

# 空间计算

## Vision Pro开启空间计算时代

行业研究 · 专题报告

电子 · 消费电子

- **空间计算是指一组使人类能够在三维空间中与计算机进行交互的技术。**在日常讨论中常与MR、扩展现实、沉浸技术等名词混用，涵盖了人工智能、计算机视觉、虚拟现实、增强现实、传感器技术和自动驾驶等技术。“空间计算”的核心是要让机器具有深度感知功能，让数字世界正确地出现在我们身处的物理空间中。
- **计算平台的升级通常伴随交互方式的升级，愈发自然的交互是消费电子的长期发展方向。**回顾消费电子的三十年，从00年代PC的键鼠，到10年代智能机的触控屏，再到20年可穿戴设备的语音/手势，消费电子的升级伴随着交互方式的迭代，交互方式的成熟往往也标志着下一代消费电子的出现。随着AI的爆发式发展，AI Agent、眼动追踪、手势识别等新的交互方式逐步成熟，有望加强空间计算设备的可用性。
- **MR设备拥有强算力+强便携的特征，远期具备替代手机、电脑等现有计算平台的潜力。**智能手机凭借其便携性+中等算力，替代了PC成为当今最主要的互联网接入设备，但它屏幕小、算力弱的特点也限制其在重度办公领域对PC形成替代。未来的MR设备，以Vision Pro为例，其算力强于PC、屏幕无限扩张、便携性堪比手机，是集合了手机和电脑二者之优势，有望对二者形成替代，同时开创新的应用场景。
- **空间计算时代，苹果在长期发展角度仍然具备较强的护城河，有望续写移动计算时代的领先地位。**除了硬件方面堆料，Vision Pro在交互方式等软件方面也围绕客户体验做了充分设计。而从长期发展的角度而言，苹果的护城河包括：1) 成熟的开发生态；2) 自研芯片；3) 产品全家桶互动。而目前仍限制空间计算设备成为主要计算平台的短板主要是两点：1) 内容相对匮乏；2) 重量。两个短板的改进路径清晰，迭代速度快，我们看好苹果在空间计算时代的领先性。

- 对于MR的未来发展，内容和硬件的正向循环已经开始，然而终极形态的OST方案眼镜短期仍还有较多技术难点。Vision Pro发布后我们看到了很多之前未曾设想到的应用场景，例如作为做饭时的计时器、拖地时的指示器等，我们认为随着Vision Pro打开大众认知，越来越多的应用场景会被开发出来。硬件方面，迪士尼推出的Holotile也让市场看到了MR更大的可能，让“头号玩家”的想象走进现实。但在轻量化方向，OST方案由于复杂的光路设计、屏幕、体积极小等难点，短期内仍看不到成熟产品的落地，要达到空间计算设备的终极形态任重道远。
- **AI助力空间计算创新发展，空间计算推动机器人视觉与交互的飞跃。**定位与识别方面，AI能够在传感器实时扫描周围环境的同时，快速计算设备在空间中的位置，并尝试理解现实世界的场景，从而实现精确定位与识别。内容生成方面，多模态AI能够助力未来空间视频的生成，从而推动与空间计算设备相关的影视、游戏等领域发展，例如OpenAI推出的Sora可直接文生视频。空间应用方面，AI有望不断丰富空间计算设备的应用，同时借助算力及数据可视化，实现特殊的空间场景应用。交互体验方面，AI的交互能力将成为空间计算设备的核心能力，使得空间计算设备成为真正融入到用户生活的智能设备。此外，空间计算还将帮助机器人提升与获取环境信息高度相关的视觉感知能力，在机器人视觉与交互层面带来新颖功能。

