

2025 年 07 月 21 日

水晶光电 (002273.SZ)

投资评级：买入（首次）

——多层次业务布局注入增长活力，组织架构升级激发新势能

证券分析师

葛星甫
SAC: S1350524120001
gexingfu@huayuanstock.com

联系人

熊宇翔
xiongyuxiang@huayuanstock.com

市场表现：



基本数据 2025 年 07 月 18 日

收盘价（元）	20.16
一年内最高/最低（元）	27.77/15.10
总市值（百万元）	28,035.15
流通市值（百万元）	27,375.53
总股本（百万股）	1,390.63
资产负债率（%）	17.68
每股净资产（元/股）	6.66

资料来源：聚源数据

投资要点：

公司深耕光学赛道二十余载，多元化布局带来长期增长势能。公司自 2002 年成立以来，以核心技术为轴，已构建以消费电子为支柱的第一成长曲线，以车载光学为突破的第二成长曲线，以及以 AR/VR 为前瞻的第三成长曲线的业务版图，产品生态从单一的元器件拓展至元器件、模组及解决方案三者并存，结构持续优化，内生动力充足。2024 年，公司业绩延续增长态势，实现营收 62.78 亿元，同比+23.67%，2005 年以来 CAGR 为 29.53%；归母净利润 10.30 亿元，同比+71.57%，创历史新高，2005 年以来 CAGR 为 26.41%。

消费、汽车电子产品有序放量，AR 光波导为公司成长打开新成长空间。**消费电子：**公司核心产品红外截止滤光片、盖板、微棱镜模块已成为业绩的主要驱动力。新品旋涂滤光片在北美大客户所有机型的前后摄均已实现标配，预计在 2025 年内实现量产，正式切入大客户滤光片供应链。**汽车电子：**公司 AR-HUD 已成为拳头产品，市场份额国内领先，未来预计将重点开发优质客户与海外客户，并积极推进海外定点转量产，加速开发包括 Lcos、斜投影等高端方案的 AR-HUD，产品有望在未来 2-3 年迎来快速增长。**AR/VR：**公司看好 AR/VR 光学应用前景，将 AR 眼镜确立为“一号工程”，聚焦光波导方案路径，该业务或成为公司未来业绩增长的新引擎。目前，公司反射光波导技术已打通核心工艺，建设初步的 NPI 产线；衍射光波导深化与 Digilens 合作，实现小批量商业级应用出货。

迎接战略转型窗口期，业务组织架构迭代升级。公司与大客户合作持续深化，与多家行业巨头建立了技术战略合作伙伴关系，以 ODM 深入大客户供应链，产品力和技术力得到充分认证。为更好满足大客户多项目并行开发的需求，公司在组织、运营、人才、管理等方面进行全面提升，将顺利转型作为 2025 年首要任务，开启战略 2.0 的全新发展阶段，构建了北美与非北美大客户业务的双流程体系，全面重塑四大生产基地的业务格局，未来台州主厂区将成为北美大客户核心实践基地，各项调整预计在 1-2 年内逐步完成。转型挑战下，公司将同步开展降本增效和“现场主义”工作，管理、技术、市场人员充分投入业务及生产一线工作，进一步推动人效提升，保持战略定力。

盈利预测与评级：我们预计公司 2025-2027 年归母净利润分别为 12.48/15.26/17.50 亿元，同比增速分别为 21.20%/22.27%/14.67%，当前股价对应的 PE 分别为 22.46/18.37/16.02 倍。我们选取永新光电、蓝特光学、歌尔股份作为可比公司。鉴于公司与大客户的深度合作关系，以及多元化的产品布局，首次覆盖，给予“买入”评级。

风险提示：地缘政治风险；下游需求不及预期；大客户依赖风险；汇率风险。

盈利预测与估值（人民币）

	2023	2024	2025E	2026E	2027E
营业收入（百万元）	5,076	6,278	7,591	8,805	10,249
同比增长率（%）	16.01%	23.67%	20.92%	15.99%	16.41%
归母净利润（百万元）	600	1,030	1,248	1,526	1,750
同比增长率（%）	4.18%	71.57%	21.20%	22.27%	14.67%
每股收益（元/股）	0.43	0.74	0.90	1.10	1.26
ROE（%）	6.98%	11.41%	12.97%	14.74%	15.64%
市盈率（P/E）	46.71	27.22	22.46	18.37	16.02

资料来源：公司公告，华源证券研究所预测

投资案件

投资评级与估值

我们预计公司 2025–2027 年归母净利润分别为 12.48/15.26/17.50 亿元,同比增速分别为 21.20%/22.27%/14.67%,当前股价对应的 PE 分别为 22.46/18.37/16.02 倍。我们选取永新光电、蓝特光学、歌尔股份作为可比公司。鉴于公司与大客户的深度合作关系,以及多元化的产品布局,首次覆盖,给予“买入”评级。

关键假设

公司深耕光学产业二十余年,聚焦光学赛道,已构建围绕消费电子、车载光学、AR/VR 三大成长曲线的业务版图,产品生态从单一的元器件拓展至元器件、模组及解决方案三者并存,业务结构持续优化,内生动力显著增强。

光学成像元器件业务:公司积极开拓海外市场,加快产品开发和新品推广,涂布滤光片、微棱镜模块产品成功实现技术迭代,持续扩大市场份额。我们预计 2025/2026/2027 年营收增速为 26.50%/15.50%/15.50%。

薄膜光学面板业务:公司不断深化与北美大客户的业务合作,积极开拓非手机领域的产品应用。我们预计 2025/2026/2027 年营收增速为 18.50%/19.00%/19.00%。

反光材料业务:公司围绕“人、车、路”三大反光业务领域,积极拓展市场版图,持续优化生产工艺。我们预计 2025/2026/2027 年营收增速为 6.00%/8.00%/10.00%。

汽车电子(AR+)业务:公司 HUD 业务成绩斐然,在竞争激烈的 AR-HUD 领域成功确立了行业领军地位,市场份额稳步增长。我们预计 2025/2026/2027 年营收增速为 18.00%/10.00%/15.00%。

半导体光学业务:公司持续拓展窄带新应用,芯片镀膜产品在攻克镀膜技术难题上取得显著突破。我们预计 2025/2026/2027 年营收增速为 8.50%/14.00%/14.00%。

投资逻辑要点

公司深耕光学赛道二十余载,多元化布局带来长期增长势能。

消费、汽车电子产品有序放量,AR 光波导为公司成长打开新成长空间。

迎接战略转型窗口期,业务组织架构迭代升级。

核心风险提示

地缘政治风险;下游需求不及预期;大客户依赖风险;汇率风险。

内容目录

1. 水晶光电：光学为轴，业务持续开拓引活水	8
1.1. 深耕光学领域二十余载，构建五大业务板块	8
1.1.1. 构建多层次业务格局，ODM 阶段开启发展新战略	8
1.1.2. 公司治理完善独立，股东方不参与日常经营管理	10
1.2. 紧跟市场前沿，多元布局延续业绩增长	11
1.3. 手机光学业务递进发展，AR 光波导描绘战略蓝图	14
1.3.1. 手机光学逐步深入大客户核心供应链	14
1.3.2. AR 光波导成为公司核心战略	16
2. 手机光学业务，与大客户的三步走	16
2.1. IRCF 产品持续迭代，旋涂打开新增长空间	17
2.1.1. 公司为 IRCF 行业龙头之一，手机是下游主要应用领域	17
2.1.2. 滤光片升级，切入苹果旋涂供应链	19
2.2. 薄膜光学面板成为第二大业务板块，新产品持续开发	21
2.2.1. 光学薄膜为技术核心，规模增长受益于下游应用拓展	21
2.2.2. 薄膜光学面板已成为公司第二大营收支柱	22
2.3. 微棱镜产品开启大客户合作 3.0 阶段	23
2.3.1. 微棱镜为潜望式长焦摄像头重要元器件	24
2.3.2. 依托北美大客户，微棱镜业务快速放量	26
3. AR 光波导业务，战略性打造第三增长极	28
3.1. AR 光波导技术前景广阔，或成为 AR 眼镜最优方案	28
3.1.1. 光学显示单元为 AR 眼镜核心成本构成	28
3.1.2. 光波导成为 AR 眼镜发展的核心路径	29
3.2. 大力布局 AR 光波导，反射光波导确立为“一号工程”	31
3.2.1. 技术聚焦 AR/VR 光学，联合下游推进产业发展	31
3.2.2. 技术升级+应用拓展，AR 光波导前景广阔	33
4. 汽车电子业务，AR-HUD 已成为公司拳头产品	34
4.1. AR-HUD 装配率快速拉升，PGU 为核心构件	34
4.2. AR-HUD 市场份额国内领先，海外定点转量产有序推进	37
5. 盈利预测与评级	38

5.1. 盈利预测拆分表	38
5.2. 相对估值	40
6. 风险提示	40

图表目录

图表 1: 公司业务发展历史	9
图表 2: 公司业务结构	9
图表 3: 公司股权结构	10
图表 4: 公司董事会结构	11
图表 5: 收入及同比增速	12
图表 6: 归母净利润及同比增速	12
图表 7: 收入结构 (单位: 亿元)	12
图表 8: 季度收入情况 (单位: 亿元)	13
图表 9: 外销、内销占比 (单位: %)	13
图表 10: 毛利率与净利率	13
图表 11: 费用率情况 (单位: %)	13
图表 12: 研发费用及研发费用率	14
图表 13: 资本开支与经营性现金流对比	14
图表 14: 手机光学业务与大客户合作的三个阶段	14
图表 15: 手机光学领域产品线规划	15
图表 16: 华为可变光圈专利	16
图表 17: 可变光圈成像效果 (f1.4 和 f4 对比)	16
图表 18: 公司在 AR/VR 光学领域的部分研发项目	16
图表 19: IRCF 产品图片	17
图表 20: IRCF 在摄像头模组中的位置示意	17
图表 21: 不同种类的红外截止滤光片	17
图表 22: 红外截止滤光片应用场景	18
图表 23: 全球智能手机 CIS 出货量	18
图表 24: 全球智能手机出货量	18
图表 25: 手机及车载领域 IRCF 市场规模	19
图表 26: 2024 年手机 IRCF 市场份额 (单位: %)	19
图表 27: 旋涂工艺示意图	19
图表 28: 旋涂 IRCF 与普通蓝玻璃 IRCF 成像对比	20
图表 29: HUD 投影单元示意图	21

图表 30: 多层镀膜可有效提高透射光比例及光学系统性能	22
图表 31: 中国光学薄膜市场规模 (单位: 亿元)	22
图表 32: 中国光学薄膜市场规模预测 (单位: 亿元)	22
图表 33: 薄膜光学面板营收、增速及营收占比	23
图表 34: 薄膜光学面板毛利率	23
图表 35: 水晶光电薄膜光学面板主要产品	23
图表 36: 潜望镜原理示意图	24
图表 37: 潜望式变焦与传统变焦方案对比	24
图表 38: 微棱镜在投影应用的示意图	24
图表 39: 微棱镜在潜望式摄像头的应用示意图	24
图表 40: 安卓潜望式镜头方案示意图	25
图表 41: 苹果潜望式镜头方案示意图	25
图表 42: 苹果关于微棱镜技术的专利	25
图表 43: 苹果 2015 年潜望式长焦摄像头相关专利	25
图表 44: 部分搭载潜望式摄像头的主流旗舰机型	26
图表 45: 光学元器件业务营收、增速及毛利率	26
图表 46: 公司组合式棱镜产品展示图	27
图表 47: iPhone 16 Pro/Pro Max 潜望式摄像头展示图	27
图表 48: 2022-2024 全球智能手机出货量 (单位: 百万部)	27
图表 49: 全球手机潜望式摄像头用微棱镜市场规模	27
图表 50: AR 整机设备模块单元组成及 BOM 占比拆分	28
图表 51: AR 光学发展历史	29
图表 52: 光学方案对比表	30
图表 53: 光波导原理	30
图表 54: 光波导技术路径分类	30
图表 55: 光波导方案性能指标及优缺点对比	31
图表 56: 公司“一号工程”	32
图表 57: AR/VR 产品布局	32
图表 58: AR 光学产业链	33
图表 59: 全球 AR 眼镜销量	34
图表 60: 2022 年 AR 光学方案渗透情况	34
图表 61: 不同种类的 HUD 产品显示效果	34

图表 62: 不同类型 HUD 产品对比	35
图表 63: HUD 投影单元示意图	35
图表 64: 四种 PUG 技术路线	35
图表 65: HUD 前装装配量和市场渗透率	36
图表 66: 不同 HUD 产品市场前装装配量 (单位: 万辆)	36
图表 67: 2024 年上半年 AR-HUD 装机量市占率	37
图表 68: 公司主要 HUD 产品	37
图表 69: 汽车电子 (AR+) 营收、增速及营收占比	38
图表 70: 汽车电子 (AR+) 毛利率	38
图表 71: 盈利预测拆分表 (单位: 亿元, %)	39
图表 72: 可比公司估值表	40

1. 水晶光电：光学为轴，业务持续开拓引活水

1.1. 深耕光学领域二十余载，构建五大业务板块

1.1.1. 构建多层次业务格局，ODM 阶段开启发展新战略

领跑光学赛道，布局消费电子、车载光电、元宇宙光学三大增长极。浙江水晶光电科技股份有限公司（以下简称“水晶光电”或“公司”）深耕光学赛道 20 余年，以薄膜光学、光学冷加工、半导体光学、光学系统设计等核心技术为轴，布局消费电子、车载光电、元宇宙光学三大行业，致力于成为“全球卓越的一站式光学解决方案专家”，其发展历程可划分为 4 个阶段：

1) 探索与发展阶段（2008–2011 年）：公司成立于 2002 年，专注光学低通滤波器的生产和销售；2008 年公司于深交所上市后，始终致力于服务国际客户，沉淀技术以及开拓合作伙伴；2010 年公司收购台佳加强冷加工技术。

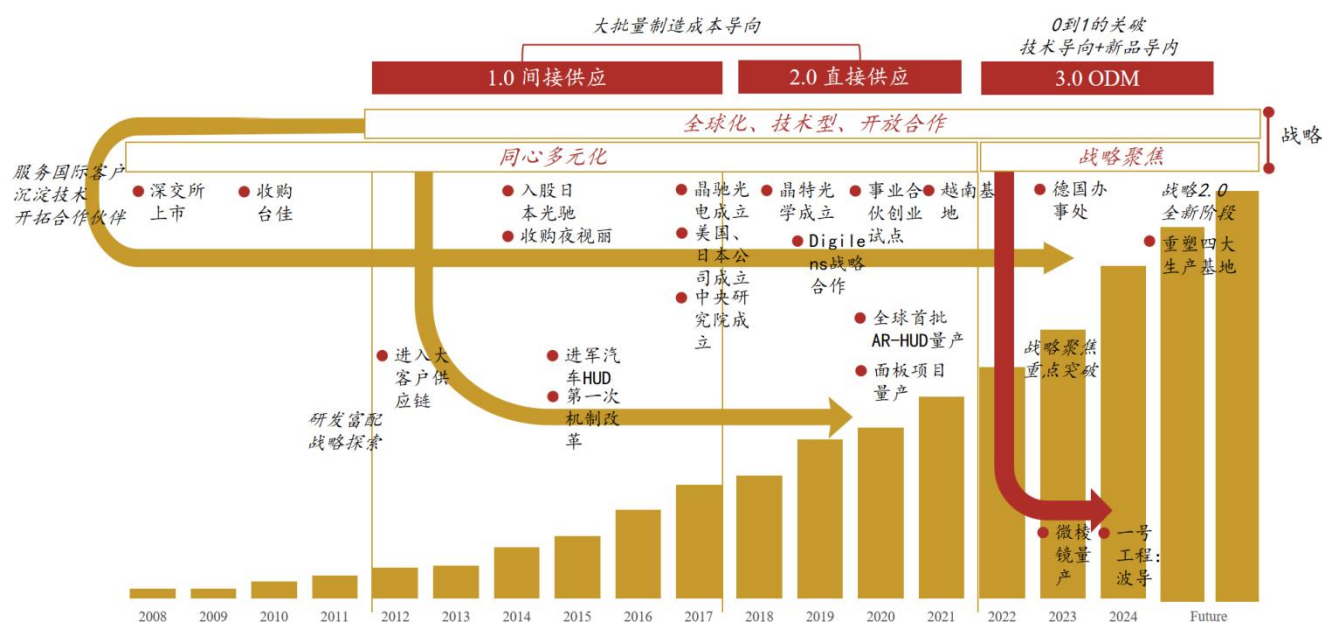
2) 1.0 间接供应阶段（2012–2017 年）：公司开始“研发富配”战略探索，2012 年进入北美大客户供应链；2014 年公司入股日本光驰，拓展公司新光学业务。同年公司收购夜视丽，新增反光材料业务板块；2015 年公司进军汽车 HUD 并启动第一次阿米巴机制改革；2017 年公司成立晶驰光电、美国水晶、日本水晶和中央研究院，着力拓展国际化布局。

3) 2.0 直接供应阶段（2018–2021 年）：2018 年公司成立晶特光学；2019 年公司与 Digilens 战略合作布局衍射光波导路线；2020 年公司初步形成了“5+3”的战略新格局，实现了全球首批 AR-HUD 和面板项目量产并积极构建事业合伙人生态机制；2021 年公司海外越南制造基地开始投产，打造海外供货能力。

4) 3.0 ODM 阶段（2022 年至今）：2023 年公司成功实现微型光学棱镜模块项目的量产，成为全球首家四重反射棱镜模组量产供应商；同年，公司又进一步在德国设立办事处，高效服务海外客户；2024 年公司将反射光波导作为公司的一号工程，打造具备量产能力的产品线，构建公司在 AR 领域的战略核心卡位。

随着公司产品和技术认可度提高，公司逐步以 ODM 角色深度参与大客户供应链。2025 年，为了更好地匹配大客户多项目并行开发的需求，公司开启战略 2.0 全新发展阶段，完成业务发展中心 2.0 的组织架构设计，以顺利转型为当年首要任务，构建北美与非北美大客户业务的双流程体系，系统性重塑四大生产基地的业务格局：台州主厂区、江西、临海、越南基地分别为北美大客户、国内大循环、光学冷加工、海外循环的核心基地。各基地预计在 1–2 年内逐步调整到位。同时，公司将同步开展降本增效和“现场主义”工作以积极应对转型期挑战，管理、技术、市场人员将充分投入业务及生产一线工作，进一步推动人效提升，保持战略定力。

