

MR 能否成为下一个爆款？

——混合现实行业深度报告

投资要点

- ❑ **复盘历代爆款消费电子产品，实现交互升级+内容升维是其改变用户习惯的主要手段。MR 设备有望继智能手机后，进一步引领迭代交互形式和内容呈现，基于以此为核心的显示/感知/交互等环节创新配置，有望助力构造起成为下一代核心信息终端平台的核心优势，各供应链环节或将持续受益。**
- ❑ **复盘历代爆款产品，交互进化+内容升维为变革产品形态的主要手段。**
智能手机成功推动泛消费电子产品在交互形式和内容方面的首次升维。交互形式上将传统物理按键交互升级为多指触屏交互，内容上将一维文字/通话信息升级为二维图像/视频信息，顺利完成升维信息内容及获取方式的历史使命。平板电脑、可穿戴设备等产品也为迭代的轻量化、便携化进程提供了核心推动。
- ❑ **下一代核心信息平台将继续以交互空间化和内容立体化为核心创新锚点。**
MR 设备继续将智能手机时代的多指触屏交互升级为含手势/动作在内的行为交互，将二维图像信息升级为三维空间视觉信息，在信息进一步升维层面具备突出优势。对比现有 VR 产品，MR 设备有望成为下一代核心载体和媒介。
- ❑ **MR 设备在显示/感知/交互等维度的领先配置，均以交互/内容升级为核心诉求。**
相比于现有 VR 产品，MR 产品有望在显示技术、全彩透视、瞳距调节/眼动追踪、指环控制、全身动捕、激光雷达的应用等六大硬件条线实现全方面的功能和配置升级，为 XR 行业树立新的硬件配置标杆。
- ❑ **MR 产品具备成为下一代核心信息平台的核心条件。**
从可行性考量：1) 数字经济催生众多以生产力为目的的个人用户，MR 高度贴合其需求；2) MR 自身产品定位亦在由企业级向消费级不断延伸，降本进程有望很快推进；
从必要性考量：1) MR 设备是全行业短期内最有可能将互联网内容继续升维至三维空间视觉的终端和载体，继而快速形成从内容端反哺硬件的良性循环；2) MR 设备的感知配置最有可能率先实现三维行动交互、提升用户体感。
- ❑ **投资建议**
整机代工：重点关注立讯精密，基于北美大客户多年的合作经验，有望迅速切入 MR 整机代工行业并持续发力。
感知/控制模组：瞳距调节条线建议重点关注兆威机电，其高热场景下材料抗变形能力是核心优势之一；摄像头感知条线建议重点关注高伟电子。
检测设备：国内厂商主要集中在传感器检测、显示检测及成像检测等。建议重点关注智立方（MR 传感器检测）、精测电子（显示检测）、荣旗科技（镜片检测）、华兴源创（显示检测）、杰普特（光学成像检测）、科瑞技术（眼动追踪模组检测）。
- ❑ **风险提示**
头部品牌新产品发布进度不及预期，市场需求不及预期。

行业评级：看好(维持)

分析师：蒋高振
执业证书号：S1230520050002
jianggaozhen@stocke.com.cn

研究助理：苗霄寒
18662961992
miaoxiaohan@stocke.com.cn

相关报告

- 1 《手机库存有望于 Q2 见底，重视折叠屏创新机遇》
2023.02.09
- 2 《浙商新科技：政策指明虚拟现实发展航向，VR/AR 软硬两端大有可为》 2022.11.02
- 3 《VR 行业深度报告：Pico 4 重磅发布，产品迭代催化硬件各环节投资机遇》 2022.09.24

正文目录

1 复盘：交互迭代+内容升维，历代爆款产品的衍进“双擎”	4
2 MR 终端：交互+内容继续进化的新载体	4
2.1 交互形式：指尖交互→行为交互	4
2.2 内容：二维平面图像→三维空间视觉	5
2.3 MR vs VR 全面对比：争夺下一代核心信息平台的天王山之战	5
2.3.1 Micro OLED vs LCD + Mini LED 背光：高清显示的潜在迭代	6
2.3.2 全彩透视：模式切换的功能基础	7
2.3.3 自动无极瞳距调节+眼部追踪 vs 手动瞳距调节：提升体感的有效途径	8
2.3.4 指套/指环控制 vs 手柄控制：交互升级的重要演进	10
2.3.5 全身动作捕捉和追踪感知：功能补全的关键砒码	11
2.3.6 激光雷达：感知进化的高效补盲	12
2.4 充足储备 + C 端下沉，MR 设备的广阔蓝海	13
3 投资建议：代工+组件+检测设备	15
4 风险提示	15

图表目录

图 1: 智能手机等典型产品构造消费电子终端现有产品格局	4
图 2: 智能手机推动指尖触屏交互成为主流	5
图 3: 眼球注视点跟踪将是新型交互重点方向之一	5
图 4: 智能手机时代商务会议以平面图像及语音传输为主	5
图 5: 下一代终端上, 3D 内容的呈现有望成为现实	5
图 6: MiniLED 通过增加灯珠数量提升屏幕亮度	7
图 7: Micro OLED 采用单晶硅晶圆基板实现更高 PPI	7
图 8: 现有典型 VR 设备彩透画面	8
图 9: 预期 MR 设备彩透画面	8
图 10: Pico 4 的无极瞳距调节界面	9
图 11: Pico 4 瞳距调节模组	9
图 12: 现有 VR 用手柄式交互设计仍存在较多痛点问题	10
图 13: 苹果研发中的指环控制器	11
图 14: 可伸缩的指套控制器设计	11
图 15: 含腿部在内的全身动捕是保证 MR 使用体感的重要一环	11
图 16: 通过外置追踪器实现全身动捕	12
图 17: 通过终端内置摄像头实现全身动捕	12
图 18: iPhone 的激光雷达配置可与苹果 ARKit 形成良好互动	13
图 19: 激光雷达通过激光反射时间差感知物理距离和轮廓	13
图 20: 苹果 MR 相关已注册专利高达数千件 (截至 2023 年 2 月末)	14
表 1: 近期 VR 新品配置仍以 LCD/Mini LED 为主, Micro OLED/眼球追踪等开始应用但体量较小	6
表 2: 海外公司仍引领 Micro OLED 研发, 国内厂商快速发力	7
表 3: 截至 2023 年 2 月 VR 彩透配置以 1-2 颗全彩摄像头为主	8
表 4: 瞳距调节和眼动追踪设备条线国产厂商开始有序发力	10
表 5: 苹果 MR 相关专利覆盖算法、感知、交互等多个条线 (部分)	14

