

行业研究/深度研究

2019年09月15日

行业评级:

电子元器件

增持(维持)

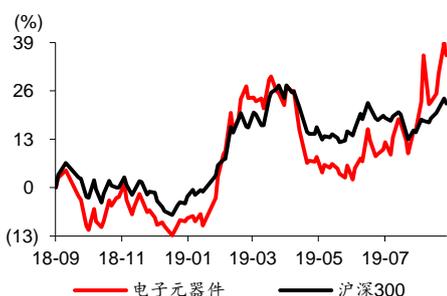
**胡剑** 执业证书编号: S0570518080001  
研究员 021-28972072  
hujian@htsc.com

**刘叶** 执业证书编号: S0570519060003  
研究员 021-38476072  
liuye@htsc.com

相关研究

- 1 《电子元器件: 华为引领的 3C 创新大幕正拉开》2019.09
- 2 《水晶光电(002273 SZ,买入): 镀膜龙头尽享 3D 感知、AR 新机遇》2019.09
- 3 《电子元器件: 贸易纠纷再起, 国产替代备受瞩目》2019.09

一年内行业走势图



资料来源: Wind

# 5G 应用大幕拉开, VR/AR 渐行渐近

## VR/AR 行业研究报告

### 5G 时代下的 VR/AR 是通信产业的升级方向, 产业化基础已日益完备

伴随 2G 到 4G 的升级, 人类基于移动终端的信息交互媒介经历了文字、语音、图片、视频的演进, 而在 5G 时代, 通信的发展有望继续拓展所传递信息的纵深。因此我们认为, 基于 VR/AR 的实景交互代表着通信产业新的发展方向。当前时点, 5G 的成熟为克服 3D 内容实时传输问题, 以及因延迟造成的眩晕问题构建了网络环境, 而相应光学元件、显示方案、专用芯片的推出则为终端的兴起搭建了硬件基础。此外, 下半年及明年华为、苹果等大品牌终端的发布有望提振 VR 市场热度, 推荐歌尔股份、水晶光电、利亚德、京东方 A, 建议关注韦尔股份、联创电子、苏大维格、汇顶科技。

### 5G 网络的传输速度有效解决终端互联和眩晕问题

现阶段主流 VR 头显刷新率在 75-90Hz, 在 90Hz 刷新率以及 H.264 压缩协议下, 我们计算得到 1K 分辨率的 VR 内容需要 21Mbps 码率, 相较于仅能提供 10Mbps 码率的 4G 网, 5G 可实现 100-1024Mbps 码率, 已经可以满足未来单眼 8K 的码率要求。此外, VR 头显的显示时延极限为 20ms, 若超过 20ms 部分用户会有明显的眩晕感, 目前 VR 头显的内部图像渲染以及刷新等时间约 15-16ms, 若增加 4G 网络下额外 10ms 时延, 用户感知时延将远超过 20ms, 而仅有 1ms 的超低时延的 5G 可有效解决该问题。

### VR 芯片、光学元件、显示屏等硬件基础已具备, VR 头显重归高增长

VR 硬件构成主要包括芯片、光学元件、显示屏等, 在芯片环节, 高通 18 年推出骁龙 XR1 布局中低端 VR 头显, 19 年推出支持 5G 的 855 plus VR 移动平台定位高端 VR 头显。在光学元件环节, 菲涅尔透镜是解决视角场 FOV 和镜片重量问题的主流方案, 已广泛应用于 Oculus、HTC 等品牌终端。在显示屏环节, 除了日益成熟的柔性 OLED 之外, 京东方所推出的 Fast LCD 提供了可选的高性价比显示方案, 已应用于华为 VR2、Oculus Go 等。我们认为在硬件基础的支撑下, 继 18 年 VR 手机盒子产品的衰落之后, 行业大规模兴起在即, 信通院预计 18-22 年全球 VR 产业 CAGR 将超过 70%。

### 光波导镜片大规模量产和 Micro LED 产业成熟助推 AR 向 2C 端普及

据 vittimes 数据, 光学显示模组是 AR 的主要成本构成, 约占终端成本 50%, 根据光学原理差异, 光学显示模组的图像源器件和显示镜面有多种组合。我们认为, 一方面伴随着光波导市场玩家不断增多, 并已有多家国内公司布局镜片量产, 生产成本有望持续下降; 另一方面, Micro LED 技术的逐步成熟有助解决屏幕亮度过低问题, 提高用户体验。基于性价比提升推动 AR 产品向 2C 端普及的预期, IDC 预计 19-23 年 AR 行业 CAGR 高达 169%。

### 核心标的

推荐歌尔股份(光学及整机)、水晶光电(光学元件)、利亚德(动作捕捉)、京东方 A (Fast LCD 及 OLED), 建议关注韦尔股份(CIS 传感器)、苏大维格(裸眼 3D 光场显示)、联创电子(光学镜头)、汇顶科技(生物识别)。

风险提示: 5G 网络建设进度低于预期; VR/AR 产品渗透速度低于预期。

重点推荐

股票代码	股票名称	09月14日 收盘价(元)	投资评级	EPS(元)				P/E(倍)			
				2018	2019E	2020E	2021E	2018	2019E	2020E	2021E
002241.SZ	歌尔股份	14.52	买入	0.66	0.37	0.50	0.59	22.03	39.24	29.04	24.61
002273.SZ	水晶光电	13.24	买入	0.32	0.37	0.44	0.52	41.71	35.78	30.09	25.46
300296.SZ	利亚德	7.32	买入	0.48	0.63	0.61	0.73	15.39	11.62	12.00	10.03

资料来源: 华泰证券研究所

## 正文目录

核心观点概述 .....	4
5G 时代开启，VR 行业进入发展新阶段 .....	5
5G 网络的传输速度有效解决终端互联和眩晕问题 .....	5
5G 时代 VR 大规模兴起的硬件基础已经具备 .....	6
头显是区别 VR 产品的核心领域，头显性能与光学元件密不可分 .....	6
VR 专用芯片日益成熟，19 年 7 月高通发布支持 5G 的骁龙 855 plus .....	9
外接式 VR 与移动式 VR 多采用 MCU 控制芯片 .....	10
高通发布骁龙 855 plus，打造 VR 与 5G 相结合的移动平台 .....	10
VR 内容逐渐丰富，将提供多场景应用 .....	11
游戏端有望成为 VR 首个大规模应用场景 .....	11
沉浸式教育有助于提高学习效率 .....	11
VR 提供外科模拟手术培训，并通过环境调节缓解创伤后应激障碍症 .....	12
5G+VR 已经在影音直播当中得到应用 .....	12
信通院预计 18-22 年全球 VR 产业规模 CAGR 超过 70% .....	13
AR 技术日趋成熟，2021 年起 AR 眼镜出货量有望大幅提升 .....	14
光学模组为 AR 眼镜核心元件，光学技术助力行业发展 .....	15
光波导为 AR 眼镜成像的主流解决方案，技术进步有望推动成品降价 .....	15
光波导镜片研发技术成熟度不断提高，量产将推动生产成本持续下降 .....	16
受成本及亮度限制，AR 现阶段主要应用于 B 端 .....	18
VR/AR 相关标的概览 .....	19
歌尔股份 (002241.sz) .....	19
水晶光电 (002273.sz) .....	19
京东方 A (000725.sz) .....	19
韦尔股份 (603501.sh) .....	19
苏大维格 (300331.sz) .....	19
利亚德 (300296.sz) .....	20
联创电子 (002036.sz) .....	20
汇顶科技 (603160.sh) .....	20
风险提示 .....	20

## 图表目录

图表 1: VR 产业链 .....	4
图表 2: 4G/5G 技术指标对比 .....	5
图表 3: 不同分辨率所需码率 (以 90Hz 为刷新频率) .....	5
图表 4: VR 头显时延拆分 .....	6
图表 5: 虚拟现实沉浸体验分级 .....	6
图表 6: VR 头显拆解 .....	6