图表 1：公司业务发展历史

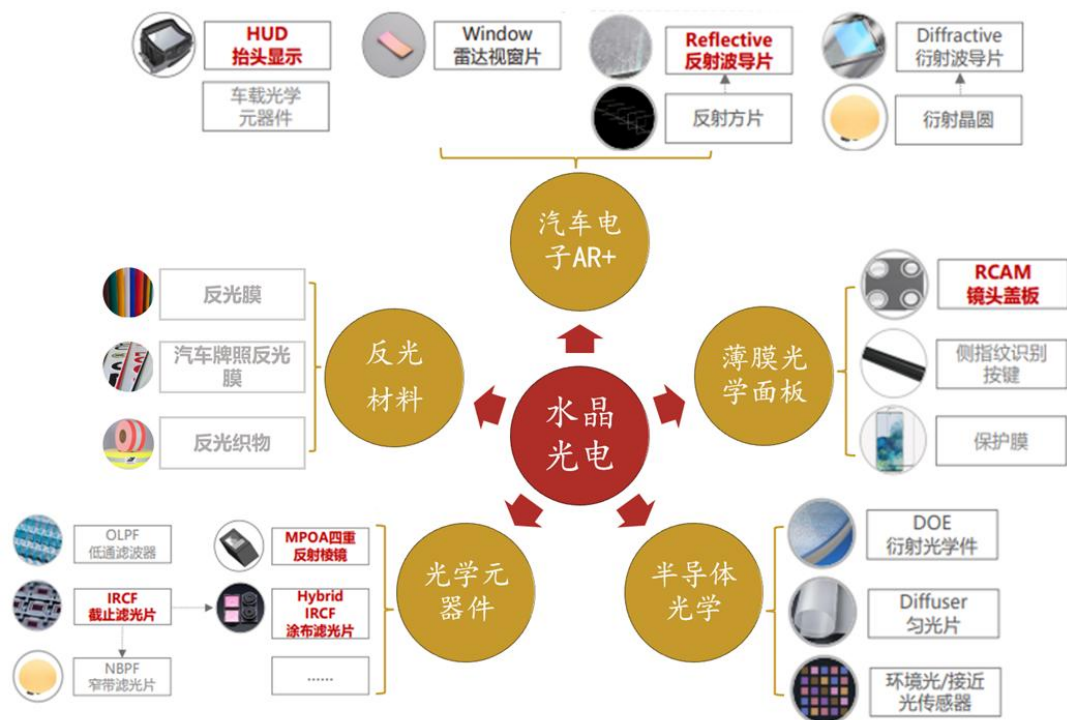


资料来源：公司公告，华源证券研究所

光学板块多领域布局，发展第二、第三成长曲线。目前公司已积极构建了以消费电子为支柱的第一成长曲线，以车载光学为突破的第二成长曲线，以及以 AR/VR 为前瞻的第三成长曲线的业务版图。各个业务的情况如下：

- 1) 光学元器件：2024 年营收为 28.84 亿元，占总收入比重为 45.94%，主要产品包括截止滤光片、涂布滤光片及四重反射棱镜等；
- 2) 薄膜光学面板：2024 年营收为 24.72 亿元，占总收入比重为 39.38%，主要产品包括 Rcam 镜头盖板、侧指纹识别按键等；
- 3) 半导体光学：2024 年营收为 1.29 亿元，占总收入比重为 2.06%，主要产品包括衍射光学件、匀光片和环境光传感器等；
- 4) 汽车电子 AR+：2024 年营收为 3.00 亿元，占总收入比重为 4.78%。主要包括 HUD 抬头显示，AR+反射、衍射波导片等产品；
- 5) 反光材料：2024 年营收为 3.94 亿元，占总收入比重为 6.27%，主要产品是反光膜、汽车牌照反光膜、反光织物等。

图表 2：公司业务结构



资料来源：公司公告，华源证券研究所

1.1.2. 公司治理完善独立，股东方不参与日常经营管理

截至 2025 年一季报，星星集团有限公司持有公司 8.90%的股权，其一致行动人杭州深改哲新企业管理合伙企业（有限合伙）持股 5.28%，公司的实际控制人为叶仙玉，通过持有星星集团有限公司 85%的股权间接持有水晶 7.57%的股权。江西水晶光电有限公司、江西晶创科技有限公司、夜视丽新材料股份有限公司、浙江台佳电子信息科技有限公司为公司重要的参控股公司，其中，江西水晶、江西晶创主营业务为光电薄膜元器件产品生产与销售，夜视丽主要负责反光材料的生产与销售、浙江台佳主要为电子元器件的生产与销售。

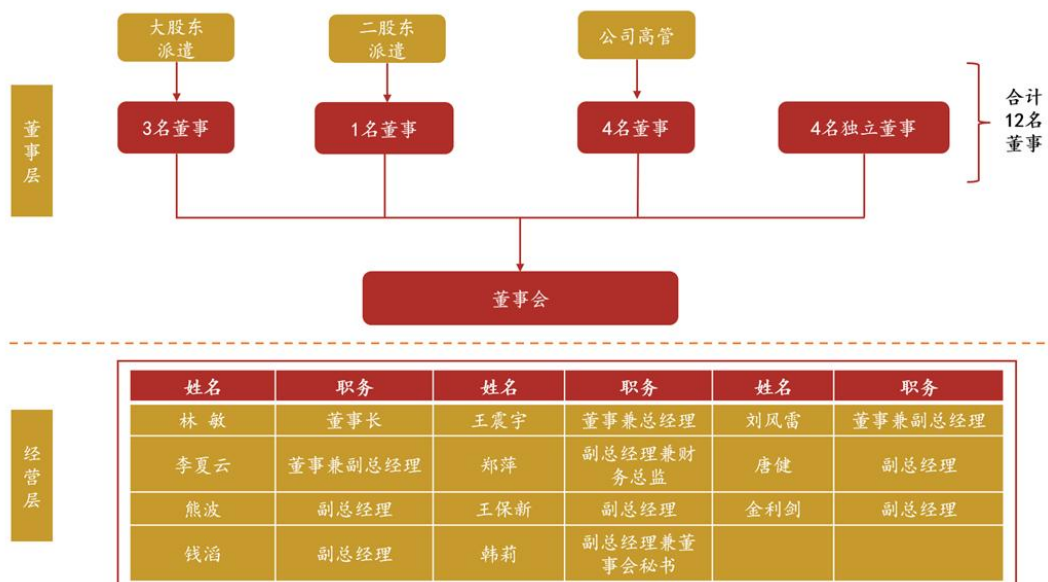
图表 3：公司股权结构



资料来源：ifind，华源证券研究所。注：股东数据截至 2025 年一季报，控股公司数据截至 2024 年报。

大股东充分信任，核心管理层主导日常生产经营和重大战略决策。星星集团作为公司第一大股东，在公司重大战略决策上，对管理层一直以来保持充分信任和支持，实控人叶仙玉先生未在公司担任任何职务，也未直接参与公司日常经营管理活动。公司与控股股东及其一致行动人在业务、人员、资产、机构、财务等方面相互独立，具有独立、完整的资产及业务方面的自主经营能力。公司董事会由 12 名董事组成，其中包括 3 名由大股东派遣的董事、1 名由二股东派遣的董事、4 名由公司高管推选的董事，以及 4 名独立董事。在经营层，公司打造了一支分工明确、专业高效的管理团队，采取“基本薪酬+绩效薪酬+效益奖励”的高管激励机制，结构清晰且与业绩挂钩，有效调动高管积极性与创造性。林敏先生自 2006 年至今担任公司董事长一职，具备深厚的技术背景，作为公司核心创始人之一现牵头公司的经营管理，全面负责战略制定。董事兼总经理王震宇负责公司日常运营，其他高管成员包括董事兼副总经理刘风雷、李夏云等人，各司其职，共同推动公司的协同发展。

图表 4：公司董事会结构



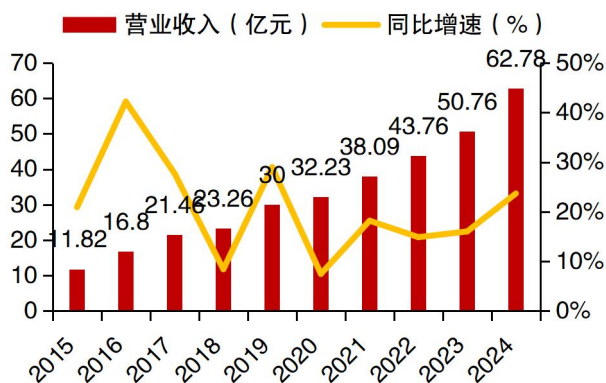
资料来源：公司公告，华源证券研究所

1.2. 紧跟市场前沿，多元布局延续业绩增长

积极求变、锐意创新，产品结构持续优化，业绩长期保持稳定增长。公司早期主攻消费电子行业，以 IRCF 和蓝宝石衬底产品为主，十年来不断开发新产品，布局新市场，产品结构的优化带来营收和净利润的持续增长。2015 年，手机市场增速开始放缓，叠加中国经济转型期的宏观压力，公司开启内部管理改革，缓解外部环境的不利影响；2016 年，下游需求复苏，公司业绩实现较高增长；2017 年起，手机市场逐步转变为存量市场，行业竞争加剧，公司业绩增速持续下降，对此公司积极布局手机光学新应用、汽车电子、AR 硬件等方向，主动寻找新的市场机会；2019 年，公司面板产品实现量产供应，并在 2020-2022 年间成为公司业绩增长的有力支撑，同时汽车电子 AR-HUD 的逐步放量也带来了一定的增量，但期间由于公共卫生事件和地缘摩擦加剧等因素，公司业绩增速仍有一定承压，2020 年归母净利润降幅较大为-9.72%，主要系 2019 年含减持日本光驰股份所获投资收益 1.08 亿元(扣除税费后)；2023 年，公司微棱镜项目历经三年左右的研发顺利量产，伴随华为强势回归和 AI、折叠屏等

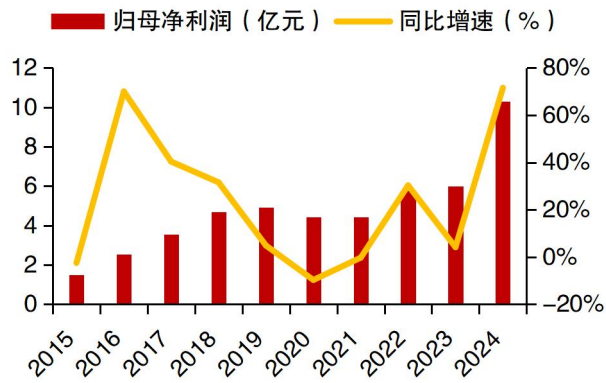
技术潮流涌现，行业开始释放回暖信号；2024 年，智能手机市场触底反弹，加之 AI 的蓬勃发展，公司实现营收 62.78 亿元，同比增长 23.67%，实现归母净利润 10.30 亿元，同比增长 71.57%，创历史新高。

图表 5：收入及同比增速



资料来源：ifind，华源证券研究所

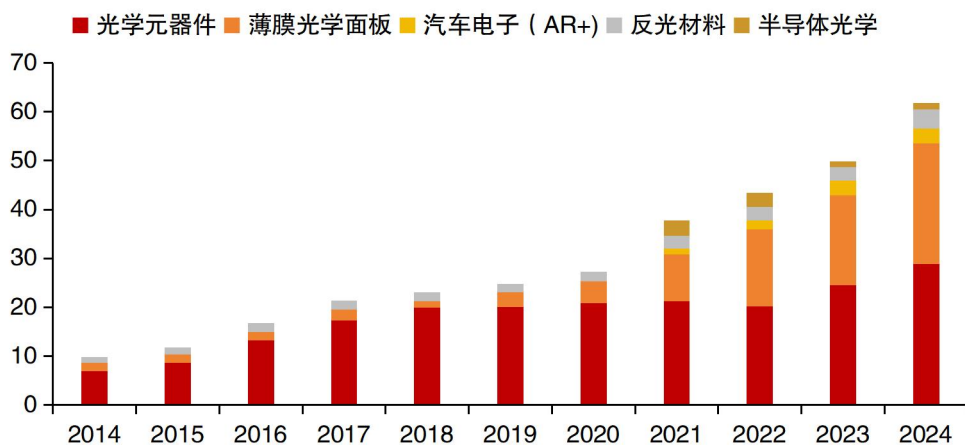
图表 6：归母净利润及同比增速



资料来源：ifind，华源证券研究所

起步于手机光学，汽车电子、AR 光学打造新增长曲线。公司以光学元器件业务起家，在 2019 年以前是公司主要营收来源。2019 年后，公司通过面板项目进入大客户供应链并开始量产，薄膜光学面板业务营收占比快速增长，2022 年成为公司第二营支柱。同期，公司着手研发布局 AR-HUD 和 AR/VR 光学等新产品方向，并于 2022 年明确了消费类电子、车载光电和元宇宙三大业务方向，汽车电子(AR+)和半导体光学板块开始贡献营收，未来有望随产品放量持续增长。

图表 7：收入结构（单位：亿元）

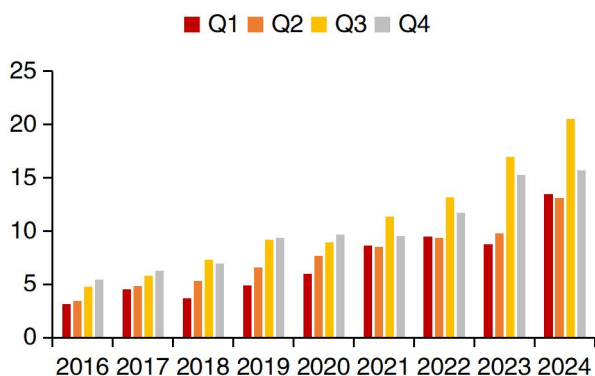


资料来源：ifind，华源证券研究所

光学行业营收呈季节性波动。光学产品最大的下游应用领域为智能手机、平板电脑等消费电子产品。消费电子产品的需求受节假日的影响呈现一定的季节性，一般来说上半年为销售淡季，下半年为销售旺季。下游客户会根据市场销售的季节性波动发出订单，公司根据客户订单安排生产。

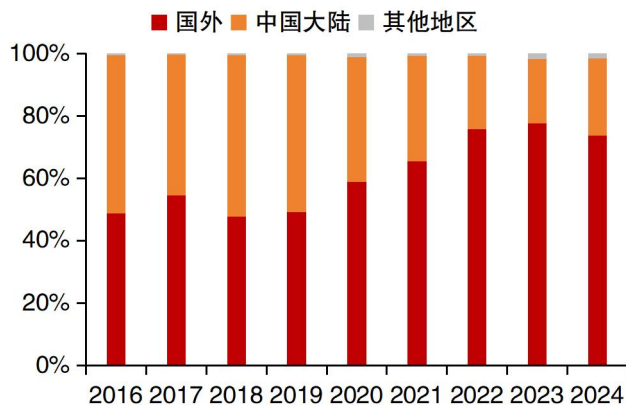
持续推进全球化战略，打造内外双循环体系。从地区分布来看，公司海外营收占比总体呈上升趋势，但近几年趋势放缓并在 2024 年有所回落，2024 年公司海外营收为 46.3 亿元，占比约为 73.7%。公司秉承开放、合作、全球化的理念，持续深化国际化布局，形成了以业务拓展为主的海外中心，在现有海外市场的基础上，将进一步开拓北美、欧洲及东南亚等新兴市场，提升国际影响力，积极构建国内国际双循环相互促进的发展格局。

图表 8：季度收入情况（单位：亿元）



资料来源：ifind，华源证券研究所

图表 9：外销、内销占比（单位：%）

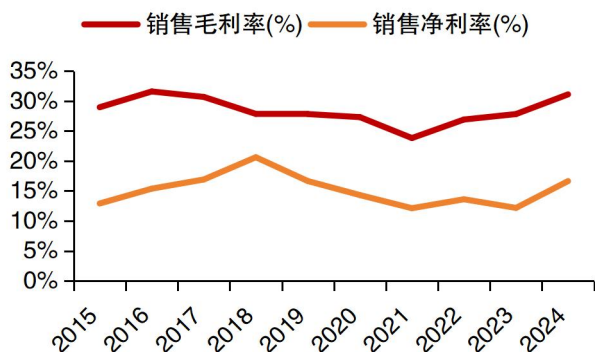


资料来源：ifind，华源证券研究所

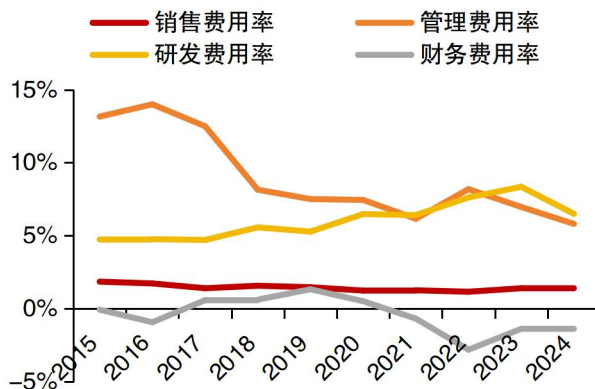
优化运营和产品结构，推动毛利率和净利率上升。智能手机行业自 2015 年起逐步进入存量市场，竞争日益激烈导致降价压力较大。为应对激烈的行业竞争，运营管理方面，公司于 2015 年起启动机制改革，正式设立机制改革办，通过阿米巴、平台化能力建设等激活组织单元活力，降本增效成果显著，2017-2018 年在毛利率下降的情况下，公司实现净利率的逆势增长。产品结构方面，公司持续优化业务布局和产品矩阵，先后实现面板、AR-HUD、微棱镜等新品量产，逐步向技术创新型厂商转变，公司毛利率/净利率较平稳地维持在 20%/10% 水平以上，且 2022 年起整体呈上升趋势，2024 年毛利率/净利率分别达 31%/17%。

