

推荐（维持）

手机产业系列报告之三

风险评级：中风险

寻找黑夜中的星光：多摄渗透、CIS、玻塑混合、ToF、屏下摄像

2020年2月18日

投资要点：

魏红梅

SAC 执业证书编号：

S0340513040002

电话：0769-22119410

邮箱：whm2@dgzq.com.cn

研究助理：陈伟光

SAC 执业证书编号：

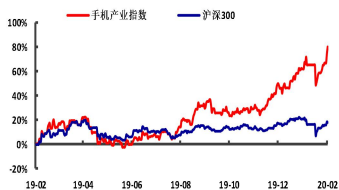
S0340118060023

电话：0769-23320059

邮箱：

chenweiguang@dgzq.com.cn

手机产业指数走势



资料来源：东莞证券研究所，Wind

相关报告

《手机产业系列报告之一：从5G技术看手机元器件升级的刚性需求》

《手机产业系列报告之二：探索5G手机能量的聚与散：快充、无线充电与热管理》

- **多摄渗透加速，TOF与潜望式镜头未来可期。**2019年，虽然手机市场表现疲软，但是5G带来的换机潮已经开始进行。同时头部手机厂商的市场份额也得到了进一步的增加，头部手机厂商在市场的的影响力继续增强。手机市场的疲弱并未影响到手机多摄渗透的快速进行，手机摄像头模组不断出货量同比上升。预计在头部手机厂商的带动下，手机多摄的渗透率会进一步加强，手机摄像头模组市场维持景气，手机摄像头模组内部的零部件也会同样受益。
- **高画质需要多种要素，传感器与镜头值得关注。**虽然高像素成为手机厂商宣传销售的产品的一大特点，但是高像素不等于高画质。影响画质的其中两个要素是传感器与镜头。虽然高像素不等于高画质，但是能实现高像素的摄像头却已经从高端机型渗透到中端机型。由于下游消费电子需求日益旺盛，导致面对多摄加速渗透的行业形势，CIS供应出现紧张，CIS供应商正在扩产。镜头是实现高画质的另一要素。目前手机镜头主要用的是塑料镜片。面对手机轻薄化、手机零部件成本增加、塑料镜片热稳性较低等一系列问题，在长焦镜头成为高端、中高端手机必备要素的今天，玻塑混合镜片已经成为了解决上述问题的一大方案。
- **3D Sensing之TOF，开启未来AR/VR之路。**在多摄渗透的过程中，ToF镜头也走进了消费者中。ToF作为3D Sensing中的其中一种方案，由于其测量距离长，成本低，功耗不高的等优势，已经被多个手机品牌在获得被使用。目前ToF被使用最多的是在拍照与解锁方面。然而，ToF具备3D测量与建模的能力。通过3D测量与建模，可以实现基于VR/AR等一系列游戏与应用在手机中的使用，增强用户体验。同时ToF的3D测量与建模功能也可以用在汽车、军事等一些领域。因此，ToF的未来市场空间巨大。
- **投资建议：维持对手机产业推荐评级。**建议关注立讯精密（002475）、联创电子（002036）、水晶光电（002273）、光迅科技（002281）、华天科技（002185）等相关公司。
- **风险提示：**疫情影响新品发布、疫情影响产品需求、宏观经济环境变化、原材料价格上涨等。

目 录

1、寻找黑夜中星光：换机与品牌.....	4
2、多摄渗透加速，TOF 与潜望式镜头未来可期.....	6
2.1 技术延伸，5G 时代也是多摄时代.....	6
2.2 双摄时代，人像模式.....	7
2.3 三摄时代，开启长焦模式.....	7
2.4 四摄时代，暂以 TOF 为标杆，潜望式长焦亦是看点.....	8
2.5 从高到中，从后到前，从安卓到苹果，多摄加速渗透.....	9
2、高画质需要多种要素，传感器与镜头值得关注.....	11
3.1 像素一高再高，高像素不等于高画质.....	11
3.2 CIS 头部企业加速扩产，有望带动上下游产业.....	13
3.3 玻塑混合镜片有望成为新趋势.....	16
4、3D Sensing 之 TOF，开启未来 AR/VR 之路.....	18
4.1 3D Sensing 多种方案，TOF 脱颖而出.....	18
4.2 TOF 不仅为了拍照，更是为了未来应用.....	21
4.3 3D Sensing 市场景气上扬.....	22
4.4 3D Sensing 核心部件——VCSEL.....	23
5、极致的全面屏方案——屏下摄像技术.....	24
6、投资建议.....	26
7、风险提示.....	27

插图目录

图 1：全球智能手机出货量.....	4
图 2：2019 年中国 5G 手机出货量	4
图 3：全球 5G 手机出货量在全球智能手机出货量中占比.....	5
图 4：全球 5G 手机出货量年复合增长率	5
图 5：手机特性的变化.....	7
图 6：华为 P10 系列.....	7
图 7：iPhone 7 plus 人像模式	7
图 8：华为 P20 PRO.....	8
图 9：iPhone 11 RPO MAX	8
图 10：华为 P30 PRO.....	9
图 11：三星 S20 Ultra.....	9
图 12：潜望式镜头.....	9
图 13：变焦能力.....	9
图 14：手机摄像头个数.....	10
图 15：多摄占比.....	10
图 16：DXOMARK 排行榜.....	13
图 17：手机摄像头模组结构.....	14
图 18：手机摄像头各部件价值占比.....	14
图 19：CIS 下游市场应用领域占比统计情况.....	15
图 20：CIS 供应商的年收入及同比.....	15
图 21：CIS 供应商市场份额.....	16
图 22：小米 10 pro 8P 镜头.....	17
图 23：结构光示意图.....	19

图 24 : TOF 示意图.....	19
图 25 : 双目立体视觉示意图.....	20
图 26 : 荣耀 V20 3D 体感游戏机.....	22
图 27 : 全球 3D Sensing 市场规模预测及智能手机市场占比.....	23
图 28 : 3D Sensing 示意图.....	23
图 29 : 探索全面屏的四种方案.....	24
图 30 : OPPO “电子设备、图像处理方案和装置”专利.....	25
图 31 : OPPO “图像处理模块、摄像头和电子设备”专利.....	25
图 32 : 屏下摄像屏幕原理示意图.....	26

表格目录

表 1 : 2019 年全球智能手机品牌出货量情况.....	5
表 2 : 2019 年全球智能手机品牌 5G 手机出货量情况.....	6
表 3 : 华为与荣耀系列手机摄像头数量与规格.....	10
表 4 : 手机摄像头出货量.....	11
表 5 : 华为手机摄像头数量与规格.....	12
表 6 : iPhone 摄像头数量与规格.....	12
表 7 : CCD 图像传感器与 CMOS 图像传感器特点对比情况.....	14
表 8 : CIS 供应商供应能力概述 (单位: 千片/月)	15
表 9 : 塑料镜片与玻璃镜片的区别.....	17
表 10 : TOF、结构光、双目立体视觉之间的比较.....	20
表 11 : 手机厂商中使用 ToF 的机型.....	21
表 12 : VCSEL 市场规模及预测.....	24
表 13 : 重点公司盈利预测 (截至 2019/2/18)	27

1、寻找黑夜中星光：换机与品牌

2019年，全球智能手机市场疲软。2019年第三季度，智能手机市场，在出现连续7个季度出货量同比下滑的情况下，在三星 Note 10 系列，华为 Mate 30 系列，苹果 iPhone 11 系列等一系列强势优秀产品发布的帮助下，终于迎来了首次手机出货量同比上升。但是好景不长，2019年第四季度，智能手机出货量再次出现同比下降，同比下降 1.10%。至此，2019年，手机市场整体疲软，智能手机全年出货量同比下降 1.28%。面对智能手机普及率高企、智能手机出货量同比下降的情况，智能手机市场进入存量竞争市场已经是不争的事实。

图 1：全球智能手机出货量

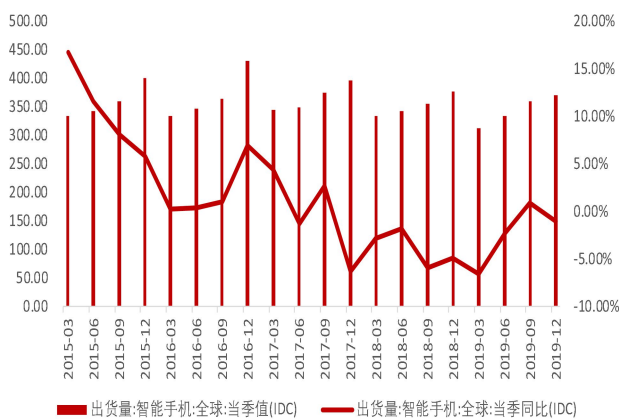
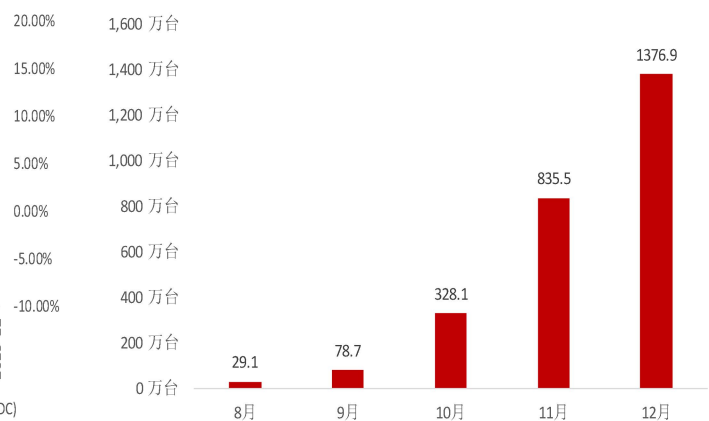


