

潜望式镜头，带你看更远的风景

2020 年 05 月 14 日

【投资要点】

- ◆ **潜望式镜头开启智能手机高倍变焦之旅，主要安卓厂商纷纷跟进。**为推动手机摄像头性能进一步向数码相机靠近，手机厂商引入潜望式长焦镜头，实现手机摄像头变焦倍数的提升。2019 年 3 月和 4 月，华为和 OPPO 分别推出其首款搭载潜望式镜头的智能手机，通过“超广角+广角+长焦”的三摄方案进行接力变焦，可实现 10 倍混合光学变焦。对于目前厚度不到 10mm 的智能手机来说，搭载数码相机中 100mm 以上的长焦镜头显然是不可能的，潜望式镜头是提高手机摄像头变焦倍数的关键因素。潜望式镜头平行于手机背面放置，即 CMOS 传感器与手机背面垂直，使得手机可容纳的镜头组长度大幅提高，从而镜头焦距提升，再通过增加棱镜模块使进入摄像头的光线弯曲 90° 后进入镜片组和图像传感器中。在华为和 OPPO 后，vivo、三星和小米也相继发布搭载潜望式镜头的旗舰机型。苹果目前还未推出相关机型，或因为目前的潜望式镜头变焦效果还并不完善。未来随着技术方案进一步成熟，苹果也有望跟进该技术。
- ◆ **潜望式镜头今明两年有望迎来爆发。**目前搭载潜望式镜头的智能手机均为旗舰机型，参照三摄的渗透过程，我们认为随着潜望式镜头的成本逐步下降，未来中低端机型也有望逐步搭载较低规格的潜望式镜头，今明两年潜望式镜头出货量有望迎来爆发。目前售价仅 2099 元的小米 10 青春版已经打响头阵，成为首部搭载潜望式镜头的中端机型。据群智咨询数据，2019 年全球搭载潜望式镜头的智能手机出货量约 1500 万部，预计 2020 年可达到 8300 万部，2023 年有机会突破 4 亿部。
- ◆ **棱镜、镜头、VCM 及组装环节迎来增量。**潜望式摄像头的零部件主要包括棱镜模块、镜头、VCM、CMOS 传感器和滤光片，相比普通摄像头增加了棱镜模块。对于镜头环节，潜望式摄像头的镜头需要更高的透光率和更小的体积，因此需要重新设计。对于 VCM 环节，镜头焦距越长，对防抖要求越高，从而 VCM 的设计也更加复杂。对于 CMOS 环节，由于摄像头模组体积的限制，潜望式镜头的 CMOS 规格相对较低。最后对于组装厂商来说，包含潜望式摄像头的三摄模组对一致性要求更高，因此对模组厂商要求也更高。因此对于供应链来说，潜望式镜头主要在棱镜、镜头、VCM 和组装环节带来增量。国内厂商在棱镜、镜头和模组环节占据一定优势，在 VCM 和 CMOS 环节仍处于追赶阶段。

强于大市（维持）

东方财富证券研究所

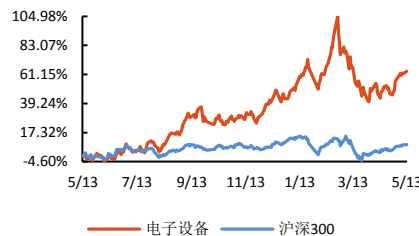
证券分析师：何玮

证书编号：S1160517110001

联系人：马建华

电话：021-23586480

相对指数表现



相关研究

《疫情对电子行业景气度影响有限，建议关注被错杀的优质个股》

2020.02.06

《大基金一期投资硕果累累，二期蓄势待发》

2019.12.31

《TOF 有望成为 3D 感测主流方案》

2019.12.31

《封测行业复苏在即，先进封装需求强劲》

2019.12.27

《5G 助力云 VR 规模化，视频业务率先落地》

2019.12.26

【配置建议】

- ◆ 建议关注潜望式镜头产业链的棱镜、镜头、VCM 及模组厂商；
- ◆ 谨慎看好棱镜零部件供应商水晶光电（002273.SZ），看好摄像头模组龙头厂商欧菲光（002456.SZ），建议关注模造玻璃龙头公司联创电子（002036.SZ）。

【风险提示】

- ◆ 疫情持续影响全球智能手机出货量；
- ◆ 潜望式镜头渗透速度不及预期；
- ◆ 部分零部件技术替代风险。

正文目录

1. 潜望式镜头开启智能手机高倍变焦之旅	5
1.1. 手机摄像头变焦发展史	5
1.2. 主要安卓厂商均推出相关产品，技术成熟后苹果有望跟进	11
2. 潜望式镜头今明两年有望迎来爆发	16
3. 棱镜、镜头、VCM 及组装环节迎来增量	17
3.1. 产业链全景图	17
3.2. 棱镜模块	19
3.3. 音圈马达（VCM）	20
3.4. 镜头	21
3.5. 图像传感器（CIS）	23
3.6. 模组	23
4. A 股推荐标的	24
4.1. 水晶光电	24
4.2. 联创电子	25
4.3. 欧菲光	27
4.4. 推荐标的盈利预测及估值	28
5. 风险提示	28

图表目录

图表 1：光学变焦和数码变焦原理对比	5
图表 2：光学变焦成像效果 vs 数码变焦成像效果	5
图表 3：三星可伸缩镜头智能手机 S4 Zoom	6
图表 4：三星可伸缩镜头智能手机 K Zoom	6
图表 5：历史推出的搭载潜望式镜头，具备真正光学连续变焦功能的智能手机	6
图表 6：常见的图像传感器尺寸	7
图表 7：“彩色+黑白”双摄方案成像效果	8
图表 8：“广角+长焦”双摄方案成像效果	8
图表 9：镜头按视角分类	8
图表 10：等效焦距定义	9
图表 11：华为 P30 Pro 摄像头组成	9
图表 12：OPPO Reno 10 倍变焦版摄像头组成	9
图表 13：华为 P30 Pro 的变焦原理	10
图表 14：潜望式镜头光路原理图	10
图表 15：近几年发布的搭载潜望式镜头的智能手机	11
图表 16：苹果三镜片折叠镜头系统专利示意图	12
图表 17：苹果五镜片折叠镜头系统专利示意图	12
图表 18：OPPO Reno 变焦版镜片组“D-Cut”工艺示意图	13
图表 19：OPPO Reno 变焦版、小米 10 青春版和三星 S20 Ultra 机身厚度及后置摄像头凸起对比	13
图表 20：华为名为“潜望式镜头和终端设备”的专利	13
图表 21：华为 P40 Pro Plus 潜望式镜头中采用 1G2P 的玻塑混合镜头 ...	14
图表 22：华为 P40 Pro Plus 潜望式镜头光程较 P30 Pro 增加了 178% ...	15

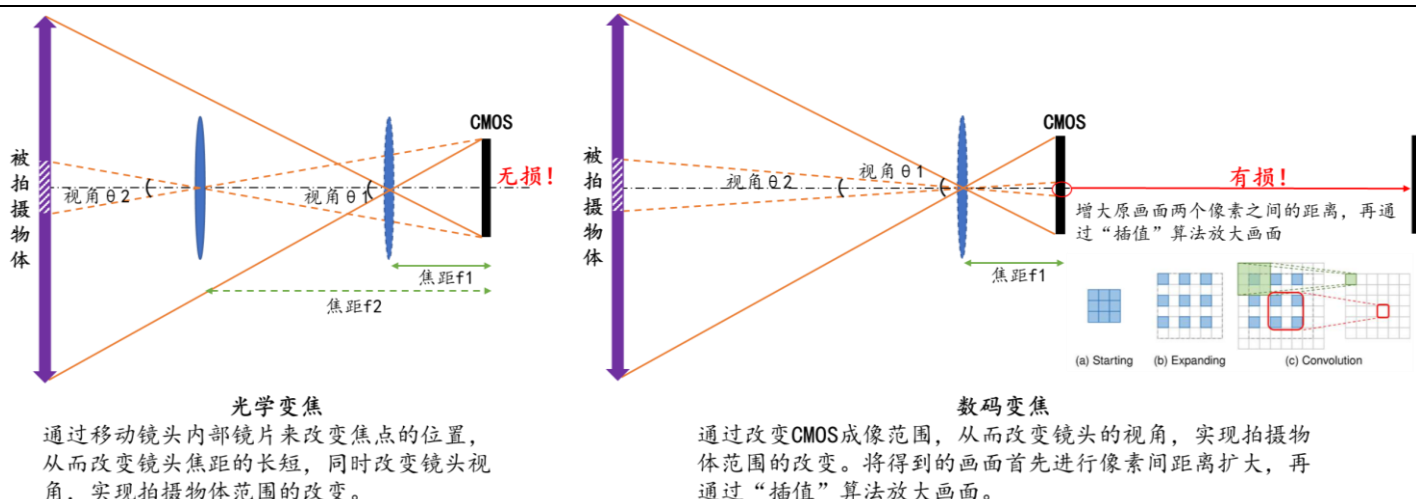
图表 23: OPPO Reno 变焦版防抖精度达到 0.001455°	15
图表 24: 华为 P40 Pro 变焦评测	16
图表 25: 2018-2019 年全球主要手机品牌后置三摄渗透率	16
图表 26: 2019-2023 年全球智能手机潜望式镜头出货量 (百万个) 和增速	17
图表 27: 潜望式镜头产业链	18
图表 28: 华为 P30 Pro 潜望式摄像头各零部件成本	18
图表 29: P30 Pro、OPPO Reno 变焦版、P40 Pro 和 P40 Pro Plus 的后置摄像头供应商	18
图表 30: 舜宇光学潜望式镜头专利	19
图表 31: 全球主要棱镜供应商简介	19
图表 32: OIS 光学防抖的工作原理: 光轴补偿	20
图表 33: 2018 年 VCM 厂商全球竞争格局	21
图表 34: 2019 年全球手机镜头厂商竞争格局	21
图表 35: 手机镜片主流加工工艺	22
图表 36: 2019 年全球图像传感器市场竞争格局	23
图表 37: 2018 年全球手机摄像头模组厂商竞争格局 (按营收)	24
图表 38: 水晶光电主要产品系列	24
图表 39: 水晶光电上市以来营收规模及增速	25
图表 40: 水晶光电上市以来归母净利润规模及增速	25
图表 41: 联创电子主要产品介绍	26
图表 42: 联创电子上市以来营收规模及增速	26
图表 43: 联创电子上市以来归母净利润规模及增速	26
图表 44: 欧菲光业务和产品构成	27
图表 45: 欧菲光近 5 年营业收入 (亿元) 及 YoY	27
图表 46: 欧菲光近 5 年归母净利润 (亿元) 及 YoY	27
图表 47: 推荐标的一致盈利预测 (截至 2020-05-12)	28

1. 潜望式镜头开启智能手机高倍变焦之旅

1.1. 手机摄像头变焦发展史

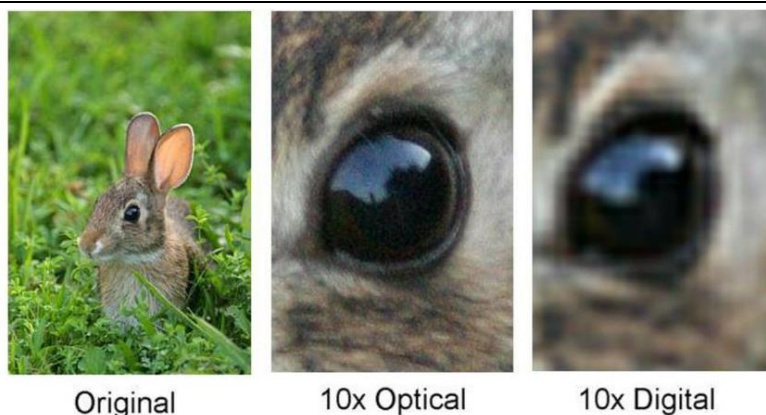
手机摄像头创新愈演愈烈，试图从各项性能方面追赶数码相机，近年来变焦倍数成为手机厂商关注的重要性能之一。变焦的作用类似于望远镜，可帮助人们看清远处物体的细节。变焦技术分为“光学变焦”和“数码变焦”两种，“光学变焦”通过移动镜头内部镜片组改变镜头焦距，同时也改变镜头视角，实现拍摄物体范围的变化，得到的拍摄图像是完全无损的。“数码变焦”不改变镜头的焦距，通过改变 CMOS 传感器的成像范围，使其局部成像，从而改变镜头的视角，实现拍摄物体范围的变化，再将 CMOS 传感器的局部画面进行像素间距离扩大，通过“插值”算法放大画面，其得到的拍摄图像是有损的，且变焦倍数越大，图像画质就越差。光学变焦的最大变焦倍数等于变焦镜头的最大焦距/最小焦距。对于目前厚度不到 10mm 的智能手机来说，搭载单反中 100mm 以上的长焦镜头显然是不可能的，因此此前智能手机采用的基本都是数码变焦的方式，最大变焦倍数不超过 5 倍，且放大后的画质很差。