长期重视内部管理，各项费用率控制良好。从费用端看，近 10 年以来，公司销售费用率整体处于较低水平，2015-2024 年平均值为 1.44%；管理费用率由 2015 年的 13.16% 下降至 2024 年的 5.81%，达到历史最低水平；财务费用率自 2021 年转负，主要系当年实行定向增发，部分募集资金用于补充流动资金，存款收到的利息收入增加。

图表 10：毛利率与净利率



图表 11：费用率情况（单位：%）

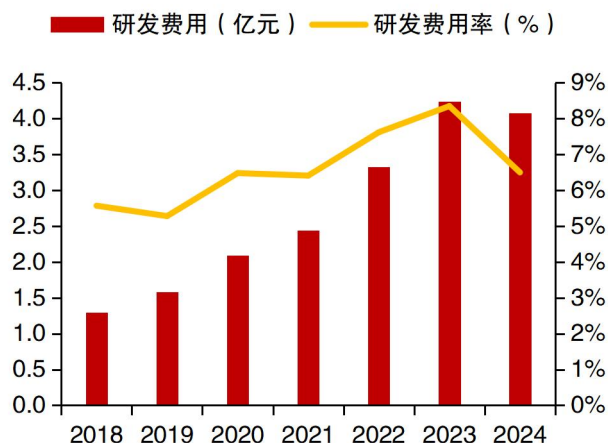


资料来源：ifind，华源证券研究所

资料来源：ifind，华源证券研究所

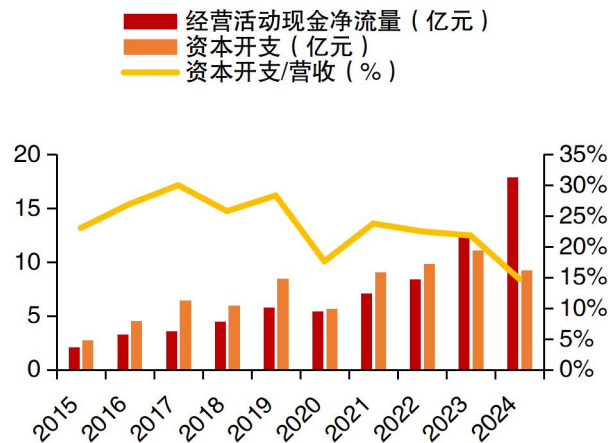
研发投入总体增长，现金流近年来显著改善。公司高度重视技术研发投入，自 2017 年后不断开发新产品，布局汽车电子、AR 光学新业务条线，研发费用及其费用率整体呈上升趋势，2024 年研发费用为 4.08 亿元，同比下降 3.80%但仍处于较高水平。从资本开支来看，公司资本开支呈波动上升趋势，占营收的比重与营收增速变动基本吻合，不断进行项目投资的同时保持规划性。为强化公司国际化制造交付能力、规避地缘风险，2021 年以来，公司开启了越南生产基地的建设，2023 年继续投入越南二期的建设，并于 2024 年工程结项，预计 2025 年逐步投入使用。从现金流来看，公司经营现金净流量总体较为充沛并持续改善，2017 年、2021 年公司分别通过发行可转债和定向增发的方式，对现金流进行了一定补充，并在销售业绩增长的同时加强流动资金管理，为公司持续运营和研发提供了有力支持。

图表 12：研发费用及研发费用率



资料来源：ifind，华源证券研究所

图表 13：资本开支与经营性现金流对比



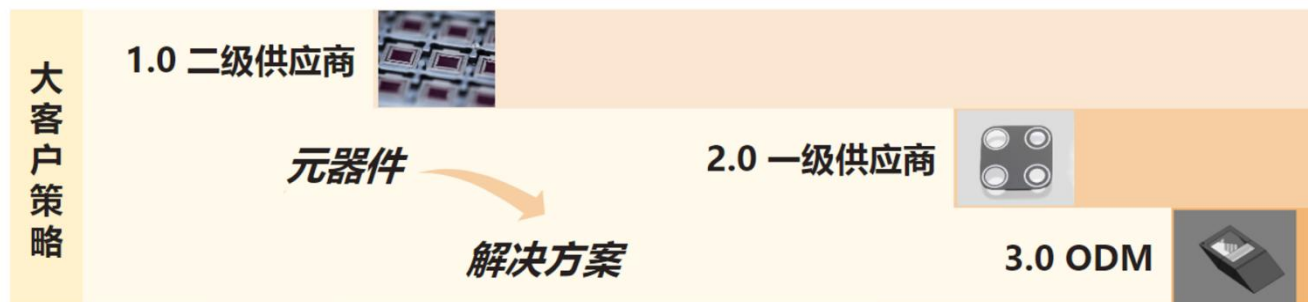
资料来源：ifind，华源证券研究所。注：资本开支指购建固定资产、无形资产和其他长期资产支付的现金

1.3. 手机光学业务递进发展，AR 光波导描绘战略蓝图

1.3.1. 手机光学逐步深入大客户核心供应链

公司深入北美大客户供应链，铸造稀缺性卡位。公司与大客户的合作历经三个阶段，在客户供应链的地位持续提升：**1) 1.0 阶段间接供应**，2019 年以前，公司以 IRCF 产品为主，通过给海外客户提供镀膜代工间接参与大客户的供应链；**2) 2.0 阶段直接供应**，公司通过面板项目进入大客户供应链，直接的业务合作使大客户对公司的技术实力有了进一步认知，为后续公司向技术的转型奠定了良好基础；**3) 3.0 阶段 ODM**，公司借由微棱镜模块项目，首次以 ODM 身份为大客户实现量产落地，开启与大客户的全方位深度合作，并迈入多项目并行开发的新阶段。公司通过深度绑定大客户，紧密跟随国际先进技术路线，自身能力不断向国际一流水平靠拢，与客户合作开发的大部分产品都具有稀缺性卡位，公司的成长模式已从产品驱动转向技术创新驱动，由单一的元器件制造商向光学解决方案供应商转型升级。

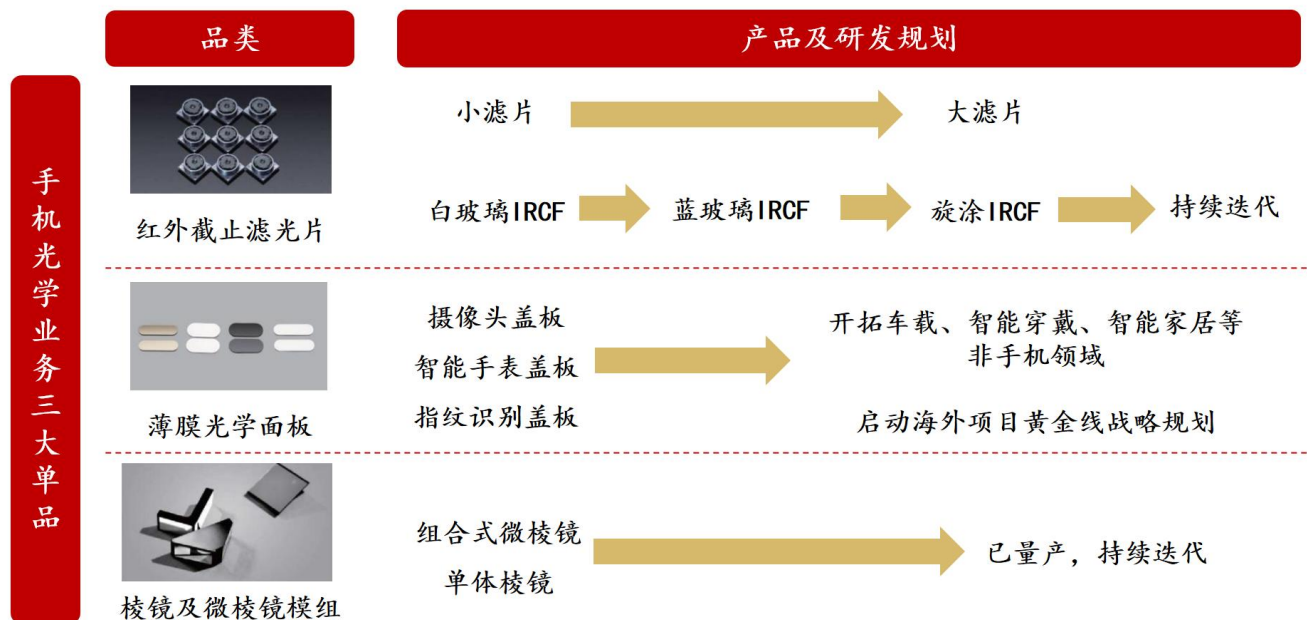
图表 14：手机光学业务与大客户合作的三个阶段



资料来源：公司公告，华源证券研究所

公司已具备 IRCF、面板、微棱镜三大单品，品类拓展升级带来持续增长动力。公司扎根消费电子光学领域，早期以 IRCF 业务为主，产品在十余年间进行了多次迭代，旋涂 IRCF 为当前重点新品且仍将持续进行研发升级。薄膜光学面板已实现手机领域的终端全品类覆盖，成为公司第二大营收支柱，业务增速进入平稳阶段，若未承接大客户的新项目开发，预计将专注于非手机领域的市场开发，此外，面板业务由于其较高的成熟度和自动化率，还肩负着越南转移及本土化管理试验田的战略重任。微棱镜模块项目于 2023 年 6 月实现量产，公司成为全球首家四重反射棱镜模组量产供应商，微棱镜产品一跃成为支撑公司销售正增长的核心业务，2024 年迭代项目也已顺利量产。随着公司与大客户进入技术研发合作阶段，未来预计将持续承接相关老产品迭代和新品开发设计等项目，公司业务具备较强的韧性。

图表 15：手机光学领域产品线规划

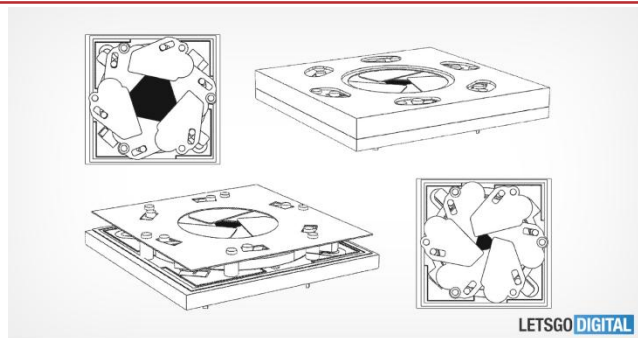


资料来源：公司公告，华源证券研究所

手机 CMOS 大底趋势促使摄像头模组升级，大客户或首次采用可变光圈技术。可变光圈常见于单反相机中，通过多个叶片环形排布以形成供光线穿过的进光孔，驱动叶片运动调节进光孔的大小，从而改变进光量大小，并对景深、成像质量产生影响。随着手机 CMOS 大底趋势愈发明显，对摄像头模组的要求也日益提高，可变光圈的应用可以有效提升手机的摄影效果。华为 2022 年 9 月发布 Mate 50 系列，首次搭载 10 档可调的可变光圈（光圈范围 f1.4-f4），此后国内品牌陆续跟进，小米数字 Ultra 系列、荣耀 Magic7 Pro、努比亚 Z70 Ultra 等旗舰机

型均配置可变光圈。苹果预计也将在 2026 年发布的 iPhone 18 Pro 及 Pro Max 机型上首次搭载可变光圈技术，为手机摄影带来新的突破，公司作为其光学元器件的核心供应商，有望充分受益，继续丰富产品品类。

图表 16：华为可变光圈专利



资料来源：华为《一种光圈、摄像模组及电子设备》，华源证券研究所

图表 17：可变光圈成像效果（f1.4 和 f4 对比）



资料来源：华为官网，华源证券研究所

1.3.2. AR 光波导成为公司核心战略

光波导作为 AR 眼镜核心技术，已成为公司核心战略。随着 AR 行业软、硬件快速发展，AR 眼镜可能成为行业下一个爆款单品，且其光学 BOM 成本远高于智能手机，预计可达 30-50%量级，有望为公司提供新的业绩增长动力。公司在 AR 领域已深耕十余年，历经光机代工和衍射/反射光波导的研发布局，始终绑定核心客户并与行业保持同频共振，产品覆盖显示单元（波导镜片）、光机的核心元器件，以及 AR 眼镜所必需的 2D/3D 传感元器件等。未来研发重点在 AR 眼镜的核心技术 AR 光波导，并将反射光波导作为公司的一号工程，以打造具备量产能力的产品线为目标，打通各个工艺节点，夯实后续规模化生产的基础，构建公司在 AR 领域的战略核心卡位。

图表 18：公司在 AR/VR 光学领域的部分研发项目

研发项目名称	项目目的	进展	拟定目标	预计影响
精密微纳光学元件项目	为客户提供高性价比的微纳技术解决方案	部分产品已量产，持续进行定制化和新产品开发	实现微纳产品市场化以及在半导体光学类产品市场上的重大突破	成为公司半导体光学板块重要产品，并助力公司 AR/VR 领域重要的技术卡位及布局
AR/VR 光学模组项目	深入研究虚拟成像显示技术，帮助公司培育形成丰富的 AR/VR 光学解决方案能力	开发中	建立各类光波导元件及显示模组量产线，为 AR/VR 光学产业发展提供量产支持	成为全球 AR/VR 光学模块的核心方案解决商，推动公司 AR/VR 光学产业战略落地
AR 眼镜光机模组光学元器件项目	为客户提供光机模组光学元器件量产解决方案，协同 AR 领域光机发展	开发中	为 AR 配套光机模组光学元器件技术及量产能力	在非手机领域延伸，配套 AR 领域大客户，提前布局储备相关技术，补强 AR 时代的元器件战略生态圈

资料来源：公司公告，华源证券研究所

2. 手机光学业务，与大客户的三步走

2.1. IRCF 产品持续迭代，旋涂打开新增长空间

2.1.1. 公司为 IRCF 行业龙头之一，手机是下游主要应用领域

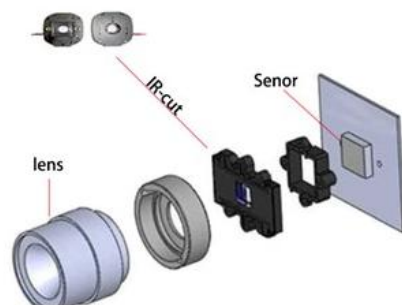
红外截止滤光片（IR-cut filter，简称 IRCF）是一种通过精密光学镀膜技术在玻璃或树脂基片上镀制高低折射率膜层以过滤红外光的滤镜，能有效阻挡干扰成像的红外光，同时保持可见光的高透过率。由于 CCD/CMOS 传感器对红外光敏感，其感应范围远超人眼可见光谱（380–780nm），可能导致成像色彩失真，IRCF 通过抑制近红外光，将传感器的感光特性调整至接近人眼视觉，使拍摄图像更符合人眼感知，成为高性能摄像头的关键组件。

图表 19：IRCF 产品图片



资料来源：公司公告，华源证券研究所

图表 20：IRCF 在摄像头模组中的位置示意



资料来源：《What is an IR-cut filter-and why do embedded vision applications need it?》Prabu Kumar，华源证券研究所

红外截止滤光片类型按光学基材大致可以划分为白玻璃 IRCF、蓝玻璃 IRCF 和树脂 IRCF。白玻璃 IRCF 应用最为广泛；蓝玻璃 IRCF 可以有效改善成像时的鬼影、杂光及偏色问题，是高像素手机摄像模组的主流配件，但成本远高于白玻璃。相比较玻璃 IRCF，树脂 IRCF 具有“轻薄牢”、高平整度、易于自动化加工、光学特性好、色彩还原度好等优点，能够更好地解决低角度光偏移问题，光谱精确更高，同时能兼顾摄像头模组低厚度、大面积，以及提高 RGB 平衡效果。随着用户对手机像素要求的提高，多摄、大光圈、广角、长焦成为趋势，树脂 IRCF 的市场份额有望进一步提升。

图表 21：不同种类的红外截止滤光片

分类标准	产品类别	功能用途
按光学基材	白玻璃 IRCF	以普通光学玻璃为基材的 IRCF，通过交替镀上高低折射率的光学膜，实现可见光区(400–630nm)高透，近红外光(700–1100nm)截止
	蓝玻璃 IRCF	材质主要为磷酸盐，蓝玻璃中的铜离子具有吸收红外线等不可见光的功能。与白玻璃 IRCF 比较，可大幅减少摄影成像中的色偏、眩光、鬼影等问题，提高成像质量，让拍摄的照片更加清晰、柔和、自然，但成本大幅高于白玻璃
	树脂 IRCF	以树脂片为基材的 IRCF，与玻璃基材的 IRCF 相比，树脂 IRCF 具有更薄、韧性更强的优点，且能够较好地解决低角度光偏移问题，光谱精确更高
按工艺流程	IRCF 组立件	工艺流程主要包括镀膜、切割和组立三个环节，组立环节即为 IRCF 单品安装镜座(Holder)
	IRCF 单品	工艺流程主要包括镀膜、切割两个环节，客户在购买公司生产的 IRCF 单品后通常需要自行安装镜座

资料来源：华经产业研究院，华源证券研究所

手机及车载摄像头为 IRCF 主要应用领域。IRCF 主要用在摄像头模组中，且多用于智能手机、车载等成像摄像头。智能手机领域是 IRCF 应用最为广泛的领域，主要在于智能手机出货基数高，且随着消费者对拍摄效果的要求日益提高，多摄、高像素智能手机渗透率快速提升，进一步推动 IRCF 市场空间增长，尤其是更轻薄、成像效果更优的树脂 IRCF 产品。在车载领域，由于智能驾驶的快速发展，高级驾驶辅助系统（ADAS）的市场需求已成为车载摄像头市场持续增长的有力保障，红外截止滤光片作为车载摄像头的必备组件，预计伴随智驾系统应用扩张实现规模增长。

