

## 苹果 iPad A4 处理器深度拆解分析

- 世界因为有了 Apple 新产品 iPad 而变得更迷人？EETimes 的姐妹研究机构 UBM TechInsights 除了拆解 iPad，也针对其内部由 Apple 自行开发的 A4 处理器进行深入探究；以下分析师 Young Choi 将带领读者解剖 A4 奥秘。

在看A4之前，先回顾一下Apple的应用处理器开发史：从2007年的第一代iPhone开始，Apple每年都推出两款新的移动产品，而且是iPhone与iPod Touch系列交替上市，依序是iPhone、第一代iPod Touch、iPhone 3G、第二代iPod Touch、iPhone 3GS、第三代iPod Touch，然后就是iPad。这些产品内部的应用处理器如下表：

2007			2008			2009			2010
									
<b>iPhone Q2 2007</b>	<b>iPod Touch (1<sup>st</sup> gen) Q3 2007</b>	<b>iPhone 3G Q3 2008</b>	<b>iPod Touch (2<sup>nd</sup> gen) Q3 2008</b>	<b>iPhone 3GS Q2 2009</b>	<b>iPod Touch (3<sup>rd</sup> Gen) Q3 2009</b>	<b>iPod Touch (3<sup>rd</sup> Gen) Q3 2009</b>	<b>iPad Q2 2010</b>		
<b>Applications Processors: 8900B series</b>			<b>Applications Processors: APL series</b>						

根据UBM TechInsights针对这些应用处理器所做的芯片分析，Apple会在iPhone系列之前先在iPod Touch系列产品（没有蜂窝无线通信功能）采用新技术。iPhone与iPhone 3G的应用处理器都是使用Samsung的90纳米嵌入式DRAM工艺，而第二代iPod Touch的应用处理器是首度采用65纳米工艺，然后iPhone 3GS才使用相同的工艺技术；接下来第三代iPod Touch也是率先采用45纳米应用处理器，并不是iPad。

检视Apple的每款行动产品，可以很快发现A4处理器所采用的工艺节点与晶圆代工厂，都是前几代应用处理器的智能累积。虽然工艺节点技术分析并不难，但要确认芯片的晶圆代工厂或是制造来源向来颇具挑战性；持续关注各主要晶圆代工厂的工艺节点发展，会是这方面的一个成功关键。

UBM TechInsights所采用的方法是将A4的晶粒边角封条（die edge seals）、保护层（passivation）与介电材料，与各制造商的已知识别记号相互比对，发现第三代iPod Touch与iPad的这款45纳米处理器有许多一致之处，因此确信A4应该也是由三星代工。而在确知晶圆代工厂以及节点技术后，接下来就可进一步分析工艺特性（process characteristics）、组件库（cell libraries）等，决定一颗处理器在设计上的创新性上对性能与功耗有所贡献的关键。

- iPad配备了一组 25 瓦特小时（Watt-hour）的电池，号称续航力可超过 10 小时；这是一个在产品差异化方面很重要的条件，也值得着手进一步调查，尤其是A4 处理器的功耗值。Apple所收购的Intrinsity与PA Semi两家IC设计公司，都具备改善处理器性能与功耗的潜力。

通过执行功能测试以及功耗量测，UBM TechInsights获得更多有关iPad功耗特性的信息（参考下表）；根据完整的产品拆解分析，单看面板的亮度设定，iPad的LCD模块大约消耗 1W~3.5W；在使用网络浏览功能（也是iPad的典型应用之一）、并将屏幕亮度设定为中等时，耗电量稍稍超过 2W。