图表 1：光学变焦和数码变焦原理对比



资料来源：东方财富证券研究所

图表 2：光学变焦成像效果 vs 数码变焦成像效果



资料来源：melsjournalpj, 东方财富证券研究所

早前也有手机厂商推出部分支持光学变焦的机型，主要采用两种设计：一种是借鉴主流卡片机的伸缩式变焦镜头，另一种借鉴了少数卡片机中的潜望式变焦镜头。两种镜头都搭载了电动马达，可实现真正的光学变焦，但均由于过于笨重、能耗高等缺点未能成为主流应用。其中搭载伸缩式镜头的智能手机代表机型有三星 2013 年推出的三星 S4 Zoom 和 2014 年推出的 K Zoom，都可实现 10 倍光学连续变焦，但厚度分别达到 15.4mm 和 16.4mm，过于笨重。此外伸缩式镜头还有其他缺点：1) 由于需要伸出的设计特性，在长焦距拍摄的时候机身容易造成不稳定，长焦端图像容易因抖动模糊；2) 相对容易进灰，防尘性能一般；3) 内部搭载的电动马达的故障率也相对较高。

图表 3：三星可伸缩镜头智能手机 S4 Zoom



资料来源：中关村在线，东方财富证券研究所

图表 4：三星可伸缩镜头智能手机 K Zoom



资料来源：中关村在线，东方财富证券研究所

搭载潜望式镜头的智能手机代表机型包括夏普 V602SH、三星 G810、诺基亚 N93i、索爱 S0905iCS 和华硕 ZenFone Zoom 等。2004 年夏普推出的 V602SH 是全球第一台搭载潜望式镜头的手机，搭载 130 万像素的 CCD 图像传感器，可实现 2 倍光学变焦。2015 年，华硕推出的 ZenFone Zoom 采用日本 HOYA 的 10 片式摄像头模组，是首部搭载潜望式镜头的智能手机，搭载 1300 万像素的 CMOS 感光元件，可实现 3 倍光学变焦。潜望式镜头是利用折射镜在机身内驱动镜片移动实现变焦，这种设计虽然相比伸缩式镜头设计更加轻薄，解决了长焦拍摄不稳定、防尘难等问题，但由于镜片数量多，且需搭载马达，仍然难以达到轻薄的要求，华硕 ZenFone Zoom 的厚度为 11.9mm，比华为 P30 PRO 8.14mm 的厚度多出近 4mm。此外，马达的存在也会增加手机能耗，因此这种设计也未能成为主流。

图表 5：历史推出的搭载潜望式镜头，具备真正光学连续变焦功能的智能手机

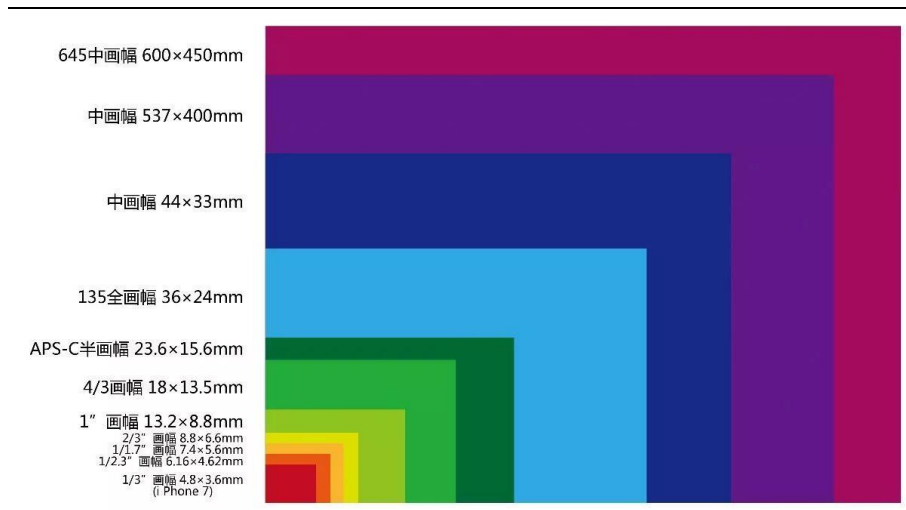


资料来源：中关村在线，东方财富证券研究所

在无法直接采用光学变焦的情况下，为提高手机摄像头变焦倍数，手机厂商做出了许多努力，包括：

- 1) 通过采用超高像素传感器可稍微提高数码变焦的图像质量。手机摄像头主流的像素数量已经从早期的几百万向 4800 万、6400 万演进，小米今年发布的小米 10Pro 甚至推出了 1 亿像素的摄像头。但目前很多 6400 万像素和 1 亿像素的概念主要是营销噱头，手机成像效果不仅仅取决于像素大小，更多还要看 CMOS 传感器尺寸。同样尺寸的 CMOS 传感器，像素数越高，则单位像素面积越小，从而进光量越小，成像效果也差。数码相机由于尺寸比较大，因此可容纳的 CMOS 尺寸较大，常用的尺寸包括全画幅、APS-C 半画幅、4/3 画幅、1/2.5" 等。手机摄像头由于体积受限，采用的图像传感器尺寸也更小，最早常用的为 1/3"，现在随着手机摄像头性能不断升级，采用的 CMOS 传感器尺寸也在逐步提高，旗舰机采用的 CMOS 尺寸通常在 1/2" 以上，华为最新发布的 P40 Pro+ 搭载的 CMOS 芯片尺寸达到 1/1.28"，成为史上最大底。小米 1 亿像素的主摄像头采用的是 1/3" 的 CMOS 芯片，通过四合一像素合并技术提高 2700 万像素照片的成像质量。

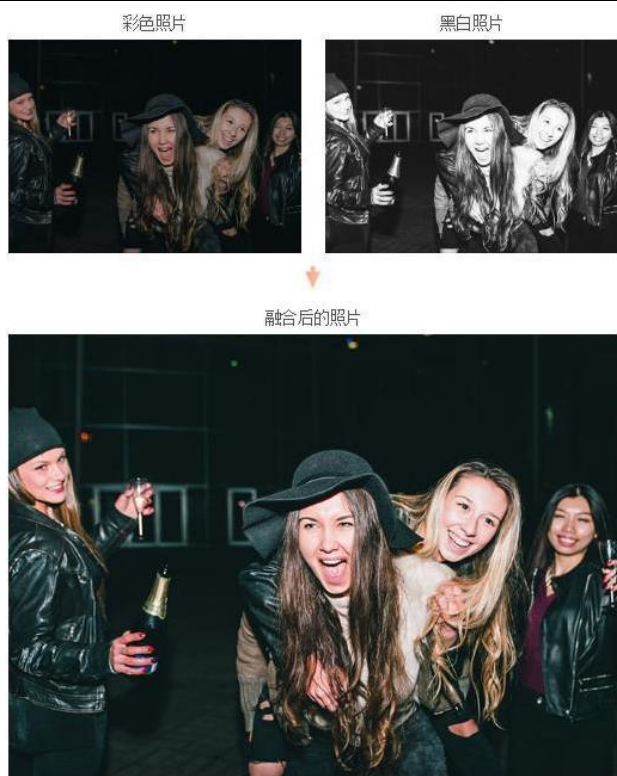
图表 6：常见的图像传感器尺寸



资料来源：搜狐新闻，东方财富证券研究所

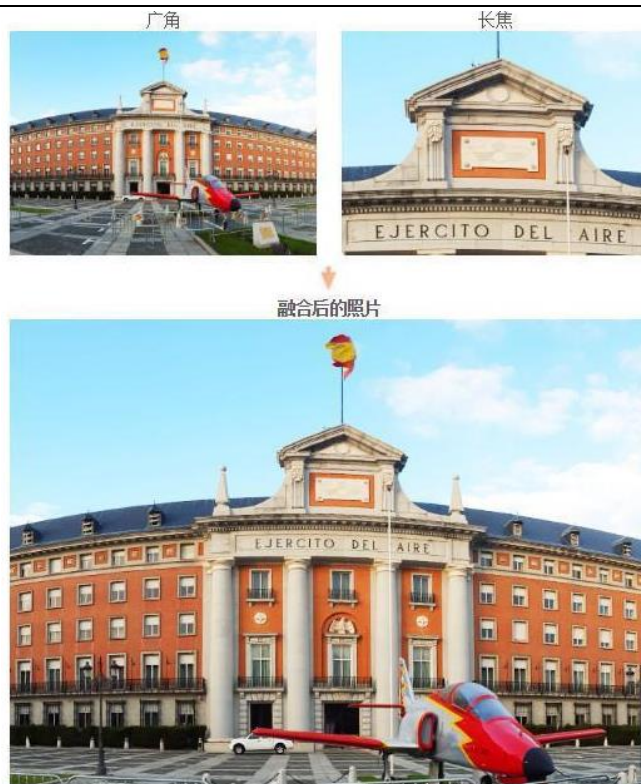
- 2) 通过“彩色+黑白”的双摄方案补充画面细节，本质仍是数码变焦。该方案利用两颗摄像头同时成像，彩色镜头负责色彩的捕捉，黑白镜头用于细节的抓拍，再通过 ISP (Image Signal Processor, 图像处理器) 后期合成，从而既保留了彩色摄像头的颜色信息，又保留了黑白摄像头的清晰度，可提升照片轮廓刻画等细节表现。
- 3) 通过“广角+长焦”的双摄方案进行接力变焦，本质是光学变焦叠加数码变焦。该方案通过镜头切换的方式，拍近景时使用广角镜头，拍远景时使用长焦镜头，从而实现光学变焦功能。如 iPhone 7 Plus 采用“28mm 等效焦距的广角主摄+56mm 等效焦距的长焦副摄”的双摄配置，可实现 2 倍 (56mm/28mm) 光学变焦，6 倍数码变焦。在 1-2 倍采用广角镜头，进行数码变焦；2 倍处切换长焦镜头，无需进行数码变焦，是真正的无损光学变焦；2-6 倍采用长焦镜头，进行数码变焦，从而改善较大变焦倍数的成像效果。

图表 7：“彩色+黑白”双摄方案成像效果



资料来源：半导体行业观察，东方财富证券研究所

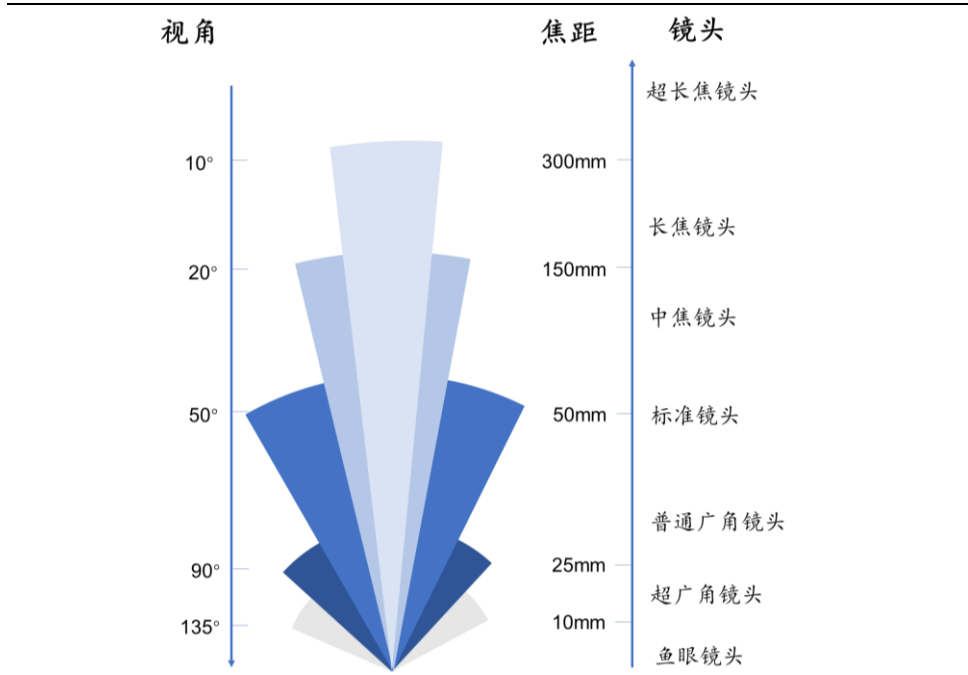
图表 8：“广角+长焦”双摄方案成像效果



资料来源：半导体行业观察，东方财富证券研究所

所谓广角镜头和长焦镜头是根据镜头的视角分类得到，按照视角大小通常可将镜头分为**标准镜头**、**广角镜头**和**长焦镜头**三类。数码相机可以配置多个不同类型的镜头，用于不同的拍摄场景。近年来智能手机中后置摄像头数量不断提高，手机厂商通过搭载不同的镜头使智能手机拍摄功能向数码相机靠近。