[ 01 ] 什么是空间计算？

[ 02 ] Vision Pro的超高规格硬件配置

[ 03 ] 空间计算的未来

[ 04 ] AI与空间计算

# 一、什么是空间计算？

# 什么是空间计算？让机器具有深度感知

- 空间计算是指一组技术，使人类能够在三维空间中与计算机进行交互。属于这个范畴的技术包括增强现实（AR）和虚拟现实（VR），包括了所有使人类、虚拟生物或机器人在真实或虚拟世界中移动的软、硬件技术，涵盖了人工智能、计算机视觉、虚拟现实、增强现实、传感器技术和自动驾驶等技术。
- 例如，开车时，人类需要判断车与路边的距离、车与行人的距离，才能安全行驶，动物也要通过视觉或声音等途径判断自己与猎物的距离——这种人类和动物都具备的基础生存技能叫“深度感知”。而“空间计算”技术就是要让机器具有深度感知能力，让数字世界正确地出现在我们身处的这个现实世界物理空间内。

空间计算 = 扩展现实 = 沉浸技术



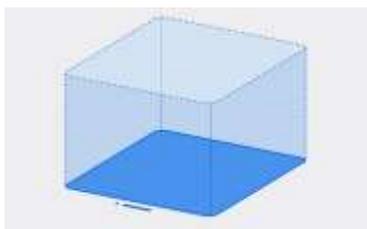
空间计算 | 扩展现实 | 增强现实

# 空间计算是一次升维

- 空间计算，与将数字体验局限于二维屏幕不同，它带来了更具沉浸感的计算机界面和一种与技术互动的新方式。空间计算允许用户将数字内容无缝融入其物理环境中，以一种看似物理的方式与周围环境进行交互。
- 空间计算是一次升维，大幅推动技术平民化、提升信息交换的质效。人类是生存于四维时空的三维生物，人类与世界的交互方式以及感知世界与处理信息的方式是三维的。人类通过感知与实践得来的直接知识，是三维+时间的完整体验，而其作为间接知识形成与传播时，受技术水平所限，多以文字、书本等一、二维为载体体现，但每一次降维都会带来信息密度的下降和必要信息的丢失。因此，间接知识的升维对提升人类文明的进步效率和推进技术平民化都至关重要。

