

从 STM32F469/479 系列迁移到 STM32MP151、STM32MP153 和 STM32MP157 系列

引言

STM32MP151、STM32MP153 和 STM32MP157 器件是 STM32 Arm® Cortex® MPU 子类的一部分；它们都包括一个 Cortex®-M4，以及一个单核或双核 Cortex®-A7（取决于产品型号）。这些器件在本文档中被称为 **STM32MP15x**。

STM32MP15x 器件内的 Cortex®-M4 兼容（对于 STM32Cube 包）STM32F469/479 系列器件。这种兼容性允许从 STM32F469/479 设计轻松迁移到 STM32MP15x 系列中的类似器件，并且可以在不增加任何额外复杂性的情况下从它们明显更高的集成度和高级外设中获益。

STM32MP15x 高性能 Cortex®-A7 运行开放式操作系统（如 Linux），它提供丰富的连接和软件社区支持。

本应用笔记提供的信息有助于从 STM32F469/479 设计迁移到 STM32MP15x 设计。

1 STM32MP15x 系列概述

STM32MP15x 器件是 STM32MP1 系列的一部分。根据器件产品型号，该系统包括 Cortex®-M4 以及单核或双核 Cortex®-A7。

全功能系统（参见下表）包括：

- 一个 MPU 子系统：双 Cortex-A7，配 L2 缓存
- 一个 MCU 子系统：Cortex-M4，相关外设根据 CPU 活动提供时钟信号

表 1. STM32MP1 系列的配置

产品系列	参考手册	Cortex-A7 配置	Cortex-M4	GPU	DSI	FDCAN
STM32MP151	RM0441	单核	有	无	无	无
STM32MP153	RM0442	双核	有	无	无	有
STM32MP157	RM0436	双核	有	有	有	有

与 STM32F469/479 器件相比，STM32MP15x 系列提供额外的性能。

与 STM32F469/479 器件相比，STM32MP15x 器件包括更大的外设集，具有先进的功能和更高的系统集成度，例如：

- 双核 Arm® Cortex®-A7 子系统
- 3D 图形处理单元 (GPU)
- 外部 LPDDR2/LPDDR3/DDR3/DDR3L 16 位或 32 位接口
- 安全相关的外设 (ETZPC、TZC、BSEC、OTP)
- 千兆以太网 MAC 接口 (ETH1)
- FD 控制器局域网络 (FDCAN1/FDCAN2)，包括一个 TTCAN
- 电压参考缓冲器 (VREFBUF)
- SPDIF 接收器接口 (SPDIFRX)
- 高清多媒体接口 - 消费电子控制 (HDMI-CEC)
- 带两个端口的通用串行总线高速主机 (USBH)
- 两个嵌入式 USB 2.0 高速 PHY (USBPHYCTRL)
- 数字滤波器，用于 $\Sigma\Delta$ 调制器 (DFSDM1)
- 8 - 16 位模-数转换器 (ADC1/ADC2)
- DMAMUX 扩展到 DMA1/DMA2
- 主直接存储器存取 (MDMA)
- 硬件信号量 (HSEM)
- 低功耗定时器 (LPTIM1/LPTIM2/LPTIM3/LPTIM4/LPTIM5)
- 数字温度传感器 (DTS)

本迁移指南介绍从 STM32F469/479 到 STM32MP15x 器件的迁移。本文档中不涉及 STM32MP15x 系列上已有、但 STM32F469/479 系列上还没有的新特性（详细信息请参考 STM32MP15x 系列参考手册和数据表）。

有一些特性在 STM32F469/479 系列产品上可用，但是在 STM32MP15x 系列产品上不可用。下面列出了这些特性：

- DMA2D
- 内部 Flash

本文档适用于基于 Arm® 的器件。

提示

Arm 是 Arm Limited (或其子公司) 在美国和/或其他地区的注册商标。

2 硬件移植

SM32F469/479 系列和 STM32MP15x 系列之间没有完全兼容的封装，但是向 STM32MP15x 器件迁移的一个好方法是考虑以下标准：

- **GPIO:** 可用 GPIOs 的最小数量。应该对每个应用用例进行精确计数。
- **大小:** 封装大小（从 10×10 到 18×18）
- **PCB:** PCB 技术成本（TFBGA 间距 0.5 或 LFBGA 间距 0.8）
- **Perf (性能):** DDR 总线宽度（16 位或 32 位），关系到最大的 Cortex-A7 性能。