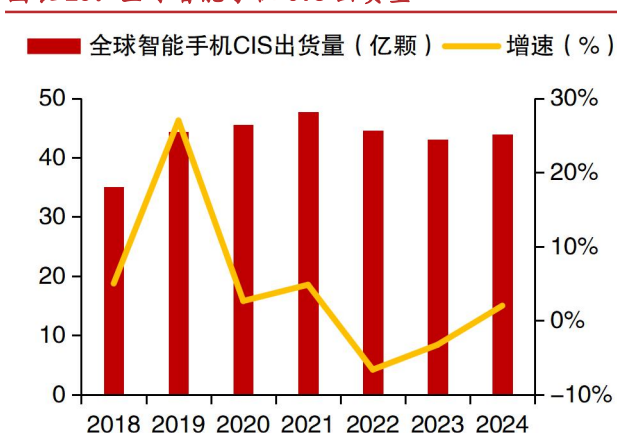
图表 22：红外截止滤光片应用场景

应用领域	主要应用
智能手机	当前 IRCF 应用最为广泛的领域，相比玻璃 IRCF，树脂 IRCF 具有“轻薄牢”、高平整度、易于自动化加工、光学特性好、色彩还原度好等优点，能够更好地解决低角度光偏移问题，光谱精确更高，同时能够兼顾摄像头模组低厚度、大面积，以及提高 RGB 平衡效果
车载摄像头	IRCF 通常安装在摄像头镜头后，是车载摄像头的重要光学器件，通过接近图像传感器表面来选取所需辐射波段，改善图像质量，提升成像品质，使成像更符合 ADAS 驾驶辅助要求
智能家居、AR/VR 等环境光感应领域	环境光传感器是在临近芯片表面放置 IRCF 或直接在芯片上镀红外截止膜。环境光传感器可以感知周围光线情况，并告知处理芯片自动调节显示器背光亮度，降低产品的功耗
半导体芯片市场	半导体技术与光学光电子领域的精密加工制造已经是科技发展的前沿。半导体芯片在接收光信号时需要通过滤光片过滤，而起到过滤光线作用的是玻璃基片上蒸镀的光学薄膜

资料来源：普华有策，华源证券研究所

下游复苏+搭载率提升，手机摄像头出货量增速转正。根据 Yole 数据，2023 年全球 CIS 市场规模约为 218 亿美元，其中手机应用占比达 62%，仍是目前摄像头较大的下游市场。同时，2024 年手机摄像头出货量回升，根据 Counterpoint 数据，全球智能手机摄像头 CIS 出货量达 44 亿颗，同比增长约 2%。一方面，智能手机市场开始进入温和复苏，全球出货量经过 2022-2023 年的低迷期，2024 年实现近 5% 的增长；另一方面，单台手机摄像头搭载量由 2018 年的 2.5 颗/部上升至 2024 年的 3.6 颗/部，预计未来 5 年内量级将持续提升，IRCF 市场有望随之扩大。

图表 23：全球智能手机 CIS 出货量



资料来源：Trendforce，Counterpoint，华源证券研究所

图表 24：全球智能手机出货量

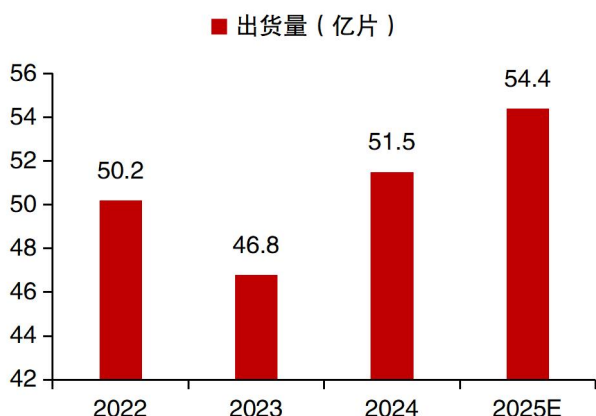


资料来源：wind，华源证券研究所

IRCF 出货量跟随下游摄像头需求增长，行业竞争进入白热化阶段。IRCF 作为摄像头模组中不可或缺的零部件，其市场空间与手机/车载摄像头出货量紧密相关。根据 Yole 和潮电

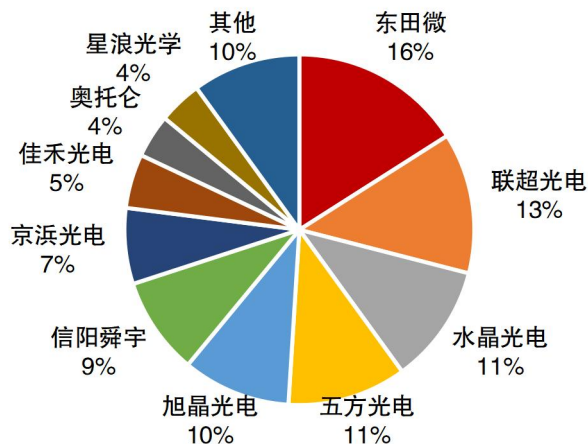
智库数据，综合手机及汽车领域摄像头出货情况，以单个摄像头一片 IRCF 计算，2024 年手机和车载 IRCF 出货量约为 51.5 亿片，预计 2025 年将达到 54.4 亿片。从竞争格局来看，IRCF 行业市场集中度相对较高。根据潮电智库数据，2024 年前五大企业 IRCF 出货量份额超过 60%，且中国企业在手机滤光片供应方面已处于全球垄断地位，市占率合计超过 90%，前十仅奥托伦（韩企）为海外企业。公司作为行业龙头之一，为苹果重要供应商，2023 年市场份额为 21%，2024 年行业竞争进一步加剧，公司市场份额下降至 11%。

图表 25：手机及车载领域 IRCF 市场规模



资料来源：Yole，潮电智库，华源证券研究所

图表 26：2024 年手机 IRCF 市场份额（单位：%）

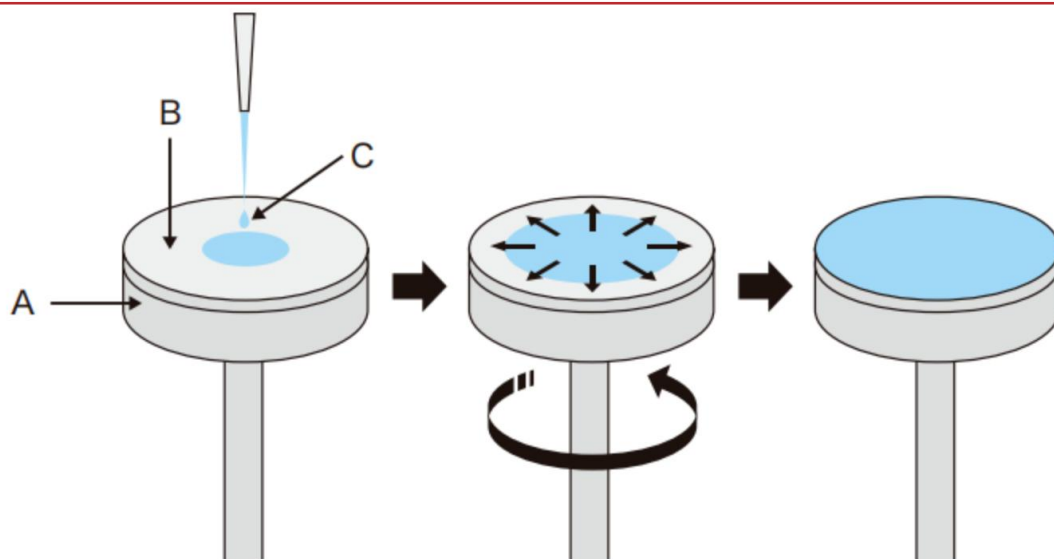


资料来源：潮电智库，华源证券研究所

2.1.2. 滤光片升级，切入苹果旋涂供应链

旋涂滤光片是一种通过旋涂工艺制备的光学元件。旋涂工艺一般将蓝玻璃镜片原材料清洗干净并放置在匀速旋转的转盘上，配置旋涂液并将其从上方滴在镜片上表面中间部位，通过转盘高速旋转，使旋涂液从镜片的中心点向外扩散，均匀铺满整个镜片表面且充分结合，最后通过镀膜机完成镜片的正反面镀膜。该工艺技术难点在于：1）控制每个产品厚度公差 $<0.5\mu\text{m}$ ，保证波长公差 $<1\text{nm}$ ；2）在 85% 相对湿度、85℃ 温度的条件下，旋涂产品膜层附着需保证 500 小时以上无异常。

图表 27：旋涂工艺示意图



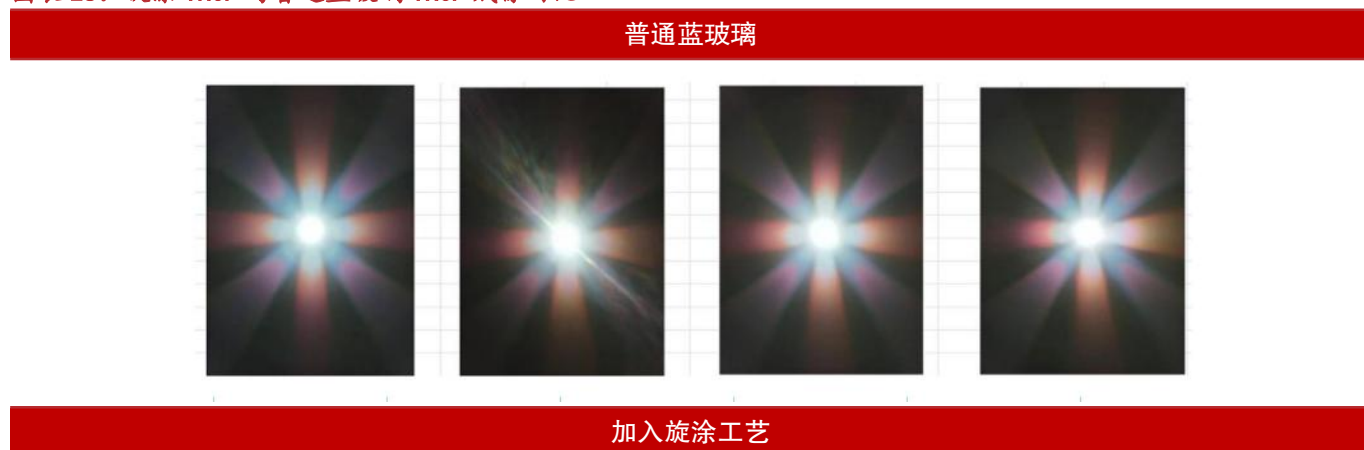
A为旋转基底，B为目标基底，C为沉积溶液。

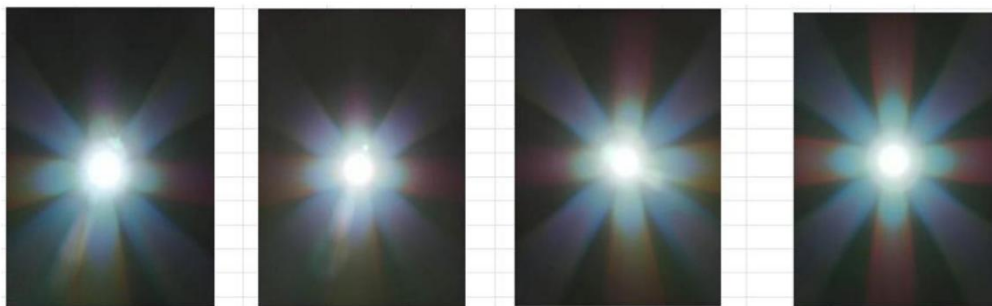
资料来源：灵方科技公众号，华源证券研究所

旋涂 IRCF 可有效改善花瓣鬼影等问题，提高拍摄质量。加入旋涂工艺的滤光片具备以下优势：**1) 抑制反射与鬼影：**通过在蓝玻璃上涂抹特定色素，可增强涂层的附着力，使涂层更加轻薄，更有效吸收红光波段，大幅减少光线在传感器与镜头间产生的反射，进而消除花瓣鬼影；**2) 提升拍照清晰度：**可针对性吸收某些波长的光线，剔除不必要的光谱成分，从而确保图像更为清晰、色彩更为真实，防止照片出现色彩偏差；**3) 光学性能的灵活调整：**其光学性能可根据实际需求进行定制，通过调整材料的配方、旋涂的厚度以及固化条件，实现不同的光学效果。

因此，只需在 IRCF 上旋涂一层色素有机材料，增加对红色及红外光的吸收，即可有效改善鬼影、杂光以及偏色问题，真实成像。以东田微旋涂 IRCF 产品为例，其可实现大角度下特定透过率（ $T=20\%$ ）的波长偏移量从 22nm 缩小到 2nm，较其他材质同类产品近红外光吸收效果显著改善。

图表 28：旋涂 IRCF 与普通蓝玻璃 IRCF 成像对比





资料来源：东田微招股说明书，华源证券研究所

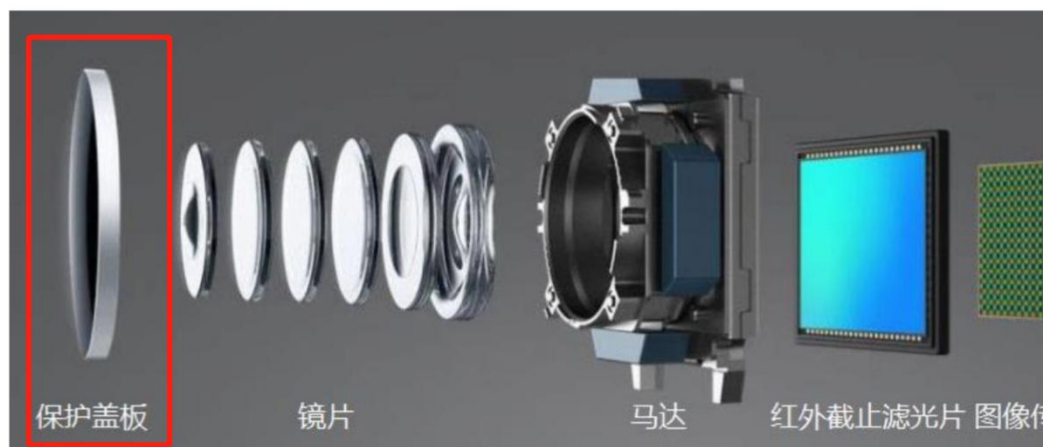
公司滤光片产品持续迭代，光学硬件升级对冲传统降价压力，旋涂滤光片等新品有望持续提供业绩支撑。红外截止滤光片长期为公司大单品，经历了由小滤片到大滤片、由白玻璃滤片到蓝玻璃滤片再到旋涂滤光片的过程，产品的持续升级较好地抵消了行业传统的降价压力。公司的旋涂滤光片项目自 2021 年量产，为国内首例；2023 年已顺利导入国内市场全部主流终端，国内市占率大幅提升；2024 年加快新品开发，并导入新技术；2025 年，公司的旋涂滤光片在北美大客户的所有机型的前后摄上已实现标配，预计在年内实现量产，正式切入大客户滤光片供应链。未来，随着潜望式长焦、大底摄像头的需求扩大，旋涂滤光片作为红外截止滤光片的升级产品，在智能手机中高端机型中逐步推广应用，有望成为公司长久且规模较大的项目，为公司提供较好的盈利预期。

2.2. 薄膜光学面板成为第二大业务板块，新产品持续开发

2.2.1. 光学薄膜为技术核心，规模增长受益于下游应用拓展

盖板是一种用以对触摸显示屏的触控模组及非触摸屏幕进行保护的透明镜片。例如，摄像头盖板应用于手机/pad/无人机/相机等镜头保护盖板，通过光学镀膜，阻隔红外、紫外波段，有效减少成像“鬼影”现象，使手机拍照色彩更加真实饱满，细节更加清晰，产品硬度高，光学折射率高（厚度更薄），耐冲击和抗划伤性能较强，从而给用户带来优良的拍摄体验。

图表 29：HUD 投影单元示意图

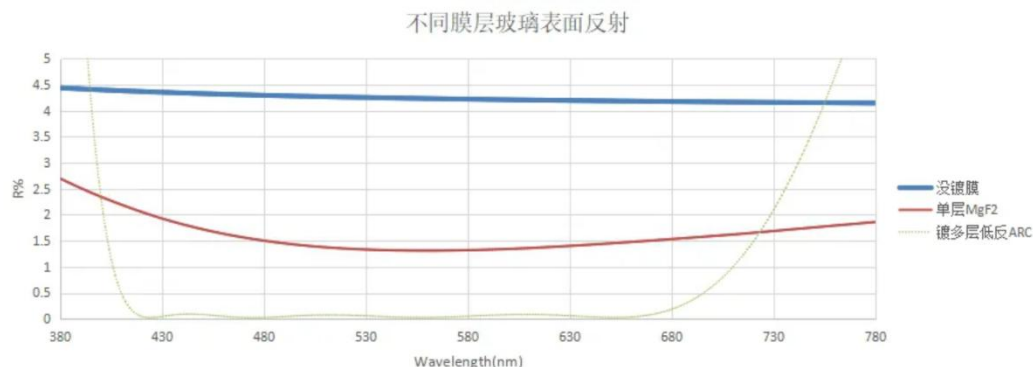


资料来源：东田微招股说明书，华源证券研究所

盖板的核⼼⼯艺之一是光学薄膜设计。光学薄膜是指在光学元件或独⽴基板上，制镀上或涂布一层或多层介电质膜或金属膜或这两类膜的组合，以精确控制光波的传递特性，从而达到良好的图像显示效果。例如，镀硬质减反射膜可以提供高耐用性，通过在玻璃、蓝宝石、

高强度化玻璃表面进行镀膜工艺，改善光学性能并增强抗冲击耐磨性能，适用于需要耐磨表面处理的光学元件，包括智能手表表盖、平板侧面按键、摄像头保护玻璃、后盖镀膜等。从工艺设备来看，薄膜制造主要涉及真空蒸镀、磁控溅射、溶胶-凝胶法、化学气相沉积（CVD）等，工艺的选择取决于所需的薄膜特性、成本、效率以及生产规模。

