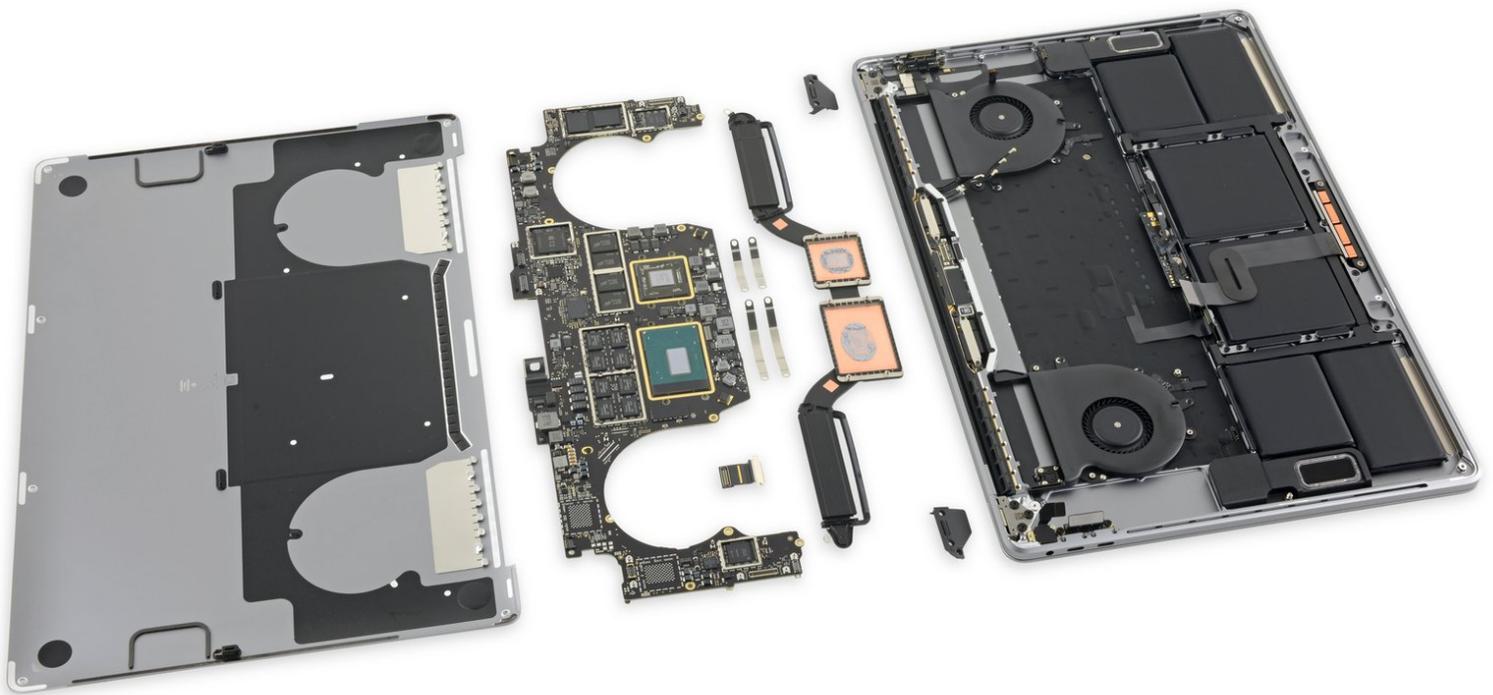




2019款配备触控栏的15寸MacBook Pro拆解

我们对2019款MacBook Pro的研究集中在蝶式键盘的新“材料”上，并且我们揭示了两个重要的变化。拆解于2019年5月22日。

撰写者: Arthur Shi



介绍

Apple最新的MacBook Pro是有史以来性能最好的，提供可选的8核处理器——MacBook里的一个首次——并且带来了新的神秘的键盘材料。正因为Apple没有解释新“材料”新在哪里，我们继续为揭示答案而欢欣鼓舞。是时候[once again](#)继续研究[臭名昭著的](#)蝶式键盘了！带上你的侦探帽，跟着我们拆解这款电脑吧！