图 2：2019 年中国 5G 手机出货量

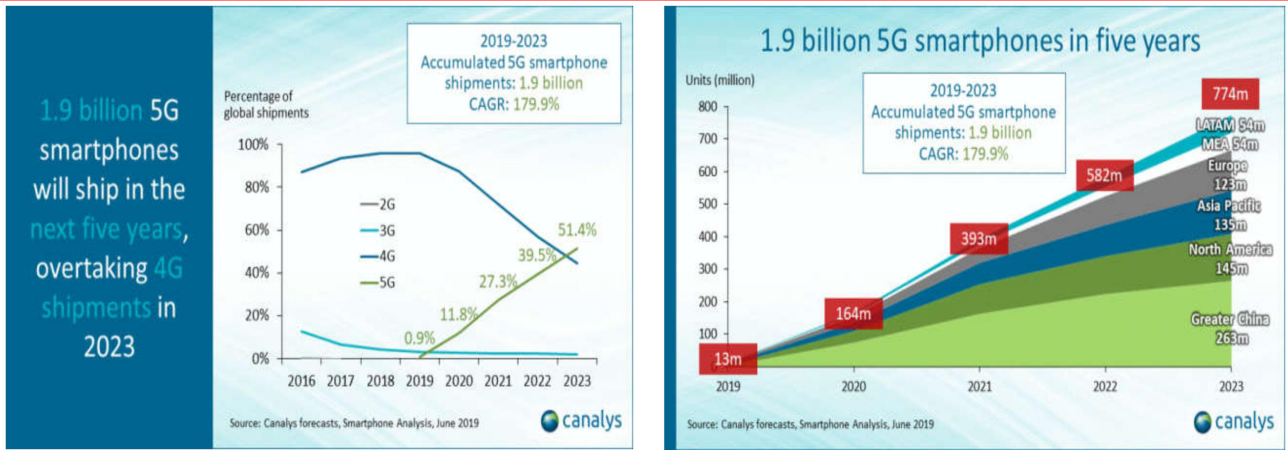


资料来源：IDC，东莞证券研究所

资料来源：中国信通院，东莞证券研究所

黑夜中闪烁的星光，存量中的变量。如果将智能手机市场进入存量竞争市场，出货疲软看作手机市场的黑夜，那么 5G 掀起的换机潮就如同黑夜中闪烁的星光。2019 年 8 月，中国市场已经出现 5G 手机销售。从此，5G 手机销售一路火爆。截至 2019 年 12 月，中国 5G 手机累计出货量达到 1376.9 万部。中国具备全球优秀的 5G 设备供应商，从 2020 年就开始将会加快 5G 网络的完善；此外，中国还具备多个全球知名的手机厂商，能够为全球供应性价比较高的 5G 手机。根据群智咨询预测，到 2020 年第四季度 5G 智能手机的低价将达到 1500 元人民币，进入快速普及阶段。Canalys 预测，到 2020 年，中国手机市场上 5G 手机占比将达到 17.5%，而到 2023 年，这一比例将攀升至 62.7%。中国 5G 市场的高歌猛进将有望带动全球手机市场回暖。Canalys 预计，2023 年全球 5G 手机出货量将超越 4G 手机出货量，同时预测未来 5 年，全球 5G 手机出货量将达到 19 亿部，其复合年均增长率达到 179.9%。2023 年，5G 手机出货量将接近 8 亿部，占当年全部智能手机出货量的 51.4%。其中大中华区的 5G 智能手机占有率将达到 34%；其次是北美地区，占比 18.8%；亚洲太平洋地区为 17.4%。

图 3：全球 5G 手机出货量在全球智能手机出货量中占比图 4：全球 5G 手机出货量年复合增长率



资料来源：Canalis，东莞证券研究所

资料来源：Canalis，东莞证券研究所

品牌效应凸显，头部厂商市场份额或将进一步提高。虽然 2019 年，全球智能手机市场疲软，但是头部手机厂商表现却并不疲软。2019 年，全球六大手机品牌，三星、华为、Apple、小米，OPPO，vivo 中，除了 Apple 外，其他五大品牌出货量同比呈现正增长。与手机出货量同比增长形成呼应的是，五大品牌的市场份额在 2019 年获得再次提升。2019 年，全球六大手机品牌的市场份额总计达到 73.3%，同比上升 3.98 个百分点。2019 年是 5G 手机出货的元年，头部厂商发布强势产品，在 5G 手机领域依然占据非常高的市场份额。2019 年，华为、三星、vivo 在全球 5G 手机市场份额分别是 36.9%、35.8%、10.7%。展望 2020 年，苹果或将在春季发布一款性价比较高的手机，以及在秋季发布自家的 5G 手机。苹果的春季和秋季产品将会是部分计划更换 5G 手机的 iPhone 用户释放出消费活力，有望对 2020 年全球智能手机出货量回暖提供有力的帮助；同时，在 Android 阵营也会不遗余力的发布自家新一代 5G 手机，苹果 5G 手机的推出或将使头部厂商的市场份额进一步提高，智能手机市场集中度进一步加强。

表 1：2019 年全球智能手机品牌出货量情况

品牌	出货量		市场份额		同比
	2018 年	2019 年	2018 年	2019 年	
三星	291.8	296.5	19.38%	19.95%	1.61%
华为	205.3	238.5	13.64%	16.05%	16.17%
Apple	206.3	196.2	13.70%	13.20%	-4.90%
小米	119	124.5	7.91%	8.38%	4.62%
OPPO	119	119.8	7.91%	8.06%	0.67%
vivo	102	113.7	6.78%	7.65%	11.47%
lenovo group	38.8	39.6	2.58%	2.66%	2.06%
LG	40.8	29.2	2.71%	1.97%	-28.43%
realme	4.7	25.7	0.31%	1.73%	446.81%
tecno	18	21.5	1.20%	1.45%	19.44%
others	359.6	280.8	23.89%	18.90%	-21.91%

总计	1505.3	1486	100.00%	100.00%	-1.28%
----	--------	------	---------	---------	--------

资料来源：Counterpoint、东莞证券研究所

表 2：2019 年全球智能手机品牌 5G 手机出货量情况

品牌	出货量（百万台）	市场份额（%）
华为	6.9	36.9
三星	6.7	35.8
vivo	2	10.7
小米	1	6.4
LG	0.9	4.8
其他	1	5.3
总计	18.7	100

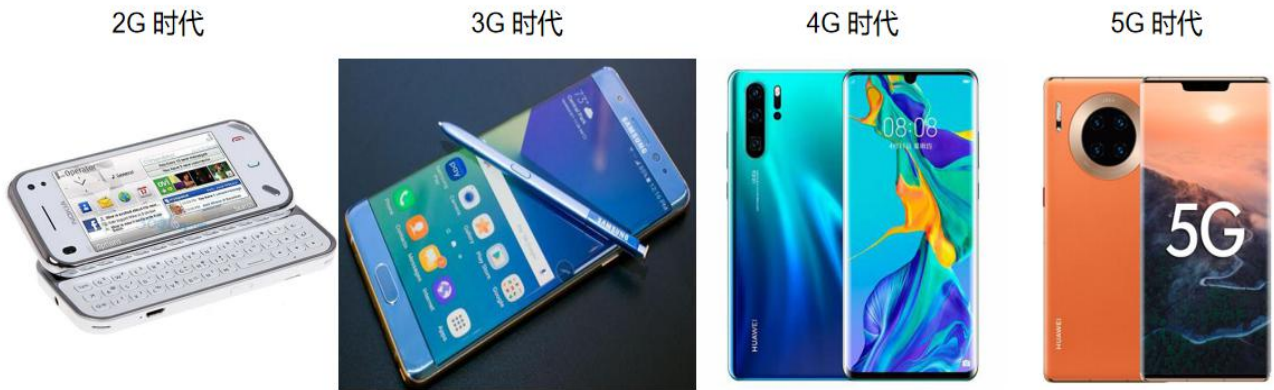
资料来源：Strategy Analytics、东莞证券研究所

2、多摄渗透加速，TOF 与潜望式镜头未来可期

2.1 技术延伸，5G 时代也是多摄时代

手机是通信技术最直接的载体。每一代通信技术的发展，不仅使手机的通信性能得到增加，同时引发手机的其他性能的进步。1G 时代，消费基本都是用着黑白手机，当时技术发展缓慢，手机性能并没有迎来太多的进步。2G 时代，手机从黑白屏进入了彩屏，消费者可以拜托单调的显示屏，享受彩屏带来的喜悦，此外，到了 2G 时代后期 Symbian 系统实现了智能化，从此手机开始进入智能时代。智能化是后 2G 时代的产物，进入 3G 时代大放异彩，先后出现 Android、iOS、Windows phone、Blackberry 等系统；2G 时代留下的不仅是手机智能系统，还有触摸屏。后 3G 时代，三星 Note 系列是大屏的代表。进入 4G 时代，大屏已经不足以满足消费者的需求，因此出现了“全面屏”，提升消费者的视觉享受。大屏是 3G 时代遗留给 4G 时代的产物，不是 4G 时代独特的标签。4G 时代手机独特的标签是“多摄”。2G-3G 时代，手机后置摄像头主要以单摄为主。4G 时代，在手机创新碰到瓶颈之时，摄像头方面的创新就成了行业关注的重点。华为 P9 吹起了手机多摄的号角，P20 PRO 带领市场进入 3 摄时代，P30 PRO 作为继任者，实现手机四摄。从 2G-4G 的发展，上一代留下的突破都会在下一代产品继续沿用。**手机多摄已经成为潮流，5G 时代必定多摄的时代。**

图 5: 手机特性的变化



资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

2.2 双摄时代，人像模式

虽然华为 P9 不是全球第一款双摄手机，但是华为 P9 开启了手机双摄的潮流。华为 P9 采用的是彩色+黑白的双 1200 万像素的方案。这种方案拍照时两颗摄像头同时工作，一个负责拍摄彩色画面，另一个拍摄黑白画面，描绘线条。由于黑白镜头取消了分光滤镜，所以进光量更多，细节也就更加清晰，再通过软件把黑白画面的细节强化进彩色照片，最终成为一张画质更优、细节更清晰的照片。iPhone 采用的是长焦+广角的方案，人像模式下，其等效 56mm 的长焦镜头负责拍摄影像，等效 28mm 的短焦镜头负责记录画面景深信息。所以 iPhone 7 plus 的“人像模式”做得就相对较好，吸引了大批的消费者。后期华为的 P10 系列也在人像模式上下了功夫。虽然 P10 的双摄等效焦距都为 27mm，但华为 P10 加入了 2 倍变焦功能，开启之后彩色镜头的焦距会达到 54mm 是因为该焦段被誉为“人像摄影的“黄金焦段”，适合人物特写。

