

光学镀膜需求向好, 光学创新打开成长新空间

精密光电薄膜元器件龙头, 聚焦光学新业务开启二次成长

公司主导产品红外截止滤光片 (IRCF) 和光学低通滤波器 (OLPF) 两大产品产销量居全球前列, 产品服务于苹果、华为、三星、OPPO、vivo 等国内外一线/主流品牌。光学行业是未来几年消费电子创新确定性最强的赛道之一, 伴随光学创新不断加速, 公司依托在光学冷加工和薄膜光学以及半导体光学的技术积累, 抓住双摄/多摄、屏下指纹、3D 成像、潜望式摄像头、AR 设备等市场机会, 光学产品有望迎来新一轮的成长。

多摄及高像素升级, IRCF 受益需求增长及尺寸提升, 收入有望重回高增长

随着智能手机多摄及高像素化加速升级, 以及车载摄像头、安防高清摄像头的需求增长, 摄像头及其必备光学组件红外截止滤光片市场需求有望恢复高增长, 且大尺寸滤光片需求增加, 判断结构优化有望带动价格小幅上行, 中期有望保持稳定。公司是红外截止滤光片全球龙头, 蓝玻璃 IRCF 扩产完成, 预计伴随行业需求提升以及大尺寸滤光片出货增加, 传统 IRCF 收入有望重回高增长, 盈利能力稳定。

3D 摄像、潜望式、屏下指纹等快速渗透, 新产品打开成长空间

手机光学创新加速, 3D 成像、潜望式、屏下指纹识别等渗透率迅速提升, 明后年有望成为中高端机型标配。公司 3D 成像滤光片及晶圆加工、潜望式摄像头棱镜、光学屏下指纹识别滤光片等新产品已顺利导入海内外大客户机型, 新产品进一步打开公司成长空间, 有望贡献业绩增长新动能。

AR 眼镜出货量有望快速增长, 前瞻卡位 AR 成像模组关键环节

预计伴随 5G 拓展 VR/AR 应用范围, 云游戏、新型社交模式的探索与成熟, 叠加近眼显示技术等核心技术的不断突破, 2021 年 AR 眼镜出货量有望快速提升。公司前瞻布局 AR 市场, 近年参股以色列 Lumus 并与德国肖特合资成立子公司, 产业链上下游合作卡位 AR 设备核心光学成像系统及光学元件, 分享市场红利。

投资日本光驰推进新产品与新客户开拓, 投资收益增厚业绩

投资日本光驰推进新产品与新客户开拓, 加强新产品研发及客户开拓, 近年日本光驰经营稳健, 预计伴随光学行业景气恢复, 日本光驰光学镀膜机需求与经营持续向好, 公司在获取产业协同的同时, 还可获取稳定的投资收益。

盈利预测与估值

不考虑日本光驰等投资收益, 预计公司 2019-2020 年归母净利润分别为 4.2、6.1、7.7 亿, 当前股价对应的 PE 分别为 40、27、22X, 按 2020 年 40X 估值给予目标价 21.71 元/股, 首次覆盖, 买入评级。

风险提示

智能手机行业销量大幅下滑、光学创新不达预期

水晶光电 (002273)

首次评级

买入

马红丽

mahongli@csc.com.cn

执业证书编号: S1440517100002

发布日期: 2019 年 11 月 18 日

当前股价: 14.77 元

目标价格 6 个月: 21.71 元

主要数据

股票价格绝对/相对市场表现 (%)

	1 个月	3 个月	12 个月
	-5.35/-3.13	42.31/41.78	105.64/90.38
12 月最高/最低价 (元)			16.4/8.85
总股本 (万股)			112,568.78
流通 A 股 (万股)			108,306.74
总市值 (亿元)			159.28
流通市值 (亿元)			153.25
近 3 月日均成交量 (万)			4,441.65
主要股东			
星星集团有限公司			11.03%

股价表现



相关研究报告

目录

一、精密光电薄膜元器件龙头，聚焦光学新业务开启二次成长.....	1
1.1 稳健经营，营收及利润稳定增长	2
1.2 聚焦新业务，构建二次成长曲线	4
二、多摄及高像素升级，IRCF 受益需求数量及尺寸提升，收入有望重回高增长.....	4
2.1 手机摄像头高像素、多摄化，红外截止滤光片需求升级.....	4
2.2 公司是红外截止滤光片龙头，传统产品面临升级机遇，收入有望重回高增长.....	11
三、3D 摄像、屏下指纹、潜望式等渗透率快速提升，新产品打开成长空间.....	12
3.1 3D 摄像渗透率明后年有望快速提升，窄带滤光片有望放量.....	12
3.2 高倍光学变焦为手机光学关键创新，潜望式摄像头棱镜实现量产.....	16
3.3 光学屏下指纹识别成主流方案，滤光片成为新增量.....	18
四、AR 眼镜出货量有望快速增长，前瞻卡位 AR 成像模组关键环节.....	19
4.1 光波导技术有望成为消费级 AR 眼镜光学系统主流选择.....	19
4.2 5G 拓展 VR/AR 应用，2021 年 AR 眼镜出货量有望快速增长.....	21
4.3 公司通过外延投资及产业合作前瞻布局 AR 市场.....	21
五、投资日本光驰推进新产品与新客户开拓，投资收益增厚业绩.....	22
六、盈利预测与评级	23
七、风险分析	24

图表目录

图 1: 公司拥有的核心技术	2
图 2: 公司近年研发支出及占比	2
图 3: 公司上市以来收入及净利润	3
图 4: 公司上市以来资产负债率及 ROE (17 年发可转债)	3
图 5: 公司 2019H1 各产品收入占比.....	3
图 6: 公司主要产品毛利率 (%)	3
图 7: 公司上市以来销售毛利率与净利率变化	4
图 8: 公司主要产品收入趋势 (万元)	4
图 9: 全球智能手机出货量及预测	5
图 10: 全球双摄像头手机渗透率逐步提升	6
图 11: 手机摄像头结构示意图 1.....	7
图 12: 手机摄像头结构示意图 2	7
图 13: 滤光片原理图	8
图 14: 五方光电 IRCF 组立件价格走势.....	9
图 15: 五方光电 IRCF 组立件单价.....	9
图 16: 2019-2022 年智能手机摄像头及配套红外截止滤光片行业需求增长加速	10
图 17: 小米 MIX Alpha 1 亿像素 1/1.33 英寸超大感光元件.....	11
图 18: 索尼部分 CMOS 图像传感器像素与尺寸	11
图 19: 公司精密光电薄膜近年销量及增速	12
图 20: 公司精密光电薄膜近年收入及增速、毛利率.....	12
图 21: 前/后置 3D 成像有望在智能手机中迅速渗透.....	14
图 22: 3D 成像及传感市场规模及应用市场分布	14
图 23: 公司 2011-2023 年 3D 成像及传感出货量预测.....	14
图 24: 3D 成像技术三种方案	15
图 25: 3D 结构光与 TOF 模组主要硬件	16
图 26: 10 倍光学变焦与数码变焦的效果对比.....	16
图 27: 潜望式摄像头结构示意图 1	17
图 28: OPPO 潜望式摄像头拆解	17
图 29: 屏幕指纹模组出货量及增速	18
图 30: 光学与超声波屏下指纹识别方案原理对比.....	19
图 31: 光学屏下指纹识别模组原理示意图	19
图 32: AR 与 VR 近眼显示系统示意图	20
图 33: 基于光波导的光学透视显示器	20
图 34: AR 光学显示系统的分类和产品举例.....	20
图 35: 全球 VR/AR 头显出货量预测	21
图 36: 基于光波导的光学透视显示器	21
图 37: 日本光驰近年收入与净利润	23
图 38: 公司近年采购光驰的光学镀膜机金额.....	23

表 1: 公司主要产品及用途	1
表 2: 智能手机多摄像头升级不断增多	6
表 3: 手机旗舰机像素升级	7
表 4: 红外截止滤光片类型	9
表 5: 公司 2017 年可转债募投项目产能	11
表 6: 公司 2017 年可转债募投项目方向	12
表 7: 近年搭载 3D 成像方案的机型及发布时间.....	13

一、精密光电薄膜元器件龙头，聚焦光学新业务开启二次成长

公司创办于 2002 年 8 月，2008 年在深交所上市，专业从事光学影像、LED、微显示、反光材料等领域相关产品的研发与制造，拥有**光学、LED 蓝宝石、反光材料和新型显示**四大业务板块，生产的成像光学元器件、生物识别光学元器件，LED 蓝宝石衬底、新型显示光机模组、反光材料等核心产品均达到国内或国际先进水平，主要产品广泛应用于数码相机、可拍照手机摄像头、安防监控摄像头、电脑摄像头及其它数字摄像镜头、半导体照明、微型投影仪、视频眼镜、公路交通标志、安全防护等。

公司各板块业务主要定位于中高端市场，经过多年发展沉淀，在行业占据领先地位，主导产品红外截止滤光片（IRCF）和光学低通滤波器（OLPF）两大产品产销量居全球前列，产品服务于苹果、华为、三星、OPPO、vivo 等主国内外一线/主流品牌。

表 1：公司主要产品及用途

业务板块	主要产品种类	产品用途	
1、光学解决方案及核心元器件	光学成像与感知领域	红外截止滤光片（IRCF）及组立件	色差校正、更好的还原图像真实色彩的作用。
		光学低通滤波器（OLPF）	一种多片组合型滤光片，有效的起到滤除高频光波引起的莫尔条纹、色差校正、更好的还原图像真实色彩的作用。
		CMOS 封装玻璃	为了解决 CMOS 防尘及易清洁，一般会采用 COVER 进行保护，该封装 COVER 具有高透过率、高表面质量、低 α 线释放量等要求。
		光学窗口片	手机摄像头模组最外层光学部件，保护内部不受水汽、灰尘等环境侵蚀，且通过特殊镀膜处理具备防指纹、防油污、抗划伤以及低反射等性能。
		CCTV 切换器	在切换器上分别装有 AR/IR 以及 AR/AR 滤光片。通过电机提供驱动力，带动滤光片支架，在这两种滤光片中进行切换，满足 CCD 成像对不同光线场景的需求。
		棱镜	分为微棱镜、PBS 棱镜、全反射棱镜，应用于 AR 眼镜、超短焦等投影系统、潜望式摄像头、3DDOT Projector 系统。
	生物识别领域	窄带滤光片	满足某波段的光具有很高的透过率，而其他波段的光具有很低的反（透）射率的滤光片，应用于生物识别、夜视。
		打孔晶圆	在晶圆级封装的微镜头结构中，使用打孔晶圆调节两镜片间的距离，起到焦距匹配作用。
		镀膜晶圆	主要用于 WLO/WLP 制程中遮光或滤光的大面积镀膜产品。
		光刻晶圆	使用半导体黄光制程及多层套刻技术，结合高精度镀膜工艺，在 6 或 8 英寸晶圆级玻璃上光刻出相应图形，满足不同区域实现不同的产品特性要求。
2、新型显示	AR/VR 光学解决方案	高折射晶圆	使用高折射率玻璃加工而成，具备表面粗糙度要求高，TTV 指标要求高等特点，主要用于光波导 AR 眼镜等领域。
		智能眼镜光学模组及	针对近眼显示应用开发的多系列穿透式智能眼镜光学引擎，以及