1 复盘：交互迭代+内容升维，历代爆款产品的衍进“双擎”

消费电子产业经过十数年发展，在笔电、智能手机、平板电脑、TWS 耳机、智能手表/手环等可穿戴设备等多个现象级产品的基础上，引领了近二十年的功能创新和产业迭代进程。从核心表征上看，消费电子几代爆款产品最具革命性的在于：1) 交互形式的全面颠覆；2) 信息呈现形式的持续升维；3) 轻量化、便捷化等一系列“支线任务”。以智能手机为例，其将交互形式由传统物理按键交互升级为多指触屏交互，将信息呈现由原先以短信、通话为主的一维文字信息升级为以图像、视频为主的二维信息，成为完成“主线任务”的排头兵。轻薄笔电、平板电脑、TWS 耳机、智能手表等产品均在主线升级任务外肩负着推动轻量化、便捷化等“支线任务”的历史使命。这些爆款产品共同构造起消费电子终端当前信息可视化、交互指令化、形态轻便化的产品格局。

图1： 智能手机等典型产品构造消费电子终端现有产品格局



资料来源：青亭网，各公司官网，浙商证券研究所

2 MR 终端：交互+内容继续进化的新载体

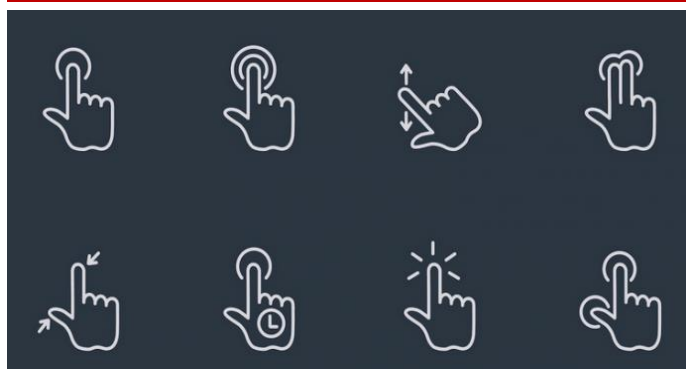
MR 意为混合现实 (Mixed Reality)，是延展现实 (XR, Extended Reality) 终端的重要一环。相比于已有数年发展史的 VR 虚拟现实，MR 在虚拟环境与现实环境的融合方面要求更进一步，更多基于现实环境的背景下加入各类虚拟物件、形象的融合。因此对比 VR 对虚拟现实的构建，MR 将在交互等层面强调更多的可能性。

2.1 交互形式：指尖交互→行为交互

从交互升级角度考量：尽管通过屏幕、摄像头、触碰式电容器件、显示触控驱动芯片 (TDDI) 等零部件的升级，发展已较为成熟，多指触控仍旧是局限在手部的局部交互，指间手势也始终被限制在手机屏幕的平面范围内，可识别的动作仍旧集中在点击、选中、拖动、双指伸缩、指关节敲击等简单指令内。长期视角看，以空间为范围的行为指令，如抖动手腕、挥动手臂、向前行进、躯体伸展或旋转、甚至眼球注视点移动等，有望成为消费

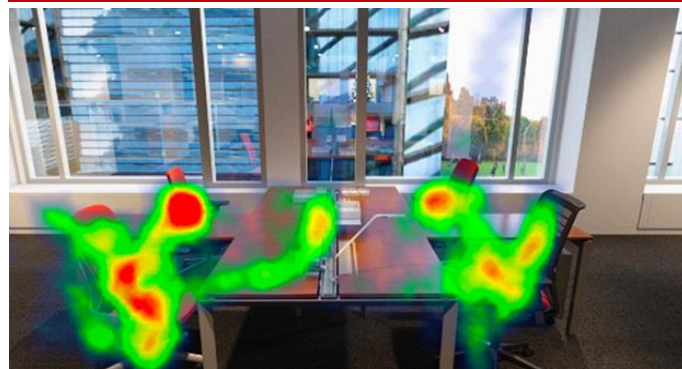
产品交互形式的明确发展方向，**高端感知摄像头、眼球追踪模组等新式传感器的应用有望实现厚积薄发。**

图2： 智能手机推动指尖触屏交互成为主流



资料来源：雷锋网，浙商证券研究所

图3： 眼球注视点跟踪将是新型交互重点方向之一



资料来源：映维网，浙商证券研究所

2.2 内容：二维平面图像→三维空间视觉

从内容升维角度考量：智能手机将传统手机时代对信息的一维呈现（短信、通话等）升级为以图像、视频、动画表情在内的二维内容，通过可视化的 SDK 设计，实现内容呈现方式的首次升级。此后内容端的升级或将维持在从二维图像内容向三维视觉内容的进一步探索为主。以办公场景为例，手机时代的线上会议以二维图像的视频输出，搭配语音传输为主；下一代终端上，线上形式的动作交流，包括虚拟握手、可视化图表展示、多人协同的实体模型搭建等功能都有望成为现实。这些场景的实现，要求对用户 3D 动作更精确、更实时的感知，激光雷达、行为感知模块等新技术的应用，将为此类功能提供更有效的助力。