下表提供一个交叉参考，以帮助用户选择在 GPIO 数量上最接近的移植候选方案，同时根据一些不同的标准优先级（最小的封装大小、或最低的 PCB 成本、或最佳性能）。

表 2. 基于 GPIO 数量和封装大小的交叉选择

产品	GPIO	封装	大小(mm)	球形焊盘间距 (mm)	优先级	相似的器件	GPIO	封装	大小 (mm)	球形焊盘间距 (mm)	DDR 总线宽度
STM32F4x9Vx	71	LQFP100	14×14	-	大小	STM32MP15xxAD	98	TFBGA257	10×10	0.5	16
					pcb	STM32MP15xxAB	98	LFBGA354	16×16	0.8	16
					perf	STM32MP15xxAC	148	TFBGA361	12×12	0.5	32
					perf	STM32MP15xxAA	176	LFBGA448	18×18	0.8	32
STM32F4x9Zx	106	LQPF144	20×20	-	大小	STM32MP15xxAD	98	TFBGA257	10×10	0.5	16
					pcb	STM32MP15xxAB	98	LFBGA354	16×16	0.8	16
					perf	STM32MP15xxAC	148	TFBGA361	12×12	0.5	32
					perf	STM32MP15xxAA	176	LFBGA448	18×18	0.8	32
STM32F4x9Ax	114	UFBGA169	7×7	0.5	大小	STM32MP15xxAD	98	TFBGA257	10×10	0.5	16
					perf	STM32MP15xxAC	148	TFBGA361	12×12	0.5	32
	114	WLCSP168	4.89×5.69	0.4	大小	STM32MP15xxAD	98	TFBGA257	10×10	0.5	16
					perf	STM32MP15xxAC	148	TFBGA361	12×12	0.5	32
STM32F4x9Ix	131	LQFP176	24×24	-	大小	STM32MP15xxAC	148	TFBGA361	12×12	0.5	32
					pcb	STM32MP15xxAA	176	LFBGA448	18×18	0.8	32
	131	UFBGA176	10×10	0.65	大小	STM32MP15xxAD	98	TFBGA257	10×10	0.5	16
					perf	STM32MP15xxAC	148	TFBGA361	12×12	0.5	32
STM32F4x9Bx	161	LQFP208	28×28	-	大小	STM32MP15xxAC	148	TFBGA361	12×12	0.5	32
					pcb	STM32MP15xxAA	176	LFBGA448	18×18	0.8	32
STM32F4x9Nx		TFBGA216	13×13	0.8	大小	STM32MP15xxAC	148	TFBGA361	12×12	0.5	32
					pcb	STM32MP15xxAA	176	LFBGA448	18×18	0.8	32

3 启动模式选择

STM32F469/479 器件通常从嵌入式闪存或内部 SRAM 开始执行代码，通过启动引脚进行选择：

- 从用户 Flash 存储器启动
- 从系统内存启动（用于对用户闪存进行编程）
- 从嵌入式 SRAM 启动（主要用于调试阶段）

STM32MP15x 器件总是从内部 BootROM 启动。内部 BootROM 基于启动引脚和内部 OTP 熔丝进行启动。

- 从外部 Flash 启动：
 - SD 卡 (SDMMC1)
 - eMMC (SDMMC2)
 - SLC-NAND (FMC)
 - 串行 NOR-Flash (QUADSPI)
 - 串行 NAND Flash (QUADSPI)
- 从 UART 或高速 PHY 端口#2 上的 USB OTG 启动
 - 用于从 STM32CubeProgrammer (STM32CubeProg) 访问器件，例如对外部 Flash 或内部 OTP 熔丝进行编程