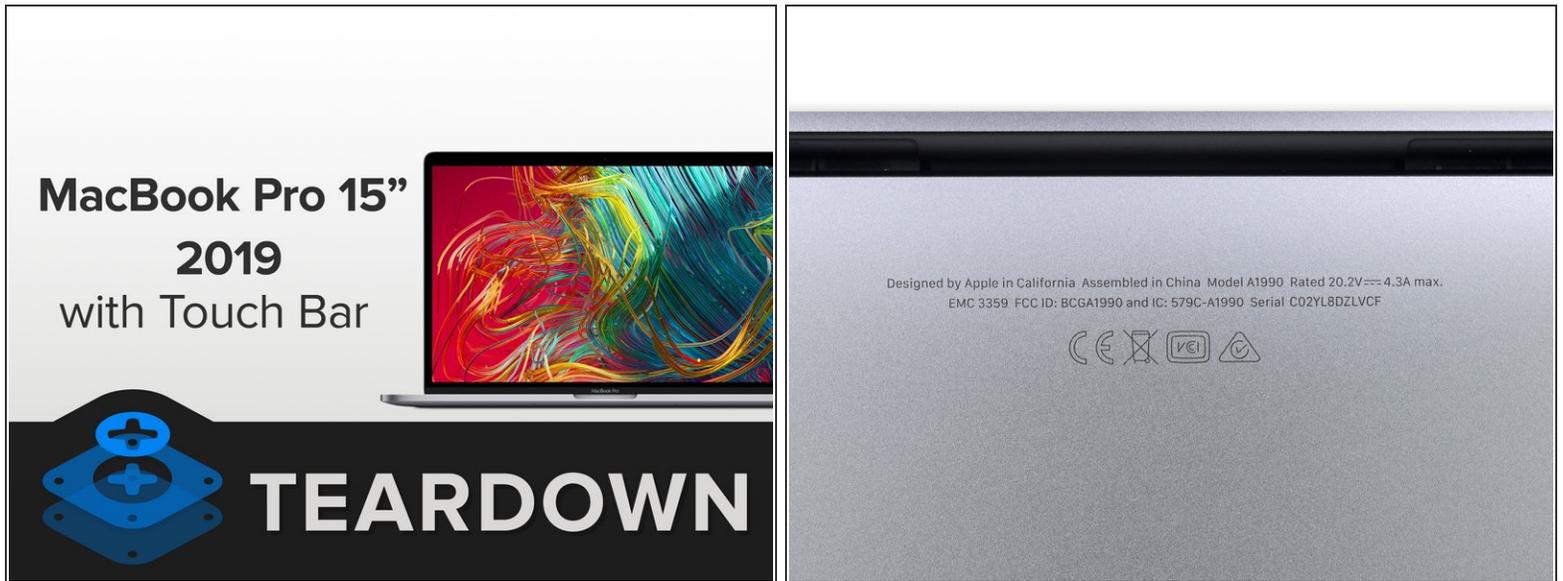
寻找更多的谜团？在[Facebook](#), [Instagram](#), 和[Twitter](#) 寻找答案。寻找拆解新闻，请注册以加入我们[newsletter](#).



