

研究所

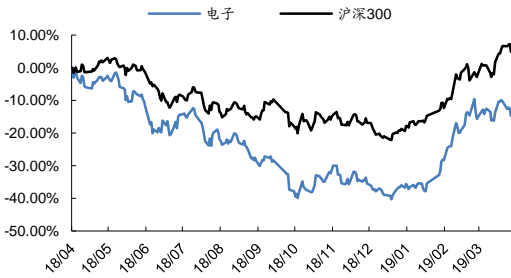
证券分析师:
021-68591558
联系人:
021-60338168

王凌涛 S0350514080002
wanglt01@ghzq.com.cn
沈钱 S0350118110016
shenq@ghzq.com.cn

好“色”的消费者，花样纷繁的手机摄像

——手机摄像行业深度报告

最近一年行业走势



行业相对表现

表现	1M	3M	12M
电子	-1.4	33.5	-14.7
沪深300	7.1	28.9	3.0

相关报告

《电子行业周报：苹果官网体调降价格，JDI金援卡关困难重重》——2019-04-08

《第二批科创板半导体公司深度点评：中微安集榜上有名，奏响半导体科创强音》——2019-04-02

《电子行业周报：P30法国发布，科创新名单半导体仍占数席》——2019-04-01

《首批科创板受理名单点评报告：三企业联袂登陆科创，半导体发展再遇良机》——2019-03-27

《电子行业周报：科创首批标的电子占据三席，成长背景最强音》——2019-03-24

投资要点:

■ **潜望式摄像：突破光学变焦之桎梏。**结合目前已发布的三摄/四摄机型情况以及三种主流的双摄搭配方案，尝试新的光学变焦能力（不管是超广角还是长焦）是多摄方案的一个主要设计思路，而P30 Pro和OPPO Reno采用潜望式摄像头，表明高倍数的光学变焦有望成为未来几年手机摄像的主要进阶方向之一。而潜望式镜头设计则可以使得摄像头的最长等效焦距可以不再受制于智能手机的厚度，比如华为P30 Pro的潜望式摄像头的等效焦距达到125mm，OPPO Reno的更是达到了160mm。

智能手机的摄像头模组一般由镜头、音圈马达、红外滤光片、CIS芯片及托架等组成。其中马达、镜头及模组环节有望在潜望式镜头渗透率提升的带动下迎来单机价值量的提升。

■ **单摄到多摄：提升画质，对标单反。**单纯的像素提高难以帮助传统单摄突破其自身瓶颈，特别是在背景虚化，夜景和3D成像等特定拍摄需求的场景下，需要两个甚至多个摄像头配合工作，以满足用户的需求。

2016年发布的iPhone 7 plus搭载两个1200万像素的彩色摄像头（广角+长焦）推动了双摄的快速普及，据旭日大数据预测到2019年双摄渗透率有望接近45%。

华为已经发布三款搭载三摄的旗舰手机，引领手机多摄潮流，三星和OPPO亦已入局，三摄有望迎来高速发展期，根据群智咨询（Sigmaintell）预测，2019年全球支持三摄（含TOF）的智能手机出货量约2.4亿部。

■ **2D到3D：增强现实感。**3D感测在智能手机中的应用场景非常广泛，包括解锁，安全支付，AR/VR，3D建模等，未来几年，随着智能手机3D摄像头的供应链逐渐成熟，消费电子领域将成为3D感测的主要战场之一，Yole预测消费电子3D感测市场将由2017年的4亿美元增长至2023年的138亿美元，年复合增长率达82%。

目前来看，3D 感测在智能手机中的主要应用场景为解锁和安全支付，如 iPhone X，小米 8 探索版以及 OPPO Find X 配备的 3D 结构光。长远来看，3D 感测的应用场景不会局限于此，如 AR/VR 亦有望成为 3D 感测的重要应用场景之一。

- **行业评级及投资策略：**光学是智能手机进入存量博弈阶段之后仍实现行业空间不断增长的细分领域之一，为了刺激消费者的换机欲望，各大品牌产商纷纷推出具备高质量摄像功能的旗舰机。不管是双摄、三摄甚至多摄的推广普及，亦或是潜望式镜头设计、ToF 3D 摄像等新技术的导入，都为光学产业链带来不小的提振，而已在光学赛道上驰骋的既有玩家显然是最为受益的，给予手机摄像行业推荐评级。
- **受益标的梳理：**水晶光电、欧菲光、立讯精密。
- **风险提示：**(1) 潜望式镜头普及不及预期；(2) 三摄手机的出货量不及预期；(3) 3D 摄像的推广受阻；(4) 手机摄像的后续创新乏力。

重点关注公司及盈利预测

重点公司 代码	股票 名称	2019-4-14 股价	EPS			PE			投资 评级
			2017	2018E	2019E	2017	2018E	2019E	
002273.SZ	水晶光电	13.23	0.41	0.54	0.65	31.27	24.39	20.42	增持
002456.SZ	欧菲光	14.00	0.30	0.68	1.00	46.15	20.65	14.07	买入
002475.SZ	立讯精密	24.98	0.41	0.65	0.84	60.93	38.43	29.74	买入

资料来源：Wind 资讯，国海证券研究所（注：水晶光电、欧菲光盈利预测取自万得一致预期）

内容目录

事件:	5
1、 潜望式摄像: 突破光学变焦之桎梏	5
2、 摄像技术变革: 从单摄到多摄, 从 2D 到 3D.....	9
2.1、 单摄到多摄: 提升画质, 对标单反	10
2.2、 2D 到 3D: 增强现实感	13
3、 受益个股情况梳理.....	16
4、 行业评级及投资策略	18
5、 风险提示	18

图表目录

图 1: 镜头焦距定义	6
图 2: 智能手机摄像头等效焦距拉长的掣肘因素	6
图 3: 三星 Galaxy S4 zoom 背面	7
图 4: 广角+潜望式长焦摄像头模组	7
图 5: 潜望式模组（红）和普通模组（蓝）面积对比	8
图 6: 潜望式镜头结构（含 D-cut 镜片）	8
图 7: 手机摄像模组结构	9
图 8: 手机摄像产业链各环节受益情况	9
图 9: 全球摄像模组市场规模预测	9
图 10: 焦距对景深的影响: 长焦有利于背景虚化	10
图 11: 智能手机双摄渗透率	10
图 12: 光学变焦 vs. 数码变焦	11
图 13: 彩色+黑白双摄方案效果图	11
图 14: 全球三摄手机（含 ToF）出货量情况	12
图 15: 接棒式变焦	13
图 16: 2018-2019 部分代表高端机型变焦范围	13
图 17: 3D 感测市场空间预测	13
图 18: iPhone X 3D Sensing 结构示意图	14
图 19: 3D 结构光技术简图	14
图 20: TOF 方案结构简图	15
图 21: Phab 2 Pro 3D 摄像模组和 CMOS 芯片	15
图 22: 结构光和 TOF 方案比较	15
图 23: 水晶光电收入情况	17
图 24: 欧菲光营业收入情况	17
图 25: 2017 年全球 Top 20 摄像头模组厂商排名	17
图 26: 立讯精密业务布局情况	17
表 1: 当前已有的三摄/四摄机型的摄像头搭配情况	5
表 2: 3D 结构光供应链情况	16

