

## 从 STM32L1 系列移植到 STM32L4 系列微控制器

## 前言

对于 STM32 微控制器应用的设计人员来说，能够轻松地用同一产品系列中的微控制器替换另一个型号是非常重要的。常常需要将应用移植到不同的处理器上，比如当产品要求增加时，需要在存储器上增加额外的指令或者增加 I/O 的数量。另外一方面，成本降低目标也可能是转向更小的元件和缩小 PCB 面积的依据。

本应用笔记帮助分析将现有设计从 STM32L1 系列产品移植到 STM32L4 系列产品所需的步骤。它汇集了最重要的信息，并且列出了需要处理的关键方面。

本文档列出了 STM32L1 和 STM32L4 系列产品可用的“全套”功能（根据其产品型号，一些产品可能具有较少的功能）。

为了将应用从 STM32L1 系列产品移植到 STM32L4 系列产品，需要考虑三个方面：硬件移植，外设移植和固件移植。

为了充分利用本应用笔记中的信息，用户应当熟悉 STM32 微控制器文档（可在 [www.st.com](http://www.st.com) 上获取），并特别关注：

STM32L1 系列：

- STM32L1xx 参考手册（RM0038）
- STM32L1xx 数据手册
- STM32L1 Flash 和 EEPROM 程序设计手册（PM0062）。

STM32L4 系列：

- STM32L4x6 参考手册（RM0351）
- STM32L4xx 数据手册

表 1. 适用产品

类型	适用产品
微控制器	STM32L1 系列， STM32L4 系列。

## 目录

<b>1</b>	<b>STM32L4 系列概览</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>硬件移植</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>自举模式选择</b> .....	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>外设移植</b> .....	<b>13</b>
4.1	STM32 产品交叉兼容性 .....	13
4.2	存储器映射 .....	15
4.3	DMA .....	19
4.4	中断 .....	21
4.5	RCC .....	24
4.5.1	VCORE 范围内的性能 .....	25
4.5.2	外设访问配置 .....	26
4.5.3	外设时钟配置 .....	27
4.6	PWR .....	29
4.7	RTC .....	33
4.8	SYSCFG 和 RI .....	34
4.9	GPIO .....	35
4.10	EXTI 源选择 .....	35
4.11	闪存 .....	36
4.12	U(S)ART .....	38
4.13	I2C .....	39
4.14	SPI .....	40
4.15	CRC .....	44
4.16	AES .....	45
4.17	LCD .....	45
4.18	USB .....	46
4.19	ADC .....	47
4.20	DAC .....	48
4.21	COMP .....	49
4.22	OPAMP .....	50

---

5	修订历史 .....	51
---	------------	----

# 表格索引

表 1.	适用产品 .....	1
表 2.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列的引脚分配区别 (QFP) .....	7
表 3.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列的引脚分配区别 (BGA) .....	7
表 4.	自举模式 .....	11
表 5.	自举程序接口 .....	11
表 6.	STM32L1 系列与 STM32L4 系列的外设兼容性分析 .....	13
表 7.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的外设地址映射区别 .....	15
表 8.	从 STM32L1 系列移植到 STM32L4 系列的 DMA 请求区别 .....	19
表 9.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的中断向量区别 .....	21
表 10.	STM32L1 和 STM32L4 系列之间的 RCC 区别 .....	24
表 11.	VCORE 范围内的性能 .....	26
表 12.	用于外设访问配置的 RCC 寄存器 .....	26
表 13.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 PWR 区别 .....	30
表 14.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 RTC 区别 .....	33
表 15.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 SYSCFG 区别 .....	34
表 16.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 EXTI 区别 .....	35
表 17.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 FLASH 区别 .....	36
表 18.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 U(S)ART 区别 .....	38
表 19.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 I2C 区别 .....	39
表 20.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 SPI 区别 .....	40
表 21.	从 I2S 移植到 SAI .....	41
表 22.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 CRC 区别 .....	44
表 23.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 AES 区别 .....	45
表 24.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 USB 区别 .....	46
表 25.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 ADC 区别 .....	47
表 26.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 DAC 区别 .....	48
表 27.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 COMP 区别 .....	49
表 28.	STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 OPAMP 区别 .....	50
表 29.	文档修订历史 .....	51
表 30.	中文文档修订历史 .....	51

## 图片索引

图 1.	LQFP144 兼容板设计 .....	8
图 2.	LQFP100 兼容板设计 .....	9
图 3.	LQFP64 兼容板设计 .....	9
图 4.	BGA132 兼容板设计 .....	10
图 5.	SAI 主模式时钟产生 (如需要 MCLK) .....	43

# 1 STM32L4 系列概览

STM32L4 系列产品实现了超低功耗、性能、存储空间和外设的完美组合，并且价格优惠。

尤其是，STM32L4 系列产品允许进行比 STM32L1 系列产品更高的频率 / 性能操作，包括 Cortex<sup>®</sup>-M4 @80 MHz 对 Cortex<sup>®</sup>-M3 @32 MHz，以及通过自适应实时存储器加速器优化的闪存访问（ART Accelerator™）。

相比于 STM32L1，STM32L4 系列产品有更多外设，具有先进的功能和优化的功耗。

STM32L4 提高了动态模式下的低功耗效率（ $\mu\text{A}/\text{MHz}$ ），同时在多种可用的低功耗模式下仍能实现极低的静态功耗。

每个产品的可用功能和封装的详细列表可见于其各自的数据手册。

## 2 硬件移植

超低功耗 STM32L4 和 STM32L1 系列产品具有高度的引脚兼容性。大部分外设可共享两个系列产品的相同引脚。

由于仅少量引脚不同，因此 QFP 和 BGA 封装很容易从 STM32L1 系列产品过渡到 STM32L4 系列产品（请参考表 2 和表 3）。

对于 WLCSP 封装，由于其引脚分配不同，过渡也不大容易。这是由于 STM32L1 系列和 STM32L4 系列的器件具有不同的晶片尺寸。

表 2. STM32L1 系列和 STM32L4 系列的引脚分配区别（QFP）

STM32L1 系列				STM32L4 系列			
QFP64	QFP100	QFP144	引脚数	QFP64	QFP100	QFP144	引脚数
1	6	6	VLCD	1	6	6	VBAT
-	-	95	VDD	-	-	95	VDDIO2 <sup>(1)</sup>
-	-	131	VDD	-	-	131	VDDIO2 <sup>(1)</sup>
-	73	106	PH2	-	73	106	VDDUSB
48	-	-	VDD	48	-	-	VDDUSB

1. VDDIO2 引脚可外部连接到 V<sub>DD</sub>。

表 3. STM32L1 系列和 STM32L4 系列的引脚分配区别（BGA）

STM32L1 系列		STM32L4 系列	
BGA132	引脚数	BGA132	引脚数
E2	VLCD	E2	VBAT
G7	VDD	G7	VDDIO2 <sup>(1)</sup>
C11	PH2	C11	VDDUSB
G3	PF6	G3	PG11
G4	PF7	G4	PG6
H4	PF8	H4	PG7
J6	PF9	J6	PG8
K1	NC	K1	PG15

1. VDDIO2 引脚可外部连接到 V<sub>DD</sub>。

### STM32L1 系列板移植到 STM32L4 系列板的建议

通过 STM32L4 系列中的复用功能编程，STM32L4 系列中的 VLCD 引脚现在可在 PC3 GPIO 上复用（QFP144 上的引脚 29，QFP100 上的引脚 18，QFP64 上的引脚 11，BGA132 上的引脚 K2）。

这意味着当 LCD 用于应用时，STM32L4 系列 PC3 引脚上的其他功能不能在 PC3 上使用。

这还意味着 STM32L1 系列 PC3 相关复用功能，如果用于应用，则应映射到 STM32L4 系列的其它引脚上。

此时  $V_{BAT}$  或  $V_{DD}$  电源（如果不用特殊  $V_{BAT}$  电源）应当连接到：

- 引脚 6（QFP144 和 QFP100）
- 引脚 1（QFP64）
- 引脚 E2（BGA132）。

此时  $V_{DDUSB}$  电源应当连接到 GPIO PH2：

- 引脚 106（QFP144）
- 引脚 73（QFP100）
- 引脚 C11（BGA132）

GPIO PH2 不可再用作普通 GPIO（STM32L4 系列中没有 PH2 GPIO）。

BGA132 上，STM32L1 系列的几个 GPIO 映射到 STM32L4 系列的不同 GPIO 上：

- PF6（引脚 G3）映射到同一引脚上的 PG11
- PF7（引脚 G4）映射到同一引脚上的 PG6
- PF8（引脚 H4）映射到同一引脚上的 PG7
- PF9（引脚 J6）映射到同一引脚上的 PG8