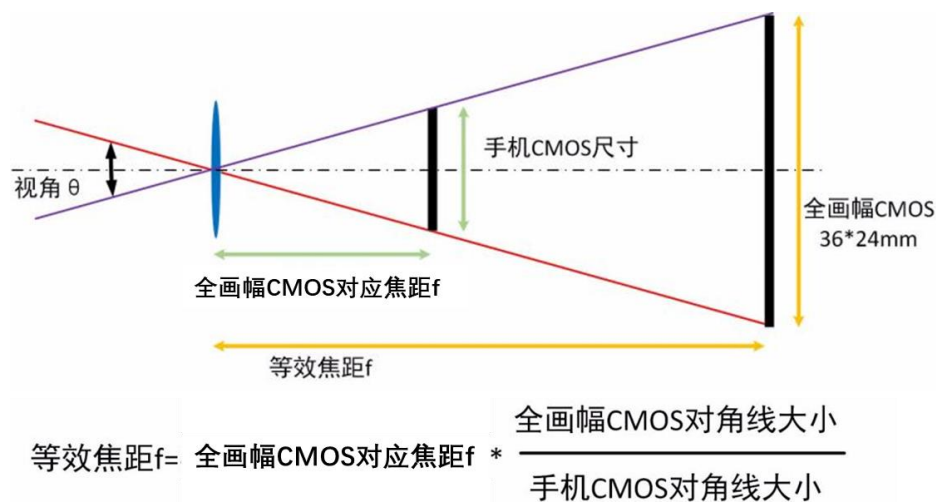
图表 9：镜头按视角分类



资料来源：《摄影基础》（第二版），东方财富证券研究所

镜头视角一定时，镜头焦距与 CMOS 尺寸成正比，因此通常说的镜头焦距都是采用的“等效焦距”概念。等效焦距=全画幅 CMOS 对应的焦距*全画幅 CMOS 尺寸/实际采用的 CMOS 尺寸。

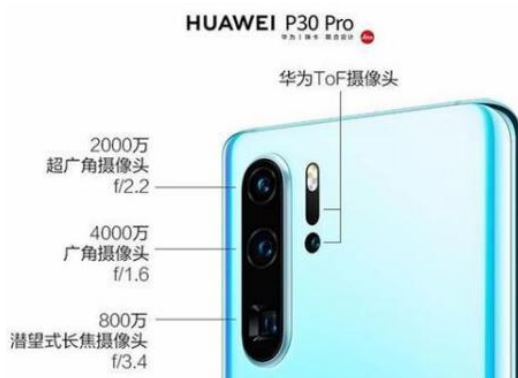
图表 10：等效焦距定义



资料来源：ITW01，东方财富证券研究所

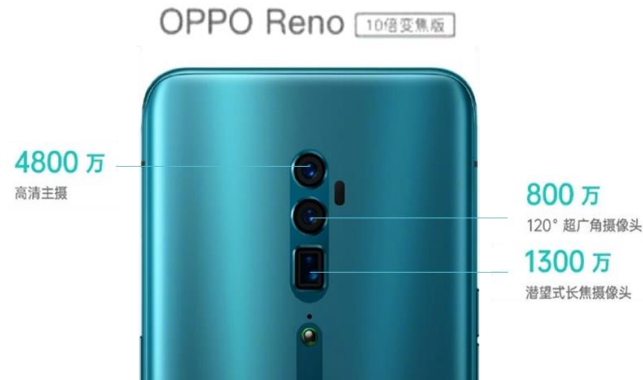
4) 引入潜望式长焦镜头，通过“超广角+广角+长焦”的三摄方案进行接力变焦，是方案3)的加强版。该方案由华为和OPPO引领，2019年3月，华为推出搭载“超广角/16mm+广角主摄/27mm+潜望式长焦/125mm+TOF”四摄模组的智能手机，可实现5倍（125mm/27mm）光学变焦、10倍混合光学变焦和50倍数码变焦。2019年4月，OPPO推出“超广角/16mm+广角主摄/27mm+潜望式长焦/160mm”三摄模组的智能手机OPPO Reno 10倍变焦版，可实现6倍光学变焦（160mm/27mm，OPPO未公布主摄等效焦距，27mm为测算值）和10倍混合光学变焦和60倍数码变焦。要注意的是，这里的潜望式镜头是定焦镜头，而非此前提到的潜望式变焦镜头，内部无马达，且5倍光学变焦是在“以广角主摄拍摄的画面为1倍”的基础上。

图表 11：华为 P30 Pro 摄像头组成



资料来源：华为官网，东方财富证券研究所

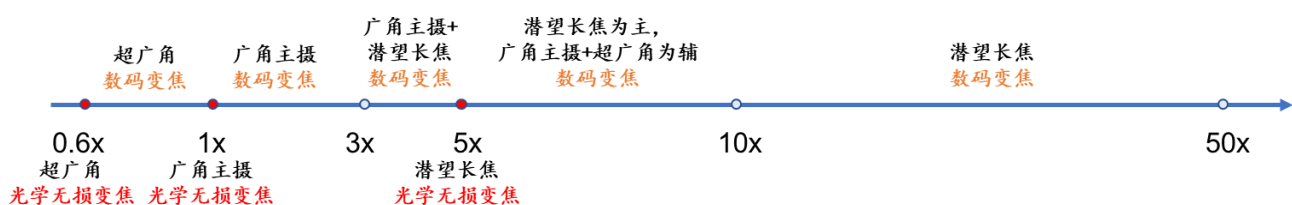
图表 12：OPPO Reno 10倍变焦版摄像头组成



资料来源：半导体行业观察，东方财富证券研究所

对于华为 P30 Pro，变焦倍数为 1-3 倍时采用广角主摄，进行数码变焦；变焦倍数 3-5 倍时同时采用广角主摄和潜望式长焦镜头，由长焦拍摄画面中间部分，广角主摄通过数码变焦来补充边缘部分；变焦倍数刚好 5 倍时，采用潜望式长焦镜头，无需进行数码变焦，属于无损光学变焦；变焦倍数 5-10 倍时以长焦镜头为主，广角主摄和超广角镜头为辅，进行数码变焦；变焦倍数 10-50 倍时，基本采用潜望式长焦镜头，进行数码变焦。OPPO Reno 的原理和 P30 Pro 类似，只是其采用的主摄和长焦镜头焦距不同，在变焦倍数为 6 倍的时候为光学无损变焦。要注意的是，只有在 0.6 倍、1 倍和 5 倍变焦时，才是真正的光学无损变焦，这里所谓的 5 倍光学变焦，0.6-1 倍，1-5 倍和 5-50 倍之间都是“光学+数码”混合变焦。至于厂商所宣称的 10 倍混合光学变焦，更多的是一种营销概念，其与 50 倍数码变焦的实际区别在于 10 倍以内的变焦，除潜望式镜头参与外，超广角和广角主摄也会同时参与，而 10 倍以外的变焦，超广角和广角主摄基本起不到作用，因此称为 50 倍数码变焦。如华为 P30 Pro 所宣称的 10 倍无损变焦实际是指利用方案 1) 中的技术，通过 4000 万像素的主镜头的高像素来弥补从 5 倍放大到 10 倍的画面裁切损失，并不是真正意义上的光学无损。

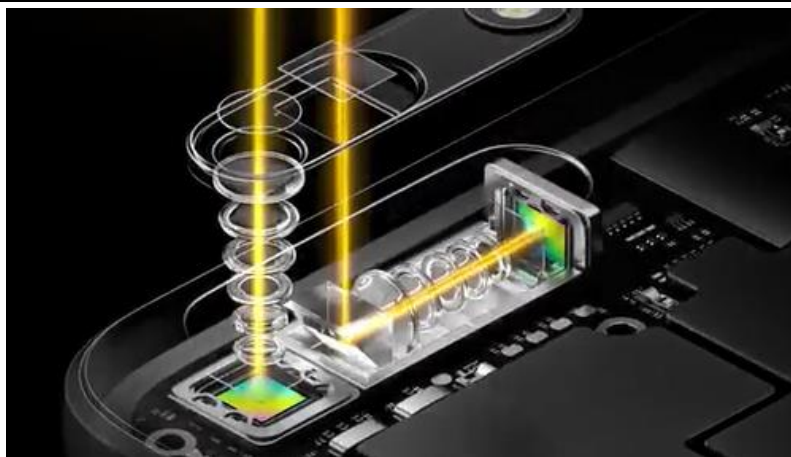
图表 13：华为 P30 Pro 的变焦原理



资料来源：东方财富证券研究所

潜望式镜头是提高手机摄像头变焦倍数的关键因素，其特殊的设计使其能够实现容纳进智能手机中的长焦镜头。通常手机摄像头是垂直于手机背面放置，即 CMOS 传感器与手机背面平行，从而镜头焦距受到手机厚度的限制。潜望式镜头则是平行于手机背面放置，即 CMOS 传感器与手机背面垂直，从而可容纳的镜头组长度大幅提高，然后通过增加棱镜使进入摄像头的光线弯曲 90° 后分别进入镜片组和图像传感器中。

图表 14：潜望式镜头光路原理图



资料来源：OPPO，东方财富证券研究所

1.2. 主要安卓厂商均推出相关产品，技术成熟后苹果有望跟进

在华为和 OPPO 之后，vivo、三星和小米也相继发布搭载潜望式镜头的旗舰机型。目前已发布的潜望式智能手机机型包括华为的 P30 Pro、P40 Pro、P40 Pro Plus，OPPO 的 Reno 10 倍变焦版、Find X2 Pro，vivo 的 X30 Pro，三星的 Galaxy S20 Ultra 和小米的小米 10 青春版，除华为 P40 Pro Plus 和 vivo X30 Pro 外基本采用“超广角+广角主摄+潜望式长焦”的接力式混合变焦方案，但具体的摄像头参数和工艺都各不相同。华为 P40 Pro Plus 在以上方案的基础上还增加一颗普通长焦镜头，具备 80mm 等效焦距，可实现 3 倍光学变焦，其潜望式长焦镜头具备 240mm 等效焦距，可实现 10 倍光学变焦。vivo X30 Pro 则是“超广角+广角主摄+潜望式长焦”的方案基础上增加了一颗用于拍摄人像的标准镜头，具备 50mm 等效焦距，可实现 2 倍光学变焦，其潜望式长焦镜头具备 135mm 等效焦距，可实现 5 倍光学变焦。