事件:

2019年4月10日,OPPO发布新的旗舰机型Reno,在软件和硬件两方面的升级上均下足功夫,硬件上延续上一代旗舰机Find X的零界全面屏(屏占比更高)和升降式摄像头(采用扇形模式),软件上的升级则包括ColorOS 6.0,超清夜景2.0,Game Boost 2.0等等。当然,最吸睛的还是其在拍照和拍摄视频方面的优化:如使用潜望式摄像头实现10倍混合光学变焦,使用3个麦克风收声实现3D环绕音效。

消费者基本上都是好“色”的,此处的“色”,一方面固然指的是手机自身的颜值,但其实输入及输出的图片影像信息的质量亦得到越来越多的重视,其提升主要分别通过摄像头和屏幕实现,特别是手机摄像功能,当前已经成为了人们记录及分享生活的主流方式之一,消费者对拍摄的相片及影像的“美感”要求不断提高,手机摄像功能的提升亦不再局限于最初的“单纯的像素增加”,而是开始逐渐导入更多新的设计,比如双摄、潜望式镜头和3D摄像等。

此次OPPO新一代旗舰机中,潜望式摄像头可以说是关注度最高的设计之一,在此我们来梳理下该设计的情况以及对产业链和相关公司带来的正面效应。

1、潜望式摄像:突破光学变焦之桎梏

结合目前已发布的三摄/四摄机型情况以及三种主流的双摄搭配方案,尝试新的光学变焦能力(不管是超广角还是长焦)是多摄方案的一个主要设计思路,而P30 Pro和OPPO Reno采用潜望式摄像头,表明高倍数的光学变焦有望成为未来几年手机摄像的主要进阶方向之一。

表1:当前已有的三摄/四摄机型的摄像头搭配情况

	华为 P20 Pro	华为 Mate 20/20 Pro	三星 Galaxy S10/S10+	华为 P30 Pro	OPPO Reno
广角(主摄)	√	√	√	√	√
超广角	×	√	√	√	√
长焦	√	√	√	√(潜望式)	√(潜望式)
黑白	√	×	×	×	×
ToF	×	×	×	√	×

资料来源:国海证券研究所整理

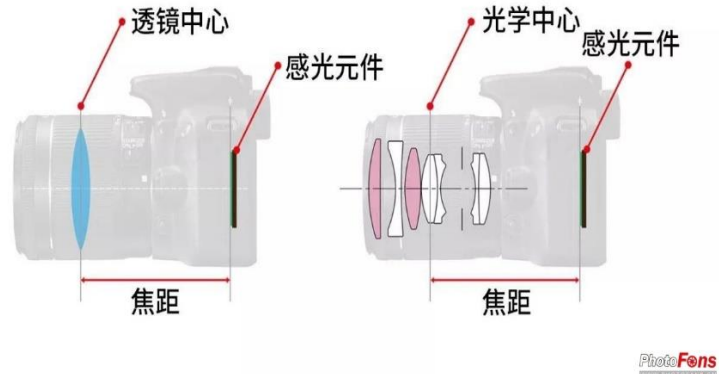
拉长镜头的焦距在拍摄高质量远景照片及背景虚化等拍摄场景下具备一定的优势,要理解潜望式镜头设计方案出现的原因,则需要先对“等效焦距”这个衡量摄像头光学变焦能力的重要指标进行阐述:

- ✓ 从光学原理上定义,焦距指透镜中心到感光元件的距离,但是手机摄像头的镜头并非是单一的透镜,而是多个透镜组成的镜片组(目前智能手机的镜头一般包含5个或6个镜片),因此通常把整个镜片组的光学中心到感光元件

的距离定义为**焦距**。

- ✓ 而即使在同样焦距的镜头情况下，感光元件（CCD 或者 CMOS）的尺寸大小亦会影响其成像视角，为了便于理解和表述，通常会将各个摄像头的焦距折算成 135 相机的焦距，即为**等效焦距**。

图 1：镜头焦距定义



资料来源：PhotoFans，国海证券研究所整理

手机摄像等效焦距受内部空间的限制。通过上述分析不难理解，等效焦距主要受镜头焦距及感光元件尺寸两方面影响：（1）感光元件尺寸的缩小虽可以拉长摄像头的等效焦距，但是会减少其像素点数量（相同半导体制程下），影响成像质量；（2）而加长镜头焦距的方式则会增厚摄像头模组的厚度，当前轻薄化是智能手机的主要趋势之一，这显然会掣肘摄像头光学等效焦距的进一步拉长，比如 iPhone 7 Plus 的长焦摄像头模组（等效焦距为 56mm）的高度为 6.7mm，已经接近整机厚度（7.3mm），这也是 iPhone 7 plus 后置摄像头凸出的主要原因。

图 2：智能手机摄像头等效焦距拉长的掣肘因素



资料来源：国海证券研究所绘制

为了在尽量不增加模组厚度的情况下增强智能手机摄像的光学变焦能力，早在 2013 年三星便在 Galaxy S4 zoom 中引入了伸缩式镜头，通过该设计使得手机搭载的摄像模组具备了 10 倍光学变焦能力，但是该设计也使得摄像模组的面积变得“硕大无比”，不仅破坏了智能手机背面的整体性，还极大的占用了手机的内部空间。一言以蔽之，伸缩式镜头设计并非增强手机摄像头变焦能力的完美答案。

图 3: 三星 Galaxy S4 zoom 背面



资料来源：中关村在线，国海证券研究所

在此背景下，潜望式镜头设计成为备选方案：该设计通过折光元件（三棱镜）改变光传递路线，使得垂直进入的光线偏折 90° 变成水平传输的光线，继而通过竖直安装的镜片组，最终到达竖直安装的感光元件。潜望式镜头设计使得摄像头的最长等效焦距可以不再受制于智能手机的厚度，比如华为 P30 Pro 的潜望式摄像头的等效焦距达到 125mm，OPPO Reno 的更是达到了 160mm。