参考下面的 STM32 维基文章：

- https://wiki.st.com/stm32mpu/index.php/Boot_chains_overview
- https://wiki.st.com/stm32mpu/index.php/STM32MP15_ROM_code_overview

4 外设移植

本节详细介绍 STM32F469/479、STM32MP157、STM32MP153 和 STM32MP151 系列产品的特性和外设数量，分析 STM32F469/479 和 STM32MP15x 系列之间的外设交叉兼容性，以及相关产品的外设地址映射快照。



表 3. 与 STM32MP15x 系列相比, STM32F469/479 系列的特性和外设数量

产品		STM32F469/479 系列				STM32MP157 系列		STM32MP153 系列		STM32MP151 系列					
外设		STM32F469/x	STM32F479/x	STM32F469Zx	STM32F479Zx	STM32F469Ax	STM32F479Ax	STM32F469Ix	STM32F479Ix	STM32F469Nx	STM32F479Nx				
Flash (KB)		512 (仅面向 STM32F469x)				仅外部 Flash ⁽¹⁾⁽²⁾									
		1024													
		2048													
SRAM (KB)	系统	384 (160+32+128+64)				448 (128+128+64+64) ⁽³⁾									
	备用	4				4									
FMC 存储控制器		有				有 ⁽⁴⁾									
Quad-SPI		有				有									
以太网		无	有	有	有 ⁽⁵⁾	有	有 ⁽⁵⁾	有	有 ⁽⁵⁾						
定时器	通用	10				10									
	高级控制	2				2									
	基本	2				2									
随机数发生器		有				有									
通信接口	SPI / I2S	4/2 (全双工)	6/2 (全双工)					6/3 (全双工)							
	I2C	3				6									
	USART/UART	4/3	4/4					4/4							
	USB OTG FS	有				有 ⁽⁶⁾									
	USB OTG HS	有				有 ⁽⁷⁾									
	CAN	2				2 (FDCAN)				无					
	(SAI)	1				4									
	SDIO	有				有 ⁽⁸⁾									
相机接口		有				有									
MIPI-DSI 主机		有				有 ⁽⁹⁾				无					



产品	STM32F469/479 系列						STM32MP157 系列				STM32MP153 系列				STM32MP151 系列						
外设	STM32F469VX STM32F479VX STM32F469Z STM32F479Z STM32F469AX STM32F479AX STM32F469IX STM32F469IX STM32F479IX STM32F479IX STM32F469NX STM32F469NX STM32F479NX STM32F479NX						STM32MP157AAD STM32MP157CAD STM32MP157AAB STM32MP157CAB STM32MP157AAC STM32MP157CAC STM32MP157AAA STM32MP157CAA				STM32MP153AAD STM32MP153CAD STM32MP153AAB STM32MP153CAB STM32MP153AAC STM32MP153CAC STM32MP153AAA STM32MP153CAA				STM32MP153AAD STM32MP153CAD STM32MP153AAB STM32MP153CAB STM32MP153AAC STM32MP153CAC STM32MP153AAA STM32MP153CAA						
LCD-TFT	有						有 ⁽⁹⁾				无				无						
Chrom-ART Accelerator™ (DMA2D)	有						无, 但是有 3D GPU ⁽⁹⁾				无				无						
密码	有 (仅在 STM32F479xx 上)						有 (仅在 STM32MP15xCxx 上)				无				无						
Hash	有 (仅在 STM32F479xx 上)						无				无				无						
GPIO	71	106	114	131	161		98	148	176	98	148	176	98	148	176	98	148	176			
12 位 ADC	3						2 (可达 16 位)				无				无						
ADC 通道数	14	20	24				17	22	17	22	17	22	17	22	无						
12 位 DAC	有						有				无				无						
DAC 通道数	2						2				无				无						
最大 Cortex-M4 频率	180 MHz						209 MHz ⁽¹⁰⁾				无				无						
工作电压	1.7 至 3.6V						1.71 至 3.6V				无				无						
工作温度	结温: -40 至 125 °C						结温: -40 至 105 °C / -40 至 125 °C				无				无						
封装	LQFP100	LQPF144	UFBGA169 / WLCSPI168	LQFP176 / UFBGA176	LQFP208	TFBGA216	TFBGA257	LFBGA354	TFBGA361	LFBGA448	TFBGA257	LFBGA354	TFBGA361	LFBGA448	TFBGA257	LFBGA354	TFBGA361	LFBGA448			