此时 STM32L1 系列中未连接（NC）引脚 K1 还可用作 STM32L4 系列的 GPIO PG15。

下图显示了从 STM32L1 系列移植到 STM32L4 系列的板设计示例。

图 1. LQFP144 兼容板设计

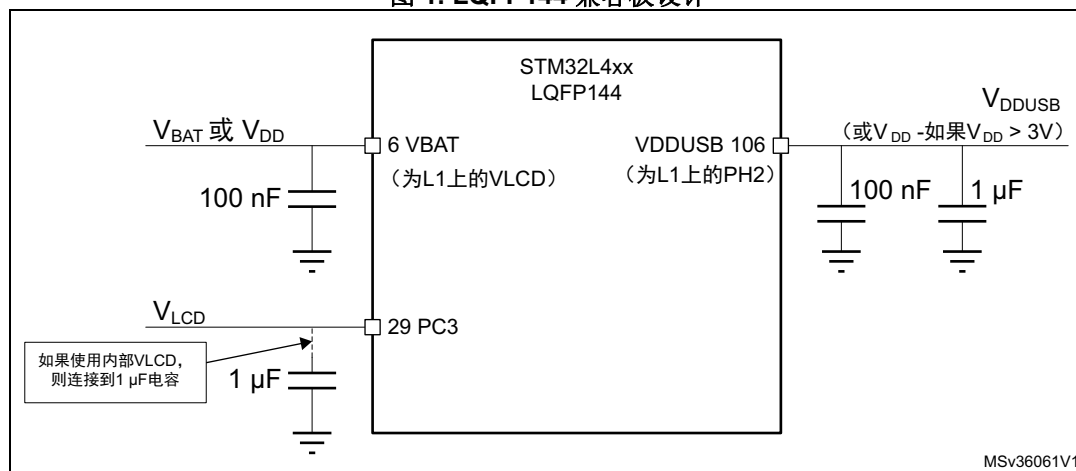




图 2. LQFP100 兼容板设计

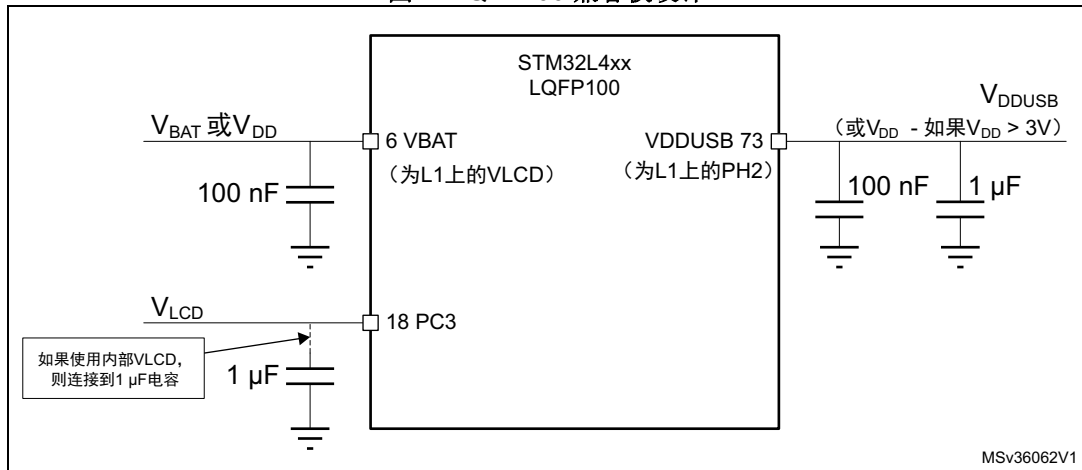


图 3. LQFP64 兼容板设计

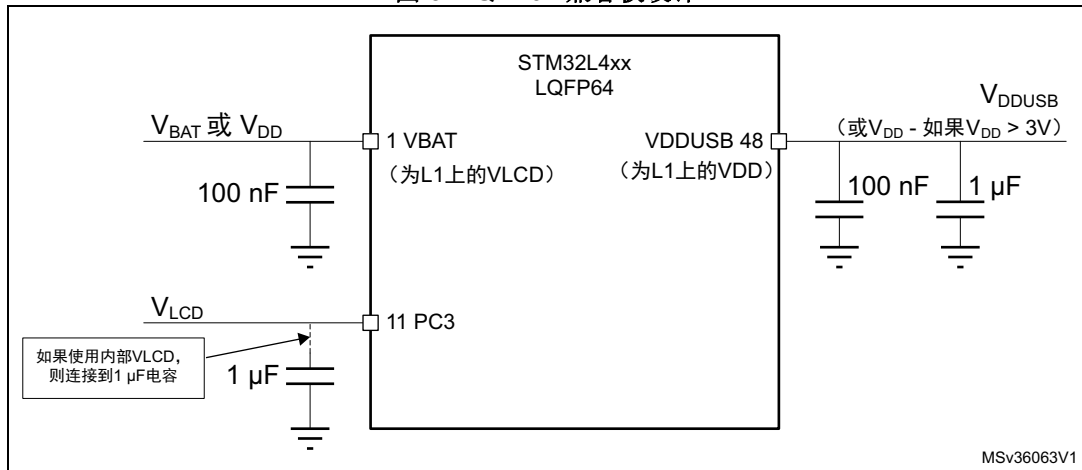
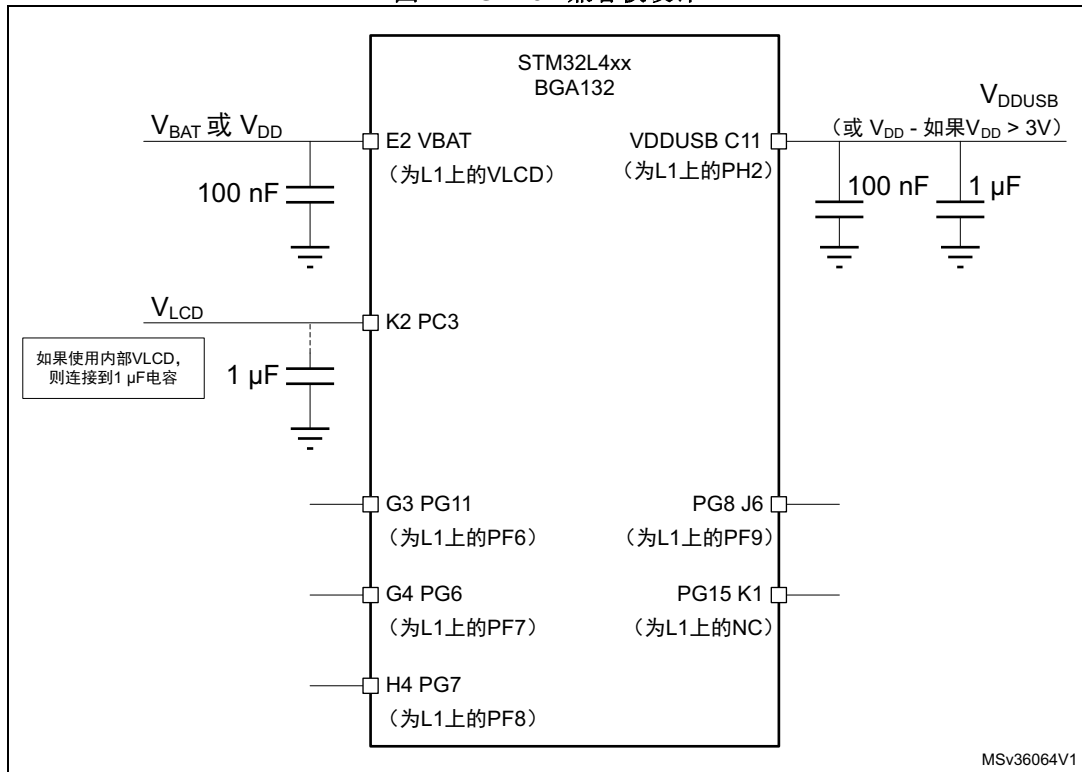


图 4. BGA132 兼容板设计



### 3 自举模式选择

STM32L1 和 STM32L4 系列中选择自举模式的方式不同。在 STM32L1 系列上，利用两个引脚来选择自举模式。STM32L4 系列中，利用一个引脚和 nBOOT1 选项位（位于存储地址 0x1FFF7800 上的用户选项字节中）来选择自举模式。对于 STM32L1 和 STM32L4 系列产品，自举模式可在这三个选项中选择：从主闪存自举，从 SRAM 自举或从系统存储器自举。

表 4 总结了选择自举模式可用的不同配置。

表 4. 自举模式

L4/L1 自举模式选择		自举模式	自举空间
BOOT1 <sup>(1)</sup>	BOOT0		
x	0	主 Flash	选择主 Flash 作为自举空间
0	1	系统存储器	选择系统存储器作为自举空间
1	1	嵌入式 SRAM	选择嵌入式 SRAM 作为自举空间

1. BOOT1 的值为 nBOOT1 选项位取反。

#### 内部自举程序

嵌入式自举程序位于系统存储器中，由意法半导体在生产阶段编程。它用于通过以下串行接口重新编程 Flash：

表 5. 自举程序接口

外设	引脚	STM32L1	STM32L4
DFU	USB_DM (PA11) USB_DP (PA12)	X	X
USART1	USART1_TX (PA9) USART1_RX (PA10)	X	X
USART2	USART2_TX (PD5) USART2_RX (PD6)	X	-
USART2	USART2_TX (PA2) USART2_RX (PA3)	-	X
USART3	USART3_TX (PC10) USART3_RX (PC11)	-	X
I2C1	I2C1_SCL (PB6) I2C1_SDA (PB7)	-	X
I2C2	I2C2_SCL (PB10) I2C2_SDA (PB11)	-	X
I2C3	I2C3_SCL (PC0) I2C3_SDA (PC1)	-	X

表 5. 自举程序接口 (续)

外设	引脚	STM32L1	STM32L4
SPI1	SPI1_NSS (PA4) SPI1_SCK (PA5) SPI1_MISO (PA6) SPI1_MOSI (PA7)	-	X
SPI2	SPI2_NSS (PB12) SPI2_SCK (PB13) SPI2_MISO (PB14) SPI2_MOSI (PB15)	-	X
SPI3	SPI3_NSS (PA15) SPI3_SCK (PC10) SPI3_MISO (PC11) SPI3_MOSI (PC12)	-	X

关于自举程序的更多详细信息，请参考 AN2606。

## 4 外设移植

### 4.1 STM32 产品交叉兼容性

STM32 系列集成了一组外设，可以分为三类：

- 第一类是所有产品都有的通用外设。这些外设在所有产品上都完全一样，因此它们有相同的结构、寄存器和控制位。经过移植之后，应用级不需要修改任何固件就可以保持相同的功能。所有的特征和行为保持相同。
- 第二类是不同产品之间略有差异的外设（通常差异是由于对新功能的支持）。从一个产品到另一个产品的移植非常容易，不需要进行任何新的开发工作。
- 第三类是指产品之间变化比较大的外设（新架构、新特性...）。对于这一类外设，移植将会在应用级要求进行新的开发。

表 6 给出了这种分类的总览。

下表中提到的“软件兼容性”只是涉及到“底层”驱动器的寄存器描述。

STM32L1 和 STM32L4 系列之间的 STMCube™ 硬件抽象层（HAL）是兼容的。

表 6. STM32L1 系列与 STM32L4 系列的外设兼容性分析

外设	Nb inst.L 1 中	Nb inst.L 4 中	兼容性 (从 STM32L1 系列移植到 STM32L4 系列)		
			软件	引脚数	注释
SPI I2S	3 0	3 2	部分兼容	部分兼容	I2S 不再被 SPI 支持，而代之以 STM32L4 系列中的专用串行音频接口 (SAI)。对于 SPI1，某些复用功能映射到不同的 GPIO 上。
WWDG	1	1	完全兼容	NA	-
IWDG	1	1	完全兼容	NA	-
DBGMCU	1	1	完全兼容	NA	-
CRC	1	1	部分兼容	NA	STM32L4 系列中有附加功能。
EXTI	1	1	部分兼容	完全兼容	STM32L4 系列中仅 PH2 GPIO 不可用作 EXTI 输入。
USB	1	1	不兼容	完全兼容	新外设 (STM32L1 系列中的 USB FS, STM32L4 系列中的 USB OTG FS)。
DMA	1	2	完全兼容	NA	相同功能。 DMA 映射请求可能不同 (见第 4.3 节: DMA)。
TIM 基本 常规 P. 高级 低功耗	9 2 7 - -	13 2 7 2 2	完全兼容	部分兼容	一些引脚映射到不同的 GPIO。 定时器实例名可能不同。 内部连接可能不同。
SDIO	1	1	完全兼容	部分兼容	一些引脚映射到不同的 GPIO。

表 6. STM32L1 系列与 STM32L4 系列的外设兼容性分析 (续)

外设	Nb inst.L 1 中	Nb inst.L 4 中	兼容性 (从 STM32L1 系列移植到 STM32L4 系列)		
			软件	引脚数	注释
FSMC/ FMC	1	1	完全兼容	完全兼容	STM32L1 系列只支持 SRAM/NOR。 STM32L4 系列支持 NAND。
PWR	1	1	部分兼容	NA	-
RCC	1	1	部分兼容	NA	-
USART	3	3	部分兼容	完全兼容	STM32L4 系列中有附加功能。
UART	2	2 1 (LP)	部分兼容	完全兼容	STM32L4 系列中有附加功能。 STM32L4 系列中有附加 LPUART。
I2C	2	3	不兼容	完全兼容	STM32L4 系列中有附加功能。
DAC	2	2	部分兼容	完全兼容	STM32L4 系列中有附加功能。 软件兼容, 除了输出缓存管理外。
ADC	1	3	不兼容	部分兼容	STM32L4 系列中有附加功能。 一些引脚映射到不同的 GPIO。
RTC	1	1	部分兼容	完全兼容	STM32L4 系列中有附加功能。 STM32L4 系列产品中, 可由 VBAT 供电。
闪存	1	1	不兼容	NA	新外设。
GPIO	多达 115 个 IO	高达 114 个 IO	完全兼容	部分兼容	复位时, STM32L1 系列配置为输入浮空模式, STM32L4 系列则为模拟模式。 <i>第 2 节: 硬件移植</i> 中提出了少量更改。 STM32L4 系列产品中无 PH2 GPIO。
LCD 玻璃	1	1	完全兼容	部分兼容	PC3 GPIO 上 VLCD 复用。 SEG21 映射到不同 GPIO。 STM32L4 系列中有附加功能。
COMP	2	2	不兼容	部分兼容	一些引脚映射到不同的 GPIO。
SYSCFG	1	1	部分兼容	NA	-
AES	1	1	完全兼容	NA	STM32L4 系列中有附加功能。
OPAMP	3	2	不兼容	部分兼容	一些引脚映射到不同的 GPIO。 STM32L4 系列产品中少了一个 OPAMP。