图表 7: VR 头显厂商产品.....	6
图表 8: VR 显示中的纱窗效应示意图 .....	7
图表 9: 正常人眼的 FOV 范围示意图.....	7
图表 10: Vive、Rift 和 PSVR 镜片对比.....	7
图表 11: Oculus Go 的 LCD 显示屏由京东方生产 .....	8
图表 12: 华为 VR2, 搭载最新的 Fast LCD 技术 .....	8
图表 13: VR 头显时延拆分.....	8
图表 14: Half-Dome 原型机 .....	9
图表 15: VR 头显与芯片关系及对应产品 .....	9
图表 16: VR 头显与处理器关系及对应产品 .....	10
图表 17: Exynos 与高通骁龙处理器对比 .....	10
图表 18: VR 头显对应 MCU 厂商及型号 .....	10
图表 19: Steam 平台 VR 游戏数量激增.....	11
图表 20: 热卖 VR 游戏《Beat Saber》 .....	11
图表 21: VR 教学有效提高学生学习兴趣.....	11
图表 22: 外科医生通过 VR 进行模拟手术 .....	12
图表 23: 通过 VR 缓解 PTSD .....	12
图表 24: 山东省 2019 年两会现场 .....	12
图表 25: 中国联通全程直播 2019 年宁夏银川国际马拉松比赛.....	12
图表 26: 全球虚拟现实市场规模预测.....	13
图表 27: VR 头显出货量 .....	13
图表 28: 全球 VR 头显市场份额预测 (按头显类型) .....	13
图表 29: AR 产业链 .....	14
图表 30: 主流 AR 产品分类及普及程度.....	14
图表 31: 全球 AR 眼镜出货量 .....	14
图表 32: 全球 AR 市场规模.....	14
图表 33: HoloLens1 成本拆分.....	15
图表 34: 不同光学系统特点 .....	15
图表 35: HoloLens1&2 与 Google Glass 规格对比.....	16
图表 36: 光波导原理示意图 .....	16
图表 37: 2016-18 年国内 AR 眼镜价格及光学系统.....	16
图表 38: 光波导研发、生产公司 (加粗为 16 年后实现技术突破的玩家) .....	17
图表 39: 光波导镜片价格呈下降趋势.....	17
图表 40: “拖尾”严重影响画面效果.....	17
图表 41: 硅基液晶工作原理 .....	17
图表 42: 现阶段 AR 显示亮度过低.....	18
图表 43: AR 眼镜用于动画设计 .....	18
图表 44: AR 眼镜应用于工业维修.....	18
图表 45: VR/AR 相关标的估值概览 (截至 2019 年 9 月 14 日, 2019/2020 年预测数据均来自 Wind 一致预期) .....	20

## 核心观点概述

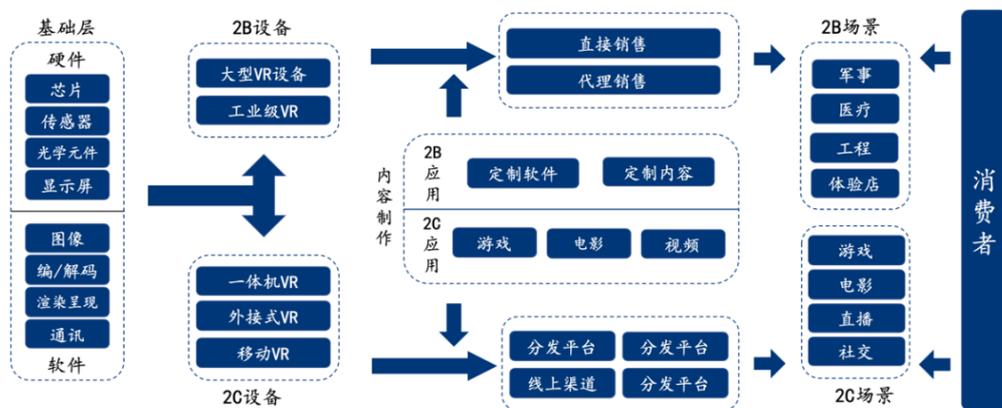
VR（虚拟现实）、AR（增强现实）终端产品自 2015 年广泛走入人们的认知以来，如今依然是投资界、产业界、学术界的重要关注领域。除了资本和产业力量所推动的市场教育之外，关于 VR/AR 的想象早已通过《黑客帝国》、《阿凡达》、《钢铁侠》等科幻电影作品深入人心，消费者对于 VR、AR 的应用想象蓄力多时，但是 VR/AR 终端的大规模商业化却长期面临着诸多通信、芯片、光学等领域的技术瓶颈。

尽管在 5G 渐行渐近之际，VR/AR 终端作为重要的 5G 下游应用近期备受二级市场关注，但是 5G 解决了 VR/AR 技术的哪些痛点，相关的芯片、光学等技术在这三四年间又经历了怎样的升级、变迁依然是值得重点研究的方向，也是我们在这篇报告中着力阐述的主要问题。

我们认为，此前限制 VR/AR 产品大规模普及的一个主要原因是由于通信网络的传输能力，由于信息传输速度的限制，VR/AR 产品多停留在单机的内容体验，而没有办法真正成为移动互联终端。站在当前时点，5G 网络的成熟为克服 3D 内容实时传输问题，以及因延迟造成的佩戴眩晕问题构建了网络环境，有望充分释放 VR/AR 终端的社交属性，激发快速推广潜力。与此同时，专用的光学元件、显示方案、专用芯片的推出则为终端产品的兴起搭建了硬件基础。此外，下半年及明年华为、苹果等大品牌终端的发布有望再度提振 VR 行业市场热度，因此建议关注产业链重点标的的投资机遇。

推荐歌尔股份（光学及整机）、水晶光电（光学元件）、利亚德（动作捕捉）、京东方 A（Fast LCD 及 OLED），建议关注韦尔股份（CIS 传感器）、苏大维格（裸眼 3D 光场显示）、联创电子（光学镜头）、汇顶科技（生物识别）。

图表1：VR 产业链



资料来源：VR 观察网，华泰证券研究所

## 5G 时代开启，VR 行业进入发展新阶段

### 5G 网络的传输速度有效解决终端互联和眩晕问题

自 20 世纪 80 年代以来，移动通信每十年出现新一代革命性技术，推动着信息通信技术、产业和应用的革新。根据《5G 经济社会影响白皮书》，从 1G 到 2G 移动通信技术完成了从模拟到数字的转变；从 2G 到 3G，数据传输能力得到显著提升，峰值速率可达 2Mbps 至数十 Mbps；从 3G 到 4G，峰值速率进一步提升到 100Mbps 至 1Gbps，预计 5G 将提供峰值 10Gbps 以上带宽、毫秒级时延和超高密度连接，有效支持虚拟显示、物联网、车联网等应用要求。

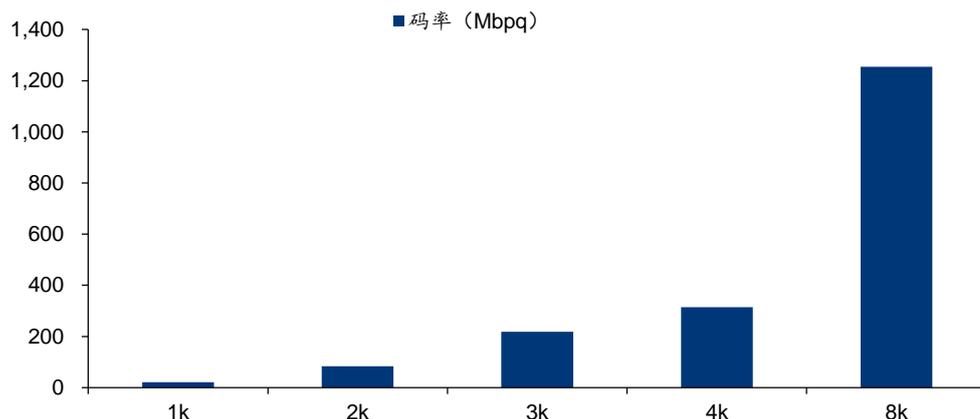
图表2：4G/5G 技术指标对比

	4G 参考值	5G 目标值	提升倍数
峰值速率 (bps)	1G	20G	20 倍
用户感知速率 (bps)	10M	0.1~1G	10-100 倍
时延 (ms)	10	1	0.1 倍
移动速度 (km/h)	<350	<500	1.43 倍
流量密度 (bps/km <sup>2</sup> )	0.1T	10T	100 倍
连接数密度 (个/km <sup>2</sup> )	10 万	100 万	10 倍
能效 (倍)	1	100	100 倍
频谱效率 (倍)	1	3~5	3~5 倍

资料来源：前瞻研究院《2019 年中国 5G 产业全景图谱》，华泰证券研究所

**5G 带宽大幅高于 4G，能够满足 VR 显示码率要求。**现阶段主流 VR 头显刷新率在 75-90Hz 区间。我们通过控制变量法分析不同分辨率所需的码率，即在 90Hz 刷新率以及 H.264 压缩协议情况下，最低的 1K 分辨率的 VR 头显需要 21Mbps，而 4G 仅能提供 10Mbps 的码率，难以满足最低 VR 显示要求，而 5G 技术路径可以实现 100-1024Mbps 码率，能够满足现阶段最高的 4K 分辨率所需码率，甚至还可以满足未来单眼 8K 的码率要求。

图表3：不同分辨率所需码率（以 90Hz 为刷新频率）



资料来源：中国信通院《虚拟（增强）现实白皮书 2018》，华泰证券研究所

**5G 超低时延解决 VR 头显在 4G 网络环境下产生的眩晕感。**VR 头显的整体显示时延极限为 20ms，若超过 20ms 用户会有明显的眩晕感甚至呕吐情况。目前 VR 头显的内部图像渲染以及分辨率刷新等时间以达到 15-16ms，若增加 4G 网络下额外 10ms 的时延，用户感知时延将远超过 20ms 从而造成眩晕。而 5G 仅有 1ms 的超低时延，可以满足 VR 头显的时延要求。

