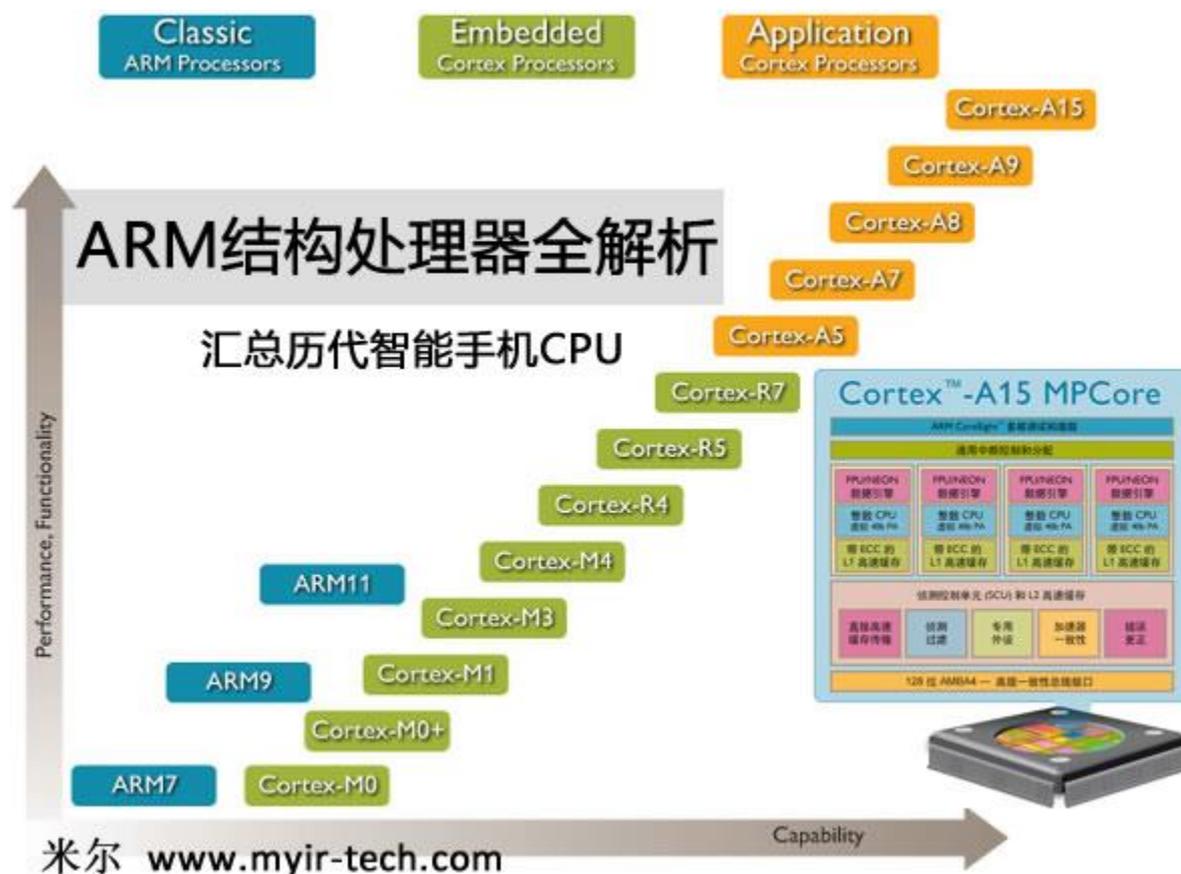
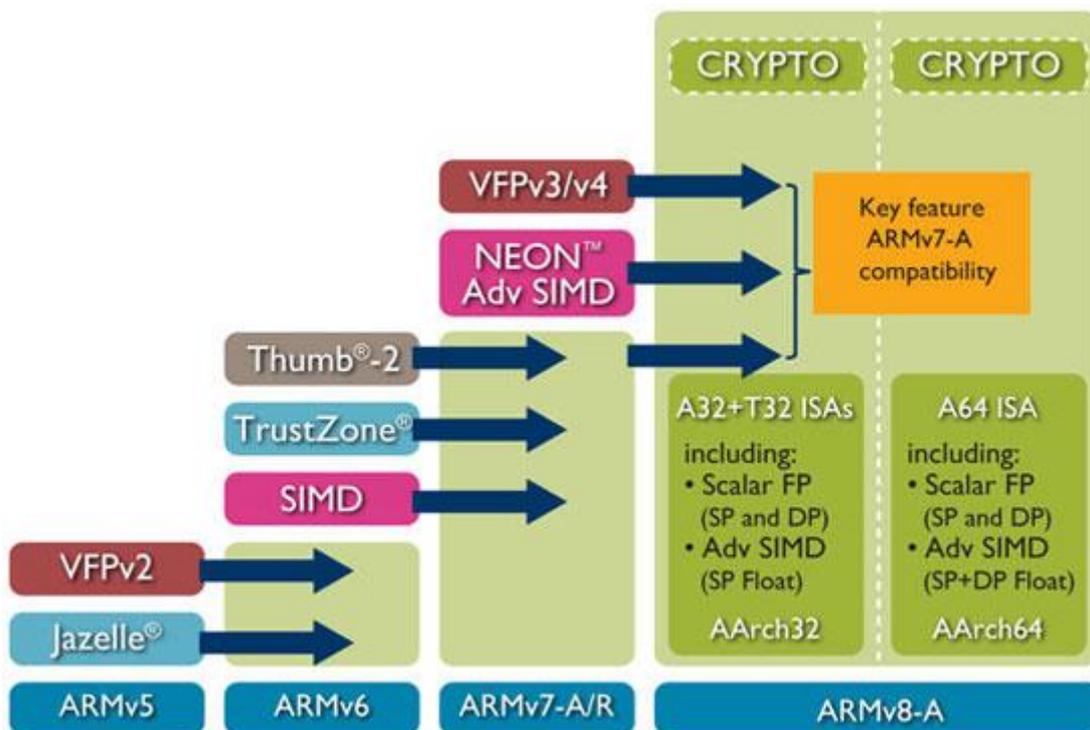


ARM 内核全解析，从 ARM7,ARM9 到 Cortex-A7,A8,A9,A12,A15 到 Cortex-A53,A57

前不久 ARM 正式宣布推出新款 ARMv8 架构的 Cortex-A50 处理器系列产品，以此来扩大 ARM 在高性能与低功耗领域的领先地位，进一步抢占移动终端市场份额。Cortex-A50 是继 Cortex-A15 之后的又一重量级产品，将会直接影响到主流 PC 市场的占有率。围绕该话题，我们今天不妨总结一下近几年来手机端较为主流的 ARM 处理器。



以由高到低的方式来看，ARM 处理器大体上可以排序为：**Cortex-A57 处理器、Cortex-A53 处理器、Cortex-A15 处理器、Cortex-A12 处理器、Cortex-A9 处理器、Cortex-A8 处理器、Cortex-A7 处理器、Cortex-A5 处理器、ARM11 处理器、ARM9 处理器、ARM7 处理器**，再往低的部分手机产品中基本已经不再使用，这里就不再介绍。