图表 15：近几年发布的搭载潜望式镜头的智能手机

品牌	型号	发布时间	后置摄像头配置及参数	变焦倍数
华为	P30 Pro	2019.03	超广角：20MP/1/2.7"/f2.2/16mm 广角主摄：40MP/1/1.7"/f1.6/27mm 潜望式长焦：8MP/1/3.6"/f3.4/125mm TOF	5 倍光学变焦 10 倍光学混合变焦 50 倍数码变焦
	P40 Pro	2020.03	超广角：40MP/1.54"/f1.8/18mm 广角主摄：50MP/1.28"/f1.9/23mm 潜望式长焦：12MP/1/3.56"/f3.4/125mm TOF	5 倍光学变焦 10 倍光学混合变焦 50 倍数码变焦
	P40 Pro Plus	2020.03	超广角：40MP/1.54"/f1.8/18mm 广角主摄：50MP/1.28"/f1.9/23mm 潜望式长焦：8MP/NA/f4.4/240mm 普通长焦：8MP/NA/f2.4/80mm TOF	3 倍和 10 倍光学变焦 20 倍光学混合变焦 100 倍数码变焦
OPPO	Reno 10 倍变焦版	2019.04	超广角：8MP/1/3.13"/f3.2/16mm 广角主摄：48MP/1/2"/f1.7/27mm 潜望式长焦：13MP/1.34"/f3.0/160mm	5 倍光学变焦 10 倍光学混合变焦 50 倍数码变焦
	Find X2 Pro	2020.03	超广角：48MP/1/1.2"/f2.2/16mm 广角主摄：48MP/1/1.43"/f1.7/27mm 潜望式长焦：13MP/1.34"/f3.0/160mm	5 倍光学变焦 10 倍光学混合变焦 60 倍数码变焦
vivo	X30 Pro	2019.12	超广角：8MP/NA/f2.2/16mm 广角主摄：64MP/1/1.7"/f1.8/26mm 标准人像：32MP/1/2.8"/f2.0/50mm 潜望式长焦：13MP/1.34"/f3.0/135mm	2 倍和 5 倍光学变焦 10 倍光学混合变焦 60 倍数码变焦
三星	Galaxy S20 Ultra	2020.02	超广角：12MP/1/2.55"/f2.2/13mm 广角主摄：108MP/1.33"/f1.8/26mm 潜望式长焦：48MP/1.2"/f3.5/103mm TOF	4 倍光学变焦 10 倍光学混合变焦 100 倍数码变焦
小米	小米 10 青春版	2020.04	鱼眼（微距）：2MP/ 超广角：8MP/NA/NA/15mm	5 倍光学变焦 10 倍光学混合变焦

广角主摄：48MP/NA/NA/24.4mm

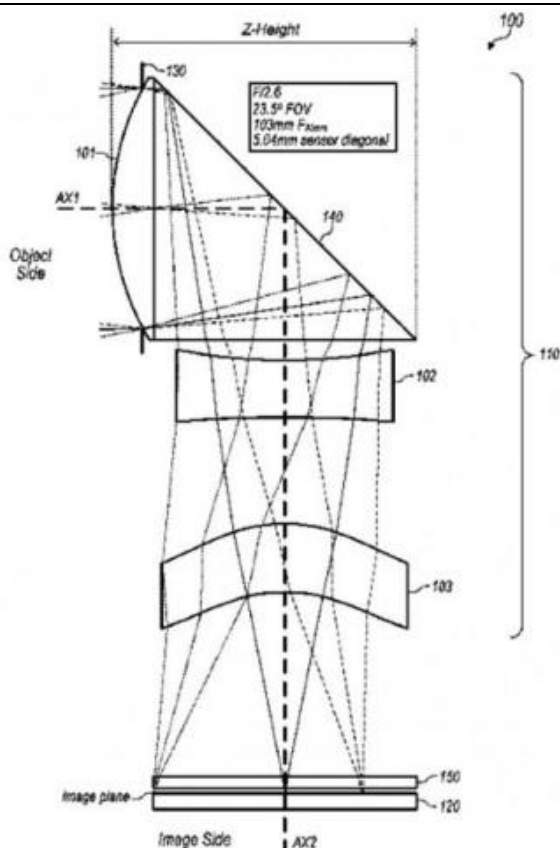
50 倍数码变焦

潜望式长焦：8MP/NA/NA/122mm

资料来源：Wikipedia，中关村在线，东方财富证券研究所

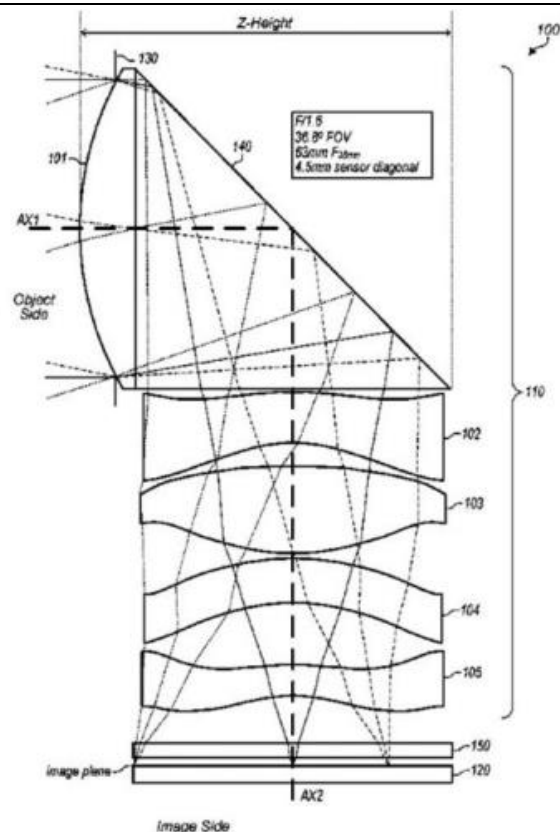
目前安卓主要手机厂商均已推出搭载潜望式镜头的手机机型，苹果虽然还未推出产品，但也已有相关专利布局。2019 年 10 月 8 日，美国专利商标局公布了苹果的两项专利，分别为“三镜片折叠镜头系统”和“五镜片折叠镜头系统”。两个镜头系统都采用单棱镜潜望式镜头设计，其中三镜片镜头为长焦镜头，可以提供 80-200mm 焦距；五镜片镜头为广角镜头，可以提供 50-85mm 焦距。苹果布局潜望式镜头的最初目的可能是为解决后置摄像头凸起的难题，是否会将该设计用于高倍光学变焦目前还不得而知。但我们认为随着安卓端加速布局并完善高倍光学变焦功能，苹果跟进应该是迟早的事情。苹果一直以来对于推出新功能都比较谨慎，之所以还未搭载潜望式镜头也是因为目前的高倍数码变焦技术还并不完善。一方面，潜望式结构在解决了镜头组长度限制的难题同时，也带来了新的问题：1) 摄像头模组水平放置意味着镜片尺寸和 CMOS 尺寸都受到手机厚度的限制；2) 潜望式结构由于透光率低，从而对镜片的透光性要求进一步提升。另一方面，目前最大的光学变焦倍数仅有 10 倍，和数码相机相比仍有十分大的差距，可能的改进方案包括：3) 设计焦距更大的潜望式长焦镜头；4) 高倍变焦下的防抖仍需进一步提升，且长焦镜头对焦普遍比主摄略慢，尤其是拍运动物体很容易失焦；5) 视场融合算法需要进一步提升以提高混合变焦的画质。

图表 16：苹果三镜片折叠镜头系统专利示意图



资料来源：美国专利商标局，东方财富证券研究所

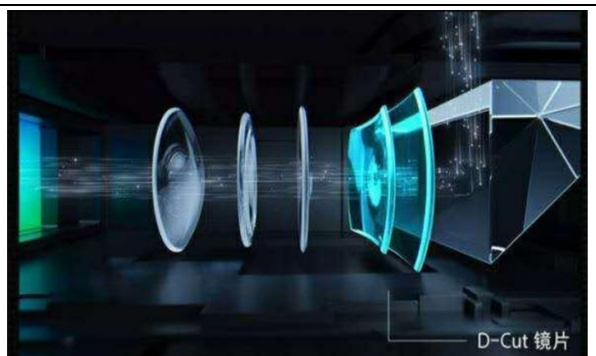
图表 17：苹果五镜片折叠镜头系统专利示意图



资料来源：美国专利商标局，东方财富证券研究所

对于问题 1)，据 OPPO 工程师表示，用普通镜片工艺的话，潜望式镜头组成的三摄模组厚度将达 7.1mm，再加上屏幕的厚度、对焦马达的空间和背板的厚度，手机厚度将超过 10mm。因此 OPPO 对镜片组的前两个镜片采用了“D-Cut”工艺，即切掉镜片的上下边缘，在保证有效光学尺寸，减小镜片尺寸，从而将潜望式长焦镜头模组的厚度控制在 5.75 毫米，后置摄像头无凸起，整个机身厚度为 9.3mm。除 OPPO 外，最新发布的小米 10 青春版也采用了“D-Cut”工艺，其后置摄像头略微突起，整个机身厚度仅有 7.8mm。三星 Galaxy S20 Ultra 采用的是普通镜片工艺，其镜头明显凸起，超过 2mm，机身厚度为 8.8mm，加上凸起机身厚度近 11mm，消费者普遍反映手持体验较差。“D-Cut”工艺从技术难度和生产成本来说都大大提高，因此对于镜头供应商提出更高要求。

图表 18: OPPO Reno 变焦版镜片组“D-Cut”工艺示意图



资料来源：搜狐科技，东方财富证券研究所

图表 19: OPPO Reno 变焦版、小米 10 青春版和三星 S20 Ultra 机身厚度及后置摄像头凸起对比



资料来源：中关村在线，东方财富证券研究所

为解决图像传感器宽度受潜望式镜头厚度限制的问题，华为于 2014 年申请的专利“潜望式镜头和终端设备”中提出双棱镜结构，该结构中光线在经过变焦镜片组前后均经过棱镜反射，从而使得 CMOS 芯片可以平行于手机背面放置，从而 CMOS 芯片宽度不受潜望式镜头厚度的限制。通过“双棱镜结构”可以进一步提高潜望式镜头的成像质量，同时保证整个摄像头模组的轻薄。双棱镜结构意味着棱镜需求量提升，将利好棱镜元件供应商。

图表 20: 华为名为“潜望式镜头和终端设备”的专利

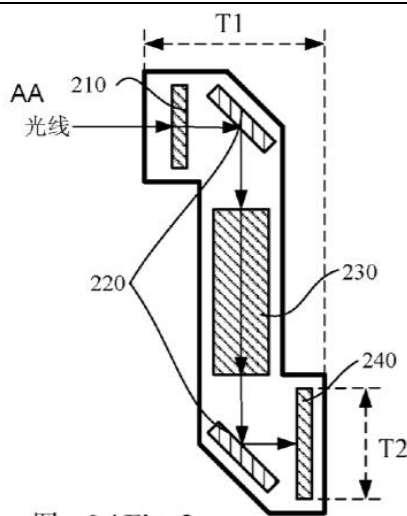


图 2 / Fig. 2

资料来源：华为专利，东方财富证券研究所

对于问题 2)，潜望式长焦镜头天生具备进光量较小的特点，一是由于光圈 f 值=镜头的焦距/镜头口径的直径，镜头直径一定的情况下，焦距越大，光圈 f 值越大，光圈越小（即进光量越小），因此长焦镜头的光圈通常较小，通常在 $f/3.0$ - $f/3.5$ 之间；二是由于潜望式结构中光线需要经过棱镜模块的反射，从而进一步导致进光量的损失；因此需要通过增加镜片的透光率来提升整个潜望式长焦镜头的进光量，以保证成像质量。玻璃镜片的透光率要比塑料镜片更好，但塑料镜片具备重量轻，易加工，价格便宜的优点，因此全塑镜头是此前手机摄像头模组的主要选择。随着摄像头中 CMOS 芯片像素的提升，对镜头的解析力要求也越来越高，通过增加镜头中镜片数量可提高镜头的解析力，可看到目前摄像头中镜头正在从 6P（即 6 片塑料镜片）及以上规格发展。但由于镜头空间有限，镜片数量的增加也会提高加工难度，8P 镜头的加工难度非常大。因此玻塑混合镜头的技术被提出，同样厚度的玻璃镜片拥有更高的透光率、折射率以及稳定性，用玻璃镜片替代 1-2 片塑料镜片可解决全塑镜头镜片数量难以进一步增加的困局，同时也可以解决潜望式镜头进光量小的难题。华为 P30 Pro、OPPO Reno 变焦版以及三星 Galaxy S20 Ultra 的潜望式镜头模组采用的都是 5P 全塑镜头，华为 P40 Pro Plus 突破性地采用了 1G2P 的玻塑混合镜头。玻塑混合镜头的应用将利好相玻璃镜片制造厂商以及具备玻塑混合技术储备的镜头制造商。