图4： 智能手机时代商务会议以平面图像及语音传输为主



资料来源：Zoom，浙商证券研究所

图5： 下一代终端上，3D 内容的呈现有望成为现实



资料来源：新浪 VR，浙商证券研究所

2.3 MR vs VR 全面对比：争夺下一代核心信息平台的天王山之战

VR 作为 XR 条线的先行者，已进行了诸多技术和市场层面的尝试。近期已发布 VR 硬件新品仍以 Fast LCD+MiniLED 背光的显示组合为主，部分 Micro OLED/眼动追踪/彩色透视等功能开始初步应用。根据青亭网统计，2022 年至 2023 年初发布（或公布原型方案）的设备中，超 90%以上的品牌仍旧采用 LCD 屏幕或 LCD+MiniLED 背光模组的显示方案，少数品牌开始采用 OLED/Micro OLED 显示但普遍售价水平较高。此外，眼球追踪/彩色透视 VST 也逐渐开始应用。

表1: 近期 VR 新品配置仍以 LCD/Mini LED 为主, Micro OLED/眼球追踪等开始应用但体量较小

产品名称	公布日期	产品形态	显示/光学	分辨率	FOV	重量	售价	其他特点
索尼 PSVR 2	2022/1/5	分体式	OLED+菲涅尔	2000*2040	110°	560g	549.99 美元	HDR、眼球追踪、面部触觉
Shifall MeganeX	2022/1/5	PC VR	Micro OLED+Pancake	2560*2560	约 95°	320g	1700 美元	HDR
Vrgineer XTAL 3	2022/1/5	PC VR	LCD+菲涅尔	3840*2160	180°*90°	700g	8900 美元	双目彩色 VST、眼球追踪
奇遇 Dream Pro	2022/4/21	VR 一体机	LCD+非球面	1832*1920	93°	692g	2499 元	——
佳能 MREAL X1	2022/4/22	PC VR	自研显示面板+光学透视	1920*2160	58°*60°	158g	——	真光学透视
Pimax Crystal	2022/6/1	一体机/PC VR	QLED+MiniLED 背光	2880*2880	120°*140°	——	1599 美元	双模、可更换 VST 面板
YVR 2	2022/1/7	一体机	LCD+Pancake	1600*1600	95°	630g	4999 元	——
创维 Pancake 1 系列	2022/7/25	一体机	1/1C; LCD+Pancake 1 Pro: MiniLED 背光+Pancake	1600*1600/2280*2280	95-108°	450g	2999/3999 元	——
Pico 4	2022/9/22	一体机	LCD+Pancake	2160*2160	105°	295g	2499 元	单目 RGB VST
Meta Quest Pro	2022/10/11	一体机	MiniLED 背光+Pancake	1800*1920	106°*96°	722g	1499 美元	骁龙 XR2+、单目 RGB VST
Varjo XR-3 Focal Edition	2022/11/29	PC VR	Micro OLED+LCD	1920*1920	115°*90°	594g	5495 美元	LiDAR+RGB 融合、摄像头变焦
大朋 E4	2022/12/20	PC VR	LCD+菲涅尔	1832*1920	116°	285g	3499 元	首次采用 Inside-Out
奇遇 MIX	2022/12/24	一体机	LCD+双非球面	1832*1920	约 93°	348g	3199 元	双目 RGB VST
HTC Vive XR Elite	2023/1/5	一体机	LCD+Pancake	1920*1920	110°	625g	9888 元	深度传感器+单目 RGB VST
Solreader	2023/1/5	一体机	墨水屏	——	——	113g	350 美元	墨水屏, 续航 30 小时

资料来源: 青亭网, 各公司官网, 浙商证券研究所

相比于 VR 设备, MR 对屏幕显示、眼球追踪/调节及彩色透视等新应用的要求更加严苛。MR 的核心区别在于虚拟现实与增强现实环境的更好融合, 为拉近两种场景的视觉差距, VR 模式下追求更为清晰明亮的显示效果, AR 模式下则更为看重对现实场景的准确还原, 因此 Micro OLED 和高清全彩透视等环节有望成为 MR 设备的核心部件。此外, 为准确联动 VR/AR 模式, 基于眼球活动的视觉追踪和自适应调节功能将成为联通两大场景的重要桥梁。

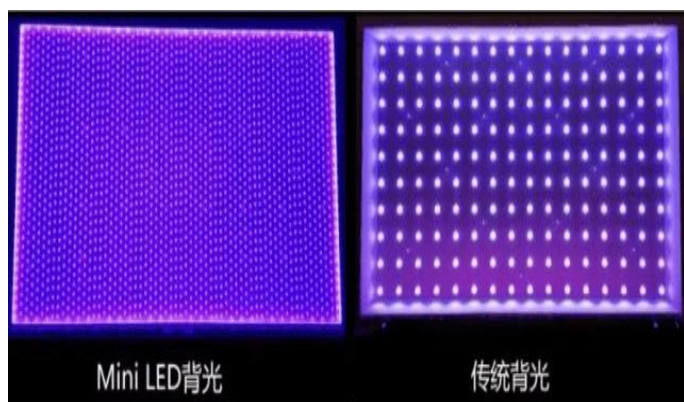
2.3.1 Micro OLED vs LCD + Mini LED 背光: 高清显示的潜在迭代