图 6: 华为 P10 系列



资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

图 7: iPhone 7 plus 人像模式

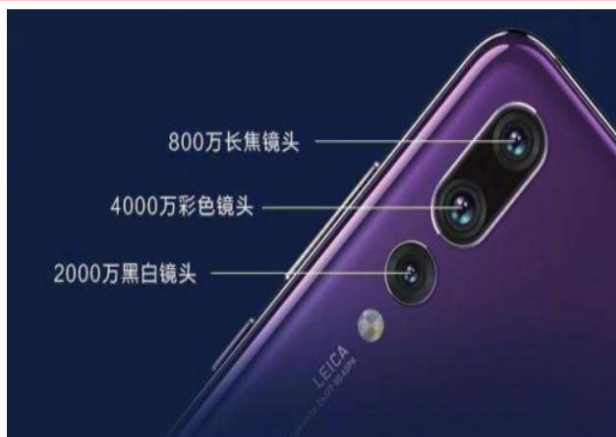


资料来源：绿茶软件园，东莞证券研究所

2.3 三摄时代，开启长焦模式

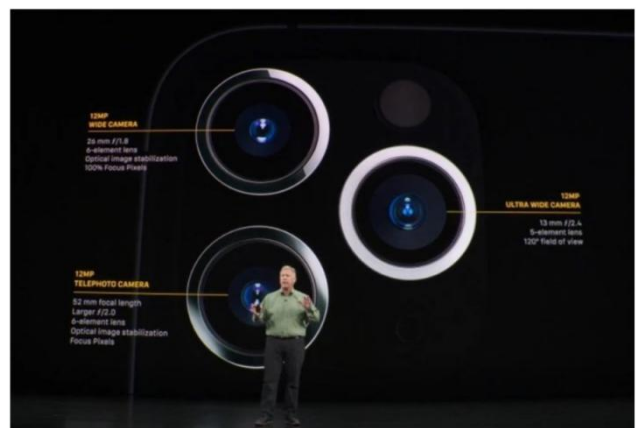
2018年，华为发布的P20 PRO正式拉起了手机进入三摄时代的序幕。华为P20 pro采用的是4000万彩色镜头+2000万黑白镜头+800万长焦镜头。P20 PRO支持3倍光学变焦，5倍三摄变焦，10倍数字变焦。华为P20 pro采用“彩色镜头+黑白镜头+长焦镜头”组合相互协作，拥有高倍无损变焦的能力，能够在低光性能、变焦、高分辨率、景深虚化等方面提供更优质的体验。摄像头自动默认采用“超采样技术”将4000万像素合成为1000万，通过压缩进一步提升像素质量达到增强普通模式画质。2019年，Apple发布iPhone11系列。其中iPhone 11 pro以及iPhone 11 pro Max采用三摄方案。iPhone采用的三摄方案有别于安卓阵营。iPhone 11 pro以及Max版本采用的是1200万广角摄像头+1200万超广角摄像头+1200万长焦摄像头的方案。此前，远摄镜头配合广角摄像头来产生肖像模式效果，又或者在用户频繁缩放的时候进行接管。通过结合来自这两个视角略有不同的摄像头的信息，该设备能够确定深度数据，让它能够模糊背景的某一点，等等。超广角镜头提供了更多的信息，这应该会提高肖像模式等功能的精确度。在专用的传感器和摄像头系统上，广角的一个好处在于，它的创作者能够进行大量的修正，这样就不会出现角落或中心位置疯狂失真的问题。iPhone开创的长焦模式在安卓阵营也受到了认可。长焦镜头已经顺利地成为三摄镜头的重要成员。

图 8：华为 P20 PRO



资料来源：TechWeb，东莞证券研究所

图 9：iPhone 11 RPO MAX



资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

2.4 四摄时代，暂以 TOF 为标杆，潜望式长焦亦是看点

2019年，华为发布P30系列。手机的后置摄像头再增加一位成员，进入四摄时代。4000万像素超感光+2000万像素超广角+800万像素超级变焦+TOF镜头。华为本次加入TOF (Time of flight) 镜头，TOF镜头是深度摄像头的一种，利用飞行时间进行测距。ToF相机将允许您的手机分离不同的对象。例如拍照人像时，ToF相机就能够精准识别对象不属于后置风景，从而在照片图像上显出绚丽的散景效果能够很好的计算人像的轮廓来精准的识别，对其他的物体进行虚化处理。此外，P30 PRO的超长焦摄像头有别于一般长焦摄像头，采用的是潜望式长焦镜头，通过棱镜的光路折射，是镜头横置于机身内部，增强变焦能力。得益于潜望式镜头，华为P30 PRO实现5倍光学变焦，10倍混合变焦，50倍数字变焦。华为开辟的道路，获得了市场上的认可。2020年，三星发布S20系列。其中以S20 Ultra最为惊艳。S20 Ultra搭载1.08亿像素广角摄像头+4800万像素长

焦摄像头+1200万像素摄像头+TOF镜头。三星 S20 Ultra 配备了潜望式长焦镜头。因此，目前四摄时代已经来临，TOF镜头与潜望式长焦镜头已经成为安卓阵营两大巨头的产品配置中，对于未来这两个摄像头的使用，我们认为非常值得期待。

图 10：华为 P30 PRO



资料来源：华为，东莞证券研究所

图 11：三星 S20 Ultra



资料来源：三星，东莞证券研究所

图 12：潜望式镜头



资料来源：华为，东莞证券研究所

图 13：变焦能力



资料来源：华为，东莞证券研究所

2.5 从高到中，从后到前，从安卓到苹果，多摄加速渗透

从高到中，从后到前，从安卓到苹果。多摄的趋势是由头部手机厂商发起，在其自家的高端产品中率先使用。高端产品作为其在市场上立足的旗帜与资本，当需要进行下一步创新的时候，上一代的技术就可以转移到终端产品中。以华为为例，华为 Mate 系列和 P 系列是当家的高端产品，而 Nova 和 荣耀系列则可以看作华为的中端产品。2017 年华为发布的旗舰手机 Mate 10 pro 搭载双摄镜头，2018 年荣耀 10 也用上了；2019 年华为的 P30 pro 所搭载的四摄在同年荣耀发布的荣耀 20 系列中也获得了使用。因此，可以看到，多摄的趋势已经从高端渗透到中端。此外，不仅是后置摄像头，前置摄像头也有增加。例如，华为在 Nova 6、荣耀 V30 pro，三星在 S10+ 中都采用了前置双摄。还有一

点，2018 年华为在手机中使用了三摄技术，2019 年苹果发布了具有三摄的 iPhone 11 系列；2019 年华为在手机中使用了四摄技术，因此，我们认为，不排除苹果会在 2020 年的旗舰手机中使用四摄技术。

表 3：华为与荣耀系列手机摄像头数量与规格

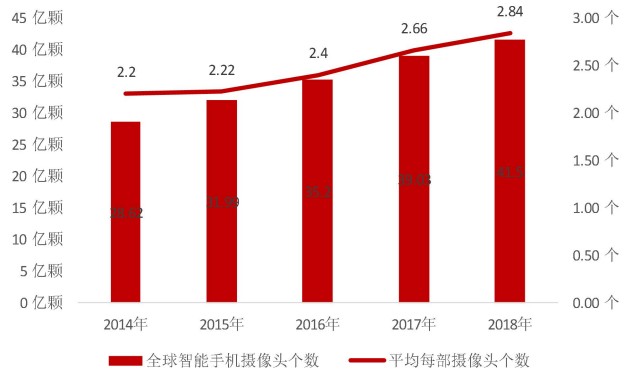
厂商	机型	后置摄像头	后置镜头规格	前置摄像头
华为	Mate 30 pro	4	4000 万像素电影超广角镜头+4000 万像素超感光镜头+800 万像素长焦镜头+3D 深感镜头	3200 万像素
	Mate 30	3	4000 万像素主摄镜头+1600 万像素超广角镜头+800 万像素长焦镜头	2400 万像素
	P30 PRO	4	4000 万像素+2000 万像素+800 万像素+TOF 镜头	3200 万像素
	P30	3	4000 万像素+1600 万像素+800 万像素	3200 万像素
	Mate 20 PRO	3	4000 万像素+2000 万像素+800 万像素	2400 万像素
	Mate 10	2	1200 万像素+2000 万像素	800 万像素
荣耀	V30 pro	3	4000 万像素超感光镜头+1200 万像素电影镜头+800 万像素长焦镜头	3200 万像素+800 万像素
	V30	3	4000 万像素超感光镜头+800 万像素长焦镜头+800 万像素超广角镜头	3200 万像素
	20 pro	4	4800 万像素+1600 万像素超广角+800 万像素变焦+200 万像素微距	3200 万像素
	20	4	4800 万像素+1600 万像素+200 万像素+200 万像素	3200 万像素
	10	2	黑白 2400 万像素+彩色 1600 万像素	2400 万像素

资料来源：中关村在线、东莞证券研究所

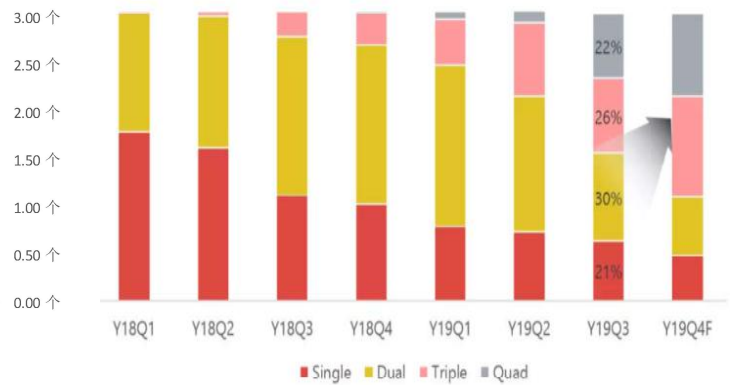
在头部厂商的带动下，手机摄像头传感器的出货量不断上升。2019 年全球智能手机出货疲软，但是在手机后置多摄趋势的带动下，2019 年 Q3 手机摄像头传感器出货量约为 13 亿颗，同比增长 14%。多摄的渗透不断进行。2013 年，每部手机平均摄像头个数为 2.2 个，到 2018 年，平均每部手机的摄像头个数已经达到 2.81 个。根据群智咨询数据显示，2019 年 Q3 多摄出货量急速上升。其中，双摄占比 30%，三摄占比 26%，四摄占比 22%。多摄占比达到 78%。所以，多摄的趋势不仅是高端，还有中端；不仅是后置，还有前置；不仅是安卓，还有苹果。根据 IHS Market 2020 年与 2021 年全球需要摄像头分别为 51.31/56.50 亿颗，同比增长 14.99%/10.11%。整体手机市场需要的镜头模组不断增加。

图 14：手机摄像头个数

图 15：多摄占比



资料来源：前瞻经济学人，东莞证券研究所



资料来源：群智咨询，东莞证券研究所

表 4：手机摄像头出货量

		2018	2019E	2020E	2021E
前置	单摄	1376	1363	1370	1396
	双摄	43	32	45	60
	3D 镜头	85	190	235	270
后置	单摄	853	370	203	131
	双摄	543	592	665	645
	三摄	21	276	395	462
	四摄	0	58	152	218
	3D 镜头	1	32	110	185
总需求		3547	4462	5131	5650
每年同比增长		10.10%	25.80%	14.99%	10.11%

资料来源：IHS Market、东莞证券研究所

2、高画质需要多种要素，传感器与镜头值得关注

3.1 像素一高再高，高像素不等于高画质

手机摄像头的创新不仅在于多摄，还有提升像素。近年来，手机厂商不断提升手机像素作为手机创新的突破点，并以此作为手机宣传的其中两点，吸引消费者。在提升手机像素的过程中，以安卓阵营最为激进。以华为为例，后置摄像头从 1200 万像素提升到 4000 万像素，后置摄像头升级有所放缓之时，前置摄像头发起追赶，从 800 万像素升级到 3200 万像素。除了华为以外，还有令人惊叹的三星和小米的一亿像素。苹果在摄像头升级方面虽然显得保守，但是其前置摄像头也从 700 万像素提升至 1200 万像素。面对不断创新高的手机摄像头像素，我们不仅要问一句，是不是像素越高画质就越好呢？