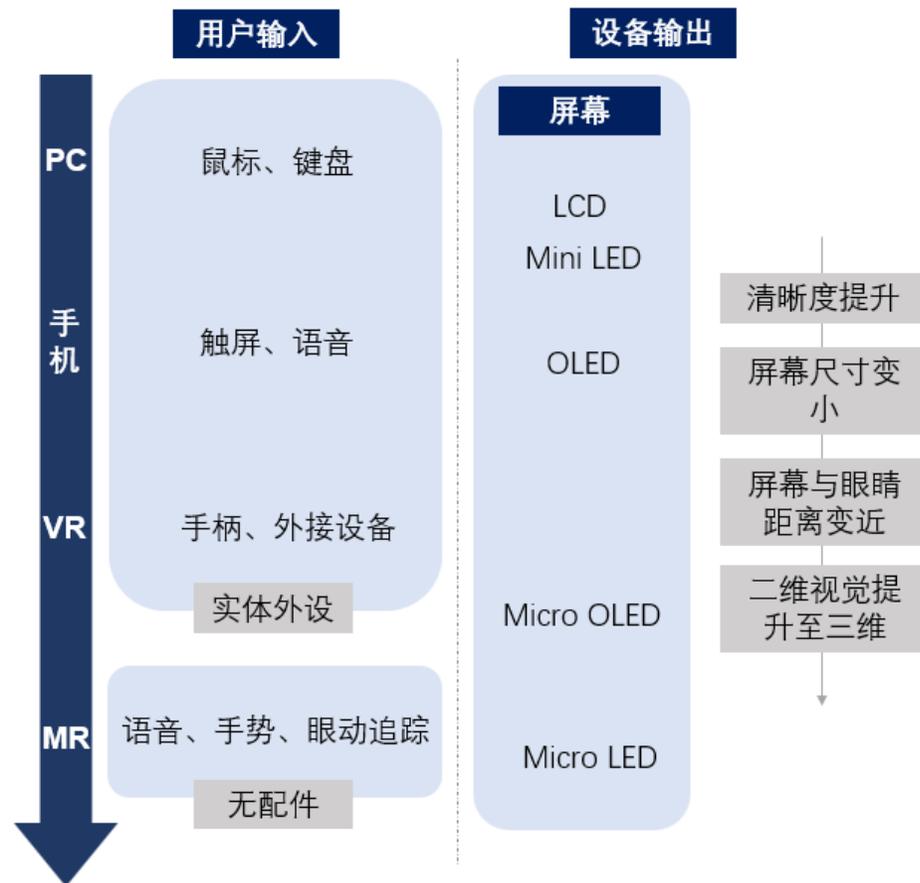


二维显示屏交互



三维空间交互

图：空间计算升维至三维交互



资料：国信证券经济研究所整理

# 智能终端的更迭，伴随交互升级越来越自然

交互、算力、便携性升级

1998

PC  
互联网时代



键鼠

触控板

2008

移动互联网  
时代



手写笔



触控手势

2018

可穿戴设备



物理旋钮



语音

元宇宙时代



AI Agent

脑机接口

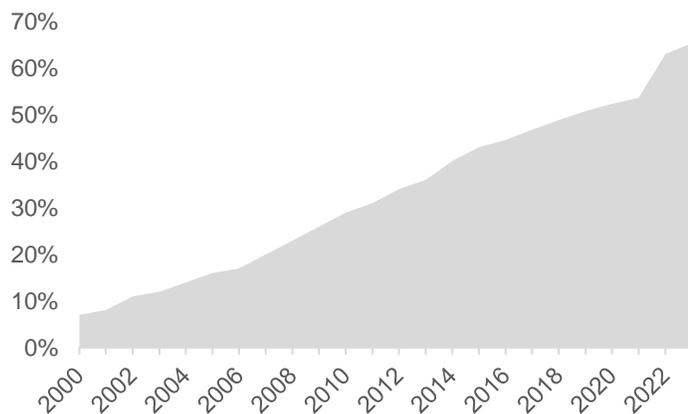
眼动追踪



# MR集合电脑、手机之优势，有望对二者形成替代

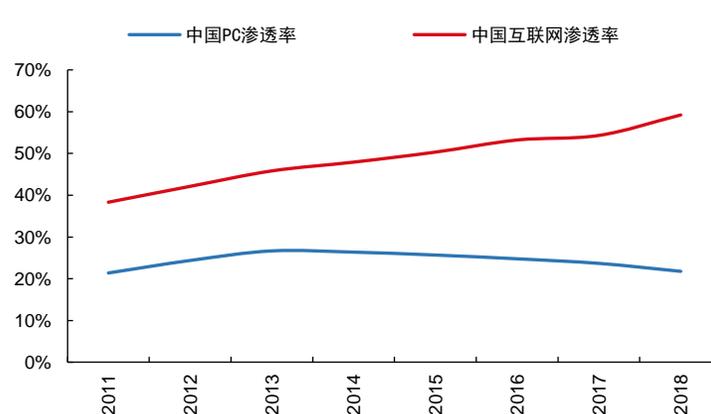
- 全球互联网渗透率持续提升，但近十年PC渗透率在中美等国家持续下降，说明PC并不是近十年互联网渗透率提升的主要推动力，手机在“上网”这一领域实现了对电脑的替代。根据中国社科院网数据，2011-2018年中国互联网渗透率从38.3%稳步提升至2018年的59.2%，而期间PC渗透率在2013年达到26.7%的高点后下降至了2018年的21.8%。互联网多出来的这部分接入设备大部分由手机贡献，手机替代电脑成为最主要的互联网接入入口。根据《中国互联网络发展状况统计报告》，手机上网比例截至2023年6月为99.8%，笔记本电脑为32.4%，同比下降0.4pct，手机成为现在最主要的互联网接入设备，在“上网”这一诉求领域，手机基于其便携性、成本优势、操作直接等优势，实现了对电脑的替代。
- 然而电脑至今仍然是算力最强的终端，相比手机而言具有更大的屏幕、便于固定办公的键鼠输入、更强的芯片算力，导致在重度办公领域，手机无法替代电脑。电脑在经过00年代的渗透率提升后，全球每年出货量稳定在2.5-3亿台，也说明了其不可替代性。
- MR算力比电脑更强，便携性堪比手机，屏幕无限扩张，集合二者之优势，极有可能对二者形成替代，并在空间计算领域创造全新的增量。

