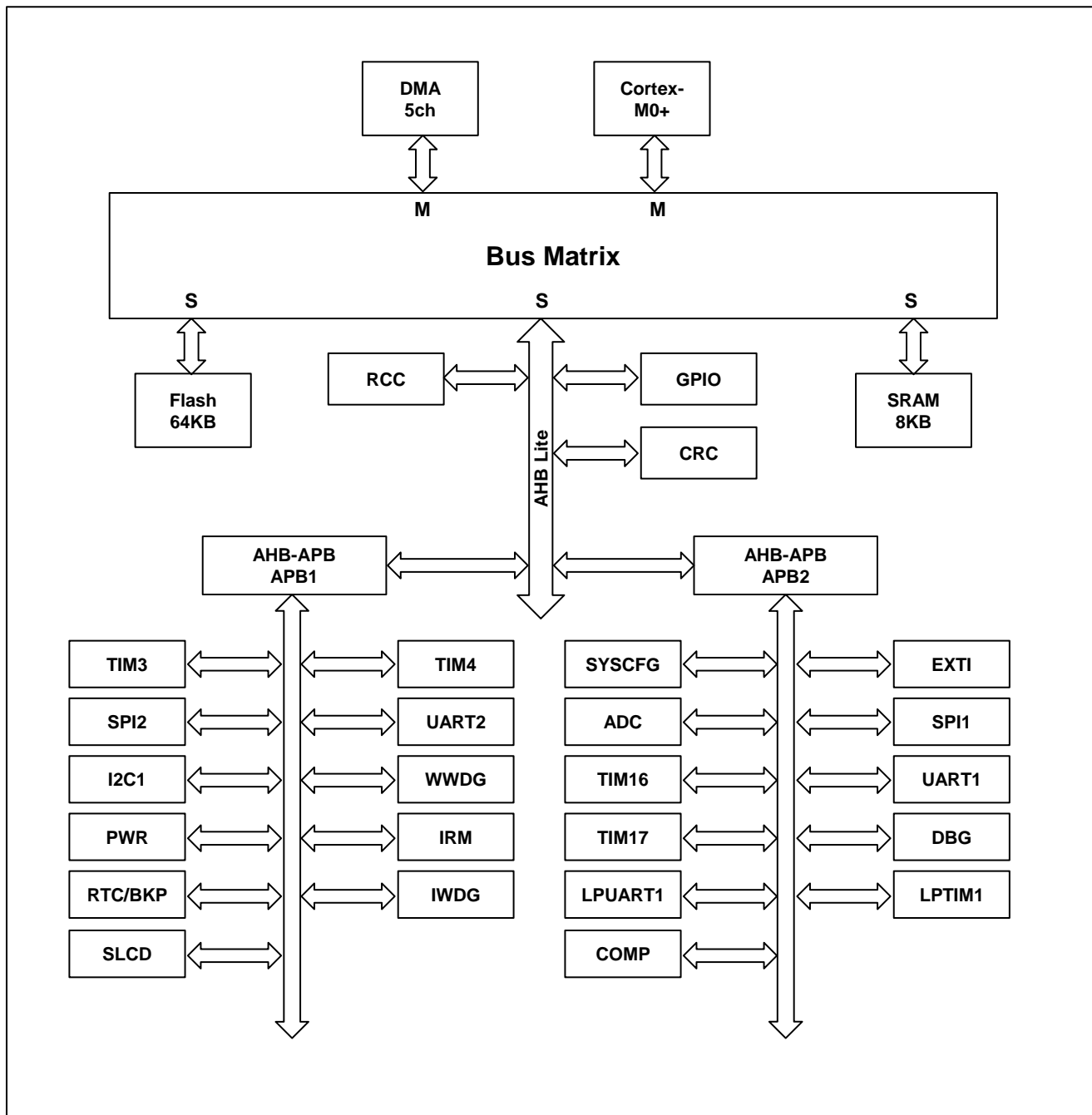


图 3-1 模块框图

3.2 内核简介

Arm® 的 Cortex®-M0+ 处理器是最新一代的嵌入式 Arm 处理器，它为实现 MCU 的需要提供了低成本的平台、缩减的引脚数目、降低的系统功耗，同时提供卓越的计算性能和先进的中断系统响应。

Arm® 的 Cortex®-M0+ 是 32 位的 RISC 处理器，提供额外的代码效率，在通常 8 和 16 位系统的存储空间上发挥了 Arm 内核的高性能。

本产品拥有内置的 Arm 核心，因此它与所有的 Arm 工具和软件兼容。

3.3 总线简介

总线矩阵包括一个 AHB 互联矩阵，一个 AHB 总线和两个桥接的 APB 总线。当 CPU 和 DMA 同时向互联矩阵发起通信请求时，互联矩阵具备仲裁的功能。AHB 总线的外设（RCC，GPIO 和 CRC）通过 AHB 互联矩阵与系统总线连接。在 APB 和 AHB 总线之间连接通过 AHB2APB 桥进行数据交换。当 APB 寄存器进行 8 位 16 位访问，APB 会自动拓宽成 32 位，同样的，AHB2APB 桥也具备自动拓宽功能。

3.4 存储器映像

表 3-1 存储器映像

Bus	Address range	Size	Peripheral
Flash	0x0000 0000 - 0x0000 FFFF	64 KB	Map to main Flash, system memory or SRAM according to boot configuration
	0x0000 0000 - 0x07FF FFFF	~128 MB	Reserved
	0x0800 0000 - 0x0800 FFFF	64 KB	Main Flash
	0x0801 0000 - 0x1FFD FFFF	~383 MB	Reserved
	0x1FFE 0000 - 0x1FFE 01FF	0.5 KB	Reserved
	0x1FFE 0200 - 0x1FFE 0FFF	3 KB	Reserved
	0x1FFE 1000 - 0x1FFE 15FF	1.5 KB	Encrypted area
	0x1FFE 1600 - 0x1FFF F3FF	~256 MB	Reserved
	0x1FFF F400 - 0x1FFF F7FF	1 KB	System memory
	0x1FFF F800 - 0x1FFF F9FF	0.5KB	Option bytes
	0x1FFF FA00 - 0x1FFF FFFF	1.5KB	Reserved
SRAM	0x2000 0000 - 0x2000 1FFF	8 KB	SRAM
	0x2000 2000 - 0x2FFF FFFF	~255 MB	Reserved
APB1	0x4000 0000 - 0x4000 03FF	1 KB	Reserved
	0x4000 0400 - 0x4000 07FF	1 KB	TIM3
	0x4000 0800 - 0x4000 0BFF	1 KB	TIM4
	0x4000 0C00 - 0x4000 27FF	7 KB	Reserved
	0x4000 2800 - 0x4000 2BFF	1 KB	RTC/BKP