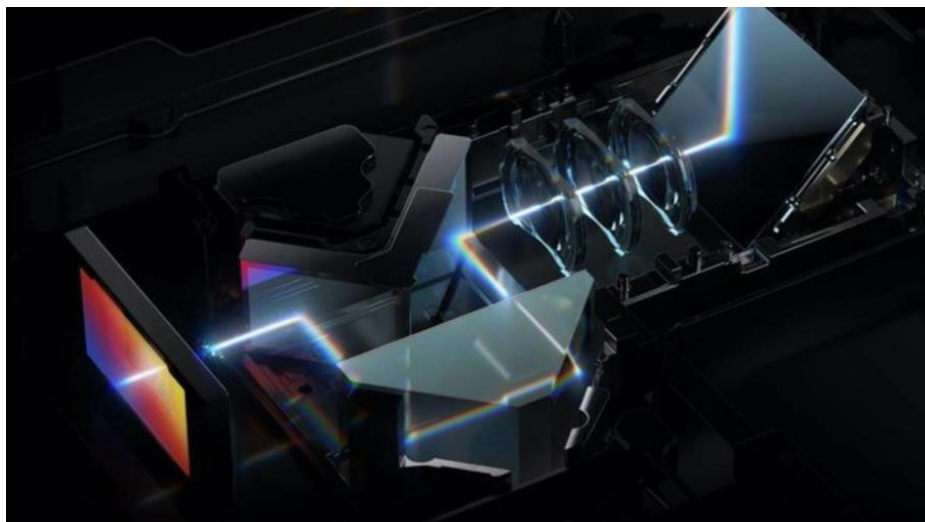
图表 21：华为 P40 Pro Plus 潜望式镜头中采用 1G2P 的玻塑混合镜头



资料来源：华为发布会，东方财富证券研究所

对于问题 3)，从已推出的潜望式镜头手机来看，华为 P40 Pro+的“10 倍光学变焦，100 倍数码变焦”目前领先于其他厂商。该手机的潜望式长焦镜头通过 1 个棱镜加 2 面镜子的设计，经过 5 次反射延长光路，光程较 P30 Pro 增加了 178%。该设计并非只是多放几个反射镜这么简单，经过多次反射后光路畸变会对成像质量造成较大影响，只有对棱镜模块内的反射镜组装平面的精度控制在纳米级别，才能有效降低光路畸变，实现画质无损。华为 P40 Pro+中该精度控制达到约 30 纳米，对棱镜模块生产厂商要求极高。未来随着棱镜模块的设计更加复杂，其价值量也有望同步提升，利好棱镜模块供应商。

图表 22：华为 P40 Pro Plus 潜望式镜头光程较 P30 Pro 增加了 178%



资料来源：华为发布会，东方财富证券研究所

对于问题 4)，如何解决长焦镜头的防抖和对焦慢的问题，以保证成像质量，OPPO Reno 变焦版采用了滚珠式双重 OIS 光学防抖，通过在光学棱镜上使用两个精度高达 0.001445° 的滚珠式 VCM 驱动补偿 x、y 上的偏移所带来的抖动，从而有效保障长焦镜头的高成片率，抵消手机抖动影响。华为 P40 Pro+则是采用滑槽式 AF 长寿命马达，放置于反射镜的后面以避免复杂的光路。通过滑槽式承载方式，搭配极强的磁力与精密杠杆结构，精巧地平衡了前端的反射镜负载，同时采用优异的润滑材料，使马达能够高稳定、高精度地移动反射镜，实现自动对焦功能。防抖和对焦性能的提升对音圈马达厂商提出更高要求。

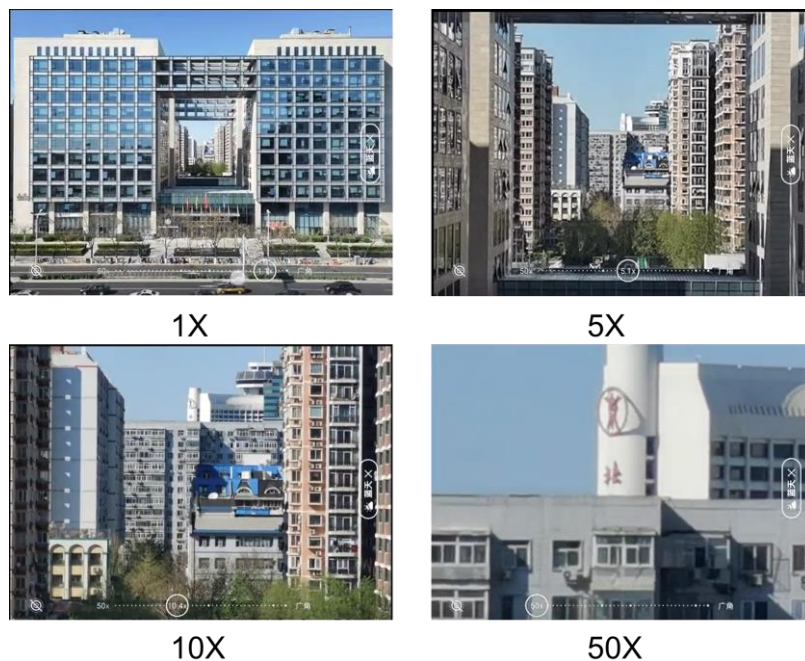
图表 23：OPPO Reno 变焦版防抖精度达到 0.001445°



资料来源：OPPO 发布会，东方财富证券研究所

对于问题 5)，视场融合算法需要进一步提升以提高混合变焦的画质。据消费者普遍反映，目前厂商宣称的 50 倍或 60 倍数码变焦基本只是宣传的噱头，实际在 10 倍混合变焦之外，成像质量就明显下降。未来更高倍数的数码变焦还需进一步提升算法。目前算法厂商主要由手机厂商自行提供，知名的第三方算法厂商较少，代表厂商为国内厂商虹软科技。

图表 24：华为 P40 Pro 变焦评测

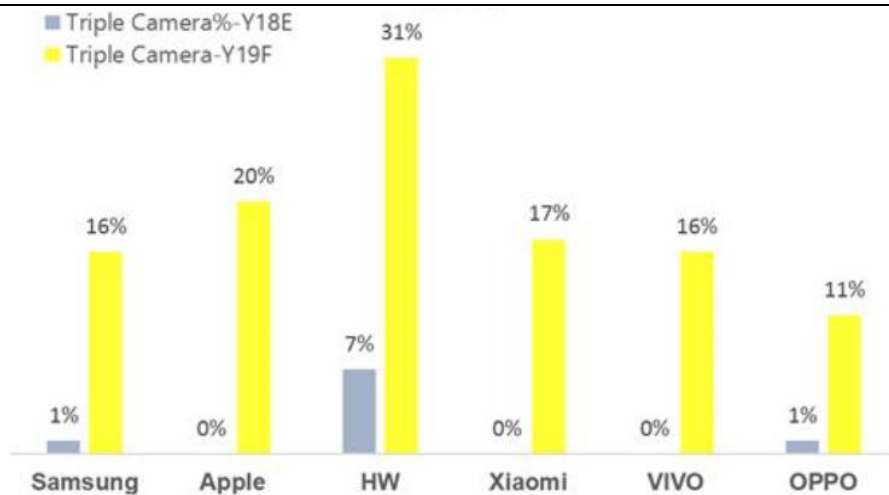


资料来源：国家电网，东方财富证券研究所

2. 潜望式镜头今明两年有望迎来爆发

目前搭载潜望式镜头的智能手机均为旗舰机型，参照三摄的渗透过程，我们认为随着潜望式镜头的成本逐步下降，未来中低端机型也有望逐步搭载较低规格的潜望式镜头，今明两年潜望式镜头出货量有望迎来爆发。2019 年随着三摄算法的成熟和模组厂能力的提升，三摄逐步渗透到千元智能手机。根据群智咨询数据，2018 年华为引领三摄智能手机市场，后置三摄渗透率达 7%；三星、OPPO 紧随其后，渗透率约为 1%，其他品牌渗透率为 0。到了 19 年，各品牌后置三摄渗透率大幅提升，华为、苹果领先，分别达 31%和 20%；小米、三星和 vivo 随后，分别为 17%、16%和 16%；OPPO 达 11%。

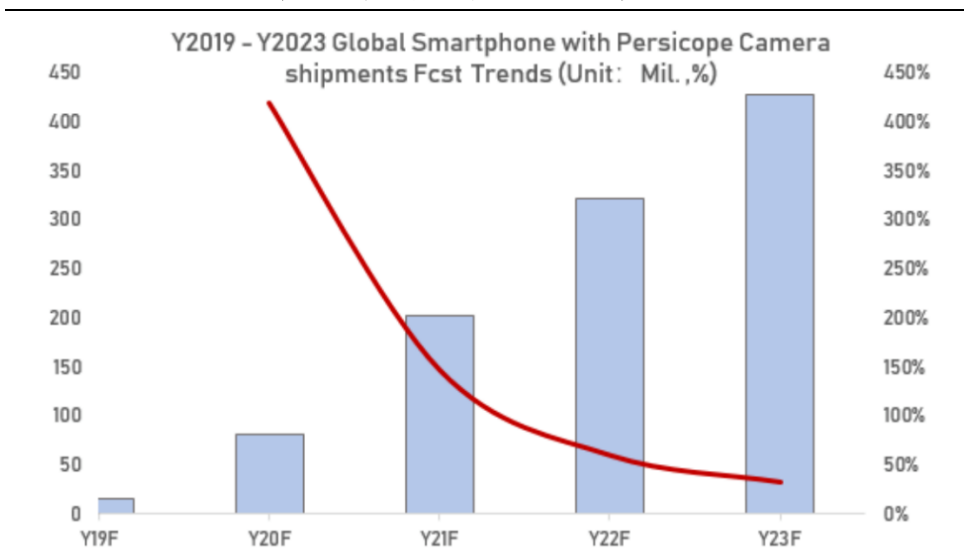
图表 25：2018-2019 年全球主要手机品牌后置三摄渗透率



资料来源：群智咨询，东方财富证券研究所

潜望式镜头方面，仍是华为主导，OPPO 和三星紧跟。据群智咨询数据，预计 2019 年全球搭载潜望式镜头的智能手机出货量约 1500 万部，其中主要贡献来自华为 P&Mate 系列，以及 OPPO Reno 系列。随着潜望式镜头的供应链进一步成熟，零部件成本会进一步下降，从而带动潜望式镜头向中低端智能手机下沉。目前售价仅 2099 元的小米 10 青春版已经打响头阵，成为首部搭载潜望式镜头的中端机型。群智咨询预计，2020 年全球搭载潜望式镜头的智能手机出货量将达到 8300 万部，2023 年有机会突破 4 亿部。

图表 26：2019-2023 年全球智能手机潜望式镜头出货量（百万个）和增速



资料来源：群智咨询，东方财富证券研究所

3. 棱镜、镜头、VCM 及组装环节迎来增量

3.1. 产业链全景图

潜望式摄像头的零部件主要包括棱镜模块、镜头、VCM、CMOS 传感器和滤光片，相比普通摄像头增加了棱镜模块。对于镜头环节，前面提到潜望式摄像头的镜头需要更高的透光率和更小的体积，因此需要重新设计。对于 VCM 环节，前面也提到焦距越长，对防抖要求越高，从而 VCM 的设计也更加复杂。对于 CMOS 环节，由于摄像头模组体积的限制，潜望式镜头的 CMOS 规格相对较低。最后对于组装厂商来说，包含潜望式摄像头的三摄模组对一致性要求更高，因此对模组厂商要求也更高。因此对于供应链来说，潜望式镜头主要在棱镜、镜头、VCM 和组装环节带来增量。

图表 27：潜望式镜头产业链



资料来源：东方财富证券研究所

从价值量来看，以华为 P30 Pro 为例，包含潜望式镜头的整个后置四摄模组成本约 65-75 美元，其中棱镜模块的价值量高达 14-16 美元，包含棱镜（2.5-3.5 美元）、VCM（10 美元左右）和支架等，镜头价值量约 2.5-3.5 美元，CMOS 传感器价值量约 3-4 美元，考虑算法公司成本，单个潜望式镜头成本约 20-30 美元。华为消费者业务总裁余承东在接受媒体采访时透露，P40 的整个摄像头模组成本是 100 美元，P40 Pro 和 P40 Pro Plus 的成本则更高。另外 Techinsights 的拆解报告显示，S20 Ultra 的摄像头模组成本高达 107 美元，是该机成本最高的零部件。

