



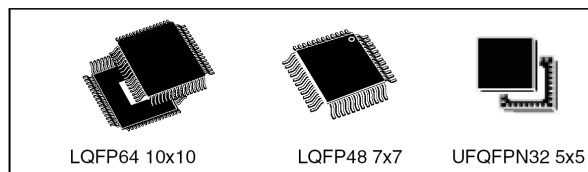
STM32F051x4 STM32F051x6 STM32F051x8

低容量和中等容量高级 ARM 核 32 位微控制器
32 到 64 K 字节 Flash, 定时器, ADC, DAC 和多种通讯接口

数据摘要

功能

- 工作环境
 - 电压范围 : 2.0 V to 3.6 V
- ARM 32-bit Cortex®-M0 CPU (48 MHz max)
- 存储
 - 32 to 64 K 字节 Flash memory
 - 8 K 字节 of SRAM 带硬件校验
- CRC 计算单元
- 时钟管理
 - 4 to 32 MHz 晶体振荡器
 - 32 kHz RTC 用可的校准振荡器
 - 内部 8 MHz RC 带 x6 锁相环倍频
 - 内部 32 kHz RC 振荡器
- 日历型 RTC 集成闹钟可周期性自动从 Stop/ Standby 状态唤醒
- 复位和供电管理
 - 上电 / 掉电复位 (POR/PDR)
 - 可编程电压检测器 (PVD)
- 低功耗休眠, 停止, 和待机模式
- RTC 和备份区域 VBAT 单独供电
- 5 通道 DMA 控制器
- 1 × 12 位, 1.0 微秒 ADC (多至 16 采样通道)
 - 转换范围 : 0 to 3.6V
 - 单独的 2.4 到 3.6 伏模拟供电
- 两个高速低功耗模拟比较器, 可编程输入输出
- 一个 12 位 D/A 转换器
- 多达 55 个高速 I/O 口
 - 全部可映射为外部中断输入
 - 多达 36 个 I/O 口支持 5 V 容忍
- 多达 18 电容感应通道支持接近, 触摸按键, 线性和旋转触摸传感器
- 96 位唯一 ID
- 串行两线调试 (SWD)



- 多达 11 个定时器
 - 一个 16 位 7 通道高级控制定时器用于 6 通道 PWM 输出, 带死区时间发生器和紧急刹车功能
 - 一个 32 位和一个 16 位定时器, 每个多达 4 路输入捕获或输出比较通道, 可用于红外控制和解码
 - 一个 16 位定时器, 带 2 通道输入捕获 / 输出比较及 1 个反极性输出通道, 死区时间发生器和紧急刹车功能
 - 两个 16 位定时器, 都带输入捕获 / 输出比较及反极性输出通道, 死区时间发生器, 紧急刹车功能和 IR 控制调制门
 - 一个 16 位定时器带一路输入捕获 / 输出比较
 - 独立的窗口看门狗定时器
 - SysTick 定时器 : 24 位向下计数
 - 一个 16 位基本定时器用于驱动 DAC
- 通讯接口
 - 多至两个 I2C 接口; 其中一个支持快速脉冲模式 (1 Mbit/s), 20 mA 灌电流, SMBus/ PMBus 和从 STOP 状态唤醒
 - 多至两个同步 / 异步串口支持主同步 SPI 和 modem 控制功能; 其中一个支持 ISO7816 接口, LIN, IrDA, 自动波特率检测和唤醒功能
 - 多至两个 SPI (18 Mbit/s) 外设支持 4 到 16 位可编程字长, 其中一个支持 I2S 接口复用
 - 消费电子控制 (HDMI CEC) 接口, 帧头接收唤醒功能

表 1. 型号摘要

系列	型号
STM32F051x4	STM32F051K4, STM32F051C4, STM32F051R4
STM32F051x6	STM32F051K6, STM32F051C6, STM32F051R6
STM32F051x8	STM32F051C8, STM32F051R8, STM32F051K8

目录

1	描述	6
2	器件总览	8
3	功能概述	10
3.1	ARM® CortexTM-M0 内核结合嵌入式闪存和 SRAM	10
3.2	存储器	10
3.3	循环冗余校验计算单元(CRC)	10
3.4	直接存储器访问控制器(DMA)	11
3.5	向量嵌套中断控制器(NVIC)	11
3.6	扩展中断 / 事件控制器(EXTI)	11
3.7	时钟和启动	12
3.8	引导模式	12
3.9	电源管理	12
3.9.1	供电方式	12
3.9.2	电源监测	12
3.9.3	稳压器	13
3.10	低功耗模式	13
3.11	实时时钟(RTC) 和后备寄存器	14
3.12	定时器和看门狗	15
3.12.1	高级控制定时器(TIM1)	15
3.12.2	通用定时器(TIM2..3, TIM14 .. 17)	16
3.12.3	基本定时器 TIM6	16
3.12.4	独立窗口看门狗(IWWDG)	17
3.12.5	系统窗口看门狗(WWDG)	17
3.12.6	SysTick 定时器	17
3.13	内部集成电路接口(I ² C)	17
3.14	通用同步 / 异步收发器(USART)	18
3.15	串行外设接口(SPI) / 集成声音接口(I ² S)	19
3.16	高清晰度多媒体接口(HDMI) - 消费电子控制(CEC)	20
3.17	通用输入 / 输出端口(GPIO)	20
3.18	触摸传感控制器(TSC)	20

3.19	模数转换器(ADC)	21
3.19.1	温度传感器	21
3.19.2	VBAT 的电池电压监测	21
3.20	数模转换器(DAC)	22
3.21	快速低功耗比较器和参考电压	22
3.21.1	两线串行调试端口(SW-DP)	22
4	引线 and 引脚说明	23
5	内存映射	31
6	封装特性	34
6.1	封装机械数据	34
7	订货信息结构	38
8	修订历史	39

表目录

表 1. 型号摘要.....	1
表 2. STM32F051xx 系列器件的功能和外设数量.....	7
表 3. 时器功能比较.....	15
表 4. I2C 模拟和数字滤波器的比较.....	17
表 5. STM32F051xx 的 I ² C 具体功能.....	18
表 6. STM32F051xx 的 USART 具体功能.....	19
表 7. STM32F051x SPI/I2S 具体功能.....	19
表 8. STM32F05xx 器件中可作电容传感的 GPIO.....	20
表 9. STM32F051xx 设备上可用的电容式感应通道配备.....	21
表 10. 引出线表中使用的缩写.....	25
表 11. 引脚定义.....	25
表 12. A 口通过 GPIOA_AFR 寄存器选择备用功能.....	29
表 13. B 口通过 GPIOB_AFR 寄存器选择备用功能.....	30
表 14. STM32F051x 外设寄存器边界地址.....	32
表 15. LQFP64 - 10 × 10 毫米 64 引脚薄型四方扁平封装机械数据.....	35
表 16. LQFP48 - 7 x 7mm 的 48 引脚薄型四方扁平封装机械数据.....	36
表 17. UFQFPN32 - 32 引脚超薄细间距方形扁平无引线封装(5 × 5) , 封装机械数据.....	37
表 18. 文档的修订历史.....	39

图目录

图 1. 模块图..... 8

图 2. 时钟树..... 9

图 3. LQFP64 64 脚封装脚位 23

图 4. LQFP48 48 脚封装脚位 24

图 5. UFQFPN32 32 引脚封装脚位 24

图 6. STM32F051x 内存映射 31

图 7. LQFP64 - 10 × 10 毫米 64 引脚薄型四方扁平封装机械数据..... 35

图 8. 推荐的封装图⁽¹⁾ 35

图 9. LQFP48 - 7 x 7mm 的 48 引脚薄型四方扁平封装外形 36

图 10. 推荐的封装图⁽¹⁾ 36

图 11. UFQFPN32 - 32 引脚超薄细间距方形扁平无引线封装(5x5) 外形..... 37

图 12. UFQFPN32 推荐的封装图⁽¹⁾ 37

1 描述

STM32F051xx 系列采用高性能的 ARM Cortex™ -M0 的 32 位 RISC 内核，工作于 48 兆赫兹频率，高速的嵌入式闪存（FLASH 最大 64K 字节，SRAM 最大 8K 字节），并广泛集成增强型外设和 I/O 口。所有器件提供标准的通信接口（最多两个 I2Cs，两个 SPI，一个 I2S，1 个 HDMI CEC，两个 USART），一个 12 位 ADC，一个 12 位 DAC，最多五个通用 16 位定时器，一个 32 位定时器和一个高级控制 PWM 定时器。

STM32F051xx 家族，工作在 -40 至 +85℃ 和 -40 至 +105℃ 温度范围，2.0 至 3.6 V 电源电压。一套全面的为低功耗应用设计准备的省电模式。

STM32F051xx 系列包括三种不同的封装，从 32 引脚到 64 引脚不等的。根据选择的器件，包含不同的外设。下面的内容包含了这个产品系列所提供的全部外设的描述。

这些特点使得 STM32F051xx 微控制器系列适用于广泛的应用，如应用控制和用户界面，手持设备，AV 接收机和数字电视，PC 外设，游戏和 GPS 平台，工业应用，可编程控制器，逆变器，打印机，扫描仪，报警系统，视频对讲，HVACs。

表 2. STM32F051xx 系列器件的功能和外设数量

外围设备		STM32F051Kx			STM32F051Cx			STM32F051Rx		
Flash (Kbytes)		16	32	64	16	32	64	16	32	64
SRAM (Kbytes)		4		8	4		8	4		8
定时器	高级控制	1 (16-bit)								
	通用	5 (16-bit) 1 (32-bit)								
	基本	1 (16-bit)								
通讯接口	SPI (I2S) ⁽¹⁾	1(1) ⁽²⁾		2(1)	1(1) ⁽²⁾		2(1)	1(1) ⁽²⁾		2(1)
	I ² C	1 ⁽³⁾		2	1 ⁽³⁾		2	1 ⁽³⁾		2
	USART	1 ⁽⁴⁾	2		1 ⁽⁴⁾	2		1 ⁽⁴⁾	2	
	CEC	1								
12 位同步 ADC (通道数)		1 (10 ext. + 3 int.)						1 (16 ext. + 3 int.)		
GPIOs		27			39			55		
电容传感通道		14			17			18		
12 位 DAC (通道数)		1 (1)								
模拟比较器		2								
最大 CPU 频率		48 MHz								
工作电压		2.0 to 3.6 V								
工作温度		工作环境温度: -40 °C to 85 °C / -40 °C to 105 °C 结温: -40 °C to 125 °C								
封装		UFQFPN32			LQFP48			LQFP64		