**色键:**

- = 不兼容 (新功能或新结构)
- = 部分兼容 (少量更改)
- = 完全兼容 (从 STM32L1 系列到 STM32L4 系列)
- = 不适用

## 4.2 存储器映射

在 STM32L4 系列和 STM32L1 系列中，**外设地址映射发生了变化。**

下表给出了 STM32L1 和 STM32L4 系列之间的外设地址映射对应。

表 7. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的外设地址映射区别

外设	STM32L1 系列		STM32L4 系列		
	总线	基址	总线	基址	
FSMC (STM32L4 系列中的 FM)	AHB	0xA0000000	AHB3	0xA0000000	
AES		0x50060000	AHB2	0x50060000	
DMA2		0x40026400	AHB1	0x40020400	
DMA1		0x40026000		0x40020000	
闪存接口		0x40023C00		0x40022000	
RCC		0x40023800		0x40021000	
CRC		0x40023000		0x40023000	
GPIOG		0x40021C00	AHB2	0x48001800	
GPIOF		0x40021800		0x48001400	
GPIOH		0x40021400		0x48001C00	
GPIOE		0x40021000		0x48001000	
GPIOD		0x40020C00		0x48000C00	
GPIOC		0x40020800		0x48000800	
GPIOB		0x40020400		0x48000400	
GPIOA		0x40020000		0x48000000	
USART1		APB2	0x40013800	APB2	0x40013800
SP1			0x40013000		0x40013000
SDIO (STM32L4 系列中的 SDMMC)			0x40012C00		0x40012800
ADC1 (STM32L4 系列中的 ADC123)	0x40012400		AHB2	0x50040000	
TIM11	0x40011000		NA		
TIM10	0x40010C00				
TIM9	0x40010800				
EXTI	0x40010400		APB2	0x40010400	
SYSCFG	0x40010000			0x40010000	

表 7. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的外设地址映射区别 (续)

外设	STM32L1 系列		STM32L4 系列	
	总线	基址	总线	基址
COMP	APB1	0x40007C00	APB2	0x40010200
RI		0x40007C04	NA	
OPAMP		0x40007C5C	APB1	0x40007800
DAC		0x40007400	APB1	0x40007400
PWR		0x40007000		0x40007000
USB 设备 FS SRAM		0x40006000	NA	
USB 设备 FS		0x40005C00	NA	
I2C2		0x40005800	APB1	0x40005800
I2C1		0x40005400		0x40005400
USART5 (STM32L4 系列中的 UART5)		0x40005000		0x40005000
USART4 (STM32L4 系列中的 UART4)		0x40004C00		0x40004C00
USART3		0x40004800		0x40004800
USART2		0x40004400		0x40004400
SPI3		0x40003C00		0x40003C00
SPI2		0x40003800		0x40003800
IWDG		0x40003000		0x40003000
WWDG		0x40002C00		0x40002C00
RTC (包括 BKP 寄存器)		0x40002800		0x40002800
LCD		0x40002400		0x40002400
TIM7		0x40001400		0x40001400
TIM6		0x40001000		0x40001000
TIM5		0x40000C00		0x40000C00
TIM4		0x40000800		0x40000800
TIM3		0x40000400	0x40000400	
TIM2		0x40000000	0x40000000	



表 7. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的外设地址映射区别 (续)

外设	STM32L1 系列		STM32L4 系列		
	总线	基址	总线	基址	
在 STM32L4 系列中可用而在 STM32L1 系列中不可用的外设					
RNG:	NA		AHB2	0x50060800	
USB OTG FS			AHB2	0x50000000	
TSC			AHB1	0x40024000	
DFSDM			APB2	0x40016000	
SAI2				0x40015800	
SAI1				0x40015400	
TIM17				0x40014800	
TIM16				0x40014400	
TIM15				0x40014000	
TIM8				0x40013400	
TIM1				0x40012C00	
FIREWALL				0x40011C00	
VREF				0x40010030	
LPTIM2				APB1	0x40009400
SWPMI1					0x40008800
LPUART1					0x40008000
LPTIM1			0x40007C00		
CAN1			0x40006400		
I2C3			0x40005C00		
QUADSPI			AHB3	0xA0001000	
<b>色键:</b> <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> = 基址或总线更改 <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> = 不适用					

STM32L1 和 STM32L4 系列中已更新了系统存储器映射，更多详细信息请参考参考手册或数据手册。

STM32L4 系列产品具有附加的 32 KB SRAM (SRAM2)。SRAM2 包含了下列附加功能：

- 没有物理重映射下，通过 ICode 访问可以达到最大性能。
- 奇偶校验选项 (32 位 + 4 位奇偶校验)
- 1 KB 粒度的写保护
- 读保护 (RDP)
- 通过系统复位 (选项字节) 或软件进行擦除
- 在低功耗运行、低功耗睡眠、Stop 1、Stop 2 模式下可保持内容。
- 待机模式下可保持内容 (PWR\_CR3 寄存器中 RRS 位置位)。(对于 SRAM1 不是此情形)

## 4.3 DMA

STM32L1 和 STM32L4 系列产品使用相同的 DMA 控制器，完全兼容。

STM32L1 和 STM32L4 系列产品中内置了两个 DMA 控制器，对于 STM32L1 系列有多达 7+5 个通道，对于 STM32L4 系列有 7+7 个通道。每个通道专门用来管理来自一个或更多外设的存储器访问请求。它有一个仲裁器，用于处理 DMA 请求间的优先级。

下表显示了 STM32L1 系列和 STM32L4 系列中外设 DMA 请求的对应。

表 8. 从 STM32L1 系列移植到 STM32L4 系列的 DMA 请求区别

外设	DMA 请求	STM32L1 系列	STM32L4 系列
ADC1	ADC1	DMA1_Channel1	DMA1_Channel1 DMA2_Channel3
DAC	DAC_Channel1 DAC_Channel2 DAC1  DAC2	DMA1_Channel2 <sup>(1)</sup> DMA1_Channel3 <sup>(1)</sup> NA  NA	NA NA DMA1_Channel3 DMA2_Channel4 DMA1_Channel4 DMA2_Channel5
SPI1	SPI1_Rx  SPI1_Tx	DMA1_Channel2  DMA1_Channel3	DMA1_Channel2 DMA2_Channel3 DMA1_Channel3 DMA2_Channel4
SPI2	SPI2_Rx SPI2_Tx	DMA1_Channel4 DMA1_Channel5	DMA1_Channel4 DMA1_Channel5
SPI3	SPI3_Rx SPI3_Tx	DMA2_Channel1 DMA2_Channel2	DMA2_Channel1 DMA2_Channel2
USART1	USART1_Rx  USART1_Tx	DMA1_Channel5  DMA1_Channel4	DMA1_Channel5 DMA2_Channel7 DMA1_Channel4 DMA2_Channel6
USART2	USART2_Rx USART2_Tx	DMA1_Channel6 DMA1_Channel7	DMA1_Channel6 DMA1_Channel7
USART3	USART3_Rx USART3_Tx	DMA1_Channel3 DMA1_Channel2	DMA1_Channel3 DMA1_Channel2
UART4	UART4_Rx UART4_Tx	DMA2_Channel3 DMA2_Channel5	DMA2_Channel5 DMA2_Channel3
UART5	UART5_Rx UART5_Tx	DMA2_Channel2 DMA2_Channel1	DMA2_Channel2 DMA2_Channel1
I2C1	I2C1_Rx  I2C1_Tx	DMA1_Channel7  DMA1_Channel6	DMA1_Channel7 DMA2_Channel6 DMA1_Channel6 DMA2_Channel7
I2C2	I2C2_Rx I2C2_Tx	DMA1_Channel5 DMA1_Channel4	DMA1_Channel5 DMA1_Channel4

表 8. 从 STM32L1 系列移植到 STM32L4 系列的 DMA 请求区别 (续)

外设	DMA 请求	STM32L1 系列	STM32L4 系列
SDIO SDMMC	SDIO SDMMC	DMA2_Channel4 NA	NA DMA2_Channel4 DMA2_Channel5
TIM2	TIM2_UP TIM2_CH1 TIM2_CH2 TIM2_CH3 TIM2_CH4	DMA1_Channel2 DMA1_Channel5 DMA1_Channel7 DMA1_Channel1 DMA1_Channel7	DMA1_Channel2 DMA1_Channel5 DMA1_Channel7 DMA1_Channel1 DMA1_Channel7
TIM3	TIM3_UP TIM3_CH1 TIM3_TRIG TIM3_CH3 TIM3_CH4	DMA1_Channel3 DMA1_Channel6 DMA1_Channel6 DMA1_Channel2 DMA1_Channel3	DMA1_Channel3 DMA1_Channel6 DMA1_Channel6 DMA1_Channel2 DMA1_Channel3
TIM4	TIM4_UP TIM4_CH1 TIM4_CH2 TIM4_CH3	DMA1_Channel7 DMA1_Channel1 DMA1_Channel4 DMA1_Channel5	DMA1_Channel7 DMA1_Channel1 DMA1_Channel4 DMA1_Channel5
TIM5	TIM5_UP TIM5_CH1 TIM5_CH2 TIM5_CH3 TIM5_CH4 TIM5_TRIG TIM5_COM	DMA2_Channel2 DMA2_Channel5 DMA2_Channel4 DMA2_Channel2 DMA2_Channel1 DMA2_Channel1 DMA2_Channel1	DMA2_Channel2 DMA2_Channel5 DMA2_Channel4 DMA2_Channel2 DMA2_Channel1 DMA2_Channel1 DMA2_Channel1
TIM6	TIM6_UP	DMA1_Channel2	DMA1_Channel3 DMA2_Channel4
TIM7	TIM7_UP	DMA1_Channel3	DMA1_Channel4 DMA2_Channel5
AES	AES_OUT  AES_IN	DMA2_Channel3  DMA2_Channel5	DMA2_Channel3 DMA2_Channel2 DMA2_Channel5 DMA2_Channel1

色键:  
 = STM32L1 和 STM32L4 系列之间的区别

1. 对于大容量超值型器件，DAC DMA 请求分别映射到 DMA1 通道 3 和 DMA1 通道 4 上。

## 4.4 中断

下表显示了 STM32L4 系列和 STM32L1 系列中的中断向量。

表 9. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的中断向量区别

位置	STM32L1			STM32L4 系列
	Cat.1 和 Cat.2	Cat.3	Cat.4 和 Cat.5	
0	WWDG			WWDG
1	PVD			PVD / PVM
2	TAMPER_ STAMP			TAMPER / CSS
3	RTC_WKUP			RTC_WKUP
4	闪存			闪存
5	RCC			RCC
6	EXTI0			EXTI0
7	EXTI1			EXTI1
8	EXTI2			EXTI2
9	EXTI3			EXTI3
10	EXTI4			EXTI4
11	DMA1_Channel1			DMA1_Channel1
12	DMA1_Channel2			DMA1_Channel2
13	DMA1_Channel3			DMA1_Channel3
14	DMA1_Channel4			DMA1_Channel4
15	DMA1_Channel5			DMA1_Channel5
16	DMA1_Channel6			DMA1_Channel6
17	DMA1_Channel7			DMA1_Channel7
18	ADC1			ADC1_2
19	USB_HP			CAN1_TX
20	USB_LP			CAN1_RX0
21	DAC			CAN1_RX1
22	COMP, TSC <sup>(1)</sup>	COMP/CA		CAN1_SCE
23	EXTI9_5			EXTI9_5
24	LCD			TIM1_BRK / TIM15
25	TIM9			TIM1_UP / TIM16
26	TIM10			TIM1_TRG_COM / TIM17
27	TIM11			TIM1_CC
28	TIM2			TIM2
29	TIM3			TIM3