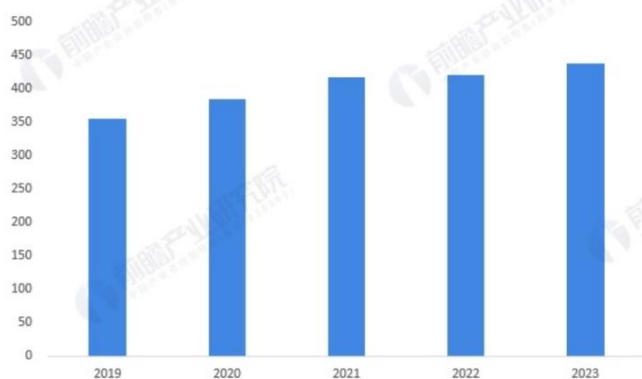
图表 30：多层镀膜可有效提高透射光比例及光学系统性能



资料来源：水晶光电公众号，华源证券研究所

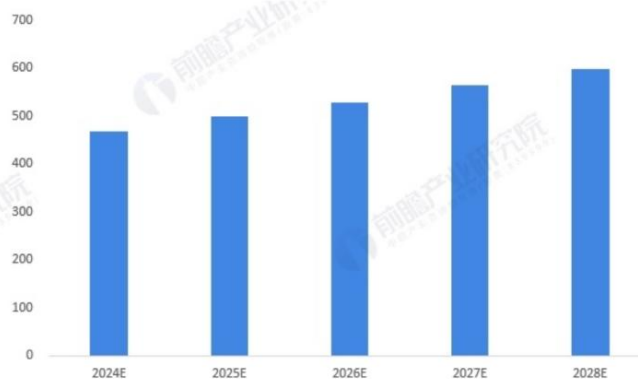
下游需求带动光学薄膜规模增长，国内市场集中度较低。近年来，得益于下游面板、消费电子产品需求的稳定增长，国内光学薄膜需求规模持续扩大，根据前瞻产业研究院数据，其市场规模由 2019 年约 350 亿元提升至 2023 年超 430 亿元；此外，消费者对消费类电子产品的品质要求不断提高，更新换代频率加快，穿戴式产品、家庭居住等新型智能硬件产品迅猛发展，光学薄膜下游产品范围不断延伸，预计未来市场规模还将以约 6.2% 的速度保持增长，2028 年产业规模将接近 600 亿元。从竞争格局来看，国内光学薄膜行业市场集中度较低，据前瞻研究研究院测算，2023 年头部企业 CR5 市场份额约 15%；偏光片、高端增亮膜等高端市场份额为日韩等外企占据，但国内企业竞争力也在日渐提升。

图表 31：中国光学薄膜市场规模（单位：亿元）



资料来源：前瞻产业研究院，华源证券研究所

图表 32：中国光学薄膜市场规模预测（单位：亿元）



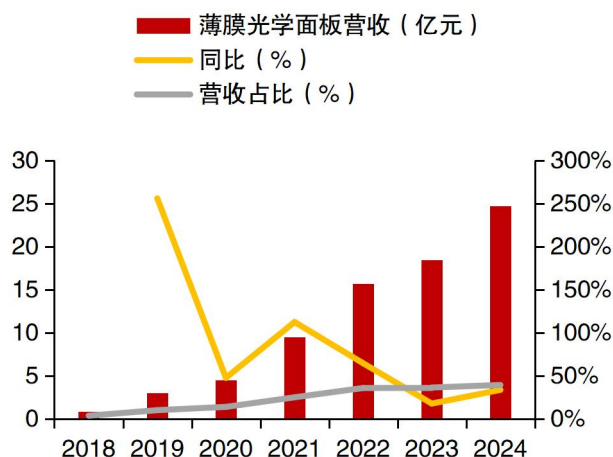
资料来源：前瞻产业研究院，华源证券研究所

2.2.2. 薄膜光学面板已成为公司第二大营收支柱

切入大客户业务规模快速增长，薄膜光学业务成为新“压舱石”。公司 2019 年前主要通过给海外客户提供镀膜代工间接参与大客户的供应链。随着 5G 通信技术的推广，以及无线充电技术以及 OLED 显示屏的市场占有率逐步提高，智能手机的薄膜光学面板将逐步由单一的外观件向光学性能件转变，对手机前后盖的光学透过率、耐冲击、防水、防雾、精密纹

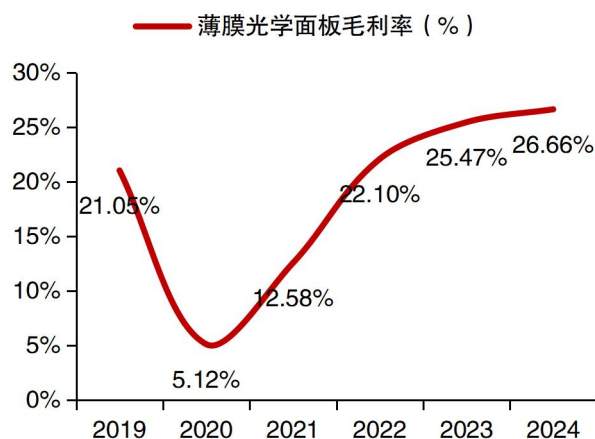
路、美观等功能要求更高。公司紧抓这一市场需求，通过面板产品开始直接和大客户开展合作，进入大客户供应链后，该业务板块营收和毛利率快速提高，营收由 2019 年的 3.04 亿元提高至 2024 年的 24.72 亿元，CAGR 为 52.1%；毛利率由 2020 年的 5.12% 提高至 2024 年的 26.66%。当前，薄膜光学面板业务已成为公司营收第二支柱，2024 年总营收占比近 40%，手机类薄膜光学面板市场份额已基本稳定，未来将持续拓展非手机领域应用，优化产品结构。

图表 33：薄膜光学面板营收、增速及营收占比



资料来源：公司公告，华源证券研究所

图表 34：薄膜光学面板毛利率



资料来源：公司公告，华源证券研究所

品类持续拓展，非手机应用带来新增长点。公司薄膜光学面板业务包括摄像头盖板、智能手表表盖、指纹识别盖板等产品，其中摄像头盖板为核心，广泛应用于手机、相机、平板等产品的高端摄像头。目前，公司正不断深化与北美大客户的业务合作，以实现终端品类全覆盖，在小尺寸面板领域进一步巩固竞争优势；未来，公司预计将积极开拓车载、智能穿戴、智能家居等非手机领域的产品应用，在无人机、扫地机器人、运动相机等项目持续扩大规模。公司 2023 年启动越南基地二期建设，非手机的薄膜光学面板业务将全部落在越南二期，预计 2025 年下半年开始量产，将为公司带来一定的盈利空间，越南工厂也将对公司降低风险、规避冲突、争取国际化布局起到较好的缓冲作用。

图表 35：水晶光电薄膜光学面板主要产品

产品种类	示意图	产品功能	应用领域
摄像头盖板		硬度高，光学折射率高(厚度更薄)，耐冲击和抗划伤，耐脏污，拍照还原度高	手机、相机、平板等产品的高端摄像头
智能手表表盖		使用高强度的玻璃，通过强化制程使玻璃抗冲击性提升。在其表面镀制超硬增透防污膜，使表盖耐摩擦、抗划伤、硬度高，清晰度高，同时降低表盖能耗	传统手表、智能手表
指纹识别盖板		该产品可使用玻璃或蓝宝石材质，具有较高的介电常数，协助指纹识别模组实现快速解锁、便捷支付等功能	指纹识别模组表面的保护盖板，多用于智能手机、平板、笔电等

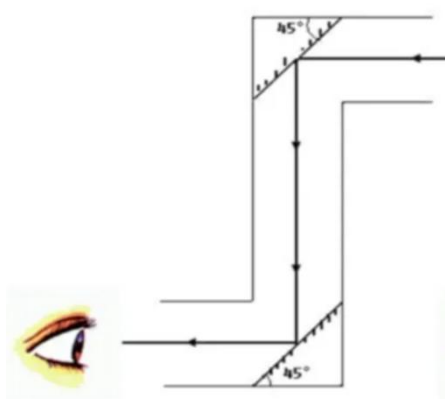
资料来源：公司公告，华源证券研究所

2.3. 微棱镜产品开启大客户合作 3.0 阶段

2.3.1. 微棱镜为潜望式长焦摄像头重要元器件

潜望式长焦摄像头是一种手机镜头的设计方式，其中潜望式是实现方式，长焦是效果。这种设计借鉴潜艇中潜望镜的基本原理，通过光线在镜头内部的反射，实现了更长的物理焦距，提高手机的远摄能力。潜望式长焦摄像头的优势在于将长焦镜头横向排列，与广角镜头形成垂直布局，利用棱镜折射实现成像，在不增加手机厚度的同时，让镜头横向位移，实现高倍数光学变焦，大幅度提高手机的拍摄性能，使手机的拍摄性能进一步向相机看齐。

图表 36：潜望镜原理示意图



资料来源：AIOT 大数据公众号，华源证券研究所

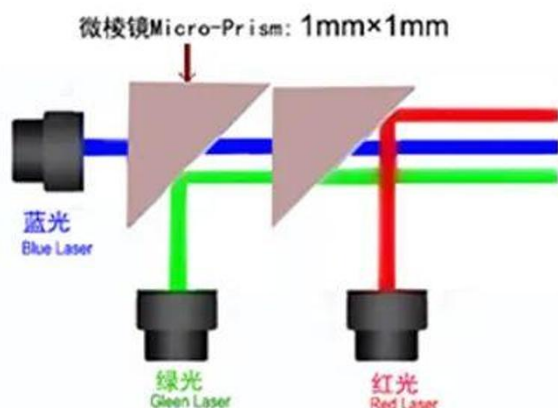
图表 37：潜望式变焦与传统变焦方案对比

变焦方式	原理	效果
数码变焦	通过数码相机内的处理器，将图片内的每个像素面积增大，从而达到放大目的	差
混合变焦	通过组合不同焦距镜头实现照片放大或缩小	较差
光学变焦	改变镜头纵向焦距，实现无损拍照	好
潜望式镜头变焦	运用棱镜将变焦时镜头的运动方向由垂直于手机方向改为手机平面内横向运动	好

资料来源：华经产业研究院，华源证券研究所

微棱镜模组是潜望式光学变焦摄像头的核心器件。棱镜是一种由两两相交但彼此均不平行的平面围成的物体，用以分光或使光束发生色散，通常由透明材料（如玻璃、晶体等）做成。微棱镜具备较多优势：1）精准光路偏转：棱镜的表面和角度通过精确设计和加工，以满足精准光路偏转的要求；2）高反射率：微棱镜表面具有高反射率，从而有效降低光信号损失；3）小尺寸：可以在保持精准偏光的同时，维持相对紧凑的设备尺寸，使设备空间与传统设备相比节省 55%。因此，微棱镜的应用场景越来越广泛，手机潜望式摄像头、家用投影仪等消费电子设备中已不乏微棱镜的身影。

图表 38：微棱镜在投影应用的示意图



资料来源：炬光科技官网，华源证券研究所

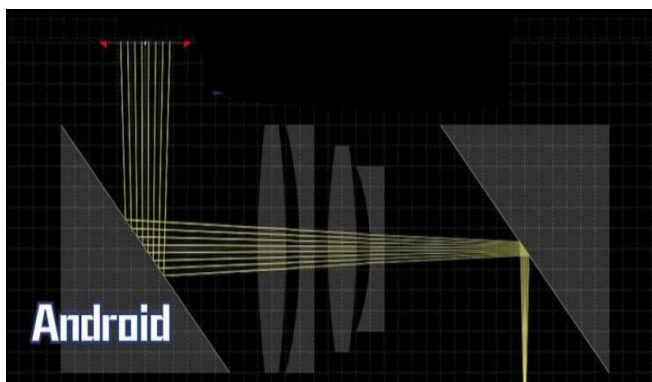
图表 39：微棱镜在潜望式摄像头的应用示意图



资料来源：炬光科技官网，华源证券研究所

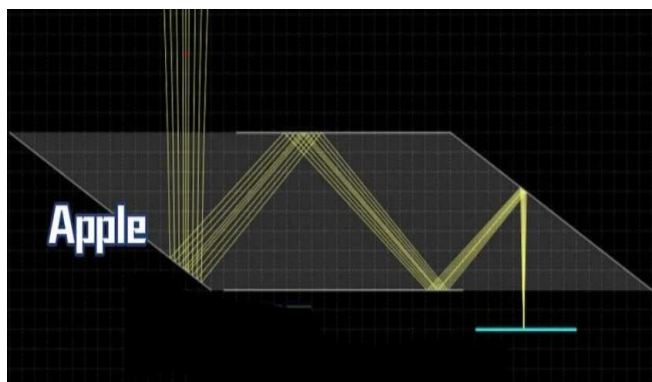
传统潜望式镜头与四重反射棱镜方案各有优劣。安卓：主流的望远变焦镜头大多是在前后两端各配备一枚 45° 反射镜，让光线呈 $90^\circ - 90^\circ$ 反射，再入射到感光元件上，这样的设计能够在反射镜中间容纳变焦与对焦镜组，同时也允许望远镜头拥有更多功能，例如能够将光学防震元件设计在镜组当中。**苹果：**iPhone 15 Pro Max 首次搭载潜望式长焦模组，采用的是四重反射棱镜方案。从结构上来说，iPhone 15 Pro Max 的四次反射望远镜头属于定焦镜的设计，优势在于光学元件简单，不需要复杂的望远镜组设计，理论上应该会有比较好的光学表现（因为没有变焦元件），在降低成本的同时，光圈也容易设计得较大。

图表 40：安卓潜望式镜头方案示意图



资料来源：果粉先锋公众号，华源证券研究所

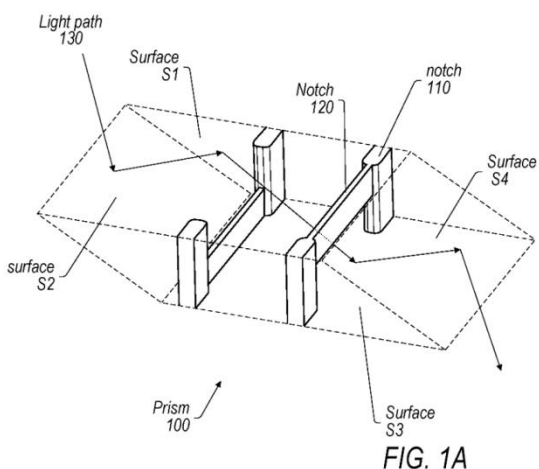
图表 41：苹果潜望式镜头方案示意图



资料来源：果粉先锋公众号，华源证券研究所

苹果技术布局较早，四重反射棱镜方案工艺复杂。苹果最早关于潜望式镜头模组设计的相关专利于 2015 年 2 月申请，该模组中的镜片是可移动的，实现的是真实的连续光学变焦，区别于传统的“接力式”变焦，“镜像倾斜驱动”系统则主要是解决潜望式镜组中的镜头防抖问题。而苹果 2023 年首次搭载的四重反射微棱镜方案结构更为复杂，需要在棱镜内部实现四次反射，需要综合使用到冷加工、镀膜、半导体光学、胶合、丝印、自动化、AOI 检测等技术，要求较高，因此价值量也较传统潜望式棱镜有所提高。

图表 42：苹果关于微棱镜技术的专利



资料来源：苹果《SINGLE ELEMENT LIGHT FOLDING PRISM》，华源证券研究所

图表 43：苹果 2015 年潜望式长焦摄像头相关专利

获得日期	名称	简介
2015.2.12	MIRROR TILT ACTUATION 镜面倾斜驱动	一个类似潜望式镜头的连续变焦模组，包括图像传感器和变焦镜头组件。变焦镜头组件中的镜头元件可移动，模组顶部有一个反射镜组件，用于改变光路
2015.4.30	SMALL FORM FACTOR TELEPHOTO CAMERA 小尺寸长焦相机	一种紧凑型长焦镜头系统，一枚镜头有 4-5 片透镜，其中至少有一个为非球面镜。镜头系统总长度或小于 6 毫米，能够实现高质量的光学性能和高成像分辨率

资料来源：华经产业研究院，华源证券研究所

各大品牌均搭载潜望式摄像头，主要用于高端旗舰机型。最早在 2015 年华硕 ZenFone Zoom 发布了首款潜望式镜头，2017 年 OPPO 在 MWC 上发布了首款潜望式双摄像头（广角 + 长焦）。2019 可称为潜望式镜头发展元年，华为和 OPPO 先后于 3 月、4 月发布了具备“潜望式长焦镜头”的旗舰机型 P30 pro 和 Reno。2023 年，随着苹果第一款搭载潜望式长焦摄像头的机型 iPhone 15 Pro Max 发布，四个月内华为、OPPO、vivo、荣耀、一加、realme、iQOO 等国内主流安卓手机品牌再次密集推出了相关的旗舰机型。尽管目前潜望式摄像头主要应用于高端机型，但市场已有下沉趋势，2024 年 9 月，苹果 iPhone 16 系列将潜望式长摄像头下沉到 Pro 级机型，未来或有更多中高端机型搭载潜望式摄像头。

图表 44：部分搭载潜望式摄像头的主流旗舰机型

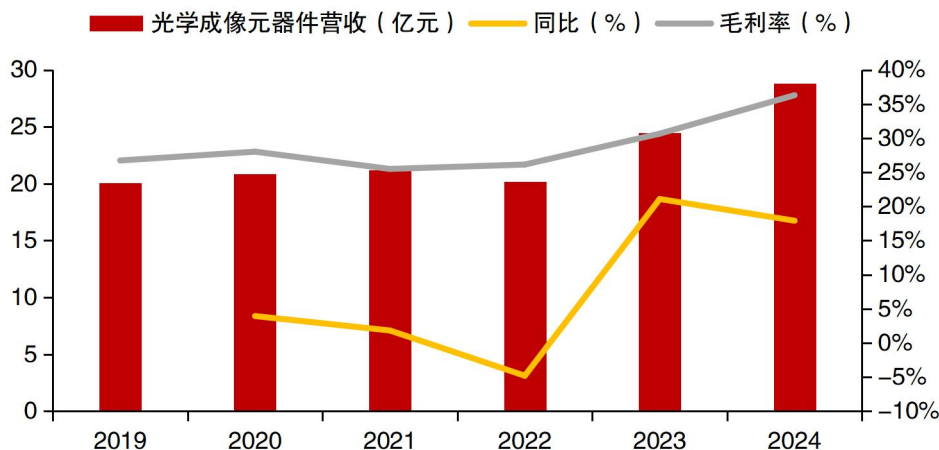
发布日期	机型	长焦倍数	等效焦距	光圈大小
2023 年 9 月	iPhone 15 Pro Max	5 倍	120mm	f/2.8
2023 年 9 月	华为 Mate 60 Pro+	3.5 倍	90mm	f/3.0
2023 年 11 月	iQOO 12 Pro	3 倍	70mm	f/2.57
2023 年 11 月	vivo X100 Pro	4.3 倍	100mm	f/2.5
2023 年 12 月	realme GT5 Pro	3 倍	65mm	f/2.6
2023 年 12 月	努比亚 Z60 Ultra	3.7 倍	85mm	f/3.3
2023 年 12 月	一加 12	3 倍	70mm	f/2.6
2024 年 1 月	荣耀 Magic6 Pro	2.5 倍	68mm	f/2.6
2024 年 9 月	iPhone 16 Pro/Pro Max	5 倍	120mm	f/2.8

