

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

证券分析师：胡剑

021-60893306

hujian1@guosen.com.cn

S0980521080001

证券分析师：胡慧

021-60871321

huhui2@guosen.com.cn

S0980521080002

证券分析师：周靖翔

021-60375402

zhoujingxiang@guosen.com.cn

S0980522100001

证券分析师：叶子

755-81982153

yezi3@guosen.com.cn

S0980522100003

联系人：詹浏洋

010-88005307

zhanliuyang@guosen.com.cn

联系人：李书颖

0755-81982362

lishuying@guosen.com.cn

联系人：连欣然

13520828039

lianxinran@guosen.com.cn

- **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用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



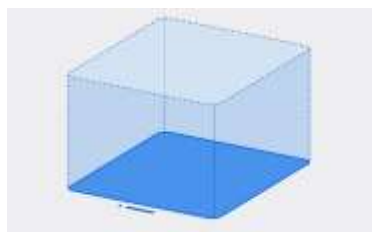
空间计算 | 扩展现实 | 增强现实

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。

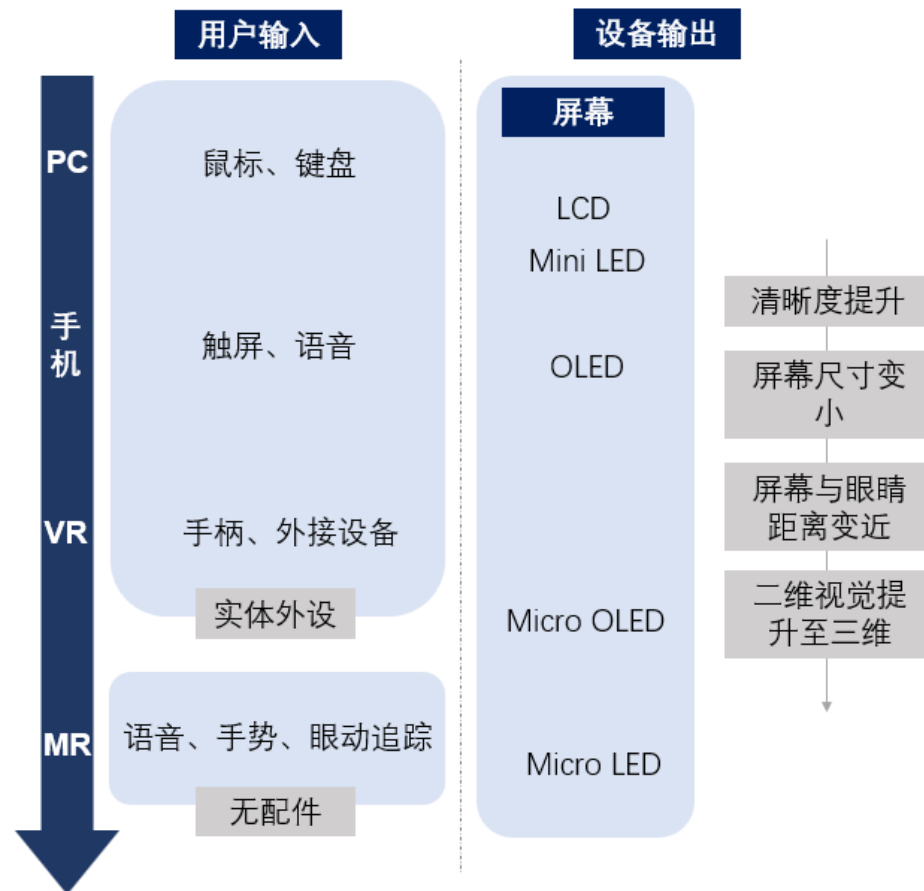


二维显示屏交互



三维空间交互

图：空间计算升维至三维交互



资料来源：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

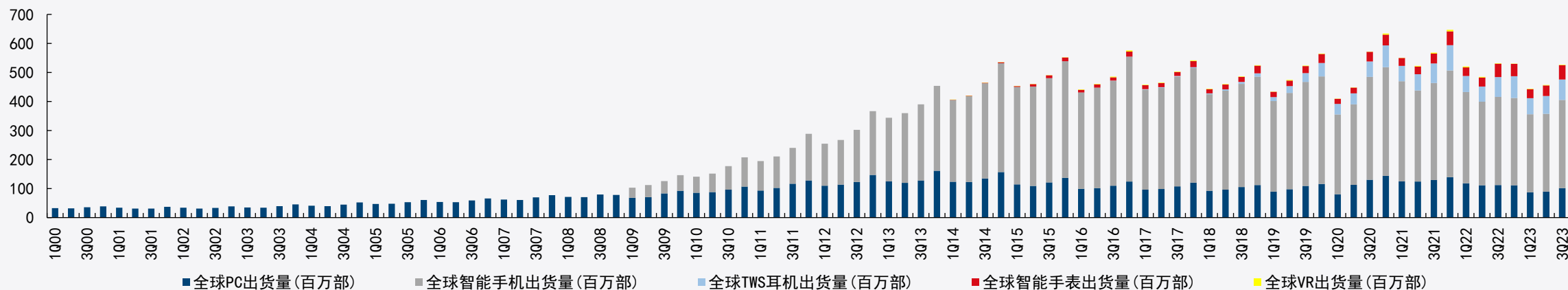
元宇宙时代



AI Agent

脑机接口

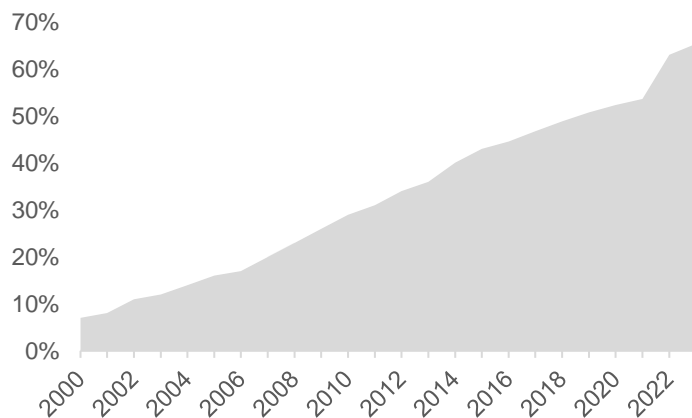