自 2022 年起, VR 设备新品多采用 Pancake 折叠光路设计以实现显著轻量化及微型化。从物理光学规律角度, 屏幕光线固定需要足够距离的光程才能在人视网膜中形成清晰成像。传统菲涅尔透镜方案通过一系列复杂镜片组实现, Pancake 模组光线折叠载体由镜片组升级为光学膜材, 继而实现整体设备的轻量化。考虑到光线在实体膜材中行进的光损相对镜片组更高, 因此更高亮度的屏幕需求呼之欲出。

实现更高亮度的屏幕显示, 通常采用 Mini LED 背光或 Micro OLED 的方式实现。Mini LED 背光通过在 LCD 屏幕下通过缩小灯珠尺寸、容纳更多灯珠数量的方式实现屏幕亮度的提升, 目前在以 Meta Quest Pro 为代表的 VR 新品中开始逐渐采用; Micro OLED 又称硅基 OLED, 是在单晶硅片上制备主动发光性 OLED 器件的新兴显示技术。区别于常规 LCD 及 OLED 采用的玻璃基板, Micro OLED 的基板采用的是单晶硅晶圆, 可以在维持相近分辨率的基础上实现更小的显示面积, 继而使得其可实现更高的像素密度 (PPI), 并具备更轻薄、耗电量更小、发光效率高、自发光等优点。目前 Micro OLED 量产尚处于初级阶段, 实际成本较高, 我们预计单机 ASP 在千元以上, 技术环节仍有瓶颈亟待突破, 因此仅部分高价标杆性产品上进行了初步探索。MR 产品对屏幕分辨率、发光效率及轻量化

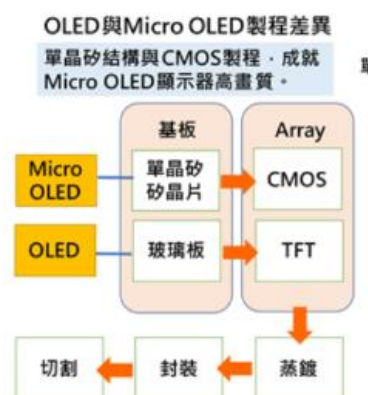
的需求，有望推动 Micro OLED 显示技术持续突破桎梏，从而通过提升规模实现快速降本。

图6: MiniLED 通过增加灯珠数量提升屏幕亮度



资料来源：周天财经，浙商证券研究所

图7: Micro OLED 采用单晶硅晶圆基板实现更高 PPI



资料来源：DIGITIMES Research，浙商证券研究所，注：“单晶矽”系中国台湾译法，同“单晶硅”

目前全球 Micro OLED 布局主力仍以海外公司为主，国内公司正在加速发力。三星正持续加大 Micro OLED 显示技术的投入，LGD 正在与 Meta、SK 海力士合作开发 Micro OLED 产线，旨在提供 XR 用微显示解决方案，索尼相关产品预期近期会有实际量产；国内厂商中京东方、清越光电、视涯科技、昆山梦显等公司亦有相关布局，并皆处于样品阶段，有望跟随 MR 产品陆续铺货实现放量。

表2: 海外公司仍引领 Micro OLED 研发，国内厂商快速发力

公司	国家/地区	(预计) 合作方	(预计) 当前进展
三星	韩国	谷歌、高通等	计划量产阶段
LG Display	韩国	Meta、SK 海力士	联合开发阶段
索尼	日本	苹果等	量产阶段
京东方	中国北京	三星	量产阶段
清越光电	中国苏州	—	研发布局
视涯科技	中国合肥	三星	量产阶段
昆山梦显	中国昆山	—	研发布局

资料来源：青亭网，Ofweek，电科技，CINNO，各公司官网，浙商证券研究所

2.3.2 全彩透视：模式切换的功能基础

高清全彩透视是 VR 和 MR 设备的重要分水岭，也是未来向 AR 持续进阶的关键功能。全彩透视又称全彩 VST (Video See-Through)，通过设备上搭载的数颗高清摄像头对现实视觉场景进行捕捉，并在此场景上叠加多种虚拟现实物体或窗口，以实现 MR 混合交互的目的。

全彩透视功能当前 VR 设备搭载/调用率相对单薄，未来 MR 中有望提高使用频次。实际上市型号中配置彩透功能的品类较少，当前仅 Meta Quest Pro、Pico 4、爱奇艺奇遇 MIX 等少数款配置了全彩 See-Through，且消费级产品中对彩色透视功能的调用多用于开机是的安全边界确认阶段，使用频率相对单薄。MR 产品中因涉及不同模式的切换，彩透功能的使用将大大增加，对摄像头的调用预计有望达到和屏幕同等的时长。因此，为实现 MR 设

备对 VR/AR 模式的顺畅切换，是否配备高清全彩透视功能将成为区分其与传统 VR 设备的重要指标。

图8： 现有典型 VR 设备彩透画面



资料来源：自设备采集，浙商证券研究所

图9： 预期 MR 设备彩透画面



资料来源：浙商证券研究所

全彩透视功能的硬件基础是高清彩色摄像头，VR 目前 1-2 颗为主，MR 或将继续提升。设备主要通过高清摄像头进行场景捕捉，目前配备方案包括单目彩透和双目彩透，相比单目，双目彩透更贴近于模拟双眼视角，从而提取出视觉深度信息。根据 Wellsen XR 的拆解及各公司官方宣传，现有品类中 Pico 4 采用 1 颗 1600 万像素摄像头的单目透视方案，无深度信息；Quest Pro 采用 2 颗黑白摄像头的双目 SLAM+1 颗 1600 万像素彩色摄像头的单目叠加透视，可通过 2 颗黑白摄像头的视差提取深度信息；奇遇 MIX 中采用 2 颗 1600 万像素的彩色摄像头实现双目彩透，可直接提取深度信息。综上，现有 VR 彩透摄像头规格大多集中在 1600 万像素，数量多为 1-2 颗（Quest Pro 连同黑白深度为 3 颗）。MR 设备由于对现实环境捕捉更为严格的要求，高清彩色摄像头的应用预计将更为广泛，分辨率有望提升至 2000 万像素以上，数量或将提升至 3 颗以上。

