

强于大市

公司名称	股票代码	股价	评级
歌尔股份	002241.SZ	人民币 19.36	买入
龙旗科技	603341.SH	人民币 35.43	增持
恒玄科技	688608.SH	人民币 147.57	增持
韦尔股份	603501.SH	人民币 87.90	买入

资料来源: Wind, 中银证券

以2024年8月28日当地货币收市价为标准

AI 端侧深度之 AR 眼镜

产品定义收敛, 技术限制解除, 新一代多模态 Agent 处变革前夜

AR 眼镜承载了人们新一代更便利、更实时、更智能的电子终端的愿景。我们认为, 硬件技术突破+端侧 AI 驱动, 将解决限制 AR 眼镜发展的量产性、用户需求不足的困境, 展望乐观。为深度探讨新一代消费电子计算终端的投资机遇, 本报告主要从硬件技术迭代的视角, 详细分析 AR 眼镜各重点零部件, 主要针对 SoC、微显示光机、光波导三个环节, 对其性能要求、底层原理、技术路径、制造工艺等方面, 做了分析与推演。我们看好中国供应链在 AR 眼镜产业的机遇, 看好已做充分布局、将受益此趋势的上市公司。

支撑评级的要点

- AR 眼镜有望成为 10 亿台级别的新型消费电子硬件产品。AR 眼镜是指兼具 AR 显示与眼镜形态的新型消费电子产品。经历了此前数年迭代后, 目前市场分为轻智能、观影类、全功能 AR 眼镜三大类形态。考虑到眼镜的市场空间(用户接受度)和 AR 眼镜对智能手机的替代前景, 我们认为 AR 眼镜是 10-14 亿台量级的产品形态。
- AR 眼镜功能近似智能手机, 借助端侧 Agent, 有望成就新一代平台级硬件。AR 眼镜能提供大屏/多屏显示的功能, 并提供第一用户视角、解放双手的差异化特色, 可较大程度替代智能手机的功能, 同时提质增效。借助端侧 Agent, AR 眼镜可实现环境内事物信息的实时采集与反馈, 同时交互方式更加直接自然, 对比目前的计算输入与输出方式, 具备更好的体验、更便利等优势, 或将成为下一代计算平台。与 VR/MR 产业不同, AR 眼镜只需相对轻度应用, 无需 VR/MR 的重度应用, 内容制作难度低、同时制作周期短很多, 因此生态打造相对容易。
- 硬件技术是 AR 眼镜发展的最大瓶颈, 逐渐面临突破。AR 眼镜大多可复用智能手机供应链, 创新点在 SoC、微显示光机、光学, 这三部分亦是 AR 眼镜成本的主要部分。SoC 方面, 目前专用 AR 眼镜的 SoC 较少, 根据高通两代 AR 平台产品推测, 小型化、低功耗、分布式架构或成为重要趋势; 微显示光机方面, Micro LED 具有小体积、低功耗、高亮度等全方位优势, 但面临成本和量产难题, LCoS 是短期最优选择。随着单片全彩 Micro LED 的量产落地, 其渗透率会快速上升; 光波导方面, 短期二维几何波导凭借大 FOV、优秀的显示画质胜出, 中期来看, 二维几何波导和刻蚀表面浮雕光栅波导均有望胜出, 取决于各自量产进度与成本下行速度, 长期来看, 体全息光栅凭借成本优势或成最优解。
- 展望未来, 主导厂商、产品定位、硬件技术均现拐点, AR 眼镜产业或行至变革前夜。玩家改变: 产业引领者将由创业公司变为科技巨头, 产业推动力发生质变; 产品定位改变: 产品定义逐渐收敛, 分体式、搭载端侧 Agent 或成产业共识; 技术突破: SoC/微显示/光学初达临界点, 兼顾体验、成本、量产可行性的 AR 眼镜可期。我们认为 2025 年 Meta 的首代 AR 眼镜可类比智能手机时代的 iPhone 1, 初步统一 AR 眼镜的产品形态; 2027 年苹果首代 AR 眼镜或可类比 iPhone 4, 带动产业进入高速发展阶段。

相关研究报告

- 《苹果 2024 WWDC 点评》20240612
- 《AI 端侧深度报告之 AI 手机》20240607
- 《XR 行业跟踪》20231219

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

电子: 消费电子

证券分析师: 苏凌瑶

lingyao.su@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号: S1300522080003

联系人: 周世辉

shihui.zhou@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050013

联系人: 茅珈恺

jiakai.mao@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050016

投资建议

- AR 眼镜行至产业快速增长前夜, 发展速度和行业空间可期, 我们推荐深度参与 AR 眼镜供应链并具备核心壁垒的公司。整机组装方面, 我们推荐有望配套大客户的歌尔股份、立讯精密、龙旗科技; SoC 方面, 推荐有望在低功耗 AR 专属 SoC 大展身手的恒玄科技; 微显示光机方面, 推荐 LCoS 供应商韦尔股份, 因 Micro LED 供应商均为未上市公司, 我们推荐与其深度配合的光机企业歌尔股份, 建议关注舜宇光学科技、福光股份; 光波导方面, 推荐衍射光波导方案具备核心领先优势的歌尔股份, 建议关注舜宇光学科技、瑞声科技、美迪凯; 声学方面, 推荐有望受益 AR 眼镜的麦克风及喇叭升级趋势的歌尔股份、敏芯股份; PCB 方面, 推荐受益 AR 眼镜的 FPC 集成度提升趋势的鹏鼎控股。

评级面临的主要风险

- 经济不景气影响终端需求、AR 眼镜产品化落地进展低于预期、消费者接受度低于预期、Micro LED 量产进展低于预期、光波导量产进度低于预期、配套生态进展低于预期。

目录

投资逻辑:	6
历史回顾: AR 眼镜几经浮沉, 拨云见雾初见光明	7
AR 眼镜兼顾 AR 显示功能与眼镜轻便形态, 具有显示、虚实融合、轻便等特征	7
AR 眼镜产品定义逐渐收敛, META 推动产业加速, 2025 年或是硬件变局点	8
多模态 AI 成 AR 眼镜发展助力, 打通生态应用, AR 眼镜望成 AGENT 最佳硬件载体	10
销量预估: 早期或复制配件类增长曲线, 长期看 10 亿台级规模	13
SoC、微显示光机、光波导镜片是 AR 眼镜的硬件瓶颈, 正逐渐打破 ..	14
总览: AR 眼镜大多可复用手机供应链, 创新点在 SoC、光学模组、应用生态	14
SoC: AR 眼镜专用 SoC 较少, 小型化、低功耗、分布式架构或将成重要趋势	15
微显示光机: 小型化、亮度和功耗是要点, LCOS 成当下主流, 单片全彩 MICRO-LED 是未来 ..	22
光波导: 需兼顾轻薄、显示效果与量产性, 二维几何光波导成目前最优方案, 表面浮雕、体全息衍射波导快速迭代	27
展望: 巨头入局+技术迭代, AR 眼镜产业行至变革前夜	42
玩家改变: 产业引领者将由创业公司变为科技巨头, 产业推动力发生质变	42
定位改变: 产品定义逐渐收敛, 一体式、搭载端侧 AGENT 或成产业共识	42
技术突破: 光学/显示/大模型初达临界点, 兼顾体验、成本、量产可行性的 AR 眼镜可期	43
发展节奏推演: 2025 年或类似 IPHONE 1 时刻, 2027 年或类似 IPHONE 4 时刻	43
风险提示	44
歌尔股份	45
龙旗科技	56
恒玄科技	64
韦尔股份	71

图表目录

图表 1. AR 眼镜可将虚拟对象叠加在物理世界中	7
图表 2. 近几年 AR 类新产品逐渐从头盔向眼镜形态发展	8
图表 3. 根据功能及产品定位, AR 眼镜可分为轻智能、观影类、全功能三类	8
图表 4. 在智能手机端, 端侧 AI 将驱动 AI 交互范式发生三阶段迭代	10
图表 5. AI 智能体将成为生成式 AI 手机交互的中心	11
图表 6. AI+AR 可在信息提升、智慧办公、零售等场合发挥价值	12
图表 7. 眼镜是约 10 亿台的市场, AR 眼镜有望再造一个手机市场	13
图表 8. 2024 年 AR 眼镜出货量约 50 万台	13
图表 9. AR 眼镜产业链及部分供应链公司展示	14
图表 10. AR 眼镜爆炸图 (Meta Project Aria)	15
图表 11. 典型 AR 设备的 BOM 拆分	15
图表 12. 典型一体式 AR 眼镜参数	16
图表 13. 典型分体式 AR 眼镜参数	16
图表 14. AR 眼镜主控芯片需在性能、尺寸、功耗三要素间取得平衡	17
图表 15. 分体式 AR 眼镜的芯片原型平台	18
图表 16. 高通 AR2 芯片 (分体式 AR 眼镜用 SoC)	19
图表 17. 高通 AR2 芯片的分布式架构及布局位置参考	20
图表 18. 高通 AR1 芯片 (一体式 AR 眼镜用 SoC)	21
图表 19. 高通 AR1 芯片支持向单目、双目显示类 AR 眼镜扩展	21
图表 20. AR 眼镜主流的 3 种微显示方案及其结构示意图	22
图表 21. LCoS 显示屏切面结构示意图	23
图表 22. Micro LED 的像素尺寸相对传统 LED 大幅缩小	24
图表 23. 不同使用场景的 Micro LED 性能要求不同, 生产工艺不同	25
图表 24. 红光 LED 在尺寸微缩至 5 微米时发光效率下降很快	25
图表 25. 镭昱 0.11" & 0.22" 单片全彩 Micro LED 微显示屏示意图	26
图表 26. AR 眼镜主流的 3 种微显示方案技术比较	27
图表 27. VR 的近眼显示与 AR 的近眼显示原理不同	27
图表 28. AR 眼镜主要光学方案对比, 光波导优势明显	28
图表 29. 光在波导内全反射示意图	28
图表 30. 光波导依据原理和工艺分为三大类	29
图表 31. 几何光波导“半透半反”镜面工作原理及几何光波导实物示意图	29
图表 32. 几何波导生产工艺示意图 (灵犀微光)	30
图表 33. 一维几何光波导与二维几何光波导实物示意 (理湃光晶)	31
图表 34. 几何阵列光波导参数示意 (以理湃光晶官网产品为例)	31
图表 35. 表面浮雕光波导工作原理及倾斜光栅示意图	32
图表 36. 衍射光栅的转换光路及色散效果	32

图表 37. 衍射光栅的扩瞳原理及实现方案.....	33
图表 38. 衍射光栅工作原理示意：波长为 λ 的单色光通过一系列间距为 d_G 的小孔的衍射效应.....	33
图表 39. 衍射光栅的形态示意图.....	34
图表 40. 入射角为 α 复色光通过间距为 d_G 的衍射光栅后不同衍射能级光强及色散效果展示.....	34
图表 41. 表面浮雕衍射光栅的生产工艺示意图（纳米压印工艺）.....	35
图表 42. 表面浮雕衍射光栅的生产工艺示意图（刻蚀工艺）.....	36
图表 43. 表面浮雕衍射光波导参数示意（以鲲游光电官网产品介绍为例）.....	37
图表 44. 体全息光波导工作原理及体光栅示意图.....	37
图表 45. 体全息光波导制备工艺示例（三极光电）.....	38
图表 46. 体全息光波导激光曝光工艺的光路设计.....	38
图表 47. 体全息光波导显示效果展示（单色）.....	39
图表 48. 体全息光波导参数示意（DigiLens 官网最新产品）.....	40
图表 49. DigiLens Crystal 30 实物示意图（30°全彩）.....	40
图表 50. DigiLens Crystal 50 实物示意图（50°全彩）.....	40
图表 51. 三种光波导技术参数总结.....	41
图表 52. AR 眼镜主导玩家演化，在资金/技术/生态方面差异大.....	42
图表 53. AR 眼镜产品定义推演.....	42
图表 54. AR 产品技术路径推演.....	43
图表 55. 歌尔股份历史沿革.....	46
图表 56. 歌尔股份股权结构图.....	46
图表 57. 歌尔股份产品介绍.....	47
续图表 57. 歌尔股份产品介绍.....	48
图表 58. 歌尔股份主营业务结构.....	49
图表 59. 歌尔股份各业务毛利率变化.....	49
图表 60. 歌尔股份营业收入及其增长率.....	49
图表 61. 歌尔股份归母净利润及其增长率.....	49
图表 62. 歌尔股份毛利率和净利率.....	50
图表 63. 歌尔股份期间费用率.....	50
图表 64. 公司历代 VR、AR 原型机.....	51
图表 65. 歌尔股份 Pancake 方案展示.....	52
图表 66. 歌尔股份光波导方案以及 AR 光机参数展示.....	52
图表 67. 公司盈利预测拆分.....	53
图表 68. 相对估值.....	53
图表 69. 龙旗科技地区布局.....	57
图表 70. 龙旗科技历史发展阶段.....	57
图表 71. 龙旗科技股权结构.....	58
图表 72. 龙旗科技年度营业收入变动.....	59

图表 73. 龙旗科技 2023 年营业收入拆分	59
图表 74. 龙旗科技各产品毛利率波动	59
图表 75. 龙旗科技费用率波动	59
图表 76. 全球智能手机 ODM 出货维持平稳	60
图表 77. 全球智能手机 ODM 竞争格局	60
图表 78. Meta Ray-Ban 智能眼镜	60
图表 79. 公司盈利预测拆分	61
图表 80. 相对估值	62
图表 81. 恒玄科技 BES 芯片产品矩阵	65
图表 82. 恒玄科技年度营业收入变动	65
图表 83. 恒玄科技 2023 年营业收入拆分	65
图表 84. 恒玄科技季度营业收入变动	66
图表 85. 恒玄科技季度毛利率变动	66
图表 86. 全球 TWS 耳机销量预估	66
图表 87. 2023 年全球 TWS 主控芯片竞争格局	66
图表 88. 全球智能手表销量预估	67
图表 89. 2023 年全球智能手表主控芯片竞争格局	67
图表 90. 魅族 MYVU AR 智能眼镜	67
图表 91. 恒玄科技盈利预测	68
图表 92. 恒玄科技和同行企业估值对比	69
图表 93. 韦尔股份半导体设计业务明细	72
图表 94. 韦尔股份 2023 年主营业务收入构成	73
图表 95. 韦尔股份年度营业收入变动趋势	73
图表 96. 韦尔股份季度营业收入变动趋势	73
图表 97. 韦尔股份季度毛利率变动趋势	74
图表 98. 韦尔股份季度末存货变动趋势	74
图表 99. 全球 CIS 市场规模预估	75
图表 100. 全球 CIS 下游各应用市场规模和增速	75
图表 101. 2023 年全球 CMOS 图像传感器市场竞争格局（按销售额计）	75
图表 102. 全球主要 CIS 传感器厂商旗舰产品及其机型搭载情况	76
图表 103. 2022 年全球汽车 CMOS 图像传感器市场竞争格局（按销售额计）	77
图表 104. 微显示技术对比	77
图表 105. 豪威集团发布新一代 LCoS 芯片 OP03011	78
图表 107. 2023 年韦尔股份模拟解决方案具体业务构成	79
图表 108. 韦尔股份盈利预测	80
图表 109. 韦尔股份和同行企业估值对比	81

投资逻辑：

不同于市场观点，我们认为 AI 眼镜（不带显示）只是试验端侧 Agent 的过渡形态。我们旗帜鲜明看好带屏类的 AR 眼镜成为下一代消费电子计算平台。

核心观点：

- 1) **AR 眼镜市场空间：**我们认为 AR 眼镜是 10-14 亿台量级的产品形态。
- 2) **看好原因：**硬件接受度方面，眼镜出货量一年约 10 亿台，这是 AR 眼镜的潜在受众空间；内容适配方面，AR 眼镜替代手机，AR 眼镜可完成大部分智能手机功能，且更加轻便、使用时长更久；AR 眼镜可超越智能手机，全天候/实时输入的多模态 Agent、虚实结合、多屏显示都是增量点。
- 3) **发展节奏：**将 AR 眼镜类比智能手机：2025 年 Meta 首代 AR 眼镜将类似 2007 年 iPhone 1，初次设定 AR 眼镜的产品标准和硬件定义；2027 年 Meta 二代 AR 眼镜/苹果一代 AR，或将类似于 2010 年 iPhone 4，正式拉开 AR 眼镜快速发展的序幕。
- 4) **竞争格局：**我们认为 AR 眼镜是一个非常需要生态导流的产品，未来核心玩家会是现有手机品牌商、互联网厂商，因此苹果、Meta、谷歌、华为、字节等将是 AR 眼镜的玩家。选择投资标的应参考其供应商。
- 5) **供应链：**从高价值量环节看，微显示光机+光波导（合计占 BOM 近 5 成）、SoC 及 PCBA 方案（合计占 BOM 约 3 成）。从增量环节看，微显示光机、光波导，这两个产业链环节为从智能手机到 AR 眼镜产业链的新增环节，具有较大投资机遇。
- 6) **投资方向：**SoC、光机、光波导、组装。
- 7) **推荐标的：**歌尔股份、立讯精密、龙旗科技、恒玄科技、韦尔股份、敏芯股份、鹏鼎控股；**建议关注：**舜宇光学科技、瑞声科技、美迪凯、福光股份。

历史回顾：AR 眼镜几经浮沉，拨云见雾初见光明

AR 眼镜兼顾 AR 显示功能与眼镜轻便形态，具有显示、虚实融合、轻便等特征

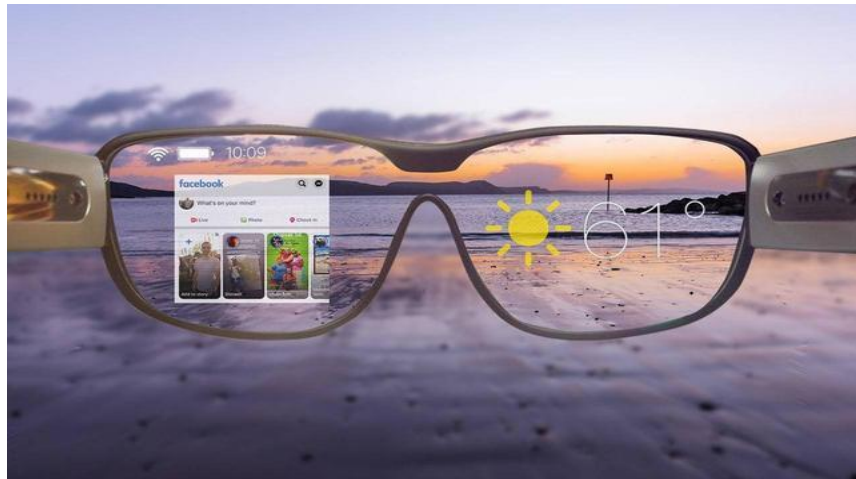
AR (Augmented Reality, 增强现实) 是指借助计算机图形技术产生物理世界中不存在的虚拟对象，并通过光学透视 (OST) 原理将虚拟对象叠加在物理世界中，带来感知效果更丰富的视觉体验。AR 可以将额外的数字视觉信息或者内容叠加到现实环境中，增强虚拟与实现世界的融合与交互。AR 具有三个明显特点：数字世界和真实世界相结合、实时自然交互、虚拟对象准确地对应它在现实世界中的实际位置。

AR 眼镜特指外观形态类似眼镜的 AR 类产品。

一方面，AR 产业发展过程中也出现过头盔形态的产品，这不属于本报告的探讨范畴。如 HoloLens 等产品，其典型特征是功能强大，但是其较大的外形和较重的体积，难以长时间、多场景携带，导致使用较为受限。我们认为 AR 眼镜需具备与实体眼镜类似的轻巧外形，用户的佩戴舒适度、佩戴时长成为该类产品快速成长的重要基础，因此本报告仅聚焦眼镜形态的 AR 产品。

另一方面，目前一些创新形态的眼镜产品，具备声学、摄像头、AI 等功能，但其不具备屏幕显示功能，亦不是本报告的探讨重点。我们认为，对于有望成为平台类的电子产品，具备图像显示功能是刚需。因为人类感知信息的途径里，视觉占了人类信息获取比例的较大比例 (占 80% 以上)；同时视觉获取信息的维度、效率也远超听觉，我们认为不带显示功能的眼镜类产品仅是过渡形态，本报告探讨重点为有显示功能的 AR 眼镜。

图表 1. AR 眼镜可将虚拟对象叠加在物理世界中



资料来源：魅族，中银证券

相较现有消费电子产品，AR 眼镜具备如下优势：

- 1) AR 眼镜能够摆脱物理屏幕的限制，让人们能够随时随地地沉浸在一个移动的巨幕当中。传统的电脑搭载 LCD 显示屏，尺寸大多 10-30 寸，智能手机搭载 LCD 或 OLED 显示屏，大小一般 3~7 寸，而 AR 搭载近眼光学显示镜片，其 FOV 可以做到 50° 以上，以 FOV 为 40° 的 AR 眼镜为例，其效果相当于 3 米外 85 英寸的大屏；
- 2) AR 眼镜给人们以第一视角感知环境的体验。结合摄像头与 AI 工具，能够识别万物，使用体验更佳；
- 3) AR 眼镜能够解放双手，提质增效。相对智能手机等其他平台级消费电子产品，AR 眼镜佩戴后不需要手持，因此使用时双手可以同时其他工作，效率大幅提升。

此外，随着端侧 AI 功能的逐渐强大，AR 可实现环境内事物信息的实时采集与反馈，同时交互方式更加直接自然，对比目前的计算输入与输出方式，具备更好的体验、便利性等优势，或将成为下一代计算平台。

AR 眼镜产品定义逐渐收敛，Meta 推动产业加速，2025 年或是硬件变局点

过去：多类产品定义试水，逐渐向眼镜形态收敛

此前 AR 产品定义多类，使用场景也分 To B 端和 To C 端，产品定义多样化，头盔类、头显类、单目、有线分体式等产品定义都出现过。近几年看，我们发现产品定义逐渐收敛，新发布的产品形态都与眼镜形态较为类似，说明产业初步达成了 AR 眼镜类产品的大致产品定义和使用方向。

我们认为过去数年为 AR 产业的探索期，先锋厂商为 AR 眼镜产品形态、使用场景做了有意义的试水和经验积累。

图表 2. 近几年 AR 类新产品逐渐从头盔向眼镜形态发展



资料来源：艾瑞咨询，中银证券

当前：三类眼镜形态的产品定义并行，显示能力、佩戴体验、生态仍略显不足

市场 AR 眼镜的产品定义尚不统一，根据灵犀微光的总结，市面上眼镜类产品可以简单分为轻智能、观影类、全功能 AR 眼镜三大类。

图表 3. 根据功能及产品定位，AR 眼镜可分为轻智能、观影类、全功能三类



资料来源：灵犀微光，中银证券

一、轻智能 AR 眼镜。根据搭载硬件功能不同，可进一步分为音频类、音频+摄像类和音频+单色显示类眼镜。

1) 音频类眼镜：

- ◇ 主要功能：信息提醒（语音）。具体功能包括短信接收、翻译、导航等；
- ◇ 定位：替代入耳式耳机、同时兼容眼镜或墨镜本身的遮阳功能和时尚性；
- ◇ 典型产品：华为智能眼镜 2 代、李未可 Chat AI。

2) 音频+摄像类眼镜：

- ◇ 主要功能：任务执行。具体功能包括拨打和接听电话、照相、拍摄、直播等；
- ◇ 定位：替代入耳式耳机、同时兼容眼镜或墨镜本身的遮阳功能和时尚性、照相和拍摄功能、与 Meta 的 Ins 等社交媒体打通
- ◇ 典型产品：Meta Ray-ban。

3) 音频+单色显示类眼镜：

- ◇ 主要功能：与其他 App 互通互联，作为助手调取 App 等信息；
- ◇ 定位：替代入耳式耳机、同时兼容眼镜或墨镜本身的遮阳功能和时尚性、信息提示如短信接收、翻译、导航等；
- ◇ 典型产品：魅族 MYVU、影目 Go。

二、观影类智能眼镜。

- ◇ 主要功能：大屏观影、办公投屏
- ◇ 定位：刷刷、短视频等娱乐影音（受限于透过率，以室内场景为主）
- ◇ 典型产品：Xreal Air2、Rokid Max、雷鸟 Air2。

三、全功能 AR 眼镜。

- ◇ 主要功能：工业级虚实结合应用；
- ◇ 定位：工业、医疗、教育、军工行业级应用，与 PC 端类似的处理能力（需要丰富的显示内容和画面）；
- ◇ 典型产品：Magic Leap 2、HoloLens 2。

我们看到，目前各类 AR 眼镜产品均存在迭代提升空间。对于轻智能类眼镜而言，其具备较好的佩戴体验，体积小、重量轻、透光性好、支持多场景、长时间佩戴；如前分析，彩色显示是人们接受外界信息的重要前提，因其采用了不同的光学方案（BirdBath，见后文“光波导：需兼顾轻薄、显示效果与量产性，二维几何光波导成目前最优方案，表面浮雕、体全息衍射波导快速迭代”章节），其具备较好的显示画质，但由于光学方案限制，重量较重、体积较大，同时难以在户外场景使用。我们认为这种产品形态也需要提升。对于全功能 AR 眼镜而言，由于其功能强大，导致重量和体积问题更严重，我们认为中期来看，这种产品定义将限制于 B 端场景，难以突破 C 端使用。

除此以外，用户的生态构建亦是需要打通的关键。据亿欧智库数据，Rokid 消费级产品的日活用户仅约 3 万，月活用户超 40%，用户单日人均使用时长大于 1 小时，应用和内容付费率达到 20%。用户数量级、使用时长等数据，相比成熟的手机、手表用户还有相当大的差距。

未来：Meta 将发布 AR 眼镜，有望成为现象级产品，破局时刻或在 2025 年科技巨头将入局，我们预计今年 9 月将首次见到大厂 AR 眼镜类产品，加快 AR 眼镜落地节奏。

综合此前 The Verge 披露的 Meta AR 路线图及近期报道显示，我们预计 Meta 产品发布节奏如下：

- ◇ 2024 年，Meta 将在 9 月 25 日于门洛帕克举行的 Connect 大会上推出 Meta 的首款 AR 眼镜，代号为 Orion，但该产品较昂贵，不会做面向大众的销售。
- ◇ 2025 年，Meta 或将正式发售带“显示屏”的 AR 眼镜。该眼镜将配备一个类似“取景器”的显示屏，可支持查看收到的短信息、扫描二维码以及实时翻译另一种语言的文本等功能。同时，该眼镜或将配备一个“神经接口”腕带，允许用户通过手部动作来控制眼镜。

◇ 2027年，面向消费者的 Orin 二代或将发布，这一版本的 AR 眼镜将具备 Orin 产品的良好显示与交互效果，同时，结合供应链技术成熟带动降价，其成本也将快速下行。

Meta 的 CEO 扎克伯格的关于眼镜的设想或许能给我们启示。扎克伯格今年 6 月接受媒体专访时，对未来 AR 眼镜的发展做了设想。他认为，未来 AR 眼镜将有如下三种形态：

- 1) **第一种是没有显示屏的眼镜。**眼镜与 AI 结合，能捕捉音频内容，能实现的功能包括听有声读物和音乐、接打电话等；
- 2) **第二种是带有小屏显示的眼镜。**显示屏是小小的抬头显示器，有了显示功能后会带来用例大大增加。用户可以接收通知、与人或 AI 互动、看结合路况的导航、实时翻译等功能；
- 3) **第三种是带有全视野显示屏的眼镜。**显示功能增强后，应用内容也大大增强，用户可以以全息影像互动、游戏、创作内容等。

其中，他认为不带显示屏的眼镜能够成为一种重要的形态，是因为当前显示屏会增加眼镜的重量和成本，导致用户接受度下降。

结合 Meta 的产品路线图，我们可以推断 Meta 将于 2024 年 Connect 大会发布的 AR 眼镜是全视野显示屏的眼镜（不对外销售）；2025 年发售的产品或将是小屏显示 AR 眼镜；2027 年发布的或将是全视野显示屏的眼镜（对外销售）。

我们认为，Meta 对于推动 AR 眼镜产业的前进具有重大意义，将完善 AR 眼镜的产品定义、加速落地速度，且具有良好的产业示范效应。结合 Meta 自身的大模型能力、打通 Meta 的应用生态体系（Facebook/Ins/What App 等），或将带动 AR 眼镜销量。我们预计其 2025 年销售的 AR 眼镜产品有望成为具有划时代意义的产品。

多模态 AI 成 AR 眼镜发展助力，打通生态应用，AR 眼镜望成 Agent 最佳硬件载体 端侧 AI 在智能手机上快速迭代，有望形成以“用户意图”为中心的原生化新范式

根据我们 2024 年 6 月 7 日发布的《AI 端侧深度报告之 AI 手机：受益端侧智能体落地，驱动人机交互新范式》报告中的分析，端侧 AI 在手机的使用将分为三个阶段：

图表 4. 在智能手机端，端侧 AI 将驱动 AI 交互范式发生三阶段迭代

定义	AI APP化	AI 功能化	AI 原生化
特征	独立的第三方APP，以 API 接口形式调用大模型功能	大模型进入操作系统，将 AI 功能赋能日常应用	以 AI 为中心重构手机使用，包括交互方式、意图理解、执行方式等
交互界面	APP 界面	无独立界面 将 AI 功能融入预装应用	系统级助手界面
AI 功能	独立类功能：搜索、创作、用户陪伴等	AI 优化现有功能：图片编辑、实时翻译、会议纪要等	创造新功能：用户意图理解，并进行指令执行
改动工作	<ul style="list-style-type: none"> 手机厂商：无变动 大模型厂商：将大模型 API 做成独立 APP 	<ul style="list-style-type: none"> 手机厂商：将大模型能力融入 OS 大模型厂商：模型 SDK 化 	<ul style="list-style-type: none"> 手机厂商：针对 AI 做深度的交互和配套设计 大模型厂商：升级为 Agent

资料来源：中银证券

AI 手机的三个阶段详述如下：

- **第一阶段是 AI APP 化阶段。**该阶段 AI 功能较简单，以 APP 的窗口形式与大模型进行对话交流、生成图片等，整体功能较基础。实现方式为将各类大模型做成 APP 产品，搭载在手机上，如文心一言 APP 版、通义千问 APP 版、豆包聊天 APP 版等，只需要应用厂商将大模型做成 APP 产品，主要的计算处理任务都在云端，不需要手机厂商介入太多；
- **第二阶段为 AI 功能化阶段。**该阶段特征为大模型初步融入手机应用，实现以手机预装应用为主的调用，可实现如照片编辑、通话翻译、文档总结等功能；

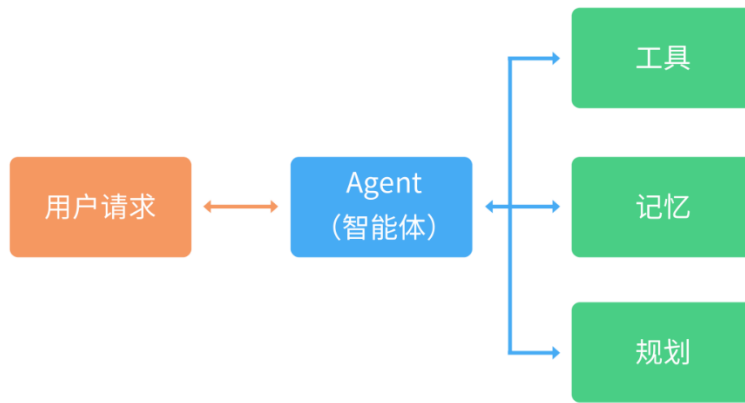
- **第三阶段为 AI 原生阶段。**我们预计该阶段可实现两个重大跨越：①第三方 APP 可调用本地大模型的插件，有效提升第三方 APP 的使用体验。因第三方 APP 才是用户使用手机的主体，该变化有望对用户提升手机使用体验形成较大影响；②手机端侧有望形成智能体，基于语音输入输出做人机交互，用户可通过自然语言给手机下达指令，手机自己完成相应操作，带来使用便利性大幅提升。

目前 AI 手机处于从 AI 功能化向 AI 原生阶段跨越的阶段。智能手机达到 AI 原生阶段后，基于 AI 智能体，多元的、自然的交互体验将成重要特征。随着生成式 AI 手机进化，以及生成式 AI 应用生态的繁荣，越来越多的功能和服务将被接入 AI 智能体。AI 智能体将革新智能手机的交互体验，从传统 GUI (Graphical User Interface) 发展成 VUI (Voice User Interface)，交互将发生在 AI 智能体和用户之间，AI 智能体将会成为链接数字生态的入口，用户无需自己操作 APP，可由智能体直接完成用户所需要的服务。

更进一步地，可直接操作手机的智能体（如腾讯发布的 APPAgent）功能更强。AppAgent 的核心功能包括：

- 1) 自主探索学习：智能体可以独立地探索应用程序，无需外部指导；
- 2) 观察人类演示学习：智能体通过观察用户的操作演示来学习任务执行；
- 3) 知识库构建：智能体通过上述学习过程积累经验，构建知识库，用于跨应用执行复杂任务。

图表 5. AI 智能体将成为生成式 AI 手机交互的中心



资料来源：Counterpoint，联发科《生成式 AI 手机白皮书》，中银证券

总结来看，我们认为，端侧 AI 将在智能手机上快速迭代，并有望演化成新的交互范式：AI 智能体将会成为链接数字生态的入口，手机通过“统一意图框架”理解用户，并结合自身记忆能力和工具使用，来规划并完成用户想要实现的任务。这一转变在快速实现中。

多模态、端侧 Agent 有望加快 AR 眼镜生态构建速度，解决 AR 应用的“蛋鸡问题”，预计各路巨头或蜂拥将至

AI 赋能下，AR 眼镜能干什么？

在 Google 2024 开发者大会上，一款新型智能眼镜出现，配合新一代 Gemini 模型，它能够实时识别生活中的场景、物品，并通过 AI 识别、搜索、信息整合后反馈给用户，提供智能化的建议。

类似地，Solos AirGo Vision 支持 GPT-4o 来 AR 识别、AI 搜索。由于这款眼镜本身没有任何能够独立处理任务的能力，也没有显示屏来显示内容，这意味着想要使用 Solos AirGo Vision 来获得一些帮助，用户需要在手机端下载 GPT APP，这样才能完成连接。

我们预计，未来以 Meta 为代表的厂商，将会引导更多 AR 眼镜的功能，进一步拓宽 AR+AI 的应用范围。

AI 解决了 AR 眼镜的交互痛点，直接呈现结果而非中间过程，有助于减少繁琐的交互中介。

目前 AR 眼镜的使用有如下痛点：

- 1) 应用少，交互不便。安卓手机的软件适配 AR 眼镜的不多，因此生态拓展慢；同时，AR 眼镜的交互繁琐且准确率低，导致使用难；
- 2) 拍照、录制视频需要凝视显示屏。造成的影响有：无法快速抓拍、有安全风险，视频拍摄容易抖动等问题。
- 3) 硬件痛点：算力和发热有冲突、续航和重量冲突。

对于用户而言，交互只是内容的附属物，用户需要的是结果（信息、内容）。借助 Agent 化 AI，交互过程可以交由 AR 眼镜自动执行，用户只需要输入意图，就可以拿到结果。

由于 AR 眼镜形态交互不便，没有键鼠的精确性、不支持手势识别的算力，因此交互成为影响 AR 眼镜使用的关键限制。

AI 对 AR 眼镜的最大意义在于：AI 可帮助用户跨过交互，直接获取结果（信息、内容、娱乐等）。

图表 6. AI+AR 可在信息提示、智慧办公、零售等场合发挥价值

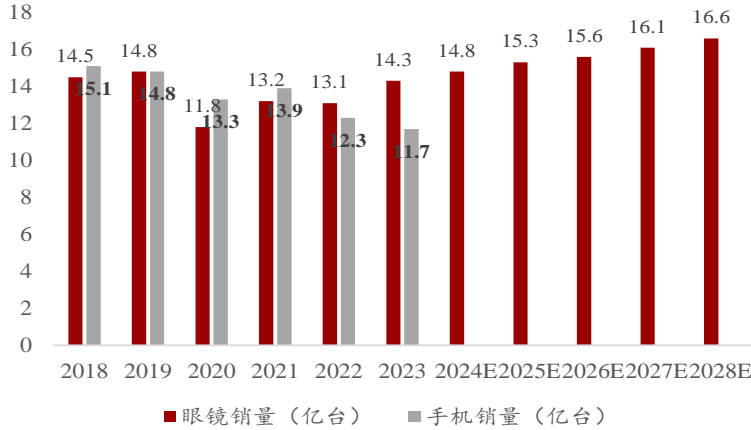
信息提示场景	智能办公场景	智能零售购物
<p>演讲提词</p> <ul style="list-style-type: none"> 提升演讲自信度 增强演讲交互性 	<p>多屏协作</p> <p>文字、音视频、网页和在线会议可同屏呈现，减少切换窗口带来的不便，增强可视化效果</p>	<p>门店购物</p> <ul style="list-style-type: none"> 促进销售转化 提高用户体验 降低人工成本
<p>悬浮导航</p> <ul style="list-style-type: none"> 提升出行体验 优化导航效果 	<p>移动办公</p> <p>差旅、户外和居家环境都可大屏办公，打破空间限制</p>	
<p>智能翻译</p> <ul style="list-style-type: none"> 提升沟通效率 实现无障碍沟通 	<p>工作助理</p> <p>实时调取微信、飞书等软件中的工作消息，并可接入日程安排等软件</p>	<p>线上购物</p> <ul style="list-style-type: none"> 降低消费风险 洞察消费者偏好 提高品牌曝光
<p>语音助理</p> <ul style="list-style-type: none"> 实现智能问答 提升交互体验 	<p>AR 互动会议</p> <p>可实现高交互性的远程互动，跨地区参会人员可虚拟的出现在会议现场，提高沟通效率</p>	

资料来源：亿欧智库，中银证券

根据亿欧智库，AI+AR 赋能信息提示类场景，如眼镜提词、悬浮导航、智能翻译、语音助理等；办公场景，包括多屏协作、移动办公、工作助理、AR 互动会议室；零售购物，可促进销量转换、降低风险等功能。

销量预估：早期或复制配件类增长曲线，长期看 10 亿台级规模
 用户基础好：眼镜是年销量约 10 亿台的大市场，用户天然接受该产品形态

图表 7. 眼镜是约 10 亿台的市场，AR 眼镜有望再造一个手机市场



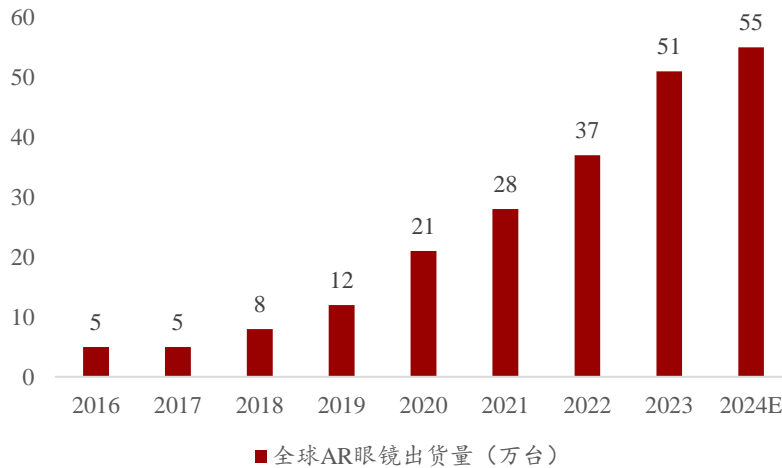
资料来源：AR 圈，中银证券

根据 AR 圈的数据，全球眼镜年销量约 10-16 亿台。相较其他新型产品形态，AR 眼镜形态的产品具有较好的用户基础，用户天然具备较高接受度，10 亿台的量级也意味着较大的渗透率替代空间。

长期空间大：AR 眼镜目前年销量约 50 万台，长期空间看 10 亿台

当前一年销量约 50 万台。根据维深 XR 的统计，近年 AR 眼镜销量持续增长，但至目前一年出货量也仅约 50 万台。

图表 8. 2024 年 AR 眼镜出货量约 50 万台



资料来源：维深 XR，中银证券

远期出货量或将达 10 亿台级别。根据艾瑞咨询，预计 2025 年前，包括苹果在内的、手机头部企业将陆续切入 XR 领域，乐观预测下，2030 年 AR 眼镜将突破现有技术瓶颈，推动供应链走向成熟，设备出货量可达 10.76 亿台。中性假设下，AR 将基本模拟智能手机增速，AR 终端设备作为智能手机的配件补充，此后快速发展，预计 2035 年达到 10 亿台级出货量。