眼动追踪



MR集合电脑、手机之优势，有望对二者形成替代

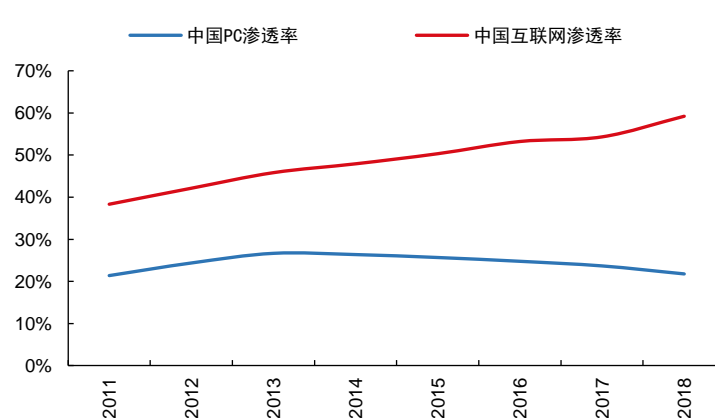
- 全球互联网渗透率持续提升，但近十年PC渗透率在中美等国家持续下降，说明PC并不是近十年互联网渗透率提升的主要推动力，手机在“上网”这一领域实现了对电脑的替代。根据中国社科院网数据，2011-2018年中国互联网渗透率从38.3%稳步提升至2018年的59.2%，而期间PC渗透率在2013年达到26.7%的高点后下降至了2018年的21.8%。互联网多出来的这部分接入设备大部分由手机贡献，手机替代电脑成为最主要的互联网接入入口。根据《中国互联网络发展状况统计报告》，手机上网比例截至2023年6月为99.8%，笔记本电脑为32.4%，同比下降0.4pct，手机成为现在最主要的互联网接入设备，在“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



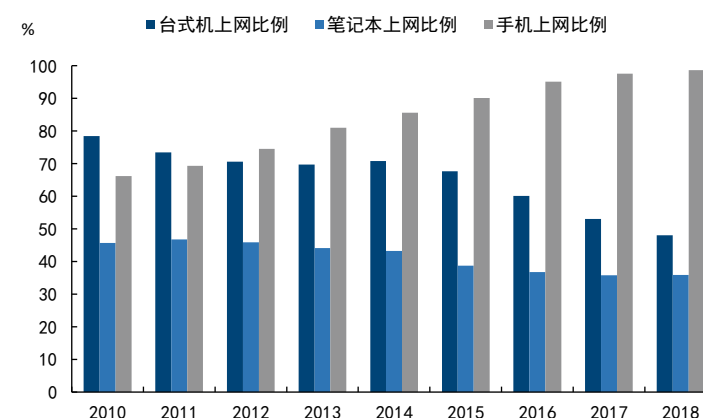
资料来源：世界银行，国信经济研究所整理

图：中国互联网持续渗透但PC渗透率下降



资料来源：《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



资料来源：《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。

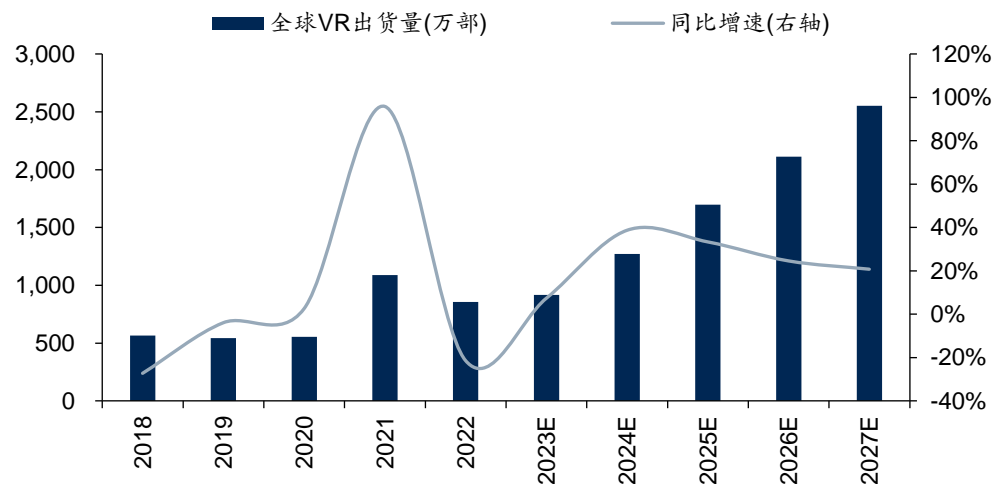
图：元宇宙的七层结构



资料来源：世界银行，国信经济研究所整理

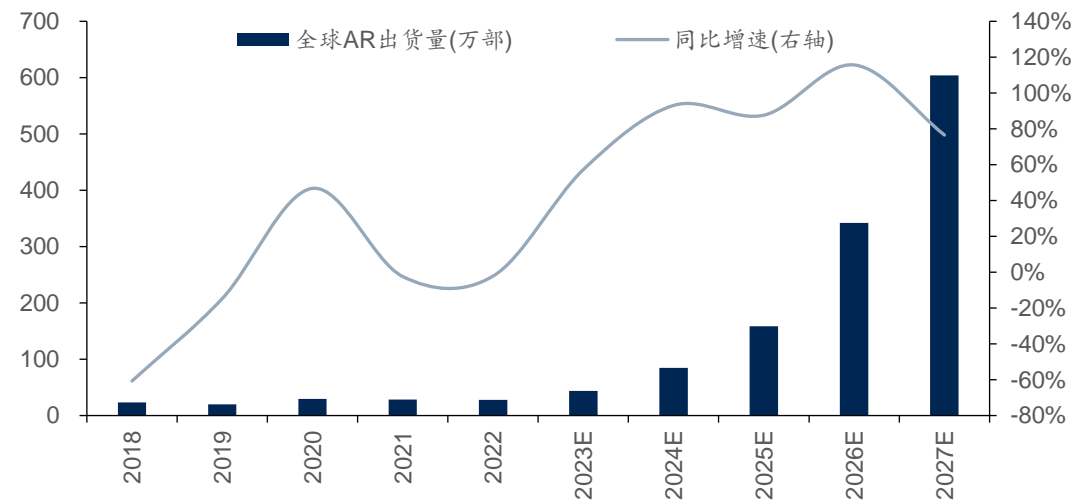
- 根据IDC数据，预计2023年全球VR合计出货量917万台，同比增长7%，AR出货量44万台，同比增长57%。随着2024年Vision Pro发售，越来越多的硬件厂参与硬件竞争，以及配套的软件系统逐渐成熟，两个行业都将进入高速增长期，预计未来四年VR将以每年20%以上的增速增长，AR将以70%以上的增速增长。