1. SPI1 的接口，可以用在 SPI 模式下，也可以用在 I2S 音频模式下。

2. SPI2 没有

3. I2C2 没有

4. USART2 没有

2 器件总览

图 1. 模块图

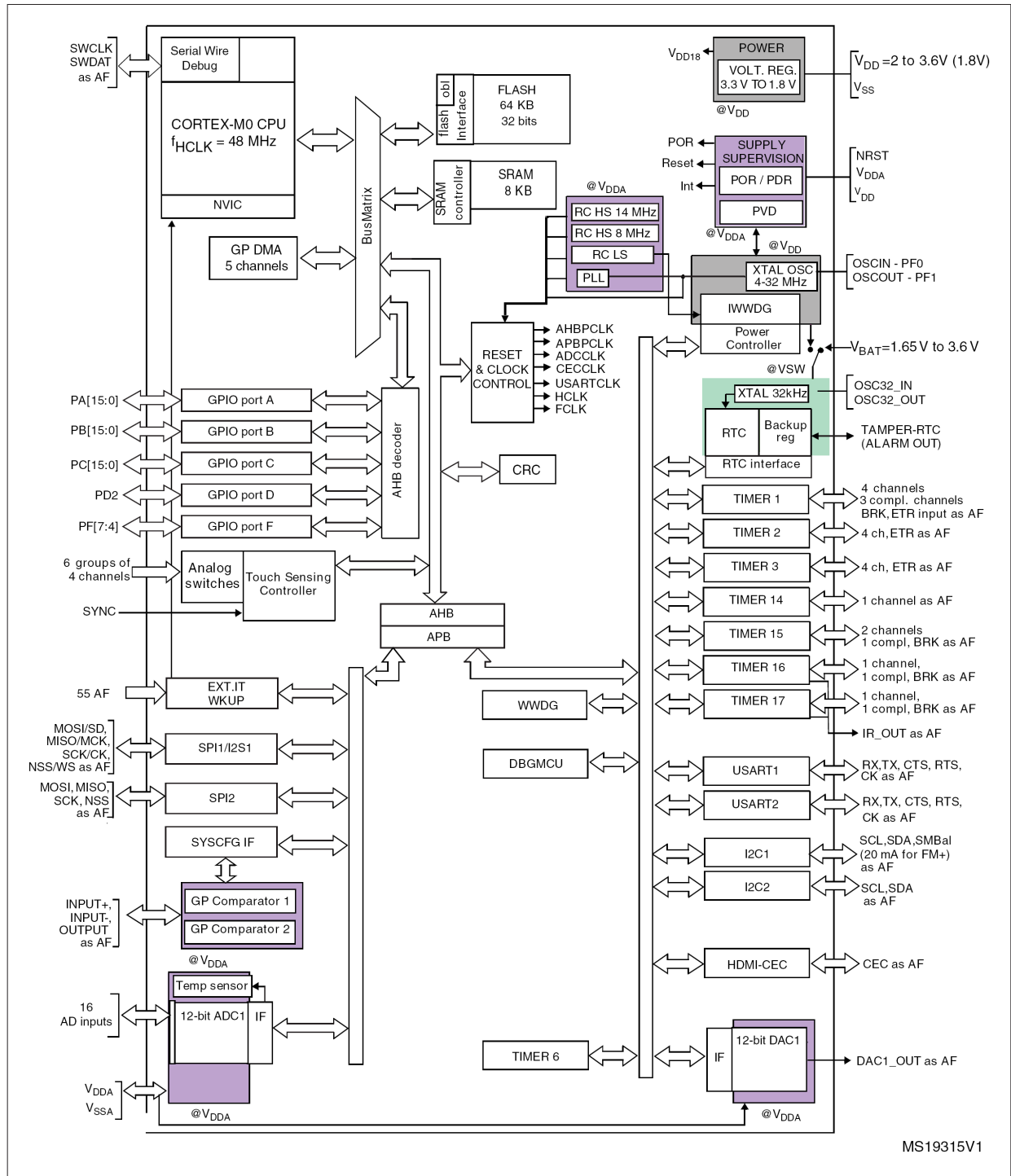
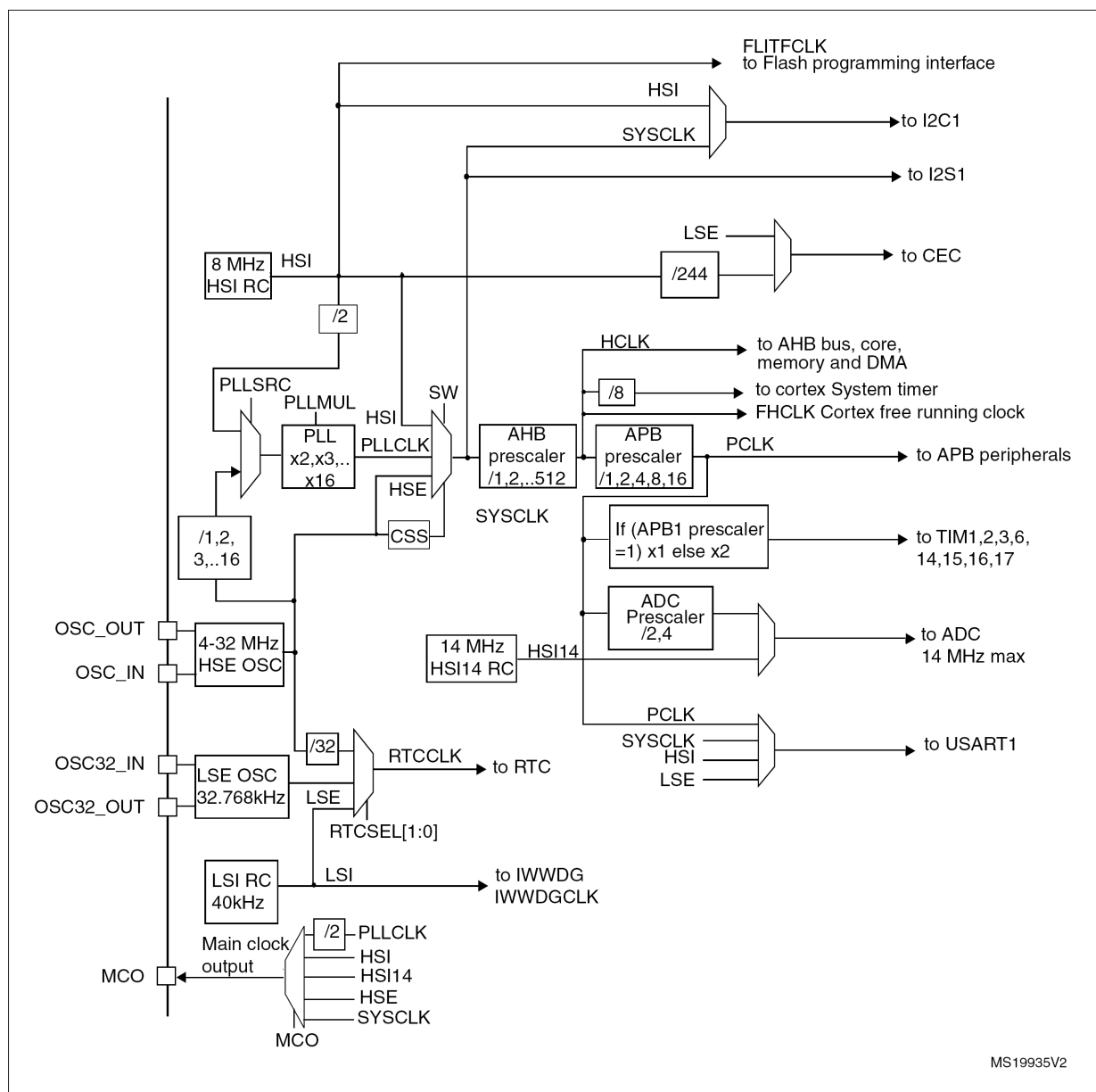


图 2. 时钟树



3 功能概述

3.1 ARM® Cortex™-M0 内核结合嵌入式闪存和 SRAM

ARM 的 Cortex™ -M0 处理器是 ARM 处理器中针对嵌入式系统的最新一代产品。它提供了一种低成本的平台旨在满足少引脚数和低功耗单片机的需求，同时提供出色的计算性能和先进的系统响应中断。

ARM 的 Cortex™ -M0 的 32 位 RISC 处理器，提供卓越的代码效率，提供 ARM 内核的高性能预期，区别于同等的内存大小的 8 位和 16 位器件。

STM32F051xx 家族采用嵌入式的 ARM 内核，因此与所有的 ARM 工具和软件兼容。

图 1 显示了器件的家族的框图

3.2 存储器

该器件具有以下特点：

- 多达 8K 字节的嵌入式 SRAM，可用 CPU 的速度进行无等待位的读写访问。并包含针对高可靠性应用需要的嵌入式校验检查功能。
- 非易失性内存被分为两个区域：
 - 16 至 64 字节的程序和数据嵌入式闪存
 - 选项字节选项字节用于对内存（4 KB 的粒度）进行写保护设置和 / 或对整个内存进行读出保护设置，以及下列选项：
 - 0 级：没有读出保护
 - 1 级：FLASH 读保护，不允许在调试功能连接的时候或从 RAM 启动的时候对 FLASH 的读写操作。
 - 2 级：芯片读保护，完全禁止调试功能（Cortex-M0 的串行线）和从 RAM 启动

3.3 循环冗余校验计算单元（CRC）

CRC 计算单元可以用来按照既定的多项式算法，依据输入数据快速算出循环冗余校验的结果码。

在很多应用中，通常使用循环冗余校验的技术来检查数据传输或存储的完整性。在 EN/IEC 60335-1 功能安全标准范围内，这提供了校验 Flash 存储可靠性的技术手段。CRC 计算单元可随时计算软件签名，使得可以在通讯和存储的时候就地完成签名比较。

3.4 直接存储器访问控制器(DMA)

5 通道通用 DMA 可以管理存储器到存储器，外设到存储器和存储器到外设的直接访问。

DMA 支持环形缓冲区的管理，在控制器达到缓冲区的末尾时不再需要用户代码的干预。

每个通道连接到专用硬件 DMA 请求，支持软件对每个通道的触发。由软件完成 DMA 的配置，源和目标之间传输的数据量都是独立的。

DMA 可以用于主要的外设：SPI，I2S，I2C，USART，所有 TIMx 的定时器（除了 TIM14），DAC 和 ADC。

3.5 向量嵌套中断控制器(NVIC)