图 4: 广角+潜望式长焦摄像头模组



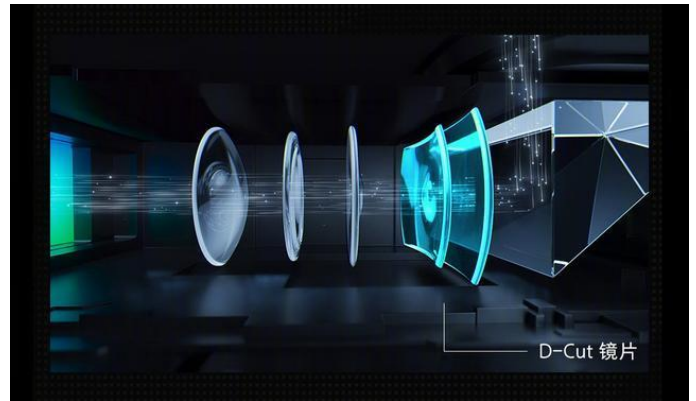
资料来源：OPPO，国海证券研究所

当然，潜望式镜头设计亦存在缺点：（1）潜望式镜头虽然减小了模组厚度，但是模组面积却有所增加，整体来看仍将占用不少的手机内部空间；而且，模组的面积与镜头的等效焦距在一定程度上正相关，因此，品牌厂商最终仍需要在等效焦距与内部空间占用之间进行选择；（2）潜望式设计下，镜片和感光元件被竖直安放，两者的尺寸（特别是圆形的镜片）会限制模组厚度的降低，当然，OPPO 在 Reno 中使用了 D-cut 镜片，在保持有效光学尺寸的情况下降低镜片高度。

图 5: 潜望式模组 (红) 和普通模组 (蓝) 面积对比



图 6: 潜望式镜头结构 (含 D-cut 镜片)



资料来源: 手机易容网, 国海证券研究所

资料来源: 搜狐科技, 国海证券研究所

智能手机的摄像头模组一般由镜头、音圈马达、红外滤光片、CIS 芯片及托架等组成。其中马达、镜头及模组环节有望在潜望式镜头渗透率提升的带动下迎来单机价值量的提升:

- ✓ **镜头:** 潜望式镜头设计对镜头环节的影响主要有三个方面: (1) 该设计会新增 1~2 个三棱镜作为折光元件, 这是最为明确的增量, 而且三棱镜的材质一般会选用玻璃, 而过去的手机镜头的材质一般为塑胶, 因此具备玻璃光学元件制造能力的企业有望受益; (2) 光线通过折光元件的偏折之后其光通量会有所下降, 因此后续镜头对光通量的损耗需要有所减小, 由于玻璃镜片的透光率高于塑胶镜片, 因此玻塑混合镜头的渗透有望加速。当然, 玻塑混合镜头目前仍面临着成本以及产能的问题, 而随着镜头厂不断扩充玻璃镜片的产能, 并且由产能扩充带动成本下行, 玻塑混合镜头有望开始从高端机型开始渗透。(3) 上文提及 OPPO 使用 D-cut 镜片用于降低潜望式模组厚度, 该镜片采用非堆叠注塑成型的生产工艺, 新工艺的使用有望增加镜头价值量。

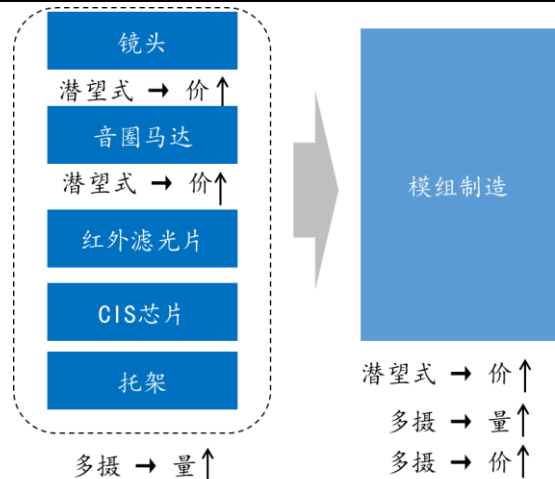
不管是玻璃镜片的渗透还是新工艺的采用, 率先展开布局的如大立光、舜宇科技和水晶光电等既有核心玩家的受益确定性是较高的, 需要关注的是能否通过良率的提升实现成本下降, 从而加速该设计往中低端手机市场的渗透。

- ✓ **模组:** 从单摄到双摄甚至多摄, 对于摄像头模组企业来说, 并不是将多个摄像头进行简单的组合, 而是需要对模组的镜头位置稳定性以及光轴平行度等重要参数进行更为严格的把控, 而潜望式设计的导入有望进一步提升参数把控的难度及重要性, 因此会对模组企业的封装技术和设备的精密度提出更高要求, 比如使用 AA (Active Alignment) 制程进行模组的镜头对准, 这无疑将拔高了摄像头模组的行业壁垒, 具备较强技术积累以及在设备端率先布局的一线摄像头模组企业 (舜宇光学、欧菲光、立景等) 有望率先受益多摄及潜望式镜头的渗透。

图 7: 手机摄像模组结构



图 8: 手机摄像产业链各环节受益情况



资料来源: CNMO, 国海证券研究所整理

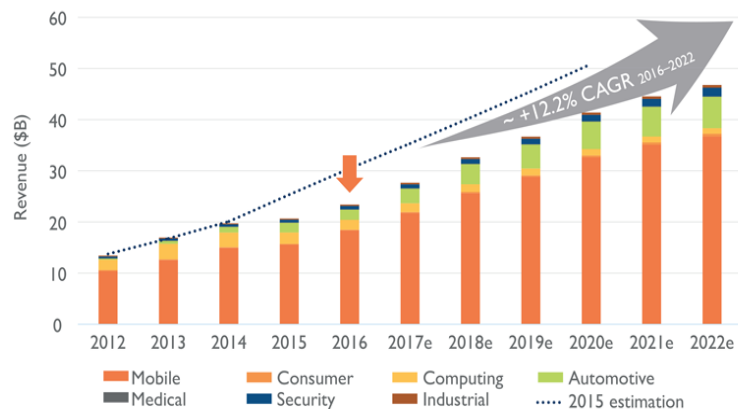
资料来源: 国海证券研究所绘制

2、摄像技术变革: 从单摄到多摄, 从 2D 到 3D

经过十年的发展, 智能手机的摄像功能已经成为记录和分享生活的主流方式, 消费者在追求像素不断提升的同时, 增加对背景虚化、全景拍摄、夜景及 AR/VR 等特定拍摄场景及成像方式的诉求; 另一方面, 随着智能手机市场进入存量博弈阶段, 产品创新及差异化设计逐渐成为品牌厂商最为重要的考量之一, 而优质的摄像功能无疑是当下“移动社交”时代最直观且吸引眼球的, 可见, 消费者的需求与厂商升级创新及差异化策略迎来了较好的共振, 手机摄像亦实现了两个重要的技术变革: (1) 从单摄到双摄甚至多摄; (2) 从 2D 发展至 3D 成像。

