

➤ **苹果首代 XR 头显发布，Vision Pro 有望重构产业未来。**2022 年下半年至 2023 年初，创维、Pico、Meta、苹果、索尼等多家厂商相继发布新品。Pico 4、Meta 新产品陆续搭载 Pancake 光学方案，同时配备等多种交互功能。**今年 6 月苹果 WWDC 大会，其首代 MR 头显 Vision Pro 发布，有望引领 XR 产业链焕发新的生机。**XR 产品技术的迭代，将为 VR 硬件带来全新成长机遇。其中价值量占比较高的屏幕+光学，及定制化程度较高的检测供应链值得重点关注。

➤ **Vision Pro 技术创新亮眼，指明硬件升级主线路。**具体来看，**1) 光学方案：VR 方面**，Pancake 具备轻薄化优势，重量可优化降约 50%；此外 Vision Pro 此番搭载的 IPD 调节显著改善屈光度和成像质量等，远期有望成为主流。**AR 方面**，目前 Birdbath 为主流方案，衍射光波导方案未来可期。**2) 显示方案：VR 方面**，Fast LCD 效果和成本综合最优，为当前主流；Vision Pro 所使用的 Micro OLED，单眼像素高达 2300 万，效果超 4K，引领新一轮 XR 显示硬件创新。**3) 感知交互：**在传感器方面，Vision Pro 搭载 12 个摄像头+5 个传感器+6 个麦克风为交互提供支持支撑，用户只需简单的注视 app 后用手势交互。苹果此次正式开启“空间计算”之路，重新定义交互范式，有望引领后续交互领域创新。此外，眼动追踪技术能大幅提升交互体验，使得应用从 B 端走向 C 端。

➤ **硬件升级创新持续，国内厂商成长可期。**在零部件方面，微显示、光学器件、感知交互、电池等各个领域，国内厂商快速导入。**整机组装方面**，立讯精密和歌尔股份均具备较强的技术实力，与 Meta、SONY、Pico、Apple 等国内外龙头合作紧密；**微显示方面**，京东方、视涯和索尼等已有布局或已实现 Micro OLED 的规模量产；**光学器件方面**，舜宇光学、水晶光电、苏大维格等充分布局；**感知交互方面**，兆威机电和智立方能提供相关硬件和检测设备；**在电池上**，德赛电池、欣旺达和紫建电子技术实力成熟。**除此之外，检测设备供应链：**智立方、杰普特、荣旗科技与华兴源创等，亦是值得关注。

➤ **投资建议：**Vision Pro 作为一款革命性 XR 产品开启诸多创新，引领“空间计算”浪潮，同时为 XR 产业指明技术方向。**建议持续关注：**1) 组装：立讯精密、歌尔股份；2) 零部件：兆威机电（IPD 模组）、高伟电子、长盈精密、奥比中光、领益智造、三利谱、国光电器；3) 设备：杰普特（镜片成像畸变检测设备）、智立方（配套检测设备）、华兴源创、博硕科技、深科达、荣旗科技、精测电子。

➤ **风险提示：**行业竞争加剧的风险、VR 出货不及预期、技术更迭风险。

推荐

维持评级



分析师 方竞

执业证书：S0100521120004

邮箱：fangjing@mszq.com



分析师 李哲

执业证书：S0100521110006

邮箱：lizhe_yj@mszq.com

相关研究

- 1.电子行业周报：AI PC 的投资思考：散热屏蔽轻量化-2023/11/12
- 2.电子行业专题报告：展望 AI PC 的未来-2023/11/09
- 3.电子行业周报：巨头公布封装专利，重点关注先进封装产业链-2023/11/05
- 4.掩膜版行业深度报告：光刻蓝本亟待突破，国产替代大有可为-2023/11/04
- 5.电子行业周报：安卓新机潮来临，关注光学投资机会-2023/10/24

重点公司盈利预测、估值与评级

代码	简称	股价 (元)	EPS (元)			PE (倍)			评级
			2022A	2023E	2024E	2022A	2023E	2024E	
002475	立讯精密	32.60	1.28	1.57	2.04	25	21	16	推荐
002241	歌尔股份	18.68	0.51	0.44	0.68	37	43	27	推荐
300115	长盈精密	12.39	0.04	0.08	0.46	350	152	27	推荐
002600	领益智造	6.74	0.23	0.32	0.40	30	21	17	推荐
002876	三利谱	33.76	1.19	0.61	1.16	28	56	29	推荐
1415.HK	高伟电子	17.04	0.71	0.43	0.92	27	46	21	推荐
002045	国光电器	15.69	0.38	0.75	0.65	41	21	24	推荐
003021	兆威机电	79.70	0.88	1.19	1.57	91	67	51	推荐
688001	华兴源创	32.20	0.75	0.94	1.23	43	34	26	推荐
688025	杰普特	81.19	0.81	1.53	2.38	101	53	34	推荐
301360	荣旗科技	73.87	1.26	0.54	1.79	58	137	41	推荐

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2023 年 11 月 8 日收盘价；采用 2023 年 11 月 2 日汇率，1 HKD = 0.1393USD，1HKD=0.9179CNY）

目录

1 苹果 Vision Pro 发布，树立 XR 风向标	3
1.1 VR/AR 发展史回顾，迎来新一轮拐点	3
1.2 硬件“玩家”齐聚，行业螺旋向上发展	5
1.3 苹果发布 Vision Pro，空间计算时代来临	10
1.4 大厂定行业基调，关注后续角色转换	14
2 VR 硬件创新+生态建设，产业链重塑在即	19
2.1 光学：Pancake 或成未来主流光学方案	20
2.2 显示：Micro OLED 已顺利商业化，升级方向明确	24
2.3 眼动追踪：塑造 VR 体验新格局	28
2.4 感知交互：头手一体助力 VR 交互新体验	33
3 AR 未来可期，产业链积极布局	36
3.1 光学：光波导成像或为远期发展方向	37
3.2 显示方案：多方案共存，Micro LED+光波导或为最优方案	42
3.3 感知交互：多模态交互方案为主，配件落地形态多样	46
4 内容崛起势能强劲，应用场景日趋多元	48
4.1 纵观 VR 平台生态，社交+传媒+游戏全方位打造	48
4.2 AR 应用生态任重道远	51
4.3 回顾苹果平台搭建，行业巨头雏形已现	55
5 投资建议	58
5.1 行业投资建议	58
5.2 立讯精密：“整机组装+精密组件+模组”全面布局	59
5.3 歌尔股份：VR 龙头企业，有望享受赛道红利	61
5.4 长盈精密：国内精密零组件龙头，XR 打开成长空间	64
5.5 领益智造：精密制造龙头，卡位核心客户优势凸显	67
5.6 三利谱：Pancake 方案导入新一代 VR 设备	69
5.7 高伟电子：摄像头模组核心供应商	72
5.8 国光电器：国内声学龙头，AI+VR/AR 踏浪前行	75
5.9 兆威机电：微型传动系统应用广泛，推出两大 VR 系统齿轮箱	77
5.10 华兴源创：Micro OLED 检测设备核心供应商	81
5.11 杰普特：基本盘改善，MR 等打开第二成长曲线	85
5.12 智立方：自动化设备供应龙头，持续深耕大客户	89
5.13 荣旗科技：具备智能眼镜领域治具、检测和组装备完整产品阵列	91
5.14 奥比中光：自研芯片，机器视觉龙头	95
6 风险提示	98
插图目录	105
表格目录	107

1 苹果 Vision Pro 发布，树立 XR 风向标

1.1 VR/AR 发展史回顾，迎来新一轮拐点

虚拟现实 (Virtual Reality, 简称 VR)：为用户模拟一个三维空间的虚拟世界，并具备视觉、触觉等感官的模拟，让用户感觉身历其境。VR 中的近眼显示、渲染处理、感知交互等底层共性技术成熟度将逐步提升，为用户带来进阶式的沉浸感体验。**增强现实 (Augmented Reality, 简称 AR)**：实时地计算摄像，机影像的位置及角度并加上相应图像、视频、3D 模型，将真实世界信息叠加到虚拟世界中的新技术，目的是为了能够进行虚拟世界和真实世界的互动。

图1：VR 应用场景示意



资料来源：视觉客微信公众号，民生证券研究院

图2：AR 应用场景示意

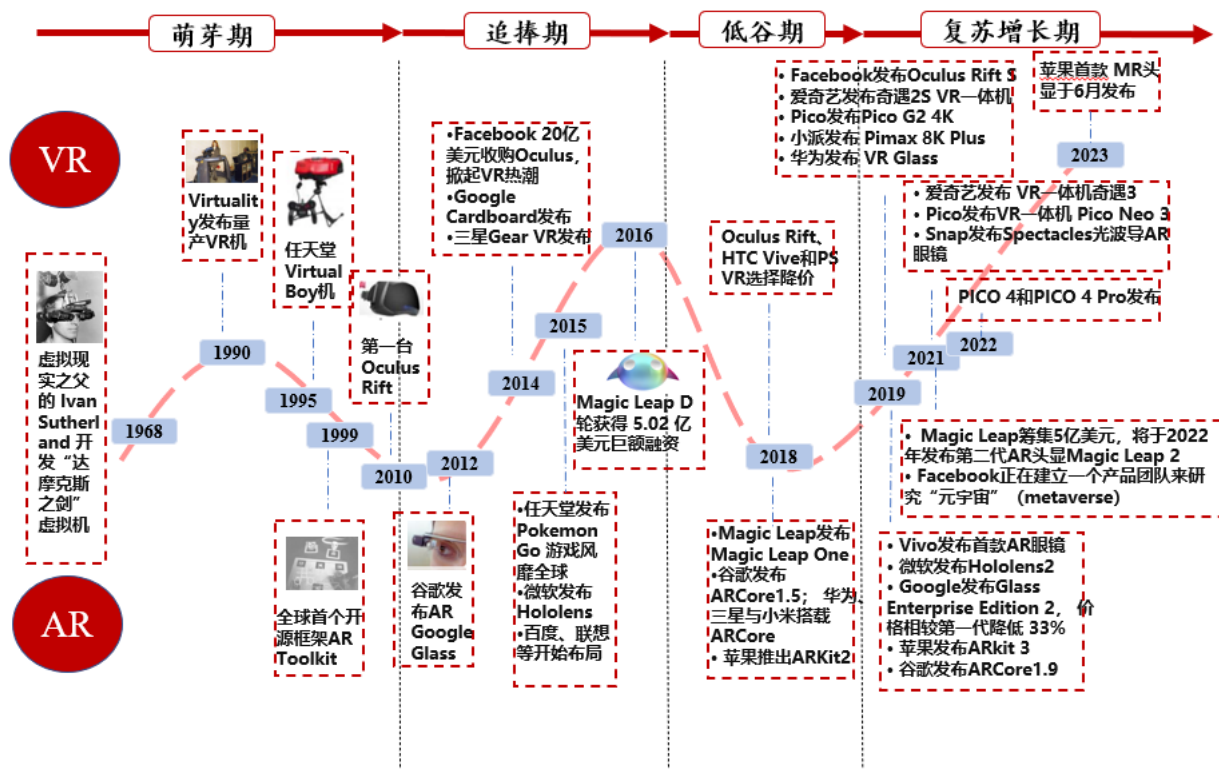


资料来源：视觉客微信公众号，民生证券研究院

VR/AR 曲折发展，MR 有望催化行业进度。VR/AR 的发展可大致分为四个阶段：

- 1) 萌芽期：在 2010 年以前的萌芽期，VR/AR 概念相继出生。
- 2) 追捧期：在 2010-2017 年的时期，2010 年 Oculus 发布第一款 Oculus Rift 原型。2012 年 Google 发布 AR Glass，VR 和 AR 相继有巨头发布新品；
- 3) 低谷期：因为产品价格高企、但体验效果持续一般，2017 年市场进入低谷，2018 年多部设备降价。
- 4) 复苏增长期：2019 年以来技术发展助力攻克行业痛点，2020 年疫情发生推动娱乐需求上升，VR/AR 设备需求量大增。**苹果首款虚拟现实设备 Vision Pro 于今年 6 月发布，或将引领行业发展趋势，VR/AR 迎来可规模化应用的成熟阶段。**

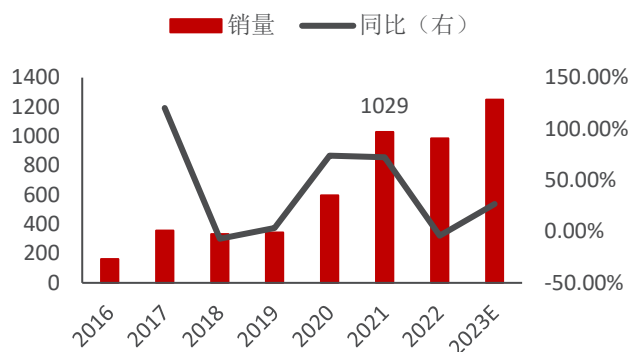
图3: VR/AR 发展过程



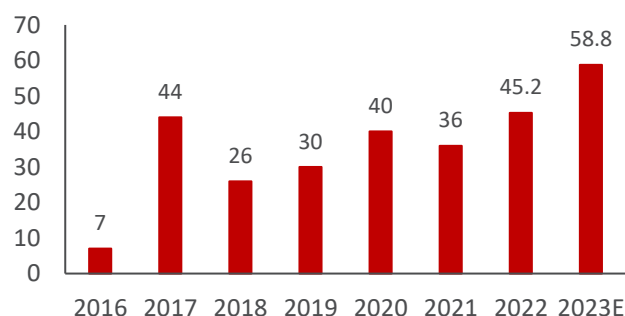
资料来源: VR 陀螺、《正在发生的 AR 革命—完全案例+深度分析+趋势预测》安福双、vrfocus 等, 民生证券研究院整理

回顾 VR 销量的增长历程, 根据 Wellsenn XR 数据, 21 年全球 VR 设备出货量为 1029 万台, 突破年出货千万台的节点, 22 年全球 VR 出货量为 986 万台, 同比下滑 4%。一方面是 Meta 明星产品 Quest 2 涨价导致销量下滑, 22 年 10 月份发售 Quest Pro 定价较高, 销量不及预期; 此外索尼 PSVR、Valve Index 等产品销量也有一定的下滑。

具体来看 AR 销量的历史数据, 根据陀螺研究院数据, 2022 年全球 AR 终端出货量为 45.2 万台, 较 2021 年增长了 25.6%, 预计 2023 年全球 AR 出货量将达到 58.8 万台, 同增 30%。其中, 2022 年 AR 市场增长一方面来自海外市场行业端应用增速, 如微软、Realwear、Epson、Vuzix 在海外进一步扩大市场, 另一方面来自国内消费市场初步打开, 以 2000-3000 元为主的 Birdbath、阵列光波导方案的 AR 产品为国内市场带来较大的市场增幅。

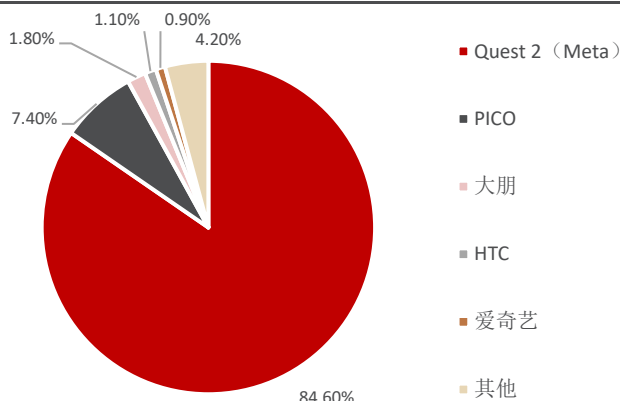
图4：2016-2026E 全球 VR 出货量（万台）


资料来源：wellsennXR，民生证券研究院

图5：2016-2023 全球 AR 头显出货量（万台）


资料来源：陀螺研究院，民生证券研究院

市场份额方面，Meta 依旧占据主导地位。根据 IDC 数据，Quest 2 在 2022 年前三个季度占据全球 AR/VR 头显市场的 84.6%。字节的 PICO 同期份额仅为 7.4%。大朋（1.8%）、HTC（1.1%）和爱奇艺（0.9%）等占比相对较低。

图6：2022Q1-Q3 全球 VR 头显市场份额


资料来源：IDC，民生证券研究院

1.2 硬件“玩家”齐聚，行业螺旋向上发展

1.2.1 Meta 驱动销量大增，XR 蓬勃发展

VR 设备迎 1000 万台消费级拐点。马克·扎克伯格在发布首款 Quest 时曾表示：在一个平台上约有 1000 万人使用及购买 VR 内容才能使研发人员持续研发及获利，一旦超过 1000 万，VR 硬件及内容整体生态系统才会迎来质的跨越。Oculus Quest2（现已更名为 Meta Quest2）在 21 年超 1000 万的销量标志是行业步入消费级市场的关键拐点。

Quest 平台内容总收入迎来高速增长得益于 Quest2 在 2021-2022 年间的

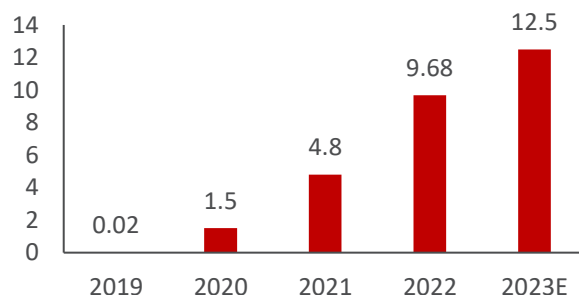
快速增长。2022 年 Q1，全球 VR 头显出货 356.3 万台，其中 Meta 的 Oculus 系列产品份额占全球 VR 市场的 90%。根据 VR 陀螺数据，2022 年上半年，Quest2 出货量约 590 万台，Quest 系列累计出货量约 1770 万台。截至 22 年底 Quest 平台总收入超 16 亿美元，2022 年全年收入达到 9.68 亿美元，预计 23 年 Quest 平台内容收入约 12.5 亿美元，整体增幅将放缓。

图7：Meta Oculus Quest2 概况



资料来源：VR 陀螺、腾讯研究院，民生证券研究院

图8：Quest 平台内容收入规模（亿美元）



资料来源：VR 陀螺，民生证券研究院

Meta VR 产品发展路径可归纳为：

- 1) PC VR 时期：**以 HTC VIVE、Oculus Rift 和索尼的 PS VR 为代表，形成三家大规模占据 VR 硬件领域全球市场的局面，Oculus Rift 产品定位高端设备，主要用于游戏主机，销量不及移动 VR 设备；
- 2) VR 一体机时期：**作为 Facebook 第一款可独立运行且支持 3DoF 的 VR 一体机，Oculus GO 使移动端 VR 一体机成为大势所趋，不再需要连接手机和 PC；
- 3) 6DoF 一体机时期：**Oculus Quest 兼具无线、移动、高性能、6DoF 空间定位等核心要素，Quest 发布后支持 inside-out 的 6DoF VR 一体机成为主流，国内 Pico、爱奇艺、NOLO 等厂商都陆续推出同形态产品，消费端 VR 也正式加快高速发展的步伐。

图9：VR 应用终端的发展历程



资料来源：VR 陀螺，民生证券研究院

2022 年 10 月，Meta 发布 Quest Pro（代号 Cambria），该产品将延续 Quest 2 的部分功能，而新功能将采用最新 Pancake 光学方案，大致体现在 AR 透视、手部追踪、眼动追踪与面部追踪等方面。该新品定位高端，偏向办公的应用场景，旨在尝试替代笔记本电脑等相关工作设备。**Meta 预计发售的 VR 新品**

有：1) **Funston**：Project Cambria 的后续迭代项目，预计于 2024 年完成；2) **Stinson**：预计在 2023 年推出的 Quest2 头显后续新品；3) **Cardiff**：Quest 系列新品 Stinson 的迭代产品。

Meta 收购 Oculus，产品持续更新迭代。2014 年 Meta 收购 VR 头显制造商 Oculus，之后完成了 Oculus Rift 开发者版、SDK、到消费者版的进化，再到 Go、Rift S、Quest、Quest 2 等产品的更新迭代，并成为全球 VR 头显标杆。据 IDC 数据，从 2014 年 7 月的 Oculus Rift 至 2020 年 10 月最新款 OculusQuest 2 的产品发布，Oculus 的市占率从 20Q2 不足 40%提升至 22Q1 的 90%。2022 年 10 月，Meta 发布高端新 VR 头显设备 Quest Pro，2023 年和 2024 年将分别推出代号为 Stinson 和 Funston 的 VR 头显。

表1：Oculus 系列产品

产品	Oculus Rift DK2	Oculus Go	Oculus Rift S	Oculus Quest	Oculus Quest 2	Oculus Pro
发布时间	2014	2018	2019	2019	2020	2022
产品类型	PCVR	PCVR	PCVR	一体机	PCVR	一体机
芯片		高通骁龙 821		高通骁龙 B35	高通骁龙 XR2	高通骁龙 XR2+
光学透镜	非球面	菲涅尔透镜	菲涅尔透镜	菲涅尔透镜	菲涅尔透镜	Pancake
视场角	100	90	92	93	90	106
屏幕	OLED	LCD	LCD	OLCD	LCD	LCD
分辨率 (单眼)	960×1080	1280×1440	1280×1440	1440×1600	1832×1920	1800×1920
刷新率 (Hz)	75	60	80	72	120	90
空间定位	Outside-in		Inside-out	Inside-out	Inside-out	Inside-out
重量 (g)	440	468	500	517	503	722

资料来源：VR 陀螺、CSDN 等，民生证券研究院整理

多家头部企业发布 VR 新品，硬件产业链迎来催化机遇。22H2~23H2，Pico、创维、Meta、苹果、索尼等多家厂商相继发布新品。其中，Meta 的高端一体机于 22 年 10 月正式发布，产品搭载了 Pancake 折叠光路光学方案，两块 1800×1920 分辨率的 Super LCD 屏幕，采用 Mini-LED 背光与量子点组合方案，处理器为最新的高通骁龙 XR2+，并且还引入了全彩透视、眼动追踪、面部识别等多项新功能。VR 渗透率的不断提高以及产品技术的迭代，将为 VR 硬件带来增量成长机会。

图10：VR 一体机新产品发布时间表



资料来源：新浪 VR、搜狐等，民生证券研究院整理

1.2.2 国产 VR 破浪前行，高速成长正当时

产品持续创新迭代，国内市占率稳步提升。公司自成立以来，积极推进创新，保持着每年至少一款 VR 产品的上新节奏，逐步获得消费者认可。Pico VR 一体机产品分为两大系列：6DoF 的 VR 游戏旗舰 Neo 系列和 VR 小怪兽 G 系列。Pico 自 2016 年开始涉及 VR 一体机产品，并于 2017 年推出首款 6 DoF VR 一体机 Pico Neo。根据 IDC 数据，2022 年一季度，中国一体机 VR 出货 22.8 万台，占整体 VR 出货的 88.9%，Pico Neo 3 为消费者市场出货量第一。

图11：Pico Neo 系列产品矩阵



资料来源：Pico 官网，民生证券研究院

图12：小怪兽系列产品矩阵



资料来源：Pico 官网、OFWeek 等，民生证券研究院整理

Pico Neo 3 头显内置的屏幕仍使用 4K 高清分辨率和 LCD 屏幕外，但屏幕刷新率将从 72Hz 升级至 90Hz，且支持 120Hz 的刷新率，更高的刷新率能带来低延迟、更流畅的画面观感，也进一步减少用户使用 VR 头显产生的眩晕感。产品优势还包括骁龙 XR2 地表超强驱动，流畅体验 6 倍屏幕分辨率驱动能力，11 倍 AI 处理性能，1.2Gb/s 数据吞吐能力支持急速连接。此外，一体机自研光学追踪体系有利于提升定位 4 个 Camera 和精准的算法追踪，为用户带来更稳定的体验。

表2：Neo 系列 VR 一体机产品参数对比

项目	Pico Neo DK	Pico Neo	Pico Neo 2	Pico Neo 3	Pico 4 / 4 Pro
产品形态	VR 一体机头显	6DoF VR 一体机	6DoF VR 一体机	6DoF VR 一体机	6DoF VR 一体机
发布时间	2016 年	2017 年	2020 年	2021 年	2022 年 9 月
价格	3399 元	3999/5299 元	4299 元	2499~2999 元	3000/3500 元
处理器	高通骁龙 820	高通骁龙 835	高通骁龙 845	高通骁龙 XR2	高通骁龙 XR2
屏幕	AMOLED	LCD	LCD	LCD	LCD
刷新率	90Hz	90Hz	75Hz	75/90/120Hz	90Hz
分辨率	2400 × 1080	2880 × 1600	3840 × 2160	3664 × 1920	4320 × 2160
光学方案	非球面透镜	菲涅尔透镜	菲涅尔透镜	菲涅尔透镜	Pancake
FOV	102°	101°	101°	98°	105°
瞳距调节	自适应瞳距	自适应瞳距	自适应瞳距	三段式瞳距调节	无级电动调节

内存	4GB	4GB	6GB	6/8GB	8GB
闪存	32GB	64GB	128GB	128/256GB	128/256GB
交互形式	触觉反馈	6DoF 空间定位	6DoF 空间定位	6DoF 空间定位	6DoF 空间定位 面部追踪、眼动追踪 色彩透视、裸手识别
电池	5000mAh	3800mAh	4500mAh	5300mAh	5300mAh

资料来源：Pico 官网，京东，太平洋电脑，青亭网，新浪 VR，新浪科技，VR 陀螺，IGN 中国，映维网 Nweon 等，民生证券研究院整理

2022 年 9 月 22 日，Pico 正式发布 Pico 4 新品。Pico 4 作为国内诸多先进技术集大成者，在佩戴舒适度、视听体验、交互感知能力等方面进行全方位提升：

1) 摄像头方面，前部隐藏一颗 1600 万像素 RGB 摄像头，且配备 4 颗环境追踪摄像头，实现周围环境高精度追踪。

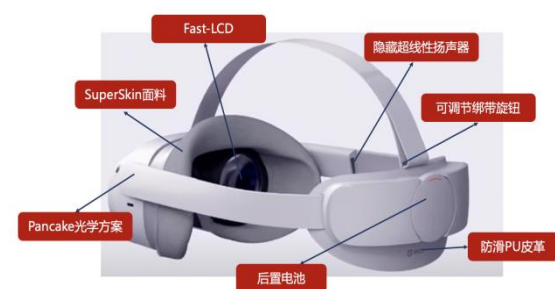
2) 声学方面，扬声器采用隐藏式设计，两颗超线性扬声器安装在主机两侧绑带处。扬声器配有超大音腔，具备强大的低音效果和环绕 3D 音效。

3) 手柄方面，配备全新 Hyper Sense 振感手柄。通过弧柱中放置的红外传感器，实现精准的头手 6DoF 空间定位。

4) 光学方面，采用 Pancake 光学方案，极大程度上缩减设备重量与体积，其不含绑带及电池的重量仅为 295g，为消费者提供更为舒适的佩戴体验。

5) 显示方面，Pico 4 搭载两块 2.56 英寸的 Fast-LCD 屏幕，最高可实现 90Hz 高刷新率，具备 4K+ 超高分辨率，以及 105° 超大视野。显示屏色彩覆盖率更广，NTSC 色域覆盖率达 85%，sRGB 色域覆盖率达 100%。

图13：Pico 4 头显硬件更新



资料来源：Pico 4 海外发布会，民生证券研究院

图14：Pico 4 头显摄像头



资料来源：Pico 4 海外发布会，民生证券研究院

相较于 Quest 2，新世代 Pico 4 在光学、感知交互方面有较大的升级变动。

Pico 4 售价略低于 Quest 2，但具备更优越的性能，竞争优势明显。一是搭载 Pancake 方案的 Pico 4 具备轻薄化的优势，相较于搭配菲涅尔透镜的 Quest 2，其重量减轻了 40% 左右；二是 Pico 4 搭载一个 1600 万像素的 RGB 摄像头，拥有 Quest 2 不具备的色彩透视功能；三是 Pico 4 的分辨率为 4320 × 2160，略高于 Quest 2 的 3664 × 1920 分辨率。

图15: Pico 4 显示器



资料来源: Pico 4 海外发布会, 民生证券研究院

图16: Pico 4 Pancake 光学方案



资料来源: Pico 4 海外发布会, 民生证券研究院

Pico 4 Pro 方面, 除了拥有 Pancake、色彩透视等方面的优势外, **搭载了专门的红外摄像头, 从而达成面部追踪、眼动追踪功能**。此外, 眼球追踪还可以自动检测 IPD, 并驱动电动透镜来配对。实际上, Pico 4 Pro 与 Meta Cambria 的多项参数相似, 但据发布会介绍, Pico 4 Pro 定位是一款专业级 VR 头显, 主要面向专业使用者和开发者。

表3: Pico 4 / 4 Pro、Meta Quest 2、Meta Quest Pro 参数比较

项目	Pico 4 / 4 Pro	Meta Quest 2	Meta Quest Pro
产品形态	6DoF VR 一体机	6DoF VR 一体机	6DoF VR 一体机
发布时间	2022 年 9 月	2020 年 9 月	2022 年 10 月
价格	€429/€499	€449/€549	€1499
处理器	高通骁龙 XR2	高通骁龙 XR2	高通骁龙 XR2+Gen 1
屏幕	LCD	LCD	Mini LCD
刷新率	90Hz	72/90/120Hz	90Hz
分辨率	4320 × 2160	3664 × 1920	4320 × 2160
光学方案	Pancake	菲涅尔透镜	Pancake
瞳距调节	无级电动调节 (62~72mm)	三挡瞳距调节 (58/63/68mm)	无级瞳距调节
视场角	105°	100°	106°×96°
内存	8GB	6GB	12GB
交互形式	6DoF 空间定位 面部追踪+眼动追踪 (仅 Pro) 色彩透视、裸手识别	6DoF 空间定位 裸手识别	6DoF 空间定位 面部追踪、眼动追踪 色彩透视、裸手识别
主机重量	295g	470g	722g

资料来源: Pico 官网, 青亭网, OFweek VR 网, VR 陀螺, 民生证券研究院

1.3 苹果发布 Vision Pro, 空间计算时代来临

2023 年 6 月 6 日, 苹果的 MR 产品 **Apple Vision Pro 正式亮相, 售价 3499 美元, 并将于 2024 年初正式发售**。库克称: 正如 Mac 将我们带入个人计算时代, iPhone 将我们带入移动计算时代, Vision Pro 宣布进入空间计算时代。其作为一款革命性的空间计算机, 可将数字内容与物理世界无缝融合, 并重新定义了交互范式, 操控结合眼控、手控和声控, 开启了人机界面新时代。

图17: Apple Vision Pro

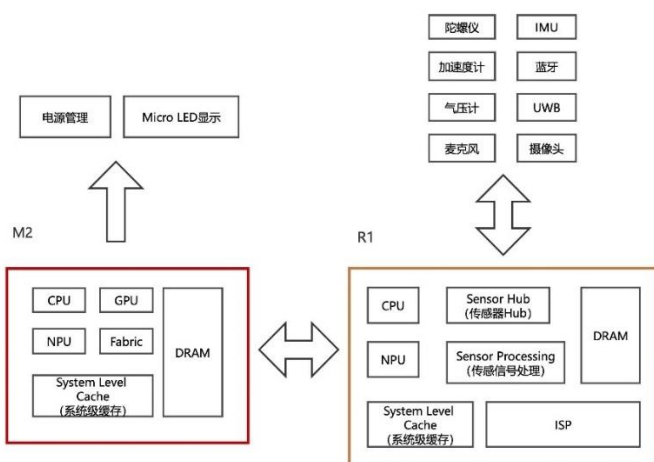


资料来源: 苹果 WWDC 2023, 民生证券研究院

1.3.1 Vision Pro 技术创新亮眼，指明硬件升级主线路

苹果 Vision Pro 硬件配置和功能实现上远超竞品。Vision Pro 聚焦光学、显示、芯片、交互创新，显著提高佩戴体验感和沉浸感：**1) 光学方面**：采用超短焦光学模组 3P Pancake 方案，能够实现当前 Pancake 中最大的 120°视场角，极具清晰度和通透度，有效提升用户的沉浸感。**2) 显示方面**：搭载高分辨率的 Micro OLED 屏幕，合计达 2300 万像素，单眼达到 4K 效果。**3) 芯片方面**：采用 M2+R1 双芯片设计，提供强大的算力支持，全新 R1 芯片专为应对实时传感处理任务，可处理 12 个摄像头、5 个传感器和 6 个麦克风数据，传输数据 12 毫秒就可以触达显示器。

图18: Vision Pro 搭载 M2+R1 双芯片



资料来源: 半导体产业纵横, 民生证券研究院

具体参数方面，苹果 M2 芯片采用 5nm 制程，具有 8 个 CPU 内核，分为 4 个性能内核和 4 个能效内核，目前主流的产品为高通骁龙 XR2 采用 7nm 制程，新一代产品 XR2+Gen1 采用 4nm 制程。在 Soc 芯片对比方面，苹果 M2 芯片在制程、数据缓存以及 GPU 执行能力和渲染能力方面均优于高通骁龙 XR2 和 XR2+Gen1，再加上 Vision PRO 采用 M2+R1 的双芯片设计，头显的响应速度、实时交互、沉浸感等将会有极大的提升。

表4：M2 及相关芯片参数对比

芯片型号	M2	骁龙 XR2	骁龙 XR1	AMD6800U	Intel i7-1260P
PPI	3.94GHz	1.8GHz	1.7GHz	2.9GHz	2.1GHz
刷新率	8 核	8 核	8 核	8 核	12 核
响应速度	200 亿颗			131 亿颗	210+亿颗
对比度	第二代 5nm	7nm	10nm	6nm	10nm

资料来源：有数 Data Vision，民生证券研究院

4) 交互方面：采用眼动追踪、手势识别和语音输入；Eyesight 系统和旋转按钮的使用，保证虚拟与现实的切换，提供更加沉浸式的体验。采用 VST (Video See Through) 方案，通过 12 颗摄像头将外界的图像传到超高分辨率显示屏中，相比于 OST (Optical See Through) 裸眼看到现实的方案来说，前者虚拟场景视场角更大，不过肯定会在采集现实信息丢失等问题。

表5：苹果 MR 和部分竞品的参数对比

品牌	Pico	Meta	HTC	SONY	Apple
	pico 4 pro	Quest Pro	Vive XR Elite	PlayStation VR2	Vision Pro
型号					
价格/元	3799	7089	7809	4499	24850
重量/g	597	722	625	560	
充电功率+续航	20W+3h	45W+2.5h	30W+2h	外接 PS5	外置电池+2h
处理芯片	高通 XR2	新一代高通 XR	高通 XR2	外接 PS5	Apple M2+R1
光学+显示	LCD+pancake	Mini-led+pancake	LCD+pancake	OLED+菲涅尔	Micro OLED+pancake
FOV	105°	106°	110°	110°	
刷新率	72/90Hz	72/90Hz	90Hz	90/120Hz	
分辨率	双眼 4K+	双眼 2K+	双眼 4K+	双眼 4K+	双眼 8K+
传感	面部追踪+眼球追踪+手柄	面部追踪+眼球追踪+手势控制+手柄	面部追踪+眼球追踪+手柄	眼球追踪+手柄	面部追踪+眼动追踪+手势控制+键鼠控制
上市时间	2023 年 4 月	2022 年 10 月	2023 年 1 月	2023 年 2 月	2023 年 6 月

资料来源：爱范儿，站长之家，新浪 VR，澎湃新闻，民生证券研究院整理

1.3.2 打造全新 Vision OS 系统，迈入空间计算时代

交互方面：12 个摄像头+5 个传感器+6 个麦克风的高端配置为交互提供支持支撑，用户只需通过简单的注视应用程序，捏合手指进行选择、移动手腕进行滚动或使用语音指令来浏览应用程序，交互方式直观自然。Vision Pro 的“空间

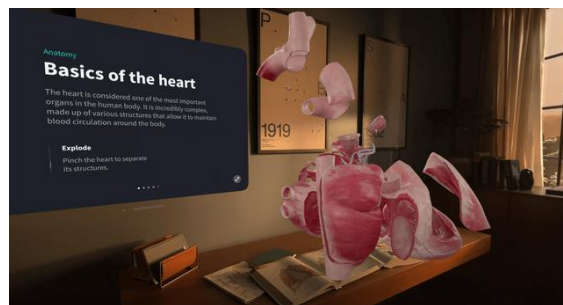
计算”立体 3D 效果极佳，虚拟屏幕和 3D 对象皆可叠加在本地环境的屏幕视图上实现。除此之外，眼动追踪可用于“注视点渲染”，这意味着用户周边视觉中的图像部分以较少的细节进行渲染，从而节省渲染时间并减少延迟。

图19：注视应用程序实现眼动追踪



资料来源：苹果 WWDC 2023，民生证券研究院

图20：虚拟屏幕和 3D 对象叠加在本地的屏幕视图上

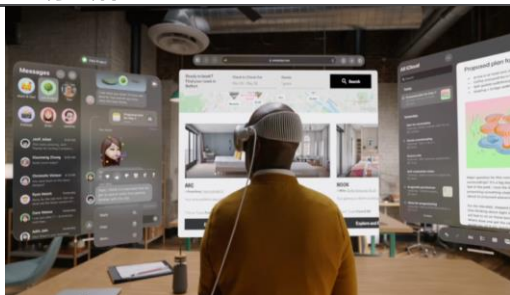


资料来源：苹果 WWDC 2023，民生证券研究院

苹果开发的 Pancake 方案眼动追踪系统。苹果使用选择性畸变折反射透镜，能将眼动追踪系统放置在靠近目镜的位置，且不会造成目镜的失真。该组件具有选择性，只畸变来自显示器的光，不会畸变来自光源的光。**1) 显示方面，追踪技术可实现**注视点渲染功能，节省算力资源，保持高帧率图像显示；相差校正功能，动态校准虚拟影像，避免光学畸变；调整图像帧功能，规避影响模糊与伪影，减少眩晕感；景深功能，缓解用眼疲劳；屏幕亮度自动调节功能。**在交互体验方面可实现**眼球交互控制功能，增强软件操作体验；通过 Optic ID 虹膜识别实现设备快速解锁，确保设备安全性；更真实的 Persona 数字化形象功能，增强社交等应用的交互体验。

