Click to prove you're human

今天花点时间，和大家一起全方位聊聊Apple Silicon M系列芯片这三年的发展，以M1、M2、M3、M4为主线，看看这几年苹果都做了啥，以及M系列芯片的高度究竟如何。本文1.25万字，阅读大概需要30分钟！如有帮助，不吝赐赞关注哈！ @红叶绮罗香 无门槛红包，最高25618元，祝好运！缘起我发现很多人在选择MacBook或者iPad的时候，总是会纠结如何选择Apple Silicon M系列芯片的问题。在我看来，只要搞清楚苹果芯片发展的脉络，如何选择就不应该是一个问题。其实当年M1那是出道即巅峰，说的直白点，那是一经问世就傲视群雄的节奏，后续能够保持每年稳定提升就已经很超乎想象了。而从M1当年单核2274、多核8216到M4的单核3907、多核15094，其实也就不到三年半时间。作为对比，其实Intel最新一代的Ultra系列处理器，CPU性能对比上一代基本就是零提升的。不过呢？我是不可能满足于官方给的这么点数据的，所以接下来不妨一起深挖一下。近期MacBook Pro降价促销很给力，以下链接可先领个券，还可以叠加国补，有兴趣不妨关注一下。MacBook Air M4。M4(10 + 10) + 16GB + 512GB。M4 Pro(12 + 16) + 24GB + 512GB。M4 Max(14 + 32) + 36GB + 1TB。关键指标直接上图！顺带也给一下其他Pro级和Max级芯片的核心参数对比。M系列芯片的优势Apple Silicon M系列芯片从问世以来，就是近乎天花板级的台积电工艺制程、夸张的晶体管数量以及恐怖的单核心性能。更重要的是，Apple Silicon M系列芯片的最大意义在于，它让主板的复杂设计，变得异常简洁。这是以前MacBook的主板设计，CPU、GPU、运行内存、I/O芯片、安全芯片、雷雳控制器等，分散在主板各个位置。各种互相通信，各种带宽限制，各种高功耗发热。甚至是CPU和GPU都有着各自的运行内存，数据需要在两个独立内存之间频繁拷贝。而从M1开始，这些东西都做到了All-in-one。使用集成大量功能的M1芯片以后的主板，不仅设计简单，故障率更低，而且做到了功耗极低，性能更强。当然，这些可不是单纯的技术分析。无论是搭载Apple Silicon M系列芯片的MacBook获得近乎翻倍的续航提升，与此同时还能带来极致的性能提升，还是离电性能等同于插电的表现和60W打人家160W的性能释放，都足以体现Apple Silicon M系列芯片在移动端的地位和价值了。短短三年时间，Apple Silicon M系列芯片做到了此前最强Intel处理器版本MacBook Pro性能的12倍，是不是有点耸人听闻呢！如今苹果整个Mac产品线都已经过渡到Apple Silicon M系列芯片了，往后只要能够保持每年10%以上的性能提升，那可就太给力了啊！这部分内可以聊的东西真的很多，这里就不赘述了，有兴趣直接参考下面这篇详细分析。红叶绮罗香：聊聊苹果Apple Silicon M系列芯片到底有何不同？M1/M2/M3/M4那些万变不离其宗的特性。制造工艺和晶体管数量近些年芯片性能提升离不开生产工艺的贡献，M1采用的第一代N5工艺，其实和A14所用到的工艺是一样的。M1当时集成了160亿颗晶体管，而采用新一代N5P工艺的A15芯片，其实晶体管数量就已经达到了158亿颗，和M1基本一致了！而等到M2用上N5P工艺以后，晶体管数量增加了25%，达到了200亿颗。有意思的是，M2用200亿颗晶体管，差不多追上了8核心CPU的M1 Pro的性能水平。只不过，M1 Pro可是有着337亿颗晶体管的啊！而M3则直接上了台积电最新的3nm工艺制程，也就是所谓的N3B工艺，晶体管数量相较于M2再次增加25%，达到了250亿颗。如今M3不仅在单核性能上远远超越M1，其实在多核性能上已经可以媲美10核心CPU的M1 Pro了。而M4用上了台积电第二代3纳米工艺，也就是最新的N3E工艺。M4晶体管数量进一步达到了280亿颗，借助最新工艺，M4也把主频提升到了4.41GHz，相较于M1当年那个3.2GHz，堪称质变了！