这些变革使得光学市场即使在智能手机市场进入存量博弈阶段的情况下仍具备较好的增长空间, 据 Yole 预测, 全球摄像模组市场规模将由 2016 年的 234 亿美元增长至 2020 年的 468 亿美元, 年复合增长率 12.2%。

图 9: 全球摄像模组市场规模预测

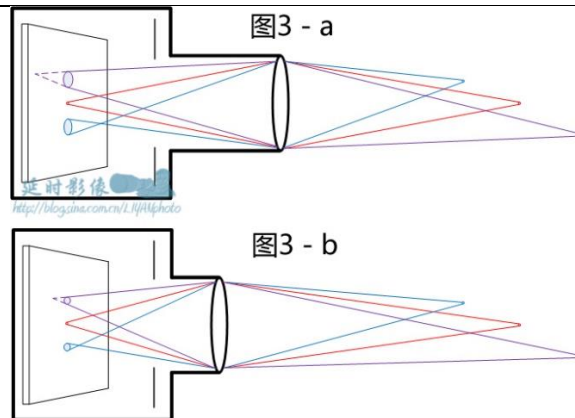


资料来源: Yole, 国海证券研究所

2.1、单摄到多摄：提升画质，对标单反

单摄无法满足特定场景的拍摄需求，双摄应运而生。单纯的像素提高难以帮助传统单摄突破其自身瓶颈，特别是在背景虚化，夜景和 3D 成像等特定拍摄需求的情况下。以背景虚化为例，要实现较浅的景深，需要具备三个关键要素：大光圈，长焦距和大底（CMOS 尺寸），一般情况下，智能手机摄像 CMOS 的尺寸在 1/3 英寸左右，远小于单反相机的 CMOS 尺寸，另一方面，长焦距会导致镜头变厚，这显然与手机轻薄化趋势背道而驰，而且拉长镜头的焦距可能会使得取景范围无法满足消费者需求。因此，在此类场景下，需要两个甚至多个摄像头配合工作，以满足用户的需求。

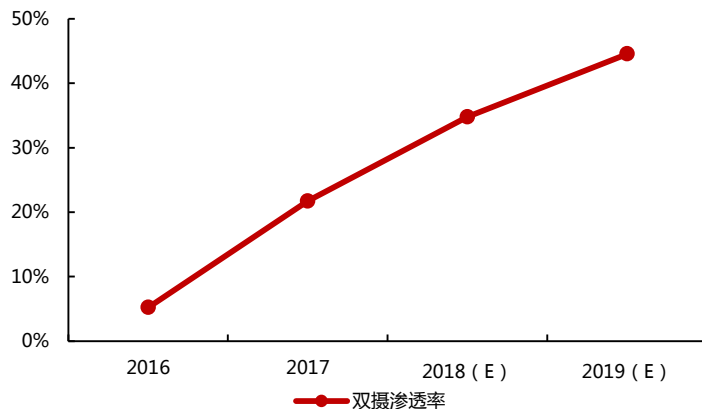
图 10：焦距对景深的影响：长焦有利于背景虚化



资料来源：CSDN，国海证券研究所

iPhone 入局推动双摄普及，渗透率快速提升。早在 2011 年，HTC 和 LG 就开始尝试推出双摄手机，但并未引起很大关注度，直到 2016 年发布的 iPhone 7 plus 搭载两个 1200 万像素的彩色摄像头（广角+长焦），才推动了双摄的快速普及，据旭日大数据统计显示，2016 年全球双摄智能手机的渗透率仅为 5%，2017 年已超过 20%，到 2019 年有望接近 45%。出于成本考量，双摄在初期主要被用于中高端机型，随着模组单价逐渐降低，正逐渐往中低端市场渗透。此外，目前双摄像头（或者多摄）主要配置于智能手机背面，相信未来亦会逐渐往前置渗透。

图 11：智能手机双摄渗透率



资料来源：旭日大数据，国海证券研究所

智能手机双摄的主流选择方案包括三种：（1）成像+景深；（2）广角+长焦/超广角；以及（3）彩色+黑白。

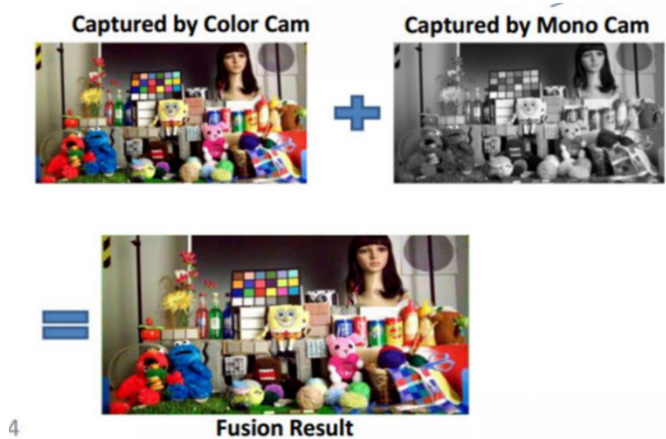
- ✓ **成像+景深：单独摄像头记录景深，后期算法进行虚化。**一般来说，该方案配备两颗像素不同的摄像头：像素较高的主摄像头负责拍摄照片，像素较低的则负责记录照片中不同对象的景深信息，最后通过算法进行背景虚化。
- ✓ **广角+长焦/超广角：模拟光学变焦。**一般而言，在同一拍摄条件下，焦距越短，视角越大，反之亦然。传统的单摄手机摄像头的光学焦距是固定的，拍摄时使用数码变焦的方式，即在原本的照片上截取需要进行“特写”的部分进行放大，这样会导致像素变低，图像变模糊，对照片质量有所损伤。iPhone 7 plus 在普通镜头（1200 万像素、28mm 焦距）的基础上增加了更大倍率的长焦镜头（1200 万像素、56mm 焦距），可以实现 28mm 到 56mm 的范围内的无损光学变焦。另一方面，亦有厂商选择新增短焦距摄像头，用以拍摄超广角照片。
- ✓ **彩色+黑白：增强光通量，提高解析度。**传统的单摄像头需要同时记录物体的轮廓及色彩信息，一般情况下，像素提高有助于提高轮廓清晰度，但是会导致进光量减小，进而减弱色彩表现力。为了兼顾相片的清晰度和色彩表现力，华为主推的双摄方案使用两个 CMOS 进行分别记录：高像素黑白 CMOS 记录轮廓信息，较低像素彩色 CMOS 则记录色彩信息，最后通过算法将两者合成。该双摄方案可以有效提高图像的清晰度和色彩饱和度，但是由于需要对两张照片进行合成，可见其对算法要求较为苛刻，同时，对摄像头的位置稳定性以及光轴平行度的要求亦有所提升，对模组厂商的封装技术和设备的精密度提出更高诉求。