表3： 截至 2023 年 2 月 VR 彩透配置以 1-2 颗全彩摄像头为主

机型	彩透配置
Meta Quest Pro	1*全彩 1600 万像素+2*黑白深度摄像头 单目叠加透视
Pico 4	1*全彩 1600 万像素 单目彩透
奇遇 MIX	2*全彩 1600 万像素 双目彩透

资料来源：Wellsenn XR，京东，各公司官网，浙商证券研究所

全彩透视功能对摄像头精度提出了新的要求，MR 设备的进一步需求有望推动国产厂商充分受益。当前主流 VR 设备 CIS（含彩色和黑白深度）的主流供应商包括索尼、豪威、高伟等，模组封装供应商包括舜宇、丘钛微等。MR 设备进一步放量后，出于苹果等典型品牌厂商一贯的多供应商策略，国产厂商或将进一步提升市场份额。

2.3.3 自动无级瞳距调节+眼部追踪 vs 手动瞳距调节：提升体感的有效途径

人眼在进行信息捕捉时，双目系统通过视差信息进行深度信息的感知，继而使人眼拥有判断物体距离的能力。而在视觉图像信息感知时，人眼瞳距与光学图像显示设备的匹配程度将严重影响成像质量。XR 设备由于其屏幕显示+透镜成像的特点，如未能适配使用者的瞳距差异，可能会导致图形失真、视觉疲劳和头晕等现象。

VR 设备中目前已开始导入相关瞳距调节模组，通过微传动电机系统调整双眼透镜的位置和偏转角度，以适应不同用户的瞳距差异。目前根据智能程度划分大致分为三类：

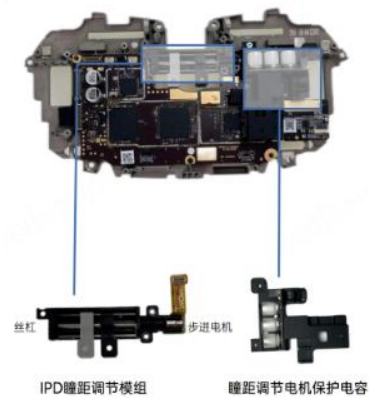
1) 手动旋钮式瞳距调节：主要通过机身物理旋钮进行手动调整，一般分为数个档位，因此仅支持固定距离的调剂，如 Meta Quest 2 的 58mm/63mm/68mm 档位等，调节精度相对粗犷；2) 手动电子无极调节：通过系统内置软件模块，由用户自行根据 SDK 内图像清晰度通过电子传动在一定瞳距范围内进行无极调节，如 Pico 4 的 58-72mm 调节区间，精度上有显著提升，但仍需手动操作，受用户实际视觉误差影响较大；3) 搭配眼动追踪的自动无极调节：**部分高端 VR 单品及未来 MR 设备的最优路线**，通过眼动追踪模组自动精确侦测用户瞳距，并联动微传动电机系统进行透镜位置的自动调整。

图10: Pico 4 的无极瞳距调节界面



资料来源：自设备采集，浙商证券研究所

图11: Pico 4 瞳距调节模组



资料来源：Wellsenn XR，浙商证券研究所

除搭配瞳距调节外，眼动追踪系统的应用亦缓解 MR 设备图像渲染的算力压力。当前阶段受制于 XR 设备整体算力及整机功耗发热的限制，对全屏幕图像进行 4K 成像渲染的难度较大。眼动追踪模组实现的注视点渲染功能（Foveated Rendering）可对用户注视点处进行高清渲染，通过模糊边缘图像的方式，在较小影响成像效果的前提下缓解全图渲染带来的算力端压力。

高热场景材料抗变形能力是品牌商在选择瞳距调节模组时的重要参考维度。瞳距调节模组本质上属于精密微传动系统，属于日本、德国、中国台湾等地区厂商的传统优势赛道，相关供应商包括日本电产、德国 IMS 等。由于 XR 设备算力高、发热量大等因素，精密传动相关材料在高热场景下的抗变形能力将是重要参考指标，国内供应商兆威机电凭借在该方面的突出积累，已进入众多 VR 品牌供应链，在 MR 终端其技术优势有望进一步凸显。眼动追踪模组层面国内标的较少，相关检测设备厂商国内已有布局。当前配备眼动追踪模块的以 B 端高端机型为主，如 Meta Quest Pro 等，索尼 PSVR2 成为眼动追踪技术在消费级市场内的首次探索。当前眼动追踪模组供应商以国外为主，如瑞典供应商 Tobii 等，国内主要以检测设备厂商为主，包括科瑞技术等。

表4: 瞳距调节和眼动追踪设备条线国产厂商开始有序发力

模块	相关标的	国家/地区
瞳距调节	兆威机电	中国
	日本电产	日本
	IMS	德国
眼动追踪模组	Tobii	瑞典
眼动追踪设备	科瑞技术	中国

资料来源: 各公司官网/公告, 浙商证券研究所

2.3.4 指套/指环控制 vs 手柄控制: 交互升级的重要演进

MR 设备作为新一代信息载体, 其与用户间的交互方式升级, 是其继智能手机等上一代设备进阶升维的重要表现。当前以 Meta Quest 2/Pro 及 Pico 4 等典型产品为代表的 VR 终端主要通过手柄进行指令输入及振动等部分输出反馈。以 Pico 4 为例, 其手柄搭配了类拓扑的环状结构, 使用了共计 20 颗红外 LED, 确保了无死角追踪; 主板上集成了蓝牙芯片、电源管理芯片等, 同时也采用了振频更宽的线性马达模拟更多力感反馈。但在与现实环境互动更为密切的 MR 场景下, 手柄型的设计目前仍存在手势交互依赖物理按键、手柄握姿与现实场景手型不匹配等问题。