STM32F051xx 家族嵌入了向量嵌套的中断控制器，能处理多达 32 个可屏蔽中断通道（不包括 16 线中断的 Cortex™-M0）和 16 个优先级。

- 紧密耦合的 NVIC 能够低潜伏期的中断处理
- 中断向量入口地址直接传递到内核
- 紧密结合的 NVIC 内核接口
- 允许中断的早期处理
- 对晚到的较高优先级的中断的处理
- 支持尾链
- 自动保存处理器状态
- 中断退出时进入中断不会产生指令开销

这个硬件模块以最小的中断延迟提供灵活的中断管理功能。

3.6 扩展中断 / 事件控制器(EXTI)

外部中断 / 事件控制器包含 24 条沿检测线，用于产生中断 / 事件请求和唤醒系统。每一路可以独立配置选择触发事件（上升沿，下降沿，两者），可独立屏蔽。挂起寄存器维持中断请求的状态。EXTI 可以在外部线路上检测到比内部时钟周期短的窄脉冲。可以连接到 16 个外部中断线路多达 55 个 GPIO。

3.7 时钟和启动

系统时钟的选择在启动时执行，在复位后，内部 8MHz 的 RC 振荡器被选为默认的 CPU 时钟。可以选择 4-32 MHz 的外部时钟，如果它出故障会被监测到。如果检测到故障时，系统会自动切换回内部 RC 振荡器。如果允许的话，就会产生一个软件中断。同样，必要时对 PLL 时钟也有完整的中断管理（例如一个间接使用外部晶振，谐振器或振荡器故障）。

允许应用程序通过几个分频器来配置 AHB 和 APB 的频率。
区域。AHB 和 APB 的最高频率为 48 MHz。

3.8 引导模式

在启动时，启动引脚和引导选择选项位用来选择三个引导选项之一：

- 从用户闪存引导
- 从系统内存启动
- 从内置 SRAM 启动

引导装载程序位于系统内存中。可以通过 USART1 用它来对闪存重新编程。

3.9 电源管理

3.9.1 供电方式

- VDD = 2.0 至 3.6 V：为 I/O 和内部稳压器供电的外部电源。
由外部通过 VDD 引脚提供。
- VDDA = 2.0 至 3.6 V：外部模拟电源为 ADC，复位模块，RC 振荡器和 PLL 供电（使用 ADC 和 DAC 时 VDDA 最低电压为 2.4 V）。VDDA 电压必须总是大于或等于 VDD 电压，而且必须先上电。
- VBAT 为 1.6 至 3.6 V：当 VDD 掉电的时候为 RTC、外部 32kHz 振荡器和后备寄存器（通过电源开关）供电。

如何连接电源引脚的详细信息，请参阅图 9：供电方式。

3.9.2 电源监测

该器件集成了上电复位（POR）和掉电复位（PDR）电路。他们总处于工作状态，确保器件在 2V 以上时正常运作，在阈值以下器件会保持在复位状态，而不需要外部复位电路来监测电源电压是否低于指定的阈值。

- 在 POR 只监视 VDD 供电电压。在启动阶段，它需要 VDDA 先上电，并高于或等于 VDD。
- 在 PDR 监视 VDD 和 VDDA 供电电压，但 VDDA 电源监测可以被禁用（通过编程专用选项位），以降低功耗，前提是由应用设计来确保 VDDA 一定高于或等于 VDD。

该器件具有一个可编程电压监测器（PVD），监视 VDD 电源并与 VPVD 阈值比较。当 VDD 低于阈值 VPVD 和 / 或当 VDD 是高于阈值 VPVD 时，可产生一个中断。中断服务程序就可以生成一个警告消息和 / 或置 MCU 于安全状态。PVD 由软件使能。

3.9.3 稳压器

稳压器有三种工作模式：主要（MR），低功耗模式（LPR）和断电。

- MR 是在正常运行模式（运行）
- LPR 可以被用来在停止模式下减少电力需求
- 掉电用于在待机模式：稳压器的输出是高阻状态：内核电路断电，使得电流消耗为零（同时寄存器和 SRAM 的内容也将丢失）

该稳压器在复位后始终启用。它在待机模式下被禁用，提供高阻输出。

3.10 低功耗模式

STM32F051xx 家族支持三种低功耗模式以便在功耗低，启动时间短，可用的唤醒源之间实现最佳的折衷：

- Sleep 模式

在 Sleep 模式下，只有 CPU 停止。所有外设继续工作，可以在 CPU 中断 / 事件发生时唤醒。

- Stop 模式

停止模式实现了非常低的功耗，同时保持 SRAM 和寄存器的内容。在 1.8 V 的区域所有的时钟都停止，PLL，HSI 的 RC 和 HSE 晶体振荡器被禁用。稳压器也可以置于正常或低功率模式。

器件可以用任意的 EXTI 线从 Stop 模式唤醒。EXTI 线源可以是 16 个外部线，PVD 的输出，RTC 报警，COMPX，I2C1 的，USART1 的或 CEC 之一。

I2C1，USART1 和 CEC 可以配置为能够打开 HSI RC 振荡器，用于处理传入的数据。如果要这样用，就不能够将稳压器置于低功耗模式，只能保持在正常模式。

- 待机模式

在待机模式下可实现最低的功耗。内部稳压器被关闭，所以整个 1.8 伏区域断电。PLL，HSI RC 和 HSE 晶体振荡器也被关闭。进入待机模式后，SRAM 和寄存器的内容都将丢失，但备份域的寄存器和备用电路除外。

当发生外部复位（NRST 引脚），IWDG 复位，WKUP 引脚上的上升沿，或 RTC 报警时，器件退出待机模式。

注： RTC，IWDG 和对应的时钟源在进入停机或待机模式时不会停止。

3.11 实时时钟(RTC) 和后备寄存器

RTC 和 5 个备份寄存器在 VDD 掉电时通过自动开关由 VBAT 引脚供电。备份寄存器是 5 个 32 位寄存器，在 VDD 掉电时用于存储 20 个字节的用户应用数据。他们在电源复位或器件从待机模式唤醒时不会丢失。

RTC 的定时 / 计数器是一个独立的 BCD 定时 / 计数器。其主要特点如下：

- 子秒，秒，分钟，小时（12 或 24 格式），星期，日，月，年，在 BCD（二进制编码的十进制）格式的日历。
- 每个月自动校正为 28，29（闰年），30 日和 31 日。
- 可编程闹钟可以从停机和待机模式唤醒。
- 从 1 到 32767 RTC 时钟脉冲的动态校正。这可以用来与主时钟同步。
- 分辨率为 1 ppm 的数字校准电路，石英晶体误差补偿。
- 2 个防篡改检测引脚带可编程滤波器。MCU 可以被篡改事件检测从停机和待机模式唤醒。
- 时间戳功能，可用于保存日历内容。此功能可以通过事件时间戳引脚，或通过篡改事件触发。MCU 可以被时间戳事件从停机和待机模式唤醒。

RTC 时钟源可以是：

- 一个 32.768 kHz 的外部晶振
- 一个谐振器或振荡器
- 内部低功耗 RC 振荡器（典型频率为 40 kHz）
- 高速的外部时钟除以 32。

3.12 定时器和看门狗

STM32F051xx 系列器件包括多达 6 个通用定时器，基本定时器和一个先进的控制定时器。

表 3 比较先进的控制，通用和基本定时器的功能。

表 3. 时器功能比较

定时器类型	定时器	计数器的分辨率	计数器类型	预分频因子	DMA 请求产生	捕获 / 比较通道	互补输出
先进的控制	TIM1	16 位	上，下，上 / 下	1 和 65536 之间的任何整数	是	4	是
通用	TIM2	32 位	上，下，上 / 下	1 和 65536 之间的任何整数	是	4	否
	TIM3	16 位	上，下，上 / 下	1 和 65536 之间的任何整数	是	4	否
	TIM14	16 位	上	1 和 65536 之间的任何整数	否	1	否
	TIM15	16 位	上	1 和 65536 之间的任何整数	是	2	是
	TIM16, TIM17	16 位	上	1 和 65536 之间的任何整数	是	1	是
基本的	TIM6	16 位	上	1 和 65536 之间的任何整数	是	0	否

3.12.1 高级控制定时器 (TIM1)

高级控制定时器 (TIM1) 可以被看作是 6 通道三相 PWM 发生器。它具有互补的 PWM 输出，可编程死区时间插入。它也可以被看作是一个完整的通用定时器。4 个独立的通道，可用于：

- 输入捕捉
- 输出比较
- PWM 生成（边缘或中心对齐模式）
- 单脉冲模式输出

如果作为一个标准的 16 位定时器配置，和 TIMx 定时器具有相同的功能。如果配置为 16 位 PWM 发生器，它具有全调制能力 (0-100%)。

在调试模式下，计数器可以被冻结。

很多功能与那些有相同的架构的标准计时器相同。先进的控制定时器还可以通过定时器链接功能和其他定时器协同工作。

3.12.2 通用定时器(TIM2..3, TIM14 .. 17)

在 STM32F051xx 设备中有六个同步的通用定时器（差异见表 3）。每个通用定时器可以用来产生 PWM 输出，或作为简单的时基。

TIM2, TIM3

STM32F051xx 器件具有两个同步的 4 通道通用定时器。TIM2 基于一个 32 位的自动加载的递增 / 递减计数器和一个 16 位的预分频器。TIM3 基于一个 16 位的自动加载的递增 / 递减计数器和一个 16 位的预分频器。他们设有 4 个独立的输入捕捉 / 输出比较，PWM 和单脉冲模式输出的通道。可提供最多 12 个输入捕捉 / 输出比较 / PWM 通道上的最大化的组合。

TIM2 及 TIM3 通用定时器可以与 TIM1 的高级控制定时器通过定时器链接功能，同步或事件链接在一起，协同工作。

TIM2 及 TIM3 都有独立的 DMA 请求产生。

这些定时器能够处理正交（增量）的编码器信号和数字输出从 1 到 3 个霍尔效应传感器。在调试模式下，计数器可以被冻结。

TIM14

基于一个 16 位的自动加载的递增计数器和一个 16 位的预分频器。

TIM14 设有一个单一通道输入捕捉 / 输出比较，PWM 或单脉冲模式输出。

在调试模式下，计数器可以被冻结。

TIM15, TIM16 和 TIM17

基于一个 16 位的自动加载的递增计数器和一个 16 位的预分频器。TIM15 有两个独立的通道，而 TIM16 和 TIM17 只有单通道输入捕捉 / 输出比较，PWM 和单脉冲模式输出。

TIM15, TIM16 和 TIM17 可以一起工作，其中 TIM15 还可以与 TIM1 的高级控制定时器通过定时器链接功能，同步或事件链接在一起。TIM15 也可以与 TIM16 和 TIM17 同步。