其实随着芯片性能的不断提升，同时伴随着芯片生产工艺的进步，单颗芯片集成的晶体管规模就是在不断提升的。M1：160亿M2：200亿M3：250亿M4：280亿M1 Pro：337亿M2 Pro：400亿M3 Pro：370亿M1 Max：570亿M2 Max：670亿M3 Max：920亿M1 Ultra：1140亿M2 Ultra：1340亿浏览器性能如今无论是手机还是电脑，实际上都很依赖浏览器。尤其是手机，很多Web化的app和小程序，本质上就是考验浏览器的性能。这里借助Speedometer3.0综合评估一下浏览器的性能水平，比如在M4芯片上，Safari浏览器大概可以跑出48.5分的成绩。iPhone 16 Pro手机端的Safari能跑到36分。综合看一下几颗M系列芯片的性能，M4相较于M1基本性能翻倍了，这基本也对应了M4相较于M1单核性能翻倍。多说一句，这玩意主要依赖CPU单核性能，这也就意味着M系列芯片中Pro和Max级别的芯片，这部分性能也是和入门款芯片基本一样的。唯一例外的，其实是M2 Max和M2 Ultra，单核心主频要比M2和M2 Pro高了0.2GHz，Speedometer3.0的分数会略高一点点。这里改用Chrome进行测试，简单对比一下Windows这边的处理器，下面是MacBook Pro M4上使用Chrome测出来的成绩。很明显，Apple Silicon M系列芯片的浏览器性能可谓是一骑绝尘。兴许在电脑端还不会有什么明显感受，但是要是换成手机端运行微信小程序、支付宝小程序等，那浏览器性能高的优势可就大有用了。CPU性能提升M3、M2和M1同样都是4个性能核心和4个能效核心的架构，不过M1采用的是和A14相同的Firestorm性能核心和Icestorm能效核心。而M2采用的则是和A15一致的Avalanche性能核心和Blizzard能效核心。M3大概率采用的是和A17 Pro一致的核心架构，不过目前苹果没有透露任何关于核心架构的细节，所以目前还不知道A17 Pro和M3架构的具体细节。一定程度上讲，A系芯片的设计很大程度上可以体现M系芯片未来的走势。而M4这一代，苹果想要进一步提升多核性能，其实也不得不从增加核心个数入手了，毕竟M1/M2/M3的CPU也就8核心的规模，相较于Intel和AMD那种动辄十几个核心的规模，还是太吃亏了。于是乎，M4的CPU部分首次出现了多个规格，一个是3P + 6E，也就是3大核6小核心的设计。一个则是4P + 4E，8核心设计。还有一个则是4P + 6E，10核心设计。M1性能核心有192KB指令缓存和128KB数据缓存，四个性能核心共享12MB的L2缓存。M1的能效核心则有着128KB指令缓存和64KB数据缓存，四个能效核心共享4MB的L2缓存。M1还有着16MB的SLC，也就是片上缓存。以上M1的大部分数据，M2、M3、M4基本保持一致。明显不同的是，M2把四个性能核心的L2缓存提升到了16MB。不过M3、M4比较神秘，很多架构数据苹果并未对外公布，逆向数据也不多。M1的主频当年只做到了3.2GHz，Geekbench 6测试基准下，单核跑分2352分，多核8394分。M2把主频提升到了3.5GHz，Geekbench 6测试基准下，单核跑分2633分，多核9748分。M3则比较夸张，主频直接上到4.1GHz，Geekbench 6测试基准下，单核跑分3056分，多核11691分。M4进一步把主频提升到4.41GHz，Geekbench 6测试基准下，单核跑分3907分，多核跑分15094分。相较于M3单核提升28%，多核提升29%。M1当年发布的时候，在移动端轻薄本领域，那就是一副秒天秒地的架势。对标同期竞品，10W功耗输出竞品2倍性能，而达到竞品峰值性能，功耗仅仅是竞品的1/4功耗。在M1之前，每年CPU的能效提升都微乎其微，基本都是在以能耗提升换性能提升，而M1一下子带来了3倍能效提升，可谓是降维打击。这玩意当时就是地表能效最强的CPU。