

# 电子行业深度报告

## 技术创新系列深度-潜望式镜头：苹果首次搭载有望重燃行业热度，核心增量厂商受益

增持（维持）

关键词：#新产品、新技术、新客户 #消费升级

### 投资要点

- **苹果首次搭载潜望式镜头，有望引领行业风向标：**智能手机摄像清晰度要求日益提升，潜望式镜头通过微棱镜实现横向光学变焦，同时满足高变焦与轻薄化，是行业重要发展方向，并由外变焦方案逐步发展为内变焦方案，未来可向双棱镜+双潜望模式发展。2023年下半年即将发布的iPhone 15系列将首次采用潜望式长焦镜头，带动摄像头模组缩小、减薄技术发展，有望凭借核心技术及供应链改革重燃潜望式镜头热度。
- **全球潜望式摄像头市场前景广阔：**换机周期持续拉长后摄像头技术创新不断创造换机驱动因素，多摄方案渗透驱动潜望式摄像头应用范围扩大，同时伴随成本逐年降低潜望式摄像头长期有望下沉至中低端机型，三者共同驱动潜望式摄像头市场快速发展，我们预计2025年全球潜望式摄像头市场可达44亿美元，2019-2025年CAGR为26%。
- **核心增量环节厂商收益：**（1）微棱镜对精度和公差控制高要求，对摄像头其他结构件具备一定影响，中国主要棱镜厂商为水晶光电和蓝特光学；（2）VCM的推力、设计力和精度进一步发展，价值量显著提升；（3）玻塑混合镜头突破性能瓶颈，技术门槛较高，少数企业可实现量产；（4）CMOS市场集中度高，CR5>90%，24年出货量和销售额可达到67.8亿颗/164.1亿美元；（5）镜头模组工艺难度增加，一线厂商具备优势，预计2026年全球摄像头模组销售额达到590亿美元，2020-2026年CAGR为9.8%；（6）潜望式镜头的特殊需求催生出一批专注设备测试和组装设备的供应商，包括赛腾股份、科瑞技术、博众精工、智立方等。
- **风险提示：**产品渗透缓慢；手机出货持续疲软；产业链成熟度不及预期。

表1：重点公司估值

代码	公司	总市值 (亿元)	收盘价 (元)	EPS			PE			投资评级
				2021A	2022E	2023E	2021A	2022E	2023E	
002273	水晶光电	182.03	13.09	0.34	0.41	0.53	38.50	31.93	24.70	买入
688127	蓝特光学	81.58	20.25	0.35	0.23	0.54	57.86	88.04	37.50	买入

数据来源：东吴证券研究所

2023年02月13日

证券分析师 马天翼  
 执业证书：S0600522090001  
 maty@dwzq.com.cn  
 证券分析师 唐权喜  
 执业证书：S0600522070005  
 tangqx@dwzq.com.cn  
 研究助理 金晶  
 执业证书：S0600122090062  
 jinj@dwzq.com.cn  
 研究助理 王润芝  
 执业证书：S0600122080026  
 wangrz@dwzq.com.cn

### 行业走势



### 相关研究

- 《2023年电子投资策略：需求景气主线下的创新机遇》  
2022-12-27
- 《蓝特光学：国内光学元件领军者，多领域布局构筑长期增长力》  
2023-2-6

## 内容目录

<b>1. 苹果 15 系列首次搭载潜望式镜头，引领行业风向标</b> .....	<b>4</b>
1.1. 技术原理：潜望式摄像头是实现光学高倍变焦的重要方式.....	4
1.2. 复盘历史：潜望式镜头成本高、体积大，热情退却后，提升良率是王道.....	5
1.3. 参考 3D sensing，苹果有望重新点燃潜望式镜头热度.....	8
1.4. 潜望式镜头有望持续升级，双棱镜双潜望可能是未来方向.....	10
<b>2. 全球潜望式摄像头市场前景广阔</b> .....	<b>11</b>
2.1. 换机周期持续拉长，多摄方案逐步下沉.....	11
2.2. 全球潜望式摄像头市场 2025 年预计可达 44 亿美元，CAGR 为 26%.....	12
<b>3. 核心增量环节厂商受益</b> .....	<b>13</b>
3.1. 潜望式镜头产业链.....	13
3.2. 核心受益在增量环节.....	15
<b>4. 投资建议</b> .....	<b>20</b>
4.1. 水晶光电：领先光学方案商，汽车电子及 AR 业务前景广阔.....	20
4.2. 蓝特光学：国内光学元件领军者，多领域布局构筑长期增长力.....	21
<b>5. 风险提示</b> .....	<b>21</b>

## 图表目录

图 1:	光学变焦与数码变焦原理对比.....	4
图 2:	光学变焦与数码变焦成像效果对比.....	4
图 3:	普通光学变焦与潜望式变焦对比.....	5
图 4:	潜望式镜头的变焦原理.....	5
图 5:	潜望式方案搭载历史.....	6
图 6:	自 19 年以来搭载潜望式镜头机型及品牌统计.....	7
图 7:	潜望式镜头当前困境.....	7
图 8:	苹果潜望式镜头专利设计（光线在微棱镜内实现四次折射）.....	8
图 9:	多反射潜望式摄像头方案.....	8
图 10:	安卓与苹果产品应用 3D 传感摄像头的历程.....	8
图 11:	苹果收购 3D 视觉厂商历程.....	9
图 12:	部分搭载 3Dsensing 技术的苹果产品.....	9
图 13:	苹果入局重新点燃行业风向标.....	9
图 14:	2020 年全球搭载潜望式镜头手机占比.....	10
图 15:	华为单棱镜和双棱镜对比.....	10
图 16:	OPPO 双棱镜相关专利.....	10
图 17:	智能手机摄像头数量演变.....	12
图 18:	智能手机多摄渗透率.....	12
图 19:	全球潜望式摄像头市场驱动因素.....	12
图 20:	潜望式摄像头产业链.....	14
图 21:	普通镜头与潜望式镜头成本占比对比.....	14
图 22:	华为 P30 Pro 单个潜望式镜头成本拆分.....	14
图 23:	棱镜工艺制作流程.....	15
图 24:	海内外 VCM 出货量占比情况.....	16
图 25:	22 年 7 月手机摄像头 VCM 市场占比（出货量）.....	16
图 26:	玻塑混合镜头与塑料镜头对比.....	17
图 27:	22 年 9 月手机摄像头模组出货量 Top10(百万).....	19
图 28:	22 年 9 月手机摄像头模组市场占比（按出货量）.....	19
表 1:	不同变焦方案对比.....	5
表 2:	当前主流潜望镜方案.....	6
表 3:	摄像头技术创新成为主要营销点.....	11
表 4:	全球潜望式摄像头市场规模（亿美元）预测.....	13
表 5:	各厂商 1300 万像素手机图像传感器性能对比.....	18
表 6:	布局潜望式镜头的模组厂商.....	19
表 7:	各厂商主要业务对比.....	20

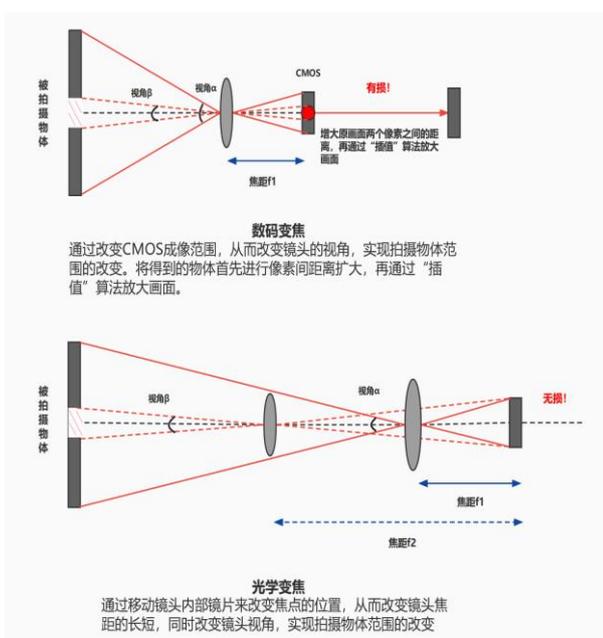
## 1. 苹果 15 系列首次搭载潜望式镜头，引领行业风向标

苹果首次搭载潜望式镜头，有望引领行业风向标。2023 年 1 月 6 日据外媒 9to5Mac 报道，拟于今年 9 月发布的 iPhone 15 Ultra 将配备一颗 1200 万像素潜望式长焦镜头，其将成为第一款配备潜望镜头的 iPhone 手机。该潜望式镜头将为 iPhone 15 Ultra 提供 6 倍光学变焦，而 iPhone 14 Pro 仅支持 3 倍光学变焦。早在 2022 年 1 月知名苹果分析师 Jeff Pu 声称 iPhone 15 系列至少有一款产品将配备潜望镜拍照系统，同年 10 月 iPhone 镜头重要供应商大立光董事长林恩平也透露次年新机型将配置镜头与棱镜组合。尽管潜望式镜头在安卓系列已有搭载但热度阶段性减退，我们认为苹果 iPhone 系列首搭载潜望式镜头有望重新引领手机摄像头行业风向标，并通过技术、成本、体验等全方位改善，推动潜望式镜头重新成为未来发展方向。