		POD	AR 成像模组的核心组件，应用于 AR 眼镜。
		汽车平视显示技术 (HUD)	HUD (整机) 应用于车载电子领域，汽车平视显示技术将相关信息显示在前风挡玻璃前一定距离的驾驶员平视范围内，除提高驾驶安全性之外，在自动驾驶时代也可作为车联网的显示载体。
3、蓝宝石	LED 衬底解决方案	普通蓝宝石衬底	蓝宝石单晶加工而成。以 2/4/6 吋单抛、双抛片为主，可以根据客户要求定制厚度及形状。
		图形化蓝宝石衬底	在蓝宝石平片基础上，用半导体微加工技术在表面制作微米级规则图形，为高亮度 LED 芯片的基板材料。
4、反光材料	安全防护类反光材料解决方案	光膜	用于道路标志、广告标牌等压敏型反光材料。
		反纺织物	可缝制的高效逆向回归反射型织物底反光材料。
		反光热贴	可方便裁切、冲压到织物等底材上的热转印反光材料。
		车身反光标识	应用于货运车辆醒目目标车辆轮廓的压敏反光材料。

资料来源：公司财报、中信建投研究发展部

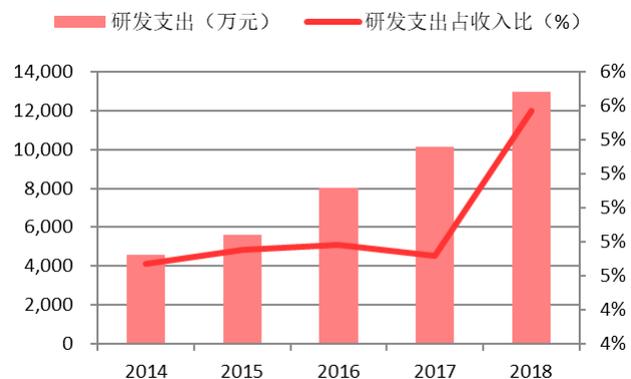
公司重视自主创新，拥有雄厚的技术实力，发展至今通过自主创新和技术研发掌握了**精密光学冷加工、精密光学薄膜、半导体光学、3D 成像、混合显示**等核心技术。通过不断加快技术与产品创新，丰富产品结构，公司致力于逐步从以大规模量产能力为特色的“产品制造型企业”向提供光学元器件及解决方案的“技术型公司”转型，成为全球领先的成像、感知和新型显示领域的光电元器件及解决方案提供商。

图 1：公司拥有的核心技术

冷加工技术	镀膜技术	半导体光学	3D 成像	混合显示
• 平面加工	• IR 镀膜	• 半导体蚀刻	• 核心元器件	• 成像晶圆加工
• 球面镜加工	• 硬质镀膜	• 纳米压印	• 结构光方案	• 成像元件胶合
• 棱镜加工	• 双通镀膜	• 微纳结构	• TOF 方案	• 背光及照明设计
• 丝印	• 窄带镀膜		• 应用方案	• 模组组立

资料来源：公司公开资料、中信建投证券研究发展部

图 2：公司近年研发支出及占比

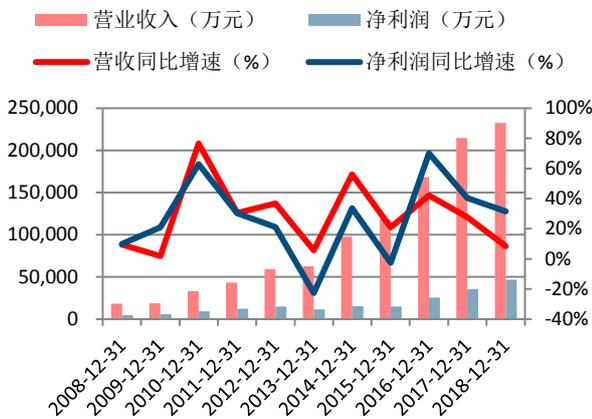


资料来源：WIND、中信建投证券研究发展部

1.1 稳健经营，营收及利润稳定增长

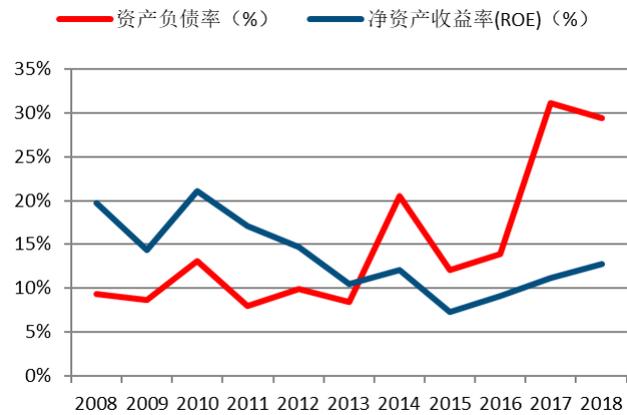
公司稳健经营策略稳健，2008 年上市以来收入复合增速 29%、归母净利润复合增速 26%，资产负债率常年低于 30%。2018 年，公司实现营业收入 23.26 亿元，较去年同期增长 8.39%；归属于上市公司股东的净利润 4.68 亿元，较去年同期增长 31.57%。

图 3：公司上市以来收入及净利润



资料来源：WIND、中信建投证券研究发展部

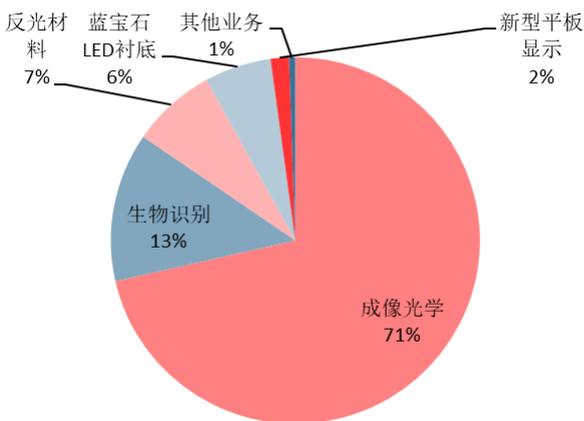
图 4：公司上市以来资产负债率及 ROE（17 年发可转债）



资料来源：WIND、中信建投证券研究发展部

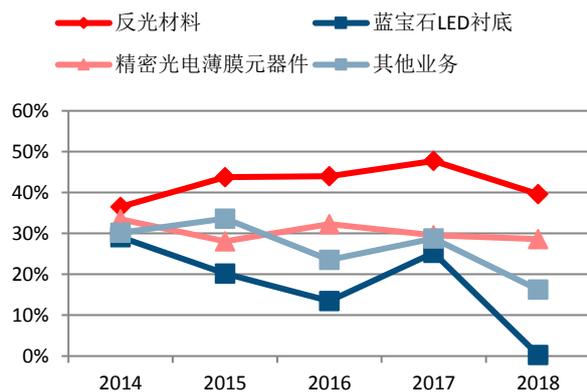
成像光学（精密光电薄膜元器件）是公司主要收入来源，2019 年上半年收入占比 70% 以上，近两年尽管国际经济形势错综复杂、手机市场整体增速放缓，传统光学元器件产品价格承压，公司紧紧抓住韩国与国内手机终端在双摄/多摄、屏下指纹、潜望式棱镜等的市场机遇，挖掘产能潜力，提升市场份额，维持该项业务收入稳定增长，2019 年上半年及 2018 年精密光电薄膜元器件收入同比增速分别为 12%、16%。但 2018 年-2019 年上半年，LED 行业持续不景气影响，公司蓝宝石 LED 衬底产品价格下降，稼动率不高，同时，反光材料整体需求受环境影响略有波动，销售及利润略有下降，该两项业务拖累了公司整体盈利水平。

图 5：公司 2019H1 各产品收入占比



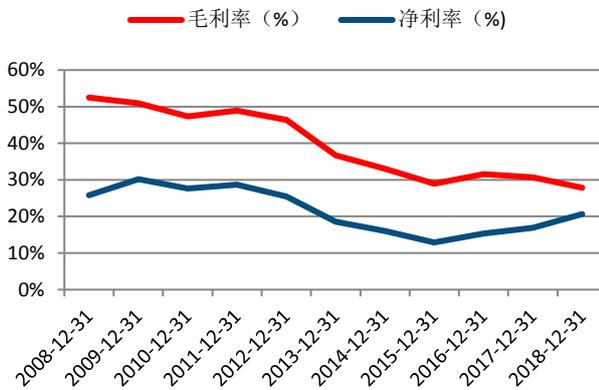
资料来源：WIND、中信建投证券研究发展部

图 6：公司主要产品毛利率（%）



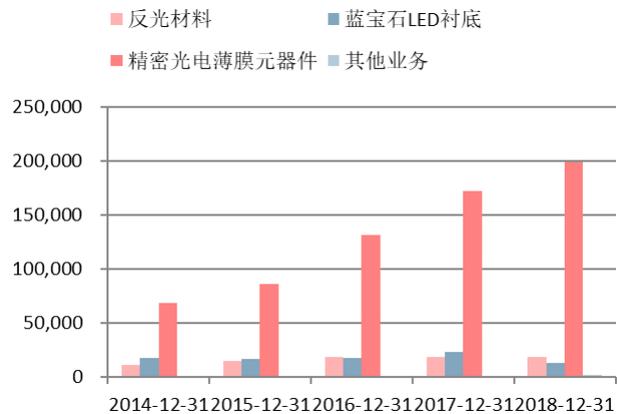
资料来源：WIND、中信建投证券研究发展部

图 7：公司上市以来销售毛利率与净利率变化



资料来源：WIND、中信建投证券研究发展部

图 8：公司主要产品收入趋势（万元）



资料来源：WIND、中信建投证券研究发展部

1.2 聚焦光学新业务，构建二次成长曲线

在保持基础经营稳健的基础上，公司重视新业务的开拓与战略布局，选定 5G 产业协同技术解决方案业务、以 3D 为核心的生物识别技术解决方案业务、AR 虚拟现实（新型显示）技术解决方案业务、薄膜光学成像技术解决方案业务作为未来的战略发展方向，以在元器件领域多年耕耘的业务为基础，紧抓 5G、生物识别、AR 等前沿技术领域发展方向，聚焦新业务，持续投入研发资源，与上游材料、传感器 sensor、芯片、装备厂家以及下游模组、终端厂家开展紧密合作，内部以项目制为牵引，全力推进新业务，构建二次成长曲线。

我们认为，光学行业是未来几年消费电子创新确定性最强的赛道之一，伴随光学创新不断加速，公司依托在光学冷加工和薄膜光学以及半导体光学的技术积累，抓住双摄/多摄、屏下指纹、3D 成像、潜望式摄像头、AR 应用等市场机会，光学产品有望迎来新一轮的成长。

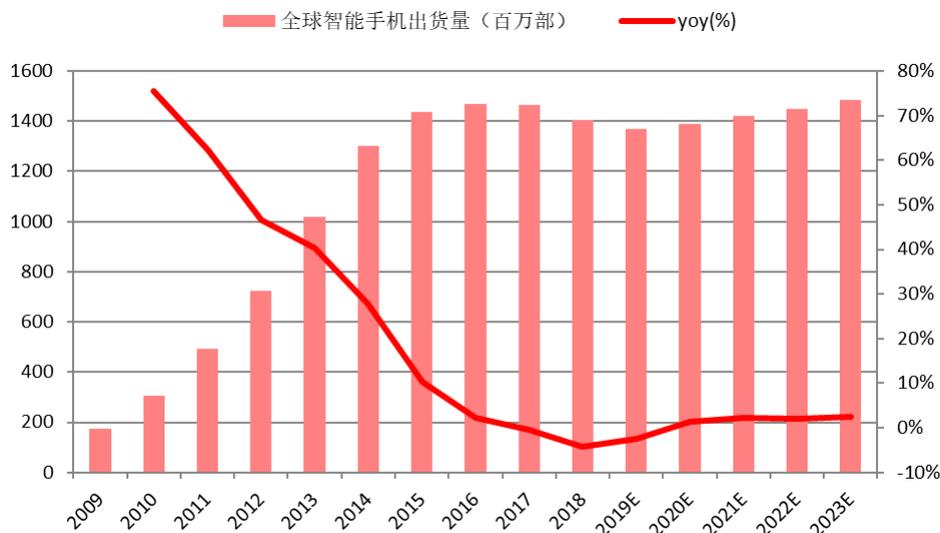
二、多摄及高像素升级，IRCF 受益需求数量及尺寸提升，收入有望重回高增长

2.1 手机摄像头高像素、多摄化，红外截止滤光片需求升级

2.1.1 手机光学创新加速，拍照多摄、高像素化趋势明显

5G 手机换新来临，智能手机出货量有望小幅增长。近年智能手机全球出货量放缓，2017 年首次出现同比负增长，市场调研机构 IDC 预计 2019 年全球智能手机出货量将继续呈下滑趋势，总体出货量达到 13.71 亿部，但随着 5G 网络与应用的成熟，5G 手机换新有望推动行业恢复小幅增长，2020 年在 5G 手机渗透率快速提升的提振下，全球智能手机出货量有望反弹。