TIM15, TIM16, TIM17 有互补输出死区时间生成和独立的 DMA 请求产生。

在调试模式下，计数器可以被冻结。

3.12.3 基本定时器 TIM6

此定时器主要用于产生 DAC 触发。它也可以被用来作为一种通用的 16 位时基。

3.12.4 独立窗口看门狗 (IWWDG)

独立的窗口看门狗基于一个 8 位预分频器和 12 位的递减计数器和用户定义的刷新窗口。它由一个独立的 40kHz 的内部 RC 时钟驱动，因为它独立于主时钟运作，所以它可以在停机和待机模式保持运行。它可以用来作为一个看门狗在出现问题时重置设备，或作为自由运行定时器为应用程序提供超时管理。它可通过选项字节由硬件配置或软件配置。在调试模式下，计数器可以被冻结。

3.12.5 系统窗口看门狗 (WWDG)

系统窗口看门狗基于一个 7 位的递减计数器，可以设置成自由运行。它可以用来作为看门狗在出现问题时重置设备。它的时钟取自 APB 时钟 (PCLK)。它有一个预警中断功能，计数器在调试模式下可以被冻结。

3.12.6 SysTick 定时器

这个定时器是实时操作系统专用的，但也可以作为一个标准的递减计数器使用。它的特点：

- 24 位递减计数器
- 自装填能力
- 计数器达到 0 时，有可屏蔽的系统中断的产生。
- 可编程时钟源 (HCLK 或者的 HCLK / 8)

3.13 内部集成电路接口 (I²C)

多至两个 I2C 接口 (I2C1 和 I2C2) 可以在多主或从模式运作。既可以支持标准模式 (高达 100 千比特 / 秒) 也可以支持快速模式 (高达 400 千比特 / 秒)，I2C1 更支持超快速模式 Plus (高达 1 兆位 / 秒)，20 mA 输出驱动能力。

都支持 7 位和 10 位寻址模式，多个 7 位从地址 (2 地址，其中一个功能可屏蔽)。他们还包括可编程的模拟和数字噪声滤波器。

表 4. I2C 模拟和数字滤波器的比较

	模拟滤波器	数字滤波器
抑制尖峰脉冲宽度	≥ 50 纳秒	可编程长度从 1 到 15 个 I2C 外设时钟
好处	可在停止模式使用	1. 额外的过滤能力超过标准的要求。2. 稳定长度
缺点	受温度，电压和工艺的变化影响	从停止模式唤醒时会自动禁用

此外，I2C1 的提供 SMBus 2.0 及 1.1 的 PMBus 硬件支持： ARP 功能，主机通知协议，硬件 CRC (PEC) 的生成 / 校验，超时核查和警报协议管理。I2C1 还拥有独立于 CPU 时钟的时钟域，允许 I2C1 根据从地址匹配事件将 MCU 从停止模式唤醒。

I2C 接口可接受 DMA 控制器的服务。I2C1 和 I2C2 之间的差异，请参考表 5。

表 5. STM32F051xx 的 I²C 具体功能

I2C 的功能 ⁽¹⁾	I2C1	I2C2
7 位寻址模式	X	X
10 位寻址模式	X	X
标准模式（高达 100 千比特 / 秒）	X	X
快速模式（高达 400 千比特 / 秒）	X	X
快速模式 Plus 20mA 输出驱动器的 I / O（高达 1 兆位 / 秒）	X	
独立的时钟	X	
SMBus	X	
从 STOP 唤醒	X	

1. X= 支持

3.14 通用同步 / 异步收发器(USART)

器件内置多达两个通用同步 / 异步收发器 (USART1 和 USART2)，通信速度可达 6 Mbit / s。

他们提供硬件管理的 CTS，RTS 信号和 RS485 的 DE 信号，多处理器通信模式，主同步通信和单线半双工通信模式。USART1 的还支持智能卡通信（ISO 7816），IrDA SIR ENDEC，LIN 主 / 从功能，自动波特率功能，并具有独立于 CPU 时钟的时钟域，允许 USART1 将 MCU 从停止模式唤醒。

USART 接口可接受 DMA 控制器的服务。
(SPI).

USART11 和 USART22 之间的差异，请参考表 6。



3.16 高清晰度多媒体接口(HDMI) - 消费电子控制(CEC)

设备嵌入了 HDMI-CEC 控制器，提供了硬件支持消费电子控制（CEC）的协议（补充 1 至 HDMI 标准）。

该协议提供了在同一地点的全部音像产品间的高级控制功能。它被指定在低速运行，以得到最小的处理量和内存开销。它还拥有独立于 CPU 时钟的时钟域，允许 HDMI_CEC 控制器根据接收事件将 MCU 从停止模式唤醒。

3.17 通用输入 / 输出端口(GPIO)

每个 GPIO 引脚都可以通过软件配置为输出（推挽或漏极开路），输入（带或不带上拉或下拉）或复用的外设功能。多数 GPIO 引脚同时具有有数字或模拟的功能。

如有必要，I/O 的配置需要一个特定操作序列来解锁，以避免对 I/O 寄存器的意外的写入。

3.18 触摸传感控制器 (TSC)

该器件具有一个嵌入的独立的硬件控制器（TSC）用来实现 I/O 上的触摸控制传感。

TSC 可以控制多达 18 个触摸感应电极。触摸感应 I/O 分为 6 个采集组，每组最多 4 个 I/O 口。

表 8. STM32F05xx 器件中可作电容传感的 GPIO

组	电容传感信号名称	引脚名	组	电容传感信号名称	引脚名
1	TSC_G1_IO1	PA0	4	TSC_G4_IO1	PA9
	TSC_G1_IO2	PA1		TSC_G4_IO2	PA10
	TSC_G1_IO3	PA2		TSC_G4_IO3	PA11
	TSC_G1_IO4	PA3		TSC_G4_IO4	PA12
2	TSC_G2_IO1	PA4	5	TSC_G5_IO1	PB3
	TSC_G2_IO2	PA5		TSC_G5_IO2	PB4
	TSC_G2_IO3	PA6		TSC_G5_IO3	PB6
	TSC_G2_IO4	PA7		TSC_G5_IO4	PB7
3	TSC_G3_IO1	PB0	6	TSC_G6_IO1	PB11
	TSC_G3_IO2	PB1		TSC_G6_IO2	PB12
	TSC_G3_IO3	PB2		TSC_G6_IO3	PB13
	TSC_G3_IO4	PC5		TSC_G6_IO4	PB14

表 9. STM32F051xx 设备上可用的电容式感应通道配备

模拟 I/O 口组	电容式感应通道的数量		
	STM32F051Rx	STM32F051Cx	STM32F051Kx
G1	3	3	3
G2	3	3	3
G3	3	2	2
G4	3	3	3
G5	3	3	3
G6	3	3	0
电容感应通道的数量	18	17	14

3.19 模数转换器(ADC)

12 位模拟数字转换器有多达 16 个外部和 3 个内部（温度传感器，电压基准，VBAT 电压测量）通道，可执行单次或扫描模式的转换。在扫描模式下，自动转换会按照选定的一组模拟输入来执行。

ADC 接口可接受 DMA 控制器的服务。

模拟看门狗功能允许非常精确的监测一个、几个或全部的选择通道的转换电压。转换结果超出设定的阈值电压时，会产生一个中断。

3.19.1 温度传感器

温度传感器产生一个随温度线性变化的电压。转换范围在 $2V < VDDA < 3.6V$ 范围内，温度传感器内部连接到 ADC_IN16 的输入通道，用于将传感器的输出电压转换成数字值。

由于芯片间的差异，温度传感器存在偏移，内部温度传感器检测的是温度的变化而不是绝对温度。如果需要精确的温度读数，还需要增加一个外部温度传感器。

3.19.2 VBAT 的电池电压监测

这个功能允许应用程序使用内部 ADC 通道 ADC_IN18 来对 VBAT 电池电压进行测量。由于 VBAT 电压可能高于 VDDA，从而超出 ADC 的输入范围，所以，VBAT 引脚内部连接一个电阻桥进行了 2 分压。因此，转换后的数字值是 VBAT 电压的一半。

3.20 数模转换器(DAC)

12 位缓冲 DAC 通道可用于数字信号转换成模拟电压信号输出。所选择电路结构为电阻网络和一个同相放大器的总成。

这个数字接口支持以下功能：

- 12 位模式下，左或右数据对齐
- 同步更新功能
- DMA 功能
- 外部触发转换

DAC 有 5 个触发源。通过 DAC 触发定时器的输出来触发，而且 DAC 接口还有它自己的 DMA 请求。

3.21 快速低功耗比较器和参考电压

设备嵌入了两个快速的轨到轨比较器，集成可编程的电压参考（内部或外部），同时具备迟滞和速度（低速低功耗）等功能，并具有可选的输出极性。

参考电压可以是下列之一：

- 外部 I/O
- DAC 输出引脚
- 内部参考电压或它的电压的约数（1/4，1/2，3/4）。请参阅[表 21：嵌入式内部电压参考的值及其精度](#)。

两个比较器都可以将 MCU 从 STOP 模式唤醒、产生中断以及定时器中断，也可以合并成一个窗口比较器。

内部参考电压也连接到 ADC_IN17 做为 ADC 输入信号。

3.21.1 两线串行调试端口(SW-DP)