图：全球互联网渗透率持续提升



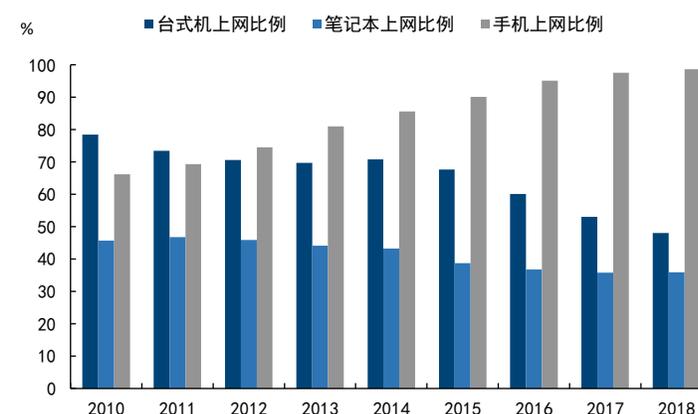
资料：世界银行，国信经济研究所整理

图：中国互联网持续渗透但PC渗透率下降



资料：《中国互联网络发展状况统计报告》，国信经济研究所整理

图：手机替代电脑成为最主要的上网设备



资料：《中国互联网络发展状况统计报告》，国信经济研究所整理

# 空间计算是元宇宙远景的一环

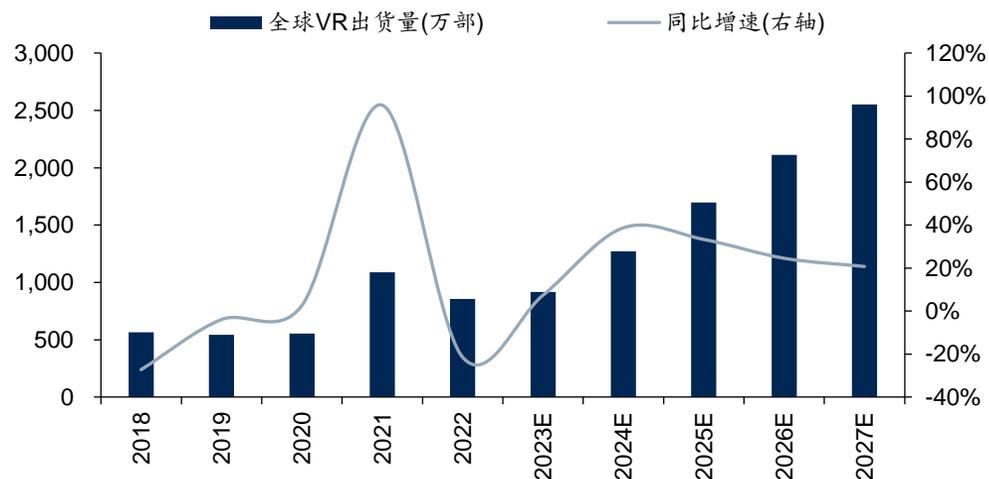
- 空间计算技术是元宇宙价值链的重要一环，元宇宙的七层架构包含了“空间计算层”，其中覆盖了3D引擎、VR/AR/MR、空间映射等技术领域，进一步拓展了空间计算的应用场景。