图表 28：华为 P30 Pro 潜望式摄像头各零部件成本

零部件	成本（美元）
棱镜模块（包含棱镜、VCM 和支架）	14-16
其中：棱镜	2.5-3.5
VCM	10
镜头	2.5 - 3.5
CMOS 传感器	3-4
CCM（四摄模组）	65-75

资料来源：IDC，东方财富证券研究所

从已发布的几款潜望式镜头智能手机来看，主要模组供应商均为头部手机摄像头厂商，包括舜宇光学、欧菲光、立景光电和三星电机等，主要镜头供应商为大立光和舜宇光学，主要 CMOS 芯片供应商为索尼和三星，主要 VCM 供应商为 TDK 和 Mitsumi，主要棱镜供应商包括舜宇光学、中光学（利达光电）、亚洲光学、水晶光电和 Optrontec 等。可看出国内厂商在棱镜、镜头和模组环节占据一定优势，在 VCM 和 CMOS 环节仍处于追赶阶段。

图表 29：P30 Pro、OPPO Reno 变焦版、P40 Pro 和 P40 Pro Plus 的后置摄像头供应商

品牌	P30 Pro	OPPO Reno 10 倍变焦版	P40 Pro	P40 Pro Plus
模组	舜宇光学主供，立景光电二供	三星电机	欧菲光、舜宇光学、立景光电	欧菲光、舜宇光学、立景光电
镜头	大立光（广角主摄+超广角）、	NA	大立光（塑料镜片）、HOYA	大立光主供，舜宇光学二供

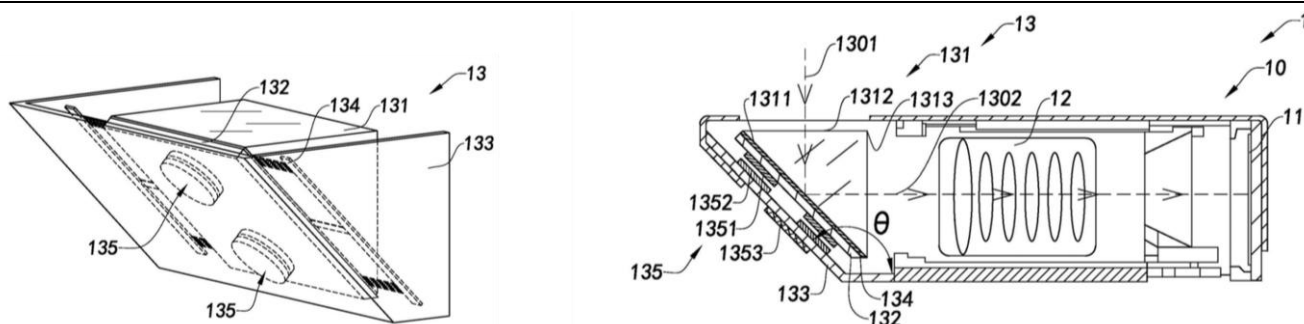
	舜宇光学（潜望长焦）		（玻璃镜片）	
CMOS 芯片	索尼	索尼（广角主摄+超广角）、三星（潜望长焦）	索尼	索尼
VCM 棱镜	Mitsumi 主供、TDK 二供 舜宇光学、中光学主供 水晶光电、亚洲光学二供	NA Optrontec、水晶光电	TDK NA	TDK 中光学（同时供应 2 面镜子）

资料来源：旭日大数据，东方财富证券研究所

3.2. 棱镜模块

在舜宇光学 2019 年发布的专利中，可看出单独的潜望式镜头模块分别由棱镜模块（下图 13）、光学镜头（下图 12）和 CMOS 传感器（下图 11）构成。棱镜模块包括一棱镜（下图 131）、一转向载体（下图 132）、一基座（下图 133）、一弹性支架（下图 134）和两个 VCM（下图 135）。棱镜通过卡合、嵌套或胶粘等方式被安装于转向载体，转向载体通过弹性支架连接在基座上，并可以在基座上转动。VCM 可以沿着棱镜反射面的垂直方向驱动转向载体和棱镜一起转动，以实现光学防抖效果。

图表 30：舜宇光学潜望式镜头专利



资料来源：专利《光转向组件及其制造方法以及潜望式摄像模组、潜望式阵列模组和电子设备》，东方财富证券研究所

棱镜模块由棱镜供应商组装，棱镜的原材料为光学玻璃，其加工工艺为光学冷加工，其技术门槛相对较低。潜望式镜头中棱镜的制备工艺相比传统工艺复杂度提升，需要进行硬化、遮光和切割处理，以提高强度、美观度和轻薄度。全球主要棱镜供应商集中在中国大陆、中国台湾和韩国。中国大陆主要厂商有舜宇光学、中光学（原利达光电）、水晶光电，其中舜宇光学和中光学是华为棱镜模块主要供应商，另外欧菲光、福光股份、五方光电也表示在布局棱镜相关产能。中国台湾主要厂商有亚洲光电，是华为 P30 Pro 的棱镜模块供应商之一。韩国主要厂商有 Optrontec，是三星 S20 Ultra 和 OPPO Reno 变焦版的和三星 S20 Ultra 的棱镜模块供应商之一。随着更多厂商的产能释放，棱镜模块未来 ASP 有望下降。

图表 31：全球主要棱镜供应商简介

公司名称	业务介绍
舜宇光学	公司是全球手机镜头及摄像头模组龙头厂商，港股上市，公司棱镜产品广泛应用于 AR、数码相机、投影机和 DVD 中，是目前潜望式摄像头中棱镜模块的主要供应商。

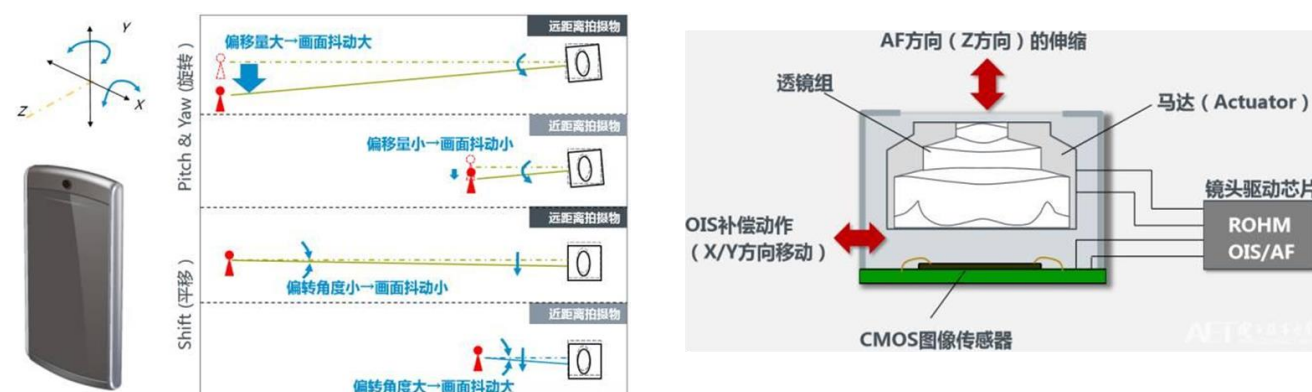
中光学	公司是国际知名的光学元器件制造企业，原名利达光电，A股上市，有逾六十年的光学冷加工经验，是全球专业的棱镜制造团队之一。月生产各种棱镜、薄膜完工品 400 余万件，应用于投影显示、数码相机、生物识别、高端测量和医疗系统、蓝光 DVD 等多个领域；70%以上产品销往境外。
水晶光电	公司是全球滤光片龙头厂商，A股上市，公司棱镜产品主要用于 AR 眼镜、超短焦投影系统、潜望式镜头、3D 感测等应用领域。
欧菲光	公司是全球手机摄像头模组龙头厂商，也具备棱镜生产能力，未来有望进入潜望式镜头供应链。
福光股份	公司是国内光学镜头领先厂商，A股上市，2020 年 3 月表示将投入 0.32 亿元用于棱镜冷加工项目，目标产能 54KK/年，未来有望进入潜望式镜头供应链。
五方光电	公司是全球滤光片领先厂商，A股上市，公司 2020 年 1 月表示将投入 1.2 亿元在湖北荆州投资建设光学蓝玻璃和微棱镜冷加工项目。
亚洲光学	台湾光学元器件领先厂商，具备生产高精度单体棱镜、间隙棱镜、楔形棱镜和微型棱镜等多种棱镜产品的能力。
Optron-Tec	韩国知名光电解决方案的供应商，主要产品包括滤光片和光学镜片，也具备棱镜生产能力。

资料来源：各公司官网，东方财富证券研究所

3.3. 音圈马达（VCM）

音圈马达 (VCM, Voice Coil Motor) 的作用是实现自动对焦 (AF, Auto-Focus) 和光学防抖 (OIS, Optical Image Stabilization)。拍摄过程中相机的轻微抖动会造成画面模糊，镜头内的陀螺仪检测到微小的移动后将信号传至微处理器，计算出需要补偿的位移量，通过马达对镜片组进行补偿，从而可尽量减少成像的偏移，降低抖动的影响。对于长焦镜头来说，同样程度抖动造成的偏移量更大，从而对成像效果影响也更大。此外，长焦镜头对焦普遍比主摄略慢，尤其是拍运动物体很容易失焦。因此潜望式长焦镜头的 VCM 设计也更加复杂，相应的价值量也更高。华为 P40 Pro Plus 的长焦镜头搭载的是滑槽式 AF 长寿命马达，为了不干扰复杂的光路设计，该马达设计在反射镜的后面，并采用滑槽式承载方式，搭配极强的磁力与精密杠杆结构，平衡了前端的反射镜负载。此外该马达采用了优异的润滑材料，使马达能够高稳定、高精度地移动反射镜，实现自动对焦功能，并拥有足够长的使用寿命。华为已为该马达申请了专利。

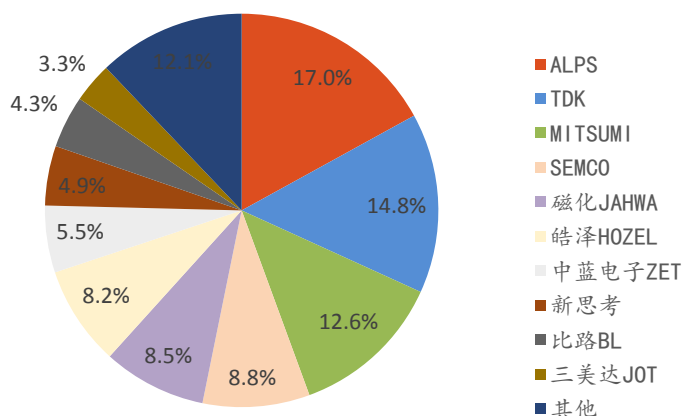
图表 32：OIS 光学防抖的工作原理：光轴补偿



资料来源：ROHM，东方财富证券研究所

从全球竞争格局来看，目前日韩厂商占据主导地位，以 ALPS、TDK、Mitsumi、SEMCO 和 JAHWA 为代表的日韩厂商占据了 60% 左右的市场份额，目前潜望式镜头的马达主要由 Mitsumi 和 TDK 提供，价格在 10 美金左右。

图表 33：2018 年 VCM 厂商全球竞争格局



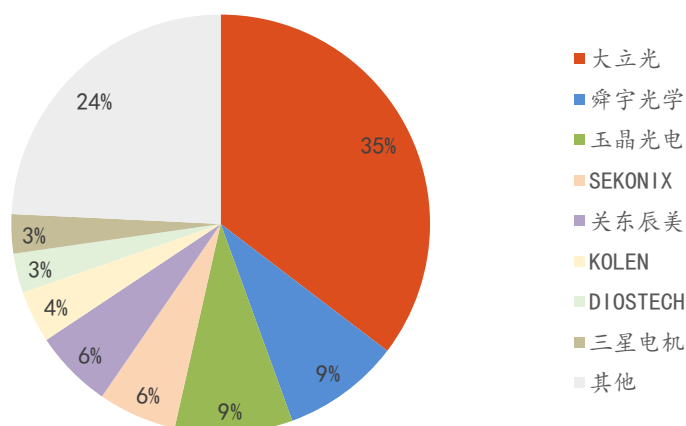
资料来源：第一手机界研究院，东方财富证券研究所

国内厂商近两年在国内手机厂商的扶持下也不断崛起，代表厂商皓泽（HOZEL）、中蓝电子（ZET）、新思考（New-Shicoh）和比路（BL）等，上述厂商已经全面进入华为、小米、OPPO 和 vivo 等为代表的中国手机主流品牌厂家供应链，在中低端手机产品线开始快速替代国际 VCM 大厂。目前新思考也推出了潜望式光学变焦马达，未来有望受益潜望式摄像头的渗透。