ARM 的 SW-DP 接口允许通过串行线调试工具连接到单片机。

4 引线 and 引脚说明

图 3. LQFP64 64 脚封装脚位

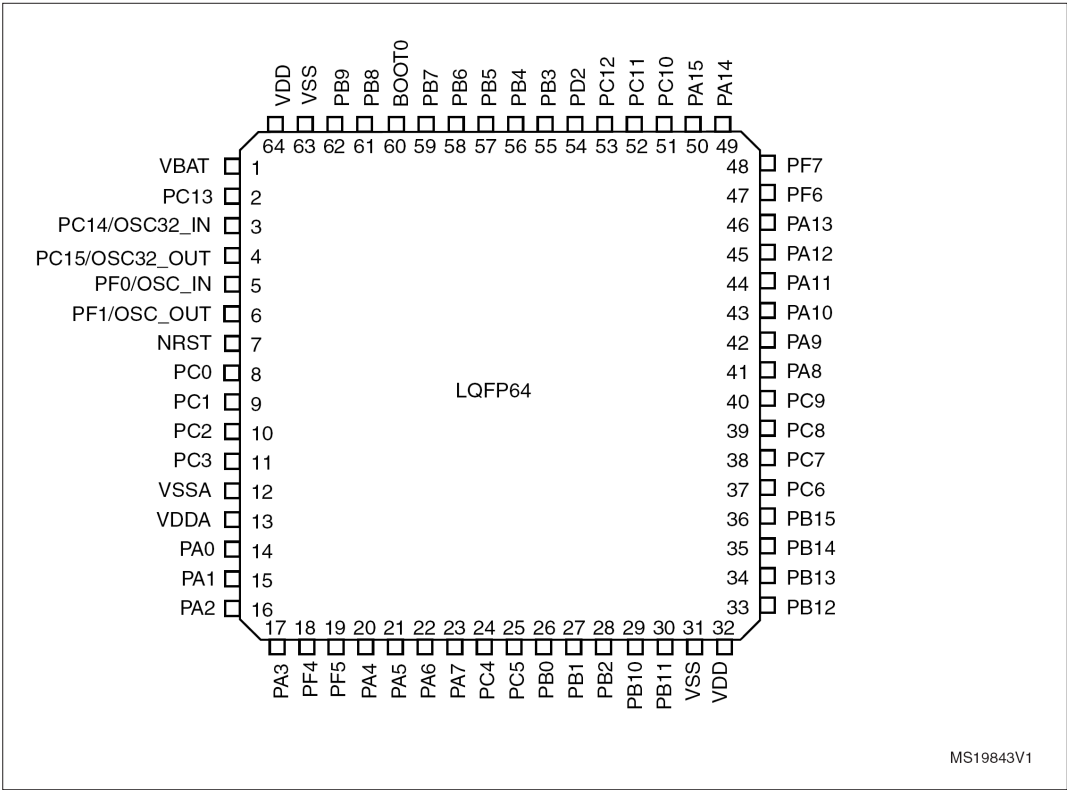


图 4. LQFP48 48 脚封装脚位

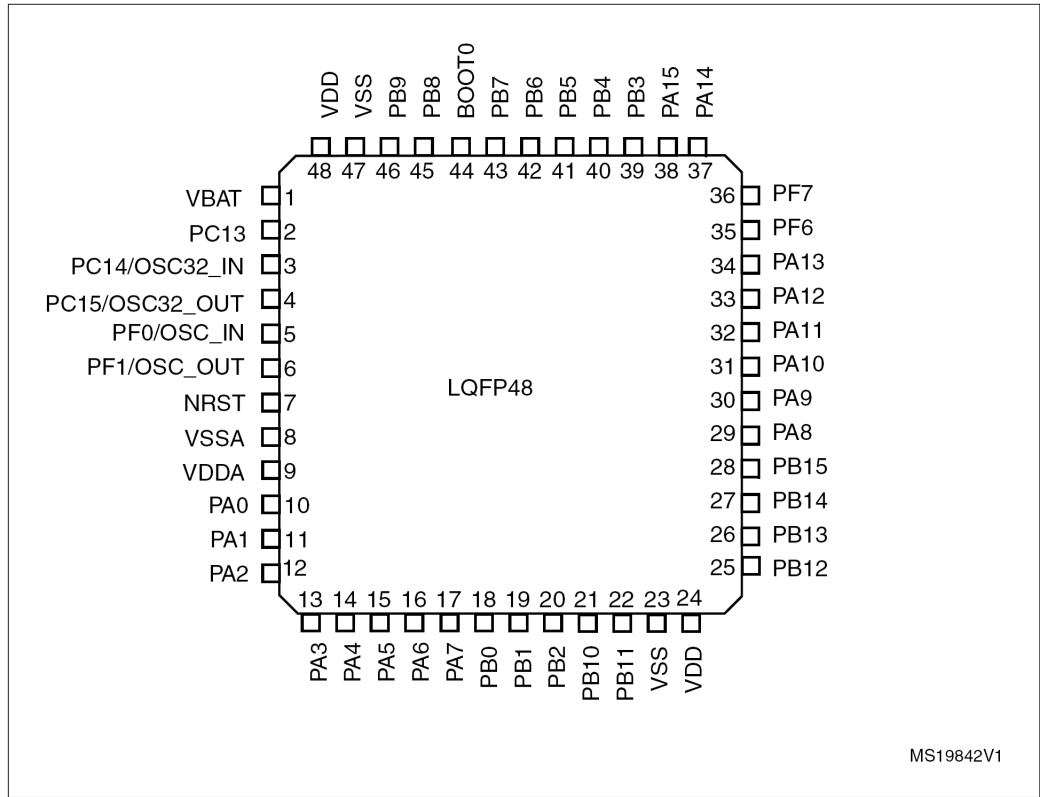


图 5. UFQFPN32 32 引脚封装脚位

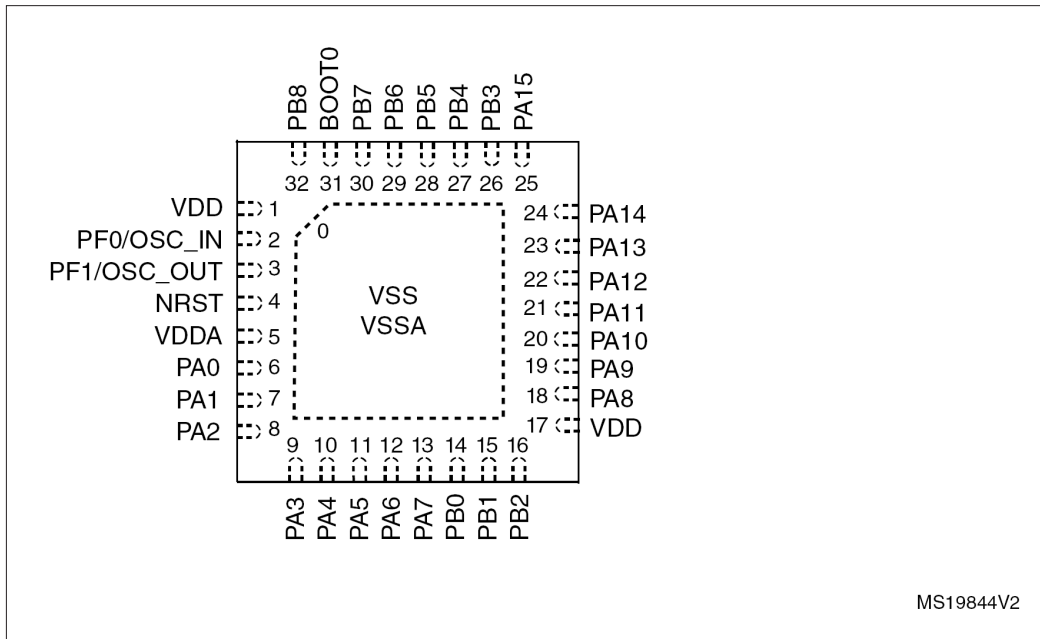


表 10. 引出线表中使用的缩写

名称	缩写	定义
引脚名	除非在指定的引脚名称下面有括号说明，在复位期间和之后，引脚作为实际使用的功能与引脚名称相同。	
引脚类型	S	电源引脚
	I	仅作为输入
	I/O	输入 / 输出引脚
I/O 结构	FT	5 V 容忍的 I/O
	FTf	5V 容忍 I/O, FM+ 能力
	TTa	3.3V 容忍的 I/O 直接连接到 ADC
	TC	标准的 3.3V I/O
	B	专用的 boot0 脚
	RST	带弱上拉电阻的双向复位引脚
注	除非另有说明指定，所有的 I/O 在复位期间和复位之后，都会设置为浮空输入。	
引脚功能	备用功能	通过 GPIOx_AFR 寄存器选择功能
	附加功能	功能直接通过外设寄存器来选择 / 启用

表 11. 引脚定义

引脚号			引脚名称（复位后的功能）	引脚类型	I/O 结构	注	引脚功能	
LQFP64	LQFP48	UFQFPN32					备用功能	附加功能
1	1		VBAT	S			备用电源	
2	2		PC13	I/O	TC	(1)(2)		RTC_TAMP1, RTC_TS, RTC_OUT, WKUP2
3	3		PC14-OSC32_IN (PC14)	I/O	TC	(1)(2)		OSC32_IN
4	4		PC15- OSC32_OUT (PC15)	I/O	TC	(1)(2)		OSC32_OUT
5	5	2	PF0-OSC_IN (PF0)	I/O	FT			OSC_IN
6	6	3	PF1-OSC_OUT (PF1)	I/O	FT			OSC_OUT
7	7	4	NRST	I/O	RST		器件复位输入 / 内部复位输出（低电平有效）	

表 11. 引脚定义（续）

引脚号			引脚名称（复位后的功能）	引脚类型	I/O 结构	注	引脚功能	
LQFP64	LQFP48	UFQFPN32					备用功能	附加功能
8			PC0	I/O	TTa		EVENTOUT	ADC_IN10
9			PC1	I/O	TTa		EVENTOUT	ADC_IN11
10			PC2	I/O	TTa		EVENTOUT	ADC_IN12
11			PC3	I/O	TTa		EVENTOUT	ADC_IN13
12	8	0	VSSA	S			模拟地	
13	9	5	VDDA	S			模拟电源	
14	10	6	PA0	I/O	TTa		USART2_CTS, TIM2_CH1_ETR, COMP1_OUT, TSC_G1_IO1	ADC_IN0, COMP1_INM6, RTC_TAMP2, WKUP1
15	11	7	PA1	I/O	TTa		USART2_RTS, TIM2_CH2, TSC_G1_IO2, EVENTOUT	ADC_IN1, COMP1_INP
16	12	8	PA2	I/O	TTa		USART2_TX, TIM2_CH3, TIM15_CH1, COMP2_OUT, TSC_G1_IO3	ADC_IN2, COMP2_INM6
17	13	9	PA3	I/O	TTa		USART2_RX, TIM2_CH4, TIM15_CH2, TSC_G1_IO4	ADC_IN3, COMP2_INP
18			PF4	I/O	FT		EVENTOUT	
19			PF5	I/O	FT		EVENTOUT	
20	14	10	PA4	I/O	TTa		SPI1_NSS/I2S1_WS, USART2_CK, TIM14_CH1, TSC_G2_IO1	ADC_IN4, COMP1_INM4, COMP2_INM4, DAC1_OUT
21	15	11	PA5	I/O	TTa		SPI1_SCK/I2S1_CK, CEC, TIM2_CH_ETR, TSC_G2_IO2	ADC_IN5, COMP1_INM5, COMP2_INM5
22	16	12	PA6	I/O	TTa		SPI1_MISO/I2S1_MCK, TIM3_CH1, TIM1_BKIN, TIM16_CH1, COMP1_OUT, TSC_G2_IO3, EVENTOUT	ADC_IN6
23	17	13	PA7	I/O	TTa		SPI1_MOSI/I2S1_SD, TIM3_CH2, TIM14_CH1, TIM1_CH1N, TIM17_CH1, COMP2_OUT, TSC_G2_IO4, EVENTOUT	ADC_IN7
24			PC4	I/O	TTa		EVENTOUT	ADC_IN14
25			PC5	I/O	TTa		TSC_G3_IO1	ADC_IN15
26	18	14	PB0	I/O	TTa		TIM3_CH3, TIM1_CH2N, TSC_G3_IO2, EVENTOUT	ADC_IN8