内容生态及操作系统方面，**苹果打造全新 Vision OS 系统，兼容 iPhone 和 iPad 数十万款应用，内嵌了 iOS 框架、空间计算框架、空间音频引擎、3D 空间引擎、注视点渲染引擎、实时驱动的子系统等。**基于苹果的生态优势，Vision Pro 可与 iPhone、Pad、Mac 等其他设备保持同步，用户可使用 FaceTime 通话、享受更优质的 Safari 上网体验，也支持无线连接 Mac 电脑及蓝牙配件，进行扩展显示，运用 Vision Pro 办公，创造理想空间的自由度。生活及娱乐体验方面，可实现空间全景环绕、音频环绕，打造优质观影体验。

图21：办公体验



资料来源：苹果 WWDC 2023，民生证券研究院

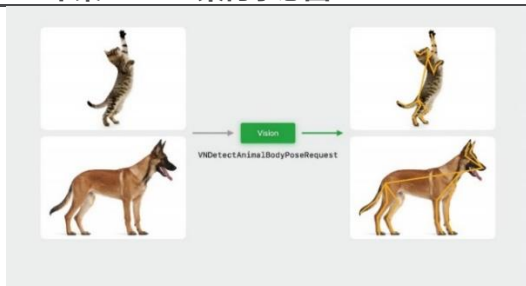
图22：生活娱乐体验



资料来源：苹果 WWDC 2023，民生证券研究院

苹果新版 Vision 框架为开发者提供了一系列计算机视觉工具，具备识别和追踪移动物体骨骼位置的能力，Vision Pro 使用该款技术可以识别周围人员，并将其纳入虚拟视图，最终便于双方交互。具体来看，该系统一般通过跟踪人的骨骼位置，为开发人员提供了六个跟踪的“关节组”（头部、前腿、后腿、尾部、躯干和全部跟踪点），这些组共同描述了移动物体的位置。**过去 iPhone 带我们走进移动计算时代，而 Vision Pro 带我们开启空间计算时代，空间计算离不开 3D/机器视觉加持，我们看好 3D/机器视觉未来在 XR 设备里的应用。**

图23：苹果 Vision 架构示意图



资料来源：roadtovr，民生证券研究院

图24：Vision 技术追踪骨骼位置六个“关节组”



资料来源：roadtovr，民生证券研究院

1.4 大厂定行业基调，关注后续角色转换

1.4.1 关注巨头的布局方向，大厂定行业基调

VR/AR 远期市场空间虽广阔，但离不开国内外巨头的多年开垦。其中，Meta 注重打造 VR 产品及相关生态，谷歌的 AR 则先打入 C 端需求，苹果则是申请大量相关研发专利，各家虽然在布局方向上侧重不同，但都期望在此领域抢得先机。

1) Meta 持续丰富 Oculus 生态。Meta 近年收购机器视觉公司 Scape、VR 游戏开发商 Sanzaru、AR 地图数据公司 Mapillary、VR 变焦头显技术厂商 Lemnis 等；开发全新的 VR/AR 操作系统，持续丰富自身生态。

2) 谷歌完善 C 端需求，跨向消费级 AR 产品。谷歌 AR 眼镜 Glass 2 开放购买，售价 999 美元；正式推出 ARCore Depth API；1.8 亿美元收购加拿大 AR 眼镜公司 North；谷歌搜索加入 AR 功能，支持 3D 动物的 MR 视频录制。

图25: meta 和 google 在 VR/AR 领域的布局



资料来源: 陀螺研究院、Nweon 等, 民生证券研究院整理

3) 苹果在 AR 产业链持续布局, 首代产品即将发布。在过去几年, 苹果采取一系列行动布局 AR/VR, 例如收购 Next VR 布局内容领域, 发布 ARKit4, 以及 LiDAR Depth API 申请可调节透镜 AR 波导显示系统等相关专利。

4) 微软持续打磨 HoloLens, 迭代新功能。微软推出 HoloLens 2 工业版, 2021 年春季开放预购, 将支持 5G 技术, 未来打造 AR 生态系统 MR 开发工具正式发布, 新功能包括 Ultraleap 手部追踪, MRTK Toolbox, 手部菜单优化等。

图26: 微软和苹果在 VR/AR 领域的布局



资料来源: 陀螺研究院、Nweon 等, 民生证券研究院整理

1.4.2 功能转变最为关键, 有望迎接星辰大海

苹果 CEO 库克表示, “如同 Mac 将我们带入个人计算时代, iPhone 将我们

带入移动计算时代，Apple Vision Pro 将带我们进入空间计算时代”。传统 VR 设备如 Quest 系列更多将应用集中于游戏、影音等娱乐场景，苹果 Vision Pro 从游戏机的“枷锁”里面突破，借助苹果自身生态系统优势，使其与 iPhone、Pad、Mac 等其他设备保持同步，应用场景泛化至社交、办公、生活等领域。用户可使用 FaceTime 通话、运用 Persona 功能将用户的个人形象投射到虚拟世界；享受更优质的 Safari 上网体验，也支持无线连接 Mac 电脑及蓝牙配件，进行扩展显示，运用 Vision Pro 办公，创造理想空间的自由度。此外，生活方面，3D 相机使用户可记录更具代入感和沉浸感的日常生活；空间全景环绕、音频环绕打造了更优质的观影体验。总而言之，Vision Pro 打破传统 VR 头显应用场景的局限，重新定义头显新范式，有望替代传统 PC&游戏机引领用户步入空间计算时代。

图27：Vision Pro 应用场景泛化，涵盖游戏、社交、办公、生活娱乐

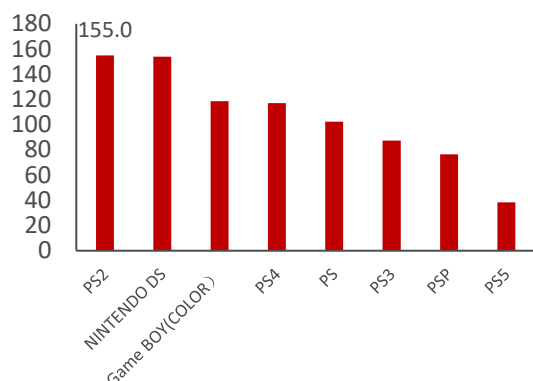


资料来源：苹果 WWDC 2023，民生证券研究院

Vision Pro 短期有望替代游戏机，中长期有望替代传统 PC，打造个人空间计算时刻。我们参考游戏机及传统 PC 发展历程，展望 Vision Pro 发展前景：

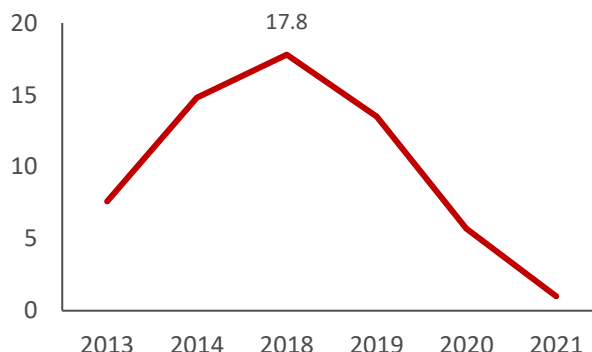
(1) 游戏机：复盘主流的游戏机的生命周期，大部分生命周期销量均未超过 1.6 亿，超过 1 亿的仅有 PlayStation (1.02 亿)、PlayStation 4 (1.17 亿)、PlayStation 2 (超 1.55 亿) 和 Nintendo DS (1.54 亿)、Game Boy / Game Boy Color (1.19 亿)。以 PlayStation 4 从开售到停产落幕周期为例，顶峰 18 年的销量未突破 2 千万。不难看出游戏机无论是生命周期还是单年的销量还是比较局限的，苹果定义 Vision Pro 为空间计算设备，硬件迭代+内容成熟后，仅从游戏应用场景考虑，其生命周期出货量便有望达 1.5 亿左右，若考虑从游戏机转为空间计算模型，对其销量的拉动无疑是正向的。

图28：历代畅销游戏主机生命周期销量（百万台）



资料来源：NIKO、索尼官网，民生证券研究院；备注：PS5 为截至 23 年 5 月销量，PS4 为截至 22 年 5 月销量；PS3 为截至 17 年 5 月销量；PSP 为截至 21 年 5 月销量；PS2/PS 均为截至 12 年 5 月销量；

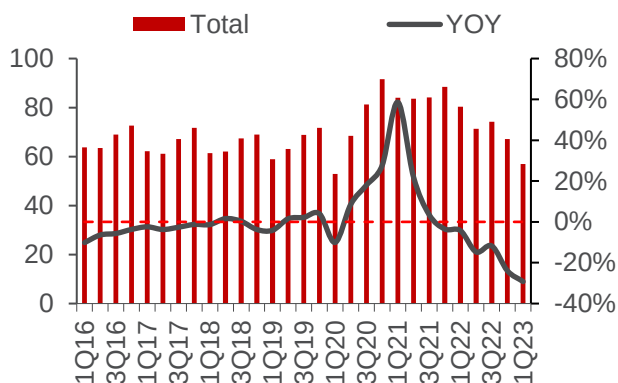
图29：2013-2021 年 PS4 生命周期销量（百万台）



资料来源：索尼官网，民生证券研究院

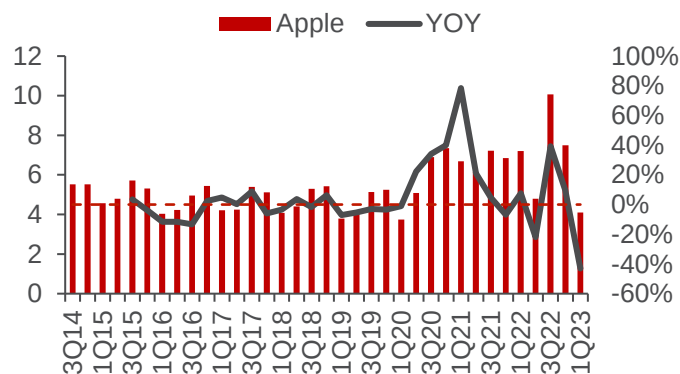
(2) 传统 PC：全球 PC 出货量于 2011 年见顶，达 3.65 亿台，2012-2018 年 PC 出货量逐年下滑，2020-2021 年受益于疫情居家办公影响，全球 PC 出货量同比上行，2021 年回至 3.43 亿台，YOY+17%。伴随全球疫情受控及消费下降影响，PC 需求再度放缓，22 年全球 PC 出货量约为 2.93 亿台，同比下滑 13.81%，回到了 17 年的水平。苹果 Vision Pro 应用场景从游戏娱乐拓展至社交、办公及生活，用户群体由传统游戏党大幅扩大至个人，同时支持无线连接 Mac 电脑及蓝牙配件，进行扩展显示，创造理想办公学习空间的自由度，有望替代传统 PC，远期实现亿级别销量。

图30：全球 PC 出货量（百万台）



资料来源：IDC，民生证券研究院

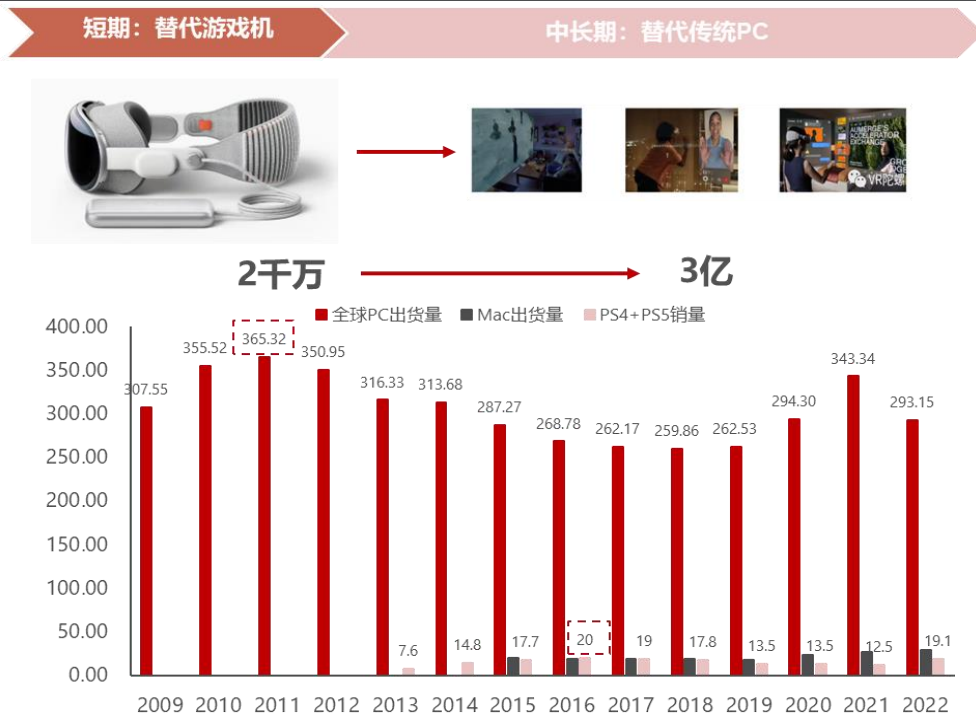
图31：Apple PC 出货量（百万台）



资料来源：IDC，民生证券研究院

Bertrand Nepveu（其创办的 AR/VR 头显公司 Vrvana 在 2017 年被苹果收购）说，当苹果进军 VR 的时候，这将会是一个 Macintosh（其是苹果在 1984 年开发的 PC 电脑）时刻。Vision Pro 发布会上所强调的核心应用涉及三个领域：1. Entertainment-影音娱乐，2. Socializing-社交通讯，3. Productivity-兼容大量已有的 2D 应用。我们认为 Vision Pro 的发布是 AR/VR 迈入空间计算的时刻，短期有望替代传统游戏机，中长期有望替代传统 PC。

图32: Vision Pro 短期有望替代游戏机, 中长期有望替代 PC (销量/出货量单位: 百万台)



资料来源: WWDC2023, VR 陀螺, IDC, 索尼官网, 民生证券研究院整理

2 VR 硬件创新+生态建设，产业链重塑在即

VR 终端的硬件部分主要由处理器、存储、屏幕、光学器件、声学器件、壳料、辅料构成，其中光学、芯片、显示和感知交互是 VR 设备硬件升级的核心。

1) **光学领域**，历经非球面透镜和菲涅尔透镜，Pancake 凭借轻薄、优质成像等优势逐步应用于终端消费品牌，有望成为未来中长期主流方案。

2) **显示领域**，OLED 曾凭借时延短的特点，一度成为显示方案首选。2018 年后，LCD 响应速度得到提高，且具备明显成本优势，成为目前 VR 显示方案的主流选择。展望未来，Pancake 光学方案需搭配高亮度屏幕；极致沉浸感、舒适佩戴的要求下，屏幕分辨率、刷新率以及轻薄的重要性逐渐提高。在此趋势下，具备更优越性能的 Mini LED、Micro LED 以及 Micro OLED 潜力可观。

3) **交互领域**，从 3DoF 到 6DoF，单一的触觉反馈到面部追踪、眼动追踪、色彩透视、裸手识别等多种反馈助力用户沉浸感体验不断升级。未来消费级 VR 领域，具备更真实感官体验的交互方式将不断发展，释放诸多增量空间。

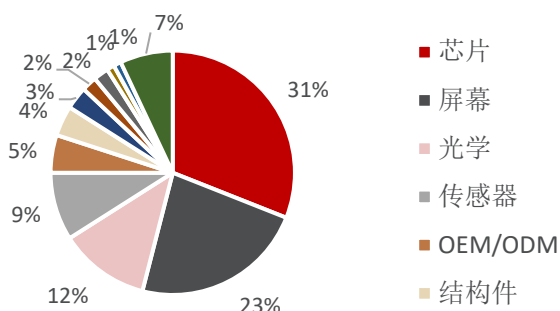
图33：VR 底层共性技术成熟度矩阵图



资料来源：亿欧智库，民生证券研究院

以 Pico 4 VR 为例，综合硬件成本按品类来看，芯片成本最高，约为 116.45 美元，占比 31%，屏幕成本为 84 美元，占比 23%，光学成本 44 美元，占比 12%，传感器成本约为 34 美元，占比 9%，ODM/OEM 成本约为 20 美元，占比为 5%，结构件成本 14.2 美元，占比为 4%。

图34：VR 硬件成本占比



资料来源：Wellsenn XR，民生证券研究院

2.1 光学：Pancake 或成未来主流光学方案

2.1.1 VR 减重在即，光学方案亟待革新

VR 机器的轻薄化将成为显著趋势。相比于分体式 VR，一体式 VR 头显具备无线、移动、便携等优势，VR 头显形态由分体式转向一体式已成主流趋势。一体式设计意味着 VR 头显将同时承担显示单元、计算单元以及电池等的重量。消费者对佩戴舒适度的要求逐步提高，则 VR 一体机轻薄化的重要性愈发凸显。

光学方案是 VR 轻薄化的关键环节。VR 头显的显示单元主要由显示器（发光源）+光学透镜（传播介质）两部分构成。其中，光学透镜是连接显示屏和人眼的重要桥梁，它将显示屏图像聚焦投射于人眼上，以此实现近距离大屏成像效果。在 VR 头显减重环节，它则扮演着重要角色，从非球面透镜到菲涅尔透镜，再到 Pancake，每一次方案的革新都伴随着更轻薄的体积以及更优质的成像效果。

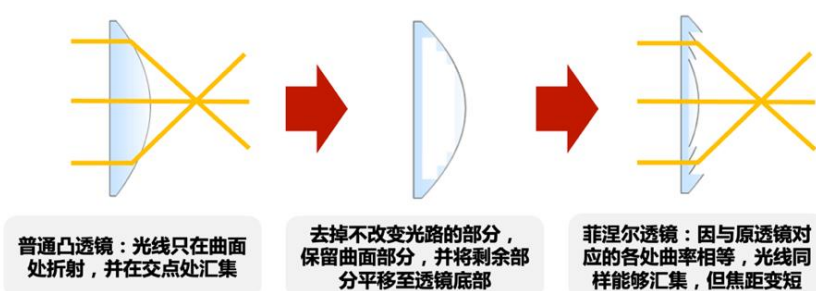
表6：非球面透镜、菲涅尔透镜 Pancake 光学方案对比

项目	非球面透镜	菲涅尔透镜	Pancake
优势	技术门槛低、成本低 画面畸变小、边缘成像好	技术门槛低、成本低 成像质量稳定 光学效率高（80%~90%）	Eye box 较大 画面畸变小、清晰度高 支持屈光调节 光学组件轻薄 视场角上限 200°
缺陷	厚重、体积大 光损较大	Eye box 较小 画面畸变大 不支持屈光调节 视场角上限 140° 光学组件厚重	技术门槛高，成本高 光路精度要求高 光学效率仅为 25%

资料来源：VR 陀螺，wellsenn XR，艾邦 VR/AR 网，维基百科，智东西，民生证券研究院

菲涅尔透镜成为当前 VR 主流光学方案。菲涅尔透镜（Fresnel lenses），又称螺纹透镜，其原理是仅保留凸透镜曲面部分，去掉光线直线传播的部分，以更短的焦距实现同样的聚光效果。因此，相较于普通透镜，菲涅尔透镜的重量与体积更小、用料更少、成本更低，且由于更薄的特性，能够传递更多的光。凭借诸多优势，菲涅尔透镜成为近几年 VR 的主流光学方案，Meta Quest 2、Pico Neo 3、Nolo Sonic 等是该光学方案的代表性产品。

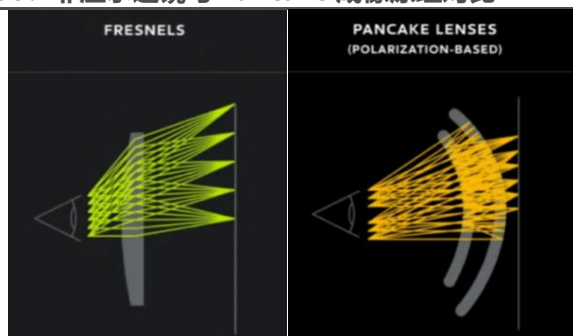
图35：菲涅尔透镜原理



资料来源：维基百科，民生证券研究院整理

由于菲涅尔透镜方案需要在显示屏和透镜之间保留一个用于对焦的空间，间接使得 VR 头显光机的厚度通常超过 40mm，增加外壳重量。此外，菲涅尔透镜单层镜片的物理性导致其虚像易产生畸变，也无法支持屈光度调节。基于此类问题，凭借着 VR 产品体积可进一步缩小，近眼显示光学功能性可进一步增强，以菲涅尔透镜为主的光学方案正被轻薄、清晰、视觉效果好的 Pancake 所取代。

图36：菲涅尔透镜与 Pancake 成像原理对比



资料来源：VR 陀螺，民生证券研究院

图37：菲涅尔透镜与 Pancake 方案的光机尺寸对比

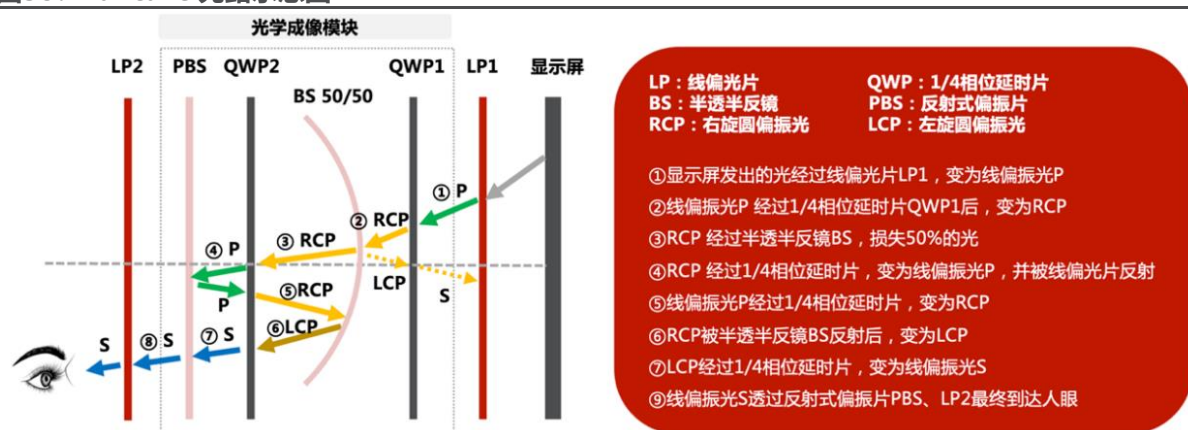


资料来源：量子位，民生证券研究院

2.1.2 Pancake 引领轻薄化，量价齐升机会尽显

Pancake 为折叠光路方案，相比传统光学透镜工艺更加复杂。原理上来说，光线从显示屏发出，随后依次在线偏光片（LP1），1/4 相位延迟片（QWP1）、半透半反镜（BS）、第二块 1/4 相位延迟片（QWP2）、反射式偏振片（PBS）、第二块线偏光片（LP2）之间多次折返，最终射入人眼。

图38：Pancake 光路示意图



资料来源：《用于轻薄光学透视 AR 的全息光学器件》，三利谱，艾邦 VR 产业资讯，wellsenn XR，民生证券研究院

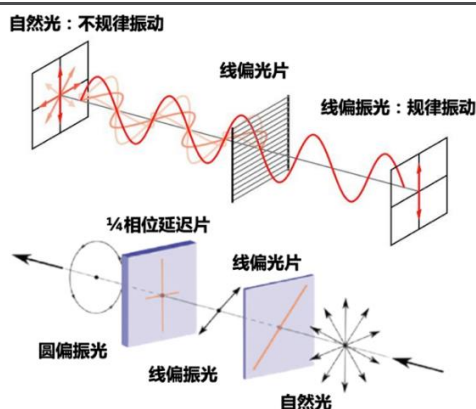
1) 偏光片（Polarizer），又称偏振光片，是一种能让自然光变为偏振光的化合物薄膜，它有一个特定的方向，只允许平行于该方向的光振动分量通过，从而获得线偏振光。（线偏振光是指只沿一个固定的方向振动的光，分为 P 光和 S 光。大多数普通光源发出的都是自然光，不发射线偏振光。自然光是由无数方向横振动合成的复杂混合光波，线偏振光需要经过线偏光片才能获得。）

2) **相位延迟片 (QWP)**，又称波片，具有快轴和慢轴，两轴具有不同的折射率，因此沿这两轴传播的光波之间将有一定的相位延迟，从而产生相位偏移。

1/4 相位延迟片就是使两个不同偏振方向的光经过后，将其相位向左或向右延迟四分之一波长，产生 1/4 波长的相位差，在此相位差下合成的光为圆偏振光。

圆偏振光，指旋转电矢量端点描出圆轨迹的光，一般是在线偏振光的基础上通过 1/4 相位延时片获得，按光矢量方向可分为左旋圆偏振光 (LCP) 和右旋圆偏振光 (RCP)，从镜子反射的光将导致圆偏振从右侧或左侧变为相反的圆偏振。

图39：线偏光片、1/4 相位延迟片原理示意图



资料来源：维基百科，民生证券研究院

3) **半透半反镜 (BS)**，又称分束镜，能将入射光分离成反射光和透射光两部分。Pancake 方案中，半透半反镜可以用部分反射膜 (partial reflector) 代替，主要用来做二次反射光线使用，光经过半透半反镜后理论上会损失掉 50% 的光。

4) **反射式偏振片 (PBS)**，是偏光片的一种，能够选择性的反射偏振光，如可设置为反射线偏振光 P，透射线偏振光 S。

Pancake 方案的关键工艺是贴膜。其中，反射式偏振膜和 1/4 相位延时片的质量，以及贴膜工艺是成像质量的关键因素。目前，反射式片正膜和 1/4 相位延时片供应以海外龙头为主。光学贴膜工艺分为平面贴膜和曲面贴膜。平面贴膜技术难度低，但会牺牲不分光学性能以及成像质量；曲面贴膜可以带来更大的 FOV 以及更优质的成像质量，但该工艺难度较大，容易边缘褶皱和翘起，良率低。

图40: Pancake 模组加工流程



资料来源：wellsenn XR，民生证券研究院

VR 头显轻薄化的趋势下，Pancake 渗透率将逐步提高，市场空间广阔。Pancake 方案缩短了显示屏和透镜之间的距离，使搭载 Pancake 方案的 VR 头显的重量、厚度显著降低。采用 Pancake 方案的头显光机厚度可缩减至 17-20mm，主机的厚度及重量可降低 50%左右，能够明显提升佩戴的舒适程度。以创维发布的 PANCAKE 1 为例，其采用了多镜片折叠光路设计，体积仅为传统菲涅尔镜片的 1/4，主机重量仅 189g。

表7: 各品牌 VR 头显参数一览

光学方案	非球面透镜	主机重量
菲涅尔透镜	Oculus Quest 2	454g
	Pico Neo 3	395g
	爱奇艺·奇遇 3	340g
Pancake 方案	Huawei VR Glass	166g
	创维 PANCAKE 1	189g
	Pico 4	/
	Oculus Quest Pro	/

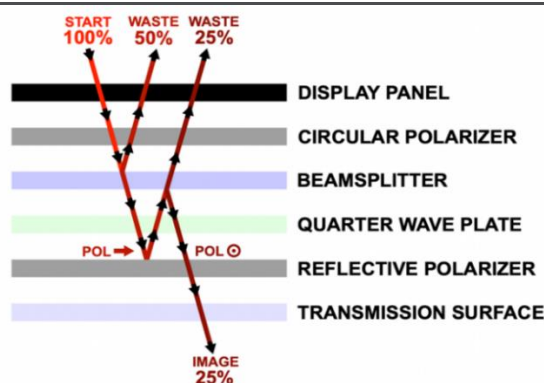
资料来源：奇遇官网，雅虎新闻，民生证券研究院

除了减轻 VR 设备重量，Pancake 还有诸多优势。1) **支持屈光度调节**：Pancake 方案采用多镜片折叠光路设计，可以通过调整镜片进行屈光调节，目前普遍支持的屈光度调节范围是 0°-700°。2) **提高图像清晰度**：Pancake 光学解析能力相对于菲涅尔光学提升了 50%。以搭载 Pancake 方案的 YVR 2 为例，业内光学镜组透过率平均约为 13-16%，而 YVR 2 光学镜组透过率达到了 19%，在高透光使得清晰度大幅提高。3) **视觉伪影、画面畸变小**：Pancake 克服了菲涅尔光学固有的视野边缘模糊与畸变现象，有效减少边缘眩光，带来了视野全域范围的清晰体验。4) **视场角上限高**：理论上，Pancake 方案的视场角可达到 200°，相比菲涅尔透镜的视场角上限提升了 40%。

Pancake 尚有不足：1) **光损较高**：Meta 数据显示，光与半透半反镜表面相互作用两次，每次损失 50%的光。理论上光利用率为 25%，需搭配亮度至少为

2000nit 的屏幕，相应的成本和功耗也会提高。2) **光路精度要求高**：由于光的双折射现象，如果光路精度不够，就容易在画面里出现伪影。但双折射现象与透镜材质有关，塑料材质通常有较大双折射，增加透镜或改变透镜形状、改善材质、优化光路等方式均可以降低双折射现象。3) **技术难度高、成本高**：Pancake 的核心是光学膜，全球只有 3M 等少数企业的产品能达到方案要求。此外，Pancake 对贴膜或者镀膜的精度的平滑度要求很高，目前依赖人工贴膜。由于技术难度大，Pancake 的造价成本远高于菲涅尔透镜。

图41：Pancake 光学效率示意图



资料来源：《用于轻薄型虚拟现实的全息光学元件》，民生证券研究院

表8：Pancake 方案需要光学膜材的特点

光学模材	要求
线偏振片 LP	偏振度>99%、透过率>43%，以保证产生稳定的线偏振光
反射式偏振片 PBS	高偏振对比度、低吸收、低散射，对偏振态进行精准选择
1/4 相位延迟片 QWP	对于任何入射波长，膜材的相位延迟均为四分之一波长但色散现象使得相位延迟会随入射波长变化而变化

资料来源：三利谱，艾邦 VR 产业咨询，民生证券研究院

随着工艺的进步，相关缺陷可以逐步得到改善。例如，创维 VR 双 6DoF 短焦 VR 一体机在光学方面已实现一定突破，其 Pancake 光学的良率可达到 60%~70%，鬼影、畸变等成像问题也得到有效改善。目前，Pancake 方案已凭借其轻薄、卓越的成像质量以及逐步成熟的量产工艺，逐步成为 C 端 VR 光学的热门选择，诸如 Meta、Pico、创维、华为等头部企业都已推出或即将推出 Pancake 方案的 VR 头显。

2.2 显示：Micro OLED 已顺利商业化，升级方向明确

2.2.1 清晰度、低延迟：VR 沉浸感的关键因素

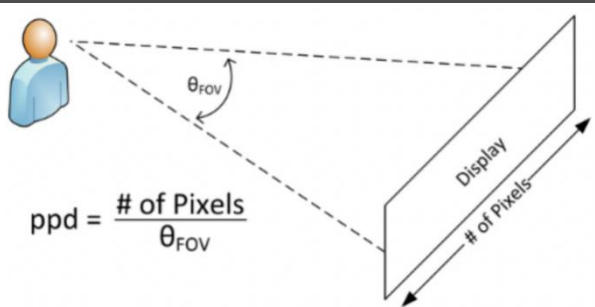
VR 发展迭代重点在于沉浸感的不断提高，以达到近乎人体感官的模拟。在模拟人眼视觉方面，显示屏幕的性能起到重要作用，高清晰度和高刷新率是极为

关键的指标。

1) 清晰度的核心指标-PPD：清晰度通常用分辨率、PPI 来衡量。屏幕分辨率及 PPI 是相对于显示器的指标，VR 眼镜中，用户透过光学系统看屏幕放大的虚拟图像，而不是直接通过肉眼看屏幕。因此，相比于屏幕分辨率及 PPI，PPD 能更加准确地描述 VR 的清晰度。PPD（角分辨率），指人眼视场角（FOV）中的平均每 1° 夹角内能看到的像素点的数量。PPD 越小，晶格感越强烈，即“纱窗效应”。根据 $PPD = \text{屏幕分辨率} / \text{FOV}$ ，可以通过提高 PPI 或降低 FOV 提高 PPD 减轻纱窗效应。由于降低 FOV 会降低用户的沉浸式体验，**一般通过提升 PPI 的方式提高 VR 头显的清晰度，从而对显示屏幕提出更高的要求。**

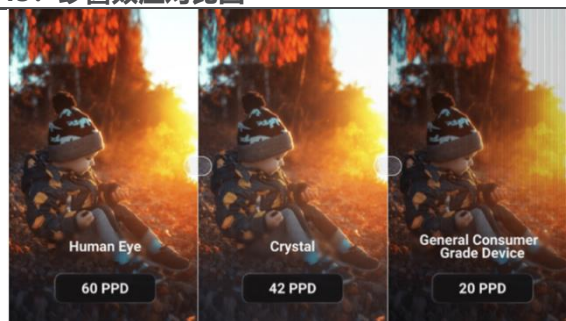
实际观看动态的视频时，PPD 达到 30，人眼便注意不到像素颗粒。但人眼正常视力下的分辨能力约为 50~60PPD，而市面上主流 VR 眼镜的 PDD 多为 20-25，因此距离 30PPD、甚至 60PPD 仍有较大提升空间。

图42：PPD 公式示意图



资料来源：SIMULAVR，民生证券研究院

图43：纱窗效应对比图

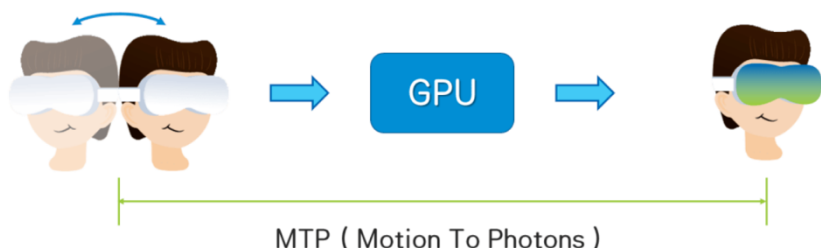


资料来源：泡咖元宇宙，民生证券研究院

2) 降低延迟的两种途径-高刷新率、快速响应：衡量 VR 时延的指标为 MTP（Motion to Photons），指用户头/手运动到图像在屏幕上呈现所需的时间。时延会导致眩晕的产生，VR 对 MTP 的要求通常为 20 毫秒以下。

降低延迟有两种途径：提高刷新率、降响应时间。**刷新率**，指每秒钟屏幕刷新的次数。刷新率越高，则运动镜头的画面跳停和模糊现象减弱。**响应时间**，指液晶显示器各像素点对输入信号反应的速度，即像素从一种颜色变为另一种颜色所需的时间。

图44：MTP 延迟示意图



资料来源：物联网时空，民生证券研究院

显示屏幕是提高沉浸感的关键环节，迭代升级方向往往追求更高的显像效果以及更低的延时性能，并同时兼顾性价比。当前 VR 设备主流显示技术为 Fast - LCD。展望未来，**中长期来看，Mini LED/Micro OLED 凭借高亮度、低功耗、优质成像等优势有望成为 VR 主流显示方案。长期来看，Micro LED 或成为 VR 现实领域最理想的显示方案。**

表9：VR 显示方案技术对比

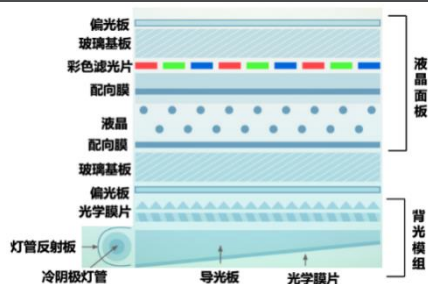
显示技术	传统 LCD	OLED	Mini LED	Micro OLED	Micro LED
技术类型	背光 LED	自发光	自发光	自发光	自发光
亮度	~500	1000	2,000	2,000-6,000	4,500,000
发光效率	低	高	高	高	高
厚度	厚, > 2.5	薄, 1-1.5	薄	薄	薄, < 0.05
寿命 (小时)	60K	20-30K	80-100K	< 10,000	> 100,000
反应时间	毫秒级	微妙级	微妙级	微妙级	纳秒级
柔性显示	难	容易	容易	容易	难
LED 数量级	100	-	10000	-	1000000
成本	低	中等	较高	较高	高
功耗	高	约 LCD 的 60%-80%	约 LCD 的 30%-40%	低	约 LCD 的 10%
运作温度	40°C-400°C	30°C-85°C	-100°C-120°C	-	-100°C-120°C
驱动方式	Driver IC	Driver IC	TFT/CMOS	TFT/CMOS	TFT/CMOS
产业化进展	已大规模量产	已规模量产	初步规模量产	初步规模量产	研究阶段

资料来源：Led Inside, 亿渡数据, VR 陀螺, OLED industry, 雷科技, 民生证券研究院

2.2.2 VR 显示的更迭之路

Fast LCD 兼顾响应速度及性价比，是当下 VR 设备的主流选择。VR 发展初期，由于当时 OLED 的响应时间只有 LCD 的千分之一，具备低延时的优势，因此一度被认为是 VR 设备的标配。但同时 OLED 存在像素密度提升困难，纱窗效应明显，以及高成本等缺陷。随后，LCD 方案得到改良，Fast-LCD 技术的刷新率有效提升至 75-90Hz，屏幕响应时间控制在 4ms 以内，同时具备较高量产稳定性及良率，并兼具效果与性价比，因而逐渐成为 VR 厂商的主流选择。

图45：LCD 结构



资料来源：科技新报，民生证券研究院

Mini LED 背光升级，改善分辨率和刷新率。Mini LED 是指晶粒尺寸在 50-200μm 的 LED 芯片，晶粒尺寸和点间距介于传统小间距 LED 与 Micro LED 之