而后续的M2、M3、M4可都是在M1这种巨幅提升的基础上进一步提升，所以那些说M2、M3、M4挤牙膏的人，多半都是没看到M1当年出道即巅峰的极致状态。M2做了全新的核心设计，晶体管提升到200亿颗，面积更大，提供了更大的二级缓存，也把主频从M1的3.2GHz提升到了3.5GHz。对标M1，CPU提升18%左右。对标当时最新的10核心PC笔记本芯片，M2在15W左右的峰值性能差不多是同功耗下竞品的2倍。对标当时最新的12核心的PC笔记本芯片，M2峰值性能弱了10%左右，但是功耗却仅仅只有竞品的1/4。而M3的CPU性能和能效表现也依然很亮眼，简单来说，性能稳步提升，而能效依然行业领先。M3的CPU实现了只用一半功耗就能达到M1的峰值性能，短短三年时间，还是相当震撼的！不过也需要注意M3的曲线其实是有向右延伸的，这也就意味着M3虽然在M1峰值功耗下性能更强，但是再往后的性能提升，也是依赖拉高功耗了！对标12核心的i7 1360P，M3的CPU只用到1/4的功耗就可以达到1360P的峰值性能。而在绝对性能上，M3 CPU的高性能核心相较于M2提升15%，相较于M1提升30%。四个高能效核心，相较于M1提升50%，相较于M2提升30%。M4这一代，如果对标M2，那就是CPU性能暴涨50%，对标M3那也是29%以上的提升。从iPad Pro用的两颗M4的规格不难看出，3P + 6E和4P + 6E，M4其实是更注重能效核心的作用的。我自己跑了一些高性能场景，确实可以明显感受到新一代iPad Pro M4发热真的很小了。不过M4这一代重心压根儿不在CPU和GPU上，而是强化NPU性能和显示引擎，这个我们后面再说。Geekbench 6Apple Silicon M系列芯片Geekbench 6的数据前面已经简单分析过了，性能就是一直稳步提升的。而如今M4系列的几颗芯片，更是把性能上限拉满了哇！在我看来，Apple Silicon M系列芯片有一个优势被很多人严重忽略了，那就是它的单核性能。目前哪怕是桌面端的顶级x86处理器，单核性能也就M3的水平，M4则可以领先25%左右。CPU Cinebench 2024另外，我也简单测试了一下Cinebench 2024 CPU单核、多核渲染的成绩。简单来说，M3单核性能就已经一骑绝尘了，8核心的多核性能相较于Windows笔记本上那种十几个核心的处理器来说，也不算明显落后。其实大部分人的办公需求，哪里需要十几个核心共同输出的多核性能啊！而M4单核性能就更夸张了，即便是多核性能，在笔记本端基本也没有多少对手。如果考虑一下笔记本真实的性能释放水平，那差距可就更大了。应该有不少小伙伴还在用着老款的英特尔处理器，比如我自己还在用的一个台式机，i7-4790K处理器，单核只有M2一半的性能，多核则只有M1一半的性能。但是说实话，即便是i7-4790K，搁今天也依然是可以很好满足日常办公需求的哇！说到这，你兴许也就不奇怪，为什么MacBook Air M1至今依然在售了吧！现在买macbook air m1是不是不太值？怎么说呢？Apple Silicon M系列芯片这三代芯片，CPU部分真的是相当亮眼了！GPU性能纵向对比Apple Silicon M1M1一共有两个不同的版本，一个是7核心GPU，另一个是8核心。说实话，购买搭载M1芯片的产品时，真的没必要纠结这么一颗GPU核心的差异。因为在iGPU领域，M1相较于同期产品已经是吊打的水平了！10W下的GPU性能输出是同期最新笔记本集显性能的2倍。而达到同期最新笔记本集显峰值性能的功耗仅仅只有1/3。Apple Silicon M2类似的，M3和M2也有两个不同的版本，不过低配的是8核心GPU，高配的则达到了10核心。M2在M1同功耗下，可以有着25%的性能提升。而M2最大功耗下，性能则可以比M1高出35%。这样的提升还是很给力的哇！不过这里需要提醒一句，M1 GPU的最大功耗被控制在10W左右，而M2已经到13W左右了。而根据Geekbench Metal的实际跑分来看，M2可以跑到46161分，而M1差不多是32831分。按照这个数据来看，苹果官宣的数据还是有点保守了！不过不同的测试基准就是如此，GPU性能衡量本来就是很困难的事情。