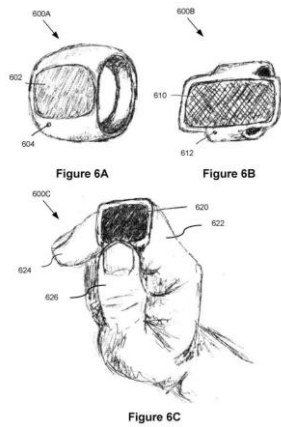
图12: 现有 VR 用手柄式交互设计仍存在较多痛点问题



资料来源: 自设备采集, 浙商证券研究所

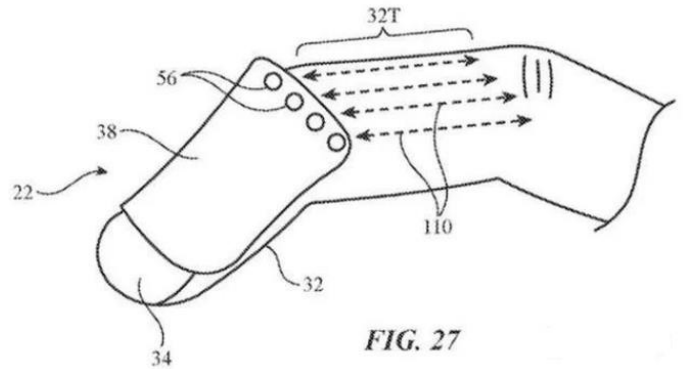
为解决手柄控制器的相关短板, 部分头部 MR 公司正在开发搭载触觉传感器的指环/指套交互设计。以苹果公司为例, 根据美国专利商标局 USPTO 资料显示, 苹果正在研发通过可伸缩的电子指环/指套来控制外部设备, 可穿戴在一个或多个手指上, 可通过触摸感应设备检测输入信息, 并根据预设的触摸输入指令, 向外部电子设备输出多种对应命令。专利中介绍, 该装置由金属等可变形材料制成, 穿戴于手指顶部, 指尖暴露在外, 保证用户可像平常一样触摸物体表面。该装置集成力传感器、加速度计、陀螺仪、光学传感器、触摸传感器、状态指示灯等, 使用电容电感技术来精确确定用户手指移动及与物体表面的交互方式, 准确检测用户按压表面的力度和力的确切方向, 可识别按压输入、侧向手指运动输入及敲击输入。

图13: 苹果研发中的指环控制器



资料来源: 美国专利商标局 USPTO, 浙商证券研究所

图14: 可伸缩的指套控制器设计



资料来源: 美国专利商标局 USPTO, 浙商证券研究所

2.3.5 全身动作捕捉和追踪感知: 功能补全的关键砒码

动作捕捉是 MR 设备将虚拟 VR 形象准确、形象嵌套在现实或半虚拟场景中的核心途径。现有 VR 终端中以 Meta Quest 系列设备为代表, 已建立起名为“Avatar”的虚拟形象系统, 可实现初级的虚拟形态构建。但局限性在于目前其仅支持上半身动作的捕捉识别, 且虚拟形象的面容、表情构建距“生动形象”仍有距离。鉴于在 MR 场景中用户与现实环境的高度互动, 仅上半身动作的捕捉可能产生较强的“撕裂感”, 严重影响用户使用体感, 因此基于含下半身在内的全身动作形象捕捉有望成为 MR 设备的重点感知攻关方向之一。

图15: 含腿部在内的全身动捕是保证 MR 使用体感的重要一环



资料来源: Meta Connect 2022, 浙商证券研究所, 注: 效果图经证实为专业动捕设备采集, 非 XR 采集

全身的动作捕捉主要有外置或内置两种主流方案。一是通过外部的追踪器, 将装置绑于四肢等关键区域, 实现动作跟踪, 目前 VIVE 已推出相关 VR 追踪器; 二是通过终端内置的摄像头, 借助对深度信息和骨骼运动的识别进行动作捕捉。相比而言, 外部追踪方式

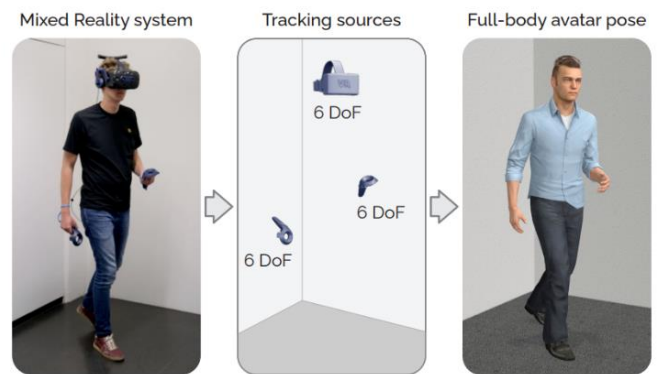
现阶段可能有更好的捕捉效果，但外置追踪器需要额外购置，目前 VIVE 追踪器单价 1099 元，按四肢标配计算，套装总价超 4000 元；索尼于 2022 年末推出的 Mocopi 便携式全身动捕套装共计 6 个分区传感器，总售价 4.95 万日元（约合 2550 元），可能为用户带来额外购置压力；终端内置摄像头的方案在当前阶段除镜头精度限制外，还需图像识别渲染算法从旁辅助，短期内实际效果可能存在短板，但伴随相关数据积累和技术进步，长期视角预计仍将成为 MR 设备的主流路线。根据苏黎世联邦理工学院与 Meta 虚拟现实实验室联合发表的开源项目 Avatar Poser，其已实现仅基于头显和手柄三个传感器输入的信号实现全身动作捕捉的效果。