表 5：华为手机摄像头数量与规格

型号	华为 P9	华为 P10	华为 P20 PRO	华为 P30 PRO	华为 Mate30 PRO
上市时间	2016 年 4 月	2017 年 3 月	2018 年 4 月 12 日	2019 年 4 月	2019 年 11 月 1 日
后置摄像头	双 1200 万像素	2000 万像素+1200 万像素	4000 万像素+2000 万像素+800 万像素	4000 万像素+2000 万像素+800 万像素 +TOF	4000 万像素电影超广角镜头+4000 万像素超感光镜头+800 万像素长焦镜头+3D 深感镜头
方案	彩色+黑白	黑白+彩色	彩色+黑白+长焦	超感光+超广角+超级变焦+TOF	超感光+超广角+超级变焦+TOF
前置摄像头	800 万像素	800 万像素	2400 万像素	3200 万像素	3200 万像素
光圈	后置 f/2.2, 前置 f/2.4	后置 f/2.2, 前置 f/1.9	后置 f/1.8+f/1.6+f/2.4, 前置 f/2.0	后置 f/1.6+f/2.2+f/3.4, 前置 f/2.0	后置 f/1.8+f/1.6+f2.4, 前置 f/2.0

资料来源：中关村在线、东莞证券研究所

表 6：iPhone 摄像头数量与规格

型号	iPhone 7 plus	iPhone 8 plus	iPhone X	iPhone Xs Max	iPhone 11 PRO Max
上市时间	2016 年 9 月	2017 年 9 月	2017 年 11 月 1 日	2018 年 9 月	2019 年 9 月 1 日
后置摄像头	双 1200 万像素	双 1200 万像素	双 1200 万像素	双 1200 万像素	1200 万广角摄像头+1200 万超广角摄像头+1200 万长焦摄像头
方案	长焦+广角	长焦+广角	长焦+广角	长焦+广角	广角+超广角+长焦
前置摄像头	700 万像素	700 万像素	700 万像素	700 万像素	1200 万像素

资料来源：中关村在线、东莞证券研究所

对于很多消费者而言，高像素意味着就是高画质，但事实并非如此。像素是分辨率的尺寸单位，而不是画质。像素唯一能决定的是其所拍图片的分辨率，图片的分辨率越高，只代表了图片的尺寸越大，并不能说明图片越清晰。事实上，决定画质的硬件因素有很多包括：ISO、光圈、快门时间、像素、感光传感器面积和镜头。其中以光圈、传感器和镜头最为重要。

光圈是一个用来控制光线透过镜头，进入机身内感光面光量的装置，它通常是在镜头内。表达光圈大小我们是用“F/数值”表示。数值越小，光圈越大，进光量就越多。例如华为 Mate 30 PRO 的 4000 万超感光摄像头的光圈就达到了 f/1.6，iPhone 11 pro Max 的光圈也达到了 f/1.8。光圈都比较大。大光圈的镜头因为可以获得更多的进光量从而获得很好的成像效果。

传感器决定图片质量的关键因素，传感器尺寸越大，感光性能越好，捕捉的光子(图形信号)越多，信噪比越低，成像效果自然也越出色，画质也更加细腻。所以我们以看到 iPhone 虽然只有 1200 万像素，但是在 DXO 排行榜上却可以不输多个摄像头高像素手机。

镜头是将拍摄景物在传感器上成像的器件，通常由几片透镜组成，光线信号通过时，镜片们会层层过滤杂光(红外线等)，每一层镜片可以层层过滤。所以，从理论上讲，镜头片数越多，成像就越真实。

手机摄像能力是存在向单反靠近的趋势，毕竟手机具备轻便，随身携带，操作简单等特点。虽然高像素不等于高画质，但是高像素确实成为了消费者购买手机的一大考虑因素。高像素一般首先会在高端手机使用然后再逐渐向中端产品渗透，这个从华为以及荣耀的产品就可以知道。对于能生产出高像素，高性能等传感器的头部厂商，在市场竞争中能占据有利位置。

图 16: DXOMARK 排行榜

DXOMARK			
MOBILE	CAMERA	SELFIE	AUDIO
Xiaomi Mi 10 Pro	124		76
Huawei Mate 30 Pro 5G	123		
Honor V30 Pro	122		
Huawei Mate 30 Pro	121	93	60
Xiaomi Mi CC9 Pro Premium	121		54
Apple iPhone 11 Pro Max	117	91	71
Samsung Galaxy Note 10+ 5G	117	99	66
Samsung Galaxy Note 10+	117		66
Huawei P30 Pro	116	89	
Oppo Reno 10x Zoom	116		
Samsung Galaxy S10 5G	116	97	
OnePlus 7 Pro	114	86	65

资料来源: DXOmark, 东莞证券研究所

3.2 CIS 头部企业加速扩产，有望带动上下游产业

传感器占据手机模组最大价值量比例。手机摄像头模组包含多个器件，包括镜头、音圈马达，红外滤光片、传感器等。这些器件组装在一起后，还需要放在嵌在 PCB 在，与手机其他重要部件连接在一起。从整个手机摄像头模组看，传感器是核心器件，决定着摄

像头的成像品质以及其他组件的结构和规格，占据手机摄像头模组中最大比例的价值量，为 52%；其次是封装模组工艺，占据摄像头模组价值量的 20%；光学镜头是影响手机拍照画质的重要零部件之一，占据摄像头模组价值量的 19%。

图 17：手机摄像头模组结构

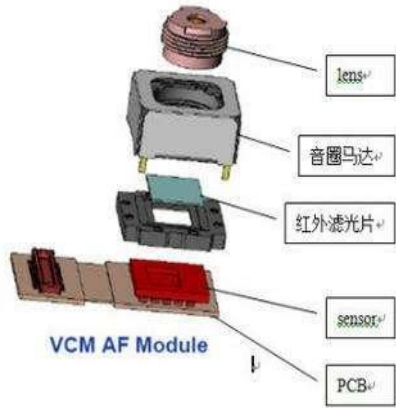
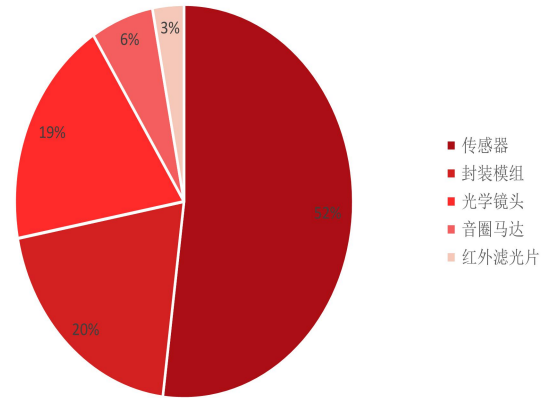


图 18：手机摄像头各部件价值占比



资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

资料来源：前瞻经济学人，东莞证券研究所

目前主要有两种感光元件：一是 CDD（电荷耦合）元件；另一种是 CMOS（互补金属氧化物导体）器件。其中 CCD 电荷耦合器件集成在单晶硅材料上，像素信号逐行逐列依此移动并在边缘出口位置依此放大，CMOS 图像传感器集成在金属氧化物半导体材料上，每个像素点均带有信号放大器，像素信号可以直接扫描导出。虽 CCD 成像更为优异，但其制造工艺复杂，价格成本昂贵，而 CMOS 的制造成本和功耗要低于 CCD 不少，并且设计简单、尺寸小、高集成度等优势，迅速在民用消费电子市场完成对 CCD 的替代，目前市场份额已超过 99%，而 CCD 仅在卫星、医疗等专业领域继续使用。

表 7：CCD 图像传感器与 CMOS 图像传感器特点对比情况

特点	CCD	CMOS
像素信号	电子包	电压
芯片信号	模拟电压	Bit(数字)
读出噪声	低	相同帧率下更低
敏感度	高	更高
一致性	高	稍微偏低
功耗	中等到高	低到中等
速度	中等到高	更高
系统复杂性	高	低到中等
传感器复杂性	低	高
相对研发成本	低	高/低，取决于具体系列

资料来源：前瞻产业研究院、东莞证券研究所

手机是 CIS 应用最为广泛的领域，造就了 CIS 产业的蓬勃发展。CIS(CMOS image sensor)，即由 CMOS 制成的图像传感器。CIS 在下游市场中的应用领域非常广泛。目前，我国智能

手机市场占有率高达 96%，部分消费者同时配备数台手机，适用于不同的生活场景。此外，消费者对于手机更换周期也相对较短，一般 2-3 年会更换一次。较高的市场普及率以及更快的产品更换周期，CIS 在手机的使用比例最为广泛，达到 63.90%。其次就是单反，汽车等产品更换周期相对手机较长的产品。通信能力迭代周期加速，叠加手机创新不断，促进了手机出货量的增加，CIS 厂商收益手机出货量增加获得了第一波红利。随后，手机进入多摄时代，双摄、三摄渗透加强；叠加新能源汽车，工业互联网等领域对摄像头的需求增加，CIS 厂商正在收获第二波下游行业蓬勃发展的红利。根据麦姆斯咨询数据显示，到 2024 年，CIS 厂商每年收入维持正增长，2024 年 CIS 厂商年收入将达到 23986 百万美元，

图 19：CIS 下游市场应用领域占比统计情况

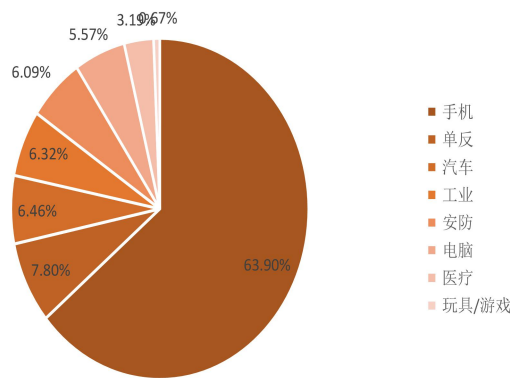
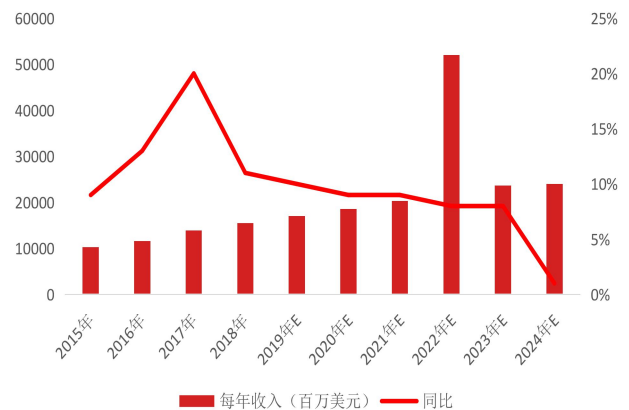


