

光波导：AI+AR 眼镜光学方案最优解

2025 年 03 月 28 日

评级 领先大市

评级变动： 维持

重点股票	2023A		2024E		2025E		评级
	EPS (元)	PE (倍)	EPS (元)	PE (倍)	EPS (元)	PE (倍)	
水晶光电	0.43	52.89	0.72	31.62	0.87	26.34	增持

资料来源：iFinD，财信证券

行业涨跌幅比较



%	1M	3M	12M
电子	-8.74	-0.63	41.46
沪深 300	-1.33	-1.65	11.77

何晨

执业证书编号:S0530513080001  
hechen@hncasing.com

汪颜雯

wangyanwen@hncasing.com

分析师

研究助理

相关报告

1 电子行业双周报：AI 板块催化消息不断，看好 AI 应用端潜力释放 2025-03-13

投资要点：

- **AI+AR 眼镜是人工智能技术落地的理想硬件载体。**人类通过视觉获取的信息约占获取总信息量的 80%，这一生理特征决定了视觉交互终端的天然优势。庞大的近视人群以及传统眼镜市场的稳定换新需求，为 AI 眼镜创造了广阔的市场机遇。世界卫生组织发布的数据显示，2020 年全球近视人数已达到 26 亿，预计到 2030 年将增加至 34 亿。根据 WellSenn XR 数据整理及预测，近几年全球近视眼镜销量稳定在 7 亿副左右，并且随着全球人口的增长呈现稳定的缓慢增长趋势。AI+AR 眼镜通过融合 AR 显示与大模型能力，缩短信息获取路径至视觉神经反射层级，通过技术赋能实现从矫正工具到智能终端的升级，实现“解放双手”的沉浸式交互，蕴含着巨大的市场潜力，或将成为 AI 眼镜的终极形态。
- **AI+AR 眼镜受制于硬件成熟度不足，目前市场销量占比较低。**2024 年全球 AI 智能眼镜销量中，有 94% 为拍照 AI 智能眼镜，这一市场表现与 Meta Ray-Ban 智能眼镜销量的爆发性增长直接相关。相比之下，AI+AR 智能眼镜虽具备市场发展潜力，但因目前光学、显示等硬件条件的限制，市场销量占比仅为 4%。
- **光波导技术革新加速 AI+AR 眼镜商业化进程。**光学成像模组位于人眼前并占据整个终端的主要体积，直接决定了 AI+AR 眼镜的产品形态与显示效果。随着消费级市场对“类眼镜形态”产品的需求爆发，光波导方案在保证图像质量和大视场角的前提下，有效解决了设备的体积问题，成为消费级市场的光学核心突破口。当前几何光波导与衍射光波导双技术路线并行发展，国产供应链在玻璃冷加工、纳米印压等关键环节的突破，正重塑全球光学产业竞争格局。
- **碳化硅材料驱动光波导镜片革新，国产厂商加速布局。**碳化硅凭借高折射率、耐高温与轻量化等物理特性，成为下一代光波导镜片的理想选择。2024 年 9 月，Meta 发布了 AR 眼镜原型机 Meta Orion，配置碳化硅镜片并采用衍射光波导+全彩 Micro-LED 光机，在优化光学效率的同时可实现 70° 大视场角，引发行业连锁反应。多家国产 AR 厂商与碳化硅厂商开展合作，积极布局碳化硅波导应用。我们预计，随着市场需求增长以及碳化硅加工工艺与材料的突破，碳化硅光波导商业化进程有望加速。
- **投资建议：我们维持电子行业“领先大市”评级。**随着 AI 大模型的加速渗透，我们认为 AI 眼镜产业有望迎来“政策+技术+产品”的三

重催化。2025 年将进入 AI 眼镜的新品密集发布期，光学模块作为 AR 眼镜及 AI+AR 眼镜区别于其他消费电子产品最大的功能与价值差异点，有望受益于 AI 眼镜在消费市场的加速渗透以及轻量化发展趋势，建议关注水晶光电、蓝特光学。碳化硅材料凭借高热导率、低光学损耗等特性，为轻量级 AR 眼镜提供了更优解决方案，建议关注天岳先进、三安光电。

- **风险提示：AR 行业发展不及预期风险；下游需求不及预期风险；行业竞争加剧风险。**

## 内容目录

<b>1 AI+AR：消费级 AI 眼镜的终极形态</b> .....	<b>5</b>
1.1 需求现状：拍照 AI 智能眼镜仍为市场主流，场景化应用持续渗透.....	5
1.2 增量空间：千亿级存量替代蓝海，智能化改造窗口开启.....	7
1.3 攻坚焦点：光学模组突破——商业化落地的核心挑战.....	8
<b>2 光波导：AI+AR 眼镜光学方案突破口</b> .....	<b>9</b>
2.1 行业痛点破局：轻量化光学方案的技术跃迁.....	10
2.2 几何光波导：成像效果佳且视场范围大，但量产难度较高.....	12
2.3 衍射光波导：轻薄易量产，但面临设计门槛高和彩虹效应难题.....	15
2.3.1 表面浮雕光栅波导：技术成熟较高可量产，彩虹效应等问题亟待解决.....	17
2.3.2 体全息光栅波导：成本优势显著易量产，但存在技术和材料瓶颈.....	18
<b>3 碳化硅：光波导镜片材料的理想选择</b> .....	<b>19</b>
3.1 碳化硅凭借优异的物理性能，驱动光波导镜片技术创新.....	19
3.2 多家 AR 眼镜厂商布局碳化硅波导应用，碳化硅行业迎来新增长极.....	21
<b>4 相关标的</b> .....	<b>21</b>
4.1 水晶光电（002273.SZ）：一站式光学解决方案专家.....	21
4.2 蓝特光学（688127.SH）：中国领先的光学产品制造企业.....	23
<b>5 投资建议：聚焦光学与材料创新，把握 AI 眼镜产业红利</b> .....	<b>24</b>
<b>6 风险提示</b> .....	<b>24</b>

## 图表目录

图 1: Ray-Ban Meta AI 眼镜产品图.....	5
图 2: Ray-Ban Meta AI 眼镜季度销量统计（万副）.....	5
图 3: AI+AR 眼镜导航功能.....	6
图 4: AI+AR 眼镜识物功能.....	6
图 5: 2024 年全球 AI 眼镜按功能形态分类销量（万副）.....	6
图 6: 2024 年全球 AI 眼镜按功能形态分类销量占比.....	6
图 7: 中国人口及近视人群规模（亿人）.....	7
图 8: AI 大模型每百万 Token 成本的对数变化情况（ln（元））.....	8
图 9: 全球 AI 眼镜销售统计和预测表（万副）.....	8
图 10: 全球 AI 智能眼镜销量及占比（万副）.....	8
图 11: AI 智能眼镜产业图谱.....	9
图 12: 光波导技术原理图.....	12
图 13: 阵列光波导加工流程图.....	13
图 14: Lumus 二维阵列光波导原理图.....	14
图 15: 理湃光晶二维几何波导产品.....	14
图 16: INMO AIR3 眼镜外观图.....	15
图 17: 衍射光波导原理示意图.....	15
图 18: 利用转折光栅实现的二维扩瞳.....	16
图 19: 利用二维光栅实现的二维扩瞳.....	16
图 20: Wave Optic 衍射光波导产品.....	17
图 21: 至格科技衍射光波导产品.....	17
图 22: 雷鸟 X2 眼镜外观图.....	18

图 23: Rokid glasses 眼镜外观图 .....	18
图 24: 三极光电二维扩瞳全息光波导 .....	19
图 25: 半绝缘型碳化硅衬底 .....	20
图 26: 水晶光电与 Digilens 公司合作实现体全息波导片量产落地 .....	22
表 1: 音频 AI 智能眼镜代表产品 .....	5
表 2: AI+AR 智能眼镜代表产品 .....	6
表 3: AR 光学评价参数 .....	10
表 4: 光学方案对比表 .....	11
表 5: 光波导主流方案性能指标对比 .....	12
表 6: 几何光波导一维扩瞳技术和二维扩瞳技术路径对比 .....	14
表 7: 阵列光波导方案核心厂商及产品 .....	15
表 8: 衍射光波导方案量产指标对比表 .....	16
表 9: 纳米压印与刻蚀工艺对比 .....	18
表 10: AR 镜片材料性能对比 .....	20

## 1 AI+AR: 消费级 AI 眼镜的终极形态

**AI 眼镜是人工智能技术寻求硬件载体的理想选择。**视觉是人类感知外部世界、获取信息的主要途径，中国计算机学会数据显示，人类通过视觉获取的信息约占获取总信息量的 80%，这一生理特征决定了 AI 眼镜在可穿戴设备领域中的独特优势。作为可穿戴设备领域的新星，AI 眼镜在传统眼镜的基础上，融合了包括相机、TWS 耳机、AI 生活助手等多种设备功能。相较于需要手动操作的智能手机，AI 眼镜将信息获取路径缩短至视觉神经反射弧层级，本质上是对“感知即交互”理念的具象化实践，真正解放用户双手，提供更具沉浸式的交互体验，是人工智能技术实现场景化落地的理想硬件载体。