功能描述

Bus	Address range	Size	Peripheral
	0x4000 2C00 – 0x4000 2FFF	1 KB	WWDG
	0x4000 3000 – 0x4000 33FF	1 KB	IWDG
	0x4000 3400 – 0x4000 37FF	1 KB	Reserved
	0x4000 3800 – 0x4000 3BFF	1 KB	SPI2
	0x4000 3C00 – 0x4000 43FF	2 KB	Reserved
	0x4000 4400 – 0x4000 47FF	1 KB	UART2
	0x4000 4800 – 0x4000 53FF	3 KB	Reserved
	0x4000 5400 – 0x4000 57FF	1 KB	I2C1
	0x4000 5800 – 0x4000 6FFF	1 KB	Reserved
	0x4000 7000 – 0x4000 73FF	1 KB	PWR
	0x4000 7400 – 0x4000 8FFF	1 KB	Reserved
	0x4000 9000 – 0x4000 93FF	1 KB	IRM
	0x4000 9400 – 0x4000 97FF	1 KB	LCD
	0x4000 9800 – 0x4000 FFFF	26 KB	Reserved
APB2	0x4001 0000 – 0x4001 03FF	1 KB	SYSCFG
	0x4001 0400 – 0x4001 07FF	1 KB	EXTI
	0x4001 0800 – 0x4001 0BFF	1 KB	LPUART1
	0x4001 0C00 – 0x4001 23FF	6 KB	Reserved
	0x4001 2400 – 0x4001 27FF	1 KB	ADC
	0x4001 2800 – 0x4001 2BFF	1 KB	LPTIM1
	0x4001 2C00 – 0x4001 2FFF	1 KB	Reserved
	0x4001 3000 – 0x4001 33FF	1 KB	SPI1
	0x4001 3400 – 0x4001 37FF	1 KB	DBG
	0x4001 3800 – 0x4001 3BFF	1 KB	UART1
	0x4001 3C00 – 0x4001 3FFF	1 KB	COMP
	0x4001 4000 – 0x4001 43FF	1 KB	Reserved
	0x4001 4400 – 0x4001 47FF	1 KB	TIM16
	0x4001 4800 – 0x4001 4BFF	1 KB	TIM17
0x4001 4C00 – 0x4001 FFFF	45 KB	Reserved	
AHB	0x4002 0000 – 0x4002 03FF	1KB	DMA
	0x4002 0400 – 0x4002 0FFF	3KB	Reserved
	0x4002 1000 – 0x4002 13FF	1KB	RCC
	0x4002 1400 – 0x4002 1FFF	3KB	Reserved
	0x4002 2000 – 0x4002 23FF	1KB	Flash Interface
	0x4002 2400 – 0x4002 2FFF	3KB	Reserved
	0x4002 3000 – 0x4002 33FF	1KB	CRC
	0x4002 3400 – 0x47FF FFFF	~128MB	Reserved

3.5 Flash

最大 64K 字节的内置闪存存储器，用于存放程序和数据。

3.6 SRAM

最大 8K 字节的内置 SRAM。

3.7 NVIC

本产品内置嵌套的向量式中断控制器，能够处理多个可屏蔽中断通道（不包括 16 个 Cortex®-M0+ 的中断线）和 4 个可编程优先级。

- 紧耦合的 NVIC 能够达到低延迟的中断响应处理
- 中断向量入口地址直接进入内核
- 紧耦合的 NVIC 接口
- 允许中断的早期处理
- 处理晚到的较高优先级中断
- 支持中断尾部链接功能
- 自动保存处理器状态
- 中断返回时自动恢复，无需额外指令开销

该模块以最小的中断延迟提供灵活的中断管理功能。

3.8 外部中断/事件控制器 EXTI

外部中断/事件控制器包含多个边沿检测器，用于捕获来自 IO 引脚的电平变化，进而产生中断/事件请求。所有 IO 引脚可以连接到 16 个外部中断线。每个中断线均可独立开关，或启用各自的触发模式（上升沿、下降沿或双边沿）。一个挂起状态寄存器将会维持所有中断请求的状态。

EXTI 可以检测到脉冲宽度小于内部 APB2 总线时钟周期的电平变化。

3.9 时钟和启动

芯片启动后选择系统时钟。在复位后，首先使用内部的 8 MHz 振荡器作为默认的系统时钟，随后可选择使用外部的 4 ~ 24 MHz 时钟源。当监测到外部时钟无效时，系统会自动将外部时钟源屏蔽，关闭 PLL，转而使用内部的振荡器。此时，如果使能了相关的中断监测开关，也会产生对应的中断请求。

时钟系统中，使用多个预分频器产生 AHB 总线、高速 APB（APB1 和 APB2）总线的时钟。其中 AHB 和高速 APB 总线的时钟最高可达 48 MHz。时钟系统的时钟树如图 3-2 所示。

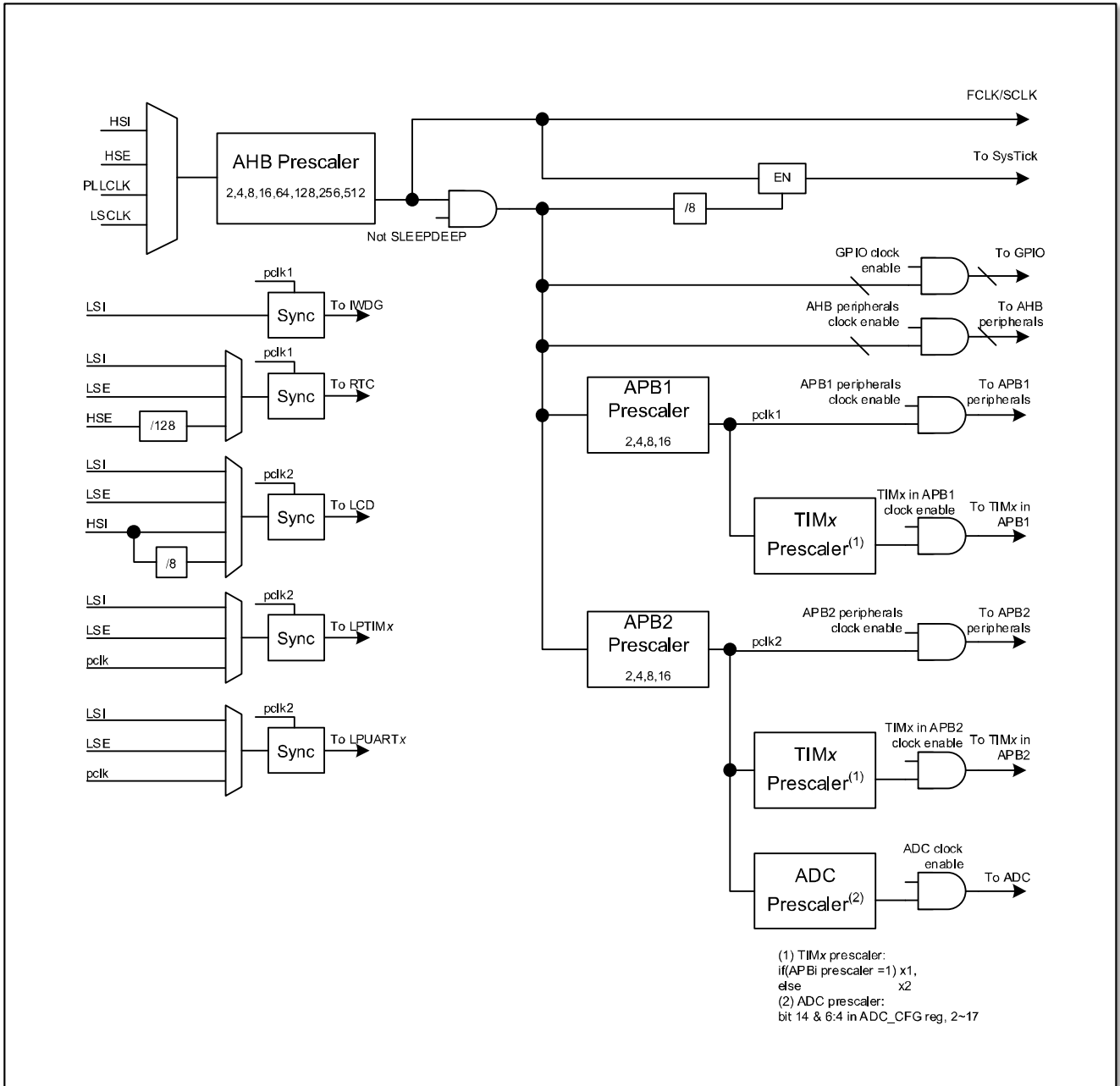


图 3-2 时钟树

3.10 启动模式

在启动时，通过 BOOT0 引脚和 BOOT 选择位可以选择三种启动模式中的一种：

- 从片内 Flash 启动
- 从系统存储区启动
- 从片内 SRAM 启动

Bootloader 程序位于系统存储区。从系统存储区启动 Bootloader 之后，可通过 UART1 对片内 FLASH 重新编程。

3.11 供电方案

- $V_{DD} = 1.8V \sim 5.5V$: 通过 V_{DD} 引脚为 I/O 引脚和内部调节器供电。
 - $V_{DDA} = 1.8V \sim 5.5V$: 为 ADC、复位模块、振荡器和 PLL 的模拟部分提供供电。 V_{DDA} 和 V_{SSA} 可以分别连接到 V_{DD} 和 V_{SS} , 也可以单独供电 (电压需与 V_{DD} 和 V_{SS} 一致)。
1. 注: 仅当 $V_{DDA} = 2.5V \sim 5.5V$ 时, 模拟模块的性能保证符合本手册规格