表 9. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的中断向量区别 (续)

位置	STM32L1			STM32L4 系列
	Cat.1 和 Cat.2	Cat.3	Cat.4 和 Cat.5	
30	TIM4			TIM4
31	I2C1_EV			I2C1_EV
32	I2C1_ER			I2C1_ER
33	I2C2_EV			I2C2_EV
34	I2C2_ER			I2C2_ER
35	SPI1			SPI1
36	SPI2			SPI2
37	USART1			USART1
38	USART2			USART2
39	USART3			USART3
40	EXTI15_10			EXTI15_10
41	RTC_Alarm			RTC_Alarm
42	USB_FS_WKUP			DFSDM4
43	TIM6			TIM8_BRK
44	TIM7			TIM8_UP
45	NA	TIM5	SDIO	TIM8_TRG_COM
46	NA	SPI3	TIM5	TIM8_CC
47	NA	DMA2_Channel1	SPI3	ADC3
48	NA	DMA2_Channel2	UART4	FMC
49	NA	DMA2_Channel3	UART5	SDMMC
50	NA	DMA2_Channel4	DMA2_Channel1	TIM5
51	NA	DMA2_Channel5	DMA2_Channel2	SPI3
52	NA	AES	DMA2_Channel3	UART4
53	NA	COMP_ACQ	DMA2_Channel4	UART5
54	NA		DMA2_Channel5	TIM6_DACUNDER
55	NA		AES	TIM7
56	NA		COMP_ACQ	DMA2_Channel1
57	NA			DMA2_Channel2
58	NA			DMA2_Channel3
59	NA			DMA2_Channel4
60	NA			DMA2_Channel5
61	NA			DFSDM1
62	NA			DFSDM2

表 9. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的中断向量区别 (续)

位置	STM32L1			STM32L4 系列
	Cat.1 和 Cat.2	Cat.3	Cat.4 和 Cat.5	
63		NA		DFSDM3
64		NA		COMP
65		NA		LPTIM1
66		NA		LPTIM2
67		NA		OTG_FS
68		NA		DMA2_CH6
69		NA		DMA2_CH7
70		NA		LPUART1
71		NA		QUADSPI
72		NA		I2C3_EV
73		NA		I2C3_ER
74		NA		SAI1
75		NA		SAI2
76		NA		SWPMI1
77		NA		TSC
78		NA		LCD
79		NA		AES
80		NA		RNG:
81		NA		FPU

色键:

 = 不同中断向量

 = 中断向量名变化, 但 STM32L4 系列外设仍映射到 STM32L1 系列的相同中断向量位置

1. 取决于所用产品线。

## 4.5 RCC



STM32L4 系列和 STM32L1 系列产品之间关于 RCC（复位和时钟控制器）的主要区别如下表所示。

表 10. STM32L1 和 STM32L4 系列之间的 RCC 区别

RCC	STM32L1 系列	STM32L4 系列
MSI	多种速率 RC 的出厂和用户调节（64 kHz、128 kHz、256 kHz、512 kHz、1.02 MHz、2.05 MHz、4.1 MHz）	MSI 是低功耗振荡器，具有可编程频率（可达 48 MHz）。 它可以代替 PPL 作为系统时钟（唤醒更快，功耗更低）。 它可用作 USB 设备时钟（无需外部高速晶振）。  多种速率 RC 出厂和用户调节（100 kHz、200 kHz、400 kHz、800 kHz、1 MHz、2 MHz、4 MHz（默认值）、8 MHz、16 MHz、24 MHz、32 MHz 和 48 MHz）  使用 LSE 进行自动校准
HSI	16 MHz RC 出厂和用户调节	
LSI	37 kHz RC	32 kHz RC 更低功耗，更高精度（请参考产品数据手册）
HSE	1 - 24 MHz	4 - 48 MHz
LSE	32.768 kHz	32.768 kHz 可配置驱动 / 功耗 备份域中可用（VBAT）
PLL	– 系统的主 PLL  PLL 时钟源：HSI，HSE。	– 系统的主 PLL – 2 个 PLL，用于 SAI1/2、ADC、RNG、SDMMC 和 OTG FS 时钟。  每个 PLL 可提供多达 3 个独立输出。 其 PLL 倍频 / 分频因子与 STM32L1 系列的不同。  PLL 时钟源：MSI，HSI16，HSE。
系统时钟源	MSI，HSI，HSE 或 PLL	
系统时钟频率	最大 32 MHz 利用 MSI 复位后为 2 MHz	最大 80 MHz 利用 MSI 复位后为 4 MHz
AHB 频率	最大 32 MHz	最大 80 MHz
APB1 频率	最大 32 MHz	最大 80 MHz
APB2 频率	最大 32 MHz	最大 80 MHz
RTC 时钟源	LSI、LSE 或 HSE 时钟除以 2、4、8 或 16	LSI、LSE 或 HSE/32
MCO 时钟源	– <u>MCO 引脚 (PA8)</u> ：SYSCLK，HSI，HSE，PLLCLK，MSI，LSE 或 LSI。 具有可配置的预分频器，对每个输出分频因子为 1、2、4、8 或 16。	



表 10. STM32L1 和 STM32L4 系列之间的 RCC 区别 (续)

RCC	STM32L1 系列	STM32L4 系列
CSS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CSS (时钟安全系统)</li> <li>- LSE 上的 CSS</li> </ul>	
内部振荡器 测量 / 校准	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LSE 连接到 TIM9 或 TIM10 CH1 IC: 可测量 HSI 或 MSI (根据 LSE 时钟高精度)</li> <li>- LSI 连接到 TIM10 CH1 IC: 可测量 LSI (根据 HSI 或 HSE 时钟精度)</li> <li>- HSE 连接到 TIM11 CH1 IC: 可测量 HSE (根据 LSE/HSI 时钟)</li> <li>- MSI 连接到 TIM11 CH1 IC: 可测量 MSI (根据 HSI/HSE 时钟)</li> </ul>	(主要用 STM32L4 系列中的 TIM15/16/17 代替了 STM32L1 系列中的 TIM9/10/11) <ul style="list-style-type: none"> <li>- LSE 连接到 TIM15 或 TIM16 CH1 IC: 可测量 HSI16 或 MSI (根据 LSE 时钟高精度)</li> <li>- LSI 连接到 TIM16 CH1 IC: 可测量 LSI (根据 HSI16 或 HSE 时钟精度)</li> <li>- HSE/32 连接到 TIM17 CH1 IC: 可测量 HSE (根据 LSE/HSI16 时钟)</li> <li>- MSI 连接到 TIM17 CH1 IC: 可测量 MSI (根据 HSI16/HSE 时钟)</li> </ul>
中断	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CSS (链接到 NMI IRQ)</li> <li>- LSECSS</li> <li>- LSIRDY, LSERDY, HSIRDY, MSIRDY, HSERDY, PLLRDY (链接到 RCC 全局 IRQ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CSS (链接到 NMI IRQ)</li> <li>- LSECSS</li> <li>- LSIRDY, LSERDY, HSIRDY, MSIRDY, HSERDY, PLLRDY, <u>PLLSAI1RDY</u> 和 <u>PLLSAI2RDY</u> (链接到 RCC 全局 IRQ)</li> </ul>
<b>色键:</b>  = 新功能或新结构 (STM32L1 和 STM32L4 系列之间的区别)  = 相同功能, 但规范更改或增强		

除了上表所述的区别外, 对于移植, 可能还需要下面附加的自适应步骤。

#### 4.5.1 V<sub>CORE</sub> 范围内的性能

最大系统时钟频率和闪存等待状态取决于所选电压范围 V<sub>CORE</sub>, 对于 STM32L1 系列来说还取决于 V<sub>DD</sub>。下表给出了不同产品电压范围下不同的时钟源频率。

表 11. V<sub>CORE</sub> 范围内的性能

CPU 性能	功耗性能	V <sub>CORE</sub> 范围	典型值 (V)	最大频率 (MHz)					V <sub>DD</sub> 范围
				4 WS	3 WS	2 WS	1 WS	0 WS	
STM32L1									
高	低	1	1.8	-	-	-	32	16	2.0 - 3.6
中	中	2	1.5	-	-	-	16	8	1.65 - 3.6
低	高	3	1.2	-	-	-	4	2	
STM32L4									
高	中	1	1.2	80	64	48	32	16	NA
中	高	2	1.0	26	26	18	12	6	NA

### 4.5.2 外设访问配置

由于 STM32L4 系列中一些外设的地址映射相对于 STM32L1 系列已经更改，因此需要使用不同的寄存器来 [使能 / 禁止] 或 [进入 / 退出] 外设时钟（或 [从复位模式]）。

表 12. 用于外设访问配置的 RCC 寄存器

总线	寄存器 L1 系列	寄存器 L4 系列	注释
AHB	RCC_AHBRSTR	RCC_AHB1RSTR (AHB1) RCC_AHB2RSTR (AHB2) RCC_AHB3RSTR (AHB3) <sup>(1)</sup>	用于从复位 [进入 / 退出] AHB 外设
	RCC_AHBENR	RCC_AHB1ENR (AHB1) RCC_AHB2ENR (AHB2) RCC_AHB3ENR (AHB3) <sup>(1)</sup>	用来 [使能 / 禁止] AHB 外设时钟
	RCC_AHBLPENR	RCC_AHB1SMENR (AHB1) RCC_AHB2SMENR (AHB2) RCC_AHB3SMENR (AHB3) <sup>(1)</sup>	睡眠模式下用来 [使能 / 禁止] AHB 外设时钟
APB1	RCC_APB1RSTR	RCC_APB1RSTR1 RCC_APB1RSTR2 <sup>(1)</sup>	用于从复位 [进入 / 退出] APB1 外设
	RCC_APB1ENR	RCC_APB1ENR1 RCC_APB1ENR2 <sup>(1)</sup>	用来 [使能 / 禁止] APB1 外设时钟
	RCC_APB1LPENR	RCC_APB1SMENR1 RCC_APB1SMENR2 <sup>(1)</sup>	睡眠模式下用来 [使能 / 禁止] APB1 外设时钟
APB2	RCC_APB2RSTR	RCC_APB2RSTR	用于从复位 [进入 / 退出] APB2 外设
	RCC_APB2ENR	RCC_APB2ENR	用来 [使能 / 禁止] APB2 外设时钟
	RCC_APB2LPENR	RCC_APB2SMENR	睡眠模式下用来 [使能 / 禁止] APB2 外设时钟

1. STM32L1 系列中没有配置外设的寄存器，因此仅从移植观点来看不需要寄存器

访问给定外设的配置包括：

- 识别连接该外设的总线，参考表 7 第 15 节
- 根据所需操作选择正确的寄存器，参考上面的表 12。

例如，USART1 连接到 APB2 总线。要启用 USART1 时钟，RCC\_APB2ENR 寄存器需进行以下配置：

```
__HAL_RCC_USART1_CLK_ENABLE();
```

利用 STM32Cube HAL 驱动器 RCC API。

要在睡眠模式下禁用 USART1 时钟（以降低功耗），RCC\_APB2SMENR 寄存器需进行以下配置：

```
__HAL_RCC_USART1_CLK_SLEEP_ENABLE();
```