图 12：光学变焦 vs. 数码变焦



资料来源：Canvas Champ，国海证券研究所整理

图 13：彩色+黑白双摄方案效果图



资料来源：Altek，国海证券研究所

三种方案中，第一种方案的技术相对较为成熟且成本较低，是初期的主要双摄配置选择，而后两种的技术方案的比较优势则较为明显，方案二可以实现光学变焦，方案三可以有效提升画质。后面的三摄或者多摄亦是围绕该两种方案进行组合搭配。

华为引领手机多摄潮流，三星和 OPPO 入局，三摄有望迎来高速发展期，根据群智咨询 (Sigmaintell) 预测，2019 年全球支持三摄 (含 TOF) 的智能手机出货量约 2.4 亿部。

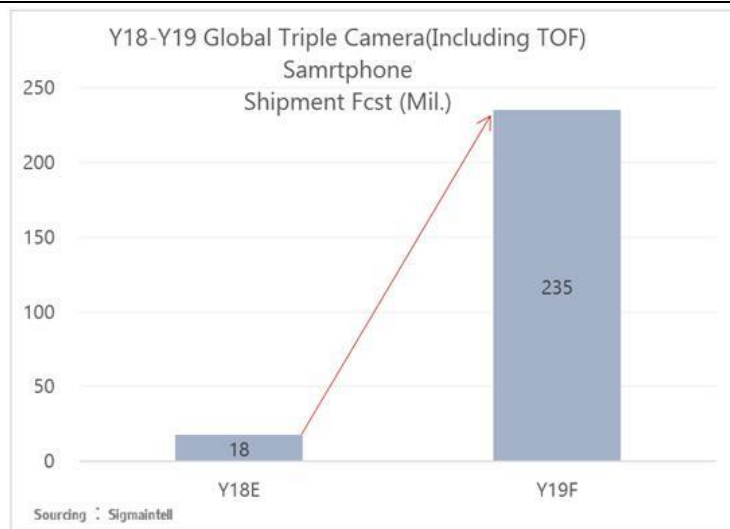
(1) 2018 年上半年推出的 P20 Pro 首次配备三摄方案：4000 万像素彩色摄像头+2000 万像素黑白摄像头+800 万像素长焦摄像头，其中长焦镜头支持三倍光学变焦 (等效焦距 80mm)。从摄像头配备来看，该三摄方案是“彩色+黑白”和“广角+长焦”两类双摄方案的融合。

(2) 2018 年下半年推出的旗舰机仍然延续三摄方案，Mate 20 配备“1200 万广角+1600 万超广角+800 万长焦”，Mate 20 Pro 则搭载“4000 万广角+2000 万超广角+800 万长焦”，其中，超广角镜头和长焦镜头的等效焦距分别为 16mm 和 80mm。

(3) 2019 年上半年推出的 P30 Pro 则开启四摄之路，搭配方案为“4000 万广角+2000 万超广角+800 长焦+TOF”，其中长焦摄像头使用潜望式设计实现 125mm 等效焦距。

在华为的带动下，三星和 OPPO 等安卓阵营的品牌厂商亦纷纷开始多摄方案，三星 Galaxy S10+ 搭载“1200 万广角、1600 万超广角、1200 万长焦”三个摄像头。

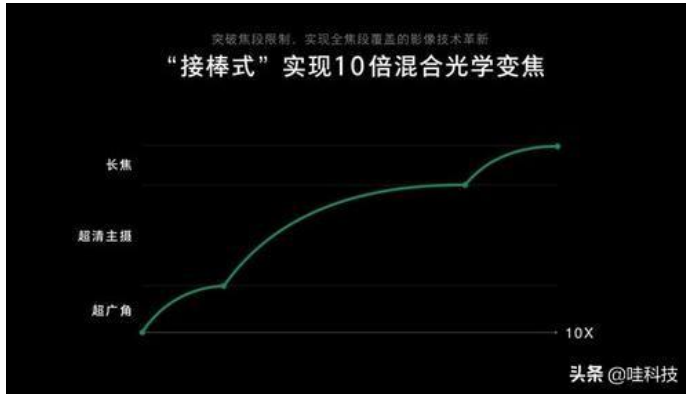
图 14: 全球三摄手机 (含 ToF) 出货量情况



资料来源：Sigmaintell，国海证券研究所

三摄接棒式方案赋予手机摄像大范围变焦的能力。智能手机的摄像头一般为定焦镜头，而目前较为主流的三摄方案则是三个定焦镜头的组合，这意味着，在三个特定的等效焦距上，三摄模组具备较好的光学素质，而其余等效焦距则需要由算法驱动的数码变焦相配合方能实现，以华为 P30 Pro 实现 3 倍等效焦距为例：该等效焦距下的相片是通过合并主 (广角) 摄像头和长焦摄像头的图像数据而产生，画面中心的最佳细节图像数据来自长焦镜头，而边缘“丢失”的区域则由主摄像头的图像数据加以人工智能润饰后填补。接棒式方案虽并未实现全焦段物理光学变焦，但是极大得提升了手机摄像的变焦范围及能力。

图 15: 接棒式变焦



资料来源：新浪科技，国海证券研究所

图 16: 2018-2019 部分代表高端机型变焦范围

品牌/产商	机型	最小等效焦距 (mm)	最大等效焦距 (mm)	最大/最小
苹果	iPhone Xs	28 (主摄)	56 (长焦)	2X
华为	Mate 20 Pro	16 (超广角)	80 (长焦)	5X
三星	Galaxy S10+	13 (超广角)	52 (长焦)	4X
华为	P30 Pro	16 (超广角)	125 (潜望式)	8X
OPPO	Reno	16 (超广角)	160 (潜望式)	10X