3.12 供电监控器

本产品内部集成了上电复位 (POR) / 掉电复位 (PDR) 电路, 该电路始终处于工作状态, 保证系统供电超过 1.8V 时工作; 当 V_{DD} 低于设定的阈值 ($V_{POR/PDR}$) 时, 置器件于复位状态, 而不必使用外部复位电路。

器件中还有一个可编程电压监测器 (PVD), 它监视 V_{DD}/V_{DDA} 供电并与阈值 V_{PVD} 比较, 当 V_{DD} 低于或高于阈值 V_{PVD} 时产生中断, 中断处理程序可以发出警告信息或将微控制器转入安全模式。PVD 功能需要通过程序开启。

3.13 电压调压器

片内的电压调压器将外部电压转成内部逻辑电路工作的电压。电压调压器在芯片复位后时钟处于工作状态。

3.14 低功耗模式

产品支持低功耗模式, 可以在要求低功耗、短启动时间和多种唤醒事件之间达到最佳的平衡。

低功耗运行模式 (low power run)

低功耗运行模式通过低功耗稳压器提供的 V_{CORE} 实现, 以最大程度地减少调节器的工作电流。该代码可以从 SRAM 或 Flash 执行, 并且 CPU 频率限制为 2MHz。

睡眠模式 (sleep)

在睡眠模式, 只有 CPU 停止, 所有外设处于工作状态并可在发生中断/事件时唤醒 CPU。

低功耗睡眠模式 (low power sleep)

从低功率运行模式进入该模式。只有 CPU 时钟停止。当事件或中断触发唤醒时, 系统将恢复为低功耗运行模式。

停机模式 (stop)

在保持 SRAM 和寄存器内容不丢失的情况下, 停机模式可以达到较低的电能消耗。在停机模式下, HSI 的振荡器和 HSE 晶体振荡器被关闭。可以通过任一配置成 EXTI

的信号把微控制器从停机模式中唤醒，EXTI 信号可以是 16 个外部 I/O 口之一、PVD 的输出的唤醒信号。

深度停机模式（deep stop）

与停机模式状态一致，但能够达到更低的电能消耗。

待机模式（standby）

待机模式是在 CPU 深睡眠模式时关闭电压调节器。内部所有的 1.5V 部分的供电区域被断开。PLL、HSI 和 HSE 振荡器也都关闭，可以通过 WKUP 引脚的上升沿、NRST 引脚的外部复位、IWDG 复位唤醒或者看门狗定时器唤醒并复位。SRAM 和寄存器的内容将被丢失。只有备份的寄存器和待机电路维持供电。

关机模式（shutdown）

关机模式下可达到最低的系统功耗。在关机模式下，内部所有的稳压器都关闭，BOR 关闭，只保留 POR 和少数其他 VDD 域的电路正常工作（PMU 部分逻辑 /POR/IO Wakeup 逻辑）。

3.15 DMA

灵活的 5 路通用 DMA 可以管理存储器到存储器、设备到存储器和存储器到设备的数据传输；DMA 控制器支持环形缓冲区的管理，避免了控制器传输到达缓冲区结尾时所产生的中断。

每个通道都有专门的硬件 DMA 请求逻辑，同时可以由软件触发每个通道；传输的长度、传输的源地址和目标地址都可以通过软件单独设置。

DMA 可以用于主要的外设，如 UART、I2C、SLCD、SPI、ADC 和定时器。

3.16 定时器和看门狗 TIM & WDG

产品包含 2 个通用定时器、2 个基本定时器、1 个低功耗定时器、2 个看门狗定时器和 1 个系统嘀嗒定时器。下表比较了通用定时器、基本定时器和低功耗定时器的功能：

表 3-2 定时器功能比较

定时器类型	名称	计数器分辨率	计数器类型	预分频系数	DMA 请求生成	捕获/比较通道	互补输出
通用	TIM3/TIM4	16 位	递增、递减、递增/递减	1 ~ 65536 之间的任意整数	有	4	无
基本	TIM16/TIM17	16 位	递增、递减、递增/递减	1 ~ 65536 之间的任意整数	有	1	有
低功耗	LPTIM1	16 位	递增	1 ~ 128 之间任意整数	有	无	无

通用定时器 (TIM3 / TIM4)

本产品内置了 2 个 16 位通用定时器 (TIM3、TIM4)。每个定时器有一个 16 位的自动加载递加/递减计数器、一个 16 位的预分频器和 4 个独立的通道，每个通道都可用于输入捕获、输出比较、PWM 和单脉冲模式输出。

这些定时器还可以通过定时器链接功能实现协同工作，提供同步或事件链接功能。在调试模式下，计数器可以被冻结。任一通用定时器都能用于产生 PWM 输出。每个定时器 都有独立的 DMA 请求机制。

这些定时器还能够处理增量编码器的信号，也能处理 1 ~ 4 个霍尔传感器的数字输出。每个定时器都 PWM 输出或作为简单时间基准。

基本定时器 (TIM16 / TIM17)

本产品内置了 2 个 16 位基本定时器 (TIM16、TIM17)。每个定时器有一个 16 位的自动加载递加/递减计数器、一个 16 位的预分频器和 1 个独立的通道，每个通道都可用于输入捕获、输出比较、PWM 和单脉冲模式输出。当工作在 PWM 模式时，该定时器支持互补端口，可生成互补的 PWM 对，并支持硬件死去插入功能。

低功耗定时器 (LPTIM1)

本产品内置了 1 个 16 位低功耗定时器 (LPTIM1)。该定时器由一个 16 位计数器组成，可以为用户提供便捷的计数定时功能。LPTIM 可以工作在各种低功耗模式下，具有低功耗的特点。LPTIM 的时钟也可由外部时钟提供，工作在没有内部时钟的环境中，可以在休眠模式下实现外部脉冲计数功能。通过外部输入的触发信号，能够实现低功耗超时唤醒。LPTIM 具有外部时钟计数，超时唤醒功能，PWM 输出等多种用途。

独立看门狗 (IWDG)

独立的看门狗是基于一个 12 位的递减计数器和一个 8 位的预分频器，它由一个内部独立的 40KHz 的振荡器提供时钟。因为这个振荡器独立于主时钟，所以它可运行于停机和待机模式。它可以用在系统发生问题时复位整个系统或作为一个自由定时器为应用程序提供超时管理。通过选项字节可以配置成是软件或硬件启动看门狗。在调试模式下，计数器可以被冻结。

窗口看门狗 (WWDG)

窗口看门狗内有一个 7 位的递减计数器，并可以设置成自由运行。它可以被当成看门狗用于在发生问题时复位整个系统。它由主时钟驱动，具有早期预警中断功能；在调试模式下，计数器可以被冻结。

系统时基定时器 (Systick)

这个定时器是专用于实时操作系统，也可当成一个标准的递减计数器。它具有下述特性：

- 24 位的递减计数器
- 自动重加载功能
- 当计数器为 0 时能产生一个可屏蔽系统中断
- 可编程时钟源

3.17 实时时钟 RTC

实时时钟（RTC）是一个独立的定时器，支持硬件日历功能。

3.18 备份寄存器

备份寄存器是 10 个 16 位的寄存器，用来存储用户应用程序数据。当系统在待机模式下被唤醒，或系统复位或电源复位时，他们也不会被复位。

3.19 GPIO

每个 GPIO 引脚都可以由软件配置成输出（推挽或开漏）、输入（带或不带上拉或下拉）或复用的外设功能端口。多数 GPIO 引脚都与数字或模拟的复用外设共用。

在需要的情况下，I/O 引脚的外设功能可以通过一个特定的操作锁定，以避免意外的写入 I/O 寄存器。

3.20 UART

本产品内置 2 个 UART 接口。UART 接口支持 LIN 主从功能。兼容 ISO7816 智能卡模式。UART 接口支持输出数据长度可为 5 位、6 位、7 位、8 位、9 位可配置。