**图表4： VR 头显时延拆分**

外接式 VR 传输环节	时延 (ms)	一体机 VR 传输环节	时延 (ms)
1. 传感器采集运动输入数据	1ms	1. 传感器采集运动输入数据	1ms
2. 采集到的数据进行过滤并通过线缆传输到主机	1ms	-	-
3. 提交到驱动并由驱动发送到显卡渲染	1-2ms	2. 提交到驱动并由驱动发送到显卡渲染	3.6ms
4. 把渲染的结果提交到屏幕	1ms	-	-
5. 像素进行颜色切换	忽略不计	3. 像素进行颜色切换	忽略不计
6. 屏幕刷新频率 (90Hz)	11.1ms	4. 屏幕刷新频率 (90Hz)	11.1ms
总时延:	<b>16.1ms</b>	--	<b>15.7ms</b>

资料来源：游资网、VR 陀螺、HTC、Oculus 官网，华泰证券研究所

## 5G 时代 VR 大规模兴起的硬件基础已经具备

### 头显是区别 VR 产品的核心领域，头显性能与光学元件密不可分

中国信通院在《虚拟（增强）现实白皮书 2018》中将虚拟现实技术发展划分为如下五个阶段，不同发展阶段对应不同的体验层次。目前我国 VR 行业仍处于部分沉浸期，主要表现为 1.5K-2K 单眼分辨率、100-120 度视场角、百兆码率、20 毫秒 MTP 时延、4K/90 帧率渲染处理能力、由内向外的追踪定位与沉浸声等技术指标。

**图表5： 虚拟现实沉浸体验分级**

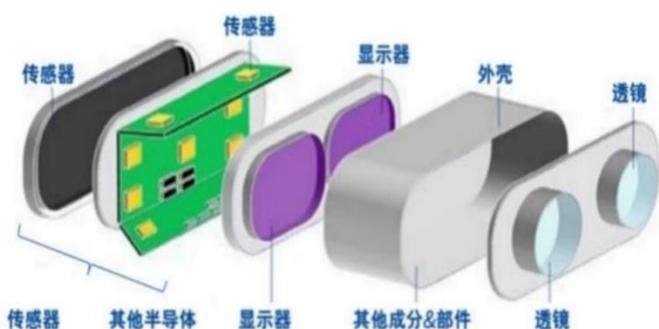
技术指标	初级沉浸	部分沉浸	深度沉浸	完全沉浸
单眼屏幕分辨率门槛	接近 1K	1.5K-2K	3K-4K	≥8K
视场角	90-100°	100-120°	140° 左右	200°
角分辨率 (PPD)	≤15	15-20	30 左右	60 左右 (人眼极限)
可变焦显示	否	否	是	是
MTP 时延 (ms)	20	20	20	20

资料来源：中国信通院《虚拟（增强）现实白皮书 2018》、华泰证券研究所

**VR 产业链由硬件/软件、设备、软件内容以及应用场景组成。**其中，硬件可分为芯片、传感器、光学元件、显示屏等；软件可分为图像、储存、通信、识别等。设备可分为 ToB 和 ToC；ToB 有大型 VR 设备、工业级 VR，ToC 有一体机 VR、外接式 VR 和移动式 VR。内容和应用场景也可分为军事、医疗、工程、游戏、直播、电影等。

**VR 行业发展主要集中在硬件研发更新、头显零部件生产。**VR 的硬件主要集中在头显当中，全球已有多家厂商布局 VR 头显市场，例如索尼、Oculus(Facebook)、HTC 等。VR 产品在显示方面的主要性能参数有 FOV (Field Of View, 即视场角)，显示分辨率，刷新率等。由于显示屏距离瞳孔过近，所以需要特制的透镜修正光源角度，以使用户可以正常观看显示屏，此时如果显示屏的分辨率较低，可能会有“纱窗效应”出现，即人眼会直接在显示屏看到像素点，类似在纱窗后看东西。

**图表6： VR 头显拆解**



资料来源：智东西网，华泰证券研究所

**图表7： VR 头显厂商产品**



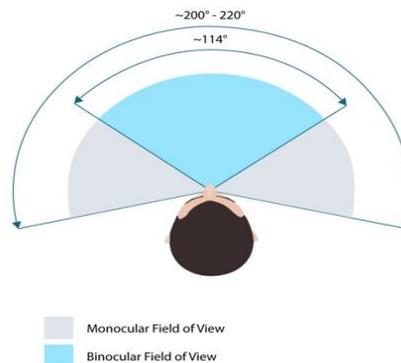
资料来源：索尼、三星等公司官网，华泰证券研究所

图表8: VR显示中的纱窗效应示意图



资料来源: 全景视界网, 华泰证券研究所

图表9: 正常人眼的FOV范围示意图



资料来源: VR LENS LAB 网, 华泰证券研究所

视角场越宽用户在体验中接触到的内容就越多, 对于健康的人眼而言, 单眼水平 FOV 范围在 170°-175°之间, 大多数人的双眼 FOV 是两个单眼 FOV 的组合, 提供了 200°-220° 的可视区域。在两个单眼 FOV 重叠的地方, 存在大约 114°的立体双目视场, 这个范围内人眼能够在 3D 维度中感知事物。

对于 VR 头显产品而言, 限制 FOV 范围的主要因素是镜片。为了获得更好的视野, 一种方案是在 VR 头显中使用较薄的镜片, 但这会增加镜片至 VR 显示屏所需的距离, 从而增加头显尺寸。另一种方案是使用较厚的镜片, 此类镜片的焦距较短可以获得更强的放大倍率, 并将显示屏移近, 但这些较厚的镜头会增加头显重量, 与此同时, 由于晶片的放大倍数更高, 因而需要更高分辨率的显示器以避免或减少纱窗效应。

菲涅尔透镜 (Fresnel lens) 是解决 FOV 以及镜片重量问题的优势方案。在菲涅尔透镜的一侧有等距的齿纹, 通过这些齿纹, 可以达到对指定光谱范围的光进行反射或者折射的作用。Oculus、HTC 以及大部分 VR 制造商都使用了菲涅尔透镜, 而 Sony 的 PSVR 还是使用传统的普通透镜。因此, PSVR 的 FOV 略小于大部分的 VR 头显, 并且 PSVR 的重量达到了 610 克, 比 Oculus Rift 和 HTC Vive 重 60-150 克。

图表10: Vive、Rift 和 PSVR 镜片对比

VR头显 镜片	Vive	Rift	PSVR
透镜类型	Fresnel lens	Hybrid Fresnel lens	Standard lens
头显重量	555g	470g	610g

资料来源: Tom's Hardware 网, 华泰证券研究所

Oculus Rift 采用的是混合菲涅尔透镜, 具有非常精细的纹理和规则的凸透镜。Rift 的混合镜片有更大的 sweet spot (指镜片中间的区域, 用户的瞳孔需要在这个区域才能获得清晰的图像) 和更一致的焦点, 这意味着头显的佩戴位置更随意, 对焦更容易。Vive 使用的是传统菲涅耳透镜, 其劣势在于由于纹理较为粗糙, 如果用户的瞳孔没有正确对应镜片的 sweet spot, 他们将无法正常观看 VR 显示屏。此外, Vive 也不能像 Rift 那样解决纱窗效应。而 PSVR 所用的普通镜片, 尽管搭配索尼自产的显示屏能够减少纱窗效应, 但 PSVR 在重量上明显要重于同类产品。

### Fast LCD 为 VR 显示优质“备胎”

LCD 的响应速度是指各像素点对输入信号反应速度，即像素由亮转暗或由暗转亮所需的时间。由于 VR 的屏幕刷新率在 70-90Hz，即每秒可以捕捉 70-90 张画面，而传统 LCD 显示屏的响应时间为 16-25ms，其对应帧数为 40-62.5，因此传统 LCD 用于 VR 头显会有明显的顿卡现象。

根据 elecfans 数据，京东方现已推出响应时间小于 5ms 的高分辨率 Fast LCD 面板，并成为华为 VR2、Oculus Go、小米 VR 一体机、爱奇艺 4K 一体机的面板供应商，根据京东方官网数据，2018 年其 VR 显示模组出货量已达 100 万片，涉及 VR 整机超过 20 款。

图表11: Oculus Go 的 LCD 显示屏由京东方生产



资料来源: elecfans, 华泰证券研究所

图表12: 华为 VR2, 搭载最新的 Fast LCD 技术



资料来源: elecfans, 华泰证券研究所

**Fast LCD 相比 AMOLED 成本较低，带动 VR 头显整体成本下降，有助于扩大 VR 消费群体。**Fast LCD 刷新率可满足现阶段 VR 显示需求，且分辨率更高，价格更为优惠。根据阿里巴巴网站 7 月 10 日数据，一款普通的 VR AMOLED 屏幕市场售价为 468 元，由于使用 AMOLED 的 VR 都是双屏显示，因此整体 AMOLED 显示屏价格为 936 元，而普通的 LCD 屏幕售价仅为 580 元，价格差距大约在一倍左右。使用 Fast LCD 替代 AMOLED 可以降低整体 VR 头显成本，从而让更多的消费者可以购买 VR，进一步扩大 VR 市场。