图 20：CIS 供应商的年收入及同比



资料来源：前瞻产业研究院，东莞证券研究所

资料来源：电子发烧友，东莞证券研究所

2019 年是消费电子需求爆发的一年，以 Air pods 为代表的可穿戴设备销量剧增。据 Strategy Analytics 数据显示，Air Pods 在 2019 年销量近 6000 万副，同比销量增长近 100%；2019 年第三季度全球智能手表出货量达到 1400 万，同比增长 42%。可穿戴设备的需求急速增加，快速的占据了晶圆体代工厂以及封装厂的产能。虽然手机出货量疲软，但是多摄加速渗透的趋势不变，CIS 需求旺盛，导致许多晶圆体代工厂产能紧缺。面对这种形势，头部 CIS 供应商也需要扩充产能。但是产能的扩充并非一朝一夕就可以完成。如此情况下，部分订单就被迫放弃。根据 IHS market 数据显示，世界前五大 CIS 供应商市场份额下降了 1.8 个百分点。这种市场份额的下降实属无奈之举。因为未来需求的持续增加，头部 CIS 也只能不断增加产能。索尼计划每月增加 1 万片产能，而且 70%-80%销往中国；三星计划通过自建产能每月增加 1.5 万片产能；豪威则通过多个晶圆代工厂代工每月增加 1 万片的产能。

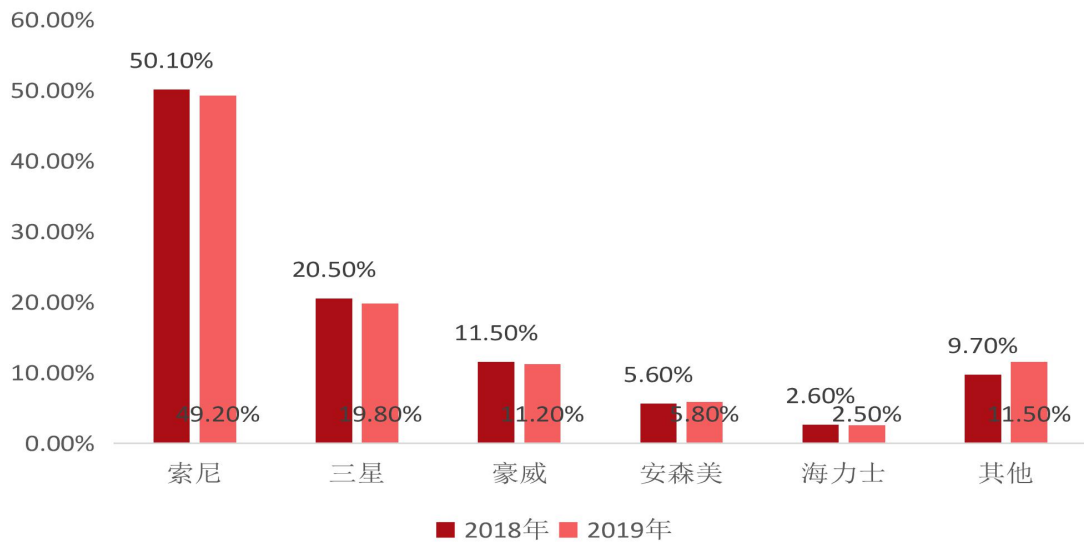
表 8：CIS 供应商供应能力概述（单位：千片/月）

	2018 年	2019 年	2020 年	备注
索尼	100	110	120	70%-80%销往中国
三星	50	60	75	自建工厂，全部用于手机
豪威	39	50	60	由台积电、中芯国际与华力微电子代工
格科微	0	-	-	由三星代工

海力士	2	10	20	自建工厂
-----	---	----	----	------

资料来源：IHS Market、东莞证券研究所

图 21：CIS 供应商市场份额



资料来源：IHS Market，东莞证券研究所

总结：手机摄像能力是存在向单反靠近的趋势，毕竟手机具备轻便，随身携带，操作简单等特点。虽然高像素不等于高画质，但是高像素确实成为了消费者购买手机的一大考虑因素。高像素一般首先会在高端手机使用然后再逐渐向中端产品渗透。对于能生产出高像素，高性能等传感器的头部厂商，在市场竞争中能占据有利位置。此外我们认为头部 CIS 供应商产能的增加，意味着对下游的封装，代工模组，其他零部件如红外滤光片，镜片的需求增加。

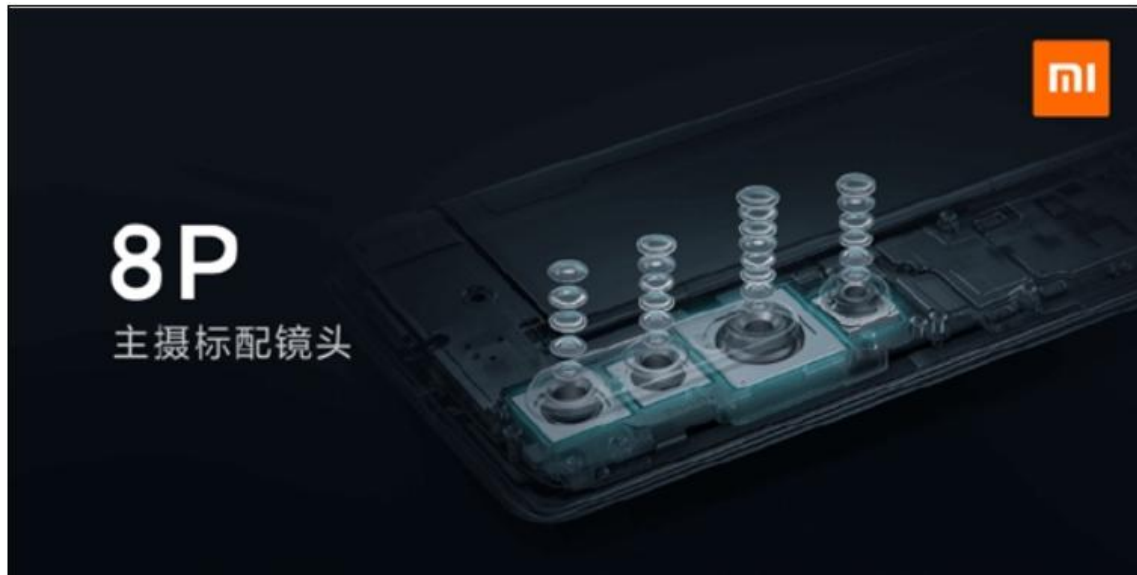
3.3 玻塑混合镜片有望成为新趋势

镜头是摄像头模组的重要组成部分，是决定拍照画质的要素。镜头是由多个镜片构成的。从构造看，镜片越多，镜头最终成像会越趋于完美。这是因为当光线透过镜片是，每一层镜片可以过滤一部分杂光，每一层镜片可以起到校正的作用。因此多，每多一片镜片，最终成像效果就会好一些。手机厂商在提升成像画质方面，不仅使用了尺寸较大的传感器，同时还提升了镜头镜片的数量。例如，iPhone XS 采用的 6P 镜头，小米最新发布的小米 10 PRO 是则采用的是 8P 的镜头。从目前的 DxO mark 排行榜上看，小米 10 PRO 拍照的分数确实比 iPhone XS 高。

镜片数量提升能够增强镜头的对比度与解析度，但是镜片的数量是难以做到无休止低增加，原因有三个方面。第一，随着智能手机摄像头超高像素、大光圈方向升级过程中，镜片增加确实可以过滤杂光，但是同时进光量也减少了。第二，更多的镜片会增加手机的成本。增加镜片数量若无法使画质获得质的飞跃，而因为镜头成本增加转嫁给消费者的做法并不明智。第三，手机轻薄化的趋势日益明显，增加镜片数量无疑是会增加手机

的厚度。

图 22：小米 10 pro 8P 镜头



资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

按材质来分，镜片可由玻璃、塑料制成。塑料镜头的优点：重量轻、成本低、工艺难度低，适合大批量生产；缺点，透光率稍低，耐热性差、热膨胀系数大、耐磨性差、机械强度低等。玻璃镜片的优点：性能优良，透光率高；缺点主要是量产难度大，良率低、成本高。玻璃镜头一般用在安防、数码相机、单反等高端产品上。

高成像质量要求提升摄像头镜片的数量，然而塑料镜片的性能遇到了天花板。再者，从各大手机品牌的旗舰机型上看，长焦镜头已经成为了后置摄像头模组的标配要素。变焦倍数越高，长焦摄像头的高度越高，追求智能手机轻薄化的今天，手机的厚度不足以支持高倍长焦摄像头的高度。最后，长焦镜头在高变焦过程中有温度升高现象，塑料镜片受制于其物理性能，成像效果将会受到影响。

表 9：塑料镜片与玻璃镜片的区别

光学镜头	材料特性	工艺	优势	缺点
塑料镜片	塑性好，密度低、成型自由度高、光学精度较低、材料不均匀、折射率为 1.65	注塑成型、镜头组立	成本低、重量轻、可将系统组件与光学组件合并	耐热性差、热膨胀系数大、耐磨性差、机械强度低、光学组件容易变形影响光学性能
玻璃镜片	材料性能稳定、温度漂移、耐高温、耐磨耐刮，材料选择范围，折射率为 2.0	人工研磨、模造成型工艺	光学性能好，产品设计空间广	成本较高、生产良率低

资料来源：中国产业信息网、东莞证券研究所

在此情况下，镜头供应商开发出玻塑混合镜片。玻塑混合镜片是在原来塑料镜片构成的镜头的基础上，将其中一片塑料镜片替换成玻璃镜片，进而构成玻塑混合镜头。由于玻

璃镜片具有高折射率，这样就可以减少因镜片增加而造成的光量下降。同时，玻璃镜片具有耐高温性，因进行变焦的时候产生的温升造成对高倍变焦镜头性能的影响也会降低，画质有望得到提高。潜望式镜头作为高倍变焦的镜头的接触代表，预期潜望镜头组中的G（三角稜鏡）加上P（塑胶镜片），除三角稜鏡之外，在塑胶镜片组中，将有一至两片塑料镜片转为玻璃镜片。玻璃塑料混合镜头结合了玻璃镜头和塑料镜头的优点，能够减少镜头厚度和失真率、提高成像清晰度和光圈尺寸。已在监控安防、数码相机、单反相机等广泛应用，并有望在高端旗舰机型主摄中取得应用。