所有 UART 接口都可以使用 DMA 操作。

3.21 LPUART

本产品内置 1 个低功耗 UART 接口（LPUART），相比于 UART，其功耗极低，并支持在睡眠和深度睡眠模式下运行以及唤醒芯片。LPUART 接口支持多种常用的波特率配置。

3.22 I2C

本产品内置 1 个 I2C 总线。I2C 总线接口能够工作于多主模式或从模式，支持标准和快速模式。

I2C 接口支持 7 位或 10 位寻址。

3.23 SPI

本产品内置 2 个 SPI 接口。SPI 接口在从或主模式下，可配置成每帧 1 ~ 32 位。主模式最大速率 12 Mbps，从模式最大速率 6 Mbps。

所有的 SPI 接口都可以使用 DMA 操作。

3.24 I2S

本产品内置 2 个 I2S 接口。I2S 接口与 SPI 共用三个管脚，支持半双工通信（仅发射机或接收机），支持主操作或从操作，发射模式下的下溢标志（仅从机），接收模式下的上溢标志（主和从机）和接收/发射模式下的帧错误标志（仅从机）。

8 位可编程线性预分频器，以达到精确的音频采样频率（8KHz 到 192KHz）。

数据格式可以是 16 位、24 位或 32 位，数据包帧固定为 16 位（16 位数据帧）或 32 位（16 位、24 位、32 位数据帧）。

3.25 红外调制模块 IRM

本产品内置 1 个 红外调制模块（Infrared modulator, IRM）。IRM 模块使用片上的定时器和串口，实现数据的 ASK/PSK/FSK 调制，以满足红外发码的需求。

3.26 段码式液晶驱动 SLCD

本产品内置段码式液晶驱动（SLCD），具体功能如下：

- 可驱动 40x4 或 36x8 个段码
- 任意 LCD 引脚可配置成为 COM 或 SEG 功能
- 内置电荷泵，在电源电压下降时依然保持液晶屏清晰
- 支持静态、1/2、1/3、1/4、1/6 和 1/8 占空比
- 可配置 1/2、1/3 和 1/4 偏压
- 对比度可调
- 显示帧率灵活控制
- 内置 16*32bit 显示数据寄存器，用于存储显示数据
- 支持闪烁功能，可选择闪烁 1~8 个段码或全部段码，频率 0.5Hz/1Hz/2Hz/4Hz 可配
- 可在除关机模式以外的所有低功耗模式下使用

3.27 ADC

本产品内置 1 个 12 位的模拟/数字转换器（ADC），可用的 ADC 外部通道多达 15 个，可以实现单次、单周期和连续扫描转换。在扫描模式下，自动进行已选定的一组

模拟输入上的采集值转换。ADC 可以使用 DMA 操作。

模拟看门狗功能允许非常精准地监视一路或所有选中的通道，当被监视的信号超出预置的阈值时，将产生中断。

由通用定时器（TIMx）和高级控制定时器产生的事件，可以分别内部级联到 ADC 的触发，应用程序能使 ADC 转换与时钟同步。

温度传感器

温度传感器产生一个随温度线性变化的电压。温度传感器在内部被连接到 ADC 的输入通道上，用于将传感器的输出转换到数字数值。

3.28 模拟比较器 COMP

产品内嵌 1 个模拟比较器，可独立使用（适用所有终端上的 I/O 口），也可与定时器结合使用。COMP 可用于多种功能，包括：

- 由模拟信号触发低功耗模式唤醒事件
- 调节模拟信号
- 轨对轨比较器
- 每个比较器有可选门限
 - 可复用的 I/O 引脚
 - 内部比较电压 CRV 可选择 V_{DDA} 或者内部基准电压的分压电压值
- 可编程迟滞电压
- 可编程的速率和功耗
- 输出端可以重定向到一个 I/O 端口或多个定时器输入端，可以触发以下事件：
 - 捕获事件
- 为实现快速 PWM 关断的刹车事件