	iPhone	iPhone 3G	iPod Touch 2 <sup>nd</sup> Gen	iPhone 3GS	iPod Touch 3 <sup>rd</sup> Gen	iPad
Die Marking	S5L8900B01	S5L8900B02	APL0278A00	APL0298C05	APL2298A02	APL0398B01
Manufacturer	Samsung	Samsung	Samsung	Samsung	Samsung	Samsung
Chip Size	8.5 x 8.5 (72mm <sup>2</sup> )	8.5 x 8.5 (72mm <sup>2</sup> )	6.0 x 6.0 (36mm <sup>2</sup> )	8.6 x 8.5 (73mm <sup>2</sup> )	6.4 x 6.4 (41.6mm <sup>2</sup> )	7.3 x 7.3 (53.3mm <sup>2</sup> )
Process Node	90nm	90nm	65nm	65nm	45nm	45nm
Interconnect	8 Cu, 1 W	8 Cu, 1 W				
Embedded DRAM	Yes	Yes	No	No	No	No
DRAM Size	128MB (64M x 16)	128MB (64M x 16)	128MB (32M x 32)	256MB (64M x 32)	256MB (64M x 32)	256MB (32M x 64)
Processor Core	ARM	ARM	ARM	ARM	ARM	ARM

综合各项结果并交叉参考数字，估计 iPad 的主板耗电量约为 1W，其中有 50%~80% 的耗电是来自 A4 处理器，因此推估在 iPad 透过 Wi-Fi 无线链接执行网络浏览功能时，该处理器的耗电量约在 500mW~800mW 之间。

至于执行音乐或视讯播放功能时，iPad 的耗电量约为 1.5W~1.7W（此时 LCD 屏幕的亮度调为最低）；在将 LCD 的耗电排除之后，iPad 主板功耗约为 450mW~650mW，此时同样估计处理器耗电量占据 50%~80%比例，推估约为 250mW~520mW。

由以上数据整体看来，A4 是一款省电的处理器，与所发表的规格相当；采用ARM核心、以先进工艺节点生产，并在特定关键路径的优化上加入一些创新，Apple可说是以这样的组件推出量产设备的市场第一家厂商。

- 要确认 A4 的特性是否与传言中的创新手法一致，接下来 UBM TechInsights 所做的是进行细芯片以及韧体的分析，来看看是否有任何专利技术进展被放在芯片中。该机构所使用的方法，包括深入到芯片基板层级的功能性布线分析（functional layout analysis），也让该处理器的各个功能区块曝光；此外还执行了一些特定的基准检验（benchmarking tests）。

在功能性布线分析方面，确认了不同的内存与逻辑功能区块，也识别出内存核心；透过不同的基准检验，UBM TechInsights 得出了许多有关 A4 处理器的细节，如下表：

Table 2: A4 Processor details obtained by UBM TechInsights' analysis

Item	Results	Based on:
Processor Core	ARM Cortex A8	Benchmarking test results combined with information from ARM
Instruction Set Architecture	ARMv7	Software testing
Number of ARM cores	1	Software testing
Performance	1,937,815 Dhrystones MIPS	Benchmarking test
Operating Frequency (estimated)	1GHz	Benchmarking test results combined with information from ARM (2000 Dhrystones MIPS per MHz for 64nm Cortex A8 core)
L1 Cache (effective data cache)	64KB	Benchmarking test results
L2 Cache	640KB	Based on functional layout analysis
NEON extension support	Yes	Software testing

根据 ARM 所提供的信息，采用 Cortex-A8 核心、65 纳米工艺技术，可达到 1GHz 运作的性能；A4 是一款 45 纳米节点组件，因此该处理器在性能与功耗之间显然达到了优化的平衡。另外也确认 A4 处理器支持 ARM 的 Neon 多媒体指令集延伸。

到目前为止，UBM TechInsights 确认了透过先进的核心技术、微缩的工艺节点，带来可预见的处理性能提升，以及在速度与功耗之间取得谨慎的结构性平衡；但也发现，CPU 功耗的进一步降低，所带来的影响力其实稍嫌有限。因为分析指出，LCD 背光仍是 iPad 耗电量最大的部份，因此唯有等到显示器技术能在功耗上有大幅度的进展，消费者才能确实感受到电池续航力的显著改善。