1. Cortex-M4 只从内部 SRAM 运行。系统可从 SD-Card、eMMC、Serial-NOR、Serial-NAND 或 8 位 SLC-NAND 上的外部 Flash 启动。

2. 包括 1500 个用户可用的内部 OTP 位。

3. 用于 Cortex-M4 (包含 64kb 的 SRAM, 在 Standby 模式下可以保留, 用于早期 M4 唤醒)。Cortex-A7 另外还有 256Kb 的 SYSRAM。

4. 仅 NAND 和 PSRAM, 专用 16/32 位 DDR 接口上的 SDRAM

5. 千兆以太网

6. 仅当不使用 OTG HS 时。

7. 仅当不使用 OTG FS 时。两个嵌入式 PHY (与 Cortex-A7 USB 主机端口共享)。

8. 仅采用 Cortex-M4 可用的 4 位数据的 SDMMC3 实例（三个实例：8 + 8 + 4 位）。
9. 仅可用于 Cortex-A7。
10. 同时有双 Cortex-A7 可达 650 Mhz (STM32MP151 系列上的单 Cortex-A7)。

4.1

STM32 产品交叉兼容性

STM32MP15x 系列内嵌一组外设，可分为三组兼容性：

完全兼容：STM32CubeMP1 封装确保完全的向后兼容性，不过也可进行一些较小更改。

部分兼容：因为外设版本发生重大变更，可对用户代码进行一些修改以确保兼容性。

不兼容：该特性不存在于产品中，或者该特性必须移植到 Cortex-A7 OpenOS 端（例如，显示控制或以太网连接）。

表 4. STM32F469/479 与 STM32MP15x 系列的外设兼容性

外设	兼容性	STM32Cube MPU 软件包 Cortex-M4 - 向后兼容性
ADC	部分兼容	主要外设变更
CAN	部分兼容	新的 TT-FDCAN IP。FDCAN 仅在 STM32MP153 和 STM32MP157 系列产品上可用
CRC	完全兼容	主要版本更新
CRYP	完全兼容	CRYP 仅在 STM32MP15xC 器件上可用。
DAC	完全兼容	主要版本更新
DCMI	完全兼容	-
DMA	部分兼容	DMAMUX，用于选择请求
DMA2D	不兼容	STM32MP15x 系列中没有。图形不由 Cortex-M4 处理。GPU 可用于 STM32MP157 系列产品上的 Cortex-A7
DSI	不兼容	显示不由 Cortex-M4 处理。DSI 仅在 STM32MP157 系列上可用
ETH	不兼容	以太网不由 Cortex-M4 处理。
FMC	部分兼容	只支持有限的类似 PSRAM 的并行接口控制，比如基于二级低速并行基于 RAM 的显示或自定义 SoC (FPGA 或其他)。在从 NAND-Flash 启动时，不适用于 Cortex-M4
HASH	完全兼容	-
I2C	部分兼容	主要外设变更
IWDG	不兼容	IWDG 不打算用于 STM32MP15x 系列中的 Cortex-M4
LTDC	不兼容	显示不由 Cortex-M4 处理
OTGFS	部分兼容	部分兼容，在 FS 模式下使用 OTG 外设，内嵌全速 PHY
OTGHS	部分兼容	部分兼容，在 HS 模式下使用 OTG 外设，内嵌高速 PHY 端口#2
QUADSPI	部分兼容	主要版本更新。QUADSPI 不用于 Cortex-M4 就地执行 (XIP)，如果不在从串行 NOR-Flash 或串行 NAND-Flash 启动时使用，只能作为数据存储
RNG	完全兼容	主要版本更新
RTC	部分兼容	与安全和篡改相关的主要外设变更
(SAI)	完全兼容	主要版本更新
SDMMC	完全兼容	使用 SDMMC3 + 主要版本更新
SPI	部分兼容	主要外设变更
TIM1 - 8 和 TIM12 - 14	完全兼容	-
TIM9 - 11	完全兼容	TIM9 - TIM11 可以重新映射到 TIM15 - TIM17
UART/USART	完全兼容	主要版本更新
WWDG	完全兼容	主要版本更新