### 1.1. 技术原理：潜望式摄像头是实现光学高倍变焦的重要方式

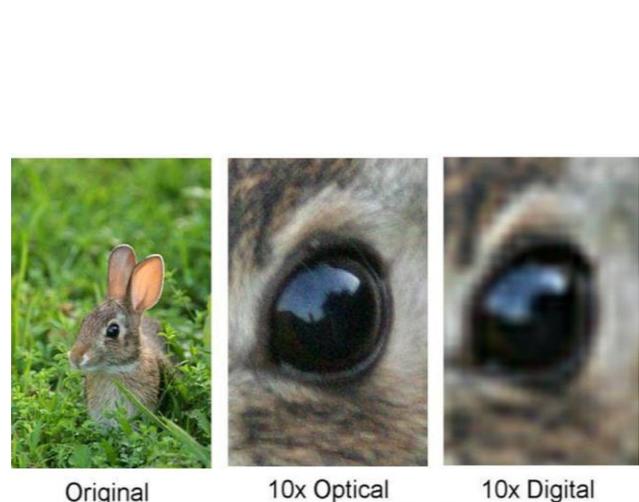
智能手机摄像清晰度要求日益提升，光学变焦清晰度优势显著。从近两年手机新品来看，摄影/摄像是厂商最看重的性能，越来越多的厂商将支持 4K、8K 像素摄影作为最大卖点，智能手机摄像清晰度要求日益提升。手机实现高清晰度有数码变焦、光学变焦、混合变焦三种方式，其中数码变焦利用算法将每个像素面积增大实现变焦，图片会因像素不足而模糊，拍摄效果差；混合变焦通过组合不同焦距的镜头放大或缩小图片，拍摄效果较差；而光学变焦通过移动镜片从而改变镜头焦距实现无损拍照，在三种变焦方式中拍摄效果最好。

图1：光学变焦与数码变焦原理对比



数据来源：未来智库，东吴证券研究所

图2：光学变焦与数码变焦成像效果对比



数据来源：SlidePlayer，东吴证券研究所

和数码变焦、混合变焦等其他变焦方式相比，潜望式镜头兼具成像质量和轻薄化的

**优势。**具体而言，直立式长焦模组只能做到 2x-3x 的相较主摄的等效焦距，而目前潜望式摄像模组已经能够实现相较于主摄/广角模组 5x-10x 的等效焦距。因此在不增加手机厚度的情况下，潜望摄像模组是实现远摄的较佳选择。

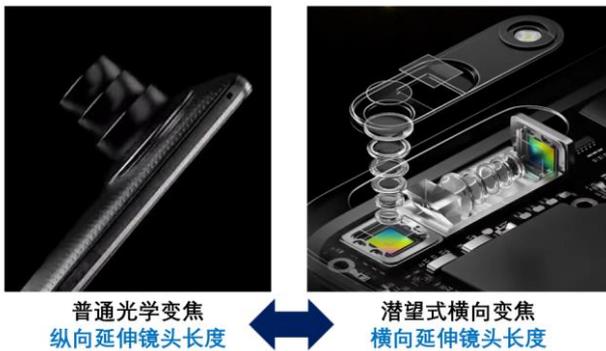
表1: 不同变焦方案对比

变焦方式	变焦原理	拍摄效果
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 光学变焦	通过组合不同焦距镜头实现照片放大或缩小 改变镜头纵向焦距，实现无损拍照	较差 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

数据来源：华经产业研究院，东吴证券研究所

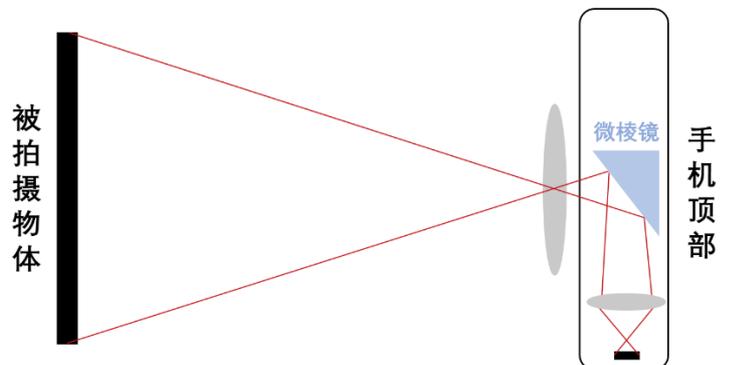
**潜望式镜头通过微棱镜实现横向光学变焦，同时满足高变焦与轻薄化，是行业重要发展方向。**以往手机主要采用数码变焦，拍摄效果差，无法满足手机日益提升的摄像清晰度要求；而常见手机光学变焦属于纵向变焦，通过机械控制伸缩来实现变焦，高变焦意味着镜头突起过大，既不美观又易磕碰。使用微棱镜的潜望式镜头通过折射光线使之在手机内部横向传输，能够同时实现高变焦与机身轻薄化，并有效避免镜头吸入灰尘，因此成为高端智能手机发展的趋势，2019 年各大手机厂商在手机上纷纷内置了潜望式长焦镜头，2020 年主流手机厂商旗舰均搭载潜望式长焦定焦镜头，而微型棱镜作为实现高倍数光学变焦技术的重要配件将因此得到广泛应用。

图3: 普通光学变焦与潜望式变焦对比



数据来源：索尼官网，东吴证券研究所

图4: 潜望式镜头的变焦原理



数据来源：知乎，东吴证券研究所

## 1.2. 复盘历史：潜望式镜头成本高、体积大，热情退却后，提升良率是王道

从外变焦到内变焦，潜望式镜头方案持续更新。1)外变焦：手机+相机的简单组合。通过镜头模组内的电动马达移动镜片组，改变镜头焦距，从而实现无损的长焦拍摄效果，为真正意义上的光学变焦。但不足显著：移动镜片的变焦方式使得手机耗电高、所需散热空间大、机身普遍偏厚；稳定性差、防尘性差故障率高；2)内变焦：单一棱镜，将变焦镜头藏进手机。通过一次棱镜，改过一次光路。2004 年，夏普推出世界上第一台搭载

潜望式结构的手机 V602SH, 具备 2X 光学变焦, 搭载 1.3MP 像素的 CCD 感光元件; 2015 年, 华硕推出首部搭载潜望式结构的智能手机 ZenFone Zoom, 具备 3X 变焦+13MP 像素的 CMOS 感光元件。2017 年, 在世界移动大会 MWC 上 OPPO 首次展示了基于潜望式摄像头结构: 双摄下的 5 倍无损变焦技术; 随后, 2019 年华为 P30 Pro 搭载 8MP 潜望式长焦镜头, 引领潜望式风潮。

图5: 潜望式方案搭载历史



数据来源: 公司官网, 东吴证券研究所

**内变焦目前主要有三种方式:** 潜望式定焦镜头, 可移动镜片结构以及多反射潜望式长焦方案, 尽管内变焦方案进步显著, 但仍存在 CIS 垂直放置, 手机厚度和大底不可兼得; 潜望式长焦比主摄长, 对防抖性能要求高; 较长焦距下, 潜望式镜头做大光圈难度较大 (光圈值=镜头口径/焦距), 影响拍摄效果; 物料成本高; 在一些暗光、光线复杂的环境下, 光学变焦功能难以激活, 而潜望式镜头也可能无法开启等问题。