我们认为，一方面，AR 眼镜的硬件形态具备较好的用户接受基础，另一方面，相较远期 10 亿台级销量空间，目前的每年出货量约 50 万台，拥有较大发展空间。我们认为 AR 眼镜将是未来数年较好的产业投资机遇。

SOC、微显示光机、光波导镜片是 AR 眼镜的硬件瓶颈，正逐渐打破

总览：AR 眼镜大多可复用手机供应链，创新点在 SoC、光学模组、应用生态

AR 眼镜供应链：与手机复用性高，光学系统是重要差异化、创新点

AR 眼镜和智能手机的产业链环节类似，主要可分为光学显示、传感器、摄像头、计算处理中心、音频和网络连接等模块。

- AR 眼镜产业链上游主要为零部件供应商，主要包括芯片、显示、光学、声学、传感器及其他，芯片根据主控方案不同分为 SoC、MCU 方案，其他芯片包括存储、通信模块等，显示方案根据光机原理分为 LCoS、Micro OLED、Micro LED 等；光学方案根据技术原理分为光波导、Birdbath 及其他技术。其他零部件与成熟的手机供应链类似。
- AR 眼镜产业链中游主要为系统及集成商，包括 ODM/OEM 代工、操作系统及配套 AI 大模型。ODM/OEM 供应商与手机、VR、耳机等供应商重合；操作系统根据性能要求分为安卓和 RTOS 系统；AI 大模型分国内和海外不同市场的模型供应商。
- AR 眼镜产业链下游主要为品牌、渠道、内容供应商。

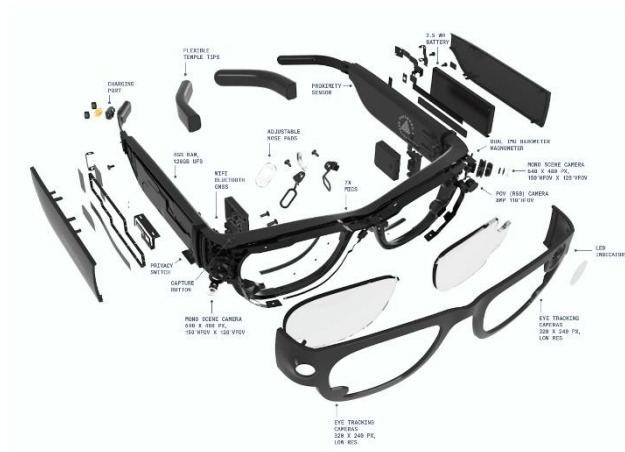
图表 9. AR 眼镜产业链及部分供应链公司展示

上游	芯片	显示	光学	声学
	SoC 高通、展锐、联发科 MCU 恒玄、Nordic 存储 金士顿、佰维	LCoS 韦尔股份、RaonTech Micro OLED 索尼、视涯、BOE Micro LED JBD、镭显、君万	光波导 水晶光电、歌尔股份、 舜宇光学、理湃、鲲游、 Digilens、Dispelix Birdbath 惠牛科技	麦克风 歌尔股份、共达电 声、敏芯股份 扬声器 歌尔股份、立讯精 密、瑞声科技
	传感器	摄像头 舜宇光学、高伟电子 IMU 等 英飞凌、TDK、BOSCH	其他	结构件 精研科技、科森科技 电池 德赛电池、亿纬锂能、恒泰科技
中游	ODM/OEM	操作系统		大模型
	歌尔股份、龙旗科技、舜为科技、瑞声科技、联合光电	安卓、RTOS		Meta、OpenAI、Google、面壁智能、智谱、百川智能
下游	品牌厂商	渠道	企业级应用	消费级应用
	雷朋、魅族、Rokid、华为、OPPO、影目、Solos、雷鸟、Xreal	雷朋、博士眼镜、宝岛眼镜	医疗、地产家装、工业制造、广告、军事、文旅等场景	游戏娱乐、信息提示、购物、智慧办公等场景

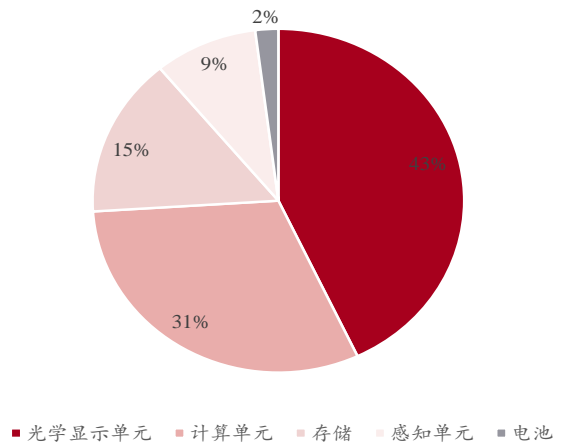
资料来源：亿欧智库，维深 XR，中银证券

AR 眼镜核心零部件根据模块功能不同，可以简单分类为计算、光学和传感三大功能单元。相较于智能手机，AR 的光学显示方案与手机显示方案（屏幕）差异较大，为 AR 整机中最核心的部分（BOM 占比近一半）。此模块一定程度上决定了 AR 整机能否规模量产并推广至消费级市场。同时，AR 虚实融合的特征更加注重环境感知和交互方式，要求能够快速（20ms 内）完成信息采集，并融合虚拟图像，这考验 AR 整机的计算能力。

图表 10. AR 眼镜爆炸图 (Meta Project Aria)



图表 11. 典型 AR 设备的 BOM 拆分



资料来源: Project Aria, 中银证券

资料来源: 艾瑞咨询, 中银证券

注: Project Aria 是 Meta 旗下专注加速 AI、AR 使用的研究型原型机; BOM 拆分参考微软 HoloLens

BOM 构成看, SoC、光机、光学占据主要部分

根据艾瑞咨询测算 (参考 HoloLens 的零部件 BOM 拆分), BOM 拆分如下:

- 1) 光学显示单元占比 43%。AR 眼镜的光学显示单元一般由三部分构成: 微显示屏、微投影光机、光学传导镜片。根据显示方案, 可分为波导方案和非波导方案;
- 2) 计算单元占比 31%。此部分包含计算、通信相关的芯片和 PCB、阻容感等完整的电路, 主控芯片 (含 CPU/GPU 等功能) 是其中核心部件;
- 3) 感知单元占比 9%。包括感知外界光线的摄像头、感知声音的麦克风、感知位姿的陀螺仪/加速度计等部件;
- 4) 存储占比 15%。包括随机动态存储 DRAM 和闪存 Flash, 视配置需要而作不同规格;
- 5) 电池占比 2%。受重量和体积限制, AR 眼镜一般电池容量较小, 成本占比较低。

由于主控芯片和光学显示模组合计占比超过 70%, 是 AR 眼镜产业链的核心, 需要进行深度研究和探讨。因此在本章后续部分, 我们将分小节详述 SoC、光机、光学各部分的原理及最新进展。

SoC: AR 眼镜专用 SoC 较少, 小型化、低功耗、分布式架构或将成重要趋势

因场景和功能差别, AR 眼镜分一体式、分体式两种, 对 SoC 的性能需求也不同

AR 眼镜产品定义尚未完全统一, 存在一体式与分体式两种类型。因不同类产品对应对 SoC 的性能要求差异较大, 故本报告将其分开探讨。

一体式 AR 眼镜: 主要特征为显示和计算在同一设备上实现。一体式 AR 眼镜分为两类, 一类是高算力一体机, 一类是轻量级一体机。高算力一体机本身可独立完成计算和内容显示。轻量级一体机本身可独立运行, 但是显示内容一般需要通过无线通信技术传输到眼镜。此前芯片和光学技术难以在眼镜形态下兼顾性能和功能, 所以一体机暂不是 AR 眼镜的主流形态。

图表 12. 典型一体式 AR 眼镜参数

一体式 AR 眼镜	重智能一体机		轻智能一体机				
	Microsoft HoloLens2	Rokid X-Craft	OPPO Air Glass 2	影目 INMO Air	雷鸟 X2	Meta Ray-Ban	
基本信息	发布时间	2019-11	2020-11	2022-12	2022-06	2023-10	2023-10
	主芯片	骁龙 850	Amlogic A311D	Apollo4	Arm Cortex-A53	高通 XR2 GEN1	高通 AR1
	操作系统	Windows 10 HoloGraphic	YodaOS-XR	RTOS	IMOS (Android)	RayNeo OS	/
显示	单/双目	双目	双目	双目	单目	双目	无显示
	单眼分辨率	1400*936	1280*720	640*480	640*400	640*480	/
	刷新率	60Hz	60Hz	60Hz	/	/	/
	视场角	52°	40°	28°	26°	25°	/
功能	体感追踪	6DoF	6DoF	/	3DoF	/	/
	手势识别	支持	支持	/	/	/	/
	眼球追踪	支持	/	/	/	/	/
其他	电池容量 (mAh)	4600	10000	150	350	590	/
	重量(g)	566	780	38	78	119	49

资料来源：中国通信标准化协会，扩展现实 (XR) 产业及标准推进委员会，我爱音频网，快科技、雷鸟创新，中银证券

分体式 AR 眼镜：主要特征为显示单元和计算单元分离。显示单元往往运行轻量级 Linux 或 RTOS（实时操作系统），主要负责传感器数据的采集、传输以及显示。计算单元（包括头部 3DoF/6DoF 跟踪、手势跟踪、眼动跟踪、实时渲染等功能）通常在外部的计算单元中实现，比如手机、外置盒子等。由于 AR 眼镜对重量尺寸、交互定位、佩戴体验有更高要求，分体式形态有助于缓解眼镜端的压力，故分体式 AR 眼镜是此前的主要形态。

图表 13. 典型分体式 AR 眼镜参数

分体式 AR 眼镜	Rokid Air	Xreal Air	OPPO AR Glass	雷鸟 Air 1S	Rokid Max	
基本信息	发布时间	2021-09	2022-08	2020-12	2022-10	2023-03
	主芯片	/	/	/	/	/
	操作系统	连接 Rokid Station	连接手机	连接手机	连接手机	连接 Rokid Station
显示	单眼分辨率	1920*1080	1920*1080	1920*1080	1920*1080	1920*1200
	刷新率	75Hz	90Hz	60Hz	60Hz	120Hz
	视场角	43°	46°	43°	45°	50°
功能	体感追踪	3DoF	3DoF	6DoF	3DoF	3DoF
	电池容量 (mAh)	Rokid Station 5000	/	/	/	Rokid Station 5000mAh
其他	重量(g)	83 (含鼻托)	79 (不含鼻托)	117 (含鼻托)	82	75 (不含鼻托)

资料来源：中国通信标准化协会，扩展现实 (XR) 产业及标准推进委员会，中银证券

受尺寸、功耗因素等限制，AR 眼镜的 SoC 有延迟、显示、续航、重量等方面限制

AR 眼镜的主控芯片主要指 SoC 计算芯片，需要满足 AR 眼镜在性能、功耗、连接、AI 等方面的要求，为硬件设备提供操作系统运行、简单本地渲染、多传感器信息融合处理、足够的待机时长等功能支撑。根据中国通信标准化协会、扩展现实 (XR) 产业及标准推进委员会发布的《扩展现实设备芯片需求白皮书 (2023 版)》披露，我们将 AR 眼镜需要满足的核心要求总结如下：

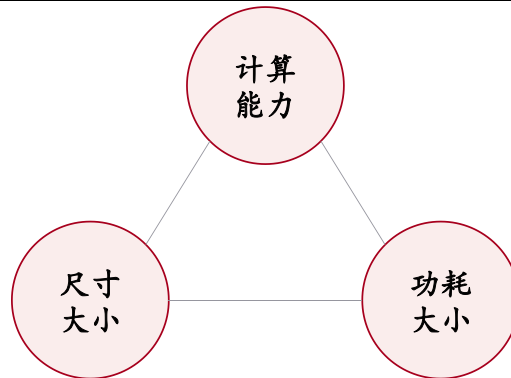
- 1) **延迟 (Motion-to-Photon Latency)**。延迟指新的图像被渲染以后以及主设备捕捉到各类传感器而产生反馈传递给用户显示的时延。主流的应用场景中，观影、游戏以及教育培训都对设备的画面延迟有着极高的要求，延迟的大小可以给用户带来截然不同的体验。低延迟可以将用户眩晕感降到最低，提高沉浸感，是 AR 眼镜的重要指标。

- 2) **显示效果。**显示效果包括视场角 (Field of View, FOV)、角分辨率 (Pixels Per Degree, PPD)、帧率等。视场角指人眼通过光学设备看到的开放的、可捕获的最大区域，是扩展现实设备允许用户看到的最大画面。FOV 越大，用户看到的视场越大，沉浸感越强，AR 眼镜的 FOV 在 30-70 度之间。FOV 的差距来自光学技术、显示技术、芯片技术的约束。角分辨率衡量了每个视觉度中实际看到的像素数量，即每度像素数，其计算方式为单目屏幕分辨率/视场角。因为 AR 眼镜是通过光学系统看放大的虚拟屏幕，而不是看物理屏幕，一般 AR 眼镜的 PPD 接近 50，需优化 SoC 和屏幕的设计，才能较好满足用户体验。
- 3) **多传感器感知。**传感器可帮助用户获取环境信息、用户交互行为等数据，从而增强 AR 的感知和交互。AR 眼镜需要融合多传感器的数据信息，弥补单一传感器在感知精度和鲁棒性的不足，提供更为完备和准确的环境感知、位置定位和姿态估计能力。因此多传感器感知是 AR 眼镜重要的需求。
- 4) **续航及重量。**为保证用户体验，不仅需要 AR 眼镜轻量化，而且需要较强的续航能力。目前主流 AR 眼镜的续航时间较短，所对应的电池方面，如雷鸟 X2 电池仅为 590mAh。随着更低功耗的显示和芯片技术发展，续航有望加长。重量方面，光学模块、电池以及散热组件成为 AR 眼镜的主要重量来源，随着先进的芯片制程和设计开发、高光效低功耗的光学解决方案、分布式计算架构等领域的不断演进，有望进一步降低 AR 眼镜设备功耗。
- 5) **热量。**散热也是 AR 眼镜面临的重要问题。因为轻量化 AR 眼镜空间、重量有限，对体积、散热、功耗和续航方面要求更高。轻量化 AR 眼镜要保证重量足够轻、外观足够小巧，需要对空间大幅压缩；同时 AR 眼镜往往采用被动散热，无法融合风扇进行主动散热，因此散热成为 AR 眼镜突出的问题。

具体看，良好设计的 AR 眼镜主控芯片需满足三类彼此互斥的性能要求：

- ◇ 计算能力：高性能、支撑空间级复杂计算和手部、眼动追踪等；
- ◇ 尺寸大小：小尺寸、轻量化 AR 整机设备限制芯片尺寸；
- ◇ 功耗大小：低功耗、高能效比、有限电池容量下可支持全天候使用。

图表 14. AR 眼镜主控芯片需在性能、尺寸、功耗三要素间取得平衡



资料来源：艾瑞咨询，中银证券

因此，AR 眼镜主控芯片的设计，对各功能模块的选择和优化提出了较高的要求，我们认为主要体现在计算模块、无线通信模块、芯片接口模块的升级上。

1) 计算模块

- ◇ **核心算力 CPU、GPU、NPU：**AR 眼镜专用 SoC 需要对 CPU、GPU 进行功耗优化。CPU 方面，AR 眼镜对 CPU 的计算架构提出较大挑战，既要兼顾性能来提升用户体验，也要有强大的功耗控制能力。GPU 方面，GPU 主要用于图像渲染和并行计算，为应对 AR 眼镜的使用场景，大规模扩展计算能力、人工智能计算、逼真的图形展现成为 GPU 发展的趋势。NPU 方面，NPU 本质是 AI 加速器，是专为 AI 加速设计的定制电路，可解决传统芯片在神经网络运算时效率低下的问题。为进一步满足日益强大端侧 AI 性能要求，NPU 算力需持续升级。

- ◇ **VPU:** (Video Processing Unit, 视频处理单元), 是用于压缩和解压缩数字视频的专用电路。如每秒 30 帧、每像素 24bit、分辨率 1920*1080 的视频, 无压缩时需要带宽为 1423.82Mbps, 在存储空间和联网速度有限的情况下, 要实现高清视频的传输需要用到数字视频压缩和解压缩技术。对于 VPU 的能力, 需要支持 HEVC、H.264 等编码方式, 支持灵活稳定的码率控制能力, 降低解码延迟。
- ◇ **DPU:** 显示处理单元。其功能比较固定, 一个是 2D 加速, 包括缩放、合成等功能的支持, 另一个是显示输出。随着 AR 眼镜的输入分辨率提高, 对 DPU 能力要求也越来越高, 要求的运行频率、传输带宽也越来越高。
- ◇ **DSP:** 数据信号处理 (Data Signal Processor, DSP), 对信号 (如音频信号) 进行数字化处理以达到目的。在 AR 眼镜中, DSP 可以用于处理图像、视频和音频信号, 以提高质量、性能和效率, 实现空间音频、视频编解码、机器视觉等功能。DSP 的性能要求取决于计算量和实时性, 当 AR 需求较多, 如探测真实物体、计算物体的空间位置和方向、计算虚拟物体叠加的位置等, 并且对时延有较高的需求 (一般不超过 20ms), 需要具备较强的 DSP 性能。
- ◇ **ISP:** 图像信号处理 (Image Signal Processor, ISP)。在相机成像环节中, ISP 负责接受感光元件 (Sensor) 的原始信号数据, 对前端图像传感器的输出图像信息做后期处理和计算, 主要功能有色彩差值、自动白平衡、颜色校正、色彩空间转换、自动曝光控制等, AR 眼镜依赖于 ISP 才能在不同的光学条件下达到较好的还原现场细节。由于未来 AR 眼镜或需要三维重建、视觉定位等更强的技术实现, AR 眼镜主控芯片需支持多路 Camera 同时曝光, 因此, ISP 发展的重要趋势是提升 Camera 总输入的处理能力。

2) 无线通信模块

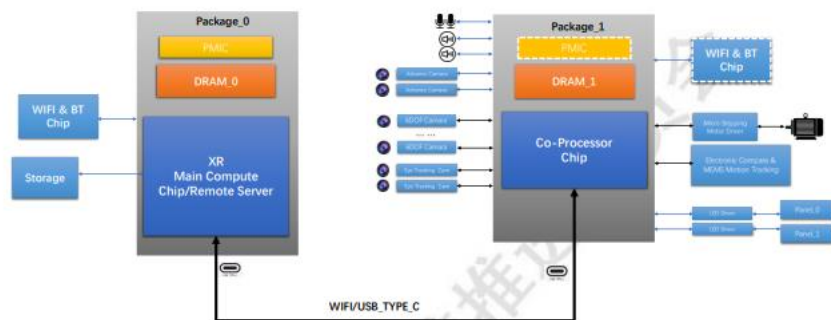
无线传输的延迟是 XR 产品体验的大门槛。由于 AR 眼镜需要分布式计算处理、实时互动等特性, 且无线传输存在编码、传输、解码等环节, 处理和传输时延会大幅增加, 对无线传输的带宽和时延要求大大提高。

3) 芯片接口模块

AR 眼镜 SoC 与其他计算单元间的无线数据传输, 对传输速率、接口有着较高要求。未来 AR 眼镜或需要满足高速及大容量的存储需求, 如支持更大的总线频率带宽, 支持高速扩展接口等。

我们以一款分体式 AR 眼镜的芯片原型为例, 分析达到高性能 AR 效果的主控芯片方案设计。

图表 15. 分体式 AR 眼镜的芯片原型平台



资料来源: 中国通信标准化协会, 扩展现实 (XR) 产业及标准推进委员会, 中银证券

如上图 13 所示，主控 SoC Die 和协处理器 Die 负责不同功能，并通过高速 I/O 口（USB 3.x/4、有线），或通过 Wi-Fi（无线）进行互联。

- ◇ **主处理器（Main Compute SoC）功能以全局调度、高性能计算和图像渲染为主。**主处理器负责整体控制，调度分配控制主计算芯片和协处理器之间的任务，APP 及 OS 运行于主处理器中。主处理器负责高密度计算，内置高性能 CPU/GPU/NPU/ISP，可完成需高性能计算的任务，如 SLAM 后端算法、图像渲染等。Wi-Fi 芯片与其直接互联，主处理器可通过 Wi-Fi 与芯片外部网关、Internet 设备通信。内部高性能 GPU/DPU 负责渲染以及合成后的双目高分辨率图像。同时，主处理器也可通过 UFS/PCIe 高速接口与外部存储芯片进行数据交互，为系统平台整体的低功耗策略提供接口，对外部 PMIC 进行完整控制，提供主控 SOC 初始化配置和协处理器初始化通信引导服务，芯片平台级的安全管理与协处理器安全通信等功能。
- ◇ **协处理器（Co-Processor Chip）功能包含传感器信号处理、轻量化算法与音视频编码等。**协处理器作为补充，作为设备角色受主处理器控制。协处理器可单独初始化，内部 AI/DSP IP/子系统可以负责轻量级算法，可完成物体识别、人脸识别、物体追踪能力，并具备预处理传感器信号的能力（如 3/6DoF 与眼球追踪摄像头图像、IMU、红外信号等），可以降低主处理器负载。除此以外，分体式 AR 眼镜的协处理器一般还需要具备接收高分辨率摄像头的影像数据流、高像素图片的捕捉能力，并提供完整多媒体支持，以完成视频编解码、音频编解码、Mic 数据接收、DAC 等服务，并且支持 USB 3.x/4 等高速接口输出。同时，协处理器内部需要完整电源管理服务，具备独立 PMIC 芯片与电池管理以支持 Wi-Fi 连接。

案例：高通 AR 系列专属芯片介绍

现阶段高通的 AR 芯片平台方案一枝独秀，其先后发布了针对分体式 AR 眼镜的 AR2 芯片和针对一体式 AR 眼镜的 AR1 芯片。与智能手机主控芯片具有多厂商竞争格局不同，专注 AR 主控芯片的设计厂商较少，我们认为高通的 AR 眼镜产品定义或将影响产业迭代的方向。我们以这两款芯片为例，一窥 AR 眼镜专属芯片的发展趋势。

高通 AR2：高性能、分布式架构的分体式 AR 眼镜主控芯片。

图表 16. 高通 AR2 芯片（分体式 AR 眼镜用 SoC）



资料来源：高通，我爱音频网，中银证券

2022 年 11 月 17 日，高通在 2022 骁龙峰会推出第一代骁龙 AR2 平台，这是市场上首款专为 AR 设备打造的处理器，也是高通首款专为 AR 眼镜打造的处理器。AR2 为全新定制化开发，采用先进的 4nm 工艺制程；同时，为打造超轻薄、高性能 AR 眼镜，高通采用多芯片分布式处理架构并结合定制化 IP 模块。

AR2 平台的特征有两点：分离式渲染、分布式架构。

- ◇ **分离式渲染**：指骁龙分离式渲染方案，即 AR 眼镜仅进行必要的运算，重型计算和渲染交给智能手机和 PC 等外围设备。骁龙 AR2 处理器能够动态地将时延敏感性感知数据处理分配给眼镜终端，把更复杂的数据处理需求分流（如渲染）到智能手机、PC 或其他兼容的终端上。骁龙 AR2 平台采用基于 Wi-Fi7 的无线连接方案，峰值速度达 5.8Gbps，结合高通 Fast Connect 套件可减少功耗 40%，以实现高速、低功耗的信号传输。
- ◇ **分布式架构**：指骁龙 AR2 平台为多芯片组合模式（此前 XR1、XR2 均为单芯片集成方案），包括：AR2 主处理器（负责感知、显示）、AR2 协处理器（负责摄像头聚合、AI 和计算机视觉）、连接模组（低时延、低功耗 Wi-Fi 7）三个部分。分布式架构可以更好发挥各芯片的优势。

图表 17. 高通 AR2 芯片的分布式架构及布局位置参考



资料来源：高通，青亭网，中银证券

如上图 15 所示，三个小芯片分别位于左镜腿、鼻托上方、右镜腿上，各自功能如下：

- ◇ **AR 处理器**：为实现动作到显示（M2P）的低时延而优化，同时支持多达九路并行摄像头进行用户和环境理解。其增强的感知能力包括能够改善用户运动追踪和定位的专用硬件加速引擎，用于降低手势追踪或六自由度（6DoF）等高精度输入交互时延的 AI 加速器，以及支持更流畅视觉体验的重投影引擎。
- ◇ **AR 协处理器**：聚合摄像头和传感器数据，支持面向视觉聚焦渲染的眼球追踪和虹膜认证，从而仅对用户注视的内容进行工作负载优化，以帮助降低功耗。
- ◇ **通讯模块**：利用高通 Fast Connect 7800 连接系统，开启极速商用 Wi-Fi7 连接，使 AR 眼镜和智能手机或主机终端之间的时延低于 2 毫秒。该芯片集成了对于 Fast Connect XR 软件套件 2.0 的支持，能够更好地控制 AR 眼镜的数据，以改善时延、减少抖动并避免不必要的干扰。

骁龙 AR2 优势：基于多芯片的分布式架构，将主芯片、协处理器、网络通讯模块三部分分开，可以在尺寸、功耗、性能方面都有更好表现。尺寸方面，骁龙 AR2 对 PCB 的尺寸相比骁龙 XR2 面积小 40%，并可将信号线数量减少 45%；功耗方面，骁龙 AR2 平台可 <1W，相比骁龙 XR2 平台功耗降低了 50%。

高通 AR1：一体式 AR 眼镜主控芯片。

2023 年 9 月 28 日，高通发布了第一代 AR1 平台，该平台专为下一代智能眼镜而打造。

与上代 AR2 平台不同，高通 AR1 平台支持一体式 AR 眼镜，主要操作可以在眼镜端完成，可以不借助手机。这主要因为 AR1 支持的功能相对简单，仅仅在用户需要把信息从眼镜上传到智能手机或云端时，才需要更加复杂的连接功能，连接一般通过 Wi-Fi 实现。

高通 AR1 平台的特征：主打高质量拍摄、显示效果，并强化 AI 功能。

AR1 的平台关键特性是拍摄，采用 14-bit 双 ISP，支持高达 1200 万像素照片拍摄和 600 万像素视频拍摄体验，同时还结合了智能手机上的诸多顶级特性，比如自动曝光、自动人脸检测、计算 HDR 和人像模式，赋予了智能眼镜变革拍摄照片和视频方式的能力，人们可以放心解放双手进行拍摄。

同时，高通 AR1 芯片增强了 AI 能力，能够帮助增强照片和视频的拍摄质量、通过降噪实现更清晰的通话，并通过计算机视觉实现更清晰的视频拍摄。

图表 18. 高通 AR1 芯片（一体式 AR 眼镜用 SoC）



资料来源：高通，IT之家，中银证券

AR1 平台还加入了视觉搜索功能、面向健康和运动的传感器、语音指令交互等端侧 AI 功能，可以提供更多的用例，例如在购物中心通过视觉搜索、导航、语音交互双手等；连接方面，AR1 平台也配备了 Fast Connect 套件，可实现 5.8Gbps 的 Wi-Fi 7 传输速度，支持蓝牙 5.3，可实现视频直播及音乐串流。

图表 19. 高通 AR1 芯片支持向单目、双目显示类 AR 眼镜扩展



资料来源：高通，IT之家，中银证券

同时，高通 AR1 还支持扩展至不同的一体式 AR 眼镜配置，提供更高的灵活性。包括：

- ◇ 基础版：具备出色摄像头和音乐功能、以图像拍摄为核心的智能眼镜；
- ◇ 单目显示版：支持 1280*1280 分辨率的单目显示、完美支持提醒通知和导航应用的 AR 眼镜；
- ◇ 双目显示版：支持双目显示、具备更丰富视觉效果更强大的 AR 眼镜。

未来展望：根据使用场景，分体式、一体式 AR 眼镜或仍将并行，SoC 向着小型化、低功耗、高性能的方向演进

我们预计未来随不同使用场景需求，分体式与一体式 AR 眼镜仍将并行。

AR 眼镜的产品定义和形态较多，因使用场景、技术实现能力的差别，产品定义还无法做到统一。简单来看，我们认为将主要分为面向工业场景和面向消费者场景两大类，迭代方向并不相同。以下简单介绍：

- ◇ 面向工业场景的 AR 设备，比如微软 HoloLens 系列、Rokid X-Craft 系列等，我们预计近 3 年内还会围绕高性能、高精度定位、续航时间长的 AR 一体机方向迭代。
- ◇ 面向消费者场景的 AR 眼镜，可再细分为观影显示类和信息提示类两条发展路线。
 - 面向重度观影等场景的 AR 眼镜，如 Rokid Air 及 Max 系列、Xreal Air 及 Light 系列、雷鸟 Air 系列等，支持 3DoF 及 6DoF 跟踪、头手交互，以高清、大 FOV、全彩画面的观影显示、办公等场景为主，其产品形态可能向无线 AR 分体机或 AR 一体机方向迭代发展，可满足 2-4 小时续航时长的观影娱乐、文旅导览等场景的使用需求。
 - 面向信息提示场景的 AR 眼镜，如 OPPO Air Glass 系列、MYVU 系列等，其产品形态或向以轻算力、低功耗的 AR 一体机方向迭代发展，结合 Micro-LED+光波导显示技术，打造成可以满足全天使用、Always-On 的极致轻便 AR 眼镜。

同时，我们认为随着算力提升，未来 AR 眼镜将需要更大带宽、更低时延、更高沉浸感、更强的交互能力，推动 AR 眼镜的主控芯片向高性能方向升级。

我们预计多芯片拼搭方案和单芯片集成方案将分别演进，以满足具体场景的算力需求。

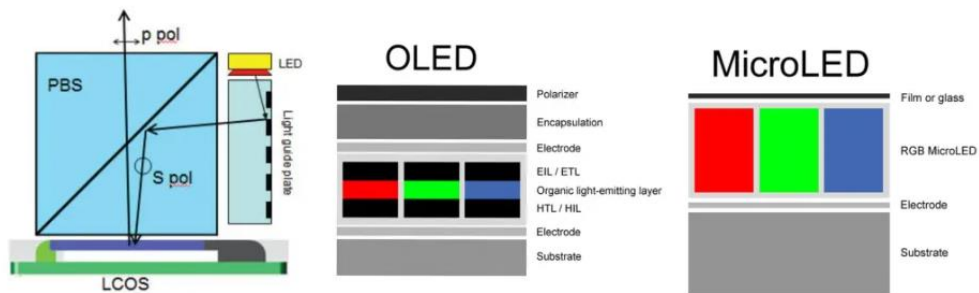
两种设计具有各自独特优势。随着 AR 眼镜向轻量级发展，多芯片拼搭式方案将多个不同功能定位的芯片进行组合，降低单一芯片多模块集成压力，注重计算能力、可较好地消化 AR 眼镜对于算力的需求，但一定程度上会增加总体 PCB 面积和功耗（相对单芯片集成方案）；单芯片集成方案将多个功能模块绑定在一个芯片上，牺牲部分性能，更加注重芯片的小型化，主要应用于轻算力、追求极致轻量化的消费级产品设备。

我们认为，目前 AR 眼镜的主控芯片的发展仍处于早期阶段，未来或呈现多方案并行的局面，多芯片拼搭和单芯片集成方案都有望在适合的使用场景延续优化和迭代。同时，随着 AR 眼镜产业逐渐发展，国内相关 SoC 厂商或能受益此产业趋势。

微显示光机：小型化、亮度和功耗是要点，LCoS 成当下主流，单片全彩 Micro-LED 是未来

AR 眼镜对光机的要求主要包括：体积小、亮度高、功耗低、色彩对比度高等。

图表 20. AR 眼镜主流的 3 种微显示方案及其结构示意图



资料来源：子羽歌、MicroLED 视界，中银证券

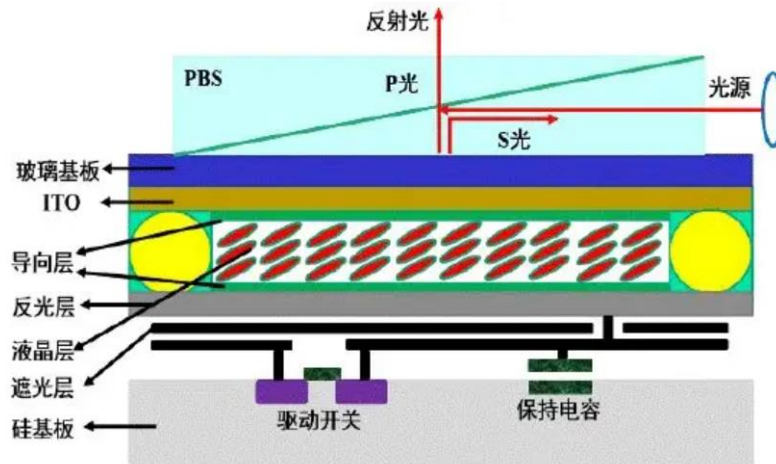
目前在 AR 眼镜微显示光机方面，仍处于多技术并存的阶段。市场主流的微显示技术为 LCoS、Micro-OLED、Micro-LED 这三类，我们分别作介绍，并分析未来的技术发展趋势。

LCoS 或成当下 AR 眼镜的主要方案，Micro OLED 与 BB 搭配使用较多，但两者在功耗、亮度仍有不足

LCoS 基本原理：反射式液晶。

LCoS，全称为 Liquid Crystal on Silicon，直译为“硅基液晶”，是一种反射式液晶显示技术，其结构如图表 19 所示。LCoS 是基于液晶材料，与硅基集成电路技术相结合组成的一种反射型显示器件。具体来说，LCoS 显示屏将液晶分子填充于上层玻璃基板和下层金属反射层之间，金属反射层和顶层 ITO 公共电极之间的电压共同决定液晶分子的光通性能并展现出不同的像素灰阶。

图表 21. LCoS 显示屏切面结构示意图



资料来源：梁宇华，朱樟明《硅基液晶 (LCoS) 微显示技术》，中银证券

LCoS 显示原理为：当液晶层像素的外加电压为零时，入射的 S 偏振光经过液晶层，其偏振方向不产生扭转，达到底部金属反射层反射回来时认为 S 偏振光，穿过液晶层射出，随后经过 PBS 棱镜反射回到原来的光路，在这种情况下，光线不进入投影光路，没有光输出，即此像素呈现“暗态”。反之，当像素存在外加电压时，入射的 S 偏振光在经过液晶层时，偏振方向将发生改变，其经过金属反射层反射，再穿过液晶层时将变为 P 偏振光。这束偏振光在穿过 PBS 棱镜时，将进入投影光路，在屏幕上显示成像，即呈现“亮态”。

简单来说，通过控制施加在像素两端电压的大小，影响液晶分子的光通性能，从而决定该像素的显示灰阶。

LCoS 优劣势：优势在于技术成熟、成本相对低，劣势在于体积大、功耗高。

由如上 LCoS 显示屏的原理可知，LCoS 技术的主要优势是：技术成熟、模组成本低；LCoS 的缺点是：需要照明单元导致模组体积大、背光源持续点亮导致功耗较高、低温适应性不佳等。

Micro OLED 技术原理：硅基 CMOS 助力 OLED 像素点微缩化。

Micro OLED 与 OLED 在原理上是相近的，本质上都是基于有机发光二极管的技术，每颗响应都可以独立发光，拥有极高的对比度、宽广的色域和微秒级的响应速度。但是 Micro OLED 得益于 CMOS 技术和 OLED 技术的紧密结合，不再使用 OLED 传统的玻璃基板，而是采用单晶硅基板，将驱动电路直接集成在基板上，从而大幅度降低屏幕整体的体积和重量。通过采用半导体技术，Micro OLED 的像素间距可以控制在数微米级别，实现较高像素密度。

Micro OLED 优劣势：优势在于显示质量高、功耗低、体积小，劣势在于成本高、亮度低。

Micro OLED 的优点在于：响应速度快、功耗低、体积小、自发光无需照明、优秀的温度适应性（-40°~70°）、延展性好，Micro OLED 的缺点在于：量产难度高、成本高、寿命短（数千小时）、烧屏现象。除此以外，Micro OLED 显示屏最致命的问题是亮度不够。

对 AR 眼镜来说，OST 方案需要看到真实世界，当外界光线较强时，基于 Micro OLED 显示屏+光学模组方案的画面可能因为亮度不够，导致呈现的色彩非常黯淡，甚至显示不出画面，影响用户的使用体验。目前市面上量产的索尼 Micro OLED 显示屏的最大亮度仅约 5000nit，即使尚未量产的高亮的新产品或能达到 15000nits，考虑到配备光波导一般光线利用率较低，未来 Micro OLED 的使用场景或较局限，与几何光波导搭配在室内使用可行，室外难以采用。

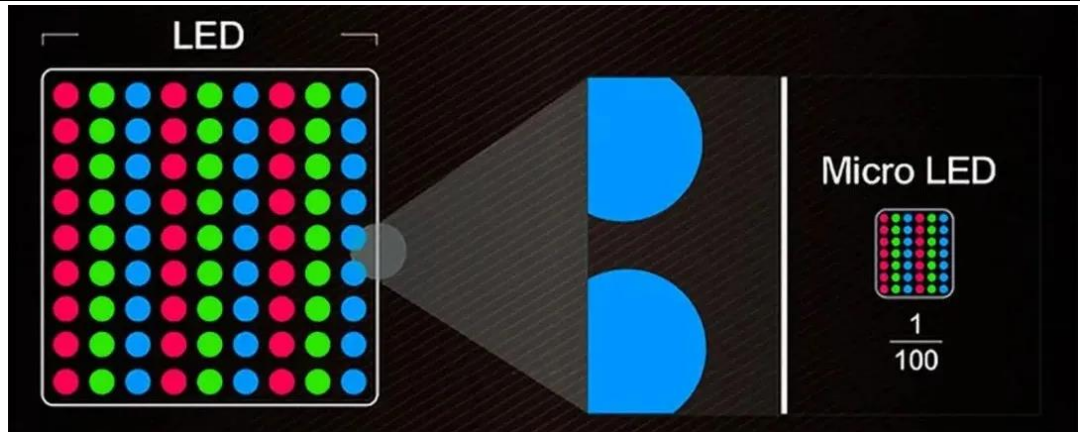
Micro LED 具有响应速度快、低功耗、亮度高等优势，是理想的“六边形战士”，但量产进度存瓶颈

Micro LED 技术原理：硅基 CMOS 助力 LED 微缩化。

Micro LED 是一种基于 LED（发光二极管）的微型显示技术，Micro LED 是由数百万个微小的 LED 像素组成，每个像素都可以自主发光，不需要背光源或滤光片。Micro LED 显示屏的显示原理，是将 LED 结构进行微缩化，其单个像素尺寸仅约 1~10 微米；然后将 Micro LED 转移至电路基板上（含下电极与晶体管），再利用物理沉积制程完成保护层与上电极，即可完成上基板的封装，最后产出完整的 Micro LED 微显示屏。

Micro LED 与 Micro OLED 不同的地方在于，前者使用的是无机材料，而不是有机材料，可以避免有机材料容易氧化、老化、烧屏的问题，从而提高显示器的稳定性和寿命。

图表 22. Micro LED 的像素尺寸相对传统 LED 大幅缩小



资料来源：子羽歌，中银证券

Micro LED 优劣势：优势是全方面的，体积小、功耗低、显示效果好、亮度极高、温度适应性好；劣势在于成本高、量产技术还存难点。

Micro LED 的优点在于：响应速度快、功耗低、自发光无需照明、体积小、灵活性高、易于拆解合并、亮度高（数十万-数百万 nit）、卓越的温度适应性（-70°C~100°C）、对比度高（100,000:1）、广色域、低功耗、无机材料使用寿命长等。

Micro LED 的缺点在于：成本高（半导体技术）、红光效率问题、量产存在较大难度、单片全彩方案较难实现。

Micro LED 具体如何制作？尺寸微缩化（像素尺寸5 微米）、单片全彩是难点

- **微缩化通过晶圆键合工艺实现。**AR 眼镜的空间非常小，因此需要在非常小的显示屏中集成大量的像素点。利用半导体技术的单片集成技术（键合），可以在 CMOS 驱动晶圆上通过微显示器件的设计及工艺，使得像素点尺寸更小、像素间距更小，提供符合 AR 眼镜要求的视觉体验。