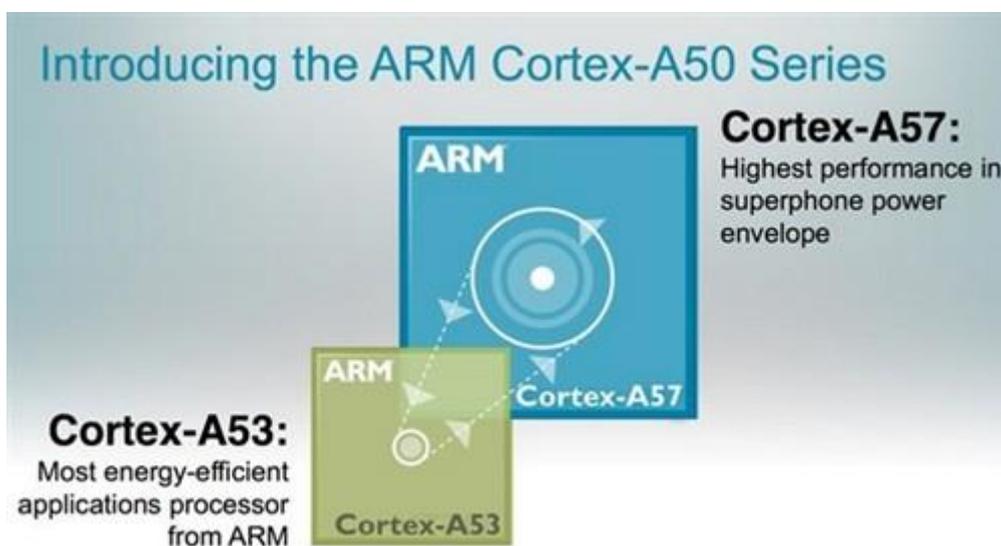
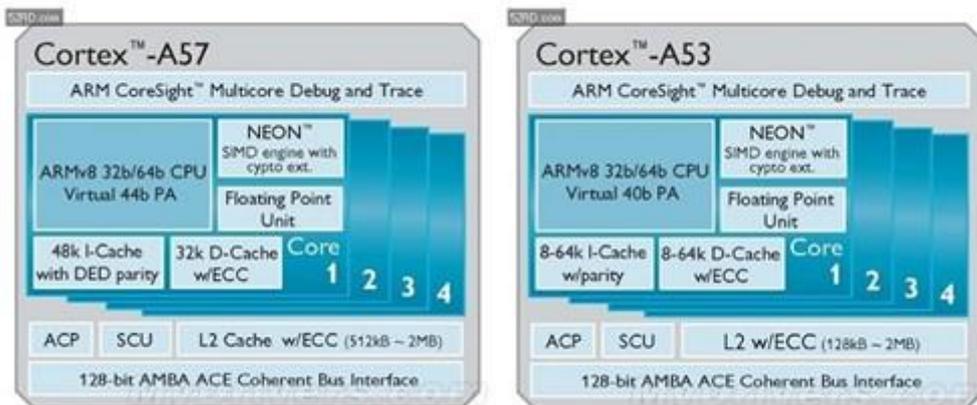
ARM 处理器架构发展

• **Cortex-A57、A53 处理器**

Cortex-A53、Cortex-A57 两款处理器属于 Cortex-A50 系列，首次采用 64 位 ARMv8 架构，意义重大，这也是 ARM 最近刚刚发布的两款产品。

Processor	Cortex-A57	Cortex-A53
Architecture	ARMv8	ARMv8
Interrupt Controller	Integrated GIC	Integrated GIC
L2 Cache Controller	Integrated w/ECC	Integrated w/ECC
I Cache	48k	8-64k
D Cache	32k	8-64k

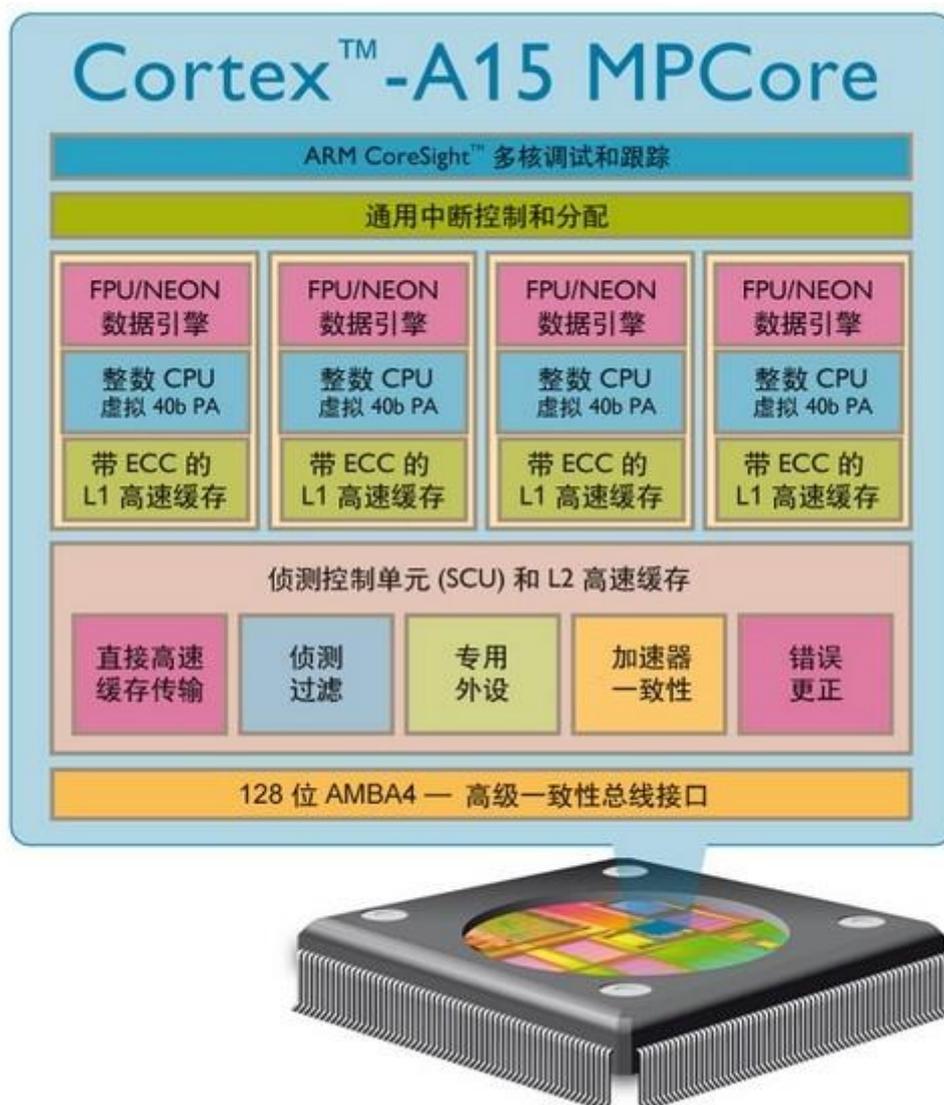
Cortex-A57 是 ARM 最先进、性能最高的应用处理器，号称可在同样的功耗水平下达到当今顶级智能手机性能的二倍；而 Cortex-A53 是世界上能效最高、面积最小的 64 位处理器，同等性能下能效是当今高端智能手机的二倍。这两款处理器还可整合为 ARM big.LITTLE（大小核心伴侣）处理器架构，根据运算需求在两者间进行切换，以结合高性能与高功耗效率的特点，两个处理器是独立运作的。



应用案例：预计于 2014 年推出。

• Cortex-A15 处理器架构解析

ARM Cortex-A15 处理器隶属于 Cortex-A 系列，基于 ARMv7-A 架构，是业界迄今为止性能最高且可授予许可的处理器。



Cortex-A15 MPCore 处理器具有无序超标量管道，带有紧密耦合的低延迟 2 级高速缓存，该高速缓存的大小最高可达 4MB。浮点和 NEON 媒体性能方面的其他改进使设备能够为消费者提供下一代用户体验，并为 Web 基础结构应用提供高性能计算。Cortex-A15 处理器可以应用在智能手机、平板电脑、移动计算、高端数字家电、服务器和无线基础结构等设备上。