图 9：全球智能手机出货量及预测



资料来源：IDC，中信建投证券研究发展部

智能手机摄像头配置水平不断提升，多摄及高像素化趋势明显。行业增速有限的背景下，智能手机行业总体从增量增长转为存量竞争，光学领域成为智能手机创新的重要方向，终端用户对于手机拍照质量的要求不断提高。

单摄手机发展至后期，拍照性能已开发至理论极限，受制于手机体积、厚度等因素，镜头、传感器芯片、摄像头模组等进一步技术升级难度大，单摄手机拍照面临技术瓶颈。双摄手机通过增加一个摄像头，可以在不增加摄像头和手机厚度的情况下，实现拍照的虚化、光学广角、大范围变焦等功能，例如，华为 P20 采用的彩色主摄+黑白副摄方案，可以极大改善夜间拍摄效果。双摄拍出的照片细节更加清晰，而且即便在夜间拍摄画质也依旧清晰细腻，因此，双摄作为手机厂商普遍采用的提高拍照质量与用户拍摄体验的技术手段，已基本渗透高端机型，根据旭日大数据，2016 年双摄手机渗透率仅为 5%，预计 2020 年将达到 60%。

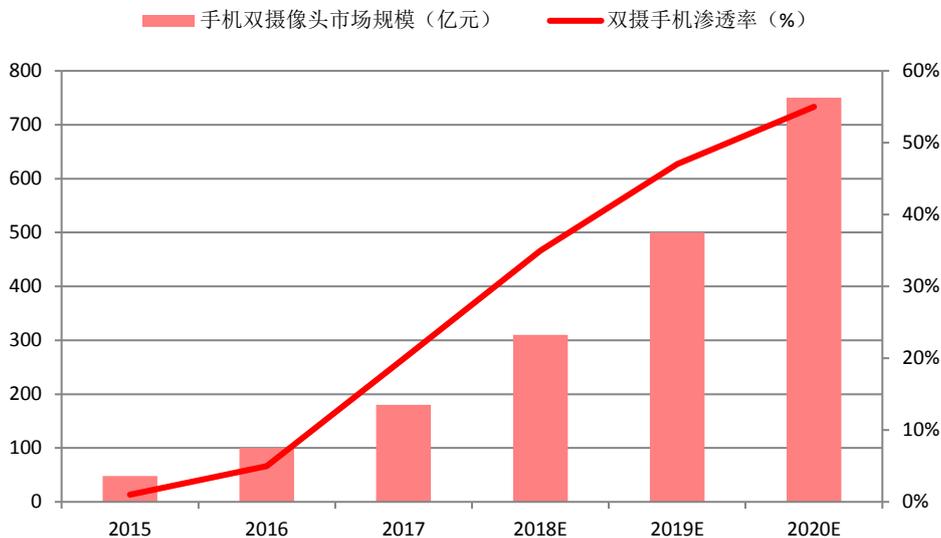
除双摄渗透率持续提高外，众多品牌旗舰机，如华为 P20 Pro、华为 Mate 20 Pro、三星 Galaxy S10+自 2018 年进一步推出前置单/双摄+后置三摄产品，2018 年底至 2019 年面世的旗舰机已开始搭载后置四摄，摄像头数量合计达到 5-6 颗，如 Galaxy A9s（2400 万像素前置单摄+2400 万像素后置四摄，三星首款四摄手机）、HUAWEI P30 Pro（3200 万像素前置单摄+4000 万像素后置四摄）、HUAWEI Mate 30 Pro（前置双摄+后置双 4000 万像素四摄）。预计明年发布的中高端智能手机后置摄像头数量有望追赶华为及三星四摄/多摄设计。

表 2：智能手机多摄像头升级不断增多

品牌厂商	手机型号
华为	后置四摄：P30 Pro、Mate 30 Pro 后置三摄：P30、P20 Pro、Mate20 Pro、Mate20、Nova4、荣耀 Magic2 等 后置双摄：P20、P10、Mate10 Pro、Mate10、Nova3、荣耀 V20 等
OPPO	后置三摄：R17 Pro 后置双摄：R17、R15X、R11、Find X、K1、A7 等
vivo	后置三摄：IQOO 后置双摄：NEX 系列、X23、X21、X20、Z3、Y97、U1 等
小米	后置三摄：小米 9、小米 9 SE 后置双摄：MIX 3、MIX 2S、小米 8、小米 6X、红米 Note7 等
三星	后置四摄：Galaxy A9s 后置三摄：Galaxy S10、S10+、Galaxy A8s 等 后置双摄：Galaxy Note9、Note8、S9、S9+等
苹果	后置双摄：iPhone XS MAX、iPhone XS、iPhone X、iPhone 8 Plus、iPhone 7 Plus

资料来源：官网介绍、中信建投研究发展部

图 10：全球双摄像头手机渗透率逐步提升



资料来源：智研咨询，中信建投证券研究发展部（2017、2018 年渗透率分别为 20%、35%）

除了摄像头数量增多趋势之外，庞大的像素数量可以带来更加海量的图像信息和更高解析力，2018 年下半年手机像素升级呈现加速趋势，去年 12 月华为发布了首款 4800 万像素主摄手机 nova 4 高配版，经过接近一年时间，千元机标配 4800 万像素相机，19 年 8 月，小米、realme 相继宣布新款手机将搭载 6400 万像素相机，随着 6400 万像素的批量上市及 1 亿像素 CIS 芯片的成熟，后置主摄向 1 亿迈进时间预计大大缩短，同时，除了后

置主摄之外，长焦、广角及景深摄像头以及前置摄像头的像素在现有基础上预计还将进一步升级。

表 3：手机旗舰机像素升级

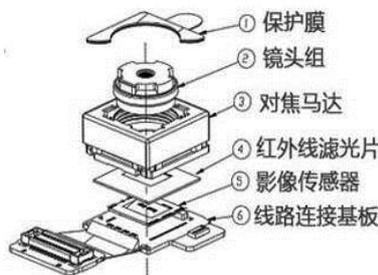
		2015	2016	2017	2018	2019
苹果旗舰机	前置	5M	7M	7M+3D	7M+3D	12M+3D
	后置	12M	12M+12M	12M+12M	12M+12M	12M+12M+12M
华为旗舰机	前置	8M	8M	8M	24M	32M
	后置	13M	12M+12M	20M+12M	40M+20M+8M	40M+40M+8M+3D
三星旗舰机	前置	5M	5M	8M	8M	10M
	后置	12M	12M	12M+12M	12M+12M	16M+12M+12M+3D

资料来源：官网介绍、中信建投研究发展部

2.1.2 红外截止滤光片是摄像头模组必备组件，伴随手机拍照多摄高清化有望迎来需求升级

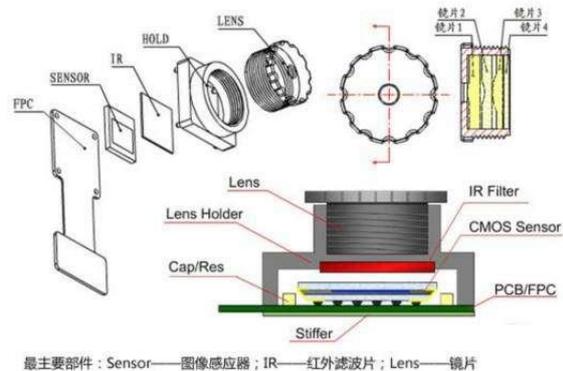
手机摄像头模组主要包括镜头组、对焦马达、红外截止滤光片（IRCF）以及图像传感器等元件组成。

图 11：手机摄像头结构示意图 1



资料来源：百度、中信建投证券研究发展部

图 12：手机摄像头结构示意图 2



资料来源：百度、中信建投证券研究发展部

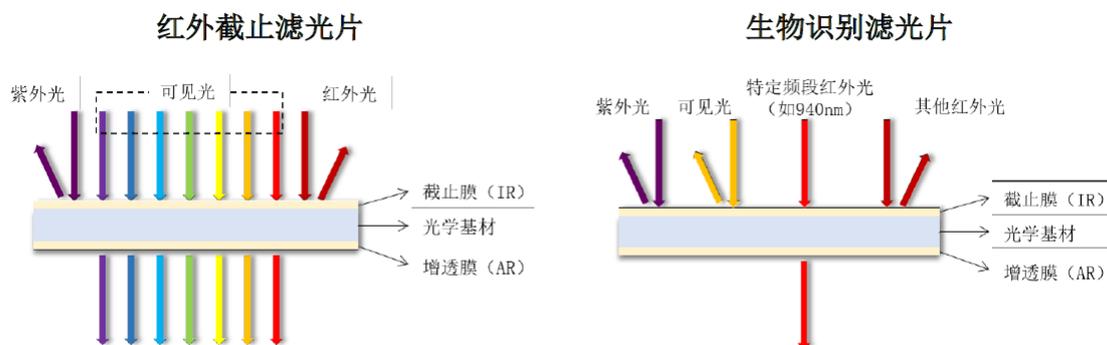
红外光抑制是图像传感器必须的功能之一，这是因为 CCD、CMOS 对光的感应和人眼不同，人眼只能看到 380-780nm 的可见光，而 CCD、CMOS 则可以感应红外光和紫外光，尤其对红外光十分敏感，所以必须要对红外光加以抑制，并保持可见光的高透过，使 CCD、CMOS 对光的感应接近于人眼，从而使拍摄的图像也符合人眼的感应。

红外截止滤光片是利用精密光学镀膜技术在白玻璃、蓝玻璃或树脂片等光学基片上交替镀上高低折射率的光学膜，实现可见光区（400-660nm）高透，近红外区（700-1100nm）截止的光学滤光片。光线进入镜头后，可见光和红外光经折射在不同的靶面成像，可见光的成像为彩色，红外光的成像为黑白，红外光会在可见光成像的靶面形成虚像，影响图像的颜色和质量。红外截止滤光片通过实现近红外光区截止以消除红外光对成像的影响，是高性能摄像头的必备组件，主要应用于可拍照手机摄像头、电脑内置摄像头、汽车摄像头和安防摄像头

等数码成像领域。

相比之下，生物识别滤光片（一种窄带滤光片，窄带滤光片的通带相对来说比较窄，一般为中心波长值的 5% 以下）与红外截止滤光片的透过频段相反，仅允许特定频段红外光（如 940nm）通过，使得智能手机、VR/AR 设备等能够获取特定频段红外光所携带的 3D 景深信息，以实现 3D 人脸识别、虹膜识别、手势识别等生物识别功能。