工具：

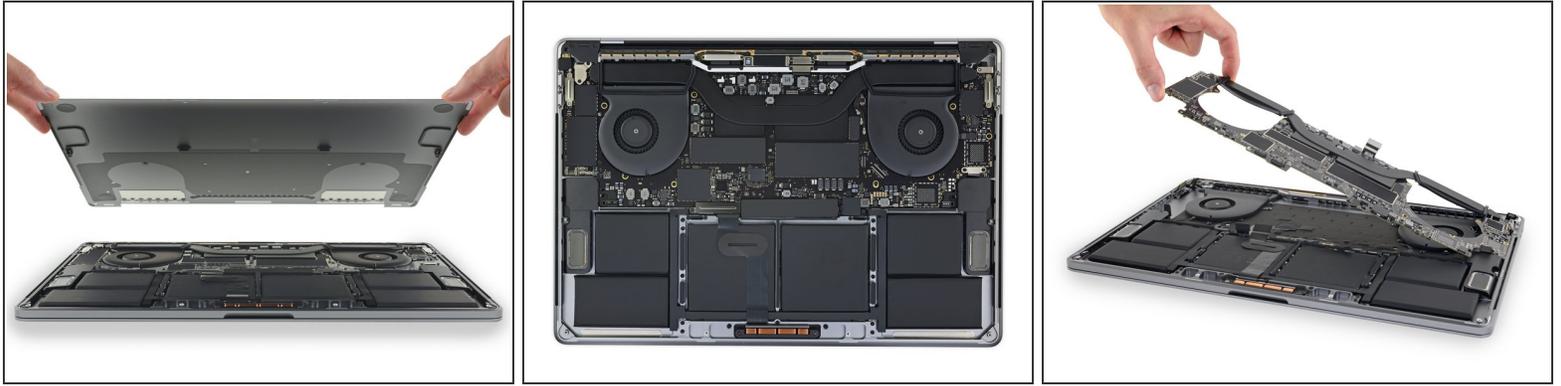
- [Mako Driver Kit - 64 Precision Bits](#) (1)
- [Spudger](#) (1)
- [Suction Handle](#) (1)
- [iFixit Opening Picks set of 6](#) (1)
- [Tweezers](#) (1)

步骤 1 — 2019款配备触控栏的15寸MacBook Pro拆解



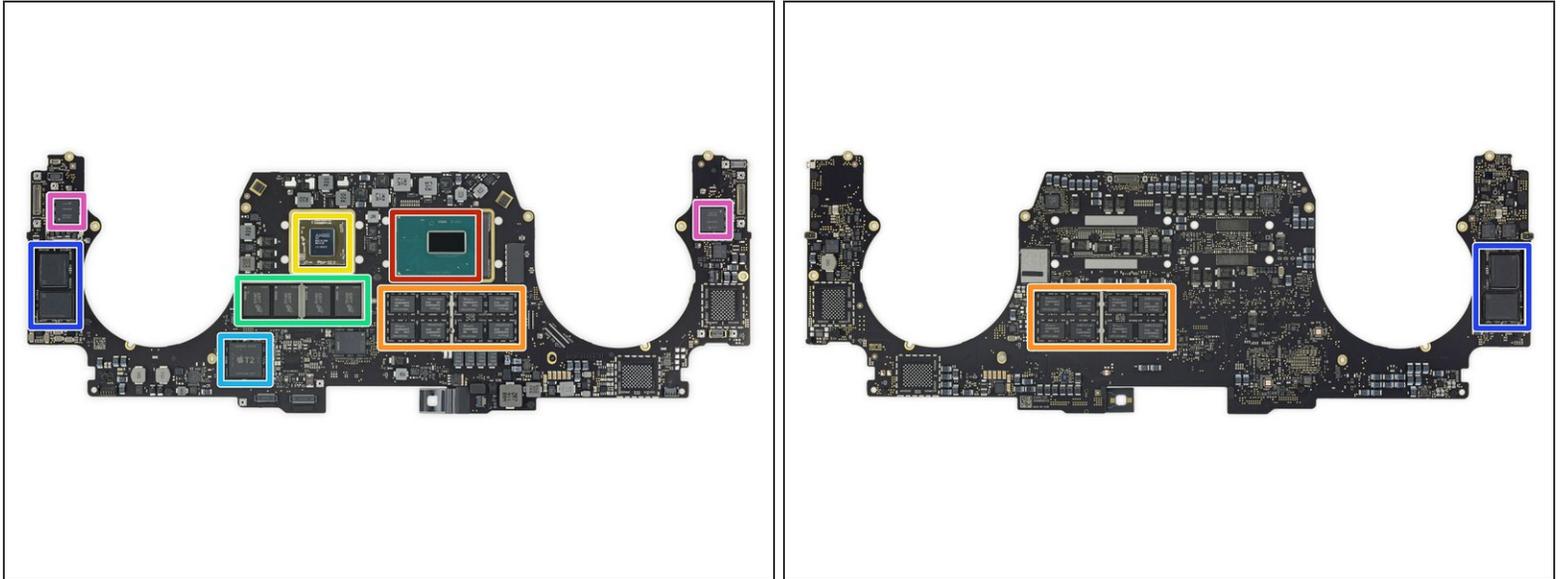
- 纸面上，2019年新款的 Macbook Pro 只是一次性能上的升级——但是性能究竟有提升多少呢？让我们一探究竟：
 - 拥有原彩显示技术的15.4寸LED IPS视网膜屏幕，2880x1800分辨率（220dpi像素密度），P3广色域
 - 2.6GHz 6核Intel Core i7（睿频达到4.5GHz），与之匹配的是Radeon Pro 555X GPU
 - 16GB 2400MHz DDR4 SDRAM
 - 256GB 基于PCIe的SSD
 - 802.11ac Wi-Fi和蓝牙5.0
 - 4个雷雳3（USB-C）接口
- ① 我们拆解的这台机器拥有熟悉的模具型号：A1990，但是拥有了新的电磁兼容性编号：3359