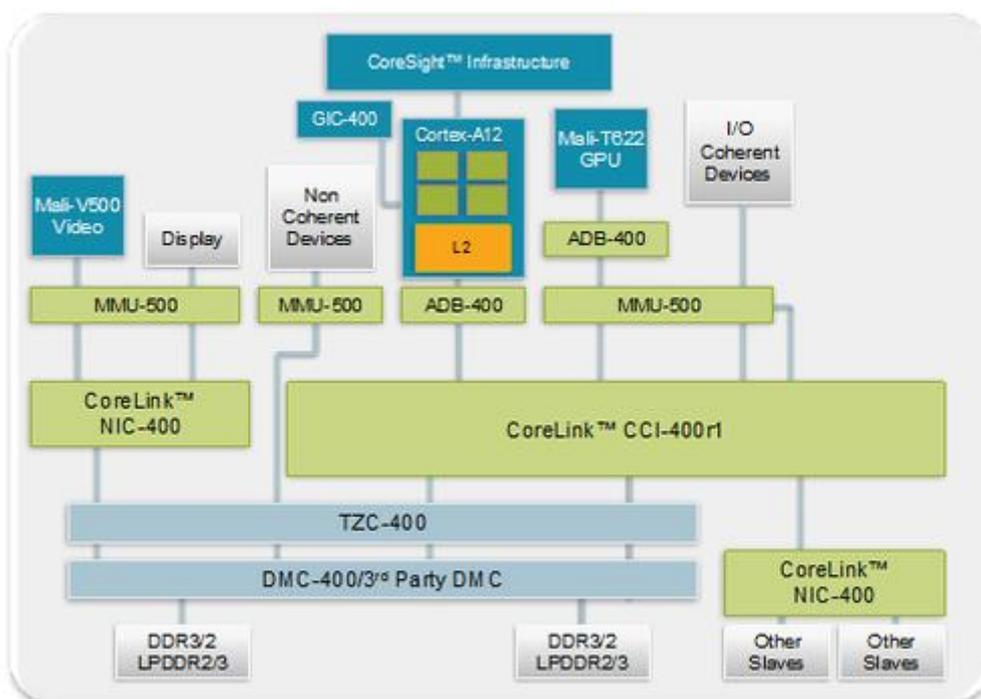
Cortex-A15 MPCore	
架构	ARMv7-A Cortex
多核	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 单处理器群集中的 1-4X SMP ▪ 通过 AMBA® 4 技术实现多个一致的 SMP 处理器群集
ISA 支持	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ARM ▪ Thumb-2 ▪ TrustZone® 安全技术 ▪ NEON™ 高级 SIMD ▪ DSP & SIMD 扩展 ▪ VFPv4 浮点 ▪ Jazelle® RCT ▪ 硬件虚拟化支持 ▪ 大物理地址扩展 (LPAE)
内存管理	ARMv7 内存管理单元
调试和追踪	CoreSight™ DK-A15

理论上，Cortex-A15 MPCore 处理器的移动配置所能提供的性能是当前的高级智能手机性能的五倍还多。在高级基础结构应用中，Cortex-A15 的运行速度最高可达 2.5GHz，这将支持在不断降低功耗、散热和成本预算方面实现高度可伸缩的解决方案。

应用案例：三星 Exynos 5250。三星 Exynos 5250 芯片是首款 A15 芯片，应用在了最近发布的 Chromebook 和 Nexus 10 平板电脑上面。Exynos 5250 的频率是 1.7GHz，采用 32 纳米的 HKMG 工艺，配备了 Mali-604 GPU，性能强大。另外据传三星下一代 Galaxy S4 将会搭载四核版的 Exynos 5450 芯片组，同样应用 Cortex-A15 内核。另外 NVIDIA Tegra 4 会采用 A15 内核。

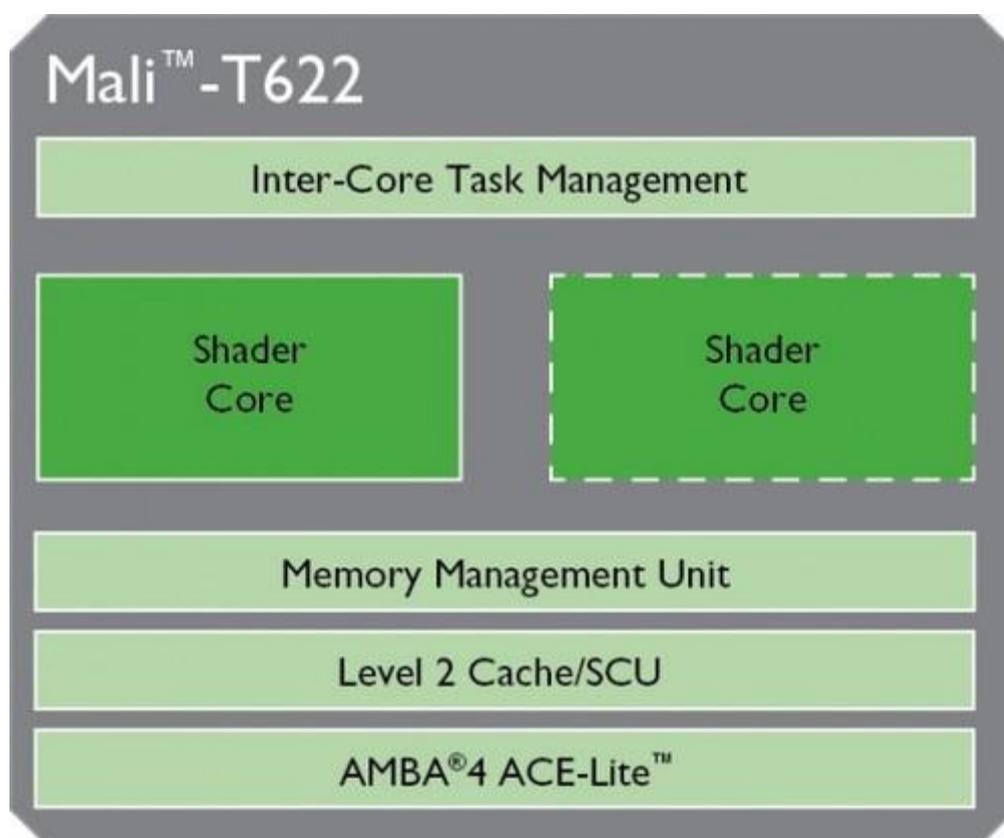
• Cortex-A12 处理器架构解析

2013 年中旬，ARM 发布了全新的 Cortex-A12 处理器，在相同功耗下，Cortex-A12 的性能上比 Cortex-A9 提升了 40%，同时尺寸上也同样减小了 30%。Cortex-A12 也同样能够支持 big.LITTLE 技术，可以搭配 Cortex-A7 处理器进一步提升处理器的效能。