表2: 当前主流潜望镜方案

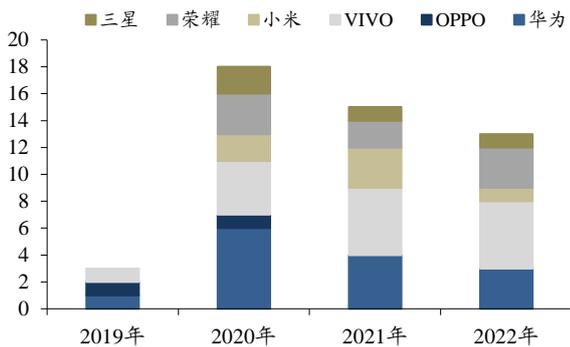
方案	特点	优点	缺点	代表机型
多枚固定镜头	潜望式镜头内部的多枚镜片固定无法移动, 属于“潜望式定焦镜头”	焦距是多少就能实现多少倍的光学变焦	不同固定倍数之间的变焦需要融合数码算法输出, 在解析力和画质上存在一定损失	华为 P30 Pro、OPPO Reno 变焦版
镜片可移动	内部采用特殊的“四群组镜片组合结构”, 其中两群组镜片固定, 两群组镜片可移动	实现连续光学变焦, 成像效果佳, 技术含量高	成本高, 难以普及	vivo APEX 2020
多反射潜望式长焦	通过 5 次光路反射原理延伸传感器拍摄焦距	其可在不改变摄像头模组长度情况下, 增加光程, 延长焦距	整体机械结构复杂度高, 模组测试复杂度显著上升	华为 P40 Pro+

数据来源: 电脑爱好者, 电子发烧友, 东吴证券研究所

**潜望式镜头搭载热情减退, 多重因素陷困境。** 自 2019 年华为 P30 Pro 和 OPPO Reno 10 倍变焦版开始搭载潜望式镜头后, 小米、三星、荣耀、vivo 等一众国内外厂商都纷纷推出了搭载潜望式长焦镜头的手机, 该镜头一度成为旗舰级手机的必备镜头, 例如三星 S21 Ultra、小米 11 Ultra、vivo X70 Pro+ 等, 但从搭载数量来看, 搭载机型数量在 20 年

爆发后开始逐年递减，22 年仅发布 13 种，此外，搭载品牌数量也在同步缩水。潜望式镜头搭载热情减退主要由于：**1) 成本方面**，潜望式镜头相比普通长焦镜头有着更加复杂的结构以及更加昂贵的成本；**2) 硬件方面**，潜望式镜头通过反射棱镜来改变光路，将镜头由传统的厚度方向排布改为横向排布，加重了手机的厚度和重量；**3) 技术方面**，潜望式长焦的焦距要比主摄长出很多，对防抖性能的要求更高，而在较长的焦距下，潜望式长焦镜头的光圈也很难做大，进光量不足要通过增加曝光时间或提高 ISO（感光度）来解决，而一味拉高 ISO 则会导致画质的严重劣化。

图6：自 19 年以来搭载潜望式镜头机型及品牌统计



数据来源：公司官网，东吴证券研究所

图7：潜望式镜头当前困境

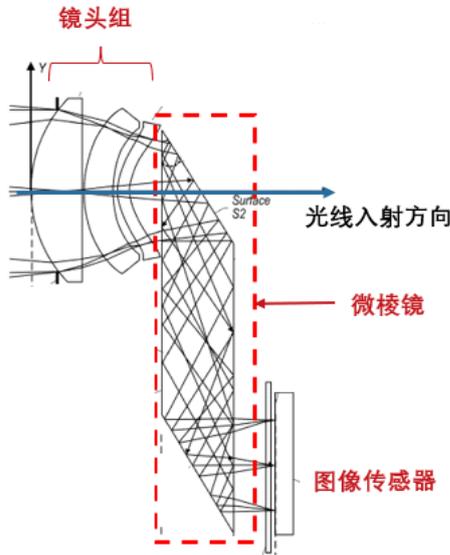


数据来源：ZAKER，东吴证券研究所

**苹果带动摄像头模组缩小、减薄技术发展。**2023 年下半年即将发布的 iPhone 15 系列将首次采用潜望式长焦镜头，该新型潜望式镜头专利包括一个微棱镜和一个镜头组系统，光线从镜头组进入微棱镜后实现 4 次折射最终进入图像传感器中，通过混合光线的方式，制造更小、更薄的相机模块，从而实现 6 倍光学变焦，进一步带动摄像头模组缩小、减薄技术发展。苹果光学供应商 LG Innotek 计划投资 1.65 万亿韩元新建工厂，为苹果 iPhone 15 机型生产潜望式镜头，通过垂直整合提升组装良率。此外，LG Innotek 还计划在 CES 2023 大展上展示超紧凑手机相机模组，该模组采用专用的变焦马达，能准确并且快速的移动镜片，提供 4-9 倍的连续光学变焦和光学防抖，并在镜头设计和结构上做了创新，从而减少镜头体积。

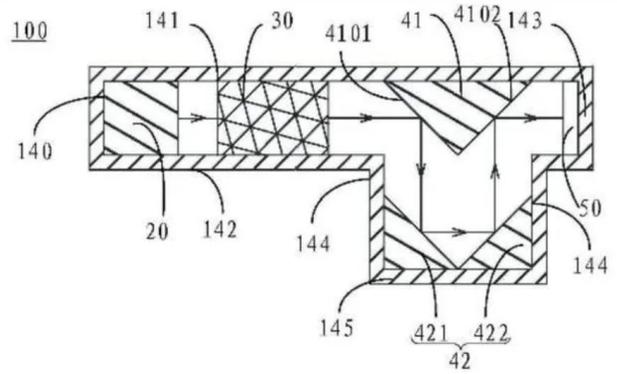
**多反射方案引领潮流。**随着潜望式技术的发展，厂商不断提出多反射潜望式长焦方案，其可在不改变摄像头模组长度情况下增加光程，延长焦距，根据 OPPO 2020 年申请的专利“潜望式摄像头模组”，对透镜组件和图像传感器之间光线的传播路径的距离进行调整，通过横向拓展和多次反射实现焦距大幅延长，缩短摄像头模组在透镜组件光轴方向的长度。此外，华为 P40 Pro+ 的潜望式摄像头也采用此设计，通过光路折叠实现 5 次反射光路，光程比上一代提升 178%。

图8: 苹果潜望式镜头专利设计 (光线在微棱镜内实现四次折射)



数据来源: GSMArena, 东吴证券研究所

图9: 多反射潜望式摄像头方案



数据来源: 财是, 东吴证券研究所

### 1.3. 参考 3D sensing, 苹果有望重新点燃潜望式镜头热度

苹果 3D sensing 技术引领 3D sensing 技术的应用逐步深化, 引领 3D sensing 风向标。苹果于 2017 年在 iPhoneX 中首次搭载 3D sensing, 引领 3D sensing 风向标, 而后其他手机厂商纷纷效仿, 研发 3D sensing 技术。其中小米和三星曾与以色列技术厂商 Mantis Vision 合作开发相关产品, 于 2018 年推出小米 8, 2019 年推出三星 Galaxy S10 pro。OPPO 曾与奥比中光、旷世科技等厂商合作, 于 2018 年推出 FindX。vivo 曾与旷世科技、AMS 等厂商进行合作, 于 2018 年推出 NEX。华为则主要通过内部团队进行技术开发和产品研发, 于 2018 年推出 mate pro 20。

图10: 安卓与苹果产品应用 3D 传感摄像头的历程



数据来源: YOLE, 东吴证券研究所

苹果持续收购 3D 视觉厂商, 提早布局 3D sensing。2010 年-2018 年, 苹果公司通过不断收购 3D 视觉相关厂商发展 3D sensing 业务: 13 年收购了在结构光方案领域具有

突出优势的 3D 传感技术方案服务商 PrimeSense，18 年收购 TOF 技术上 Lighthouse 相关技术专利。苹果公司于 17 年推出首款配备结构光 3D 传感技术摄像头的手机 iPhoneX，引领 3D sensing 潮流，在 18 年推出的 ipad pro 第一代中首次在 ipad 系列搭载结构光 3D 传感摄像技术，20 年 3 月推出的 ipad pro 第四代中首次在苹果产品中搭载 TOF 3D 传感摄像，20 年推出的 iPhone 12 pro 首次在 iPhone 系列上搭载 TOF 3D 传感摄像，21 年推出的 iPhone 13 以及 2022 年推出的 iPhone 14 全系列均搭载 TOF。