图16：通过外置追踪器实现全身动捕



资料来源：VIVE 官网，浙商证券研究所

图17：通过终端内置摄像头实现全身动捕



资料来源：苏黎世联邦理工学院、Reality Lab at Meta，浙商证券研究所

2.3.6 激光雷达：感知进化的高效补盲

激光雷达在消费电子主流设备上的应用始于智能手机的测距、对焦和人脸识别等功能。以苹果为例，自 iPhone 12 Pro 系列起，激光雷达传感器便开始广泛搭载，利用激光发射器投射出矩阵光束，捕捉并绘制位置深度图等。在 XR 领域，苹果此前推出的增强现实开发平台 ARKit，可通过直接调用 iPhone 和 iPad 上的激光雷达，对环境进行深度感知，创建更为逼真的 AR 体验。一体机层面，当前阶段受限于整体较为昂贵的成本，激光雷达的搭载还处于极为初期的阶段，欧洲品牌 Varjo 于 2022 年末发布的面向专业用户的新品 XR-3 Focal Edition 进行了激光雷达的相关配置，但售价高达 6495 欧元。目前消费级 VR 市场暂无激光雷达配置的成熟一体机品牌。

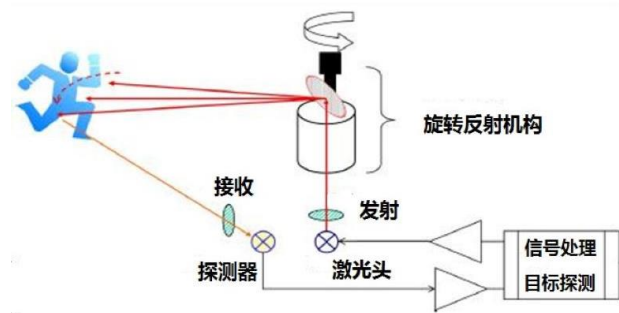
XR 端配置激光雷达可以对摄像头感知进行有效的补盲。摄像头采集的图案具备较为精确、原生的轮廓和色彩等信息，但在低照度夜间环境下的感知能力则会大打折扣；此外为准确进行距离/深度等信息的感知，硬件端配置数量+软件端景深算法的优化，使得摄像头如作为 XR 唯一感知传感器具有较大的安全隐患。激光雷达通过计算激光发射及折返的时间差进行物体距离和形状的感知，不受光照环境及能见度等因素的影响，在诸如 MR 等与外界环境交互密集的设备上，具备极为广阔的应用价值。

图18: iPhone 的激光雷达配置可与苹果 ARKit 形成良好互动



资料来源: 苹果, 浙商证券研究所

图19: 激光雷达通过激光反射时间差感知物理距离和轮廓



资料来源: 捷光盛测控, 浙商证券研究所

MR 对激光雷达的新配置, 可与现有消费电子设备形成充分联动, 打通与原有生态的通道。以苹果为例, 近年新发 iPhone 高端机型中, 激光雷达已成为标配, 也陆续衍生出测距仪、人脸识别、夜视对焦、Memoji 虚拟形象创作等一系列成熟应用, 可推动以 MR 为代表的新设备与原有生态实现无缝连接, 同时大大增强新终端的感知效率和精度。当前消费级激光雷达供应商以境外为主, 主要包括美国的 II-VI、Lumentum (设计)、中国台湾的稳懋 (代工) 和日本的索尼等。

2.4 充足储备 + C 端下沉, MR 设备的广阔蓝海

在 VR 终端专注于构建虚拟场景的基础上, MR 设备更多着眼于虚拟与现实场景的交互, 是未来向完美 AR 技术迈进的重要跳板。当前海外头部科技公司通过多年积累和沉淀, 已经具备多项能提供实质性贡献的具体技术。以美国苹果公司为例, 根据美国专利商标局 USPTO 资料, 截至 2023 年 2 月末, 分别搜索 “Mixed” 和 “Reality” (仅支持单个单词搜索, 为避免混淆未使用 “MR” 字段搜索), 公司对口技术相关的专利高达数千条, 其中包含便携式设备图像交互算法 (专利号 US-11592952-B2)、光发射器的光纤照明 (专利号 US-20230034270-A1)、可穿戴指环/指套控制 (专利号 US-20200241641-A1) 等, 涉及 MR 软件算法、感知、控制、交互识别等多个细分条线。

图20: 苹果 MR 相关已注册专利高达数千件（截至 2023 年 2 月末）

USPTO Patent Public Search Basic (PPUBS Basic)

Quick lookup
Patent or Publication number
For example: 0123456 or 2010123456

Search

OR

Basic search
Search
Applicant name
For
Apple
Operator
AND
Search
Everything
For
Reality

Search results
Results for query "Apple, aam, AND Reality"

Result #	Document/Patent number	Title	Inventor name	Publication date	Pages
1	US-11593955-B1	Populating a graphical environment	Ferguson; Stuart Hori et al.	2023-02-28	27
2	US-11595154-B1	Instruction-based multi-thread multi-mode PDCCH decoder for cellular data device	Hsu; Steve Hengchen et al.	2023-02-28	40
3	US-11593106-B1	Circuits and methods for vector sorting in a microprocessor	Young; On We et al.	2023-02-28	34