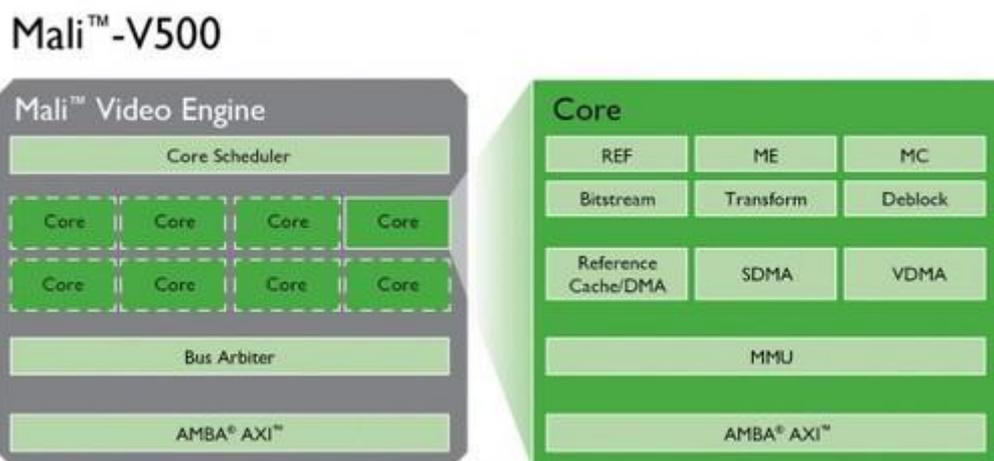
Cortex-A12 架构图

ARM 表示 Cortex-A12 处理器未来将应用于大量的智能手机以及平板产品，但更加侧重于中端产品。同时 ARM 也预计在 2015 年，这些中端产品在数量上将远超过旗舰级别的智能手机及与平板。



搭载 Cortex-A12 处理器的中端机在未来也将是非常有特点的产品，因为 Cortex-A12 能够支持虚拟

化、AMD TrustZone 技术，以及最大 1TB 的机身存储。这也就意味着未来搭载这一处理器的智能手机完全可以作为所谓的 BYOD (Bring Your Own Device) 设备使用，换句话说就是在作为自用手机的同时，还可以用作商务手机存储商务内容。



Mali-V500 架构图

同时 Cortex-A12 也搭载了全新的 Mali-T622 绘图芯片与 Mali-V500 视频编解码 IP 解决方案，同样也是以节能为目标。这样看来，定位中端市场，低功耗小尺寸，Cortex-A12 最终必然会取代 Cortex-A9。据悉，Cortex-A12 将于 2014 年投放市场，到时候我们也许会迎来中端市场的一次改变。

应用案例：2014 年发布。

● Cortex-A9 处理器架构解析

ARM Cortex-A9 处理器隶属于 Cortex-A 系列，基于 ARMv7-A 架构，目前我们能见到的四核处理器大多都是属于 Cortex-A9 系列。



Cortex-A9 处理器的设计旨在打造最先进的、高效率的、长度动态可变的、多指令执行超标量体系结构，提供采用乱序猜测方式执行的 8 阶段管道处理器，凭借范围广泛的消费类、网络、企业和移动应用中的前沿产品所需的功能，它可以提供史无前例的高性能和高能效。

	Cortex-A9 单核 软宏试用实现	Cortex-A9 双核 硬宏实现	
工艺	TSMC 65G	TSMC 40G	
优化方式	性能优化	性能优化	功率优化
标准单元库	ARM SC12	ARM SC12 + 高性能工 具包	ARM SC12 + 高性能工 具包
性能 (DMIPS 总计)	2,075 DMIPS	10,000 DMIPS	4,000 DMIPS
频率	830 MHz	2000 MHz (标准)	800 MHz (wc/ss)
能效 (DMIPS/mW)	5.2	5.26	8.0
目标频率下的总功率	0.4 W	1.9 W	0.5 W
芯片面积	1.5 mm ² (不包括高 速缓存)	6.7 mm ² (包括 L1 奇偶校验 和所有 DFT/DFM)	4.6 mm ² (包括所有 DFT/DFM)

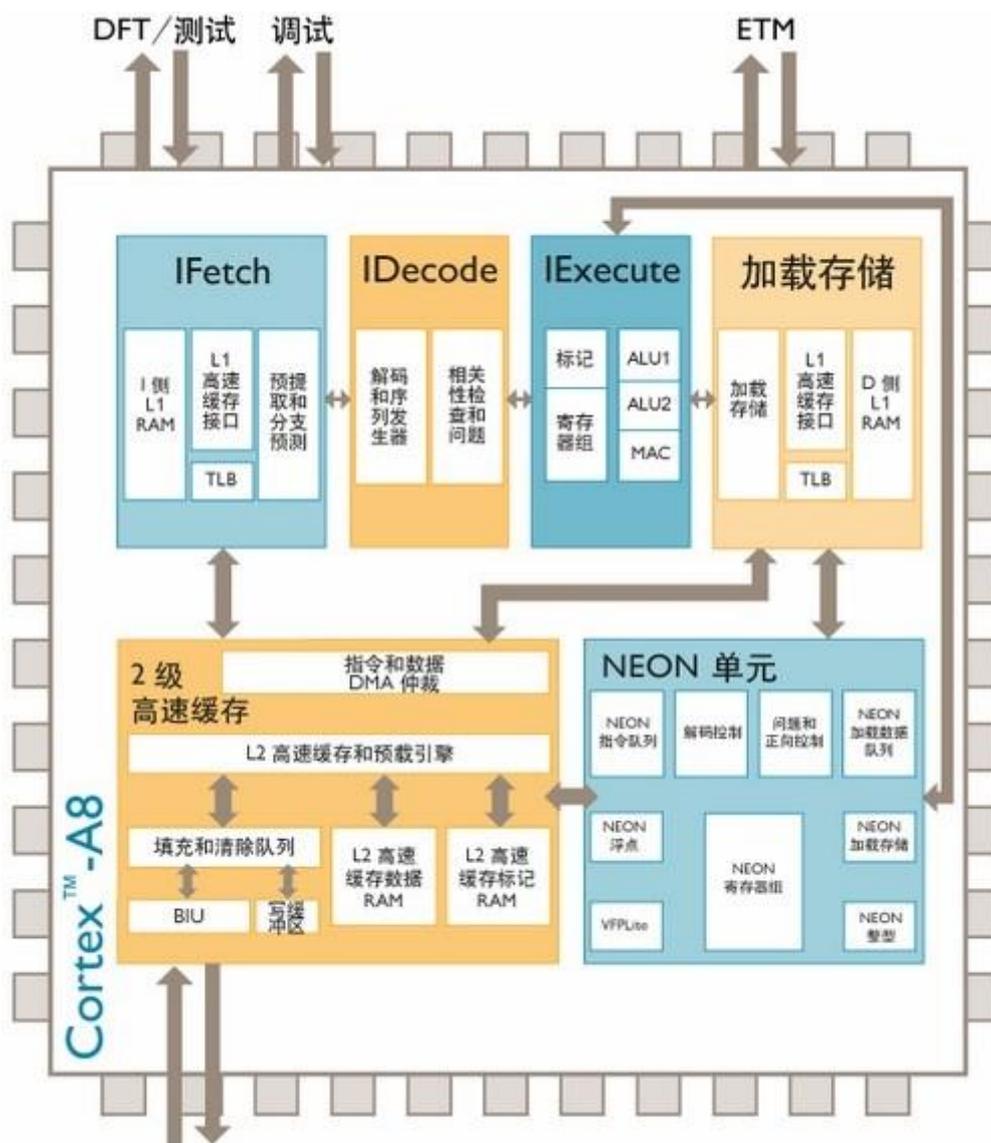
Cortex-A9 微体系结构既可用于可伸缩的多核处理器 (Cortex-A9 MPCore 多核处理器), 也可用于更传统的处理器 (Cortex-A9 单核处理器)。可伸缩的多核处理器和单核处理器支持 16、32 或 64KB 4 路关联的 L1 高速缓存配置, 对于可选的 L2 高速缓存控制器, 最多支持 8MB 的 L2 高速缓存配置, 它们具有极高的灵活性, 均适用于特定应用领域和市场。