资料来源：国海证券研究所整理

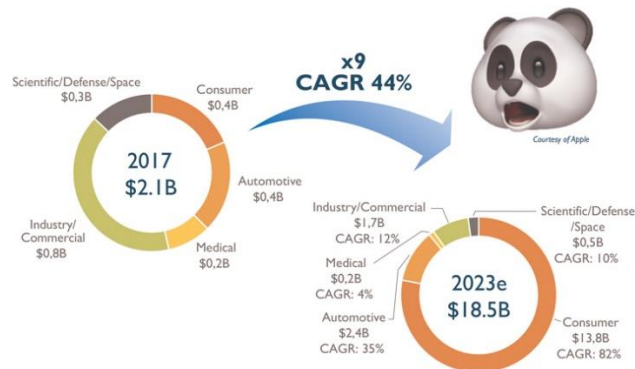
2.2、2D 到 3D: 增强现实感

3D 感测移动端应用场景广泛，市场具备高成长空间。3D 感测在智能手机中的应用场景非常广泛，包括解锁，安全支付，AR/VR，3D 建模等，未来几年，随着智能手机 3D 摄像头的供应链逐渐成熟，消费电子领域将成为 3D 感测的主要战场之一，Yole 预测消费电子 3D 感测市场将由 2017 年的 4 亿美元增长至 2023 年的 138 亿美元，年复合增长率达 82%，远超其在汽车，医药，工业及安防等领域的增长速度。

图 17: 3D 感测市场空间预测

3D imaging & sensing revenue breakdown by markets

(Source: 3D Imaging & Sensing 2018, Yole Développement, June 2018)



资料来源：Yole，国海证券研究所

3D 结构光先行，TOF 有望快速突破。目前来看，3D 感测在智能手机中的主要应用场景为解锁和安全支付，如 iPhone X，小米 8 探索版以及 OPPO Find X 配备的 3D 结构光。长远来看，3D 感测的应用场景不会局限于此，如 AR/VR 亦有望成为 3D 感测的重要应用场景之一，Apple 在 2017 年 WWDC 上发布 ARKit 开启了 AR 在移动端的应用，但是仅靠算法获取物体的深度信息会带来巨大的运

算量,造成高功耗、画面不流畅等问题,未来,若在后置摄像头中导入 3D 感测,软硬件搭配将实现更好的 3D 空间结构的构建,助力 AR 技术的快速发展。

- ✓ **3D 结构光: 苹果引领, 安卓阵营快速跟进。** iPhone X 率先导入 3D 人脸识别功能取代传统指纹识别,加速了该功能在智能手机领域的应用,HOVM 在今年上半年均推出了配备人脸识别的旗舰机型。iPhone X, OPPO Find X 和小米 8 探索版均采用 3D 结构光方案,是目前市场上较为成熟的深度检测方案和静态场景 3D 拍摄的首选,其识别步骤为:(1)发射端(点阵投影仪)投射大量红外光点至观测物体表面,使得物体表面的光点落点产生位移;(2)接收端(红外摄像头)捕捉光点,检测物体表面的图形;(3)通过光点位移测算位置和深度,使用算法复原三维空间。

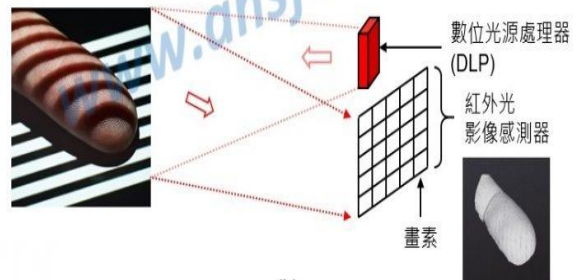
3D 结构光产业链: 发射端核心部件高壁垒, 接收端产业链成熟。 3D 结构光主要由发射端,接收端,IC 芯片构成,其中,发射端主要由红外光源(VCSEL),准直镜头(WLO)和光学衍射元件(DOE 或者光栅)组成,接收端则由红外 CMOS 传感器,光学镜头以及窄带滤光片构成。整体来讲,IC 芯片和发射端的光学衍射元件具备较高的行业壁垒,而发射端其他部件(VCSEL 和准直镜头)以及接收端元件的产业链则相对较为成熟。

图 18: iPhone X 3D Sensing 结构示意图



资料来源: ifanr, 国海证券研究所

图 19: 3D 结构光技术简图



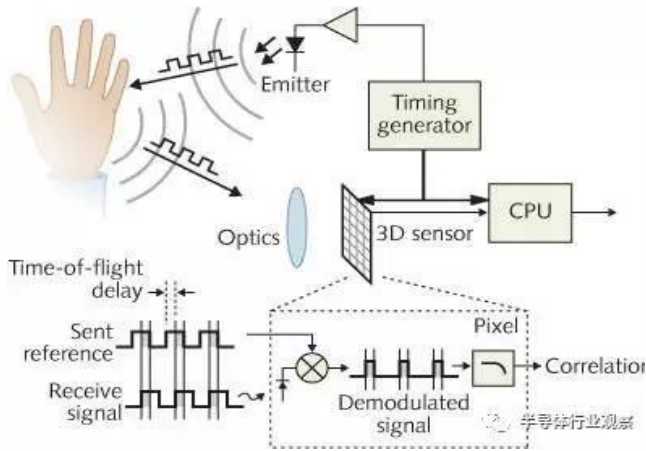
资料来源: LAGOA, 国海证券研究所

- ✓ **ToF: 方案成熟, 正逐渐被导入到智能手机领域。** TOF 方案最早被应用于物流,安防监控等工业领域,该方案的实现过程为:(1)发射端发射调制的红外光;(2)接收端使用红外 CMOS 接收被物体反射回来的红外光;(3)通过算法计算时间差,得到拍摄物体的距离。联想 Phab 2 Pro 和华硕 Zenfone 是目前全球配备后置 TOF 3D 感测摄像头的两款智能手机,vivo 亦于 MWC 2018 上展示了配备前置 TOF 深度摄像头的产品,此次华为的 P30 Pro 中亦加入了 ToF 摄像功能,TOF 3D 感测方案(特别是后置方案)正逐步被导入到智能手机领域,未来,随着应用场景的逐渐成熟,该方案在移动端的市场空间值得期待。

发射端相较于结构光更简单, 接收端需要大像素尺寸 CMOS。 TOF 方案的发射端主要由红外光源(VCSEL)和扩散片组成,因为不需要特殊排列的点阵,TOF 的发射端相较于结构光更为简单。接收端则由镜头,窄带滤光