步骤 2



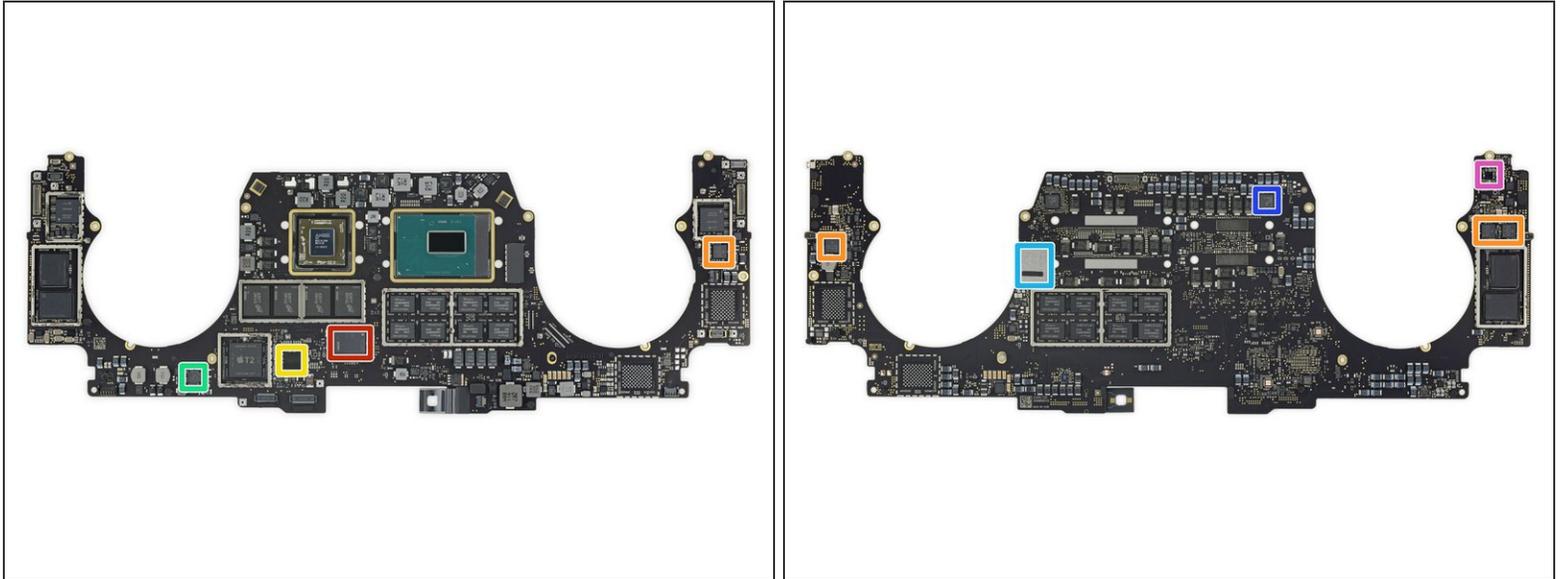
- 🔗 上次我们用了两个[不同的拆解品](#)搞清了如何进入这类机器的内部——所以仅此一次，我们跳过了熟悉的流程。
 - 就像一电视上的烹饪节目一样，我们把细枝都剪掉，只讲末节——瞧，它打开了！
 - 📌 如果你好奇如何进入机器内部，这跟2018款的流程一模一样……我们已经有一份[指南](#)了！
 - 跟预测的一致，这基本上看起来就是一次性能上的升级——硬件看起来与之前的款式并无区别。让我们拆下主板仔细端详一番。