图 13：滤光片原理图



资料来源：五方光电招股说明书，中信建投证券研究发展部

红外截止滤光片根据使用的光学基材不同可以分为白玻璃 IRCF、蓝玻璃 IRCF 和树脂 IRCF，根据工艺流程不同可以分为 IRCF 组立件和 IRCF 单品（2018 年以来下游摄像头模组厂倾向于将组立工序交予滤光片厂家完成，公司及其国内最大竞争对手五方光电 IRCF 收入来源基本以组立件为主）。

蓝玻璃滤光片是一种红外截止滤光片，主要通过蓝玻璃表面增镀红外截止膜，使通过镜头后的光波滤去高频段，而只让一定范围内的低频光波通过，能有效抑制红外光波，达到明显提高彩色 CCD、CMOS 图像传感有效分辨率和彩色还原性的目的，使图像清晰和稳定，主要用于 500 万像素以上手机拍照镜头内。蓝玻璃滤光片组立件是蓝玻璃滤光片产品的延伸，是指滤光片产品与支架等产品的组装服务，以便提供下游客户更多的服务选择。蓝玻璃滤光片组立件配套 COB 制程摄像头模组产业，可广泛应用于手机、平板、PC、穿戴设备、车载等行业，用于高质量的小型成像系统，已逐步成为市场主流，目前主流供应商收入来源主要为蓝玻璃 IRCF。

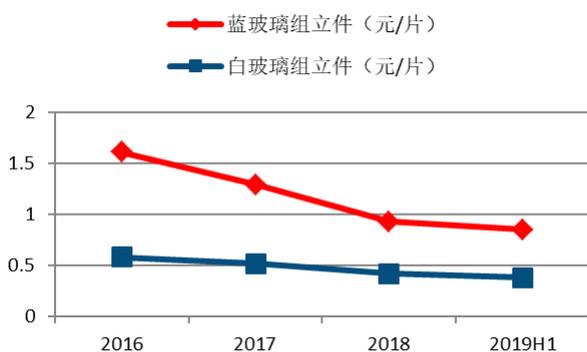
表 4：红外截止滤光片类型

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

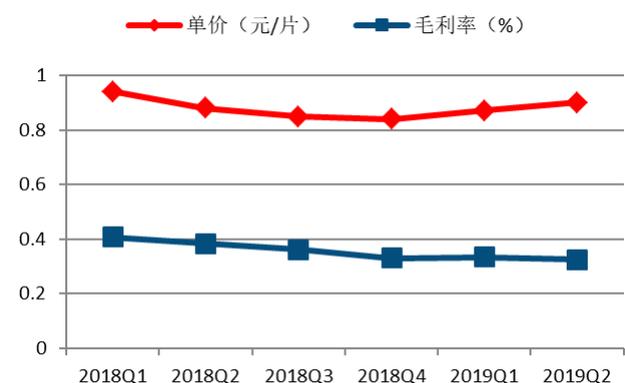
资料来源：五方光电招股说明书，中信建投证券研究发展部

近年市场需求增长有限，竞争压力较大，主流蓝玻璃红外截止滤光片单品及组立件价格呈下降趋势且 2018 年价格竞争加剧。2016 年以来全球智能手机创新乏力，出货量明显放缓，手机终端及滤光片下游模组厂商经营形势恶化，越来越关注成本，2018 年 Q1，国产品牌手机出货量同比下滑 28%，导致摄像头模组价格承压，该降价压力进一步传导至其上游红外滤光片厂商，导致滤光片组立件行业价格竞争越发激烈，IRCF 组立件价格呈“L”型走势。

2018 年下半年以来，随着国内安卓旗舰机及双/多摄像头的渗透，IRCF 行业价格降幅收窄，2019 年以来蓝玻璃价格基本止跌稳定。

图 14：五方光电 IRCF 组立件价格走势


资料来源：五方光电招股说明书，中信建投证券研究发展部

图 15：五方光电 IRCF 组立件单价


资料来源：五方光电招股说明书，中信建投证券研究发展部

我们认为，随着 5G 手机换机潮的到来，手机多摄及高像素化加速升级，以及车载摄像头、安防高清摄像头的的需求增长，摄像头及其必备光学组件红外截止滤光片市场需求有望恢复高速增长，而随着大尺寸滤光片出货量增加，结构优化有望带动价格小幅上行，中期有望保持稳定。

- ✓ 手机多摄成为高端机型趋势，多摄机型占比提升带动手机摄像头需求增加，根据我们的测算，2019-2022 年智能手机摄像头行业需求复合增速将达 18%，相较于过去两年，呈现加速增长的趋势，而理论上，每个摄像头均需要配备一枚红外截止滤光片，预计智能手机红外截止滤光片市场需求亦将显著增长。同时，安防、车载自动驾驶等领域摄像头需求稳定增长也将带动 IRCF 需求增加。

图 16：2019-2022 年智能手机摄像头及配套红外截止滤光片行业需求增长加速

		2016	2017	2018	2019E	2020E	2021E	2022E
全球智能手机出货量（百万部）		1471	1466	1419	1395	1415	1456	1514.24
yoy (%)			0%	-3%	-2%	1%	3%	4%
前摄模组	单摄	1471	1459	1405	1367	1373	1398	1439
	双摄	0	7	14	30	43	58	76
	3D	0	29	128	167	241	379	530
后摄模组	单摄	1397	1169	922	419	212	130	91
	双摄	74	292	497	656	623	582	439
	三摄	0	0	20	262	425	524	606
	四摄	0	0	0	55	156	216	379
	3D	0	0	1	30	212	437	681
智能手机摄像头总数量（百万颗）		3015.6	3255.9	3538.3	4361.8	5265.5	6059.7	7101.8
yoy (%)			8.0%	8.7%	23.3%	20.7%	15.1%	17.2%

资料来源：中信建投证券研究发展部

- ✓ 像素 (Pixel) = 像素密度 (PPI) * CIS 感光元件面积 (Inch)，手机摄像系统的分辨率与像素密度成正比，单位面积上的像素密度越高，所拍摄图像分辨率越高，图像看起来越清晰细腻，但是另一方面，像素单元的大小往往关系到成像的质量，通常来讲，像素单元尺寸越大，成像质量越高。这也就意味着，同样大小的图像传感器，如果分辨率越高，那么像素单元尺寸就越小，其成像质量也就会越差。同时，光子有大小会运动，所以像素单位的尺寸小到一定程度就会受到光线衍射的影响，从而影响画质。考虑以上，为了追求分辨率，单位面积上的像素点数即像素密度不能够无限制增加，为了保证成像质量，需要加大图像传感器感光元件面积。

我们观察到，随着手机摄像头从 16MP 升级到 48MP 甚至 64MP，图像传感器尺寸也在增加，今年三星正式宣布，推出 1.08 亿像素的 ISOCELL Bright HMX 传感器。SOCELL Bright HMX 拥有超过 1 亿的有效像素，同时也是第一款采用 1/1.33 英寸感光面积的大尺寸移动图像传感器，能够在低光照条件下比其它小型传感器吸收更多光线，同时通过四合一像素合并技术 (Tetracell)，实现更加明亮的 2700 万像素照片。

更大尺寸的图像传感器尺寸将带来大尺寸红外截止滤光片需求提升，我们判断龙头公司 IRCF 平均单片价值量有望微幅上行，收入结构逐步改善。

图 17: 小米 MIX Alpha 1 亿像素 1/1.33 英寸超大感光元件



图 18: 索尼部分 CMOS 图像传感器像素与尺寸

Product Information	Resolution	Image Size (Type)	Pixel Size (μm)	Max Frame Rate (frames/s) @All pixels	UF	Chroma	Application
IMX318	22.5M	1/2.6	1.0	30	MIPI 4 Lane RAW	RGB	Cellular Phone Tablet PC
IMX350	20M	1/2.78	1	30	MIPI 4 Lane RAW	RGB	Cellular Phone Tablet PC
IMX351	16M	1/3.09	1	30	MIPI 4 Lane RAW	RGB	Cellular Phone Tablet PC
IMX298	16M	1/2.8	1.12	30	MIPI 4 Lane RAW	RGB	Cellular Phone Tablet PC
IMX258	13M	1/3.06	1.12	30	MIPI 4 Lane RAW	RGB	Cellular Phone Tablet PC
IMX219PQ	8M	1/4.0	1.12	30	MIPI 4 Lane RAW	RGB	Cellular Phone Tablet PC
IMX241	5M	1/5	1.12	30	MIPI 2 Lane RAW	Monochrome	Cellular Phone Tablet PC
IMX408	2M	1/3.61	2.24	100	MIPI 4 Lane RAW	RGB	Cellular Phone Tablet PC
IMX332	2M	1/6.95	1.12	58.88	MIPI 2 Lane RAW	Monochrome	Cellular Phone Tablet PC, TV
IMX132	2M	1/7.0	1.12	30	MIPI 2 Lane RAW	RGB	PC Camera Cellular Phone Tablet PC
IMX208	2M	1/5.6	1.4	60	MIPI 2 Lane RAW	RGB	PC Camera Cellular Phone Tablet PC
IMX188	1.1M	1/8.3	1.4	60	MIPI 1 Lane RAW	RGB	PC Camera Cellular Phone Tablet PC Consumer Use Network Camera

资料来源：腾讯网、中信建投证券研究发展部

资料来源：索尼官网、中信建投证券研究发展部

2.2 公司是红外截止滤光片龙头，传统产品面临升级机遇，收入有望重回高增长

公司是红外截止滤光片全球龙头。根据旭日大数据和智研咨询统计，2016-2018 年，全球手机摄像头模组出货量分别为 35.8 亿颗、36.4 亿颗、37.2 亿颗，复合增速为 1.94%，同时，2016-2018 年双摄渗透率分别为 5%、20%、35%，据此测算红外截止滤光片的市场规模约为 37.59 亿片、43.68 亿片、50.22 亿片。公司 2018 年精密薄膜光学元器件销量 13.5 亿片，全球市占率第一约 27%，其最大竞争对手五方光电销量 8.10 亿片，市占率 16.13%。

蓝玻璃 IRCF 扩产完成。2017 年公司公开发行可转换公司债券募集资金不超过 11.8 亿，用于蓝玻璃及生物识别滤光片组立件技改项目扩产及补充流动资金。项目建成后，公司将新增年产 5 亿套蓝玻璃滤光片组立件的生产能力，其中，单摄像头组立件年产能为 8000 万套，双摄像头组立件年产能为 4.2 亿套；同时新增年产 2.5 亿套生物识别滤光片组立件的生产能力。项目建设期 24 个月，建成达产后预计正常年销售收入 153000 万元，税后利润 22994.51 万元，税后财务内部收益率为 12.23%，税后投资回收期 7.93 年（含建设期）。根据 2019 年上半年年报披露，蓝玻璃及生物识别滤光片组立件技改项目投资进度 64.81%，预计今年底投建完毕。

表 5: 公司 2017 年可转债募投项目产能

序号	产品名称	年产量（万套）
1	蓝玻璃滤光片组立件	8000
	单摄像头组立件	42000
2	生物识别滤光片组立件	25000
	双摄像头组立件	75000
合计		

资料来源：公司公告、中信建投研究发展部

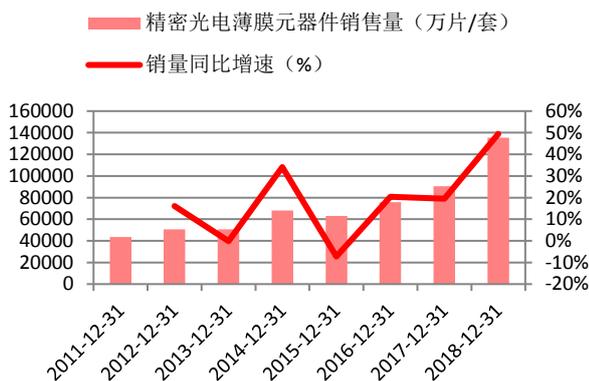
表 6：公司 2017 年可转债募投项目方向

序号	项目名称	投资总额（万元）	拟投入募集资金额（万元）
1	蓝玻璃及生物识别滤光片组 立件技改项目	100618.96	91000
2	补充流动资金	27000	27000
合计		127618.96	118000