图：元宇宙的七层结构



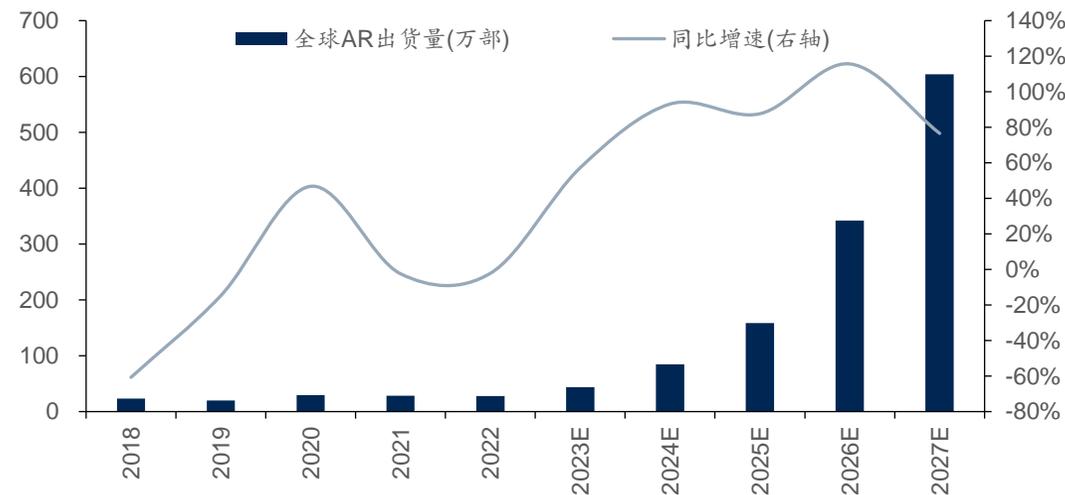
- 根据IDC数据，预计2023年全球VR合计出货量917万台，同比增长7%，AR出货量44万台，同比增长57%。随着2024年Vision Pro发售，越来越多的硬件厂参与硬件竞争，以及配套的软件系统逐渐成熟，两个行业都将进入高速增长期，预计未来四年VR将以每年20%以上的增速增长，AR将以70%以上的增速增长。