利用 STM32Cube HAL 驱动器 RCC API。

### 4.5.3 外设时钟配置

一些外设具有独立于系统时钟的专用时钟源，用来产生其操作所需的时钟：

- **USB:**
  - STM32L1 系列中：USB 48 MHz 时钟来源于 PLL VCO 时钟（应为 96 MHz）。
  - STM32L4 系列中：USB 48 MHz 时钟来源于以下三种源之一：主 PLL VCO（PLLUSB1CLK），PLLSAI1 VCO（PLLUSB2CLK），MSI 时钟（当 MSI 时钟利用 LSE 自动修调时，它可用于 USB OTG FS 设备）。
- **SDIO/SDMMC:**
  - STM32L1 系列中：SDIO 时钟（SDIOCLK）来源于 PLL VCO 时钟，且与 PLLVCO/2 相等。
  - STM32L4 系列中：SDMMC 时钟来源于以下三种源之一：主 PLL VCO（PLLUSB1CLK），PLLSAI1 VCO（PLLUSB2CLK），MSI 时钟。
- **RTC 和 LCD:**
  - RTC 和 LCD Glass 时钟共享相同的时钟源（RTCCLK）。
  - STM32L1 系列中：RTC 和 LCD Glass 时钟来源于以下三种源之一：经预分频器分频（/2、4、8、16）的 LSE、LSI、HSE。
  - STM32L4 系列中：RTC 和 LCD Glass 时钟来源于以下三种源之一：32 分频的 LSE、LSI、HSE。
- **ADC:**
  - STM32L1 系列中，ADC 具有两个时钟方案：
    - 面向模拟电路的时钟：ADCCLK。此时钟始终为 HSI 振荡器时钟。可 1、2 或 4 分频的除法器能够使时钟频率适应器件工作条件。此配置利用 ADC\_CCR[ADCPRE] 位实现。ADC 时钟也依赖于电压范围 V<sub>CORE</sub>。当选择产品电压范围 3 时（V<sub>CORE</sub> = 1.2 V），ADC 为低速（ADCCLK = 4 MHz，250 Ksps）。

- 用于数字接口的时钟（用于寄存器读/写访问）。此时钟为 APB2 时钟。数字接口时钟可利用 RCC\_APB2ENR 寄存器（ADC1EN 位）来使能/禁用，可通过 RCC\_APB2RSTR[ADCRST] 位来复位 ADC。

STM32L4 系列中，两个 ADC（主 ADC 和从 ADC）的输入时钟可从两个不同时钟源中进行选择：

- ADC 时钟可来自于（利用软件选择）以下三种源之一：系统时钟（SYSCLK），PLLSAI1 VCO（PLLADC1CLK），PLLSAI2 VCO（PLLADC2CLK）。这种模式下，可选择可编程的分频因子（根据位 PREC[3:0]，选择 1、2...256）。
- ADC 时钟可由 ADC 总线接口的 AHB 时钟除以一个可编程的因子（1、2 或 4）来提供。这种模式下，可选择可编程的分频因子（根据位 CKMODE[1:0]，选择 1、2 或 4）。

更多详细信息，请参考 STM32L1 和 STM32L4 系列产品的参考手册。

- DAC:

STM32L4 系列中，除了 PCLK1 时钟，LSI 时钟还可用于采样和保持操作。

- U(S)ART:

STM32L1 系列中，U(S)ART 时钟为 APB1 或 APB2 时钟（取决于 U(S)ART 映射到哪个 APB 总线）。

STM32L4 系列中，U(S)ART 时钟来源于以下四种源之一：系统时钟（SYSCLK）、HSI16、LSE、APB1 或 APB2 时钟（取决于 U(S)ART 映射到哪个 APB 总线）。

使用一个独立于系统时钟的时钟源（例如：HSI16）可实时改变系统时钟，而无需重新配置 U(S)ART 外设波特率预分频器。

- I2C:

STM32L1 系列中，I2C 时钟为 APB1 时钟（PCLK1）。

STM32L4 系列中，I2C 时钟来源于以下三种源之一：系统时钟（SYSCLK）、HSI16、APB1（PCLK1）。

使用一个独立于系统时钟的时钟源（例如：HSI16）可实时改变系统时钟，而无需重新配置 I2C 外设定时寄存器。

## 4.6 PWR

STM32L4 系列中的 PWR 控制器与 STM32L1 系列中的存在一些区别，表 13 中总结了这些区别。



表 13. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 PWR 区别

PWR	STM32L1 系列	STM32L4 系列
电源	$V_{DD} = 1.8\text{ V}$ (上电时) 或 $1.65\text{ V}$ (掉电时) 至 $3.6\text{ V}$ , 此时 BOR 可用。 $V_{DD} = 1.65\text{ V}$ 至 $3.6\text{ V}$ , 此时 BOR 不可用。 $V_{DD}$ 是 I/O 和内部调压器的外部电源。通过 $V_{DD}$ 引脚从外部提供。	$V_{DD} = 1.71$ 到 $3.6\text{ V}$ : I/O 和内部调压器的外部电源。通过 $V_{DD}$ 引脚从外部提供。
	$V_{CORE} = 1.2$ 到 $1.8\text{ V}$ $V_{CORE}$ 是数字外设、SRAM 和闪存的电源。它由内部调压器产生。有三个 $V_{CORE}$ 范围可供软件选择, 取决于 $V_{DD}$ 和目标频率。	$V_{CORE} = 1.0$ 到 $1.2\text{ V}$ $V_{CORE}$ 是数字外设、SRAM 和闪存的电源。它由内部调压器产生。有两个 $V_{CORE}$ 范围可供软件选择, 取决于目标频率。
	NA	$V_{BAT} = 1.55$ 到 $3.6\text{ V}$ : 当 $V_{DD}$ 不存在时, 作为 RTC、 $32\text{ kHz}$ 外部时钟振荡器和备份寄存器的电源 (通过电源开关供电)。
	$V_{DD}$ 和 $V_{DDA}$ 必须具有相同的电压值。	通过以低于模拟和 USB 的电压来运行 MCU, 独立电源 ( $V_{DDA}$ , $V_{DDUSB}$ , $V_{DDIO2}$ ) 可改善功耗。
	$V_{SSA}$ , $V_{DDA} = 1.8\text{ V}$ (上电时) 或 $1.65\text{ V}$ (掉电时) 至 $3.6\text{ V}$ , 此时 BOR 可用; 当 BOR 不可用时, $V_{SSA}$ , $V_{DDA} = 1.65$ 至 $3.6\text{ V}$ 。 $V_{DDA}$ 为 ADC、DAC、复位模块、RC 振荡器和 PLL 供电的外部模拟电源。当使用 ADC 时, 施加到 $V_{DDA}$ 的最小电压为 $1.8\text{ V}$ 。 $V_{DDA}$ 和 $V_{SSA}$ 必须分别连接到 $V_{DD}$ 和 $V_{SS}$ 。	$V_{SSA}$ , $V_{DDA} = 1.62\text{ V}$ (ADC/COMP) 到 $3.6\text{ V}$ $1.8\text{ V}$ (DAC/OPAMP) 到 $3.6\text{ V}$ $2.4\text{ V}$ (VREFBUF) 到 $3.6\text{ V}$ $V_{DDA}$ 是为 A/D 和 D/A 转换器、电压参考缓冲器、运算放大器和比较器供电的外部模拟电源。 $V_{DDA}$ 电压电平独立于 $V_{DD}$ 电压。
	$V_{LCD} = 2.5$ 到 $3.6\text{ V}$ LCD 控制器可由 VLCD 引脚外部供电, 或由嵌入式升压转换器产生的内部电压内部供电。	$V_{LCD} = 2.5$ 至 $3.6\text{ V}$ (同上面的 STM32L1 系列)
	NA	$V_{DDUSB} = 3.0$ 到 $3.6\text{ V}$ $V_{DDUSB}$ 为外部独立电源, 为 USB 收发器供电。 $V_{DDUSB}$ 电压电平独立于 $V_{DD}$ 电压。
NA	$V_{DDIO2} = 1.08\text{ V}$ 到 $3.6\text{ V}$ $V_{DDIO2}$ 是为 14 个 I/O (PG[15:2]) 供电的外部电源。 $V_{DDIO2}$ 电压电平独立于 $V_{DD}$ 电压。	
电池备份域	NA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 具有备份寄存器的 RTC (128 字节)</li> <li>- LSE</li> <li>- PC13 到 PC15 I/O</li> <li>- 3 个入侵引脚</li> </ul>

表 13. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 PWR 区别 (续)

PWR	STM32L1 系列	STM32L4 系列
电源监控器	集成 POR / PDR 电路 可编程电压检测器 (PVD)	
	欠压复位 (BOR) 上电后 BOR 可禁用	欠压复位 (BOR) BOR 始终使能, 关断模式下除外
	NA	4 个外设电压监测 (PVM) – PVM1 针对 V <sub>DDUSB</sub> – PVM2 针对 V <sub>DDIO2</sub> – PVM3/PVM4 针对 V <sub>DDA</sub> (~1.65 V/ ~2.2 V)
低功耗模式	睡眠模式	睡眠模式
	低功耗运行模式 (高达 128 kHz) 低功耗睡眠模式 (128 kHz)	低功耗运行模式 (高达 2 MHz) 低功耗睡眠模式 (2 MHz)  系统时钟限制于 2 MHz 之内, 但 I2C 和 U(S)ART/LPUART 可由 16 MHz HSI16 时钟驱动。
	停止模式	Stop 1 和 Stop 2 模式  一些附加功能外设 (cf 唤醒源)
	待机模式 (V <sub>CORE</sub> 域断电)	待机模式 (V <sub>CORE</sub> 域断电), 具有新功能: – BOR 始终为 ON – SRAM2 内容可保持 – 上拉或下拉可施加到每个 I/O 上
	NA	关断模式 (V <sub>CORE</sub> 域掉电, 功率监测停止)
唤醒源	睡眠模式 任意外设中断 / 唤醒事件	睡眠模式 任意外设中断 / 唤醒事件
	停止模式 任意 EXTI 线事件 / 中断 BOR、PVD、COMP、RTC、USB、IWDG	停止模式 任意 EXTI 线事件 / 中断 BOR、PVD、PVM、COMP、RTC、USB、IWDG、U(S)ART、LPUART、I2C、SWP、LPTIM、LCD
	待机模式 3 个 WKUP 引脚上升沿 RTC 事件 NRST 引脚外部复位 IWDG 复位	待机模式 5 个 WKUP 引脚上升沿或下降沿 RTC 事件 NRST 引脚外部复位 IWDG 复位
	NA	关机模式 5 个 WKUP 引脚上升沿或下降沿 RTC 事件 NRST 引脚外部复位

表 13. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 PWR 区别 (续)



PWR	STM32L1 系列	STM32L4 系列
唤醒时钟	从停止模式唤醒 MSI (全部范围达 4.1 MHz)	从停止模式唤醒 HSI16 16 MHz 或 MSI (全部范围达 48 MHz), 高速下可 5 μs 唤醒, 无需等待 PLL 启动时间。
	从待机模式唤醒 MSI 2.097 MHz	从待机模式唤醒 MSI (范围从 1 至 8 MHz)
	NA	从关断模式唤醒 MSI 4 MHz
配置	-	<p>STM32L4 系列中寄存器是不同的: 从 STM32L1 系列中的 2 个寄存器到 STM32L4 系列中的 23 个寄存器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 个控制寄存器</li> <li>- 2 个状态寄存器</li> <li>- 1 个状态清除寄存器</li> <li>- 每个 GPIO 端口有 2 个寄存器 (A,B,..H), 用于控制上拉或下拉 (16 个寄存器)</li> </ul> <p>STM32L1 系列的大多数配置位可见于 STM32L4 系列 (但有时可能具有不同编程模式)</p>
<p><b>色键:</b></p> <p> = 新功能或新结构 (STM32L1 和 STM32L4 系列之间的区别)</p> <p> = 相同功能, 但规范更改或增强</p> <p> = 功能不可用 (NA)</p> <p> = STM32L1 和 STM32L4 系列之间的显著区别</p>		