图：全球VR出货量统计及预期（万部）



资料来源：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）

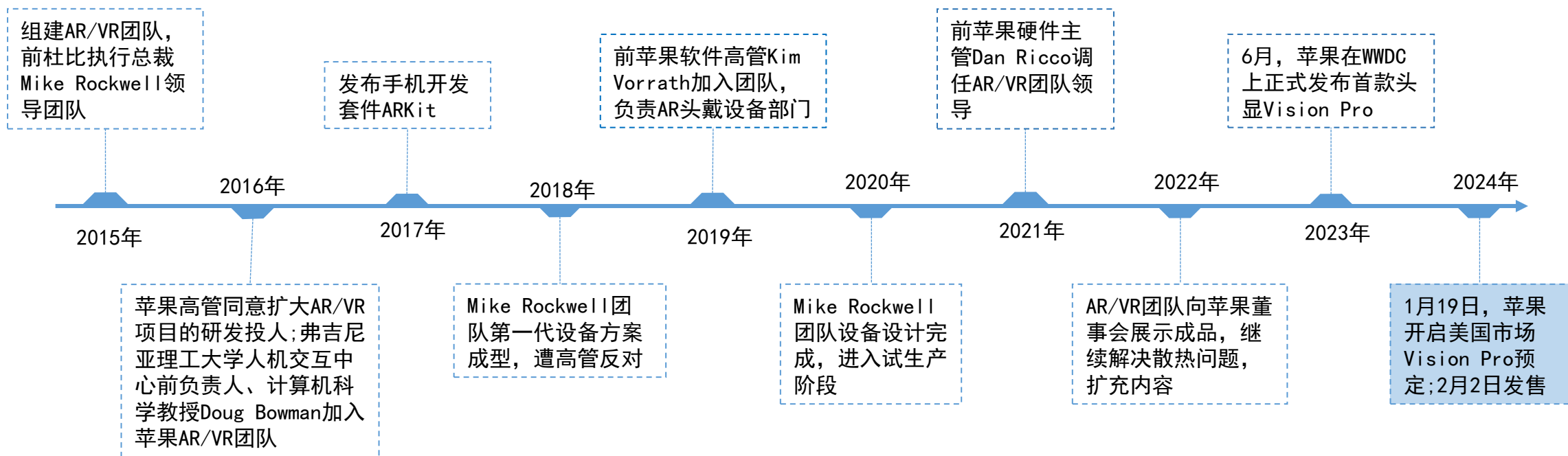


资料来源：IDC，国信证券经济研究所整理

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+激光雷达	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）

资料来源：VR陀螺，公开信息，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

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



资料来源：WWDC23，国信经济研究所整理

图：Eye Sight反向透视



资料来源：WWDC23，国信经济研究所整理

图：Vision Pro与Mac等设备协同



资料来源：WWDC23，国信经济研究所整理

Vision Pro优势1：成熟的开发生态

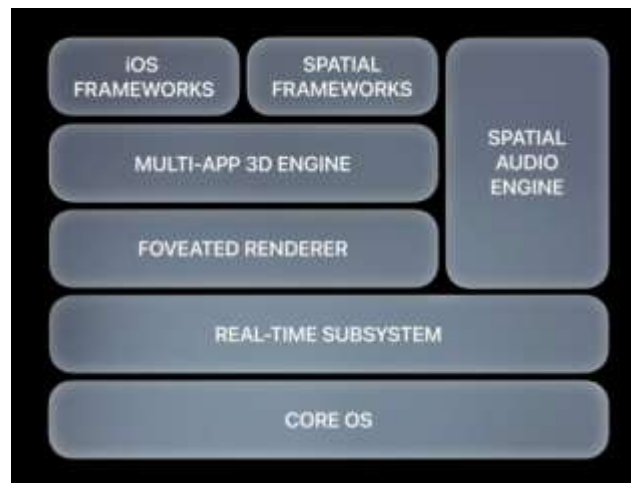
- VisionOS建立在macOS、iOS和iPadOS的基础上，包括了iOS和空间框架、多应用3D引擎、音频引擎、专用渲染器子系统和实时子系统。在架构层面，VisionOS与MacOS和iOS共享核心模块，新增加的“实时子系统”，用于处理 Apple Vision Pro 上的交互式视觉效果。
- 开发者仍然可以使用熟悉的工具，Vision OS主要基于Swift UI、Reality Kit、AR Kit几大框架，开发工具则包括Xcode、Reality Composer Pro和Unity，其中Reality Composer Pro是一个新的工具，为开发者提供了预览和准备3D内容的工作流。
- 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



资料来源：WWDC23，国信经济研究所整理

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



资料来源：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



资料来源：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

资料来源：WWDC23，VR陀螺，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

- 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

资料来源：Apple，VR陀螺，国信证券经济研究所整理

- **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。

Vision Pro优势3：苹果全家桶，Vision Pro有望成为智能家居中枢

产品



目前

- iPhone 15 Pro系列新增空间视频拍摄功能。
- Vision Pro用户打开MacBook，只需要看一眼，就能在VR中扩展出一块4K分辨率的大屏幕。相比目前市面上的类似应用来说，交互更加优雅。
- 苹果尚未正式推出Apple Watch协同的应用场景，但有相关专利中描述，用户可以通过手表背面的传感器信号扫描拍摄自己的Face ID图像，应用于MR环境中。
- 苹果专利中曾提到：当iPhone在播放音乐时，头显用户可通过手势或注视同一房间的HomePod无缝切换声音播放设备。

未来

- 参考Mac和iPhone的互动方式，我们预计未来Vision Pro可以直接接收iPhone的消息通知，照片文件可以通过手势拖拽的方式再设备间传输，iPhone化身实体触摸板等。
- Vision Pro可以在投屏过程中继续在空间中打开头显内置的其他应用，基于这一特性，未来可能会诞生出很多全新的跨设备协同。
- 手环交互想象空间大，例如Port 6开发的智能手表可以检测用户手势进而实现确认、返回、滑动等操作。Meta的肌电手环可以实现文本输入。另外，检测到的健康数据也能无缝传输。
- 基于UWB等芯片可以实现精准定位及高速数据传输，目前苹果大部分设备均搭载UWB芯片，未来若苹果推出更多智能家居产品，Vision Pro有望成为控制中枢。