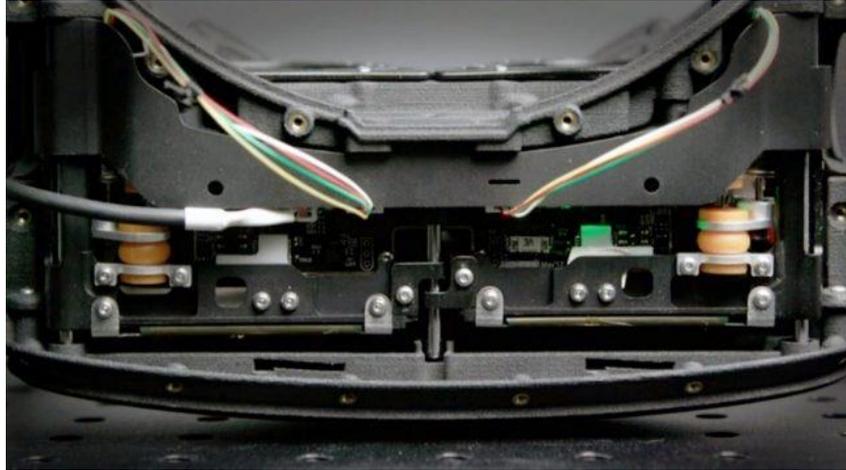
图表13: VR 头显时延拆分

	Fast LCD	AMOLED
零售价格 (元)	~580	~936
响应时间 (ms)	~5	~0.001
可满足 VR 刷新率 (Hz)	200	>1000
支持最高分辨率	4K	2K

资料来源: 游资网、VR 陀螺、HTC、Oculus 官网, 华泰证券研究所

**可变焦技术是下一代 VR 显示技术的发展方向。**Oculus 团队在 2018 年 5 月的 F8 大会上发布了新的一款名为 Half-Dome 的 VR 原型机，该机型搭载了新型可变焦技术。其原理为依靠眼球跟踪技术追捕用户瞳孔特征，并实时计算注视点位置。再通过机械装置完成屏幕的前后移动，从而模拟观察远近不同物体时人眼的屈光调节过程。此外，应用了眼球跟踪技术后，Oculus Half-Dome 将 FOV 提高至 140 度，大大超过旗下另外两款 VR 头 Rift 和 Quest 的 FOV。同时，Half-Dome 与其他 Oculus 产品重量相当。

**图表14: Half-Dome 原型机**



资料来源: Oculus 官网, 华泰证券研究所

**VR 专用芯片日益成熟, 19 年 7 月高通发布支持 5G 的骁龙 855 plus**

终端设备使用方式决定 VR 芯片。VR 根据使用方式, 可以分为三种: 一体机、外接式和移动式。一体机指的是可独立使用的 VR, 由于需要进行图像处理, 一体机 VR 头显使用与手机同类型的移动处理器, 处理器由 CPU 与 GPU 组成。外接式 VR 是指需要连接电脑或游戏机使用; 移动式是指需要用手机作为显示屏进行投放的 VR, 这两种 VR 均采 MCU(Microcontrol Unit), 因为这两类 VR 不需要在头显中完成图像处理任务。

**图表15: VR 头显与芯片关系及对应产品**

头显分类	芯片类型	芯片特点	产品应用
一体机 VR	移动处理器	CPU+GPU 与智能手机处理器相同	Oculus Go Oculus Quest Lenovo Mirage Solo
外接式 VR	MCU	压缩部分 CPU 性能 集合存储、USB 等功能	HTC Vive Pro HTC Vive Oculus Rift Sony Playstation VR
移动式	MCU		Samsung Gear VR

资料来源: elecfans, 华泰证券研究所

凭借成熟的处理器技术, 高通垄断一体机 VR 芯片主流市场。目前 VR 头显市场中, 主流的三种一体机头显, 均采用高通骁龙的处理器的。其中, Oculus Go 采用的是高通骁龙 821, Oculus Quest 和联想 Mirage Solo 则搭载的是高通骁龙 835。骁龙 821 是 820 (2105 年 11 月发布) 的升级版, CPU 和 GPU 性能均有加强, 主要为满足 VR 头显对于画面的要求。通过第三方跑分软件安兔兔的数据显示, 骁龙 821 的 GPU 性能相比 820 提高 12%。

根据对比高通骁龙芯片发布时间与对应手机发布时间可见, VR 头显所使用的芯片通常是约两年前发布的手机处理器芯片。以 2018 年 5 月发布的 Oculus Go 为例, 该款 VR 头显采用的处理器芯片是 2016 年 5 月发布的高通骁龙 821, 而这款处理器芯片在发布初期主要应用于 16、17 年发布的 OPPO、小米的智能手机旗舰款。VR 头显芯片暂用手机处理器芯片, 而少有厂商推出 VR 专用芯片, 主要因为当前 VR 头显出货量规模较小。根据 ID 数据, 2018 年全球 VR/AR 头显出货量仅为 590 万台 (VR 占比超过 95%), 仅占全球智能手机出货量 (14.04 亿台) 的 0.4%。

**图表16: VR头显与处理器关系及对应产品**

头显型号	(专供手机处理器)	Oculus Go	Oculus Quest	Lenovo Mirage Solo
芯片型号	高通骁龙 820	高通骁龙 821	高通骁龙 835	同左
头显发布时间	-	2018年5月	2019年5月	2018年5月
芯片发布时间	2015年11月	2016年5月	2016年11月	同左
CPU数量	4	4	8	同左
单个CPU性能	2.2GHz/1.5GHz	2.4GHz/2.0GHz	2.45GHz/1.9GHz	同左
GPU型号	Adreno 530	Adreno 530	Adreno 540	同左
GPU跑分	53755	60277	69319	同左
售价(人民币)	400	400	480	同左

资料来源: 安兔兔, 高通骁龙官网, 华泰证券研究所

**三星移动处理器研发能力强, 未来或进军一体机市场。**三星自主研发的 Exynos9820 处理器, 与高通骁龙 855 同期发布且性能接近, 这表明三星在移动处理器研发能力较强, 能够与高通竞争。但由于三星目前推出的两款 VR 设备 Gear VR 以及 Odyssey 为移动式和外接式 VR, 均无需搭载 GPU 的处理器, 因而并未在其 VR 产品上使用 Exynos 处理器。目前, 三星已经在积极进行一体机 VR 的研发, 新品将搭载 Exynos 处理器。

**图表17: Exynos 与高通骁龙处理器对比**

	Exynos 9820	高通骁龙 855
发布时间	2018年11月	2018年11月
CPU数量	8	8
单个CPU功率	3GHz/1.8GHz	2.84GHz/2.42GHz
CPU跑分	102879	119650
GPU跑分	137332	142048
整体处理器跑分	325067	343015

资料来源: 中关村在线, 安兔兔, 华泰证券研究所

### 外接式 VR 与移动式 VR 多采用 MCU 控制芯片

**意法半导体为 MCU 主流供货商, Atmel 或能进入市场。**由于外接式 VR 与移动式 VR 头显是通过外接设备成像, 其本身不需要进行图像处理, 因此通用 MCU 可满足 VR 头显的控制需求, 无需采用高端处理器芯片。目前市场上主流的外接式与移动式 VR 多采用使用意法半导体的 STM32 系列 MCU, 该系列专门为高性能、低能耗的嵌入式应用设计, 与外接式、移动式 VR 头显需求高度吻合。

2018年1月, 搭载 Atmel SAM G55 MCU 的 HTC Vive Pro 发布, 打破了意法在 VR 头显 MCU 领域的垄断。Atmel 已在 2016 年被 MCU 巨头公司微芯科技(Microchip Technology)收购。随着 HTC Vive Pro 的性能逐步得到用户认可, 我们认为, 未来微芯科技或旗下 Atmel 公司均有机会进入 VR 头显 MCU 市场, 与意法半导体共分 VR 头显领域的 MCU 市场份额。

**图表18: VR头显对应 MCU厂商及型号**

VR产品	发布时间	MCU厂商	内核型号	MCU系列
Oculus Rift	2016年3月	意法半导体	ARM Cortex-M3	ST32MF3
HTC Vive	2016年2月	意法半导体	ARM Cortex-M0	ST32MF0
PSVR	2017年11月	意法半导体	ARM Cortex-M0	ST32MF0
Samsung Gear VR	2015年11月	意法半导体	ARM Cortex-M4	ST32MF4
HTC Vive Pro	2018年1月	Atmel	ARM Cortex-M4	SAM G55

资料来源: elecfans, OFweek, VR日报, 华泰证券研究所

### 高通发布骁龙 855 plus, 打造 VR 与 5G 相结合的移动平台

**高通 18 年推出骁龙 XR1 布局中低端 VR 头显。**高通在 2018 年 5 月正式发布 XR1 处理器, 与传统高通骁龙处理器性能有较大差距, 主要定位中低端 VR 头显。根据高通官网介绍, XR1 处理器仅能支持 3DoF 动态捕捉、为用户提供高质量体验(High quality)。