## 4.7 RTC

STM32L4 和 STM32L1 系列在 RTC 上执行几乎同样的功能。

**表 14. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 RTC 区别**

RTC	STM32L1 系列	STM32L4 系列
特性	粗数字校准（仅为保持兼容。新开发应只使用精密校准）。	仅可用精密校准。
配置	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RTC_CR/DCE 不可用</li> <li>- RTC_CALIB 寄存器不可用</li> <li>- RTC_TAFPCR (L1) -&gt; RTC_TAMPCR (L4) 在 RTC_OR/RTC_ALARM_TYPE 上可用，ALARMOUTTYPE 位除外</li> </ul>
<b>色键:</b>  = 相同功能，但规范更改或增强  = 功能不可用 (NA)		



关于 STM32L4 系列 RTC 功能的更多信息，请参考 STM32L4 系列参考手册的 RTC 章节。

### 4.8 SYSCFG 和 RI

STM32L4 和 STM32L1 系列在 SYSCFG 上执行几乎同样的功能。

下表显示了这些区别。

**表 15. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 SYSCFG 区别**

SYSCFG/RI	STM32L1 系列	STM32L4 系列
RI 特性	TIM2/TIM3/TIM4 的输入捕获 1,2,3 和四个来自可选 I/O 的走线选择 – 面向所有封装的内部参考电压 VREFINT 到可选 I/O 的布线 – 多达 40 个外部 I/O + 3 个内部节点 (内部参考电压 + 温度传感器 + 由 VCOMP 测量的 V <sub>DD</sub> 和 V <sub>DD</sub> /2) 可结合 ADC 接口用来进行数据采集 – COMP1 和 COMP2 的输入和输出走线	STM32L4 系列中, 用于触摸感应应用的 RI IO 开关控制已由专用外设 (TSC) 代替。  STM32L4 系列中, 其余开关控制 (用于 ADC, COMP) 和内部连接由每个专门外设来管理。整体功能是不等效的。
配置	-	大部分来自 STM32L1 系列的寄存器可见于 STM32L4 系列中: – SYSCFG_MEMRMP: 位 [9:8] (BOOT_MODE) 在 STM32L4 系列中无等效 (位)。 – SYSCFG_PMC: 在 STM32L4 系列中无等效。 – SYSCFG_EXTICR1/2/3/4: 每个 EXTIX[3:0] 映射到 PAX,..PHx 的值在 STM32L4 系列中是不同的。
<b>色键:</b>  = 相同功能, 但规范更改或增强  = 功能不可用 (NA)		

## 4.9 GPIO

STM32L4 系列 GPIO 外设嵌入了与 STM32L1 系列相同的功能。

在 STM32L4 系列中需要对为 STM32L1 系列使用 GPIO 而编写的代码进行微调，因为：

- 特定功能映射到不同 GPIO 上（见第 2 节：硬件移植中的引脚分配区别）
- 复用功能选项不同（寄存器 GPIOx\_AFRL 和 GPIOx\_AFRH 中的 AFSELY[3:0]）

下面是 GPIO 主要特性：


- GPIO 映射到 AHB 总线，实现更好性能
- I/O 引脚复用器和映射：引脚通过复用器连接到片上外设 / 模块，该复用器一次仅允许一个外设的复用功能 (AF) 连接到 I/O 引脚。这可以确保共用同一个 I/O 引脚的外设之间不会发生冲突。
- 针对 I/O 配置的更多可能和功能

关于 STM32L4 系列 GPIO 编程和用法的更多信息，请参考 STM32L4 参考手册 GPIO 章节的“I/O 引脚复用和映射”部分，并参考产品数据手册来获取关于引脚分配和复用功能映射的详细说明。

## 4.10 EXTI 源选择

STM32L1 和 STM32L4 系列上的外部中断 / 事件控制器（EXTI）极其相似。下表显示了主要区别。

表 16. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 EXTI 区别

EXTI	STM32L1 系列	STM32L4 系列
事件 / 中断线的数量	多达 24 条线	多达 40 条线 (14 条直接线, 26 条可配置线)
配置	-	EXTI 线源的选择通过 SYSCFG_EXTICRx 寄存器中的 EXTIX 位实现（在 STM32L1 和 STM32L4 系列中）。 但是，EXTICRx 寄存器的映射发生了改变。
<b>色键：</b>  = 相同功能，但规范更改或增强		

## 4.11 闪存

下表显示了 STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间 FLASH 接口的区别。

STM32L4 从结构 / 技术和接口方面对一个不同的 FLASH 模块进行了实例化，因此 STM32L4 系列产品闪存的程序设计过程和寄存器与 STM32L1 系列是不同的，需要重新编写 STM32L1 系列中为闪存接口编写的代码以使其在 STM32L4 系列产品中运行。

更多有关 STM32L4 系列 Flash 存储器的编程、擦除和保护的信息，请参见 STM32L4 的参考手册。

表 17. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 FLASH 区别

闪存	STM32L1 系列	STM32L4 系列
主要的 / 程序存储器	0x0800 0000 - (直到) 0x0805 FFFF	0x0800 0000 - 直到 0x080F FFFF
	多达 512 KB 分为 2 个存储区域 每个存储区: 多达 256 KB 扇区空间 = 4 KB: 16 页, 每页 256 字节  编程粒度: 32 位 读粒度: 64/32 位	高达 1 MB 分为 2 个存储区域 每个存储区: 256 页, 每页 2 KB 每页: 8 行, 每行 256 字节  编程和读粒度为 72 位 (包括 8 个 ECC 位)
特性	同时读写 (RWW) 双存储区自举 ECC (仅限 EEPROM 数据)	同时读写 (RWW) 双存储区自举 ECC
等待周期	多达 1 个 (取决于电源电压和频率)	多达 4 个 (取决于内核电压和频率)
ART Accelerator™	NA	从高速缓存执行时允许 0 等待状态。
数据 EEPROM 存储器	0x0808 0000 – 0x0808 0FFF (1,2 类) 0x0808 0000 – 0x0808 1FFF (3 类) 0x0808 0000 – 0x0808 2FFF (4 类) 0x0808 0000 – 0x0808 3FFF (5 类)	N/A 可由软件仿真
系统存储器	0x1FF0 0000 - 0x1FF0 0FFF (1,2 类) 0x1FF0 0000 - 0x1FF0 1FFF (3,4,5 类)	0x1FFF 0000 – 0x1FFF 6FFF (存储区域 1) 0x1FFF 8000 – 0x1FFF EFFF (存储区域 2)
一次可编程 (OTP)	NA	0x1FFF 7000 - 0x1FFF 73FF (存储区域 1)
选项字节	0x1FF8 0000 - 0x1FF8001F (所有类) 0x1FF8 0080 - 0x1FF8 009F (4,5 类)	0x1FFF 7800 - 0x1FFF 780F (存储区域 1) 0x1FFF F800 - 0x1FFF F80F (存储区域 2)
闪存接口	0x4002 3C00 - 0x4002 3FFF	0x4002 2000 - 0x4002 23FF
	-	与 STM32L1 系列的差别
擦除粒度	程序内存: 块 / 页 (256 字节) 数据 EEPROM 内存: 字节 / 半字 / 字 / 双字	页擦除 (2 KB) 存储区擦除和块擦除 (两个存储区)

表 17. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 FLASH 区别 (续)

闪存	STM32L1 系列	STM32L4 系列
读保护 (RDP)	级别 0, 无保护 RDP = 0xAA	
	级别 1 内存保护 RDP ≠ (级别 2 & 级别 0)	
	级别 2 RDP = 0xCC <sup>(1)</sup>	
专有代码读保护 (PCROP)	粒度: 1 个扇区 (4 KB)	2 个 PCROP 区域 (每个存储区 1 个) 粒度: 64 位 PCROP_RDP 选项: RDP 级别下降时, PCROP 区域保持。
写保护 (WRP)	粒度: 1 个扇区 (4 KB)	4 个写保护区域 (每个存储区 2 个) 粒度: 2 KB
用户选项字节	nRST_STOP	nRST_STOP
	nRST_STDBY	nRST_STDBY
	IWDG_SW	IWDG_SW
	NA	IWDG_STOP, IWDG_STDBY
	NA	WWDG_SW
	BOR_LEV[3:0]	BOR_LEV[2:0]
	nBFB2	BFB2
	NA	nBOOT1
	NA	SRAM2_RST, SRAM2_PE
NA	双扇区	
<b>色键:</b>  = 新功能或新结构 (STM32L1 和 STM32L4 系列之间的区别)  = 相同功能, 但规范更改或增强  = 功能不可用 (NA)  = STM32L1 和 STM32L4 系列之间的显著区别		

## 4.12 U(S)ART





相比于 STM32L1 系列， STM32L4 系列在 U(S)ART 上实现了几种新功能。

下表显示了这些区别。

表 18. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 U(S)ART 区别

U(S)ART	STM32L1 系列	STM32L4 系列
实例	3 x USART 2 x UART	3 x USART 2 x UART 1 x LPUART
波特率	高达 4 Mbit/s (时钟频率是 32 MHz, 8 倍过采样率时)	高达 10 Mbit/s (时钟频率是 80 MHz, 8 倍过采样率时)
时钟	单时钟域	双时钟域允许: – UART 功能和从停止模式唤醒 – 方便的波特率编程, 独立于 PCLK 重新编程
数据	字长: 可编程 (8 或 9 位)	字长: 可编程 (7、8 或 9 位) 可编程的数据顺序, 高位在前或低位在前
中断	10 个具有标志位的中断源	14 个具有标志位的中断源
特性	RS232 硬件流控制 (CTS/RTS) 使用 DMA 进行连续通信 多处理器通信 单线半双工通信 IrDA SIR ENDEC 模块 LIN 模式 SPI 主设备	
	Smartcard 模式 T = 0 和 T = 1 由软件实现。  停止位数: 0.5、1、1.5、2	支持智能卡模式 T = 0, T=1。(增加了功能, 可支持 T = 1, 如接收器超时、块长度、块检测末端、二进制数据反演等 ..... )。  停止位数: 1、1.5、2
特性	NA	从停止模式唤醒 (起始位, 接收字节, 地址匹配)。 支持 ModBus 通信: – 超时功能 – CR/LF 字符识别。 接收器超时中断 (除了 LPUART)。 自动波特率检测 (LPUART 除外)。 驱动器使能。 Tx/Rx 引脚配置可交换。 LPUART 不支持同步模式 (SPI 主设备), 智能卡模式, IrDA, LIN, ModBus, 接收器超时中断, 自动波特率检测。

表 18. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 U(S)ART 区别 (续)




U(S)ART	STM32L1 系列	STM32L4 系列
配置	-	L1 寄存器及相关位在 STM32L4 系列中是不同的。 详细内容请参考 STM32L4 参考手册。
<b>色键:</b>  = 新功能或新结构 (STM32L1 和 STM32L4 系列之间的区别)  = 相同功能, 但规范更改或增强  = 功能不可用 (NA)  = STM32L1 和 STM32L4 系列之间的显著区别		