间。从应用场景来看，可以分为背光及直显。Mini LED 直显目前主要用于商业广告与户外大型显示等。Mini LED 背光则是将 Mini LED 作为 LCD 面板的背光源。在 VR 领域，Mini LED 背光或将成为未来微显示技术的发展方向。

相比于传统背光，Mini LED 背光具备诸多优势。**1) 更高对比度：**Mini LED 能在更小的混光距离内实现更好的亮度均匀性，且由于采用局部调光设计，其拥有更精细的 HDR 分区，从而大幅提升液晶显示的对比度。**2) 更高的色彩饱和度：**Mini LED 可以直接采用 RGB 三色的 LED 模组，实现 RGB 三原色无缺失的显示效果，可覆盖 100%BT2020 的宽色域，大幅提升液晶显示的色彩饱和度。**3) 更高的亮度：**Mini LED 背光亮度可达 2000nit，搭配 Pancake 可获得优质的成像效果。

表10：背光与传统 LED 背光对比

特性	传统 LED 背光	Mini LED 背光
面板技术	LCD	LCD
LED 芯片尺寸	3 毫米以上	50-200 微米
对比度	< 1000k: 1	> 1000k: 1
色彩饱和度	中	高
HDR 效果	中	高
亮度 (nit)	~1000	1500~3000
成本	中低	中高

资料来源：电子发烧友，Trend Force，民生证券研究院

在 VR 设备终端，Mini LED 逐步得到应用。2021 年，小派、Varjo 相继推出三款搭载 Mini LED 背光技术的 VR 头显，且具有高达 PPD42，200Hz 的优越性能。Meta 亦将发布应用 Mini LED 屏幕的 VR 头显，包括两种型号产品。一个是 VR 头显顶流产品 Oculus Quest 2 Pro，另一个是高端 VR 头显 Project Cambria 的 Seacliff 型号。

表11：搭载 Mini LED 屏幕的 VR 头显产品一览

公司	产品	刷新率	分辨率
Pimax	Reality 12K QLED	200	5620 × 2720
	Pimax Crystal QLED	160	5760 × 2880
Varjo	Varjo Aero	90	5760 × 2720
创维	PANCAKE 1 Pro	90	4560 × 2280

资料来源：新浪 VR，VR 陀螺，Tom's Hardware，新浪科技，民生证券研究院

Micro OLED 有着更复杂的显示技术，在小尺寸领域具有明显优势，应用直指 VR/AR 显示器领域，与 LCD 相比具有诸多优点：

1) 高 PPI。Micro OLED 基于半导体 CMOS 硅的驱动电路，因此更容易实现高 PPI，通常达到 3,000~4,000。**2) 刷新率高、响应速度快。**Micro OLED 像素更新所需时间小于 1μs，刷新率可达 2000Hz。**3) 高对比度。**Micro OLED 的对比度可以达到 10,000: 1。**4) 发光效率高：**Micro OLED 亮度可达 20,000+nit，即使光效折损降低至 10%，仍有高达 2,000 nit 的亮度，因此，是

Pancake 方案的理想搭档。5) **功耗低，设备重量轻**：Micro OLED 比 LCD 功耗小 20%，因此电池重量可以更轻。此外 Micro OLED 以单晶硅芯片为基底，减少了器件的外部连线，比采用其他显示方案减重 50%以上。

表12：Micro OLED 与 LCD 参数对比

参数	LCD	Micro OLED
PPI	1,000~1,500	3,000-4,000
刷新率	90~120fps	2000Hz
响应速度	10~15ms	小于 1μs
对比度	5000: 1	10,000: 1
发光方式	被动发光	自发光
亮度 (nit)	2,000	> 20,000
体积	大	小
功耗	高	低

资料来源：OLEDinside，民生证券研究院

Micro OLED 导入商用，未来或有更多搭载 Micro OLED 显示的 VR 头显面世。根据 CINNO Research 数据，2021 年全球 VR/AR Micro OLED 市场规模约为 6,400 万美元。未来随着技术工艺成熟、良率的进一步改善，在性能上更占优势的 Micro OLED 将会实现快速渗透。

表13：2021-2022 年发布的搭载 Micro OLED 的 VR 产品

时间	品牌	产品名称	设备类型	显示屏类型
2021 年 11 月	EM3	ETHER	VR 眼镜	Micro OLED
2021 年 12 月	索尼	-	VR 头显设备	Micro OLED
2021 年 12 月	arpara	Arpara AIO	VR 头显一体机	Micro OLED
2022 年 1 月	松下	MeganeX	短焦 VR 头显	Micro OLED
2022 年底	苹果	-	融合 VR/AR 的 MR 设备	Micro OLED、AMOLED

资料来源：LEDinside，民生证券研究院

除此之外，Micro-LED 具备多种卓越性能，有望成为 XR 的终局方案。

1) 发光效率、能量密度高，进而达到低功耗的效果。Micro LED 的发光效率及发光密度远远优于其他显示方案，因此 Micro LED 的功率消耗量约为 LCD 的 10%、OLED 的 50%。**2) 响应速度快**：相比于硅基 OLED 的微秒级响应，Micro-LED 已经能够实现纳秒级响应。**3) 解析度高。**由于单个 LED 灯珠的体积更小，Micro-LED 将能够在单位面积的尺寸上实现更高的分辨率。与 OLED 相比，Micro-LED 亮度比其高 30 倍，且解析度可达 1500 PPI。**4) 寿命长。**由于 Micro LED 使用无机材料，且结构简易，几乎无光耗，因此使用寿命可达 100,000 小时以上。**5) 降本空间大。**Micro LED 不须外加光源，光学系统较简单，因此在模组体积的微型化及成本降低上具优势。

2.3 眼动追踪：塑造 VR 体验新格局

2.3.1 眼动追踪：从 B 端向 C 端，VR 设备极关键部分

眼动追踪技术大幅提升 VR 设备使用与交互体验，产品搭载率逐步提升。眼动追踪技术通过设备捕捉用户的眼球运动轨迹，精准测算用户的眼光停留区域，进而实现一系列识别与交互功能，是提升产品使用与交互体验的重要部分。HTC、惠普、Pico 等大厂均已推出了搭载眼动追踪功能的 VR 产品，现阶段主要面向 B 端，近期有向 C 端发展的趋势。

表14：搭载眼动追踪功能的 VR 产品

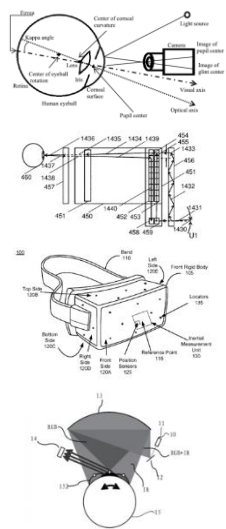
厂商	发布时间	产品
小派科技	2022	Pimax Crystal OLED
Varjo	2019	Varjo VR-1
HTC Vive	2019	Vive Pro Eye
Pico	2020	Neo 2 Eye VR
	2021	Neo 3 Pro Eye VR
	2022	Pico 4 Pro
惠普	2021	Reverb G2 头显
Sony	2022	PSVR 2
Meta	2022	Project Cambria

资料来源：民生证券研究院整理

2.3.2 解决方案：厂商积极布局，技术各有千秋

各大厂商积极开发眼动追踪技术解决方案。眼动追踪技术依赖于眼球的生理结构，不同的眼动追踪技术会用到不同的眼球生理特征。目前的技术方案包括瞳孔角膜反射法、视网膜影像定位、结构光追踪、角膜反射光强度、视网膜反射光强度、光波导眼动追踪。由于眼动追踪技术门槛高、研发困难大，因此各大厂商主要和眼动技术提供商合作开发其 VR/AR 产品所搭载的眼动追踪功能。

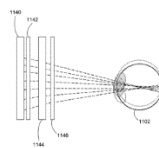
表15：眼动追踪技术方案

眼动追踪技术	技术方案	代表企业	原理
瞳孔角膜反射法	通过角膜中心和瞳孔中心的连线进行眼动追踪	Magic Leap one、Digilens、Tobii、SMI、Apple、索尼	
视网膜影像定位	基于视网膜上不规则的毛血管、中央凹等生理结构形成的图案，通过计算视网膜图像变化来进行眼动追踪	Magic leap (第二代/第三代)、lumuc、三星	
结构光追踪	利用结构光或光场相机对眼睛建模，再计算视觉中心	Facebook	
角膜反射光强度	当激光射在角膜中心时(角膜中心是最亮点)，反射强度最大，因此通过 MEMS 光敏传感器检测角膜反射光的强度确定眼球运动的方向	微软、华为、Adhawk	

视网膜反射光强度

激光透过角膜、瞳孔、晶状体打在视网膜上，视网膜对入射的激光反射，外部光敏传感器通过检测视网膜反射光强度确定眼球运动的方向

Facebook、Lumuc



资料来源：映维网，USTPO，国家知识产权局，民生证券研究院

2.3.3 应用场景：解决行业痛点，VR 应用场景全覆盖

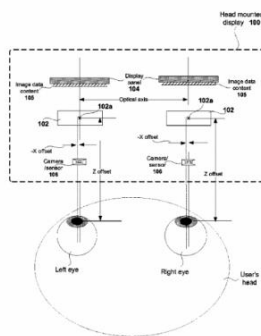
眼动追踪技术几乎覆盖 VR 全部应用场景，多方位提升 VR 设备性能，增强用户交互体验。在显示体验方面，眼动追踪技术可以实现：注视点渲染功能，节省算力资源，保持高帧率图像显示；相差校正功能，动态校准虚拟影像，避免光学畸变，提升图像质量；调整图像帧功能，规避影响模糊与伪影，减少眩晕感；景深功能，缓解用眼疲劳；屏幕亮度自动调节功能，保护用眼健康。在交互体验方面可以实现：眼球交互控制功能，增强软件操作体验；身份验证功能，保护用户数据安全；更真实的虚拟人像功能，增强 VR 社交等应用的交互体验。

图46：注视点渲染效果



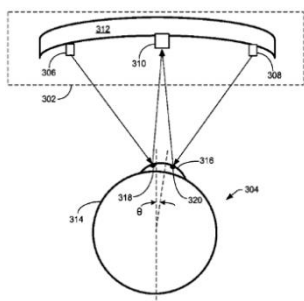
资料来源：七鑫易维，民生证券研究院

图47：Sony 眼动追踪的实时镜头像差校正



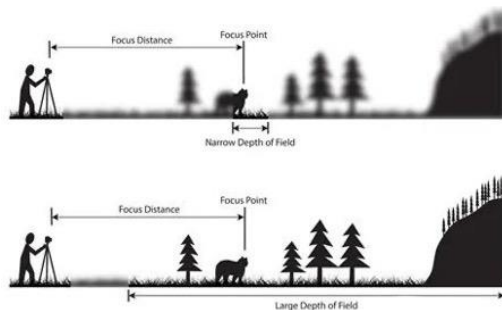
资料来源：USPTO，民生证券研究院

图48：微软眼睛追踪运动调整图像帧专利



资料来源：USPTO，民生证券研究院

图49：人眼成像景深原理



资料来源：电子发烧友，民生证券研究院

1) 注视点渲染：利用眼动追踪技术获取眼球的注视中心，将注视点映射到头显的屏幕上或者真实的空间环境中。对人眼注视中心区域进行高精度渲染，其他区域进行低分辨率渲染，在降低 GPU 着色负载的同时保持高帧率，以符合人眼

视觉行为特征更好的配置有限的算力资源。

2) 像差校正：VR 利用变焦镜片实现近视/远视屈光度自动调节功能。随着度数变化会引起光学畸变，造成图像扭曲与颜色误差。利用眼动追踪技术，通过实时获取眼睛注视方向，可以进行像差校正。像差校正技术根据眼睛位置动态校准虚拟影像的空间位置与颜色，补偿校正成像的空间误差或颜色误差，实现更好的图像显示体验。

3) 调整图像帧：人眼与 VR 设备屏幕的距离短，当眼球快速移动时，图像帧在不同时间到达视网膜，屏幕呈现的影像可能出现模糊或伪影，造成彩虹影像或图像分裂。通过眼动追踪技术检测眼球移动，基于眼球移动速度修改图像帧的显示时间，可以提高显示器虚拟影像的帧率与显示效果，减少眩晕感。

4) 影像深度：为了对不同距离的物体聚焦，眼球中的晶状体会进行不同程度弯曲。如光学显示器展示的虚拟影像与虚拟景深不对应，会使人眼调节冲突，导致用眼疲劳。智能眼镜采用眼动跟踪技术，收集用户眼睛的聚散度和瞳孔大小信息，确定用户的视觉焦点，将虚拟图像投影到对应的焦点，达到影像深度的效果。深度平面或景深的数量和分布也可以基于用户眼睛的注视点动态变化，营造舒适的视觉体验，缓解用眼疲劳。

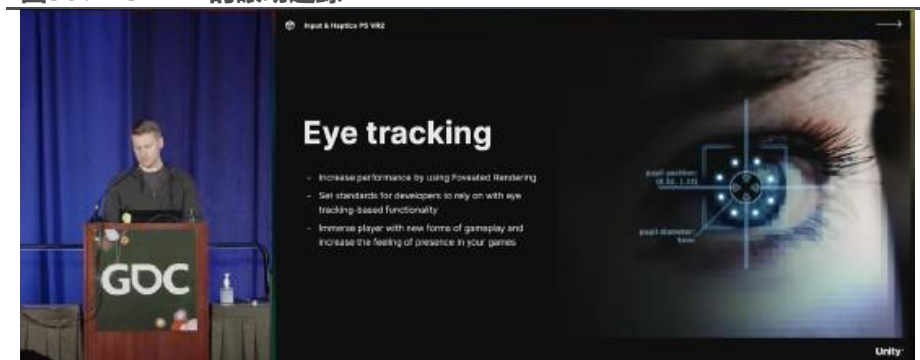
5) 屏幕亮度控制：通过眼动追踪技术分析眼睛的差异性、注视需求与工作状态，实时检测瞳孔的位置、大小和晶状体状态等，自动调节 VR 设备显示器达到人眼舒适的亮度，降低用眼疲劳。

6) 交互控制：通过眼动追踪技术分析眼睛的注视点，实现交互控制功能。在游戏方面，加入基于眼动追踪数据的交互，可以通过眼动数据传输玩家佩戴方向信息触发事件，使体验更加自然。在浏览方面，通过分析注视点和眼球移动，实现对软件应用的控制。在分析方面，眼动追踪采集用户注视热点数据，进行人机交互分析与研究，评估与改善软件体验。

6) 身份验证：虹膜识别是智能眼镜上的最佳身份验证方式之一。眼动追踪技术通过微型摄像头获取虹膜图像进行身份识别。此外，还可以通过眼部其他生理特征进行身份验证，例如视网膜的毛细血管布局等。

7) 虚拟人像：利用眼动追踪将真人眼睛与虚拟人像眼睛映射对应，实现虚拟形象实时反映用户真实状态。此外，眼动追踪收集眼球、瞳孔数据，判断情绪并反映在虚拟人物上，实现情感互动。索尼 2022 年发布的 PSVR 2 的眼动追踪可以追踪用户瞳孔直径和眨眼状态，实现虚拟人物表情同步。通过眼动追踪增强人像真实性，已成为虚拟社交的趋势。

图50: PSVR 2 的眼动追踪



资料来源：新浪 VR，民生证券研究院

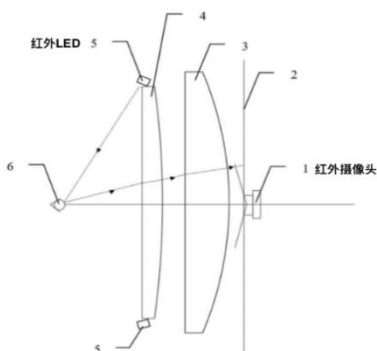
2.3.4 升级趋势：Pancake 方案成为主流，眼动追踪技术亟待更新

在 Pancake 光学方案下，光机厚度大幅降低，眼动追踪技术亟待更新。用于菲涅尔透镜的眼动追踪方案通常需要在眼睛和物体图像中加入额外的半透半反镜，用于检测瞳孔距离和运动方向等。Pancake 光学方案使光机设计空间在被压缩，难以纳入传统眼动追踪摄像头系统，对眼动追踪技术提出新要求。国内 YVR 与七鑫易维均推出了 Pancake 方案下眼动追踪方案，国外苹果也开发并申请了相应的专利。

YVR 将 Pancake 光学方案下眼动追踪技术应用到新产品中。YVR 2 采用屏下红外摄像头和红外 LED，在 Pancake 方案光机中运用红外获取眼动图像，结合屏幕背光抗干扰时序，实现眼动追踪技术。

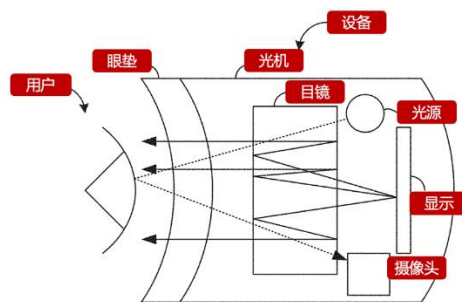
苹果开发的 Pancake 方案眼动追踪系统已成功申请专利。该技术使用选择性畸变折反射透镜，能将眼动追踪系统放置在靠近目镜的位置，且不会造成目镜的失真。该组件具有选择性，只畸变来自显示器的光，不会畸变来自光源的光。上述技术降低了眼动追踪系统对于头显尺寸与厚度的要求，能在 pancake 光学方案的产品中使用。

图51: YVR 2 Pancake 光学方案下眼动追踪解决方案



资料来源：量子位，民生证券研究院

图52: 苹果方案眼动追踪系统



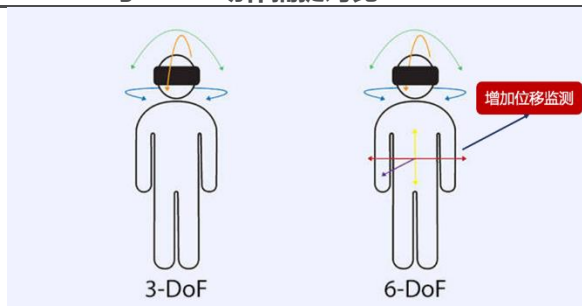
资料来源：USPTO，民生证券研究院

2.4 感知交互：头手一体助力 VR 交互新体验

2.4.1 动作捕捉：6DoF 增加平移检测，解放 VR 交互行动自由

6DoF 相对于 3DoF 增加了平移检测，用户 VR 交互体验更加自由。DoF (Degree of Free) 代表自由度，附加的数字代表要跟踪的轴的数量，比如 3DoF 为三维旋转动作捕捉，3DoF VR 设备可以检测到头部不同方向的自由转动情况，但不能检测用户前后、上下、左右的位移情况；6DoF 在三维旋转的基础上增加平移检测，6DoF VR 设备可以额外检测用户在水平与竖直平面的位移情况，动作捕捉更加真实全面。

图53：3DoF 与 6DoF 动作捕捉对比



资料来源：搜狐网，民生证券研究院

2.4.2 头手一体：便携性优势突出，Inside-out 方案成为主流

6DoF 定位技术有 Outside-in 与 Inside-out 两种解决方案。Outside-in 方案由外到内进行空间定位，需要在外部环境中布置（两个以上）定位器，通过多个定位器 360 度覆盖建立三维位置信息，实时计算头显与手柄的位置。Inside-out 方案由内向外进行空间定位，不需要在外部空间布置额外定位器，依靠光学追踪技术，借助头显上的摄像头检测外部环境变化，经过视觉算法（SLAM 算法）实时计算摄像头的空间位置。Outside-in 方案定位更精准、延迟更低，Inside-Out 方案便携性更高、成本更低。

图54：Outside-in 与 Inside-out 原理对比



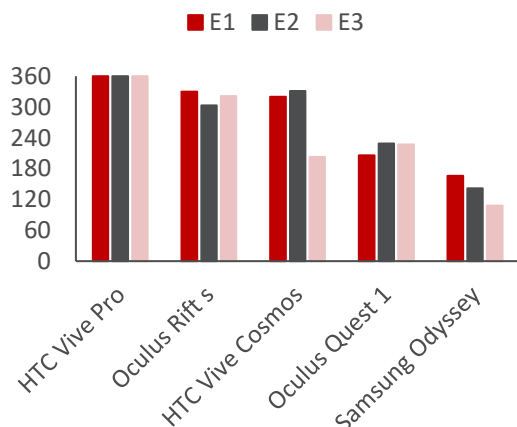
资料来源：知乎，民生证券研究院

表16: Outside-in 与 Inside-Out 对比

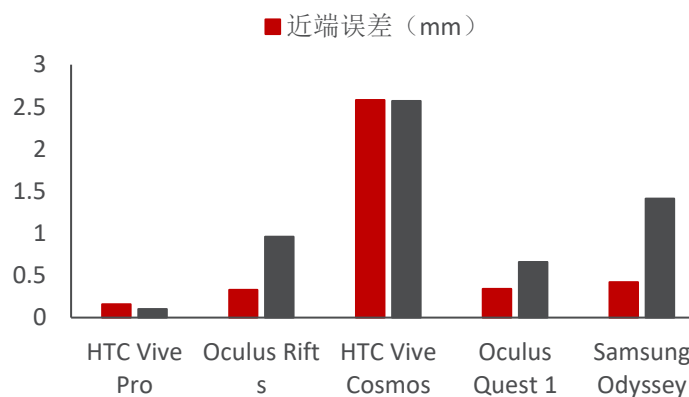
项目	Outside-in	Inside-out
定位	更精准	普通
成本	高	低
便携性	低	高
延迟	低	高
活动限制	有限制	无限制
算力	算力需求低	算力需求高
定位范围限制	360 度全追踪	根据摄像头数量而定, 非 360 度
光照需求	可在黑暗中工作	黑暗中表现不佳
代表机型	HTC Vive Pro2、Oculus Rift、Varjo VR 等	Oculus Quest2、HTC VIVE Focus、Pico Neo3

资料来源: 民生证券研究院整理

Outside-in 方案在 VR 定位范围与精确度方面具有优势。德国费尔巴赫 VDC (虚拟维度中心) 针对头显系统的定位准确性和实际追踪范围, 对市面上主流的 5 款 VR 设备在 3 个平面 (E1、E2、E3) 进行了全方位测试。在 VR 定位范围方面, Outside-in 方案可以做到全方位 360 度定位, Inside-out 方案则存在无法追踪身后、手柄超出范围后难以识别等问题。同样在 VR 定位精准性方面, Inside-out 比 Outside-in 准确性略差, 随着手柄与头显距离增加, Inside-out 方案精确性下降变快。

图55: 测试机型定位范围差异


资料来源: 德国费尔巴赫 VDC, 民生证券研究院

图56: 测试机型定位精确性差异


资料来源: 德国费尔巴赫 VDC, 民生证券研究院

表17: VDC 测试机型方案对比

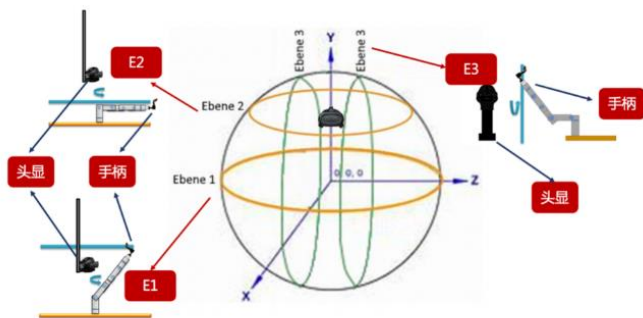
机型	方案	摄像头数量	手柄定位
HTC Vive Pro	Outside-in	-	激光
Oculus Rift s	Inside-out	5	红外
HTC Vive Cosmos	Inside-out	6	纹理识别
Oculus Quest 1	Inside-out	4	红外
Samsung Odyssey	Inside-out	2	可见光

资料来源: 德国费尔巴赫 VDC, 民生证券研究院

Inside-out 与 Outside-in 方案的性能差距逐渐缩小, 便携性与成本优势突出, 成为 C 端主流趋势。在 VR 定位范围方面, 随着 Inside-out 方案头显摄像头

数量增加，追踪范围已经逐渐接近 Outside-in 方案。并非每个 VR 应用场景都需要 360 度定位，Inside-out 方案追踪范围已能满足多数 VR 应用。在 VR 定位精准性方面，Inside-out 移动性更强，无需定位基站，适合用在家庭娱乐场景等 C 端场景；Outside-in 方案误差可控制在次毫米级，更适合用在 3D 建模、医疗模拟等需要高精度的 B 端场景。

图57：VDC 针对头显系统定位的准确性与追踪范围的检测示意图



资料来源：德国费尔巴赫 VDC，民生证券研究院

2.4.3 手势识别：去繁就简，VR 交互新方向

VR 手柄操作较为繁琐，手势识别为手柄识别的补充操作。手柄是目前 VR 设备主要的操作方式。手势识别通过传感器捕捉原始数据（位置、方向、手速），再转化成实时的数字模型；实现无手柄化操作，交互沉浸感更强。手势识别方案众多，可以通过 RGB 摄像头、GPS、激光阵列、LiDAR 等多种传感器来实现。目前手势识别红外摄像头搭配 LED 的方案效果最稳定、数据捕捉最可靠，能适应不同的光照环境。

厂商积极布局手势识别应用，加速开发进度。Meta 打造混合现实平台 Presence 包含 Interaction SDK（手势交互）模块，目前已推出多个手势追踪 demo 软件。Interaction SDK 配备高级直接触摸启发式算法，可识别手指与虚拟物体之间的边界，让交互变得更自然。2022 年 8 月 Meta 基于该技术推出了《First Hand》，实现通过手势识别控制开关、控制杆、虚拟菜单、谜题等互动。

图58：Meta 手势识别应用软件《First Hand》



资料来源：青亭网，民生证券研究院

3 AR 未来可期，产业链积极布局

从产品单元模块来看，目前 AR 整机可分为一体式和分体式两种形态。一体式设备将算力单元和显示单元相整合，而分体式设备将两者割裂开，依赖手机、计算盒子等外部计算单元，以达到减重等优化效果。理想状态下的 AR 终端设备倾向于使用一体化形式，但由于 AR 终端设备技术的发展尚未成熟，一体式和分体式共存的情况将在未来持续较长时间。

图59：不同形态的 AR 整机

单色分体式AR眼镜	双目全彩分体式AR眼镜	双目全彩一体式AR眼镜
		
▲重量较轻，单目方案可做到30—50g，但FoV较小，双目方案FoV在40°左右；头部追踪3DoF 具有较为明确的功能定位（信息提示等 轻办公场景），作为生产力工具、手机配件；在一定程度上牺牲计算能力和显示效果，追求极致的轻量化	▲重量中等在100g左右，FoV在50°左右，主要选用双目彩色显示方案；部分头部追踪6DoF定位功能，支持手势追踪 第一类产品平衡各类参数，兼顾计算、6DoF定位、显示和交互能力，无明显优势功能，尚无明晰的功能场景定位；第二类产品带3DoF定位功能，注重显示画质、续航和轻量化，针对观影、娱乐场景。	▲重量在300—500g左右，FoV在50°左右，主要选用双目彩色显示方案；头部追踪6DoF定位功能，常支持手势追踪、眼动追踪； 兼顾计算、显示和交互能力，平衡各类参数的基础上，侧重于计算能力和交互属性的加强，主要定位于企业级用户，产品造价高昂。

资料来源：艾瑞咨询，民生证券研究院

AR 的普及离不开佩戴的便捷性和使用场景的丰富性，而其硬件升级的目标就在于提升佩戴舒适度和显示效果。AR 硬件包括芯片（主控芯片及协处理器）、光学方案、光引擎等零部件，该环节从功能实现、技术指标和技术产业化的角度对核心零组件提出了新的需求。由于硬件技术的不完备将制约用户场景的拓宽，软件游戏、视频内容的发展也需要光学显示、传感器、芯片等共同支撑，所以 AR 硬件的升级优化为应用场景落地、开发者创造生态以及消费级市场普及奠定坚实的基础。

AR 与 VR 硬件产业链相似，在光学结构上略显复杂。AR 整机设备主要分为光学显示、传感器、摄像头、计算处理中心、音频和网络连接等主要模块，根据模块功能不同可拆解为计算、光学和传感三大功能单元。从 BOM 拆分来看，AR 硬件产业链分为光学显示单元（43%）、计算单元（31%）、感知单元（9%）、存储（15%）和电池（2%）。其中光学方案 BOM 占比接近一半，是 AR 整机中最核心的部分，一定程度上决定了 AR 整机能否规模量产并推广至消费级市场的可能性。因此，全新光学显示为 AR 整机最具价值量的模块之一。

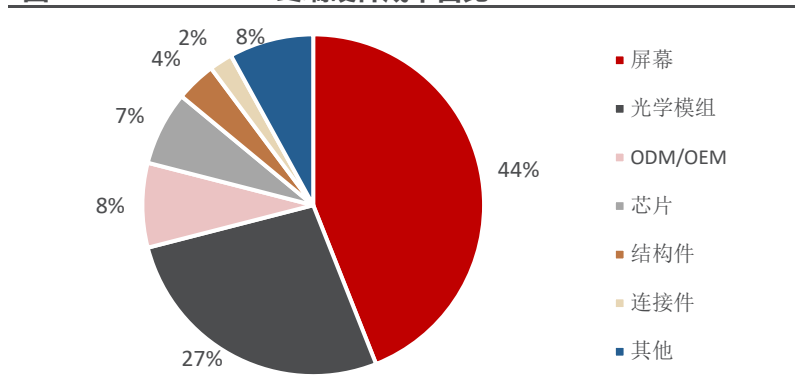
图60：AR 整机设备模块单元组成及 BOM 占比拆分



资料来源：艾瑞咨询，民生证券研究院

光学显示在 AR 终端成本中占比最高，相关技术难点亟需突破。Vision Glass 智能观影 AR 眼镜是华为推出的第一款 AR 眼镜，据 wellsennXR 数据，综合硬件成本按种类分，两块硅基 OLED 屏幕成本为占比约 44%，BB（BirdBath）光学模组成本占比约 27%，二者结合起来的**光学显示成本高达 72%**。在各种硬件实现形式中，头戴式显示器或带有透视眼镜的近眼显示器提供了最有效和沉浸式的 AR 体验，而以 BB 方案为代表的消费级 AR 眼镜，只是一个轻便的眼镜投屏器，并不能实现基于 SLAM 的虚实交互。

图61：Vision Glass 终端硬件成本占比



资料来源：wellsennXR，民生证券研究院

3.1 光学：光波导成像或为远期发展方向

3.1.1 Birdbath：当前主流 AR 光学方案之一

AR 眼镜与其他智能硬件的区别在于近眼显示，消费者可同时观察现实世界和虚拟图像，实现虚拟与现实的融合。因此光学显示模组是整个 AR 眼镜的核心，也是主要技术难题之一。从消费者需求端来看，AR 光学显示方案应当具有轻薄化、成像质量高以及视场角和眼动范围大的特点。**目前较为成熟的光学显示方案主要分为棱镜方案、自由曲面方案、Birdbath 方案、离轴全息透镜方案和光波导方案。**

1) 棱镜方案：例如 Google Glass 的光学显示系统主要由投影仪和棱镜组成，投影仪投射图像，然后棱镜将图像直接反射到人眼视网膜中，与现实图像相叠加。然而 Google Glass 系统视场角仅为 15 度，光学镜片却有 10mm 的厚度，而且亮度不足，成像效果差，所以产品发布后被撤回，该方案也逐渐退出历史舞台。**该方案视场角与光学模组厚度相互矛盾，无法满足沉浸性和交互感。**

图62：Google Glass 眼镜产品实物图



资料来源：NOWRE，民生证券研究院

2) 自由曲面方案：采用具有一定反射/透射值的自由曲面作为反射镜，对显示屏光线进行准直和成像，使光学系统的性能指标得到显著提高。但是凹面镜上的离轴显示器存在畸变，带来低分辨率和画面扭曲。日本爱普生公司的 AR 眼镜在色彩、饱和度和成像质量方面表现良好，但视场角仅有 23 度。Meta2 系列 AR 眼镜虽然有 90 度的视场角，但是其厚度超过 50mm，仅光机系统重量就约为 420 克。**小幅改善棱镜方案缺点，可作为过渡方案使用。**

图63：EPSON MOVERIO BT-300



资料来源：EPSON 官网，民生证券研究院

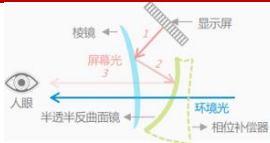
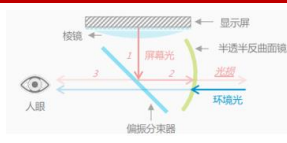
图64：Meta2 系列 AR 眼镜



资料来源：Upload VR，民生证券研究院

3) Birdbath 方案：该方案在消费级市场更为普及，由于光损较为严重，常搭配 Micro OLED 屏幕使用，光效优于目前大多数方案。然而，AR 产业链与已有智能硬件或 VR 产业链的重合部分较少，Micro OLED 屏幕未能达成规模化量产。整体而言，Birdbath 方案可以通过更换材料等方式来解决一些细节问题，技术迭代难度不大，短期内可视为一个均衡成本和显示效果的快速落地方案，优质的显示画面加速拓宽其在消费级市场的发展空间。

表18：自由曲面棱镜方案和 Birdbath 光学方案对比

项目	自由曲面棱镜方案	Birdbath 方案
原理图		
原理	具有反射和透射功能的自由曲面镜将投影仪投射的图案部分反射入人眼，现实世界的景象透过曲面镜直接进入人眼。	图像由投影仪投射至带有光束分离功能的曲面镜，垂直于曲面镜的光则通过分束器反射到曲面镜上。分束器由同时具有反射和透射功能的材质制成，佩戴者可以透过镜片看到外部环境。
优势	自由曲面棱镜技术相对成熟，微显示器的成本较低，主要成本在注塑和镀膜工艺方面；光损低（光线仅折射一次故光损仅发生一次）等。	重量较轻，主材料为塑料薄膜成本较低，搭配高亮 OLEDs 成像质量好等。
缺陷	棱镜镜片厚且体积较大等（> 10mm，图像透过棱镜呈现后出现一定程度扭曲和水波纹样畸变）。	模组较厚，透光率 25% 较低（隔绝大部分环境光），存在漏光现象等，光损 75% 较严重（为弥补常采用遮光镜片，非透明）。

资料来源：VR 陀螺，wellsenn XR，艾邦 VR/AR 网，维基百科，智东西，民生证券研究院

全息透镜方案将一个全息准直透镜（Hd）和一个简单的线性光栅（Hg）记录在同一个全息干板上，全息准直透镜将显示源射出的光束准直为平面波，并衍射进基底以进行全内反射传输，同时线光栅将光束衍射输出进入人眼。结构的紧凑降低了元件加工设计的难度，视场角较大，但受限于眼动范围较小，而且全息透镜具有复杂的像差和严重的色散，最终效果并不理想。

图65：North 公司研发的基于全息透镜方案的 AR 眼镜



资料来源：AR Inside，民生证券研究院

3.1.2 光波导方案性能突出，未来 AR 的主流选择

光波导方案由微投影光机、投影光学器件和光波导光学器件构成。显示模组发出的光线被入耦合器件耦入光波导中，在波导内以全反射的形式向前传播，到达出耦合器件时被耦合出光波导后进入人眼成像。光波导将微显示器的光线经光栅耦入波导片中，经过数次全反射至人眼，因此光波导不需要利用光学机构平衡视场角和镜片体积，可将厚度压缩至 3mm 以下，同时分辨率、透光度和眼动范围等参数较优。

根据耦入耦出区域光学元件配置不同，可分为几何和衍射光栅光波导方案。

其中，基于斯涅尔折反射定律的几何光波导方案包括锯齿结构波导和偏振薄膜阵列反射镜波导；而衍射光栅光波导方案来源于光栅衍射效应，主要有表面浮雕光

栅波导方案和体全息光栅波导方案。

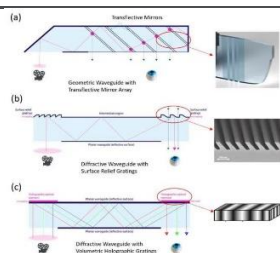
图66：光波导的分类及光学元件配置



资料来源：艾瑞咨询，民生证券研究院

1) 几何光波导：成像效果好，量产难度大。几何光波导由一系列半透半反镜面组成，加工流程为是研磨、抛光、镀膜和胶合，在生产制造中采用传统光学冷加工工艺，整体工艺成熟，光学成像质量高，无偏色。但是，难点在于工艺繁琐，很难保持高良率。

图67：几何光波导的工作原理



资料来源：中国光学，民生证券研究院

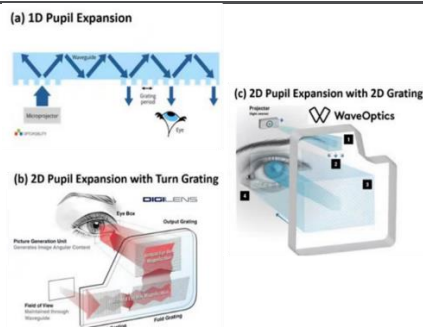
图68：几何光波导产品



资料来源：理湃光晶，民生证券研究院

2) 衍射光波导：衍射光波导的光栅是微纳米结构，其中表面浮雕光栅采用半导体蚀刻、纳米压印等技术；体全息光栅采用基于特定材料的激光束干涉曝光。因后者在材料上受限，业内更多使用表面浮雕技术路线，表面浮雕光栅波导方案中通过使用亚波长尺度的表面浮雕光栅代替传统的折反射元件作为光波导中耦合、耦合和扩展区域的光学元件，从而实现对光束的调制。**该方案有望成为主流方案。**

图69：衍射光波导的工作原理



资料来源：中国光学，民生证券研究院

光波导方案的成像质量有待提升，仍需较长时间进行迭代升级。虽然光波导方案的绝对参数高，但制作工艺难度较大，且耦合能量损失大。具体来说，

一方面，光波导的结构设计易于增大动眼眶范围，改善机械容差，从而使不同眼距的人群可以适应佩戴。此外，光波导有利于实现 80%以上的透光率，通过多层波导片的堆叠来提供更加真实的三维图像（波导片内每层均可提供一个虚像距离）。然而，另一方面，光在波导片内多次耦入耦出的过程中存在光损，所以光效相对降低，且图像显示效果一般。