4、3D Sensing 之 TOF，开启未来 AR/VR 之路

4.1 3D Sensing 多种方案，TOF 脱颖而出

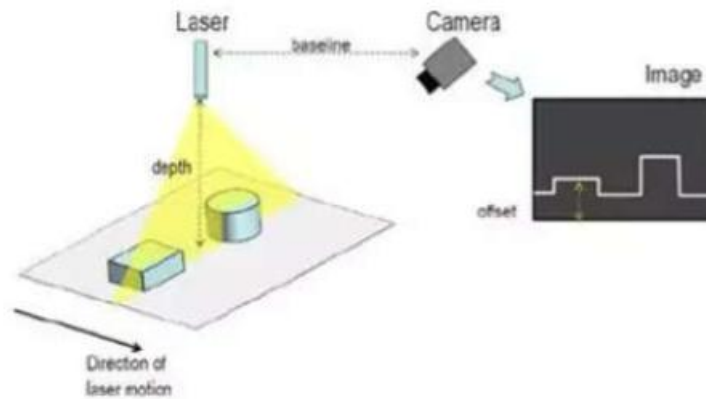
自 2017 年 Apple 发布使用 3D 结构光解锁的 iPhone X 后，3D Sensing 终于走进了我们的生活中。3D Sensing 摄像头相比于传统摄像头除了能够获取平面图像以外，还可以获得拍摄对象的深度信息，即三维的位置及尺寸信息，其通常由多个摄像头+深度传感器组成。目前市面上 3D sensing 共有三种主流技术：结构光、ToF、双目立体视觉。

结构光

3D 结构光最早应用于苹果旗舰机 iPhone X。结构光技术的基本原理是：在激光器外放置一个光栅，激光通过光栅进行投射成像时会发生折射，从而使得激光最终在物体表面上的落点产生位移。当物体距离激光投射器比较近的时候，折射而产生的位移就较小；当物体距离较远时，折射而产生的位移也就会相应的变大。这时使用一个摄像头来检测采集投射到物体表面上的图样，通过图样的位移变化，就能用算法计算出物体的位置和深度信息，进而复原整个三维空间。

结构光技术仅需一次成像就可得到深度信息，具备低能耗、高成像分辨率的优势，能够在安全性上实现较高保证，因此被广泛应用于人脸识别和人脸支付等场景。但结构光技术识别距离较短，大约在 0.2 米到 1.2 米之间，这将其应用局限在了手机前置摄像，主要用于 3D 人脸识别屏幕解锁、人脸支付及 3D 建模等。

图 23：结构光示意图



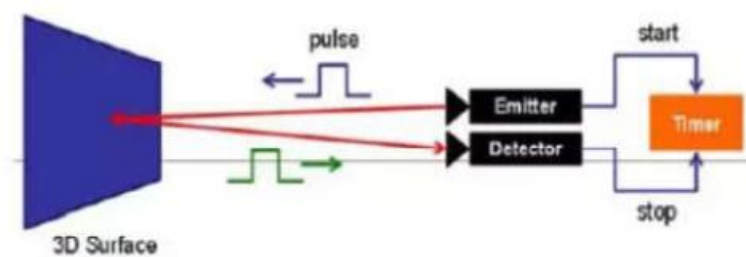
资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

ToF

ToF (Time of Flight) 技术是通过向目标发射连续的特定波长的红外光线脉冲，再由特定传感器接收待测物体传回的光信号，计算光线往返的飞行时间或相位差，从而获取目标物体的深度信息。TOF 镜头主要由发光单元、光学镜片及图像传感器构成。其识别距离可达到 0.4 米到 5 米，因此已有品牌，如 OPPO、华为等，将其应用于手机后置摄像。

ToF 优点在于可以做到对逐个像素点的深度进行计算，近距离情况下精度可以很高；缺点则在于室外受自然光红外线影响大、测量范围窄（远距离无法保证精度）以及成本较结构光要高。

图 24：TOF 示意图

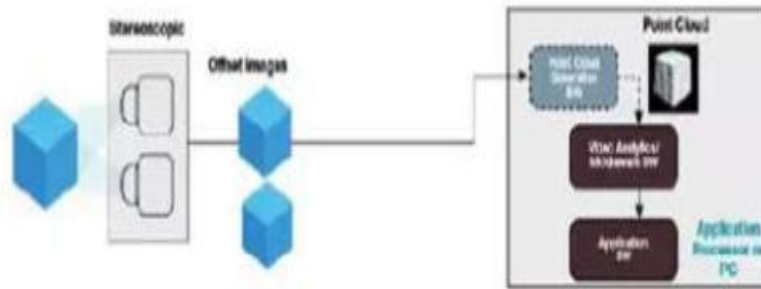


资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

双目立体视觉

双目立体视觉是基于视差原理，并利用成像设备从不同的位置获取被测物体的两幅图像，通过计算图像对应点间的位置偏差，来获取物体三维几何信息的方法。双目立体视觉技术优点在于室内室外皆适用，不受日光影响以及几乎不受透明屏障影响，缺点则在于计算量巨大、算法复杂，对硬件具有较高要求。经过几十年来的发展，双目立体视觉在机器人视觉、航空测绘、军事运用、医学成像和工业检测等领域中的运用越来越广。

图 25：双目立体视觉示意图



资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

通过对三种 3D Sensing 技术的分析，我们不难发现，TOF 技术具有相当的优点：（1）软件复杂性低，设计与应用简单。（2）在暗光与强光环境下表现不错（3）功耗不高（4）有较远的探测距离（5）成本低（6）响应速度快。

苹果通过收购 PrimeSense，获得了 Light Coding 专利权，并且不对外授权。从此苹果获得 3D 结构光的优势。虽然行业中还存在其他 3D 结构光方案提供商，例如编码结构光。但是编码结构光相对于苹果使用的散斑结构光在分辨率以及功耗方面表现相对较差。同时基于 ToF 以上的优点，ToF 技术已经被大量的运用到不少手机品牌的中高端机型中。

表 10：TOF、结构光、双目立体视觉之间的比较

指标	TOF	结构光	双目立体视觉
软件复杂性	低	中	高
主动照明	是	是	否
暗光性能	高	高	低
强光性能	中	低	高
功耗	中/高	中	低
探测距离	微米至千米级，取决于激光功率	分米至几十米及，取决于照明功率	分米至几十米级
深度精度	毫米-厘米，取决于传感器的精度	毫米-厘米	毫米-厘米
材料成本	中等	高	低
响应时间	快	慢	中
精确度	高	中等	低
影响因素	不受光照变化和物体纹理影响，受多重反射影响	不受光照变化和物体纹理影响，受反光影响	受光照变化和物体纹理影响，夜晚无法使用
户外工作	功率小的话影响较大	有影响和编码图案设计有光	无影响

资料来源：互联网公开信息整理、东莞证券研究所

表 11：手机厂商中使用 ToF 的机型

厂商	机型	发布时间	TOF 镜头	应用范围
OPPO	R17 PRO	2018 年 11 月	后置 TOF	3D 拍照、立体游戏，AR 尺子等功能
vivo	NEX 双屏版	2018 年 12 月	后置 TOF	人脸建模，美颜，美体相机以及 3D 测量等功能
荣耀	V20	2018 年 12 月	后置 TOF	3D 面部扫描等功能
LG	G8	2019 年 2 月	前置 TOF	3D 自拍，面部识别以及 AR 功能
华为	P30 PRO	2019 年 3 月	后置 TOF	测距、背景虚化等功能
三星	S10 5G	2019 年 4 月	前后 TOF	3D 面部扫描等功能
三星	A80	2019 年 4 月	后置 TOF	3D 景深扫描，用于 AR 测距以及辅助虚化等功能
三星	Note 10	2019 年 8 月	后置 TOF	3D 拍摄以及 3D 扫描等功能
华为	Mate 30 PRO	2019 年 9 月	前后 TOF	3D 人脸识别，3D 建模、3D 穿衣等功能

资料来源：互联网公开信息整理、东莞证券研究所

4.2 TOF 不仅为了拍照，更是为了未来应用

当手机配备 ToF 镜头后，在进行拍摄时，ToF 通过光点的飞行时间计算景深，可以更好地计算出当前的目标的位置，产生景深效果，令拍照效果表现出更好。然而，手机厂商在手机中配备 ToF 镜头，不仅是为了拍摄，更是为了更大的应用场景。

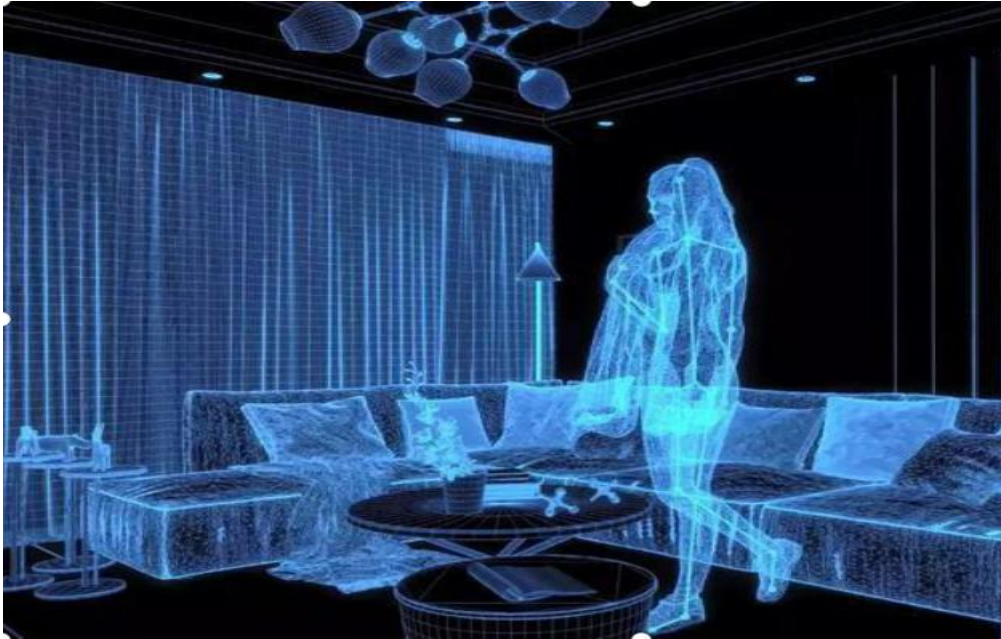
手机在多年的发展中，已经可以说得到了长足的发展，高性能 CPU、GPU、大容量电池，超级快充，配备最前沿的通信技术，可以说手机目前的性能已经向电脑靠不断地靠近。如此强大的设备若仅仅是为了用来通信，未免有些“大材小用”了。同时考虑到，手机已经成为现代的日常必备的设备，甚至可以夸张地说像人类的“体外器官”，可能也不为过。如此重要地设备，使它具备更多的功能，提供更多的应用场景，使收获更多的愉悦的体验，才是手机厂商们考虑的问题。

ToF 镜头具备空间测距，3D 扫描，3D 建模等功能，通过这一系列的功能，配合手机强大的运算和出力能力，手机也可以成为 3D 体感游戏机。以荣耀 V20 为例，研发团队开发了精确的骨骼识别算法，辅助 TOF 3D 镜头投屏在屏幕上，让屏幕上的游戏人物能够在最大程度上准确地跟随玩家的动作。在结合了这些高精度的身体轮廓数据后，荣耀 V20 就能够从人体各个部位的空间位置，精准识别跟踪这些部位的形态，让玩家在游戏中可以随心所欲地做动作。从实测的操作中我们可以看到，无论是前后摆臂、身体摆动、起跳等动作，都可以实时识别定位。