Vision Pro 供应商拆解

一级分类	二级分类	三级分类	供应商	一级分类	二级分类	三级分类	供应商
计算与存储	处理器	主处理器M2	苹果/台积电	近眼光学	Pancake	Lens	玉晶光
		协处理器	苹果/台积电			贴膜、Lens贴合及模组	业成
	存储	RAM	海力士			OCA胶	日东
		ROM	三星			QWP膜	帝人
	电源	PMIC	ST/TI			RP模	3M
		无线	Wifi			博通	光学检测设备
	蓝牙		博通			模组外观检测设备	荣旗
	传感器	摄像头	CIS			索尼	瞳距调节
Lens			大立光/玉晶光	内屏	内屏-MicroOLED	索尼+台积电	
模组			高伟		外屏	外屏-OLED	
IMU		IMU	TDK	检测	裸眼3D光栅	歌尔股份	
		模组	LG		内屏光学检测设备	华兴源创	
激光雷达		发射端-VCSEL	Lumentum	声学	麦克风	歌尔股份	
		发射端-Lens	玉晶光		扬声器	扬声器	立讯
		发射端-VCSEL驱动	TI	电源	电池电芯	德赛电池	
		接收端-SPAD	索尼		电池模组	歌尔股份	
		玻璃	康宁/肖特		镜腿	镜腿	歌尔股份
结构光		模组	LG	结构件	检测	整机外观检测	智立方
		发射端-VCSEL	LUMENTUM		面板	玻璃面板	蓝思科技
		发射端-VCSEL驱动	TI		散热	散热模组	领益智造
		发射端-DOE	台积电		头带	头带	领益智造
		接收端CIS	ST		中框	合金中框	长盈精密/富士康
Lens		玉晶光	PCB	软板	FPC	鹏鼎/东山精密	
				硬板	SLP	鹏鼎/东山精密	
			组装设备	组装设备	整机组装设备	博通/赛腾	
		整机组装	整机组装	整机OEM	立讯精密		

Vision Pro短板1：应用生态仍较为匮乏

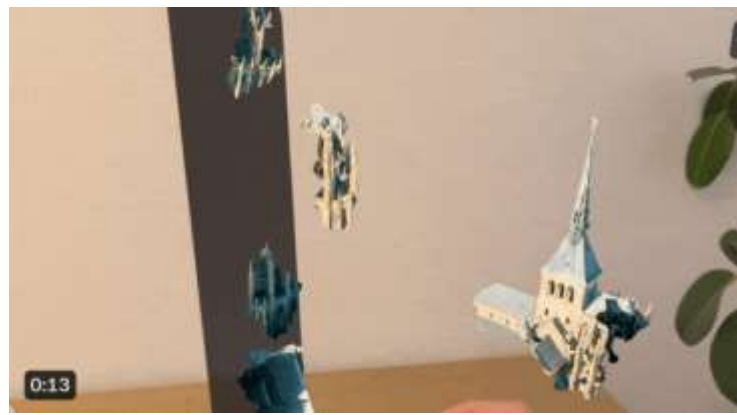
- 应用生态方面，此前美东时间1月16日苹果公司宣布正式推出Vision Pro应用商店。Vision OS应用商店不仅可以提供专为利用Vision Pro功能而设计的应用，以及也提供iOS应用——这些iOS应用能够在Vision Pro设备上以2D模式运行。官方表示，超过**600**种原生应用，以及超过**100万**款兼容的应用程序。
- **影视**：Apple TV、Disney+、NBA: Live Games&Scores、华纳兄弟探索频道、redBull等视频内容平台均在首批名单中。
- **游戏**：Vision Pro能与PlayStation DualSense和Xbox Wireless Controller等游戏手柄兼容，用户能够游玩Apple Arcade，玩家可以在Apple Vision Pro访问超过250款游戏。目前，休闲类的轻交互内容居多，包括一部分RPG、文字剧情类、解谜类等。
- **创作设计**：在应用市场有多款3D设计的应用，包括用于医疗培训领域的3D器官模型，用于工业设计领域的JigSpace等。
- **办公&社交**：微软办公全家桶、苹果办公全家桶、钉钉、Zoom、Teams、Facetime等众多应用中都加入了苹果的Persona，还有思维导图应用MindNode、项目管理应用OmniFocus和OmniPlan等办公应用。

图：JigSpace



资料来源：机器之心，国信经济研究所整理

图：空间拼图游戏



资料来源：机器之心，国信经济研究所整理

图：模拟DJ



资料来源：机器之心，国信经济研究所整理

Vision Pro短板2：重量较重，佩戴舒适性不足

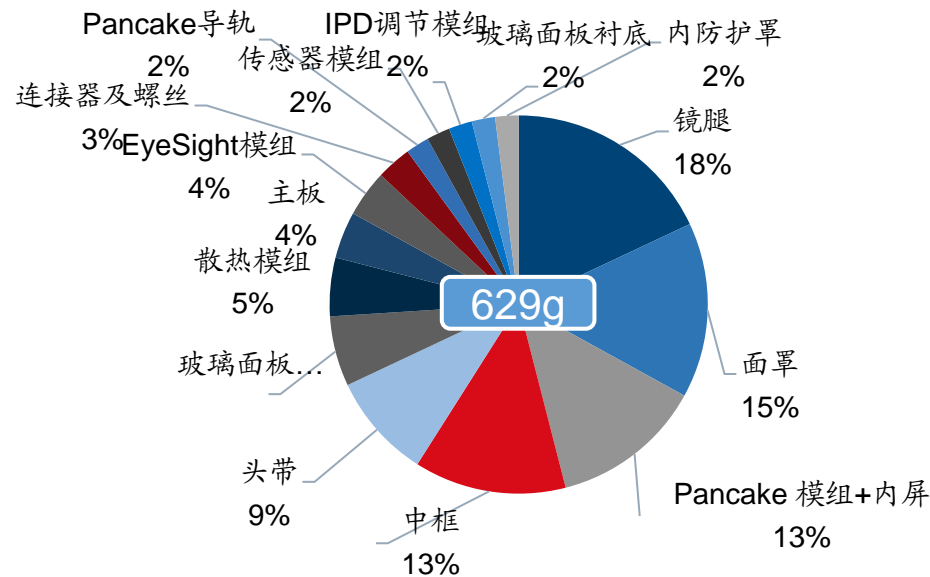
- Vision Pro主机完全体（安装了遮光罩+面罩+头带，不包括电池）的重量在650g左右，大概相当于3台iPhone 15 Pro Max。与其他XR设备相比也显然更重，在包括电池的情况下，Meta Quest3重516g、Pico4重586g、Meta Quest Pro重722g。根据海外博主的反馈，后者对长时间佩戴的舒适度有所提升，但也非常有限，佩戴45分钟到1小时左右就会感觉到脖颈处开始酸痛。
- 未来，苹果有望通过将声学部分交给Airpods分担，去掉玻璃面罩或其他方式，降低重量，或是将部分模组移至后脑，使重量更为平衡，增加产品的穿戴舒适性。