图 11: 苹果收购 3D 视觉厂商历程

时间	公司	主要方向
2010	PolarRose	面部识别
2013	Prime Sense	结构光 3D 传感摄像
	FaceShift	表情追踪
2015	LinX	3D 传感摄像头模组
	Metaio	AR APP 开发
2016	Emotient	AI 识别面部表情
	Flyby Media	环境识别
2017	RealFace	高精度面部识别技术
	SensoMotoric	眼球追踪技术
2018	Lighthouse	TOF 3D 传感摄像

数据来源：苹果公司官网，东吴证券研究所

图 12: 部分搭载 3Dsensing 技术的苹果产品

推出时间	机型	3D sensing 技术
2017 年 11 月	iPhoneX	结构光
2018 年 10 月	ipad Pro 第一代	结构光
2019 年 9 月	iphone11	结构光
2020 年 3 月	ipad Pro 第四代	TOF
2020 年 10 月	iPhone12 Pro	TOF
2021 年 4 月	ipad pro 第五代	TOF
2021 年 9 月	iPhone13	TOF
2022 年 9 月	iPhone14	TOF
2022 年 10 月	ipad pro 第六代	TOF

数据来源：苹果公司官网，东吴证券研究所

与 3D sensing 影响路径不同，潜望式镜头安卓先行，但苹果有望凭借核心技术及供应链改革重燃热度。iPhone 15 Ultra 搭载的潜望镜应用 Jahwa 电子的 OIS “可折叠变焦技术专利技术”，这项技术将使得潜镜头模块缩小，垂直整合技术提高组装良率，同时专用变焦马达提高镜头移动速度与准确性。结合安卓厂商在潜望式摄像头技术上的经验以及苹果在潜望式摄像头上的专利优势，iPhone 15 Ultra 或将一改当前潜望式摄像头颓势，开启新风尚，并且在后续推出的 iPhone 16 系列、iPhone 17 系列中继续渗透，引起安卓厂商的学习和效仿。

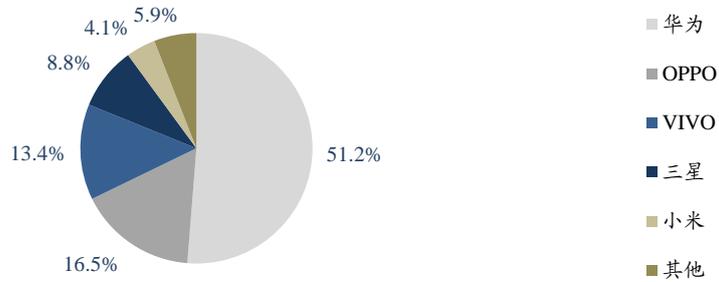
图 13: 苹果入局重新点燃行业风向标



数据来源：各公司官网，东吴证券研究所

潜望式长焦摄像头稳健发展，渗透率逐渐提升。华为和 OPPO 是全球潜望式摄像行业主要应用厂商，其中华为是第一大厂商。根据观研报告数据显示，2020 年潜望式摄像头在华为手机中的应用数量占全球潜望镜总出货量的 51.2%；其次为 OPPO，其应用在全球出货量中占 16.5%；vivo 以应用数量占全球潜望镜总出货量 13.4%位列第三。

图14：2020 年全球搭载潜望式镜头手机占比



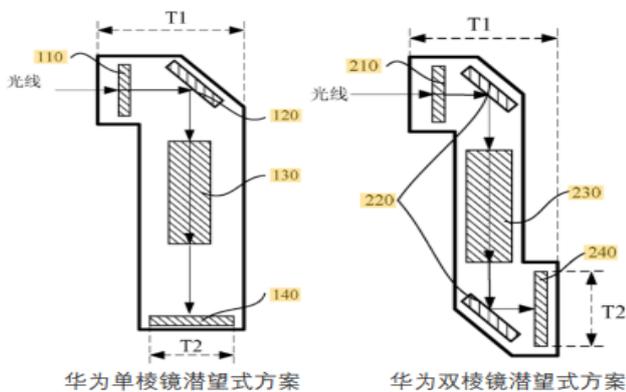
数据来源：观研报告网，东吴证券研究所

#### 1.4. 潜望式镜头有望持续升级，双棱镜双潜望可能是未来方向

潜望镜技术不断升级，未来可向双棱镜+双潜望模式发展，提升成像质量。

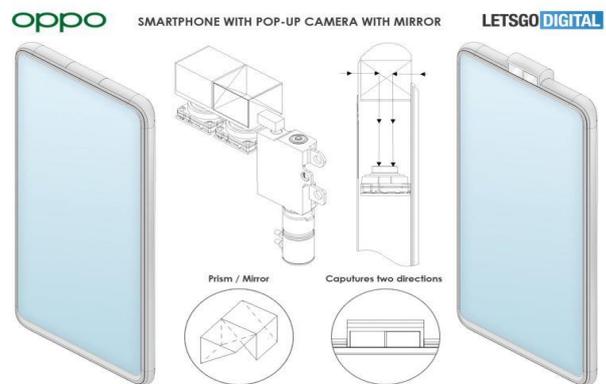
(1) **双棱镜**：目前的潜望式镜头虽延长焦距，但单棱镜反射光线使得 CMOS 像素传感器的长宽受手机厚度限制，因此手机轻薄化的趋势将与潜望式长焦镜头 CIS 规格提升的趋势相互冲突。双棱镜设置可使光线两次反射后射入平行于手机平面的传感器，使得手机得以兼顾更大尺寸 CIS 传感器与轻薄等优点，提升成像质量。OPPO、华为、苹果等手机厂商均已有专利布局，看好双棱镜方向。2022 年 11 月，传音 TECNO 推出业界首个鹰眼相机技术，该技术预计将于 2023 年搭载在其高端智能手机上，它将成为行业首款双棱镜潜望式长焦相机，配备了迄今为止推出的最大防抖角度。

图15：华为单棱镜和双棱镜对比



数据来源：头豹研究所，东吴证券研究所

图16：OPPO 双棱镜相关专利



数据来源：爱搞机，东吴证券研究所

(2) **双潜望**：通过双潜望式结构，两焦段变焦组合可达到更高的光学变焦倍数。2006 年柯达发布的 V610 数码搭载的两个镜头均采用潜望镜式设计，第一个镜头负责

38-114mm 的焦段，第二个镜头负责 130-380mm 的焦段，组合之后相当于等效 38mm 焦距的 38-380mm 潜望式光学系统，达到 10 倍光学变焦的效果。若未来手机厂商能够实现双潜望式结构，则有望打破以往手机无法实现 6 倍以上光学变焦的困局。

## 2. 全球潜望式摄像头市场前景广阔

### 2.1. 换机周期持续拉长，多摄方案逐步下沉

**换机周期持续拉长，摄像头技术创新创造新刺激。**全球智能手机出货量持续下滑，行业已全面进入存量市场时代，换机周期持续拉长。根据 Canalys 与 Counterpoint Research，2022Q4 全球智能手机出货量同比下降 17%至 3 亿部，2022 年出货量同比下降 11%至 11.9 亿部，预计 2022 年全球换机周期将达历史最高水平 43 个月。各手机厂商开始寻求手机性能创新点以创造换机新刺激，摄像功能升级与成像品质优化可以显著提升用户体验，因此摄像头技术创新成为各厂商主要差异点与营销点。

表3: 摄像头技术创新成为主要营销点

年份	屏幕	光学	生物识别	快充
2013	/	/	苹果 5S 首次推出指纹识别	高通发布快充
2014	/	华为推出双摄手机“荣耀 Plus”	/	OPPO 发布 VOOC 快充
2015	/	/	/	/
2016	小米 MIX 推出全面屏手机	OPPO 首推出潜望式光学变焦	苹果 X 首推人脸识别功能	华为推出 SC 快充
2017	/	华为 P20Pro 开启多摄时代	vivo 首推屏下指纹识别	/
2018	一加首度采用 90HZ 刷新率屏	/	/	/
2019	/	华为推出 P30 Pro，主打潜望式长焦镜头	/	OPPO 首发 65W 超级快充
2020	华为引出折叠屏	小米首推一亿 8P 镜头	/	/
2021	/	小米首推液态镜头	/	/
2022	OPPO 首推卷轴屏	vivo X90 “全焦段蔡司四摄”	/	realme 首推 210W 快充