除了国产手机应用了这个技术以外，一些国外的厂商也纷纷布局这一应用，例如三星和 LG。我们可以看到配备的 TOF 技术，让该机具备人脸解锁功能，而且还能在 AR、VR 等

场景下实现创新应用，让用户能享受到更好的服务体验。ToF 技术不仅可以用在手机上，还可以用在汽车上。采用了 ToF 技术的倒车系统可同时侦测多个不同距离的行人或障碍物，当检测到有行人或者障碍物靠近，就算是视线死角车顶的树枝，透过软件处理后，能以影像显影或声音警示距离，进一步辅助驾驶得知车后相关路况。ToF 技术使用领域广泛，在未来结合新一代通信技术以及云计算等技术，将会更好地融入到各个领域当中。

图 26：荣耀 V20 3D 体感游戏机

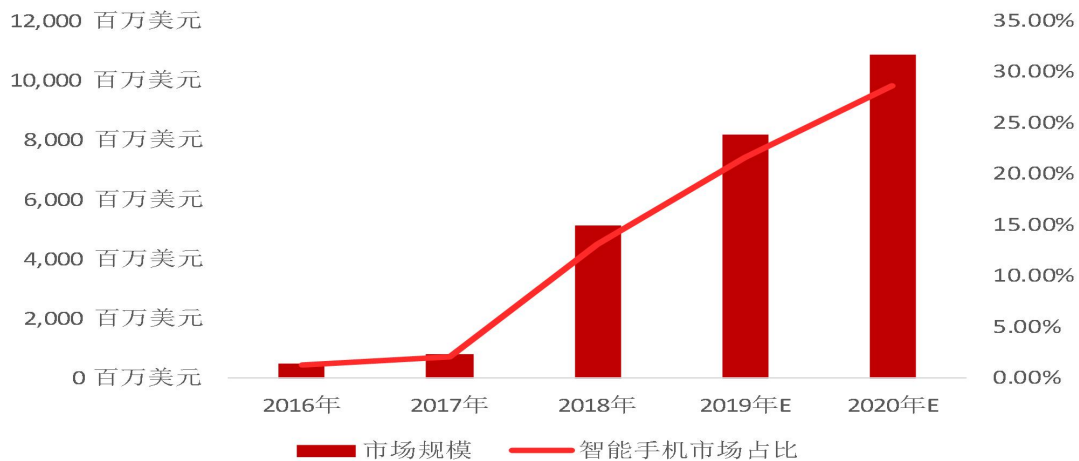


资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

4.3 3D Sensing 市场景气上扬

据 Trend Force 统计，到 2017 年年底，全球 3D Sensing 市场规模仅为 8.19 亿美元。但受益于消费电子市场可预见的爆发式增长，全球 3D Sensing 市场规模将不断扩大。Trend Force 预测，未来几年 3D Sensing 市场规模将呈几何式增长，到 2020 年，3D Sensing 市场规模可达到 108.49 亿美元。其中，3D Sensing 在智能手机市场上的渗透率不断提高，3D Sensing 渗透率有望从 2017 年的 2.1% 提高至 2020 年的 28.6%。

图 27：全球 3D Sensing 市场规模预测及智能手机市场占比

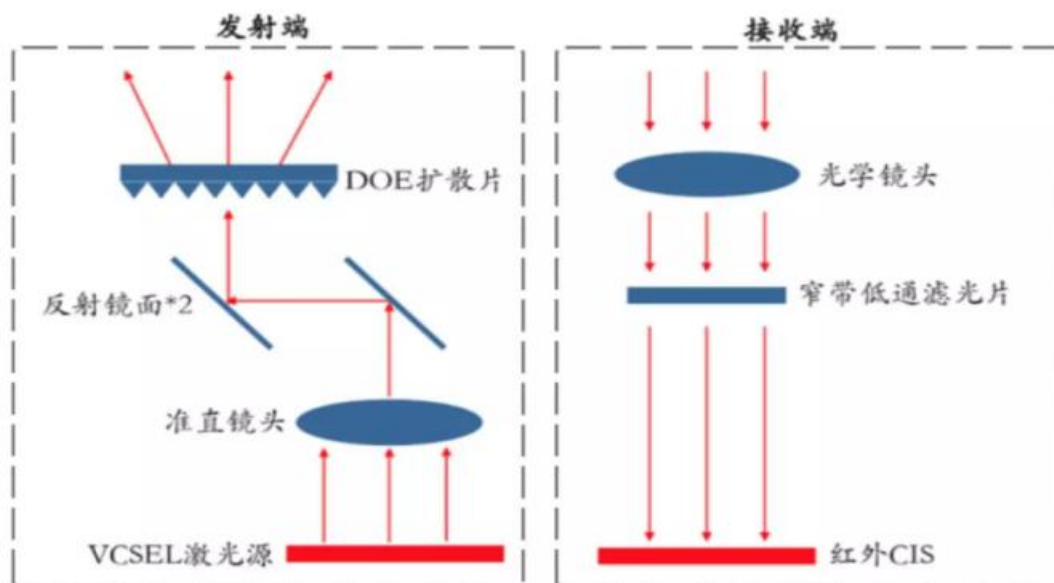


资料来源：Trend Force，东莞证券研究所

4.4 3D Sensing 核心部件——VCSEL

一颗 TOF 镜头的硬件可以分为发射端与接收端，发射端由 VCSEL、准直镜头和 DOE 扩散片组成，接收端由窄带滤光片、光学镜头和红外 CIS 组成。VCSEL 是 3D Sensing 中一个重要的零部件，用于发射高性能脉冲光。VCSEL (Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser, 垂直腔面发射激光器)，是一种半导体，其激光垂直于顶面射出。发射光源包括两种，一种是边发射的（如 LD），一种是垂直的（如 VCSEL），边发射一般波长较长，用于信息传输；VCSEL 具有效率高、功耗低、传输速率快、制造成本低等优良特点，逐渐成为 3D Sensing 的主流发射光源。

图 28：3D Sensing 示意图



资料来源：互联网公开资料，东莞证券研究所

VCSEL 是 3D Sensing 中重要的部件之一，不仅体现在其功能在体现在其价值量之中。随着 3D Sensing 在手机中进一步渗透，VCSEL 的市场规模将随之扩大。此外，我们认为不仅 ToF 不仅可以在手机中使用，还可以在光通讯、激光雷达等多个领域中使用，市场空间巨大。据市场研究机构 Yole 预测，到 2023 年，整个 VCSEL 市场将达到 35 亿美元，年复合增长率达到 48%。VCSEL 领域具有市场大、增长快、应用广等特点，未来对对 VCSEL 的关注度将会日渐提升。

表 12: VCSEL 市场规模及预测

	2017 年	2023E	CAGR
消费电子	1.65 亿美元	31 亿美元	65.05%
光通信	0.8 亿美元	1.05 亿美元	4.64%
激光雷达	0.86 亿美元	2.51 亿美元	19.54%
各级	3.31 亿美元	34.56 亿美元	47.84%

资料来源: Yole、东莞证券研究所

5、极致的全面屏方案——屏下摄像技术

iPhone X 的发布给消费者带来的不仅是 3D 结构光解锁，还有在当时超高的屏占比。从此，实现高屏占比，或者追求全面屏已经成为了手机厂商努力的方向之一。在这过程中出现了多种方案，例如升降式摄像头、滑盖摄像方案、水滴屏、挖孔屏等等。但是这些方案都有相应的缺陷。升降式摄像头方案虽然是真全面屏，但是会导致摄像头部位有灰尘堆积，并且手机的防水性大打折扣；滑盖摄像方案也会出现升降式摄像头方案的问题，此外，滑盖摄像方案还会导致手机变厚；水滴屏和挖孔屏虽然不会出现上述情况，但是并非完整的全面屏，就是非“真全面屏”。

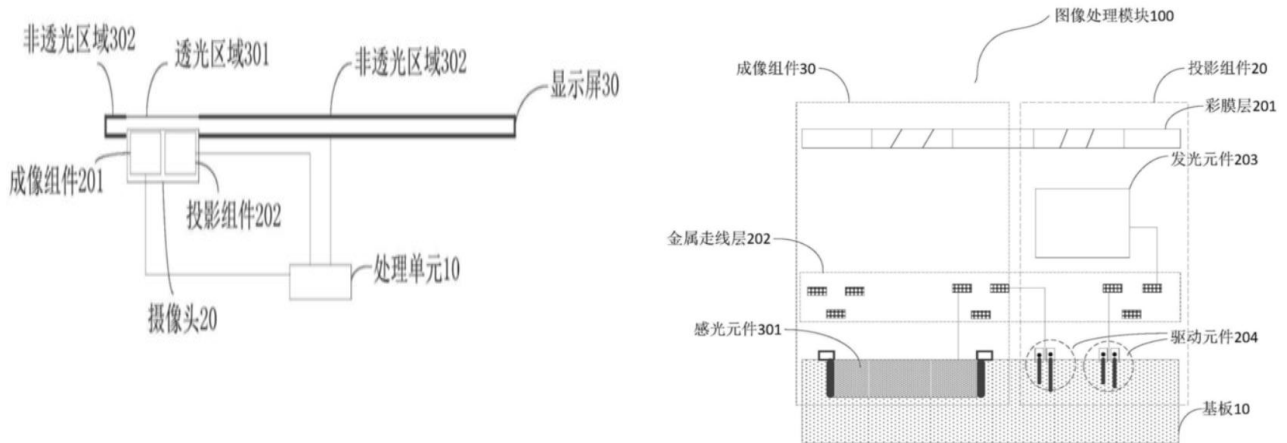
图 29: 探索全面屏的四种方案



资料来源: 互联网公开资料, 东莞证券研究所

2019年，OPPO在未来科技大会上展示了实现极致全面屏的技术。OPPO通过采用屏下摄像头技术实现透视全景屏。在演示的过程中，使用OPPO展示的工程机，当打开相机并且切换到前置摄像头时，屏幕会显示一道流光动画，提醒摄像头所在位置。然后，就可以对着流光的位置开始拍摄。实际上OPPO已经在2018年6月就申请了屏下摄像头的相关专利。据专利图显示，显示屏实际上分为了两种区域，一种是正常显示的“非透光区域”，另一种则是在摄像头上方的“透光区域”。在“透光区域”底下，则藏有成像组件以及投影组件两部分，当中成像组件负责进行拍照，而投影组件则负责向显示屏投影显示内容。进而实现把摄像头藏在屏幕底下的同时也能在这块区域上进行显示。OPPO的屏下摄像头解决方案是通过整合前置摄像头与屏幕的方式，让前置摄像头相机区域具有低反射、高透光率等特性，保证自拍时光线能充分穿透玻璃，确保成像质量，为用户带来更完整的视野、更全面的屏幕和更一体化的机身。