表19：光波导方案对比

类型	几何光波导	衍射光波导 (SRD)	衍射光波导(VHG)
公司代表	Lumus, Lingxi, Lochn, Optivent etc.	Microsoft, Vuzix, Magic Leap, Waveoptics, Dispelex, etc	Digilens, Sony, Akonia (acquired by Apple), etc.
光学设计	“半透半反” 镜面阵列 多层镀膜玻璃/塑料镜片	表面浮雕光栅 (SRD) 高折射率复合材料	全息体光栅(VHG) 或全息光学元件(HOE): 液晶, 光聚合物
耦合光出	反射面或棱镜	SRD	VHG
耦合光入	镜面阵列, 一维扩瞳	SRD, 二维扩瞳	VHG, 二维扩瞳
最大视场角	Lumus 55°	Hololens 52° Magic Leap One 50°	Digilens 35°
有效动眼范围	10mm-5mm	(16~19)mm~(12~16)mm	13mm~12mm
制造工艺	常规光学, 涂层, 堆叠, 切割等	微纳米加工工艺, 电子束曝, 离子刻蚀和纳米压印	全息激光干涉
优点	成像效果好, 无色散	光栅设计生产灵活, 良率高 可以实现二维扩瞳, 覆盖更多人群	可以实现二维扩瞳, 如果能够量产 具有成本优势
缺点	一维扩瞳 工艺复杂, 良率低	存在色散问题 设计壁垒较高	存在色散问题 效率和视场角较低

资料来源: Rokid-R Lab, 民生证券研究院

光波导优越性能吸引众厂商入局，光学显示方案仍需持续突破。从国内市场来看，传统光学厂商积极从光学元器件生产、代工组装业务向 AR 领域延伸，而国内初创光学模组厂商在光学设计、量产方面领先于行业，以布局阵列光波导和表面浮雕光波导为主，珑璟光电、理湃光晶、灵犀微光、谷东科技、鲲游光电、至格科技，部分公司项目已逐步落地、稳定出货并产生实际订单。

图70：光学显示方案的分类及光学元件配置

	自由曲面	Birdbath	阵列光波导	表面浮雕光波导	体全息光波导
珑璟光电					
理湃光晶					
鲲游光电					
灵犀微光					
谷东科技					
至格科技					
驭光科技					
三极光电					
惠牛科技					
耐德佳					
鸿蚁光电					

资料来源: 艾瑞咨询, 民生证券研究院

衍射光波导以国外的 HoloLens、Wave Optics 为代表，国内该领域代表为苏大维格。国内几何光波导的代表是理湃光晶，其量产几何光波导产品，耦出方

式包括侧入式和上入式，可满足不同应用场景的 AR 眼镜产品形态需求。

技术持续突破，更多 AR 产品采用光波导方案。国内光波导产品量产能力的不断提升，打造清晰度更高、FOV 更大、重量更轻、体积更小、使用体验更舒适的 AR 眼镜，例如 Rokid Glass 2、INMO Air、亮亮视野 Leion Pro 等都采用了几何光波导模组。另外，光波导技术突破的实现需要一定的时间，还需要相应配套的技术和零部件才能生产出给消费者带来更好体验的 AR 终端产品，所以光波导成为主流的发展趋势是明确的，但其应用落地在中短期内难以实现。

图71：采用几何光波导技术方案的 AR 智能眼镜



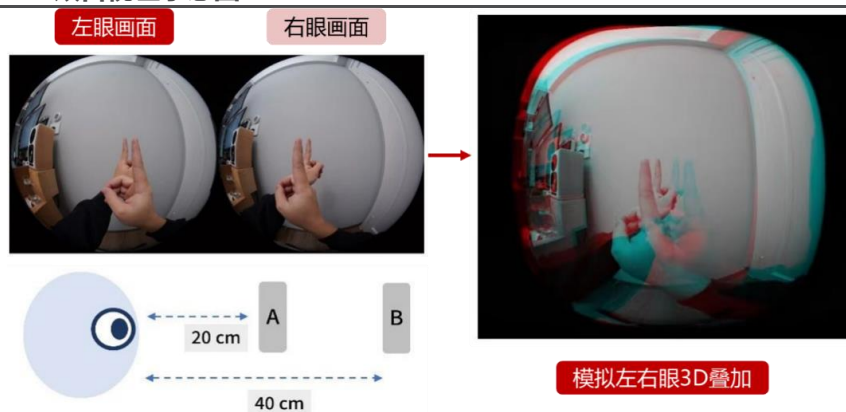
资料来源：青亭网，民生证券研究院

3.2 显示方案：多方案共存，Micro LED+光波导或为最优方案

3.2.1 AR 显示原理及技术架构

在各种硬件形式中，带有透视眼镜的近眼显示器（NED）或头戴式显示器（HMD）为用户提供最有效和沉浸式的 AR 体验。为了实现交互沉浸感，AR 近眼显示系统需要构建在还原人眼立体视觉的基础上。人眼立体视觉是指人眼辨别周围物体间的距离、深度和体积的能力，主要来源于双目视差和聚焦距离。双目视差是指由于同一物体在左右眼视网膜分别成像，不同视角所造成的微小差别；而聚焦距离可以通过调节晶状体来改变，从而将图像清晰地呈现在视网膜上。

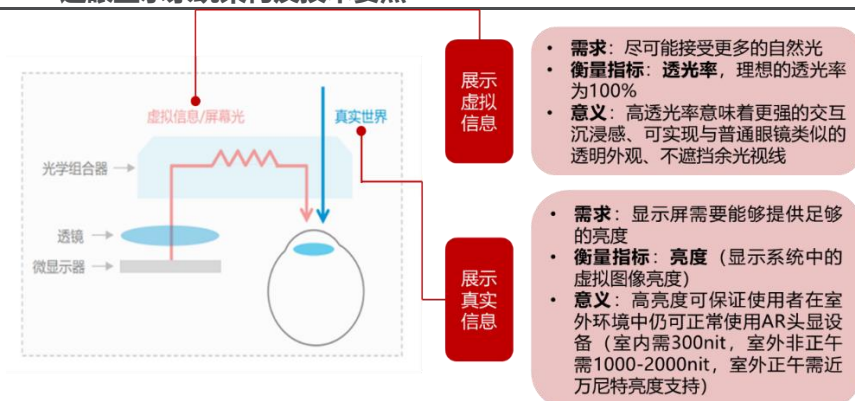
图72：双目视差示意图



资料来源：机器视觉课堂微信公众号，民生证券研究院

主流方案为通过双目视差构建近眼显示系统，其中核心模块包括光学模组、光源以及光学显示器件。而且，与 VR 不同的是，AR 要适配阳光下使用的场景，在与现实世界交互时需要比 VR 更高的亮度。面板需要提供足够的亮度才能使 HMD 在叠加环境光后清晰显示画面，具体而言，在室外环境下（无墨镜片遮挡的非正午环境）需至少保证 2000nit 的入眼亮度，室外正午需近万尼特亮度支持。

图73：AR 近眼显示系统架构及技术要点



资料来源：艾瑞咨询，民生证券研究院

3.2.2 显示方案选择与光学相关，Micro LED 或为未来趋势

目前，AR 眼镜显示技术可分为被动式微显示技术、主动式微显示技术和扫描显示技术。具体来看：

1) 相当成熟的**被动式微显示技术**包括传统的 LCD 以主流的显示技术 DLP 和 LCOS，拥有高亮度、高色域等优点，但光机体积相对较大，且光展量有限。其中，LCD 的优势在于低成本、系统简单，但其解析度、亮度、色域均较低；LCoS 拥有高性价比、制备工艺成熟等优点，主要劣势则在于对比度较低、功耗较高且无法在低温环境工作；而 DLP 可以提供一个较为均衡的方案，高清晰、高对比度、高亮度，但模组体积较大且难以缩小，所以不利于整机向轻量化发展。

2) **扫描显示技术**基本上以 LBS 方案为主，使用 RGB 激光器作为光源，搭配 MEMS 进行扫描成像，由此兼具体积小、效率高、高色域和高对比度的优点，可系统设计较为复杂，且由于激光的干涉效应会引发散斑现象，所以 LBS 技术在图像质量上有待提高。

3) 而**主动式微显示技术**分为 Micro OLED 和 Micro LED 两种。一方面，**Micro OLED** 拥有高对比度、高 PPI、低功耗等特点且高低温均可正常工作（-46℃ ~ 70℃），但市面上主流产品的亮度均小于 3000 尼特，而自身价格却在 LCoS 面板的 1.5-2 倍左右。同时，由于使用有机发光材料易氧化，长期处于高亮模式会大大缩短寿命乃至烧屏。另一方面，**Micro LED** 是 LED 阵列的高密度集成，其阵列中的像素点间距为微米量级，不但制造出的设备更加省电、轻便，使用寿命更长，而且能达到超高密度的像素级别，色域广、成像分辨率极高。

苹果、三星等领先的科技公司正在对 Micro LED 显示技术进行深度研究，极

为重视对 AR 眼镜、智能手表、电视等电子产品的 Micro LED 模块的投资。

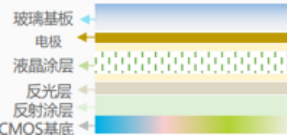
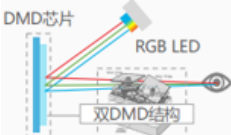
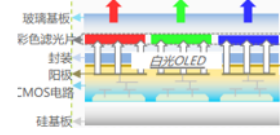
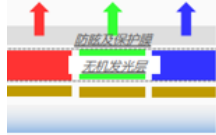
表20：三种主流的 AR 眼镜显示技术

被动式微显示技术				扫描显示技术	主动式微显示技术	
系统	LCD	DLP,LCoS		Scanning Mirror	μOLED	μLED
描述	白光 LED 用于显示部分的背光源	微显示器使用 RGBLED 作为光源	微显示器使用 RGB 激光作为光源	使用 RGB 激光器作为光源的调制扫描技术	直接μOLED 显示	直接μLED 显示
优点	低成本 系统简单 技术成熟	技术成熟 高亮度 高色域	较小的体积（和 LED 系统相比） 高亮度 高色域	体积小(使用 RGB 激光模组) 效率高 高色域高对比度 可扩展	系统简单 解析度易扩展	系统简单 高效率 高亮度 高色域高对比度 解析度易扩展
缺点	低解析度 低亮度 低色域	体积大 有限的光展量	体积较大 干涉导致图像质量差	系统复杂 图像质量待提升（干涉效应） 人眼安全规范	低亮度 低可靠性	尚不可用 RGB 集成难度极大

资料来源：艾邦 VR/AR 网，民生证券研究院

显示方案应适配不同光损程度、结构原理的光学方案。不同光学方案对高亮度的需求不同，匹配合适的光学方案和微显示屏方案效果更佳。在使用头戴式显示器（HMD）时，用户的需求主要体现在对亮度、显示效果、续航寿命和整机重量的敏感性上。由于不同光学方案的光损程度存在差异，高光损方案需要高亮度面板支持，所以亮度是选择面板时主要的考量指标，这样才能使 HMD 在叠加环境光后呈现清晰的画面。

表21：主流 AR 显示面板结构及特征

显示面板	LCoS	DLP	Micro OLED	Micro LED
图示				
技术类型	反射式微液晶显示，需外部光源	数字微镜阵列，需外部光源	有机自发光	无机自发光
器件结构	复杂	复杂	复杂	简单
技术	结合 LCD 与 CMOS 集成电路技术	基于 MEMS 技术，核心器件为 DMD	结合 CMOS 和 OLED 技术	涉及 LED 微缩化和矩阵化技术
特点	高性价比方案，光效高 40%	显示效果较好，但体积较大	高对比度、响应速度快，亮度有限	薄，<0.05
技术成熟度	制造技术较为成熟，成本较为低廉	制造技术成熟	成本高，寿命较短，制备工艺技术要求高	各参数表现优异，但技术难度较大
开发难点	开发难点在于发热及高功耗问题	开发难点在于难以进一步提高像素密度 PPI，且体积下降空间较小	需高度融合无机半导体材料和有机半导体材料	涉及巨量微转移技术和多纳米级元件，全新生产工艺，制成要求高
产业化进展	实现规模量产，高性价比	实现规模量产，成本中等	小规模量产，未达到高良率	小规模试产，成本极高

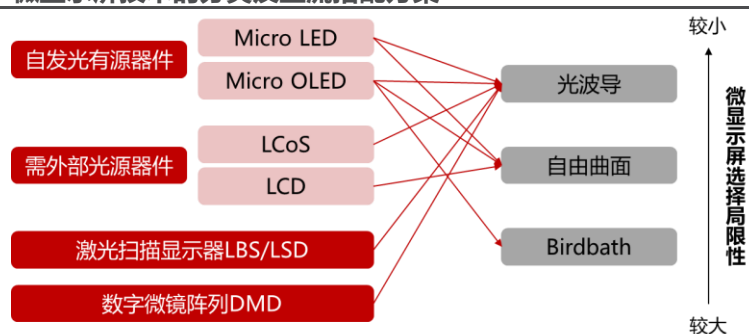
资料来源：艾瑞咨询，民生证券研究院

目前终端设备搭载较多的是 LCoS、DLP 和 Micro OLED 三种屏幕，前 2 种方案已实现量产。LCOS 和 DLP 亮度提升和制造成熟的优势，使其在早期成为光

波导的搭配屏幕。通过提高光利用率，两方案亮度超 10000nit，结合光波导入眼亮度勉强合格。两方案虽结构复杂，但均为成熟应用，产业链完善、量产能力强、成本相对低。然而，背光源的设计，导致 LCOS 和 DLP 在对比度、分辨率、功耗、响应速度等重要显示指标上均差于 Micro OLED。

Micro OLED 结合 OLED 显示技术和 CMOS 工艺，具备 OLED 自发光特性带来的低功耗、高对比度、高刷新率、响应速度快等优点，以及 CMOS 半导体精细工艺带来的高清晰度和轻薄特性。但其亮度较低，故需搭配光学效率高的光学方案，目前已成为自由曲面或 BirdBath 光学方案的标配显示屏。

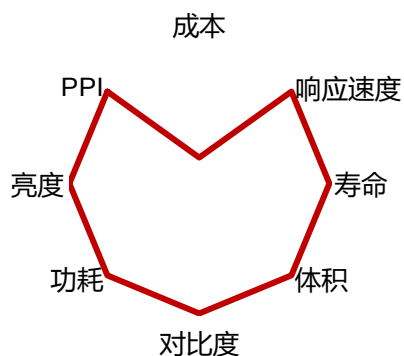
图74：微显示屏技术的分类及主流搭配方案



资料来源：艾瑞咨询，民生证券研究院

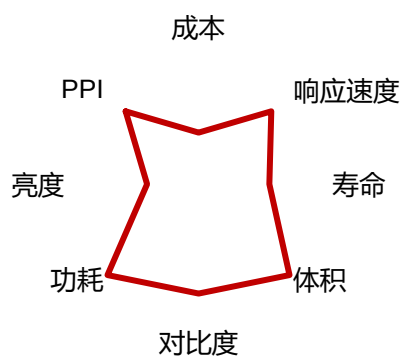
长期来看，Micro LED 将成为 AR 光引擎的必然选择。Micro LED 将 LED 阵列化、微小化，使其既拥有 Micro OLED 的高分辨率、高刷新率、高对比度等优势，也拥有 LCOS 高亮度、寿命长等优势，并在 AR 关键的亮度、功耗、屏幕体积等性能实现大幅度升级，成为光波导的终极搭档。Micro LED 的功率消耗量仅为 OLED 的 50%，其亮度和分辨率则为 OLED 的数倍，同时峰值亮度能做到百万尼特以上，是业内公认的下一代 AR 显示技术趋势。虽然 Micro-LED 技术方面具备显著的优势，**但其巨量转移技术不成熟、红光 LED 效率低，良率差等原因使得相关成本居高不下。**将 RGB 的三种芯片都集成在同一个 Panel 上实现 Micro LED 显示还有很长的一段路要走。

图75：Micro LED 显示面板核心指标



资料来源：艾瑞咨询，民生证券研究院

图76：Micro OLED 显示面板核心指标



资料来源：艾瑞咨询，民生证券研究院

除上述显示方案外，AR 光学市场也在不断涌现新的技术，例如 FSD（光纤扫描显示），它在分辨率、像素密度/PPI、对比度、色域、亮度等、成本、体积、功耗等方面，相对于其他显示技术具有突出优势，且可以规避 Micro-LED 的核心缺点。

3.3 感知交互：多模态交互方案为主，配件落地形态多样

单一交互方式难以满足 AR 不同应用场景的综合需求，未来交互技术将向多模态、精细化方向发展。目前 AR 交互技术尚未定性，分体式 AR 整机多采用手机或手柄/手环等保留机械感的方式，并配合语音交互使用，以最为成熟且学习成本较低的方案先行落地。以触控、手柄、手环交互等围绕“手”的交互方式多为主动交互，需要用户主动发出命令，精准度较高且普适性高，部分技术较为成熟已优先落地；而以眼动追踪、面部识别等为代表的、无需用户额外操作的交互方式，更加自然、学习成本更低但目前技术仍不成熟，仅作为辅助交互方式。**2022 年全球 AR 出货的产品形态中，分体式占 59%，一体式则占 41%，两种产品形态出货量相当，大体受制于体积、算力、功耗、显示等因素。**

图77：分体式和一体式 AR 交互方式

分体式 AR	交互模式	➢ 以手柄/手环/指环/手机等外部设备作为主要指令输入方式，部分AR设备配合头部追踪、眼球追踪、手势识别、语音输入等辅助方式；借助手机的控制方案为“虚拟射线”，将手机作为触控面板进行滑动；
	使用体验	➢ 整体体验较为流畅，手柄等外设操作准确拥有类VR的使用体验，快捷键的设置和指令预设可以快速响应高频的简单指令，操作简便；手柄价格需额外支付，部分设备对手机型号有要求，用户选择范围稍有局限性。
	代表产品	➢ Magic Leap One（双手柄），Rokid Station（类遥控器），Rokid Air（外接手机），Nreal（外接手机）等
一体式 AR	交互模式	➢ 以手势识别方式为主，搭配头部追踪、眼动追踪、语音交互等方式。手势识别包括「虚拟悬空触控」「虚拟曲线控制」「关键指节识别—缩放、绘制等」等细分的交互方式；
	使用体验	➢ 无需额外添置手柄等配件，手势输入方式如「拖拽」「缩放」「绘制」等动作交互自然、学习成本相对较低，符合用户的日常生活习惯；由于多依赖手部动作，为避免泄露隐私等，以室内场景使用为主。
	代表产品	➢ Microsoft Hololens 2

资料来源：艾瑞咨询，民生证券研究院

AR 虚实融合需要多传感器、高性能芯片支撑，完成环境及用户特征信息采集。AR 交互技术的实现首先建立在感知的基础上，才能完成人与空间的交互，除了解决空间定位、场景识别等问题的 SLAM 算法技术（即时定位与地图构建技术），在硬件设备层面也有较高要求。一方面，为了捕捉更全面的环境信息，识别用户手部动作，需要各类传感器配合广泛采集数据，如不同类型的摄像头、红外传感器等；另一方面，在面对用户一侧同样需要设置相应的摄像头做信息捕捉从而实现表情识别、眼动追踪等。

多模态交互是 AR 未来交互的趋势。现阶段 AR 眼镜的交互有语音、触控、手柄、手势与眼动追踪等方式，根据场景不同所采用的交互方式不尽相同，多模态交互是 AR 未来交互的大势所趋。相对于 VR 的重娱乐属性，AR 更偏向于工具属性，因此 AR 眼镜的交互以语音以及手势为主，指环与肌电手环逐渐开始应用

到 AR 中。2024 年 Meta 发布的 2 款 AR 眼镜均会配备肌电手环，苹果也在指环上储备了众多专利技术，将融合轻度操控、健康检测等功能。

表22：AR 交互方式种类

交互种类	手势交互	语音交互	触控交互	手柄交互	眼动交互	手环/手表交互	生物电交互
交互硬件	深度传感器	声学传感器	触控面板	手柄	传感器	手表/手环	生物电传感器
核心技术	视觉算法	语音算法	/	视觉算法	视觉算法	动作算法	信号提取
交互环境	无遮挡空间	安静空间	无需特定环境	无遮挡空间	无需特定环境	无需特定环境	无需特定环境
隐私性	较低	低	高	较低	高	中等	高
交互能力	丰富	简单	简单	丰富	中等	简单	简单
技术成熟度	中等	较高	高	中等	中等	中等	低

资料来源：VR 陀螺，民生证券研究院

感知交互强调与近眼显示、渲染计算、内容制作、网络传输等关键领域的技术协同，高度集成光学显示、传感、图像识别和算法等高精尖技术能力，技术难度大门槛高，是各领先厂商布局的关键点。**苹果通过自研、收购在感知交互技术方面全面布局，包括眼动追踪技术、面部识别、手势交互、动作捕捉等。**

图78：苹果在感知交互领域的技术布局



资料来源：德勤《元宇宙系列白皮书—全球 XR 产业洞察》，民生证券研究院

4 内容崛起势能强劲，应用场景日趋多元

4.1 纵观 VR 平台生态，社交+传媒+游戏全方位打造

VR 内容平台分为通用平台与专用平台。通用平台为开放生态，代表平台为 SteamVR、Viveport 等，与专用平台相比拥有更多的应用数量；专用平台为封闭生态，Oculus、Pico 等品牌厂商都有与终端配套的专用内容平台，相互独立，拥有各自的独占应用。

图79：VR 应用端



资料来源：民生证券研究院整理

以 Pico 4 为例，操作系统是用户使用体验的重要部分，Pico 4 推出 Pico OS

5.0 操作系统，兼具观赏性与功能性：1) 采用简洁化设计，支持多任务处理功能，可自由切换窗口；2) 实现自由切换交互方式，支持手柄、手势追踪等多种交互方式；3) 支持多人实时语音，提升社交体验；4) 支持手机、电脑实时投屏与远程交互；5) 丰富自定义 Avatar 形象，推出大量个性化设置，与多名艺术家合作推出服饰。

4.1.1 社交板块：Rec Room+Pico World，拓展社交应用

VR 社交是产品出圈、对外引流、增加用户活跃度的核心模块。VR 社交是用户以虚拟形象在虚拟场景中实现社交、娱乐等玩法。与传统社交软件相比，VR 社交借助虚拟场景、虚拟人物、6DoF 等交互技术增加体验与互动感，用户黏性更强。Pico 3 目前引入《希壤》、《咕噜岛》、《Magecosmos》和《Meta 彼岸》四款 VR 社交应用。

表23：Pico 社交应用平台

社交应用	开发者	主打特色
Pico Home	Pico	VR 观影
希壤	百度	自定义场景、商家入驻宣传
咕噜岛	芒果超媒	社交游戏
Magecosmos	等贤科技	提供 UGC 编辑器，支持用户创作互动内容、创建社交游戏
Meta 彼岸	智度股份、国光电器	虚拟艺术社区

资料来源：民生证券研究院整理

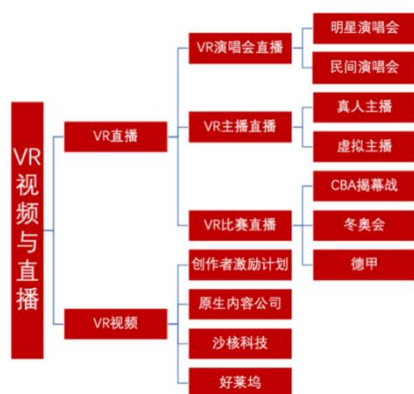
Pico 4 引入主流社交应用《Rec Room》，丰富 VR 社交内容。《Rec Room》是一个免费的跨平台高活跃度 VR 社区，支持用户在已有社区或自建社区中进行 VR 社交互动，目前已有 7500 万活跃用户。《Rec Room》内容丰富，具有社交聊天、团队对战、派对游戏等多种互动内容，将极大推动 Pico 4 在 VR 社交的内容生态发展。**Pico 4 基于 Pico 生态内容，于 2023 年推出独家 Pico World 社交平台。**

4.1.2 传媒板块：直播视频双管齐下，国内生态日新月异

VR 直播与视频是主要的非游戏类应用场景，国内景气度高。对于海外用户而言，购买 VR 产品的主要动力是游戏工具。而国内直播与短视频平台发达，用户对 VR 直播与视频的需求更加旺盛。

基于 Pico 平台，字节跳动着力打造 VR 直播与视频新生态。在软件方面，Pico 针对 VR 视频与直播相继推出多个官方平台，如《Pico 多人影院》、《Pico 视频》。此外，Pico 引入众多第三方平台，如《央视频 VR》、《bilibili》、《抖音 VR》、《爱奇艺 VR》等。**在内容方面**，Pico 逐渐丰富内容生态，拓展应用场景。Pico 在 VR 直播方面推出 VR 演唱会直播、VR 主播直播与 VR 赛事直播三大板块应用；在 VR 视频方面推出激励计划，并与多家 VR 原生视频公司及好莱坞影片公司合作，提供丰富优质的视频与电影资源。

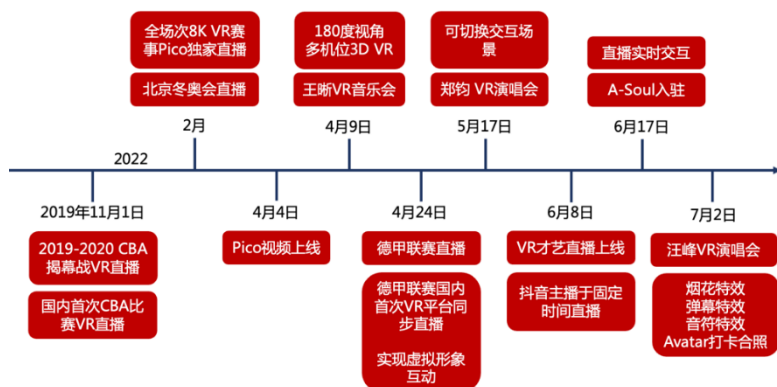
图80：Pico VR 直播与视频布局



资料来源：民生证券研究院整理

在 VR 演唱会方面，Pico 已成功举办多场 VR 演唱会，王晰、郑钧、汪峰等明星均参与 VR 演唱会表演。Pico 4 的 Pico Video 演唱会功能与场景将更加齐全与丰富。**在 VR 主播直播方面**，VR 才艺直播处于起步阶段，Pico 在真人主播和虚拟主播双维度共同发展。**在 VR 比赛直播方面**，Pico 大力投入资源，成为国内体育赛事 VR 直播领头羊。

图81: Pico VR 直播发展



资料来源: 民生证券研究院整理

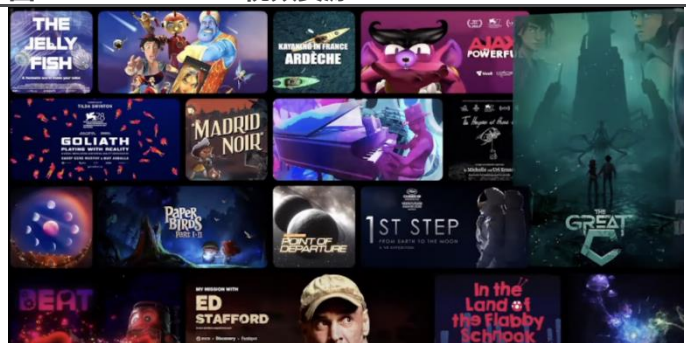
在 VR 视频方面, 引入多部优质好片, 丰富视频生态。2020 年 Pico 发布“3D 大片重燃计划”, 携手迪士尼、索尼影视和环球等多家全球顶尖影业, 为广大影迷陆续上线超过 100 部 3D 经典大片版权资源。2022 年 Pico 与 Discovery 频道合作, 将推出独家 VR 生存探险纪录片, 与顶级探险家合作节目, 共同探访非洲国家公园。同年还与国内拥有最多 VR 内容版权代理的沙核科技深度合作。今年 3 月份 Pico 推出 VR 互动纪录片《古籍寻游记》, 包含 6DoF VR 交互剧情。

图82: Pico 与 Discovery 频道合作项目



资料来源: Pico 4 海外发布会, 民生证券研究院

图83: Pico Video 视频资源



资料来源: Pico 4 海外发布会, 民生证券研究院

在 VR 视频内容创作上, Pico 推出 Pico Developer Program 创作者激励计划, 积极发挥平台作用。激励计划初始投资 1200 万美元, 为创作者提供工具和专业支持基础上, 每个项目可获得最高 200 万美元的资金支持。Pico 平台上的最佳内容还将获得最高 100 万美元的奖励。此外, Pico 还将定期举办开发者研讨会, 并与技术公司合作, 在美术渲染、虚拟场景、互动等技术方面持续升级, 打造最优质的 VR 视频体验。

4.1.3 游戏板块: 健身+标杆内容, 生态打造加速

Pico 游戏端应用以外来引进为主, 缺乏自研内容, 质量与数量弱于主流 SteamVR、VivePort、Oculus 等平台。在内容层面, Pico 平台以轻度休闲游戏

为主，多为运动与休闲游戏，集中于非重度部分，缺少标杆性内容；在平台层面，独占内容少，缺乏平台特色；在数量层面，游戏应用数量较少，仅有 200 余款。

增加应用数量与标杆性内容是 Pico Store 游戏板块的主要发展方向。

表24：Steam2021 年 Top12 最佳 VR 游戏

游戏名	类型	Pico 引入情况
半条命：艾莉克斯	射击动作	未引入
Beat Saber	音乐	未引入
VR 女友	恋爱	未引入
亚利桑那阳光	射击	引入
行尸走肉：圣徒与罪人	恐怖	未引入
Pavlov	射击	未引入
死亡半径	恐怖	未引入
热狗、马蹄铁和手雷	射击	未引入
剑与魔法	战斗	未引入
Boneworks	战斗	未引入
Supershot VR	射击	引入
上古卷轴 5	角色扮演	未引入

资料来源：arpara 官网，民生证券研究院

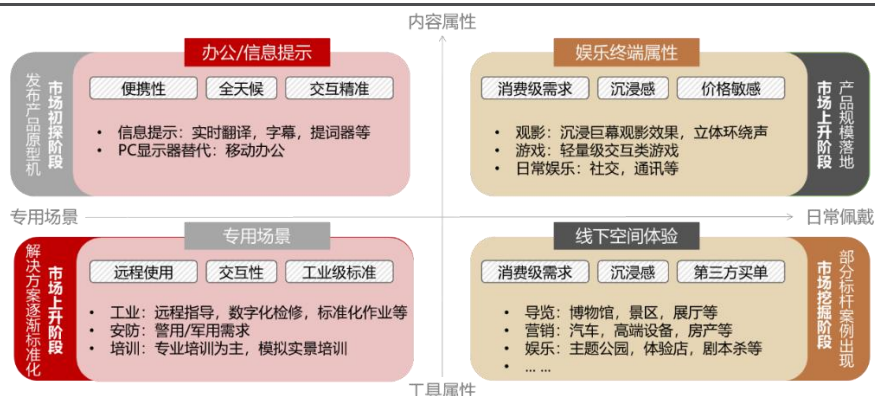
在游戏生态打造上，Pico 从游戏竞技入手，通过 VR 游戏比赛提高玩家活跃度和用户黏性。2021 年 8 月，Pico 举办了 Pico VR 冠军杯《超能军团》全球争霸赛，以丰厚的奖金吸引了众多玩家参与，拉开全球 VR 电竞序幕。2021 年 9 月，Pico 基于 Pico Neo 3 举办了《乒乓：致胜 11 分》全国锦标赛。2022 年 11 月，Pico 举办了 PicoVR 电竞嘉年华，吸引了众多用户参与。之后还陆续举办了一系列基于 Pico 生态的小游戏比赛。

4.2 AR 应用生态任重道远

4.2.1 AR 应用场景：B 端落地速度将快于 C 端

AR 下游应用场景主要分为消费级应用市场（To C）和企业级应用市场（To B）。C 端场景主要涉及娱乐属性的观影、游戏场景，以及偏工具属性的信息提醒和办公场景，其中观影场景发展速度最快，已有多款量产产品流入市场。B 端场景主要涉及工业、教育、军事、安防、培训等场景，其中工业和培训场景已有较多成熟案例落地，其余场景仍在不断拓展阶段。从短期来看，B 端场景的落地速度较快。但在长期竞争下，用户在短期尝鲜后消费回归理性，**行业理解能力将成为选择 AR 解决方案厂商的核心依据之一。**

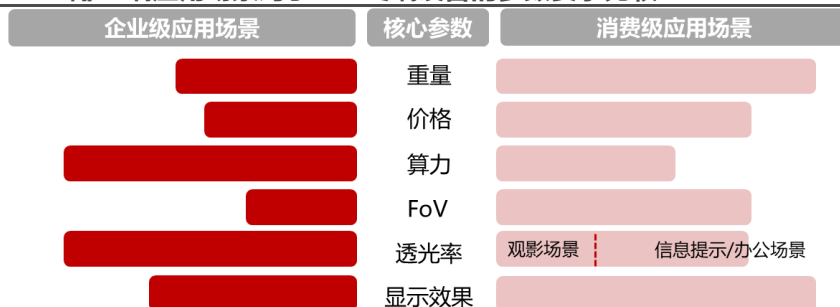
图84：AR 潜在应用场景



资料来源：艾瑞咨询，民生证券研究院

根据应用场景使用需求和使用者偏好不同，B 端和 C 端定位的 AR 整机产品在形态、功能、重量、显示效果、算力等方面均具有较大差距，适用的光学显示方案也有所不同。B 端应用场景对设备需求以生产力工具为主，更注重产品的工作性能及相关功能。对于如工业等场景需要同时显示真实和虚拟画面，即要求高透光率（80%以上），通常会使用光波导方案；而对于设备形态、重量、FoV 等参数容忍度较高的情况，一般情况下则采用头箍、头盔形态。C 端应用场景则更为看重清晰度、色彩还原度、便捷性和佩戴舒适性。

图85：B 端/C 端应用场景对于 AR 终端设备的参数要求比较



注：条形图越长即该场景对此参数的敏感程度越高，所以要求越高

资料来源：艾瑞咨询，民生证券研究院

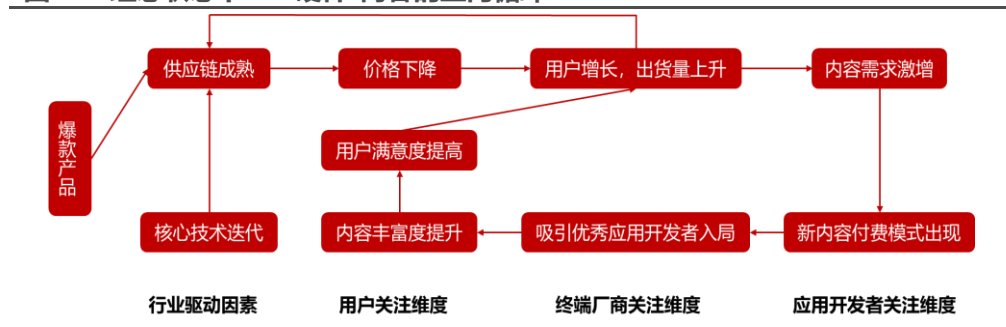
2022 年，全球 AR 眼镜出货量为 45.2 万台，相较 2021 年增长了 25.6%。其中，销量增长不仅来自于近年来 B 端市场中工业、教育等领域的深耕，也来源于 Air 系列 AR 产品在 C 端市场的起量。以 Birdbath、阵列光波导光学方案为主的消费级产品降低了用户体验门槛，同时随着如观影、骑行、信息提示、泳镜等 C 端场景变得更加丰富，AR 应用领域百舸争流的状态逐步从 B 端延展至 C 端消费市场。

4.2.2 AR 商业模式：硬件-内容的正向循环有待实现

目前产业下游的内容应用生态发展不健全，难以形成硬件和内容之间的正向循环，制约行业的正向发展。当前国内 AR 消费级应用生态基本移植手机 2D 应

用，并没有真正带有 AR 功能、发挥交互能力价值的应用。同时，应用场景大多停留在大屏，以手机配件形式应用于观影、游戏等小众场景。此外，初创硬件厂商不具备建设开发者平台、打造应用生态的资金实力。然而，以手机厂商为代表的头部企业仍对较为早期的 AR 市场持有积极布局、长期观望的态度，优先硬件部署。因此，整体行业还在等待标杆产品，激发产业活力，以促进 AR 产业向清晰的商业发展模式发展，最终进入正向循环。

图86：理想状态下 AR 硬件-内容的正向循环



资料来源：艾瑞咨询，民生证券研究院

4.2.3 元宇宙生态重要元素，虚拟人产业成长加速

虚拟人是指由计算机图形学、图形渲染、动作捕捉、深度学习、语音合成等计算机手段创造及使用，具有人类特征（外貌特征、人类表演能力、人类交互能力等）的虚拟形象。随着多模态技术的进步和虚拟人服务商生态的不断成熟，被广泛应用于各行业领域中。

虚拟人发展分为三个阶段：1) 起步阶段，2007 年，得益于雅马哈公司推出的语音合成引擎 VOCALOID，虚拟人以音乐软件人形化身的形式出现，最具代表性的产品为“初音未来”。2) 探索阶段，随着动漫与二次元领域用户规模扩大，虚拟人主要以虚拟偶像的应用形式推出，代表性的产品为“洛天依”。3) 发展阶段，2020 年后，在技术与内容的推动下，虚拟人商业化路径获得初步验证，创作与内容平台逐渐增多，应用范围从 B 端推广到 C 端，在 VR 领域涵盖社交、游戏、虚拟主播等。