3.29 CRC

本产品内置 1 个 CRC 计算单元。支持 8/16/32 位可配置多项式。

3.30 SWD

内置 Arm 标准的两线串行调试接口（SW-DP）。

4 引脚定义及复用功能

4.1 引脚分布图

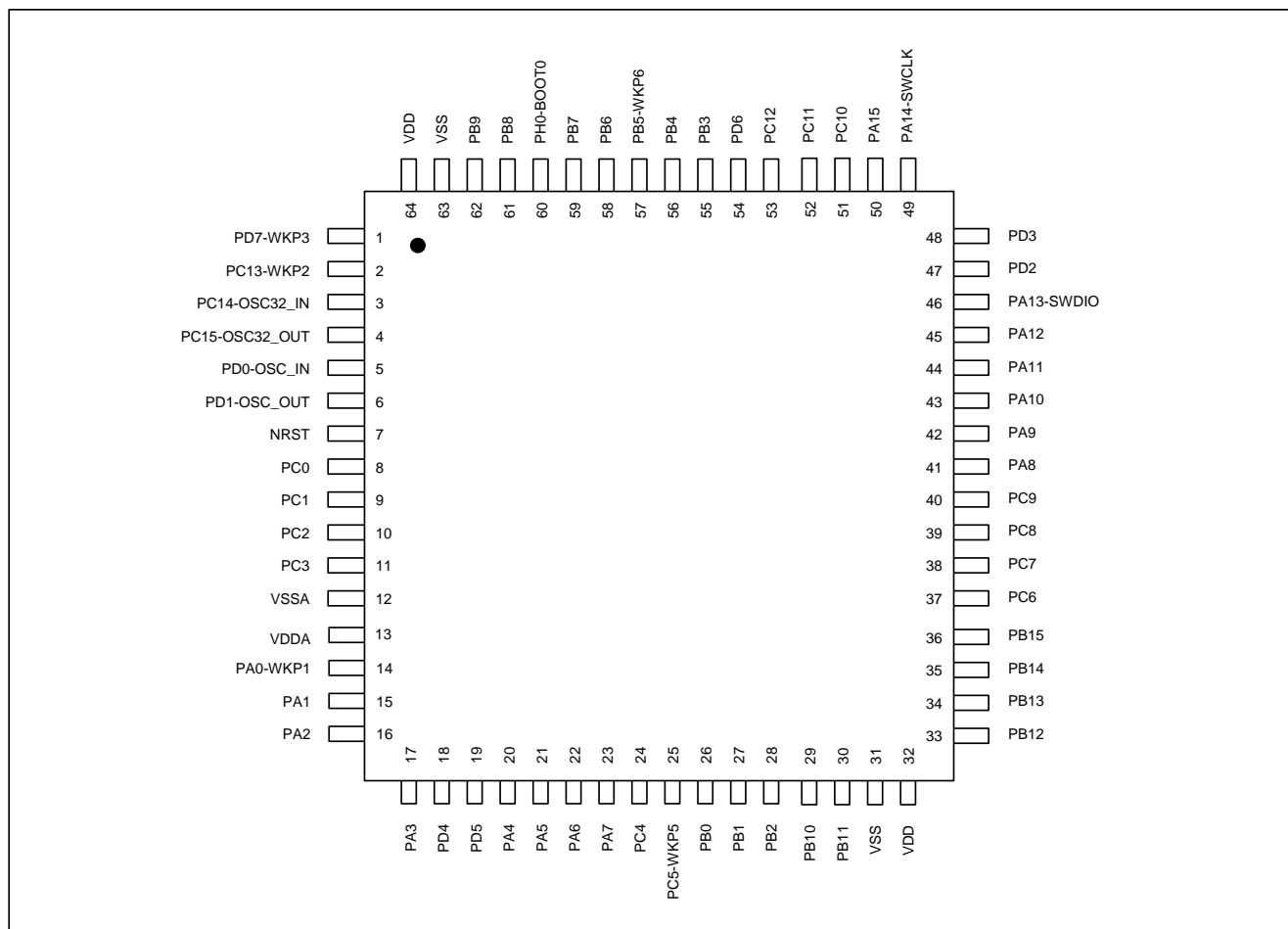


图 4-1 LQFP64 引脚分布

引脚定义及复用功能

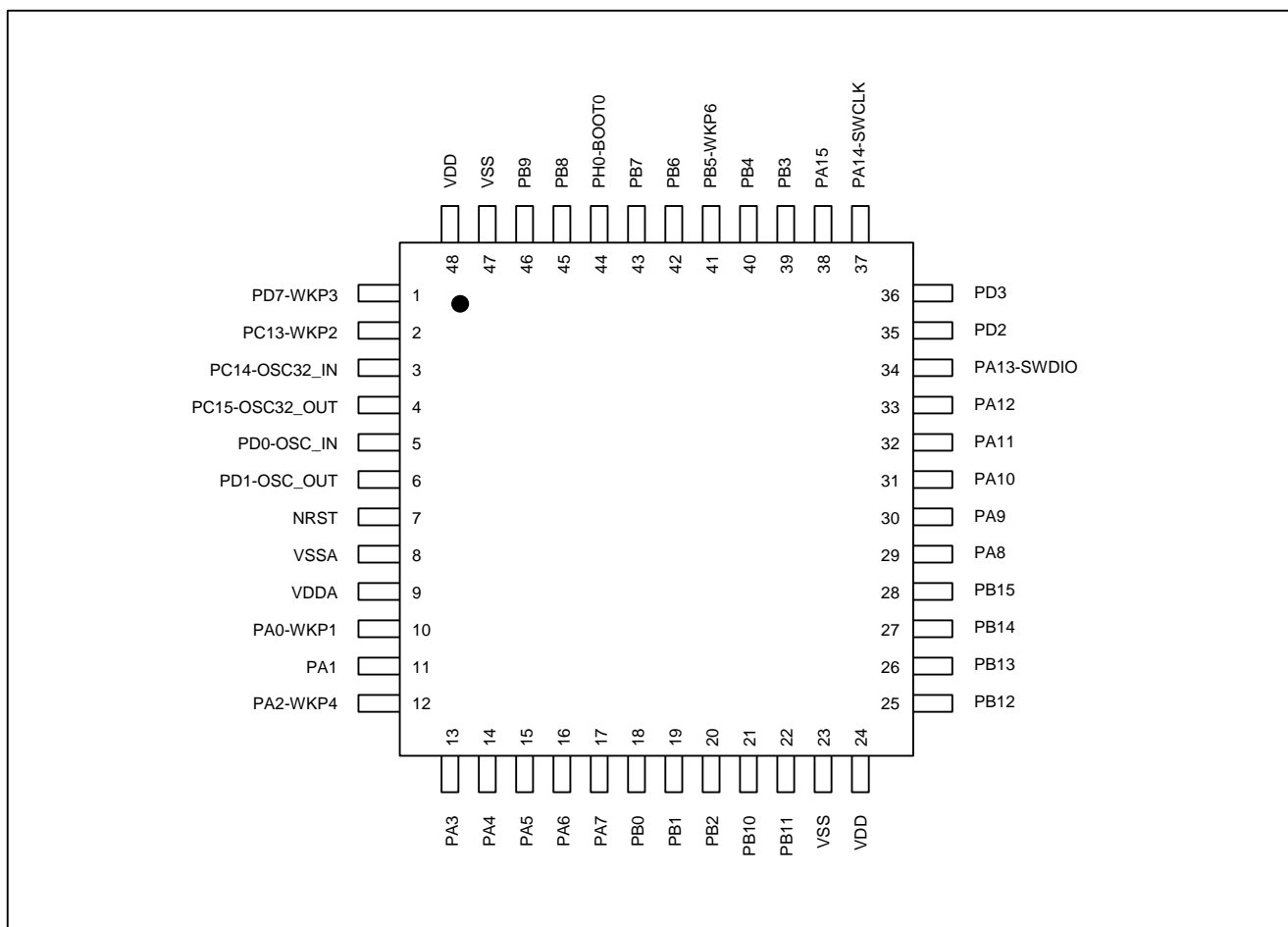


图 4-2 LQFP48 引脚分布

4.2 引脚定义表

表 4-1 引脚定义

Pin ID		Name	Type ⁽¹⁾	I/O level ⁽²⁾	Main function	Multiplex function	LCD function	Additional function
LQFP 64	LQFP 48							
1	1	PD7	I/O	TC	PD7	TIM3_CH1 TIM4_CH4 TIM17_CH1	L1	WKP3
2	2	PC13	I/O	TC	PC13	TIM4_CH1/TIM4_ETR	L0	WKP2 RTC_TAMP1 RTC_TS RTC_OUT ⁽³⁾
3	3	PC14	I/O	TC	PC14	TIM4_CH2	-	-
4	4	PC15	I/O	TC	PC15	TIM4_CH3	-	-
5	5	PD0	I/O	TC	PD0	I2C1_SDA UART1_TX SPI1_MOSI/I2S1_SD	-	-
6	6	PD1	I/O	TC	PD1	I2C1_SCL UART1_RX SPI1_MISO/I2S1_MCK	-	-
7	7	NRST	NRST	-	NRST	-	-	-
8	-	PC0	I/O	TC	PC0	EVENTOUT LPUART1_TX	L43	-
9	-	PC1	I/O	TC	PC1	EVENTOUT LPUART1_RX	L42	-
10	-	PC2	I/O	TC	PC2	EVENTOUT SPI2_MISO/I2S2_MCK LPTIM1_TRIGGER	L41	-
11	-	PC3	I/O	TC	PC3	EVENTOUT SPI2_MOSI/I2S2_SD LPTIM1_OUT	L40	-
12	8	VSSA	S	-	VSSA	-	-	-
13	9	VDDA	S	-	VDDA	-	-	-
14	10	PA0	I/O	TC	PA0	UART2_CTS TIM4_CH1/TIM4_ETR UART1_RX CPT1_OUT	L39	WKP1 TAMP2
15	11	PA1	I/O	TC	PA1	UART2_RTS TIM4_CH2 UART1_TX	L38	-
16	12	PA2	I/O	TC	PA2	UART2_TX TIM4_CH3	L37	WKP4
17	13	PA3	I/O	TC	PA3	UART2_RX TIM4_CH4	L36	-
18	-	PD4	I/O	TC	PD4	SPI1_MISO/I2S1_MCK	L35	-
19	-	PD5	I/O	TC	PD5	SPI1_MOSI/I2S1_SD	L34	-
20	14	PA4	I/O	TC	PA4	SPI1_NSS/I2S1_WS LPUART1_TX TIM16_CH1N	L33	-
21	15	PA5	I/O	TC	PA5	SPI1_SCK/I2S1_CK TIM4_CH1/TIM4_ETR LPUART1_RX TIM17_CH1N	L32	-
22	16	PA6	I/O	TC	PA6	SPI1_MISO/I2S1_MCK TIM3_CH1 TIM16_CH1 EVENTOUT CPT1_OUT	L31	-