高通 19 年推出支持 5G 的 855 plus VR 移动平台。2019 年 7 月高通发布骁龙 855 plus 移动平台，集成了支持数千兆比特连接的骁龙 X24 LTE 4G 调制解调器，并通过利用骁龙 X50 5G 调制解调器和 Qualcomm Technologies 射频前端解决方案实现 5G 连接，定位高端 VR 头显以提供给用户超高流畅、且沉浸感更强的产品体验。

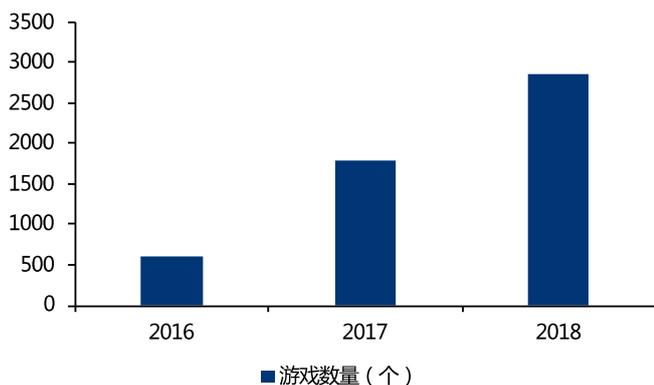
### VR 内容逐渐丰富，将提供多场景应用

#### 游戏端有望成为 VR 首个大规模应用场景

Steam 游戏平台 2018 年已推出 2867 款 VR 游戏，较 16 年的 600 款提高近 5 倍。目前国内 VR 游戏用户主要来自线下体验店以及线上社交平台的双向引流，并支持玩家录制分享游戏视频将增强游戏表现力，提高对潜在用户的吸引力。

随着国内游戏厂商加大在 VR 行业的投入力度，我们认为更多优质的内容与产品将进入国内市场，有利于提高 VR 游戏市场中的内容丰富度。根据 Steam 平台数据，2018 年 5 月发布的爆款游戏 Beat Saber，截止 2019 年 1 月，销量已超过 100 万份，带来收入超过 2000 万美金，为目前最畅销的 VR 游戏。

图表19: Steam 平台 VR 游戏数量激增



资料来源: Steam, 华泰证券研究所

图表20: 热卖 VR 游戏《Beat Saber》



资料来源: Steam, 华泰证券研究所

#### 沉浸式教育有助于提高学习效率

全球信息化教育大时代，教育模式、内容和学习方式正发生深刻的变革。根据黑晶科技官网数据显示，至 2025 年市场规模将达到 7 亿美元，VR/AR 教育成为焦点已是必然。VR 教育的出现能够避免学生在课堂分心。VR 将不同学习方法和学生的需求融合到一起，能让学生积极互动并通过切身体验分享对问题的不同看法。这样促进了学生对学习的积极性，提升了思考空间。

图表21: VR 教学有效提高学生兴趣



资料来源: OFWeek, 华泰证券研究所

### VR 提供外科模拟手术培训，并通过环境调节缓解创伤后应激障碍症

2017年6月，位于美国波士顿的 Osso VR 公司打造了一个虚拟的手术室，可以在 Vive 和 Rift 上运行。外科医生可以在 VR 中反复练习手术流程，获得更多的经验。在有效减少实操教学成本与风险的同时，加强受训医生及学生的技能熟练程度，提高教学实训效率。突破了医疗行业传统的培训模式，能够构架逼真的进行手术模拟以及教学。此外，VR 可以有效缓解创伤后应激障碍 (PTSD)。使用 VR 可以创造一个可控的环境，将 PTSD 患者置于刺激性的环境中，并系统地控制刺激的程度。

图表22： 外科医生通过 VR 进行模拟手术



资料来源：Osso，华泰证券研究所

图表23： 通过 VR 缓解 PTSD



资料来源：OFWeek，华泰证券研究所

### 5G+VR 已经在影音直播当中得到应用

VR+5G 直播模式使得场景呈现更真实、清晰。VR 全景实时直播对于网络上行、下行宽带和低时延要求极高，5G 特点保障了这一要求，使直播画面清晰、流畅。2019年2月13日，山东省两会现场布置了专业的 VR 全景摄像头，对两会现场进行全景视频的采集，利用 5G 网络回传 VR 视频源，观众可通过微信公众号观看山东两会的现场直播。

2019年5月，2019宁夏银川国际马拉松开赛，并通过采用采用了联通 5G 技术首次实现了 5G+VR 直播。宁夏联通与宁夏网络广播电视台采用 5G 网络回传，突破以往平面直播的局限性，实现了 360 度全景直播，并将现场更清晰、更真实的全景画面呈现给观众。

图表24： 山东省 2019 年两会现场



资料来源：新浪 VR 网，华泰证券研究所

图表25： 中国联通全程直播 2019 年宁夏银川国际马拉松比赛

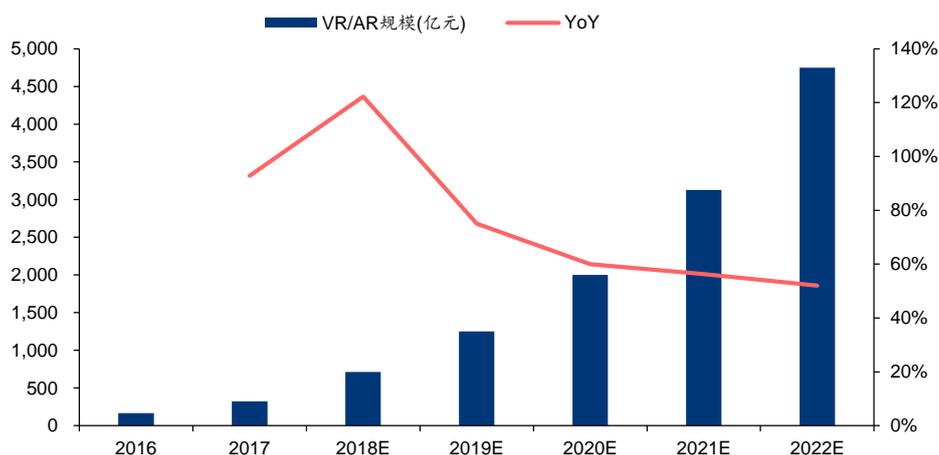


资料来源：宁夏日报（2019年5月26日），华泰证券研究所

## 信通院预计 18-22 年全球 VR 产业规模 CAGR 超过 70%

**2018-2022 年预计全球虚拟现实产业规模年均复合增长率超过 70%。**近几年科技高速发展，推动 VR 技术的成熟，提高了消费者对于虚拟现实的体验满意度，从而拉动了虚拟现实行业的爆发。根据中国信通院《虚拟（增强）现实白皮书 2018》数据，2018 年全球虚拟现实市场规模将超过 700 亿元人民币，同比增长 126%；预计 2020 年全球虚拟现实产业规模将达到 2000 亿元，对应 2018-2022 年复合增长率超过 70%。

图表26： 全球虚拟现实市场规模预测



资料来源：中国信通院《虚拟（增强）现实白皮书 2018》，华泰证券研究所

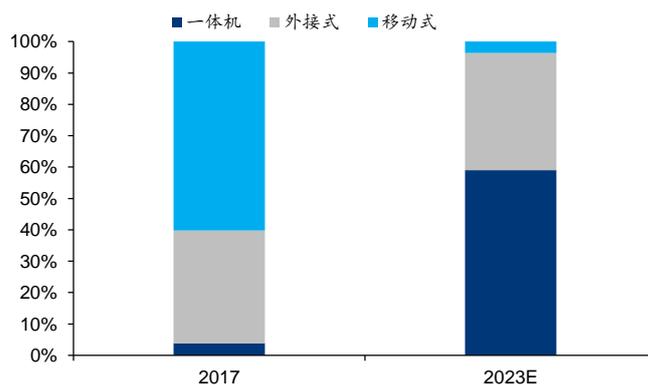
随着 5G 商用及 VR 相关产业技术升级，IDC 预计全球 VR 头显出货量将于 2023 年达到 3670 万台，对应 2019-2023 年复合增长达到 44%；至 2023 年全球一体机 VR 出货量占全球 VR 出货量比例将达到 59%（2017：3.6%）。