步骤 3



- “得益于”一体化的设计，主板上没有任何可以升级的硬件。一旦买了下来，你就只能使用这些芯片，直到它们光荣退休：
 - 第九代英特尔酷睿 [i7-9750H](#) 6核处理器
 - 16倍速海力士 [H5AN8G8NAFR](#) 8Gb DDR4 SDRAM（共计16GB）
 - AMD Radeon Pro 555X GPU芯片（独立显卡）
 - 4乘 Micron [MT51J256M32HF-70:B](#) 8 Gb GDDR5 显存（共计4GB）
 - Apple T2 APL1027 339S00533 协处理器，被覆盖在1 GB Micron D9VLN LPDDR4 记忆芯片上
 - 东芝 TSB3226AW8815TWNA1 和 TSB3226XZ2939TWNA1 闪存芯片（共计256GB）
 - Intel [JHL7540](#) 雷电3控制器

步骤 4



- 请过目更多的芯片：
 - 英特尔 [SR40F](#) 平台控制集线器
 - 德州仪器 CD3215C00Z (疑似电源控制器)
 - 338S00267-A0 (疑似苹果 (自家) 电源管理芯片)
 - TPS51980A 电源控制器
 - 339S00458 (疑似苹果 (自家) Wi-Fi/蓝牙模组)
 - Intersil [6277A](#) PWM 调制器
 - 凌云逻辑 CS42L83A 音频编解码器

步骤 5



- 终于来到键盘部分了！让我们先回顾一下蝴蝶键盘的前世今生。
- 首次亮相于2015款视网膜屏幕MacBook后，蝶式键盘也在2016年首次装配在了MacBook Pro产品线上（左图）。
- ① 原本为了让对按键的边缘敲击变得更加稀疏而设计的蝶式键盘，在实际使用中却因为出乎预料的短键程颇受争议，但是不久之后事实证明蝶式键盘是值得信赖的。
- 在2018年夏天，[Apple推出了一个维修计划](#)，私自将按键堵塞归咎于细小的灰尘颗粒，并且发布了经过改进的在按键下方配备一张[硅胶薄膜](#)以保护按键免受灰尘侵袭的型号（中图）。[但不幸的是问题仍然存在。](#)
- 最近，2019款蝶式键盘按键保留了硅胶薄膜，但是稍稍改进了弹性金属穹顶使用的材料和覆盖在穹顶结构上的塑胶材料。

步骤 6



- 现在我们梳理了来龙去脉，要开始一层一层的拆开2019款蝶式键盘按键的零件了。
- 在最上层拆下来的是键帽。这种键帽设计巧妙，以至于让人一眼就能看出来哪个按键损坏了。
- 这个白色的铰链式托架蝶式结构中用来控制按键运动的部分——保持稳定的上下移动它，千万不要四下晃动它，这样才能把它完美的拆下来。
- 垫在托架里面的是一个透明的盖子，用来阻止污垢进入穹顶式托架，并且在每次按下按键的时候收缩。它中间黑色圆点用来集中你敲击按键的力量。
- 这个组合的主角是[有弹性的锅仔片](#)。它在按键按下的时候变形，将压力传递给六个底板上的触点，然后在你不按按键的时候将按键弹回原位。
- 在锅仔片下面是[六个金属垫片](#)，其中任何一个垫片短路时都会触发按键记录器，以输入字符。
- 总结一下，硅胶薄膜盖住蝶式键盘的机械结构以阻止污垢进入按键，把按键塞住。