图：VisionPro主机重量650g左右



资料来源：钛媒体，国信经济研究所整理

图：VisionPro主机重量650g左右

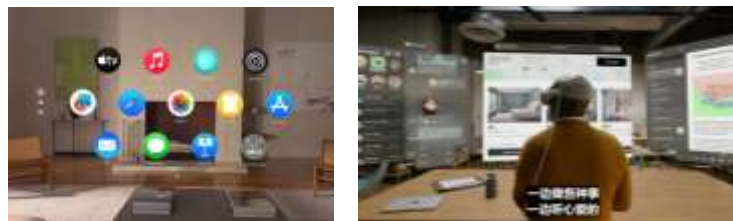


资料来源：钛媒体，国信经济研究所整理

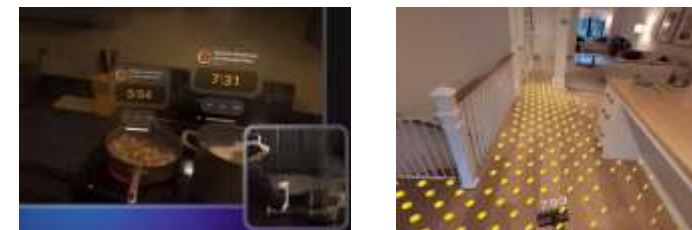
三、空间计算的未来

Vision Pro使用方式具备无限可能

替代传统生产工具



生活工具



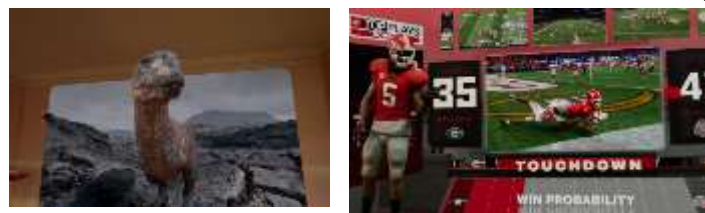
艺术/设计/建筑



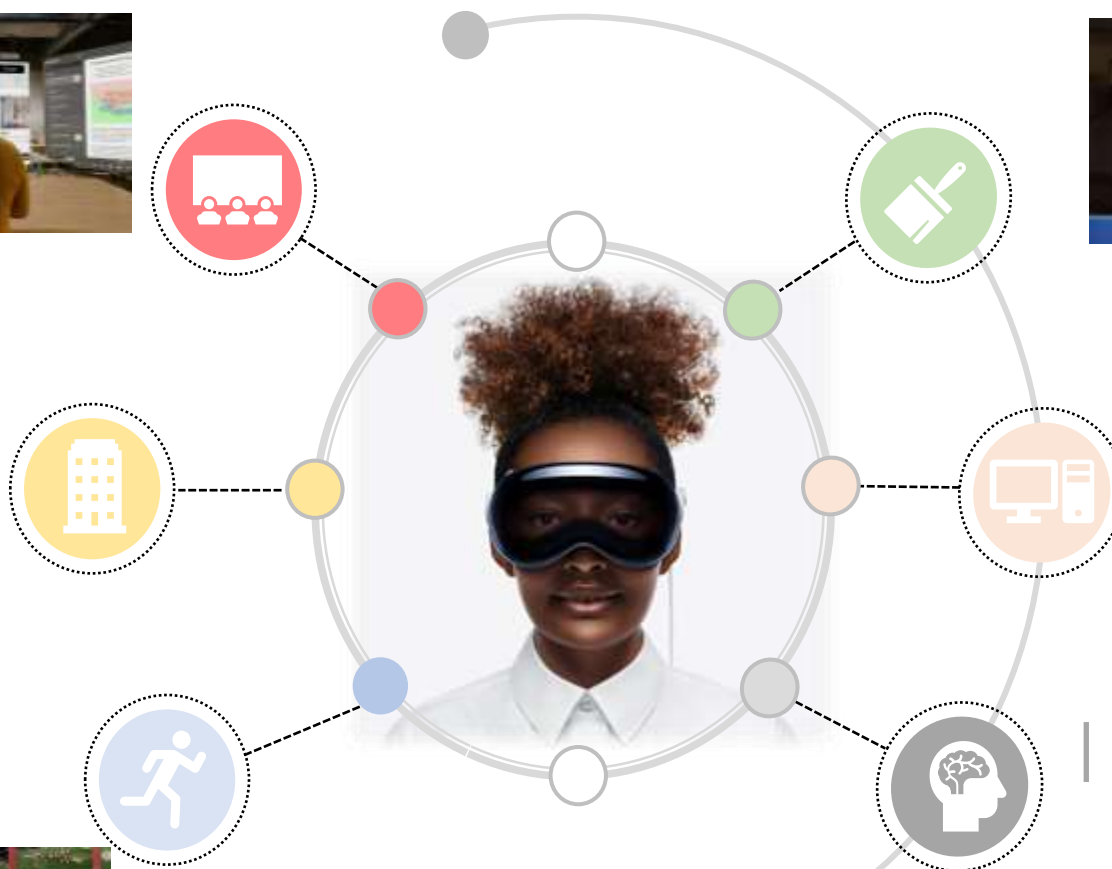
训练与模拟



体育、娱乐



心理医疗





空间计算设备

+



Holotile 多人、全方向地毯

=

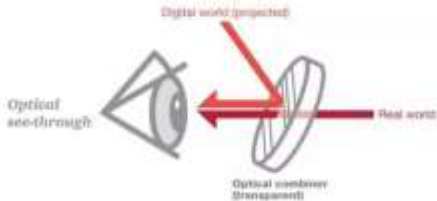
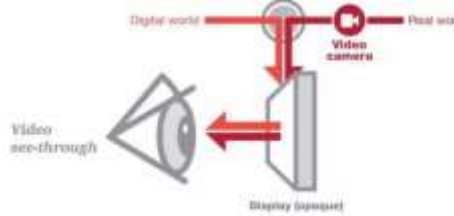