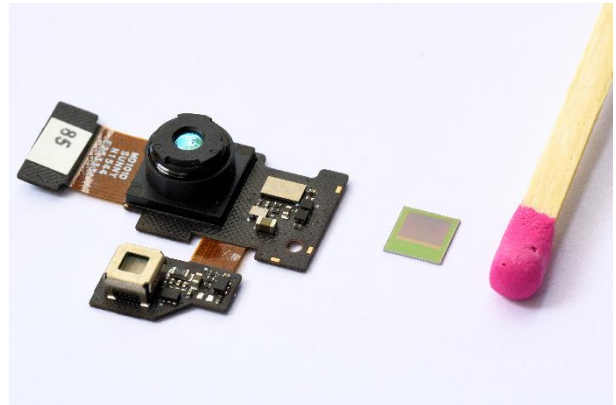
片和红外 CMOS 组成，目前 TOF 方案主要应用于远距离 3D 拍摄，反射回来的红外光信号较弱，且 sensor 的感光时间较短，因此 CMOS 的单像素尺寸较大，一般达到 10um 级别(目前一般的 RGB 单像素尺寸为 1um 级别)。

图 20: TOF 方案结构简图



资料来源：半导体行业观察，国海证券研究所

图 21: Phab 2 Pro 3D 摄像模组和 CMOS 芯片



资料来源：Business & Financial Press，国海证券研究所

总体来看，结构光方案较 TOF 方案更为复杂，成本相对更高，且主要应用于短距离 3D 成像，当然，其成像精度亦高于后者，因此在智能手机领域的主要应用场景为解锁和安全支付，且主要配备于旗舰机型的前置摄像；TOF 方案则支持远距离 3D 感测，可成为智能手机后置 3D 摄像的选择，配合如 ARKit 等软件系统提供优质的 AR 体验。

图 22: 结构光和 TOF 方案比较

	结构光	TOF
分辨率	最高100-300万像素	最高VGA
测量精度	最高可达厘米级精度	近距离达到高精度（0.1mm-1mm）
测量范围	可以测量较远距离（一般100mm以内）	测量距离一般10m以内
硬件	高要求照明；复杂的系统	简单的照明；复杂的传感器
限制	受反光影响，室内最佳	(1) 受多重反射影响，室内最佳；(2) 低分辨率
参与厂商		
已有手机型号	iPhone X（前置） OPPO Find X（前置） 小米8 探索版（前置）	联想Phab 2 Pro（后置） 华硕Zenfone（后置） OPPO R17 Pro（后置）

资料来源：国海证券研究所整理

苹果深度布局，国产供应链需依托安卓阵营跟进情况。苹果早在 2013 年便收购 Primesense，开始布局 3D 摄像，并在 iPhone X 中导入 3D 人脸识别功能，安卓阵营的品牌厂商也在积极突破苹果对 3D 结构光的专利封锁，寻求 3D 人脸识别功能在智能手机领域的普及，加上 3D 感测在智能手机 AR 端的应用，其未来市场空间是比较广阔的，主要的器件供应商有望率先受益。分析产业链情况容易看出，不管是结构光还是 TOF 方案，在原先已经具备较好基础的领域，如滤光片与模组端，国内企业有望率先突围，而其他领域，则需要依托下游的整体出货量，因此，国产供应链能否参与其中主要取决于安卓阵营的主要品牌在 3D 感测领域的布局意愿及进度。

表 2: 3D 结构光供应链情况

组件	部件		iPhone X 供应商	国内 (潜在) 供应商
发射端	VCSEL	设计	Lumentum, Finisar	光迅科技, 华工科技
		代工	稳懋	三安光电, 乾照光电
	WLO		Heptagon (AMS 收购)	联创电子、舜宇
	DOE	Pattern 制造	台积电	---
		ITO	采钰科技	---
		封装	精材科技	---
	模组		LG Innotek, 夏普	欧菲科技, 舜宇光学
接收端	CIS 芯片	设计	意法半导体	豪威 (韦尔控股)
		代工	台积电	---
	光学镜头		大立光, 玉晶光电	---
	窄带滤光片		VIAVI	水晶光电
	模组		Cowell	欧菲科技, 舜宇光学
方案解决商			Primesense (苹果收购)	奥比中光
IC 芯片			Primesense (苹果收购)	---

资料来源: 国海证券研究所整理 #斜体为潜在参与者

3、受益个股情况梳理

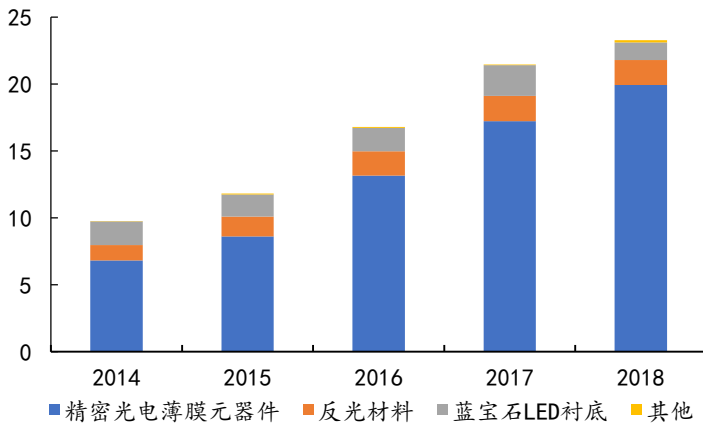
水晶光电: 公司在光学低通滤波器 (OLPF) 和红外截止滤光片 (IRCF) 领域具备较强的行业地位, 该两大产品的销量位居全球前列。2018 年公司预计实现营业收入 23.26 亿元, 同比增长 8.39%, 实现归母净利润 4.63 亿元, 同比增长 30.06%, 其中精密光电薄膜元器件业务 (IRFC、OLPF、晶圆级滤光片和窄带滤光片等) 预计约贡献 70%~80% 收入。

欧菲光: 公司自上市以来, 公司不断拓展自身业务线, 实现业绩持续稳定的增长, 营业收入从 2010 年的 6.18 亿元增长至 2017 年的 337.91 亿元, 年复合增长率 77.12%, 净利润从 2010 年的 0.52 亿元增长至 2017 年 7.44 亿元, 年复合增长率 46.25%。从公司过往的布局及业绩释放情况看, 在消费电子领域, 从电容式触摸屏, 到摄像头及生物识别, 公司都能在布局之后的 1~2 年实现较好的业绩释放, 这体现了公司对市场的精准的判断和强大的执行力, 此类能力亦将为公司后续持续发展保驾护航。