Cortex-A9	
体系结构	ARMv7-A Cortex
Dhrystone 性能	每个内核 2.50 DMIPS/MHz
多核	1-4 个内核 还提供单核版本
ISA 支持	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ARM ▪ Thumb®-2 / Thumb ▪ Jazelle® DBX 和 RCT ▪ DSP 扩展 ▪ 高级 SIMD NEON™ 单元 (可选) ▪ 浮点单元 (可选)
内存管理	内存管理单元
调试和追踪	CoreSight™ DK-A9 (单独提供)

应用案例：德州仪器 OMAP 4430/4460、Tegra 2、Tegra 3、新岸线 NS115、瑞芯微 RK3066、联发科 MT6577、三星 Exynos 4210、4412、华为 K3V2 等。另外高通 APQ8064、MSM8960、苹果 A6、A6X 等都可以看做是在 A9 架构基础上的改良版本。

• Cortex-A8 处理器架构解析

ARM Cortex-A8 处理器隶属于 Cortex-A 系列，基于 ARMv7-A 架构，是我们目前使用的单核手机中最为常见的产品。



ARM Cortex-A8 处理器是首款基于 ARMv7 体系结构的产品，能够将速度从 600MHz 提高到 1GHz 以上。Cortex-A8 处理器可以满足需要在 300mW 以下运行的移动设备的功率优化要求；以及需要 2000 Dhrystone MIPS 的消费类应用领域的性能优化要求。

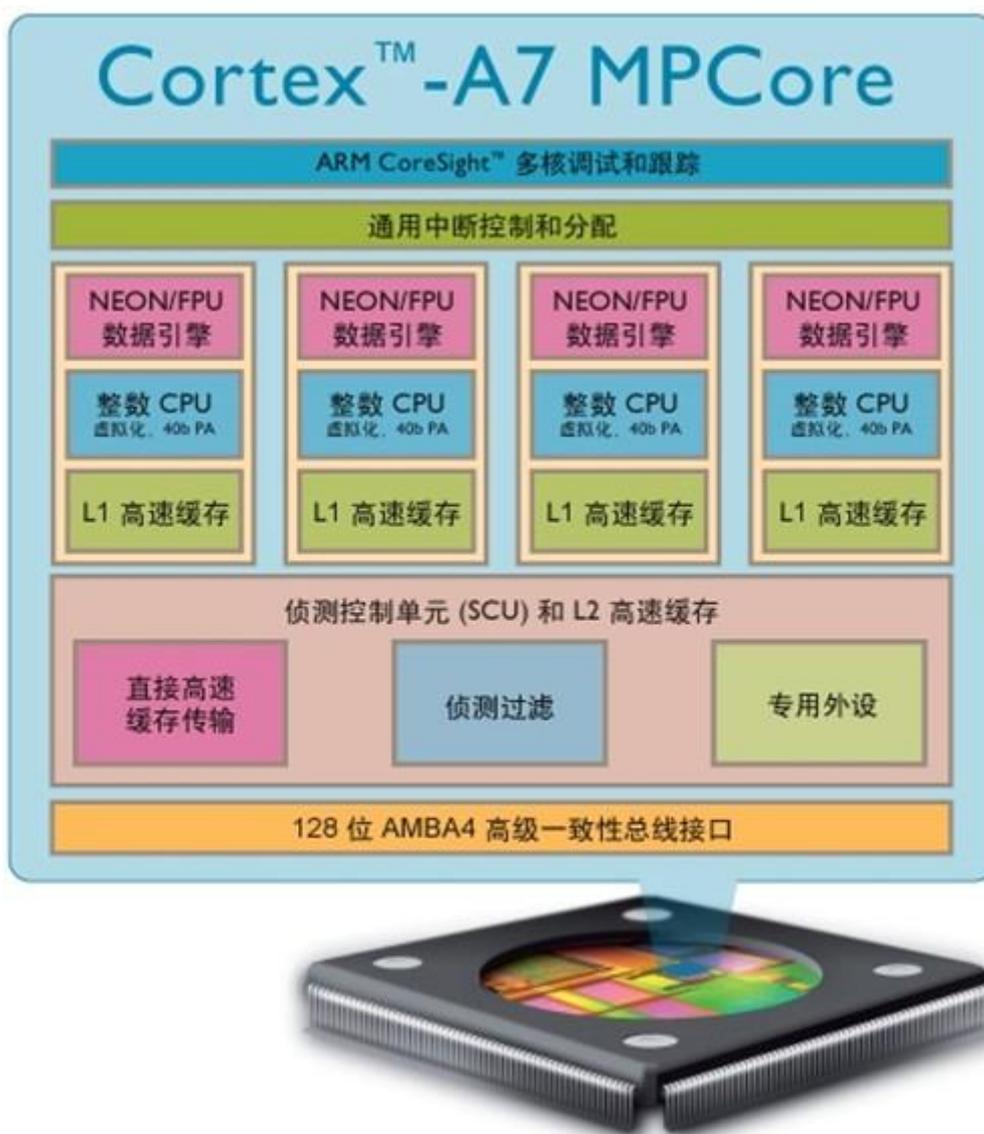
Cortex-A8	
架构	ARMv7-A Cortex
Dhrystone 性能	2.0 DMIPS / MHz
多核	否 – 仅单核
ISA 支持	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ARM ▪ Thumb[®]-2/ Thumb ▪ NEON™ ▪ VFPv3 浮点
内存管理	内存管理单元 (MMU)
调试和追踪	CoreSight DK-A8 (单独提供)

Cortex-A8 高性能处理器目前已经非常成熟，从高端特色手机到上网本、DTV、打印机和汽车信息娱乐，Cortex-A8 处理器都提供了可靠的高性能解决方案。

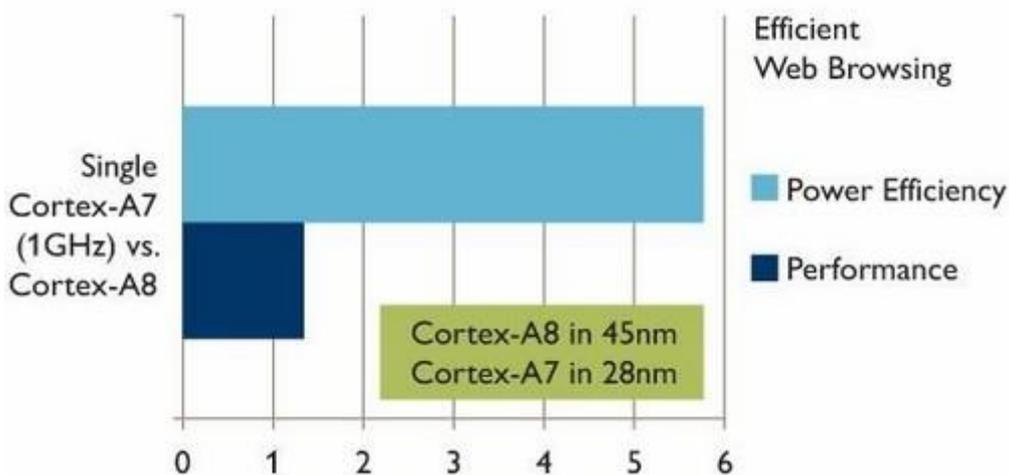
应用案例：[MYS-S5PV210 开发板](#)、TI OMAP3 系列、苹果 A4 处理器（iPhone 4）、三星 S5PC110（三星 I9000）、瑞芯微 RK2918、联发科 MT6575 等。另外，高通的 MSM8255、MSM7230 等也可看做是 A8 的衍生版本。