图表27： VR 头显出货量



资料来源：IDC，华泰证券研究所

图表28： 全球 VR 头显市场份额预测（按头显类型）



资料来源：IDC，华泰证券研究所

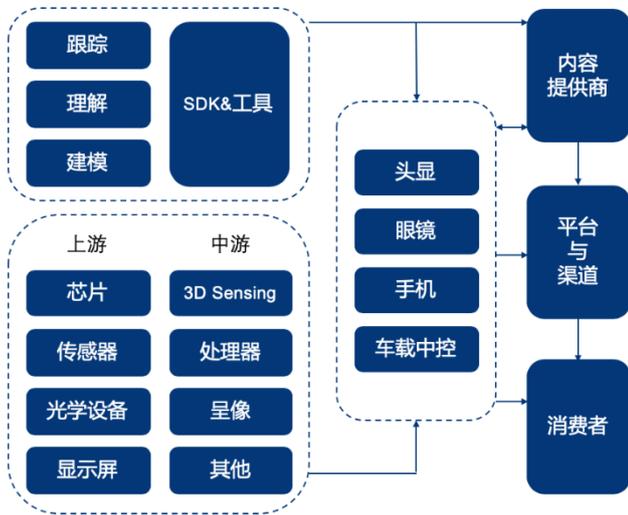
## AR 技术日趋成熟，2021 年起 AR 眼镜出货量有望大幅提升

AR(Augmented Reality), 即增强现实, 是指在展示摄影机捕捉到的真实场景的同时, 通过图像、视频、3D 模型等技术为用户提供虚拟信息, 实现真实场景信息的补充与叠加, 从而为用户提供超越现实的感官体验。

AR 目前仍以手机和电脑应用为主, 光学元件的技术成熟度成为限制近眼显示 AR 的主要瓶颈。AR 产业链分为上游, 中游与下游。上游主要为元器件包括芯片, 传感器, 光学元件, 显示屏等零部件, 中游为头显、眼镜、手机、车载终端等各种设备, 下游则是游戏, 电影等内容提供平台。

根据 UCCVR 发布的《2018 年 AR 产业白皮书》, 目前 AR 产业链发展尚未成熟, 应用与内容展示集中在远距离显示的手机以及 PC 端; 相比之下, 近眼显示的 AR 眼镜市场普及度较低, 主因 AR 眼镜的光学模组元件工艺复杂且成本高昂。

图表29: AR 产业链



资料来源: UCCVR《2018年AR产业白皮书》, 华泰证券研究所

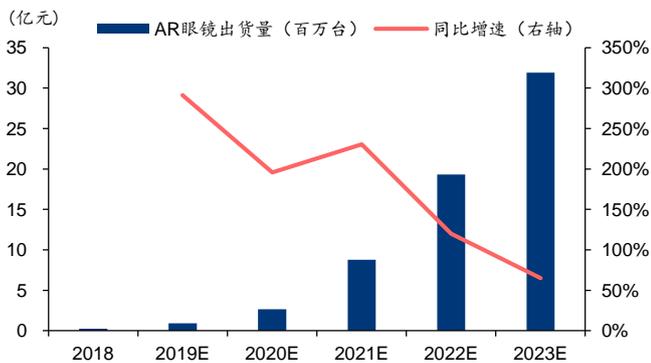
图表30: 主流 AR 产品分类及普及程度



资料来源: UCCVR《2018年AR产业白皮书》, 华泰证券研究所

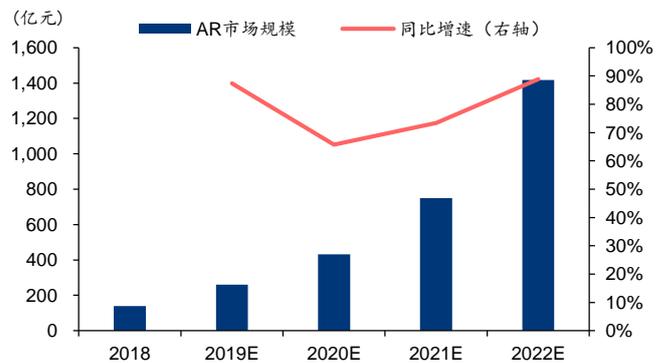
据 IDC 预测, 2023 年全年 AR 眼镜销量将达到 3190 万台, 对应 2019-2023 年复合增长率高达 169%。AR 眼镜的出货量增长将快速拉动下游内容应用制作, 以及产品多样性, 进一步刺激 AR 整体市场规模增长。据中国信息通讯研究院预测, 2022 年全球 AR 市场规模将达到 1416.7 亿元, 对应 2019-2022 年复合增速达到 79%。

图表31: 全球 AR 眼镜出货量



资料来源: IDC, 华泰证券研究所

图表32: 全球 AR 市场规模



资料来源: 中国信通院《虚拟(增强)现实白皮书 2018》, 华泰证券研究所

## 光学模组为 AR 眼镜核心元件，光学技术助力行业发展

### 光波导为 AR 眼镜成像的主流解决方案，技术进步有望推动成品降价

AR 眼镜的成像效果决定了用户体验，而镜片的光学系统便是决定 AR 眼镜成像效果的关键。与 VR 头显“凸透镜+显示屏”的光学系统不同，AR 眼镜的光学系统由图像源器件与显示镜面两个主要配件构成。根据 vittimes 数据，AR 眼镜结构简单，其中光学显示模组成本占 AR 眼镜总成本的 50% 左右，可见光学系统的性能 AR 眼镜的成像效果至关重要。

图表33: HoloLens1 成本拆分

组件	规格	成本 (美元)	成本占比
(处理单元) 处理器	CPU	Intel Atom X5-Z8100P 芯片	
	GPU	微软定制 GPU HoloLens 显卡	250
	HPU	定制微软全息处理单元 HPU 1.0	
(显示单元) 光学环节	透明全息透镜	光波导技术	290
	高清光引擎	2 个	180
(感知交互单元) 摄像头和传感器	景深摄像头	1 个	
	环境摄像头	4 个	
	高清摄像头	1 个	100
	IMU	1 个	
存储	环境光传感器	1 个	
	专用显存	114MB	
	共享系统内存	980MB	
	RAM	2GB	150
	存储	64GB	
电池	电池	16.5Wh	30
总计成本		1000	100%

资料来源：智东西，华泰证券研究所

根据 AR 眼镜所用光学原理不同，图像源器件和显示镜面有多种组合，常见方案主要为以下 4 大类，其中光波导(Waveguide)与全息反射投影是 AR 行业内使用最多的两种光学显示镜面，但也是量产难度最高的两种技术。

图表34: 不同光学系统特点

图像源器件	显示镜面	厚度	画面效果	透光度	体积	FOV	量产难度
LCoS	棱镜	~10mm	适中	50%	较大	~15 度	低
Micro-OLED	自由曲面	~10mm	适中	50%	较大	~40 度	低
LCoS/DLP	光波导镜面	1~2mm	高	80%以上	小	>40 度	高
LBS	全息反射薄膜	~10mm	适中	50%	小	~15 度	高

资料来源：珑璟光电、微软、North Focal、Magic Leap 等公司官网，华泰证券研究所

2012 年发布的 Google Glass 采用棱镜+LCoS(硅基液晶)的成像方式，支持 15 度视场(FOV)，导致用户视野大幅受限；加之该款产品价格较高且定位不明确，所以在推出之后未取得用户认可。2015 年 1 月，微软发布 HoloLens 眼镜，通过采用光波导技术将 FOV 提高至 30 度，扩大了用户的视野范围，并通过硬件的加强提升用户体验。2019 年 2 月，微软发布升级版 AR 眼镜 HoloLens2，将 FOV 进一步提升至 52 度，并搭载 4 颗 800 万像素摄像头，提供 2K 分辨率显示器，进一步优化用户视觉体验。

**图表35: HoloLens1&2 与 Google Glass 规格对比**

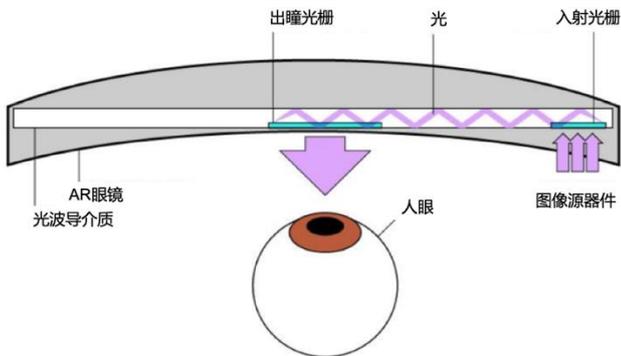
	HoloLens2	HoloLens1	Google Glass
发布时间	2019年2月25日	2015年1月22日	2012年4月5日
FOV(度)	52	30	15
摄像头数量	4	3	1
摄像头像素	800万	200万	500万
分辨率	2k	HD	720p
芯片	高通骁龙 850	Intel Atom x5-Z8100p	OMAP 4430
储存空间	64G	64G	16G
价格(\$)	3500	3000	1500
光学显示系统	光波导	光波导	微型反射投影

资料来源：微软及谷歌公司官网，华泰证券研究所

随着采用光波导技术的 HoloLens 1、2 以及 Magic Leap One 产品问世，光波导逐渐被视为满足 AR 眼镜成像需求的主流解决方案，这主要是因为光波导能够实现光的全反射，即光机完成成像后，将光耦合进入波导的玻璃基底，通过“全反射”原理将光传输到眼镜前方，再释放出来。光波导的“全反射”在保证成像清晰、图像对比度高的基础上，还能为用户提高较大的视场角(Field of View, FOV)。