3.4. 镜头

全球手机镜头市场的竞争格局相对稳定，目前中国台湾厂商大立光仍处于绝对领先地位，2019 年全球市场份额达到 35%，其次市占率靠前的为中国大陆厂商舜宇光学、中国台湾厂商玉晶光电、韩国厂商 SEKONIX（世高光）和日本厂商关东辰美，2019 年全球市场份额分别为 9%/9%/6%/6%。

图表 34：2019 年全球手机镜头厂商竞争格局



资料来源：TSR，东方财富证券研究所

大立光不论是在出货量还是在技术方面都是行业绝对的龙头，公司 8P(塑胶镜片)已于 2019 年第 4 季开始出货，但良率十分低。前面提到为解决潜望式

结构进光量小的问题，玻塑混合镜头方案被提出，用玻璃镜片替代 1-2 片塑料镜片。玻璃镜片主流工艺包括：模造工艺、WLO (Wafer-Level Optics, 晶圆级光学) 工艺和 WLG (Wafer-Level Glass, 晶圆级光学玻璃) 工艺。模造工艺相对成熟，目前主要采用毫米级注塑工艺，即将玻璃初胚置于精密加工成型模具中，升高温度使玻璃软化，再使玻璃受力变形分模取出，得到所需要的镜片形状。**模造工艺是目前主流的镜片加工工艺，其加工效率低，性价比比较低。**WLO 工艺是在整片玻璃晶圆上，用半导体工艺批量复制加工镜头，将多个镜头晶圆压合在一起再切割成单颗镜头，优点是尺寸小、一致性好，但目前可达到的像素较低，主要用于准直镜头。WLG 工艺是 WLO 工艺的升级版，在切割晶圆前，使用专用胶水印刷到玻璃上制成非球面玻璃，其光学性能更好，生产效率更高，但目前技术还不成熟，良率有待突破。随着玻塑混合镜头生产工艺进一步成熟，手机厂商有望逐步采用该技术。模造玻璃的技术门槛很高，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公司可实现量产，HOYA 是华为 P40 Pro 的潜望式镜头中的玻璃镜片供应商，联创电子的 6P1G 镜头厚度仅有 7.2mm，比主流的 7P 塑料镜头薄 0.3mm，于 2019 年下半年量产出货，良率超过 40%，应用于荣耀 V30。WLG 工艺方面，瑞声科技 (AAC) 是全球唯一掌握 WLG 晶圆级光学玻璃镜片量产技术的公司，并于 19 年年底开始投产。舜宇光学在三种工艺上均有所储备，公司是荣耀 V30 6P1G 玻塑混合镜头一供，联创电子为二供。

图表 35：手机镜片主流加工工艺

工艺	模造玻璃	WLO	WLG
加工过程			
优点	工艺成熟、成本较低	尺寸小、高度低、一致性好、精度高、批量复制生产、成本低	尺寸最小、光学性能优异（透光性好、折射率高和更耐高温）
缺点	精度要求高、加工效率低	像素低（2MP 左右）、耐热性较差、加工良率低	技术不成熟、产能、良率和成本有待突破
适用领域	适用于玻塑混合镜头和准直镜头	适用于准直镜头	适用于玻塑混合镜头和准直镜头
主要供应商	HOYA、亚洲光学、舜宇光学、联创电子、联合光电	Heptagon、奇景光电、华天科技、晶方科技	瑞声科技

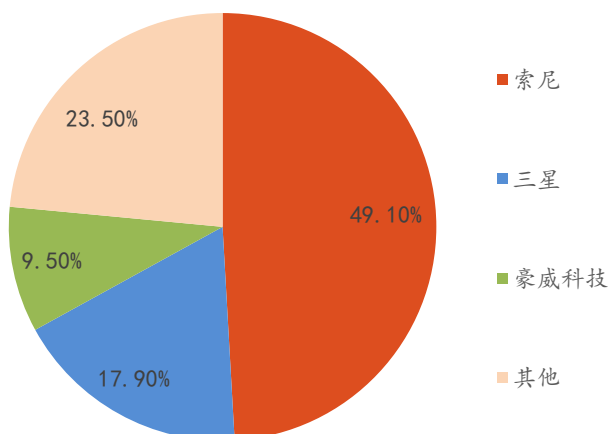
资料来源：联创电子，Heptagon，瑞声科技，东方财富证券研究所

大立光目前对于玻塑混合技术仍然不太看好，认为其在手机镜头应用上无论是价格或是品质都不具有优势，因此仍以高端全塑镜头为方向，目前 9P 镜头正在设计中。

3.5. 图像传感器 (CIS)

前面提到过，由于摄像头模组厚度限制，潜望式镜头内的图像传感器无法采用较大的尺寸，因此采用的都是规格相对较低的 CMOS 芯片，对于图像传感器厂商来说受益较小。目前全球 CMOS 传感器市场处于寡头垄断阶段，索尼遥遥领先，据 TSR 数据，2019 年全球图像传感器市场索尼市占率达 49.1%，其次是三星、豪威（被韦尔股份收购），市占率分别为 17.9%和 9.5%，加上安森美半导体和 SK 海力士前五大公司全球市场份额超过 90%。目前发布的潜望式镜头智能手机采用的基本是索尼和三星的 CMOS 芯片。国内公司韦尔股份通过 2019 年对美国豪威科技的收购，使我国在 CMOS 传感器市场拥有一席之地。豪威科技于 1995 年在美国加州成立，CMOS 传感器是其主要收入来源，目前公司已经进入华为供应链，并在 19 年 6 月正式推出 4800 万像素产品，进入主摄像头领域。除豪威科技外，韦尔股份还通过收购分别获得了国内两家 CMOS 芯片厂商视信源和思比科 79.93%和 85.31%的股权，进一步巩固了 CMOS 传感器领域的布局。

图表 36：2019 年全球图像传感器市场竞争格局

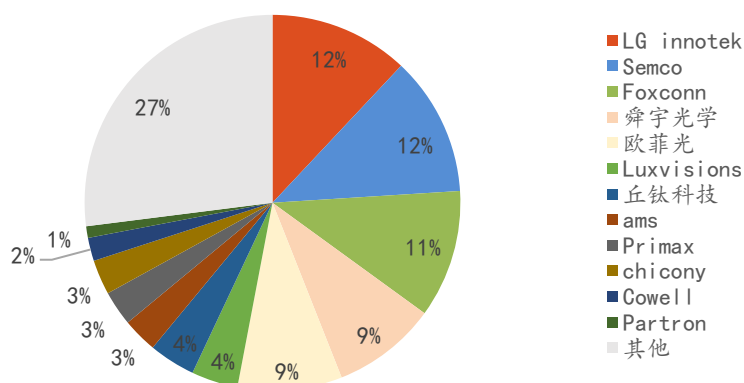


资料来源：TSR，东方财富证券研究所

3.6. 模组

由于潜望式镜头增加了棱镜模块，光路更加复杂，因此对装配公差的要求也更高，从而一线模组厂商具备竞争优势。从营收来看，LG innotek、Semco、富士康、舜宇光学和欧菲光等属于第一梯队，2018 年全球市占率分别为 12%/12%/11%/9%/9%；第二梯队包括立景光电、丘钛科技等厂商，市占率为 3%-4%。从出货量来看，欧菲光和舜宇光学出货量相对领先，由于 LG innotek 和 Semco 等韩国厂商主要供应苹果和三星，因此单机价值量相对更高。目前潜望式镜头模组的主要供应商包括欧菲光、舜宇光学和立景光电等，上述厂商未来有望进一步受益潜望式镜头渗透率的提升。

图表 37：2018 年全球手机摄像头模组厂商竞争格局（按营收）



资料来源：Yole，东方财富证券研究所

4. A 股推荐标的

4.1. 水晶光电

浙江水晶光电科技股份有限公司成立于 2002 年 8 月，于 2008 年 9 月上市，是全球滤光片龙头厂商，公司通过 OLPF（Optical Low Pass Filter，光学低通滤光片，用于数码相机、安防监控）和 IRCF（IR-Cut Filter，红外滤光片，用于手机摄像头）业务起家，OLPF 产销量占全球数码相机需求量的 30% 以上，IRCF 产销量占全球 20% 以上。公司目前拓展了成像光学、生物识别、新型显示、蓝宝石 LED 衬底和反光材料五大业务板块，共设有浙江椒江、浙江临海和江西鹰潭三大生产基地，为索尼、佳能、苹果、三星、华为、联想、中兴等全球知名企业提供配套产品。

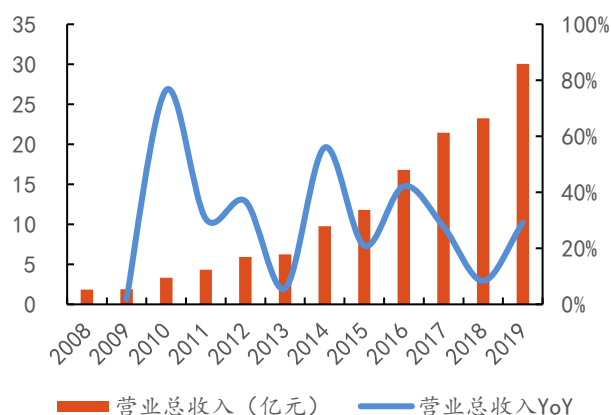
图表 38：水晶光电主要产品系列

成像光学	生物识别	新型显示	蓝宝石 LED 衬底	反光材料
2019H1 营收（亿元）8.19	1.51	0.18	0.67	0.85
2019H1 营收占比 71.81%	13.21%	1.62%	5.88%	7.47%
2019H1 毛利率 22.14%	41.09%	0.62%	-11.02%	38.02%
光学成像 OLPF 蓝玻璃 IRCF 普通 IRCF 投影 LCOS 封装玻璃 投影机散热板 穿戴产品 玻璃表盖 组合透镜 球面镜	指纹识别 蓝玻璃 IRCF	视频眼镜 HUD 车载 PGU Qrios HUD Q1 汽车平视显示 微投光引擎 	超短焦投影 蓝宝石衬底 蓝宝石光学应用 镜头保护 手机盖板 手表表镜 蓝宝石晶体 	安全防护应用 200nm 高亮反光膜 201HACUT 高亮反光膜 201HF 高亮反光膜 201HY 黄色高亮反光膜

资料来源：公司官网，choice，东方财富证券研究所

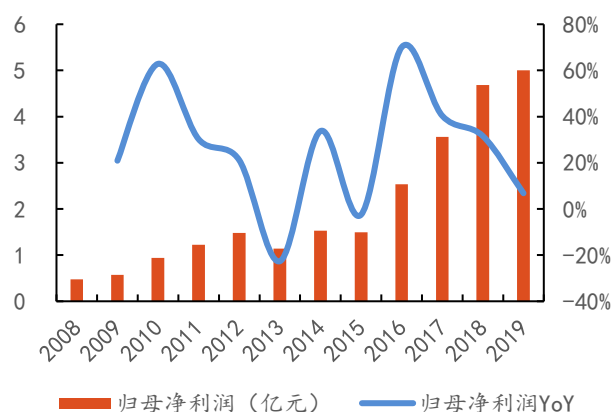
公司自上市以来，得益于主营业务精密光电薄膜元器件业务营收规模的稳定增长，整体营收和净利润保持上涨趋势。2018 年在全球智能手机出货量下滑、LED 芯片价格大幅下跌的大背景下，公司把握多摄渗透和 3D 成像等光学创新机遇，加快开拓国际市场，提升大客户份额，当年仍然实现营收同比 8% 的增长。2018 年公司实现归母净利润 4.68 亿元同比增长 32%，主要由于减持日本光驰获得 1.62 亿元投资收益，对应扣非归母净利润 3.01 亿元，同比下降-8%。2019 年公司进一步把握智能手机多摄、屏下指纹及 3D 人脸识别等创新机遇，打开新的成长空间，当年实现营收 30.03 亿元，同比增长 29%，实现归母净利润 5.00 亿元，同比增长 7%。