• Cortex-A7 处理器架构解析

ARM Cortex-A7 处理器隶属于 Cortex-A 系列，基于 ARMv7-A 架构，它的特点是在保证性能的基础上提供了出色的低功耗表现。



Cortex-A7 处理器的体系结构和功能集与 Cortex-A15 处理器完全相同，不同之处在于，Cortex-A7 处理器的微体系结构侧重于提供最佳能效，因此这两种处理器可在 big.LITTLE（大小核大小核伙伴结构）配置中协同工作，从而提供高性能与超低功耗的终极组合。单个 Cortex-A7 处理器的能源效率是 ARM Cortex-A8 处理器的 5 倍，性能提升 50%，而尺寸仅为后者的五分之一。



作为独立处理器，Cortex-A7 可以使 2013-2014 年期间低于 100 美元价格点的入门级智能手机与 2010 年 500 美元的高端智能手机相媲美。这些入门级智能手机在发展中世界将重新定义连接和 Internet 使用。

Cortex-A7 MPCore	
架构	ARMv7-A Cortex
多核	<ul style="list-style-type: none"> 单处理器群集中的 1-4X SMP 通过 AMBA® 4 技术实现多个一致的 SMP 处理器群集
ISA 支持	<ul style="list-style-type: none"> ARM Thumb-2 TrustZone® 安全技术 NEON™ 高级 SIMD DSP & SIMD 扩展 VFPv4 浮点 Jazelle® RCT 硬件虚拟化支持 大物理地址扩展 (LPAE)
内存管理	ARMv7 内存管理单元
调试和追踪	CoreSight™ SoC-400

应用案例：全志 Cortex-A7 四核平板芯片，联发科刚刚发布的 MT6589。

• **Cortex-A5 处理器架构解析**

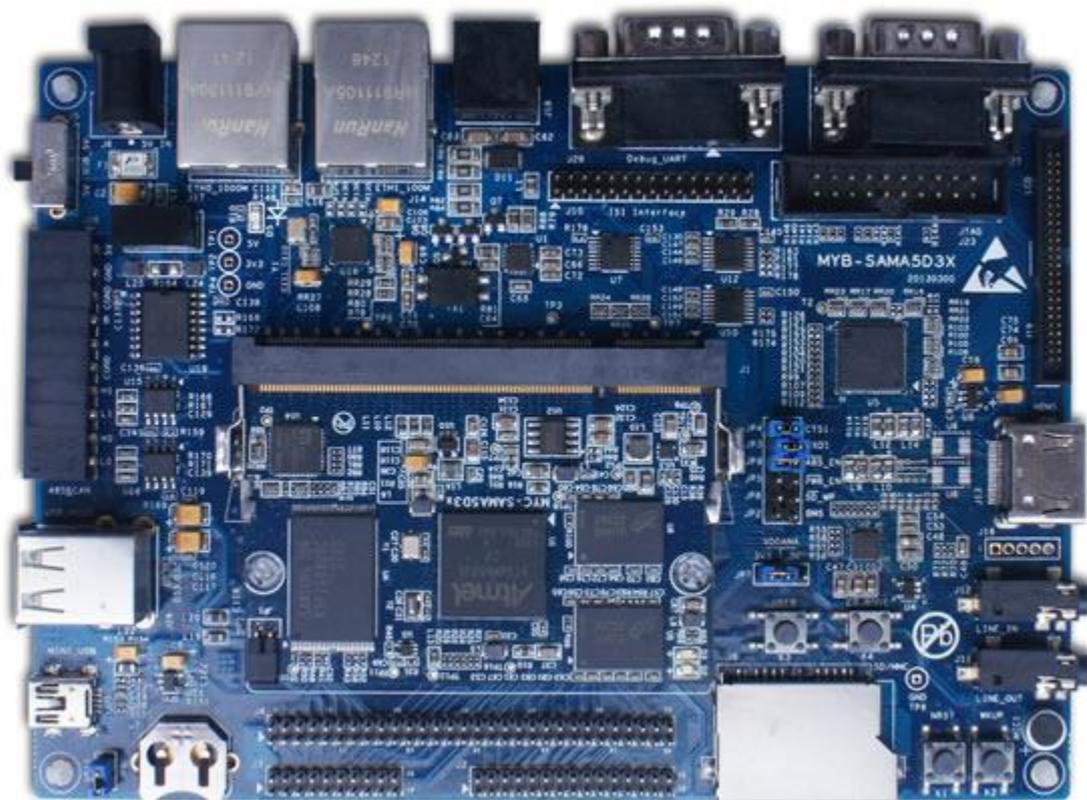
ARM Cortex-A5 处理器隶属于 Cortex-A 系列，基于 ARMv7-A 架构，它是能效最高、成本最低的处理器。



Cortex-A5 处理器可为现有 ARM9 和 ARM11 处理器设计提供很有价值的迁移途径，它可以获得比 ARM1176JZ-S 更好的性能，比 ARM926EJ-S 更好的功效和能效。另外，Cortex-A5 处理器不仅在指令以及功能方面与更高性能的 Cortex-A8、Cortex-A9 和 Cortex-A15 处理器完全兼容，同时还保持与经典 ARM 处理器（包括 ARM926EJ-S、ARM1176JZ-S 和 ARM7TDMI）的向后应用程序兼容性。

Cortex-A5	
体系结构	ARMv7-A Cortex
Dhrystone 性能	每个内核 1.57 DMIPS/MHz
多核	1-4 个内核 还提供单核版本
ISA 支持	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ARM ▪ Thumb@-2 / Thumb ▪ DSP & SIMD 扩展 ▪ VFPv4 浮点 (可选) ▪ NEON™ 高级 SIMD (可选) ▪ Jazelle® DBX 和 RCT
内存管理	ARMv7 内存管理单元
调试和追踪	CoreSight™ DK-A5