步骤 7



- 所以，今年改进了什么地方？首先，就是透明护盖的材料。
- 2018款蝶式键盘中，这个零件的制造材料并不是透明的，有些发粘，甚至像硅胶一样粘。新款的键盘里，这个零件更加透明，摸起来更加光滑了。
- 为了确认两种材料完全不一样，我们使用傅氏转换红外线光谱分析仪分析了这两个零件。特别鸣谢 Eric Beaton 和 [Cal Poly 的材料工程部门](#) 的设备和专业知识！
- ① 傅氏转换红外线光谱分析通过用红外线光束照射材料和测量材料在是什么波长上吸收了多少光线来得出结论。这个数据就像指纹一样独一无二，从而能够区分不同的材料。
- 两个材料样本的 [光谱上不同的波峰和波谷](#) 显示，它们是不同的材料，但是它们是什么材料呢？
- 在把光谱与已知的聚合物材料对比以后，与2018款最匹配的材料既不是芳香族聚氨酯，也不是一种TPU材料（当然，更接近TPU一些）；与2019款最匹配的是聚酰胺（尼龙一类的东西）。
- ☞ 这些结果没有告诉我们的是，Apple工程师通过改变材料想要解决的是什么问题。请告诉我们你的点子吧！

步骤 8



- 还有什么改变的呢？也许是这个金属穹顶吧！靠近点看看。
 - 这个穹顶就像一个极其小巧的**果酱盖**或者说……**蛇帽**——你把它压下去以后它能够弹回来。
 - 如果穹顶发生了任何改变——比如裂开或者变形——按键按下去的时候会不平稳。同样的，如果上面的尖齿碎裂或者变弯了，按键会直接玩完。
- ⓘ 有无数种原因能够让这些零件开裂或者磨损——量产缺陷，金属疲劳，长时间的高温，湿气或者其他零件的损坏，甚至是腐蚀，这些都是问题的根源。
- 在这些原因中的数个因素导致按键玩完是完全有可能的，哪一个能够解释Apple花费如此多的力气去解决这个按键失灵的问题呢？第四次是女人的魅力？？？
- 🔍 这些零件在工厂中也被磁化了。对它们的构成，最好的解释是：在底部套上聚合物的铁素体不锈钢。在2018款（左）和2019款（右）之间零件表面的区别显示Apple可能使用了热工艺处理，或者合金材料，又或者两者共存。

步骤 9



- 这就是我所有要写的东西！
 - ⓘ 或者说“[这都是什么垃圾玩意儿](#)”！
- 目前为止，至少是这样的。我们喜欢从听众里的材料工程师那里听到任何新消息，我们更愿意得到各位观众老爷手里任何废掉的蝶式按键，并且看一眼。
- ☑ 相比之下，这台笔记本电脑的基本问题仍然存在——如果微不足道的按键出岔子，你都得换掉半个电脑的零件。甚至，即使这次你的键盘完美了，你还得冒险去换其他零件。我们的建议是什么呢？看看你干瘪的钱包吧。。。
- 说了这么多，你应该能猜到这款笔记本电脑可维修指数垫底儿的地方在哪里了。

步骤 10 — 最终总结

REPAIRABILITY SCORE:



- 2019款配备触控栏的15寸MacBook Pro的可维修指数只有1/10 (10分最容易维修) :
 - 触控板很轻松的就能移除并且换掉。
 - 处理器，内存，闪存芯片被焊在了主板上，扩容、升级都是痴心妄想。
 - 笔记本电脑的C面，包括键盘，电池，麦克风，还有触控栏，竟然用远古的胶水粘在一块儿！所以你别想单独更换这些零件了！
 - Touch ID (指纹ID) 传感器兼做电源开关，并且与主板上的T2芯片配对。修复一个坏掉的电源开关可能需要来着苹果官方的帮助，或者一套全新的主板。