图：全球VR出货量统计及预期（万部）



资料：IDC，国信证券经济研究所整理

图：全球AR出货量统计及预期（万部）



资料：IDC，国信证券经济研究所整理

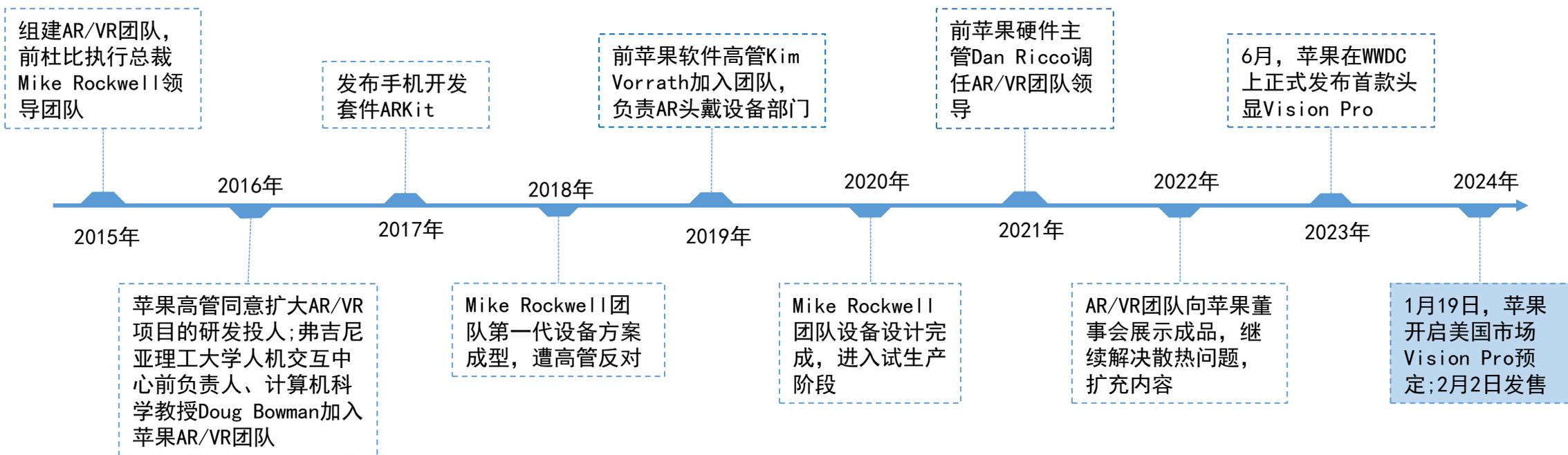
---

## 二、Vision Pro：超高规格硬件配置

---

# Vision Pro发展历史

- 早在2015年就有消息称，苹果邀请前杜比执行总裁Mike Rockwell组建AR/VR研发团队，并在随后的几年间不断招揽人才，调整其他部门高管及主管级的负责人至AR/VR设备研发部门，扩大团队规模。同时，通过投资或并购活动不断扩大虚拟现实领域的布局版图。经过多年研发测试，苹果首款MR头显终于在2023年的WWDC上亮相。2024年1月19日，苹果首款MR头显设备Vision Pro在美国开启预定，预购的设备从2月2日开始交付。



# Vision Pro VS Quest3——硬件全面领先



	Apple Vision Pro	Meta Quest 3
操作系统	Vision OS	Meta 的 Android 分叉
镜头调整	全自动	手动
支持的 IPDS	51mm - 75mm	53mm - 75mm
显示类型	Micro-OLED	LCD
每眼分辨率	3680×3140	2064×2208
刷新率	90/96/100 Hz	72/80/90/120 Hz
高动态范围	√	×
芯片组	Apple M2 (5nm) 10 核 GPU	Qualcomm XR2 Gen 2 (4nm) 6 核 GPU
内存	16 GB	8GB
彩色相机	2x 6.5 兆像素	2x 4 兆像素
追踪摄像机	6x	4x
深度传感器	红外投影仪+激光	红外投影仪
眼动追踪	√	×
人脸追踪	√	×
电池位置	外部	内部
电池寿命	2 小时（一般） 2.5 小时（视频）	1.5-2.5 小时 （取决于使用情况）
前置显示屏	√	×
麦克风	6	3
无线上网	6（2.4+5GHz）	6E（2.4+5+6GHz）
验证	光学ID	图案
重量	600 - 650g（仅耳机）	515g
履带式控制器	×	√
眼镜支架	×	√
处方插页	150 美元	50 美元
储存及价格	3500 美元（256GB）；3700 美元（512GB） 3900 美元（1TB）	500 美元（128GB）；650 美元（512GB）

# Vision Pro VS Quest3——深度围绕用户体验设计创新

- **隐私保护：Optic ID虹膜识别实现设备快速解锁，确保设备安全性。**Optic ID是一个新设计的安全认证系统，它可在各种不可见的LED光照射下分析用户的虹膜，然后将其与受SecureEnclave保护的Optic ID数据进行比较，以快速解锁Vision Pro。
- **交流体验：增加Eye Sight反向透视，让用户与身边人打破隔离感。**增加一块向外的屏幕，当有人在你附近时，设备看上去会是透明的，而当用户沉浸体验时，它也会发生变化，这样周围的人清晰的知道此刻你看不见他们。
- **跨设备交互：Vision Pro不仅可以独立使用，还可以与其他苹果设备无缝衔接，实现跨设备交互。**例如，当用户戴着头显看向MacBook时MacBook的屏幕可以自动投射到空间中，并扩展成一个更大的屏幕。此外，苹果还在最新款的iPhone 15Pro系列中更新了拍摄空间视频的功能，用户可以在Vision Pro中查看，在生态上做了融合，连接起苹果全家桶生态链。