图87：虚拟人发展历程

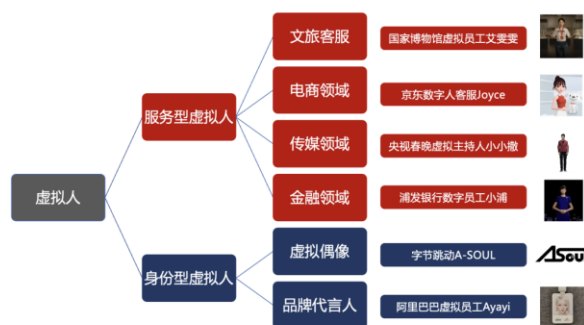


资料来源：普华永道咨询，民生证券研究院整理

推动虚拟人加速发展的因素有：在技术上，建模、渲染和动作捕捉技术升级突破及自然语言处理、语音交互等人工智能技术进步，助力虚拟人智能化、标准化发展；在**用户**上，互联网用户结构年轻化，用户活动更频繁，对虚拟内容交互需求增加；在**渠道**上，国内社交平台的多元化发展，内容传播渠道日趋成熟；在**产品**上，智能手机、VRAR 设备等产品功能与交互性逐渐增强，为虚拟人应用推广提供载体。

根据应用目的，虚拟人可分为服务型与身份型。服务型虚拟人代替真人与用户交互，提供服务，具体应用场景有虚拟导购、虚拟客服、虚拟讲解员等。身份型虚拟人是目前国内主要虚拟人发展与商业化方向，具体应用场景有虚拟偶像、虚拟品牌代言人等。

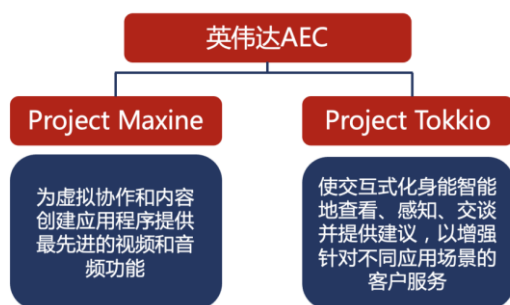
图88：虚拟人分类及应用



资料来源：普华永道咨询，民生证券研究院整理

英伟达 Omniverse Avatar Cloud Engine (ACE) 引擎平台是一款用于高效创建和部署 3D 虚拟形象的云原生 AI 模型和服务的云引擎平台，通过提供云端的模型和服务，帮助开发者获得所需的海量计算能力，以创建和部署能理解多种语言、响应语音提示、与环境交互及提出智能建议的虚拟化身。AEC 基本覆盖了虚拟人所需的各种核心功能，如实现理解多种语言、响应语音提示、智能视频分析、高性能推荐系统、与环境互动并提供智能建议等。在提高虚拟人技术性能的同时，**AEC 大幅降低了开发难度与成本，推动虚拟人产业加速发展。**

图89：英伟达 Omniverse Avatar Cloud Engine 功能



资料来源：新浪 VR，民生证券研究院整理

4.3 回顾苹果平台搭建，行业巨头雏形已现

苹果 AR 生态由五大套件组成，分别为 ARKit、RealityKit、RoomPlan、AR 创作工具（Reality Composer、Reality Converter、Xcode 和 USDZ 工具）和 AR Quick Look。

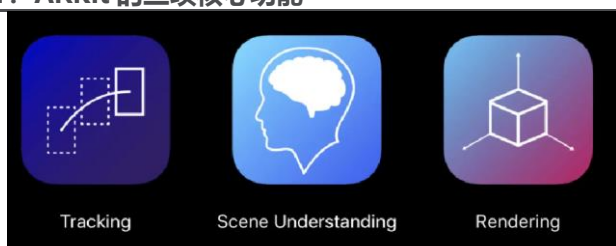
苹果 2017 年推出 AR SDK，2018 年出现了新的文件格式 USDZ 和 AR Quick Look 模型预览工具。2019 年上线了 RealityKit，同年还发布了 Reality Composer。2020 年上线 Reality Converter，可将 3D 文件格式转换为 USDZ。2022 年 RoomPlan API 推出，可通过扫描房屋场景进行 3D 规划。ARKit 框架提供两种 AR 技术，分别是基于 3D 场景（SceneKit）和 2D 场景（SpriteKit）实现的增强现实。**ARKit 的三项核心功能为追踪、场景理解和渲染**，可以实现实时追踪设备、确定设备周围环境的属性或特征、整合任意渲染程序。

图90：AR 软件生态演进过程



资料来源：VR 陀螺，民生证券研究院

图91：ARKit 的三项核心功能



资料来源：WWDC2018，民生证券研究院

自 2017 年开始，苹果都会在 WWDC 活动上发布新版 ARKit，截止去年已经更新迭代至 ARKit 6，总共历经了八个版本。**ARKit 不断升级，功能日趋丰富。**

图92：ARKit 的技术演进


资料来源：青亭网，民生证券研究院

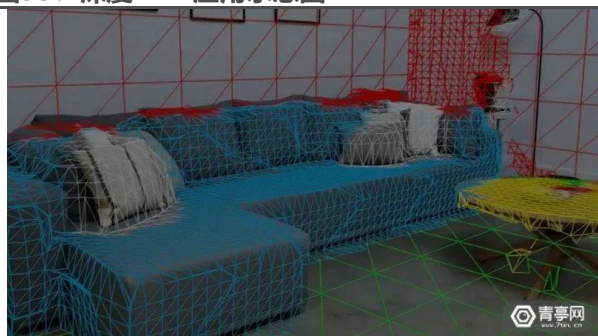
1) ARKit 1 (iOS 11) 允许开发者使用 iPhone、iPad 打造 AR 应用，通过视觉惯性里程计（VIO，一种融合相机和 IMU 数据实现 SLAM 的算法）来追踪周围物理场景，还支持光照估计和渲染以及场景理解功能。

2) ARKit 1.5 (iOS 11.3) 允许开发者在垂直表面上固定 AR 内容。借助计算机视觉技术，对圆形家具等不规则表面的检测效果更准确，也能识别空间内的标志、海报、插图、二维码等 2D 图像，并调出对应的 AR 内容。

3) ARKit 2 (iOS 12) 改进了人脸追踪，渲染更加逼真，同时支持 3D 对象的检测，体验更加持久。此外，还支持 AR 体验共享，多个用户可以在同一虚拟环境中进行操作。

3) ARKit 3 (iOS 13) 发布的同时，苹果还推出了两个新的 AR 开发工具：RealityKit 和 Reality Composer，目的是补充 ARKit，简化 3D 场景创建，提高 AR 交互场景的开发速度和效率。

4) ARKit 3.5 (iOS 13.4) 推出了很多新功能，包括场景几何 API、即时 AR 体验，还改进动作捕捉和人体遮挡功能，这些功能和特性基于 LiDAR 硬件来实现。其中场景几何 API 可实时捕捉场景中的 3D 物体来构建 3D 场景模型，从而苹果的 AR 实现了房间级的 AR 交互，为结合现实环境的 MR 交互提供了基础。

图93：深度 API 应用示意图


资料来源：青亭网，民生证券研究院

5) ARKit 6 (iOS 16) 小幅更新，新增了 4K 分辨率、HDR 录制、实时调节相机曝光和白平衡等参数的功能，还加入了前摄+后摄融合玩法，可通过前摄捕捉人脸，基于后摄拍摄背景，实现一些另类的玩法和交互。

ARKit 经历 6-7 年的历代打磨更新，使得其不仅打通了 3D 内容格式 (USDZ)，还支持利用 LiDAR 模组优化 AR 性能，并在相机、视频录制上有明显优势，未来有望支持苹果 MR/AR 头戴设备实现更多功能拓展。

5 投资建议

5.1 行业投资建议

苹果是科技产业革新的引领者，Mac和iPhone分别将我们带入个人计算和移动计算时代，Vision Pro正式开启空间计算时代。Vision Pro不仅是MR设备，更是一款革命性的空间计算机，可将数字内容与物理世界无缝融合，并重新定义交互范式，开启人机界面新时代。

Vision Pro作为一款革命性XR产品开启诸多创新，引领“空间计算”浪潮，同时为XR产业指明技术方向。建议持续关注：1) 组装：立讯精密、歌尔股份；2) 零部件：兆威机电（IPD模组）、高伟电子、长盈精密、奥比中光、领益智造、三利谱、国光电器；3) 设备：杰普特（镜片成像畸变检测设备）、智立方（配套检测设备）、华兴源创、博硕科技、深科达、荣旗科技、精测电子。

表25：行业重点关注个股

证券代码	证券简称	股价 (元)	EPS			PE			评级
			2022A	2023E	2024E	2022A	2023E	2024E	
002475.SZ	立讯精密	32.60	1.28	1.57	2.04	25	21	16	推荐
002241.SZ	歌尔股份	18.68	0.51	0.44	0.68	37	43	27	推荐
300115.SZ	长盈精密	12.39	0.04	0.08	0.46	350	152	27	推荐
002600.SZ	领益智造	6.74	0.23	0.32	0.40	30	21	17	推荐
002876.SZ	三利谱	33.76	1.19	0.61	1.16	28	56	29	推荐
1415.HK	高伟电子	17.04	0.71	0.43	0.92	27	46	21	推荐
002045.SZ	国光电器	15.69	0.38	0.75	0.65	41	21	24	推荐
003021.SZ	兆威机电	79.70	0.88	1.19	1.57	91	67	51	推荐
688001.SH	华兴源创	32.20	0.75	0.94	1.23	43	34	26	推荐
688025.SH	杰普特	81.19	0.81	1.53	2.38	101	53	34	推荐
301360.SZ	荣旗科技	73.87	1.26	0.54	1.79	58	137	41	推荐

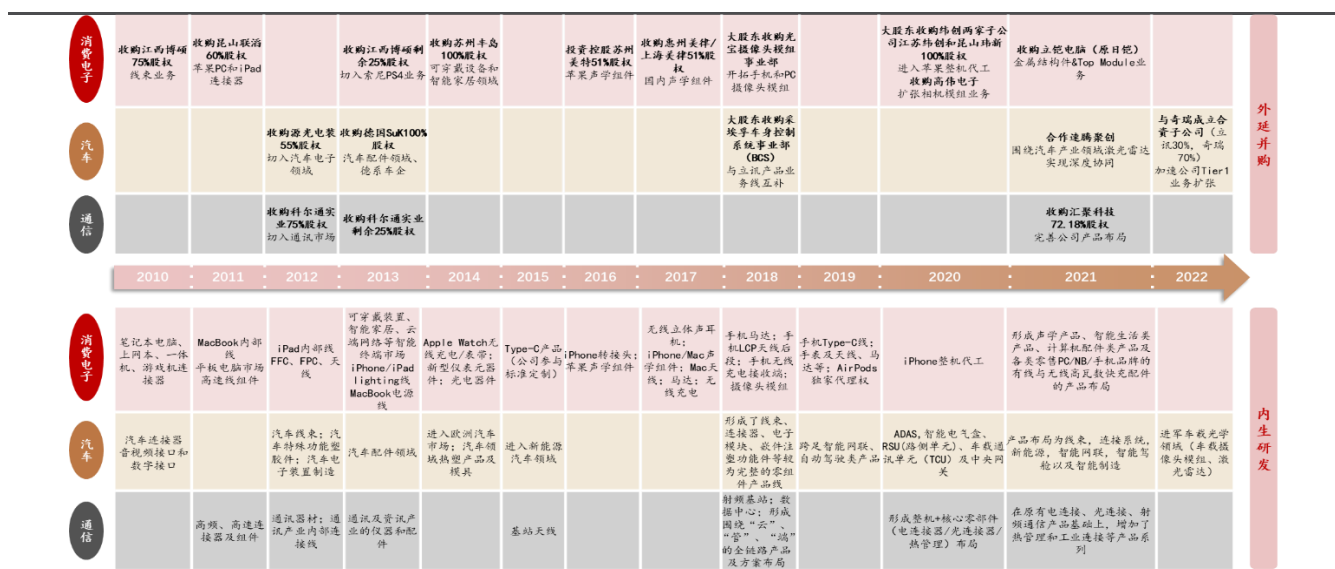
资料来源：Wind，民生证券研究院预测；

(注：股价为2023年11月8日收盘价；采用2023年11月2日汇率，1 HKD = 0.1393USD，1 HKD=0.9179CNY)

5.2 立讯精密：“整机组装+精密组件+模组”全面布局

立讯精密成立于2004年，最初的主营业务为电脑连接器。自2010年上市以来，公司通过外延并购的方式不断进入并扩张其在消费电子、汽车和通信的产品门类及客户资源，通过强大的并购整合能力实现了增长“神话”。除并购外，公司注重内生发展，公司依托自身及并购所积累的精密制造能力不断进行产品研发与品类扩张，充分发挥垂直一体化优势打造智能制造基地。**通过外延并购+内生研发的发展逻辑，公司目前已经形成了消费电子品类完整、汽车领域持续扩张、通信领域稳定发展的产品布局，未来有望把握智能终端、汽车“四化”和5G大数据的发展机遇实现业绩的持续增长。**

图94：立讯精密并购与品类扩张历史

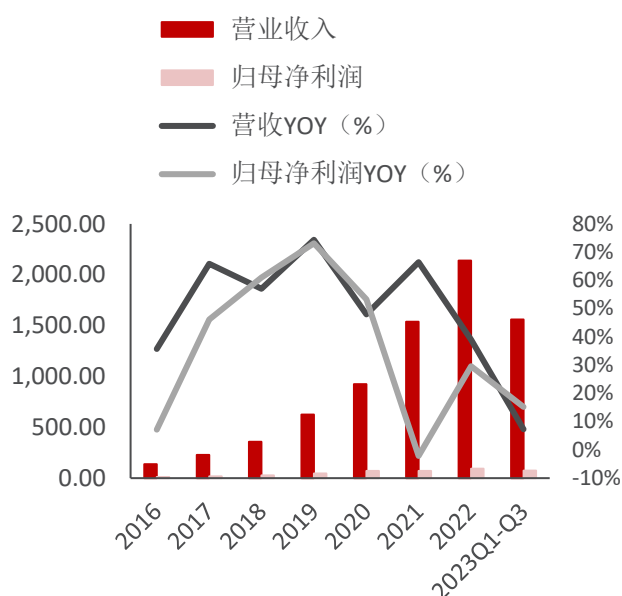


资料来源：立讯精密公司公告，民生证券研究院

2022 年公司实现营收 2140.28 亿元 (YoY+39.03%)，实现归母净利润 91.63 亿元 (YoY+29.60%)，实现扣非后归母净利润 84.42 亿元 (YoY+40.34%)。公司 2023 前三季度实现 1558.75 亿元，同比+7.31%；实现归母净利润 73.74 亿元，同比+15.22%；扣非归母净利润为 70.33 亿元，同比+17.63%。营收构成来看，受益于大客户业务的稳定扩展和公司产品领域不断丰富，消费领域为公司主要增长极，2022 年公司消费电子业务实现营收 1796.67 亿元，营收占比为 83.95%，2018-2022 年年均复合增长率达 46.30%。

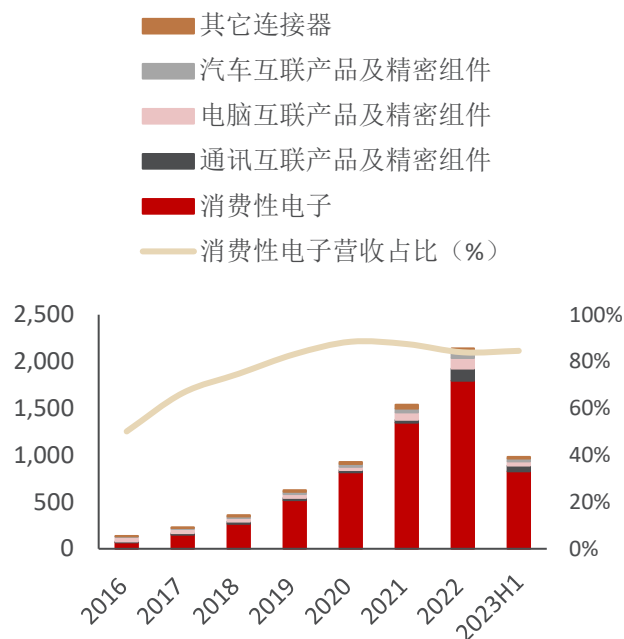
消费电子主业稳固增长，汽车+通信高速发展。23H1消费性电子业务收入为828.56亿元，YoY +18.46%；电脑业务收入为41.88亿元，YoY -4.83%；汽车业务收入为32.07亿元，YoY +51.89%；通讯业务收入为61.37亿元，YoY +68.42%。

图95：立讯精密营收利润情况（亿元，%）



资料来源：立讯精密公司公告，民生证券研究院

图96：立讯精密主营构成（亿元）



资料来源：立讯精密公司公告，民生证券研究院

立讯精密与苹果在整机组装、精密零组件、模组等业务上合作关系紧密，同时公司旗下立景创新收购的高伟电子为 iPhone 前镜头模块的主要供应商。苹果 MR 产品于 2023 年 6 月 6-10 日 WWDC 大会发布，公司切入供应链后，为消费电子业务持续贡献弹性。

投资建议：我们预计公司 2023-2025 年将实现营收 2344.83/2868.20/3523.11 亿元，归母净利润 112.55/145.68/182.21 亿元，对应现价 2023-2025 年 PE 为 21/16/13 倍，公司作为全国领先的精密制造龙头，随公司产业布局逐步完善，产品持续导入客户，业绩不断攀高，维持“推荐”评级。

风险提示：大客户依赖程度高；行业竞争加剧；扩产不及预期。

表26：立讯精密盈利预测与财务指标

项目/年度	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入 (百万元)	214,028	234,483	286,820	352,311
增长率 (%)	39.0	9.6	22.3	22.8
归属母公司股东净利润 (百万元)	9,163	11,255	14,568	18,221
增长率 (%)	29.6	22.8	29.4	25.1
每股收益 (元)	1.28	1.57	2.04	2.55
PE (现价)	25	21	16	13
PB	5.1	4.2	3.4	2.7

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2023 年 11 月 8 日收盘价）

5.3 歌尔股份：VR 龙头企业，有望享受赛道红利

歌尔股份是全球布局的科技创新型企业，主要从事声光电精密零组件及精密结构件、智能整机、高端装备的研发、制造和销售。歌尔深耕产业价值链上下游，从上游精密元器件、模组，到下游的智能硬件，从模具、注塑、表面处理，到高精度自动线的自主设计与制造，打造了高度垂直整合的精密加工与智能制造的平台。

公司服务于全球科技和消费电子行业领先客户，提供精密零组件和智能硬件的垂直整合产品解决方案，以及相关设计研发和生产制造服务。公司以精密零组件与智能硬件整机双轮驱动，在精密零组件上提供声学、光学、微电子、结构件等产品；在智能硬件整机上，提供 VR/AR、智能无线耳机、智能可穿戴、智能家居等产品。

图97：歌尔股份的业务布局

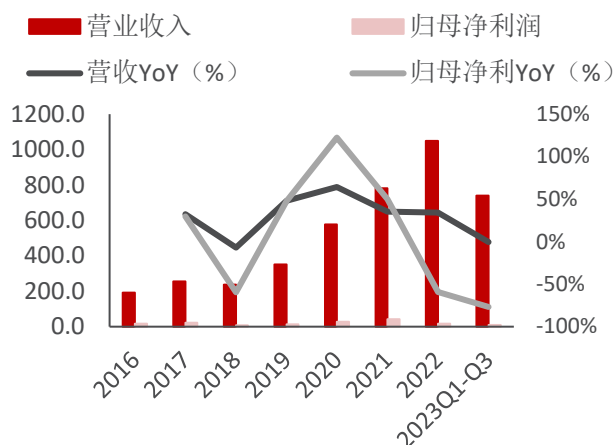


资料来源：歌尔股份公司公告，民生证券研究院整理

把握 VR/AR、智能家用游戏机等业务机遇，助力营收持续增长。2022 年公司实现营收 1048.94 亿元，YoY+34.10%。分业务来看，2022 年，公司精密零组件业务实现营收 140.03 亿元（YoY+1.18%），毛利率 21.2%（YoY-1.91pct）；智能声学整机业务实现营收 258.81 亿元（YoY-14.58%），毛利率 5.65%（YoY-4.68pct）；智能硬件业务实现营收 630.82 亿元（YoY+92.27%），毛利率 11.14%（YoY-2.77pct）。公司 2022 年综合毛利率 11.12%（YoY-3.01pct），同比下滑主要系 22Q4 收到境外某大客户的通知，暂停生产其一款智能声学整机产品影响，公司增加计提相关减值损失 17.8 亿元。从费用端来看，2022 年，公司销售/管理/研发/财务费用率分别为 0.52%/ 2.19%/ 4.98%/ 0.14%，同比-0.05pct/ -0.31pct/ -0.35pct/ -0.07pct，费用率整体有所改善。

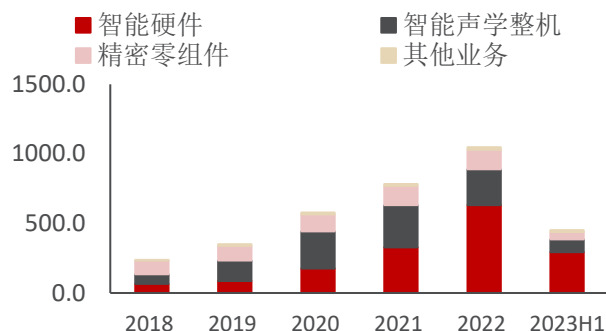
2023Q1-Q3，公司实现营收 739.48 亿元，YOY-0.28%。**公司坚持客户导向和大客户战略，发挥零组件业务和整机业务间的协同效应，VR 产品出货量持续提升，智能家用电子游戏机及配件等业务持续增长。**未来公司有望发挥自身优势，积极拓展新兴智能硬件及其相关零组件业务，实现业务多点开花，助力长期成长。

图98：歌尔股份营收利润情况（亿元，%）



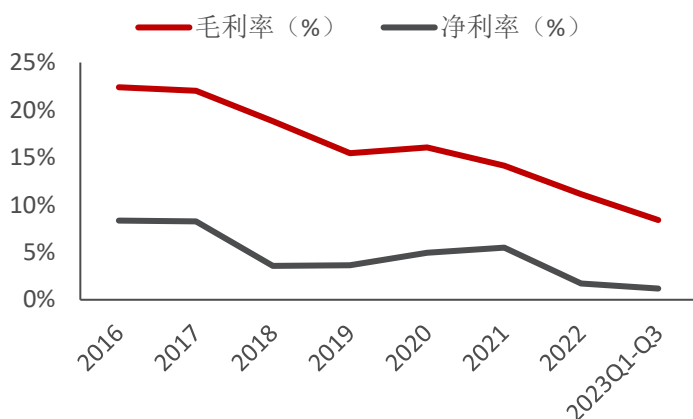
资料来源：wind，民生证券研究院

图99：歌尔股份营收结构（亿元）



资料来源：wind，民生证券研究院

图100：歌尔股份毛利净利情况（%）



资料来源：wind，民生证券研究院

业务优势常在，“精密零组件+智能硬件整机”发展可期。公司在智能硬件整机领域积累深厚，看好其后续开拓新客户：**1) VR 领域：**公司是 VR 行业 ODM 龙头企业，深度绑定 Meta、Sony 和 Pico 等国内外 VR 核心品牌商，伴随着 23 年下半年新品的导入及放量、行业下游生态的逐步完善及应用场景拓宽，公司业绩有望实现进一步增长。**2) AR 领域：**未来随着纳米压印光刻在 AR 领域普及率逐步提高，公司将凭借自身技术积淀和现有纳米压印光刻生产线而充分受益。**3) 其他业务：**公司的游戏主机和智能可穿戴等产品线都有望在未来给公司带来营收增量。

投资建议：我们预计公司 2023-2025 年将实现营收 1074.52/1154.10/1331.35 亿元，归母净利润 14.92/23.34/33.04 亿元，对应现价 2023-2025 年 PE 为 43/27/19 倍，公司为 AR/VR 龙头，虽然短期承压，但长期竞争优势强，维持“推荐”评级。

风险提示：VR/AR 出货不及预期，行业竞争加剧，大客户方案更迭。

表27：歌尔股份盈利预测与财务指标

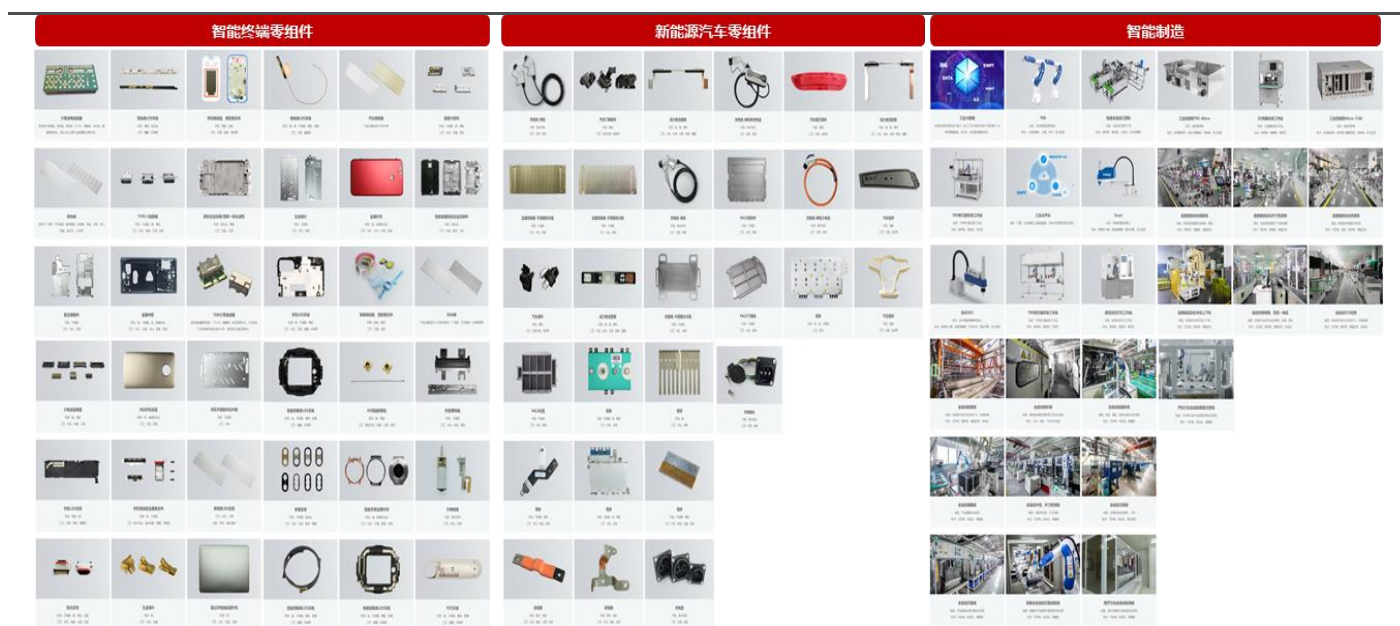
项目/年度	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	104,894	107,452	115,410	133,135
增长率（%）	34.1	2.4	7.4	15.4
归属母公司股东净利润（百万元）	1,749	1,492	2,334	3,304
增长率（%）	-59.1	-14.7	56.4	41.6
每股收益（元）	0.51	0.44	0.68	0.97
PE（现价）	37	43	27	19
PB	2.2	2.1	2.0	1.8

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2023 年 11 月 8 日收盘价）

5.4 长盈精密：国内精密零组件龙头，XR 打开成长空间

VR/AR+新能源打开长期成长空间，消费电子主业持续增长。公司作为国内精密零组件龙头企业，逐步由精密制造向智能制造方向发展，主营业务包括智能终端零组件、新能源汽车零组件、智能装备及系统集成等。消费电子领域受益产品结构 and 客户结构双调整战略，以可穿戴设备、笔记本电脑及平板电脑为代表的非手机业务增长迅速。在 XR（AR/VR/MR）领域，公司与头部客户建立长期战略合作关系并取得元宇宙行业重要客户的供应商资格，参与了行业所有头部客户主要 XR 产品的研发。除此之外，公司积极拓展新能源领域的产品布局，目前已形成从电芯结构件、模组结构件到电池箱体结构件全系列产品线，四川宜宾、四川自贡、江苏常州、福建宁德的动力电池结构件生产基地均已投产。电连接通过子公司科伦特绑定特斯拉，其中高压电连接领域，重点建设江苏苏州新厂区和越南厂区，开发有效客户 5 家，新项目陆续进入量产。

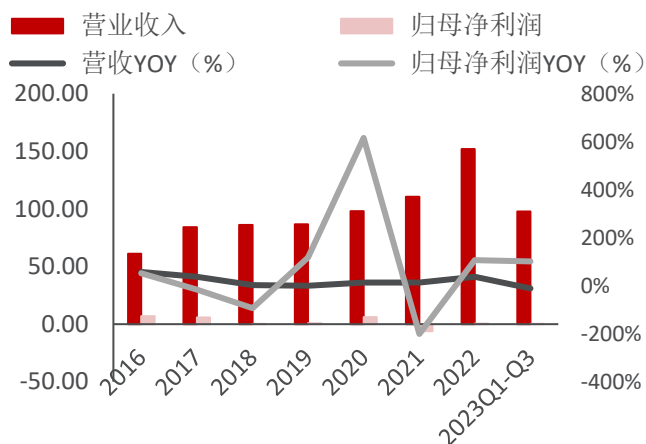
图101：长盈精密业务布局



资料来源：长盈精密官网，民生证券研究院

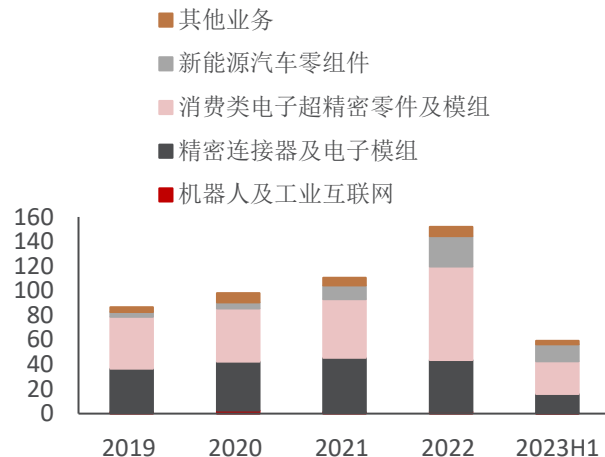
22 年实现营收 152.03 亿，YOY 38%，归母净利 0.43 亿，YOY+107.04%。其中消费电子业务收入 118.37 亿元，YOY 29%；新能源业务收入 24.67 亿元，YOY 118%，储能类项目相关电池结构件实现营收超 2 亿元。22 年毛利率 17.37%，YOY -0.06 pct；22Q4 毛利率 21.19%，YOY +19.98pct。23Q1-Q3，公司实现营收 97.91 亿元，YOY-11.10%；归母净利 0.02 亿元。

图102：长盈精密营收利润情况（亿元）



资料来源：wind，民生证券研究院

图103：长盈精密营收结构（亿元）



资料来源：wind，民生证券研究院

分业务收入预测：

消费电子业务主要为电子连接器及智能电子产品精密小件和消费类电子精密结构件及模组，下游以智能手机、可穿戴设备、笔记本电脑及平板电脑、VR/AR等为主。2023 年上半年，Macbook 出货量同比下滑 21.82%，受笔电大盘下滑影响，公司消费电子收入为 42.11 亿元，同比-25%，毛利率为 18.00%，同比+5.72pct。预计 23 年公司消费电子业务双位数下滑。展望 24、25 年，公司积极配合大客户进行钛合金材料、纤维材料的研发，后续伴随相关项目量产，有望贡献业绩弹性。此外，公司定增募资 5 亿元投入 VRA/R 领域，伴随大客户 MR 头显明年年初发售，有望带动新一轮消费电子行业的成长。我们预计 2023-2025 年消费电子业务营收增速为-21/18/15%。毛利率方面，后续随成本端压力缓解，预计实现收入+利润双升，预计 2023-2025 年毛利率分别为 18.5/20.0/20.5%。

新能源汽车业务形成了从电芯结构件、模组结构件到电池箱体结构件的全系列布局，2022 年新能源业务收入 24.67 亿元，同比增长 118.49%，2023 年上半年，公司新能源业务实现收入 13.84 亿元，同比+31.95%，营收占比为 23.42%，毛利率为 17.88%，同比+3.43%。公司定增募集 14.7 亿元用于动力及储能相关项目，未来随产能逐步释放及项目量产，未来新能源业务有望快速增长。考虑到 2023 年下半年为旺季相关业务放量，我们预计 2023-2025 年新能源汽车业务收入实现 60/50/50%的增长。毛利率方面，由于目前处于产能爬坡阶段，后续随稼动率持续提升，毛利率会持续改善，该业务在 2023-2025 年毛利率分别为 18/18.5/19%。

机器人及工业互联网业务主要为满足消费电子、汽车电子等领域对负载、协作工业机器人的需求，目前机器人及工业互联网营收占比较少，处于发展初期，预计未来将保持平稳增长，预计 2023-2025 年实现收入 15/15/15%增长，毛利率 22 年受益部分工业机器人项目逐步进入小批量，实现大幅提升，预计后续随

项目稳健推进毛利率保持稳健提升，2023-2025 年分别为 11/12/13%。

表28：长盈精密分业务收入预测（百万元）

		2021	2022	2023E	2024E	2025E
合计	营收	11046.51	15202.94	14293.97	18057.94	22792.61
	YOY	12.74%	37.63%	-5.98%	26.33%	26.22%
	毛利率	17.43%	17.37%	18.08%	19.17%	19.60%
	毛利	1925.44	2640.75	2583.92	3462.58	4468.21
消费电子业务	营收	9193.34	11836.65	9350.95	11034.12	12689.24
	YOY	10.73%	28.75%	-21.00%	18.00%	15.00%
	毛利率	17.63%	17.69%	18.50%	20.00%	20.50%
	毛利	1620.98	2093.83	1729.93	2206.82	2601.29
新能源汽车零组件业务	营收	1129.31	2467.40	3947.84	5921.76	8882.64
	YOY	124.60%	118.49%	60.00%	50.00%	50.00%
	毛利率	19.47%	17.02%	18.00%	18.50%	19.00%
	毛利	219.88	419.95	710.61	1095.53	1687.70
机器人及工业互联网业务	营收	110.84	128.04	147.24	169.33	194.73
	YOY	-54.40%	15.52%	15.00%	15.00%	15.00%
	毛利率	5.08%	10.41%	11.00%	12.00%	13.00%
	毛利	5.63	13.33	16.20	20.32	25.31
其他业务	营收	613.02	770.85	847.94	932.73	1026.00
	YOY	-18.19%	25.75%	10.00%	10.00%	10.00%
	毛利率	12.89%	14.74%	15.00%	15.00%	15.00%
	毛利	78.99	113.62	127.19	139.91	153.90

资料来源：Wind，民生证券研究院预测

投资建议：我们预计公司 2023-2025 年将实现营收 142.94/180.58/227.93 亿元，归母净利润 0.98/5.55/8.64 亿元，对应现价 2023-2025 年 PE 为 152/27/17 倍，我们看好公司产品结构+客户结构双调整战略，首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示：扩产不及预期；上游原料价格波动；客户拓展不及预期

表29：长盈精密盈利预测与财务指标

项目/年度	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	15,203	14,294	18,058	22,793
增长率（%）	37.6	-6.0	26.3	26.2
归属母公司股东净利润（百万元）	43	98	555	864
增长率（%）	107.0	130.1	467.2	55.5
每股收益（元）	0.04	0.08	0.46	0.72
PE（现价）	350	152	27	17
PB	2.6	2.6	2.4	2.1

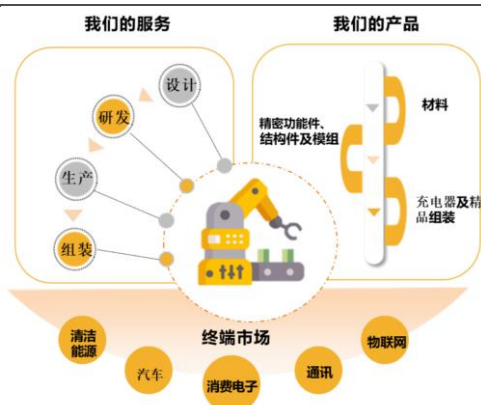
资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2023 年 11 月 8 日收盘价）

5.5 领益智造：精密制造龙头，卡位核心客户优势凸显

“材料-零部件-模组-精品组装”上下游垂直整合，打造一站式智能智造平台。

纵向层面，公司业务包括精密功能件及结构件（2022 营收占比 70%）、充电器（2022 营收占比 19%）、材料业务（2022 营收占比 3%）及其他产品；横向层面，公司在聚焦消费电子业务的基础上，切入新能源汽车、光伏等新赛道，充分发挥业务协同作用，其中汽车业务 2022 实现营收 11-12 亿，同比+166.32%。光伏领域与国际领先的清洁能源领域客户在合作开发、生产等方面深度合作，为其提供微型光伏逆变器代工服务。

图104：领益智造业务布局

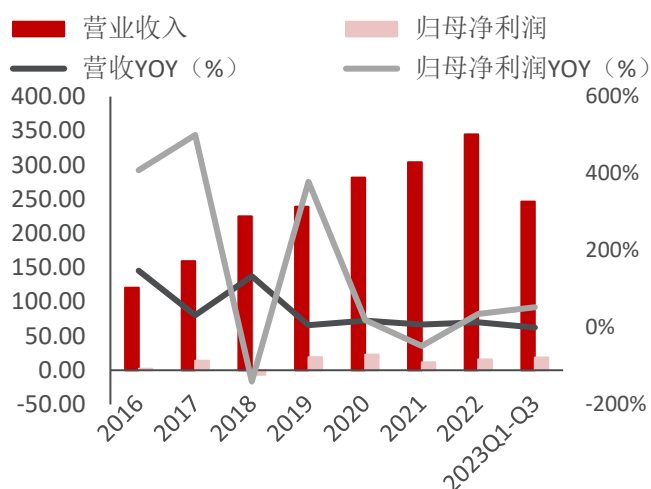


资料来源：领益智造公司公告，民生证券研究院

公司 2022 年实现营收 344.85 亿元（YOY+13.49%），实现归母净利润 15.96 亿元（YOY+35.25%），实现扣非后归母净利润 14.94 亿元（YOY+85.68%）。2023 年前三季度公司业绩保持高增长，盈利能力持续提升，23Q1-Q3 公司实现归母净利润 18.70 亿元，YOY+52.49%，扣非归母净利润 16.84 亿元，YOY+20.46%。分业务看，**1) 精密功能及结构件**：22 年实现营收 241.13 亿元，YOY+8.77%，占总营收比例达 70%。毛利率为 25.97%，YOY+6.13pct。公司产品结构持续优化，成本管控效果显著。**2) 充电器**：22 年实现营收 65.45 亿元，YOY+16.75%，毛利率 7.87%，YOY+2.87pct。**3) 汽车产品**：22 年实现营收 11.82 亿元，YOY+166.32%，毛利率 3.51%。