### 1.1 需求现状：拍照 AI 智能眼镜仍为市场主流，场景化应用持续渗透

AI 智能眼镜的产品形态可依据是否配备摄像头以及是否整合 AR 显示技术，细分为音频 AI 智能眼镜、拍照 AI 智能眼镜以及 AI+AR 智能眼镜三类。

音频 AI 智能眼镜是 AI 智能眼镜的基础形态。音频 AI 眼镜的技术架构本质上是“传统蓝牙音频眼镜+AI 大模型”的融合，AI 大模型通过语音的方式提供语音交互、会议记录、实时翻译等基础智能服务。然而，受限于硬件配置，这类设备仅能支持语言大模型的运行，功能场景较为单一，与传统蓝牙耳机的差异化优势不足。

表 1: 音频 AI 智能眼镜代表产品

产品	发售时间	重量	发售价	产品看点
李未可 Meta lens chat	2024-04	38g (不含镜片)	699 元	93 种语言实时翻译，AI 智能助手，最大续航 12h，搭载自研 WAKE-AI 大模型，并已接入 Deepseek-R1 开放声场技术，全天候智能管家，8 框 14 色，待机续航长达 15 天，并已接入 Deepseek-R1
界环 AI 音频眼镜	2024-08	30.7g(不含衬片)	699 元	

资料来源：各产品淘宝官方旗舰店，VR 陀螺，财信证券

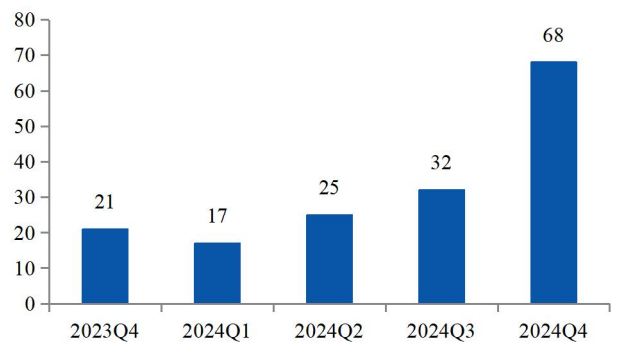
拍照 AI 智能眼镜是当前 AI 智能眼镜市场的主流形态。拍照 AI 智能眼镜在音频 AI 智能眼镜的基础上集成了摄像头，实现了从单模态到多模态的技术跨越，代表产品为 Ray-Ban Meta 智能眼镜，售价为 299 美元，2024 年全球销量突破 140 万台，这一市场表现验证了 AI 眼镜在消费市场的商业化潜力。

图 1: Ray-Ban Meta AI 眼镜产品图



资料来源：Meta 官网

图 2: Ray-Ban Meta AI 眼镜季度销量统计 (万副)



资料来源：Wellseenn XR，财信证券

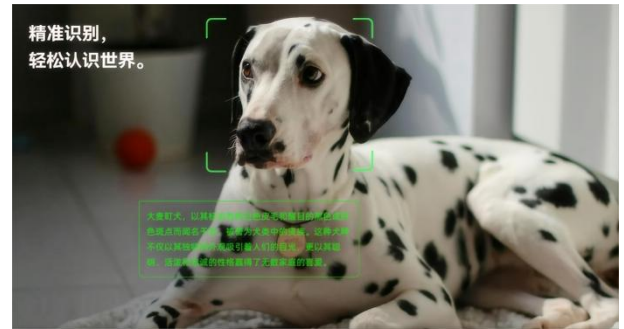
**AI+AR 智能眼镜有望成为 AI 智能眼镜的终极形态。**AI+AR 智能眼镜在拍照 AI 智能眼镜的基础上进一步融合了 AR 显示功能,相较于聚焦影音娱乐的 AR 观影眼镜, AI+AR 眼镜通过融合 AR 显示与大模型能力构建双向交互生态,在具备高清显示功能的同时,新增拍照、空间定位等多模态感知能力,使得 AI 大模型能够结合环境数据通过 AR 显示界面提供实时信息推送,如导航路径叠加、物体识别标注等,显著提升了用户的交互体验。然而,目前产业链在核心光学与显示技术方面尚未达到理想状态,硬件的成熟度也有待进一步提升。因此, AI+AR 智能眼镜产品在消费市场的普及仍需时间。

图 3: AI+AR 眼镜导航功能



资料来源: Rokid 公司官网

图 4: AI+AR 眼镜识物功能



资料来源: Rokid 公司官网

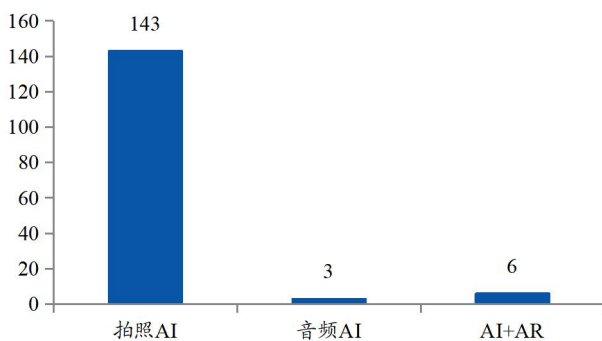
表 2: AI+AR 智能眼镜代表产品

产品	发售时间	重量	发售价	产品特点
影目 Air3	2024-11	/	4299 元	0.44Micro-OLED, 双目阵列光波导, 1080P 分辨率, 最高 600nits 亮度
Rokid Glasses	2024-11	49g	2499 元	双目衍射光波导显示, 1000nits 亮度, 搭载多款 AI 大模型

资料来源: VR 陀螺, Rokid 公司官网, 《科创板日报》, 财信证券

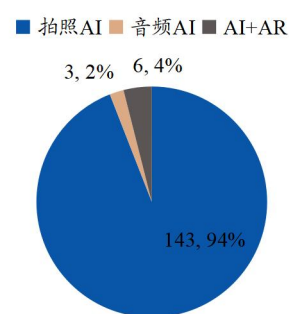
**AI 智能眼镜市场呈现结构性分化, 拍照 AI 智能眼镜为市场绝对主力。**根据 Wellsenn XR 的统计数据显示, 2024 年全球 AI 智能眼镜销量中, 有 94% 为拍照 AI 智能眼镜, 这一市场表现与 Meta Ray-Ban 智能眼镜销量的爆发性增长直接相关。数据显示, 仅该单品就贡献了拍照 AI 智能眼镜产品超过 98% 的销量。相比之下, AI+AR 智能眼镜虽具备市场发展潜力, 但因目前光学、显示、体积和功耗等硬件条件的限制, 距离在消费端大规模量产仍需要一段时间。因此, 2024 年 AI+AR 智能眼镜市场销量占比仅为 4%。音频 AI 智能眼镜则因功能与蓝牙耳机高度重合, 市场竞争力逐渐减弱, 销量占比仅为 2%。

图 5: 2024 年全球 AI 眼镜按功能形态分类销量 (万副)



资料来源: Wellsenn XR, 财信证券

图 6: 2024 年全球 AI 眼镜按功能形态分类销量占比

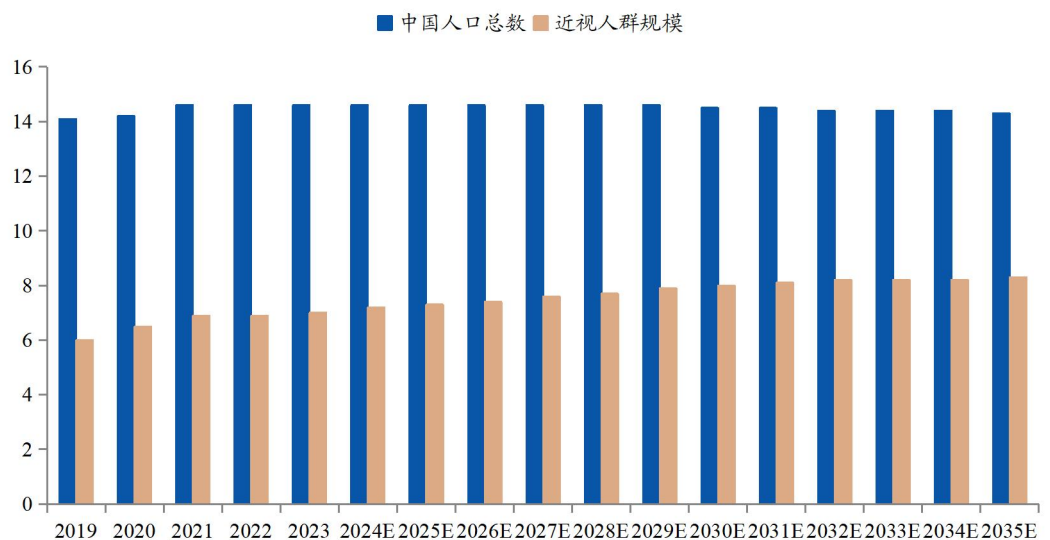


资料来源: Wellsenn XR, 财信证券

## 1.2 增量空间：千亿级存量替代蓝海，智能化改造窗口开启

**近视人群基数大：传统眼镜市场的智能化改造潜力。** AI眼镜的市场空间不仅源于其强大的功能，还与传统眼镜市场的庞大基数密切相关。从市场规模来看，根据世界卫生组织发布的数据，2020年全球近视人数已达26亿，预计到2030年将增至34亿。Wellsenn XR预测，目前中国近视人群比例接近总人口的50%，需要佩戴近视眼镜的人群规模接近7亿。其次，从市场需求来看，由于近视眼镜的更换周期通常为1至3年，传统眼镜市场具有稳定的更新需求。根据Wellsenn XR数据整理及预测，近几年全球近视眼镜销量稳定在7亿副左右，并且随着全球人口的增长呈现稳定的缓慢增长趋势。最后，从市场潜力来看，作为尚未被智能化改造的传统产品，眼镜市场蕴含着巨大的升级潜力。这一前景吸引众多科技公司与传统眼镜制造商开展合作，以博士眼镜为例，目前已与雷鸟创新、星纪魅族、XREAL、界环、李未可、华为等品牌建立战略合作关系，共同推进传统眼镜的智能化转型。