图：Optic ID虹膜识别



资料：WWDC23，国信经济研究所整理

图：Eye Sight反向透视



资料：WWDC23，国信经济研究所整理

图：Vision Pro与Mac等设备协同



资料：WWDC23，国信经济研究所整理

# Vision Pro优势1：成熟的开发生态

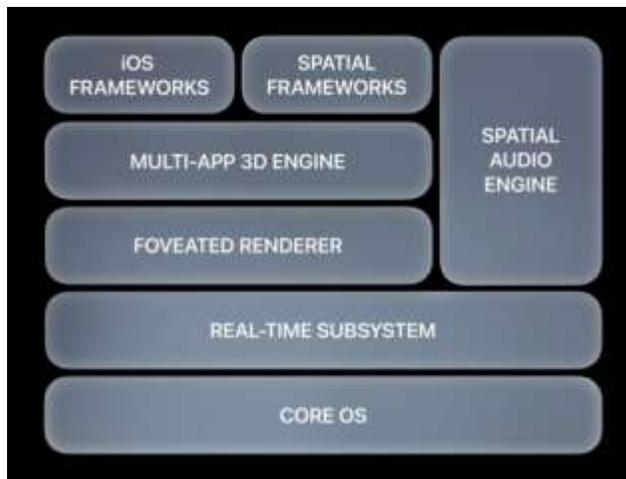
- VisionOS建立在macOS、iOS和iPadOS的基础上，包括了iOS和空间框架、多应用3D引擎、音频引擎、专用渲染器子系统和实时子系统。在架构层面，VisionOS与MacOS和iOS共享核心模块，新增加的“实时子系统”，用于处理 Apple Vision Pro 上的交互式视觉效果。
- 开发者仍然可以使用熟悉的工具，Vision OS主要基于Swift UI、Reality Kit、AR Kit几大框架，开发工具则包括Xcode、Reality Composer Pro和Unity，其中Reality Composer Pro是一个新的工具，为开发者提供了预览和准备3D内容的工作流。
- VisionOS拥有一个全新的App Store，其中包含专门为Vision Pro设备开发的应用，以及“数十万熟悉的iPhone和iPad应用程序”。苹果为Vision pro的软件内容更新了一系列开发者套件，针对Vision Pro进行了扩展，增加了对新硬件和全空间范例的支持，对于目前已有的iOSMacOS内的App可以以窗口的形式迁移到VisionOs中，丰富了Vision Pro的初始内容生态，
- 未来除了苹果官方推荐的应用之外，全球众多开发者基于苹果 Vision OS 生态系统打造的应用有望给苹果打开新一轮引领全球软硬件改革的想象空间。

图：开发者可以使用熟悉的开发工具



资料：WWDC23，国信经济研究所整理

图：VisionOS 建立在 macOS、iOS 和 iPadOS 的基础上



资料：WWDC23，国信经济研究所整理

图：基于iPadOS和iOS开发的应用可以在Vision Pro上使用



资料：WWDC23，国信经济研究所整理

## Vision Pro优势2：自研芯片，协处理器降低延时优化体验

- Apple Vision Pro采用双芯片设计，搭载苹果自研的M2芯片和R1芯片。M2芯片是苹果最新的PC级处理器，采用5nm制程，在3D渲染、核心运算、A1神经网络、视频解码、显示支持等方面都具备卓越的性能，在Vision Pro中担任执行任务、瞬时交互、运行计算等功能，使用户可以通过头显设备访问应用；R1芯片是专为Vision pro设计的芯片，负责定位、协同、视觉图像处理或传输等功能，处理来自12个摄像头、5个传感器和6个麦克风的数据，官方称传输数据12毫秒就可以触达，比眨眼的速度还快，几乎消灭延时，为用户提供沉浸式体验，最大程度的消除眩晕感。