数据来源：头豹研究所，各公司官网，东吴证券研究所

**高倍数光学变焦重要组件，多摄方案渗透驱动应用范围扩大。**手机摄像头受机身厚度限制一般为定焦镜头，而拍摄性能需要随场景改变以满足特定成像效果，基于变焦镜头不足多摄组合成为业内通用解决方案，其可以通过配置不同类型摄像头以实现多倍变焦、提升画质与调整景深。目前各品牌旗舰机型已开始应用“主摄+超广角+潜望式长焦+TOF”四摄或五摄方案以实现高质量高倍光学变焦。自 2011 年双摄手机推出至 2019 年后置四摄手机发布，单部手机摄像头数量持续增至 6 个甚至更多，预计 2024 年智能手机后置双摄与多摄渗透率将合计达 98%，潜望式摄像头作为高倍数光学变焦重要组件将

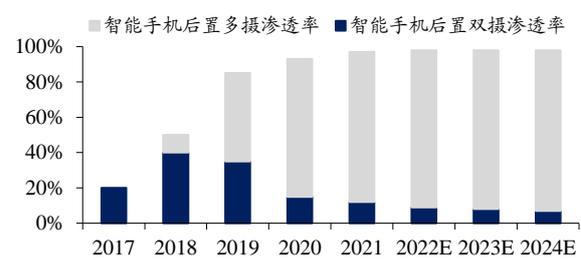
伴随多摄方案持续渗透而广泛应用。

图17: 智能手机摄像头数量演变



数据来源: 格科微招股说明书, 东吴证券研究所

图18: 智能手机多摄渗透率

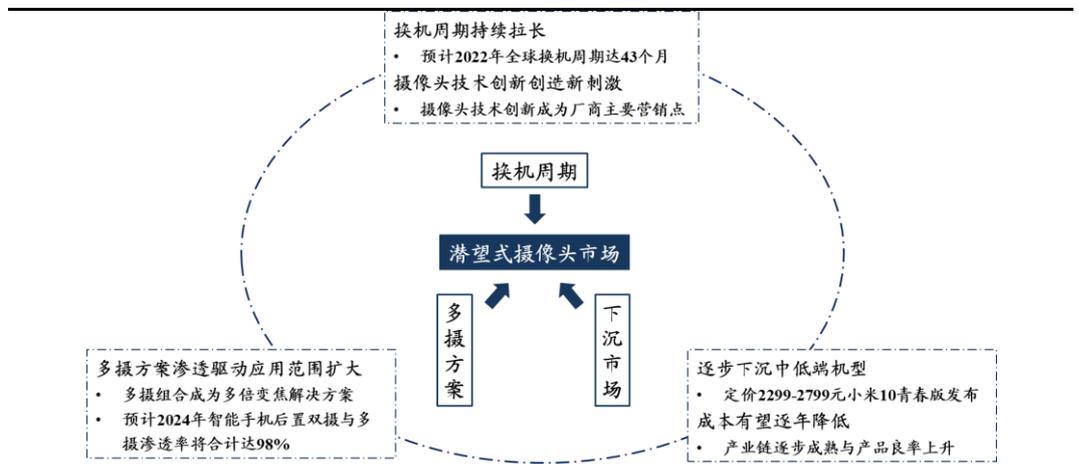


数据来源: Frost&Sullivan, 东吴证券研究所

**成本有望逐年降低, 逐步下沉中低端机型。**2020年4月搭载800万像素的潜望式摄像头小米10青春版发布, 定价2299-2799元标志潜望式摄像头向低端机型渗透。近年来越来越多安卓手机开始配置潜望式摄像头, 2022年搭载该类镜头的新品手机 vivo X80 Pro 与华为 Mate 50 定价均为4000-6000元。伴随产业链逐步成熟与产品良率上升, 潜望式摄像头成本有望逐年降低, 届时将下沉至更多中低端机型。

**多因素驱动潜望式摄像头市场稳步发展。**综上所述, 换机周期持续拉长后摄像头技术创新可以创造换机新刺激, 多摄方案渗透驱动潜望式摄像头应用范围扩大, 同时伴随成本逐年降低潜望式摄像头有望下沉至中低端机型, 三者共同驱动潜望式摄像头市场稳步发展。

图19: 全球潜望式摄像头市场驱动因素



数据来源: 公司官网, 东吴证券研究所

## 2.2. 全球潜望式摄像头市场 2025 年预计可达 44 亿美元, CAGR 为 26%

**全球潜望式摄像头市场前景广阔, 2025 年预计可达 44 亿美元。**根据 IDC 与中商产业研究院数据, 2019 年全球智能手机出货量为 13.7 亿台, 其中高端机型出货量为 2.5 亿台, 占比 18%。根据华经产业研究院数据, 2019 年潜望式摄像头出货量为 1300 万颗, 其在高端机型中渗透率为 5%。根据产业调研数据, 2019 年中端规格潜望式摄像头模组 ASP 为 30-40 美元, 此处取 40 美元/颗。假定一台高端机型手机搭载一个潜望式摄像头,

2019 年全球潜望式摄像头市场规模为 5 亿美元。根据 Strategy Analytics 数据，2025 年全球智能手机出货量有望恢复至疫情前水平 14 亿台，其中高端机型占比有望稳定至 22%，故预计其出货量为 3.1 亿台。伴随高变焦倍数成为手机厂商竞争热点，潜望式摄像头渗透率逐步提升，假定到 2025 年高端机型潜望式镜头渗透率为 43%，2019-2025E 年高端机型中潜望式镜头相应渗透率 CAGR 达 42%，故 2025 年全球潜望式摄像头出货量有望达 13184 万颗，2019-2025E 相应出货量 CAGR 达 47%。伴随研发技术逐步成熟与产品良率持续提升，假定 2025 年潜望式镜头模组 ASP YoY 为 -3%，预计潜望式镜头模组 ASP 有望降至 33 美元，故预计全球市场规模增至 44 亿美元，2019-2025E CAGR 为 26%。

表4：全球潜望式摄像头市场规模（亿美元）预测

年份	2019	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E	CAGR
全球智能手机出货量 (亿台)	13.71	12.7	13.5	12.15	11.54	12.72	14.02	0.4%
全球智能手机量 YoY	/	-7%	6%	-10%	-5%	10%	10%	/
高端机型（600 美金以上） 出货量（亿台）	2.53	2.4	2.97	2.67	2.54	2.8	3.08	3%
高端机型（600 美金以上） 占比	18%	19%	22%	22%	22%	22%	22%	/
潜望式摄像头出货量（万 颗）	1300	3500	5371	5994	7061	9648	13184	47%
高端机型中潜望式摄像头渗 透率	5%	15%	18%	22%	28%	34%	43%	42%
潜望式摄像头模组 ASP (美元/颗)	40	39	38	37	35	34	33	-3%
潜望式摄像头市场规模 (亿美元)	5	14	20	22	25	33	44	26%

注释：红色字体为假定值

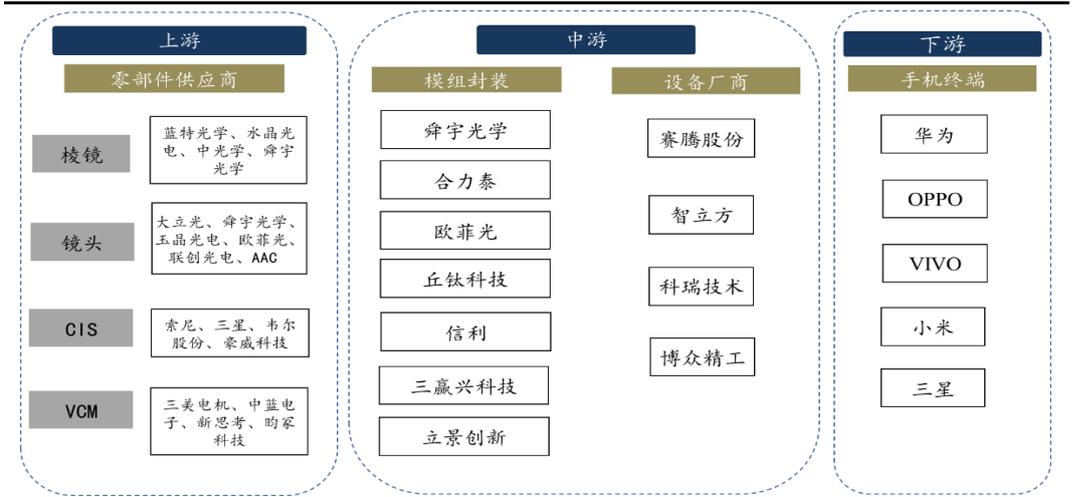
数据来源：IDC，中商产业研究院，Strategy Analytics，华经产业研究院，头豹研究院，产业调研，东吴证券研究所