图表 23. 不同使用场景的 Micro LED 性能要求不同，生产工艺不同

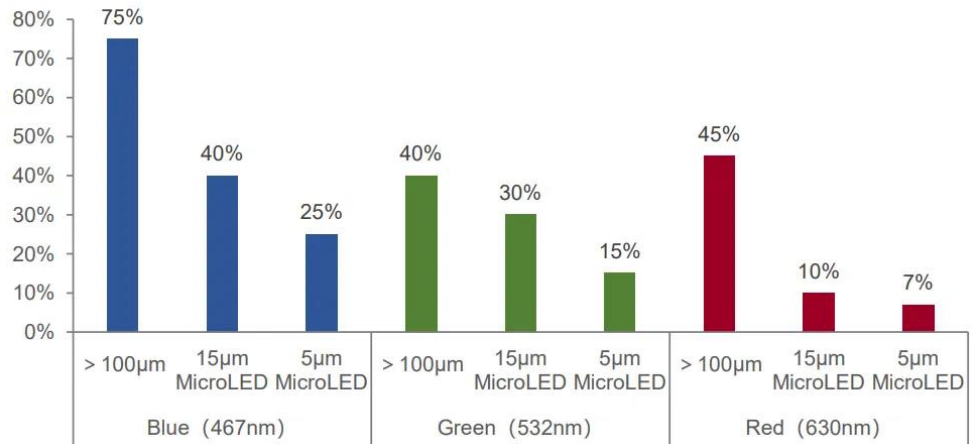
应用场景	性能指标			基材	技术路线	工艺
	像素间距	PPI	亮度			
XR	5 微米	>2000	>5000nit	硅基	CMOS	混合晶圆 (键合)
Smart Watch	20 微米	>350	>1000nit	蓝宝石/硅基	TFT (LTPS or Oxide)	巨量转移
TV	40 微米	>100	>500nit	蓝宝石/硅基	PCB TFT (LTPS or Oxide)	巨量转移

资料来源: Sigmaintell, 中银证券

像素尺寸微缩化带来的新的问题需要进一步解决，这主要包括侧壁损伤、红光效率不足。

- 1) **侧壁损伤。** 主要指因 Micro LED 像素尺寸缩小、芯片的周长面积比增大，导致侧壁的表面复合增多，非辐射复合面变大，致使光电转换效率下降。同时，器件制备过程中的 ICP 刻蚀也会加重侧壁缺陷，而侧壁缺陷会影响 Micro LED 的实际表现。
- 2) **红光效率低。** 蓝光、绿光 LED 是在蓝宝石、碳化硅或硅衬底上生长 InGaN 等三元材料，红光 LED 大多是在 GaAs 衬底上生长 AlGaNP 四元材料，相较蓝绿光，AlGaNP 宏观 Micro LED 尺寸减小导致效率下降更为明显。

图表 24. 红光 LED 在尺寸微缩至 5 微米时发光效率下降很快



资料来源: MicroDisplay, 中银证券

■ 单片全彩或依靠堆叠、量子点转色实现。

Micro LED 全彩化是难点，主要在于将 RGB 三色像素点按需排至不同位置，在 5 微米尺度上，需要较大的技术突破。解决方案有三种：

- 1) **X-Cube 合光棱镜，以三片 Micro LED 通过光学棱镜混合。** 目前 AR 领域全彩 Micro LED 已量产的技术是合色技术。即通过 R、G、B 三片单色 Micro LED 屏幕分别固定在 X-cube 棱镜的三个面，通过 X-cube 合色后通过第四个面发出。
- 2) **量子点转色，以实现单片全彩。** 量子点又称半导体纳米晶，是导带电子、价带空穴及激子在三个空间方向上受束缚的半导体纳米结构，其三维尺寸通常在 2-10nm 范围内。通过调节量子点的尺寸可以控制其发光颜色。此方案实现全彩化，一般通过蓝光 Micro LED 发光激发量子点实现色彩转换，可调控量子点被激发后出射光的波长，通过色彩配比实现全彩化。
- 3) **单片全彩堆叠技术。** JBD 在此技术的探索较为领先，2023 年 9 月，JBD 正式发布单片全彩堆叠 Micro LED 微显示屏 Phoenix (凤凰) 系列原型，设计用于 50°及以上 FOV 光波导方案的 AR 眼镜。Phoenix 目前采用 0.22 英寸面板，分辨率 2K，子像素等效尺寸为 2.5 微米。具体来说，是 2*2 像素组合成 5 微米周期的白色像素，子像素由 4 个独立的电流通道驱动，其中三个通道分别与 AlInGaN 蓝光、AlInGaN 绿光和 AlInGaP 红光发射器相连。这些半导体发射器垂直堆叠并同轴排列，可在垂直方向上实现高 WPE 和高度聚光。

目前全彩 Micro LED 以合光棱镜的方案为主，但此方案的光机体积相对较大，且合色对精确对准要求高，导致整体效果并不佳。我们预计未来单片全彩 Micro LED 将是技术发展方向，具体制造技术取决于量子点转色方案和堆叠方案的落地速度。哪种方案能够更快完成量产并推出，或能不断迭代并完成技术替代。

案例：镭显的单片全彩 Micro LED 实现方案，“大尺寸晶圆键合+光刻量子点转色”

Micro LED 单片全彩工艺与传统 LED 工艺不同，工艺实现是 Micro LED 量产的核心难点，具体如何量产制作？我们以业内领先的镭显的方案为例作详细介绍。

传统的单片集成 Micro LED 技术大多采用倒装 (Flip-chip) 技术路线，优势在于 Micro LED 和背板分别制作，但其劣势在于对准精度要求高、键合良率低、光串扰严重。随着 AR 眼镜对分辨率、像素密度的要求提高，传统单片集成技术很难满足高端 Micro LED 微显示的实现。

镭显采用 8 寸晶圆键合技术，配合自研的光刻量子点工艺 (QDPR)，在蓝光 Micro-LED 像素上定义红光、绿光量子点图形，能够实现单芯片全彩显示。整个技术路线全程采用标准半导体工艺，在精度要求、效率及量产性方面都具有一定优势。

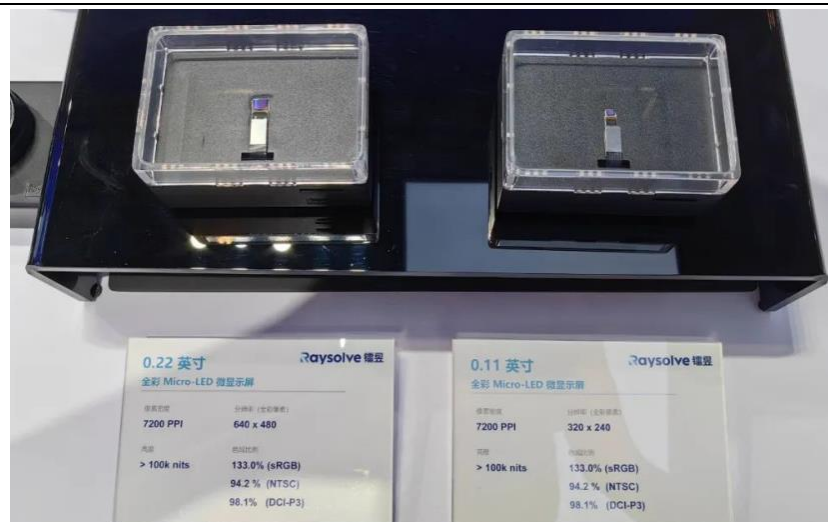
公司的核心技术有两点：

- **无需对准的大尺寸晶圆键合技术。**具体包括：公司外采 8 寸成熟硅基 GaN 外延片，与 8 寸 CMOS 背板键合，优势是可用面积大，产出效率高；并且 8 寸背板与 8 寸晶圆外延片的键合工艺无需对准，因此良率较高；外延片基底与背板 CMOS 同属硅基材料，剥离不损伤外延材料，良率高。同时，晶圆键合技术属于标准半导体流程，可做小尺寸、做高精度，并且可加入晶圆级光学结构，增强发光的准直性能。
- **光刻量子点技术。**具体包括：公司利用专有合成配方，将量子点材料溶解及保护于光刻胶中，做成公司独特的 QDPR 材料。然后利用标准半导体光刻工艺，将 QDPR 材料按需布置于所需的蓝光像素点上，实现 Micro LED 单片全彩，中间无需任何特殊设备及支撑。公司的全彩化方案相对其他技术路线的优势在于：光刻工艺可精确定义量子点位置和大小，更适合量产，也更容易实现高分辨率。

如上工艺的难点在于，量子点光刻胶材料的混合与配比。材料方面，标准的量子点材料和光刻胶材料，是不能直接兼容的，如何将两种材料较好的结合在一起？图形化方面，要实现高光效高分辨率的 QDPR 材料，量子点材料和光刻胶材料的特性是相互制约。高光效意味着 QD 材料的转换光效要高，浓度要高；但是高 QD 材料浓度，会导致 PR 成分降低，这会导致光刻分辨率降低，图形化精度变差。因此这两种材料要做特殊的处理，并寻找最佳平衡点。

经过不断尝试，镭显最终实现了高分辨率与高转换效率的平衡。镭显开发出的 QDPR 方案可以将标准的 QD 材料和标准的 PR 材料通过创新性的技术整合到一起，保证高转换光效的同时，保留了高分辨率光刻胶特性。相对市面上量子点光刻胶需要把厚度做到 10 微米以上，镭显在 2 微米以下即可实现足够的转化效率。

图表 25. 镭显 0.11” & 0.22” 单片全彩 Micro LED 微显示屏示意图



资料来源：镭显，中银证券

镭显的产品进度。2022年10月镭显成功点亮0.39英寸单片全彩Micro-LED微显示芯片，2023年5月正式发布0.11英寸和0.22英寸单片全彩Micro-LED微显示屏产品。其产品具有较为领先的性能特征：0.22英寸产品重量0.29g，全彩分辨率达到640*480，子像素间距3.5微米，像素密度达7200PPI，亮度超越10万尼特。

落地节奏看，LCoS或是短期全彩光机的最优方案，Micro LED未来份额空间大

图表 26. AR 眼镜主流的 3 种微显示方案技术比较

特性	LCoS	Micro OLED	Micro LED
响应时间	毫秒	微秒	微秒
对比度	1,000:1	100,000:1	100,000:1
机理	外部光源	自发光	自发光
器件结构	复杂	简单	简单
功耗	高	低	低
劣势	结构复杂、功耗高	亮度低	良率低、工艺不成熟

资料来源：耐德佳，中银证券

总结来看，由于目前Micro LED单片全彩的成熟度还不够，因此目前以单色方案为主，而LCoS在成本和量产性方面具备优势，因此我们认为LCoS短期是最佳的微显示光机方案；Micro OLED目前成本稍高、且受亮度的限制，或仅适用于Birdbath、一维几何波导光学方案，市场份额或不断下行。

未来展望，因Micro LED显示优势显著，我们预计未来其在AR眼镜的微显示中的份额将快速提升；LCoS在分辨率、低成本和大厂投入方面具有优势，但因偏振分光棱镜的设计会限制光机尺寸进一步缩小，未来在高端市场面临被替代的风险，我们预计其将维持相对稳定的份额。

根据Trendforce预测，2024年LCoS市占率为12%，2030年将小幅提升至18%；2024年Micro LED市占率为18%（单色较多），2030年将提升至44%。

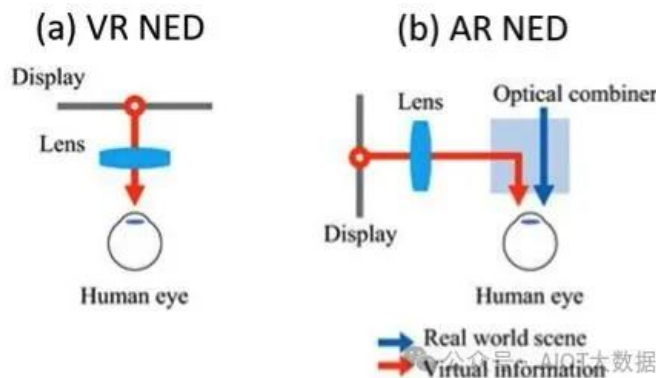
光波导：需兼顾轻薄、显示效果与量产性，二维几何光波导成目前最优方案，表面浮雕、体全息衍射波导快速迭代

光波导是实现AR功能的最佳光学元件，分为几何、表面浮雕和体全息三类

AR需要实现透视功能，新增对光学方案的需求，光波导是最优选择

与VR设备不同，AR眼镜需要透视(see-through)，既要看到真实的外部世界，也要看到虚拟信息，所以成像系统不能挡在前方。这就需要多加一个或一组光学组合器(Optical Combiner)，通过“叠层”的方式，从而将虚拟信息和真实场景融为一体。

图表 27. VR 的近眼显示与 AR 的近眼显示原理不同



资料来源：先进制造，李琨-Rokid，中银证券

注：NRE, Near Eye Display, 近眼显示

光学 Combiner 需兼顾透过环境光的功能和叠加数字光线的功能，目前市场上方案包括棱镜、自由曲面、BirdBath、光波导等不同技术路径。光学组合器不同，是区分 AR 显示系统的关键。

图表 28. AR 眼镜主要光学方案对比，光波导优势明显

	棱镜	自由曲面	Birdbath	光波导
技术壁垒	*	**	**	****
厚度	>10mm	>8mm	~8mm	<2mm
FOV	15°	~30°	30~50°	25~70°
透光度	50%	50%	<50%	>80%
体积	较大	较大	小	小
显示器件	LCoS	LCoS/OLED	OLED/硅基 OLED	LCoS/Micro OLED/Micro LED
光效	10-20%	30-50%	10-15%	衍射: <2% 阵列: 6-15%
主要挑战	厚度与 FOV 成正比	厚度相对较大	厚度较大、亮度和透光率低	衍射: 彩虹纹/光效低; 阵列: 量产一致性

资料来源: 理湃光晶, 中银证券

目前主流 AR 眼镜光学方案对比:

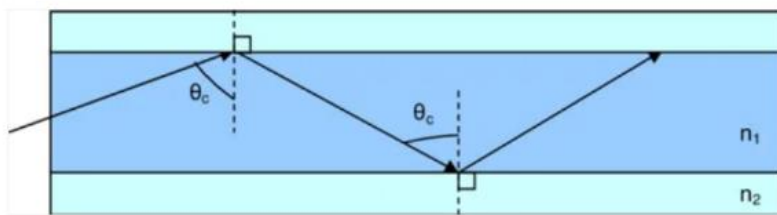
- **棱镜方案:** FOV 较小、厚度高、体积较大，综合优势比较小。
- **自由曲面方案:** 技术及供应链成熟度很好，主要的问题是透光率太低，获取外界的信息的效果不佳，光学畸变较严重；另外自由曲面光学镜片相对较厚。这些因素导致自由曲面方案使用率较低。
- **Birdbath 方案:** 技术及供应链成熟度也较好。搭载 Micro-OLED 显示屏后成像质量较佳，FOV 可以做到 30°~50°，同时光机的体积也可以做到相对较小，分体式设计下，整机重量可以控制在 80g 左右水平，是目前消费级 AR 眼镜的主要方案。问题在于镜片厚度仍然比较厚、光机模组体积较大、透光率低，且有双面显示的问题，使用场景局限，适合用于观影场景，不适合长时间佩戴、大幅度运动等。或为过渡性光学方案。
- **光波导方案:** 具备高透光度、轻薄、大视场角、光机体积小等特点，因此被广泛认为是消费级 AR 眼镜的最优解决方案。但初期成本偏高。

光波导的基本原理为光线在介质内全反射，根据光学耦合方式分为三类。

光波导技术是应 AR 眼镜需求而生的特色光学组件。要实现光传输无损失无泄漏，“全反射”是关键，即光在波导中来回反射前进却不透射出来。要达到全反射需要满足两个条件：

- 1) 传输介质满足要求。即波导材料需要具备比周围介质高的折射率（如下图所示 n_1 材料的折射率需高于 n_2 材料）；
- 2) 入射角满足要求。光进入波导的入射角需大于临界角 θ_c 。

图表 29. 光在波导内全反射示意图

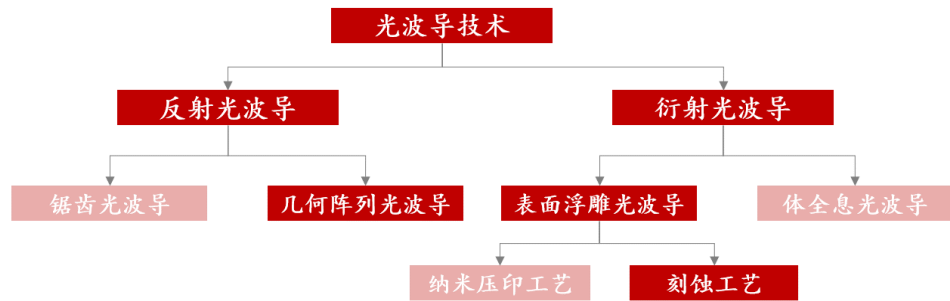


资料来源: 先进制造, 李妮-Rokid, 中银证券

光波导工作原理：在光机完成所需成像后，光波导首先将光耦合进基底材料中，通过“全反射”原理将光传输到眼睛前方，再耦出波导，并释放出来。这个过程中波导只负责传输图像，一般情况下不对图像本身做任何改动（如放大缩小等）。

光波导可优化眼镜的设计和外观。有了波导作为传输渠道，可以将显示屏和成像系统原理眼镜移到侧面，降低光学系统对外界视线的阻挡，并且使得重量分布符合人体工程学，提升设备的佩戴体验。

图表 30. 光波导依据原理和工艺分为三大类



资料来源：首镜科技，中银证券

光波导主要分为几何阵列光波导、表面浮雕衍射光波导和体全息光波导这三类。

从技术原理上，要实现光波导的虚像叠加效果，关键在于耦入结构和耦出结构的设计。不同类型光波导的区别，核心在于耦入结构和耦出结构利用的原理不同。

- 几何阵列光波导原理：通过阵列反射镜堆叠实现图像的输出和动眼框的扩大。反射光波导以几何阵列光波导为主。代表光学公司是以色列的 Lumus，市场上还没有大规模量产的搭载几何阵列的 AR 眼镜产品。
- 衍射光波导原理：利用平面设计的、具有周期结构的光学元件，通过衍射原理实现光线图像传输和动眼框的扩大。衍射光波导主要有利用半导体技术制造的表面浮雕光栅波导（SRG, Surface Relief Grating）和基于全息干涉技术制造的全息体光栅波导（VHG, Volumetric Holographic Grating）。SRG 技术的典型采用方包括微软的 HoloLens 2 和 Magic Leap One，VHG 技术的典型采用方包括苹果收购的 Akonia 公司和 DigiLens。

几何波导利用成熟的光学冷加工工艺，显示效果优，或成短期主流方案

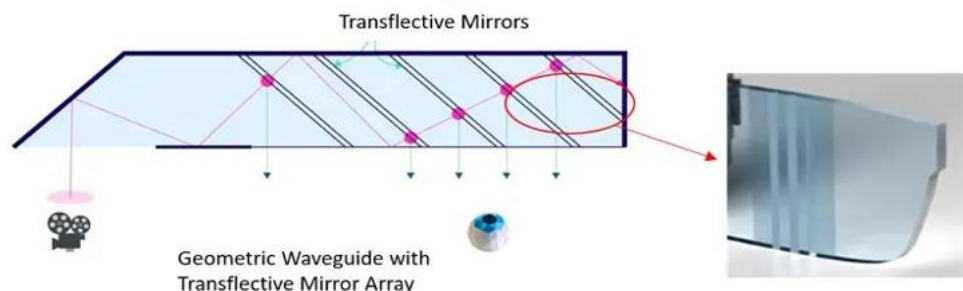
几何光波导工作原理

几何光波导的耦入结构一般是反射面或棱镜。光线耦入波导后，在波导内经历多轮全反射，当光到达眼镜前方时，会遇到“半透半反”镜片阵列，此即几何光波导的耦出结构。

几何光波导工作原理：“半透半反”的镜面是嵌入到玻璃基底里面并且与传输光线形成一个特定角度的表面，每一个镜面会将部分光线反射出波导进入人眼，剩下的光线透射过去继续在波导中前进。然后这部分前进的光又遇到下一个“半透半反”镜面，从而重复上面的“反射-透射”过程，直到镜面阵列里最后一个镜面将剩下的全部光反射出波导进入人眼。

在传统光学成像系统中，图像通常只有一个出口，即“出瞳”。这里的“半透半反”镜面阵列相当于将出瞳沿水平方向复制了多份，每一个出瞳都输出相同的图像，这样眼镜在横向移动时也能看到图像，这是一维扩瞳技术。

图表 31. 几何光波导“半透半反”镜面工作原理及几何光波导实物示意图



资料来源：先进制造，李砚-Rokid，中银证券

为何要设计多次出瞳？为了适配不同瞳距的使用需求。

具体来说，假设进入波导的（即入瞳）是直径 4 毫米的光束（在经过光机放大后），由于波导只负责传输而不把图像放大缩小，那么出瞳的也将是 4 毫米的光束，这样眼镜端要看到这个图像，只能在这 4 毫米的范围内移动。而不同用户的瞳距差别可能非常大，导致 AR 眼镜的适用性较低。不同性别和年龄的人，双眼瞳孔间距可能从 51 毫米到 77 毫米不等，如果 NRE 系统的光学中心依据瞳距的平均值（63.5 毫米）位置来设计，这就意味着有很大一部分人戴上这个眼镜，看不到清晰的图像，或者完全接收不到图像。这将造成需单个规格的 AR 眼镜的适用性有限，需配备较多不同瞳距规格的产品才能满足用户要求。

而有了如上所述的扩瞳技术，动眼框范围能从最初的 4 毫米左右扩大到 10 毫米以上。这可以解决产品设计中的很多问题，例如机械设计容差、产品规格数目（如男女版差异）、用户交互体验等，将 AR 眼镜将消费级产品化大大推进了一步。

几何光波导的制作工艺

几何光波导生产工艺并不复杂，难在保障大批量量产的良率。

几何光波导运用传统几何光学设计理念、仿真软件和制造流程，没有牵扯到任何微纳米级结构，因此图像质量可以达到很高的水准。但是，几何光波导制作流程繁琐，以下是几个重要步骤：

- 1) “半透半反”镜面阵列的镀膜工艺。由于光在传播过程中会越来越来少，那么阵列中的每个镜片都需要不同的反射透射比（R/T），以保证整个动眼框范围的出光量是均匀的。
- 2) 镀膜层数多。由于几何波导传播的光通常是偏振的（如来源于 LCoS 微型显示屏的光，受 LCoS 工作原理限制），导致每个镜面的镀膜层数可能达到十几层甚至几十层。
- 3) 胶合/键合工艺。这些镜面是镀膜完成后摞在一起，并用特殊胶水粘合，然后按照一个角度切割出波导的形状，这个过程中镜面之间的平行度和切割的角度都会影响到成像质量。

图表 32. 几何波导生产工艺示意图（灵犀微光）



资料来源：灵犀微光，中银证券

具体而言，根据灵犀微光介绍，几何阵列波导加工的工艺流程包括：窗口片加工、镀膜、光学贴合、切割、研磨、抛光、模组装调，这些都是成熟的玻璃冷加工工艺，工艺本身并不复杂。

几何光波导的生产难点，在于如何保障大规模量产的一致性与高良率。因为每个镜面镀膜层数可能高达十几层、几十层，镀膜后层层摞在一起，并用特殊胶水粘合，然后按照一个角度切割出波导的形状。镜面平行度、切割角度都要设计好且要很精准，每一步工艺的失败都可能导致成像出现瑕疵。常见瑕疵有背景黑色条纹、出光亮度不均匀、鬼影等。

几何光波导的最新进度？二维扩瞳、分子键合。

设计方面：近几年二维几何光波导出现，可实现二维扩瞳，缩小光机体积、扩大 FOV，让几何光波导技术的竞争力大幅增强。生产工艺方面，分子键合工艺成为新制造工艺，有望解决传统胶合工艺的低良率、胶材寿命不足的问题。

从产品形态看，如图 31 所示，二维几何光波导模组相较一维几何光波导模组，其搭配的光机体积可以大幅减小，带来 AR 眼镜整机的重量下降、镜腿设计的自由度增加等优势。

图表 33. 一维几何光波导与二维几何光波导实物示意（理湃光晶）



资料来源：理湃光晶，中银证券

注：左侧为一维几何光波导模组，右侧为二维几何光波导模组，搭配光机均为 LCoS

从产品参数规格看，如图 32 所示，二维几何波导可以在保持厚度、亮度损失不大的情况下，大幅提升 FOV、动眼框面积、PPI 等重要参数，让 AR 眼镜能够满足高显示要求的使用场景。

图表 34. 几何阵列光波导参数示意（以理湃光晶官网产品为例）

规格	LMP24（一维几何光波导模组）	G3-E（二维几何波导模组）
FOV	40°	40°~70°
动眼框	9mm x 6mm	10mm x 10mm
透光率	>85%	>80%
亮度(nits)	>800	500-900
厚度(mm)	<1.5	<1.5
PPI	3970	5650
分辨率	1920*1080	1280*720
重量(g)	<20	未披露
功耗(mW)	120	200
畸变(%)	4%	3.6%

资料来源：理湃光晶，中银证券

从生产工艺看，分子键合有望替代胶合工艺成为重要的生产工艺。传统几何光波导的制造采用胶合工艺，但是胶合工艺有如下问题：

- 1) **良率低。**因为玻璃和胶水是两种材质，胶合时容易出现不平整，镜片形状容易导致楔形，楔形会导致光波导的色散问题，让几何光波导成为不良品；同时胶合的过程容易产生气泡，有气泡也会影响设计的光线传播效果，造成不良品；
- 2) **胶材折射率低导致 FOV 提升难。**因为玻璃的折射率和胶水的折射率不一样，要做更大的 FOV，玻璃基材和胶水的折射率都要更大，但是胶水的折射率要提升难度较大。
- 3) **寿命问题。**在高低温冲击下，胶合工艺加工的波导片容易脱胶、发黄，影响几何光波导的使用寿命。

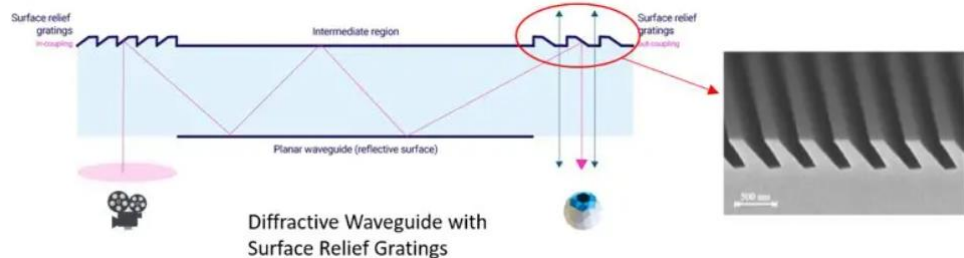
根据理湃光晶介绍，其自主开发的、应用于高性能光学玻璃的分子键合工艺，可突破传统胶合工艺的缺陷实现大规模产业化生产，可大幅提升产品的技术性能、量产性、一致性和良率；且因为键合实质是基片与基片之间产生分子键合，故相对胶合工艺而言，寿命方面也具有优势。

总结来看，随着二维几何阵列光波导的技术突破、分子键合工艺逐步应用，几何光波导有望在显示质量、落地可行性、成本等方面具备优势，有望成为中短期主流的技术路线。

表面浮雕衍射光波导，加速从纳米压印工艺向刻蚀工艺转化

要想让光机产生的虚像通过光波导传递到人眼中，需要光耦合和耦合出波导的过程，如前所述，在几何光波导里采用“半透半反”镜面阵列完成的。衍射光波导的工作原理不同，采用了平面的衍射光栅来完成将光线进行转折，意味着光学元件从毫米级别转向微纳级别，从“立体”工艺转向“平面”技术。

图表 35. 表面浮雕光波导工作原理及倾斜光栅示意图



资料来源：先进制造，李琨-Rokid，中银证券

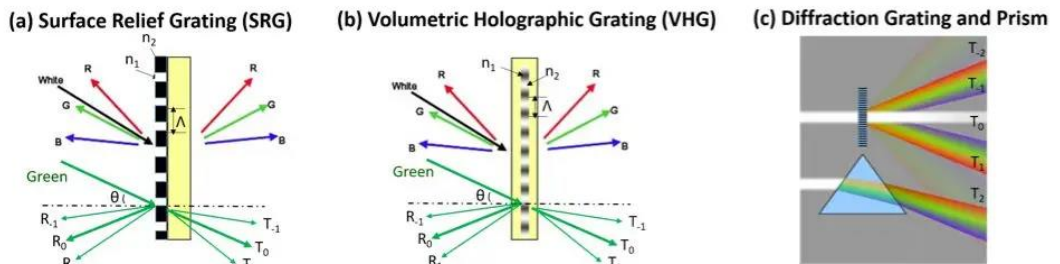
衍射光栅是什么？

简单地说，衍射光栅是具有周期结构的光学元件，这个周期可以是材料表面雕刻出来的高峰和低谷，也可以是全息技术在材料内部曝光形成的“明暗干涉条纹”，但归根结底都是在材料中引起了一个折射率（refractive index）的周期性变化。

这个周期一般是微纳级别的，要与可见光波长（450nm~700nm）一个量级，才能对光线产生有效的操控。

具体而言，衍射光栅具有两个功能，一个是改变光的传播方向，另一个是色散。一方面，如图 34 (a) 和 (b)，通过设计光栅的参数（如材料折射率、光栅形状、厚度、占空比等），可以将某一衍射级（即耦出某一方向）的衍射效率优化到最高，从而使大部分光在衍射后主要沿这一方向传播，可以实现平面的微纳结构实现改变光路的效果，非常节省空间。另一方面，如图 34 (c)，衍射光栅可以实现类似分光棱镜的色散作用，主要体现在光栅周期对不同波长光的改变角度不同。

图表 36. 衍射光栅的转换光路及色散效果

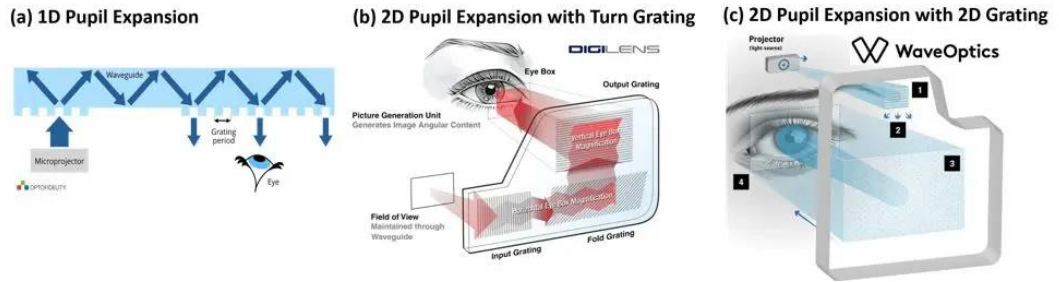


资料来源：先进制造，李琨-Rokid，中银证券

衍射光波导的扩瞳原理

如几何光波导部分所述，为了满足不同瞳距、脸型的用户均可使用，几何光波导需做多次出瞳的设计。衍射光波导的扩瞳原理与其类似，区别在于出射区域不是半透半反镜片阵列，而是出射光栅。即在波导中全反射的光线在每次遇到玻璃基底表面的光栅时，就有一部分光线通过衍射效应释放出来进入人眼，剩下的光线则在波导中继续传播，直到下一次达到衍射光栅再次出瞳。如图 35 (a)，这就是衍射光波导一维扩瞳的实现原理。

图表 37. 衍射光栅的扩瞳原理及实现方案



资料来源：先进制造，李琨-Rokid，中银证券

但由于光栅结构比几何光学结构能够有更大的设计自由度，在二维扩瞳方面，衍射光波导实现扩瞳的方式更加多样。一种是增加转折光栅，另一种是直接使用二维光栅。使用转折光栅的光路较容易理解，如图 35 (b)，转折光栅 (Fold Grating) 区域将耦入光线偏转 90° 后传递至耦出区域，耦入区域、耦出区域分别实现 X、Y 轴扩瞳，以此实现二维扩瞳；二维光栅如图 35 (c) 所示，光从耦入区域进入波导，直接进入区域 3，该区域为特殊设计的衍射光栅 (一般为二维柱状阵列)，可以同时将在 X 和 Y 两个方向实现扩束，一边向前传播一边将部分光线耦合出来进入人眼。

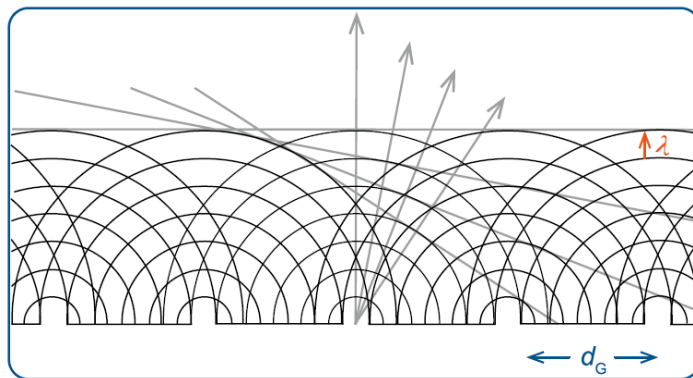
采用二维光栅，优点显而易见：只有两个光栅区域，减少了光传播中的损耗；同时耦出区域面积更大，可提升眼动框的范围。缺点是二维光栅设计难度大，不仅需要兼顾多个方向的耦合效率，还需要平衡每个出瞳的出光均匀性，一维光栅仅需要优化一个方向的衍射效率，对比下二维光栅设计难度大很多。

衍射光栅工作的物理学解释

衍射原理如下：当光遇到障碍物时，比如有小孔的不透明屏，光通过屏后的强度分布与光通过的孔径形状完全不同。这是由于光本身是电磁波，遇到障碍后波前会改变，就像水波遇到障碍。

波前的不同部分之间发生干涉，造成光的衍射，衍射后产生的强度分布被称作衍射图像。同样的，当光通过有多个间距固定的狭长孔径 (或者狭缝) 的不透明屏时，出现的波前发生相长干涉，产生如下图所示在某些方向有强度极大值的衍射图样。这些方向强烈地依赖于狭缝间隔和入射光波长。因此，可以使用狭缝位置确定的表面，将特定波长的光引导至特定方向。此即衍射光波导的基本原理。

图表 38. 衍射光栅工作原理示意：波长为 λ 的单色光通过一系列间距为 d_G 的小孔的衍射效应

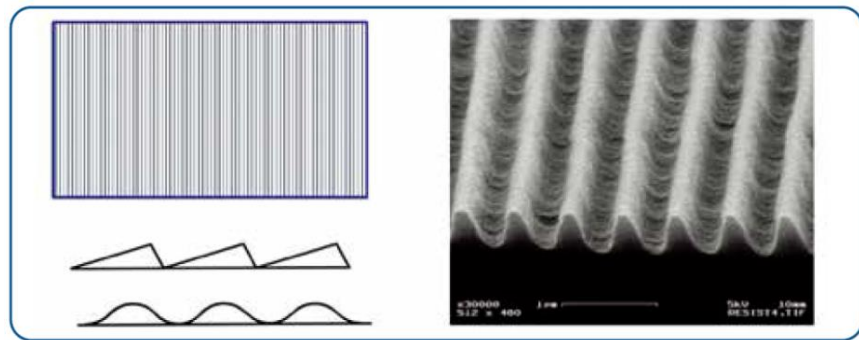


资料来源：MKS 光电解决方案，中银证券

注：成角度的直线表示恒定的相位区域，箭头表示衍射图样中强度峰值的方向

衍射光栅本质是一个多狭缝表面，其可使光线发生角度色散，也就是基于光线从光栅出射的角度分离波长的能力。光栅可以为透射式，像多狭缝孔径，也可以是反射式，其中凹槽表面涂有铝等反射材料。典型的衍射光栅由大量平行凹槽（代表狭缝）组成，凹槽间距（表示为 d_G ）约为光的波长。刻线密度（G）是 d_G 的倒数，例如，典型光栅的 G 值每毫米 30-5000 刻线。刻槽间距决定了单一波长要发生相长干涉间距以形成衍射级次的角度，这与图 36 中所示强度峰值是等效的。除了刻槽间距之外，刻槽轮廓（见图 37）也对光栅性能起到关键作用。当单色光碰到光栅时，一部分被衍射到每个级次（被称为衍射效率）。通常希望将效率最大化到单个级次上（通常是第一级）以确保增加光的收集。为了优化单个波长的衍射效率，需要执行相应的设计，这涉及修改刻槽轮廓，包含刻面夹角、形状和深度等。

图表 39. 衍射光栅的形态示意图



资料来源：MKS 光电解决方案，中银证券

注：衍射光栅刻槽图样俯视图（左上）、不同刻槽轮廓侧视图（左下）、衍射光栅扫描电镜图（右）

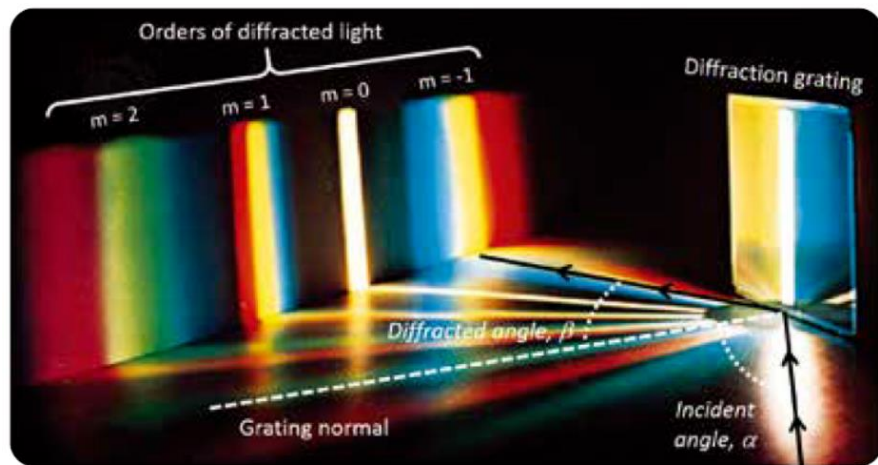
衍射工作原理需满足光栅方程。

不同波长光线衍射的级次和角度符合光栅方程，基本的光栅方程决定了波长为 λ 的单色光被衍射的离散方向。光栅方程如下：

$$m\lambda = d_G(\sin\alpha + \sin\beta_m)$$

根据衍射光栅方程，入射角、光栅间距限定后，便能明确得出不同波长的光在不同级次的衍射角度。下面案例详述了衍射过程。

图表 40. 入射角为 α 复色光通过间距为 d_G 的衍射光栅后不同衍射能级光强及色散效果展示



资料来源：MKS 光电解决方案，中银证券

案例：满足光栅方程的反射型衍射光栅的分级次衍射和色散效应。

以图 38 为例，波长 λ 的光以角度 α 入射，并沿着角度 β_m 被光栅（其刻槽间距为 d_G ）衍射。角度为入射和出射光与法线的夹角，法线在图中显示为垂直于光栅表面中心的虚线。 β_m 与 α 在光栅法线的两侧，认为角度方向相反。在上图中， m 为衍射级次， m 为整数。对于 0 级衍射 ($m=0$)， α 和 β_0 大小相等但方向相反，光束仅发生反射，没有衍射。 m 的符号约定：如果衍射光线位于零级左侧（逆时针方向一边），则 m 为正数，如果衍射光线位于零级右侧（顺时针方向一边），则 m 为负数。

当一束单色光入射到光栅上时，光会从光栅被衍射到对应 $m=-2,-1,0,1,2,3$ 等方向。当一束复色光入射到光栅上，不仅衍射到不同级次，光还会发生色散，使得各个波长的光均满足光栅方程，如图 38 左侧所示的不同条纹。通常只有第一级衍射 (+1 级或者 -1 级) 是想要的，因此需要优化设计，以减少更高级次的光的能量。