头号玩家

- 目前Vision Pro为代表的空间计算设备仍在发展初阶, 未来搭配不同的配件, 有望拓展应用的边界。
- 比如, 1月22日, 迪士尼推出了一项新的科技——**HoloTile**滑动地板技术, 由迪士尼研究员Lanny Smoot打造, 隶属华特迪士尼幻想工程研发(R&D)部门。
- HoloTile地板是“世界上第一个多人、全向、模块化、可扩展的跑步机地板”。它允许任意数量的人, 在任何方向上无限距离行走, 并且永远不会碰撞或走出其表面, 比万向跑步机更自由, 且允许多人。
- HoloTile具有多种应用可能性等待被开发, 有望拓宽虚拟现实技术令人兴奋的新方向。

轻量化眼镜：智能眼镜的理想形态，技术实现道阻且长

- 眼镜通过过去两百年来的产品迭代，对外形对重量都形成了严格标准。比如近视眼镜低于30克，墨镜低于40克才能适应长期佩戴。因此，眼镜轻量化是各类智能眼镜重要的演进方向。
- 尽管OST可以做到非常的轻薄、省电，但存在光学透视的**光路设计复杂**，**屏幕量产难度高**，同时显示的画面**视角有限**，存在色散、光晕和“彩虹”现象且**无法显示纯黑的画面**，以及光学零部件成本在规模量产前**造价较高**等技术问题。
- 而VR在复杂光线环境下还原效果不佳，产品形态臃肿，大量算力浪费还原本已存在的真实世界，导致续航短、设备重。
- OST可能成为未来主要透视解决方案，但现阶段VST的诸多优点使其成为落地较多的方案。扎克伯格在接受The Verge采访时表示过，一个人们戴着VR头显穿行的世界不是他希望的**未来**，AR眼镜是Meta的长期目标。苹果也设计了大量贴近AR眼镜的外观和硬件技术专利，收购了AR衍射光波导厂商Akonia，为OST方案做好储备。

方案	OST（光学透视）	VST（视频透视）
示意图		
定义	常用于AR头显，真实世界和计算机生成内容是通过用户眼前的半透明光学合成器看到。	常用于VR眼镜，真实世界是通过相机捕捉到实时视图，然后与计算机图像技术结合在一起，呈现在不透明的显示器上
亮度	6600尼特+	100-600尼特
真实世界分辨率	由人的视网膜决定，单眼24k+	受限于显示屏幕分辨率，单眼2k-4k
延迟	现实世界无延迟，虚拟世界有延迟	存在延迟
算力要求	较高	高
重量	轻	重
焦平面	无数个焦平面，可防止眩晕产生	1个焦平面
虚拟对现实遮挡效果	完全不遮挡	合理遮挡
FOV	30-70°	90-120°
虚实匹配	不佳	一致
配准信息	较准	准
虚实亮度匹配控制	难	易

资料来源：亿欧智库，国信经济研究所整理

- 2023年，AR眼镜产品经历了大幅的迭代，一是AIGC大模型的出现，不仅引入了语音助手等新的交互方式，在内容与应用场景层面也能展现了新的可能，二是各家厂商积极推动眼镜走向空间计算设备。
- 无论一体式AR眼镜，又或者是分体式，AI化是共同的趋势。比如雷鸟X2支持AI虚拟人对话，AI识图等，致敬未知首款AR眼镜ARknow A1通过单颗摄像头实现AI识物，同时它还基于Stable Diffusion实现了AI图生图，增强了一部分AR眼镜的实用性与趣味性。
- 伴随着SLAM、手势等算法的落地，定位更高端的分体式 AR 眼镜开始向着下一个计算平台靠拢。例如AR眼镜Rokid Max Pro、移动主机盒子Station Pro、蓝牙键鼠，一套移动随身大屏计算设备即诞生。一体式 AR 眼镜多主打信息提示、翻译、提词器、导航等。定位更高端的分体式则正在凭借移动主机盒子，多配件连接，发力空间计算。移动主机的出现，不仅可以解决一部分 AR 眼镜的交互，厂商还能基于主机构建自己早期的操作系统与内容生态。

图：Rokid分体式空间计算套装



资料来源：Rokid，国信经济研究所整理

图：致敬未来AI识图



资料来源：致敬未来，VR陀螺，国信经济研究所整理

图：雷鸟X2



资料来源：雷鸟创新，VR陀螺，国信经济研究所整理

三、AI与空间计算

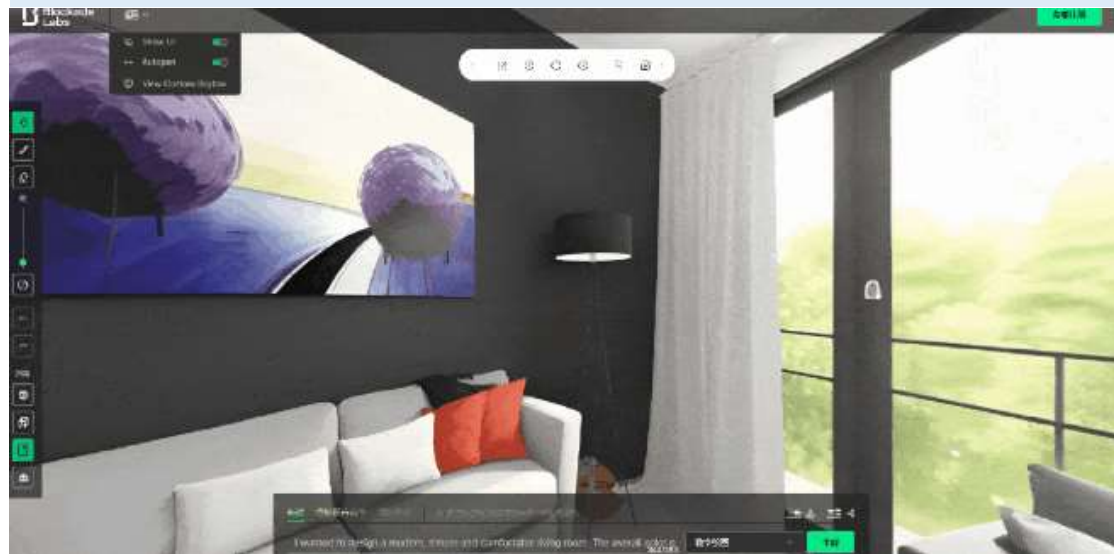
- 由于空间计算利用物理空间作为与数字内容交互的媒介，能够将数字内容无缝融入物理环境中，因此最大的技术难点在于信息的呈现需要考虑人与周围环境物体的空间关系。空间计算的重要特性在于设备需要能够理解自己在给定环境中的确切位置。
- 一方面，空间计算需要通过摄像头、激光雷达等多种传感器实现空间定位或设备跟踪。例如，Vision Pro采用了12个摄像头、5个传感器（1个LiDAR、2个结构光深度传感、2个IR红外传感）来处理SLAM（即时定位与地图构建）空间环境感知、手势识别、三维建模等信息。
- 另一方面，人工智能特别是计算机视觉的应用，能够在传感器实时扫描周围环境的同时，快速计算设备在空间中的位置，并尝试理解现实世界的场景，如房间、商店、家具等，同步读取读取标签、识别对象、3D建模、创建地图等等，将现实世界融入到虚拟体验中。