表 11. 引脚定义 (续)

引脚号			引脚名称 (复位后的功能)	引脚类型	I/O 结构	注	引脚功能	
LQFP64	LQFP48	UFQFPN32					备用功能	附加功能
27	19	15	PB1	I/O	TTa		TIM3_CH4, TIM14_CH1, TIM1_CH3N, TSC_G3_IO3	ADC_IN9
28	20	16	PB2	I/O	FT		TSC_G3_IO4	
29	21		PB10	I/O	FT		I2C2_SCL, CEC, TIM2_CH3, TSC_SYNC	
30	22		PB11	I/O	FT		I2C2_SDA, TIM2_CH4, TSC_G6_IO1, EVENTOUT	
31	23	0	VSS	S			数字地	
32	24	17	VDD	S			数字电源	
33	25		PB12	I/O	FT		SPI2_NSS, TIM1_BKIN, TSC_G6_IO2, EVENTOUT	
34	26		PB13	I/O	FT		SPI2_SCK, TIM1_CH1N, TSC_G6_IO3	
35	27		PB14	I/O	FT		SPI2_MISO, TIM1_CH2N, TIM15_CH1, TSC_G6_IO4	
36	28		PB15	I/O	FT		SPI2_MOSI, TIM1_CH3N, TIM15_CH1N, TIM15_CH2	RTC_REFIN
37			PC6	I/O	FT		TIM3_CH1	
38			PC7	I/O	FT		TIM3_CH2	
39			PC8	I/O	FT		TIM3_CH3	
40			PC9	I/O	FT		TIM3_CH4	
41	29	18	PA8	I/O	FT		USART1_CK, TIM1_CH1, EVENTOUT, MCO	
42	30	19	PA9	I/O	FT		USART1_TX, TIM1_CH2, TIM15_BKIN, TSC_G4_IO1	
43	31	20	PA10	I/O	FT		USART1_RX, TIM1_CH3, TIM17_BKIN, TSC_G4_IO2	
44	32	21	PA11	I/O	FT		USART1_CTS, TIM1_CH4, COMP1_OUT, TSC_G4_IO3, EVENTOUT	
45	33	22	PA12	I/O	FT		USART1_RTS, TIM1_ETR, COMP2_OUT, TSC_G4_IO4, EVENTOUT	
46	34	23	PA13 (SWDAT)	I/O	FT	(3)	IR_OUT, SWDAT	
47	35		PF6	I/O	FT		I2C2_SCL	
48	36		PF7	I/O	FT		I2C2_SDA	

表 11. 引脚定义（续）

引脚号			引脚名称（复位后的功能）	引脚类型	I/O 结构	注	引脚功能	
LQFP64	LQFP48	UFQFPN32					备用功能	附加功能
49	37	24	PA14 (SWCLK)	I/O	FT	(3)	USART2_TX, SWCLK	
50	38	25	PA15	I/O	FT		SPI1_NSS/I2S1_WS, USART2_RX, TIM2_CH_ETR, EVENTOUT	
51			PC10	I/O	FT			
52			PC11	I/O	FT			
53			PC12	I/O	FT			
54			PD2	I/O	FT		TIM3_ETR	
55	39	26	PB3	I/O	FT		SPI1_SCK/I2S1_CK, TIM2_CH2, TSC_G5_IO1, EVENTOUT	
56	40	27	PB4	I/O	FT		SPI1_MISO/I2S1_MCK, TIM3_CH1, TSC_G5_IO2, EVENTOUT	
57	41	28	PB5	I/O	FT		SPI1_MOSI/I2S1_SD, I2C1_SMBA, TIM16_BKIN, TIM3_CH2	
58	42	29	PB6	I/O	FTf		I2C1_SCL, USART1_TX, TIM16_CH1N, TSC_G5_IO3	
59	43	30	PB7	I/O	FTf		I2C1_SDA, USART1_RX, TIM17_CH1N, TSC_G5_IO4	
60	44	31	BOOT0	I	B		引导存储器选择	
61	45	32	PB8	I/O	FTf		I2C1_SCL, CEC, TIM16_CH1, TSC_SYNC	
62	46		PB9	I/O	FTf		I2C1_SDA, IR_OUT, TIM17_CH1, EVENTOUT	
63	47	0	VSS	S			数字地	
64	48	1	VDD	S			数字电源	

- PC13, PC14 和 PC15 的供电要通过一个电源开关。由于开关只能吸收有限大小的电流（3mA），PC15 PC13 的 GPIO 输出模式是受限的：
 - 速度不应超过 2 兆赫与 30pF 的最大负荷
 - 这些个 GPIO 不能被用来作为电流源（例如：驱动 LED）。
- 第一次备份域上电之后，PC13, PC14 和 PC15 被当作 GPIO 使用。其功能取决于备份寄存器的内容，这个部分的设置不会被复位动作清除掉。对于如何管理这些 GPIO 的详细信息，请参阅参考手册中的电池备份区域和 BKP 寄存器描述的部分。
- 复位后，这些引脚被配置为 SWDAT 和 SWCLK 备用功能，对 SWDAT 引脚的内部上拉和对 SWCLK 脚的内部下拉功能是打开的。

表 12. A 口通过 GPIOA_AFR 寄存器选择备用功能

引脚名	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7
PA0		USART2_CTS	TIM2_CH1_ETR	TSC_G1_IO1				COMP1_OUT
PA1	EVENTOUT	USART2_RTS	TIM2_CH2	TSC_G1_IO2				
PA2	TIM15_CH1	USART2_TX	TIM2_CH3	TSC_G1_IO3				COMP2_OUT
PA3	TIM15_CH2	USART2_RX	TIM2_CH4	TSC_G1_IO4				
PA4	SPI1_NSS/ I2S1_WS	USART2_CK		TSC_G2_IO1	TIM14_CH1			
PA5	SPI1_SCK/ I2S1_CK	CEC	TIM2_CH1_ETR	TSC_G2_IO2				
PA6	SPI1_MISO/ I2S1_MCK	TIM3_CH1	TIM1_BKIN	TSC_G2_IO3		TIM16_CH1	EVENTOUT	COMP1_OUT
PA7	SPI1_MOSI/ I2S1_SD	TIM3_CH2	TIM1_CH1N	TSC_G2_IO4	TIM14_CH1	TIM17_CH1	EVENTOUT	COMP2_OUT
PA8	MCO	USART1_CK	TIM1_CH1	EVENTOUT				
PA9	TIM15_BKIN	USART1_TX	TIM1_CH2	TSC_G4_IO1				
PA10	TIM17_BKIN	USART1_RX	TIM1_CH3	TSC_G4_IO2				
PA11	EVENTOUT	USART1_CTS	TIM1_CH4	TSC_G4_IO3				COMP1_OUT
PA12	EVENTOUT	USART1_RTS	TIM1_ETR	TSC_G4_IO4				COMP2_OUT
PA13	SWDAT	IR_OUT						
PA14	SWCLK	USART2_TX						
PA15	SPI1_NSS/ I2S1_WS	USART2_RX	TIM2_CH1_ETR	EVENTOUT				

表 13. B 口通过 GPIOB_AFR 寄存器选择备用功能

引脚名	AF0	AF1	AF2	AF3
PB0	EVENTOUT	TIM3_CH3	TIM1_CH2N	TSC_G3_IO2
PB1	TIM14_CH1	TIM3_CH4	TIM1_CH3N	TSC_G3_IO3
PB2				TSC_G3_IO4
PB3	SPI1_SCK/I2S1_CK	EVENTOUT	TIM2_CH2	TSC_G5_IO1
PB4	SPI1_MISO/I2S1_MCK	TIM3_CH1	EVENTOUT	TSC_G5_IO2
PB5	SPI1_MOSI/I2S1_SD	TIM3_CH2	TIM16_BKIN	I2C1_SMBA
PB6	USART1_TX	I2C1_SCL	TIM16_CH1N	TSC_G5_IO3
PB7	USART1_RX	I2C1_SDA	TIM17_CH1N	TSC_G5_IO4
PB8	CEC	I2C1_SCL	TIM16_CH1	TSC_SYNC
PB9	IR_OUT	I2C1_SDA	TIM17_CH1	EVENTOUT
PB10	CEC	I2C2_SCL	TIM2_CH3	TSC_SYNC
PB11	EVENTOUT	I2C2_SDA	TIM2_CH4	TSC_G6_IO1
PB12	SPI2_NSS	EVENTOUT	TIM1_BKIN	TSC_G6_IO2
PB13	SPI2_SCK		TIM1_CH1N	TSC_G6_IO3
PB14	SPI2_MISO	TIM15_CH1	TIM1_CH2N	TSC_G6_IO4
PB15	SPI2_MOSI	TIM15_CH2	TIM1_CH3N	TIM15_CH1N