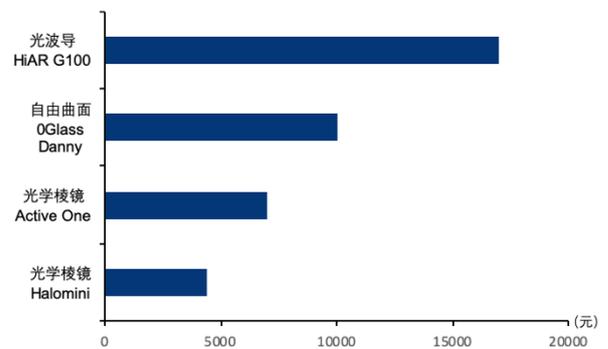
光波导在技术原理上满足了 AR 眼镜的成像需求，但其生产工艺复杂且良率低所造成的低成本，又成为众多厂商选择光波导生产 AR 眼镜的阻碍。而相比之下，光学校镜的制作工艺较为简单，且技术成熟度高，因此价格较低，目前在 AR 眼镜中仍有广泛应用。通过对比 2016-18 年发布的四款 AR 眼镜可以看出，采用光波导技术的 HiAR G100 售价高达 1699 元，而采用棱镜作为光学系统等 Active One 与 Halomini 售价分别为 7000 元和 4388 元，明显低于 HiAR G100。

**图表36: 光波导原理示意图**



资料来源：elecfans，华泰证券研究所

**图表37: 2016-18 年国内 AR 眼镜价格及光学系统**



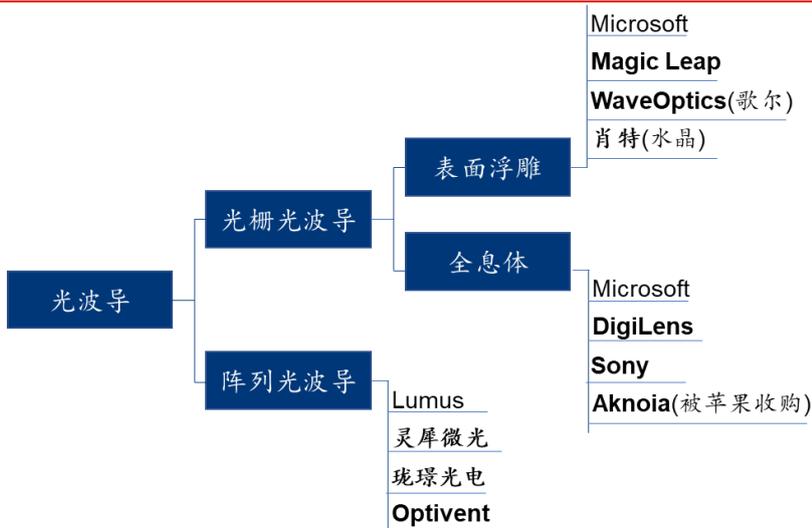
资料来源：雷锋网，影创科技、亮风台等官网，华泰证券研究所

**光波导镜片研发技术成熟度不断提高，量产将推动生产成本持续下降**

光波导镜片根据原理及生产工艺可分为阵列、表面浮雕以及全息体光波导。光波导镜片成像原理有几何反射和衍射光栅两类，对应阵列光波导以及衍射光栅光波导。其中，衍射光栅光波导由于衍射元件类型不同可以分为表面浮雕光栅光波导以及全息体光栅光波导。

2016 年后光波导市场玩家不断增多，并已有多家公司布局镜片量产，生产成本有望持续下降。随着 AR 市场的成熟，多家厂商都开始进行光波导技术的研发，包括初创企业如灵犀微光、珑璟光电、Magic Leap 和 DigiLens 等，以及传统光学巨头如 Sony、肖特等。此外，由于技术成熟度较高，目前已有两家公司与国内上市公司合作进行光波导镜片量产，分别为 Waveoptics 与歌尔合作，肖特与水晶成立子公司晶特负责光波导镜片量产。因此，随着玩家数量不断增多叠加量产能力提升，未来光波导镜片生产成本将继续下，从而推动向 C 端更快普及。

**图表38：光波导研发、生产公司（加粗为16年后实现技术突破的玩家）**



资料来源：搜狐网，Hackernoon，华泰证券研究所

**图表39：光波导镜片价格呈下降趋势**

波导类型	光波导公司	量产时间	成本(美元)
阵列	Lumus	2016年	1100
阵列	珑璟光电	2018年	470
光栅	微软(HoloLens 2)	2019年	200

资料来源：莫尼塔眼镜，珑璟光电官网，华泰证券研究所

**Micro LED 或将成为 AR 图像源器件“救世主”**

显示亮度过低，难以在阳光下直接使用，为目前光波导方案另一普及障碍。光波导方案有两个配件组成，其一为光波导镜片，另一个就是图像源器件。传统的图像源器件主要为 LCoS（硅基液晶），但由于刷新率难以达到 200Hz 以上，导致“拖尾”现象严重，影响用户正常使用。因此，为了避免“拖尾”现象，AR 产品牺牲了较多的亮度以避免该问题，导致光波导成像较暗仅有 3-400 奈特亮度，难以在阳光下直接使用，成为光波导普及的障碍之一。

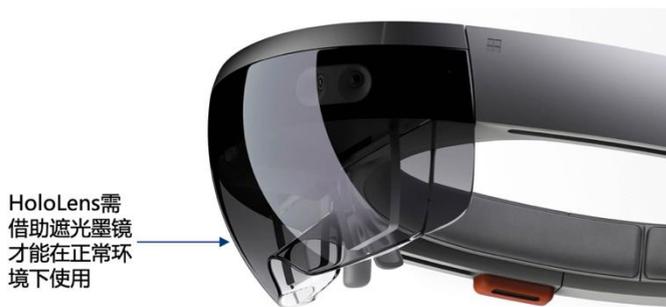
Micro LED 解决屏幕亮度过低问题，提高用户体验，推动 AR 向 C 端普及。据映维网报道，Micro LED 技术是传统 LCD 屏幕亮度的 30 倍，能够大幅提高光波导显示亮度。若在现有的刷新率以及光波导技术上，可以将亮度提高至 5000 耐特以上，完全满足阳光下直接显示所需的 2000 奈特以及人眼习惯的，亮度大幅提高能够助力 AR 眼镜向 C 端发展。

**图表40：“拖尾”严重影响画面效果**



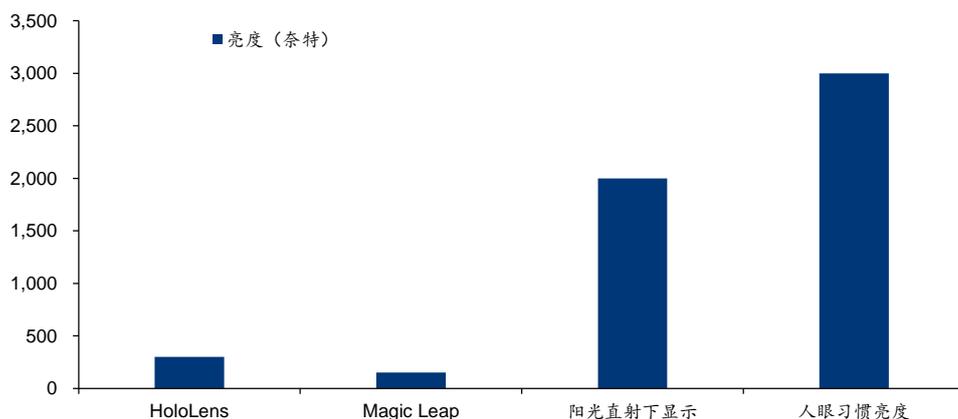
资料来源：映维网，华泰证券研究所

**图表41：硅基液晶工作原理**



资料来源：微软官网，华泰证券研究所

图表42：现阶段AR显示亮度过低

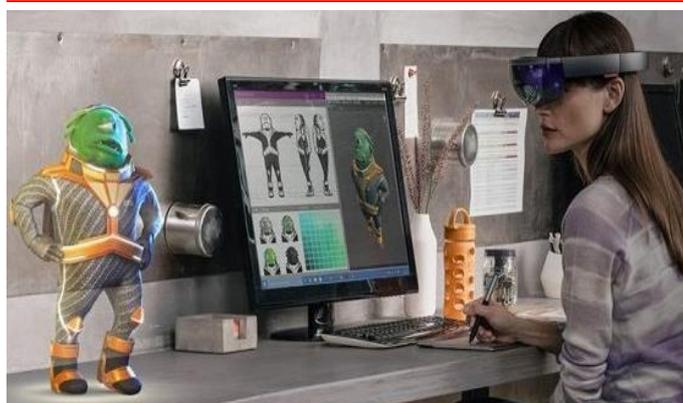


资料来源：CSDN, 映维网, 华泰证券研究所

**受成本及亮度限制，AR 现阶段主要应用于 B 端**

目前 AR 眼镜主流产品 HoloLens，受限于光波导方案价格较高导致产品价格 3000 美金左右，仅能在工业中使用，例如动画设计以及维修等。我们认为，未来随着波导镜片量产成本下降，以及 Micro LED 技术成熟，AR 眼镜将向 C 端普及。