引脚定义及复用功能

Pin ID		Name	Type ⁽¹⁾	I/O level ⁽²⁾	Main function	Multiplex function	LCD function	Additional function
LQFP 64	LQFP 48							
23	17	PA7	I/O	TC	PA7	SPI1_MOSI/I2S1_SD TIM3_CH2 TIM17_CH1 EVENTOUT	L30	-
24	-	PC4	I/O	TC	PC4	EVENTOUT UART2_TX TIM3_CH1 SPI1_MOSI/I2S1_SD	L29	-
25	-	PC5	I/O	TC	PC5	UART2_RX TIM3_CH2 SPI1_MISO/I2S1_MCK	L28	WKP5
26	18	PB0	I/O	TC	PB0	TIM3_CH3	L27	-
27	19	PB1	I/O	TC	PB1	TIM3_CH4	L26	-
28	20	PB2	I/O	TC	PB2	EVENTOUT	L25	-
29	21	PB10	I/O	TC	PB10	TIM4_CH3 I2C1_SCL SPI2_SCK/I2S2_CK	L24	-
30	22	PB11	I/O	TC	PB11	EVENTOUT TIM4_CH4 I2C1_SDA	L23	-
31	23	VSS_1	S	-	VSS_1	-	-	-
32	24	VDD_1	S	-	VDD_1	-	-	-
33	25	PB12	I/O	TC	PB12	SPI2_NSS/I2S2_WS EVENTOUT	L22	-
34	26	PB13	I/O	TC	PB13	SPI2_SCK/I2S2_CK LPTIM1_TRIGGER I2C1_SCL TIM17_CH1	L21	-
35	27	PB14	I/O	TC	PB14	SPI2_MISO/I2S2_MCK RTC_OUT ⁽⁴⁾ LPTIM1_OUT I2C1_SDA	L20	-
36	28	PB15	I/O	TC	PB15	SPI2_MOSI/I2S2_SD	L19	-
37	-	PC6	I/O	TC	PC6	TIM3_CH1 TIM3_CH3 SPI1_NSS/I2S1_WS	L18	-
38	-	PC7	I/O	TC	PC7	TIM3_CH2 SPI1_SCK/I2S1_CK	L17	-
39	-	PC8	I/O	TC	PC8	TIM3_CH3	L16	-
40	-	PC9	I/O	TC	PC9	TIM3_CH4	L15	-
41	29	PA8	I/O	TC	PA8	MCO RTC_OUT ⁽⁴⁾	L14	-
42	30	PA9	I/O	TC	PA9	UART1_TX I2C1_SCL MCO IROUT	L13	-
43	31	PA10	I/O	TC	PA10	TIM17_BKIN1 UART1_RX I2C1_SDA TIM16_CH1 IROUT	L12	-
44	32	PA11	I/O	TC	PA11	UART1_CTS I2C1_SCL CPT1_OUT	L11	-
45	33	PA12	I/O	TC	PA12	UART1_RTS I2C1_SDA	L10	-

引脚定义及复用功能

Pin ID		Name	Type ⁽¹⁾	I/O level ⁽²⁾	Main function	Multiplex function	LCD function	Additional function
LQFP 64	LQFP 48							
46	34	PA13	I/O	TC	PA13	SWDIO UART1_TX	-	-
47	35	PD2	I/O	TC	PD2	I2C1_SCL SPI1_NSS/I2S1_WS	L9	-
48	36	PD3	I/O	TC	PD3	I2C1_SDA SPI1_MISO/I2S1_MCK	L8	-
49	37	PA14	I/O	TC	PA14	SWCLK UART2_TX UART1_RX	-	-
50	38	PA15	I/O	TC	PA15	SPI1_NSS/I2S1_WS UART2_RX TIM4_CH1/TIM4_ETR SPI2_SCK/I2S2_CK	L7	-
51	-	PC10	I/O	TC	PC10	UART1_TX SPI2_MISO/I2S2_MCK	L6	-
52	-	PC11	I/O	TC	PC11	UART1_RX SPI2_MOSI/I2S2_SD	L5	-
53	-	PC12	I/O	TC	PC12	UART1_TX SPI2_NSS/I2S2_WS	L4	-
54	-	PD6	I/O	TC	PD6	TIM3_ETR	V4/L58	-
55	39	PB3	I/O	TC	PB3	SPI1_SCK/I2S1_CK TIM4_CH2	V3/L59	-
56	40	PB4	I/O	TC	PB4	SPI1_MISO/I2S1_MCK TIM3_CH1 TIM17_BKIN2	V2/L60	-
57	41	PB5	I/O	TC	PB5	SPI1_MOSI/I2S1_SD TIM3_CH2 TIM16_BKIN1	V1/L61	WKP6
58	42	PB6	I/O	TC	PB6	UART1_TX I2C1_SCL TIM16_CH1N TIM4_CH1	LDCAP2/L6 2	-
59	43	PB7	I/O	TC	PB7	UART1_RX I2C1_SDA TIM17_CH1N TIM4_CH2	LDCAP1/L6 3	-
60	44	PH0	I/O	TC	PH0	-	-	BOOT0
61	45	PB8	I/O	TC	PB8	LPUART1_RX I2C1_SCL TIM16_CH1 TIM4_CH3 IROUT	L3	-
62	46	PB9	I/O	TC	PB9	LPUART1_TX I2C1_SDA TIM17_CH1 EVENTOUT SPI2_NSS/I2S2_WS TIM4_CH4	L2	-
63	47	VSS_3	S	-	VSS_3	-	-	-
64	48	VDD_3	S	-	VDD_3	-	-	-

1. I = 输入, O = 输出, S = 电源, HiZ = 高阻

2. TC: 标准 IO, 输入信号不超过 VDD 电压

3. RTC 阈 RTC_OUT

4. 内核域 RTC_OUT

4.3 引脚复用

表 4-2 PA 端口功能复用 AF0-AF7

Pin	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7
PA0	-	UART2_CTS	TIM4_CH1/TIM4_ETR	-	-	-	UART1_RX	CPT1_OUT
PA1	-	UART2_RTS	TIM4_CH2	-	-	-	UART1_TX	-
PA2	-	UART2_TX	TIM4_CH3	-	-	-	-	-
PA3	-	UART2_RX	TIM4_CH4	-	-	-	-	-
PA4	SPI1_NSS/I2S1_WS	-	-	LPUART1_TX	-	TIM16_CH1N	-	-
PA5	SPI1_SCK/I2S1_CK	-	TIM4_CH1/TIM4_ETR	LPUART1_RX	-	TIM17_CH1N	-	-
PA6	SPI1_MISO/I2S1_MCK	TIM3_CH1	-	-	-	TIM16_CH1	EVENTOUT	CPT1_OUT
PA7	SPI1_MOSI/I2S1_SD	TIM3_CH2	-	-	-	TIM17_CH1	EVENTOUT	-
PA8	MCO	-	RTC_OUT(2)	-	-	-	-	-
PA9	-	UART1_TX	-	-	I2C1_SCL	MCO	-	IROUT
PA10	TIM17_BKIN1	UART1_RX	-	-	I2C1_SDA	-	TIM16_CH1	IROUT
PA11	-	UART1_CTS	-	-	-	I2C1_SCL	-	CPT1_OUT
PA12	-	UART1_RTS	-	-	-	I2C1_SDA	-	-
PA13	SWDIO	-	-	UART1_TX	-	-	-	-
PA14	SWCLK	UART2_TX	-	UART1_RX	-	-	-	-
PA15	SPI1_NSS/I2S1_WS	UART2_RX	TIM4_CH1/TIM4_ETR	SPI2_SCK/I2S2_CK	-	-	-	-

引脚定义及复用功能

表 4-3 PB 端口功能复用 AF0-AF7

Pin	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7
PB0	-	TIM3_CH3	-	-	-	-	-	-
PB1	-	TIM3_CH4	-	-	-	-	-	-
PB2	-	-	EVENTO UT	-	-	-	-	-
PB3	SPI1_SCK/I2 S1_CK	-	TIM4_CH 2	-	-	-	-	-
PB4	SPI1_MISO/I 2S1_MCK	TIM3_CH1	-	-	-	TIM17_BK IN2	-	-
PB5	SPI1_MOSI/I 2S1_SD	TIM3_CH2	TIM16_B KIN1	-	-	-	-	-
PB6	UART1_TX	I2C1_SCL	TIM16_C H1N	-	-	-	TIM4_CH 1	-
PB7	UART1_RX	I2C1_SDA	TIM17_C H1N	-	-	-	TIM4_CH 2	-
PB8	LPUART1_R X	I2C1_SCL	TIM16_C H1	-	-	-	TIM4_CH 3	IROUT
PB9	LPUART1_T X	I2C1_SDA	TIM17_C H1	EVENTOU T	-	SPI2_NSS /I2S2_WS	TIM4_CH 4	-
PB10	-	-	TIM4_CH 3	I2C1_SCL	-	SPI2_SCK /I2S2_CK	-	-
PB11	EVENTOUT	-	TIM4_CH 4	I2C1_SDA	-	-	-	-
PB12	SPI2_NSS/I2 S2_WS	-	-	EVENTOU T	-	-	-	-
PB13	SPI2_SCK/I2 S2_CK	-	-	LPTIM1_T RIGGER	-	I2C1_SCL	TIM17_C H1	-
PB14	SPI2_MISO/I 2S2_MCK	-	RTC_OU T(2)	LPTIM1_O UT	-	I2C1_SDA	-	-
PB15	SPI2_MOSI/I 2S2_SD	-	-	-	-	-	-	-