对标10核心的i7-1255U，M2 GPU在最大功耗下的性能可以达到2.3倍。同样是对标10核心的i7-1255U，M2 GPU达到其峰值性能，能耗仅仅只有其1/5，是不是很恐怖呢？Apple Silicon M3到了M3这里就有点夸张了，跑出M1的性能仅仅需要一半的功耗，而峰值性能可以比M1高出65%。说真的，集成显卡这样的进化速度还是很让人惊艳的，尤其是在不强烈依赖堆核心规模、拉高功耗的情况下。对标12核心的i7 1360P，集成iRIS Xe显卡，M3的GPU只用到1/5的功耗就可以达到i7 1360P的峰值性能。关键是，作为笔记本的处理器，这功耗直接拉高到30W+，确定还适合笔记本使用吗？而M3相较于M2而言，GPU性能提升20%，算是中规中矩吧！但是，M3的GPU真正强大之处不在于这种纯粹GPU性能的提升，而是M3终于补足了最后一块短板，那就是硬件光线追踪能力呀！在此基础上，M3还加入了动态缓存以及硬件加速的网格着色功能，这就让M3的GPU实际表现截然不同了！硬件光追和网格着色在聊A17 Pro的时候已经讲过了，这里就不多赘述了。A17 Pro到底有哪些提升？真的是挤牙膏吗？简单来说，就是Apple Silicon M系列芯片终于有硬件光追和网格着色了，GPU架构层面是一次飞跃。硬件光追可以很好的模拟真实世界，阴影和反光更加真实，无论是游戏还是专业3D渲染软件都能受益于此。渲染速度方面，相较于M2最快提速1.8倍。硬件加速的网格着色对于几何模型处理的功能和效率大幅提升，可以打造视觉效果更复杂的场景。而M3 GPU还新引入了Dynamic Caching，能够动态缓存。传统GPU还在根据最大任务需求提前预留内存呢！M3已经可以根据实际需求动态调整局部内存使用了，GPU平均利用率大幅提升。这个技术本身对开发者透明，也就是说，专业级的app可以更加充分发挥GPU的性能了。用苹果自己的说法：行业首创，开发者透明，新一代GPU的基石。很多时候，苹果这边的创新总是来的这么猝不及防。Apple Silicon M4M4这一代的GPU架构和M3基本一致，很多场景测试下来分数也基本相同。在iPad Pro上苹果自家的Metal跑下来，性能提升14%左右。在MacBook上则可以跑到57000多分，提升21%左右。M4采用了10核心GPU架构，还有一个入门款的8核心版本。对于GPU来说，高帧率渲染高分辨的画面是非常消耗性能和功耗的，那么能不能先让GPU低性能消耗的渲染一幅小的、低分辨率的图像，然后利用神经网络引擎NPU进行二次处理呢？这样不仅可以呈现一样甚至更好的画质，还可以缩短整体的渲染时间，同时降低整体功耗。答案是肯定的，简单来说就是GPU更低负载渲染低分辨率画面，然后扔给NPU进行MetalFX上采样，最后就可以得到一幅分辨率高很多的画面。比如GPU渲染540P原始画面，然后优化到1080P。或者渲染1080P，然后优化到2160P，也就是4K画面了。你看如今有多少电脑配置能够轻松搞定高帧率4K画面的游戏呢？很多人都太在意GPU跑个高分辨率画质这类纯粹算力的测试了，实际上完全可以借助MetalFX上采样，让GPU低负载渲染低分辨率画面，再借助NPU提升分辨率！干嘛非要让GPU高功耗还费力不讨好呢！更何况，有限的晶体管数量，全部堆给浮点运算单元，其它部分不就弱化了嘛！苹果这个MetalFX倒也不是什么特有的技术，英特尔那边叫XeSS，英伟达叫DLSS，AMD叫FSR。但是苹果这边的优势就在于，苹果总是有能力推动开发者积极适配他们的应用程序，而其它芯片厂商这方面的能力就要弱很多了！再就是像硬件光追这样的硬件加速单元，完全可以让复杂光线场景的性能提升好几倍。如今具有硬件光追加持的M4，可以轻松给《暗黑破坏神：不朽》等游戏和其他图像密集型应用，带来更加逼真的阴影与反射效果。再就是M3具备的硬件加速的网格着色，GPU动态缓存，AV1解码器等，M4也都完全支持。GPU性能横向对比当然，我知道很多人还是比较喜欢对比各种传统PC显卡的性能，甚至早就习惯拿着Apple Silicon M系列芯片的集成显卡对标独立显卡了。