5 内存映射

图 6. STM32F051x 内存映射

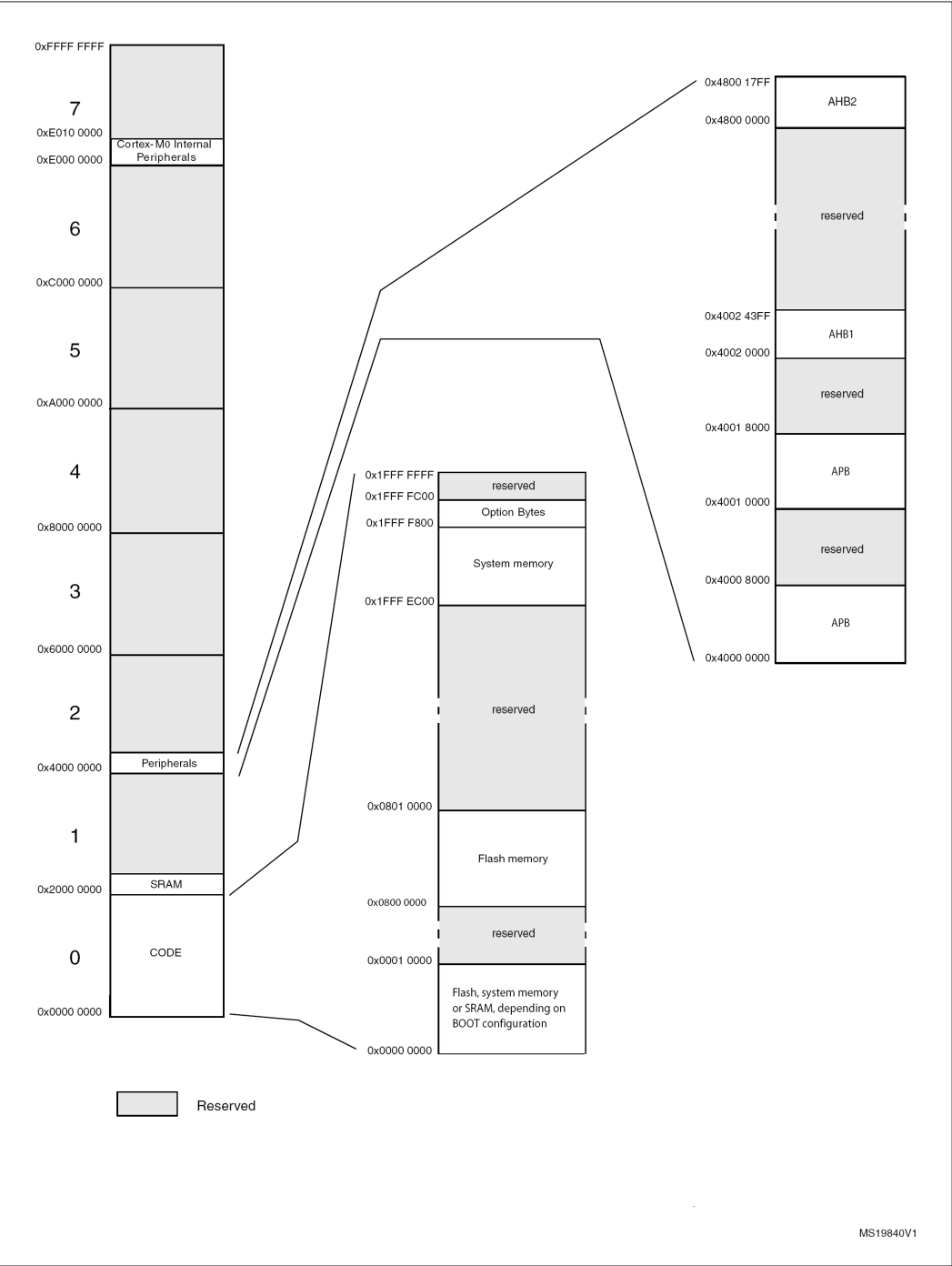


表 14. STM32F051x 外设寄存器边界地址

总线	边界地址	大小	外围设备
	0x4800 1800 - 0x5FFF FFFF	~384 MB	保留
AHB2	0x4800 1400 - 0x4800 17FF	1KB	GPIOF
	0x4800 1000 - 0x4800 13FF	1KB	保留
	0x4800 0C00 - 0x4800 0FFF	1KB	GPIOD
	0x4800 0800 - 0x4800 0BFF	1KB	GPIOC
	0x4800 0400 - 0x4800 07FF	1KB	GPIOB
	0x4800 0000 - 0x4800 03FF	1KB	GPIOA
	0x4002 4400 - 0x47FF FFFF	~128 MB	保留
AHB1	0x4002 4000 - 0x4002 43FF	1KB	TSC
	0x4002 3400 - 0x4002 3FFF	3KB	保留
	0x4002 3000 - 0x4002 33FF	1KB	CRC
	0x4002 2400 - 0x4002 2FFF	3KB	保留
	0x4002 2000 - 0x4002 23FF	1KB	FLASH 接口
	0x4002 1400 - 0x4002 1FFF	3KB	保留
	0x4002 1000 - 0x4002 13FF	1KB	RCC
	0x4002 0400 - 0x4002 0FFF	3KB	保留
	0x4002 0000 - 0x4002 03FF	1KB	DMA
	0x4001 8000 - 0x4001 FFFF	32KB	保留
APB	0x4001 5C00 - 0x4001 7FFF	9KB	保留
	0x4001 5800 - 0x4001 5BFF	1KB	DBGMCU
	0x4001 4C00 - 0x4001 57FF	3KB	保留
	0x4001 4800 - 0x4001 4BFF	1KB	TIM17
	0x4001 4400 - 0x4001 47FF	1KB	TIM16
	0x4001 4000 - 0x4001 43FF	1KB	TIM15
	0x4001 3C00 - 0x4001 3FFF	1KB	保留
	0x4001 3800 - 0x4001 3BFF	1KB	USART1
	0x4001 3400 - 0x4001 37FF	1KB	保留
	0x4001 3000 - 0x4001 33FF	1KB	SPI1/I2S1
	0x4001 2C00 - 0x4001 2FFF	1KB	TIM1
	0x4001 2800 - 0x4001 2BFF	1KB	保留
	0x4001 2400 - 0x4001 27FF	1KB	ADC
	0x4001 0800 - 0x4001 23FF	7KB	保留
	0x4001 0400 - 0x4001 07FF	1KB	EXTI
	0x4001 0000 - 0x4001 03FF	1KB	SYSCFG + COMP
	0x4000 8000 - 0x4000 FFFF	32KB	保留

表 14. STM32F051x 外设寄存器边界地址（续）

总线	边界地址	大小	外围设备
APB	0x4000 7C00 - 0x4000 7FFF	1KB	保留
	0x4000 7800 - 0x4000 7BFF	1KB	CEC
	0x4000 7400 - 0x4000 77FF	1KB	DAC
	0x4000 7000 - 0x4000 73FF	1KB	PWR
	0x4000 5C00 - 0x4000 6FFF	5KB	保留
	0x4000 5800 - 0x4000 5BFF	1KB	I2C2
	0x4000 5400 - 0x4000 57FF	1KB	I2C1
	0x4000 4800 - 0x4000 53FF	3 KB	保留
	0x4000 4400 - 0x4000 47FF	1KB	USART2
	0x4000 3C00 - 0x4000 43FF	2KB	保留
	0x4000 3800 - 0x4000 3BFF	1KB	SPI2
	0x4000 3400 - 0x4000 37FF	1KB	保留
	0x4000 3000 - 0x4000 33FF	1KB	IWWDG
	0x4000 2C00 - 0x4000 2FFF	1KB	WWDG
	0x4000 2800 - 0x4000 2BFF	1KB	RTC
	0x4000 2400 - 0x4000 27FF	1KB	保留
	0x4000 2000 - 0x4000 23FF	1KB	TIM14
	0x4000 1400 - 0x4000 1FFF	3KB	保留
	0x4000 1000 - 0x4000 13FF	1KB	TIM6
	0x4000 0800 - 0x4000 0FFF	2KB	保留
	0x4000 0400 - 0x4000 07FF	1KB	TIM3
	0x4000 0000 - 0x4000 03FF	1KB	TIM2

6 封装特性

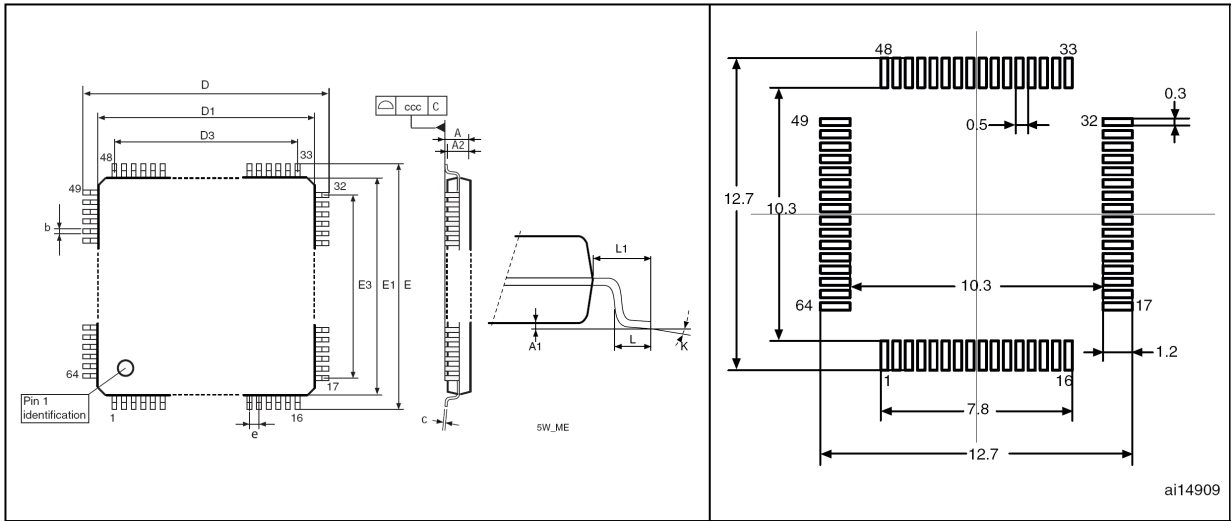
6.1 封装机械数据

为了满足环保要求，ST 提供这些设备在不同等级的 ECOPACK® 封装，这取决于他们对符合环保要求的水平。ECOPACK® 规范，等级定义和产品状态：www.st.com。

ECOPACK® 是 ST 的注册商标。

图 7. LQFP64 - 10×10 毫米 64 引脚薄型四方扁平封装机械数据⁽¹⁾

图 8. 推荐的封装图⁽¹⁾ (2)



1. 图形未按比例绘制。
2. 尺寸以毫米为单位。

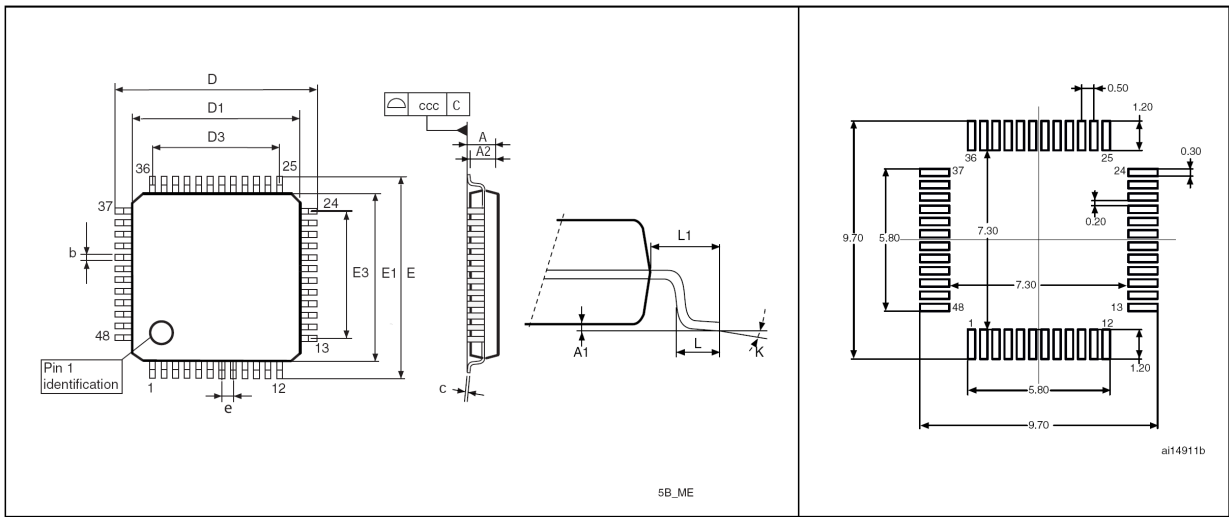
表 15. LQFP64 - 10×10 毫米 64 引脚薄型四方扁平封装机械数据