图表 39：水晶光电上市以来营收规模及增速



资料来源：Choice，东方财富证券研究所

图表 40：水晶光电上市以来归母净利润规模及增速



资料来源：Choice，东方财富证券研究所

公司的棱镜元件已经供应了华为 P30 Pro 和 OPPO Reno 变焦版等产品，棱镜产品的单价比普通滤光片要高，未来潜望式镜头渗透率的提升有望带动公司棱镜业务的业绩增长，并进一步优化公司的产品结构。

4.2. 联创电子

联创电子科技股份有限公司于 2006 年成立，于 2015 年借壳汉麻产业上市。公司于 2009 年成立光学事业群，专门从事各类光学镜片、镜头、影像模组的研究和生产，公司光学镜头的研发设计、精密光学模具加工（塑胶镜片、塑胶结构件和模具等）、模造玻璃镜片成型、高清广角镜头制造能力均接近世界一流水平。公司光学产品包括车载镜头、广角高清镜头、手机镜头及模组等，分别应用于汽车电子、智能手机、运动相机和 VR/AR 领域，主要客户包括特斯拉、Mobileye、英伟达、安波福、法雷奥、三星、小米、LG、华勤、闻泰、中兴、GoPro 和 MR 公司等。光学业务外，公司还分别在 2010 年扩展了电容式触控屏业务，在 2016 年通过入股韩国美法思株式会社，布局无线充电芯片业务。2019 年公司营收的 55% 来自触控屏及显示加工业务，21% 来自光学业务，24% 来自芯片业务。

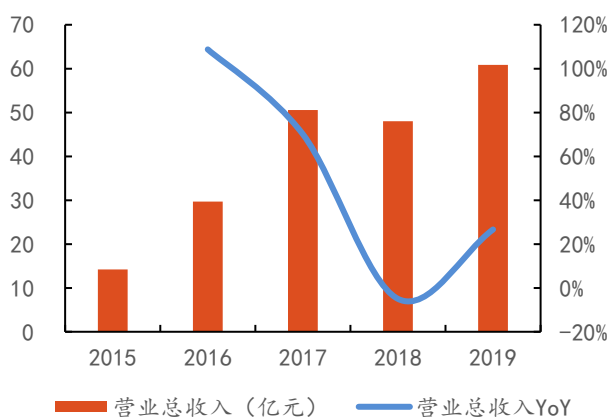
图表 41：联创电子主要产品介绍

业务类别	产品名称	产品应用
光学产业	车载镜头	汽车前后、环视摄像
	高清广角镜头	运动相机、车载监控、警用
	高像素手机镜头	手机前后摄像、屏下光学指纹摄像
	手机摄像头模组	手机前后摄像、屏下光学指纹摄像
触控显示	小尺寸触摸屏	专业制造 GFF/GF1/OGS/G1M 等各类触摸屏和 HD/FHD/QHD 等多种显示模组 (LCM)，产品主要应用于手机、智能穿戴设备及智能家
	中大尺寸触摸屏	专业制造 7-13.6 寸各类规格的中大尺寸触摸屏，产品主要应用于平板及笔记本电脑
	显示模组	为公司的触控显示一体化产品进行配套；为京东方等面板厂代工生产
	触控显示一体化	为智能手机提供触控显示一体化服务
集成电路	无线充电芯片	为无线充电设备提供芯片

资料来源：各公司官网，东方财富证券研究所

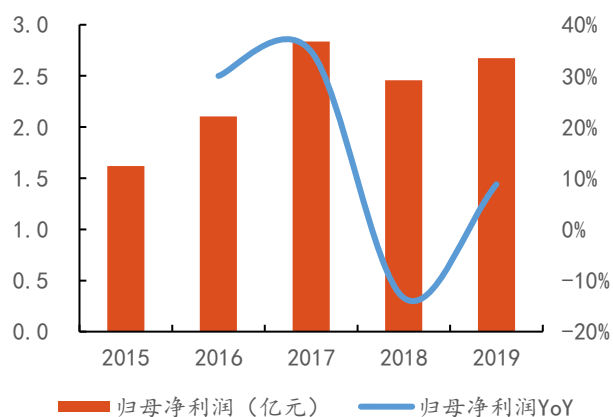
公司自上市以来，除 2018 年外，营收和净利润基本保持快速增长。2018 年公司实现营收 48.02 亿，同比下降 4.99%；实现归母净利润 2.46 亿，同比下降 13.40%，主要由于中美贸易摩擦影响导致四季度高清广角镜头交货推迟，从而收入不及预期，且公司当年加大研发投入，新项目投融资增加，从而导致研发费用和财务费用上升，利润进一步下滑。2019 年公司实现营收 60.82 亿元，同比增长 26.65%；实现归母净利润 2.67 亿元，同比增长 8.81%。2019 年公司光学产品收入达 12.75 亿元，同比增长 92.44%。得益于光学创新持续升级，公司手机镜头、手机摄像头模组和屏下指纹模组出货量大幅增长。此外公司车载镜头获得多个大客户认可，高清广角以及全景镜头等取得重大突破，玻塑混合镜头也量产出货。

图表 42：联创电子上市以来营收规模及增速



资料来源：Choice，东方财富证券研究所

图表 43：联创电子上市以来归母净利润规模及增速



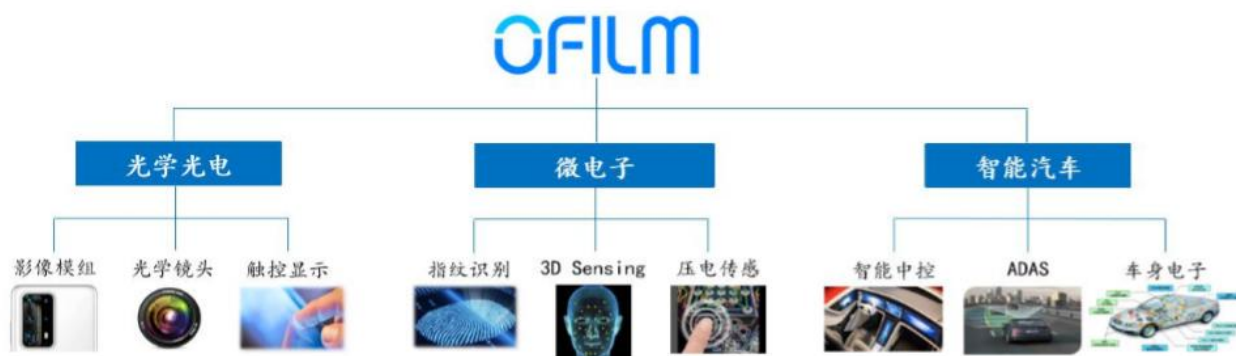
资料来源：Choice，东方财富证券研究所

公司在玻璃镜头领域深耕多年，目前公司的模造非球面玻璃镜片技术已经相对成熟，仅次于行业龙头公司 HOYA。未来随着公司产能释放，潜望式镜头加速渗透，公司相关业务有望打开成长空间。

4.3. 欧菲光

欧菲光是全球手机摄像头模组龙头企业。公司目前业务包含光学光电业务、微电子业务和智能汽车业务三大板块。光学光电业务主要包括微摄像头模组、光学镜头和触控显示三类产品，微电子业务主要包括指纹识别模组、3D Sensing 模组以及压电传感模组三类产品，智能汽车业务包括智能中控、ADAS 和车身电子三类产品。目前光学光电业务是公司营收的主要来源，2019 年营收占比约 77%；其次是微电子业务，2019 年营收占比约 21%。

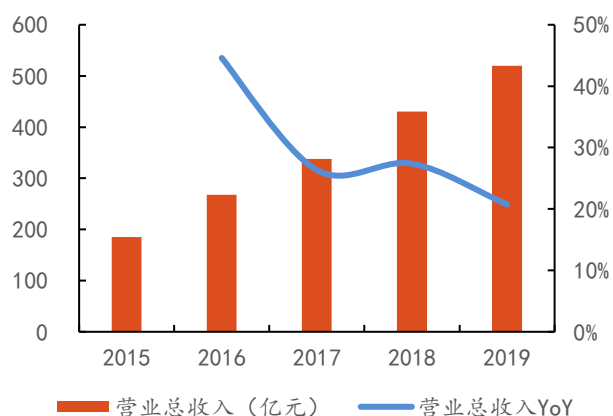
图表 44：欧菲光业务和产品构成



资料来源：公司年报，东方财富证券研究所

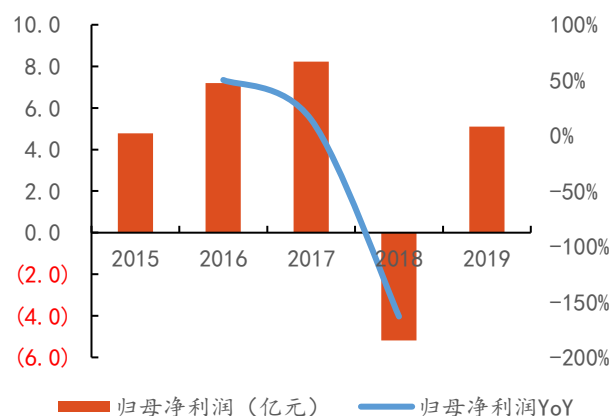
公司近 5 年营收保持快速增长，2018 年随着内嵌触控（In-Cell）方案的崛起，公司的外挂式触控业务受到重大影响，大幅拖累当年业绩，2018 年公司归母净利润亏损 5.19 亿元。2019 年 11 月 19 日，公司发布公告称将非 A 客户相关的触控显示业务以股权转让的形式出表并进行独立发展，未来将聚焦光学业务。触控业务出表后，2019 年公司实现营业收入 519.74 亿元，同比增长 20.75%；实现归母净利润 5.10 亿元，实现扭亏为盈。

图表 45：欧菲光近 5 年营业收入（亿元）及 YoY



资料来源：choice，东方财富证券研究所

图表 46：欧菲光近 5 年归母净利润（亿元）及 YoY



资料来源：choice，东方财富证券研究所

在光学创新持续升级的带动下，公司摄像头模组和镜头业务进展顺利。2019 年公司摄像头出货量达 6.60 亿颗，同比增长 19.66%，其中高端单摄产品

及三摄产品的出货量占比不断提高，带动摄像头模组 ASP 提升。摄像头模组业务营收达 306.07 亿元，同比增长 25.31%，综合毛利率为 8.83%。公司作为全球领先的摄像头模组厂商，目前已经成功进入多款手机的潜望式镜头供应链，同时公司也在布局棱镜零部件，未来公司有望继续受益潜望式镜头的渗透率提升。

4.4. 推荐标的盈利预测及估值

图表 47：推荐标的一致盈利预测（截至 2020-05-12）

股票代码	公司	总市值 (亿元)	EPS		PE		评级
			2020E	2021E	2020E	2021E	
002273.SZ	水晶光电	184.85	0.69	0.83	22.00	18.29	增持
002036.SZ	联创电子*	105.43	0.61	0.82	17.98	17.98	未评级
002456.SZ	欧菲光	432.43	0.67	0.92	23.79	17.33	买入

资料来源：Choice，东方财富证券研究所

注：*表示该公司采用的为行业一致盈利预测

5. 风险提示

疫情持续影响全球智能手机出货量；
潜望式镜头渗透速度不及预期；
部分零部件技术替代风险。

东方财富证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格

分析师申明：

作者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，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

投资建议的评级标准：

报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后3到12个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的3到12个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A股市场以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普500指数为基准。

股票评级

买入：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅15%以上；
增持：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于5%~15%之间；
中性：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-5%~5%之间；
减持：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-15%~-5%之间；
卖出：相对同期相关证券市场代表性指数跌幅15%以上。

行业评级

强于大市：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅10%以上；
中性：相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-10%~10%之间；
弱于大市：相对同期相关证券市场代表性指数跌幅10%以上。

免责声明：

本研究报告由东方财富证券股份有限公司制作及在中华人民共和国（香港和澳门特别行政区、台湾省除外）发布。

本研究报告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的当然客户。

本研究报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司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。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的报告之外，绝大多数研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

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，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。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。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。

那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

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，投资者需自行承担风险。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为东方财富证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。