图：苹果Vision Pro搭载双芯片的优势



### 速度快

R1芯片能以较高的速度处理大量的传感器数据

### 低延时

R1芯片能将延迟控制在12ms以内，Meta无协处理器，经过CPU、GPU处理后物理延迟越30~40ms

### 低功耗

R1芯片具有良好的电源效率，有效提高能耗比，避免了由单一芯片驱动系统导致的散热问题

# Vision Pro优势2：自研芯片，协处理器降低延时优化体验

- iPhone搭载的A系列芯片也曾搭配过协处理器M系列，R1芯片或参考M系列芯片发展路径，作为MR头显的过渡方案。在iPhone5s上，苹果首次将M协处理器与A7仿生芯片结合，该协处理器负责处理来自加速感应器、陀螺仪和指南针等传感器的数据，采用低功耗设计，让手机在锁屏状态下能以更节能的方式运行。
- 随着A系列处理器的迭代，A系列芯片CPU小核心能够在更低的功耗下执行更多任务，因此从iPhone XS开始，苹果将这相关功能整合到A12处理器的小核心中，取消了M系列协处理器。
- 目前，Vision Pro搭载了12个摄像头和5个传感器，对主处理器带来较大负荷，由此推测，R1芯片可能承担了额外的传感器数据处理任务。随着MR设备的出货量增长，苹果可能会研发专门的MR芯片，最终对协处理器形成整合。

iPhone 型号	SoC (系统芯片)	协处理器
iPhone 2G	Samsung S5L8900	无
iPhone 3G	Samsung S5L8900	无
iPhone 3GS	Samsung S5PC100	无
iPhone 4	Apple A4	无
iPhone 4S	Apple A5	无
iPhone 5	Apple A6	无
iPhone 5C	Apple A6	无
iPhone 5S	Apple A7	M7动作协处理器
iPhone 6	Apple A8	M8动作协处理器
iPhone 6 Plus	Apple A8	M8动作协处理器
iPhone 6S	Apple A9	M9动作协处理器
iPhone 6S Plus	Apple A9	M9动作协处理器
iPhone SE (第一代)	Apple A9	M9动作协处理器
iPhone 7	Apple A10 Fusion	M10运动协处理器
iPhone 7 Plus	Apple A10 Fusion	M10运动协处理器
iPhone 8	Apple A11 Bionic	M11运动协处理器
iPhone 8 Plus	Apple A11 Bionic	M11运动协处理器
iPhone X	Apple A11 Bionic	M11运动协处理器
iPhone XR	Apple A12 Bionic	无
iPhone XS	Apple A12 Bionic	无
iPhone XS Max	Apple A12 Bionic	无
iPhone 11	Apple A13 Bionic	无
iPhone 11 Pro	Apple A13 Bionic	无
iPhone 11 Pro Max	Apple A13 Bionic	无
iPhone SE (第二代)	Apple A13 Bionic	无
iPhone 12 mini	Apple A14 Bionic	无
iPhone 12	Apple A14 Bionic	无
iPhone 12 Pro	Apple A14 Bionic	无
iPhone 12 Pro Max	Apple A14 Bionic	无
iPhone 13 mini	Apple A15 Bionic	无
iPhone 13	Apple A15 Bionic	无
iPhone 13 Pro	Apple A15 Bionic	无
iPhone 13 Pro Max	Apple A15 Bionic	无

- **苹果自研的SoC成为其在移动端低功耗芯片领域的重要优势**，苹果在移动SoC的研发方面积累了丰富的经验，其手机的A系列芯片已迭代至A17 Pro，在性能和能耗比方面均处于行业领先地位；为了实现产品的长期发展，苹果在2020年决定在Mac业务线上停止使用与英特尔合作15年的X86芯片，转而采用自研的ARM架构M系列芯片，为苹果全线产品搭建了自研SoC生态。
- **苹果自研芯片的优势体现在以下方面：**
  - 1) 芯片可根据苹果产品定制化设计，使芯片在CPU、GPU、图像信号处理器等多个组件方面得到优化和适配，从而更好的满足用户需求；
  - 2) 能够配合高速、前沿的创新，始终走在技术的前沿，采用最先进的制程工艺，如最新发布的M3系列芯片为全球首款采用3nm制程的芯片；
  - 3) 多年的研发和投入，不断推进产品迭代，铸就了较高的技术壁垒；
  - 4) 芯片采购成本大幅下降，市场普遍估算苹果将Macbook Air和MacBook Pro处理器全部换成M1芯片约能节省25亿美元的硬件成本。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/737115030155006045>