资料来源：美国专利商标局 USPTO，浙商证券研究所

表5: 苹果 MR 相关专利覆盖算法、感知、交互等多个条线（部分）

专利发布时间	专利名称	专利对应 MR 功能条线	专利主要内容
2023/2/13	使用声学信息校正从图像数据得出的深度估计	感知	使用声波辅助进行图像深度估计
2023/2/9	解决与模拟现实环境相关的自然语言歧义	算法	结合模拟世界设置和现实事件图像流进行语义识别
2022/9/1	用于触摸检测的 IMU	交互	A 设备触控调用 B 设备的图像装置
2022/8/18	生成 3D 移动增强现实的系统	感知	感知环境并与存储中数据匹配，成功后传输 6DoF AR 内容
2022/8/18	非接触式手腕测量	感知/交互	由深度传感器从手腕的一个或多个旋转方向捕获的深度数据来确定手腕测量值或表带尺寸的设备、系统和方法
2022/7/28	眼动追踪系统	感知/交互	一种用于检测头戴式显示器 (HMD) 中用户眼睛的位置和运动的眼动追踪系统。
2022/7/14	沉浸式虚拟显示器	图像处理	一种用于车辆的 VR 系统，可以实施解决可能导致乘客晕车的车辆行驶问题的方法，VR 系统可以通过用虚拟环境代替现实世界的视图来提供身临其境的 VR 体验

资料来源：美国专利商标局 USPTO，浙商证券研究所

MR 初期以企业级商用定位为主。目前以 Varjo 等厂商已发布 MR 或准 MR 单品来看，售价均在数千美元以上，且均定位为企业级产品。头部公司选择从企业级需求切入，或出于以下动机：1）新产品涉及多处技术创新，相较消费市场，企业级客户对有突破性创新但尚未成熟技术的接收阈值较高，便于品牌厂商前期的新技术推广；2）受限于新技术成熟度、良率制约，初期产品成本及售价较高，企业级客户对价格的敏感性相对较低；3）

MR 初期更多聚焦生产力场景，与企业级客户需求更为对口；4）在与企业级客户形成稳定合作后更有把握通过规模化生产实现成本优化。

继初期的 B 端探索后，C 端消费级市场必将成为各大厂商激烈角逐的战场，MR 产品具备比肩智能手机、改变消费级用户习惯的充足潜力。从可行性考量：1）数字经济催生众多以生产力为目的的个人用户，MR 产品在 B 端生产力场景的积累高度匹配该类人群的切身需要，从而有望释放更多需求敞口；2）MR 产品自身亦在进行功能迭代以满足除商务/生产力场景外消费级市场的典型需求，如社交、娱乐等，其交互、感知和显示升级有望显著解决传统 VR 产品交互单一、依赖物理手柄等短板。从必要性考量：1）内容端一对比智能手机将信息由一维文字、通话提升为二维图像、视频的升级，MR 设备是全行业短期内最有可能将互联网内容继续升维至三维空间视觉的终端和载体，继而形成从 3D 内容端反哺硬件的良性循环；2）形式端一智能手机完成了将物理按键交互升级为多指触屏交互的使命，MR 设备有望进一步将双指平面交互提升为含手势在内的三维行动交互，短期内最有可能实现用户体感的进一步升维。

3 投资建议：代工+组件+检测设备

国内企业布局 MR 产业链集中于整机代工、感知/控制模组及检测设备条线，建议重点关注：立讯精密（整机代工）、兆威机电（瞳距调节）、智立方（传感器检测）、精测电子（显示检测）、荣旗科技（镜片检测）等。

- 1) **整机代工**：全球 MR 市场潜在代工供应商主要以中国台湾企业为主，如鸿海、和硕、广达等。中国大陆企业中歌尔股份在 VR 代工条线份额较高；立讯精密基于与北美大客户在消费电子端多年的合作经验，有望持续发力 MR 整机代工行业建议重点关注。
- 2) **感知/控制模组**：国内零部件端供应商主要业务分布在无极瞳距调节及彩透/感知相关摄像头条线。瞳距调节条线建议重点关注兆威机电，公司产品在高热场景下稳定的材料抗变形能力，有望成为品牌厂商甄选供应商时的重点参考指标；摄像头感知条线，建议关注高伟电子，公司有望在头部 MR 设备中获取较大市场份额。
- 3) **检测设备**：国内厂商主要集中在传感器检测、显示检测及成像检测等。建议重点关注智立方（MR 传感器检测）、华兴源创（Micro OLED 显示检测）、精测电子（显示检测）、荣旗科技（镜片检测）、杰普特（光学成像检测）、科瑞技术（眼动追踪模组检测）等。

4 风险提示

头部品牌产品进展不及预期：海外头部品牌 MR 设备此前因技术因素多次延迟发布，如存在继续延迟的情况，可能对相关产业链公司出货进度和业绩兑现产生影响；

市场需求不及预期：MR 初期定位于企业级市场，消费级市场仍处培育阶段，整体需求可能受实机体验效果或后续降本进度影响不及预期；

股票投资评级说明

以报告日后的 6 个月内，证券相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 买入：相对于沪深 300 指数表现 + 20% 以上；
2. 增持：相对于沪深 300 指数表现 + 10% ~ + 20%；
3. 中性：相对于沪深 300 指数表现 - 10% ~ + 10% 之间波动；
4. 减持：相对于沪深 300 指数表现 - 10% 以下。

行业的投资评级：

以报告日后的 6 个月内，行业指数相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 看好：行业指数相对于沪深 300 指数表现 + 10% 以上；
2. 中性：行业指数相对于沪深 300 指数表现 - 10% ~ + 10% 以上；
3. 看淡：行业指数相对于沪深 300 指数表现 - 10% 以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路 729 号陆家嘴世纪金融广场 1 号楼 25 层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街 8 号富华大厦 E 座 4 层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心 33 层

上海总部邮政编码：200127

上海总部电话：(8621) 80108518

上海总部传真：(8621) 80106010

浙商证券研究所：<https://www.stocke.com.cn>