资料来源：公司公告、中信建投研究发展部

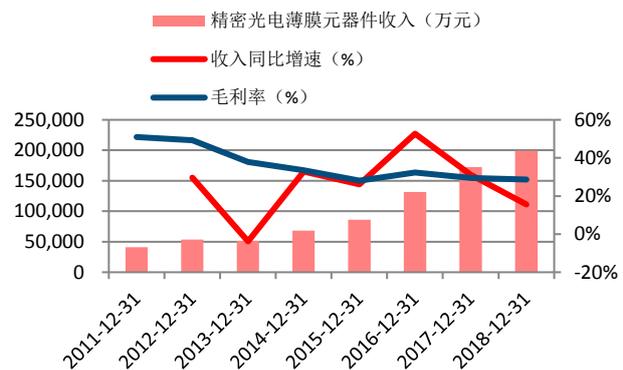
2018 年公司精密光电薄膜元器件收入 19.2 亿元，同比增长 16%，毛利率因行业内价格竞争激烈下滑微幅下滑至 29%，产品销售量 13.5 亿片/套，同比增长 49%。预计伴随行业需求提升，公司蓝玻璃滤光片投产、大尺寸滤光片出货增加，公司传统红外截止滤光片收入有望重回高速增长，盈利能力保持稳定。

图 19：公司精密光电薄膜近年销量及增速



资料来源：WIND、中信建投证券研究发展部

图 20：公司精密光电薄膜近年收入及增速、毛利率



资料来源：WIND、中信建投证券研究发展部

三、3D 摄像、屏下指纹、潜望式等渗透率快速提升，新产品打开成长空间

3.1 3D 摄像渗透率明后年有望快速提升，窄带滤光片有望放量

3.1.1 手机前/后置 3D 成像渗透率有望快速提升

相比于只能获取平面图像信息的普通 2D 摄像头，3D 摄像头的特点在于可以获取拍摄对象的深度信息，即三维的位置与尺寸信息。3D 摄像头应用场景众多，包括生物识别、三维建模、人机交互、提升 AR/VR 体验等，可应用于消费电子、汽车、医疗、工业等领域，目前在手机领域最主要的应用是实现人脸识别功能，如设备解

锁、移动支付等。

苹果 2017 年在 iPhone X 系列中首次搭载前置 3D Sensing 摄像头, 以实现人脸识别解锁以及移动支付功能, 开启了手机 3D 成像热潮, 在苹果手机标杆作用下, 3D 成像技术迅速打开了消费电子应用市场。自 2017 年以来, 智能手机厂商正在快速适应 3D 成像和传感引发的变革, 积极展开技术和产品布局: 第一款采用 3D 人脸识别技术的安卓手机是 2018 年 5 月发布的小米 8 透明探索版, 它采用以色列 Mantis Vision 提供的基于掩膜的编码结构光技术, 呈现出规律性的几何编码图形, 可快速匹配特征点, 减少 3D 信息计算量, 降低结构光算法功耗。OPPO Find X 在 2018 年 6 月发布, 采用中国奥比中光提供的 3D 结构光技术, 可实现 0.1 秒极速 3D 人脸解锁以及 3D 个性美颜。华为首款搭载 3D 人脸识别技术的机型是 2018 年 7 月发布的 nova3, 自研 3D 结构光方案首次用于 Mate 20 Pro 机型上。

表 7: 近年搭载 3D 成像方案的机型及发布时间

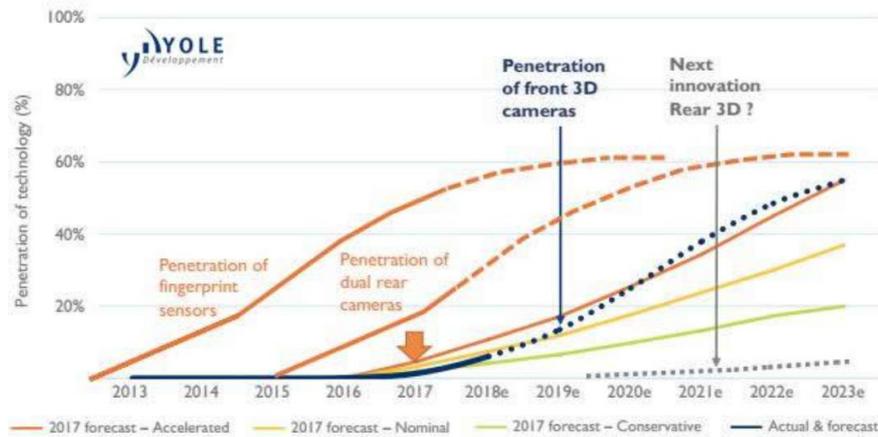
机型	3D 成像方案	前置/后置	发布时间
iPhone X	3D 结构光	前置	2017 年 9 月
小米 8 透明探索版	3D 结构光	前置	2018 年 5 月
OPPO Find X	3D 结构光	前置	2018 年 6 月
华为 nova3	3D 双目立体成像	前置	2018 年 7 月
OPPO R17 Pro	TOF	后置	2018 年 8 月
iPhone XS 系列及 XR	3D 结构光	前置	2018 年 9 月
华为 Mate 20 Pro	3D 结构光	前置	2018 年 10 月
华为 Magic 2	3D 结构光	前置	2018 年 10 月
vivo NEX 双屏版	TOF	后置	2018 年 12 月
华为荣耀 V20	TOF	后置	2018 年 12 月
LG G8 ThinQ	TOF	前置	2019 年 2 月
三星 Galaxy S10 5G	TOF	后置	2019 年 2 月
华为 P30 Pro	TOF	后置	2019 年 4 月
华为 Mate 30 Pro	TOF	前置+后置	2019 年 9 月

资料来源: 各手机官网、中信建投研究发展部

我们认为随着 AR/VR 等新应用的成熟, 3D 成像自 2019 年下半年有望迅速渗透, 了解到 2020 年包括苹果新一代机型及主流安卓旗舰机型均有望搭载 3D 成像方案, Yole 预计手机 3D 成像渗透率将从 2018 年的 13.5% 迅速上升至 2023 年的 55%。

图 21：前/后置 3D 成像有望在智能手机中迅速渗透

2013-2023 penetration scenario for 3D cameras in smartphones



资料来源: Yole, 中信建投证券研究发展部

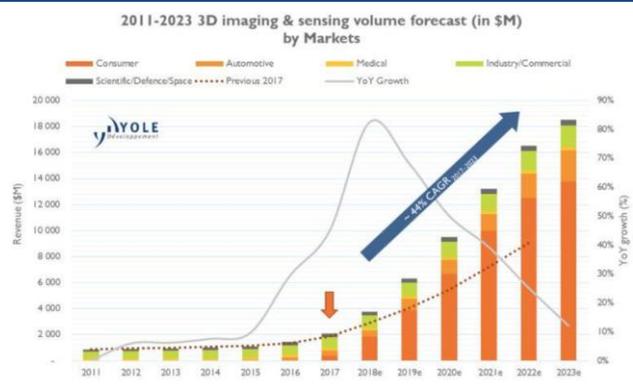
此外，3D 成像和传感技术会逐步扩展至更多的消费类产品（尤其是消费类机器人）、汽车、工业和医疗设备。Yole 预计全球 3D 成像和传感市场将从 2017 年的 21 亿美元增长至 2023 年的 185 亿美元，复合年增长率高达 44%。由于消费类市场的带动（复合年增长率为 82%），汽车电子（复合年增长率为 35%）、工业和商业应用（复合年增长率为 12%）和其它高端市场也将进入快速增长通道。

图 22：3D 成像及传感市场规模及应用市场分布



资料来源: Yole、中信建投证券研究发展部

图 23：公司 2011-2023 年 3D 成像及传感出货量预测



资料来源: Yole、中信建投证券研究发展部

3.1.2 窄带滤光片为结构光与 TOF 方案 3D 成像必备光学元件，公司已实现批量供货

3D 成像技术通过红外发射、接收模组，实现对拍摄对象位置、细节等深度数据采集，真正还原真实场景。目前主要的实现手段有三种：双目立体视觉、结构光、飞行时间法（TOF），双目立体视觉方案属于被动采集方案，3D 结构光和 TOF 属于主动采集方案。

三种主流方案中：

- ✓ 3D 结构光方案原理是散斑结构光，工作距离在 0.2m-1.2m，适用于人脸识别、人脸支付等场景；
- ✓ 双目方案原理是视差算法，工作距离在 2m 之内，并且遇到暗光、没有特征点的时候无法使用，适用于背景虚化；
- ✓ TOF 方案工作距离在 0.4-5m，适用于 3D 建模、AR 应用、体感游戏等。

图 24：3D 成像技术三种方案

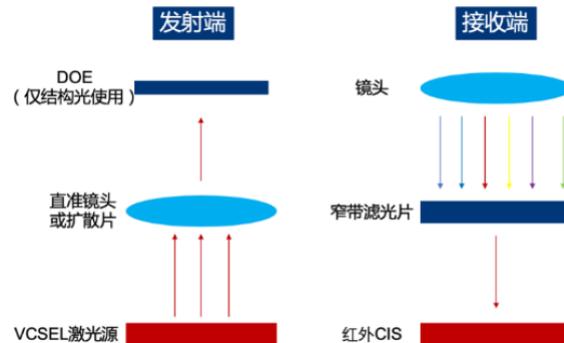
	 YOLE Development	Stereo vision	Structured light	Time of Flight
Image resolution		Several Mpix	Max. 1-3 Mpix	Max. VGA
Hardware		Simple cameras Complex system	Demanding illumination Complex system	Simple illumination Complex sensors
Computation power		High	Medium	Low
Limitations		May require illumination in low light	Best indoors Need power	Best indoors Low resolution
Picture (example)		 <i>Courtesy of ams</i>	 <i>Courtesy of Apple</i>	 <i>Courtesy of PMD Tech</i>
Best suited for		Robotic navigation	3D mapping	Short-range gesture capture
Maturity		High	Medium	Low
Players		SONY, amlit, STEREO LABS, SAMSUNG, Omnicast, STON	Himax, nanya vision, amlit, ST, NAMUGA, intel	Infineon, pmd, SONY, ST, epc, LIPS

资料来源：Yole，中信建投证券研究发展部

根据三种技术路线原理与实用性，3D 结构光和 TOF 技术可以很好适配手机的前置使用场景与后置使用场景，有望成为主流方案。TOF 的基本原理是通过红外发射器发射调制过的光脉冲，遇到物体反射后，用接收器接收反射回来的光脉冲，并根据光脉冲的往返时间计算与物体之间的距离。结构光是通过红外激光器，将具有一定结构特征的光线投射到被拍摄物体上，再由专门的红外摄像头进行采集反射的结构光图案，根据三角测量原理进行深度信息的计算。

在结构光与 TOF 方案实现的 3D 成像硬件系统中，发射端的红外发射源 VCSEL 激光器发出的波长为 940nm，该波长的红外光是非可见光，同时在光谱中的量最少，可以避免环境光的干扰，接收端的光学镜头用于汇聚反射回来的光线，在光学传感器上成像，不过与普通光学镜头不同的是，这里需要加一个窄带滤光片来保证只有与发射的光信号波长相同（即 940nm）的光才能进入，目的是抑制非相干光源减少背景噪声，同时防止传感器因外部光线干扰而过度曝光。因此，窄带滤光片是结构光与 TOF 方案 3D 成像接收端不可或缺的光学元器件之一。