图 7：中国人口及近视人群规模（亿人）



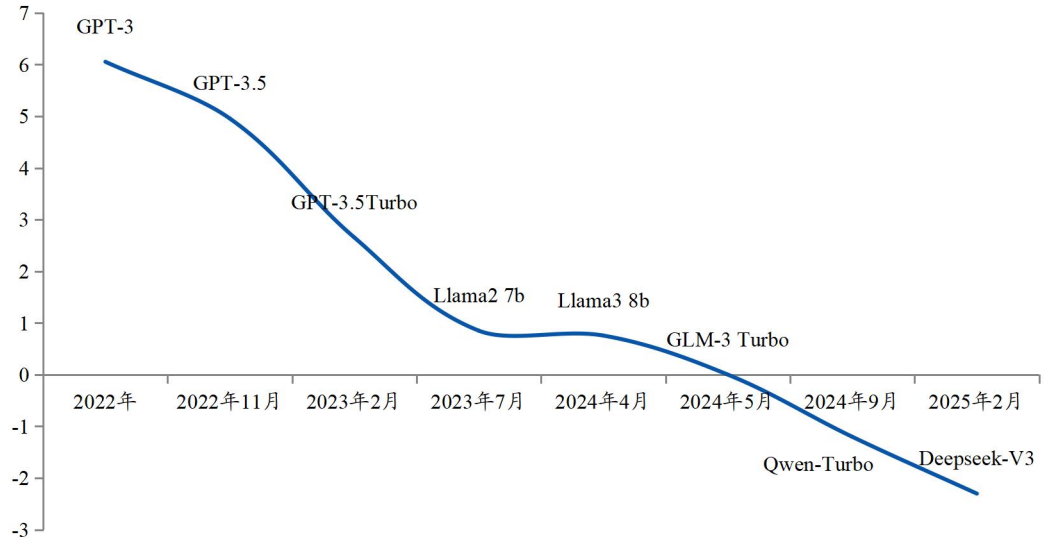
资料来源：Wellsenn XR，财信证券

**应用前景广阔：多场景赋能，开启智能交互新时代。** AI智能眼镜已从传统的信息交互工具进化为新一代空间计算平台，凭借其独特的技术优势和广泛的应用场景，展现出巨大的市场潜力，为消费级和工业级场景的应用奠定了坚实基础。相较于AI戒指、吊坠等其他AI硬件产品，AI眼镜作为通用性智能终端，实现了功能集成创新，其核心功能涵盖健康管理、辅助学习、实时翻译、知识科普、情感陪伴以及残障辅助等多个领域，展现出强大的功能延展性。

**大模型助力：技术驱动，拓宽智能眼镜应用边界。** AI大模型能力的突破性进展以及成本的快速下降为AI眼镜市场注入了强劲动力，进一步拓宽了AI眼镜的应用边界。当前，AI眼镜厂商普遍采用“终端+云端”的技术架构，主要依赖头部厂商提供的通用大模型服务。得益于大模型强大的数据处理和分析能力，AI眼镜有望实现从基础信息交互

到智能决策支持的跨越式发展，为用户带来更加智能、便捷的使用体验。

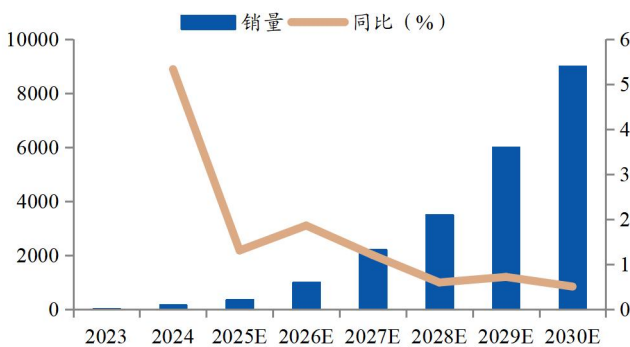
图 8: AI 大模型每百万 Token 成本的对数变化情况 (ln (元))



资料来源: Wellsenn XR, 财信证券

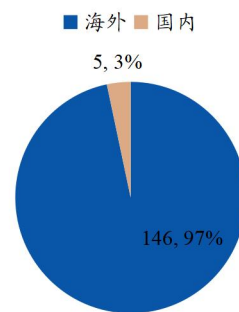
**市场发展空间大: 新品上市即将兑现, 国内市场潜力大。** Wellsenn XR 统计数据显示, 2024 年全球 AI 智能眼镜销量为 152 万台, 主要销量贡献来自 RayBan Meta 智能眼镜, 销量达到 142 万台。Wellsenn XR 预计, 2025 年全球 AI 智能眼镜销量将达到 350 万台, 较 2024 年增长 130%, 增长主要来源于 Ray Ban Meta 的销量持续攀升以及多款 AI 智能眼镜新品上市兑现。分地区来看, 2024 年中国市场 AI 智能眼镜销量仅占全球总销量的 3%, 国内市场蕴含着巨大的发展潜力。随着消费者对 AI 智能眼镜产品接受度的提高, 中国有望成为全球 AI 智能眼镜市场的重要增长极。

图 9: 全球 AI 眼镜销售统计和预测表 (万副)



资料来源: Wellsenn XR, 财信证券

图 10: 全球 AI 智能眼镜销量及占比 (万副)



资料来源: Wellsenn XR, 财信证券

### 1.3 攻坚焦点: 光学模组突破——商业化落地的核心挑战

**AI 眼镜商业化进展开启消费级虚实融合新纪元。** Meta Ray-Ban 智能眼镜在消费市场的成功印证了 AI 眼镜的商业化潜力, 吸引了消费电子与科技企业加速布局, 推动“AI+AR”深度融合成为下一代智能眼镜的核心发展方向。技术突破与生态完善的双轮驱动下, AR



**表 3: AR 光学评价参数**

参数	定义	不同场景的参数要求
视场角 (FOV)	人眼可观察部分的边缘与人眼瞳孔中心连线的夹角, 包括水平视场角、垂直视场角以及对角线视场角。视场角越大, 沉浸感越强。在 AR 光学中, 市场上主流的方案仍在 30° -70° 之间	15° -40° : 信息提示 (翻译、导航、提词等) 40° -60° : 投屏观影 (传统硬件游戏、视频投票等) 60° -100° : 虚实融合 (MR 应用) 100° 及以上: 沉浸体验 (MR 游戏、沉浸式观影)
亮度	屏幕图像入眼亮度, 影响画面的清晰度、对比度、色彩鲜艳度等。亮度与环境光正相关, 即环境光越强, AR 所需要的亮度也相应提高	室内需求: 300 nit 正常户外: 1500 nit 晴天户外: 3000 nit
透光率	人眼透过光学元件可接收到的环境光量与总环境光量比例, 决定了画面的清晰度。低透光率会威胁到户外活动的安全性, 理想透光率为 100%, 现有技术无法实现	离轴透镜: 35%-80% 棱镜: 12.5% 自由曲面: 35%-80% Birdbath: 10%-30% 光波导: 85%-90%
光学效率	人眼接收光与发光元件 (屏幕或者光机) 发出光的比例, 由于存在设计、制造方面的问题, 通常真实的光学效率低于理论值	离轴透镜: 30%-80% 棱镜: 12.5% 自由曲面: 30%-80% Birdbath: 25% 阵列光波导: 8%-15% (一维), 5% (二维) 衍射光波导: 0.1%-1%
眼动范围 (Eyebox)	近眼显示光学模组与眼球之间的一块锥形区域, AR 的 Eyebox 通常为矩形, 由于人的瞳孔直径大约 4mm, 显示内容最清晰的部分, 与 FOV 相互制约	所以 Eyebox 的直径或宽不能小于 4mm
出瞳距离 (Eye relief)	能够看清整个视场时眼睛与光学镜片间的距离, 出瞳距离小, 有利于提高光学系统的视场角。出瞳距离大, 会提高整个光学系统的厚度	AR 光学: 12-20mm VR 光学: 8-15mm
厚度	光学模组与人眼视线垂直方向的最大厚度, 决定设备体积、重量与佩戴舒适度, 光学模组呈轻量化趋势	离轴透镜: >50mm 棱镜: >10mm 自由曲面: 9-25mm Birdbath: 10-20mm 光波导: 1-2mm