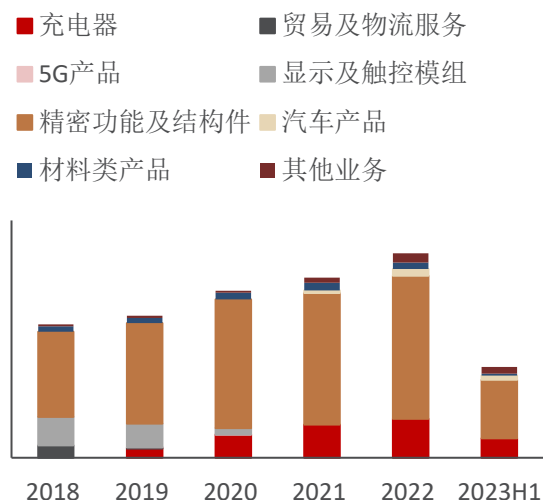
23Q3 收入利润持续增厚，毛利率持续提升。2023 前三季度实现营业总收入 246.46 亿元，同比-0.09%；实现归母净利润 18.7 亿元，同比+52.49%，业绩规模稳健增长。从毛利率看，2023 年下半年，随着消费电子旺季到来，公司大客户份额&ASP 持续提升，公司在持续保持研发投入的同时，进行产品结构优化及降本增效，加强成本费用管控，整体运营效率不断提高，3Q23 公司综合毛利率同比有所提升。

图105：领益智造营收利润情况（亿元，%）



资料来源：wind，民生证券研究院

图106：领益智造主营构成情况（亿元）



资料来源：领益智造公告，民生证券研究院

苹果 Vision pro 开启空间计算时代，公司为 MR 海外龙头核心合作伙伴，看好 AI+XR 趋势下，下一代消费电子产品创新+领益卡位优势。此外，在AR/VR领域，公司精密功能件、结构件已应用于头部VR品牌产品，同时还为AR品牌提供整机代工服务。未来凭借公司在精密功能件、结构件、模组以及精品组装业务的智能制造优势，持续跟随大客户战略，Vision pro 有望引领下一代消费电子“空间计算”的创新浪潮。

投资建议：我们预计公司 2023-2025 年将实现营收 386.59/451.62/526.22 亿元，归母净利润 22.26/28.36/34.66 亿元，对应现价 2023-2025 年 PE 为 21/17/14 倍，公司为国内精密智造领军者，且业务多方位布局 VR/AR+汽车+光伏领域，维持“推荐”评级。

风险提示：宏观经济风险，新品拓展不及预期，消费电子需求疲软。

表30：领益智造盈利预测与财务指标

项目/年度	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	34,485	38,659	45,162	52,622
增长率（%）	13.5	12.1	16.8	16.5
归属母公司股东净利润（百万元）	1,596	2,226	2,836	3,466
增长率（%）	35.2	39.5	27.4	22.2
每股收益（元）	0.23	0.32	0.40	0.49
PE（现价）	30	21	17	14
PB	2.8	2.6	2.4	2.1

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2023 年 11 月 8 日收盘价）

5.6 三利谱：Pancake 方案导入新一代 VR 设备

三利谱主要从事偏光片产品的研发、生产和销售。主要产品包括 TFT 偏光片类、黑白偏光片类（TN、STN、染料系列）、3D 眼镜用偏光片类和 OLED 偏光片类。产品涵盖了各种 LCD 显示模式，同时还可根据客户需求，自主研发具有针对性的高耐久、超薄、超广视角、高透过率等的高规格特殊定制产品。

公司主要为手机、电脑、液晶电视等消费类电子产品液晶显示屏，汽车电子、医疗器械、仪器仪表等工控类电子产品液晶显示屏，以及 3D 眼镜、防眩光太阳镜等提供偏光片产品及周边产品技术解决方案。

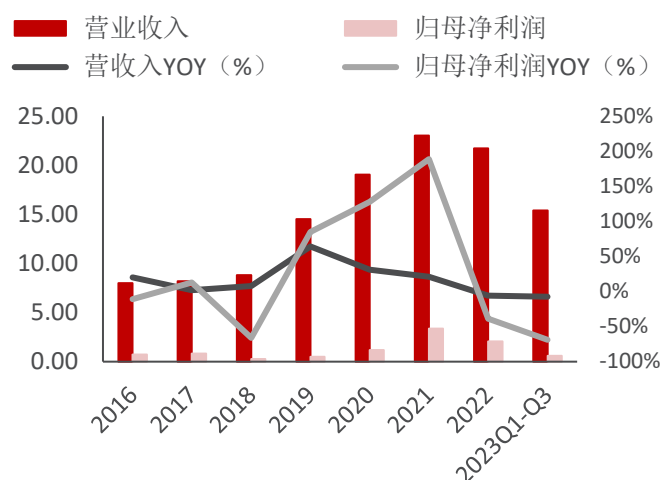
表31：三利谱产品布局

业务种类	产品类别	产品介绍
TFT 偏光片类	普通偏光片	应用于视角要求不高的 TN 或 IPS 模式的液晶显示屏，如电脑显示器、工控屏、笔记本电脑等，有多种厚度规格。
	TN 宽视角	用于提升 TN 模式 TFT 液晶显示的视角，有效厚度 210μm。
	IPS 零补偿	用于减少 IPS 类显示屏的显示色偏；针对不同应用有不同厚度产品可以对应
	VA 补偿	用于提升 VA 模式液晶显示屏的视角，主要用于 TV 显示屏，也可应用于黑白类 VA 显示屏
	增亮偏光片	用作液晶显示器的底偏光片，可显著提升背光的利用率。用于手机、导航仪、平板电脑等对亮度或功耗要求高的设备
黑白偏光片类	透射片	用作黑白 TN 模式 LCD 的面偏光片
	反射片	用作反射型黑白 TN 模式 LCD 的底偏光片，反射外界光 作为显示光源
	半透	用作半反半透型黑白 LCD 显示的底偏光片。光亮环境可反射部分环境光作为光源，黑暗环境又可部分透光作为光源
	FSTN	用于黑白 STN 模式 LCD，用于提升 STN 模式的对比度
	CSTN	用于彩色 STN 模式，用于提升视角和对比度
	太阳眼镜染料偏光片	染料型偏光片，应用于太阳眼镜
	车载超高耐久染料偏光	染料型偏光片，应用于车载等高耐候性要求的户外设备
3D 眼镜用偏光片类	被动 3D 眼镜	用于被动型圆偏振 3D 眼镜
	主动 3D 眼镜	用于主动光阀式 3D 眼镜。用于减少 IPS 类显示屏的显示色偏；针对不同应用有不同厚度产品可以对应
OLED 偏光片类	PMOLED	用于 PMOLED 显示器的防反射功能，用于车载显示、可穿戴设备，工业仪器仪表，医疗设备等
	AMOLED	用于 AMOLED 显示器的防反射功能，用于智能手机、手表等 OLED 设备

资料来源：三利谱公司官网，民生证券研究院

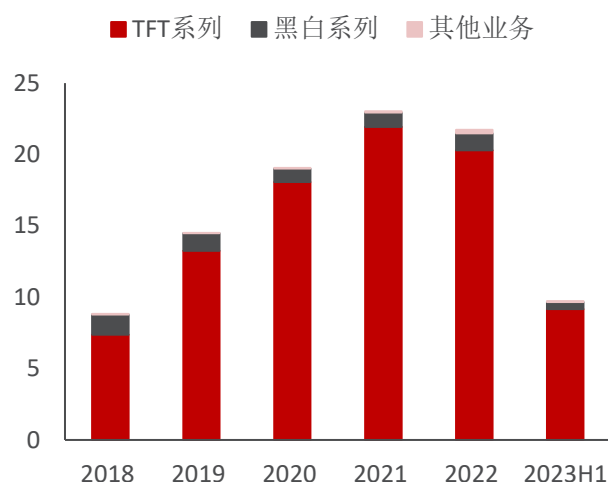
受全球通胀和产线爬坡等影响，公司业绩短期承压。2023 年前三季度公司实现营收 15.39 亿元，同比-7.40%，实现归母净利润 0.58 亿元，同比-68.81%。分业务看，23 年上半年 TFT 系列和黑白系列营收分别为 9.18 和 0.48 亿元，YOY-10.33/-19.55%。

图107：三利谱营收利润情况（亿元，%）



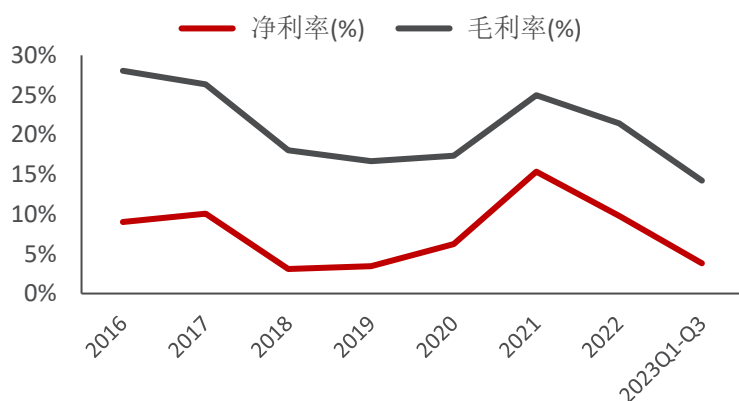
资料来源：wind，民生证券研究院

图108：三利谱营收结构（亿元）



资料来源：wind，民生证券研究院

图109：三利谱利润率情况

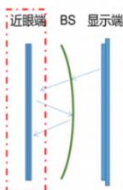


资料来源：wind，民生证券研究院

三利谱在 VR/AR 积极布局，研发一系列成熟的 Pancake 方案。Pancake 方案对于光学膜要求较高，要求线偏振片 LP 偏振度大于 99%、透过率大于 43%，以保证产生稳定的线偏振光；反射偏振片 PBS 要具备高偏振对比度、低吸收、低散射，以对偏振态进行精确筛选。针对这些特点，三利谱在近眼端与显示端两方面提供完善的 pancake 光学膜方案，为客户提供多种选择。

图110：三利谱近眼端 pancake 光学膜方案

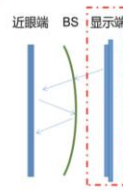
近眼端	SLP产品型号	结构堆叠	主要技术外观规格
近眼端方案一 线偏侧贴合	SLP-VR-PSAR3RD06-Z04N	保护膜 AR3 PSA QWP-45° QPS POL PSA 离型膜	低反射: AR<0.5% QWP: 逆色散 POL: Tr~42.5%±1%、PE>99.9% IQPS: 3M反射偏振膜 光轴: 膜层间夹角公差±0.5° 裁切小粒角度公差±1°
近眼端方案二 QWP侧贴合	SLP-VR-AR3PSRD06-08	离型膜 PSA QWP-45° QPS POL AR3 保护膜	外观: 点状缺陷: D≤0.15mm,n≤3; 线状缺陷: L=1.8mm,W≤0.03mm,n≤3



资料来源：艾邦 VR 产业咨询，民生证券研究院

图111：三利谱显示端 pancake 光学膜方案

显示端	SLP型号	结构堆叠	主要技术外观规格
显示端方案一	SLP-5115AR3RD06F-04N	保护膜 AR3 PSA QWP-135° PSA QPS PSA 离型膜	低反射: AR<0.5% QWP: 逆色散 POL: Tr~42.5%±1%、PE>99.9% 外观: 点状缺陷: D≤0.08mm,n≤3; 线状缺陷: L=1.8mm,W≤0.03mm,n≤3
显示端方案二	SLP-5115RD06F-Z04N	保护膜 QWP-135° PSA POL PSA 离型膜	



资料来源：艾邦 VR 产业咨询，民生证券研究院

投资建议：我们预计公司 2023-2025 年将实现营收 22.10/30.58/40.25 亿元，归母净利润 1.06/2.01/3.96 亿元，对应 56/29/15 倍 PE，公司为国产偏光片稀缺标的，且不断布局新兴下游领域，竞争优势较强，维持“推荐”评级。

风险提示：下游需求不及预期、产线爬坡不及预期、上游原材料涨价。

表32：三利谱盈利预测与财务指标

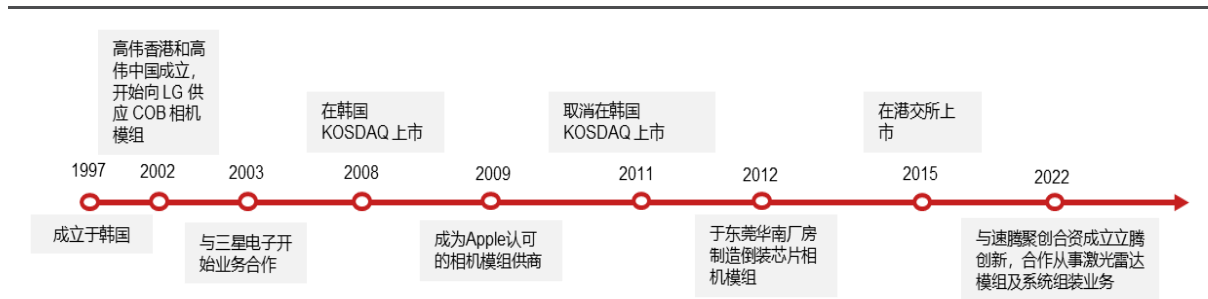
项目/年度	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入 (百万元)	2,174	2,210	3,058	4,025
增长率 (%)	-5.7	1.7	38.4	31.6
归属母公司股东净利润 (百万元)	206	106	201	396
增长率 (%)	-38.8	-48.8	90.8	96.7
每股收益 (元)	1.19	0.61	1.16	2.28
PE (现价)	28	56	29	15
PB	2.5	2.4	2.3	2.1

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2023 年 11 月 8 日收盘价）

5.7 高伟电子：摄像头模组核心供应商

深耕相机模组，绑定大客户持续延伸产品线。公司为立景创新（立讯集团旗下公司）旗下相机模组厂商，深度绑定北美大客户，下游领域持续拓展，涵盖手机、pad、MR 等领域，并与速腾合作持续开拓布局车载激光雷达业务。1997 年于韩国成立，2002-2009 年先后于 LG、三星、苹果展开合作，业务涵盖相机模组、光学零件等业务。公司 2008 年在韩国 KOSDAQ 上市，2011 年取消后于 2015 年在香港证券交易所重新上市，2022 年速腾成立了合资公司立腾创新，从事激光雷达模组及系统组装业务。

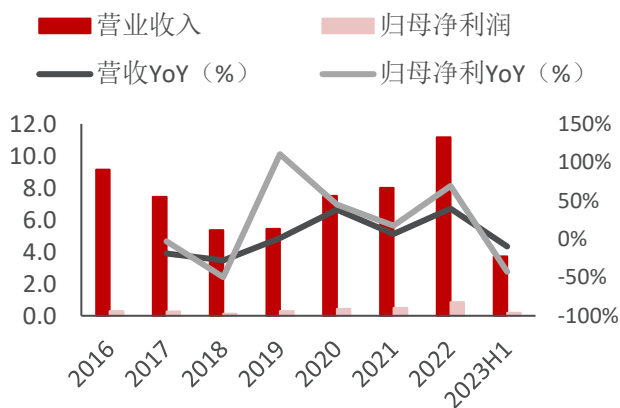
图112：高伟电子发展历程



资料来源：高伟电子公告，民生证券研究院

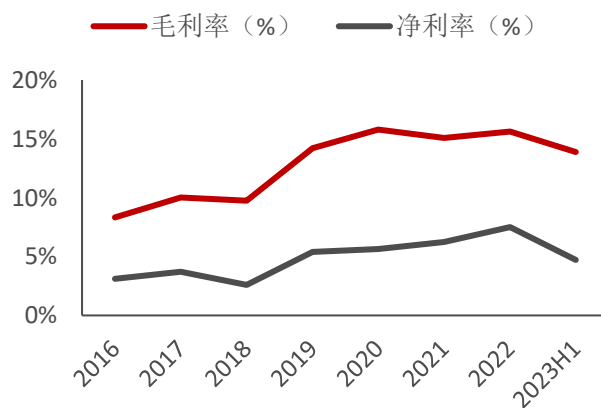
2022 年公司实现营收 11.16 亿美元，YOY+39.7%；实现归母净利润 0.84 亿美元，YOY+68.3%，其中毛利率 15.60%，YOY+0.5pct，净利率 7.5%，YOY-1.3pct。公司作为北美大客户手机及 ipad 前摄模组的核心供应商，份额提升助力公司业绩实现持续增长。2023H1 公司实现营收 3.71 亿美元，YOY-9.65%，实现归母净利润 0.18 亿美元，YOY-42.55%。从盈利水平上看，2023H1 公司毛利率为 13.87%，净利率为 4.73%

图113：高伟电子营收利润情况（亿美元，%）



资料来源：wind，民生证券研究院

图114：高伟电子利润率情况（%）



资料来源：wind，民生证券研究院

分业务收入预测：

公司的相机模组&光学零件等业务为主业，涵盖手机、平板、MR 等领域，

并与速腾聚创合作，开拓布局车载激光雷达业务。2023 年，高伟电子的平板业务受大客户出货量拖累导致一定的下滑，且产品价格持续承压，23 年全年营收预计同比下滑 15%。分业务来看，**1) 手机和 ipad 摄像头模组**：公司作为北美大客户手机及 ipad 前摄模组的核心供应商，后续有望在保持价值量的基础上，持续提升老业务份额。此外，考虑到公司近几年资本开支较高，我们预计其有望切入苹果新产品中摄像头模组的新料号，打开新的成长空间；**2) Vision Pro 摄像头模组**：苹果于 23 年 6 月 6 日的 WWDC 大会上发布全新虚拟现实头盔 Vision Pro，该产品使用 12 颗摄像头，预计在 24 年开启销售。高伟电子与苹果有望在该产品上延续前期的合作，我们预计 Vision Pro 在 24 和 25 年将为公司营收带来全新增量；**3) 车载激光雷达组装**：根据 Yole 数据，22 年至 28 年全球乘用车激光雷达市场的复合年增长率达 69%。此外，根据速腾聚创官网数据，23 年单 8 月其销量突破 2w 台，超过 22 年全年销量一半。高伟电子和速腾聚创成立合资公司开启深度合作，后续该业务有望受益于行业的快速渗透，营收实现高速增长。因此我们预计 2023-2025 年公司的相机模组&光学零件等业务收入分别实现-15/70/70% 的增长。

毛利率方面，一方面公司在手机摄像头模组中有望打入新的料号，且 Vision Pro 作为新产品逐步开启营收贡献，带动公司整体毛利率的提升。此外车载激光雷达组装业务出货量有望提升，带动产线稼动率提高，进一步修复盈利水平，预计 2023-2025 年公司整体毛利率分别为 14.0/15.5/15.5%。

表33：高伟电子分业务收入预测（百万美元）

		2020	2021	2022	2023E	2024E	2025E
合计	营收	750.20	799.29	1116.21	948.78	1612.92	2741.97
	YOY	38.26%	6.54%	39.65%	-15.00%	70.00%	70.00%
	毛利率	15.79%	15.08%	15.63%	14.00%	15.50%	15.50%
	毛利	118.45	120.50	174.45	132.83	250.00	425.01
相机模组&光学零件等	营收	750.20	799.29	1116.21	948.78	1612.92	2741.97
	YOY	38.26%	6.54%	39.65%	-15.00%	70.00%	70.00%
	毛利率	15.79%	15.08%	15.63%	14.00%	15.50%	15.50%
	毛利	118.45	120.50	174.45	132.83	250.00	425.01

资料来源：wind，民生证券研究院预测

投资建议：我们预计公司 2023-2025 年将实现营收 9.49/16.13/27.42 亿美元，归母净利润 0.50/1.10/1.87 亿美元，对应 PE 46/21/12 倍 PE，公司为摄像头模组稀缺标的，且不断布局 AR/VR、激光雷达领域，竞争优势较强，首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示：下游需求不及预期、扩产不及预期、客户拓展不及预期。

表34：高伟电子盈利预测与财务指标

项目/年度	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万美元）	1,116	949	1,613	2,742
增长率（%）	39.7	-15.0	70.0	70.0
归属母公司股东净利润（百万美元）	84	50	110	187
增长率（%）	69.3	-40.2	117.4	70.7
每股收益（美元）	0.10	0.06	0.13	0.22
PE（现价）	27	46	21	12
PB	6.4	5.6	4.4	3.2

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2023 年 11 月 8 日收盘价，采用 2023 年 11 月 2 日汇率，1 HKD = 0.1393USD，1HKD=0.9179CNY）

5.8 国光电器：国内声学龙头，AI+VR/AR 踏浪前行

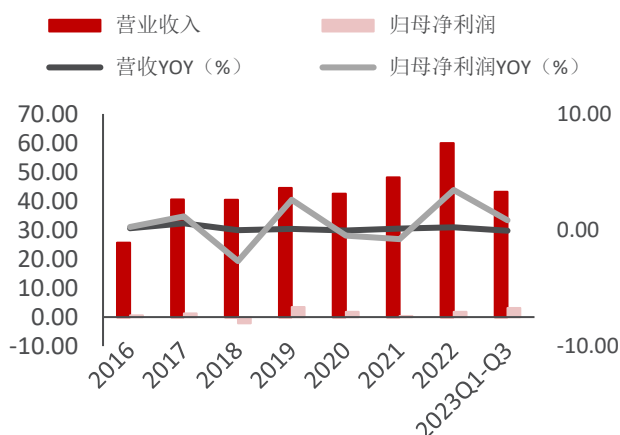
国光电器深度与百度合作，Chat GPT 为人机交互带来革命性升级。公司主营业务主要是音响电声类业务及锂电池业务，绑定哈曼/百度/亚马逊/罗技等全球龙头公司，主要产品包括扬声器、蓝牙音箱、智能音箱、汽车音箱、电脑周边音响、Wi-Fi 音箱、soundbar 产品、耳机等，应用于 VR/AR、手机、PC、汽车等领域。2023 年 3 月 3 日，公司发布 2023 年度向特定对象发行股票预案，募集资金总额不超过 13.84 亿元，其中 4.1 亿元用于新型音响智能制造升级项目。

图115：国光电器下游产品布局

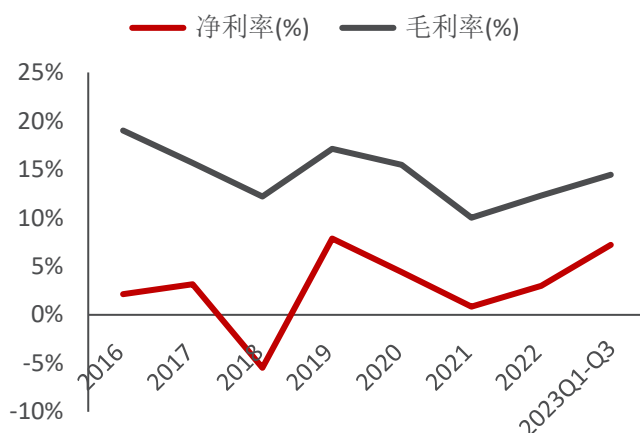


资料来源：国光电器公司公告，民生证券研究院

全年业绩高增，AI+智能音箱、XR、车载弹性可期。22年实现营收 59.94 亿，YOY+24%；实现归母净利 1.79 亿，YOY+345%。22 年毛利率 12.3%，YOY +2.3 pct；22Q4 毛利率 15.6%，YOY +11.12pct。其中，音箱及扬声器业务收入 52.45 亿元，YOY 24%，营收占比 88%，为公司核心收入来源；电池业务收入 3.75 亿元，YOY 14%，营收占比 6%。23Q1-Q3 公司实现营收 43.24 亿元，YOY-6.03%；实现归母净利润 3.12 亿元，YOY+83.91%，盈利能力持续提升。

图116: 国光电器营收利润情况 (亿元)


资料来源: WIND, 民生证券研究院

图117: 国光电器利润情况 (%)


资料来源: WIND, 民生证券研究院

绑定头部客户, VR/AR 业务稳步发展。公司与国内外主要头部 VR 企业深度绑定, 有多个在研项目、量产项目, 目前已成为国内外主要头部 VR 企业声学模组供应商, M 客户、P 客户等 VR 头部企业的产品稳定供货。公司已建成 VR 整机车间, 具备 VR 整机生产能力, 未来 AI 赋能下, XR 行业有望迎来新一轮成长。

投资建议: 我们预计公司 2023-2025 年将实现营收 63.60/72.26/86.48 亿元, 归母净利润 3.52/3.06/4.08 亿元, 对应现价 2023-2025 年 PE 为 21/24/18 倍, 我们看好公司智能音箱+AR/VR+汽车各业务成长性, 维持“推荐”评级。

风险提示: 消费电子需求下滑风险、汇率风险、原材料供应及价格波动风险。

表35: 国光电器盈利预测与财务指标

项目/年度	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入 (百万元)	5,994	6,360	7,226	8,648
增长率 (%)	24.5	6.1	13.6	19.7
归属母公司股东净利润 (百万元)	179	352	306	408
增长率 (%)	344.8	97.3	-13.2	33.5
每股收益 (元)	0.38	0.75	0.65	0.87
PE	41	21	24	18
PB	3.4	3.2	2.9	2.5

资料来源: Wind, 民生证券研究院预测; (注: 股价为 2023 年 11 月 8 日收盘价)

5.9 兆威机电：微型传动系统应用广泛，推出两大 VR 系

统齿轮箱

兆威机电主要从事微型传动系统的研发、生产和销售业务，同时积极对微型驱动系统研发和市场开拓进行布局。公司产品的运行原理是通过控制算法将指令传达至机械传动结构，将微型电机的动能转化为适配产品需要的运动模式，从而实现终端产品的有效运动控制。公司生产的微型传动和微型驱动系统可广泛用于汽车电子、智慧医疗、消费电子、工业装备、智能家居等领域。公司产品、业务布局呈现多元化和垂直一体化的特点，综合覆盖零组件、模组与系统组装。

表36：兆威机电主要产品

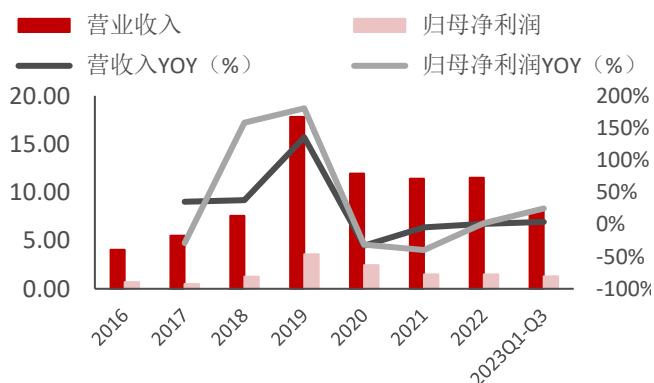
应用领域	产品名称	产品简介
汽车电子	车载运动屏驱动系统	公司车载运动屏幕驱动系统，利用紧凑的微型驱动结构设计和多种机构组合，可实现屏幕偏摆、翻转等多种运动控制。
	电动尾门推杆模组	公司汽车电动尾门齿轮箱模组，通过电机驱动行星传动减速，带动输出花键进行旋转运动，为螺杆输出扭矩，推动尾门撑杆做升降运动。
	汽车升降尾翼驱动系统	公司尾翼升降执行器，利用空间紧凑的蜗轮蜗杆传动，实现汽车尾自动翼升降调节。
	两轮车刹车系统(ABS)	公司两轮刹车系统，主要用于摩托车刹车系统之上，产品通过驱动马达带动齿轮箱转动，具有运行稳定、寿命长的特点。
	新能源充电枪锁止执行器	公司新能源充电枪锁止执行器，通过驱动结构，使充电枪充电插头稳定保持在插座或固定座的扣位内，实现锁定功能。
	隐藏式门把手执行器	公司隐藏门把手执行器采用结构紧凑的微型驱动设计，能够在兼具小体积的同时，输出较大推力，实现车辆门把手伸缩功能。
智慧医疗	汽车 EPB 驱动系统	公司汽车电子驻车制动系统执行器（MGU），通过电机提供动力，经传动机构将动力传至制动卡钳，进而实现驻车制动，产品具有体积小、大力矩、寿命长等特点
	微型胰岛素泵驱动系统	公司微型胰岛素泵驱动系统，通过微型电机带动齿轮箱输出转矩，进而控制丝杆螺母顶出，精准控制螺母伸出距离，实现胰岛素注射量控制，具有小体积、低噪音等特点。
	骨科手术创面清洗泵系统	公司该产品主要用于骨科手术对患者患处进行冲洗，该产品具有多级调节功能，可以根据医生和手术要求调节不同压力，选择合适流量输出。
消费电子	眼部护理驱动系统	公司眼部护理驱动系统，通过与客户端镜片磁铁相连接，控制滑块移动距离，帮助用户佩戴眼镜后，实现智能调焦，广泛用于眼部护理眼镜、视力矫正仪等产品。
	滑板车锁齿轮箱	公司该产品应用于电动滑板车锁、共享电动车锁等开合场景。其通过使用行星齿轮箱带动输出轴传动，具有输出扭矩大、体积小、平稳运行等特点。
	相机调焦执行器	公司相机调焦驱动系统，由直流空心杯电机+塑胶行星齿轮箱构成，其结构紧凑、占用空间小，质量轻。
工业装备	直角电机驱动系统	公司直角电机驱动系统适用于需要一定的自锁力及成本相对行星结构较低的产品。公司通过采用蜗杆斜齿轮结合高传动比的设计结构，使得产品结构轴向占用空间相对较小，从而满足小体积、高输出功率、低噪音、长寿命的需求。
	智能断路器驱动系统	公司该产品采用斜齿蜗杆多级驱动，调整自动重合闸的驱动结构，优化自动重合闸使用寿命和性能，实现断路器智能分合闸。
	滚筒电机	公司滚筒电机驱动系统由行星齿轮箱、电机、电控一体化集成，应用差速齿轮箱原理实现外管转动带动大负载传送带，具有结构紧凑、组装简单、节能、高效率、寿命长等特点。同时，其拥有多种直径、长度、功率组合，满足客户定制化搭配。

表36：兆威机电主要产品

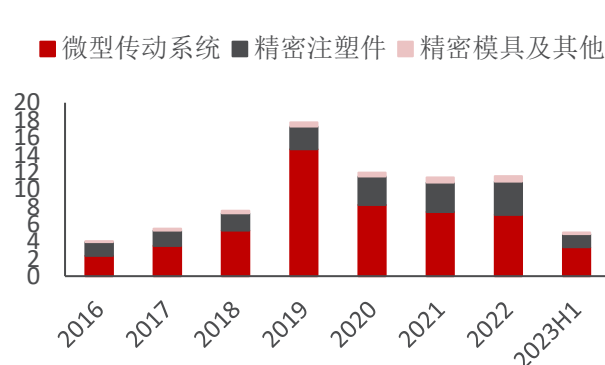
应用领域	产品名称	产品简介
智能家居	水阀执行器	公司水阀执行器集中电控、齿轮箱传动、驱动电机一体化设计，具备一定自锁力，具有体积小、耐高温、负载能力大、噪音小、成本低、寿命长等特点。
	扫地机驱动系统	公司扫地机主刷驱动系统通过对扫地机齿轮齿形的优化，具有噪音低、扭矩大等特点。为防止头发缠绕烧坏马达，本产品通过传动结构创新，提高了产品使用寿命。
	扫拖洗一体机器人驱动系统	公司洗地机驱动模组由直流电机和平行轴传动齿轮机构组成，控制清扫信号输入后，电机驱动主动齿轮与从动齿轮的啮合，传递运动和动力组，带动洗地机的滚筒进行清扫，实现高低速不同清洁模式。
	智能家居门锁控制系统	公司在锁芯系统植入蜗杆、直齿轮或行星齿轮传动模组，提高开锁的可靠性，提高开锁速度和门锁的安全性，锁芯使用寿命长。
	冰箱门开合驱动系统	公司冰箱门开合驱动系统（冰箱自动开门电机）结合距离感应器（红外线传感器等）可解决现有冰箱开关门不方便的弊端，通过网络控制、开关控制、语音控制控制驱动装置向门体传递驱动力可提升冰箱门稳定开合。
通信行业	5G 基站中的 RCU 模组	公司为客户提供的 RCU 模组中涵盖硬件及驱动模块设计的整套解决方案，配合客户的软件系统，可用来远程调节基站天线辐射信号的下倾角，进而调整网络覆盖位置及范围等。
	天馈系统微型传动模组	公司天馈传动模组通过调节移相器的相位而达到调节天线的信号覆盖范围。天线传动模组通过 1 组电机换挡和 1 组电机驱动，控制调节多端口的天线相位，调节其信号覆盖范围。

资料来源：兆威机电年报，民生证券研究院

公司 2016-2022 年营业收入从 4.06 亿元增长至 11.52 亿元，年均复合增长率为 18.97%，归母净利润从 0.69 亿元增长至 1.50 亿元，年均复合增长率为 13.76%。2023 年 Q1-Q3 营业收入为 8.13 亿元，归母净利润为 1.28 亿元。2021 年受全球芯片紧缺、国际原材料价格上涨及疫情持续 等因素影响，公司生产经营受到一定的影响，2022 年公司对产品结构进行战略转型，对于盈利能力有限的业务进行缩减，积极拓展具备潜力的新业务，因此 21 和 22 年的收入和利润较为稳定，并无较大增幅。

图118：兆威机电营收利润情况（亿元）


资料来源：WIND，民生证券研究院

图119：兆威机电分产品收入结构情况（亿元）


资料来源：WIND，民生证券研究院

在汽车领域，公司在早期便较早地便与全球汽车零部件龙头企业合作，在汽车智能化的大趋势下，公司的新客户与新产品将会逐步增加，预计该领域将成为公司未来主要收入增长驱动之一；在 XR 领域，公司新拓展 XR 瞳距调节下游应用，卡位下游龙头客户，未来有望随着下游终端出货量持续增长，收入迎来快速

增长；在医疗领域，公司提前布局推出了多类产品，例如医用医疗设备核心电子器件等，预计会有一定的增长空间。

分业务收入预测：

微型传动系统：公司生产微型传动和微型驱动系统可广泛用于汽车电子、智慧医疗、消费电子、工业装备、智能家居等领域。

1) 通信设备领域：微型传动系统在通信设备行业主要应用于 4G 和 5G 通信基站电调系统，我国与全球 4G 网络的持续建设与 5G 网络的商用进程，将为微型传动系统在通信设备行业的应用提供更为广阔的市场空间。

2) 消费电子 (VR/AR) 领域：公司作为微型传动系统龙头，具备向头显厂商规模化供应电驱 IPD 调节系统的能力，预计有望率先打入苹果 MR 等大客户供应链，叠加苹果产品利润较高，该业务明年有望提供全新增量。

3) 汽车电子领域：公司成功布局汽车电子行业，紧握汽车电动化、智能化带来的新机遇，重点布局新兴的、增量的、技术要求较高的应用，提供车载运动屏幕、汽车隐藏门把手的精密零件、传动齿轮箱、微型驱动产品。根据乘联会数据，23 年 9 月份国内新能源渗透率已超 37%，未来有望持续提升，公司汽车电子业务也将乘智能化之风。

4) 医疗领域：公司处在医疗行业上游，公司吻合器、微量泵等产品得到推广使用；提供的吻合器、胰岛素泵等解决方案，解决了低噪音、精密计量、高可靠性要求等难题。根据弗若斯特沙利文数据，中国 2019 年数字医疗服务市场的市场规模为 232 亿元，2030 年预计增至 7395 亿元，CAGR 为 37.0%。该市场潜力广阔，公司产品大有可为。

5) 智能家居领域：随着信息技术快速发展、5G 加速商用、年轻消费群体的消费需求不断升级，全球和国内智能家居行业迎来快速发展期，根据艾瑞咨询测算，2022 年中国智能家居市场规模为 4517 亿元，25 年接近翻倍，为 9523 亿元。公司推动“全屋智能”的实现，该业务营收将持续受益于行业的增长。

考虑到新能源车渗透率不断提升，数字医疗服务市场增速保持较高水平，其他各领域均有不同增量贡献，我们预计 2023-2025 年微型传动系统业务收入分别实现 35/35/30% 增长。毛利率方面，由于公司继续加大智能家居行业洞察、深度挖掘市场，我们预计未来三年毛利率水平稳健，2023-2025 年毛利率分别为 26.00/26.00/26.00%。

精密注塑件：公司成立之初主要从事精密注塑件的生产制造，主要产品包括精密齿轮部件与电机部件，根据公司公告，公司使用 IPO 募集资金开展“松岗生产基地技改升级项目”，建成达产后可新增微型传动系统年产能 3918 万件及精密注塑件年产能 18000 万件。我们预计 2023-2025 年精密注塑件收入实现 37/40/60% 的稳健增长。毛利率方面，我们预计在公司基本策略不变的前提下，

伴随市场供需关系逐步缓和以及客户粘性的增强，我们预计未来三年毛利率水平稳健，2023-2025 年毛利率分别为 40.00/40.00/40.00%。

精密模具及其他：该部分占营业收入比重较低，预期业务增速稳定。精密模具主要为配合微型传动系统和精密注塑件的生产制造，考虑到微型传动系统和精密注塑件业务均保持不错的增速，我们预计 2023-2025 年实现收入 20/20/20% 增长，并且微型驱动领域实现垂直延伸突破、驱动控制技术进一步提高、核心竞争力获得长足发展，因此毛利率水平保持稳健提升，2023-2025 年分别为 19.00/19.50/20.00%。