### 4.13 I2C

STM32L4 实现了不同的 I2C 外设, 使软件管理更容易。

下表显示了这些区别。

表 19. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 I2C 区别

I2C	STM32L1 系列	STM32L4 系列
实例	x2 (I2C1, I2C2)	x3 (I2C1, I2C2, I2C3)
特性	7 位和 10 位寻址模式	
	SMBus	
特性	标准模式 (Sm, 达 100 kHz)	
	快速模式 (Fm, 达 400 kHz)	
配置	NA	快速模式 Plus (Fm+, 达 1 MHz)
	-	独立时钟
配置	-	地址匹配时从停止唤醒
配置	-	STM32L1 和 STM32L4 系列中寄存器配置区别很大。详细内容请参考 STM32L4 系列参考手册。
<b>色键:</b>  = 新功能或新结构 (STM32L1 和 STM32L4 系列之间的区别)  = 相同功能, 但规范更改或增强  = STM32L1 和 STM32L4 系列之间的显著区别		

### 4.14 SPI

STM32L4 和 STM32L1 系列在 SPI 上实现了几乎相同的功能（I2S 除外）。

下表显示了这些区别。

表 20. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 SPI 区别

SPI	STM32L1 系列	STM32L4 系列
实例	x3 (SPI1, SPI2, SPI3)	x3 (SPI1, SPI2, SPI3)
特性	SPI + I2S	STM32L4 系列中 SPI 不支持 I2S 功能，而代之以可用 2 个 SAI 接口。
数据大小	固定、可配置为 8 或 16 位	从 4 到 16 位可编程
数据缓冲	Tx & Rx 16 位缓冲 (单数据帧)	32 位 Tx & Rx FIFO (高达 4 个数据帧)
数据封装	无 (仅 16 位访问)	有 (8 位, 16 位或 32 位数据访问, 可编程 FIFO 数据阈值)
模式	SPI TI 模式 SPI Motorola 模式	SPI TI SPI Motorola 模式 NSSP 模式
速度	16 MHz (内核为 32 MHz)	待定
配置	-	数据大小和 Tx/Rx 流处理在 STM32L1 和 STM32L4 系列中是不同的, 因此需要不同的软件时序。
<p><b>色键:</b></p> <p> = 新功能或新结构 (STM32L1 和 STM32L4 系列之间的区别)</p> <p> = 相同功能, 但规范更改或增强</p> <p> = STM32L1 和 STM32L4 系列之间的显著区别</p>		



### 从 I2S 移植到 SAI:




STM32L4 不包括 SPI 外设的 I2S 接口部分，而是包括两个串行音频接口。

下表显示了 I2S 和 SAI 之间的主要区别。

表 21. 从 I2S 移植到 SAI

I2S/SAI	STM32L1 系列 (I2S)	STM32L4 系列 (SAI)
实例	x2	x2 (SAI1, SAI2)
特性	全双工通信。	具有两个独立的音频子模块（每个 SAI），子模块既可作为接收器，也可作为发送器，并带有自身的 FIFO。
	主模式或从模式操作。	两个音频子模块间可以是同步或异步模式。 多个 SAI 之间可实现同步。 两个音频子模块的主 / 从配置相互独立。
	8 位可编程线性预分频器，可实现精确的音频采样频率（从 8 kHz 到 192 kHz）。	当两个音频子模块都配置为以主模式工作时，每个子模块的时钟发生器采用独立的音频采样频率。
	数据格式可以是 16 位、24 位或 32 位。 数据方向始终为 MSB 在前。	数据大小可配置：8 位、10 位、16 位、20 位、24 位或 32 位。 可配置 Slot 中第一个有效位的位置。 支持 LSB 或 MSB 数据传输。
	通道长度由音频通道固定为 16 位（可容纳 16 位数据）或 32 位（可容纳 16 位、24 位、32 位数据）。	高达 16 个大小可配置的 Slot。 每帧的位数可配置。 帧同步有效电平可配置（偏移、位长、电平）。 具有立体声 / 单声道音频帧功能。
	可编程的时钟极性（就绪时的电平状态）	通信时钟选通边沿可配置 (SCK)。
	发送和接收使用同一个 16 位数据寄存器。	每个音频子模块集成多达 8 个字的 FIFO。
	支持的 I2S 协议： – I2S Philips 标准 – MSB 对齐标准（左对齐） – LSB 对齐标准（右对齐） – PCM 标准（在 16 位通道帧或扩展为 32 位通道帧的 16 位数据帧上进行短帧和长帧同步）。	音频协议： I2S, LSB 或 MSB 对齐, PCM/DSP, TDM（多达 16 个通道），AC'97。  SPDIF 输出。
用于发送和接收的 DMA 功能（16 位宽）	每个 SAI 有 2 个通道 DMA	

表 21. 从 I2S 移植到 SAI (续)

I2S/SAI	STM32L1 系列 (I2S)	STM32L4 系列 (SAI)
特性	可输出主时钟以驱动外部音频元件。 比率固定为 $256 \times F_s$ (其中 $F_s$ 为音频采样频率)	
	支持如下中断源 (使能时): - 错误 - 发送缓冲区空, 接收缓冲区非空。	支持如下中断源 (使能时): - 错误 - FIFO 请求。
	错误标志对应相应中断 (分别使能时): - 上溢和下溢检测 - 从模式下的帧同步信号提前检测, - 从模式下的帧同步信号滞后检测,	同上面的 STM32L1 系列 + 保护, 避免在下溢或上溢时偏离
配置	-	STM32L1 系列 I2S 和 STM32L4 系列 SAI 之间不兼容。用户必须配置目标协议的 SAI 接口。详细内容请参考参考手册。
<b>色键:</b>  = 新功能或新结构 (STM32L1 和 STM32L4 系列之间的区别)  = 相同功能, 但规范更改或增强  = STM32L1 和 STM32L4 系列之间的显著区别		

相比于 I2S 外设, SAI 外设提高了从模式下的通信稳健性 (例如数据时钟故障的情况下)

**主模式下**, 将一个应用从 STM32L1 移植到 STM32L4 系列时, 用户应当重新检查主时钟 (MCLK), 数据位时钟 (SCK), 利用 STM32L4 PLL 倍频因子和给定外部振荡器的 SAI 内部时钟除法器 (可能与 STM32L1 系列 I2S 不同) 所获得的帧同步 (FS) 频率。

STM32L4 MCU 中, SAI1 和 SAI2 输入时钟来自于以下四个时钟源之一 (由软件选择):

- 外部时钟, 对于 SAI1 (它) 映射到 SAI1\_EXTCLK, 而对于 SAI2 (它映射到) SAI2\_EXTCLK。
- PLLSAI1 (P) 除法器输出 (PLLSAI1CLK)
- PLLSAI2 (P) 除法器输出 (PLLSAI2CLK)
- 主 PLL (P) 除法器输出 (PLLSAI3CLK)

当时钟由三个内部 PLL 之一提供时, 三个 PLL 输入可能是 HSI16、HSE 或除以可编程因子 PLLM (从 1 至 8) 的 MSI (4 至 8 MHz 之间)。然后该输入乘以 PLLN (从 8 至 86), 得到 PLL VCO 频率 (应当在 64 至 344 MHz 之间)。最后除以 PLLP (7 或 17), 提供 SAI 的输入时钟 (最大值 80 MHz)

当主时钟 MCLK 用于外部从音频外设时，PLL 输出除以 SAI 内部主时钟分频因子（1、2、4、6、8、10 ... 30），提供主时钟（MCLK）。然后数据位时钟由 MCLK 按下面公式提供：

$$SCK = MCLK \times (FRL + 1) / 256$$

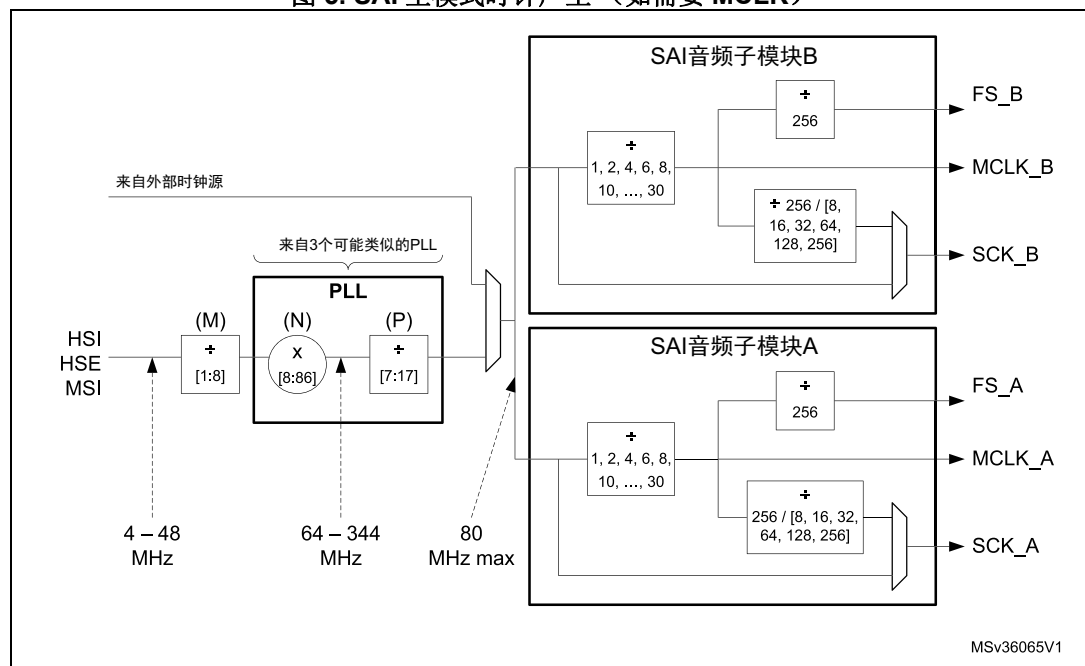
这里  $(FRL + 1) = 8, 16, 32, 64, 128, 256$ ：

- FRL 是音频帧中的位时钟周期 - 1。
- $(FRL + 1)$  应当为 2 的幂次方，大于或等于 8。

当不需要 MCLK 输出时，SCK 也可直接连接到 SAI 输入时钟。

帧同步（FS）频率始终为  $MCLK / 256$ 。

图 5. SAI 主模式时钟产生（如需要 MCLK）




更多详细内容请参考参考手册。

## 4.15 CRC

循环冗余检验（CRC）计算单元在 STM32L1 和 STM32L4 系列中极为相似。

下表显示了这些区别。

**表 22. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 CRC 区别**



CRC	STM32L1 系列	STM32L4 系列
特性	单输入 / 输出 32 位数据寄存器。 对于 32 位数据大小，CRC 计算在 4 个 AHB 时钟周期 (HCLK) 内完成。 8 位通用寄存器（可用于临时存储）。	
	使用 CRC-32（以太网）多项式： 0x4C11DB7。 处理 32 位数据大小。	位数可编程的（7 位、8 位、16 位和 32 位）的完全可编程多项式 处理 8 位、16 位、32 位数据大小。 可编程 CRC 初始值。 输入缓冲器可避免计算期间发生总线阻塞。 I/O 数据的可逆性选项。
配置	-	STM32L1 系列中的配置寄存器与 STM32L4 系列中相同。STM32L4 系列含有额外的寄存器，可实现新功能。 详细内容请参考参考手册。
<b>色键：</b>  = 新功能或新结构（STM32L1 和 STM32L4 系列之间的区别）		