资料来源: Wellsenn XR, 财信证券

**相比 VR 技术, AR 技术具有明显的交互优势。**不同于 VR 近眼显示设备创造的完全虚拟的环境, AR 近眼显示设备通过将虚拟信息叠加到现实世界, 实现了更加自然的交互方式。这种特性使其在教育、医疗、军事等领域展现出更大的应用潜力, 为 AI+AR 眼镜的市场拓展提供了技术支持。

## 2.1 行业痛点破局: 轻量化光学方案的技术跃迁

**市场需求倒逼 AR 光学技术轻量化转型。**从技术路线来看, AR 光学成像模组已形成多元化发展格局。目前主流技术方案包括离轴光学类、棱镜类、自由曲面类、Birdbath 类和光波导类等。从发展阶段来看, 光学模组的技术代际可划分为三个阶段:

**光学技术的早期阶段：**以离轴光学方案和棱镜方案为代表，受限于物理结构，设备普遍厚重、透光率较低，无法日常佩戴，主要应用于工业场景。其中，离轴光学可实现较大视场角，但受到体积限制，只能做头盔或者头环类产品；棱镜方案视场角较小，且制作的产品形态欠佳。

**光学技术的过渡阶段：**自由曲面方案和 Birdbath 方案通过光学路径优化，将重量压缩，推动 AR 设备向消费市场初步渗透。其中，自由曲面方案的视场角可达 20-55°，但厚度较大；Birdbath 方案一般应用于观影类 AR 眼镜，产品形态类似墨镜，成像效果较好，但受透过率及镜片厚度影响，轻量化程度不足。

**光学技术未来突破口：**由于镜片的重量、厚度等参数会直接影响用户佩戴的舒适度与使用时长。随着消费级市场对“类眼镜形态”产品的需求爆发，光波导方案在保证图像质量和大视场角的前提下，有效解决了设备的体积问题，成为消费级市场的光学核心突破口。光波导技术镜片厚度可控制在 3mm 以内，视场角可达到 25-80°，完美契合“类眼镜形态”的市场需求，成为 AR 设备轻量化发展的关键。

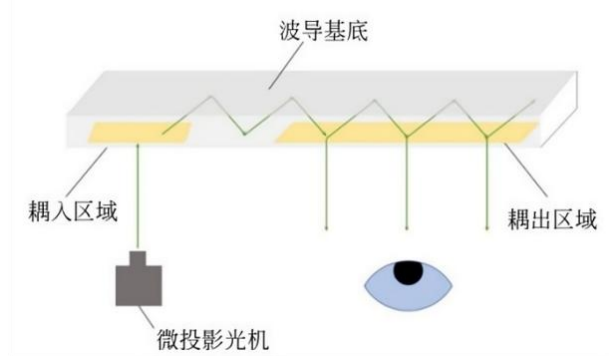
表 4: 光学方案对比表

对比维度	离轴光学类	棱镜类	自由曲面类	Birdbath 类	光波导类
技术原理	半透半反镜片反射显示屏内容，透射环境光实现叠加	利用微型投影仪与 45° 半透半反棱镜实现虚实叠加	半透半反曲面镜反射显示屏图像光线，同时透射现实环境光线实现叠加	凹面镜+分光镜（偏振分束器和半透半反镜）耦合反射微显示屏光线	全反射波导传输或光栅（表面浮雕光栅/体全息光栅）
厚度	>50mm	>10mm	9-25mm	10-20mm	<3mm
轻量化水平	低	低	较低	一般	高
FOV	>70°	10-20°	20-55°	30-60°	25-80°
Eyebox	较大	小	一般	一般	大
成像质量	好	较好	好	好	好/较好
透过率	40-70%	<50%	~50%	<50%	>80%
核心优势	大视场角技术先驱	技术成熟成本低	B 端性价比最优解	观影体验突出	形态接近普通眼镜
技术挑战		1、轻量化和显示效果存在矛盾 2、体积下限无法突破 3、透过率较难提高			1、量产工艺不成熟 2、成本较高 3、不同方案缺点不一
代表产品	Meta 2	Google Glass	耐德佳	Rokid Air、雷鸟 Air	雷鸟 X2、INMO Air2

资料来源: Wellsenn XR, 财信证券

**AR 光学目前从 Birdbath 方案向光波导方案进军。**光波导技术在实现光路高效传输的同时，显著减小了设备的体积与厚度。在耦合区域，光机内的微型显示器发出的光束通过透镜组被入耦合器件以特定角度耦合入光波导镜片，在波导内以全反射的形式向前传播，到达出耦合器件时，光束被耦合出波导片并最终进入人眼，形成清晰、稳定的视觉效果。由于波导能够实现光路折叠的效果，光波导装置通常具有体积小、模组厚度薄的特点。

图 12: 光波导技术原理图



资料来源:《增强现实近眼显示设备中光波导元件的研究进展》姜玉婷、张毅、胡跃强等

目前,光波导技术的主流方案可分为几何光波导和衍射光波导两大类。几何光波导依靠光的反射进出光波导的耦合结构,主要为采用半透半反镜面阵列的阵列光波导。衍射光波导依靠光的衍射进出光波导的耦合结构,根据光栅种类的不同,衍射光波导主要分为表面浮雕光栅波导(Surface Relief Grating, SRG)和体全息光栅波导(Volume Hologram Grating, VHG)。表面浮雕光栅波导的技术较为成熟,市场中基于衍射光波导的AR近眼显示设备大多都采用了表面浮雕光栅波导,而体全息光栅波导受材料与工艺等因素的限制,在性能与大规模量产等方面仍与表面浮雕光栅波导有一定的差距。

表 5: 光波导主流方案性能指标对比

主要技术路径	阵列光波导	衍射光波导	
		表面浮雕光栅波导	体全息光栅波导
原理图			
优点	色彩还原度高, 色差小	尺寸小, 出瞳大, 亮度高	尺寸小, 出瞳大, 亮度高
厂商阵营	Lumus, 灵犀微光, 理湃光晶等	Microsoft, Dispelix, WaveOptic, Magic Leap, 至格科技等	Sony, Digilens, Apple, 三极光电, 谷东科技等
光能利用率	一维 10%-15%, 二维 5%	<1%	1%-3%
光耦合器	半透半反镜面阵列	表面浮雕光栅	体全息光栅
偏色	较轻	严重	较严重
最大视场角	Lumus 50°	Hololens2 52°	Digilens 35°
制造工艺	传统光学冷加工镀膜/贴合/切割	半导体微纳加工, 纳米压印	激光全息干涉

资料来源: Wellsenn XR,《增强现实近眼显示设备中光波导元件的研究进展》姜玉婷、张毅、胡跃强等, 财信证券

## 2.2 几何光波导: 成像效果佳且视场范围大, 但量产难度较高

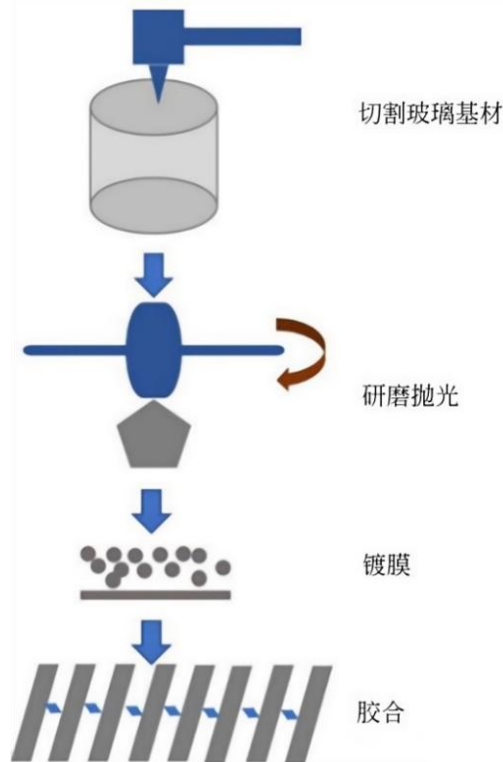
几何光波导以阵列光波导为主要应用方向。阵列光波导技术最早由以色列公司Lumus提出并持续优化迭代,至今已发展近二十年。阵列光波导由阵列排布的反射面或棱镜组成,基于传统几何光学原理实现图像传输,耦合区域中反射镜将光束引导进入波导片,耦合区域中阵列排布了一些具有特定角度的半透半反薄膜面,每个薄膜面将部分