表37：兆威机电分业务收入预测（百万元）

		2021	2022	2023E	2024E	2025E
合计	营收	1,140.00	1,152.46	1455.27	1937.14	2841.70
	YOY	-4.61%	1.09%	26.28%	33.11%	46.70%
	毛利率	29.73%	29.76%	30.71%	31.00%	31.54%
	毛利	338.96	342.92	446.87	600.58	896.37
微型传动系统	营收	739.3	707.85	856.50	1113.45	1558.83
	YOY	-9.94%	-4.25%	21.00%	30.00%	40.00%
	毛利率	26.89%	26.02%	26.00%	26.00%	26.00%
	毛利	198.79	184.2	222.69	289.50	405.30
精密注塑件	营收	341.55	383.79	525.79	736.11	1177.77
	YOY	4.39%	12.37%	37.00%	40.00%	60.00%
	毛利率	36.59%	38.43%	40.00%	40.00%	40.00%
	毛利	124.96	147.50	210.32	294.44	471.11
精密模具及其他	营收	59.15	60.82	72.98	87.58	105.10
	YOY	25.77%	2.82%	20.00%	20.00%	20.00%
	毛利率	25.73%	18.46%	19.00%	19.50%	20.00%
	毛利	15.22	11.23	13.87	17.08	21.02

资料来源：Wind，民生证券研究院预测

投资建议：我们预计兆威机电 2023-2025 年将实现营收 14.55/19.37/28.42 亿元，归母净利润 2.03/2.69/3.98 亿元，对应现价 2023-2025 年 PE 为 67/51/34 倍，我们看好公司平台化发展和各业务成长性，首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示：原材料价格波动；下游需求及研发进度不及预期；产能投放不及预期。

表38：兆威机电盈利预测与财务指标

项目/年度	2022A	2023H	2024E	2025E
营业收入（百万元）	1,152	1,455	1,937	2,842
增长率（%）	1.1	26.3	33.1	46.7
归属母公司股东净利润（百万元）	150	203	269	398
增长率（%）	2.0	35.0	32.4	48.1
每股收益（元）	0.88	1.19	1.57	2.33
PE	91	67	51	34
PB	4.6	4.4	4.1	3.7

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2023 年 11 月 8 日收盘价）

5.10 华兴源创：Micro OLED 检测设备核心供应商

华兴源创为业内领先的工业自动化测试设备与整线系统解决方案的提供商，主要产品为平板显示检测设备、半导体测试设备及可穿戴产品的组装及检测设备，应用于 LCD 与 OLED 平板显示及微显示、半导体、汽车、消费电子等行业。公司在各类数字、模拟、射频等高速、高频、高精度信号板卡、基于平板显示检测的机器视觉图像算法，以及配套各类高精度自动化与精密连接组件的设计制造能力等方面具备较强的竞争优势和自主创新能力。

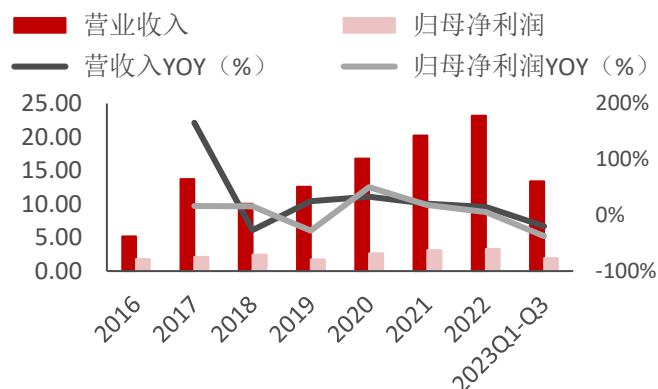
图120：公司主要产品 Micro-OLED 展示



资料来源：华兴源创官网，民生证券研究院

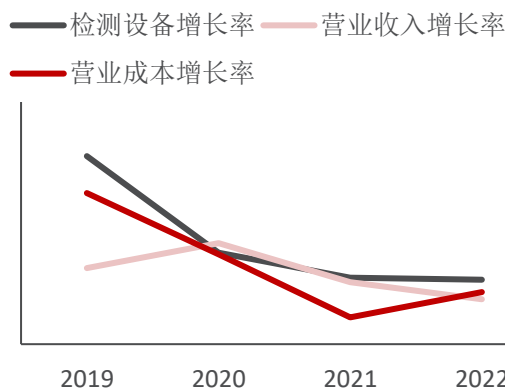
得益于公司检测设备的强势表现，华兴源创近年收入规模维持稳健增长态势。2017-2022 年营业收入由 5.16 亿元增至 23.33 亿元，年均复合增速为 10.21%，2023Q1-Q3 营业收入为 13.38 亿元，同比下滑 19.84%。公司的检测设备业务为公司的第一大业务，2019-2022 年增长率分别为 62.11%、30.16%、21.99%和 21.29%，占到公司收入的 67-69%。

图121：华兴源创营收利润情况（亿元）



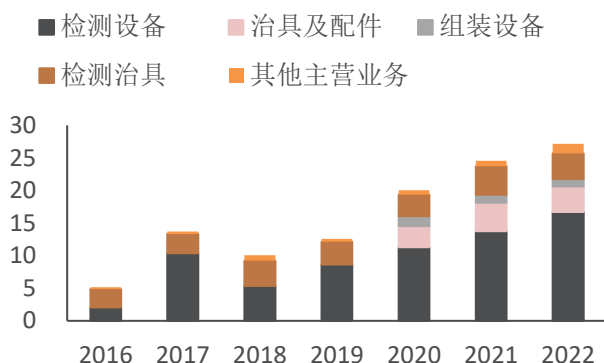
资料来源：WIND，民生证券研究院

图122：华兴源创营收成本及检测设备增长率（%）



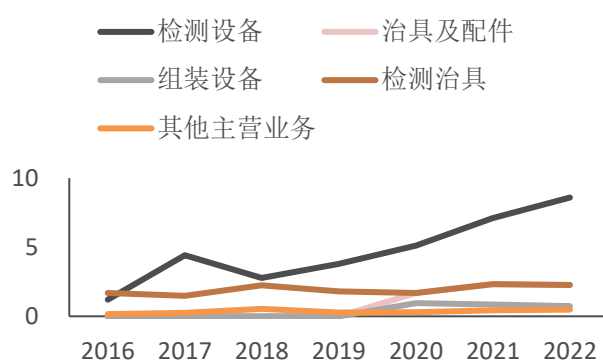
资料来源：WIND，民生证券研究院

图123：华兴源创分产品收入结构情况（亿元）



资料来源：WIND，民生证券研究院

图124：华兴源创分产品毛利率情况



资料来源：WIND，民生证券研究院

公司紧跟面板显示技术迭代，Mini LED、Micro-LED 及 Micro-OLED 等新一代显示检测技术储备不断升级，Micro-OLED 系列检测设备在报告期内获得终端客户试做线订单，是终端客户在 Micro-OLED 系列产品检测设备领域的唯一供应商，在技术和市场两个维度保持行业领先水平。公司不仅实现了第一业务板块平板检测业务持续保持领先，随着半导体检测业务包括测试机、分选机、AOI 缺陷检测设备在内的多个标准设备的陆续进入量产及智能穿戴组装和检测业务的稳步增长，已经初步形成平板、半导体、智能穿戴三大主营业务板块支撑公司发展的良好格局，另外随着新能源车检测业务顺利获得了美国以及国内多家造车新势力新能源汽车企业的认可，有望在未来几年内逐渐发展成支撑公司可持续发展的业务第四极。

分业务收入预测：

检测设备：公司检测设备主要用于平板显示检测行业、集成电路测试设备行业、可穿戴电子产品智能装备行业、新能源车测试设备行业。检测设备为公司重点布局业务板块。

1) 平板显示检测行业：近年来，受益于消费电子行业需求增长、日本和韩国面板厂商逐步退出 LCD 市场和以京东方为代表的国产面板厂商持续加强对高世代线投入影响，国内显示面板市场规模快速增加。下游消费需求升级及技术进步影响，平板显示行业正处于从 LCD 到 OLED 及 Mini/Micro-LED 快速迭代发展阶段，根据 DSCC 数据，2023 年全球 Micro OLED 市场规模超过 13 亿美元，24 年有望翻番，超 26 亿美元。带动硅基 oled 的显示检测设备的需求快速增长。

2) 集成电路测试设备行业：公司是同时自主研发 ATE 架构 SOC 测试机和 PXIE 架构射频和系统模块测试机的企业。自主研发的 PXIE 架构测试机、射频检测系统等在核心性能指标上具有较强竞争力，同时具备较高的性价比。未来有望逐步提升国产化替代的速度。

3) 可穿戴电子产品智能装备行业：2022 年我国可穿戴设备市场出货量增长势头强劲，同时 AR 眼镜的长期增势明显，成为可穿戴设备市场又一主力。公司

通过收购欧立通成功切入苹果产业链生态系统，未来随着 MR 等产品迅速落地，预计迎来业绩增长。

4) 新能源车测试设备行业：公司为国内知名客户提供首条 PMU 工艺制程产线，实现了业务上的突破；在动力电池领域，为国内知名客户提供了高价值 BMS 测试产线。此外，公司积极开拓海外市场，在热管理、车载芯片、高压模块和 ICT 测试等领域深入布局北美墨西哥市场。23 年 9 月份国内新能源渗透率已超 37%，未来有望持续提升，公司新能源车业务也将乘智能化之风。

考虑到新能源车渗透率不断提升，Micro OLED 行业快速渗透，其他各领域均有不同增量贡献，我们预计 2023-2025 年公司检测设备业务收入分别实现 25/26/26% 的稳健增长。毛利率方面，我们预计未来三年毛利率水平保持稳定，2023-2025 年毛利率分别为 53/53/53%。

治具及配件：2022 年中国测试治具行业市场规模同比增长 19.8%，公司的治具及配件主要根据客户的不同需求而定制，具有非标准化的特点，我们认为伴随着公司研发和技术储备完善，未来两年增速有望高于行业平均增速，预计 2023-2025 年治具及配件收入实现 8.6/32.6/30.3% 的快速增长。毛利率方面，预计该业务在 2023-2025 年毛利率分别为 58/57/57%。

组装设备：该部分占营业收入比重较低，主要为大型客户大型订单，用户粘性较强，后续预期伴随客户验证通过后实现正增长。预计 2023-2025 年实现收入 5/5/5% 增长，毛利率水平预期保持稳定，2023-2025 年分别为 33/34.5/35%。

其他业务：该部分占营业收入比重较低，以服务类为主，预期业务增速稳定。预计 2023-2025 年实现收入 5/5/5% 增长，毛利率水平处于高位且预期保持稳健提升 2023-2025 年分别为 33/34/35%。

表39：华兴源创分业务收入预测（百万元）

		2021	2022	2023E	2024E	2025E
合计	营收	2,020.21	2,319.99	2784.00	3480.00	4350.00
	YOY	20.43%	14.84%	20.00%	25.00%	25.00%
	毛利率	53.04%	52.08%	51.87%	51.76%	52.46%
	毛利	1,071.55	1,208.27	1,443.99	1,801.19	2,282.01
检测设备	营收	1,376.55	1,669.63	2087.04	2629.67	3313.38
	YOY	21.99%	21.29%	25.00%	26.00%	26.00%
	毛利率	51.64%	51.48%	53.00%	53.00%	53.00%
	毛利	710.90	859.57	1,106.13	1,380.58	1,756.09
治具及配件	营收	438.35	395.24	429.15	569.13	741.36
	YOY	34.37%	-9.83%	8.58%	32.62%	30.26%
	毛利率	53.05%	57.58%	58.00%	57.00%	57.00%
	毛利	232.56	227.56	248.91	324.40	422.57
组装设备	营收	120.53	110.05	115.55	121.33	127.40
	YOY	-21.11%	-8.69%	5.00%	5.00%	5.00%

其他业务	毛利率	29.01%	33.07%	34.00%	34.50%	35.00%
	毛利	34.96	36.39	38.71	41.86	44.59
	营收	84.74	145.01	152.26	159.87	167.87
	YOY	21.21%	71.12%	5.00%	5.00%	5.00%
	毛利率	50.13%	32.70%	33.00%	34.00%	35.00%
	毛利	42.48	47.42	50.25	54.36	58.75

资料来源：Wind，民生证券研究院预测

投资建议：我们预计华兴源创 2023-2025 年将实现营收 27.84/34.80/43.50 亿元，归母净利润 4.14/5.42/7.57 亿元，对应现价 2023-2025 年 PE 为 34/26/19 倍，我们看好公司平台化发展和各业务成长性，首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示：客户集中度较高；主要原材料波动；行业竞争加剧；全球经济周期性波动和贸易政策、贸易摩擦。

表40：华兴源创盈利预测与财务指标

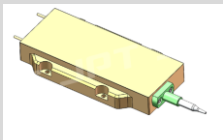
项目/年度	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	2,320	2,784	3,480	4,350
增长率（%）	14.8	20.0	25.0	25.0
归属母公司股东净利润（百万元）	331	414	542	757
增长率（%）	5.4	25.2	30.8	39.7
每股收益（元）	0.75	0.94	1.23	1.71
PE	43	34	26	19
PB	3.7	3.5	3.1	2.8

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2023 年 11 月 8 日收盘价）

5.11 杰普特：基本盘改善，MR 等打开第二成长曲线

公司主要从事激光器以及主要用于集成电路和半导体光电相关器件精密检测及微加工的智能装备，主要产品包括激光器、激光/光学智能装备和光纤器件。其中，公司的激光器产品包括脉冲光纤激光器、连续/准连续光纤激光器、固体激光器和半导体激光器；激光/光学智能装备包括被动元件、光学检测、激光设备和模组检测，广泛应用于激光精密加工、光谱检测、光学检测、消费电子产品制造、贴片元器件制造、光伏电池片制造等领域。

表41：公司主要产品 Micro-OLED 展示

激光器	激光/光学智能设备	光纤器件
脉冲光纤激光器	被动元件	
		
连续/准连续光纤激光器	光学检测	
		
固体激光器	激光设备	
		
半导体激光器	模组检测	
		

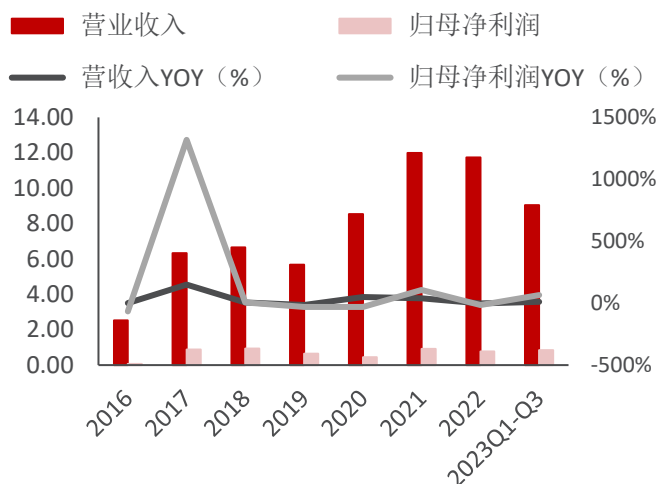
资料来源：杰普特官网，民生证券研究院

激光器与激光/光学智能装备业务稳定发展，使得杰普特的营收利润都要健康的增长。2020-2022 年，公司营业收入分别为 8.54 亿元、11.99 亿元和 11.73 亿元，2023Q1-Q3 营业收入为 9.04 亿元，比去年同期增长 12.10%。

22 年受疫情影响收入、业绩短期承压。2022 年公司营收、归母净利润分别为 11.73、0.77 亿元，分别同比下滑 2.17%、15.99%；主要系公司受下游消费电子行业需求疲软以及供应链不稳定影响，发展速度有所减缓，以及公司实施战

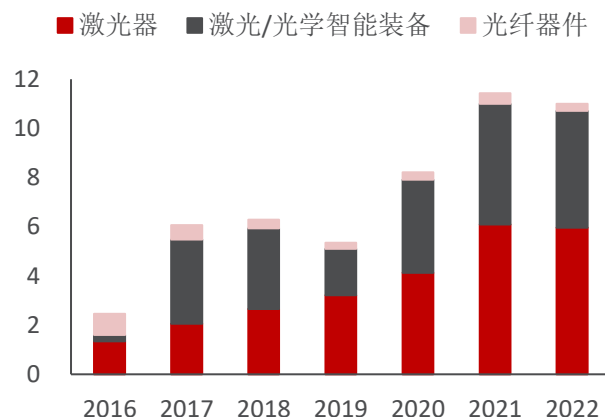
略收缩，缩减低毛利连续光激光器的销售规模。

图125：杰普特营收利润情况（亿元）



资料来源：WIND，民生证券研究院

图126：杰普特分产品收入结构情况（亿元）



资料来源：WIND，民生证券研究院

在激光器业务方面，公司是首家实现 MOPA 脉冲激光器量化的国内企业，并于 21 年推出了新 MOPA 脉冲激光器 M8 系列产品，首次使用光纤激光器实现玻璃钻孔应用，进一步降低激光加工玻璃制品的成本；22 年为动力电池行业客户定向研发用于电池极片切割的 MOPA 脉冲激光器，率先实现了动力电池行业脉冲激光器的国产替代。

在激光/光学智能装备方面，公司应用在被动元件领域的激光调阻机系统利用了公司自行研制的 MOPA 脉冲光纤激光器，其脉宽可调的功能使得激光调阻机可以兼容不同型别的厚膜电阻、薄膜电阻、超高阻值电阻、超低阻值电阻等，从而更加灵活高效地服务客户。2022 年公司在被动元器件拓展的电感绕线设备、六面检测机、测包机等产品都在客户现场取得较高的客户评价。公司的 VCSEL 激光模组检测系统中利用了自行研发的 VCSEL 驱动电路以及脉冲测试电路模块，在测试效率方面更具竞争优势。

分业务收入预测：

1) 激光器：公司的激光器产品包括脉冲光纤激光器、连续光纤激光器、固体激光器和超快激光器等。公司自主研发的 MOPA 脉冲光纤激光器填补了国内该领域的技术空白。2023 年，公司进一步取得行业头部客户对公司产品技术、稳定性、加工效率的信任。在客户新一轮关于锂电高速示范生产线激光器采购中，公司产品大比例替代进口激光器。根据《2022 中国激光产业发展报告》数据，中国光纤激光器市场规模 2017 年为 72 亿元，预计 2026 年有望达到 394.73 亿元，CAGR 为 28%左右，我们预计 2023-2025 年激光器业务收入分别实现 5.00/10.00/10.00%的稳健增长。毛利率方面，我们预计未来三年毛利率水平稳健，2023-2025 年毛利率分别为 30.00/30.50/31.00%。

2) 激光/光学智能装备：公司激光/光学智能装备产品广泛应用于激光精密加工、光谱检测、光学检测、消费电子产品制造、贴片元器件制造、光伏电池片制造等领域。

锂电、光伏领域：公司于 2021 年开始布局锂电、光伏领域，在行业主流客户中获得一些突破。2022 年，公司提供的锂电激光加工解决方案在行业头部客户现场验证效果良好，取得批量订单。根据中商情报网数据，2022 年中国锂电池出货 655GWh，同比+100%；预计 23 年将超过 1TWh。此外，我国光伏新增装机量一直居全球首位，2021 年我国光伏新增装机量为 54.88GW，预计 2023 年将达 81.6GW。同时，公司可为客户提供用于光伏钙钛矿领域的激光模切设备。

光学检测：公司 XR 检测设备主要用于 XR 产品光学校准，能够进一步降低 XR 产品的成像畸变，有效减轻佩戴 VR/AR 设备时产生的眩晕感，增加长时间使用舒适度。该产品于 2022 年获得消费电子行业头部客户的订单，且 23 年陆续完成订单产品交付验收。随着 XR 产品的不断普及，XR 检测设备将会有更多的市场空间。

被动元器件：公司在被动元件领域的激光调阻机系统，主要利用了公司自行研制的 MOPA 脉冲光纤激光器，其脉宽可调的功能使得激光调阻机可以兼容不同类型的厚膜电阻、薄膜电阻、超高阻值电阻、超低阻值电阻等。此外公司根据被动元器件行业客户需求，定向研发了电感绕线机、电感剥漆机、六面检测机与测包机等自动化设备，均已获得行业客户认可。2023 年上半年公司成功研发电容测试分选机样机，未来将持续在被动元器件行业完善产品布局，实现更多自动化加工、检测设备的国产替代。

因此，我们预计 2023-2025 年激光/光学智能装备收入实现 40.00/60.00/50.00%的稳健增长。毛利率方面，我们预计伴随市场供需关系逐步缓和，该业务在 2023-2025 年毛利率分别为 42.01/42.06/43.00%。

3) 光纤器件：该部分占营业收入比重较低，公司结合客户订单需求和库存情况进行生产，并批量供货。根据《2022 中国激光产业发展报告》数据，中国光纤激光器市场规模 2017 年为 72 亿元，预计 2026 年有望达到 394.73 亿元，CAGR 为 28%左右。作为激光器中核心元器件，我们预计该业务 2023-2025 年实现收入 20.00/20.00/20.00%增长，毛利率预期保持稳健 2023-2025 年分别为 28.00/28.00/28.00%。

4) 其他业务：该部分占营业收入比重较低，预期增速稳定。我们预计 2023-2025 年实现收入 5/5/5%增长，毛利率水平处于高位且预期保持稳健，2023-2025 年分别为 50.00/51.00/51.00%。

表42：杰普特盈利预测（百万元）

		2021	2022	2023E	2024E	2025E
合计	营收	1,199.38	1,173.31	1,402.04	1,874.16	2,487.04
	YOY	40.50%	-2.17%	19.49%	33.67%	32.70%
	毛利率	33.42%	35.63%	36.74%	37.89%	39.32%
	毛利	755.99	753.27	515.16	710.11	977.91
激光器	营收	609.41	596.08	625.88	688.47	757.32
	YOY	47.86%	-2.19%	5.00%	10.00%	10.00%
	毛利率	27.24%	29.53%	30.00%	30.50%	31.00%
	毛利	166.02	176.04	187.77	209.98	234.77
激光/光学智能装备	营收	490.46	474.75	664.65	1,063.44	1,595.16
	YOY	29.29%	-3.20%	40.00%	60.00%	50.00%
	毛利率	42.01%	41.71%	42.01%	42.06%	43.00%
	毛利	206.05	198.02	279.22	447.28	685.92
光纤器件	营收	42.73	28.69	34.43	41.31	49.58
	YOY	41.07%	-32.86%	20.00%	20.00%	20.00%
	毛利率	32.23%	27.29%	28.00%	28.00%	28.00%
	毛利	13.77	7.83	9.64	11.57	13.88
其他业务	营收	56.6	73.41	77.081	80.935	84.981
	YOY	78.10%	29.70%	5.00%	5.00%	5.00%
	毛利率	57.39%	48.90%	50.00%	51.00%	51.00%
	毛利	32.48	35.9	38.54	41.28	43.34

资料来源：Wind，民生证券研究院预测

投资建议：我们预计杰普特 2023-2025 年将实现营收 14.02/18.74/24.87 亿元，归母净利润 1.45/2.26/3.38 亿元，对应现价 2023-2025 年 PE 为 53/34/23 倍，首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示：新能源业务拓展不及预期；主要原材料波动；客户集中度较高和激光/光学智能装备业务存在大客户依赖的风险；全球经济周期性波动和贸易政策、贸易摩擦。

表43：杰普特盈利预测与财务指标

项目/年度	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	1,173	1,402	1,874	2,487
增长率（%）	-2.2	19.5	33.7	32.7
归属母公司股东净利润（百万元）	77	145	226	338
增长率（%）	-16.0	89.5	55.7	49.5
每股收益（元）	0.81	1.53	2.38	3.56
PE	101	53	34	23
PB	4.2	3.9	3.6	3.2

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2023 年 11 月 8 日收盘价）

5.12 智立方：自动化设备供应龙头，持续深耕大客户

智立方专注于工业自动化设备的研发、生产、销售及相关技术服务，主要产品包括工业自动化设备、自动化设备配件及相关技术服务，其中自动化测试设备为公司的核心业务。主要应用于消费电子、雾化电子、半导体、工业电子、汽车电子等领域客户产品的光学、电学、力学等功能测试环节，以及产品的组装环节，帮助客户实现生产线的半自动化和全自动化，提高生产效率和产品良品率。

公司与下游多家知名企业保持长期合作，包括苹果、Juul Labs, Inc.、Meta、Carnival Corporation&plc、思摩尔国际等，以及歌尔股份、鸿海集团、立讯精密、舜宇集团、捷普集团、广达集团、普瑞姆集团等全球知名电子产品智能制造商。

表44：智立方主要产品类别

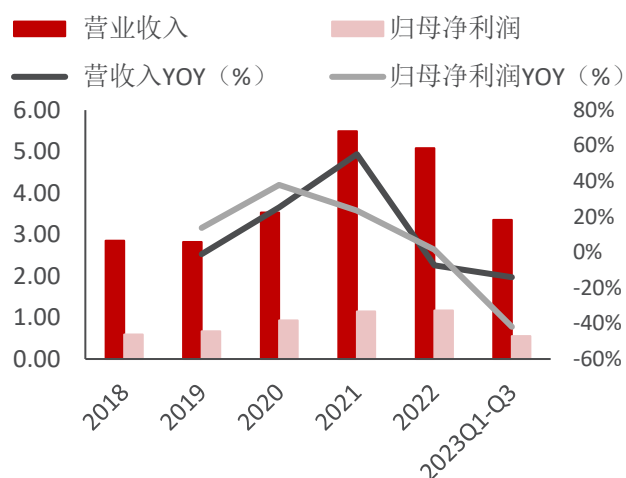
一级分类	二级分类	产品类别
工业自动化设备	新制自动化设备	自动化测试设备（光学测试设备、电学测试设备、力学测试设备及其他设备）、自动化组装设备
	改制自动化设备	改制测试设备、改制组装设备
设备配件	设备配件	测试夹治具、组装夹治具、配件、组件
技术服务	技术服务	现场运维支持、定期检查、维护保养、项目管理等服务

资料来源：智立方官网，民生证券研究院

工业自动化设备为智立方的核心业务，公司的新制自动化组装设备应用范围除了传统的消费电子领域外，还逐步扩展至半导体、电子烟以及工业电子等领域。已具备一定生产规模和技术积累的自动化组装业务，将作为公司的未来业务增长点，为公司带来更高的收入规模。2020-2022 年，公司营业收入分别为 3.53 亿元、5.49 亿元和 5.08 亿元。2023Q1-Q3 营业收入为 3.35 亿元，同比下降 14.00%。其中，工业自动化设备每年占营业收入的比例均超过 79%，且收入的占比呈快速上升的趋势。

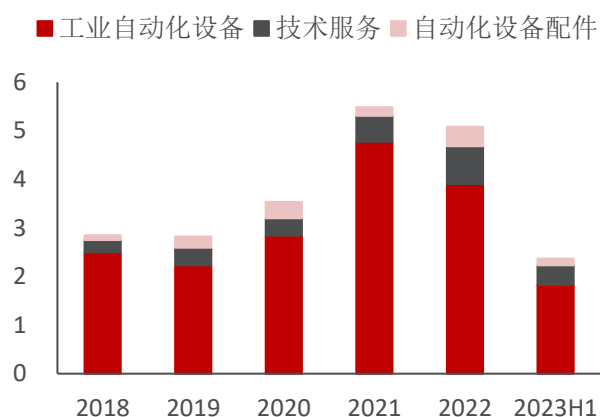
智立方自成为苹果公司的合格供应商以来，通过持续的订单销售与其形成了长期的合作关系。苹果公司是全球消费电子产品领域的领导者及创新者，在全球范围内具有广大的市场；随着公司与苹果公司的合作深度及广度的扩大，公司来源于苹果公司及其产业链的收入占比也维持在较高水平，同时，公司也成为苹果公司设备的供应龙头。

图127：智立方营收利润情况（亿元）



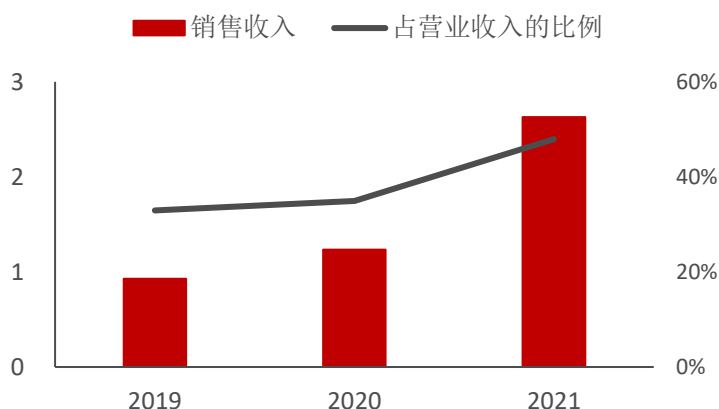
资料来源：WIND，民生证券研究院

图128：智立方分产品收入结构情况（亿元）



资料来源：WIND，民生证券研究院

图129：苹果公司为智立方的第一大客户（亿元）



资料来源：WIND，民生证券研究院

5.13 荣旗科技：具备智能眼镜领域治具、检测和组装备

备完整产品阵列

荣旗科技主要从事智能装备的研发、设计、生产、销售及技术服务,重点面向智能制造中检测和组装工序提供自主研发的智能检测、组装备,能够为客户提供从单功能装备到成套生产线的智能装备整体解决方案;并且能够为客户提供持续的智能装备改造升级服务,实现产线柔性生产和功能、流程的持续优化。

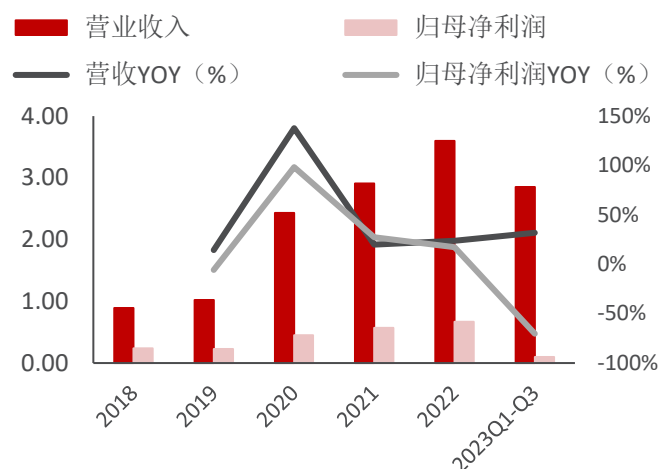
公司核心产品智能检测装备,主要服务领域为消费电子与新能源动力电池两大领域。在消费电子领域主要服务的客户系苹果、亚马逊、Meta 及其相关的大 EMS 厂商。在新能源领域主要服务的客户系宁德时代及其上游供应商。

表45：荣旗科技主要产品类别

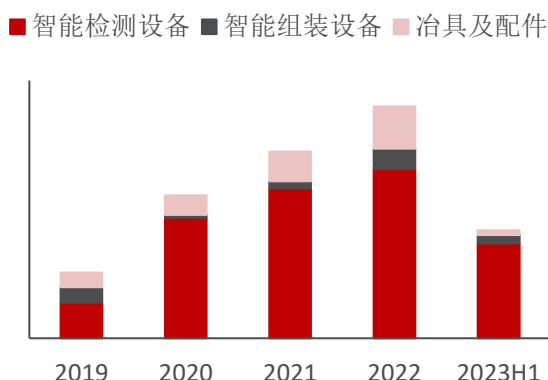
主要产品类别		具体介绍	产品名称
智能检测装备	视觉检测装备	公司的视觉检测装备可通过传感器对待检产品进行逐步扫描采集数据,并将采集到的数据传输进计算机预置软件中,进行数字化成型处理得到待检产品的尺寸及外观信息,并与允许公差范围进行比对,计算出被检测产品和理想产品之间的偏差,反馈出待检产品的外观缺陷。	2D 和 3D 尺寸检测设备、外观检测设备、焊锡 2D 尺寸+外观检测设备、MIM 件全自动智能光学多维尺寸量测设备
	功能检测装备	公司功能检测装备主要应用于检测各类电子产品功能、性能指标,包括电阻电容及电感检测、磁力检测、信号检测、耐压检测和拉拔力检测等。	磁性材料功能检测设备、无线充电模组电性能智能测试设备、磁力测试设备
	视觉功能检测一体化装备	公司推出的机器视觉和功能检测“双位一体”的产品,突破了机器视觉检测和功能检测难以集成于一台设备中的技术难点,其核心技术降低金属和电子材料对电性能测试的影响,克服了机器视觉检测和功能检测互相干扰的难点,攻克了视觉检测对平面度要求高的问题。	智能多维度测量及功能检测装备、智能尺寸+外观+功能检测设备、
智能组装备		在智能组装领域,公司开发的高精密对位组装备主要应用于精密消费电子零部件的组装。公司的智能组装备还具有对待组物料进行实时在线筛选的功能。在生产过程中,智能组装备使用机器视觉技术对待组物料进行智能识别,保证产品品质、避免不必要停机停线,实现无人化生产。	环形光学胶组装备、电池组装备线
治具及配件		公司面向客户提供可与智能装备配套使用的各类治具及装备的配件。和生产设备相比,治具及配件相对易耗,更新速度较快,且治具的规格与待测产品规格有高度关联性。公司面向市场提供的治具类产品主要包括检测和组装备,可广泛应用于测试待检品的电压、电流、功率、频率等参数,也可用于生产过程中的辅助压合、定位、锁紧等步骤。	组装备治具、检测治具

资料来源：荣旗科技招股说明书，民生证券研究院

公司 2018-2022 年营业收入从 0.89 亿元增长至 3.60 亿元,年均复合增长率为 41.70%,归母净利润从 0.24 亿元增长至 0.67 亿元,年均复合增长率为 29.30%。2023Q1-Q3 营业收入 2.85 亿元,同比上升 31.96%。公司智能装备可以根据功能进一步划分为智能检测装备和智能组装备。2020 至 2023 年上半年,智能检测装备是主营业务收入的主要来源,占主营业务收入的平均比例为 72.91%;同时随着研发成果逐步转化,公司基于深度学习的外观检测装备和功能检测装备的销售收入稳步增长,日益成为收入的重要源泉。

图130：荣旗科技营收及归母净利润情况


资料来源：招股说明书，民生证券研究院

图131：荣旗科技分产品收入结构情况（亿元）


资料来源：招股说明书，民生证券研究院

智能眼镜领域：公司在智能眼镜领域形成了治具、检测装备和组装装备的完整产品阵列，并服务于消费电子行业中的多家知名企业，结合 AR/VR 细分行业高速发展这一行业趋势，智能眼镜装备有望成为公司在消费电子领域又一个具备先发优势的细分深耕领域。

未来 2-3 年公司以消费电子和新能源这两大领域为主，目前消费电子领域无线充电、智能眼镜、VCM 都是公司相对比较有先发优势的细分领域，且 AI 外观缺陷检也会在 3C 领域带来一些全新的应用场景。新能源领域 AI 质检刚刚开始，行业市场空间比较大。

分业务收入预测：

1) 智能检测装备：公司核心产品为智能检测装备，主要服务领域为消费电子与新能源动力电池两大领域。

智能眼镜领域：公司 2016 年成为亚马逊合格供应商，主要产品贯穿了亚马逊智能眼镜的第一代产品和第二代产品。2019 年，公司向消费电子又一知名企业提供用于镜片外观和光学性能的检测装备。

动力电池领域：公司瞄准快速发展的动力电池检测业务，结合自身在视觉检测方面的技术优势，重点针对电池制造的中段环节，成功开发了多款智能检测装备。截至 2022 年 8 月末，公司在动力电池领域已经取得 6103.12 万元订单。

鉴于现已有多个 AI 智能检测量产项目落地，并得到了客户的一致认可。我们预计 2023-2025 年智能检测装备业务收入分别实现 35/45/50% 的稳步增长。毛利率方面，我们预计未来三年毛利率水平稳健，2023-2025 年毛利率分别为 42/43/43%。

2) 智能组装装备：智能组装领域，公司开发的高精密对位组装装备主要应用于精密消费电子零部件的组装。2022 年，公司取得 Facebook 正式供应商资

格，并收到 Facebook 订单，系为其 VR 眼镜产品开发的智能组装备，目前装备正在进行联线调试。智能组装备业务占营业收入比重较低，但公司将机器视觉技术应用于组装备中，并使用公司自主研发的软件算法保证对位精度，配合精密机械及运动控制技术，助力客户完成高精密的产品装配。因此，我们预计 2023-2025 年智能组装备收入实现 10/15/20% 的平稳增长。毛利率方面，我们预计伴随市场供需关系逐步缓和，该业务在 2023-2025 年毛利率分别为 45.0/45.5/46.0%。

3) 治具及配件：公司治具及配件的销售主要为配合智能装备使用的治具和配件等。治具及配件相对易耗，更新速度较快，且治具的规格与待测产品规格有高度关联性。随着公司装备的市场存量不断增长，与装备配套使用的治具及配件的销售收入也逐年增长。预计 2023-2025 年实现收入 30/30/30% 增长，毛利率水平保持稳健提升，2023-2025 年分别为 43/44/44%。

表46：荣旗科技分业务收入预测（百万元）

		2021	2022	2023E	2024E	2025E
合计	营收	290.68	359.67	426.49	610.73	905.08
	YOY	19.77%	23.73%	18.58%	43.20%	48.20%
	毛利率	45.31%	41.67%	42.15%	43.11%	43.11%
	毛利	131.70	149.89	179.77	263.32	390.15
智能检测装备	营收	232.52	287.71	388.40	563.19	844.78
	YOY	24.20%	23.73%	35.00%	45.00%	50.00%
	毛利率	44.98%	41.32%	42.00%	43.00%	43.00%
	毛利	104.58	118.88	163.13	242.17	363.25
智能组装备	营收	11.22	11.89	13.08	15.04	18.05
	YOY	165.88%	6.00%	10.00%	15.00%	20.00%
	毛利率	55.70%	44.86%	45.00%	45.50%	46.00%
	毛利	6.25	5.34	5.89	6.85	8.30
治具及配件	营收	46.23	60.07	25.00	32.50	42.25
	YOY	53.44%	29.94%	30.00%	30.00%	30.00%
	毛利率	47.22%	42.73%	43.00%	44.00%	44.00%
	毛利	21.83	25.67	10.75	14.30	18.59
其他	营收	0.71				
	YOY	-97%				
	毛利率	49.30%				
	毛利	0.35				