引脚定义及复用功能

表 4-4 PC 端口功能复用 AF0-AF7

Pin	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7
PC0	EVENTOUT	-	LPUART1_TX	-	-	-	-	-
PC1	EVENTOUT	-	LPUART1_RX	-	-	-	-	-
PC2	EVENTOUT	SPI2_MISO/I2S2_MCK	-	LPTIM1_TRIGGER	-	-	-	-
PC3	EVENTOUT	SPI2_MOSI/I2S2_SD	-	LPTIM1_OUT	-	-	-	-
PC4	EVENTOUT	-	-	UART2_TX	-	TIM3_CH1	SPI1_MOSI/I2S1_SD	-
PC5	-	-	-	UART2_RX	-	TIM3_CH2	SPI1_MISO/I2S1_MCK	-
PC6	TIM3_CH1	-	-	-	-	TIM3_CH3	SPI1_NSS/I2S1_WS	-
PC7	TIM3_CH2	-	-	-	-	-	SPI1_SCK/I2S1_CK	-
PC8	TIM3_CH3	-	-	-	-	-	-	-
PC9	TIM3_CH4	-	-	-	-	-	-	-
PC10	-	-	UART1_TX	SPI2_MISO/I2S2_MCK	-	-	-	-
PC11	-	-	UART1_RX	SPI2_MOSI/I2S2_SD	-	-	-	-
PC12	-	-	UART1_TX	SPI2_NSS/I2S2_WS	-	-	-	-
PC13	-	-	-	-	-	-	TIM4_CH1/TIM4_ETR	-
PC14	-	-	-	-	-	-	TIM4_CH2	-
PC15	-	-	-	-	-	-	TIM4_CH3	-

引脚定义及复用功能

表 4-5 PD 端口功能复用 AF0-AF7

Pin	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7
PD0	-	I2C1_SDA	-	UART1_TX	-	SPI1_MOSI/I2S1_SD	-	-
PD1	-	I2C1_SCL	-	UART1_RX	-	SPI1_MISO/I2S1_MCK	-	-
PD2	-	I2C1_SCL	-	-	-	-	SPI1_NSS/I2S1_WS	-
PD3	-	I2C1_SDA	-	-	-	-	SPI1_MISO/I2S1_MCK	-
PD4	SPI1_MISO/I2S1_MCK	-	-	-	-	-	-	-
PD5	SPI1_MOSI/I2S1_SD	-	-	-	-	-	-	-
PD6	TIM3_ETR	-	-	-	-	-	-	-
PD7	-	-	-	-	-	TIM3_CH1	TIM4_CH4	TIM17_CH1

引脚定义及复用功能

表 4-6 PH 端口功能复用 AF0-AF7

Pin	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7
PH0	-	-	-	-	-	-	-	-

5 封装特性

5.1 LQFP64

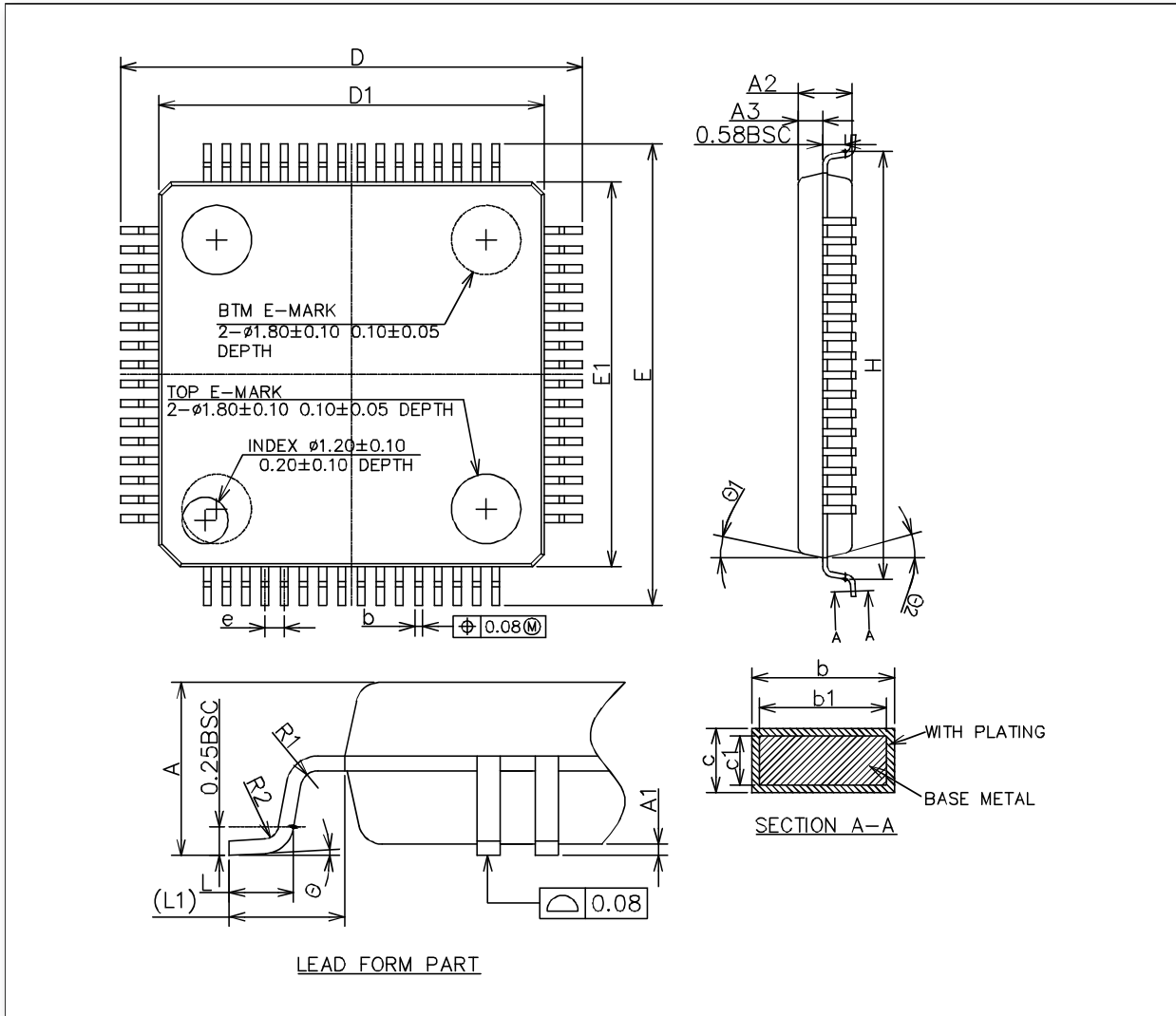


图 5-1 LQFP64, 64 脚低剖面方形扁平封装图

1. 图不是按照比例绘制。
2. 尺寸单位为毫米。

封装特性

表 5-1 LQFP64 尺寸说明

标号	毫米		
	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.60
A1	0.05	-	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.18	-	0.27
b1	0.17	0.20	0.23
c	0.13	-	0.18
c1	0.117	0.127	0.137
D	11.95	12.00	12.05
D1	9.90	10.00	10.10
E	11.95	12.00	12.05
E1	9.90	10.00	10.10
e	0.40	0.50	0.60
H	11.09	11.13	11.17
L	0.53	-	0.70
L1	1.00REF		
R1	0.15REF		
R2	0.13REF		
θ	0°	3.5°	7°
θ_1	11°	12°	13°
θ_2	11°	12°	13°