表面浮雕光栅波导的制备：分为纳米压印与刻蚀工艺，工艺精度有差异。

如前所述，表面浮雕光栅从维度分可以分为一维和二维光栅，结构上可以分为直光栅、闪耀光栅和倾斜光栅。由于 SRG 光波导作用于可见光波段，为了实现较大的衍射效率和视场角，其特征尺寸一般为数百纳米，且其性能对误差容忍度较小，所以对微纳加工制备提出了很大挑战。

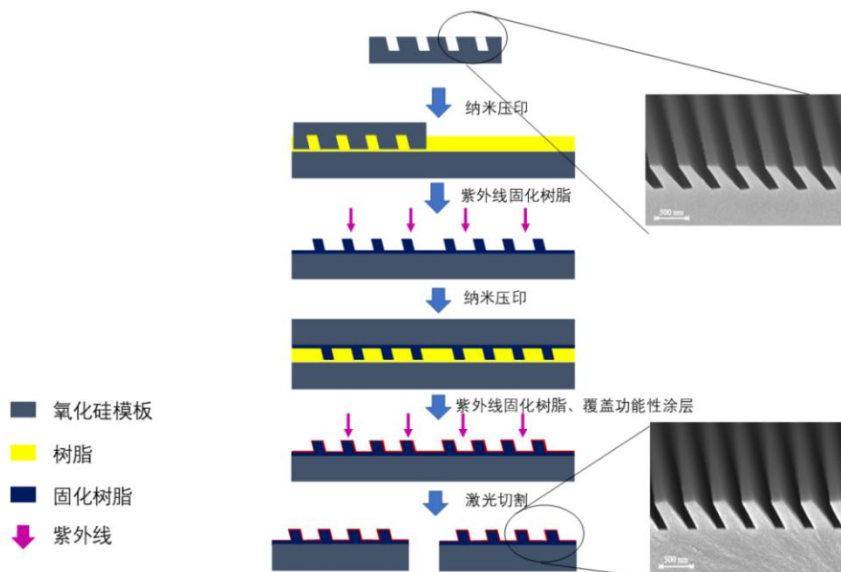
目前表面浮雕衍射光波导的加工方案主要分为纳米压印和刻蚀方案。

纳米压印的流程如下图 39 所示，分为三个阶段：

- ◇ 第一步是母模的制备。一般采用电子束直写光刻等工艺，在硅或其他衬底上加工出所需要的结构作为模板。由于电子的衍射极限远小于光子，因此可以制备足够精度的母模。
- ◇ 第二步是图案的转移，完成子版制备。采用旋涂工艺将纳米压印胶均匀涂布在晶圆表面。然后根据图形合适的排版，使用母模压印数次形成所需图形，并使用紫外光固化。如此得到压印模板。
- ◇ 第三步是表面浮雕光栅波导的大批量制造。首先旋涂压印胶（类似第二步），由于最终的光栅结构是在压印胶上的，因此压印胶的折射率通常要与晶圆的折射率相等，这样整个光栅能够成为统一的整体。然后使用第二步制备的模版在目标材料上直接压印出所需图形，经紫外光照射使压印胶固化，后覆盖功能性涂层。最后进行激光切割，完成每片合适的衍射光波导制备。

纳米压印的优势在于方便实现大批量生产。纳米压印工艺对材料要求较高，依赖于高折射率的压印胶，紫外线纳米压印法 (UV) 是表面浮雕光栅波导批量生产的常用方法。

图表 41. 表面浮雕衍射光栅的生产工艺示意图（纳米压印工艺）

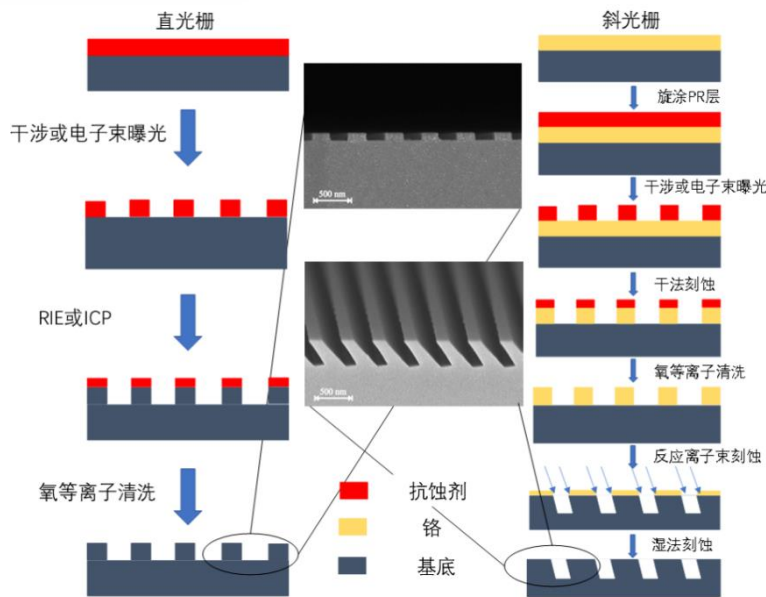


资料来源：珑璟光电，中银证券

刻蚀工艺方案：刻蚀方案因所需制备的光栅结构不同而略有区别。

- ◇ 对于直光栅，其工艺较为成熟，首先在基底上旋涂抗蚀剂层，通过干涉曝光或电子束曝光实现光栅的图案化，之后利用反应离子刻蚀（RIE）或电感耦合等离子体刻蚀（ICP）将图案转移到基底，并将抗蚀剂去除完成直光栅的制备。
- ◇ 对于倾斜光栅，由于均匀性问题导致无法直接采用反应刻蚀方案制备，制备工艺相对复杂。一般采用聚焦离子束（focused ion beam Etching, FIBE）制备。其工艺流程为：先将基底上镀一层硬掩膜层，之后旋涂一层抗蚀剂层。同样利用干涉曝光或电子束曝光进行图案化，之后通过氯干法刻蚀工艺将抗蚀剂图案转移到硬掩膜层。在干法刻蚀完成后，用氧等离子体剥离剩余的抗蚀剂层。接下来使用基于氟基的 RIBE 工艺用电离的氟离子束以倾斜的角度入射基底。在 FIBE 刻蚀完成后，通过标准湿法刻蚀工艺去除留下的硬掩膜层，获得具有出色均匀性的倾斜光栅。

图表 42. 表面浮雕衍射光栅的生产工艺示意图（刻蚀工艺）



资料来源：珑璟光电，中银证券

纳米压印工艺和刻蚀工艺谁会胜出？

根据 Dispelix 联合创始人兼 CEO Anti Sunnari 在 AWE 2022 做的主题演讲中，介绍了刻蚀工艺的优势如下：

- 1) **可靠性高。**刻蚀方案制造的光波导更容易通过温度、紫外线、湿度和防摔等测试，达到更安全水平。以温度方面为例，根据 Dispelix 测试，刻蚀方案开发的光波导可在-40℃~85℃环境下工作 240 小时，意味着在冬天的低温中也能稳定运行。
- 2) **FOV 更大。**FOV 由光波导结构和基材折射率决定，折射率越大，FOV 上限越大。纳米压印光波导的最大 FOV 受树脂涂层的折射率影响，而刻蚀工艺则由玻璃晶圆的折射率决定，因此更大折射率的玻璃晶圆，便可提升 FOV。
- 3) **制造良率更高。**纳米压印的错误率更高，并且在压印分离过程也可能产生失误。刻蚀工艺粒子的误差更小，技术更加成熟。
- 4) **设计自由度更高。**刻蚀工艺可以在晶圆上叠加多种涂层（多达 4 层），这为 RGB 单层的光波导设计带来更多自由，意味着光波导性能可以进一步提升。

案例：鲲游光电的表面浮雕衍射光波导（含纳米压印、刻蚀工艺）。

图表 43.表面浮雕衍射光波导参数示意（以鲲游光电官网产品介绍为例）

产品系列	逍遥 II XY-			扶摇 II FY-		
	秋水 QS-C30	C30	梦蝶 MD-C30	C30	摆宁 YN-C50	摆宁 YN-C30
定位	高性价比、轻便运动型、单色信息提示	超轻薄高均匀性、单色信息提示	高均匀性优化、超轻薄、全彩虚实交互	高效率、高色彩均匀性、全彩虚实交互	高效率、超轻薄、全彩虚实交互	高效率、超轻薄、全彩虚实交互
基底材料	树脂	玻璃	玻璃	玻璃	玻璃	玻璃
量产工艺	纳米压印	纳米压印	纳米压印	纳米压印	刻蚀	刻蚀
视场角	30°	30°	30°	30°	50°	30°
色彩	单绿	单绿	全彩	全彩	全彩	全彩
波导层数	单片	单片	单片	双片	单片	单片
光效(nits/lm)	500	700	300	800	450	1000
亮度均匀性(%)	20	30	30	30	20	40
厚度(mm)	1.0	0.7	0.4	1.3	0.8	0.7

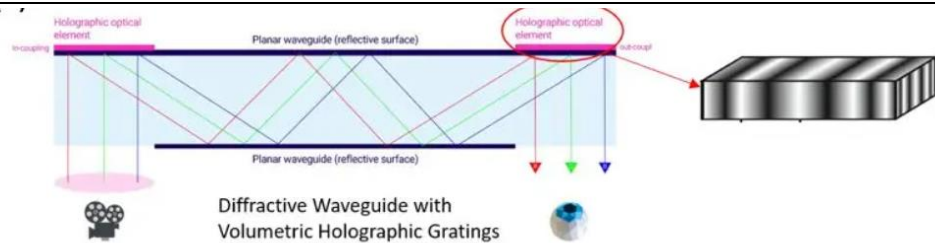
资料来源：鲲游光电，中银证券

鲲游光电是国内专注于晶圆级光学、光集成领域的高科技企业，总部位于上海。鲲游光电的 AR 光波导已成功导入国际国内互联网公司、多家中国一线终端、一线互联网公司 etc 知名客户。

鲲游产品包括 AR 表面浮雕方案的衍射光波导，既包括纳米压印、也包括刻蚀工艺，基材既有树脂、也有玻璃，既具有单色衍射光波、也具备全彩方案能力。对比图 41，我们看到刻蚀工艺的光波导，整体而言在 FOV、光效、厚度方面具有优势。

体全息光波导具较大的成本潜力和较好的图像质量；受限于材料与工艺，目前成熟度尚低
体全息光栅波导使用体全息光栅元件替代浮雕光栅，苹果公司收购的 Akonia 公司采用的便是体全息光栅，另外致力于这个方向的还有 DigiLens。制作过程也是将一层有机玻璃薄膜涂在玻璃基底上，然后通过两个激光光束产生干涉条纹对薄膜进行曝光，明暗干涉条纹会引起材料不同的曝光特性，导致薄膜内出现了折射率差（index contrast），即生成了衍射光栅必备的周期性。

图表 44. 体全息光波导工作原理及体光栅示意图

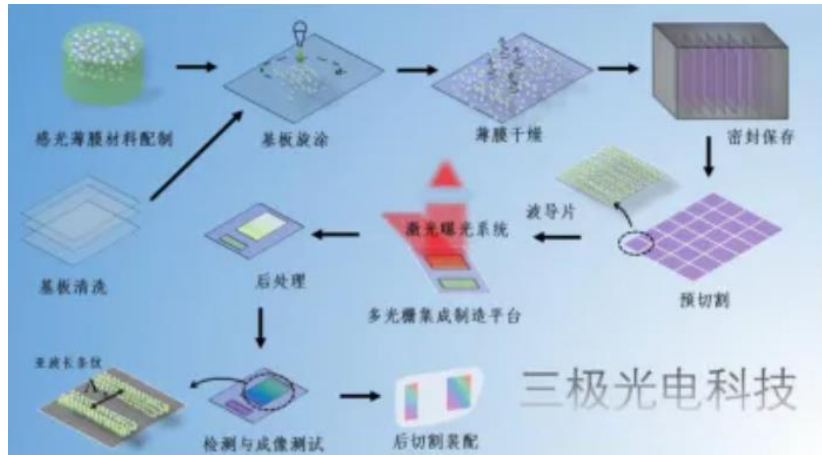


资料来源：先进制造，李琨-Rokid，中银证券

体光栅波导的制备：整体工艺较为简单，核心工艺为激光干涉曝光。

以三板光电“多光栅波导集成制造工艺”为例，其工艺步骤包含：“感光薄膜材料配置、基板清洗、基板旋涂、薄膜干燥、密封保存、预切割、激光曝光、后处理、检测与成像测试、后切割装配”这十个步骤，大多为较为成熟的工艺，其中激光曝光最为核心的工艺步骤，决定了体全息波导的效果。

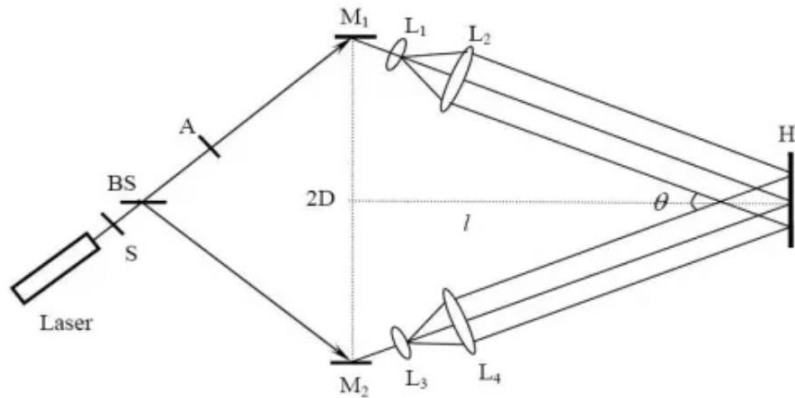
图表 45. 体全息光波导制备工艺示例（三极光电）



资料来源：三极光电，中银证券

激光曝光具体工艺如下：激光器 Laser 出光，经过分光镜（BS）分为两束；后经扩束镜 L1、L3 把点光源扩大成面光源；再经过准直透镜 L2、L4 把散射光准直成平行光。两束平行光以夹角 θ 照射到全息感光胶片 H 上产生干涉条纹（机理类似相机感光记录照片）。两束光的夹角决定了光栅条纹宽度周期。这种工艺在研发、量产的时间成本、物料损耗成本都很低。

图表 46. 体全息光波导激光曝光工艺的光路设计



资料来源：三极光电，中银证券

体全息光波导的门槛在哪？根据三极光电的介绍，我们总结如下：

1) 全息感光材料的制备。

体全息的材料制备是最大壁垒。体全息波导材料的选择、配比是最容易做出差异化，全息光栅都是基于材料特性而开发的制程工艺。材料路线上，市场上主要有卤化银、光致聚合物、全息聚合物分散液晶等不同路线，国内如三极光电有成熟的卤化银和光致聚合物材料工艺和完善的涂布线。

材料性能方面，业内一般将折射率调制度作为材料开发的关注方向，材料的折射率调制度可影响单一光栅的光学利用率，调制度越高，效率越大。国内企业如尼卡能够做到材料折射率在 0.1-0.12 的水平，全球头部的体全息厂商 DigiLens 可以做到 0.15，有较大领先优势。

2) 全息光波导的系统设计。

体全息光波导的设计需进行亚波长光栅的仿真设计，并达到在出瞳范围内高均匀性显示，以满足不同用户的人眼可调整范围和瞳距要求。具体包括关于倾斜/全息光栅、离散/连续变化、任意外形的建模；分析光瞳均匀性、复振幅分布；优化光栅微观参数（如高度、占空比、角度等）、宏观参数（位置与形状）。

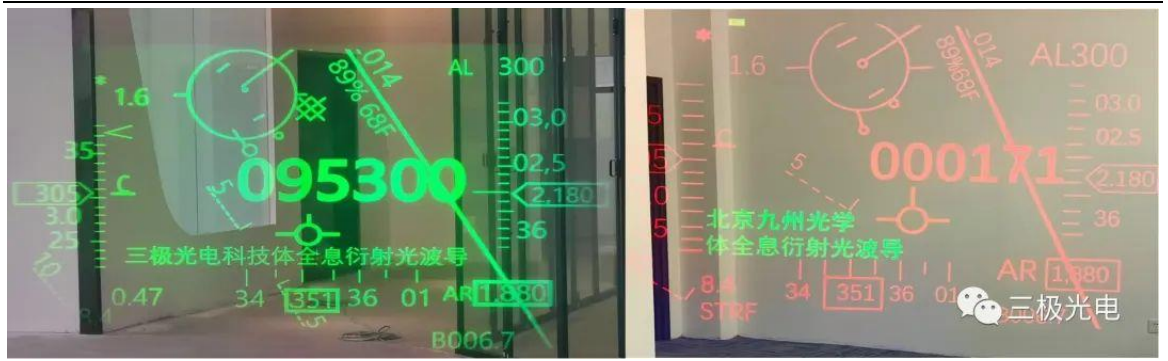
现有光学软件如 Zemax 以及非序列设计软件 Lighttools 等能胜任几何光学的设计，但无法很好的针对全息衍射波导进行有效模拟，因为全息波导涉及多次光线转折。往往需光波导设计厂商自建程序进行全息光波导的光线模拟和效率优化。

3) 全息光栅制造平台的光场模型调制及光栅制造。

把计算仿真的模型用光学透镜在全息制造平台上调制出来也是核心能力之一。全息感光材料中，由于各层纳米颗粒对光的波段具有选择性，因此需使用最佳感光波段的光，来制造不同波长下的体光栅，实现感光颗粒高效率转移。如此可完成不同单色的体全息光栅波导制造。

同时，为了能够大规模批量化生产，自动化制程也是重要的因素，比如如何控制快门曝光、如何设置全息感光胶片的自动化移动路径等，均需要熟练掌握。

图表 47. 体全息光波导显示效果展示（单色）



资料来源：三极光电，中银证券

全息光波导的优劣势分别是什么？ 根据三极光电的对比分析，我们归纳如下：

优势：

- 1) 成本优势大。小面积光波导量产成本低，具有消费电子级别大规模应用的成本优势。主要因全息曝光工艺效率高，成本低；同时量产投资小，良品率高；
- 2) 设计自由度高、潜力大。衍射光栅的设计结构灵活、光栅组合的自由度高；可实现波长复用和角度复用，潜力大；
- 3) 显示效果相对较佳。显示分辨率好，图像质量高；衍射效率相对较高；色散相对较低，彩虹效应小；可实现较大视场角、大出瞳和大动眼框。

劣势：

- 1) 材料壁垒高，达到高性能需要较强的材料研发和配方设计能力；
- 2) 体全息技术不成熟，对配套系统设计、制造工艺要求高；
- 3) 全彩体全息波导的轻量化仍有待突破。

体全息光波导的最新进度？

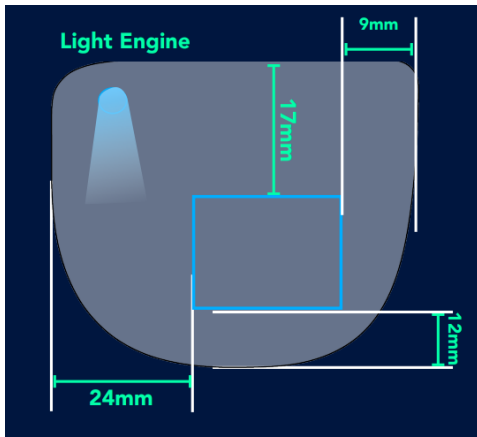
我们以全球体全息龙头厂商 DigiLens 的最新产品为例，更新体全息光波导的性能参数。

图表 48.体全息光波导参数示意 (DigiLens 官网最新产品)

规格	Crystal30 (第三代)	Crystal50
FOV	30°	50°
动眼框	12mm x 10mm	12mm x 10mm
透光率	>85%	>80%
光效	非偏振光: 1000±10% nits/lm 偏振光: 2000±10% nits/lm	非偏振光: 175 nits/lm 偏振光: >350 nits/lm
厚度	2.4mm	<2.5mm
层数	3层 (R/G/B)	3层 (R/G/B)
光机结构	镜腿侧投式	顶投式
商业化进度	公开销售	仅供授权合作伙伴

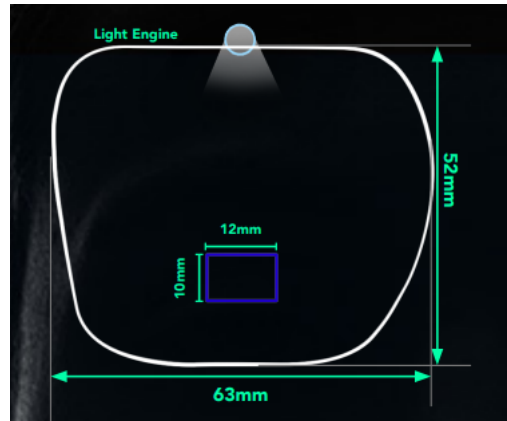
资料来源: DigiLens, 中银证券

图表 49. DigiLens Crystal 30 实物示意图 (30°全彩)



资料来源: DigiLens, 中银证券

图表 50. DigiLens Crystal 50 实物示意图 (50°全彩)



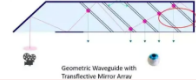
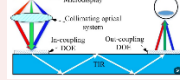
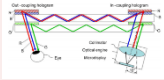
资料来源: DigiLens, 中银证券

从 DigiLens 最先进的产品规格来看, 目前体全息光波导要实现全彩, 仍然需要 3 层 R/G/B 叠加, 预计厚度、重量没有优势; FOV 方面, 50°产品的光效仍较低, 同时仅供授权合作伙伴, 我们预计仍未能形成完善的产品形态。相较其他光波导技术路径, 我们判断体全息光波导还有待进一步完善。

量产能力方面, 我们预计 30°的 3 片全彩体全息光波导初步具备量产能力。根据水晶光电官方公众号披露, 水晶光电是 DigiLens 在国内的独家授权生产商。根据 DigiLens 官方最近披露 (截至 2024 年 5 月 1 日), 水晶光电大量投资 Crystal30 波导的量产线, 已完成该 30°全彩体全息波导片的技术升级, 可满足 DigiLens 的 ARGO 眼镜的搭载需求。

中期竞争焦点: 二维几何光波导的良率提升 vs 刻蚀的表面浮雕光波导的性能优化

图表 51. 三种光波导技术参数总结

参数类型	几何光波导	衍射光波导	
	阵列光波导	表面浮雕衍射波导	体全息衍射波导
工作原理图			
体积	一维大，二维小	小	小
厚度	<2mm	<3mm	<3mm
视场角 (FOV)	25~70°	30~80°	25~40°
眼动范围 (Eyebox)	大	大	大
画面效果	好	较好	较好
能量利用率	~10%	~1%	~3%
漏光率	<5%	~40%	~10%
制造工艺	采用镀膜、切割、研磨、抛光、黏合/键合等工艺	电子束/离子束刻蚀、纳米压印	湿法涂布、全息曝光
量产产能	较低	高	中
量产良品率	较低	高	/
量产成本	较高	较低	很低
主要瓶颈	2D 阵列光波导量产难度大、成本高	彩虹效应、光损大、设计壁垒高、设备投资成本高	光栅带宽窄、视场角小
代表公司	Lumus、理湃、灵犀微光	Microsoft、Magic Leap、WO、至格、鲲游、驭光、奥来、光舟	Sony、DigiLens、TruLife、Akonia (苹果收购)、Holographic、三极光电、奥提赞、灵犀微光

资料来源：S-Dream Lab，中银证券

总结来看，表面浮雕衍射光波导方案使用光刻和微纳技术，加工难度比较小，量产、成本控制更具有可操作性，缺点是亮度、清晰度不够，成像效果有待提升；几何阵列光波导是目前各种方案技术中成像效果、清晰度最优秀的方案，但最大的问题是需要使用大量的微型棱镜、POD 等异形的光学零部件产品，加工难度比较高，很难做到大批量的制造。考虑到未来消费电子的市场大批量量产需求，还需要结合大量自动化方案以降低加工难度、提升产能、降低成本。体全息衍射光波导则因材料和设备的难度，仍有待时间进一步落地。

考虑到未来大规模放量的潜力，结合客户对产品精益求精的要求，目前各种光波导的技术都需要升级：二维几何阵列光波导的大规模制造良率需提升，并且产能需达到一定规模，这方面我们认为国内的光学制造厂商具有优势，如水晶光电有望解决大规模制造良率的核心痛点问题；表面浮雕光波导的衍射效率和显示效果需优化；体全息光波导的材料问题需解决。我们认为大客户每种技术均会布局，但未来会采取哪种方案，取决于哪种技术先一步解决痛点问题。

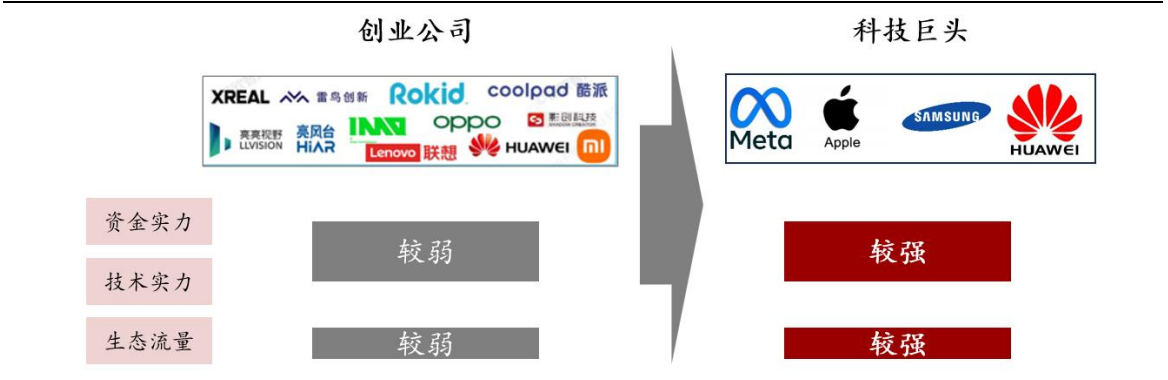
我们认为，**短期来看二维几何光波导有望胜出**，凭借其更优的画面质量、更高的能量利用率、更低的漏光率等特性。**中期来看，3~5 年内技术路径仍存不确定性，二维几何波导与刻蚀表面浮雕方案均有可能**。中期光波导技术的竞争焦点，将是二维几何光波导量产一致性的提升速度与表面浮雕衍射光波导性能的提升速度之间比拼。哪一方速度更快，或将能率先带动该技术在 AR 眼镜落地，并在后续量产中不断迭代、降低成本。**长期来看，体全息光波导有望突破材料与设计限制，或将凭借最低的生产成本成为主流**。以 10 年的周期评判，因为不涉及原理性限制，体全息光波导在材料研发/配方、系统设计、轻量化方案方面的难题都有望解决，而其成本优势、相对较佳的显示效果却有望逐渐突出，成为技术方案的决胜因素。

总结来看，我们认为 AR 眼镜的三大核心硬件，SoC、微显示光机、光波导均已行至（临近）关键突破点，技术方案逐步明确、各项性能有效提升，从硬件端解锁了 AR 眼镜的发展潜力。

展望：巨头入局+技术迭代，AR眼镜产业行至变革前夜

玩家改变：产业引领者将由创业公司变为科技巨头，产业推动力发生质变

图表 52. AR 眼镜主导玩家演化，在资金/技术/生态方面差异大



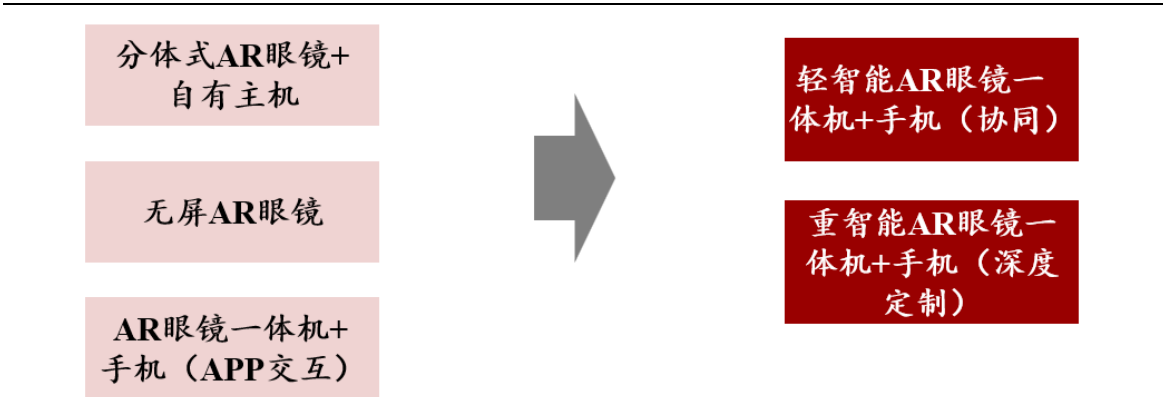
资料来源：中银证券

随着 Meta 将于今年 9 月发布一款带屏幕显示的 AR 眼镜起，正式拉开科技巨头进入 AR 眼镜行业的序章。2025 年将是科技巨头的首款 AR 眼镜正式销售的第一年，我们预计将引起现象级震撼。

与以往的创业公司做 AR 眼镜相比，巨头入场后，在资金和技术方面的推动力将会大大增强，我们预计将加速标准制定、产业链降本等。同时巨头拥有软件硬件的生态优势，也有望迅速带动 AR 眼镜具有更强大的内容应用，形成良性协同效果。

定位改变：产品定义逐渐收敛，一体式、搭载端侧 Agent 或成产业共识

图表 53. AR 眼镜产品定义推演

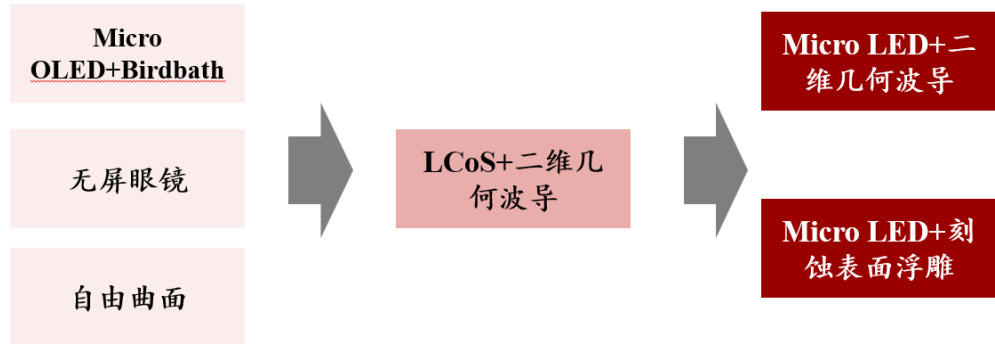


资料来源：中银证券

目前因缺乏巨头定义及技术成熟度有待提升，整体产品定义较多且分散。我们预计 Meta、苹果等巨头入场，将充分尝试各类技术和定义，有望推出一款让用户真正可以接受的产品。同时随着 SoC、显示等技术和供应链的成熟，未来以手机为计算中心、AR 眼镜与手机形成互动的产品形态或将打开局面，其具体使用方向，分信息提示类的轻智能和深度显示型重智能。在整体产品定义稳定后，产业资源和研发投入会更加聚焦，加速 AR 产业放量。

技术突破：光学/显示/大模型初达临界点，兼顾体验、成本、量产可行性的 AR 眼镜可期

图表 54. AR 产品技术路径推演



资料来源：中银证券

如前分析，光学是 AR 眼镜技术的核心。我们预计随着二维几何光波导被采用并实现量产后，其良率可得到较快提升，带动二维几何波导在高端产品的使用量。同时刻蚀的表面浮雕光栅波导也将改善成本、工艺问题，或也将登上舞台。光机方面，目前是 LCoS 光机为主，但我们预计 3 年后 Micro LED 将快速成熟，凭着功耗、体积、亮度优势，成为 AR 眼镜的主力显示方案。

发展节奏推演：2025 年或类似 iPhone 1 时刻，2027 年或类似 iPhone 4 时刻

整体而言，我们认为 2024 年 Meta 的 AR 眼镜发布，并将与 2025 年正式发售，类似于苹果发布首代智能手机，具有划时代的意义，或正式推动 AR 眼镜被用户接受、受到产业链重视。我们认为 2027 年 Meta 有望发布第二代产品、苹果有望发布其首代 AR 眼镜，届时 AR 眼镜的技术和生态将更为完善，或类似 iPhone 4 发布后智能手机销量快速增长的时刻。

参照智能手机产业发展历史，我们认为 AR 眼镜的发展节奏类似智能手机。2024 年将有望复制 iPhone 1 代打通产品定义，2027 年有望复制 iPhone 4 放量，推动整个 AR 产业走向成熟。

风险提示

1. **经济不景气影响终端需求。**在经济不景气的背景下，由于消费者信心降低和购买力减弱，终端需求往往受到明显影响。若经济景气度未见明显好转甚至变化，AR眼镜需求将受到影响。
2. **AR眼镜产品化落地进展低于预期。**若核心技术良率、下游终端量产遇到瓶颈，或将影响产品推出时间，将对AR眼镜产业链业绩造成一定影响
3. **消费者接受度低于预期。**若消费者对AR眼镜的接受度不高，产业链或发展慢于预期。
4. **Micro LED量产进展低于预期。**单片全彩Micro LED是技术难点，若技术研发和量产进度慢，或成本下行速度慢，或影响AR眼镜产业发展速度。
5. **光波导量产进度低于预期。**光波导的量产是难题，若未来光波导产品良率提升速度慢、或成本下行慢，或将影响AR研究产业发展进度。
6. **配套生态进展低于预期。**当前AR眼镜的内容生态不是厂商研究的重点，若未来内容开发进度不及预期，终端需求将受到影响。

002241.SZ

买入

市场价格:人民币 19.36

板块评级:强于大市

股价表现



(%)	今年至今	1个月	3个月	12个月
绝对	(6.7)	(10.5)	20.1	31.5
相对深圳成指	7.4	(4.4)	34.1	52.6

发行股数(百万)	3,417.13
流通股(百万)	3,009.97
总市值(人民币 百万)	66,155.73
3个月日均交易额(人民币 百万)	1,582.12
主要股东	
歌尔集团有限公司	14.86

资料来源:公司公告, Wind, 中银证券
以2024年8月28日收市价为标准

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

电子: 消费电子

证券分析师: 苏凌瑶

lingyao.su@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号: S1300522080003

联系人: 周世辉

shihui.zhou@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050013

联系人: 茅珈恺

jiakai.mao@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050016

歌尔股份

行业复苏带动业绩回暖, 深度受益XR 产业坡长雪厚

歌尔股份业绩受益行业复苏迅速回暖, 2024年上半年归母净利润同比增长190.44%。同时公司深度布局XR产业链, 在AR参考原型机、光机、光学、整机组装等业务环节均有布局, 同时深度绑定Meta、索尼等全球优质大客户, 有望深度受益AR眼镜产业趋势。首次覆盖, 给予买入评级。

支撑评级的要点

- 声光电行业龙头方案商, “零组件+整机”协同发展。**公司多年来坚持“精密零组件(即声学零组件、光学零组件、微电子零组件、精密结构件)+智能硬件整机(即声学整机、VR/MR/AR、智能可穿戴设备、智能家居)”战略, 为客户提供垂直整合产品解决方。目前, 公司已与苹果、三星、松下、微软、索尼、HTC、PICO等达成战略合作关系, 成为全球声光电龙头方案商。2023年, 受宏观经济衰退和消费电子行业终端需求不足影响, 公司全年营业收入为985.74亿元, 同比下降6.03%, 是自2019年来的首次负增长; 全年实现归母净利润10.88亿元, 同比下降37.80%。2024年上半年, 公司营收结构优化, 公司归母净利润同比增长190.44%, 达到12.25亿元, 盈利能力显著改善。
- 深耕XR产业链, 引领行业发展方向。**公司将VR/MR、AR做为重要的战略产品方向之一, 在此领域内长期积极投入。与高通、Kopin等行业知名企业共同打造了共计10款VR/MR、AR原型机参考设计, 2022年前后, 公司产品占据中高端VR产品80%市场份额。公司首创Pancake VR光学方案, 最先实现全球首款Pancake VR显示模组的量产。AR方面, 率先建成12英寸晶圆纳米压印衍射光波导自动化量产线, 实现行业首套光学性能自动化评测系统, 推出搭载单层全彩衍射光波导镜片的显示模组, 攻克行业难题, 引领行业发展。
- 消费电子行业回暖利好上游企业, AI加速落地助力XR发展。**在GenAI等创新技术和大众市场需求复苏的推动下, 全球智能手机市场持续恢复。根据IDC数据, 2024年第一季度全球智能手机出货量同比增长7.8%至2.894亿台, 第二季度出货量同比增长6.5%, 达到2.85亿台。消费电子行业复苏, 上游MEMS产品、天线等精密零组件需求增长, 公司的精密零组件业务有望进一步发展。据IDC预测, 2028年, 全球AR增强现实设备出货量有望达到1,090万部, 自2024年至2028年的市场规模年平均复合增长率有望达到约87.1%。AR增强现实产品具备“虚实结合”的产品特性, 显现出较大的未来应用空间和市场潜力, 公司在XR行业内的前瞻布局将助力公司充分把握未来市场机会。

估值

- 我们预计公司2024/2025/2026年实现归母净利润26.46亿元/33.95亿元/41.24亿元, 每股收益为0.77元/0.99元/1.21元, 对应市盈率为25.0倍/19.5倍/16.0倍。首次覆盖, 给予**买入**评级。

评级面临的主要风险

- 宏观经济风险。客户集中度较高的风险。汇率波动的风险。核心技术人才流失的风险。管理风险。

投资摘要

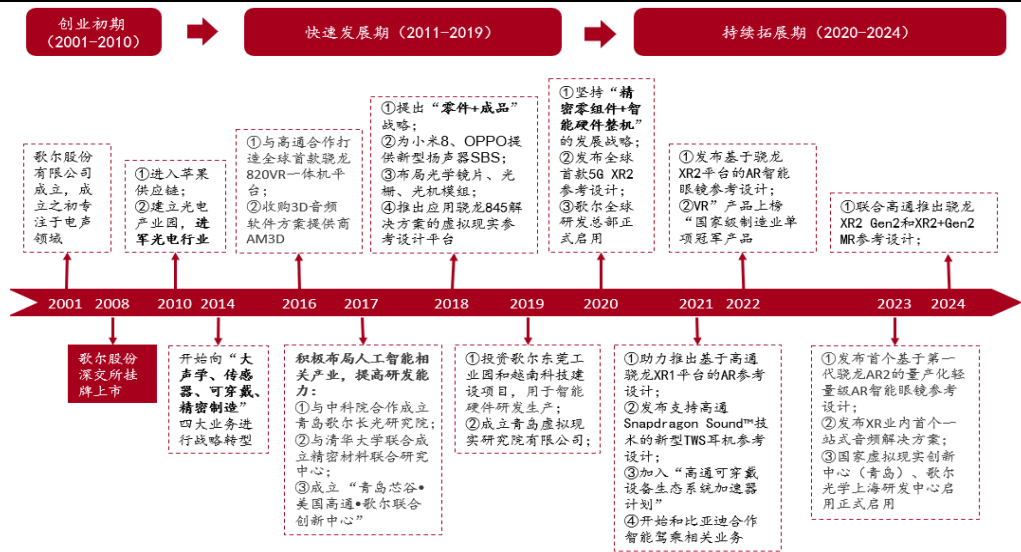
年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
主营收入(人民币 百万)	104,894	98,574	96,467	100,812	117,312
增长率(%)	34.1	(6.0)	(2.1)	4.5	16.4
EBITDA(人民币 百万)	5,178	4,916	7,022	8,054	8,828
归母净利润(人民币 百万)	1,749	1,088	2,646	3,395	4,124
增长率(%)	(59.1)	(37.8)	143.1	28.3	21.5
最新股本摊薄每股收益(人民币)	0.51	0.32	0.77	0.99	1.21
市盈率(倍)	37.8	60.8	25.0	19.5	16.0
市净率(倍)	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8
EV/EBITDA(倍)	10.8	14.4	8.8	6.8	5.7
每股股息(人民币)	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4
股息率(%)	0.6	0.5	1.3	1.6	2.0