4.2

内存映射

与 STM32F469/479 系列相比，STM32MP15x 系列中的外设地址映射有了更改。

当为 Cortex-M4 使用 STM32CubeMP1 包时，地址映射不相关。

由于没有 Flash, STM32MP15x 系列中的内部 Cortex-M4 内存地址映射发生了变化, 因此总是从内部 SRAM 执行 Cortex-M4 代码。

下面是关于 STM32F469/479 和 STM32MP157 系列产品内存映射的摘录。

图 1. STM32F469/479 内存映射 (内部存储器焦点视图)

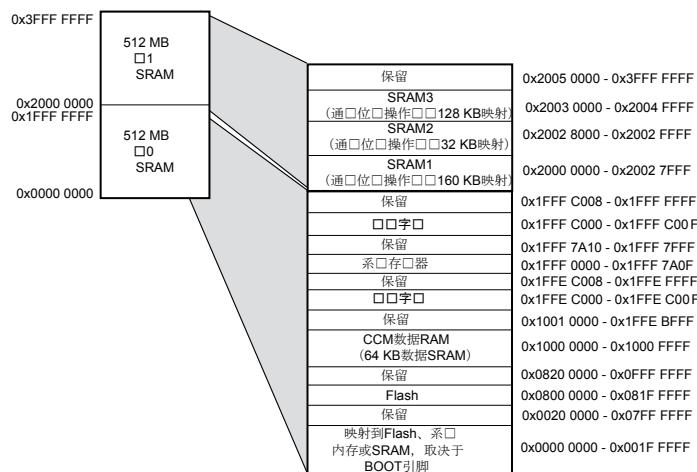
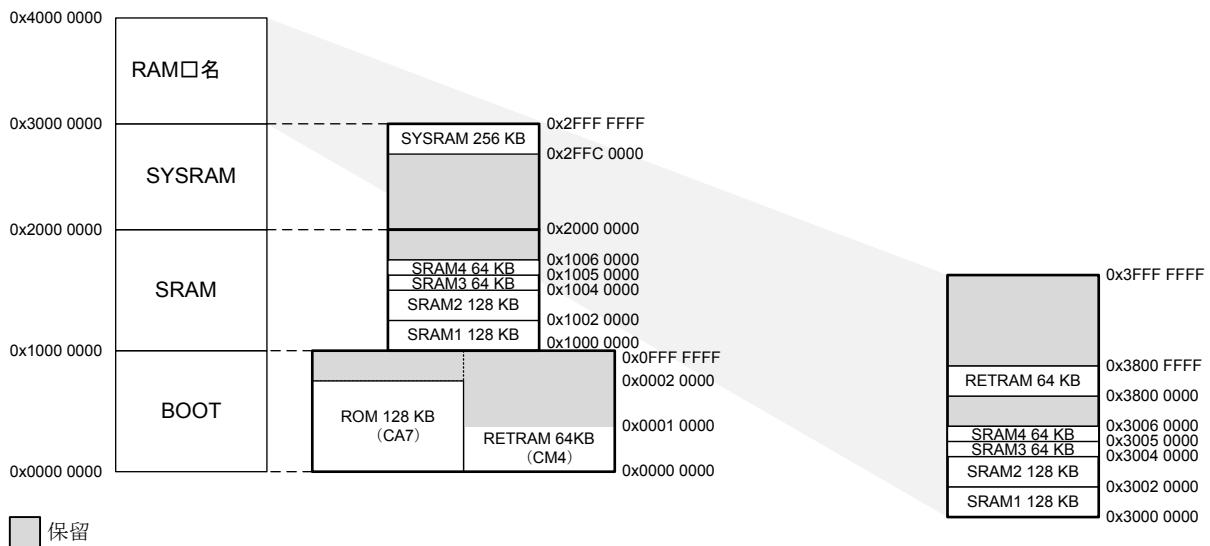