光线朝人眼方向反射出波导，其余光线经镜面透射至下一个薄膜面，在“反射-透射”的重复过程中，实现图像的输出和动眼框的扩大，以适应不同瞳距用户需求。

**竞争优势：高质量成像叠加大视场范围，制备技术较成熟。**几何光波导是基于传统几何光学的原理进行设计和制造的光波导方案，技术原理简单，制备技术较为成熟，光学成像质量高，同时结合扩瞳技术可以在保持图像质量的同时获得更大的动眼框范围。凭借这些优势，几何光波导技术已成为 AR 近眼显示技术的主流方案之一。

**量产挑战：几何光波导面临三大瓶颈——耦入部分体积压缩困难、明暗条纹问题、多工序良率衰减效应。**几何光波导制造以光学玻璃为原材料，采用切割、研磨、抛光、镀膜及贴合等传统冷加工工艺。在这一过程中，镀膜工艺的质量、镜面之间的平行度以及切割角度等因素都会影响最终设备的成像质量。玻璃的切割、抛光、镀膜三个步骤由于过去消费电子产品的快速发展，已经积累了较为成熟的产业链。因此难点主要集中于贴合工艺，据理湃光晶公司官网信息，原本采用的人工胶水贴合需要一次性贴合 30 片玻璃，不能出现操作偏差，因此这一步骤的良品率较低，很难实现大规模量产。针对这一现象，理湃光晶等光学模组企业已实现针对光学玻璃的分子键合工艺，以替代传统的胶水胶合加工工艺。相比于传统胶合工艺存在的量产难度大、容易产生杂散光和偏色、易受环境影响、易老化和开裂等问题。分子键合技术通过破坏原有的分子键，再将分子键重组的方式进行生产，在保证产品显示效果的同时，提升产品的良率。此外，分子键合工艺采用自动化设备加工，能够同时完成多批次、大批量的生产。未来，分子键合技术或将成为阵列光波导突破量产瓶颈的关键。

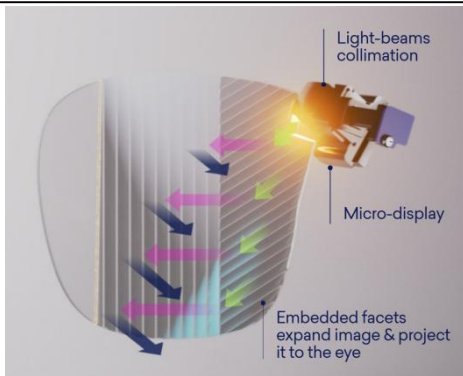
图 13：阵列光波导加工流程图



资料来源：《增强现实近眼显示设备中光波导元件的研究进展》姜玉婷、张毅、胡跃强等

**二维扩瞳：消费级 AR 眼镜阵列光波导方案的更优解。**一维扩瞳技术（1D EPE）通过在水平方向复制出瞳，有效解决了传统光学系统因瞳距差异导致的图像适配问题。为了进一步提升 AR 近眼显示设备的性能，二维扩瞳技术（2D EPE）通过 X/Y 轴双向扩瞳，成功突破了一维扩瞳技术中光机体积与视场角（FOV）之间的矛盾，使视野更加立体。然而，目前二维扩瞳技术的显示效果尚不如一维扩瞳技术，且需要处理复杂的膜层结构与高精度光学加工要求，涉及多阵列镜面的精密对齐。未来，通过持续优化光机设计，二维扩瞳方案有望将 FOV 提升至 50 度以上，从而推动消费级 AR 应用的落地，为用户带来更沉浸、更丰富的视觉体验。

图 14: Lumus 二维阵列光波导原理图



资料来源: Lumus 公司官网

图 15: 理湃光晶二维几何波导产品



资料来源: 理湃光晶公司官网

表 6: 几何光波导一维扩瞳技术和二维扩瞳技术路径对比

技术路径	一维扩瞳	二维扩瞳
屏幕	LCOS, LBS, 硅基 LED	LCOS, LBS, 硅基 LED
技术难点	加工工艺流程长, 良率不够高, 光机偏大	工艺流程复杂, 良率低
技术可得性	Lumus 专利技术于 2023 年过期, 有替代产品	Lumus 联合水晶光电在国内推广
当前情况	B 端, 全年产量约万片	Lumus 展示了 50° FOV 样品
单眼成本 (光学+屏幕)	\$100+60	\$500+60

资料来源: Wellsenn XR, 财信证券

**行业格局：国际领军企业 Lumus 技术优势显著，国内厂商加速追赶。**Lumus 凭借几何光波导核心专利构建技术壁垒，其最新 Z-Lens 2D 波导方案成功将光机体积压缩 50%，在维持普通眼镜形态基础上支持 FOV 超 50°，为消费级 AR 设备轻量化发展树立新标杆。灵犀微光、理湃光晶、亮亮视野等国内厂商加速追赶，已实现一维扩瞳产品小规模出货，并通过自主研发推进二维扩瞳模块的工程化落地。当前，阵列光波导技术的演进路径聚焦于提升 FOV（如 50° 以上）和透光率、减重以及突破量产难题。随着国产供应链在玻璃冷加工、分子键合等关键环节的持续突破，国内厂商正快速缩短与海外技术代差，为消费级 AR 眼镜的规模普及提供核心光学引擎支撑。在产品商业化应用方面，INMO AIR3 智能眼镜通过采用理湃光学的几何光波导显示模组，验证了几何光波导方案在消费级市场的可行性。与此同时，东谷科技在 2024 年推出的星彩 Star1 和星彩 Star1S 两款 AR 眼

镜，采用双目全彩阵列光波导方案，标志着阵列光波导技术正加速向消费电子市场渗透。

图 16: INMO AIR3 眼镜外观图



资料来源: INMO 公司官方微信公众号

表 7: 阵列光波导方案核心厂商及产品

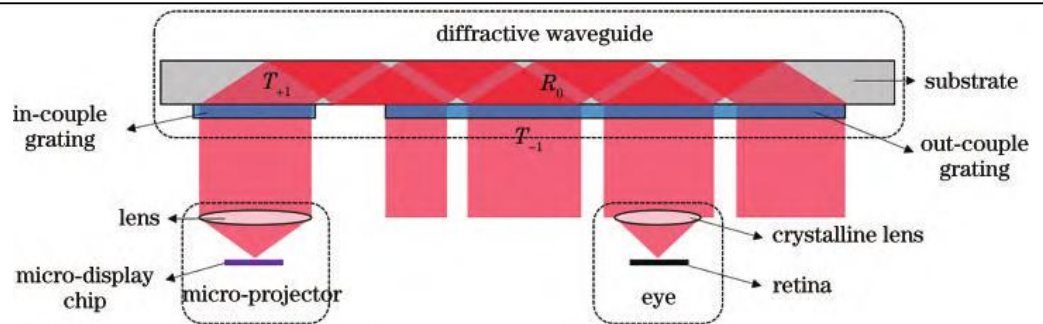
公司	Lumus Maximus OE	灵犀微光 2D-40	理派光晶 G3-E
视场角 (FOV)	50°	42°	40° -70°
显示器	LCOS	Micro-LED	CS-LCOS
亮度	>3000nits/WLED	500-1000nits	500-900nits
最高分辨率	1440 × 1440	1280 × 720	1280 × 720
模组厚度	1.7mm	1.7mm	<1.5mm
透过率 (%)	>80	85	>80
重量 (g)	20	16	/

资料来源: 各公司官网, 财信证券

### 2.3 衍射光波导: 轻薄易量产, 但面临设计门槛高和彩虹效应难题

衍射光波导利用衍射光栅的衍射特性来设计光路。衍射光波导系统主要由微投影光机、波导元件以及衍射光栅组成, 其原理为微投影光机将微型显示屏发出的光准直为平行光后, 朝耦入区域投射, 经耦入区域耦入到波导中, 以全反射形式向前传播, 多次全反射后经耦出区域的光栅朝人眼方向衍射, 在人眼处形成图像画面。相比于几何光波导, 衍射光波导利用了光的衍射效应, 因此存在散射、彩虹效应等问题。但衍射光波导制造工艺的良率较高, 从而降低了生产成本, 具备更高的量产可行性。

图 17: 衍射光波导原理示意图



资料来源: 《衍射光波导增强现实近眼显示的关键参数》赵宇暄、孟祥峰、冒新宇

**技术分类：**衍射光波导根据光栅结构差异可分为表面浮雕光栅波导与体全息光栅波导两大技术路线。表面浮雕光栅波导技术采用半导体制备工艺，已成为微软 Hololens1、Hololens2，Magic Leap One 等主流 AR 设备的技术选择。而体全息光栅波导的主要制备工艺是干涉曝光，虽然在理论层面具备更优的光效表现，但其量产与视场角等问题严重限制了它的应用范围。