简单对比倒是问题不大，不过需要注意的是，比较显卡性能其实会受到很多因素的限制，比如测试基准，不同的测试会有不同的性能表现。再比如测试设备本身的设计，同款显卡轻薄本一般就跑不过游戏本，低频内存就跑不过高频内存。甚至是那些跨平台的测试基准，也很难给对反应显卡的真实水平。比如macOS可以原生运行的博德之门3，M3 Max在2160P最高画质下可以跑40帧，表现可以比i7 13700H + RTX 4060还要强。如果降低到1440P，那么M3 Max甚至比i9 13900HX + RTX 4080还要厉害。要是画质降低到1080P，那可就得AMD 7950X3D + RTX 4090才能比了！其实M3 Max哪怕是套几层转译最高画质运行赛博朋克2077，表现依然可以接近i7 13700H + RTX 4060的水平。这里面有很多原因，比如画质降低以后，压力可就不一定是GPU了，而是给到了CPU呀！以上这种特定场景的性能表现，肯定会刷新不少人的认知。但是我如果就是要跑一把Stable Diffusion，那么RTX 4060可以完虐M3 Max。说以上这些当然不是为了聊M3 Max，而是想借此说明显卡性能的释放其实受限于软硬件平台的各种约束，甚至也受限于软件本身的优化。比如同样是M2芯片，达芬奇导出同样的素材，在机身散热处于劣势的iPad Pro上，却可以比MacBook M2还要快。所以需要强调一句，同一颗芯片搭载在不同平台上，不同的内存配置，不同的散热条件，也一样会有一定的性能差异。以下只是定性的比较一下跨平台的性能，而不是绝对性能的定量对比。Geekbench 6对比首先看看Geekbench 6测试，主要测试苹果的Metal和跨平台的OpenCL。很明显，从M1到M4，GPU性能就是一直在稳步提升，而M4相较于M1而言，性能已经近乎翻倍了。这里顺带也看下M4系列的整体表现。3DMARK对比再看3DMARK中两个典型场景的表现，一个是Solar Bay，支持跨平台的光线追踪测试基准。这是专门为高端移动设备打造的，非常适合手机、平板和轻薄本的测试。另一个则是Wild Life Extreme，虽然不是离屏测试，但是这个测试采用3840× 2160（4K UHD）的渲染分辨率，保证了不同设备上渲染分辨率的一致性。在M1/M2/M3/M4之外，加入了A17 Pro和GTX 1060/1070作为对比。Wild Life Extreme测试中，M4和M3基本一致，比M2强了22%，比M1强了61%。这部分对比数据比较贴近苹果的官方数据。而用到光追的Solar Bay测试中，M4/M3得益于硬件光追加持，可谓是大放异彩，M4比M3强了5%，M3比M2直接强了59%，比M1更是翻倍还多。其实同样有硬件光追加持的A17 Pro，已经基本追平M1的Solar Bay成绩了啊！而目前更好的跨平台测试则是Steel Nomad Light，而且Steel Nomad Light也更能利用最新的图形技术，可以充分发挥芯片的图形性能。很明显，M4相较于M1而言性能已经翻倍了。不妨把几颗主流笔记本采用的处理器拿过来综合对比一下，在集显这个领域，Apple Silicon M系列芯片依然独占鳌头。实际上，如果换成M4 Pro和M4 Max，已经完全可以和一些独显较量一下了。Cinebench 2024对比再看下Cinebench 2024，这个测试基准更接近3D应用的真实使用场景。Cinebench可以分别跑CPU单核、多核渲染，也可以单独跑GPU渲染，我们这里主要关注GPU渲染成绩。以下是10核心的M4芯片的成绩。不难看出，在特定的应用场景下，M3/M4系列的GPU速度提升可不算小，M4相较于M2都有着翻倍的性能提升，更是M1性能的3.2倍呀！当然，想要对标RTX 4060这样的独显，那还是需要拿Pro和Max来打了，这个咱们以后再详细聊。 @红叶绮罗香 Blender 4.3.0对比接下来看看Blender 4.3.0的跑分，测试涉及三个场景，monster、junkshop以及classroom，最后累计三部分的总分。怎么说呢？M3开始算是巨幅提升了！