资料来源：智东西公众号，苹果官网，华源证券研究所

2.3.2. 依托北美大客户，微棱镜业务快速放量

深度绑定北美大客户，微棱镜业务发展迅速。公司以 ODM 身份为大客户配套的微型棱镜模块产品工艺及量产设计开发，已成为大客户的核心供应商。微棱镜项目作为公司的一号工程，历经 3 年左右的研发，自 2023 年 6 月起实现量产，当年公司光学元器件营收 24.46 亿元，同比+21.09%，毛利率同比+4.5pct，大客户配套的微型棱镜模块产品为关键驱动力。2024 年上半年，公司完成微棱镜项目快速迭代并大规模量产，产品竞争力提高，市场份额进一步上升，预计未来仍将提供较好的业绩支撑。

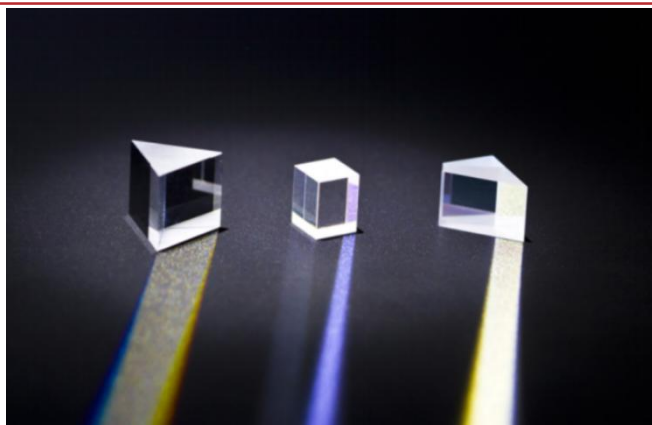
图表 45：光学元器件业务营收、增速及毛利率



资料来源：公司公告，华源证券研究所

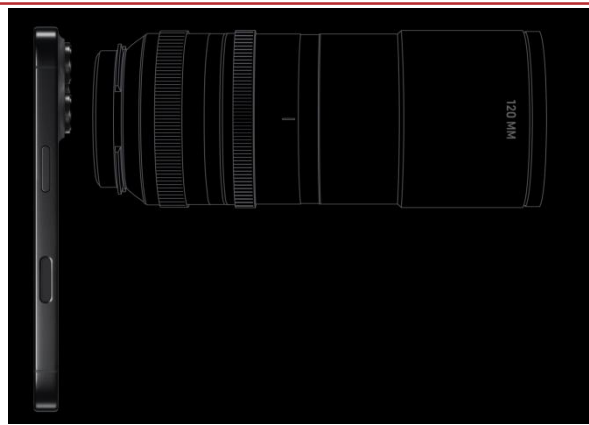
大客户机型节奏和技术规划清晰，安卓端适配性持续探索。公司大客户技术规划较为充分，技术确定性较强，早在 2015 年即开始探索潜望式镜头模组相关技术，2023 年 iPhone 15 Pro Max 采用创新的四重反射棱镜方案，2024 年客户机型下沉，iPhone 16 Pro 与 Pro Max 两款产品均采用四重反射棱镜相机，且预计 25–27 年 iPhone 17–19 系列的高端产品将配备升级的四重反射棱镜相机。安卓端，客户的长焦摄像头以三角棱镜方案为主，公司以生产通用版棱镜方案为主，通过量产通用版方案拉动设备稼动率来保持一定的盈利水平，未来也会继续关注安卓市场的渗透方案。

图表 46：公司组合式棱镜产品展示图



资料来源：水晶光电官网，华源证券研究所

图表 47：iPhone 16 Pro/Pro Max 潜望式摄像头展示图

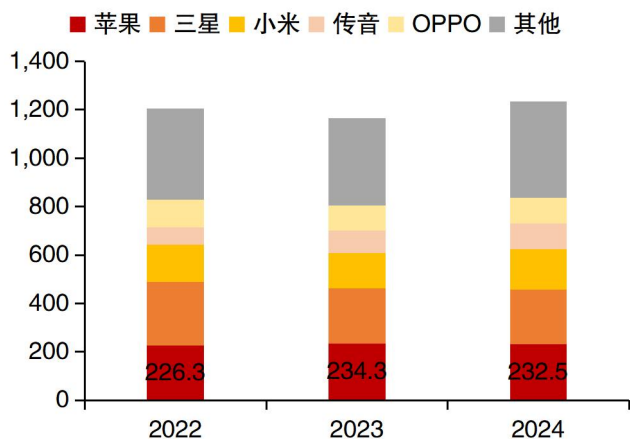


资料来源：苹果官网，华源证券研究所

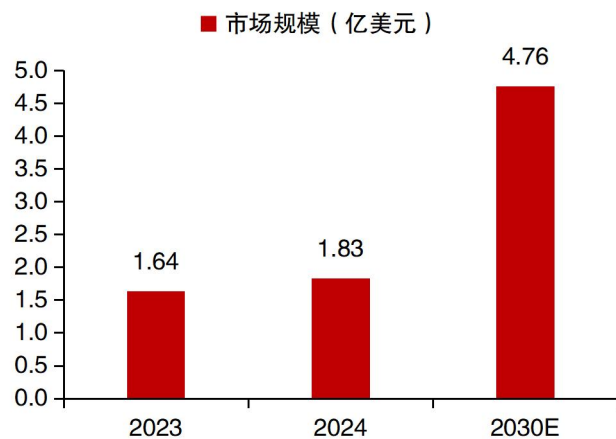
微棱镜市场或继续扩张，苹果综合竞争力较强。智能手机出货量的增长为微棱镜的渗透提供基础，根据 IDC 数据显示，2024 年全球智能手机出货量约为 12.36 亿部，同比+6.1%，预计未来将保持温和增长，2028 年将达 13 亿部，24–28 年 CAGR 为 2.3%。其中，苹果手机 23–24 年的出货量均保持全球第一，市场份额约为 1/5。从成本结构来看，苹果较强的用户忠诚度使其可以保持更高的硬件成本水平，据日经新闻，苹果“四重反射棱镜”的潜望式镜头模组的成本约 30 美元，iPhone 15 Pro Max 总制造成本为 558 美元，较上期同级别机型增长 12%。综上所述，微棱镜市场有望进一步扩张，根据 QYResearch 数据，2024 年全球手机潜望式摄像头用微棱镜市场规模约为 1.83 亿美元，预计 2030 年将上升至 4.76 亿美元，24–30 年 CAGR 为 17.3%。

图表 48：2022–2024 全球智能手机出货量(单位:百万部)

图表 49：全球手机潜望式摄像头用微棱镜市场规模



资料来源：IDC，华源证券研究所



资料来源：QYResearch，华源证券研究所

3. AR 光波导业务，战略性打造第三增长极

3.1. AR 光波导技术前景广阔，或成为 AR 眼镜最优方案

3.1.1. 光学显示单元为 AR 眼镜核心成本构成

什么是 AR 和 AR 光学：AR 是基于计算机实时计算、多传感器融合和光电显示等技术，将创建生成的虚拟信息与现实环境叠加融合，通过对现实环境追踪、覆盖、标注，实现虚实融合，增强人类感知和感官体验。而 AR 光学，指利用光的折射或衍射原理，在不影响环境光的前提下，改变屏幕光的传播方向，实现将虚拟信息数据(包括文字、图像、视频和 3D 模型等)叠加在现实环境数据上。

以波导和曲面方案为主的光学显示单元成为 AR 整机的核心模块。AR 整机设备和智能手机的功能模块类似，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，根据模块功能不同可拆解为计算、光学和传感三大功能单元。相较于智能手机，AR 涉及了全新的光学方案，其光学显示单元为 AR 整机中最核心部分（BOM 占比接近 50%），一定程度上决定了 AR 整机能否规模量产并推广至消费级市场的可能性。

图表 50：AR 整机设备模块单元组成及 BOM 占比拆分

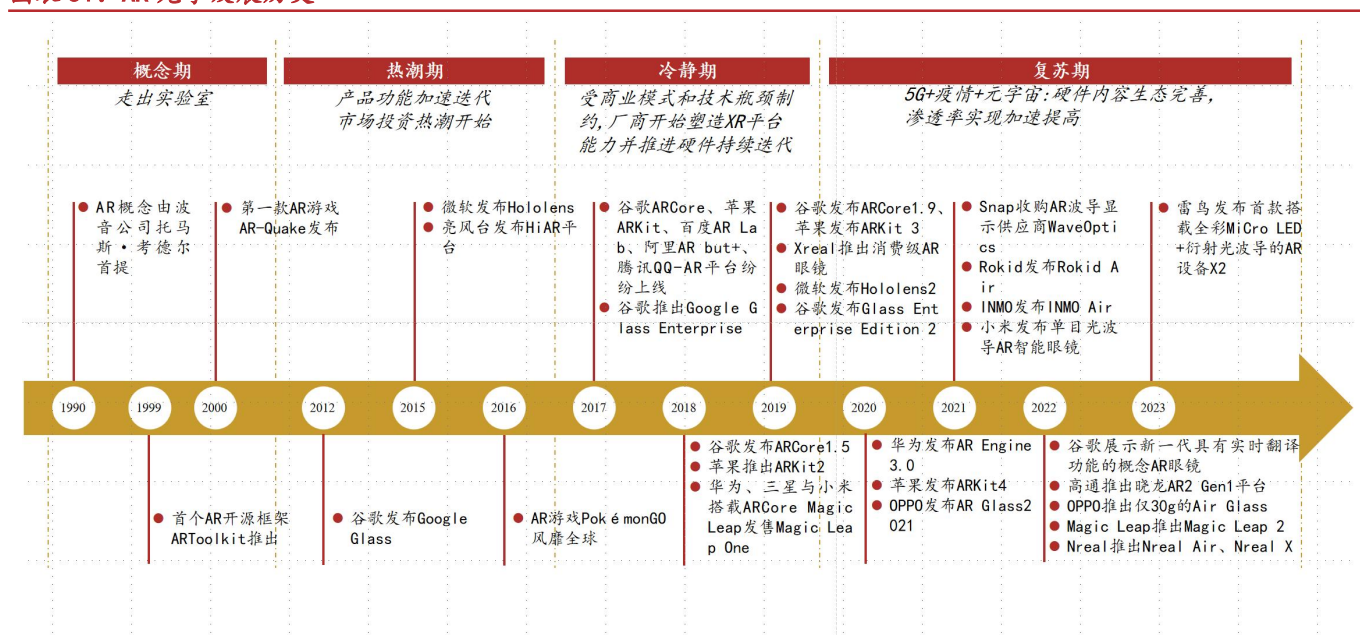


资料来源：艾瑞咨询，华源证券研究所

3.1.2. 光波导成为 AR 眼镜发展的核心路径

5G+公共卫生事件+元宇宙推动新一轮 AR 硬件生态大发展。AR 光学行业经历了概念期(1990–2011 年)、热潮期(2012–2016 年)、冷静期(2017–2019 年)三个发展时期，在市场需求刺激和光波导技术突破的双重因素下，已步入复苏阶段(2020 年–至今)，AR 眼镜作为核心硬件，其产品形态在向着满足日常佩戴需求的普通眼镜靠拢。从用户体验角度来看，镜片重量、厚度等参数影响着用户佩戴舒适度，同时限制了用户的佩戴时长，因此更小、更轻、更薄的光学显示模组有助于实现用户体验轻量化，满足全天候、无负担的日常佩戴需求；从应用场景角度来看，透过率的提升可增强虚拟信息与现实环境的联系，提高产品的场景适用性，有助于 AR 走出室内。

图表 51：AR 光学发展历史



资料来源：维深 WellSennXR 公众号，华源证券研究所

光波导成为 AR 光学发展的优选方案。光学作为 AR 智能眼镜核心技术之一，其模组很大程度上决定了产品体积重量、外观设计、佩戴体验、产品定位和应用场景等。在 AR 眼镜呈轻量化的趋势下，光波导由于形态轻薄具备长时间佩戴的可能，同时具备清晰、透亮、大 FOV 等优势，被认为是 AR 眼镜的发展方向和未来形态。**相较于传统光学方案，光波导具备如下特点：**1) 动眼框范围增大，在增加适用人群范围的同时提高佩戴舒适性；2) 投影光机可旁置，避免遮挡视线；3) 高透光率，提高了数字影像与环境的交互感，并且提高了安全性；4) 轻薄，外观接近于传统眼镜样式，更有利于日常化使用。

图表 52：光学方案对比表

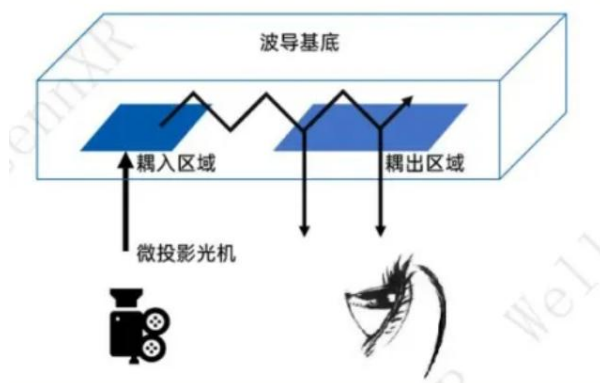
成像模组	离轴光学类	棱镜类	自由曲面类	Birdbath 类	光波导类
厚度	>50mm	>10mm	>9-25mm	10-20mm	<3mm
轻量化水平	低	低	较低	一般	高
FOV	>70°	10° ~20°	20° ~55°	30° ~60°	25° ~80°
Eyebox	较大	小	一般	一般	大
成像质量	好	较好	好	好	好/较好
透过率	40%~70%	<50%	~50%	<50%	>80%
主要挑战	1.轻量化和显示效果存在矛盾 2.体积下限无法突破 3.透过率较难提高			1.量产工艺尚不成熟，成本较高 2.不同细分方案缺点不一	

资料来源：维深 WellSennXR 公众号，华源证券研究所

AR 光波导方案一般由光机、波导和耦合器三部分组成，几何光波导和衍射光波导为主流技术方案。AR 光波导的原理是：利用光机将微型显示器发出的光线准直后投射到耦合器中；光波导引导光波在介质中进行传播，实现显示图像的光传递；耦合器将来自光机的光通过耦入区域引导进光波导中，再经由耦出区域将波导中传输的光引导向人眼，即实现光在不同波导元件中的转换。

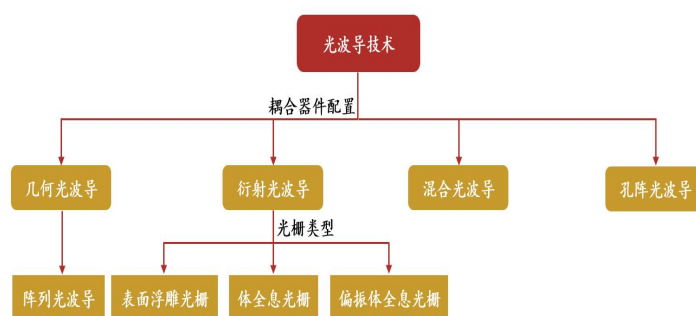
从光波导的技术路径来看，几何光波导（即反射光波导）和衍射光波导为目前主流技术方案，均有量产产品推出，前者以阵列光波导为主要研究方向；后者根据耦入/耦出区域光栅的不同，可分为表面浮雕光栅波导、体全息光栅波导和偏振体全息光栅波导。主流技术方案之外，混合光波导目前尚无消费级产品问世，孔阵光波导因光效低、镜片厚、视觉体验不佳，落地产品较少。

图表 53：光波导原理



资料来源：维深 WellSennXR 公众号，华源证券研究所

图表 54：光波导技术路径分类



资料来源：维深 WellSennXR 公众号，华源证券研究所

几何光波导、衍射光波导方案在光学效率和工艺成本两方面各有侧重。几何光波导利用的是光的反射，因此显示画面质量较好，色彩还原度高，色差小，但由于制造工艺复杂，良率较低，因此生产成本较高。衍射光波导为目前最受关注的近眼显示方案，表面浮雕、体全息方案均采用光的衍射效应，存在散射、彩虹效应等问题，导致画面显示较差，偏色严重，且分别在设备、材料方面存在壁垒，但工艺良率相对较高，因此生产成本偏低。偏振体全息光栅波导则目前仍处于研发验证阶段。