图 25：3D 结构光与 TOF 模组主要硬件



资料来源：智东西，中信建投证券研究发展部

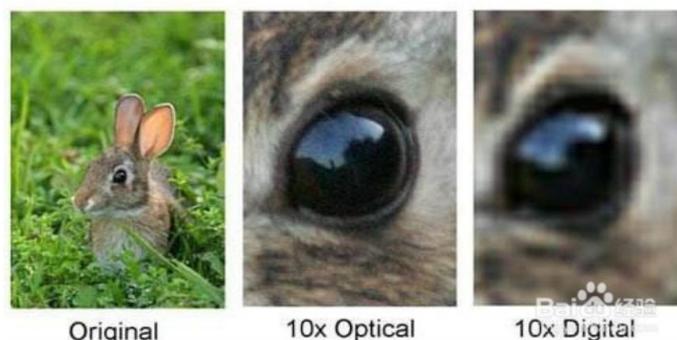
用于 3D 成像系统的窄带滤光片与传统滤光片的区别在于需要采用特殊的膜系设计以实现特定频段的红外光通过，而偏离这个波段以外的两侧光信号被阻止，窄带滤光片的通带相对来说比较窄，一般为中心波长值的 5% 以下。窄带滤光片主要采用干涉原理，需要几十层光学镀膜构成，相比普通的 RGB 吸收型滤光片具有更高的技术难度和产品价格目前具备批量供货能力的主要厂商包括由 JDSU 分拆出的美国 VIAVI 以及水晶光电等。

水晶光电的窄带滤光片最早应用于 Kinect 一代体感设备，2017 年间接批量供货 iPhone X 3D 摄像头模组中的窄带滤光片，目前窄带滤光片在苹果、华为等机型中进展顺利，并有望获取更多料号如晶圆镀膜等二次加工。公司 2017 年可转债募投项目全部达产后将增加生物识别滤光片组立件产能 2.5 亿套/年，未来两年伴随 3D 摄像在苹果手机、iPad 等产品以及安卓中高端机型中的快速渗透，公司该项产品有望贡献增长新动能。

3.2 高倍光学变焦为手机光学关键创新，潜望式摄像头棱镜实现量产

相机变焦的实现可以使物体在图像中显示的效果变得更近或更远，通过放大可以让我们通过更近的距离拍摄目标，而缩小则可以拍摄到更广阔的空间。通常情况下，变焦分为数码变焦和光学变焦两种方式，其中，数码变焦是通过相机内的处理器，把图片内的每个像素面积增大，从而达到放大图像的目的，它是对像素进行有损裁剪为代价的，尽管数码变焦会利用插值等方式来改善成像质量，但图像色彩和分辨率却大大下降；而光学变焦是通过镜头、物体和焦点三方的位置发生变化而产生的，光学变焦可清晰放大影像，实现无损画质。

图 26：10 倍光学变焦与数码变焦的效果对比



资料来源：百度，中信建投证券研究发展部

由于手机厚度的限制，采用水平放置的手机摄像头只能有较小的焦距，光学变焦能力非常有限，目前手机主要采用数码变焦和低倍的光学变焦，采用水平放置摄像头的智能手机中，拥有最高变焦倍数的是华为 Mate 20 Pro 的 3 倍光学变焦，超过 3 倍的光学变焦将增大手机厚度，镜头太过凸起用户体验变差。

潜望式摄像头让超远距离变焦成为可能，这种结构区别于传统双摄镜头的并列排布，将原本竖着排放的摄像头在手机内横向排放，并以特殊的光学三棱镜让光线折射进入镜头组，实现成像，可以大幅度增加摄像头的焦距。

近两年安卓阵营引领高倍光学变焦创新，OPPO 是国内最早推出潜望式摄像头的手机厂商，在 2017 年的世界移动大会 MWC 上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，2019 OPPO 创新大会上，OPPO 又首次展示了基于潜望式结构的 10 倍混合光学变焦技术。2019 年，华为 P30 Pro（5 倍光学变焦+10 倍混合变焦+50 倍数码变焦）及 OPPO Reno 系列（10 倍混合光学变焦）均搭载了潜望式镜头。近期媒体报道，三星已开始测试在 2020 年的 Galaxy S11 系列配备潜望式相机。我们产业链了解到，明年华为、三星、OPPO 等主流品牌高端机大概率增强潜望式镜头搭载力度，预计潜望式摄像头出货量有望快速增长，成为旗舰手机标配，2020 年保守预计出货量 2000 万部以上。

图 27：潜望式摄像头结构示意图 1



资料来源：智东西、中信建投证券研究发展部

图 28：OPPO 潜望式摄像头拆解



资料来源：百家号、中信建投证券研究发展部

由上图可见，潜望式镜头中新增 1-2 块玻璃材质的转向棱镜，转向棱镜对跌落稳定性、镜片数量瓶颈、算法优化等影响重大，价值量高，为供应商带来新的机遇。潜望式摄像头硬件主要包括棱镜、图像传感器 CIS、镜头、音圈马达 VCM、摄像头模组 CCM，由上图可见，潜望式摄像系统中新增 1-2 块玻璃材质的转向棱镜，转向棱镜对跌落稳定性、镜片数量瓶颈、算法优化等影响重大，最为关键，价值量较高，此外，为了提升镜头模组良率，有些棱镜供货商除生产棱镜外，还需负责组装棱镜模块（包括棱镜、镜头、音圈马达）并校准测试后出货至模组 CCM 厂家，产业链了解到华为 P30 Pro 棱镜模块价值量约 15 美金，棱镜单体价值量约 3 美金，整个模组价值量约 60 美金以上。

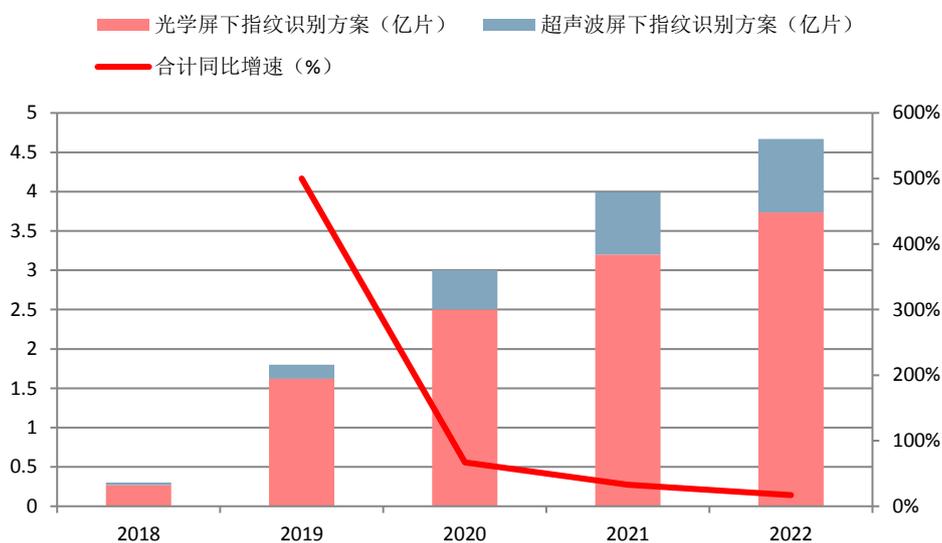
目前国内主要潜望式摄像头棱镜供应商包括水晶光电、舜宇光学、利达光电、亚洲光学等。我们了解到水晶光电的潜望式棱镜产品已导入华为手机，良率处于爬坡期，产量不断提升，产品单价比普通滤光片高，预计未来两年将显著受益潜望式摄像头在主流中高端机型的渗透率提升。

3.3 光学屏下指纹识别成主流方案，滤光片成为新增量

2017 年起全面屏及高屏占率手机成为手机市场关注焦点，全面屏设计使得传统的机身正面指纹识别方案面临挑战，作为主流替代方案的 3D 人脸识别及屏下指纹识别方案迅速被手机厂商推广使用。相比 3D 人脸识别方案，屏下指纹传感器模组隐藏在屏幕下方，不需要在屏幕上进行挖孔，使得手机厂商能够在保证前置指纹体验的同时能够进一步提升全面屏的屏占比，优化整体设计的美观性，被越来越多的手机厂商采用。

根据 IHS Markit 统计，截至 2018 年底，累计有 18 个手机型号采用了屏下指纹识别解锁技术，2018 年屏幕指纹模组总出货量达到 3000 万片，预计 2019 年屏幕指纹的出货量预计将同比增长 5 倍，达到近 1.8 亿片，未来三年，该市场将继续保持高速增长，2019-2022 年屏下指纹识别解锁模组出货量复合增速将达 37%。

图 29：屏幕指纹模组出货量及增速



资料来源：IHS (2019.1)，中信建投证券研究发展部

目前屏下指纹识别方案主要有光学与超声波两种，超声波方案成像质量低、技术尚不够成熟，目前尚未得到大范围推广商用，主要由高通与瑞典的 FPC 推动，光学式屏下指纹识别技术更加成熟，产业链内众多供应商，包括汇顶、Synaptics 等都已实现了光学屏下指纹传感器的量产，现阶段绝大多数搭载屏下指纹识别技术的产品，包括华为、OPPO、vivo、小米等机型均采用了光学式屏下指纹识别技术方案，预计未来一段时间内，光学屏下指纹识别方案仍会是市场主流选择。

光学屏下指纹识别技术原理是将识别模组放置在手机 OLED 屏幕下方，OLED 充当光学指纹识别系统的发射光源，通过自发光照亮指纹，之后折返光通过微透镜进行准直聚焦，并穿过 OLED 像素点之间的缝隙成像至图像传感器上，传感器再将接收到的光学信号转化为电信号，经过处理器芯片的分析比对以验证指纹。

图 30：光学与超声波屏下指纹识别方案原理对比

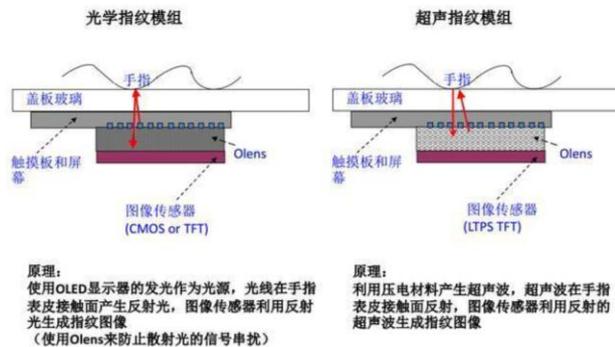
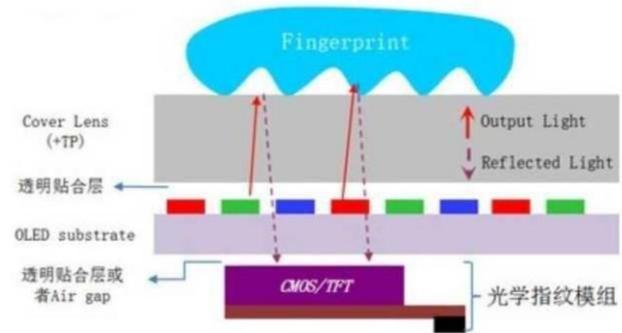


图 31：光学屏下指纹识别模组原理示意图



资料来源：星极科技、中信建投证券研究发展部

资料来源：、中信建投证券研究发展部

光学指纹识别方案的产业链主要分为算法及芯片（核心领域）、CMOS（将光信号转化为电信号）、Lens（主要是微透镜阵列）、滤光片以及产品封装。其中，屏下指纹识别用红外透过滤光片属于带通滤光片的一种，要求在近红外特定波段有较高的透过率，在可见光波段和近红外的其他波段有较高的截止深度，其特点在于，当光线大角度入射时，中心波长偏移量较小，进而使所需高透过率波仍然具备较高透过率，保证了信号在较广视场角范围内都能够被接收。