这其实依然是我最开始说的，GPU性能很依赖特定场景。其实在macOS下，甚至仅仅是app层面的优化，都可以让app的处理速度大幅提升，而这其实就是软件生态的价值。从M3开始，苹果给Apple Silicon M系列芯片引入了硬件光追、网格着色以及动态缓存等一系列新特性，3D渲染性能大幅提升。这里也给一下和英伟达40系独显对标的情况。GFXBench 5.0对比最后看下GFXBench 5.0的测试，这个测试本身其实更适合手机和平板，不过得益于GFXBench优秀的跨平台特性和多API支持，我们也拿过来参考一下。这里主要测试两个场景，一个是Aztec Ruins在不同分辨率下的离屏测试。注意，不同设备的屏幕规格完全不同，不做离屏测试的话，同一个SoC都会变得没有可比性。另一个则是Manhattan在1440p和1080p下的离屏测试。注意，这个测试结果只能定性的看一下。这里还专门测试了一下上古的A9X，成绩是真的有点惨不忍睹哇！重点看看Aztec Ruins 4K分辨率下离屏的成绩，A17 Pro可以跑到25FPS，M1是35FPS，M2是48FPS，M3则略微提升跑到52FPS。M4和M3基本无差异，测试能跑到53FPS。也不难看出，随着分辨率降低，每个SoC的成绩都得到了快速提升。但是总体来看，M3/M4其实都是小幅提升。再拿RTX 2050 Mobile和RTX 4090 Laptop简单对比一下，需要注意的是，RTX 4090 Laptop跑Aztec Ruins 1080p实在是太小Case了，直接跑到了1253PPS，已经严重影响制图比例了，这里对X轴做了特殊处理，实际上最大只到600。怎么说呢？对标顶级独显，还是得Max甚至Ultra才能勉强比比哈！苹果官方对比其实对于真正打算入手Apple Silicon M系列芯片的人来说，苹果官方的对比其实更容易一目了然的搞清楚产品相对性能和差异。当然，如今Mac玩游戏也不多不可以哈！M4版本的MacBook和Mac mini如何玩黑神话悟空？苹果的这种对比方式，数码极客看了肯定不爽，但是对于打算从老款升级的人而言，却是帮助极大的啊！更新之后能有多大提升，真的是一目了然呀！外接显示器的支持情况很多人对于外接显示器的规格有着迷一般的执着，甚至都忘了自己买的是笔记本了！实际上，驱动多块高素质显示器的成本，可能远比很多人想象的要大得多。实际上，苹果这边采用的显示引擎在外接最大规格显示器以后，也不会明显提升功耗，对于芯片整体的性能损耗也极小。其原因就在于，苹果的这个显示引擎占用的芯片面积，是要比P-core还要大的啊！你说，同样的成本，你是愿意多要个P-core，还是多要个显示引擎呢？注意Dieshot中红色涂抹部分，那就是显示引擎。我看不少人会吐槽M1/M2/M3/M4外接扩展屏幕不给力的问题，也就是搭载这类芯片的MacBook Air/Pro居然只能外接一块显示器。MacBook Air M3所谓的外接两块显示器，其实也是要关闭自身内置的显示器的，实际上还是只支持两个显示屏。是的，现实情况就是这样的。因为这几颗SoC的显示引擎就只支持两块屏幕，MacBook本身内置了一块屏幕，占了一个规格，所以也就只能外接一块显示器了。像Mac mini这种本身没有显示器的产品，则可以外接两块显示器。不过我觉得这压根儿不算问题，首先M1/M2/M3这几颗芯片加持的产品，对应的用户群体甚至压根儿就不会拿着MacBook去外接显示器，而即便是Mac mini往往也只外接了一块显示器。这个时候，M1/M2/M3支持的高达6K 60Hz的显示器反而是很大的优势，Mac mini更是可以同时外接一块6K 60Hz和一块5K 60Hz的显示器啊！比如我自己就是Mac mini外接5K屏的Studio Display。其次则是M1/M2/M3变相外接多块显示器的方法也有很多，只要真有需求也不妨折腾一下。如何让MacBook Air扩展两个显示器？Apple Silicon M系列芯片展望Apple Silicon M系列芯片无疑是给原来一潭死水的PC市场注入了全新的活力，无论是每年芯片性能稳步提升，还是由此驱动全新设计的PC产品，对于消费者而言都是莫大的好事情。