### 3. 核心增量环节厂商受益

#### 3.1. 潜望式镜头产业链

潜望式镜头产业链的上游市场主要为零部件供应商，核心部件涉及棱镜、镜头、CIS 和 VCM。中游为模组封装厂商，并需要设备厂商进行组装检测。下游主要为各智能手机终端厂商。

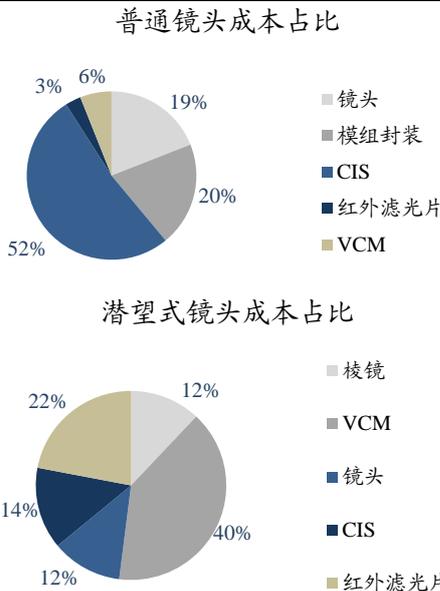
图20: 潜望式摄像头产业链



数据来源: 智东西, 东吴证券研究所

**上游 (成本占 80%):** 由零部件供应商构成, 包括棱镜 (蓝特光学、水晶光电)、镜头 (舜宇光学、玉晶光电)、CIS (索尼、三星、韦尔股份)、VCM (三美电机、中蓝电子) 等环节。相比于普通镜头, 潜望式镜头新增了棱镜模块, 从华为 P30 Pro 拆解结果来看, 棱镜模块占据单个潜望式镜头 50% 的价值量。

图21: 普通镜头与潜望式镜头成本占比对比



数据来源: 前瞻产业经济学人, 东吴证券研究所

图22: 华为 P30 Pro 单个潜望式镜头成本拆分

零部件	成本 (\$)
棱镜模块 (棱镜+VCM+支架)	14-16
其中: 棱镜	2.5-3.5
VCM	10
镜头	2.5-3.5
CIS	3-4
总物料成本	20-30

数据来源: 旭日大数据, 东吴证券研究所

**中游 (占成本的 20%):** 由模组封装厂商和设备厂商构成, 模组封装厂商主要有蓝特光学、欧菲光、丘钛微等企业, 该产业链条技术壁垒有限, 资金壁垒较高, 行业分散程度较大。潜望式镜头对设备供应商定制化研发能力、交付和技术服务等方面的要求均较为严苛, 催生出一批专注设备测试和组装设备的供应商, 包括赛腾股份、科瑞技术、博众精工、智立方等。

**下游:** 由各种手机终端厂商构成, 目前各安卓厂商均有发布搭载潜望式镜头的手机, 苹果 iPhone 15 机型有望搭载潜望式镜头。

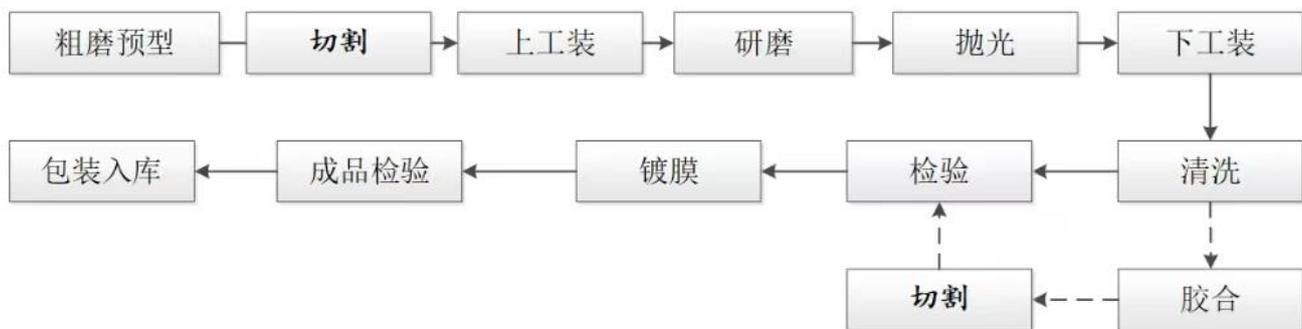
### 3.2. 核心受益在增量环节

**棱镜:** 震动蝴蝶翅膀, 带动摄像头其他结构件产生新变化。

**技术难点:** 1) 用于潜望式摄像头的棱镜尺寸非常小, 对精度和公差的控制有很高的要求, 应用于潜望式镜头的棱镜主要为微棱镜, 该种棱镜采用高精密的研磨、抛光等工艺, 结合超高效大批量胶合切割技术批量加工制造, 具有较高的角度和面型精度; 2) 折射、反射后的光线不能分散, 因此棱镜供应商需要有很强的镀膜技术; 3) 棱镜需配合其他结构件 (如 VCM) 来达到防抖效果, 工艺设计要求高。棱镜为普通摄像头与潜望式摄像头主要的差异点, 对镜头、CIS、VCM、手机模组等结构件的性能要求、结构设计均具有一定影响。

**行业状况:** 全球棱镜供应商集中于中国大陆、中国台湾和韩国, 中国主要厂商为水晶光电和蓝特光学, 舜宇光学也已大规模生产棱镜。据水晶光电 22 年 10 月调研纪要表示, 公司微型棱镜模块业务目前进展比较顺利, 已在积极配合大客户的新品发布时点储备产能, 搭建公司的量产线, 预计将在 2023 年二、三季度进入量产阶段, 蓝特光学微棱镜产业基地建设项目累计投入 9.4 千万, 投入比例为 45.1%。

图23: 棱镜工艺制作流程



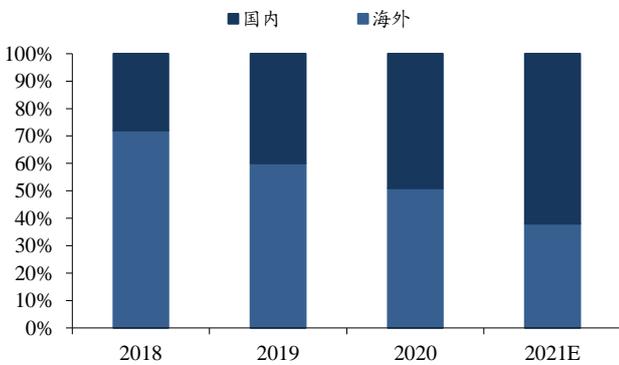
数据来源: 蓝特光学招股说明书, 东吴证券研究所

**VCM (音圈马达): 责任越大, 价值越高**

**技术难点:** 1) 潜望式镜头较之普通镜头, 多增一块棱镜, 可能搭载的玻璃镜头重量高于塑料镜头, 结构更为复杂, 对 VCM 的推力和设计力提出更高要求; 2) 在广角端不易被察觉的抖动, 会随着焦段的增加而成倍放大, 目前 OIS 技术已较好解决 5 倍光学变焦的抖动问题, 但对于 10 倍镜头仍有较大的进步空间, 对 VCM 的精度提出更高要求。华为 P40 Pro+ 采用滑槽式 AF 长寿命马达, 通过滑槽式承载方式, 搭配极强的磁力和精密杠杆结构, 使马达能够高稳定、高精度地移动。