资料来源:公司公告, 中银证券预测

声光电行业龙头方案商，“零组件+整机”协同发展

歌尔股份成立于2001年，成立之初专注于微型电声元器件的生产，后将业务边界拓展到消费类电声产品并迅速在声电行业占据了领先地位。2008年，公司在深交所上市。2010年，公司打入苹果声学供应链体系，并于同年建设光学产业园，进军光电行业。2016年，歌尔与高通合作推出全球首款基于骁龙820的VR一体机参考设计，此后持续推进光电业务的发展。2018年公司提出“精密零组件+智能硬件整机”战略，即发挥精密零组件业务和智能硬件整机业务的协同效应，为客户提供垂直整合产品解决方案，其中精密零组件业务包括声学零组件、光学零组件、微电子零组件、精密结构件，智能硬件整机业务包括声学整机、VR/AR/MR、智能可穿戴设备、智能家居。经过多年的市场积累，公司已与消费电子领域的国际知名客户（如苹果、三星、松下、微软、索尼、HTC、PICO等）达成稳定的战略合作关系，成为全球声光电龙头方案商。

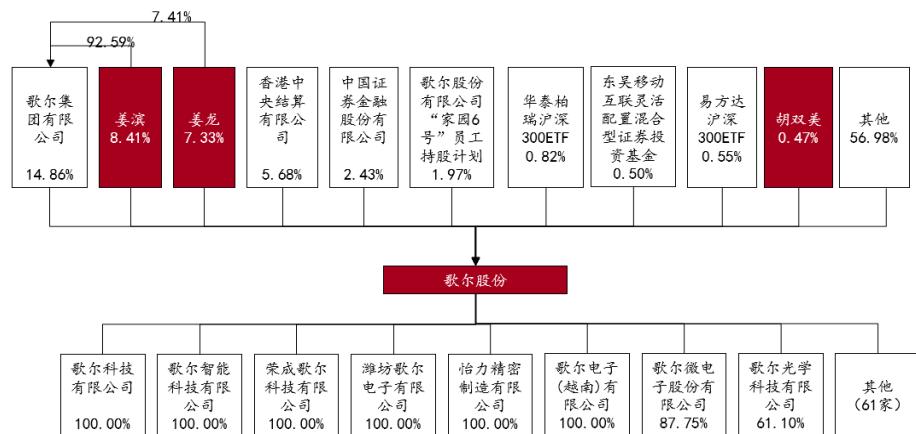
图表 55. 歌尔股份历史沿革



资料来源：公司官网，中银证券

公司股权结构稳定，实控人富有行业经验。公司实控人为姜滨、胡双美夫妇，姜龙为一致行动人。三人通过直接和间接方式共持有公司31.03%股份，公司股权结构稳定集中。实控人姜滨毕业于北京航空航天大学电子工程系，2001年创办本公司，有三十多年电声行业的工作经验。

图表 56. 歌尔股份股权结构图



资料来源：公司官网，中银证券
注：截至2024年6月30日

公司的主营业务包括精密零组件业务、智能声学整机业务和智能硬件业务三类，前者属于零组件业务，后两者共同构成整机业务。

具体而言，精密零组件业务聚焦于声学、微电子、光学、精密结构件四个产品方向。其中，声学产品包括微型扬声器/受话器、扬声器模组、MEMS 声学传感器等，微电子产品包括触觉器件（马达）、无线充电器件、天线、其他 MEMS 传感器、微系统模组，光学产品包括 VR/MR 光学器件及模组、AR 光学器件、微纳光学器件、3D 结构光模组、AR 光机模组、ARHUD 模组，精密结构件包括精密金属和精密塑胶结构件，上述产品广泛应用于智能手机、平板电脑、智能无线耳机、VR 虚拟现实、MR 混合现实、AR 增强现实、智能可穿戴、智能家居、汽车电子等终端产品中。

智能声学整机业务聚焦于与声学、语音交互、人工智能等技术相关的产品方向，主要产品包括 TWS 智能无线耳机、有线/无线耳机、智能音箱等。

智能硬件业务聚焦于与娱乐、健康、家居安防等相关的产品方向，主要产品包括 VR 虚拟现实产品、MR 混合现实产品、AR 增强现实产品、智能可穿戴产品、智能家用电子游戏机及配件、智能家居产品等。

公司通过多年研发投入和市场积累，获得了不俗的市场表现。2019 年，公司的微型扬声器、微型声学传感器、虚拟/增强现实、蓝牙耳机出货量全球第一，微机电系统（MEMS）、虚拟/增强现实精密光学、有线/无线耳机、智能穿戴等出货量全球领先。来自公司官网信息，2022 年公司已占据全球中高端 VR 头显 80% 的市场份额。

图表 57. 歌尔股份产品介绍

产品类别	产品名称	产品示例 (微型扬声器/受话器)	产品应用	竞争优势
精密零组件	声学零组件	微型扬声器/受话器、MEMS 声学传感器、扬声器模组	可应用于智能手机、平板电脑、智能无线耳机、VR 虚拟现实、MR 混合现实、AR 增强现实、智能可穿戴、智能家居、汽车电子等终端产品	自主研发的声学传感器/阵列，结合降噪和回声抑制算法，可实现完美的语音交互；拥有突出的 3D 音效及音效增强技术；获得国际权威认证机构 SGS 建立的全球首个消费电子类产品佩戴舒适度 QTL 认证
	微电子零组件	其他 MEMS 传感器、触觉器件（马达）、无线充电器件、天线、微系统模组		
	精密结构件	精密金属结构件、精密塑胶结构件		
	光学零组件	VR/MR 光学器件及模组、AR 光学器件、微纳光学器件、3D 结构光模组、AR 光机模组、AR-HUD 模组	可用于 VR 虚拟现实、MR 混合现实、AR 增强现实、汽车电子等终端产品	

资料来源：公司官网，中银证券

续图表 57. 歌尔股份产品介绍

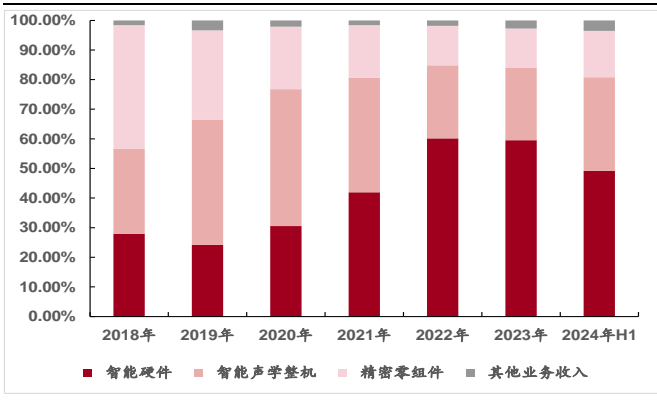
产品类别	产品名称	产品示例	产品应用	竞争优势
智能声学整机	智能音箱	 (智能音箱)	用于声学、语音交互、人工智能等领域	智能音箱：自研的降噪算法，拥有自主知识产权的波束成形技术。具备自主的5+1 Mic 阵列解决方案，兼具第三方语音唤醒、远场拾音算法的合作伙伴支持，提供2-8 麦克阵列方案
	智能耳机	TWS 智能无线耳机、头戴式耳机、音频眼镜  (TWS 耳机、头戴式耳机、音频眼镜)	用于声学、语音交互领域	从天线设计、音频 IC 集成、传感器集成到嵌入式系统集成，歌尔可以提供一站式解决方案
整机	VR/AR/MR 产品	VR 虚拟现实产品、MR 混合现实产品、AR 增强现实产品  (AR 一体机)  (VR 一体机)  (轻量化 AR 眼镜)	用于娱乐、家居安防等领域	可提供非球面透镜、菲涅尔透镜、折叠光路模组等多种 VR 光学解决方案，以及 Freeform, Birdbath、棱镜等 AR 光学解决方案，并在衍射光波导、微显示等 AR/VR 光学技术上持续投入；具备 VR 专用镜片的设计制造能力和量产经验；可提供一站式垂直整合的系统解决方案，包括光学、ID、结构、电子电路、射频、软件在内的整体设计方案，以及零部件，模具，注塑，校准，组装，自动化在内的整体制造方案
	智能穿戴	智能可穿戴产品、智能家居产品等  (智能手表)	用于健康领域	丰富的全球一流客户成功案例，对主流智能手表、手环的平台具有设计应用能力，具有 eSIM 独立 4G 通话，双芯片架构，10ATM 防水等设计及制造经验，具备多年精密零组件经验，提供“整机+精密零组件”整体解决方案
智能家居	智能机器人、智能灯。家用电子游戏主机（如 PS5 等）、游戏机配件（如游戏手柄、等）  (儿童陪伴型机器人) (游戏主机)	用于家居安防领域	具备伺服舵机的自主研发能力，可根据产品需求研制不同规格的舵机，可提供双足式机器人的解决方案；具有独立的自平衡控制算法，可提供双轮式机器人的解决方案	

资料来源：公司官网，中银证券

主营业务方面，2018年来，公司整机业务占比逐年上升，尤其是以VR、MR、AR设备为代表的智能硬件业务营收占比从2018年的27.90%上升至2023年的59.56%，成长为第一业务板块。2024年上半年，公司三大主营业务的营收占比分别为：智能硬件49.15%、智能声学整机31.67%、精密零组件15.62%，智能硬件占比略有下降，但仍为第一大业务板块。

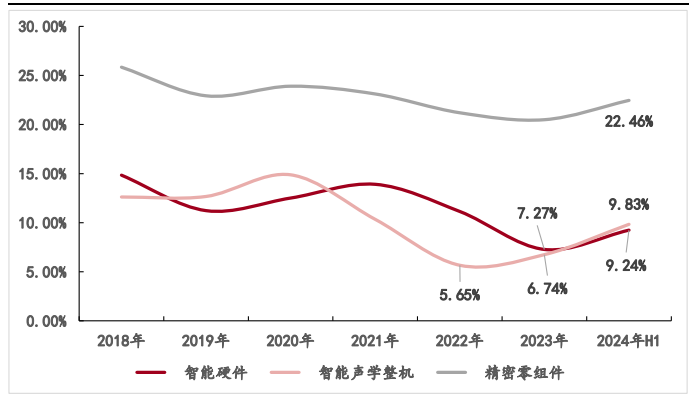
利润率方面，两大整机业务——智能硬件和智能声学整机毛利率都相对较低，两项业务的毛利率分别于2022和2023年到达最低点后开始回升，截至2024H1，智能硬件和声学整机业务毛利率分别从2023年的7.27%和6.74%回升到9.24%和9.83%。精密零组件毛利率较高，2023年为20.49%，2023年该品类以占比13.18%的营业收入贡献了公司30.18%的毛利，2024年H1，该品类毛利率比2023年上升1.97pct，达到22.46%。

图表 58. 歌尔股份主营业务结构



资料来源: iFinD, 中银证券

图表 59. 歌尔股份各业务毛利率变化



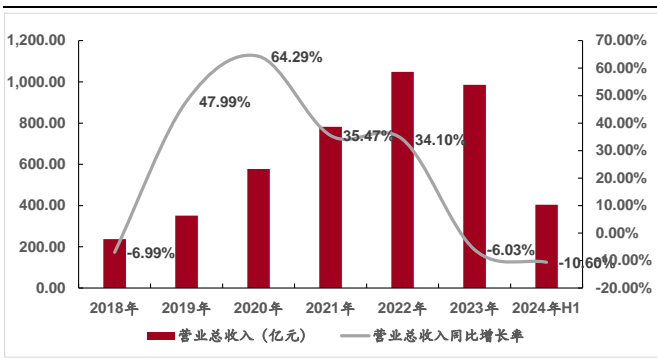
资料来源: iFinD, 中银证券

2023年，受宏观经济衰退和消费电子行业终端需求不足影响，公司营业收入增长停滞，归母净利润达到近5年最低。公司全年营业收入为985.74亿元，同比下降6.03%，是自2019年来的首次负增长；全年实现归母净利润10.88亿元，同比下降37.80%，为近5年最低值。

盈利能力方面，公司毛利率和净利率整体呈下降趋势，2023年毛利率8.95%，净利率仅1.03%。毛利率下降一方面是因为下游需求不振导致稼动率低，单位产品分摊的固定成本上升；另一方面，是因为公司业务结构变化，毛利率相对较低的智能游戏主机等智能硬件项目的营收占比短期内有所提升，影响了公司的综合毛利率表现。

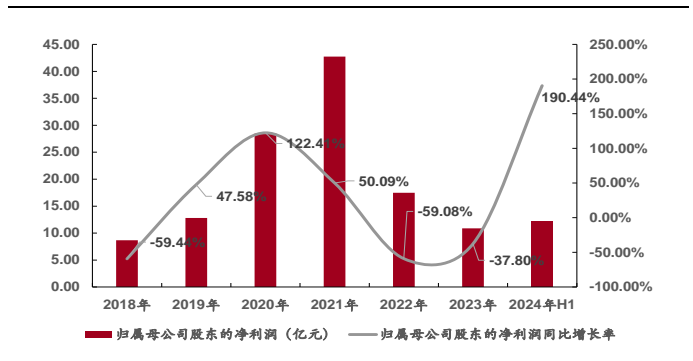
2024年上半年，公司营收结构有所优化，盈利能力显著改善。2024年上半年，受智能游戏主机产品因到达产品生命周期后半段降量影响，公司2024年H1实现营业收入403.82亿元，同比下降10.6%。虽然智能游戏主机产品的降量为公司的营收规模带来一定压力，但VR/MR、TWS智能无线耳机、智能穿戴、精密零组件等产品业务营收表现较为良好，为公司持续修复盈利能力提供了支持。2024年上半年，公司归母净利润同比增长190.44%，达到12.25亿元，已超过2023年全年总和。

图表 60. 歌尔股份营业收入及其增长率



资料来源: iFinD, 中银证券

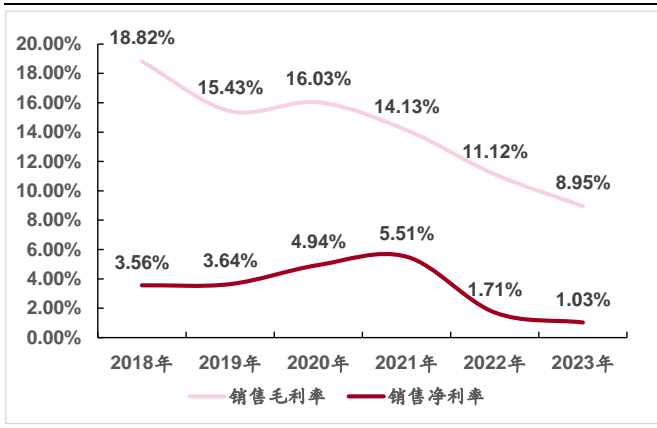
图表 61. 歌尔股份归母净利润及其增长率



资料来源: iFinD, 中银证券

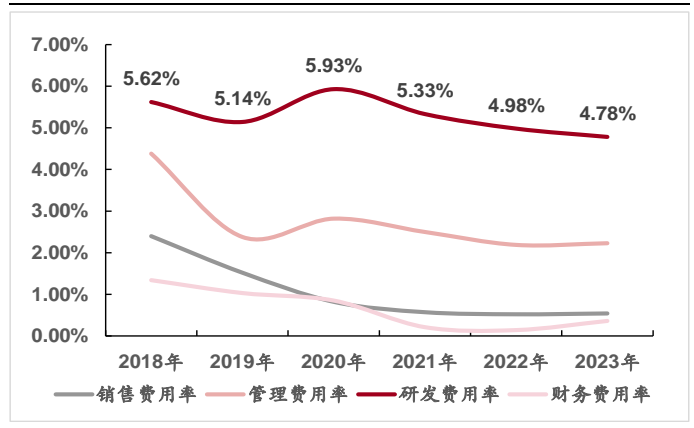
期间费用方面，公司贯彻精益管理，费用管控能力逐年提升。2023 年管理费用率为 2.23%，销售费用率 0.54%，与立讯精密、蓝思科技等公司水平相当，处于行业第一梯队。此外，公司高度重视自主研发，研发费用率稳定在 5% 左右，2023 年，公司新增专利 3003 项，其中发明专利 2249 项；截至 2023 年 12 月 31 日，公司累计申请专利 32,209 项，其中发明专利申请 17,896 项，居于行业领先地位。

图表 62. 歌尔股份毛利率和净利率



资料来源: iFinD, 中银证券

图表 63. 歌尔股份期间费用率



资料来源: iFinD, 中银证券

深耕 XR 产业链，引领行业发展方向

多年来，公司视 VR/MR、AR 为重要的战略产品方向之一，在此领域内长期积极投入，并不断深化在相关核心零组件和关键技术上的布局。

在 XR 产品代工业务方面，公司竞争实力全球领先。根据艾瑞咨询数据，2023 年位列全球 VR 市场出货量前三的分别是 Meta、索尼和 PICO，分别占据 71.3%、13.4%、3.5% 的市场份额。三家公司的主力产品均为歌尔代工。2020 年，公司获得 Meta Quest2 的独供资格，此后连续独家供应同系列的 Quest Pro（2022 年 10 月上市）和 Quest 3（2023 年 9 月上市）。公司与索尼的合作可追溯到更早，2013 年公司就参与了索尼 PS VR 的研发和制造，与索尼建立类稳定的合作关系。2022 年，公司拿下索尼 PS5 约两成订单，成为 PS5 第二大供应商，同时独家代工 PS5 的拓展设备 PS VR2。此外，公司也是字节跳动旗下公司 PICO 最核心的供应商，为其独家供应 PICO4 等产品。据歌尔披露，2022 年公司已占据高端 VR 头显 80% 的市场份额。

在原型机开发方面，2012 年，公司开始进行 VR、MR、AR、微投影等光学元件和模组产品的研发与制造。2015 年来，公司与高通、Kopin 等行业知名企业共同打造了共计 10 款 VR/MR、AR 参考设计，分别为：基于骁龙 820 芯片的 VR820 一体机、骁龙 835VR 一体机、Elf VR、骁龙 845VR 一体机、基于骁龙 TM XR1 的 AR 眼镜、基于骁龙 XR2 的 AR 智能眼镜、基于骁龙 AR2 的轻量级 AR 智能眼镜、基于骁龙 XR2 Gen 2 的 AR 智能眼镜、基于骁龙 XR2+ Gen2 平台的 AR 眼镜。其中，2024 年 1 月基于骁龙 XR2+ Gen2 平台推出的最新 AR 眼镜设计支持单眼 4.3K 分辨率、其 FOV 达 95°，PPD（角分辨率）达 44（苹果 Vision Pro PPD 为 34），应用双目全彩视频透视方案（VST），分辨率达 6 百万像素；采用优化的四摄 6DoF（自由度）方案；并支持 Ultra leap 提供的双手追踪解决方案。此前，IDC 曾预测未来纯 VR 产品将被 MR 代替，最终过度到 AR，回顾公司发布的原型机参考设计，公司在 XR 领域的研发重点也经历了从 VR 到 AR 的转变，与 IDC 的预测不谋而合。

在此过程中，公司形成了完整的 VR/MR、AR 研发和制造优势，包括声学算法、图像处理、光学镜头设计与制造、关键零件制造、整机仿真与测试以及基于 Android 的 VR 相关软件的开发等。

图表 64. 公司历代 VR、AR 原型机

类别	名称	发布时间	合作公司	性能参数
VR 一体机	VR820 一体机	2016 年 9 月	高通	声学算法、图像处理、基于 Android 的 VR 相关软件的开发
	VR835 一体机	2017 年 2 月	高通	该参考设计平台计算能力提升 30%，提供了手势控制与眼球追踪功能
	Elf VR 一体机	2017 年 6 月	Kopin	重量低于 300 克，搭载两块超高分辨率与刷新率的“Lightning”OLED 微显示屏，可实现双目 4K 超高清显示，同时搭配多片式复合光学透镜模组
	VR845 HMD 一体机	2018 年 3 月	高通	新增眼球追踪技术、图像渲染技术，可实现瞳距自动调节功能，由内向外 (Inside-out) 追踪，基于超声波技术实现 6DOF 手柄方案
	基于高通骁龙 XR2Gen2 平台的 XR 一体机	2024 年 1 月	高通	基于高通骁龙 XR2Gen2，支持单眼 3K 分辨率，具有 10 个并行摄像头和专用 XR 加速模块
	基于高通骁龙 XR2+Gen2 平台的 XR 一体机	2024 年 1 月	高通	骁龙 XR2+Gen2 平台支持单眼 4.3K 分辨率、每秒 90 帧、12 个或更多并行摄像头，全彩视频透视，延迟低至 12 毫秒。集成歌尔自研的 3PPancake 镜头，与 Micro OLED 显示器搭配提供最佳单眼 4K 分辨率显示效果，其 FOV 达 95°，PPD 达 44，应用双目全彩视频透视方案 (VST)，分辨率达六百万像素；优化的四摄 6DoF (自由度) 方案；支持 Ultra leap 提供的双手追踪解决方案
AR 智能眼镜	Golden-i-Infinity	2018 年 5 月	Kopin	整个产品重量仅为 40 余克，磁铁自动吸附式防坠设计、IP67 级防水方案，适用于多种工作场景
	基于高通骁龙 TMXR1 平台的轻量级 AR 眼镜	2021 年 2 月	高通	基于高通骁龙 TMXR1 平台，需连接与之相兼容的智能手机、PC、平板电脑或者处理单元使用，显示模组采用自由曲面方案以及分辨率 1920*1080P 的 Micro OLED 模组，配备歌尔近耳声学模组
	基于高通骁龙 XR2 平台的无线 AR 眼镜	2022 年 5 月	高通	基于骁龙®XR2 平台的无线 AR 智能眼镜参考设计，对比于 2021 年推出基于骁龙®XR1 平台的有线 AR 眼镜参考设计，该 AR 眼镜可通过 Wi-Fi6/6E 和蓝牙直接连接智能手机或 PC 使用；采用自由曲面光学方案，眼镜前框厚度降低近 40%
	基于高通骁龙 AR2 平台的轻量级 AR 智能眼镜	2023 年 2 月	高通	基于第一代骁龙 AR2 平台的轻量级 AR 智能眼镜参考设计，与歌尔发布的高通骁龙 XR2 平台 AR 眼镜参考设计相比，该参考设计镜框厚度降低 12.8%，镜腿高度降低 30%，整机重量降至 100g 以内；配备自由曲面光学模组，用户入眼垂直方向视野增大 50%，38°显示 FOV；支持极速 Wi-Fi7 连接和高通骁龙 Space X 开发者平台

资料来源：公司官网、中银证券

在 VR/MR 光学方案方面，公司于 2019 年实现全球首款 Pancake VR 显示模组的量产，2023 年 7 月发布 Pancake C31 模组，同年发布 Pancake M4 模组，2024 年 7 月发布了最新的 Pancake C41 模组。公司的最新产品 Pancake C41 模组可实现 105°FOV，45PPD，搭配 4K 分辨率的硅基 OLED 屏幕，是目前市场上的最优解决方案之一。

现阶段菲涅尔透镜是 VR 头显产品光学模组的成熟方案，但使用该方案的光学模组存在厚度较厚、体积重、边缘画质下降等问题，使用 Pancake 方案能更好地满足 C 端消费者对 VR 的轻薄、高成像质量、佩戴舒适方面的要求，目前 Meta、苹果、PICO、华为等头部企业已经推出 Pancake 方案的头显，如 Quest Pro、Quest 3、Vision Pro、PICO4、VR Glass 等。未来折叠光路原理的 Pancake 的方案将成为消费级 VR 光学的进化方向，公司有望从中充分收益。

图表 65. 歌尔股份 Pancake 方案展示

模组名称	发布时间	性能参数
Pancake 模组星际 C41	2024 年 7 月	FOV 105°, PPD 45, 搭配 4K 分辨率的 Micro OLED 屏幕, 0.8MFT
Pancake 显示模组星际 M4	2023 年	FOV 105°, 搭配 4K 高画质 Micro OLED 屏幕 2 片式镜片设计, 搭配 4K Micro-OLED 屏幕
Pancake 显示模组星际 C31	2023 年 7 月	对比主流 LCD Pancake 模组, 在保证 95°FOV 的前提下, PPD (像素密度) 提高 85%, MTF (清晰度) 提升 20%, 杂散光降低 25%

资料来源: 公司官网、中银证券

在 AR 光波导和光机方面, 为实现衍射光波导元件量产, 公司 2018 年与 Wave Optics 签订独家生产合作伙伴协议, 2019 年开始具备基于衍射光栅的全息波导 AR 镜片从纳米压印到模组装配全工艺流程量产制造服务能力。2020 年, 公司率先建成 12 英寸晶圆纳米压印衍射光波导自动化量产线, 后陆续研制成功基于 DLP、LCoS、Micro LED 等技术的 AR 光机。在此基础上, 公司 2023 年 5 月发布了全彩衍射光波导显示模组, 该模组采用了业内领先的单片全彩 AR 全息衍射光波导镜片, FOV 为 28°, 在低功耗的前提下, 入眼亮度仍可达 700nits。

图表 66. 歌尔股份光波导方案以及 AR 光机参数展示

产品	发布时间	性能参数
全彩衍射光波导显示模组	2023 年 5 月	单层镜片全彩 AR 衍射光波导显示模组, FOV 为 28°, 在低功耗的前提下, 入眼亮度仍可达 700nits, 满足 AR 导航、影音娱乐、交互协作等 AR 场景应用。 其光机基于 LCoS 技术自主开发, 体积小于 1cc, 重量低至 1.6g, 是目前体积最小、重量最轻的全彩显示光机模组。 搭载歌尔光学的单层全彩衍射光波导镜片, 镜片厚度仅 0.7mm。
单色衍射光波导显示模组	2023 年 5 月	Micro LED 单绿色衍射光波导显示模组, FOV 为 30°, 入眼亮度高于 1500nits, 搭载自主开发的小型化光机 (体积 0.3cc) 和衍射光波导镜片, 适用于骑行、信息提示等 AR 应用场景。
LCoS 光机	2020 年后	体积小于 1cc, 重量低至 1.6g, 是当时体积最小、重量最轻的全彩显示光机模组。
Micro LED 光机 GAMD13L-001	2020 年后	分辨率 648*480, FOV 30°, 体积 0.3cc, 重量 0.7g

资料来源: 公司官网、中银证券

盈利预测

1) **智能硬件业务:** 该业务包括 VR/MR/AR、游戏主机以及智能穿戴等产品。**VR/MR/AR 方面,** 根据 IDC 的预测数据, 至 2028 年, 全球 VR 虚拟现实、MR 混合现实设备出货量有望达到 2,470 万部, 自 2023 年至 2028 年的市场规模年平均复合增长率有望达到约 29.2%, 全球 AR 增强现实设备出货量有望达到 1,090 万部, 自 2024 年至 2028 年的市场规模年平均复合增长率有望达到约 87.1%。公司在 XR 行业内的前瞻布局将助力公司充分把握未来市场机会。**游戏主机方面,** 因 PS5 已至产品生命周期阶段后期, 据 Bloomberg 报道, Sony 资深副总裁预计 PlayStation 5 将从 2024 财年 (从 2024 年 4 月至 2025 年 3 月结束) 开始下降, 或对公司该业务的营收影响较大。**智能穿戴方面:** 根据 IDC 的预测数据, 2024 年全球智能可穿戴设备出货量有望达到 5.597 亿台, 比 2023 年增长 10.5%。该业务板块几项子业务有涨有跌, 综合来看, 我们预计公司 2024-2026 年营收增长-7.18%/-2.14%/23.26%; 毛利率维持 9~10% 区间。

2) **智能声学整机业务:** 智能声学整机业务包括 TWS 耳机等产品。根据 Counterpoint 的预测数据, 全球智能无线耳机产品出货量有望在未来几年中继续保持稳步成长, 2020 年至 2025 年的平均年复合增长率约 21%。随着 AI 的端侧落地和智能语音交互功能发展成熟, TWS 智能无线耳机在全球耳机市场中的渗透率有望继续提升。我们预计公司该业务营收未来三年维持小幅增长, 毛利率稳定 8% 左右。

3) 精密零组件业务: 精密零组件业务包含声学、光学、微电子和精密结构件等产品。一方面, 公司智能声学整机等业务营收有望增长, 带动精密零部件需求; 另一方面, 在 GenAI 等创新技术和大众市场需求复苏的推动下, 全球智能手机市场持续恢复, 带动上游 MEMS 产品、天线等精密零组件需求增长, 公司的精密零组件业务有望进一步发展。我们预计 2024-2026 该业务营收增速为 7.76%/21.43%/12.35%, 毛利率维持 21%/22%/22%。

图表 67. 公司盈利预测拆分

单位: 百万元		2022	2023	2024E	2025E	2026E
智能硬件	营业收入	63,082.00	58,709.00	54,495.00	53,327.00	65,733.30
	YoY (%)	92.27	(6.93)	(7.18)	(2.14)	23.26
	毛利	7,026.00	4,268.00	5,098.88	5,238.30	6,520.66
	毛利率 (%)	11.14	7.27	9.36	9.82	9.92
智能声学整机	营业收入	25,881.00	24,185.00	25,471.50	27,985.00	29,979.00
	YoY (%)	(14.58)	(6.55)	5.32	9.87	7.13
	毛利	1,463.00	1,630.00	2,028.66	2,288.73	2,558.11
	毛利率 (%)	5.65	6.74	7.96	8.18	8.53
精密零部件	营业收入	14,004.00	12,992.00	14,000.00	17,000.00	19,100.00
	YoY (%)	1.18	(7.23)	7.76	21.43	12.35
	毛利	2,968.00	2,662.00	2,940.00	3,740.00	4,202.00
	毛利率 (%)	21.19	20.49	21.00	22.00	22.00
其他	营业收入	1,932.68	2,714.10	2,500.00	2,500.00	2,500.00
	YoY (%)	51.14	39.49	(6.99)	0.00	0.00
	毛利	203.00	261.00	250.00	250.00	250.00
	毛利率 (%)	10.53	9.71	10.00	10.00	10.00
合计	营业收入	104,894.32	98,573.90	96,466.50	100,812.00	117,312.30
	YoY (%)	34.10	(6.03)	(2.14)	4.50	16.37
	毛利	11,661.00	8,821.00	10,317.54	11,517.03	13,530.77
	毛利率 (%)	11.12	8.95	10.70	11.42	11.53

资料来源: 公司年报, 中银证券

估值对比与投资建议

公司业务范围较广, 涵盖 VR/AR、智能家居等整机和声学整机的 ODM/OEM 业务, 同时也包含精密零部件业务。我们选取主营业务同为消费电子零部件及组装代工的上市公司立讯精密、蓝思科技、华勤技术作为歌尔股份的可比公司。立讯精密主营业务为消费电子类、通讯、汽车、电脑产品与精密零组件, 与公司业务相似度较高; 蓝思科技主营业务为玻璃防护屏, 与公司同属消费电子精密零部件业务; 华勤技术主营业务为智能手机、笔记本电脑的 ODM 代工业务, 与公司的组装业务较为相似。

公司估值水平高于可比公司平均值。2024/2025/2026 年歌尔股份 PE 分别为 25.01/19.48/16.04 倍, 高于可比公司平均值。我们认为歌尔股份在 AR/VR 赛道布局深厚, 拥有技术、业务、客户关系等较强的先发优势, 受益 AR 眼镜产业趋势的弹性更强, 可给予更高估值。首次覆盖, 给予公司 **买入** 评级。

图表 68. 相对估值

证券简称	证券代码	最新股价 (元)	总市值 (亿元)	归母净利润 (元)			市盈率 (倍)			评级
				2024E	2025E	2026E	2024E	2025E	2026E	
立讯精密	002475	36.60	2,636.41	134.39	169.23	209.56	19.62	15.58	12.58	买入
华勤技术	603296	44.68	453.90	29.03	32.94	36.63	15.64	13.78	12.39	增持
蓝思科技	300433	16.54	824.20	38.28	52.36	61.32	21.53	15.74	13.44	买入
平均值							18.93	15.03	12.80	
歌尔股份	002241	19.36	661.56	26.46	33.95	41.24	25.01	19.48	16.04	买入

资料来源: iFinD, 中银证券

注: 股价与市值截至日为 2024 年 8 月 28 日

风险提示

1. **宏观经济风险。**欧美主要国家通胀数据虽有所降低，但仍存在不确定性，影响投资和消费活动的不利因素依然存在，可能影响公司相关产品的市场需求，进而影响公司业绩。
2. **客户集中度较高的风险。**全球科技和消费电子行业的竞争格局以及公司的业务模式和大客户战略，决定了公司的客户结构相对集中，来自于少量核心客户的业务收入在公司整体营收中占据了较大份额。如果主要客户经营活动出现波动，或者客户与公司的合作关系发生变化，则有可能为公司业务带来相应的波动和风险。
3. **汇率波动的风险。**对海外客户的出口业务在公司整体营收中的占比较高，公司同时也从国外进口相当数量的原材料、设备等，上述进出口业务以美元结算为主。虽然公司采用相应的风险对冲工具，但外汇汇率的显著波动，仍可能为公司带来一定的汇率风险。
4. **核心技术人才流失的风险。**公司所从事的科技和消费电子行业是人才密集的行业，人才竞争非常激烈可能出现核心技术人员的流失，从而影响公司业务的发展。
5. **管理风险。**公司业务规模扩大，产品种类增多，对公司的整体经营管理能力提出了更高的要求。如果公司的管理水平不能够与公司的业务成长和规模扩张相匹配，将使公司面临一定的管理风险。

利润表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
营业总收入	104,894	98,574	96,467	100,812	117,312
营业收入	104,894	98,574	96,467	100,812	117,312
营业成本	93,233	89,753	86,149	89,295	103,782
营业税金及附加	267	244	239	250	290
销售费用	548	528	517	540	629
管理费用	2,295	2,203	2,219	2,319	2,698
研发费用	5,227	4,716	4,341	4,537	5,279
财务费用	149	352	474	323	110
其他收益	373	373	400	400	400
资产减值损失	(1,783)	(300)	(250)	(250)	(250)
信用减值损失	(14)	17	(5)	(5)	(5)
资产处置收益	(48)	(2)	(2)	(2)	(2)
公允价值变动收益	(57)	116	0	0	0
投资收益	(36)	(73)	(73)	(73)	(73)
汇兑收益	0	0	0	0	0
营业利润	1,610	909	2,597	3,618	4,594
营业外收入	21	35	35	35	35
营业外支出	123	153	153	153	153
利润总额	1,509	791	2,479	3,500	4,476
所得税	(282)	(228)	(248)	0	224
净利润	1,791	1,019	2,727	3,500	4,252
少数股东损益	42	(69)	82	105	128
归母净利润	1,749	1,088	2,646	3,395	4,124
EBITDA	5,178	4,916	7,022	8,054	8,828
EPS(最新股本摊薄, 元)	0.51	0.32	0.77	0.99	1.21

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

资产负债表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
流动资产	45,563	40,041	50,900	47,562	64,655
货币资金	12,683	14,737	19,293	20,162	23,853
应收账款	14,396	12,425	13,823	13,607	18,312
应收票据	26	139	22	147	50
存货	17,349	10,795	16,219	11,781	20,761
预付账款	51	255	38	265	88
合同资产	0	0	0	0	0
其他流动资产	1,059	1,690	1,505	1,599	1,591
非流动资产	31,613	33,703	31,049	28,202	25,359
长期投资	1,379	1,674	1,674	1,674	1,674
固定资产	21,460	22,305	20,675	18,854	16,856
无形资产	2,721	3,280	2,599	1,911	1,217
其他长期资产	6,054	6,444	6,100	5,762	5,612
资产合计	77,176	73,744	81,949	75,764	90,014
流动负债	42,721	33,442	39,756	33,794	45,101
短期借款	7,121	5,214	6,587	3,355	2,000
应付账款	25,749	17,582	24,009	19,101	31,003
其他流动负债	9,851	10,645	9,161	11,337	12,098
非流动负债	4,197	8,775	8,772	6,117	6,104
长期借款	2,206	6,631	6,681	4,000	4,000
其他长期负债	1,991	2,143	2,091	2,117	2,104
负债合计	46,919	42,217	48,529	39,911	51,205
股本	3,420	3,420	3,417	3,417	3,417
少数股东权益	766	717	799	904	1,031
归属母公司股东权益	29,492	30,811	32,621	34,949	37,777
负债和股东权益合计	77,176	73,744	81,949	75,764	90,014

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

现金流量表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
净利润	1,791	1,019	2,727	3,500	4,252
折旧摊销	3,651	4,069	4,275	4,436	4,449
营运资金变动	1,824	973	(1,585)	1,588	(796)
其他	1,052	2,091	689	329	221
经营活动现金流	8,317	8,152	6,107	9,854	8,125
资本支出	(8,090)	(6,950)	(1,600)	(1,600)	(1,600)
投资变动	(364)	(501)	0	0	0
其他	(623)	(133)	(75)	(75)	(75)
投资活动现金流	(9,077)	(7,583)	(1,675)	(1,675)	(1,675)
银行借款	2,838	2,519	1,422	(5,913)	(1,355)
股权融资	(1,536)	(417)	(835)	(1,067)	(1,297)
其他	706	(328)	(463)	(329)	(107)
筹资活动现金流	2,008	1,774	124	(7,309)	(2,759)
净现金流	1,248	2,343	4,556	869	3,690

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

财务指标

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
成长能力					
营业收入增长率(%)	34.1	(6.0)	(2.1)	4.5	16.4
营业利润增长率(%)	(65.6)	(43.5)	185.7	39.3	27.0
归属于母公司净利润增长率(%)	(59.1)	(37.8)	143.1	28.3	21.5
息税前利润增长率(%)	(61.8)	(44.5)	224.1	31.7	21.1
息税折旧前利润增长率(%)	(25.1)	(5.1)	42.8	14.7	9.6
EPS(最新股本摊薄)增长率(%)	(59.1)	(37.8)	143.1	28.3	21.5

获利能力

息税前利润率(%)	1.5	0.9	2.8	3.6	3.7
营业利润率(%)	1.5	0.9	2.7	3.6	3.9
毛利率(%)	11.1	8.9	10.7	11.4	11.5
归母净利润率(%)	1.7	1.1	2.7	3.4	3.5
ROE(%)	5.9	3.5	8.1	9.7	10.9
ROIC(%)	4.4	2.4	6.3	8.1	9.0

偿债能力

资产负债率	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6
净负债权益比	(0.1)	0.0	(0.1)	(0.3)	(0.4)
流动比率	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4

营运能力

总资产周转率	1.5	1.3	1.2	1.3	1.4
应收账款周转率	8.0	7.4	7.4	7.4	7.4
应付账款周转率	4.7	4.5	4.6	4.7	4.7

费用率

销售费用率(%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
管理费用率(%)	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3
研发费用率(%)	5.0	4.8	4.5	4.5	4.5
财务费用率(%)	0.1	0.4	0.5	0.3	0.1

每股指标(元)

每股收益(最新摊薄)	0.5	0.3	0.8	1.0	1.2
每股经营现金流(最新摊薄)	2.4	2.4	1.8	2.9	2.4
每股净资产(最新摊薄)	8.6	9.0	9.5	10.2	11.1
每股股息	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4

估值比率

P/E(最新摊薄)	37.8	60.8	25.0	19.5	16.0
P/B(最新摊薄)	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8
EV/EBITDA	10.8	14.4	8.8	6.8	5.7
价格/现金流(倍)	8.0	8.1	10.8	6.7	8.1

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

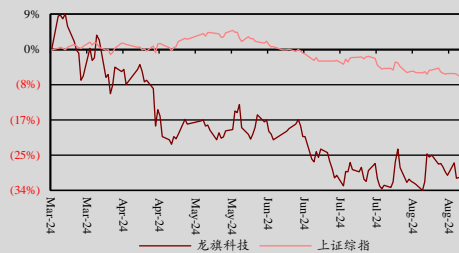
603341.SH

增持

市场价格:人民币 35.43

板块评级:强于大市

股价表现



(%)	今年至今	1个月	3个月	12个月
绝对	(31.8)	2.8	(12.9)	
相对上证综指	(27.5)	4.6	(4.2)	

发行股数(百万)	465.10
流通股(百万)	46.56
总市值(人民币 百万)	16,478.37
3个月日均交易额(人民币 百万)	169.45
主要股东	
昆山龙旗投资管理中心(有限合伙)	20.6

资料来源:公司公告, Wind, 中银证券
以2024年8月28日收市价为标准

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

电子:消费电子

证券分析师:苏凌瑶

lingyao.su@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号: S1300522080003