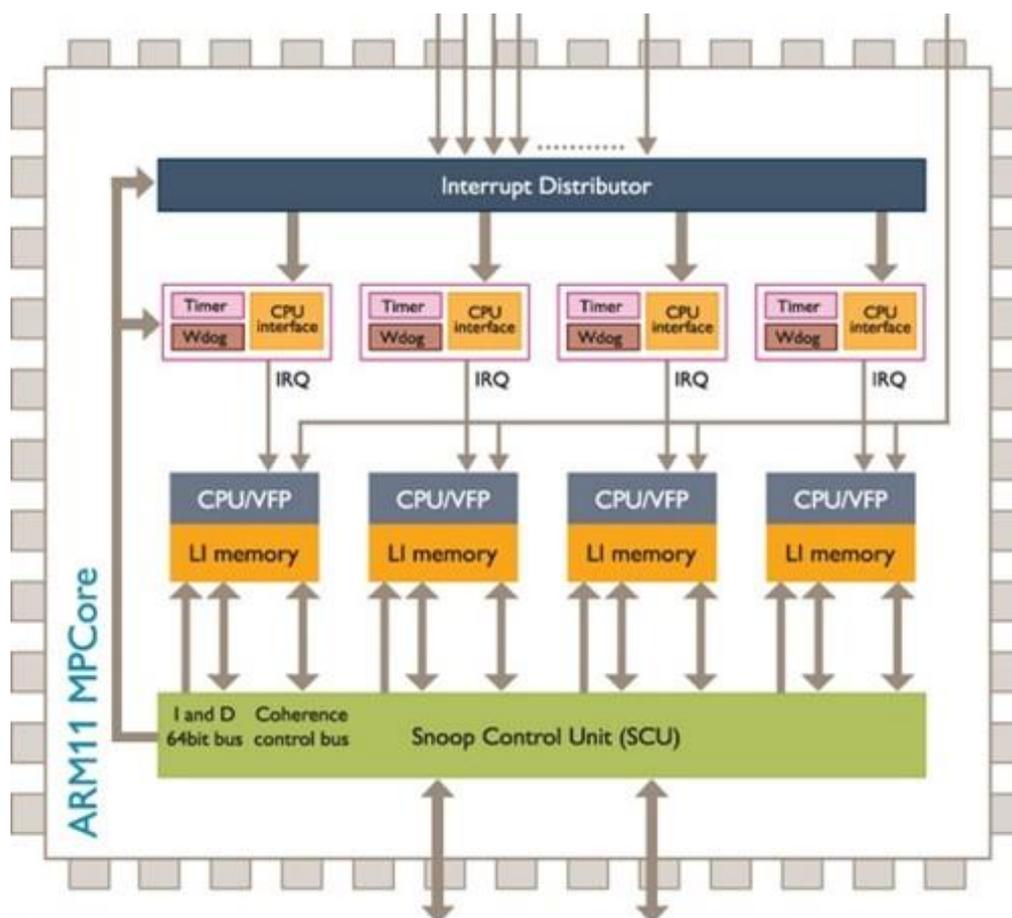
应用案例：高通 MSM7227A/7627A（新渴望 V、摩托罗拉 XT615、诺基亚 610、中兴 V889D、摩托罗拉 DEFY XT 等）、高通 MSM8225/8625（小辣椒双核版、华为 U8825D、天语 W806+、innos D9、酷派 7266 等）、米尔 [MYD-SAMA5D3X 系列开发板](#)（MYD-SAMA5D31、MYD-SAMA5D33、MYD-SAMA5D34、MYD-SAMA5D35）。



MYD-SAMA5D3X 开发板

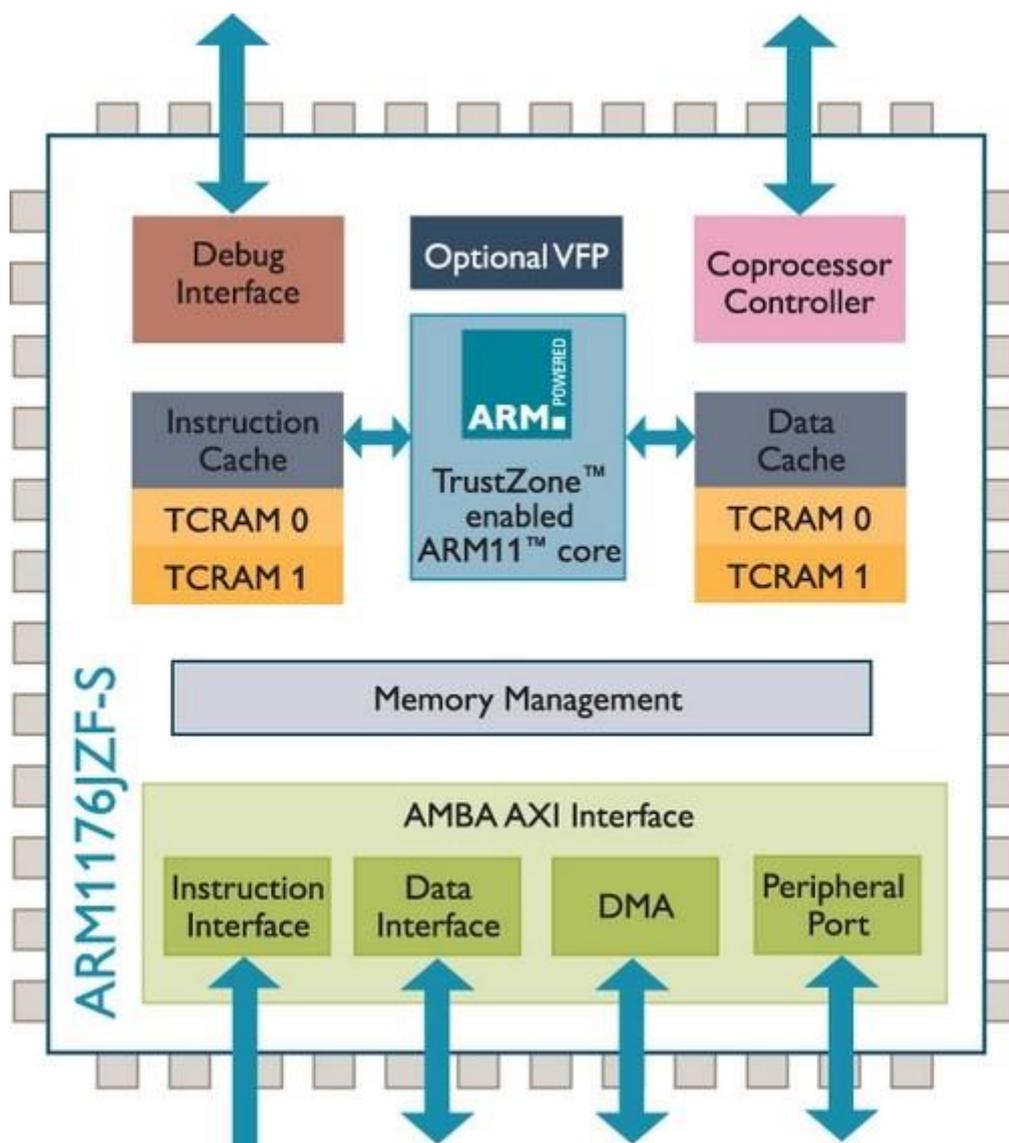
• ARM11 系列处理器架构解析

ARM11 系列包括了 ARM11MPCore 处理器、ARM1176 处理器、ARM1156 处理器、ARM1136 处理器，它们是基于 ARMv6 架构，分别针对不同应用领域。ARM1156 处理器主要应用在高可靠性和实时嵌入式应用领域，与手机关联不大，此处略去介绍。