图：Vision Pro复杂的传感器阵列



资料来源：Apple官网，国信证券经济研究所整理

图：通过AI技术对房间进行3D建模



资料来源：工业设计，国信证券经济研究所整理

AI助力空间计算：内容生成

- 空间视频基于人的双目立体视觉原理，由于双眼在水平上的间距对看到的画面产生一定的视差，因此当图像信号转换为神经信号传输至大脑后，能够主观产生物体厚度、空间深度及距离等立体感觉。目前空间视频的产生主要来自于采用3D拍摄，例如苹果iPhone 15 Pro和Vision Pro均可拍摄空间视频，其中iPhone 15 Pro使用主摄像头与超广角摄像头采集具有一定水平视差的双目画面。
- 随着多模态AI模型的快速发展，更多空间视频未来可通过AI进行生成，覆盖影视、游戏等领域。多模态AI通过深度学习、计算机视觉及其他相关技术，可以改善空间视频的质量、内容及生成全新的视频内容。当前基于生成式AI的视频生成模型包括Runway、Pika、Synthesia、Lumiere等。

图：用iPhone 15 Pro拍摄空间视频



资料来源：Apple官网，国信证券经济研究所整理

图：谷歌Lumiere视频生成模型



资料来源：Lumiere，国信证券经济研究所整理

Sora: OpenAI发布“文生视频”工具，物理世界模拟器

- 美国时间2024年2月15日，OpenAI发布了“文生视频”（text-to-video）工具——Sora，可以直接输出长达60秒的视频，并且包含高度细致的背景、复杂的多角度镜头等。
- Sora通过学习视频，来理解现实世界的动态变化，Sora学习的不仅仅是视频里的画面、像素点，还在学习视频里的“物理规律”。该模型不仅能理解用户在提示中所要求的内容，还能理解这些事物在现实世界中的存在方式。
- 此外，Sora具有极强的3D空间能力，能创造出带有动态视角变化的视频，让人物和场景元素在三维空间中的移动。
- Sora采用了Transformer架构，OpenAI在其技术文档中表示，【扩展视频生成模型】是向着构建【通用物理世界模拟器】迈进的非常有希望的路径。OpenAI想做的，不仅仅是一个“文生视频”的工具，而是一个通用的“物理世界模拟器”，为真实世界建模。

图1：扩展视频生成模型是通用物理世界模拟器的可能有效路径



资料来源：OpenAI，国信经济研究所整理

图1：Sora和Pika、RunwayML和Stable Video进行对比



资料来源：Gabor Cselle，国信经济研究所整理

图1：三维能力让Sora能生成动态视角变化的视频



资料来源：OpenAI，国信经济研究所整理

AI助力空间计算：空间应用

- AI的应用不断丰富空间计算设备的应用，除了传统AI应用外，还将借助算力及数据可视化，实现特殊的空间场景应用。除了传统AI所带来的语音识别准确率提升、动作识别准确率提升而对应的语音助手、AI助理等应用外，AI与空间计算结合还将带来对于空间场景的探索。

例如，AI结合空间计算将在空间搜索与寻物场景中带来效率提升。在图书馆寻书场景中，AI结合空间计算能够迅速定位书籍的位置，从而大幅降低读者或管理员搜索所消耗的时间。

图：图书馆寻找书籍位置场景



资料来源：Pixabay，国信证券经济研究所整理

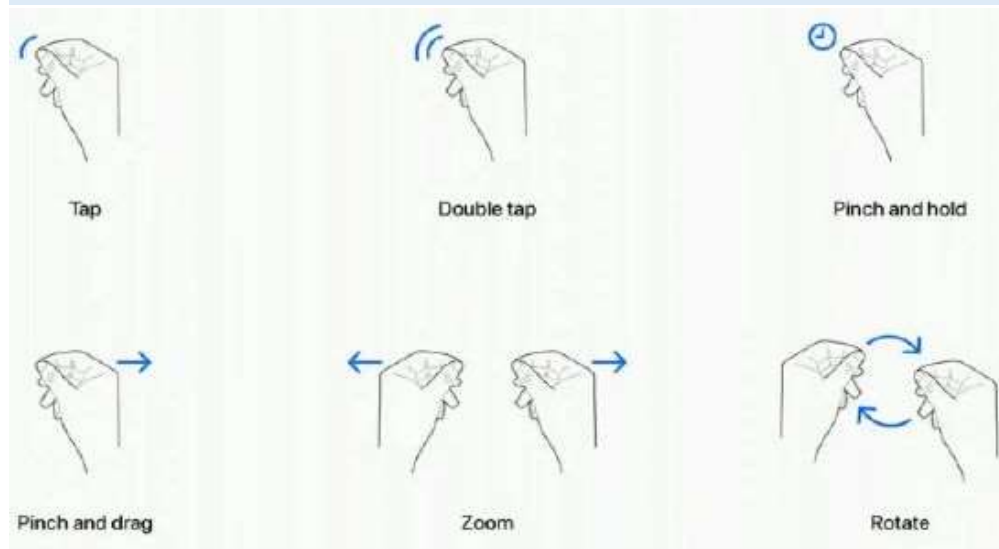
图：2023年AR眼镜与AI结合的相关应用

产品	大模型	AI能力
雷鸟X2	自研大模型服务中台	翻译 RayNeo AI（内测） AI数字人App“Chatbot” 场景识物“Vision Go”
致敬未知ARKnow A1	GPT模型 Stable Diffusion	精灵球 场景识物 图生图
Brilliant Monocle	ChatGPT	语音助手
Rokid Station Pro	-	空间搜索
INMO Go	-	语音助手
Ray-Ban Meta	Meta AI	AI助理 场景识别 翻译
李未可Meta Lens S3	大语言模型AI系统	语音助手 翻译/口语训练 行程安排
AI Pin	或基于ChatGPT-4	AI助理 食物卡路里检测
MYVU	Flyme AI（基于开源模型）	语音助手