图表43：AR 眼镜用于动画设计



资料来源：微软官网, 华泰证券研究所

图表44：AR 眼镜应用于工业维修



资料来源：中关村在线, 华泰证券研究所

## VR/AR 相关标的概览

### 歌尔股份 (002241.sz)

歌尔成立于 2001 年，主要从事声光电精密零组件、声学智能整机、智能硬件等设备的研发、制造和销售。歌尔自 16 年开始独家代工索尼 PSVR 及 Oculus，同年 VR 中高端产品出货量占全球 70% 以上，自制零部件占比达 30%。除发挥扬声器、麦克风等声学配件技术优势外，歌尔还掌握了 VR 专用的菲涅尔透镜技术、AR 眼镜当前主流但量产难度高的光波导技术。根据公司官网，2018 年 11 月，歌尔与全球领先的衍射光波导元件企业 WaveOptics 签订独家代工协议，标志着歌尔在 AR 领域的布局进一步深化。

### 水晶光电 (002273.sz)

水晶成立于 2002 年，是我国领先的精密光电薄膜元件供应商。经过多年来在光学领域的积累，水晶已具备行业领先的镀膜技术，根据五方光电招股说明书及水晶 18 年滤光片销量，我们计算得出水晶 2018 年在全球红外截止滤光片市场市占率达 27.0%，居全球第一。同时，水晶也是全球仅次于 VIAVI 具备窄带滤光片量产能力的公司。公司在 2009 年设立晶景光电研发微投影，开始布局 AR/VR 行业。随后，水晶通过外延投资深化 AR 关键技术卡位，于 16 年投资全球阵列光波导技术的标杆企业 Lumus，并与全球著名玻璃供应商肖特成立合资公司晶特生产成像晶圆材料，实现 AR 产业从材料到技术的全面布局。

### 京东方 A (000725.sz)

京东方成立于 1993 年，是一家为信息交互和人类健康提供智慧端口从产品和服务的物联网公司，其产品广泛应用于手机、电脑、电视、VR/AR、可穿戴设备以及各类数字信息显示设备。根据年报信息，京东方 18 年创新应用出货面积同比增长约 110%，其中电子标牌、拼接、电子标签、穿戴及 VR/AR 等 5 个细分市场市占率突破 20%。根据 elecfans 数据，京东方现已推出响应时间小于 5ms 的高分辨率 Fast LCD 面板，其成本显著低于 AMOLED，并成为华为 VR2、Oculus Go、小米 VR 一体机、爱奇艺 4K 一体机的面板供应商。根据京东方官网数据，2018 年其 VR 显示模组出货量已达 100 万片，涉及 VR 整机超过 20 款。

### 韦尔股份 (603501.sh)

韦尔股份成立于 2007 年，目前主要从事分立器件和电源管理 IC 等半导体产品的研发设计及分销业务，产品在移动通信、车载电子、安防、网络通信、家用电器等领域。根据公司年报，韦尔采用 CMOS 工艺设计的产品性能与国外竞争度受的锗硅工艺产品性能持平，但成本远低于国外公司，有望成为 CMOS 图像传感器领域进口替代的核心受益者，而 VR/AR 行业的快速发展将同样为韦尔股份带来 CMOS 图像传感器的增量需求。

### 苏大维格 (300331.sz)

苏大维格成立于 2001 年，主要从事微纳结构产品的设计、开发与制造，以及高端智能制造的技术研发服务。根据年报披露，公司目前正致力于裸眼 3D 光场显示的研发，同时利用公司具有的新一代 AR 核心器件技术能力和专业积累，推进下一代计算平台 AR 的产业化应用。

## 利亚德 (300296.sz)

利亚德成立于1995年，是专业从事LED应用产品研发、设计、生产、销售和服务的高新技术企业。2017年2月，利亚德通过收购NP公司获得全球领先的光学动作捕捉技术，将视觉效果解决方案拓展到VR/AR领域，包括大力发展合作伙伴开展新型业务如智慧教室、影视预演、工业仿真、虚拟演播室等，并逐步培育C端业务发展VR综合体验馆等业务。根据公司年报，2018年利亚德实现VR收入3.37亿元，净利润1.19亿元。

## 联创电子 (002036.sz)

联创成立于1998年，致力于发展光学镜头及影像模组、触控显示器件等新型光学光电子产业，产品可广泛应用于智能终端、智能汽车、智慧家庭、VR/AR等领域。根据公司年报，联创可满足VR/AR行业以全景相机、VR头盔、AR眼镜等影响输入、输出设备实现拍摄、人机交互、显示所需的高清广角镜头及摄像模组市场需求。目前，联创在VR/AR领域已为国际知名的MR公司、M公司研制的投影镜头稳定量产出货，并在全景摄影机领域，通过折返光学系统形成技术优势将产品线由全景镜头扩展到全景影响模组，成为Insta360全景影像模组的第一供应商。

## 汇顶科技 (603160.sh)

汇顶成立于2002年，主要提供移动智能终端所需的人机交互和生物识别解决方案。根据公司18年年报，汇顶已成为全球安卓手机市场出货量排名第一的指纹芯片供应商。目前生物识别主要用在智能手机前置、后置摄像头，已实现人脸识别解锁/支付和拍照效果增强等功能，未来有望向智能驾驶、智能家居、可穿戴设备、VR/AR以及工业应用等场景延伸。汇顶积极开展在3D人脸识别技术研究创新并已取得重大进展。

图表45: VR/AR相关标的估值概览 (截至2019年9月14日, 2019/2020年预测数据均来自Wind一致预期)

公司	收盘价 (人民币元)	总市值 (人民币亿元)	2018A PE	2019E PE	2020E PE	2018A PEG	2019E PEG
002241.SZ 歌尔股份	14.52	471.2	15.2	37.2	27.6	-	0.8
002273.SZ 水晶光电	13.24	148.5	15.9	31.0	24.6	0.4	14.1
000725.SZ 京东方A	4.03	1,389.9	17.5	33.1	23.3	-	1.4
300296.SZ 利亚德	7.32	186.1	11.4	11.7	9.5	0.3	0.5
002036.SZ 联创电子	14.00	100.1	13.1	31.3	21.6	0.5	1.0
603160.SH 汇顶科技	193.19	880.9	56.6	51.0	42.4	-	0.4
603501.SH 韦尔股份	103.07	890.2	35.1	207.9	103.7	0.2	1.0
300331.SZ 苏大维格	25.97	58.7	-	52.9	39.1	-	0.7

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

## 风险提示

5G网络建设进度低于预期。由于VR/AR终端产品的大规模普及均以5G技术升级为前提，而中美贸易摩擦背景下，全国范围内的5G基础设施建设进度及国外需求尚存在不确定性，因此5G推广进度低于预期可能直接延缓行业发展进度。

VR/AR产品渗透速度低于预期。由于VR/AR终端市场尚未成熟，消费者对于产品的接收速度和支付意愿仍存在不确定性，故相关产品渗透速度存在低于预期风险。

## 免责声明

本报告仅供华泰证券股份有限公司（以下简称“本公司”）客户使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，本公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。同时，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成所述证券的买卖出价或征价。该等观点、建议并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。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。

本公司及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为之提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。本公司的资产管理部、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许范围内使用，并注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权力。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

本公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格，经营许可证编号为：91320000704041011J。

全资子公司华泰金融控股（香港）有限公司具有香港证监会核准的“就证券提供意见”业务资格，经营许可证编号为：A0K809

©版权所有 2019 年华泰证券股份有限公司

## 评级说明

### 行业评级体系

一 报告发布日后的 6 个月内的行业涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅为基准；

一 投资建议的评级标准

增持行业股票指数超越基准

中性行业股票指数基本与基准持平

减持行业股票指数明显弱于基准

### 公司评级体系

一 报告发布日后的 6 个月内的公司涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅为基准；

一 投资建议的评级标准

买入股价超越基准 20% 以上

增持股价超越基准 5%-20%

中性股价相对基准波动在 -5%~5% 之间

减持股价弱于基准 5%-20%

卖出股价弱于基准 20% 以上

## 华泰证券研究

### 南京

南京市建邺区江东中路 228 号华泰证券广场 1 号楼/邮政编码：210019

电话：86 25 83389999/传真：86 25 83387521

电子邮件：ht-rd@htsc.com

### 深圳

深圳市福田区益田路 5999 号基金大厦 10 楼/邮政编码：518017

电话：86 755 82493932/传真：86 755 82492062

电子邮件：ht-rd@htsc.com

### 北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同 28 号太平洋保险大厦 A 座 18 层  
 邮政编码：100032

电话：86 10 63211166/传真：86 10 63211275

电子邮件：ht-rd@htsc.com

### 上海

上海市浦东新区东方路 18 号保利广场 E 栋 23 楼/邮政编码：200120

电话：86 21 28972098/传真：86 21 28972068

电子邮件：ht-rd@htsc.com