资料来源：Wind，民生证券研究院预测

投资建议：我们预计荣旗科技 2023-2025 年将实现营收 4.26/6.11/9.05 亿元，归母净利润 0.29/0.96/1.79 亿元，对应现价 2023-2025 年 PE 为 137/41/22 倍，我们看好公司平台化发展和各业务成长性，首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示：原材料价格波动风险；下游需求不及预期风险；新业务拓展不及预期

风险、业绩波动风险。

表47：荣旗科技盈利预测与财务指标

项目/年度	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	360	426	611	905
增长率（%）	23.7	18.6	43.2	48.2
归属母公司股东净利润（百万元）	67	29	96	179
增长率（%）	17.4	-57.5	233.9	87.3
每股收益（元）	1.26	0.54	1.79	3.36
PE	58	137	41	22
PB	16.6	3.5	3.3	2.9

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2023 年 11 月 8 日收盘价）

5.14 奥比中光：自研芯片，机器视觉龙头

十年深耕 3D 视觉传感，行业领先的 3D 视觉感知整体技术方案提供商。公司成立于 2013 年，专注于 3D 视觉感知技术研发，产品应用于“衣、食、住、行、工、娱、医”等多领域，致力于在万物互联时代为智能终端打造“机器之眼”，让所有终端都能更好地看懂世界。公司主营业务是 3D 视觉感知产品的设计、研发、生产和销售，现已成为全球少数几家全面布局六大 3D 视觉感知技术（结构光、iToF、双目、dToF、Lidar 以及工业三维测量）的公司，拥有全栈式技术研发能力和全领域技术路线布局。

公司于 2015 年成功开发出 3D 深度引擎芯片 MX400，成为全球少数实现消费级 3D 传感摄像头量产的厂商。2017 年，公司成功研发第二代深度引擎芯片 MX6000，推出 3D 刷脸支付解决方案。2018 年，公司第三代深度引擎芯片 MX6300 研发成功，3D 刷脸支付实现大规模商用，推出量产百万级安卓手机 3D 摄像头。2020 年，公司联合头部锁企推出全球量产 3D 刷脸门锁。2021 年，公司第四代深度引擎芯片 MX6600 研发成功。2022 年，公司成功登陆上交所科创板。

图132：奥比中光发展历程



资料来源：奥比中光官网，民生证券研究院

从产品类型看，公司具体产品包括 3D 视觉传感器、消费级应用设备、工业级应用设备三大类。3D 视觉传感器是由深度引擎芯片、深度引擎算法、通用或专用感光芯片、专用光学系统、驱动及固件等组成的精密光学测量系统，可以采集并输出“人体、物体和空间”的三维矢量信息；消费级应用设备是基于 3D 视觉传感器的功能特点，结合特定消费级场景应用需求，设计并开发的一体化设备产品；工业级应用设备是面向工业领域高精检测、测量需求，应用工业三维测量技术设计并开发的一体化成套设备。

图133：奥比中光主要产品布局

3D传感器					
Astra	Astra E	Astra P	Astra G	Astra X	Astra T
					
消费级应用设备			工业级应用设备		
3D刷脸支付设备	3D体感一体机	3D体态仪	三维光学扫描测量	三维全场应变测量	三维光学弯管测量
					

资料来源：奥比中光官网，民生证券研究院

下游应用场景多点开花。在消费电子领域，通过在智能手机、平板设备、电视等智能终端设备上搭载 3D 视觉传感器可以使其具备 3D 人脸识别解锁、沉浸式交互、体感交互等能力；在生物识别领域，通过在线下支付终端、智能门锁等设备上搭载 3D 视觉传感器可以实现更安全、更精准的 3D 刷脸支付和解锁；在 AIoT 领域，3D 视觉传感器可以被搭载在 3D 空间扫描设备、服务型机器人、AR/VR 设备等终端；在工业三维测量领域，3D 视觉感知技术可以被用来实现微米级的工业扫描、工业检测等功能。未来，3D 视觉感知技术将不断探索下游应用，落地到自动驾驶汽车、工业机器人、医疗等更丰富的应用领域中。

图134：3D 视觉感知应用领域



资料来源：奥比中光招股说明书，民生证券研究院

公司业务领域不断拓展，绑定龙头企业。自 2015 年底量产以来，公司在智能手机、线下零售等市场已率先突破百万级出货量，在生物识别、消费电子、AIoT、工业三维测量等市场实现多项商业应用，服务全球超过 1000 家客户及众多开发者。包括 OPPO、蚂蚁集团、捷普、牧原、中国移动、Matterport、贝壳如视、江博士等行业龙头。

图135：奥比中光主要客户情况

3D传感器	消费级应用设备	工业级应用设备
•蚂蚁集团 •商米科技 •Matterport, Inc •北京友宝在线科技股份有限公司 •牧原股份	•蚂蚁集团 •阿里集团 •中移电子商务有限公司 •MintT SA •湖南康之源科技有限公司	•南京航空航天大学 •哈尔滨中鼎科技有限公司 •西安交通大学 •火箭军工程大学 •青岛扬亚机械电子有限公司

资料来源：奥比中光招股说明书，民生证券研究院

6 风险提示

- 1) **行业竞争加剧的风险。**当前诸多公司体量较小，竞争格局尚不明朗，若行业龙头切换赛道进入竞争，市场竞争加剧，将对板块公司业绩带来不利影响。
- 2) **VR 出货不及预期。**当前各品牌新品尚未发售，其售价相比于老旧产品有所提升，消费者买单存在一定的风险。
- 3) **技术更迭风险。**目前 VR 和 AR 产品技术路线尚在研发过程中，会有较大的研发投入。终局路线确定前，存在一定的风险。

长盈精密财务报表数据预测汇总

利润表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
营业总收入	15,203	14,294	18,058	22,793
营业成本	12,562	11,710	14,595	18,324
营业税金及附加	94	88	75	95
销售费用	149	140	173	216
管理费用	805	757	954	1,200
研发费用	1,216	1,143	1,354	1,708
EBIT	198	567	1,098	1,500
财务费用	24	156	230	226
资产减值损失	-308	-196	-160	-144
投资收益	-131	-52	103	131
营业利润	21	168	815	1,267
营业外收支	-2	-1	-1	-1
利润总额	19	167	814	1,266
所得税	-49	10	39	61
净利润	69	158	775	1,205
归属于母公司净利润	43	98	555	864
EBITDA	1,888	2,591	3,321	4,069

资产负债表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
货币资金	1,735	4,388	4,726	5,301
应收账款及票据	3,133	2,916	3,699	4,678
预付款项	55	52	64	81
存货	3,563	4,421	5,407	6,327
其他流动资产	541	668	506	566
流动资产合计	9,028	12,445	14,402	16,953
长期股权投资	47	47	47	47
固定资产	5,011	5,136	5,157	5,136
无形资产	310	310	308	307
非流动资产合计	8,553	7,885	7,687	7,340
资产合计	17,581	20,330	22,089	24,293
短期借款	4,450	4,450	4,450	4,450
应付账款及票据	3,128	4,240	5,011	5,830
其他流动负债	1,393	2,531	2,744	2,925
流动负债合计	8,971	11,221	12,206	13,205
长期借款	1,911	2,201	2,201	2,201
其他长期负债	792	843	843	843
非流动负债合计	2,702	3,044	3,044	3,044
负债合计	11,674	14,266	15,250	16,249
股本	1,201	1,203	1,203	1,203
少数股东权益	236	295	515	856
股东权益合计	5,907	6,064	6,839	8,044
负债和股东权益合计	17,581	20,330	22,089	24,293

主要财务指标	2022A	2023E	2024E	2025E
成长能力 (%)				
营业收入增长率	37.63	-5.98	26.33	26.22
EBIT 增长率	141.55	186.07	93.66	36.59
净利润增长率	107.04	130.10	467.22	55.54
盈利能力 (%)				
毛利率	17.37	18.08	19.17	19.60
净利率	0.28	0.69	3.08	3.79
总资产收益率 ROA	0.24	0.48	2.51	3.56
净资产收益率 ROE	0.75	1.70	8.78	12.02
偿债能力				
流动比率	1.01	1.11	1.18	1.28
速动比率	0.58	0.69	0.71	0.78
现金比率	0.19	0.39	0.39	0.40
资产负债率 (%)	66.40	70.17	69.04	66.89
经营效率				
应收账款周转天数	74.49	74.49	74.49	74.49
存货周转天数	103.54	143.90	139.24	128.89
总资产周转率	0.88	0.75	0.85	0.98
每股指标 (元)				
每股收益	0.04	0.08	0.46	0.72
每股净资产	4.71	4.79	5.26	5.97
每股经营现金流	0.78	2.35	2.11	2.45
每股股利	0.00	0.00	0.00	0.00
估值分析				
PE	350	152	27	17
PB	2.6	2.6	2.4	2.1
EV/EBITDA	11.00	8.01	6.25	5.10
股息收益率 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00

现金流量表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
净利润	69	158	775	1,205
折旧和摊销	1,690	2,024	2,222	2,569
营运资金变动	-1,430	151	-818	-1,139
经营活动现金流	937	2,828	2,539	2,944
资本开支	-1,792	-1,473	-1,779	-1,974
投资	-9	-8	0	0
投资活动现金流	-1,612	-1,131	-1,676	-1,844
股权募资	2	2	0	0
债务募资	1,276	1,407	0	0
筹资活动现金流	757	956	-525	-525
现金净流量	112	2,653	338	575

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测；（注：股价时间为 2023 年 11 月 8 日）

高伟电子财务报表数据预测汇总

资产负债表 (百万美元)	2022A	2023E	2024E	2025E
流动资产合计	481	604	1,079	1,321
现金及现金等价物	45	323	289	450
应收账款及票据	182	73	352	372
存货	138	95	317	365
其他	116	112	120	133
非流动资产合计	151	170	171	174
固定资产	130	147	148	150
商誉及无形资产	3	6	6	6
其他	17	17	17	17
资产合计	631	774	1,251	1,494
流动负债合计	252	345	712	767
短期借贷	16	246	276	286
应付账款及票据	196	71	386	392
其他	40	28	50	90
非流动负债合计	18	18	18	18
长期借贷	0	0	0	0
其他	18	18	18	18
负债合计	271	363	730	786
普通股股本	3	3	3	3
储备	392	442	552	739
归属母公司股东权益	360	410	520	707
少数股东权益	1	1	1	2
股东权益合计	361	411	521	709
负债和股东权益合计	631	774	1,251	1,494

现金流量表 (百万美元)	2022A	2023E	2024E	2025E
经营活动现金流	97	100	-26	191
净利润	84	50	110	187
少数股东权益	-0	-0	0	1
折旧摊销	24	24	25	25
营运资金变动及其他	-11	25	-160	-22
投资活动现金流	-176	-46	-28	-29
资本支出	-93	-44	-26	-27
其他投资	-83	-2	-2	-2
筹资活动现金流	-56	225	20	-1
借款增加	-57	230	30	10
普通股增加	2	0	0	0
已付股利	0	0	0	0
其他	-0	-5	-10	-11
现金净增加额	-144	279	-34	161

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测；（注：股价时间为 2023 年 11 月 8 日）

利润表 (百万美元)	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入	1,116	949	1,613	2,742
其他收入	0	0	0	0
营业成本	942	816	1,363	2,317
销售费用	2	2	4	7
管理费用	72	51	87	148
研发费用	50	20	31	53
财务费用	-2	-1	-2	-3
权益性投资损益	0	0	0	0
其他损益	-2	-2	-2	-2
除税前利润	101	58	127	218
所得税	17	8	17	30
净利润	84	50	110	188
少数股东损益	-0	-0	0	1
归属母公司净利润	84	50	110	187
EBIT	99	57	125	214
EBITDA	123	81	150	239
EPS (元)	0.10	0.06	0.13	0.22

主要财务比率	2022A	2023E	2024E	2025E
成长能力(%)				
营业收入	39.65	-15.00	70.00	70.00
归属母公司净利润	69.27	-40.19	117.35	70.69
盈利能力(%)				
毛利率	15.63	14.00	15.50	15.50
净利率	7.55	5.31	6.79	6.82
ROE	23.42	12.29	21.07	26.46
ROIC	21.82	7.47	13.59	18.61
偿债能力				
资产负债率(%)	42.87	46.90	58.35	52.57
净负债比率(%)	-7.96	-18.85	-2.62	-23.19
流动比率	1.90	1.75	1.52	1.72
速动比率	0.95	1.18	0.93	1.11
营运能力				
总资产周转率	1.89	1.35	1.59	2.00
应收账款周转率	7.69	7.44	7.58	7.57
应付账款周转率	5.79	6.11	5.97	5.96
每股指标 (元)				
每股收益	0.10	0.06	0.13	0.22
每股经营现金流	0.11	0.12	-0.03	0.22
每股净资产	0.42	0.48	0.61	0.83
估值比率				
P/E	27	46	21	12
P/B	6.4	5.6	4.4	3.2
EV/EBITDA	18.36	27.78	15.06	9.44

兆威机电财务报表数据预测汇总

利润表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
营业总收入	1,152	1,455	1,937	2,842
营业成本	810	1,008	1,337	1,945
营业税金及附加	10	13	17	26
销售费用	45	52	70	102
管理费用	63	73	97	142
研发费用	117	146	188	270
EBIT	110	178	248	385
财务费用	-36	-35	-34	-35
资产减值损失	-8	-6	-8	-11
投资收益	14	7	10	11
营业利润	159	214	284	420
营业外收支	0	0	0	0
利润总额	159	214	284	420
所得税	8	11	15	22
净利润	150	203	269	398
归属于母公司净利润	150	203	269	398
EBITDA	177	258	332	480

资产负债表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
货币资金	147	448	567	769
应收账款及票据	384	412	548	804
预付款项	8	8	11	16
存货	173	188	249	362
其他流动资产	1,661	1,676	1,688	1,709
流动资产合计	2,373	2,732	3,062	3,660
长期股权投资	67	75	84	96
固定资产	665	774	869	929
无形资产	51	51	51	51
非流动资产合计	1,186	1,055	1,131	1,202
资产合计	3,558	3,787	4,194	4,862
短期借款	40	40	40	40
应付账款及票据	346	387	513	746
其他流动负债	142	164	204	296
流动负债合计	528	590	757	1,082
长期借款	0	0	0	0
其他长期负债	83	84	94	90
非流动负债合计	83	84	94	90
负债合计	611	674	851	1,172
股本	171	171	171	171
少数股东权益	0	0	0	0
股东权益合计	2,947	3,113	3,343	3,689
负债和股东权益合计	3,558	3,787	4,194	4,862

主要财务指标	2022A	2023E	2024E	2025E
成长能力 (%)				
营业收入增长率	1.09	26.28	33.11	46.70
EBIT 增长率	0.62	62.32	39.61	55.17
净利润增长率	2.00	35.04	32.39	48.05
盈利能力 (%)				
毛利率	29.76	30.71	31.00	31.54
净利率	13.06	13.97	13.89	14.02
总资产收益率 ROA	4.23	5.37	6.42	8.19
净资产收益率 ROE	5.11	6.53	8.05	10.80
偿债能力				
流动比率	4.49	4.63	4.05	3.38
速动比率	1.94	2.32	2.16	1.95
现金比率	0.28	0.76	0.75	0.71
资产负债率 (%)	17.18	17.79	20.29	24.12
经营效率				
应收账款周转天数	116.75	100.00	100.00	100.00
存货周转天数	77.84	70.00	70.00	70.00
总资产周转率	0.34	0.40	0.49	0.63
每股指标 (元)				
每股收益	0.88	1.19	1.57	2.33
每股净资产	17.23	18.20	19.55	21.57
每股经营现金流	1.31	1.69	1.80	2.42
每股股利	0.17	0.23	0.30	0.45
估值分析				
PE	91	67	51	34
PB	4.6	4.4	4.1	3.7
EV/EBITDA	76.73	52.61	40.92	28.29
股息收益率 (%)	0.21	0.29	0.38	0.57

现金流量表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
净利润	150	203	269	398
折旧和摊销	67	80	84	95
营运资金变动	10	-4	-47	-87
经营活动现金流	224	290	309	414
资本开支	-260	-135	-133	-147
投资	-306	0	0	0
投资活动现金流	-533	66	-133	-147
股权募资	5	-7	0	0
债务募资	53	-1	-9	0
筹资活动现金流	27	-55	-57	-64
现金净流量	-277	301	119	202

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测；（注：股价时间为 2023 年 11 月 8 日）

华兴源创财务报表数据预测汇总

利润表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
营业总收入	2,320	2,784	3,480	4,350
营业成本	1,112	1,340	1,679	2,068
营业税金及附加	17	19	24	30
销售费用	224	227	285	357
管理费用	236	276	327	405
研发费用	420	490	602	740
EBIT	302	431	562	751
财务费用	-25	13	15	-14
资产减值损失	-37	0	0	0
投资收益	9	0	0	0
营业利润	336	418	547	765
营业外收支	-3	0	0	0
利润总额	333	418	547	765
所得税	2	4	5	8
净利润	331	414	542	757
归属于母公司净利润	331	414	542	757
EBITDA	388	530	684	892

资产负债表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
货币资金	1,475	1,320	1,266	1,321
应收账款及票据	1,177	1,503	1,878	2,348
预付款项	18	15	18	23
存货	526	551	690	850
其他流动资产	346	300	321	348
流动资产合计	3,542	3,688	4,174	4,889
长期股权投资	23	23	23	23
固定资产	444	671	880	1,088
无形资产	248	246	245	243
非流动资产合计	2,005	2,295	2,473	2,653
资产合计	5,547	5,983	6,647	7,542
短期借款	0	0	0	0
应付账款及票据	609	753	943	1,161
其他流动负债	323	302	358	442
流动负债合计	932	1,054	1,301	1,604
长期借款	0	0	0	0
其他长期负债	816	816	815	814
非流动负债合计	816	816	815	814
负债合计	1,747	1,870	2,116	2,418
股本	441	441	441	441
少数股东权益	0	0	0	0
股东权益合计	3,800	4,113	4,530	5,125
负债和股东权益合计	5,547	5,983	6,647	7,542

主要财务指标	2022A	2023E	2024E	2025E
成长能力 (%)				
营业收入增长率	14.84	20.00	25.00	25.00
EBIT 增长率	0.37	42.72	30.33	33.52
净利润增长率	5.44	25.15	30.82	39.71
盈利能力 (%)				
毛利率	52.08	51.87	51.76	52.46
净利率	14.27	14.88	15.58	17.41
总资产收益率 ROA	5.97	6.92	8.15	10.04
净资产收益率 ROE	8.71	10.07	11.96	14.78
偿债能力				
流动比率	3.80	3.50	3.21	3.05
速动比率	3.10	2.87	2.58	2.42
现金比率	1.58	1.25	0.97	0.82
资产负债率 (%)	31.50	31.26	31.84	32.06
经营效率				
应收账款周转天数	185.19	196.00	196.00	196.00
存货周转天数	172.61	150.00	150.00	150.00
总资产周转率	0.43	0.48	0.55	0.61
每股指标 (元)				
每股收益	0.75	0.94	1.23	1.71
每股净资产	8.60	9.31	10.25	11.59
每股经营现金流	0.63	0.83	0.94	1.23
每股股利	0.30	0.28	0.37	0.52
估值分析				
PE	43	34	26	19
PB	3.7	3.5	3.1	2.8
EV/EBITDA	34.88	25.81	20.08	15.33
股息收益率 (%)	0.93	0.88	1.15	1.60

现金流量表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
净利润	331	414	542	757
折旧和摊销	86	99	122	141
营运资金变动	-146	-177	-280	-358
经营活动现金流	279	366	415	542
资本开支	-366	-322	-286	-308
投资	503	0	0	0
投资活动现金流	112	-375	-286	-308
股权募资	24	0	0	0
债务募资	-29	-1	-13	0
筹资活动现金流	-140	-146	-182	-179
现金净流量	292	-155	-54	55

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测；（注：股价时间为 2023 年 11 月 8 日）

杰普特财务报表数据预测汇总

利润表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
营业总收入	1,173	1,402	1,874	2,487
营业成本	755	887	1,164	1,509
营业税金及附加	10	11	15	20
销售费用	95	109	135	174
管理费用	86	100	130	174
研发费用	166	188	257	341
EBIT	61	142	220	331
财务费用	-15	1	-1	0
资产减值损失	-30	0	0	0
投资收益	4	4	6	7
营业利润	80	145	226	338
营业外收支	0	0	0	0
利润总额	80	145	226	338
所得税	4	0	0	0
净利润	76	145	226	338
归属于母公司净利润	77	145	226	338
EBITDA	122	207	299	424

资产负债表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
货币资金	301	452	334	232
应收账款及票据	431	488	652	865
预付款项	9	11	14	18
存货	697	705	925	1,199
其他流动资产	230	231	274	330
流动资产合计	1,668	1,887	2,199	2,644
长期股权投资	77	81	87	94
固定资产	303	387	428	447
无形资产	96	96	95	95
非流动资产合计	776	800	829	852
资产合计	2,444	2,686	3,028	3,497
短期借款	30	30	30	30
应付账款及票据	329	389	510	662
其他流动负债	154	213	258	314
流动负债合计	514	632	798	1,005
长期借款	50	50	50	50
其他长期负债	49	51	45	37
非流动负债合计	99	101	95	88
负债合计	613	733	893	1,093
股本	94	95	95	95
少数股东权益	0	0	0	0
股东权益合计	1,832	1,953	2,135	2,404
负债和股东权益合计	2,444	2,686	3,028	3,497

主要财务指标	2022A	2023E	2024E	2025E
成长能力 (%)				
营业收入增长率	-2.17	19.49	33.67	32.70
EBIT 增长率	-41.06	132.56	54.55	50.60
净利润增长率	-15.99	89.55	55.71	49.47
盈利能力 (%)				
毛利率	35.63	36.74	37.89	39.32
净利率	6.53	10.37	12.07	13.60
总资产收益率 ROA	3.14	5.41	7.47	9.67
净资产收益率 ROE	4.19	7.44	10.60	14.07
偿债能力				
流动比率	3.25	2.99	2.76	2.63
速动比率	1.66	1.69	1.45	1.32
现金比率	0.59	0.72	0.42	0.23
资产负债率 (%)	25.07	27.29	29.49	31.25
经营效率				
应收账款周转天数	117.39	110.00	110.00	110.00
存货周转天数	336.83	290.00	290.00	290.00
总资产周转率	0.49	0.55	0.66	0.76
每股指标 (元)				
每股收益	0.81	1.53	2.38	3.56
每股净资产	19.28	20.56	22.48	25.31
每股经营现金流	-1.02	2.27	0.42	0.93
每股股利	0.25	0.47	0.73	1.09
估值分析				
PE	101	53	34	23
PB	4.2	3.9	3.6	3.2
EV/EBITDA	62.29	36.67	25.39	17.90
股息收益率 (%)	0.30	0.58	0.90	1.34

现金流量表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
净利润	76	145	226	338
折旧和摊销	61	65	79	93
营运资金变动	-257	6	-265	-340
经营活动现金流	-97	216	40	88
资本开支	-94	-66	-84	-84
投资	127	0	0	0
投资活动现金流	38	-64	-84	-84
股权募资	30	0	0	0
债务募资	19	44	0	0
筹资活动现金流	0	-0	-74	-106
现金净流量	-51	151	-118	-102

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测；（注：股价时间为 2023 年 11 月 8 日）

荣旗科技财务报表数据预测汇总

利润表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
营业总收入	360	426	611	905
营业成本	210	247	347	515
营业税金及附加	3	2	2	4
销售费用	24	43	49	72
管理费用	18	43	49	54
研发费用	41	77	79	91
EBIT	69	22	93	183
财务费用	-4	-9	-10	-10
资产减值损失	-1	-1	-2	-2
投资收益	0	2	2	4
营业利润	73	31	104	194
营业外收支	0	0	0	0
利润总额	73	31	104	194
所得税	5	2	8	15
净利润	67	29	96	179
归属于母公司净利润	67	29	96	179
EBITDA	76	31	102	197

资产负债表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
货币资金	148	991	1,004	1,096
应收账款及票据	149	173	239	354
预付款项	1	1	1	2
存货	132	154	217	322
其他流动资产	22	25	32	44
流动资产合计	451	1,343	1,494	1,818
长期股权投资	0	0	0	0
固定资产	5	78	147	212
无形资产	5	5	5	5
非流动资产合计	90	142	211	266
资产合计	542	1,485	1,706	2,084
短期借款	0	0	0	0
应付账款及票据	183	229	323	479
其他流动负债	84	100	137	200
流动负债合计	268	330	460	678
长期借款	37	44	44	44
其他长期负债	0	1	1	1
非流动负债合计	37	45	45	45
负债合计	305	375	505	723
股本	40	53	53	53
少数股东权益	0	0	0	0
股东权益合计	237	1,111	1,201	1,361
负债和股东权益合计	542	1,485	1,706	2,084

主要财务指标	2022A	2023E	2024E	2025E
成长能力 (%)				
营业收入增长率	23.74	18.58	43.20	48.20
EBIT 增长率	9.21	-68.58	327.28	96.93
净利润增长率	17.37	-57.49	233.90	87.31
盈利能力 (%)				
毛利率	41.68	42.15	43.11	43.11
净利润率	18.75	6.72	15.67	19.81
总资产收益率 ROA	12.45	1.93	5.61	8.60
净资产收益率 ROE	28.48	2.58	7.97	13.18
偿债能力				
流动比率	1.69	4.07	3.25	2.68
速动比率	1.16	3.57	2.74	2.18
现金比率	0.55	3.00	2.18	1.61
资产负债率 (%)	56.28	25.22	29.62	34.71
经营效率				
应收账款周转天数	149.30	150.00	145.00	145.00
存货周转天数	229.30	230.00	230.00	230.00
总资产周转率	0.81	0.42	0.38	0.48
每股指标 (元)				
每股收益	1.26	0.54	1.79	3.36
每股净资产	4.44	20.82	22.51	25.51
每股经营现金流	1.80	0.90	1.84	3.34
每股股利	0.00	0.11	0.36	0.67
估值分析				
PE	58	137	41	22
PB	16.6	3.5	3.3	2.9
EV/EBITDA	48.36	119.49	35.97	18.60
股息收益率 (%)	0.00	0.15	0.49	0.91

现金流量表 (百万元)	2022A	2023E	2024E	2025E
净利润	67	29	96	179
折旧和摊销	7	9	9	14
营运资金变动	20	8	-13	-24
经营活动现金流	96	48	98	178
资本开支	-28	-57	-79	-69
投资	0	0	0	0
投资活动现金流	-27	-55	-77	-66
股权募资	0	859	0	0
债务募资	5	6	0	0
筹资活动现金流	-0	850	-8	-21
现金净流量	70	843	14	91

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测；（注：股价时间为 2023 年 11 月 8 日）

插图目录

图 1: VR 应用场景示意	3
图 2: AR 应用场景示意	3
图 3: VR/AR 发展过程	4
图 4: 2016-2026E 全球 VR 出货量 (万台)	5
图 5: 2016-2023 全球 AR 头显出货量 (万台)	5
图 6: 2022Q1-Q3 全球 VR 头显市场份额	5
图 7: Meta Oculus Quest2 概况	6
图 8: Quest 平台内容收入规模 (亿美元)	6
图 9: VR 应用终端的发展历程	6
图 10: VR 一体机新产品发布时间表	7
图 11: Pico Neo 系列产品矩阵	8
图 12: 小怪兽系列产品矩阵	8
图 13: Pico 4 头显硬件更新	9
图 14: Pico 4 头显摄像头	9
图 15: Pico 4 显示器	10
图 16: Pico 4 Pancake 光学方案	10
图 17: Apple Vision Pro	11
图 18: Vision Pro 搭载 M2+R1 双芯片	11
图 19: 注视应用程序实现眼动追踪	13
图 20: 虚拟屏幕和 3D 对象叠加在本地的屏幕视图上	13
图 21: 办公体验	13
图 22: 生活娱乐体验	13
图 23: 苹果 Vision 架构示意图	14
图 24: Vision 技术追踪骨骼位置六个“关节组	14
图 25: meta 和 google 在 VR/AR 领域的布局	15
图 26: 微软和苹果在 VR/AR 领域的布局	15
图 27: Vision Pro 应用场景泛化, 涵盖游戏、社交、办公、生活娱乐	16
图 28: 历代畅销游戏主机生命周期销量 (百万台)	17
图 29: 2013-2021 年 PS4 生命周期销量 (百万台)	17
图 30: 全球 PC 出货量 (百万台)	17
图 31: Apple PC 出货量 (百万台)	17
图 32: Vision Pro 短期有望替代游戏机, 中长期有望替代 PC (销量/出货量单位: 百万台)	18
图 33: VR 底层共性技术成熟度矩阵图	19
图 34: VR 硬件成本占比	19
图 35: 菲涅尔透镜原理	20
图 36: 菲涅尔透镜与 Pancake 成像原理对比	21
图 37: 菲涅尔透镜与 Pancake 方案的光机尺寸对比	21
图 38: Pancake 光路示意图	21
图 39: 线偏光片、1/4 相位延迟片原理示意图	22
图 40: Pancake 模组加工流程	23
图 41: Pancake 光学效率示意图	24
图 42: PPD 公式示意图	25
图 43: 纱窗效应对比图	25
图 44: MTP 延迟示意图	25
图 45: LCD 结构	26
图 46: 注视点旋绕效果	30
图 47: Sony 眼动追踪的实时镜头像差校正	30
图 48: 微软眼睛追踪运动调整图像帧专利	30
图 49: 人眼成像景深原理	30
图 50: PSVR 2 的眼动追踪	32
图 51: YVR 2 Pancake 光学方案下眼动追踪解决方案	32
图 52: 苹果方案眼动追踪系统	32
图 53: 3DoF 与 6DoF 动作捕捉对比	33
图 54: Outside-in 与 Inside-out 原理对比	33

图 55: 测试机型定位范围差异.....	34
图 56: 测试机型定位精确性差异	34
图 57: VDC 针对头显系统定位的准确性与追踪范围的检测示意图.....	35
图 58: Meta 手势识别应用软件《First Hand》	35
图 59: 不同形态的 AR 整机	36
图 60: AR 整机设备模块单元组成及 BOM 占比拆分	37
图 61: Vision Glass 终端硬件成本占比	37
图 62: Google Glass 眼镜产品实物图	38
图 63: EPSON MOVERIO BT-300.....	38
图 64: Meta2 系列 AR 眼镜	38
图 65: North 公司研发的基于全息透镜方案的 AR 眼镜	39
图 66: 光波导的分类及光学元件配置	40
图 67: 几何光波导的工作原理.....	40
图 68: 几何光波导产品	40
图 69: 衍射光波导的工作原理.....	40
图 70: 光学显示方案的分类及光学元件配置.....	41
图 71: 采用几何光波导技术方案的 AR 智能眼镜.....	42
图 72: 双目视差示意图	42
图 73: AR 近眼显示系统架构及技术要点	43
图 74: 微显示屏技术的分类及主流搭配方案.....	45
图 75: Micro LED 显示面板核心指标.....	45
图 76: Micro OLED 显示面板核心指标	45
图 77: 分体式和一体式 AR 交互方式.....	46
图 78: 苹果在感知交互领域的技术布局	47
图 79: VR 应用端	48
图 80: Pico VR 直播与视频布局.....	49
图 81: Pico VR 直播发展	50
图 82: Pico 与 Discovery 频道合作项目	50
图 83: Pico Video 视频资源	50
图 84: AR 潜在应用场景.....	52
图 85: B 端/C 端应用场景对于 AR 终端设备的参数要求比较	52
图 86: 理想状态下 AR 硬件-内容的正向循环	53
图 87: 虚拟人发展历程	53
图 88: 虚拟人分类及应用	54
图 89: 英伟达 Omniverse Avatar Cloud Engine 功能.....	54
图 90: AR 软件生态演进过程	55
图 91: ARKit 的三项核心功能.....	55
图 92: ARKit 的技术演进	56
图 93: 深度 API 应用示意图	56
图 94: 立讯精密并购与品类扩张历史	59
图 95: 立讯精密营收利润情况 (亿元, %)	60
图 96: 立讯精密主营构成 (亿元)	60
图 97: 歌尔股份的业务布局.....	61
图 98: 歌尔股份营收利润情况 (亿元, %)	62
图 99: 歌尔股份营收结构 (亿元)	62
图 100: 歌尔股份毛利净利情况 (%)	62
图 101: 长盈精密业务布局.....	64
图 102: 长盈精密营收利润情况 (亿元)	65
图 103: 长盈精密营收结构 (亿元)	65
图 104: 领益智造业务布局.....	67
图 105: 领益智造营收利润情况 (亿元, %)	68
图 106: 领益智造主营构成情况 (亿元)	68
图 107: 三利谱营收利润情况 (亿元, %)	70
图 108: 三利谱营收结构 (亿元)	70
图 109: 三利谱利润率情况.....	70
图 110: 三利谱近眼端 pancake 光学膜方案	71
图 111: 三利谱显示端 pancake 光学膜方案	71

图 112: 高伟电子发展历程.....	72
图 113: 高伟电子营收利润情况 (亿美元, %)	72
图 114: 高伟电子利润率情况 (%)	72
图 115: 国光电器下游产品布局	75
图 116: 国光电器营收利润情况 (亿元)	76
图 117: 国光电器利润情况 (%)	76
图 118: 兆威机电营收利润情况 (亿元)	78
图 119: 兆威机电分产品收入结构情况 (亿元)	78
图 120: 公司主要产品 Micro-OLED 展示.....	81
图 121: 华兴源创营收利润情况 (亿元)	81
图 122: 华兴源创营收成本及检测设备增长率 (%)	81
图 123: 华兴源创分产品收入结构情况 (亿元)	82
图 124: 华兴源创分产品毛利率情况.....	82
图 125: 杰普特营收利润情况 (亿元)	86
图 126: 杰普特分产品收入结构情况 (亿元)	86
图 127: 智立方营收利润情况 (亿元)	90
图 128: 智立方分产品收入结构情况 (亿元)	90
图 129: 苹果公司为智立方的第一大客户 (亿元)	90
图 130: 荣旗科技营收及归母净利润情况.....	92
图 131: 荣旗科技分产品收入结构情况 (亿元)	92
图 132: 奥比中光发展历程.....	95
图 133: 奥比中光主要产品布局	96
图 134: 3D 视觉感知应用领域.....	96
图 135: 奥比中光主要客户情况	97

表格目录

重点公司盈利预测、估值与评级	1
表 1: Oculus 系列产品	7
表 2: Neo 系列 VR 一体机产品参数对比.....	8
表 3: Pico 4 / 4 Pro、Meta Quest 2、Meta Quest Pro 参数比较.....	10
表 4: M2 及相关芯片参数对比.....	12
表 5: 苹果 MR 和部分竞品的参数对比.....	12
表 6: 非球面透镜、菲涅尔透镜 Pancake 光学方案对比	20
表 7: 各品牌 VR 头显参数一览.....	23
表 8: Pancake 方案需要光学膜材的特点	24
表 9: VR 显示方案技术对比.....	26
表 10: 背光与传统 LED 背光对比	27
表 11: 搭载 Mini LED 屏幕的 VR 头显产品一览.....	27
表 12: Micro OLED 与 LCD 参数对比	28
表 13: 2021-2022 年发布的搭载 Micro OLED 的 VR 产品.....	28
表 14: 搭载眼动追踪功能的 VR 产品.....	29
表 15: 眼动追踪技术方案	29
表 16: Outside-in 与 Inside-Out 对比	34
表 17: VDC 测试机型方案对比	34
表 18: 自由曲面棱镜方案和 Birdbath 光学方案对比.....	39
表 19: 光波导方案对比	41
表 20: 三种主流的 AR 眼镜显示技术.....	44
表 21: 主流 AR 显示面板结构及特征.....	44
表 22: AR 交互方式种类.....	47
表 23: Pico 社交应用平台.....	48
表 24: Steam2021 年 Top12 最佳 VR 游戏.....	51
表 25: 行业重点关注个股	58

表 26: 立讯精密盈利预测与财务指标	60
表 27: 歌尔股份盈利预测与财务指标	63
表 28: 长盈精密分业务收入预测 (百万元)	66
表 29: 长盈精密盈利预测与财务指标	66
表 30: 领益智造盈利预测与财务指标	68
表 31: 三利谱产品布局	69
表 32: 三利谱盈利预测与财务指标	71
表 33: 高伟电子分业务收入预测 (百万美元)	73
表 34: 高伟电子盈利预测与财务指标	74
表 35: 国光电器盈利预测与财务指标	76
表 36: 兆威机电主要产品	77
表 37: 兆威机电分业务收入预测 (百万元)	80
表 38: 兆威机电盈利预测与财务指标	80
表 39: 华兴源创分业务收入预测 (百万元)	83
表 40: 华兴源创盈利预测与财务指标	84
表 41: 公司主要产品 Micro-OLED 展示	85
表 42: 杰普特盈利预测 (百万元)	88
表 43: 杰普特盈利预测与财务指标	88
表 44: 智立方主要产品类别	89
表 45: 荣旗科技主要产品类别	91
表 46: 荣旗科技分业务收入预测 (百万元)	93
表 47: 荣旗科技盈利预测与财务指标	94
长盈精密财务报表数据预测汇总	99
高伟电子财务报表数据预测汇总	100
兆威机电财务报表数据预测汇总	101
华兴源创财务报表数据预测汇总	102
杰普特财务报表数据预测汇总	103
荣旗科技财务报表数据预测汇总	104

分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

评级说明

投资建议评级标准		评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	公司评级	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
		谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上
	行业评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上

免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F；200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层；100005

深圳：广东省深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 32 层 05 单元；518026