资料来源：VR陀螺，国信证券经济研究所整理

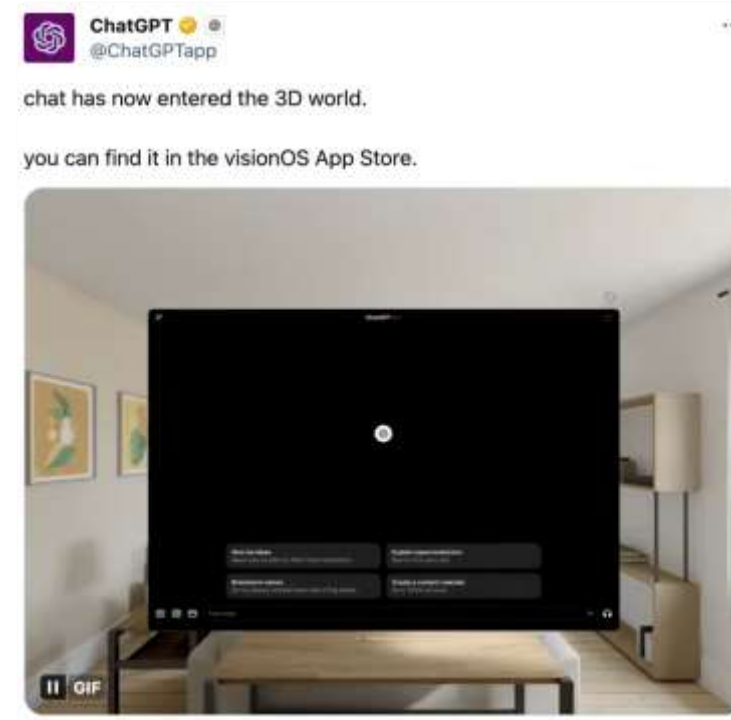
- 空间计算包括控制器输入、手部追踪输入、眼动追踪输入等各种输入系统，从而实现数字内容中沉浸且自然的互动。例如，Vision Pro的交互方式包括手眼协同、物理按键以及外设等方式；其中最常用的交互方式为手势交互，目前Vision Pro支持6种手势交互，配合眼动可以实现单击、双击、拖拽、旋转等操作。
- AI的交互能力将成为空间计算设备的核心能力，将使得空间计算设备成为真正融入到用户生活的智能设备。因此，除了传统的外设、动捕等交互方式外，AI大语言模型有望开创人、机、环境交互的新范式，从而使得空间计算设备能够理解和解释虚拟和现实世界。
- 例如，OpenAI发布了一款visionOS版ChatGPT应用，允许用户与OpenAI的 GPT-4 Turbo模型聊天。用户可以直接在应用程序中提出问题，获得答案，获得建议，甚至生成图像和文本。ChatGPT也是成为首批为visionOS开发的600多个全新原生应用之一。

图：Vision Pro手势交互操作



资料来源：Apple官网，国信证券经济研究所整理

图：OpenAI发布visionOS版ChatGPT应用



资料来源：OpenAI，国信证券经济研究所整理

- 空间计算通过从人工智能和计算机视觉等技术中获取与环境信息高度相关的视觉感知，能够帮助机器人高效地完成人脸识别、距离感知、避障、导航等功能。空间计算通过复杂的计算分析，机器人可以精确地确定目标物体的位置和形态，无论物体如何变换位置或角度，机器人都可以在空间中进行精确操作。例如，在工业机器人方面，空间计算可以协助机器人完成机械手臂辅助训练、空间位姿精度测试等，提高工业生产效率。

图：机械手臂准确获取环境信息并抓取物体



资料来源：传感器技术，国信证券经济研究所整理

图：特斯拉FSD计算机视觉技术感知环境信息



资料来源：特斯拉AI Day，国信证券经济研究所整理

- 空间计算为机器人交互带来新颖的功能。机器人的交互系统包括感知、决策、执行三段结构，其中感知和执行阶段均需要和外界环境互动；因此，除了拥有足够丰富和灵敏的传感器以及完成复杂动作的机械结构外，空间感知、三维重建、用户感知等对机器人与外界交互至关重要。空间计算能够提高人机交互和机器间的交互效率，可运用在工业、医疗、运输和日常生活等多个领域。
- 例如，在工业生产场景中，通过空间计算技术可以将基于位置的跟踪添加到一台设备或整个工厂，机器人可以根据某设备部件或整体工厂的空间地图，按图索骥找到需要维修的地方进行修复，极大缩短时间成本；同时空间计算算法还能解决多位机器人同时工作的统筹问题，通过计算结果协调机器人的任务分配，从而优化工作效率和质量。

图：工业生产场景中的空间计算



资料来源：工业机器人，国信证券经济研究所整理

图：搭载奥比中光3D视觉传感器的送餐机器人



资料来源：奥比中光，国信证券经济研究所整理

- **消费电子：**立讯精密、歌尔股份、兆威机电、鹏鼎控股、东山精密、韦尔股份、蓝思科技、领益智造、亿道信息、长盈精密；
- **基础算力：**沪电股份、工业富联；
- **物联网端侧芯片：**晶晨股份、恒玄科技、北京君正、兆易创新、乐鑫科技；
- **设备：**杰普特、易天股份、深科达；
- **内容：**洲明科技、利亚德。

- 一、AI发展不及预期。
- 二、地缘政治风险。
- 三、AI应用落地不及预期。
- 四、细分行业竞争加剧。

国信证券投资评级

投资评级标准	类别	级别	说明
报告中投资建议所涉及的评级（如有）分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后6到12个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的6到12个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。A股市场以沪深300指数（000300.SH）作为基准；新三板市场以三板成指（899001.GSI）为基准；香港市场以恒生指数（HSI.HI）作为基准；美国市场以标普500指数（SPX.GI）或纳斯达克指数（IXIC.GI）为基准。	股票投资评级	买入	股价表现优于市场代表性指数20%以上
		增持	股价表现优于市场代表性指数10%-20%之间
		中性	股价表现介于市场代表性指数±10%之间
		卖出	股价表现弱于市场代表性指数10%以上
	行业投资评级	超配	行业指数表现优于市场代表性指数10%以上
		中性	行业指数表现介于市场代表性指数±10%之间
		低配	行业指数表现弱于市场代表性指数10%以上

分析师承诺

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。



国信证券

GUOSEN SECURITIES

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路125号国信金融大厦36层

邮编：518046 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路1199弄证大五道口广场1号楼12楼

邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街6号国信证券9层

邮编：100032