图表 55：光波导方案性能指标及优缺点对比

主要技术路径	几何光波导	表面浮雕光波导	体全息光栅波导	混合光波导
光能利用率	一维 10%~15% 二维 5%	<1%	1%~3%	<25%
光耦合器 偏色	半透半反镜面阵列 较轻	表面浮雕光栅 严重	体全息光栅 较严重	半透半反镜 较轻
优点	原理简单，色彩还原度高，彩色显示效果好，色差小	光栅组合的自由度高，大视场角，大出瞳距离和大适眼距，透明度高，亮度高，结构轻薄	大视场角，大出瞳距离，大适眼距，可波长复用和角度复用，工艺效率高，成本低，可大面积制备，量产投资小，具备走向消费级的条件	几何光学，原理简单，彩色显示效果好，成本较低
缺点	优化自由度低，视场角难以增大；核心专利被 Lumus 掌握，专利壁垒高；良率低，投资大，成本高，难打开消费市场	技术门槛高，结构复杂，加工难度大，量产投资大，核心设备依赖进口；光刻工艺使得成本居高不下	材料壁垒高，没有商业化产品；工艺成熟度不高，需要自主开发	技术门槛高，结构复杂，加工难度大；没有商业化产品
研发单位	Lumus、灵犀微光、理湃光晶等	Dispelix、Magic Leap、Microsoft、WaveOptics、鲲游光电、至格科技等	Apple、德国科思创、DigiLens、Sony、三极光电、谷东科技等	蚁视、歌尔、Apple、Meta 等
制造工艺	传统光学冷加工镀膜/贴合/切割	半导体微纳加工、纳米压印	激光全息干涉	传统光学冷加工镀膜/贴合/切割

资料来源：维深 WellSennXR 公众号，华源证券研究所

3.2. 大力布局 AR 光波导，反射光波导确立为“一号工程”

3.2.1. 技术聚焦 AR/VR 光学，联合下游推进产业发展

公司聚焦 AR/VR 光学核心技术，以反射波导量产为战略重心，联合产业龙头突破关键工艺，构建从元件到系统的全产业链优势，加速全球市场布局。公司深耕 AR/VR 光学领域多年，已构建覆盖显示系统（波导片）、光机核心元件及智能头戴设备采用的 2D/3D 光学产品的完整技术矩阵。目前正联合行业领军企业，重点突破反射/衍射光波导量产技术及精密冷加工工艺，致力于为全球客户提供 AR/VR 光学整体解决方案，推动产业升级。公司已将反射光波导技术确立为“一号工程”，全力打造具备规模化量产能力的产品线，通过系统性打通各环节，重点突破关键制造技术，为后续大规模生产奠定坚实基础，从而构建公司在 AR 领域的核心竞争优势。同时，公司正积极与北美顶尖科技企业建立深度合作关系，通过持续的技术交流与业务协同，不断提升行业影响力，全面推动业务发展。

图表 56：公司“一号工程”



资料来源：公司公告，华源证券研究所

致力于反射光波导量产，消费电子光学延伸至 AR/VR 领先布局。反射光波导方面，公司坚定地投入并着力解决量产性难题，目前已打通核心工艺，建设初步的 NPI 产线；衍射光波导深化与 Digilens 的合作，升级体全息产线，实现小批量商业级应用出货；同时启动光机中所采用大量光学零组件产品的布局 and 研发。此外，公司正加速将核心光学技术优势从智能手机向 AR/VR 智能眼镜领域延伸，凭借在消费电子领域深厚的工艺积累和量产经验，率先布局下一代近眼显示市场，持续巩固行业领先地位。

图表 57：AR/VR 产品布局

主要产品种类	产品图片	产品功能	应用领域	核心工艺
反射光波导片		运用几何反射原理,光线在半透半反的列阵膜层中进行扩展,同时该膜层把部分光线反射到使用者的眼睛中,使人眼观察到清晰的图像。产品具有轻薄、成像清晰、色彩均匀性好等特点	AR 眼镜	光学薄膜设计、精密光学加工、光学系统设计、自动化智能化、测量与分析
衍射光波导片		运用光学衍射原理,光机端发出的图像信息通过耦入光栅耦合到波导中,在中继光栅进行扩展并调控光线到耦出光栅,耦出光栅对光线进行扩展,并且耦合到使用者的眼睛中,使人眼能够清晰地观察到图像	AR 眼镜	光学薄膜设计、精密光学加工、微纳光学、光学系统设计、自动化智能化、测量与分析
反射方片		通过光学冷加工、镀膜等工序制成的方片基材,裁切、切割、组合后可制成 AR 反射光波导镜片	AR 眼镜 (反射光波导方案)	光学薄膜设计、精密光学加工
衍射晶圆		通过光学冷加工、镀膜等工序制成的晶圆基材,裁切、切割后可制成 AR 衍射光波导镜片;公司具备 4-12 寸晶圆加工能力	AR 眼镜 (衍射光波导方案)	光学薄膜设计、精密光学加工

资料来源：公司公告，华源证券研究所

3.2.2. 技术升级+应用拓展，AR 光波导前景广阔

AR 光波导位于 AR 光学产业链中游，增长受制于上游技术发展和下游生态建设。目前 AR 光学产业链较长，整体呈上游硬件原材料壁垒高、中游方案研发竞争激烈、下游 C 端生态不足的特征。上游主要包括原料设备，技术瓶颈和成本主要集中在硬件部分，公司覆盖范围较广；中游覆盖各类型光学方案，目前 C 端较为普及的是 Birdbath（BB）方案，未来光波导方案有望成为业内趋势；下游为终端应用品牌，B 端应用以提供云服务、AR 本地部署为主，C 端应用主要以传统视频网站迁移至 AR 应用，满足 AR 观影、AR 直播、AR 游戏等需求。

图表 58：AR 光学产业链



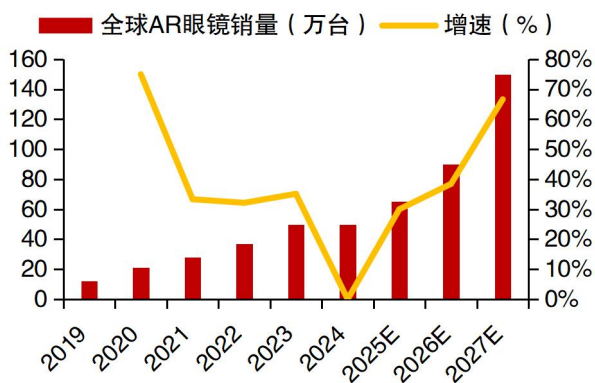
资料来源：维深 WellSennXR 公众号，华源证券研究所

全球 AR 眼镜终端市场持续开拓，AR 光波导或取代 BB 方案成为主流。根据 WellSennXR 数据，2024 年全球 AR 眼镜销量约为 50 万台，与 2023 年持平，观影类 AR 眼镜为主要销量来源，光波导信息提示类 AR 眼镜弥补了老牌头盔式 AR 眼镜下滑，随着新产品不断推出和 C 端应用加速普及，未来 3 年预计 AR 眼镜销量将持续增长，预计 2027 年可达 150 万台，2024-2027 年 CAGR 为 44.2%。从光学方案的选择看，作为过渡的 BB 方案仍占据相当的份额，2022 年渗透率约为 50%，光波导方案占比 25%，未来 BB 方案将转向更轻薄、透光性更好的光波导技术，光波导方案渗透率有望持续提升。

AR 光波导方案市场空间预测：从不同光波导方案的价值量看，根据 WellSennXR 数据，反射光波导一维扩瞳、二维扩瞳，衍射光波导表面浮雕、体全息的单眼成本分别约为 100、500、100、20 美元。其中。衍射光波导应用最为广泛，但体全息供应商仍较少；反射光波导中，一维扩瞳产品年产约万片，二维扩瞳技术尚未实现量产。若假设 2027 年全球 AR 眼镜销量为 150 万台，光波导方案渗透率达 50%（每年 5% 增长），一维扩瞳、二维扩瞳、表面浮雕、

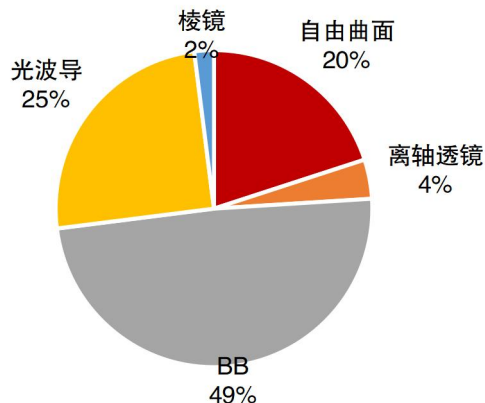
体全息渗透率分别为 8%、2%、85%、5%，则预计全球 AR 光波导方案市场规模约为 1.56 亿美元，成长前景广阔。

图表 59：全球 AR 眼镜销量



资料来源：维深 WellSennXR 公众号，华源证券研究所

图表 60：2022 年 AR 光学方案渗透情况



资料来源：维深 WellSennXR 公众号，华源证券研究所

4. 汽车电子业务，AR-HUD 已成为公司拳头产品

4.1. AR-HUD 装配率快速拉升，PGU 为核心构件

HUD（全称为 Head Up Display），即抬头显示器，最早在 1960 年代应用于战斗机中，辅助显示导航信息与战斗信息，1980 年代汽车制造商开始将 HUD 技术应用到汽车上。HUD 技术的工作原理是利用光学反射原理，将汽车驾驶辅助信息、导航信息、车速信息、检查控制信息以及 ADAS 信息等以投影方式显示在风挡玻璃上，驾驶员只需稍微抬头就能看到关键性信息，无需低头查看仪表盘，同时减少驾驶员因远处路况与近处信息频繁切换焦距而产生的视觉疲劳感，提高了驾驶的安全性和便捷性。

图表 61：不同种类的 HUD 产品显示效果



资料来源：汽车知识图谱公众号，华源证券研究所

HUD 产品按显示屏不同，可划分为 C-HUD、W-HUD、AR-HUD 三大类。C-HUD 由于成像效果差、成像尺寸有限且存在安全隐患，正逐步被淘汰；W-HUD 相比 C-HUD 在成像尺寸、成像质量等方面均有所提升，技术相对成熟，是目前市场的主流产品种类；AR-HUD 利用了增强现实技术，极大扩展了 HUD 的使用场景，结合 ADAS 功能提供预警信息，还可将行车电脑中的车辆数据与道路实景有机结合进行 AR 呈现，市场应用度逐步提高。

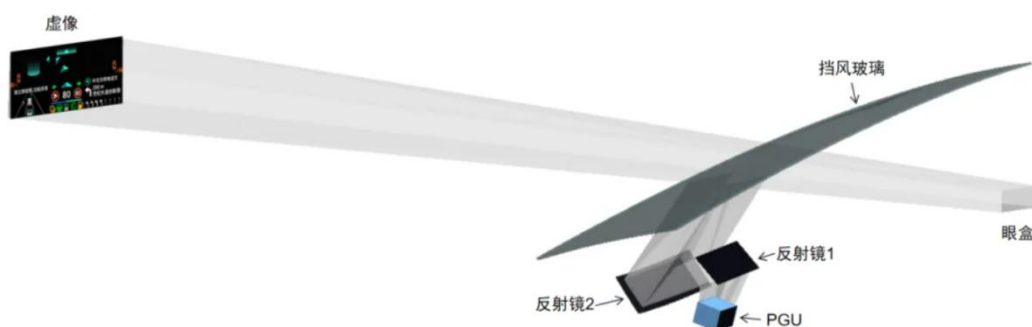
图表 62：不同类型 HUD 产品对比

类别	C-HUD	W-HUD	AR-HUD
视觉显示区域	透明树脂玻璃	前挡风玻璃（部分）	前挡风玻璃
成像距离	1.7-1.9m	2.1-2.5m	近影 2.6m，远影 8m
成像大小	6-8 寸	7-12 寸	近影 9 寸，远影 55 寸
分辨率	480*240	800*480	>800*480
成像技术	TFT 技术	TFT 或 DLP 技术	TFT、DLP、LCOS 或 MEMS 技术
产业应用情况	逐渐淘汰	市场主流 HUD 产品	应用车型逐渐增多
主要优点	成本较低	一体化显示，包含更多信息	显示效果更真实，可与 ADAS 结合
主要缺点	投影区域不大，距离近，发生事故易造成二次伤害	光学结构复杂，需对前挡风玻璃进行特殊处理以避免重影	技术难度大，制造成本高，体积较大

资料来源：佐思汽车，汽车知识图谱公众号，华源证券研究所

光学投影单元和 PGU 为 HUD 的两大关键部分，AR-HUD 中 PGU 价值量最高。从原理来看，**光学投影单元**：包含一级反射镜、二级反射镜、风挡玻璃等光学元件，作用是将 PGU 生成的图像，经过反射镜片多次反射后，将图像放大显示到前挡风玻璃前方，从而驾驶员在眼盒处便能观看到投影在远处的影像。**图像生成单元 PGU**：包含光源、透镜、膜片等光学元件，可以生成高亮度的图像信息，直接影响 HUD 的成像效果和产品成本，在 AR-HUD 成本中，PGU 价值占比最大，可达整机 BOM 的 30%~50%。目前业内 PGU 主要技术路径包括 TFT-LCD、DLP、LCOS、LBS 等，均有各自的技术优劣势，其中 TFT-LCD 为目前的主流技术，DLP 较为成熟但发展受限于 TI 专利垄断，LCOS 仍在持续发展中，LBS 技术由于 MEMS 微镜开发难度较高，量产尚在起步阶段。

图表 63：HUD 投影单元示意图



资料来源：水晶光电公众号，华源证券研究所

图表 64：四种 PUG 技术路线

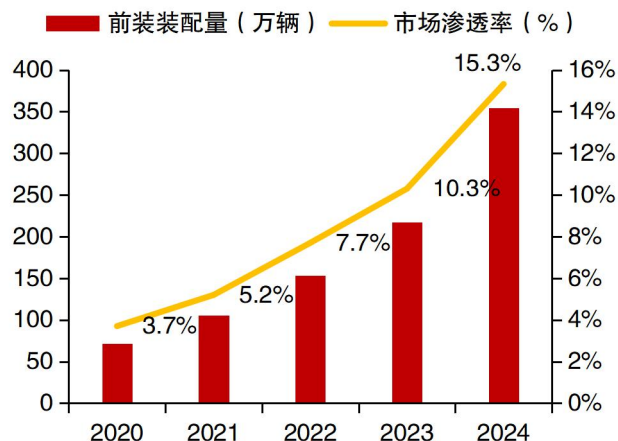
技术类型	TFT-LCD	DLP	LCOS	LBS
名称	薄膜电晶体液晶显示器	数字光处理技术	硅基液晶投影技术	激光扫描式投影
示意图				

技术原理	LCD 屏幕在背光照射下，通过每个像素点后的薄膜晶体管控制液晶分子的旋转，调整光线明暗，再通过 RGB 滤色片将光线转化为图像	通过在数字微镜芯片 (DMD) 上集成数百万个微型镜片，精确控制光源发出的光线，并通过投影镜头在扩散片上形成图像	利用液晶的光学特性和硅芯片的电学特性，精确控制光的传播方向和强度，从而生成清晰、生动的图像	使用 RGB 激光模组发出红、绿、蓝三色光，经透镜混合后照射到 MEMS 微镜上，微镜在制动器的驱动下转动，从而扫描并形成图像
技术优势	技术成熟、成本低	高亮度、高对比度、高可靠性，温控领域具备显著优势，	高分辨率、更广的色域和出色的对比度	技术结构简洁、体积小，色彩表现更佳
主要缺点	热管理难度大、亮度对比度有限、视场有限、清晰度有限	体积大、机械稳定性较差，支持 2K 分辨率较困难	需要照明单元导致模组体积大、存在背光、功耗高、低温适应性等	MEMS 微镜开发难度大，尚未正式量产

资料来源：水晶光电公众号，佐思汽车，华源证券研究所

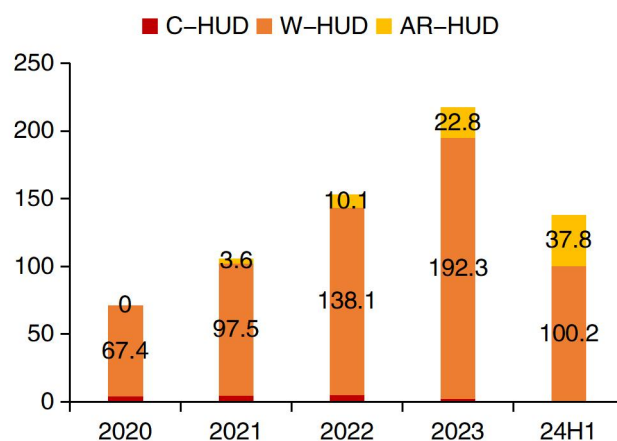
HUD 逐步替代传统汽车仪表，AR-HUD 装配量逐年提高。据佐思汽车数据，2020 年以来，中国乘用车新车 HUD 前装装配量持续上升，2024 年达 354.6 万辆，同比增长 63.0%，市场渗透率首次突破 15%，理想、极氪、长安深蓝等自有品牌开始应用 HUD 产品来取代传统的汽车仪表。与此同时，HUD 细分市场的竞争格局逐渐清晰，AR-HUD 由于其能够整合 ADAS 辅助驾驶信息、实现实景导航，近年来备受关关注，逐渐成为新时代智能汽车上的重要配置，2024H1 中国乘用车新车装配量达 37.8 万辆，同比增速高达 587%。

图表 65: HUD 前装装配量和市场渗透率



资料来源：佐思汽车，华源证券研究所

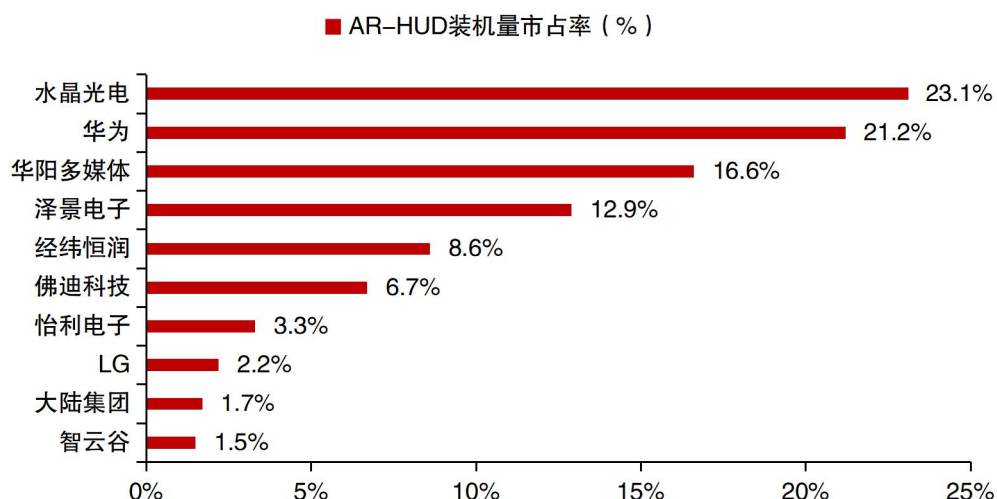
图表 66: 不同 HUD 产品市场前装装配量 (单位: 万辆)