符号	毫米			英寸 ⁽¹⁾		
	最小	典型	最大	最小	典型	最大
A			1.600			0.0630
A1	0.050		0.150	0.0020		0.0059
A2	1.350	1.400	1.450	0.0531	0.0551	0.0571
b	0.170	0.220	0.270	0.0067	0.0087	0.0106
c	0.090		0.200	0.0035		0.0079
D	11.800	12.000	12.200	0.4646	0.4724	0.4803
D1	9.800	10.000	10.200	0.3858	0.3937	0.4016
D.		7.500				
E	11.800	12.000	12.200	0.4646	0.4724	0.4803
E1	9.800	10.00	10.200	0.3858	0.3937	0.4016
e		0.500			0.0197	
k	0°	3.5°	7°	0°	3.5°	7°
L	0.450	0.600	0.75	0.0177	0.0236	0.0295
L1		1.000			0.0394	
ccc	0.080			0.0031		
N	引脚数					
	64					

1. 英寸的值转换自毫米数据，四舍五入到 4 位十进制数字。

图 9. LQFP48 - 7 x 7mm 的 48 引脚薄型四方扁平封装外形⁽¹⁾

图 10. 推荐的封装图^{(1) (2)}



1. 图形未按比例绘制。
2. 尺寸以毫米为单位。

表 16. LQFP48 - 7 x 7mm 的 48 引脚薄型四方扁平封装机械数据

符号	毫米			英寸 ⁽¹⁾		
	最小	典型	最大	最小	典型	最大
A			1.600			0.0630
A1	0.050		0.150	0.0020		0.0059
A2	1.350	1.400	1.450	0.0531	0.0551	0.0571
b	0.170	0.220	0.270	0.0067	0.0087	0.0106
c	0.090		0.200	0.0035		0.0079
D	8.800	9.000	9.200	0.3465	0.3543	0.3622
D1	6.800	7.000	7.200	0.2677	0.2756	0.2835
D3		5.500			0.2165	
E	8.800	9.000	9.200	0.3465	0.3543	0.3622
E1	6.800	7.000	7.200	0.2677	0.2756	0.2835
E3		5.500			0.2165	
e		0.500			0.0197	
L	0.450	0.600	0.750	0.0177	0.0236	0.0295
L1		1.000			0.0394	
k	0°	3.5°	7°	0°	3.5°	7°
ccc	0.080			0.0031		

1. 英寸的值转换自毫米数据，四舍五入到 4 位十进制数字。

图 11. UFQFPN32 - 32 引脚超薄细间距
方形扁平无引线封装外形
(5×5) ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾

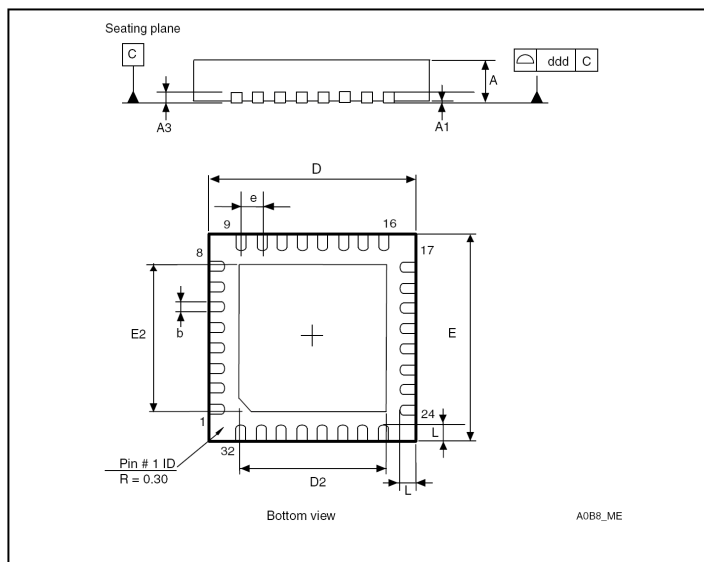
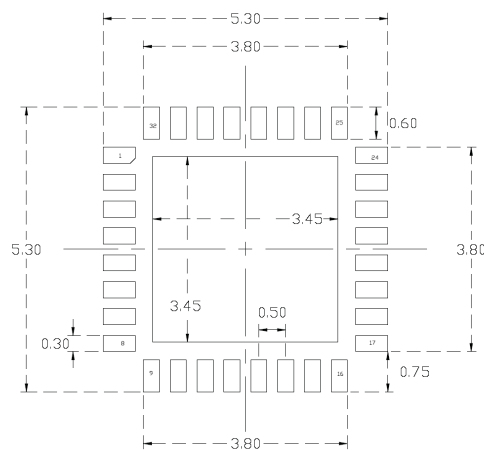


图 12. UFQFPN32 推荐的封装图^{(1) (4)}



1. 图形未按比例绘制。
2. 所有的脚 / 焊盘都应焊接到 PCB 上，以提高脚 / 焊盘的焊点寿命。
3. 在 UFQFPN 封装底部有一个暴露的 DIE 焊盘。这焊盘当作器件的地信号，而且必须连接。它相当于表 11：引脚定义中的第 0 脚
4. 尺寸以毫米为单位。

表 17. UFQFPN32 - 32 引脚超薄细间距方形扁平无引线封装 (5×5), 封装机械数据

尺寸	毫米			英寸 ⁽¹⁾		
	最小	典型	最大	最小	典型	最大
A	0.5	0.55	0.6	0.0197	0.0217	0.0236
A1	0.00	0.02	0.05	0	0.0008	0.0020
A3		0.152			0.006	
b	0.18	0.23	0.28	0.0071	0.0091	0.0110
D	4.90	5.00	5.10	0.1929	0.1969	0.2008
D2		3.50			0.1378	
E	4.90	5.00	5.10	0.1929	0.1969	0.2008
E2	3.40	3.50	3.60	0.1339	0.1378	0.1417
e		0.500			0.0197	
L	0.30	0.40	0.50	0.0118	0.0157	0.0197
ddd	0.08			0.0031		
	引脚数					
N	32					

1. 英寸的值转换自毫米数据，四舍五入到 4 位十进制数字。

7 订货信息结构

有关可用选项的列表（存储，封装，等等），或该设备的任何方面的进一步信息，请联系您最近的 ST 销售办事处。

Example:	STM32	F	051	R	8	T	6	x
Device family STM32 = ARM-based 32-bit microcontroller								
Product type F = General-purpose								
Sub-family 051 = STM32F051xx								
Pin count K = 32 pins C = 48 pins R = 64 pins								
Code size 4 = 16 Kbytes of Flash memory 6 = 32 Kbytes of Flash memory 8 = 64 Kbytes of Flash memory								
Package U = UFQFN T = LQFP								
Temperature range 6 = -40 °C to +85 °C 7 = -40 °C to +105 °C								
Options xxx = programmed parts TR = tape and real								

8 修订历史

表 18. 文档的修订历史

日期	版本	变化
09-Feb-2012	1	初始发行
14-Feb-2012	2	新增表 2: STM32F051xx 系列器件的功能和外设数量更新表 7: STM32F051x SPI/I2S 具体功能

请仔细阅读：

本文档中的信息仅与 ST 的产品一起提供。意法半导体公司及其附属公司（“ST”）保留针对本文件和此处描述的产品和服务的在任何时间作出更改，更正，修改或改进的权利，恕不另行通知。

所有 ST 的产品主要销往根据 ST 的销售条款和条件。

买方全权负责的选择，选择所述，ST 的产品和服务的使用，ST 不承担任何责任有关的选择，ST 的产品和服务的选择或使用本文所述。

没有执照，明示或暗示，禁止翻供或其他任何知识产权授予根据这份文件。如果本文件的任何部分，是指任何第三方产品或服务，不得被视为是 ST 等第三方产品或服务的使用，或任何知识产权所载，或作为一个覆盖在使用保修批给牌照任何此类第三方产品或服务或其中所载任何知识产权的任何方式。

除非另有设置规定在 ST 的条款及作者销售的 ST 条件不对任何使用方面的明示或暗示的担保 / 或出售，ST 的产品，包括但不限于暗示的适销性担保，特定用途的适用性（及根据法律的等值任何司法管辖区），或侵犯任何专利，版权或其它知识产权的。

除非明确两个 ST 授权代表书面批准，ST 的产品建议，授权或保证用于军事，航空工艺，空间，救生，或生命维持系统，也不在产品或系统失灵或故障可能会导致中人身伤害，死亡，或严重的财产或环境损害。不作为“汽车级”指定的意法半导体的产品可能仅可用于汽车应用的 AT 用户自己承担风险。

ST 的产品的转售规定的陈述和 / 或本文件中提出的技术特点不同，应立即无效，由 ST 授予为 ST 的产品或服务的任何保证本文所述，不得建立任何延长或以任何方式，任何法律责任。

ST 和 ST 标识是在不同国家的 ST 的商标或注册商标。

本文档中的信息用以取代以前提供的所有信息。

ST 标志是意法半导体公司的注册商标。所有其他名称均为其各自所有者的财产。

© 2012 意法半导体公司 - 保留所有权利

意法半导体集团公司

澳洲 - 比利时 - 巴西 - 加拿大 - 中国 - 捷克共和国 - 芬兰 - 法国 - 德国 - 香港 - 印度 - 以色列 - 意大利 - 日本 - 马来西亚 - 马耳他 - 摩洛哥 - 菲律宾 - 新加坡 - 西班牙 - 瑞典 - 瑞士 - 英国 - 美国美利坚合众国

www.st.com