5.2 LQFP48

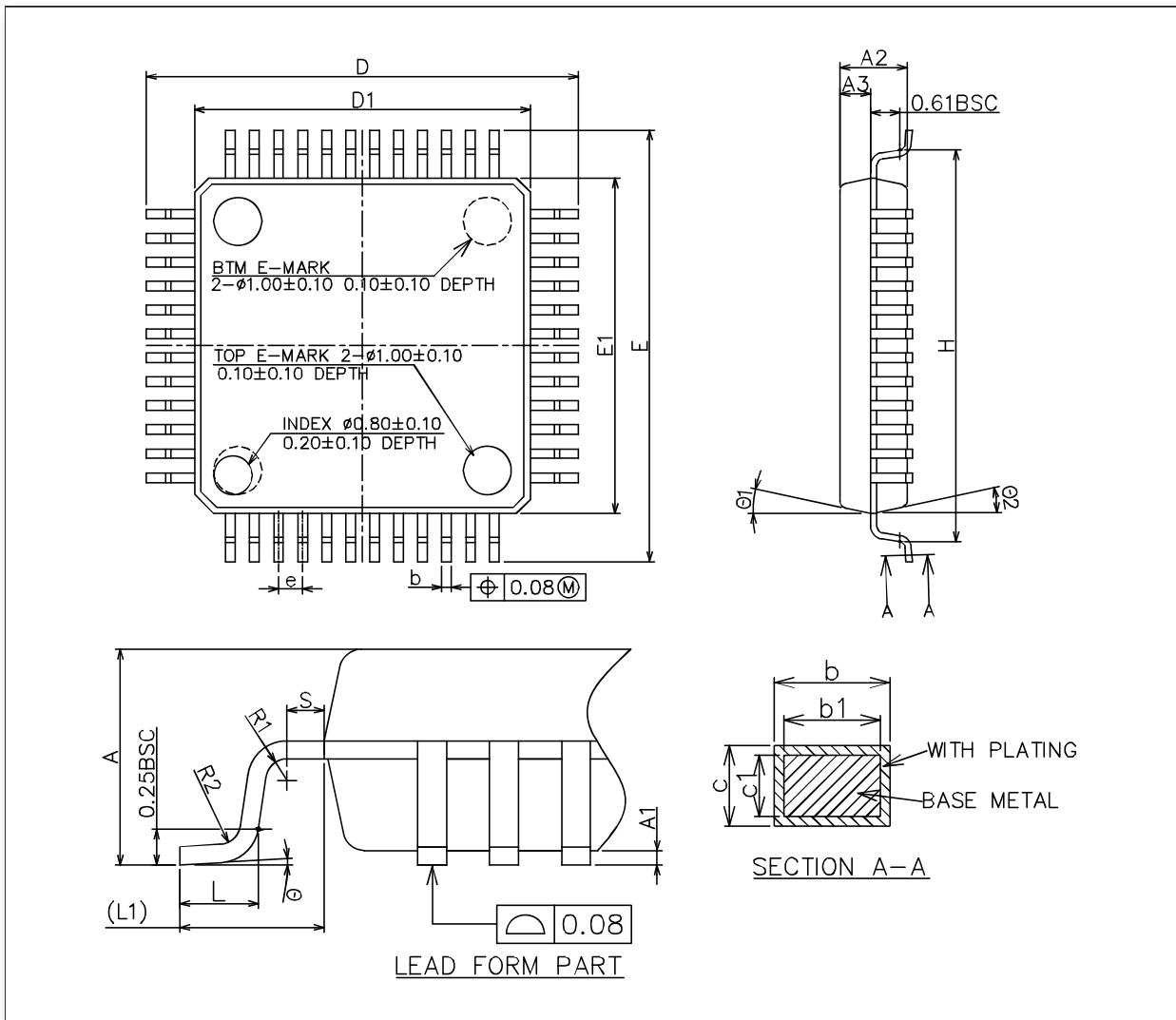


图 5-2 LQFP48, 48 脚低剖面方形扁平封装图

1. 图不是按照比例绘制。
2. 尺寸单位为毫米。

表 5-2 LQFP48 尺寸说明

标号	毫米		
	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.6
A1	0.05	-	0.15
A2	1.35	1.4	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.18	-	0.27
b1	0.17	0.20	0.23
c	0.13	-	0.18
c1	0.12	0.127	0.134
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	0.50BSC		
L	0.45	0.60	0.75
L1	1.00REF		
L2	0.25BSC		
R1	0.08	-	-
R2	0.08	-	0.2
S	0.2	-	-
θ	0°	3.5°	7°
θ_1	0°	-	-
θ_2	11°	12°	13°
θ_3	11°	12°	13°

6 产品命名规则

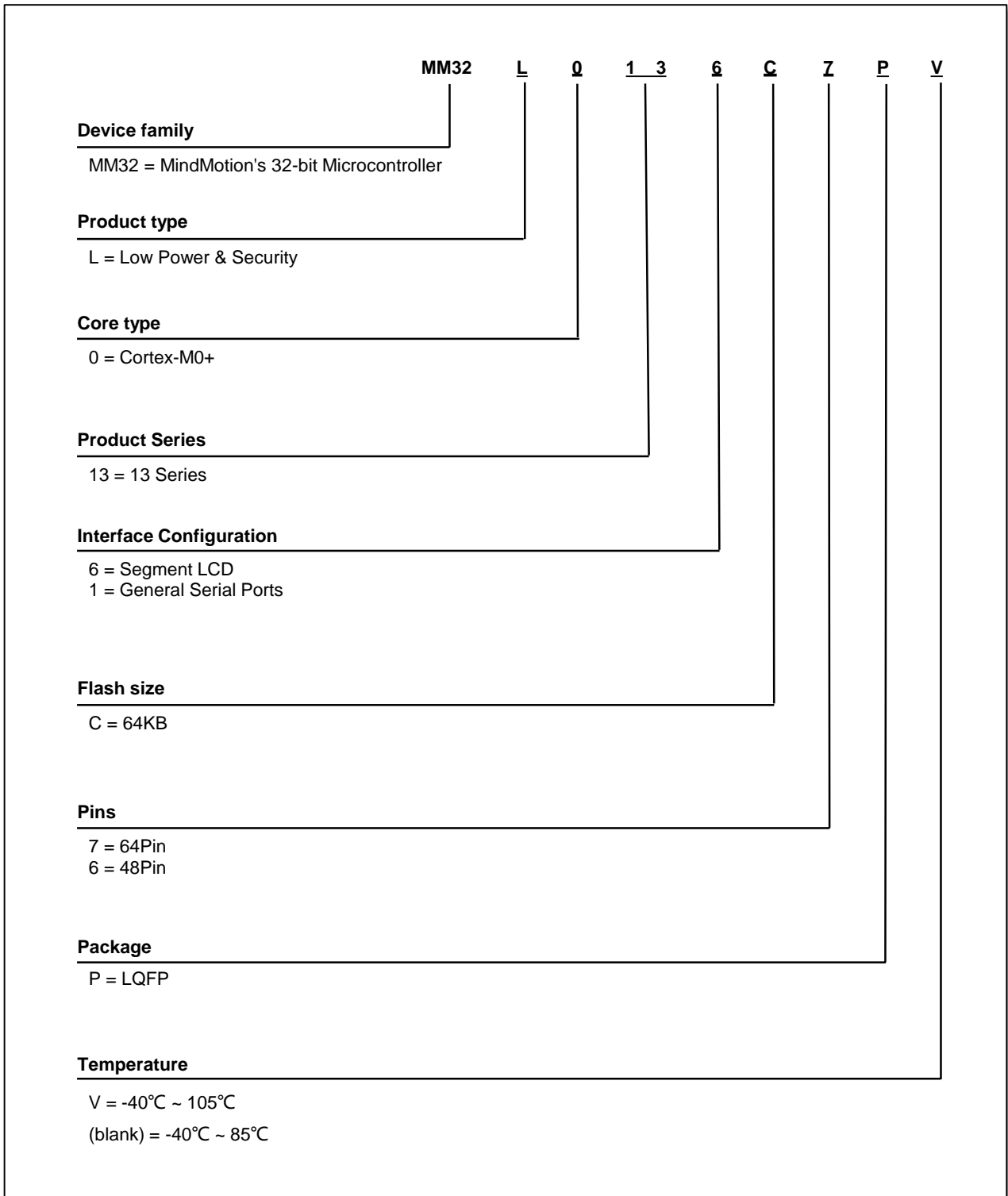


图 6-1 MM32 型号命名

7 修订记录

日期	版本	内容
2021/09/07	Rev1.0	Initial release