联系人:周世辉

shihui.zhou@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050013

联系人:茅珈恺

jiakai.mao@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050016

龙旗科技

“1+Y”战略发力, XR 业务增长潜力大

龙旗科技发展提速,公司2024Q1营业收入实现较快增长,因大客户如小米、三星电子、华为多个品类的主力项目出货量同比显著增长。同时公司在AR/VR领域布局充分,与Meta合作了两代智能眼镜,同时获得国内客户、日韩客户的AR眼镜项目,未来前景可期。首次覆盖,给予增持评级。

支撑评级的要点

- **品类持续拓展的 ODM 企业,业绩迎来快速复苏。**龙旗科技成立于2022年,是从事智能产品的研发设计及生产制造的综合服务商。公司 ODM 业务结构以智能手机为主,2023 年来自智能手机业务的营收占比近 8 成,来自 AIoT 和平板电脑的营收各占比近 1 成。2024Q1 公司营业收入为 103.37 亿元,较去年同期增长幅度达 146.95%,主要因公司的大客户如小米、三星电子、华为等多个品类的主力项目上量明显,出货量较去年同期增长显著。
- **构筑“1+Y”战略,智能手机 ODM 维持龙头地位。**“1+Y”发展战略,“1”代表公司核心产品智能手机, Y 代表以平板、智能手表、AR/VR、TWS 耳机、汽车电子等具有市场潜力的智能产品。智能手机方面,2023 年公司引领全球智能手机 ODM/IDH 行业,市场占有率达到 27.3%,全球排名第二。其他产品亦快速增长,2024Q1 公司收获国内一线品牌客户高端数字手环、高端 RTOS 手表项目和 TWS 耳机项目;获得日本及韩国客户的智能眼镜项目;也获得国际 Tier1 底盘域安全件项目,增量显著。
- **深度布局 XR 领域,先发优势显著。**公司在 AR&VR 领域可提供一站式解决方案,通过专业的研发、测试、制造团队,提供全流程一站式、灵活高效的产品解决方案。公司具有光学设计、仿真、镀膜、设计优化方面的技术优势。公司在 XR 领域先发优势显著:已与全球互联网头部客户持续合作两代智能眼镜产品,在 AI 技术加持下,二代智能眼镜产品市场销售表现良好,预计今年达到百万台以上;同时,公司也突破日韩市场,获得了日本及韩国客户的智能眼镜项目。AR 眼镜方面,公司也与国内 AR 头部客户合作 AR 眼镜产品。

估值

- 我们预计公司 2024/2025/2026 年实现归母净利润 7.07 亿元/9.02 亿元/11.64 亿元,每股收益为 1.52 元/1.94 元/2.50 元,对应市盈率为 23.3 倍/18.3 倍/14.2 倍。首次覆盖,给予增持评级。

评级面临的主要风险

- 宏观经济波动风险。市场竞争加剧风险。ODM 市场规模下滑风险。终端应用创新不及预期风险。原材料价格上涨风险。

投资摘要

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
主营收入(人民币 百万)	29,343	27,185	32,455	35,968	38,744
增长率(%)	19.3	(7.4)	19.4	10.8	7.7
EBITDA(人民币 百万)	733	748	1,028	1,297	1,583
归母净利润(人民币 百万)	560	605	707	902	1,164
增长率(%)	2.5	8.0	16.9	27.6	29.0
最新股本摊薄每股收益(人民币)	1.21	1.30	1.52	1.94	2.50
市盈率(倍)	29.4	27.2	23.3	18.3	14.2
市净率(倍)	5.2	4.3	3.8	3.3	2.9
EV/EBITDA(倍)	(4.5)	(4.5)	12.2	9.3	6.5
每股股息(人民币)	0.0	0.5	0.5	0.6	0.8
股息率(%)			1.4	1.8	2.4

资料来源:公司公告, 中银证券预测

“1+Y”战略发力，XR 业务增长潜力大

品类持续拓展的 ODM 龙头企业

龙旗科技成立于 2022 年，是从事智能产品的研发设计及生产制造的综合服务商。公司深耕行业 20 余年，已经成长为全球领先的智能产品和服务提供商，形成了涵盖智能手机、平板电脑、AIPC、AIoT 设备及汽车电子等智能产品的布局。公司业务覆盖多个国家和地区，为全球头部消费电子品牌商和全球领先的科技企业提供专业化综合服务。

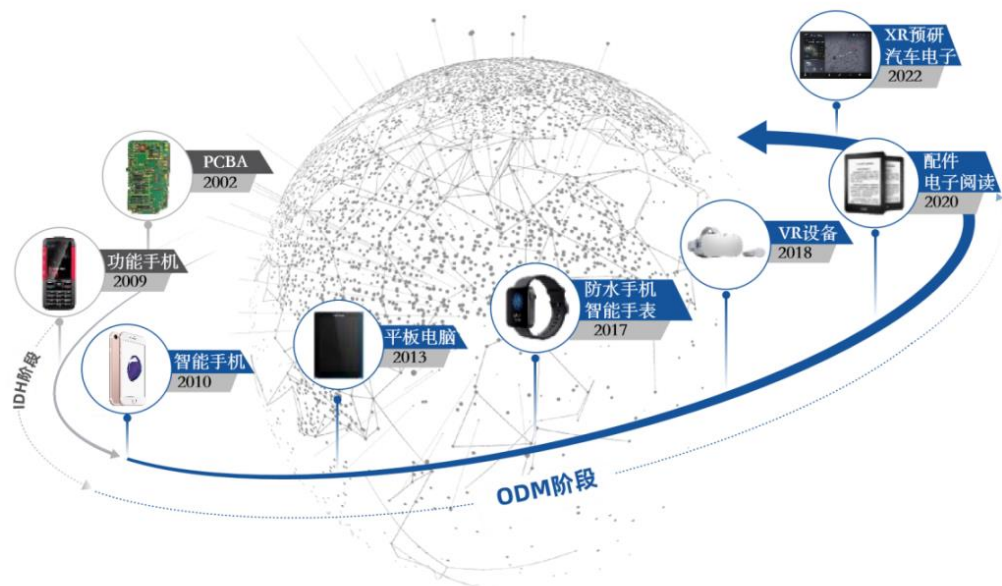
图表 69. 龙旗科技地区布局



资料来源：龙旗科技官网，中银证券

龙旗科技深度全球化布局。龙旗科技总部位于上海，拥有五大研发中心，分别设立于上海、深圳、惠州、南昌及合肥，同时，在惠州、南昌、越南和印度布局了制造中心，具备全球化产品交付能力；在美国、韩国、日本、中国香港及新加坡设有分支机构。

图表 70. 龙旗科技历史发展阶段

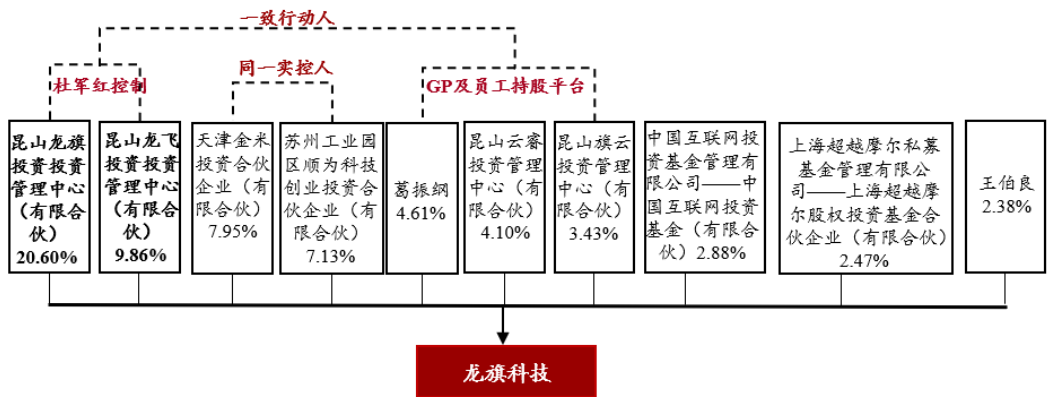


资料来源：龙旗科技官网，中银证券

龙旗科技的 ODM 产品品类不断拓展。公司发展阶段可划分如下：

- 1) **IDH 阶段 (2002~2009)**。公司成立于 2002 年，该阶段公司主要从事功能机 IDH 服务，主要包括 PCBA 主板及软件的一体化研发设计服务，生产主要委外代工厂完成。该阶段诺基亚、摩托罗拉等手机市场一线品牌商掌控硬件开发技术并自主开展产品研发及生产，而部分新兴品牌商借助中国市场快速扩张的行业趋势，依托 IDH 服务实现了产品的迅速迭代。
- 2) **手机、平板 ODM 阶段 (2010~2016)**。随着苹果 2008 年推出了 iPhone3，得益于创新性的电容式触摸屏手机设计方案以及一流的用户体验，迅速取得高端手机龙头地位，对传统功能机造成较大冲击。智能机逐步取代功能机。在该阶段龙旗科技把握行业变化趋势，逐渐从 2009 年的功能手机 IDH 企业转型为智能手机 ODM 企业，同时也积极切入平板电脑 ODM 赛道。
- 3) **多品类 ODM 阶段 (2017~2019)**。根据 Counterpoint 数据，2017 年全球智能手机出货量 15.67 亿台，渗透率提升的空间有限，智能手机出货量的增速大幅放缓，同时苹果等智能手机品牌商转向智能手表、TWS 耳机、VR/AR 等 AIoT 产品。龙旗科技抓住行业发展机遇，拓宽产品品类至多品类 ODM 发展阶段，公司于 2018 年成立第三事业部，开展智能手表研发和客户服务，根据 Counterpoint 数据，2021 年龙旗科技智能手表出货量达 800 余万只，处于智能手表 ODM/EMS 行业第五位。AR/VR 方向，公司与爱奇艺合作，2017 年向爱奇艺交付 VR 产品；并成功切入 VR 设备全球头部品牌商，产品出货量累计超 100 万台。
- 4) **智能产品 ODM 综合服务阶段 (2020~至今)**。随着大数据、人工智能、云计算等技术的发展和应用，智能产品互联互通的物联网趋势愈发明显，国际头部品牌商均形成了涵盖智能手机、平板电脑和 AIoT 的全品类消费电子产品布局。龙旗科技顺应行业趋势，不仅巩固和拓展了智能手机、平板电脑等传统 ODM 品类的市场地位及市场占有率，还在如智能手表、VR/AR、TWS 耳机等 AIoT 产品领域成为智能产品品牌商的合作伙伴，不断拓展公司的 ODM 业务边界。

图表 71. 龙旗科技股权结构



资料来源：公司 2024H1 财报，中银证券

公司股东方大多为投资机构，2025 年 3 月将迎大比例解禁。

公司前十大股东有 8 席为投资机构，仅有两席为自然人。其中昆山龙旗投资管理中心（有限合伙）为公司控股股东，杜军红为公司实际控制人，昆山龙旗投资管理中心（有限合伙）、昆山龙飞投资管理中心（有限合伙）均系杜军红实际控制的合伙企业；昆山旗云投资管理中心（有限合伙）为公司员工持股平台，葛振纲为昆山旗云投资管理中心（有限合伙）的执行事务合伙人；杜军红与葛振纲、昆山旗云投资管理中心（有限合伙）均系杜军红的一致行动人。此外天津金米投资合伙企业（有限合伙）、苏州工业园区顺为科技创业投资合伙企业（有限合伙）系同一实际控制人控制。

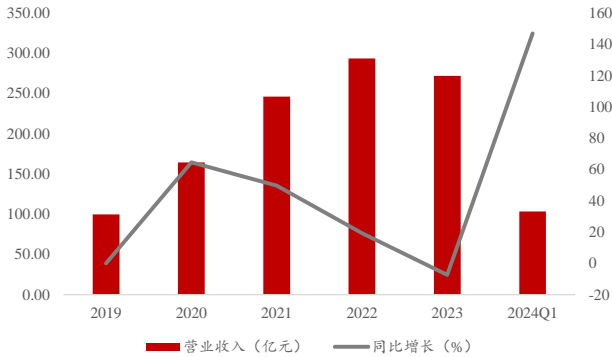
此外，根据 ifind 统计，2025 年 3 月 3 日公司将有较大比例的首发限售股解禁，占股本比例为 46.92%。

业务结构向多元化发展，业绩复苏趋势初步显现

近 3 年营收相对稳定，2024Q1 大幅增长。2021 年至 2023 年，龙旗科技营业收入分别为 245.96 亿元、293.43 亿元、271.85 亿元，营收相对稳定。2024Q1 公司营业收入为 103.37 亿元，较去年同期增长幅度达 146.95%，主要因公司的大客户如小米、三星电子、华为等多个品类的主力项目上量明显，出货量较去年同期增长显著。

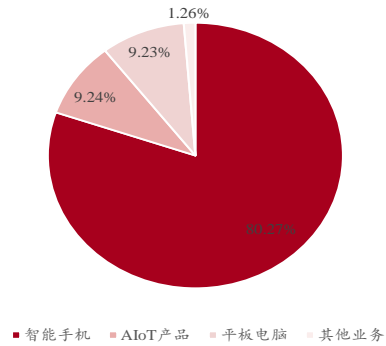
公司业务结构方面，公司 ODM 业务仍以智能手机为主，根据公司 2023 年年报显示，智能手机占比近 8 成，AIoT 和平板电脑各占比近 1 成。

图表 72. 龙旗科技年度营业收入变动



资料来源: ifind, 中银证券

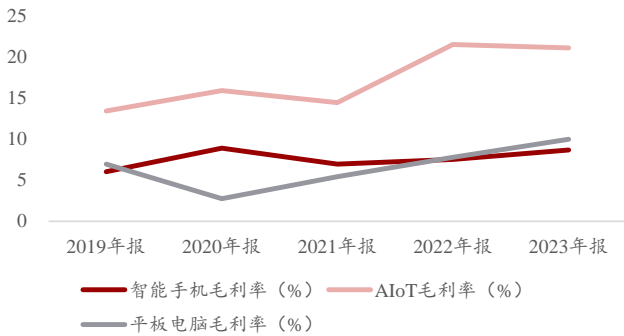
图表 73. 龙旗科技 2023 年营业收入拆分



资料来源: ifind, 中银证券

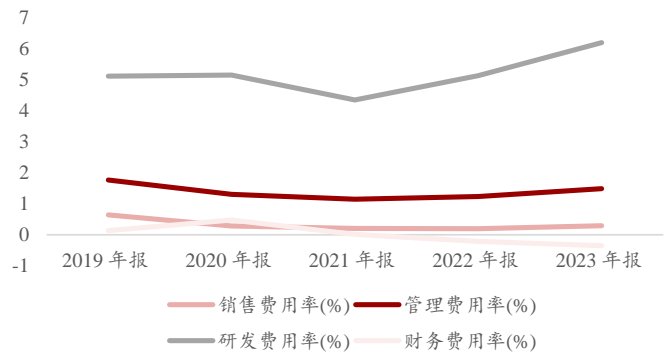
公司近三年各产品线毛利率均有提升，主要因客户结构、原材料降价等所致。近三年智能手机毛利率小幅提升，主要因客户结构变化、上游原材料降价所致。如 2022 年，得益于与三星等客户出货量达到规模效应，同时原材料降价导致毛利率提升；2023 年上半年，得益于原材料采购成本下降、汇率发生有利变动及生产经营效率提升所致。平板电脑毛利率近三年持续稳定提升，主因毛利率相对较高的客户如 OPPO、荣耀等收入占比提升，同时原材料成本下降所致。AIoT 类产品毛利率提升较快，主因高毛利率的客户销售占比提升，同时研发与技术服务收入占比提升所致。

图表 74. 龙旗科技各产品毛利率波动



资料来源: ifind, 中银证券

图表 75. 龙旗科技费用率波动



资料来源: ifind, 中银证券

研发费用率增长较快。公司研发费用率从 2021 年 4.35% 提升至 2023 年 6.21%，同比提升 1.86 个百分点，显示公司在技术研发、产品开发方面投入力度持续增强。公司其他费用率保持较稳定。

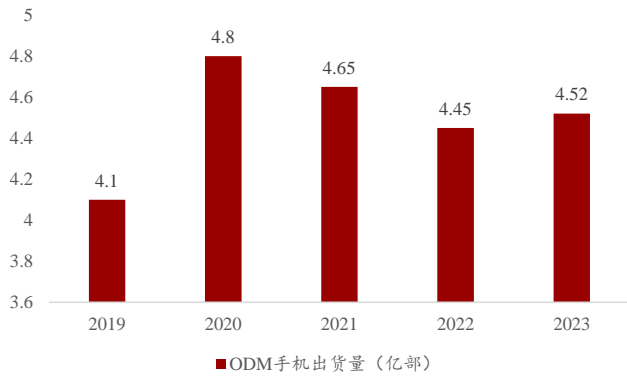
构筑“1+Y”战略，智能手机 ODM 维持龙头地位，XR 类业务进展佳

公司的发展战略：“1+Y”，智能手机 ODM 领先地位明显

2020 年以来，公司构建“1+Y”发展战略，“1”代表公司核心产品智能手机，“Y”代表以平板、智能手表、AR/VR、TWS 耳机、汽车电子等具有市场潜力的智能产品，在巩固公司智能手机、平板电脑等产品领先地位的同时，在 AIoT 产品上充分发挥公司在智能手机和平板电脑 ODM 领域积累的产品研发设计能力、快速和大规模制造能力、供应链管理 and 国产半导体产业孵化等方面的优势，将龙旗科技打造为产品覆盖智能手机、平板电脑、AIoT 等产品，客户端覆盖消费电子、科技企业、智能汽车等众多领域，服务端涵盖软硬件一体化研发设计、供应链管理与导入、产品生产与大规模交付等一站式服务的 ODM 科技企业。

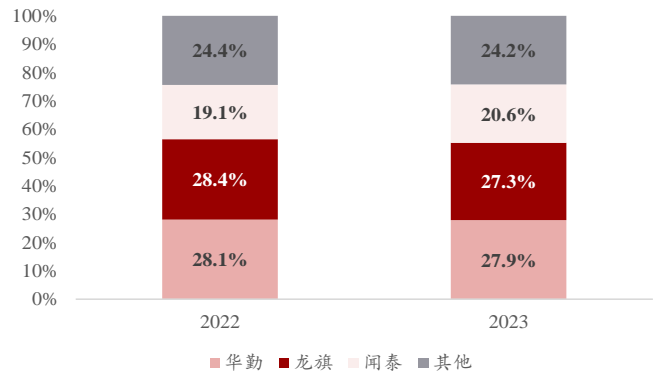
公司智能手机业务，根据 Counterpoint 发布的市场报告，2023 年公司继续引领全球智能手机 ODM/IDH 行业，市场占有率达到 27.3%。在 5G 智能手机全球渗透率提升的背景下，公司在保持占据 4G 手机大市场份额的同时，持续重点投入研发，持续开展有竞争力的 5G 产品设计、制造，成功获得了主要 ODM 客户在 5G 产品上的多项大额订单。同时，公司积极主动研究市场新趋势，在折叠机等领域开展相关技术研究。

图表 76. 全球智能手机 ODM 出货维持平稳



资料来源: BGD 咨询, 中银证券

图表 77. 全球智能手机 ODM 竞争格局



资料来源: Counterpoint, 中银证券

公司平板电脑及 AIoT 业务保持稳定发展，聚焦快速增长细分市场，打造差异化的竞争优势。公司在新业务上积蓄能力，积极布局 AI PC、汽车电子市场，把握大的市场机遇。

深度布局 XR 领域，先发优势显著

在 XR 领域，公司布局已超过五年。公司在 AR&VR 领域可提供一站式解决方案，通过专业的研发、测试、制造团队，优选全球供应链资源，提供全流程一站式、灵活高效的产品解决方案。公司技术优势包括：通过光学设计、仿真、镀膜以及不同组合的 DOE 减小重影光晕；可通过优化光栅形状，增大眼动范围减小光学畸变，整体光学参数达到行业高水准；公司可多维度深度优化设计，实现超流畅、低眩晕、高清晰的沉浸式体验。

图表 78. Meta Ray-Ban 智能眼镜



资料来源: 艾邦, 中银证券

典型智能眼镜类产品销售增长显著。根据艾邦 AR/VR 网，Meta 联合 Ray-Ban 推出了第二代智能眼镜 Meta Ray-Ban，在造型基本保持不变且价格维持与第一代持平的 299 美元基础上，仅 23Q4 一个季度的销售量就超过了一代眼镜全生命周期的出货量，且持续处于缺货状态。

公司 AR/VR 业务进展佳。龙旗科技已与全球互联网头部客户持续合作两代智能眼镜产品，在 AI 技术加持下，二代智能眼镜产品市场销售表现良好，预计今年出货量达到百万台以上；同时，公司也突破日韩市场，获得了日本及韩国客户的智能眼镜项目。AR 眼镜方面，公司也与国内 AR 头部客户合作 AR 眼镜产品。

盈利预测

- 1) 智能手机。**该业务主要为小米、三星、荣耀、联想等客户的智能手机 ODM 整机服务和散料及半成品业务。根据 Counterpoint 数据，未来全球智能手机 ODM/IDH 厂商出货量有望取得稳定增长。公司是全球智能手机 ODM 业务的龙头企业，我们预计未来三年该业务营业收入有望随行业维持一定增长。毛利率方面，因智能手机 ODM 市场较为成熟，预计未来三年毛利率维持稳定。
- 2) AIoT 产品。**该业务包含小米、荣耀等客户的手表、手环、TWS、智能眼镜等 ODM 服务。根据 Counterpoint 数据，2022~2025 年，全球智能手表 ODM/EMS 市场出货量同比增速将从 20% 持续下滑至 9%，全球 TWS 耳机产品出货量同比增速将在 19-33% 之间波动，同时 ODM/EMS 厂商出货量占比也有望获得持续提升。公司 AIoT 业务是“1+Y”战略中的重要组成部分，有望取得较好的发展。我们预计 2024/2025/2026 年公司该业务营业收入增长 35.83%/35.48%/27.71%，毛利率 21.50%/22.00%/23.00%。
- 3) 平板电脑。**该业务主要为联想等客户的平板电脑 ODM 整机销售。根据 Counterpoint 数据，2022-2025 年全球平板电脑 ODM/EMS 出货量将维持在 1.3 亿~1.6 亿台之间的水平。公司 2022 年出货仅 627 万台，在该领域份额不及 5%，未来空间较大。我们预计未来三年该业务营业收入可以取得持续稳定增长，毛利率维持稳定。

图表 79.公司盈利预测拆分

单位：百万元		2022	2023	2024E	2025E	2026E
智能手机	营业收入	24,265.64	21,821.62	25,775.00	27,500.00	28,600.00
	YoY (%)	33.10	(10.07)	18.12	6.69	4.00
	毛利	1,826.18	1,893.48	2,190.88	2,337.50	2,431.00
	毛利率 (%)	7.53	8.68	8.50	8.50	8.50
AIoT 产品	营业收入	1,887.13	2,510.56	3,410.00	4,620.00	5,900.00
	YoY (%)	(21.34)	33.04	35.83	35.48	27.71
	毛利	405.87	529.32	733.15	1,016.40	1,357.00
	毛利率 (%)	21.51	21.08	21.50	22.00	23.00
平板电脑	营业收入	2,798.16	2,509.10	2,970.00	3,348.00	3,744.00
	YoY (%)	(24.53)	(10.33)	18.37	12.73	11.83
	毛利	217.72	249.95	282.15	321.41	363.17
	毛利率 (%)	7.78	9.96	9.50	9.60	9.70
其他业务	营业收入	392.23	343.78	300.00	500.00	500.00
	YoY (%)	52.03	(12.35)	(12.74)	66.67	0.00
	毛利	44.43	33.33	30.00	50.00	50.00
	毛利率 (%)	11.33	9.70	10.00	10.00	10.00
合计	营业收入	29,343.15	27,185.06	32,455.00	35,968.00	38,744.00
	YoY (%)	19.30	(7.35)	19.39	10.82	7.72
	毛利	2,494.20	2,706.09	3,236.18	3,725.31	4,201.17
	毛利率 (%)	8.50	9.95	9.97	10.36	10.84

资料来源：公司年报，中银证券

估值对比与投资建议

公司以 ODM 业务为主，涵盖智能手机、平板电脑、AIoT 等不同的消费电子产品类。我们选取主营业务同为消费电子零部件及组装代工的上市公司立讯精密、蓝思科技、华勤技术作为龙旗科技的可比公司。立讯精密主营业务为消费电子产品组装，以及消费电子/通讯/汽车/电脑等产品与精密零组件，其组装业务与公司业务相似度较高；蓝思科技主营业务为玻璃防护屏，且积极拓展智能手机组装业务，与公司业务具有相似性；华勤技术主营业务为智能手机、笔记本电脑的 ODM 代工业务，与公司的业务高度一致。

公司估值水平高于可比公司平均值。2024/2025/2026 年龙旗科技 PE 分别为 23.29/18.26/14.15 倍，高于可比公司平均值。我们认为龙旗科技借助大客户 Meta，已经进入眼镜类产品供应链，在 AR 眼镜趋势下，龙旗科技相较可比公司具有先发优势，受益 AR 眼镜产业趋势的确定性更强，可给予更高估值。首次覆盖，给予公司**增持**评级。

图表 80. 相对估值

证券简称	证券代码	最新股价 (元)	总市值 (亿元)	归母净利润 (元)			市盈率 (倍)			评级
				2024E	2025E	2026E	2024E	2025E	2026E	
立讯精密	002475	36.60	2,636.41	134.39	169.23	209.56	19.62	15.58	12.58	买入
华勤技术	603296	44.68	453.90	29.03	32.94	36.63	15.64	13.78	12.39	增持
蓝思科技	300433	16.54	824.20	38.28	52.36	61.32	21.53	15.74	13.44	买入
平均值							18.93	15.03	12.80	
龙旗科技	603341	35.43	164.78	7.07	9.02	11.64	23.29	18.26	14.15	增持

资料来源: iFinD, 中银证券

注: 股价与市值截至日为 2024 年 8 月 28 日

风险提示

- 宏观经济波动风险。**全球宏观经济存在不确定性。如果终端需求复苏不及预期,这将影响整个板块的业绩表现。
- 市场竞争加剧风险。**公司既要与华勤技术、闻泰科技等 ODM 厂商竞争,也要在 AIoT 领域面临歌尔股份、立讯精密等零部件制造商和 EMS 厂商的竞争。如果公司不能在激烈的市场竞争中保持强大的软硬件研发设计能力、供应链管理能力和质量管控水平、生产交付能力及维持核心技术团队稳定,可能对公司经营业绩产生不利影响。
- ODM 市场规模下滑风险。**近年来,智能产品品牌商对 ODM 厂商的要求不断提高,如果未来 ODM 厂商未能保持技术竞争力,智能产品品牌商可能会选择提升通过自研的方式完成产品的比例,进而导致智能产品 ODM 市场规模下降的风险。
- 终端应用创新不及预期风险。**智能眼镜属于终端创新产品,如果终端创新产品功能升级不及消费者预期,其渗透率提升速度也会相对缓慢,影响公司的业绩表现。
- 原材料价格上涨风险。**公司采购的主要原材料包括电子元器件、结构器件和包装材料等。报告期内,公司原材料成本占主营业务成本的比例较高,对公司经营影响较大。如果消费电子上游各零部件涨价,公司经营状况和盈利水平将可能受到不利影响。

利润表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
营业总收入	29,343	27,185	32,455	35,968	38,744
营业收入	29,343	27,185	32,455	35,968	38,744
营业成本	26,849	24,479	29,219	32,243	34,543
营业税金及附加	57	87	103	115	123
销售费用	57	80	95	106	114
管理费用	360	405	422	468	504
研发费用	1,508	1,688	1,947	2,158	2,325
财务费用	(64)	(98)	(23)	(22)	(47)
其他收益	140	137	130	130	130
资产减值损失	(104)	(67)	(70)	(70)	(70)
信用减值损失	3	(1)	0	0	0
资产处置收益	(2)	(3)	0	0	0
公允价值变动收益	(38)	31	0	0	0
投资收益	24	20	20	20	20
汇兑收益	0	0	0	0	0
营业利润	600	662	771	981	1,262
营业外收入	1	2	2	2	2
营业外支出	13	12	12	12	12
利润总额	588	651	761	970	1,252
所得税	28	48	53	68	88
净利润	561	603	707	902	1,164
少数股东损益	0	(3)	0	0	0
归母净利润	560	605	707	902	1,164
EBITDA	733	748	1,028	1,297	1,583
EPS(最新股本摊薄, 元)	1.21	1.30	1.52	1.94	2.50

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

资产负债表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
流动资产	11,284	15,986	16,577	18,909	19,302
货币资金	4,463	5,102	6,491	7,194	7,749
应收账款	5,515	9,008	8,330	9,654	9,718
应收票据	23	1	28	4	30
存货	1,144	1,715	1,532	1,872	1,583
预付账款	35	91	60	107	72
合同资产	0	0	0	0	0
其他流动资产	103	69	136	79	151
非流动资产	3,225	3,853	3,858	3,828	3,457
长期投资	860	940	940	940	940
固定资产	1,508	1,585	1,745	1,828	1,718
无形资产	471	459	426	393	359
其他长期资产	386	868	748	668	440
资产合计	14,509	19,839	20,435	22,738	22,760
流动负债	10,632	14,990	14,801	16,518	16,241
短期借款	371	693	1,279	1,557	737
应付账款	4,696	8,470	7,763	8,358	8,913
其他流动负债	5,565	5,828	5,759	6,603	6,590
非流动负债	722	1,023	1,278	1,263	788
长期借款	557	712	998	968	500
其他长期负债	164	311	280	295	288
负债合计	11,354	16,014	16,079	17,781	17,028
股本	405	405	465	465	465
少数股东权益	0	0	0	0	0
归属母公司股东权益	3,155	3,825	4,356	4,956	5,731
负债和股东权益合计	14,509	19,839	20,435	22,738	22,760

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

现金流量表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
净利润	561	603	707	902	1,164
折旧摊销	321	370	430	487	517
营运资金变动	1,348	(56)	27	(193)	706
其他	(759)	550	(59)	(33)	(71)
经营活动现金流	1,471	1,466	1,105	1,163	2,316
资本支出	(1,107)	(679)	(450)	(450)	(150)
投资变动	1,719	(49)	0	0	0
其他	452	30	20	20	20
投资活动现金流	1,065	(698)	(430)	(430)	(130)
银行借款	730	476	872	248	(1,287)
股权融资	(674)	(322)	(177)	(302)	(390)
其他	(603)	213	19	24	46
筹资活动现金流	(548)	367	714	(30)	(1,631)
净现金流	1,988	1,135	1,389	703	555

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

财务指标

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
成长能力					
营业收入增长率(%)	19.3	(7.4)	19.4	10.8	7.7
营业利润增长率(%)	4.4	10.3	16.6	27.2	28.7
归属于母公司净利润增长率(%)	2.5	8.0	16.9	27.6	29.0
息税前利润增长率(%)	30.5	(8.0)	57.9	35.3	31.7
息税折旧前利润增长率(%)	33.6	2.1	37.4	26.1	22.1
EPS(最新股本摊薄)增长率(%)	2.5	8.0	16.9	27.6	29.0
获利能力					
息税前利润率(%)	1.4	1.4	1.8	2.3	2.8
营业利润率(%)	2.0	2.4	2.4	2.7	3.3
毛利率(%)	8.5	10.0	10.0	10.4	10.8
归母净利润率(%)	1.9	2.2	2.2	2.5	3.0
ROE(%)	17.8	15.8	16.2	18.2	20.3
ROIC(%)	9.1	6.3	8.0	9.7	13.6
偿债能力					
资产负债率	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7
净负债权益比	(1.1)	(0.9)	(0.9)	(0.9)	(1.1)
流动比率	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2
营运能力					
总资产周转率	2.0	1.6	1.6	1.7	1.7
应收账款周转率	4.8	3.7	3.7	4.0	4.0
应付账款周转率	5.7	4.1	4.0	4.5	4.5
费用率					
销售费用率(%)	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
管理费用率(%)	1.2	1.5	1.3	1.3	1.3
研发费用率(%)	5.1	6.2	6.0	6.0	6.0
财务费用率(%)	(0.2)	(0.4)	(0.1)	(0.1)	(0.1)
每股指标(元)					
每股收益(最新摊薄)	1.2	1.3	1.5	1.9	2.5
每股经营现金流(最新摊薄)	3.2	3.2	2.4	2.5	5.0
每股净资产(最新摊薄)	6.8	8.2	9.4	10.7	12.3
每股股息	0.0	0.5	0.5	0.6	0.8
估值比率					
P/E(最新摊薄)	29.4	27.2	23.3	18.3	14.2
P/B(最新摊薄)	5.2	4.3	3.8	3.3	2.9
EV/EBITDA	(4.5)	(4.5)	12.2	9.3	6.5
价格/现金流(倍)	11.2	11.2	14.9	14.2	7.1

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

688608.SH

增持

市场价格:人民币 147.57

板块评级:强于大市

股价表现



(%)	今年至今	1个月	3个月	12个月
绝对	(1.1)	(9.2)	18.1	30.4
相对上证综指	3.1	(7.4)	26.8	38.8

发行股数 (百万)	120.05
流通股 (百万)	120.05
总市值 (人民币 百万)	17,715.12
3个月日均交易额 (人民币 百万)	203.96
主要股东	
汤晓冬	11.3

资料来源:公司公告, Wind, 中银证券
以2024年8月28日收市价为标准

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

电子: 半导体

证券分析师: 苏凌瑶

lingyao.su@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号: S1300522080003

联系人: 周世辉

shihui.zhou@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050013

联系人: 茅珈恺

jiakai.mao@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050016

恒玄科技

耳机、手表、眼镜三线并行, 打造全球领先的 SoC 平台

恒玄科技 2024Q1 营业收入同比保持较快增速, 毛利率环比亦有回升趋势。公司 TWS 耳机主控芯片竞争力名列前茅, 智能手表主控芯片竞争力在稳步提升。随着公司切入智能眼镜主控芯片赛道, 业务结构有望呈现多元化的发展趋势。首次覆盖, 给予**增持**评级。

支撑评级的要点

- **2024Q1 营业收入保持较快的同比增速, 毛利率亦有环比回升趋势。**恒玄科技 2024Q1 营业收入约 6.5 亿元, QoQ+7%, YoY+70%; 毛利率约 32.9%, QoQ+0.4pcts, YoY-2.8pcts。恒玄科技单季度业绩有复苏趋势。
- **TWS 耳机主控芯片竞争力名列前茅, 智能手表主控芯片市场份额尚有提升空间。**根据潮电智库数据, 2023 年恒玄科技在全球 TWS 耳机主控芯片市场份额达到 22%, 仅次于苹果位居第二。恒玄科技在 TWS 耳机主控芯片领域已经具备较强的竞争力。根据潮电智库数据, 2023 年恒玄科技在全球智能手表主控芯片市场份额达到 3%, 距离行业龙头苹果、瑞昱、杰理等厂商尚有一定差距。2022~2023 年恒玄科技手表和手环类业务营业收入从约 2.9 亿元增长至约 4.8 亿元, 呈现快速增长的趋势。我们认为恒玄科技的智能手表主控竞争力和市场份额尚有进一步提升的空间。
- **切入智能眼镜主控芯片赛道, 业务结构呈现多元化趋势。**根据恒玄科技 2023 年年报, BES2700 系列芯片集成有关键字识别技术, 可以提高语音交互的准确性和用户体验。BES2700 系列芯片已经应用于智能眼镜等可穿戴设备。恒玄科技新一代 6nm BES2800 系列主控芯片也已经流片, 并进入市场推广阶段, 有望成为更具有竞争力的解决方案。

估值

- 预计恒玄科技 2024/2025/2026 年 EPS 分别为 3.28/4.85/6.37 元。截至 2024 年 8 月 28 日收盘, 恒玄科技总市值约 177 亿元, 对应 2024/2025/2026 年的 PE 分别为 45.0/30.4/23.2 倍。首次覆盖, 给予**增持**评级。

评级面临的主要风险

- 行业需求复苏不及预期。市场竞争格局恶化。终端应用创新不及预期。原材料价格上涨。

投资摘要

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
主营收入(人民币 百万)	1,485	2,176	3,330	4,225	5,087
增长率(%)	(15.9)	46.6	53.0	26.9	20.4
EBITDA(人民币 百万)	35	94	352	535	715
归母净利润(人民币 百万)	122	124	394	583	765
增长率(%)	(70.0)	1.0	218.5	47.9	31.3
最新股本摊薄每股收益(人民币)	1.02	1.03	3.28	4.85	6.37
市盈率(倍)	144.7	143.3	45.0	30.4	23.2
市净率(倍)	3.0	2.9	2.8	2.6	2.3
EV/EBITDA(倍)	341.2	169.9	42.3	27.2	19.6
每股股息(人民币)	0.0	0.2	0.5	0.8	1.0
股息率(%)	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7

资料来源:公司公告, 中银证券预测

恒玄科技：耳机、手表、眼镜三线并行，打造全球领先的 SoC 平台

致力于成为 AIoT 主控芯片领导者

恒玄科技主要从事智能音频 SoC 芯片的研发、设计和销售，为客户提供 AIoT 场景下具有语音交互能力的边缘智能主控平台芯片，产品广泛应用于智能蓝牙耳机、Type-C 耳机、智能音箱等智能终端产品。

恒玄科技致力于成为全球最具创新力的芯片设计公司，以前瞻的研发和专利布局、持续的技术积累、快速的产品迭代、灵活的客户服务，不断推出具有领先优势的产品和解决方案，成为 AIoT 主控平台芯片的领导者。

图表 81. 恒玄科技 BES 芯片产品矩阵

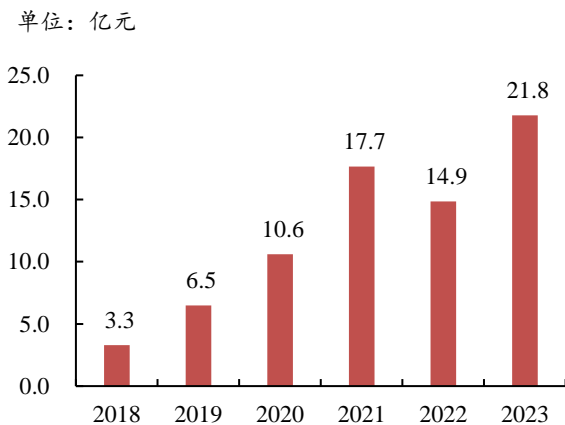
产品类型	芯片类型	芯片制程	芯片集成度	产品形态	品牌客户
Type-C 音频	BES3000 系列	40nm	集成 USB、CODEC、功放等	Type-C 耳机、Type-C 音频转换器	三星、华为、小米、荣耀、OPPO、Vivo、哈曼、安克创新、漫步者、万魔、阿里、百度、谷歌、海尔、海信、格力等
普通蓝牙音频	BES2000 系列	40nm	集成 CPU、RF、PMU、CODEC 等	TWS 耳机、颈环耳机、头戴式耳机、蓝牙音箱	
智能蓝牙音频	BES2300 系列	28nm	集成 CPU、NPU、RF、PMU、CODEC 等	TWS 耳机、颈环耳机、头戴式耳机、智能音箱	
智能蓝牙音频	BES2500 系列	28nm	集成 CPU、NPU、RF、PMU、CODEC 等	TWS 耳机、颈环耳机、头戴式耳机、智能音箱	
智能蓝牙音频	BES2600 系列	22nm	集成 CPU、NPU、RF、PMU、CODEC、电容传感器等	TWS 耳机、智能音箱、智能手表、智能家电	
智能蓝牙音频	BES2700 系列	12nm	集成 CPU、GPU、NPU、DSP、显示系统控制器等	TWS 耳机、智能音箱、智能手表、智能手环	
智能蓝牙音频	BES2800 系列	6nm	集成 CPU、GPU、NPU、大容量存储、低功耗 WiFi、双模蓝牙等	TWS 耳机、智能手表、智能手环、智能眼镜、智能助听器	