资料来源：佐思汽车，华源证券研究所

国产厂商占据 AR-HUD 主要市场，2024 年上半年公司装机量市占率排名第一。根据佐思汽车数据，在 AR-HUD 领域，销量排名前 10 企业仅有 2 家外企，市场份额合计约 5%，自主品牌正快速崛起，实现技术换挡。其中，公司抓住了技术转换的窗口期，23 年下半年出货量快速增长，以 23.1% 的市场份额处于 24H1 装机量位居国内第一；华为紧随其后，市场份额达 21.2%，产品主要供应鸿蒙智行体系。

图表 67：2024 年上半年 AR-HUD 装机量市占率



资料来源：佐思汽车，华源证券研究所

4.2. AR-HUD 市场份额国内领先，海外定点转量产有序推进

HUD 为公司汽车电子（AR+）业务核心产品，技术方案储备丰富。公司 2015 年凭借 C-HUD 切入汽车市场，此后 HUD 产品技术不断迭代，2020 年公司全球首批 AR-HUD 搭载红旗 EHS9 上市，并展现出强劲的产品竞争力。目前，公司智能座舱 HUD 产品已覆盖 Lcos、DLP、TFT、光波导、斜投影等多种技术路线，具备从光学、结构、硬件、软件算法等一体化全栈自研能力，4.1 寸、5.1 寸大尺寸、高清晰度 TFT 光机方案 HUD 正陆续量产，并通过和大客户的深度合作，继续推进 LCOS AR-HUD 技术发展，相关的核心部件的研发和量产也在有序进展中。

图表 68：公司主要 HUD 产品

W-HUD	AR-HUD
	
基于 TFT 显示技术的汽车平视显示产品，融合了仪表信息、导航、娱乐等显示元素，避免因驾驶员视线偏离导致安全事故的发生，产品可满足不同客户的定制化需求	将仪表、导航、ADAS、座舱娱乐等与驾驶员息息相关的信息通过光学投影方式投射至驾驶员视线前方，给驾驶者带来全新的驾驶体验，提升驾驶舒适性及安全性
DLP PGU 模组	LCOS PGU 模组



基于 DLP 技术自主研发的一款光学引擎产品，公司拥有完备的 DLP 光机设计和生产能力，较 TFT 屏背光模组具有更广的色域、更高的亮度输出和更好的环境适应性

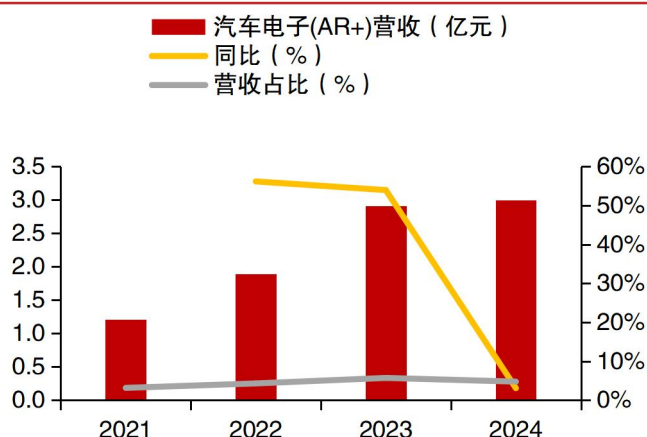


基于 LCOS 技术自主研发的一款光学引擎产品，公司拥有完备的 LCOS 光机设计和生产能力，相比 DLP 和 TET 技术，具有更高分辨率、更低功耗、更好的环境适应性

资料来源：水晶光电官网，水晶光电公众号，华源证券研究所

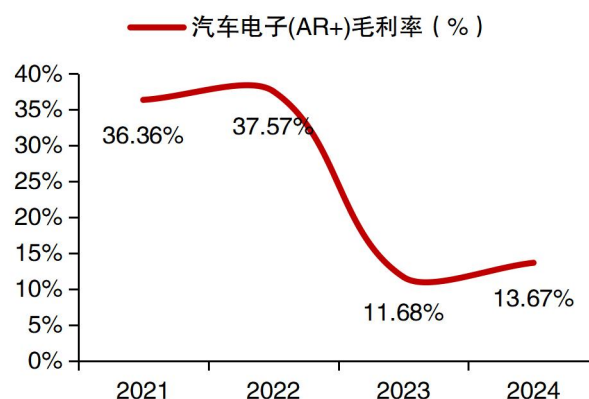
公司 AR-HUD 产品得到国内外客户认可，业务扩张节奏清晰。公司自 2020 年底通过红旗 EHS9 供应 AR-HUD 切入车载板块，受益于全球新能源汽车产业的高速发展，该业务板块 2021-2023 年实现快速增长，在国内市场与长安深蓝、吉利、长城、比亚迪等客户均保持紧密合作，24H1 新进入上汽大众、理想等优质主机厂。但由于国内车载行业的激烈竞争，AR-HUD 单价承压，2023 年汽车电子板块毛利率由 2021 年的 36.36% 下降至 11.68%，公司已通过和客户开发标准化、模块化的 AR-HUD 产品以及供应链管理进一步降低 AR-HUD 的成本，2024 年毛利率有所回升。未来，公司 AR-HUD 盈利提升的关键在海外，2023 年已获得捷豹路虎多平台车型定点，2024 年与 Stellantis、宝马、奥迪、大众等国际车厂进入到具体项目的技术打合阶段，预计海外客户定点转量产约在 2027 年，近两年仍以国内客户为主。

图表 69：汽车电子（AR+）营收、增速及营收占比



资料来源：公司公告，华源证券研究所

图表 70：汽车电子（AR+）毛利率



资料来源：公司公告，华源证券研究所

5. 盈利预测与评级

5.1. 盈利预测拆分表

公司深耕光学产业二十余年，聚焦光学赛道，已构建以消费电子为支柱的第一成长曲线，以车载光学为突破的第二成长曲线，以及以 AR/VR 为前瞻的第三成长曲线的业务版图，产品生态从单一的元器件拓展至元器件、模组及解决方案三者并存，业务结构持续优化，内生动力显著增强。

光学成像元器件业务：公司加大客户拓展和产品开发力度，一方面，积极开拓海外市场，稳步推进与北美、韩系大客户的业务合作；另一方面，加快产品开发和新品推广，涂布滤光片、微棱镜模块产品成功实现技术迭代，持续扩大市场份额。我们预计 2025/2026/2027 年营收增速为 26.50%/15.50%/15.50%。

薄膜光学面板业务：公司不断深化与北美大客户的业务合作，在提升市场份额的同时，实现终端品类全覆盖，在小尺寸面板领域进一步巩固竞争优势；积极开拓非手机领域的产品应用；启动海外项目黄金线战略规划，布局海外交付能力。我们预计 2025/2026/2027 年营收增速为 18.50%/19.00%/19.00%。

反光材料业务：公司围绕“人、车、路”三大反光业务领域，积极拓展市场版图，国内外车牌膜业务、为海外大客户配套供应的反光布以及微珠型反光膜业务表现出色。公司持续优化生产工艺，完善内部品质管控与技术体系。我们预计 2025/2026/2027 年营收增速为 6.00%/8.00%/10.00%。

汽车电子(AR+)业务：公司 HUD 业务成绩斐然，在竞争激烈的 AR-HUD 领域成功确立了行业领军地位，市场份额稳步增长。同时，在技术合作层面，与大客户围绕智能车载展开深度合作。我们预计 2025/2026/2027 年营收增速为 18.00%/10.00%/15.00%。

半导体光学业务：公司持续拓展窄带新应用，抓住国内安卓系大客户的量产机会，实现销售业绩翻番，市占率大幅上升；芯片镀膜产品在攻克镀膜技术难题上取得显著突破，产品良率提升，制造成本挖潜初见成效。我们预计 2025/2026/2027 年营收增速为 8.50%/14.00%/14.00%。

图表 71：盈利预测拆分表（单位：亿元，%）

项目	2024A	2025E	2026E	2027E
光学成像元器件				
营业收入（亿元）	28.84	36.49	42.14	48.67
yoy	17.92%	26.50%	15.50%	15.50%
毛利率（%）	36.31%	40.00%	40.00%	40.00%
薄膜光学面板				
营业收入（亿元）	24.72	29.29	34.86	41.48
yoy	33.69%	18.50%	19.00%	19.00%
毛利率（%）	26.65%	22.00%	25.00%	25.00%
反光材料				
营业收入（亿元）	3.94	4.17	4.51	4.96
yoy	37.17%	6.00%	8.00%	10.00%
毛利率（%）	30.87%	32.00%	32.00%	32.00%
汽车电子(AR+)				
营业收入（亿元）	3.00	3.54	3.90	4.48
yoy	3.04%	18.00%	10.00%	15.00%
毛利率（%）	13.53%	13.00%	13.00%	13.00%
半导体光学				
营业收入（亿元）	1.29	1.40	1.60	1.82
yoy	19.50%	8.50%	14.00%	14.00%

毛利率 (%)	40.29%	38.50%	38.50%	38.50%
其他业务				
营业收入 (亿元)	0.98	1.01	1.04	1.07
yoy	3.87%	3.00%	3.00%	3.00%
毛利率 (%)	32.35%	40.00%	35.00%	35.00%
公司合计				
收入 (亿元)	62.78	75.91	88.05	102.49
yoy	23.67%	20.92%	15.99%	16.41%
毛利率 (%)	31.09%	31.33%	32.37%	32.28%

资料来源: ifind, 华源证券研究所

5.2. 相对估值

我们预计公司 2025–2027 年归母净利润分别为 12.48/15.26/17.50 亿元, 同比增速分别为 21.20%/22.27%/14.67%, 当前股价对应的 PE 分别为 22.46/18.37/16.02 倍。我们选取永新光电、蓝特光学、歌尔股份作为可比公司。鉴于公司与大客户的深度合作关系, 以及多元化的产品布局, 首次覆盖, 给予“买入”评级。

图表 72: 可比公司估值表

股票代码	公司简称	收盘价	EPS			PE		
		2025-07-18	25E	26E	27E	25E	26E	27E
603297.SH	永新光学	87.16	2.73	3.49	4.30	31.94	24.99	20.25
688127.SH	蓝特光学	26.10	0.87	1.14	1.42	29.88	22.85	18.38
002241.SZ	歌尔股份	22.71	0.99	1.22	1.44	22.93	18.55	15.74
	算术平均					28.25	22.13	18.12
002273.SZ	水晶光电	20.16	0.90	1.10	1.26	22.46	18.37	16.02

资料来源: ifind, 华源证券研究所。注: 收盘价为元, EPS 单位为元, 永新光学、蓝特光学、歌尔股份盈利预测来自 ifind 一致预期, 水晶光电盈利预测来自华源证券研究所。

6. 风险提示

地缘政治风险: 当前, 中美博弈持续性发展, 地缘政治存在较大不确定性, 复杂多变的宏观环境将影响终端市场的消费能力以及产业链上下游投资发展意愿。若公司不能灵活调整应对宏观环境变动, 则可能为公司经营带来不确定性。

下游需求不及预期: 公司业务目前主要集中在手机类消费电子市场, 车载光学产业业务占比较小, AR/VR 产业还未进入快速增长期, 短期之内新产业难以快速打开成长空间。若手机类消费电子市场需求复苏不及预期, 将会影响公司业绩表现。

大客户依赖风险: 消费电子产业链向头部企业集中的趋势在加剧, 随着公司与行业龙头企业的合作不断深入, 存在一定单一大客户业务比重较高的情况。若大客户生产经营发生重大变化, 将直接对公司经营业绩产生较大不利影响。

汇率风险: 公司部分产品出口新加坡、越南、泰国、马来西亚、日本、欧美等海外市场, 主要以日元、美元、欧元为结算货币, 2024 年外销占比约为 73.75%, 且国际化进程持续推进, 当市场汇率出现较大波动时, 汇兑损益对公司的经营业绩会造成一定的影响。

附录：财务预测摘要
资产负债表（百万元）

会计年度	2024	2025E	2026E	2027E
货币资金	2,062	2,125	2,194	2,367
应收票据及账款	1,168	1,622	1,882	2,190
预付账款	12	41	47	55
其他应收款	37	55	64	74
存货	785	1,037	1,184	1,380
其他流动资产	167	330	366	410
流动资产总计	4,232	5,210	5,736	6,476
长期股权投资	826	855	885	914
固定资产	4,481	4,489	4,797	5,090
在建工程	587	544	733	967
无形资产	445	572	839	1,096
长期待摊费用	40	46	49	50
其他非流动资产	1,069	1,217	1,215	1,214
非流动资产合计	7,448	7,722	8,518	9,331
资产总计	11,680	12,932	14,255	15,807
短期借款	82	184	384	584
应付票据及账款	1,677	2,219	2,535	2,955
其他流动负债	311	295	337	392
流动负债合计	2,070	2,698	3,256	3,931
长期借款	17	14	12	10
其他非流动负债	209	209	209	209
非流动负债合计	226	223	222	219
负债合计	2,296	2,922	3,477	4,150
股本	1,391	1,391	1,391	1,391
资本公积	4,317	4,317	4,317	4,317
留存收益	3,322	3,918	4,647	5,482
归属母公司权益	9,029	9,626	10,354	11,190
少数股东权益	354	385	423	467
股东权益合计	9,383	10,011	10,777	11,657
负债和股东权益合计	11,680	12,932	14,255	15,807

现金流量表（百万元）

会计年度	2024	2025E	2026E	2027E
税后经营利润	1,044	1,164	1,449	1,678
折旧与摊销	508	570	649	732
财务费用	-86	-51	-50	-41
投资损失	-14	-27	-27	-27
营运资金变动	156	-389	-101	-91
其他经营现金流	180	124	124	124
经营性现金净流量	1,787	1,391	2,043	2,375
投资性现金净流量	-945	-826	-1,426	-1,526
筹资性现金净流量	-715	-501	-549	-676
现金流量净额	148	63	68	173

利润表（百万元）

会计年度	2024	2025E	2026E	2027E
营业收入	6,278	7,591	8,805	10,249
营业成本	4,326	5,213	5,955	6,940
税金及附加	59	69	82	95
销售费用	85	102	110	123
管理费用	365	440	502	574
研发费用	408	493	565	656
财务费用	-86	-51	-50	-41
资产减值损失	-50	-59	-68	-79
信用减值损失	-1	-10	-11	-13
其他经营损益	0	0	0	0
投资收益	14	27	27	27
公允价值变动损益	0	0	0	0
资产处置收益	-6	0	0	0
其他收益	100	98	98	98
营业利润	1,178	1,381	1,688	1,935
营业外收入	4	3	3	3
营业外支出	6	4	4	4
其他非经营损益	0	0	0	0
利润总额	1,176	1,380	1,687	1,934
所得税	133	100	123	141
净利润	1,044	1,279	1,564	1,794
少数股东损益	14	31	38	44
归属母公司股东净利润	1,030	1,248	1,526	1,750
EPS(元)	0.74	0.90	1.10	1.26

主要财务比率

会计年度	2024	2025E	2026E	2027E
成长能力				
营收增长率	23.67%	20.92%	15.99%	16.41%
营业利润增长率	77.24%	17.20%	22.26%	14.67%
归母净利润增长率	71.57%	21.20%	22.27%	14.67%
经营现金流增长率	45.32%	-22.19%	46.90%	16.24%
盈利能力				
毛利率	31.09%	31.33%	32.37%	32.28%
净利率	16.63%	16.85%	17.77%	17.50%
ROE	11.41%	12.97%	14.74%	15.64%
ROA	8.82%	9.65%	10.71%	11.07%
估值倍数				
P/E	27.22	22.46	18.37	16.02
P/S	4.47	3.69	3.18	2.74
P/B	3.10	2.91	2.71	2.51
股息率	1.47%	2.33%	2.84%	3.26%
EV/EBITDA	19	15	13	11

资料来源：公司公告，华源证券研究所预测

证券分析师声明

本报告署名分析师在此声明，本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，本报告表述的所有观点均准确反映了本人对标的证券和发行人的个人看法。本人以勤勉的职业态度，专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观的出具此报告，本人所得报酬的任何部分不曾与、不与、也不将会与本报告中的具体投资意见或观点有直接或间接联系。

一般声明

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

本报告是机密文件，仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司客户。本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测等只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特殊需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告所载的意见、评估及推测仅反映本公司于发布本报告当日的观点和判断，在不同时期，本公司可发出与本报告所载意见、评估及推测不一致的报告。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。本公司不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告的版权归本公司所有，属于非公开资料。本公司对本报告保留一切权利。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式修改、复制或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如征得本公司许可进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华源证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

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

信息披露声明

在法律许可的情况下，本公司可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。本公司将会在知晓范围内依法合规的履行信息披露义务。因此，投资者应当考虑到本公司及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级说明

证券的投资评级：以报告日后的 6 个月内，证券相对于同期市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

买入：相对同期市场基准指数涨跌幅在 20% 以上；

增持：相对同期市场基准指数涨跌幅在 5% ~ 20% 之间；

中性：相对同期市场基准指数涨跌幅在 -5% ~ +5% 之间；

减持：相对同期市场基准指数涨跌幅低于 -5% 及以下。

无：由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级。

行业的投资评级：以报告日后的 6 个月内，行业股票指数相对于同期市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

看好：行业股票指数超越同期市场基准指数；

中性：行业股票指数与同期市场基准指数基本持平；

看淡：行业股票指数弱于同期市场基准指数。

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

投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

本报告采用的基准指数：A 股市场（北交所除外）基准为沪深 300 指数，北交所市场基准为北证 50 指数，香港市场基准为恒生中国企业指数（HSCEI），美国市场基准为标普 500 指数或者纳斯达克指数，新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）。