图 30:OPPO “电子设备、图像处理方案和装置”专利 图 31: OPPO “图像处理模块、摄像头和电子设备”专利

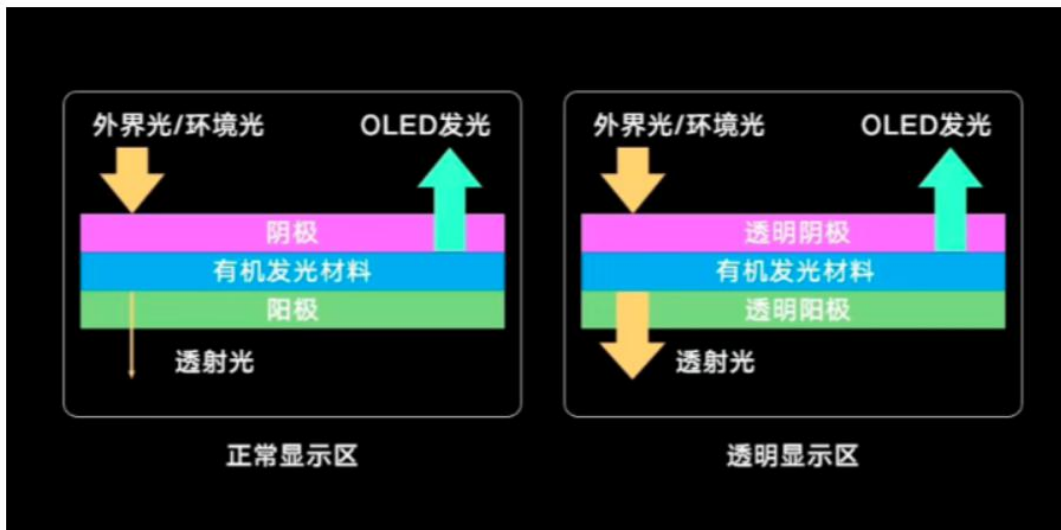


资料来源：ifanr，东莞证券研究所

资料来源：ifanr，东莞证券研究所

虽然OPPO目前已经可以展示出屏下摄像的技术，然而要实现批量化生产，还有一段距离，主要是目前存在难点。镜头的透光率越高，成像画质就越好。不同于挖孔屏，在设计 and 生产时已经为摄像头预留出一个“空白”位置用于透光，屏下摄像头方案中“透明区域”和整个屏幕是一个整体，这就意味着屏下摄像头要隔着玻璃盖板、显示层、基板的屏幕进行工作。目前，传统OLED屏的透光率本身为40%~50%，而屏下拍照要求透光率需要达到80%透光率。此外，还要考虑到，面板内部的折射、反射，所以透光率不会太高。因此，摄像头对应的区域需独特设计，从而保证有充足的光线可以进入摄像头传感器，以保证良好的拍照效果。OPPO表示，为了尽可能实现摄像头部分的面板“透明化”，屏幕像素结构需要有针对性的重新构造、设计。具体而言，是针对前置摄像头上方显示区域的RGB像素排列进行重新设计，以使这一区域的透光率更高。

图 32：屏下摄像屏幕原理示意图



资料来源：ifanr，东莞证券研究所

从供应链的角度来看，目前除了 OPPO，小米、华为等公司也有屏下摄像头的技术方案和专利。因此，屏下摄像头的方案有很多种，业界较有可能采用 OLED 电路控制的方案。国内的面板厂，包括京东方、天马、华星、维信诺都和整机厂加大研发力度，预计 2020 年会有小批量的试验，期待 2021 年会有终端产品大批量上市。

6、投资建议

维持对手机产业推荐评级。2019 年，虽然手机市场表现疲软，但是 5G 带来的换机潮已经开始进行。同时头部手机厂商的市场份额也得到了进一步的增加，头部手机厂商在市场的的影响力继续增强。手机市场的疲弱并未影响到手机多摄渗透的快速进行，手机摄像头模组不断出货量同比上升。预计在头部手机厂商的带动下，手机多摄的渗透率会进一步加强，手机摄像头模组市场维持景气，手机摄像头模组内部的零部件也会同样受益。

虽然高像素成为手机厂商宣传销售的产品的一大特点，但是高像素不等于高画质。影响画质的其中两个要素是传感器与镜头。虽然高像素不等于高画质，但是能实现高像素的摄像头却已经从高端机型渗透到中端机型。由于下游消费电子需求日益旺盛，导致面对多摄加速渗透的行业形势，CIS 供应出现紧张，CIS 供应商正在扩产。镜头是实现高画质的另一要素。目前手机镜头主要用的是塑料镜片。面对手机轻薄化、手机零部件成本增加、塑料镜片热稳性较低等一系列问题，在长焦镜头成为高端、中高端手机必备要素的今天，玻塑混合镜片已经成为了解决上述问题的一大方案。

在多摄渗透的过程中，ToF 镜头也走进了消费者中。ToF 作为 3D Sensing 中的其中一种方案，由于其测量距离长，成本低，功耗不高的等优势，已经被多个手机品牌在获得被使用。目前 ToF 被使用最多的是在拍照与解锁方面。然而，ToF 具备 3D 测量与建模的能力。通过 3D 测量与建模，可以实现基于 VR/AR 等一系列游戏与应用在手机中的使用，增强用户体验。同时 ToF 的 3D 测量与建模功能也可以用在汽车、军事等一些领域。因

此，ToF 的未来市场空间巨大。

建议关注：

CIS 供应商：索尼和三星分别是全球排名第一和第二的 CIS 供应商，而世界排名第三则是豪威科技。2019 年，韦尔股份已经完成对豪威科技的收购。因此，CIS 供应商可以关注**韦尔股份（603501）**

镜头：根据 2019 年 11 月摄像头镜头出货排行榜看，全球排名前三分别是大立光、舜宇、玉晶光电。在这一方面，可以关注**联创电子（002036）**。联创电子的玻塑混合镜头 6P1G（6 片塑料镜片搭配一片玻璃镜片）的厚度已经薄至 7.2 毫米，比主流的 7P（7 片塑料镜片）塑料镜头纤薄 0.3 毫米。公司研制的 1G+6P 的高端手机镜头得到国内知名手机品牌客户的认可，在 2019 年下半年开始量产出货。

红外截止滤光片：可以关注**水晶光电（002273）**。2017 年，公司红外截止滤光片产品的市场占有率约为 20%。

摄像头模组：舜宇光学科技以及丘钛科技等优秀模组供应商并不在国内上市，可以关注**立讯精密（002475）**

晶圆体封装：可以关注**华天科技（002185）、晶方科技（603005）**

ToF 镜头方面：大部分的器件与传统的摄像头模组相同，最主要的区别在 VCSEL，可以关注**光迅科技（002281）**。公司在激光器芯片方面，VCSEL 已经在客户做了批量送样验证。

7、风险提示

1. 疫情影响新品发布。目前多个国家已经对疫区发出旅游警示，多个航空公司暂停与疫区的来往的航班，部分公司对员工前往疫区出差作出限制。以上措施都可能会导致手机厂商新品发布的延迟。
2. 疫情进一步扩散，或上市公司出现疫情，生产活动受阻，影响新产品的研发与生产。
3. 疫情影响消费需求。目前疫情还是处于一个相对严峻的状况。处于对疫情的担忧，目前商场与门店的人流量出现急剧下降，线下销售或收到影响。
4. 原材料等价格上涨：我国在高端制造材料的自给率还处于低位，大部分材料还需要进口。但对于上游材料的议价能力较弱，存在价格上涨的可能，致使企业成本上升。
5. 宏观经济环境变化：在贸易形式不断改变下，部分国家对于我国相关产业产品出口限制将对产业有所打击；疫情问题导致我国宏观经济需要更长时间修复。

表 13：重点公司盈利预测（截至 2019/2/18）

代码	名称	股价	EPS			PE			评级	评级变动
			2018A	2019E	2020E	2018A	2019E	2020E		
002475	立讯精密	45.85	0.66	0.77	1.13	69	60	41	推荐	维持

002036	联创电子	19.80	0.44	0.44	0.63	45	45	31	推荐	首次
002273	水晶光电	18.53	0.55	0.41	0.50	34	45	37	推荐	首次
002281	光迅科技	30.41	0.53	0.56	0.69	57	55	44	推荐	维持
002185	华天科技	11.45	0.18	0.11	0.27	63	105	43	推荐	维持

资料来源：东莞证券研究所

东莞证券研究报告评级体系：

公司投资评级	
推荐	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 15%以上
谨慎推荐	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 5%-15%之间
中性	预计未来 6 个月内，股价表现介于市场指数±5%之间
回避	预计未来 6 个月内，股价表现弱于市场指数 5%以上
行业投资评级	
推荐	预计未来 6 个月内，行业指数表现强于市场指数 10%以上
谨慎推荐	预计未来 6 个月内，行业指数表现强于市场指数 5%-10%之间
中性	预计未来 6 个月内，行业指数表现介于市场指数±5%之间
回避	预计未来 6 个月内，行业指数表现弱于市场指数 5%以上
风险等级评级	
低风险	宏观经济及政策、财经资讯、国债等方面的研究报告
中低风险	债券、货币市场基金、债券基金等方面的研究报告
中风险	可转债、股票、股票型基金等方面的研究报告
中高风险	科创板股票、新三板股票、权证、退市整理期股票、港股通股票等方面的研究报告
高风险	期货、期权等衍生品方面的研究报告

本评级体系“市场指数”参照标的为沪深 300 指数。

分析师承诺：

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地在所知情的范围内出具本报告。本报告清晰地反映了本人的研究观点，不受本公司相关业务部门、证券发行人、上市公司、基金管理公司、资产管理公司等利益相关者的干涉和影响。本人保证与本报告所指的证券或投资标的无任何利害关系，没有利用发布本报告为自身及其利益相关者谋取不当利益，或者在发布证券研究报告前泄露证券研究报告的内容和观点。

声明：

东莞证券为全国性综合类证券公司，具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供东莞证券股份有限公司（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。本报告所载资料及观点均为合规合法来源且被本公司认为可靠，但本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。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，可随时更改。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可跌可升。本公司可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与本公司其他业务部门或单位所给出的意见不同或者相反。在任何情况下，本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并不构成对任何人的投资建议。投资者需自主作出投资决策并自行承担投资风险，据此报告做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，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。本公司及其所属关联机构在法律许可的情况下可能会持有本报告中提及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、经纪、资产管理等服务。本报告版权归东莞证券股份有限公司及相关内容提供方所有，未经本公司事先书面许可，任何人不得以任何形式翻版、复制、刊登。如引用、刊发，需注明本报告的机构来源、作者和发布日期，并提示使用本报告的风险，不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权刊载或者转发本证券研究报告的，应当承担相应的法律责任。

东莞证券研究所

广东省东莞市可园南路 1 号金源中心 24 楼

邮政编码：523000

电话：（0769）22119430

传真：（0769）22119430

网址：www.dgzq.com.cn