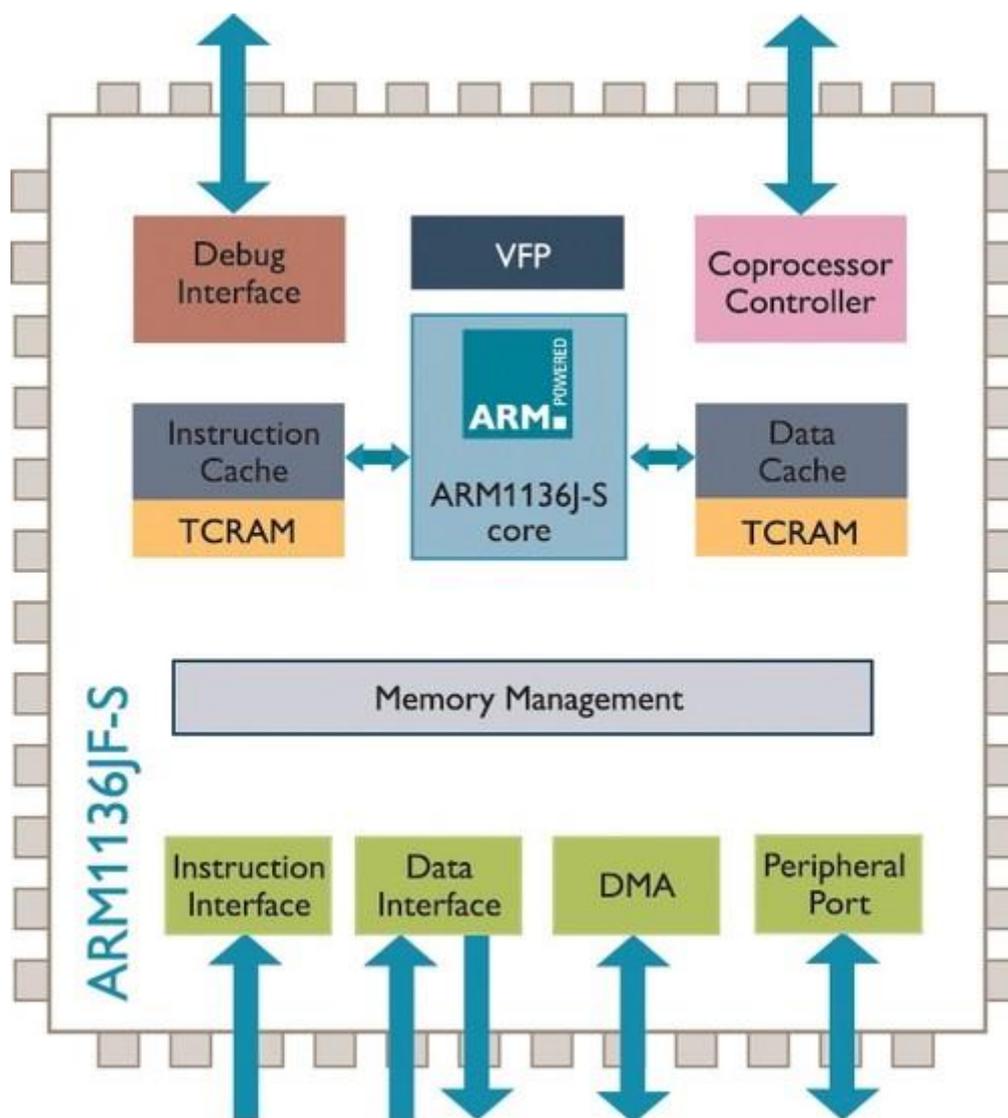


ARM11 MPCore 使用多核处理器结构，可实现从 1 个内核到 4 个内核的多核可扩展性，从而使具有单个宏的简单系统设计可以集成高达单个内核的 4 倍的性能。Cortex-A5 处理器是 ARM11MPCore 的相关后续产品。

ARM1176 处理器主要应用在智能手机、数字电视和电子阅读器中，在这些领域得到广泛部署，它可提供媒体和浏览器功能、安全计算环境，在低成本设计的情况下性能高达 1GHz。



ARM1136 处理器包含带媒体扩展的 ARMv6 指令集、Thumb 代码压缩技术以及可选的浮点协处理器。ARM1136 是一个成熟的内核，作为一种应用处理器广泛部署在手机和消费类应用场合中。在采用 90G 工艺时性能可达到 600MHz 以上，在面积为 2 平方毫米且采用 65 纳米工艺时可达 1GHz。



应用案例：高通 MSM7225（HTC G8）、MSM7227（HTC G6、三星 S5830、索尼爱立信 X8 等）、Tegra APX 2500、博通 BCM2727（诺基亚 N8）、博通 BCM2763（诺基亚 PureView 808）、Telechip 8902（平板电脑）。

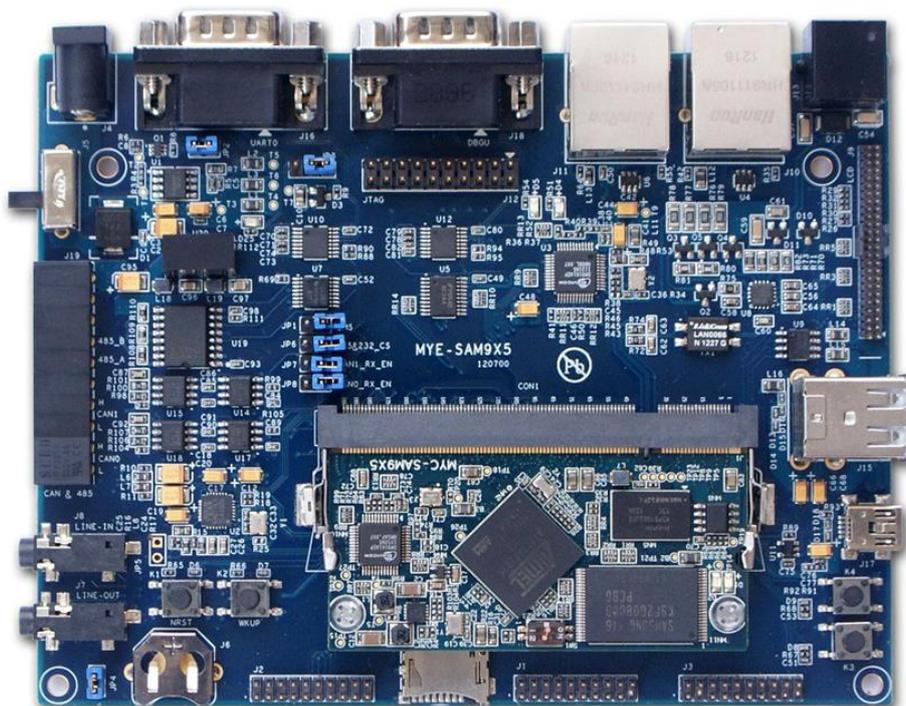
• ARM9 系列和 ARM7 系列处理器架构解析

ARM9 系列处理器系列包括 ARM926EJ-S、ARM946E-S 和 ARM968E-S 处理器。其中前两者主要针对嵌入式实时应用，我们这里就主要针对 ARM926EJ-S 进行介绍。

ARM926EJ-S	
架构	ARMv5TE
ISA 支持	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ARM ▪ Thumb® ▪ Jazelle® Java 扩展 ▪ DSP 扩展 ▪ 浮点单元 (可选)
管道	5 阶段
Dhrystone 性能	1.1 DMIPS/MHz
中断	FIQ/IRQ
内存系统	主/TCM 接口
总线	2x AMBA® AHB™ 接口 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 常规用 AHB-lite 主接口 ▪ 用于 DMA TCM 存取的 AHB-lite 辅助接口
调试和跟踪	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EmbeddedICE-RT 实时调试单元 ▪ JTAG 接口单元 ▪ 用于直接连接到嵌入式跟踪宏单元 (CoreSight™ ETM9) 的接口
可用性	可整合和硬宏

ARM926EJ-S 基于 ARMv5TE 架构，作为入门级处理器，它支持各种操作系统，如 Linux、Windows CE 和 Symbian。ARM926EJ-S 处理器已授权于全球 100 多家硅片供应商，并不断在众多产品和应用中得到成功部署，应用广泛。

应用案例：TI OMAP 1710。诺基亚 N73、诺基亚 E65、三星 SGH-i600 等手机采用的都是该处理器，以及包括米尔科技的 MYS-SAM9X5 系列工控开发板。



ARM9 开发板

- **ARM7 系列处理器**

ARM7 系列处理器系列包括 ARM7TDMI-S (ARMv4T 架构) 和 ARM7EJ-S (ARMv5TEJ 架构)，最早在 1994 推出，相对上面产品来说已经显旧。虽然现在 ARM7 处理器系列仍用于某些简单的 32 位设备，但是更新的嵌入式设计正在越来越多地使用最新的 ARM 处理器，这些处理器在技术上比 ARM 7 系列有了显著改进。



作为目前较旧的一个系列，ARM7 处理器已经不建议继续在新品中使用。它究竟有多老呢？上面的 Apple eMate 300 使用的就是一款 25MHz 的 ARM7 处理器，够古老了吧？