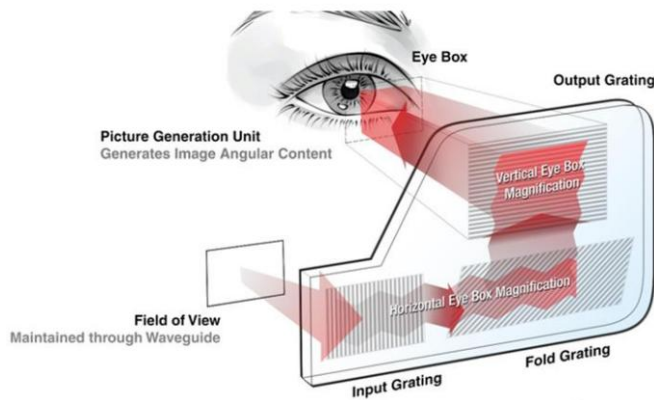
**表 8：衍射光波导方案量产指标对比表**

	表面浮雕光栅波导	体全息光栅波导	
原材料	晶圆级玻璃	普通玻璃	
工艺方法	模板+转印	双激光光束干涉曝光	
主要工序	旋涂光刻胶、电子束直写、刻蚀、旋涂+压膜+UV 固化+烘烤老化等	材料喷涂封装、激光干涉曝光、UV 后固化	
成熟度	较成熟	不成熟	
难度	较难	较难，存在材料瓶颈，产业界无成熟设备	
成本	0-50K 50-100K >100K	较高（固定资产投资大） \$40 ~\$10	较低 \$10 极低
良率	40%左右	>80%	
设备	电子束直写 100%国外设备，大规模转印设备 100% 国内少量小批量设备	全息曝光设备，国产化替代难度低	

资料来源：国家虚拟现实创新中心，Wellsenn XR，财信证券

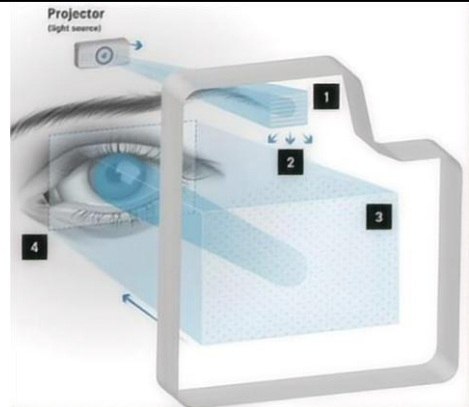
**二维扩瞳：**衍射光波导二维扩瞳技术已形成转折光栅与二维光栅两大技术路线。转折光栅方案在水平扩瞳的同时，结合耦出光栅完成垂直扩瞳和耦出过程。该方案的核心优势在于能提供较大的出瞳直径和视场角（FOV），同时有效提升光学效率并缩小投影体积。但制造工艺要求严格，加工时需将正背面光刻工艺对齐，光栅的调整较为复杂。目前，该技术主要由微软、Vuzix 等 AR 行业头部厂商掌握，体全息光波导厂商 Digilens 也采用类似的转折光栅技术。二维光栅方案以 WaveOptics 柱状光栅技术为代表，光束经耦入区进入波导后，在波导片内以全反射方式传播到耦出区域，凭借这种结构可以同时实现光束的耦出和多个方向的扩展。该方案在光学设计上具有更高的自由度，可提供更优的显示分辨率和对比度，但设计及制作难度大。

**图 18：利用转折光栅实现的二维扩瞳**



资料来源：Rokid 微信公众号

**图 19：利用二维光栅实现的二维扩瞳**



资料来源：Rokid 微信公众号

### 2.3.1 表面浮雕光栅波导：技术成熟较高可量产，彩虹效应等问题亟待解决

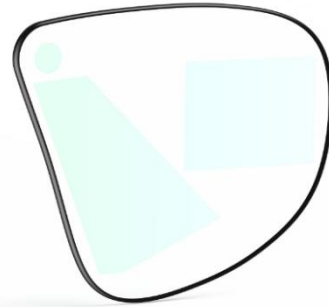
**表面浮雕光栅波导：衍射光波导的主流方案。**表面浮雕光栅波导所采用的表面浮雕光栅（Surface Relief Grating, SRG），是通过刻蚀或纳米印压等工艺在材料表面形成的具有周期性的纳米微结构，主要用于满足衍射条件，实现图像光的耦入和耦出。

图 20: Wave Optic 衍射光波导产品



资料来源: Wave Optic 公司官网

图 21: 至格科技衍射光波导产品



资料来源: 至格科技公司官网

**竞争优势：设计自由度较高，眼动范围大，且轻薄易量产。**表面浮雕光栅波导技术的核心优势主要体现在三个维度：一是光栅在设计与生产上的灵活性。相较于传统几何光波导所需的玻璃切片和精密粘合工艺，表面浮雕光栅采用微纳加工技术，不仅简化了生产流程，更显著提升了产品良率和量产效率。随着半导体制造工艺的持续进步，这一技术优势不断放大。二是基于转折光栅或二维光栅的二维扩瞳技术，该技术可在 X/Y 双轴向同步扩展眼动范围，能适配不同用户的瞳孔间距与面部特征，在提升人体工程学适配性的同时，缩小光机在 Y 方向的体积。三是衍射光波导可以通过纳米压印工艺实现规模化量产，可有效控制成本。

**技术难点：产品显示效果不佳，模板设计难度大。**当前 SRG 产品普遍存在光学性能缺陷：由于不同波长（红>绿>蓝）对应不同衍射角度，叠加入射角对衍射效率的影响，导致视场角和动眼框内 RGB 比例不均匀，造成彩虹效应；同时受入射角限制影响，SRG 产品视场角小且光效低。此外，光在出瞳区域会通过透射和反射进入前方外界环境，导致漏光现象。在量产层面，模板制备涉及半导体微纳米加工工艺，设计难度较大。

**工艺现状：目前光栅波导制造以纳米压印和刻蚀工艺为主要加工方式。**纳米压印工艺凭借其成本优势、加工一致性和质量稳定性，成为微软、Magic Leap 等主流 AR 厂商进行波导片批量化生产的加工方式。蚀刻工艺建立在纳米压印基础上，制备工艺更加复杂，技术门槛更高，但其制备的波导在同等视场角条件下，具有更优异的光学性能表现。相比于纳米压印工艺，刻蚀工艺有更大的加工自由度，可以选用更高折射率、密度更低、透过率更高的材料，如 SiC、TiO<sub>2</sub> 等，同时刻蚀工艺也具备更强的环境耐受性，且能兼容半导体晶圆制造技术。

表 9: 纳米压印与刻蚀工艺对比

	纳米压印	刻蚀工艺
原理	在玻璃晶圆上叠加树脂涂层,然后在涂层上进行纳米压印,最后使用紫外光固化	在纳米压印基础上,进一步刻蚀光波导的表面结构并分离涂层
工艺	较简单	较复杂
成本	较低	较高
材料	玻璃	SiC、TiO <sub>2</sub>
有无接触	有	无
耗电量	较低	较高
FOV	较小	较大
优点	工艺简单, 材料供应商多	更好地还原光学设计, 材料安全系数高, 设计自由度高, 可进一步提升光波导性能
缺点	难以实现较高的折射率	技术门槛高, 制备工艺更加复杂

资料来源: Wellsenn XR, 财信证券

**行业格局: SRG 波导领域已形成全球化竞争格局。**国内市场有至格科技、广纳四维和莫界科技等一批专注光学波导技术的创新企业; 国际市场上则以微软、Displex 和 Wave Optic 等公司为代表。在产品应用层面, 衍射光波导技术已成功商用化, 代表产品包括雷鸟 X2、INMO Go2 和 Rokid glasses 等消费级 AR 设备。

图 22: 雷鸟 X2 眼镜外观图



资料来源: TCL 官网

图 23: Rokid glasses 眼镜外观图



资料来源: Rokid 公司官网

### 2.3.2 体全息光栅波导: 成本优势显著易量产, 但存在技术和材料瓶颈

**体全息光栅波导: 衍射光波导未来发展方向。**光在体全息光栅波导中的传播过程与表面浮雕光栅波导基本相同, 不同之处在于, 体全息光栅 (Volume Hologram Grating, VHVG) 的主要制备工艺是通过干涉曝光, 在分子层面形成具有折射率差的周期性空间分布结构。因此在工艺上, 全息光波导更加高效, 适合大规模生产, 成本较其他光波导技术也具有明显优势, 苹果公司收购的 Akonia 公司采用的便是全息光学元件。随着 AR 产业对高性能、低成本光学方案的持续追求, 体全息光栅波导有望成为下一代近眼显示系统的关键技术路径。

**竞争优势：成本优势显著，良品率高，量产难度小。**体全息光栅波导在控制生产成本、提升良品率等方面表现优异，同时其生产设备国产化替代难度较低，这促使国内厂商纷纷在该领域积极布局，使得 VHG 成为当前最具产业化前景的光波导技术路线之一。

**技术难点：技术成熟度较低，存在材料瓶颈。**虽然体全息光波导的理论制造成本为三大主流光波导技术中最低，但实际生产工艺成熟度不足，业界仍处于探索阶段，材料及相关的工艺参数仍是主要技术瓶颈。此外，在光学性能方面，VHG 对角度和波长的强选择性带来单片彩色、高透明、正面不漏光等优异特性的同时，也制约了 FOV 和色彩表现。目前，该技术仍处于实验室向产业化过渡的早期阶段，光学原理、工艺、成本等问题亟待解决。