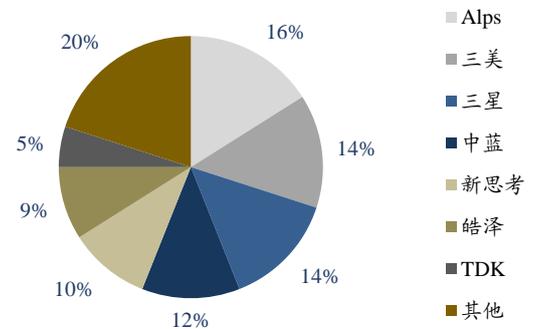
**行业状况：**日韩厂商占据主导地位，中国厂商崛起。全球主要 VCM 厂商阿尔卑斯（ALPS）、三美电机（mitsumi）、TDK、三星电子等占有大部分市场份额，目前潜望式镜头的 VCM 主要由三美电机和 TDK 提供。据旭日大数据数据显示，2019/2020 年海外 VCM 的出货量约占全球总出货量的 60%/51%，而国内占比约为 40%/49%，21 年国产 VCM 马达市场占有率有望达到 62%。中国厂商新思考、中蓝、皓泽电子等公司也在加速崛起，均已进入华为、小米、OPPO、vivo 等厂商的供应链，新思考（10%）、中蓝（12%）、皓泽（9%）均进入出货量 Top10 榜单。根据 TSR 研究报告，以截至 2021 年第二季度智能手机摄像头模组 BOM 单数据分析，VCM 产值平均约占摄像头模组产值的 5.6%，而根据华为 P30 Pro 的拆解，VCM 单机价值量 10 美金，按镜头模组成本价 56 美元计算，该 VCM 在 P30 Pro 镜头中占比 17.9%，价值量显著提升。

图24：海内外 VCM 出货量占比情况



数据来源：旭日大数据，东吴证券研究所

图25：22 年 7 月手机摄像头 VCM 市场占比（出货量）



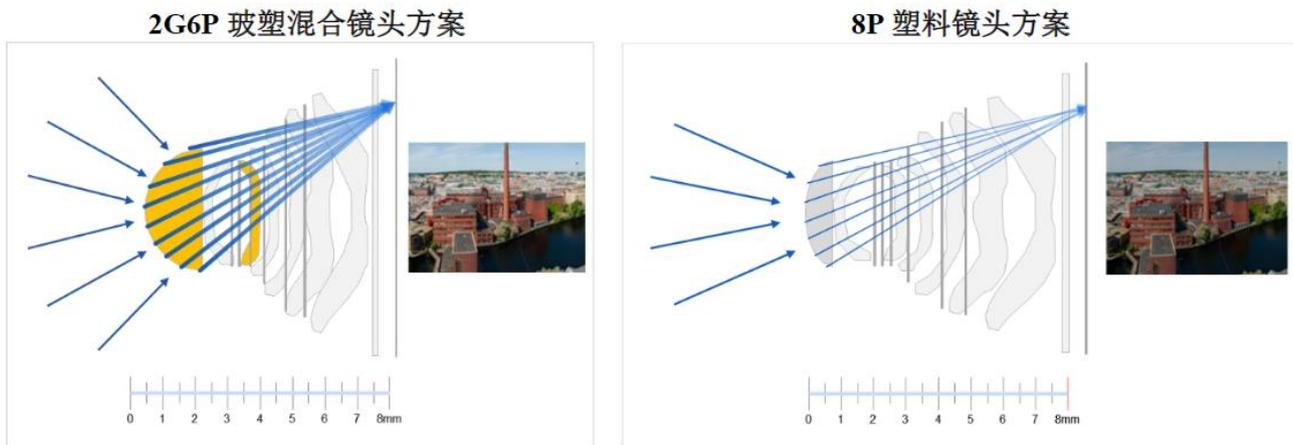
数据来源：潮电智库，东吴证券研究所

**镜头：玻塑混合打开性能瓶颈**

**技术难点：**1) 潜望式镜头新增 1-2 块玻璃材质转向棱镜，因此潜望式镜头将会要求手机镜头企业具备玻璃光学元件的设计与制造能力；2) 潜望式结构透光率低，从而对镜片的透光性要求进一步提升，需采用透光性更好的玻璃镜片。

**行业状况：**玻塑混合镜头融合玻璃和塑料的优点，形成较高的折射率和稳定性，可实现更大光圈、高解析力、低厚度、低温漂等特点，能够降低暗光拍摄条件下的图像噪点，改进边缘和近焦画质，扩大有效边缘视场。玻塑混合镜头设计模造工艺、模造玻璃的技术门槛高，目前全球仅有日本厂商 HOYA、中国台湾厂商亚洲光学、中国大陆厂商舜宇光学、联创电子和联合光电等少数企业可实现量产。根据沙利文统计，按出货量口径，2021 年舜宇光学、大立光、诚瑞光学在全球光学镜头市场的份额分别为 23%、16%、8%，其中，智能手机镜头市场份额分别为 28%、21%、10%。

图26: 玻塑混合镜头与塑料镜头对比



数据来源: 诚瑞光学招股说明书, 东吴证券研究所

### CMOS 图像传感器 (CIS): 与普通镜头中的 CIS 要求差别较小

**技术难点:** 1) 由于潜望式镜头内的棱镜会对光线强度造成一定程度的衰减, 因此潜望式镜头比普通镜头对传感器尺寸要求更高; 2) 摄像头模组水平放置, CMOS 尺寸受到手机厚度限制。摄像头模组的核心元器件, 对摄像头的光线感知和图像质量起到了关键的影响。

**行业状况:** 市场集中度高, CR5>90%。据群智咨询统计, 21 年手机 CMOS 出货量约为 53.7 亿颗, 未来随着手机摄像头配置的逐渐升级, Frost&Sullivan 预计 2024 年手机 CMOS 的出货量和销售额可达到 67.8 亿颗/ 164.1 亿美元, 1300 万像素以上的 CMOS 图像传感器将成为市场规模持续扩大的重要驱动力, 出货量预计将从 2020 年的 10.4 亿颗增长到 2024 年的 21.9 亿颗。根据 Omdia 统计, 22Q3 全球 CMOS 图像传感器市场规模为 47.3 亿美元, 比上一季度增长 13.6%, 第一、二名为索尼 (51.6%)、三星 (15.6%)、紧随其后的是豪威科技 (9.7%)、安森美半导体 (7%) 和格科微电子 (7%), CR5 为 90.9%。高端 CMOS 图像传感器芯片依旧为日韩厂商主导, 但是以豪威科技 (19 年被韦尔股份收购)、格科微为代表的境内厂商与日韩厂商的差距逐渐减小, 豪威科技已经实现 6400 万像素的 CMOS 图像传感器芯片的量产, 格科微在 1300 万像素及以下的 CMOS 图像传感器芯片市场中占据重要地位。

表5: 各厂商 1300 万像素手机图像传感器性能对比

公司名称	三星	豪威科技	SK 海力士	格科微
产品型号	S5K3L6	OV13855	Hi-1332	GC13053
像素尺寸	1.12 $\mu$ m	1.12 $\mu$ m	1.12 $\mu$ m	1.12 $\mu$ m
光学尺寸	1/3.1"	1/3.06"	1/3"	1/3.06"
帧率	30fps	30fps	30fps	30fps
分辨率	4208*3120	4256*3168	4224*3136	4208*3120
最大信噪比	-	36.5dB	-	37dB
动态范围	-	65dB	-	68.6dB
灵敏度	-	3900e-/ (lux*sec)	-	2700e-/ (lux*sec)
工艺	ISOCELL	pureCel plus	BSI	BSI
封装方式	-	COB	COB	COB/COM

数据来源: 格科微招股说明书, 东吴证券研究所

#### 镜头模组: 潜望式结构增加工艺难度, 一线厂商具备优势

**技术难点:** 1) 摄像头模组封装行业属于资金密集型行业, 生产流程复杂, 企业需要投入大量的资金建造实验室和生产车间、引进先进的研发生产设备和精密的检验测量仪器; 同时企业需要投入大量的资金进行持续的产品创新和技术研发, 以满足下游客户不断更新迭代的摄像头模组需求; 2) 潜望式镜头不同于传统镜头, 增加了棱镜模块, 光路更为复杂, 对装配公差要求更高; 3) 新增的棱镜会导致潜望式镜头的跌落稳定性远不如传统摄像头, 对模组厂商的组装能力提出严苛要求; 4) 复杂的摄像头组件会对模组厂商的算法及设备提出新要求。基于以上原因, 一线厂商在潜望式镜头模组厂商中具备优势。