资料来源：恒玄科技招股说明书，恒玄科技 2021、2022、2023 年年报，中银证券

业务结构向多元化发展，业绩复苏趋势初步显现

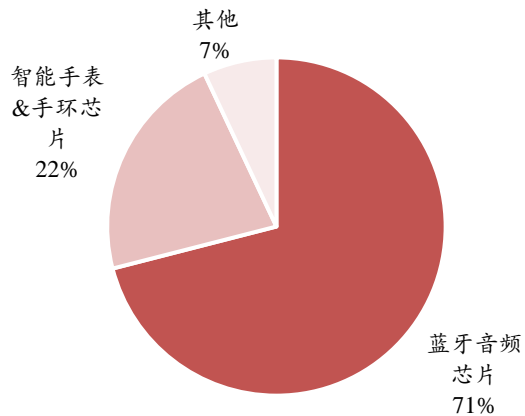
业务结构呈现多元化趋势。2018~2023 年，恒玄科技营业收入从 3.3 亿元增长至 21.8 亿元，期间 CAGR 达到约 46%。2023 年恒玄科技推出新一代 BES2700 系列智能可穿戴芯片，并在市场上获得广泛认可。BES2700 系列芯片帮助恒玄科技拓宽了下游的应用领域，从 TWS 耳机、运动手表、运动手环领域进一步延伸至智能手表、智能眼镜等产品。2023 年恒玄科技蓝牙音频类产品营业收入约 15.3 亿元，占营业收入比例约 71%；智能手表和手环类产品营业收入约 4.8 亿元，占营业收入比例约 22%。

图表 82. 恒玄科技年度营业收入变动



资料来源：ifind，中银证券

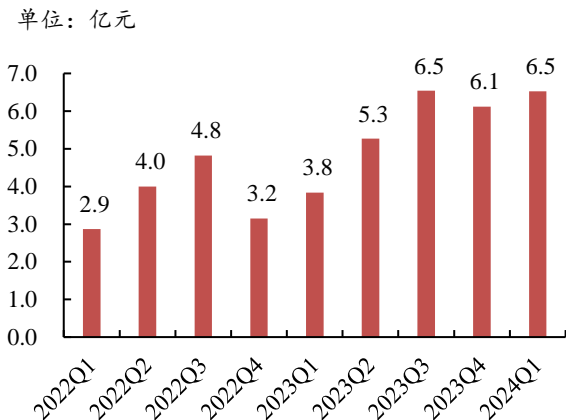
图表 83. 恒玄科技 2023 年营业收入拆分



资料来源：恒玄科技 2023 年年报，中银证券

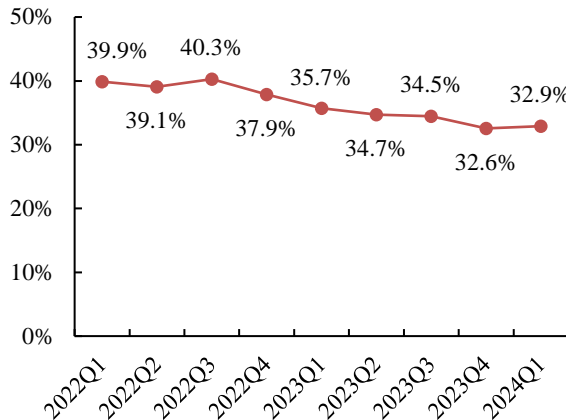
2024Q1 营业收入保持较快同比增速，毛利率亦有环比回升趋势。根据恒玄科技 2023 年年报，2023 年以来全球消费市场逐步回暖，智能可穿戴和智能家居市场迎来新的增长，随着产品渗透率进一步提升，公司营业收入达到成立以来的新高度。恒玄科技 2024Q1 营业收入约 6.5 亿元，QoQ+7%，YoY+70%；毛利率约 32.9%，QoQ+0.4pcts，YoY-2.8pcts。从季度数据来看，恒玄科技 2024Q1 营业收入保持较快的同比增速，同时毛利率亦有环比回升趋势。

图表 84. 恒玄科技季度营业收入变动



资料来源: ifind, 中银证券

图表 85. 恒玄科技季度毛利率变动



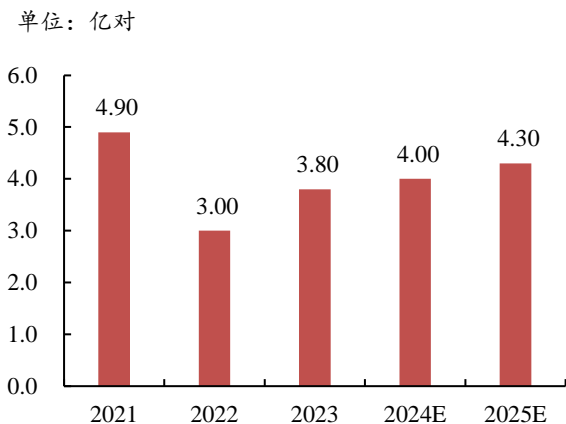
资料来源: ifind, 中银证券

恒玄科技主控 SoC 在 TWS 耳机和智能手表市场具有一定竞争力

2024 年 TWS 耳机出货量预计将呈现小幅增长趋势。根据潮电智库预估，2024 年全球 TWS 耳机出货量约 4.0 亿对，YoY+5%，主要由印度等新兴市场需求带动。2024 年全球 TWS 耳机出货量增速相对并不快，主要原因是：1) TWS 耳机技术更新速度放缓；2) 预计 2024 年全球手机微弱回暖，无法有效支撑配套产品 TWS 耳机的需求。

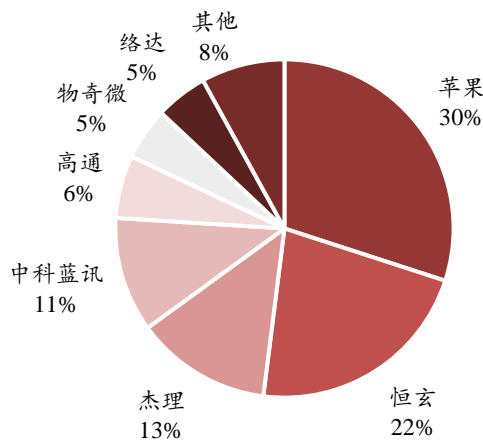
恒玄科技 TWS 耳机主控芯片竞争力位居行业前列。根据潮电智库数据，2023 年全球 TWS 主控芯片市场上，苹果、恒玄、杰理、中科蓝讯、高通、物奇微、络达、炬芯等 8 家厂商几乎垄断 96% 的市场份额，剩下的市场份额由珠海慧联、泰凌微、易兆微、德州仪器、紫光展锐等厂商占据。2023 年恒玄科技在全球 TWS 主控芯片市场份额达到 22%，仅次于苹果。

图表 86. 全球 TWS 耳机销量预估



资料来源: 潮电智库, 中银证券

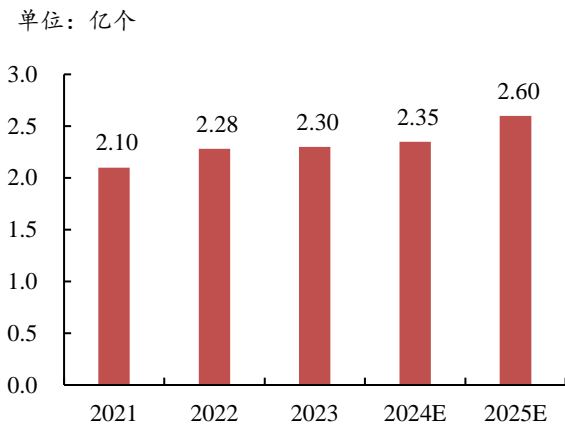
图表 87. 2023 年全球 TWS 主控芯片竞争格局



资料来源: 潮电智库, 中银证券

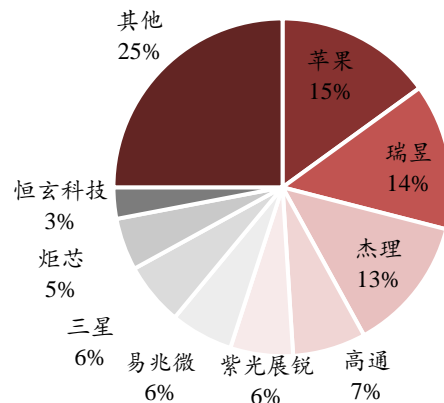
恒玄科技主控 SoC 在智能手表市场份额尚有提升空间。根据潮电智库预估，2024 年全球智能手表出货量约 2.35 亿个，YoY+2%。根据潮电智库数据，2023 年全球智能手表主控芯片市场上，苹果、瑞昱、杰理、高通、紫光展锐、易兆微、三星、炬芯、思澈、中科蓝讯、华为麒麟、恒玄等 12 家厂商几乎垄断 85% 的市场份额，剩下的市场份额由昂瑞微、汇顶、联发科、泰凌微、翱捷科技、瑞芯微等厂商占据。根据恒玄科技 2022 和 2023 年年报，2022 年公司新一代 BES2700 系列可穿戴主控芯片量产上市，并应用于多家品牌客户的智能手表产品。BES2700 系列芯片自推出后快速上量，2022~2023 年恒玄科技手表和手环类业务营业收入从约 2.9 亿元增长至约 4.8 亿元，呈现出快速增长的趋势。根据潮电智库数据，2023 年恒玄科技在智能手表主控芯片市场份额达到 3%，我们认为该份额未来还有进一步增长的空间。

图表 88. 全球智能手表销量预估



资料来源：潮电智库，中银证券

图表 89. 2023 年全球智能手表主控芯片竞争格局



资料来源：潮电智库，中银证券

切入智能眼镜主控芯片新赛道

根据快科技报道，2023 年 11 月 30 日魅族发布旗下智能眼镜品牌 MYVU，并带来主打极致高端的 MYVU Discovery 和主打时尚轻量的 MYVU 两款 AR 智能眼镜产品。MYVU 智能眼镜可以支持实时导航、对话翻译、匀速提问、即时通讯、AR 观影等功能。

根据恒玄科技 2023 年年报，恒玄科技 BES2700 系列芯片平台集成有关键字识别技术 (KWS)，该算法用于检测和触发特定预定义的语音关键字，可以提高语音交互的准确性和用户体验。BES2700 系列芯片平台已经应用于智能眼镜等可穿戴设备。恒玄科技新一代 6nm BES2800 系列主控芯片也已经流片，并进入市场推广阶段，有望成为更有竞争力的解决方案。

图表 90. 魅族 MYVU AR 智能眼镜



资料来源：快科技，中银证券

盈利预测

恒玄科技主营业务为 SoC 主控芯片，下游应用领域包括耳机、手表&手环、家电、智能眼镜等。

耳机 SoC：随着恒玄科技存货从 2022 年末的 9.46 亿元下降至 2023 年末的 6.58 亿元，公司 SoC 库存已经恢复至相对合理的水平。潮电智库预估 2024 年全球 TWS 耳机出货量约 4.0 亿对，YoY+5%。考虑到全球 TWS 耳机出货量有望保持小幅增长趋势，同时公司库存压制因素基本出清，我们预计 2024~2026 年公司耳机 SoC 业务营业收入增速会呈现前高后低的趋势，同时毛利率会有小幅回升。

手表&手环 SoC：根据潮电智库数据，2023 年全球智能手表出货量约 2.3 亿个，其中恒玄科技智能手表 SoC 市场份额约 3%。2023 年恒玄科技 BES2700 系列芯片在耳机、手表&手环、智能眼镜等市场快速上量，并获得市场的广泛认可。恒玄科技面向低功耗市场还推出 BES2700iBP 芯片，在续航和流程度之间取得良好平衡。恒玄科技新一代 6nm BES2800 芯片也已经进入市场推广阶段，相较于上一代 BES2700 性能升级明显。考虑到恒玄科技在智能手表 SoC 市占率较低，且公司面向低功耗和高性能市场亦有不同的产品布局，我们预计 2024~2026 年公司手表&手环 SoC 业务营业收入有望实现较快的增长，同时毛利率会保持相对稳定。

其他：恒玄科技其他业务主要是家电芯片、智能眼镜 SoC。一方面全球家电市场正在走向智能化，恒玄科技可以为智能家电产品提供主控、音频、屏显、无线连接类产品。另一方面 AR 智能眼镜有望成为消费电子创新趋势，恒玄科技的 BES2700、BES2800 系列产品可以为智能眼镜提供良好的性能支持。我们预计 2024~2026 年公司其他业务有望实现较快增长，同时毛利率维持在合理区间。

图表 91. 恒玄科技盈利预测

时间	2023	2024E	2025E	2026E
1、耳机 SoC				
营业收入 (百万元)	1,529	2,080	2,374	2,630
YoY (%)		36.0	14.2	10.8
毛利润 (百万元)	494	682	789	884
毛利率 (%)	32.3	32.8	33.2	33.6
2、手表&手环 SoC				
营业收入 (百万元)	479	1,000	1,500	2,000
YoY (%)		108.8	50.0	33.3
毛利润 (百万元)	200	400	600	800
毛利率 (%)	41.8	40.0	40.0	40.0
3、其他				
营业收入 (百万元)	168	250	351	457
YoY (%)		48.8	40.4	30.1
毛利润 (百万元)	50	73	104	137
毛利率 (%)	29.8	29.2	29.6	30.0
总营业收入 (百万元)	2,176	3,330	4,225	5,087
YoY (%)		53.0	26.9	20.4
总毛利润 (百万元)	744	1,155	1,493	1,821
毛利率 (%)		34.7	35.3	35.8

资料来源: ifind, 恒玄科技 2023 年年报, 中银证券

估值

我们选取了主营业务同为 SoC 芯片的上市公司晶晨股份、瑞芯微、全志科技作为恒玄科技的可比对象。晶晨股份、瑞芯微、全志科技的 SoC 芯片主要应用于电视机、机顶盒、扫地机器人、TWS 耳机、智能手表等 AIoT 领域。总体而言，上述公司和恒玄科技具有一定可比性。

截至 2024 年 8 月 28 日收盘，恒玄科技 2024/2025/2026 年的 PE 分别为 45.0/30.4/23.2 倍，而可比公司的平均值为 44.9/30.2/22.4 倍。

恒玄科技的 SoC 在 TWS 耳机市场具有较高的市占率，在智能手表市场尚有提升的空间，在智能眼镜市场尚处于发展初期。考虑到恒玄科技的 SoC 具有较强的市场竞争力，且智能手表和智能眼镜业务具有较大的发展潜力，我们认为可以给予恒玄科技较行业平均值更高的估值溢价。首次覆盖，给予**增持**评级。

图表 92. 恒玄科技和同行企业估值对比

证券代码	证券名称	总市值 (亿元)	归母净利润 (亿元)			PE (倍)			评级
			2024E	2025E	2026E	2024E	2025E	2026E	
688099.SH	晶晨股份	216	7.9	10.8	13.8	27.3	20.0	15.7	未有评级
603893.SH	瑞芯微	216	3.8	6.0	8.3	56.5	35.7	25.9	未有评级
300458.SZ	全志科技	132	2.6	3.8	5.1	50.7	34.9	25.8	未有评级
	平均值					44.9	30.2	22.4	
688608.SH	恒玄科技	177	3.9	5.8	7.6	45.0	30.4	23.2	增持

注：时间截至 2024 年 8 月 28 日收盘。晶晨股份、瑞芯微、全志科技尚未覆盖，未有评级公司盈利预测均来自 ifind 一致预期。

资料来源：ifind，中银证券

风险提示

行业需求复苏不及预期。全球宏观经济存在不确定性。SoC 行业下游需求受宏观经济复苏影响。如果终端需求复苏不及预期，这将影响整个板块的业绩表现。

市场竞争格局恶化。随着越来越多的市场竞争者进入 SoC 行业及其产业链，市场竞争格局有进一步恶化的可能性。如果市场价格战持续，这将影响整个板块的业绩表现。

终端应用创新不及预期。智能眼镜属于终端创新产品，这也是恒玄科技重点布局的增长领域。如果终端创新产品功能升级不及消费者预期，其渗透率提升速度也会相对缓慢，并进而影响供应链公司的业绩表现。

原材料价格上涨。如果晶圆厂稼动率恢复，其可能会对上游供应链采取涨价措施来调控投片量，这将会提高设计环节的成本，并对整个板块的盈利能力造成影响。

利润表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
营业总收入	1,485	2,176	3,330	4,225	5,087
营业收入	1,485	2,176	3,330	4,225	5,087
营业成本	900	1,432	2,175	2,733	3,266
营业税金及附加	1	7	10	13	15
销售费用	14	17	23	25	25
管理费用	108	106	133	148	163
研发费用	440	550	699	824	941
财务费用	(51)	(45)	(54)	(57)	(63)
其他收益	24	26	20	17	10
资产减值损失	(60)	(79)	(50)	(42)	(25)
信用减值损失	1	(1)	0	0	0
资产处置收益	0	0	0	0	0
公允价值变动收益	(5)	(2)	0	0	0
投资收益	91	74	80	68	41
汇兑收益	0	0	0	0	0
营业利润	124	127	394	583	765
营业外收入	0	1	0	0	0
营业外支出	0	3	0	0	0
利润总额	124	124	394	583	765
所得税	2	1	0	0	0
净利润	122	124	394	583	765
少数股东损益	0	0	0	0	0
归母净利润	122	124	394	583	765
EBITDA	35	94	352	535	715
EPS(最新股本摊薄, 元)	1.02	1.03	3.28	4.85	6.37

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

资产负债表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
流动资产	5,954	5,953	7,052	8,268	9,418
货币资金	1,845	2,545	3,330	4,225	5,087
应收账款	268	402	523	651	762
应收票据	0	0	0	0	0
存货	946	658	852	1,045	1,223
预付账款	1	1	3	2	3
合同资产	0	0	0	0	0
其他流动资产	2,894	2,347	2,344	2,344	2,342
非流动资产	459	598	461	399	339
长期投资	20	20	20	20	20
固定资产	57	78	75	61	48
无形资产	133	142	88	34	0
其他长期资产	250	358	278	284	271
资产合计	6,413	6,551	7,512	8,667	9,757
流动负债	432	444	821	1,235	1,550
短期借款	110	0	251	536	719
应付账款	185	287	389	491	597
其他流动负债	137	157	180	208	233
非流动负债	18	11	262	510	639
长期借款	0	0	247	497	625
其他长期负债	18	11	15	13	14
负债合计	451	454	1,083	1,745	2,189
股本	120	120	120	120	120
少数股东权益	0	0	0	0	0
归属母公司股东权益	5,963	6,097	6,430	6,922	7,568
负债和股东权益合计	6,413	6,551	7,512	8,667	9,757

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

现金流量表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
净利润	122	124	394	583	765
折旧摊销	73	110	113	95	64
营运资金变动	(463)	289	(190)	(190)	(158)
其他	(93)	(52)	(91)	(147)	(93)
经营活动现金流	(360)	470	225	341	579
资本支出	(147)	(194)	(14)	(14)	(14)
投资变动	962	537	0	0	0
其他	(76)	8	80	68	41
投资活动现金流	738	351	66	54	27
银行借款	110	(110)	498	535	312
股权融资	(171)	(74)	(61)	(90)	(119)
其他	48	40	57	56	63
筹资活动现金流	(13)	(143)	494	501	256
净现金流	365	677	785	895	862

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

财务指标

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
成长能力					
营业收入增长率(%)	(15.9)	46.6	53.0	26.9	20.4
营业利润增长率(%)	(69.8)	2.3	211.1	47.9	31.3
归属于母公司净利润增长率(%)	(70.0)	1.0	218.5	47.9	31.3
息税前利润增长率(%)	(113.9)	(58.7)	(1,628.6)	84.0	47.8
息税折旧前利润增长率(%)	(88.8)	168.3	274.6	51.9	33.6
EPS(最新股本摊薄)增长率(%)	(70.0)	1.0	218.5	47.9	31.3
获利能力					
息税前利润率(%)	(2.6)	(0.7)	7.2	10.4	12.8
营业利润率(%)	8.3	5.8	11.8	13.8	15.0
毛利率(%)	39.4	34.2	34.7	35.3	35.8
归母净利润率(%)	8.2	5.7	11.8	13.8	15.0
ROE(%)	2.1	2.0	6.1	8.4	10.1
ROIC(%)	(0.6)	(0.3)	3.4	5.5	7.3
偿债能力					
资产负债率	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
净负债权益比	(0.3)	(0.4)	(0.4)	(0.5)	(0.5)
流动比率	13.8	13.4	8.6	6.7	6.1
营运能力					
总资产周转率	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6
应收账款周转率	5.1	6.5	7.2	7.2	7.2
应付账款周转率	5.7	9.2	9.8	9.6	9.3
费用率					
销售费用率(%)	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
管理费用率(%)	7.3	4.9	4.0	3.5	3.2
研发费用率(%)	29.6	25.3	21.0	19.5	18.5
财务费用率(%)	(3.5)	(2.0)	(1.6)	(1.4)	(1.2)
每股指标(元)					
每股收益(最新摊薄)	1.0	1.0	3.3	4.9	6.4
每股经营现金流(最新摊薄)	(3.0)	3.9	1.9	2.8	4.8
每股净资产(最新摊薄)	49.7	50.8	53.6	57.7	63.0
每股股息	0.0	0.2	0.5	0.8	1.0
估值比率					
P/E(最新摊薄)	144.7	143.3	45.0	30.4	23.2
P/B(最新摊薄)	3.0	2.9	2.8	2.6	2.3
EV/EBITDA	341.2	169.9	42.3	27.2	19.6
价格/现金流(倍)	(49.2)	37.7	78.6	51.9	30.6

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

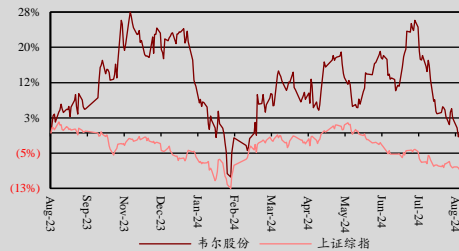
603501.SH

买入

市场价格:人民币 87.90

板块评级:强于大市

股价表现



(%)	今年至今	1个月	3个月	12个月
绝对	(14.7)	(15.4)	(5.9)	(0.3)
相对上证综指	(10.4)	(13.6)	2.9	8.1

发行股数(百万)	1,214.43
流通股(百万)	1,214.43
总市值(人民币 百万)	106,748.13
3个月日均交易额(人民币 百万)	1,057.68
主要股东	
虞仁荣	29.52

资料来源:公司公告, Wind, 中银证券
以2024年8月28日收市价为标准

中银国际证券股份有限公司
具备证券投资咨询业务资格

电子: 半导体

证券分析师: 苏凌瑶

lingyao.su@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号: S1300522080003

联系人: 周世辉

shihui.zhou@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050013

联系人: 茅珈恺

jiakai.mao@bocichina.com

一般证券业务证书编号: S1300123050016

韦尔股份

CIS 向高阶突破, LCOS 布局中长期增长点, DDIC 和模拟积极扩大版图

韦尔股份高阶 CIS 开始陆续导入国产智能手机旗舰主摄。公司的 LCoS 产品已经在 AR 眼镜、汽车 AR-HUD 等领域适配。公司 OLED DDIC 产品成功开发, 车规级 TDDI 亦在积极突破。2023 年公司收购芯力特, 积极扩大模拟芯片领域版图。首次覆盖, 给予买入评级。

支撑评级的要点

- 韦尔股份高阶 CIS 突破国产旗舰手机后置主摄。根据 Yole 数据, 2023 年全球 CMOS 图像传感器销售额中, 索尼、三星、豪威分别以 45%、19%、11% 的市占率位居前三。Yole 认为 2024/2025 年中国智能手机市场有望恢复增长, 重点在高端机型上, 而中国安卓智能手机品牌正在转向国产 CIS 厂商。根据芯东西数据, 小米 14、红米 K70、华为 P70、荣耀 Magic6、iQOO12 等系列机型已经开始陆续采用豪威科技的 OV50K40、OV50H、OV50E 等产品。韦尔股份 2023 年智能手机相关的 CIS 营业收入从 2022 年的 53.97 亿元增长至 77.79 亿元, 其中 5000 万像素及以上(含 5000 万、6400 万、1 亿像素等)产品营业收入贡献占比超过 60%。
- LCoS 有望成为潜在增长点。2023 年 6 月豪威集团发布首款用于下一代 AR/XR/MR 眼镜的全集成、低功耗、单芯片的 648p LCoS 解决方案 OP03011。OP03011 LCoS 面板在 0.14 英寸的光学尺寸中采用了 3.8 微米像素, 具有低功耗和轻量化的设计特点, 适用于较低视场和较低分辨率的应用, 如 AR 眼镜。除 AR/XR/MR 领域外, 韦尔股份的 LCoS 还可以适配汽车 AR-HUD 应用。目前公司的 LCoS 已经在汽车 AR-HUD 方案中实现量产交付。
- OLED DDIC 突破, 车规级 TDDI 接力。2023 年韦尔股份已经开发出 OD6630 和 OD6631 等智能手机 OLED DDIC。同时公司新投入车载显示驱动产品的开发, 预计将在 2024 年下半年推出首款符合市场主流需求的车规级 TDDI 产品。
- 进军车用模拟芯片领域。2023 年韦尔股份收购芯力特, 并在天津扩大了车用模拟芯片研发团队, 将模拟解决方案产品版图从原先的消费和工业市场进一步拓展至汽车市场。2023 年韦尔股份模拟解决方案业务营业收入约 11.54 亿元, YoY-8.6%。公司将继续推进在车用模拟芯片的布局, 推进 CAN/LIN、SerDes、PMIC、SBC 等多产品的验证导入, 为模拟解决方案的成长贡献新的增长点。

估值

- 预计韦尔股份 2024/2025/2026 年 EPS 分别为 2.71/3.77/4.76 元。截至 2024 年 8 月 28 日收盘, 韦尔股份总市值约 1067 亿元, 对应 2024/2025/2026 年的 PE 分别为 32.4/23.3/18.5 倍。首次覆盖, 给予买入评级。

评级面临的主要风险

- 行业需求不及预期。市场竞争格局恶化。终端创新不及预期。原材料价格上涨。

投资摘要

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
主营收入(人民币 百万)	20,078	21,021	26,380	32,081	37,463
增长率(%)	(16.7)	4.7	25.5	21.6	16.8
EBITDA(人民币 百万)	2,022	1,924	5,219	6,615	8,021
归母净利润(人民币 百万)	990	556	3,291	4,575	5,784
增长率(%)	(77.9)	(43.9)	492.3	39.0	26.4
最新股本摊薄每股收益(人民币)	0.82	0.46	2.71	3.77	4.76
市盈率(倍)	107.8	192.1	32.4	23.3	18.5
市净率(倍)	5.9	5.0	4.5	4.0	3.5
EV/EBITDA(倍)	49.5	68.5	20.6	15.8	12.6
每股股息(人民币)	0.1	0.1	0.8	1.2	1.5
股息率(%)	0.1	0.1	0.9	1.3	1.7

资料来源:公司公告, 中银证券预测

CIS 向高阶突破，LCOS 布局中长期增长点，DDIC 和模拟积极扩大版图

韦尔股份是全球前十大 fabless 设计公司之一

韦尔股份是中国少数兼具半导体设计和分销能力的企业，可以通过不同业务板块间的协同发展和资源整合，全面稳健地开拓市场。

韦尔股份半导体设计业务由图像传感器解决方案、触控与显示解决方案、模拟解决方案三大业务体系构成。公司产品广泛应用于消费电子、汽车、通信、工控、安防、医疗等领域。根据 TrendForce 数据，2023 年韦尔股份是全球前十大 fabless 半导体公司之一。

韦尔股份半导体分销业务包括电子元件、结构器件、机电系统、集成电路、射频器件等，下游应用覆盖消费单子、汽车、通信、工控等领域。

图表 93. 韦尔股份半导体设计业务明细

业务	产品名称	主要功能	应用领域
图像传感器解决方案	CMOS 图像传感器 (CIS)	将光学信号转化为电信号	消费电子、汽车、安防、医疗、AR/VR 等
	微型影像模组封装 (CameraCubeChip)	晶圆级光学器件和 CMOS 图像传感器的芯片级封装产品，提供图像传感、处理、单芯片输出的功能	医疗、物联网、眼球追踪、AR/VR 等
	硅基液晶投影显示 (LCOS)	采用反射模式的矩阵液晶显示装置	可穿戴设备、微型投影、汽车、医疗等
	特定用途集成电路 (ASIC)	连接主机和 CMOS 图像传感器，并提供接口、压缩引擎、图像信号处理等功能	汽车、安防等
触控与显示解决方案	触控和显示驱动 (TDDI)	侦测用户触控信号，控制和驱动显示屏成像系统	智能手机
	显示驱动 (DDIC)	控制和驱动显示屏成像系统	智能手机
	集成式显示驱动 (TED)	集成源极驱动器和 eDP TCON，可以实现 eDP 的高速数据传输、更低的 BOM 成本、更薄的面板设计	笔记本电脑
模拟解决方案	TVS	提高整个系统的防静电、抗浪涌电流能力	消费电子、汽车、通信、工控、安防等
	MOSFET	信号放大、电子开关、功率控制等	消费电子、汽车、通信、工控、安防等
	肖特基二极管	电源整流、电流控向、截波等	消费电子、汽车、通信、安防等
	LDO	过流保护、过温保护、精密基准源、差分放大器、延迟器等	消费电子、汽车、通信、安防等
	DC-DC	调压、抑制电网侧谐波电流噪声	消费电子
	LED 背光驱动	构造恒流源电路，以维持背光 LED 的发光亮度	消费电子
	模拟开关	信号切换、功能切换等	消费电子、汽车、通信、工控、安防等
	CAN	构建实时性强、可靠性高、通信速率快、互操作性好、灵活性高的协议通讯网络	汽车、工控、物联网、安防等
	LIN	构建简单、低成本的局域网络，为汽车网络提供辅助	汽车、工控、物联网、安防等
SBC	集成了电源、通信、监控诊断、安全监控等特性的独立芯片	汽车、工控、物联网、安防等	

资料来源：韦尔股份 2023 年年报，中银证券

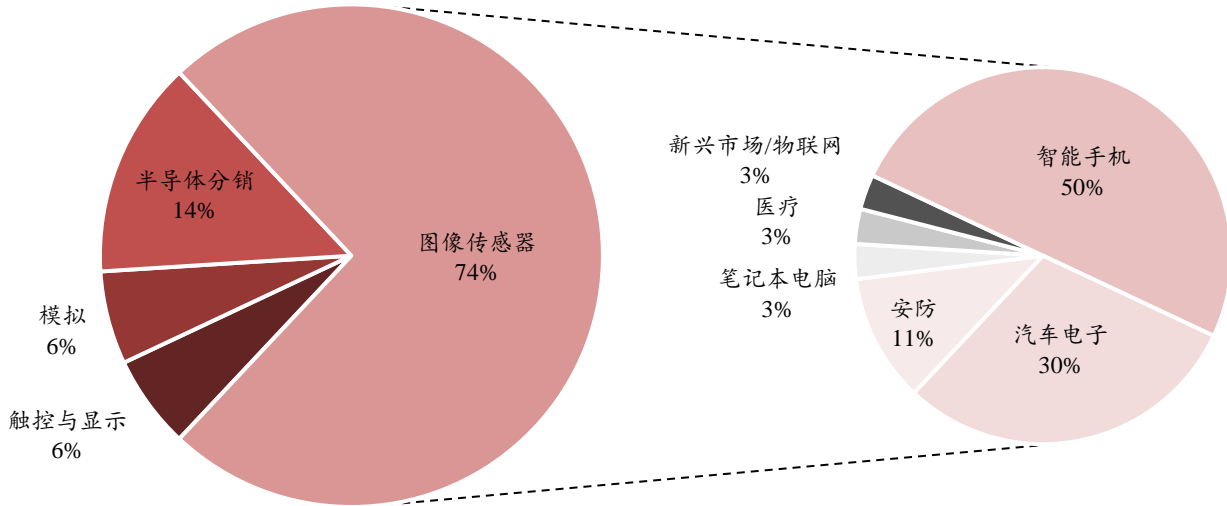
图表 93. 韦尔股份半导体分销业务明细

产品名称	细分产品	主要代理原厂
电子元件	电阻、电容、电感、晶振等	松下、乾坤、国巨、三星、华新科、华德、TXC 等
结构器件	连接器、卡座、卡托、PCB、喇叭、驻极体等	莫仕、松下、南亚、共达等
机电系统	伺服、电机、风扇、PLC 等	松下、NIDEC、台达等
集成电路	芯片、Sensor、Memory、Flash、传感器、二三极管等	光宝、江波龙、XMC、昆腾微、景略、荣湃、力生美、芯昇、前海维晟、海标创、爱芯、九天睿芯、国民技术、博世等
射频器件	滤波器等	松下、ACX、佳利、华莹、芯朴、华新科等

资料来源：韦尔股份 2023 年年报，中银证券

2023 年韦尔股份图像传感器解决方案营业收入约 155.4 亿元，YoY+14%；触控与现实解决方案营业收入约 12.5 亿元，YoY-15%；模拟解决方案营业收入约 11.5 亿元，YoY-9%；半导体分销营业收入约 29.7 亿元，YoY-14%。

图表 94. 韦尔股份 2023 年主营业务收入构成



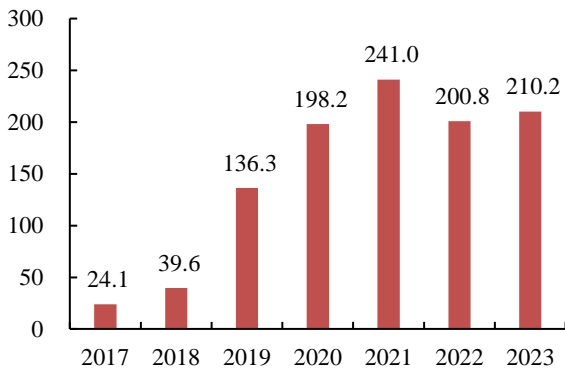
资料来源：韦尔股份 2023 年年报，中银证券

韦尔股份半导体设计业务重回增长曲线

2023 年上半年，受全球经济形势下行和国内外市场需求低迷的影响，同时供应链库存高企导致供需错配，公司在去库存过程中部分产品价格承压，毛利率亦受到较大幅度的影响。2023 年下半年量，市场需求开始逐步复苏，随着公司在高端智能手机市场的新品导入和汽车市场自动驾驶应用的持续渗透，公司营业收入实现显著增长。公司亦积极推动产品结构优化和供应链结构优化，毛利率也逐步恢复。2023 年韦尔股份营业收入约 210.2 亿元，YoY+5%，重回增长轨道。2024Q2 韦尔股份营业收入约 64.5 亿元，YoY+43%；毛利率 30.2%，QoQ+2.4pcts，YoY+12.9pcts。2024Q2 末韦尔股份存货约 67.6 亿元，YoY-31%。随着库存水位逐渐恢复正常，韦尔股份的毛利率亦迎来回升。

图表 95. 韦尔股份年度营业收入变动趋势

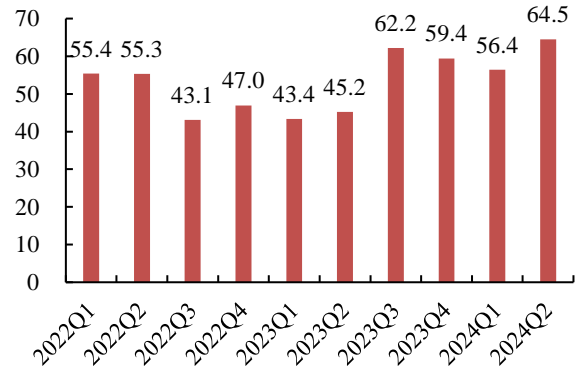
单位：亿元



资料来源：ifind，中银证券

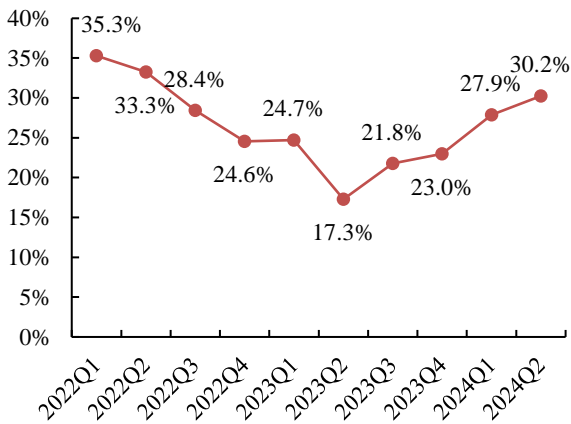
图表 96. 韦尔股份季度营业收入变动趋势

单位：亿元



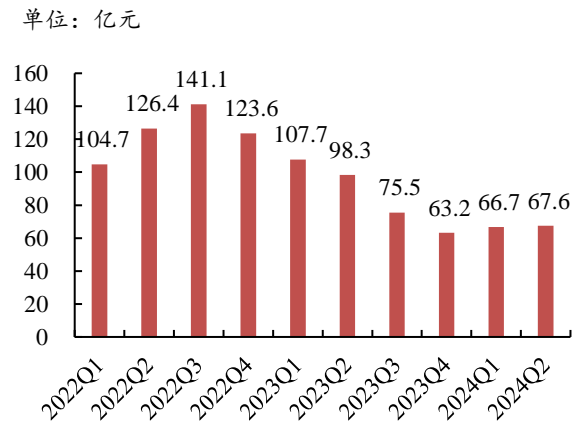
资料来源：ifind，中银证券

图表 97. 韦尔股份季度毛利率变动趋势



资料来源: ifind, 中银证券

图表 98. 韦尔股份季度末存货变动趋势



资料来源: ifind, 中银证券

传统需求复苏, 新兴技术涌现, 全球 CIS 市场增长稳健

2024 年全球 CIS 市场有望迎来增长小高峰。根据群智咨询数据, 2023~2029 年全球 CIS 市场规模有望从 190 亿美元增长至 296 亿美元, 其中 2024 年全球 CIS 市场规模有望达到 214 亿美元, YoY+13%。2023 年全球宏观经济增长趋势放缓, 全球通胀风险和金融风险交织, 叠加高库存急需消化等不利因素, 全球 CIS 市场规模增速也有所放缓。随着 CIS 技术水平的提升和各种应用场景的涌现, 高性能 CIS 有望推动整个市场持续增长。2024 年或成为 CIS 市场增长的一个小高峰。

传统 CIS 需求复苏, 新兴技术成为 CIS 中长期增长点。根据群智咨询数据:

2024 年全球智能手机 CIS 市场规模有望达到 132.2 亿美元, YoY+12.9%。2023 年上半年全球手机销量承压并抑制 CIS 需求。2023 年下半年市场需求出现复苏迹象, 同时 CIS 行业降价清库存, 部分高阶 CIS 以相对较低的成本整合进新款机型, 这推动了手机 CIS 技术和配置的升级。

2024 年全球汽车 CIS 市场规模有望达到 20.3 亿美元, YoY+5.5%。2023 年汽车芯片供应缓解的背景下, 随着汽车 CIS 技术的成熟和越来越多的厂商进入市场并推出竞品, 汽车 CIS 市场竞争加剧并引发价格战。2025 年及以后, 智能汽车竞争焦点可能会转向更为高阶的自动驾驶, 更为先进的传感器融合方案或者新兴汽车车载视觉应用有望再度引领汽车 CIS 市场迎来大幅增长。

2024 年全球 3D Sensing CIS 市场规模有望达到 18.5 亿美元, YoY+15.5%。3D Sensing CIS 的需求主要来自 ADAS 自动驾驶和汽车激光雷达 LiDAR。随着自动驾驶等级和渗透率的提升, 3D Sensing 的需求亦有显著增长。2024 年智能手机的 AIISP (图像信号处理器) 集成 3D Sensing 功能也成为重要的发展趋势, 并有望成为 3D Sensing 领域的新增长点。