公司自 2012 年切入摄像头领域以来, 贡献营收逐年增长, 2017 年已达到 166.32 亿元。从 2016 年年底至今, 公司的摄像头模组单月出货量稳居全球首位, 2017 年, 公司全年单摄模组出货量达 3.7 亿颗, 双摄模组亦出货约 3500 万颗, 约占全球市场 15%。同时, 公司去年收购了华南索尼电子厂 (现更名为广州欧菲影像), 不仅获得了包括 Filp Chip 封装工艺在内的多项专利技术, 还顺利切入国际大客户摄像模组供应链。

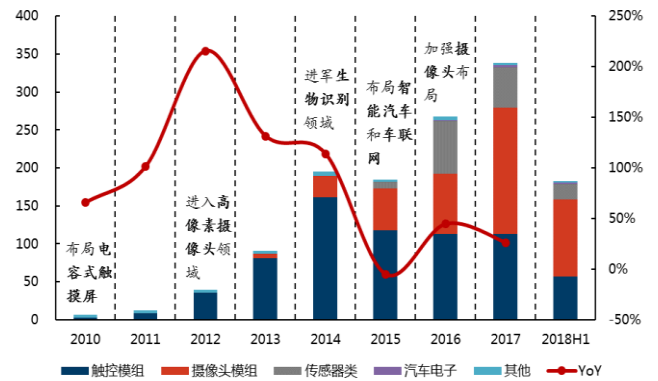
立讯精密: 2018年公司通过旗下立景创新受让了台湾光宝的相机模组事业部, 2017年,台湾光宝的摄像头模组出货量排全球第19,双摄模组出货量排全球第8,曾是华为双摄模组的主力供应商,具备完善的技术及客户储备。立景创新通过受让台湾光宝相机模组事业部,可以获得其技术及客户,快速提升自身实力。立讯精密则可以通过体外收购光宝的相机模组事业部补充光学板块,从而成为“机、电、声、光”一体化的平台型企业。

图 23: 水晶光电收入情况



资料来源: Wind, 国海证券研究所

图 24: 欧菲光营业收入情况



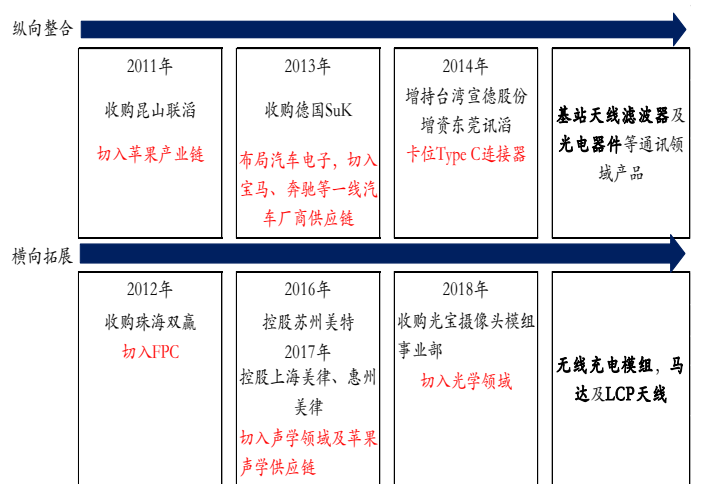
资料来源: Wind, 公司公告, 国海证券研究所

图 25: 2017 年全球 Top 20 摄像头模组厂商排名



资料来源: 旭日大数据, 国海证券研究所

图 26: 立讯精密业务布局情况



资料来源: 公司公告, 国海证券研究所

重点关注公司及盈利预测

重点公司 代码	股票 名称	2019-4-14 股价	EPS			PE			投资 评级
			2017	2018E	2019E	2017	2018E	2019E	
002273.SZ	水晶光电	13.23	0.41	0.54	0.65	31.27	24.39	20.42	增持
002456.SZ	欧菲光	14.00	0.30	0.68	1.00	46.15	20.65	14.07	买入
002475.SZ	立讯精密	24.98	0.41	0.65	0.84	60.93	38.43	29.74	买入

资料来源：Wind 资讯，国海证券研究所（注：水晶光电、欧菲光盈利预测取自万得一致预期）

4、行业评级及投资策略

光学是智能手机进入存量博弈阶段之后仍实现行业空间不断增长的细分领域之一，为了刺激消费者的换机欲望，各大品牌产商纷纷推出具备高质量摄像功能的旗舰机。不管是双摄、三摄甚至多摄的推广普及，亦或是潜望式镜头设计、ToF 3D 摄像等新技术的导入，都为光学产业链带来不小的提振，而已在光学赛道上驰骋的既有玩家显然是最为受益的，给予手机摄像行业推荐评级。

5、风险提示

- (1) 潜望式镜头普及不及预期；
- (2) 三摄手机的出货量不及预期；
- (3) 3D 摄像的推广受阻；
- (4) 手机摄像的后续创新乏力。

【电子元器件组介绍】

王凌涛，资深电子行业分析师，证券行业从业近 5 年，具有丰富的实业工作经历，熟悉电子行业供应链脉络，深入研究，扎实审慎。

沈钱，电子科技大学光电工程学士，香港理工大学电子信息学博士，2018 年加入国海证券研究所。

杨钟，半导体物理本科，工商管理硕士，6 年半导体行业经验，2018 年加入国海证券研究所。

【分析师承诺】

王凌涛，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，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

【国海证券投资评级标准】

行业投资评级

推荐：行业基本面向好，行业指数领先沪深 300 指数；

中性：行业基本面稳定，行业指数跟随沪深 300 指数；

回避：行业基本面向淡，行业指数落后沪深 300 指数。

股票投资评级

买入：相对沪深 300 指数涨幅 20%以上；

增持：相对沪深 300 指数涨幅介于 10%~20%之间；

中性：相对沪深 300 指数涨幅介于-10%~10%之间；

卖出：相对沪深 300 指数跌幅 10%以上。

【免责声明】

本报告仅供国海证券股份有限公司（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。客户应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。

本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于公开资料及合法获得的相关内部外部报告资料，本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，不保证其中的信息已做最新变更，也不保证相关的建议不会发生任何变更。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，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。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。报告中的内容和意见仅供参考，在任何情况下，本报告中所表达的意见并不构成对所述证券买卖的出价和征价。本公司及其本公司员工对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。

【风险提示】

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向本公司或其他专业人士咨询并谨慎决策。在任何情况下，本报告中的

信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议。

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。本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

【郑重声明】

本报告版权归国海证券所有。未经本公司的明确书面特别授权或协议约定，除法律规定的情况外，任何人不得对本报告的任何内容进行发布、复制、编辑、改编、转载、播放、展示或以其他方式非法使用本报告的部分或者全部内容，否则均构成对本公司版权的侵害，本公司有权依法追究其法律责任。

【合规声明】