图 2. STM32MP157 系列内存映射 (内部存储器焦点视图)



5 应用程序迁移策略

除了 STM32F469/479 器件向 STM32MP15x 器件迁移时需要考虑的硬件更改外，还必须考虑 STM32 MPU 多核架构的一些关键概念。详细信息请参考以下文章：

- https://wiki.st.com/stm32mpu/index.php/Getting_started_with_STM32_MPUs

理解迁移的硬件执行环境原则很重要，因为每个 STM32MP15x 内部外设都被分配给一个执行环境。需要记住的一个关键点是，一些外设是共享的，这意味着它们可以被多个环境同时使用。

理解了硬件执行环境之后，下一步是理解 STM32MP15x 器件的分配能力。详细信息请参阅文章：

- https://wiki.st.com/stm32mpu/index.php/STM32MP1_peripherals_overview

上面提到的文章提供关于每个外设的描述，以及关于允许在多个执行环境中控制每个外设的软件组件的详细信息。为了将现有应用程序从 STM32F469/479 系列器件迁移到 STM32MP15x 系列器件，在 MPU 平台上必须考虑三个主要方面：

- 所有用户界面管理由运行在 Arm® Cortex®-A7 非安全硬件执行环境中的 Linux 控制。由于 GPU（图形处理单元）的存在，将用户界面从基于 STM32Cube 的固件迁移到基于 Linux 的解决方案可以带来强大的图形效果。GPU 通过 LTDC 和 DSI 控制器创建要显示的帧。除此之外，Linux 还负责高速连接，如 USB、以太网或 Flash 接口。维基文章 http://wiki.st.com/stm32mpu/index.php/Linux_application_frameworks_overview 介绍的框架作为 STM32 MPU 嵌入式软件的一部分交付，以支持所有外设。
- 所有实时和/或低功耗任务都可以通过一个基于 STM32Cube 的固件在 Arm Cortex-M4 执行环境中运行，相应的外设应该分配给该环境。为了更好地理解如何使 STM32F469/479 器件固件在该 MPU 协处理器环境中运行，请参考下面的文章：
https://wiki.st.com/stm32mpu/index.php/STM32CubeMP1_development_guidelines。
- 这两个环境之间的通信是通过由 Linux 端的 RPMsg 和 STM32Cube 端的 OpenAMP 控制的处理器间通信控制器（IPCC）进行的。外设和相应的框架可从下面的文章中获得：
https://wiki.st.com/stm32mpu/index.php/IPCC_internal_peripheral。

版本历史

表 5. 文档版本历史

日期	版本	变更
2019 年 2 月 19 日	1	初始版本。

目录

1	STM32MP15x 系列概述	2
2	硬件移植	3
3	启动模式选择	4
4	外设移植	5
 4.1	STM32 产品交叉兼容性	9
 4.2	内存映射	9
5	应用程序迁移策略	11
	版本历史	12

表一览

表 1.	STM32MP1 系列的配置	2
表 2.	基于 GPIO 数量和封装大小的交叉选择	3
表 3.	与 STM32MP15x 系列相比, STM32F469/479 系列的特性和外设数量	6
表 4.	STM32F469/479 与 STM32MP15x 系列的外设兼容性	9
表 5.	文档版本历史	12

图一覽

图 1.	STM32F469/479 内存映射（内部存储器焦点视图）	10
图 2.	STM32MP157 系列内存映射（内部存储器焦点视图）	10

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 标志是意法半导体的商标。关于意法半导体商标的其他信息，请访问 www.st.com/trademarks。其他所有产品或服务名称是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。

© 2021 STMicroelectronics - 保留所有权利