基于深厚的光学薄膜工艺沉淀，公司具备屏下指纹识别滤光片量产能力，产品已在华为 Mate 20 等产品导入使用，预计收入增长受益于光学屏下指纹识别方案的应用推广。

四、AR 眼镜出货量有望快速增长，前瞻卡位 AR 成像模组关键环节

4.1 光波导技术有望成为消费级 AR 眼镜光学系统主流选择

增强现实（AR）与虚拟现实（VR）的近眼显示系统都是将显示器上的像素通过一系列光学成像元件形成远处的虚像并投射到人眼中。不同之处在于 AR 眼镜需要透视，既要看到真实的外部世界，也要看到虚拟信息，所以成像系统不能挡在视线前方，这就需要多加一个或一组**光学组合器（optical combiner）**，通过“层叠”的形式将虚拟信息和真实场景融为一体，互相补充与增强。

图 32: AR 与 VR 近眼显示系统示意图

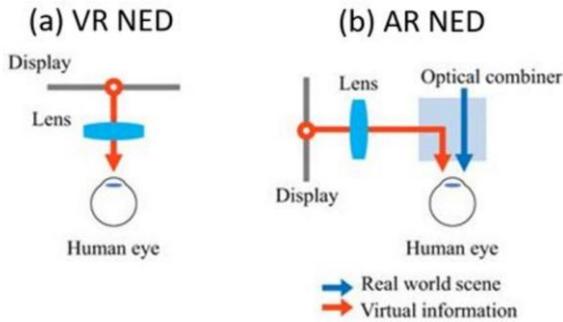
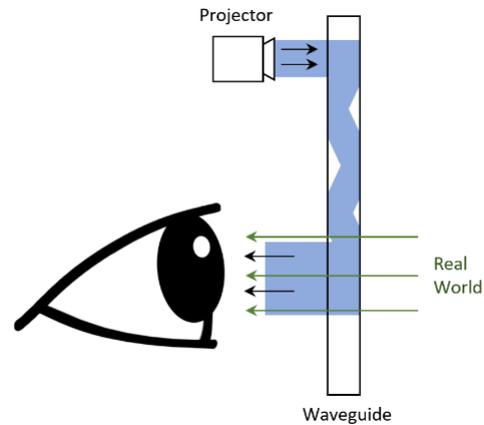


图 33: 基于光波导的光学透视显示器

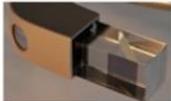
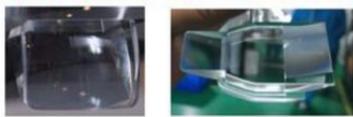


资料来源: 电子说、中信建投证券研究发展部

资料来源:、中信建投证券研究发展部

AR 设备的光学显示系统通常由**微型显示屏+光学元件**组成: 目前市场上的 AR 眼镜采用的显示系统就是各种微型显示屏与棱镜、自由曲面、BirdBath、光波导等光学元件的组合, 光学组合器的不同是区分 AR 显示系统的关键部分。在 AR 光学显示系统中, 微型显示屏用来为设备提供显示内容, 可以是自发光的有源器件, 比如发光二极管面板像 micro-OLED/LED, 也可以是外部光源照明的液晶显示屏 (包括透射式的 LCD 和反射式的 LCOS), 还有基于微机电系统 (MEMS) 技术的数字微镜阵列 (DMD, 即 DLP 的核心) 和激光束扫描仪 (LBS) 等。

图 34: AR 光学显示系统的分类和产品举例

代表产品	光学显示系统	特点
Google Glass Vuzix M300 亮亮视野 GLXSS ME	LCoS+棱镜 	价格便宜, 体积小 视场角小, 遮挡视线 无法做成眼镜形态
Epson BT300 耐德佳 Rokid Glass ODG Nreal Light	Micro OLED+自由曲面/Birdbath 	对比度好, 分辨率高, 色彩好, 视场角大 功耗较低, 体积适中, 可以做成眼镜形态 Micro OLED亮度较低, 外界透光率较低
HoloLens Magic Leap One Rokid Vision	LCoS/DLP+波导 	亮度高, 视场角大, 分辨率高, 外界透光率高 动眼框大, 覆盖人群广 功耗适中, 非常轻薄, 可以做成眼镜形态 显示色彩和对比度稍差
North Focals	LBS+全息反射薄膜 	体积小, 功耗小, 可以做成眼镜形态 视场角小, 动眼框小, 对比度低, 色彩较差 外界透光率高, 但虚像容易受遮挡

以色列 Lumus 方案

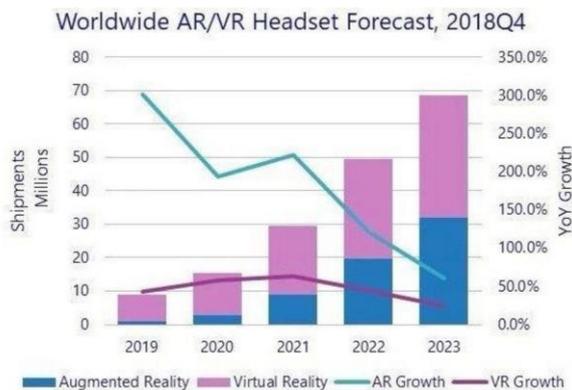
资料来源: 电子说, 中信建投证券研究发展部

在以上几种 AR 设备光机方案中，光波导方案从光学效果、外观形态以及量产前景来说都具备良好的发展潜力，因它的轻薄与外界光线的高穿透特性而被认为是 AR 眼镜走向消费级的主流选择，微软 Hololens 两代产品以及 Magic Leap One 等设备均实现对光波导的采用和量产，国内的 Nreal、影创、Rokid 等厂商也选择了光波导方案。

4.2 5G 拓展 VR/AR 应用，2021 年 AR 眼镜出货量有望快速增长

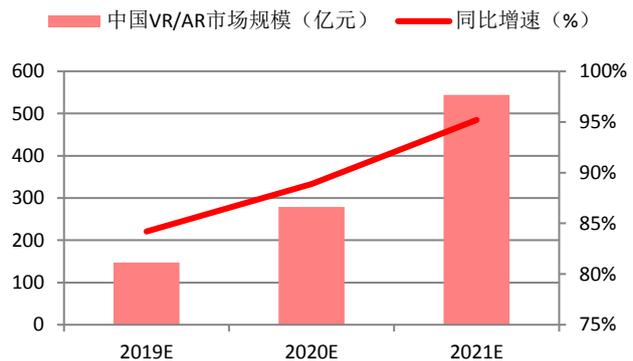
根据 IDC 3 月 28 日的报告《Worldwide Quarterly Augmented and Virtual Reality Headset Tracker》显示，全球 VR/AR 头显出货量预计在 2019 年达到 890 万台，同比增长 54.1%。未来出货量预计将以 66.7% 的复合年增长率在 2019-2023 年间保持强劲增长，并在 2023 年达到 6860 万台。根据 VR 陀螺的统计，今年上半年 VR/AR 领域的投融资高达 124.69 亿元人民币，其中 AR 占比近 60%，AR 硬件领域的加大投资的情况说明无论国内外的资本目前都很看好 AR 领域，并持有信心。预计未来三年内伴随 5G 拓展 VR/AR 应用范围，云游戏、新型社交模式的探索与成熟，叠加近眼显示技术等核心技术的不断突破，中国 VR/AR 市场规模年均增速有望达到 89%，2021 年达到 545 亿元。

图 35：全球 VR/AR 头显出货量预测



资料来源：IDC、中信建投证券研究发展部

图 36：基于光波导的光学透视显示器



资料来源：中国 VR/AR 白皮书、中信建投证券研究发展部

4.3 公司通过外延投资及产业合作前瞻布局 AR 市场

水晶光电深耕镀膜、冷加工技术、半导体光学、3D 成像、混合显示等技术多年，在 AR 设备光学系统元件领域具备技术积累，近年公司通过外延投资及产业合作的方式前瞻布局 AR 市场。

投资 Lumus 参与 AR 光机模组制造。公司 2016 年投资以色列 Lumus 公司，年报披露截止 2018 年 12 月 31 日持有其 4.8% 股权。Lumus 成立于 2000 年，专注于透视可穿戴显示器的光学技术，并为多个 AR 垂直市场提供服务，包括医疗保健，制造物流，航空电子设备及消费电子产品。Lumus 近眼透明显示技术由一个独特的镜头组成，该镜头包含一系列超薄透明反射镜（获得专利的光波导光学元件 LOE）以及一个将图像注入镜头的微型投影仪（专利），这两个元素组合在一起，创造了广阔的视野，真实的色彩，日光亮度和透视显示。Lumus 曾获 HTC、水晶光电、盛大、广达电脑、阿里巴巴等投资。

我们认为，Lumus 在穿透式视频眼镜方面领先的设计能力、欧美客户资源，水晶光电在光学系统关键元件及模组的制造能力、广达电脑的代工组装能力，有望共同推进消费级 AR 眼镜的普及。光学元件模组在 AR 设

备成本中占比 10% 以上，预计伴随 2021 年-2023 年 AR 设备出货量快速增长，水晶光电前瞻卡位的 AR 光学成像元件及模组有望贡献业绩弹性。

与德国肖特合作实现 AR 镜片量产。2018 年 3 月公司及控股子公司台佳电子与德国肖特共同投资设立中外合资企业晶特光学，公司出资 4590 万元，直接及间接合计持有晶特光学的股份比例为 54%，为其控股股东

肖特是一家总部位于德国的跨国科技集团，在特种光学领域有 130 多年的经验和技術积累，肖特 RealView (TM) 系列高折射光学晶圆是专门为 AR 增强现实光学而开发，不仅助力客户设计出大视场角、轻薄、锐丽的光波导片，而且其优异的质量管理和完整的供应链能力也对客户的量产提供了强大保证。水晶光电是中国领先的消费类电子用光学薄膜及相关光学产品制造商，其控股子公司台佳电子专业从事光学冷加工的企业，具有多年的光学玻璃的棒材加工、玻璃切割、外型加工、倒棱加工、研磨、抛光经验。通过合作，肖特会向合资公司提供光学玻璃和超薄玻璃，随即由合资公司将这些材料加工成高品质的玻璃基板与晶圆等产品，实现卓越的光学性能和最佳的几何形状。

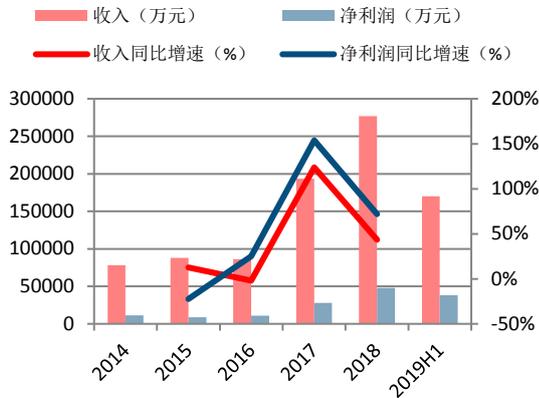
五、投资日本光驰推进新产品与新客户开拓，投资收益增厚业绩

公司 2014 年支付现金 1.19 亿元人民币购买日本光驰 2420 股股份，占日本光驰公司股权比例为 20.38%，交易完成后成为日本光驰第一大股东。日本光驰主要从事光学、触控面板等行业的镀膜设备及设备核心部件的研发、生产和销售，是行业最领先的专业设备厂家，在光学镀膜设备等产品的市场占有率居全球前列，2017 年在日本证券交易所挂牌上市。