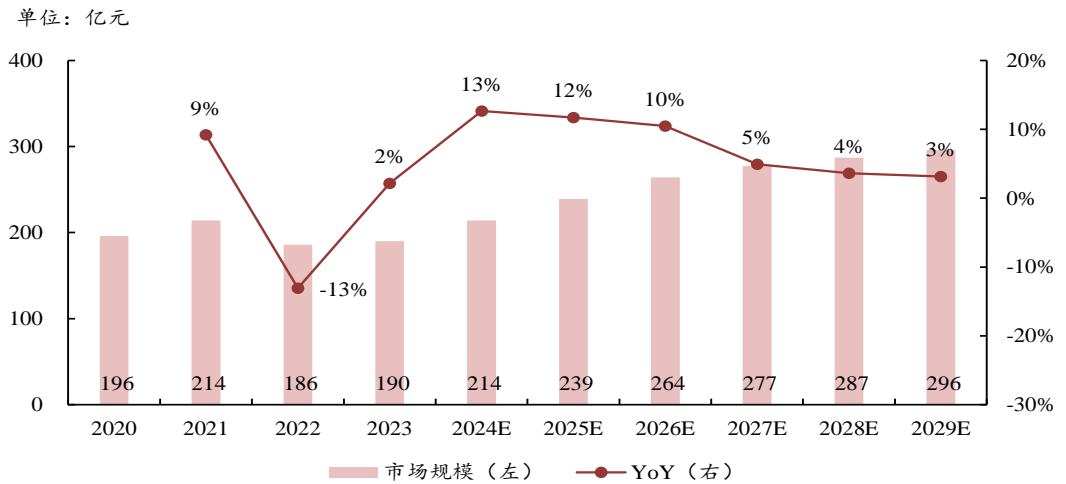
2024 年全球安防 CIS 市场规模有望达到 7.6 亿美元, YoY+2.3%。2023 年全球安防 CIS 市场需求减缓而库存承压。行业竞争激烈导致价格下行。随着经济环境回暖, 老人&小孩&宠物看护、政企等细分领域的需求有望推动安防市场需求复苏。

2024 年全球 PC CIS 市场规模有望达到 1.4 亿美元, YoY+10.6%。2024 年 AIGC 技术或驱动 PC 需求复苏。用户为了获得更加清晰细腻的视频通话和直播体验, 对高清、高分辨率的 CIS 技术需求也越来越普遍。这推动了 PC CIS 市场的增长。

2024 年全球医疗 CIS 市场规模有望达到 5.3 亿美元, YoY+18.4%。尽管后疫情时代以来, 医疗 CIS 市场进入更新换代的平缓期, 但是中长期来看, 人口老龄化加剧和医疗技术升级会推动医疗 CIS 技术持续发展, 并不断催生更新换代需求。

2024 年全球 XR/AR/VR CIS 市场规模有望达到 1.2 亿美元, YoY+65.8%。2023 年索尼 PS VR2、苹果 MR、Meta Quest 3 等新品发布, 以及消费级 AR 市场成长, 共同推动了 XR 行业的积极增长态势。尤其是苹果 MR 的发布, 在品牌效应、生态构建、应用拓展、社会接受度等多个维度加速了 AR 技术的普及和商业化进程。

图表 99. 全球 CIS 市场规模预估



资料来源：群智咨询，中银证券

图表 100. 全球 CIS 下游各应用市场规模和增速

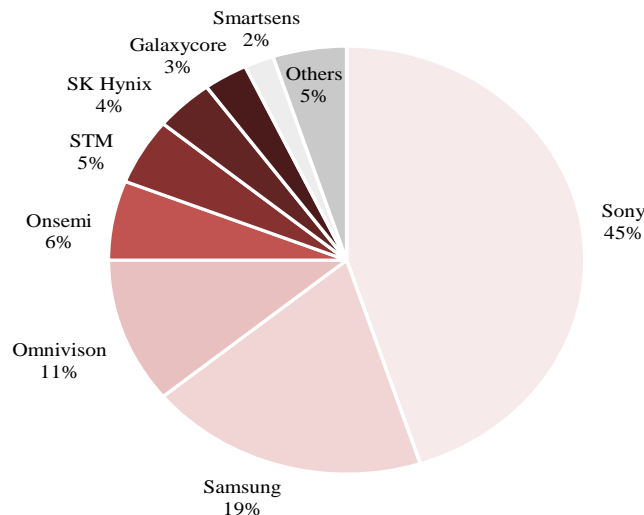
应用	市场规模 (亿美元)			2024 YoY (%)
	2022	2023	2024E	
手机	113.2	117.1	132.2	12.9
自动驾驶	17.9	19.2	20.3	5.5
3D Sensing	13.8	16.0	18.5	15.5
安防	11.0	7.5	7.6	2.3
医疗	4.4	4.5	5.3	18.4
PC	1.3	1.3	1.4	10.6
XR/AR/VR	0.7	0.7	1.2	65.8

资料来源：群智咨询，中银证券

韦尔股份向全球 CIS 龙头索尼、三星发起挑战

海外龙头索尼和三星占据 CIS 市场主要份额。根据 Yole 数据，2023 年全球 CMOS 图像传感器销售额中：索尼以 45% 的市占率位居第一，相较于 2022 年提升 3 个百分点；三星、豪威、安森美分别以 19%、11%、6% 的市占率位居第二、第三、第四，均和 2022 年持平；意法半导体、SK 海力士、格科微、思特威紧随其后，分别位居第五至第八。

图表 101. 2023 年全球 CMOS 图像传感器市场竞争格局 (按销售额计)



资料来源：Yole，芯东西，中银证券

中国智能手机品牌开始转向国产 CMOS 图像传感器供应商。Yole 预计 2024/2025 年中国智能手机市场有望恢复增长，重点放在高端机型上。华为、荣耀等智能手机品牌正在转向国产 CMOS 图像传感器供应商，以避免地缘政治问题，从而推动豪威科技、思特威和格科微的市场份额的提升（2023 年三家厂商共拿下 16% 的市场份额）。根据爱搞机数据，中国安卓智能品牌的旗舰机型，如小米 14 系列、红米 K70 系列、华为 P70 系列、荣耀 Magic6 系列、iQOO12 系列等机型已经开始陆续采用豪威科技的 OV50K40、OV50H、OV50E 等产品。国产 CMOS 图像传感器厂商思特威和格科微也已经推出了规格上对标索尼 IMX700、IMX766 的高端产品。

韦尔股份高端 CIS 取得突破性进展。根据韦尔股份 2023 年年报，公司 5000 万像素及以上 CMOS 图像传感器新品在 2023Q3 顺利实现量产交付。2023 年韦尔股份智能手机相关的 CMOS 图像传感器业务营业收入从 2022 年的 53.97 亿元增长至 77.79 亿元，其中 5000 万像素及以上（含 5000 万、6400 万、1 亿像素等）产品营业收入贡献占比超过 60%。

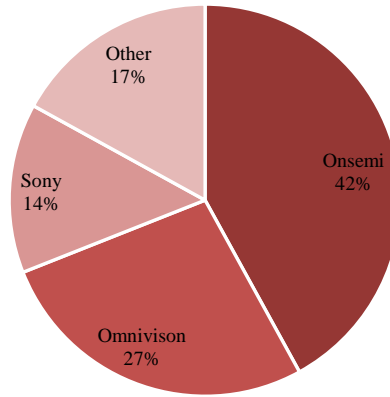
图表 102. 全球主要 CIS 传感器厂商旗舰产品及其机型搭载情况

品牌	型号	光学尺寸	像素	像素尺寸	搭载机型或备注
索尼	LYT900	1/1.02	5000 万	1.6μm	OPPO Find X7 Ultra 首发
	IMX989	1/1.02	5000 万	1.6μm	小米 12S Ultra/13 Pro/13 Ultra、OPPO Find X6 Pro、Vivo X90 Pro/X90 Pro+/X100 Pro
	IMX707	1/1.28	5000 万	1.22μm	小米 12 Pro/12S/12S Pro
	IMX700	1/1.28	5000 万	1.22μm	华为 P40/Mate40、荣耀 30 Pro+
	IMX803	1/1.3	4800 万	1.22μm	苹果 iPhone 14Pro/14Pro Max/15Pro/15Pro Max
	LYT808	1/1.4	5000 万	1.12μm	OPPO Find X7、Realme GT5 Pro、一加 12
	IMX800/866	1/1.49	5400 万	1.0μm	小米 13/Civi 3、红米 K60 Pro、荣耀 70/80GT、Vivo X80/X90、iQOO 11 Pro/Neo8 Pro
	IMX766	1/1.56	5000 万	1.0μm	华为 P50/Mate50/Mate50 Pro/Mate60/Mate60 Pro、小米 12/12X、OPPO Find X3/Find X5/Find N、Realme GT2/GT2 Pro/GT Neo3、iQOO 8 系列、荣耀 Magic3/Magic3 Pro/Magic4/Magic4 Pro
三星	HP2	1/1.3	2 亿	0.6μm	三星 Galaxy S23 Ultra
	HP3	1/1.4	2 亿	0.56μm	红米 Note 13 Pro/Note 13 Pro+、荣耀 80 Pro/90/90 Pro、魅族 21
	HM1/3	1/1.33	1.08 亿	0.8μm	三星 Galaxy S20 Ultra/S21 Ultra/S22 Ultra
	HMX	1/1.33	1.08 亿	0.8μm	小米 CC9 Pro/10/10Pro/10S/11
豪威	GN2/GNH	1/1.12	5000 万	1.4μm	小米 11 Pro/11 Ultra、荣耀 Magic4 至臻版/Magic5 Pro
	OV50K40	1/1.3	5000 万	1.2μm	荣耀 Magic6 至臻版/Magic6 保时捷版
	OV50H	1/1.3	5000 万	1.2μm	华为 P70、小米 14/14 Pro、iQOO 12/12 Pro、荣耀 Magic6/Magic6 Pro、魅族 21 Pro
	OV50E	1/1.55	5000 万	1.0μm	红米 K70/K70 Pro、Vivo S18
思特威	OV50A	1/1.55	5000 万	1.0μm	OPPO Reno 8、Moto Edge X30
	SC580XS	1/1.28	5000 万	1.22μm	规格上和索尼 IMX700/707 同级
格科微	SC550XS	1/1.56	5000 万	1.0μm	规格上和索尼 IMX766/890 同级
	GC50B2	1/1.56	5000 万	1.0μm	规格上和索尼 IMX766/890 同级

资料来源：爱搞机，中银证券

韦尔股份在汽车 CIS 市场具备较强的竞争力。根据 Yole 数据，2022 年全球汽车 CMOS 图像传感器销售额中，安森美、豪威、索尼分别以 42%、27%、14% 的市占率位居第一、第二、第三。汽车 CIS 在上车前需要通过 AEC Q100 和 ISO 26262 标准认证，具有一定的门槛。根据芯智讯援引豪威科技数据，2022 年以前豪威科技是国内唯一能够量产通过 ASIL B 和 ASIL C 认证的汽车 CIS 厂商。根据韦尔股份 2023 年年报，公司汽车 CIS 覆盖 ADAS、驾驶室内部监控、电子后视镜、仪表盘摄像头、后视、全息影像等广泛的汽车应用。2023 年韦尔股份汽车相关的 CMOS 图像传感器业务营业收入从 2022 年的 36.33 亿元增长至 45.47 亿元。

图表 103. 2022 年全球汽车 CMOS 图像传感器市场竞争格局（按销售额计）



资料来源: Yole, 芯东西, 中银证券

LCoS 有望成为潜在增长点

硅基液晶 LCoS (Liquid Crystal on Silicon) 是一种结合了硅基芯片和液晶技术的光学元件。LCoS 可以将电信号通过微小的互连引线输入到硅基芯片上, 驱动液晶阵列变换像素状态, 从而实现图像的显示。LCoS 广泛应用于投影仪、HUD、XR/AR/VR、医疗、光通信、航天遥感等领域。

LCoS 优点包括: 1) 技术成熟, 成本较低; 2) 光利用率可以提高至 40%, 亮度较高; 3) 半导体工艺, 可以通过制程的微细化提高解析度。LCoS 的缺点包括: 1) 对比度低; 2) 需要和 PBS 配合使用, 限制了整体光机的小型化。目前 LCoS 作为光机已经广泛应用在 AR 产品中, 如 HoloLens 1、Magic Leap 1/2、Lumus 等。根据艾邦 AR/VR 网报道, 苹果的专利申请显示其正在考虑在未来的 AR 眼镜中使用 LCoS 技术。

图表 104. 微显示技术对比

显示类型	LCD	LCoS	DLP	Micro OLED	Micro LED	LBS
响应速度	毫秒级	毫秒级	毫秒级	微秒级	微秒级	微秒级
对比度	200:1	1000:1	2500:1	100000:1	100000:1	50000:1
光源	外部光源	外部光源	外部光源	自发光	自发光	外部光源
亮度	3000nit	>10000nit	>20000nit	1000~8000nit	1000000nit	100000nit
工作温度	0~60°C	<50°C	-40~105°C	-50~70°C	-100~120°C	-
功耗	高	高	中	低	低	低
搭配成像方案	Pancake	光波导/棱镜	光波导	自由曲面/光波导/Birdbath/Pancake	光波导	光波导

资料来源: 艾邦智造, 中银证券

2023 年 6 月豪威集团发布首款用于下一代 AR/XR/MR 眼镜的全集成、低功耗、单芯片的 648p LCoS 解决方案 OP03011。OP03011 LCoS 面板在 0.14 英寸的光学尺寸中采用了 3.8 微米像素, 具有低功耗和轻量化的设计特点, 适用于较低视场和较低分辨率的应用, 如 AR 眼镜。除 AR/XR/MR 领域外, 韦尔股份的 LCoS 还可以适配汽车 AR-HUD 应用。目前公司的 LCoS 已经在汽车 AR-HUD 方案中实现量产交付。

图表 105. 豪威集团发布新一代 LCoS 芯片 OP03011

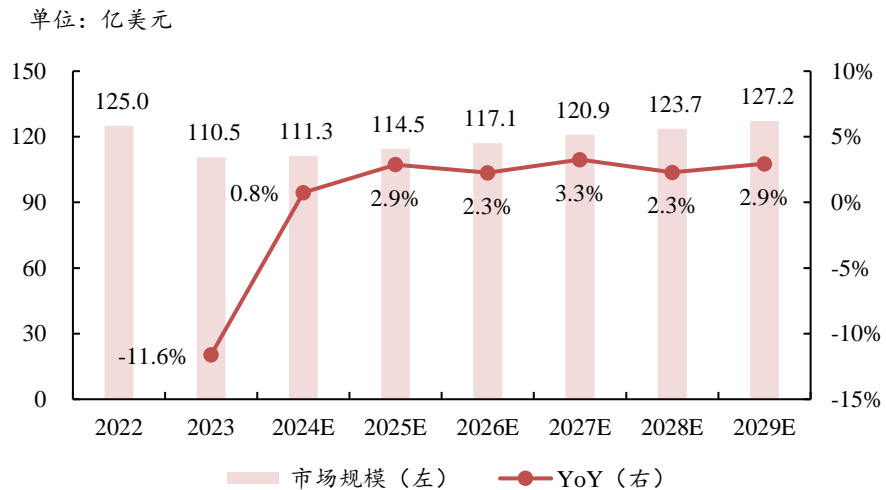


资料来源: OmniVision, 中银证券

OLED DDIC 突破, 车规级 TDDI 接力

全球显示驱动芯片行业有望筑底回升。根据群智咨询预估, 在经历了两年的下行期后, 全球消费电子市场有望走出阴霾, 预计从 2024 年起进入温和复苏阶段, 但是受宏观经济环境限制, 增长动力有限。2024 年全球 DDIC 市场规模有望达到 111.3 亿美元, YoY+0.8%。

图表 106. 全球显示驱动芯片市场规模预估



资料来源: 群智咨询, 中银证券

根据奥维睿沃数据, 从竞争格局来看:

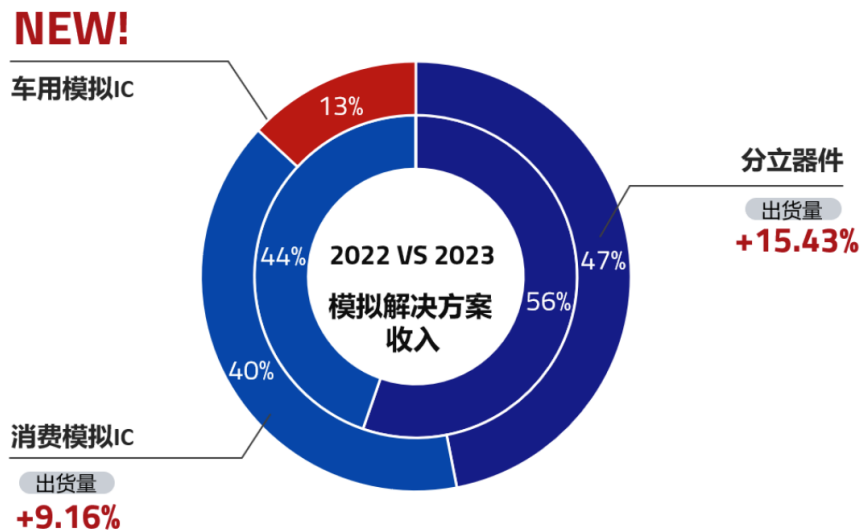
1. **中国大陆厂商在 TV 和 IT DDIC 市场上正打破韩国、中国台湾厂商垄断。**2021 年大规模缺芯后, 全球各地区开始强调供应链安全。随着中国大陆 LCD 面板厂商产能聚焦于中国大陆后, 供应链国产化率也大幅提高。奥维睿沃预计到 2023 年末中国大陆供应商在 TV DDIC 比例将上升至 31%, 在 MNT DDIC 比例将上升至 22%, 在 NB DDIC 比例将上升至 4%。
2. **中国大陆厂商智能手机 DDIC 市场份额显著提升。**2023 年中国台湾厂商联咏和奕力在智能手机 LCD DDIC 市场份额合计约 55%; 集创北方、豪威、天德钰凭借激进的价格策略, 在大陆 LCD DDIC 的市场份额大幅提升, 国产化率超过 30%。2023 年韩国和中国台湾厂商凭借三星和苹果手机供应的优势, 在智能手机 OLED DDIC 市场上拥有绝对性的垄断地位; 同时国产安卓品牌手机也开始扶持国内供应商, 云英谷已经成为小米主要供应商, 奕斯伟和集创北方也成功进入荣耀供应链, 智能手机 OLED DDIC 国产化率也即将突破 5%。
3. **台企在汽车 TDDI 市场上独强格局短期内难以改变。**汽车 TDDI 规格较高, 验证周期长而繁杂。2023 年台系在汽车 TDDI 市场份额超过 85%, 其中联咏和奇景光电份额最大, 且几乎为所有面板厂提供汽车 TDDI。随着中国大陆新能源汽车的壮大, 国产 TDDI 也有望起量。奕斯伟、集创北方等厂商也已经在汽车 TDDI 领域积极布局。

韦尔股份积极布局智能手机 OLED DDIC 和汽车 TDDI 领域。根据韦尔股份 2023 年年报，韦尔股份已经开发出 OD6630 和 OD6631 等智能手机 OLED DDIC。同时公司新投入车载显示驱动产品的开发，预计将在 2024 年下半年推出首款符合市场主流需求的车规级 TDDI 产品。

进军车用模拟芯片领域

韦尔股份模拟解决方案主要包括模拟 IC 和分立器件。2023 年韦尔股份收购芯力特，并在天津扩大了车用模拟芯片研发团队，将模拟解决方案产品版图从原先的消费和工业市场进一步拓展至汽车市场。因为供应链端库存高企的原因，部分产品在库存去化过程中价格承压，公司 2023 年模拟解决方案业务营业收入约 11.54 亿元，YoY-8.6%。根据韦尔股份 2023 年年报，公司将继续推进在车用模拟芯片的布局，推进 CAN/LIN、SerDes、PMIC、SBC 等多产品的验证导入，为模拟解决方案的成长贡献新的增长点。

图表 107. 2023 年韦尔股份模拟解决方案具体业务构成



注：2022 年度出货量已剔除韦尔股份剥离产品线影响
资料来源：韦尔股份 2023 年年报，中银证券

盈利预测

韦尔股份主营业务包括图像传感器解决方案、模拟解决方案、触控和显示驱动、半导体设计服务、半导体代理销售。

图像传感器解决方案：随着韦尔股份 OV50K40、OV50H、OV50E 等中高端 CIS 产品开始导入国产安卓智能手机后置主摄，我们预计 2024~2026 年公司智能手机 CIS 业务营业收入有望迎来快速增长。考虑到韦尔股份汽车 CIS 具备较强的竞争力，随着汽车自动驾驶渗透率的提升，我们预计 2024~2026 年公司汽车 CIS 业务营业收入有望迎来较快增长。考虑到安防和 PC 行业比较成熟，我们预计 2024~2026 年公司安防和 PC CIS 业务营业收入有望迎来稳健增长。以 XR/AR/VR 为代表的创新应用尚处于生命周期的早期，公司相关业务具有潜在的增长性。总体而言，我们预计 2024~2026 年公司图像传感器解决方案业务营业收入有望迎来较快增长，同时毛利率稳健回升。

模拟解决方案：2023 年模拟行业库存居于高位，部分产品在清库存的过程中有所降价。在库存影响减弱的情况下，我们预计 2024 和 2025 年模拟行业会迎来复苏性增长。再考虑到 2023 年韦尔股份收购芯力特并进军汽车模拟赛道，我们预计公司模拟解决方案业务营业收入在 2024~2025 年会迎来复苏性增长，并在 2026 年保持稳健增长，同时毛利率稳健回升。

触控和显示驱动：群智咨询预估 2024 年 DDIC 行业将迎来温和复苏。韦尔股份在 2023 年推出其新产品 OLED DDIC，目前尚处于智能手机品牌的导入期。韦尔股份预计将在 2024 年下半年推出汽车 TDDI 产品。我们预计韦尔股份触控和显示驱动业务营业收入在 2024 年将迎来复苏性增长，在 2025 和 2026 年将迎来显著增长（受益于 OLED DDIC 和汽车 TDDI 的品类扩张），同时毛利率从底部回升。

半导体设计服务：半导体设计服务占营业收入比重较小。我们预计 2024~2026 年公司半导体设计服务业务营业收入将保持小幅增长，同时毛利率保持稳定。

半导体代理销售：半导体代理销售非公司核心业务。我们预计 2024~2026 年公司半导体代理销售业务营业收入将保持小幅增长，同时毛利率保持稳定。

图表 108. 韦尔股份盈利预测

时间	2023	2024E	2025E	2026E	
1、图像传感器解决方案	营业收入 (百万元)	15,536	20,210	24,881	29,416
	YoY		30.1	23.1	18.2
毛利润 (百万元)	3,734	6,669	8,335	10,002	
毛利率 (%)	24.0	33.0	33.5	34.0	
1.1、智能手机	营业收入 (百万元)	7,779	11,344	15,039	18,611
	YoY (%)		45.8	32.6	23.8
1.2、汽车电子	营业收入 (百万元)	4,547	5,405	6,161	6,938
	YoY (%)		18.9	14.0	12.6
1.3、安防	营业收入 (百万元)	1,722	1,777	1,846	1,915
	YoY (%)		3.2	3.9	3.8
1.4、PC	营业收入 (百万元)	534	587	629	660
	YoY (%)		10.0	7.0	5.0
1.5、其他	营业收入 (百万元)	954	1,097	1,207	1,291
	YoY (%)		15.0	10.0	7.0
2、模拟解决方案	营业收入 (百万元)	1,154	1,446	1,823	2,130
	YoY (%)		25.3	26.1	16.8
毛利润 (百万元)	430	549	702	831	
毛利率 (%)	37.3	38.0	38.5	39.0	
3、触控和显示驱动	营业收入 (百万元)	1,250	1,551	2,110	2,552
	YoY (%)		24.1	36.0	20.9
毛利润 (百万元)	119	155	259	383	
毛利率 (%)	9.5	10.0	12.3	15.0	
4、半导体设计服务	营业收入 (百万元)	56	58	59	61
	YoY (%)		3.0	3.0	3.0
毛利润 (百万元)	55	55	56	58	
毛利率 (%)	98.2	95.0	95.0	95.0	
5、半导体代理销售	营业收入 (百万元)	2,970	3,059	3,151	3,245
	YoY (%)		3.0	3.0	3.0
毛利润 (百万元)	196	214	236	260	
毛利率 (%)	6.6	7.0	7.5	8.0	
6、其他	营业收入 (百万元)	54	56	57	59
	YoY (%)		3.0	3.0	3.0
毛利润 (百万元)	41	42	43	44	
毛利率 (%)	75.9	75.0	75.0	75.0	
总营业收入 (百万元)	21,021	26,380	32,081	37,463	
	YoY (%)		25.5	21.6	16.8
总毛利润 (百万元)	4,574	7,685	9,632	11,577	
毛利率 (%)	21.8	29.1	30.0	30.9	

资料来源: ifind, 韦尔股份 2023 年年报, 中银证券

估值

我们选取了主营业务为 CIS 的思特威、格科微，和主营业务为模拟芯片的圣邦股份作为韦尔股份的可比对象。思特威、格科微的 CIS 主要应用于智能手机、PC、汽车、安防等领域。圣邦股份的模拟芯片主要应用于消费电子、工控、汽车等领域。总体而言，上述公司和韦尔股份具有一定的可比性。

截至 2024 年 8 月 26 日收盘，韦尔股份 2024/2025/2026 年的 PE 分别为 32.4/23.3/18.5 倍，而可比公司的平均值为 73.8/42.0/29.8 倍。

图像传感器领域，公司高端智能手机 CIS 在安卓品牌手机后置主摄上对海外品牌形成替代；公司汽车 CIS 具备较强的市场竞争力，有望持续受益于自动驾驶渗透率提升的行业趋势；XR/AR/VR 作为消费电子终端创新产品，亦是公司潜在的增长板块。模拟领域，模拟行业库存对行业的压制影响力正在减弱，而公司收购芯力特进军汽车模拟赛道并有望带来远期增量。触控和显示驱动领域，行业有望在 2024 年迎来温和复苏，而公司 OLED DDIC 和汽车 TDDI 正处于导入期或研发期并有望带来远期增量。首次覆盖，给予**买入**评级。

图表 109. 韦尔股份和同行企业估值对比

证券代码	证券名称	总市值 (亿元)	归母净利润 (亿元)			PE (倍)			评级
			2024E	2025E	2026E	2024E	2025E	2026E	
688213.SH	思特威	186	4.6	8.1	12.0	40.3	23.0	15.5	买入
688728.SH	格科微	273	2.5	4.7	6.5	109.7	58.0	41.9	未有评级
300661.SZ	圣邦股份	309	4.3	6.9	9.6	71.5	45.1	32.2	未有评级
	平均值					73.8	42.0	29.8	
603501.SH	韦尔股份	1,067	32.9	45.8	57.8	32.4	23.3	18.5	买入

注：时间截至 2024 年 8 月 28 日收盘。格科微、圣邦股份尚未覆盖，未有评级公司盈利预测均来自 ifind 一致预期。

资料来源：ifind，中银证券

风险提示

行业需求复苏不及预期。全球宏观经济存在不确定性。CMOS 传感器行业下游需求受宏观经济复苏影响。如果终端需求复苏不及预期，这将影响整个板块的业绩表现。

市场竞争格局恶化。随着越来越多的市场竞争者进入 CMOS 传感器行业及其产业链，市场竞争格局有进一步恶化的可能性。如果市场价格战持续，这将影响整个板块的业绩表现。

终端应用创新不及预期。智能眼镜属于终端创新产品，这也是韦尔股份重点布局的增长领域。如果终端创新产品功能升级不及消费者预期，其渗透率提升速度也会相对缓慢，并进而影响供应链公司的业绩表现。

原材料价格上涨。如果晶圆厂稼动率恢复，其可能会对上游供应链采取涨价措施来调控投片量，这将会提高设计环节的成本，并对整个板块的盈利能力造成影响。

利润表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
营业总收入	20,078	21,021	26,380	32,081	37,463
营业收入	20,078	21,021	26,380	32,081	37,463
营业成本	13,903	16,446	18,695	22,449	25,886
营业税金及附加	25	33	40	48	56
销售费用	516	467	528	610	599
管理费用	765	623	659	802	937
研发费用	2,496	2,234	2,506	2,887	3,259
财务费用	594	457	310	216	167
其他收益	82	60	0	0	0
资产减值损失	(1,432)	(369)	0	0	0
信用减值损失	35	(91)	15	15	15
资产处置收益	7	2	0	0	0
公允价值变动收益	(221)	231	0	0	0
投资收益	1,047	73	0	0	0
汇兑收益	0	0	0	0	0
营业利润	1,298	667	3,656	5,084	6,573
营业外收入	5	26	0	0	0
营业外支出	2	2	0	0	0
利润总额	1,301	691	3,656	5,084	6,573
所得税	343	148	366	508	789
净利润	958	544	3,291	4,575	5,784
少数股东损益	(32)	(12)	0	0	0
归母净利润	990	556	3,291	4,575	5,784
EBITDA	2,022	1,924	5,219	6,615	8,021
EPS(最新股本摊薄, 元)	0.82	0.46	2.71	3.77	4.76

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

资产负债表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
流动资产	19,613	20,264	22,232	26,479	31,725
货币资金	4,026	9,086	9,300	12,154	15,773
应收账款	2,502	4,031	4,176	4,379	4,570
应收票据	23	25	36	39	48
存货	12,356	6,322	7,700	8,888	10,095
预付账款	236	221	299	325	394
合同资产	0	0	0	0	0
其他流动资产	469	579	722	695	844
非流动资产	15,577	17,479	17,044	16,168	15,515
长期投资	5,202	5,481	5,481	5,481	5,481
固定资产	2,047	2,586	2,736	2,691	2,532
无形资产	2,018	2,305	1,873	1,429	971
其他长期资产	6,310	7,107	6,954	6,567	6,531
资产合计	35,190	37,743	39,276	42,647	47,240
流动负债	10,373	9,069	9,425	9,558	10,171
短期借款	3,632	2,671	2,000	2,000	2,000
应付账款	1,128	1,663	1,764	1,728	1,867
其他流动负债	5,613	4,734	5,661	5,830	6,303
非流动负债	6,717	7,180	6,073	6,138	6,105
长期借款	2,750	2,977	2,000	2,000	2,000
其他长期负债	3,967	4,202	4,073	4,138	4,105
负债合计	17,090	16,248	15,498	15,696	16,276
股本	1,185	1,216	1,214	1,214	1,214
少数股东权益	82	44	44	44	44
归属母公司股东权益	18,018	21,451	23,734	26,907	30,920
负债和股东权益合计	35,190	37,743	39,276	42,647	47,240

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

现金流量表(人民币 百万)

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
净利润	958	544	3,291	4,575	5,784
折旧摊销	1,045	1,166	1,252	1,315	1,281
营运资金变动	(5,221)	5,257	(1,263)	(993)	(1,147)
其他	1,224	569	(4)	373	89
经营活动现金流	(1,993)	7,537	3,277	5,271	6,006
资本支出	(2,259)	(1,048)	(565)	(565)	(565)
投资变动	(2,135)	(161)	0	0	0
其他	377	(1,254)	0	0	0
投资活动现金流	(4,017)	(2,464)	(565)	(565)	(565)
银行借款	547	(733)	(1,649)	0	0
股权融资	(323)	2,089	(1,008)	(1,402)	(1,772)
其他	2,031	(1,419)	159	(451)	(50)
筹资活动现金流	2,255	(64)	(2,498)	(1,852)	(1,822)
净现金流	(3,755)	5,009	214	2,854	3,619

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

财务指标

年结日: 12月31日	2022	2023	2024E	2025E	2026E
成长能力					
营业收入增长率(%)	(16.7)	4.7	25.5	21.6	16.8
营业利润增长率(%)	(74.0)	(48.6)	448.4	39.0	29.3
归属于母公司净利润增长率(%)	(77.9)	(43.9)	492.3	39.0	26.4
息税前利润增长率(%)	(79.6)	(22.5)	423.9	33.6	27.2
息税折旧前利润增长率(%)	(64.6)	(4.9)	171.3	26.7	21.3
EPS(最新股本摊薄)增长率(%)	(77.9)	(43.9)	492.3	39.0	26.4
获利能力					
息税前利润率(%)	4.9	3.6	15.0	16.5	18.0
营业利润率(%)	6.5	3.2	13.9	15.8	17.5
毛利率(%)	30.8	21.8	29.1	30.0	30.9
归母净利润率(%)	4.9	2.6	12.5	14.3	15.4
ROE(%)	5.5	2.6	13.9	17.0	18.7
ROIC(%)	2.3	1.8	10.6	13.0	14.6
偿债能力					
资产负债率	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3
净负债权益比	0.5	0.1	0.0	(0.1)	(0.2)
流动比率	1.9	2.2	2.4	2.8	3.1
营运能力					
总资产周转率	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8
应收账款周转率	7.5	6.4	6.4	7.5	8.4
应付账款周转率	10.8	15.1	15.4	18.4	20.8
费用率					
销售费用率(%)	2.6	2.2	2.0	1.9	1.6
管理费用率(%)	3.8	3.0	2.5	2.5	2.5
研发费用率(%)	12.4	10.6	9.5	9.0	8.7
财务费用率(%)	3.0	2.2	1.2	0.7	0.4
每股指标(元)					
每股收益(最新摊薄)	0.8	0.5	2.7	3.8	4.8
每股经营现金流(最新摊薄)	(1.6)	6.2	2.7	4.3	4.9
每股净资产(最新摊薄)	14.8	17.7	19.5	22.2	25.5
每股股息	0.1	0.1	0.8	1.2	1.5
估值比率					
P/E(最新摊薄)	107.8	192.1	32.4	23.3	18.5
P/B(最新摊薄)	5.9	5.0	4.5	4.0	3.5
EV/EBITDA	49.5	68.5	20.6	15.8	12.6
价格/现金流(倍)	(53.6)	14.2	32.6	20.3	17.8

资料来源: 公司公告, 中银证券预测

披露声明

本报告准确表述了证券分析师的个人观点。该证券分析师声明，本人未在公司内、外部机构兼任有损本人独立性与客观性的其他职务，没有担任本报告评论的上市公司的董事、监事或高级管理人员；也不拥有与该上市公司有关的任何财务权益；本报告评论的上市公司或其它第三方都没有或没有承诺向本人提供与本报告有关的任何补偿或其它利益。

中银国际证券股份有限公司同时声明，将通过公司网站披露本公司授权公众媒体及其他机构刊载或者转发证券研究报告有关情况。如有投资者于未经授权的公众媒体看到或从其他机构获得本研究报告的，请慎重使用所获得的研究报告，以防止被误导，中银国际证券股份有限公司不对其报告理解和使用承担任何责任。

评级体系说明

以报告发布日后公司股价/行业指数涨跌幅相对同期相关市场指数的涨跌幅的表现为基准：

公司投资评级：

- 买入：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 20% 以上；
- 增持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 10%-20%；
- 中性：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数变动幅度在 -10%-10% 之间；
- 减持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数跌幅在 10% 以上；
- 未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

行业投资评级：

- 强于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现强于基准指数；
- 中性：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现基本与基准指数持平；
- 弱于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现弱于基准指数；
- 未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

沪深市场基准指数为沪深 300 指数；新三板市场基准指数为三板成指或三板做市指数；香港市场基准指数为恒生指数或恒生中国企业指数；美股市场基准指数为纳斯达克综合指数或标普 500 指数。

风险提示及免责声明

本报告由中银国际证券股份有限公司证券分析师撰写并向特定客户发布。

本报告发布的特定客户包括：1) 基金、保险、QFII、QDII 等能够充分理解证券研究报告，具备专业信息处理能力的中银国际证券股份有限公司的机构客户；2) 中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队，其可参考使用本报告。中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队可能以本报告为基础，整合形成证券投资顾问服务建议或产品，提供给接受其证券投资顾问服务的客户。

中银国际证券股份有限公司不以任何方式或渠道向除上述特定客户外的公司个人客户提供本报告。中银国际证券股份有限公司的个人客户从任何外部渠道获得本报告的，亦不应直接依据所获得的研究报告作出投资决策；需充分咨询证券投资顾问意见，独立作出投资决策。中银国际证券股份有限公司不承担任何由此产生的任何责任及损失等。

本报告期内含保密信息，仅供收件人使用。阁下作为收件人，不得出于任何目的直接或间接复制、派发或转发此报告全部或部分内容予任何其他人，或将此报告全部或部分内容发表。如发现本研究报告被私自转载或转发的，中银国际证券股份有限公司将及时采取维权措施，追究有关媒体或者机构的责任。所有本报告期内使用的商标、服务标记及标记均为中银国际证券股份有限公司或其附属及关联公司（统称“中银国际集团”）的商标、服务标记、注册商标或注册服务标记。

本报告及其所载的任何信息、材料或内容只提供给阁下作参考之用，并未考虑到任何特别的投资目的、财务状况或特殊需要，不能成为或被视为出售或购买或认购证券或其它金融票据的要约或邀请，亦不构成任何合约或承诺的基础。中银国际证券股份有限公司不能确保本报告中提及的投资产品适合任何特定投资者。本报告的内容不构成对任何人的投资建议，阁下不会因为收到本报告而成为中银国际集团的客户。阁下收到或阅读本报告须在承诺购买任何报告中所指之投资产品之前，就该投资产品的适合性，包括阁下的特殊投资目的、财务状况及其特别需要寻求阁下相关投资顾问的意见。

尽管本报告所载资料的来源及观点都是中银国际证券股份有限公司及其证券分析师从相信可靠的来源取得或达到，但撰写本报告的证券分析师或中银国际集团的任何成员及其董事、高管、员工或其他任何个人（包括其关联方）都不能保证它们的准确性或完整性。除非法律或规则规定必须承担的责任外，中银国际集团任何成员不对使用本报告的材料而引致的损失负任何责任。本报告对其中所包含的或讨论的信息或意见的准确性、完整性或公平性不作任何明示或暗示的声明或保证。阁下不应单纯依靠本报告而取代个人的独立判断。本报告仅反映证券分析师在撰写本报告时的设想、见解及分析方法。中银国际集团成员可发布其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦有可能采取与本报告观点不同的投资策略。为免生疑问，本报告所载的观点并不代表中银国际集团成员的立场。

本报告可能附载其它网站的地址或超级链接。对于本报告可能涉及到中银国际集团本身网站以外的资料，中银国际集团未有参阅有关网站，也不对它们的内容负责。提供这些地址或超级链接（包括连接到中银国际集团网站的地址及超级链接）的目的，纯粹为了阁下的方便及参考，连结网站的内容不构成本报告的任何部份。阁下须承担浏览这些网站的风险。

本报告所载的资料、意见及推测仅基于现状，不构成任何保证，可随时更改，毋须提前通知。本报告不构成投资、法律、会计或税务建议或保证任何投资或策略适用于阁下个别情况。本报告不能作为阁下私人投资的建议。

过往的表现不能被视作将来表现的指示或保证，也不能代表或对将来表现做出任何明示或暗示的保障。本报告所载的资料、意见及预测只是反映证券分析师在本报告所载日期的判断，可随时更改。本报告中涉及证券或金融工具的价格、价值及收入可能出现上升或下跌。

部分投资可能不会轻易变现，可能在出售或变现投资时存在难度。同样，阁下获得有关投资的价值或风险的可靠信息也存在困难。本报告中包含或涉及的投资及服务可能未必适合阁下。如上所述，阁下须在做出任何投资决策之前，包括买卖本报告涉及的任何证券，寻求阁下相关投资顾问的意见。

中银国际证券股份有限公司及其附属及关联公司版权所有。保留一切权利。

中银国际证券股份有限公司

中国上海浦东
银城中路 200 号
中银大厦 39 楼
邮编 200121
电话: (8621) 6860 4866
传真: (8621) 5888 3554

相关关联机构:

中银国际研究有限公司

香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话:(852) 3988 6333
致电香港免费电话:
中国网通 10 省市客户请拨打: 10800 8521065
中国电信 21 省市客户请拨打: 10800 1521065
新加坡客户请拨打: 800 852 3392
传真:(852) 2147 9513

中银国际证券有限公司

香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话:(852) 3988 6333
传真:(852) 2147 9513

中银国际控股有限公司北京代表处

中国北京市西城区
西单北大街 110 号 8 层
邮编:100032
电话: (8610) 8326 2000
传真: (8610) 8326 2291

中银国际(英国)有限公司

2/F, 1 Lothbury
London EC2R 7DB
United Kingdom
电话: (4420) 3651 8888
传真: (4420) 3651 8877

中银国际(美国)有限公司

美国纽约市美国大道 1045 号
7 Bryant Park 15 楼
NY 10018
电话: (1) 212 259 0888
传真: (1) 212 259 0889

中银国际(新加坡)有限公司

注册编号 199303046Z
新加坡百得利路四号
中国银行大厦四楼(049908)
电话: (65) 6692 6829 / 6534 5587
传真: (65) 6534 3996 / 6532 3371