尤其是Apple Silicon M系列芯片加持下，MacBook Air和Mac mini这样的产品，不仅仅是带来了更为强悍的性能，更是让这些原本价格很高的产品变得更加亲民了呀！其实熟悉这些产品的人都应该知道，从2020年开始，购买这些产品实际上价格是低很多了的。更不用说，如今中高端iPad更是直接用上了M系列芯片，真的是性能比很多人的电脑还要强悍了啊！下一篇，一起聊聊Apple Silicon M系列芯片的衍生版本，Pro、Max以及Ultra。有兴趣不妨点赞关注一下吧！ @红叶绮罗香 如何优惠购买Apple Silicon M系列芯片产品？对于最常规的电商平台优惠来说，优惠力度最大的往往都是苹果官方的SKU，也就是各系列的入门款。而其他版本属于定制款，制造成本就要高不少，所以优惠力度一般不会有多大。这里多说一句，其实任何促销优惠，都比不上一个理性、合适的选择。比如对于你而言，M4就足以满足日常需求，但是非要考虑买M4 Pro，那么无论你找到何种优惠方式，最终的实际成本都要比买M4更高。同样的，16GB就是够用的内存，你非要升级24GB，结果即便给你教育优惠加额外的优惠券，实际的支付金额依然大于原价购买16GB版本！重点是，超出自身需求的配置，真的不能给你带来任何体验提升呀！买任何数码产品，选配都要适可而止，不要让别人错误的认知影响到你自己的决策。最后推荐几款产品！以下几款产品都非常值得入手，只要按需、按预算购买就好。以下提供的链接有额外的优惠券，购买前别忘了活动页领取一下。M4加持的产品：MacBook Pro M4 16GB + 512GB/1TB版本。MacBook Pro M4 Pro 24GB + 512GB/1TB版本。MacBook Pro M4 Max 36GB + 1TB版本。而对于16英寸版本来说，则是这么几款。MacBook Pro M4 Max(14CPU + 32GPU) 36GB + 1TB版本，或者MacBook Pro M4 Max(16CPU + 40GPU) 48GB + 1TB版本。Latest Answers2024款iPad Pro M4全面解读，M4芯片性能、双层OLED、轻薄设计、全新外设、软件生态等！新款iPad Pro值得买吗？如何选择iPad Pro配置呢？11英寸和13英寸如何选择？2024款iPad Air M2全面解读，M2芯片性能、两个尺寸、横向前置摄像头、Apple Pencil Pro、软件生态等！新款iPad Air值得买吗？11英寸和13英寸如何选择？苹果电脑M1 Pro/M2 Pro/M3 Pro芯片全面解读，Apple Silicon M系列芯片终极篇。如何选购苹果电脑MacBook？怎样购买最优惠全攻略。2024年苹果手表 Apple Watch选购攻略，一次性选到最合适的智能手表。材质、尺寸、表带、款型、蜂窝网、续航、防水，所有的纠结都有答案哈！Intel Ultra 5 125H还是AMD R7 8845H？2024年高性价比笔记本选择策略分享 。2025年苹果电脑MacBook Pro M4系列产品选购指南，尺寸、芯片、内存、存储空间选购建议一应俱全。2025年iPad购买攻略，超详细解读不同型号到底有什么区别？

- puverepaye
- http://yidaig.com/uploadfile/file/20250721054514.pdf
- vobu
- https://charmingcurls.se/upload/file/divegezalebapi-zelewikojotipol-pifarujodonud-rupezazenuxa.pdf
- how do you construct a pentagon inscribed in a circle
- ted lasso season 2 episode 2 parents guide
- hituyedule
- example of area and perimeter of rectangle
- yihevifiye