公司收购日本光驰股权的意义在于：1) 设备厂商对于消费电子终端厂商的产品创新具有重要意义，公司与上游顶级设备商合作有助于率先捕捉到下游终端客户的革新方向，更早切入到零组件的开发环节。2) 水晶和光驰均拥有业内顶级客户，客户互补性极强。2014 年参股日本光驰以来，两家公司除业务合作外，在新产品研发、客户开发上一直保持积极的合作，并于 2017 年 7 月共同设立合资公司浙江晶驰光电科技有限公司以共同开发新产品与新客户。

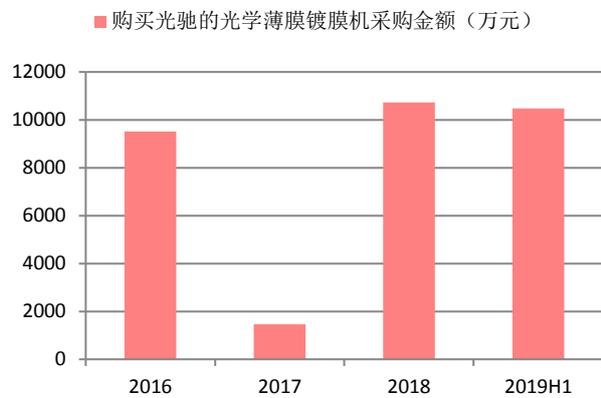
近年日本光驰经营良好，2018 年贡献了 8167 万元长期股权投资收益，另由于公司减持了日本光驰 90.10 万股股份，获得投资收益 1.62 亿元(含税)，抵充了 LED 行业不景气带来的 LED 蓝宝石衬底业务下滑，截至 2018 年底公司持有日本光驰 16.45% 的股权，仍为其第一大股东。伴随光学行业景气度恢复，预计日本光驰光学镀膜机需求与经营持续向好，公司在获取产业协同的同时，还可获取可观投资收益。

图 37：日本光驰近年收入与净利润



资料来源：IDC、中信建投证券研究发展部

图 38：公司近年采购光驰的光学镀膜机金额



资料来源：中国 VR/AR 白皮书、中信建投证券研究发展部

六、盈利预测与评级

公司是红外截止滤光片全球龙头，智能手机多摄及高像素化带来红外截止滤光片行业需求提升以及大尺寸滤光片需求增加，判断公司传统 IRCF 收入有望重回高增长，盈利能力稳定，而智能手机光学创新确定性强，3D 摄像、潜望式、屏下指纹等渗透率快速提升，公司对应的窄带滤光片、棱镜等新产品逐步进入放量期，将进一步打开成长空间，成为业绩增长新动能，此外，公司通过产业链协同前瞻布局 AR 新型显示、高端设备等领域，有望进一步增厚业绩。

不考虑日本光驰等投资收益，预计公司 2019-2020 年归母净利润分别为 4.2、6.1、7.7 亿元，当前股价对应的 PE 分别为 40、27、22X，按 2020 年 40X 估值给予目标价 21.71 元/股，首次覆盖，买入评级。

预测和比率

基本指标	2018A	2019F	2020F	2021F
EPS	0.416	0.370	0.543	0.684
BVPS	4.50	3.82	4.36	5.04
PE	35.51	39.89	27.22	21.60
PEG	1.97	2.21	1.51	1.20
PB	3.28	3.87	3.39	2.93
EV/EBITDA	18.46	20.51	15.14	12.10
ROE	12.07%	9.70%	12.45%	13.56%

七、风险分析

5G 换机不达预期，智能手机销量严重下滑；手机光学创新发生重大变革，3D Sensing、屏下指纹识别、潜望式摄像头等渗透率不达预期；公司新产品研发及市场推广不达预期。

财务报表预测

利润表（百万元）					资产负债表（百万元）				
	2018A	2019E	2020E	2021E		2018A	2019E	2020E	2021E
营业收入	2326	3023	4535	5728	货币资金	1275	1418	1504	1900
营业成本	1678	2228	3335	4214	交易性金融资产	0	0	0	0
毛利	647	795	1200	1514	应收账款	557	721	1032	1272
% 营业收入	27.8%	26.3%	26.5%	26.4%	存货	301	381	543	664
营业税金及附加	15	19	29	36	预付账款	13	18	26	33
% 营业收入	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	其他流动资产	396	514	800	998
销售费用	37	45	91	115	流动资产合计	2697	3252	4204	5244
% 营业收入	1.6%	1.5%	2.0%	2.0%	可供出售金融资产	95	95	95	95
管理费用	189	257	385	487	持有至到期投资	0	0	0	0
% 营业收入	8.1%	8.5%	8.5%	8.5%	长期股权投资	485	485	485	485
财务费用	14	-4	-5	-6	投资性房地产	1	1	1	1
% 营业收入	0.6%	-0.1%	-0.1%	-0.1%	固定资产合计	2068	2087	2150	2233
资产减值损失	11	0	0	0	无形资产	241	239	237	235
公允价值变动收益	0	0	0	0	商誉	72	72	72	72
投资收益	267	0	0	0	递延所得税资产	9	0	0	0
营业利润	648	478	700	883	其他非流动资产	7	7	7	7
% 营业收入	27.8%	15.8%	15.4%	15.4%	资产总计	5675	6238	7251	8371
营业外收支	-7	0	0	0	短期贷款	25	0	0	0
利润总额	537	478	700	883	应付款项	445	592	904	1176
% 营业收入	23.1%	15.8%	15.4%	15.4%	预收账款	4	5	7	9
所得税费用	58	51	75	95	应付职工薪酬	56	74	111	140
净利润	479	427	625	788	应交税费	13	12	18	23
归属于母公司所有者的净利润	468.4	417.0	611.2	770.2	其他流动负债	45	60	91	115
少数股东损益	11	10	14	18	流动负债合计	587	744	1131	1464
EPS（元/股）	0.42	0.37	0.54	0.68	长期借款	0	0	0	0
现金流量表（百万元）	2018A	2019E	2020E	2021E	应付债券	0	0	0	0
经营活动现金流净额	449	449	445	812	递延所得税负债	20	0	0	0
取得投资收益收回现金	35	0	0	0	其他非流动负债	1065	1065	1065	1065
长期股权投资	0	0	0	0	负债合计	1673	1808	2196	2528
无形资产投资	0	-10	-10	-10	归属于母公司所有者权益	3880	4297	4908	5678
固定资产投资	-599	-276	-355	-412	少数股东权益	123	132	147	165
其他	305	0	0	0	股东权益	4003	4429	5055	5843
投资活动现金流净额	-294	-286	-365	-422	负债及股东权益	5675	6238	7251	8371
债券融资	0	0	0	0	基本指标				
股权融资	43	0	0	0	EPS	0.416	0.370	0.543	0.684
银行贷款增加（减少）	20	-25	0	0	BVPS	4.50	3.82	4.36	5.04
筹资成本	70	4	5	6	PE	35.51	39.89	27.22	21.60
其他	-183	0	0	0	PEG	1.97	2.21	1.51	1.20
筹资活动现金流净额	-49	-21	5	6	PB	3.28	3.87	3.39	2.93
现金净流量	106	143	86	396	EV/EBITDA	18.46	20.51	15.14	12.10
					ROE	12.1%	9.7%	12.5%	13.6%

分析师介绍

研究服务

马红丽：电子行业分析师，执业证书编号：**S1440517100002**。东南大学信息工程学士、应用经济学硕士。4 年电子行业研究经验，2017 年加入中信建投电子团队。

保险组

张博 010-85130905 zhangbo@csc.com.cn
郭洁 -85130212 guojie@csc.com.cn
郭畅 010-65608482 guochang@csc.com.cn
张勇 010-86451312 zhangyongzgs@csc.com.cn
高思雨 010-8513 gaosiyu@csc.com.cn
张宇 010-86451497 zhangyuyf@csc.com.cn

北京公募组

朱燕 85156403- zhuyan@csc.com.cn
任师蕙 010-85159274 renshihui@csc.com.cn
黄杉 010-85156350 huangshan@csc.com.cn
杨济谦 010-86451442 yangjiqian@csc.com.cn
杨洁 010-86451428 yangjiezgs@csc.com.cn
董娟 -85156405 dongjuan@csc.com.cn

社保组

吴桑 010-85159204 wusang@csc.com.cn

创新业务组

高雪 010-86451347 gaoxue@csc.com.cn
杨曦 -85130968 yangxi@csc.com.cn
李静 010-85130595 lijing@csc.com.cn
廖成涛 0755-22663051 liaochengtao@csc.com.cn
黄谦 010-86451493 huangqian@csc.com.cn
王罡 021-68821600-11 wanggangbj@csc.com.cn
诺敏 010-85130616 nuomin@csc.com.cn

上海销售组

李祉瑶 010-85130464 lizhiyao@csc.com.cn
黄方禅 021-68821615 huangfangchan@csc.com.cn
戴悦放 021-68821617 daiyuefang@csc.com.cn
沈晓瑜 shenxiaoyu@csc.com.cn
翁起帆 021-68821600 wengqifan@csc.com.cn
李星星 021-68821600 lixingxing@csc.com.cn
范亚楠 021-68821600-857 fanyanan@csc.com.cn
李绮绮 021-68821867 liqiqi@csc.com.cn
薛姣 021-68821600 xuejiao@csc.com.cn
王定润 021-68801600 wangdingrun@csc.com.cn

深广销售组

曹莹 0755-82521369 caoyingzgs@csc.com.cn
张苗苗 020-38381071 zhangmiaomiao@csc.com.cn
XU SHUFENG 0755-23953843
xushufeng@csc.com.cn
程一天 0755-82521369 chengyitian@csc.com.cn
陈培楷 020-38381989 chenpeikai@csc.com.cn

评级说明

以上证指数或者深证综指的涨跌幅为基准。

买入：未来 6 个月内相对超出市场表现 15% 以上；

增持：未来 6 个月内相对超出市场表现 5—15%；

中性：未来 6 个月内相对市场表现在-5—5% 之间；

减持：未来 6 个月内相对弱于市场表现 5—15%；

卖出：未来 6 个月内相对弱于市场表现 15% 以上。

重要声明

本报告仅供本公司的客户使用，本公司不会仅因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证本报告所包含的信息或建议在本报告发出后不会发生任何变更，且本报告中的资料、意见和预测均仅反映本报告发布时的资料、意见和预测，可能在随后会作出调整。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不构成投资者在投资、法律、会计或税务等方面的最终操作建议。本公司不就报告中的内容对投资者作出的最终操作建议做任何担保，没有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。投资者应自主作出投资决策并自行承担投资风险，据本报告做出的任何决策与本公司和本报告作者无关。

在法律允许的情况下，本公司及其关联机构可能会持有本报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或类似的金融服务。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构和/或个人不得以任何形式翻版、复制和发布本报告。任何机构和/个人如引用、刊发本报告，须同时注明出处为中信建投证券研究发展部，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和/或修改。

本公司具备证券投资咨询业务资格，且本文作者为在中国证券业协会登记注册的证券分析师，以勤勉尽责的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰地反映了作者的研究观点。本文作者不曾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。

股市有风险，入市需谨慎。

中信建投证券研究发展部

北京

东城区朝内大街 2 号凯恒中心 B 座 12 层（邮编：100010）
电话：(8610) 8513-0588
传真：(8610) 6560-8446

上海

浦东新区浦东南路 528 号上海证券大厦北塔 22 楼 2201 室（邮编：200120）
电话：(8621) 6882-1612
传真：(8621) 6882-1622

深圳

福田区益田路 6003 号荣超商务中心 B 座 22 层（邮编：518035）
电话：(0755) 8252-1369
传真：(0755) 2395-3859