**行业格局：目前体全息光波导领域涉足企业较少。**国际市场以 Sony、Digilens、Akonia（已被苹果收购）为主导，国内市场以水晶光电、谷东科技、三极光电等企业为代表积极布局。值得关注的是，苹果、Meta 等大厂先后收购体全息厂商，以加速下一代 AR 产品的技术储备。当前，我国在该领域的发展面临关键材料和技术的“卡脖子”困境，高折树脂基底、光敏聚合物材料以及工艺设备很多都严重依赖外部供应商。

图 24：三极光电二维扩瞳全息光波导



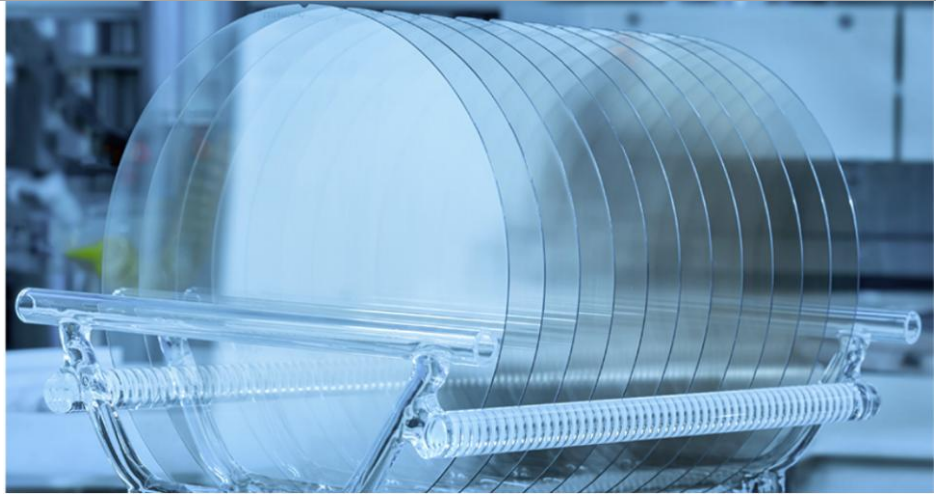
资料来源：三极光电公司官网

### 3 碳化硅：光波导镜片材料的理想选择

#### 3.1 碳化硅凭借优异的物理性能，驱动光波导镜片技术创新

**碳化硅物理性能优异，具备卓越的光学和热学性能。**碳化硅是由 C 和 Si 元素按 1:1 比例形成的 IV-IV 族化合物半导体材料，其硬度仅次于金刚石。作为第三代半导体材料的代表，碳化硅具有高击穿电场、耐高温、耐高压、高频性能优异以及低能量损耗等优势，在高温、高功率、高频率等极端工况下仍能保持稳定性能。此外，碳化硅单晶衬底可分为导电型和半绝缘型两类，其中半绝缘型碳化硅衬底可被加工为光波导镜片，实现设备轻量化和形态的突破，提升散热效率。

图 25: 半绝缘型碳化硅衬底



资料来源: 天岳先进公司官网

凭借轻量化和大 FOV 双重突破, 成为下一代光波导镜片理想选择。相较于玻璃、树脂等其他材料, 碳化硅的折射率更高, 可提供更大的视场角。同时, 碳化硅材料的热导率更高, 能够快速传导和散热, 提供稳定的光学性能。此外, 碳化硅镜片材料可以满足 AI 眼镜的轻量化需求, 在大幅减轻设备重量的同时扩大视野, 是下一代光波导镜片的理想选择。

表 10: AR 镜片材料性能对比

材料	玻璃	树脂	碳化硅
成本	中等	低	高
密度	中等	低	高
折射率	1.5-2.2	1.49-1.60	2.6-2.8
透光性	高	中等	低
重量	高	中	低
厚度	高	中	低
硬度	中等	低	高
良率	中等	高	低
加工难度	中等	低	高
耐磨	中等	低	高
耐腐蚀	中等	低	高
耐高温	中等	低	高
优点	技术成熟, 普及率高、折射率均匀性好, 视场角大, 高透光, 镜片轻薄	密度低, 产品轻量便携防摔防碎, 使用寿命长, 易加工, 良率高, 价格低	折射率高, 耐磨, 耐腐蚀
缺点	在抗冲击强度和轻量化方面存在严重不足, 价格高	树脂材料存在折射率、表面平整度、色彩分离等制约因素、不耐划伤、高折射率树脂价格高等问题	硬度大, 加工难, 加工成本高

资料来源: Wellsenn XR, 财信证券

### 3.2 多家 AR 眼镜厂商布局碳化硅波导应用，碳化硅行业迎来新增长极

**Meta 发布首款碳化硅光波导概念产品，引发行业连锁反应。**2024 年 9 月，Meta 发布了 AR 眼镜原型机 Meta Orion，配置碳化硅镜片并采用衍射光波导+全彩 Micro-LED 光机，该产品不仅突破性地实现了 70° 大视场角，还优化了光学效率，将彩虹纹等杂散光影响降至最低。碳化硅的高热导率、低光学损耗等特性，使碳化硅光波导镜片在降低功耗、提升散热效率方面表现突出，为轻量级 AR 眼镜提供了更优解决方案。这一突破迅速引发行业连锁反应，许多 AR 眼镜厂商纷纷与碳化硅厂商开展合作。

**国产厂商积极布局碳化硅波导应用，产业进程或将加速。**上证报中国证券网 2025 年 2 月 27 日讯，龙旗科技、晶盛机电、XREAL 与鲲游光电四家行业领军企业正式签署《AI/AR 产业链战略合作协议》，共同瞄准 2027 年 AI 眼镜赛点，向 L4 级智能眼镜技术高地发起冲锋。《科创板日报》2025 年 3 月 1 日讯，三安光电与国外头部 AR 终端厂商、国内光学元件代工厂等重点客户紧密合作，目前已向多家客户送样验证，产品持续迭代。据了解，碳化硅折射率约为 2.7，优于传统玻璃等材料，且具备耐高温跟散热优势。据三安光电相关人士表示，一片 6 英寸碳化硅衬底能够制作 2 副 AR 眼镜、8 英寸衬底则对应 3-4 副，从预估的 2024 年全年出货量 150 万台来计算，折算成 6 英寸衬底约对应 75 万片 1 年的需求，市场规模为 10.8 亿元。当前，碳化硅镜片面临制造工艺复杂、技术门槛高、成本昂贵等瓶颈，因此玻璃和树脂仍为光波导镜片的主流材料。随着 AR 眼镜市场需求增长以及碳化硅加工工艺与材料的突破，预计有望推动碳化硅衬底的产能扩张与成本下降，加速碳化硅光波导的商业化进程。

## 4 相关标的

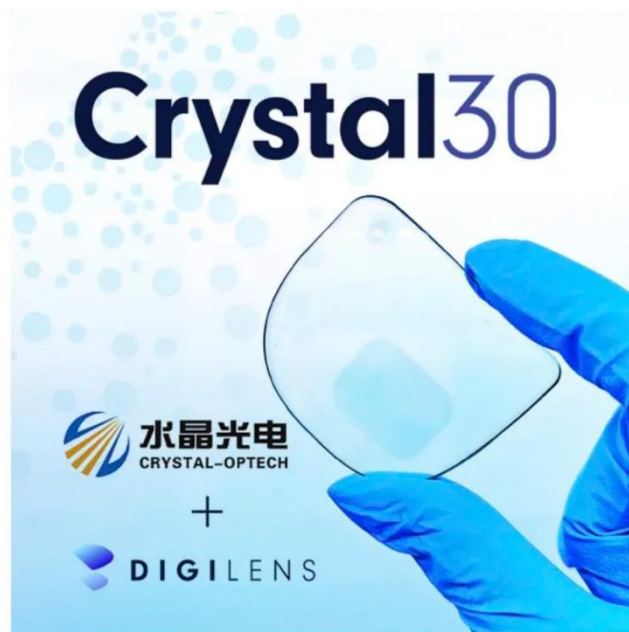
### 4.1 水晶光电（002273.SZ）：一站式光学解决方案专家

**国内光学龙头企业，积累国内外知名客户。**水晶光电深耕光学产业二十余年，始终坚守光学赛道创新发展的经营方针，专注于光学影像、薄膜光学面板、汽车电子（AR+）、反光材料等领域相关产品的研发、生产和销售，其产品横跨消费电子、车载光电、元宇宙三大赛道。随着公司由大客户二级供应商向 ODM 合作伙伴转型升级，公司的客户结构逐步丰富优化。

**盈利能力持续增强，业绩增长势头强劲。**公司发布 2024 年年度业绩预告，2024 年公司预计实现归母净利润 10.0-11.2 亿元，同比增长 66.60%-86.59%；预计实现扣非净利润 9.50-10.70 亿元，同比增长 81.80%-104.77%。公司紧跟全球消费电子行业的复苏步伐，积极把握人工智能大模型带来的产业升级机遇，充分发挥技术创新的驱动力量，成功实现了单一大单品向多元化大单品的结构跃迁，推动公司业务规模攀登新峰，盈利能力持续增强。在产品、市场和客户结构的不断优化下，公司各业务板块市场份额持续攀升，产品毛利率和净利率实现了双增长，公司业绩呈现出强劲的增长势头，为未来的可持续发展奠定了坚实基础。