## 4.16 AES

相比于 STM32L1 系列，STM32L4 系列在 AES 上实现了几种新功能。

下表显示了这些区别。

表 23. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 AES 区别

AES	STM32L1 系列	STM32L4 系列
特性	128 位寄存器，用来存储加密或密钥（4x 32 位寄存器）。	256 位寄存器，用来存储加密、解密或密钥（8x 32 位寄存器）。
模式	电子密码本（ECB）。 密码块连接（CBC）。 计数器模式（CTR）。	电子密码本（ECB）。 密码块连接（CBC）。 计数器模式（CTR）。 Galois 计数器模式（GCM）。 Galois 消息认证代码（GMAC）。 密文消息验证代码（CMAC）。
密钥长度	128 位	128 位，256 位
配置	-	STM32L1 系列中的所有寄存器和编程位均可见于 STM32L4 系列中。
<b>色键：</b>  = 新功能或新结构（STM32L1 和 STM32L4 系列之间的区别）  = 相同功能，但规范更改或增强		

## 4.17 LCD

STM32L4 系列 LCD 实现了与 STM32L1 系列相同的功能，除了附加内部输出缓冲器（能够进一步提高对比度，可以使用输出缓冲器来代替高驱动电阻网络）。

STM32L1 系列中的所有可编程寄存器和关联位与 STM32L4 系列中是等效的。但是，由于 VLCD 引脚在 STM32L4 系列中实现复用功能（与 STM32L1 系列相反），因此当升压转换器用作电源时，需要一个专用软件序列来配置 LCD。

更多详细内容请参考参考手册。

## 4.18 USB

STM32L4 和 STM32L1 系列实现了不同的 USB 外设。

STM32L1 系列实现 USB FS 器件接口，而 STM32L4 系列实现 USB OTG FS 接口。

对于 STM32L1 系列支持的大部分功能，STM32L4 系列也支持。

主要区别如下所列。

**表 24. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 USB 区别**

USB	STM32L1 系列	STM32L4 系列
特性	通用串行总线规范第 2.0 版。	通用串行总线规范第 2.0 版，包括链路功率管理 (LPM) 支持
	NA	完全支持 USB On-The-Go (USB OTG)。
	<b>FS 模式:</b> - 1 个双向控制端点 - 7 个 IN 端点 (批量、中断、同步) - 7 个 OUT 端点 (批量、中断、同步)。	<b>FS 模式:</b> - 1 个双向控制端点 - 5 个 IN 端点 (批量、中断、同步) - 5 个 OUT 端点 (批量、中断、同步)。
	USB 内部连接 / 断开特性，具有一个在 USB D+ (USB_DP) 线上的内部上拉电阻。	
	NA	连接检测协议 (ADP) 电池充电检测 (BCD)
	NA	当使用 USB 时，独立的 V <sub>DDUSB</sub> 电源允许使用更低的 V <sub>DDCORE</sub> 。
映射	APB1	AHB2
缓冲器存储	512 字节 (端点缓冲器和缓冲器描述符结构)。	1.25 KB 数据 FIFO 多达 6 个 Tx FIFO 管理 (每个 IN 端点 1 个) 和 1 个 Rx FIFO
低功耗模式	USB 挂起和恢复	USB 挂起和恢复。 链路电源管理 (LPM) 支持。
配置	-	STM32L4 系列中寄存器是不同的。 详细内容请参考参考手册。
<b>色键:</b>  = 新功能或新结构 (STM32L1 和 STM32L4 系列之间的区别)  = 相同功能，但规范更改或增强  = 功能不可用 (NA)  = STM32L1 和 STM32L4 系列之间的显著区别		

## 4.19 ADC

下表显示了 STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间 ADC 外设的区别，这些区别如下：

- 新的数字接口
- 新结构和新功能。

表 25. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 ADC 区别

ADC	STM32L1 系列		STM32L4 系列	
ADC 类型	SAR 结构			
实例	ADC1		ADC1 / ADC2 / ADC3	
最大采样频率	1 Msps		5.1 Msps (快速通道) 4.8 Msps (慢速通道)	
通道数	多达 42 个通道		每个 ADC 多达 19 个通道	
分辨率	12 位		12 位 + 达 16 位的数字过采样	
转换模式	单个 / 连续 / 扫描 / 间断		单个 / 连续 / 扫描 / 间断 双路模式	
DMA	有			
外部触发器	有			
	为规则组选择外部事件	为注入组选择外部事件	为规则组选择外部事件:	为注入组选择外部事件:
	TIM9_CC2	TIM9_CC1	TIM1 CC1	TIM1 TRGO
	TIM9_TRGO	TIM9_TRGO	TIM1 CC2	TIM1 CC4
	TIM2_CC3	TIM2_TRGO	TIM1 CC3	TIM2 TRGO
	TIM2_CC2	TIM2_CC1	TIM2 CC2	TIM2 CC1
	TIM3_TRGO	TIM3_CC4	TIM3 TRGO	TIM3 CC4
	TIM4_CC4	TIM4_TRGO	TIM4 CC4	TIM4 TRGO
	TIM2_TRGO	TIM4_CC1	EXTI 线 11	EXTI 线 15
	TIM3_CC1	TIM4_CC2	TIM8_TRGO	TIM8_CC4
	TIM3_CC3	TIM4_CC3	TIM8_TRGO2	TIM1_TRGO2
	TIM4_TRGO	TIM10_CC1	TIM1_TRGO	TIM8_TRGO
	TIM6_TRGO	TIM7_TRGO	TIM1_TRGO2	TIM8_TRGO2
	EXTI 线 11	EXTI 线 15	TIM2_TRGO	TIM3_CC3
			TIM4_TRGO	TIM3_TRGO
			TIM6_TRGO	TIM3_CC1
			TIM15_TRGO	TIM6_TRGO
			TIM3_CC4	TIM15_TRGO
电源要求	1.8 V 到 3.6 V		1.62 V 到 3.6 V 独立电源 (V <sub>DDA</sub> )	
参考电压	外部		STM32L4 系列外部 (2.0 V 至 V <sub>DDA</sub> ) 或内部参考电压 (2.048 V 或 2.5 V)	
电气参数	1.45 mA (最大值), 1.0 mA (典型值)		功耗与转换速率成比例; 200 μA/Msps (典型值)	

表 25. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 ADC 区别 (续)

ADC	STM32L1 系列	STM32L4 系列
输入范围	$V_{REF-} \leq V_{IN} \leq V_{REF+}$	
色键:	<p><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff00; border: 1px solid black;"></span> = 新功能或新结构 (STM32L1 和 STM32L4 系列之间的区别)</p> <p><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #996699; border: 1px solid black;"></span> = 相同功能, 但规范更改或增强</p>	

## 4.20 DAC

相比于 STM32L1 系列, STM32L4 系列实现了一些增强型 DAC。




下表显示了这些区别。

表 26. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 DAC 区别

DAC	STM32L1 系列	STM32L4 系列
实例	x2	
分辨率	12 位	
特性	12 位模式下数据采用左对齐或右对齐 噪声波和三角波产生 DAC 双通道单独或同时转换	
	NA	缓冲器偏移校准。 DAC_OUTx 可不连接到输出引脚。 停止模式下低功耗采样和保持模式。
DMA	有	
外部触发器	有	
	TIM6 TRGO TIM7 TRGO TIM9 TRGO TIM2 TRGO TIM4 TRGO EXTI 线 9 SW TRIG	TIM6 TRGO TIM8 TRGO TIM7 TRGO TIM5 TRGO TIM2 TRGO TIM4 TRGO EXTI 线 9 SW TRIG
电源要求	1.8 V 到 3.6 V	1.8 V 到 3.6 V 独立电源 ( $V_{DDA}$ )
参考电压	外部	STM32L4 系列外部 (1.8 V 至 $V_{DDA}$ ) 或内部 参考电压 (2.048 V 或 2.5 V)



表 26. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 DAC 区别 (续)

DAC	STM32L1 系列	STM32L4 系列
配置	-	SW 兼容，输出缓冲器管理除外。
<b>色键:</b>  = 新功能或新结构 (STM32L1 和 STM32L4 系列之间的区别)  = 相同功能，但规范更改或增强  = 功能不可用 (NA)  = STM32L1 和 STM32L4 系列之间的显著区别		




## 4.21 COMP

下表显示了 STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间 COMP 接口的区别。

表 27. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 COMP 区别

COMP	STM32L1 系列	STM32L4 系列
类型	COMP1 固定阈值 COMP2 轨到轨	COMP1, COMP2 轨到轨
输入	<b>COMP1:</b> - 25 (Cat.1,2) (24 个外部 IO + T 传感器) - 32 (Cat.3,4,5) (29 个外部 IO + T 传感器 + OPAMP1/2)  <b>COMP2:</b> 非反相: - 2 (Cat.1,2) (PB4, PB5) - 4 (Cat.3,4,5) (PB4, PB5, PB6, PB7) 反相: - 7 (PB3, DAC_OUT1/2, V <sub>REFINT</sub> × 1, 3/4, 1/2, 1/4)	<b>COMP1:</b> 非反相: - 2 (PC5, PB2) 反相: - 8 (PB1, PC3, DAC_OUT1/2, V <sub>REFINT</sub> × 1, 3/4, 1/2, 1/4)  <b>COMP2:</b> 非反相: - 2 (PB4, PB6) 反相: - 8 (PB3, PB7, DAC_OUT1/2, V <sub>REFINT</sub> × 1, 3/4, 1/2, 1/4)
输出	TIM2、TIM3、TIM4 的输入捕获和 OCREF 清除信号以及 TIM10 的输入捕获产生。  唤醒中断或事件产生 (EXTI 线)。	利用 GPIO 复用功能产生 TIM1/TIM8 的刹车输入信号。  唤醒中断或事件产生 (EXTI 线)。
特性	窗口比较器	
	NA	消隐源输出 可编程迟滞
	可编程速率 / 功耗 (COMP2)	可编程速率 / 功耗 (COMP1/COMP2)
电源要求	1.65 V 到 3.6 V	1.62 V 到 3.6 V

表 27. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 COMP 区别 (续)





COMP	STM32L1 系列	STM32L4 系列
输入范围	$V_{REF-} \leq V_{IN} \leq V_{REF+}$	
<b>色键:</b>  = 新功能或新结构 (STM32L1 和 STM32L4 系列之间的区别)  = 相同功能, 但规范更改或增强  = 功能不可用 (NA)		

## 4.22 OPAMP

相比于 STM32L1 系列, STM32L4 系列实现了一些增强型 OPAMP。

下表显示了这些区别。

表 28. STM32L1 系列和 STM32L4 系列之间的 OPAMP 区别

OPAMP	STM32L1 系列	STM32L4 系列
实例	x3	x2
特性	轨到轨输入和输出电压范围 低输入偏置电流 低输入偏移电压 低功耗模式 快速唤醒时间 增益带宽为 1 MHz	
	NA	可编程增益放大器 (PGA)
配置	-	STM32L4 系列和 STM32L1 系列中配置寄存器的组织方式不同。
<b>色键:</b>  = 新功能或新结构 (STM32L1 和 STM32L4 系列之间的区别)  = 相同功能, 但规范更改或增强  = 功能不可用 (NA)  = STM32L1 和 STM32L4 系列之间的显著区别		

## 5 修订历史

表 29. 文档修订历史

日期	版本	变更
2015 年 7 月 16 日	1	初始版本。

表 30. 中文文档修订历史

日期	版本	变更
2017 年 6 月 30 日	1	中文初始版本。

**重要通知 - 请仔细阅读**

意法半导体公司及其子公司（“ST”）保留随时对 ST 产品和 / 或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于 ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关 ST 销售条款。

买方自行负责对 ST 产品的选择和使用，ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的 ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致 ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 徽标是 ST 的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。

© 2017 STMicroelectronics - 保留所有权利 2017