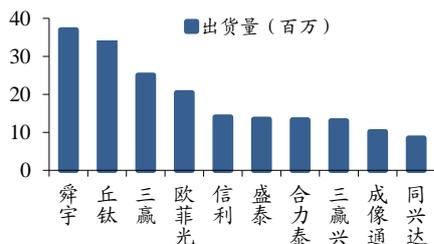
表6: 布局潜望式镜头的模组厂商

厂商	主要产品	主要客户	22H1 摄像头模组相关业务营收 (百万)	22H1 营收 YoY
欧菲光	覆盖目前绝大部分的手机和车载主流摄像头模组产品种类	为主要手机品牌双摄和三摄模组供应商	5514.93	-34.99%
舜宇光学	绝大部分中高端摄像头模组。	主要安卓手机品牌	12370.87	-19.19%
合力泰	目前已量产 6,400 万摄像头模组, 正在积极推进高端产品的研发和生产。	三星、OPPO、vivo、小米、传音、富士康、京东方	876.89	-33.16
丘钛微	200 万像素至 10,800 万像素的超薄摄像头模组、双/多摄像头模组、光学防抖 (OIS) 摄像头模组	华为、小米、OPPO、vivo、三星、大疆、科沃斯、石头科技	6502.41	-22.58%
联创电子	较低像素的手机摄像头模组	华为、三星、闻泰科技、华勤、传音等	1507.31	49.43%
LG	高像素手机摄像头模组、3D Sensing 摄像头模组、车载摄像头模组等。	苹果品牌和部分安卓手机品牌	——	——

数据来源: 丘钛微招股说明书, 各公司官网, 东吴证券研究所

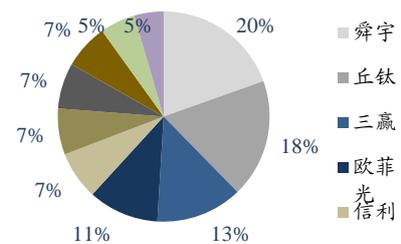
**行业状况:** 中国企业智能手机模组厂商在全球具备领先地位。根据 Yole 预测, 2020 年至 2026 年, 全球摄像头模组销售额将从 340 亿美元增长至 590 亿美元, 复合年均增长率达 9.8%, 出货量的复合年均增长率达 7.1%。从全球智能手机摄像头模组出货量看, 中国企业具备明显竞争优势, 多家企业进入全球前 10, 据潮电视觉统计, 22 年 9 月舜宇、丘钛、三赢科技出货量分别为 36.9/34.4/25 百万颗占据榜单前三。截至 2022H1, 舜宇光学、丘钛微、欧菲光摄像头模组相关产品营业收入分别为 123.7 亿元、65 亿元、55.1 亿元, 舜宇光学为全球第一, 丘钛微、欧菲光紧随其后。

图27: 22 年 9 月手机摄像头模组出货量 Top10(百万)



数据来源: 潮电视觉与感知, 东吴证券研究所

图28: 22 年 9 月手机摄像头模组市场占比 (按出货量)



数据来源: 潮电视觉与感知, 东吴证券研究所

### 设备厂商：精密设备特殊需求催生新行业

**技术难点：**潜望式镜头对供应企业的各类设备标准要求较高，下游消费电子客户对设备供应商定制化研发能力、交付和技术服务等方面的要求均较为严苛。需要具有专业设备的厂商进行设备组装和设备检测。

**行业状况：**潜望式镜头的特殊需求催生出一批专注设备测试和组装设备的供应商，包括赛腾股份、科瑞技术、博众精工、智立方等。其中，赛腾股份新打入苹果的供应链，为核心设备测试/组装设备供应商，并且独家供应苹果潜望式镜头检测大单，供应苹果 MR 的较高价值组成设备。科瑞技术是移动终端行业整机检测设备领先供应商，为品牌客户提供各类摄像头检测设备检测，拥有行业内最为完整的整机检测方案。博众精工的设备可以应用于终端的整机组装与测试环节，以及前端零部件、模组段的组装、检测、量测、测试等环节，例如摄像头模组。

表7：各厂商主要业务对比

厂商	主要业务	主要客户
赛腾股份	自动化组装设备、自动化检测设备及治具等	苹果公司、JOT 公司、广达电脑、三星电子、英华达等
科瑞技术	手机双摄像头自动检测设备、移动终端快速测试设备等	苹果、OPPO、vivo、华为等终端品牌；富士康、纬创、广达等代工厂
博众精工	自动化设备、自动化柔性生产线、自动化关键零部件以及工装夹（治）具等	苹果公司及苹果产业链公司
智立方	自动化测试设备及自动化组装设备，主要应用于光学、电学、力学等功能测试环节和产品组装环节	苹果公司、舜宇集团、捷普集团等全球知名电子产品智能制造商

数据来源：各公司公告，各公司官网，东吴证券研究所

## 4. 投资建议

随着 iPhone 15 系列正式搭载潜望式镜头，潜望式镜头的热度持续上升，我们对潜望式镜头及其产业链的发展前景持积极乐观的态度。其中，潜望式镜头的核心微棱镜环节和设备环节会率先从发展中受益。因此，我们重点推荐布局微棱镜环节的水晶光电、蓝特光学。

### 4.1. 水晶光电：领先光学方案商，汽车电子及 AR 业务前景广阔

智能手机主业围绕大客户持续拓展产品线及 ASP，有望受益于潜望式镜头等光学零组件技术创新升级；汽车电子深耕车载摄像头、激光雷达棱镜及保护罩、AR-HUD 等光学产品，业务收入有望保持快速提升；AR/VR 眼镜领先布局核心光学显示环节，提供关

键零组件，既能配合国际巨头开发核心元件，又能够直接提供相关产品解决方案

#### 4.2. 蓝特光学：国内光学元件领军者，多领域布局构筑长期增长力

公司已经形成光学校镜、玻璃非球面透镜以及玻璃晶圆三大产品系列布局。核心客户有望搭载潜望式，公司掌握微棱镜研磨、抛光与胶合工序核心技术，工艺水平行业领先，成为核心客户 A 客户新机型潜望式摄像头微棱镜供应商，充分受益潜望式摄像头渗透率提升；玻璃非球面透镜深度受益随着高阶自动驾驶快速渗透，公司掌握了核心工艺模造技术，已经成功切入速腾聚创、舜宇光学、日立 Maxell 等车载领域核心客户供应链，有望借助车载新风口迎来业绩高速增长；玻璃晶圆则是 AR 光波导的重要材料，公司生产高折射率玻璃晶圆，下游客户覆盖 AMS、康宁 等知名企业，随着 AR 眼镜逐步放量，公司作为上游玻璃晶圆的供应商将率先受益。

### 5. 风险提示

- 1) 产品渗透缓慢：**成本较高、体积占比较大、对防抖性能要求更高等因素限制潜望式镜头应用拓展，可能存在产品渗透缓慢的风险。
- 2) 智能手机出货持续疲软：**随着产业缺芯情况持续和换机周期延长，智能手机的市场需求短期内可能存在继续疲软的风险，进而影响镜头及模组整体的出货节奏和结构。
- 3) 产业链成熟度不及预期：**潜望式镜头工艺难度高，对棱镜、镜头、CIS、VCM、手机模组等构件的性能要求、结构设计提出严苛要求，可能存在产业链成熟度不及预期的风险。

## 免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司(以下简称“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客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司不对任何人因使用本报告中的内容所导致的损失负任何责任。在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发、转载，需征得东吴证券研究所同意，并注明出处为东吴证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

## 东吴证券投资评级标准:

### 公司投资评级:

- 买入: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在 15%以上;
- 增持: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于 5%与 15%之间;
- 中性: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于-5%与 5%之间;
- 减持: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘介于-15%与-5%之间;
- 卖出: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对大盘在-15%以下。

### 行业投资评级:

- 增持: 预期未来 6 个月内，行业指数相对强于大盘 5%以上;
- 中性: 预期未来 6 个月内，行业指数相对大盘-5%与 5%;
- 减持: 预期未来 6 个月内，行业指数相对弱于大盘 5%以上。

东吴证券研究所  
苏州工业园区星阳街 5 号  
邮政编码: 215021  
传真: (0512) 62938527  
公司网址: <http://www.dwzq.com.cn>