**战略布局 AR 眼镜，与美国 Digilens 实现体全息波导片量产落地。**随着大模型的发展，智能眼镜和 AR 眼镜行业在快速发展，给光学行业带来了极大的市场机遇，水晶光电已确定以 AR/VR 为公司未来主要的战略方向，在 AR/VR 布局中重点关注显示和投影领域，已持续多年沿着反射光波导、衍射光波导等技术路线，在 AR 显示和投影领域持续深耕，获得了业内诸多大客户的认可，并在技术理解、量产能力和质量控制等方面做好了充分的准备。反射光波导作为公司的一号工程，公司坚定地投入并着力解决反射光波导的量产性难题。在衍射光波导方案上，公司和美国 Digilens 合作布局体全息技术，DigiLens 是全球首家实现批量化生产的体全息技术方案商。作为其在国内的独家授权生产商，水晶光电目前已经完成 30° 全彩体全息波导片的技术升级，以满足市场对于 ARGO 眼镜不断增长的需求，并与一线客户探索多重应用场景。

图 26: 水晶光电与 Digilens 公司合作实现体全息波导片量产落地



资料来源：水晶光电微信公众号

**拟以现金收购广东埃科思 95.60% 股权，丰富公司在 AR/VR 的业务板块。**为进一步优化公司业务结构，拓展在 AR/VR 领域的战略发展布局，增强公司核心竞争力，公司拟以自有及自筹资金 3.235 亿元人民币收购广东埃科思科技有限公司（以下简称“广东埃科思”）95.6% 股权。本次交易完成后，公司将直接持有广东埃科思 95.6% 股权，同时通过全资子公司台州创进企业管理有限公司间接持有广东埃科思 2% 股权。埃科思定位提供 3D 深度视觉识别解决方案，主营业务为 3D 生物识别方案及深度传感模块、2D 成像模块的研发、生产与销售，相关业务已在行业有 5 年以上的积累。产品覆盖三类 3D 深度视觉技术路线：双目结构光、散斑结构光、TOF，下游应用包括智能家庭、机器人、刷脸支付、汽车电子和安防等。埃科思具备 3D 视觉产品的整体设计能力以及 3D 视觉产品的量产能力，是 3D 视觉行业中少有同时覆盖车载电子与消费电子的公司，是行业少有的具备 3D 视觉产品整体设计与大规模量产能力且又能与产业链形成较为开放合作的公司，可为终端提供端到端且高性价比的解决方案，同时具备稳定且可控的供应链体系。通过收购

埃科思股权，对构建公司在 AR/VR 空间感知领域的能力和竞争优势具有重要意义，更加有利于公司在核心终端大客户面前呈现全球卓越的一站式光学解决方案专家的形象。同时，公司坚定看好 3D 成像和空间感知在机器人、智能驾驶、无人机及智能家居等领域的应用前景和空间。在 AI+AR 的产业爆发的时代背景下，通过收购埃科思，公司将快速在上述业务领域与之形成协同效应，有助于提升公司的综合竞争力。

#### 4.2 蓝特光学（688127.SH）：中国领先的光学产品制造企业

**国内光学产品制造龙头，不断加强研发投入。**公司专业从事光学元器件的研发、生产和销售，主要产品包括光学棱镜、玻璃非球面透镜、玻璃晶圆。公司致力于光学光电子细分领域，凭借丰富的精密光学元件生产和工艺技术的研发能力，通过持续的科技创新，不断满足光学组件和下游应用领域客户最新需求，多种产品技术指标已达到行业领先水平。公司先后承担了国家火炬计划项目、国家工信部工业强基项目、浙江省重大科技项目等重点项目，公司产品及品牌受到国际知名企业广泛认可，具有较高的市场和行业地位。

**积极发掘下游需求，盈利能力持续增强。**2024 年度，公司实现营业总收入 10.34 亿元，较上年同期增长 37.08%，实现归母净利润 2.18 亿元，较上年同期增长 21.50%；实现扣非归母净利润 2.13 亿元，较上年同期增长 32.28%。公司持续聚焦于通过可持续性、成长性的经营模式，通过进一步推动在经营效率、生产规模等多方面的积极提升，实现了业绩增长；同时，光学光电子产业与下游显示、成像、传感、通信、人工智能等应用发展紧密相联，公司依托多样化的产品布局、长期积累的客户资源，对下游消费电子、汽车智能驾驶、光通讯等领域的需求保持积极发掘。2024 年度，公司主要产品光学棱镜、玻璃晶圆、玻璃非球面透镜收入均有提升，公司营业收入突破 10 亿元，同比增长 37.08%，进一步巩固了公司的市场竞争优势。

**主要产品显示玻璃晶圆可用作 AR 镜片材料，打造公司业绩新增长极。**显示玻璃晶圆再裁剪切割后可制成 AR 光波导，最终用作 AR 镜片材料；衬底玻璃晶圆主要用于与硅晶圆键合，在半导体光刻、封装制程中作为衬底使用；深加工玻璃晶圆主要包括 WLO 玻璃晶圆、TGV 玻璃晶圆和光刻玻璃晶圆等。产品是根据下游客户需求，在显示玻璃晶圆和衬底玻璃晶圆上进行通孔、切割、光刻等深加工。深加工玻璃晶圆产品主要应用于晶圆级镜头封装、AR/VR、汽车 LOGO 投影等领域。

**积极布局 AR 眼镜领域，推进多个在研项目。**随着下游应用对成像、显示、传感的要求不断提高，目前技术端亦驱动光学技术从传统的几何光学走向自由曲面和物理光学，不仅从光学设计层面迎来了技术转变，在产品端也要求加工精度从微米级一直提升到纳米级，在工艺上要更多采用半导体、纳米压印、超快激光等技术手段。公司依靠自身玻璃基材优势、精密机械模具加工优势、客户优势，拟开发一款可和某 AR 整机公司配套的光波导 AR 镜片，实现 AR 基本功能。此外，公司针对 AR 领域的在研项目还包括字幕 AR 眼镜核心-多层波导片加工工艺研发项目、AR 智能穿戴核心光学元器件研发项目等。

## 5 投资建议：聚焦光学与材料创新，把握 AI 眼镜产业红利

我们维持电子行业“领先大市”评级。随着 AI 大模型的加速渗透，我们认为 AI 眼镜产业有望迎来“政策+技术+产品”的三重催化。2025 年将进入 AI 眼镜的新品密集发布期，光学模块作为 AR 眼镜及 AI+AR 眼镜区别于其他消费电子产品最大的功能与价值差异点，有望受益于 AI 眼镜在消费市场的加速渗透以及轻量化发展趋势，建议关注水晶光电、蓝特光学。碳化硅材料凭借高热导率、低光学损耗等特性，为轻量级 AR 眼镜提供了更优解决方案，建议关注天岳先进、三安光电。

## 6 风险提示

AR 行业发展不及预期风险；下游需求不及预期风险；行业竞争加剧风险。

## 投资评级系统说明

以报告发布日后的 6 - 12 个月内，所评股票/行业涨跌幅相对于同期市场指数的涨跌幅度为基准。

类别	投资评级	评级说明
股票投资评级	买入	投资收益率超越沪深 300 指数 15%以上
	增持	投资收益率相对沪深 300 指数变动幅度为 5% - 15%
	持有	投资收益率相对沪深 300 指数变动幅度为-10% - 5%
	卖出	投资收益率落后沪深 300 指数 10%以上
行业投资评级	领先大市	行业指数涨跌幅超越沪深 300 指数 5%以上
	同步大市	行业指数涨跌幅相对沪深 300 指数变动幅度为-5% - 5%
	落后大市	行业指数涨跌幅落后沪深 300 指数 5%以上

## 免责声明

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格，作者具有中国证券业协会注册分析师执业资格或相当的专业胜任能力。

本报告仅供财信证券股份有限公司客户及员工使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司当然客户。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发送，概不构成任何广告。

本报告信息来源于公开资料，本公司对该信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本公司对已发报告无更新义务，若报告中所含信息发生变化，本公司可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告中所指投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司及本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此作出的任何投资决策与本公司及本公司员工或者关联机构无关。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人（包括本公司客户及员工）不得以任何形式复制、发表、引用或传播。

本报告由财信证券研究发展中心对许可范围内人员统一发送，任何人不得在公众媒体或其它渠道对外公开发布。任何机构和个人（包括本公司内部客户及员工）对外散发本报告的，则该机构和个人独自为此发送行为负责，本公司保留对该机构和个人追究相应法律责任的权利。

## 财信证券研究发展中心

网址：stock.hnchasing.com

地址：湖南省长沙市芙蓉中路二段 80 号顺天国际财富中心 28 层

邮编：410005

电话：0731-84403360

传真：0731-84403438